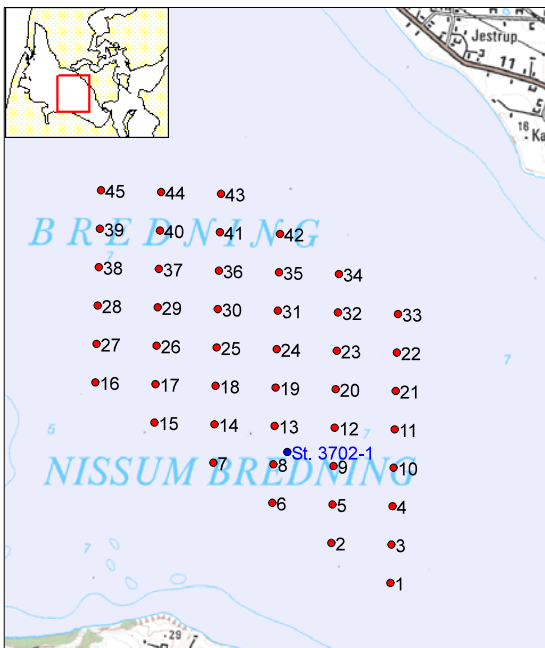


3.2.9 Bundfauna

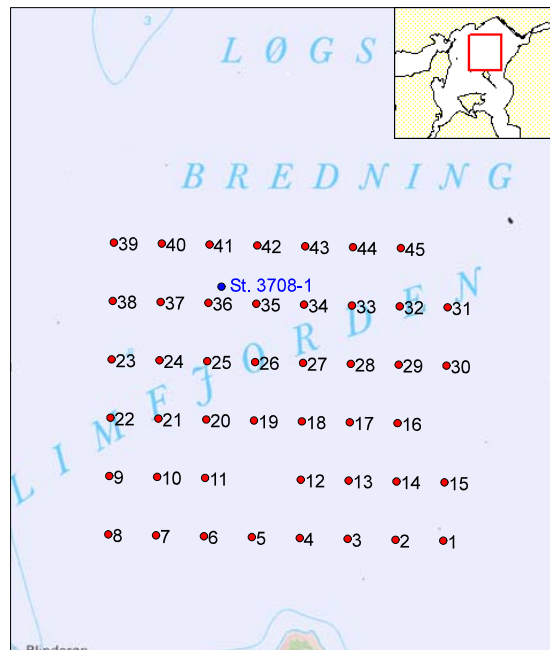
Bundfaunaen i Limfjorden er blevet undersøgt hvert år siden 1978. Stationerne har i hele perioden været beliggende i de dybere dele af bredninger og vige, og undersøgelserne har derfor primært givet resultater for dyrearter knyttet til blød bund. Med en såkaldt "hops" udtages sedimentsøjler med et areal på 0,014 m² og en højde på ca. 20 cm. Prøverne skylles og dyrene, der har levet i eller ovenpå sedimentet sorteres fra til senere analyse. I årene 1998-2001 er undersøgelsen blevet foretaget i seks områder. I Nissum Bredning, Løgstør Bredning og Skive Fjord tages én prøve fra hver af 45 faste stationer. I Visby Bredning, Kås Bredning samt bredningen mellem Agerø og Jegindø tages én prøve fra hver af 20 faste stationer.

I 1978-97 indsamledes 7-10 prøver fra hver af 20-23 stationer fordelt over hele fjorden. På dette "gamle programs" tre hovedstationer i Nissum Bredning, Løgstør Bredning og Skive Fjord er der i 2001 blevet indsamlet 10 prøver. Det er derved for første gang muligt at sammenligne samtidige resultater fra Limfjorden opnået ved den gamle og den nye metode.

Prøverne er alle årene blevet indsamlet i perioden fra slutningen af april til begyndelsen af juni, hvorfor eventuelle iltsvind om sommeren først påvirker det følgende års resultater. I figur 3.2.9.1 – 3.2.9.6 ses kort over de stationer, der blev anvendt i 2001.



Figur 3.2.9.1. Kort over bundfaunastationerne i Nissum Bredning. De 45 stationer afmærket med rødt udgør det nye område, der har været anvendt i 1998-2001. Den blå station blev anvendt i 1978-1997 og igen i 2001.

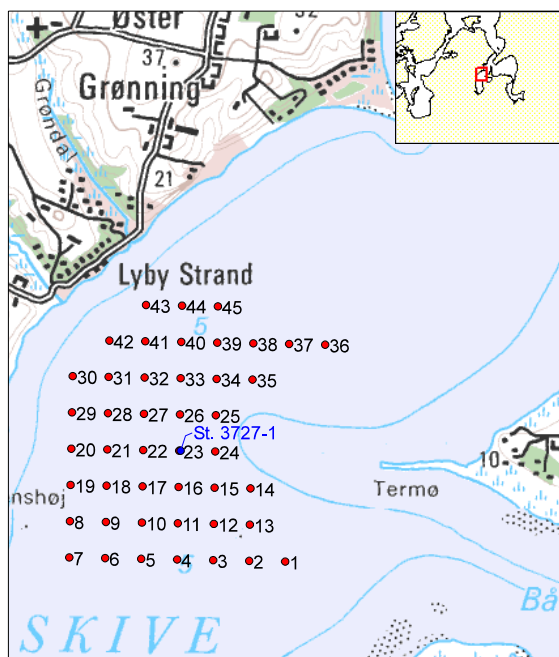


Figur 3.2.9.2. Kort over bundfaunastationerne i Løgstør Bredning. De 45 stationer afmærket med rødt udgør det nye område, der har været anvendt i 1998-2001. Den blå station blev anvendt i 1978-1997 og igen i 2001.

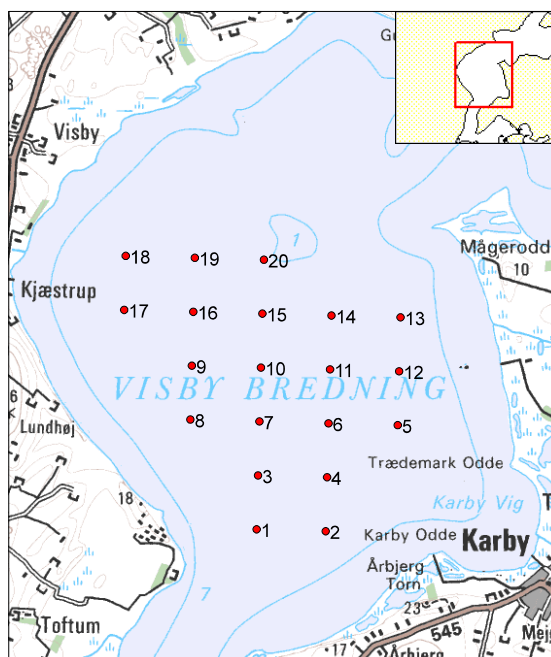
Sedimentstruktur.

Stationerne er i Nissum Bredning beliggende i et siltet/sandet blødbundsområde med dybder fra 5,8 til 6,4 meter. Som følge af hyppig forekomst af store bølgebevægelser, der når til bunden, bliver de mindste partikler i sedimentet jævnlige resuspenderet og for en dels vedkommende aflejret på andre mere rolige steder. Sten forekommer ikke på stationerne, men derimod er store skaller og levende skaldyr levested for en del fauna.

I Løgstør Bredning er stationerne ligeledes beliggende i et siltet blødbundsområde uden sten, men med mange skaller, hvorpå der lever dyr. Dybderne varierer mellem 6,5 og 8,2 meter. På nogle af stationerne er det siltede lag så tyndt, at en del af prøven udgøres af det underliggende lerlag.

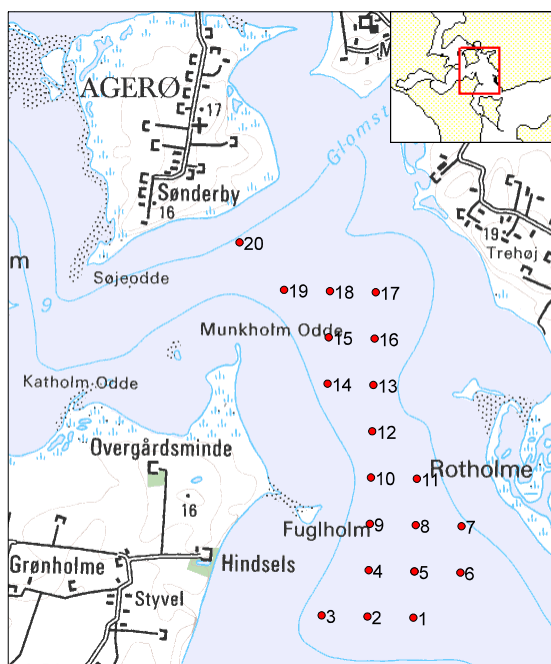


Figur 3.2.9.3. Kort over bundfaunastationerne i Skive Fjord. De 45 stationer afmærket med rødt udgør det nye område, der har været anvendt i 1998-2001. Den blå station blev anvendt i 1978-1997 og igen i 2001.

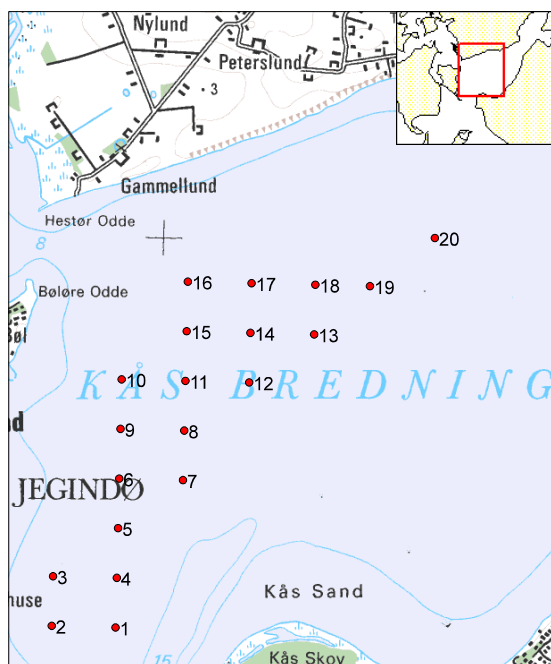


Figur 3.2.9.4. Kort over bundfaunastationerne, der i 1998-2001 har været anvendt i Visby Bredning.

Stationerne i Skive Fjord ligger i et siltet blødbundsområde uden sten. Skaller af blåmuslinger og sandmuslinger samt levende blåmuslinger udgør et fast substrat for visse dyr. Dybden på stationerne ligger i intervallet 3,9 – 5,1 meter.



Figur 3.2.9.5. Kort over bundfaunastationerne, der i 1998-2001 har været anvendt i Agerøområdet.



Figur 3.2.9.1. Kort over bundfaunastationerne, der i 1998-2001 har været anvendt i Kås Bredning.

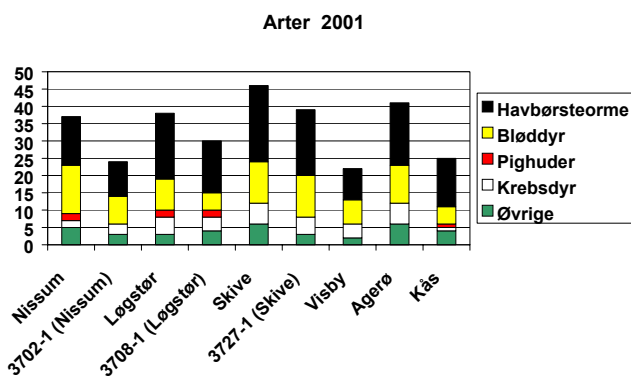
I Visby Bredning ligger stationerne ligeledes i et siltet blødbundsområde uden sten, men med en del skaller. Dybderne ligger i intervallet 5,9 til 7,2 meter.

Stationerne i bredningen syd for Agerø ligger i et blødbundsområde, hvor bunden er meget siltet og skallerne få. Dybderne varierer mellem 3,8 og 4,6 meter.

I Kås Bredning er stationerne placeret i den vestlige del i dybdeintervallet 4,2-5,0 meter. Dette valg blev gjort for at give bedst mulighed for sammenligning med Agerø-området. Området er uden sten og med varierende tykkelse af det siltede lag. Visse steder udgøres en del af prøven af det underliggende lerlag.

Arter, tætheder og biomasse i 2001.

Der er ved undersøgelsen i 2001 i alt registreret 85 arter. I de ni områder/hovedstationer fandtes fra 22 til 46 arter (figur 3.2.9.7). Artsantallene er ikke umiddelbart sammenlignelige, da prøveantallet ikke er det samme i alle områderne (se teksten under figur 3.2.9.7). Antallet af registrerede arter stiger, når prøveantallet øges. Dette skyldes, at der i alle områderne lever en del arter med ringe tæthed, hvorfor et forøget prøveantal giver større sandsynlighed for registrering.



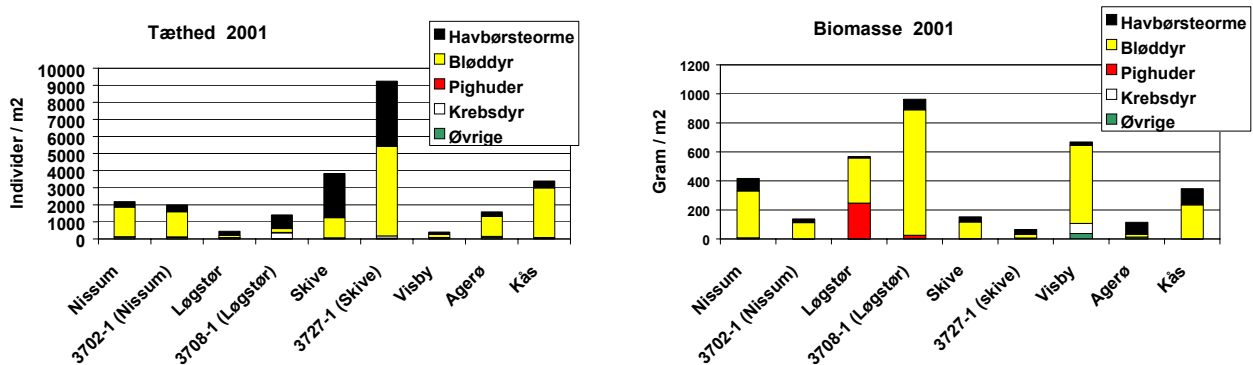
Figur 3.2.9.7. Det totale antal bunddyrarter, samt artsantallene af havbørsteorme, bløddyr, pighuder, krebsdyr og øvrige i prøverne fra de ni undersøgte områder/hovedstationer. Artsantallet påvirkes af prøveantallet, og det skal derfor bemærkes, at der blev taget 45 prøver i områderne Nissum, Løgstør og Skive, 20 prøver i områderne Visby, Agerø og Kås, samt 10 prøver på hovedstationerne 3702-1, 3708-1 og 3727-1.

Idet der tages hensyn til prøveantallene i områderne/hovedstationerne, kan artsdiversiteterne karakteriseres som høje i Skive Fjord området (46 arter), Agerø-området (41 arter) og Skive hovedstation (39 arter). I de øvrige seks områder/hovedstationer var artsantallene mere moderate, men ingen kan karakteriseres som lave.

De moderate til høje artsantal i de ni områder/hovedstationer hænger blandt andet sammen med vandkvaliteten i sommeren 2000, hvor der ikke forekom alvorligt iltsvind i Limfjorden. Der var iltsvind i Skive Fjord, Lovns Bredning, Risgårde Bredning, Thisted Bredning og Dragstrup Vig, men varigheden var ikke over 2 uger. Kun i et par områder kom iltindholdet under 0,5 mg/l, og der blev ikke registreret frigivelse af svovlbrinte fra sedimentet. Bundfaunastationer uden for iltsvindsområderne blev i sommeren 2000 således ikke påvirket af tilførsel af svovlbrinteholdigt vand fra iltsvindsområderne. En sådan tilførsel har i andre år ramt bundfaunaen i Løgstør Bredning, Visby Bredning og Agerø-området. De relativt gode iltforhold i sommeren 2000 hang sammen med korte perioder med lagdeling og lave algebiomasser.

Af figur 3.2.9.7 bemærkes i øvrigt, at antallet af arter i prøverne fra hovedstationerne i Nissum, Løgstør og Skive i alle tilfælde var lavere end antallet fra områderne i de samme bredninger. Dette svarer til forventningerne om, at et forøget prøveantal giver et større antal arter. Tolkning af artsdiversitet tilbage i tiden er således problematisk efter metodeskiftet i 1998.

Tæthederne i de ni områder/hovedstationer varierede stærkt (figur 3.2.9.8). Meget høj tæthed registreredes på hovedstationen i Skive Fjord (9240 individer/m²), og tætheden var ligeledes høj i Skive Fjord området (3831 individer/m²) og i Kås Bredning (3388 individer/m²). Forholdsvis høje tætheder fandtes i Nissum området, Nissum hovedstation, Agerø-området og Løgstør hovedstation. De laveste tætheder registreredes i Visby Bredning (406 individer/m²) og Løgstør området (451 individer/m²).



Figur 3.2.9.8. De totale tætheder og biomasser af bunddyr, samt tæthederne og biomasserne af havbørsteorme, bløddyr, pighuder, krebsdyr og øvrige, i de seks undersøgte områder og på de tre hovedstationer i 2001.

Biomasserne i de ni områder/hovedstationer var af meget forskellig størrelse i 2001, men størst på Løgstør hovedstation, i Visby Bredning og i Løgstør området (figur 3.2.9.8). Store blåmuslinger, *Mytilus edulis* var almindeligst på netop de tre lokaliteter, der samtidig havde de laveste tætheder. Årsagen til dette sammenfald er ikke kendt, men muslingefiskeri, der foregår med skrabende redskaber, kan have haft betydning (Dolmer og Frandsen, 2001).

Tabel 3.2.9.1 viser hvilke arter, der udgjorde mindst 10 % af enten tætheden eller biomassen i de enkelte områder/hovedstationer. Muslingen *Mysella bidentata* forekom ligesom i 2000 i stort antal i flere bredninger og blåmusling, *M. edulis* var atter den art, der flest steder havde størst betydning for stofomsætningen. Havbørsteormen *Caulleriella sp.* og hampefrømusling, *Corbula gibba* forekom i meget store tætheder i Skive Fjord.

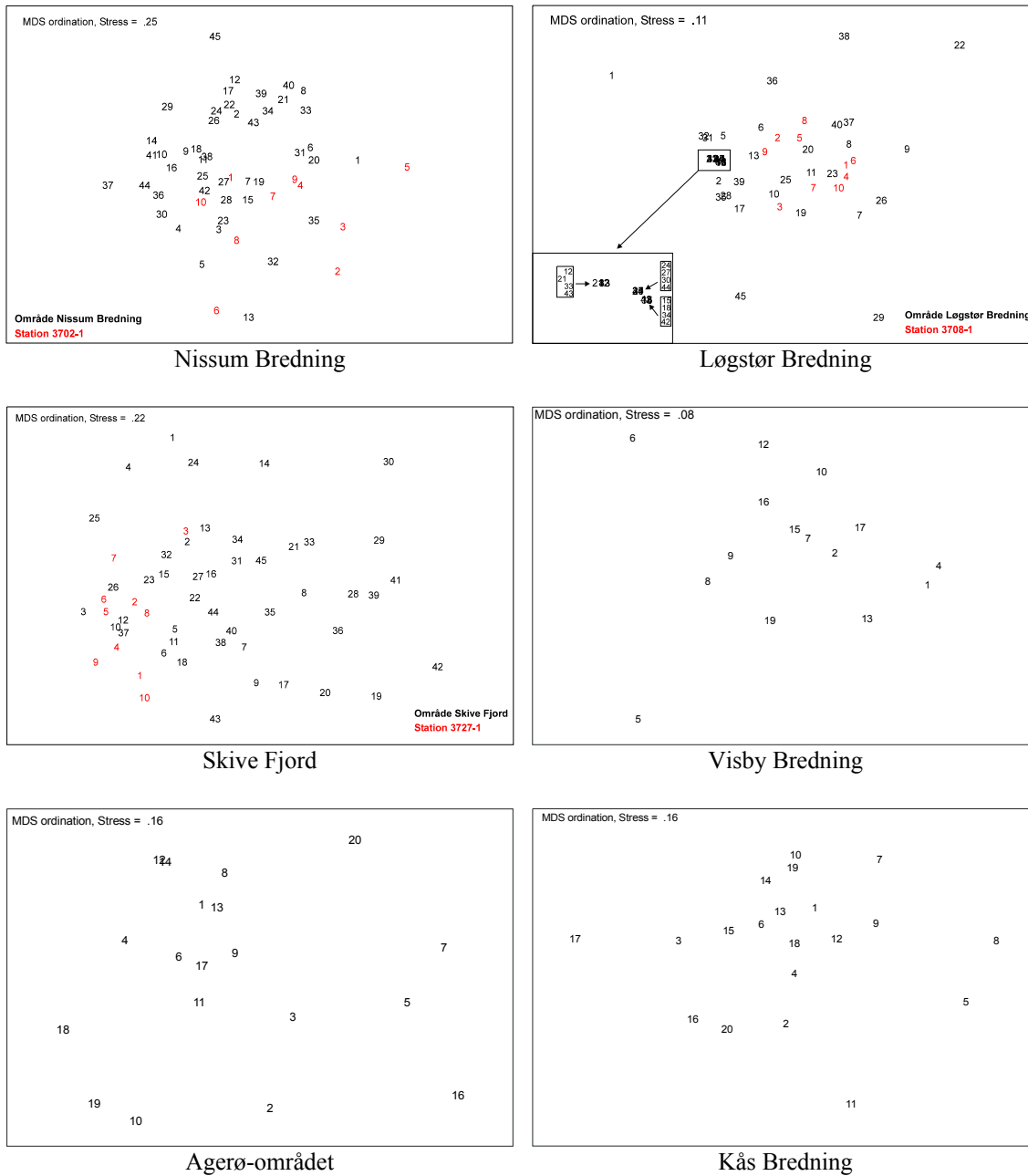
	Nis- sum omr.	Nis- sum 3702-1	Løg- stør omr.	Løg- stør 3708-1	Skive omr.	Skive 3727-1	Visby	Agerø	Kås
<i>Caulleriella sp.</i> , tæthed					1562	1841			
<i>Neanthes succinea</i> , tæthed							53		
<i>Neanthes succinea</i> , biomasse						15			
<i>Neanthes virens</i> , biomasse	80							61	87
<i>Nephtys hombergii</i> , tæthed			100	252					
Havbørsteorme, tæthed	320	399	235	791	2593	3815	137	259	399
Havbørsteorme, biomasse	86	26	9	72	35	34	24	83	112
<i>Corbula gibba</i> , hampefrømusling, tæthed					784	4151			
<i>Corbula gibba</i> , hampefrømusling, biom.						11			
<i>Crepidula fornicata</i> , tøffelsnegl, biomasse		105		142					
<i>Mya arenaria</i> , sandmusling, biomasse							141		220
<i>Mysella bidentata</i> , tæthed	1601	1358					95	1075	2867
<i>Mytilus edulis</i> , blåmusling, tæthed			64				49		
<i>Mytilus edulis</i> , blåmusling, biomasse			266	720	107		346		
<i>Venerupis pullastra</i> , tæppebusling, biom.	187								
Bløddyr, tæthed	1733	1470	134	231	1170	5250	193	1166	2908
Bløddyr, biomasse	323	112	311	864	115	24	537	17	233
<i>Carcinus maenas</i> , strandkrabbe, biomasse							70		
<i>Corophium insidiosum</i> , slikkrebs, tæthed							46		
<i>Microdeutopus spp.</i> , tæthed			67	329					
Krebsdyr, tæthed	6	21	68	336	25	126	67	60	25
Krebsdyr, biomasse	0	0	0	1	0	1	70	1	0
<i>Asterias rubens</i> , alm. søstjerne, biomasse			244						
Pighuder, tæthed	8	0	5	28	0	0	0	0	7
Pighuder, biomasse	0	0	247	22	0	0	0	0	1
<i>Asciidiella aspersa</i> , biomasse								11	
Øvrige dyregrupper, tæthed	120	98	9	14	44	49	11	91	49
Øvrige dyregrupper, biomasse	7	0	0	3	1	6	37	13	0
Total tæthed	2187	1988	451	1400	3831	9240	406	1575	3388
Total biomasse	417	138	568	962	152	64	668	114	346

Tabel 3.2.9.1. Den gennemsnitlige individtæthed (individer/m²) og biomasse (gram/m²) i de ni områder/hovedstationer. Ud over totaler ses andelen af havbørsteorme (Polychaeta), bløddyr (Mollusca), krebsdyr (Crustacea), pighuder (Echinodermata) og ”øvrige”, samt arter/taxa, der udgjorde mindst 10 % af enten individerne eller biomassen i et område.

MDS-analyse

For hvert område er tæthederne af de enkelte bunddyrarter i prøverne blevet analyseret ved en såkaldt MDS-ordination (MultiDimensional Scaling), hvor prøver med høj similaritet afbildes nær hinanden. Resultatet af analysen ses i figur 3.2.9.10. MDS-plottet fra Nissum Bredning har en høj stress-værdi på 0,25, hvorfor det skal tolkes med forsigtighed. Den høje stressværdi hænger sammen med inhomogenitet prøverne imellem. Det bemærkes, at hovedparten af prøverne udviser en svag tendens til at samle sig i to grupper. MDS-analyserne fra Nissum Bredning i årene 1998-2000 udviste ikke denne tendens, og samlet er der derfor ikke tegn på, at stationsområdet i Nissum Bredning kan underinddeles i flere områder med hvert sit karakteristiske bundfaunasamfund.

MDS-plottet fra Løgstør Bredning placerer hovedparten af prøverne, herunder også prøverne fra hovedstationen, i en central gruppe. Inden for denne gruppe er 12 prøver praktisk talt placeret oven i hinanden, hvilket skyldes, at deres eneste indhold var 1-3 individer af havbørsteormen *Nephtys hombergii*. I periferien af den store gruppe findes 6 prøver, der adskiller sig i deres faunasammensætning. Plottet har en lav stressværdi på 0,11.



Figur 3.2.9.10. MDS-ordinationer på baggrund af 4-rodstransformerede individtætheder af de enkelte arter i prøverne fra de seks områder. Prøver uden dyr udeladt.

Analysen af prøver fra Skive Fjord har en høj stress-værdi på 0,22. Hovedparten af prøverne placerer sig i en lidt diffus gruppe, med prøverne fra hovedstationen i udkanten. I Visby Bredning placerer hovedparten af prøverne sig ligeledes i en diffus gruppe, men her er stress-værdien lav, 0,08. Prøverne fra Agerøområdet placere sig meget spredt i plottet, og stress-værdien er med 0,16 hverken lav eller høj. I Kås Bredning er stress-værdien ligeledes 0,16; men her placerer hovedparten af prøverne sig i en relativt tæt central gruppe. Ligesom for Nissum Bredning giver MDS-analysen for de øvrige fem bredninger ikke anledning til underinddeling af bredninger i områder med adskilte karakteristiske bundfaunasamfund.

Bray-Curtis lighedsværdierne inden for prøverne fra de ni områder/hovedstationer, giver i sig selv mere information end de MDS-plots, de giver anledning til. I tabel 3.2.9.2 er de ni

områder/hovedstationer opstillet efter faldende gennemsnitlig procentvis lighed mellem de enkelte prøver. Den minimale og maksimale lighedsværdi mellem to prøver fra området/hovedstationen ses samtidig. I 2001 var bundfaunaen klart mest ensartet på hovedstationen i Skive Fjord, mens Visby Bredning skilte sig ud i den anden ende. I Løgstør området var nogle prøver helt forskellige, mens andre var helt identiske. De gennemsnitlige Bray-Curtis lighedsværdier viser, at bundfaunaen varierer meget mellem stationerne i Visby Bredning, Løgstør området og Agerø-området.

Bray-Curtis lighedsværdier i %			
	Gennemsnit	Minimum	Maksimum
Skive hovedstation, 3727-1	62	44	78
Kås Bredning	53	16	84
Nissum området	52	18	97
Nissum hovedstation, 3702-1	49	17	73
Skive området	49	10	83
Løgstør hovedstation, 3708-1	47	27	82
Agerø-området	37	11	82
Løgstør området	32	0	100
Visby Bredning	24	0	80

Tabel. 3.2.9.2. Gennemsnitlige, minimale og maksimale Bray-Curtis lighedsværdier indenfor prøverne fra de ni områder/hovedstationer. Lighedsværdierne er udregnet på basis af 4-rods-transformerede individtætheder.

Udviklingen i individtæthed og biomasse, 1978-2001.

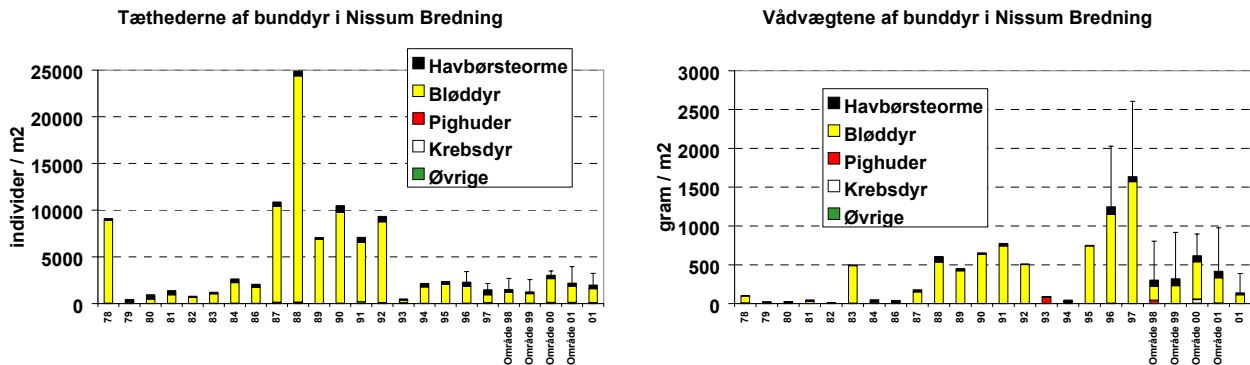
Nissum Bredning.

Bundfaunaen i Nissum Bredning udviste i 2001 flere ligheder med forholdene de foregående år. Den lille musling, *Mysella bidentata* var for fjerde år i træk arten med størst tæthed, og den almindeligste havbørsteorm var for tolvte år i træk *Nephtys hombergii*. Tætheden i Nissum områdets 45 prøver (2187 individer/m²) og i Nissum hovedstations 10 prøver (1988 individer/m²) var af samme størrelse som i området 1998-2000 og på hovedstationen i 1994-1997 (figur 3.2.9.11). De store udsving gennem tiden i tæthed skyldes primært antallet af hampefrømuslinger, *Corbula gibba* og i mindre grad hvide pebermuslinger, *Abra alba* og muslinger af arten *M. bidentata*. Udsvingene afspejler en kombination af antallet af muslingelarver, der har held til at etablere sig, og predationstrykket på arterne. En parret t-test viser, at tætheden i Nissum området i 2001 var signifikant lavere end i 2000 og signifikant højere end i 1999 og 1998 (tabel 3.2.9.3).

Som følge af en pæn bestand af store individer af tæppemusling, *Venerupis pullastra*, andre bløddyrarter og havbørsteormen *Neanthes virens* var biomassen høj (417 gram/m²) i Nissum området i 2001 (figur 3.2.9.11). På hovedstationen var der en væsentligt mindre biomasse (138 gram/m²), som primært bestod af tøffelsnegle, *Crepidula fornicata*. I årene 1995-97 var der stor biomasse af almindelige hjertemuslinger, *Cerastoderma edule*. Udsvingene i bestandene vurderes til at være naturlige. Forskellene på biomasserne i Nissum området i 2001 og i årene 1998-2000 er ikke signifikante (tabel 3.2.9.3).

Prøvetagningen i 2001 i såvel området med de 45 stationer, som har været anvendt siden 1998 og på hovedstationen, 3702-1, der blev anvendt i 1978-1997, giver for første gang mulighed for at vurdere effekterne af metodeskiftet, på samtidige resultater fra bredningen. I dette tilfælde gav de to metoder ensartede tætheder, men derimod udgjorde biomassen opgjort efter den gamle metode blot 33 % af biomassen opgjort efter den nye metode. En så stor forskel på resultater opnået efter prøvetagning på den samme dato viser med al tydelighed, at sammenligning tilbage i tiden er meget

vanskelig efter metodeskiftet. Med hensyn til uoverensstemmelsen mellem biomasserne i Nissum opgjort efter de to metoder, må det antages, at den nye metode, der dækker et område på mange km², giver de resultater, der bedst svarer til bredningen som helhed. Den gamle metode gav til sammenligning resultater fra prøver taget ved en enkelt opankring.



Figur 3.2.9.11. Udviklingen i bunddyrenes tæthed og biomasse i Nissum Bredning. I årene 1978-1997 blev faunaen undersøgt med flere prøver fra én station og prøver med mange blåmuslinger blev kasseret. I 1998-2001 blev faunaen undersøgt med enkeltprøver fra 45 nye stationer og prøver med mange blåmuslinger blev ikke kasseret. I 2001 blev der tillige taget prøver fra den gamle hovedstation uden kassering af ”blåmuslingeprøver”. Standardafvigelsen er afbildet for årene 1996-2001.

Nissum	Antal individer/m ²				Vådvægt, gram/m ²			
	1998	1999	2000	2001	1998	1999	2000	2001
Gennemsnit	1495	1249	2938	2103	304	317	610	410
Parret t-test	2001>1998	2001>1999	2001<2000		2001>1998	2001>1999	2001<2000	
Signifikans-niveau (p)	0,033 *	0,004 *	0,016 *		0,169	0,215	0,248	

Tabel 3.2.9.3. Resultaterne af parrede t-tester af tætheden og biomassen i prøverne fra Nissum områdets 45 stationer i 2001 sammenlignet med de tre tidligere år. Signifikante p-værdier er markeret med *.

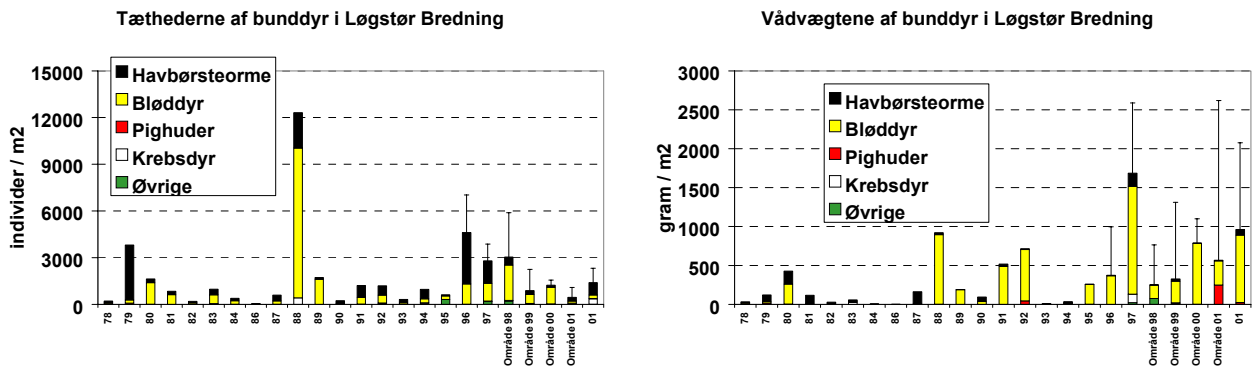
De 45 prøver fra Nissum området indeholdt i 2001 i alt 37 arter, heriblandt jomfruøsters, *Chlamys varia*, der ikke tidligere er blevet registreret i forbindelse med bundfauna-programmet. I 1998-2000 registreredes 33, 31 og 49 arter, og der er således tale om en stor artsdiversitet i området. På baggrund af de pæne artsantal, tætheder og biomasser vurderes bundfaunaforholdene i Nissum Bredning at være tilfredsstillende.

Løgstør Bredning.

Tæthederne har været meget svingende gennem tiden i Løgstør Bredning (figur 3.2.9.12). Efter høje tætheder i 1996-98 faldt tætheden i 1999 som følge af iltsvind. I 2001 var tætheden meget ringe på de 45 stationer, mens der var en pæn tæthed på den gamle hovedstation. Tætheden opgjort efter den nye metode udgjorde blot 32 % af tætheden opgjort efter den gamle metode. Årsagen til den ringe tæthed i området er ikke kendt, men muslingefiskeri kan have haft betydning. Undersøgelser udført af Danmarks Fiskeriundersøgelser viser negative korttidseffekter på bundfaunaen i forbindelse med muslingeskrabning (Dolmer og Frandsen, 2001) I såvel området som på hovedstationen var de almindeligste bunddyr i 2001 havbørsteormene *Nephtys hombergii* og *Harmathoe spp.*, tangloppen *Microdeutopus sp.* og blåmuslingen, *Mytilus edulis*. Tætheden i Løgstør området i 2001 var signifikant lavere end tæthederne i 1998-2000 (tabel 3.2.9.4).

Biomassen har også vist store udsving siden starten af undersøgelserne i 1978 (figur 3.2.9.12). Fra 1995 til 2001 har der imidlertid hvert år været en god biomasse i bredningen. I 2001 var der især tale om blåmuslinger, *M. edulis* og tøffelsnegle, *Crepidula fornicata* samt en enkelt meget stor alm.

søstjerne, der udgjorde hele 43 % af den samlede biomasse i prøverne fra området. Blåmuslinger har siden undersøgelsesernes start i 1978 været det bunddyr, der betød mest for stofomsætningen i bredningen, og biomassefiguren 3.2.9.12 er stærkt påvirket af, at prøver med mange store blåmuslinger blev kasseret ved indsamlingerne i 1978-97. Forskellene på biomasserne i Løgstør området i 2001 og i årene 1998-2000 er ikke signifikante (tabel 3.2.9.4).



Figur 3.2.9.12. Udviklingen i bunddyrenes tæthed og biomasse i Løgstør Bredning. I årene 1978-1997 blev faunaen undersøgt med flere prøver fra én station og prøver med mange blåmuslinger blev kasseret. I 1998-2001 blev faunaen undersøgt med enkeltprøver fra 45 nye stationer og prøver med mange blåmuslinger blev ikke kasseret. I 2001 blev der tillige taget prøver fra den gamle hovedstation uden kassering af ”blåmuslingeprøver”. Standardafvigelsen er afbildet for årene 1996-2001.

Løgstør	Antal individer/m ²				Vådvægt, gram/m ²			
	1998	1999	2000	2001	1998	1999	2000	2001
Gennemsnit	2826	876	1224	446	174	326	788	568
Parret t-test	2001<1998	2001<1999	2001<2000		2001>1998	2001>1999	2001<2000	
Signifikans-niveau (p)	0,000 *	0,015 *	0,008 *		0,099	0,178	0,284	

Tabel 3.2.9.4. Resultaterne af parrede t-tester af tætheden og biomassen i prøverne fra Løgstør områdets 45 stationer i 2001 sammenlignet med de tre tidligere år. Signifikante p-værdier er markeret med *.

Om Løgstør Bredning kan det samlet konstateres, at iltsvind og muslingefiskeri påvirker mængden og sammensætningen af bundfaunaen. Perioden 1995-2001 synes dog mere stabil end perioden 1978-1994, hvor der flere gange var en ganske ringe tæthed og biomasse. Bundfaunaforholdene i bredningen kan således betegnes forbedrede, men ikke tilfredsstillende.

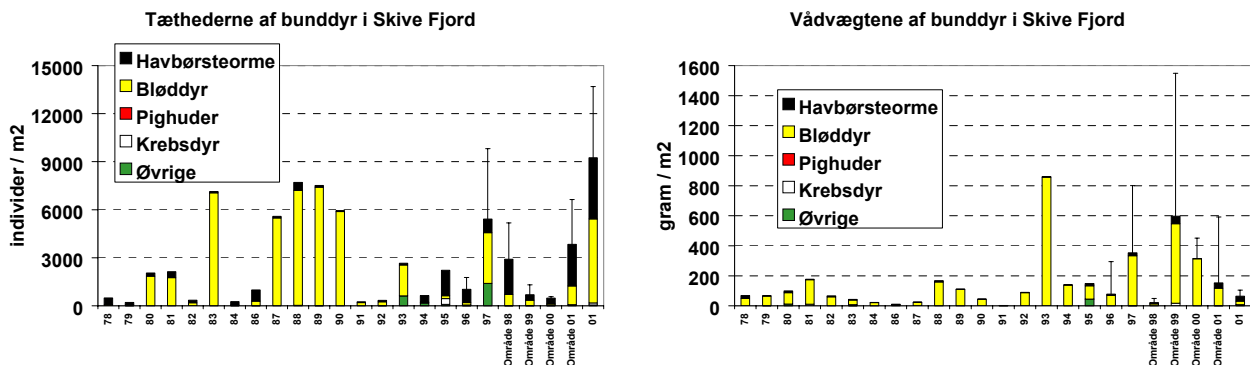
Ligesom for Nissum Bredning viser resultaterne, at metodeskiftet i 1998 gør sammenligning tilbage i tiden meget vanskelig. Det må antages, at resultaterne opnået ved metoden med de 45 stationer i et mange km² stort område er mere nøjagtig end den tidligere metode, der gav resultater fra en enkelt station.

Skive Fjord.

Efter et par år med meget lave tætheder af bunddyr registreredes meget høj tæthed (9240 individer/m²) på den gamle hovedstation, 3727-1 og temmelig høj tæthed (3831 individer/m²) i området med de 45 stationer (figur 3.2.9.13). Hyppigste arter i 2001 var ved begge metoder hampefrømusling, *Corbula gibba*; havbørsteormen *Caulleriella sp.*; havbørsteormene *Polydora spp.* og blåmusling, *M. edulis*.

Store udsving i tæthederne fra år til år kendetegner hele undersøgelsesperioden fra starten i 1978. De meget høje tætheder af bunddyr i årene 1983 og 1987-90 skyldtes masseforekomst af dyndsnegle, *Hydrobia sp.*, som har store sprednings- og forplantningsevner, og derfor er gode til at

kolonisere områder, der har været ramt af iltsvind. Dyndsnegle, nematoder og blåmuslinger var talrige i 1997, hvor meget høj tæthed sidst registreredes. En t-test viser, at tætheden i Skive området i 2001 var signifikant højere end tæthederne i 1998-2000 (tabel 3.2.9.5).



Figur 3.2.9.13. Udviklingen i bunddyrenes tæthed og biomasse i Skive Fjord. I årene 1978-1997 blev faunaen undersøgt med flere prøver fra én station og prøver med mange blåmuslinger blev kasseret. I 1998-2001 blev faunaen undersøgt med enkeltprøver fra 45 nye stationer og prøver med mange blåmuslinger blev ikke kasseret. I 2001 blev der tillige taget prøver fra den gamle hovedstation uden kassering af ”blåmuslingeprøver”. Standardafvigelsen er afbildet for årene 1996-2001.

Skive	Antal individer/m ²				Vådvægt, gram/m ²			
	1998	1999	2000	2001	1998	1999	2000	2001
Gennemsnit	2907	688	524	3813	21	597	315	151
Parret t-test	2001>1998	2001>1999	2001>2000		2001>1998	2001<1999	2001<2000	
Signifikans-niveau (p)	0,049 *	0,000 *	0,000 *		0,026 *	0,004 *	0,139	

Tabel 3.2.9.5. Resultaterne af parrede t-tester af tætheden og biomassen i prøverne fra Skive områdets 45 stationer i 2001 sammenlignet med de tre tidligere år. Signifikante p-værdier er markeret med *.

Biomassen har været meget varierende i fjorden gennem tiden (figur 3.2.9.13). I 2001 registreredes en temmelig lav biomasse (64 gram/m²) på hovedstationen og en noget større biomasse på områdets 45 stationer (152 gram/m²). Den målte biomasse i Skive området i 2001 var ikke signifikant lavere end i 2000, men derimod signifikant højere end i 1998 og lavere end i 1999 (tabel 3.2.9.5).

De store forskelle mellem resultaterne af undersøgelserne i 2001 i Skive området og på hovedstationen understreger problemerne ved metodeskift. Den nye metode med mange stationer må antages at give det bedste bud på forholdene i fjorden.

Blåmusling, *M. edulis* der er den vigtigste art gennem tiden, udgjorde 70 % af biomassen i området i 2001. De høje biomasser i 1993, 1997 og 1999 skyldtes ligeledes blåmuslinger. I årene 1978-1997 anvendtes en metodik, hvor prøver med store blåmuslinger blev taget om, hvorfor visse prøver i 1993 og 1997 eventuelt burde være kasseret. Biomasser af andre bunddyrarter har sjældent været høje i fjorden. Sandmuslingen, *Mya arenaria* er en undtagelse, men den pæne bestand, der registreredes i 1999, blev udslettet af iltsvindet få måneder senere. 2001 afveg fra de foregående år ved en forholdsvis stor biomasse af havbørsteorme. Der var mange arter i prøverne, men de store arter *Neanthes succinea* og *N. virens* bidrog med over halvdelen af biomassen.

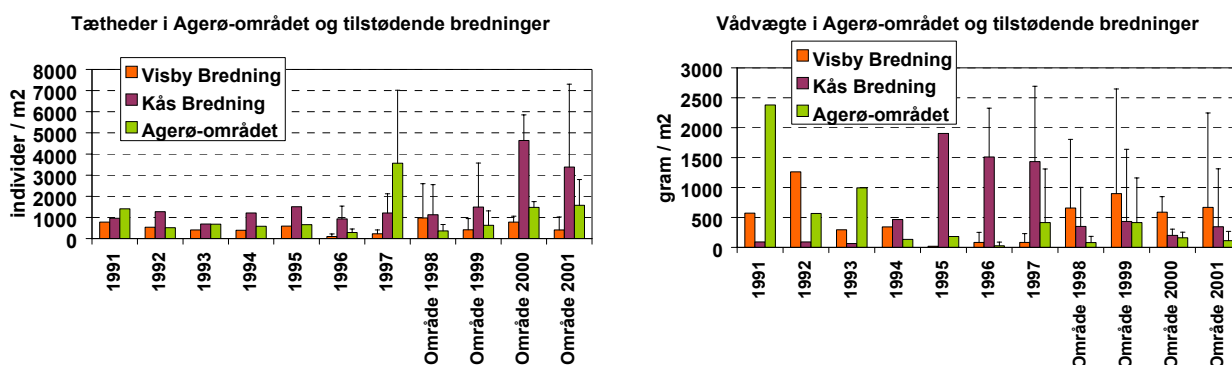
Dyrelivet på bunden af Skive Fjord har vist sig at være præget af ustabilitet. Jævnlig iltsvind med svovlbrinte-frigivelse er givet den vigtigste årsag hertil. De unaturligt hyppige iltsvind skyldes en for stor tilførsel af næringsstoffer fra oplandet. Muslingefiskeriet er til tider intenst i fjorden. Bundfaunaforholdene i fjorden er utilfredsstillende. For 2001 skal fremhæves en usædvanlig høj artsdiversitet med 46 arter registreret i området.

Visby Bredning, Agerøområdet og Kås Bredning.

I 1988 blev Agerø-området lukket for muslingefiskeri, og siden 1991 er bundfaunaen i området blevet undersøgt årligt. I de tilstødende områder Kås og Visby bredninger, hvor muslingefiskeri er tilladt, har indsamlinger været foretaget årligt siden 1978. Bundfaunaen er i perioden 1998-2001 undersøgt med enkeltprøver fra 20 stationer spredt over bredningerne (figur 3.2.9.4 – 3.2.9.6), mens der tidligere blev taget 10 prøver på faste stationer i de tre områder.

Der er store sammenfald i artslisterne for de tre områder, og samtidig er det karakteristisk, at mange af arterne ikke registreres hvert år. Der er således store forskelle fra år til år i de tre bredninger. Den væsentligste forskel på bundfaunaen i de tre områder i de seneste år er forekomsten af betydelige mængder af blåmuslinger, *M. edulis* i Visby Bredning. På og blandt blåmuslingerne lever adskillige andre dyrearter. I Kås Bredning og i Agerø-området har der i 1998-2001 ikke været store mængder blåmuslinger. I Agerø-området var dette derimod tilfældet i starten af 1990'erne.

Der ses store udsving i den totale tæthed i de tre områder i 1991-2001 (figur 3.2.9.14). Danske bundfaunadata fra starten af 1900-tallet viser, at væsentlige udsving i de enkelte arters tæthed er naturligt forekommende. Tætheden har i årene 1991-99 været mest ensartet i Kås Bredning, men i 2000-01 sås en voldsom stigning som følge af stor forekomst af muslingen *Mysella bidentata*. Samme art var i Agerø-området årsag til den forøgede tæthed i 2000-01 sammenlignet med 1998-99. Årsagen til *M. bidentata*'s fremgang er sandsynligvis, at dens ynglesucces har været så stor, at predatorerne, især de store havbørsteorme *Neanthes virens*, ikke har kunnet holde den nede. Den store tæthed i Agerø-området i 1997 udgjordes til dels også af *M. bidentata*, men herudover tillige af hvid pebermusling, *Abra alba*; hampefrømusling, *Corbula gibba*; blåmusling, *M. edulis* samt mindre havbørsteorme af flere arter.



Figur 3.2.9.14. Tæthederne og vådvægtene af bunddyr i Visby Bredning, Kås Bredning og Agerø-området 1991-2001. I perioden 1991-97 er faunaen undersøgt på faste stationer i de områder, hvor der i 1998-2001 er taget nye stationsnet i brug. Indtil 1997 kasseredes hovedparten af prøver med mange store blåmuslinger. Standardafvigelse er angivet for årene 1996-2001.

I perioden 1991-2001 har tætheden i ni tilfælde været større i Kås Bredning end i de to øvrige områder. I de resterende to indsamlinger var tætheden størst i Agerø-området. Dette stemmer overens med det øvrige indtryk af miljøkvaliteten i de tre områder. Visby Bredning har med sine jævnlige iltsvind de dårligste livsbetingelser for en varieret bundfauna. Agerø-området modtager hovedparten af sit vand fra nord, og præges i perioder med iltsvind i Thisted og Visby bredninger af den dårlige vandkvalitet i disse områder. I Kås Bredning er vandudskiftningen væsentlig større, og iltsvind opstår ikke.

De parrede t-tester (tabel 3.2.9.6) viser at tætheden i 2001 i Visby området ikke adskilte sig signifikant fra årene 1998-2000. I Kås området var tætheden i 2001 signifikant lavere end i 2000 og signifikant højere end i 1998 og 1999 (tabel 3.2.9.7). Endelig adskilte tætheden i Agerø-området i 2001 sig ikke signifikant fra tætheden i 2000, men den var signifikant højere end i 1998 og 1999 (tabel 3.2.9.8).

Visby	Antal individer/m ²				Vådvægt, gram/m ²			
	1998	1999	2000	2001	1998	1999	2000	2001
Gennemsnit	976	420	791	399	658	899	590	632
Parret t-test	2001<1998	2001<1999	2001<2000		2001<1998	2001<1999	2001>2000	
Signifikans-niveau (p)	0,080	0,456	0,078		0,477	0,316	0,459	

Tabel 3.2.9.6. Resultaterne af parrede t-tester af tætheden og biomassen i prøverne fra Visby områdets 20 stationer i 2001 sammenlignet med de tre tidligere år. Signifikante p-værdier er markeret med *.

Kås	Antal individer/m ²				Vådvægt, gram/m ²			
	1998	1999	2000	2001	1998	1999	2000	2001
Gennemsnit	1109	1480	4648	3384	324	394	170	346
Parret t-test	2001>1998	2001>1999	2001<2000		2001>1998	2001<1999	2001>2000	
Signifikans-niveau (p)	0,033 *	0,004 *	0,016 *		0,468	0,448	0,226	

Tabel 3.2.9.7. Resultaterne af parrede t-tester af tætheden og biomassen i prøverne fra Kås områdets 20 stationer i 2001 sammenlignet med de tre tidligere år. Signifikante p-værdier er markeret med *.

Agerø	Antal individer/m ²				Vådvægt, gram/m ²			
	1998	1999	2000	2001	1998	1999	2000	2001
Gennemsnit	364	630	1466	1550	81	415	120	101
Parret t-test	2001>1998	2001>1999	2001>2000		2001>1998	2001<1999	2001<2000	
Signifikans-niveau (p)	0,000 *	0,005 *	0,387		0,335	0,041 *	0,411	

Tabel 3.2.9.8. Resultaterne af parrede t-tester af tætheden og biomassen i prøverne fra Agerø-områdets 20 stationer i 2001 sammenlignet med de tre tidligere år. Signifikante p-værdier er markeret med *.

Biomassernes størrelse i de tre områder udviser endnu større udsving i perioden 1991-2001 end tæthederne (figur 3.2.9.14). De store biomasser i Kås Bredning i 1995-97 skyldes forekomst af mange almindelige hjertemuslinger, *Cerastoderma edule*, mens biomassens størrelse i de to andre områder hænger sammen med forekomsten af blåmuslinger, *M. edulis*. Arter der bidrog væsentligt til biomasserne i 2001 i de tre bredninger var således blåmuslinger i Visby Bredning, sandmuslinger, *M. arenaria* i Kås og Visby bredninger og havbørsteorme af arten *Neanthes virens* i Kås Bredning og Agerø-området.

Biomasserne i Visby og Kås områderne i 2001 adskilte sig ikke signifikant fra biomasserne i 1998-2000 (tabel 3.2.9.6 og tabel 3.2.9.7). I Agerø-området var biomassen i 2001 signifikant lavere end i 1999, mens den ikke adskilte sig signifikant fra biomasserne i 2000 og 1998 (tabel 3.2.9.8).

De ti års indsamlinger i Agerø-området har ikke vist en udvikling i bundfaunaen, der adskiller den fra udviklingen i de tilstødende bredninger. Tætheder, biomasser og artsantal svinger indenfor de samme værdier i de tre områder. Bundfaunaforholdene er dog som følge af det store vandskifte mere stabile i Kås Bredning. Undersøgelser udført af Danmarks Fiskeriunder-søgelser viser, at epifaunaen, der lever på sten, skaller og vegetation, påvirkes negativt af skrabende redskaber (Dolmer og Hoffmann, 2000). Limfjordsovervågningens prøver omfatter især infauna, der er knyttet til den bløde bund, og i mindre grad epifauna. Det skal samtidig understreges, at de sten muslingefiskeri fjernede fra bredningen før lukningen af området selvsagt ikke kommer igen. Mængden af store skaller fra bløddyr kan derimod med tiden genetableres i Agerø-området.

Bundlevende filtratorer i Skive Fjord

Dyr, der lever af at filtrere plankton, kan have stor betydning for vandkvaliteten i et vandområde. En del af filtratorerne lever pelagisk, mens andre er bundlevende. De pelagiske filtratorer lever blandt deres føde og har således i princippet mulighed for at æde enhver planktonalge i vandområdet. De bundlevende filtratorer kan derimod kun græsse planktonalger fra vandet lige over bunden og er derfor især effektive vandrensere, når vandmassen er i bevægelse.

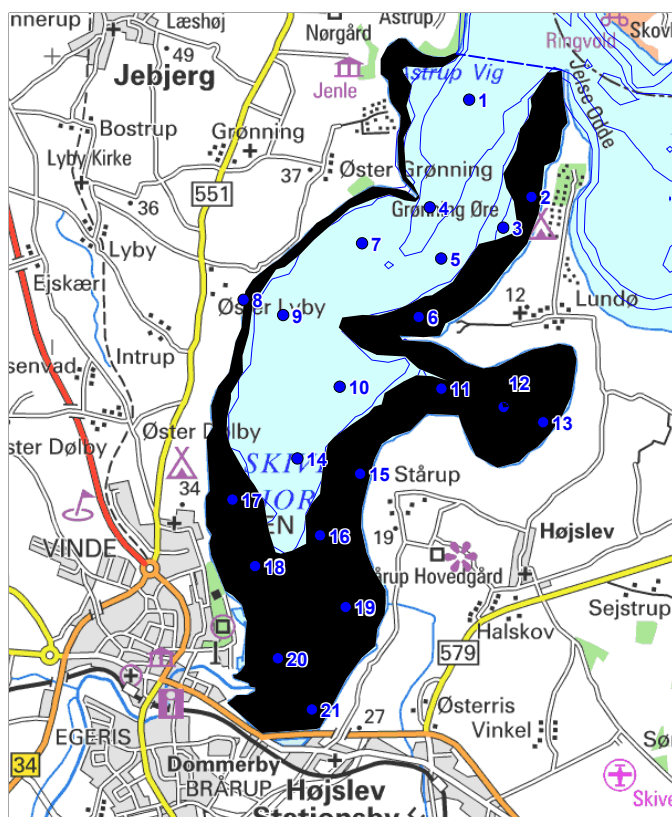
Forekomsten af bundlevende filtratorer i Skive Fjord er blevet undersøgt en gang årligt i årene 1998 til 2001. Undersøgelsen er alle årene blevet foretaget om efteråret, idet den i 1998 foregik i november og de tre følgende år i september. Der indsamles prøver på 21 faste stationer, der er fordelt således, at de repræsenterer dybdeintervallerne 0-1 m, 1-2 m, 2-4 m, 4-6 m og 6-7 m (figur 3.2.9.15).

Den dominerende bundlevende filtrator har i alle årene været blåmuslingen, *Mytilus edulis*, der kan forekomme overalt i fjorden. Den store mængde blåmuslinger hænger sammen med den store algebiomasse, som igen er knyttet til den store tilførsel af næringsstoffer til fjorden, og blåmuslingerne kan betragtes som en indikator for eutrofiering. Iltsvind om sommeren i fjordens dybere dele udsletter jævnlige alt liv, men blåmuslingelarver er gode til at kolonisere området igen. Bestanden påvirkes ligeledes af et til tider intenst muslingefiskeri på dybder over 2 meter. Endelig har predation en betydning for bestanden, hvilket mest dramatisk bliver synligt, når en stor bestand af almindelige søstjerner, *Asterias rubens* rydder en muslingeбанke.

Indsamlingen af blåmuslingeprøver foretages af en dykker, der samtidig vurderer andre betydende bundlevende filtratorer på stationerne. I Skive Fjord har amerikansk knivmusling, *Ensis americanus*; sandmusling, *Mya arenaria* og almindelig hjertemusling, *Cerastoderma edule* gennem årene vist sig at have en vis betydning på nogle stationer på vanddybder lavere end 3 meter.

Udbredelsen af blåmuslinger i 2001 svarede til forventningerne ud fra de tre tidligere års undersøgelser (figur 3.2.9.15). Sommerens iltsvind havde udryddet blåmuslingerne på dybder over 4 meter, mens der på lavere dybder levede store mængder. På de 14 stationer med dybder under 4 meter var kun st. 3 uden blåmuslinger. Her levede derimod en tæt bestand af store sandmuslinger og amerikanske knivmuslinger.

Tabel 3.2.9.9 viser nogle gennemsnitlige resultater for dybdeintervallerne 0-1, 1-2, 2-4, 4-6 og 6-7 meter. Dækningsgraden var med 23 % størst i intervallerne 0-1 og 1-2 meter, mens muslingerne i intervallet 2-4 meter dækkede 13 % af bunden og slet ikke fandtes på dybder over 4 meter. Biomassen var meget høj i intervallerne 0-1 og 1-2 meter, med henholdsvis 5020 og 3626 gram/m². På dybder mellem 2 og 4 meter var biomassen høj, 1764 gram/m². Tætheden af store muslinger på 20-80 mm var størst i intervallet 0-1 meter, mens tætheden af små muslinger på 0-20 mm var meget stor i intervallet 1-2 meter. Såvel tæthed af store muslinger som biomasse er i intervallet 1-2 meter blevet reduceret med ca. 30 % i forhold til år 2000. Årsagen hertil er ikke kendt.



Figur 3.2.9.15. Kort over Skive Fjord med de 21 stationer, der hvert efterår undersøges for forekomst af bundlevende filtratorer. Udbredelsesområdet for blåmuslinger i september 2001 er skraveret.

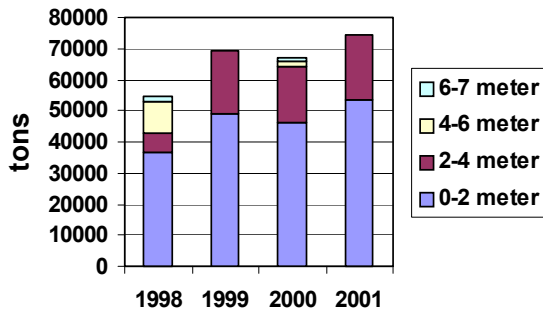
Den gennemsnitlige dækningsgrad i Skive Fjord kan beregnes til 10 %, og det totale antal blåmuslinger over 20 mm var ca. 9 milliarder ($201 \text{ individer/m}^2 * 43.990.000 \text{ m}^2$). Den samlede drænede vådvægt kan opgøres til ca. 74.400 tons ($1522 \text{ tons/km}^2 * 43,99 \text{ km}^2$). Denne mængde er den største, der er registreret i de fire undersøgelsesår, men dog af samme størrelsesorden som i 1999 og 2000 (figur 3.2.9.16). I 1998 var mængden af blåmuslinger noget mindre, men samtidig adskilte året sig fra de følgende ved, at der levede en stor mængde muslinger på dybder over 4 meter. Det langvarige iltsvind i 1999 udryddede denne bestand.

Dybdeinterval Meter	Gennemsnitlig dækningsgrad %	Tæthed af blåmuslinger på 0–20 mm Individer/m ²	Tæthed af blåmuslinger på 20–80 mm Individer/m ²	Tæthed i alt Individer/m ²	Total vådvægt Gram/m ²
0-1	23	315	551	866	5020
1-2	23	10683	298	10981	3626
2-4	13	197	300	497	1764
4-6	0	0	0	0	0
6-7	0	0	0	0	0
Hele fjorden	10	1597	201	1798	1691

Tabel 3.2.9.9. Gennemsnitlige dækningsgrader, tætheder og biomasser af blåmuslinger fordelt på dybdeintervaller samt for hele Skive Fjord. September 2001.

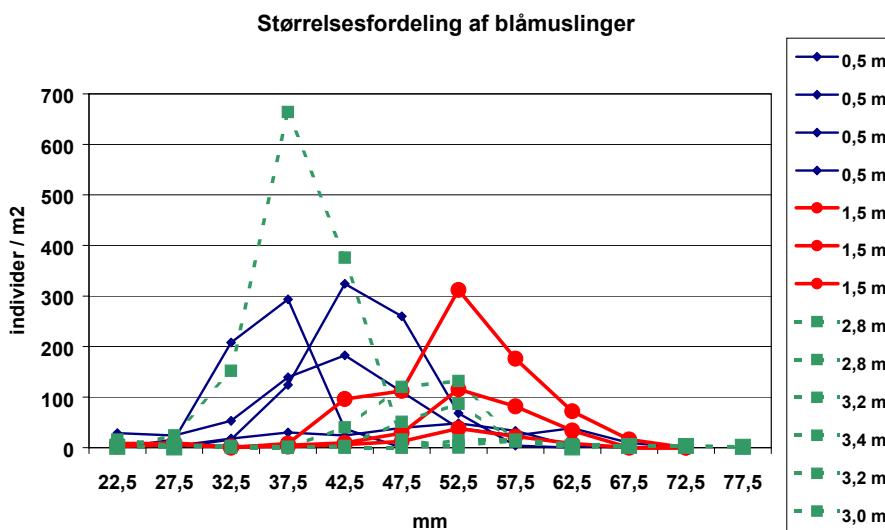
Blåmuslingefiskeri efter bestandene på dybder større end 2 meter kan være intenst, når muslingerne har nået den rette størrelse. I perioden fra indsamlingen i 2000 til indsamlingen i 2001 har muslingefiskerne landet 15600 tons blåmuslinger fra Skive Fjord.

Udviklingen i vådvægten af blåmuslinger i Skive Fjord

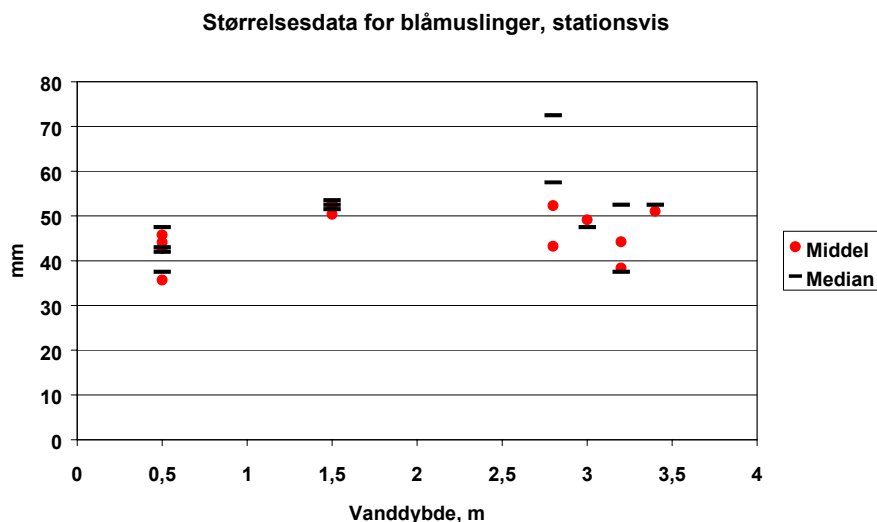


Figur 3.2.9.16. Den samlede drænedede vådvægt af blåmuslinger i Skive Fjord i årene 1998-2001. Biomasserne i dybdeintervallerne 0-2, 2-4, 4-6 og 6-7 meter ses i søjlerne.

De indsamlede muslinger er blevet målt og inddelt i størrelsesklasserne 0-5 mm, 5-10 mm, 10-15 mm,...75-80 mm. De helt små muslinger under 20 mm udgjorde mellem 0 og godt 38000 individer/m² på stationerne og er derfor udeladt i figur 3.2.9.17, der viser størrelsesfordelingen på stationerne. Det overordnede indtryk er at størrelsesfordelingen varierer mellem stationerne. Stationerne på 1,5 meters dybde har dog ensartede størrelsesfordelinger. Dette ses også i figur 3.2.9.18, hvor middel- og medianlængder af muslingerne på 13 stationer er afbildet som funktion af vanddybden.



Figur 3.2.9.17. Størrelsesfordelingen af blåmuslinger på 13 stationer i Skive Fjord, september 2001. Vanddybden på stationerne fremgår af signaturforklaringen. Muslingerne er inddelt i størrelsesklasserne 20-25 mm, 25-30 mm osv. Antallene er afbildet ud for middellængden i intervallerne 22,5 mm; 27,5 mm osv. Muslinger mindre end 20 mm er udeladt i figuren.



Figur 3.2.9.18. Middel- og medianlængder af blåmuslinger som funktion af vanddybden på 13 stationer i Skive Fjord, september 2001.

Den fundne blåmuslingebestands evne til at filtrere vandet i Skive Fjord kan vurderes ud fra viden om filtrationsevne og vandvolumen. Et kilo blåmuslinger kan filtrere 6 liter vand i minuttet og Skive Fjord indeholder ca. 152.000.000.000 liter vand. Heraf kan beregnes, at blåmuslingerne teoretisk var i stand til at filtrere alt vandet i Skive Fjord 4,2 gange i døgnet:

$$\frac{74.400.000 \text{ kilo} * 6 \text{ liter/kilo/minut} * 1440 \text{ minutter/døgn}}{152.000.000.000 \text{ liter}} = 4,2 \text{ døgn}^{-1}$$

De øvrige bundlevende filtratorer (sandmuslinger, *Mya arenaria*; almindelige hjertemuslinger, *Cerastoderma edule*; amerikanske knivmuslinger; *Ensis americanus*; mv.) vurderedes at stå for 10 % af filtrationen. Den samlede bestand af bundlevende filtratorer var således potentielt i stand til at filtrere fjordens vand 4,6 gange i døgnet.

På grund af de bundlevende filtratorernes overrepræsentation på lavt vand og deres ringe evne til "at nå de øverste vandmasser på større dybder" er det i virkeligheden en væsentligt mindre del af vandmængden, der filtreres mange gange i døgnet. Ved lagdeling og i stille vejr ses blåmuslingernes potentiale for vandrensning tydeligt, idet den vandrette sigt i vandet hen over en blåmuslingeбанке ofte er over ti meter, mens den lodrette sigt blot er et par meter. Blåmuslingerne og de øvrige bundlevende filtratorers betydning som vandrensere har været stor i 2001.

Sammenfatning

Bundfaunaen undersøges årligt i seks områder i Limfjorden: Nissum Bredning, Løgstør Bredning, Skive Fjord, Visby Bredning, Kås Bredning og Agerø-området. Undersøgelserne er gennemført siden 1978; i Agerø-området dog først siden 1991.

For Nissum Bredning konstateres stor stabilitet og pæne artsantal, tætheder og biomasser i den seneste del af undersøgelsesperioden. Bundfaunaforholdene er tilfredsstillende i Nissum. I 2001 fandtes to jomfruøsters, *Chlamys varia* i prøverne fra bredningen. Det er første gang arten er registreret ved bundfaunaundersøgelserne i Limfjorden.

I Løgstør Bredning var tætheden af bunddyr i 2001 signifikant lavere end i årene 1998-2000, mens biomassen var stor. Forholdene i bredningen er ikke tilfredsstillende, men dog mere stabile end i perioden 1978-94, hvor der visse år kun fandtes ganske få arter og små biomasser.

I 2001 blev der i Skive Fjord fundet usædvanligt mange arter, høje tætheder og pæne biomasser. På baggrund af de store forskelle, der gennem tiden er registreret fra år til år, kan der imidlertid ikke tales om en generel positiv udvikling. Bundfaunaforholdene lever ikke op til målsætningen for området.

Bundfaunaforholdene er gode i Kås Bredning, der har en stor vandudskiftning og ikke rammes af iltsvind. I Visby Bredning registreredes lav tæthed og god biomasse i 2001, og forholdene gennem tiden er præget af de tilbagevendende iltsvind. Agerø-området rammes ikke af iltsvind, men modtager i iltsvindsperioder vand af dårlig kvalitet fra Visby og Thisted bredninger. Et lille vandskifte kombineret med den til tider dårlige vandkvalitet menes at være årsagen til de ustabile bundfaunaforhold i Agerø-området. Artsantallet var højt i Agerø-området i 2001. I Visby Bredning og Agerø-området er målsætningen om et naturligt alsidigt dyreliv ikke opfyldt.

I 2001 registreredes generelt mellemstore til store artsantal i områderne. Dette skal ikke mindst ses i sammenhæng med, at der i sommeren 2000 ikke forekom alvorligt iltsvind i Limfjorden. Iltmanglen og svovlbrintefrigivelsen i forbindelse med iltsvind har gennem årene haft stor betydning for bundfaunaen i Skive Fjord, Løgstør Bredning, Visby Bredning og Agerø-området.

I 2001 blev bundfaunaen i Nissum Bredning, Løgstør Bredning og Skive Fjord for første gang undersøgt efter såvel den nye metode som den metode, der var gældende indtil 1997. Resultaterne af de to undersøgelser gav så forskellige tætheder og biomasser, at det blev fastslået, at sammenligning tilbage til tiden før 1998 er meget problematisk. Metodeskiftet giver endnu ringere mulighed for at vurdere udviklingen i artsantal i områderne, idet de fundne artsantal stiger med prøveantallet, som er blevet forøget i den nye metode. Den nye metode vurderes at give et mere nøjagtigt billede af bundfaunaen i et område, end den tidligere anvendte metode.

Mængden af bundlevende filtratorer blev undersøgt i september 2001. Blåmuslinger, *Mytilus edulis* var eneste betydende art. De forekom i store tætheder på dybder lavere end 4 meter, mens iltsvind i sommeren 2001 havde udryddet dem på større dybder. Blåmuslingernes samlede vådvægt var ca. 74.000 tons. De bundlevende filtratorer var teoretisk i stand til at filtrere vandet i Skive Fjord 4,6 gange i døgnet, og deres betydning for stofomsætningen, vandets klarhed og miljøtilstanden var derfor stor.