

Populasjonsstruktur, kjønnsmodning og variasjon i fekunditet hos kongekrabbe (*Paralithodes camtschaticus*) i Porsangerfjorden, Finnmark

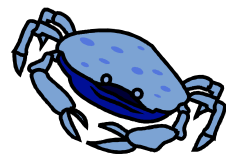
Et litteratur- og feltbasert studium



Ken Ståle Lindberg

BIO-3950 Mastergradsoppgave i biologi

November 2012



Forord

Så var tiden inne for avslutning av min mastergrad i Biologi. 10 år er gått siden jeg bestemte meg for å begynne på et nytt kapittel i mitt liv, og følge en interesse som jeg har fått gjennom utallige dykk. Det har vært et stort sprang å ta som har bydd på mange utfordringer. Noen av disse utfordringene har vært små, mens andre har vært større. Ingen har vært for store til ikke å la seg løse med tiden som hjelp, og det mye takket være støtten fra mine nærmeste.

Da valget av masteroppgave skulle gjøres ønsket jeg meg noe som hadde en link til forvaltning. Etter en runde med flere veiledere, falt valget ganske tidlig på denne oppgaven med Einar Nilssen som veileder. Jeg fikk ganske umiddelbart en god kjemi med Einar og han har hatt stor betydning for min faglige utvikling i den prosessen som nå er avsluttet.

Det har vært flere bidragsytere i denne prosessen som har ledet fem til dette ferdige produktet og uten å nevne navn takker jeg alle for små og store bidrag. Jeg vil likevel spesielt takke Magnus Aune Wiedmann for å gjøre overgangen til studielivet mer skånsomt for en "aldrende" mann, og for dine viktige faglige bidrag under skrivningen av denne oppgaven og studietiden generelt. Takk også til min kone, Trine Lindberg, for å gi meg denne sjansen i livet. Du har bidratt med dine gode kunnskaper i rettskriving og ikke minst med all ekstra arbeid for å holde hjulene i gang for vår familie på fem. Tilslutt en stor takk til mine barn som mang en gang har lyst opp mine mørkeste stunder.

Abstrakt

Russiske forskere introduserte kongekrabben, *Paralithodes camtschaticus*, til Barentshavet på 1960 og 1970-tallet for å gi lokale fiskere en ny art å høste av. Det var antatt at spredning til norske farvann var lite sannsynlig. Artens etablering ble en suksess sett fra russisk side. Kongekrabben har nå spredt seg over hele kysten av Finnmark fylke, og Porsangerfjorden er den siste av fjordene som arten hittil har kolonisert. På norsk side har krabbens invasjon skapt store utfordringer, som har bidratt til at det i dag er etablert et todelt fangstregime. Dette regimet fungerer slik at vest for 26° Ø er det fri fangst og et ønske om å begrense mer spredning, mens øst for denne grensen er fangsten regulert av kvoter og er blitt en ressurs for fiskerinæringen. Porsangerfjorden ligger i grenseområdet for dette todelte fangstregimet, men innenfor det kvoteregulerte området. For å kunne forvalte kongekrabben bærekraftig må man ha kunnskap om bestandssammensetning, kjønnsmodning, fekunditet og rekruttering, og det er disse temaene jeg skal belyse i denne avhandlingen.

Innsamlingen av data ble foretatt i mai og oktober 2011, hvor til sammen 4 105 krabber ble målt og veid. I tillegg ble det tatt 160 eggprøver som ble videre behandlet på laboratoriet ved Universitetet i Tromsø. Jeg har sett på størrelsessammensetningen og kjønnsfordeling, størrelse ved kjønnsmodning, individuell eggvekt, fekunditet og eggtap hos kongekrabber i Porsangerfjorden. Størrelse ved kjønnsmodning er bestemt ved bruk av to metoder: 1. OL_{50} , som er et estimat på hvilken ryggskjoldlengde (RL) 50 % av hunnkrabbene er eggbærende, og 2. Knekkpunktanalyse som estimerer hvor krabbene kjønnsmodnes, basert på at ulike kroppsdelar har ulik veksthastighet før og etter kjønnsmodning.

Dataene viser at det er en overvekt av hunner i Porsangerfjorden, at det er en god rekruttering av mange små (< 100 mm RL) krabber og at det er få store krabber (> 130 mm RL). Krabbene kjønnsmodnes ved en relativ høy RL sammenlignet med andre områder, knekkpunkt_{hann} = 115.5 mm RL, knekkpunkt_{hunn} = 110.5 mm RL og OL_{50} = 111.3 mm RL. Den gjennomsnittlige individuelle tørre eggvekten var 0.228 mg per egg og viser ikke tendens til å endre seg vesentlig ved forskjellige RL eller ved ulike tidspunkt på året det måles. Det medfører at man kan lage fekunditetsestimater for et system som Porsangerfjorden ved hjelp av relativt få eggprøver. Fekunditeten var høyere enn i de nærliggende fjordene, og var estimert til 170 000 egg for en standardisert hunn på 125 mm RL. I området mellom 120 – 126 mm RL investerer kongekrabben mest i eggproduksjon i Porsangerfjorden 2011. Det ble ikke funnet statistisk bevist at kongekrabben i Porsangerfjorden

2011 hadde et eggtap, men av målinger så vises en tendens til at så kan være tilfelle da beregnet tap lå på omtrent 10 – 12 % av totalt antall egg hos en hunn på 125 mm RL.

Innholdsfortegnelse

FORORD	3
ABSTRAKT	5
1. INNLEDNING	9
1.1 KORT HISTORIKK - UTSETTELSESHISTORIE	9
1.2 STATUS I DAG	10
1.3 KJØNNSMODNING	11
1.4 FEKUNDITET OG EGGTAP	12
2. KONGEKREBBE – BIOLOGI OG UTVIKLING	17
2.1 INVASJON	17
2.2 BESTANDSUTVIKLING OG FORVALTNING	19
2.3 UTBREDELSE OG SPREDNINGSPOTENSIALE	22
2.4 KONGEKREBBENS GYTING, KLEKKING OG LARVEUTVIKLING	24
3. MATERIALE OG METODE	29
3.1 OMRÅDEBESKRIVELSE – TOPOGRAFI OG FYSISKE FORHOLD	29
3.1.1 Porsangerfjorden (<i>Porsáנגguvuotna</i>)	30
3.1.2 Varangerfjorden (<i>Várjjatvuotna</i>), Tanafjorden (<i>Deanuvuotna</i>) og Laksefjorden (<i>Lágesvuotna</i>)	32
3.2 FELTARBEID I PORSANGERFJORDEN 2011	33
3.2.1 Eggprøver	37
3.3 LABORATORIEARBEID	38
3.3.1 Total eggmasse	38
3.3.2 Individuell eggvekt	40
3.4 GRAFISK PRESENTASJON	40
3.4.1 Kjønn- og størrelsesfordeling	41
3.4.2 Størrelse ved kjønnsmodning	41
3.4.2.1 Morfologisk/knekkpunktanalyse	42
3.4.2.2 Beregning av OL_{50} (Ovigerous length)	43
3.4.3 Investering i egg og framstilling av fekunditet	44
3.5 FANGSTREDSKAPETS BETYDNING FOR FANGSTSAMMENSETNINGEN	45
4. RESULTAT	47
4.1 KJØNN- OG STØRRELSFORDELING	47
4.2 STØRRELSE VED KJØNNSMODNING	49
4.2.1 Knekkpunktanalyse	49
4.2.2 Eggbærende hunner, OL_{50}	52
4.3 INDIVIDUELL EGGVEKT	53
4.4 INVESTERING I TOTAL EGGMASSE	55
4.5 FEKUNDITET	57
5. DISKUSJON	59
5.1 KJØNN- OG STØRRELSFORDELING	59

5.2	STØRRELSE VED KJØNNSMODNING	64
5.3	INVESTERING I EGG/FEKUNDITET.....	69
5.4	EGGTAP.....	72
5.5	METODISKE BETRAKTNINGER	73
5.6	OPPSUMMERING	75
	LITTERATURLISTE.....	77
	APPENDIKS.....	89

1. Innledning

1.1 Kort historikk - Utsettelseshistorie

Russiske forskere introduserte kongekrabben, *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1815), til Barentshavet første gang på 1930-tallet. Disse forsøkene av transport av egg, larver og voksne kongekrabber mislyktes gang på gang, hovedsakelig på grunn av høye dødstall under transporten (Orlov og Karpevich, 1965). I årene fra 1961–1969 ble det gjort nye forsøk, og nå, med bedre teknikker for transport, ble det foretatt flere suksessfulle utsettelsener av krabber og larver fra det nordlige Stillehavet til Barentshavet (Orlov og Karpevich, 1965; Orlov og Ivanov, 1978). Tilsammen 2 609 voksne krabber (5 – 15 år), over 10 000 umodne krabber (1 – 3 år) og mer enn 1.5 millioner larver ble satt ut i denne perioden (Orlov og Karpevich, 1965; Orlov og Ivanov, 1978). I tillegg ble det i perioden 1977 – 1978 fanget 1 200 voksne individer i Okhotskhavet, som ble satt ut nær Murmansk (Kuzmin *et al.*, 1996). Formålet med å flytte kongekrabben til et nytt område, var ganske enkelt å skaffe en ny kommersiell utnyttbar bestand for lokale fiskere i det nord-vestre Russland (Orlov og Ivanov, 1978). Kongekrabben hadde den gang som i dag et stort økonomisk potensiale som ressurs, og utsettelsene skulle bidra til å skape økonomisk vekst (Orlov og Ivanov, 1978).

Det var antatt at kongekrabben ville bruke mellom 10 og 15 år på å akklimatisere seg til de nye omgivelsene i Barentshavet (Orlov og Karpevich, 1965). I tillegg var det antatt at en spredning til norske farvann var svært usannsynlig på grunn av store dyp (Orlov og Karpevich, 1965). Allikevel ble det allerede i 1974 fanget en krabbe i Barentshavet, denne er for øvrig i dag utstilt på museum i Murmansk (Orlov og Ivanov, 1978). Den første krabben som ble tatt på norsk kontinentalsokkel ble fanget i 1977, nærmere bestemt i Varangerfjorden som ligger 150 km fra utgangspunktet der utsettelsene fant sted (Anon., 1977). Krabben etablerte seg og vandret altså raskere enn forventet, og om vinteren 1992 var mengden kongekrabber på norsk side så stor at fiskerne til tider måtte dra opp torskegarna fordi de gikk fulle av krabber (Rist, 1999). Denne veksten i antall krabber fortsatte de neste årene og det ble etablert store bestander i Varangerfjorden, samt at den spredte seg til nye områder i Varangerområdet (Kuzmin *et al.*, 1996; Kuzmin og Sundet, 2000). De store mengdene krabber tatt på garn, resulterte i at Den blandede Norsk-Russiske Fiskerikommisjonen, i november 1992, oppfordret begge land om å intensivere undersøkelser rundt kongekrabben (Kuzmin *et al.*, 1996). Gjennom bedre overvåking kunne bedre data fremskaffes, og utviklingen i

bestanden kunne lettere følges. På slutten av 90-årene var kongekrabben estimert til omlag 0.5 millioner individer i norsk økonomisk sone, mens den allerede i 2001 var estimert til over 2 millioner individer (Oug *et al.*, 2011).

1.2 Status i dag

Porsangerfjorden er den siste av de norske fjordene som hittil er kolonisert av kongekrabben, noe som gjør den spesielt interessant som forskningsobjekt. Et kyst- og fjordøkologiprojekt kalt EPIGRAPH, forkortelse for "Ecological Processes and Impacts Governing the Resilience and Alternations in the Porsangerfjord and the Hardangerfjord", ble startet i 2008 av Havforskningsinstituttet for å kartlegge økosystemet i disse to fjordene (se <http://www.imr.no/epigraph/nb-no>). Et av problemene langs norskekysten er koblingene mellom en økt kråkebollebestand (*Echinoidea*), en reduksjon av tareskogen (*Laminariales*) og en nedgang i kysttorskbestanden (*Gadus morhua*). Disse koblingene har man også funnet å gjelde i Porsangerfjorden. På grunn av det begrensede romlige omfanget regnes Porsangerfjorden som et ideelt område for forskning på årsakene til disse endringene. Siden kråkeboller inngår i kongekrabbens diett (Gudimov *et al.*, 2003), er det av stor interesse å kunne følge med utviklingen på om dette innebærer at kråkebollebestanden går tilbake og om tareskogen kan reetablere seg.

Kongekrabben har nå etablert seg i Porsangerfjorden og spiller trolig en nøkkelrolle i økosystemet da den er en toppredator som beiter på ulike trofiske nivå (Regjeringen, 2007; Falk-Petersen *et al.*, 2011). En nøye overvåkning av denne bestanden er av stor viktighet for å få oversikt over de konsekvensene som kongekrabbens inntog i Porsangerfjorden medfører. Fekunditet og størrelse ved kjønnsmodning er to av de viktigste populasjonsøkologiske reguleringsfaktorer for en bestand og dermed sentralt å ha kunnskap om. Begge disse faktorene vil jeg komme nærmere tilbake til litt senere i introduksjonen, men vel vitende om at fekunditeten er en funksjon av næringstilgangen, vil rikelig med næring kunne gi høy fekunditet sammenlignet med områder med dårligere næringstilgang. Det ikke er så mange år siden kongekrabben etablerte seg i Porsangerfjorden, og det kan derfor tenkes at mattilgangen er god, noe som eventuelt vil kunne vise seg gjennom høye fekunditetstall. Hjelset *et al.* (2009; 2012) har gjort et omfattende arbeid i de tre fjordene Varanger-, Tana- og Laksefjorden som belyser tilstanden til kongekrabbepopulasjonen, mens det finnes veldig lite tilsvarende undersøkelser som er gjort i Porsangerfjorden.

Et annet sentralt moment i Porsangerfjorden er hvorvidt kongekrabben vil kolonisere de indre delene (les: Austerbotn og Vesterbotn), som betraktes som arktiske på grunn av lave vanntemperaturer. I disse delene av fjorden er det først og fremst høyarktiske dyrearter som trives (Regjeringen, 2007), som blant annet polartorsk, *Boreogadus saida* (Tjelmeland, 2011). Det har vært et ønske fra myndighetenes side at den indre delen av Porsangerfjorden skulle være fri for kongekrabber, og det har vært en av grunnene til at Porsangerfjorden har hatt et todelt fangstregime frem til 2010. Frem til da var det fri fangst i de indre delene av Porsangerfjorden og kvotereguleringer i de ytre delene. Fra 2010 ble dette endret, slik at nå er hele Porsangerfjorden kvoteregulert (Regjeringen, 2007).

1.3 Kjønnsmodning

Størrelse og alder ved kjønnsmodning er viktige parametere å ha oversikt over når man studerer livshistorien til arter og skal forvalte dem riktig. Å gi arter mulighet til å reproducere seg før de når det fastsatte minstemålet for fangst, er av avgjørende betydning for å opprettholde en bærekraftig bestand. Det er derfor anbefalt at man samler inn data rutinemessig på dette. Kongekrabben trenger omtrent 5 år for å bli kjønnsmoden i våre farvann, noe som sammenfaller godt med undersøkelser gjort i Beringhavet (Wallace *et al.*, 1949; Fukuhara, 1985; Moksness *et al.*, 2003). Hos krabber er det derimot ikke mulig å avlese alder direkte, men størrelse ved kjønnsmodning hos kongekrabber kan indirekte bestemmes ved bruk av data om morfologi, gonader eller adferd (Somerton, 1980; Watters og Hobday, 1998). Denne oppgaven vil bruke to ulike metoder: knekkpunktanalyse og OL_{50} (Ovigerous length). Metodene er ikke direkte overførbare overfor hverandre, men begge gir et estimert mål på størrelsen hos kongekrabben ved kjønnsmodning. Disse metodene vil bli nærmere beskrevet i kapitlene 3.4.2.1 og 3.4.2.2.

Størrelsen ved kjønnsmodning hos kongekrabbe varierer mellom forskjellige lokaliteter og fra år til år. Marukawa (1933) fant at den biologiske minimumsstørrelsen for kjønnsmodning ved kysten av Kamtschatka var fra 78 – 82 mm i ryggskjoldlengde (RL). Wallace *et al.* (1949) beskrev størrelsen ved kjønnsmodning i Beringhavet til å være henholdsvis 90 mm RL for hunnene og 100 mm RL for hannene basert på morfologiske data. I den samme publikasjonen viste resultatene en OL_{50} på omtrent 96.5 mm RL for Beringhavet og 105.5 mm RL for Stillehavet (Wallace *et al.*, 1949). Undersøkelser gjort i norske farvann tyder på at kongekrabbens størrelse ved kjønnsmodning er høyere her enn i krabbens opprinnelsesområder (Hjelset *et al.*, 2009). For Varangerfjorden, Tanafjorden og Laksefjorden fant Hjelset *et al.* (2009) et gjennomsnitt for OL_{50} på henholdsvis 108.9

± 0.2 mm RL for årene 1994 til 2007, 108.7 ± 0.3 mm RL for årene 1999 til 2007 og 111.8 ± 0.5 mm RL for årene 2002 til 2007. En endring av størrelse ved kjønnsmodning kan være en respons på at livslengden til kongekrabben er under press. Hos fisk er det påvist at høyt beskatningspress gir en nedgang i størrelse ved kjønnsmodning på grunn av høyere dødsrate (Trippel, 1995; Jørgensen *et al.*, 2007a). Det er ikke urimelig å trekke en parallell til kongekrabben og anta at også den kan oppleve en redusering i størrelse ved kjønnsmodning ved høyt fangstpress. En endring i størrelsen ved kjønnsmodning må gjenspeiles i hvordan minstemålet for fangst fastsettes, men er ikke alene avgjørende for hvordan forvaltningen skal foregå. En god oversikt over kjønns sammensetning og rekruttering av nye årsklasser er også viktige parametere å ha oversikt over når forvaltningsråd skal gis på kongekrabben.

1.4 Fekunditet og eggtap

Gjennom tidligere undersøkelser i våre farvann har kongekrabbens fekunditet (antall egg per hunnkrabbe) vært nøye overvåket for å se på endringer over tid og for å sammenligne den med andre områder (Rist, 1999; Normann, 2010; Hjelset *et al.*, 2012). Mengden egg som en hunn bærer sier noe om miljøbetingelsene den lever under, og dess bedre betingelser, jo mer energi har krabben til å investere i eggproduksjon. Dette fører igjen til flere egg som klekkes og dermed et høyere rekrutteringspotensiale for kongekrabben. På tross av like miljøbetingelser viser undersøkelser at mengden egg som bæres av en hunn kan variere betydelig. Wallace *et al.* (1949) fant en variasjon mellom 150 000 – 400 000 egg fra det Karibiske hav på omtrent like store kongekrabber. En senere undersøkelse fra det østlige Beringhavet fant derimot liten variasjon innad forskjellige størrelsesgrupper og en direkte relasjon mellom størrelse på hunnkrabber og fekunditet (Rodin, 1970). Fukuhara (1985) fant at kongekrabben hadde et høyt potensiale for antall produsert egg, og at større hunner hadde større eggmasse. Det er anslått i en artikkel av Haynes (1968) at store hunner har omtrent ni ganger mer egg enn små hunner.

Den høye fekunditeten observert hos kongekrabbene og mengden voksne individer impliserer at arten gjennomgående har en høy mortalitetsrate. Dette skjer på tross av at hunnene beskytter eggene nesten et år frem til klekking, og at naturlig død blant ungrabber og voksne er blitt estimert til å være lav (Fukuhara, 1985). Fukuhara (1985) antydte at de høye tapene hos kongekrabben skjer i perioden mellom klekking og de første ungrabbestadiene. Begrensede eksperimenter som er gjort indikerer at sårbarheten er størst i det første zoea-stadiet (Marukawa, 1933; Kurata, 1960). Kongekrabbens predatorer er få, spesielt for voksne individer, men fra

undersøkelser ser man at torsk, ulke, kveite og konkurrerende krabbearter er de mest vanlige predatorene på kongekrabbe (Fukuhara, 1985), da med bare kveite og torsk som predatorer på voksne krabber. Fra Beringhavet er det funnet indikasjoner på sammenheng mellom nedgang i kongekrabbebestanden og vekst i torskebestanden (Fukuhara, 1985).

Å sammenligne ulike undersøkelser som har sett på fekunditet hos kongekrabbe er utfordrende, da det opereres med veldig mange ulike måter å presentere disse dataene på. Det er likevel et sentralt ønske fra min side å kunne sette fekunditeten til kongekrabben i Porsangerfjorden inn i et større perspektiv, da dette kan gi svar på en del sentrale spørsmål om krabbens reproduksjonsevne og de gitte miljøbetingelser som den lever under. Ramirez Lilodra (2002) beskrev at kvaliteten og kvantiteten på maten som er tilgjengelig for krabben kan påvirke eggstørrelsen. Fekunditet som et mål alene på reproduksjonsevnen til en bestand må brukes varsomt, dette fordi fekunditet per definisjon er antall egg som en hunn bærer. Antall egg er ikke alene et godt nok mål på reproduksjonsevnen da krabbens ulike livshistoriestrategier varierer betydelig. Det som menes med det er at ulike individer vil bruke inntatt energi ulikt, og det kan gi seg utslag på størrelsen på eggene og kvaliteten på eggene som igjen kan ha betydning for overlevelsene av nye krabber. Hos krepsdyr er det bevist at eggstørrelsen er direkte relatert til mengden energi som ei krabbe investerer i reproduksjon, som igjen er en "trade-off" mellom størrelsen på eggene og antall egg (Ramirez Llodra, 2002). Jeg skal utdype dette nærmere senere, men først presenteres fekunditet fra ulike undersøkelser.

Går man godt tilbake i tid så var det gjort en undersøkelse fra Stillehavet av kongekrabbens fekunditet før den ble introdusert til Barentshavet. Undersøkelsen var gjort av Orlov og Karpevich (1965) og de beskrev, på et veldig generelt grunnlag, et fekunditetstall der hver hunn i gjennomsnitt bar omtrent 200 000 egg. Det var derfor antatt at dette omtrentlig representerte krabbebestandens rekrutteringsevne, men senere rapporter nyanserer dette bildet mer. Fra det sørøstlige Beringhavet fant man at gjennomsnittet var 206 000 for hver hunn, mens i det vestlige Kamtschatka var gjennomsnittet på bare 61 000 egg (Rodin, 1990). Da disse resultatene, fra krabbens opprinnelsesområde, viser en høy variasjon av fekunditeten kan disse i bestefall brukes som en veiledning om hva som kan forventes i våre farvann. Når man i tillegg vet at fekunditeten er en funksjon av ryggskjoldlengden blir dette svært lite presist når man skal sammenligne ulike områders fekunditet. Det som derimot mange undersøkelser har vist er at fekunditeten hos kongekrabben har vært høyere i Barentshavet enn i krabbens opprinnelsesområde (Gerasimov og Kuzmin, 1995; Kuzmin *et al.*, 1996; Rist, 1999). En bedre måte å sammenligne fekunditet på er metoden som Hjelset *et al.* (2012) beskrev, hvor man tar utgangspunkt i en standardisert hunn med

RL på 125 mm. Denne lengden er fremkommet etter at forfatterne beregnet et gjennomsnitt for alle sine 12 117 eggbærende hunner. En slik metode vil ekskludere problemet med variasjonen i antall egg som følge av ulike kroppsstørrelser, og vil dermed kunne gi et mye mer direkte sammenlignbart estimat på fekunditet fra ulike lokaliteter.

Andrew Clarke (1987) har vært opptatt av tematikken rundt hvordan krabbene investerer inntatt energi mellom basal metabolisme, vekst og reproduksjon. Med basal metabolisme menes den energi som kreves bare for å holde seg i live, som igjen varierer med temperaturen individet befinner seg i (Clarke, 1987). Årstemperatur er ofte avhengig av breddegrad og må tas med i betraktningen når sammenligninger av fekunditet mellom ulike lokaliteter gjøres, og også mellom samme lokalitet for forskjellige år da middeltemperatur kan svinge fra år til år. Clarke (1987) har definert ei ligning som beskriver reproduksjonskostnadene (RE):

$$RE = \frac{P_g + R_g + R_{ab}}{A}$$

der P_g og R_g er de totale kostnadene til gonadeproduksjon inkludert respirasjon, R_{ab} er kostnadene ved aktiviteten assosiert ved reproduksjon, mens A er all assimilert energi av individet. At kongekrabben har R_{ab} kostnader er utvilsomt siden den bærer eggene 11 til 11.5 måneder før de klekkes, i motsetning til arter som slipper eggene direkte ut i de frie vannmassene ved befruktning. Clarke (1987) beskrev i sin artikkel at kostnadene for årlig reproduksjon blir høyere når omgivelsestemperaturen synker og at reproduksjonsutbytte er lavere, mens veksteffektiviteten går opp ved lavere temperaturer. Det siste er viktig siden polare arter har en lavere basal metabolisme så betyr det at mer av den inntatte energien kan brukes til vekst. Clarke (1987) påpeker at normalt så må sammenligninger mellom ulike studier (samme art) ta hensyn til at energiinntaket må fordeles mellom vekst, reproduksjon, bevegelse og basal metabolisme. Sammenligninger mellom individer som lever i like termiske vilkår vil kostnadene til bevegelse og basal metabolisme være like og kan dermed utelukkes, og man sitter igjen med en "trade-off" mellom vekst og reproduksjon.

Tilbake til fekunditet så har Rist (1999) utført fekunditetsundersøkelser i Varanger- og Tanafjorden i 1996 og fant at i førstnevnte fjord lå antall egg mellom 104 000 – 419 000, mens krabber i Tanafjorden hadde mellom 211 000 og 433 000 egg (Appendiks tabell 1). Rist (1999) fant også ut at det forelå signifikant forskjell i fekunditet mellom Varangerfjorden og Tanafjorden, der krabber i Tanafjorden, som ligger lengre vest, hadde høyest fekunditet. For de samme fjordene gikk Hjelset *et al.* (2012) i gjennom et datamateriale for perioden 2004 – 2007 og fant at i Varangerfjorden

hadde kongekrabben et snitt mellom 62 000 – 296 000 egg, mens krabber i Tanafjorden lå noe høyere (69 000 – 339 000 egg) (Appendiks tabell 1). Hjelset *et al.* (2012) analyserte også data fra en enda mer vestlig Finnmarksfjord, Laksefjorden, hvor hun fant en enda høyere fekunditet (95 000 – 438 000 egg). I den samme artikkelen fremkommer det at en hunn på 125 mm RL i Varangerfjorden bar omtrent 168 000 egg i 2000, som sank til litt over 140 000 egg i 2007. De samme tallene for Tanafjorden viste at antall egg var 175 000 i 2000 og 135 000 i 2007. Laksefjorden som ligger lengre vest ble først undersøkt fra 2004, og da lå antall egg på 185 000 som falt til 165 000 egg i 2007. Trenden for alle fjordene var en stadig nedgang i antall egg, med høyest antall egg i fjordsystemet lengst vest, altså den fjorden som sist var invadert av kongekrabben. Til slutt kan det nevnes at på et mer generelt grunnlag kan man si at en stor hunnkrabbe (> 160 mm RL) kan bære med seg så mye som over 500 000 egg (Nilssen, 2003).

Selv om det fra litteraturen er rapportert om at enkelte eggbærende krepsdyr taper egg i perioden før disse klekkes (Reeve, 1969; Wickins og Beard, 1974; Dugan *et al.*, 1975), så finnes det lite litteratur om dette temaet for kongekrabber, og det er ikke gjort noen undersøkelser fra områdene i Finnmark. Hunnen bærer som nevnt eggene i omtrent 11 til 11.5 måneder beskyttet under abdomen. I denne beskyttende perioden fant Marukawa (1933) svært få egg som døde før klekkingen startet. Han konkluderte da med at andelen egg som overlevde frem til klekking var ekstremt høyt. Det er likevel kjent at det forekommer parasitter som spiser på egg hos ulike krepsdyr som blant annet kongekrabben (Kuris *et al.*, 1991) og strandkrabben (Torchin *et al.*, 1996). Denne parasittismen kan påvirke reproduksjonsevnen betydelig, og Kuris og Lafferty (1992) påpekte viktigheten av å ta hensyn til den effekten en slik parasitt kan ha når bestander skal forvaltes.

I denne oppgaven har jeg sett på disse nullhypotesene (H_0):

1. H_0 = Mengden kongekrabber i Porsangerfjorden er likt fordelt mellom kjønnene.
2. H_0 = Størrelsessammensetningen er den samme i Porsangerfjorden i 2011 som tidligere år.
3. H_0 = Størrelse ved kjønnsmodning er den samme i Porsangerfjorden som andre steder.
4. H_0 = Kongekrabbene i Porsangerfjorden har eggtap i forsøksperioden.
5. H_0 = Individuell eggvekt er lik for alle kongekrabbene.
6. H_0 = Fekunditeten i Porsangerfjorden er høyere enn i de nærliggende fjordene.

2. Kongekrabbe – biologi og utvikling

I det neste kapitlet har jeg ønsket å beskrive mer utfyllende rundt temaer som ikke er direkte relevant for oppgavens problemsstilling, men som likevel er viktig bakgrunnsinformasjon for å forstå helhetsbildet rundt kongekrabben.

Kongekrabben (*Paralithodes camtschaticus*) tilhører familien *Lithodidae*, og klassifiseres slik:

Rekke: Arthropoda

Underekke: Crustacea

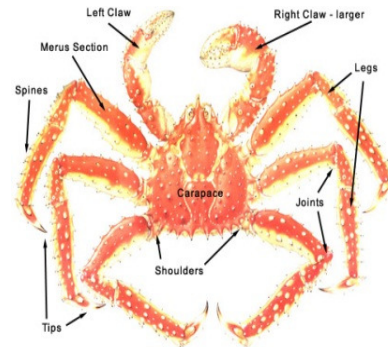
Klasse: Malacostraca

Orden: Decapoda

Infraorden: Anomura (trollkreps)

Familie: Lithodidae

Slekt: Paralithodes



Figur 2.1: Kongekrabbe (www.fishex.com)

Slekten *Paralithodes* består av fem kjente arter der tre av dem, inkludert kongekrabben, regnes som kaldtvannarter og har sin naturlige utbredelse i det nordlige Stillehavet og Beringhavet. Trollkrepsene (infraorden *Anomura*) har alle et redusert femte beinpar og regnes derfor ikke som en ekte krabbe, men på linje med blant andre hummer. Kongekrabbehannen bruker det bakerste beinparet til å plassere spermier under hunnene (Nilssen, 2003). En annen forskjell fra ekte krabber er at ekte krabber har bein som er orientert forover, mens kongekrabbens bein er orientert bakover (Figur 2.1) (Fukuhara, 1985).

2.1 Invasjon

Menneskeforflytting av arter i det marine miljøet har vært og er et økologisk problem. Spredning av arter på denne måten har eksistert i lang tid, men i det tjuende århundre har dette eskalert kraftig (Carlton og Geller, 1993; Cohen og Carlton, 1998; Ruiz *et al.*, 2000). Årsakene til denne økningen er mange og det er ikke et tema for denne oppgaven, men et av motivene er ønsket om å bringe inn nye arter å høste på. Det var tilfelle for at kongekrabben i sin tid ble satt ut i nord-vest Russland og som senere har spredt seg inn i norsk farvann. På et generelt grunnlag er spredning av nye arter sett på som en alvorlig trussel mot biodiversiteten (Didham *et al.*, 2005). Dette henger sammen

med at disse artene kan påvirke økosystemet på uforutsette måter gjennom konkurranse om mat og plass, predasjon og innførsel av parasitter, og man kan dermed ende opp med å forandre leveforholdene i det opprinnelige økosystemet (Wallentinus og Nyberg, 2007), og skape ei omstrukturering av dette etablerte systemet.

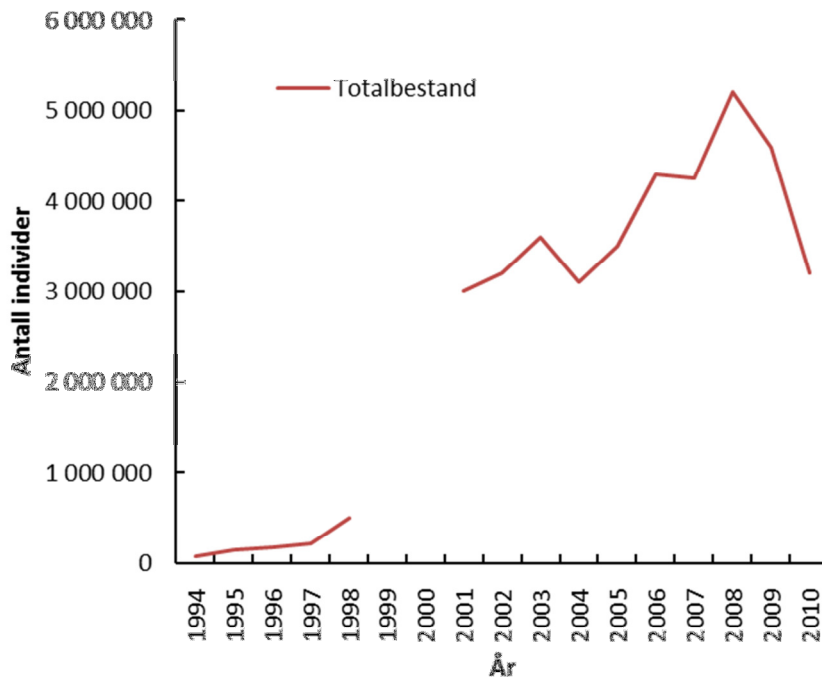
Innførsel av nye arter er ikke uproblematisk, og de økologiske aspektene rundt det å introdusere kongekrabben til nye områder, var ikke vurdert på den tiden de ble utsatt (Gudimov *et al.*, 2003). En innførsel av predatorer til nye områder har ofte den høyeste påvirkning på det eksisterende økosystemet (Lodge, 1993; Ross *et al.*, 2003). Kongekrabben er en av verdens største arthropoder, og kan veie mer enn 10 kg og måle over 22 cm i ryggskjoldlengde (RL)(Wallace *et al.*, 1949; Powell og Nickerson, 1965; Fukuhara, 1985). Den spiser omtrent det den finner av mat, har få naturlige fiender i vårt havområde, og regnes derfor som en benthisk toppredator (Falk-Petersen *et al.*, 2011). Kongekrabbens raske utbredelse og suksessrike etablering i Norge skyldes nok mange faktorer, men få predatorer og det at den beiter på et bredt spekter av byttedyr, og at den er omnivore, forklarer nok mye av den utviklingen den har hatt (Sundet *et al.*, 2000; Nilssen og Sundet, 2006). En undersøkelse av mageinnholdet til kongekrabber tatt i Barentshavet, viste at de hadde beitet på opptil 177 ulike arter (Manushin og Anisimova, 2008), men hovedfoden er benthiske arter som ulike bløtdyr, pigghuder, børstemarker og pølseormer (Gerasimov og Kochanov, 1997). Fra undersøkelser gjort på ungkrabber i Varangerfjorden og Kolabukta ble det funnet opptil 100 ulike arter i mageinnholdet (Britayev *et al.*, 2010). Det ser ut som om kongekrabben kan spise dette brede utvalget på grunn av ulike føde teknikker. De store byttedyrene håndteres med hjelp av kloa og pinsetten, der den holder og river opp byttet, mens på mindre byttedyr bruker den chelaene til å sette opp en strøm som virvler opp byttet fra sedimentene (Cunningham, 1969). Det er da meget sannsynlig at kongekrabben, med en slik beskrevet fødestrategi (opportunistisk), vil kunne påvirke det benthiske økosystemet betydelig. Både gjennom direkte predasjon, men også indirekte gjennom den omrøringen den foretar av bunnsedimentene som vil kunne forstyrre arter som lever der.

Jørgensen (2005) gjorde et forsøk som indikerte at kongekrabben kan påvirke haneskjellsamfunn (*Chlamys islandica*) på ulike sett, men viktigst av alt at krabben kan redusere mengden haneskjell betydelig. En senere undersøkelse viste et mer nyansert bilde av krabbens påvirkning på kamskjellsamfunn, der man konkluderte med at et kamskjellsamfunn som innehar et rikt artsmangfold, med stor sannsynlighet vil bli mindre påvirket enn områder som har et lavere artsmangfold (Jørgensen og Primicerio, 2007). Gudimov *et al.* (2003) påviste at kongekrabben også har stor påvirkning på kråkebollebestandene, *Strongylocentrotus droebachiensis* og *S. pallidus*. En

bredere undersøkelse av påvirkninger på økosystemet av kongekrabben ble gjort av Anisimova *et al.* (2005) i Motovskfjorden. Denne undersøkelsen konkluderte med at det var ikke noen reduksjon i total biomasse i benthosamfunnet, men at enkelte arter var kraftig redusert i antall og at hvilke arter som dominerte samfunnet endret seg. Dette ble bekreftet i en artikkel av Britayev *et al.* (2010), som videre konkluderte med at krabbens brede diett vil forårsake endringer i økosystemet, men at ingen arter trolig vil utryddes. En undersøkelse ledet av Oug *et al.* (2011) har sett på endringer i benthosmiljøet i Varangerfjorden fra prøver tatt i 1994, altså tidlig i kongekrabbens inntog i fjorden, og da senere i 2006 – 2008 etter at krabben hadde vært etablert en stund. De konkluderte med at bløtbunnsfaunaen var blitt redusert i antall og at diversiteten hadde minsket i løpet av denne perioden.

2.2 Bestandsutvikling og forvaltning

Den totale bestanden av kongekrabben (krabber over 70 mm RL) på norsk side har frem til og med 2008 vist en økning, og var i 2008 estimert til 5.2 millioner voksne individer langs kysten av Finnmark (Figur 2.2) (Sundet, 2009). Til sammenligning kan det nevnes at bestanden på russisk side var estimert til 40 – 50 millioner i perioden 2003 – 2005 (Sokolov og Milyutin, 2008; Britayev *et al.*, 2010). Det bør også nevnes at hovedtyngden av den norske kongekrabbebestanden finnes i Varangerfjorden, slik at variasjonen i denne delen av bestanden påvirker det totale bestandsanslaget betydelig. Fra å ha en topp i 2008 har totalbestanden av kongekrabbe i norsk økonomisk sone falt med omtrent 2 millioner individer frem til 2010 (Figur 2.2). Dersom man ser utelukkende på fangstbare krabber (> 137 mm RL) i de fire østligste fjordene i Finnmark, finner man at disse hadde en bestandstopp i 2003 (omtrent 1.2 millioner individer), med en nedadgående trend frem mot 2010 hvor fangstbare krabber talte omtrent 1/3 sammenlignet med 2003 (Hvingel *et al.*, 2012). Begge disse nevnte trendene har ført til en ny endring i hvordan forvaltningen av kongekrabbe skal utøves, og den siste vedtatte endring fra regjeringen er ei nedjustering av minstemålet til 130 mm RL fra og med 2011 (Regjeringen, 2007).



Figur 2.2: Utviklingen av kongekrabbebestanden (krabber over 70 mm ryggskjoldlengde) i norsk økonomisk sone. Data mangler for 1999 og 2000 (data hentet fra Fiskeri- og kystdepartementet, <http://www.regjeringen.no/nb/dep/fkd.html?id=257>).

Forvaltningen av kongekrabbebestanden på norsk side har vist seg å ha sine utfordringer, spesielt siden kongekrabben her regnes både som en kommersiell viktig ressurs og at den er en fremmed art som er uønsket på norsk sokkel. Som et resultat av den blandede norsk-russiske fiskerikommisjonens oppfordring i 1992, ble det i 1994 for første gang åpnet for fangst på kongekrabber. Dette var fangst beregnet for forskning, og kvoten på 22 000 hannkrabber (Tabell 2.1), ble likt fordelt mellom Norge og Russland (Kuzmin *et al.*, 1996). Hensikten var å øke kunnskapen om kongekrabbens etablering og spredning i Barentshavet. Forskningsbasert fangst har siden pågått, men det var først når det ble tillatt med kommersiell fangst i 2002 at kvotene begynte å bli av betydning (Tabell 2.1). Kongekrabbebestanden i Norge har blitt påvirket av at i perioden før 2007 hadde Norge og Russland et forpliktende samarbeid om forvaltningen, men dette er nå endret. Siden 2008 har Norge stått fritt til å utforme og gjennomføre egne forvaltningstiltak i norsk sone (Regjeringen, 2007). Dette har bidratt til økt handlingsrom, og muligens vil en kunne oppnå en bedre kontroll over kongekrabbens utbredelse og antall individer. For 2008 økte kvotene betydelig siden undersøkelser hadde vist en stadig økning i totalbestanden (Tabell 2.1). Denne trenden har vist seg å snu og bestandsestimering på kongekrabben i 2010 viste at totalbestanden da var på nivå med 2002, hvor det var anslått at det var omtrent 3.2 millioner kongekrabber i norsk økonomisk sone (Figur 2.2) (Sundet og Sokolov, 2006; Sundet, 2011).

Tabell 2.1: Tabell over norsk totalkvote for perioden 1994 – 2011. * Fra 2008 ble kvotene gitt i tonn og i antall var det beregnet en kvote på 789 000 individer i 2008 (data hentet fra Fiskeri- og kystdepartementet, <http://www.regjeringen.no/nb/dep/fkd.html?id=257>).

År	Total kvote (Antall/* tonn)
<i>Forskningsfangst</i>	
1994	11 000
1995	11 000
1996	15 000
1997	15 000
1998	25 000
1999	37 500
2000	37 500
2001	100 000
<i>Kommersiell fangst</i>	
2002	100 000
2003	200 000
2004	280 000
2005	280 000
2006	300 000
2007	300 000
2008	2 610*
2009	1 291*
2010	950*
2011	1 250*

Det foreligger bekymring for at spredningen av kongekrabben skal ødelegge det biologiske mangfoldet i Barentshavet. Norske myndigheter har derfor lagt opp til en todelt forvaltningsstrategi, der en både skal forvalte kongekrabben som en ressurs samtidig som at en skal begrense skadevirkningene på det eksisterende marine miljøet. Forvaltning av en art som i utgangspunktet ikke er ønsket i vår fauna, men som samtidig har en høy kommersiell verdi skaper, som nevnt tidligere, utfordringer. Denne todelte strategien går ut på at forvaltningen er delt i et kommersielt område hvor fisket er regulert med total- og fartøykvoter, og utenfor dette området er det fritt fiske hvor målet er å holde krabbebestanden lavest mulig og begrense spredning (Regjeringen, 2007; Sundet, 2009). Det kommersielle området, som regnes fra 26° Ø og østover, har vært underlagt et prinsipp kalt "3-S regime" (Sex, Size og Season). Dette regimet skiller altså på kjønn, størrelse og tid på året for den fangsten som lovlig kan fanges. Forvaltningen av kongekrabbe er under kontinuerlig vurdering, og de siste justeringene som er gjennomført trådte i kraft 2008 og 2011. I 2008 ble det innført lovlig fangst av hunner med minstemål på 137 mm i RL, og i 2011 endret regjeringen minstemålet til 130 mm RL for begge kjønn (Regjeringen, 2007).

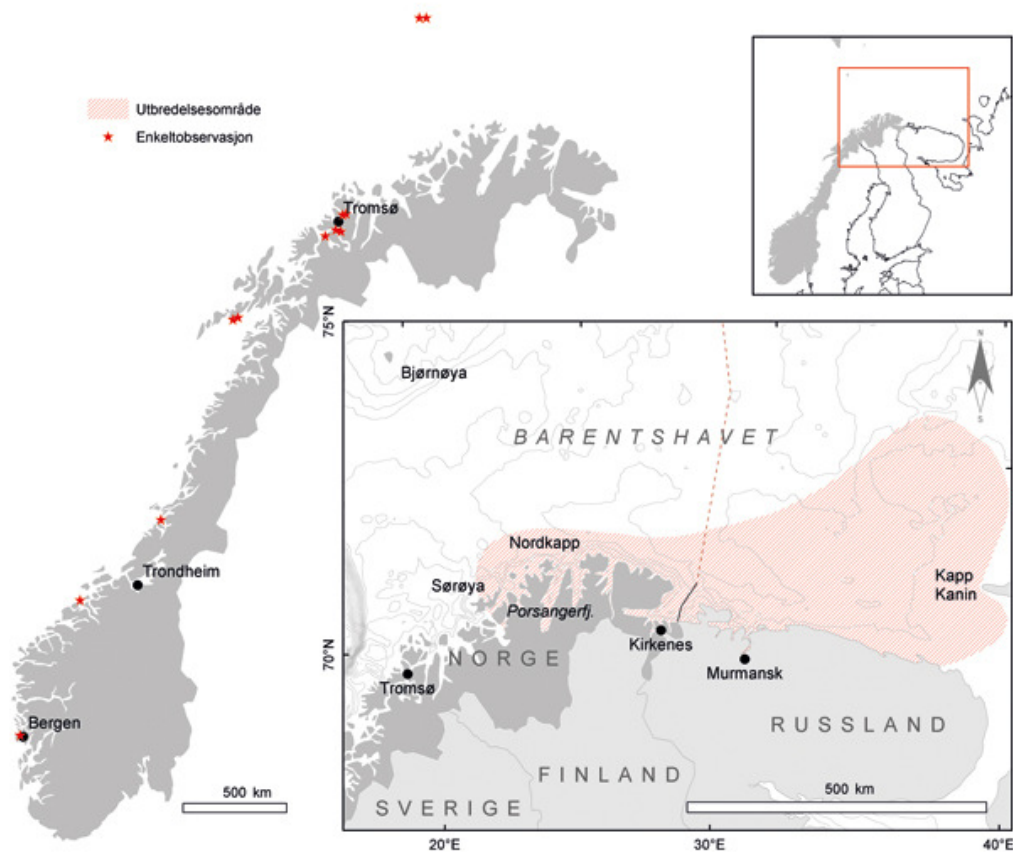
2.3 Utbredelse og spredningspotensiale

Området jeg har studert, Porsangerfjorden, ligger helt sør i Barentshavet og er den største fjorden i Finnmark fylke med åpning ut mot Barentshavet. Det er omtrent 35 år siden kongekrabben etablerte seg i Varangerfjorden lengst øst i Finnmark (Hjelset *et al.*, 2009), mens det er omtrent 10 år siden krabben kom til Porsangerfjorden. Den pågående trenden har hele tiden vært en stadig ekspansjon vestover langs norskekysten. Dette på tross av at kongekrabben har en pelagisk planktonlarve med liten horisontal egenbevegelse som dermed er prisgitt å følge havstrømmene, og den dominerende havstrømmen i dette området er den norske kyststrømmen (NCC) som driver nordover og østover langs finnmarkskysten (Sætre og Aure, 2007). Med en slik havstrøm kunne man forvente at den pelagiske larven til kongekrabben ble ført nordover og østover og at den vestlige ekspansjonen ville minske (Pedersen *et al.*, 2006). Pedersen *et al.* (2006) bekreftet også i sin artikkel at larvedriften i all hovedsak driver østover, men kunne ikke utelukke at larvene i enkelte tilfeller kunne drive vestover. Likevel ser man altså en stadig økende utbredelse vestover i norsk sone, og dette forklares av Jørgensen *et al.* (2007b) at i all hovedsak må skyldes vandringer av enkeltindivider hvor det er målt hastigheter på opptil 0.11 ms^{-1} . Videre forskning har avdekket at disse enkeltindividene for det meste består av store hunnkrabber med egg, noe som bidrar til en svært effektiv spredning av arten (Nilssen og Sundet, 2006). I dag har kongekrabben etablert seg helt til Loppa (21° Ø) i vest (Figur 2.3) (Oug *et al.*, 2011).

Kongekrabbepopulasjonene i norsk sone, viser en høyere tetthet dess lengre øst fjordsystemet ligger. Dette skyldes mest sannsynlig at de østlige fjordene naturlig nok ble invadert først, og dermed har krabbene hatt lengre tid på å etablere seg. En annen viktig faktor til denne trenden er fangstpolitikken som har vært drevet i Norge, hvor det de første årene etter invasjonen ble drevet fangst i liten skala, mens senere har beskatningen økt dramatisk. Dette har medført at kongekrabbebestanden fikk vokse tilnærmet fritt under etableringen i de østligste delene av Finnmark, mens dess lenger vest fjordsystemet befinner seg dess mer har systemet vært underlagt et høyere beskatningspress tidlig i kongekrabbens etableringsfase. For Porsangerfjorden, som ligger lengre vest enn Varangerfjorden, har det derfor vært drevet kommersiell fangst på kongekrabbe tidlig i krabbens etableringsfase.

Kongekrabben har sitt opprinnelige utbredelsesområde i det nordlige Stillehavet, fra Alaskagolfen og Aleutene til Okhotskehavet og Beringhavet (Pavlo, 2003). I norsk økonomisk sone har krabben etablert seg i hele Finnmark fylke (Figur 2.3), og det kommer stadig nye rapporter om funn av kongekrabbe som går utover den dokumenterte utbredelsen. Benjaminsen (2007) og Johansen

(2007) meldte om funn i Balsfjorden i Troms fylke, og Øseth (2008) om funn i Ullsfjord som også ligger i Troms fylke (Figur 2.3). Det er også rapportert om funn lengre sørover langs norskekysten, og her antar man at disse enkeltindividene mest sannsynlig har kommet dit ved hjelp av mennesker (Figur 2.3). Alt tyder på at krabbens utbredelse langs norskekysten vil, med all



Figur 2.3: Utbredelsesområde for kongekrabben, *Paralithodes camtchaticus*, i Barentshavet og langs norskekysten, samt steder hvor det er gjort enkeltstående funn av krabbe (rød stjerne). Enkeltfunnene sørover og i Lofoten er høyst sannsynlig kongekrabbe som er satt ut, mens enkeltfunnene lenger nord kan være krabber som har spredd seg til disse områdene eller satt ut. Registreringer av enkeltfunn er gjort i tidsrommet 2002 – 2011 (kilde: Havforskningsinstituttet).

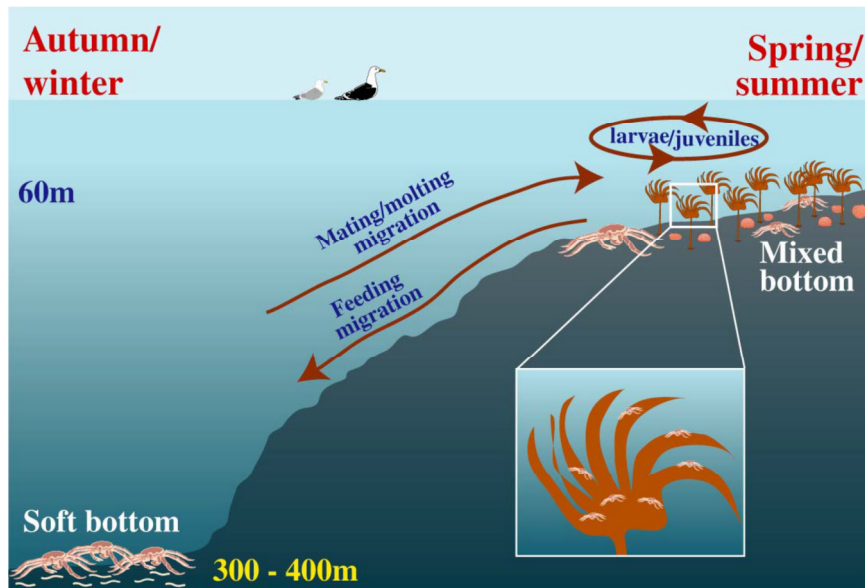
sannsynlighet, fortsette i tiden fremover. En russisk forsker ved navn Jurij Orlov har antydnet at krabben har potensiale til å spre seg langs hele norskekysten. Dette betviles derimot av andre forskere (Olsen, 2003), men at den vil fortsette sin utbredelse vestover og sørover er det stor enighet om.

Ser man på faktorer som kan styre kongekrabbens utbredelse er temperaturfølsomhet, salttoleranse og tilgang på næring kanskje de viktigste (Moksness *et al.*, 2003). Det er derfor av stor

betydning å ha en god oversikt over disse faktorene langs kysten vår. Går man nærmere i detalj på disse faktorene finner man en imponerende stor toleranse hos kongekrabben. Kongekrabben er en kaldtvannsart som trives best i temperatursjiktet fra -1.7 til 11 °C (Jørgensen og Sundet, 2003) som voksne individer. Foreløpige studier på krabbelarvene har vist at de tolererer temperaturer fra -1 til 14 °C, og faktisk fra -2 til 24 °C i korte perioder (Sundet, 2009, 2011). Når det gjelder salttoleranse finnes det færre studier på dette. En studie av Jewett og Onuf (1988), fra kongekrabbens naturlige utbredelsesområde, indikerte et optimum for larver, ungrabber og voksne individer fra $26 - 34$ ‰. En eldre undersøkelse av Kurata (1960) indikerer at veksthastigheten på zoea larvene ikke påvirkes av saltholdighet mellom $21.7 - 39.7$ ‰. Med slike sprang i både temperatur og salttoleranse ligger det få begrensninger for kongekrabben i dens videre utbredelse langs norskekysten, og det vil antagelig være tilgangen på næring som styrer den fortsatte spredningen. Dette styrker troen på at arten kan etablere seg i områder både lenger sørover langs norskekysten og lenger nordover til Svalbardsonen, noe som er lengre enn det man tidligere har antatt. Som en anekdote kan det nevnes at i august 2008 ble det fanget en levende kongekrabbe i Middelhavet, og det er antatt at den er kommet dit ved hjelp av ballastvann (Faccia *et al.*, 2009). Det at den var i live understreker ytterligere denne artens store potensiale til å tilpasse seg nye omgivelser og endrede miljøbetingelser.

2.4 Kongekrabbens gyting, klekking og larveutvikling

Voksne hann- og hunnkrabber oppholder seg adskilt på sand- og muddersubstrat (Fukuhara, 1985), og gjennomgår to forskjellige vertikale migrasjoner i løpet av året (Figur 2.4). Den ene er en migrasjon som tar plass om våren når det er gytetid. Krabbene vandrer da oppover mot land ($10 - 30$ m), hvor kjønnene samler seg i store mengder for så å parre seg og legge egg (Powell og Nickerson, 1965). Dette etterfølges av en fødemigrasjon hvor krabbene beveger seg mot stadig dypere vann (-300 m). Sen høst/ tidlig vinter er de da igjen å finne på dypere områder (Falk-Petersen *et al.*, 2011) og kjønnene opptrer separat igjen til neste års gytetid finner sted (Cunningham, 1969; Fukuhara, 1985).

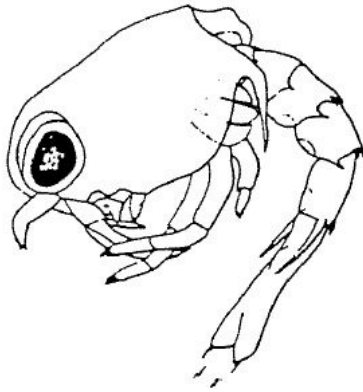


Figur 2.4: Sesongmessig migrasjon hos kongekrabben, *Paralithodes camtschaticus*: Migrasjonen om våren til grunnere områder med rikt benthisk samfunn for å gyte og skifte skall, og fødemigrasjonen om høsten til bløtbunn hvor det er stor forekomst av annelider. Forstørret bilde viser umodne kongekrabber på tang (Jørgensen *et al.*, 2005).

Selve parringen hos kongekrabber foregår på den måten at store hannkrabber holder fast og bærer en hunnkrabbe som er klar for skallskifte (Wallace *et al.*, 1949; Nilssen, 2003). Hannen må befrukte hunnen akkurat når hun har egglosning, fordi kongekrabben ikke har en sædbeholder som den kan oppbevare sæden i frem til egglosning. Dette i motsetning til andre krepssdyr som hummer og taskekrabbe. I denne sårbare fasen hvor hunnen foretar skallskifte vokter hannen over hunnen hele tiden, dermed beskytter han henne også mot predasjon når hun er på sitt mest sårbare. Ikke nok med det, men hannen hjelper også hunnen med å avkle sitt gamle skall for så å parre seg med henne (Wallace *et al.*, 1949). Hannen bruker en av sine pleiopoder til å plassere sin spermie ved hennes genitalåpning, og eggene befruktes når de kommer ut av genitalåpningen (Fukuhara, 1985; Jewett og Onuf, 1988). Kongekrabben bærer eggene skjult under abdomen hvor de har festet seg på hårene til pleiopodene. Eggene får her beskyttelse og vil gjennomgå ei utvikling av embryoet frem til prezoeastadiet (tidlig larvestadium), som så klekkes mellom 11 til 12 måneder etter befruktningen (Weber, 1967; Stevens og Swiney, 2007), avhengig om de er førstegangsgytende (primiparous) eller flergangsgytende (multiparous). Pleiopodene tilfører ikke eggene noen form for næring (Orlov og Karpevich, 1965). Hannene er polygame, det vil si at de kan befrukte flere hunner gjennom en sesong, mens hunner parer seg kun med en hann per år (Jewett og Onuf, 1988). Skulle fangstpresset på hanner bli for høyt kan det gi færre befruktede hunner (Mcmullen, 1967;

Mcmullen, 1968). Siden forvaltningen i norsk økonomisk sone frem til 2008 kun la opp til fangst av hanner er det ikke usannsynlig at det kan ha påvirket antallet befruktede hunner.

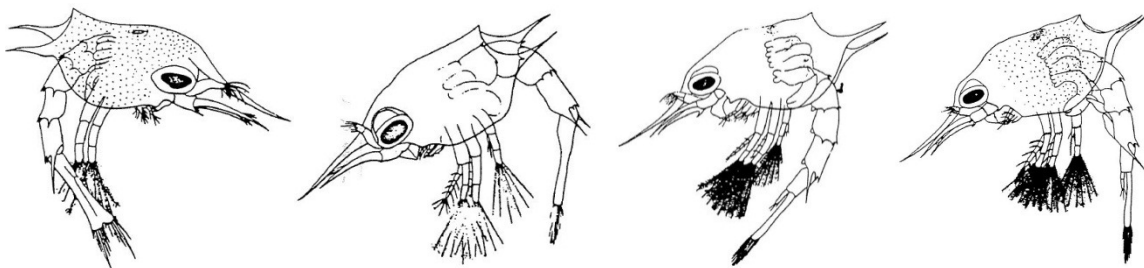
Eggene til kongekrabben er ovalformede med målene 1.2 * 0.9 mm, som kan avrundes til rundt 1 mm i diameter (Wallace *et al.*, 1949; Orlov og Karpevich, 1965). Eggene er dermed størrelsesmessig



Figur. 2.5: Prezoealarve skissert av Fukuhara (1985).

sammenlignbare med loddeegg (0.5 – 1 mm) og rognkjeksegg (1 – 2 mm). Gjennomsnittsvekten (våt) var målt til 0.7 mg per egg av Orlov og Karpevich (1965). Etter at eggene klekkes gjennomgår de pelagiske larvene (zoea) først et prezoeastadium (Figur 2.5), som i tid varer omtrent 1 time ved 7 – 8 °C (Epelbaum *et al.*, 2006). I denne fasen har ikke larvene noen egenbevegelse (Orlov & Karpevich, 1965). Deretter gjennomgår larvene fire utviklingsstadier, referert til som zoea I-IV (Figur 2.6). Disse fire stadiene er alle pelagiske og larvens utseende er svært likt, men vedhengene vokser og utvikles. Varigheten på disse 4 stadiene er

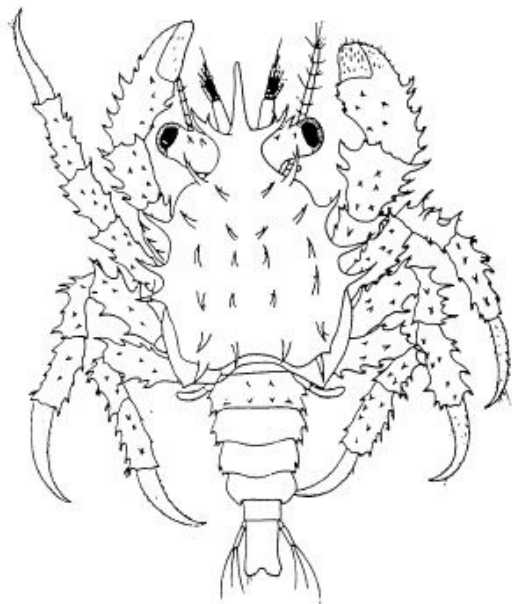
omtrent 284 døgngrader¹ (Epelbaum *et al.*, 2006). Selv om larvene i utgangspunktet regnes for å ha liten eller ingen horisontal egenbevegelse, har studier vist at de har en vertikal døgnmigrasjon som er styrt av lysmengde (Shirley og Shirley, 1987). I overgangen til yngelstadiet gjennomgår larvene et postzoeastadium, også kalt glaucothoestadiet (Figur 2.7). I denne fasen, hvor de ikke tar til seg føde, forandrer larvene sine morfologiske trekk og får de kjente trekkene som kjennes fra voksne krabber, og krabbene bunnskår. Dette tar omtrent 177 døgngrader, og til sammen bruker altså krabben omtrent 460 døgngrader fra den klekkes til den bunnskår (Kurata, 1960; Epelbaum *et al.*, 2006).



Figur 2.6: Skisser av Zoea I (lengst venstre) til IV (lengst høyre) av *Paralithodes camtschaticus* hentet fra Fukuhara (1985).

¹ Døgngrader: Også kalt Graddag er et mål som uttrykker en kombinasjon av temperatur og tid. Det defineres på flere måter, for eksempel slik: 1 graddag = 1 °C per døgn. Har anvendelse blant annet i forbindelse med vekstdøgn, frostmengde og snøsmelting (<http://snl.no/graddag>).

Yngelen bunnslår på grunt vann (< 20 meter) (Marukawa, 1933) hvor overlevelsessevnen avhenger av et rikt sessilt samfunn med høy konsentrasjon av mosedyr, nesledyr, svamper og mangelbørstemarkere (Epelbaum *et al.*, 2006). De første to årene lever krabben på denne dybden hvor den får skjul i tang- og tarebeltet. Det andre året begynner fasen hvor de



Figur 2.7: Glaucothoestadiet hos kongekrabbe. Den ser ut som en liten krabbe, men kan strekke ut sin abdominale flap og benytte denne til svømming. Ikke før etter at krabben har funnet et passende habitat og skiftet skall, mister den svømmeferdighetene sine og blir fullstendig demersal (Fukuhara, 1985).

klumper seg sammen i såkalte “pods” og danner store grupper som gir de bedre beskyttelse mot predasjon (Jørgensen *et al.*, 2005). Disse ansamlingene kan bestå av så mange som 6 000 krabber, og det har vært observert 50 stykk oppå hverandre (Powell og Nickerson, 1965; Powell *et al.*, 1974). Umodne krabber blir som regel værende i området fra 20 – 50 meters dybde, og er sjelden observert sammen med modne krabber på dypere vann (Wallace *et al.*, 1949). I en alder av omtrent 5 år blir krabbene kjønnsmodne (Rafter, 1996) og segregering av kjønnene starter. Undersøkelser har også påvist at unge krabber prefererer hardbunnsfauna, mens voksne krabber holder mer til på bløtbunn (Marukawa, 1933; Wallace *et al.*, 1949; Fukuhara, 1985). Oppsummert kan man si at kongekrabbens romlige fordeling avhenger av kjønn, størrelse og modningsstadiet i livssyklusen.

Krabben klekker i april/mai og gjennomgår 5 skallskifter før den bunnslår som krabbe med omtrent 2 mm RL. Totalt gjennomgår kongekrabben cirka 11 – 13 skallskifter det første året (Marukawa, 1933; Kurata, 1961; Weber, 1967) og størrelsen etter ett år er omtrent 6.5 mm i RL (Marukawa,

1933). Denne størrelsen vil naturlig variere fra område til område, men er tatt med som en referansestørrelse. Til sammenligning så fant Weber (1967) en gjennomsnittlig størrelse etter ett år på 11 mm i Unalaska området. Fra krabben er 1 år og til den er 3 år gjennomgår den 8 skallskifter, og RL er etter 3 år mellom 50 – 67 mm (Weber, 1967; Fukuhara, 1985). Senere er det mest vanlig at de har ett til to skallskifter per år. Rød kongekrabbe antas å ha en levetid på omtrent 20 år (Kurata, 1961).

3. Materiale og metode

Mitt innsamlingsområde har vært i Porsangerfjorden (Figur 3.1). Siden jeg vil gjøre noen sammenligninger basert på biologiske data innhentet fra andre store fjorder i Finnmark vil de bli kort presentert.

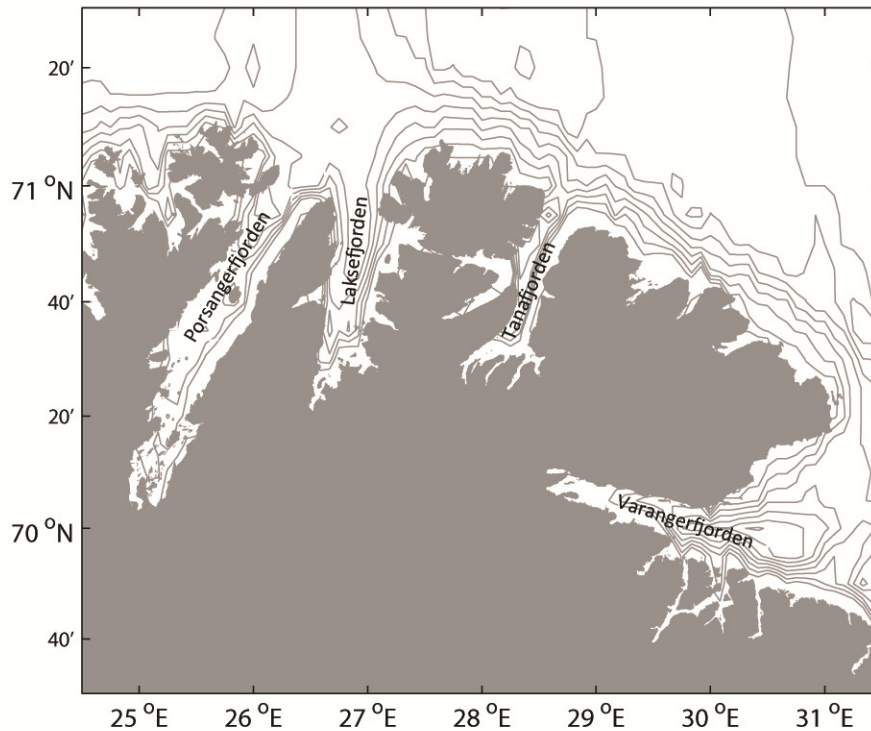
3.1 Områdebeskrivelse – topografi og fysiske forhold

Kysten av Norge, inkludert Finnmark, er influert av Den Norske Kyststrømmen (NCC) (Sætre og Aure, 2007), som har sitt opphav fra den Baltiske sjøen, og av Atlantisk vann (AW) som har sin opprinnelse fra kysten av Amerika. Arktisk vann er kaldt vann som strømmer inn nordfra, men kommer ikke i noen særlig grad inn over norsk kontinentalsokkel. Dette betyr at Porsangerfjorden, og de øvrige fjordene i Finnmark (Figur 3.1), også er påvirket av fysiske faktorer som pågår langt unna, i tillegg til de lokale forholdene (les: bunntopografi, ferskvannsavrenning). De ulike vannmassene kan identifiseres med å undersøke temperatur og saltinnhold i dem, for deretter å tegne opp isoplots. Hver vannmasse har sin egen "signatur", der AW har en saltholdighet på over 35 ‰ og en temperatur på over 3 °C, mens NCC har mindre enn 34.7 ‰ i saltinnhold og en temperatur over 2 °C (Tabell 3.1) (Loeng, 1991; Furevik, 2001).

Tabell 3.1: Oversikt over de tre typer vannkvalitet som vi finner i norske farvann og hvordan de er definert (Loeng, 1991).

Vannmasse	Temperatur (°C)	Saltholdighet (‰)
Atlantisk vann (AW)	> 3	> 35.0
Arktisk vann (PW)	< 0	34.3 - 34.8
Kyststrømmen (NCC)	> 2	< 34.7

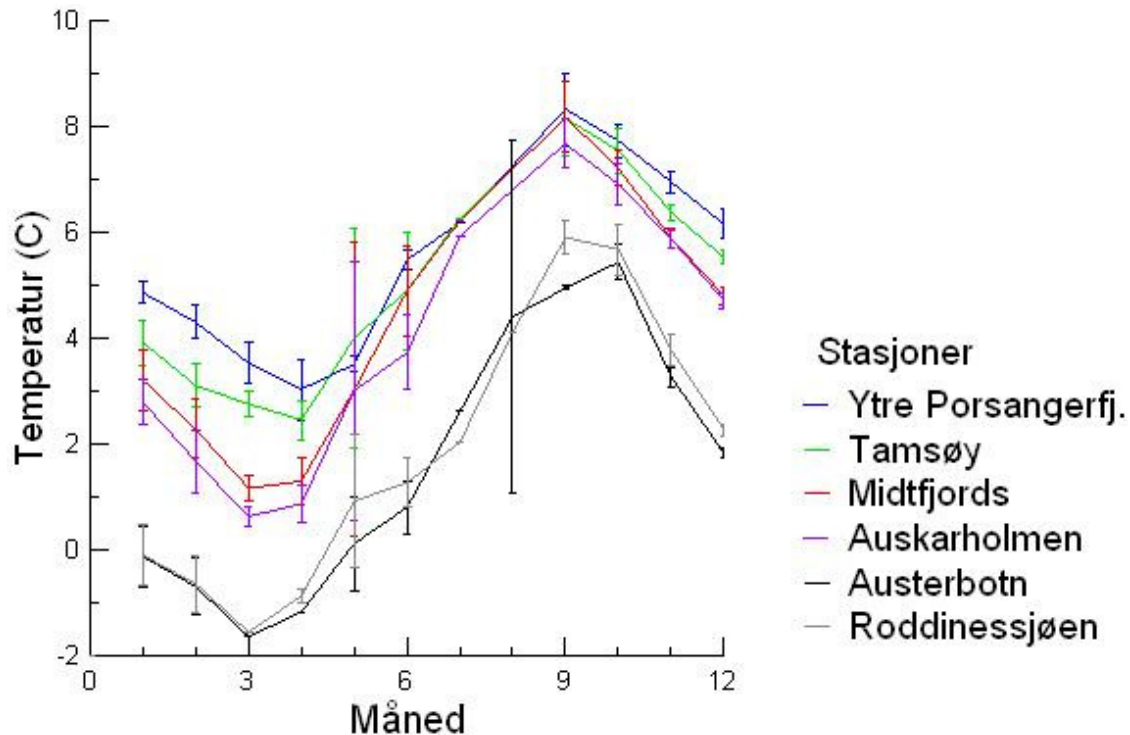
Det finnes lite litteratur som beskriver hvilke vannsignaturer som dominerer fjordene i Finnmark, men fra Porsangerfjorden har målinger som er foretatt vist at det er kun NCC som influerer i fjorden sammen med lokal avrenning (Normann, 2010). Dette bekreftes også fra en rapport skrevet av Aure *et al.* (1994) som samtidig også fant det samme å gjelde for Tanafjorden og Laksefjorden. Da det synes å være gitt at NCC er den dominerende vannsignaturen som dominerer disse tre fjordene, kan det med forsiktighet antydes at så er tilfelle for også Varangerfjorden.



Figur 3.1: Kart over Øst-Finnmark med de 4 fjordene Porsangerfjorden, Laksefjorden, Tanafjorden og Varangerfjorden. Figuren er illustrert med Isobatlinjer for hver 50 meters dybde.

3.1.1 Porsangerfjorden (*Porsáנגguvuotna*)

Denne fjorden er lokalisert fra 70° 3' N og 25° 1' Ø til 71° 11' N og 26° 28' Ø med åpning nesten rett nord inn i Barentshavet (Figur 3.1). Porsangerfjorden er 123 km lang og er Norges fjerde lengste fjord. Den er mellom 15 og 20 km bred (Eilertsen og Frantzen, 2007) og utgjør et sjøareal på om lag 1 800 km². Den er karakterisert som en bred fjord med lite ferskvannsavrenning i forhold til fjordstørrelsen (Svendsen, 1995). Fjorden har ingen ytre, grunn terskel som er så typisk for norske fjorder, og dypet i ytre del av fjorden varierer mellom 50 og 280 meter, med et maksimum på 310 meter. I ytre del av fjorden ligger det noen få mindre øyer og den noe større Store Tamsøy, samt at like utenfor Haavikneset ligger det en terskel på om lag 164 meters dybde. I indre del av fjorden er det et grunnere parti med flere øyer og skjær. Rett nord om Reinøy finner vi fjordens andre terskel på 60 meters dyp (Eilertsen og Frantzen, 2007), som danner et indre basseng (Austerbotn) mot sydøst med en maksimal dybde på 115 meter. Dette bassenget har særdeles kaldt vann og innslag av arktisk fauna som polartorsk. Et temperaturplott for fjorden bekrefter at de indre delene har vanntemperaturer ned mot -2 °C om vinteren (Figur 3.2). Av den samme figuren (Figur 3.2) kan man lese at det er store forskjeller i vanntemperatur mellom de indre delene og resten av fjorden.



Figur 3.2: Gjennomsnittlige havtemperaturer med standardavvik i fra Porsangerfjorden for årene 2007 til 2011. Alle målingene er hentet fra 35 meters dybde (kilde: Havmiljødataprojekt ved BFE).

Disse forskjellene i temperaturer som denne langstrakte fjorden viser gir en stor variasjon i klimaet mellom de indre og de ytre delene av fjorden. De indre delene får et preg av innlandsklima med påvirkning av kald luft vinterstid, mens sommerstid har disse delene høy luftfuktighet som skyldes det varme innlandsklimaet (Eilertsen og Skarðhamar, 2006). De viktigste ferskvannskildene er elvene Lakselv, Børselv og Stabburselva som alle er lokalisert i den indre delen av fjorden. Høye sesongfluktueringer i temperatur (Figur 3.2) og ferskvannsavrenning er typisk for nord norske fjorder, og en konsekvens av dette er at stratifiseringen og sirkulasjonsmønstret varierer i løpet av året (Svendsen, 1995).

Som en følge av den ytre, dype terskelen i Porsangerfjorden vil bassengvannet (definert som vann under terskeldypet) skiftes ut regelmessig med nærings- og oksygenrikt vann (Eilertsen og Skarðhamar, 2006). Det betyr også at de underliggende vannmassene (les: intermedieært vann og bassengvann) inni fjordsystemet i all hovedsak vil være påvirket av vannmassene utenfor fjorden, og inn- og utstrømninger i dette laget bestemmes av trykkforskjeller (tetthet og tidevann) som oppstår utenfor (Aure *et al.*, 1994). De indre delene har en sjelden gang utskiftning av bassengvannet som en konsekvens av den grunne terskelen ved Reinøy, noe som forklarer det kalde bunnvannet der. I smale fjorder sirkulerer vann inn og ut av fjorden i to eller flere adskilte

lag, mens i brede fjorder, som Porsangerfjorden, vil rotasjonskrefter (Coriolis kraft) påvirke denne vannutvekslingen betydelig (Svendsen, 1995). Disse rotasjonskreftene har også vist seg å ha en begrensende effekt på utskifting av fjordvannet i forhold til et to-lags prinsipp som er typisk for smalere fjorder (Eilertsen og Skarðhamar, 2006). Selv om ferskvannsavrenning ikke er en drivkraft for fjordsirkulasjonen direkte, vil den påvirke indirekte på stratifiseringen som inntreffer fra mai til oktober (Svendsen, 1995), sammen med oppvarmingen fra sola. I denne perioden vil det øverste laget som er vinddreven bli betydelig påvirket av coriolis kraft, og dess sterkere denne stratifiseringen er, dess sterkere vil coriolis kraft være. De innerste delene av Porsangerfjorden har oftest den kraftigste stratifiseringen og vil derfor være mest påvirket av coriolis (Svendsen, 1995). Oppvarming og ferskvannsavrenning øker utover sommeren, og følgen av dette er en stadig sterkere stratifisering, som når en topp på slutten av sommeren og første del av høsten (Svendsen, 1995). Om vinteren (ingen stratifisering) sirkulerer vannet i Porsangerfjorden i et to-lags system, med et overflatevann som strømmes ut av fjorden og med et kompenseringslag under som driver innover fjorden. I tillegg påvirkes strømforholdene inni fjorden av tidevannet som passerer kysten av Norge nordover med en periode på litt over 12 timer. Når den passerer en fjord vil en bølge skylle innover fjorden, og øke utskiftningen av bassengvannet.

3.1.2 Varangerfjorden (*Várjjatvuotna*), Tanafjorden (*Deanuvuotna*) og Laksefjorden (*Lágesvuotna*)

I likhet med Porsangerfjorden har alle disse fjordene ingen eller meget dype terskler som begrenser utskiftningen av bassengvannet (Figur 3.1) (Aure *et al.*, 1994). Dette gir et grunnlag til å forvente en noenlunde tilsvarende fjordsirkulasjon i disse tre fjordene som i de ytre delene av Porsangerfjorden, med et unntak på bredden. Disse tre fjordene er smalere og har derfor i mindre grad en påvirkning av coriolis kraft, noe som betyr at sirkulasjonen pågår mer i et to-lags prinsipp. Disse tre fjordene har heller ikke et indre basseng som er adskilt fra de ytre delene med en terskel.

Varangerfjorden er den østligste fjorden i Finnmark, og den går i en vest-øst retning med åpning ut mot Barentshavet. Den har posisjonen $70^{\circ} 7' N$ og $28^{\circ} 35' \text{Ø}$ til $70^{\circ} 4' N$ og $31^{\circ} 02' \text{Ø}$. Fjorden er omtrent 100 km lang og bredden i indre del rundt Karbotn er vel 9 km, mens munningen er over 55 km bred. Fjorden har ingen terskler som påvirker utvekslingen av bunnvannet, og på det dypeste er den 420 meter. Pasvikelva er fjordens største ferskvannskilde lokalisert i ytre del av fjorden, i tillegg er det mange mindre elver spredt langs hele fjordens lengde.

Den korteste av de fire fjordene er Tanafjorden, med en lengde på 64 km. Bredden i indre del (Skardahl) er rundt 8 km, mens ytterst i munningen er bredden vel 18 km. Denne fjorden har posisjonene $70^{\circ} 25' N$ og $28^{\circ} 02' \text{Ø}$ til $70^{\circ} 56' N$ og $28^{\circ} 45' \text{Ø}$, og går derfor i en nesten sør-nord retning med åpning ut i Barentshavet. Heller ikke denne fjorden har noen terskler, og i åpningen av fjorden er dypet på omtrent 340 meter. Fjorden har flere forgreininger, derav to store som kalles Hopsfjorden og Langfjorden. Tanaelva er fjordens største ferskvannskilde, i tillegg er det flere mindre elver som har utløp inne i fjorden.

Laksefjordens posisjon er $70^{\circ} 21' N$ og $26^{\circ} 30' \text{Ø}$ til $70^{\circ} 59' N$ og $26^{\circ} 55' \text{Ø}$. Også denne fjorden går i en nesten rett nordlig linje med åpning inn i Barentshavet. Laksefjorden er en 72 km lang fjord som har en bredde innerst ved Skjaanesodden på nesten 15 km, mens ytterst i munningen er fjorden nesten 17 km bred. Fjorden har altså en forholdsvis jevn bredde og på det dypeste er den 329 meter. Som Varangerfjorden og Tanafjorden har heller ikke Laksefjorden noen terskler, og den største ferskvannskilden er Austerelva. Fjorden har noen mindre fjordtarmer som forgreiner seg ut, disse kalles Eidfjorden og Bekkarfjorden (Figur 3.1).

3.2 Feltarbeid i Porsangerfjorden 2011

Feltarbeidet har bestått av to tokt i 2011 til Porsangerfjorden med forskerbåten "F/F Johan Ruud" (Figur 3.3). Det første toktet gikk i perioden 23. mai til 2. juni, mens det siste toktet ble gjennomført 3. – 12. oktober 2011. Begge toktene er et samarbeidsprosjekt mellom Norges Fiskerihøgskole (NFH) og Havforskningsinstituttet i Tromsø. Formålet med toktene var derfor mer sammensatt enn bare mine problemstillinger, som besto av å samle inn kongekrabber for å se på total mengde, fordeling mellom kjønn og fekunditetsdata med bakgrunn i opparbeidelse av eggprøver. I den videre beskrivelsen vil jeg derfor fokusere på det relevante for mine innsamlinger.



Figur 3.3: Bilde av FF "Johan Ruud" som ble benyttet under begge toktene til Porsanger 2011 (bildet tatt av Ken Ståle Lindberg).

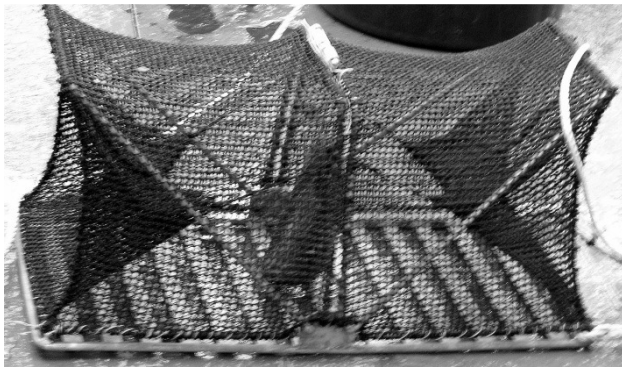
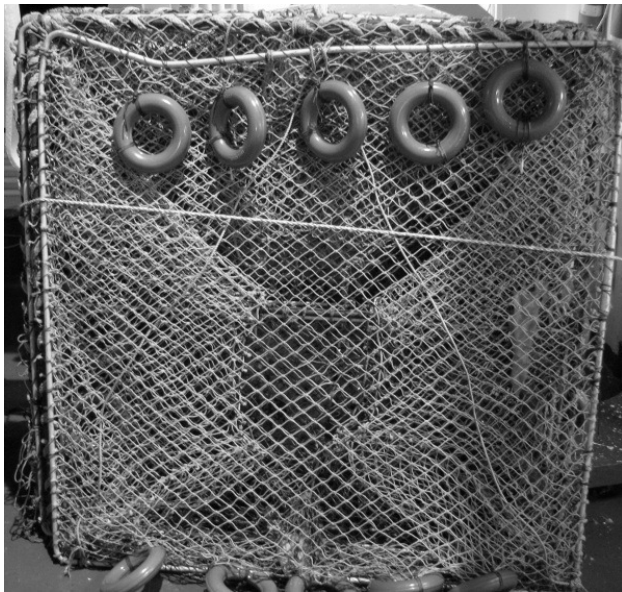
Til innsamlingen av kongekrabbene ble det i all hovedsak benyttet tre ulike redskaper: Agassitrål, store og små teiner (Figur 3.4). Totalt ble det i mai fanget 2 236 kongekrabber fordelt på begge kjønn, hvorav det ble tatt 61 eggprøver, mens i oktober ble det totalt fanget 1 869 krabber og tatt 99 eggprøver (Tabell 3.2). I mai deltok i tillegg to dykkere som foretok noen grunne (< 25 meter) dykk for å samle inn små kongekrabber (Tabell 3.2).

Tabell 3.2: Oversikt over innsamlet materiale av kongekrabbe fra Porsangerfjorden 2011.

		Agassitrål	Teiner	Dykkere	Totalt antall
Porsanger	Antall krabber målt	1 091	1 023	122	2 236
Mai	Antall eggprøver	27	34	0	61
Porsanger	Antall krabber målt	645	1 224	0	1 869
Oktober	Antall eggprøver	41	58	0	99

Agassistrålen som ble benyttet er en hjemmelaget krabbetrål som er kopiert etter en original agassitrål, den har en stålramme som er 6 meter bred og 1 meter høy med en påmontert trålpose (Figur 3.4). Det er montert flytemidler på rammen for å unngå at den synker ned i bunnsubstratet, og det er montert flytemidler på trålposen for å holde på fasongen. Selve trålposen er 15 meter lang og maskestørrelsen er 135 mm i den delen nærmest stålrammen, mens på slutten av nettet er det en maskestørrelse på 20 mm. Tråletiden var 30 minutter med omtrent 1.5 knops fart. Det

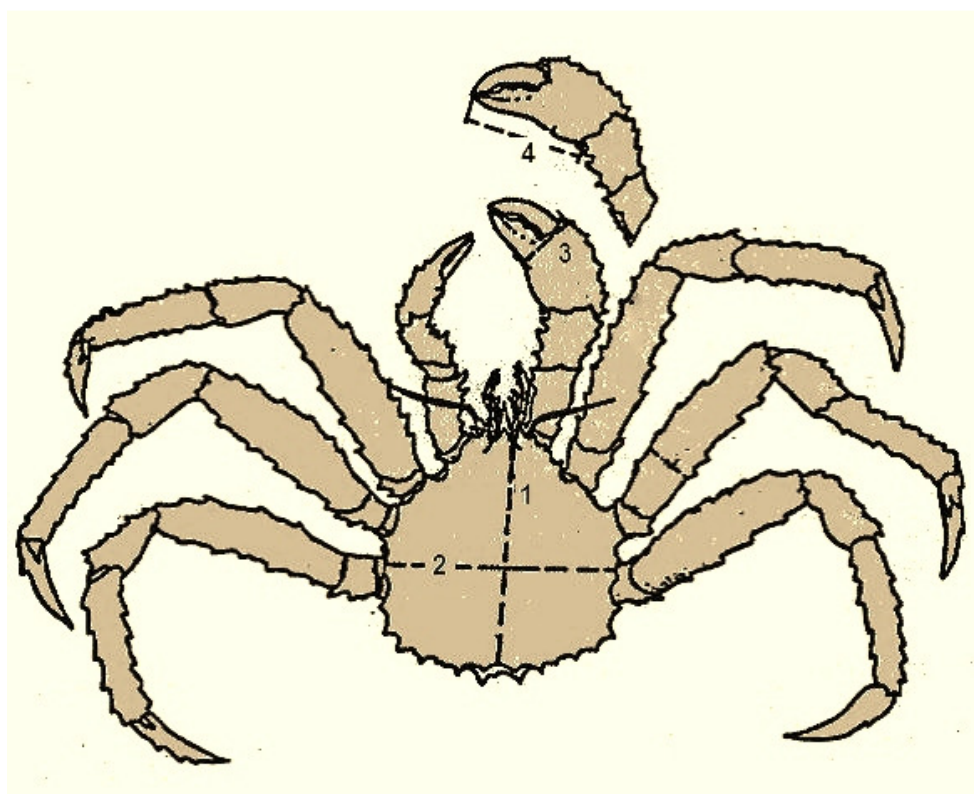
andre redskapet som ble benyttet var store krabbeteiner med målene 2 m x 2 m x 2 m (Figur 3.4). De store teinene er kommersielle, standard sammenleggbare kongekrabbeteiner som tar liten plass på dekk. Disse teinene ble satt sammen i tripler, det vil si at tre og tre teiner ble festet sammen med en viss avstand mellom dem, for hver stasjon. Teinene sto i mellom 15 og 38 timer før de ble hentet opp, og de ble egnet med sild som agn. Det siste redskapet som ble benyttet på



Figur 3.4: Bilder av de tre brukte innsamlingsredskaper for kongekrabber. Øverst Agassitrålen, midten stor teine og nederst små teine (bilder tatt av Ken Ståle Lindberg).

toktene var små krabbeteiner med størrelsen 1.2 m x 0.5 m x 0.45 m (Figur 3.4). Disse var standard krabbeteiner for taskekrabber, og hensikten med å bruke disse var å kartlegge mengden små kongekrabber i de grunne områdene. Disse ble satt på samme måte som de store, men med 5 teiner (kvintupler) på hver stasjon. Det ble benyttet samme type agn som for de store teinene. De små teinene er et godt supplement til de store krabbeteinene for å fange opp flere årsklasser av kongekrabben, og kan dermed gi et bedre bilde over krabbens utbredelse i fjorden.

Opparbeidelsen av fangstene ble utført på samme måte for alle fangstmetodene. Kongekrabbene ble først fordelt og sortert etter kjønn for hver stasjon, og dataene ble notert ned på eget stasjonsskjema sammen med stasjonsnummer, dato, dybde og posisjon (Appendiks tabell 2). Dette ble gjort for å få en mer detaljert oversikt over fangsten for hver enkelt stasjon og for hver teine der disse ble benyttet. Videre opparbeidelsen av krabbene ble gjort inne på fartøyets laboratorium, der hvert enkelt individ ble veid og målt. Målene som ble tatt var ryggskjoldlengde, ryggskjoldbredde, høyre gripeklos lengde, høyde og bredde (Figur 3.5). For noen stasjoner er det kun ryggskjoldlengde og vekt som er foretatt på grunn av stor arbeidsmengde, og i tillegg hadde Noen krabber skader som medførte at enkelte målinger ikke kunne gjennomføres. Avmerking av de



Figur 3.5: Kongekrabbe med avmerking av følgende målepunkter: 1: ryggskjoldlengde, 2: ryggskjoldbredde, 3: klohøyde, 4: klolengde (Klobredde mangler) (Rafter, 1996).

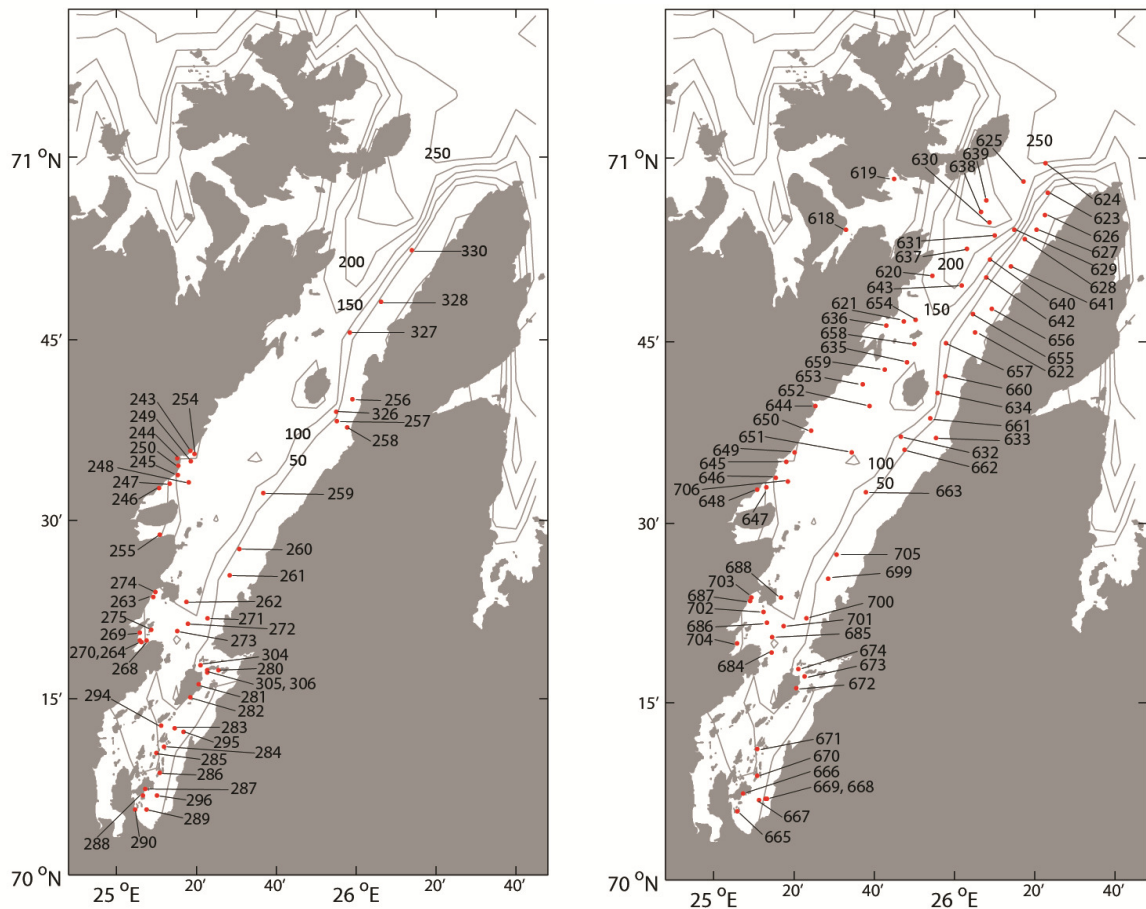
ulike målepunktene er vist i Figur 3.5, og alle målene ble notert ned i et eget excel regneark sammen med notater på mangler, hvilke eggprøver som ble tatt og om det fantes ubefruktede egg i eggmassen. Lengdemålingene ble foretatt med et skyvelære ned til nærmeste 1 mm. Våttvekten av hele krabben ble avlest på en digital vekt med nøyaktighet på 2 g, og vekten ble kalibrert omtrent ved hvert 20. individ.

3.2.1 Eggprøver

For eggprøvene ble kongekrabben inndelt i 5 mm intervallklasser fra 90 mm til de over 160 mm. Jeg ønsket å få minst 10 prøver for hver intervallklasse og at utvalget ble jevnt fordelt innen klassene, dette for å være sikker på at alle lengdegruppene ble likt representert. Av naturlige årsaker vil man se at ikke alle klassene har 10 eggprøver, noe som er begrenset av det innsamlede materialet (Appendiks tabell 3). Eggprøvene, som bestod av hele eggmassen med pleopodene og seta², ble pakket i poser merket med stasjonsnummer, krabbens individnummer og fangstdatoen. Alle prøvene ble fryst ned ombord i båten for videre bearbeidelse ved laboratoriet ved NFH. Det ble kun tatt eggprøver av hunner som ikke var skadet, eller som på annen måte viste ytre tegn på stress.

Appendiks tabell 2 viser en oversikt over antall stasjoner samlet, hvilke redskaper som ble benyttet og utbyttet av fangsten. Gjennom stasjonsoversikten (Appendiks tabell 2) for 2011 toktene og Figur 3.6 vil man se posisjonene for hver stasjon. For mai ble det gjennomført 48 stasjoner, mens i oktober ble hele 69 stasjoner gjennomført. Man ser at toktet i oktober dekker de ytre delene av Porsangerfjorden betydelig bedre, i tillegg til at det også ble tatt flere stasjoner på begge sidene innover fjorden. I mai ble det gjennomført flere stasjoner i den indre delen av Porsangerfjorden (Figur 3.6).

² Seta: Kitinhår eller bust som vokser på epidermis hos mange invertebrater (Lawrence, 2005).



Figur 3.6: De røde prikkene er oversikt over alle stasjonene som ble gjennomført på toktene til Porsangerfjorden 2011. Til venstre viser figuren maistasjonene og til høyre oktoberstasjonene. Figuren er illustrert med isobatlinjer for hver 50 meters dybde. Tallene refererer til stasjonsnummeret som finnes i Appendiks tabell 2.

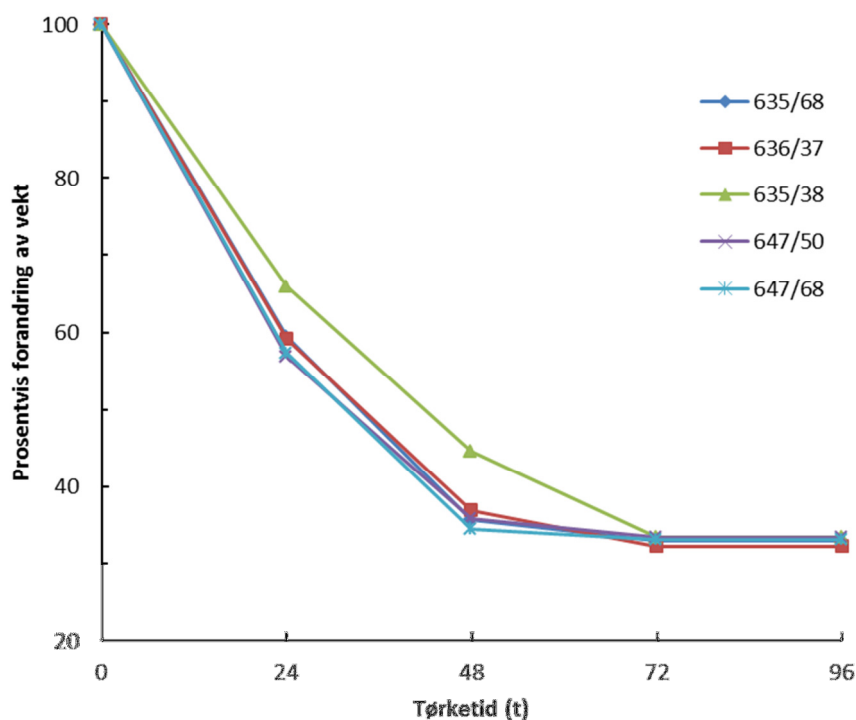
3.3 Laboratoriearbeid

Beskrivelsen av metodene brukt under laboratoriearbeidet har jeg valgt å dele opp i to avsnitt, ett som beskriver fremgangsmåten for opparbeidelsen av hele eggmassen og et eget for hvordan de individuelle eggprøvene ble opparbeidet.

3.3.1 Total eggmasse

Det ble bestemt å starte med et utvalg av 8 eggprøver for hver 5 mm intervallklasse, der dette var mulig, for å avdekke om noen svar på problemstillingene ble gitt. 3 av disse 8 eggprøvene ble

behandlet som beskrevet i avsnitt 3.3.2, mens de øvrige 5 prøvene blir beskrevet her. Grunnen til at ikke alle prøvene ble opparbeidet i første omgang var for å spare tid på laboratoriet, samtidig som at utvalget kunne være tilstrekkelig stort til å gi svar på mine spørsmål, og om videre opparbeidelse ble nødvendig. Totalt ble alle eggprøvene fra mai opparbeidet ($n = 61$), og 74 av 99 eggprøver fra toktet i oktober. Eggprøvene ble tatt ut av fryseren og plassert i et kjøleskap som holdt $+7\text{ }^{\circ}\text{C}$ for opptining, som varte i minimum 24 timer. For at disse 5 prøvene skulle gi et mest mulig representativt utvalg for hver intervallklasse, ble prøvene spredt over hele intervallbredden. Eggene ble fjernet fra pleopodene med pinsett og lagt i et forhåndsveid veieskip (140 mm x 140 mm x 22 mm), mens pleopodene ble lagt i ei forhåndsveid petriskål. All veiing ble gjort med en nøyaktighet på 0.1 mg, med unntak av eggmassen som veide over 120 g, disse ble veid med 0.1 g nøyaktighet. Pleopodene og eggmassen ble veid hver for seg og våtvekten av dem ble registrert i et skjema. Veieskipene, med den totale eggmassen, ble satt til tørking i ett tørkeskap som holdt $62\text{ }^{\circ}\text{C}$, mens pleopodene ble deponert som organisk avfall. Eggmassen ble tørket i minimum 72 timer. Fra Rist (1999) sin masteroppgave fant hun at 24 timer var tilstrekkelig tørketid for eggmassene, men i mitt arbeid var dette ikke nok. Et tørkeeksperiment på 5 eggprøver avdekket at tørrvekten stabiliserte seg etter 72 timer (Figur 3.7).



Figur 3.7: Utvikling i vekten av total eggmasse over tid ved tørking ved $62\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($n = 5$). Numrene på etikettene tilsvarer stasjonsnummer/krabbenummer.

Avviket fra Rist (1999) sin tørketid kan ha sammenheng med mengden prøver til tørk samtidig, hvordan de ble tørket, kapasitet på tørkeskapet eller at utstyr som ble benyttet var forskjellig. Tørrvekten ble veid umiddelbart etter uttaging fra tørkeskapet og notert ned i samme skjema som våtvekten, med nøyaktighet på 0.1 mg.

3.3.2 Individuell eggvekt

Det ble plukket ut 3 eggprøver for alle intervallklasser hvor det fantes tilstrekkelig med prøver (Appendiks tabell 3), som alle ble behandlet i henhold til metoden som ble beskrevet for total eggmasse. Av disse 3 prøvene ble det i tillegg tatt 3 individuelle delprøver på omtrent 300 egg hver. For å eliminere eventuelle forskjeller i eggstørrelse og eggstadium ble alle delprøvene tatt fra en av de to minste pleopodene. Eggene ble så fjernet fra pleopodene med pinsett og lagt i et tellekammer og talt opp med bruk av lupe. Antall egg ble notert ned i et excel regneark. Delprøvene ble lagt i hvert sitt forhåndsveide veieskip (41 mm x 41 mm x 8 mm), og våtvekten ble notert ned med 0.1 mg nøyaktighet. De ble deretter tørket sammen med resten av eggmassen for minimum 72 timer, og tørrvekten ble avlest med 0.1 mg nøyaktighet og notert ned i regnearket.

Den individuelle eggvekta (tørr) for hvert individ ble beregnet ved hjelp av Ligning 1, hvor tørrvekten av de tre eggprøvene ble lagt sammen og delt på antall egg i de samme prøvene. Totalt antall egg ble funnet ved hjelp av Ligning 2. Totalt antall egg ble kalkulert ut fra forutsetningen om at alle egg har lik størrelse (Wallace *et al.*, 1949; Orlov og Karpevich, 1965).

$$\text{Individuell eggvekt (g)} = \frac{\text{Eggprøve (g)}}{\text{Antall egg}} \quad \text{(Ligning 1)}$$

$$\text{Totalt antall egg} = \frac{\text{Total eggvekt (g)}}{\text{Individuell eggvekt (g)}} \quad \text{(Ligning 2)}$$

3.4 Grafisk presentasjon

Alle rådata ble i første omgang registrert i Excel 2010, hvor de ble bearbeidet noe før import til Mystat 12, versjon 12.02.00. Grafiske presentasjoner og statistiske analyser er gjort i begge programmene, men hovedsakelig i Mystat. Kart som ikke er hentet fra andre kilder er laget med

hjelp av dataprogrammene Matlab R2011a, versjon 7.12.0.635 og Adobe photoshop CS5.1, versjon 12.1.

For å lokalisere uteliggere i datamaterialet er det brukt residualplott. Et slikt plott kan også brukes for å vurdere hvorvidt en regresjonsmodell er god eller ikke. Om en modell ikke er god så vil residualene ha et klart mønster og de vil heller ikke være normalfordelte (Quinn og Keough, 2007). I denne oppgaven er uteliggere definert med bruk av "studentized" residualplott, og målinger med verdier over 4 og under -4 er tatt ut av analysene, men er tatt med i de grafiske presentasjonene. I alle tilfellene der uteliggere er tatt ut vil dette være presisert.

3.4.1 Kjønn- og størrelsesfordeling

For å kunne gi en oversikt over kongekrabbepopulasjonen i Porsangerfjorden ble data fra innsamlingen presentert i et histogram, der lengdene på ryggskjoldet ble inndelt i 5 mm intervallklasser. Det var også ønskelig å fremheve de kjønnsmodne hunnene (les: krabber som var eggbærende), de ble derfor merket med annen farge. Som nevnt tidligere avhenger krabbens romlige fordeling av flere parametere, og derfor ble dataene fra maitoktet sammenlignet med dataene fra oktobertoktet.

Fordelingen mellom kjønnene vil under helt naturlige forhold sannsynligvis ligge i ratio 1:1, og dette var funnet å gjelde for områder i Stillehavet (Wallace *et al.*, 1949). Skal man redegjøre for eventuelle forskjeller mellom kjønnene er det av betydning at man har tatt hensyn til at hunn- og hannkongekrabber opptre adskilt i store deler av året. Det betyr at innsamlingen av materialet må fange opp disse forskjellene på best mulig måte. I tillegg er fangsthistorikken i Porsanger slik at inntil 2008 var hunner fredet, og det kan fremdeles tenkes at dette vises på kjønnssammenligningen i 2011. Det er forventet at størrelsesfordelingen hos kongekrabben i Porsangerfjorden representerer et bilde der fangst har betydelig påvirkning, og det må derfor tolkes i lys av dette.

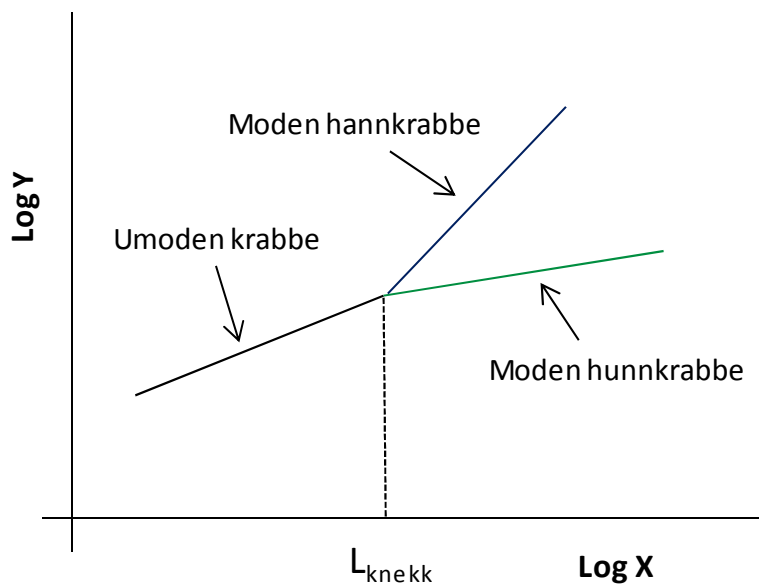
3.4.2 Størrelse ved kjønnsmodning

For å bestemme ved hvilken størrelse kongekrabbene kjønnsmodnes er det brukt to ulike metoder, knekkpunktanalyse og OL_{50} (lengde hvor 50 % av hunnkrabbene er eggbærende). Dette ble gjort for

å kunne sammenligne de to ulike metodene, men samtidig også for lettere å kunne sammenligne mine resultater med resultater fra andre studier.

3.4.2.1 Morfologisk/knekkpunktanalyse

Denne metoden bygger på at ulike kroppsdelar vokser ulikt før og etter kjønnsmodning og er nærmere beskrevet av Somerton (1980). Weymouth og Mackay (1936) studerte *Cancer magister* og fant endringer i veksthastighet på ulike kroppsdelar ved kjønnsmodning både hos hunner og hanner. De så at bena vokste raskere hos hannene og saktere hos hunnene etter at de var blitt kjønnsmodne. De samme to fasene er blitt observert hos kongekrabben (Wallace *et al.*, 1949; Fukuhara, 1985). Denne oppgaven har sammenlignet ulike mål på høyre gripeklo mot ryggskjoldlengden for både hanner og hunner. Jeg har valgt å bruke lengden av ryggskjoldet og ikke bredden fordi kongekrabbens ryggskjold er mest stivt i lengderetningen, da sidene er mer fleksible (Wallace *et al.*, 1949). Når denne metoden visualiseres gjennom en figur vises vekstperiodene før og etter modning med ulik vinkel på veksthastigheten. Nedenfor har jeg laget en illustrasjon som har tatt utgangspunkt i en figur av Somerton (1980), men med modifikasjoner som enkelt beskriver morfologisk vekst før og etter modning (Figur 3.8).



Figur 3.8: Grafisk fremstilling av den allometriske vekstlikning hvor morfologisk kjønnsmodning skjer ved en spesifikk ryggskjoldlengde L_{knekk} (knekkpunktet på grafen), her illustrert for hannene i blå farge og hunnene i grønn farge. X er ryggskjoldlengden og Y er ulike lengder på høyre klo.

Denne figuren (Figur 3.8) har som forutsetning at den relative vekstraten er konstant for de umodne og modne krabbene, bare med to forskjellige hastigheter. Slik er jo ofte ikke naturen skapt når man ser på enkeltindivider, men studerer man populasjoner så vil slike trender kunne avtegnes slik som Figur 3.8.

Den generelle metoden for estimering av dette knekkpunktet er beskrevet av Somerton (1980) og har følgende form:

$$\text{Log } Y = \log \alpha + \beta_1 \times \log RL + \beta_2 \times (\log RL - \log L_{\text{knekk}}) \times (\log RL > \log L_{\text{knekk}}) \quad \text{(Ligning 3)}$$

der Y er logaritmen til ulike mål på høyre klo, α er en regresjonskonstant, β_1 og β_2 er stigningskoeffisienter, β_1 er stigningstallet i vekstfasen før kjønnsmodning, β_2 er forandringen i stigningskoeffisienten etter kjønnsmodning, RL er lengden på ryggskjoldet og L_{knekk} er RL ved morfologisk kjønnsmodning (estimert knekkpunkt). En forutsetning for at denne ligningen skal være gyldig er at $\beta_2 \neq 0$. Ligning 3 kombinerer regresjonslinjene til vekstfasene før og etter at krabbene kjønnsmodnes, og det er fastslått at hos hannene vil vekstraten av høyre klo øke ($\beta_2 > 0$) etter kjønnsmodning, og avta ($\beta_2 < 0$) hos hunnene. Regresjonsanalysen kan avleses i Appendiks tabell 4.

3.4.2.2 Beregning av OL_{50} (Ovigerous length)

Den andre metoden som ble benyttet for å fastslå kongekrabbens størrelse ved kjønnsmodning er å anslå ved hvilken RL der 50 % av hunnene er eggberende, OL_{50} . Hunnkrabbene ble klassifisert som enten kjønnsmodne eller ikke kjønnsmodne basert på tilstedeværelse eller fravær av egg (Somerton, 1980), noe som indikerer om parring og gyting har vært suksessfullt. Det ble ikke gjort nærmere undersøkelser på hunnkrabbene for å se på setae stadier. Analysen ble foretatt for krabber med RL mellom 80 – 140 mm, da har man utelukket små hunner som høyst sannsynlig ikke er kjønnsmodne og store krabber som alle mest sikkert er eggberende. Før analysen ble foretatt ble krabbene samlet i 5 mm RL klasser, der det ble beregnet et gjennomsnitt (i prosent) for hvor mange krabber som var eggberende innen hver klasse. Til dette materialet ble det tilpasset en logistisk kurve:

$$\text{Andel eggberende} = 1 / (1 + e^{(-\alpha * OL_{50} + \alpha * L)}) \quad \text{(Ligning 4)}$$

der L er ryggskjoldlengden i mm, OL_{50} er ryggskjoldlengden i mm hvor 50 % av hunnene er eggbærende og α er en konstant. Siden datagrunnlaget kan variere mye innen hver inndelte lengdeklasse er det i regresjonsanalysen tatt med OL_{50} verdier basert på med og uten vekting av antallet observasjoner i hver 5 mm lengdegruppe (Appendiks tabell 5).

3.4.3 Investering i egg og framstilling av fekunditet

Det er i gjennom mange studier dokumentert en sammenheng mellom fekunditet og lengde hos decapoder (Somers, 1991). Denne sammenhengen er derfor ofte brukt og har vist seg å være en robust måte for å estimere en populasjons investering i fremtidige generasjoner. Rist (1999) fant dette også å gjelde for kongekrabben, der hun så en klar tendens til at jo større kongekrabben var, dess mer hadde den investert i egg. Metoden bygger ganske enkelt på at man plotter logtransformerte verdier av mengden egg, i denne oppgaven er det brukt tørrvekten av total eggmasse, mot RL. Trendlinjene er funnet ved hjelp av regresjonsanalyse, og uteliggere er ekskludert (Appendiks tabell 6).

Oppgaven har også illustrert for hvilken størrelse kongekrabben har sitt optimum for investering i egg, her kalt eggindeks. Eggindeks er et volummål og er funnet ved bruk av Ligning 5:

$$Eggindeks = \frac{\text{Total eggvekt (tørr)}}{\text{Ryggskjoldlengde}^3} \quad (\text{Ligning 5})$$

Eggindeksen er deretter illustrert grafisk ved å plote den mot RL. For å synliggjøre resultatet er det brukt kvadratiske trendlinjer, og toppen av disse trendlinjene gir en pekepinn på den RL der kongekrabbepopulasjonen i Porsanger 2011 investerte mest i eggproduksjon.

For å beregne fekunditeten til kongekrabben må det først finnes et mål på den individuelle eggvekten. Dette ble gjort etter oppskriften beskrevet i avsnitt 3.3.2. Resultatene er grafisk fremstilt og det ble gjort analyser for å se på mulige sammenhenger mellom størrelse på ryggskjoldet og eggstørrelse, samt å prøve å avdekke om eggvekta kunne være sesongavhengig. Fekunditetsdata tilpasses til en lineær modell (Ligning 6) eller en ikke-lineær modell (Ligning 7) for forholdet mellom lengde og fekunditet. Datasettet vil avgjøre hvilken modell som passer best.

$$F = c + dw \quad (\text{Ligning 6})$$

$$F = aL^b \rightarrow \log F = \log a + b * \log L \quad (\text{Ligning 7})$$

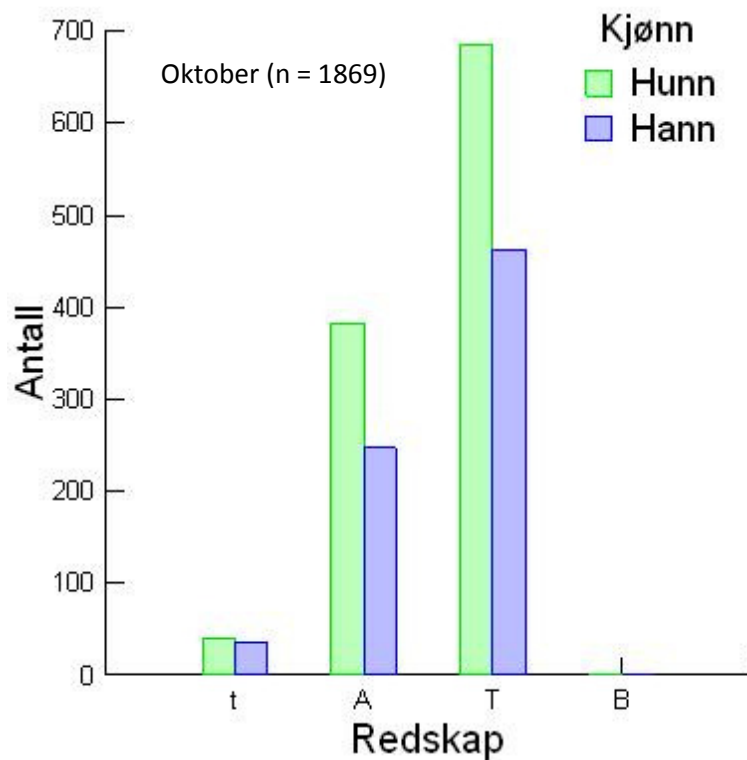
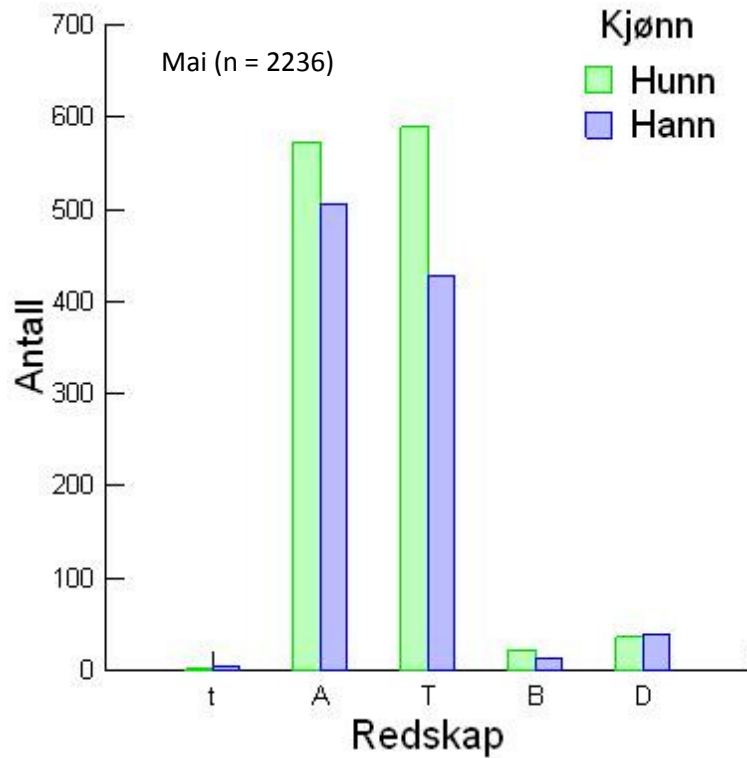
der L er lengden, w er vekten og a , b , c og d er konstanter (Gunderson, 1993). Regresjonsanalysen ble gjort mellom logaritmen til antall egg som kongekrabben bærer og logaritmen til lengden på ryggskjoldet.

3.5 Fangstredskapets betydning for fangstsammensetningen

Tilslutt i materiale og metode vil jeg synliggjøre de ulike fangstredskapenes betydning for fangsten av krabbene. Dette har jeg valgt å presentere i dette kapitlet fordi det ikke har direkte tilknytning til mine problemstillinger. For både mai og oktober ble det fanget flere hunner enn hanner med de redskapene som ble benyttet (Figur 3.9). De to redskapene som skilte seg ut som de med høyest fangsttall var Agassitrålen (A) og de store teinene (T) (Figur 3.9), og dette gjaldt for begge innsamlingsperiodene. Disse to fangstredskapene fanget over 90 % av kongekrabbene til sammen.

En kjikvadratanalyse (χ^2) ble brukt for å teste om de ulike redskapene hadde samme fangstmønster, med kjønn som variabel. Resultatene for maiinnsamlingen viste en statistisk signifikant forskjell mellom de ulike redskapene ($\chi^2 = 9.450$; $Df = 4$; $p = 0.05$). Analysen avdekket altså at under maiinnsamlingen fanget A en relativt høyere andel hanner enn T, der prosentandelen hanner var 43.4 % for A og 38.6 % for T. De øvrige redskapene hadde en svært liten prosentvis andel av den totale fangsten, og er derfor ikke illustrert mer detaljert.

For oktober ble gruppen fanget med beamtrål utelatt fra analysen da antallet individer bare var 1. Resultatet fra analysen ble en ikke statistisk signifikant forskjell mellom hvor effektivt de ulike redskapene fanget kjønnene ($\chi^2 = 1.57$, $Df = 2$, $p = 0.46$). I oktober får vi altså en annen statistisk konklusjon enn i mai, og A og T ser ut til å fange kjønnene likt da redskapene har omtrent samme forholdstall mellom kjønnene, for hver hunn ble det fanget henholdsvis 0.68 (T) og 0.66 (A) hanner. Videre viste innsamlingen at det var de samme to redskapene, A og T, som fanget de fleste individene. Forskjellen derimot var at det i oktober ikke forelå noen statistisk forskjell i hvordan disse to redskapene fanget kjønnene, da andelen hanner fanget av A var 41.3 % og for T var 40.4 %.

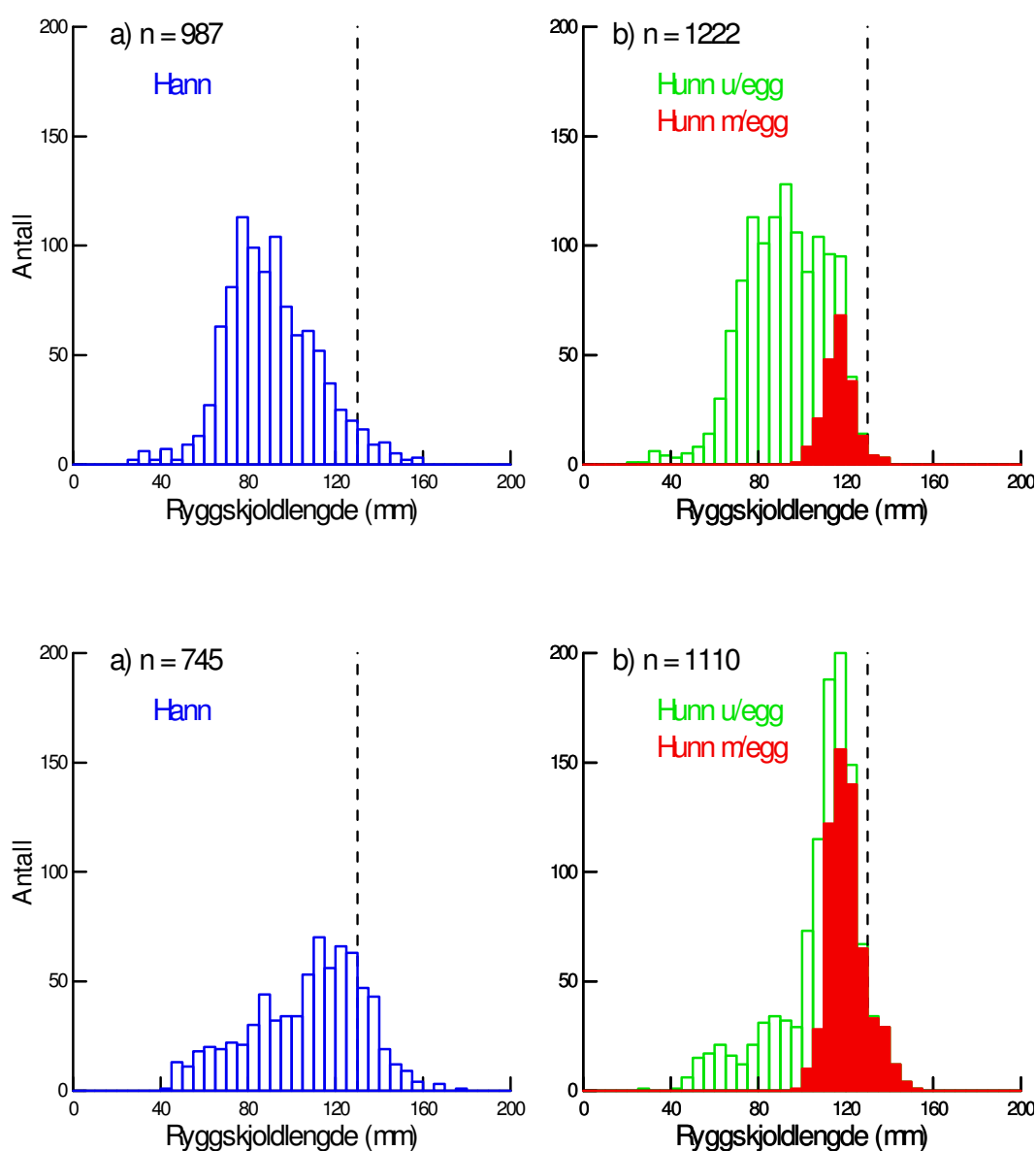


Figur 3.9: Fordeling av kongekrabber (*Paralithodes camtschaticus*) basert på redskaper brukt i Porsanger i henholdsvis mai og oktober 2011. t = små teiner, A = Agassitrål, T = Store teiner og B = Beamtrål

4. Resultat

4.1 Kjønn- og størrelsesfordeling

En oversikt over det totale materialet som var innsamlet både for mai og oktober er presentert i Materiale og Metode Tabell 3.2. Avvikene i antallet krabber mellom Tabell 3.2 og Figur 4.1 skyldes at noen krabber hadde skader på ryggskjoldet som medførte at de ikke lot seg måle. De skadde krabbene er ikke med i fremstillingen av Figur 4.1.



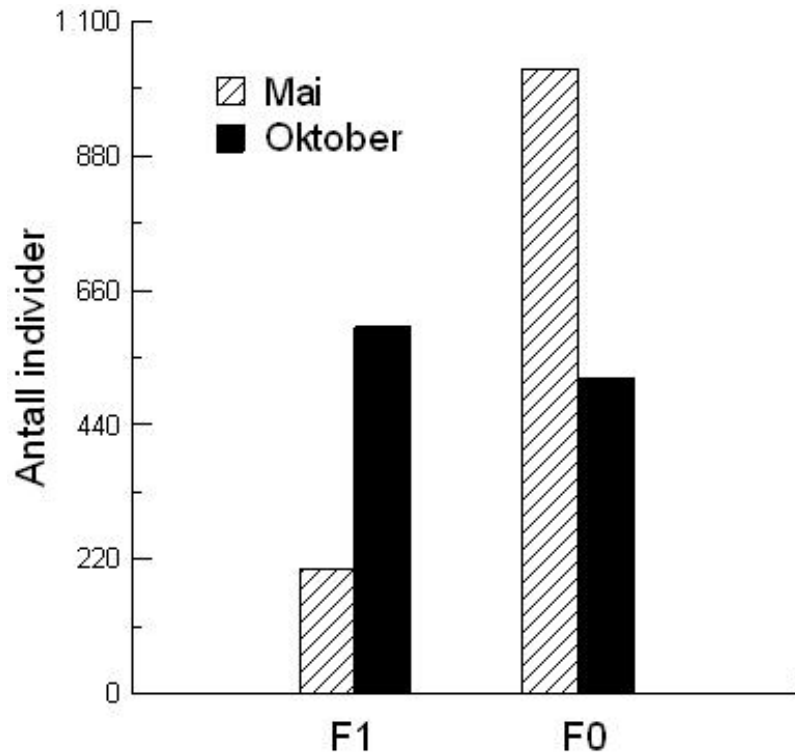
Figur 4.1: Lengdefrekvensfordeling (5 mm lengdegrupper) fordelt på kjønn for kongekrabbe (*Paralithodes camtschaticus*) fanget i Porsangerfjorden i mai (a,b) og oktober (c,d) 2011. Stiplet vertikal linje indikerer størrelsen for minstemålet for fangst (130 mm ryggskjoldlengde).

Innsamlingen i mai ga 1 222 hunner og 987 hanner som var friske nok til at ryggskjoldet kunne måles. Det minste individet var en hunnkrabbe på 23 mm ryggskjoldlengde (RL) og 20 gram, mens det største individet var en hannkrabbe på 156 mm RL og 3 418 gram. Den minste hannkrabben var på 27 mm RL og 12 gram, og den største hunnkrabben var på 138 mm RL og 1 970 gram.

For mai-innsamlingen ser man at hannene var dominert av størrelser mellom 76 mm og 95 mm. Det var videre fanget få individer over minstemålet for fangst på 130 mm RL og det var få individer under 60 mm RL. For hunnene ser man at man har flere intervallklasser med omtrent samme antall individer, slik at det er ingen klar topp i denne innsamlingen, men en jevn fordeling av hunner mellom 76 mm og 120 mm RL. Også her er det svært få store individer og det ble nesten ikke fanget individer med RL på over 130 mm. For hunnene ble det også fanget få individer under 60 mm RL. Hunner med egg utgjorde 204 individer av de totalt 1 222 hunnene som ble fanget og var friske nok til å kunne måles nøyaktig. De var dominert av størrelsesgruppen 116 –120 mm RL.

Innsamlingen i oktober ga 1 110 hunner og 745 hanner som var i en slik tilstand at ryggskjoldet kunne måles. Det minste individet var en hunnkrabbe på 29 mm RL og 16 gram, mens det største individet var en hannkrabbe på 177 mm RL og 4 768 gram. Den minste hannkrabben var på 43 mm RL og 62 gram, og den største hunnkrabben var på 150 mm RL og 2 250 gram.

I oktober fikk man en ganske så forskjellig fordeling av størrelsesgrupper sammenlignet med mai. For hannene fanget man flere større individer, og de dominerende størrelsene lå mellom 111 mm og 130 mm i RL. I denne innsamlingen fikk vi også mange flere individer over minstemålet for fangst. Det ble fanget få hannindivider under 80 mm RL. Hunnene i oktober hadde en klar modalgruppe med en RL mellom 111 – 125 mm i RL. Også for hunnene ble det fanget flere store individer sammenlignet med mai-innsamlingen, og det ble i likhet med hannene fanget få individer under 80 mm RL. Hunner med egg utgjorde 601 individer av de totalt 1 110 hunnene som ble målt, og disse var dominert av størrelser fra 111 – 125 mm RL.



Figur 4.2: Figuren viser fordelingen av hunnkrabber fanget i Porsangerfjorden i 2011 skilt mellom eggbærende (F1) og ikke eggbærende (F0), og mellom mai og oktober.

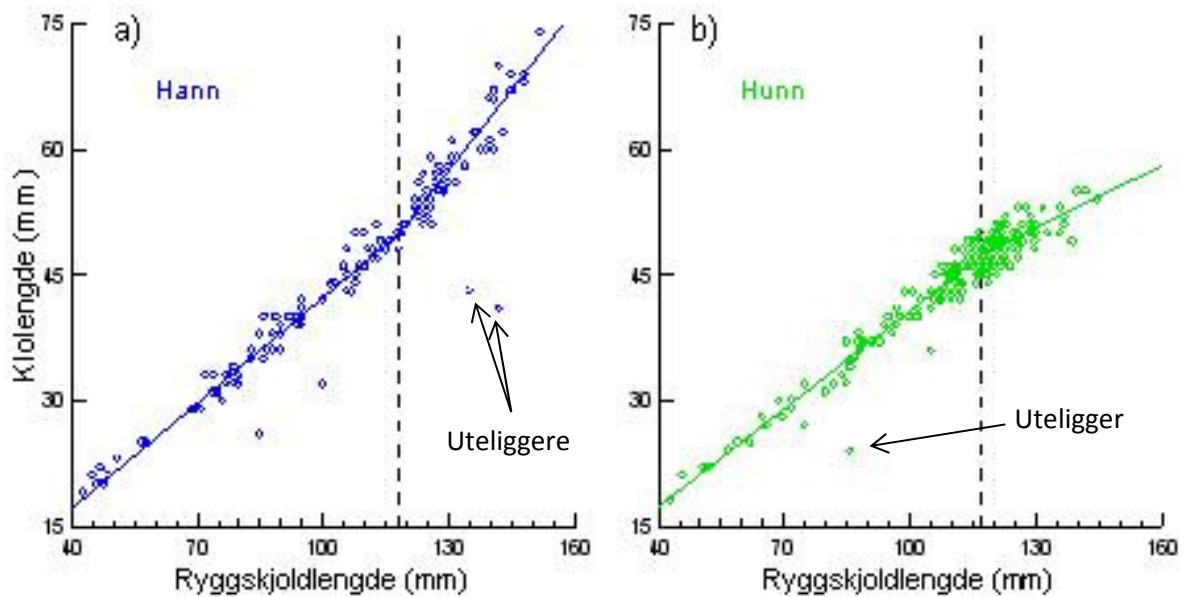
Det vises en klar trend mellom mai og oktober-innsamlingen i hvilke størrelsesgrupper som ble fanget, der mange flere store individer ble hentet opp i oktober (les: over minstemålet for fangst = 130 mm RL), videre var det fanget flere små individer i mai enn i oktober (Figur 4.1). Den største forskjellen ligger likevel kanskje mer i antall eggbærende hunner, hvor det ble fanget 3 ganger så mye i oktober enn det ble gjort i mai (Figur 4.2). Den samme figuren viser også at det ble fanget flere hunner med egg enn uten egg i oktober.

4.2 Størrelse ved kjønnsmodning

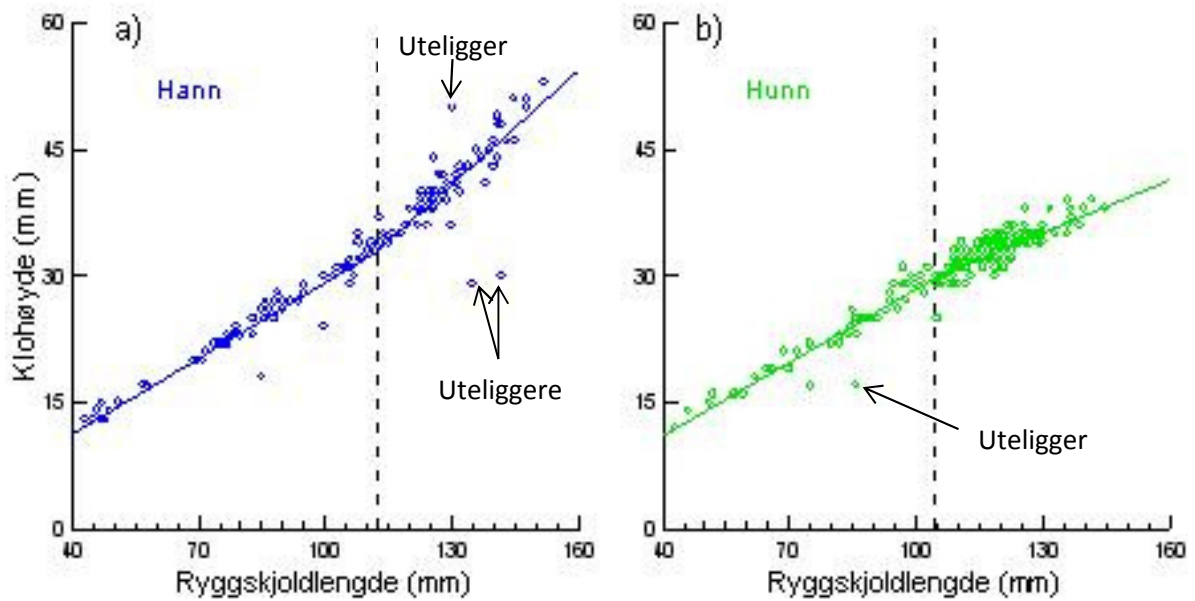
4.2.1 Knekkpunktanalyse

Det er tidligere beskrevet at vekstraten på ulike kroppsdeler er forskjellig før og etter kjønnsmodning hos kongekrabben. Forholdet mellom RL og ulike morfologiske mål på høyre klo er vist i figurene under (Figurene 4.3, 4.4 og 4.5) for både hann- og hunnkongekrabbe. I analysene som er beskrevet under er uteliggere med verdier over 4 og under - 4 etter "studentized" modell

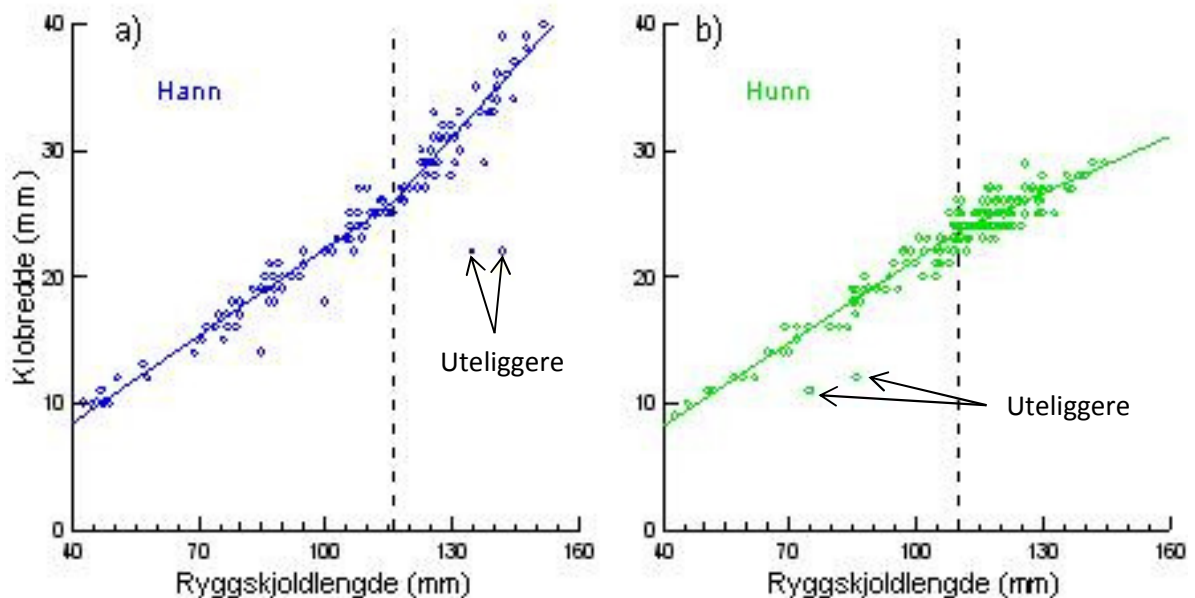
holdt utenfor (Appendiks tabell 4). I figurene er disse uteliggerne likevel med for å illustrere helheten i datamaterialet. Dataene fra mai er ikke tatt med i figurpresentasjonene da verdier for klobredden mangler, og beregning av et gjennomsnitt for bare to morfologiske mål er lite hensiktsmessig, de er likevel vist i analysen og kan leses av tabell 4 i Appendiks.



Figur 4.3: Grafisk fremstilling av knekkpunktanalyse for kongekrabbe (*Paralithodes camtchaticus*) fra Porsangerfjorden, oktober 2011. De heltrukne linjene representerer beste tilpasning etter knekkpunktanalysen (uteliggere unntatt). De stiplede vertikale linjene viser hvor modellen estimerer at den morfologiske endringen skjer, knekkpunkt_{hann} = 118 mm og knekkpunkt_{hunn} = 117 mm.



Figur 4.4: Grafisk fremstilling av knekkpunktanalyse for kongekrabbe (*Paralithodes camtchaticus*) fra Porsangerfjorden, oktober 2011. De heltrukne linjene representerer beste tilpasning etter knekkpunktanalysen (uteliggere unntatt). De stiplede vertikale linjene viser hvor modellen estimerer at den morfologiske endringen skjer, knekkpunkt_{hann} = 112.1 mm og knekkpunkt_{hunn} = 104.1 mm.



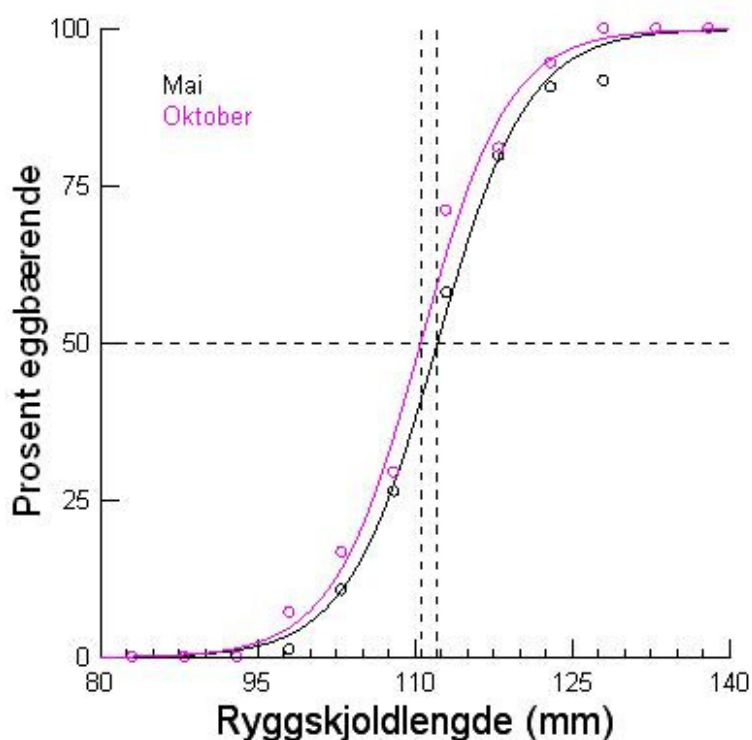
Figur 4.5: Grafisk fremstilling av knekkpunktanalyse for kongekrabbe (*Paralithodes camtchaticus*) fra Porsangerfjorden, oktober 2011. De heltrukne linjene representerer beste tilpasning etter knekkpunktanalysen (uteliggere unntatt). De stiplede vertikale linjene viser hvor modellen estimerer at den morfologiske endringen skjer, knekkpunkt_{hann} = 116.4 mm og knekkpunkt_{hunn} = 110.3 mm.

Knekkpunktanalysen for hannene ga en estimert verdi for kjønnsmodning på 118 mm RL når man analyserte med variabelen klølengden, mens verdien sank til 112.1 mm RL når variabelen var kløhøyden. For kløbredden estimerte modellen en morfologisk kjønnsmodning ved 116.4 mm RL (Appendiks tabell 4). Et gjennomsnitt av disse tre morfologiske målene ga en verdi på 115.5 mm RL for hannene i Porsangerfjorden oktober 2011.

Den samme analysen gjort for hunnene ga verdiene 117 mm for klølengden, 104.1 mm for kløhøyden og 110.3 mm for kløbredden (Appendiks tabell 4). Disse verdiene ga et gjennomsnitt på 110.5 mm RL for hunnene i Porsangerfjorden oktober 2011.

4.2.2 Eggbærende hunner, OL_{50}

Andelen eggbærende hunner øker med størrelsen, og det er lite som skiller maidataene fra dataene i oktober (Figur 4.6). En ikke-lineær regresjonsanalyse fant at hunnkongekrabbene ble



Figur 4.6: Framstilling av OL_{50} for kongekrabbe (*Parlithodes camtschaticus*) for Porsangerfjorden for henholdsvis mai og oktober 2011. Analysen er basert på 5 mm lengdegrupper og ryggskjoldlengden er begrenset for verdier fra 80 – 140 mm. Heltrukne linjer viser den ikke-lineære funksjonen tilpasset datasettet, mens stiplede linjer markerer hvor de estimerte OL_{50} -verdiene ligger (mai = 112.1 mm og oktober = 110.5 mm).

kjønnsmodne ved 112.1 mm RL (± 0.7 mm, 95 % KI) og 110.5 mm RL (± 0.9 mm, 95 % KI) for henholdsvis mai og oktober (Appendiks tabell 5).

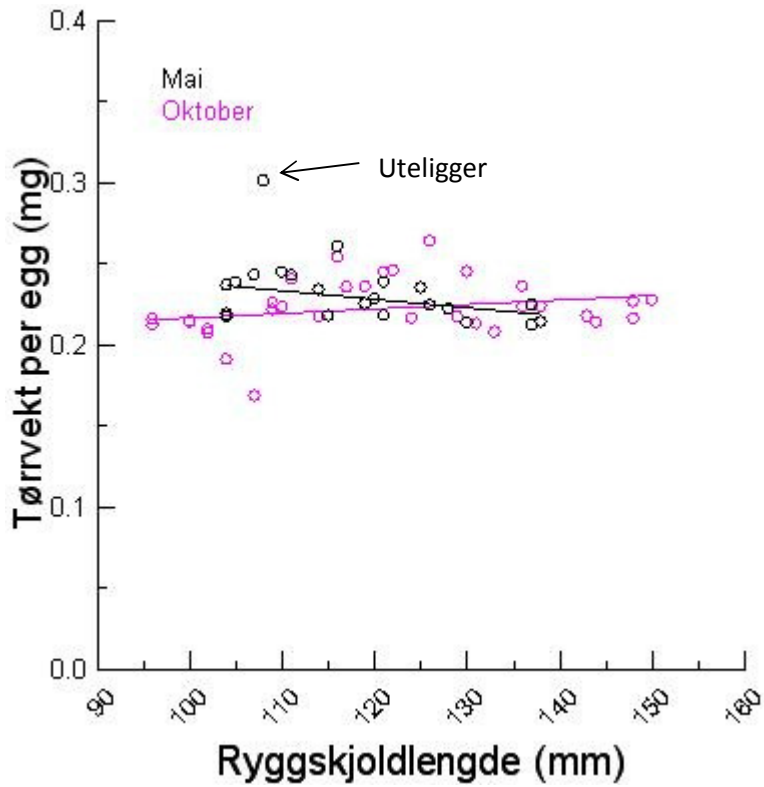
Et gjennomsnitt mellom mai og oktober er beregnet til 111.3 mm RL. Det var forventet at OL_{50} skulle ligge noe høyere enn morfologisk kjønnsmodning, men at ikke forskjellen er større kan skyldes få små individer i innsamlingen (Figurene 4.1 og 4.2). Da konfidensintervallene tilnærmet overlapper hverandre kan man anta at det ikke foreligger noen signifikant forskjell mellom OL_{50} i mai og oktober.

4.3 Individuell eggvekt

For innsamlingen fra mai toktet ble 21 individer undersøkt med hensyn på individuell tørr eggvekt, fordelt på hunner fra 104 mm til 138 mm RL. Fra oktobertoktet ble 31 prøver behandlet og disse hadde en større spredning i krabbestørrelse, fra 96 mm til 150 mm RL.

Av Figur 4.7 fremkommer det at den individuelle tørre eggvekten er forholdsvis konstant for alle RL av krabbene. For mai viser dataene at vekten avtar svakt ved økende kroppslengde hos kongekrabben, mens for oktober dataene ser man en svak økning med økende RL (Figur 4.7). Fra regresjonsanalysen ser man at stigningstallet for begge månedene er svært nær 0, videre hvis man tar i betraktning konfidensintervallet (95 %) så viser den samme testen at stigningstallet ikke er forskjellig fra 0 (Appendiks tabell 7). Dette er en sterk indikasjon på at den individuelle eggvekten ikke varierer med kroppsstørrelsen til kongekrabben.

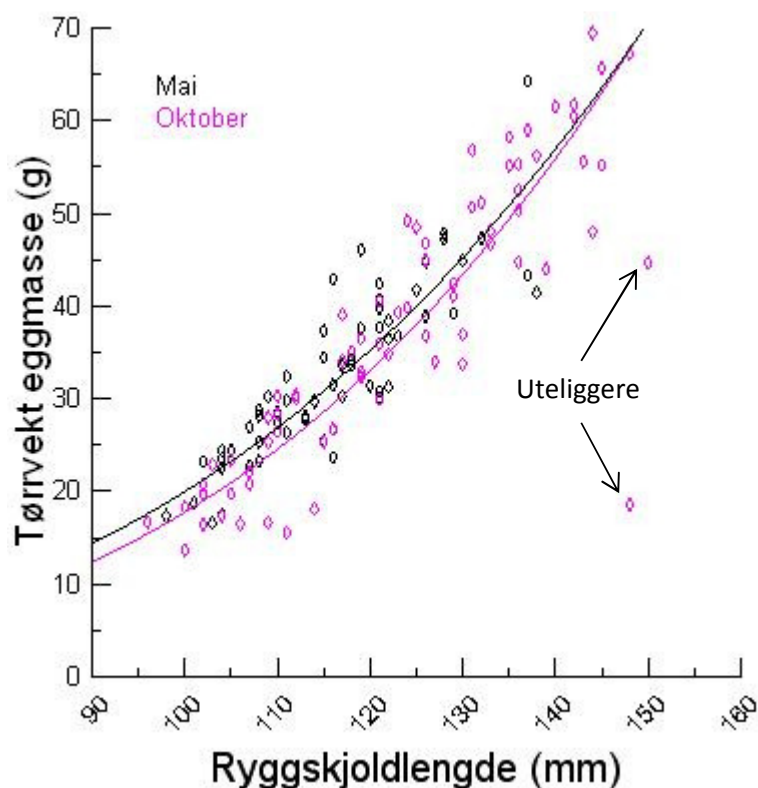
Den laveste individuelle eggvekten (tørr) var for mai-innsamlingen målt på et individ som hadde en RL på 137 mm og eggene veide 0.212 mg. Den høyeste tørrvekt-verdien for det samme materialet veide 0.301 mg og ble målt på et individ som var 108 mm langt. For oktober viste innsamlingen at laveste tørrvekt per egg var 0.168 mg for en krabbe på 107 mm, mens høyeste målte tørrvekt per egg var 0.264 mg for en krabbe på 126 mm i RL. Gjennomsnittet (\pm SD) for mai lå på 0.232 ± 0.020 mg og for oktober 0.223 ± 0.019 mg. Beregnet gjennomsnitt for begge månedene samlet ga en individuell eggvekt på 0.228 mg.



Figur 4.7: Figurene viser individuell tørrvekt av egg for ulike lengder av kongekrabbe (*Paralithodes camtschaticus*) i Porsanger 2011 for henholdsvis mai ($n = 21$) og oktober ($n = 31$). De lineære trendlinjene er fremstilt uten uteliggere (Appendiks tabell 7).

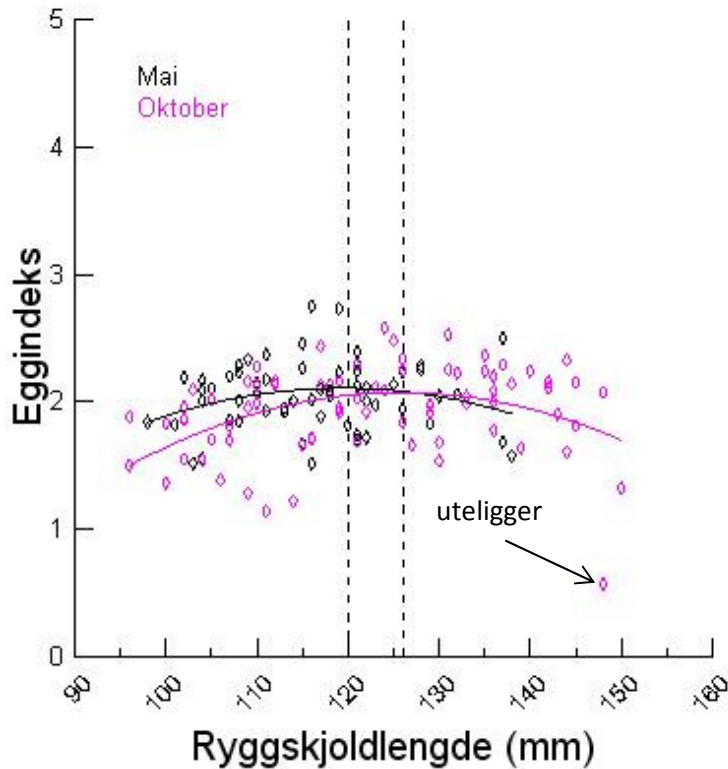
For å se på om det forelå forskjeller i tørr individuell eggvekt mellom vår og høst ble det kjørt en ANOVA test. Ut fra den testen kan man lese at det ikke forelå noen statistisk signifikans mellom vår og høst ($F_{1,49} = 2.81, p = 0.099$).

4.4 Investering i total eggmasse



Figur 4.8: Tørrvekt av total rognmasse (g) som en funksjon av ryggskjoldlengden (mm) av kongekrabber (*Paralithodes camtschaticus*) for mai (n=61) og oktober (n=74) i Porsangerfjorden 2011. Heltrukne linjer er tilpassede kurver fremstilt etter regresjonsanalyse (Appendiks tabell 6) og uten uteliggere.

Figur 4.8 viser at når krabben vokser i størrelse så investerer den mer i eggproduksjon og for mine data kan denne trenden se ut til å vedvare over hele bredden av kjønnsmodne hunner. Dataene fra mai mangler store individer og det påvirker sammenligningen mellom månedene. En regresjonsanalyse basert på logtransformerte verdier viste at det var en statistisk signifikant sammenheng mellom RL og total eggvekt (tørr) i mai og oktober ($p < 0.001$) og at korrelasjonskoeffisienten, r^2 , lå på henholdsvis 0.78 for mai og 0.85 for oktober (Appendiks tabell 6). Den totale eggvekta (tørr) for mai lå litt høyere enn oktober, og gjennom en ANOVA test fant man en statistisk signifikant forskjell mellom vår og høst i investert total eggmasse ($F_{1,132} = 4.34$, p -verdi = 0.039). Dette kan altså tyde på at kongekrabbene har et mindre tap i eggmasse mellom de undersøkte tidspunktene.

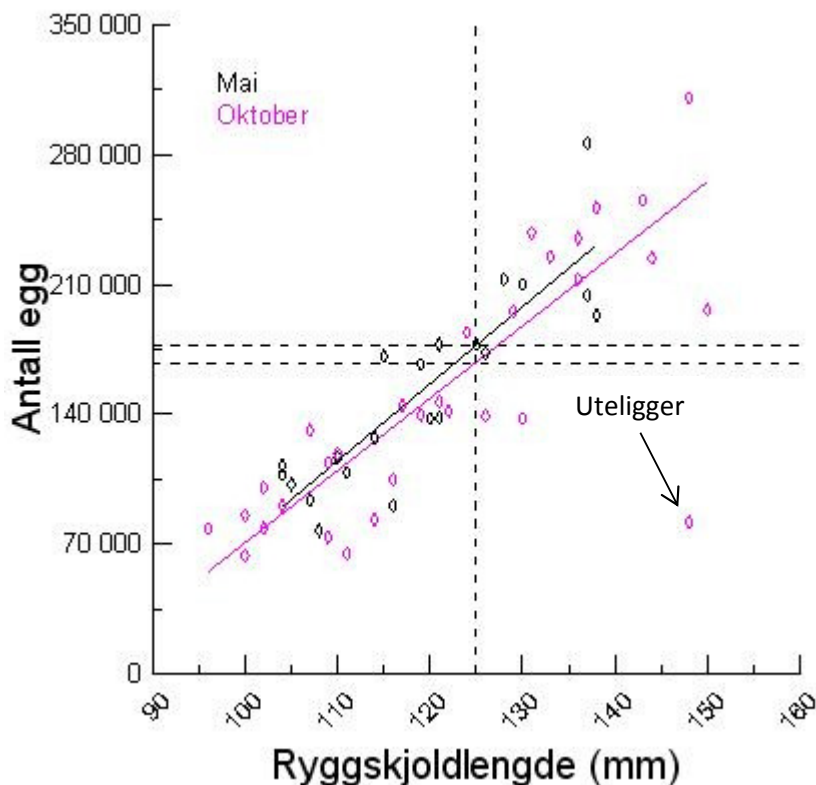


Figur 4.9: Eggindeks som en funksjon av ryggskjoldlengden (mm). De blå representerer data fra mai 2011 ($n_{\text{mai}} = 61$), mens de grønne viser data fra oktober 2011 ($n_{\text{oktober}} = 74$). Heltrukne linjer er kvadratiske trendlinjer (uten uteliggere), mens stiplede linjer markerer hvor de estimerte maks verdiene for eggindeksen ligger (mai = 120 mm og oktober = 126 mm).

Ser man på hvor mye kongekrabben i Porsangerfjorden 2011 investerte sin energi i egg så viser Figur 4.9 at denne investeringen varierer med størrelsen på krabben. Eggindeksen representerer eggmassens totale tørrvekt dividert på RL opphøyd i tredje potens, det siste representerer et mål på volum. Indeksen er etterpå ganget opp med 10 000 for å gi en bedre grafisk fremstilling. Sammenligningen mellom mai og oktober lider noe under mangelen på store individer for mai-materialet. Ser man bort i fra det så viser trendlinjene at maksimal investering ligger rett i overkant av en indeks på 2 for begge månedene. Mai har en topp som inntreffer omtrent ved 120 mm RL, mens oktober får denne toppen først ved omtrent 126 mm RL. Denne forskjellen i topp mellom mai og oktober skyldes nok hovedsakelig at det ble fanget få store individer i mai. Videre indikerer Figur 4.9 at de største krabbene i Porsangerfjorden 2011 investerte relativt mindre i eggproduksjon enn de litt mindre krabbene, sagt med andre ord de største eggbærende hunnene hadde en lavere kondisjon enn krabber med RL mellom 120 mm og 130 mm.

4.5 Fekunditet

Den individuelle absolutte fekunditeten hos kongekrabben i Porsangerfjorden 2011 økte med økende RL, og viste en lineær korrelasjon mellom disse parameterne (Figur 4.10). Totalt antall egg hos kongekrabben i Porsangerfjorden ble beregnet i mai å være fra 77 300 egg hos ei krabbe på 108 mm RL, til 286 000 egg hos ei på 137 mm RL. I oktober ble det funnet at minste antall egg var 63 700 hos ei krabbe på 100 mm RL og høyest antall egg var 310 700 hos ei krabbe på 148 mm RL (Figur 4.10). Gjennomsnittet (\pm SD) for hunnkrabber som ble tatt eggprøver av i Porsangerfjorden i mai 2011 var på $151\,700 \pm 52\,300$ egg, mens oktoberinnsamlingen hadde et gjennomsnitt på $149\,900 \pm 67\,700$ egg.



Figur 4.10: Figuren viser totalt antall egg for ulike lengder av kongekrabbe (*Paralithodes camtschaticus*) i Porsanger 2011 for henholdsvis mai ($n = 21$) og oktober ($n = 31$). Trendlinjene er fremstilt uten uteliggere (Appendiks tabell 8). Stiplede linjer viser estimerte verdier for en standardisert hunn (125 mm RL).

Regresjonsanalysen gjort på logaritmen til antall egg som kongekrabben bærer som funksjon av logaritmen til lengden på ryggskjoldet viste en klar statistisk signifikans mellom variablene ($p < 0.001$), der mengden egg økte med økende RL (Appendiks tabell 8). Det kan se ut til at det er en trend mot at eggprøver tatt av kongekrabber i oktober inneholder færre egg enn de som ble tatt av

krabber i mai for de samme RL, og at denne differansen blir større når RL øker (Figur 4.10). En ANOVA test som ble kjørt viste at det ikke var statistisk forskjell mellom mai og oktober i eggantall ($F_{1,48} = 0.87, p = 0.35$). I denne sammenheng er det viktig å poengtere at mai-materialet har et begrenset utvalg av krabber over 130 mm RL og da blir analysene svært usikres biologisk sett.

Det er i Figur 4.10 vist en estimering av antall egg hos en standardisert hunn (125 mm RL) der man kan avlese at i mai bar en slik hunn omtrent 177 000 egg, mens i oktober var antallet 167 000 egg.

5. Diskusjon

5.1 Kjønn- og størrelsesfordeling

Størrelsesfordelingen av kongekrabbene i Porsangerfjorden minner om det som tidligere har vært vist fra området (Normann, 2010), med unntak av at det ble fanget få store individer i 2011.

Fangstene av kongekrabber i Porsangerfjorden 2011 bar preg av fangst av mange små krabber under maitoktet, med en dominans hos hannene mellom 76 – 95 mm ryggskjoldlengde (RL) og uten noen dominerende modalgruppe hos hunnene. Normann (2010) fanget også mange små individer på sine innsamlinger. Oktobertoktet var dominert av klassene fra 111 mm til 130 mm RL hos hannene og mellom 111 – 125 mm RL hos hunnene, og sammensetningen av størrelsesgrupper var annerledes enn i mai med en stor dominans av litt større lengdegrupper (Figur 4.1). Videre så viste fangstene betydelige forskjeller mellom vår og høst i antall egg bærende hunner, der det i oktober ble fanget nær tre ganger mer individer som bar egg (Figur 4.2). Normann (2010) rapporterte om funn av en sterk modalgruppe i Porsangerfjorden for 2008 for både hunner og hanner. Denne modalgruppen hadde en RL for hannene på 95 – 110 mm og for hunnene i samme periode hadde ryggskjoldet en lengde mellom 95 – 120 mm.

Kongekrabbenes vekst er et produkt av økningen i skallstørrelse ved skallskifte og hyppigheten av slike skallskifter (Nilssen og Sundet, 2006). Det er vist at vekst av hann- og hunnkrabber er tilnærmet lik opptil omtrent 85 mm RL, og deretter vokser hunnene saktere enn hannene (Weber, 1967; Loher *et al.*, 2001). Rafter *et al.* (1996) fant at lengdeøkningen for hvert skallskifte hos kongekrabben i Varangerfjorden var avhengig av kjønn og modningsstadiet, noe jeg anslår også er tilfelle for Porsangerfjorden. Egg bærende hunnkrabber skifter skal en gang vært år, mens hannkrabbenes frekvens er mer variabel, og det har vist seg at sannsynligheten for skallskifte reduseres med økende kroppslengder (Hayes og Montgomery, 1963; McCaughran og Powell, 1977). Nilssen og Sundet (2006) fant at i Varangerfjorden hadde hannene med 130 mm RL 90 % sannsynlighet for skallskifte hvert år. Rist (1999) anslo at i Varangerfjorden lå økningen i RL etter hvert skallskifte på 8 – 10 mm for de minste hunnene, 12 mm for de større hunnene og 15 mm for hannene. Nilssen og Sundet (2006) fant at økningen i RL ved skallskifte lå mellom 10 og 23 mm for hannene, mens for hunnene var gjennomsnittet på 14.4 mm og 5.1 mm for henholdsvis umodne og modne krabber. Den lave tilveksten hos modne hunnkrabber skyldes behovet for energi til eggproduksjon (Nilssen og Sundet, 2006), og med økt antall egg økes også behovet for mer energi. Basert på det overnevnte kan jeg spore modalgruppene fra resultatene til Normann (2010) i mine

resultater. De sterke årsklassene som Normann (2010) beskrev finner vi igjen, dog ikke så tydelig, i mine resultater, der RL til hannene nå har vokst seg til 111 mm og lengre, mens hunnene ligger mellom 111 – 125 mm RL (Figur 4.1). De største hannene som Normann (2010) beskrev er mest sannsynlig fisket opp da de har passert minstemålet for fangst. Størrelsesfordelingen for øvrig ligner på det som tidligere er beskrevet for Varangerfjorden, Tanafjorden og Laksefjorden (Hjelset *et al.*, 2009).

Det gjenspeiles også i fangstene at Porsangerfjorden virker å ha god rekruttering av kongekrabber, da det ble fanget mange små individer (Figur 4.1). Ha i bakhodet at fangst av de aller minste individene (< 70 mm RL) krever en annen type fangststrategi for at de effektivt skal hentes opp fra havet (les; redskaper og stasjonslokalisering), noe som ikke var et tema for denne oppgaven. Dette styrker meg jo også i troen på en relativt bra rekruttering av kongekrabber i Porsangerfjorden.

Denne markante forskjellen mellom mai og oktober i hvilke størrelsesgrupper som ble fanget i Porsanger i 2011 har nok flere begrunnelser. En forklaring ligger nok i forskjellene i antall stasjoner og hvor stasjonene var lokalisert (Figur 3.5). Lager man en kartoversikt over fangstene finner man at noen områder peker seg ut med høyere tetthet av kongekrabber enn andre. Disse områdene var i mai fra Hundevika til Nordmannsneset, Indre Veinesbukta og Indre Billefjord på Vestsiden av fjorden, mens østsiden var representert med områdene Måsneset, Leirpollneset, Reinøya og Hamnbukt. For oktober har man mange flere stasjoner med spredning over hele fjorden. Likevel så man at noen av de samme områdene gikk igjen med høyest tetthet, og det var Hundevika til Nordmannsneset, Indre Veinesbukta og Indre Billefjord, Reinøya og Hamnbukt innerst i fjorden. I tillegg viste oktober høye konsentrasjoner av kongekrabber ved Magerøyryggen, rundt Store Tamsøy, Hellnes, Rekvika og også inni Sarnesfjorden. Kjennskap til disse områdene gjør det lettere å kartlegge kongekrabbebestanden i Porsangerfjorden.

Det er kjent fra litteraturen at kongekrabben lever i såkalte "pods" (Powell og Nickerson, 1965; Powell *et al.*, 1974; Dew, 1990). Treffer man på slike "pods" under fangst så kan det gi betydelige utslag i fangstsammensetningen, ikke minst når den totale mengden som ble fanget var begrenset. Det var derfor forventet at ulikheter mellom toktene ville inntreffe, men at forskjellene skulle bli så store var derimot mer overraskende. Sett i lys av at det i oktober ble gjort flere stasjoner lengre ut i fjorden kan det være en naturlig forklaring til forskjellene. Da disse stasjonene også lå på større dybder bygger det opp om en mulig forklaring. Videre er det kjent at kongekrabben foretar sine vertikale migrasjoner og vandrer opp til grunnere farvann om våren (Powell og Nickerson, 1965). Det synes som at dette også kan ha vært en medvirkende faktor til ulikhetene mellom vår- og høstinnsamlingen. De store krabbene som manglet i mai kan ha vært på dybder i vannet som ikke

våre fangstredskaper dekket, og de har dermed uteblitt i fangstene. Det betyr ikke nødvendigvis at de ikke fantes i området.

I 2002 økte fangsten på store hanner betraktelig som følge av innføring av kommersiell fangst og økte kvoter (Tabell 2.1). Et fiske basert på minstemål kan endre bestandsstrukturen over tid (Sato *et al.*, 2005; Enberg *et al.*, 2009). Fangst på kongekrabbe var i norsk sone lenge utelukkende hanner over minstemål på 137 mm RL. I 2008 ble hunner over minstemålet tillatt, mens i 2011 ble minstemålet endret til 130 mm RL for begge kjønn. At dette fangstregimet har strukturert kongekrabbebestanden i Porsangerfjorden vises i mine resultater. I mai 2011 ble det for hver hann fanget 1.24 hunner, mens i oktober lå dette forholdet på 1.49. Denne overvekten av hunner viser en trend som har vært vist før. Normann (2010) fant det samme å gjelde i Porsanger for årene 2007 (1.25) og 2008 (1.05), mens Rist (1999) så i sine resultater lignende i Tanafjorden i oktober 1996. Først i 2008 ble fangst likestilt mellom kjønnene og det ble da tillatt fangst av hunner over det satte minstemålet. Det er nå tre år siden, men enda vises det ingen antydning til balanse mellom kjønnene. Det som man derimot virkelig ser er at den kommersielle fangsten virker effektiv med å ta ut individer over fastsatt minstemål, sett i lys av at under mine tokt var det svært få krabber over 130 mm RL (Figur 4.1).

Noe som er lite beskrevet i litteraturen er koblingen mellom hanner og hunner. Det er antydning at en slik kobling ikke eksisterer, det vil si at mengden hanner ikke er avgjørende for mengden hunner i et system. Dette viser seg av innsamlet data å ikke være tilfelle. Porsangerfjorden som jeg har sett på viser at forholdet mellom kjønnene er lite forandret tross i endret fangstregime. En forklaring kan være at under gyting så bærer hannene hunnene rundt og beskytter dem i ei sårbar tid med skallskifte, når det da finnes færre hanner kan det tenkes at dødsraten blant hunnene øker i denne perioden. Hjelset (2012) fant en relasjon mellom hunn- og hannkongekrabber, der en nedgang i antall hanner ble etterfulgt året etter med en nedgang i antall hunner. Det kan altså tyde på at det eksisterer en kobling mellom kjønnene, der få store hanner øker dødeligheten hos kjønnsmodne hunner. Dette styrkes av det faktum at selv om det fra 2008 ble etablert fangst på hunner over minstemålet, noe som naturlig skulle regulere mengden hunner, så må det påpekes at kvotene på hunner har vært betydelig lavere enn hos hannene, der det blant annet i 2008 var tildelt en kvote på 679 000 hanner og 110 000 hunner (<http://www.regjeringen.no/nb/dep/fkd.html?id=257>).

Kongekrabber er polygame (Jewett og Onuf, 1988), og det bidrar til at selv om man har en skjev balanse mellom kjønnene så kan arten som helhet oppnå god reproduksjonsevne. Dette så jeg også i mine fangster, der en høy andel av hunnene over lengden for kjønnsmodning var befruktet

(Figurene 4.1 til 4.6), samt at mengden små krabber var høy. Likevel kan det nok tenkes at denne andelen kunne vært enda høyere siden det ble observert mange hunner uten egg som var over kjønnsmoden størrelse. I så tilfelle ville det nok vært positivt hvis andelen store hanner i forhold til hunner hadde vært høyere enn det som var tilfelle da. Forsøk gjort på laboratorium viser at en hann kan befrukte flere hunner. Powell *et al.* (1974) fant at hanners reproduksjonskapasitet var omtrent sju hunner. Ut fra dette forsøket har man så antatt at dette var overførbart til naturen. Dette bestrider til en viss grad mine data, og jeg vil således heller antyde at en hann sin mulighet til å befrukte flere hunner er mer begrenset i naturen enn før antatt. Dette kan underbygges med at i naturen må hannen konkurrere mer med andre hanner, og i tillegg er behovet for å beskytte hunnen mot predasjon større. Dette medfører at en hann får en mer begrenset kapasitet til å befrukte flere hunner. Mine data støtter derfor mer opp om en laboratorieundersøkelse gjort av Paul og Paul (1997), som anslo at maks befruktningskapasitet for en hann var omtrent tre multiparous hunner. Mangelen på store hannkrabber kan også være en årsak til at hunner over kjønnsmoden størrelse ikke bar egg. I naturen så er det vist at RL til hanner som parrer seg med hunner ligger i gjennomsnitt 32 – 42 mm over hunnenes RL (Powell *et al.*, 1974), i samme studie fant man ut at alle hannene som parret seg var over 120 mm RL. Sett i lys av mine data der det ble observert svært få store hanner kan dette være en begrensende faktor med tanke på kongekrabbens reproduksjonsevne i Porsangerfjorden.

Det er tidligere beskrevet at hunner hos kongekrabben får en avtakende vekst på høyre gripeklo når den kjønnsmodnes og begynner sin eggproduksjon. Denne veksten påvirkes av individets historie og de miljøbetingelsene som er rundt den. Individet, hunnen i dette tilfellet, forsøker å optimalisere sin reproduktive suksess, noe som er forbundet med høye energikostnader. Av Figur 4.1 ser man at i noen størrelsesgrupper finner man hunner både med og uten egg, dette kan tyde på at ulike individer innen samme RL har valgt ulik livsstrategi. Videre ser man av den samme figuren at andelen hunner med egg økte betydelig fra mai til oktober. Årsakene til dette er nok flere, men de mest plausible forklaringene er nok forskjellene i stasjoner mellom vår og høst, og krabbenes egne vandringer. Når antallet modne hunner som bærer egg blir flere øker også bestandens rekrutteringsevne. Sammenligner man med data fra 2007 og 2008 (Normann, 2010) fra Porsangerfjorden finner man at andelen modne hunner som ikke bærer egg er ganske stabilt innenfor hver klasse (> 110 mm RL). Det man kan trekke ut av dette er at arten som helhet har hatt relativt like vekstvilkår rundt seg når man sammenligner årene 2007 og 2008 med 2011, og at Porsangerfjorden fortsatt synes å kunne gi gode vekstvilkår for den kongekrabbebestanden som har etablert seg der. I mine data er det færre store hunner i Porsangerfjorden sammenlignet med

årene 2007 og 2008, noe som naturlig nok skyldes det nye fangstregimet fra 2008 der hunner over minstemålet ble lovlig å fange. Merk da at minstemålet fra 2008 til 2011 var 137 mm RL, mens fra 2011 ble dette nedjustert til 130 mm RL. Denne nedadgående trenden for store hunner vil derfor med stor sannsynlighet bli enda mer markant i årene som kommer. Normann (2010) fastslo at den relative frekvensen av modne hunner økte kraftig fra 2007 til 2008, og at dette ville bidra til en solid reproduksjon i årene som kommer av kongekrabben i Porsangerfjorden. Lite ante Normann (2010) at Regjeringen skulle fastsette nye regler for fangst, derfor har ikke hans spådommer slått til. Det er derfor enda viktigere nå enn tidligere å ha nøye overvåkning av bestanden i Porsanger hvis man fortsatt skal ha en bærekraftig bestand stående inne i fjorden.

Fremtidige sterke årsklasser er avhengig av at kongekrabbens larver har gode miljøbetingelser og lav dødelighet. Dette innebærer at den har god næringstilgang og god beskyttelse mot predasjon. Kongekrabbelarven bruker til sammen omtrent 460 døgngrader fra den klekkes til den bunnslår (Kurata, 1960; Epelbaum *et al.*, 2006). Porsangerfjorden er dominert av kyststrømmen (Tabell 3.1) og lokal avrenning, og gjennomsnittlig målt havtemperatur var i perioden 1980 – 2003 målt til 3.45 °C for mai måned og 7.05 °C for oktober måned (Eilertsen og Skarðhamar, 2006). Basert på data fra samme artikkel finner man at gjennomsnittlig temperatur for mai til oktober var 7.3 °C for perioden 1983 til 2003. Denne gjennomsnittstemperaturen får støtte for målinger gjort av Eilertsen og Frantzen (2007) for årene 2002 til 2004 ved 4 ulike stasjoner i Porsangerfjorden. Bruker man denne kunnskapen så vil perioden fra klekking til bunnslåing være på omtrent 63 dager eller 2 måneder i Porsangerfjorden. Larvene har liten eller ingen egenbevegelse (Orlov og Karpevich, 1965) og er dermed prisgitt å følge havstrømmene i denne 2 måneders perioden. Hvor de bunnslår vil derfor være mye avhengig av de lokale strømforholdene i fjordsystemet.

Kongekrabbelarver forventes i all hovedsak å drifte nordover og østover langs Finnmarkskysten med Den Norske Kyststrømmen (NCC) (Pedersen *et al.*, 2006; Sætre og Aure, 2007). Inne i fjordsystemer som Porsangerfjorden vil lokal bunntopografi og lokale strømforhold kunne påvirke larvenes horisontale bevegelse betydelig og dermed også hvor larvene bunnslår. Undersøkelser har vist at glaucothoestadiet, som er livsstadiet der kongekrabben bunnslår, opptrer selektivt i sitt valg av habitat (Stevens og Kittaka, 1998) og søker og bunnslår i områder med god næringstilgang og god beskyttelse mot predasjon (Epelbaum *et al.*, 2006). En høy overlevelse av juveniler vil være avhengig av at glaucothostadiet finner gode oppvekstområder å etablere seg i.

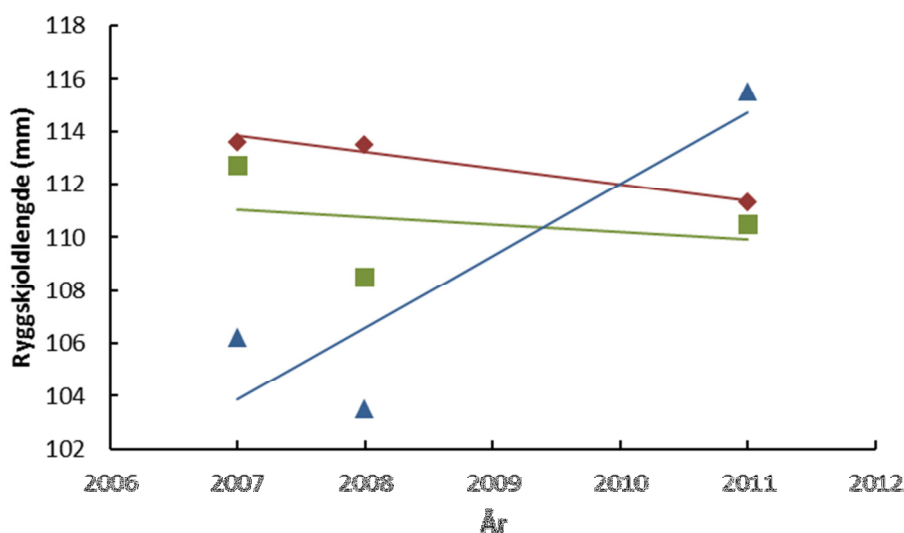
5.2 Størrelse ved kjønnsmodning

Å forvalte en bestand innebærer å ha gode kunnskaper om arten. Det er av særdeles stor viktighet at en art har fått tilstrekkelig med tid til å reproducere seg før den beskattes. Størrelse ved kjønnsmodning er i så henseende svært viktig å ha inngående kjennskap til. Hos krabber blir kjønnsmodning ikke bestemt ved aldersfastsetting, men indirekte gjennom ulike metoder. Forskjellige metoder brukt til denne bestemmelsen gir forskjellige estimater når det inntreffer, og man må vite at disse estimatene må sees på som en dynamisk størrelse som vil variere fra år til år. I denne oppgaven er størrelsen for kjønnsmodning bestemt i henhold til en knekkpunktanalyse og i henhold til ved hvilken størrelse 50 % av hunnene er eggbærende, OL_{50} . Siden disse to metodene fokuserer på ulike tidspunkt i reproduksjonsprosessen, vil de gi ulike estimat på når kjønnsmodning inntreffer (Watters og Hobday, 1998). Når man så kjenner størrelsen ved kjønnsmodning fastsetter man et minstemål for fangst som da bør ligge godt over størrelsen for kjønnsmodning. Et for lavt minstemål vil kunne redusere en arts evne til å reproducere seg og dermed redusere totalbestanden, mens et for høyt minstemål kan bidra til at en art blir overbefolket og dermed skape dårligere vekstvilkår for enkeltindividene som igjen gir dårligere rekrutteringsevne. Det alle forvaltere etterstreber er å optimalisere uttaket av en bestand, men samtidig å opprettholde den bærekraftig. Jeg har hatt et ønske med denne del av oppgaven å belyse kongekrabbens størrelse ved kjønnsmodning i Porsangerfjorden i 2011, og i tillegg å sammenligne den med tilsvarende resultater fra andre områder.

Resultatene fra tidligere undersøkelser i Varangerfjorden, Tanafjorden og Laksefjorden viser en tendens til at størrelsen ved kjønnsmodning har avtatt med årene i disse fjordene (Hjelset *et al.*, 2009; Hjelset *et al.*, 2012). Sammenligner jeg mine resultat fra Porsangerfjorden i 2011 med resultater fra Normann (2010) for årene 2007 og 2008 finner jeg de samme trendene for hunnene med en avtagende størrelse for kjønnsmodning. For hannene vises det en motsatt trend med sterk økning av størrelsen for kjønnsmodning (Figur 5.1). Resultatene fra OL_{50} viste at det ikke var noen signifikant statistisk forskjell mellom resultatene for mai og oktober, da konfidensintervallene overlapper hverandre. Dette var ikke overraskende siden hunnene ikke foretar noen skallskifte i perioden i mellom toktene. I tillegg vil fangsten i oktober være en delvis gjenfangst av individene fra mai, siden mange stasjoner var sammenfallende for begge toktene. Figur 5.1 synliggjør at morfologisk kjønnsmodning inntreffer ved en mindre RL enn OL_{50} , og dette var som forventet. Forskjellen er ikke stor, noe som delvis kan skyldes et begrenset materiale. Dette kan også ses på som at begge metodene er gode og at de tilnærmet gir de samme svar på når krabbene

kjønnsmodnes. En viktig forskjell mellom metodene er det likevel, og det er at OL_{50} ikke kan brukes på å finne størrelsen for når hanner kjønnsmodnes. Ønsker man det må andre metoder brukes og da er knekkpunktanalysen en god metode.

Den store økningen for når hannene kjønnsmodnes (Figur 5.1), i den samme perioden hvor hunnene går motsatt vei, er ikke helt enkelt å tolke. Det kan skyldes dårligere kår der hannene oppholder seg, i og med at de opptrer separat fra hunnene, som fører til at de velger å avvente kjønnsmodning og heller bruke inntatt energi til basal metabolisme og vekst. Det kan også tenkes at åpning av fangst på hunner har redusert beskatningspresset på hannene noe, og at de dermed ser seg tjent med å kunne kjønnsmodnes senere for først å vokse seg store. Dette bør uansett følges nøye med slik at minstemålet ikke ligger for tett opptil størrelsen ved kjønnsmodning.



Figur 5.1: Størrelse ved kjønnsmodning for kongekrabbe i Porsangerfjorden, data for 2007 og 2008 hentet fra Normann (2010), data fra 2009 og 2010 mangler. Rød farge viser OL_{50} , grønn farge viser knekkpunkt_{hunn} og blå farge viser knekkpunkt_{hann}. Trendlinjene er lineære.

En endring av størrelse for kjønnsmodning påvirker kongekrabbens reproduksjonsevne, da størrelse på individet er direkte koblet mot antall egg som den bærer (Figur 4.10). Fortsetter trenden for hunnene i Porsangerfjorden som viser en svak nedgang i størrelsen ved kjønnsmodning vil den totale mengden egg som bestanden produserer avta. At myndighetene også har endret minstemålet til 130 mm RL vil i tillegg sette kongekrabbe bestanden under et høyere beskatningspress som indirekte vil kunne påvirke de ulike årsklassenes styrke. Hvis hunnene kjønnsmodnes ved 110.5 mm RL i Porsangerfjorden, og har en årlig tilvekst på 5.1 mm i RL etter modning (Nilssen og Sundet, 2006), vil det tilsi at de fleste hunnene får produsert egg før fangstbar

lengde er oppnådd. Disse kjønnsmodne hunnene vil statistisk også rekke å gyte 3 – 4 ganger før de oppnår minstemålet for fangst.

Tabell 5.1: Estimerte verdier for kjønnsmodning hos kongekrabbe (*Paralithodes camtschaticus*) ved ulike lokaliteter. Estimaten er enten fremkommet ved bruk av knekkpunktanalyse (Knekk) eller lengden hvor 50 % av hunnene er eggbærende (OL₅₀).

Lokalitet	År	Metode	Modningsstørrelse (mm)	Referanse
Kamtschatka		Knekk _{hann}	78 – 82	Marukawa, 1933
SØ Beringhavet	1940 – 1941	Knekk _{hann}	85 – 95	Wallace <i>et al.</i> , 1949
SØ Beringhavet	1940 – 1942	Knekk _{hunn}	86 – 102	Wallace <i>et al.</i> , 1949
Ø Beringhavet	1979	Knekk _{hann}	102.8	Somerton, 1980
Ø Beringhavet	1979	Knekk _{hunn}	101.9	Somerton, 1980
Varangerfjorden	1994 – 2007	OL ₅₀	108.9 ± 0.2	Hjelset <i>et al.</i> , 2009
Tanafjorden	1999 – 2007	OL ₅₀	108.7 ± 0.3	Hjelset <i>et al.</i> , 2009
Laksefjorden	2002 – 2007	OL ₅₀	111.8 ± 0.5	Hjelset <i>et al.</i> , 2009
Porsangerfjorden	2007 – 2008	OL ₅₀	113.5	Normann, 2010
Porsangerfjorden	2007 – 2008	Knekk _{hann}	98 – 116.2	Normann, 2010
Porsangerfjorden	2007 – 2008	Knekk _{hunn}	99.5 – 121	Normann, 2010
Porsangerfjorden	2011	OL ₅₀	111.3	Dette studiet
Porsangerfjorden	2011	Knekk _{hann}	115.5	Dette studiet
Porsangerfjorden	2011	Knekk _{hunn}	110.5	Dette studiet

Kongekrabbebestanden i Øst-Finnmark kjønnsmodnes ved en større størrelse enn i krabbens opprinnelsesområde (Tabell 5.1). Sammenligner man Porsangerfjorden med Varangerfjorden, Tanafjorden og Laksefjorden viser mine resultater at i Porsangerfjorden kjønnsmodnes hunnene ved en større størrelse enn i Varanger- og Tanafjorden, men omtrent ved samme størrelse som i Laksefjorden (Tabell 5.1). Stor størrelse ved kjønnsmodning er fordelaktig for høy reproduksjonsevne generelt, og antall avkom øker med størrelse (Stearns, 1992). Otto *et al.* (1989) beskrev at en variasjon i modningsstørrelse hos kongekrabben kan være et resultat av breddegrad, temperatur, tilgjengelige matressurser og lokale populasjonsforskjeller i vekstrate. Hardt beskatningstrykk på en art har også vist seg å påvirke størrelse ved kjønnsmodning (Pollock, 1995). Andre undersøkelser har dokumentert at bestander som er underlagt kommersiell fangst viser tendens til at individene kjønnsmodnes ved en stadig mindre kroppsstørrelse (Stearns, 1976; Pollock, 1995; Trippel, 1995; Jørgensen *et al.*, 2007a). Fra Varangerfjorden foreligger det en undersøkelse som belyser variasjon i modningsstørrelse før og etter at kommersiell fangst ble

innført. Denne undersøkelsen konkluderte med at det ikke kunne påvises endringer i modningsstørrelse som følge av kommersiell fangst (Hjelset *et al.*, 2009). Den samme undersøkelsen konkluderte med at også forandringer i krabbetetthet ikke hadde noen betydning for modningsstørrelsen hos kongekrabben.

Det bør i samme åndedrag nevnes at økt fangst også bidrar til økt gjenfangst. Gjenfangst er et problem fordi i mange tilfeller blir krabbene skadet under første fangst, når de så blir satt ut må de nødvendigvis bruke energi på og "rehabiliter" seg selv. Bruk av teiner har blitt rapportert å påføre 2 % av krabbene skader og 0.1 % av krabbene dødsfall (Byersdorfer og Watson, 1992). Bruk av trål som redskap økte disse tallene betraktelig, og en undersøkelse gjort av Stevens (1990) viste at opptil så mye som 47 % av kongekrabbene døde momentant med denne fangstmetoden (Stevens, 1990). En senere undersøkelse av Zhou og Shirley (1995) viste at bruk av teiner påførte krabbene liten eller ingen økt dødsrate og heller ingen omfattende fysiologiske skader. Egne erfaringer fra mine tokt viste noe av det samme, at tråling påførte langt mer omfattende skader og dødstill enn teiner hvor det nesten ikke forelå noen tegn på ytre skader. I det øyeblikket skader inntreffer og krabben blir satt ut på grunn av at den er under minstemål vil det påvirke hvordan inntatt energi blir brukt, og individets vekst vil med all sannsynlighet avta en periode. En annen konsekvens er at modne hunner ikke reproduserer hvert år, da for mye energi går til regenerering av nye kroppsdelene.

I Porsangerfjorden har det pågått kommersiell fangst siden midten av 2000 tallet, og kvotene har vært justert opp og ned etter forvaltningsråd fra de årlige forskningstokt gjort av Havforskningsinstituttet i området. I starten pågikk det et todelt fangstregime som ble opphevet i 2010, men det er likevel ønskelig fra Fiskeri- og Kystdepartementet at de indre delene pålegges et høyere beskatningstrykk enn de ytre delene av Porsangerfjorden (Regjeringen, 2007). Ved i tillegg å senke minstemålet til 130 mm RL har man forsøkt å øke beskatningspresset på bestanden av kongekrabben i Porsangerfjorden, i den hensikt å redusere bestanden (Landmark og Johansen, 2011). Man kan lese av Figur 5.1 at størrelsen ved kjønnsmodning i Porsangerfjorden ikke har endret seg radikalt fra de første målingene, og de ligger også høyere enn i øvrige fjorder i Øst-Finnmark (Tabell 5.1). Dette kan bety at de endringene som har vært gjort på fangst ikke har hatt de store utslag på rekrutteringsevnen til kongekrabben i Porsanger. Nå vises det en nedadgående trend for hunnene, og tiden fremover vil avdekke om de nye tiltakene vil sette kongekrabbebestanden under et høyere beskatningstrykk som kan leses av på størrelsen for når kjønnsmodning inntreffer.

Havtemperatur og tilgang på næring har vist seg å påvirke kongekrabben (Moksness *et al.*, 2003). Hartnoll (2001) forteller i sin undersøkelse at næring og temperatur er de to viktigste eksterne faktorer som påvirker vekst. Den forholdsvis høye modningsstørrelsen kan indikere at krabben har relativt god tilgang på mat i Porsanger. Kongekrabben er som kjent en opportunist i matfatet og spiser det meste som lever i og på bunnsedimentene (Manushin og Anisimova, 2008; Britayev *et al.*, 2010). Et ungt individ av krabben kan konsumere så mye som opptil 500 % av sin egen kroppsvekt i løpet av et år (Normann, 2010). Noen forskere hevder, på bakgrunn av kongekrabbens gode evne til å ta til seg næring, at mangel på mat antageligvis er det eneste som kan begrense økning i bestanden (Gerasimov og Kochanov, 1997). Den kommersielle fangsten i Porsanger bidrar nok sannsynligvis til at populasjonstettheten er lavere enn om det ikke foregikk fangst, i så tilfelle vil den intraspesifikke konkurransen om næring være mindre og det blir mer mat tilgjengelig per individ. Relativt god mattilgang og beskatningstrykket kan være noen av forklaringene til at kongekrabbebestanden i Porsangerfjorden ser ut til å ha god vekst.

Moksness *et al.* (2003) beskrev at kongekrabbens utbredelse er styrt av blant annet havtemperatur. Havtemperaturen er også viktig med hensyn på individets vekst og reproduksjonskostnadene (Clarke, 1987; Hartnoll, 2001; Nilssen og Sundet, 2006). Kongekrabben vokser ikke jevnt året rundt, men har i stedet en periodisk vekst (Luppi *et al.*, 2004) hvor den aller største veksten pågår etter skallskifte (post-molt) hvor opptaket av vann eser ut kroppen. Vanntemperatur er ikke en konstant, men vil variere i rom og tid i løpet av året. Figur 3.2 viser et gjennomsnitt for havtemperaturen ved 35 meters dybde for ulike stasjoner i Porsangerfjorden. At 35 meter ble valgt henger sammen med at umodne krabber som regel blir værende i området fra 20 – 50 meters dybde (Wallace *et al.*, 1949), og at det foregår parring og gyting på denne dybden (Powell og Nickerson, 1965). Figur 3.2 viser at temperaturen i fjorden er lavest i mars/april måned hvor ytre deler av fjorden hadde omtrent 3 °C, midtre del omtrent 1 °C og de indre delene omtrent -1.7 °C. Fra dette stiger temperaturen jevnt i hele fjorden med et maksimum ved september måned. Da er gjennomsnittstemperaturen 5.5 °C i de indre delene, mens den øvrige delen ligger mellom 8 – 8.5 °C. Dette temperaturregimet passer godt for kongekrabben, som trives best i temperatursjiktet fra -1.7 til 11 °C som voksne individer (Jørgensen og Sundet, 2003), mens larvene viser en noe høyere fleksibilitet med temperaturer fra -2 til 24 °C i kortere perioder (Sundet, 2009, 2011). I en rapport fra Shirley *et al.* (1990) kommer det frem at optimal temperatur for vekst hos kongekrabben er mellom 3 °C til 6 °C. Ser man på Figur 3.2 finner man at i de indre delene av Porsanger har krabben optimale temperaturer for vekst mellom juli til november, for øvrige deler av fjorden mellom april til juli og november til februar. Den gunstige temperaturen kan være en annen forklaring til at bestanden i Porsanger viser god tilvekst og til den relativt høye størrelsen

ved kjønnsmodning, som ikke ser ut til å avta drastisk på tross av økt beskatningspress. Det er heller ikke ugunstig for kongekrabben at saltholdigheten i Porsanger ligger mellom 27 – 35 ‰ (kilde: Havmiljødataprojektet) for årene 2007 til 2011. Som Jewett og Onuf (1988) beskrev har kongekrabben sitt optimum mellom 26 – 34 ‰. De nevnte faktorene for vekst er ikke utfyllende for kongekrabben, men er de faktorene som denne oppgaven berører. En annen faktor som sannsynligvis har en medvirkende rolle i kongekrabbens vekst er lysregimet som igjen påvirker hormonsystemene. Det er et spesielt lysforhold nord for polarsirkelen der Porsangerfjorden ligger, hvor man har midnattssol om sommeren og nærmest total mørke om vinteren.

5.3 Investering i egg/fekunditet

Mengden egg en hunn bærer med seg sier noe om bruken av energien som den tar inn, og dess flere egg en hunn har relatert til RL dess bedre kan man si at hennes kondisjon er. For å kunne fastslå antall egg er det av avgjørende betydning å kjenne den individuelle eggvekten, spesielt siden variasjonen i antall egg hos kongekrabben kan være fra 10 000 til 600 000 egg (Appendiks tabell 1). Et så høyt eggantall avviser at telling av total antall egg er et alternativ da det blir altfor tidkrevende og kostbart. Det finnes omtrent ikke litteratur som beskriver den individuelle eggvekten, det blir derfor vanskelig å sammenligne mine resultater med andre. Rist (1999) gjorde en tilsvarende undersøkelse som meg og fant at individuell eggvekt (tørr) for Varanger- og Tanafjorden til å ligge mellom 0.18 – 0.26 mg i 1996. Hun fant videre ut at eggvekten ikke var konstant med RL og at individer mellom 115 – 120 mm RL hadde de tyngste eggene. Rist påviste ikke forskjeller mellom ulike fjordsystemer. Hjelset *et al.* (2012) beskriver et gjennomsnitt for årene 2000 – 2007 for henholdsvis Varanger-, Tana- og Laksefjorden. I sine resultater finner hun forskjeller i individuell eggvekt mellom fjordene og variasjon i eggvekten fra år til år i samme fjordsystem. Hjelset *et al.* (2012) fastslår at man kan beregne en gjennomsnittlig individuell eggvekt for alle RL for hvert år i et spesifikt fjordsystem. Hjelset *et al.* (2012) finner ikke variasjoner i eggvekt for ulike lengder av kongekrabben. Sett i lys av dette viser mine resultater mer støtte til Hjelset *et al.* (2012) sine resultater. Mine resultater støtter opp om at man kan beregne en gjennomsnittlig eggvekt for hvert år. Dette fordi det ikke kunne påvises at eggvektens variasjon ved endring i RL var stor nok til at det statistisk var signifikant, og at det ikke forelå forskjeller i eggvekt mellom mai og oktober (Figur 4.7, Appendiks tabell 7). I tillegg fant jeg ut at gjennomsnittlig eggvekt for Porsangerfjorden 2011 lå på linje med det som Hjelset *et al.* (2012) fant å gjelde for Tanafjorden og Varangerfjorden i 2007, men noe lavere enn Laksefjorden.

En positiv korrelasjon mellom RL og fekunditet hos decapoder har blitt påvist i mange undersøkelser (Somers, 1991). Flere undersøkelser har også påvist at dette er tilfelle for kongekrabben (Haynes, 1968; Gerasimov og Kuzmin, 1995; Hjelset *et al.*, 2012). Mine resultater fra Porsangerfjorden støtter disse tidligere undersøkelsene, og viste en positiv statistisk signifikans mellom antall egg hos en hunn og hennes kroppslengde. En liten kongekrabbe (< 110 mm RL) bar omtrent 100 000 egg, mens ei stor krabbe (> 140 mm RL) bar omtrent 230 000 egg. Nå er det tidligere påvist at fekunditeten kan variere fra år til år og mellom ulike områder (Hjelset *et al.*, 2012). Resultatene presentert i Appendiks tabell 1 viser en sammenligning av fekunditeten, basert på antall egg i forhold til RL, fra ulike undersøkelser og bekrefter langt på vei at det er store variasjoner innen ulike områder. Den samme tabellen viser at fekunditeten i Porsangerfjorden, og for øvrig de tre andre nordnorske fjordene, er noe høyere enn i fra andre områder. Ved bruk av en standardisert hunn på 125 mm RL, så viser en sammenligning av mine resultater med de Hjelset *et al.* (2012) fant for Varanger-, Tana- og Laksefjorden at fekunditeten er høyere i Porsangerfjorden enn i Varanger- og Tanafjorden og ganske så lik Laksefjorden. Dette er kanskje ikke så rart siden Laksefjorden er den nærmest tilstøtende fjorden til Porsangerfjorden av de tre, med en tilnærmet felles åpning ut mot Barentshavet. Begge disse fjordene ble invadert av kongekrabben nærmest samtidig og bestanden i fjordene har derfor vært underlagt tilnærmet samme fangstpress siden etableringen.

Antall egg som ei kongekrabbe kan bære på begrenses naturlig av tilgjengelig plass under abdomen (Ramirez Llodra, 2002). Denne plassen blir også større etter hvert som krabben vokser i lengden, slik at større krabber har mulighet til å bære med seg flere egg. Produksjonen av gameter, og da spesielt egg, er en svært energikrevende prosess. Hvordan inntatt energi blir brukt hos individene gir seg utslag på blant annet antall eggproduksjon og vekst. En slik "trade-off" mellom å vokse seg stor og produsere mange avkom er vanlig og former basisen for de ulike livshistoriestrategiene som har utviklet seg hos forskjellige arter. Det finnes også mange andre "trade-offs" som påvirker fekunditeten, som for eksempel eggstørrelse, alderoppnåelse og alder for gyting første gang (Ramirez Llodra, 2002). Eggproduksjonen er hovedsakelig begrenset av miljøfaktorer som næringskvantitet og -kvalitet, temperatur og tilstedeværelse av giftige elementer i habitatet. Det følger av dette at forskjeller i fekunditet og modningsstørrelse hos kongekrabben i ulike geografiske områder reflekteres delvis av de ulike miljøbetingelser som habitatene tilbyr.

Forskjeller i fekunditet mellom ulike geografiske områder kan også skyldes forskjeller i styrken på årsklasser og forskjeller i størrelsen ved førstegangsgyting. Resultatene fra Porsangerfjorden viste at hunnene her var større ved gyting første gang enn for eksempel Varanger- og Tanafjorden. Dette

gir seg direkte utslag på antall egg som gytes i fjordsystemet og kan være noe av forklaringen på at den målte fekunditeten er høyere i Porsangerfjorden. Det er også kjent at primiparous (førstegangsgytdende) hunner er mindre produktive enn multiparous (flergangsgytdende) hunner (Dew og McConnaughey, 2005; Swiney *et al.*, 2010). Å skille disse to modne hunnene fra hverandre *in situ* er ikke enkelt, men det kan være av betydning for å forklare forskjeller i fekunditet. I en fangst med stor andel primiparous hunner vil det fremkomme en relativt lavere fekunditet, enn om fangsten var dominert av multiparous hunner. I mine resultater er det ikke forsøkt å belyse denne problemstillingen, mest på grunn av at andelen undersøkte hunner er forholdsvis lav og dermed sannsynligvis ikke gir et representativt bilde.

Det er vist at kongekrabben utnytter det meste av bunnfaunaen som næring (Manushin og Anisimova, 2008; Britayev *et al.*, 2010; Oug *et al.*, 2011). Hvordan de ulike individene bruker inntatt energi varierer og demonstrerer ulike livshistoriestrategier. Av Figur 4.8 kom det tydelig frem at større krabber har større eggmasse, og at denne veksten synes å ta en eksponentiell kurve. De manglende store individene gir Figur 4.10 en svakhet, og det hadde vært interessant å ha sett hvor veksten i eggproduksjonen hadde stagnert. Man kan tolke Figur 4.10 dithen at dess større RL er, dess større variasjon i antall egg mellom individene ser man, og at denne økningen i variasjonen starter ved omtrent 130 mm RL. Dette kan tyde på at man i dette området nærmer seg maksimal RL, hvor krabbene i Porsangerfjorden klarer å fortsette å øke produksjonen av egg sammen med vekst generelt, med den tilgangen som fjorden gir av næring. Dette støttes også opp om av Figur 4.9, hvor man kan lese at kongekrabben i Porsangerfjorden investerer mest i eggproduksjon mellom 120 – 126 mm RL. Dette RL intervallet sammenfaller godt med valg av en standardisert hunn i fekunditetssammenligninger, som i denne oppgaven og hos Hjelset *et al.* (2012) er 125 mm RL.

Rafter (1996) fant at i Varangerfjorden falt kondisjonen hos hunnkrabbene når de passerte 130 mm RL. Rist (1999) fant det samme å gjelde for Varangerfjorden og Tanafjorden noen år senere fra 140 mm RL. Mine resultater viser den samme tendensen der hunnkrabber over 126 mm RL viser en fallende eggproduksjon (Figur 4.9). Dette kan muligens forklares med at krabber over 126 mm RL har en generelt dårligere kondisjon, en annen plausibel forklaring kan være mangel på tilstrekkelig spermie under parringen. Paul og Paul (1997) fant at også at antall egg (tørrvekt rogn) falt når hunnene passerte 130 – 140 mm RL. En tredje mulighet kan være at større krabber har et større eggtap, noe jeg vil diskutere i avsnitt 5.4. På bakgrunn av det ovennevnte synes det rent forvaltningsmessig riktig å sette et minstemål like over der kongekrabben har sitt makspotensiale for produksjon av egg, og at minstemålet for fangst er riktig satt for Porsangerfjorden.

5.4 Eggtap

Populasjonsstudier har ofte demonstrert en sammenheng mellom tettheten av juveniler og bestandstetthet (Kuris *et al.*, 1991), sagt med andre ord sterke årsklasser kan ofte følges gjennom år frem til de oppnår fangstbar størrelse. Sterke årsklasser hos krepsdyr formes av en god reproduksjon og høy overlevelse av egg og larver. Viktigheten av det reproduktive bidraget bør starte med en kvantitativ evaluering av mortalitetsfaktorer som påvirker utfallet av overlevelsen av egg. I denne sammenheng tenkes det spesielt på eggtap hos kongekrabben under inkubasjonstiden. Fokuset på betydningen av eggtap for fiskeriet har ikke, etter min mening, vært høyt nok prioritert, og bør bli en del av det totale bildet når man studerer fekunditet. Kjennskap til eggtap er viktig med hensyn til å kunne gi gode estimater på rekrutteringsevnen hos en art, og det gir også kunnskap om når på året man bør måle fekunditet for å få et mest mulig nøyaktige bilde.

Eggtap under inkubering er et kjent problem blant mange eggbærende krepsdyr (Reeve, 1969; Wickins og Beard, 1974; Dugan *et al.*, 1975; Oh og Hartnoll, 1999), og det varierer stort blant ulike arter. En artikkel av Kuris (1991) viser et sprang fra 4 – 71 % eggtap for ulike krepsdyrarter, og hos kongekrabben ble det i samme artikkel anslått at eggtapet var 58 %. Dette tapet kan skyldes mange faktorer som parasitter, mekanisk stress og økning i eggvolum under inkubasjonstiden, og ei forlenging av inkubasjonstiden kan øke sjansen for et høyere eggtap, det nevnes også i denne sammenheng egg som ikke fester seg til pleopodene, egg hvor utviklingen av embryoet stopper opp (abortering) av ulike årsaker og setae som brekker og faller av på grunn av ytre påvirkninger (Kuris, 1991). Ulike arter av nemerteans (rundormer) har vist seg å være effektive predatorer på egg hos kongekrabben, og da spesielt i den siste halvdel av inkubasjonstiden (Kuris *et al.*, 1991). Det er anslått at enkelte svake årsklasser alene kan skyldes disse predatorene (Kuris *et al.*, 1991). Matsuura og Takeshita (1985) gjorde et laboratorieforsøk på 4 kongekrabber over en treårsperiode hvor hensikten var å fremskaffe data på eggtap. De fant et eggtap mellom 13 – 24 % hos multiparous hunner i inkubasjonstiden, mens eggtapet var hele 53 % hos en primiparous hunn. De konkluderte videre med at eggtapet var størst i begynnelsen av inkubasjonstiden, da mest på grunn av problemer med å feste eggene til pleopodene, og frem til 1/3 av inkubasjonstiden hvor hele 50 % av eggtapet var inntruffet. Matsuura og Takeshita (1985) forklarte at grunnen til at primiparous hadde større eggtap var forskjellen i utforming av abdomen, som er mindre konkav hos primiparous. Til sammenligning har undersøkelser vist at hummer, *Homarus americanus*, kan ha opptil 36 % eggtap under inkubasjon (Perkins, 1971), mens snøkrabbe, *Chionoectes opilio*, viste et eggtap opptil 50 % (Brunel, 1962, 1963). Et annet interessant funn hos Matsuura og Takeshita

(1985) var at de observerte en sammenheng mellom eggtap og kroppsstørrelse, hvor eggtapet avtok etter hvert som krabben ble større.

Dette styrker troen på at skal man gi gode estimater på fekunditet hos kongekrabben, bør eggprøver samles rett før klekking inntreffer. Selv om mine data ikke viste noen statistisk signifikans med hensyn på eggtap mellom mai og oktober, ser man av Figur 4.10 en tendens til at så er tilfelle. En standardisert hunn på 125 mm RL viste et tap på omtrent 10 000 egg i denne perioden, noe som tilsvarer et tap av omtrent 5.6 % egg under 4.5 måneders inkubasjon. Rent spekulativt kan man tenke seg en lineær utvikling av dette eggtapet og da vil tapet for hele inkubasjonstiden ligge på omtrent 10 – 12 % av totalt antall egg hos en hunn på 125 mm RL. Rist (1999) viste at kongekrabben i Varangerfjorden hadde høyere eggantall i mai sammenlignet med september i 1996, og styrker dermed troen på at eggtap under inkubasjon forekommer i norske fjorder.

Det er klart at den høye mortalitet som kongekrabben opplever fra klekking til den når sitt voksne stadium ikke er på grunn av eggtap under inkubasjon alene. Det største tapet inntreffer mest sannsynlig under de tidligste livsstadiene til krabben (Fukuhara, 1985). Dette bekreftes av forsøk gjort av Marukawa (1933) som fant svært høye tapstall for larvene, størst var tapet for zoea I hvor overlevelsen ble anslått til 6.5 %. For zoea II, III og IV var overlevelsen henholdsvis 80 %, 86 % og 86 %. Fra disse observasjonene ble det da anslått at omtrent 3.6 % av klekkede egg overlevde til glaucothoeastadiet. Den høye andelen som døde som Zoea I forklares med at larvene skifter fra å leve på plommesekken til å måtte finne maten fra omgivelsene rundt (Marukawa, 1933). Dette understreker viktigheten av at larvene klekkes i området med god næringstilgang, og viktigheten av egenskapen til glaucothoeastadiet som er selektiv på hvor den bunnslår. Marukawa (1933) estimerte at bare 14 av 1 000 000 egg som klekkes overlever og vokser opp til å bli voksne individer.

5.5 Metodiske betraktninger

Kongekrabben har kommet for å bli i Porsanger, og den er blitt en viktig ressurs for fiskere. Et fremtidig fiske er avhengig av riktige fastsatte kvoter og minstemål slik at krabbebestanden blir bærekraftig forvaltet over tid. Fastsettelsen av minstemål for fangst er et resultat av en estimering av blant annet størrelse ved kjønnsmodning. Den morfologiske metoden brukt i denne oppgaven, og som er mye utbredt i henvist litteratur, for å finne størrelsen ved kjønnsmodning, har sine

svakheter. En artikkel av Watters og Hobday (1998) belyser dette på en god måte. De lister opp tre hovedpunkter: Punkt 1 er at man antar at den relative veksten av morfologiske trekk er konstant (lineære) over store lengder av krabben, det kan godt tenkes at disse vekstratene i stedet er en funksjon av kroppsstørrelsen. Punkt 2 forteller at det er vanskelig å oppdage mer enn en endring i den relative vekstraten på de ulike kroppsdelenene som undersøkes. Punkt 3 henviser til problematikken rundt uteliggere. De viser til at svært store og svært små krabber får forholdsvis større betydning på helningen av de lineære linjene enn andre krabber. De ser videre et problem med den subjektive bestemmelsen rundt fastsettelsen om det man måler på er et trekk som er under regenerering eller ikke. De svarer med en metode som ikke trenger å ta slike hensyn som beskrevet tidligere. De bruker flere trendlinjer mellom RL og mål på kloa til å finne den optimale linjen. Størrelsen ved kjønnsmodning finner man da ved å beregne toppunktet til den dobbelderiverte av den optimale linjen (Watters og Hobday, 1998). Det hadde vært et spennende prosjekt å sammenligne disse metodene for de fire fjordsystemene i Finnmark som er nevnt i denne oppgaven.

En betraktning rundt bruk av metoden OL_{50} viser at også denne metoden har sine svakheter. Store hunner som ikke har fått reprodusert seg på grunn av få store hanner, vil bli kategorisert som umodne krabber og bidra til en underestimert andelen modne krabber og dermed sørge for at OL_{50} estimatet blir for høyt. I et forsøk på å unngå dette problemet ble kun krabber mellom 80 – 140 mm RL brukt under estimeringen, sett i lys av den totale fangsten burde kanskje dette intervallet ha vært innsnevret enda mer.

En sammenligning av to feltarbeid som denne oppgaven blant annet gjør, innebærer at disse feltarbeidene bør være så slike som mulig. Det er vist at antall stasjoner og lokalisering av dem varierer betydelig mellom innsamlingene, og det kan ikke utelukkes at de observerte forskjellene mellom de to innsamlingene kan skyldes denne variasjonen. Valg av redskap har også betydning for fangsten, da det er vist at trål samler et bredere spekter av krabbestørrelser enn teiner (Smith *et al.*, 2004). Trål er også regnet som et passivt fangstredskap, mens teiner et aktivt fangstredskap da det forutsetter at krabbene vil spise. Store teiner (T) selekterer i større grad de største individene (Smith *et al.*, 2004). Det var i mai foretatt 21 tråltrekk (A), 10 stasjoner med redskap T og 5 stasjoner med små teiner (t). I oktober var det 39 A, 31 T og 8 t. Disse forskjellene i bruk av redskap kan ikke utelukkes som en medvirkende faktor i forhold til fordelingen av den totale fangsten av krabber i Porsangerfjorden 2011. Dette støttes av Figur 3.9, som viser at prosentandelen fanget med redskap T sammenlignet med redskap A var høyere i oktober enn i mai, da mest sannsynlig fordi det var mange flere stasjoner i oktober med redskap T.

5.6 Oppsummering

Denne undersøkelsen viser at kongekrabbene i Porsangerfjorden er i forholdsvis god kondisjon og kjønnsmodnes ved en relativt stor RL. Dette skyldes nok de gode oppvekstvilkårene for krabbene, med god tilgang på næring, god beskyttelse under oppvekst, godt tilpassede abiotiske faktorer og forholdsvis lite predasjon. Med god tilvekst av nye rekrutter synes det som at rekrutteringen til en stabil bestand vil fortsette i tiden fremover. Høstingen ser ut til å virke effektivt da andelen individer over minstemålet var lavt, men beskatningspresset ser ikke ut til å være så høyt at det påvirker størrelsen for når krabben kjønnsmodnes nevneverdig. Endringer i forvaltningsregimet vil over tid omstrukturere bestanden noe, og det forventes en ytterligere nedgang i antall store individer. En videre overvåking av bestanden er derfor nødvendig.

Det er vist at i Porsangerfjorden 2011 er det en overvekt av hunnkrabber, som det var i 2007 og 2008. Nullhypotesen som var *mengden kongekrabber i Porsangerfjorden er likt fordelt mellom kjønnene* kan derfor forkastes. Det er antatt at denne forskjellen kan minske i årene som kommer på bakgrunn av innføring av fangst på hunner fra 2008. En slik skjevfordeling er ikke veldig problematisk for kongekrabben da de er polygame, og det vises i resultatene at en stor andel kjønnsmodne hunner i Porsangerfjorden bærer egg. Det som kan være problematisk er at handshaking foregår mellom hanner som er 32 – 42 mm RL større enn hunnene, og det er observert få store hanner i Porsangerfjorden 2011 som er ei forandring fra 2007 og 2008. Størrelsessammensetningen av kongekrabber i Porsangerfjorden 2011 ligner forøvrig det som er funnet tidligere i 2007 og 2008 (Normann, 2010), og derfor beholdes nullhypotesen *størrelsessammensetningen er den samme i Porsangerfjorden i 2011 som tidligere år*.

Kongekrabben i Porsangerfjorden kjønnsmodnes ved en størrelse større sammenlignet med andre steder bortsett fra Tanafjorden, og krabben kjønnsmodnes ved en relativ høy RL (Knekkpunkt_{hann} = 115.5 mm RL, knekkpunkt_{hunn} = 110.5 mm RL og OL₅₀ = 111.3 mm RL). Det var antatt at *størrelse ved kjønnsmodning er den samme i Porsangerfjorden som andre steder*, og denne hypotesen kan derfor forkastes. Krabben har vist en ganske stabil størrelse ved kjønnsmodning sett i forhold til tidligere år (Normann, 2010), der hunnene har vist en svak nedadgående trend for når de kjønnsmodnes og hannene en økning i størrelsen. En videre overvåking av disse trendene er særdeles viktig med tanke på fastsettelse av minstemål for fangst.

Den gjennomsnittlige individuelle tørre eggvekten var 0.228 mg per egg og viser ikke tendens til å endre seg vesentlig ved forskjellige RL eller ved ulike tidspunkt på året det måles. Dette stemmer

godt overens med hva som er funnet i de nærliggende fjordene. Disse resultatene gjør at nullhypotesen *individuell eggvekt er lik for alle kongekrabbene* beholdes, med det forbehold at dette gjelder for et spesifikt fjordsystem innen et spesifikt år. Man kan altså ut fra dette, ved hjelp av få prøver, beregne individuell eggvekt for hvert år i et fjordsystem, og ut fra dette igjen finne fekunditetsdata for hele bestander. Den standardiserte hunnen (125 mm RL) ga svar på at fekunditeten i Porsangerfjorden lå på omtrent 170 000 egg. Dette antallet er sammenlignbart med det som var funnet i Laksefjorden, mer er høyere enn tall fra Varanger- og Tanafjorden. Nullhypotesen *fekunditeten i Porsangerfjorden er høyere enn i de nærliggende fjordene* beholdes. For øvrig viste resultatene at fekunditeten er høyere i Porsangerfjorden enn fra sitt opprinnelsesområde. Analyser av hvilken RL kongekrabben investerer mest i eggproduksjonen viser at dette inntreffer mellom 120 – 126 mm RL i Porsangerfjorden 2011, noe som støtter valget av minstemålet for fangst.

Det ble ikke funnet bevist statistisk at kongekrabben i Porsangerfjorden 2011 hadde et eggtap, men av målinger så vises en tendens til at så kan være tilfelle da beregnet tap lå på omtrent 10 – 12 % av totalt antall egg hos en hunn på 125 mm RL. Det er belyst at kongekrabben i ulike geografiske områder har et eggtap, og at det i mange tilfeller ikke er ubetydelig og kan ramme ulike årsklasser hardt. Nullhypotesen *kongekrabbene i Porsangerfjorden har eggtap i forsøksperioden* forkastes. Eggtap har i mine øyne vært underprioritert med hensyn til viktigheten av å kartlegge populasjoner, og bør derfor bli en del av fremtidige undersøkelser. Det er også belyst at bestandsundersøkelser ikke bør gjøres vilkårlig med hensyn på tid av året.

Litteraturliste

- Anisimova, N., Berenboim, B., Gerasimova, O., Manushin, I., Pinchukov, M., 2005. On the effect of the red king crab on some components of the Barents Sea ecosystem. Polar Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography (PINRO). 9 pp.
- Anon., 1977. Kjempekrabbe tatt på garn i Varangerfjorden. Fiskaren. Årgang 54, nr 4.
- Aure, J., Føyn, L., Pettersen, R., 1994. Miljøundersøkelser i norske fjorder 1975 - 1993. 2. Finnmark: Tanafjord, Laksefjord, Porsangerfjord og Altafjord. Fisken og Havet. Havforskningsinstituttet, 8. 68 pp.
- Benjaminsen, T., 2007. Balsfjordens første konge. nordlys.no, 13.11.2007.
<http://www.nordlys.no/nyheter/article3122848.ece>.
- Britayev, T. A., Rzhavsky, A. V., Pavlova, L. V., Dvoretiskij, A. G., 2010. Studies on impact of the alien red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) on the shallow water benthic communities of the Barents Sea. Journal of Applied Ichthyology, 26: 66-73.
- Brunel, P., 1962. Nouvelles observations sur la biologie et la biométrie du crabe araignée *Chionoecetes opilio* (Fabr.). Sta. Biol. Mar. Grande-Rivière, Qué. Rapp. Annu. 1961: 63-72.
- Brunel, P., 1963. Troisième série d'observations sur la biologie et la biométrie du crabe-araignée *Chionoecetes opilio* (Fabr.). Sta. Biol. Mar. Grande-Rivière, Qué. Rapp. Annu. 1962: 91-100.
- Byersdorfer, S., Watson, L. J., 1992. A summary of biological data collected during 1991 Bristol Bay red king crab tagging study. Technical Fishery Report 92-14. Alaska Department of Fish and Game, Division of Commercial Fisheries.
- Carlton, J. T., Geller, J. B., 1993. The global transport of nonindigenous marine organisms. Science, 261: 97-106.
- Clarke, A., 1987. Temperature, latitude and reproductive effort. Marine Ecology-Progress Series, 38: 89-99.
- Cohen, A. N., Carlton, J. T., 1998. Accelerating invasion rate in a highly invaded estuary. Science, 279: 555-558, doi: 10.1126/science.279.5350.555.

- Cunningham, D. T., 1969. A study of the food and feeding relationship of the Alaskan king crab *Paralithodes camtschatica*. Master thesis. San Diego State College, San Diego, 77 pp.
- Dew, C. B., 1990. Behavioral ecology of podding red king crab, *Paralithodes camtschatica*. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 47: 1944-1958.
- Dew, C. B., McConnaughey, R. A., 2005. Did trawling on the brood stock contribute to the collapse of Alaska's king crab? Ecological Applications, 15: 919-941, doi: 10.1890/03-5231.
- Didham, R. K., Hutchinson, M. A., Ewers, R. M., Gemmel, N. J., 2005. Are invasive species the drivers of ecological change? Trends in Ecology & Evolution, 20: 470-474.
- Dugan, C. C., Hagood, W. R., Frakes, A. T., 1975. Development of spawning and mass larval rearing techniques for brackish-freshwater shrimps of the genus *Macrobrachium* (Decapoda: Palaemonidae). Florida Department of Natural Resources Publication, 12: 1-28.
- Eilertsen, H. C., Frantzen, S., 2007. Phytoplankton from two sub-Arctic fjords in northern Norway 2002-2004: I. Seasonal variations in chlorophyll a and bloom dynamics. Marine Biology Research, 3: 319-332, doi: 10.1080/17451000701632877.
- Eilertsen, H. C., Skarðhamar, J., 2006. Temperatures of north Norwegian fjords and coastal waters: Variability, significance of local processes and air-sea heat exchange. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 67: 530-538, doi: 10.1016/j.ecss.2005.12.006.
- Enberg, K., Jorgensen, C., Dunlop, E. S., Heino, M., Dieckmann, U., 2009. Implications of fisheries-induced evolution for stock rebuilding and recovery. Evolutionary Applications, 2: 394-414, doi: DOI 10.1111/j.1752-4571.2009.00077.x.
- Epelbaum, A. B., Borisov, R. R., Kovatcheva, N. P., 2006. Early development of the red king crab *Paralithodes camtschaticus* from the Barents Sea reared under laboratory conditions: morphology and behaviour. Journal of Marine Biology Association of UK, 86: 317-333.
- Faccia, I., Alyakrinsky, A., Bianchi, C. N., 2009. The crab that came from the cold: first record of *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1815) in the Mediterranean Sea. Aquatic Invasions, 4: 715-718.
- Falk-Petersen, J., Renaud, P., Anisimova, N., 2011. Establishment and ecosystem effects of the alien invasive red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) in the Barents Sea-a review. ICES Journal of Marine Science, 68: 479-488, doi: 10.1093/icesjms/fsq192.

- Fukuhara, F. M., 1985. Biology and fishery of southeastern Bering Sea red king crab (*Paralithodes camtschatica*, Tilesius). Northwest and Alaska Fisheries Center, Proceeded report 85-11. 160 pp.
- Furevik, T., 2001. Annual and interannual variability of Atlantic Water temperatures in the Norwegian and Barents Seas: 1980–1996. Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers, 48: 383-404, doi: 10.1016/s0967-0637(00)00050-9.
- Gerasimov, O. V., Kochanov, M. A., 1997. Trophic interrelations of the red king crab *Paralithodes camtschaticus* in the Barents Sea. Investigations of commercial Invertebrates in the Barents Sea. PINRO. 52-54 pp.
- Gerasimov, O. V., Kuzmin, S. A., 1995. Some peculiarities of reproduction of king crab *Paralithodes camtschatica* (Til.) in the Barents Sea. ICES, CM 1995/K:29. 10 pp.
- Gudimov, A. V., Gudimova, E. N., Pavlova, L. V., 2003. Effect of the red king crab *Paralithodes camtschaticus* on the Murmansk coastal macrobenthos: The first estimates using sea urchins of the genus *Strongylocentrotus* as an example. Doklady Biological Sciences, 393: 539-541.
- Gunderson, D. R., 1993. Egg and larval surveys. In: Surveys of fisheries resources. New York. John Wiley & Sons, Inc., p. 248.
- Hartnoll, R. G., 2001. Growth in Crustacea - twenty years on. Hydrobiologia, 449: 111-122.
- Hayes, M. L., Montgomery, D. T., 1963. Movements of king crabs tagged and released in Shumagin Island area, 1957–1962. U.S. Fish and Wildlife Service, Special Scientific Report, Fisheries, 458. 7 pp.
- Haynes, E. B., 1968. Relation of fecundity and egg length to carapace length in the king crab, *Paralithodes camtschatica*. Journal of the Fisheries Research Board of Canada, 26: 2737-2740.
- Hjelset, A. M., 2012. Red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) reproductive potential in Norwegian fjords. Philosophiae Doctor. Faculty of Biosciences, Fisheries and Economics, University of Tromsø, Tromsø, 21 pp.
- Hjelset, A. M., Nilssen, E. M., Sundet, J. H., 2012. Reduced size composition and fecundity related to fishery and invasion history in the introduced red king crab (*Paralithodes*

camtschaticus) in Norwegian waters. Fisheries Research, 121-122: 73-80, doi: 10.1016/j.fishres.2012.01.010.

Hjelset, A. M., Sundet, J. H., Nilssen, E. M., 2009. Size at sexual maturity in the female red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) in a newly settled population in the Barents Sea, Norway. Journal of Northwest Atlantic Fishery Science, 41: 173-182, doi: 10.2960/J.v41.m633.

Hvingel, C., Kingsley, M. C. S., Sundet, J. H., 2012. Survey estimates of king crab (*Paralithodes camtschaticus*) abundance off northern Norway using GLMs within a mixed generalized gamma-binomial model and Bayesian inference. ICES Journal of Marine Science, 69: 1416-1426, doi: 10.1093/icesjms/fss116.

Jewett, S. C., Onuf, C. P., 1988. Habitat suitability index models: Red king crab. U.S. Department of the Interior Fish and Wildlife Service, Biological Report. U.S. Department of the Interior Fish and Wildlife Service, Biological Report, 82. 34 pp.

Johansen, G.-A., 2007. Kravlende krabater i Balsfjorden. nordlys.no, 10.12.2007. <http://www.nordlys.no/nyheter/article3181976.ece>.

Jørgensen, C., Enberg, K., Dunlop, E. S., Arlinghaus, R., Boukal, D. S., Brander, K., Ernande, B., Gårdmark, A., Johnston, F., *et al.*, 2007a. Ecology-managing evolving fish stocks. Science, 318: 1247-1248, doi: 10.1126/science.1148089.

Jørgensen, L. L., Manushin, I., Sundet, J. H., Birkely, S.-R., 2005. The intentional introduction of the marine red king crab *Paralithodes camtschaticus* into the southern Barents Sea. Cooperative Research Report, ICES, 277. 25 pp.

Jørgensen, L. L., Primicerio, R., 2007. Impact scenario for the invasive red king crab *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1815) (Reptantia, Lithodidae) on Norwegian, native, epibenthic prey. Hydrobiologia, 590: 47-54.

Jørgensen, L. L., Sundet, J. H., 2003. Introduction, spread and potential impact of the recently introduced red king crab, *Paralithodes camtschaticus*, in coastal subarctic Norway. In: Proceedings of the Third International Conference on Marine Bioinvasions, La Jolla, California, p. 71.

Jørgensen, T., Løkkeborg, S., Fernö, A., Hufthammer, M., 2007b. Walking speed and area utilization of red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) introduced to the Barents Sea coastal ecosystem. Hydrobiologia, 582: 17-24, doi: 10.1007/s10750-006-0542-0.

- Kurata, H., 1960. Studies on the larvae and postlarvae of *Paralithodes camtschatica*. III. The influence of temperature and salinity on the survival and growth of the larvae. Bulletin of the Hokkaido Reg. Fisheries Research Lab., 21: 9-14.
- Kurata, H., 1961. On the age and growth of king crab *Paralithodes camtschatica*. Hokkaido Prefectural Fish. Exp. Stn., Month. Rep., 18: 10-22.
- Kuris, A. M., 1991. A review of patterns and causes of crustacean brood mortality. In: Crustacean egg production, Ed. by A. Wenner, and A. Kuris. Rotterdam. A. A. Balkeman, The Netherlands, pp. 117-141.
- Kuris, A. M., Blau, S. F., Paul, A. J., Shields, J. D., Wickham, D. E., 1991. Infestation by brood symbionts and their impact on egg mortality of the red king crab, *Paralithodes camtschatica*, in Alaska: Geographic and temporal variation. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 48: 559-568.
- Kuris, A. M., Lafferty, K. D., 1992. Modelling crustacean fisheries: Effects of parasites on management strategies. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 49: 327-336.
- Kuzmin, S., Olsen, S., Gerasimova, O., 1996. Barents Sea king crab (*Paralithodes camtschaticus*): transplantation experiments were successful. In: High latitude crabs: Biology, Management and Economics. Alaska Sea Grant College Program, Rep. 96-02, pp. 649-663.
- Kuzmin, S., Sundet, J. H., 2000. Joint report for 2000 on the red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) investigations in the Barents Sea. Basic requirements for management of the stock. Report to the 29th Session of the Mixed Russian-Norwegian Fisheries Commission. Fiskeriforskning, Report 19/2000. 24 pp.
- Landmark, V., Johansen, S., 2011. Bestilling vedrørende kongekrabbe. Produsert av Det kongelige Fiskeri- og Kystdepartement. 3 pp.
- Lawrence, E., 2005. Henderson's dictionary of biological terms, Pearson education limited, Essex, 748 pp.
- Lodge, D. M., 1993. Biological invasions: Lessons for ecology. Trends in Ecology & Evolution, 8: 133-137, doi: 10.1016/0169-5347(93)90025-K.
- Loeng, H., 1991. Features of the physical oceanographic conditions of the Barents Sea. In: Proceedings of the Pro Mare Symposium on Polar Marine Ecology, Ed. by E. Sakshaug, C. C. E. Hopkins, and N. A. Øritsland. Trondheim. Polar Research, 10 (1), pp. 5-18.

- Loher, T., Armstrong, D. A., Stevens, B. G., 2001. Growth of juvenile red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) in Bristol Bay (Alaska) elucidated from field sampling and analysis of trawl-survey data. *Fishery Bulletin*, 99: 572-587.
- Luppi, T. A., Spivak, E. D., Bas, C. C., Anger, K., 2004. Molt and growth of an estuarine crab, *Chasmagnathus granulatus* (Brachyura : Varunidae), in Mar Chiquita coastal lagoon, Argentina. *Journal of Applied Ichthyology*, 20: 333-344.
- Manushin, I., Anisimova, N., 2008. Selectivity in the red king crab feeding in the Barents Sea. In: *Research on the red king crab (Paralithodes camtschaticus) from the Barents Sea in 2005-2007*, Ed. by J. H. Sundet, and B. Berenboim. Murmansk, Russia. IMR/PINRO, pp. 24-28.
- Marukawa, H., 1933. Biological and fishery research on japanese king crab *Paralithodes camtschatica* (Tilesius). *Journal of Imperial Fisheries Experimental Station*, 4: 152 pp.
- Matsuura, S., Takeshita, K., 1985. Development and decrease in number of eggs attached to pleopods of laboratory-reared king crabs, *Paralithodes camtschatica* (Tilesius). In: *Proceedings of the International King Crab Symposium*. Alaska Sea Grant College Program, University of Alaska Fairbanks, pp. 155-165.
- McCaughran, T. A., Powell, G. C., 1977. Growth model for Alaska king crab (*Paralithodes camtschatica*). *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 34: 989-995.
- Mcmullen, J. C., 1967. King crab *Paralithodes camtschatica* (Tilesius) offshore breeding study on Marmot Flats, Kodiak Island. *Produsert av State of Alaska, Dept. Fish Game, Inf. Leaflet*. 12 pp.
- Mcmullen, J. C., 1968. Investigations of king crab ocean reproduction and brood stock composition, Kodiak Island. *Produsert av State of Alaska, Dept. Fish Game, Inf. Leaflet*. 16 pp.
- Moksness, E., Godø, R., Lønne, O. J., Nilssen, K. T., Sundet, J. H., 2003. *Forskningsplan. Økosystem-effekter av kongekrabbe*. 25 pp.
- Nilssen, E. M., 2003. Biologi og utbredelse av kongekrabben i Barentshavet. In: *Ottar. Tromsø Museum, Tromsø*, pp. 7-12.
- Nilssen, E. M., Sundet, J. H., 2006. The introduced species red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) in the Barents Sea: II. Growth increments and moulting probability. *Fisheries Research*, 82: 319-326, doi: 10.1016/j.fishres.2006.05.008.

- Normann, B. E., 2010. Populasjons-struktur hos kongekrabbe (*Paralithodes camtschaticus*) i to fjordsystemer (Porsanger og Varanger) på Finnmarks-kysten. Master thesis. Universitetet i Tromsø, Tromsø, 61 pp.
- Oh, C.-W., Hartnoll, R. G., 1999. Brood loss during incubation in *Philocheras trispinosus* (Decapoda) in Port Erin Bay, Isle of Man. *Journal of Crustacean Biology*, 19: 467-476.
- Olsen, A., 2003. Det startet med ni krabber i 1960. In: Ottar. pp. 3-6.
- Orlov, Y. I., Ivanov, B. G., 1978. On the introduction of the Kamchatka king crab *Paralithodes camtschatica* (Decapoda: Anomura: Lithodidae) into the Barents Sea. *Marine Biology*, 48: 373-375.
- Orlov, Y. I., Karpevich, A. F., 1965. On the introduction of the commercial crab *Paralithodes camtschatica* (Tilesius) into the Barents Sea. In: ICES Special Meeting in 1962 to consider problems in the exploitation and regulation of fisheries for Crustacea, Ed. by H. A. Cole. Rapp. P.-v. Reunions Conseil International pour l'Exploration de la Mer, 156, pp. 59-61.
- Otto, R. S., Macintosh, R. A., Cummiskey, P. A., 1989. Fecundity and other reproductive parameters of female red king crab (*Paralithodes camtschatica*) in Bristol Bay and Norton Sound, Alaska. *Proceedings of the International Symposium on King and Tanner Crabs*, 8: 65-90.
- Oug, E., Cochrane, S., Sundet, J., Norling, K., Nilsson, H., 2011. Effects of the invasive red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) on soft-bottom fauna in Varangerfjorden, northern Norway. *Marine Biodiversity*, 41: 467-479, doi: 10.1007/s12526-010-0068-6.
- Paul, A. J., Paul, J. M., 1997. Breeding success of large male red king crab *Paralithodes camtschaticus* with multiparous mates. *Journal of Shellfish Research*, 16: 379-381.
- Pavlo, V. Y., 2003. Zhizneopisanie kraba kamchatskogo *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1885) [The life history of *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1815)], VNIRO, Moscow, Russia, 112 pp.
- Pedersen, O., Nilssen, E., Jorgensen, L., Slagstad, D., 2006. Advection of the red king crab larvae on the coast of North Norway—A Lagrangian model study. *Fisheries Research*, 79: 325-336, doi: 10.1016/j.fishres.2006.03.005.

- Perkins, H. C., 1971. Egg loss during incubation from offshore northern lobsters (Decapoda-Homaridae). *Fishery Bulletin of the National Oceanic and Atmospheric Administration*, 69: 451-453.
- Pollock, D. E., 1995. Changes in maturation ages and sizes in crustacean and fish populations. *South African Journal of Marine Science*, 15: 99-103, doi: 10.2989/02577619509504836.
- Powell, G. C., James, K. E., Hurd, C. L., 1974. Ability of male king crab, *Paralithodes camtschatica*, to mate repeatedly, Kodiak, Alaska, 1973. *Fishery Bulletin*, 72: 171-179.
- Powell, G. C., Nickerson, R. B., 1965. Reproduction of king crabs *Paralithodes camtschatica* (Tilesius). *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 22: 101-111.
- Quinn, G. P., Keough, M. J., 2007. *Experimental Design and Data Analysis for Biologists*, Cambridge University Press, Cambridge, 537 pp.
- Rafter, E., 1996. Litteraturstudium, biologi og ernæringsøkologi til kongekrabbe, *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1985) i Varanger. Master thesis. University of Tromsø, Tromsø, 105 pp.
- Ramirez Llodra, E., 2002. Fecundity and life-history strategies in marine invertebrates. In: *Advances in Marine Biology*. Academic Press, 43, pp. 87-170.
- Reeve, M. R., 1969. The laboratory culture of the prawn *Palaemon serratus*. *Fisheries Investigations*, 26: 1-36.
- Regjeringen. 2007. Stortingsmelding 40. Forvaltning av kongekrabbe. Produsert av Fiskeri- og Kystdepartementet. 145 pp.
- Rist, N. A., 1999. Modning og fekunditet hos kongekrabbe, *Paralithodes camtschaticus*, i Varangerfjorden og Tanafjorden. Cand. scient thesis. Universitetet i Tromsø, Tromsø, 64 pp.
- Rodin, V. E., 1970. The condition of king crab stocks in the southeastern Bering Sea during 1969-1970, based on Soviet research data. Data Exchange Program, USSR-United States. Tinro. 6 pp.
- Rodin, V. E., 1990. Population biology of the king crab, (*Paralithodes camtschatica*, Tilesius), in the North Pacific Ocean. In: *Proceedings of the International King and Tanner Crab*

Symposium, University of Alaska Fairbanks. Alaska Sea Grant College Program Report, 90-04, pp. 133-144.

Ross, D. J., Johnson, C. R., Hewitt, C. L., 2003. Variability in the impact of an introduced predator (*Asterias amurensis*: Asteroidea) on soft-sediment assemblages. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 288: 257-278, doi: 10.1016/s0022-0981(03)00022-4.

Ruiz, G. M., Rawlings, T. K., Dobbs, F. C., Drake, L. A., Mullady, T., Hug, A., Colwell, R. R., 2000. Global spread of microorganisms by ships. In: *Nature*. pp. 49-50.

Sato, T., Ashidate, M., Wada, S., Goshima, S., 2005. Effects of male mating frequency and male size on ejaculate size and reproductive success of female spiny king crab *Paralithodes brevipes*. *Marine Ecology-Progress Series*, 296: 251-262.

Shirley, S. M., Shirley, T. C., 1987. Diel vertical movements of alaskan red king crab zoeae. *American Zoologist*, 27A: 103-103.

Shirley, T. C., Shirley, S. M., Korn, S., 1990. Incubation period, moulting and growth of female red king crabs: effects of temperature. *Proceedings of the International Symposium on King Tanner Crabs*. University of Alaska Sea Grant College Report, 90-04. 51-63 pp.

Smith, K. D., Hall, N. G., de Lestang, S., Potter, I. C., 2004. Potential bias in estimates of the size of maturity of crabs derived from trap samples. *ICES Journal of Marine Science*, 61: 906-912, doi: DOI 10.1016/j.icesjms.2004.07.019.

Sokolov, V. I., Milyutin, I. M., 2008. The current state of the red king crab (*Paralithodes camtschaticus*, Decapoda, Lithodidae) in the Barents Sea. *Zoologičeskij žurnal*, 87: 141-155.

Somers, K. M., 1991. Characterizing size-specific fecundity in crustaceans In: *Crustacean egg production*, Ed. by A. Wenner, and A. Kuris. Toronto. A.A Balkema Publishers, 7, pp. 357-378.

Somerton, D. A., 1980. A computer technique for estimating the size of sexual maturity in crabs. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37: 1488-1494.

Stearns, S. C., 1976. Life-history tactics - Review of ideas. *Quarterly Review of Biology*, 51: 3-47.

Stearns, S. C., 1992. *The evolution of life histories*, Oxford University Press, Vancouver, B. C., Canada, 264 pp.

- Stevens, B. G., 1990. Survival of king and tanner crabs captured by commercial sole trawls. *Fishery Bulletin*, 88: 731-744.
- Stevens, B. G., Kittaka, J., 1998. Postlarval settling behavior, substrate preference, and time to metamorphosis for red king crab *Paralithodes camtschaticus*. *Marine Ecology-Progress Series*, 167: 197-206.
- Stevens, B. G., Swiney, K. M., 2007. Hatch timing, incubation period, and reproductive cycle for captive primiparous and multiparous red king crab, *Paralithodes camtschaticus*. *Journal of Crustacean Biology*, 27: 37-48.
- Sundet, J. H., 2009. Kongekrabbe. In: *Kyst og havbruk. Tromsø. Havforskningsinstituttet*, pp. 105-107.
- Sundet, J. H., 2011. Kongekrabbe. *Havforskningsrapporten 2011*. Ed. by A. L. Agnalt, P. Fossum, M. Hauge, A. Mangor-Jensen, G. Ottersen, I. Røttingen, J. H. Sundet, and B. H. Sunnset. *Havforskningsinstituttet, Fisken og Havet særnummer 1-2011*. 121-121 pp.
- Sundet, J. H., Rafter, E. E., Nilssen, E. M., 2000. Sex and seasonal variation in the stomach content of the red king crab, *Paralithodes camtschaticus*, in the southern Barents Sea. In: *The biodiversity crisis and Crustacea. Crustacea issues 12, proceedings of the 4th international Crustacean Congress*, Ed. by J. C. von Vaupel Klein, and F. R. Scram. Amsterdam, Netherlands. 2. A.A., pp. 193-200.
- Sundet, J. H., Sokolov, V., 2006. Joint report for 2006 on the red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) investigations in the Barents Sea. Report to the 35th Session of the Joint Russian-Norwegian Fisheries Commission.
- Svendsen, H., 1995. Physical oceanography of coupled fjord-coast systems in northern Norway with special focus on frontal dynamics and tides. In: *Ecology of Fjords and Coastal Waters*, Ed. by H. R. Skjoldal, C. C. E. Hopkins, K. E. Erikstad, and H. P. Leinaas. Amsterdam. Elsevier Science B.V., pp. 49-164.
- Swiney, K. M., Webb, J. B., Bishop, G. H., Eckert, G. L., 2010. Temporal and spatial variability of Alaska red king crab fecundity, and accuracy of clutch fullness indices in estimating fecundity. In: *Biology and management of exploited crab populations under climate change*, Ed. by G. H. Kruse, G. L. Eckert, R. J. Foy, R. N. Lipcius, B. Sainte-Marie, D. L. Stram, and D. Woodby. Alaska Sea Grant, University of Alaska Fairbanks, pp. 265-282.
- Sætre, R., Aure, J., 2007. Characteristic circulation features. In: *The Norwegian Coastal Current*, Ed. by R. Sætre. Trondheim. Tapir Academic Press, p. 159.

- Tjelmeland, S., 2011. Polartorsk. Havforskningsrapporten 2011. Ed. by A. L. Agnalt, P. Fossum, M. Hauge, A. Mangor-Jensen, G. Ottersen, I. Røttingen, J. H. Sundet, and B. H. Sunnset. Havforskningsinstituttet, Fisken og Havet særnummer 1-2011. 133-133 pp.
- Torchin, M. E., Lafferty, K. D., Kuris, A. M., 1996. Infestation of an introduced host, the European green crab, *Carcinus maenas*, by a symbiotic nemertean egg predator, *Carcinonemertes epialti*. *Journal of Parasitology*, 82: 449-453.
- Trippel, E. A., 1995. Age at maturity as a stress indicator in fisheries. *BioScience*, 45: 759-771.
- Wallace, M. M., Pertuit, C. J., Hvatum, A. R., 1949. Contribution to the biology of the king crab (*Paralithodes camtschatica*, Tilesius). Fishery Leaflet 340. U. S. Fish & Wildlife Service. 50 pp.
- Wallentinus, I., Nyberg, C. D., 2007. Introduced marine organisms as habitat modifiers. *Marine Pollution Bulletin*, 55: 323-332.
- Watters, G., Hobday, A. J., 1998. A new method for estimating the morphometric size at maturity of crabs. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 55: 704-714, doi: 10.1139/cj-fas-55-3-704.
- Weber, D. D., 1967. Growth of the immature king crab *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius). *International North Pacific Fisheries Commission Bulletin*, 21: 21-53.
- Weymouth, F. W., Mackay, D. C. G., 1936. Analysis of the Relative Growth of the Pacific Edible Crab, *Cancer magister*. *Proceedings of the Zoological Society of London*, 106: 257-280, doi: 10.1111/j.1096-3642.1936.tb02289.x.
- Wickins, J. F., Beard, T. W., 1974. Observations on the breeding and growth of the giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) in the laboratory. *Aquaculture*, 3: 159-174.
- Zhou, S., Shirley, T. C., 1995. Effects of handling on feeding, activity and survival of red king crabs, *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1815). *Journal of Shellfish Research*, 14: 173-177.
- Øseth, E., 2008. Forvaltning av kongekrabbe (*Paralithodes camtschaticus*) - et økologisk eksperiment? Master thesis. Universitetet i Tromsø, Tromsø, 107 pp.

Appendiks

Appendiks tabell 1: Resultater fra ikke-lineære regresjonsanalyser fra ulike steder samt med mine resultater.

Lokalitet	År/måned	α	β	r^2	Eggantall (x 1000)	Referanse
Hokkaido	1939	-17.23	4.48	0.94	11 – 312	Takeuchi, 1967
SE Bering Sea	1955/april-juni	-10.96	3.29	0.97	32 – 379	Takeuchi, 1967
SE Bering Sea	1961/oktober	-10.21	3.16	0.97	38 – 411	Takeuchi, 1967
W Kamchatka		-11.68	3.46	0.95	33 – 441	Rodin, 1985
Bristol Bay		-7.36	2.59	0.99	54 – 380	Rodin, 1985
Barents Sea, 1993	1993/august,september	-7.2	2.53	0.72	107 – 579	Gerasimova & Kuzmin, 1995
Barents Sea, 1994	1994/august,september	-5.14	2.17	0.79	107 – 579	Gerasimova & Kuzmin, 1995
Varangerfjorden	1996/mai	-9.34	3.03	0.83	104 – 419	Rist, 1999
Varangerfjorden	1996/september	-8.79	2.92	0.83	112 – 415	Rist, 1999
Tanafjorden	1996/oktober	-7.14	2.6	0.74	211 – 433	Rist, 1999
Bristol Bay	1982, 1983 og 1985	-4.84	3.54	0.84	26 – 169	Otto <i>et al.</i> , 1990
Norton Sound, Alaska	1982 og 1985	-4.59	3.53	0.78	17 – 157	Otto <i>et al.</i> , 1990
Varangerfjorden	2004-2007	-0.84	2.86	0.62	62 – 296	Hjelset <i>et al.</i> , 2012
Tanafjorden	2004-2007	-0.94	2.91	0.72	69 – 339	Hjelset <i>et al.</i> , 2012
Laksefjorden	2004-2007	-0.89	2.92	0.76	95 – 438	Hjelset <i>et al.</i> , 2012
Porsangerfjorden	2011/mai	-3.59	3.24	0.74	77 – 286	Dette studiet
Porsangerfjorden	2011/oktober	-3.39	3.18	0.80	64 – 311	Dette studiet

Masteroppgave

Bio-3950

Appendiks tabell 2: Stasjonsoversikt for forskningstoktene til Porsanger i mai og oktober 2011. D = Dykkere, T = Store teiner, t = Små teiner og A = Agassitrål

St.nr.	Stasjonsnavn	Redskap	Dato	Tid (timer)	Dybde (m)	Start breddegrad	Start lengdegrad	Stopp breddegrad	Stopp lengdegrad	Retning (°)	Totalt antall	Totalt hun	Totalt han
243	Storura	D	24. mai		20	70 35.8	25 18.4				0	0	0
244	Garsneset	T	24. mai		164	70 35.2	25 18.2				236	127	109
245	Seljeneset	T	24. mai		127	70 33.8	25 15.3				254	177	77
246	Alkeberget	T	24. mai		77	70 32.7	25 10.6				3	2	1
247	Hundevika	A	24. mai	0.5	96	70 33.1	25 13.3	70 32.6	25 11.8	135	38	22	16
248	Smørfjord	A	24. mai	0.5	90	70 33.2	25 18.1	70 32.7	25 17.3	205	75	48	27
249	Skarvberget	A	24. mai	0.5	158	70 34.9	25 18.6	70 35.6	25 19.3	5	95	48	47
250	Indre Nordmannset	D	24. mai			70 34.6	25 15.4						
254	Storura	A	25. mai	0.5	165	70 35.6	25 19.5	70 34.9	25 18.5	210	54	23	31
255	Nordmannshaug	D	25. mai			70 28.8	25 10.8						
256	Brennvika	A	25. mai	0.5	230	70 40.1	25 59.1	70 40.1	25 59.1	180	1	1	0
257	Måsenest/Kjæs	A	25. mai	0.5	225	70 38.3	25 55.2	70 37.9	25 53.5	230	16	11	5
258	Kjæs	D	25. mai			70 37.7	25 57.8						
259	Skjernest	A	25. mai	0.5	191	70 32.3	25 36.7	70 31.7	25 35.1	220	5	4	1
260	Nordmanngr	A	26. mai	0.5	165	70 27.6	25 30.7	70 28.3	25 31.4	10	3	3	0
261	Leirpollneset/Marneset	A	26. mai	0.5	139	70 25.4	25 28.3	70 26.2	25 29.3	30	408	206	202
262	Hamnhlm/Midtgr	T	26. mai		177	70 23.2	25 17.5				35	20	15
263	Indre Veinesbkt	T	26. mai		83	70 23.6	25 09.2				107	55	52
264	Indre Billefjord	T	26. mai		60	70 19.8	25 06.2				337	178	149
268	Indre Billefjord	D	26. mai			70 19.9	25 07.5						
269	Indre Billefjord	A	26. mai	0.4	38	70 20.6	25 05.8	70 20.1	25 05.6	180	18	6	12
270	Indre Billefjord	A	26. mai	0.4	46	70 19.9	25 05.8	70 19.4	25 05.1	190	61	35	26
271	Kjerringvikneset	A	26. mai	0.5	120	70 21.8	25 22.8	70 21.1	25 21.9	200	14	10	4
272	N av Auskarholmen	A	26. mai	0.5	170	70 21.3	25 17.9	70 21.1	25 15.8	250	6	3	3
273	NV Auskarholemen	A	26. mai	0.5	173	70 20.7	25 15.2	70 21.1	25 13.4	305	9	2	7
274	Indre Veinesbkt	A	26. mai	0.5	70	70 24.0	25 09.7	70 23.4	25 08.5	215	285	155	130

Masteroppgave

Bio-3950

Appendiks tabell 2: fortsettelse

St.nr.	Stasjonsnavn	Redskap	Dato	Tid (timer)	Dybde (m)	Start breddegrad	Start lengdegrad	Stopp breddegrad	Stopp lengdegrad	Retning (°)	Totalt antall	Totalt hun	Totalt han
275	Indre Billefjord	D	26. mai			70 20.8	25 08.7				16	9	7
280	Skogsholmen	t	27. mai		39	70 17.4	25 25.6				0	0	0
281	Reinøya Øst	t	27. mai		18	70 16.2	25 20.5				4	0	0
282	Reinøya Øst	t	27. mai		26	70 15.1	25 18.4				0	0	0
283	Skitskjæret	T	27. mai		95	70 12.5	25 14.6				0	0	0
284	Vallessuolu	t	27. mai		17	70 10.9	25 11.9				0	0	0
285	Svartholmen	t	27. mai		31	70 10.4	25 10.0				?	?	?
286	Laiva	t	27. mai		28	70 08.7	25 10.8				0	0	0
287	Cieknalisgohppi	t	27. mai		22	70 07.3	25 07.2				0	0	0
288	Hattholmen	t	27. mai		25	70 06.8	25 06.6				0	0	0
289	Sommerøy	T	27. mai		98	70 05.6	25 07.5				0	0	0
290	Sommerøy	D	27. mai			70 05.6	25 04.6						
294	Mammal	D	27. mai			70 12.7	25 11.2						
295	Roddenessjøen	A	27. mai	0.5	113	70 12.2	25 16.8	70 11.4	25 15.8	195	0	0	0
296	Østerbotn	A	28. mai	0.5	111	70 06.8	25 10.1	70 07.5	25 11.6	45	0	0	0
304	Skjåholmsundet	T	28. mai		54	70 17.8	25 21.0				14	5	9
305	Reinøysundet	T	28. mai		62	70 17.2	25 22.7				27	10	17
306	Daktegilvva	D	28. mai			70 17.4	25 22.7						
326	Ø av Tamsøy	A	30. mai	0.5	234	70 39.1	25 55.0	70 38.4	25 54.5	205	2	1	1
327	N av St Tamsøy	A	30. mai	0.5	297	70 45.6	25 58.4	70 44.8	25 57.6	200	1	0	1
328	V av Djupvika	A	30. mai	0.5	205	70 48.1	26 06.2	70 48.8	26 08.1	40	0	0	0
330	W av Rekvik	A	30. mai	0.55	239	70 52.4	26 13.9	70 53.4	26 14.6	220	0	0	0
618	Lafjorden	T	04. okt	23.5	91	70 54.2	25 33.0				0	0	0
619	Sarnesfjorden	T	04. okt	23.5	120	70 58.3	25 45.0				21	16	5
620	Porsangnes	T	04. okt	23.5	112	70 50.4	25 54.5				1	0	1

Masteroppgave

Bio-3950

Appendiks tabell 2: fortsettelse

St.nr.	Stasjonsnavn	Redskap	Dato	Tid (timer)	Dybde (m)	Start breddegrad	Start lengdegrad	Stopp breddegrad	Stopp lengdegrad	Retning (°)	Totalt antall	Totalt hun	Totalt han
621	Mannskardvika	T	04.okt	24.0	176	70 46.7	25 47.4				34	27	7
622	Singelvika	T	04.okt	24.0	164	70 45.8	26 05.1				46	26	20
623	S av Hellnes	A	04.okt	0.5	241	70 57.2	26 23.3	70 56.4	26 21.2	209	0	0	0
624	Midtfjord	A	04.okt	0.5	278	70 59.6	26 22.7	70 58.9	26 22.7	178	0	0	0
625	Midtfjord ytre	A	04.okt	0.5	274	70 58.1	26 17.2	70 57.2	26 17.8	173	0	0	0
626	NV av Rekvika	A	04.okt	0.5	247	70 55.4	26 22.5	70 54.7	26 23.1	166	4	4	0
627	Midtfjords	A	04.okt	0.5	231	70 54.2	26 20.4	70 53.6	26 19.6	200	13	9	4
628	V av Rekvika	A	04.okt	0.5	223	70 53.4	26 17.5	70 52.9	26 16	200	151	108	43
629	NV av Rekvika	A	04.okt	0.5	231	70 54.2	26 14.9	70 53.4	26 10.2	157	4	2	2
630	Rekvika	A	04.okt	0.55	214	70 54.8	26 08.7	70 54.2	26 09.4	165	3	2	1
631	Midtfjords	A	04.okt	0.5	221	70 53.7	26 10	70 53.1	26 10.6	159	2	0	2
632	S av Store Tamsøy	T	05.okt	20.0	172	70 37.2	25 46.7				25	9	16
633	Kjæs	T	05.okt	16.8	99	70 37.1	25 55.4				97	46	51
634	Øst av Tamsøy	T	05.okt	17.5	170	70 40.8	25 55.8				0	0	0
635	NV av Tamsøy	T	05.okt	17.0	189	70 43.3	25 48.2				75	52	23
636	Hamnesgrunnen	T	05.okt	15.0	121	70 46.3	25 43				90	77	13
637	V av Porsangnes	A	05.okt	0.5	195	70 52.6	26 03.1	70 53.3	26 04.5	32	0	0	0
638	Ø av Porsangnes	A	05.okt	0.5	240	70 55.6	26 06.6	70 56.3	26 06.9	15	0	0	0
639	NØ av Porsangnes	A	05.okt	0.5	260	70 56.6	26 07.9	70 56.5	26 10.2	80	0	0	0
640	NV av Flatvika	A	05.okt	0.5	241	70 51.7	26 08.8	70 52.3	26 09.6	20	2	1	1
641	N av Russevika	A	05.okt	0.5	207	70 51.2	26 14.1	70 51.7	26 15.6	40	0	0	0
642	V av Flatvika	A	05.okt	0.5	230	70 50.3	26 08	70 50.9	26 08.1	5	0	0	0
643	Midtfjord	A	05.okt	0.5	180	70 49.6	26 01.8	70 50	26 03.4	45	0	0	0
644	Ytre Svartvika	T	06.okt	22.0	111	70 39.7	25 25.3				1	1	0
645	Nordmannset	T	06.okt	20.5	163	70 35.1	25 18.1				144	124	20
646	Seljeneset	T	06.okt	20.0	127	70 33.8	25 15.4				12	8	4

Masteroppgave

Bio-3950

Appendiks tabell 2: fortsettelse

St.nr.	Stasjonsnavn	Redskap	Dato	Tid (timer)	Dybde (m)	Start breddegrad	Start lengdegrad	Stopp breddegrad	Stopp lengdegrad	Retning (°)	Totalt antall	Totalt hun	Totalt han
647	Hundevika	T	06.okt	19.5	93	70 33	25 13.1				80	77	3
648	Alkeberget	T	06.okt	19.0	81	70 32.8	25 10.8				9	7	2
649	Skarvberget	A	06.okt	0.5	157	70 35.9	25 20.2	70 36.6	25 21.5		32	22	10
650	Svartvika	A	06.okt	0.5	140	70 37.7	25 24.3	70 38.3	25 25.9	47	4	4	0
651	Magerøyryggen	A	06.okt	0.5	102	70 35.9	25 34.4	70 35.4	25 33.6		124	65	59
652	V av Tamsøya	A	06.okt	0.5	123	70 39.7	25 38.9	70 40.4	25 39.4	20	8	5	3
653	Ø av Molvika	A	06.okt	0.5	137	70 41.5	25 37.1	70 42.2	25 38.3		1	0	1
654	N av I Tamsøy	A	06.okt	0.5	197	70 46.8	25 50.3	70 47.4	25 51.9	40	8	8	0
655	Midtfjord	A	06.okt	0.5	199	70 47.3	26 04.6	70 48.2	26 05.3		0	0	0
656	V av Djupvika	A	06.okt	0.5	179	70 47.7	26 09.3	70 48.1	26 10.9	56	3	1	2
657	Ø av Lille Tamsøy	A	06.okt	0.5	284	70 44.9	25 57.9	70 45.4	25 59.4	47	2	2	0
658	Lille Tamsøy	A	06.okt	0.5	80	70 44.8	25 50	70 45.1	25 52.1	70	9	4	5
659	NV av Store Tamsøy	A	07.okt	0.5	209	70 42.7	25 42.6	70 43.2	25 44.2	45	21	19	2
660	NØ av Store Tamsøy	A	07.okt	0.5	251	70 42.2	25 57.7	70 43	25 58.6	21	0	0	0
661	SØ av Store Tamsøy	A	07.okt	0.5	228	70 38.7	25 54	70 39.2	25 55.8	48	0	0	0
662	W av Kjæsgr.	A	07.okt	0.5	205	70 36.1	25 47.6	70 36.8	25 49	42	5	2	3
663	Ytre Brenna	A	07.okt	0.5	209	70 32.6	25 37.9	70 33.2	25 39.5	45	3	2	1
665	Hamnbukta	t	07.okt	38.0	27	70 05.8	25 05.9				51	25	26
666	Djupbukta	t	07.okt	38.0	21	70 07.3	25 07.3				0	0	0
667	Annebeza III	T	07.okt	38.0	94	70 06.8	25 11.3				0	0	0
668	Annebeza II	T	07.okt	38.0	54	70 06.9	25 12.9				8	6	2
669	Annebeza I	T	07.okt	38.0	31	70 06.9	25 13.2				2	2	0
670	Laiva	t	07.okt	39.0	23	70 08.8	25 10.8				0	0	0
671	Svartholmen	t	07.okt	39.0	30	70 11.1	25 10.8				0	0	0
672	Reinøya	t	07.okt	39.0	19	70 16.2	25 20.5				0	0	0

Appendiks tabell 2: fortsettelse

St.nr.	Stasjonsnavn	Redskap	Dato	Tid (timer)	Dybde (m)	Start breddegrad	Start lengdegrad	Stopp breddegrad	Stopp lengdegrad	Retning (°)	Totalt antall	Totalt hun	Totalt han
673	Reinøysund I	T	07.okt	39.0	63	70 17.2	25 22.6				35	6	29
674	Reinøysund II	T	07.okt	39.0	53	70 17.8	25 21.1				2	2	0
684	Auskarholmen	T	09.okt	30.0	112	70 19.2	25 14.4				58	13	45
685	NV Auskarholmen	T	09.okt	30.0	165	70 20.5	25 14.5				143	50	93
686	Midtgr	T	09.okt	32.0	177	70 21.7	25 13.2				147	82	65
687	Indre veinebukt	T	09.okt	35.0	87	70 23.5	25 09.1				45	22	23
688	Hamhomen	T	09.okt	31.0	156	70 23.8	25 16.8				66	30	36
699	N av Leirpollneset	A	10.okt	0.5	137	70 25.4	25 28.5	70 24.9	25 27.1	206	99		
700	Kjerringvikneset	A	10.okt	0.5	140	70 22.1	25 23.1	70 21.4	25 22	215	13		
701	N av Auskarholmen	A	10.okt	0.5	171	70 21.4	25 17.4	70 21	25 15.8	255	66		
702	Midtgrunnen	A	10.okt	0.5	141	70 22.6	25 12.4	70 22.1	25 11.6	190	3	0	3
703	Indre Veinesbukt	A	11.okt	0.5	82	70 23.8	25 09.4	70 23.1	25 08.7	200	8	5	3
704	Indre Billefjord	A	11.okt	0.5	56	70 20	25 05.8	70 19.5	25 04.9	185-230	18		
705	Ø av Nordmanngr	A	11.okt	0.5	160	70 27.4	25 30.6	70 28.1	25 31.3	20	24		
706	Gammelstakkgr	A	11.okt	0.5	90	70 33.5	25 18.5	70 32.8	25 17.6	210	14		

Appendiks tabell 3: Oversikt over rognklasseinndelingen og antall prøver tatt i hver klasse i Porsangerfjorden 2011.

Lengdegruppe	Eggprøver mai	Eggprøver oktober
	Antall	Antall
91-95	0	0
96-100	1	3
101-105	8	10
106-110	10	14
111-115	10	10
116-120	10	10
121-125	11	11
126-130	7	9
131-135	1	10
136-140	3	10
141-145	0	9
146-150	0	3

Appendiks tabell 4: Knekkpunktanalyse av kongekrabbe (*Paralithodes camtschaticus*) fra Porsanger 2011. Residualer ± 4 er fjernet i markert kolonne "uteliggere". α er skjæringen med y-aksen, β_1 er stigningskoeffisient, SE er standardavvik, β_2 er endringen i stigningskoeffisient etter kjønnsmodning, N er antall krabber i analysen, r^2 er korrelasjonskoeffisienten, RL er ryggskjoldlengden og KI er konfidensintervall.

Måned	Kjønn	Avhengig variabel	knekkpunkt RL (mm)	95% KI (mm)	N	α	β_1	SE β_1	β_2	SE β_2	r^2	Uteliggere
Oktober	Hunn	Klolengde	117	112.2 – 121.8	205	1.78	0.39	0.37 – 0.40	-0.14	-0.19 – -0.08	0.95	1 fjernet
Oktober	Hann	Klolengde	118	111.5 – 124.5	127	0.4	0.42	0.39 – 0.44	0.22	0.14 – 0.30	0.97	2 fjernet
Mai	Hunn	Klolengde	88	79.4 – 96.6	479	0.5	0.41	0.36 – 0.46	-0.06	-0.11 – -0.02	0.92	4 fjernet
Mai	Hann	Klolengde	115.7	109.5 – 121.9	340	0.11	0.42	0.41 – 0.44	0.11	0.07 – 0.15	0.97	3 fjernet
Oktober	Hunn	Klohøyde	104.1	94.2 – 113.9	205	-0.5	0.29	0.27 – 0.32	-0.08	-0.11 – -0.04	0.93	1 fjernet
Oktober	Hann	Klohøyde	112.1	105.1 – 119.1	124	-0.71	0.3	0.28 – 0.32	0.15	0.10 – 0.20	0.97	3 fjernet
Mai	Hunn	Klohøyde	94.8	87.0 – 102.7	480	-0.25	0.29	0.27 – 0.32	-0.05	-0.08 – -0.02	0.9	3 fjernet
Mai	Hann	Klohøyde	111.3	104.3 – 118.4	341	-1.44	0.31	0.30 – 0.33	0.08	0.05 – 0.11	0.96	2 fjernet
Oktober	Hunn	Klobredde	110.3	104.0 – 116.6	204	-0.54	0.22	0.21 – 0.23	-0.07	-0.10 – -0.04	0.93	2 fjernet
Oktober	Hann	Klobredde	116.4	110.3 – 122.6	125	-0.71	0.23	0.21 – 0.24	0.14	0.10 – 0.19	0.97	2 fjernet

Appendiks tabell 5: Regresjonsanalyse over lengden til kongekrabben (*Paralithodes camtschaticus*) hvor 50 % er eggbærende (OL_{50}) for mai og oktober 2011. Tabellen viser analysen med og uten vekting av antall observasjoner i hver 5 mm lengdegruppe. N er antall lengdegrupper, α er skjæringspunktet med y-aksen, KI er konfidensintervallet og r^2 er korrelasjonskoeffisient.

Måned	Vekting	N	α	OL_{50}	95% KI OL_{50}	r^2
Mai	Uten	12	-0.232	112.1	111.4 – 112.8	0.9977
Mai	Med	12	-0.243	112.0	111.5 – 112.5	0.9981
Oktober	Uten	12	-0.239	110.5	109.7 – 111.4	0.9945
Oktober	Med	12	-0.240	110.4	109.5 – 111.3	0.9843

Appendiks tabell 6: Regresjonsanalyse over logtransformerte verdier av ryggskjoldlengden og total eggvekt (tørr) til kongekrabben (*Paralithodes camtschaticus*) for mai og oktober 2011 i Porsangerfjorden. N er antall rognprøver, α er skjæringspunktet med y-aksen, β er stigningskoeffisient, SE er standardavvik, r^2 er korrelasjonskoeffisienten, F er et forholdstall som viser hvor godt regresjonslinjen forklarer totalvariasjonen, mens p er p-verdien som angir testens signifikanssannsynlighet.

Måned	N	α	β	SE β_1	r^2	F	p	Uteliggere
Oktober	72	$2.66 \cdot 10^{-6}$	3.412	± 0.338	0.849	404.6	< 0.001	2 fjernet
Mai	61	$1.17 \cdot 10^{-5}$	3.116	± 0.421	0.784	218.8	< 0.001	ingen

Appendiks tabell 7: Regresjonsanalyse av ryggskjoldlengden og individuell tørr egenvekt pr. egg til kongekrabben (*Paralithodes camtschaticus*) for mai og oktober 2011 i Porsangerfjorden. N er antall rognprøver, α er skjæringspunktet med y-aksen, β er stigningskoeffisient, SE er standardavvik, r^2 er korrelasjonskoeffisienten, F er et forholdstall som viser hvor godt regresjonslinjen forklarer totalvariasjonen, mens p er p-verdien som angir testens signifikanssannsynlighet.

Måned	N	α	β	SE β_1	r^2	F	p	Uteliggere
Oktober	31	0.18952	0.00027	± 0.00043	0.024	1.75	0.196	Ingen
Mai	20	0.29081	-0.00052	± 0.00053	0.149	4.32	0.05	1 fjernet

Appendiks tabell 8: Regresjonsanalyse av ryggskjoldlengden og totalt antall egg per kongekrabbe (*Paralithodes camtschaticus*) for mai og oktober 2011 i Porsangerfjorden. N er antall rognprøver, α er skjæringspunktet med y-aksen, β er stigningskoeffisient, SE er standardavvik, r^2 er korrelasjonskoeffisienten, F er et forholdstall som viser hvor godt regresjonslinjen forklarer totalvariasjonen, mens p er p-verdien som angir testens signifikanssannsynlighet.

Måned	N	α	β	SE β_1	r^2	F	p	Uteliggere
Oktober	30	-3.3855	3.17945	± 0.61108	0.795	113.59	< 0.001	1 fjernet
Mai	21	-3.57852	3.23686	± 0.89396	0.738	57.43	< 0.001	Ingen

