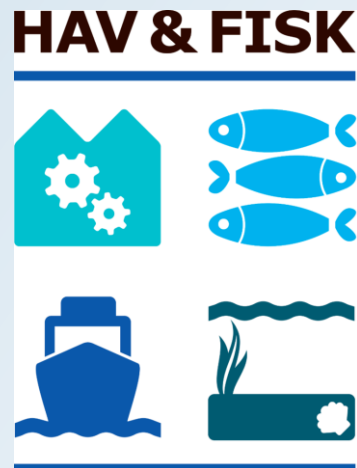


BIOLOGISK MONITERING - NIFIMU

RAPPORT 2024



Projekt navn	NIFIMU Arbejdspakke 2: Dataindsamling og modellering af effekten af muslingeopdræt på det marine miljø
Kunde	Københavns Universitet
Projektleder	Maren.Lyngsgaard@wsp.com
Projekt nummer	22002021
Titel	Biologisk monitoring - NIFIMU
Udarbejdet af	Maren Lyngsgaard, Sylvester Wolf, Louise Kristensen
Kvalitetssikret af	Kirsten Engell, Bent Vismann, Per Dolmer
Godkendt af	Lea Bjerre Schmidt
Version	01
Versionsdato	26-03-2024
Første udgivelsesdato	31-03-2024

INDHOLD

1	BAGGRUND OG FORMÅL.....	5
1.1	Beskrivelse af område.....	5
1.1.1	Opdrætsområder i Venøsund og ved Jegindø	6
1.1.2	Strømforhold Venøsund.....	10
1.1.3	Opdrætsområder i Skive Fjord.....	12
2	METODE.....	15
2.1	Muslingebiomasse og størrelsesfordeling.....	17
2.2	Parametre relateret til sedimentspredningsmodel	17
2.2.1	Strømforhold.....	17
2.2.2	SALTHOLDIGHED, temperatur, dybde	18
2.2.3	Sedimentation	18
2.3	Fordeling af fytoplankton.....	18
2.4	Bundens indhold af C, N og P	19
2.5	Bundens iltforbrug.....	19
2.6	Denitrifikation i bunden	19
2.7	Bundfauna	19
2.7.1	Tæthed og biomasse.....	20
2.7.2	Shannon-Wiener diversitetsindeks.....	20
2.7.3	AMBI-indeks	20
2.8	Epiflora og -fauna	22
3	RESULTATER.....	24
3.1	Muslingebiomasse og størrelsesfordeling.....	24
3.2	Strømforhold	29
3.3	Fordeling af fytoplankton.....	31
3.3.1	Venøsund	31
3.3.2	Jegindø.....	31
3.3.3	Skive Fjord Syd	32
3.4	Bundens indhold af C, N og P	34
3.5	Sedimentation	38
3.6	Bundens iltforbrug.....	42
3.7	Bundens denitrifikation.....	45
3.8	Bundfauna	47
3.8.1	Venøsund	47

3.8.2	Jegindø.....	50
3.8.3	Skive Fjord Nord	54
3.8.4	Skive Fjord Syd	57
3.9	Epiflora og -fauna	60
3.9.1	Venøsund	60
3.9.2	Jegindø.....	63
3.9.3	Skive Fjord Nord	66
3.9.4	Skive Fjord Syd	69
4	KONKLUSION	73
5	REFERENCER	74
6	APPENDIKS	75
6.1	Bundfauna - billeder	75
6.1.1	Venøsund	75
6.1.2	Jegindø.....	81
6.1.3	Skive Fjord Nord	86
6.1.4	Skive Fjord Syd	91
6.2	Bundfauna data samlet.....	97

1 BAGGRUND OG FORMÅL

Der er behov for ny teknologi til at fjerne næringsstoffer fra afløbsvand fra landbaserede fiskeopdræt, for at muliggøre miljøtilladelse til alle nye landbaserede fiskeopdræt, som er under planlægning i landet, herunder Grenå, på Bornholm og på Lolland-Falster. Saltvandsbaserede landanlæg (RAS-anlæg) udledte i 2020 97 tons kvælstof og producerede i alt 3277 tons fisk. Miljøeffektiviteten for saltvandsdambrug var 29.6 kg kvælstof udledt per ton fisk produceret og 2.1 kg fosfor per ton fisk produceret. Der er således et behov for at udvikle landbaseret fiskeopdræt med fortsat reduktion af næringsstoffudledning.

Formålet med projektet er at udvikle nye metoder og forvaltningsmodeller til næringsstoffjernelse fra fiskeopdræt i landbaserede Recirkulerede Akvakultur Systemer (RAS) ved hjælp af blåmuslinger. Blåmuslinger anvendes som 1) landbaseret filteranlæg og 2) muslingeproduktionsanlæg i det omkringliggende vandområde til yderligere næringsstoffjernelse efter udledning af produktionsvandet fra det landbaserede muslingefilter. I forbindelse med muslingeopdræt, der bruges til fjernelse af næringsstoffer fra landbaseret fiskeopdræt, undersøges 1) effektiviteten af landbaseret filteranlæg og 2) miljøeffekter af de vandbaserede anlæg, herunder effekten på havbundens dyreliv, for at kunne udvikle en bæredygtig forvaltning.

Projektet består af syv arbejdsopgaver, hvoraf en arbejdsopgave omfatter projektledelse og kommunikation, to arbejdsopgaver omfatter indsamling af viden og data og udvikling af forvaltningsredskab, og tre arbejdsopgaver omfatter tests af de udviklede forvaltningsværktøjer på tre cases. Denne rapport er en del af arbejdsopgave 2, som omhandler dataindsamling og modellering af effekten af muslingeopdræt på det marine miljø.

Formålet med nærværende ”AP2 Dataindsamling og modellering af effekten af muslingeopdræt på det marine miljø” er, som titlen angiver at indsamle data, der skal bruges til analysen af muslingeopdræts effekt på de marine kvalitetsparametre herunder med særlig fokus på den bentiske bundfauna. På baggrund af de indsamlede data opstilles en model for sedimentspredning fra muslingeopdræt i Limfjorden, Skive Fjord samt Limfjorden, Venøsund. Baseret på resultater fra sedimentspredningsmodel og en samlet vurdering af data er der udarbejdet en samlet vurdering af miljøeffekter af muslingeopdræt på Fjordmiljøet.

1.1 BESKRIVELSE AF OMRÅDE

Limfjorden er Danmarks største fjordområde. Limfjorden er et lavvandet (middel dybde = 48 m) system af stræder og sunde med en samlet vandvolumen på gennemsnitligt 7,100,106 m³ (Hofmeister, Buchard, & Bolding, 2009) og en vinddrejet tidevandsforskul på op til 2 meter. Der er en salinitetsgradient fra øst til vest med laveste værdier (22-33 PSU) i den østlige del, hvor det lavsaline Østersøvand kommer ind, til højeste værdier i den vestlige del (>32 PSU), hvor det salte Nordsøvand kommer ind.

Limfjorden er et eutrofieret vandområde med høje klorofylkoncentrationer (på > 10 µg/l for Skive Fjord i vækstsæsonen og en middelværdi på 6.46 ± 2.09 µg/l for Venøsund) grundet den høje tilførsel af næringsstoffer fra oplandet, hvor 70 % er landbrugsjord. Denne høje primærproduktion i fjorden gør området særligt velegnet til dyrkning af muslinger, som lever af mikroalgerne i vandet. Oplandet til Limfjorden er 7600 km² og dækker ca. 1/6 af Danmarks samlede areal og bebos af 525,000 indbyggere. Der tilføres årligt 11,000-17, 800 t N og 220-400 t P (Thodsen, Molina, Nielsen, Larsen, & Maar, 2018). Store dele af Limfjorden oplever iltsvind i de varme sommerperioder (Conley, et al., 2011).

Vandrammedirektivet er EU's ramme for beskyttelse af vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og grundvand i alle EU-lande. Mål og indsatser er beskrevet i vandområdeplanerne, der omhandler, hvordan Danmark implementerer EU's vandrammedirektiv på enkelte vandområder og styres af Miljøstyrelsen. Hele fjordsystemet er ifølge vandrammedirektivet karakteriseret som værende i ringe økologisk tilstand og med dårlig

økologisk tilstand i den centrale del af fjorden (Miljøministeriet, 2023), der er derfor behov for metoder og virkemidler til at hjælpe fjorden tilbage til den naturlige balance.

Dyrkning af blåmuslinger, og til dels tang, er den eneste måde til at håndtere den interne næringsstofbelastning, der er i vores fjorde og kystområder. Igennem mange årtier er mængden af næringsstoffer øget i bundsedimenterne i vores fjorde og kystområder. Disse næringsstoffer frigives langsomt, og vil modvirke opnåelsen af målsætningen om god økologisk tilstand. Med muslingeopdrættens placering direkte i de marine vandområder, vil der ske en opsamling af denne interne næringsstofbelastning, og muslingernes filtration vil medvirke til en umiddelbar forbedring af vandets klarhed og kvalitet.

OPDRÆTSOMRÅDER I VENØSUND OG VED JEGINDØ

Virksomheden Blå Biomasse A/S igangsatte i 2016 muslingeopdræt i Limfjorden, Venøsund, først med 20 rør og senere opskaleret til 360 Smartfarm rør med net og en samlet teoretisk kapacitet til dyrkning af omkring 10.000 tons muslinger om året. Hvert rør er 120 m langt med en diameter på 31.5 cm og fungerer som flydeenhed med bærekapacitet på op til 30 tons. Nettene er 3 m dybe med en maskestørrelse på 20 x 25 cm, hvilket giver et areal på 360 m² per rør. Rørene er anlagt i fem områder hver med et areal på 12-18.8 ha, der svarer til et standardanlæg på omkring 18 ha. Placering af anlæg 143 kan ses i Tabel 1.1. og placering af anlæg 343 kan ses i Tabel 1.2. Rørene er oprindeligt placeret med 9 m mellemrum (Figur 1.3) og nogle rør er anlagt som dobbeltrør i forlængelse af hinanden. Områderne har forskelligt antal rør spændende fra 50 rør i område 343 til 100 rør i område 122 og 83 rør i område 143 (Tabel 1.4). Nummerering af rør er lavet sådan, at rør nr. 1 ligger tættest på land og rør nr. sidst ligger længst fra land. En skitse af rør med net kan ses på Figur 1.4.

Tabel 1.1. Hjørnepositioner (WGS 84) for anlæg 143 ved Venø

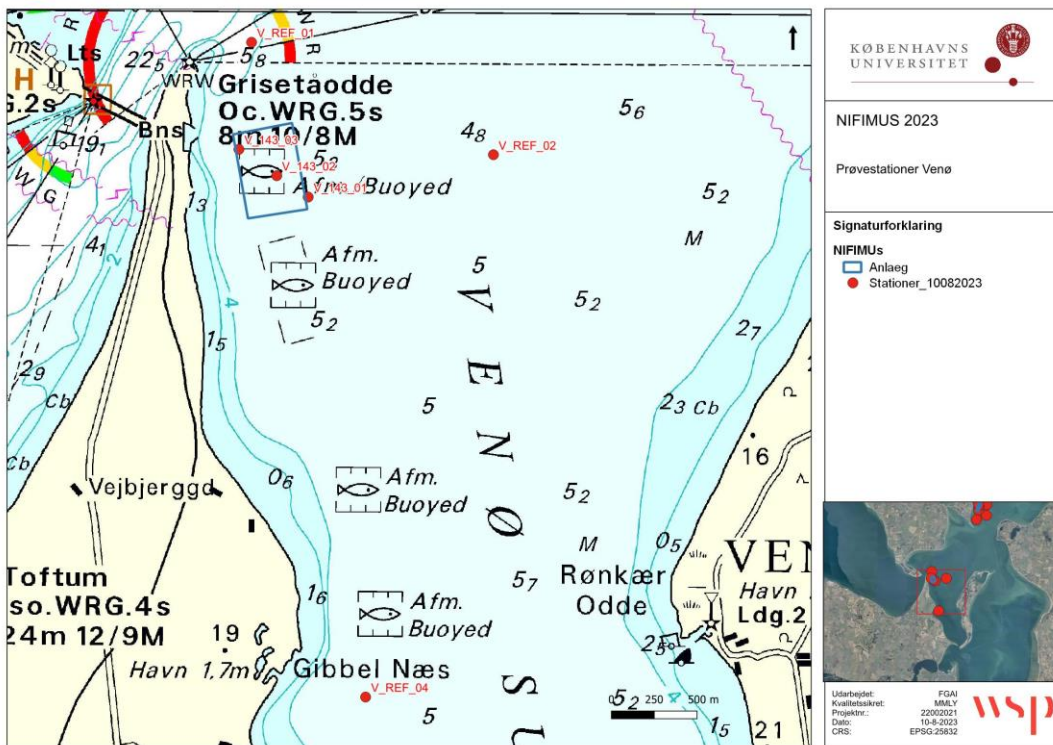
Anlæg 143			
N-grader	Min	E-grader	Min
56°	34,616	8°	34,226
56°	34,653	8°	34,562
56°	34,382	8°	34,652
56°	34,352	8°	34,314

Tabel 1.2 Hjørnepositioner (WGS 84) for anlæg 343 ved Jegindø

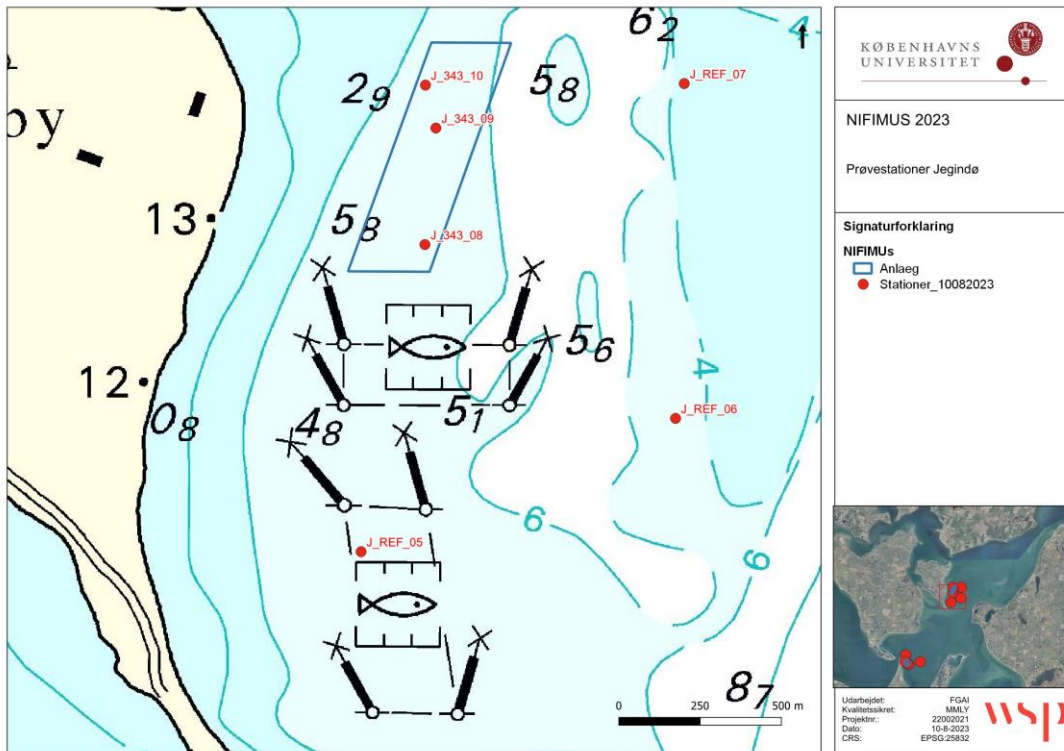
Anlæg 343			
N-grader	Min	E-grader	Min
56°	38,500	8°	38,760
56°	38,120	8°	38,513
56°	38,120	8°	38,758

56°	38,500	8°	39,000
-----	--------	----	--------

En oversigt over prøvetagningsstationer med tre stationer under anlæg og tre tilhørende referencestationer for opdrætsanlæg 143 i Venøsund kan ses på Figur 1.1. Ligeledes ses en oversigt over prøvetagningsstationer med tre stationer under anlæg og tre tilhørende referencestationer for opdrætsanlæg 343 ved Jegindø på Figur 1.2.



Figur 1.1. Oversigt over prøvetagningsstationer for opdrætsanlæg 143 i Venøsund. Stationer er markeret med røde prikker og stationsnavn med rød skrift. Koordinater kan findes i Tabel 1.3.



Figur 1.2. Oversigt over prøvetagningsstationer for opdrætsanlæg 343 ud for Jegindø. Stationer er markeret med røde prikker og stationsnavn med rød skrift. Koordinater kan findes i Tabel 1.3.

Tabel 1.3 Oversigt over stationer for prøvetagning. Rørnumre refererer til nummersystem angivet af Blå Biomasse A/S.

Station	Rør nr.	Sedimentfælder	AWAC	Dybde (m)	N-grader	Ø-grader
Station 1 - Reference	-	X (forlist)		5	56°34'54,37"	8°34'19,70"
Station 2 - Reference	-			4	56°34'33,42"	8°35'42,65"
Station 4 - Reference	-	x	x	4.2	56°32'50,86"	8°35'00,06"
Station 11 – 143-1				4.2	56°34'25,21"	8°34'39,40"
Station 12 – 143-2				4.5	56°34'29,21"	8°34'28,60"
Station 13 – 143-3				4.5	56°34'34,14"	8°34'15,60"
Station 5 – Reference	-			4	56°37'39,29"	8°38'33,40"

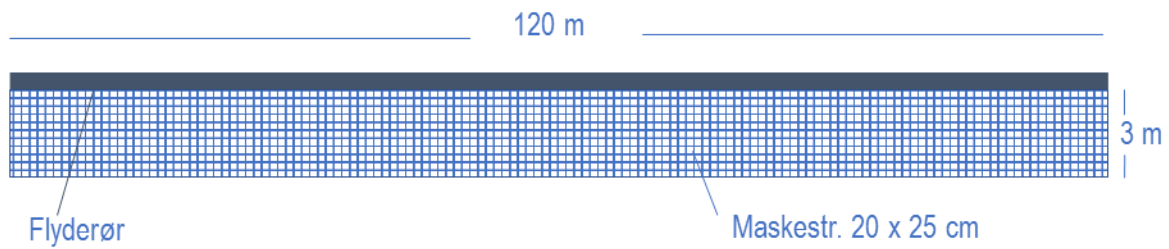
Station 6 - Reference	-			4	56°37'52,72"	8°39'30,02"
Station 7 - Reference	-			4.3	56°38'26,05"	8°39'31,28"
Station 8 - 343-1	343-1			4.2	56°38'09,89"	8°38'44,63"
Station 9 - 343-2	343-7			4.3	56°38'21,50"	8°38'46,49"
Station 10 - 343-3	343-25			4.3	56°38'25,77"	8°38'44,57"

Tabel 1.4. Oversigt over områdernes størrelser samt antal rør med net i hvert område.

Anlæg	122	143	144	145	343	Total
Område areal (ha)	18.8	18.8	12.5	15	12	77.1
Antal rør af 120 m	100	83	60	80	46	369



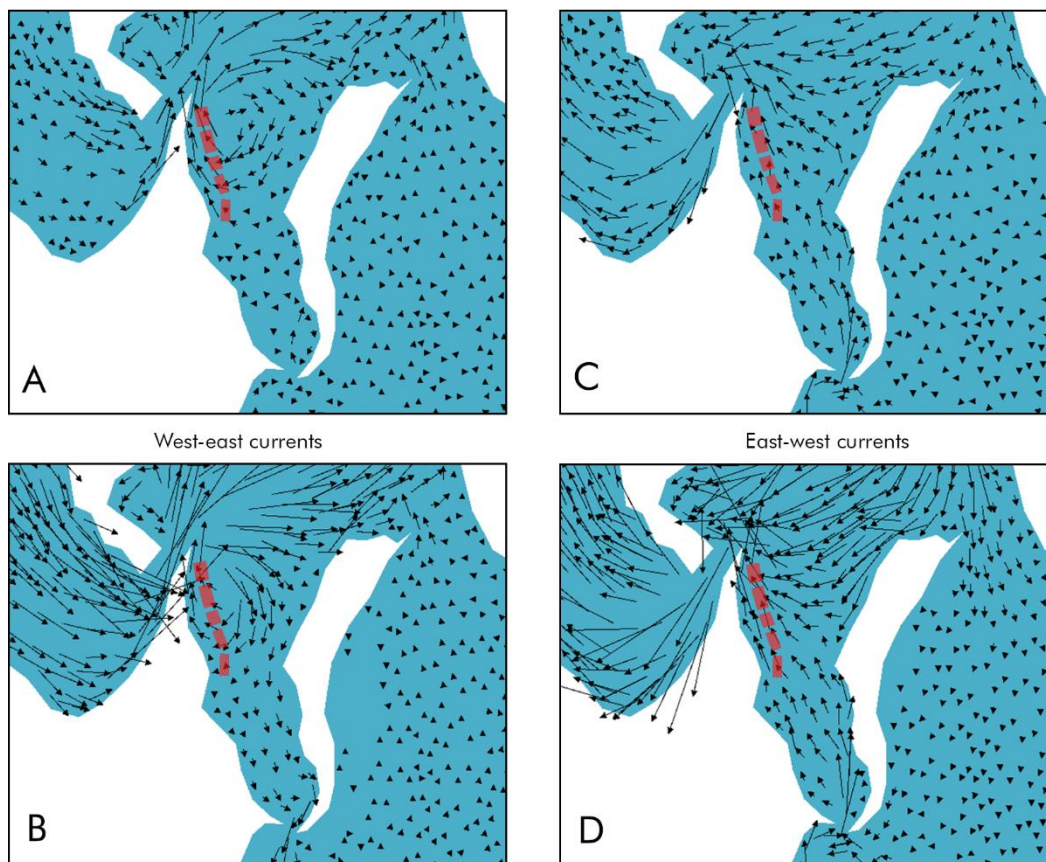
Figur 1.3. Blå Biomasse A/S smartfarm anlæg i Venøsund. Billede af Lars Skøtt.



Figur 1.4. Illustration af smartfarm rør med net

STRØMFORHOLD VENØSUND

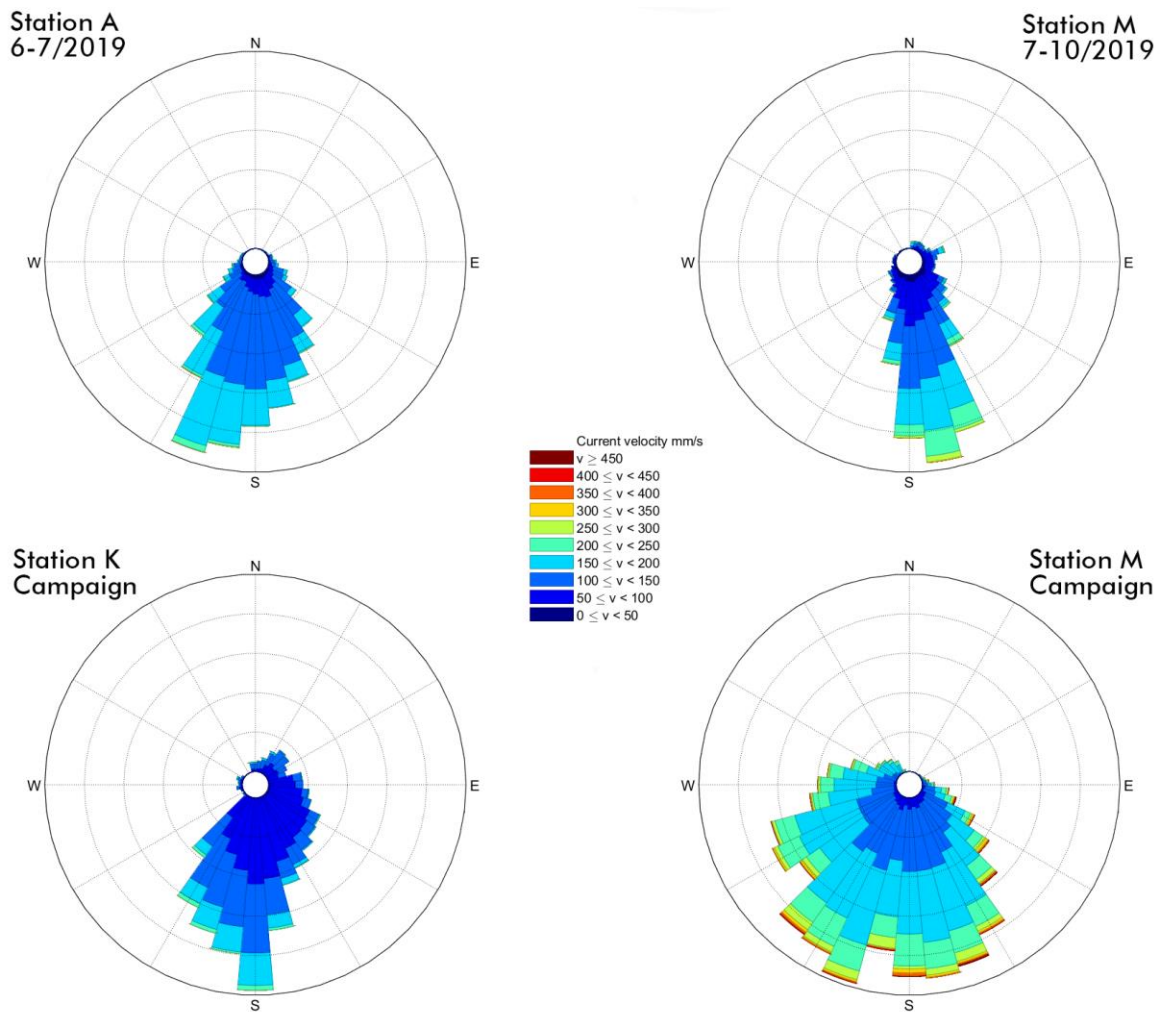
En generel forståelse af strømforholdene ved Venøsund er beskrevet ud fra Flexsem hydrodynamisk modelopsætning for Limfjorden (Larsen, Mohn, & Pastor, 2020). De mest dominerende strømforhold kan ses i nedenstående Figur 1.5 med strømme, der løber vestpå eller østpå nord for sundet. Ved forhold, hvor vand presses ind fra vest gennem kanalen, bliver vandet afbøjet mod syd med en resulterende cirkulær vandbevægelse i og omkring det nordlige opdrætsområde, der mindsker tilførslen af ufiltreret vand gennem de nordlige opdrætsanlæg (se Figur 1.5-A). Ved høje strømhastigheder under ovenstående forhold presses vandet hele vejen ned syd for opdrætsområdet (se Figur 1.5-B). Ved strømretning fra øst mod vest bøjes vandet af mod nord inde ved opdrætsanlægget, hvor det til tider kan løbe vinkelret ind på anlægget (Figur 1.5-C og Figur 1.5-D). Bemærk, at der næsten konstant løber en kyststrøm mellem opdrætsanlægget og land fra syd mod nord.



Figur 1.5. Dominerende strømmønstre i Venøsund illustreret med vektorer og pile. Strømhastigheder og retninger er udledt fra Flexsem Limfjorden hydrodynamisk modelsetup (Larsen, Mohn, & Pastor, 2020). Opdrætsområderne er vist som røde rektangler. Moderat strømhastighed drevet fra vest (A) genererer et cirkulært mønster i den nordlige ende af Venøsund, som drives længere sydpå ved højere hastigheder fra vest (B). Dominerende strømretning fra øst (C og D).

mod vest med moderat hastighed (C) driver strømme fra syd mod nord, og ved høje hastigheder fra øst bøjes strømmen, så den står vinkelret ind på opdrætsanlægget (D). Langt de fleste strømme langs bredden går i en retning fra syd mod nord. Figuren er lånt fra (Taylor, Jakobsen, Darecki, Lyngsgaard, & Saurel, In Preparation)

Ved tidligere undersøgelser er måling af strømretning og -hastighed foretaget vha. acoustic doppler current profiler (ADCP). Resultaterne fra 2019 viste, at den dominerende strømretning gik fra syd mod nord i 87.4% af tiden (Figur 1.6) (Taylor, Jakobsen, Darecki, Lyngsgaard, & Saurel, In Preparation). En nordgående strøm kan potentielt generere en gradient af føde fra syd mod nord.



Figur 1.6. Strømretning og hastighed målt med acoustic doppler current profiler (ADCP) for stationen A (syd for opdrætsområde) fra juni-juli, M (øst for område 143) juli-oktober samt kampagne fra 23.-27. september 2019, K (midt i område 143) kampagne fra 23.-27. september 2019. Faner mod syd viser strømretning fra syd mod nord. Figuren er lånt fra (Taylor, Jakobsen, Darecki, Lyngsgaard, & Saurel, In Preparation).

OPDRÆTSOMRÅDER I SKIVE FJORD

Wittrup Seafoods opdrætsanlæg nr. 65 med 40 rør og 112 med 19 rør i Skive Fjord er anvendt som test site i den biologiske monitoring i nærværende projekt. Hjørnepositioner for opdrætsanlæg er angivet for anlæg 65 i Tabel 1.5 og for 112 i Tabel 1.6.

Området omkring Hvalpsund er ofte ramt af iltsvind i større eller mindre grad – hvilket rammer anlæg 65 og særligt omkring indløbet til Lovns Bredning, hvor anlæg 112 er placeret.

Wittrup Seafood har en produktionscyklus, hvor muslingerørerne hæves fra fjordbunden i april måned før nedslag af muslingelarver. Efter yngelpåsætning og vækst gennem sommeren, høstes muslingerne af til omstrømning til langliner eller andet opdræt i efteråret, hvorefter rørene nedsænkes til bunden igen. Aftryk fra biomasse vil således kun være synligt gennem sommeren.

Tabel 1.5. Hjørnepositioner (WGS 84) for anlæg 65

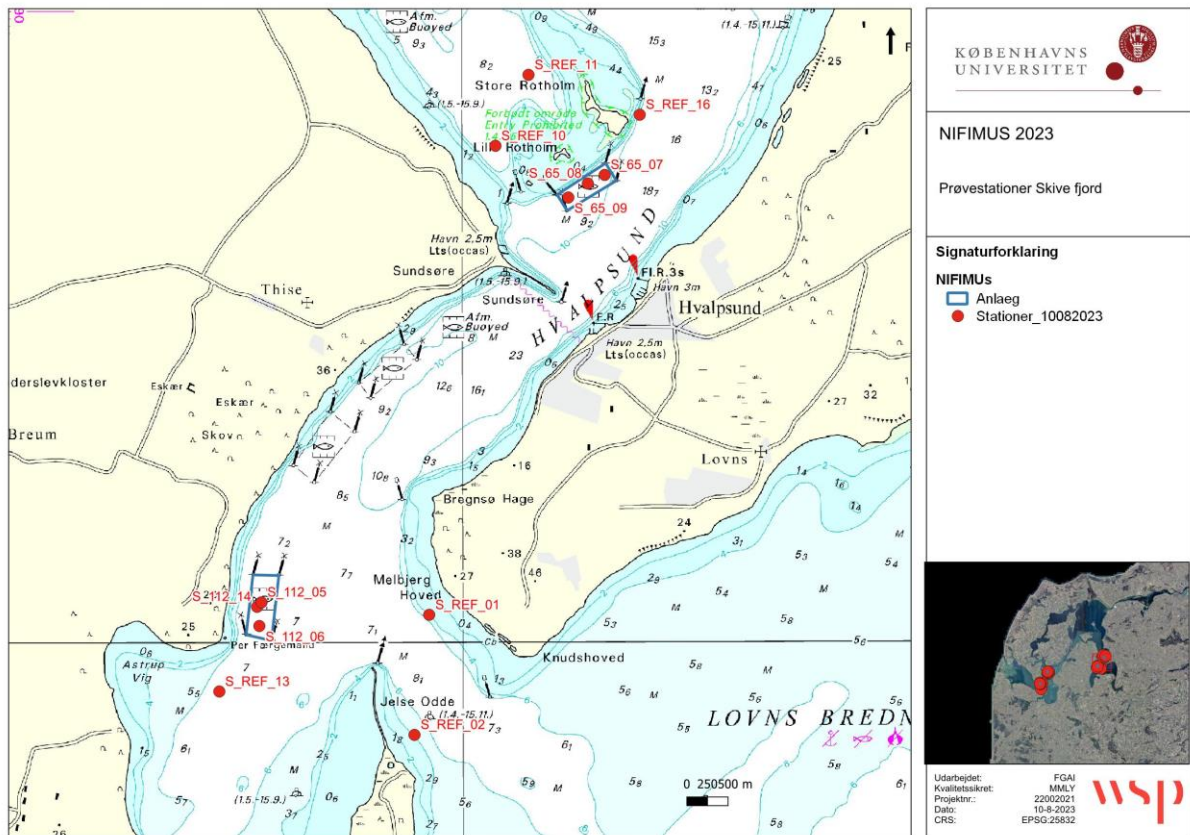
Anlæg 65			
N-grader	Min	E-grader	Min
56°	42,928	9°	11,126
56°	42,823	9°	11,243
56°	43,133	9°	11,704
56°	43,018	9°	11,831

Tabel 1.6. Hjørnepositioner (WGS 84) for anlæg 112

Anlæg 112			
N-grader	Min	E-grader	Min
56°	40,446	9°	7,500
56°	40,442	9°	7,808
56°	40,016	9°	7,718
56°	40,055	9°	7,418

Området ud for Hvalpsund rummer flere aktive muslingeopdræt (se Figur 1.7). Muslingeopdrættene kan påvirke baselineresultaterne, idet der allerede kan være miljøeffekter forbundet med disse. Derudover er der også aktivt fiskeri, som også påvirker bundforholdene. Referencestationer er derfor placeret bedst muligt ud fra krav om samme dybdeniveau, mindst mulig påvirkning fra fiskeri og så vidt muligt opstrøms for de aktive anlæg, så områdets miljøtilstand kunne defineres, forud for nærværende undersøgelser.

Der blev i denne forbindelse hentet data på strømningsforholdene indenfor den smalle strækning ud for Hvalpsund, syd for Risgårde Bredning, for at kunne placere referencestationerne i områder, som ikke påvirkes af muslingeopdrættene, eller som påvirkes mindst muligt. Oversigt over stationer i Skive Fjord kan ses i Tabel 1.7.



KØBENHAVNS UNIVERSITET

NIFIMUS 2023

Prøvestationer Skive fjord

Signaturforklaring

NIFIMUS

- ▬ Anlæg
- Stationer_10082023

Udarbejdet: FGAI
 Kvalitetsskrevet: MMLY
 Projekt nr.: 220002021
 Dato: 19-8-2023
 CRS: EPSG:25832

Figur 1.7. Oversigt over placering af anlæg 112 og anlæg 65 i Skive Fjord samt målestationer for sediment- og bundfaunaprøvetagning i Skive Fjord.

Tabel 1.7. Stationsoversigt for Skive Fjord. Der er tre stationer i opdrætsområde samt tre reference stationer for hvert opdrætsanlæg.

Station	Dybde	N-grader	Ø-grader
Station 1 – reference	4	56°40'10,96"	9°09'35,57"
Station 2 – reference	5	56°39'23,87"	9°09'24,88"
Station 13 – reference	7.2	56°39'41,04"	9°07'05,88"
Station 14 – 112	7.3	56°40'14,23"	9°07'32,88"
Station 5 – 112	7.5	56°40'15,96"	9°07'36,05"
Station 6 – 112	7.5	56°40'06,71"	9°07'34,50"
Station 7 – 65	9.5	56°43'03,36"	9°11'41,57"
Station 8 – 65	9.5	56°43'00,01"	9°11'29,47"
Station 9 – 65	9.5	56°42'54,54"	9°11'15,54"
Station 10 – reference	10.1	56°43'14,92"	9°10'23,63"
Station 11 – reference	9.9	56°43'42,71"	9°10'47,35"
Station 16 – reference	9.6	56°43'26,94"	9°12'06,66"

2 METODE

Der blev månedligt fra marts-august 2023 foretaget monitoring af muslingebiomasse for anlæg i Venøsund og i august for anlæg i Skive Fjord. Den uens tidsplan for de to områder skyldtes forskel i produktionscyklus, hvor anlæg i Skive Fjord anvendes til yngelfangst og derfor ikke tyndes, men høstes rene i oktober-november, hvorefter de lægges på bunden. Muslingeopdræt i Venøsund og ved Jegindø anvendes til konsum, og der tyndes og høstes derfor løbende.

Der blev i projektet gennemført en intensiv feltkampagne med indsamling af parametre, der beskriver kvalitetsparametre relateret til vandkvalitet og bundforhold. Disse omfatter bl.a. vandets saltholdighed, temperatur, klorofyl koncentration og sedimentation, sedimentets indhold af kvælstof (N), fosfor (P) og organisk materiale, sedimentets iltforbrug, sedimentets denitrifikationsrate samt bundfauna. Referencestationerne til feltkampagnen var placeret ud fra kriterier om sammenlignelige dybder, minimum påvirkning fra fiskeri samt hydrodynamik i opdrætsområderne. Opstrøms målestationer er udvalgt efter fremherskende strømretning. Resultaterne fra feltkampagnen anvendes til at understøtte og validere resultater fra modellering af sedimentspredning og iltforbrug under og i området omkring muslingeopdræt.

I fire muslingeopdræt placeret i en transekt fra Venø Sund til den sydlige del af Skive Fjord blev de forskellige parametre indsamlet (se Tabel 2.1).

Måleprogrammet for sedimentets iltforbrug, sedimentets denitrifikation, bundfauna, og indhold af N, P og organisk materiale inkluderer 24 prøvetagningsstationer (se Tabel 2.2).

Tabel 2.1. Oversigt over forskellige parametre prøvetaget. Der blev foretaget en to ugers intensiv prøvetagningsindsats i august (uge 33 + 34). Derudover blev prøver udtaget til bestemmelse af sediment i vandet til validering af sedimentspredningsmodel.

<i>Parametre</i>	<i>Marts</i>	<i>Apr.</i>	<i>Maj</i>	<i>Jun.</i>	<i>Jul.</i>	<i>Aug.</i>	<i>Sep.</i>	<i>Okt.</i>	<i>Nov.</i>	<i>Dec.</i>
<i>Biomasse Muslinger Venøsund</i>	x					x				
<i>Biomasse Muslinger Skive Fjord</i>						x				
<i>Sedimentprøver</i>						x				
<i>Sedimentets iltforbrug</i>						x				
<i>Sedimentets denitrifikation</i>						x				
<i>Bundfauna</i>						x				
<i>UV video</i>						x				
<i>Muslinge- tætheder på bunden</i>						x				

Fytoplankton og sigtdybde	X				
Sedimentindhold i vand	X				
CTD (ilt, turbiditet, chl)	X				
Sedimentation	X				
ADCP	X				
Rapportering		X	X	X	X

Table 2.2. Overview of number of samples for stations under construction and at reference stations.

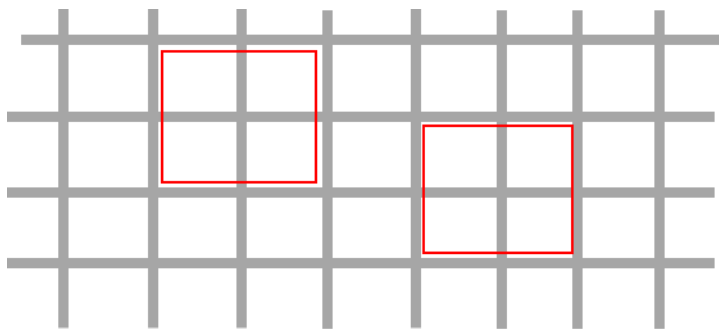
Stationer	Antal	Bundfauna antal/station	Iltforbrug antal/station	Denitrifikation antal/station	Sediment N, P, org. Mat. Antal/station
Under anlæg 65	3	3	3	3	1
Referencestationer nord for anlæg 65	3	3	3	3	1
Under anlæg 112	3	3	3	3	1
Referencestationer på langs østsiden af anlæg 112	3	3	3	3	1
Under anlæg 343	3	3	3	3	1
Referencestationer langs østsiden af anlæg 343	3	3	3	3	1
Under anlæg 122	3	3	3	3	1
Referencestationer langs østsiden af anlæg 122	3	3	3	3	1
Total antal prøver	24	72	72	72	24

2.1 MUSLINGEBIOMASSE OG STØRRELSESFORDELING

Der blev udtaget muslingeprøver til bestemmelse af biomasse og vurdering af størrelsesfordelingen. Biomasse per prøve blev omsat til tons per rør, og indsat i regneark, så op-skalering kunne foretages til opdrætniveau. Desuden blev der foretaget udtynding, høst m.m., som er inkluderet i det endelige estimat af den samlede biomasse. Høsttal er angivet af Blå Biomasse som høst til konsum + tab (frasortering af muslinger til udlægning på havbunden). Hvor der ikke er tilgængelige høsttal, er høst + tab i procent af samlet biomasse for anlægget anvendt til at estimere endelig biomasse.

Prøvetagning af muslingebiomasse fulgte udvalgte rør med nummerering samt positionerne Nord, Syd og midt f.eks. anlæg 122, rør nr. 10 midt.

Hver prøve blev udtaget fra et areal på 40 x 50 cm dækkende ét ”kryds” (se Figur 2.1) for anlæg i Venøsund (maskestørrelse 20 x 25 cm), og et areal på 34.6 x 34.6 cm (maskestørrelse 17.3 x 17.3). Der går 10 kryds på 1 m² for anlæg i Venøsund og 11.5 kryds på 1 m² for anlæg i Skive Fjord. Biomassen på hvert rør er beregnet som 10 kryds x vægt af muslingeprøve x 360 m² net. Middelværdi og standardafvigelse blev beregnet ud fra 5 replikater for hver station. Muslingeprøverne blev vejet *in situ*, og derfor intet vandtab fra muslingerne. En blanding fra replikaterne på minimum 100 muslinger blev opmålt i laboratoriet til bestemmelse af størrelsesfordeling.



Figur 2.1. Skitse af areal for udtagning af muslingeprøver fra anlæg i Venøsund. Arealet måler 40 x 50 cm og inkluderer 1 ”kryds”.

2.2 PARAMETRE RELATERET TIL SEDIMENTSPREDNINGSMODEL

STRØMFORHOLD

Strømprofil blev målt på udvalgte positioner i august 2023 med ADCP (AWAC fra Nortek) placeret i en ramme på havbunden og programmeret til at måle et strømprofil og en bølgemåling hver ½ time over en 14 dages periode. Måledata blev gemt i instrumentet og analyseret efter bjergning af instrumentet.

Grundlaget for vurderingen af spredning af muslingefækalier fra anlæggene var den hydrodynamiske model MIKE 21 Flexible Mesh (FM) og det tilhørende sedimenttransport modul MIKE 21 Mud Transport (MT).

FM Modellen er en numerisk todimensional strømningsmodel baseret på løsningen af ”Reynolds averaged Navier-Stokes” ligninger.

Spredning og sedimentation af muslingefækaler, er modelleret samtidig med hydrodynamikken vha. det integrerede MT-modul. Modulet beregner den advektive transport samt sedimentation og re-suspension af sediment, herunder også muslingefækaler. Der blev som udgangspunkt, benyttet standardværdier for modelparametrene eksempelvis til beregning af dispersionskoefficienter, medens sedimentparametrene i form af mængder og faldhastighed er fundet ved feltforsøg.

SALTHOLDIGHED, TEMPERATUR, DYBDE

Saltholdigheds-, temperatur- og dybdeprofiler (CTD) blev målt med en Seabird 19 V2 og udført i henhold til TAM03 (Vang, 2011). Målingerne er anvendt til validering af den hydrodynamiske del af sedimentspredningsmodellen.

SEDIMENTATION

Der blev udtaget vandprøver 1 meter over bunden til bestemmelse af mængden af sediment i vandfasen. Vandprøverne blev hældt på sterile flasker, og sendt til analyse for tørstof og glødetab hos et eksternt DANAK akkrediteret analyselaboratorie (ALS Denmark A/S). Prøverne blev opbevaret mørkt og køligt indtil levering.

Sedimentationsrater blev målt på tre positioner omkring de to muslingefarme i Venøsund og ved Jegindø med to sedimentfælder placeret i hver af to niveauer (0.5 m og 2 m) over bunden. Fælderne blev tømt efter 22 dage. Positioner er angivet i Tabel 1.3. Det var oprindeligt meningen at der skulle være fælder i tre niveauer på hver station, men på grund af den ringe vanddybde (5 m) blev der kun anvendt fælder i to niveauer. Sedimentfælderne blev designet som anbefalet af Valeur (1992).

Desværre lykkedes det kun at bjerge to intakte sedimentfældestrengene ved Venøsund og ingen ved Hvalpsund. De resterende fælder var enten gået tabt eller lå på bunden.

En sedimentspredningsmodel beskriver et farvands egenskaber i forhold til at tilbageholde eller sprede fækaler fra et muslingeopdræt. I denne undersøgelse er der taget udgangspunkt i Venøsund og Skive Fjord. Som grundlag for modellen er der anvendt en MIKE 21 FM model, som beskriver de hydrauliske forhold. Til modellen er der tilkoblet et sedimenttransport modul (MIKE 21 FM), som beskriver transport af finkornet og kohæsivt sediment. Modellerne blev kalibreret i forhold til målt strømhastighed i de to muslingeopdræt samt målte faldhastigheder af sediment fra sedimentfælder ved muslingebruget i Venøsund. Ved Venøsund er der også målt sedimentationsrater i to niveauer over bunden i en afstand af ca. 150 m fra muslingeanlæg.

Data fra disse målinger er brugt i MIKE modellen, som derefter er brugt til at beskrive transport og aflejring af fækaler fra de to havbrug.

2.3 FORDELING AF FYTOPLANKTON

Muslinger har en høj filtreringskapacitet, med resulterende bortfiltrering af fytoplankton. Denne effekt blev undersøgt ved måling af fordelingen af fytoplankton i- og omkring muslingeopdrætsanlæggene ved brug af fluorescense som indikator for klorofyl. Der blev foretaget kontinuerlige målinger af fluorescens ved at sejle langsomt med et fluorometer påmonteret CTD i udkanten og gennem muslingeanlæg ved Venøsund, Jegindø og Skive Fjord Syd. Fluorescens resultaterne blev omsat til klorofylkoncentration ($\mu\text{g/l}$) ved hjælp af en standardkurve (dvs. lineær regression af samhørende fluorescensværdier og klorofylkoncentrationer (in situ prøver)). Endelig blev de målte klorofylkoncentrationer interpoleret med Kernel Density Estimering. De endelige klorofylkort er beskåret i yderkanten, så kun koncentrationer mellem målepunkter er angivet.

2.4 BUNDENS INDHOLD AF C, N OG P

Sedimentprøver blev udtaget med HAPS til analyse af sedimentets indhold af organisk stof (tørstof), kvælstof og fosfor. Der blev udtaget én sedimentprøve for hver af de 24 stationer. Der blev udtaget triplikater (3x HAPS) ved hver station, og fyldt i godkendte Rilsan-poser. De tre delprøver fra hver station blev homogeniseret og analyseret hos et eksternt DANAK akkrediteret analyselaboratorie (ALS Denmark A/S).

Alle stationers sediment karakteristika blev sammenlignet med One-way Anova med post hoc Holm-Sidak. Effect size for forskelle i gennemsnit er beregnet med Cohen's D og evalueret efter tolkningen givet af Sawilowsky (Sawilowsky, 2009), hvor 0.01 = meget lille, 0.2 = lille, 0.5 = medium, 0.8 = stor, 1.2 = meget stor og 2 = kæmpestor. En lav effect size betyder at forskellen er uden betydning. Gennemsnitsværdier er angivet med ± 1 SD. I alle tests er signifikansniveauet sat til $\alpha = 0.05$.

2.5 BUNDENS ILTFORBRUG

Sedimentets iltforbrug er analyseret på sedimentkerner med, i gennemsnit, 7 cm overliggende vandsøjle, udtaget med håndholdt kajakprøvehenter under de fire muslingeopdrætsanlæg samt tilhørende referencestationer. Der blev anvendt HAPS i Skive Fjord. Kernerne blev analyseret straks efter hjemkomst, i termostattyret vandbad, med samme temperatur og salinitet som i området. Kernerne med den overliggende vandsøjle fik magnetomrører påmonteret og blev lukket med låg med påmonteret iltprobe (Firesting eller Fibox-3). I det lukkede rør blev faldet i vandets iltkoncentration over tid målt med den fiberoptiske ilt-probe. Ud fra faldet i iltkoncentration, som funktion af tid, kan sedimentets iltforbrug ($\text{mg O}_2/\text{h}/\text{m}^2$) beregnes. I data indgik 36 referencemålinger og 36 målinger fra sedimentet under muslinge anlæg alle indsamlet i Venøsund, Jegindø og Skive Fjord.

2.6 DENITRIFIKATION I BUNDEN

Prøver til måling af denitrifikationsrater blev udtaget og behandlet som i ovenstående beskrivelse for udtagning og håndtering af prøver til måling af sedimentets iltforbrug. Der blev udtaget og analyseret 32 sedimentkerner fra anlæg og 26 sedimentkerner fra referenceområder. Denitrifikationsraterne blev bestemt med isotopparringsteknikken (Nielsen, 1992) ved inkubation af sedimentkerner ved *in situ* temperatur og iltkoncentration.

2.7 BUNDFAUNA

Bundfaunaprøver blev i august 2023 udtaget under fire muslingeopdrætsanlæg samt på tilhørende referenceområder. På hvert anlæg og referenceområde blev der taget triplikater på 3 stationer (i alt 72 prøver). Bundfaunaprøverne blev taget med HAPS (dækkende 285.214 cm^2 sediment overflade). Alle prøver blev sigtet igennem 1 mm sigte og konserveret i ethanol. Analyse af prøvernes bundfauna blev foretaget af det DANAK-akkrediterede laboratorium Fishlab.

For hvert muslingeproduktionsanlæg og referenceområde beregnes:

- Artsantal
- Tæthed (individer) og biomasse (tørvægt) pr. m^2 – både på arts- og klasse-niveau
- Artsdiversitet (Shannon-Wiener diversitetsindeks)*

- AMBI indeks*

*Det er vigtigt at pointere, at de anvendte miljøindeks ikke er udviklet med det formål at sammenligne forskellige lokaliteter, da fx bølgepåvirkning, salinitet, sediment- og forureningsforhold varierer. Der vil således være lokaliteter, hvor man helt naturligt (f.eks. højdynamiske områder) ikke forventer en stor forekomst af følsomme arter, hvilket vil blive afspejlet i indeksværdien. Miljøindekset er derimod velegnet til at analysere tidsserier fra samme lokalitet, hvor man dermed kan følge miljøkvaliteten på lokaliteten over tid.

Der er flere faktorer, som har betydning for artsantallet i et givent område, herunder havbundens beskaffenhed (bl.a. substrattype og dynamiske forhold) samt hvilken dybde-, temperatur- og salinitetsgradient de enkelte arter er tilpasset. Hertil kommer den påvirkning, som skyldes menneskelig aktivitet, såsom eutrofiering, der øger risiko for iltsvind, hvilket påvirker artsantallet og -sammensætningen i en kortere eller længere periode.

TÆTHED OG BIOMASSE

Tætheden udtrykker noget om presfaktorer, fødetilgængelighed og dominerende arter, mens biomassen er et udtryk for størrelsen af dyrene og deres vægt. Tæthed (individer/m²) vurderes i forhold til artsfordelingen for at vurdere samfundets stabilitet. Biologiske karakteristika for de dominerende arter for hvert område præsenteres og diskuteres. Tæthed og biomasse resultater anvendes til beregning af AMBI og Shannon-wiener diversitetsindeks.

SHANNON-WIENER DIVERSITETSINDEKS

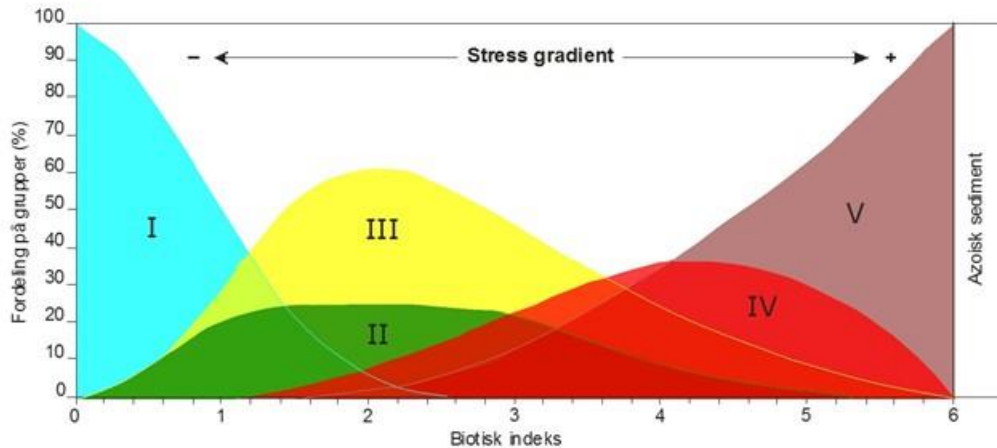
Shannon-Wiener-indekset (H') er et matematisk udtryk for diversiteten i samfundet, som giver en større information om samfundets sammensætning end antallet af tilstedeværende arter, da den relative hyppighed af de forskellige arter indgår i udtrykket.

$$H' = - \sum_{i=1}^R p_i \ln p_i$$

hvor, p_i er antallet af dyr af hver art divideret med det samlede antal individer af alle arter i samfundet. Shannon-Wiener værdien bliver lav, hvis der er få arter, hvoraf nogle dominerer med et højt individantal. Hvis der derimod er mange arter i prøverne og disse har forholdsvis ens tæthed, bliver værdien høj. Værdien for H' ligger mellem 0 og 5, dog typisk mellem 1.5 og 3.5.

AMBI-INDEKS

AMBI er beregnet for hvert anlæg samt referencestationer. AMBI-indekset er et marinbiologisk indeks, som er udviklet til den bløde bunds infauna i europæiske fjorde, kyster og havområder med henblik på at vurdere effekterne som følge af eutrofiering (Borja, Franco & Pérez, 2000). Dette indeks er afledt af et områdes artssammensætning og opdelt i fem økologiske faunagrupper (Grall & Glémarec, 1997), der klassificerer arterne efter deres følsomhed/tolerance over for miljømæssige stressfaktorer (GI-GV) (Se Figur 2.2 og Tabel 2.3).



Figur 2.2. Teoretisk udvikling af de fem faunagrupper over en stressgradient - modificeret fra Borja, Franco & Pérez (2000).

Tabel 2.3. Beskrivelse af de fem faunagrupper (GI-GV)

Faunagruppe GI; arter, der er meget følsomme overfor organisk berigelse (eutrofiering/forurening), og som er til stede under ikke-forurenede forhold. Dette kan være specialiserede rovdyr eller bestemte rørboende børsteorme. Eksempler på GI-arter er havbørsteormene *Diplocirrus glaucus* og *Pholoe baltica* og tangloppearten *Ampelisca tenuicornis*.

Faunagruppe GII; arter, der er indifferente over for næringsstofberigelse og altid til stede i lave tætheder uden signifikante variationer over tid. Dette kan være suspensionsædere, ikke-specialiserede rovdyr og ådselsædere. Eksempler på GII-arter er fin mudderslangestjerne *Amphiura filiformis*, hesteskoorm *Phoronis* sp. og havbørsteormen *Nephtys caeca*.

Faunagruppe GIII; arter, der er tolerante overfor massiv organisk berigelse. Disse arter kan optræde under normale omstændigheder, men stimuleres af organisk berigelse. Dette kan for eksempel være overfladedetritusædere. Eksempler på GIII-arter er havbørsteormene *Scoloplos armiger* og *Praxillella praetermissa* og Mysella-musling *Kurtiella bidentata*.

Faunagruppe GIV; anden-ordens opportunistiske arter, der er hurtigtvoksende og tilpasser sig organisk berigelse. Dette drejer sig om arter, der er overfladedetritus- eller sedimentædere. Eksempler på GIV-arter er havbørsteormene *Pectinaria koreni* (dansk navn: lige kambørsteorm), *Prionospio fallax* og *Chaetozone* sp..

Faunagruppe GV; første-ordens opportunistiske arter, der er hurtigtvoksende og tilpasser sig organisk berigelse og belastede forhold, fx lavt iltindhold. Eksempler på GV-arter er slamrørsorm *Tubificoides benedii*.

På baggrund af fordelingen af arter kan man beregne en AMBI-værdi ud fra formlen:

$$AMBI = \frac{0 * \%GI + 1,5 * \%GII + 3 * \%GIII + 4,5 * \%GIV + 6 * \%GV}{100}$$

I nærværende rapport udregnes AMBI pr. delprøve indenfor hvert anlæg samt for hele anlæg, vha. programmet AMBI (v. 6_x64, Library: June 2022) (AZTI, version 6.0).

AMBI-værdien kan efterfølgende tolkes i henhold til (Borja, Franco & Perez, 2000), som både angiver bundsamfundets tilstand, samt i hvilken grad lokaliteten er forstyrret. Skalaen går fra normal til stærkt forurenet for bundsamfundet og fra uforstyrret til ekstremt forstyrret for lokaliteten (Tabel 2.4).

Tabel 2.4. Oversat fra (Borja, Franco & Perez, 2000) kan AMBI-Værdierne tolkes som vist i tabellen herunder.

AMBI	Dominerende økologisk gruppe	Det benthiske samfunds tilstand	Områdeforstyrrelses-klassifikation
0.0 < AMBI ≤ 0.2 0.2 < AMBI ≤ 1.2	I	Normal Svækket	Uforstyrret
1.2 < AMBI ≤ 3.3	III	I ubalance	Let forstyrret
3.3 < AMBI ≤ 4.3 4.3 < AMBI ≤ 5.0	IV-V	Overgang til forurening Forurenet	Moderat forstyrret
5.0 < AMBI ≤ 5.5 5.5 < AMBI ≤ 6.0	V	Overgang til stærk forurening Meget stærkt forurenet	Stærkt forstyrret
Azoisk	Azoisk	Azoisk	Ekstremt forstyrret

2.8 EPIFLORA OG -FAUNA

De marine biodiversitetsundersøgelser blev foretaget ved de fire muslingeopdræt (Venø sund, Jegindø, Skive Fjord Syd og Skive Fjord Nord). Under hvert muslingeopdræt blev der lavet tre replikater samt tre kontroller. Ligeledes blev muslingenet undersøgt for at vurdere biodiversiteten.

Til udførelsen af undersøgelsen blev der brugt en Blue ROV2 (Remotely Operated Vehicle, Figur 2.3)



Figur 2.3. ROV af fabrikatet Blue ROV2, der blev brugt til de visuelle verifikationer.

På hver station blev ROV'en nedsænket og der blev gennemført visuel verifikation af havbunden med det formål at identificere epifauna, makroalger og blomsterplanter. Observationer blev noteret i real-time og senere kvalitetssikret ved gennemgang af videomaterialet.

For hver af de fire muslingeopdræt er der lavet en opsummering af arter samt dækningsgrader, registrering af dybder og sedimenttyper. Der er både talt unikke arter for hele området samt taget et gennemsnit for de tre replikater. Da der ikke var optagelser af alle net, har det ikke været muligt at lave tre replikater for alle net. Når dette er tilfældet, vil det fremgå af tabeller og diagrammer.

3 RESULTATER

3.1 MUSLINGEBIOMASSE OG STØRRELSSEFORDELING

Muslingebiomassen på opdrætsanlæg i Venøsund blev første gang målt i marts 2023 før første nedslag af muslinge yngel, der normalvis kommer sidst i maj eller først i juni måned. Den gennemsnitlige biomasse per rør er en blanding af forskellige kohorter og lå i marts lå på 12.9 ton. Det steg til 19.2 ton i maj og i august lå den på 19.5 ton. Der blev ikke taget muslingeprøver på anlæg 143.

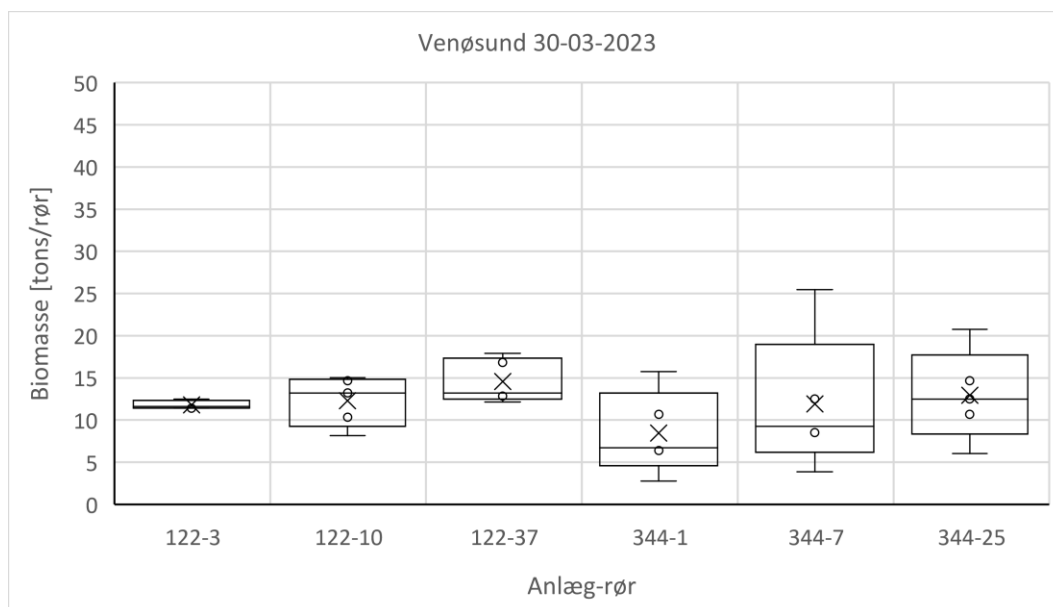
For Jegindø anlæg 344 steg biomasse per rør fra 11.1 ton i marts 2023, 16.5 ton i maj og 20.9 ton per rør i august. Igen var biomassen en blanding af forskellige kohorter fra 2023 og 2022. Variation mellem muslingeprøver i Venøsund kan ses på Figur 3.1 for marts måned, på Figur 3.2 for maj måned og på Figur 3.3 i august måned. For Skive Fjord blev biomasse per rør kun målt en gang i August. Som resultat af at disse rør ikke har været udtyndet eller høstet, findes en mindre variation mellem prøverne (Figur 3.4). Den samlede oversigt over biomasse per rør og biomasse per anlæg er vist i Tabel 3.1.

Den afhøstede biomasse samt 70 % tab ved høst for anlæg 344 er anvendt til at beregne samlet tab fra anlæg 344, samt estimere samlet tab fra anlæg 122 og 143. Det høje tab skyldes muslinger med uønskede størrelser, der sorteres bort. Estimerede tal er i Tabel 3.1 angivet med grøn og udgør en usikkerhed. Resultater for biomasse per rør og biomasse per anlæg følger tidligere års undersøgelser af *in situ* biomasse på muslinge anlæg i Venøsund, hvor anlæg 122 havde 1600 tons muslinger hængende i august måned og anlæg 344 havde 450 tons muslinger hængende i august måned (Lyngsgaard & Kristensen, 2021).

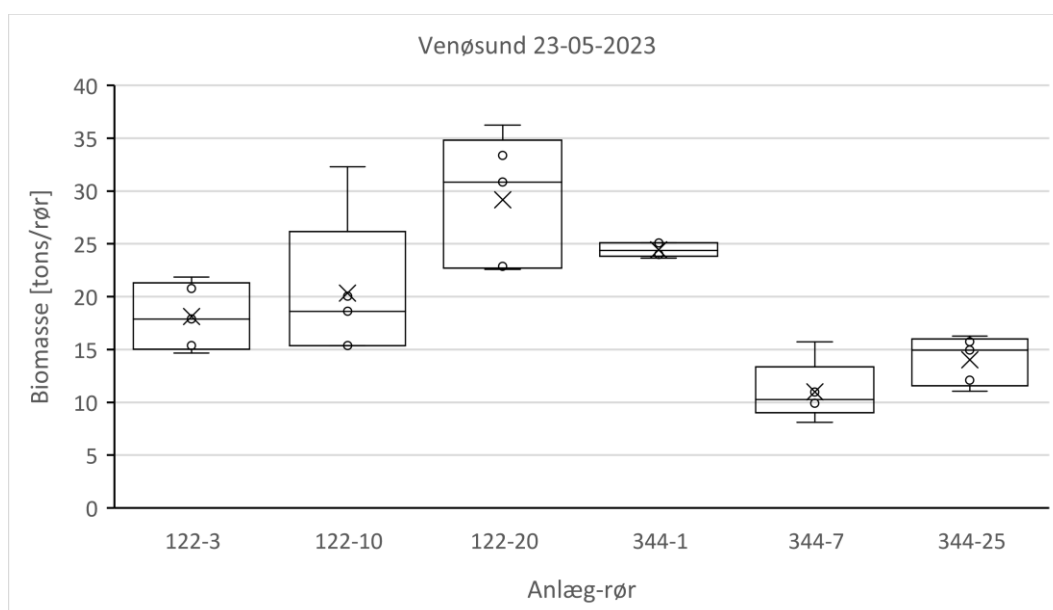
Tabel 3.1. Resultater for biomasse per rør og biomasse per anlæg (middel biomasse/rør x antal rør). Høsttal for anlæg 344, er anvendt til at estimere høst for de andre anlæg. Estimerede værdier er farvet grønne. Der er ikke foretaget høst fra anlæg 65 og 112 i Skive Fjord.

Anlæg	Område	Måned	Rør		Anlæg	
			Gennemsnitlige biomasse (tons) /rør	STD	Uden høst (tons)	Med høst (tons)
122	Venøsund	Marts	7	2	666	666
		Maj	20	5	1997	1653
		August	19	5	1890	1280
344	Jegindø	Marts	5	6	244	244
		Maj	16	6	824	682
		August	21	6	1046	709
143	Venøsund	Marts	7	2	553	553
		Maj	20	5	1658	1372
		August	19	5	1582	1072

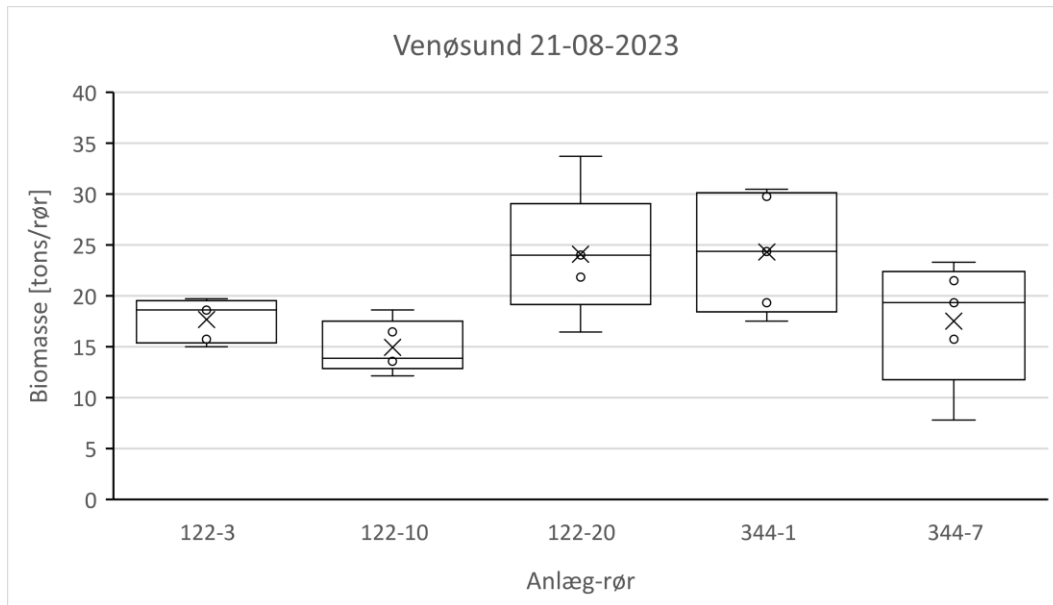
65	Skive Fjord	August	9	3	428
112	Skive Fjord	August	10	2	476



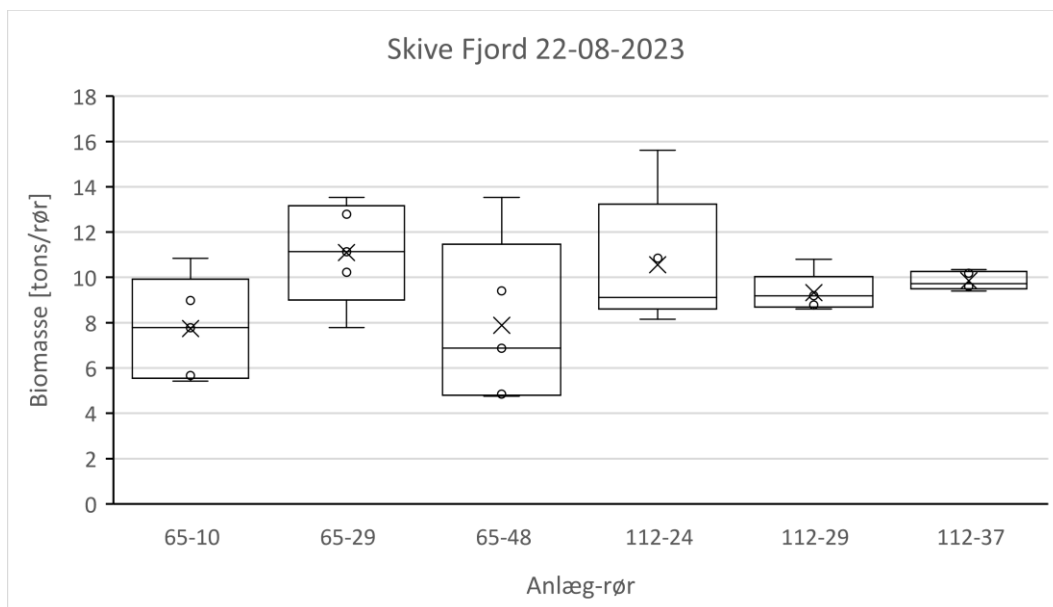
Figur 3.1. Biomasse af muslinger på opdrætsanlæg i Venø Sund i marts måned.



Figur 3.2. Biomasse af muslinger på opdrætsanlæg i Venø Sund i maj måned.



Figur 3.3. Biomasse af muslinger på opdrætsanlæg i Venøsund i august måned.

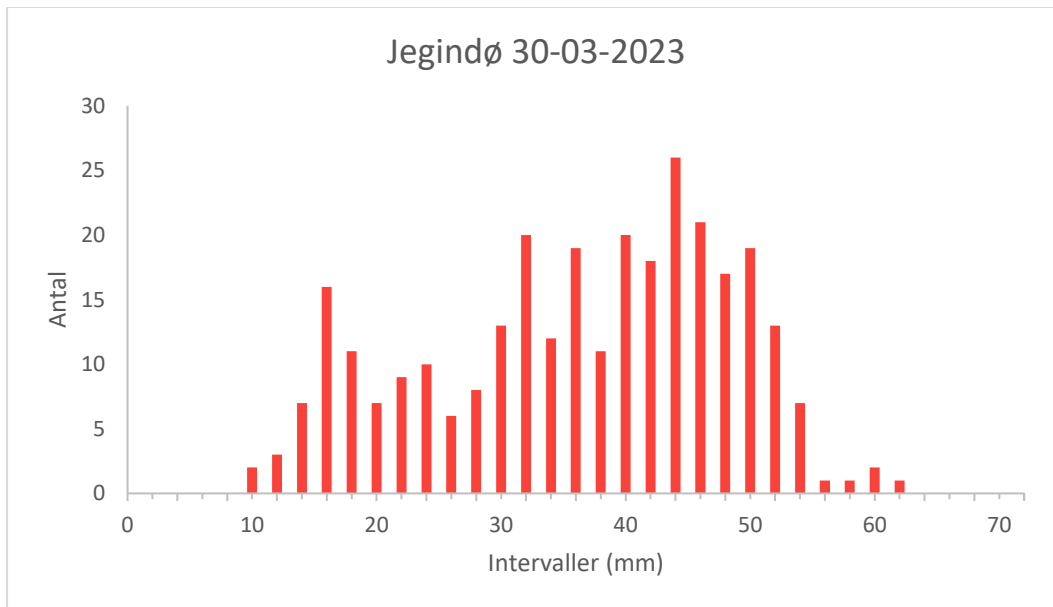


Figur 3.4. Biomasse af muslinger på opdrætsanlæg i Skive Fjord i august måned.

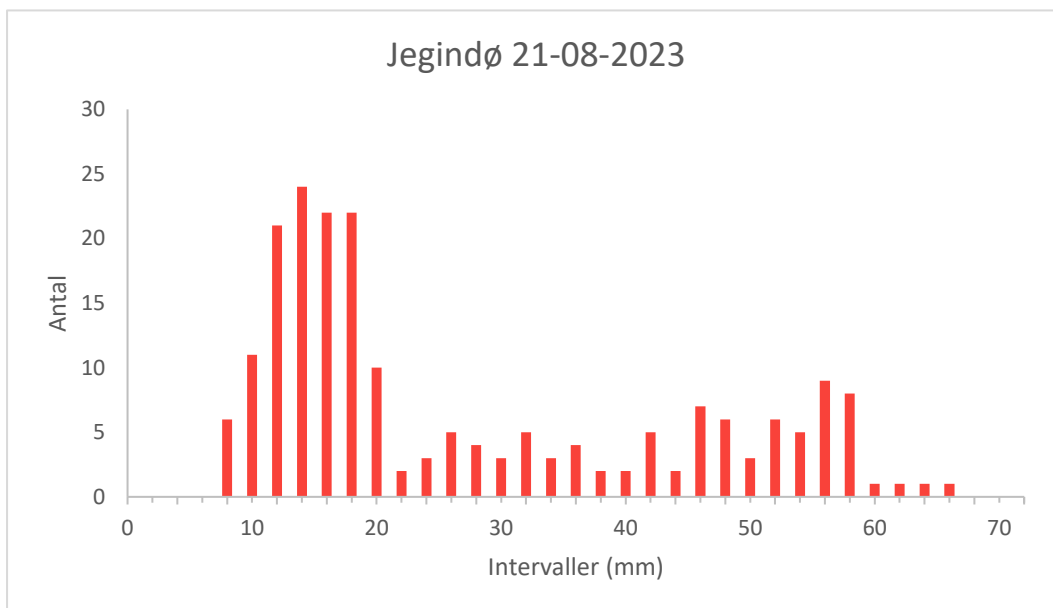
Størrelsesfordelingerne for muslinger på anlæg ved Jegindø samt i Venøsund viser det integrerede resultat af muslingernes vækst og Blå Biomasses høst og udtynding. Der er derfor ikke en naturlig udvikling i kohorter, som man kan forvente ved naturlige muslingebanker eller net, hvor der ikke høstes eller udtyndes.

Størrelsesfordelingen på muslinger på anlæg i Jegindø er målt i marts 2023 og igen i august 2023. Størrelsesfordelingen for marts måned viser, at de fleste muslinger har størrelsen 40-50 mm, hvilket svarer til en kohorte, der er settlet sommeren før. Derudover er der en kohorte fra sensommeren på mellem 10-20 mm. Der er også løbende sket nedslag, der viser sig som størrelser fra 20-40 mm (Figur 3.5). Størrelsesfordelingen i august

måned viser, at de fleste muslinger har størrelsen 10-20 mm og kommer fra nedslaget kort før juni måned. Derudover er der en spredt størrelsesfordeling med enkelte muslinger op til 66 mm (Figur 3.6).



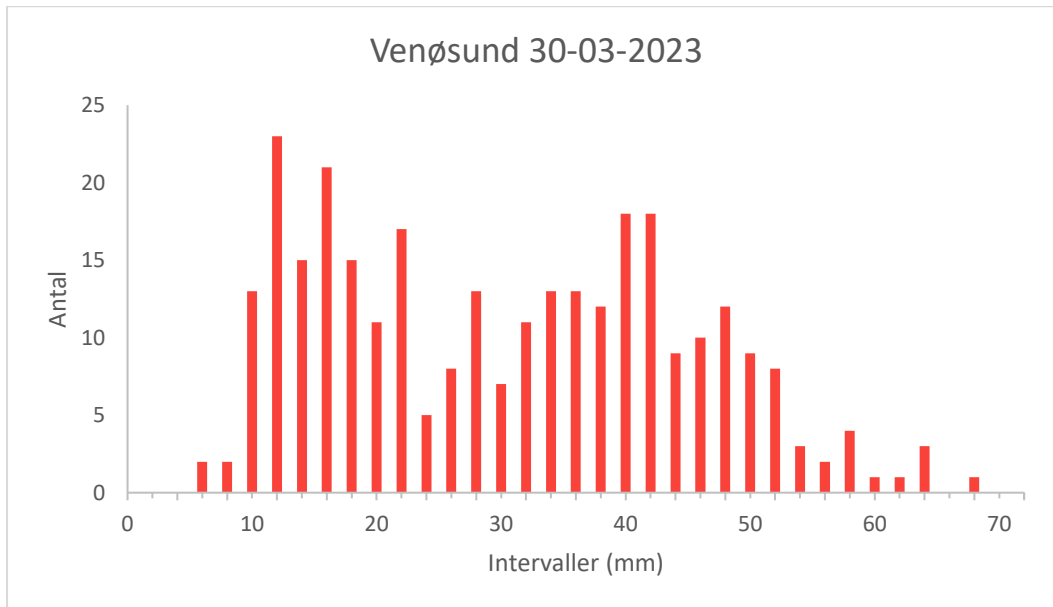
Figur 3.5. Størrelsesfordeling af muslinger på anlæg ved Jegindø fra marts 2023



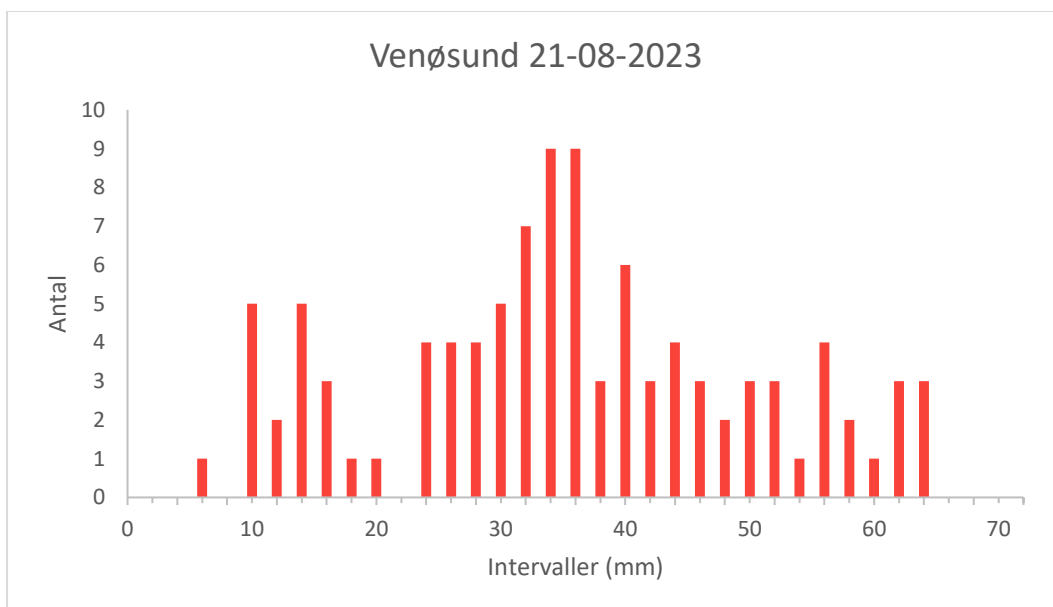
Figur 3.6. Størrelsesfordeling af muslinger på anlæg ved Jegindø fra august 2023.

Størrelsesfordelingen på muslinger på anlæg i Venøsund er målt i marts og igen i august. Størrelsesfordelingen for marts måned viser primært to kohorter med de mindste muslinger med størrelsen 10-20 mm, der er nedslået i efteråret 2022, og de største muslinger på 30-50 mm nedslået i sommeren 2022. Derudover er der enkelte muslinger med størrelser op til 68 mm. Ligesom ved Jegindø viser størrelsesfordelingen af muslingerne også her, at der løbende har været nedslag (Figur 3.7).

Størrelsesfordelingen i august måned viser, primært en vækst i muslinger der er settlet i efteråret 2022, som i august har en størrelse på 25-45 mm. Derudover er der en spredt størrelsesfordeling med enkelte muslinger op til 65 mm (Figur 3.8).



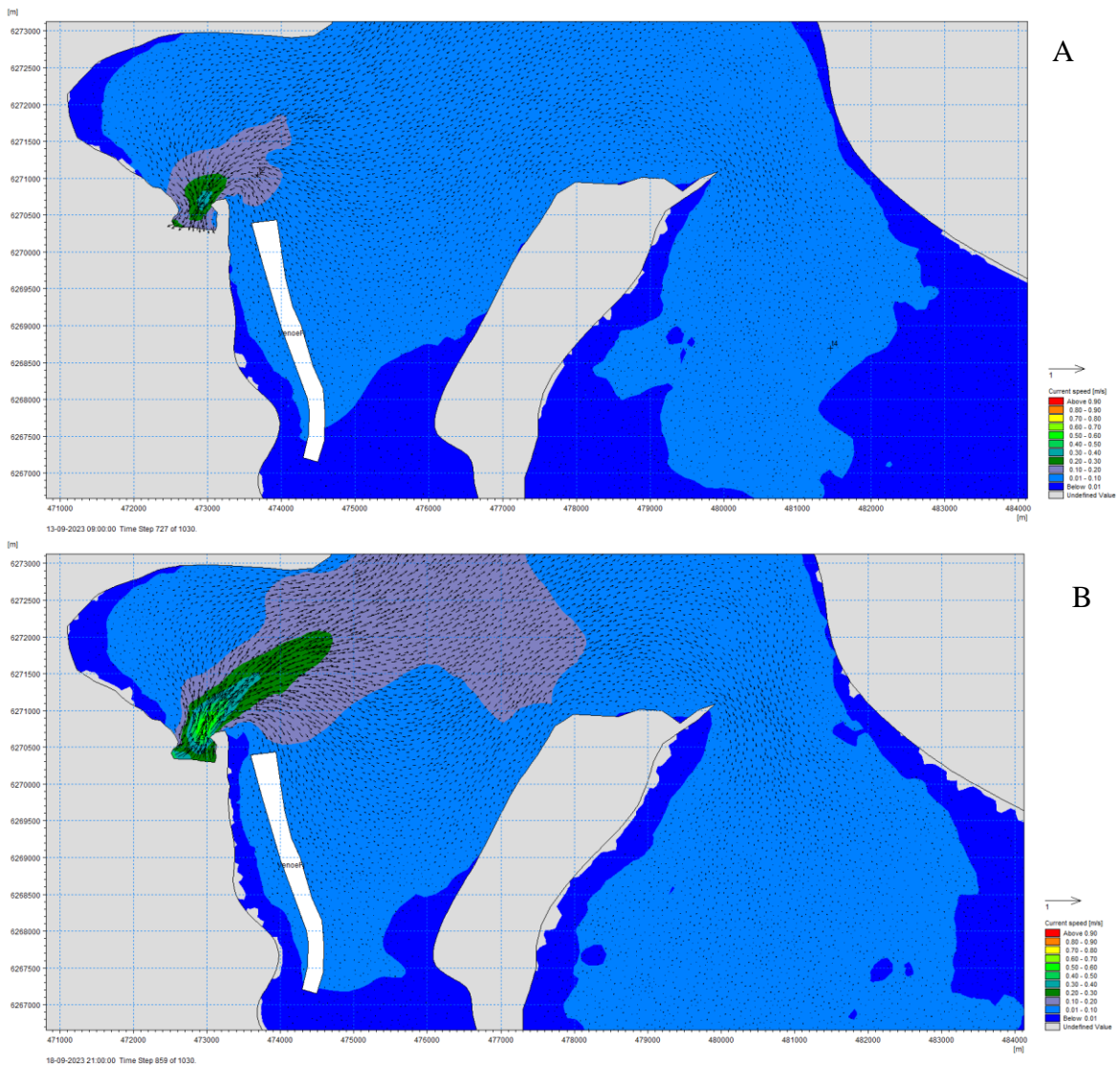
Figur 3.7. Størrelsesfordeling af muslinger på anlæg ved Venøsund fra marts 2023.

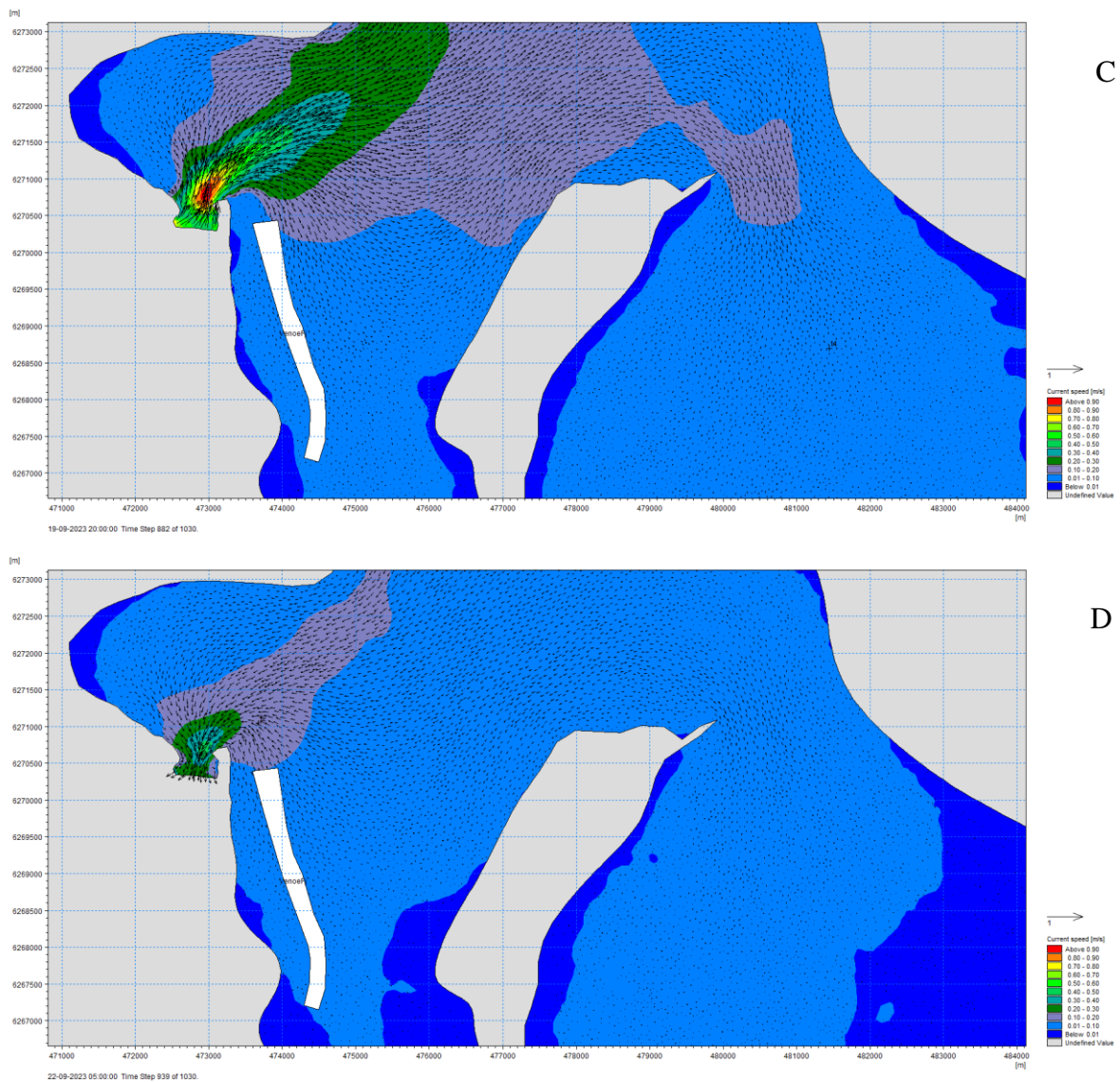


Figur 3.8. Størrelsesfordeling af muslinger på anlæg ved Venøsund fra august 2023.

3.2 STRØMFORHOLD

Strømhastighed og retning blev målt med ADCP af Dansk Skaldyrcenter (DTU Aqua) i 2019 i forbindelse med GUDP projektet INPROFEED. I nærværende projekt blev disse målinger gentaget for at verificere de tidligere målinger (Figur 1.5). Strømhastigheder og -retninger målt i august 2023 viser moderat strømhastighed drevet fra vest (Figur 3.9A), der genererer et cirkulært mønster i den nordlige ende af Venøsund, som drives længere sydpå ved højere hastigheder (Figur 3.9C). Dominerende strømrretning fra øst mod vest med moderat hastighed driver strømme fra syd mod nord (Figur 3.9B). Ved høje hastigheder bøjes strømmen, så den står vinkelret ind på opdrætsanlægget (Figur 3.9D). Langt de fleste strømme langs bredden går i en retning fra syd mod nord.





Figur 3.9. Dominerende strømmønstre i Venøsund illustreret med vektorer og pile. Strømhastigheder er udledt fra MIKE 21 Limfjorden hydrodynamisk model etableret i forbindelse med dette projekt. Opdrætsområderne er vist som et hvidt rektangel. Moderat strømhastighed drevet fra vest (A) og høje hastigheder (C). Dominerende strømreretning fra øst mod vest med moderat hastighed (B) og høje hastigheder (D).

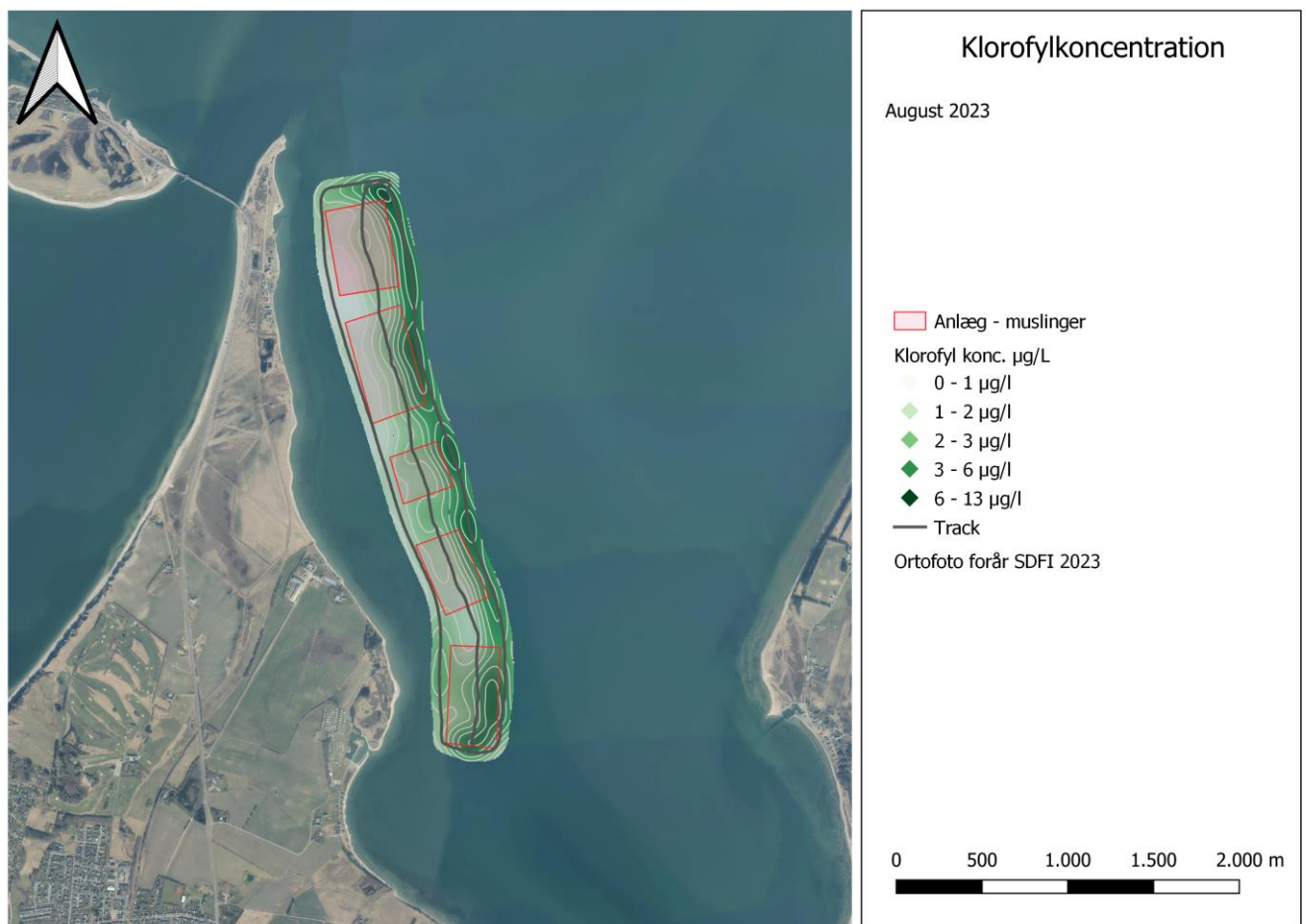
Ved Hvalpsund blev den bundmonterede AWAC væltet og vendt på hovedet efter 5 døgns målinger, formodentlig fordi man har flyttet nogle af muslingerørerne og i den forbindelse slæbt et tov eller en wire gennem området med sedimentfælder og AWAC.

Erfaringer fra dette feltforsøg viser, at langtidsmålinger som indebærer forankring af instrumenter og udstyr tæt på muslingefarme, kun kan lade sig gøre med store og tunge forøjninger samt med brug af store overfladebøjer hvilket ikke var muligt i dette projekt.

3.3 FORDELING AF FYTOPLANKTON

VENØSUND

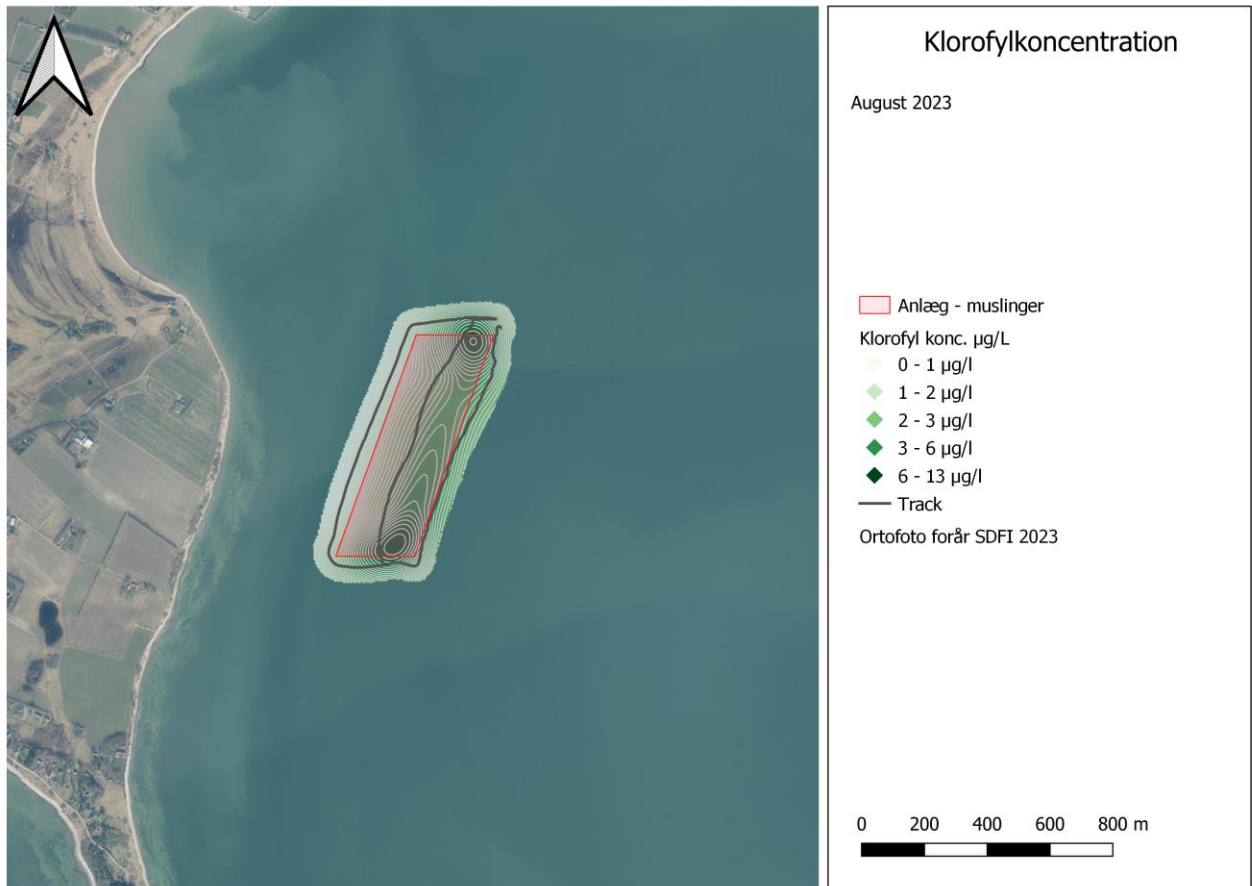
Klorofyl blev kortlagt som indikator for koncentrationen af alger i vandet i og omkring muslinge anlæg vha. kontinuerlige fluorescensmålinger omsat ved *in situ* klorofylkoncentration. Klorofylkoncentration ved muslinge anlægget i Venøsund viser høje koncentrationer (3-6 $\mu\text{g chl/l}$) i den østlige side af anlægget, hvor vandet tilstrømmer, en gradvis reduktion mod den vestlige side af anlægget, og til lave koncentrationer (0-2 $\mu\text{g chl/l}$) i den vestlige side af anlægget, hvor vandet har været igennem anlægget og kommer ud på den anden side. Muslinge anlægget har således en rensekapacitet for alger på over 50 % (Figur 3.10).



Figur 3.10. Klorofylkoncentrationer ($\mu\text{g chl/L}$) målt mellem og omkring muslinge anlæg ved Venøsund, august 2023.

JEGINDØ

Klorofylkoncentrationen i og omkring muslinge anlæg i Jegindø viser højeste koncentration af klorofyl i to punkter i den nordlige og sydlige udkant af muslinge anlægget (op til 13 $\mu\text{g chl/l}$). Laveste koncentrationer (0-2 $\mu\text{g chl/l}$) findes i den vestlige del af muslinge anlægget, hvor vandet har været filtreret af muslingerne. Den østlige del af anlægget har en koncentration på 1-3 $\mu\text{g chl/l}$. Som for anlægget i Venøsund viser anlægget i Jegindø også en reduktion af klorofyl med op til 50 %, når vandet har passeret anlægget (Figur 3.11).

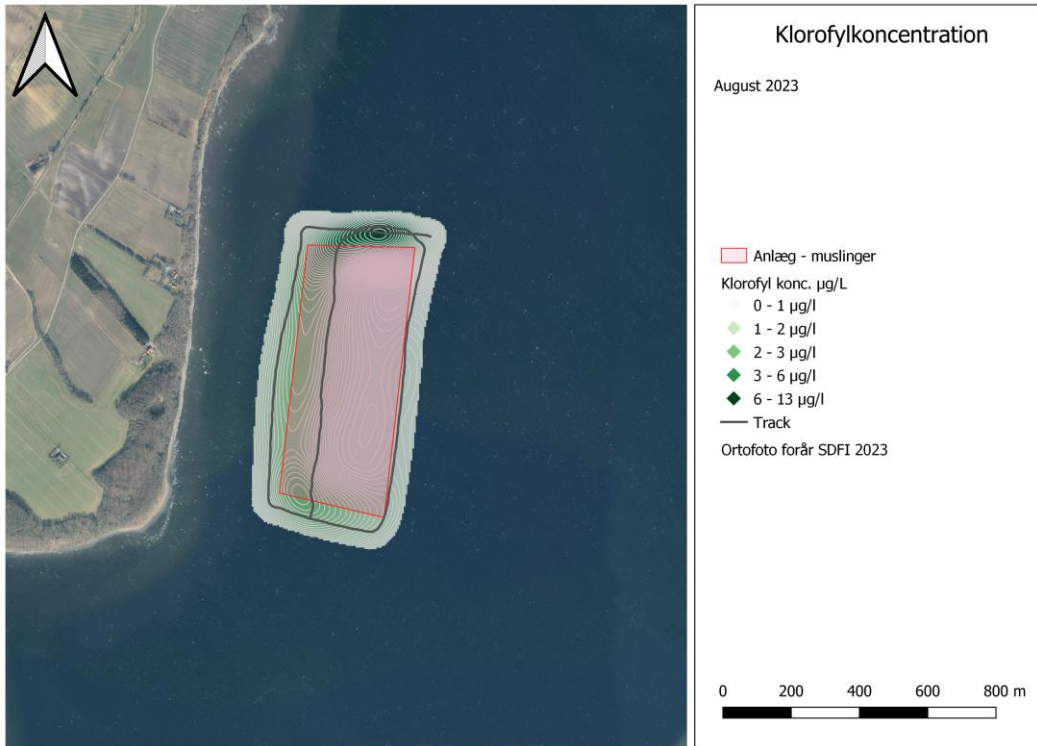


Figur 3.11. Klorofylkoncentrationer (µg chl/L) målt mellem og omkring muslinge anlæg ved Jegindø, august 2023.

SKIVE FJORD SYD

De højeste koncentrationer (6-13 µg chl/l) blev målt i den nordlige ende. I den vestlige del af anlægget blev der målt koncentrationer på 1-3 µg chl/l, og laveste koncentrationer på 0-2 µg chl/l i den østlige del (Figur 3.12). Ligesom for de andre muslinge anlæg viser resultaterne, at der sker en bortfiltration af alger undervejs, når vandet bevæger sig igennem muslinge anlægget.

Der er ingen målte strømndata for Skive Fjord i forbindelse med nærværende undersøgelser. Skive Fjord Nord blev ikke undersøgt på fordeling af fytoplankton i relation til muslingeopdrætsanlæg, grundet tidsbegrænsning.



Figur 3.12. Klorofylkoncentrationer (µg chl/L) målt mellem og omkring muslinge anlæg ved Skive Fjord Syd, august 2023.

3.4 BUNDENS INDHOLD AF C, N OG P

Resultater for bundens indhold af N, P og C vist som glødetab viser generelt en berigelse af organisk materiale under muslingeopdrætsanlæggene, når områderne i øst puljes (Skive Fjord Nord og Syd) og områderne i vest puljes (Jegindø og Venøsund) således der er 6 reference- og anlægs stationer per område i stedet for kun 3 stationer. Andelen af tørstof % er signifikant højere under anlæg sammenlignet med referencestationer i Skive Fjord (Nord + Syd). Ligeledes er der signifikant højere glødetab i prøver fra under anlæg sammenlignet med referencestationer for Skive Fjord, dog med en meget lille effect size ($p=0.007$, $D=0.03$). Kvælstof (kg/kg tørstof) er signifikant højere under anlæg sammenlignet med referencestationer og med kæmpestor effect size ($p<0.0001$, $D=3.41$). Effect size (Cohen's D) indikerer hvor stor betydning en signifikant forskel skal tillægges.

Der er signifikant højere indhold af C, N og P under anlæg i forhold til referencestationer, når der analyseres indenfor for hvert område for Skive Fjord Syd og Skive Fjord Nord for Tørstof, N og P (Tabel 3.2). Forskellen mellem N under anlæg og på referencestationer i Skive Fjord Syd har stor effect size ($D>2$) og kan tillægges høj betydning. En samlet oversigt over resultater for bundens indhold af tørstof (%), glødetab (%), total kvælstof (mg/kg TS), total fosfor (mg/kg TS) kan ses for Venøsund og Jegindø i Tabel 3.3, og for Skive Fjord i Tabel 3.4.

Tabel 3.2. Signifikante forskelle mellem anlæg og referencestationer er angivet med p-værdi for hvert område. Der er anvendt One-way Anova og effect size er testet med Cohen's D.

SIGNIFIKANS NIVEAU (P) OG EFFECT SIZE (D)				
OMRÅDER	Glødetab total (%)	Tørstof (%)	N (mg/kg tørstof)	P (mg/kg tørstof)
JEGINDØ				
VENØSUND				
SKIVE FJORD NORD			P=0.03, D=2.14	
SKIVE FJORD SYD		P=0.024, D=3.21	P<0.001, D=6.18	P=0.04

Tabel 3.3. Oversigt over Tørstof (%), Glødetab (%), Total Kvælstof (mg/kg TS) og Total fosfor (mg/kg TS) for Venøsund- og Jegindø anlæg samt tilhørende referencer.

Anlæg	Station	Tørstof (%)	Glødetab (%)	Total kvælstof (mg/kg TS)	Total Fosfor (mg/kg TS)
Venøsund anlæg 143	V-143-1	39.6	4.5	3535.35	700
	V-143-2	43.0	1.4	4651.16	670
	V-143-3	35.8	4.3	3910.61	670
	Overall	39.47	3.4	4032.38	680
Venø reference 1-2-4	V-REF-1	59.4	3.8	1498.32	390

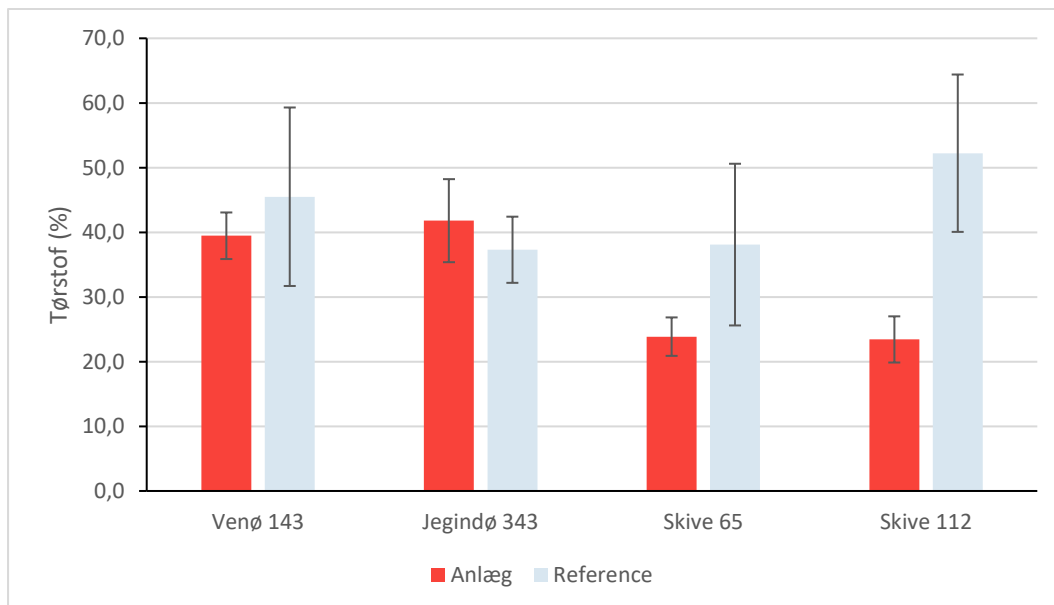
	V-REF-2	45.3	4.2	2428.26	530
	V-REF-4	31.8	4.0	3773.58	720
	Overall	45.5	4.0	2566.72	547
Jegindø anlæg 343	J-343-8	43.5	4.9	2988.51	630
	J-343-9	34.7	4.0	3458.21	680
	J-343-10	47.2	3.8	2330.51	410
	Overall	41.8	4.2	2925.74	573
Jegindø reference 5-6-7	J-REF-5	43.2	4.1	2777.78	620
	J-REF-6	34.1	3.0	3812.32	690
	J-REF-7	34.6	4.2	3179.19	700
	Overall	37.3	3.8	3256.43	670

Tabel 3.4. Oversigt over Tørstof (%), Glødetab (%), Total Kvælstof (mg/kg TS) og Total Fosfor (mg/kg TS) For Skive Nord- og Syd anlæg samt tilhørende referencer.

Anlæg	Station	Tørstof (%)	Glødetab (%)	Total kvælstof (mg/kg TS)	Total Fosfor (mg/kg TS)
Skive Fjord anlæg 65 (Nord)	S-65-7	20.7	2.8	6280.19	860
	S-65-8	24.3	2.8	7818.93	850
	S-65-9	26.6	3.9	6390.98	630
	Overall	23.7	3.2	6830.03	780
Skive Fjord reference 10-11-16 (Nord)	S-REF-10	30.0	3.7	4333.33	670
	S-REF-11	52.5	1.8	1904.76	400
	S-REF-16	31.8	3.7	5345.91	710
	Overall	38.1	3.1	3861.34	593
Skive Fjord anlæg 112 (Syd)	S-112-14	27.2	4.2	8455.88	650
	S-112-5	20.1	3.6	8457.71	940
	S-112-6	23.0	3.5	7391.30	690

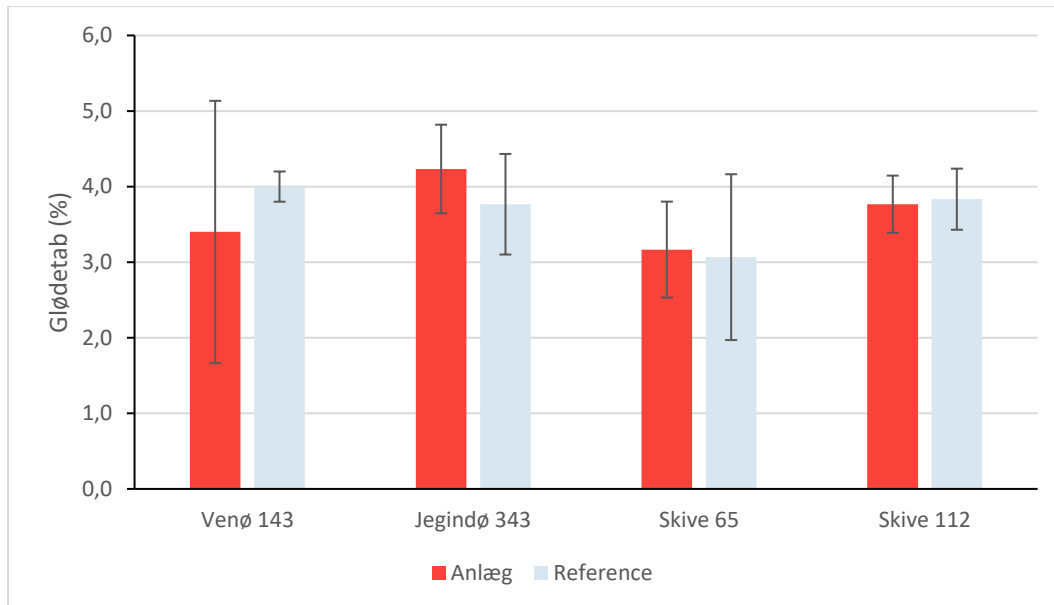
	Overall	23.4	3.8	8101.63	760
Skive Fjord reference 1-2-13 (Syd)	S-REF-1	62.0	4.2	1935,.48	300
	S-REF-2	56.1	3.4	3208.56	440
	S-REF-13	38.6	3.9	3886.01	470
	Overall	52.2	3.8	3010.02	403

For Venøsund og Jegindø lå det gennemsnitlige tørstofindhold (%) i sedimentet lige omkring 40 % og var ikke signifikant forskelligt mellem anlæg og referencestationer for Venøsund, Jegindø og Skive Fjord Nord. Skive syd reference og Skive syd anlæg ($p = 0.024$; Cohen's $D = 3.21$) var signifikant forskellige med stor effect size (se Figur 3.13).



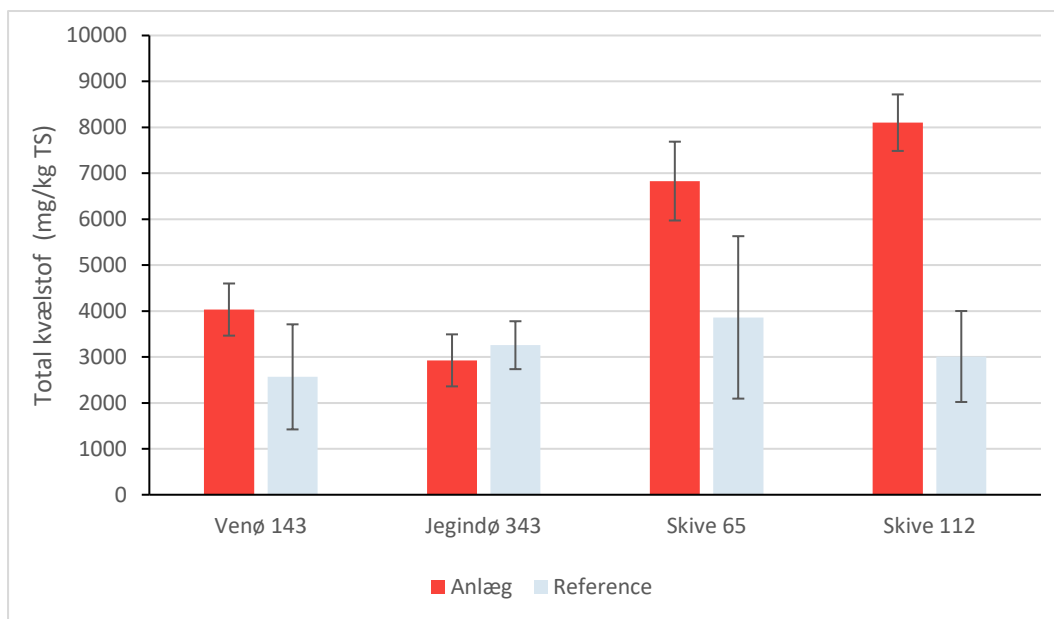
Figur 3.13. Gennemsnitligt indhold af tørstof (%) og standardafvigelse i sedimentet under muslingeopdræt (rød) og på tilhørende referencestationer (grå).

Det gennemsnitlige glødetab (%) af sedimentet under anlæg og på referencestationer ses på Figur 3.14. Der blev ikke påvist nogen signifikante forskelle for nogen af de fire områder (se Tabel 3.2).



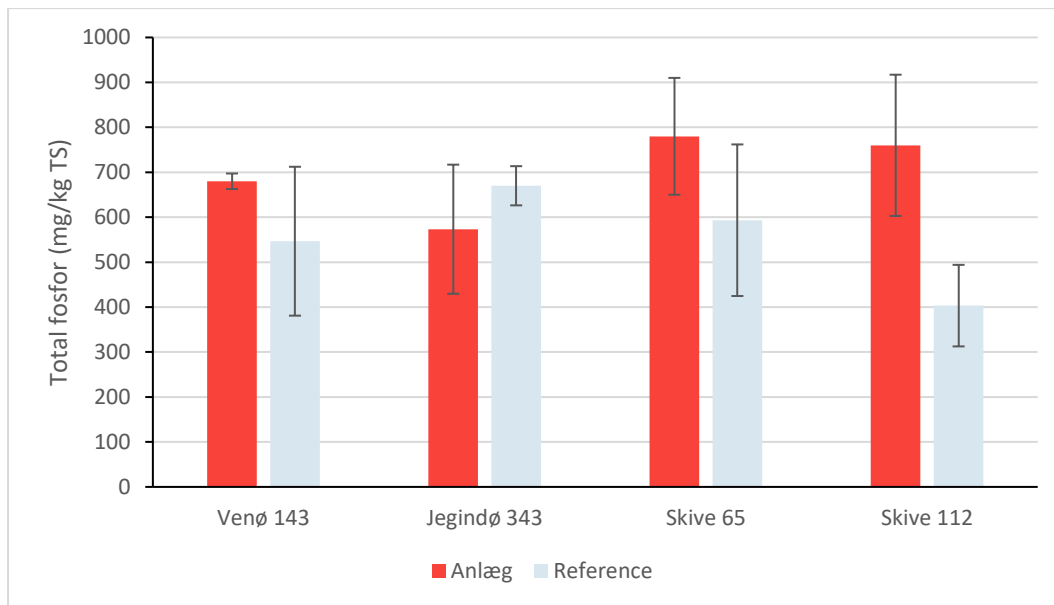
Figur 3.14. Gennemsnitligt glødetab (%) og standardafvigelse i sedimentet under muslingeopdræt (rød) og på tilhørende referencestationer (grå).

Det gennemsnitlige indhold af kvælstof i sedimentet under anlæg og på referencestationer ses af Figur 3.15. To anlæg var signifikant forskellige fra deres respektive referencestationer og med kæmpestor effect size: Skive Nord ($p = 0.03$, Cohen's $D = 2.14$) og Skive Syd ($p < 0.001$, Cohen's $D = 6.18$).



Figur 3.15. Gennemsnitligt indhold af kvælstof (mg/kg TS) og standardafvigelse i sedimentet under muslingeopdræt (rød) og på tilhørende referencestationer (grå).

Det gennemsnitlige indhold af fosfor i sedimentet under anlæg og på referencestationer ses af Figur 3.16. Den eneste station med signifikant forskel er Skive syd anlæg og referencestation ($P = 0.04$).



Figur 3.16. Gennemsnitligt indhold af fosfor (mg/kg TS) og standardafvigelse i sedimentet under muslingeopdræt (rød) og på tilhørende referencestationer (grå).

3.5 SEDIMENTATION

Indholdet af sedimentfælderne fra hvert niveau over bunden blev puljet for at have sediment nok til de efterfølgende faldhastighedsforsøg. Der var stor forskel på hvor meget sediment, der var i hver fælde fra samme niveau (~ 50%), så målingerne må anses for at være meget usikre. Der var dog konsekvent mere sediment i de nederste fælder end de øvre. Resultater fra in situ målinger er vist i Tabel 3.5.

Tabel 3.5. Målt tørstof, glødetab og faldhastighed i materiale fra sedimentfælderne. Målingerne er foretaget i varierende afstand til havbunden – over bunden (o.b.). IM står for Ikke Målt.

Station	Tørstof efter 522 timer	Sedimentationsrate	Glødetab	Faldhastighed
4 (2 m o.b.)	10 g	24 g/m ² /d	16 %	IM
4 (1 m o.b.)	65 g	156 g/m ² /d	19 %	10 mm/s
3 2 m o.b.	26 g	62 g/m ² /d	18 %	IM
3 1 m o.b.	59 g	142 g/m ² /d	16 %	4 mm/s

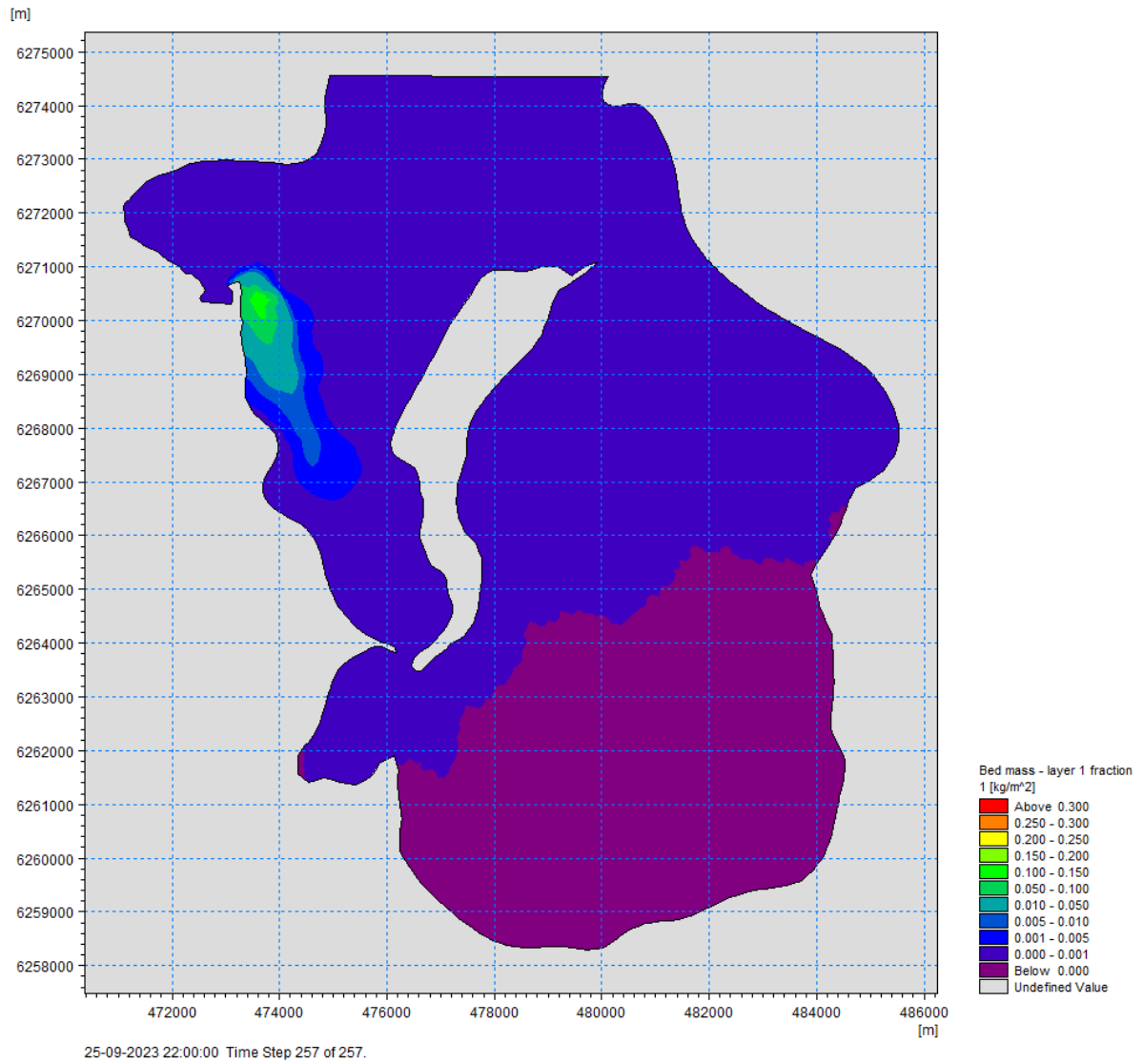
Tørstofindhold, glødetab og faldhastighed er bestemt med *in situ* og resultaterne må derfor anses for at være mere usikre end hvis analyserne var blevet foretaget i et laboratorium. Faldhastighederne er bestemt i et sedimentationsrør efter mekanisk resuspension hvorved en ukendt andel af tilstedeværende fækalier og sedimentflokulanter er blevet slået i stykker. Derfor må de målte faldhastigheder anses for at være mindre end de reelle faldhastigheder. De målte faldhastigheder er i samme størrelsesorden som de 3.9 mm/s der blev målt af (DTU Aqua, 2022).

De målte sedimentationsrater omregnet til total organisk carbon (TOC) under antagelse af at omregningsfaktoren mellem TOC og glødetab er 3, er noget større (27 – 222 g C/ m² /måned) som de 10 – 40 g C /m² pr måned rapporteret af (DTU Aqua, 2022). Sedimentationsrater er anvendt til at beregne spredning af fækalier.

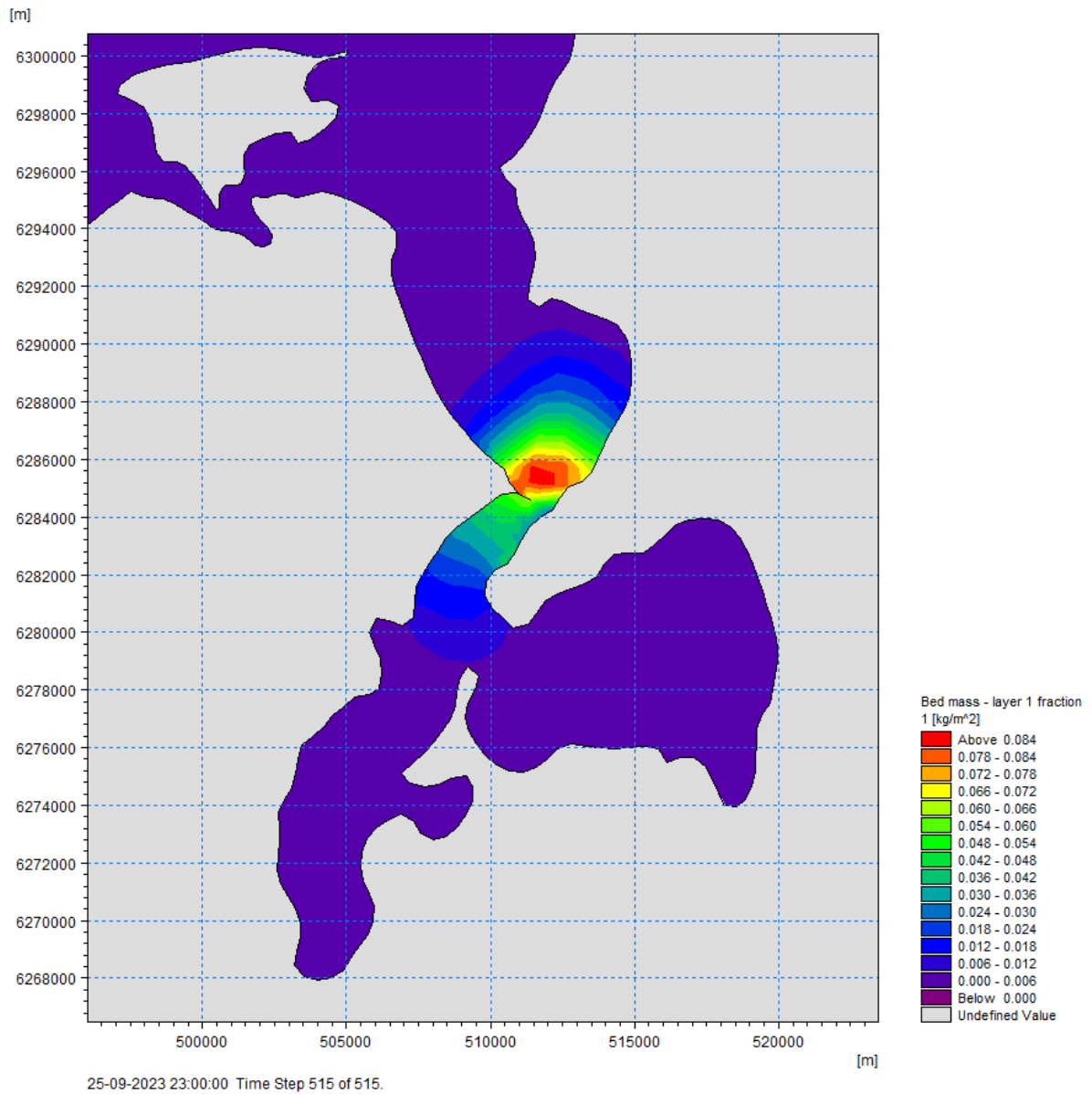
Resultaterne viser, at der er meget stor forskel på spredning af fækalier fra muslingeopdræt i de to fjordområder. I Venøsund, hvor strømhastighederne og bølgeeksponeringen generelt er højere, spredes fækalierne over et meget stort område og derfor i meget små mængder pr. arealenhed. Ophobning af fækalier i området indenfor muslingeopdræt viser værdier fra 0.001-0.2 kg/m². Lave koncentrationer fra 0.0 – 0.001 kg/m² er blevet spredt over et stort område fra Venøsund og nord om Venø til den østlige side af Venø (Figur 3.17).

I Skive Fjord nord forbliver fækalierne i området umiddelbart under og omkring muslingeopdrættet, hvor der opnås relativt store mængder pr arealenhed, men til gengæld i et begrænset areal (Figur 3.18). Mængder af ophobet materiale under muslingeopdræt ligger fra 0.54 kg/m² til over 0.84 kg/m² direkte under anlægget. Ophobet materiale i det omkringliggende område viser værdier fra 0.054 – 0.012 kg/m². Områder længere væk viser lave værdier i størrelsesordenen 0.0 – 0.006 kg/m².

Generelt viser resultaterne en sammenhæng mellem placering af muslingeopdrætsanlæg i relation til hydrodynamiske forhold og muslingeopdrætsanlæggets bidrag til organisk berigelse i området.

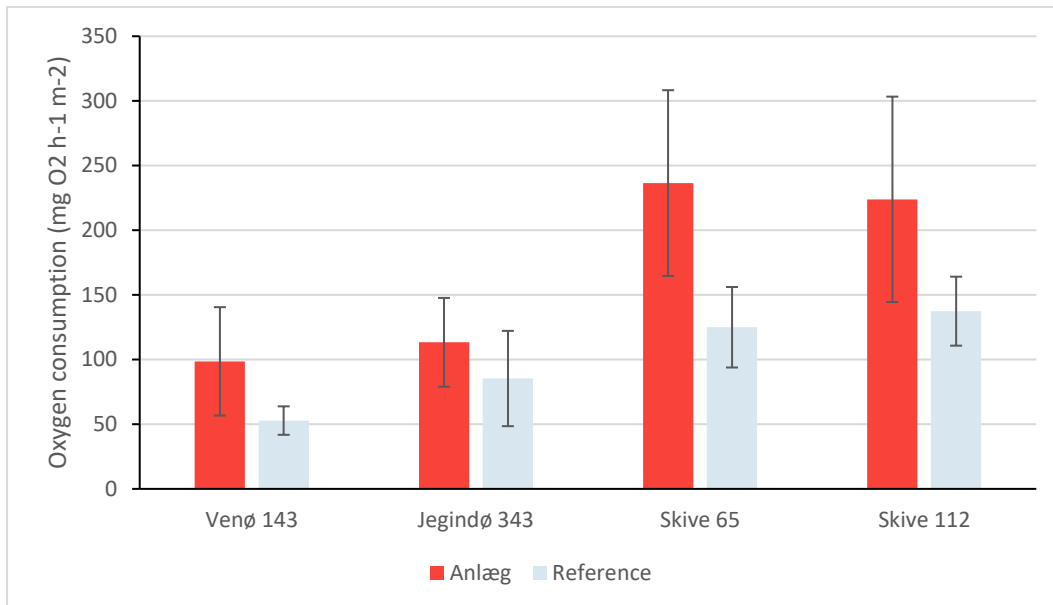


Figur 3.17. Sedimentation af fækalier fra Venøsund efter 1 års drift. Lilla farve viser en negativ sedimentation som resultat af bortfiltrering af alger omkring muslinge anlæg.



Figur 3.18. Sedimentation af fækalier fra Skive Fjord (Hvalpsund) efter 1 års drift. Lilla farve viser en negativ sedimentation som resultat af bortfiltrering af alger omkring muslinge anlæg.

3.6 BUNDENS ILTFORBRUG



Figur 3.19. Gennemsnitligt iltforbrug og standardafvigelse i sedimentet under muslingeopdræt (Rød) og på tilhørende referencestationer (Grå).

Målinger af iltforbruget i sedimentet under muslingeopdræt viste, at iltforbruget i Skive Fjord Nord og Syd var signifikant højere end Venøsund og Jegindø (Figur 3.19). Sammenlignes målingerne fra Venøsund anlæg og Jegindø anlæg med Skive Fjord Nord- og Syd-anlæg med en One-way Anova er der en statistisk signifikant forskel ($p=0.003$). Tester man både Jegindø og Venøsund puljet sammen mod referencerne puljet er der statistisk signifikant højere iltforbrug under anlægget ($p = 0.027$).

I Figur 3.19 kan resultaterne for Venøsund og Jegindø samt deres respektive referencestationer ses. Selvom respirationsraterne under muslingeopdrættene er højere end deres respektive referencestationer, er der ikke tilstrækkelig evidens til at konkludere, at de er statistisk forskellige ved udførelse af en One-way Anova. (Jegindø anlæg/reference $p=0.39$).

Tabel 3.6. Resultater for målinger af bundens iltforbrug under muslingeopdræt Venøsund (anlæg 143) og Jegindø (anlæg 343) samt på tilhørende referencer.

Anlæg	Station	resp (mg O ₂ /h/m ²)			Gennemsnit	SD
Venøsund anlæg 143	V-143-1	68.1	39.0	63.1	56.7	15.5
	V-143-2	169.0	90.7	161.8	150.5	43.3
	V-143-3	80.0	111.9	104.2	98.7	16.6
	Overall				98.6	41.9
Venø reference 1-2-4	V-REF-1	49.0	37.4	35.2	40.5	7.4

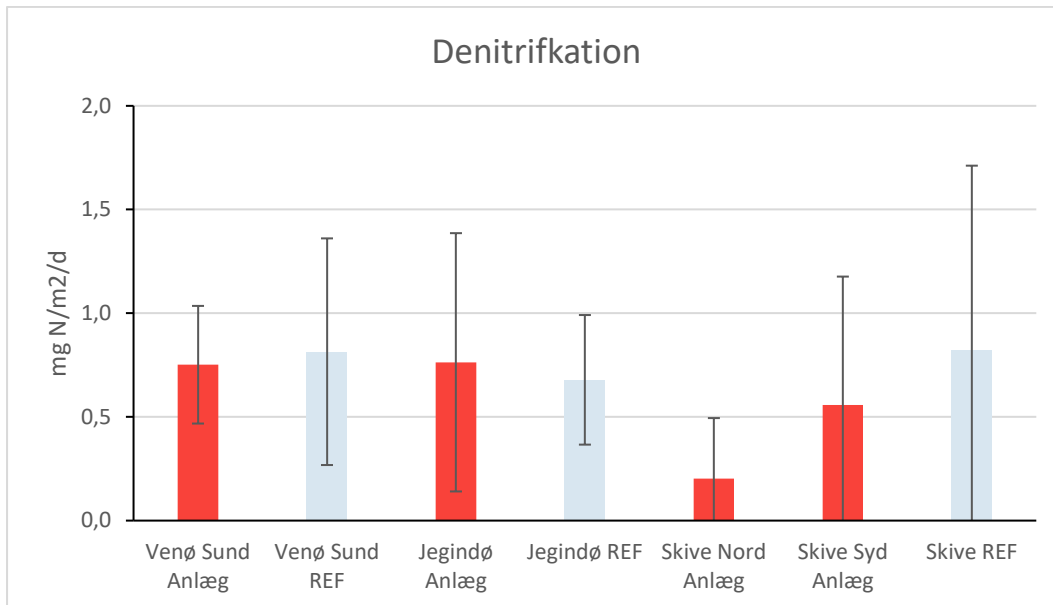
	V-REF-2	47.3	59.4	78.6	61.7	15.8
	V-REF-4	41.7	66.3	60.7	56.2	12.9
	Overall				52.8	11.0
Jegindø anlæg 343	J-343-8	93.0	73.0	96.5	87.5	12.7
	J-343-9	71.4	129.5	99.9	100.3	29.1
	J-343-10	85.7	160.1	211.1	152.3	63.0
	Overall				113.3	34.3
Jegindø reference 5-6-7	J-REF-5	40.1	31.7	61.4	44.4	15.3
	J-REF-6	67.7	148.3	131.4	115.8	42.5
	J-REF-7	106.4	76.4	104.6	95.8	16.8
	Overall				85.3	36.8

Der var ikke signifikant forskel på sedimentets iltforbrug i Skive Fjord Nord og Syd mellem anlæg og reference (Skive Nord anlæg/reference $p=0.07$, og Skive Syd anlæg/reference $p=0.15$. Tester man både Skive Fjord Nord og Syd puljet sammen mod referencerne puljet er der dog statistisk signifikant forskel ($p = 0.027$).

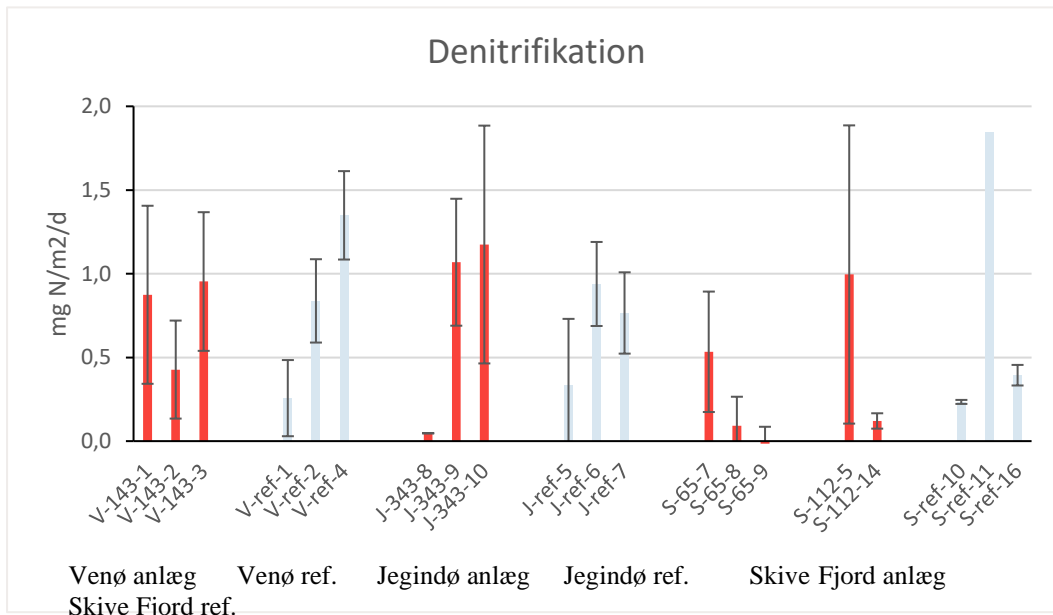
Tabel 3-7. Resultater for målinger af bundens iltforbrug under muslingeopdræt Skive Fjord Nord (anlæg 65) og Skive Fjord Syd (anlæg 112) samt på tilhørende referencer.

Anlæg	Station	resp (mg O ₂ /h/m ²)			Gennemsnit	SD
Skive Fjord anlæg 65 (Nord)	S-65-7	216.9	391.3	346.9	318.3	90.6
	S-65-8	151.4	225.4	244.0	206.9	49.0
	S-65-9	102.3	78.5	371.7	184.2	162.9
	Overall				236.5	71.8
Skive Fjord reference 10-11-16 (Nord)	S-REF-10	129.1	85.0	131.1	115.1	26.0
	S-REF-11	105.1	109.3	85.7	100.0	12.6
	S-REF-16	196.6	142.5	140.4	159.8	31.8
	Overall				125,0	31,1
Skive Fjord anlæg 112 (Syd)	S-112-14	226.2	92.3	163.7	160.7	67.0
	S-112-5	169.4	171.8	252.7	197.9	47.4
	S-112-6	621.6	259.1	58.5	313.1	285.4
	Overall				223,9	79,4
Skive Fjord reference 1-2-13 (Syd)	S-REF-1	106.9	120.9	143.0	123.6	18.2
	S-REF-2	176.8	177.0	150.7	168.2	15.1
	S-REF-13	87.0	163.1	111.4	120.5	38.8
	Overall				137.4	26.7

3.7 BUNDENS DENITRIFIKATION



Figur 3.20. Gennemsnit og standardafvigelse for denitrifikationsrater for alle Anlæg (rød) samt deres respektive referencestationer (grå).



Figur 3.21. Gennemsnit og standardafvigelse for denitrifikationsrater for alle stationer i Venøsund, Jegindø, Skive Fjord Nord (anlæg 65) og Skive Fjord Syd (Anlæg 112) (rød) samt deres respektive referencestationer (grå).

Denitrifikationsraterne var højest på referencestationen i Skive Fjord (se Figur 3.20), men her blev nogle af de laveste målinger også foretaget. Der var således den højeste variation mellem replikater på denne station. De laveste denitrifikationsrater blev målt under muslinge anlægget Skive Fjord Nord (Anlæg 65). Der blev observeret iltsvind under prøvetagningsperioden i august 2023, hvilket betød, at der på nogle stationer ikke kunne foretages målinger af denitrifikationsrater. Den store variation indenfor stationerne og mindre variation

mellem stationerne viser at der ikke er statistisk belæg for forskelle i denitrifikationsrater mellem anlæg eller deres respektive referencestationer. Dette bliver yderligere støttet ved brug af en One-way Anova, hvor ingen af stationerne er signifikant forskellige fra deres referencestation eller indenfor- og mellem fjordsystemer (Tabel 3.7).

Der kan ikke konkluderes på baggrund af disse resultater grundet de høje variationer, og det er således endnu ukendt om berigelse af organisk materiale under muslingeopdrætsanlæg i Skive Fjord samt i Venøsund og Jegindø øger denitrifikationsraten.

Tabel 3.7. Statistiske test på forskelle mellem anlæg og referencestationer ved en One-way Anova

Input 1	Input 2	p-værdi
Venøsund anlæg	Venøsund reference	0.87
Jegindø anlæg	Jegindø reference	0.84
Skive Nord anlæg	Skive reference	0.31
Skive Syd anlæg	Skive reference	0.74
Venøsund anlæg	Jegindø anlæg	0.98
Skive Nord anlæg	Skive Syd anlæg	0.43
Venøsund anlæg + Jegindø anlæg	Skive Nord anlæg + Skive Syd anlæg	0.14

3.8 BUNDFAUNA

Kombinationen af AZTI Marine Biotic Index (AMBI-indeks) og Shannon-Wiener Diversity Index (H') kan bruges til at beskrive og indekserer miljøtilstanden i et område og kan desuden også vurdere, om infaunasamfundet er negativt påvirket af eutrofiering og iltsvind. En lav værdi af AMBI og en høj værdi af H' indikerer gode miljøforhold og vice versa. Vurderinger for Venøsund, Jegindø samt Skive Fjord Nord/Syd fremgår i de følgende afsnit.

VENØSUND

SHANNON-WIENER-DIVERSITETSINDEKS

Artsdiversiteten blev undersøgt ved hjælp af Shannon-Wieners diversitetsindeks (H'). Artsdiversiteten for de 3 stationer under anlæg ved Venøsund lå mellem 1.81 til 2.55 mens delprøverne lå med et spænd fra 1.5 til 3.7 (Gennemsnit 2.64 ± 0.78). For referencestationerne gælder det at de lå mellem 0.64 og 3.53 mens delprøverne lå med et spænd fra 0 til 3.13 (Gennemsnit 1.54 ± 1.09) (Se Tabel 3.8).

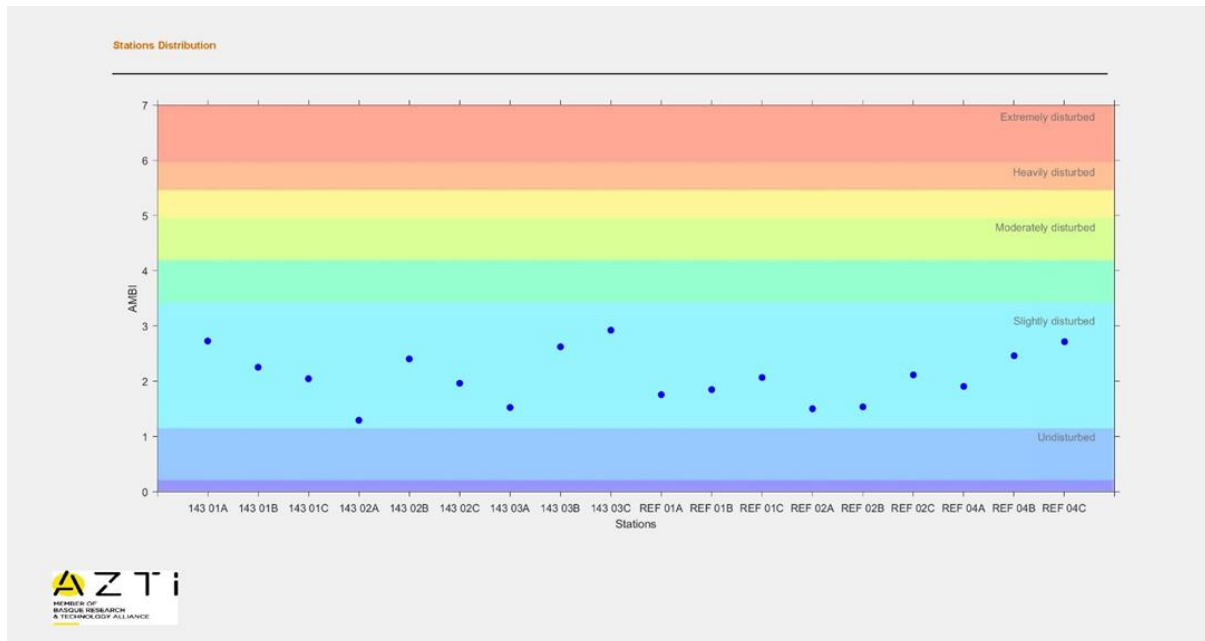
AMBI – TILSTAND AF INFAUNASAMFUND

AMBI-værdier beregnet for hver enkelt prøve (1-23) i Venøsund inkl. referencestationer ses på Figur 3.22, og Tabel 3.8. Alle stationer er, baseret på deres AMBI-værdi, klassificeret til let forstyrret. AMBI-værdierne fra delprøverne fra muslinge anlægget (V-143-01, 02 og 03) spændte fra 1.29 til 2.92 (let forstyrret) med et gennemsnit på 2.19 ± 0.55 til 2.72 (let forstyrret med et gennemsnit på 1.99 ± 0.40).

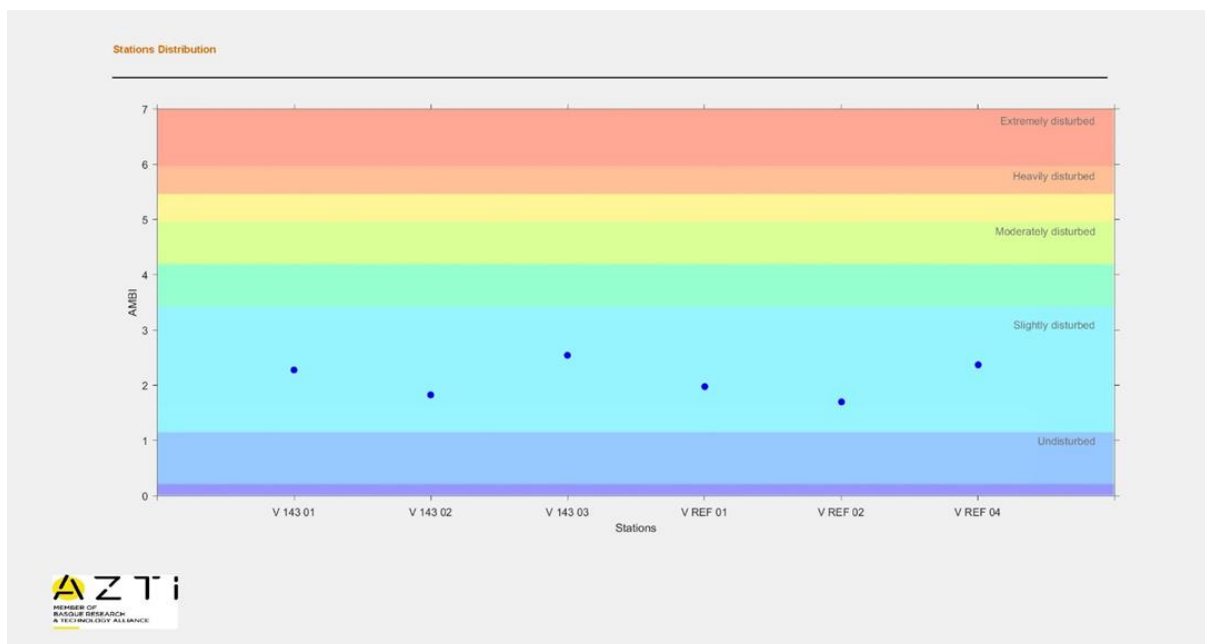
En One-way Anova mellem delprøverne fra anlæg og referencestationer viste ikke nogen signifikant forskel ($p=0.38$), muslingeopdræt har derfor, i et område med god vandudskiftning, ikke nogen negativ effekt på bundfaunasamfundene i forhold til graden af forstyrrelse.

Tabel 3.8. Oversigt over bundfaunaresultater inkl. antal arter, Shannon-Wiener index (H'), Ambi-index (gennemsnit for stationer) samt det benthiske samfundstilstand for Venøsund

<i>Stationer</i>	<i>Antal arter</i>	<i>H'</i>	<i>AMBI (Gennemsnit)</i>	<i>Samfundstilstand</i>
V-143-01	29	3.85	2.28	Let forstyrret
V-143-02	29	2.81	1.81	Let forstyrret
V-143-03	37	1.83	2.55	Let forstyrret
V-REF-01	21	3.53	1.97	Let forstyrret
V-REF-02	3	0.64	1.69	Let forstyrret
V-REF-04	7	1.79	2.37	Let forstyrret



Figur 3.22. AMBI-indeks for alle delprøver inkl. referencestationer ved Venøsund

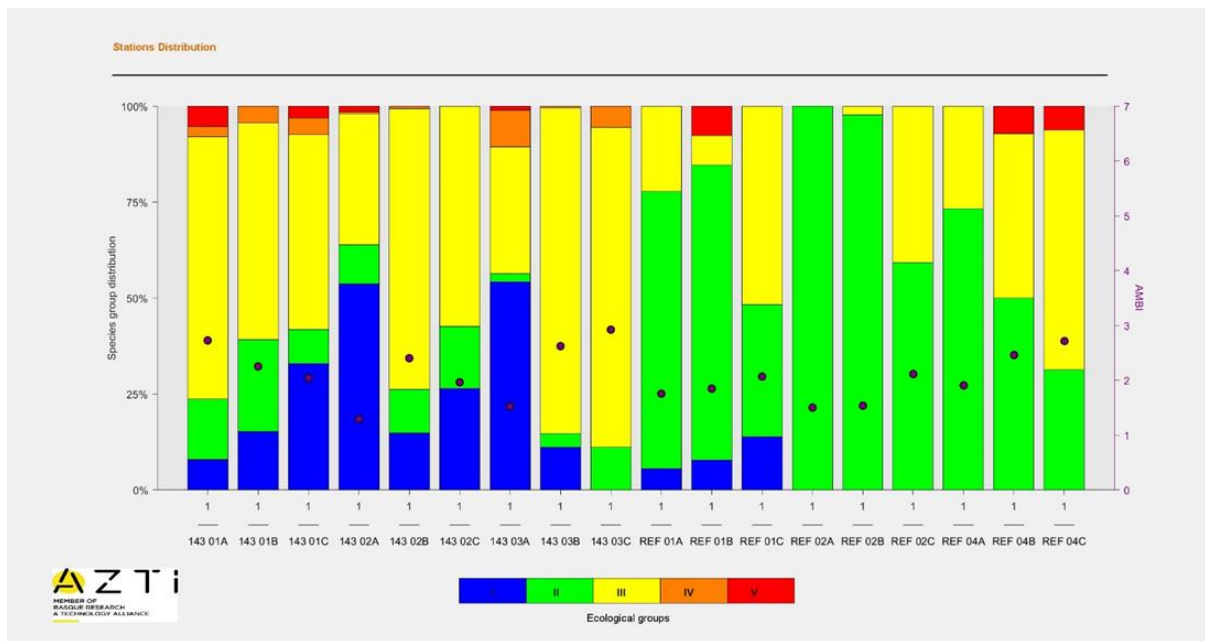


Figur 3.23. AMBI-indeks for alle stationer inkl. referencestationer ved Venøsund

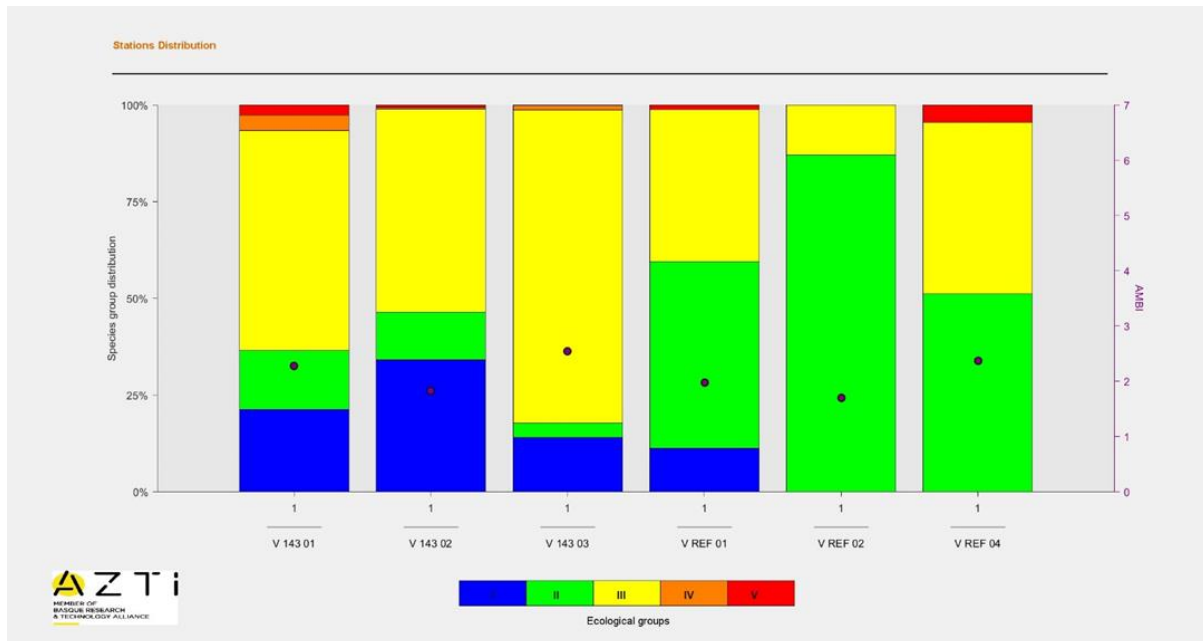
Fordelingen af økologiske faunagrupper i Venøsund er vist for hver delprøve på Figur 3.22 samt for hver station samlet på Figur 3.23.

Alle delprøverne under muslinge anlægget i Venøsund har (på nær V-143-03-C) repræsentanter af faunagrupper GI (Figur 3-24). Faunagrupper GI er kendetegnet ved arter som er meget følsomme overfor organisk berigelse. Resultaterne viser således, at forholdene under muslingeopdrætsanlægget har været tilstrækkeligt gode for følsomme faunagrupper til at etablere sig. På to stationer var andelen af GI oppe på <50 %. For fire delprøver under muslinge anlægget er der også observeret repræsentanter fra faunagrupper GV kendetegnet som førsteordens opportunistiske arter, der er hurtigvoksende og tilpasser sig organisk berigelse og belastede forhold. I alle

fire tilfælde var andelen på <6 %. For referencedelprøverne gælder det at kun referencestation V-REF-01 har repræsentanter fra faunagruppe GI (11.2 %). Generelt er referencestationerne domineret af faunagruppe GII, der er indifferente over for næringsstofberigelse og altid til stede i lave tætheder uden signifikante variationer over tid (jf. Tabel 2-3). Andelen af denne gruppe spændte fra 31 til 100 % med et gennemsnit på 66 %. Fordeling af økologiske grupper i procent for delprøver kan ses på Figur 3.24, samt for stationer samlet på Figur 3.25. Der er ikke betydelig variation mellem delprøver.



Figur 3.24. Overblik over økologiske grupper indenfor alle delprøver samt referencestationer for Venøsund.



Figur 3.25. Overblik over økologiske grupper indenfor alle stationer samt referencestationer for Venøsund.

JEGINDØ

SHANNON-WIENER-DIVERSITETSINDEKS

Artsdiversiteten blev undersøgt ved hjælp af Shannon-Wieners diversitetsindeks (H'). Artsdiversiteten for de tre stationer ved Jegindø lå mellem 2.14 til 3.83, mens delprøverne lå med et spænd fra 1.22 til 3.69 (gennemsnit 2.28 ± 0.71). Referencestationerne lå mellem 1.27 og 2.33, mens delprøverne lå med et spænd fra 0 til 2.39 (gennemsnit 1.14 ± 0.68) (se Tabel 3.9).

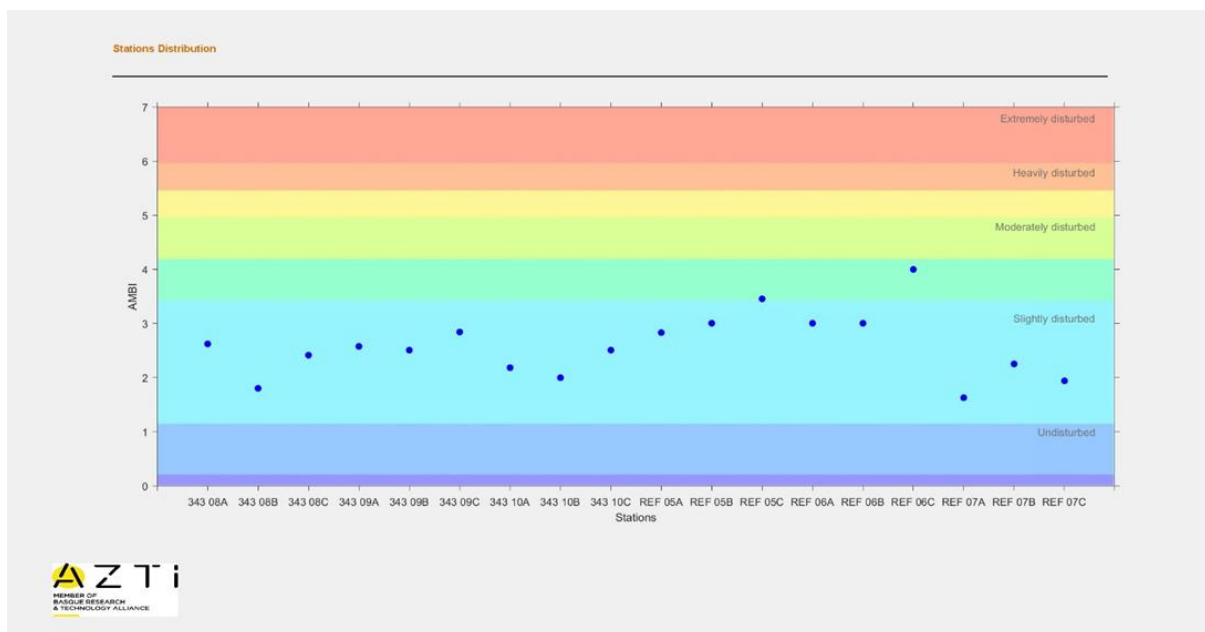
AMBI – TILSTAND AF INFAUNASAMFUND

AMBI-værdier beregnet for hver enkelt prøve ved Jegindø inkl. referencestationer (se Tabel 3.9). Alle stationerne, bortset fra J-REF-06, blev klassificeret til let forstyrret baseret på deres AMBI-værdi. J-REF-06 klassificeres som moderat forstyrret. AMBI-værdierne fra delprøverne fra muslinge anlægget (J-343-08, 09 og 10) spændte fra 1.80 til 2.84 (let forstyrret) et gennemsnit på 2.38 ± 0.33 . Tilsvarende værdier blev fundet på referencestationerne med et spænd fra 1.63 til 4.0 (let forstyrret til moderat forstyrret) med et gennemsnit på 2.79 ± 0.74 .

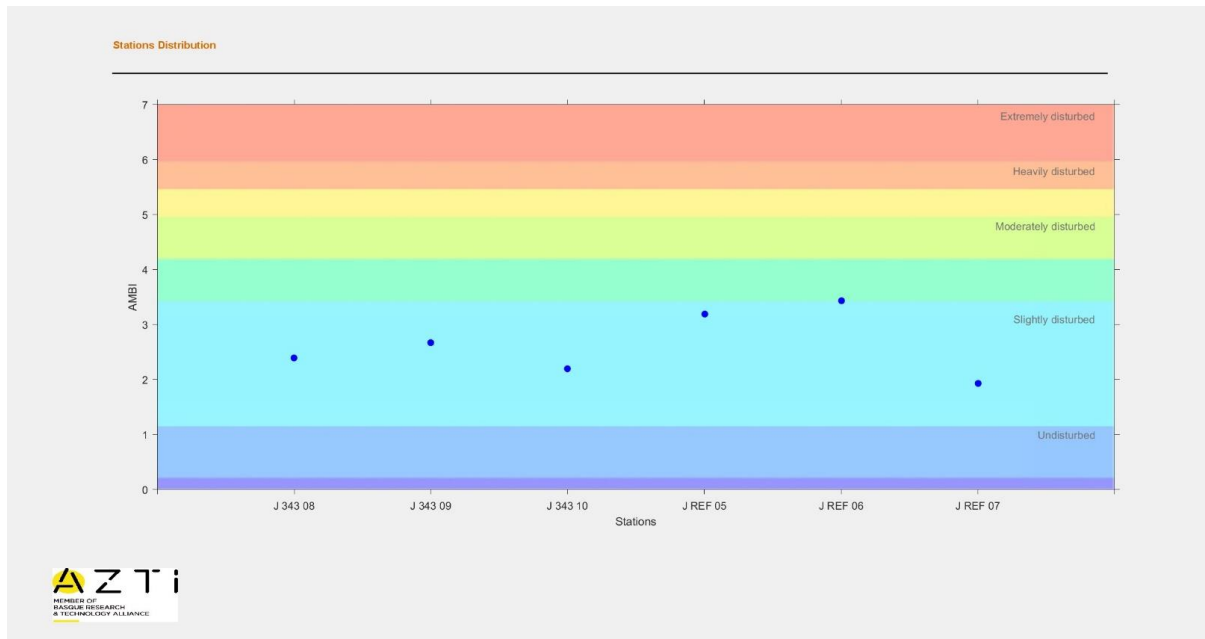
En One-way Anova mellem delprøverne fra anlæg og referencestation viste ikke nogen signifikant forskel ($p=0.15$), så der er ikke belæg for at konkludere at der er forskel i samfundstilstanden mellem anlæg og referencestationerne. Muslinge produktionen ved Jegindø har således ikke en negativ indflydelse på bundfaunasamfundet hvad angår iltvind og næringsstofberigelse.

Tabel 3.9. Oversigt over bundfaunaresultater inkl. antal arter, Shannon-Wiener index (H'), Ambi-index (gennemsnit for alle delprøver) samt den benthiske samfundstilstand for Jegindø.

Stationer	Antal arter	H'	AMBI (Gennemsnit)	Samfundstilstand
J-343-08	25	3.83	2.39	Let forstyrret
J-343-09	20	2.94	2.66	Let forstyrret
J-343-10	7	2.14	2.19	Let forstyrret
J-REF-05	9	2.33	3.19	Let forstyrret
J-REF-06	4	1.66	3.43	Moderat forstyrret
J-REF-07	6	1.27	1.92	Let forstyrret



Figur 3.26. AMBI-indeks for alle delprøver inkl. referencestationer ved Jegindø

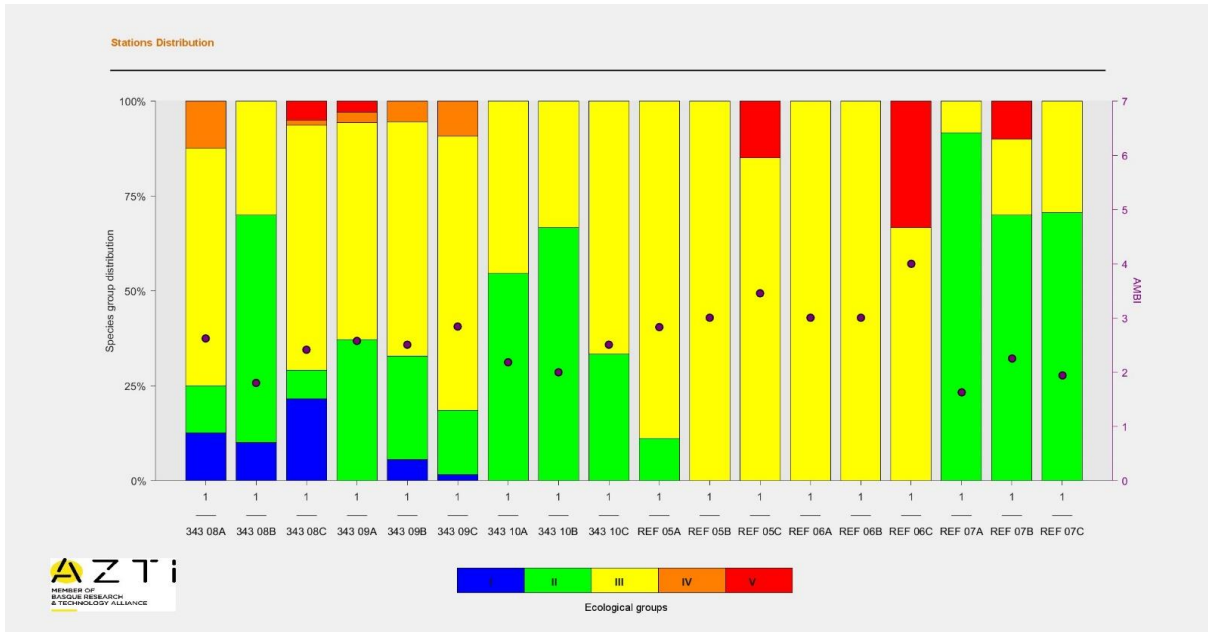


Figur 3.27. AMBI-indeks for alle stationer incl referencestationer ved Jegindø

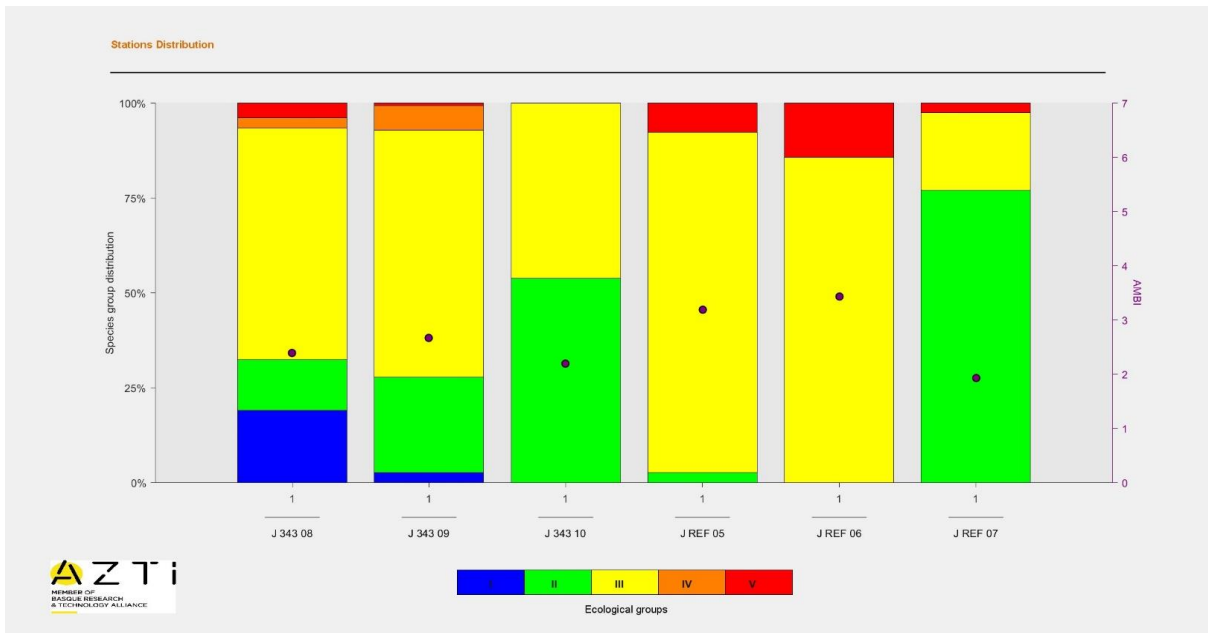
Fem ud ni af delprøverne under muslinge anlægget ved Jegindø har repræsentanter af faunagruppe GI. Fordelingen af faunagrupper indenfor hver delprøve ved Jegindø er vist i Figur 3.26 og samlet for stationerne Figur 3.27. Station J-343-08 havde den højeste procentvise andel af GI faunagruppe, nemlig 19 %. For to delprøver under muslinge anlægget er der også observeret repræsentanter fra faunagruppe GV, men med lav andel.

For referencedelprøverne gælder det at ingen af delprøverne havde repræsentanter fra faunagruppe GI, hvilket indikerer at referencestationerne udsættes for forskellige former for stress som f.eks. næringsberigelse og iltsvind.

Referencestation J-REF-05 og J-REF-06 var domineret af faunagruppe GIII, kendetegnet ved arter der er tolerante overfor massiv organisk berigelse. For begge stationer udgjorde faunagruppe GIII >85 %. J-REF-07 var domineret af faunagruppe GII med 76.9 %.



Figur 3.28. Overblik over økologiske grupper indenfor alle stationer samt referencestationer for Jegindø.



Figur 3.29. Overblik over økologiske grupper indenfor alle delprøver samt referencestationer for Jegindø

SKIVE FJORD NORD

SHANNON-WIENER-DIVERSITETSINDEKS

Artdiversiteten blev undersøgt ved hjælp af Shannon-Wieners diversitetsindeks (H'). Artdiversiteten for de tre stationer ved Skive Fjord Nord lå mellem 1.15 til 1.83 (Tabel 3.10), mens delprøverne lå med et spænd fra 0 til 1.50 (gennemsnit 0.81 ± 0.66). Referencestationerne lå mellem 0 og 1.66 (Tabel 3.10), mens delprøverne lå spændte fra 0 til 1.79 (gennemsnit 0.31 ± 0.65).

AMBI – TILSTAND AF INFAUNASAMFUND

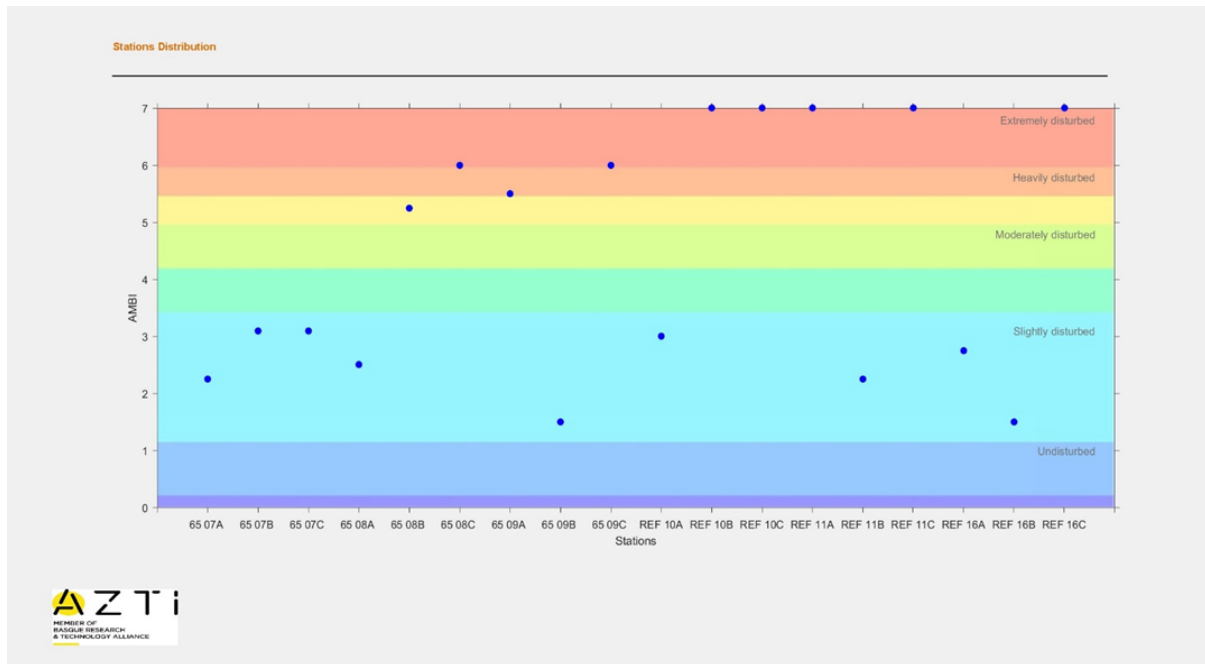
AMBI-værdier blev beregnet for hver enkelt prøve ved Skive Fjord Nord inkl. referencestationer. Station S-65-7 blev klassificeret som let forstyrret baseret på AMBI-indekset, mens S-65-08 og S-65-09 blev klassificeret som middel- og stærkt forstyrret. Fire af referencestationerne blev klassificeret som let forstyrret mens der på de sidste fem referencestationer ikke var nogen dyr til stede (azoiske) og disse stationer blev derfor klassificeret som ekstremt forstyrrede (se Figur 3.30, Figur 3.31).

AMBI-værdierne fra delprøverne fra muslinge anlægget (S-65-07, 08 og 09) spændte fra 1.5 til 6 (let forstyrret, til stærkt forstyrret (jf. Tabel 3.10) med et gennemsnit på 3.91 ± 1.77). Endnu højere værdier blev fundet på referencestationerne (på grund af azoiske delprøver) med et spænd fra 1.5 til 7.0 (let forstyrret til ekstremt forstyrret) med et gennemsnit på 4.94 ± 2.47 .

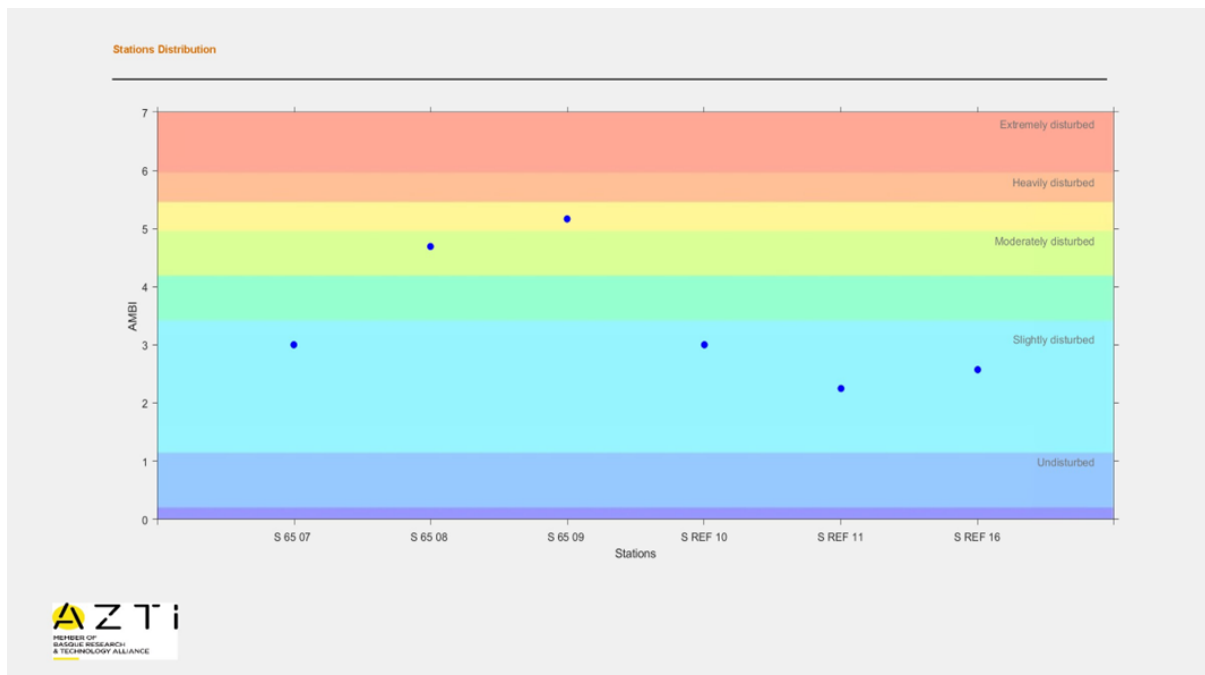
En One-way Anova mellem delprøverne fra anlæg og referencestation viste ikke nogen signifikant forskel ($p=0.32$), så der er ikke belæg for at konkludere at der er forskel i samfundstilstanden mellem anlæg og referencestationerne. Dette indikerer, at muslinge produktion ikke har en negativ indflydelse på bundfauna samfundet i Skive Fjord Nord.

Tabel 3.10. Oversigt over bundfaunaresultater inkl. Antal arter, Shannon-Wiener indeks (H'), Ambi-indeks (gennemsnit for alle delprøver) samt det bentiske samfundstilstand.

Stationer	Antal arter	H'	AMBI (Gennemsnit)	Samfundstilstand
S-65-7	6	1.15	3.0	Let forstyrret
S-65-08	6	1.83	4.69	Moderat forstyrret
S-65-09	4	1.45	5.17	Stærk forstyrret
S-REF-10	1	0.00	5.67	Ekstremt forstyrret
S-REF-11	2	1.00	5.42	Ekstremt forstyrret
S-REF-16	4	1.66	3.75	Moderat forstyrret

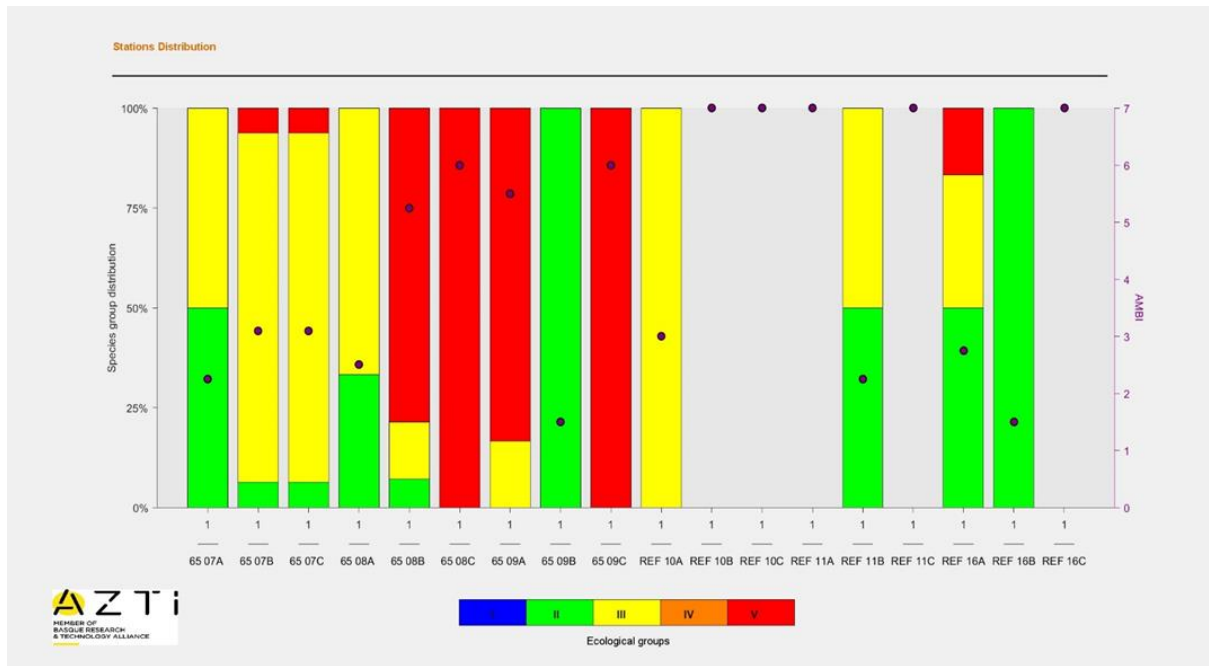


Figur 3.30. AMBI-indeks for alle delprøver inkl. referencestationer ved Skive Fjord Nord

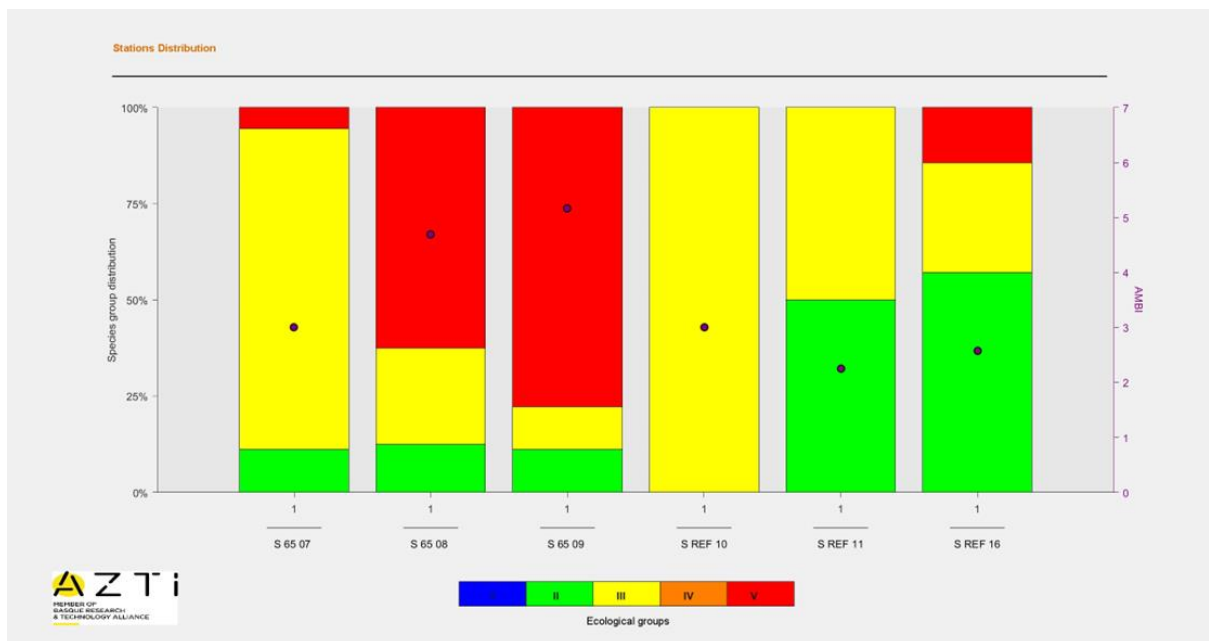


Figur 3.31. AMBI-indeks for alle stationer inkl. referencestationer ved Skive Fjord Nord

Ingen af delprøverne fra Skive Fjord Nord indeholder repræsentanter fra faunagruppe GI. (se Figur 3.32). Under muslinge anlægget var faunagrupperne GV den dominerende med 48 %, dernæst GIV med 40 % og så 12 % til faunagrupperne GII. For referencestationerne er der en dominans af faunagrupperne GIII på 60 %, dernæst GII på 36 % og til sidst 4 % til GV. Man skal dog være opmærksom på at 5 ud af 9 af referencedelprøverne var azoiske. Disse delprøver er medregnet i gennemsnitlig AMBI-værdier og beskriver stærkt forstyrrede lokaliteter.



Figur 3.32. Overblik over økologiske grupper indenfor alle stationer med delprøver samt referencestationer for Skive Fjord Nord



Figur 3.33. Overblik over økologiske grupper indenfor alle stationer samt referencestationer for Skive Fjord Nord. Delprøverne er grupperet for hver station.

SKIVE FJORD SYD

SHANNON-WIENER-DIVERSITETSINDEKS

Artsdiversiteten blev undersøgt ved hjælp af Shannon-Wieners diversitetsindeks (H'). Artdiversiteten for de tre stationer ved Skive Fjord Syd lå mellem 0.4 til 1.50, mens delprøverne lå med et spænd fra 0 til 1.53 (gennemsnit 0.95 ± 0.47). Referencestationerne lå mellem 2.22 og 2.86 mens delprøverne lå med et spænd fra 1.58 til 2.76 (gennemsnit 2.27 ± 0.42) (se Tabel 3.11).

AMBI – TILSTAND AF INFAUNASAMFUND

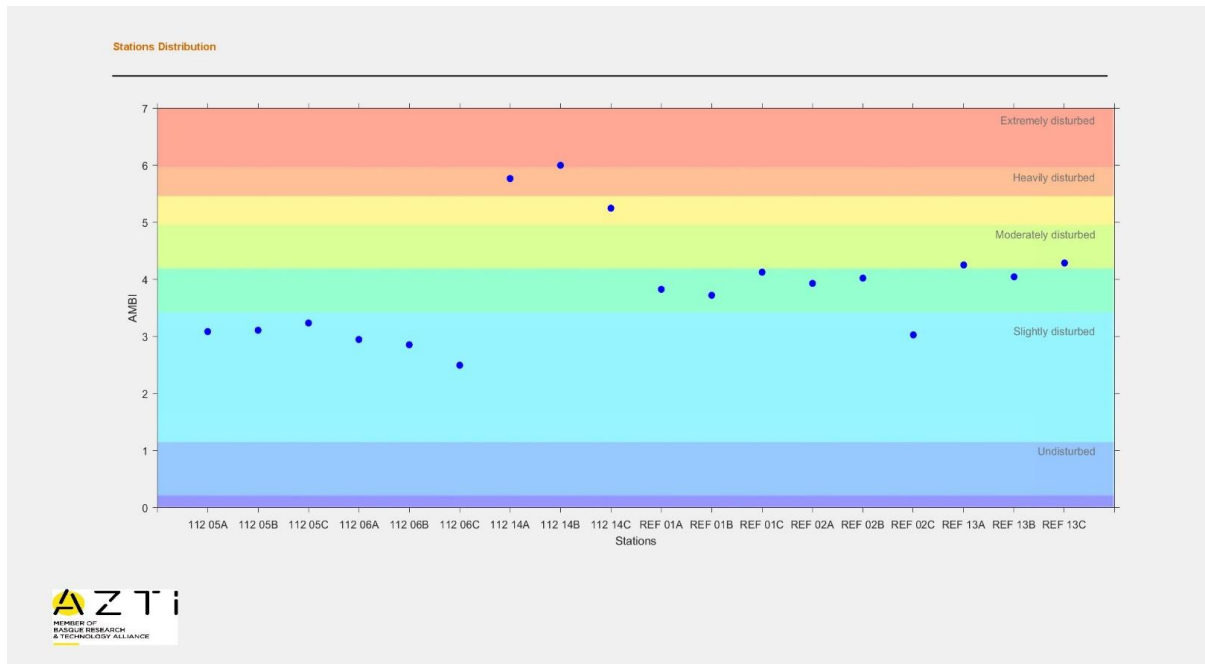
AMBI-værdier blev beregnet for hver enkelt prøve ved Skive Fjord Syd inkl. referencer og ses på Figur 3.34, Figur 3.35).

Stationerne ved muslinge anlægget i Skive Fjord Syd er, baseret på deres AMBI-værdi, klassificeret til let forstyrret, bortset fra station S-112-14 som betegnes stærk forstyrret. AMBI-værdierne fra delprøverne fra muslinge anlægget (S-112-05, 06 og 14) spændte fra 2.49 til 6 (let forstyrret til stærk forstyrret) med et gennemsnit på 3.86 ± 1.38 . Referencestationerne er, baseret på deres AMBI-værdi klassificeret til moderat forstyrret, bortset fra station S-REF-02, som betegnes let forstyrret. AMBI-værdierne fra delprøverne fra referencestationerne (R-REG-01, 02 og 13) spændte fra 3.03 til 4.28 (let forstyrret til moderat forstyrret) med et gennemsnit på 3.91 ± 0.38 .

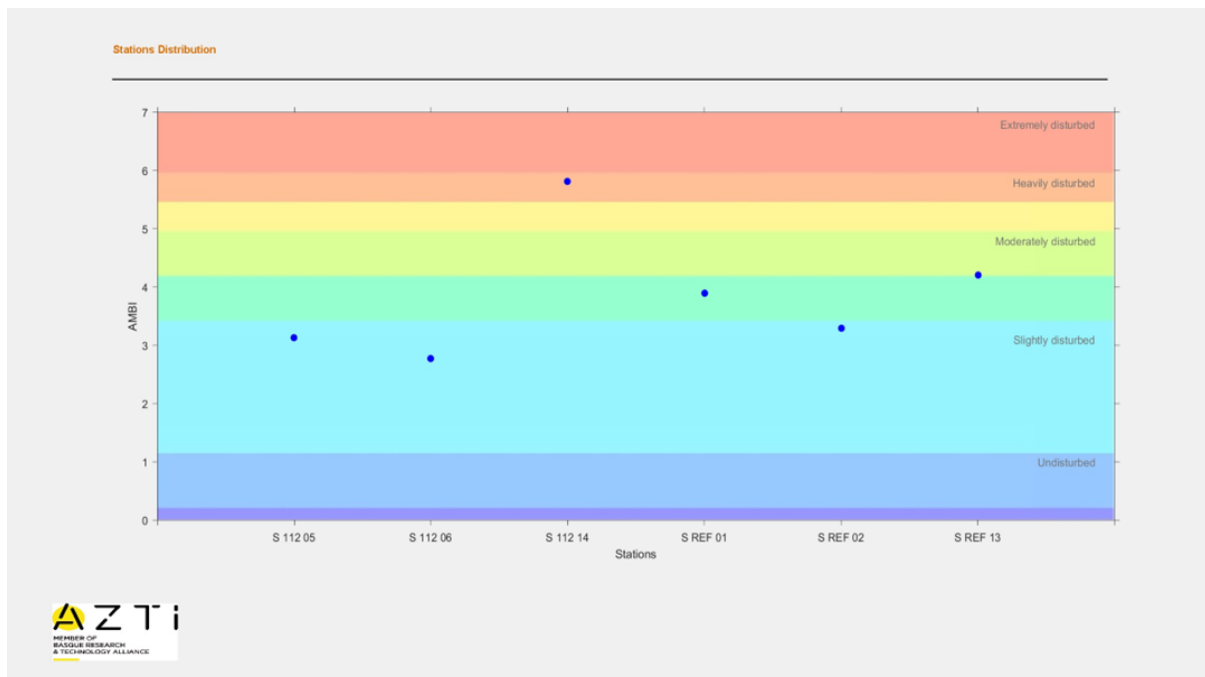
En One-way Anova mellem delprøverne fra anlæg og referencestation viste ikke nogen signifikant forskel ($p=0.91$), så der er ikke belæg for at konkludere, at der er forskel i samfundstilstanden mellem anlæg og referencestationerne.

Tabel 3.11. Oversigt over bundfaunaresultater inkl. antal arter, Shannon-Wiener indeks (H'), Ambi-indeks (gennemsnit for alle delprøver) samt det benthiske samfundstilstand.

Stationer	Antal arter	H'	AMBI (Gennemsnit)	Samfundstilstand
S-112-05	15	1,13	3,13	Let forstyrret
S-112-06	8	1,50	2,77	Let forstyrret
S-112-14	6	0,40	5,81	Stærk forstyrret
S-REF-01	9	2,22	3,89	Moderat forstyrret
S-REF-02	23	2,62	3,23	Let forstyrret
S-REF-13	14	2,86	4,21	Moderat forstyrret



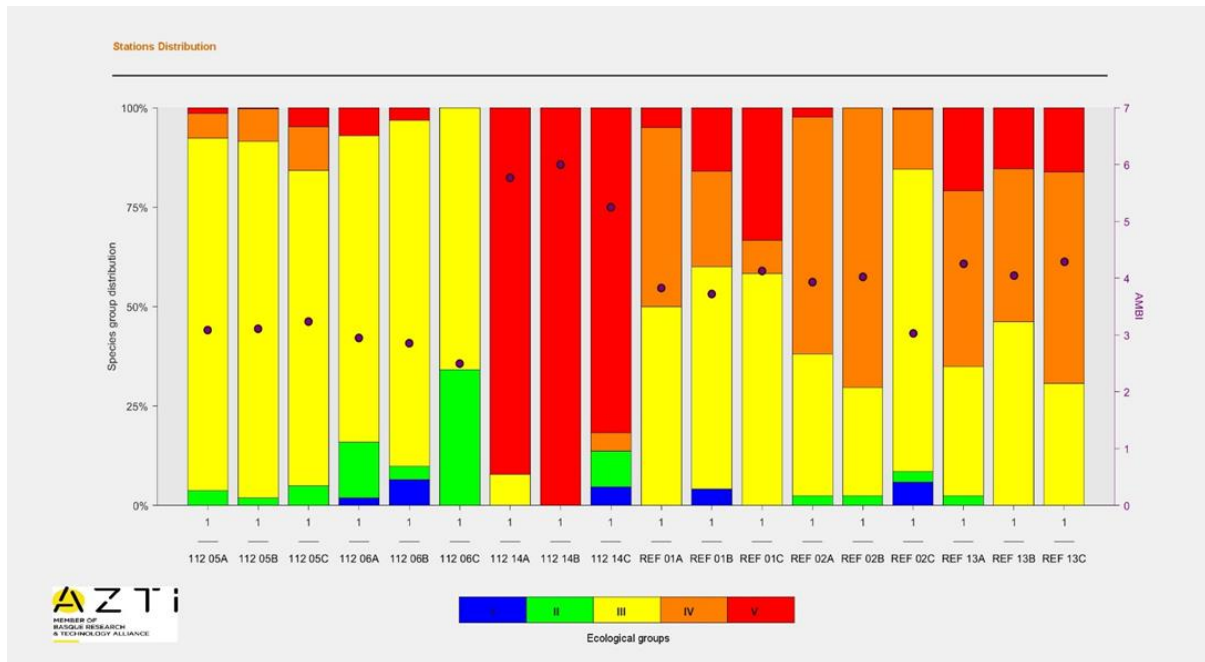
Figur 3.34. AMBI-indeks for alle delprøver inkl. referencestationer ved Skive Fjord Syd



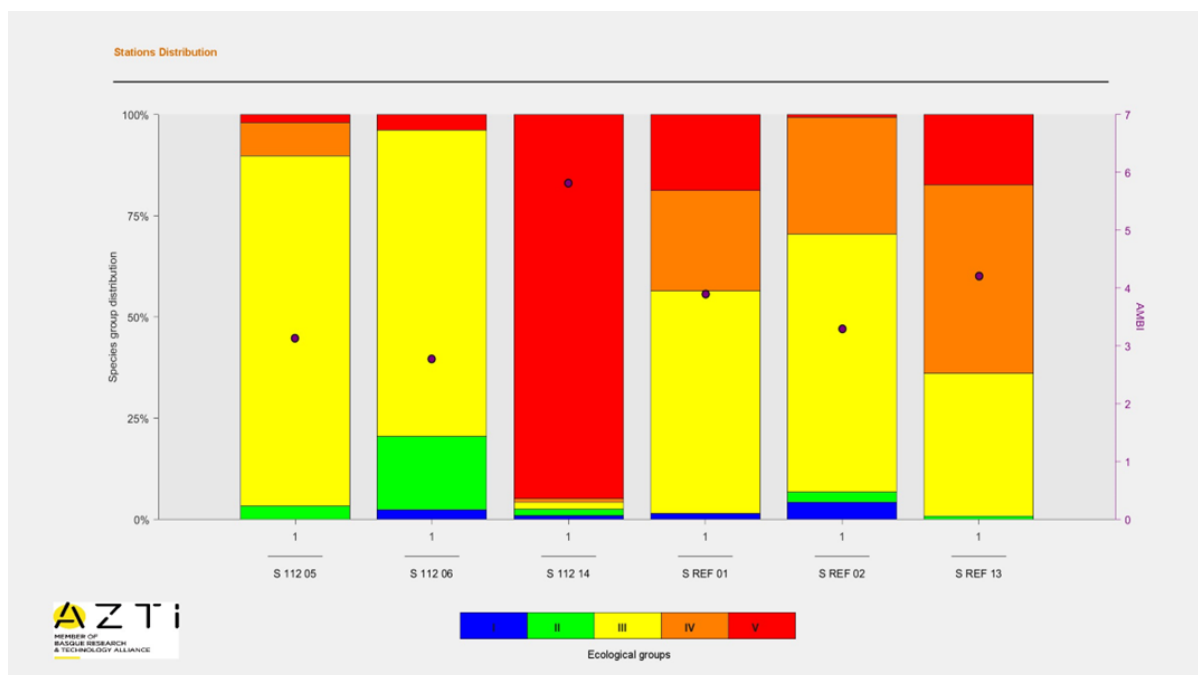
Figur 3.35. AMBI-indeks for alle stationer inkl. referencestationer ved Skive Fjord Syd. Delprøver er samlet for hver station.

Stationerne S-112-05 og S-112-06 er domineret af repræsentanter fra faunagrupper GIII med henholdsvis 86.5 % og 75.8 %. S-112-14 var derimod domineret af faunagrupper GV med 95 %. Figur 3.36 og Figur 3.37 viser fordelingen af faunagrupper indenfor stationerne og hver delprøve ved Skive Fjord Syd.

For referencedelprøverne S-REF-01 og S-REF-02 er det også faunagrupperne GIII, der dominerer (henholdsvis med 55.1 % og 63.8 %) efterfulgt af faunagrupperne GIV på henholdsvis 24.6 % og 28.8 %. S-REF-13 er derimod domineret af faunagrupperne GIV, kendetegnet ved anden-ordens opportunistiske arter, der er hurtigt voksende og tilpasser sig organisk berigelse. Her udgjorde faunagrupperne GIV 46.5 % efterfulgt af GIII på 35.4 % og GV på 17.4 %. Referencestation J-REF-05 og J-REF-06 var domineret af faunagrupperne GIII, kendetegnet ved arter der er tolerante overfor massiv organisk berigelse. For begge stationer udgjorde faunagrupperne GIII <85 %. J-REF-07 var domineret af faunagrupperne GII med 76.9 %.



Figur 3.36. Overblik over økologiske grupper indenfor alle delprøver samt referencestationer for Skive Fjord Syd



Figur 3.37. Overblik over økologiske grupper indenfor alle stationer samt referencestationer for Skive Fjord Syd.

3.9 EPIFLORA OG -FAUNA

Epiflora og epifauna blev analyseret med ROV under muslinge anlæg, på net og på referencestationer i Venøsund, Jegindø, Skive Fjord Nord og Syd. Opsummeringer samt udpluk af fotos kan ses for hvert område i følgende afsnit samt appendiks.

VENØSUND

Undersøgelserne fra Venøsund muslinge anlæg viste en blødbund (Substrattype 1a) med biogent rev ovenpå bestående af blåmuslinger. Disse blåmuslinger stammer med stor sandsynlighed fra selve anlægget, hvor muslinger falder af og har koloniseret bunden, hvor de er landet. Der var en høj dækning af bentiske organismer, der lever på substratet, såkaldt epifauna på 75-80 % som hovedsageligt blev udgjort af blåmuslinger og søpunge (Tabel 3.12). Epifaunasamfundet under Venøsund muslinge anlæg udgjorde det mest artsrige anlæg af alle de undersøgte anlæg inkl. referencestationer idet 18 forskellige arter blev observeret. Videoundersøgelser af nettet viste god sigtbarhed omkring nettene samt 10 forskellige arter. Samfundet var domineret af blåmuslinger, men der var også god dækning af epiflora samt søpunge og havsvampe.

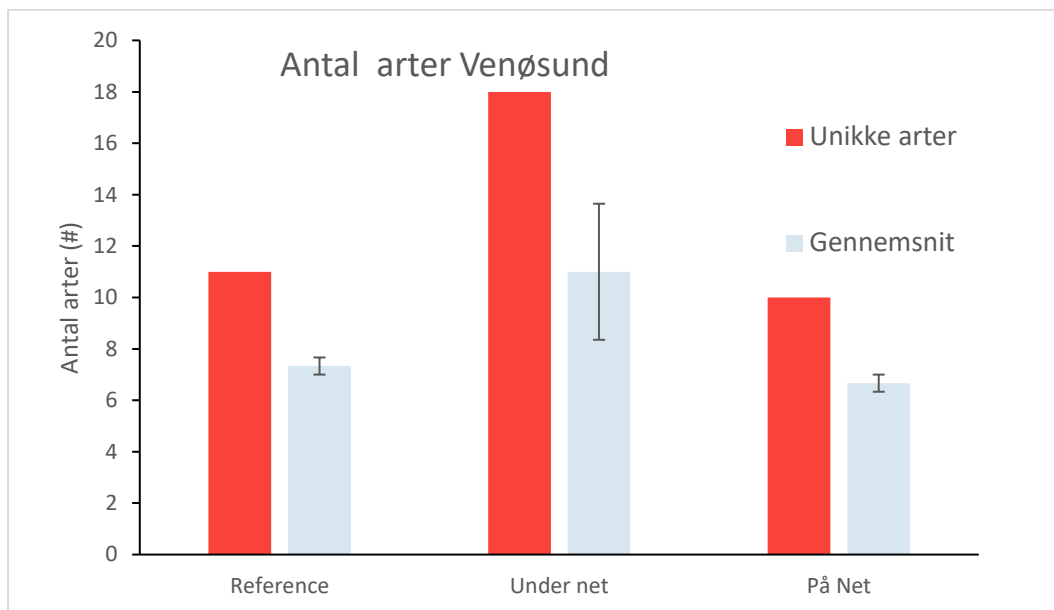
Referencestationerne var kendetegnet som blødbund (Substrattype 1a) med enkelte små sten eller helt siltet bund. Der var en spredt dækning af epifauna på 10-15 % typisk domineret af søstjerner, slangestjerner og strandkrabber. Hårdt substrat observeret i området var grosted for brødkrummesvamp og søpunge.

Tabel 3.12. Oversigt over makroalge- og faunaarter med dækningsgrader, antal arter (tal i parentes udgør min. og maks. for replikaterne), dybde og substrat- og bundtype for Venø sund.

Station	arter	% Dækning	Antal arter	Dybde (m)	Substrat- type	Bundtype
V_143 Under net	<p>Makroalger</p> <p>Grønalg <i>Chlorophyceae</i> sp., Rødalge <i>Rhodophyceae</i> sp</p> <p>Invertebrater</p> <p>Almindelig søstjerne <i>Asterias rubens</i>, Blåmusling <i>Mytilus edulis</i>, Hestereje <i>Crangon crangon</i>, Hydroide <i>Hydrozoa</i> sp., Reje <i>Caridea</i> sp., Stankelbenskrabbe <i>Macropodia</i>, Strandkrabbe <i>Carcinus maenas</i>, Sønemone <i>Actinaria</i> sp., Sønellige <i>Metridium senile</i>.</p> <p>Chordater</p> <p>Søpung <i>Ascidiacea</i> sp.</p> <p>Fisk</p> <p>Kutling <i>Gobiidae</i> sp., Sandkutling <i>Pomatoschistus minutus</i>. Nålefisk <i>Sygnathidae</i> sp.</p>	75-80	18 (6-15)	4,2-4,5	1a	Biogent rev
V_REF Referencer	<p>Makroalger</p> <p>Østerstyv <i>Colpomenia peregrina</i>.</p> <p>Invertebrater</p> <p>Almindelig søstjerne <i>Asterias rubens</i>, Brødkrummesvamp <i>Halichondria panicea</i>, Hestereje <i>Crangon crangon</i>, Reje <i>Caridea</i> sp., Slangestjerne <i>Ophiuroidea</i> sp., Strandkrabbe <i>Carcinus maenas</i>, Sønemone <i>Actinaria</i> sp., Tøffelsnegl <i>Crepidula fornicata</i></p> <p>Chordater</p> <p>Søpung <i>Ascidiacea</i> sp.</p> <p>Fisk</p> <p>Kutling <i>Gobiidae</i> sp.</p>	10-15	11 (7-8)	4-4,3	1a	Blød bund med enkelte små sten / Meget blød siltet bund

Station	arter	% Dækning	Antal arter	Dybde (m)	Substrat- type	Bundtype
V_143	Makroalger	-	10	0-2	-	Muslingenet (Heterogent)
På net	Grønalg <i>Chlorophyceae</i> sp., Rødalge <i>Rhodophyceae</i> sp. Invertebrater Almindelig søstjerne <i>Asterias rubens</i> , Blåmusling <i>Mytilus edulis</i> , Brødkrummesvamp <i>Halochondria panicea</i> , Caprella <i>Caprella</i> sp., Hydroider <i>Hydrozoa</i> sp. Strandkrabbe <i>Carcinus maenas</i> , Søanemone <i>Actinaria</i> sp. Chordater Søpung <i>Asciacea</i> sp.		(6-7)			

Figur 3.38 viser hvor mange arter der blev fundet under anlægget, på nettet og referencestationen. Der blev generelt fundet flere arter og gennemsnitligt antal arter per ROV-dyk under anlægget end på både nettet og referencestationerne. Unikke arter hentyder til arter fundet på en, men ikke alle stationer indenfor anlægs- eller referenceområde.



Figur 3.38. Oversigt over antal arter for Venøsund for referencestationer, under muslingenet og på muslingenet (error bars angiver standard error)

JEGINDØ

Undersøgelserne fra Jegindø muslinge anlæg viste en blødbund (Substrattype 1a) med spredte biogene rev bestående af blåmuslinger. Ligesom ved Venøsund anlægget stammer blåmuslingerne også her højst sandsynligt fra selve anlægget, hvor muslinger falder af og har koloniseret bunden, hvor de er landet. Dækningen af epifauna var ikke lige så høj som i Venøsund, men den lå dog på 20-40 %, som hovedsageligt blev udgjort af blåmuslinger og almindelige søstjerner (Tabel 3.13). Videundersøgelser af nettet viste lavere sigtbarhed omkring nettene end for Venøsund. Derudover blev der observeret seks forskellige arter samt ikke-artsbestemt fiskeyngel omkring nettene. Samfundet var domineret af blåmuslinger, men der var også god dækning af epiflora samt søpunge.

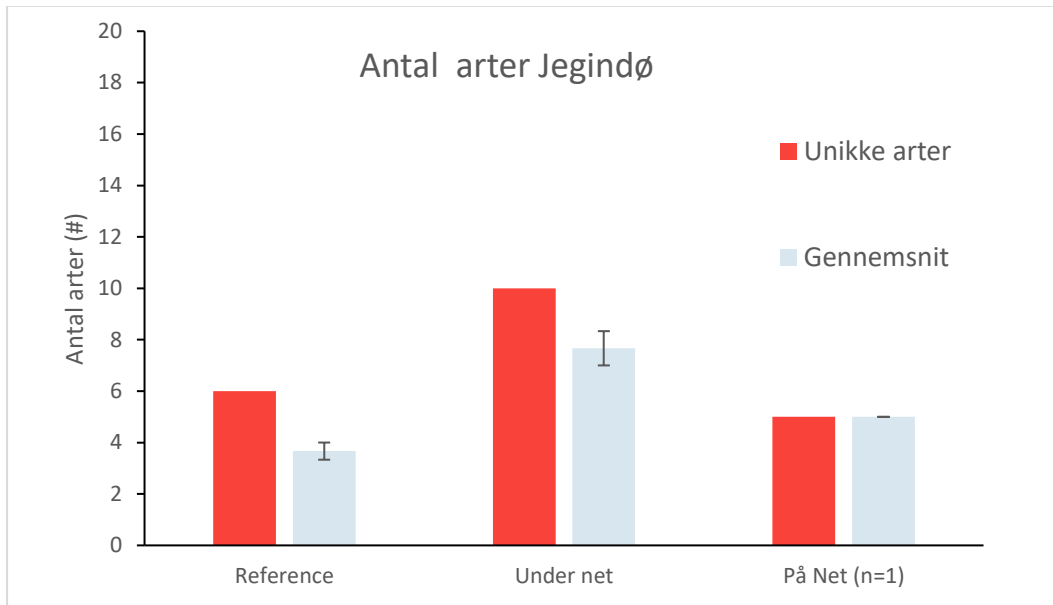
Referencestationerne var kendetegnet ved blødbund (Substrattype 1a) med mikroalgebelægning. Dækningen af invertebrater var på 1-4 %, og det var kun mobile arter, der blev sporadisk observeret.

Tabel 3.13. Oversigt over Makroalge- og faunarter med dækningsgrader, antal arter (tal i parentes udgør min. og maks. for replikaterne), dybde og substrat- og bundtype for Jegindø.

Station	arter	% Dækning	Antal arter	Dybde (m)	Substrat-type	Bundtype
J_343 Under net	Invertebrater Almindelig søstjerne <i>Asterias rubens</i> , Blåmusling <i>Mytilus edulis</i> , Hestereje <i>Crangon crangon</i> , Hydroide <i>Hydrozoa</i> sp., Rur <i>Balanidae</i> sp., Strandkrabbe <i>Carcinus maenas</i> , Sønnelike <i>Metridium senile</i> . Chordater Søpung <i>Ascidacea</i> sp. Fisk Kutling <i>Gobiidae</i> sp.	20-40	10 (7-9)	4-4,4	1a	Blød bund / Biogent rev
J_REF Reference	Invertebrater Almindelig søstjerne <i>Asterias rubens</i> , Hestereje <i>Crangon crangon</i> , Slangestjerne <i>Ophiuroidea</i> sp., Snegl <i>Gastropoda</i> sp., Strandkrabbe <i>Carcinus maenas</i> . Fisk Kutling <i>Gobiidae</i> sp.	1-4	6 (3-4)	4-5	1a	Blød bund m. Belægning af microalger
J_343_10_Net n=1	Makroalger Grønalge <i>Chlorophyceae</i> sp., Rødalge <i>Rhodophyceae</i> sp. Invertebrater	-	5	0-2	-	Muslingenet (Heterogent)

Station	arter	% Dækning	Antal arter	Dybde (m)	Substrat- type	Bundtype
	Blåmusling <i>Mytilus edulis</i> , Hydroider <i>Hydrozoa</i> sp. Fisk Fiskeyngel <i>Osteichtyes</i> sp.					

Figur 3.39 viser hvor mange arter, der blev fundet under anlægget, på nettet og referencestationen. Der blev generelt fundet flere forskellige arter og gennemsnitligt antal arter per ROV-dyk under anlægget end på både nettet og referencestationerne, selvom tallene er lavere end for Venøsund.



Figur 3.39. Oversigt over antal arter for Jegindø for referencestationer, under muslingenet og på muslingenet (Error bars angiver standard error)

SKIVE FJORD NORD

Undersøgelserne fra Skive Fjord Nord muslinge anlæg viste en blødbund (Substrattype 1a) med svovlbakterier. Dækningen af invertebrater lå på 8-10 %, som hovedsageligt blev udgjort af spredte blåmuslinger og søstjerner (Tabel 3.14). Videoundersøgelser af nettet viste ringe sigtbarhed omkring nettene, men der blev observeret en tættere bevoksning af blåmuslinger end Venøsund og Jegindø. Der var ingen epifauna på nettene men enkelte søstjerner, hydroider og søpunge.

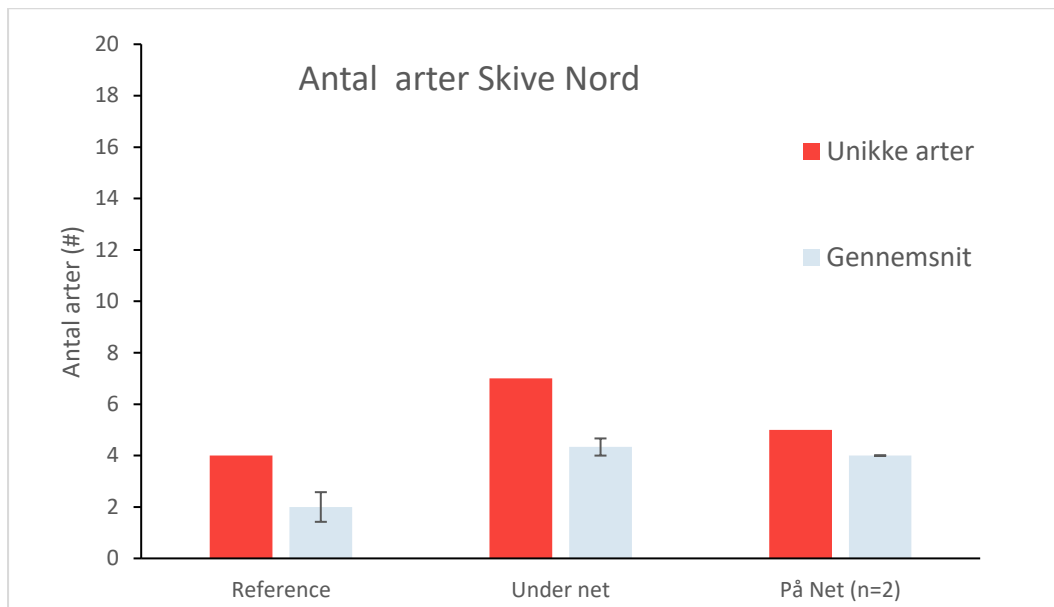
Referencestationerne var kendetegnet ved blødbund (Substrattype 1a). Der var ikke meget liv at observere med en dækning på <1 %, som blev udgjort af enkelte almindelige søstjerner, strandkrabber og Sønemoner.

Tabel 3.14 Oversigt over makroalge- og faunaarter med dækningsgrader, antal arter (tal i parentes udgør min. og maks. for replikaterne), dybde og substrat- og bundtype for Skive Fjord Nord.

Station	Arter	% Dækning	Antal arter	Dybde (m)	Substrat-type	Bundtype
S_65 Under net	Invertebrater Almindelig søstjerne <i>Asterias rubens</i> , Blåmusling <i>Mytilus edulis</i> , Søanemone <i>Actinaria sp.</i> Chordater Søpung <i>Ascidacea sp.</i> Fisk Kutling <i>Gobiidae sp.</i> , Sandkutling <i>Pomatoschistus minutus</i> , Tangnål <i>Syngnathus sp.</i>	8-10	7 (4-5)	8,5-8,6	1a	Meget blød, mudret bund med svovlbakterier
S_REF Reference	Invertebrater Almindelig søstjerne <i>Asterias rubens</i> , Strandkrabbe <i>Carcinus maenas</i> , Søanemone <i>Actinaria sp.</i> , Fisk Kutling <i>Gobiidae sp.</i>	<1	4 (1-3)	8,5-10,9	1a	Meget homogen, blød siltet mudret havbund
S_65 Net	Invertebrater	-	5 (4-4)	0-2	-	Muslingenet (Homogent) /

Station	Arter	% Dækning	Antal arter	Dybde (m)	Substrat- type	Bundtype
n=2	Almindelig søstjerne <i>Asterias rubens</i> , Blåmusling <i>Mytilus edulis</i> , Hydroider <i>Hydrozoa</i> sp. Chordater Søpung <i>Ascidacea</i> sp. Fisk Fiskeyngel <i>Osteichthyes</i> sp.					(50/50)

Figur 3.40 viser hvor mange arter, der blev fundet under anlægget, på nettet og referencestationen. Der blev generelt fundet flere forskellige arter og gennemsnitligt antal arter per rov-dyck under anlægget end på referencestationerne.



Figur 3.40. Oversigt over antal arter for Skive Nord for referencestationer, under muslingenet og på muslingenet (Error bars angiver standard error)

SKIVE FJORD SYD

Undersøgelserne fra Skive Fjord Syd muslinge anlæg viste en blødbund (Substrattype 1a) med decideret dynd, svovlbakterier og liglagen. Dækningen af invertebrater lå på <1-10 % som hovedsageligt bestod af blåmuslinger og søstjerner (Tabel 3.15). Videundersøgelser af nettet viste ringe sigtbarhed omkring nettene, men væsentligt tættere bevoksning af blåmuslinger end Venøsund og Jegindø. Der var ingen epifauna på nettene men enkelte søstjerner, hydroider og stedvis tætte samfund af søpunge.

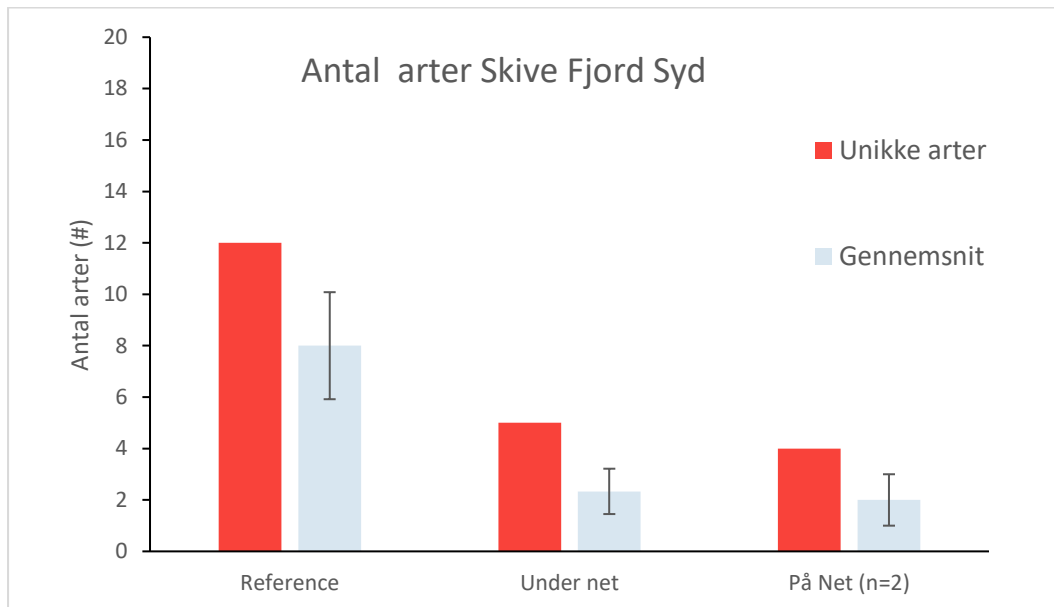
Referencestationerne varierede i substrattype fra blød bund, til sandet/gruset (Substrattype 1a og 2a) og med hårdt substrat (muslingeskaller). Derfor varierer dækningen af invertebrater også fra 1 til 60 %. På referencestationen S_REF_13 med blød bund var der ikke meget liv, og dækningen lå på 1 % og søanemoner, sønelliker og strandkrabber. S_REF_01 var mere heterogent med dækningsgrad på 60 % med søanemoner, strandkrabber, almindelige søstjerner, rejer, trådsnegle og søpunge.

Tabel 3.15. Oversigt over makroalge- og faunaarter med dækningsgrader, antal arter (tal i parentes udgør min. og maks. for replikaterne), dybde og substrat- og bundtype for Skive Fjord Syd.

Station	arter	% Dækning	Antal arter	Dybde (m)	Substrat-type	Bundtype
S_112 under net	Invertebrater Almindelig Søstjerne <i>Asterias Rubens</i> , Blåmusling <i>Mytilus edulis</i> . Chordater Søpung <i>Ascidacea</i> sp. Fisk Kutling <i>Gobiidae</i> sp., Sandkutlinger <i>Pomatoschistus minutus</i> .	<1-10	5 (1-4)	6,8-7	1a	Ren silt eller decideret dynd. / Siltet blødt bund, pletter af liglagen
S_REF Reference	Makroalger Rødalge <i>Rhodophyceae</i> sp. Invertebrater Almindelig søstjerne <i>Asterias Rubens</i> , Reje <i>Caridea</i> sp., Hydroide <i>Hydrozoa</i> sp., Strandkrabbe <i>Carcinus maenas</i> , Sønemone <i>Actinaria</i> sp., Sønellige <i>Metridium senile</i> , Trådsnegl <i>Aeolidacea</i> sp. Chordater Søpung <i>Ascidacea</i> sp. Fisk Kutling <i>Gobiidae</i> sp., Sandkutling <i>Pomatoschistus minutus</i> ., Tangnål <i>Syngnathus</i> sp.	1-60	12 (4-11)	3,4-6,7	1a-2a	Sandet, gruset stenet blandet bund. Hårdt og blødt substrat / Blødt bund
S_112_05_Net n=2	Invertebrater	-	4 (2-4)	0-2	-	Muslingenet (Homogent) / (50/50)

Station	arter	% Dækning	Antal arter	Dybde (m)	Substrat- type	Bundtype
	Almindelig søstjerne <i>Asterias rubens</i> , Blåmusling <i>Mytilus edulis</i> , Hydroider <i>Hydrozoa</i> sp. Chordater Søpung <i>Asciacea</i> sp.					

Figur 3.41 viser hvor mange arter der blev fundet under anlægget, på nettet og referencestationen. Der blev generelt fundet flere forskellige arter og gennemsnitligt antal arter per ROV-dyk på referencestationerne end under nettet. Dette er den eneste af de fire områder, hvor dette er tilfældet, og indikerer at muslingeopdrætsanlæggene ikke forbedrer levevilkår for forskellige arter under anlæg.



Figur 3.41. Oversigt over antal arter for Skive Fjord Syd for referencestationer, under muslingenet og på muslingenet (Error bars angiver standard error)

4 KONKLUSION

Konklusionen på nærværende undersøgelse er, at muslingeopdræt med en biomasse på 400-600 tons per opdrætsanlæg kan placeres i stærkt eutrofierede fjordområder som Skive Fjord med begrænset gennemstrømning uden at forringe bundfaunasamfund og med positiv effekt på vandets klarhed. Ligeledes kan det konkluderes, at muslingeopdræt med en biomasse på 1000-1600 tons per anlæg i fjordområder som Venøsund og Jegindø med god gennemstrømning kan etableres uden at forringe bundfaunasamfund og med positiv effekt på vandets klarhed. I dette tilfælde også med positiv effekt på bundfaunaens artsdiversitet og klassificering indenfor miljøtilstand. Net-strukturerne i et opdræt med tilhørende muslingebiomasse tiltrækker i øvrigt forskellige arter af epifauna og fisk.

En sammenligning af alle stationer indenfor hvert fjordområde viser, at der sker en berigelse under anlæg af organisk materiale primært i Skive Fjord indeholdende N og P og med et resulterende øget iltforbrug. Det øgede iltforbrug er dog ikke så markant, at det forringer bundfaunasamfundet under anlæg sammenlignet med referencestationerne.

Det er endnu uvist, om muslingeopdræt øger eller reducerer denitrifikationsraterne i danske fjordområder, da variationen i de nærværende resultater var for stor grundet det høje eutrofieringsniveau i Limfjorden generelt. Der er behov for yderligere undersøgelser af denitrifikationsrater under muslingeopdræt, før en endelig konklusion kan laves. Mængden af organisk materiale under anlæg, samt hvor meget dette organiske materiale spredes, afhænger af de hydrodynamiske forhold i det givne område. Og det er endnu svært at beskrive præcist, da der mangler viden om muslingefækaliens sedimentegenskaber, når de nedbrydes.

Med fokus på muslingernes filtreringskapacitet, spredning af muslingefækalier samt økologiske forhold ved bunden, kan det konkluderes at muslingeopdræt med 400-600 tons biomasse generelt kan placeres i områder med ringe vandudskiftning uden at forringe bundfaunaforholdene betydeligt og samtidigt øge sigtbarhed. Muslingeopdrætsanlæg med en biomasse på 1000-1600 tons kan placeres i områder med god vandudskiftning med resulterende forbedring af bundfaunaforholdene samt øget sigtbarhed.

5 REFERENCER

- AZTI. (version 6.0). AZTI Marine Biotec Index. AZTI.
- Conley, D., Carstensen, J., Aigars, J., Axell, P., Bonsdorff, E., Eremina, T., & Zillén, L. (2011). Hypoxia is increasing in the coastal zone of the Baltic Sea. *Environ. Sci. Technol.*, pp. 6777-6783.
- DTU Aqua. (2022). *Værktøj til miljøvurdering af muslingeopdræt*. København: Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri.
- Hansen, J. L., & Josefson, A. (2020). *Teknisk anvisning for marin blødbundsfauna, M19. Version 3*. DCE.
- Hofmeister, R., Buchard, H., & Bolding, K. (2009). A three-dimensional model study on processes of stratification and de-stratification in the Limfjord. *Continental Shelf Research*, pp. 1515-1524.
- Larsen, J., Mohn, C., & Pastor, A. (2020). A versatile marine modelling tool applied to arctic, temperate and tropical waters. *PLOS ONE*, pp. 1-18.
- Lyngsgaard, M. L., & Kristensen, L. (2021). *INPROFEED: Dokumentation af muslingeopdræt i industriskala*. GUDP.
- Miljøministeriet. (2023, 03 13). *Miljøgis*. Retrieved from Miljøministeriet: <https://miljoegis.mim.dk/spatialmap?profile=vandrammedirektiv3-2022>
- Nielsen, L. P. (1992). Denitrification in sediment determined from nitrogen isotope pairing. *FEMS Microbiology Letters*, pp. 357-362.
- Sawilowsky, S. S. (2009). New Effect Size Rules of Thumb. *Journal of modern applied statistical methods*, pp. 597-599.
- Taylor, D., Jakobsen, H., Darecki, M., Lyngsgaard, M., & Saurel, C. (In Preparation). Local features of phytoplankton depletion associated with mitigation mussel cultivation. *Estuaries and Coasts*.
- Thodsen, H., Molina, N. E., Nielsen, J. W., Larsen, J., & Maar, M. (2018). *Afstrømning og næringsstofftilførsler til Limfjorden baseret på tre forskellige modeller*. Aarhus Universitet.
- Valeur, J. P. (1992). *Partikulær næringsstofflux i Vejle Fjord og Århus Bugt*. København: Miljøstyrelsen.
- Vang, T. (2011). *Teknisk anvisning for CTD-målinger (TAM03)*. Aarhus Universitet, National center for miljø og energi.

6 APPENDIKS

6.1 BUNDFAUNA - BILLEDER

VENØSUND

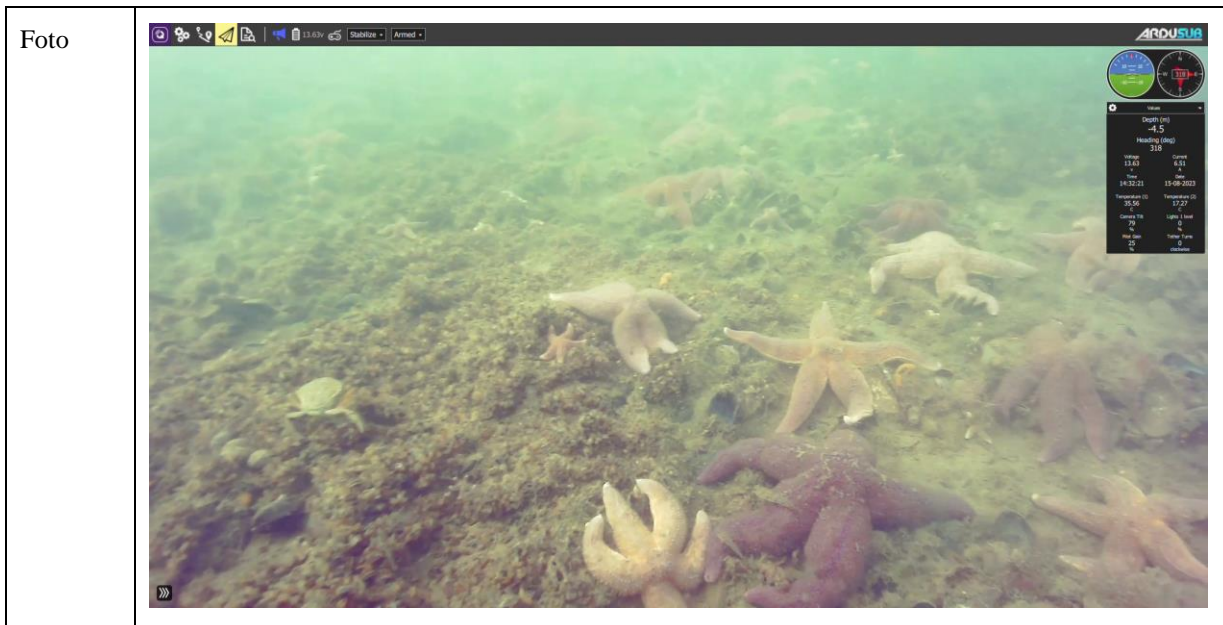
UNDER ANLÆGGET

Station V_143_01	
Substrat	Bundtype: type 1a. Blød bund med biogent rev. Dybde 4.2 m. Dækningsgrad 80%.
Fauna	<p>Makroalger: Ubestemte rødalger.</p> <p>Invertebrater: Almindelig søstjerner, Strandkrabber og hydroider.</p> <p>Chordater: Domineret af søpunge</p> <p>Fisk: Enkelt ubestemt nålefisk observeret</p>
Foto	

Station V_143_02	
Substrat	Bundtype: type 1a. Blød bund med biogent rev. Dybde 4.5 m. Dækningsgrad 80%.
Fauna	<p>Makroalger: Ubestemte rød- og grønalg.</p> <p>Invertebrater: Almindelig søstjerner, Blåmuslinger, Søanemoner sp., Sønelliker, Hydroider sp., Stankelbenskrabbe, Rejer sp., Hesterejer og Strandkrabber.</p> <p>Chordater: Søpunge.</p>

	Fisk: Ubestemte kutlinger samt Sandkutlinger
Foto	

V_143_03	
Substrat	Bundtype: type 1a. Bund dækket af levende muslinger, biogent rev. Dybde 4.5 m. Dækningsgrad 75%.
Fauna	<p>Makroalger: Ubestemte rød- og grønalger</p> <p>Invertebrater: Blåmuslingedomineret, Almindelig søstjerner, Strandkrabber, Konksnegl, Brødkrummesvamp, Søanemoner og Hesterejer.</p> <p>Chordater: Søpunge.</p> <p>Fisk: Kutlinger.</p>

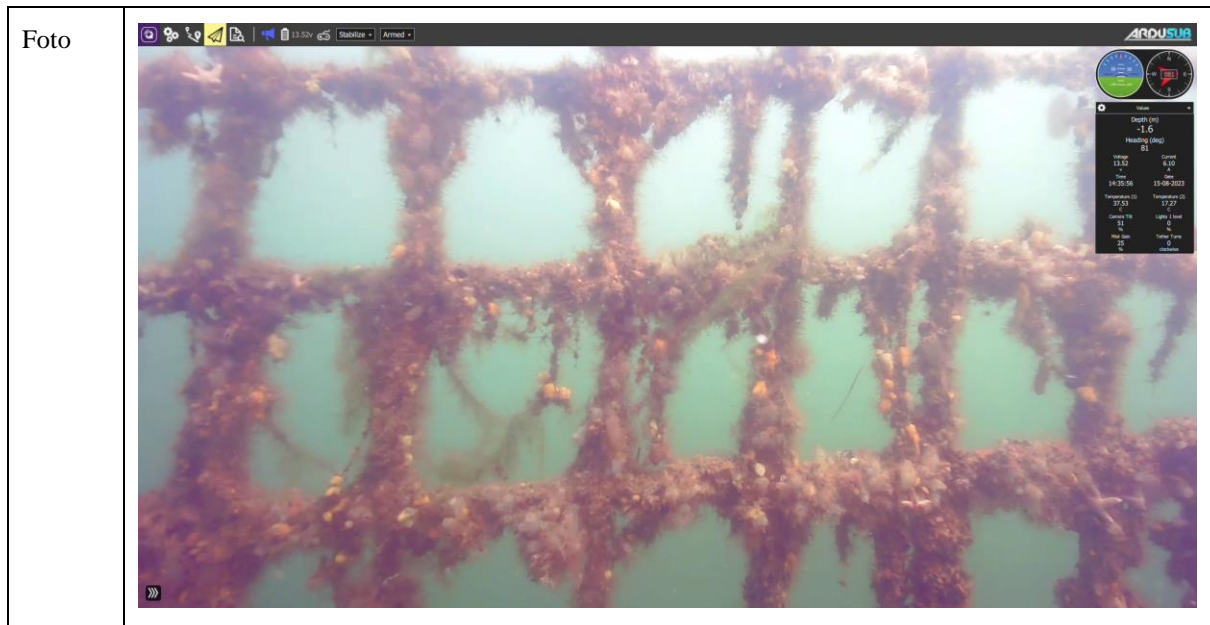


PÅ NETTET

Station V_143_01_Net	
Substrat	Muslingenet (heterogen artssammensætning) Dybde 0-2 m
Fauna	<p>Makroalger: Ubestemte rød- og grønalger</p> <p>Invertebrater: Blåmuslingedomineret med sporadiske Almindelig søstjerner, hydroider og omkringsvømmende <i>Caprella</i> sp.</p> <p>Chordater: Søpunge</p>
Foto	

Station V_143_02_Net	
Substrat	Muslingenet (Heterogen artssammensætning). Dybde 0-2 m.
Fauna	<p>Makroalger: Ubestemte rød- og grønalger</p> <p>Invertebrater: Blåmuslingedomineret med sporadiske Søstjerner, Strandkrabber, Brødkrummesvamp og Søanemoner.</p> <p>Chordater: Søpunge</p>
Foto	

Station V_143_03_Net	
Substrat	Muslingenet (Heterogen artssammensætning). Dybde 0-2 m.
Fauna	<p>Makroalger: Ubestemte grønalger</p> <p>Invertebrater: Blåmuslingedomineret med sporadiske søstjerner, brødkrummesvamp og hydroider</p> <p>Chordater: Søpunge</p>

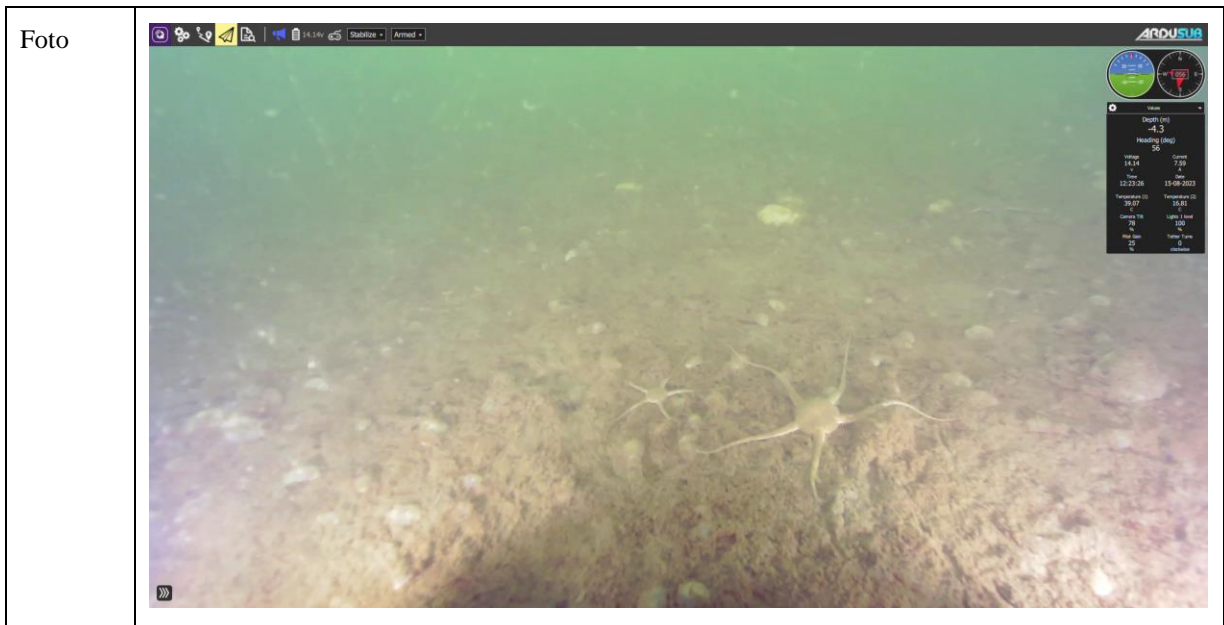


REFERENCESTATIONER

Station V_REF_01	
Substrat	Bundtype: type 1a. Blød bund med enkelte små sten. Dybde 4 m. Dækningsgrad 10%.
Fauna	<p>Invertebrater: Brødkrummesvamp, sønemoner, almindelig søstjerner, slangestjerner, strandkrabber.</p> <p>Chordater: Søpunge.</p> <p>Fisk: Kutlinger.</p>
Foto	

Station V_REF_02	
Substrat	Bundtype: type 1a. Meget blød bund. Dybde 4 m. Dækningsgrad 15%.
Fauna	<p>Makroalger: Østerstyv</p> <p>Invertebrater: Almindelig søstjerner, strandkrabber, rejer sp., hesterejer, og slangestjerne sp.</p> <p>Chordater: Søpunge.</p> <p>Fisk: Kutlinger.</p>
Foto	<p>The photo shows an underwater view of a sandy seabed. There is a small crab visible on the right side. The water is slightly turbid. The photo is taken from a depth of 4.2 meters, as indicated by the ARDUSUB interface overlay.</p>

Station V_REF_04	
Substrat	Bundtype: type 1a. Meget blød siltet bund. Dybde 4.3 m. Dækningsgrad 10%.
Fauna	<p>Makroalger: Østerstyv</p> <p>Invertebrater: Slangestjerner, rejer, tøffelsnegle og strandkrabber</p> <p>Chordater: Søpunge.</p> <p>Fisk: Kutlinger.</p>



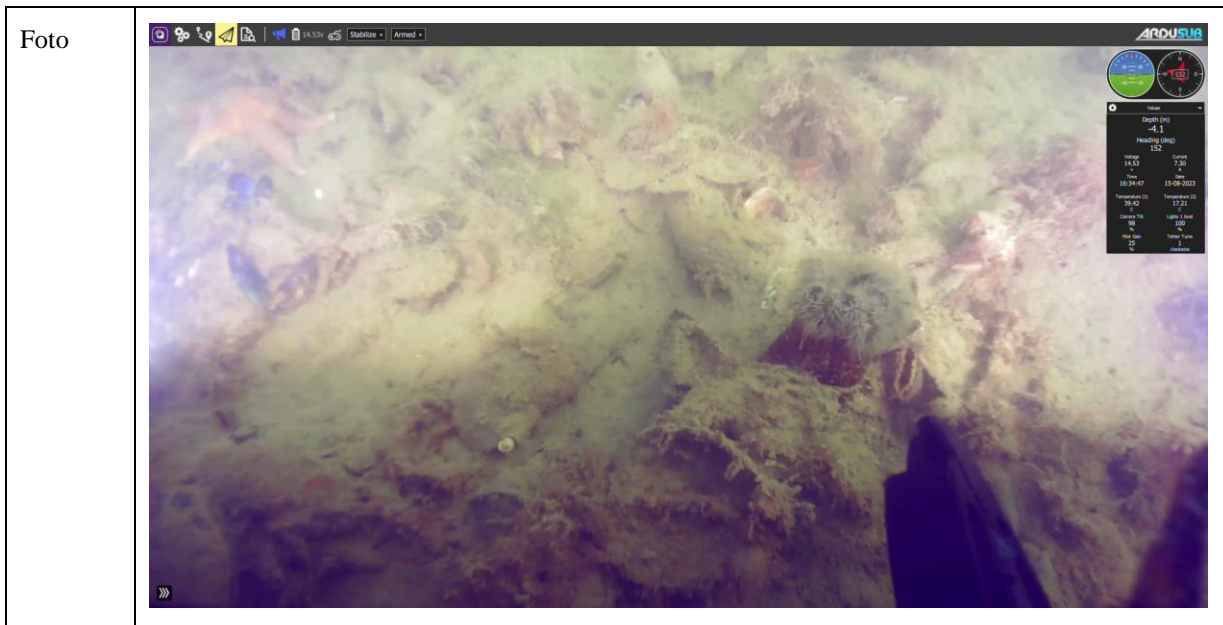
JEGINDØ

UNDER ANLÆGGET

Station J_343_08	
Substrat	Bundtype: type 1a. Blød bund, skalrester af <i>Mytilus edulis</i> . Dybde 4.2 m. Dækningsgrad 20%.
Fauna	<p>Invertebrater: Hesterejer, blåmuslinger, almindelig søstjerner, hydroider sp. og strandkrabbe.</p> <p>Chordater: Søjunge.</p> <p>Fisk: Kutlinger.</p>
Foto	

Station J_343_09	
Substrat	Bundtype: type 1a. Blød bund. Dybde 4.3 m. Dækningsgrad 25%.
Fauna	Invertebrater: Blåmuslinger, almindelig søstjerner, strandkrabber, rur sp., hydroider sp., sønelliker og hesterejer. Chordater: Søjunge. Fisk: Kutlinger.
Foto	

Station J_343_10	
Substrat	Bundtype: type 1a Blød bund med biogent rev. Dybde 4.3 m. Dækningsgrad 40%.
Fauna	Makroalger: Ubestemte rødalger. Invertebrater: Blåmuslinger, sønelliker, almindelig søstjerner, hesterejer og strandkrabber. Fisk: Kutlinger sp.



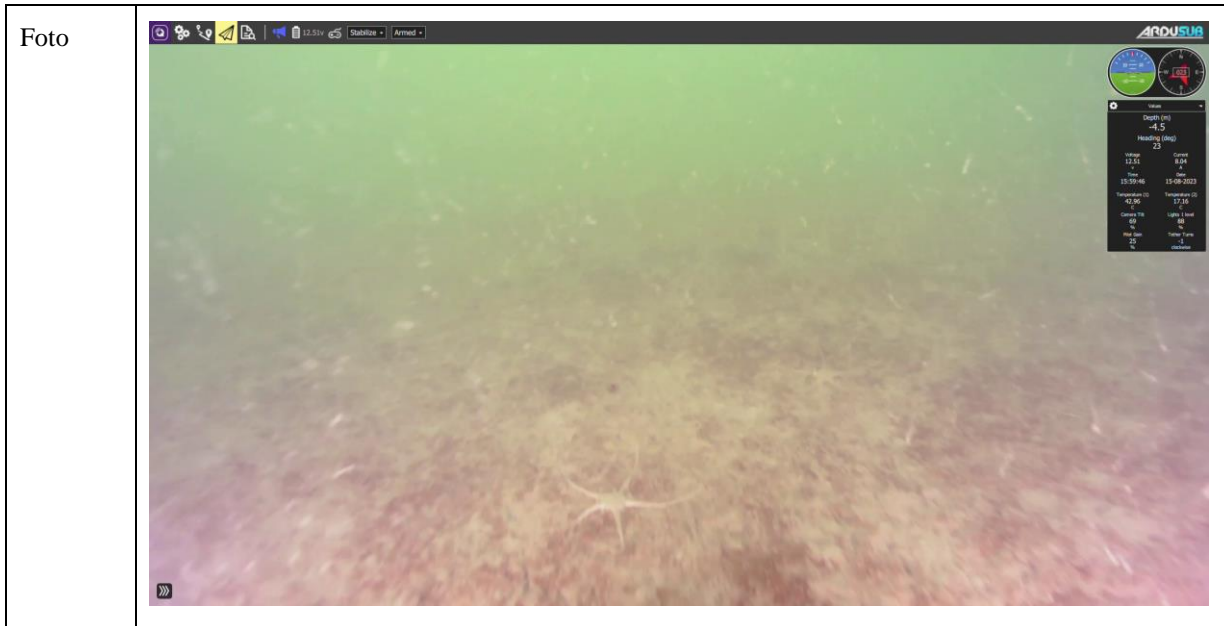
PÅ NETTET

Station J_343_10_Net	
Substrat	Muslingenet (Heterogen artssammensætning). Dybde, 0-2 m.
Fauna	<p>Makroalger: Ubestemte rød- og grønalger.</p> <p>Invertebrater: Blåmuslingedomineret med sporadiske, hydroider.</p> <p>Fisk: Fiskeyngel.</p>
Foto	

REFERENCESTATIONER

Station J_REF_05	
Substrat	Bundtype: type 1a. Blød bund med algedækning. Dybde 4 m. Dækningsgrad 2%.
Fauna	Invertebrater: Ubestemt snegl, almindelig søstjerner og hesterejer. Fisk: Kutlinger sp.
Foto	

Station J_REF_06	
Substrat	Bundtype: type 1a. Blød bund med algedækning. Dybde 4.5 m. Dækningsgrad 4%.
Fauna	Invertebrater: Slangestjerner, sildebenspolyp, strandkrabbe og almindelig søstjerne. Fisk: Kutlinger sp.



Station J_REF_07	
Substrat	Bundtype: type 1a. Blød bund med algedækning. Dybde 4 m. Dækningsgrad 1%.
Fauna	<p>Invertebrater: Slangestjerner og strandkrabber.</p> <p>Fisk: Kutlinger sp.</p>
Foto	

SKIVE FJORD NORD

UNDER ANLÆGGET

Station Skive Nord S_65_07	
Substrat	Bundtype: type 1a. Meget blød, mudret bund med svovlbakterier, ovenpå muslinger. Dybde 8.6 m. Dækningsgrad 8%.
Fauna	Invertebrater: Blåmusling Fisk: Kutling sp. sandkutling og tangnål
Foto	

Station Skive Nord S_65_08	
Substrat	Bundtype: type 1a. Meget blød, mudret bund med svovlbakterier, ovenpå muslinger. Dybde 8.5 m. Dækningsgrad 10%.
Fauna	Invertebrater: Blåmuslinger, almindelige søstjerner og sønemoner Chordater: Søpunge Fisk: Kutling sp.

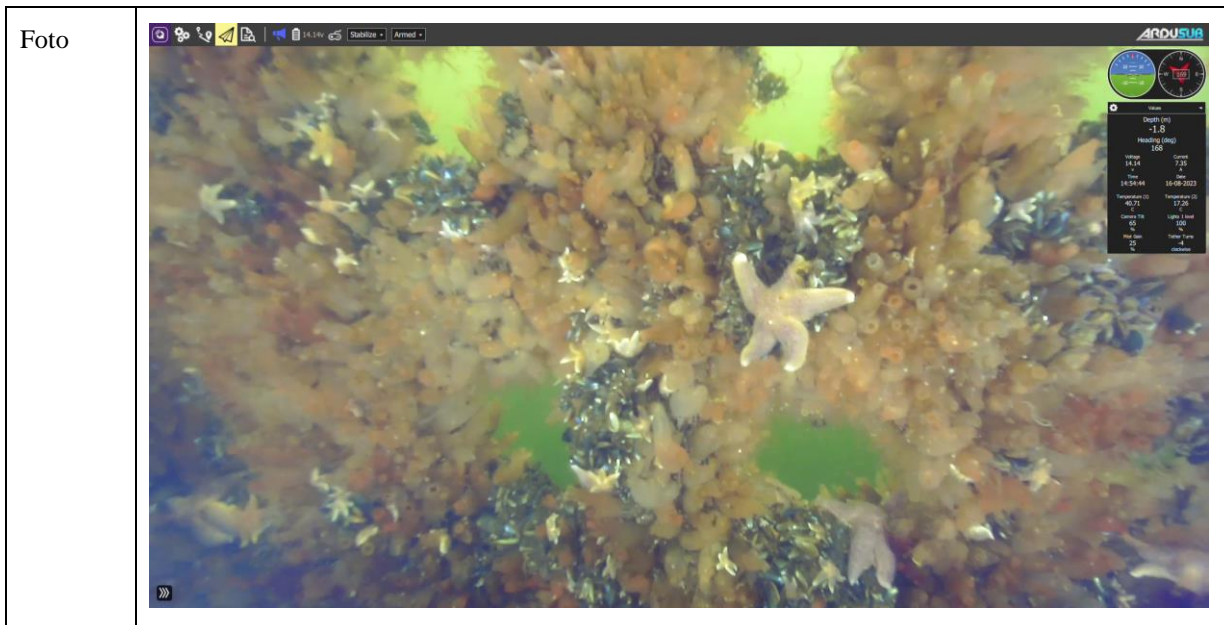


Station Skive Nord S_65_09	
Substrat	Bundtype: type 1a. Meget blød, mudret bund med svovlbakterier, ovenpå muslinger. Dybde 8.5 m. Dækningsgrad 8%.
Fauna	Invertebrater: Blåmusling almindelige søstjerner og sønemoner Chordater: Søpunge
Foto	

PÅ NETTET

Station Skive Nord S_65_07_Net	
Substrat	Muslingenet (Homogent). Dybde, 0-2 m.
Fauna	Invertebrater: Blåmusling, almindelig søstjerne og hydroider Chordater: Søpunge
Foto	

Station Skive Nord S_65_08_Net	
Substrat	Muslingenet (50/50). Dybde, 0-2 m.
Fauna	Invertebrater: Blåmusling og almindelig søstjerne. Chordater: Søpunge Fisk: Fiskeyngel

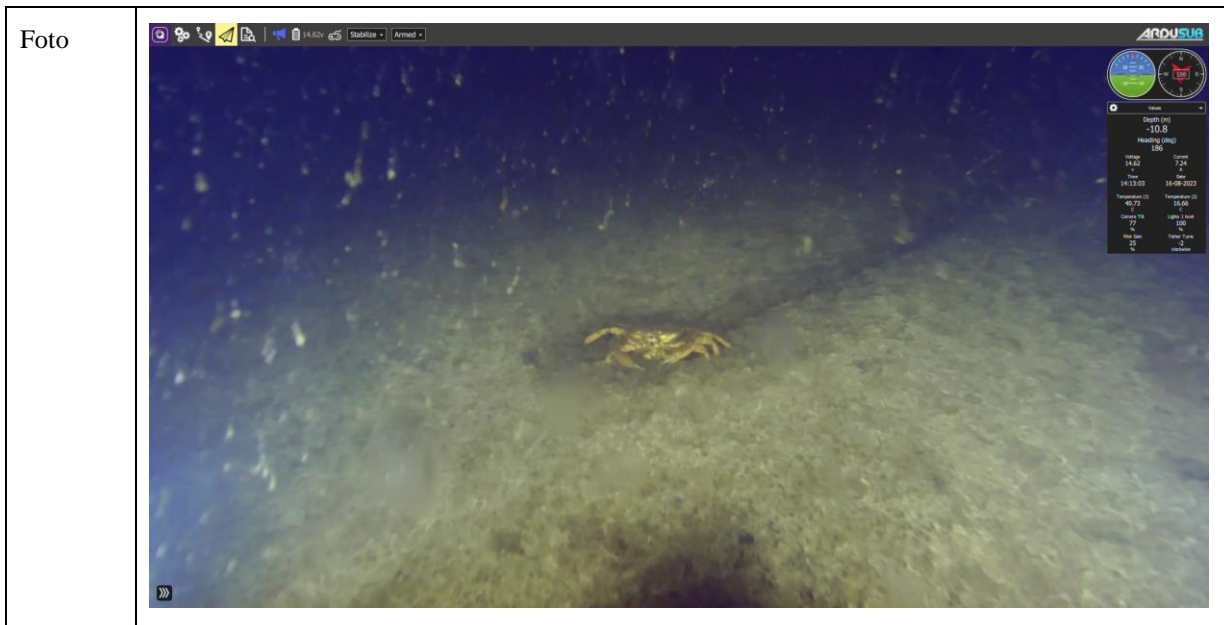


REFERENCESTATIONER

Station Skive Nord S_REF_10	
Substrat	Bundtype: type 1a. Meget homogen, blød siltet mudret havbund. Dybde 9.8 m. Dækningsgrad >1%.
Fauna	Invertebrater: Søanemoner og strandkrabber Fisk: Kutling sp.
Foto	

Station Skive Nord S_REF_11	
Substrat	Bundtype: type 1a. Meget blød homogen bund. Lys overflade sort underoverfladen, pletter fra svovlbakterier. Dybde 8.5 m. Dækningsgrad >1%.
Fauna	Fisk: Kutling sp.
Foto	

Station Skive Nord S_REF_16	
Substrat	Bundtype: type 1a. Meget homogen, blød siltet mudret havbund. Pletter fra svovlbakterier. Dybde 10.9 m. Dækningsgrad >1%.
Fauna	Invertebrater: Strandkrabber og almindelige søstjerner



SKIVE FJORD SYD

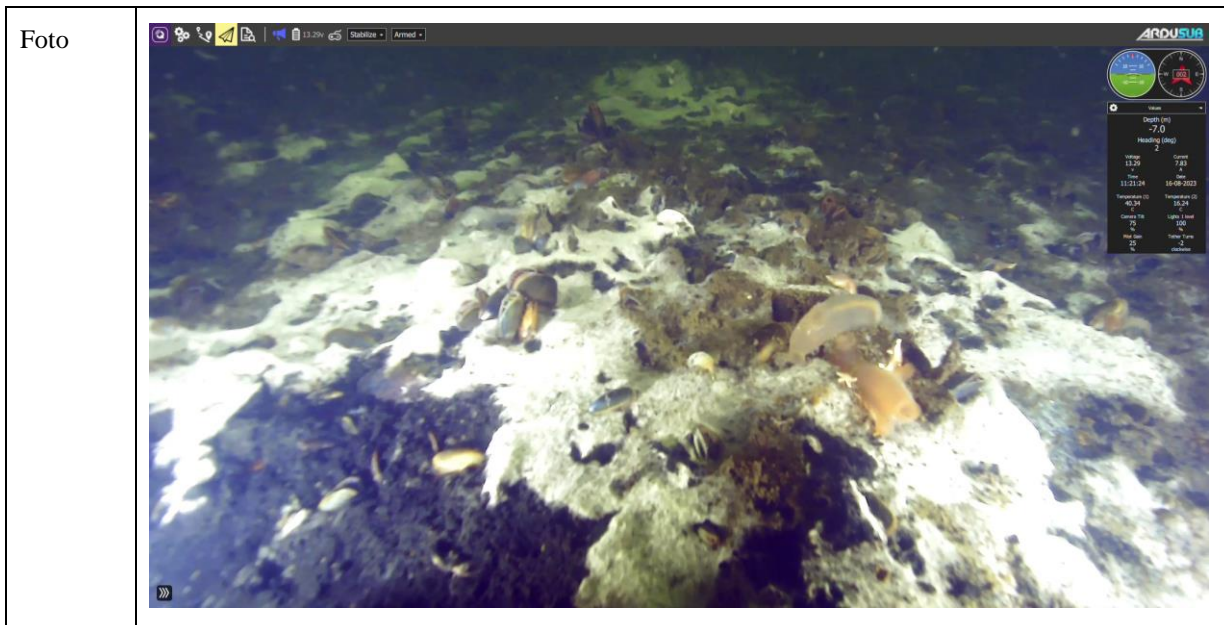
UNDER ANLÆGGET

Station Skive Syd S_112_14	
Substrat	Bundtype: type 1a. Ren silt eller decideret dynd. Høj dækning af bakterier og tilsyneladende meget iltfattige forhold. Mange muslinger dog ingen levende. Dybde 7 m. Dækningsgrad >1%.
Fauna	Fisk: Kutlinger
Foto	

Station Skive Syd S_112_05

Substrat	Bundtype: type 1a. Siltet blød bund, pletter af liglagen. Dybde 6.8 m. Dækningsgrad 6%.
Fauna	Invertebrater: Blåmuslinger Fisk: Kutlinger
Foto	

Station Skive Syd S_112_06	
Substrat	Bundtype: type 1a. Blød bund med muslinger. Liglagen på bunden. Dybde 7 m. Dækningsgrad 10%.
Fauna	Invertebrater: Blåmuslinger og almindelige søstjerner Chordater: Søpunge Fisk: Sandkutlinger



PÅ NETTET

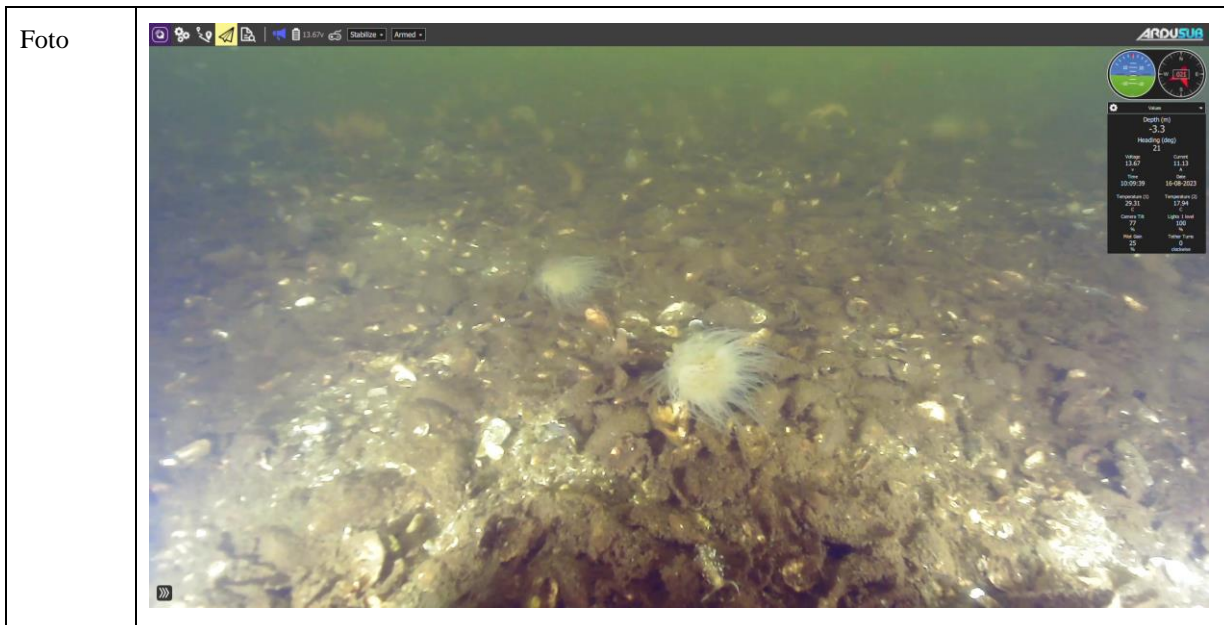
Station Skive Syd S_112_05_Net	
Substrat	Muslingenet (Homogent). Dybde, 0-2 m.
Fauna	Invertebrater: Blåmuslinger Chordater: Søpunge
Foto	

Station Skive Syd S_112_06_Net

Substrat	Muslingenet (50/50). Dybde, 0-2 m.
Fauna	Invertebrater: Blåmuslinger, almindelige søstjerner og hydroider Chordater: Søpunge
Foto	

REFERENCESTATIONER

Station Skive Syd S_REF_01	
Substrat	Bundtype: type 2a. Sandet, gruset stenet blandet bund. Hårdt og blødt substrat. Muslingskaller udgør substrat for bl.a.søpunge. Grænsende til biogent rev. Dybde 3.4 m. Dækningsgrad 60%.
Fauna	<p>Makroalger: Ubestemt rødalge</p> <p>Invertebrater: Sønemoner, strandkrabber, almindelige søstjerner, rejer og trådsnegle (Bunden af billedet).</p> <p>Chordater: Søpunge</p> <p>Fisk: Kutlinger og tangnåle</p>



Station Skive Syd S_REF_02	
Substrat	Bundtype: type 2a. Blød bund med hårdt substrat - sten eller skaller. Dybde 4.5 m. Dækningsgrad 15%.
Fauna	<p>Makroalger: Ubestemt rødalge</p> <p>Invertebrater: Sønemoner, sønelliker, strandkrabber, almindelige søstjerner, rejer, trådsnegle og hydroider</p> <p>Chordater: Søpunge</p> <p>Fisk: Kutlinger sp. og sandkutlinger</p>
Foto	

Station Skive Syd S_REF_13																							
Substrat	Bundtype: type 1a. Blød bund. Dybde 6.7 m. Dækningsgrad 1%.																						
Fauna	Invertebrater: Søanemoner, sønelliker og strandkrabber																						
Foto	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">ARDUSUB</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Depth (m)</td> <td>-6.7</td> </tr> <tr> <td>Heading (deg)</td> <td>05</td> </tr> <tr> <td>Lat</td> <td>55.84</td> </tr> <tr> <td>Long</td> <td>10.08</td> </tr> <tr> <td>Temperature (C)</td> <td>15.32</td> </tr> <tr> <td>Salinity (psu)</td> <td>35.69</td> </tr> <tr> <td>Current (m/s)</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>Roll (deg)</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>Pitch (deg)</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>Yaw (deg)</td> <td>0.00</td> </tr> </tbody> </table>	ARDUSUB		Depth (m)	-6.7	Heading (deg)	05	Lat	55.84	Long	10.08	Temperature (C)	15.32	Salinity (psu)	35.69	Current (m/s)	0.00	Roll (deg)	0.00	Pitch (deg)	0.00	Yaw (deg)	0.00
ARDUSUB																							
Depth (m)	-6.7																						
Heading (deg)	05																						
Lat	55.84																						
Long	10.08																						
Temperature (C)	15.32																						
Salinity (psu)	35.69																						
Current (m/s)	0.00																						
Roll (deg)	0.00																						
Pitch (deg)	0.00																						
Yaw (deg)	0.00																						

Tabel 6.2. Forekomst af bunddyr fra Venøsund og tilhørende referencer. Sum af delprøver

Sum af Abundance (indv.per sample)		Station						Grand Total	
Taxa	Accepted scientific name (WoRMS)	V_143_01	V_143_02	V_143_03	V_REF_01	V_REF_02	V_REF_04		
Bivalvia	<i>Abra alba</i>	1	1					2	
	<i>Abra nitida</i>	7		4	1	2	17	31	
	<i>Kurtiella bidentata</i>	17	51	26		10		104	
	<i>Macomangulus tenuis</i>	1						1	
	<i>Musculus subpictus</i>			75				75	
	<i>Mytilus edulis</i>	40	176	904			3	1123	
	<i>Parvicardium pinnulatum</i>			2				2	
	<i>Phaxas pellucidus</i>				1			1	
	<i>Varicorbula gibba</i>			1				1	
	Crustacea	<i>Ampelisca brevicornis</i>				1			1
		<i>Amphibalanus improvisus</i>	1						1
		<i>Balanus crenatus</i>	4						4
<i>Caprella</i> sp.		0	8	4	1			13	
<i>Caprellidae</i> indet.				1			1	2	
<i>Carcinus maenas</i>				1				1	
<i>Corophium</i> sp.			1					1	
<i>Crassikorophium bonellii</i>			2	16	18			36	
<i>Crassikorophium crassicorne</i>				2	3			5	
<i>Idotea pelagica</i>				1				1	
<i>Jassa falcata</i>					1		1	2	
<i>Microdeutopus anomalus</i>		11	17	17				45	
<i>Microdeutopus</i> sp.		17	150	75	7			249	
<i>Monocorophium insidiosum</i>				3				3	
<i>Phthisica marina</i>		2	2					4	
Echinodermata		<i>Amphiura filiformis</i>			4				4
		<i>Asterias rubens</i>	2	21	2	1			26
	<i>Psammechinus miliaris</i>			1				1	
Gastropoda	<i>Bittium reticulatum</i>		1		1			2	
	<i>Crepidula fornicata</i>	9	3	3				15	
	<i>Peringia ulvae</i>			6				6	
	<i>Philine aperta</i>	7	23	6	24	81	21	162	
	<i>Steromphala tumida</i>		1					1	
Oligochaeta	<i>Oligochaeta</i> indet.		1					1	
Phoronida	<i>Phoronis</i> sp.				4			4	
Polychaeta	<i>Alitta succinea</i>	5	4	11	1			21	
	<i>Alitta virens</i>					0		0	
Annelida	<i>Capitella capitata</i>	4	2	1			1	8	
	<i>Eteone longa</i>	1						1	
	<i>Eulalia viridis</i>	1						1	
	<i>Eumida sanguinea</i>	1	1	12				14	
	<i>Gattyana cirrhosa</i>	1						1	
	<i>Harmothoe imbricata</i>	3	15	7	2			27	
	<i>Harmothoe impar</i>		2					2	
	<i>Hediste diversicolor</i>	1						1	
	<i>Lepidonotus squamatus</i>	1	1	5	4			11	
	<i>Mediomastus fragilis</i>			1				1	
	<i>Neoamphitrite figulus</i>	1		1				2	
	<i>Nephtys hombergii</i>	1			6		1	8	
	<i>Nereididae</i> indet.				1	0		1	
	<i>Notomastus latericeus</i>				2			2	
	<i>Polydora cornuta</i>	5	1	11				17	
	<i>Psamathe fusca</i>		3					3	
	<i>Scoloplos armiger</i>		5		5			10	
	<i>Spirobranchus triqueter</i>	2	5	2				9	
	<i>Sthenelais limicola</i>			2				2	
	<i>Streblospio shrubsolei</i>			3				3	
	<i>Syllidae</i> indet.			2				2	
	<i>Syllidia armata</i>		2					2	
	<i>Tharyx killariensis</i>	1		3				4	
	<i>Tharyx</i> sp.		1					1	
	Bryozoa	<i>Bryozoa</i> indet.	2	1					3
	Tunicata	<i>Asciella aspersa</i>	2		6	4			12
		<i>Botryllus schlosseri</i>			1				1
<i>Tunicata</i> indet.		3						3	
Nematoda	<i>Nematoda</i> indet.			5				5	
Anthozoa	<i>Anthozoa</i> indet.		1	1	2			4	
Grand Total		154	502	1228	90	93	45	2112	

Tabel 6.3. Forekomst af bunddyr fra Jegindø og tilhørende referencer. Sum af delprøver.

Sum af Abundance (indv.per sample)		Station						Grand Total
Taxa	Accepted scientific name (WoRMS)	J_343_08	J_343_09	J_343_10	J_REF_05	J_REF_06	J_REF_07	
≡ Bivalvia	<i>Abra alba</i>	1						1
	<i>Abra nitida</i>	3		3	7	1	3	17
	<i>Bivalvia</i> indet.	1						1
	<i>Kurtiella bidentata</i>	7	19		3	4	3	36
	<i>Musculus subpictus</i>	13	3					16
	<i>Mytilus edulis</i>	29	65	5	2			101
	<i>Petricolaria pholadiformis</i>		1					1
≡ Crustacea	<i>Caprella</i> sp.	4	24	1				29
	Caprellidae indet.	2		0				2
	<i>Crassikorophium bonellii</i>	7	1					8
	<i>Crassikorophium crassicornae</i>	4						4
	Crustacea indet.			0				0
	<i>Jassa falcata</i>	1	1		3		1	6
	<i>Microdeutopus anomalus</i>	1						1
	<i>Microdeutopus</i> sp.	5						5
	<i>Monocorophium insidiosum</i>	1		1	2			4
≡ Echinodermata	<i>Asterias rubens</i>	1						1
≡ Gastropoda	<i>Crepidula fornicata</i>		2	2				4
	<i>Philine aperta</i>	5	5	13			30	53
≡ Oligochaeta	Oligochaeta indet.	3				1		4
≡ Polychaeta	<i>Alitta succinea</i>	7	7					14
	<i>Alitta virens</i>		1		1			2
	Capitellidae indet.	0						0
	<i>Eumida sanguinea</i>				1			1
	<i>Harmothoe imbricata</i>	3						3
	<i>Harmothoe</i> sp.		0					0
	<i>Hediste diversicolor</i>	1	1	1	20	1	1	25
	<i>Lepidonotus squamatus</i>		2					2
	<i>Neoamphitrite figulus</i>	1						1
	<i>Nephtys hombergii</i>					0		0
	Nereididae indet.			0	1		0	1
	Polychaeta indet.		1					1
	<i>Polydora cornuta</i>	2	8					10
	Polynoidae indet.	1						1
	<i>Spirobranchus triqueter</i>		7					7
	<i>Streblospio shrubsolii</i>	1	1				1	3
	<i>Tharyx killariensis</i>	1	2					3
- Bryozoa	Bryozoa indet.		1					1
- Tunicata	<i>Asciella</i> sp.	2	1					3
- Nematoda	Nematoda indet.		3					3
- Animalia	Animalia indet.					0		0
Grand Total		107	156	26	40	7	39	375

Tabel 6.7. Forekomst af bunddyr fra Skive Fjord Syd og tilhørende referencer. Sum af delprøver

Taxa	Accepted scientific name (WoRMS)	Station						Grand Total
		S_112_05	S_112_06	S_112_14	S_REF_01	S_REF_02	S_REF_13	
Bivalvia	Abra alba						1	1
	Abra nitida	1			35	1	41	78
	Bivalvia indet.					5	1	6
	Cerastoderma sp.					1		1
	Kurtiella bidentata					1		1
	Musculus subpictus					4		4
	Mya arenaria					2		2
	Mytilus edulis	865	95	2	2	155	2	1121
	Varicorbula gibba				7	3	19	29
Crustacea	Caprella sp.		23	1				24
	Hyperia galba		4					4
	Microdeutopus gryllotalpa					3		3
	Microdeutopus sp.		3	1	1	6		11
	Monocorophium insidiosum					6		6
	Phtisia marina					2		2
Echinodermata	Asterias rubens		4					4
Gastropoda	Nudibranchia indet.					1		1
	Peringia ulvae					1		1
Oligochaeta	Oligochaeta indet.	1			1			2
Polychaeta	Alitta succinea	26	1		1	17	4	49
	Capitella capitata	17	5	113	12	2	24	173
	Capitellidae indet.	1					1	2
	Harmothoe imbricata	3						3
	Hesionidae indet.	6						6
	Heteromastus filiformis			1				1
	Lagis koreni					6	4	10
	Malacoceros fuliginosus	1						1
	Nereididae indet.						1	1
	Pectinariidae indet.					0		0
	Polychaeta indet.		0		1			1
	Polydora ciliata	5						5
	Polydora cornuta	82			7	60	22	171
	Pygospio elegans						1	1
	Streblospio shrubsolii	12					2	14
	Syllidia armata	28	1	1		3	1	34
	Tharyx killariensis				3	21	22	46
Bryozoa	Bryozoa indet.	2						2
Tunicata	Ascidella scabra					13		13
Nematoda	Nematoda indet.					1		1
Anthozoa	Anthozoa indet.	1				2		3
Platyhelminthes	Platyhelminthes indet.					1		1
Grand Total		1051	136	119	70	317	146	1839

Tabel 6.8. Forekomst af bunddyr i delprøverne fra Skive Fjord Syd og tilhørende referencer.

Taxa	Accepted scientific name (WoRMS)	S_112_05		S_112_06		S_112_14		S_REF_01		S_REF_02		S_REF_13		Grand Total
		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	
Abra alba														1
Abra nitida								35		1				41
Bivalvia indet.										5				5
Cerastoderma sp.										1				1
Kurtiella bidentata										1				1
Musculus subpictus										4				4
Mya arenaria										2				2
Mytilus edulis		865	95	225	46	21	28	2		14	18	113	2	1121
Varicorbula gibba										7	3			19
Caprella sp.					2	2	12							24
Hyperia galba														4
Microdeutopus gryllotalpa												3		3
Microdeutopus sp.														11
Monocorophium insidiosum					2									6
Phtisia marina														2
Asterias rubens														4
Nudibranchia indet.														1
Peringia ulvae														1
Oligochaeta		1												2
Alitta succinea		26	1							1		17	4	49
Capitella capitata		17	5	113				12		2		24		173
Capitellidae indet.		1											1	2
Harmothoe imbricata		3												3
Hesionidae indet.		6												6
Heteromastus filiformis							1							1
Lagis koreni										6		4		10
Malacoceros fuliginosus		1												1
Nereididae indet.													1	1
Pectinariidae indet.											0			0
Polychaeta indet.											1			1
Polydora ciliata		5												5
Polydora cornuta		82							7		60	22		171
Pygospio elegans													1	1
Streblospio shrubsolii		12											2	14
Syllidia armata		28	1	1						3		1		34
Tharyx killariensis								3		21		22		46
Bryozoa		2												2
Ascidella scabra											13			13
Nematoda											1			1
Anthozoa		1									2			3
Platyhelminthes											1			1
Grand Total		1051	136	119	70	317	146	1839						1839