

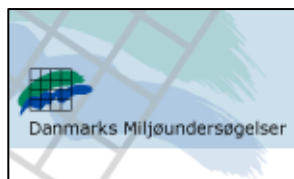
Nye Opdrætsteknikker



januar 2008



DANSK SKALDYRCENTER



Rapporten er forfattet af:

**Dansk Skaldyrcenter
Ditte Tørring
Michael Gramkow
Lars Erik Holtegaard**

**Danmarks Miljøundersøgelser
Jens Kjerulf Petersen**

**Danmarks Fiskeriundersøgelser
Per Dolmer**

**Foreningen Dansk Skaldyropdræt
Arne Bækgaard
Kaj-Lykke Larsen**

Forord

Denne rapport er et resultat af et samarbejde mellem Dansk Skaldyrcenter, Foreningen Dansk Skaldyropdræt, Danmarks Miljøundersøgelser og Danmarks Fiskeriundersøgelser. Dansk Skaldyrcenter har været hovedansvarlig for afholdelse af projektet.

Projektet er gennemført med finansiell støtte fra EU's fiskeriudviklingsprogram FIUF og Direktoratet for FødevareErhverv (DFFE), Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri.



Rapporten er finansieret af EU og
Fødevareministeriet

I forbindelse med afviklingen af projektet har der været nedsat en arbejdsgruppe til faglig sparring og rådgivning. Arbejdsgruppen har bestået af følgende medlemmer:

Kaj-Lykke Larsen, Arne Bækgaard, Jørgen Søgaard, Jens Anton Christensen (Opdrættere)
Jens Kjerulf Petersen (DMU)
Dolmer (DFU)
Ditte Tørring (DSC)

En stor tak skal lyde til folkene bag Lodberg og Co., Dansk Linemusling og Optimus Linemusling for hjælp i forbindelse med afviklingen af de forskellige udstyrstest. Sisse Redeker takkes for hjælp i forbindelse med afrapporteringen. En stor tak til Thomas og Willy fra smedefirmaet Mørup og Mikkelsen for godt og konstruktivt samarbejde i forbindelse med udvikling af udstyr. Endelig takkes Parnuna Egede for sin store indsats med indhentning og oparbejdning af prøver til undersøgelse af muslingernes byssusstyrke.

Alle offentliggjorte projektrapporter fra Dansk Skaldyrcenter kan, efter godkendelse, hentes i elektronisk form på Dansk Skaldyrcenters hjemmeside www.skaldyrcenter.dk.

Originale tekster og illustrationer fra denne rapport må gengives til ikke-kommercielle formål under forudsætning af tydelig kildeangivelse.

Henvendelse vedrørende denne rapport kan ske til:

Dansk Skaldyrcenter
Øroddevej 80
7900 Nykøbing Mors
Tlf.: 96 69 02 83
post@skaldyrcenter.dk
www.skaldyrcenter.dk

Forfatterne, Nykøbing Mors, d. 31. januar 2008

Indholdsfortegnelse

FORORD	3
INDHOLDSFORTEGNELSE	4
INDLEDNING	5
RESUMÉ	6
EFFEKT MÅL OG PERSPEKTIVERING	7
EFFEKT MÅL	7
PERSPEKTIVERING	9
1. OPDRÆT MED MELLEMHÅNDBETINGELSE	10
LOKALITETER	10
VÆKSTMEDIER	11
UDHÆNGNING OG PRØVETAGNING	12
RESULTATER	13
DISKUSSION	24
2. OPDRÆT UDEN MELLEMHÅNDBETINGELSE	27
MATERIALER OG METODER	27
RESULTATER, FORSØG 1	31
RESULTATER, FORSØG 2	39
DISKUSSION	41
SAMMENFATNING	43
3. BYSSUS-STYRKE	44
MATERIALER OG METODER	44
RESULTATER	45
DISKUSSION	49
4. SCREENING - HERUNDER EN EVALUERING AF SMARTFARM-KONCEPTET	52
SAMMENFATNING AF SCREENINGER	53
SMARTFARM-KONCEPTET	54
5. Udstyr til høst, declumpning og sortering	55
UDSTYRSSEMINARER	55
PRAKTISKE TEST AF UDVALGT Udstyr til høst, declumpning og sortering:	57
VENTURI-PUMPEN	57
COCHON	67
KONISK STRIPPER TIL SINGLE SOCKS	70
SORTERING OG DECLUMPING MED "KLOAKRØRET" OG WITHO-MASKINEN	75

BILAGSOVERSIGT:

- BILAG A:** Beskrivelse af opdrætsmedier
BILAG B: Screeningsrapport (Irland, New Zealand, Smartfarm, Udstyr)
BILAG C: Screeningsrapport (Skotland og Shetland)
BILAG D: Referater fra udstyrsseminarer

Indledning

Den største udfordring for dansk opdræt af muslinger er utvivlsomt at udvikle omkostningseffektive produktionsmetoder, der er rentable med danske lønomkostninger. Dette stiller krav til arbejds effektive produktionsformer, og gør det i højere grad økonomisk bæredygtigt at investere i teknologi.

I Danmark er muslingeopdræt stadig på udviklingsstadiet og der sker i disse år en kraftig udvikling indenfor området. Opdrætterne i Danmark har valgt at benytte sig af forskellige produktionsstrategier. Den væsentligste principielle forskel på de forskellige dyrkningssystemer er om de benytter sig af mellemhåndtering. I systemer uden mellemhåndtering foregår hele væksten på det materiale, muslingelarverne oprindeligt fæstede sig på. Fordelen ved ikke at mellemhåndtere er, at flere arbejdsintensive processer spares. Har man rigelig tilgang af yngel, er det primært den mindre ensartethed af slutproduktet og variationer i tætheder på linen, som er den største forskel i forhold til systemer med mellemhåndtering. Ved mellemhåndtering bliver muslingeynglen høstet fra det substrat, som muslingelarverne har fæstet sig på. Denne afhøstning foretages, når muslingerne er mellem 10 - 30 mm store, og ynglen bliver på dette stadie benævnt som spat. Ynglen bliver efterfølgende sorteret efter størrelse, inden den fyldes i lange tynde netposer kaldet "strømper". Strømperne kan være lavet af forskellige materialer og være med eller uden en central kerne. Strømper der er opskåret i kortere længder (typisk 2 meter) benævnes singlestrømper mens strømper, der produceret som en lang streng, benævnes kontinuerede strømper. Strømperne bliver hængt ud på langliner. Yderligere mellemhåndteringer kan indbefatte udtynding og opbøjning eller nedsækning af strømperne på bunden for at rense dem for påvækst. Ved mellemhåndtering minimeres tabet af muslinger. Derudover, kan der ved mellemhåndtering, opnås en mere ensartet størrelse af muslinger i de enkelte strømper, og ofte er det muligt at øge væksten ved at pakke muslingerne med en bestemt, optimal tæthed i strømperne.

Erfaringerne fra det afsluttede projekt "Blåmuslinge projekt fase II" viste, at der er et stort potentiale for at anvende dyrkningssystemer, hvor man ikke har en mellemhåndtering i selve produktionsfasen. Høst af muslinger fra systemet uden mellemhåndtering gav i ca. 50 % af tilfældene et væsentligt højere udbytte, end høst fra de systemer, hvor en mellemhåndtering havde fundet sted. Projektet viste dog samtidigt, at der under driften af disse systemer kan opstå problemer med at holde på produktionen henover hele vækstperioden. Omkring sommeren året efter settling blev der observeret store tab fra settlingsmaterialet, hvor muslinger enkeltvis eller oftest i store klumper faldt af ved den mindste håndtering af linerne, fx ved høst.

I samme projekt blev der desuden peget på, at der ikke er udviklet og testet maskiner, der hensigtsmæssigt kan bruges til høst under danske forhold. Høsten foregår stadig under brug af megen manuel arbejdskraft og er dermed både omkostningstungt og fysisk belastende for opdrætterne. Den efterfølgende proces med sortering af de høstede muslinger og navnlig frasortering af affald som byssus og påvækst er heller ikke optimal, for danske muslinger vokser hurtigt og er derfor tyndskallede og bliver nemt beskadiget i traditionelt udstyr.

I kølvandet på den første store ekspansion i opdrætssektoren og på baggrund af de erfaringer, som blev gjort i de første udviklingsprojekter, var der således opstået et behov for på nogle specifikke områder at øge kompetencen og finde frem til det rette udstyr til de forskellige opdrætsmetoder. Fælles overskrift for udviklingsbehovet var omkostningseffektivitet og tilpasning til danske produktionsforhold. I denne rapport er samlet en række afprøvninger af forskellige materialer,

forskelligt forarbejdningsudstyr og forskellige dyrkningskoncepter med henblik på at forsyne erhvervet værktøjer til at øge produktionen og reducere omkostningerne.

Resumé

I projektet blev der udvalgt og testet 6 forskellige opdrætsmedier til opdræt med mellemhåndtering på kontinuerede produktionslinier. Opdrætsmedierne blev høstet efter ca. et års produktionstid, og der var stor variation i udbyttet. Mængden af muslinger der kunne høstes ved forsøgenes afslutning varierede både som funktion af medietypen og som funktion af opdrætsområdet.

I projektet blev der i alt udvalgt og testet 15 forskellige vækstmedier til opdræt uden mellemhåndtering. Et enkelt dyrkningsmedie, Xplora-Stigerne, skilte sig ud ved at have væsentligt bedre udbytte end de andre testede medier. Generelt var der ingen af de undersøgte vækstmedier, der var i stand til at holde på muslingerne henover sommeren.

Resultaterne af forsøg med styrke af muslingernes fasthæftelse viste, at der gennem sommeren er stor variation i muslingernes evne til at holde sig fasthæftet til opdrætsmaterialet. Der kunne ikke dokumenteres en entydig effekt af temperatur og variationen i fasthæftelse er sandsynligvis mere årstidsbestemt end bestemt af temperaturen i sig selv. Nedsænkning til bunden og deraf følgende kontakt med krabber styrkede evnen fasthæftningsstyrken og anbefales som en del af god opdrætspraksis.

Erfaringerne fra screeningen og udstyrseminarerne gav arbejdsgruppen en solid baggrund til at vælge i alt fire udstyrsløsninger, der blev arbejdet videre med i projektet. En landbaseret konisk afstripper til adskillelse af muslinger fra enkeltstrømper, et fartøjsbaseret høstsystem til afhøstning af spat og konsummuslinger samt to landbaserede udstyrsløsninger til declumpning og sortering af muslinger efter høst. Udstyret er blevet indkøbt og testet. De valgte løsninger er med mindre modifikationer velegnede til danske forhold. Der er ikke blevet arbejdet med et fartøjsbaseret system til declumpning, sortering og genstrømpning.

Smart Farmkonceptet blev på baggrund af screeningen og praktiske forsøg vurderet til at have flere mangler i forhold til produktion i danske fjorde, og der derfor ikke gennemført konkrete produktionsforsøg.

Aktiviteterne i forbindelse med afviklingen af projektet "Nye Opdræsteknikker" har givet opdrætserhvervet et bedre grundlag for udvælgelsen af de mest velegnede dyrknings- og udstyrskomponenter til opdræt af blåmuslinger under danske forhold. På en række områder, specielt til aflastning af fysisk belastende arbejdsprocesser, er der imidlertid stadig mulighed for en betydelig effektivisering af produktionen ved en fortsat forsknings- og udviklingsindsats.

Effektmål og perspektivering

Indenfor rammerne af projektet "Nye Opdræsteknikker" blev der opstillet en række effektmål, som skal være opfyldt senest ved afslutningen af det samlede projekt:

Effektmål

1. Effektmål:

At gennemføre en screening af nye dyrkningssystemer samt undersøge systemernes anvendelighed i danske farvande i forhold til bl.a. norske, irske og skotske erfaringer. Systemerne skal være fokuseret omkring kontinuert linedrift og omfatte en mellemhåndtering af muslingerne.

Fra starten af 2006 og frem til slutningen af februar 2007 blev der gennemført et omfattende screeningsarbejde, blandt andet med det formål at vurdere hvilke kontinuerede vækstmedier der kunne være interessante med henblik på test under danske forhold. Kriterier for valg af medier har været, at de skal være håndterbare og genanvendelige, så affald fra produktionen kan reduceres. I forsøget blev der anvendt opdrætsmedier, udvalgt på baggrund af dels internationale erfaringer og dels erfaringer hos etablerede danske opdrættere. De 6 medier, som blev udvalgt var: Fuzzy Rope, Xplorastige, Svensk Bændel, Aqualoop, Kokosreb og Trawl-net. En sammenfatning af screeningsarbejdet findes i Kapitel 3. For en mere detaljeret afrapportering se særskilte Bilag B og C.

Effektmålet er opfyldt.

2. Effektmål:

At gennemføre et forsøg med 3 forskellige medietyper til kontinuerede dyrkning med mellemhåndtering. Forsøgene skal etableres hos tre forskellige opdrættere.

Undersøgelsen blev tidligt i processen udvidet fra 3 til 6 forskellige vækstmedier. I forbindelse med projektet blev der indgået et samarbejde med 3 muslingeopdrættere i Limfjorden, som har produceret muslinger i flere år. Opdrætterne indvilgede i at strømppe og udhænge de 6 medier på deres anlæg sideløbende med deres øvrige produktion. Opdrætsmedierne blev høstet efter ca. et års produktionstid og der var stor variation i udbyttet. Mængden af muslinger der kunne høstes ved forsøgenes afslutning varierede både som funktion af medietypen og som funktion af opdrætsområdet. Resultaterne fra disse forsøg afrapporteres i Kapitel 1.

Effektmålet er opfyldt.

3. Effektmål:

Test af forskellige former for vækstmedie uden mellemhåndtering.

I projektet blev der i alt udvalgt og testet 15 forskellige vækstmedier til opdræt uden mellemhåndtering. Otte af de testede dyrkningsmedier blev testet i tre forskellige områder. De valgte områder har været forskellige, hvad angår strømforhold og eksponering for vind. Et enkelt dyrkningsmedie, Xplora-Stigerne, skiller sig ud ved at have væsentligt bedre udbytte end de andre testede medier. Generelt var der ingen af de undersøgte vækstmedier, der var i stand til at holde på muslingerne henover den varme sommerperiode. Resultaterne fra disse forsøg afrapporteres i Kapitel 2.

Effektmålet er opfyldt.

4. Effektmål:

Analyse af tilgængeligt udstyr til høst, declumpning og sortering i forhold til danske vilkår. Herunder afholdelse af et 2-dages udstyrsseminar til demonstrationer og gennemgang af interessante udstyrsløsninger til høst, declumpning og sortering.

På verdensbasis er listen over udstyrsproducenter og leverandører af udstyr til høst, declumpning og sortering af muslinger lang. I projektet blev der derfor gennemført et omfattende screeningsarbejde, med det formål at indsamle erfaringer og anbefale opdrætsrelateret udstyr til indkøb og test under danske produktionsforhold. En sammenfatning af dette screeningsarbejde findes i kapitel 3. For en mere detaljeret afrapportering se særskilte Bilag B og C. Undervejs i forløbet har projektets arbejdsgruppe valgt at afholde udstyrsseminarer, der gav en mulighed for løbende at afprøve de udstyrskomponenter, som blev fundet specielt interessante for danske forhold. Ved udstyrsseminarerne var der desuden mulighed for at invitere væsentlige udstyrslleverandører og dermed at følge udviklingen indenfor markedet af opdrætsudstyr. Der er blevet afholdt 3 udstyrsseminarer, heraf ét over 2 dage.

Effektmålet er opfyldt.

5. Effektmål:

At evaluere Smartfarm systemet, herunder udførelse af forsøg med nedsækning af flyderør under danske forhold.

Smartfarm repræsenterer en opdrætsteknologi med lav arbejdsintensitet og høj grad af mekanisering. Systemet er derfor interessant i områder med høje lønomkostninger, som eksempelvis Danmark. Smartfarm var derfor prioriteret højt i det indledende screeningsarbejde. Det blev forudsagt at isdække i danske farvande kan udgøre en produktionsrisiko for Smartfarm. Hvis der skal arbejdes videre med konkrete testforsøg af Smartfarm under danske forhold, var det en forudsætning, at både screeningsarbejdet samt undersækningsforsøgene faldt positivt ud.

Smartfarmkonceptet vurderes på baggrund af screeningen og praktiske forsøg at have flere mangler i forhold til produktion i danske fjorde:

- Der er i Limfjorden gennemført forsøg med undersækning af rør. Forsøgene illustrerede, at det praktisk næppe er muligt at undersøge Smartfarm og konceptet må derfor anses for at være mindre egnet til muslingeopdræt i danske fjorde, da isdække vil udgøre en produktionsrisiko for Smartfarm. Endvidere er det et vilkår for licenser til opdræt, at anlæggene i perioder af året er undersøkkede.
- Investering i et Smartfarm-anlæg og tilhørende høstaggregat, der er en forudsætning for udtynning og høst af muslinger, er først rentabelt, når dette kan bruges til servicering af ca. 100 rør. Således kræver investeringer i et Smartfarmanlæg med 100 rør og høstaggregat en investering på 6-7 mil. kr, og anlægget kan forventes at kunne producere 1000 tons årligt. Imidlertid er den nuværende licens-tildeling ikke baseret på den størrelse anlæg i Danmark.
- Det er stadig uafklaret i hvilket omfang Smartfarm systemet vil fange drivende alger, som er hyppigt forekommende i danske farvande.

Effektmålet er opfyldt.

6. Effektmål:

At teste et landbaseret system til stripning og høst, samt et fartøjsbaseret system til declumpning, sortering og genstrømpning.

Det har været et stort ønske for danske opdrættere at få udviklet og testet maskiner, som kan effektivisere høstprocessen og gøre den mindre fysisk krævende for opdrætterne. Det har endvidere været et ønske at teste udstyr til den videre forarbejdning af de høstede muslinger. Specielt er håndtering af tyndskallede danske muslinger så de ikke får skader og maskinernes evne til at adskille byssus og muslinger vigtige egenskaber som ofte mangler. Erfaringerne fra screeningen og udstyrseminarerne gav arbejdsgruppen en solid baggrund til at vælge i alt fire udstyrløsninger, der blev arbejdet videre med i projektet. En landbaseret konisk afstripper til adskillelse af muslinger fra enkeltstrømper, et fartøjsbaseret høstsystem til afhøstning af spat og konsummuslinger samt to landbaserede udstyrløsninger til declumpning og sortering af muslinger efter høst. Der er ikke blevet arbejdet med et fartøjsbaseret system til declumpning, sortering og genstrømpning.

Effektmålet er delvist opfyldt.

Perspektivering

Aktiviteterne i forbindelse med afviklingen af projektet ”Nye Opdrætsteknikker” har givet opdrætserhvervet et bedre grundlag for udvælgelsen af de mest velegnede dyrknings- og udstyrskomponenter til opdræt af blåmuslinger under danske forhold.

På en række områder er der imidlertid stadig mulighed for en betydelig effektivisering af produktionen ved en fortsat forsknings- og udviklingsindsats.

- Afprøvningerne af forskellige vækstmedier, giver ikke grundlag for at udpege en eller flere medietyper som værende særligt egnede til produktion med eller uden mellemhåndtering. Hvis der skal sikres en effektiv produktion af store muslinger henover sommerperioden, er der således fortsat et behov for at udvikle og afprøve nye medietyper.
- Hvis Smartfarm konceptet skal finde anvendelse i danske farvande, ligger der stadig en udfordring i at løse problematikkerne vedrørende især nedsænkning under islæg i vinterperioden.
- Muslingeopdræt foregår stadig under brug af megen manuel arbejdskraft og er dermed både omkostningstung og fysisk belastende for opdrætterne. En fortsat fokusering på mekanisering af især høstarbejde er en forudsætning for en øget rentabilitet, et forbedret arbejdsmiljø og vil desuden muliggøre en betydelig forøgelse af branchens samlede produktionsvolumen.

1. Opdræt med mellemhåndtering

- test af forskellige former for kontinuert vækstmedie

I Danmark er muslingeopdræt stadig på udviklingsstadiet og der sker i disse år en kraftig udvikling indenfor området. En vigtig del af denne udvikling er at vælge det eller de vækstmedier, der giver det største udbytte under danske forhold. I forbindelse med strømpning af kontinuerte liner er der ikke lavet forsøg med afprøvning af hvilke medier, der er optimale for danske opdrættere. Denne arbejdsplan har til formål at udvælge og sammenligne flere forskellige typer af kontinuerte vækstmedier med henblik på at undersøge, hvor godt de fungerer under danske forhold.

Kriterier for valg af medier har været, at de skal være håndterbare og genanvendelige, så affald fra produktionen kan reduceres. Opbygningen af de valgte vækstmedier er forskellig, men de bliver alle omgivet af en bomuldsstrømpe, som muslinge ynglen fyldes i. Bomuldsstrømpen rådner væk i løbet af 2-3 uger, og i den mellemliggende periode fasthæfter muslingerne sig til mediet. Oprindeligt var det meningen at prøve 3 forskellige vækstmedier, men på grund af den hurtige udvikling indenfor området, blev undersøgelsen udvidet til at inkludere 6 forskellige vækstmedier.

I forbindelse med projektet blev der indgået et samarbejde med 3 muslingeopdrættere i Limfjorden, som har produceret muslinger i flere år. Opdrætterne indvilgede i at strømpe og udhænge de 6 medier på deres anlæg sideløbende med deres øvrige produktion. Dette gav mulighed for at undersøge om lokale forhold kunne resultere i en forskel både i effektiviteten af de enkelte vækstmedier og på andre parametre så som vækst, skaltykkelse, kødprocent og graden af biofouling.

Lokaliteter

Alle 3 opdrættere har deres anlæg liggende i den vestlige del af Limfjorden (figur 1.1):

- Optimus Linemusling (**OL**) ved Arne Bækgaard og Gert Rytter, er placeret i Visby Bredning, nord for Neessund. Visby Bredning er af de lokale muslingefiskere kendt som et godt produktions-område for bundmuslinger. Visby Bredning er ikke specielt eksponeret og lave strømhastigheder er sandsynligvis dominerende. Bredningen rammes forholdsvis hyppigt af iltsvind som følge af den lave grad af eksponering og stor tilførsel af næringssalte. Koncentrationer af føde for muslinger er som gennemsnittet for den vestlige Limfjord.
- Morsø Linemusling (**ML**) ved Torben Nielsen og Orla Mygdam ligger i den nordlige del af Kås Bredning, sydvest for Sillerslev. Området her er kendt af de lokale fiskere som et godt område for muslinger og Kaas Bredning bliver brugt til etablering af kulturbanker. Bredningen er generelt eksponeret og kendetegnet ved for Limfjorden høje strømhastigheder. Iltsvind forekommer ikke i Kaas Bredning og koncentrationer af føde for muslinger er som gennemsnittet for den vestlige Limfjord.
- Dansk Linemusling (**DL**) ved Kaj-Lykke Larsen ligger ved Eskjær i Hvalpsund. Området ved Eskjær er det mindst eksponerede område. Nylige målinger fra sommeren 2007 har dog vist strømhastigheder, der er højere end i fx Riisgårde og Lysen Bredning. Området er hyppigt udsat for iltsvind og koncentrationer af føde for muslinger er højere end gennemsnittet for den vestlige Limfjord.



Figur 1.1. Oversigt over placeringen af de 3 opdrætslokaliteter hvor forsøgene fandt sted i produktionssæsonen 2006 - 2007

Vækstmedier

I forsøget blev der anvendt vækstmedier, udvalgt på baggrund af dels internationale erfaringer og dels erfaringer hos etablerede danske opdrættere. De 6 medier, som blev udvalgt var Fuzzy Rope, Xplorastige, Grov Svensk Bændel, Aqualoop, Kokosreb og Trawl-net. Detaljer omkring opbygning, materiale og pris kan ses i Bilag A.



Fuzzy Rope



Grov Svensk Bændel



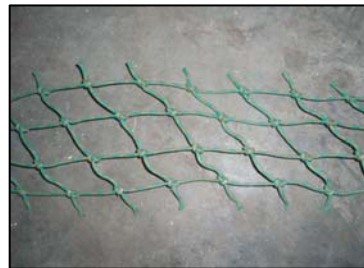
Xplora-stige



Aqualoop



Kokosreb



Trawl-net

Hos to af opdrætterne blev der hængt 6 forskellige vækstmedier ud, mens der hos den tredje blev udhængt 4 forskellige medier. Tabel 1.1 giver en oversigt over hvilke opdrætsmedier der er udhængt hos opdrætterne samt datoer for prøvetagning.

Opdrætter	Datoer for prøvetagning	GPS position	Udhængte vækstmedier	Udhængningsdato
OL	28.9.2006	56.46,100 – 08.29,500	Aqualoop	28-09-06
			Bændler	05-10-06
	19.12.2006	56.46,200 – 08.29,800	Fuzzy Rope	27-09-06
	28.3.2007	56.56,800 – 08.30,200	Kokosreb	27-09-06
	13.6.2007	56.45,700 – 08.30,000	Xplora-stiger	05-10-06
			Trawlnet	28-09-06
DL	26.9.2006	56.41,503 – 09.08,437	Aqualoop	26-09-06
			Bændler	26-09-06
	20.12.2006	56.41,380 – 09.08,708	Fuzzy Rope	22-09-06
	16.4.2007	56.41,164 – 09.07,985	Kokosreb	22-09-06
	14.6.2007	56.41,049 – 09.08,223	Xplora-stiger	26-09-06
			Trawlnet	22-09-06
ML	20.10.2006	56.40,641 – 08.42,158	Aqualoop	20-10-06
	25.1.2007	56.40,502 – 08.42,302	Fuzzy Rope	20-10-06
	30.3.2007	56.40,301 – 08.41,602	Kokosreb	20-10-06
	13.6.2007	56.40,440 – 08.41,457	Trawlnet	25-01-07

Tabel 1.1. Oversigt over prøvetagningslokaliteter samt tidspunkter for prøvetagningen. Bemærk at der hos ML kun er udført forsøg med 4 medietyper.

Udhængning og prøvetagning

Opdrætterne stod for spatindsamling og den efterfølgende strømpning og udhængning af muslingerne på egne anlæg. Alle vækstmedier blev udhængt som kontinuerte medier med bomuldsstrømpe, og der blev tilstræbt en tæthed på 600-800 muslinger per løbende meter. Udhængningen blev foretaget i perioden september-oktober 2006, og der blev udhængt ca. 500 m af hver enkelt type hos de forskellige opdrættere. Dette svarer til ca. ½ hovedline (100 m) pr. vækstmedie. De kontinuerte strømper blev hængt som guirlander fra hovedlinen ned til 2-2,5 meters dybde med tilpas afstand mellem de enkelte loops for at undgå sammenfiltring. Opdrætterne var dog bekymrede for at 2,5 meters guirlander med Xplora-stiger ville blive for tunge og uhåndterlige, specielt i den sidste periode af produktionssæsonen, og for at få en nogenlunde ens produktionspraksis for forsøgslinerne, blev der foretaget nogle få justeringer. Kontinuerte Xplora-stiger blev følgelig hængt i dybder omkring 1-1,5 m, hvilket gav en samlet udhængningslængde på ca. 275 m. Efter udhængning blev linerne tilset og bøjet op med passende mellemrum for at holde muslingerne i vandsøjlen og undgå kontakt med bunden.

Første prøve blev taget i forbindelse med udhængning og efterfølgende prøvetagninger blev foretaget med passende intervaller indtil juni 2007, hvor alle muslingerne havde nået konsumstørrelse og var klar til høst. I dette projekt bliver muslinger betegnet som konsummuslinger, når gennemsnitslængden på 60 muslinger er over 45 mm.

Ved hver prøvetagning blev der af hvert vækstmedie tilfældigt skåret 3 stykker (replikater) á ca. 2 meters længde, som blev transporteret til oparbejdning hos DSC. Prøvetagningen blev enten udført af opdrætteren selv, eller af medarbejdere fra DSC.

Selve oparbejdningen foregik på følgende måde:

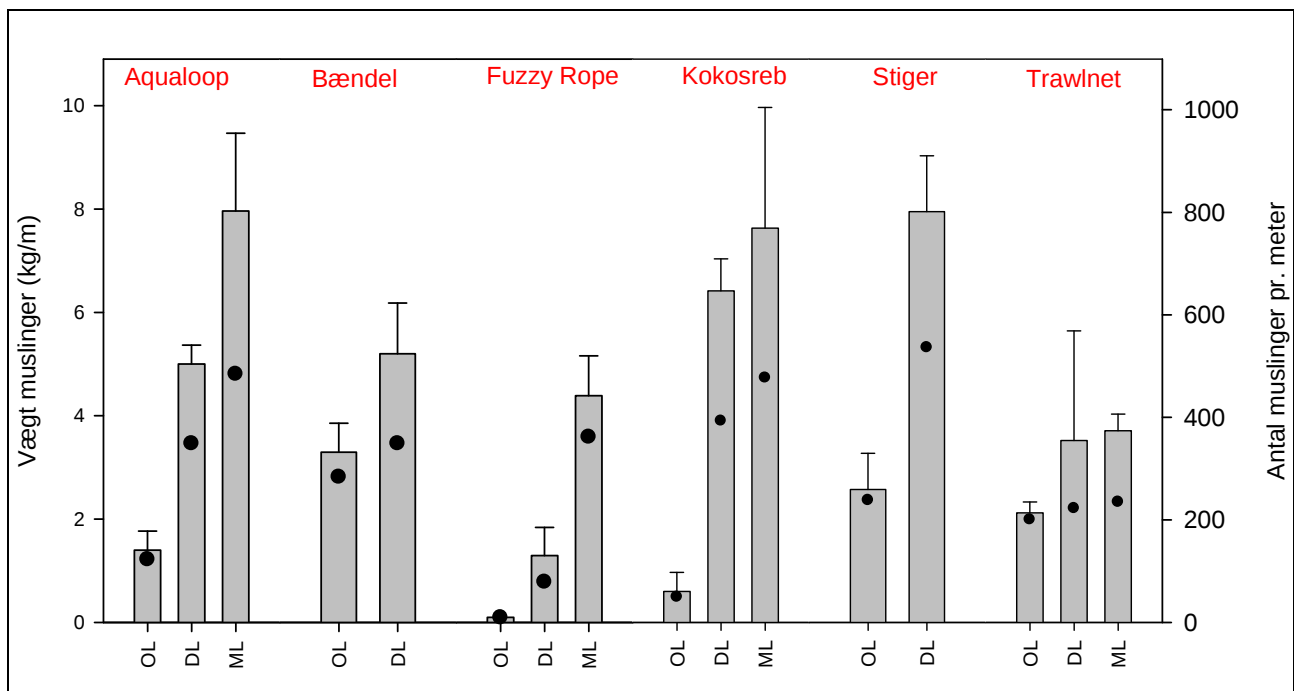
1. Alle 3 replikater blev vejjet og målt.
2. Der blev taget billeder med alle 3 replikater på et billede med angivelse af projekt, opdrætter, dato for udhængning, dato for prøvetagning og vækstmedie.
3. Der blev udtaget 3 delprøver bestående af de midterste 50 cm af hver replikat. Indholdet blev sorteret i "hele muslinger" og "fouling". Hver af disse fraktioner blev vejjet og antallet af hele muslinger talt.
4. I laboratoriet blev der målt længde af 60 tilfældige muslinger fra hver delprøve (3 x 60 i alt for hvert vækstmedie).
5. Herefter blev der på 3 x 20 muslinger målt både længde, bredde og højde til senere beregning af skaltykkelse.
6. Der blev lavet kogeprøve på de 60 muslinger fra punkt 5 til beregning af skaltykkelse. Muslingerne blev rensed og vejjet inden kogning. Efter kogning blev skaller og kød vejjet hver for sig, og skallerne blev efterfølgende tørret i 24 timer ved 95 grader og vejjet igen.
7. Der blev lavet yderligere en kogeprøve på 1 kg rensede muslinger til beregning af kødværdier. Denne kogeprøve blev undladt i de tilfælde hvor de 60 muslinger fra punkt 6 kunne bruges til dette formål.

Udover prøvetagning blev der foretaget videoregistering af alle typer vækstmedie i alle områder i løbet af marts og april 2007. Det foregik ved at en dykker svømmede langs med strømperne og optog både nærbilleder og panoramabilleder, hvis vandet var klart nok. Disse videooptagelser og billeder kan rekvireres ved at kontakte Dansk Skaldyrcenter på post@skaldyrcenter.dk.

Resultater

Sammenligning af høstudbytte på de 3 opdrætsanlæg

De største biomasser af høstklare muslinger blev observeret på Xplora-stiger hos DL og Kokosreb og Aqualoop hos ML, hvor der blev høstet over 7,5 kg pr. meter. Det laveste udbytte blev observeret på Fuzzy rope hos OL, hvor der var under 10 muslinger pr. meter på høsttidspunktet. Figur 1.2 viser vægt og antal af muslinger ved høst for hver type vækstmedie for de tre opdrætsanlæg.



Figur 1.2. Vægt og antal af muslinger ved høst for hver type vækstmedie. Vægt er angivet med søjler og antal muslinger vist med prikker. Alle værdier er gennemsnit af 3 replikater.

Aqualoop, Fuzzy Rope og Kokosreb blev udhængt inden for samme tidsperiode i efteråret på de tre anlæg (tabel 1.1). En sammenligning af disse vækstmedier viser at ML generelt havde de højeste udbytter (figur 1.2). For Aqualoop og Fuzzy Rope var udbytterresultatet fra ML signifikant højere end hos både DL og OL (tabel 1.2). Udbyttet fra Kokosreb var ikke signifikant forskelligt mellem DL og ML, men begge anlæg havde et signifikant højere udbytte end OL (tabel 1.2).

Trawl-net var det eneste medie hvor der ikke kunne vises en signifikant forskel mellem anlæggene (tabel 1.2). Resultaterne er dog ikke umiddelbart sammenlignelige, da Trawl-net blev udhængt senere på året hos OL end på de to andre anlæg. Forudsætningerne for en sammenligning mellem alle tre anlæg er derfor tilstede, men resultater viser stadig at der ikke var forskel mellem OL og DL.

For de resterende to vækstmedier, Xplora-stiger og Bændler, var biomasse ved høst signifikant højere hos DL end hos OL (tabel 1.2).

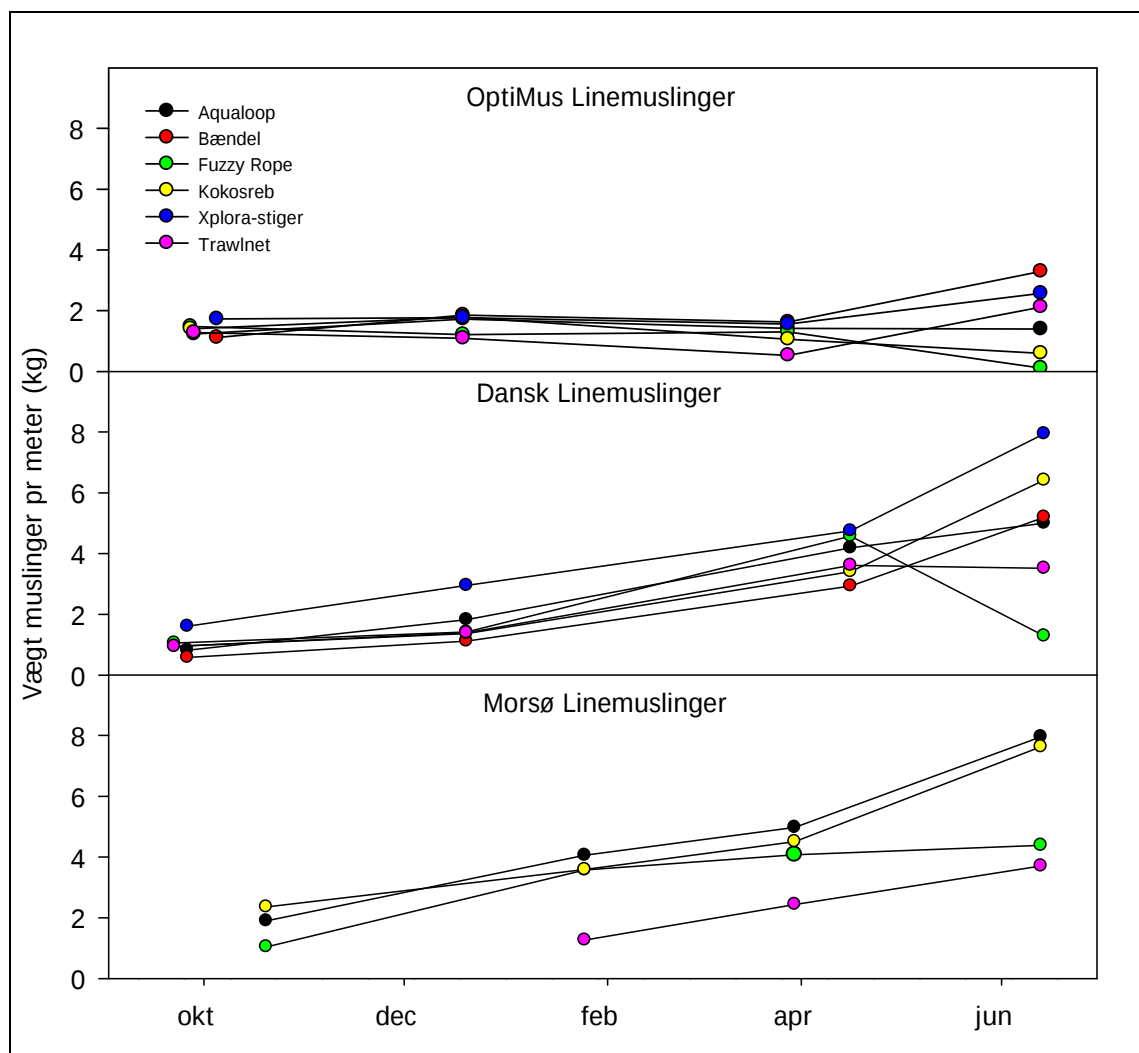
De relativt høje udbytteværdier hos ML skyldes, at de har mistet færre muslinger igennem vækstperioden, og derfor kan høste flere muslinger pr meter vækstmedie end på de andre anlæg (figur 1.2).

Vækstmedie	Test	Post-hoc test	OL → DL	OL → ML	DL → ML
Aqualoop	Anova	Holm-Sidak	0,003	0,000	0,008
Fuzzy Rope	Anova	Holm-Sidak	0,038	0,000	0,000
Kokosreb	Anova	Holm-Sidak	0,002	0,001	0,333
Trawl-net	Ranked anova	Kruskal-Wallis	Ingen forskel (P = 0,296)		
Bændler	Anova	Holm-Sidak	0,043		
Xplora-stiger	Anova	Holm-Sidak	0,002		

Tabel 1.2. Viser testværdier for sammenligning af resultater fra de tre anlæg. Den statistiske analyse er lavet i SigmaStat Ver. 3.5

Sammenligning af udbyttet på de 6 vækstmedier

Figur 1.3 viser vægten af muslinger pr. meter vækstmedie over prøveperioden for de tre opdrætsanlæg. Resultaterne indikerer at hele prøvetagningsperioden kan inddrages i to perioder med forskelligt udviklingsmønster i biomasse af muslinger. I perioden fra første til tredje prøvetagning følger udviklingen af muslinge-biomasse på de forskellige vækstmedier samme mønster indenfor hvert anlæg, med mindre forskelle i biomasse. I den resterende periode op til høst ses en stor variation i biomasse på de enkelte vækstmedier på alle anlæg (figur 1.3).



Figur 1.3. Viser vægt af muslinger pr. meter vækstmedie over prøveperioden for de tre opdrætsanlæg. De enkelte registreringer repræsenterer et gennemsnit af de tre replikater.

Denne variation fulgte ikke samme mønster på de tre anlæg, hvilket indikerer en forskel på vækstmediernes resultater på de enkelte anlæg på høsttidspunktet. De indbyrdes placeringer af vækstmediernes, rangeret efter udbytte, på de forskellige anlæg kan ses i tabel 1.3.

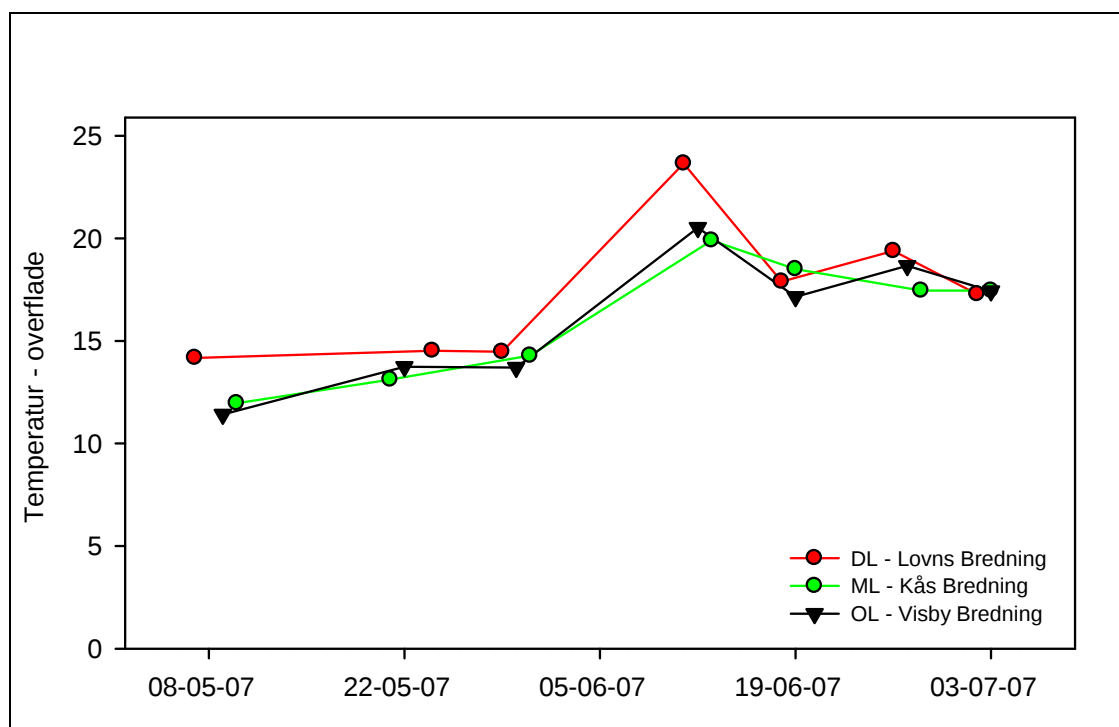
	Optimus Linemusling	Dansk Linemusling	Morsø Linemusling
Bændler	1	3	
Xplora-stiger	2	1	
Trawlnet	3	5	4
Aqualoop	4	4	1
Kokosreb	5	2	2
Fuzzy Rope	6	6	3

Tabel 1.3. Resultater rangeret efter udbytte ved høst på de tre forskellige anlæg. Vækstmediet med bedste udbytte er rangeret som nummer 1.

En samlet vurdering af vækstmedierne bliver besværliggjort af at Xplora-stiger og Bændler ikke blev udhængt hos ML. Hos netop ML gav Aqualoop og Kokosreb de bedste resultater, mens begge typer af medie blev overgået af Bændler og Xplora-stiger hos OL, og af Xplora-stiger hos DL. Fuzzy Rope gav det laveste udbytte hos både OL og DL, og næstlavest hos ML. Hos ML var udbyttet fra Trawlnet lavere, men da det blev udhængt på et senere tidspunkt, kan resultaterne ikke direkte sammenlignes. Trawlnet lå også i den nedre halvdel hos OL og DL, på nær ved høst hos OL, hvor der blev observeret en stor stigning i biomasse i forhold til den forrige prøvetagning.

Temperatur maj-juli 2007

I de sidste 14 dage op til sidste prøvetagning blev der observeret en stor temperaturstigning på målestationer i nærheden af de 3 anlæg (figur 1.4).



Figur 1.4. Temperaturkurver fra 3 målestationer i henholdsvis Lovns, Kås og Visby Bredning fra perioden omkring sidste prøvetagning. Data til graferne er leveret af Miljøcenter Ringkøbing.

Stigningen var størst i Lovns Bredning, der grænser op til DL. Temperaturen nåede her op over 23°C i vandoverfladen. På stationerne i nærheden af de to andre anlæg blev de højeste temperaturer målt til omkring 20°C.

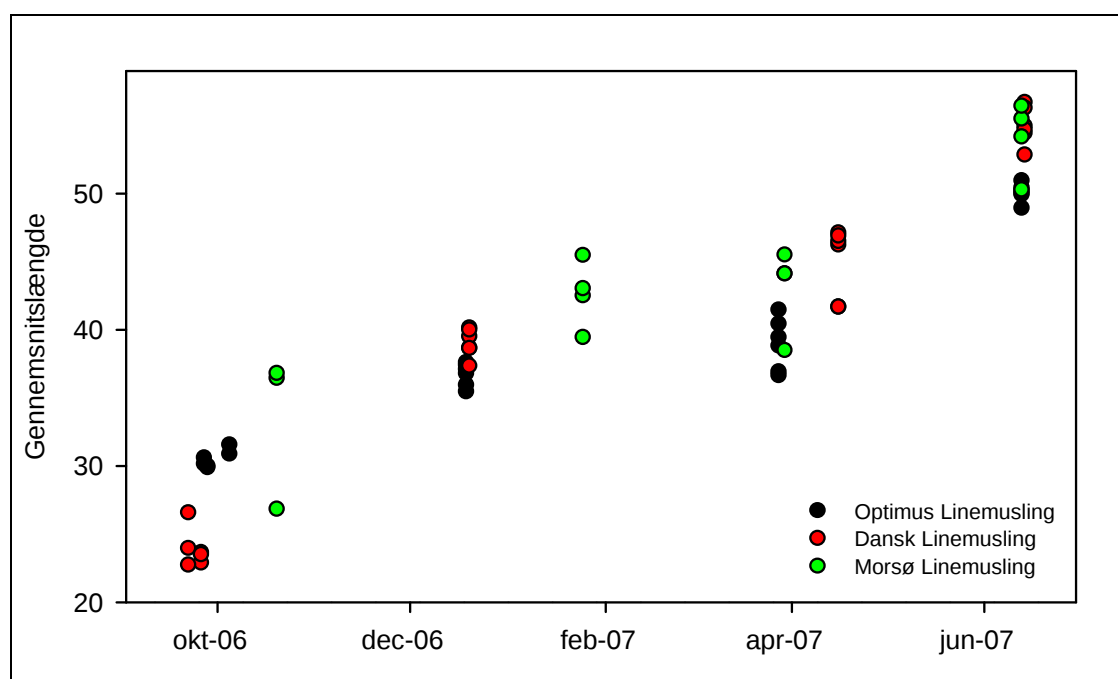
Individuel vækst

Strømperne blev hængt ud i efteråret 2006 og fulgt gennem ca. 10 måneder. Væksten var størst i de varme måneder og meget nedsat i vintermånederne (tabel 1.4).

Længdevæksten igennem hele prøveperioden varierede fra 0,07-0,126 mm/dag. Samlet set voksede muslingerne hurtigst hos DL, som i mange tilfælde havde udhængt de mindste (20-25mm) og høstede de største muslinger (52-56 mm) ved forsøgets afslutning (figur 1.5). Den observerede forskel i den samlede væksthastighed skyldes primært forskelle i væksthastighed i perioden umiddelbart efter udhængning og til dels gennem vinteren (tabel 1.4).

Opdrætter	Efterår	Vinter	Forår	Hele perioden
OptiMus Linemusling	0,079 ± 0,014	0,022 ± 0,018	0,145 ± 0,031	0,077 ± 0,004
Dansk Linemusling	0,174 ± 0,016	0,056 ± 0,018	0,140 ± 0,040	0,118 ± 0,010
Morsø Linemusling	0,106 ± 0,074	0,007 ± 0,079	0,147 ± 0,016	0,092 ± 0,012

Tabel 1.4. Vækst (mm/d) af muslinger på de tre anlæg i de tre perioder mellem prøvetagninger og samlet over hele vækstsæsonen. Tallene angiver et gennemsnit ± std.afv for alle vækstmedier på de forskellige anlæg. Der er ikke taget højde for eventuelle forskelle i prøvetagningstidspunkter eller korrigeret for forskelle i størrelsen af muslinger.



Figur 1.5. Gennemsnitslængde for muslingerne fra de tre opdrætsanlæg. Hver prik repræsenterer gennemsnitslængde af 60 muslinger fra et bestemt vækstmedie og dato.

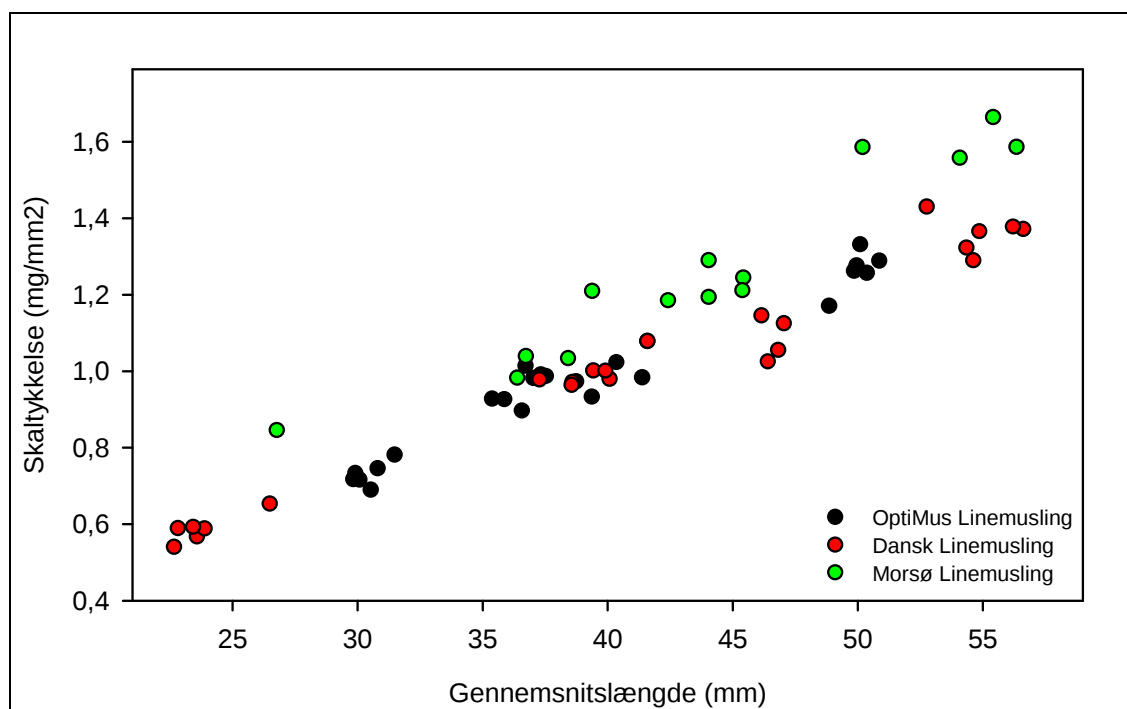
En nærmere analyse af væksthastighed indikerer at der er en sammenhæng mellem væksthastighed igennem hele prøveperioden og gennemsnitstørrelsen af muslinger ved udhængning. Resultaterne for alle tre anlæg indikerer, at hvis der på samme dato blev udhængt muslinger af forskellig størrelse, ville de mindste have den højeste væksthastighed og dermed ”indhente” en del eller hele størrelsesforskellen inden høst. Hvis muslingerne var lige store ved udhæng, var der meget lille variation i væksthastighed på de forskellige vækstmedier (tabel 1.5).

Udhængning	Anlæg	Vækstmedie	Længde ved udhængning (mm)	Vækst over hele perioden (mm/d)
2006-10-05	OL	Xplora-stiger	31,51	0,070
2006-09-27	OL	Fuzzy Rope	30,57	0,076
2006-09-28	OL	Aqualoop	29,86	0,077
2006-10-05	OL	Bændler	30,84	0,078
2006-09-28	OL	Trawlnet	29,95	0,079
2006-09-27	OL	Kokos Reb	30,11	0,080
2006-09-22	DL	Fuzzy Rope	26,53	0,099
2006-09-26	DL	Aqualoop	23,61	0,117
2006-09-26	DL	Xplora-stiger	23,46	0,119
2006-09-26	DL	Bændler	22,85	0,122
2006-09-22	DL	Kokos Reb	23,92	0,123
2006-09-22	DL	Trawlnet	22,69	0,126
2006-10-20	ML	Aqualoop	36,41	0,080
2006-10-20	ML	Kokos Reb	36,76	0,083
2006-10-20	ML	Fuzzy Rope	26,80	0,099
2007-01-25	ML	Trawlnet	39,41	0,105

Tabel 1.5. Viser væksthastighed og gennemsnitslængde ved udhængning

Skaltykkelse

Skaltykkelse har betydning for muslingernes modstandskraft overfor de fysiske påvirkninger som de udsættes for i processen fra høst og til de ender hos forbrugeren. Sammenhængen mellem længde og skaltykkelse er vist i figur 1.6.



Figur 1.6. Viser skaltykkelse som funktion af længden. Hvert punkt repræsenterer værdien fra et vækstmedie. Der er ikke taget hensyn til prøvetagningsdato.

For alle tre områder var der en signifikant lineær sammenhæng mellem skaltykkelse, målt i mg/mm^2 , og længde, målt i mm (tabel 1.6). Den lineære sammenhæng kan beskrives ved formelen:

$y = a + bx$ (y = skaltykkelse, x = længde, a = skæring, b = hældning)

Regressionsanalysen viste at der var forskel i hældningen mellem de tre områder. Hældningen var størst hos ML, efterfulgt af OL og DL, hvilket indikerer at muslingerne hos ML havde de tykkeste skaller i forhold til længden (tabel 1.6), men der kunne ikke påvises en signifikant forskel mellem de tre lokaliteter.

Anlæg	Skæring (a)	Hældning (b)	P-værdi
Optimus Linemusling	-0,0541	0,0265	<0,001
Dansk Linemusling	0,0202	0,0241	<0,001
Morsø Linemusling	-0,0298	0,0293	<0,001

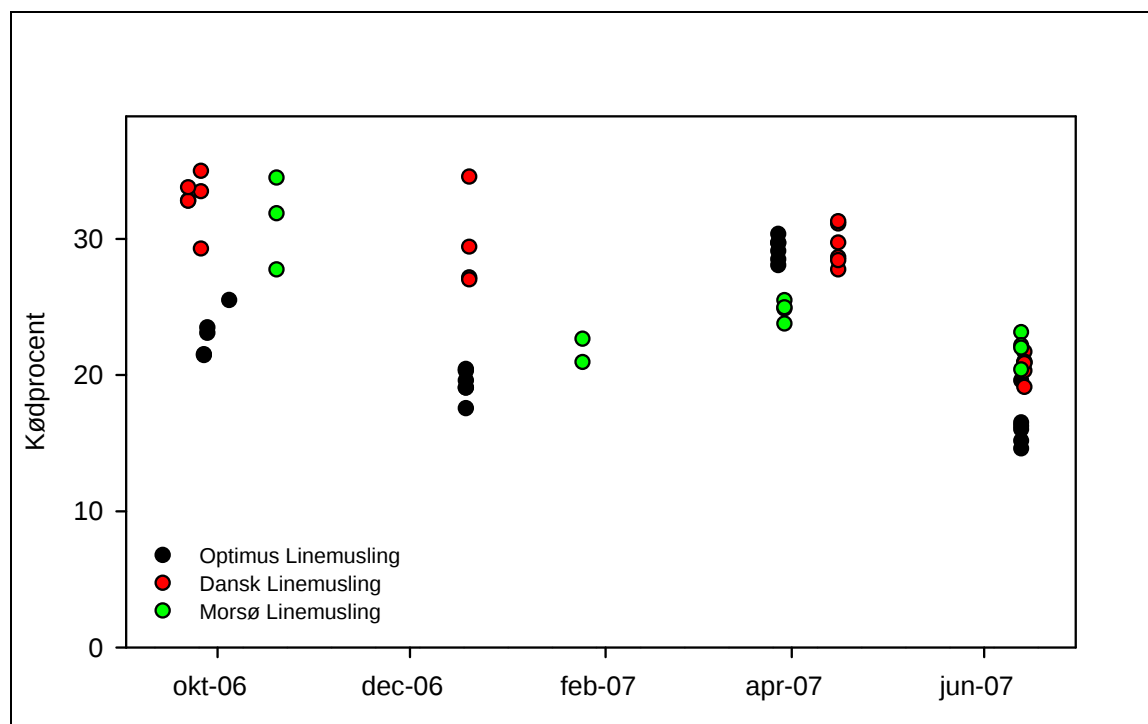
Tabel 1.6. Viser skæring, hældning og testværdi fra regressionsanalyse af skaltykkelse som funktion af længde.

Kødværdier

Kødværdier for muslinger kan angives på to måder. Enten som en andel af den totale friskvægt (kødprocent) eller som kødmængde i den enkelte musling (kødindhold).

Kødprocent

En sammenligning af kødprocent i de tre anlæg i løbet af forsøgsperioden viser en tydelig sæsonvariation med de laveste kødprocenter i starten af sommeren, hvor muslingerne gyder (figur 1.7). Hos OL var kødprocenten forholdsvis lav i en stor del af måleperioden, men i foråret skete der en kraftig stigning. En tilsvarende stigning blev ikke fundet hos DL, hvor kødprocenten var mere stabil hen over efterår, vinter og forår indtil nedgangen i forbindelse med gydningen (figur 1.7). Hos ML var der, grundet færre vækstmedier, ikke så mange beregninger af kødprocenten, men det ser ud til, at der skete et stort fald i kødprocent hen over vinteren, efterfulgt af en lille stigning i foråret inden gydning.

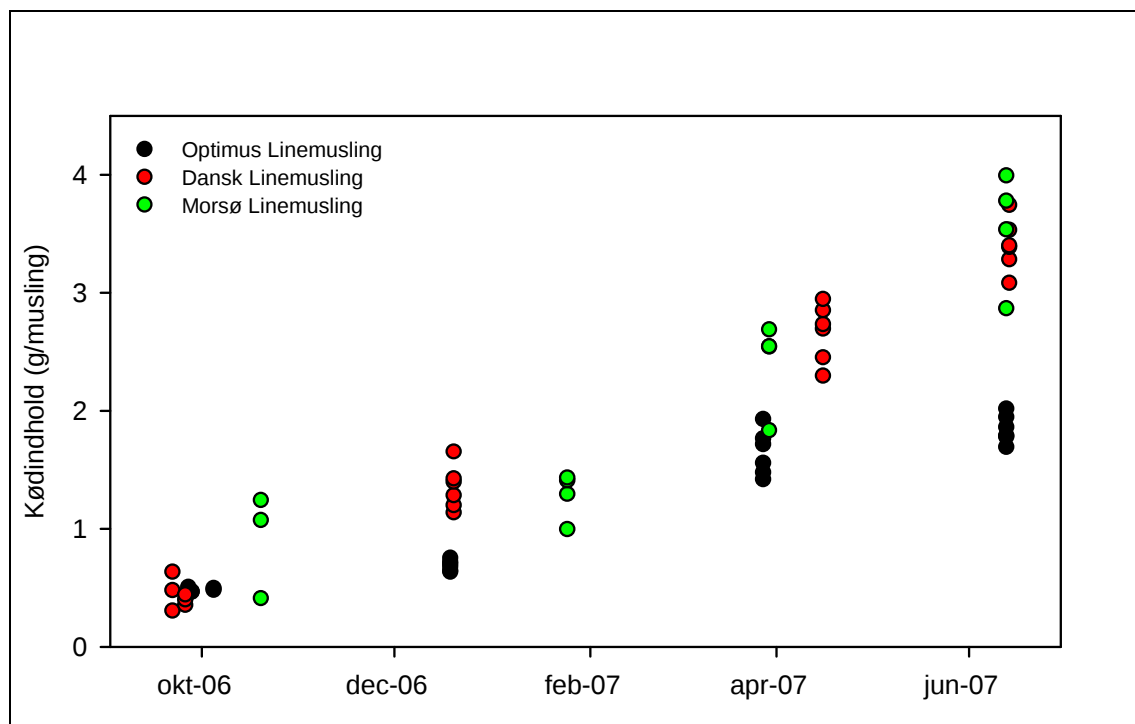


Figur 1.7. Muslingernes kødprocent som funktion af forsøgsperioden. Hvert punkt repræsenterer et af de 6 vækstmedier.

Høsttidspunktet var det eneste tidspunkt, hvor der blev taget prøver fra alle opdrættere på samme tidspunkt, så data kan sammenlignes. Ved høst lå kødprocenten hos de tre opdrættere på: ML = 20,3-23,1 procent, DL = 19,1-21,7 procent og OL = 14,5-19,5 procent. Der var signifikant forskel i kødprocent mellem ML og OL ved høst (ANOVA, Kruskal-Wallis, $P < 0,05$), men ikke mellem andre anlæg.

Kødindhold

Kødindholdet steg hen over vækstperioden på alle anlæg (figur 1.8). På udhængningstidspunktet var der kun små forskelle i kødindhold pr. musling på de forskellige anlæg, men hen over sæsonen viste resultaterne en forskel i kødindhold på de forskellige anlæg. Hos ML og DL steg indholdet igennem hele prøveperioden. Hos OL steg kødindholdet med lavere hastighed og var der ingen stigning i kødindhold igennem foråret og indtil høst, selvom gennemsnitlængden steg meget i samme periode (figur 1.5). Ved høst var der signifikant mindre kød i muslingerne fra OL i forhold til de to andre anlæg (ANOVA, $P < 0,001$). Kødindholdet lå på 2,8-4,0 gram/musling hos ML og DL og på 1,7-2,0 gram kød pr. musling hos OL.

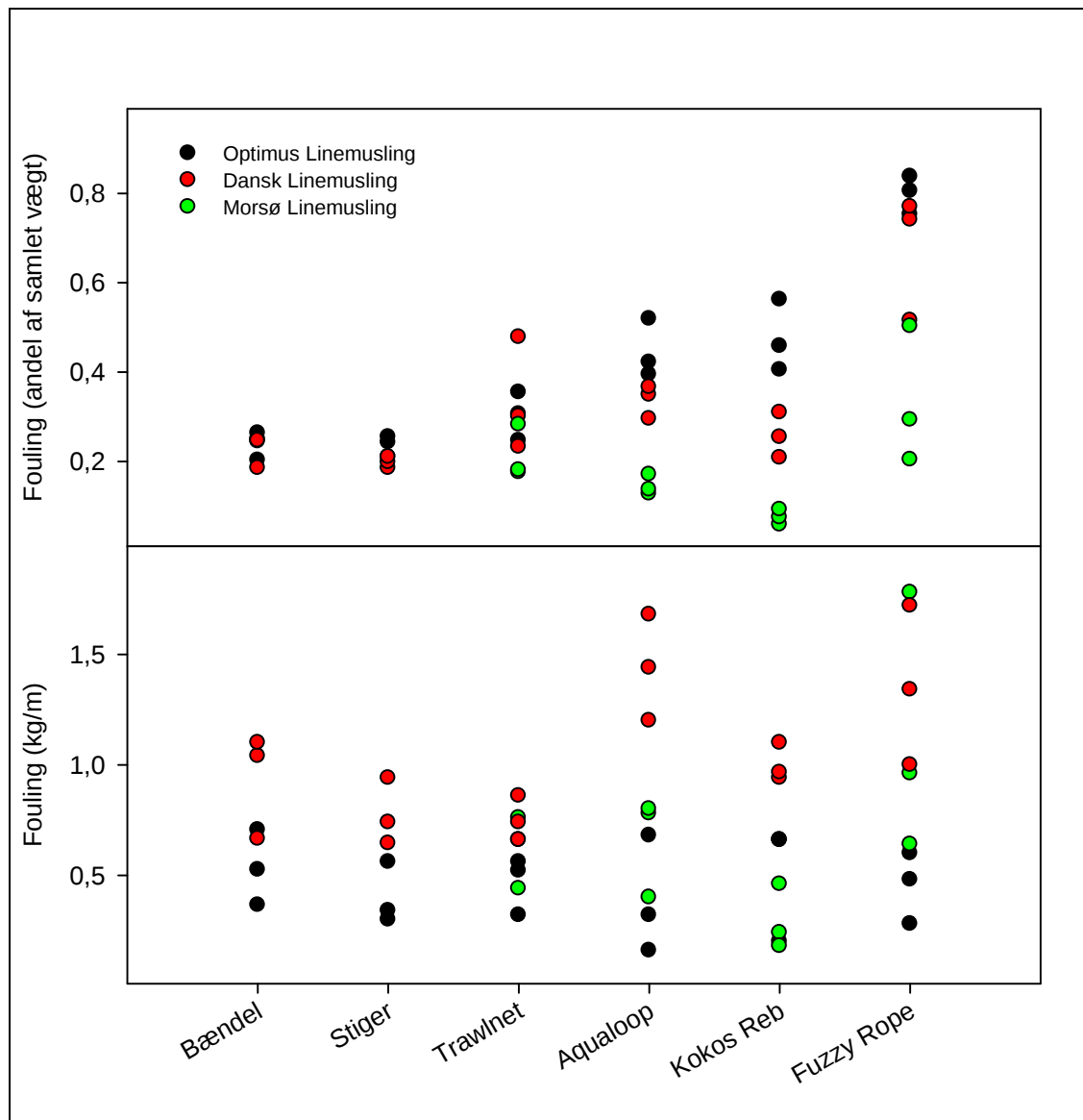


Figur 1.8. Viser kødindhold i løbet af vækstsæsonen for de tre opdrætsanlæg. Hvert punkt repræsenterer et vækstmedie. Der er ikke taget højde for muslingernes størrelse

Fouling

I denne arbejdsmappe er begrebet fouling anvendt i sin bredeste betydning og dækker over alt det, som ikke ender med at blive konsummuslinger. Dvs. at både normale påvækstorganismer som rurer, trekantorm, søpunge og hydroider, og mindre muslinger fra en evt. anden settling samt byssus og "ubestemmeligt snask" er samlet under benævnelsen fouling.

Figur 1.9 viser mængden af fouling for de enkelte vækstmedier på det tidspunkt, hvor linerne blev høstet. Foulingsmængden er både udtrykt som andel af vækstmediets samlede vægt og som samlet mængde af fouling pr. meter vækstmedie.



Figur 1.9: Viser mængden af fouling på høsttidspunktet den 13.-14.juni på de forskellige vækstmedier. Øverst er foulingen vist som andel af samlet vægt. Nederst angives foulingen som den absolutte mængde pr. meter. Hvert punkt repræsenterer et af tre replikater for hvert vækstmedie.

Andelen af fouling var lavest hos ML, hvor andelen ofte lå under 20 %. Ligeledes var den absolutte mængde fouling også lav hos ML. Det var også lav hos OL, men da biomasse af muslinger samtidig var lav, var andelen af fouling generelt højest hos OL. De største mængder fouling blev fundet hos DL med op til 1700 gram fouling pr. meter (figur 1.9).

En sammenligning af de forskellige vækstmedier viser en forholdsvis lille spredning i resultaterne med Bændel, Xplora-stiger og Trawl-net. Der var altså ikke så stor forskel på mængden af tilstedeværende biofouling imellem anlæggene for disse typer af medier. Derimod blev der observeret en større forskel på mængden af biofouling imellem anlæggene for vækstmedierne Aqualoop, Kokosreb og Fuzzy Rope.

Hos DL blev der under dykkerinspektionerne registreret væsentligt større mængder af hydroider i forhold til de to andre anlæg, hvilket blandt andet kunne forklare forskellene i mængderne af biofouling imellem anlæggene. Figur 1.10 viser forskellen i mængden af hydroider umiddelbart inden høst på de tre anlæg.



Figur 1.10. Viser mængden af hydroider på de 3 anlæg umiddelbart inden høst i juni 2007. Billede til venstre er fra DL, i midten fra OL og til højre fra ML.

Andre produktionstekniske hensyn

I forbindelse med videoregistreringerne på de tre opdrætslokaliteter blev der lavet nogle observationer, som man bør være opmærksom på, når der arbejdes med kontinuerte strømpeliner. Ved udhængning af linerne skal således sikre at de enkelte loops ikke kommer til at hænge ned i vandsøjlen samme sted som en blokankerline. Hvis dette sker, vil blokankerlinen "skrabe" muslingerne af vækstmediet eller i værste fald slide vækstmediet over. Dette slid er vist i nedenstående billedmateriale (figur 1.11).

For at modvirke dette slid kan man med fordel binde vækstmediet i samme punkt som ankerblokken, og efterfølgende sørge for, at vækstmediernes løkker på hver side af ankerblokken bliver strammet lidt op. Herved trækkes de en anelse væk fra bloklinen.



Figur 1.11. Tre billeder der viser hvorledes ankerlinen "skraber" muslingerne af vækstmediet. I sidste tilfælde er kokosrebet slidt over.

Et andet punkt man skal være opmærksom på er bindingen af muslingestrømpelinen til hovedlinen. Hvis der laves en enkeltbinding af strømpeloop'en, risikerer man, at muslingerne fra hver side af loop'en gror sammen som illustreret på figur 1.12. Ved høst rives de sammenvoksede loops fra hinanden og derved tabes en væsentlig del af muslingerne. Figur 1.12 viser en binding, som

forhindrer dette. Det skal nævnes, at disse knuder skal strammes meget hårdt, da man ellers risikerer, at de glider sammen og i sidste ende kommer til at virke som en enkelt binding.



Figur 1.12. Første billede viser en situation hvor de enkelte loops hænger for tæt. Midterste billede viser en dobbelttopbinding af et vækstmedie. Sidste billede viser hvorledes loops hænger med tilpas afstand og fin justeret ens dybde

Diskussion

Undersøgelsen har vist at både vækstmedie og opdrætsområdet kan have stor betydning for høstudbyttet. Resultaterne for de forskellige vækstmedier var ikke ens de tre anlæg, så det har ikke været muligt at udpege et vækstmedie, som i alle tilfælde vil give det bedste udbytte.

Sammenligning af vækstmedier

Når de enkelte vækstmedier skal vurderes i forhold til hvor velegnede de er til opdræt af muslinger ved kontinuert produktionsdrift, skal der udover udbytte samtidig tages højde for en række andre forhold. Blandt andet skal faktorer som indkøbspris, håndtering, holdbarhed, affaldsdeponering og pladskrav vurderes, inden man bestemmer sig for vækstmedie.

De skotske Xplora-stiger gav et høj udbytte, men har en høj indkøbspris og en meget svær og tung håndtering, som kræver specialudstyr. Samtidig er selve strømpningsprocessen vanskelig, da de tværstillede plastikpinde gør materialet stift, og opdrætterne havde store problemer med at fordele muslingerne jævnt omkring Xplora-stigerne. Xplora-stigerne er meget pladskrævende når de skal opbevares på land efter høst, og stigemateriale til 140 produktionsliner vil forventeligt fylde ca. 280 BigBags svarende til ca. 300 m².

Aqualoop gav et relativt godt udbytte og er nem at håndtere. Indkøbsprisen er høj og opdrætterne bemærkede, at Aqualoop var særdeles modtagelig for biofouling i de "tomme" områder, hvor strømpningen ikke havde pakket muslingerne helt jævnt omkring mediet. Aqualoop blev vurderet til at være velegnet til strømpning af kontinuerede liner, og der er på nuværende tidspunkt hos flere opdrættere planer om at udhænge adskillige liner med dette medie.

Kokosreb gav et relativt højt udbytte og er samtidig det billigste af de medier som blev testet i projektet. Da det ikke er genanvendeligt vil der dog være omkostninger forbundet med afskaffelse af affald hvert år.

Det er opdrætternes indtryk, at kokosmaterialet ikke er struktureret nok i overfladen, rebet synes for tyndt og muslingerne har dermed ikke nok materiale at fasthæfte sig på.

Allerede efter 10 måneder i vandet var rebet blevet så skørt, at det gik fra hinanden ved prøvetagningen, og det medførte selvfølgelig et betydeligt tab ved høsten. Siden projektets afslutning har producenterne af kokosrebet tilføjet en kerne af nylon og på den måde forsøgt at forbedre rebets brudstyrke. Der er dog ikke udført reelle produktionstests med materialet.

De grove svenske bændler gav et godt udbytte, er billige at indkøbe og genanvendelige. Under selve strømpningsprocessen er det dog en ulempe, at bændlerne leveres i 100 meter stykker, hvilket medfører driftsstop, når stykkerne skal bindes sammen.

Opdrætterne vurderer på baggrund af disse undersøgelser, at de grove svenske bændler vil være et udmærket valg af medie til strømpning af kontinuerede liner, og flere produktionsforsøg med mediet er på nuværende tidspunkt igangsat. En forbedring af mediet kunne være at tilføje mere struktur, så muslingerne havde bedre mulighed for fasthæftning. Huller i bændelmaterialet vil kunne give mere struktur.

Fuzzy Rope er det medie som generelt gav det ringeste udbytte, og det er også forholdsvis dyrt at anskaffe. De involverede opdrættere fra OL og DL mener, at strukturen af tovet er utilstrækkelig,

det er for glat og muslingerne har ikke store chancer for at fasthæfte sig på mediet. Fasthæftningen foregår derfor i vid udstrækning på andre muslinger, og når biomassen bliver for stor og vandtemperaturen øges, kan de inderste muslinger ikke holde fast, hvorved hele produktionen mistes. Det skal dog understreges at Fuzzy Rope virkede som et udmærket medie hos ML og her anvendes det pt. i vid udstrækning.

Trawlnettet gav i disse undersøgelser ikke særlig stort udbytte, men det ligger på et moderat prisniveau og det er særdeles nemt at arbejde med. Til trods for det lave udbytte, vælger en del danske opdrættere i dag at anvende trawlnettet som opdrætsmedie. Dels fordi det er indkøbt og findes på hylden, og dels fordi det i andre tilfælde har givet væsentlig bedre udbytter end dem, som er opnået i disse forsøg. Siden disse undersøgelser, er der kommet en ny udgave af trawlnettet på markedet. Dette materiale er kraftigere (4mm) og har en lidt mere åben maske (60 mm) end det net, som er anvendt i projektet. Prisen for det kraftigere net er omkring 1,00 kr/m. Opdrætterne mener, at det nye netmateriale er stivere hvilket gør at det folder sig mere ud, når bomuldsstrømpen rådner væk. Hermed skulle muslingerne have en større fasthæftningsflade til rådighed. De første testresultater forventes at komme fra DL i løbet af 2008.

Et overblik over fordele og ulemper kan ses i nedenstående tabel.

Medie	Fordele	Ulemper
Aqualoop	Godt udbytte Holdbart Genanvendeligt	Dyrt i indkøb (3,25 dkk/m) Kan tiltrække biofouling hvis strømpningen ikke har været ”jævn”
Bændler	Forholdsvis billig i indkøb (0,90 dkk/m) Genanvendeligt Godt udbytte	Leveres i 100 meter stykker. Skal bindes sammen. Giver et svagt led Ruller under strømpning
Fuzzy Rope	Er nemt at håndtere Genanvendeligt Holdbart	Dårligt udbytte Tiltrækker biofouling Forholdsvist dyrt (2,5dkk/m)
Kokosreb	Billigt i indkøb (0,60 dkk/m) Godt udbytte	Materialet for dårligt. Nedbrydes for hurtigt Ikke genanvendeligt – stor affaldshåndtering
Xplora-stiger	Godt udbytte Genanvendeligt	Dyrt (ca.10 dkk/m) Svært at lave en jævn strømpning Håndteringsmæssigt tungt, kræver specielt høstudstyr
Trawlnet	Moderat pris (ca. 2 dkk/m) Nem at arbejde med (filtrer ikke) Leveres i 1000 meter ubrudte stykker	Fhv. lille udbytte

Sammenligning af anlæg

Under første del forsøgsperioden var der ikke de store forskelle i mængden af muslinger på de forskellige typer af medie og der kunne, på to ud af tre opdrætsanlæg, observeres en nogenlunde jævn stigning i biomassen korreleret med muslingernes tilvækst henover forsøgsperioden. Fra april og frem til høstidspunktet i midten af juni sker der en kraftig temperaturstigning og især i perioden omkring høst blev der målt høje temperaturer på over 23 grader hos DL og omkring 20 grader hos de andre anlæg. Så høje temperaturer er ikke normale for disse lokaliteter, og kan have haft indflydelse på resultaterne, da høje temperaturer indirekte kan påvirke muslingernes fasthæftningsevne (se afsnit 3: Byssus-styrke). Den ekstremt høje temperatur i vandet hos DL kan derfor også have betydet et større tab op til høst end på de andre anlæg.

Der blev observeret en forskel i muslingernes væksthastighed imellem de tre opdrætsanlæg. Der blev også observeret en sammenhæng mellem muslingernes størrelse ved udhængning og deres væksthastighed, der indikerede at jo mindre muslinger der bliver hængt ud, jo hurtigere vokser de, og kan derfor ende med at blive samme størrelse ved høst som muslinger, der er større ved udhængning.

Denne sammenhæng kan dog ikke forklare de forskelle i væksthastighed, der blev observeret mellem anlæggene. Umiddelbart tyder resultaterne på at muslingerne hos DL og ML vokser med omtrent samme hastighed, mens muslinger hos OL ligger på et lavere niveau. Der blev godt nok observeret de højeste væksthastigheder hos DL, men muslingerne var også mindre ved udhængning på de fleste medier. Kun på Fuzzy Rope var størrelsen sammenlignelig med muslingerne hos ML, og her var væksthastigheden ens. Hos OL var muslingerne i alle tilfælde mindre end de muslinger, der blev hængt ud på Aqualoop og Kokosreb hos ML, og væksthastigheden var i 5 af 6 tilfælde lavere. Det tyder altså på at muslingerne vokser langsommere hos OL, hvilket også bekræftes, når der sammenlignes gennemsnitstørrelse og kødindhold på de tre anlæg. Der blev ikke målt fysiske forhold på de tre anlæg i denne undersøgelse, så det kan ikke vurderes, hvilke forhold der evt. kunne forklare disse forskelle. Vi kan dog udelukke mængden af fouling som en væsentlig faktor, da OL sammen med ML havde de laveste mængder af fouling.

Kødprocenten er en parameter, der ofte bruges i forbindelse med en vurdering af muslingernes "kvalitet" til markedet. Da kødprocenten beregnes som vægten af kød i forhold til den samlede vægt af muslingerne, vil tykskallede muslinger, i de tilfælde hvor den kødindholdet (målt i gram/musling) er ens, resultere i lavere kødprocent. Tynde skaller er altså en fordel set i forhold til kødprocenten, men tynde skaller medfører til gengæld et større spild for den enkelte opdrætter i kraft af større skadesprocent under høst og sortering. Der kunne ikke påvises en signifikant forskel i skaltykkelse mellem opdrætsanlæggene. Den manglende signifikans kan skyldes at der ikke er forskel mellem anlæggene eller at datamaterialet i denne undersøgelse er for spinkelt til at vise forskellen.

Der er i denne undersøgelse ikke testet om vækstmedie har indflydelse på skaltykkelse, kødværdier eller væksthastigheder, da datamaterialet har været for lille til at lave en test. Ud fra den mængde data som er tilgængeligt, tyder det ikke på at vækstmediet har direkte indflydelse på disse faktorer. Hvis mediet imidlertid befordrer så stor settling, at der opstår fødekonkurrence mellem muslingerne og de derfor vokser langsommere, kan det indirekte have betydning for kødværdi og størrelse. Dette aspekt er ikke medtaget i denne undersøgelse og det kan derfor ikke vurderes om sådan en effekt har været til stede.

2. Opdræt uden mellemhåndtering

– test af forskellige former for vækstmedie

Tidligere erfaringer har vist, at der er et stort potentiale for at anvende dyrkningssystemer, hvor der ikke indgår en mellemhåndtering i produktionsforløbet. Under driften af disse systemer kan der imidlertid opstå problemer med at muslingerne falder af dyrkningsmedierne undervejs i produktionsforløbet.

I kraft af at muslingerne, fra de har sat sig fast på vækstmediet til færdigt salg, sidder på det samme substrat, vil der oftest opstå mangel på plads. Dette resulterer i at der falder eller skrider muslinger af, og disse muslinger er derfor gået tabt for produktionen.

Afskridning opstår især ved meget høje sommertemperaturer, typisk over 20°C, som kan have betydning for byssusdannelsen samt styrken heraf. Afskridning vil dog altid kunne forekomme på grund af at antallet af muslinger på substratet er væsentlig højere end for andre dyrkningsprincipper.

Hvis man skal opdrætte muslinger på langliner uden nogen form for mellemhåndtering, og samtidig forlænge dyrkningssæsonen så den strækker sig ind i de varme sommermåneder, er det nødvendigt at finde et vækstmedie hvorpå muslingerne fæster bedre, og som i sig selv holder på produktionen frem til det ønskede høsttidspunkt.

Formålet med undersøgelserne i projektets arbejdspakke 2, var en nøjere undersøgelse af hvilke vækstmedier, der vil være velegnede til opdræt af blåmuslinger efter princippet ”uden mellemhåndtering”. Forsøgene blev udført i både beskyttede og mere vind- og strømeksponerede områder af Limfjorden, for at undersøge om forskellige fysiske vilkår har indflydelse på vækstmediernes evne til at holde på muslingerne.

Forsøgene med de forskellige former for vækstmedier er udført af to omgange. I første forsøgsperiode (produktionssæsonen 2005-2006) blev 8 forskellige medietyper udvalgt og testet. Allerede inden disse testforsøg var gennemført, stod det imidlertid klart, at der var sket en stor udvikling indenfor markedet af opdrætsmedier, og udvalget var meget større end først antaget. En del af disse nye medietyper blev blandt andet præsenteret på seminarerne. Projektgruppen valgte på den baggrund at udvide med endnu en forsøgsperiode med 7 nye medier (produktionssæsonen 2006-2007). Af økonomiske årsager blev prøvetagningen i anden forsøgsperiode reduceret til kun at omfatte de mest væsentlige parametre. De to forsøgsperioder afrapporteres her hver for sig.

Materialer og metoder

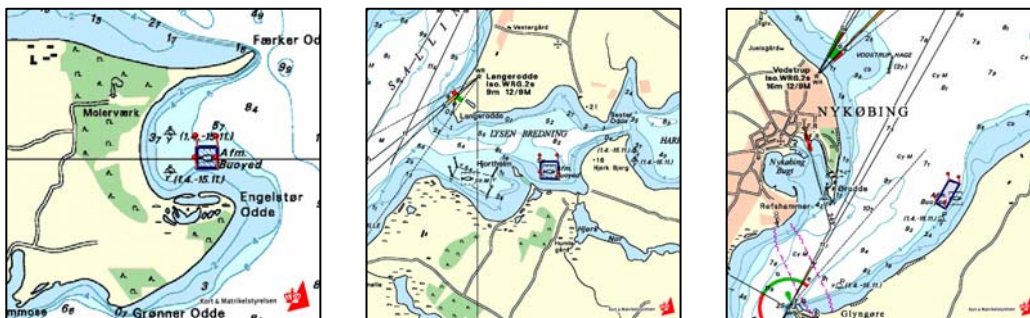
Der er gennemført to separate forsøg med test af forskellige typer væksttov:

- Forsøg 1, som forløb fra maj 2005 til august 2006. Dette forsøg blev gennemført parallelt i tre opdrætsområder. I forsøget indgik følgende væksttøve (omtales også generelt som vækstmedier):
 - o Svenske bændler
 - o Canadiske strømper
 - o Not Line

- o Fuzzy Rope
- o Selstad
- o Aqua Loop
- o Xplora Stiger
- o Disc-Net Line
- Forsøg 2, som forløb fra maj 2006 til august 2007. Dette blev kun udført i et enkelt opdrætsområde. I forsøget indgik følgende vækststove (omtales også generelt som vækstmedier):
 - o Svenske Bændler
 - o Fuzzy Rope med pegs
 - o Kokos reb
 - o Korte bændler med strips
 - o Trawlnet
 - o Disc-net Line med discs
 - o Grove svenske bændler (Aquamarine webbing)

Lokaliteter, forsøg 1

De tre opdrætslokaliteter repræsenterer en gradient fra det mere lukkede fjordmiljø i Færker Vig og Lysen Bredning til det åbne i Sallingsund. Områdernes beliggenhed i Limfjorden er vist på kortudsnittet i figur 2.1.



Figur 2.1. Kortudsnit over opdrætsområderne i hhv. Færker Vig, Lysen Bredning og Sallingsund ©Kort og Matrikelstyrelsen (A16-05)

Området i **Færker Vig** befinder sig i et relativt lukket fjordmiljø, der er beskyttet mod kraftig vind fra nord, vest og syd. Området er på 300×300 m, og gennemsnitsdybden er ca. 4 m. Tidligere undersøgelser har vist at strømmen i Færker Vig er relativ lav med det største antal målinger i intervallet $2 - 3 \text{ cm sek.}^{-1}$. Den dominerende strømretning var, under disse undersøgelser, sydøstgående. De hidtidige erfaringer med produktion af blåmuslinger i Færker Vig er at rekrutteringen af muslingeyngel, rurer og trekantorm er høj. Muslingerne, der produceres i området, når konsumstørrelse (45 mm længde) indenfor 12 måneder, men har i langt de fleste produktionssæsoner været præget af stor påvækst af biofouling, i form af rurer og trekantorm, på skallerne (Tørring og Petersen 2005).

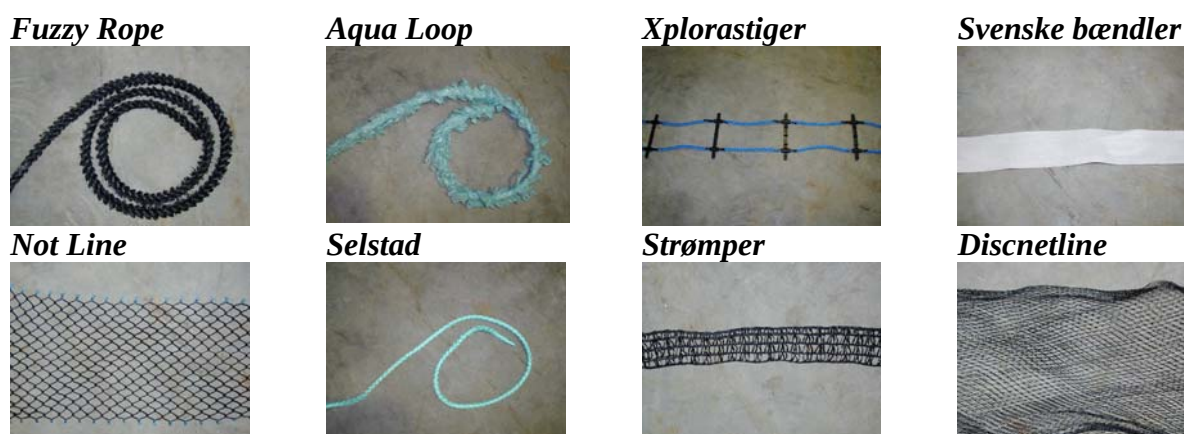
Opdrætsområdet i **Lysen Bredning** er det mest beskyttede af DSCs områder. Der er forholdsvis roligt i denne del af fjorden, på nær ved meget kraftig vestenvind. Opdrætsområdet har et areal på 250×500 m, og dybden varierer fra 2,5 – 5 m. I Lysen Bredning har tidligere målinger af strømstyrken vist et gennemsnit på $4,8 \text{ cm sek.}^{-1}$ hvor den største andel af observationerne lå i

intervallet 3-4 cm sek.⁻¹. Strømretningen var i Lysen Bredning, som i Færker Vig, overvejende domineret af sydøstlige strømretninger. Produktionserfaringerne fra opdrætsområdet i Lysen Bredning har vist, at muslingerne når konsumstørrelse inden for 12 måneder. Problemer med påvækstorganismer, som rurer og trekantorm, er ikke udpræget for Lysenområdet. Til gengæld optræder hydroider og makroalger i større omfang i forbindelse med produktionslinerne end de andre opdrætsområder (Tørring og Petersen, 2005).

Sallingsund er det forsøgsområde, der er kraftigst eksponeret med hensyn til strøm og vind. Området er 100 × 200 m og gennemsnitsdybden i området er ca. 5 m. Tidligere undersøgelser viser at strømforholdene ved anlægget i Sallingsund var væsentligt forskellige fra strømforholdene på de andre lokaliteter. Således lå den største andel af observationerne i intervallet 5 - 6 cm sek⁻¹ og med et gennemsnit på 7,1 cm sek⁻¹. Ligeledes var strømretningen helt anderledes, og domineret af retninger parallelt med sundet (nord-nordøstlig retning). Muslingerne fra Sallingsund området opnår konsum størrelse inden for det første produktionsår. Biofoulingen i dette område er begrænset til mindre forekomster af rurer og trekantorm, der ofte settler når muslingerne er tæt på konsumstørrelse (Tørring og Petersen 2005).

Vækstmedier, forsøg 1

Nedenstående figur viser billeder af de 8 testede medietyper. I Bilag A findes en mere detaljeret beskrivelse af blandt andet mediernes opbygning, materiale, anvendelse, forhandler og pris.



Figur 2.2. De 8 forskellige væksttøve, der blev testet i produktionssæsonen 2005-2006

Udhængning og prøvetagning, forsøg 1

Alle væksttøve blev udhængt i maj 2005 fordelt med 20 sektioner på hver af opdrætslokaliteterne i Færker Vig, Lysen Bredning og Sallingsund. Hver sektion bestod af 3 replikater af hver af de otte forskellige tovtyper (24 væksttøve/sektion).

Der blev udtaget månedlige prøver. Under prøvetagningen blev der taget en sektion fra hver forsøgslokalitet. Der blev i alt udtaget 10 prøver på følgende datoer:

prøvedato	15/7 2005	24/8 2005	19/9 2005	12/10 2005	16/11 2005	22/3 2006	24/4 2006	6/6 2006	10/7 2006	3/8 2006
-----------	--------------	--------------	--------------	---------------	---------------	--------------	--------------	-------------	--------------	-------------

Tabel 2.1 Datoer for udtagning af prøver i forsøg 1.

Oparbejdning af prøver, forsøg 1

En gang om måneden, fra juli 2005 til august 2006, blev linerne tilset og der blev udtaget en sektion i hver af de tre områder til videre analyse for vækst, overlevelse, biomasse og fasthæftningsstyrke. Hele væksttøvet blev vejjet og herefter fotograferet med en identifikationsseddel, hvorpå prøvedato, område, form for væksttov samt delprøvenummer blev noteret.

Hele væksttøvet blev længdemålt, og der blev udtaget en delprøve på 20 cm på midten af væksttøvet. For at kunne udtage en repræsentativ prøve fra Xplora stigerne var det, på grund af mediets udformning, nødvendigt at udtage en sektion, fra lige under en tværpind til lige over en tværpind (ca. 30 cm).

For at vurdere fasthæftningsstyrken (bysusstyrken) på de forskellige væksttøve blev de ved rystning, vurderet på en skala fra 1 – 3, hvor 3 er den bedst mulige fasthæftning og 1 den dårligste. Hvis der ikke forekom spat på væksttøvene, blev fasthæftningsgraden angivet som 0.

Hver delprøve blev vejjet inden sortering. Ved sorteringen blev det biologiske materiale opdelt i levende muslinger, byssus, fouling og tomme skaller. Herefter blev muslingerne vejjet og talt og der blev udtaget 60 tilfældige muslinger til måling af størrelse. Da antallet af muslinger var meget lavt ved de sidste 2 prøvetagninger (juli og august), er der ikke foretaget nogen registrering af vægt og længde af muslinger på disse datoer.

Lokaliteter, forsøg 2

Forsøgene fandt i anden forsøgssæson udelukkende sted i Lysen Bredning. Se beskrivelsen af området i afsnittet lokaliteter, forsøg 1.

Vækstmedier, forsøg 2

I figur 2.3 vises billeder af de 7 medietyper, som blev udvalgt til test i produktionssæsonen 2006-2007.

Trawlnet



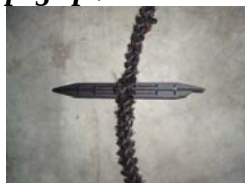
Disc- net Line med discs



Grov Svensk Bændel



Fuzzy Rope med pegs/pløkker



Svensk bændel m strip



Svensk bændel



Kokosreb



Figur 2.3. De 7 forskellige væksttøve, der blev testet i produktionssæsonen 2005-2006

Forsøg 2 omfattede anvendelsen af forskellige enheder, der forhindrer nedskridning af muslinger på vækstmediet. De forskellige enheder, der monteres direkte på vækstmediene, er plader (discs) eller

pløkker (pegs). Eksempler på disse kan ses i figur 2.4. Bilag A indeholder en mere detaljeret beskrivelse af blandt andet mediernes opbygning, materiale, anvendelse, forhandlere og pris.



Figur 2.4. Eksempler på pløkker og plader, man kan få til at hindre nedskridning af muslinger på forskellige væksttøve.

Alle medierne blev udhængt i maj 2006 i Lysen Bredning. Der blev udhængt 10 sektioner, hver bestående af 3 replikater af de 7 vækstmedier. Der blev udtaget en sektion til analyse ca. en gang hver anden måned.

Der blev i alt udtaget prøver 7 gange i løbet af forsøget på følgende datoer:

Prøvetagning dato	6/7 2006	6/9 2006	16/11 2006	17/1 2007	20/3 2007	22/5 2007	2/8 2007
----------------------	----------	----------	------------	-----------	-----------	-----------	----------

Tabel 2.2. Datoer for udtagning af prøver i forsøg 2.

Oparbejdning af prøver, forsøg 2

En gang hver anden måned, fra maj 2006 til august 2007, blev linerne tilset og der blev udtaget en sektion til bestemmelse af biomasse. Ved de sidste 4 prøvetagninger blev væksttøvet også målt og der blev udtaget en delprøve på 50 cm på midten af væksttøvet. For at vurdere bysusstyrken på de forskellige væksttøve blev de ligesom ved det første forsøg rystet og bysusstyrken blev estimeret.

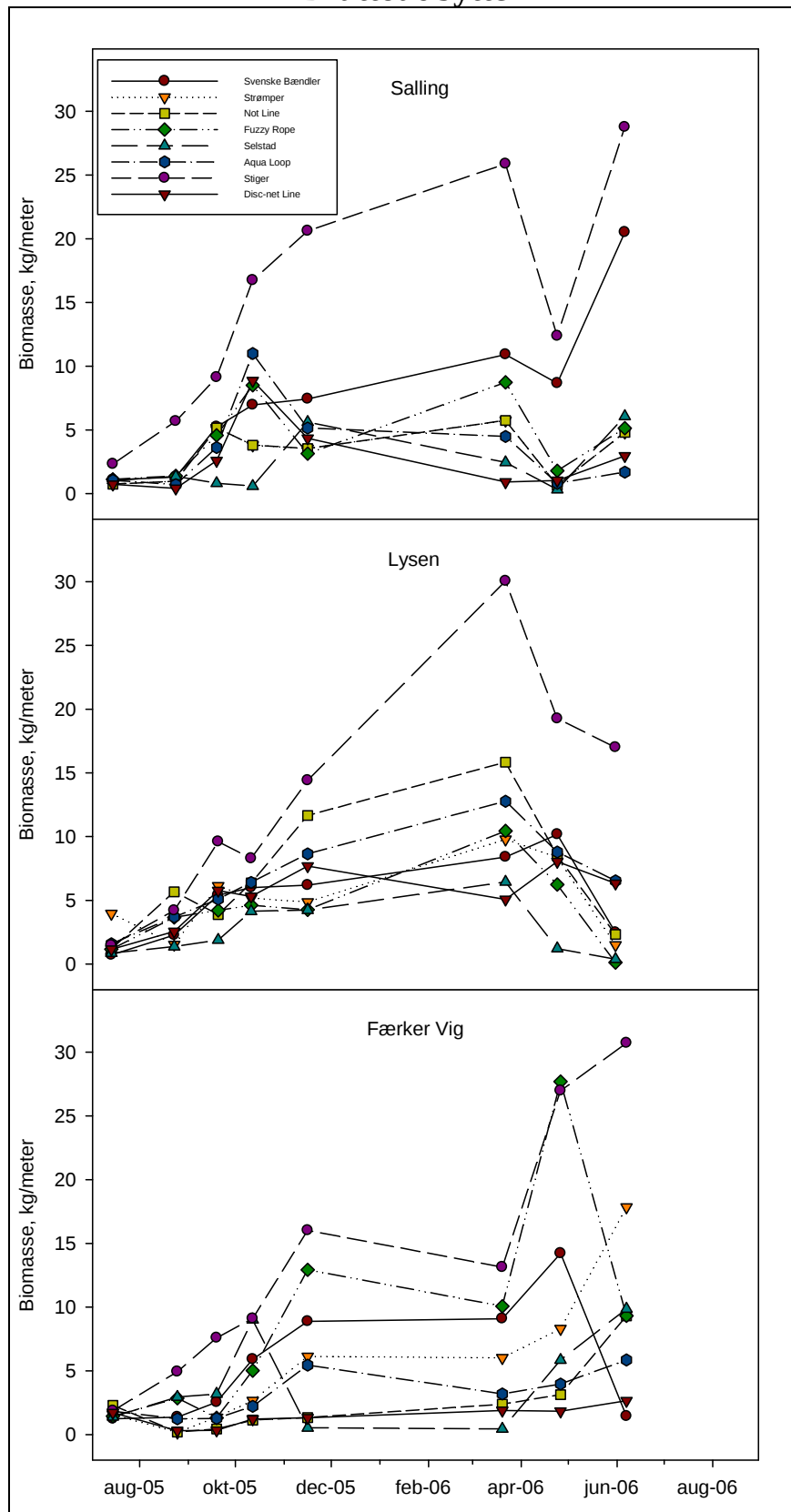
Ved de sidste 4 prøvetagninger blev der taget 200 muslinger fra til størrelsesmålinger og til kogeprøver. Kogeprøven blev lavet som en samlet kogeprøve med muslinger fra de forskellige materialer. Til bestemmelse af størrelsen af muslingerne blev der ved dataoparbejdning sorteret de 10 mindste muslinger fra, for at undgå, at senere settlinger af muslinger kom med i beregningerne.

Resultater, forsøg 1

Opsamlede biomasser

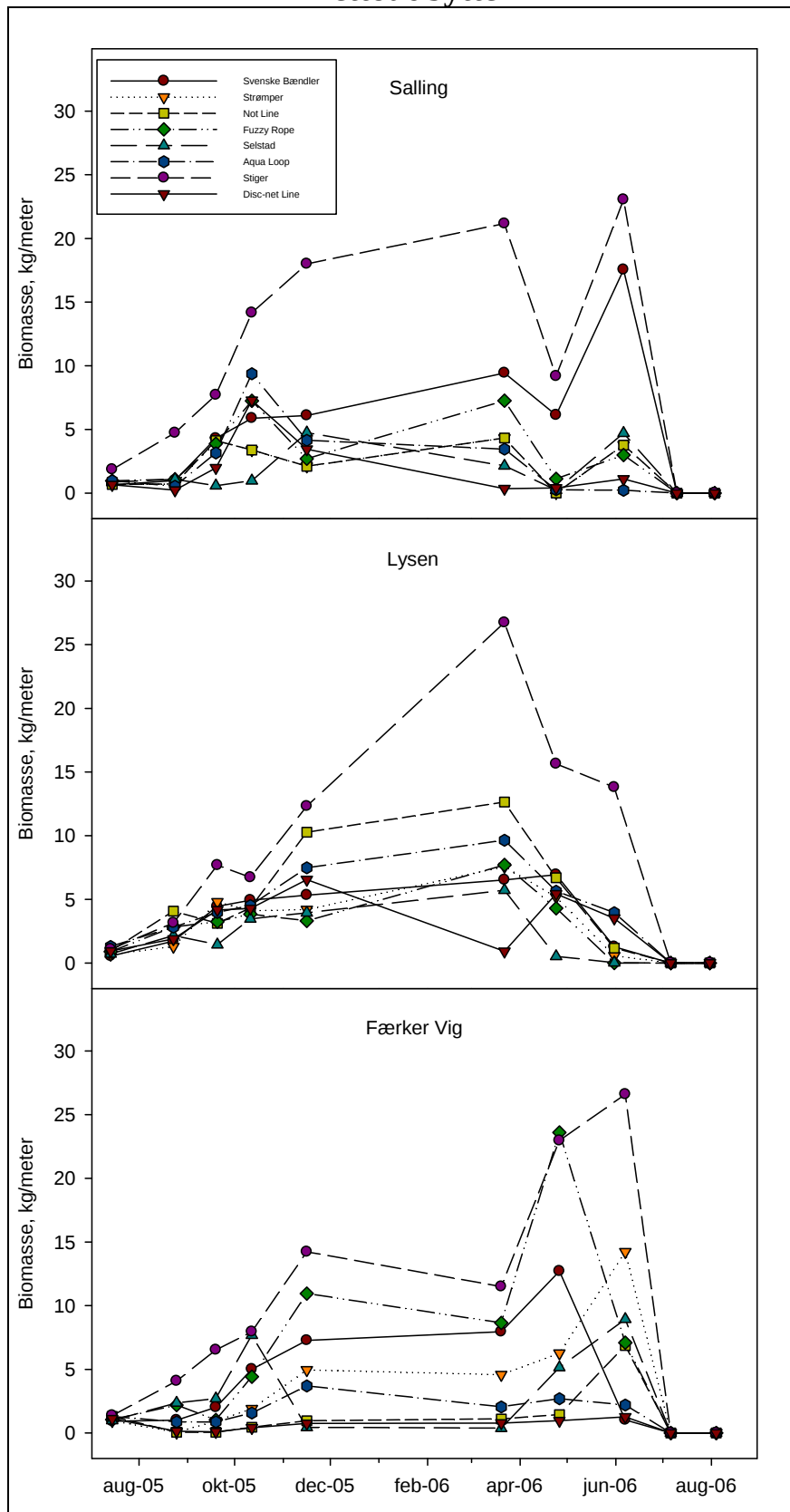
Resultaterne for henholdsvis bruttoudbytte, nettoudbytte og mængden af fouling er præsenteret i henholdsvis figur 2.5, 2.6. og 2.7. I hver af figurene er præsenteret samtlige resultater fra alle tre forsøgsområder. De enkelte værdier på kurverne er gennemsnitsværdier for de tre replikater af hver medietype. Spredningen på de værdier, som ligger til grund for beregningen af gennemsnittet er i de fleste tilfælde betydelig, men af hensyn til overskueligheden, er der på kurverne ikke angivet standardafvigelser for de enkelte værdier.

Bruttoudbytte



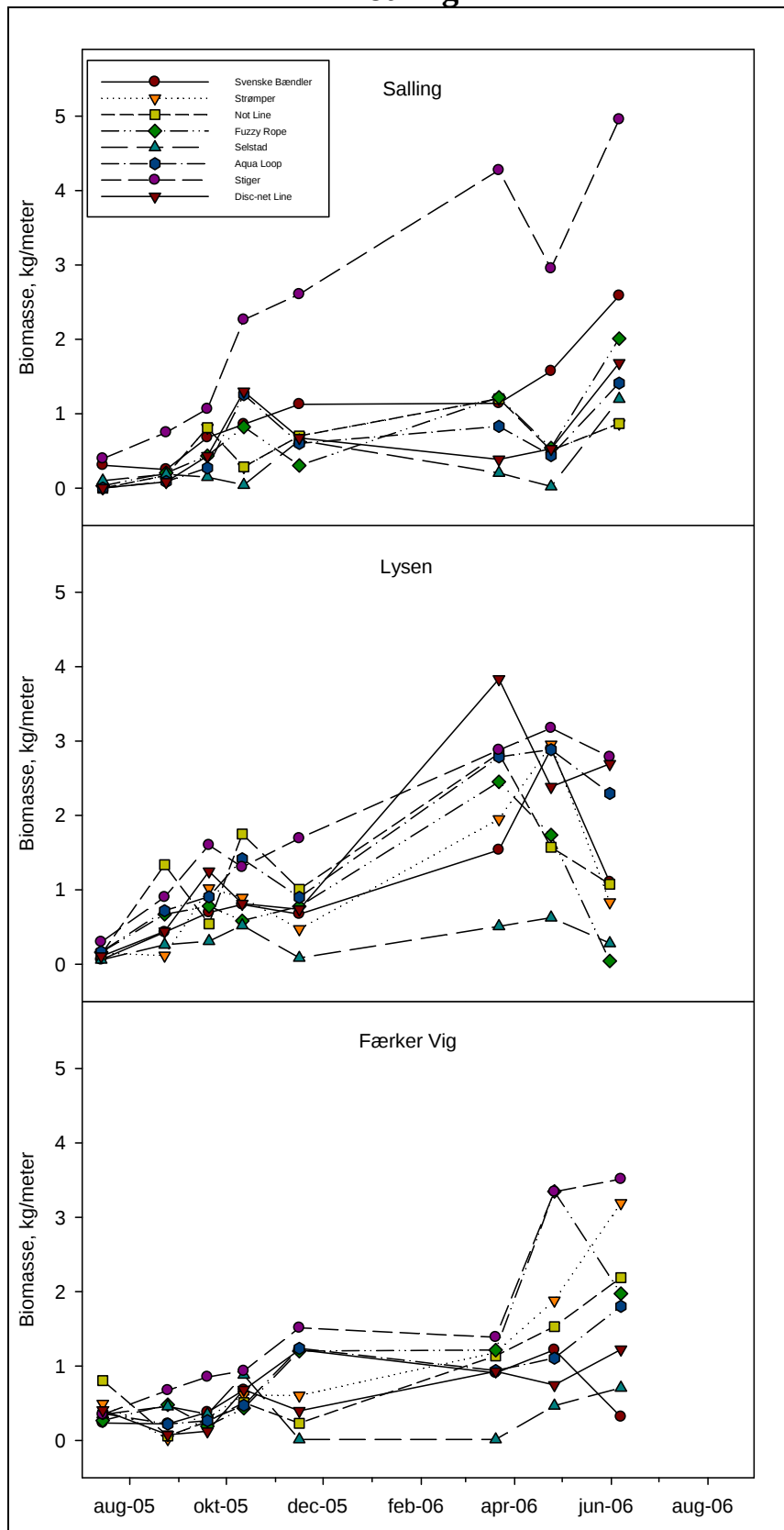
Figur 2.5. Bruttoudbytte på de respektive medier som funktion af tid. Bruttoudbyttet er defineret som den samlede vægt af alle typer biologisk materiale, som sidder fasthæftet på mediet.

Nettoudbytte



Figur 2.6. Nettoudbytte på de respektive medier som funktion af tid. Nettoudbyttet er defineret som den samlede vægt af den gruppe af muslinger, der stammer fra den oprindelige yngelopsamling.

Fouling



Figur 2.7. Mængden af fouling på de respektive medier som funktion af tid. Fouling er defineret som den samlede vægt af det uønskede biologiske materiale, som sidder fasthæftet på mediet.

Ved prøvetagningerne i juli og august 2006, fandtes der ikke tilstrækkeligt med muslinger på nogen af opsamlerne i nogen af de tre områder til at gennemføre oparbejdningen af prøverne. Der er derfor ikke angivet nogen værdier for bruttoudbytte og fouling. De værdier for prøvetagningerne i juli og august 2006, der er angivet på kurverne for nettoudbytte, er skønnet.

Brutto- og nettoudbytte

For alle medier ses det i figur 2.5 og 2.6, at kurverne for brutto- og nettobiomasser overordnet følger samme mønster. De følgende observationer er derfor gældende for begge udbytteopgørelser.

Generelt for alle tre forsøgsområder, har at Xplora-stigerne de højeste biomasser, som kun på enkelte prøvedatoer tangeres af enkelte andre medier. Xplora-stigerne opnår på sit højeste mere end 20 kg biomasse/meter i nettoudbytte. I flere tilfælde er biomassen over 25 kg/meter. For de øvrige vækstmedier er resultaterne meget svingende, og generelt opnås kun biomasser på op mod halvdelen af det, der ses på Xplora-stigerne.

Mellem forsøgsområderne ses visse forskelle i den tidlige udvikling og resultaterne for de enkelte medier:

- I forsøgsområde Lysen var der en generel nedgang i biomasse på alle vækstmedier over perioden fra medio marts til primo juni. Dette mønster blev ikke fundet i samme udstrækning i de andre områder.
- I forsøgsområde Salling gav de svenske bændler et forholdsvist højt udbytte og kunne tilsyneladende holde lidt længere på muslingerne end de øvrige medier.
- I forsøgsområde Færker lå det generelle fald i biomasse lidt senere end i de to andre områder.
- I forsøgsområde Færker havde flere vækstmedier en biomasse på mindre end 2 kg/meter. Dette var især gældende for Not Line og Disc-Net Line.

Biofouling

Mængden af biofouling på medierne er vist i figur 2.7. Der var stor variation i mængden af fouling, men generelt var der relativt meget fouling på Xplora-stigerne i forhold til de øvrige medier.

Endvidere havde mediet af typen Selstad generelt lave mængder af fouling. Mellem forsøgsområderne var der forskelle i den tidlige udvikling og resultaterne for de enkelte medier:

- I forsøgsområde Salling var der en bemærkelsesværdig større mængde biofouling på Xplora-stigerne end på de øvrige medier.
- I forsøgsområde Salling var der for alle medier en stigning i slutningen af forsøgsperioden, i forsøgsområde Lysen var der for alle på nær et medie et fald og i forsøgsområde Færker var der et mere spredt mønster, dog med en stigning i mængden af biofouling på 6 af 8 medier.

Der blev noteret en forskel på karakteren af den biofouling, der blev observeret i de 3 områder. I forsøgsområde Salling var især Østasiatisk søpung (*Styela clava*), og i slutningen af perioden også trekantorm (*Pomatoceros triqueter*) dominerende. For sidstnævnte blev der observeret en forskel i graden af biofouling på de enkelte medier idet muslingerne på Strømperne og Xplora-stigerne havde flere trekantorm på skallerne end muslingerne på de øvrige medier.

I forsøgsområde Færker var almindelig søpung (*Ciona intestinalis*) dominerende mens der i forsøgsområde Lysen ikke var en klar dominans af enkelte arter.

Fasthæftelse

Ved opgørelsen af biomasserne på de enkelte medier, blev der tillige foretaget en bedømmelse af styrken af muslingernes fasthæftelse. Resultaterne herfra er præsenteret i tabel 2.3.

	Vækstmedie							
	Sv. Bændler	Strømper	Not Line	Fuzzy Rope	Selstad	Aqua Loop	Stiger	Disc-net Line
I starten af forsøget	3-3-3	1-2-1	1-2-2	2-3-3	2-2-3	2-2-2	3-3-3	2-2-3
Midten af forsøget	1-1-2	2-1-1	1-1-1	1-1-1	2-1-1	3-2-2	1-2-2	3-1-2
Ved afslutningen	3-2-2	1-1-1	1-1-1	2-1-2	1-1-1	2-1-2	1-1-1	3-1-0
Score for områder	7-6-7	4-4-3	3-4-4	5-5-6	5-4-5	7-5-6	5-6-6	8-4-5
Samlet score	20	11	11	16	14	18	17	17

Tabel 2.3 Muslingernes fasthæftelse på de respektive medier i de respektive områder på tre tidspunkter i forsøgsperioden. Første, andet og tredje ciffer angiver henholdsvis forsøgsområde Færker, Lysen og Salling. Værdien angiver graden af fasthæftelse hvor 3 er høj, 2 er middel og 1 er lav.

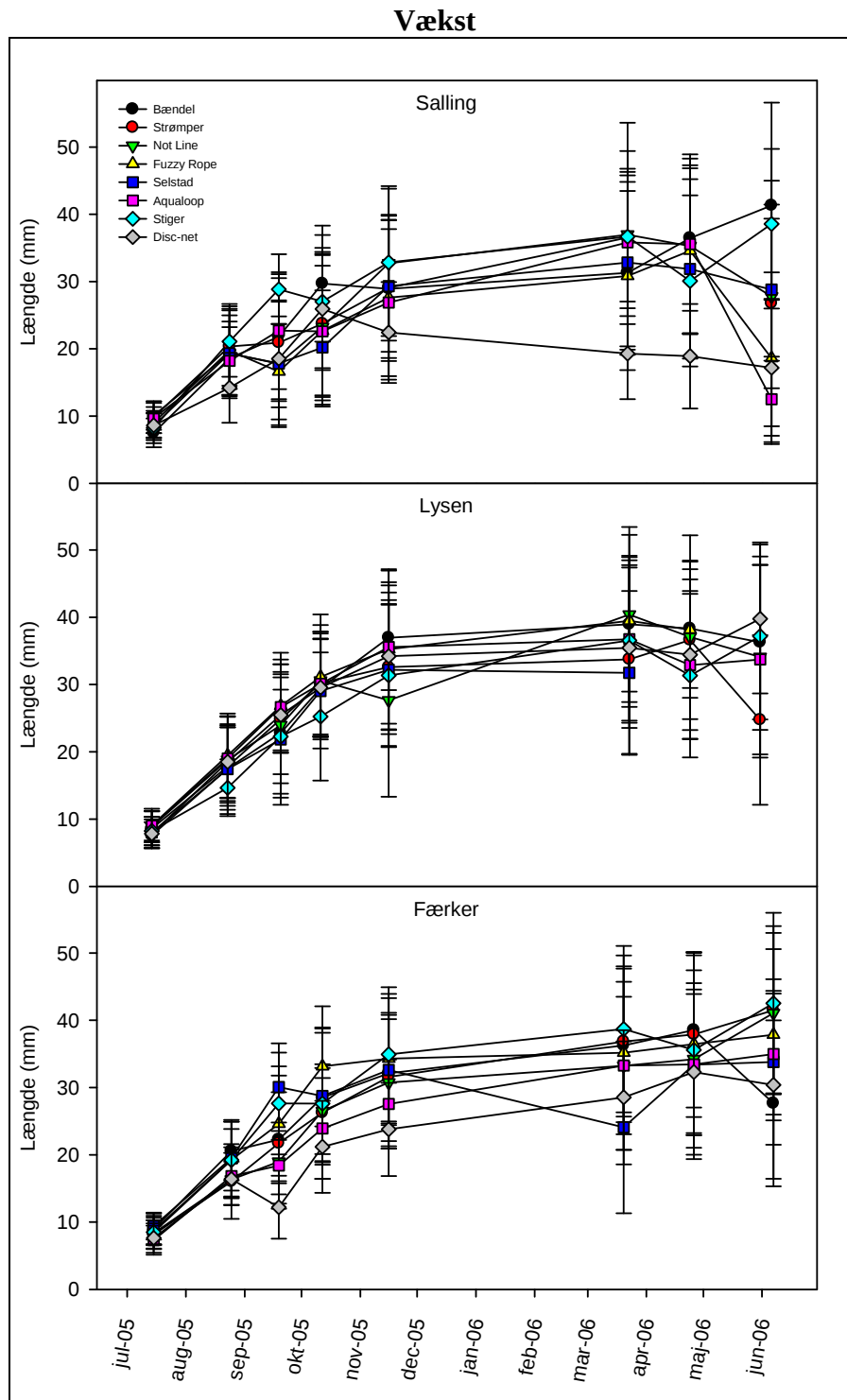
Af tabel 2.3 fremgår det, at der er forskelle i fasthæftelsesgraden på de respektive medier, og at den varierede henover forsøgsperioden og mellem medier. Følgende er generelle observationer:

- I starten af forsøget ses de højeste fasthæftelsesgrader hos:
 - Svenske bændler
 - Fuzzy Rope
 - Xplora-stiger
- I midten af forsøget ses de højeste fasthæftelsesgrader hos:
 - Aqua Loop
- I slutningen af forsøget ses de højeste fasthæftelsesgrader hos:
 - Svenske bændler
- Mellem forsøgsområderne ses det at Disc-Net Line opnår bemærkelsesværdigt højere samlet score for hele perioden i forsøgsområde Færker end i Salling og Lysen. Øvrige medier opnår mere ensartede scorere i de tre områder.
- Samlet for de tre forsøgsområder ses der for hele perioden følgende indikation af fasthæftningsgrader:
 - **Højest:** Svenske bændler
 - **Middel:** Fuzzy Rope, Aqua Loop, Stiger, Disc-Net Line
 - **Lavest:** Strømper, Not Line, Selstad

Vækst

For alle vækstmedier er der foretaget størrelsesmålinger af de muslinger, som fandtes på medierne. Målingerne omfatter dog ikke muslinger sekundære nedslag af yngel, som er kategoriseret som fouling.

Resultaterne er præsenteret i figur 2.8. I figuren er præsenteret samtlige resultater fra alle tre forsøgsområder.



Figur 2.8. Muslingernes størrelse som funktion af tid for de respektive medier. Muslingernes størrelse er målt som skallængde. På kurverne er endvidere angivet 1 x standardafvigelse.

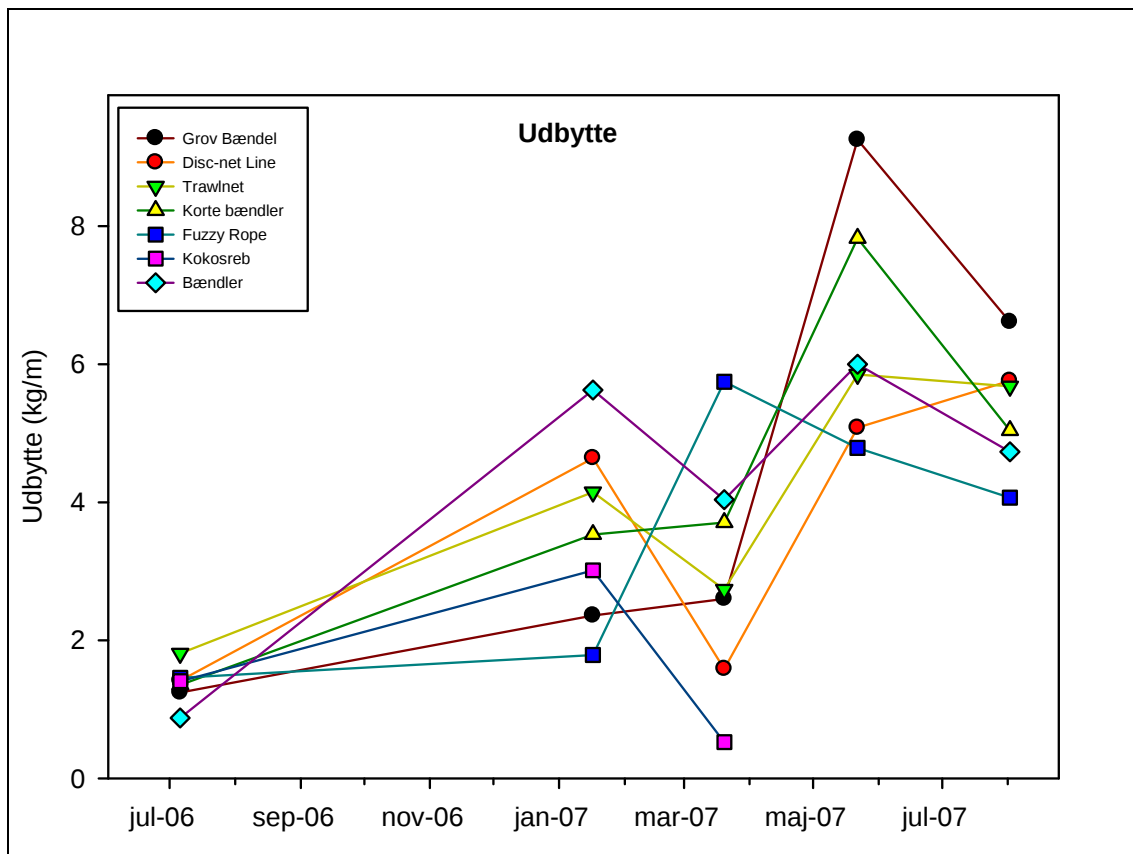
Af figur 2.8 fremgår det, at der ikke er en generel forskel på væksten hos muslingerne på de forskellige medier og i de forskellige områder. Dog skiller Disc-Net Line i Salling sig ud fra de øvrige medier, idet der var et fald i middel skallængde allerede fra oktober 2005 og helt frem til

forsøgets afslutning. For de øvrige medier var der en generel stigning i perioden fra oktober 2005 og frem til maj 2006.

Resultater, forsøg 2

Opsamlede biomasser

Resultaterne fra forsøg 2 er præsenteret i figur 2.9. For samtlige vækstmedier i dette forsøg er der kun opgjort nettoudbytte. Der er således ikke nogen opgørelse af bruttoudbytte samt mængde af fouling. De i figuren angivne værdier er et gennemsnit af biomasseopgørelserne for tre replikater.



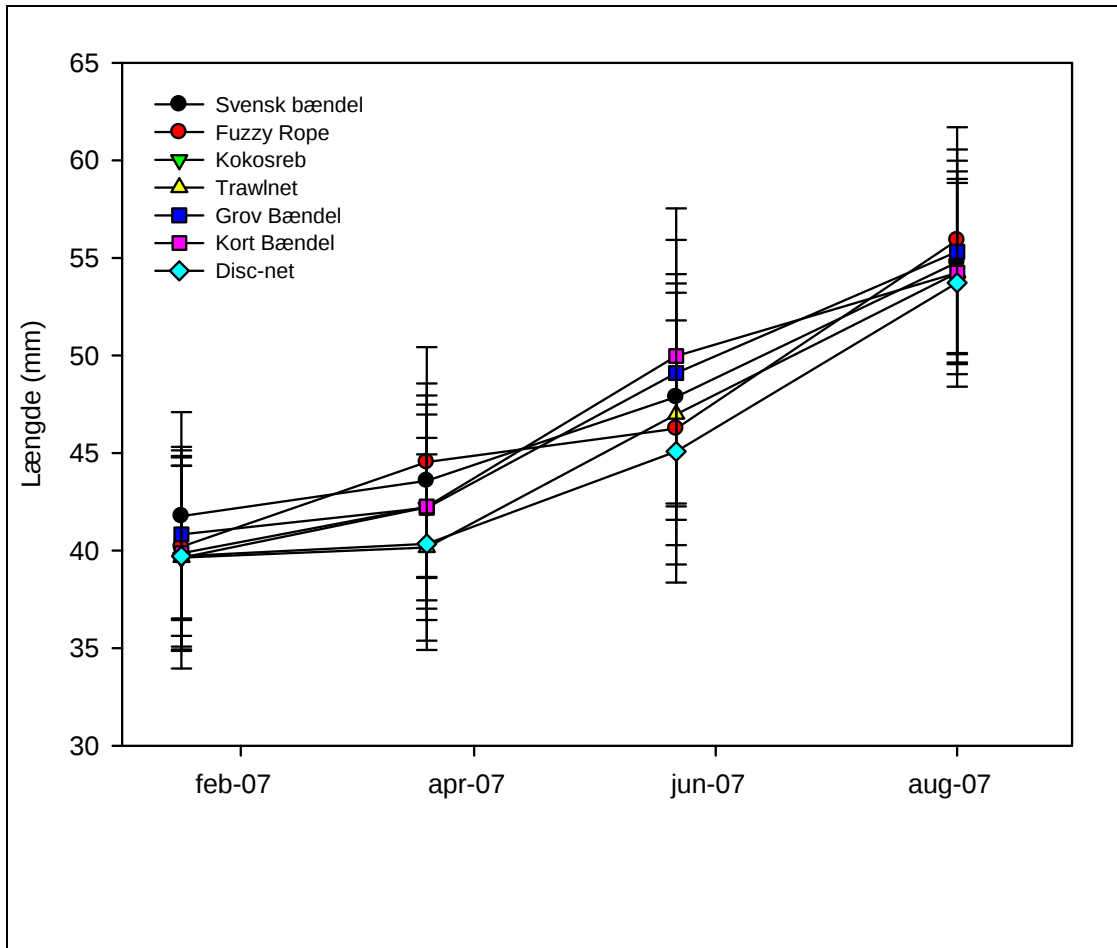
Figur 2.9. Samlet biomasse af biologisk materiale på de respektive medier som funktion af tid. Det biologiske materiale omfatter både muslinger og foulingorganismer.

I figur 2.9 er der ikke præsenteret værdier for medietypen kokostov for de sidste 2 prøvetagningsdatoer. Dette skyldes at fibrene i kokostovet var så nedbrudte at tovet gik i stykker i forbindelse med prøvetagningen. Det var således ikke muligt at indhente repræsentativt prøvemateriale. Umiddelbart inden prøvetagningen måtte opgives blev der desuden observeret den laveste biomasse på netop kokostovet. Der blev observeret en betydelig variation i biomassen for de respektive medier gennem forsøgsperioden, og der var således ikke nogen medietyper, der havde en generel høj biomasse gennem hele forsøget.

Ved prøvetagningen i juni måned adskilte de grove bændler (Aquamarine Webbing) og de korte bændler med strips sig fra de øvrige medier ved at have en særlig høj biomasse. Denne forskel var dog stort set forsvundet ved sidste prøvetagning, hvor deres biomasser lå på niveau med de øvrige mediers.

Vækst

For alle vækstmedier er der foretaget størrelsesmålinger af de muslinger, som blev bedømt til at høre til den oprindelige kohorte af muslinger fra yngelnedslaget ved forsøgets start. Målingerne omfatter således ikke de sekundære yngelnedslag. Resultaterne er præsenteret i figur 2.10.



Figur 2.10. Vækstkurver for de respektive medier som indgik i forsøg 2. Størrelsesmålingerne er foretaget for de muslinger som skønnes at stamme fra den oprindelige kohorte af muslinger fra yngelnedslaget ved forsøgets start. På kurverne er endvidere angivet 1 x standardafvigelse.

Diskussion

I begge forsøg var der en stor variation i udbytterne på de respektive væksttøve. Denne variation er sandsynligvis ikke et udtryk for at udbyttet faktisk varierer som funktion af prøvetagningstidspunktet. Der er derimod tale om at den valgte stikprøvestørrelse på 3 replikater af hver medietype ikke er tilstrækkelig stor til at kunne favne den store variation, der forekommer mellem de enkelte opsamlere. Særligt i slutningen af forsøgsperioden steg variationen i den samlede mængde af biologisk materiale i form af muslinger og fouling på de enkelte opsamlere. Variationen opstår som en følge af, at tabet af muslinger og andet biologisk materiale kun sjældent sker gradvist, men ofte sker som en næsten momentan afskridning af betydelige dele af biomassen. Denne afskridning kan typisk ske i forbindelse med større mekaniske påvirkninger af opdrætslinerne som ved f.eks. hårde vindforhold eller tilsyn og prøvetagning på linerne. Det medfører, at der blandt replikaterne kan være enkelte, som har tabt hovedparten af den opsamlede biomasse og andre, hvor biomassen er relativt intakt. En lav værdi for udbyttet, som efterfølges af en høj værdi, kan altså være udtryk for, at der i prøven, som gav den lave værdi, indgik en eller flere replikater, som havde oplevet en afskridning og derfor ikke bar nogen nævneværdig biomasse.

Endvidere opstår en vis variation på grund af den metode, som blev anvendt i forbindelse med oparbejdningen af prøverne. Ved udtagelse af en delprøve fra de enkelte replikater, kan den variation, der forekommer på den enkelte replikat, få en forholdsvis stor indflydelse på resultatet. Således kan det ikke udelukkes, at den biomasse, der forekommer på den udtagne stikprøve, ikke er repræsentativ for replikatet som helhed.

Forsøg 1

Det er ikke muligt på grundlag af de indsamlede data, at anbefale et medie frem for andre. At der ikke ses en nævneværdig effekt af valget af dyrkningsmedie skyldes formentligt at tabet af muslinger kun i mindre grad skyldes selve vækstmediet og i højere grad skyldes eksempelvis:

- tilstedeværelse af biofouling
- reduceret antal eller styrke af muslingernes byssustråde
- uhensigtsmæssige afskridninger pga. muslingernes indbyrdes kamp om pladsen (ukontrollerbar selvudtynding)

Mekanismerne bag biofoulingens betydning for tabet af muslinger er ikke fyldestgørende klarlagt, men det er ofte observeret at i kampen om pladsen på mediet er det ofte de mindre muslinger som vinder over den større. Et nyt påslag af muslingeyngel er således i stand til at skubbe større og mere veletablerede muslinger af mediet.

I forbindelse med yngelopsamlingen, bliver der normalt opsamlet flere muslinger end der er plads til på mediet når de nærmer sig konsumstørrelse. Der vil derfor nødvendigvis skulle ske en udtynning af biomassen. Med mellemhåndtering sker denne udtynning under kontrollerede forhold ved en omstrømning, men uden mellemhåndtering sker denne udtynning ved en ukontrolleret selvudtynding. Denne selvudtynding kan resultere i at større sammenhængende klumper af muslinger skrider af i en kædereaktion og efterlader et bart medie som derved er åbent for foulingorganismer.

Sammenlignes resultaterne mellem de tre forsøgsområder ses det, at der er forskelle i tidlig udvikling i opsamlet biomasse. Disse forskelle kan formentlig, til en vis grad, forklares af de tidligere omtalte forskelle i eksponeringsgrad. Således vil en kraftig vestenvind kunne bevirke tab af biomasse i forsøgsområderne Lysen og Salling, men næppe i forsøgsområde Færker. Der er således grundlag for at bemærke at der skal tages højde for områdespecifikke forhold, som kan være af større betydning for opsamlernes produktionsformåen end valget af medietype. Eksponeringsgraden er åbenlyst en af disse faktorer, men også karakteren af den biofouling, som et område udsættes for er stærkt varierende, og observeres også i dette forsøg at være områdespecifik.

De opnåede middellængder på 30-40 mm er relativt lave i forhold til, hvad der normalt er fundet på opsamlere af denne type. Normalt vil man forvente, at gennemsnitsstørrelsen stiger igennem forårsperioden, men dette blev ikke observeret i dette forsøg. Årsagen er formodentlig et tab af de største muslinger som skubbes af de mindre muslinger. På ingen af den afprøvede medier har muslingerne vist en generelt god fasthæftning i hele forsøgsperiodens forløb. Svenske Bændler og Aqua Loop var de materialer, hvor muslingerne oftest havde en god fasthæftning. At der på de fleste medier opnås god fasthæftning på et eller flere tidspunkter undervejs i forsøget indikerer, at medierne som udgangspunkt er egnede til fasthæftning af muslinger.

Forsøg 2

Det er heller ikke muligt på grundlag af resultaterne i forsøg 2 at anbefale et eller flere af de testede vækstmedier. Derimod har kokostovet ikke den samme formåen som de øvrige, da det blev nedbrudt for hurtigt til at kunne forblive intakt gennem hele forsøgsperioden. Endvidere havde kokostovet inden da den laveste biomasse, der blev fundet på noget medie i hele forsøgsperioden. At muslingerne ikke kan eller ikke vælger at hæfte sig på et medie af et organisk materiale, som er under nedbrydning, virker ikke overraskende.

Der var en kraftig variation i udbyttet for de respektive medier. Dog havde den grove bændel (Aquamarine webbing) og de korte bændler med strips en høj biomasse ved prøvetagningen i maj måned. Denne forskel i biomasse blev dog reduceret betydeligt i perioden op til den sidste prøvetagning i august.

De opnåede middellængder på 50-55 mm er typiske for hvad der normalt er fundet på opsamlere af denne type. Den normale vækst, som sker henover sommeren, kan indikere at der ikke har været betydelige sekundære påslag, som har skubbet de større muslinger af.

Sammenligning af de 2 forsøg

Som det eneste af de afprøvede vækstmedier indgik den svenske bændel i både forsøg 1 og forsøg 2. Dette medie kan altså bruges som et sammenligningsgrundlag for de to forsøg. Den svenske bændel opnåede et lidt højere udbytte i forsøg 2 end der blev opnået i forsøg 1. Da medietypen blev anvendt på samme måde i de to forsøg må det antages at årsagen til forskellen i udbytterne mellem de to år skal findes i en forskel i de generelle produktionsbetingelser. Der kan derfor ikke gøres sammenligninger mellem de to forsøg uden at der tages forbehold for dette forhold.

Fuzzy Rope og Disc-net Line indgik også i begge forsøg, men i forsøg 2 indgik de i en modificeret form. Modifikationen bestod i at Fuzzy Rope var blevet forsynet med såkaldte "pegs" eller "pløkker" og Disc-net Line var forsynet med de tilhørende discs. På trods af den evt. forskel i produktionsbetingelser mellem de to år, tyder data på, at pegs på Fuzzy Rope og Discs på Disc-net

Line har en positiv effekt på opbygningen af biomasse. For Fuzzy Rope de 2 år var udbyttet størst ved benyttelse af pløkker. Således var der i det konkrete forsøg et høstudbytte på ca. 4 kg/meter Fuzzy Rope ved at benytte pegs, hvorimod der næppe ville kunne opnås noget udbytte uden benyttelse af pegs. Tilsvarende er resultatet for Disc-net Line, der i det konkrete forsøg havde et høstudbytte på ca. 6 kg/meter ved benyttelse af discs, og et udbytte på ca. 3 kg/meter uden benyttelse af discs.

Sammenfatning

De udførte forsøg giver ikke grundlag for at udpege en medietype som værende mere egnet end de øvrige til produktion uden mellemhåndtering. Xplora-stiger gav dog ofte det højeste udbytte, men prisen på Xplora-stiger er høj. Desuden er medietypen vanskelig at håndtere manuelt på grund af sin fysiske udformning og de store biomasser på mediet. Grov Bændel (Aquamarine webbing) ser ud til at være et godt alternativ, når man sammenholder produktionsformåen og anskaffelsespris.

Kokostov havde alt for korte fibre og gik i stykker kort tid efter det var hængt ud, med tab af muslinger til følge. Der er lavet forbedret kokosreb med fiberkerne, men denne type er ikke blevet undersøgt, men det kunne bestemt være interessant, da kokosrebet inden det begyndte at springe, så ud til at være et godt setlingsmateriale for muslingerne. Hvorvidt kokosfibrene stadig kan fastholde muslingerne når nedbrydningen af fibre sætter ind, er uvist.

Nogle af materialerne var ret svære at rengøre. Det kan være en ulempe, hvis materialerne ønskes genanvendt. Det drejer sig især om Aqua Loop, hvor søpunge næsten var umulige at få af, men også Disc-net Line var besværlig at rengøre. Discs på Disc-net Line sad ikke ret godt fast og der blev tabt mange i løbet af forsøget. De anvendte pegs i Fuzzy Rope sad væsentligt bedre fast. Selstad er et meget glat materiale og muslinger så ikke ud til at hæfte sig så godt fast. Dette kan muligvis ændre sig, hvis tovet genbruges og derved får en mere slidt overflade.

Hvorvidt de forskellige materialer kan genbruges blev ikke undersøgt og dette er meget væsentligt, når det økonomisk optimale vækstmateriale skal findes. Det var kun det testede kokostov, der med sikkerhed ikke kan genanvendes.

Referencer:

Tørring D. og Petersen J.K. 2005: Blåmuslingeprojekt fase II. Rapport fra Dansk Skaldyrcenter, 2005.

3. Byssus-styrke

Der er blandt opdrættere erfaring for, at muslingerne i varierende grad sidder fast på substratet. Især om sommeren falder mange muslinger af og oftest i store klumper. Fra Prince Edward Island i Canada er der gjort tilsvarende erfaringer og det er blandt opdrættere en almen antagelse, at fasthæftningen hænger sammen med vandets temperatur, men også at andre forhold som bølgepåvirkning kan have en effekt på fasthæftningen. Der er udført enkelte videnskabelige undersøgelser af byssus og nogle af disse har beskæftiget sig med styrke af byssus i relation til omverdensfaktorer. Der er dog generelt ikke konsensus om resultaterne og der er ingen undersøgelser, som har undersøgt byssus-styrke direkte på muslingebrug og i forhold til de problemstillinger, som er relevante for opdræt.

Materialer og metoder

I begyndelsen af juni 2007 blev en forsøgslinje gjort klar på Dansk Skaldyrcenters anlæg i Sallingsund. Muslingerne på forsøgslinen var blevet strømpet i enkeltstrømper i september 2006, og var således på forsøgstidspunktet salgsklare. Den første del af forsøgslinen blev bøjet helt op, så bøjerne permanent var på overfladen (overflade), den midterste del af linen blev bøjet op, så bøjerne var under vandoverfladen (let undersænket), men klart synlige fra overfladen mens den sidste del af forsøgslinen blev stabiliseret som en dybt undersænket line et stykke under overfladen (helt undersænket). Dermed var der etableret en forskel i bølgepåvirkning mellem de 3 lineopdelinger. Den 6. juni 2007 blev der taget en startprøve af strømperne. To gange i løbet af forsøgsperioden blev alle liner sænket til bundkontakt i 4-6 dage med henblik på at lade krabber komme op på strømperne for at fjerne nysettlet muslingeungel.

Fra 11/6 til 17/9 2007 blev der foretaget prøvetagning på de 3 liner i alt 9 gange. For hver prøvetagning blev der taget 3 replikater af hver type behandling, det vil sige helt undersænket, delvist undersænket og på overfladen. Ved hver prøvetagning blev linen løftet meget langsomt og forsigtigt, efter at en dobbeltstrømpe var lagt uden om prøvestrømpen. Strømpen blev forsigtigt taget ind i båden og hver strømpe blev lagt i en kasse for sig. Efter ankomst til laboratoriet blev kasserne tilført rindende saltvand indtil prøverne kunne behandles. For hver strømpe blev der gennemført 3 analyser: måling af individuel trækstyrke af muslingernes fasthæftelse, ryk-test til måling af tab ved kraftigt ryk i strømpen svarende til voldsom behandling under almen håndtering af liner, fx i forbindelse med høst, og bestemmelse af strømpernes samlede biomasse af muslinger.

Til bestemmelse af individuel trækstyrke blev 25-30 muslinger tilfældigt udvalgt på hver strømpe. Trækstyrken blev bestemt ved at fastgøre en fjedervægt til enkelte muslinger ved hjælp af en klemme (figur 3.1). Der blev efterfølgende trukket i lige retning væk fra fasthæftningen, og trækstyrke blev målt på fjedervægten som max kg træk, når muslingen slap fra substratet (figur 3.2).



Figur 3.1. Viser fjedervægt med klemme som anvendes til måling af individuel trækstyrke.

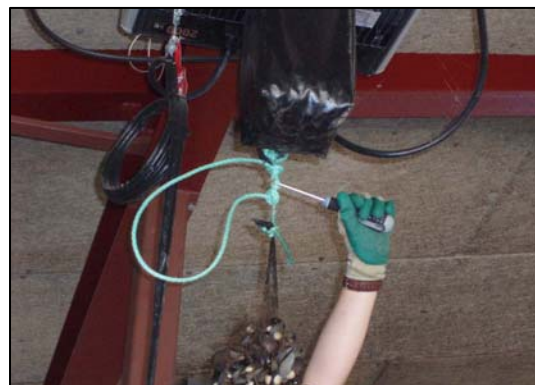


Figur 3.2. Måling af individuel trækstyrke

Til bestemmelse af tab ved håndtering blev hver strømpe hejst helt fri af gulvet (figur 3.3). I toppen af hver strømpe blev et reb af 1 m længde fastgjort til henholdsvis strømpen og en krog (figur 3.4). Strømpen blev herefter tilladt et fald på 1 m således, at bunden af strømpen ikke nåede gulvet og at der ved faldets ophør opstod et kraftigt ryk i strømpen. Mængden af nedfaldne muslinger blev vejet og opgivet som tabsprocent i forhold til samlet biomasse af muslinger på den enkelte strømpe, som blev målt ved afslutning af prøvetagningen.



Figur 3.3. Ophængning af strømpe til ryk-test.

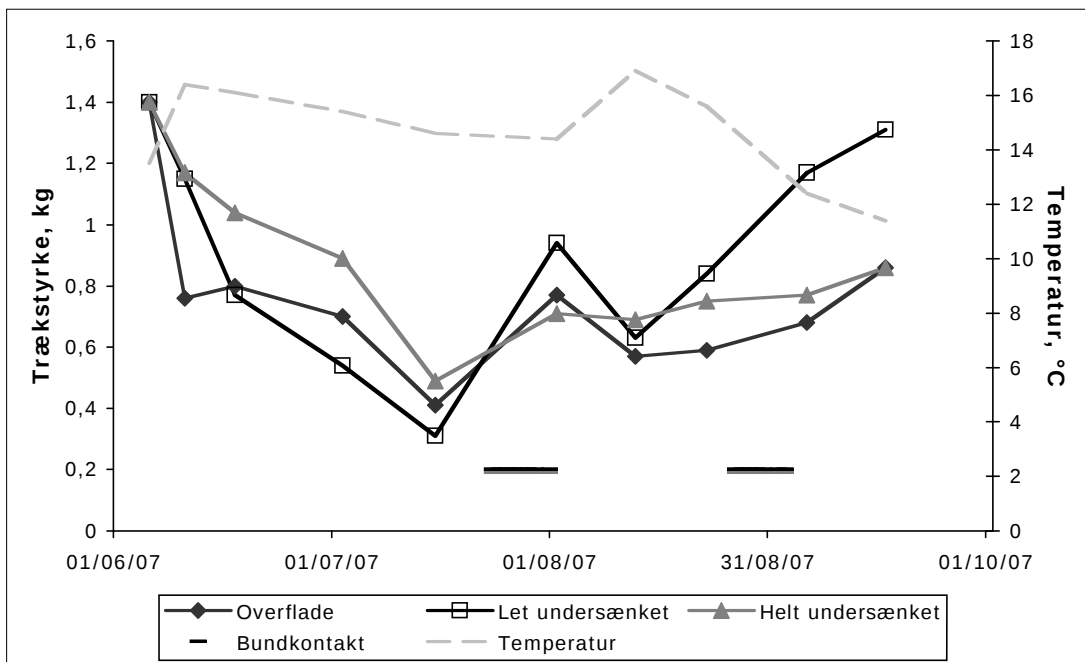


Figur 3.4. Frigørelsesanordning; tillader at strømpen falder 1 meter.

Resultater

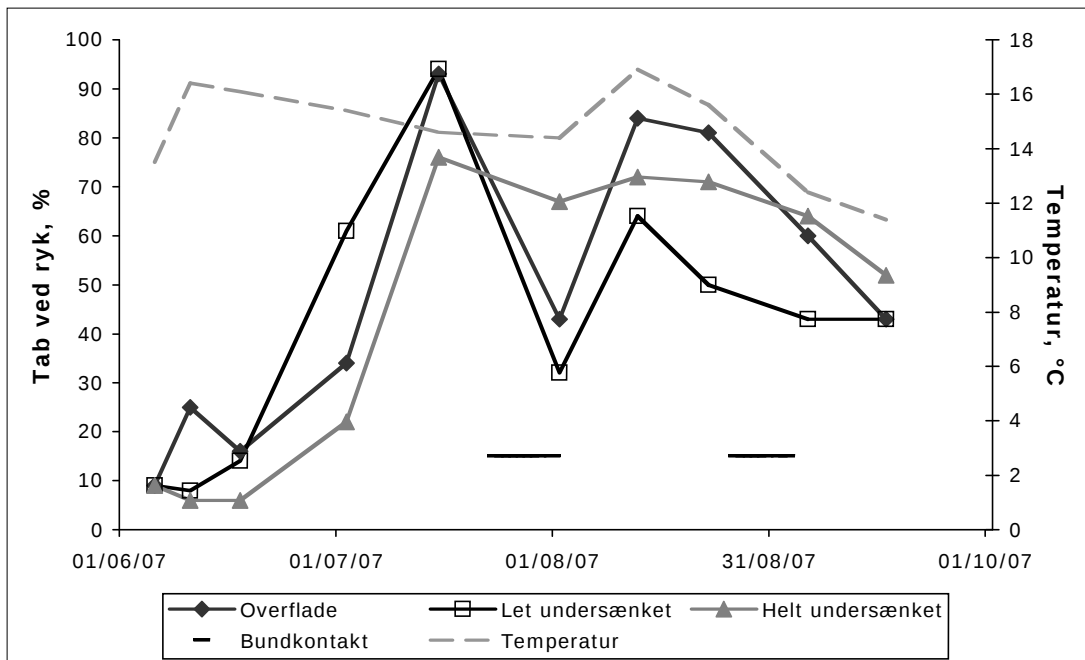
Som det fremgår af figur 3.5 var der stor variation i individuel trækstyrke af byssus hos muslingerne igennem forsøgsperioden. Således faldt trækstyrken signifikant fra forsøgets start og frem til første bundkontakt (ANOVA, $P < 0,001$). Efter at krabberne havde været på linerne steg trækstyrken af byssus statistisk signifikant efter både første og anden nedsenkning. Generelt var trækstyrken stigende i slutningen af forsøgsperioden. Der er ingen sammenhænge mellem temperatur og individuel trækstyrke af byssus igennem forsøgsperioden, hvor vandtemperaturen i midten af vandsøjlen varierede mellem 11-17°C. For alle prøvetidspunkter samlet var der endvidere signifikant forskel mellem de forskellige placeringer i vandsøjlen (ANOVA, $P < 0,001$) med

signifikant (Fischers PSLD post hoc test 5%-niveau) mindre trækstyrke af byssus hos muslinger på overflade-linen og ingen forskel mellem de to andre placeringer. Igennem forsøgsperioden varierede den indbyrdes relation i trækstyrke af byssus hos muslinger på helt eller let undersænkede liner. Således havde byssus på den helt undersænkede line generelt størst trækstyrke før første bundkontakt, mens den let undersænkede line havde byssus med størst trækstyrke efter første bundkontakt.



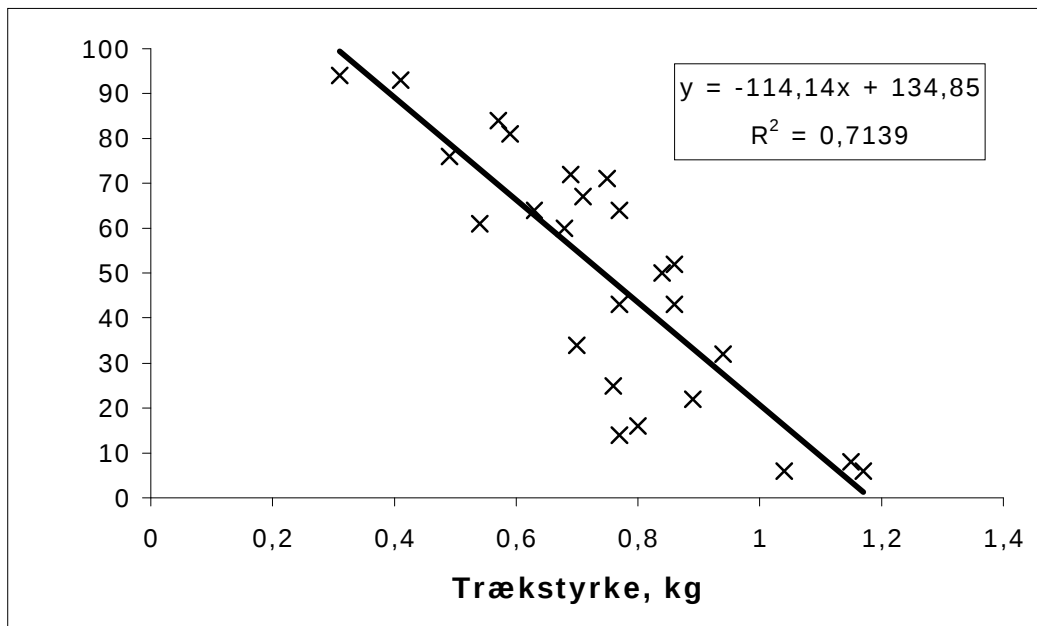
Figur 3.5. Trækstyrke af byssus gennem forsøgsperioden juni-september 2007 på liner placeret med henholdsvis bøger på overfladen, let undersænket med bøger lige under overfladen og helt undersænket med bøger et stykke under overfladen. Bundkontakt viser perioder hvor strømperne har haft kontakt med bunden. Temperatur er målt midt i vandsøjlen.

Et tilsvarende billede blev fundet for tabsprocenterne. Det vil sige, at andelen af tabte muslinger steg frem til første bundkontakt (figur 3.6), og tabsprocenterne ved prøvetagningen midt i juli før første bundkontakt var de statistisk signifikant største, mens tabene i starten af forsøgsperioden var de laveste (ANOVA, $P < 0,001$ efterfulgt af post hoc test på 5 % niveau). Ligeledes faldt tabsprocenterne signifikant efter første bundkontakt, men forandringen var ikke signifikant efter anden bundkontakt. Der var som for trækstyrke ingen signifikant relation til vandets temperatur. Ved de enkelte prøvetagninger var der lejlighedsvis signifikante forskelle i tabsprocent mellem de forskellige placeringer i vandsøjlen, men der var ikke noget entydigt mønster i disse forskelle, og samlet for hele forsøgsperioden var der ingen signifikante forskelle mellem placering af linerne i vandsøjlen. Dog var tabsprocenterne oftest størst på overfladelinen og ofte også signifikant større end på de nedsænkede liner på de enkelte prøvetagningstidspunkter. Den manglende entydighed i materialet kan delvist skyldes, at antallet af replikater er meget lavere end for målinger af individuel trækstyrke, men der var endvidere stor variation i tab mellem prøvetagningerne.



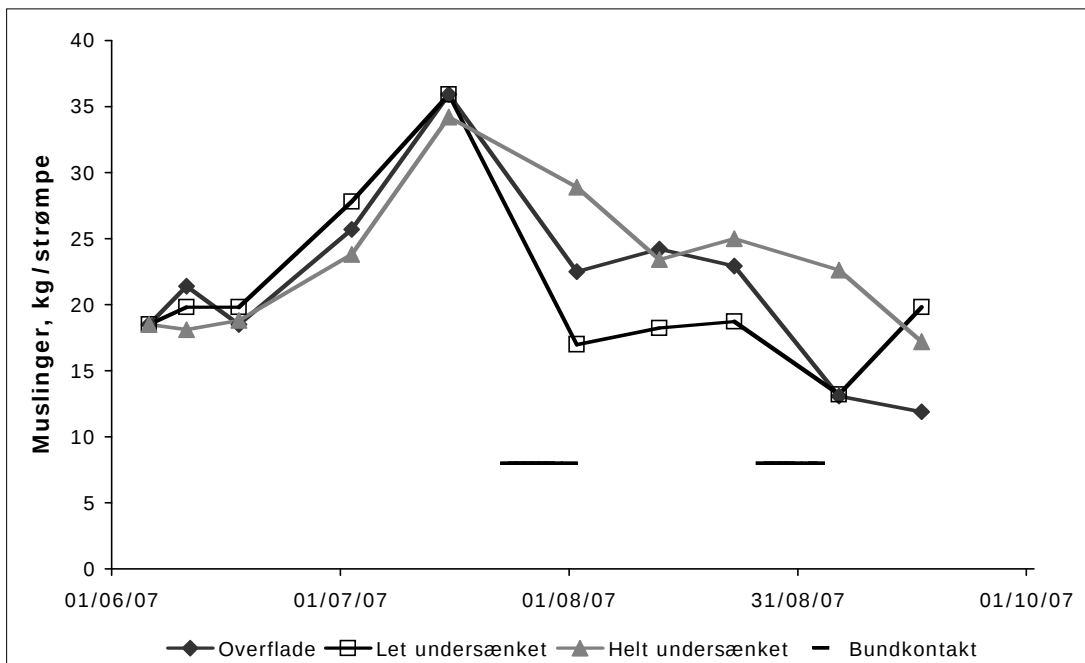
Figur 3.6. Tab af muslinger i % af samlet kg muslinger på strømpere efter kraftigt ryk i strømpen målt gennem forsøgsperioden juni-september 2007. Data er fra liner placeret med henholdsvis bøjler på overfladen, let undersænket med bøjler lige under overfladen og helt undersænket med bøjler et stykke under overfladen. Bundkontakt viser perioder hvor strømperne har haft kontakt med bunden. Temperatur er målt midt i vandsøjlen.

Selvom data for tab af muslinger fra strømperne ikke viser samme entydige udviklingsmønster og forskelle som data for individuel trækstyrke af byssus er begge typer data mål for det samme, nemlig muslingernes fasthæftning til substratet. Således er der en signifikant sammenhæng mellem tab af muslinger og byssus trækstyrke (figur 3.7). Sammenhængen viser, at jo svagere byssus er jo større bliver tabet fra linerne, når der bliver rykket i dem. Der er ofte flere forklaringer på, at muslingerne falder af strømperne, men i denne undersøgelse er det vist, at ca. 70 % af variationen i tabet kan forklares med styrken af byssus. Andre forklaringer kan være nedslag af yngel, der presser de større muslinger af strømperne og at muslingerne bliver så store og sidder i så store klumper, at det byssus, der fasthæfter muslingen(erne) ikke kan holde.



Figur 3.7. Sammenhæng mellem trækstyrke af byssus og relativt tab af muslinger. Der er anvendt data fra alle typer placering i vandsøjlen og to datapunkter er klassificerede som outliers og er ikke med på figuren eller i beregning af den lineære korrelation.

Biomasse af muslinger på strømperne udviklede sig som forventet anderledes end målene for fasthæftning. Således steg biomassen fra starten af forsøgsperioden til sidste prøvetagning før første bundkontakt, hvor mængden af muslinger på strømperne var signifikant størst (figur 3.8). Første bundkontakt medførte et signifikant fald i mængden af muslinger på strømperne – et fald som kun delvist bliver genoprettet i den efterfølgende periode. Tabet ved anden nedsenkning var også statistisk signifikant, og samlet er omkostningerne ved at sænke linerne til bund et tab af biomasse på op til 50 %. Det er dog sandsynligt, at en del af muslingerne også var blevet tabt, hvis man i stedet havde valgt at høste på det kritiske tidspunkt. Endelig er en del af de muslinger, der tabes efter bundkontakt små muslinger. Nedgangen i biomasse er selvfølgelig afhængig af fasthæftningen, men andre parametre spiller ind, fx vækst af muslinger og håndtering af linerne.



Figur 3.8. Biomasse af muslinger gennem forsøgsperioden juni-september 2007 på liner placeret med henholdsvis bøjler på overfladen, let undersænket med bøjler lige under overfladen og helt undersænket med bøjler et stykke under overfladen. Bundkontakt viser perioder hvor strømperne har haft kontakt med bunden.

Diskussion

I denne undersøgelse fandt vi med forholdsvis simple metoder store forskelle i styrke af byssus indenfor et kort tidsrum. Vi målte både på styrke af fasthæftningen af den enkelte musling og på et mere anvendt mål som tab af biomasse. Begge metoder gav stort set samme resultat. Mere avancerede metoder omfatter alt fra optælling af producerede byssustråde til scanning af de enkelte tråde og måling på avancerede tensiometre under brug af standardiserede metoder med stor præcision.

Vi fandt stor variation i fasthæftning af muslinger i løbet af forsøget. Styrken af fasthæftningen er i princippet bestemt af nogle forskellige parametre som antallet af byssus-tråde, styrken af den enkelte tråd, styrken af fastlimningen på substratet eller fæstet inde i muslingen og i et vist omfang hastigheden, hvormed nye tråde kan produceres. Det er i litteraturen vist, at stort set alle parametre kan variere som funktion af omgivelserne (fx Price 1982, Young 1985). Vi har ikke i denne undersøgelse adskilt de enkelte parametre, men i stedet valgt at se på den samlede effekt af variation i de enkelte parametre for fasthæftningen. På baggrund af erfaringer fra både Danmark og Canada havde vi forventet, at mindst tre forskellige faktorer påvirker fasthæftningen: vandets temperatur, fysisk forstyrrelse i form af strømhastighed eller bølgebevægelse og tilstedeværelse af prædatorer som krabber.

Med udgangspunkt i publicerede undersøgelser og praktiske erfaringer er effekter af en ændring i vandets temperatur på styrken af fasthæftningen modsatrettede. Således er det på den ene side fundet, at produktionen af byssus-tråde øges med stigende temperatur (Frank & Bellfort 2002), hvilket teoretisk skulle betyde en øget fasthæftningsstyrke (Bell & Gosline 1997). På den anden side fastholder opdrætterne, at muslingerne sidder dårligt fast om sommeren og, at dette især er

tydeligt ved høje vandtemperaturer. Endvidere er der i en undersøgelse fundet sæsonmæssige forskelle i fasthæftning af vilde bestande af muslinger med lavest fasthæftning i sommerperioden (Carrington 2002). Vi kunne i denne undersøgelse ikke finde nogen effekt af temperaturen, som kan understøtte den almene erfaring blandt opdrættere og i tidligere studier. Faktisk skete det største fald i fasthæftningen i en periode, hvor også vandtemperaturen var svagt faldende. Der kan være flere forklaringer på denne tilsyneladende forskel: a) temperaturforskellen i forsøgsperioden var ikke stor nok til at se en synlig effekt af temperaturen; b) temperaturen var ikke tilstrækkelig høj til at svække fasthæftningen; eller c) det er ikke temperaturen i sig selv, der bestemmer fasthæftningen. Vandets temperatur varierede med omkring 7°C i løbet af forsøget og mindre temperaturvariationer er i stand til at udløse fx gonadmodning og gydning, men temperaturen nåede aldrig særlig højt op i sommeren 2007. Alligevel var der stor variation i fasthæftningen, hvilket tyder på, at noget af variationen ikke afhænger af temperatur, men snarere af forhold som også er påvirket af temperatur, fx gonadmodning og gydning. Selvom dette forsøg startede sent i forhold til første gydning, er der løbende gydning i løbet af sommeren og det er sandsynligt, at gydning kan have været den udløsende faktor for svækket fasthæftning. Ligeledes kan det forhold, at muslingerne om sommeren vokser hurtigt og bliver større være med til at øge tabet, fordi muslingerne eller klumper af muslinger bliver for tunge for byssus, der desuden for de inderste muslingers vedkommende har flere andre muslinger fasthæftet på sig frem for på strømpen. Så selvom den enkelte fasthæftningsstyrke måske ikke ændres, så kan størrelse/vægt af muslingernes og deres organisering i klumper påvirke tabet. Vores data peger således på, at effekten af temperatur på fasthæftningen er indirekte og relateret til sæson, snarere end direkte til temperatur. Oplevelse af stort tab ved meget høje temperaturer kan dog stadig være reelle, men er så et resultat af, at temperaturen ved de hændelser er højere end muslingens temperatur-optimum og at alle dens funktioner, herunder fx styrken af byssus fæste i muslingen, bliver svækket over 20-22°C.

Vurdering af effekten af fysisk påvirkning i form af fx strømhastighed er heller ikke entydig. Det er således på den ene side vist, at kraftige strømhastigheder øger mængden af produceret byssus og styrken af fasthæftningen (Dolmer & Svane 1994). Tilsvarende er det fundet, at hvis man mekanisk fæstner muslinger til et underlag med fx lim eller et net producerer de ingen eller meget lidt byssus (Seed & Suchanek 1992). Bevægelse omkring muslingerne vil således resultere i en stimulering af byssus-dannelse og formentlig styrke af fasthæftningen, hvilket er i overensstemmelse med canadiske erfaringer med opsamling af spat. På den anden side kan denne undersøgelse ikke bekræfte en sådan sammenhæng. Hvis vi antager ensartede strømforhold omkring alle muslingerne uanset deres placering i vandsøjlen, er den væsentligste forskel mellem linernes placering graden af bølgepåvirkning. Imidlertid havde muslinger placeret tættest på overfladen og dermed med størst påvirkning af bølgebevægelse den laveste fasthæftningsstyrke. Vi kan ikke på baggrund af disse forsøg forklare denne tilsyneladende modsætning mellem tidligere undersøgelser og opdrættererfaringer og data fra forsøgene. Mere detaljerede og fokuserede undersøgelser vil være nødvendige for at dokumentere betydningen af bølgepåvirkning/fysisk forstyrrelse.

Erfaringerne med betydningen af prædatorer for fasthæftning er derimod helt entydige og peger i retning af, at tilstedeværelse af prædatorer øger styrken af fasthæftning både ved at øge mængde og styrke af byssus (Dolmer 1998, Leonard et al 1999, Carrington 2002). I samme retning peger både opdrætternes erfaringer og resultaterne fra denne undersøgelse. Vi fandt således, at fasthæftningen blev øget markant efter, at strømpene havde haft bundkontakt og krabber dermed havde fået adgang til strømpene. Så udover at fjerne nedslag af yngel, øger bundkontakten også fasthæftningen. Erfaringerne fra dette forsøg er imidlertid, at bundkontakten har en pris i form af

faldende biomasse, som sandsynligvis er rystet af i processen. Det er imidlertid sandsynligt, at en tilsvarende biomasse ville blive tabt, hvis linerne var forsøgt høstet på det givne tidspunkt.

Samlet viser forsøgene, at styrken af fasthæftningen varierer meget over tid, at en del af denne variation er relateret primært til sæson og kun sekundært og i særlige tilfælde til vandets temperatur. Tilsyneladende har det ingen effekt på fasthæftningen at udsætte muslingerne for bølgebevægelser, om end betydningen af fysiske forstyrrelser vil kræve nærmere studier. Derimod er det entydigt, at krabber og andre prædatorer øger styrken af fasthæftningen og dermed kan reducere tab af muslinger.

Referenceliste:

Bell, E. C. & Gosline J. M. 1997. Strategies for life in flow: tenacity, morphometry, and probability of dislodgment of two *Mytilus* species. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 159: 197-208.

Carrington, E. 2002. Seasonal variation in the attachment strength of blue mussels: Causes and consequences. *Limnol. Oceanogr.* 47, 6: 1723-1733.

Dolmer, P. 1998. The interactions of bed structure of *Mytilus edulis* L. And the predator *Asterias rubens* L. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 228: 137-150.

Dolmer, P. & Svane, I. 1994. Attachment and orientation of *Mytilus edulis* L. in flowing water. *Ophelia* 40,1: 63-74.

Frank, B. P. & Belfort, G. 2002. Adhesion of *Mytilus edulis* foot protein I on silica: ionic effects on biofouling. *Biotechnol. Prog.* 18, 3: 580-586.

Leonard, G.H., Bertness, M.D. & Yund, P.O. 1999. Crab predation, waterborne cues, and inducible defenses in the blue mussel, *Mytilus edulis*. *Ecology* 80: 1-14.

Price, H. A. 1982. An analysis of factors determining seasonal variation in the byssal attachment strength of *Mytilus edulis*. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.* 62, 1: 147-155.

Seed, R. & Suchanek, T.H. 1992. Population and community ecology of *Mytilus*. I Gosling, E.G. *The mussel *Mytilus*: Ecology, physiology, genetics and culture*. Elsevier, Amsterdam, p. 87-169.

Young, G. A. 1985. Byssus-thread formation by the mussel *Mytilus edulis*: effects of environmental factors. *Mar. Ecol.* 24, 3: 261-271.

4. Screening - herunder en evaluering af Smartfarm-konceptet

Fra starten af 2006 og frem til slutningen af februar 2007 blev der gennemført et omfattende screeningsarbejde med det formål at indsamle erfaringer og anbefale opdrætsrelateret udstyr til indkøb og test under danske produktionsforhold. Samtidig blev der indsamlet informationer om andre opdrætsrelaterede emner så som: arbejdsmiljø, affaldshåndtering, organisation af produktion og afsætning.

Specifikt var en del af screeningsarbejdet fokuseret på test af det norske Smartfarm™ system. Smartfarm™ systemet er kendetegnet ved en meget høj grad af automatisering i alle produktionens faser, hvilket blandt andet gør systemet mere kapitalintensivt i forhold til konventionelle langlinesystemer. Investeringsomkostningerne alene til et produktionsanlæg på 300 ton, uden tilhørende høstmaskiner og udstyr til udtynding, er på ca. 1,3 mio. dkk. Et tilsvarende langlinesystem vil koste ca. 600.000 dkk. Da de danske opdrætsbetingelser ofte byder på isdækkede fjorde i dele af vinterhalvåret, er det nødvendigt, at der anvendes opdrætssystemer, som kan undersænkes. Desuden er det et krav fra de danske myndigheder, at dyrkningsanlæg skal undersænkes med henblik på at minimere de visuelle effekter. Da der ikke er erfaringer med undersænkning af Smartfarm-systemet er der i indeværende projekt udført praktiske forsøg med undersænkning af et flyderør på ca. 100 m ved hjælp af betonklodser.

Screeningsanalyserne udført i projektet omfattede:

- Studieture til Norge, Irland, og Sverige (Bilag B)
- Studieture til Shetland og Skotland (Bilag C)
- Erfaringsopsamling baseret på tidligere besøg i New Zealand, Sverige, Canada, Holland, Italien og Spanien (Bilag B)
- Screening af udstyr til høst, declumping, sortering og bøjerens - analyse af tilgængeligt udstyr på markedet (Bilag B)
- Smartfarm – screening og undersækningsforsøg (Bilag B)

Screeningsundersøgelserne er beskrevet i to delrapporter (Bilag B og C). Her følger sammenfatningerne fra de to delrapporter samt en evaluering af Smartfarm konceptets anvendelighed under danske forhold.

Sammenfatning af screeninger

I relation til danske produktionsbetingelser er der umiddelbart tre produktionskoncepter, der er interessante:

- **Kombination af kontinuerte linesystemer med aqualoop og Venturi høstmaskinen.** Blackshell Farm (Irland) har udviklet et opdrætskoncept, hvor muslingerne kan produceres med et lavt tidsforbrug. Muslingerne kan tæthedsreguleres og omstrømpes ved foulingproblemer, og affaldsproblemet er minimeret. Endvidere er konceptet karakteriseret ved et godt arbejdsmiljø. Linerne kan undersænkes, så visuelle påvirkninger af opdræt mindskes.
- **Mekanisering af høst af single drops.** En del opdrættere satser i Danmark på dyrkning af muslinger på single drops. Denne dyrkningsform er kendetegnet ved at være relativt arbejdskrævende, specielt hvad angår selve høstprocessen, som har været præget af mange manuelle rutiner. Ved udviklingen af transportbånd eller slisker, samt anvendelsen af en konus declumper til afstripping af de enkelte strømper vil processerne omkring høsten mekaniseres væsentlig og dermed bidrage til blandt andet bedre arbejdsforhold og produktionsmæssig rentabilitet.
- **Det skotske Xplorasystem** er velegnet til danske farvande og kan holde på en stor produktion, hvilket er et prioriteret krav fra danske opdrættere. Systemet kan dog ikke implementeres direkte uden forskellige tilpasninger til danske produktionsforhold. Ved settling af muslingespat er mediet så effektivt i opsamlingen, at det eventuelt kan give problemer under danske forhold, hvor settlingen er meget større end i Skotland. En meget kraftig settling kan samtidig forhindre den frie vandgennemstrømning gennem mediet, og dermed begrænse fødetilgængeligheden i anlægget. Ved høsttid vil der, uden udtynding, sidde en meget stor produktion på mediet som gør håndteringen af linerne meget tung. Ved anvendelse af Xplora-systemet, vil det kræve investeringer i udstyr, der er specielt udviklet til drift og håndtering af Xplorastigerne.

Irske og norske erfaringer med organisation og logistik har vist, at det er vigtigt at danne netværk mellem opdrætterne, etablere et effektivt system til fælles afsætning og markedsføring samt fremme forskning og udvikling, der kan understøtte en innovativ udvikling.

Som et eksempel på betydningen af organisering og logistik fremførte Smartfarm-opdrætteren Ole Bjørn fra Norge, at det ved opstart og investering i muslingeopdrætssystemer er vigtigt at orientere sig om, hvilke systemer der anvendes i ens geografiske nærområde. Dette vil øge muligheden for lån, samdrift af maskiner og erfaringsudveksling og dermed gøre opstart og drift lettere. At tilegne produktionsmetoden efter de systemer der er i nærheden kan således være en vigtigere faktor, end om produktionsmetoden er den bedst tænkelige.

Også afsætning og markedsføring af muslinger spiller en væsentlig rolle for opdrætssektoren. I både Irland og Norge er afsætningen præget af stor tilfældighed. Opdrætterne har således i høj grad spillet sig ind i en defensiv rolle, hvor det er opkøberne, der sætter prisen på trods af, at det europæiske marked oplever underskud af muslinger. Den manglende gennemslagskraft skyldes manglende organisering af opdrætterne med henblik på bl.a. fælles afsætning. I Skotland og på Shetland er opdrætterne samlet i kooperativet Scottish Shellfish Marketing Group (SSMG). Deltagelsen er frivillig for den enkelte opdrætter, men medlemmerne er forpligtede til at sælge

deres konsummuslinger (over 45 mm) gennem kooperativet. Muslingerne afregnes efter kvalitet, og SSMG sikrer opdrætterne en fast pris, også hvis dele af et parti muslinger ikke sælges videre. SSMG servicerer endvidere opdrætterne i forbindelse med fødevarekontrol af muslingerne. Muslinger, der afsættes af SSMG, markedsføres under et skotsk brand, som er kendetegnende for god kvalitet i UK. SSMG mener, at der kan sælges muslinger året rundt, og da opdrætterne primært høster i efteråret i Skotland og Shetland, er der derfor en mulighed for et fremtidigt salgssamarbejde med den danske producentorganisation (PO'en). Dette samarbejde ville kunne styrke både det shetlandske og det danske opdrætserhverv i form af blandt andet større gennemslagskraft og sikring af priser på det europæiske marked.

Smartfarm-konceptet

Smartfarm repræsenterer en opdrætsteknologi med lav arbejdsintensitet og høj grad af mekanisering. Systemet er derfor interessant i områder med høje lønomkostninger. På Shetland så arbejdsgruppen for første gang i screeningsprocessen et Smartfarm anlæg, som fungerede hensigtsmæssigt (Se Bilag C).

I danske farvande er undersækning af dyrkningssystemer nødvendig pga. risiko for isskruning i vinterperioden og af hensyn til visuel påvirkning. I et opdrætsområde i Visby Bredning blev der i efteråret 2005 udført forsøg med undersækning af et tilnærmet Smartfarm rørstræk. Efter få dage kunne den ene ende af røret ses på overfladen, og efter et par uger var hele røret kommet op til overfladen. Ved undervandsvideo-inspektion blev det konstateret, at samtlige tovstykker mellem de store betontromler, der holdt røret undersænket, var sprunget (figur 35 og 36 – bilag B). Undersækningen af røret var tidskrævende og håndteringsmæssigt tungt.

Smartfarmkonceptet vurderes på baggrund af screeningen og de praktiske forsøg at have tre mangler, som ikke umiddelbart er løst i forhold til produktion i danske fjorde:

- Isdække i danske farvande vil udgøre en produktionsrisiko for Smartfarm. I Norge er systemerne periodisk indefrosset i fjordis, uden at dette har givet problemer. Derimod er der ikke erfaringer med skrueis, og denne vurderes at kunne skabe problemer.
- Der er i Limfjorden gennemført mislykkede forsøg med undersækning af rør, med henblik på at afklare om Smartfarmsystemet kan undersænkes. De praktiske forsøg illustrerer, at det praktisk næppe er muligt at undersænke et Smartfarmsystem og konceptet må derfor anses for at være mindre egnet til muslingeopdræt i danske fjorde.
- Investering i et Smartfarmanlæg med tilhørende høstaggregat, der er en forudsætning for udtynding og høst af muslinger, er først rentabelt, når det bruges til servicerings af ca. 100 rør. Således kræver investeringer i et Smartfarmanlæg med 100 rør og høstaggregat en investering på 6-7 mill kr, og anlægget kan forventes at producere 1000 tons muslinger årligt. Imidlertid er den nuværende licens-tildeling ikke baseret på denne størrelse anlæg og vil være et risikomoment ved investering i Smartfarm.
- Det er stadig uafklaret, om Smartfarmsystemet vil fange drivende alger i danske farvande.

Hvis man ønsker flere oplysninger om konceptet bag Smartfarm, kan man finde en detaljeret gennemgang på den norske producents hjemmeside: www.smartfarm.no/no/index2.html.

5. Udstyr til høst, declumpning og sortering

Tidligere projekter som Blåmuslingeprojekt fase 2 har peget på, at høst af muslinger er et stort område, der ikke er særligt undersøgt i en dansk sammenhæng. Endvidere er der kun høstet linemuslinger fra få opdrætsanlæg i Limfjorden, og høstprocessen har i alle tilfælde været udført manuelt og kun i begrænset omfang ved hjælp af maskiner. Der har været tale om et tidsrøvende og fysisk set meget krævende arbejde, og det har derfor været et generelt ønske at få udviklet og testet maskiner, som kan effektivisere høstprocessen og gøre den mindre fysisk krævende for opdrætterne. Hvis man betragter den videre forarbejdning af de høstede muslinger, har en fællesnævner for alt declumpnings- og sorteringsudstyr været, at det i varierende grad kan adskille byssus og muslinger, men oftest ikke er i stand til at frasortere den afrevne byssus fra de adskilte muslinger. Denne byssus, kommer enten ud med muslingerne og skal renses fra manuelt, eller den vikler sig omkring akslen på maskinen. Sidstnævnte forårsager mange driftsstop, hvor maskinen skal adskilles og renses manuelt.

Det omfattende screeningsarbejde, beskrevet i kapitel 4, førte til konkrete valg af udstyr, der potentielt kan optimere processerne omkring høst, declumpning og sortering. Undervejs i forløbet har projektets arbejdsgruppe valgt at afholde udstyrsseminarer, der gav mulighed for løbende at afprøve de udstyrskomponenter, som blev fundet specielt interessante for danske forhold. Ved udstyrsseminarerne var der desuden mulighed for at invitere væsentlige udstyrslieferandører og dermed at følge udviklingen indenfor markedet af opdrætsudstyr på tæt hold. Erfaringerne fra screeningen og udstyrsseminarerne gav arbejdsgruppen en solid baggrund til at vælge i alt fire udstyrløsninger, der skulle arbejdes videre med i projektet.

Nedenfor følger en sammenfatning af udstyrs-seminarerne og en gennemgang af konkrete udstyrstest for: landbaseret stripping af strømper samt udstyr til declumpning, sortering og strømpning.

Udstyrsseminarer

I løbet af projektperioden blev der afholdt 3 seminarer med følgende hovedformål:

- præsentation af maskiner der kunne være interessante set i forhold til danske opdrætsforhold
- invitation af udstyrsproducenter og konsulenter til rådgivning af de danske opdrættere
- konkrete demonstrationsforløb hvor danske muslinger køres igennem en udstyrstest.
- præsentation af de nyeste opdrætsmaterialer på markedet.

For hver enkelt seminar er et referat af foredragssessionerne og en gennemgang af de udstyrsdemonstrationer og materialepræsentationer samlet i Bilag D. Her følger en sammenfatning af de afholdte udstyrsseminarer.

Første seminar blev afholdt 6.-7. April 2006 på Dansk Skaldyrcenter og havde følgende 4 hovedtemaer:

Klaseadskiller (declumper, rensning og sortering)

- Fælles for alt declumpnings- og sorteringsudstyr er, at det i varierende grad kan adskille byssus og muslinger, men oftest ikke er i stand til at frasortere den afrevne byssus fra de

adskilte muslinger. Denne byssus, kommer enten ud med muslingerne og skal renses manuelt eller den vikles omkring akslen på maskinen, som så skal adskilles og renses, med mange driftsstop til følge.

Udstyr til høst af yngel og markedsmuslinger

- I Danmark er udviklingen af opdrætssektoren primært baseret på opdrætsteknologi fra Prince Edward Island, Canada. Her afskæres strømperne med muslinger fra langlinerne og transporteres usorterede til industrianlæg, hvor muslingerne manuelt strippes af strømperne. Denne metode vil, pga. af de højere danske timelønninger, ikke være særlig velegnet i en dansk industri, og der må udvikles en lokal høstmetodik.

Strømpning – enkelt eller kontinuert

- Den fremtidige produktionsmetodik i danske farvande vil både omfatte enkelthængende og kontinuerte strømper, og det er derfor nødvendigt, at udvikle høstmetodikker der omfatter begge dyrkningsformer.

Skruemaskiner og rensning af bøjer mm.

- Alternative løsninger der kan lette det arbejde, der er forbundet med blandt andet nedskruning af ankre, rensning af bøjer etc.

Følgende producenter var inviteret:

- **Wim Bakker** (Udstyrsproducent - Bakker BV, Holland)
(www.wbakker.nl)
- **Pieter de Jager og Sam Smith** (Udstyrsproducenter - Franken, Holland)
(www.frankenmachines.com)
- **Jan Popper** (udstyrsproducent - Wisse Kramer, Holland)
(www.wissekramer.nl)

Andet udstyrs-seminar blev afholdt 14. marts 2007 på Dansk Skaldyrcenter og det overordnede tema var single vs. kontinuert strømpning og herunder det specielle kontinuerte system Xplora samt yderligere udstyr til behandling efter høst. Arbejdsgruppen havde inviteret følgende foredragsholdere:

- **Kent Ferguson** (Udstyrsproducent – Go Deep International, New Brunswick, Canada) (www.godeeepintl.ca)
- **Jim McLachlan** (Udstyrsproducent – Xplora, Glasgow, Skotland)
(www.xploraproducts.com)
- **Joel Gautron** (Udstyrsproducent – Cochon, Frankrig)
(www.cochon.fr)

Herudover havde følgende udstyrsproducenter udstillingsmateriale med på seminaret:

- **Erik Meijer**, FD Marine, Holland (Div. vækstmedier og udstyr fra FD Marine)
- **Ole Rubek**, Rubek Emballage, Danmark (Bøjer)
- **Ken Ferguson**, Go Deep International, New Brunswick, Canada (bøjer og tov)
- **Jim McLachlan**, Xplora, Skotland (Xplorastiger)
- **Jørgen Grønborg**, Grønborg Line, Sæby, Danmark (Tovmateriale)
- **Peter Mortensen**, Buus Køleteknik, Danmark (demonstration af ismaskine)

Sidste seminar blev afholdt 30. august 2007 hos Dansk Linemusling i Hvalpsund og havde det primære formål at præsentere udstyr indkøbt i projektet (Cochon Pro200 og WiTho sortermaskine). Derudover havde producenter som Talleres Aquin og Bakker BV også udstyr med på seminaret, der var meget rettet mod praktiske tests frem for generel præsentation af udstyret.

Følgende producenter var inviteret:

- **Jacobo Aguin** (Udstyrsproducent – Talleres Aquin, Spanien)

Praktiske test af udvalgt udstyr til høst, declumpning og sortering:

I projekt "Nye Opdræsteknikker" var der oprindelig afsat midler til test af Smartfarm-konceptet (Arbejdspakke 4). På baggrund af erfaringerne fra screeningerne samt praktiske forsøg med undersækning af rør (se kapitel 3) var der i arbejdsgruppen bred enighed om, at de midler, der skulle have været anvendt til SmartFarm afprøvning, i stedet primært skulle gå til indkøb og testning af udstyr til høst og behandling af muslinger efter høst. Der blev ansøgt om en revidering af arbejdspakken (Arbejdspakke 4 (2)), og budgettet blev godkendt i sensommeren 2007.

Mange af de danske linemuslinger er meget tyndskallede, og erfaringer fra de etablerede pakkerier viser, at det eksisterende danske udstyr ikke er optimalt til behandling af danske linemuslinger. Med baggrund i screeningerne og udstyrsseminarerne blev 4 udstyrløsninger valgt til en nærmere test. Det blev besluttet at indkøbe en Pro-Line 200 rense- og sortermaskine fra Cochon i Frankrig, samt forsøge at færdigudvikle af en dansk prototype med en "Gummifinger" declumper og sorteringsfunktion, den såkaldte WiTho. Derudover blev det besluttet at den hollandsk producerede Venturipumpe høstmaskine, som havde vist lovende resultater i Irland, skulle afprøves under danske forhold. Ligeledes skulle der fokuseres på et dansk venturisystem som var under udvikling. Endelig skulle der laves testforsøg med en konisk afstrøpingsmaskine fra Franken BV i Holland. Venturipumpen og den koniske afstrømper blev ikke indkøbt i projektregi, men venligst stillet til rådighed for projektet. Maskinerne blev efter ankomst til DK opsat og testet med muslinger fra forskellige anlæg i fjorden med det hovedformål at beskrive tilpasningerne til danske forhold. I dette kapitel vil hver af de fire udstyrskomponenter blive beskrevet og vurderet i forhold til implementeringen til de danske opdrætsbetingelser.

Venturi-pumpen

Den hollandske producent Bakker BV har udviklet et høstsystem, der bygger på et injektorprincip; også kaldet venturiprincippet. Systemet består af to komponenter: en trykpumpe og et venturirør. Trykpumpen skaber en vandstrøm med en kapacitet på 200-250 m³/h ved 1-1.5 bar. Denne vandstrøm ledes ind i venturipumperøret. På venturipumperøret injiceres vandet gennem en vinkelskåret slidse hele vejen rundt i rørvæggen. Den kraftige vandstråle, der dermed skabes rundt på rørets inderside, skaber et vakuum og dermed en sugeeffekt ved indløbet af venturirøret på ca. 2 gange den injicerede mængde. Dermed har man en pumpe uden bevægelige dele og med en meget stor lineær passage. Ved at trække væksttøvet op gennem venturirøret får man trukket muslingerne op i båden uden fare for at tabe dem, og vandstrålen river muslingerne af tøvet. Figur 4.3 viser en principskitse af venturipumpen (for yderligere beskrivelse af Venturi se bilag B).

Venturihøsteren blev studeret af arbejdsgruppen under et studiebesøg hos Blackshell Farm i Irland (Bilag B), der med kombinationen af kontinuerte aqualoop-liner og Venturi høstmaskinen har udviklet et system, hvor muslingerne kan høstes med et lille tidsforbrug. Muslingerne kan tæthedsreguleres og omstrømpes ved foulingproblemer og affaldsproblemet er minimeret. Endvidere er konceptet karakteriseret ved et godt arbejdsmiljø.

I de oprindelige planer fra arbejdsgruppen blev der afsat midler til indkøb af en venturipumpe samt tilhørende udviklingsbistand fra producenten. Udviklingsbistanden skulle primært dække to forhold: i) tilpasning til en båd i Limfjorden; og ii) tilpasning til høst af Xplora-stiger og meget tykke strømper, dvs. større diameter af kraven og deraf mulig afledet ændring af pumpekapacitet. Venturi-pumpen skulle testes på opdrætsanlæg med kontinuerte strømper på forskellige medier og kontinuerte Xplora-stiger. De konkrete tests skulle planlægges mellem den ansvarlige opdrætter og DSC og omfatte målinger af tidsforbrug, metodens effektivitet herunder rensning og adskillelse, udbytteprocent samt almene drift-tekniske forhold. Specielt skulle det testes, om pumpen kan reducere tab ved høst i de perioder, hvor muslingerne sidder løst. Testene skulle udføres på mere end ét tidspunkt og på forskellige placeringer af linerne. Da det indledende arbejde vedrørende indkøb af Venturisystemet blev igangsat, stod det dog klart, at det var nødvendigt at lave betydelige ændringer i forhold til den oprindelige planlægning. Prisen på Venturisystemet var pludselig steget fra 25.000 til 57.000 Euro og det var således ikke muligt at finansiere købet indenfor projektets rammer. I stedet lavede arbejdsgruppen en aftale med en dansk opdrætter (Lodberg og Co. A/S), der kort forinden havde valgt at indkøbe venturisystemet fra Bakker BV. Da projektet således var afhængigt af privatejet udstyr, var det nødvendigt at foretage ændringer i forhold til de opstillede mål for test af udstyret. Udover Venturisystemet hos Lodberg og Co. A/S blev der sideløbende, hos opdrætterne bag Optimus Linemusling A/S, udviklet en dansk prototype af venturisystemet. Arbejdsgruppen fik i den forbindelse mulighed for at besøge virksomheden og beskrive dette dansk producerede system.

Venturi-høstsystem (Lodberg og Co. A/S)

Venturisystemet ankom til Lodberg og Co. A/S i begyndelsen af juli måned 2007, og de efterfølgende uger blev der arbejdet på at tilpasse udstyret til de danske opdrætsforhold. Et par uger forinden blev der hos Hestør Skaldyr i Sillerslev afprøvet et tilsvarende høstsystem, og de indledende testresultater viste bl.a. at op til 40 % af konsummuslingerne efter høst var skadede og uegnede til videre salg. Folkene bag Lodberg og Co. samt de involverede parter fra arbejdsgruppen var derfor fokuserede på, at indrette driftsrutinerne så skaderne på muslingerne blev minimeret betragteligt ift. erfaringerne fra Hestør Skaldyr. Den første driftstest på Lodbergs Venturisystem blev udført på kontinuerte strømpeliner på et opdrætsanlæg i Hvalpsund d. 26. juli 2007. Beskrivelse af det tilpasningsarbejde samt efterfølgende testresultater og konklusioner findes i dette afsnit.



Figur 5.1. Lodberg og Co. A/S's høstbåd "Karin Buur". Venturisystemet ses påmonteret agter.

Tilpasninger af Venturisystemet – (Lodberg og Co. A/S)

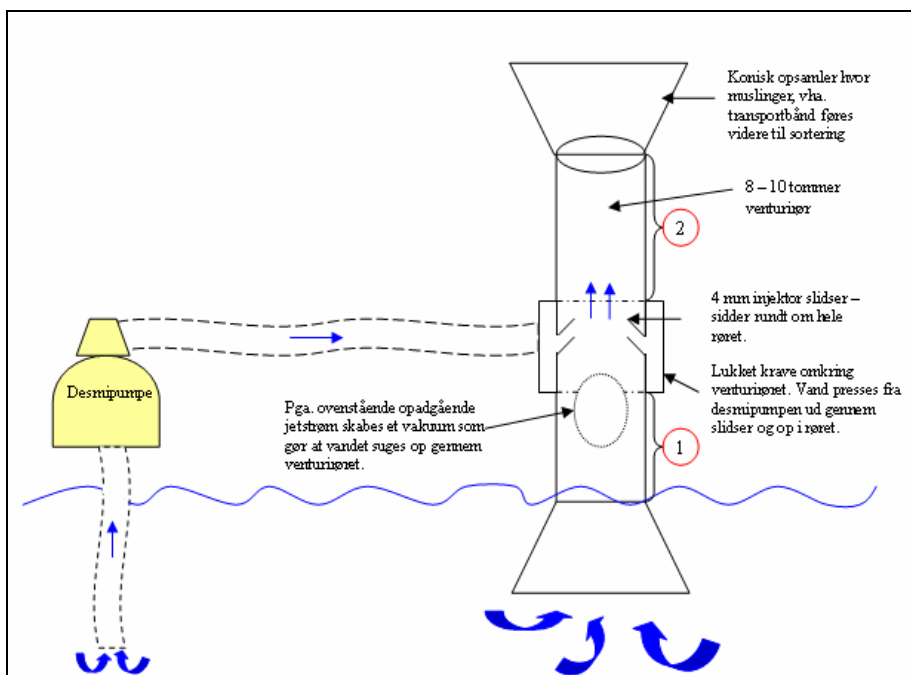
Venturisystemet blev indkøbt direkte fra producenten Bakker BV i Holland og under disse købsforhandlinger var Lodberg og Co. usikre på, hvilken rørdimension de skulle vælge. Hvis man i stedet for det traditionelle 8 tommer rør kunne gå op i et 10 tommer rør havde man mulighed for at høste på medier af en anden dimension, så som Xplorastigerne. Samtidig var erfaringerne fra Hestør Skaldyr i Sillerslev, at de danske strømper i slutningen af vækstsæsonen er så tykke, at 8 tommer venturirøret ofte stoppede til. Hvis røret ikke var tilstoppet så man ofte, at de yderste muslinger blev skrabet af på kanten af venturiens åbning.

Ved at øge rørets dimension var man meget usikker på om den medfølgende desmipumpe, med en kapacitet på 300 m³vand/time og et 200 mm løbehjul (figur 5.2), kunne levere en tilstrækkelig vandmængde til at løfte vandet op i et 10 tommer rør. Bakker BV garanterede i den forbindelse, at den leverede Desmipumpe, ikke ville have noget problem med at løfte vandet og på den baggrund valgte Lodberg og Co. at ændre rørets dimensioner.



Figur 5.2. Desmipumpe.

Det viste sig dog hurtigt, at Bakker BV ikke havde leveret et driftssikkert system. Pumpen havde meget svært ved at levere en tilstrækkelig høj vandmængde og opbygge den nødvendige vandstrøm i venturirøret. Der skulle laves flere tilpasninger, før der var tale om et fungerende pumpesystem. Generelt drejer det sig om at minimere den løftehøjde, som venturipumpen skal arbejde mod. Ved at minimere løftehøjden mindskes arbejdsbelastningen på pumpen, og trykket kan sænkes. Samtidig vil en reduktion af løftehøjden medføre en større gennemstrømmende vandmængde og jo lavere tryk, der leveres fra pumpen, desto mere skånsom er behandlingen for muslingerne. Figur 5.3 viser en principskitse af venturisystemet. De opmærkede længdemål på skitsen, noteret som afstand 1 og 2, markerer de steder hvor der er arbejdet med at mindske den omtalte løftehøjde. Ved at få indgangen fra Desmipumpen ned nær overfladen (mindske afstand 1) og samtidig mindske diameteren på trykslangen blev vakuumsuget i venturien øget væsentlig. Først herefter blev det muligt at høste de første liner på anlægget.



Figur 5.3. Principskitse af Venturisystemet.

Hos Lodberg og Co. er det dog vurderingen, at et 10 tommer venturirør og desmipumpen ikke fungerer optimalt sammen. Trykket, der skal leveres fra Desmipumpen for at skabe et tilstrækkeligt vakuum i venturien, er så stort at skadesprocenten på muslingerne bliver alt for høj. Der er i indværende projekt ikke lavet konkrete overlevelsesforsøg ved høst med 10 tommer røret, men arbejdsgruppen vurderer at skadesprocenten lå mellem 10 og 30 i den indledende prøveperiode. Efter disse indledende manøvrer blev der venligst udlånt et 8 tommer venturirør fra Hestør Skaldyr og trykket fra Desmipumpen kunne endelig reduceres til et acceptabelt niveau (ca. 1,2 – 1,4 bar).



Figur 5.4. Viser de to fremføringsenheder til vækststov.



Figur 5.5. Inden fremføringsenhederne blev justeret var det nødvendigt at køre med manuel fremføring.

Figur 5.4 viser to fremføringsenheder der trækker vækststovet gennem venturisystemet (markeret med røde pile). Som standard leveres en enkelt enhed med fra BV Bakker, men da vækststovet, der benyttes på opdrætsanlæggene i disse forsøg, er af mindre godstykkelser end det der normalt

anvendes i ex. Irland, blev der konstrueret endnu en fremføringsenhed. Det var desuden nødvendigt at indstille begge enheder så fremføringsrullerne klemte hårdere sammen.

Erfaringerne fra Irland var, at vandindtaget til Venturipumpen regelmæssigt stoppede til og det er også erfaringen med driften under danske forhold. Store forekomster af hydroider i høstperioden gjorde vedvarende drift problematisk og Lodberg og Co. påsatte en 10 mm garnpose omkring vandindtaget for at modvirke tilstopningen. Siden er der lavet en mere permanent løsning i form af en rustfri sugekurv perforeret af 15 – 20 mm huller.

Høst af konsummuslinger – Lodberg og Co. A/S

Under selve høstprocessen er timingen af afskæringen af væksttovet fra hovedlinen særdeles vigtig for et godt udbytte. Skæres tovet for tidligt, falder muslingerne af når linen strækkes ud dybere nede i vandet, eller når den rører bunden. Skæres tovet af for sent, trækker pumpen for stramt op, og muslingerne køres af på kanten af venturirøret (figur 5.6). Efter lidt driftserfaring fandt man det rigtige afskæringstidspunkt til at være, når venturirøret befandt sig på lige linje med væksttovets opbinding (figur 5.6). For at følge hvorledes Venturien arbejder under vand, blev der i forbindelse med høstprocessen optaget en undervandsvideo. Sammenklippede sekvenser af disse optagelser kan findes på Dansk Skaldyrcenters hjemmeside (www.skaldyrcenter.dk). Nærmere studier af disse optagelser bekræfter, at afskæringstidspunktet er særdeles vigtigt for, hvor stort et udbytte man får fra produktionslinerne. Figur 5.6 viser et eksempel hvor der skæres for sent og det er tydeligt, at produktionslinen kommer til at skrabe op ad rørets kant.



Figur 5.6. Undervandsbilleder der illustrerer hvorledes produktionslinen "skærer" op ad venturirørets kant. Dette forekommer når produktionslinen ikke afskæres fra hoved-linen tids nok.

Ligeledes havde man stort held med at skifte kørselsretning i forhold til hovedlinen. Køres der fremefter, som man normalvis gør under høstprocessen, skal muslingerne passere hauleren før de når venturipumpen. Når muslingerne i de varmere perioder af året sidder meget løst "skæres" de ofte løs henover hauleren, og glider efterfølgende ned af væksttovet. Dette vanskeliggør den efterfølgende høstproces betydeligt. Bakkes der på hovedlinen passerer muslingerne venturipumpen før hauleren, og dermed undgår man et betydeligt spild (figur 5.8). Desuden skæres væksttovet frit inden muslingerne kommer fri af vandet, og dette er også medvirkende til at flere bliver siddende indtil de suges op i venturirøret.



Figur 5.7. Afskæring af vækststov fra hovedlinen.



Figur 5.8. Illustration af hvorledes hovedlinen kører op over hauleren.

I modsætning til erfaringerne fra Irland, hvor man kunne nøjes med to mand til selve høstprocessen, var erfaringerne, at driften i DK kørte mest optimalt med tre mand. For det første skulle vækststovet af og til have en hjælpende hånd igennem systemet (figur 5.5), og for det andet er de danske avlere i store dele af sæsonen afhængige af at afkøle muslingerne hurtigt under selve høstprocessen. En ekstra hånd er således påkrævet for at holde hele processen kørende.

For at vurdere spildets omfang høstede man $\frac{1}{2}$ kontinuert muslingeline med Venturipumpen og $\frac{1}{2}$ line med traditionelt høstbånd ned langs skibssiden. Førstnævnte høstmetode gav ca. 500 kg muslinger mens der efter ca. $\frac{1}{10}$ line var høstet ca. 1500 kg muslinger med det traditionelle bånd. Det er desuden det generelle indtryk, at procentdelen af skadede muslinger efter Venturihøst er alt for høj. Før der blev skiftet til 8 tommer rør, var skadesandelen helt oppe omkring 20 %, og muslingerne "gabte" mere end normalt. "Gabende" muslinger kan være tegn på stress og nedsat holdbarhed. Muslingerne blev dog høstet i den varmeste periode på året, hvilket er ensbetydende med hurtigere dehydrering og nedsat holdbarhed. Efter skiftet til 8 tommer røret lå skadesandelen på omkring 8 %, hvilket stadig vurderes at være for høj.

Høst af yngel – Lodberg og Co. A/S

Til høst af yngel er pumpen ikke særlig effektiv. Yngel, der sidder på hovedlinerne (figur 5.9) (ofte betydeligt større mængde her end på den nederste del af bændlerne) går tabt, når det kører over hauleren, og pumpen kan ikke suge det op. Det resterende yngel, der sidder højt på yngelopfanget, falder typisk af i forbindelse med, at hauleren kører over hovedlinen. Hvis der bakkes med båden og man dermed undgår, at yngelen kører over hauleren inden det når venturien, falder yngelen hovedsageligt af ved afskæring af linen. Når den kontinuerte line skæres fra hovedlinen, giver det et ryk når den strækkes ud nede i vandet. Dette ryk er så kraftigt, at en stor del af yngelen mistes. For at kompensere for det store tab af spat udviklede Lodberg og Co. efterfølgende en "spatkasse" der kører langs hovedlinen under høsten. Det er dog vurderingen, at der stadig mistes for meget spat ved selve hauleren samt under vandet ved ryk under fraskæring.



Figur 5.9. Viser yngel på hovedlinen



Figur 5.10. Indgang fra Desmipumpe til venturirør.

Overlevelsesforsøg – Lodberg og Co. A/S

For at teste overlevelse af muslinger efter gennemkørsel i Venturisystemet blev der udtaget 3 x 100 muslinger før og 2 x 100 + 1 x 80 efter passage gennem venturirøret. Muslingerne blev opbevaret i gennemløbskar på Dansk Skaldyrcenter og antal overlevende efter en 7 dages periode blev registreret. Resultaterne er gengivet i tabel 5.1 og viser, at dødeligheden som følge af muslingernes passage gennem Venturirøret er ca. 3 %. Sammenlignet med andre høstsystemer er dette ikke en speciel høj dødelighed, men hvis man lægger dette sammen med en skadesprocent på 8 %, er der tale om, at over 10 % af det høstede produkt går tabt i løbet af en uge. De 8 % skadede muslinger der befinder sig i den 500 kg store høstsæk, vil under transporten til køberen, undergå en form for nedbrydning, der uden tvivl vil bidrage til yderligere dødelighed. Denne effekt er endnu ikke dokumenteret, men der er i både afsætnings- og modtagerleddet en generel opfattelse af, at dette forekommer.

	Overlevende muslinger efter:		% dødelighed:
	Dag 0	Dag 7	Dag 7
Før Venturi	100	100	0
	100	100	0
	100	100	0
Efter Venturi	100	98	2
	100	96	4
	80	78	2,5

Tabel 5.1. Overlevelse samt % dødelighed efter 7 dages forsøg med muslinger. Muslingerne er udtaget umiddelbart før og efter passage gennem venturirøret.

Venturi's høstsystem – Optimus Linemusling A/S, ved Arne Bækgaard:

Arne Bækgaard, fortæller om hans Venturi system: Jeg har beskæftiget mig med vand og vandbehandling i 20 år, primært til fiskeopdræt. Allerede I 1986 udviklede jeg en fiskepumpe efter venturiprincippet, dog med luft i stedet for vand som drivmedie. Da jeg så venturi systemet i Irland, så jeg muligheden for at fremstille et venturirør, væsentlig billigere og lettere. Min prototype er fremstillet af et 200 mm Polyethylen rør, med en indvendig diameter på 176 mm (figur 5.12). Der er altså en væg-tykkelse på ca. 12 mm. Gennem rør-væggen har jeg fræset en 4 mm slidse i en vinkel på 30 gader hele vejen rundt i periferien af røret, på nær 4 steder hvor jeg har ladet 1 cm stå, så røret stadig er sammenhængende. Rundt om røret er der påsvejset en lukket kappe med slangetilslutning, således at man kan pumpe eksternt vand ind i røret. Som trykpumpe er fremskaffet en 20 hk

dieselmotor med tilsluttet trykpumpe (figur 5.13). Kapacitet: ca. 125 m³/h ved 1,5 bar. Tilslutning mellem pumpe og venturi er 2 stk. 76 mm slanger.



Figur 5.11. Optimus Linemuslings opdrætsfartøj.



Figur 5.12. Viser Venturisystemet.



Figur 5.13. Viser 20 hk dieselmotor.

Selve pumpeeffekten har vist sig at fungere tilfredsstillende. Injektionsslidsen er placeret under vandlinjen, hvilket jeg tror, er optimalt. På den måde skabes der ikke en luftlomme under vandstrålen. Jeg tror dog at vi måske skal hæve vandflowet med ca. 20 %, for at få den optimale funktion. Endvidere vil det nok blive nødvendig at fremstille et nyt rør med en større diameter. Mit venturisystem er ikke fuldt udbygget og der arbejdes forsat på forskellige forbedrende tiltag. Som vandudskiller er der brugt en vandret liggende rist med 14 mm mellemrum. Dette fungerer dog ikke optimalt og tilstoppes ret hurtig af byssus og trådalger. Der skal fremstilles en vandudskiller med stavbånd.



Figur 5.14. Vandudskiller med 14 mm rist



Figur 5.15. Big bag til opbevaring af færdige konsummuslinger

Med den rigtige rørdiameter, det rigtige tryk, og en effektiv vandudskiller vurderer jeg venturisystemet som en effektiv og hurtig høstmetode. Man skal være opmærksom på, at man skærer snoren i rette tid (figur 5.16), så man ikke trækker vækstmediet på kanten af indløbstragten og derved løsner muslinger før de kommer ind i venturirøret (figur 5.17). Den kraftige vandstråle fra pumpen adskiller og vasker muslingerne effektivt, og de fleste muslinger løsnes fra vækstmediet. Resten kan relativt nemt børstes af med en roterende kost eller gummi-flaps.



Figur 5.16. Afskæring af linen skal foregå på det rette tidspunkt



Figur 5.17. Når linen skæres på det rette tidspunkt, kører strømpen fint op i Venturirøret.

Jeg er dog meget i tvivl om venturisystemet er for hårdhændet i behandlingen af muslingerne. Jeg har observeret, at når man trækker muslingerne ind i venturirøret, er mange muslinger stadig åbne. Derved kan de blive ramt af en vandstråle på 1-2 bar lige ind i kødet, som helt sikkert kan, omend ikke dræbe, så i hvert fald stresser muslingerne, og nedsætte deres holdbarhed. På den baggrund, tror jeg ikke med den nuværende erfaring, at jeg vil færdigmontere venturisystemet på vores høstbåd. I stedet vil jeg anvende et bånd, med efterfølgende vask og adskillelse i kloakrørs-declumperen. Jeg tror det er væsentlig mere skånsom, og næsten ligeså effektivt.

Overlevelsesforsøg – Optimus Linemusling A/S:

For at teste om venturipumpen havde en effekt på muslingernes overlevelse, blev der i forbindelse med testkørslerne af Venturipumpen hos Optimus Linemusling, udtaget muslinger til overlevelsesforsøg. Forsøget blev kørt over 7 dage og resultaterne er vist i tabel 5.2.

	Overlevende muslinger efter:		% dødelighed:
	Dag 0	Dag 7	Dag 7
Før Venturi	100	98	2
	100	98	2
	100	97	3
Efter Venturi	100	97	3
	100	98	2
	100	94	6

Tabel 5.2. Overlevelse samt % dødelighed efter 7 dages forsøg med muslinger. Muslingerne er udtaget umiddelbart før og efter passage gennem venturirøret.

I tabel 5.2. ses at muslinger taget direkte fra linen før høst, er udsat for en betydelig dødelighed, sammenlignet med muslingerne der har været kørt gennem Venturisystemet. Ca. 1 % dødelighed kan tilskrives Venturisystemets effekt på muslingerne, og det virker umiddelbart som om denne prototype er mere skånsom for muslingerne. Yderlige undersøgelser er dog nødvendige for at dokumentere dette forhold. De muslinger der blev høstet under denne forsøgskørsel, havde været på bunden, og en del synes at være svækkede eller døde når de kom op. Venturiens skadelige effekt (skadesprocenten) kunne på den baggrund ikke fastsættes med et acceptabelt resultat. Dog var den umiddelbare vurdering at pumpen ikke forårsagede så stor skade på skallerne som Venturien fra BV Bakker.

Konklusion

Når Venturien køre optimalt er kapaciteten på 5-6 ton/time. Den kan betjenes af forholdsvis få hænder, og under selve høsten foregår der i den koniske opsamlingsenhed samtidig en meget effektiv frasortering af skidt og yngel, der letter den videre håndtering af muslingeproduktet. Erfaringerne fra dette projekt er, at der i sommerperioden, hvor muslingerne sidder løst på materialet, mistes for meget under selve høsten og at skadesprocenten på konsummuslingerne er uacceptabel høj. Tekniske forbedringer kan være, at den koniske opsamlingsenhed samt indgangen fra trykpumpen skal føres så tæt på vandoverfladen som muligt. Dette vil medføre at løftehøjden minimeres og trykket på pumpen kan nedjusteres. Tilsammen vil det resultere i en nedsat skadesprocent på muslingerne.

Lodberg og Co. samt projektgruppens involverede parter vil på nuværende tidspunkt anbefale at der, sammen med venturien, kører med et supplerende traditionelt høstbånd, der rækker langt ned i vandet. Dermed sikres at en stor del af både spat og konsummuslinger, der løsner sig fra både hovedline, yngelopsamlere og strømper opsamles. Der skal her gøres opmærksom på, at der endnu ikke er udført tilsvarende forsøg i de perioder af året hvor muslingerne har en bedre fasthæftning, og det er klart arbejdsgruppens vurdering, at et eventuelt spild i de perioder vil være langt mindre end påvist her.

Cochon

Cochon Pro 200 består af flere udstyrskomponenter, der tilsammen sørger for rensning, declumpning og sortering af de høstede konsummuslinger (figur 5.18). Den har en samlet pris på 17.440 €. Ifølge producenten er denne maskine, pga. de nye "active rollers", meget effektiv til blandt andet fjernelsen af parasitter og påvækst-organismer. Oprindeligt var det meningen, at der sammen med rensningsenheden skulle indkøbes en afstripper bestående af roterende koste. Hele enheden skulle monteres på en høstbåd og herefter testes på opdrætsanlæg med kontinuerte strømper på forskellige medier. Projektets arbejdsgruppe vurderede efter nærmere overvejelse, at det var mere rationelt at placere rensningsenheden på land, da kun ganske få opdrættere har den fornødne dæksplads og lastkapacitet på deres både. I stedet for at bruge midler på diverse tilpasninger ombord på høstfartøjet blev der arbejdet med at indbygge enheden i en container. Det ville resultere i et fleksibelt og mobilt rensningssystem.



Figur 5.18. Cochon Pro200

Ved hjælp af en vippecontainer eller grab hældes muslingerne op på fødebåndet, hvorfra de føres via et transportbånd ind til selve declumperen. Pro 200 er opbygget med 2 bevægelige rammer, en underliggende ramme og en overliggende ramme. Den overliggende ramme består af tætsiddende koste som ligner fejekoste (figur 5.19). Den underliggende ramme består af tværstillede roterende valser på ca. 40 mm med en indbyrdes afstand på 11 mm, og derefter en rist med stave af 10 mm gevindstænger (figur 5.20). Når maskinen kører, bevæges rammerne frem og tilbage mod hinanden. Afstanden mellem kostene og underrammen kan justeres alt efter muslingernes beskaffenhed. Bevægelserne er justeret således, at muslingerne skubbes fra indløbet hen over valserne som er let rillede. Den roterende bevægelse og rillerne i valserne gør at evt. rurer og kalkrørsorm knuses. Mindre muslinger under 11 mm i bredde, sorteres fra. Efter at have passeret valserne skubbes muslingerne hen over ristene, hvor kostene skubber muslingerne frem og tilbage over rillerne på gevindstængerne. Denne funktion er med til at skrubbe muslingerne rene for snavs og byssus, ligesom rillerne kan raspe noget i rurer og kalkrørsorm. Funktionen har yderligere klaseadskiller effekt. Afstanden mellem gevindstængerne bestemmer den endelige sortering. Størrelserne på ristene kan varieres mellem 13 og 16 mm.



Figur 5.19. Viser den bevægelige overliggende ramme med koste.



Figur 5.20. Viser de underliggende rammer; her vises både de roterende valser samt sorterristen.

Tilpasninger

Maskinen blev monteret i en 20 fods flytbar skibscontainer. Funktionaliteten var udmærket i containeren, dog har affaldshåndtering været besværlig og tidskrævende. Hvis maskinen forsat skal stå i en container, skal der laves transportbånd til at bortskaffe undermålsmuslinger og affald.

Cochon påstår, at netop denne maskine er noget af det mest skånsomme udstyr, der findes til rensning og sortering af muslinger. For at teste dette blev skadesprocenter, fjernelse af rurer samt mængden af affald før og efter kørsel i systemet undersøgt. Samlet set viste under 2 % af de muslinger, der blev kørt igennem systemet tydelige skalskader efter fysisk påvirkning fra maskinen. Muslinger fra området omkring Hvalpsund, der generelt er kendt for at være relativt tyndskallede, lå under 0,5 % i skalskade. Muslinger fra Sallingsund, der generelt er tykkere i skallerne, lå omkring 1,8 % i skalskade. Ved vurdering af hvor effektiv maskinen har fjernet biofouling, i dette tilfælde rurer, som ofte er et problem for de danske muslingeproducenter, så blev der under tre testkørsler fjernet hhv. 10, 12 og 37 % rurer. Affald, der hovedsagelig udgøres af byssus, påvækstorganismer samt mudder og snask, udgjorde under testkørslerne op til 82 % af den samlede mængde der blev kørt igennem maskineriet. Cochon Pro 200 fjernede under to testkørsler 92 % af dette affald, og det var indtrykket, at slutproduktet var meget rent. Ingen af testkørslerne viste dog under 4 % affald i slutproduktet og alt tyder på, at der ved anvendelse af denne maskine altid vil være omkring 4-6 % affald i slutproduktet. Dette vil typisk være affald, der sidder associeret med byssustrådene som i mange tilfælde hænger ved muslingen. Vi forventer, at det sidste affald kan fjernes ved håndkraft på overkommelig vis, og det er almindelig procedure, at der står en person ved inspektionsbåndet og håndsorterer det endelige produkt inden pakning.

Konklusion

Maskinen har et holdbart og funktionssikkert design. Den har gode indstillingsmuligheder og man kan også ændre hastigheden på bevægelserne. Der fås dermed en maskine som både kan håndtere tyndskallede muslinger, som ikke behøver ret megen skrubning og som er effektiv til at fjerne rurer og snask fra mere tykshallede muslinger. De første testkørsler med Cochon Pro200 viser lovende resultater. Nedenfor er der givet en opsummering af hvilke fordele og ulemper maskinen har, og hvilke forbedringer der er påkrævet for yderligere at effektivisere maskinen og tilpasse den til de danske muslingeprodukter.

- Robust og servicevenligt design der blandt andet gør rengøringen let og hurtig.

- De mange indstillingsmuligheder, bla. hvor hårdt kostene presser ned mod ristene og den variable hastighedskontrol, gør det muligt at behandle de enkelte muslingepartier efter deres beskaffenhed.
- Maskinen er effektiv i fjernelsen af byssustråde, som er vedhæftet på skallen. Skallerne fremstår skinnende og polerede efter rensning og sortering.
- Byssusklumper samt lange byssustråde slides bort fra muslingerne og sorteres fra. Derfor fremkommer der ikke væsentlige mængder af affaldsklumper i slutproduktet.
- I de perioder hvor rurerne ikke sidder for hårdt, foregår der en effektiv fjernelse af disse i maskinen.
- I de perioder hvor rurerne sidder hårdt og i store kolonier, er fjernelsen kun delvis.
- Maskinen fjerner delvist forekomster af høje belægninger af kalkrørorm.
- Rimelig pris i forhold til kapacitet og funktionalitet.
- I de tilfælde hvor muslingerne sidder hårdt sammen er det nødvendigt at declumpe muslingerne inden gennemkørsel i Pro200. Arbejdsgruppen foreslår, at der monteres en simpel knivadskiller foran maskinen.

Konisk stripper til single socks

Franken BV har produceret en konisk afstripper, der sammen med en transportør kan bruges til afstripping af muslinger fra single strømper (figur 5.21). Maskinerne er specifikt designet til at afstrippe plastikstrømper og anvendes i dag i stor udstrækning på PEI i Canada, hvor man hovedsageligt dyrker muslinger i strømper af polypropylen. Alternativt har afstrippingen af single strømper foregået ved håndkraft i mange år, og denne maskine er det første egentlige seriøse bud på en afløser til håndafstrippingen. Stripper og transportør blev i starten af projektperioden indkøbt af DSC og kunne derfor indgå i en serie tests i projektregi.



Figur 5.21. Konisk afstripper fra Franken BV

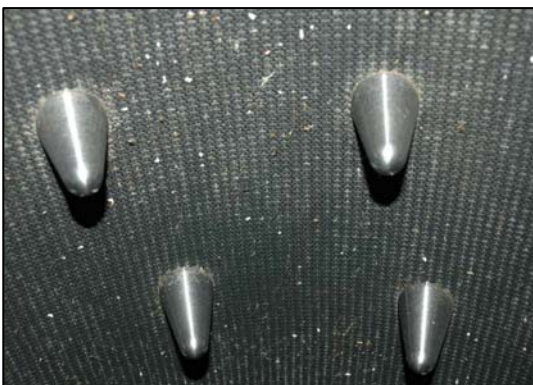
De koniske afstripper fra Franken er vist på billede 5.21. Figur 5.22 er et billede taget ned i den koniske afstripper, og her ses en omvendt kegle med påmonterede vinkelbukkede rundjern. Denne kegle roterer under kørslen og de trekantede ører med slidser (figur 5.23) griber fat i strømperne og driver disse med rundt. Samtidig er den koniske afstripper beklædt indvendig med en form for kraftig gummidug med slidmønster samt ”metalfingre” i rustfrit stål (figur 5.24). Både gummidugen og ”metalfingrene” er med til at bremse muslingernes rotation og derved trækker dem af strømpen. Afstanden (illustreret med rød streg på figur 5.22) mellem den roterende kegle og den koniske afstripper kan reguleres alt efter hvor store muslingerne er, eller hvor godt de sidder på strømpematerialet. På den øverste kant af den koniske afstripper er der monteret en spray-ring, der sørger for vandtilførslen til maskinen (figur 5.25).



Figur 5.22. Billede taget ned i den koniske afstripper.



Figur 5.23. Viser de trekantformedeslidsede "ører" der griber fat i strøpematerialet.



Figur 5.24. Viser "metalfingrene" der medvirker til at muslingerne strippes af strøperne.



Figur 5.25. Viser kanten af den koniske afstripper hvor der er påmonteret en spray-ring der sørger for vandtilførslen til systemet.

Sorteringsprocessen:

Fra båden losses muslingerne (figur 5.26) op på transportbåndet, der fører til afstripperen (figur 5.27). Muslingerne løsnes og falder ud i et opsamlingskar under konusen. Herfra hjælpes de videre op på et transportbånd (figur 5.28) og op i en opbevaringskasse (figur 5.29). Muslingerne transporteres videre til efterfølgende sortering og salg.

Processen, som den er beskrevet her, er temmelig arbejdskrævende og kan optimeres væsentligt.

- En opsamlingstank der forbinder leddet mellem grabben og 1. transportbånd kan forhindre det hårde slid, der er forbundet med at læsse muslingerne fra kajen og op på transportbåndet.
- Losning af muslinger fra båd til kaj er en omstændelig og dyr måde at flytte muslingerne på, og det foreslås, at denne arbejdsgang så vidt muligt undlades. I stedet kan denne arbejdsgang med fordel erstattes ved, at der høstes ned i BigBags der efterfølgende tømmes direkte op i opsamlingskarret vha. kran.
- Der er ligeledes blevet arbejdet på at skråstille opsamlingsenheden under afstripperen, så muslingerne efter stripping føres direkte videre på transportbåndet uden behov for manuel flytning.



Figur 5.26 til 5.29. Viser processen omkring afstripping af single strømper vha. den koniske afstripper

Driftsrutiner, hensyn og tiltag

Ved at hæve eller sænke den inderste roterende kegle i maskinen kan afgangsåbningens bredde varieres, og den rette indstilling afhænger dels af muslingernes fasthæftningsstyrke samt muslingernes størrelse (tykkelse). En mindre afgangsåbning holder strømperne længere tid i declumperen mens en større åbning tillader en hurtig passage. I indeværende projekt er der arbejdet med følgende indstillinger af den koniske kegle: Lav (ca. 3 cm åbning), Midt (ca. 4,5 cm åbning) og høj (ca. 7 cm åbning).

Alt afhængig af muslingernes beskaffenhed ligger maskinens kapacitet omkring 3-4 ton/time. Prisen på en konisk declumper type DR-1F er 12.900 €. Hydraulikstationens kapacitet er på 1440 l/time ved max. 175 bar. Når maskinen kører, ligger trykket omkring 75 til 100 bar. Afstripperens omdrejningsretning ændres jævnlgt for at frigøre fastklemte muslinger og tomme strømper. Hvis man finder en passende driftsrutine er maskinen stort set selvrensende. De rensede strømper opsamles efterfølgende manuelt på transportbåndet. Hele opstillingen kan køres af 3 personer. To til at passe maskinen og en, der sørger for at fjerne fyldte kasser og tilføre nye.

Under afstrippningsprocessen foregår der på nuværende tidspunkt ingen nævneværdig bortsortering af affald. Det er blevet forslået, at man i proceslinien, umiddelbart under afstripperen, kunne indbygge en rist så det værste småaffald i form af løse rurer, snask og lignende blev skilt fra. Det er særdeles vigtigt, at der tilføres rigelig med vand på systemet for, at stripningen foregår så effektiv som muligt. For at afgangshullerne i sprayringen (figur 5.25) ikke tilstopper, vil en forfiltrering af vandet ofte være nødvendig.

Skadesprocenter og overlevelsesforsøg

De indledende testkørsler på tykskallede muslinger fra Sallingsund viste, at declumperen påfører muslingerne gennemsnitlig 2,6 % af de mekaniske skader. Under denne testkørsel var maskinen indstillet med åbning ”Midt” i konus (4,5 cm). Denne testkørsel foregik i sommerperioden, hvor muslingerne typisk sidder løst på strømperne og stripningen i maskinen viste sig også at være særdeles effektiv. Således var der efter kørslen i gennemsnit 6 muslinger tilbage pr. strømpe.

Efterfølgende blev der lavet testkørsler på tyndskallede muslinger fra Hvalpsundområdet og her så resultaterne lidt anderledes ud. Ved midtstilling af maskinen lå skadesprocenten i gennemsnit på 8 %. Samtidig blev strømperne ikke strippet nær så effektivt som i de foregående testkørsler og der var i gennemsnit 85 muslinger tilbage pr. strømpe. Dette forsøg foregik midt i maj 2007, hvor vandtemperaturerne ikke havde nået sit højeste, og dermed sidder muslingerne væsentlig bedre fast på strøpematerialet. For at opnå en mere effektiv afstripping blev afgangsåbningen fra maskinen mindsket (3 cm), og dette gav en væsentlig bedre afstripping med gennemsnitlig 5,5 muslinger pr. strømpe. Samtidig medførte den længere opholdstid i afstripperen, at skadesprocenten steg til 10,5 % i gennemsnit. Den skade, der bliver påført muslingerne ved denne indstilling, er ydermere noget mere hårdhændet end ved den foregående indstilling, og tit synes muslingerne fuldstændig kvaste. Der blev lavet endnu et forsøg med den høje indstilling af åbningsafstanden (7 cm), men strømperne faldt direkte igennem konus uden en egentlig declumpning fandt sted. På den baggrund blev der ikke lavet yderligere forsøg med denne åbningsafstand. De efterfølgende overlevelsesforsøg med tyndskallede muslinger fra Hvalpsund og 3 cm og 4,5 cm konus-åbning viste ikke den store forskel, og generelt er dødeligheden blandt muslingerne lav efter behandling i maskinen. Der ses en lille tendens til større dødelighed hos muslinger, der har haft længere opholdstid (3cm) i den koniske afstripper (tabel 5.3).

	Overlevende muslinger efter:		% dødelighed:
	Dag 0	Dag 7	Dag 7
Før Declumper	100	100	0
Kontrol	100	100	0
	100	100	0
Efter Declumper	100	100	0
Midt (4,5 cm)	100	100	0
	100	99	1
Efter Declumper	100	100	0
Lav (3 cm)	100	98	2
	100	98	2

Tabel 4.3. Overlevelsesforsøg af muslinger fra Hvalpsund kørt ved to forskellige indstillinger af den koniske declumper. Overlevelsesforsøget kørte over 7 dage og ved hver indstilling blev 3 x 100 muslinger undersøgt. 3 x 100 muslinger, der ikke havde været under nogen form for behandling, medgik i forsøget som kontrol.

Konklusion

Testkørsler med den koniske declumper fra Franken BV har vist lovende resultater mht. at erstatte det tunge manuelle høstarbejde med maskinkraft. Hvis man sammenligner testkørsler, på muslinger fra hhv. Hvalpsund og Sallingsund, er det dog tydeligt, at de relativ tyndskallede muslinger fra Hvalpsundområdet får en hård medfart under afstrippningsprocessen. 8-10 % i skade er for stort et tab for opdrætteren. Forudsat en pris på 8 kr./kg vil en skade på 10 % bevirke et tab på 800 kr pr.

høstede ton musling. Hvis man forudsætter, at en opdrætsvirksomhed kan høste 200 ton muslinger om året, vil virksomheden opleve et tab på 160.000 kr pr. år, alene på grund af afstrippingen. De døde muslinger vil, såfremt de ikke frasorteres inden afsendelse til opkøberen, desuden påvirke holdbarheden af de levende muslinger under transport og kræve en yderligere indsats under frasortering. Dette kan bevirke en reduktion i prisen.

Ved afstripping af mere tykskallede muslinger minimeres skadesprocenten til et mere acceptabelt niveau på 2,6 %. Muslingernes skaltykkelse har således stor betydning for, om den koniske declumper fra Franken BV er et velegnet valg som afstrippningsmaskine. Maskinens effektivitet afhænger endvidere af indstillingen og høsttidspunkt. Sidder muslingerne løst, som de ofte gør i de varmere sommermåneder, så vil de fleste være løsnet fra strømpen under afstrippingen, hvorimod muslinger der høstes i de koldere perioder af året typisk sidder bedre fast, og maskinen skal arbejde længere tid for at løsne muslingerne. Jo længere tid maskinen skal arbejde og jo længere tid muslingerne er i den koniske beholder, des større bliver skadesprocenten. Derfor drejer det sig om at finde lige nøjagtig den indstilling af afgangsåbningen der passer til de muslinger, man arbejder med. Da muslingers skaltykkelse, fasthæftningsstyrke og byssusmængde varierer imellem lokaliteter og år er det vigtigt at man løbende kontrollerer indstillinger og driftsrutiner, så som skift i rotation mv..

Sortering og declumping med "Kloakrøret" og WiTho-maskinen

WiTho-maskinen er en declumper og sorteringsmaskine, som er udviklet til prototype af danske muslingeopdrættere i samarbejde med smedeværkstedet Mørup og Mikkelsen I/S. Maskinen er kendetegnet ved at være skånsom ved muslingerne. Prototypen har krævet yderligere udvikling for at være driftssikker, og dette udviklingsarbejde har fundet sted i indeværende projekt.

Figur 5.30 viser den første prototype, som er udviklet hos Dansk Linemusling i Hvalpsund. Modellen kaldes i daglig tale "kloakrørssorteren", da det anvendte plastrør er af en type, som normalt bruges i kloaksystemer. I princippet virker denne prototype som de traditionelle tromlesortere fra bl.a. Canada (figur 5.31), men i stedet for de roterende metalribber består denne maskine af et langt kloakrør med udfræsede sortereslidser i bunden (se figur 5.32). Inde i selve kloakrøret ligger et mindre rør med påmonterede "gummifingre" (se figur 5.33). Når dette rør bringes i rotation sørger gummifingrene for fremførsel samt adskillelse af muslingerne. De udfræsede slidser i bunden af røret gør størrelsessortering af muslingerne mulig. Slidsernes bredde er 6, 10 og 16 mm. Derved sorteres muslingerne ud i 4 størrelser.



Figur 5.30. Den første prototype "kloakrørssorteren" udviklet hos Dansk Linemusling i Hvalpsund. Obs.: Denne prototype er uden declumper.



Figur 5.31. Eksempel på en mere traditionel sorteretromle. Denne type er fremstillet af aluminium og importeret fra PEI, Canada.



Figur 5.32. Opskårne slidser der går halvt gennem kloakrøret.



Figur 5.33. "Gummifingrene" der sorterer og fremfører muslingerne inde i kloakrøret.

Sorteringsprocessen:

Muslingerne føres ved hjælp af et transportbånd op i den påmonterede opsamlingskasse. Herfra dumper de ned i kloakrøret hvor de roterende gummifingre fører muslingerne frem. Efterhånden som de føres frem, vil de blive sorteret ud, alt efter hvilke slidser de kan passere nederst i

kloakrøret. De enkelte størrelsessorteringer opsamles under røret i transportkasser. Den største sortering, der kommer ud i enden af kloakrøret, er klar til salg, mens de mindre sorteringer ofte genstrømpes og udhænges til videre vækst i fjorden.

Driftsrutiner, hensyn og tiltag:

De første testkørsler med kloakrøret viste meget lovende resultater. Maskinen var skånsom overfor muslingerne, men selve declumpingsprocessen var ikke tilfredsstillende. Mange af muslingerne sad stadig sammen efter sorteringen, og dette medførte at en for høj procentdel "ikke salgsklare" muslinger. For at optimere declumpningsprocessen og maskinens kapacitet, blev der efterfølgende arbejdet på at lave en declumper til kloakrøret. Ved at montere en vertikalstillet declumper mente producenterne, at declumpningsprocessen ville foregå langt mere effektivt. De declumpede muslinger ville, pga. tyngdekraften, falde ned i røret og ikke, som i traditionelle horisontalt stillede declumpere, ligge og "kværne" rundt indtil vejen videre i systemet er fri. Dette ville, ifølge producenterne, samtidig være skånsomt overfor muslingerne. Declumperen blev fremstillet og monteret på kloakrøret (figur 5.34 og 5.35), og de første driftsforsøg viste, at declumpningen af muslingerne var blevet langt mere effektiv. Samtidig var maskinens kapacitet øget væsentlig, fra omkring 500 kg muslinger/time til omkring 1 ton muslinger/time.



Figur 5.34. Horisontalt stillede declumper på kloakrøret



Figur 5.35. Billede taget ned i den vertikalt stillede declumper

Kloakrørs-sorteren var nu blevet væsentlig forbedret, men arbejdsgruppen bag projektet var endnu ikke helt tilfredse med maskinen. Først og fremmest krævede maskinen stor vedligeholdelse. Muslingerne sled meget hårdt på plasticmaterialet, og rengøringen af selve maskinen var meget tidskrævende. En kapacitet på 1 ton muslinger/time er heller ikke høj set i forhold til tilsvarende sorteremaskiner og kloakrøret er et begrænsende led i behandlingsprocessen. Derfor satte arbejdsgruppen det mål at fremstille en forbedret udgave af kloakrøret, der kan opfylde kravene om både større kapacitet og nemmere rengøring og vedligehold.

Skadesprocenter og overlevelsesforsøg:

For at kontrollere hvilken skadelig påvirkning "kloakrørssorteren" har på muslingernes overlevelse igennem en 7-dages periode, blev der gennemført et overlevelsesforsøg på hhv. tyndskallede muslinger fra Hvalpsund (tabel 5.4) og muslinger fra Sallingsund (tabel 5.5) som

traditionelt er tykkere i skallerne. 3 x 100 muslinger blev udtaget hhv. før sortering (kontrol), efter declumper og efter sorteringen i kloakrøret. For at sammenligne med en traditionel sorteremaskine blev der, i forsøget med muslinger fra Hvalpsund, ligeledes udtaget 3 x 100 muslinger efter sortering i den canadiske sorteretromle (tabel 5.4).

	Overlevende muslinger efter:		% dødelighed: Dag 7
	Dag 0	Dag 7	
Før sortering kontrol	100	100	0
	100	100	0
	100	98	2
Efter declumper kloakrør	100	99	1
	100	100	0
	100	100	0
Efter sortering kloakrør	100	97	3
	100	97	3
	100	93	7
Efter sortering canadisk	100	94	6
	100	85	15
	100	87	13

Tabel 5.4. Overlevelsesforsøg af muslinger fra Hvalpsund udtaget tre forskellige steder under sorteringsprocessen i kloakrøret (før sortering, efter declumper og efter sortering). Desuden fremgår resultater fra overlevelsesforsøg udført efter declumpning og sortering med den canadiske sortermaskine. Overlevelsesforsøgene kørte over 7 dage og efter hver position blev 3 x 100 muslinger undersøgt.

Som det fremgår af tabel 5.4, er der en væsentlig forskel på overlevelsen efter sortering med hhv. kloakrøret og den canadiske sorterer. Dødeligheden er i gennemsnit 4,3 % efter sortering og declumping med kloakrøret mens den er oppe på en gennemsnitsværdi på 11,3 % efter sortering og declumping med den traditionelle sortermaskine fra Canada. Efter declumpning i kloakrørsmaskinen var der en skadesprocent på 2 %, hvorefter den steg til 6 % efter sortering. Skadesprocenten efter gennemkørsel i den traditionelle canadiske maskine var på 7 % i disse testforsøg. Dødelighed for hhv. tyndskallede og tykskallede muslinger fra Hvalpsund og Sallingsund (sammenlign. af tabel 5.4 og 5.5) er ikke væsentligt forskellige efter 7 døgn. Resultaterne indikerer at muslinger fra Sallingsund kan være lidt mere hårdføre end muslinger fra Hvalpsund efter sortering i kloakrøret. Om dette skyldes sorteringsmetoden er ikke til at sige ud fra disse overlevelsesforsøg, og vil kræve yderligere undersøgelser.

	Overlevende muslinger efter:		% dødelighed: Dag 7
	Dag 0	Dag 7	
Før sortering kontrol	100	99	1
	100	99	1
	100	100	0
Efter declumper kloakrør	100	98	2
	100	99	1
	100	99	1
Efter sortering kloakrør	100	98	2
	100	96	4
	100	97	3

Tabel 5.5. Overlevelsesforsøg af muslinger fra Sallingsund udtaget tre forskellige steder under sorteringsprocessen i kloakrøret (før sortering, efter declumper og efter sortering). Overlevelsesforsøgene kørte over 7 dage og efter hver position blev 3 x 100 muslinger undersøgt.

WiTho- maskinen:

I et samarbejde mellem Dansk Linemusling A/S og smedeværkstedet Mørup og Mikkelsen A/S blev der udviklet en ny og forbedret prototype den såkaldte WiTho-maskine (figur 5.36), der er fremstillet i rustfri stål og således mere holdbar end kloakrøret. Diameteren på selve sortererøret er øget og de første gennemkørsler viste en kapacitet på 2-3 ton muslinger/time. En anden forbedring i forhold til kloakrøret var at soldstørrelserne på WiTho-maskinen kan udskiftes, så sorteringen kan tilpasses muslingernes beskaffenhed. Hvis man arbejder med sortering af spat til genstrømpning, kan man eksempelvis indsætte en mindre soldstørrelse, hvorimod det ofte ville være en fordel med en lidt større soldstørrelse når der arbejdes med konsummuslinger. Disse udskiftelige enheder gør ligeledes maskinen mere rengøringsvenlig og nemmere at vedligeholde. Prisen på WiTho-maskinen, der består af en declumper (diam = 400 mm) og en sorterer (diam = 480 mm) er 174.000 dkk.



Figur 5.36. WiTho-maskinen



Figur 5.37. Transportbånd efter sortering i WiTho-maskinen

Konklusion

Arbejdsgruppen mener, at både kloakrørssorteren og WiTho-maskinen er seriøse alternativer til de traditionelle sorteringsmaskiner. Maskinen. Set ud fra undersøgelserne af maskinernes effekt på skadesprocenter og overlevelse kunne det tyde på, at den direkte målbare fysiske skade på blåmuslingerne ikke er nævneværdig forskellig efter gennemkørsel i hhv. den traditionelle og kloakrørssorteren. Derimod tyder resultaterne på at den traditionelle canadiske maskine har en større negativ effekt på muslingernes overlevelse i den uge der følger efter declumpning og sorteringsprocessen. De sidste forbedringer, med blandt andet udskiftelige soldenheder, gør maskinen meget fleksibel. Siden disse undersøgelser fandt sted er selve sorteretromlen forlænget således, at der er plads til endnu en soldenhed.