



RF – Rogalandforskning. <http://www.rf.no>

## **Utvikling av skjellnæringen. "Ørehenging av kamskjell".**

**Harald Berland, RF**  
**Sigurd Øines, Norconserv**  
**Arnfinn Skadsheim, RF**  
**Troels Jacobsen, RF**

Rapport RF – 2001/289

Prosjektets tittel: Utvikling av skjellnæringen. "Ørehenging av kamskjell".

Oppdragsgiver: Rogaland fylkeskommune

Forskningsprogram:

ISBN: 82-490-xxx-x

Gradering: Åpen

RF - Rogalandforskning er sertifisert etter et kvalitetssystem basert på NS - EN ISO 9001

## Forord

Rogaland fylkeskommune har i sin regionale satsing mot skjellæringen støttet prosjektet: Utvikling av skjellnæringen ”Ørehenging av kamskjell”. Prosjektets intensjon er å undersøke dyrkingsmetodens potensiale i sammenheng med valg av lokalitet.

I tillegg takker vi Peter Anonsen og Bjarte Espevik ved Kvitsøy Edelskjell, Jon Sigmund Bjerga ved Bjerga Østers AS, Alise Karlsen og Bjørn Aspøy ved Aspøy Skjell og Produktutvikling AS, Jørn Geir Tveit ved Coast Shell A/S (Lysefjorden Skjell A/S) for aktiv deltakelse i prosjektet.

Stavanger / Bergen, 17. januar 2002

Harald Berland, prosjektleder

Troels G. Jacobsen, kvalitetsikrer



# Innhold

FORORD .....	I
SAMMENDRAG .....	IV
1 INNLEDNING .....	1
2 TEORI.....	2
2.1 Ørehenging .....	3
2.2 Begroing .....	5
2.3 Lokalitetsvurderinger: .....	6
3 OPPSETT AV FORSØKENE/METODE .....	8
3.1 Valg og beskrivelse av lokalitetene .....	8
3.2 Bearbeiding av skjell for utsett .....	9
3.3 Feltarbeid/uttak;.....	11
3.4 Vekstmålinger.....	11
3.5 Registrering av overlevelse og skjell som falt av. ....	11
3.6 Rengjøring.....	11
3.7 Salinitet/temp.....	12
3.8 Siktedyp .....	12
3.9 Begroing .....	12
3.10 Måling av muskel og gonadevekt.....	13
3.11 Sensorisk vurdering av kamskjell i hengekultur .....	13
4 RESULTATER.....	17
4.1 Skjellvekst og overlevelse mot dyp .....	17
4.2 Muskel/gonadeutvikling .....	19
4.3 Effekt av rengjøring.....	21
4.4 Salinitet og temperaturmålinger ved lokalitetene .....	26
4.5 Begroing ved lokalitetene ut over forsøksperioden.....	27
4.6 Resultater fra sensorisk vurdering av kamskjell.....	31
5 DISKUSJON.....	34
5.1 Produksjonsmetode/utstyr .....	34
5.2 Tilvekst, overlevelse og begroing.....	35
5.3 Sensorikk .....	37

6	KONKLUSJON.....	38
7	REFERANSER.....	39
	APPENDIKS .....	41

## Sammendrag

RF skal undersøke produksjonsstyring med henhold til begroing/næringstilgang og ut fra resultatene prøve å gi et inntrykk av lokalitetens egnethet mot oppdrett av kamskjell festet på tau. Koblingen mot enkelte miljøparametere utføres. Norconserv sin rolle er å utføre sensoriske tester og beskrive kvalitetsforskjeller mellom skjellpartier og lokalitet.

I løpet av et års prøvedyrking medførte ørehenging av kamskjell noe høyere muskelmasse for samme lokalitet enn for skjell dyrket i bunnkultur. For hele forsøksperioden oppnådde ørehengingsmetoden ca. 11 og 14% høyere relativ tilvekst/dag for hhv. muskel og gonader i forhold til skjell dyrket ved samme lokalitet i bunnkultur.

Skjelltilveksten var generelt lik for alle lokalitetene og startet med en stabil fase sensommer/høst for deretter å avta fra november og ut mot sluttuttaket i juni. Dyrking av kamskjell fra 0-20 meters dyp gav en variasjon i skjelltilvekst, overlevelse og skjelltap, som varierte fra lokalitet til lokalitet.

Feste av skjell med strips til tauene gav høyere begroing en bruk av merkelapp (pistol) merke oppheng.

Generelt hadde rengjøring av skjellene en liten effekt på skjelltilvekst, antall døde og tapte skjell for alle lokalitetene. For muskel- og gonadetilveksten hadde rensingen varierende effekt.

Hullaging i skjellens øre gav mindre enn 4% reduksjon i overlevelse i de første månedene, mens summen av tapte og døde skjell varierte fra 50-100% etter et års dyrking.

Det var ikke forskjeller i sensoriske egenskaper mellom skjell dyrket i bunnkultur og skjell som hadde vokst i hengekultur. Det var generelt små forskjeller i sensoriske egenskaper mellom skjell fra de tre lokalitetene som ble undersøkt. Variasjonen innen lokalitetene var til dels like stor som variasjonen mellom lokalitetene.

Metoden er uegnet i områder med mulighet for stort påslag av blåskjell. Begroing med blåskjell utgjorde et stort problem for ørehenging av kamskjell spesielt i de indre fjordlokalitetene.

Uten at noen enkeltfaktor kan framheves, synes et av mønstrene i begroingen å være at i en gradient fra indre til ytre kyststrøk, er sistnevnte karakterisert med den kraftigste påveksten med alger på ørehengte kamskjell.

Rapporten inneholder en omfattende kartlegging av begroing som fenomen fra kyst til fjord, med anbefalinger og problemløsninger mot produksjon av skjell i taukultur.

# 1 Innledning

Å ta i bruk nye produksjonsmetoder og satse på nye ideer har alltid vært forbundet med en viss risiko. Dette har alltid vært den enkelte oppdretters oppgave og dilemma. Det er ingen fasitsvar og den enkelte aktør gjør sine valg ut fra tilgjengelig informasjon som i mange tilfeller begrenses ut fra konkurranse og kapital.

Informasjon om art, lokalitet og dyrkningsbetingelser har sammen med innsatsvilje, marked og risikovillig kapital vært viktig for å kunne drive med oppdrett. I dag har vi muligheten til et utstrakt samarbeid med aktører verden rundt og på den måten høste erfaringer fra arbeid som kan være verdifull i valg av produksjonsstrategi. Ikke all informasjon lar seg imidlertid direkte overføres, og lokale tilpasninger er ofte nødvendig for å oppnå et godt resultat.

Kamskjell er en skjellart det har stilt seg mange forhåpninger til, men produksjonstiden på 4-6 år binder mye kapital og dagens produksjonsmetode inneholder flere stadier som krever mye utstyr og tid til røkting. Bakgrunnen for prosjektet som ble finansiert av Rogaland fylkeskommune med egeninnsats fra flere oppdrettere var å prøve ut ørehenging som dyrkningsmetode for å øke lokalitetsutnyttelsen, oppnå økt muskel- og gonadevekst, senket produksjonstid/stadier og utnytte et potensielt marked for salg av kamskjellmuskler og gonader. I prosjektet skulle metodens egnethet mot valg av lokalitet bestemmes fra kyst til fjord. Forsøksperioden ble ved prosjektstart satt til 6-7mnd, men ble senere utvidet til 1 år med siste uttak juni året etter.

I prosjektet har forskningsinstitusjonene RF-Rogalandsforskning og Norconserv utført prosjektet med støtte fra oppdrettsnæringen ved Kvitsøy Edelskjell, Bjerga Østers, Lysefjorden Skjell A/S (nå Coast Shell A/S) og Aspøy Skjell og Produktutvikling A/S.

## 2 Teori

I lang tid har skjell blitt høstet og brukt til mat, agn eller høstet til andre formål. Den store gastronomiske oppvekkeren har kommet noe senere og i mange land har det på bakgrunn av økt etterspørsel forekommet et utstrakt fiske og til dels et overfiske etter skjell. For å møte den voksende etterspørselen uten å fiske opp de naturlige ressursene av skjell, har kultivering av skjell vært nødvendig. Initiativene har vært mange, men et gjennomgående problem for drift og forskningsutvikling har vært begrenset tilgang på ressurser. Fra 94-95 ble løfter om økt offentlig satsing mot skjellnæringen konkretisert i Numario programmet. Denne kanaliseringen av øremerkede midler til marine arter i oppdrett gav skjellnæringen et godt løft frem mot år 2000.

Den naturlige utbredelsen av en skjelltype er basert på mange kriterier som skjellet har til sitt nærmiljø. Inndelingen i soner og områder gjenspeiler artens toleranse, vekst- og formeringsmuligheter. Ved å undersøke de lokale og naturlige skjellforekomstene har en fått et inntrykk av hvilken art en kan bruke i oppdrett. I den sammenheng spiller valg av produksjonsutstyr en viktig rolle. Produksjonsutstyr og metoder har blitt valgt; etter tidligere erfaringer fra samme art, lokalitet, ressurser og ut fra det totale kravet til inntjening. Kultivering av kamskjell og østers inneholder tradisjonelt tre dyrkningsfaser for oppdretterne (for-, mellom- og sluttkultur). For stort kamskjell "*Pecten Maximus*" har dyrkningsteknikkene vært netting og not anordninger som lanternenett, perlenett, "lomme" nett, plastkasser, ørehenging og liming av skjell på tau (Cropp, D. 1989; Cropp, D.A. 1985; O'Connor, S. *et al.* 1994). En ulempe foruten høye innkjøpskostnader ved bruk av nett har vært begroing som kan føre til lave vekstrater i skjellkulturen (Bourne, N. *et al.* 1989; Claereboudt, M.R. *et al.* 1994; Coté, J. *et al.* 1993; D.A. Cropp 1985; Lodeiros, C.J.M. *et al.* 1996). Dette har enten medført en direkte konkurranse om maten (Lesser, M.P. *et al.* 1992; Mook, D.H. 1981) eller har redusert skjellenes vanntilførsel (D. Cropp 1989). Et annet problem ved å holde skjellene tett sammen i kasser eller i lanternenett er at de slår bort i hverandre eller "biter" hverandre når burene beveger seg eller når skjellene svømmer. Dette medfører skader som hemmer veksten og øker innslaget av deformiteter (N. Bourne *et al.* 1989; Hardy, D. 1991; Palmer, R.E. 1980; Ventilla, R.F. 1982). En reduksjon av deformiteter og høy dødelighet ble oppnådd når skjellenes venstre side ble limt direkte fast på skivene i lanternenett (O'Connor, S.J. *et al.* 1999). Skjell ned mot 30mm har ved denne metoden gitt bedre eller tilsvarende tilvekst (0,18-0,23%/dag) enn tradisjonell skjell dyrking i plastkasser, lanternenett eller for skjell i taukulturer.

Normalt benyttes det dyrkningskasser eller lanternelignende produksjonsutstyr helt til kamskjellene legges fritt på bunn. Etter at skjellene er store nok til å forlate kassene for et liv på bunnen, må bunnområdet renskes for predatorer. I enkelte lokaliteter kan spesielt krabber skape mye problemer, noe som krever hyppig bruk av dykkere for å fjerne dem. I hovedsak unngås predatorer ved bruk av ørehengingsmetoden, siden skjellene henger på en line og er ikke i kontakt med bunnen. Mengden predatorer begrenses til det stadiet der de er fritt svømmende og kan slå ned som yngel.

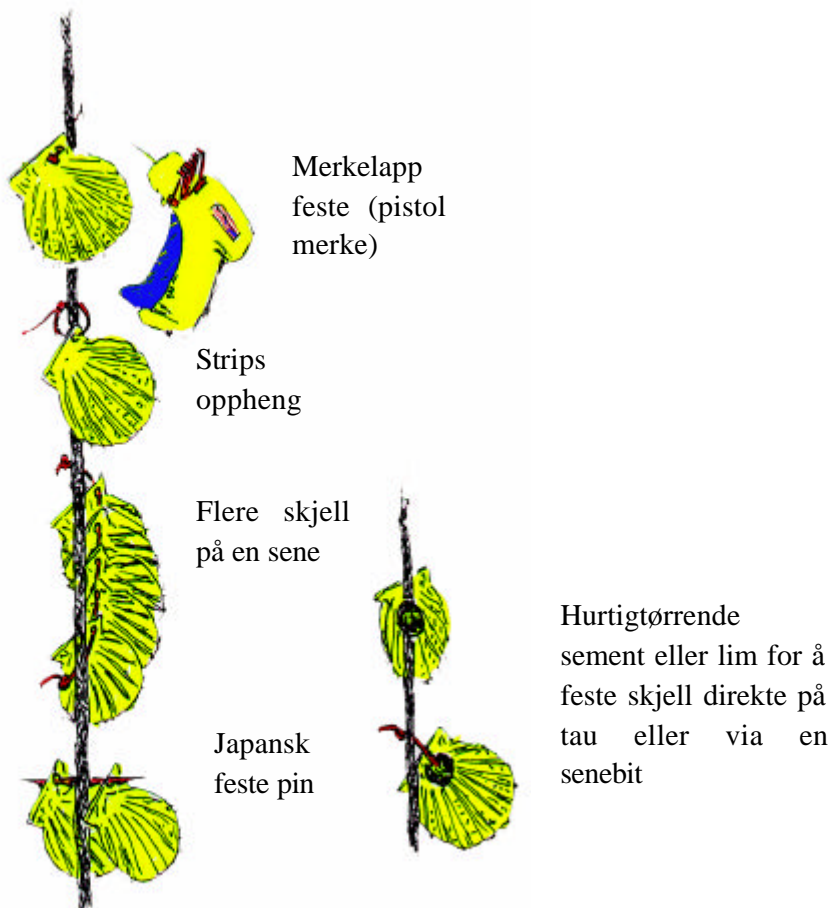
## 2.1 Ørehenging

Selve "ørehengingsmetoden" ble først tatt i bruk i Japan, der prosessen ble utviklet for å kutte ned innkjøps- og produksjonskostnadene som følge bruk av kasse- og diskbaserte kulturer. Teknikken ble utviklet for dyrking av perleøsters, og er siden benyttet for kamskjellproduksjon. Produksjonsmetoden er billigere og har gitt en høyere muskelmasse (40g etter 4 sesonger) enn andre og mer tradisjonelle dyrkingsmetoder (D. Hardy 1991; R.F. Ventilla 1982). I Japan regner en med ca. 8-10% bedre vekst og overlevelse med denne metoden, der markedsstørrelse har blitt oppnådd for det japanske kamskjellet etter 1,5-2 år.

Kamskjell blir normalt dyrket i perlenett eller kasser til ca. 40mm før skjellene henges i tau kultur. Prosedyren involverer drilling eller fresing av et lite hull (2-4mm) i skjelløret til kamskjellet. Hullene borres eller freses ut manuelt eller det benyttes maskiner som borrar og fester skjellene til tauet. Skjellene henges på et tau ved hjelp av strips, sene, "a-ge pin" eller med merke pistol (figur 1). En annen festeteknikk er å lime skjellene direkte til tauet eller via en senebit. Hurtigtørrende sement er blitt brukt på denne måten for å feste 25-40mm store skjell. Best resultater er oppnådd med oppheng, der skjellene henger mest mulig løse (sene, strips ol.) (D. Hardy 1991).

Normalt vil totalt 100-120 skjell bli festet til hvert tau med ca. 2 skjell per 10-20cm (D. Hardy 1991; IFM. rapport, n. 1991). Skjelltauene blir deretter plassert med minimum 30cm avstand i et bøyestrekkanlegg med bærelinen festet fra 2-15 meter. Dette gir ca 12 meter lange liner med ca. 500 skjell per meter bæreline. Til sammenligning er kapasiteten til lanternenett med 10 skjell i hver etasje, 280 skjell per meter bæreline. Metoden er i flere år benyttet i Chile for dyrking av Caterinakamskjellet i Tongoy Bay. Kamskjell på 40-50mm blir i en arbeidsoperasjon frest hull i og festet 6 og 6 via en nylon sene til skjelltauet (figur 1). Tauene blir senere fraktet ut til dyrkingsfeltet og festet til bærelinen, der de henger i 1-2 år før de høstes. Det finnes i dag automatisert utstyr som letter borre og feste arbeidet av skjellene (Cardaqua@nbnet.nb.ca). Prisen er imidlertid relativt høy og mye av arbeidet gjøres ennå manuelt.





**Figur 1.** Forskjellige festeteknikker

Boring av hull i kamskjell har vært et omstridt tema, siden bløte skjelldele som kappen kan bli skadet og gi redusert overlevelse og vekst. Spesielt gjelder dette for mindre skjell enn 50mm, der faren for at skjellenes ”øre” skal knekke er høyere (Dadswell, M.J. *et al.* 1991; R.F. Ventilla 1982). Undersøkelser har vist at vekst og dødlighet ikke påvirkes av om hullet lages i det fremre eller bakre øret så lenge hullet blir lagt i den ytre halvdel av øret, lengst bort fra umbo (Hovgaard, P. *et al.* 2001). Hullagingsprosessen kan føre til varmeutvikling og det anbefales å borre med avkjøling. Ved bruk av lim unngår en å skade skjell direkte og potensialet for å benytte yngre og mindre skjell er større. Limen bør være hurtigvirkende uten å utvikle for høy varme under herdeprosessen, samtidig som den må kunne brukes på fuktige overflater, ikke avgi skadelige stoffer og være sjøvannbestandig i flere år. I forhold til sement krever de fleste limtypene en overflate som er rein og fuktfri. Ved dyrking av østers i Frankrike og Spania har det i lang tid blitt brukt hurtigtørrende sement med gode resultater (Roman, G. *et al.* 1991). Institutt for Fiskeri- og Marinbiologi ved Havforskningsinstituttet hadde for en del år siden et forsøk med å feste kamskjell direkte til liner via hurtigtørkende sement eller via boring. Resultatene av forsøket som ble utført i 5-10 meters dyp var at limeteknikken gav bedre overlevelse og vekst i forhold til

ørehengte skjell og skjell i lanternenett. Forsøk med yngel viste samme tendens og overlevelsen var bedre enn forventet. Tapet som ble registrert ble relatert til sementen (Rescon Rapp) som løsnet fra skjellloverflaten. Sementen fungerte godt for de største skjellene, men rapporten konkluderer med totalt for høgt innslag av deformiteter og for høgt innslag av begroing både for limte og ørehengte skjell (n. IFM. rapport 1991).

I forhold til skjell i kasser og i nettkulturer medfører ikke ørehenging kantslitasje på skjellene fra dyringskassene, slik at tilveksten og overlevelsen blir bedre. Metoden krever heller ikke dykkere til høsting, den gir bedre plassutnyttelse av lokaliteten og den setter ingen spesielle krav til topografi og/eller bunntype slik som skjell i bunnkultur krever. Metoden begrenser ikke lokalitetsvalget, og lokaliteten kan mer effektivt utnyttes, siden store deler av vannsøylen kan bli brukt. Litt av utfordringene er å kunne inkludere mindre skjell ned mot 20mm, slik at hele mellomkulturstadiet med kurver og nett kan bli avløst. Før dette kan skje må problemet rundt skadelig begroing belyses og den veksthemmede effekten dette kan ha for skjellene. Foruten valg av lokalitet med tilfredstillende miljøforhold er begroing, rensing og optimale opphengsystem for vekst og røkting svært viktig. Dette er noen av de utfordringene som over tid bør lar seg løses ved nye teknikker og videre utvikling av tekniske hjelpemidler.

## 2.2 Begroing

Begroing blir generelt sett på som et stort problem for alt produksjonsutstyr som brukes for skjell i hengekultur (M.P. Lesser *et al.* 1992). Moderat begroing på skalloverflaten har vanligvis ikke stor betydning for tilveksten hos skjellene. Noen typer begroing kan også være til fordel ved at begroingsorganismene danner partikler som skjellene kan dra nytte av (Ross, K.A. *et al.* 2001). Problemet rundt begroing oppstår når den totale begroingsbiomassen blir stor eller når spesielle organismer irriterer, skader eller svekker skjellet. Det vanligste problemet er at vannstrømmen over skjellene senkes, slik at mat- og oksygentilgangen reduseres (D. Cropp 1989). Foruten økt tyngde i anlegget vil også enkelte organismer kunne skade skjellene ved at de vokse seg inn i kamskjellene, slik at de til slutt dør (f.eks. blåskjell, egne observasjoner). Det er derfor nødvendig å finne en produksjonsmetode som begrenser innslaget av skadelig begroing for å kunne opprettholde vekst og høg overlevelse. Rensemeter som kan brukes er å spyle ned anlegget eller hindre påslag av enkelte begroingsorganismer ved å henge skjellene dypere i sjøen. Ved den siste metoden vil antall begroingsorganismer som krever lys avta og en kan unngå ”skadelig” påvekst av blåskjell. Med dyp endres begroingbildet mot andre filterfødene organismer som sekkedyr og kalkrørsormer. All behandling for å fjerne begroingsorganismer krever en del håndtering som kan føre til at skjellene ramler av eller at de blir skadet.

Ut fra vårt kjennskap er det i dag ingen teknikker som kan brukes for å få begroingsfrie skjell i taukultur. Poenget er å oppnå maksimal effekt av røkting noe som innebærer at skjellene skånsomt renses til rett tid for å forhindre vekst av uønskede organismer. Andre strategier kan være å bruke beitende snegler ol. (Cigarria, J. *et al.* 1998).

## 2.3 Lokalitetsvurderinger:

Et lokalitetsvalg er alltid forbundet med en viss usikkerhet, der lokalitetens egnethet ikke alltid innfrir forventningene til avkastning. Hvor egnet lokaliteten er for oppdrett har hvert knyttet mot tilgjengelighet, erfaringer om lokale miljøforhold, samt innslag av naturlige skjellbestander i området. Dagens krav til effektivitet og vekst har økt presset på lokaliteten og behovet for hva den kan gi i kroner og ører til en hver tid. Nye og effektive dyrkingsmetoder har bidratt til en bedre utnyttelse av lokaliteter og senket den totale produksjonstiden. På bakgrunn av dette er fokus mot gode lokaliteter stor. En god lokalitet er imidlertid et sammenfattet spørsmål som omfatter artsvalg, trivsel, overlevelse og vekst, som igjen er et utslag av de lokale forhold, dyrkningstetthet og ulike vannparametere. Lokalitetens beliggenhet er også viktig for valg av utstyr, røkting og for å unngå fremtidige konfliktområder. Så en optimal lokalitet er bare optimal ut fra de lokale forhold og det er disse forholdene en må ta stilling til.

### 2.3.1 Temperatur

For kamskjell er optimal dyrkingstemperatur rundt 15-18°C med en nedre og øvre overlevningsgrense på hhv. 3 og 25-30°C avhengig saltholdigheten (Laing, I. *et al.* 1997).

### 2.3.2 Saltholdighet

Endringer i saltholdigheten påvirker ikke veksten til kamskjell så mye som variasjon i temperatur. Imidlertid vil de fleste bivalvene bare spise når saliniteten er høg og de bør derfor plasseres der saliniteten er optimal. I de ytre kystområdene vil små sesongvariasjoner endre saliniteten fra 30 til 35 promille. I de indre kyst og fjordområdene kan variasjonene være større og gi sesongvariasjoner fra 25 til ned mot 0 i overflaten. Kamskjell tåler i motsetning til blåskjell dårlig saliniteter under 30 promille, så områder med høg tilførsel av ferskvann er ikke egnet for kamskjell. Plutselige endringer i salinitet og temperatur vil også være mer skadelig for kamskjell enn for blåskjell, siden halvdelene i kamskjellene ikke helt kan lukkes (I. Laing *et al.* 1997).

### 2.3.3 Vær og vind

Vind og de lokale strømforholdene må vurderes nøye siden vind og vindretning kan generere bølger som fysisk kan ødelegge skjellene og dyrkingsinstallasjonene (Freites, L. *et al.* 1999). Det samme kan oppstå med sterke tidevannsstrømmer, så det er anbefalt å legge anlegget i mer rolige farvann der strømforholdene ikke er mer enn 50-100 cm/sek. Dette vil være en tilfredstillende strøm for å bringe nok oksygen og mat til skjellene, samtidig som ekskresjonsproduktene blir ført bort (I. Laing *et al.* 1997).

### 2.3.4 Algeproduksjon

I naturlige omgivelser lever skjell av mikroskopiske alger, organisk detritus og partikler i størrelsesgruppen fra 2-3µm til et titalls mikrometer. Produksjonsraten av alger (primærproduksjonen) er bestemt av flere faktorer som næringsalt, temperatur og sollys. Det er blitt estimert at forskjeller i skjelltilvekst mellom ulike lokaliteter skyldes i 85% av tilfellene forskjeller i sjøvannstemperatur og primærproduksjon (I. Laing *et al.* 1997).

Problemet er at primærproduksjonen ikke alltid lar seg lett bestemme for en lokalitet, siden mengden varierer med dypet og kan oppstå i lokale pulser. Generelt er primærproduksjonen i fjord og kystområder høyest fra februar til oktober måned med en årlig produksjon på ca. 130-165 gC/m<sup>2</sup> (Fisken og havet nr. 8 2001; Sakshaug, E. *et al.* 1992).

### **2.3.5 Vekstdyp og skjelltetthet**

Skjelltetthet er en viktig, men mye oversett parameter som i høy grad påvirker vekst og overlevelse (J. Coté *et al.* 1993; Gonzalez, M.L. *et al.* 1999; HernandezLlamas, A. 1997; Roman, G. *et al.* 1999). Vekstbildet vil være forskjellig fra lokalitet til lokalitet og ut fra hvilke dyrkningsform en bruker. Mot dyp har den generelle oppfatningen vært at skjellene bør plasseres i et dybdenivå med gode algeforekomster. Prøvedyrkingsforsøk mot større dyp har som regel resultert i senket skjelltilvekst (J. Coté *et al.* 1993; M.L. Gonzalez *et al.* 1999; G. Roman *et al.* 1999).

### **2.3.6 Sykdom/predatorer**

Som tidligere nevnt kan berggroingsorganismer redusere algeopptaket og forverre miljøforholdene, slik at skjellene i kultur blir svekket og eksponert for sykdom og sekundær parasitisme. Sykdomsbildet for hengekulturer er ut over dette ikke forskjellig fra ordinær kultivering av kamskjell. I forhold til bunnkultur vil eksponering overfor krabber og sjøstjerner være minimal for skjell i taukultur, med bare få tilfeller som skyldes påslag av predatorer fra frittlevende larver i sjømassene.

## 3 Oppsett av forsøkene/metode

### 3.1 Valg og beskrivelse av lokalitetene

Det ble valgt ut fire lokaliteter som skulle representere ulike lokalitetsvariasjoner i Rogaland. Lokalitetene omfatter spekteret fra kyst til fjord (pkt. 3.1.1).

Kvitsøy er en typisk ytre kystlokalitet. Den ligger skjermet for havet i et sund med god vannutskifting. Dypet under anlegget er ca. 20m og saliniteten varierer fra 30-35 promille. På lokaliteten dyrkes kamskjell i kasser som henger i et bøystrekk.

Lokaliteten på Halsnøy er en indre kystlokalitet. Lokaliteten ligger skjermet i et sund med god vanntilførsel. Saliniteten varierer med årstiden fra ca. 22 til 33 promille, med sporadisk innslag høg ferskvannstilførsel. På lokaliteten dyrkes østers i moduler som er plassert i et bøystrekk. Dypet under anlegget er ca 25m.

Aspøy er en fjordlokalitet i Høgsfjorden. Bunnen under anlegget er stein og fjell og dypet er over 40m. Anlegget består av oppdriftsrør med 1-2 m dyp not for blåskjellproduksjon.

Lysefjorden er en terskelfjord med til dels innelukket vannmasser, redusert vannutskifting og med betydelig sesongvariasjon i ferskvannstilførselen. Avhengig årstidene og dyp varierer saliniteten fra under 20 til 32 promille. Ved anlegget dyrkes blåskjell i bånd som henger i et bøystrekkanlegg. Dypet under anlegget varierer fra 40-50m.

#### 3.1.1 Kart over forsøkslokalitetene



### 3.2 Bearbeiding av skjell for utsett

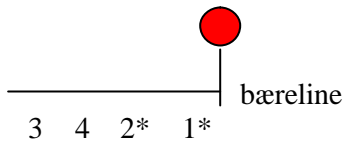
Til ørehenging av kamskjell ble det benyttet en 97-årgang som var blitt dyrket i skjellkasser ved Kvitsøy. For å lage hull i skjellørene ble det benyttet en håndfresemaskin som ytet 1200rpm og lagde et hull på 3-4 mm. Det ble ikke benyttet kjøling siden metoden var svært rask og skjellene ble plassert mørkt og fuktig rett etter arbeidsoperasjonen (bilde 1). Skjellene ble festet på en 12mm Dan line med 15\*0,3 cm strips eller 4,5\*0,6 cm "pistol" merker. På tauene ble skjell over 10-12 meter festet med 20-30cm mellomrom, mens skjell fra 12~25m ble festet med 80cm mellomrom. Avstandsforskjellen skyldtes kapasitetsmangel og var ikke basert på forventet førtilgang. For hver lokalitet ble det satt ut 4 skjelltau med 200 skjell per lokalitet. Tauene ble hengt ved siden av hverandre på bærelinen med 50-70 cm mellomrom (figur 3). En viss lokal tilpassing ble utført med hensyn på totaldyp og bærelinens dyp. Dette medførte at det første skjellet startet fra 1,5 til 4m dyp, og med det siste skjellet fra 16,5 til 24m. Tauene ble festet i anleggets eksisterende bøystrekk (Kvitsøy, Halsnøy og Lysefjorden) eller på oppdriftsrør (Aspøy) med lodder på 5-15kg i enden av tauet (figur 2). Ingen tau skulle henge mindre enn 1,5 m fra bunnen.

Hvert skjelltau ble nummerert og hver 5`te meter ble merket med en tapebit. Dette ble gjort for å relatere vekst og begroings prøver/bilder mot dyp og lokalitet. (Kodeks T4, 5-3 betyr; Tau; 4 skjell 3 fra 5m og oppover, mens T16, 5+3 betyr tau nr 16 skjell 3 fra 5m og nedover).

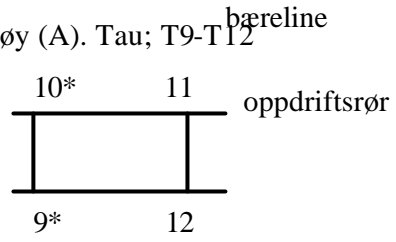


**Bilde 1.** Fresing av hull for ørehenging

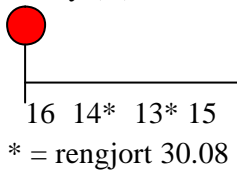
Kvitsøy (K). Tau; T1-T4



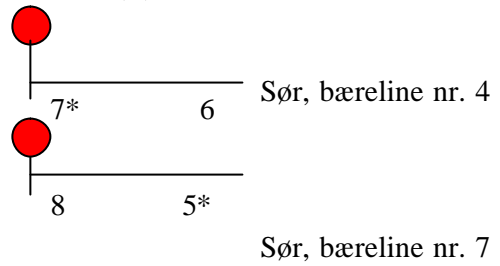
Aspøy (A). Tau; T9-T12



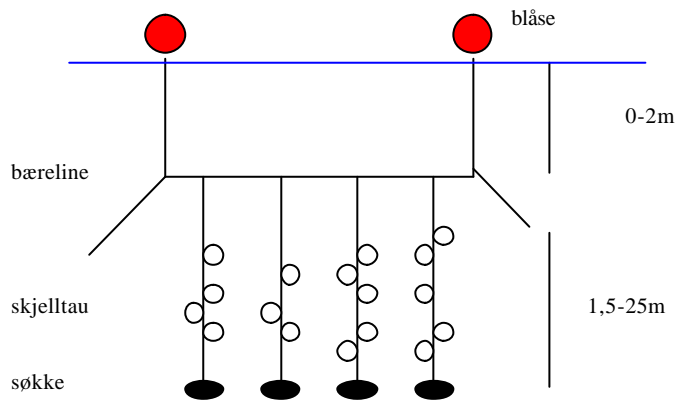
Halsnøy (H). Tau; T13-T16



Lysefjorden (L). Tau; T5-T8



**Figur 2.** Oversikt over skjelltauenes (nr. 1-16) plassering per lokalitet.



**Figur 3.** Bøyestreck med skjelltau (Kvitsøy, Halsnøy og Lysefjorden).

### 3.3 Feltarbeid/uttak;

I forsøksperioden (juni 2000 til juni 2001) ble det ved hver av de fire lokalitetene registrert ulike parametere for å kunne dokumentere produksjonsmetode og lokalitet opp mot overlevelse, vekst og begroing av kamskjell. Det ble registrert skjellhøyde, dødelighet, siktedyp, salinitet og temperatur, samtidig som prøver og bilder ble tatt for å dokumentere begroing. Til sensoriske målinger og for måling av gonade og muskeltilvekst ble det utført 3 uttak med 20-50 skjell fra hver lokalitet. Ved disse uttakene ble det også benyttet referanseskjell som ble tatt fra samme årskull, men som ble dyrket i bunnkultur ved Kvitsøy. I løpet av august/september ble det utført en rensking av begroingsorganismer på to av de fire skjelltauene per lokalitet.

Avtalen med den enkelte oppdretter var at salinitet, siktedyp og temperatur skulle måles jevnlig for å supplere målingene på uttaksdatoene. Forsøksperioden ble ved prosjektstart satt til 6-7mnd, men ble senere utvidet til 1 år med slutt uttaket i juni året etter. Det endelige designet og riggingen av skjelltauene ble bestemt i samråd med den lokale oppdretter.

**Tabell 1.** Oversikt over uttaksdato og antall skjelltau som ble målt/behandlet per lokalitet.

Måleparametere	Antall tau det ble tatt skjell fra					
	Jun 00	Jul 00	Aug 00	Sept 00	Nov/Des 00	Jun 01
Muskel/gonade	*				4	4
Sensorikk	*				4	4
Skjellhøyde ++.	4	1	2	2	4	4

\*representativt uttak med antall skjell, n=22.

### 3.4 Vekstmålinger

Skjellhøyden ble målt ved alle måledagene med et skyvelær. Skjelltauene som skulle måles ble halt opp i båten og låg der til alle målingene var blitt utført (max 30 min). Ved alle prøvedagene var lufttemperaturen mellom 10-15 grader.

### 3.5 Registrering av overlevelse og skjell som falt av.

Skjell som var sterkt redusert eller skadet i den form at den ikke kunne lukke skjellet ble regnet som død. Bare skjell med evne til å kunne lukke seg ved berøring ble registrert som levende. Skjell som falt av ble registrert som tap av skjell mot total antall utsatte skjell. Hovedtyngden av tapte skjell skyldes knekt skjelløre, bare en mindre del skyldes brudd av strips ol.

### 3.6 Rengjøring

Den 30.08.00 ble 50% (2 skjelltau) av alle skjellene rensset for begroing per lokalitet. Rensing ble utført på et tau av gangen med en myk stål/messing kost. Tilnærmet all



trådformede begroing, samt blåskjell ol. ble fjernet. Innslag av mer fastsittende organismer som trekantmark, boreskjell og enkelte ”harde” mosdyr ble sittende igjen. Foruten skjellene ble skjelltau, strips, merkelapp merker og delvis bærelinen renset. De resterende tauene forble urenset og uforstyrret i sjøen.

### 3.7 Salinitet/temp

Konduktivitetmålere (WTW LF330 + Tetracon 325 sensor) ble innkjøpt og brukt til å måle salinitet og temperatur på min. 4 dyp (5, 10 15, 20m).

### 3.8 Siktedyp

For å få en indikasjon på forskjellene i mattilgang mellom stasjonene ble det tatt siktedyp med et 30 cm hvitt lokk ved hvert prøveuttak. Lokket ble senket ned i vannsøylen til skiven forsvant før skiven ble hevet til den atter ble synlig, dypet ble notert. Disse målingene ble senere valgt avsluttet pga. for få målinger.

### 3.9 Begroing

Begroing er beskrevet ut fra målet om å få med hovedtrekkene i utviklingen blant de dominerende artene på de forskjellige lokalitetene og litt om forekomstene hos en del forskjellige arter som kan påvirke begroing. En viss innsikt i artsmangfoldet kan være nyttig fordi det fra annen marinøkologisk forskning kan komme innsikt i arters biologi eller interaksjoner mellom arter, der kunnskapen i neste omgang kan gi muligheter for å redusere begroing og skader fra dette.

Begroingen ble delvis klassifisert i prosent arealdekning. Flere organismer kan vokse oppå hverandre. Tråd og buskformede organismer vil dekke over det som befinder seg under dem. For skjell der begroingen blir kvantifisert i prosent arealdekning, kan summen derfor bli flere hundre prosent.

Innsamlingene og begroingsanalysene fra juli er basert på avskrap tatt med inn til laboratoriet der materialet så ble analysert og sammenholdt med bilder og feltnotater.

Bilder og feltobservasjoner utelukker finere detaljer som kan være avgjørende for å kunne fastslå hvilke arter det dreier seg om. Dessuten blir det vanskelig å få med seg mange av de kun noen hundre mikrometer store rekruttene til mange påvekstorganismer. Videre var påvekstskjellet *Monia patelliformis* ofte lett å overse med de to førstnevnte metodene. Detaljbeskrivelsene vil derfor være noe metodeavhengige og ikke helt samstemte.

Bildekodene reflekterer lokalitet ved første bokstav; Kvitsøy (K), Halsnøy (H), Aspøy (A), Lysefjorden (L) hvis den er tatt med, tau nummer, f.eks. T1 eller T14, og der etter en bindestrek før dypet er angitt. Bilder fra forskjellige skallsider eller fra samme dyp er skilt ved abc.

### 3.10 Måling av muskel og gonadevekt

Den store lukkemuskel og gonade ble veied fra alle skjellene som det ble tatt sensoriske tester av.

### 3.11 Sensorisk vurdering av kamskjell i hengekultur

Det ble det gjort undersøkelser for å finne eventuelle forskjeller i sensoriske egenskaper mellom skjell fra bunnkultur og skjell i taukultur. Det ble også gjort sammenligninger av sensoriske egenskaper til kamskjell som hadde vokst i hengekultur under ulike forhold (lokaliteter) og på ulike dyp. Sensoriske vurderinger av skjellenes lukkemuskel ble gjort etter ca 6 og 12 måneders vekstperiode i hengekultur.

*Oversikt over lokaliteter:*

Lokalitet 1 ("tau 0") =Kvitsøy referanseprøve

Lokalitet 2 (tau 1-4) = Kvitsøy

Lokalitet 3 (tau 5-8) = Lysefjorden

Lokalitet 4 (tau 13-16) =Halsnøy

#### 3.11.1 Første uttak (27. og 28 november 2000)

Prøvematerialet besto av skjellprøver fra hengekultur ved 3 ulike lokaliteter samt en "referanseprøve" fra bunnkultur på Kvitsøy. "Referanseprøven" besto av større (96 årgang) skjell enn forsøksprøvene.

Ved uttaket 27 og 28. november 2000 ble alle skjell på alle tau målt (skjellhøyde) fortløpende.

Fem skjell fra hvert tau ble tatt ut til måling, veiing og sensorisk vurdering ved NORCONSERV. Skjellene ble valgt ut etter størrelse (de minste og største ble ikke tatt ut til sensorikk). Dette vil si at de utvalgte skjellene stort sett var ca. 0-2mm større enn gjennomsnittet. De største og de minste skjellene på hvert tau ble ikke tatt ut.

Skjell fra Kvitsøy (tau nr. 1, 2, 3, 4) ble oppbevart i rennende saltvann ved RFs anlegg i Mekjarvik fra 27.11. til 1.12. da de ble brakt til NORCONSERV. Her ble de liggende på kjøøl ved 3-4°C til tirsdag 5.12. Skjell fra Lysefjorden og Halsnøy ble oppbevart på kjølerom fra 28.11. til mandag 4.12. da de ble veid, målt og muskel og gonade tatt ut. Spiselig del av musklene ble pakket i vakuumpose (70% vakuumpose) og oppbevart på is i inntil 6 timer.

**Tabell 2.** Gjennomsnittlig mål og vekt av skjell som ble vurdert sensorisk den 05.12.00.

Lokalitet	Bredde (mm)	Høyde (mm)	Totalvekt (g)	Muskelvekt (g)	Gonadevekt (g)
Kvitsøy	93.7	82.3	104.4	11.9	3.45
Lysefjorden	86.6	77.2	85.2	7.3	2.37
Halsnøy	90.4	80.3	96.3	9.9	2.69
Referanse Kvitsøy	123.3	109.0	175.5	16.8	2.23

#### **3.11.1.1 Tilbereding av prøver**

Samleprøver av 5 skjellmuskler fra hvert tau ble varmebehandlet i steamskap ved 80°C i 10 minutter, avkjølt på is og oppbevart på kjøll (1 °C) i inntil 18 timer.

Under den sensoriske vurderingen ble posene med prøver varmet på vannbad (85°C i 5-10 minutter). Prøvene ble servert varme. En muskel fra hvert av tauene ble servert til dommerne i det sensoriske panelet.

#### **3.11.1.2 Sensorisk vurdering**

Panelet besto av 4 dommere som hadde erfaring fra sensorisk analyse. Det ble ikke gitt opplæring/trening på bedømming av kamskjell forut for testen, men karakterskalaene for de enkelte egenskapene på skjemaet (vedlegg 1) ble gjennomgått på forhånd. Følgende egenskaper ble vurdert på en skala fra 1 til 7: Lukt, Smak – mudder, Smak – sjø/tang/krabbe, Smak – søthet, Konsistens – saftighet, Konsistens – tyggemotstand, Konsistens - seighet.

Testen ble gjennomført ved at dommerne først fikk en referanseprøve (Kvitsøy referanse) og deretter en prøve fra hvert tau (dvs 4 prøver fra hver lokalitet). Dommerne kjente ikke til at prøvene kom fra ulike lokaliteter og tau, men visste at det var kamskjell fra hengekultur.

### 3.11.2 Andre uttak (26. juni og 2. juli 2001)

Prøvematerialet besto av skjellprøver fra hengekultur ved 3 ulike lokaliteter samt en referanseprøve fra bunnkultur. Referanseskjellene hadde levd fritt på bunnen i nærheten av hengekulturen på Kvitsøy. Alle skjellene var like gamle og hadde samme opprinnelse.

Ved sluttuttaket ble alle skjell på alle tau målt (skjellhøyde) fortløpende.

Alle levende skjell ble nummerert og registrert med vekstdyp. Skjell fra Kvitsøy og Halsnøy ble fraktet til NORCONSERV og oppbevart på kjølerom ved 5 °C til måling og veiing ble foretatt etter 14-44 timer. Skjell fra Lysefjorden ble tatt opp av sjøen 6 dager senere (2. juli) og målt og veid samme dag.

Ved NORCONSERV ble det registrert skjellhøyde, bredde og totalvekt etter fjerning av bløte påvekstorganismer. De spiselige delene av muskel og gonade ble tatt ut og veid. Gonader fra alle levende skjell på hvert tau ble fotografert samlet for å dokumentere farge og utseende (side 31). Muskelen fra hvert enkelt skjell ble pakket i en pose som ble merket, vakuumert og fryst inn (- 30 °C). Gjennomsnittlig mål og vekt av skjell som ble undersøkt av NORCONSERV er vist i tabell 1. De fleste musklene ble benyttet til sensorisk vurdering.

**Tabell 3.** Oversikt over lokaliteter og gjennomsnittlige data for skjell.

Lokalitet	Tau nr	Bredde (mm)	Høyde (mm)	Totalvekt (g)	Vekt (g) muskel	Vekt (g) gonade	Antall
Kvitsøy	Referanse	92.2	80.5	91.8	8.2	3.2	20
Kvitsøy	1	88.3	77.5	93.2	7.7	3.6	4
Kvitsøy	2	96.8	85.0	117.2	10.4	4.5	9
Kvitsøy	3	93.6	83.4	104.5	9.2	3.5	8
Kvitsøy	4	96.8	83.5	102.8	10.0	3.7	8
Lysefjorden	5	94.6	85.0	117.9	7.9	5.2	8
Lysefjorden	6	89.6	80.4	109.0	6.4	4.5	8
Lysefjorden	7	84.0	75.6	92.8	4.3	2.9	8
Lysefjorden	8	89.4	80.8	115.9	6.0	4.1	8
Halsnøy	13	86.0	76.3	92.1	6.1	4.1	6
Halsnøy	14	91.4	80.4	99.5	8.0	4.1	19
Halsnøy	15	95.2	83.6	106.8	8.88	4.9	14
Halsnøy	16	91.3	81.0	102.6	7.9	4.2	7

#### 3.11.2.1 Sensorisk vurdering

Det ble laget et system over hvilke prøver som skulle vurderes av den enkelte dommer. Den sensoriske testen skulle gi opplysninger om eventuelle forskjeller mellom skjell som hadde vokst i øvre (0-9 meter) og nedre (10-20 meter) vannlag samt forskjeller mellom lokalitetene. På grunn av individuell merking av prøvene, kunne hver prøve spores tilbake til lokalitet, tau og vekstdyp. Posene var merket med en kode som gjorde at dommerne ikke kunne vite detaljer om prøvene.

Det sensoriske panelet besto av 4 dommere som hadde erfaring fra sensorisk analyse. Det ble ikke gitt opplæring/trening på bedømming av kamskjell forut for testen, men karakterskalaene for de enkelte egenskapene på skjemaet (Appendiks 1) ble gjennomgått samtidig som dommerne vurderte en referanseprøve (Kvitsøy referanse). Følgende egenskaper ble vurdert på en skala fra 1 til 7: Lukt, Smak – mudder, Smak – sjø/tang/krabbe, Smak – søthet, Konsistens – saftighet, Konsistens – tyggemotstand.

Dommerne åpnet selv posene med prøvene. Lukt ble vurdert umiddelbart etter åpning mens prøven lå i posen. Deretter ble smak og konsistens vurdert. Testen ble gjennomført i to omganger med ca 4 timers pause. Hver dommer vurderte 10 prøver i hver omgang. Prøvene ble fordelt slik at alle dommerne fikk prøver fra alle lokaliteter og fra begge vekstdyp.

#### **3.11.2.2 Tilbereding av prøver**

Prøvene ble lagret på frys (-30 °C) i 10 uker og tint i 20 timer ved 1 °C før de ble varmebehandlet for sensorisk vurdering. Skjellmusklene var pakket enkeltvis i vakuuerte kokeposer. Posene ble varmebehandlet i steamskap ved 80°C i 10 minutter. Prøvene ble servert varme.

#### **3.11.2.3 Statistiske analyser**

Statistiske tester på forholdstallet muskel/skjellhøyde og gonade/skjellhøyde ble utført med JMP<sup>®</sup> dataprogram versjon 3.1.6.2, SAS Institute, Inc., USA. Parametriske tester ble utført etter at datasettet for hver lokalitet ble testet for normalfordeling og for homogen varians mellom datasettene som ble sammenlignet. I tilfeller der normalitet og homogenitet i varians mellom testgrupper ikke var tilfredsstillende ble det benyttet en ikke parametrisk Wilcoxon test.

## 4 Resultater

### 4.1 Skjellvekst og overlevelse mot dyp

**Tabell 4.** Tabellen gjengir den relative prosentmessige skjellveksten per dag;  $R.tilv.=((\ln x_1 - \ln x_0)/(t_1 - t_0) * 100)$ , der  $x_1$  er skjellhøyden i mm ved tid  $t_1$  og  $x_0$  er skjellhøyden ved forsøkstart, tid  $t_0=0$ , for antall skjell (n) ved angitt dyp. Antall døde skjell og skjell som er falt av er oppgitt som % av antall (n) skjell som ble satt ut ved det bestemte dyp.

Lokalitet		Kvitsøy				Halsnøy				Aspøy				Lysefjorden			
	Dyp	n	Aug	Nov	Juni	n	Aug	Nov	Juni	n	Aug	Sep.	Nov	n	Aug	Nov	Juni
Tilvekst (cm) akkumulert	0-20	68	0,5	1,0	1,0	90	0,4	0,5	0,6	77	0,11	0,13	-	92	0,2	0,5	0,5
Relativ % tilv. /dag.	<5	32	0,08	0,06	0,02	16	0,13	0,05	0,02	26	0,03	0,02	-	28	0,04	0,04	0,02
	5-10	68	0,09	0,08	0,04	68	0,06	0,05	0,02	32	0,01	0,01	-	68	0,03	0,04	0,02
	10-20	35	0,09	0,08	0,03	96	0,04	0,05	0,02	21	0,02	0,02	-	90	0,04	0,04	0,02
	0-20	68	0,09	0,07	0,03	90	0,06	0,05	0,02	77	0,02	0,02	-	92	0,04	0,04	0,02
	Ref.	19		0,24 <sup>1)</sup>	0,03												
Døde (%)	<5	32	0	6	56	16	6	25	81	26	12	17	(71)	28	3	9	71
	5-10	68	6	22	57	68	2	7	57	32	7	7	(57)	68	3	9	28
	10-20	35	0	8	41	96	3	13	48	21	5	11	(68)	90	2	5	27
	0-20	68	3	15	53	90	3	12	55	77	8	11	-	92	4	11	34
Falt av (%)	<5	32	3	3	22	16	0	6	31	26	8	29	-	28	0	4	14
	5-10	68	4	9	22	68	2	10	24	32	10	43	-	68	0	21	18
	10-20	35	8	32	49	96	12	14	24	21	9	32	-	90	0	2	14
	0-20	68	5	13	29	90	7	12	25	77	10	36	-	92	0	2	15

Tall i klamme(); estimert ut fra en dødelighet på 100%. 1) Feil årskull; 96 mod.

Generelt gav målingene av skjelltilvekst mot dyp ingen klar skille for noen av lokalitetene. Antall døde holdt seg lavt den første tiden etter utsett, men steg til under 10% på slutten av året (unntatt Aspøy lokaliteten). Antall skjell som falt av varierte fra lokalitet til lokalitet.

### **Kvitsøy**

Tilveksten varierte med max 0,02 % mellom dypene til en hver tid, men kunne gi en variasjon for samme dyp på ca. 0,07% for hele forsøksperioden. Utover høsten var den gjennomsnittlige skjelltilveksten for alle skjelltauene stabil, mens den stoppet opp etter november og ut mot slutten av forsøket. Totalt sett var tilveksten lik kontrollen ved forsøkslutt. Det var ingen dybde som gav en markant bedre vekstøkning, men dyp under de øverste 5 meterene gav en svakt bedre skjelltilvekst/dag. I siste del av forsøket (nov-Jun) økte dødligheten med ca. 30-40% for alle dyp. Antall skjell som falt av økte også mot slutten av forsøket (10-20%) og gav høyest skjelltap for skjell under ca. 10m. (Se også figur 6).

### **Halsnøy**

Den daglige skjelltilveksten var i første fase av forsøket (jun-nov) best for skjell plassert i de øvre 5 meter, men utjevnet seg til samme nivå for alle dyp utover i forsøksperioden. Antall døde skjell var imidlertid høyest i det øverste vannlag med 20-30% økning i forhold til skjell plassert dypere enn ca. 5 meter. Antall skjell som falt av var tilnærmet lik for alle prøvedypene og inneholdt den samme økningen som ble observert ved Kvitsøy lokaliteten i sluttperioden. (Se også figur 7).

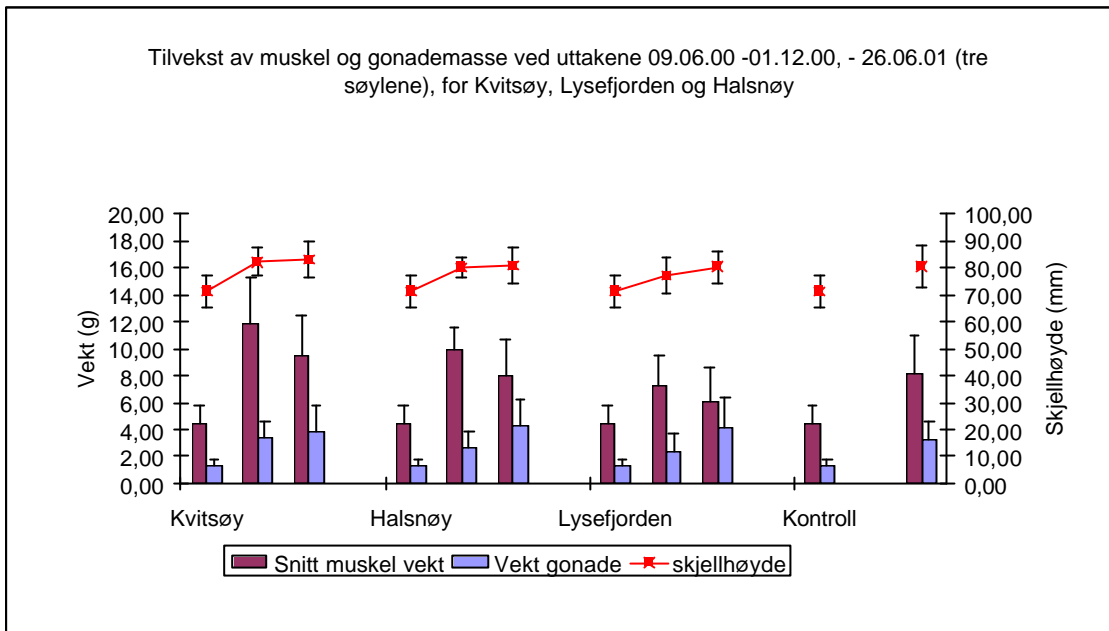
### **Aspøy**

Tilveksten i løpet av de første månedene var litt lavere enn ved Lysefjord lokaliteten for alle dyp. Dødligheten var allerede økende og antall tapte skjell ved skjell brudd var ca. 3 ganger høyere enn de andre lokalitetene. Etter totalt 6 mnd var overlevelse minimal og forsøksdyrkingen ble avsluttet. (Se også figur 8).

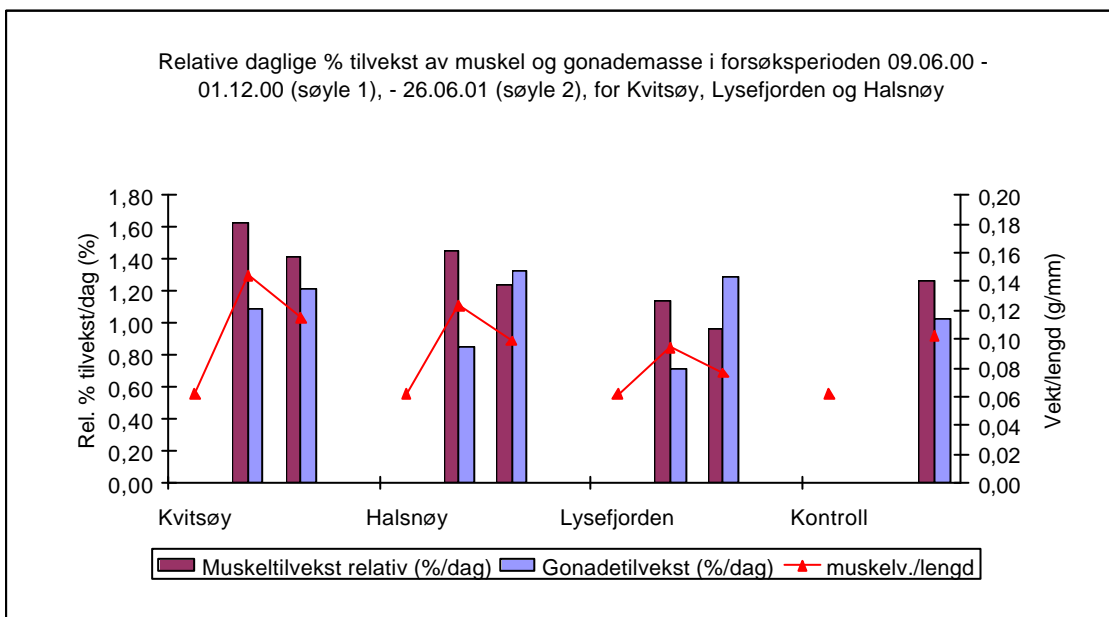
### **Lysefjorden**

Ingen stor forskjell ble registrert i skjelltilveksten mellom forsøksdypene ved Lysefjord lokaliteten. Den gjennomsnittlige skjelltilveksten var lav frem til november og stoppet delvis opp utover vinteren og våren. Antall døde steg raskt for de øvre 5 meter men forble mer stabil under dette dyp og gav den høyeste overlevelsen for alle lokalitetene, forsøksperioden sett under ett. Antall skjell som falt av var tilnærmet lik for alle dyp og oversteg ikke 30% (Se også figur 9).

## 4.2 Muskel/gonadeutvikling



**Figur 4.** Muskel og gonadetilvekst, samt tilvekst i skjell høyden for ørehengte kamskjell. Kontrollskjell er fra samme årskull, men dyrket i bunnkultur. Antall, n=22



**Figur 5.** Den relative %daglige muskel- og gonadetilveksten i løpet av 1 års prøvedyrking av ørehengte kamskjell.  $R.tilv. = ((\ln x_1 - \ln x_0) / (t_1 - t_0)) * 100$ , der  $x_1$  er vekt i gram ved tid  $t_1$  og  $x_0$  er vekt ved forsøkstart, tid  $t_0 = 0$ , for (n=22±5) antall skjell. Kontrollskjell er fra samme årskull, men dyrket i bunnkultur.



Den daglige muskel og gonadetilveksten utviklet seg likt for alle lokalitetene i forsøksperioden, med en rask tilvekst mot desember for så å falle litt utover sluttperioden mot juni året etter. Datagrunnlaget var imidlertid for lite til å kunne evaluere muskel- og gonadevekt mot dybde. Aspøy lokaliteten ble avsluttet på grunn av lav overlevelse.

**Kvitsøy;** Muskel og gonadeveksten økte jevnt frem mot november. Ut over vårperioden avtok muskelmassen, mens gonadeoppbyggingen fortsatte å øke. Det ble oppnådd en 2 til 3-dobling av hhv. muskel- og gonadeveksten på 1 år. Kontrollgruppen hadde ca. 14% mindre muskel og gonadevekt, mens tilveksten i skjellhøyden var lik. Den daglige tilveksten for muskel og gonader var for samme skjellhøyde større enn for skjell i bunnkultur ved forsøkslutt.

**Halsnøy;** Denne lokaliteten hadde tilnærmet lik muskeltilvekst som kontrollgruppen, mens gonadetilveksten var høyere ved slutten av forsøksperioden. Ved forsøkslutt var skjellhøyden og muskelvekt forholdet mot skjellhøyden tilnærmet lik kontrollgruppen.

**Lysefjorden;** Skjellene ved Lysefjorden hadde en jevn gonadeøkning som ved forsøkslutt var noe høyere enn kontrollen. Muskeltilveksten og muskelvekt per skjellhøyde var signifikant 20% lavere enn kontrollskjellene ved samme skjellhøyde.

**Aspøy;** Muskel og gonadevekt ble ikke målt for november-uttaket ved Aspøy.

**Tabell 5.** Forholdet mellom muskelvekt og skjellhøyde.

	Muskelvekt/skjellhøyde		
Dato *	09.06.00*	01.12.00*	26.06.01*
Kvitsøy	6,05	14,24	11,36
Halsnøy	6,05	12,32	9,79
Lysefjorden	6,05	9,31 <sup>*</sup>	7,52 <sup>*</sup>
Referanse	6,05	(14,0)	10,02

Signifikant forskjellig fra alle (\*). Referanseskjellene for 01.12.00 var 96 årskull mot 97.

**Tabell 6.** Forholdet mellom gonadevekt og skjellhøyde

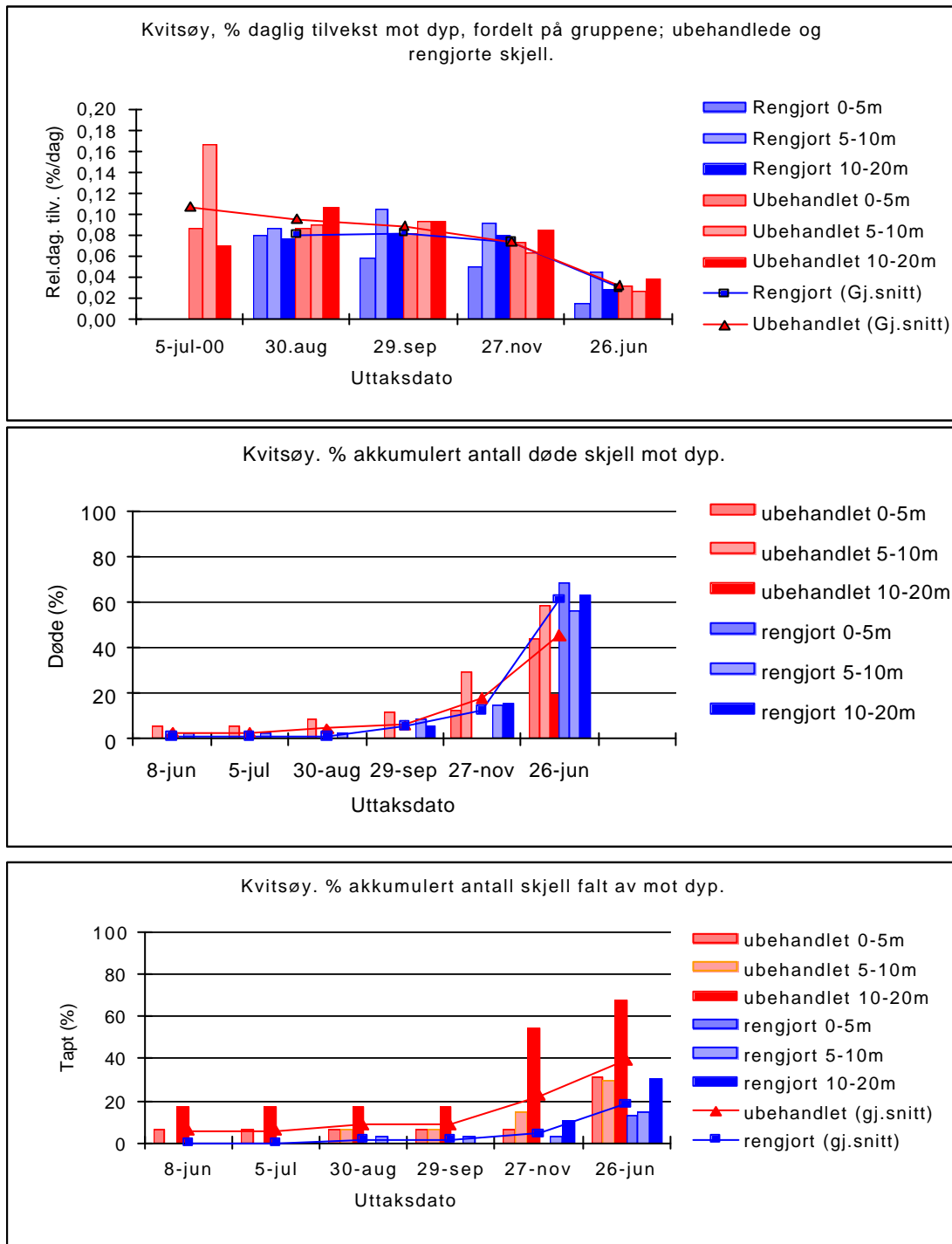
	Gonadevekt/skjellhøyde		
Dato *	09.06.00*	01.12.00*	26.06.01*
Kvitsøy	1,77	4,21 <sup>r</sup>	4,62
Halsnøy	1,77	3,36 <sup>r</sup>	5,34 <sup>r</sup>
Lysefjorden	1,77	3,04 <sup>r</sup>	5,11
Referanse	1,77	(1,9)	3,89

Signifikant forskjellig fra alle (\*), eller bare fra referansen (r). Referanseskjellene for 01.12.00 var 96-årgang mot 97.

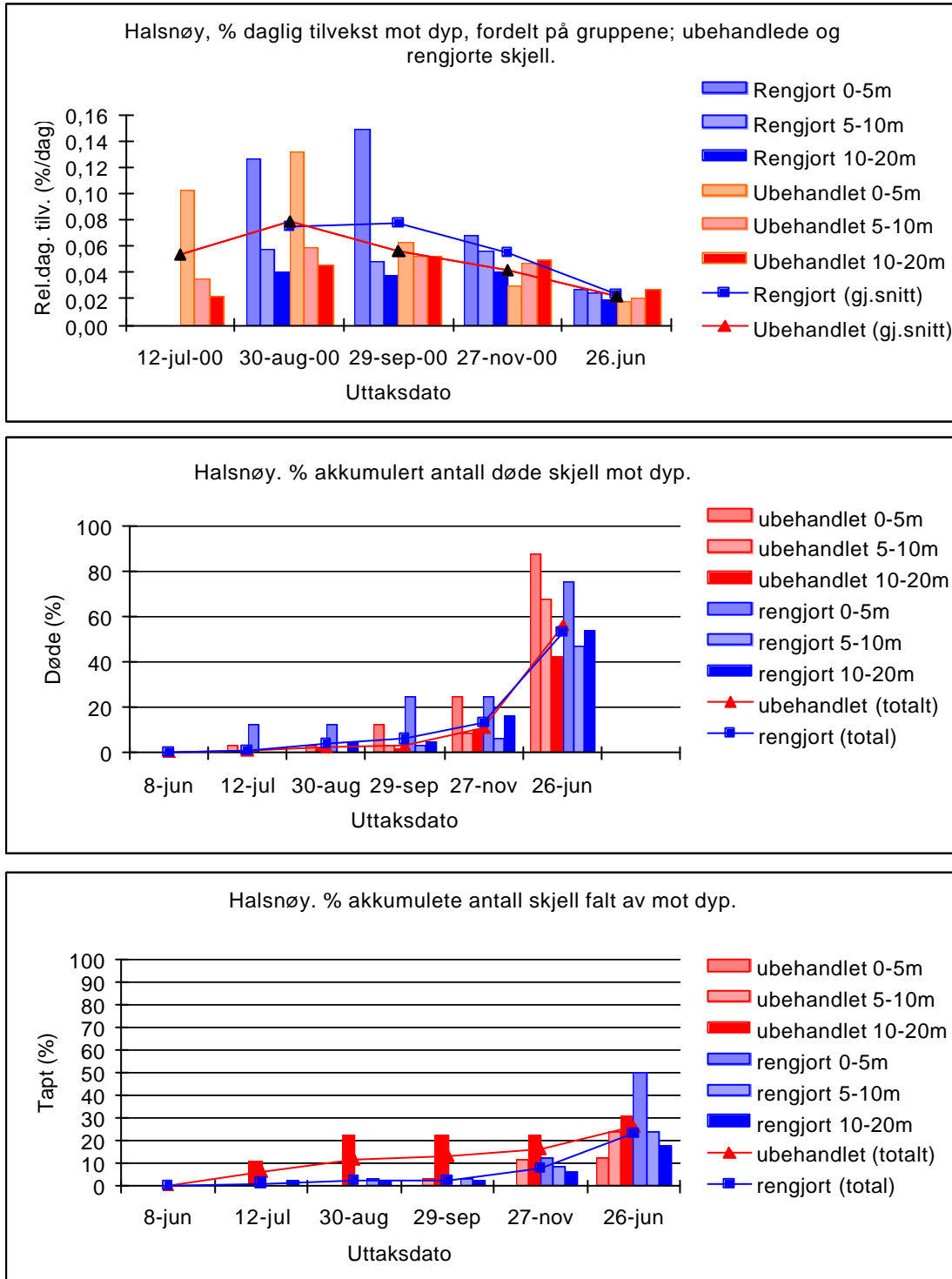
Ved sluttuttaket var forholdet gonadevekt/skjellhøyde høyere enn for referanseskjellene i bunnkultur ved alle lokalitetene. For samme skjellhøyde gav Kvitsøy lokaliteten høyere muskelvekt/skjellhøyde-verdi i forhold til referansen. Ved Halsnøy og Lysefjorden var forholdstallet lavere eller lik referanseskjellene.

### 4.3 Effekt av rengjøring

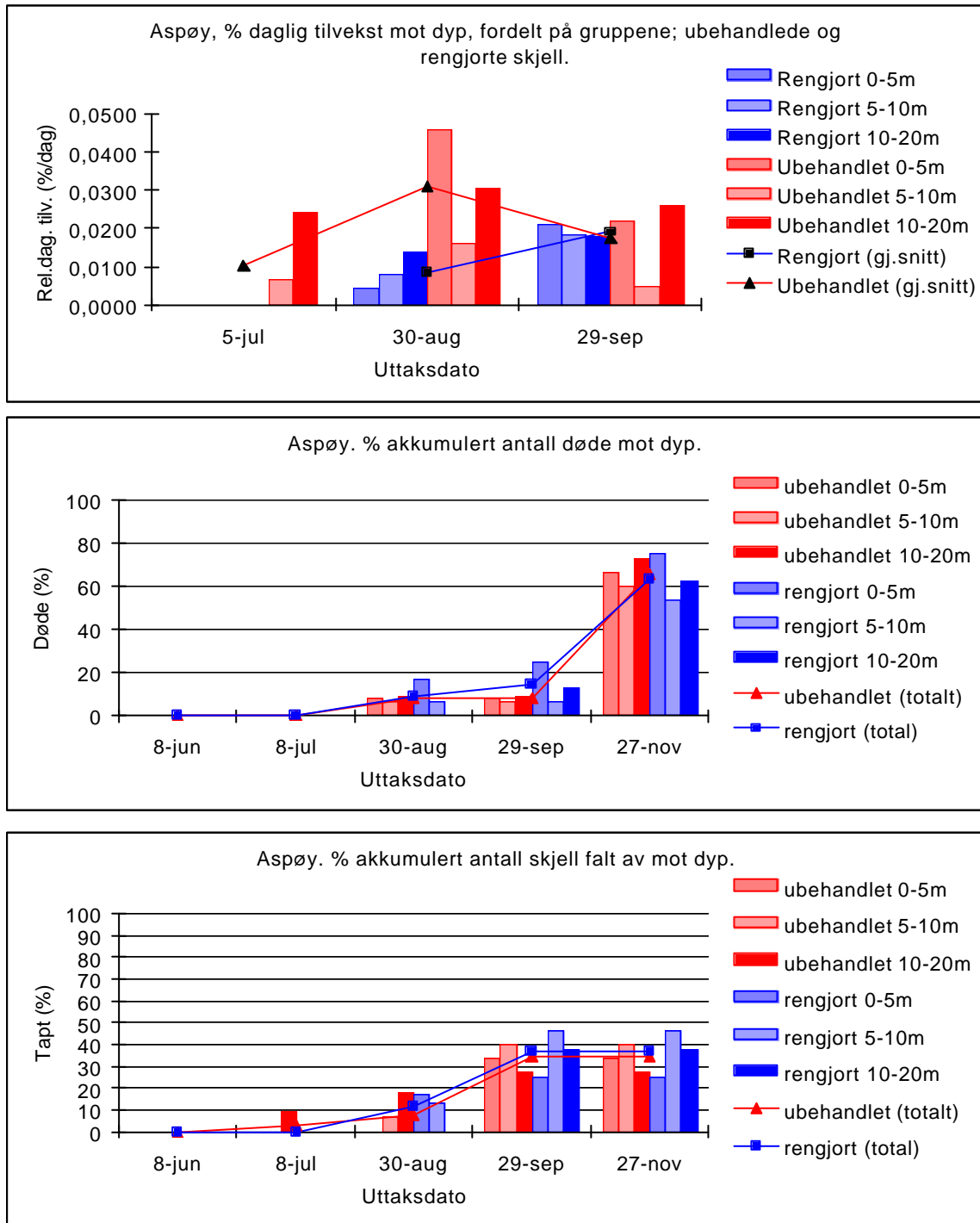
I løpet av dyrkningsperioden ble den 30. august foretatt en rengjøring av to skjelltau per lokalitet. Verdiene angir muskel og gonadevekt, samt % antall døde eller tapt.



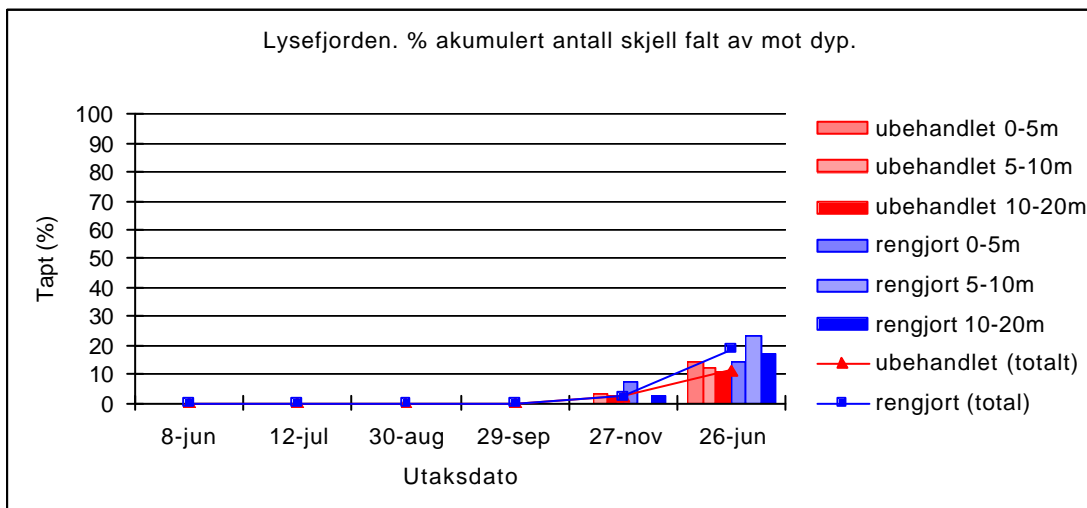
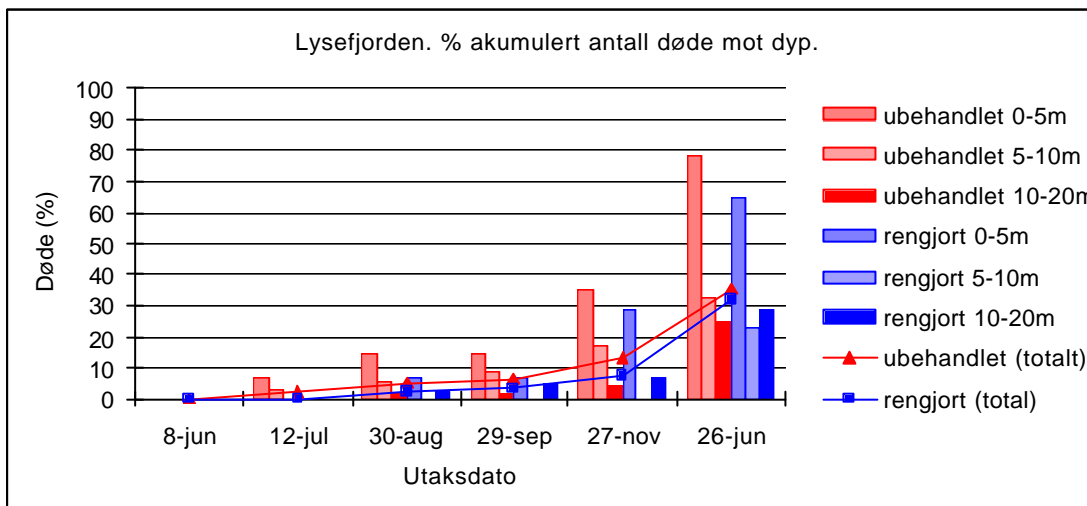
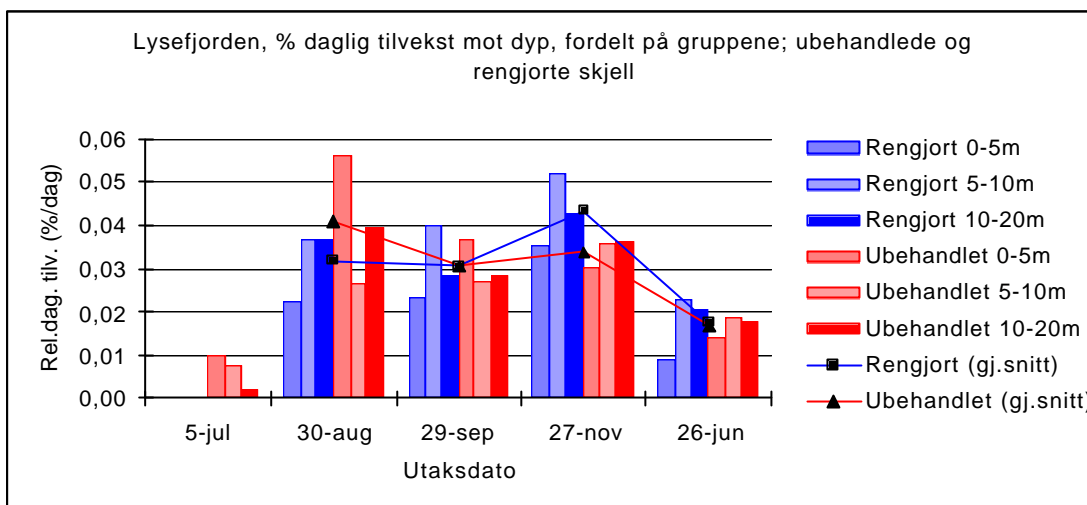
**Figur 6.** Kvitsøy, % daglig tilvekst, akkumulert antall døde skjell og skjell falt av.



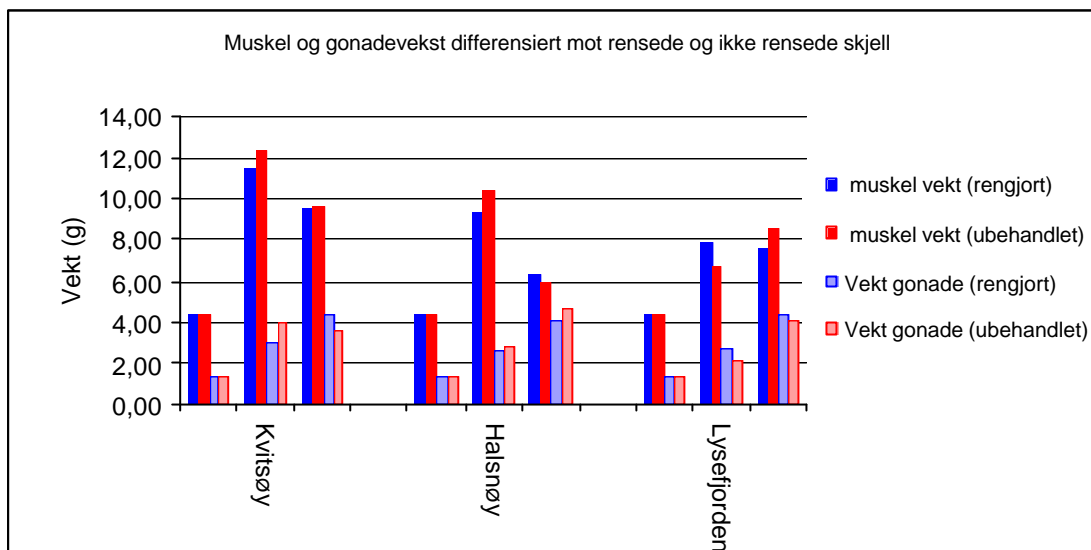
**Figur 7.** Halsnøy, % daglig tilvekst, akkumulert antall døde skjell og skjell falt av.



**Figur 8.** Aspøy, % daglig tilvekst, akkumulert antall døde skjell og skjell falt av. Verdiene for uttaksdato 27. november er estimert ut fra en total dødelighet på 100%



Figur 9. Lysefjorden, % daglig tilvekst, akumulert antall døde skjell og skjell falt av.



**Figur 10.** Muskel og gonadevekt for rensede og urensede skjell for uttakene 08.06.00 (1.kolonnegruppe), 27.11.00 (2.gruppe) og 26.06.01 (3.gruppe).

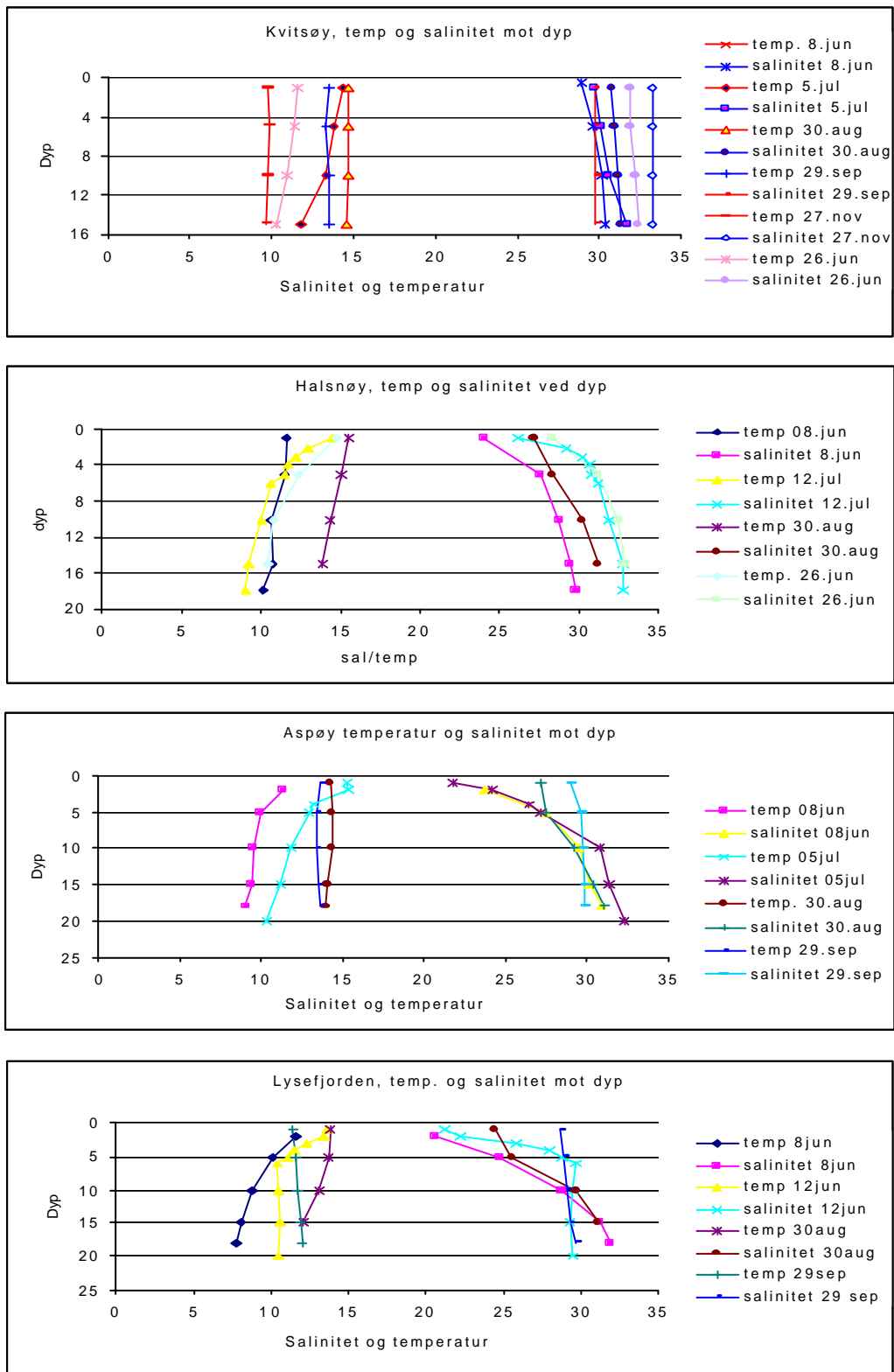
**Kvitsøy;** Børsting av skjellene medførte en tilsynelatende svak nedgang i muskel- og gonadetilveksten i forhold til urørte skjell. Noe høyere dødelighet og prosent tapt av skjell ble registrert for de ikke rensede skjellene i den første perioden etter børsting.

**Halsnøy;** Også ved denne lokaliteten medførte rensing av skjell litt lavere muskel- og gonadetilvekst i tiden frem mot desember. I løpet av dyrkningsforsøket var antall døde og tap av skjell tilnærmet lik for begge behandlingsgruppene.

**Lysefjorden;** Rensing av skjelltauene medførte en tilsynelatende svak økning i muskel og gonadetilveksten den første tiden etter rensing. I slutten av forsøket jevnet gonadetilveksten seg ut mellom skjellgruppene rensed/ikke rensed. Rensing av begrodd skjell gav noe bedre overlevelse i tiden etter, men påvirket ikke overlevelsen ved forsøkslutt. Antall tapte skjell var for denne lokaliteten lav, med en svak overvekt av tapte skjell for gruppen rensede skjell ved forsøkslutt.

**Aspøy;** I måneden etter rensing av begroingsorganismer var antall døde 6% for rensede skjell, mens urørte skjell hadde ingen døde. I slutten av november ble det observert tilnærmet 100% dødelighet og forsøkslokaliteten ble avsluttet.

## 4.4 Salinitet og temperaturmålinger ved lokalitetene



**Figur 11.** Salinitet og temperatur målinger ved de 4 lokaliteter i løpet av forsøks tiden

## 4.5 Begroing ved lokalitetene ut over forsøksperioden

Ved forsøkstart i juli måned var begroingen preget av mye opportunistiske rekrutter. Særlig skallamøber, mye små trådformede algespirer (grønne, brune og røde alger) og hydroider (som små brune tråder) Videre hadde opptil flere hundre spøkelseskreps, små snegler og andre dyr fra den delvis mobile frittsvømmende delen av tareskogsfaunaen allerede innfunnet seg på skjell og tau. Blåskjellene hadde allerede slått seg ned i et slikt antall at gradienten med økende antall individer fra ytre til indre kyststrøk alt var tydelig. Motsatt var det ingen tegn til sekkedyr enda. Det ble registrert flere titalls mosdyrkolonier per skjell og kun 1-3 mm i diameter for hver koloni ble registrert og dette var mest utpreget ved Kvitsøy og Halsnøy. Sekkedyr ble ikke observert så kort tid etter utsettet. Lysefjorden skilte seg ut ved at store mengder lange grønne trådformede alger alt hadde festet seg på skjell og bæretau.

I august begynte kamskjellene å bli sterkt begrodde. Begroingen var mest omfattende i de øvre meter i sjøen, men betydelig dekke ble observert langt ned også. Det kom allerede fram klare skiller mellom ytre og indre kyststrøk og med dypet på de forskjellige stedene med utsatte kamskjell. Algeveksten var kraftigst i den øvre delen av utsette (nærmest overflaten). Deretter overtok blomsterpolypper og sekkedyr mot dypet. Blomsterpolypper og sekkedyr hadde nådd voksen lengde og utgjorde nå, sammen med algene, den viktigste fastsittende begroingen på de to ytre stasjonene (Kvitsøy og Halsnøy). Disse to stasjonene var mer like i total mengde sekkedyr, men med artsforskjeller blant dominerende sekkedyr mellom de to stasjonene. Ved Aspøy var det klart mindre sekkedyr enn ved Kvitsøy og Halsnøy, og minst sekkedyr var det i Lysefjorden. Blomsterpolyppene forekom i betydelige mengder som dominerende begroingen etter blåskjellene ved Aspøy, mens det var klart færre blomsterpolypper i Lysefjorden enn noe annet sted. Blåskjellene hadde ikke nådd så mange mm kroppslengde enda sammenliknet med den størrelsen sekkedyr og blomsterpolypper hadde oppnådd, men ut fra omfattende bunnslåing dominerte de i Lysefjorden og særlig ved Aspøy. Lysefjorden skilte seg ellers også fortsatt fra de andre stasjonene ved de store mengdene med lange trådformede grønnalger.

Børstingen fjernet større organismer utenom en del trekantmark og *Monia*. For begroing med hardt kalkskall var ikke stålbørsten alltid sterk nok. Det så også ut til at mosdyrene, og da særlig den orange formen, dro fordel av børstingen. Kolonirester som var tilbake etter børstingen regenererte seg raskt og vokste til betydelig arealdekning utover høsten. Enkelte små sekkedyr unngikk børsten. De vokste raskt ut igjen til september.

Ved undersøkelsen i september hadde algene utnyttet noe av den fri plassen på børstede skjell og vokst ut på disse ved Kvitsøy. Enkelte blåskjell hadde også tilsynelatende vandret overraskende langt nedover på uthenget samme sted. Ved Halsnøy hadde de børstede skjellene også litt med spredte blåskjellene på seg. Ellers var det ved Halsnøy mer trekantmark, og mer sekkedyr tilbake på midlere utsettdyp; fra ca 7 m og mellom 5 og 10 m nedover. Videre var det færre alger, mer av noen brune hydroider og muligens noe mer av oransje mosdyret på børstede skjell ved Halsnøy enn ved Kvitsøy.

Ved Aspøy var begroingen på børstede skjell klart mindre enn på de to lokalitetene nevnt ovenfor. Det mest nærliggende er å relatere dette til den tidligere sterke dominansen blåskjellene hadde på denne lokaliteten. Et så omfattende blåskjelldekke utelukker at mange



andre begroingsformer får anledning til å feste seg (bilde 2 og 3). Kun enkelte spredte blåskjell var tilbake etter børstingen. De dypest stående skjellene var minst begrodd. Nær ingen alger og svært få sekkedyr var tilbake på de børstede tauene. Det forekom imidlertid noe trekantmark, blomsterpolypper, brune hydroider og av det orange mosdyret *Monia*.



**Bilde 2.** Lysefjorden 28.09 tau8 3-8m (ikke børstet)



**Bilde 3.** Lysefjorden tau8 8m

I Lysefjorden kom de lange trådformede grønnalgene raskt tilbake på den øvre delen av utsettet etter børstingen. Dette er en gjentakelse av koloniseringsmønsteret ved oppstartingen i juni og indikerer omfattende drift av løsalger i området. Kamskjell på de øvre meterne på utsettet var på nytt så utsatt for blåskjell at en flere var ved å sprenges til døde (bilde 3). Fra ca midt på utsettet og rundt halvveis oppover vokse det fram et dominerende dekke av trekantmark. Øvre grensen for dominans falt sammen med et økende innslag av blåskjell. Mengden trekantmark avtok mot dypet. Enkelte sekkedyr var ved å vokse ut etter børstingen. Noe rødalger hadde vokst fram på ledig plass på øvre del av utsettet.

På alle stasjonene hadde forekomstene av blomsterpolypper på kamskjell og tauverk gått tilbake i forhold til det som ble observert ved forrige innsamling.

Forekomstene av det lille skjellet *Monia* på kamskjellene, og da særlig i Lysefjorden, har trolig så langt i undersøkelsesperioden blitt underestimert på grunn av skjellets beskjedne størrelse og de vanskene en da får med å registrere skjellene i felt og på bilder.

Karakteristika fra ytre til indre fjordstrøk gitt ved forrige innsamling var fortsatt til stede på de børstete tauene i november/desember, men en del begroing hadde tatt seg opp igjen i betydelig omfang. Dette gjaldt særlig sekkedyrene ved Kvitsøy og Halsnøy. Her nådde denne begroingen et slikt omfang at ny rengjøring kan synes påkrevd dersom kamskjellveksten alene hadde vært undersøkelsen sitt mål. Ved Kvitsøy og Halsnøy, og muligens mest på sistnevnte plass, hadde sekkedyrene et nær totalt dekke på kamskjellene sentrert i et dybdeintervall som strakk seg nær 10 m rundt midlere utsettdyp. Deretter var det avtagende mengder med sekkedyr på kamskjellene oppover og nedover i vannmassene. Motsatt ble få sekkedyr registrert på de to tauene med kamskjell som ble børstet i Lysefjorden. Større partier var uten sekkedyr og kun noen få kamskjell hadde 30% dekke med sekkedyr på en skjellside. Algedekket på øvre del av utsettet på Kvitsøy var videre mer omfattende der enn ved Halsnøy og i Lysefjorden. Selv om den spesielle begroingen med trådformede grønnalger holdes utenom sammenlikningene, hadde Lysefjorden mer alger på børstede skjell enn hva som var tilfelle ved Halsnøy. De børstede kamskjellene i Lysefjorden hadde videre noe mer blåskjell og særlig mye mer trekantmark og *Monia* enn kamskjellene på de to andre lokalitetene. Denne begroingen skapte heller ikke samme behovet for ny rengjøring av kamskjellene slik sekkedyrforekomstene gjorde det ved Kvitsøy og Halsnøy.

Forskjellene mellom børstete og ikke børstete tau var borte ved uttaket i juni året etter og ved alle lokalitetene hadde tauene med kamskjell et behov for å bli børstet. Hovedtrekkene fra innsamlingen på forvinteren var fortsatt i behold med hensyn til hvilke begroingsorganismer som dominerte hvor. I de øvre få meterne av utsettet hadde algene vokst ut til øket dominans og dette var mest utpreget på Kvitsøy. På Kvitsøy var det særlig brunalgen stivt kjerringhår øverst og *Ceramium* noe dypere ned enn kjerringhåret som var mest utpreget blant algene. Ved Halsnøy var kjerringhårmengden mer enn halvert sammenliknet med Kvitsøy og fraværet av *Ceramium* var enda mer omfattende. En del tarerekrutter forekom over et større dybdeintervall ved Kvitsøy, men dette var klart mindre tilfelle ved Halsnøy. Særlig Kvitsøy, men også noe Lysefjorden skilte seg ut ved at

tareplanter begynte å vokse ut på kamskjellene i øvre halvdel av dypet kamskjellene var satt ut i. Det var mer tareplanter over et større dybdeintervall ved Kvitsøy enn i Lysefjorden. Ellers var det nå mer variabelt med andre grønnalger og rødalger helt øverst i kamskjellutsettet i Lysefjorden enn hva som ble observert i siste halvdel forrige året. Lysefjorden skilte seg også ut ved de lange trådformede grønnalgene som ser ut til å være tilstede hele året. På denne tiden av året var en del av de lange trådformede grønnalgene bleke fordi de var blitt overgrodd med mosdyr (*Membranipora*).

Med forbehold ut fra store variasjoner mellom tau på hver stasjon, var det nå kanskje litt mer sekkedyr ved Halsnøy enn ved Kvitsøy. Forekomstene var noe mer sentrert rundt midlere utsettdyp ved Kvitsøy sammenliknet med Halsnøy. På sistnevnte stasjon var det mer sekkedyr i dypeste delen av utsettet også. Til sammenlikning var det klart mindre forekomster med sekkedyr på kamskjellene i Lysefjorden. De sekkedyrene som ble observert i Lysefjorden var også mest utbredt i det dypeste partiet. Totalt sett var mengden sekkedyr i juni-juli mindre enn det som ble registrert i august senere på høsten året før.

I Lysefjorden var ellers dominansen av trekantmark og *Monia* det klarest forsterkede særpreget i begroingsutviklingen. Blåskjellene utgjorde med innvandring ovenfra fortsatt et problem i Lysefjorden. Årets blåskjellrekrutter var så små at de ikke ble fanget opp med visuell inspeksjon og avfotografering.

Mosdyrbegroingen på kamskjellene hadde generelt øket i tiden fra forrige innsamling. Den eller de oransje fargede artene innen Calloporidae var den dominerende formen, men flere arter mosdyr var med og utgjorde mye av begroingen. Arten *Alcyonidium hirsutum* dannet mange store kolonier som kunne forveksles med sekkedyr. Både *Electra* og *Membranipora* dekket også kamskjell så vel som mye annen begroing. En fiolett form (en eller flere arter) dekket også noterbare arealer. Ved Kvitsøy var det mest mosdyr dypest ned på utsettet. Artsmangfoldet av mosdyr var antydningvis størst ved Kvitsøy. Totalt sett var det mest mosdyr ved Halsnøy og her dekket også mosdyrene mer på kamskjellene i midlere utsettdyp. Minst mosdyr var det på kamskjellene i Lysefjorden og her var også mosdyrbegroingen mest begrenset til det dypeste partiet av utsettet.

Blåskjellene utgjorde et økende problem for kamskjellene innover i kystgradienten; minst og mest begrenset til helt øvre vannlag ved Kvitsøy og mest omfattende inne i Lysefjorden.

På alle tre stasjonene kom det inn to nye begroingsformer som begynte å øke i antall. Dette gjaldt anemoner og tareplanter. Tareplantene, der sukkertare dominerte, er omtalt øverst i kapittelet. Anemonene kom særlig inn i de dypeste partiene på utsettene. De ble ikke så godt fanget opp i feltbeskrivelser av begroingen eller i bildeanalysene, men helst når enkeltskjell ble studert for begroing i lupa. Registreringene ble således for begrensede til å kunne si noe klart om totalmengder og variasjoner fra ytre til indre kyststrøk.

## 4.6 Resultater fra sensorisk vurdering av kamskjell

### 4.6.1 Uttaksdato 05.12.00

Karakterene for hver egenskap ble testet med enveis anova variansanalyse ved hjelp av statistikkprogrammet Minitab versjon 13.30.

Alle sensoriske egenskaper ble testet mot lokalitet og tau.

#### 4.6.1.1 Sammenligning av sensoriske egenskaper mot lokalitet

Lukt:	Ingen signifikante forskjeller
Smak mudder:	Ingen forskjeller
Smak sjø/tang:	Stor variasjon i bedømmelsen av sjø/tangsmak innen Kvitsøy referansegruppe (snittkarakter $4,25 \pm 1,26$ ). Lysefjorden og Halsnøy hadde signifikant mindre sjø/tangsmak enn Kvitsøy.
Smak søt:	Tendens til søtere smak i prøver fra Kvitsøy, men ingen signifikante forskjeller
Konsistens saftighet:	Skjell fra Lysefjorden var signifikant mindre saftig enn skjell fra Kvitsøy og Halsnøy
Konsistens tyggemotstand:	Ingen forskjeller.
Konsistens seighet:	Ingen forskjeller.

Det var relativt store variasjoner i bedømmelsen av egenskaper til de enkelte prøvene. Gjennomsnittlig standardavvik for alle egenskaper ved alle lokaliteter var 26% av middelverdien. Dette kan bety at dommerne var lite samkjørt eller at det var stor variasjon mellom enkeltskjell.



**Figur 12.** Gonader som ble vakuumpakket for sensorikk.

#### 4.6.1.2 **Sammenligning av sensoriske egenskaper mot tau**

Det ble vurdert kun 4 skjell per tau (ett skjell per dommer). Dette gir et svært tynt statistisk grunnlag og resultatene kan ikke tillegges stor vekt.

Lukt:	Tau 13 hadde signifikant dårligere lukt enn alle andre. Tau 4 luktet signifikant bedre enn 1, 5, 8, 13 og 15
Smak mudder:	Ingen forskjeller i muddersmak
Smak sjø/tang:	Tau 4 (Kvitsøy) hadde mer sjø/tang smak enn alle fra Lysefjorden (5, 6, 7, 8) og tau 3, 14, 15 fra Halsnøy. Tau 13 (Halsnøy) hadde signifikant mindre sjø/tangsmak enn alle prøver fra Kvitsøy (tau 1-4) og tau 16 (Halsnøy). Tau 14 (Halsnøy) hadde mindre smak av sjø/tang enn tau 2 og 4 fra Kvitsøy
Smak søt:	Ingen signifikante forskjeller, men en tendens til at tau 1 (Kvitsøy) var søtere enn 7, 8 (Lysefjorden) og 13, 15 (Halsnøy)
Konsistens saftighet:	Tau 7 (Lysefjorden) var mindre saftig enn alle utenom tau 5. Tau 5 (Lysefjorden) var mindre saftig enn tau 15 og 16 (Halsnøy)
Konsistens tyggemotstand:	Ingen signifikante forskjeller, men en tendens til at prøvene fra Lysefjorden var hardere enn de andre.
Konsistens seighet:	Ingen signifikante forskjeller i seighet mellom noen av prøvene

#### 4.6.2 **Resultater sensorikk, sluttuttaket (målt 20.09.01)**

Karakterene for hver egenskap ble testet med enveis anova variansanalyse ved hjelp av statistikkprogrammet Minitab versjon 13.30.

Alle sensoriske egenskaper ble testet mot lokalitet, tau og dyp.

##### 4.6.2.1 **Lokalitet:**

Alle prøver fra hver lokalitet ble slått sammen og testet mot tilsvarende prøver fra de andre lokalitetene. Egenskapen "lukt" var signifikant ( $p < 0.05$ ) dårligere (= mindre frisk) i prøvene fra Lysefjorden enn i prøvene fra Halsnøy og referanseprøvene fra Kvitsøy. Det var ikke andre forskjeller i sensoriske egenskaper mellom skjell fra de ulike lokalitetene.

##### 4.6.2.2 **Tau:**

Det var ingen forskjeller i sensoriske egenskaper mellom skjell fra de ulike tauene eller mellom skjell som hadde vokst på bunnen (Kvitsøy referanse) og skjell som hadde vokst på tau.

##### 4.6.2.3 **Dyp:**

Alle skjell, uavhengig av lokalitet, som hadde vokst på øvre halvdel av tauene (0 – 9 meters dyp) ble sammenlignet med skjell som hadde vokst nederst (10 – 20 meters dyp). Det var

ingen forskjeller i sensoriske egenskaper mellom skjell som hadde vokst over og under 10 meters dyp.

Variasjonen mellom individuelle skjell innen en lokalitet var større enn variasjonen mellom lokalitetene. Størrelsen på prøvene (muskelvekt) varierte og dette kan ha gitt utslag på bedømmelsen av de sensoriske egenskapene.

## 5 Diskusjon

### 5.1 Produksjonsmetode/utstyr

Forsøksoppsettet og valg av utstyr ble gjort på basis av tilgjengelig informasjon. Strips ble sammen med ”pistol merker” testet ut som oppengsmetoder og skjelltau ble valgt på grunnlag av tykkelse, håndtering og at tauet var blitt mye brukt i oppdrettsammenheng. Vekten som holdt skjelltauene nede var for stor, og utgjorde ekstra arbeid under håndtering og kan med fordel senkes til ca. 5kg. I lys av begroingsmønsteret burde andre og mer ”lettrensede/glatte tau blitt valgt (polyeten tau, ol.).

Metoden med strips gav høyere begroing en ”pistol”merkene. Bruk av sene med glattere overflate, og med flere skjell per sene kan forbedre begroingsmønsteret rundt og på skjellene. Her må det nevnes at blåskjell hadde spesielt en forkjærlighet for strips og slo de seg ned kunne de vandre nedover skjelltauet. Slik som begroingsmønsteret utviklet seg ville det være en klar gevinst å unngå blåskjell påslag ved å senke anlegget til under 10-15m. Ved økende dyp vil begroingsmønsteret endre seg fra mer lysavhengige begroingsorganismer til sekkedyr og hydroider. Her må det sies at sekkedyr er effektive filterspisere og konkurrerer med skjellene samtidig som de øker vekten på produksjonsutstyret og skjellfester. I forsøket ble det registrert et økende tap som sannsynligvis skyldes økt vekt fra begroing. Her kan nye lim-, sement-, eller andre opphengskonsepter være å foretrekke fremfor å lage hull i skjellet. Fordelen med f.eks. sement er at skjellet festes på en sterkere plass en ved skjelllets øre. En skader i tillegg ikke skjellet direkte og en unngår brudd. Svakheten ved denne metoden har vært at lim- og sementtypene som er blitt brukt ikke har vært sterke nok over tid og ført til et høyere antall tap av skjell enn for ørehengte skjell (n. IFM. rapport 1991). I forsøket med ørehenging av kamskjell var dødligheten forholdsvis lav i den første tiden etter utsett, noe som kan tyde på at skadene skjellene ble påført ikke var betydelige. Bruk av høghastighets fres i stedet for borr kan ha bidratt til færre skjell skader. Ved børsting av skjellene ble det observert noen skjell som ikke tålt behandlingen og knakk i skjellfeste. Tendensen var at pistol merkene var bedre egnet og førte til mindre skjellbrudd enn bruk av strips. En fordel ved valg av strips, sener ol. er at skjellet henger fritt og er i mindre grad utsatt for begroing fra tauverk som lett spres til skjellet.

I tre av de fire lokalitetene var skjelltauene festet i et bøyestreck system. Ved Aspøy lokaliteten var skjelltauene festet direkte på oppdriftsrørene i en 4\*2 m flåte. Selve flåten var utsatt for bølger som direkte førte til rykk og slag i skjelltauene. Det er tidligere blitt rapportert at rykk og slag i produksjonsutstyr til kamskjell er ugunstig (L. Freitas *et al.* 1999). Sammen med sterk blåskjellsbegroing var trolig dette årsaken til lav overlevelse og et høgt skjelltap ved Aspøy lokaliteten.

I forsøket ble det brukt en skjellavstand på ca. 30cm for å unngå at skjellene slo bort i hverandre. Mindre avstand er blitt brukt i tidligere forsøk med opptil 5 kamskjell per oppheng. Den endelige avstanden mellom skjell og skjelltau må ved større anlegg

tilpasses førtilgang og lokalitetens totale bærekraft. Det er utenfor dette ingen resultater som underbygger denne avstandsfordelingen. Det ble også benyttet en avstand på en meter for skjell fra 10m og nedover. Dette ble gjort av kapasitetsmangel og ikke ut fra en mattilgang vurdering.

## 5.2 Tilvekst, overlevelse og begroing

Dyrking av kamskjell i ørehengkulturer medførte at skjellene oppnådde en økning i muskelvekt/skjellhøyde forholdet i forhold til bunndyrkede kamskjell ved samme lokalitet (tabell 5). En muskeløkning på over 10% underbygger tidligere publikasjoner og metodens potensiale for en mer intensiv dyrking av kamskjell for utnyttelse av muskler og gonader (D. Hardy 1991; R.F. Ventilla 1982). I dyrkningsperioden var muskeltilveksten best i en gradient fra kyst til fjord, mens gonadetilveksten var tilnærmet lik for alle lokalitetene. Variasjonene innad lokaliteten fulgte årsvariasjonene med muskeloppbygging sommer og høst med en reduksjon senvinters som var i takt med gonadeoppbygging og avtakende matforråd (P. Hovgaard *et al.* 2001). Gonadeinnholdet fordelt mot skjellhøyde var generelt høyere for ørehengte skjell enn for skjell i bunnkultur (tabell 6). Det ble ikke registrert noen markant bedre skjelltilvekst for enkelte dyp mellom 0-20m i lokalitetene. Tallmaterialet var for lite til å få noen indikasjoner hvordan muskel og gonadetilvekst var mot dyp.

Rett etter utsett i juni ble det forventet en stagning av veksten som følge av hullaging og vekst på nye lokaliteter. Denne var imidlertid kort og skjellene såg ut til å utnytte høstoppblomstringen til økt skjellvekst. I samme perioden var antall registrerte døde og tapte skjell samlet under 10%. I perioden frem mot desember ble det registrert til dels store forskjeller mellom lokalitetene. Skjellene ved Lysefjorden og Halsnøy oppnådde en skjelltilvekst som var ca. 50% av veksten som ble oppnådd ved Kvitsøy. Ved Aspøy lokaliteten ble det tidlig registrert en signifikant lavere skjelltilvekst. Selv om skjellene såg ut til å utnytte høstoppblomstringen så var skjelltilveksten lavere enn det som tidligere er blitt registrert for skjell i bunnkultur (Strand, Ø. *et al.* 2001).

Ved Aspøy ble kamskjellene dyrket i samme anlegg som det ble dyrket blåskjell og dette hadde en svært negativ effekt. De øverste meterene ble raskt begrodd av blåskjell og etter 3-6mnd dekket blåskjellene tilnærmet hele kamskjellstrekket. Blåskjellene som har evnen til å bevege seg etter at den slår seg ned koloniserte skjellene fra opphengsstripsen til utover kamskjellet. Veksten var så omfattende at blåskjell til slutt vokste inni kamskjellene med knekk av hengsel og med påfølgende død som resultat. Etter 6 mnd ble det ved Aspøy registrert tilnærmet 100% dødelighet eller tap av skjell. Ut fra dette kunne en forvente lignende tilstander ved Lysefjord lokaliteten. Flere ting var imidlertid forskjellig, skjelltauene hang dypere (>3m) og skjelltauene hang på et bøyestrek i forhold til en rørflåte som var tilfelle ved Aspøy. Flåten som er mer utsatt for bølgebevegelser kan skape slag og rykk i skjellene, noe som antatt senker skjelltilveksten og øker dødeligheten (L. Freitas *et al.* 1999). Ved Lysefjorden var også begroingsmøntseret annerledes med tidlig innslag av grønnalger i kombinasjon med blåskjell ned til 8-9m. Et mer sammensatt begroingsbilde med alger, mosdyr, trekantmark og sekkedyr gjorde at blåskjelldominansen var mindre, men betydelig mer enn de ytre lokalitetene Halsnøy og Kvitsøy. Resultatet var økt overlevelse og vekst i



forhold til Aspøy. Overlevelsen ved Lysefjord lokaliteten var i perioden frem mot årsskiftet rundt 90% som på tross av ferskvannspåvirkning og blåskjellpåvekst var høyere enn for Kvitsøy og Halsnøy (70-80%) lokalitetene. Selv om blåskjellpåvekst var et problem for taukultur med kamskjell ved blåskjellanleggene så hadde Halsnøy lokaliteten også høyt innslag blåskjell ned til 8m. Under dette dyp var det mest av sekkedyr, mosdyr og hydroider, en begroing som antatt ikke fører direkte til skjelldød. Ved Kvitsøy utgjorde ikke blåskjellpåvekst noen nevneverdige problemer her var imidlertid innslaget av sekkedyr og forskjellige trådformede grønn- og rødalger fremtredene. I kombinasjon med andre lokale forhold kan begroingsmønsteret frem mot desember ha påvirket antall tapte kamskjell, slik at den totale overlevelsen ble noe lavere ved Kvitsøy og Halsnøy i forhold til Lysefjord lokaliteten.

I vårperioden ble det ikke tatt prøver og sluttuttaket i juni belyser ikke hele vekstforløpet, men bare perioden samlet under ett. I sammenheng med minskende algemengder i sjøen avtok muskelvekten mens gonadeveksten økte jevnt. Skjelltilveksten stoppet opp og begroingsbildet som ble sett før årsskiftet forsterket seg generelt med økt innslag av trådformede alger i øvre vannlag til økt innslag av sekkedyr, trekantmark og/eller mosdyr under 7,5m. Summen av antall døde og tapte skjell økte mellom 50-85% for sluttuttaket for alle lokalitetene med høyest totaltap for Kvitsøy. Om dette kan tilskrives bølgepåvirkning (L. Freitas *et al.* 1999), grunn lokalitet eller begroingsmønsterert med mer er vanskelig å bedømme. Det er imidlertid dramatisk høyere enn tidligere undersøkelser med ørehenging av kamskjell, der samlet verdi for tap og død innen et år er blitt registrert til under 10% (n. IFM. rapport 1991). I det samme forsøket vokste skjellene i snitt med 2,5cm på 11mnd., noe som er over dobbelt av det som ble oppnådd ved Kvitsøy i bunn- og hengekultur. Skjellhøyden og lokalitetsforskjeller tatt i betraktning så er denne differansen stor, noe som setter fokus på tid på året skjellene ble satt ut og den endelige effekten av begroing. Det kan i fremtiden vise seg viktig å sette ut skjellene tidligere på året for å oppnå økt veksteffekt av vår- og sommeroppblomstringen av alger. Utsettet i juni kan av den grunn ha vært ugunstig for optimal vekstutnyttelse (Ø. Strand *et al.* 2001). Sterk begroede skjell på alle skjelltauene fra Kvitsøy til Lysefjorden kan også ha bidratt til forringet skjellmiljø (M.R. Claereboudt *et al.* 1994; C.J.M. Lodeiros *et al.* 1996; D.H. Mook 1981; Taylor, J.J. *et al.* 1997) og bidratt til at skjellene ikke klarte å utnytte den vårlige algeoppgangen til økt vekst. I tillegg kan årsvariasjoner i primærproduksjon, temperatur og saltholdighet (I. Laing *et al.* 1997) endre skjellenes kondisjon, tilvekst og overlevelse fra år til år. En kan heller ikke utelukke at håndtering av skjellene i november eller at børstingen i august/september hadde en vekstbegrenset og skadelig effekt for kamskjellene.

For å hindre en antatt negativ begroingseffekt ble halvparten av skjelltauene rengjort etter 3 måneder. Måneden etter var effekten mot skjelltilvekst liten og ingen dyp kan generelt sies å ha hatt en umiddelbar positiv effekt av rensing. Bare Aspøy lokaliteten kan sies å ha fått en positiv veksteffekt for alle dyp mot rensede skjell. Antall døde og tapte skjell økte i høstperioden, men kan generelt ikke knyttes til bestemte dyp eller til rensesoperasjonen av skjell. Noen lokalitetsforskjeller ble registrert, men i løpet av første og andre halvdel av forsøket så var forskjellene utjevnet mellom lokalitetene, dyp og mellom gruppene ubehandlede og rensede skjell. Rengjøring av ørehengte kamskjell

for begroingsorganismer hadde liten effekt mot tilvekst av gonader og muskel i dette dyrkningsforsøket.

Vanntemperatur er sammen med tilgang til mat (primærproduksjonen) to av de antatt viktigste parameterene som regulerer skjelltilveksten hos kamskjell (Laing, i. 2000; I. Laing *et al.* 1997). I fjordlokaliteter kan temperaturen i de øvre vannlag være høgere hvis det dannes et lag med ferskvann. Lav salinitet medfører imidlertid at skjellene ikke kan nyttegjøre temperaturøkningen direkte, siden lav salinitet kan bety at skjellene ”stopper” å spise (P. Hovgaard *et al.* 2001; i. Laing 2000). For Aspøy og Lysefjorden er saliniteten kun tilfredsstillende (>30 ) i enkelte tidsperioder for dyp under 10m. For lokalitetene lengre ute mot kysten var saliniteten generelt høgere. Ut fra de salinitet og temperatur forhold som vi registrerte burde derfor forholdene fra 0-20m dyp være mer egnet for kamskjell dyrkning i kystlokaliteter enn inne i fjordområdene.

Ut fra begroingsdataene ble det ikke registrert deformiteter av kamskjell fra rur, trekantmark eller andre begroingsorganismer med unntak av blåskjell. Ved sluttuttaket var majoriteten av skjellene kraftig begrodd, men hadde i de fleste tilfellene beholdt en klar og hel vekstkant. For mer utfyllende diskusjon omring begroing henvises det til appendiks C.

### 5.3 Sensorikk

Det var ikke forskjeller i sensoriske egenskaper mellom ”referanseprøvene” fra bunnkultur og skjellene som hadde vokst i hengekultur.

Det var generelt små forskjeller i sensoriske egenskaper mellom skjell fra de tre lokalitetene som ble undersøkt. Variasjonen innen lokalitetene var til dels like stor som variasjonen mellom lokalitetene.

Skjell fra Kvitsøy hadde en mer markert smak av sjø/tang enn skjell fra Lysefjorden og Halsnøy. Skjell fra Lysefjorden var mindre saftig enn skjell fra Kvitsøy og Halsnøy. I noen tilfeller ble det registrert lukt forskjeller, som kunne relateres til voksested (lokalitet) eller dyp.

## 6 Konklusjon

- Ørehenging av kamskjell medførte ca. 10% økt muskel og gonadevekt i forhold til skjell i bunnkultur for samme lokalitet.
- Kvitsøy lokaliteten gav best skjell- og muskeltilvekst, mens gonadetilveksten var tilnærmet lik for tre av lokalitetene.
- Kamskjell i taukultur er ikke å anbefale i nærheten av blåskjellanlegg, siden blåskjellpåvekst vil føre til at hengselet i kamskjellet knekker med påfølgende skjelldød.
- Dyrking av kamskjell fra 0-20 meters dyp gav en variasjon i skjelltilvekst, overlevelse og skjelltap, som varierte fra lokalitet til lokalitet.
- Summen av tapte og døde skjell var 50-100% mellom de 4 lokaliteter.
- Begroingen på skjell og produksjonsutstyr var omfattende, men ikke dokumentert skadelig eller veksthemmende selv om dette ble antatt. Begroing på skjell varierte med dyp og mellom lokalitetene og det ble registrert soner, under 8-10m med prosentvis mindre begroing.
- Sensorikkmålinger avdekket like store variasjoner innen en lokalitet, som mellom lokaliteter. Det ble ikke funnet forskjeller i sensoriske egenskaper mellom skjell i bunnkultur og skjell i hengekultur.

## 7 Referanser

- Bourne, N., Hodgson, C. A. and White, J. (1989). A manual for scallop culture in British Columbia. Canadian tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.: **1694**: 215.
- Cigarria, J., Fernandez, J. and Magadan, L. P. (1998). Feasibility of biological control of algal fouling intertidal oyster culture using periwinkles. Journal of shellfish research: **17**: (4) 1167-1169.
- Claereboudt, M. R., Bureau, D., Coté, J. and Himmelman, J. H. (1994). Fouling development and its effect on the growth of juvenile giant scallops (*Placopecten magellanicus*) in suspended culture. Aquaculture: **121**: (4-1) 327-342.
- Coté, J., HIMMELMAN, J. H., CLAEREBOUDT, M. and BONARDELLI, J. C. (1993). Influence of density and depth on the growth of juvenile sea scallops (*placopecten-magellanicus*) in suspended culture. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences: **50**: 1857-1869.
- Cropp, D. (1989). Ongrowing scallop culture in Tasmania. Scallop workshop, Hobart, Tasmania, 1988, Proc. Aust.
- Cropp, D. A. (1985). Scallop trive in TFDA culture program. Aust. fish.: **44**: 16-18.
- Dadswell, M. J. and Parsons, G. J. (1991). Potensial for aquaculture of the sea scallop, *Placopecten mangellanicus* (Gmelin, 1791) in the Canadian Maritimes using naturally produced spat. World Aquaculture Workshops, No 1., Baton Rouge, LA, World Aquaculture Society.
- Fisken og havet nr. 8 (2001). Framtidige muligheter for havbruk i Lysefjorden. Fisken og havet nr 8. **8**: (Issue).
- Freites, L., Cote, J., Himmelman, J. H. and Lodeiros, C. J. (1999). Effects of wave action on the growth and survival of the scallops *Euvola ziczac* and *Lyropecten nodosus* in suspended culture. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology: **239**: (1) 47-59.
- Gonzalez, M. L., Lopez, D. A., Perez, M. C., Riquelme, V. A., Uribe, J. M. and LePennec, M. (1999). Growth of the scallop, *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819), in southern Chile. Aquaculture: **175**: (3-4) 307-316.
- Hardy, D. (1991). Scallop farming. In Fishing new books. p.69-128. Osney Mead.
- HernandezLlamas, A. (1997). Management strategies of stocking density and length of culture period for the Catarina scallop *Argopecten circularis* (Sowerby): A bioeconomic approach. Aquaculture Research: **28**: (3) 223-229.
- Hovgaard, P., Mortensen, S. and Strand, Ø. (2001). Skjell, biologi og dyrkning.
- IFM. rapport. (1991). Oppdrett av stort kamskjell *Pecten Maximus*. Bergen, Institutt for fiskeri og marinbiologi: (Issue).
- Laing, i. (2000). Effect of temperature and ration on growth and condition of king scallop (*Pecten maximus*) spat. Aquaculture: **183**: 325-334.

- Laing, I. and Spencer, B. E. (1997). Bivalve cultivation: criteria for selecting a site. CEFAS, Center for environment, fisheries and aquaculture science: .
- Lesser, M. P., Shumway, S. E., Cucci, T. and Smith, J. (1992). Impact of fouling organisms on mussel rope culture: interspecific competition for food among suspension-feeding invertebrates. *Exp. Mar. Biol. Ecol.*: **165**: 91-102.
- Lodeiros, C. J. M. and Himmelman, J. H. (1996). Influence of fouling on the growth and survival of the tropical scallop, *Euvola (Pecten) ziczac* (L. 1758) in suspended culture. *Aquaculture res.*: **27**: 749-756.
- Mook, D. H. (1981). Removal of suspended particles by fouling communities. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*: **5**: 279-281.
- O'Connor, S., Heasman, M. P. and O'Connor, W. A. (1994). Scallop nursery and farming trials at Bungo Bay, Two fold bay, NSW. . Piermont, NSW: (Issue). 24.
- O'Connor, S J., Heasman, M. P. and O'Connor, W. A. (1999). Evaluation of alternative suspended culture methods for the commercial scallop, *Pecten fumatus* Reeve. *Aquaculture*: **171**: 237-250.
- Palmer, R. E. (1980). Observation of shell deformalities, ultrastructure and increasment formation in the bay scallop *Argopecten irradians*. *Mar. Biol.*: **58**: 15-23.
- Roman, G., Campos, M. J., Acosta, C. P. and Cano, J. (1999). Growth of the queen scallop (*Aequipecten opercularis*) in suspended culture: influence of density and depth. *Aquaculture*: **178**: (1-2) 43-62.
- Roman, G. and Fernandez, I. (1991). Ear hanging culture of scallop (*Pecten maximus* (Linnaeus 1758)) in Galicia. In An international compendium of scallop biology and culture. p.322-330. sandifer, S. S. S. a. P. A. [Eds].
- Ross, K. A. and Brand, A. R. (2001). Fouling, Friend or foe. 2001 scallop odyssey. 13th International pectinid workshop, Coquimbo, Chile april 18-24, 2001.
- Sakshaug, E., Bjørge, A., Gulliksen, B., Loeng, H. and Mehlum, F. (1992). Økosystem Barentshavet, Norges allmennvitenskapelige forskningsråd. Norges fiskeriforskningsråd. Miljøverndepartemanget.
- Strand, Ø. and Duinker, A. (2001). Growth response in soft tissue versus shell in great scallops, *Pecten Maximus*, to higher natural food supply. 13`th international pectinid workshop. 2001 Scallop odyssey, Coquimbo, Chile.
- Taylor, J. J., Southgate, P. C. and Rose, R. A. (1997). Fouling animals and their effect on the growth of silver-lip pearl oysters, *Pinctada maxima* (Jameson) in suspended culture. *Aquaculture*: **153**: (1-2) 31-40.
- Ventilla, R. F. (1982). The scallop industry in Japan. *Advances in Marine Biology*: **20**: 309-382.

## Appendiks

<b>A</b>	<b>Begroingsbilder</b> .....	42
<b>B</b>	<b>Hovedformene, suksesjon, gradienten fra ytre til indre kystsone og dybde</b> .....	48
<b>C</b>	<b>Generelt om begroing</b> .....	54
<b>D</b>	<b>Utfyllende diskusjon om begroing</b> .....	56
<b>E</b>	<b>Mer detaljer fra de forskjellige innsamlingene</b> .....	59
<b>F</b>	<b>Sensorikk sjema</b> .....	78