

# Mariager Fjord ~ Fjordbundens dyreliv ~

Status for Miljøtilstanden 2000



ÅRHUS AMT



NORDJYLLANDS AMT



Udgiver: Århus Amt  
Natur- og Miljøkontoret  
Lyseng Allé 1  
8270 Højbjerg  
tlf. 89 44 66 66

Nordjyllands Amt  
Miljøkontoret  
Niels Bohrs Vej 30  
9220 Aalborg Øst  
tlf. 96 35 10 00

Udgivelsesår: 2001

Titel: Mariager Fjord -  
Fjordbundens dyreliv -  
Status for Miljøtilstanden 2000

Forfatter: Bent Sømod, Århus Amt  
Natur og Miljø

Layout: Hanne Lykkegaard Schmidt  
Århus Amt, Natur og Miljø

Foto: Jytte Hørning  
Århus Amt, Natur og Miljø

Emneord: Mariager Fjord, iltsvind, bundfauna  
ISBN: 87-7906-175-3  
Oplag: 75  
Sidetal: 41

Tryk: Århus Amts Trykkeri,  
trykt på miljøpapir

Omslag: Blåmusling

## Indholdsfortegnelse

1. Forord .....	3
2. Sammenfatning .....	4
3. Indledning .....	6
4. Udbredelsen .....	7
4.1 Den lavvandede Yderfjord .....	7
4.2 Den dybe Inderfjord .....	9
4.3 Konklusion .....	10
5. Ændringer .....	12
5.1 Fjorden i 1930 .....	12
5.2 Ændringer 1979 - 2000 .....	13
5.3 Ændringer 1997 - 2000 .....	13
5.4 Konklusion .....	13
6. Betydning for fjorden .....	21
6.1 Omsætning af organisk stof .....	21
6.2 Iltmætning af sediment .....	21
6.3 Fiske- og fugleføde .....	22
6.4 Fremtiden .....	23
7. Referencer .....	24
8. Bilag .....	25

# 1. Forord

Denne rapport om fjordbundens dyreliv i Mariager Fjord danner status for den række af undersøgelser, der blev iværksat efter det omfattende iltsvind i fjorden i august 1997.

Rapporten er en del af en serie rapporter, der dækker de forskellige fagområder, der har været genstand for intensive undersøgelser. Undersøgelserne er iværksat for at belyse de komplekse biologiske forhold, der under påvirkning af den forhøjede miljøbelastning af fjorden førte til fjordens sammenbrud i 1997.

Undersøgelsesrækken danner grundlag for de fremtidige administrative beslutninger til sikring af en forbedret miljøtilstand i Mariager Fjord.

## 2. Sammenfatning

Rapportens datagrundlag er først og fremmest undersøgelser af bundfaunaen i Mariager Fjord iværksat af amterne efter det omfattende iltsvind i fjorden i august 1997. Forud for Inderfjordens sammenbrud i 1997 var der foretaget enkelte undersøgelser af bundfaunaen i fjorden primært fokuseret på blåmuslingebanker i Inderfjorden. Tillige blev der i 1930 foretaget oversigtsmæssige undersøgelser af bundfaunaen af Dansk Biologisk Station. Disse undersøgelser har været tilgængelige for en kvalitativ sammenligning med de nyere undersøgelser.

Bundfaunaen i Yderfjorden i Mariager Fjord er stærkt præget af de fysiske forhold. Yderfjorden er meget lavvandet og visse steder med vadekarakter. Tæthederne af bundfauna er fundet til mellem 50.000 - 100.000 individer  $m^{-2}$ , og dette svarer til, at der er omkring 130 - 220 g tørvægt biomasse  $m^{-2}$ . De mest almindelige arter er slikkrebbs (*Corophium sp.*), børsteorm (*Pygospio sp.*), dyndsnegle (*Hydrobia sp.*) og trådregnorm (*Oligochaeta*). Nogle af disse arter kan visse steder findes i tætheder på over 30.000 individer  $m^{-2}$ . Arterne og deres antal er typiske for vadeområder langs kysterne, og lignende forekomster er kendte fra f.eks. Vadehavet.

Muslingerne er ikke så dominerende i Yderfjorden, men kan dog nogle steder findes i op til nogle få tusinde  $m^{-2}$ . I området mellem Hadsund og Dania er blåmuslingerne (*Mytilus edulis*) dog det mest almindelige bunddyr og fandtes i 1998 her i tætheder på omkring 18.000 individer  $m^{-2}$ .

Derimod er blåmuslingerne de helt dominerende dyr i Inderfjorden. Blåmuslingerne er et vigtigt element i Inderfjordens økosystem, idet de er i stand til at filtrere og omsætte store dele af planteplanktonet. Inderfjorden er ka-

rakteriseret ved, at lavvandede områder kun findes i en smal bræmme langs kysten og i området øst for Dania og vest for Skovsgaard Hage. Store dele af Inderfjorden har vanddybder over 15 m og fjordbunden er her uden højere liv som følge af mere eller mindre permanent iltsvind. Størstedelen af fjordbunden på vanddybder mindre end 15 meter er dækket af blåmuslingebanker. I forbindelse med iltsvindet i august 1997 blev bestanden af blåmuslinger i Inderfjorden udryddet. Kort efter etableringen af blåmuslingebestanden i 1998 fandtes der tætheder på op til 120.000 blåmuslinger  $m^{-2}$ . Efterfølgende er blåmuslingebanker vokset til og blåmuslingen findes i 2000 i tætheder på omkring 1000 - 8000 individer  $m^{-2}$  svarende til biomasser på omkring 100 - 500 g tørvægt  $m^{-2}$ . Dette svarer til den udbredelse blåmuslingerne havde før iltsvindet i 1997. Biomasser af blåmuslinger på omkring 1 kg tørvægt  $m^{-2}$  er almindeligt forekommende i fjorde og kystnære områder. Andre hyppige arter i Inderfjorden er børsteorm af slægten *Polydora*, sandmuslinger (*Mya arenaria*) og dyndsnegle (*Hydrobia sp.*). I Inderfjorden er tætheden af bundfauna generelt faldende fra Dania ind mod Hobro og ligeledes er tæthederne størst på lavere vand og faldende mod større dybder.

De meget tidlige undersøgelser i Mariager Fjord fra 1930 viste, at bundfaunaen også dengang var begrænset af mere eller mindre permanent iltsvind i dybet. På dybder større en 14 - 15 m fandt man intet liv. Også i 1930 var blåmuslingen det dominerende bunddyr i Mariager Inderfjord.

Undersøgelser foretaget i fjorden i 1979 - 1980 og i 1985 viste, at bundfaunaen i Inderfjorden var domineret af enkelte arter - blåmuslinger og børsteorm - der ofte forekom i meget

høje tætheder. På andre tidspunkter var forekomsten af bunddyr til gengæld meget ringe. Dette gjaldt specielt områder i den inderste del af Inderfjorden.

Efterfølgende iltsvindet i 1997 afstedkom koloniseringen af fjorden ekstremt høje tætheder af bunddyr. Den efterfølgende udvikling frem til 2000 resulterede i en stigende biomasse af bunddyr i takt med dyrernes vækst samtidig med faldende individantal. Faldet i individantallet skyldes intern konkurrence om plads og føde samtidig med prædation fra bl.a. fisk og periodisk forekomst af iltsvind. I 2000 var tæthederne af bunddyr sammenlignelige med de tætheder, der blev fundet i 1979 - 1985. Dette indikerer, at bundfaunaen har nået en tilstand nogenlunde svarende til tilstanden før iltsvindet i 1997.

I perioden 1997 - 2000 er der foretaget intensive undersøgelser af bundfaunaen i Mariager Fjord i to områder på vanddybder mellem 6 m og 10 m. Desuden er der foretaget undersøgelser af bundfaunaen i 3 områder på lavt vand mellem 1 m og 6 m dybde. Disse undersøgelser viste, at de periodiske iltsvind på vanddybder mindre end 10 m medfører reduktioner i bundfaunaen, og at det oftest er den inderste del af fjorden, der rammes af disse iltsvind.

Undersøgelserne viste desuden, at bundfaunaen som tidligere var domineret markant af nogle enkelte arter. Det var først og fremmest blåmuslingen (*Mytilus edulis*), der havde etableret sig med succes i fjorden og i 2000 forekom i bestande sammenlignelige med tidligere. Desuden var sandmuslingen (*Mya arenaria*) yderst talrig i forbindelse med koloniseringen af fjorden, men var efterfølgende reduceret voldsomt i antal. Også dyndsneglen

(*Hydrobia ulvae*) var i modsætning til i de tidligere undersøgelser meget talrig i fjorden. I lighed med tidligere undersøgelser blev børsteorme af slægten *Polydora* fundet i meget høje tætheder.

Bundfaunaen har stor betydning for omsætningen af organisk stof i Inderfjorden, hvor blåmuslingebankerne er i stand til at omsættet størstedelen af primærproduktionen i Inderfjordens vandmasser. En anden vigtig funktion er bunddyrernes graveaktivitet i fjordens sedimenter. Denne aktivitet har stor betydning for iltningen af sedimentet og for udvekslingen af næringsstoffer mellem sedimentet og de bundnære vandmasser.

Bunddyrerne tjener desuden som en vigtig fødekilde for bundlevende fisk og fugle. Undersøgelser har vist, at den vigtigste føde for Inderfjordens skrubbebestand i årene efter iltsvindet i 1997 har været den voksende bestand af blåmuslinger. Vurderinger af tilgængeligheden af bunddyr som fødekilde peger på, at fjordens bunddyr atter efter iltsvindet i 1997 udgør et rigt spisekammer for fugle og fisk i fjorden.

Bunddyrerne i Mariager Fjord er relativt hurtigt retableret efter iltsvindet i 1997 som følge af et gunstigt sammenfald af høje larveforekomster og god vandudskiftning med Kattegat. Miljøtilstanden i fjorden er dog stadig sårbar og en forbedring i miljøtilstanden er nødvendig for at sikre en stabil forekomst af bunddyr i fjorden.

### 3. Indledning

De første kendte undersøgelser af bundfauna i Mariager Fjord blev foretaget så tidligt som i 1930 af Dansk Biologisk Station. Disse undersøgelser havde til formål at undersøge kvaliteten af fiskeføden i fjorden - altså bundfaunaens egnethed som fødegrundlag for fisk i fjorden. Undersøgelserne blev dengang foretaget efter helt andre metoder end undersøgelser af nyere dato. Alligevel kan disse undersøgelser give os et indtryk af, hvordan miljøtilstanden var i fjorden på den tid.

Først mange år senere i årene 1979, 1980 og 1985 blev der igen foretaget undersøgelser af bundfaunaen i fjorden. Disse undersøgelser havde til formål, at give oplysninger om den geografiske og dybdemæssige variation i forekomsten af bundfauna i den del af fjorden, der ligger indenfor Hadsund.

Herefter forløb der endnu en tid, inden der igen blev foretaget undersøgelser af bundfaunaen i fjorden. I 1992 foretog Århus Amt en undersøgelse af blåmuslingernes udbredelse i fjorden. Formålet med disse undersøgelser var at få tilvejebragt en god vurdering af blåmuslingernes udbredelse og betydning for omsætningen af organisk stof i fjorden. I 1996 iværksatte Århus Amt årlige undersøgelser af blåmuslingernes udbredelse i fjorden. Disse undersøgelser forløber som video/dykker observationer af muslingernes vertikale fordeling og dækningsgrad langs linier fra kysten ud til største dybde i fjorden. I udvalgte år indsamles biomasseprøver af blåmuslingebestanden. Undersøgelserne har til formål at undersøge betydningen af den årlige variation i iltsvindets udbredelse for muslingernes udbredelse og at estimere blåmuslingernes betydning for omsætningen af organisk stof i fjorden.

Efter det voldsomme iltsvind i fjorden i 1997, hvor næsten al bundfauna i fjorden blev udslettet, blev der iværksat et mere omfattende program for de årlige undersøgelser af bundfaunaen. Der blev udpeget et område ved Dania og et område ved Skovsgaard Hage på dybder mellem 6 og 10 meter, hvor der årligt frem til og med 2000 er indsamlet bundfaunaoprøver. I 1998 blev der ud over de årlige indsamlinger i efteråret foretaget indsamlinger i foråret. Desuden blev der i forbindelse med undersøgelserne af fiskebestanden i fjorden iværksat undersøgelser af fødegrundlaget i 3 områder af fjorden på lavt vand fra omkring 1 - 6 meters dybde. Disse undersøgelser blev foretaget i 1998 og blev gentaget for et af områderne i 1999. I bilag A gives en oversigt over bundfaunaundersøgelserne i Mariager Fjord.

Endvidere blev der i samarbejde med Danmarks Miljøundersøgelser i 1999 foretaget en omfattende undersøgelse af blåmuslingernes udbredelse og betydning for omsætningen af organisk stof (Petersen *et al.*, 2000). Denne undersøgelse er rapporteret særskilt og refereres i nærværende rapport.

## 4. Udbredelsen

Udbredelsen af de forskellige arter af bundfauna i Mariager Fjord bestemmes for en stor dels vedkommende af fjordens dybdeforhold og variationerne i saltholdigheden ud gennem fjorden. I de dybere dele af fjorden har udbredelsen af iltsvind den helt afgørende betydning for, hvad der findes af liv på fjordbunden.

### 4.1 Den lavvandede Yderfjord

Store dele af arealerne i Yderfjord, der strækker sig fra Dania til munden ved Als Odde, udgøres af lavvandede områder. Godt 75 % af Yderfjordens areal er områder med vanddybder på mellem 0 og 2 meters dybde (figur 4-1). Omkring halvdelen af Yderfjordens arealer tørlægges ved lavvande. Indholdet af organisk stof i sedimentet i de lavvandede områder i Yderfjorden er mellem 1 og 3 % (Andersen, 2001a), hvilket er typisk for lavvandede områder. Sedimentets indhold af organisk stof er således væsentligt lavere i de lavvandede områder af fjorden sammen-

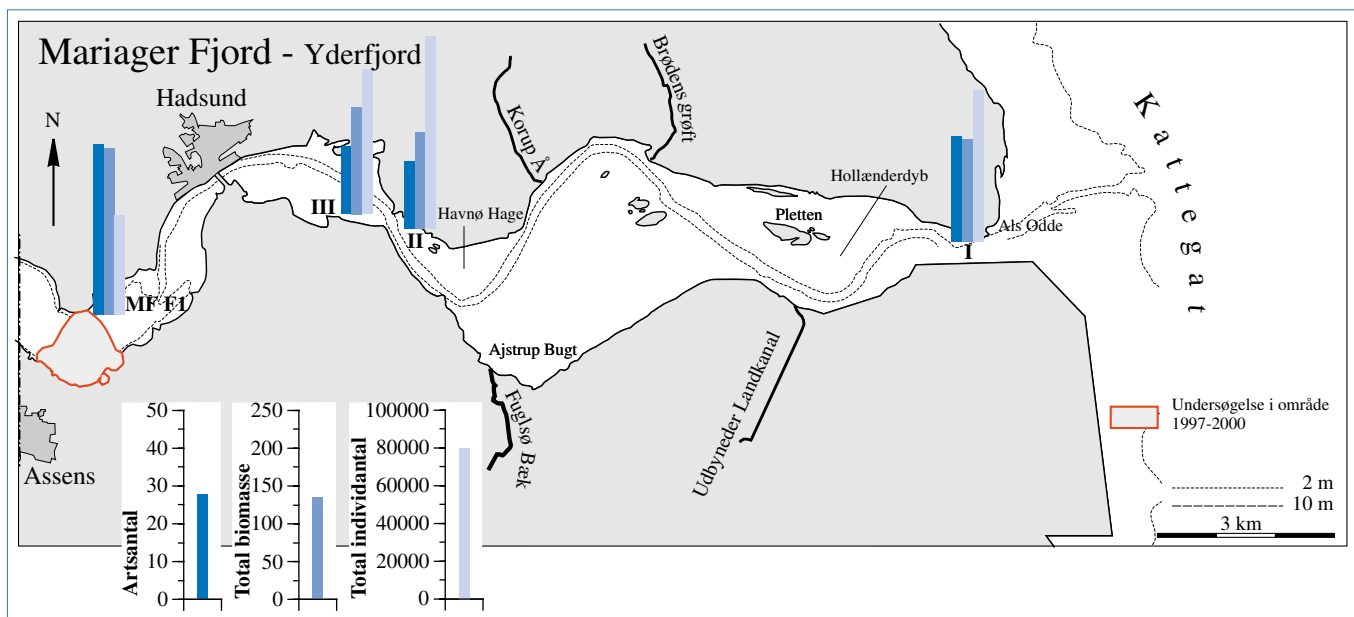
lignet med sedimenter på større dybder (se afsnit 4.2). Bundfaunaen i de lavvandede dele af Yderfjorden er undersøgt i 1998 og i 1999. Artssammensætning og individtætheder af bundfauna i lavvandede marine kystområder er netop, fordi vanddybden er ringe, kraftig påvirket af vindeksponering, hypoxigheden af tørlægning ved lavvande og bundfrysninger og isskuringer i vinterhalvåret (Hall *et al.*, 1994). Desuden spiller de biologiske forhold omkring rekruttering af nye individer og prædation på bundfaunabestanden også en rolle. En væsentlig del af den prædation, der foregår på fjordbundens dyreliv i Yderfjorden sker fra bundlevende fisk og fra fugle. Undersøgelser af skrubbens fødevalg i Mariager Yderfjord viste, at det foretrukne fødeemne var børsteorme, primært arter af *Nereidae* og *Spionidae* (Århus og Nordjyllands Amt, 2001). Desuden spillede også muslinger en vigtig rolle som føde for skrubbene. Her var de vigtigste arter sandmuslingen (*Mya arenaria*) og lille knivmusling (*Phaxas pellucidus*). Mange af de fugle, der opholder sig

i Yderfjorden ernærer sig af fjordbundens dyreliv. Det gælder f.eks. alm. ryle, hejle, blishøne og hvinand, der alle er almindelige i Yderfjorden.

Lavvandede kystnære områder har normalt en meget høj omsætning af organisk stof og meget høje tætheder af bundfauna. Derfor er sådanne områder også vigtige spisekamre for fugle. Mariager Yderfjord er således udpeget som EF-fuglebeskyttelsesområde, Jagt- og Forstyrrelsesfrit Kerneområde af hensyn til rastende og ynglende fugle og EF-Habitatområde af hensyn til naturtyperne "Mudder- og sandflader, der blottes ved ebbe" og "Større, lavvandede vige og bugter", der begge er vigtige fourageringsområder for bl.a. fugle.

Undersøgelser i juli 1998 mellem Hadsund og Dania foretaget af amterne og i august 1999 ved Havnø foretaget af Andersen (2001), samt undersøgelser ved Als Odde i august 1999 (Andersen upubliceret) viste, at der forekom bunddyr i tætheder på mellem

Figur 4-1. Dybdeforhold i Mariager Yderfjord og placering af bundfaunaundersøgelser. Søjlerne viser det kumulerede artsantal, total individantal og total biomasse (g tørvægt). Data ved I, II og III er fra 1999 og efter Andersen (2001). Biomasserne i Andersen (2001) angivet som skalfrige tørvægte er her omregnet til total tørvægt. Data ved MF F1 er fra 1998.



50.000 - 100.000 individer  $m^{-2}$  svarende til biomasser på mellem 130 - 220 g tørvægt  $m^{-2}$  (figur 4-1). Det var først og fremmest arter af slikkrebbs, dyndsnegle, børsteorme og trådregnorme, der var de dominerende arter i området mellem Hadsund og Als Odde. Dog manglede slikkrebbs i de områder, hvor der var vegetationsdække (Andersen, 2001a). Bundfaunaen i området mellem Hadsund og Dania var domineret af blåmuslinger og børsteorm. I bilag B er de komplette artslistor for amternes undersøgelser af bundfaunaen i Mariager Fjord vist.

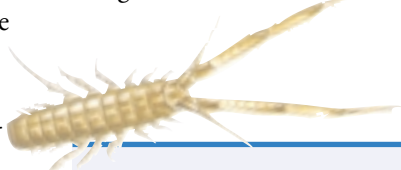
Ved Als Odde (figur 4-1) var de mest almindelige arter i 1999 slikkrebbs (*Corophium volutator*), dyndsnegle (*Hydrobia sp.*) og trådregnorme (*Oligochaeta indet.*). Disse arter fandtes i meget høje tætheder på op til 30.000 individer  $m^{-2}$  på de vadelignende udstrakte områder i Yderfjorden. Desuden fandtes der en række andre børsteorm, sandmuslinger (*Mya arenaria*) og blåmuslinger (*Mytilus edulis*) i tætheder på omkring 1000 individer  $m^{-2}$ .

I området mellem Havnø og Hadsund findes vanddybder på op til 4 meter uden for sejlrenden. Størstedelen af området er dog lavvandede områder med vanddybder på under 1 meter. Forekomsten af bundfauna i de mere lavvandede dele (0,5 - 1,0 m) af området ved Havnø blev undersøgt i 1999 (Andersen, 2001a). Disse undersøgelser viste, at sammensætningen af bundfaunaen i områder med bar bund med vadekarakter lignede sammensætningen ved Als Odde meget, idet der forekom slikkrebbs, dyndsnegle og sadelbørsteorme i meget høje tætheder (15.000 - 30.000 individer  $m^{-2}$ ). Ved Havnø fandtes muslingerne dog i noget højere tætheder end ved Als Odde. Almindelig hjertemusling (*Cerastoderma edule*) og almindelig sandmusling (*Mya arenaria*) forekom i tætheder på 1000 - 2000 individer  $m^{-2}$ . Den samlede biomasse af bundfaunaen ved Havnø i områder med bar bund

var med omkring 150 g tørvægt  $m^{-2}$  omtrent den samme som ved Als Odde.

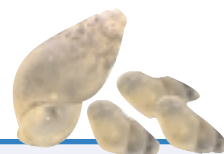
I de vegetationsdækkede områder ved Havnø var artssammensætningen af bundfaunaen i 1999 noget anderledes, idet slikkrebbsene var fraværende, da de trives bedst på bare slikflader. Derimod forekom trådregnorme (*Oligochaeta indet.*), og børsteormen *Pygospio elegans* i meget høje tætheder på henholdsvis 35.000 og 18.000 individer  $m^{-2}$ , svarende til henholdsvis omkring 4 og 2 g tørvægt  $m^{-2}$ . Desuden fandt man også dyndsnegle (*Hydrobia sp.*), krebsdyret *Microdeutopus gryllotalpa* og børsteormene *Hediste diversicolor* og *Capitella capitata* i betydelige tætheder på henholdsvis 10.000, 2000, 2000 og 1000 individer  $m^{-2}$ . Den samlede biomasse for disse arter var omkring 10 g tørvægt  $m^{-2}$ , hvoraf over 98 % skyldtes forekomsten af *Hediste diversicolor* og *Hydrobia sp.* (Andersen, 2001a og Andersen upubliceret).

Indsamling af data i perioden juni - september 1999 i Yderfjorden ved Havnø og Als Odde viste en stor tidlige variation i tætheden og biomassen af bunddyr i de lavvandede dele af Yderfjorden (Andersen, 2001a og Andersen upubliceret). Dette er kendetegnende for lavvandede områder,

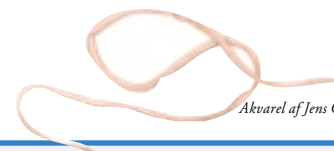


Den almindelige slikkrebbs (*Corophium volutator*) bliver op til 7 mm. Slikkrebbs forekommer ofte i meget høje tætheder på sand- og muddervader. Slikkrebbsen lever i U-formede gange og lever af det organiske materiale i sedimentet - det kan f.eks. være mikroskopiske kiselalger og plante-fragmenter. Det organiske materiale skræbes sammen fra sedimentoverfladen med de veludviklede antenner. Slikkrebbsen er selv et vigtigt fødeemne for vadefugle, skrubber og rødspætte.

at bestandssvingningerne i bunddyrsamfundene kan være ekstremt store (Jensen, K.T. 2001).



Stor dyndsnegl (*Hydrobia ulvae*) bliver op til 6 mm. Sneglen forekommer i meget høje tætheder i lavvandede beskyttede kystområder som fjorde og vige. Dyndsneglene lever af de bakterier og kiselalger som findes i det sediment sneglene æder. Sneglene er selv bytte for fugle og fladfisk.



Akvarel af Jens Christian Schou

Trådregnormene (*Oligochaeta*) tilhører samme gruppe som regnorm. Trådregnormene er fra få mm op til få cm store. De fleste arter findes i brakvand på lavt vand og kun enkelte arter, som den her viste (*Tubificoides benedii*) foretrækker havvand med højere saltholdighed. Trådregnormene lever af sedimentets organiske indhold og er oftest meget hårdføre overfor iltsvind. Trådregnormene kan forekomme i ekstremt høje tætheder.

I 1998 foretog amterne en undersøgelse af bundfaunaen på dybder mellem 1 og 6 meter i området mellem Hadsund og Dania. Undersøgelserne viste, at de mest almindelige dyr i området var blåmuslinger (*Mytilus edulis*), børsteorme af slægten *Polydora*, dyndsnegle (*Hydrobia ulvae*) og slikkrebbs (*Corophium insidiosum*), der forekom i tætheder på henholdsvis 18.500, 7.500, 6.500 og 6.000 individer  $m^{-2}$ . Andre almindelige arter var sandmuslinger (*Mya arenaria*) og børsteormen *Capitella capitata*. Den samlede biomasse af bunddyr i området mellem Hadsund og Dania var i 1998 220 g tørvægt  $m^{-2}$ .

De tilsyneladende ringere tæthed af bunddyr i området mellem Hadsund og Dania i forhold til områderne ved Havnø og Als Odde skyldes for en stor del, at der er anvendt en maskevidde på kun 0,5 mm i Andersen (2001), hvorimod der i undersøgelserne indenfor Hadsund er anvendt en maskevidde på 1,0 mm. Ved anvendelse af den lille maskevidde på sigterne tilbageholdes et større antal små individer og arter. Der kan dog ikke gives noget eksakt tal for, hvor meget denne forskel betyder, men der er eksempler på, at anvendelsen af en 500 µm sigte kan forøge individantallet med op til 90 % for visse små arter, hvorimod arter af normal størrelse oftest kun vil forøges med omkring 10 % (Høeg, 2001). Forskelle i sigternes maskevidde i den størrelsesorden, der er tale om her vil normalt ikke have nogen væsentlig indflydelse på estimerne af biomassen af bundfaunaen, da de små individer ikke betyder så meget for den samlede biomasse (Høeg, 2001).

## 4.2 Den dybe Inderfjord

Inderfjorden, der strækker sig fra Dania til Hobro adskiller sig markant fra Yderfjorden, idet vanddybderne her er meget større. De lavvandede områder er afgrænset til smalle bræmmer langs bredderne. Hvor områder med 0 - 2 meters vanddybde udgør godt 75 % af arealerne i Yderfjorden udgør disse områder kun 15 % i Inderfjorden (Århus Amt og Nordjyllands Amt, 1998). Generelt stiger dybden hurtigt og størstedelen af Inderfjorden har vanddybder over 6 meter. Undtaget er dog området fra Skovsgaard Hage til Hobro, hvor dybden mest er mellem 4 og 6 meter (figur 4-2).

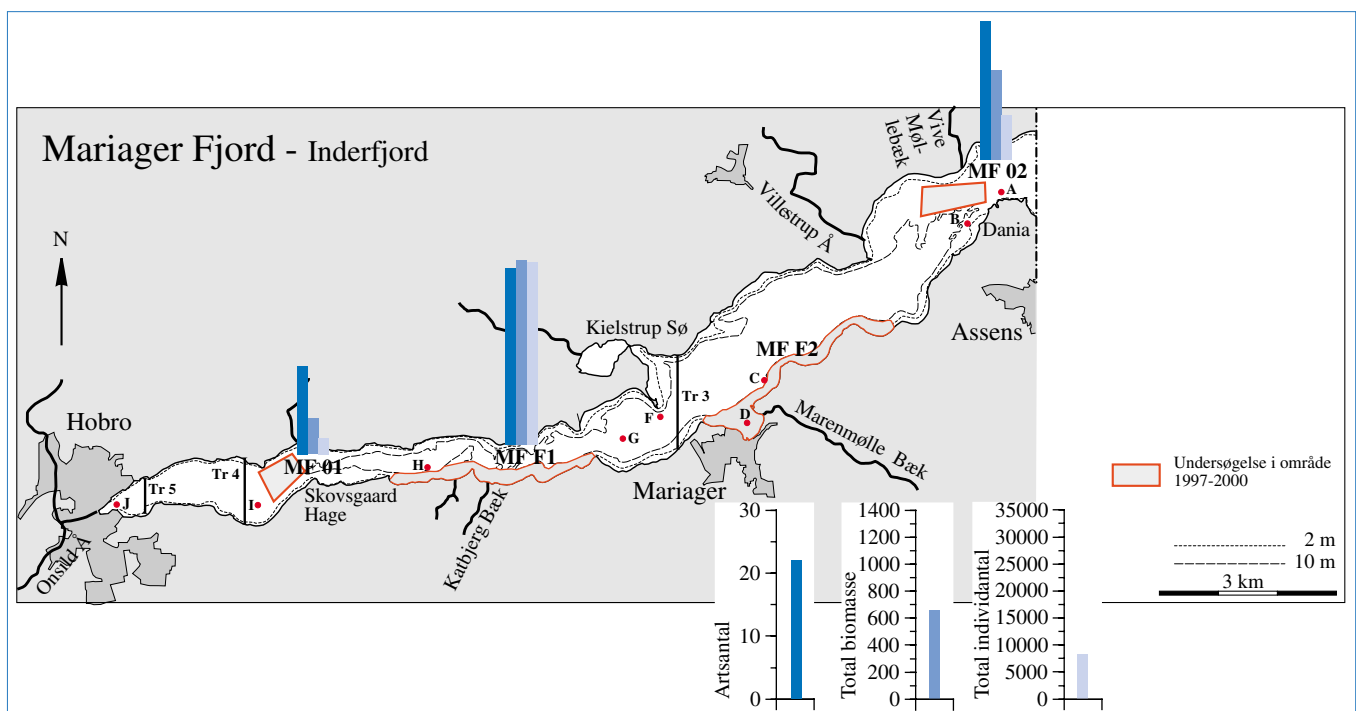
Sedimentet i Inderfjorden består på dybder over 2 meter af dynd. Denne bundtype omfatter langt hovedparten af bundarealet i Inderfjorden (GEUS, 1998). Det organiske indhold i dyndet er større end 20 % og ofte større end 30 %. Kun i de lavvandede dele af fjorden langs bredderne finder man sand- og grussedimenter, hvor det

organiske indhold oftest kun udgør nogle få procent.

Ændringerne i dybdeforholdene fra Yderfjorden til Inderfjorden betyder, at det er helt andre faktorer, der bestemmer udbredelsen af bundfauna i størstedelen af Inderfjorden. I de lavvandede dele langs bredderne er udbredelsen af bundfaunaen selvfølgelig overvejende bestemt af de samme faktorer som i den lavvandede Yderfjord. I de dybere dele af Inderfjorden er udbredelsen af bundfauna først og fremmest bestemt af forekomsten af iltsvind. På dybder større end 15 meter er der stort set permanent iltfrit. Der forekommer derfor på dybder større end 15 meter ikke noget højere liv af betydning.

I området med vanddybder mindre end omkring 15 meter optræder iltsvindet med faldende hyppighed i takt med at vanddybden bliver mindre. Dette skyldes, at de øvre vandmasser under normale forhold iltes i forbindelse med vindens omrøring af de øvre

Figur 4-2. Dybdeforhold i Mariager Inderfjord og placering af bundfaunaundersøgelser. Søjlerne viser det kumulerede artsantal, total individantal og total biomasse (g tørvægt) for udvalgte undersøgelser i 1999.



vandmasser. I perioder med varmt og stille vejr kan iltsvindt brede sig op i vandmasserne. Jo længere den varme og stille periode varer jo større er risikoen for omfattende iltsvind i de lavvandede områder af fjorden.

Iltsvind i områder, hvor vanddybden er mindre end omkring 6 meter indtræffer kun i meget sjældne tilfælde, som det f.eks. skete i august 1997, hvor et omfattende iltsvind udryddede næsten alt liv i hele Inderfjorden. Bundfaunaen på dybder mindre en 6 meter kan altså i lange perioder være uforstyrret



Blåmusling (*Mytilus edulis*) bliver op til 10 cm lang. Blåmuslingen lever af at filtrere plankton fra vandmasserne. Danner ofte store banker, men træffes også fasthæftet på sten, pæle og moler. Træffes fra lavvandslinien og til omkring 10 meters dybde i de fleste fjorde og beskyttede kystområder. Blåmuslingen er meget tolerant over for store svingninger i saltholdighed og temperaturer.



Sandmusling (*Mya arenaria*) bliver op til 14 cm lang. Lever af at filtrere plankton fra vandmasserne. Lever som voksen dybt nedgravet i sedimentet med lange ånderør til sedimentoverfladen. Små yngre individer lever nær sedimentoverfladen ofte i store tætheder. Stammer oprindeligt fra den nordamerikanske østkyst og er først fundet i Danmark fra omkring 1300-tallet.

af iltsvind. På dybder mellem 6 og 15 meter forekommer der iltsvind med stigende hyppighed med stigende dybde.

I Inderfjorden er det helt dominerende bunddyr blåmuslingen (*Mytilus edulis*), der efter iltsvindet i august 1997 hurtigt reetablerede sig i Inderfjorden i løbet af 1998. Allerede i november-december 1997 sås der mange bunddyrslarver i planktonet (Århus Amt og Nordjyllands Amt, 1998) og i august 1998 fandtes blåmuslinger i tætheder på mellem 60.000 og 120.000 individer  $m^{-2}$  langs den lavvandede del af kysten (1 - 6 meters dybde), hvorimod etableringen var noget mindre succesfuld i de dybere dele af Inderfjorden (6 - 10 m). Her fandtes blåmuslingerne i tætheder på mellem 1000 - 8000 individer  $m^{-2}$  i november 1998. Året efter var blåmuslingerne vokset betydeligt i størrelse fra en skallængde på omkring 8 mm i november 1998 til en skallængde på op til 20 mm i november 1999. Den gennemsnitlige skallængde i november 1999 var omkring 13 mm. Frem til oktober 2000 sås der en yderligere vækst i skallængden til en middel skallængde på omkring 20 - 40 mm. De største muslinger sås i Inderfjorden på lavt vand. Den forøgede tilvækst skete sideløbende med, at muslingernes individtæthed faldt i perioden til omkring 1000 - 2000 individer  $m^{-2}$ . Den faldende individtæthed skyldes, at muslingerne i forbindelse med deres voksende størrelser konkurrerer om plads og dermed om adgang til muligheden for at optage føde ved filtration af vandmasserne. De muslinger, der taber konkurrencen om plads, går til grunde. Prædation fra fisk og krabber har sandsynligvis også haft en betydning for faldet i individtæthederne. Undersøgelser af maveindholdet fra skrubber fanget i Inderfjorden har vist, at skrubberne her for størstedelen åd blåmuslinger. En skrubbemave indeholdt typiske 10 g føde, hvoraf størstedelen var blåmuslinger (Århus Amt og Nordjyllands Amt, 2001).

Børsteorm af slægten *Polydora*, sandmuslinger (*Mya arenaria*) og dyndsnegle (*Hydrobia ulvae*) havde også en meget succesfuld etablering i Inderfjorden efter iltsvindet havde udryddet næsten alt liv i sensommeren 1997. De højeste tætheder af disse arter fandtes også i de lavvandede områder langs bredderne af fjorden fra 1 - 6 meters dybde. Her kunne man finde børsteorm af slægten *Polydora* i tætheder på 30.000 - 75.000 individer  $m^{-2}$ , sandmuslinger i tætheder på 8.000 - 11.000 individer  $m^{-2}$  og dyndsnegle i tætheder på 3.000 - 5.000 individer  $m^{-2}$ . Generelt fandtes de højeste tætheder mellem Mariager og Dania, hvorimod tæthederne vest for Mariager var noget lavere.

På det dybere vande fra 6 - 10 meter fandt man generelt væsentligt lavere tætheder, men de dominerende arter var stort set de samme. På dybder fra 6 - 10 meter fandt man børsteorm af slægten *Polydora* i tætheder på 1.000 - 9.000 individer  $m^{-2}$ , dyndsnegle i tætheder på 1.000 - 5.000 individer  $m^{-2}$  og sandmuslinger i tætheder på omkring 1.500 individer  $m^{-2}$ . De lavere tætheder på dybder fra 6 - 10 meter skyldes, at bunden på disse dybder oftere rammes af iltsvind. Således blev der i allerede året efter iltsvindet i 1997 målt iltsvind på så lave dybder som 7 - 10 meter (Århus Amt og Nordjyllands Amt, 1999)

Ud over den generelt faldende tæthed fra lavt til dybere vand fandt man også en faldende tæthed fra Dania og ind mod Hobro. Således fandtes f.eks. blåmuslingerne og *Polydora* i tætheder på henholdsvis 7.000 - 120.000 og 9.000 - 75.000 individer  $m^{-2}$  mellem Dania og Mariager, hvorimod tæthederne mellem Mariager og Skovsgaard Hage var omkring henholdsvis 1.600 - 60.000 og 1.000 - 31.000 individer  $m^{-2}$ . Den faldende tæthed af bunddyr ind gennem Inderfjorden skyldes formentlige, at tilførslen af bunddyrslarver har været gradvis ringere ind gen-

nem fjorden, da tilførslen af larver er sket ude fra Kattegat/Yderfjorden. Der er ingen væsentlige forskelle i bundstruktur eller saltholdighed ind gennem Inderfjorden, der kan forklare forskellene i tætheder af bunddyr.

### 4.3 Konklusion

Bundfaunaen i Yderfjorden i Mariager Fjord er stærkt præget af de fysiske forhold. Yderfjorden er meget lavvandet og visse steder med vadekarakter. Tæthederne af bundfauna er fundet til mellem 50.000 - 100.000 individer  $m^{-2}$ , og dette svarer til, at der er omkring 130 - 220 g tørvægt biomasse  $m^{-2}$ . De mest almindelige arter er slikrebs (*Corophium sp.*), børsteorm (*Pygospio sp.*), dyndsnegle (*Hydrobia sp.*) og trådregnorm (*Oligochaeta*). Nogle af disse arter kan visse steder findes i tætheder på over 30.000 individer  $m^{-2}$ . Arterne og deres antal er typiske for vadeområder langs kysterne og lignende forekomster er kendte fra f.eks. Vadehavet (Jensen, K.T., 2001).

Muslingerne er ikke så dominerende i Yderfjorden, men kan dog nogle steder findes i op til nogle få tusinde  $m^{-2}$ .

I området mellem Hadsund og Dania er blåmuslingerne (*Mytilus edulis*) dog det mest almindelige bunddyr og fandtes i 1998 her i tætheder på omkring 18.000 individer  $m^{-2}$ .

Derimod er blåmuslingerne det helt dominerende dyr i Inderfjorden. Blåmuslingerne er et vigtigt element i Inderfjordens økosystem, idet de er i stand til at filtrere og omsætte store dele af planteplanktonet. Inderfjorden er karakteriseret ved, at lavvandede områder kun findes i en smal bræmme langs kysten og i området øst for Dania og vest for Skovsgaard Hage. Store dele af Inderfjorden har vanddybder over 15 m og fjordbunden er her uden højere liv som følge af mere eller mindre permanent iltsvind. Størstedelen af fjordbunden på vanddybder

mindre end 15 meter er dækket af blåmuslingebanker. I forbindelse med iltsvindet i august 1997 blev bestanden af blåmuslinger i Inderfjorden udryddet. Kort efter etableringen af blåmuslingebestanden i 1998 fandtes der tætheder på op til 120.000 blåmuslinger  $m^{-2}$ . Efterfølgende er blåmuslingebankerne vokset til og blåmuslingen findes i 2000 i tætheder på omkring 1000 - 8000 individer  $m^{-2}$  svarende til biomasser på omkring 100 - 500 g tørvægt  $m^{-2}$ . Dette svarer til den udbredelse blåmuslingerne havde før iltsvindet i 1997. Biomasser af blåmuslinger på omkring 1 kg tørvægt  $m^{-2}$  er almindeligt forekommende i fjorde og kystnære områder (Jørgensen, 1990) Andre hyppige arter i Inderfjorden er børsteorm af slægten *Polydora*, sandmuslinger (*Mya arenaria*) og dyndsnegle (*Hydrobia sp.*). I Inderfjorden er tætheden af bundfauna generelt faldende fra Dania ind mod Hobro og ligeledes er tæthederne størst på lavere vand og faldende mod større dybder.

## 5. Ændringer

For at foretage eksakte vurderinger af ændringer over tid i bunddyrs-samfund er det nødvendigt, at have adgang til gode data, der repræsenterer metodisk gentagne undersøgelser med f.eks. en årlig frekvens. Sådanne data findes kun for årrækken 1998 - 2000 i Inderfjorden, da der først efter iltsvindet i 1997 er iværksat systematiske undersøgelser af bundfaunaen. Det er dog muligt ud over vurderinger af ændringer i bunddyrssamfundene over denne korte periode, at foretage mere kvalitative vurderinger på baggrund af

de tidlige undersøgelser fra 1930 og 1979-1980.

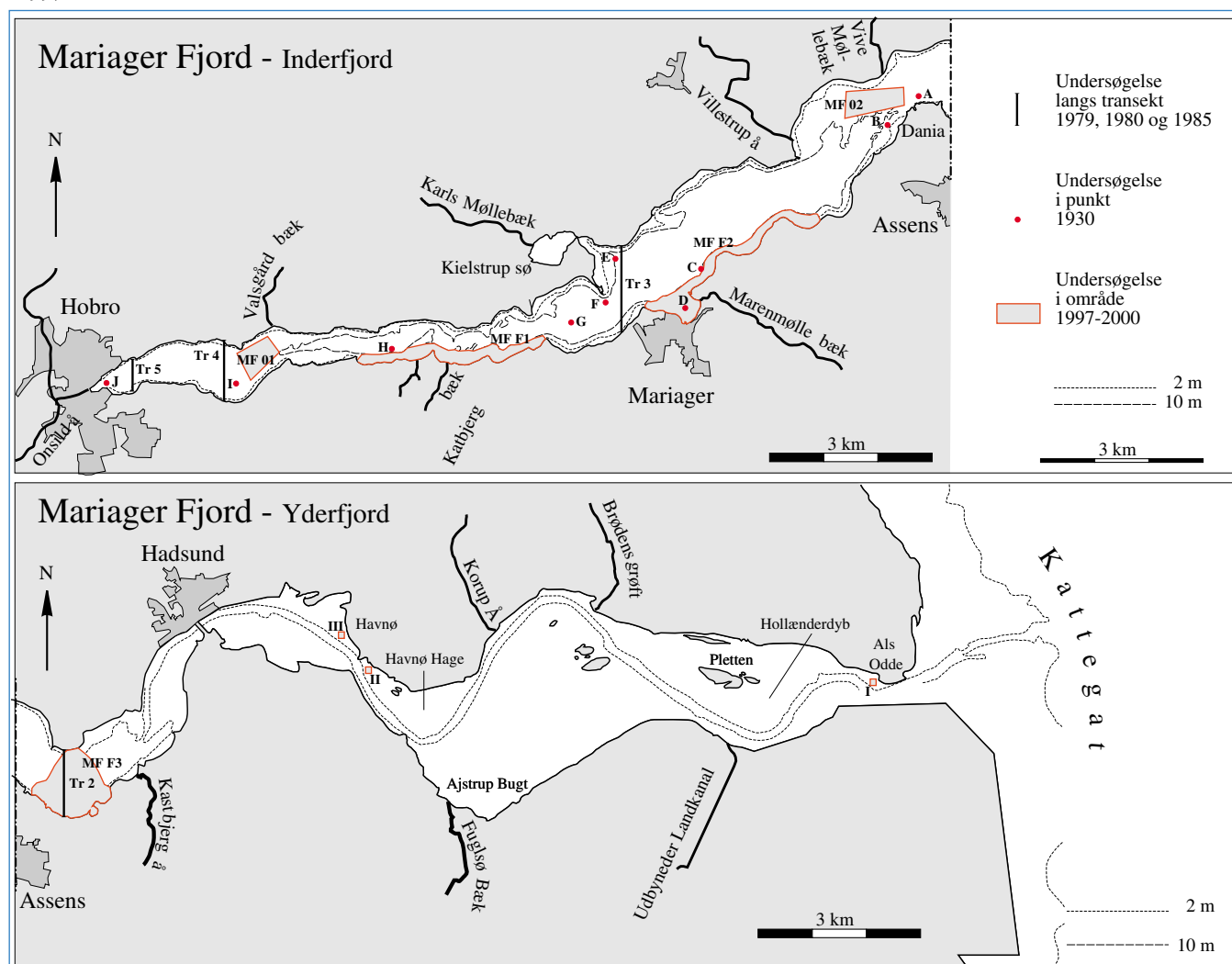
Der findes ikke datamateriale til at foretage en vurdering af ændringerne i bunddyrssamfundene i Yderfjorden, da der kun foreligger undersøgelser fra 1998 og 1999.

### 5.1 Fjorden i 1930

I september 1930 foretog Dansk Biologisk Station nogle oversigtsmæssige undersøgelser af, hvilken bundfauna,

der fandtes i Mariager Fjord (figur 5-1). Undersøgelserne var meget ekstensive og kun de største og mest iøjnefaldende arter blev noteret (bilag B). Prøverne blev ikke undersøgt under stereolup (mikroskop) som prøver der blev indsamlet i de senere undersøgelser. Undersøgelserne viste dog, at store områder af fjordbunden sandsynligvis også på den tid var uden liv. Fra omkring 15 meter fandtes der ikke levende dyr. Ved Dania fandt man en bundprøve uden liv på 9 m dybde og ved Hobro på 6 m dybde. Dette skal dog tages med et meget stort

Figur 5-1. Placeringen af bundfaunaundersøgelser i Mariager Fjord 1930 - 2000. Punkterne mærket A-J er Dansk Biologisk Stations undersøgelser fra 1930. Transektterne mærket Tr. 2 - Tr. 5 er Marin ID undersøgelser fra 1979 - 1985. Områder mærket I - III er Andersen (2001) undersøgelser fra 1999. Endelig er områderne mærket MF01, MF02, MF F1, MF F2 og MF F3 amternes undersøgelser efter iltsvindet i 1997.



forbehold. De øvrige prøver viste, at man kun havde registreret store dyr som blåmuslinger, østersømuslinger og store børsteorm. Dog var der i enkelte prøver noteret myggelarver, som er relativt små. Det er altså overordentligt sandsynligt, at man har overset små levende dyr i disse prøver.

Prøverne viste også, at også i 1930'erne var blåmuslingen det dominerende dyr i Inderfjorden.

## 5.2 Ændringer 1979 - 2000

I 1979, 1980 og 1985 blev der i perioden maj - juli foretaget indsamlinger af bundfaunaprøver langs 4 transekter i Inderfjorden (figur 5-1 og bilag A). På disse transekter blev der indsamlet 3 - 6 Van Veen grabprøver (0,1 m<sup>2</sup>) på 2 m, 4 m og 6 m dybde (Marin ID, 1980 og Marin ID, 1981). I 1985 blev der kun indsamlet prøver på 2 m og 4 m på transekt 3, 4 og 5 (Marin ID, 1986). To transekter (tr. 4 og tr. 5) var placeret inderst i fjorden vest for stationsområdet MF01. Transekt 3 var placeret mellem stationsområderne MF F1 og MF F2 og transekt 4 ved stationsområdet MF F3 (figur 5-1).

Efterfølgende iltsvindet i 1997 iværksatte amterne en systematisk overvågning af bunddyrssamfundene i Inderfjorden (bilag A). Denne overvågning har omfattet indsamlinger af data fra de lavvandede områder (1 - 6 m) i 1998 og 1999 og årlige indsamlinger i to områder i dybdeintervallet 6 - 10 m (figur 5-2). Der blev således indsamlet 45 prøver (Haps 0,0123 m<sup>2</sup>) i hvert af stationsområderne MF01 og MF02 1997 - 2000 (figur 5-1). I 1998 blev der yderligere foretaget en indsamling af prøver i marts måned i stationsområderne. I de lavvandede områder (MF F1, MF F2 og MF F3) blev der indsamlet 21 - 24 haps (0,0123 m<sup>2</sup>) i 1998 og i 1999 blev stationsområdet MF F1 atter besøgt.

Selvom der er benyttet forskellige metoder i undersøgelserne fra 1979 - 2000 (bilag A) er det alligevel muligt at foretage en kvalitativ sammenligning af individtæthederne i de forskellige undersøgelser (figur 5-2).

I perioden 1979 - 85 var der store variationer i det totale individantal på vanddybder mellem 2 og 6 m, hvor individantallet varierede fra omkring nogle ganske få til 14.000 individer m<sup>-2</sup>. De ekstremt lave individantal sås primært i det inderste af Inderfjorden i 1979, hvorimod de højeste individtætheder sås i det yderste af Inderfjorden i 1980 (figur 5-2). Der var endvidere en tendens til, at de højeste tætheder sås på laveste vanddybde. De mest almindelige arter i fjorden dengang var blåmuslinger (*Mytilus edulis*) og børsteormene *Capitella capitata*, *Polydora cornuta* og *Heteromastus filiformis*. De meget store variationer i individtæthederne og dominansen af bunddyr, der er hårdføre i relation til iltsvind og andre fysiske forstyrrelser er udtryk for det ustabile miljø der har været i fjorden i perioden 1979 - 1985. Der var sandsynligvis dårlige iltforhold på op til omkring 6 meters dybde i 1980, 1982, 1984 og 1985 (Århus Amt og Nordjyllands Amt, 1998).

I august 1997 uddøde størstedelen af Inderfjorden i forbindelse med iltsvindet (Århus Amt og Nordjyllands Amt, 1998) og efterfølgende skete der en markant kolonisering af fjorden, der medførte efterfølgende ekstremt høje individtætheder (figur 5-2). Frem til 2000 skete der en kraftig reduktion i individtæthederne i fjorden som følge af en generel tilvækst i biomasse/størrelse, iltsvind og prædation. Tæthederne i 2000 var på niveau med de tætheder, der blev konstateret i fjorden i perioden 1979 - 1985. Individtæthederne i fjordens bundfauna er altså tilsyneladende efter de meget høje tætheder i forbindelse med koloniseringen af fjorden ved at nå et niveau svarende til tidligere. Det var igen i 2000 blåmus-

ligen, der udgjorde det største individantal. I modsætning til tidligere var det ikke alene børsteorm, der var hyppige sammen med blåmuslinger, men efter iltsvindet også dyndsnegle (*Hydrobia ulvae*). Undersøgelserne efter iltsvindet viste endvidere, at langt de højeste individtætheder var på vanddybder mellem 1 og 6 m (figur 5-2).

## 5.3 Ændringer 1997 - 2000

Vurderingerne af ændringer i bunddyrssamfundene fra 1997 - 2000 kan foretages med meget stor sikkerhed med udgangspunkt i undersøgelserne i stationsområderne MF01 og MF02.

Stationsområdet MF01, der hører ind under NOVA 2003 programmet, er udlagt på 6 - 10 meters dybde ved Skovsgaard Hage (figur 5-1). Området ligger inden for Dybet i den inderste del af fjorden, hvor vanddybden maksimalt er omkring 10 m. I området findes endvidere de såkaldte "tørv", der er gamle blåmuslingebanker. Disse "tørv" hæver sig lokalt 2 - 10 m over den omgivende fjordbund (Århus Amt og Nordjyllands Amt, 1998). Indsamlingen af bundfaunaprøver blev foretaget på 6 - 10 m dybde, og de omtalte "tørv" blev undgået ved indsamlingen af bundfaunaprøver.

Tilsvarende er der udlagt et stationsområde MF02 med Dania på 6 - 10 m dybde, hvor indsamlingen af bundfaunaprøver er foretaget efter samme principper som i MF01 (figur 5-1).

I forbindelse med iltsvindet i Mariager Fjord blev der indsamlet prøver i stationsområderne i september 1997, og stationsområderne blev derefter besøgt i november 1998 - 2000. Desuden blev der foretaget en ekstra indsamling af bundfaunaprøver i marts 1999. I det følgende er resultaterne fra disse undersøgelser inddraget.

### Sedimentforhold

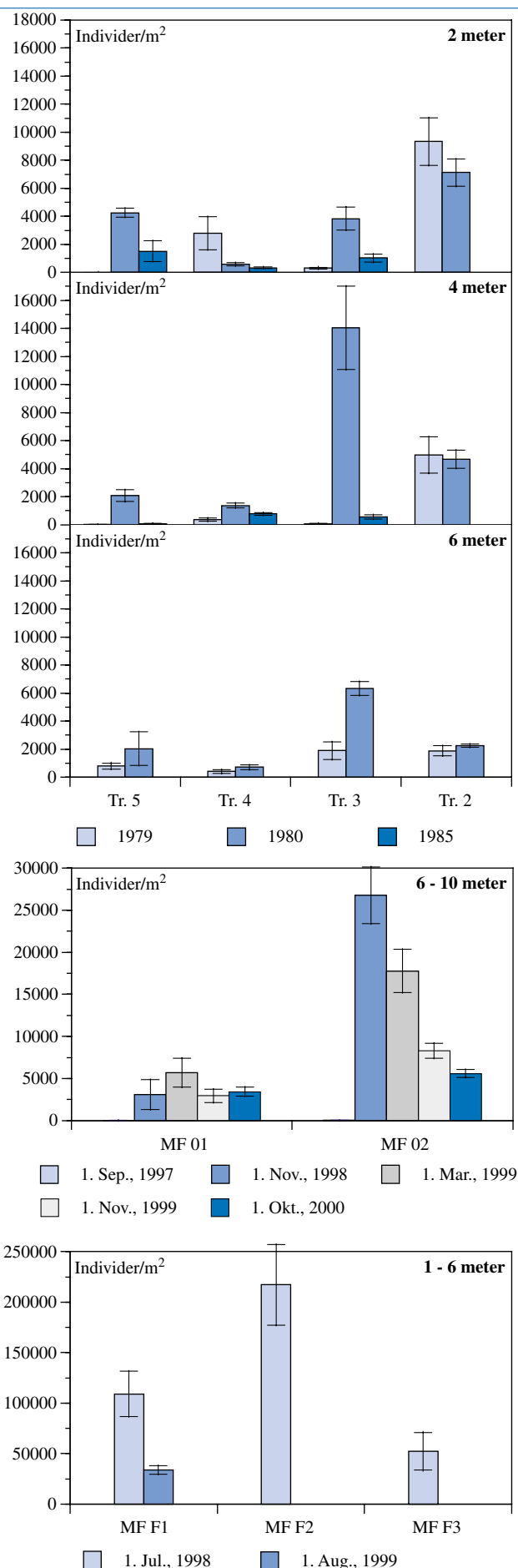
Sedimentet ved stationsområdet MF01 består som sedimentet generelt inden for Dania overvejende af dynd præget af pellets (ekskrementer) fra blåmuslinger. Dyndet er sort, meget blødt og rigt på organisk materiale. Det organiske indhold er typisk mellem 20 og 35 % (Århus Amt og Nordjyllands Amt, 1998). Analyser af sedimentets tørstof og glødetab på 19 prøver fra selve stationsområdet på 6 - 10 meters dybde i 1998 viste et gennemsnitligt tørstofindhold på 13,2 % og et gennemsnitligt glødetab på 26,2 %.

Ved stationsområdet MF02, Dania ligner sedimentet meget sedimentet ved stationsområdet MF01, men er knapt så rig på organisk stof og generelt med et højere indhold af silt og finsand. Tørstofindholdet blev i 1998 målt til gennemsnitligt at være 21,0 % og heraf udgjorde det organiske indhold 19,2 %.

### Iltsvind

Siden iltsvindet i august 1997 har bundfaunaen i Mariager Fjord været under retablering. Denne retablering har været påvirket af iltsvindets udbredelse i fjorden i den efterfølgende periode. I perioden fra 1997 - 2000 har der i kortere perioder været iltsvind på vanddybder mindre end 10 meter. I en periode på omkring 14 dage i juni-juli 1998 blev der målt iltkoncentrationer under 4 mg/l på vanddybder mellem 7 og 10 meter. I 1999 blev der fra medio juli til medio oktober målt iltkoncentrationer under 4 mg/l på vanddybder fra omkring 8 - 10 meter. I en kortere periode på omkring 7 dage i august blev der målt iltsvind helt op på 6 meters dybde. I 2000 var iltsforholdene generelt gode i Mariager Fjord vurderet ud fra målingerne på st. 5503, Dybet. Der blev ikke målt iltkoncentrationer under 4 mg O<sub>2</sub>/l på dybder lavere end omkring 13 meter. Grænsen til iltsvind (< 4 mg O<sub>2</sub>/l) lå i perioden medio juli og året ud på 13 - 16 meters dybde.

Figur 5-2. Det totale antal individer m<sup>-2</sup> ved de forskellige undersøgelser af bundfaunaen i Mariager Fjord i perioden 1979 - 2000. Der er angivet S.E. Placeringen af undersøgelserne i fjorden fremgår af figur 5-1. Bemærk forskellig skala på y-akserne.



### Artsantal, individantal og biomasse

I Inderfjorden ved stationsområdet MF02 skete der en betydelig vækst i artsantal, individantal og biomasse fra iltsvindet i 1997 og frem til november 1998 (figur 5-3). De maksimale individtætheder indtraf først senere i stationsområdet MF01, der ligger længere inde i fjorden. Dette skyldes til dels, at rekrutteringen af bunddyr skete udefra og indefter i fjorden (Petersen, J.K. *et al*, 2000) dels at stationsområdet MF01 har været hårdere ramt af iltsvind i 1998 og 1999 (Århus Amt og Nordjyllands Amt, 2000). Generelt ses således også de største forekomster af bunddyr i stationsområdet MF02 (figur 5-3). Efterfølgende er der sket en støt stigning i biomassen, der først og fremmest skyldes blåmuslingernes vækst. Biomassestigningen har igen været kraftigst ved stationsområdet MF02. Dette på trods af, at det er dokumenteret, at vækstbetingelserne periodevis er bedst omkring stationsområdet MF01 (Petersen, J.K. *et al*, 2000). Den ringere samlede populationsvækst i den inderste del af Inderfjorden skyldes igen, at denne del oftest er hårdest ramt af iltsvind. De dårlige iltforhold i 1999 giver sig udslag i, at artsantallet er lavet i november 1999, men frem til oktober 2000 hvor iltforholdene generelt har været gode er der igen sket en stor tilgang af nye arter (figur 5-3).

### Dominerende arter

Den mest dominerende art i fjordens bundfauna er blåmuslingen *Mytilus edulis*. Efter iltsvindet i august 1997 (tabel 5-1) var blåmuslingerne udryddet i stort set hele Inderfjorden, men blåmuslingerne retablerede sig hurtigt igen. Her var særligt en betydelig tilstrømning af larver og efterfølgende larvenedslag i maj-juni 1998 af stor betydning (Petersen, J.K. *et al*, 2000). Blåmuslingerne retablerede sig med meget høje individtætheder på helt op til 10.000 - 100.000 individer  $m^{-2}$ , hvor de højeste tætheder forekom på vanddybder fra 0 - 6 meter (Petersen, J.K. *et al*, 2000 og Århus Amt 2001a). I oktober 2000 forekom blåmuslingerne med gennemsnitlig individtæthed på 1057 individer pr.  $m^2$  ved st. MF01 og 1313 ved st. MF02. Tætheden af blåmuslinger er faldet markant efter det første omfattende larvenedslag i 1998, men samtidig er biomassen vokset i takt med blåmuslingernes individuelle vækst. Biomassen af blåmuslinger har således været stigende siden retableringen og udgjorde i oktober 2000 henholdsvis 446 g tørvægt  $m^{-2}$  og 676 g tørvægt  $m^{-2}$  i stationsområde MF01 og MF02 (tabel 5-1).

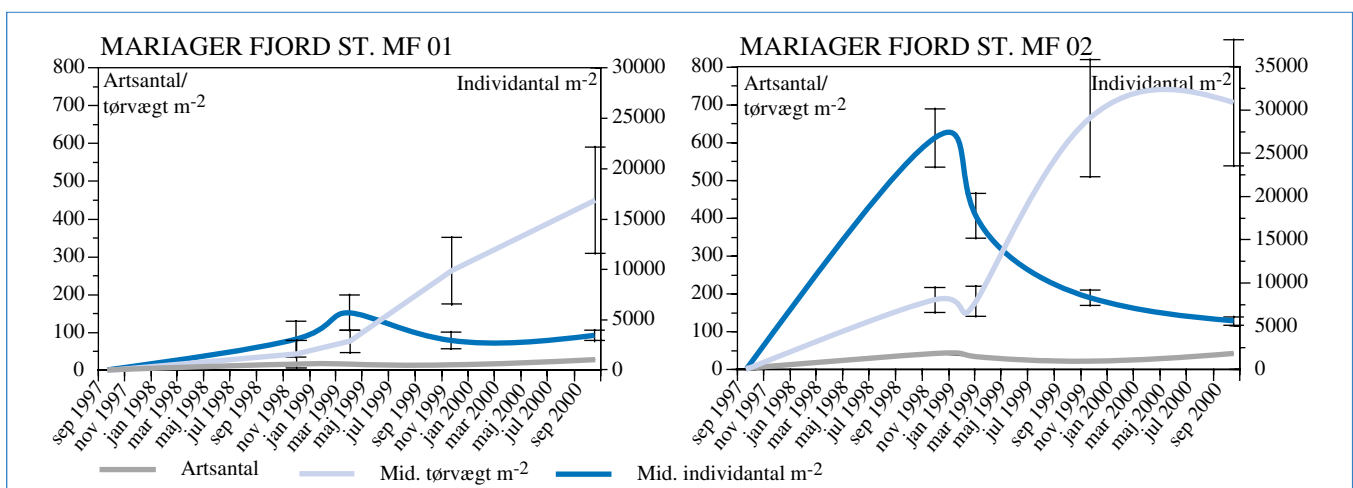
Andre talrige arter i områderne ved st. MF01 og st. MF02 er dyndsneflen *Hydrobia ulvae* og børsteorme af slæg-

ten *Polydora*, der i oktober 2000 blev observeret i individtætheder på henholdsvis 631 og 338 individer pr.  $m^2$  ved st. MF01 og i tætheder på henholdsvis 2414 og 192 individer pr.  $m^2$  ved st. MF02. Ved st. MF02 var også sandmuslingen talrig fra slutningen af 1998 og til begyndelsen af 1999 (tabel 5-1). Som en følge af iltsvind i sensommeren 1999 og som en følge af, at sandmuslingen voksede udenfor prøvetagningsudstyrets rækkevidde er individantallet dog faldet drastisk efterfølgende. Myggelarver (*Chironomidae*) har også udgjort et betydeligt islæt i det samlede individantal (tabel 5-1). Det er primært arten *Chironimus salinarius*, der er fundet. Specielt i 1999 og 2000 fandtes der relativt høje tætheder af myggelarver i bundfaunaen. Dette skyldes formentlig, at saliniteten i overfladevandet har være forholdsvis lav i disse år.

### Taksonomiske hovedgrupper - individantal og biomasser

Som det fremgår af figur 5-4 og af tabel 5-2 har der været en kraftig stigning i såvel individantallet som biomassen af *Mollusca* fra iltsvindet i 1997 og frem til marts 1999 i stationsområdet MF01 ved Skovsgaard Hage. Af tabel 5-1 fremgår det, at dette i langt overvejende grad skyldes retableringen af blåmuslingebestanden i fjorden. Fra

Figur 5-3. Artsantal (kumuleret), total individantal og total biomasse (tørvægt) i stationsområderne MF01 og MF02 i perioden september 1997 - oktober 2000. På figuren er for individantal og biomasse vist S.E.



marts 1999 og til oktober 2000 blev der observeret et fald i individantallet af Mollusca men en stigning i biomassen (figur 5-4). Dette skyldes, at der samtidig med en generel størrelsesvækst

hos de enkelte Molluscer er sket en reduktion i individantallet formentlig som følge af prædation fra bundlevende fisk (Århus Amt og Nordjyllands Amt, 2001) og konkurrence om plads.

Udviklingen i individantallet og biomassen af børsteorm (Polychaeta) viste omtrent det samme mønster som udviklingen i Mollusca (figur 5-4 og tabel 5-2) frem til november 1999,

MF01 Art	Individantal m <sup>-2</sup>					Tørvægt m <sup>-2</sup>				
	sep 97	nov 98	mar 99	nov 99	okt 00	sep 97	nov 98	mar 99	nov 99	okt 00
Mytilus edulis	0	1662	3366	1266	1057	0	42,03	71,72	259,91	446,19
Hydrobia ulvae	0	287	945	627	631	0	0,52	1,33	1,66	1,50
Polydora sp.	0	1019	943	186	338	0	0,02	0,06	0,03	0,05
Chironomidae	0	41	119	730	876	0	0,02	0,08	0,51	0,50
MF02 Art	Individantal m <sup>-2</sup>					Tørvægt m <sup>-2</sup>				
	sep 97	nov 98	mar 99	nov 99	okt 00	sep 97	nov 98	mar 99	nov 99	okt 00
Mytilus edulis	0	7745	4397	2184	1313	0	107,11	98,53	588,84	676,05
Mya arenaria	0	1669	986	143	83	0	55,11	35,58	58,15	16,87
Hydrobia ulvae	0	4788	4889	4387	2414	0	5,61	5,95	7,43	4,98
Polydora sp.	8	9413	5677	204	192	0	0,57	0,42	0,07	0,04
Chironomidae	0	582	247	685	619	0	0,40	0,57	0,46	0,31

Tabel 5-1. Dominerende arter ved stationsområderne MF01 og MF02 i perioden september 1997 - oktober 2000. De dominerende arters forekomst er angivet som individantal m<sup>-2</sup> og g tørvægt m<sup>-2</sup>

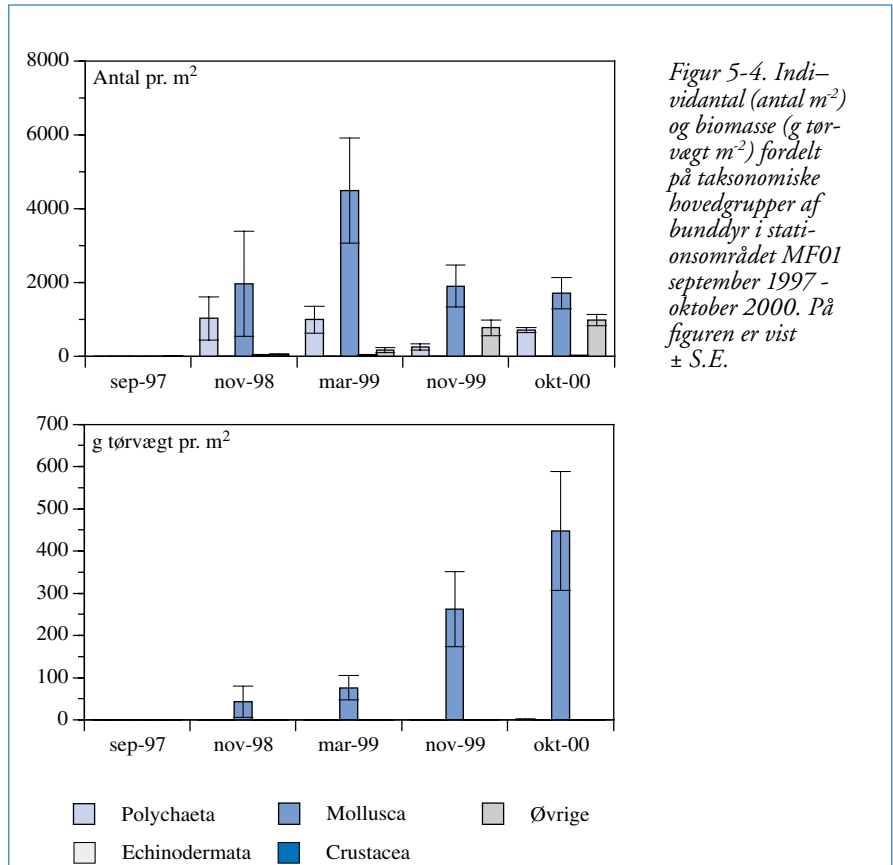
	MF01 22.09.1997		MF01 09.11.1998		MF01 02-03-99		MF01 24-11-99		MF01 18-10-00	
	Gns.	S.E.	Gns.	S.E.	Gns.	S.E.	Gns.	S.E.	Gns.	S.E.
Polychaeta antal	0	0	1028	584	997	362	258	89	717	69
Polychaeta biomasse	0,00	0,00	0,02	0,01	0,33	0,25	0,28	0,10	1,26	0,19
Echinodermate antal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Echinodermate biomasse	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mollusca antal	0	0	1973	1421	4488	1424	1902	567	1716	426
Mollusca biomasse	0,00	0,00	42,81	36,67	76,42	29,40	262,66	88,44	448,16	140,87
Crustacea antal	4	4	29	20	43	19	0	0	22	7
Crustacea biomasse	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00
Øvrige antal	8	5	54	19	170	67	780	210	981	152
Øvrige biomasse	0,02	0,01	0,02	0,01	0,09	0,04	0,52	0,15	0,51	0,08
Total antal	12	8	3084	1787	5698	1735	2940	802	3436	519
Total biomasse	0,00	0,00	42,85	36,68	76,86	29,52	263,46	88,61	449,94	140,92

Tabel 5-2. Individantal (antal m<sup>-2</sup>) og biomasse (g tørvægt m<sup>-2</sup>) fordelt på taksonomiske hovedgrupper af bunddyr på st. MF01 september 1997 - oktober 2000.

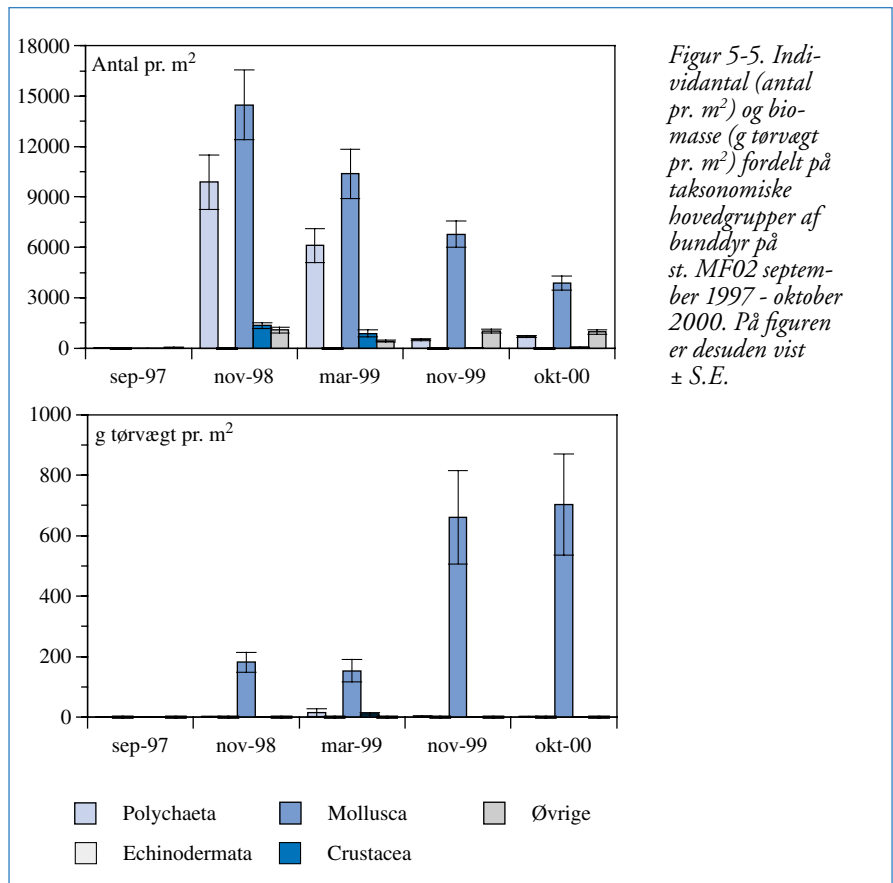
bortset fra, at stigningen i biomassen ikke var nær så markant. Fra november 1999 og til oktober 2000 er der dog sket en kraftig rekruttering af børsteorm til stationsområde MF01 - individantallet er mere end fordoblet og biomassen er steget med en faktor 4. Krebsdyrerne, der ellers var forsvundet i november 1999, er atter til stede i stationsområdet. Fremgangen fra 1999 til 2000 skyldes de gode iltforhold i 2000 og en der af følgende succesfuld rekruttering, høj overlevelse og god vækst i bunddyrssamfundet.

Også i stationsområdet MF02 kan der konstateres en generel fremgang i bundfaunaen i form af øgede individantal af børsteorme og krebsdyr fra 1999 til 2000. For Mollusca ses også en kraftig stigning i biomassen sammenfaldende med et fald i individantallet som følge af blåmuslingernes etablering af nye banker efter iltsvindet i 1997.

I modsætning til st. MF01, hvor de højeste individtætheder blev observeret i marts 1999, blev disse på st. MF02 ved Dania (figur 5-5) observeret i november 1998. Opvæksten af nye bunddyr efter iltsvindet skete således hurtigere i den yderste del af fjorden ved Dania end i den inderste del af fjorden ved Skovsgaard Hage som omtalt ovenfor. Fra november 1998 og til november 1999 blev der observeret faldende individtætheder for såvel Polychaeta, Mollusca og Crustacea på st. MF02 (tabel 5-3). Som det blev observeret på st. MF01 steg biomassen af Mollusca kraftigt fra marts - november 1999 og biomassen af Polychaeta steg fra iltsvindet og frem til marts 1999, hvorefter der kunne konstateres et fald i biomassen frem til november 1999. I marts 1999 sås der også en ganske betydelig biomasse af Crustacea, men disse blev reduceret markant frem til november 1999. I oktober 2000 var krebsdyrerne atter i fremgang i stationsområdet.



Figur 5-4. Individantal (antal  $m^{-2}$ ) og biomasse (g tørvægt  $m^{-2}$ ) fordelt på taksonomiske hovedgrupper af bunddyr i stationsområdet MF01 september 1997 - oktober 2000. På figuren er vist  $\pm$  S.E.



Figur 5-5. Individantal (antal  $pr. m^2$ ) og biomasse (g tørvægt  $pr. m^2$ ) fordelt på taksonomiske hovedgrupper af bunddyr på st. MF02 september 1997 - oktober 2000. På figuren er desuden vist  $\pm$  S.E.

Tidligere undersøgelser af bundfaunaen i Mariager Fjord i 1979 og 1980 viste, at der på 6 meters dybde var en indvidtæthed på omkring 1000 - 6000 individer pr. m<sup>2</sup> (Århus Amt og Nordjyllands Amt, 1998a). Disse indvidtætheder svarer til de tætheder, der er observeret i 1999 og 2000.

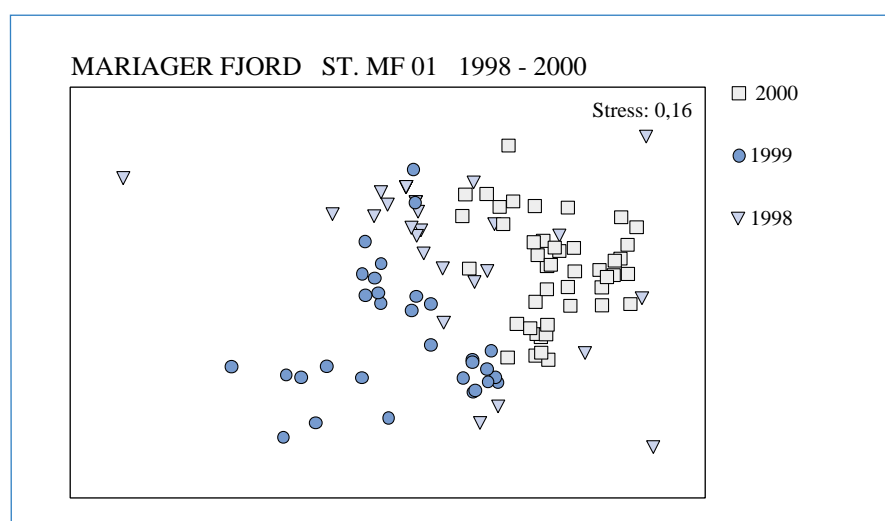
### MDS analyser

En MDS analyse kan vise forskellene mellem prøver af bundfaunaen indsamlet på forskellige tidspunkter eller forskellige steder. Forskellene illustreres som afstanden mellem punkterne i et plot (se figur 5-6). Jo større afstand jo større forskel er der mellem to givne prøver repræsenteret ved punkterne. Forskellene måles på basis af individantallet for de enkelte arter (Brey-Curtis similaritetsindeks). MDS analyserne er foretaget med PRIMER (Clarke, 1993).

En MDS analyse foretaget på baggrund af bundfaunaundersøgelserne på st. MF01 i november 1998, november 1999 og oktober 2000 viser, at der

skete et signifikant skifte i bundfaunaens sammensætning i perioden (figur 5-6). MDS analysens grupperinger af de enkelte prøvetagninger er signifikant forskellige (ANOSIM, P < 0,001) indbyrdes - analysen er foretaget på det fulde datasæt. Skiftet fra november 1998 til november 1999 skyldes først og fremmest forskydninger i fordelingen og stigninger i tæthederne af dynd-

sneflen *Hydrobia ulvae* og myggelarver (*Chironomidae*). Desuden har fald i tæthederne af børsteormen *Polydora ciliata* og blåmuslingen *Mytilus edulis* bidraget til forskellen mellem de to prøvetagninger (SIMPER). Disse fire arter forklarer tilsammen 67 % af forskellen mellem 1998 og 1999 (SIMPER).



Figur 5-6. Plot af MDS analyse på 4. rds transformerede individantal pr art pr delprøve for bundfaunaundersøgelserne på st. MF01 i november 1998, november 1999 og oktober 2000. Delprøver uden levende dyr indgår ikke i analysen.

	MF02 22.09.1997		MF02 30.11.1998		MF02 04-03-99		MF02 24-11-99		MF02 18-10-00	
	Gns.	S.E	Gns.	S.E	Gns.	S.E	Gns.	S.E	Gns.	S.E
Polychaeta antal	12	8	9883	1626	6105	1025	502	66	697	60
Polychaeta biomasse	0,00	0,00	1,85	0,30	14,70	12,24	3,34	0,67	2,90	0,36
Echinodermate antal	0	0	0	0	0	0	0	0		
Echinodermate biomasse	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Mollusca antal	0	0	14472	2073	10374	1467	6775	786	3874	416
Mollusca biomasse	0,00	0,00	181,71	33,08	153,82	37,27	661,52	154,35	702,48	167,16
Crustacea antal	0	0	1344	174	878	213	18	8	56	18
Crustacea biomasse	0,00	0,00	0,27	0,10	11,63	4,55	0,01	0,01	0,02	0,01
Øvrige antal	28	23	1077	171	423	58	1005	118	967	127
Øvrige biomasse	0,01	0,01	0,50	0,08	0,27	0,04	0,60	0,09	0,42	0,06
Total antal	40	24	26776	3342	17780	2583	8300	888	5593	482
Total biomasse	0,01	0,01	184,33	33,26	180,42	40,06	665,47	154,71	705,83	167,13

Tabel 5-3. Individantal (antal pr. m<sup>2</sup>) og biomasse (g tørvægt pr. m<sup>2</sup>) fordelt på taksonomiske hovedgrupper af bunddyr på st. MF02 september 1997 - oktober 2000.

Fra november 1999 til oktober 2000 skyldes ændringen i MDS analysens gruppering af prøvetagningerne fald i tæthederne af blåmuslinger (*Mytilus edulis*), dyndsnegle (*Hydrobia ulvae*) og myggelarver (*Chironomidae*). Desuden skyldes ændringerne, at børsteormen *Harmothoe impar* er steget betydeligt i tæthed (SIMPER). *Harmothoe impar* findes typisk som ledsagefauna i blåmuslingebanker og fremgangen skyldes sandsynligvis, at bankerne har nået en struktur, der passer *Harmothoe impar*. Disse fire arter forklarer tilsammen 51 % af forskellen mellem 1999 og 2000 (SIMPER).

Bundfaunadata indsamlet på st. MF02 ved Dania i november 1998, november 1999 og oktober 2000 er underkastet en tilsvarende MDS analyse som data fra st. MF01 (figur 5-7). MDS analysen viser ligeledes for st. MF02, at der er sket et signifikant skifte i sammensætningen af bundfaunaen i området fra november 1998 til november 1999 (ANOSIM  $P < 0,0001$ ) og fra november 1999 til oktober 2000 (ANOSIM,  $P < 0,01$ ). Skiftet fra 1998 til 1999 i stationsområdet MF02 er i forhold til ændringerne i MF01 ikke bestemt af nogle få arters ændringer i hyppighed, men skyldes primært et fald i flere arters hyppighed (SIM-

PER). Således forklarer de fire mest forklarende arter tilsammen blot 34 % af forskellene fra 1998 til 1999. Dette stemmer overens med, at stationsområdet MF01 er mere artsfattigt og domineret af enkelte arter end område MF02. De mest markante fald i hyppigheden indtraf for arterne: *Polydora sp.*, *Mytilus edulis* og *Mya arenaria*. Specielt *Polydora sp.* koloniserede fjorden i ekstreme tætheder efter iltsvindet i 1997, men har efterfølgende været udsat for markante fald i individtætheden formentlig primært som følge af konkurrence med den voksende bestand af blåmuslinger.

Fra 1999 til 2000 skyldtes forandringerne en fortsat nedgang i hyppigheden af blåmuslinger (*Mytilus edulis*) og dyndsnegle (*Hydrobia ulvae*) samt en mindre stigning i hyppigheden af trådregnormen *Tubificoides benedii*. Som for forandringerne fra 1998 - 1999 er det kendetegnende for stationsområdet MF02, at den relativ høje artsdiversitet betyder, at forandringerne skyldes forskydninger i en lang række arters hyppigheder. Således forklarer de fire mest betydende arter kun 30 % af forskellen mellem 1999 og 2000 (SIMPER)

## 5.4 Konklusion

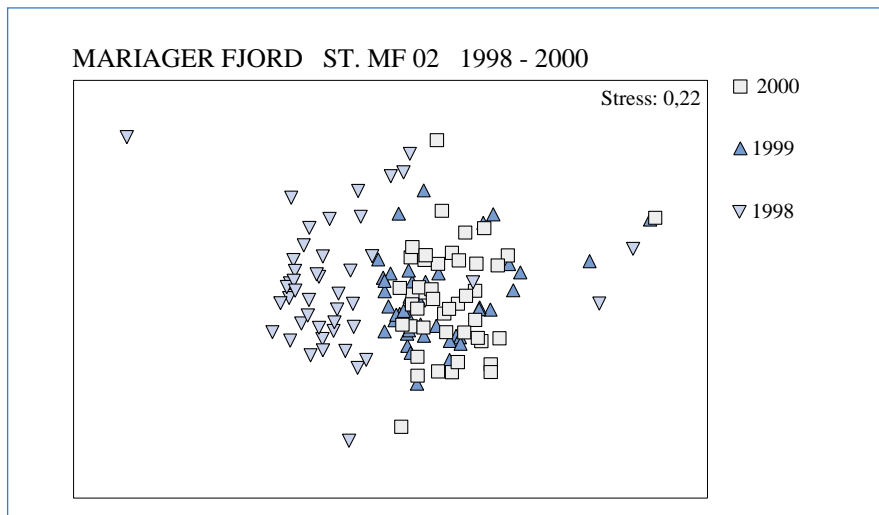
De meget tidlige undersøgelser i Mariager Fjord fra 1930 viste, at bundfaunaen også dengang var begrænset af mere eller mindre permanent iltsvind i dybet. På dybder større en 14 - 15 m fandt man intet liv. Også i 1930 var blåmuslingen det dominerende bunddyr i Mariager Inderfjord.

Undersøgelser foretaget i fjorden i 1979 - 1980 og i 1985 viste, at bundfaunaen i Inderfjorden var domineret af enkelte arter - blåmuslinger og børsteorm - der ofte forekom i meget høje tætheder. På andre tidspunkter var forekomsten af bunddyr til gengæld meget ringe. Dette gjaldt specielt områder i den inderste del af Inderfjorden. Efterfølgende iltsvindet i 1997 afstedkom koloniseringen af fjorden ekstremt høje tætheder af bunddyr. Den efterfølgende udvikling resulterede i en stigende biomasse af bunddyr i takt med dyrernes vækst samtidig med fallende individantal. Faldet i individtallet skyldes intern konkurrence om plads og føde samtidig med prædation fra bl.a. fisk og periodisk forekomst af iltsvind. I 2000 var tæthederne af bunddyr sammenlignelige med de tætheder, der blev fundet i 1979 - 1985. Dette indikerer, at bundfaunaen har nået en tilstand svarende til tilstanden før iltsvindet i 1997.

I perioden 1997 - 2000 er der foretaget intensive undersøgelser af bundfaunaen i Mariager Fjord i to områder på vanddybder mellem 6 m og 10 m. Desuden er der foretaget undersøgelser af bundfaunaen i 3 områder på lavt vand mellem 1 m og 6 m dybde. Disse undersøgelser viste, at de periodiske iltsvind på vanddybder mindre end 10 m medfører reduktioner i bundfaunaen, og at det oftest er den inderste del af fjorden, der rammes af disse iltsvind.

Undersøgelserne viste desuden, at bundfaunaen som tidligere er domineret markant af nogle enkelte arter.

Figur 5-7. Plot af MDS analyse på 4. røds transformerede individantal pr. art pr. delprøve for bundfaunaundersøgelserne på st. MF02 i november 1998, november 1999 og oktober 2000.



Det er først og fremmest blåmuslingen (*Mytilus edulis*), der har reetableret sig med succes i fjorden og i 2000 forekommer i bestande sammenlignelige med tidligere. Desuden var sandmuslingen (*Mya arenaria*) yderst talrig i forbindelse med koloniseringen af fjorden, men er efterfølgende reduceret voldsomt i antal. Også dyndsneflen (*Hydrobia ulvae*) er i modsætning til i de tidligere undersøgelser meget talrig i fjorden. I lighed med tidligere undersøgelser er børsteorme af slægten *Polydora* fundet i meget høje tætheder.

Siden iltsvindet i august 1997 har bundfaunaen i Inderfjorden været i en reetableringsfase frem til 2000. I denne periode viser undersøgelserne af bundfaunaen, at der er indtruffet store forandringer i forekomsten, hyppigheden og biomassen af arter fra gang til gang.

## 6. Betydning for fjorden

Bundfaunaens har en række vigtige funktioner i fjordens økosystem. De vigtigste funktioner er, at bundfaunaen optager og omsætter en del af det organiske stof som planktonalgerne, makroalger og blomsterplanter producerer. Bundfaunaen er med sin aktivitet i overfladesedimentet med til at ventilere dette og dermed transportere ilt fra vandfasen til sedimentet. Dernæst er bundfaunaen også en vigtig fødekilde for de fugle og fisk, der lever i og ved fjorden.

### 6.1 Omsætning af organisk stof

#### Yderfjorden

I den lavvandede Yderfjord sker størstedelen af produktionen af organisk stof sandsynligvis ved blomsterplanternes og makroalgernes vækst. De dominerende arter af bundfauna i Yderfjorden er slikkrebs, dyndsnegle, børsteormen *Pygospio* og trådregnorme. Alle de dominerende arter lever af at fortære detritus - fragmenteret plantemateriale og sedimenterede planktonalger. Arter af bundfauna, der lever af at filtrere plankton fra vandmasserne er ikke så almindelige i Yderfjorden, men der lever dog enkelte filtratorer i Yderfjorden - f.eks. sandmuslingen. I de områder af Yderfjorden, hvor vanddybderne er større stiger filtratorernes betydning - f.eks. er blåmuslingen den mest almindelige art i området mellem Hadsund og Dania på dybder mellem 1 - 6 m. Dette hænger sammen med, at planktonalgerne betydning som producenter af organisk stof i fjorden også stiger, når dybden bliver større - planktonalgerne er en vigtig fødekilde for de arter af bundfauna, der optager føde ved at filtrere vandmasserne.

I de lavvandede vadelignende områder af Yderfjorden udgør bunddyrerne en vigtig fødekilde for de vadefugle, der

fouragerer i fjorden. Når vanddybden stiger er nogle arter af dykænder i stand til at udnytte bunddyrerne som fødekilde.

Undersøgelser af maveindholdet i skrubber fanget i Yderfjorden viste, at skrubberne foretrak at æde det mest tilgængelige bytte. I områder der ikke var dækket af vegetation var dette slikkreb (*Corophium volutator*) og i områder dækket af vegetation krebsdyret *Microdeutopus gryllotalpa* eller børsteormen *Hediste diversicolor* (Andersen, 2001b).

#### Inderfjorden

Den dybe Inderfjord er som økosystem væsentlig forskellig fra den lavvandede Yderfjord. I Inderfjorden er det areal, der er tilgængelig for makroalger og blomsterplanter yderst begrænset. Ålegræsset vokser kun til en dybde af omkring 1 - 2 m i Inderfjorden (Århus Amt og Nordjyllands Amt, 1998). Dette areal udgør kun omkring 15 % af arealet i Inderfjorden, men hele 77 % af arealet af Yderfjorden. Derfor sker langt hovedparten af produktionen af organisk stof i Inderfjorden ved planktonalgerne vækst. Faktisk er nogle af de højest kendte primærproduktionsrater målt i Mariager Fjord (Kaas et al, 1996). Dette er sandsynligvis også baggrunden for, at blåmuslingen er så dominerende i Inderfjorden. Der er tilgængelig føde og i øvrigt gode vilkår for muslingernes vækst. Undersøgelser af muslingernes produktion og fødebehov sammenholdt med primærproduktionen i fjorden har vist, at muslingerne teoretisk set er i stand til at omsætte hele den producerede kulstofmængde og mere til (Petersen *et al*, 2000). Tidligere og mere ekstensive estimater af muslingernes produktion og fødebehov i relation til primærproduktionen har vist, at muslingerne var i stand til at omsætte omkring 25 % af

primærproduktionen i fjorden (Århus Amt, 1992).

Blåmuslingernes dominans som regulerende græssere af fytoplankton i Inderfjorden betyder også, at den pelagiske græsning fra zooplankton er ubetydelig. Dette skyldes formentlig, at muslingerne er i stand til at begrænse den pelagiske græsning, ved en effektiv græsning på zooplankton æg og larver (Århus Amt og Nordjyllands Amt, 1998).

### 6.2 Iltning af sedimentet

Blåmuslingebankerne i fjorden indtager som nævnt ovenfor en meget vigtig funktion i kraft af bankernes filtration af vandmasserne, optagelse og omsætning af organisk stof. Der findes dog også som tidligere nævnt en lang række andre bunddyr i fjorden. Mange af disse bunddyr, primært børsteorme, findes sammen med blåmuslingerne i bankerne og lever af det organiske stof, der samles mellem muslingerne i bankerne.

I de områder af fjorden, der ikke er dækket af blåmuslingebanker, hvilket primært er områder i Yderfjorden lever der også en lang række bunddyr. Mange af disse bunddyr, primært børsteorme og krebsdyr, graver gangsystemer i sedimentet. Faktisk lever det største antal af bunddyr i fjorde nedgravet i sedimentet.

Ved bunddyrernes graveaktivitet omlejres sedimentet, hvorved begravet organisk stof og næringsstoffer kommer i kontakt med det iltede miljø. Bunddyrernes gangsystemer holdes iltede ved aktiv pumpning af bundvand ned i gangsystemerne. Denne pumpeaktivitet er et væsentligt bidrag til iltningen af de øverste sedimentlag (Valiela, I., 1984).

Undersøgelser har også vist, at bunddyrernes graveaktivitet og aktive ventilerende af de øverste sedimentlag er af væsentlig betydning for udvekslingen af næringsstof mellem sedimentet og vandmasserne over sedimentet. F.eks. er det vist at tilstedeværelsen af aktivt gravende og ventilerende bunddyr i sedimentet kan betyde en forhøjelse af denitrifikation af kvælstof med en faktor 3 - 5 (Pelegri *et al.*, 1994).

### 6.3 Fiske- og fugleføde

Bunddyrerne spiller en vigtig rolle i fjordens økosystem som fødekilde for fisk og fugle. Eksakt viden om bunddyrernes betydning kendes kun for skrubben, som er undersøgt grundigt i Mariager Fjord i de seneste år (Århus Amt og Nordjyllands Amt, 2001). For de øvrige fiskearter findes der kun kvalitative vurderinger af bestandsstørrelserne.

Man finder i Mariager Fjord en række fuglearter, enten som ynglefugle eller som fugle på midlertidigt ophold i fjorden, som er afhængige af fjordbundens dyreliv som spisekammer (Clausen *et al.*, 2001).

#### Yderfjorden

I Yderfjorden ses de højeste tætheder af bundlevende fisk. Tætheden af skrubber er f.eks. 2 - 4 gang så stor i Yderfjorden som i Inderfjorden (Århus Amt og Nordjyllands Amt, 2001). Undersøgelser af maveindholdet i skrubber i Yderfjorden har vist, at den vigtigste fødekilde her var børsteorme (40 %) tilhørende familierne *Nereidae* og *Spionidae* samt sandorm (*Arenicola marina*). I Yderfjorden udgjorde muslingerne også en betydningsfuld fødekilde (30 %), hvor de vigtigste fødeemner var arterne almindelig sandmusling (*Mya arenaria*) og lille knivmusling (*Phaxas pellucidus*) (Århus Amt og Nordjyllands Amt, 2001). Disse arter af bunddyr var også blandt de hyppigst

forekommende i Yderfjorden og afspejler at skrubben først og fremmest vælger de mest tilgængelige fødekilder.

Det relativt høje bestandstæthed af skrubber i Yderfjorden, der estimeres til at udgøre omkring 1 skrubbe (> 25 cm) pr. 50 m<sup>2</sup>, kan under antagelse om et dagligt fødeindtag på 10 - 20 g (vådvægt) af bundlevende dyr pr. skrubbe beregnes til at udøve et prædationstryk svarende til 0,01 - 0,02 g C m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>. Der er ikke foretaget undersøgelser af produktionen i bunddyrssamfundene i Yderfjorden. I andre lignende systemer er bunddyrernes produktion fundet til f.eks. 4 - 30 g AFDW m<sup>-2</sup> i Forth Estuary (UK) eller 27 - 88 g AFDW m<sup>-2</sup> (Hollandske vadehav) (Fallesen, 1994). Under antagelse af, at kulstof udgør omkring 50 % af den askefri tørvægt (AFDW) i de beregnede produktionsstørrelser er det rimeligt at antage, at der er et godt fødegrundlag for bestanden af skrubber i Yderfjorden.

Andre forekommende fiskearter i fjorden, der prædaterer på bundlevende dyr, er torsk, ålekvabbe, ulk og ål. Disse arter prædaterer primært på epifauna, men der findes ingen undersøgelser, der kan dokumentere disse arters fødevalg i fjorden.

De lavvandede vadelignende områder i Yderfjorden er vigtige for en række vadefugle, hvoraf de mest almindelige er almindelig ryle, rødben, hjejle og vibe. Af disse fire almindelige arter er det primært den almindelige ryle og rødben, der bruger vadeområderne til fouragering, hvorimod både viben og hjejlen også søger en del føde på engene omkring fjorden. Desuden træffes der i Yderfjorden også dykænder (hvinand og troldand) og skalleslugere som prædaterer på fjordbundens dyreliv.

#### Inderfjorden

Undersøgelser af maveindholdet fra skrubber fanget i Inderfjorden har vist, at skrubberne her for størstedelen åd

blåmuslinger. En skrubbemave indeholdt typisk 10 g føde, hvoraf størstedelen var blåmuslinger (Århus Amt og Nordjyllands Amt, 2001). Antages det, at bestandstætheden af skrubber i Inderfjorden er 1 skrubbe pr. 100 m<sup>2</sup> (> 25 cm), at skrubberne opholder sig i fjorden omkring 9 af årets 12 måneder og at en skrubbe æder 10 - 20 g blåmuslinger (vådvægt) om dagen (Århus Amt og Nordjyllands Amt, 2001) svarer dette til, at skrubberne i Inderfjorden kan æde omkring 2 - 4 % af produktionen af blåmuslinger. Produktionen af blåmuslinger er beregnet i marts til oktober 1999 til mellem 100 - 200 g C m<sup>-2</sup> i perioden (Petersen *et al.*, 2000). Efter at blåmuslingerne i 2000 er vokset til en gennemsnitlig størrelse på omkring 30 - 40 mm skallængde er blåmuslingerne vokset ind i et størrelsesrefugium i forhold til skrubbernes prædation. Undersøgelser af størrelsen af blåmuslinger i skrubbemaver viste, at skrubberne ikke åd blåmuslinger større end omkring 28 mm (Århus Amt og Nordjyllands Amt, 2001).

Prædationstrykket fra skrubber var altså forholdsvist begrænset i 1999, hvor muslingerne var i en kraftig vækst i en homogen nyetableret population. Under mere normale populationsforhold, hvor antallet af juvenile individer vil være langt mindre, vil prædationstrykket fra skrubber sandsynligvis være af større betydning for tilvæksten af juvenile muslinger til populationen.

I forbindelse med fiskeundersøgelserne i Mariager Fjord er det konstateret, at der i udsatte ruser og garn i Inderfjorden fanges krabber (*Carsinus maenas*). Således blev der i 1999 fanget 50 - 100 krabber ved henholdsvis Hobro og Mariager. Fangsten af krabber i Inderfjorden var kun omkring 10 % af, hvad der blev fanget i lignende redskaber i Yderfjorden. Der findes ikke kvalitative opgørelser over krabbebestandens tæthed i Inderfjorden, men det er sandsynligt, at krabber spiller en ringe

rolle for prædationen på blåmuslinger i Inderfjorden.

Som følge af Inderfjordens mangel på vadelignende områder ses der kun få vadefugle i Inderfjorden. Det er derfor primært dykænder, der benytter denne del af fjorden som spisekammer. Der ses til tiden forholdsvis store bestande af trøldænder (op til 2800) og hvinænder (op til 2000) i Inderfjorden (DOF, 1998).

## 6.4 Fremtiden

Iltsvindet i 1997 og den efterfølgende udvikling i fjorden har vist, at potentialet for en hurtig indvandring af bunddyr er til stede, hvis forholdene herfor er gunstige. Det er en forudsætning, at der samtidig med høje tætheder af larver i vandmasserne i Yderfjorden og Kattegat sker en betydelig indstrømning af saltvand, som det var tilfældet i foråret 1998.

Bunddyrerne i Mariager Fjord er dog under væsentlig påvirkning af den ustabile miljøtilstand i fjorden, hvor der næsten årligt indtræffer periodisk forringede iltforhold på vanddybder lavere end 10 meter. Ældre undersøgelser af bundfaunaen i fjorden har vist, der i hvert fald tidligere har eksisteret udviklede bunddyrssamfund på dybder op til omkring 15 meter i fjorden. En forbedring i miljøtilstanden i fjorden vil betyde, at stabile bunddyrssamfund med en varieret sammensætning af arter og aldersklasser vil kunne trives på dybder væsentlig større, end det er tilfældet i dag. Dette kræver dog, at belastningen af fjorden nedsættes betydeligt, så der kan opnås permanente forbedringer i iltforholdene i fjordens dybere vandmasser.

## 7. Referencer

### Andersen, B.S., 2001a.

The Community structure of benthic soft-bottom macroinvertebrates: the impact of macroalgae. Artikel 1 i: Feeding Ecology of Juvenile Flounder. Specialerapport af Bo Sølgaard Andersen, Afdeling for Marin Økologi, Århus Universitet. Januar 2001.

### Andersen, B.S., 2001b

The impact of permanent macroalgae cover on seasonal feeding habits of 0-group flounder (*Platichthys flesus* L.) in af microtidal area in Mariager Fjord, Denmark. Artikel 2 i: Feeding Ecology of Juvenile Flounder. Specialerapport af Bo Sølgaard Andersen, Afdeling for Marin Økologi, Århus Universitet. Januar 2001.

### Clarke, K.R., 1993

Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure. Aust. J. Ecol. 18, 117-143.

**Clausen, P., Bøgebjerg, E., Jørgensen, H.E., Hounisen, J.P., & Petersen, I.K. 2001: Jagt- og forstyrrelsesfrie kerneområder for vandfugle: Status 1999. Naturovervågning - Danmarks Miljøundersøgelser. 84 s. Arbejdsrapport fra DMU, nr. 146**

### Dansk Ornitologisk Forening (DOF), 1998.

Fuglelokaliteterne i Århus Amt, bind I.

### Fallesen, G., 1994.

The ecology of macrozoobenthos in Århus Bay, Denmark. Ph.D Thesis, University of Sterling, Scotland. Department of Biological and Molecular Sciences, University of Sterling 1994. 377 pp.

### GEUS, 1998

Danmark og Grønlands Geologiske Undersøgelser 1998/41. Mariager Fjord sedimentkortlægning Hobro - Hadsund 1998.

### Hall, S.J., Raffaelli, D. & Thrush, S.F., 1994.

Patchiness and disturbance in shallow water benthic assemblages. Kap. 11 i: Giller, P., Hildrew, A.G. & Raffaelli, D.G. (eds.) Aquatic Ecology. Scale, Pattern and Process. The 34th Symposium of the British Ecological Society with the American Society of Limnology and Oceanography, University College, Cork, 1992. Blackwell Science.

**Jensen, K.T., 2001. Pers. komm. Kurt Thomas Jensen, Århus Universitet, Institut for Marin Økologi.**

### Jørgensen, C. Barker, 1990.

Bivalve Filter Feeding: Hydrodynamics, Bioenergetics, Physiology and Ecology. Olsen & Olsen, 1990, 140 pp.

**Kaas, H., Møhlenberg, F., Josefson, A., Rasmussen, B., Krause-Jensen, D., Jensen, H.S., Svendsen, L.M., Windolf, J., Middelboe, A.L., Sand-Jensen, K. & Foldager Pedersen, M., 1996.**

Marine områder. Danske Fjorde - status over miljøtilstand, årsagssammenhænge og udvikling. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1995. Danmarks Miljøundersøgelser. 205 s. Faglig rapport fra DMU nr. 179.

**Pelegri, S.P., Nielsen, L.P. & Blackburn, T.H., 1994.**

Denitrification in estuarine sediment stimulated by irrigation activity of the amphipod *Corophium volutator*. Mar. Ecol. Prog. Ser. 105:285 - 290.

**Petersen, J.K., Markager, S., Stedmon, C. & Stenalt, E., 2000.**

Mariager Fjord - primærproduktion, iltomsætning og blåmuslinger efter iltsvindet i 1997. Miljø- og Energiministeriet, Danmarks Miljøundersøgelser, 2000.

### Valiela, I., 1984.

Marine Ecological Processes. Springer advanced texts in life sciences. Springer-Verlag, New York.

**Århus Amt og Nordjyllands Amt, 2001.**

Fiskundersøgelser. Mariager Fjord 1998 - 2000. Teknisk rapport (under forberedelse)

**Århus Amt og Nordjyllands Amt, 1999.**

Vestlige Kattegat og tilstødende fjorde 1998. Tilstand og Udvikling. Afrapportering af NOVA 2003. Teknisk rapport.

**Århus Amt og Nordjyllands Amt, 1998.**

Mariager Fjord. Udvikling og status 1997. Teknisk rapport 198 sider.

**Århus Amt, 1992.**

Notat. Blåmuslingernes produktion, assimilation og filtrationskapacitet i Mariager Fjord. Århus Amt, Miljøkontoret. Teknisk notat 29 s.

## 8. Bilag

Bilag A: Bundfaunaundersøgelser i Mariager Fjord ..... 26

Bilag B: Artslister med angivelser af individantal og evt. biomasse..... 27

# Bilag A

## Bundfaunaundersøgelser i Mariager Fjord 1930 - 2000

Undersøgelse	Periode	Antal prøver*	Redskab	Sigte	Konservering	Bestemmelser**
Dansk Biologisk Station	Sept. 1930	35/1	Petersen grab 0,1 m <sup>2</sup>	2 mm		A, I
Nordjyllands Amt/Marin ID	Jun.-Jul 1979	14/6	Van Veen 0,1 m <sup>2</sup>	1 mm	Formalin	A, I
Nordjyllands Amt/Marin ID	Jun. 1980	14/6(3)	Van Veen 0,1 m <sup>2</sup>	1 mm	Formalin	A, I
Nordjyllands Amt/Marin ID	Maj 1985	9/5	Van Veen 0,1 m <sup>2</sup>	1 mm	Formalin	A, I
Århus Amt	Sept. 1997	2/20	Haps 0,0123 m <sup>2</sup>	1 mm	Ethanol	A, I, B
Århus Amt	Jul. 1998	3/24	Haps 0,0123 m <sup>2</sup>	1 mm	Ethanol	A, I, B
Århus Amt	Nov. 1998	2/45	Haps 0,0123 m <sup>2</sup>	1 mm	Ethanol	A, I, B, S
Århus Amt	Mar. 1999	2/45	Haps 0,0123 m <sup>2</sup>	1 mm	Ethanol	A, I, B, S
Århus Amt	Aug. 1999	1/24	Haps 0,0123 m <sup>2</sup>	1 mm	Ethanol	A, I, B
Århus Amt	Nov. 1999	2/45	Haps 0,0123 m <sup>2</sup>	1 mm	Ethanol	A, I, B
Århus Amt	Nov. 2000	2/45	Haps 0,0123 m <sup>2</sup>	1 mm	Ethanol	A, I, B

\* Antal prøver: antal stationer/antal prøver pr. station

\*\* A: Identifikation af arter, I: Individuel art, B: Bestemmelser af biomasse (t=tørvægt), S: Sedimenttørstof og -glødetab.

Tabel A1. Bundfaunaundersøgelser i Mariager Fjord 1930 - 99. Tabellen viser antallet af stationer/antallet af prøver, redskab, anvendt sigtestørrelse, konserveringsform og hvilke bestemmelser der er foretaget på det indsamlede materiale.

### Dansk Biologisk Station september 1930

I forbindelse med Dansk Biologisk Stations undersøgelser af bundfaunaens kvalitet som fiskeføde i de danske farvande har stationens skib besøgt Mariager Fjord i dagene 7. til 8. september 1930. Bundfaunastationernes omtrentlige placering er vist på figur 5-1.

De anvendte metoder adskiller sig væsentligt fra de metoder der bruges ved bundfaunaundersøgelser i dag. Der kan derfor kun drages kvalitative sammenligninger mellem disse undersøgelser og undersøgelser af bundfaunaen i nyere tid.

### Marin ID for Nordjyllands Amt 1979, 1980 og 1985

Marin ID har for Nordjyllands Amt undersøgt bundfaunaen langs 4 transekter. Antallet af arter og individer er registreret - der er ikke foretaget undersøgelser af biomassen. Stationernes

placering er vist på figur 5-1. Der er indsamlet prøver på 2, 4 og 6 meters dybde langs transekterne. Ved den ene transekt er der desuden indsamlet prøver fra 10 og 25 meters dybde.

Undersøgelserne i 1979 af bundfaunaen i fjorden langs 4 transekter blev gentaget i 1980 og delvist i 1985. På transekterne blev der indsamlet bundfauna-prøver på 2, 4 og 6 meters dybde. Desuden blev der på en enkelt transekt indsamlet yderligere prøver på 10 og 25 meters dybde - dog ikke i 1985.

### Århus Amt 1997 - 2000

Århus Amt her i forbindelsen med iltsvindet i 1997 iværksat en overvågning af bundfaunaen i Mariager Fjord. Overvågningen er primært foretaget i de to stationsområder MF01 og MF02 på 6 - 10 meters dybde (figur 5-1). Desuden er der foretaget undersøgelser af bundfaunaen på lavt vand fra omkring 1 - 6 meters dybde i tre områder

(MF\_F1, MF\_F2 og MF\_F3) primært med det formål at estimere den tilgængelige fødemængde for bundlevende fisk i de pågældende områder.

### Transektundersøgelser af blåmuslinger

Foruden indsamlingerne af bundfauna-prøver i Mariager Fjord er der foretaget undersøgelser af blåmuslingernes udbredelse i fjorden. Disse undersøgelser er baseret på transektobservationer hen over muslingebanker og en tilhørende indsamling af bundprøver i banker. Disse undersøgelser er omtalt i Århus Amt, 1992 og Petersen, J.K. *et al.*, 2000.

# Bilag B

Ekstensive undersøgelser af fiskeføde i Mariager Fjord. Der er anvendt 2 mm sigte og de mindste dyr er sandsynligvis overset

Dansk Biologisk Station 7. september 1930 - 8. september 1930

Punkt	Beskrivelse	Dybde (m)	Fundne dyr
A	Dania	9	Intet liv
		10	9 <i>Mytilus edulis</i>
		12	35 <i>Mytilus edulis</i>
B	1/4 sømil SV f. Dania	13	35 <i>Mytilus edulis</i>
		13.5	2 <i>Macoma baltica</i> , 1 Chironomidae
		15	Intet liv
	1/2 sømil SV f. Dania	15	113 <i>Mytilus edulis</i> , 1 <i>Macoma baltica</i>
C	Omkring Mariager	9	41 <i>Mytilus edulis</i> , 6 Chironomidae
		10	42 <i>Mytilus edulis</i> , 5 Chironomidae
		11	90 <i>Mytilus edulis</i> , 1 <i>Macoma calcarea</i> , 1 Chironomidae
		12	25 <i>Mytilus edulis</i>
		13	75 <i>Mytilus edulis</i>
		14	1 <i>Mytilus edulis</i>
		16	Intet liv
		22	Intet liv
		24	Intet liv
D	Mariager bugten	3.5	39 <i>Mytilus edulis</i> , 7 <i>Macoma baltica</i>
		7	100 <i>Mytilus edulis</i>
		12	8 <i>Mytilus edulis</i>
E	Løvdal	11	8 <i>Mytilus edulis</i> , 2 <i>Macoma baltica</i>
		13	26 <i>Mytilus edulis</i>
		14	46 <i>Mytilus edulis</i>
F	Laanhus Odde	7	32 <i>Mytilus edulis</i> , 1 Nemertin
		10.5	22 <i>Mytilus edulis</i> , 2 <i>Macoma baltica</i> , 1 <i>Harmothoe</i>
		13	3 <i>Mytilus edulis</i>
		15	Intet liv
G	Lunddalstørven	5	90 <i>Mytilus edulis</i>
		8	80 <i>Mytilus edulis</i>
		14	Intet liv
		15	Intet liv
H	Strandholt	8	28 <i>Mytilus edulis</i> , 1 <i>Macoma baltica</i> , 1 <i>Harmothoe</i>
		10	30 <i>Mytilus edulis</i> , 1 <i>Macoma baltica</i>
		11	9 <i>Mytilus edulis</i> , 1 <i>Macoma baltica</i>
I	3 sømil Ø f. Hobro	10	21 <i>Mytilus edulis</i> , 8 <i>Macoma baltica</i>
J	Hobro	6	Intet liv
		14	3 <i>Mytilus edulis</i>

**Artslister med angivelser af individantal og biomasse**

 Mariager Fjord 30. juni 1979, Individantal m<sup>-2</sup>

	Tr. 2, 2 m	Tr. 2, 4 m	Tr. 2, 6 m	Tr. 3, 2 m	Tr. 3, 4 m	Tr. 3, 6 m	Tr. 3, 10 m	Tr. 3, 25 m	Tr. 4, 2 m	Tr. 4, 4 m	Tr. 4, 6 m	Tr. 5, 2 m	tr. 5, 4 m	Tr. 5, 6 m
Nemertini indet.	35	10		22	10	33			5					
Nematoda indet.	26583	5270	82	5842	18	92								
<i>Harmothoe imbricata</i>	2													
<i>Eteone longa</i>			2											
<i>Phyllodoce maculata</i>		2	20											
<i>Eulalia bilineata</i>			2											
<i>Neanthes succinea</i>											8			3
<i>Neanthes virens</i>	8	2	2						5	2	2			68
<i>Neanthes</i> sp.									117				3	
<i>Spio</i> sp.		2	2								2			
<i>Polydora cornuta</i>	5	70	8			320	428		32	23	20		2	3
<i>Capitella capitata</i>	4258	1453	42	13	15	1027	7		230	10	3			
<i>Heteromastus filiformis</i>		13	502	2							8			30
<i>Oligochaeta</i> indet.	268	733	642	210	23	325	28		930	7	322		2	583
Hirudinea indet.	2													
<i>Idotea balthica</i>	133													
<i>Idotea chelipes</i>	37													
<i>Jaera</i> sp.	2													
<i>Corophium insidiosum</i>	38		2						18					3
<i>Gammarus zaddachi</i>	2													
<i>Gammarus locusta</i>	90			12					98					
<i>Gammarus oceanicus</i>	53			3	2				105					
<i>Gammarus</i> sp.	125	2		15	8				183					
<i>Microdeutopus gryllotalpa</i>	217	2												
<i>Chironomus salinarius</i>	37	100	33	18					10					
<i>Hydrobia ulvae</i>	105	60	122	3		5	3		67	240		8	2	
<i>Littorina saxatilis</i>	2									2				
<i>Mytilus edulis</i>	3803	2457	138	2	2	97	40		1000	8	25	2		
<i>Cerastoderma glaucum</i>		2	35							2				
<i>Macoma balthica</i>	2	2	28											
<i>Mya arenaria</i>	18	13	290							68	20	7	2	92

**Artslister med angivelser af individantal og biomasse**

 Mariager Fjord 1. juni 1980, Individantal m<sup>-2</sup>

	Tr. 2, 2 m	Tr. 2, 4 m	Tr. 2, 6 m	Tr. 3, 2 m	Tr. 3, 4 m	Tr. 3, 6 m	Tr. 3, 10 m
Nemertini indet.	63	90	3	22	3	20	
Nematoda indet.	15413	9687	1492	107	280	567	
Eteone longa							2
Neanthes succinea							108
Neanthes virens					3		
Spio sp.			2				
Polydora cornuta	187	103	62	380	830	463	
Capitella capitata	2960	2570	295	350	1327	1863	15
Heteromastus filiformis		3	418		10	7	
Pectinaria koreni						7	
Oligochaeta indet.	1027	900	1080	473	447	860	12
Hirudinea indet.							2
Crangon crangon			2				
Neomysis integer			2				
Idotea balthica	250	37					
Idotea chelipes	50						
Jaera sp.	107						
Corophium volutator						3	123
Corophium insidiosum	17	7	5				
Gammarus zaddachi	23						
Gammarus locusta	147	20	2		3		
Gammarus oceanicus	147	50		40	20	13	
Gammarus sp.	703	303	7	143	123	107	
Microdeutopus gryllotalpa	3	3		10	10	3	13
Chironomus salinarius	13	20	13	50	23	17	
Hydrobia ulvae	13	27	272	33		33	23
Littorina saxatilis	7						2
Mytilus edulis	1300	497	47	2100	11170	2910	87
Cerastoderma glaucum			2				
Macoma balthica			18	20			
Mya arenaria	10		25	210	20	10	2

Artslister med angivelser af individantal og biomasse  
Mariager Fjord 1. juni 1980, Individantal m<sup>-2</sup>

	Tr. 3, 25 m	Tr. 4, 2 m	Tr. 4, 4 m	Tr. 4, 6 m	Tr. 5, 2 m	tr. 5, 4 m	Tr. 5, 6 m
Nemertini indet.		2					
Nematoda indet.		7	5				
Eteone longa				2			
Neanthes succinea							
Neanthes virens		22	105	13	123	25	225
Spio sp.			3	2			
Polydora cornuta		55	188	92	2260	1010	320
Capitella capitata	3	22	2		1010	340	427
Heteromastus filiformis			8	73			2
Pectinaria koreni					2		
Oligochaeta indet.	3	52	270	3	163	180	528
Hirudinea indet.							
Crangon crangon							
Neomysis integer							
Idotea balthica							
Idotea chelipes							
Jaera sp.		5					
Corophium volutator		5	145	32	63	207	85
Corophium insidiosum		17	17	8	62	110	20
Gammarus zaddachi		13	2		35	3	7
Gammarus locusta		12	5		2		
Gammarus oceanicus			2		2	2	
Gammarus sp.		30	13		113	18	7
Microdeutopus gryllotalpa							
Chironomus salinarius			3				
Hydrobia ulvae		205	5	405	58	120	33
Littorina saxatilis		42	5	2		18	
Mytilus edulis		105	555	5	32	12	115
Cerastoderma glaucum							
Macoma balthica			3	8	8		8
Mya arenaria			40	67	325	37	248

**Artslister med angivelser af individantal og biomasse**

 Mariager Fjord 21. maj - 22. maj 1985, Individantal m<sup>-2</sup>

	Tr. 3, 2 m	Tr. 3, 4 m	Tr. 4, 2 m	Tr. 4, 4 m	Tr. 5, 2 m	Tr. 5, 4 m	D, 2 m	D, 4 m	H, 4 m
Nemertini indet.	14	90	3		3	2	32	52	10
Antinoella sarsi								2	
Hediste diversicolor			4	46	10	6			
Polydora cornuta									2
Polydora sp.					2		4		4
Capitella capitata	2						774	182	54
Capitella sp.				4					
Heteromastus filiformis	6			12			6	26	6
Oligochaeta indet.	200	84	172	314	1384	18	370	234	64
Mysis sp.								2	
Idotea balthica							10	8	
Idotea viridis							6		
Sphaeroma rugicauda							2		
Jaera albifrons							52	44	
Corophium insidiosum			8						
Gammarus oceanicus	2						38	12	
Gammarus salinus			6				6		
Gammarus sp.	10	8	6				22	6	2
Microdeutopus gryllotalpa							2		
Microdeutopus sp.		2					4		
Melita palmata							22	10	
Chironomus aprilinus	20	4		2			14		80
Chironomus salinarius	176	52	10	38			226	172	296
Chironomus sp.	30	14		4		2	12	14	80
Hydrobia ulvae									10
Hydrobia sp.	6		16	2	80	38		2	
Littorina littorea	6						2		
Mytilus edulis	516	386	100		12		888	978	642
Macoma balthica	8		2			2	8	4	2
Mya arenaria	28			344	26	4	4		

D = Dania    H = Højspændingsledning

**Artslister med angivelser af individantal og biomasse**

Mariager Fjord 22. September 1997

	Individantal m <sup>-2</sup>		Biomasse g tørvægt m <sup>-2</sup>	
	MF01	MF02	MF01	MF02
Polydora caeca		8		0.00118
Travisia forbesii		4		0.00039
Oligochaeta indet.	8	28	0.00276	0.01142
Corophium sp.	4		0.00039	

**Artslister med angivelser af individantal og biomasse**

Mariager Fjord 7. Juli - 16. juli 1998

	Individantal m <sup>-2</sup>			Biomasse g tørvægt m <sup>-2</sup>		
	MF F1	MF F2	MF F3	MF F1	MF F2	MF F3
Nemertini indet.		39	347		0.00077	1.68182
Nematoda indet.		194	329		0.03484	0.02587
Harmothoe imbricata		39	37		0.01549	0.92018
Harmothoe sp.		39			0.05033	
Antinoella sarsi		4			0.00116	
Eteone barbata			4			0.00296
Eteone longa			314			0.11308
Nereididae indet.	35			0.0106		
Hediste diversicolor	4	4	52	0.00601	0.09563	2.11456
Nephtys hombergii			152			0.10384
Scoloplos armiger			41			0.05248
Spio filicornis	286			0.06363		
Polydora caeca	31039	4750	3141	3.15624	0.13821	0.25684
Polydora ciliata		19396	3500		0.78591	0.32742
Polydora cornuta	14	890	1053	0.00495	0.07356	0.0813
Polydora sp.		49671	573		1.43593	0.02624
Pseudopolydora pulchra	4	39	37	0.00353	0.00387	0.00739
Pygospio elegans	53	39	222	0.0866	0.00194	0.04472
Prionospio fallax	35			0.00035		
Spiophanes bombyx	42		4	0.02757		0.00037
Capitellidae indet.	35		41	0.0106		0.09128
Capitella capitata	1181	2602	2520	0.73418	0.43593	0.45898
Capitella sp.		348			0.00194	
Capitellides giardi			4			0
Capitomastus minimus		39			0.00155	
Heteromastus filiformis			144			0.41168
Arenicola marina			41			0.07095
Oligochaeta indet.	39	465		0.00389	0.04452	
Tubificoides benedii	212	93	1408	0.07777	0.00387	0.25425
Crangon crangon			4			0.00333
Gastrosaccus spinifer			4			0.00074
Amphipoda indet.			4			0
Corophium crassicorne			111			0.02587
Corophium volutator			240			0.04508

Artslister med angivelser af individantal og biomasse  
Mariager Fjord 7. Juli - 16. juli 1998

	Individantal m <sup>-2</sup>			Biomasse g tørvægt m <sup>-2</sup>		
	MF F1	MF F2	MF F3	MF F1	MF F2	MF F3
Corophium insidiosum		12	6057		0.00116	0.58943
Gammarus locusta			181			0.1748
Aoridae indet.			81			0.02661
Microdeutopus gryllotalpa			388			0.11419
Microdeutopus sp.		8	233		0.00116	0.04915
Perioculodes longimanus			22			0.00074
Diptera indet.		4			0.00619	
Chironomidae indet.	166	701	540	0.08908	0.16376	0.96305
Hydrobia neglecta	4		37	0.02651		0.04804
Hydrobia ulvae	4857	3651	6367	6.16861	2.39566	8.43607
Hydrobia ventrosa	141	116	115	0.42064	0.12156	0.18736
Pusillina sarsi			37			0.02217
Mytilus edulis	61965	122242	18344	91.57724	156.14402	65.17701
Mysella bidentata			74			0.04065
Parvicardium ovale	14	39	1234	0.01166	0.0089	7.2306
Cerastoderma edule	629	159	850	1.72676	1.12234	19.69882
Cerastoderma glaucum	4			1.05585		
Cerastoderma sp.		116			0.01549	
Macoma balthica	49	39	4	0.02439	3.09717	0.01626
Macoma sp.	46			0.02616		
Abra alba	141			0.06363		
Mya arenaria	6080	7425	3385	26.81407	164.41851	110.10643
Mya sp.	2086	4065		1.07812	1.31281	
Phaxas pellucidus			4			0.06837
Phoronis muelleri			41			0.19438
Holothuroidea indet.		39			0.01161	

**Artslister med angivelser af individantal og biomasse**

Mariager Fjord 9. november - 30. november 1998

	Individantal m <sup>2</sup>		Biomasse g tørvægt m <sup>2</sup>	
	MF01	MF02	MF01	MF02
Anthozoa indet.	347	4	1.68182	0.00939
Nematoda indet.	4	25	0.00018	0.00488
Eteone longa		18		0.03342
Phyllodoce groenlandica		11		0.06125
Phyllodoce maculata		13		0.03613
Phyllodoce sp.		9		0.01409
Hediste diversicolor	2	96	0.00289	0.77543
Nephtys sp.		2		0.00253
Polydora caeca	65	9	0.00379	0.0009
Polydora ciliata	600	3559	0.00343	0.22999
Polydora cornuta	2	311	0.0009	0.05547
Polydora sp.	352	5534	0.00939	0.286
Pseudopolydora pulchra		5		0.00054
Capitella capitata	7	157	0.00271	0.11671
Capitella sp.		2		0.00289
Capitellides giardi		4		0.00108
Heteromastus filiformis		152		0.21463
Pectinaria koreni		2		0.01987
Oligochaeta indet.		376		0.05077
Tubificoides benedii	9	90	0.00181	0.03144
Idotea balthica		7		0.01427
Idotea sp.		2		0.00018
Corophium volutator	20	31	0.00036	0.01192
Corophium insidiosum	7	331	0.00126	0.03559
Corophium multisetosum		267		0.02457
Corophium sp.	2	67	0.00108	0.01301
Gammarus zaddachi		36		0.06974
Gammarus locusta		7		0.00397
Gammarus sp.		14		0.00668
Aoridae indet.		42		0.00343
Microdeutopus gryllotalpa		479		0.07552
Microdeutopus sp.		61		0.00885
Chironomidae indet.	34	582	0.01698	0.40235
Chironomini indet.	7		0.00271	

**Artslister med angivelser af individantal og biomasse**

Mariager Fjord 9. november - 30. november 1998

	Individantal m <sup>-2</sup>		Biomasse g tørvægt m <sup>-2</sup>	
	MF01	MF02	MF01	MF02
Hydrobia ulvae	287	4788	0.51852	5.60994
Hydrobia ventrosa	4	51	0.03035	0.04444
Hydrobia sp.		98		0.13731
Mytilus edulis	1662	7745	42.02855	107.11454
Cerastoderma edule		99		13.52231
Macoma balthica		7		0.0318
Macoma calcarea		13		0.0869
Mya arenaria	20	1669	0.23306	55.11021
Corbula gibba		2		0.0486

**Artslister med angivelser af individantal og biomasse**

Mariager Fjord 2. marts - 4. marts 1999

	Individantal m <sup>-2</sup>		Biomasse g tørvægt m <sup>-2</sup>	
	MF01	MF02	MF01	MF02
Campanulariidae indet.	347	2	1.68182	0.00434
Nematoda indet.		16		0.00343
Harmothoe impar		2		0.0065
Harmothoe sp.		2		0.00849
Eteone longa		60		0.11147
Phyllodoce mucosa	11	14	0.14363	0.08311
Nereididae indet.		5		0.06016
Hediste diversicolor	22	27	0.11346	13.08618
Nephtys hombergii		2		0.06522
Nephtys sp.		5		0.04607
Polydora ciliata	929	5599	0.05854	0.39964
Polydora cornuta	14	78	0.00452	0.01987
Pygospio elegans		2		0.0009
Capitella capitata	5	204	0.00307	0.18266
Heteromastus filiformis	16	103	0.00759	0.59765
Pectinaria koreni		2		0.03089
Oligochaeta indet.	51		0.00596	
Tubificoides benedii		152		0.06287
Balanus improvisus		251		11.4103
Crangon crangon		2		0.01626
Idotea balthica		2		0.00397
Idotea viridis		2		0.00506
Corophium volutator		29		0.01536
Corophium insidiosum	25	240	0.00343	0.03234
Corophium sp.	7		0.00325	
Gammarus zaddachi	11		0.00958	
Gammarus locusta		78		0.09413
Microdeutopus gryllotalpa		275		0.05402
Chironomidae indet.	119		0.0869	
Chironomus aprilinus		7		0.00741
Chironomus salinarius		240		0.15808
Hydrobia ulvae	945	4889	1.33207	5.95285
Hydrobia ventrosa	38		0.04553	
Littorina saxatilis		2		0.00632
Mytilus edulis	3366	4397	71.72285	98.52647
Cerastoderma edule	25		2.75086	
Cerastoderma glaucum		76		13.50154
Macoma balthica		22		0.24264
Abra alba		2		0.00849
Mya arenaria	114	986	0.57037	35.57814
Electra crustulenta		5		0.0327

## Artslister med angivelser af individantal og biomasse

Mariager Fjord 9. august 1999

	Individantal m <sup>-2</sup> MF F1	Biomasse g tørvægt m <sup>-2</sup> MF F1
Nematoda indet.	132	0.01728
Harmothoe impar	705	0.5271
Eteone longa	1125	0.19614
Phyllodoce mucosa	10	25.25678
Hediste diversicolor	298	9.28591
Neanthes succinea	7	0.15854
Polydora ciliata	586	0.06267
Polydora cornuta	81	0.02202
Pygospio elegans	390	2.12229
Spiophanes bombyx	3	0.00711
Capitella capitata	68	0.01457
Heteromastus filiformis	423	0.83503
Tubificoides benedii	420	0.1206
Balanus improvisus	91	1.19682
Idotea balthica	27	0.19444
Sphaeroma hookeri	207	0.21917
Corophium volutator	3	0.00203
Corophium insidiosum	4451	0.42378
Gammarus locusta	81	0.23577
Microdeutopus gryllotalpa	888	0.19207
Chironomus aprilinus	196	0.05352
Chironomus salinarius	918	0.35671
Hydrobia ulvae	14190	40.42344
Littorina saxatilis	20	0.05285
Mytilus edulis	7371	1008.43902
Cerastoderma glaucum	112	30.94749
Macoma balthica	322	16.50644
Mya arenaria	691	229.06741

**Artslister med angivelser af individantal og biomasse**

Mariager Fjord 22. November - 24. november 1999

	Individantal m <sup>2</sup>		Biomasse g tørvægt m <sup>2</sup>	
	MF01	MF02	MF01	MF02
Campanulariidae indet.	2		0.00325	
Nematoda indet.	29	105	0.0009	0.01897
Harmothoe impar	25	45	0.03107	0.08491
Phyllodoce mucosa		2		0.00199
Hediste diversicolor	13	67	0.05799	1.49828
Neanthes succinea	9	25	0.071	0.14182
Nephtys hombergii		2		0.07552
Polydora ciliata	79	34	0.015	0.01337
Polydora cornuta	107	170	0.01391	0.05348
Capitella capitata		4		0.00614
Heteromastus filiformis	25	154	0.08961	1.46883
Tubificoides benedii	20	213	0.00596	0.07895
Corophium volutator		5		0.00325
Corophium insidiosum		4		0.00072
Microdeutopus gryllotalpa		9		0.00434
Chironomus aprilius	327	13	0.3122	0.01716
Chironomus salinarius	403	672	0.19332	0.44408
Hydrobia ulvae	627	4387	1.65781	7.43035
Mytilus edulis	1266	2184	259.91274	588.84065
Cerastoderma glaucum		20		5.84499
Macoma balthica		42		1.25113
Mya arenaria	9	143	1.08997	58.1523
Electra crustulenta		2		0.03975

Artslister med angivelser af individantal og biomasse  
Mariager Fjord 17. oktober - 18. oktober 2000

	Individantal m <sup>2</sup>		Biomasse g tørvægt m <sup>2</sup>	
	MF01	MF02	MF01	MF02
Anthozoa indet.	2	2	0.00325	0.00108
Nemertini indet.		14		0.0654
Nematoda indet.	34	11	0.00271	0.00217
Harmothoe impar	267	96	0.26883	0.06089
Harmothoe sp.	2	38	0.00397	0.02168
Antinoella sarsi		2		0.00126
Phloe inornata		2		0.00018
Eteone longa	2	9	0.00343	0.00741
Eteone sp.	2		0.00235	
Phyllococe maculata		2		0.0009
Phyllococe mucosa		2		0.00271
Nereididae indet.	4	9	0.01283	0.03089
Nereis sp.	4		0.04264	
Hediste diversicolor	49	16	0.75339	0.15971
Neanthes succinea	5	60	0.06594	0.48455
Neanthes sp.		4		0.00235
Trochochaeta multisetosa		31		0.00416
Spionidae indet.		2		0.00018
Polydora ciliata	139	11	0.01734	0.0009
Polydora cornuta	193	173	0.0336	0.0383
Polydora sp.	5	7	0.00145	0.00289
Capitella capitata	27	13	0.00939	0.00416
Heteromastus filiformis	18	222	0.04517	2.07859
Oligochaeta indet.	2		0.00072	
Tubificoides benedii	69	320	0.00885	0.04752
Mysidae indet.		2		0.00145
Amphipoda indet.	5	9	0.00217	0.00325
Corophium acherusicum	11	5	0.00199	0.00108
Corophium sp.	2	9	0.0009	0.0047
Gammarus sp.		2		0.0065
Microdeutopus sp.	4	29	0.00036	0.00416
Chironomidae indet.	849	614	0.48925	0.29955
Chironomini indet.	27	5	0.01012	0.00632
Hydrobia ulvae	631	2414	1.50298	4.98248
Mytilus edulis	1057	1313	446.1944	676.05492

### Artslister med angivelser af individantal og biomasse

Mariager Fjord 17. oktober - 18. oktober 2000

	Individantal m <sup>2</sup>		Biomasse g tørvægt m <sup>2</sup>	
	MF01	MF02	MF01	MF02
Cardiidae indet.		2		0.00036
Acanthocardia echinata		2		0.05294
Cerastoderma glaucum		4		2.67516
Macoma balthica	13	31	0.15845	1.69702
Macoma calcarea		2		0.0981
Macoma sp.		11		0.00867
Abra alba		2		0.00145
Mya arenaria	9	83	0.29413	16.86685
Mya sp.	5	9	0.01192	0.04047
Corbula gibba	2	2	0.00018	0.00199