

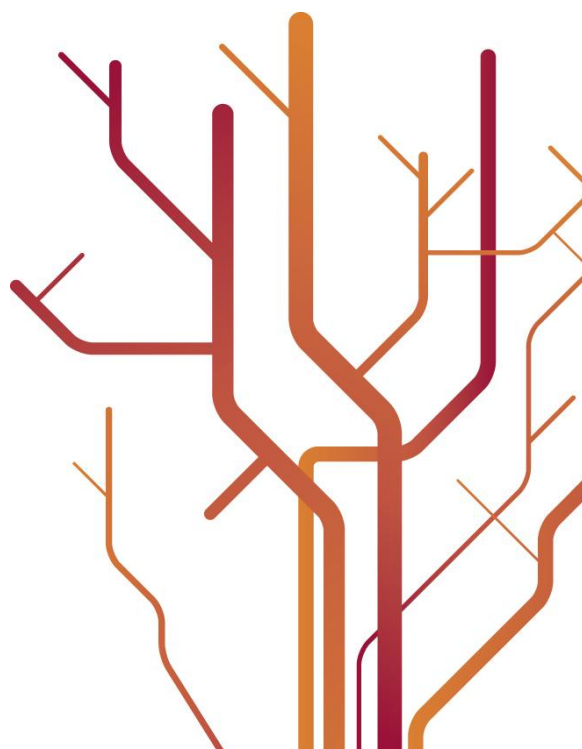
Vekst og produksjonsdynamikk hos rosenglassreker (*Pasiphaea multidentata*) i Ullsfjorden, Nord-Norge



Håvard T. Fause

Mastergradsoppgave i fiskeri- og havbruksvitenskap
- studieretning fiskeribiologi (60 stp)

Juni 2011



Sammendrag

Fangst av *Pasiphaea multidentata* foregikk ved Lattervika og i Eidstranddjupet i Ullsfjorden, Nord-Norge. Rosenglassrekene ble lengdemålt, kjønnsbestemt og veid. Modalgruppeanalyser ble foretatt for identifisering av kohorter fra lengdefrekvensdiagrammer. Det ble foretatt beregninger av vekst ved hjelp av potensfunksjonen $W = a * L^b$, mens aldersestimering ble foretatt ved analyse av øyerognandel hos hunnene gjennom hele året. Maksimal lengde (L_{∞}) og vekstkoeffisienten (k) ble beregnet fra von Bertalanffys vekstfunksjon. Dødeligheten av bestanden ble estimert ut fra disse verdiene. Lengdefrekvensfordelingen av populasjonen viser 2-3 ”topper” som kan regnes for å være årsklasser. Rosenglassreker gyter gjennom hele året, vi fant hunner med egg i alle innsamlingsmånedene, og i alle måneder fant vi hunner med øyerogn. Dette betyr en kontinuerlig gyting. Samtidig har vi noen klekketidspunktstopper som vises ved toppene i lengdefrekvensfordelingen. Det finnes én klekketidspunktstopp i populasjonen av rosenglassreker i Ullsfjord, det er i mai måned. Tørrvekt-lengde-forholdet for hele bestanden var stigningskoeffisienten $b = 2,7 - 2,9$, og $L_{\infty} = 34,90 - 42,09$, mens $k = 0,4 - 0,62$. Rosenglassreker i Ullsfjorden lever 6-7 år noe som er mye lengre enn i Middelhavet. Rosenglassrekene har antakelig et vertikalt vandringsmønster, hvor det er de minste rosenglassrekene som foretar vandringer på natten, for så å ”slippe” seg ned til bunnen. Dødeligheten for populasjonen ved en sammenslått lokalitet (Lattervik/Eidstranddjupet) var $Z = 1,22$. Produksjonen av populasjonen var relativt høy fram til kjønnsmoden alder ($P/B = 20,52 \text{ år}^{-1}$), mens for hele populasjonen ble den estimert til å være $0,43 \text{ år}^{-1}$.

Forord

Denne masteroppgaven ble utført ved Norges fiskerihøgskole (NFH), ved fakultet for biovitenskap, fiskeri og økonomi (BFE), Universitetet i Tromsø (UiT). Innsamlingen av data ble gjort fra FF Johan Ruud, mens laboratoriearbeidet ble utført på et laboratorium på NFH. I denne forbindelse er det mange som fortjener takk.

Spesielt takk til veileder Einar M. Nilssen, ved institutt for arktisk og marin biologi (AMB), for tilrettelegging av toktdelen, samt laboratoriearbeid. Takk for hjelp og god veiledning underveis!

Jeg vil takke kull 2006 for ei fantastisk studietid, samt personene på kontor A-356 for en flott slutt på fem relativt korte år.

Sist men ikke minst vil jeg takke min fantastiske samboer, Stine, for god støtte gjennom alle fem årene ved NFH.

1.juni 2011

Håvard T. Fause

Innhold

1. Introduksjon	1
1.1 Bakgrunn	1
1.2 Problemstilling	2
1.3 Biologisk beskrivelse	3
1.3.1 Utbredelse.....	4
1.3.2 Livshistorie.....	5
2. Materialer og metode	6
2.1 Feltarbeid.....	6
2.2 Laboratoriearbeid	6
2.3 Statistisk bearbeidelse	9
2.3.1 Teori bak modalgruppeanalyse, identifisering av årsklasser	9
2.3.2 Vekt-lengde	10
2.3.3 Lengde ved alder	11
2.3.4 Døgnvandringer.....	12
2.3.5 Dødelighet	12
2.3.6 Biomasse og produksjonspotensiale.....	13
3 Resultater.....	14
3.1 Lengdefrekvensfordeling.....	14
3.2 Lengde- og kjønnsfordeling	16
3.3 Vekt-lengde	18
3.4 Alder, lengde, kjønnsmodning og vekst.....	22
3.4.1 Alder, lengde, årsklasser	22
3.4.2 Lengde ved alder	23
3.6 Vertikalfordeling	26
3.7 Dødelighet	27

3.8 Biomassefordeling og produktivitet	27
4 Diskusjon.....	30
4.1 Lengdefrekvensfordeling.....	30
4.2 Kjønnsmodning og reproduksjon	31
4.2.1 Kjønnsmodning	31
4.2.2 Klekkespunkt og alder	32
4.3 Vekt-lengde	33
4.4 Vekst.....	34
4.5 Årsklasser	35
4.6 Døgnvandring	35
4.7 Biomasse og dødelighet.....	36
4.7.1 Dødelighet	36
4.7.2 Biomasse og produktivitet.....	37
5 Konklusjon	38
6 Litteratur.....	39
7 Vedlegg	44

1. Introduksjon

1.1 Bakgrunn

Einar M. Nilssen og Torstein Pedersen ved Institutt for arktisk og marin biologi (AMB) har gjennom sin forskning erfart at rosenglassreken (ofte kalt kvitreke av lokalbefolkningen) *Pasiphaea multidentata* forekommer i store mengder i noen områder i Ullsfjorden. Det finnes også områder lenger nord (Stjernesundet, Alta) hvor denne reken opptrer i store mengder (Einar M. Nilssen (AMB) pers med. 2010). Fra en rekke diettundersøkelser i Ullsfjorden vet vi at arten er viktig som mat for flere viktige fiskeslag, som torsk og hyse (Pedersen *et al.*, 2008).

I 2005 ble det startet et PhD-prosjekt med hensikt å beskrive Sørfjordens økosystem (indre del av Ullsfjorden) ved hjelp av en "energimodell" (Pedersen *et al.*, 2008), en modell hvor all fangst og fugleobservasjoner inngår i, og en får oversikt over trofiske nivåer, forbindelser mellom ulike arter etc. Dette arbeidet fortsetter med en ny PhD-student, men nå i selve Ullsfjord hvor *P. multidentata* har en "dominerende" plass i økosystemet. For at denne arten skal kunne tas inn i modellen trenger vi god informasjon om artens biomasse, produksjon og dødelighet. Flere studier på dypvannsreken *Pandalus borealis* er gjort i områder rundt Ullsfjord, blant annet i Balsfjord, hvor forskerne har gjort studier på vekst og dødelighet (Hopkins & Nilssen, 1990).

Det eneste kjente studiet på *P. multidentata* i Ullsfjord er en 10 studiepoengsoppgave (Aune, 2009) der dataene var hentet fra et tokt i Eidstranddjupet, november 1983, hvor 386 reker ble fanget, veid, lengdemålt og kjønnsbestemt. Dataene fra toktet i 1983 blir brukt i denne oppgaven, som supplement for tråltrekket vi foretok i november 2010.

To andre studier på *P. multidentata* fra Korsfjorden, Hordaland er gjort (Matthews & Pinnoi, 1973; Matthews & Bakke, 1977). Disse studiene undersøker det dypvannspelagiske samfunn i Korsfjorden, hvor forfatterne tar for seg den grunnleggende biologien til blant annet *P. multidentata*. Det er i Middelhavet de største arbeidene på *P. multidentata* er gjort (Apollonio,

1969; Omori, 1974; Clarke & Holmes, 1987; Cartes *et al.*, 1993; Company *et al.*, 2001). Disse arbeidene er viktig for referanselitteraturen i forbindelse med den grunnleggende biologien.

1.2 Problemstilling

Hovedmålet med oppgaven er å kartlegge artens biomasse og produksjonspotensiale. En forutsetning for disse beregningene er gode data på individvekst og dødelighet.

Følgende hypoteser kan framsettes som delmål med oppgaven:

- 1) Vekst, kjønnsmodning, reproduksjon og vertikalfordeling er lik hos rekene ved den Iberiske halvøys kyster og Ullsfjord.
- 2) Det finnes bare ett klekkespunkt, og den legger egg om våren.

1.3 Biologisk beskrivelse

En kan klassifisere *P. multidentata* som følger: Orden: Decapoda, Sub-orden: Pleocyemata, Infraorden: Caridea, Familie: Pasiphaeidae (Abelló *et al.*, 1988). Juvenile rosenglassreker har en ryggskjoldlengde (Carapace length (CL)) mellom 14,5 mm og 30,0 mm (Koukouras *et al.*, 2000). Store individer av rosenglassreker regnes for å ha $CL > 30$ mm. De minste, nesten helt gjennomsluktige, rosenglassreker spiser kun om natten (Aguzzi *et al.*, 2007), og livnærer seg av planktoniske byttedyr (mesopelagiske fisker, krill), polychaeter, phytoplankton og detritus (Cartes *et al.*, 1993; Pedersen *et al.*, 2008). Store individer livnærer seg av gammarider, som for eksempel *Calocaris macandreae*, som er en ”gravende” decapod (burrowing decapod) (Cartes *et al.*, 1993).

Hvor store reker er før de er kjønnsmodne er usikkert. Matthews & Pinnoi (1973) jobbet med glassreker (*P. multidentata*, *P. tarda*, *P. sivado* og *S. arcticus*) i norske farvann, og de fant at glassreker ble kjønnsmodne ved $CL > 18$ mm, mens Ramirez-Llodra *et al.*, (2007) mente at glassreker de undersøkte i Middelhavet var kjønnsmodne ved $CL > 30$ mm. Company *et al.*, (2001) viste eksperimentelt at de ikke fant eggbærende hunner som hadde $CL < 29.9$ mm. Umodne og hvilende eggstokker på *P. multidentata* er små og hvite, og etter hvert som de modnes vil to loper strekke seg mot abdomen og bli ugjennomsiktige og rødlige. Eggene pakkes under abdomen. Oocytene blir 180-200 μm før de gjennomgår vitellogenese (Ramirez-Llodra *et al.*, 2007). *P. multidentata* gyter gjennom hele året, men med to ”gytetopper” (Company *et al.*, 2001). I Mainegulven er et klekkespunkt for *P. multidentata* i januar og et august-september (Apollonio, 1969; Omori, 1974), langs norskekysten i mai-juni og i oktober (Matthews & Pinnoi, 1973), og i Middelhavet er klekkespunktet tidlig på våren (Company *et al.*, 2001; Nanjo & Ohtomi, 2009). Hver hunn bærer på mellom 50-83 egg i Mainegulven, avhengig av størrelse (Apollonio, 1969; Omori, 1974). Den høyeste tettheten av juvenile rosenglassreker finner en ved høstjevndøgn, mens for beslektede *P. sivado* finner en høyest tetthet midtsommers (Aguzzi *et al.*, 2007).

Hunnene har et høyere innhold av lipider enn hannene, og lipidene blir brukt til oppdrift og/eller som energireserve (Clarke & Holmes, 1986). Lipidinnholdet varierer også med sesong (Clarke & Holmes, 1986). I forhold til andre mesopelagiske reker (*Sergia splendens*, *Sergia tenuremis*, *Sergestes vigilax*) har *P. multidentata* et relativt høyt innhold av den stabile

isotopen ^{15}N . Ved høye verdier av ^{15}N og lave verdier av ^{13}C kan det bety at *P. multidentata* beiter mesopelagisk, og det viser seg at de i tillegg får i seg synkende partikulært organisk materiale som inneholder større mengder av denne isotopen (Rau *et al.*, 1989). Dette organiske materialet er ofte kanalisert gjennom kløfter og ned skråninger, noe som fører til høy produksjon på bunnen (Cartes *et al.*, 2010). En studie i det baleariske basseng viser også at *P. multidentata* innehar høyere verdier av den stabile isotopen ^{15}N enn andre Decapoda i området (Fanelli *et al.*, 2009) I Ullsfjorden har reken en viktig betydning som mat for blant annet stor torsk, men samtidig virker den negativt inn på krill og små fisk (Pedersen *et al.*, 2008). Gjennom et modellarbeid (ECOPATH) hvor det trofiske nivået kan variere fra 1-5 blir stor torsk plassert på nivå 3,5 og *P. multidentata* på 2,9 (Pedersen *et al.*, 2008).

1.3.1 Utbredelse

Slekten *Pasiphaea* har 60 arter (Hayashi, 2006; Nanjo & Ohtomi, 2009). Disse finner man fra 70° sør til 70° nord, i sokkelområder ved kontinenter eller rundt øyer (Omori, 1974). *P. multidentata* har blitt funnet i mageinnholdet til nordøstarktisk blåkveite så langt nord som 72°N, langs kontinentalskråningen (Hovde *et al.*, 2002). Man finner tre arter i norske farvann, *P. multidentata*, *P. sivado* og *P. tarda*. *P. multidentata* opptrer i rekefangster i en del fjorder i Troms (Omori, 1974), og faktisk noen i Finnmark. I norske farvann finner en *P. sivado* og *P. tarda* på Vestlandskysten (Matthews & Pinnoi, 1973). Det meste som er publisert om *P. multidentata* er feltarbeid fra Middelhavet. Cartes *et al.* (1993) viser til at Middelhavet og Atlanterhavet er sammenlignbare med tanke på bunntopografi. *P. multidentata*, *P. scotia*, *P. rathbunae*, *P. grandicula*, *P. acutifrons* og *P. dofleini* finner en i South Georgia, Scotia Sea og rundt Antarktis (Clarke & Holmes, 1987; Aune, 2009). 5 andre arter kan en finne utenfor Japan med omegn; *P. amplidens*, *P. oshoroe*, *P. sinensis*, *P. sirenkoi* og *P. japonica* (Nanjo & Ohtomi, 2009).

Pasiphaea multidentata er en mesopelagisk art, noe som vil si at den holder til mellom 200-1000 og helt ned til 2200 meters dyp (Cartes, 1993). Mesopelagiske arter karakteriseres ved arter som vandrer vertikalt og/eller sesongvandring (Cartes *et al.*, 1993). Vertikalvandring forekommer for noen arter i alle verdenshav, og er svært viktig for energiutveksling fra det epipelagiske til det benthiske (Aguzzi *et al.*, 2007). Det er i hovedsak de minste individene av rosenglassreker som migrerer opp i vannsøykla om natten (Cartes *et al.*, 1993). Store individer holder seg på bunnen, eller gjør kortere vandring (Cartes, 1993). Det er vist at *P.*

multidentata har morfologiske forutsetninger (lang rostrum), i forhold til andre crustaceaer, som gjør at den migrerer oppover i vannsøyla (Cartes, 1993; Aguzzi *et al.*, 2007). *P. multidentata* blir regnet for å være en aktiv svømmer (Maynou & Cartes, 1998). Energien de voksne individene sparer på å ikke migrere brukes mest sannsynlig på vekst (Company *et al.*, 2001). Den vertikale vandringen hos de minste individene kan være for å unngå predatorer eller konkurranse på bunnen (Aguzzi *et al.*, 2007; Aguzzi *et al.*, 2009). *P. multidentata* blir generelt klassifisert som en pelagisk, nattlig aktiv art som svømmer aktivt oppover på natta, og ”slipper” seg ned på daggry (Aguzzi *et al.*, 2009). Predatorer som hovedsakelig beiter i den pelagiske sonen har vist seg å beite på *P. multidentata*. Blant annet mindre individer av *Todarodes sagittatus* beiter i det pelagiske på natten i det Baleariske hav, og det ble funnet *P. multidentata* i magene (Quetglas *et al.*, 1999). Arter som holder til i kontinentalskråningen har blitt rapportert med høyt mageinnhold av *P. multidentata*, blant annet havål, som finnes på veldig grunt vann og helt ned til 1200 meters dyp (Saldanha *et al.*, 1995). *P. multidentata* er også beskrevet som diett til haier og havmus i ’Rockall Trough’ vest for Irland (Mauchline & Gordon, 1983).

1.3.2 Livshistorie

Maksimal CL på en *P. multidentata* er 44,4 mm for hanner og 48,5 mm for hunner og den potensielle maks lengden (L_{∞}) er lik 50.0 mm i Middelhavet (Company & Sardà, 2000; Company *et al.*, 2001). De minste individene av *P. multidentata* fant Company & Sardà (2000) til å ha CL=6.5 mm. Matthews & Pinnoi (1973) estimerte en mulig vekst lik 13-14.5 mm per år i Korsfjorden, mens Company & Sardà (2000) fant at en glassreke med CL lik 22 mm hadde en vekst lik 17.6 mm per år i Middelhavet. Migrerende arter er viktige for energiutveksling og disse artene har et høyt innhold av lipider og essensielle fettsyrer. Vekten av *P. multidentata* øker relativt med lengde. Få reker er observert med CL > 35 mm, og de oppnår en maksimal alder på 2 år i Korsfjorden (Matthews & Pinnoi, 1973), mens i Middelhavet blir de 3-4 år gamle (Company *et al.*, 2001).

2. Materialer og metode

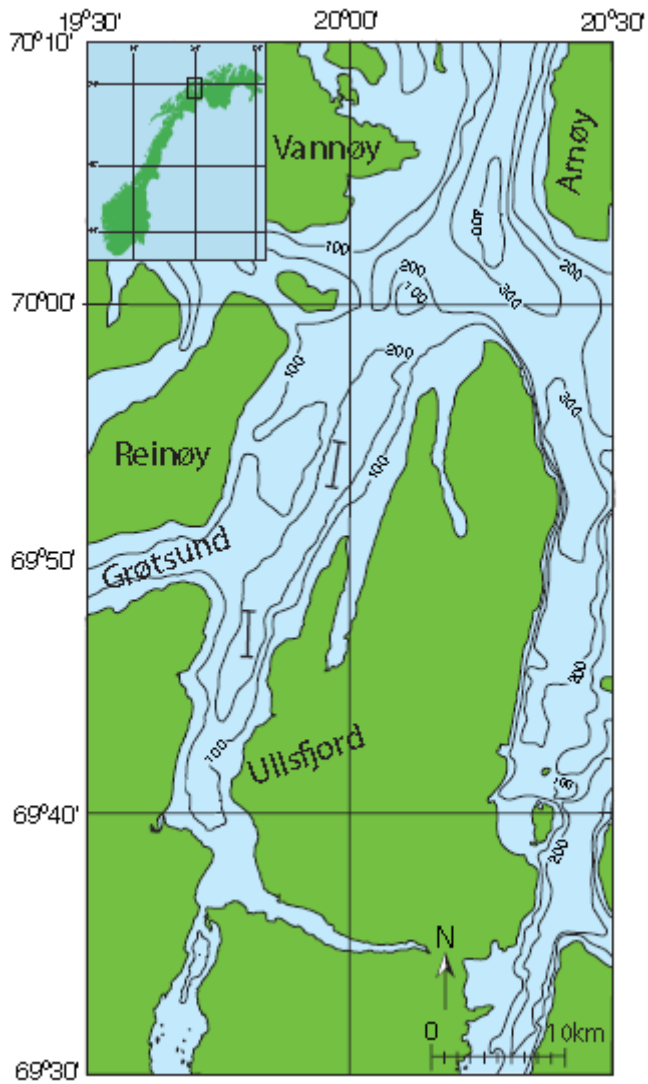
2.1 Feltarbeid

Innsamling av materialet ble gjort ved to lokaliteter i Ullsfjord, Lattervik (POS: 69.46.93N, 20.18.20E, dybde: 274 meter) og Eidstranddjupet (POS:69.52.69N, 19.58.03E, dybde: 270 meter) (figur 1) med FF Johan Ruud. Ullsfjorden er en relativ kald fjord med årstemperaturer som varierer fra ca. 3 til 9,5 °C (figur 2). Temperaturen ble målt med en CTD-sonde av typen SeaBird SBE911+. Rekestrål/Sputnikstrål ble brukt ved bunntåling, og det ble tauet i 20 minutter med 2 knops hastighet. Maskestørrelsen var 39 mm. For å kunne få en fin distribusjon av store og små reker ble det benyttet en liten håv som ble festet på strålpøsen. I denne håven vil kun krill og de minste rosenglassrekeene ende opp. Vekten av krill ble notert for alle stasjoner for sammenligning ved bruk av pelagisk strål. Fangsten bestod ofte av like mye *Pandalus borealis* som *Pasiphaea multidentata*, slik at en sortering måtte foretas før en la prøvene i fryser (-20-30 °C). Total fangstmengde av rosenglassreker er vist tabell 1 for de ulike innsamlingstidspunktene og lokalitetene. 2-4 poser på hver stasjon ble tatt vare på. Prøvene fra henholdsvis Lattervik og Eidstranddjupet ble tatt 17. mars 2009, 7. oktober 2009, 10. februar 2010, 11. mars 2010, 10. mai 2010 og 29. november 2010. Det ble i tillegg trålet om natten for å avdekke eventuelle døgnvandring. Disse tråltrekkene ble gjort både med pelagisk strål og bunntåling. Dataene, som Aune, (2009) brukte, fra 1983 var lengdefrekvenser, kjønnsfordeling og tørr- og våtvekt.

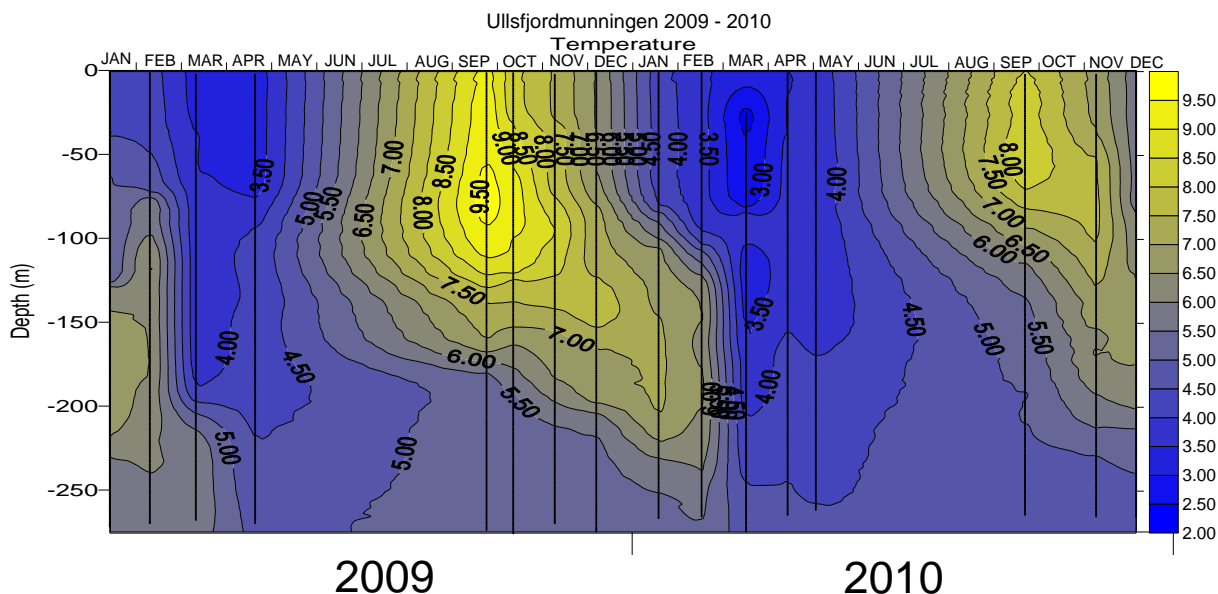
2.2 Laboratoriearbeid

Reker ble tint i kjøleskap dagen før opparbeidelse eller i vannbad samme dag. På forhånd ble veieskip veid og nummerert. Pøsen med *P. multidentata* ble tømt ut på et Brett og den totale prøvestørrelse veid. Deretter ble eventuelle dypvannsreker og krill sortert ut av prøven, veid og deretter kastet. På forhånd ble det bestemt at våt- og tørrvekt skulle registreres for et utvalg av reker, ca 20-30 stk for hver modningsgruppe. Det var også viktig med en noenlunde jevn fordeling på størrelse, derfor ble rekene sortert i to størrelsesgrupper (små og store), en gruppe for reker uten egg og en gruppe for reker med egg. Rekene uten egg bestod av hanner og hunner uten egg. For å kunne skille mellom kjønn ble andre pleopode klippet av for

kjønnsbestemmelse. Dersom en appendix masculina kan ses i lupen er det en hannreke (Oh *et al.*, 2006; Ramirez-Llodra *et al.*, 2007). Rekene ble lengdemålt med et digitalt måleinstrument koblet til en bærbar PC og registrert i et EXCEL-ark. Etter at det nødvendige antallet reker i de ulike modningsgruppene var veid og lengdemålt ble de satt til tørk i 1-2 dager. De resterende rekene ble så bare kjønnsbestemt og lengdemålt. Kjønnsbestemmelse er tidkrevende, derfor ble noen reker bare lengdemålt. Oversikt over opparbeidet materiale i tabell 1.



Figur 1. Kart over Ullsfjorden i Nord-Norge. Lattervik (nord) og Eidstranddjupet (sør) merket av på kartet som trålstasjoner.



Figur 2. Temperaturfordeling ved ulike dyp i munningen av Ullsfjorden for år 2009 og 2010 ved ulike dybde.

Tabell 1. Oversikt over opparbeidede *Pasiphaea multidentata* fra Lattervik, Eidstranddjupet og Arnøya. Antall totalt (n), kjønnsbestemte (F=hunner, M=hanner, Ub=ubestemte), antall veid og total vekt på opparbeidet prøve.

	Antall kjønnsbestemt					Antall veid				Prøvestørrelse g
	Sum	F u/rogn	F m/rogn	M	Ub	Sum	F u/rogn	F m/rogn	M	
Lattervik										
mar.09	444	109	104	133	98	83	20	33	30	1787.0
okt.09	396	227	57	110	2	83	39	19	25	1721.9
feb.10	377	111	108	158	0	42	14	10	18	1693.0
mar.10	269	91	99	79	0	63	20	25	18	1100.9
mai.10	559	49	50	83	377	42	3	20	19	2486.9
nov.10	376	44	71	118	143	42	6	17	19	2284.3
Totalt	2421	631	489	681	620	355	102	124	129	11074.0
Eidstranddjupet										
mar.09	466	159	64	232	11	63	17	29	17	1780.8
okt.09	275	110	79	86	0	126	54	34	38	1082.7
feb.10	771	116	237	234	184	84	15	34	35	3782.9
mar.10	295	60	63	136	36	63	9	30	24	1234.5
mai.10	395	83	149	156	7	42	8	22	12	1573.6
Totalt	2202	528	592	844	238	378	103	149	126	9454.5
Arnøya										
nov.10	49	10	8	31	0	21	5	7	9	336.4
Totalt	49	10	8	31	0	21	5	7	9	336.4
Totalt	4672	1169	1089	1556	858	754	210	280	264	20864.9

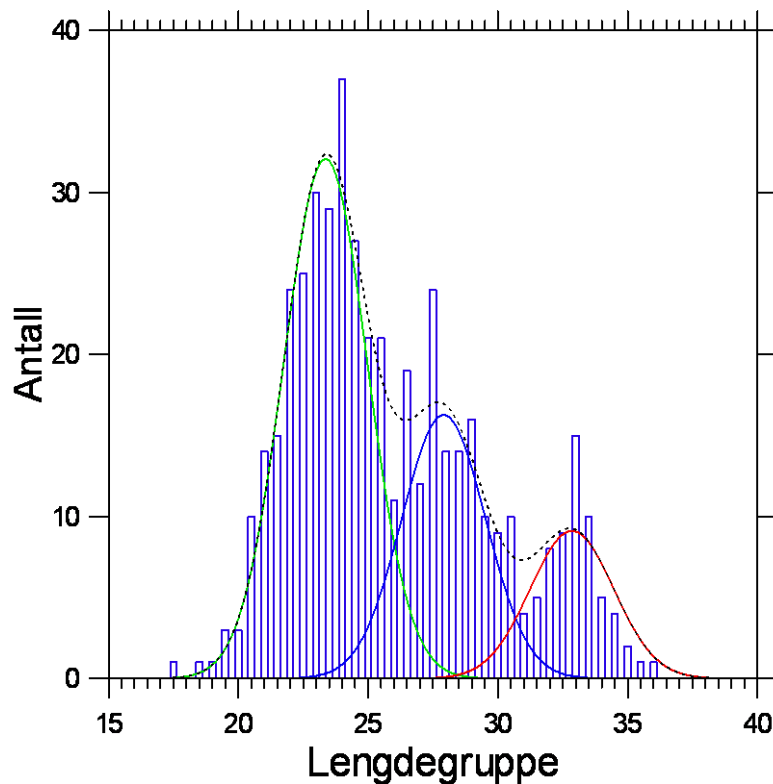
2.3 Statistisk bearbeidelse

Reker har ingen struktur som kan brukes til alderslesing, som otolitter eller andre beinstrukturer (MOGEL, 2000). Dersom klekking av larvene finner sted innenfor et begrenset tidsrom av året, kan vi tenke oss at ulike årsklasser i en bestand vil kunne framstå som ulike modalgrupper i en lengdefrekvensfordeling. Det vil derfor være avgjørende viktig å prøve å bestemme klette- og/eller gytetidspunkt for å kunne antyde alder for modalgruppen.

2.3.1 Teori bak modalgruppeanalyse, identifisering av årsklasser

Utgangspunktet for analysen var antall reker i 0,5 mm lengdegruppe fordelt på lokalitet og måned. Programmet NONLIN i MYSTAT vil finne de kombinasjoner av antall, gjennomsnitt og standardavvik som gir best tilpasning til de observerte data. Programmet finner de beste løsningene ved iterasjon hvor vi hjelper programmet med fornuftige startverdier. Eksempel på resultatene for en slik analyse er vist i figur 3. Av og til kan det være vanskelig å avgjøre hvor mange modalgrupper som finnes, men statistiske analyseresultater kan være til hjelp. Det er imidlertid viktig å ikke godta de statistiske løsningene uten videre, men tolke resultatet og bruke de løsningene som biologisk er mest realistiske. For å redusere kompleksiteten i estimatene, og på grunn av stort overlapp mellom modalgruppene ble det bestemt at standardavviket skulle vært likt for alle modalgrupper.

Dersom vi tenker oss at lengdefrekvensfordelingen består av tre modalgrupper/årsklasser og at hver av dem kan beskrives av en normalfordeling vil hele lengdefrekvensen kunne beskrives av summen av tre normalfordelinger. Én normalfordeling kan beskrives ved hjelp av antall individer i fordelingen og dens gjennomsnitt og standardavvik. En fordeling som er summen av tre normalfordelinger vil derfor bestå av 9 parametre som må estimeres. Estimering av disse parametrene ble utført i NONLIN-modulen implementert i MYSTAT.



Figur 3. Eksempel på årsklasseidentifisering, modalgruppeanalyse av *Pasiphaea multidentata*. Ryggskjoldlengdegruppe (0,5 mm), alle data, Eidstranddjupet mars 2009. Normalfordelingskurvene kan være årsklasser. Stiplet linje er den samlede funksjonen når en tenker seg tre kohorter.

2.3.2 Vekt-lengde

Pasiphaea multidentata er en pelagisk reke. I vårt område har vi stor sesongmessig variasjon i den pelagiske produksjon. Dersom rosenglassrekers beiting er avhengig av denne produksjonen som føde vil det være sannsynlig at individvekten vil svinge gjennom året. Det er også trolig at ulike modningsgrupper (kjønn) investerer ulikt i kroppsvekt, hunner bruker energi på eggproduksjon mens hannreker kun har egenvekst å tenke på.

Tradisjonelt beskrives vekt som funksjon av lengde ved hjelp av en potensfunksjon:

$$W = a * L^b$$

hvor W (vekt), L (lengde), a (punkt hvor kurven krysser y-aksen) og b (stigningstall).

Denne ligning kan lineariseres til formen:

$$\log W = \log a + b * \log W$$

Parametrene $\log a$ og b kan estimeres ved hjelp av lineær regresjon. Dersom $b = 3$ sier vi at vi har isometrisk vekst. Dersom lengdemålingene i forhold til vekt reduseres har vi $b > 3$ og øker har vi $b < 3$ (Falk-Petersen, 1985). I mitt tilfelle har jeg valgt å bruke tørrvektsdata på grunn av at jeg er interessert i å vite de biologiske komponentene i reken. Siden mine vekt-lengde-data synes å kunne beskrives godt av rette linjer (figur 6) ble mine data forsøkt tilpasset en lineær modell (tabell 2 og Appendiks tabell 1).

2.3.3 Lengde ved alder

Når en har kalkulert alder for hver modalgruppe kan en tenke på estimering av vekst. Klekketidspunktstopp basert på vurderinger i avsnitt 3.4.1 og 4.2.2 ble satt til å være mai måned. Dermed blir de resterende månedene beregnet i forhold til mai. Alder mot lengde ble plottet mot hverandre, og vekst beregnet. Lengdemålene som ble brukt er fra modalgruppeanalysene hvor det fås 2-4 lengder per måned per lokalitet. Ved bruk av Von Bertalanffys vekstfunksjon (VBGF) (Bertalanffy, 1938; Hopkins & Nilssen, 1990): $L_t = L_\infty * e^{-k(t-t_0)}$ kan en beregne lengde ved alder. Basert på dette og en vurdering av mulig tilvekst ble den minste modalgruppen på ca. 22 mm i mars 2009 gitt en alder på 22 måneder, de to andre modalgruppene henholdsvis 34 og 46 måneder. Ut ifra dette kan jeg gi en alder til alle mine modalgrupper. Lengde som funksjon av alder kunne dermed presenteres for de to fangstfeltene (se tabell 3). Estimater av parametrene i VBGF ble beregnet ved hjelp av NONLIN i MYSTAT. Estimater ble også utført med $t_0 = 0$. Denne løsningen var statistisk mye dårligere (se figur 1 og 2 og tabell 1 i appendiks).

2.3.4 Døgnvandring

En lengdefrekvensfordeling, som viser resultater fra et pelagisk tråltrekk tatt på natten og et bunntråltrekk som er tatt på dagen ble laget. Eventuelle størrelsesforskjeller mellom reker som befinner seg i det pelagiske og de som befinner seg langs bunnen skal avdekkes. Krill brukes som en faktor for å bestemme andel reker, ettersom fangsten av et pelagisk tråltrekk er krill og rosenglassreker.

2.3.5 Dødelighet

En fangstkurve for alle måneder ble framstilt, og total dødelighet beregnet ved følgende eksponensialfunksjon (Ricker, 1975; Hopkins & Nilssen, 1990; Fuiman & Werner, 2002):

$$N_t = N_0 e^{-Z \cdot t}$$

N_t er antall individer ved tidspunkt t , N_0 er antall individer ved $t = 0$ og Z er total instantan dødelighet per tidsenhet. Vi antar at tiden rekene bruker for å vokse gjennom hver lengdegruppe er uavhengig av lengden, og Z kan da beregnes ved en regresjon basert på formelen:

$$\ln N_i = \alpha + \beta t_i$$

der parameteren β er et estimat av $-Z$. Z beregnes ved bruk av en lengde-konvertert fangstkurve i programmet FiSAT II (Hopkins & Nilssen, 1990; Fuiman & Werner, 2002):

$$\ln \left(\frac{N_i}{\Delta t} \right) = \alpha + \beta t_i$$

Hvor N_i er antall individer i lengdeklasse i , t_i er relativ alder og Δt er tiden som trengs for å vokse gjennom denne årsklassen.

2.3.6 Biomasse og produksjonspotensiale

En biomassefordeling ble laget for en antatt populasjon med et fiktivt antall reker ved $t=0$ (N_0). Biomassekurven (Allen, 1971; Roa & Quinones, 1998):

$$B_t = N_t * W_t$$

Der B er biomasse, N er antall og W er individvekt. Individvekt (W) beregnes ved hjelp av VBGFs lengdeestimer og verdier fra potensfunksjons a og b:

$$W = a * L^b.$$

Produksjon beregnes (Allen, 1971; Roa & Quinones, 1998):

$$P = \frac{\Delta B}{\Delta t}$$

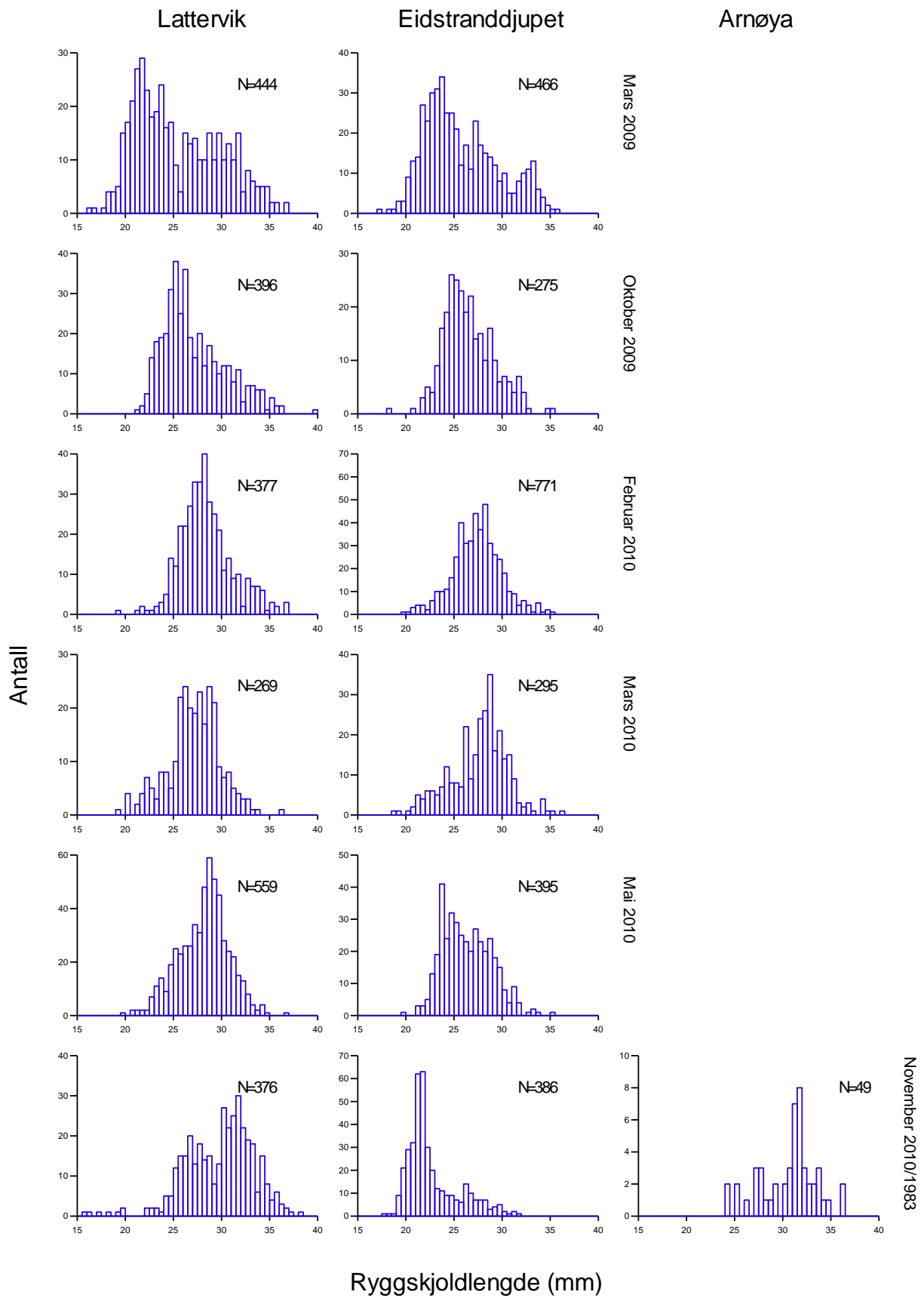
Der P er produksjon, $\frac{\Delta B}{\Delta t}$ er endring i biomasse delt på endring i tid. Siden målet for oppgaven er å finne produksjonspotensialet og biomasse er individvekt og dødelighet veldig sentralt. Populasjonens produktivitet beregnes ved å ta summen av alle årsklassenes produksjon dividert på gjennomsnittsbiomassen til hver årsklasse. For å anslå produktivitet må vi også tenke oss en ”steady state” (ingen endringer i populasjonens tallrikhet) (Randall & Minns, 2000).

3 Resultater

3.1 Lengdefrekvensfordeling

For å kunne gjøre gode modalgruppeidentifikasjoner var jeg avhengig av store prøvestørrelser. Den modalgruppen som er representert med det minste antall individer bør inneholde mer enn ca. 50 individer for at estimatene skal være noenlunde statistisk gyldige, spesielt dersom det er stort overlapp mellom gruppene. Hver modalgruppe anses for å være en årsklasse, og det varierte mellom to og tre modalgrupper. Det ble testet for fire modalgrupper, men statistisk sett passet det ikke for noen måneder eller lokaliteter.

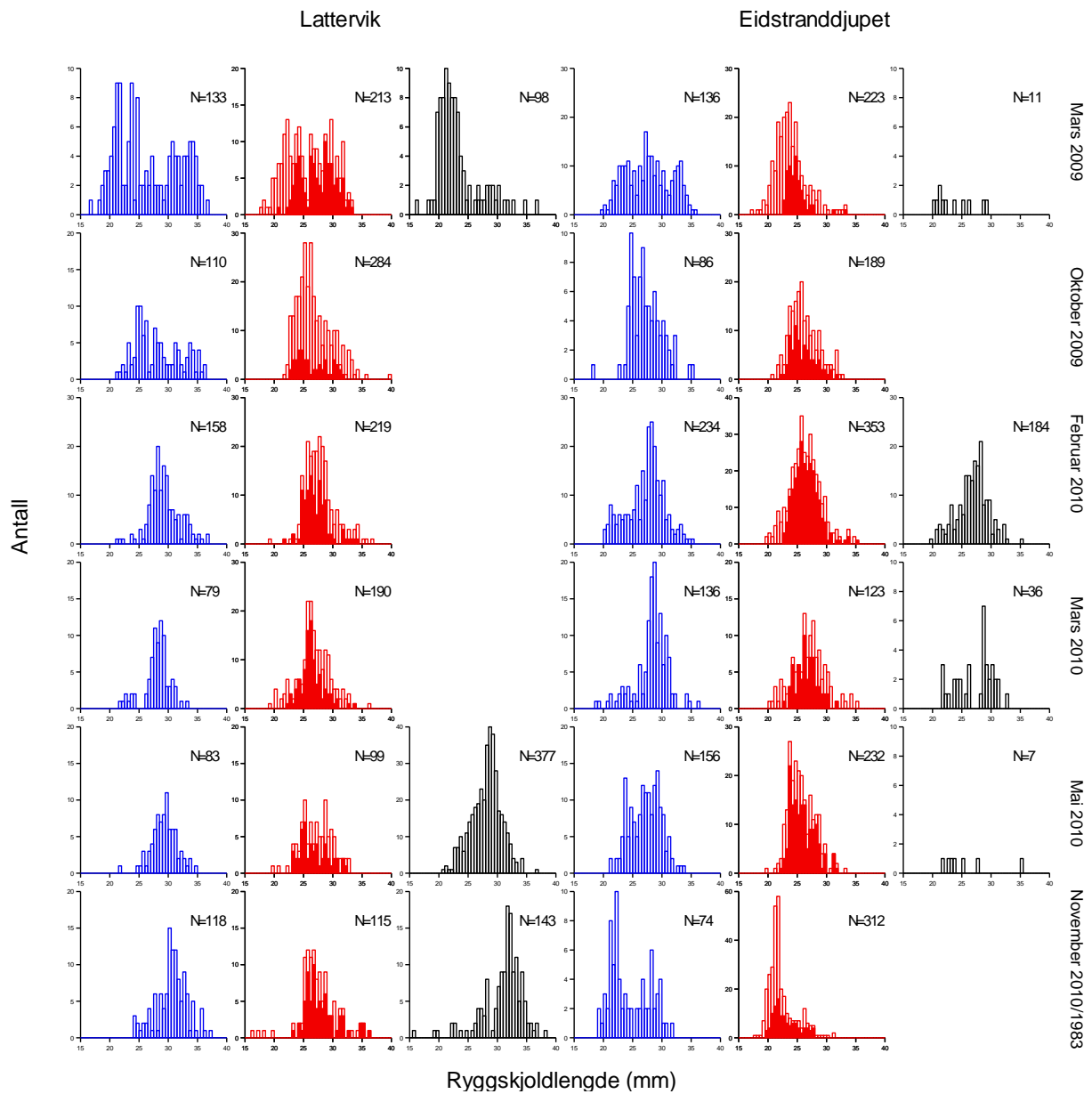
Topper som kan anses for å være årsklasser forflyttes relatert mot tid. Totalt ble 5058 individer (medregnet Eidstranddjupet november 1983) lengdemålt og presentert i form av lengdefrekvensfordelinger for de ulike fangstfeltene og innsamlingstidspunktene (se figur 4). Den minste reken som ble registrert var 15,76 mm og den største 39,70 mm. 90 % av alle rekene ble registrert fra 21,65 mm til 32,98 mm (95 % fra 20,71 mm til 34,08 mm). Ut fra lengdefrekvensfordelingen i figur 4 framkommer det ikke noen klare forskjeller i fordelingsmønsteret. For noen av fordelingene kan vi ganske klart se antydning til ulike topper (Eidstranddjupet mars 2009, Lattervik november 2010). Det er også verdt å legge merke til forskjellen i fordelingsmønsteret mellom reker tatt i mars 2009 og mars 2010. Modalgruppen på rundt 22 mm er mye sterkere i mars 2009 enn den er i mars 2010. Dette kan ha noe med årsklassestyrke å gjøre



Figur 4. Lengdefrekvensfordeling (0,5 mm) av *Pasiphaea multidentata* tatt med trål fordelt på lokaliteter (Lattervik Eidstranddjupet og Arnøya) og innsamlingstidpunkt (mars 2009 - november 2010). Prøver fra november 1983 tatt med i figuren

3.2 Lengde- og kjønnsfordeling

Populasjonen var dominert av hunner, og i enkelte måneder (oktober 2009, mars 2009, februar 2010 og mai 2010) var andelen hunner med egg større enn andelen hunner uten egg. I alle måneder gjennom hele året fantes det hunner med egg, og rekene synes å være kjønnsmodne ved $CL > 20$ mm. Den minste reken med egg var 20,61 mm mens den største var 36,47 mm. Lengdefrekvensfordelingen av de ulike modningsgruppene viser en langt større kompleksitet når det gjelder modalgrupper (figur 5). Denne variasjonen vises klart for hunner i Lattervik mars 2009, som igjen er ganske ulik mars 2010, men også ulik Eidstranddjupet mars 2009/2010. Dette kan tyde på at vi har flere modalgrupper enn antydnet i figur 2, men identifisering vanskeliggjøres av forholdsvis ”små” prøvestørrelser. I Lattervik oktober 2009 er nesten ingen av hunnene eggbærende, noe som representerer et unntak. I Lattervik mars 2009 er et meg høyt antall hunner (66 %) over 23 mm eggbærende. I Eidstranddjupet i samme måned er andelen hunner over 23 mm, med egg 46 %, men det er til gjengjeld bare hunner over 22 mm som har egg. Når det gjelder februar, mars og mai 2010 ser vi også at andel eggbærende er relativt høy. Flere beregninger av eggbærende hunner tas opp i kapittel 3.4.1.



Figur 5. Lengdefrekvens- og kjønnsfordeling av *Pasiphaea multidentata* fordelt på lokalitet og innsamlingstidspunkt. Blå søyler er hanner, røde uten fyll er hunner uten egg, røde søyler med fyll er hunner med egg og svarte søyler er ubestemte. X-aksen viser 0,5 mm brede ryggskjoldlengdegrupper, fra 18-40 mm, mens y-aksen viser antall, fra 0-10-40.

3.3 Vekt-lengde

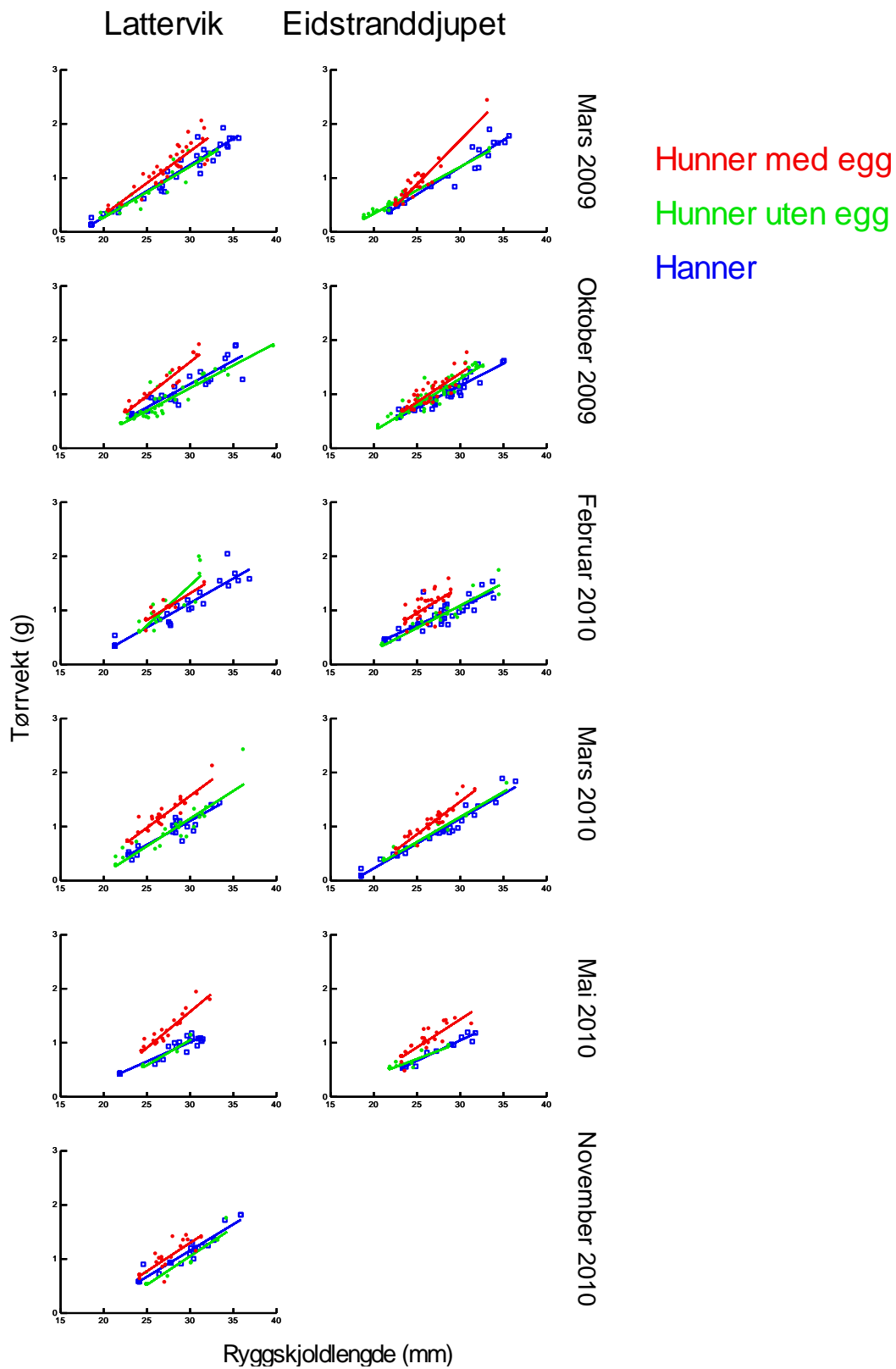
En samlet oversikt over tørrvekt-lengde-relasjon for glassreker fra Lattervik og Eidstranddjupet fra mars 2009 til november 2010 er presentert i figur 6. 755 reker ble veid hvorav 264 var hanner, 281 hunner med egg og 210 hunner uten egg. Rekene befant seg i tørrvektintervallet 0,224-2,428 gram. Grunnen til at tørrvektdataene er foretrukket fremfor våtvektsdataene (appendiks tabell 1) er at vi er interessert i næringsinnholdet i reken. Resultater fra regresjonsanalysen av tørrvektsdata er presentert i tabell 2.

I de fleste tilfellene ser vi at trendlinjene i figur 6 for hunner uten egg og hanner faller sammen. Men ved bruk av potensfunksjonen ser vi at det er en viss ulikhet i stigning for alle kjønnsgrupper (figur 6). Figur 7 viser at hunner med rogn skiller seg ut med høyere stigningskoeffisient, men har også betydelig høyere vekt enn hunnene uten egg og hannene (figur 6). En interessant sammenligning kan gjøres mellom mars 2009 og mars 2010. For reker tatt i Lattervik mars 2010 er vekten mye høyere enn i Eidstranddjupet. I mars 2009 er stigningskoeffisienten mye høyere enn i 2010. I Lattervik februar 2010 ser vi at stigningen til hunner uten egg er høyere enn hunner med egg. Av tabell 2 ser vi at ved bruk av logtransformerte verdier av vekt og lengde får vi den beste tilpasningen statistisk sett. Det er store forskjeller i stigningstall i blant annet mai mellom de forskjellige kjønnsgruppene. Det ser vi også i figur 6.

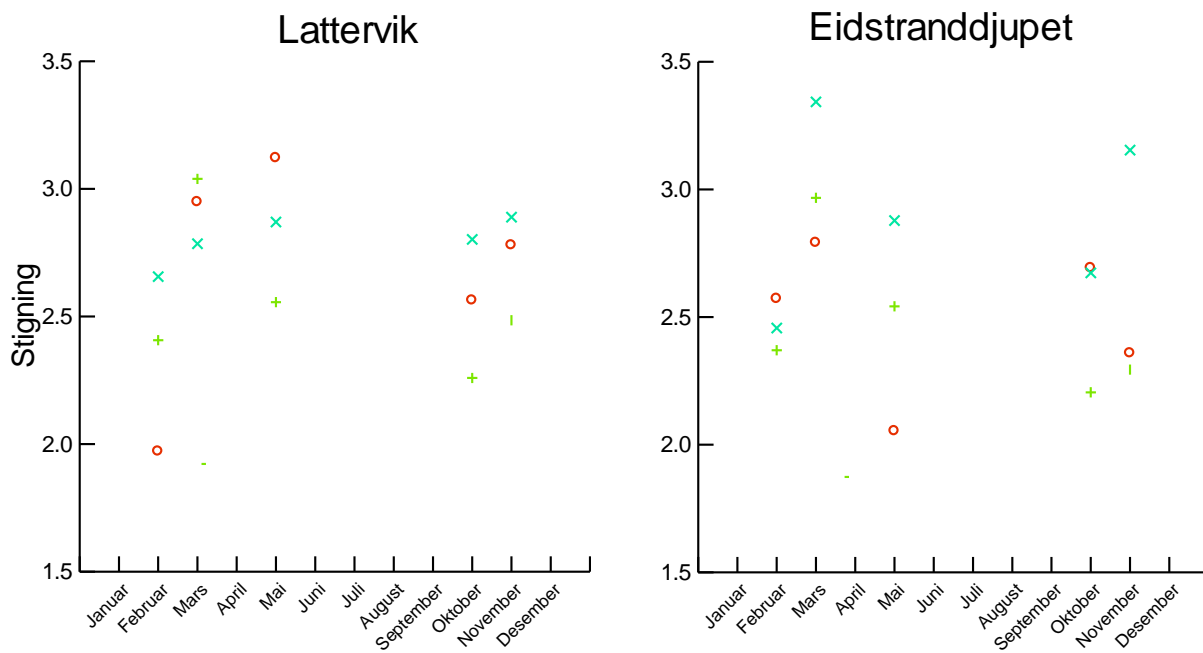
Tabell 2. Tørrvekt- og lengdedata ved bruk av lineær vekst hos *Pasiphaea multidentata* (modell 1) og potensfunksjon (modell 2). M=hanner, F0=hunner uten egg, F1=hunner med egg. n=antall, a=skjøringspunkt ved y-aksen, b=stigningskoeffisient, seB=standard error av stigningstall, F og P (signifikans) og r^2 er tilpasning av grafen til punktene.

Modell 1: Tørrvekt = a + b * CL							
Kjønn	n	a	b	seB	F	r²	P
M	264	-1,568	0,091	0,002	1471	0,849	<0,001
F0	210	-1,508	0,090	0,003	847	0,803	<0,001
F1	281	-2,084	0,119	0,004	795	0,739	<0,001

Modell 2: ln tørrvekt = ln a + b * ln CL							
Kjønn	n	ln a	b	seB	F	r²	P
M	264	-9,124	2,714	0,060	2030	0,886	<0,001
F0	210	-9,146	2,729	0,081	1127	0,849	<0,001
F1	281	-9,498	2,909	0,106	748	0,728	<0,001



Figur 6. Tørrvektforhold hos *Pasiphaea multidentata* fordelt på måneder og lokalitet. Lineære trendlinjer tilpasset punktene.



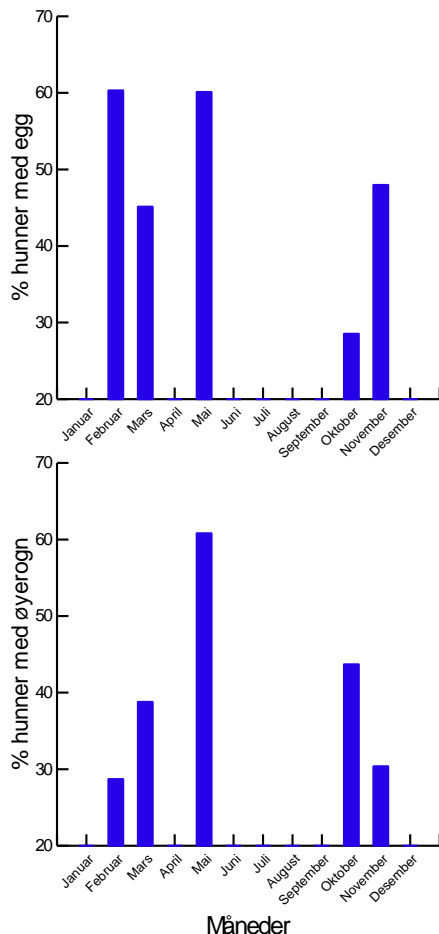
Figur 7. Stigningskoeffisienter hos *Pasiphaea multidentata* for henholdsvis Lattervik og Eidstranddjupet gjennom året. Røde sirkler er hunner uten egg, grønne kryss er hanner og blåe kryss er hunner med egg. Mars 2009 og mars 2010 er slått sammen. Data fra november 1983 tatt med i figuren.

3.4 Alder, lengde, kjønnsmodning og vekst

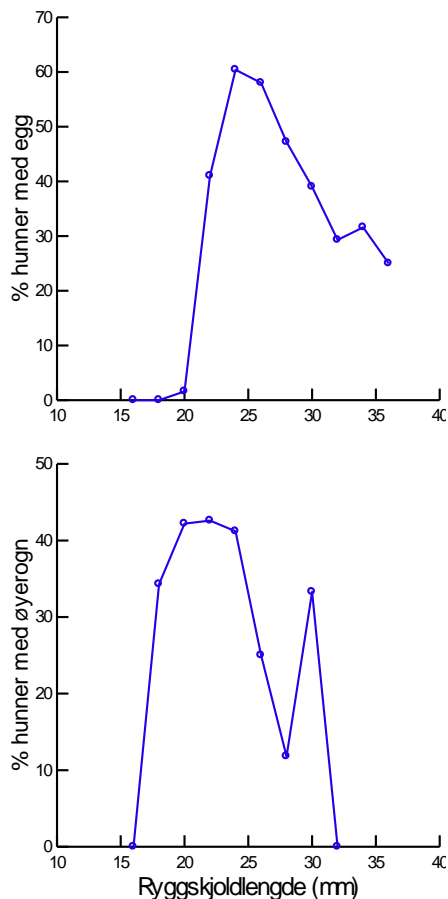
3.4.1 Alder, lengde, årsklasser

Andelen hunner med egg varierer, med størst andel i februar, mai og november (ca. 60 % av hunnene) (figur 8). Vi ser også at vi har en økning i prosent øyerogn fram til mai (61 % av hunnene som bærer egg). Det er ikke helt enkelt å finne klekketidspunktet til *P. multidentata* ettersom det mangler data fra juni til september.

For å klarere for hvilke lengder *P. multidentata* kjønnsmodner ble figur 9 laget. Vi ser at det skjer noe ved CL rundt 18 mm. Her begynner rekene å utvikle rogn noe som vil si at roseglassreken er kjønnsmoden. Vi har ikke undersøkt kjønnsmodningen for hanner.



Figur 8. Andel eggbærende hunner av *Pasiphaea multidentata* (% av total) og andel hunner med øyerogn er synlig (% av total) fordelt på innsamlingstidspunkt mars 2009 til november 2010.



Figur 9. Kjønnsmodning hos hunner av *Pasiphaea multidentata*. I øverste figur er alle hunner med egg tatt med, den nederste figuren er alle hunner med øyerogn illustrert. Både Lattervik og Eidstranddjupet, samt alle tidspunkter tatt med i figurene.

3.4.2 Lengde ved alder

Jeg ser bort fra kjønnsforskjeller i lengde ved alder (se begrunnelse i materialer og metode). Basert på mine modalgruppeanalyser ble lengde som funksjon av alder for Eidstranddjupet og Lattervik presentert i figur 10. Det var vanskelig å se noen klare ulikheter mellom trålfeltene. For lettere å kunne følge de enkelte aldersgruppene tilvekst gjennom året ble lengdedataene plottet som funksjon av tid på året (figur 11).

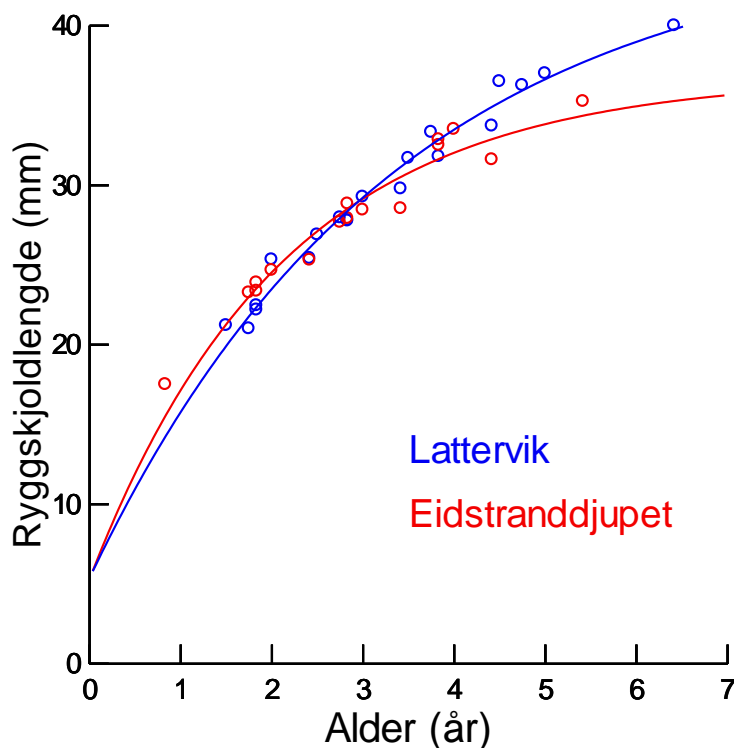
Mine lengde-alder-data ble tilpasset en VBGF (Bertalanffy, 1938; Hopkins & Nilssen, 1990) for henholdsvis Lattervik og Eidstranddjupet fordelt på måneder, og resultatene presentert i tabell 3. Resultater fra disse analysene viser at vekstmodellen er svært lik, det er god overlapp mellom parametrene, både med og uten t_0 . t_0 er en parameter som sier noe om den teoretiske alderen når reken har $CL = 0$. Siden det ikke synes å være noen klare ulikheter i lengde ved

alder mellom Lattervik og Eidstranddjupet kan lengdefrekvensene slås sammen for å styrke resultatene i modalsepareringen. Resultater fra en slik modalgruppe er vist i figur 11 med tilhørende VBGF.

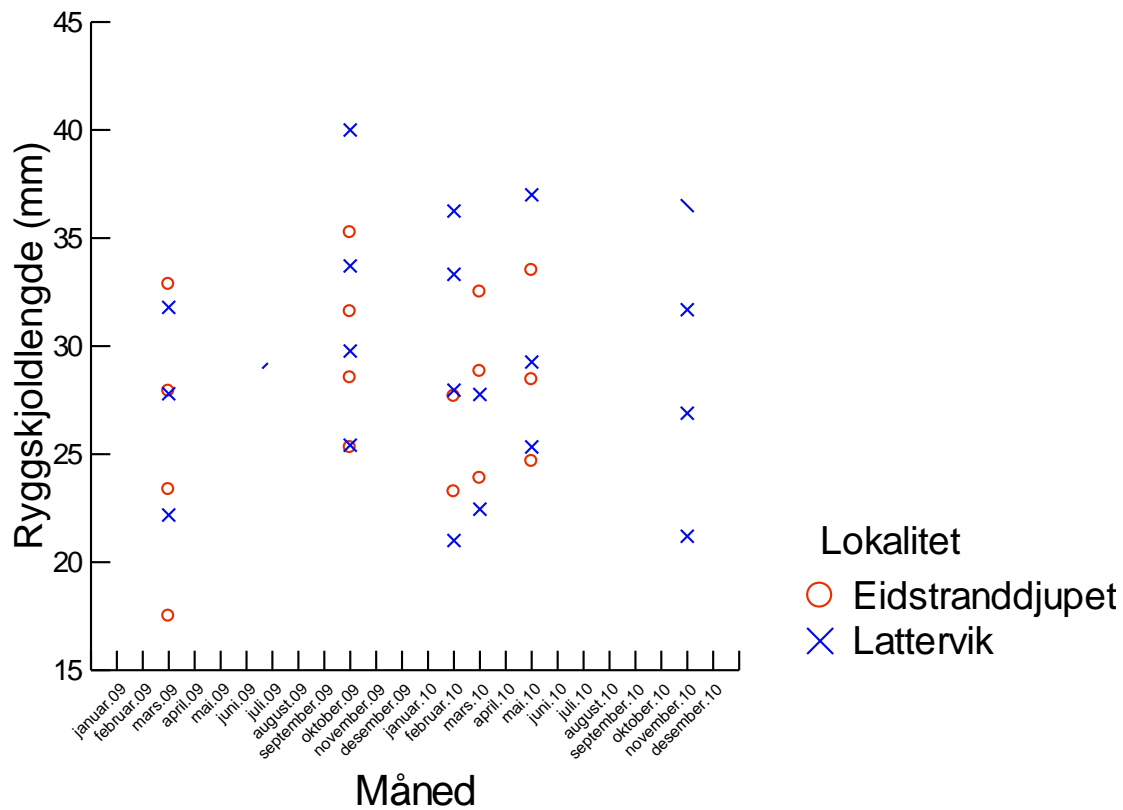
Tabell 3. Oppsummering av ryggskjoldlengde (mm) ved alder og parametrene L_{∞} , K , t_0 og L_0 av von Bertalanffys vekstfunksjon (VBGF) for *Pasiphaea multidentata* ved Eidstranddjupet og Lattervik. A) beregninger uten t_0 . B) beregninger med t_0

A)	Alder (år)							VBGF				
	Lokalitet	1	2	3	4	5	6	7	L_{∞}	K	t_0	L_0
Eidstranddjupet	16,06	24,73	29,41	31,94	33,31	34,05	34,44	34,91	0,62			
Lattervik	13,96	23,29	29,52	33,69	36,48	38,34	39,58	42,09	0,40			
La/Ei	15,32	24,15	29,25	32,19	33,89	34,87	35,43	36,20	0,55			

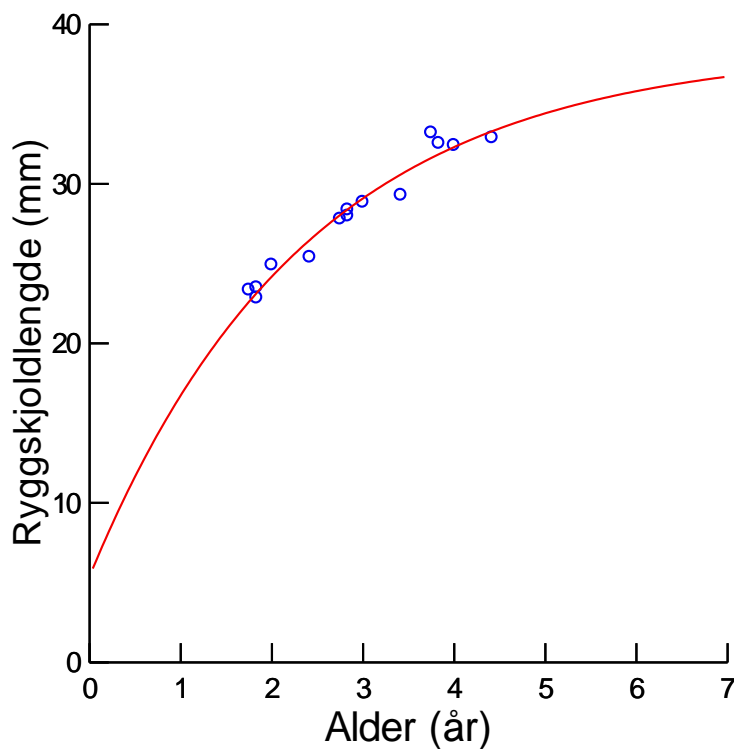
B)	Alder (år)							VBGF			
	Lokalitet	1	2	3	4	5	6	7	L_{∞}	K	t_0
Eidstranddjupet	19,57	26,62	30,44	32,50	33,61	34,21	34,53	36,80	0,47	-0,33	6,50
Lattervik	15,75	23,48	29,22	33,48	36,64	38,98	40,73	45,74	0,30	-0,42	6,50
La/Ei	16,74	24,19	29,09	32,31	34,42	35,81	36,72	38,47	0,42	-0,36	6,50



Figur 10. Gjennomsnittslengde (mm) for hver årsklasse av *Pasiphaea multidentata* ved Lattervik og Eidstranddjupet plottet mot alder (år). Verdier av VBGF L_{∞} , k og t_0 i tabell3



Figur 11. Gjennomsnittslengde (mm) for hver modalgruppe av *Pasiphaea multidentata* ved ulike måneder fordelt på Eidstranddjupet, Lattervik og samlegruppa Eidstranddjupet/Lattervik. Alle kjønnsgrupper representert. Fra mars 2009 til november 2010.

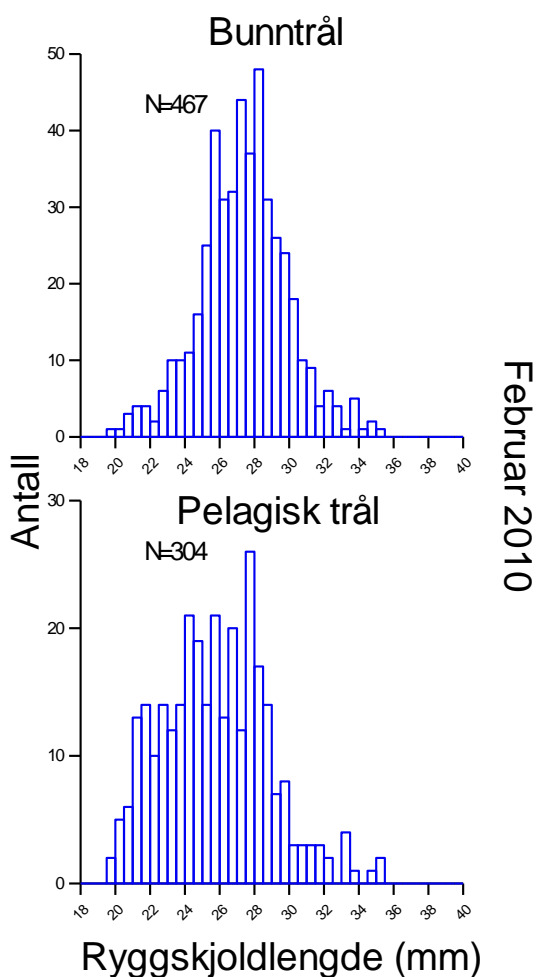


Figur 12. Samlet VBGF for *Pasiphaea multidentata* for både Lattervik og Eidstranddjupet. $L_{\infty} = 36,2$, $k=0,55$ og $t_0 = -0,36$

3.6 Vertikalfordeling

Det var forskjeller i størrelsesfordeling av *Pasiphaea multidentata* i bunntråltrekket (tatt midt på dagen) og i det pelagiske trekket (tatt midt på natten) (figur 13). Flere små individer ble registrert i det pelagiske trekket enn i bunntråltrekket, men det er også tydelig at større individer vandrer vertikalt i vannsøyla. Det pelagiske tråltrekket foretatt på natten viste at andelen rosenglassreker og krill var 74,9 % krill og 25,1 % rosenglassreker. Et pelagisk tråltrekk midt på dagen viste at andelen rosenglassreker og krill var 98 % krill, 1 % rosenglassreker og 1 % andre arter (tabell 4). Ingen lengdefrekvensfordeling ble foretatt på rosenglassreker fra det pelagiske trekket på dagen grunnet få individer.

Tabell 4. Oversikt over fangstuttak fra to pelagiske tråltrekk. Begge fra februar 2010. Andre arter er lik lysprykkfisk, laksesild, sild og lodde.



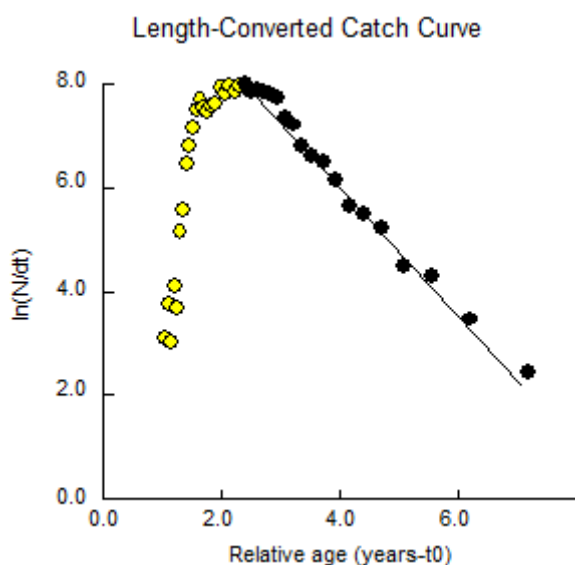
	<i>P. multidentata</i>	Krill	Andre arter
Dato	10.02.2010	10.02.2010	10.02.2010
Klokkeslett	00:00	00:00	00:00
Fangst (kg)	4.55	13.6	0.2
Prosent av fangst	24.80 %	74.11 %	1.09 %
Dato	11.02.2010	11.02.2010	11.02.2010
Klokkeslett	12:00	12:00	12:00
Fangst (kg)	0.8	81.7	0.07
Prosent av fangst	0.97 %	98.95 %	0.08 %

Figur 13. Lengdefrekvensfordeling (0,5 mm) for *Pasiphaea multidentata* i bunn- og pelagisk trål, i Eidstranddjupet februar 2010.

3.7 Dødelighet

En lengde-konvertert fangstkurve (figur 14) med bruk av VBGF-verdier fra samlelokaliteten Lattervik/Eidstranddjupet er vist i tabell 3. Alder for hver kohort ble bestemt ut fra VBGF med parametre $L_{\infty} = 36,20$ og $k = 0,55$, som gir oss en årlig dødelighet på $Z = 1,22$ (tabell 3).

Dødeligheten, representert ved den svarte linjen, skal vi bruke videre for å bestemme produksjon og produktivitet i bestanden.



Figur 14. "Length-converted catch curve" for ryggskjoldlengde (CL) 15,6-39,7 mm for Lattervik og Eidstranddjupet ved bruk av en samlet $L_{\infty} = 36,20$ og $k = 0,55$. t_0 ikke tatt med i kalkulasjonen av Z

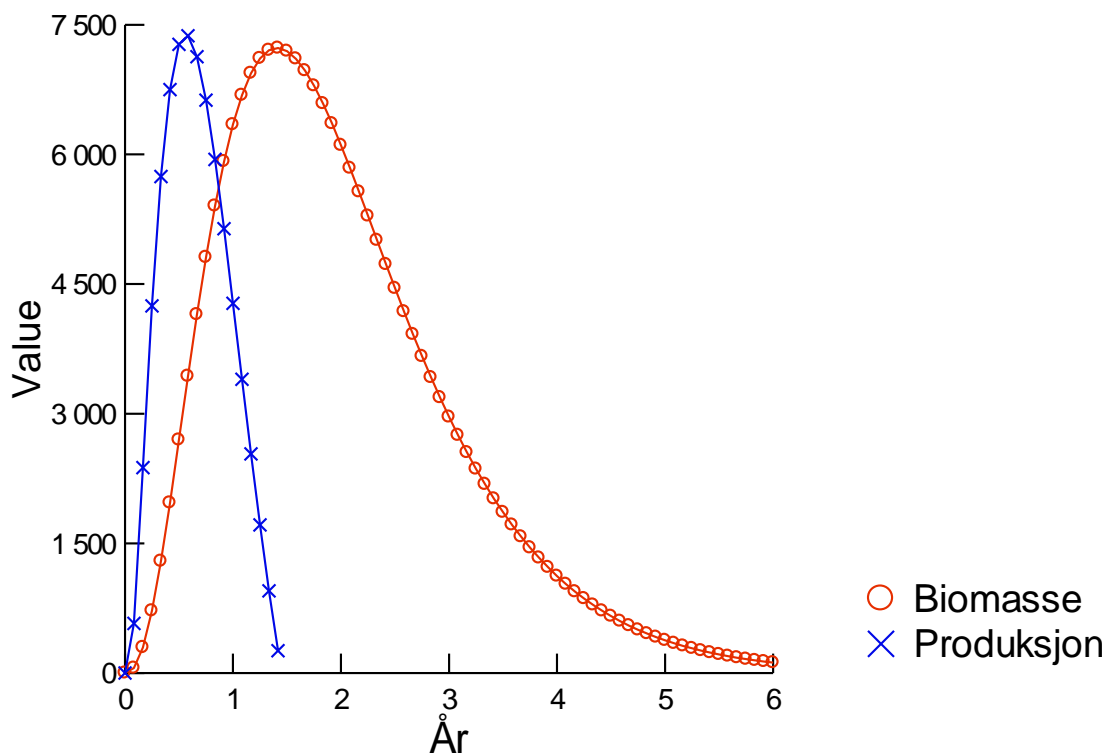
3.8 Biomassefordeling og produktivitet

Det må presiseres at i denne delen er ikke t_0 tatt med i betraktningene. Basert på lengder ved VBGF og en felles regresjon av individvekt kan biomasse- og produksjonskurver plottes (figur 15). En fiktiv startverdi $N_0 = 100\ 000$ reker gir oss utviklingen av bestanden over tid i form av biomasse. Ved 10 måneder har populasjonen nådd produksjonsmaksimum, mens biomassemaksimum er på rundt 17 måneder. Siden produksjon er endring av biomasse over tid vil utformingen av produksjonskurven være lik biomassekurven.

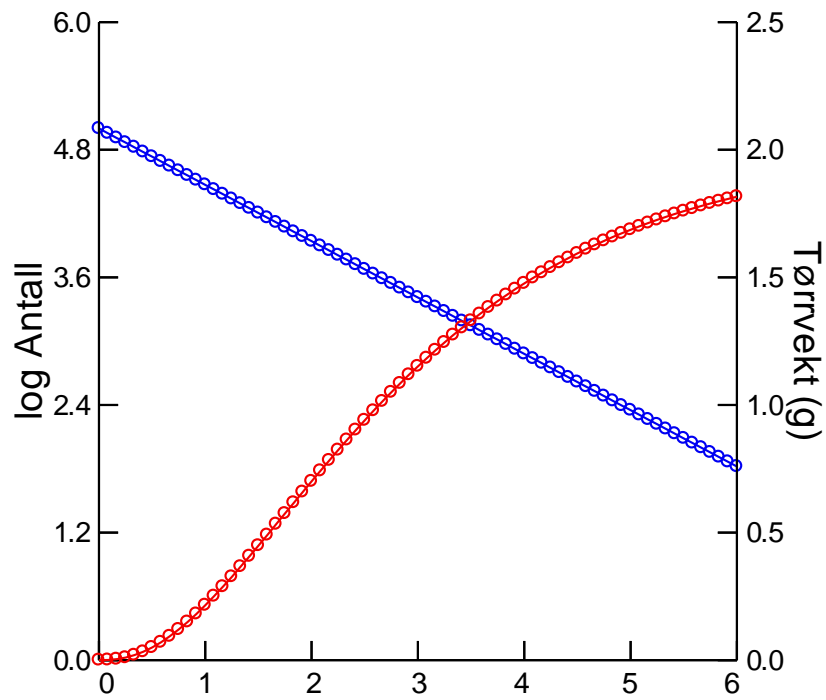
Utviklingen av en årsklasse i populasjonen med dødelighetskoeffisienten $Z = 1,22$ gir en forholdsvis bratt nedadgående kurve i starten før den flater ut. Etter bare ca. 7 måneder er årsklassen halvert og etter 2,5 år er 5 % av årsklassen i live (figur 16).

Produktiviteten til en årsklasse beskrives av summen av produksjon dividert på gjennomsnittsbio massen for årsklassen. Populasjonens produktivitet beskrives av summen av produktiviteten til alle årsklasser. Hele populasjonens (antar maskimal levealder 6 år) produktivitet per biomasse ble 0,43.

Det kan være interessant å se på produktiviteten til en populasjon fram til kjønnsmoden alder (Banse & Mosher, 1980). Kjønnsmoden alder er ca. 14 måneder (16 mm) (figur 8) hvilket gir en produktivitet på 22,43 g for populasjonen fram til kjønnsmoden alder.



Figur 15. Biomassefordeling og produksjon av *Pasiphaea multidentata* basert på samlet VBGF for Lattervik og Eidstranddjupet og alle måneder. T_0 ikke tatt med i betraktningen.



Figur 16, Populasjonen av *Pasiphaea multidentata* sin utvikling ved $N_0=100\ 000$ og individvekt over tid. Alle lokaliteter og måneder. Basert på lengde ved alder ved bruk av VBGF. T_0 ikke tatt med i betraktningen. Rød funksjon er tørrvekt, blå funksjon er antall i populasjonen.

4 Diskusjon

Hovedformålet med oppgaven var å beregne biomassen og produksjonspotensialet til arten *Pasiphaea multidentata* i Ullsfjorden. Viktige forutsetninger for dette arbeidet er gode analyser av tid på året der eggene klekkes, samt gode modalgruppeanalyser. Klekketidspunkt er viktig for å finne korrekte aldersestimater for hver modalgruppe. For å bestemme klekketidspunkt så nøyaktig som mulig er det viktig å kunne bestemme hvor langt ut i modningsprosessen rosenglassrekene var kommet i på forskjellige tider av året. Delmålet om hvorvidt rekene foretar vertikalvandring er en frittstående hypotese som ikke spiller så stor rolle for resten av analysene, men like fullt viktig for antakelsene om at rosenglassreker er en viktig art for utveksling av energi i vannsøyla. For å få gode beregninger på produktivitet og biomasseestimer er individvekst, lengde ved alder og dødelighet essensielle faktorer.

4.1 Lengdefrekvensfordeling

Flere forfattere har tatt for seg lengdefrekvensfordelingen av *P. multidentata*. Apollonio, (1969) studerte rosenglassreker i Maine-gulven og antyder flere komplikasjoner ved en analyse av frekvensene gjennom et år. I Maine-gulven klekkes eggene to ganger i året, mens i Middelhavet og i Korsfjorden er det kontinuerlig klekking gjennom hele året (Apollonio, 1969; Matthews & Pinnoi, 1973; Company *et al.*, 2001), med 5 måneders eggberende perioder. Dette kan tyde på at hunnene ikke kan bruke mye av energien sin til egenvekst (Apollonio, 1969). Hvis en følger opp teorien om 10 måneder eggberende periode for hver enkelt hunn er det ikke utenkelig at noen hunner rett og slett velger å hoppe over en gyting (hvilende hunn). Dypvannsreker (*Pandalus borealis*) foretar disse hvilekjærene dersom de ser at de ikke har muligheten til å utvikle egg et år (Nilssen & Hopkins, 1991; Heier *et al.*, 1999). Dette er heller ikke utenkelig når det gjelder *P. multidentata*. En lengdefrekvenstopp kan identifiseres som et samlet resultat av alle reker produsert gjennom et helt år eller samlet produserte reker for én kohort. Derfor er det usikkert hvorvidt en ”topp” i lengdefrekvensanalysen symboliserer én eller to årsklasser. Et annet problem Apollonio, (1969) opplevde var at antall små individer var svært lavt, noe som tilsier at en ikke fikk det fulle bildet av lengdefrekvensen for hele populasjonen. Dette problemet hadde vi også i Ullsfjorden. Ifølge Company & Sardà, (2000) er rekene 6,5 mm når de blir klekket i Middelhavet. Selv om det er varmere i Middelhavet enn i Ullsfjorden, og med muligheten for

at reken har forskjellig størrelse når de klekkes i Ullsfjorden, betyr det at vi kan mangle én eller flere årsklasser i lengdefrekvensfordelingen. I fremtidige forsøk bør en ha mindre maskestørrelse i trålen eller et planktonnett for å fange de minste størrelsesgruppene. En mulig feilkilde er dessuten at vi ikke trålet langs bunnen ved faste tidspunkt. Enkelte tråltrekk ble foretatt litt utpå ettermiddagen noe som kan påvirke størrelsesfordelingen forårsaket av mulige vertikale vandringer.

Årsklassestyrker varierer fra år til år. Vi ser av figur 4 at første årsklasse av *Pasiphaea multidentata* i mars 2010 er svært mye lavere enn årsklassen året før (mars 2009). Det kan være mange årsaker til variasjon i årsklassestyrke. Studier på *Pandalus borealis* indikerer at variasjonen kan skyldes klimatiske endringer, fiske og predasjon (Pedersen & Storm, 2002).

Company *et al.*, (2001) fant i sin studie i Middelhavet at *P. multidentata* hadde tre veldefinerte topper i enkelte måneder med gytetoppen i februar, mens Matthews & Pinnoi (1973) fant en kontinuerlig reproduksjon i Korsfjorden på Vestlandet. I vår undersøkelse regner vi med kun én årsklasse i året, og klekketidspunkt for populasjonen er i mai (avsnitt 3.4.1 og 4.2.2).

Det er en del mangelfulle metodeelementer i denne oppgaven. Blant annet burde en hatt data fra alle måneder i året. Klekketidspunkt og aldersbestemmelse er en meget vanskelig oppgave uten å vite hva som skjer i juni-september. Vi fikk ingen små reker i fangstene våre. Dette er mest sannsynlig fordi vi hadde for stor maskestørrelse i trålen. Dersom vi hadde en mindre maskevidde kunne lengdefrekvensanalysene blitt mer presist. Med presist menes et større spekter av gjennomsnittslengder som ble brukt til å beregne lengde ved alder.

4.2 Kjønnsmodning og reproduksjon

4.2.1 Kjønnsmodning

Våre data viser at hunner er kjønnsmodne ved $CL < 20$ mm, mens rosenglassreker tatt i Middelhavet er kjønnsmodne når hunnen har $CL > 30$ mm (Ramirez-Llodra *et al.*, 2007). Matthews & Pinnoi, (1973), som jobbet med rosenglassreker i Korsfjorden på Vestlandet,

melder om kjønnsmodne reker med CL > 18 mm, og 18 måneder gamle. Sammenlignet med reker i Korsfjorden er reker i Ullsfjorden kjønnsmodne omtrent samtidig, mens reker i Ullsfjord kjønnsmodner ved lengder merkbart lavere enn i Middelhavet.

Ved lave temperaturer vil en ofte se lavere vekst (lav k), stor størrelse ved kjønnsmodning og at rekene blir eldre enn i varmere farvann (Nilssen & Aschan, 2009). Veksten hos rosenglassreker i Ullsfjorden er lav og de blir gamle, men når det gjelder lengde ved kjønnsmodning får ikke vi ikke dette til å stemme.

4.2.2 Klekkespunkt og alder

Rosenglassrekene synes å gyte gjennom store deler av året. Dette kommer tydelig fram av innsamlingsdataene (figur 8). Gjennom hele året har vi eggbærende hunner og hunner med egg som har kommet langt i utviklingsprosessen, men det er mest sannsynlig noen klekkespunktstopper slik andre forskere tidligere har observert (Elofsson, 1961; Apollonio, 1969; Matthews & Pinnoi, 1973). Company *et al.*, (2001) sier noe interessant når det gjelder klekkespunkt hos *Pasiphaea multidentata*. Forfatterne peker på forskjeller mellom *P. multidentata* og *P. sivado* som har to ulike reproduksjonsstrategier. *P. sivado* klekkes på veldefinerte tidspunkt (Williamson, 1960) mens *P. multidentata* klekkes gjennom hele året med én topp. De sier videre at Apollonio, (1969) kan ha tatt feil av *P. multidentata* og *P. sivado*. Company *et al.*, (2001) sier videre at de ikke fant eggbærende hunner etter februar, og to måneder etter klekkes disse, tidlig på våren. Dette bekrefter for så vidt Apollonio, (1969). Han fant at fordelingen hunner/hanner endres når det nærmer seg gytesesong.

Klekkespunktstoppen i Ullsfjorden ble vurdert til å være rundt april-juni, ettersom en stor del av hunnene var eggbærende (60,1 %). I tillegg kunne vi i mai se at en stor del av eggene var kommet dit hen at øynene inni egget var synlig (36,6 % av hunnene). Det betyr at hunnrekens egg er kommet forholdsvis langt i utvikling, og at klekkespunktet ikke er altfor langt unna. Men siden vi ikke har data på reker fanget i april kan vi ikke si om andelen hunner med øyerogn er stigende eller avtagende.

Company *et al.*, (2001) viser at hunnene til *P. multidentata* som hadde egg som var kommet langt i utviklingsprosessen kun fantes i oktober, september og november, og eggbærende

hunner generelt ble funnet på høsten og vinteren. I undersøkelsen fra Ullsfjorden har vi kun brukt to forskjellige modningsgrader av hunner bærende på egg, synlig øye (1) eller ikke synlig øye (0). Vi har ingen innsamlinger av rosenglassreker i juni-september. Mye kan skje i denne perioden, men vi har ingen data i denne tidsperioden. Det er ikke utenkelig at det kan være en gytetopp tidlig på høsten, noe vi ikke kan observere på grunn av manglende data. Andelen av hunner med egg langt uti utviklingsprosessen i oktober er relativ lav i forhold til resten av innsamlingstidspunktene, men det er mulig at eggene nettopp er sluppet i dette tidsrommet. Vekst, gytetidspunkt og antall kohorter er trolig forskjellig i Middelhavet og Ullsfjorden. Til tross for usikkerheten i våre data konkluderer vi med at det bare er en klekketidspunktstopp i Ullsfjorden, og at den første lengdegruppa i mai (24,7-25,3 mm) ble satt til å være to år gammel (24 måneder).

4.3 Vekt-lengde

De lineære trendlinjene til hunner uten egg og hanner (figur 6) viste omtrent ingen forskjeller, mens eggbærende reker har høyere lengde-vekt-forhold. Det er i månedene oktober og mai at trendlinjene for hunner med egg er brattere enn hunner uten egg og hanner. Det at lengde-vekt-forholdet er størst i mai kan ha noe gjøre med at det er like før rekene slipper eggene. Aune, (2009) meldte om at hunnene hadde hurtigere vektøkning i forhold til lengde, enn det hannene hadde. Grunnen til dette mente Aune kunne ha noe med at hunnene har flere forpliktelser (reproduksjon) enn hannene, og derfor trenger mer energireserver. Det har blitt gjort undersøkelser fra det Cantabriske hav (nord for Spania) på rosenglassreker. Ved bruk av lengde og vekt puttet inn i en potensfunksjon ($Y = ax^b$) fikk en $a = 0,000283$ og $b = 2,912$ (Rodríguez-Marín, 1993). Omtrent de samme verdiene for a og b fant Company & Sardà, (2000) i Middelhavet, men de observerte høyere b hos mindre individer ($b > 3,13$). Høy vekt er en morfologisk faktor som kan hindre vertikale vandringer. De største individene har et lavere lengde-vekt-forhold noe som gjør dem mer tilpasset benthiske forhold (Cartes *et al.*, 1993). I vårt forsøk (tabell 2) har hunner med egg et høyere stigningstall enn hannene og hunnene uten egg. Det bekreftes av Aune, (2009) som også testet for forholdet mellom lengde og vekt. Han fant at mindre individer (< 22 mm) hadde et høyere lengde-vekt-forhold enn større individer (> 25 mm). Falk-Petersen, (1985) som undersøkte lengde-vekt-forhold hos krill i Balsfjorden

fant at tørrvekt-våttvekt-forholdet endres ved sult eller veldig høy fôrinntak. Ved sult reduseres vekten av lipider og erstattes av vann.

4.4 Vekst

Maksimal lengde på *P. multidentata* er 44,4 mm for hanner og 48,5 mm for hunner i Middelhavet, og veksten for reker med CL=22,0 mm er 17,6 mm per år (Company & Sardà, 2000). Etersom vi estimerte maksimal lengde for samlelokaliteten Lattervik/Eidstranddjupet til å være 38,47 mm har vi et relativt stort avvik i maksimal lengde fra det studerte i Middelhavet. Men vi ser at det er en liten forskjell fra Lattervik til Eidstranddjupet med tanke på maks lengde og vekst. I Lattervik fikk vi ett individ på rundt 40 mm noe som drar opp maks lengden betydelig. Dette kommer mest sannsynlig av hurtigere vekst i varmere temperaturer (Wieland, 2005). Når det gjelder vekst i Ullsfjorden fikk reker med CL = 21,9 mm en vekst på 5,7 mm det neste året. Dette er også et stort avvik fra Company & Sardà, (2000), men kan forklares med temperaturforskjeller. Mattilgang er også en faktor som vi ikke får testet for. Temperaturen i Middelhavet og i Ullsfjorden er ikke sammenlignbart. Company & Sardà, (2000) viser til en temperatur på rundt 13-14 °C, mens i Ullsfjorden er det 2 - 10 °C (5 °C i gjennomsnitt) (figur 1)(Dos Santos & Falk-Petersen, 1989). Ved økte temperaturer vil en få en kortere eggberingsperiode, og ved økning i vanntemperatur vil de fysiologiske prosessene øke dersom det er tilgang på mat (Wieland, 2005). En vil også ha økt eggdødelighet og lavere størrelse, vekt og proteininnhold i larven (Brillon *et al.*, 2005). Brillon *et al.*, (2005) kjørte sine eksperimenter ved temperaturer fra 2-8 °C. Så i utgangspunktet skulle en tro at rosenglassreker lever lengre i kaldere vann enn i varme, men har en dårligere vekst. Hopkins & Nilssen (1990) studerte dypvannsreken *Pandalus borealis* i Balsfjord og fant $L_{\infty} = 29,43$ og $k = 0,4$. Balsfjord har en tanke lavere gjennomsnittstemperatur enn Ullsfjord (Dos Santos & Falk-Petersen, 1989), men sammenligner man dypvannsreker med rosenglassreker har dypvannsreker hurtigere vekst, men de blir kortere. De to viktigste faktorene for variasjon av vekst er temperatur og mat (Beverton & Holt, 1957; Hopkins & Nilssen, 1990). Company *et al.*, (2001) fant at hunner hadde $k=0,55$ mens hanner $k=0,62$. Dette støtter under om at hanner ikke har disse energetiske forpliktelsene med tanke på reproduksjon slik hunnene har, og kan dermed bruke mer energi til vekst.

Hvis vi tar utgangspunkt i at det bare finnes én årsklasse, og at gytetoppen er i mai, så vil det si at veksten, fra og med glassrekene er to år gamle, vil være fra 4-5 mm i året. Dette strider mot Matthews & Pinnoi, (1973) sin antatte vekst på 13-14,5 mm i året. Figur 11 viser at det muligens foreligger sesongvariasjoner hvor veksten er høyere i sommermånedene enn om vinteren. Dette kan henge sammen med større primærproduksjon og høyere temperaturer på sommeren.

4.5 Årsklasser

Vi har sett (figur 4,5 og 8) at *P. multidentata* tilsynelatende kan gyte gjennom hele året. I samtlige innsamlingsmåneder har vi funnet hunner med egg, og i samtlige måneder har det vært tilfeller av hunner med egg som er langt uti utviklingsprosessen. Det betyr at det ikke er klare gytetidspunkt for glassreker, men det vi ser er at rundt mai-juni har vi en større andel av hunner med egg som er kommet langt i utvikling. Det kan bety at i akkurat dette tidsrommet har vi en gytetopp. At det finnes flere kohorter er ikke utenkelig, men i vårt datasett kan vi ikke se antydninger til dette. Flere forfattere antyder at det kan være en klekketidspunktstopp på seinsommeren/høsten (Company *et al.*, 2001; Nanjo & Ohtomi, 2009). Vi fikk ikke mange små reker i fangstene våre. Dette har mest sannsynlig med å gjøre at vi hadde for små masker i trålen.

4.6 Døgnvandring

Det nattlige, pelagiske tråltrekket vi foretok i februar 2010 viser sammenlignet med bunntråltrekket (figur 13), at de litt mindre rekene foretar døgnvandring vertikalt i vannsøyla om natten. Det var ikke *bare* de minste individene som foretok denne vandringen, men også litt større individer. I og med at vi bare hadde ett pelagisk tråltrekk på natten er det en del usikkerhet, men det som kan sies er at andelen rosennglassreker i det pelagiske trekket på natten var mye større enn andelen i det pelagiske tråltrekket på dagen. Rekene foretok altså ei vandring oppover i vannsøyla.

Cartes *et al.*, (1993) viser til at *P. multidentata* har høyere CL/våtvekt-rate enn andre arter (*Acantheephyra*, *Systellapsis* spp.), og det er derfor *P. multidentata*, *P. sivado* og *Sergia robusta* kan utføre vertikale vandring. Selv om andre arter har noen morfologiske forutsetninger for å vandre er det en kombinasjon av CL/våtvekt-rate, lipidinnhold og morfologi som er utslagsgivende i forhold til vertikale vandring (Clarke & Holmes, 1986; Cartes *et al.*, 1993). Men vi har sett at det er de små som er mest aktive når det gjelder vandring, og det får vi for så vidt bekreftet ved figur 12.

Dos-Santos & Falk-Petersen, (1989) gjorde undersøkelser av torsk i Balsfjorden og Ullsfjorden, og de fant *P. multidentata* i torskemager ved bruk av pelagisk- og bunntål. Noe av det interessante med funnet var at fangst av reker i torskemagene i bunntål varierte med årstider. Det er var en betydelig større mengde reker i mai-september i torskemagene. I de pelagiske trekkene var det stort sett jevnt fordelt gjennom året.

Det burde vært foretatt flere pelagiske tråltrekk, samt bunntåltrekk på samme tidspunkt som det pelagiske tråltrekket. Dette for å få mer data på eventuelle vertikalvandring.

4.7 Biomasse og dødelighet

4.7.1 Dødelighet

Ettersom det omtrent ikke er gjort studier på *Pasiphaea multidentata* i Ullsfjorden, og temperatur er ulik fra Middelhavet, Maine-gulfen og Korsfjorden, er det kanskje mer naturlig å sammenligne med andre rekearter i samme område (fjorder rundt Ullsfjord). *P. multidentata* har en relativt lav dødelighet i forhold til andre rekearter i området. Hopkins & Nilssen, (1990) gjorde et arbeid der de blant annet fant dødeligheten til *Pandalus borealis* i Balsfjorden til å være 1.89-2.10 (i 1977-81). Årsaken til at dødeligheten var såpass høy skyldtes predasjon fra torsk og fangst fra reketålere. Vi har observert at det ikke er like mye *P. multidentata* ved de to lokalitetene Lattervik/Eidstranddjupet, og rekefiskere vet nok hvor de skal fiske for å få *P. borealis*. Så det tas en del roseglassreker som bifangst, men den totale fangsten av dypvannsreker er nok større, og de har dermed en høyere dødelighet.

4.7.2 Biomasse og produktivitet

Produksjon per biomasse (P/B) er en sentral del i bruken av for eksempel Ecopath-modellen, og siden *Pasiphaea multidentata* er en del av økosystemet i Ullsfjorden beregnet vi P/B.

Populasjonens produksjon per biomasse er $0,43 \text{ år}^{-1}$, noe som er litt lavere enn den samlede "rekekategori" fra undersøkelser i Sørfjorden (Pedersen *et al.*, 2008). Pedersen *et al.*, (2008) fant produksjon per biomasse for en samlet rekekategori til å være $2,0 \text{ år}^{-1}$. Hvor mye dypvannsreker og hvor mye glassreker som befinner seg i kategorien vites ikke, men dersom vi introduserer $2,0 \text{ år}^{-1}$ som P/B i Ullsfjorden står dypvannsreken for over 75 % av rekenes produktivitet.

Gorny *et al.*, (1993) gjorde undersøkelser på *Chorismus antarcticus* i Antarktis hvor de undersøkte produktiviteten på individnivå, samt gonadeproduktivitet. *C. antarcticus* er en art fra samme infraorden som *Pasiphaea multidentata*, og ligner litt på *Pandalus borealis* (Gorny *et al.*, 1993). De fant produksjon per biomasse på $0,587 \text{ år}^{-1}$, noe som er relativt nært våre beregninger av *P. multidentata*.

Banse & Mosher, (1980) viser i sine eksperimenter at individer ønsker å nå kjønnsmodning forttest mulig, og vil derfor ha, naturlig nok, større produksjon før kjønnsmodning enn etter. Ved å ta utgangspunkt i 100 000 individer var populasjonens produktivitet fram til kjønnsmoden alder $22,43 \text{ år}^{-1}$, noe som viser at produksjonen var dramatisk mye større enn populasjonen sett under ett.

5 Konklusjon

Dødelighet og produksjon per biomasse:

Dødeligheten ble vurdert til å være relativt lav i forhold til andre rekearter i disse områdene. Total dødelighet ble estimert til 1,22. Størst produktivitet utgjøres av de minste rekene (0-gruppen). Samlet P/B ble estimert til å være 0,43 år⁻¹. P/B for rosenglassreker fram til kjønnsmodning ble estimert til å være 22,43 år⁻¹

Denne studien gir følgende konklusjoner når det gjelder utgangshypotesene:

- 1) Vekst, kjønnsmodning og reproduksjon er lik hos rekene ved den Iberiske halvøys kyster og Ullsfjord.

Veksten er lavere i Ullsfjorden enn ved den Iberiske halvøys kyster. Den kjønnsmodner ved kortere lengder, men lever lengre i Ullsfjorden enn i Middelhavet. Dette på grunn av lavere temperaturer. Vertikalvandring blir utført på natta, og det er i hovedsak de minste individene som gjør disse vandringene. Store individer foretar også vandring, men ikke i like stor grad.

- 2) Det finnes bare én årsklasse (kohort), og den legger egg om våren.

Hunnene legger egg gjennom hele året, men med én gytetopp. Flere forfattere støtter opp om denne teorien, og i Middelhavet klekkes eggene tidlig på våren. I Ullsfjorden ble klekketidspunkt vurdert å være mai måned.

6 Litteratur

- Abelló, P., Valladares, F.J. & Castellón, A. (1988) Analysis of the structure of decapod crustacean assemblages off the Catalan Coast (North-West Mediterranean). *Marine Biology* **98**. 39-49
- Aguzzi, J., Company, J.B., Abelló, P. & García, J.A. (2007) Ontogenetic changes in vertical migratory rhythms of benthopelagic shrimps *Pasiphaea multidentata* and *P. sivado*. *Marine Ecology Progress Series* **335**. 167-174
- Aguzzi, J., Bahamon, N. & Marotta, L. (2009) The influence of light availability and predatory behavior of the decapod crustacean *Nephrops norvegicus* on the activity rhythms of continental margin prey decapods. *Marine Ecology* **30**. 366-375
- Allen, K.R. (1971) Relation between production and biomass. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* **28**. 1573-1581
- Apollonio, S. (1969) Breeding and Fecundity of Glass Shrimp, *Pasiphaea Multidentata* (Decapoda, Caridea), in Gulf of Maine. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* **26**. 1969-1983
- Aune, M. (2009) The biology of glass shrimps based on literature and one case study from a sub-Arctic fjord (term essay).
- Banse, K. & Mosher, S. (1980) Adult body mass and annual production/biomass relationships of field populations. *Ecological Monographs* **50**. 355-379
- Bertalanffy, L.v. (1938) A quantitative theory of organic growth. *Human Biology* **10**. 181-213
- Beverton, R.J.H. & Holt, S.J. (1957) On the dynamics of exploited fish populations. *Fishery Investment*. London. 533 pp.
- Brillon, S., Lambert, Y. & Dodson, J. (2005) Egg survival, embryonic development, and larval characteristics of northern shrimp (*Pandalus borealis*) females subject to different temperature and feeding conditions. *Marine Biology* **147**. 895-911
- Cartes, J.E. (1993) Feeding habits of pasiphaeid shrimps close to the bottom on the Western Mediterranean slope. *Marine Biology* **117**. 459-468
- Cartes, J.E., Sardá, F., Company, J.B. & Lleonart, J. (1993) Day-night migrations by deep-sea decapod crustaceans in experimental samplings in the Western Mediterranean Sea. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **171**. 63-73
- Cartes, J.E., Fanelli, E., Papiol, V. & Maynou, F. (2010) Trophic relationships at intrannual spatial and temporal scales of macro and megafauna around a submarine canyon off the Catalan coast (western Mediterranean). *Journal of Sea Research* **63**. 180-190

- Clarke, A. & Holmes, L.J. (1986) Lipid content and composition of some midwater crustaceans from the Southern Ocean. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **104**. 31-51
- Clarke, A. & Holmes, L.J. (1987) Notes on the Biology and Distribution of Pasiphaea Species from the Southern-Ocean. *British Antarctic Survey Bulletin*. 17-30
- Company, J.B. & Sardà, F. (2000) Growth parameters of deep-water decapod crustaceans in the Northwestern Mediterranean Sea: a comparative approach. *Marine Biology* **136**. 79-90
- Company, J.B., Cartes, J.E. & Sardà, F. (2001) Biological patterns and near-bottom population characteristics of two pasiphaeid decapod crustacean species, *Pasiphaea sivado* and *Pasiphaea multidentata*, in the north-western Mediterranean Sea. *Marine Biology* **139**. 61-73
- Dos Santos, J. & Falk-Petersen, S. (1989) Feeding ecology of cod (*Gadus morhua* L) in Balsfjord and Ullsfjord, Northern Norway, 1982-1983. *Journal Du Conseil* **45**. 190-199
- Elofsson, R. (1961) The larvae of *Pasiphaea multidentata* (Esmark) and *Pasiphaea tarda* (Krøyer). *Sarsia* **4**. 43-53
- Falk-Petersen, S. (1985) Growth of the Euphausiids *Thysanoessa inermis*, *Thysanoessa raschii*, and *Meganctiphanes norvegica* in a Subarctic Fjord, North Norway. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **42**. 14-22
- Fanelli, E., Cartes, J.E., Rumolo, P. & Sprovieri, M. (2009) Food-web structure and trophodynamics of mesopelagic-suprabenthic bathyal macrofauna of the Algerian Basin based on stable isotopes of carbon and nitrogen. *Deep-Sea Research Part I-Oceanographic Research Papers* **56**. 1504-1520
- Fuiman, L.A. & Werner, R.G. (2002) *Fishery Science: The unique contributions of early life stages*. Blackwell publishing. Oxford. 336 pp.
- Gorny, M., Brey, T., Arntz, W. & Bruns, T. (1993) Growth, development and productivity of *Chorismus antarcticus* (Pfeffer) (Crustacea:Decapoda:Natantia) in the eastern Weddell Sea, Antarctica. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **174**. 261-275
- Hayashi, K.I. (2006) A new species of the *Pasiphaea sivado* species group from Taiwan (Decapoda, Caridea, Pasiphaeidae). *Zoosystema* **28**. 341-346
- Heier, L., Lindner, E. & Nilsen, M. (1999) Population parameters of deep-water shrimp (*Pandalus borealis*) and fish community in Isfjord and Jan Mayen area. Unpublished work

- Hopkins, C.C.E. & Nilssen, E.M. (1990) Population Biology of the Deep-Water Prawn (*Pandalus-Borealis*) in Balsfjord, Northern Norway .1. Abundance, Mortality, and Growth, 1979-1983. *Journal Du Conseil* **47**. 148-166
- Hovde, S.C., Albert, O.T. & Nilssen, E.M. (2002) Spatial, seasonal and ontogenetic variation in diet of Northeast Arctic Greenland halibut (*Reinhardtius hippoglossoides*). *Ices Journal of Marine Science* **59**. 421-437
- Koukouras, A., Doulgeraki, S. & Kitsos, M.S. (2000) Notes on the vertical distribution of pelagic shrimps (Decapoda, Natantia) in the Aegean Sea. *Crustaceana* **73**. 979-993
- Matthews, J. & Bakke, J. (1977) Ecological studies on the deep-water pelagic community of Korsfjorden (western Norway). *Helgoland Marine Research* **30**. 47-61
- Matthews, J.B. & Pinnoi, S. (1973) Ecological studies on deep-water pelagic community of Korsfjorden, Western Norway - Species of Pasiphaea and Sergestes (Crustacea- Decapoda) recorded in 1968 and 1969. *Sarsia* **52**. 123-144
- Mauchline, J. & Gordon, J.D.M. (1983) Diets of the sharks and Chimaeroids of the Rockall Trough, Northeastern Atlantic-Ocean. *Marine Biology* **75**. 269-278
- Maynou, F. & Cartes, J.E. (1998) Daily ration estimates and comparative study of food consumption in nine species of deep-water decapod crustaceans of the NW Mediterranean. *Marine Ecology-Progress Series* **171**. 221-231
- MOGEL. 2000. Biochemical approaches for age determination in crustaceans. Maryland organic geochemistry and ecology laboratory. (31.05.2011
<http://www.cbl.umces.edu/~harvey/MOGEL/crab.htm>)
- Nanjo, N. & Ohtomi, J. (2009) Reproductive biology of *Pasiphaea japonica* females in Toyama Bay, central Japan. *Fisheries Science* **75**. 1189-1195
- Nilssen, E.M. & Hopkins, C.C.E. (1991) Population parameters and life histories of the deep-water prawn *Pandalus borealis* from different regions. *ICES CM* **2**. 26
- Nilssen, E.M. & Aschan, M.M. (2009) Catch, survey and life-history data for shrimp (*Pandalus borealis*) off Jan Mayen. *Deep-Sea Research Part II-Topical Studies in Oceanography* **56**. 2023-2036
- Oh, C.W., Kim, J.Y., Jeong, I.J., Suh, H.L. & Cho, Y.K. (2006) Reproduction and population dynamics of *Leptochela gracilis* (Decapoda : Pasiphaeidae) on the western coast of Korea, Yellow Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* **86**. 113-120
- Omori, M. (1974) The biology of pelagic shrimps in the ocean. *Advances in Marine Biology* **12**. 233-324

- Pedersen, S.A. & Storm, L. (2002) Northern shrimp (*Pandalus borealis*) recruitment in West Greenland waters part I. Distribution of *Pandalus* shrimp larvae in relation to hydrography and plankton. *Journal of Northwestern atlantic fisheries science* **30**. 19-46
- Pedersen, T., Nilsen, M., Nilssen, E.M., Berg, E. & Reigstad, M. (2008) Trophic model of a lightly exploited cod-dominated ecosystem. *Ecological Modelling* **214**. 95-111
- Quetglas, A., Alemany, F., Carbonell, A., Merella, P. & Sanchez, P. (1999) Diet of the European flying squid *Todarodes sagittatus* (Cephalopoda : Ommastrephidae) in the Balearic Sea (western Mediterranean). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* **79**. 479-486
- Ramirez-Llodra, E., Company, J.B., Camps, M. & Rotllant, G. (2007) Spatio-temporal variations in reproductive patterns and population structure of *Pasiphaea multidentata* (Decapoda: Caridea) in the Blanes Canyon and adjacent margin, North-western Mediterranean Sea. *Marine Ecology* **28**. 470-479
- Randall, R.G. & Minns, C.K. (2000) Use of fish production per unit biomass ratios for measuring the productive capacity of fish habitats. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **57**. 1657-1667
- Rau, G.H., Heyraud, M. & Cherry, R.D. (1989) N-15/N-14 and C-13/C-12 in mesopelagic shrimp from the northeast Atlantic-Ocean - evidence for differences in diet. *Deep-Sea Research Part a-Oceanographic Research Papers* **36**. 1103-1110
- Ricker, W.E. (1975) Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada (SAUS)* **191**. 382
- Roa, R. & Quinones, R.A. (1998) Theoretical analysis of the relationship between production per unit biomass and animal body size. *Oikos* **81**. 161-167
- Rodríguez-Marín, E. (1993) Biometry of Decapod Crustaceans in the Cantabrian Sea. *Crustaceana* **65**. 192-203
- Saldanha, L., Almeida, A.J., Andrade, F. & Guerreiro, J. (1995) Observations on the diet of some slope dwelling fishes of Southern Portugal. *Internationale Revue Der Gesamten Hydrobiologie* **80**. 217-234
- Wieland, K. (2005) Changes in recruitment, growth, and stock size of northern shrimp (*Pandalus borealis*) at West Greenland: temperature and density-dependent effects at released predation pressure. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil* **62**. 1454-1462

Williamson, D.I. (1960) Larval stages of *Pasiphaea sivado* and some other Pasiphaeidae (Decapoda). *Crustaceana* **1**. 331-341

7 Vedlegg

Tabell 1. Våttvekt- og lengdedata ved bruk av lineær vekst (modell 1) og power-funksjon (modell 2). M=hanner, F0=hunner uten egg, F1=hunner med egg. n=antall, a=skjøringspunkt ved y-aksen, b=stigningskoeffisient, seB=standard error av stigningstall, F og P (signifikans)

Model 1: Våttvekt = a + b * CL							
Kjønn	n	a	b	seB	F	r ²	P
M	264	-5,394	0,322	0,007	2163	0,892	<0,001
F0	210	-4,673	0,296	0,007	1587	0,888	<0,001
F1	281	-5,818	0,358	0,01	1228	0,815	<0,001

Model 2: ln våttvekt = ln a + b * ln CL							
Kjønn	n	ln a	b	seB	F	r ²	P
M	264	-7,104	2,507	0,046	3000	0,92	<0,001
F0	210	-7,02	2,481	0,058	1808	0,9	<0,001
F1	281	-7,136	2,568	0,011	1238	0,816	<0,001

Sum of Squares and Mean Squares

Source	SS	df	Mean Squares
Regression	11 218.796	2	5 609.398
Residual	7.571	12	0.631
Total	11 226.367	14	
Mean corrected	178.345	13	

R-squares

Raw R-square (1-Residual/Total) : 0.999
 Mean Corrected R-square (1-Residual/Corrected) : 0.958
 R-square(Observed vs Predicted) : 0.958

Figur 1. Statistisk analyse av parametrene i VBGF for *Pasiphaea multidentata* uten t₀, r² og residual error.

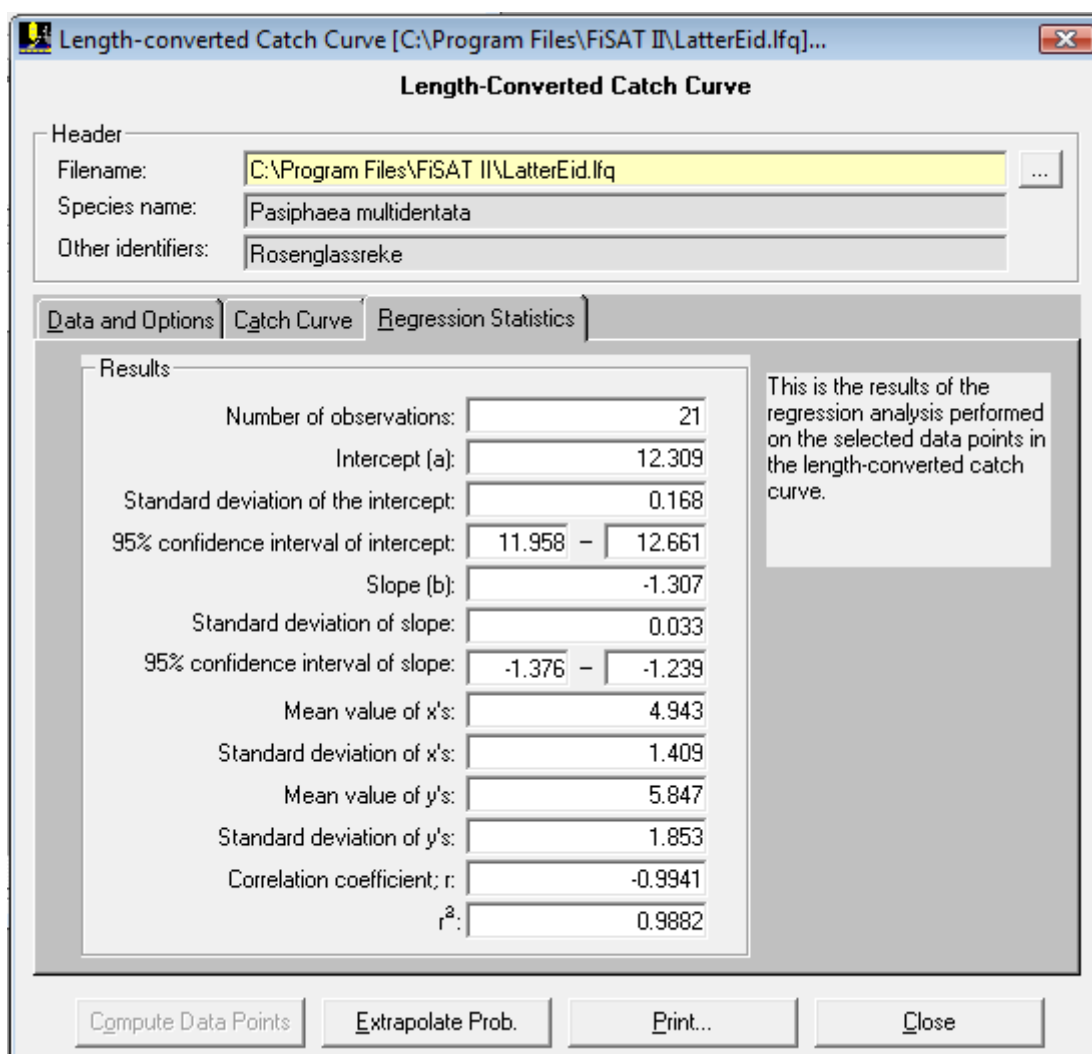
Sum of Squares and Mean Squares

Source	SS	df	Mean Squares
Regression	11 217.269	2	5 608.635
Residual	9.098	12	0.758
Total	11 226.367	14	
Mean corrected	178.345	13	

R-squares

Raw R-square (1-Residual/Total) : 0.999
 Mean Corrected R-square (1-Residual/Corrected) : 0.949
 R-square(Observed vs Predicted) : 0.950

Figur 2. Statistisk analyse av parametrene i VBGF for *Pasiphaea multidentata* med t_0 , r^2 og residual error.



Figur 3. Dødelighet for *Pasiphaea multidentata*. Regresjonsanalyseoversikt for alle data ved begge lokaliteter og alle måneder. VBGF: $L_{\infty} = 36,2$ og $k=0,55$.

Sum of Squares and Mean Squares

Source	SS	df	Mean Squares
Regression	4 458.776	7	636.968
Residual	170.224	42	4.053
Total	4 629.000	49	
Mean corrected	3 085.633	48	

R-squares

Raw R-square (1-Residual/Total) : 0.963
 Mean Corrected R-square (1-Residual/Corrected) : 0.945
 R-square(Observed vs Predicted) : 0.945

Parameter Estimates

Parameter	Estimate	ASE	Parameter/ASE	Wald 95% Confidence Interval	
				Lower	Upper
N1	168.198	12.405	13.559	143.164	193.232
MEAN1	25.300	0.119	212.404	25.060	25.540
SD	1.348	0.099	13.579	1.148	1.549
N2	79.152	8.725	9.072	61.544	96.760
MEAN2	28.531	0.394	72.335	27.735	29.327
N3	24.764	10.201	2.428	4.178	45.351
MEAN3	31.593	0.811	38.970	29.957	33.229

Sum of Squares and Mean Squares

Source	SS	df	Mean Squares
Regression	4 626.793	5	925.359
Residual	310.207	44	7.050
Total	4 937.000	49	
Mean corrected	3 160.980	48	

R-squares

Raw R-square (1-Residual/Total) : 0.937
 Mean Corrected R-square (1-Residual/Corrected) : 0.902
 R-square(Observed vs Predicted) : 0.903

Parameter Estimates

Parameter	Estimate	ASE	Parameter/ASE	Wald 95% Confidence Interval	
				Lower	Upper
N1	65.671	9.918	6.622	45.684	85.659
MEAN1	23.880	0.423	56.491	23.028	24.732
SD	1.705	0.108	15.828	1.488	1.922
N2	219.353	12.286	17.854	194.592	244.113
MEAN2	28.829	0.117	245.719	28.593	29.066

Sum of Squares and Mean Squares

Source	SS	df	Mean Squares
Regression	8 848.082	5	1 769.616
Residual	418.918	44	9.521
Total	9 267.000	49	
Mean corrected	6 082.816	48	

R-squares

Raw R-square (1-Residual/Total) : 0.955
 Mean Corrected R-square (1-Residual/Corrected) : 0.931
 R-square(Observed vs Predicted) : 0.932

Parameter Estimates

Parameter	Estimate	ASE	Parameter/ASE	Wald 95% Confidence Interval	
				Lower	Upper
N1	217.888	11.364	19.174	194.986	240.790
MEAN1	24.660	0.103	238.766	24.451	24.868
SD	1.381	0.073	18.842	1.233	1.528
N2	167.333	10.572	15.828	146.026	188.640
MEAN2	28.445	0.137	207.065	28.168	28.722

Sum of Squares and Mean Squares

Source	SS	df	Mean Squares
Regression	4 626.793	5	925.359
Residual	310.207	44	7.050
Total	4 937.000	49	
Mean corrected	3 160.980	48	

R-squares

Raw R-square (1-Residual/Total) : 0.937
 Mean Corrected R-square (1-Residual/Corrected) : 0.902
 R-square(Observed vs Predicted) : 0.903

Parameter Estimates

Parameter	Estimate	ASE	Parameter/ASE	Wald 95% Confidence Interval	
				Lower	Upper
N1	65.671	9.918	6.622	45.684	85.659
MEAN1	23.880	0.423	56.491	23.028	24.732
SD	1.705	0.108	15.828	1.488	1.922
N2	219.353	12.286	17.854	194.592	244.113
MEAN2	28.829	0.117	245.719	28.593	29.066

Sum of Squares and Mean Squares

Source	SS	df	Mean Squares
Regression	30 279.988	5	6 055.998
Residual	811.012	44	18.432
Total	31 091.000	49	
Mean corrected	18 959.551	48	

R-squares

Raw R-square (1-Residual/Total) : 0.974
 Mean Corrected R-square (1-Residual/Corrected) : 0.957
 R-square(Observed vs Predicted) : 0.958

Parameter Estimates

Parameter	Estimate	ASE	Parameter/ASE	Wald 95% Confidence Interval	
				Lower	Upper
N1	166.367	29.437	5.652	107.041	225.693
MEAN1	23.254	0.494	47.075	22.258	24.249
SD	2.022	0.119	17.041	1.783	2.261
N2	589.198	36.048	16.345	516.548	661.848
MEAN2	27.677	0.143	193.579	27.389	27.965

Figur 4. Modalgruppeanalyse for *Pasiphaea multidentata*, oktober 2009, mars 2010, mars 2009, februar 2010, mai 2010. N=antall reker i lengdegruppen, MEAN=gjennomsnittslengde for den lengdegruppen, SD=standardavviket

Sum of Squares and Mean Squares

Source	SS	df	Mean Squares
Regression	7 679.571	7	1 097.082
Residual	282.429	42	6.725
Total	7 962.000	49	
Mean corrected	4 761.673	48	

R-squares

Raw R-square (1-Residual/Total) : 0.965
 Mean Corrected R-square (1-Residual/Corrected) : 0.941
 R-square(Observed vs Predicted) : 0.941

Parameter Estimates

Parameter	Estimate	ASE	Parameter/ASE	Wald 95% Confidence Interval	
				Lower	Upper
N1	255.333	12.807	19.937	229.488	281.178
MEAN1	25.413	0.098	260.449	25.217	25.610
SD	1.582	0.088	18.076	1.405	1.759
N2	99.290	10.452	9.500	78.197	120.383
MEAN2	29.770	0.366	81.344	29.031	30.508
N3	41.231	11.007	3.746	19.018	63.445
MEAN3	33.707	0.670	50.296	32.355	35.060

Sum of Squares and Mean Squares

Source	SS	df	Mean Squares
Regression	4 047.612	5	809.522
Residual	193.388	44	4.395
Total	4 241.000	49	
Mean corrected	2 764.245	48	

R-squares

Raw R-square (1-Residual/Total) : 0.954
 Mean Corrected R-square (1-Residual/Corrected) : 0.930
 R-square(Observed vs Predicted) : 0.930

Parameter Estimates

Parameter	Estimate	ASE	Parameter/ASE	Wald 95% Confidence Interval	
				Lower	Upper
N1	30.142	10.932	2.757	8.110	52.174
MEAN1	22.451	1.168	19.224	20.097	24.805
SD	2.055	0.133	15.436	1.786	2.323
N2	235.325	14.001	16.808	207.109	263.542
MEAN2	27.759	0.139	200.376	27.480	28.039

Sum of Squares and Mean Squares

Source	SS	df	Mean Squares
Regression	8 309.735	5	1 661.947
Residual	223.265	44	5.074
Total	8 533.000	49	
Mean corrected	5 632.408	48	

R-squares

Raw R-square (1-Residual/Total) : 0.974
 Mean Corrected R-square (1-Residual/Corrected) : 0.960
 R-square(Observed vs Predicted) : 0.961

Parameter Estimates

Parameter	Estimate	ASE	Parameter/ASE	Wald 95% Confidence Interval	
				Lower	Upper
N1	317.328	11.383	27.877	294.386	340.269
MEAN1	27.960	0.077	363.971	27.806	28.115
SD	1.827	0.075	24.253	1.675	1.979
N2	54.296	8.946	6.069	36.266	72.326
MEAN2	33.320	0.491	67.820	32.330	34.311

Sum of Squares and Mean Squares

Source	SS	df	Mean Squares
Regression	6 787.001	7	969.572
Residual	344.999	42	8.214
Total	7 132.000	49	
Mean corrected	3 108.816	48	

R-squares

Raw R-square (1-Residual/Total) : 0.952
 Mean Corrected R-square (1-Residual/Corrected) : 0.889
 R-square(Observed vs Predicted) : 0.889

Parameter Estimates

Parameter	Estimate	ASE	Parameter/ASE	Wald 95% Confidence Interval	
				Lower	Upper
N1	243.513	14.647	16.625	213.953	273.072
MEAN1	22.180	0.145	153.234	21.888	22.472
SD	1.917	0.126	15.216	1.663	2.171
N2	107.109	15.841	6.762	75.141	139.077
MEAN2	27.724	0.565	49.033	26.583	28.865
N3	92.306	17.178	5.373	57.639	126.973
MEAN3	31.791	0.520	61.174	30.742	32.840

Sum of Squares and Mean Squares

Source	SS	df	Mean Squares
Regression	20 284.796	7	2 897.828
Residual	1 481.204	42	35.267
Total	21 766.000	49	
Mean corrected	9 916.122	48	

R-squares

Raw R-square (1-Residual/Total) : 0.932
 Mean Corrected R-square (1-Residual/Corrected) : 0.851
 R-square(Observed vs Predicted) : 0.855

Parameter Estimates

Parameter	Estimate	ASE	Parameter/ASE	Wald 95% Confidence Interval	
				Lower	Upper
N1	325.781	20.036	16.260	285.346	366.215
MEAN1	21.200	0.108	197.135	20.983	21.417
SD	1.343	0.071	18.976	1.200	1.486
N2	199.474	18.749	10.639	161.637	237.311
MEAN2	26.890	0.181	148.647	26.525	27.255
N3	205.759	18.901	10.886	167.614	243.903
MEAN3	31.682	0.176	180.277	31.328	32.037

Sum of Squares and Mean Squares

Source	SS	df	Mean Squares
Regression	17 823.954	5	3 564.791
Residual	659.046	44	14.978
Total	18 483.000	49	
Mean corrected	12 105.837	48	

R-squares

Raw R-square (1-Residual/Total) : 0.964
 Mean Corrected R-square (1-Residual/Corrected) : 0.946
 R-square(Observed vs Predicted) : 0.946

Parameter Estimates

Parameter	Estimate	ASE	Parameter/ASE	Wald 95% Confidence Interval	
				Lower	Upper
N1	141.299	17.331	8.153	106.372	176.227
MEAN1	25.331	0.316	80.226	24.694	25.967
SD	1.618	0.094	17.259	1.429	1.807
N2	398.424	21.587	18.457	354.919	441.929
MEAN2	29.260	0.108	271.540	29.043	29.477

Figur 5. Modalgruppeanalyse for *Pasiphaea multidentata*, Lattervik. Oktober 2009, november 2010, mars 2010, mars 2009, februar 2010 og mai 2010. N=antall reker i lengdegruppen, MEAN=gjennomsnittslengde for den lengdegruppen, SD=standardavviket

Tabell 2. Oversikt over fangstuttaket av *Pasiphaea multidentata* for oktober 2009, februar 2010, mars 2010 og november 2010. Mars 2009 og mai 2010 har vi ikke fangstuttak.

Lokalitet	Dato	Fangstuttak (kg)
Lattervik	07.10.2009	30.00
Lattervik	10.02.2010	19.47
Lattervik	11.03.2010	15.00
Lattervik	29.11.2010	3.15
Total		67.62
Eidstranddjupet	07.10.2009	95
Eidstranddjupet	10.02.2010	23.24
Eidstranddjupet	11.03.2010	10.00
		128.242
Total		195.86