

**Populasjonsstruktur og morfologi hos kongsnegl *Buccinum undatum* L. på
to lokaliteter i Balsfjorden, Nord-Norge**

av

Helene Ovedie Juliussen



Masteroppgave i biologi (60 stp)

Studieretning marinøkologi



Institutt for akvatisk biologi

Norges fiskerihøgskole

Universitetet i Tromsø

November 2007

TAKK TIL

Førs vil jeg takke min veileder Einar M. Nilssen som hadde ideen til problemstillingene i denne oppgaven. Takk for at du tålmodig har veiledet meg under opparbeidelse av materiale, og ved oppgaveskriving.

Videre vil jeg takke Marianne Nilsen som steppet inn som reserveveileder da Einar var ute på reise. Jeg vil også takke Camilla, Beate og Ragni for gjennomlesning og kommentarer til deler av oppgaven.

Takk til Eilert og hans mannskap på F/F Hvas for hjelp med innsamling av materialet. Det ble noen lærerike dager på sjøen.

En stor takk til ”biologjentene” for en lærerik, artig og fin studietid. Dere har vært en stor inspirasjonskilde for meg! Det blir morsomt å møte dere igjen i Mexico i 2015.

Sist men ikke minst vil jeg takke min kjære samboer Fre-Are for ”datateknisk” hjelp, korrekturlesning og god støtte under hele min studietid. Jeg setter pris på hans tålmodighet og for det ekstra arbeid han har tatt på seg den siste perioden slik at jeg kunne konsentrere meg om denne oppgaven.

Tromsø, november 2007

Helene Ovedie Juliussen

*Bilde forside: kongsnegl *Buccinum undatum* på eggklase, Fotograf: Fred-Are Hansen, Dato: 12.11.2007*

SAMMENDRAG

To lokaliteter i Balsfjorden, Nord-Norge ble sammenlignet med hensyn på fangstmengde, populasjonsstruktur og morfologi til kongsnegl (*Buccinum undatum*). Til innsamling ble det benyttet walisiske snegleteiner som var egnet med fisk/sild og haneskjell i kombinasjon eller kun fisk/sild. Fangst foregikk månedlig fra mars til og med juni 2004, på 15, 30 og 45 m dyp. Fangsttiden var på 1 døgn. Antall og biomasse kongsnegl ble registrert for hver teine. Ingen signifikant effekt av agn ble påvist

Det ble påvist forskjeller i fangstmengde mellom Berg og Eines. Berg ga størst fangstmengde, likevel var fangstemengden antagelig for liten for et lønnsomt fiske. Gjennom sesongen ble det også påvist forskjell i fangstmengde på Berg, men ikke på Eines. Det ble funnet forskjeller i fangstmengden på dyp for Eines, men ikke for Berg. Forskjeller i fangst mellom lokalitet og dyp kan komme av ulike habitater. Mengde som resultat av sesong kan være et resultat av ulikheter i livssyklus-/modningsforløp og vandringer.

Alle kongsnegler ble kjønnsbestemt og lengdemålt, hannsneglenes penis ble også lengdemålt. Våt og tørrvekt ble målt av skall og bløtdeler.

Størrelsesfordelingen varierte mellom dyp, fangstmånedene og lokalitet. Berg hadde størst variasjon mellom dyp og mellom fangstmånedene. Mellom lokalitetene var det størst variasjon på 15 m, noe som mest sannsynlig er på grunn av større habitatforskjeller på dette dypet enn på 30 og 45 m. Kjønnsfordelingen varierer mellom fangstmånedene og i april og juni var det størst andel hannkongsnegler i fangsten på 15 og 45 m. I april og juni var det hanner over 60 mm som dominerte. Kjønnsmodning ble beregnet ut fra penismål og estimert til 63 mm skallhøyde.

På begge lokaliteter ble det funnet isometrisk vekst av bløtdeler som funksjon av skallhøyde, mens det for skallvekt ble funnet svak negativ allometrisk vekst. Gjennom sesongen ble det funnet liten variasjon i stigningskoeffisienten. Størrelsesgrupper under 60 mm har lavere stigningskoeffisient for bløtdeler enn størrelsesgrupper over 60 mm. Skallvekt har tilnærmet lik stigningskoeffisient for kongsnegl under og over 60mm.

Skallbredde og siste vinding og høyde skallåpning har negativ allometrisk vekst, mens spir og lengden noapex har positiv allometrisk vekst. Dette betyr at kongsnegl får mindre skallbredde og lavere skallåpning ved økende skallhøyde. Hunnkongsnegl over 60 mm vil i forhold til hannene bli smalere og få mindre skallåpning ved økende skallhøyde. Kongsnegle på Eines har en smalere vokseform enn kongsnegl på Berg.

Ut fra skallmorfologi er det mulig å skille mellom hunn og hannkongsnegl på lokaliteten (69 og 66% suksess) og til å skille mellom Berg og Eines (74 og 73% suksess). Høyde på skallåpning bidrar mest til å skille mellom kjønn, mens til å skille mellom lokalitet bidrar skallbredde mest. For å skille individer til riktig gruppe (kjønn og lokalitet) var suksessen noe mindre (45-62% suksess).

INNHOLDSFORTEGNELSE

1. INNLEDNING	1
1.1 Bakgrunn	1
1.2 Utbredelse og biologi	2
1.3 Hensikt og problemstilling	7
2. MATERIALE OG METODER	10
2.1 Områdebeskrivelse	10
2.2 Feltarbeid	13
2.3 Laboratoriarbeid	16
2.4 Databehandling og statistiske analyser	21
2.4.1 Microsoft Visual Basic 6.3	22
2.4.2. Regresjonsanalyse	22
2.4.3. Variansanalyse ANOVA	26
2.4.4. Chi-kvadrat test (χ^2 -test)	26
2.4.6 To-utvalgs T-test	28
2.4.7 Diskriminant analyse	29
3. RESULTATER	31
3.1 Fangst i antall og biomasse	31
3.1.1. Fangst med ulike typer agn	31
3.1.2. Variasjon i fangst mellom lokalitet, innsamlingstidspunkt og dyp	31
3.2 Størrelsesfordeling	34
3.3 Fordeling av kjønn	36
3.3.1 Fordeling av kjønn per måned	36
3.3.2 Fordeling av kjønn på dyp	37
3.3.3 Fordeling av kjønn i størrelsesgruppene	39
3.4 Kjønnsmodning	41
3.5 Vekt- lengde relasjoner	43
3.6 Morfologi	47
4. DISKUSJON	59
4.1 Metodisk diskusjon	59
4.1.1 Feltarbeid	59
4.1.2 Laboratoriarbeid	61
4.2 Fangst i antall og biomasse	63

4.2.1 Fangst med ulike typer agn	63
4.2.2 Variasjon i fangst mellom dyp, innsamlingstidspunkt og lokalitet	66
4.3 Størrelsesfordeling	70
4.4 Fordeling av kjønn	73
4.5 Kjønnsmodning	76
4.6 Vekt- Høyde relasjoner	78
4.7 Morfologi	80
5. KONKLUSJON OG SAMMENDRAG	84
6. FRAMTIDIG ARBEID	85
7. REFERANSER	86
8. APPENDIKS	91
8.1 Appendiks Figurer	92
9.2 Appendiks Tabeller	97

1. INNLEDNING

1.1 Bakgrunn

Kongsnegl (*Buccinum undatum* Lineaus 1758) er en vidt utbredt art i Nord-Atlanteren, som det drives kommersielt fiske på flere steder, blant annet på østkysten av Canada og sør- og østkysten av England. I de senere år er både område for fiske og markedet for arten blitt større. Kongsnegl er imidlertid sårbar for overfiske, noe som henger sammen med dens livshistoriestrategi, og flere bestander er overbeskattet både i Canada (Gulf of St. Lawrence) (Gendron, 1991, sitert i Gendron, 1992), Irskesjøen og Korea (Fahy, 2001).

På det tidspunktet denne oppgaven ble påbegynt var det flere aktører som ønsket å starte et storstilt kommersielt fiske etter kongsnegl. Blant annet ble det startet en foredlingsfabrikk på Frøya i Trøndelag (http://www.nrk.no/nyheter/distrikt/nrk_trondelag/4710653.html) også i Nord-Troms var det planer om et mottak med foredlingslinje. På bakgrunn av rapporter fra lokale fiskere og tidligere prøvefiske ble det antydnet at det var store forekomster av kongsnegl utenfor kysten av Troms og Finnmark. Det kommersielle fisket skulle iverksettes uten større kjennskap til artens biologi og produksjon i de aktuelle områdene, noe som kan føre til overbeskatning. Det er nå etablert to mottak og foredlingslinjer, ett på Frøya (Su San Norway AS) og ett på Skjervøy (Nordic Intermaritim AS) (Mortensen & Jakobsen, 2006).

Til tross for store forekomster av kongsnegl og økonomiske interesser var det på midten av 1990-tallet enda lite informasjon vedrørende artens biologi i de nordlige delene av Øst-Atlanteren. I Sverige ble det imidlertid i 1995 opprettet et program med formål å fastsette potensialet for kommersielt fiske langs vestkysten av Sverige (Valentinsson *et al.*, 1999). Norge kom senere i gang med et slikt arbeid, og det var ikke før i 2002 at dette kom som agenda på handlingsplanen til Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond (FHF). Et program for bedre utnyttelse av lite utnyttede kystnære ressurser (LUR) ble iverksatt. Dette programmet var et ledd i arbeidet med å legge til rette for økt verdiskapning, miljøtilpassing, omstilling og nyskaping i fiskeri og havbruksnæringen. Kongsnegl var en av de aktuelle artene det var ønske om å satse på (Kvenseth & Mortensen, 2005). I Strategi- og handlingsplan for kongsnegl for perioden 2006-2007, utarbeidet av LUR-programmet og Møreforskning, er det overordnede målet å etablere et norsk kommersielt bærekraftig fiske og lønnsom omsetning av kongsnegl (Kjerstad & Jakobsen, 2006).

I tillegg skal et LUR-støttet prosjekt tilpasse teiner og utvikle et optimalt agn for fangst av kongsnegl (Mortensen & Jakobsen, 2006). Det er også gjennomført prøvofiske i 2004-2005 på Frøya, i Troms og i Finmark (Kjerstad & Jakobsen, 2006).

I skrivende stund har utviklingen av teinefiske etter kongsnegl pågått en tid og ifølge Sunnanå (2007) har det vært mange skjær i sjøen så langt. Det har blant annet vært vanskelig å skaffe fiskere som er villig til å satse for fullt på grunn av lave priser for fangsten av kongsnegler. Enkelte fiskere har også lidd av lang transportsvei til mottakene og problemer med overlevelse av snegler som skal leveres levende. I tillegg har fiskerne liten tradisjon og kunnskap om aktuelle fiskefelt og fiske etter kongsnegler, og det må prøves og feiles litt før fiskerne klarer å lokalisere drivverdige forekomster.

1.2 Utbredelse og biologi

Kongsnegl (*Buccinum undatum*) er en boreal art som er vanlig på kontinentalsokkelen over hele Nord-Atlanteren (Golikov, 1968; Abbot, 1974; Taylor & Taylor, 1977; Jalbert *et al.*, 1989; Gendron, 1992). Øst i Atlanterhavet er den funnet i Biscaya (Frankrike, Spania), Nordsjøen, Kattogat, Skagerrak og de sørligste delene av det Baltiske hav (Golikov, 1968; Valentinsson *et al.*, 1999). Den er også vanlig langs hele norskekysten (Golikov, 1968; Moen & Svensen, 2004) og i Barentshavet (Golikov, 1968). Vest i Atlanterhavet er kongsnegl å finne fra New Jersey (Østkysten av USA), Gulf of St. Lawrence (Canada) til Arktis (Golikov, 1968; Abbot, 1974; Gendron, 1992). Kongsnegl lever like opp under tidevannssonen (i sublitoral sone) og ned til over 600 meters dyp (Pain, 1979) og er ikke tilpasset et liv i litoralsonen (Gowanloch, 1927). Den er å finne på forskjellige bunntyper (Hancock, 1967; Jalbert *et al.*, 1989), men individer i forskjellige størrelsesgrupper kan ha preferanse for bestemte dyp og bunnsstrat (Jalbert *et al.*, 1989). Kongsnegl kan tåle brakkvann med saltholdighet ned til 15‰ (Fretter & Graham 1962), men foretrekker ikke saltholdighet under 18-20‰ (Staaland, 1972). Den har oksygenavhengig respirasjonsrate som er uavhengig av saltholdighet mellom 20 og 35‰ (Staaland, 1972). Gowanloch (1927) har ved forsøk funnet at kongsnegls øvre dødelige temperaturgrense (lethal thermal point) er på 29°C.

Artens taksonomiske plassering¹ er som følge:

Rekke: Bløtdyr (Mollusca)

Klasse: Snegler (Gastropoda)

U.Klasse: Forgjellesnegler (Prosobranchia)

I.Klasse: Caenogastropoda

Orden: Monotocardia

U. Orden: Neogastropoda (=Stenoglossa)

Familie: Buccinadea

Slekt: *Buccinum*

Art: *Buccinum undatum*

¹ Taksonomiske plassering til kongsnegl (*Buccinum undatum*) etter Fretter & Graham (1962).

Kongsnegl er en polymorf art med stor variasjon i størrelse, skallstruktur og morfologi. Skallet er kjegleformet, vanligvis langstrakt med en maksimal skallhøyde fra 110 mm til 155 mm og en skallbredde opptil 68 mm (Pain, 1979; Moen & Svensen, 2004), men den maksimale størrelsen på kongsnegl varierer fra område til område, og snegl fra åpne havområder blir ofte større enn snegler fra fjordlokaliteter (Hancock, 1967). Det er vanlig med inntil 7-8 vindinger hos voksne individer og siste vinding kan dekke opptil 70 % av skallets lengde (Pain, 1979; Moen & Svensen, 2004). Kongsnegl danner vanligvis spiral/vindinger mot høyre (Hancock, 1967). Skallåpningens ytterleppe danner en jevn bue helt inn i en kort siphonkanal. Skallet har kraftige nedoverrettede ribber og framtreddende spiralsnodde lister. Sammen med de kryssende vekstlinjene gir dette skallet et rutet mønster. Fargen på skallet kan være fra gråhvit, grågrønn til gråbrun. Indre og ytre leppe er hvite (Moen & Svensen, 2004). Operculumet er stort og sitter bakerst på foten. Det er ovalt med en kjerne som ligger mellom senteret og kanten. Fargen på operculumet er blek gulbrun til brun. Hunn- og hannkongsnegl kan skilles ved at hannen har en stor muskulær penis som sitter posterior for høyre siden av hodet og som ligger foldet bakover inni kappen. Skallmorfologi kan også ligge til grunn for kjønnsbestemming da hunnsneglene ofte har en mindre skallåpning enn hannene og ytterleppen danner en rundere konkav del som også er høyere opp enn hos hannene (ten Hallers-Tjabbes, 1979). Kongsnegl kan oppnå en alder på 10 år eller mer (Hancock, 1967; Kideys, 1996).

Ved høyere breddegrader i Atlanteren er familien Buccinidae kjent for å være suksessfulle predatorer og generalister (Taylor & Taylor, 1977). Kongsnegl er karnivor og en aktiv predator, den har et bredt spekter av byttedyr som inkluderer polychaeta (mangebørsteormer) (Blegvad, 1914; Hunt, 1925; Nielsen, 1975; Himmelman & Hamel, 1993; Taylor, 1978), mollusker (bløtdyr) (Blegvad, 1914; Nielsen, 1975; Himmelman & Hamel, 1993; Taylor, 1978), echinodermata (pigghuder) (Blegvad, 1914; Hunt, 1925; Himmelman & Hamel, 1993) og ulike crustacea (skalldyr) (Blegvad, 1914; Hunt, 1925; Himmelman & Hamel, 1993; Taylor, 1978) avhengig av habitat og størrelse på kongsneglen. Også egg, åtsel og døende dyr blir spist av kongsnegl (Blegvad, 1914; Hunt, 1925; Nielsen, 1975; Himmelman & Hamel, 1993; Taylor, 1978). Det er ikke gjort studie på matpreferanser til juvenile kongsnegl (Kideys, 1996).

Reproduksjon skjer årlig (Martel *et al.* 1986B, Kideys *et al.*, 1993; Valentinsson, 2002), og det er store geografiske variasjoner når på året kongsnegl forplanter seg. I Gulf of St. Lawrence, Canada, starter parringen i midten av mai, eggleggingen tar til i slutten av mai og er på topp i juni og juli og fortsetter til sent i august (Martel *et al.* 1986B; Himmelman & Hamel, 1993). De europeiske populasjonene forplanter seg i løpet av høsten og vinteren (Kideys *et al.*, 1993), egglegging skjer gjennom vinteren og tidlig vår (Thorson, 1946; Fretter & Graham, 1962; Kideys *et al.*, 1993). Ved kysten av Øst-England innledes gytingen/eggleggingen i november når temperaturen faller under 9°C (Hancock, 1967), i Irskesjøen sent i desember til slutten av januar (Kideys *et al.*, 1993), i Skagerrak og Kattegat (Sverige) starter eggleggingen tidlig i oktober og fortsetter ut desember (Valentinsson, 2002). Egglegging kan ta til etter 3 uker til 2 måneder etter kopulasjon (Martel *et al.*, 1986A).

I parringsperioden kan flere individer samles, og en slik aggregerende oppførsel kan være utløst av feromoner som drektige hunner frigir og som hannsneglene tiltrekkes av (Martel *et al.*, 1986A). Både hunner og hanner kan pare seg flere ganger med forskjellige individer over en periode på flere dager (Martel *et al.*, 1986A). Hunnkongsnegl kan lagre sperm i sædgjemme opptil 8 uker. Lagring av sperm i hunnen er antagelig gunstig da det gjør hunnene uavhengig av hannen når eggleggingssted blir valgt (Martel *et al.*, 1986A).

Små gytevandring kan forekomme og da ofte til grunnere farvann med store steiner, men også gytevandring tilfeldig rundt for å søke etter spredte stein forekommer. En slik migrasjon tjener antagelig til å finne en fordelaktig plass for embryo- og larveutvikling, eller

en plass der predasjon på egg og eggkapsler er begrenset. Hunnene forlater de dypereliggende sedimentbunnen der paring har forekommet og forflytter seg til grunnere farvann for å legge egg (Martel *et al.*, 1986A).

Kongsnegl legger egg i kapsler. Eggkapslene blir festet på hardt substrat på vertikale flater eller under overheng på store steiner 30-120 cm over bunnen, men også tarestilker blir benyttet som feste og eggkapslene blir lagt rundt tarestilken. Særlig på arten *Agarum cribrosum* kan man finne kongsnegl egg. På dyp over 20 m eller på bløtbunns plata (mud platforms) der store steiner er fraværende er det observert eggkapsler, lagt av et hunnindivid, festet til små steiner og bivalver (Martel *et al.*, 1986A).

En klase med eggkapsler fra en hunn kan i gjennomsnitt inneholde 140 eggkapsler, men flere hunner kan legge eggkapslene i en felles klase (Hancock, 1967; Martel *et al.*, 1986A) slik at en klase kan bestå av flere tusen eggkapsler (Martel *et al.*, 1986A) og det er rapportert om eggklaser som består av opptil 15000 eggkapsler (Dons, 1913). De fleste av eggkapslene kan inneholde rundt 2700-3000 egg (Martel *et al.*, 1986A; Hancock, 1967), men de kapslene som er ytterst i klasen ($\approx 10\%$ av totalt antall kapsler) inneholder færre egg eller er helt tomme (Martel *et al.*, 1986A).

Utvikling av de ulike larvestadiene (trochophore og veliger) skjer inne i eggkapselen der larvene ernærer seg på næringsegg og andre larver (Thorson, 1946; Hancock, 1967). I europeisk farvann tar embryoutviklingen 3-5 måneder (Hancock, 1967; Kideys *et al.*, 1993) og i Gulf of St. Lawrence tar utviklingen 5-8 måneder (Martel *et al.*, 1986A).

Kun noen få av eggene i en eggkapsel vil utvikle seg, og det er observert at fra rundt 13 til 30 juvenile snegler på ca 3 mm i skallhøyde kan dukker opp fra hver kapsel (Hancock, 1967; Martel *et al.*, 1986A). Fra en eggkapselmasse lagt av en enkel hunn kan det da bli produsert ca 3700 juvenile kongsnegler (Martel *et al.*, 1986A). Hvis hunnen har paret seg med forskjellige hanner vil de juvenile sneglene som klekkes ut av en eggmasse lagt av en enkel hunn ha større genetisk variabilitet, noe som antakeligvis har stor betydning for arter med fullstendig benthisk utvikling (Martel *et al.*, 1986A).

Størrelse og alder ved kjønnsmodning varierer fra lokalitet til lokalitet. Sigurdsson (1986) fant at kongsnegl på en lokalitet i Trondheimsfjorden var 48 mm og 4 år ved første gyting. Blant

annet har Hancock (1967) rapporterer om gyting fra 2-3 års alderen og ved en skallhøyde opp mot 5 cm (2 inches) på kysten av Sør- og Øst-England, og Kideys *et al.* (1993) rapporterte om kjønnsmodning ved en skallhøyde på 6-7 cm i Irskesjøen. I Gulf of St. Lawrence er skallhøyde ved kjønnsmodning for hunner funnet til å være 7-8 cm og for hanner 7 cm (Martel *et al.*, 1986B). I Skagerrak ble kjønnsmodning funnet ved skallhøyde på 5-6 cm og i Kattegat på rundt 7 cm (Valentinsson *et al.*, 1999).

Vekstraten til kongsnegl er størst det første leveåret (Hancock, 1967; Sigurdsson, 1986; Kideys, 1996) da kongsneglene kan vokse til om lag 2,5-2,9 cm i skallhøyde (Hancock, 1967; Kideys, 1996). De påfølgende år vil det være nedgang i vekstraten (Hancock, 1967; Sigurdsson, 1986) og den vil flate ut ved kjønnsmodning (Sigurdsson, 1986), sannsynlig som følge av allokering av energi fra somatisk vekst til vekst av gonader. På kysten av Øst-England forekommer den raskeste veksten på våren og sommeren (Hancock, 1967). Nedgang i vekstrate som følge av kjønnsmodning er etterfulgt av stadig avsetning av lag på skjellet, noe som resulterer i en tykkere skall-leppe (Hancock & Simpson, 1962; Hancock, 1967). Det er ikke funnet forskjell på vekstraten til hunn og hannindivider (Hancock & Simpson, 1962).

Merkeforsøk har vist at voksne kongsnegl er relativt stedbundet (Hancock, 1963). En stor del av tiden kan de ligge urørlig på bunnen og noen ganger er de delvis nedgravd i sedimentene (Hancock, 1963; Himmelman & Hamel, 1993; Sainte-Marie, 1991). I forsøk er det funnet at det ved 8 m og 13 m kun er henholdsvis gjennomsnittlig 7,5 % og 7,8 % av kongsnegl som er i bevegelse, men dette varierte med tidspunkt for observasjonene (Himmelman & Hamel, 1993). Sainte-Marie (1991) fant at på 10-12 m dyp forflyttet $\leq 26\%$ av kongsnegl seg, mens de resterende lå i ro eller var delvis nedgravd. Eksperimentelt er det funnet at kongsneglene kan krype fra minst 9 meter (Hancock, 1963) til 50 meter på et døgn (Himmelman, 1988) innenfor betingelser av daglige forandringer i tidevannstrømmer når den er tiltrukket av agn. Gjennomsnittsfarten mot en matressurs varierer, og i et fangst/gjenfangst eksperiment gjort av Himmelman (1988) er maksimumshastigheten funnet til å være $8,3 \text{ cm min}^{-1}$ mens det ble gjort direkte observasjon av kongsnegl på vei direkte mot en nærliggende matressurs motstrøms med en gjennomsnittsfart på $11,4 \text{ cm min}^{-1}$. Lapointe & Sainte-Marie (1992) har i sitt studie funnet at gjennomsnittsfarten mot agn var fra 7,3 til $15,1 \text{ cm min}^{-1}$. Forkjell i bevegelseshastigheten til kongsnegl kan komme av forskjell i temperatur og substrat (Miller, 1974 sitert i Lapointe & Sainte-Marie, 1992; Nickell & Moore, 1992).

Predatorer på kongsnegl er blant annet torsk (*Gadus morhua*) (Blegvad, 1914; Hancock, 1967), ål (*Anguilla anguilla*), ålekvabbe (*Zoarces viviparus*), sandflyndre (*Limanda* sp.) (Blegvad 1914) og småflekke rødhai (*Scyliorhinus canicula*) (Hancock, 1967). *Ophioglypha* sp. (slangestjerne), kråkebolle (*Echinus* sp.), kamstjerne (*Astropecten Müller*), vanlig korstroll (*Asterias rubens*), strandkrabbe (*Carcinus maenas*) (Blegvad, 1914), pyntekrabbe (*Hyas araneus*) og *Cancer irroratus* Say (Thomas & Himmelman, 1988) er også fiender og predatorer til kongsnegl. Skallet til kongsnegl kan også bli angrepet av boreormen *Polydora* sp., og kan også være hjemmet til rankeføtter (Cirripedia) og andre skorpedannende organismer. Det tomme skallet til kongsnegl blir ofte bebodd av eremittkreps (Hancock, 1967).

1.3 Hensikt og problemstilling

I lys av at et kommersielt fiske på kongsnegl har startet er det viktig å ha gode kunnskaper om kongsneglens utbredelse og biologi, særlig på de aktuelle fangstfeltene. Dette for å sikre et bærekraftig fiske av kongsnegl og en eventuell fremtidig regulering av den kommersielle utnyttelsen. Kongsnegl som art innehar som nevnt tidligere stor variasjon i både morfologi og forhold rundt kjønnsmodning (se 1.2 Utbredelse og biologi). Videre kan variasjonen være stor mellom populasjoner, også om disse befinner seg nært hverandre (Thomas & Himmelman, 1988). Det kan dermed bli vanskelig å regulere fisket for denne arten på nasjonalt nivå uten at noen bestander blir overbeskyttet eller utilstrekkelig beskyttet for overfiske.

Med økt kunnskap er det større sannsynlighet for at fiske etter kongsnegl kan foregå i regulerte former slik at det ikke utgjør en fare for bestandene langs kysten av Norge. Jeg ønsker med dette studiet å bidra til å øke kunnskapen om kongsnegl i Nord-Norge ved å undersøke noen aspekter ved kongsneglens biologi, morfologi og fangstbarhet i Balsfjorden i Troms, slik at det blir mer bakgrunnsinformasjon tilgjengelig i planleggingen av en kommersiell utnyttelse av arten.

Hensikten med denne oppgaven er å undersøke fangstbarhet og noen populasjonsøkologiske aspekter for kongsnegl i en nordnorsk fjord. Oppgaven er delt opp i 6 deler der den første delen omhandler bruk av forskjellig *agn* og *fangstbarheten* av kongsnegl. I del to og tre blir *størrelsesfordelingen* og *kjønnsfordeling* i fangsten belyst. I den fjerde delen studeres størrelse

ved *kjønnsmodning* ved å se på den relative penislengde i forhold til skallhøyde. Videre ser jeg på *vekt- lengde relasjoner og morfologi* på de to utvalgte lokalitetene. Til sist blir en diskriminant analyse benyttet for å se om det er mulig å diskriminere individer mellom lokalitetene på bakgrunn av noen utvalgte morfologiske mål.

Agn

Det ideelle agnet i teinefiske er ett som tiltrekker den ønskede arten men avviste andre arter (Hancock, 1974). Tidligere studier (Fahy, 2001, Ingebrigtsen *et al.*, 2002) har vist at agn satt sammen av flere komponenter tiltrekker kongsnegl mer effektivt enn agnkomponentene hver for seg. I dette studiet ønsket jeg å se om haneskjell (*Chlamys islandica*) i kombinasjon med fisk/sild også ville gi en større fangst enn fisk/sild som agn alene. Områdene utenfor Berg er kjent for å være haneskjellshabitater. Om haneskjell er et naturlig bytte for kongsnegl i Nordnorske fjorder vites ikke, men det er grunn til å tro at kongsnegl tiltrekkes av døde og skadede haneskjell. Ved bruk av haneskjell i kombinasjon med fisk/sild er det forventet større fangst enn bare ved bruk av fisk/sild som agn.

Fangstbarhet

For å se om fangsttidspunkt har noen betydning for fangsten ble det fanget snegl fra mars til juni 2004 på Berg og fra april til juni samme år på Eines. Fangstmengden på forskjellige dyp (15, 30 og 45 m) er undersøkt for å se om dypet er en viktig faktor for fangstmengde. Lokalitetene er sammenlignet både med hensyn til fangstperiode og dyp.

Hancock (1967) har funnet at fangstmengde varierer gjennom året på kysten av Øst-England, det ble funnet at det var størst fangst per 100 teine i april og mai (fangstinnsatsen var også størst i disse månedene). I laboratorieeksperimenter ble beiteaktiviteten registrert til å være størst om våren (Hancock, 1967). Forholdene i Nordsjøen og Øst-England er antagelig mer sammenlignbart med forholdene på kysten av Nord-Norge enn de vi finner nord i Gulf of St. Lawrence, og det vil da være naturlig å forvente at det også i Nord-Norge vil være større fangst per fangstinnsats om våren enn om sensommeren når sjøtemperaturen er på det høyeste.

Fordeling av størrelse

På grunn av selektivt redskap er det ikke forventet å få et riktig bilde av størrelsesfordelingen i populasjonen da de minste størrelsene (<5cm) av kongsnegl kan forlate teinene. Et bilde på eventuelle forskjeller mellom lokalitetene vil en likevel kunne danne seg.

Fordeling av kjønn

Fordeling av kjønn i fangsten kan gi et bilde av fordeling av kjønn i populasjonen. Det er likevel en sannhet med modifikasjoner da sneglene aktivt må søke etter mat og gå inn i teinene. Det er rapportert om lavere fordøyelseskjertel indeks ved inntreden av sesongen for formering hos hunnene, samt lavere beiteaktivitet i den samme perioden (Martel *et al.*, 1986B). Dette kan føre til at hunnene i populasjonen er underrepresentert i fangsten i perioder, da særlig kjønnsmodne hunner. Da det ikke finnes sikre data på tidspunkt for formering av kongsnegl i Balsfjorden er det uvisst om fangstperioden i dette studiet sammenfaller med denne hendelsen.

Kjønnsmodning

Skallhøyde ved kjønnsmodning kan som nevnt tidligere varierer fra lokalitet til lokalitet. I dette studiet er penis lengde og en knekkpunktsanalyse benyttet som et verktøy for å finne skallhøyde ved kjønnsmodning. Tidligere studier har vist at penis lengde større enn 50% av skallhøyden korrelerer godt med skallhøyde der gonadene er utviklet og sneglen er kjønnsmoden (Gendron, 1992). Det er forventet at kjønnsmodning vil skje ved en mindre skallhøyde enn det som er funnet i Gulf of St. Lawrence, Canada, på grunn av høyere sjøtemperaturer i Balsfjorden. Som følge av høyere breddegrad og det faktum at det ikke er drevet et kommersielt fiske av kongsnegl i Balsfjorden er det grunn til å tro at kjønnsmodning vil forekomme ved en noe større skallhøyde enn det som er funnet i Nordsjøen, Skagerrak og Kattegat.

Vekt- og lengde relasjoner

Vekt av kongsnegl er på bakgrunn av andre studier forventet å være isometrisk, det vil si at for en enhet økning i skallhøyde vil vekten øke med 3 vektenheter. I dette studiet er det gjort et skille mellom vekt av bløtdeler og vekt av skallet. Tørrvekt er benyttet da våtvekten er upålitelig på grunn av tap av kroppsvæske ved frysing og opptining.

Morfologi

Tidligere studier har vist at kongsnegler fra ulike lokaliteter kan ha ulik skallmorfologi (Thomas & Himmelman, 1988), og at det kan være morfologiske forskjeller i skallet mellom kjønn (ten Hallers-Tjabbes, 1979). Mange faktorer kan påvirke skallmorfologien til kongsnegl, blant annet kan miljøforhold og kjønn gi variasjon mellom og innen populasjonene. Jeg ønsket derfor å se om det var mulig å påvise forskjeller på skallvekst og skallform mellom lokalitetene Berg og Eines til tross for deres nærhet. I dette studie blir det undersøkt om vekstformen til kongsnegl er proporsjonal. Det blir også undersøkt om det er forskjeller mellom kjønn og mellom lokalitetene. Store forskjeller mellom populasjoner på ulike lokaliteter kan gjøre en fremtidig forvaltning vanskelig. Dette fordi forskjeller i vekst og kjønnsmodning mellom populasjoner kan vanskeliggjøre fastsettelse av et hensiktsmessig nasjonalt minstemål for fangst slik at fremtidig rekruttering kan sikres.

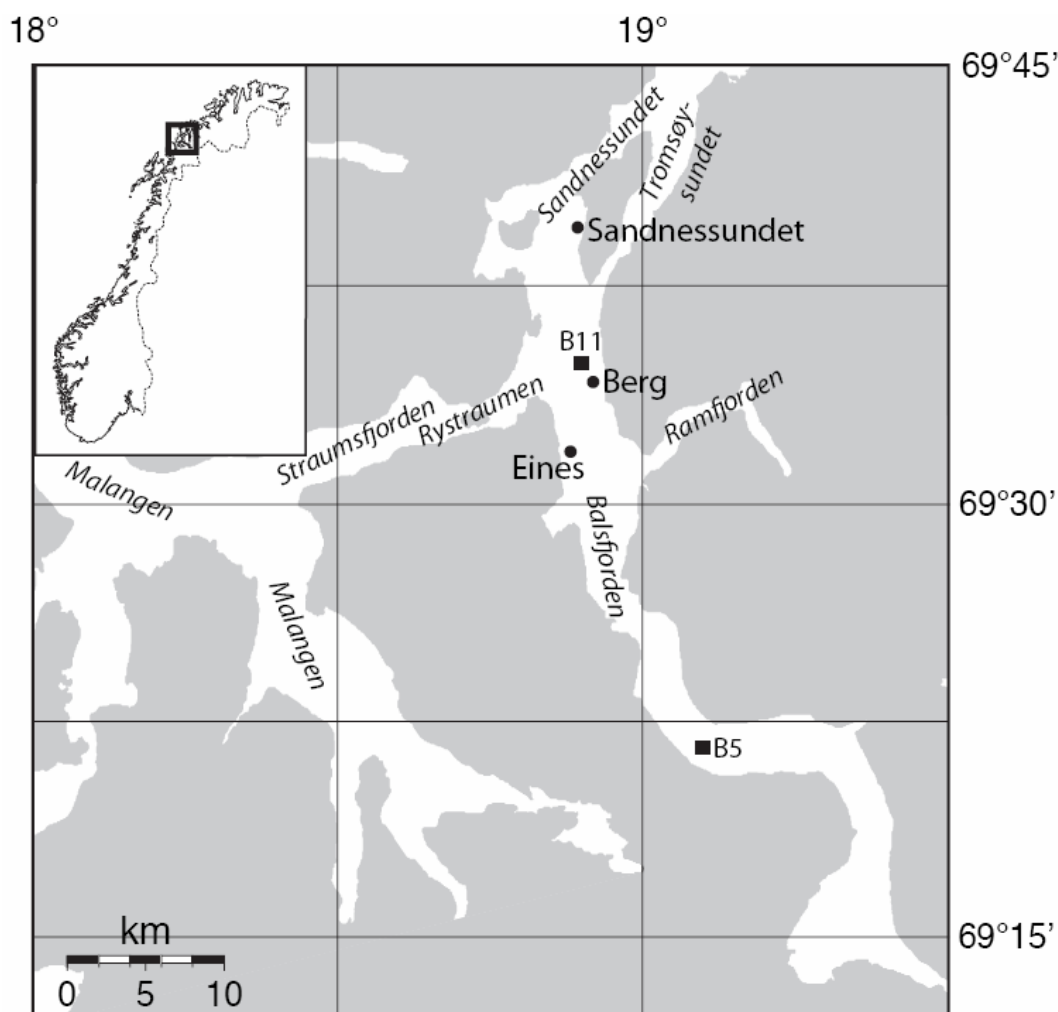
For å se om det er mulig å skille kjønn til kongsnegl og hvilken lokalitet individene tilhører på bakgrunn av forskjellige skallproporsjoner er en diskriminantanalyse benyttet. Rangering av de skallproporsjoner som diskriminerer mest mellom kjønn og lokalitet er også gjennomført.

2. MATERIALE OG METODER

2.1 Områdebeskrivelse

Materialet til denne undersøkelsen ble samlet inn fra Balsfjorden (69°33'N, 18° 54'Ø) i Troms (Figur 2.1).

Balsfjorden strekker seg ca 60 km fra Nordkjosbotn (69°13'N, 19° 32'Ø) i sør og nord/nordvestover til Tromsøya (69°38'N, 18° 55'Ø) i nord. Den er en karakteristisk lukket terskelfjord som er skilt fra utenforliggende dypvannsmasser av tre relativt trange sund (se Figur 2.1); Rystraumen med maksimal dyp på 30 meter, Tromsøysundet med maksimal dyp på 8 meter og Sandnessundet med maksimal dyp på 9 meter på det grunneste (Sælen, 1950; Eilertsen *et al.*, 1981).



Figur 2.1. Kart over Balsfjorden med tilgrensede fjorder og sund. Fangstlokalitetene Berg, Eines og Sandnessundet er merket med symbolet • og stasjoner for hydrografidata er merket med symbolet ■.

I de midtre delene av Balsfjorden, utenfor Svartnes, finnes det dypeste området i fjordbassenget som er på ca 190 meter (<http://kart.kystverket.no>). Balsfjorden betegnes som en subarktisk fjord på grunn av dens beliggenhet mellom den boreale og den arktiske sone. De fysiske forholdene og det at Golfstrømmen sjeldent når inn i fjorden fører til at mange kaldtvannarter kan leve der (Oug, 2000).

Vannutskifting i Balsfjorden skjer over de tre tersklene i Rystraumen, Sandnessundet og Tromsøysundet. Tidevannsforskjellene spiller antakeligvis en viktig rolle i å kontrollere sirkulasjonen i Balsfjorden og utveksling med de utenforliggende vannmassene (Eilertsen *et al.*, 1981). Gjennomsnittlig og maksimums tidevannsskala er henholdsvis på 1,78 og 2,93 meter (Tromsø kommune, 1972 sitert i Eilertsen *et al.*, 1981; Tromsø kommune, 1975). Den maksimale tidevannsskala for Tromsø havn i 2004 var på 3,57 m over sjøkartnull

(<http://vannstand.statkart.no/aarsmaks.php?lokalitet=19&fraAar=2004&tilAar=2004&vis>) og middelverdien for 2004 var på 1,62 m (<http://vannstand.statkart.no/midl.php?lokalitet=19&fraAar=2004&tilAar=2004&tbl>). Balsfjorden har en typisk estuarin sirkulasjon, med en nettotransport av brakke overflatevann ut av fjorden og en mellomliggende kompensasjonsstrøm inn fjorden med relativt stillestående underliggende bassengvann. Dybden på det brakke overflatelaget varierer rundt 10 meter dyp (Sælen, 1950).

Nettotransport i de ytre områdene av fjorden (Rystraumen/Tromsøya) skjer i overflatelaget. Transportstrømmen er nordlig og kommer inn ved Rystraumen før den passerer gjennom Tromsøysundet og Sandnessundet. Hoveddelen av denne nordlige transportstrømmen går via Sandnessundet (Tromsø kommune, 1972 sitert i Eilertsen *et al.*, 1981; Tromsø kommune, 1975).

Sjøtemperaturen følger lufttemperaturen og er kontrollert av lokale klimatiske prosesser (Eilertsen & Skardhamar, 2006). På grunn av store vertikale tetthetsgradienter i overflatelaget om sommeren vil variasjon i lufttemperaturen påvirke temperaturen i overflaten på kort tid (Sælen, 1950). Generelt i Balsfjorden (Svartnes) finnes det på 10 m dyp maksimums temperaturene i august og september på gjennomsnittlig 9,5 °C, på større dyp er maksimumstemperaturen noe forsinket, og er høyest i oktober (ca 6-7 °C på 50 meter i oktober). Nedkjølingen om vinteren er en langsom prosess siden hele vannsøyla skal nedkjøles (Sælen, 1950). Minimumstemperaturene for alle dyp forekommer i mars kun kort tid etter at minimums lufttemperatur forekommer i Tromsø, og ligger på gjennomsnittlig 3,5 °C på 10 m og 2,5 °C på 50 m (Sælen, 1950)

Saltholdighetsdata varierer også gjennom sesongen, og på grunn av de store vertikale tetthetsgradienter i overflatelaget om sommeren, vil saltholdighet også variere raskt i overflatelaget ved variasjonen i ferskvannsavrenning fra land (Sælen, 1950). På 10 m er saltholdighet på et maksimum i april (gjennomsnittlig 33,4‰), på grunn av snøsmelting og ferskvannsavrenning fra land vil saltholdigheten avta raskt til et minimum i juli (gjennomsnittlig 32,0‰) (Sælen, 1950). Det brakke overflatelaget vil suksessivt mikses med vannmassene under. Denne miksing er en forholdsvis langsom prosess og minimumsnivået vil derfor bli forsinket nedover. På 50 m vil minimums saltholdighet opptre i august-oktober(33,0‰). Saltholdigheten er noe høyere i de ytre delene av Balsfjorden enn de indre (Sælen, 1950).

Norges fiskerihøgskole har faste stasjoner for hydrografidata i Balsfjorden der saltholdighet og temperatur blir registrert, og tetthet (σ_T) kalkulert. Ved stasjon B5 ved Svartnes (dypeste område av fjorden) er det gjort mest målinger og de fleste av hydrografidataene som er omtalt i avsnittet over er hentet fra denne databasen. Det finnes også en stasjon på Berg (B11), men i fangstperioden er det kun gjort målinger på denne stasjonen i mars 2004. Temperaturen på 15 m dyp var 2,8 °C, saliniteten var på 33,3 ‰, på 45 m dyp var de på henholdsvis 3,6 °C og 33,6 ‰ (www.lupus.nfh.uit.no). Det er ikke tatt månedlige målinger i fangstperioden verken i 2003 eller 2005.

Fangstlokaliteten Berg ligger på østsiden i den ytre delen av Balsfjorden, sør for Tromsøya (Figur 2.1.). Rett vest for Berg, munner Straumsfjorden med Rystraumen ut i Balsfjorden. Straumsfjorden har forbindelse med Malangen og havområdene utenfor og er sentral i tidevannstrømmene i Balsfjorden. Bunnen utenfor Berg består av sand og stein som for det meste er dekket av vorterugl (*Lithothamnion glaciale*). Området er kjent for å ha rike forekomster av haneskjell (*Chlamys islandica*).

På vestsiden av Balsfjorden, litt sør for Rystraumen ligger Eines. Utenfor Eines er det bløtbunn med sedimenter av sand og silt, samt noe skjellsand. Havbunnen ved Eines har mindre helling og dybden øker ikke like mye med avstand fra land som ved Berg (<http://kart.kystverket.no>).

2.2 Feltarbeid

Fangstlokalitetene ble valgt ut fra sjøkart og beretninger fra kjentfolk om kongsnegleforekomster. I utgangspunktet skulle innsamling av materiale foregå ved Berg (69°34,89'N, 18° 55,50'Ø) og i Sandnessundet vest for Tromsøya (69°39,53'N 18° 54,00'Ø). Lokaliteten i Sandnessundet viste seg imidlertid til å gi svært liten fangst (se Tabell 2.1) og for ikke å risikere å få mangelfullt materiale ble lokaliteten erstattet med en annen lokalitet etter første innsamling. Eines (69°32,33'N, 18°53,83'Ø) ble introdusert som ny lokalitet fra april 2004.

Tabell 2.1. Fangst av kongsnegl *Buccinum undatum* 2004 i antall individer og biomasse (g) rund våtvekt per dyp (15, 30, 45 m) per fangsttidspunkt (mars, april, mai og juni) i Sandnessundet, på Berg og på Eines. Antall teiner i lenken med fangst er også vist.

Lokalitet	Måned	Dyp	Antall teiner	Antall <i>Buccinum undatum</i>	Biomasse (g) <i>Buccinum undatum</i>	Antall <i>Neptunea</i> sp.
Sandnessund	24.03.2004	Mars 10	4	7	169,4	2
		20	5	7	133,2	2
		30	10	116	3186,5	3
Berg	24.03.2004	Mars 15	10	54	893,0	4
		30	10	242	6896,4	2
		45	10	67	2763,0	0
	27.04.2004	April 15	9	171	3884,4	2
		30	10	402	13772,7	3
		45	10	196	8828,0	2
	26.05.2004	Mai 15	10	254	3655,3	2
		30	8	237	6207,3	1
		45	9	324	11501,2	5
	23.06.2004	Juni 15	9	170	2243,2	0
		30	10	177	6465,6	1
		45	10	150	5987,8	0
Eines	27.04.2004	April 15	10	73	3047,6	14
		30	10	84	2528,8	22
		45	10	318	12302,4	4
	26.05.2004	Mai 15	10	64	2142,1	25
		30	10	132	4125,0	22
		45	10	189	5297,5	9
	23.06.2004	Juni 15	9	125	5182,6	42
		30	9	92	3245,6	14
		45	10	221	7332,0	4
Sum			3872	121790,6	185	

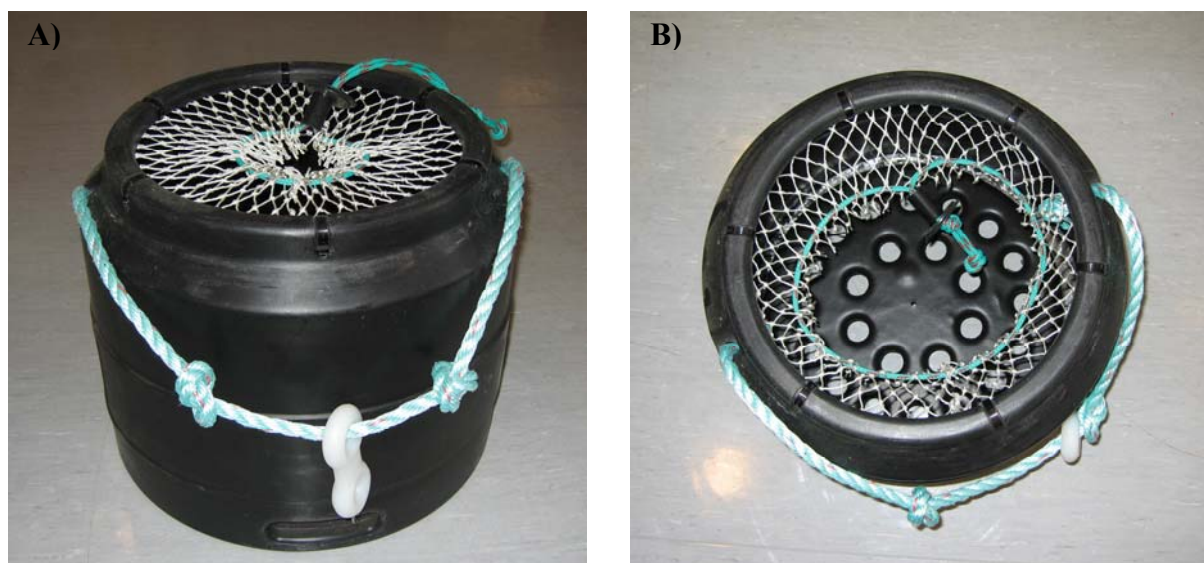
Kriterier om nærhet til Universitetet i Tromsø (UiTø) og at lokalitetene skulle være noe forskjellige ble lagt til grunn for valg av lokalitet. Nærhet til universitetet var viktig da det skulle fiskes med intervaller på ca. en måned i fire måneder, og at forskningsfartøyet (F/F Hyas) som stod til min disposisjon var et fartøy beregnet til dagsturer innaskjærs (for mer informasjon se: <http://www.nfh.uit.no/hmenyvis.aspx?id=200>).

Lenker på 10 teiner ble satt på 15, 30 og 45m dyp. Brukstiden var på ett døgn, ± 1 time på begge lokalitetene. Det ble gjennomført to dagstokt hver måned fra mars til og med juni. En dag for setting av teiner og den påfølgende dagen for hiving av teinene.

Selv om alle lenkene bestod av 10 teiner var det muligens noen som ikke fungerte slik de skulle. Tabell 2.1 gir en oversikt over fangst i antall og biomasse, antall teiner i hver lenkene som hadde fangst av kongsnegl og antall neptunsnegl (*Neptunea* sp.). De 130 individene som ble fisket i Sandnessundet i mars er benyttet til pilotprosjekt og utelatt fra videre undersøkelser.

Det ble benyttet Walisiske snegleteiner (Figur 2.2.) i fiske etter kongsnegl. Kun slike teiner var tilgjengelig til mitt studie, dermed var bruk av disse således ikke et bevist valg. Teinene var festet med fortom på 1-1,5 m til en linerygg med 15 meters mellomrom. Tre lenker med 10 teiner per lenke ble benyttet på hvert dyp på hver enkelt lokalitet. For å hindre avdrift ble det benyttet krabbesteiner i enden av lenka, og ile til overflaten med blåse.

Teinene er sylindrerformet med en diameter på 40 cm og er produsert i kraftig UV- resistent plast (<http://www.fish-tec.co.uk/prodinfo.htm>). I bunnen langs kanten er det støpt inn metall for å gi teinen større egenvekt og stabilitet. Bunnen er perforert med hull med en diameter på 25mm. Hullene er dimensjonert med henblikk på fangstseleksjon i et kommersielt fiske og tillater små snegler å forlate teina, de tillater også vanngjennomstrømning ved hiving slik at mudder kan vaskes ut. Toppen er dekket av nett som lett kan åpnes for egning og tømning av teina (<http://www.fish-tec.co.uk/prodinfo.htm>). Totalkapasiteten per teine er på 14,5 kg kongsnegl (Pedersen, 2005) og den har et volum på 20 liter. Teiner er passive redskap som fanger bunndyr som søker etter mat.



Figur 2.2. Walisisk snegleteine: A) vist fra siden med lukket toppnett, B) vist fra toppen med åpent toppnett og bunn med dreneringshull.

Agnet ble lagt løst i teinene og bestod av hyse (*Melanogrammus aeglefinus*), torsk (*Gadus morhua*), sild (*Clupea harengus*), fiskeavskjær (hovedsaklig buker, rygger og hoder av sei (*Pollachius virens*) og torsk) og knust haneskjell (*Chlamys islandica*). Fiskeavskjær ble benyttet som basisagn i alle teinene i mars, hyse og torsk i april. Sild ble benyttet som basisagn i mai og juni da sild var mer tilgjengelig på dette tidspunktet enn fiskeavskjær, hyse og torsk.

For å se om kombinasjon av flere komponenter av agn kunne ha innvirkning på fangsten ble det benyttet knust haneskjell i kombinasjon med fiskeavskjær, hyse, torsk eller sild i annenhver teine i perioden fra mars til og med mai.

Antall kongsnegl i hver teine ble registrert og sneglene ble pakket i merkede plastposer på dekk. Snegler som satt utenpå teina er inkludert i fangsten. Neptunsnegler (*Neptunea despecta*) ble også registrert. Individuer som var vanskelig å artsbestemme og som ikke kunne utelukkes som kongsnegl ble registrert som kongsnegl. Annen bifangst er ikke registrert systematisk. Noen av teinene var tomme, muligens forsvant agnet under setting eller teinene ble liggende ugunstig for fangst. Det er også en mulighet for at fisk kan ha kommet til og spist agnet før sneglene har kommet til. Disse teinene er ikke inkludert videre i studie.

2.3 Laboratoriarbeid

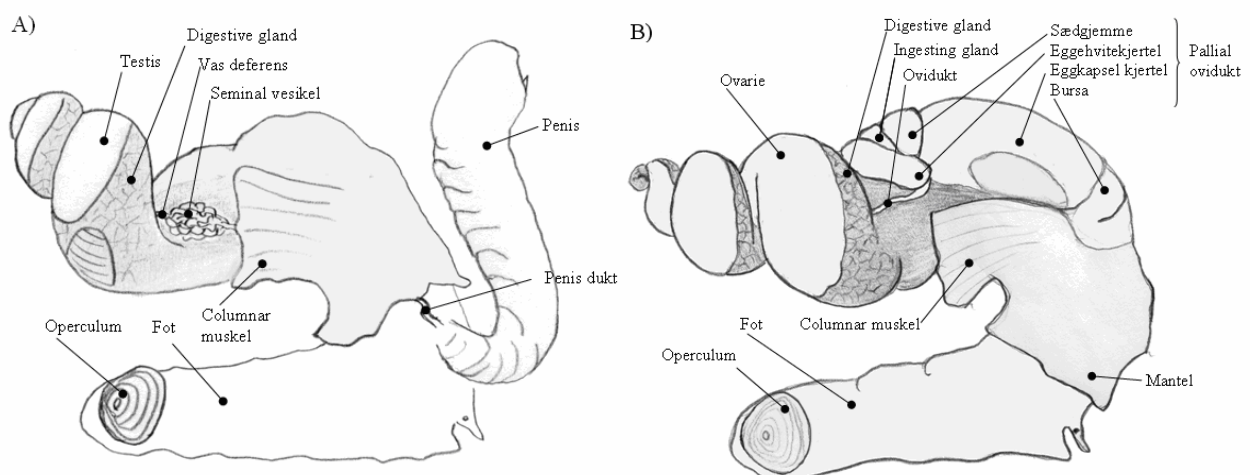
På land ble fangsten for hver teine veid med en Sartorius BP81000, Max 8100g, d=0,1g. Før veiing ble sjøvann helt ut av posene, anemoner og annen større epifauna ble fjernet fra snegleskallet med skalpell. Sneglene ble fryst ned i de merkede plastposene for senere opparbeidelse.

Sneglene ble lagt til tining ved temperatur på ca 4°C i 15-24 timer før opparbeidelse. Siden hver pose inneholdt fangsten til en teine ble prøvene opparbeidet ”teinevis”.

Siden andre arter som kan forveksles med kongsnegl ikke er kjent langs norskekysten, og kongsnegl er svært karakteristisk med blant annet nedoverrettede ribber og kort siphonkanal er tilstedeværelse av tidligere nevnte trekk (se innledning) en akseptabel artsdiagnose. Ytterligere artsdiagnostikk er ikke gjennomført.

Kjønnbestemmelse

Tilstedeværelse av penis og gonadenes utseende ligger til grunn for bestemmelse av kjønn. Hos hannene er testis fra blass gul-orange, gul-bers til rødlig. Testis ligger over fordøyelseskjertelen i de siste vindingene, men har finere struktur enn ovarie. Sædlederen (vas deferens) løper fra testis til seminal vesikel, der en finner en krøllet og foldet del av sædlederen i overflaten av fordøyelseskjertelen. Sædlederen løper videre gjennom prostatakjertel (som er vanskelig å se) langs kappehulen og derfra på overflaten av foten frem til penis. Penis er lokalisert over den høyre tentakel. Hos hunnene er det gul-orange ovariet som ligger over fordøyelseskjertelen i de siste vindingene lett å kjenne igjen. Pallial ovidukt består av egghvitkjertel, sædgjemme, eggkapselkjertel og bursa. Ovariet og pallial ovidukt er forbundet via ovidukt. Disse organene ligger etter hverandre langs med kappehulen og er fremtredene hos kjønnsmodne hunnkongsnegler. Da falsk penis kan forekomme hos hunner (imposex), og at det er vanskelig å se forskjell på gonadene til små umodne individer, var det noen individer som ikke lot seg kjønnsbestemme. Falsk penis (imposex) hos hunner kan komme av påvirkning fra miljøgifter fra for eksempel tributyltin (TBT) som kan finnes i bunnsmørningen til båter (ten Hallers-Tjabbes *et al.*, 1994; Nicholson & Evans, 1997). Individer angrepet av kasterende parasitter (Køie, 1969) kunne også være vanskelig å kjønnsbestemme da hele bakkroppen til sneglen kunne være svulmet opp og penis hos hanner var unaturlig liten for kroppstørrelsen.

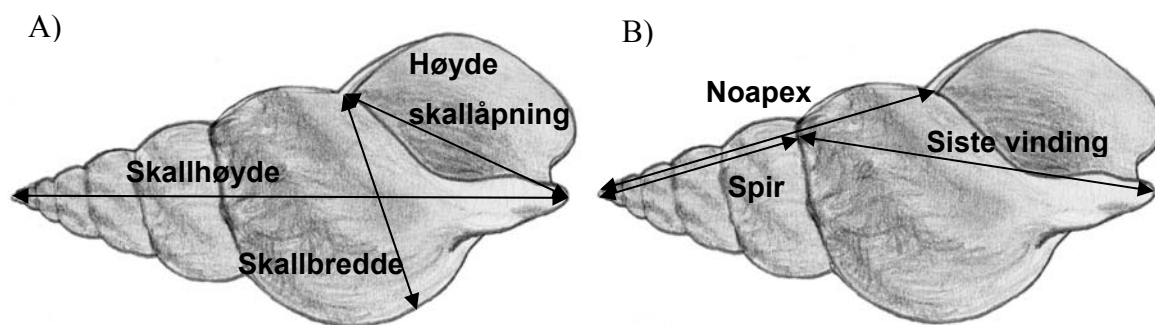


Figur 2.3. Kongsnegls (*Buccinum undatum*) reproduktive organer av A) Hannkongsnegl og B) Hunnkongsnegl.

Lengdemål

Til måling av skall og penis ble det benyttet et elektronisk skyvelær (Digimatic, 0,5-150 mm). Lengdemålene ble logget direkte i Microsoft Excel ved hjelp av programmet Winkey v1.45.

I første omgang ble tre lengdemål utført på skallet, se Figur 2.3A). *Skallhøyde* ble målt langs kongsneglens akse fra spissen av spiret (apex) til enden av columella, innsiden av siphonkanalens ende. *Skallbredde* måles fra det punkt der inner- og ytterleppene møtes og parallelt med sømmen mellom nest siste og siste vinding. Dette er ikke det bredeste stedet på skallet. Grunnen til at det blir tatt et mål akkurat her er at det er et entydig punkt en kan måle fra, og at det er større sannsynlighet for at målepunktene er bevart og ikke knust under fangst og lagring. *Høyde skallåpning* måles fra der inner- og ytterleppene møtes (Notch) og til enden av columella, innsiden av siphonkanalens ende (lengste avstand).

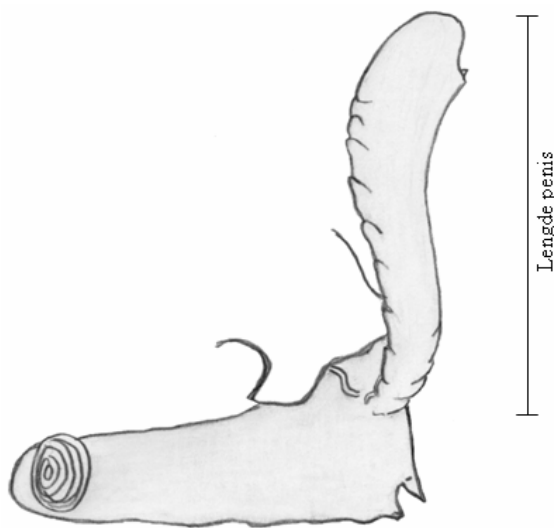


Figur 2.3. Lengdemål av kongsnegl (*Buccinum undatum*). A) Skallhøyde, skallbredde og høyde skallåpning. B) Spirhøyde, Noapex og siste vinding.

På grunn av at det ble oppdaget stor variasjon i morfologi i materialet og fordi en stor andel av materialet som hadde knust ytterleppe, knust ende av siphonkanalen og/eller knust spir ble det innført tre nye lengdemål etter at noe av materialet var opparbeidet (Figur 2.3B). *Noapex*, er avstanden mellom notch (der den ytre og indre leppe møtes) og apex, *Spirhøyde* ble målt langs samme linje som noapex men kun til sømmen mot siste vinding, og *Siste vinding* er målt fra punktet på sømmen der spiret er målt fra til enden av columella, innsiden av siphonkanalens ende.

Siden størrelsen på kongsneglene varierer mye var det viktig å standardisere alle morfologiske mål. Alle morfologiske mål ble derfor dividert med skallhøyde. Disse standardiserte morfologiske proporsjonene ble benyttet i en diskriminantanalyse, og ble testet ved t-test og ANOVA.

På bløtdelene ble kun penis og pseudopenis der det forekom lengdemålt. Penis ble forsiktig dratt ut av kappehulen og bøyd ut i en ”rett” posisjon før den ble målt fra rot, på undersiden av penis, til tupp (Figur 2.4).



Figur 2.4. Penismål av kongsnegl (*Buccinum undatum*).

Vekt

Før veiing av det enkelte individ ble eventuell epifauna på skallene forsiktig fjernet. Kalkrørsormer (Serpulidae) og kolonier av mosdyr (Bryozoa) var umulig å fjerne uten å skade skallet. Kun bløtdelene av de store kalkrørsormene ble fjernet der dette lot seg gjøre. Små rur (Cirripedia) var også litt problematisk å få helt bort og ble bare delvis fjernet. Slim og annen løst organisk og uorganisk materiale på utsiden av skallet ble fjernet med tørkepapir. Sneglene ble til slutt lagt på papir med åpningen ned i 10-15 minutter slik at overskuddsvannet skulle renne ut før veiingen.

Vektmålene som ble benyttet er rundvekt (totale vekt av sneglen: skall, bløtdeler og operculum), våtvekt av skall, våtvekt av bløtdelene, tørrvekt av skall og tørrvekt av bløtdelene. Det ble benyttet en Sartorius BP310S, max 310g, d=0,001g til alle vektmål.

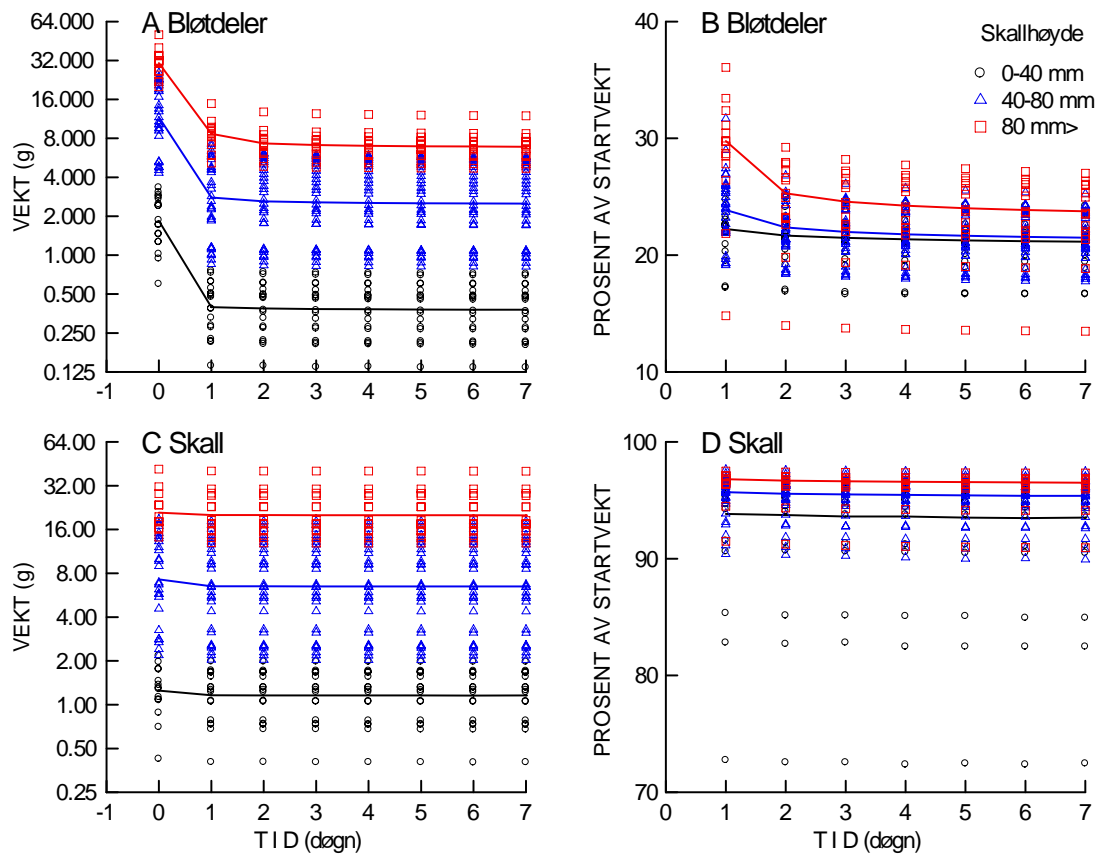
Våtvekt:

Før bløtdelene ble fjernet fra skallet ble rundvekta av sneglene registrert. Bløtdelene ble fjernet fra skallet ved å forsiktig dra i foten, samtidig som en forsøkte å skru sneglen ut av huset sitt. Det er svært viktig at en ikke rykker hardt i foten, blir dette gjort er det stor sannsynlighet for at kroppen rives av ved magesekken eller ved gonaden. De individer hvor det satt igjen bløtdeler i skallet ble forkastet fra videre undersøkelser som innbefattet vekt. Operculum ble fjernet ved å dra forsiktig i den ene enden, disse ble lagret i fryseskap i merkede poser for senere alderslesing. Skall og bløtdeler ble lagt i hvert sitt veieskip med kjent vekt før veiing.

Tørrvekt:

Tørking av prøvene ble gjort i tørkeskap ved 60°C. For å finne det tidspunkt der både bløtdeler og skall var helt tørre ble det gjennomført et tørkeeksperiment. Sneglene ble delt inn i tre størrelsesgrupper. Gruppe 1: 0-39,99 mm, Gruppe 2: 40,00-79,99 mm og Gruppe 3: >80,00 mm. Våtvekt av bløtdeler og skall ble registrert før tørking. Hver 24±2 time ble prøvene tatt ut av tørkeskapet og veid. Før veiing stod sneglene på brett i romtemperatur i 5-10 min for avkjøling. Resultatet av tørkeeksperimentet er illustrert i Figur 2.5 og Appendiks Figur 1. Etter to døgn i tørkeskap har vekta til bløtdelene for alle størrelsesgrupper stabilisert seg på et gjennomsnitt mellom 20% og 25% av våtvekta. Vektreduksjonen mellom dag 2 og 3 er for størrelsesgruppe 1 mellom 0,4% og 2,2%, størrelsesgruppe 2 mellom 0,8% og 2,7% og for størrelsesgruppe 3 mellom 1,6% og 3,5%. Skallenes vektreduksjon er liten etter ett døgn i tørkeskap og forblir stabil ut hele forsøkperioden. Vektreduksjon mellom dag 2 og 3 er for størrelsesgruppe 1 mellom -0,1% og 0,5 %, størrelsesgruppe 2 mellom 0% og 0,2% og for størrelsesgruppe 3 mellom 0% og 0,1%. Den negative vektreduksjonen er vanskelig å forklare, men kan komme av avlesningsfeil eller at løse partikler fra andre skall har falt av og blåst ned i veieskipet. Avflassing av ”skallepitel” og/eller algelag kan også forklare at det er noe vekttap fra sneglehusene hele tørkeperioden (Se Appendiks Figur 1)

Ut fra disse resultater kan en fastslå at materiale fra alle størrelsesgrupper er tørr etter 3 døgn. Selv om skallene mest sannsynlig var tørre allerede etter ett døgn, var det mest praktisk å ha de like lenge i tørkeskap som bløtdelene. Alt materiale ble dermed tørket i tørkeskap på 60°C i 3 døgn.



Figur 2.5. Vektutvikling hos tre størrelsesgrupper (0-40, 40-80 og >80mm skallhøyde) av kongsnegl (*Buccinum undatum*) fra Berg og Eines, Balsfjorden, som funksjon av antall døgn i tørkeskap ved 60°C. A: og B: bløtdeler i vekt og prosent. C: og D: skall i vekt og prosent.

2.4 Databehandling og statistiske analyser

Rådata ble registrert i Microsoft Excel 2003. Individdataene ble også behandlet ved hjelp av sorteringsprosedyre laget i Microsoft Visual Basic 6.3 før videre analyse. Statistiske analyser og grafiske fremstillinger ble utført i SYSTAT (Version 10.2).

I denne oppgaven ble det benyttet en rekke statistiske analyser, disse er nærmere beskrevet nedenfor. For alle analyser har H_0 vært formulert som en test for likhet. Forkastningen av H_0 har vært på 5% nivå.

2.4.1 Microsoft Visual Basic 6.3

Ved registreringen av kjønns- og skallkarakteristikker ble disse dataene registrert i hver sin kolonne separert med komma mellom hver egenskap. Det ble dermed behov for et verktøy som kunne skille, sortere og fordele dataene i egne kolonner. Visual Basic ble brukt til denne sorteringen slik at lignende karakteristikker kom inn i samme kolonne. Det ble laget rutiner/makroer i Visual Basic som fordelte de enkelte egenskaper på passende kolonner og tilslutt erstattet de enkelte egenskaper med forkortelser brukt i videre statistisk behandling av dataene.

2.4.2. Regresjonsanalyse

Lineær regresjon:

En lineær regresjon forutsetter at det er et lineært forhold mellom en kontinuerlig responsvariabel (Y = avhengig variabel) og en enkel kontinuerlig forklaringsvariabel (X = uavhengig variabel). Hensikten med denne analysen er å beskrive det lineære forholdet mellom Y og X , bestemme/fastslå hvor mye av variasjon i Y som kan forklares av det lineære forholdet med X og hvor mye av denne variasjonen som forblir/gjenstår uforklart. En kan også forutsi ny verdi av Y fra en ny X -verdi (Quinn & Keough, 2002). Hvis en betrakter ett sett av $i=1$ til n observasjoner med bestemte X -verdier og tilfeldige Y -verdier, vil den enkle lineære regresjonsmodellen beskrives av Ligning 1.

$$y_i = \alpha_0 + \beta_1 x_i + \varepsilon_i$$

Ligning 1

Der:

y_i = verdien av Y for i observasjoner når prediktorvariabelen $X=x_i$

α_0 = middelverdien for skjæringspunktet med Y -aksen når x_i er lik 0 (Y intercept).

β_1 = regresjonskoeffisienten som angir stigningen på linjen.

ε = tilfeldig eller uforklart error forbundet/tilknyttet til i observasjoner

Verdien av r^2 (Squared multiple R) er et kvantitativt mål for styrken av forholdet mellom de to undersøkte variabler. Korrelasjonen har en spennvidde fra 0 til $\pm 1,0$. Hvis det er et perfekt lineært forhold mellom to variabler vil r^2 være lik 1. Dette vil tilsvare en situasjon der den best tilpassede regresjonslinjen vil passere gjennom hver av punktene i "scatter plottet" (Groebner *et al.*, 2005). r^2 lik 0 indikerer at det ikke er noe lineært forhold. Verdien av r^2

indikerer derfor også hvor mye av variansen i den avhengige variabelen som kan forklares ut fra den lineære regresjonen med den uavhengige variabelen. Signifikansen av r er en funksjon av antall observasjoner.

F-verdien (Fisher value) er et mål på forholdet mellom den forklarte og den ikke forklarte delen av variansen. Dersom den forklarte delen av variansen (mean sum of square) er stor i forhold til den uforklarte (error) vil F-verdien være stor, og en vil få en P (probability) som er lav. Dersom $P < 0,05$ sier vi at regresjonen er signifikant, det betyr at den avhengige variabelen (Y) forandres med variasjon med den uavhengige variabelen (X), det vil si at stigningskoeffisienten $\beta \neq 0$.

Ifølge Quinn & Keough (2002) er en lineær modell en modell der en hvilken som helst verdi av en variabel av interesse er beskrevet som et lineært forhold av en serie parametere (regresjonskoeffisient, skjæringspunkt), der ingen av parametrene fremstår som eksponent, eller er multiplisert eller dividert med andre parametere. "Lineært" refererer til kombinasjonen av parameter, ikke formen på forholdet. På bakgrunn av en slik definisjon kan lineære modeller med en uavhengig variabel representere ikke bare rettlinjede forhold, men også kurvlineære forhold. I noen tilfeller kan kurvlineære forhold lineariseres ved transformasjon.

I denne oppgaven er det benyttet en regresjonsanalyse for å beskrive forholdet mellom tørrvekt (bløtdeler og skall) og skallhøyde, samt forholdet mellom ulike morfologiske mål av skallet (skallbredde, høyde skallåpning, spir, noapex og siste vinding) og skallhøyde. Dette er kurvlineære forhold som kan beskrives med den allometriske ligningen Ligning 2. På bakgrunn av at ingen av parametrene skal fremstå som en eksponent i en lineær regresjon blir den allometriske ligningen logtransformert (Ligning 3)

$$Y = \alpha x^{\beta}$$

Ligning 2

$$\ln y = \ln \alpha + \beta * \ln x$$

Ligning 3

Der Y er verdien på observasjonen (avhengig variabel), i dette tilfelle tørrvekt av skall eller bløtdelene, eller et av de morfologiske mål, x er skallhøyde (uavhengig variabel), α er

skjæringspunkt med y-aksen når $x=0$ og β er stigningskoeffisienten. Følgende modeller (Ligning 4-10) ble benyttet:

$$\ln \text{tørrvektbløtdeler} = \ln \alpha + \beta * \ln \text{skallhøyde} \quad \text{Ligning 4}$$

$$\ln \text{tørrvektskall} = \ln \alpha + \beta * \ln \text{skallhøyde} \quad \text{Ligning 5}$$

$$\ln \text{skallbredde} = \ln \alpha + \beta * \ln \text{skallhøyde} \quad \text{Ligning 6}$$

$$\ln \text{høydeskallåpning} = \ln \alpha + \beta * \ln \text{skallhøyde} \quad \text{Ligning 7}$$

$$\ln \text{spir} = \ln \alpha + \beta * \ln \text{skallhøyde} \quad \text{Ligning 8}$$

$$\ln \text{Noapex} = \ln \alpha + \beta * \ln \text{skallhøyde} \quad \text{Ligning 9}$$

$$\ln \text{sistevinding} = \ln \alpha + \beta * \ln \text{skallhøyde} \quad \text{Ligning 10}$$

Individer med knust ende og/eller knust spir er utelukket fra regresjonsanalysen.

Ytterligere ble det på bakgrunn av regresjonsanalysen utelukket verdier/data med standardavvik med mer enn ± 4 fra regresjonslinjen før endelige resultater fra analysen ble fremstilt.

I vekt- lengde forholdene ble regresjonskoeffisienten (β) sammenlignet med verdien 3. Dersom $\beta=3$ indikerer dette at kongsnegle har et isometrisk vekstmønster, det vil si at vekt øker proporsjonalt med skallhøyden. Verdier over 3 indikerer positiv allometrisk vekst, det vil si vekten øker raskere enn skallhøyden. Verdier under 3 indikerer negativ allometrisk vekst, noe som betyr at skallhøyden øker raskere enn vekten.

Ved alle de morfologiske lengdemålene ble regresjonskoeffisienten (β) vurdert i forhold til verdien 1. Verdier lik 1 indikerer isometrisk vekst, verdier over 1 indikerer positiv allometrisk vekst, og verdier under 1 indikerer negativ allometrisk vekst.

Knekkpunktsanalyse:

Det ble observert at penislengde som funksjon av skallhøyde gjennomgikk ulike faser. Forandringer i dette forholdet kan relateres til kjønnsmodning (se avsnitt 3.4 og diskusjon). (Køie, 1969; Gendron, 1992).

Størrelse ved kjønnsmodning kan trolig bestemmes ved å estimere de to knekkpunkt hvor den lineære sammenhengen mellom skallhøyde og penislengde brytes og får en annen vinkel. Mellom disse to knekkpunktene har penis raskere vekst og det er grunn til å tro at kongsnegler med skallhøyde mellom disse to punkt er i en fase der kjønnsmodning skjer. Knekkpunktet for penislengde ble estimert ved hjelp av Nonlinear modulen i Systat og følgende ligning ble benyttet (Ligning 11):

$$y = a_1 + b_1 * x + b_2 * (x - knekkI) * (x > knekkI) + b_3 * (x - knekkII) * (x > knekkII)$$

Ligning 11

For å standardisere variansen ble den logtransformerte formen av denne ligningen brukt i analysen (Ligning 12):

$$\log y = \log a_1 + b_1 * \log x + b_2 * (\log x - \log knekkI) * (\log x > \log knekkI) + b_3 * (\log x - \log knekkII) * (\log x > \log knekkII)$$

Ligning 12

Der:

y = penislengde

a = regresjonskonstanten som angir hvor linjen krysser y -aksen når $x = 0$

b_1 = regresjonskoeffisienten som angir stigningen til linjen

b_2 = forandringen som skjer i regresjonskoeffisienten sammenlignet med b_1

b_3 = forandringen som skjer i regresjonskoeffisienten sammenlignet med b_2

$knekk_I$ og $knekk_{II}$ = knekkpunkter i regresjonslinjen

x = skallhøyde (mm)

b_2 og b_3 må være forskjellig fra null for å kunne akseptere at det skjer forandring i penislengde i forhold til skallhøyde.

2.4.3. Variansanalyse ANOVA

Variansanalyse (ANOVA) er den sterkeste analysen å bruke dersom en ønsker å finne hvilke faktorer som forklarer varians i et datasett. Metoden kan teste både enkeltfaktorer og interaksjoner mellom disse. ANOVA forutsetter at dataene er normalfordelte, testgruppe har noenlunde lik varians og at antall i de enkelte testgrupper ikke er alt for forskjellige (Green, 1979). I mange tilfeller vil en logtransformasjon av dataene oppfylle kravene til normalfordeling og lik varians.

Følgende variansanalyse ble utført:

1. Fangst i antall og biomasse som funksjon av agn, dyp, lokalitet og fangsttidspunkt.
2. Morfologiske mål som funksjon av kjønn og lokalitet.

I denne oppgaven er det benyttet både toveis og treveis ANOVA. Alle de avhengige variablene er konvertert til logaritmisk form før testing for å oppfylle kravet om normalfordeling og lik varians.

De avhengige variablene er numeriske variabler som blir undersøkt (for eksempel antall og biomasse), og de uavhengige variablene er kategoriske variabler som grupperer dataene inn i flere nivåer: for eksempel agn splittes opp i; fisk og fisk kombinert med haneskjell, dyp splittes opp i nivåene; 15m, 30 m og 45 m.

2.4.4. Chi-kvadrat test (χ^2 -test)

Den mest brukte testen på frekvensdata er Chi-kvadrat testen (χ^2 -test), Ligning 13 (Zar, 1999). Denne tester beregner hvor langt frekvenser av det innsamlede materialet avviker fra de forventede frekvenser.

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(n_i - f_i)^2}{f_i} \quad \text{Ligning (13)}$$

Der:

n_i = frekvensen, eller antall observert i klasse i

f_i = den forventede verdien i klasse i hvis nullhypotesen er sann,

og summeringen utføres over alle kategorier k av data.

Stor ulikhet mellom den observerte og forventede verdien vil gi stor χ^2 -verdi, det er da naturlig å forkaste nullhypotesen (Løvås, 2003). Når den observerte verdien og den forventede verdien er lik (ingen avvik) vil den beregnede χ^2 -verdien være lik 0 (Quinn & Keough, 2002; Zar, 1999). Nullhypotesen (H_0) er: Fordelingene er like.

χ^2 -test forutsetter et stort antall observasjoner. Da kan man være sikker på at alle observerte verdier (n) er tilnærmet normalfordelt, noe som igjen betyr at χ^2 blir tilnærmet χ^2 -fordelt. Som en tommelfinger regel bør det kreves at alle de forventede verdiene (f) ≥ 5 . Hvis denne betingelsen ikke er tilfredstilt, kan analysen gi oss feilaktige svar (Løvås, 2003).

Den mest vanlige testen for toveis tabeller er Pearsons χ^2 -test som tester for uavhengighet av tabell rad og kolonne. Pearson χ^2 -test kan benyttes til tabeller med hvilken som helst antall rader og kolonner (SYSTAT 10.2). Så lenge de forventede verdiene er >5 er Pearson χ^2 -test robust, men den har også stor grad av gyldighet selv om 20% av de forventede verdiene er mindre enn 5, men ikke under 3. Dersom de forventede verdiene er lavere enn 5 er log likelihood ratio χ^2 -test mer robust.

Ved bruk av "two-way-tables" funksjonen i SYSTAT ble frekvensfordeling i antall og prosent og forventede verdier for dyp automatisk estimert for hver fangstmåned innen lokaliteten. Lengdegrupper er satt til rad variabel (predictor-uavhengig variabel) og dyp er satt til kolonne variabel (responsvariabel). Resultatene fremstilles i antall tilfeller som faller inn under en spesifikk kategori (i dette tilfellet størrelsesgruppene; <40 , $40-60$, $60-80$ og >80 mm, og dyp; 15 , 30 og 45 m). I denne oppgaven ble χ^2 -test benyttet for å se om størrelsesfordelingen av kongsnegl er avhengig av dyp. Både Pearson Chi-kvadrat og Loglikelihood test ble gjennomført.

Frihetsgradene (df) er en funksjon av antall kategorier minus en $((r-1)(k-1))$ (Zar,1999). Frihetsgradene (df) er i dette tilfellet 6 $((4-1)(3-1))$. Den kritiske verdien ($\chi^2_{0.05,6}$) er hentet fra Zar, 1999, (Appendiks B, Tabell B1, i Zar, 1999).

Vi forkaster nullhypotesen om lik fordeling av størrelsesgruppene på dyp dersom χ^2 er større enn den kritiske verdien. Dersom nullhypotesen er sann, betyr det at det ikke er noen sammenheng mellom størrelse og dyp.

2.4.5 Heterogenitets chi-kvadrat

Mange ganger ønsker man å teste mot en a priori forventning, i dette tilfellet var det ønskelig å teste om kjønnsforholdet var 1:1.

Dette ble gjort ved hjelp av en heterogenitets χ^2 -test (Zar, 1999). Testen undersøker først hvorvidt fangsten fra hver fangstmåned på den enkelte lokalitet er i overensstemmelse med den gitte nullhypotesen ($H_0=1:1$ forhold mellom kjønn), og videre hvis heterogenitet er påvist for en eller flere av fangstmånedene, tillater den å bedømme hvorvidt det er gyldig å slå sammen hele datasett for testing.

Å teste heterogenitet mellom gjentatte "goodness of fit test" er basert på det faktum at summen av alle χ^2 -verdiene i seg selv er en χ^2 -verdi. Hvis prøvene er virkelig homogene, da vil de totale av de individuelle χ^2 -verdiene være nær χ^2 - for de totale frekvensene. Heterogenitets χ^2 er differansen mellom disse to χ^2 -verdiene.

2.4.6 To-utvalgs T-test

De morfologiske målene ble testet ved hjelp av en to-utvalgs t-test for å se om kongsnegl på lokalitetene var signifikant like i morfologi, og hvor signifikant hvert mål var i å diskriminere mellom lokalitetene. I denne oppgaven ble det brukt t_{sep} og det kompenserer for ulikheter i varians ved å redusere antall frihetsgrader.

To-utvalgs t-test sammenligner gjennomsnittet for en variabel (f.eks forholdstallet til skallbredde) for to grupper av tilfeller (f.eks. kongsnegler fra Berg og kongsnegler fra Eines), og tester hvorvidt forskjellen mellom de to gjennomsnittene avviker fra 0. Lokalitet er benyttet som grupperende variabel.

To-utvalgs t-test ble også benyttet til å se om de forskjellige morfologiske målene avvek signifikant mellom kjønn på lokaliteten. Kjønn ble satt til grupperende variabel.

2.4.7 Diskriminant analyse

Diskriminantanalysen tester forskjeller mellom grupper, hvilken variabel som er mest nyttig i å skille mellom de forhåndsdefinerte grupper, om en undergruppe av variabler oppfyller like bra som andre, og hvilke gruppe som er mest lik og mest forskjellig.

En lineær diskriminant analyse gir den lineære funksjonen av den variabelen som ”best” skiller tilfellene inn i to eller flere predefinerte grupper. En kan enten benytte en komplett analyse eller en stegvis analyse. I den komplette analysen blir alle variablene brukt i modellen. I den stegvise analysen blir variablene valgt inn stegvis på en forlengs eller baklengs måte, enten vekselvirkende av brukeren eller automatisk av SYSTAT.

I de stegvise modellene legger programmet inn for hvert steg den variabelen som bidrar mest til å skille gruppene (forlengs stegvis modell) eller fjerner den variabelen som er minst nyttig (baklengs stegvis modell). Variablens betydning i diskrimineringen mellom gruppene er gitt ved ”F-to-enter” og ”F-to-remove” verdier, der de variablene med høyest verdier er de som er viktigst med henhold til å separere gruppene. Den kritiske ”F-to-enter” verdien er 4.0 og den kritiske ”F-to-remove” verdien er 3,9.

Korrelasjon mellom variablene er gitt som en toleranseverdi med spennvidde fra 0-1,0, der variabler med liten toleranseverdi er sterkt korrelert med en eller flere av de andre variablene i modellen. Den kritiske toleranseverdien er ifølge SYSTAT 10.2 på 0,001.

Analysen gir en klassifikasjons matriks og en Jackknifed klassifikasjons matriks som viser i prosent hvor korrekt tilfellene er klassifisert inn i gruppene basert på de forskjellige variablene benyttet i diskriminantanalysen. I klassifikasjons matriks blir hvert tilfelle klassifisert inn i den gruppen der verdien av dens klassifikasjons funksjon er høyest. Resultatene i den vanlige klassifikasjons matrisen kan være villedende på grunn av at vi vurderer klassifiserings norm ved bruk av det samme tilfellet brukt til å beregne det. Det kan sørge for en overdrevet optimistisk estimat av normens suksess. Jackknifed klassifikasjons matriks forsøker å rette på problemet med å benytte en funksjon beregnet fra alle data bortsett fra tilfellet som blir klassifisert. Metoden for å utelate et tilfelle av gangen heter Jackknifed og er en form for kryss validering (SYSTAT 10.2).

”Canonical scores” for hvert tilfelle lagres for hver modell, disse scorene er presentert i sprednings plott som viser hvor stor avstand gruppene har med hensyn til de forskjellige morfologiske målene.

I denne oppgaven ønsket jeg å se på om det var signifikante forskjeller på morfologi mellom lokalitetene og kjønn, og hvilke av de standardiserte morfologiske målene som bidro mest til diskrimineringen.

Både komplett, baklengs og forlengs analyse ble gjort for å se om de avsluttende modellen ble lik. Ved både forlengs og baklengs analyse ble variablene i den lineære funksjonen valgt ut automatisk av SYSTAT. Gruppen benyttet i diskriminantanalysen er: hunnkongsnegl fra Berg, hannkongsnegler fra Berg, hunnkongsnegler fra Eines og hannkongsnegler fra Eines. På denne måten vil både effekten av lokalitet og kjønn bli tatt i betraktning. Jackknifed klassifikasjons matriks ble benyttet i dette studiet

Nullhypotesen (H_0) der populasjonseffekten av gruppen eller behandling er null med hensyn på alle lineære kombinasjoner av responsvariabelen er testet i tre forskjellige tester; Wilk's lambda, Hotelling Lawley trace and Pillai trace. Resultatene fra Pillai trace blir benyttet her siden det ser ut til at den er mest robust av de tre testene, særlig hvis forutsetningen om lik varians-covarians matrise er misligholdt (Quinn & Keough, 2002).

3. RESULTATER

3.1 Fangst i antall og biomasse

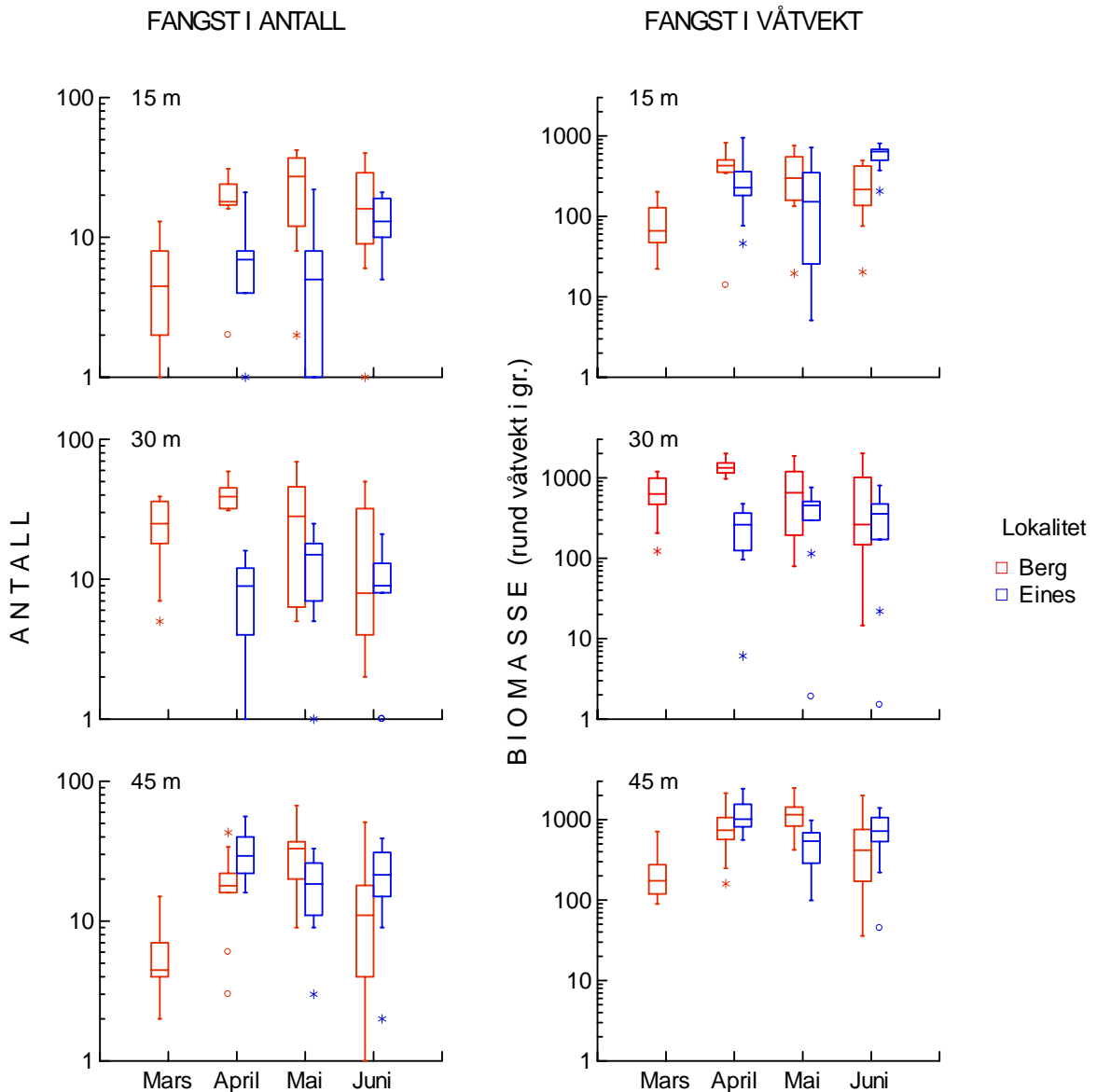
Ved Berg og Eines ble det i perioden mars til juni 2004 totalt fisket 3742 kongsnegl med total rundvekt på 118,3 kg. Ved Berg ble den totale fangsten på 2444 individer (inkludert fangsten i mars på 363 individer) med en biomasse på 73,1 kg rund våtvekt (inkludert fangsten i mars som utgjorde 10,5 kg). Ved Eines ble den totale fangsten på 1298 individer med en biomasse på 45,2 kg (se Tabell 1.1 i Materiale og metode og Appendiks Tabell 1- 3 for oppsummering av fangsdata).

3.1.1. Fangst med ulike typer agn

Gjennomsnittlig fangst i henholdsvis antall og biomasse (rund våtvekt i gram) per teine egnet med ulike typer agn er vist i Appendiks Figur 2 og 3, og det er ingen entydig trend som indikerer at agn bestående av haneskjell og fisk gir større fangst enn fisk alene som agn. En toveis variansanalyse (ANOVA) ga heller ingen signifikant forskjell ($P > 0,05$) mellom teiner med agnkomponentene fisk/sild eller fisk/sild i kombinasjon med haneskjell (for de ulike innsamlingstidspunkt) for verken Berg eller Eines (Appendiks Tabell 4). Dette bekrefter at agntype ikke er avgjørende for fangsten i dette studie og teinene behandles som like i den videre analyse.

3.1.2. Variasjon i fangst mellom lokalitet, innsamlingstidspunkt og dyp

Fangst i antall og biomasse (rund våtvekt i gram) av kongsnegl på Berg og Eines som funksjon av innsamlingsmåned og fangstdyp er vist i Figur 3.1.



Figur 3.1. Fangstmengde av kongsnegl (*Buccinum undatum*) i antall og biomasse (gram.) rund våtvekt for Berg og Eines på 15 m, 30 m og 45 m som funksjon av fangstmåned.

Ut fra fangsttallene framstilt i Figur 3.1. kan det se ut som fangstmengden varierer både med innsamlingstidspunkt, lokalitet og dyp. En oppsummering av ulike toveis variansanalyser finnes i Appendiks Tabell 6, hvor følgende hovedtrekk ble funnet: både på Eines og Berg er det signifikante forskjeller i fangstmengde (både i antall og biomasse) mellom de ulike dyp ($P < 0,05$), men svakere forskjell i antall er å finne på Berg. Det kan se ut som om det er flest individer på 30 m på Berg, og på 45 m på Eines (Figur 3.1.). På Berg finner jeg også klare

forskjeller i fangstmengde ved de ulike innsamlingstidspunkt ($P < 0,01$) og ut fra Figur 3.1. ser det ut som at april måned ga størst fangst. Det er ingen signifikante forskjeller i fangstmengde ved de ulike innsamlingstidspunkt ($P > 0,05$) på Eines. Det er også verdt å merke seg at det både på Eines og Berg er svak interaksjon mellom dyp og innsamlingstidspunkt med hensyn på fangstmengde,. Dette kan bety at sneglene har en sesongmessig vandring mellom dyp.

På 15 og 30 m ble det funnet klare forskjeller i antall individer mellom lokalitetene, og det kan synes som at Berg har høyest fangst i antall. Ingen klare forskjeller ble funnet på 45 m mellom lokalitetene, noe som en ser ut fra Figur 3.1. For biomasse var resultatene noe sprikende, noe som kan tyde på ulikheter i størrelsessammensetningen mellom dyp (se avsnitt 3.2 størrelsesfordeling). Det ble ikke funnet noen klare forskjeller mellom innsamlingstidspunkt, men en svak interaksjon mellom innsamlingstidspunkt og lokalitet ble funnet.

Dersom jeg velger å teste for de ulike fangsttidspunkt finner jeg i april signifikante forskjeller i fangstmengde både med hensyn på dyp og lokalitet. Det kan se ut som om fangst på 15 m skiller seg ut med mindre fangstmengde enn på 30 m og 45 m dyp, og at Berg har den største fangstmengden av de to lokalitetene. Interaksjon mellom dyp og lokalitet er kun funnet i april ($P < 0,001$).

Om man fjerner dataene fra innsamlingen fra Berg i mars fra variansanalysen har jeg et komplett datasett for en 3-veis ANOVA hvor fangstmengde (antall og biomasse) som funksjon av innsamlingstidspunkt, lokalitet og dyp, og deres interaksjon testes. Resultatene fra denne analysen er vist i Appendiks Tabell 7, og viser signifikante forskjeller mellom dyp og mellom lokalitet, men ikke mellom innsamlingstidspunkt. Det er interaksjon mellom dyp og lokalitet, noe som tilsvarer resultatene fra 2-veis variansanalyse for april. Mellom innsamlingstidspunkt og lokalitet er det også interaksjon, noe som er i samsvar med resultatene fra 2-veis variansanalysen. Det ble ikke funnet noen interaksjon mellom dyp og innsamlingstidspunkt for verken antall eller biomasse ($P = 0,071$ og $P = 0,152$). Dette samsvarer ikke med resultatene fra toveisvariensanalysen fra Berg og Eines.

Ved å utelate fangsten i mars på Berg og på ny benytte en toveis variansanalyse og teste for forskjeller mellom dyp og mellom innsamlingstidspunkt for fangstmengde, vil en ikke finne

signifikante forskjeller mellom dyp (Appendiks Tabell 6), det er heller ingen interaksjon mellom dyp og innsamlingstidspunkt (slik som en kan finne ved å innlemme fangst fra Berg i mars), noe som tilsvarer resultatene fra 3-veis variansanalysen. Dette kan tyde på at det ikke er noen sesongmessige vandringer mellom dyp, eller at en slik vandring har skjedd før siste halvdel av april måned. Når det i tillegg er ulikheter mellom innsamlingstidspunkt er det grunn til å tro at det skjer en forandring i løpet av mars/april.

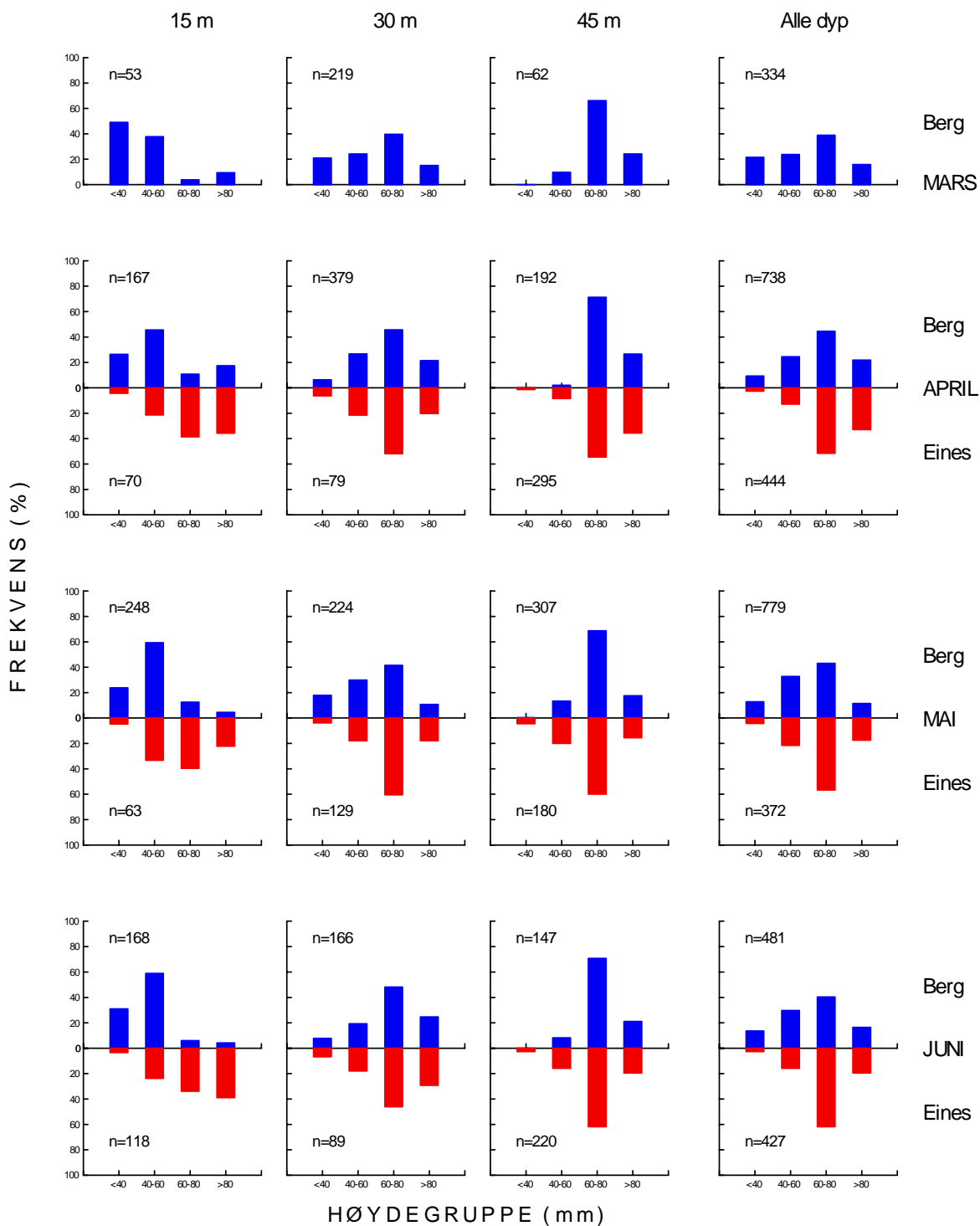
Treveis ANOVA viser en svak interaksjon mellom dyp, innsamlingstidspunkt og lokalitet for både fangst i antall individer ($P = 0,025$) og biomasse ($P = 0,051$), men er ikke signifikant for biomasse. Konklusjonen for disse testene blir at lokaliteten og dyp har mest å si for fangstmengde, mens innsamlingstidspunkt er av underordnet betydning.

3.2 Størrelsesfordeling

Prosentandelen av kongsnegl i fire høydegrupper (< 40 , 40-60, 60-80 og >80 mm) for fangstdyp (15, 30, 45 m og sum av alle dyp) og fangsttidspunkt (mars, april, mai og juni) er presentert i Figur 3.2 som prosent (%) av totalfangsten på lokaliteten. Av dataene presentert i Figur 3.2 kan det se ut til at på alle fangsttidspunkt er det størst andel av kongsnegl i størrelsesgruppe "60-80 mm" når en ser på alle dyp samlet. Videre ser det ut til at det er større andel små kongsnegl på Berg i april og mai enn på Eines, i juni kan det imidlertid se ut som om Eines har større andel små individer.

Ut fra Figur 3.2 kan det se ut til at andelen små kongsnegl øker med minkende dyp spesielt på Berg, og at alle størrelsesgrupper finnes på 30 m, mens de store kongsneglene dominerer på 45 m. Mellom fangsttidspunkt kan det også se ut som at det er noe variasjon, særlig på Berg, men disse er mindre enn variasjon mellom dyp.

For hver fangstlokalitet og fangsttidspunkt benyttet jeg en χ^2 -test for å teste om størrelsesfordelingen var lik på alle tre dyp. Resultatene er presentert i Appendiks Tabell 7. I alle tilfeller må jeg forkaste H_0 ; (lik størrelsesfordeling på alle dyp) unntatt på Eines i mai der størrelsesfordelingen kan betraktes som lik på 15, 30 og 45 m dyp ($P=113$). Av χ^2 -verdiene (Appendiks Tabell 7) ser jeg at størrelsesfordelingen mellom dyp er mest ulik på Berg.



Figur 3.2. Frekvensfordeling av skallhøydegrupper (< 40, 40-60, 60-80 og >80) for kongsnegl (*Buccinum undatum*) i prosent per fangstdyp og lokalitet, fordelt på fangstmåned og fangstlokalitet. n = antall målte kongsnegl.

Ser en på størrelsesfordeling gjennom sesongen og tester for det enkelte dyp (Appendiks Tabell 8) kan det se ut som at det på Berg er forskjeller mellom fangstmånedene både på 15, 30 og 45 m dyp ($P < 0,05$). På 30 m er ulikhetene størst, og det ser ut som at det blir større andel kongsnegl > 60 mm i juni og at andelen store snegler er blitt mindre på 15 m (Figur 3.2). På Eines er størrelsesfordelingen i fangsten ikke signifikant forskjellig fra måned til måned på 15 og 30 m ($P = 0,389$ og $P = 0,346$). På 45 m er det derimot signifikant forskjell mellom fangstmånedene ($P < 0,001$).

Mellom lokalitetene ble det også funnet både forskjeller og likheter (Appendiks Tabell 9), og det ser særlig ut til å være store forskjeller på 15 m dyp for alle fangsttidspunkt ($P < 0,001$) der det synes som at det er større andel små kongsnegl på Berg og større andel store kongsnegl (over 60 mm) på Eines. På 30 m ser det ut til at det er likheter i størrelsessammensetningen på Berg og Eines i både april og juni (henholdsvis $P = 0,740$ og $P = 0,885$). For alle fangstmånedene viser χ^2 -testen signifikante forskjeller ($P < 0,05$) mellom lokalitetene på 45 m. I april og juni er over 20% av de forventede verdiene mindre enn 5, og testen kan dermed være tvilsom for disse fangsttidspunktene.

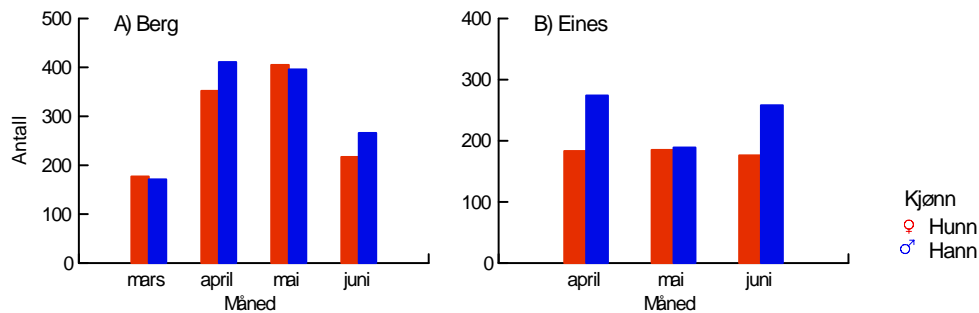
3.3 Fordeling av kjønn

3.3.1 Fordeling av kjønn per måned

Figur 3.3 viser fordeling av kjønn hos kongsnegl i fangsten ved Berg og Eines i perioden mars til juni. Det kan se ut som at det er tilnærmet lik fordeling mellom kjønnene i mars på Berg og i mai på begge lokalitetene. I april og juni kan det se ut som at det er flere hannsnegler i fangsten på både Berg og Eines.

Jeg testet hvorvidt jeg kunne akseptere at det var lik kjønnsfordeling hver måned på de respektive fangstfeltene. Resultatene fra denne heterogenitets χ^2 -test er presentert i Appendiks Tabell 10. På Berg i mars og mai, og på Eines i mai er det ikke funnet signifikante avvik fra den forventede 1:1 fordelingen mellom kjønnene ($P > 0,05$). I april og juni er det ikke 1:1 fordeling mellom kjønn ($P < 0,05$ på Berg, og $P < 0,001$ på Eines) og det er hannindivider som dominerer. Videre viser testen at det ikke er heterogenitet mellom fordeling av kjønn totalt på

Berg ($\chi^2=3,7$ noe som ikke overskrider den kritiske verdien $\chi_{0,05,1}=3,841$), jeg må da akseptere likhet i kjønnsfordelingen. På Eines viser testen at det er heterogenitet mellom fordeling av kjønn ($\chi^2=26,3$, noe som overskrider den kritiske verdien $\chi_{0,05,1}=3,841$, jeg kan dermed forkaste H_0) det vil si at det på Eines ikke er 1:1 forhold mellom kjønnene. I denne sammenheng er det verdt å merke seg at innsamlingsperioden på Berg er lengre enn på Eines.

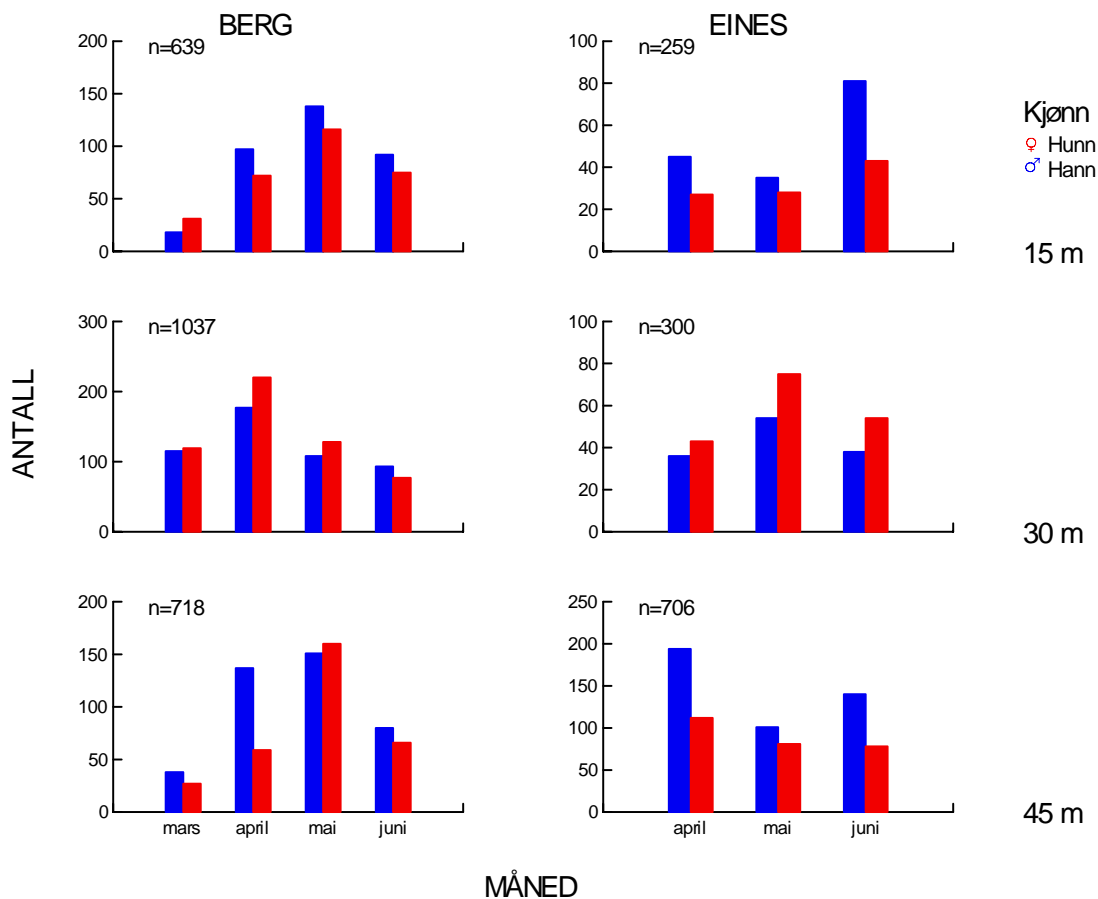


Figur 3.3. Fordeling av kjønn til kongsnegl (*Buccinum undatum*) i antall per fangstmåned fra A) Berg og B) Eines.

3.3.2 Fordeling av kjønn på dyp

Figur 3.4 viser fordeling av kjønn i fangst for dypene (15, 30 og 45 m) per fangstmåned. En heterogenitets χ^2 -test ble benyttet for å bestemme hvorvidt det var 1:1 kjønnsfordeling på de gitte dyp (Appendiks Tabell 11-13).

På Berg på 15 m var det ingen av fangstmånedene som hadde signifikant avvik fra den forventede 1:1 fordelingen av kjønn ($>0,05$, Appendiks Tabell 11), på Eines derimot var det signifikante forskjeller i april ($P<0,05$) og juni ($P<0,001$) og det kan se ut som at det var hannindividene som dominerte (Figur 3.4). Testen viser videre at det på 15 m, både på Berg og Eines, er heterogenitet (ulik fordeling) mellom kjønnene for alle fangstmånedene totalt sett ($\chi^2=4,0$ på Berg og $\chi^2=15,2$ på Eines, noe som overskrider den kritiske verdien $\chi_{0,05,1}=3,841$) og jeg må akseptere avvik fra den forventede 1:1 kjønnsfordelingen. Hannindividene dominerer på dette dypet.



Figur 3.4. Fordeling av kjønn til kongsnegl (*Buccinum undatum*) i antall per fangstmåned for fangstdyp.

På Berg på 30 m er det signifikant avvik fra den forventede 1:1 kjønnsfordelingen i april ($P < 0,05$) og det kan se ut som at det er hunnindividene som dominerer (Figur 3.4). Det er for de resterende fangstmånedene ikke er funnet et slikt avvik (Appendiks Tabell 12). På Eines er det ingen av fangstmånedene som har signifikante avvik fra 1:1 kjønnsfordelingen. For alle fangstmånedene totalt på Berg på 30 m viser testen at det ikke er heterogenitet i kjønnsfordelingen ($\chi^2 = 2,5$ på Berg noe som ikke overskrider den kritiske verdien $\chi_{0.05,1} = 3,841$). Totalt på Eines på 30 m er det signifikant heterogenitet ($\chi^2 = 6,4$). Det vil si at det på Berg på 30 m ikke er avvik fra den forventede 1:1 kjønnsfordelingen, mens en på Eines kan finne et slikt avvik. Det kan ut fra Figur 3.4 se ut til at det er en dominans av hunnindivider.

I fangsten fra både Berg og Eines på 45 m dyp var det signifikant avvik fra 1:1 kjønnsfordelingen i april ($P < 0,001$), samt i juni på Eines (Appendiks Tabell 13). Ut fra Figur

3.4 kan det se ut som at det er stor dominans av hanner på disse fangsttidspunktene. Videre viser χ^2 -testen at det både på Berg og Eines er heterogenitet i fordeling av kjønn for fangstmånedene totalt ($\chi^2=11,9$ for Berg og $\chi^2=37,9$ for Eines, noe som overskrider den kritiske verdien $\chi_{0.05,1}=3,841$), og det er ikke en 1:1 kjønnsfordeling i fangsten på 45m.

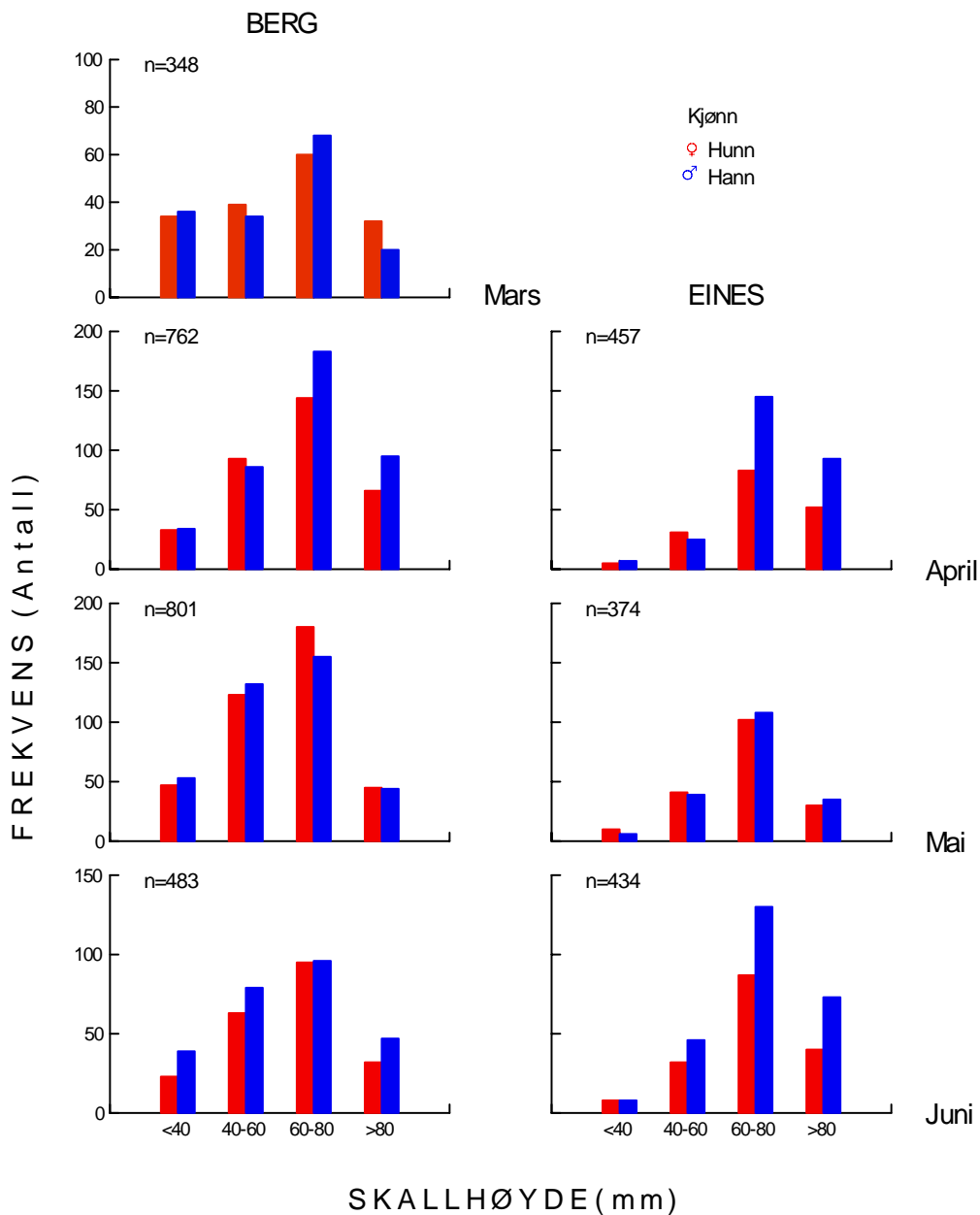
3.3.3 Fordeling av kjønn i størrelsesgruppene

Jeg ønsket å finne ut om det var forskjell på kjønnsfordelingen mellom de forskjellige størrelsesgruppene. Særlig var det av interesse å se om det var forskjeller i kjønnsfordelingen mellom kongsnegl som er mindre enn 60 mm og kongsnegl som er større enn 60 mm da det er grunn til å tro at kjønnsmodning skjer ved skallhøyde på ca 60 mm (se 3.4. Kjønnsmodning) og at beiteaktiviteten er lavere i forplantingsperioden.

Figur 3.5 viser fordeling av kjønn i de forskjellige størrelsesgruppene per fangstmåned, og det kan se ut som at hannene dominerer i størrelsesgrupper over 60 mm i april på Berg og i april og juni på Eines. For størrelsesgrupper mindre enn 60 mm og for andre fangsttidspunkt kan det se ut som at det er tilnærmet lik kjønnsfordeling. Appendiks Tabell 14-17 viser resultatene fra heterogenitets χ^2 -test der jeg har testet for hvorvidt jeg kunne akseptere at det var lik kjønnsfordeling for hver enkelt størrelsesgruppe for hver måned på de respektive fangstfeltene.

Ut fra Figur 3.5 kan det se ut som at alle størrelsesgruppene på Berg i mars har tilnærmet lik fordeling mellom kjønn. Det ble heller ikke ved hjelp av heterogenitets χ^2 -test funnet avvik fra 1:1 kjønnsfordeling for den enkelte størrelsesgruppe ($P>0,05$). Det er ikke funnet signifikant heterogenitet for alle størrelsesgrupper totalt, og jeg kan dermed akseptere at det er 1:1 fordeling mellom kjønn på Berg i mars (Appendiks Tabell 14).

For april viser heterogenitets χ^2 -testen signifikante avvik i 1:1 kjønnsfordelingen for kongsnegler i størrelsesgruppene 60-80 mm og >80 mm for både Berg og Eines, og ut fra Figur 3.5 kan det se ut som det er størst andel hannindivider for disse størrelsesgruppene. Individuer mindre enn 60 mm har lik fordeling av kjønn ($P>0,05$). For både Berg og Eines er det funnet signifikant heterogenitet for alle størrelsesgrupper totalt ($<0,001$). Det er dermed ikke en 1:1 fordeling av kjønn i fangsten fra Berg og Eines i April (Appendiks Tabell 15).



Figur 3.5. Fordeling av kjønn av kongsnegl (*Buccinum undatum*) i antall per lengdegruppe for hver fangstmåned.

For mai kan det se ut som at kjønnsfordelingen for alle størrelsesgruppene på både Berg og Eines ikke avviker signifikant fra den forventede 1:1 fordeling mellom kjønn ($P > 0,05$). Det er også funnet signifikant homogenitet for alle størrelsesgruppene totalt ($P > 0,05$). Jeg kan dermed akseptere at det er 1:1 fordeling mellom kjønn på både Berg og Eines i mai (Appendiks Tabell 16).

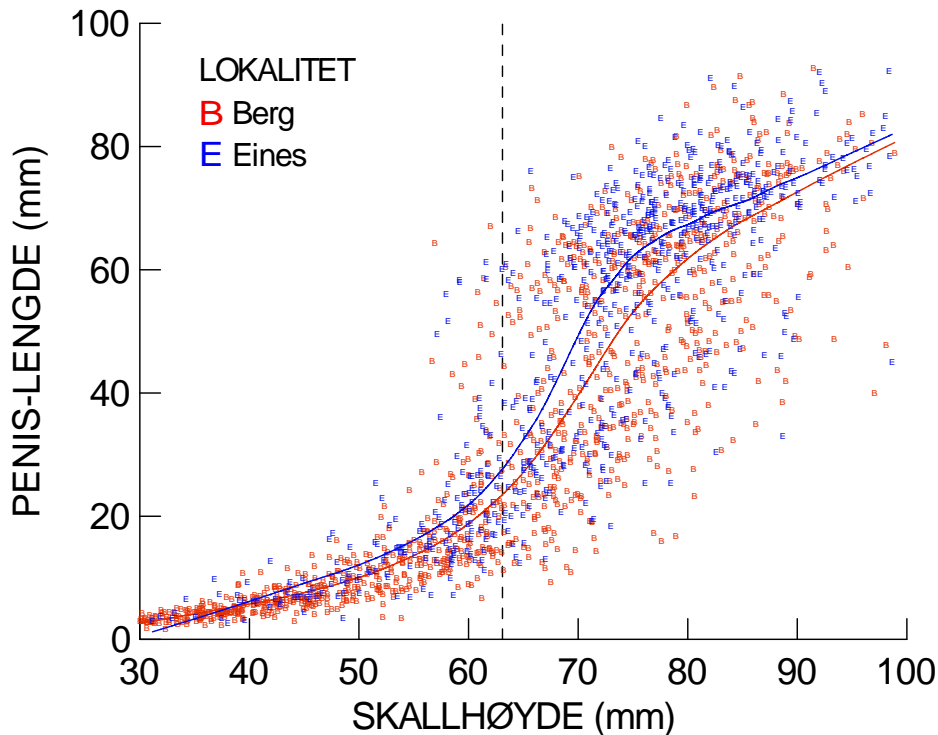
I juni er det på Berg funnet svak, men signifikant avvik fra 1:1 kjønnsfordelingen for kongsnegler under 40 mm ($P < 0,05$) og det ser ut som at det er hannene som dominerer, mens det ikke er funnet et slikt avvik for størrelsesgruppene over 40 mm. Det er ikke funnet signifikant heterogenitet for størrelsesgruppene totalt og jeg kan dermed akseptere en 1:1 kjønnsfordeling på Berg i juni. På Eines er det signifikant avvik fra 1:1 fordeling av kjønn for størrelsesgrupper over 60 mm ($P < 0,05$), og fra Figur 3.5 kan det se ut som at det er hannindividene som dominerer i fangsten. Det er også funnet signifikant heterogenitet for størrelsesgruppene totalt, jeg kan dermed ikke akseptere en 1:1 kjønnsfordeling på Eines i juni (Appendiks Tabell 17).

3.4 Kjønnsmodning

Det var ønskelig å finne størrelse til hannkongsneglene ved kjønnsmodning ved å se på penislengde. Det er benyttet en knekkpunktsanalyse som estimerer de punkter der stigningskoeffisienten for forholdet mellom skallhøyde og penislengde forandres.

Penislengde som funksjon av skallhøyde for Berg og Eines er framstilt i Figur 3.6. Penislengde øker ulikt (vinkelen forandres) som funksjon av økningen i skallhøyde. Ut fra forløpet av trendkurvene ser det ut til å være liten forskjell mellom lokalitetene og dataene viser stor varians. Forandringene i stigningskoeffisienten til penislengde ser ut til å finne sted ved ca 50 og 75 mm skallhøyde. De eksakte estimatene er vist i Appendiks Tabell 18, av disse fremgår det at det ikke er forskjell mellom lokalitetene.

I snitt for begge lokalitetene finner jeg et knekk ved 50,1 mm og ved 75,6 mm skallhøyde, midt i mellom disse knekkpunktene kan en anta at hannindividene er kjønnsmodne, ved 62,9 mm skallhøyde.



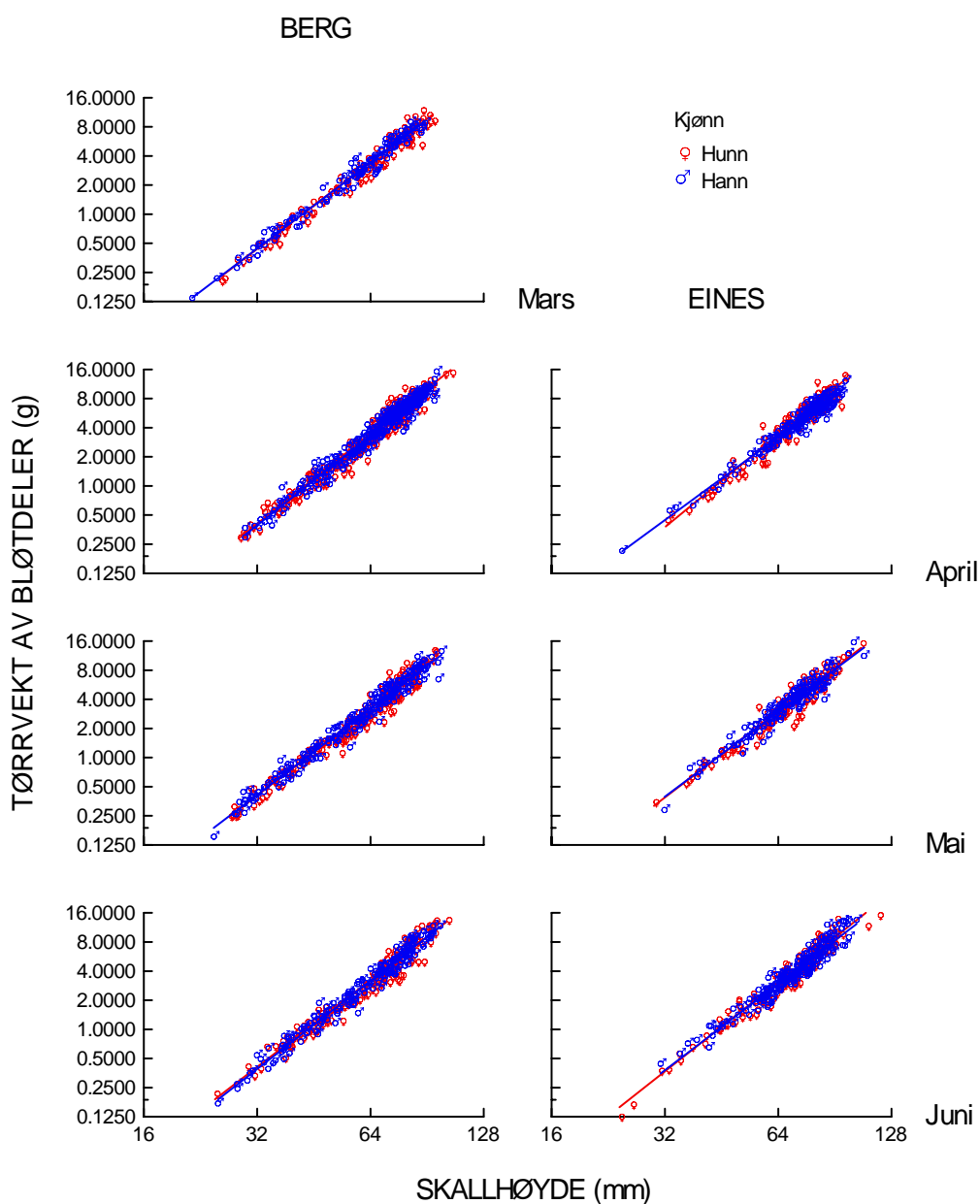
Figur 3.6. Penislengde til kongsnegl (*Buccinum undatum*) som funksjon av skallhøyde (trendkurve) fra Berg og Eines 2004. Stiplet linje viser skallhøyde for estimert kjønnsmodning.

Det er tidligere blitt vist (1.3 Hensikt og problemstilling, kjønnsmodning) at ved en penislengde som er større enn 50 % av skallhøyden er hannene kjønnsmoden. Mitt gjennomsnitt estimat på 62, 9 mm skallhøyde som kjønnsmoden størrelse ligger noe lavere enn vi kan lese ut av penisproporsjonsfiguren (Appendiks Figur 4). Ut fra denne figuren kan det se ut som om skallhøyde bør være >65 mm, men dette er fremdeles klart innenfor usikkerhetene i estimatene.

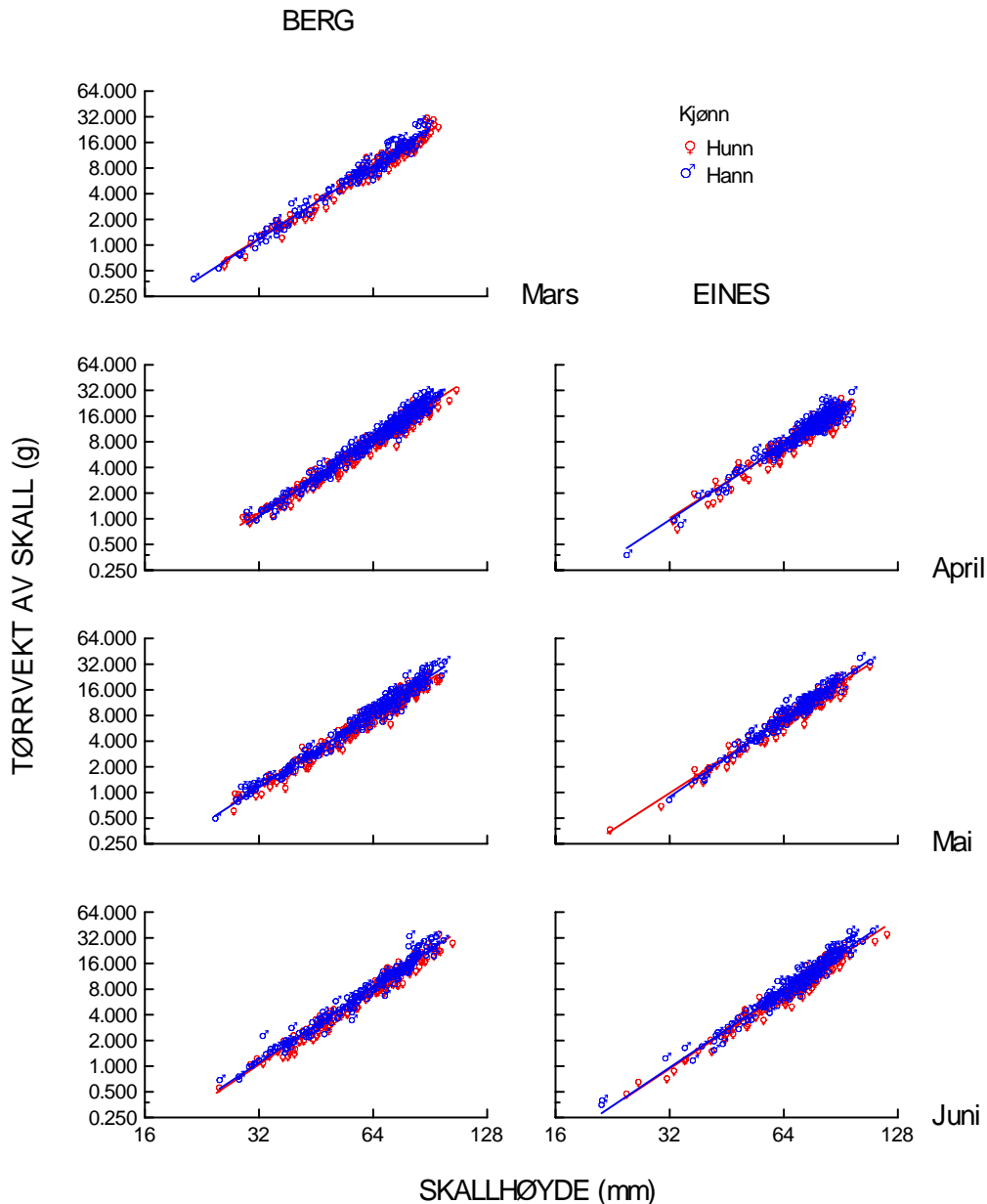
Appendiks Figur 4 viser penisproporsjoner (penislengde/skallhøyde). Det er ikke funnet noe klar skille for penisproporsjoner over og under 0,5 av skallhøyde noe som kan bety at det i dette materialet er snegler i alle utviklingsstadier.

3.5 Vekt- lengde relasjoner

Tørrvekt som funksjon av skallhøyde er vist for både bløtdeler og skall for alle fangstmånedene i Figur 3.7 og 3.8. Sammenhengen mellom tørrvekt og skallhøyde er illustrert ved hjelp av en regresjonslinje og resultatene fra den lineære regresjonsanalysen er presentert i Appendiks Tabell 19 og 20.



Figur 3.7. Sammenheng mellom bløtdelens tørrvekt (gram) og skallengde (mm) for kongsnegl (*Buccinum undatum*) fra Berg og Eines for fangstmånedene mars-juni 2004.

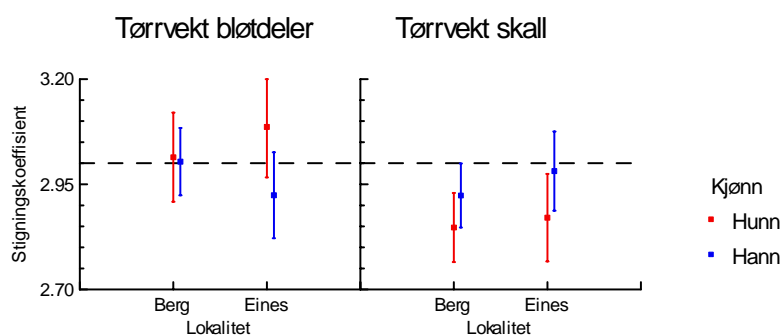


Figur 3.8. Sammenheng mellom skallets tørrvekt (gram) og skallengde (mm) for kongsnegl (*Buccinum undatum*) fra Berg og Eines for fangstmånedene mars-juni 2004.

Alle regresjonene som beskriver vekt som funksjon av skallhøyde (Appendiks Tabell 19 og 20) var signifikante ($P < 0.001$). r^2 verdiene fra alle månedene (0,928-0,979) viser at regresjonen passer godt til dataene og at over 90% av variasjonen i vekt kan forklares av den lineære regresjonen av lengde.

Stigningskoeffisient (β) for tørrvekt av bløtdeler og skall er vist for hunn- og hannindivider i Figur 3.9. På Berg er β verdien for tørrvekt bløtdeler for både hunner og hanner $\sim 3,0$ noe som

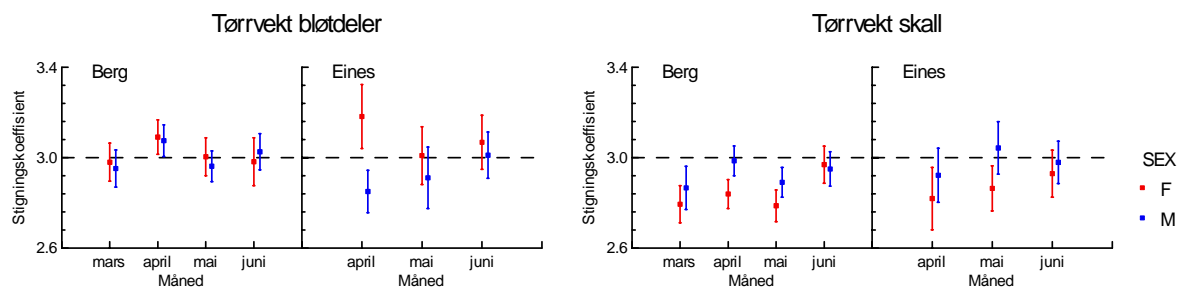
indikerer isometrisk vekst, det vil si at skallhøyde og vekt øker proporsjonalt. For skallet tørrvekt har hannene en β verdi på 2,92 og hunnene 2,84 noe som er signifikant lavere enn 3 og indikerer dermed en svak negativ allometrisk vekst, noe som betyr at skallvekt øker mindre ved økende skallhøyde. Ved Eines har hunnindividene en noe høyere β verdi (3,10) for bløtdeler enn hannene (2,96), disse verdiene er likevel ikke signifikant forskjellig fra 3 og indikerer isometrisk vekst. For skallvekt har hunnene på Eines noe lavere β verdi (2,88) enn hannene ($\beta=2,97$) og i likhet med Berg er hunnens β signifikant forskjellig fra 3, mens hannenes β ikke er det. Hunnene har altså en svak positiv allometrisk vekst på bløtdelene (det vil si at vekt øker mer ved økende skallhøyde), og en svak negativ allometrisk vekst på skall, mens hannene har tilnærmet isometrisk vekst for både bløtdeler og skall. Hunnene og hannene på Eines har tilnærmet isometrisk vekst på bløtdelene, hunnene har svak negativ allometrisk vekst på skallet mens hannene har isometrisk skallvekst.



Figur 3.9. Stigningskoeffisient med 95% konfidensintervall fra regresjonen (logtransformerte data) som beskriver det lineære forholdet mellom tørrvekt av bløtdeler og skall, samt skallhøyde for hunn og hann kongsnegl (*Buccinum undatum*) fra Berg og Eines 2004.

Figur 3.10 viser at den sesongmessige trenden i stigningskoeffisienten (β) varierer litt gjennom sesongen og at hannenes bløtdeler har noe lavere β -verdier enn hunnene. For skallvekt er det motsatt. Hunnene på Berg har positiv allometrisk vekst i bløtdelene i april ($\beta \approx 3,1$), men i mai og juni er veksten isometrisk ($\beta \approx 3,0$). Ved Eines har hunnens bløtdeler en positiv allometrisk vekst ($\beta \approx 3,2$) i april, mens de i mai og juni har tilnærmet isometrisk vekst ($\beta \approx 3,0$). Hannenes bløtdeler på Berg viser en isometrisk vekst ($\beta \approx 3,0$) gjennom hele den undersøkte perioden. På Eines derimot har hannene svak negativ allometrisk vekst ($\beta \approx 2,9$) i april og isometrisk vekst i mai og juni. Tørrvekt av skall gir et litt annet bilde: Hunnene på

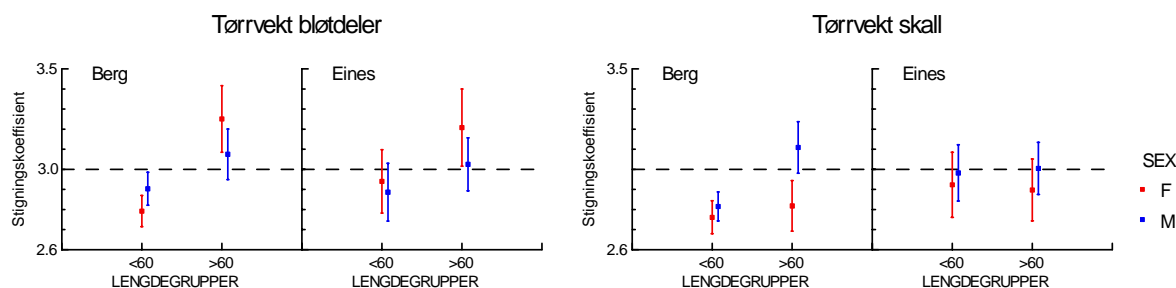
både Berg og Eines har en svak negativ allometrisk vekst hele sesongen bortsett fra juni. Hannene har en svak negativ allometrisk vekst på Berg i mars og mai, men i april og juni er skallveksten tilnærmet isometrisk. På Eines er skallvekt svakt negativt allometrisk i april, men den er ikke signifikant forskjellig fra 3, mens den i mai og juni er tilnærmet isometrisk (Figur 3.10, og Appendiks Tabell 20).



Figur 3.10. Stigningskoeffisient med 95% konfidensintervall fra regresjonen (logtransformerte data) som beskriver det lineære forholdet mellom tørrvekt av bløtdeler og skall, samt skallhøyde for hunn og hann kongsnegl (*Buccinum undatum*) fra Berg og Eines 2004 for fangstmånedene.

Dersom jeg forventer at kjønnsmodning finner sted rundt 60 mm skallhøyde kan det være interessant å se på lengde vekt forholdet for en lengdegruppe umoden (< 60 mm) og en lengdegruppe moden (>60 mm). Resultatene er vist i Figur 3.11 og viser at hunnsnegler >60 mm hadde en positiv allometrisk vekst av bløtdeler for både Berg og Eines med henholdsvis $\beta \approx 3,3$ og $\beta \approx 3,2$ noe som er signifikant forskjellig fra 3. Hannkongsnegl >60mm for både Berg og Eines er ikke signifikant forskjellig fra 3 og har tilnærmet isometrisk vekst. Bløtdelene til både hunn og hannkongsnegl <60 mm fra Berg har en svakt allometrisk vekst, mens det på Eines ikke er signifikant forskjell fra 3 og dermed har kongsnegl <60 mm av begge kjønn tilnærmet isometrisk vekst. På Berg har skallvekst til hunnsnegler i begge størrelsesgrupper og hanner <60mm negativ allometrisk vekst, mens hannkongsnegl >60 mm har tilnærmet isometrisk vekst. På Eines er skallvekst tilnærmet isometrisk for begge størrelsesgrupper og kjønn.

Alle regresjonene som beskriver vekt som funksjon av skallhøyde for størrelsesgruppene <60 mm og >60 mm var signifikante ($P < 0.001$), r^2 verdiene indikerer at 70-90% av variasjonen i vekt kan forklares av den lineære regresjonen av lengde (Appendiks Tabell 19 og 20).



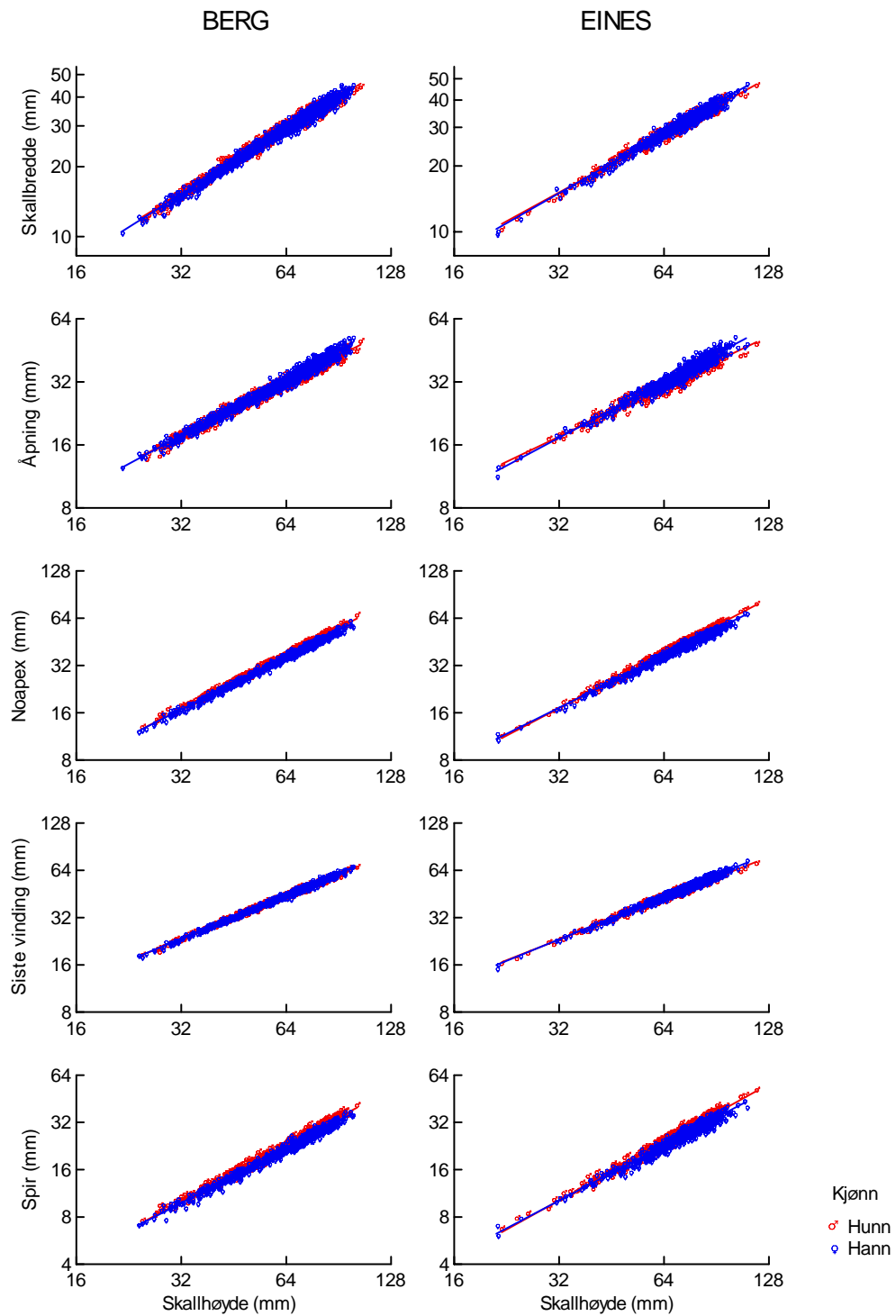
Figur 3.11. Stigningskoeffisient med 95% konfidensintervall fra regresjonen (logtransformerte data) som beskriver det lineære forholdet mellom vekt av bløtdeler og skall, samt skallhøyde for hunn og hann kongsnegl (*Buccinum undatum*) fra Berg og Eines 2004 delt i lengdegrupper.

3.6 Morfologi

De ulike morfologiske mål for hann og hunn snegler fra Berg og Eines er presentert som funksjon av skallhøyde i Figur 3.12. Regresjonslinje er lagt inn i Figur 3.12 og resultatene fra disse analyser er vist i Appendiks Tabell 21. Stigningskoeffisienten (β) til regresjonslinja er vist i figur 3.13.

Alle regresjonene gjort for morfologidata er i høyeste grad signifikante ($P < 0,001$). Regresjonene beskriver datamaterialet svært godt (høye F-verdier) og indikerer at over 95% av variasjonen i de morfologiske målene kan forklares av den lineære regresjonen til skallhøyde (Appendiks Tabell 21).

Som det fremgår av Figur 3.12 er det antydning til små ulikheter mellom kjønn, særlig på Eines. Det kan se ut som at hunnene har mindre høyde på åpningen, og lengre noapex og spir enn hannene.



Figur 3.12. Forholdet mellom morfologiske mål for kongsnegl (*Buccinum undatum*) fra Berg og Eines 2004.

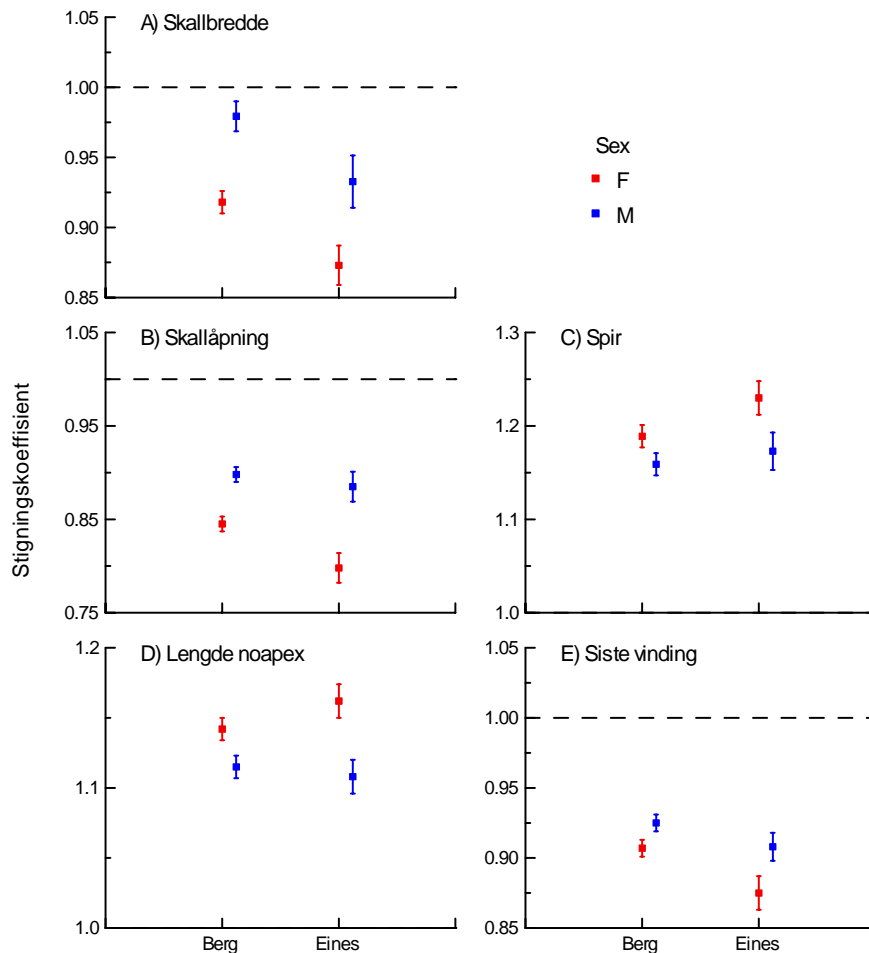
Figur 3.13A) viser at veksten av skallbredde er svakt negativ allometrisk for begge kjønn på begge lokalitetene noe som betyr at skallbredde vokser mindre i forhold til skallhøyde, sneglene blir dermed slankere etter hvert som de vokser. Stigningskoeffisienten for hunnernes skallbredde er signifikant høyere på Berg ($\beta = 0,92$) enn på Eines ($\beta = 0,87$), det samme gjelder for hannindividene (henholdsvis $\beta = 0,95$ og $\beta = 0,91$) (Appendiks Tabell 21). Det kan dermed se ut som at hunn sneglene på Eines har noe slankere vokseform enn sneglene på Berg. Som en kan se i Figur 3.13 er det signifikante forskjeller i stigningskoeffisienten både mellom kjønn på lokaliteten, og forskjeller mellom lokalitetene for det enkelte kjønn. Hunnsnegler på Berg og hannsnegler på Eines er derimot ikke signifikant forskjellige i henhold til skallbredde.

Veksten av skallåpningen er også svakt negativt allometrisk for individer fra Berg og Eines (Figur 3.13B) og Appendiks Tabell 21). Det kan dermed se ut som at sneglene får mindre skallåpning i forhold til skallhøyde etter hvert som de vokser. Stigningskoeffisienten for hunnernes skallåpning er også her signifikant høyere på Berg ($\beta = 0,85$) enn på Eines ($\beta = 0,80$). For hannindividene er det ingen signifikant forskjell ($\beta \approx 0,9$) mellom lokalitetene, men hannene har totalt signifikant høyere stigningskoeffisient enn hunnene. Det kan dermed se ut som at hunnsneglene generelt får mindre skallåpning med økende skallhøyde enn hannsneglene, og at hunnene på Eines får mindre åpning med økende skallhøyde enn hunnene på Berg.

Spiret har positiv allometrisk vekst for begge kjønn på begge lokaliteter (Figur 3.13C) og Appendiks Tabell 19), noe som betyr at spiret blir lengre i forhold til skallhøyden ved økende skallhøyde. Stigningskoeffisienten for hunnernes spir er noe lavere på Berg ($\beta = 1,19$) enn på Eines ($\beta = 1,23$) og er signifikant forskjellige. For hannindividene finnes ingen signifikant forskjell mellom lokalitetene. Innen både Berg og Eines har hannene signifikant lavere stigningskoeffisient (henholdsvis $\beta = 1,6$ og $\beta = 1,17$) enn hunnene på lokaliteten. Mellom hunnsnegler på Berg og hanner på Eines er det derimot ikke signifikant forskjell (Figur 3.13C)). Det kan dermed se ut som at hunnsneglenes spir blir høyere i forhold til hannsneglenes spir ved økende skallhøyde innen lokaliteten, og at hunnene på Eines har større økning i spir lengde med økende skallhøyde enn hunnene på Berg.

Lengden mellom notch og apex (noapex) har svakt positiv allometrisk vekst for begge kjønn på begge lokalitetene (Figur 3.13D) og Appendiks Tabell 21) noe som betyr at avstanden

noapex blir større i forhold til skallhøyde ettersom skallhøyde øker. Dette samsvarer nødvendigvis med større økning i spirhøyde i forhold til skallhøyde. For noapex er det ikke funnet signifikant forskjell i stigningskoeffisientene for hunnsneglene mellom lokalitetene, det er heller ikke signifikant forskjeller for hannene mellom lokalitetene. Innenfor hver lokalitet er det derimot signifikant forskjell mellom kjønnene. På Berg er stigningskoeffisienten 1,14 og 1,12 henholdsvis for hunn og hannsnegler, og på Eines er stigningskoeffisienten 1,16 og 1,11 for henholdsvis hunn og hannsnegler (Appendiks Tabell 21). Fra Figur 3.13D) kan man også se at hunnene fra begge lokalitetene har totalt signifikant høyere stigningskoeffisient enn hannene fra begge lokaliteter. Dette betyr at hunnsneglene på begge lokaliteter får lengre noapex ved økende skallhøyde enn hannene totalt, men at det ikke er forskjeller mellom lokalitetene for det enkelte kjønn.



Figur 3.13. Stigningskoeffisient med 95% konfidensintervall fra regresjonen (logtransformerte data) som beskriver det lineære forhold mellom de morfologiske mål og skallhøyde for hunn og hann kongsnegl (*Buccinum undatum*) fra Berg og Eines 2004.

Veksten av siste vinding er svakt negativt allometrisk for individer fra både Berg og Eines (Figur 3.13E) og Appendiks Tabell 22). Det kan dermed se ut som at siste vinding blir kortere i forhold til skallhøyde etter hvert som sneglene vokser. Stigningskoeffisienten for hunnens siste vinding er signifikant høyere på Berg ($\beta=0,91$) enn på Eines ($\beta=0,88$), for hannindividene er det derimot ingen signifikant forskjell mellom lokalitetene. Mellom kjønnene på lokaliteten er det signifikant forskjell mellom hunn og hannindividene, Berg med henholdsvis $\beta=0,91$ og $\beta=0,93$ for hun og hannindivider, og Eines med henholdsvis $\beta=0,88$ og $\beta=0,91$ for hun og hannindivider. Mellom hunnsnegler på Berg og hannsnegler på Eines er det derimot ikke signifikant forskjell i stigningskoeffisient. Dette betyr at på både Berg og Eines vil hannsneglene få en siste vinding som er større enn hunnsneglenes, og at hunnsneglene på Eines får en kortere siste vinding i forhold til skallhøyde enn hunnsneglene på Berg. Hunnsnegler på Berg og hannsnegler på Eines vil ikke ha særlig forskjell i siste vinding i forhold til skallhøyde.

Skallmorfologi kan tenkes å variere med lokalitet og kjønn (se avsnitt 1.3 Hensikt og Problemstilling, morfologi). Det er vanskelig å tenke seg at sesong (fangstmåned) kan forklare noe av variasjonen da morfologi er en funksjon av en lang utvikling (flere år, sneglene blir gamle). Er det også en modningsfaktor som kan forklare variasjonen? Dersom en forventer at kjønnsmodningen finner sted ved en skallhøyde på rundt 60 mm (se avsnitt 3.4 Kjønnsmodning) kan det være interessant å se på de morfologiske målene for en lengdegruppe umodne individer (<60 mm) og en lengdegruppe modne individer (>60mm). Resultatene fra regresjonsanalyse der det er tatt hensyn til modning er vist i Appendiks Tabell 22. Stigningskoeffisienten (β) til regresjonslinja er vist i Figur 3.14.

Alle regresjonene gjort for morfologidata er i høyeste grad signifikante ($P<0,001$). Regresjonene beskriver datamaterialet svært godt (høye F-verdier) og indikerer at 82-99% av variasjonen i de morfologiske målene kan forklares av den lineære regresjonen til skallhøyde (Appendiks Tabell 22).

Figur 3.14A) viser at på Berg har både hunnkongsnegler og hannkongsnegler >60 mm (modne) signifikant lavere stigningskoeffisient for skallbredde enn hunner og hanner < 60 mm (umodne). Det samme gjelder for kongsnegler på Eines. I tillegg har hunnkongsnegler over 60 mm på Berg signifikant lavere stigningskoeffisient enn hanner over 60 mm, dette er ikke tilfelle på Eines. For kongsnegler under 60 mm er det ikke noen signifikante forskjeller

mellom kjønnene verken på Berg eller Eines. Dette betyr at skallbredden for kongsnegler over 60 mm (modne) øker mindre ved økende skallhøyde (det vil si har en sterkere negativ allometrisk vekst og blir smalere i forhold til skallhøyde) enn for kongsnegler under 60 mm (umodne kongsnegler). Hunnkongsnegler over 60 mm på Berg har i tillegg en slankere vokseform enn hanner over 60 mm på Berg.

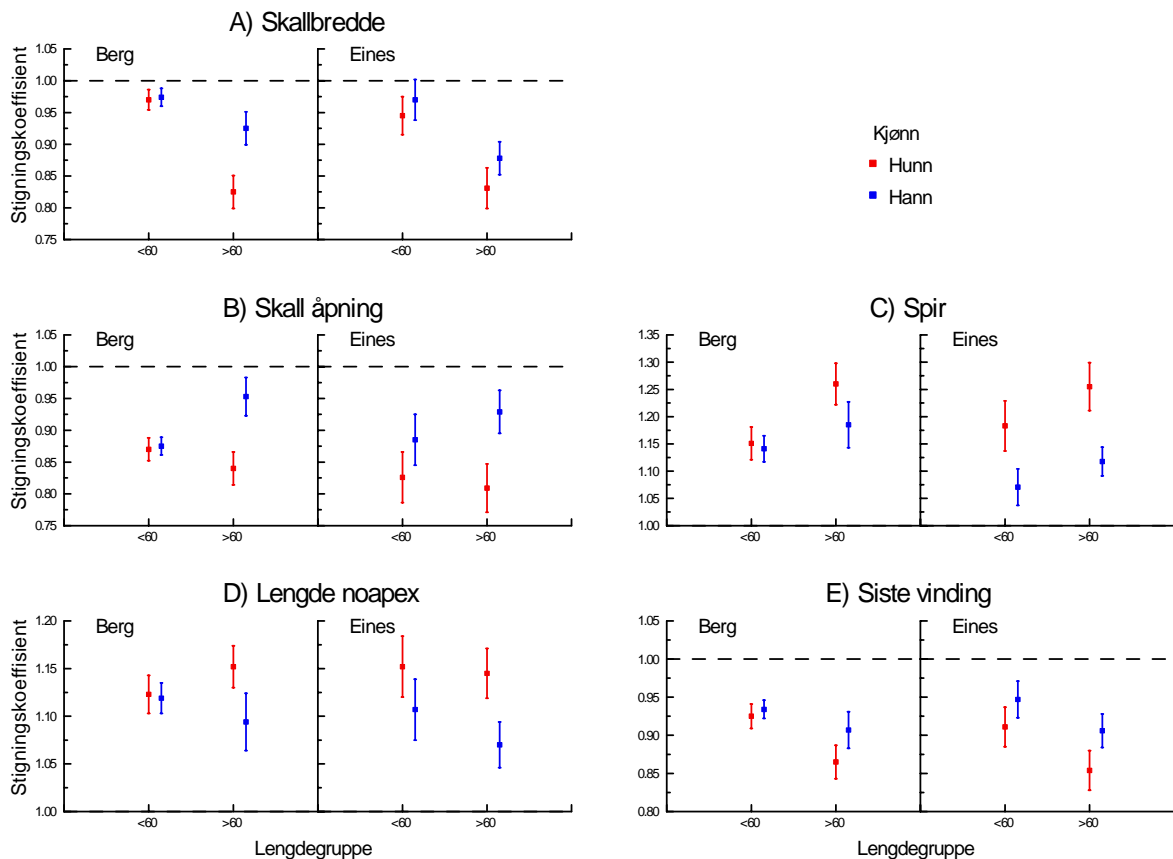
Figur 3.14B) viser stigningskoeffisienten til skallåpningen. Det er kun hannkongsnegler over 60 mm på Berg som har signifikant høyere stigningskoeffisient enn kongsnegler under 60 mm av samme kjønn. På både Berg og Eines har hannkongsnegler over 60 mm signifikant høyere stigningskoeffisient enn hunnkongsnegler over 60 mm på lokaliteten. Dette betyr at hanner over 60 mm på Berg har større vekst av skallåpning relativt til skallhøyde enn hanner under 60 mm. Og at hunnkongsnegler over 60 mm får en mindre skallåpning ved økende skallhøyde enn hanner over 60 mm på begge lokaliteter.

Stigningskoeffisienten til spiret er vist i Figur 3.14C), det kan se ut som at det kun er hunnkongsnegler over 60 mm på Berg som har signifikant høyere stigningskoeffisient enn kongsnegler under 60 mm av samme kjønn. Mellom kjønnene i lengdegruppen for begge lokaliteter er det ikke funnet signifikante forskjeller verken for kongsnegler over eller under 60 mm. Dette kan bety at hunnkongsnegler over 60 mm på Berg har raskere økning i spirhøyde relativt til skallhøyde enn snegler under 60 mm, mens det ikke er forskjeller mellom kjønn innen størrelsesgruppene.

Figur 3.14D) viser stigningskoeffisient til avstanden mellom notch og apex (noapex). Det er ikke funnet signifikante forskjeller på Berg mellom kjønn innad i den enkelte størrelsesgruppe, heller ikke mellom størrelsesgruppene. På Eines er det ikke signifikante forskjeller mellom størrelsesgruppene, men for kongsnegler over 60 mm har hunnene signifikant høyere stigningstall enn hannene. Dette betyr at det for kongsnegler <60 mm ikke er særlig forskjell mellom kjønn på hvor mye lengden noapeks øker i forhold til skallhøyde, og for kongsnegler over 60 mm vil hunnene på Eines ha noe høyere vekst for noapex enn hannkongsnegler.

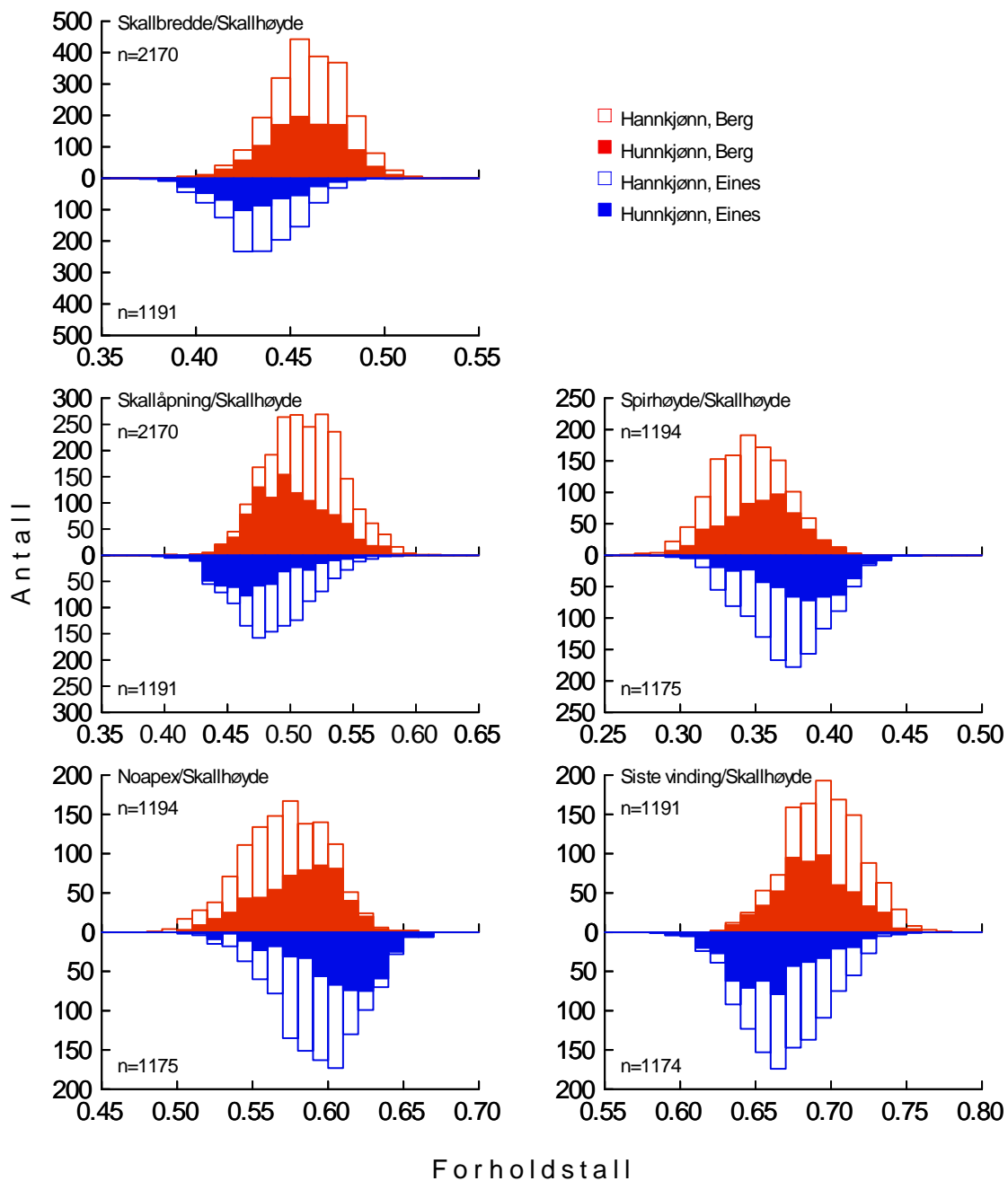
Stigningskoeffisienten til siste vinding er vist i Figur 3.14E), det kan se ut som at hunnkongsnegler på Berg over 60 mm har signifikant lavere stigningskoeffisient enn hunnkongsnegler under 60 mm. Det er ikke funnet signifikante forskjeller på Eines mellom

størrelsesgruppene. Innen størrelsesgruppene er det heller ikke funnet signifikante forskjeller mellom kjønn. Dette kan bety at hunnsnegler over 60 mm på Berg har lavere vekst for siste vinding ved økende skallhøyde enn hunnsnegler under 60 mm og at det innen størrelsesgruppen ikke er forskjeller mellom hun og hannkongsneglene for verken Berg eller Eines.



Figur 3.14. Stigningskoeffisient med 95% konfidensintervall fra regresjonene (logtransformerte data) som beskriver det lineære forhold mellom A) skallbredde og skallhøyde, B) høyde skallåpning og skallhøyde, C) høyde spir og skallhøyde, D) avstand mellom nothc og apex (noapex) og skallhøyde og E) siste vinding og skallhøyde. For kongsnegl (*Buccinum undatum*) for begge kjønn delt i lengdegrupper <60 mm og >60 mm fra Berg og Eines 2004.

Frekvensfordelingen av proporsjonene mellom de forskjellige morfologiske lengdemål av skallet til kongsnegler fra Berg og Eines er vist i Figur 3.15. Det ser ut til at det er en god del overlapping, men også en forskyvning mellom frekvensfordelingen av proporsjonene mellom lokalitetene. Majoriteten av individene på Berg har et høyere forholdstall mellom skallbredde og skallhøyde enn hoveddelen av individene på Eines. Dette kan bety at de fleste av kongsneglene på Berg har et bredere skall enn majoriteten på Eines, noe som også vises av



Figur 3.15. Frekvenser av de morfologiske mål av skallet av kongsnegl (*Buccinum undatum*) fordelt på kjønn for Berg og Eines. Alle mål er uttrykt som forholdstall til skallhøyde.

den lineære regresjonen (Appendiks Tabell 21). Det samme gjelder for proporsjonen skallåpning på skallhøyde og siste vinding på skallhøyde, noe som tyder på at kongsneglene på Berg også har høyere skallåpning enn kongsneglene på Eines. Spirhøyde på skallhøyde og noapex på skallhøyde ser ut til å ha et lavere forholdstall på Berg enn på Eines. Det kan tyde

på at majoriteten av kongsnegler på Berg har et kortere spir enn de på Eines, noe som samsvarer med større høyde på skallåpningen og større siste vinding. Dette samsvarer med at kongsnegler på Eines har høyere stigningskoeffisient (β) på spir og noapex, og lavere stigningskoeffisient på siste vinding og skallåpning, enn snegler fra Berg.

Disse morfologiske proporsjonene er tilnærmet normalfordelt. Dette betyr at tester som forutsetter normalfordeling og lik varians kan anvendes.

For å teste om det var signifikante forskjeller for de morfologiske proporsjonene mellom lokalitet og kjønn ble det benyttet en t-test. Resultatene fra denne t-testen er presentert i Appendiks Tabell 23 og viser at alle de morfometriske målene brukt i dette studiet er signifikant forskjellige ($P < 0,001$) mellom lokalitetene, noe som også ble forutsett i Figur 3.15. Av t-verdiene i Appendiks Tabell 23 kan en se at det er proporsjon skallbredde/skallhøyde som atskiller Berg og Eines mest, fulgt av siste vinding/skallhøyde og spirhøyde/skallhøyde.

Det ble også funnet signifikante forskjeller for de morfologiske målene mellom kjønn innen lokalitetene både på Berg og Eines (Appendiks Tabell 24A og B). Forskjellene mellom kjønnene (størrelsen på t-verdien) er ikke riktig så sterke som for lokalitet. Både på Berg og Eines er rekkefølgen av de proporsjonene som skiller mest den samme, men ulik den proporsjonen som skiller fangstlokalitetene. Proporsjon høyde skallåpning/skallhøyde bidrar mest til å skille kjønnene, mens skallbredde/skallhøyde som var viktigste bidragsfaktor mellom områdene bidrar minst mellom kjønnene. Alt dette kan samles i en toveis ANOVA og videre i en diskriminantanalyse.

For å kunne teste likhet mellom lokalitet og kjønn samtidig gjennomførte jeg en toveis ANOVA på de morfologiske proporsjoner. Resultatene fra denne varianstesten er vist i Appendiks Tabell 25 og viser at alle de morfologiske målene brukt i dette studiet bidrar signifikant til forskjellene ($P < 0,001$) mellom lokalitetene og kjønnene, noe som også ble forutsett i Figur 3.15 og vist i t-testen (Appendiks Tabell 23 og 24). Resultatene av ANOVAEN bekrefter resultatene av t-testen, presentert i Appendiks Tabell 23 og 24, som viser at henholdsvis skallbredde og høyde åpning bidrar mest til skille for henholdsvis lokalitet og kjønn.

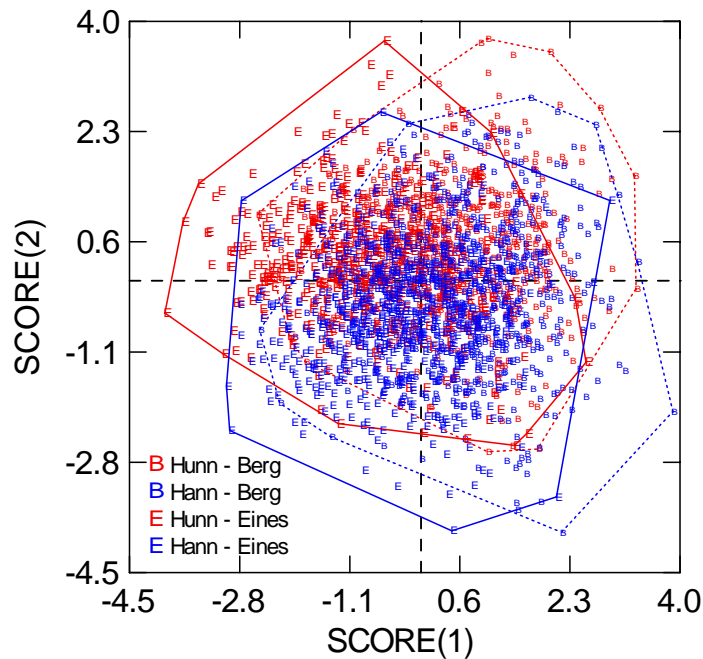
ANOVA-testen viser altså at effekt av både lokalitet og kjønn forklarer variasjon i alle de morfologiske målene. Testen viser også at det er en svak signifikante interaksjoner mellom lokalitet og kjønn for skallbredde og høyde skallåpning. Dette betyr at effekten av lokalitet er avhengig av og forandres med effekten av kjønn for skallbredde og høyde skallåpning.

Ut fra resultatene basert på enkeltmål (som for eksempel skallbredde, høyde skallåpning og siste vinding) presentert i form av Figur 3.15 og Appendiks tabeller 23, 24 og 25 kan jeg forvente at ved å ta alle morfologiske proporsjoner i betraktning så vil det være mulig å skille mellom kongsnegl på Berg og Eines ut fra skallmorfologi. Det kan også forventes noen grad av kjønnsforskjeller.

Diskriminantanalysen er egnet til å sortere/rangere ut hvilke morfologiske mål som diskriminerer (skiller) mest mellom grupper som skal testes.

I mitt tilfelle ønsket jeg å skille mellom hunn-Berg, hann-Berg, hunn-Eines og hann-Eines, med andre ord fire grupper. Resultatene fra en diskriminant analyse som inkluderte alle de morfologiske proporsjonene (mål) er presentert i Figur 3.16. og Appendiks Tabell 27. Av resultatene presentert i Figur 3.16 vises en stor grad av overlapp, både mellom lokalitet og kjønn. Som forventet var det skallbredde og høyde åpning som bidro mest til diskrimineringen (se Appendiks Tabell 27), men alle morfologiske mål bidro signifikant i diskrimineringen. Hvorvidt diskrimineringen har vært god kan jeg finne ut av ved hjelp av en såkalt klassifikasjons matrise, denne er presentert i Appendiks Tabell 28

De mest diskriminerende karakteristikkene er som forventet skallbredde og skallåpning med F-to-remove verdi på henholdsvis 104,2 og 50,8 (Appendiks Tabell 26). Spirhøyde og siste vinding hadde de laveste F-verdier og bidrar lite til diskriminering mellom gruppene.



Figur 3.16. Canonical score plot. Basert på den komplette diskriminantanalysen for morfologiske mål av kongsnegl (*Buccinum undatum*) fra Berg og Eines 2004.

Jackknifed classification matrix (Appendiks Tabell 27) viser at 45 til 61% av individene var klassifisert i riktig gruppe ut fra de morfometriske målene benyttet i dette studiet. Hunnsnegler fra Eines hadde høyest riktig klassifisering med 61%. Ser en kun på klassifiseringen på lokalitet var 878 av 1190 individer klassifisert riktig til Berg og 851 av 1174 individer klassifisert riktig til Eines, noe som gir henholdsvis 74% og 72% riktig klassifisering. For klassifisering til kjønn er 750 av 1078 individer klassifisert riktig til female (hunner) og 851 av 1174 individer klassifisert riktig til male (hannsnegler), noe som gir henholdsvis 70% og 60% riktig klassifisering til kjønn.

Oftentimes it is such that many of the morphological measurements are highly correlated, they show/measure the same, this means that a measurement included in the complete model also includes the correlated measurement's properties. It was therefore performed a "forward stepwise" analysis, where only the factors (morphological measurements) that contribute with some useful/significant to the discrimination are used. The result of this analysis is shown in Appendix Tables 28 and 29. The difference between the analyses is marginal.

De mest diskriminerende karakteristikkene er fortsatt skallbredde og skallåpning med F-to-remove verdi på henholdsvis 113,53 og 73,81. Parametrene spirhøyde og Noapex blir tatt ut av modellen fordi de har F-verdiene under den kritiske verdien og bidrar minst til analysen. Fra Jackknifed classification matrix (Appendiks Tabell 29) ser en at mellom 45 - 62% av individene var klassifisert i riktig gruppe, totalt er riktig klassifisering også høyere enn ved den komplette analysen. Ved å fjerne parametrene spirhøyde og Noapex ser det ut som at det kun er hunnkongsnegl på Berg som ikke har fått høyere riktig klassifisering. Hanner på Berg, hanner på Eines og hunnkongsnegl på Eines har økning på rett klassifisering på 1%. Ser en nå kun på klassifiseringen på lokalitet er 74% av 1190 individer klassifisert riktig til Berg og 73% av 1174 individer klassifisert riktig til Eines. For klassifisering til kjønn er 69% av 1077 individer klassifisert riktig til female (hunner) og 66 av 1287 individer klassifisert riktig til hannsnegler. Det vil da si at en større andel individer er klassifisert til riktig lokalitet, og en mindre andel til riktig kjønn i den trinnvise diskriminantanalysen.

4. DISKUSJON

4.1 Metodisk diskusjon

Denne undersøkelsen tar for seg både fangst og populasjonsøkologiske aspekter fra det samme materialet. Metoden for å kartlegge fangsten er ikke nødvendigvis riktig i forhold til å se på for eksempel størrelsessammensetningen i populasjonen. Prosedyrer på laboratorium som veieprosedyrer, lengdemål og tørking av materiale, databehandlingsprosedyrer kan også gi feilkilder.

4.1.1 Feltarbeid

Agnforsøket ble ikke lagt opp etter et eksperimentelt design med for eksempel tilfeldig plassering av agntyper i teinene. Det er også litt for få teiner involvert for å avdekke små forskjeller. Agnet som ble benyttet var i mars fiskeavskjær hovedsakelig fra sei og torsk, i april ble det benyttet småtorsk og hyse som var fisket dagen i forveien. Det var tilfeldig hvilke arter som ble fordelt i teinene og om en teine ble egnet med flere arter fisk eller kun en fiskeart, dette ble ikke registrert noe som ikke var helt heldig for forsøket. Ingebrigsten et al. (2002) og Fahy (2001) fant at pelagisk fisk ikke gir like godt fangst som epibenthiske arter (hvitfisk), dette er en faktor som kan ha påvirket resultatene i dette studiet. Haneskjellene ble fisket enten samme dag eller dagen i forveien og oppbevart under presenning i store plastkar om bord i fangstfartøyet, og var dermed levende før de ble knust og lagt i teinene. Det er mulig at disse ikke utsondret tilstrekkelig med luktestoffer, enten på grunn av for lite agn i hver teine eller på grunn av at vevet ikke var tilstrekkelig ødelagt. Agnforsøket i dette studiet kan gi en indikasjon på om det er forskjeller i fangstmengde ved å kombinere haneskjell med fisk, eller å bare bruke fisk som agn og om det er forskjeller mellom lokalitetene. Haneskjell var av særlig interesse da Berg er et typisk haneskjellshabitat, mens Eines ikke er det (se videre diskusjon i avsnitt 4.2.1 Fangst med ulike typer agn).

Innsamlingsmetode benyttet i dette studiet var ikke helt ideelt for populasjonsrelaterte analyser som størrelsesfordeling. Teinene som er benyttet i dette studie er tildels selektive pga hullene i bunnen av teina (se kapittel: 2.2 Feltarbeid, for mer informasjon om teinene), og det er grunn til å tro at antall små snegler under 5,5 cm er underestimert fordi de kan ha kommet seg ut av hullene i bunnen (Valentinsson, 1999). Jeg observerte at en del småsnegler kunne forekomme under teinene men ikke på siden, mens store snegler utenfor teinene kun var å

finne på siden eller på toppnettingen. De store sneglene var mest sannsynlig på vei inn i teina, mens det er usikkert om de små sneglene var på vei ut av teina gjennom hullene eller forsøkte på å komme seg inn i teina til agnet. Løsningen på å hindre små snegler i å forlate teina er å dekke hullene i bunnen med finmasket netting, men dette hindrer samtidig de som forsøker å ta seg inn i teina ”bakveien”. Vandringshastigheten til de små sneglene er muligens også noe lavere enn til de store på grunn av en mindre fot, og det er kanskje bare de som befinner seg nærmest teina som rekker fram i tide. En annen mulighet er at de minste sneglene kan ha problemer med å komme seg inn i selve teina på grunn av den høye bratte kanten, annen teinedesign tilpasset små snegler ville da i tilfelle vært løsningen. Annen preferanse for mat kan også utelukke de minste individene fra fangsten (se avsnitt 4.3. Størrelsesfordeling).

Andre innsamlingsmetoder som kunne vært benyttet er innsamling ved dykking. En slik metode lot seg ikke gjennomføre i mitt studie da det krever en del mer ressurser og personell med kompetanse på dette. Negative aspekter ved dykking er at det kan være vanskelig å se små snegler hvis store områder skal dekkes. I tillegg vil dykking ned til 45 meters dyp kreve ekstra utstyr og spesialkompetanse på dypdykk. Ved undersøkelser ned til 30 m dyp der avgrensede transekt blir undersøkt vil dykking likevel være en god metode for enkelte populasjonsøkologiske studier som for eksempel størrelsesfordeling.

Pedersen (2005) registrerte at bifangst av kråkeboller ga høyere fangstmengde av kongsnegl og at tilstedeværelse av neptunsnegl og sjøstjerner ga lavere fangstmengde. Bifangsten kan være en indikator på fangstmengde og tetthet av kongsnegl. Det er grunn til å tro at kråkeboller og kongsnegl har tildels overlappende habitat og at de ikke har et predator-byttedyrforhold som voksne, men at de kan være næringskonkurrenter. Lavere fangst ved tilstedeværelse av sjøstjerner kan være en antipredatorrespons som hindrer næringssøk, så selv om det er mye kongsnegl i området kan det være at det ikke gjenspeiles i fangsten. Høye konsentrasjoner av neptunsnegl i forhold til kongsnegl kan være utslag av blant annet forskjellig habitat og fødevalg. I dette studiet er det på Eines funnet større fangst av neptunsnegler og mindre fangst av kongsnegler enn det er funnet på Berg. Dette stemmer godt overens med hva Pedersen (2005) har funnet og det kan se ut som at det er en sammenheng. I dette studiet ble kun antall neptunsnegler registrert, annen bifangst ble ikke kvantitativt og kvalitativt registrert. Bifangsten var ikke spesielt stor i dette studiet, men kunne vært interessant i forhold til predator- byttedyr forhold og forhold mellom næringskonkurrenter. Bifangsten vil antagelig også kunne forklare noe av variasjonen mellom lokalitetene.

Lenken på 45 m på Berg i mars var mest sannsynlig blitt flyttet på i løpet av natta ved at en båt hadde kjørt på bøye og line og dratt det med seg noen meter. Effekten av dette kan være minimal hvis det skjedde rett etter setting eller rett før hiving, men det er det umulig å si noe om. Størst innvirkning vil dette ha for fangstresultatene, da fangsten for denne lenka kan være forskjellig fra den som kunne ha vært om ikke teinene var blitt flyttet. Kjønnfordeling og størrelsesfordeling har dette antagelig mindre innvirkning på, selv om det ikke kan utelukkes at resultatene er påvirket.

Det hadde vært en fordel om temperatur og saltholdighet på lokalitetene ved fangsttidspunktet samt på fangst dyp hadde vært målt. Data fra tidligere år (1994) og en ufullstendig tidsserie for 2006 er tilgjengelig (www.lupus.nfh.uit.no) og gir en liten pekepinn på hydrografiske forhold for områdene rundt Berg (B11), men sier ikke noe om tilstanden in situ. De største endringene i saltholdighet og temperatur om våren og sommeren generelt i Balsfjorden skjer over pyknoklinen, men denne ligger som regel på rundt 10 m og er dermed grunnere enn fangstdypet. Imidlertid er vannmassene på lokalitetene sammenblandet det meste av tiden på grunn av virvling dannet av tidevannstrømmene og vil antagelig ikke ha den store effekten på fangstmengde og fangst på dyp.

4.1.2 Laboratoriearbeid

Fangsten fra Sandnessundet ble benyttet til å gjøre meg kjent med kongsneglens anatomi, og til å øve meg på å få sneglene hel ut av huset uten å knuse det eller rive av bløtdelene. Metoder for måling og veiing ble også utprøvd på dette materialet. Utfordringen her var å finne entydige punkt til et breddemål. De fleste av sneglene fra fangsten i mars hadde fått knust av den ytre leppen på grunn av litt røff behandling under transport og lagring. Ved å måle bredden på siste vindig (det bredeste partiet på skallet) ville det vært få målbare snegler. Penis var vanskeligst å måle da den ofte var bøyd inn under kapperanden og ikke er naturlig rett. Den måtte strekkes ut før måling, og til å begynne med var det ikke alltid like lett å vite hvor mye en skulle strekke for å oppnå riktig mål. Det var få individer fra Sandnessundet så da jeg begynte å opparbeide prøvene fra Berg og Eines var det ennå rom for læring og presisering av metode. Resultatene kan derfor være påvirket av denne læringsprosessen.

Den opprinnelige intensjonen var å kjønnsbestemme og måle skallhøyde på hele materialet. For vekt mål og andre morfologiske mål var intensjonen å ta et utvalg av materialet på 25 store individer og 25 små individer for hvert fangsttidspunkt og lokalitet.

At flere individer enn planlagt ble veid skyldes en usikkerhet på om de få vekt målene som ble gjort ville gi et riktig bilde av sneglenes vekt. Det var særlig usikkerhet i om det ble værende noe igjen av columnar muskelen i skallet. På små individer (under 3 cm) var det i tillegg vanskelig å se om hele bakkroppen hadde fulgt med ut av skallet eller om noe var blitt værende igjen. Ved å veie flere individer ville en eventuell feil få mindre betydning for resultatene. Unøyaktigheter i tørrvekt kan også ha forekommet i noen grad da epitelet og algelaget på sneglehusene kunne sprekke opp og blåse av gårde i tørkeskapet for så å havne i et annet veieskip, dette er snakk om avvik i størrelsesorden $\pm 0,005$ gram.

Under opparbeidelse ble det oppdaget små variasjoner i morfologi mellom lokalitetene og mellom kjønn. Jeg ønsket å bekrefte disse observasjonen som jeg intuitivt så. Jeg syntes det derfor var nødvendig å registrere flere morfologiske mål og måle flest mulig individer slik at små variasjoner kunne oppdages. Med ett større opparbeidet materiale kunne jeg også splitte det opp i størrelsesgrupper, særlig var det viktig å skille mellom kjønnsmodne (skallhøyde >60 mm) og umodne (skallhøyde <60 mm) individer.

Underveis ble det gjort observasjoner og notater som ikke er presentert i oppgaven. Blant annet ble det gjort observasjoner og notater på størrelse og farge på testis og ovarie, om hannene hadde stor og foldet seminal vesikkel, om hunnene hadde stor og oppsvulmet eggkapsel kjertel, imposex, angrep av parasitter og mengde mageinnhold. På skall ble det også gjort observasjoner og notater om blant annet begroing, ytre struktur, tykkelse på skall, om skallet var knust og farge på skallet. En del av disse registreringer ble ikke gjort systematisk og kunne ikke brukes i oppgaven selv om det i ettertid viste seg at disse kunne vært nyttige, slik som for eksempel gonadestørrelse. Disse mål og observasjoner kan likevel være en pekepinn på forhold som for eksempel størrelse ved kjønnsmodning.

Opparbeidelsen av det store materiale tok formidabelt med tid, men var verdt investeringene da dette førte til mer pålitelige resultater. Et stort datasett med informasjon om en art som det ikke er forsket så mye på ved lokaliteter i Nord-Norge, er nå tilgjengelig som grunnlag for videre studier. Selv om jeg på grunn av tidsbegrensninger på en mastergradsoppgave ikke har

hatt mulighet til å benytte meg fullt ut av dette omfattende datasettet, er dett fortsatt av verdi for videre studier. Blant annet er operculumene tilgjengelig for aldersbestemmelse, noe som en annen student skal benytte som en del av en mastergradsoppgave. Når alderstruktur og alder ved kjønnsmodning blir kjent for populasjonene vil en få et mer helhetlig bilde for bruk til en hensiktsmessig fremtidig forvaltningsplan av kongsnegl.

Dette er den første feltøkologiske undersøkelse på kongsnegl som er gjort i Nord-Norge, noe som har ført til at både veileder og kandidat har vært i en læringsprosess.

4.2 Fangst i antall og biomasse

4.2.1 Fangst med ulike typer agn.

Dakin (1912) observerte at kongsnegl spiste stort kamskjell (*Pecten maximus*) i fangenskap og Hancock (1960) rapporterte om at fiskere så på kongsnegl som en dødelig fiende for stort kamskjell i enkelte områder ved kysten av England. Kamskjell og haneskjell (*Chlamys islandica*) er beslektet og det er grunn til å tro at kongsnegl også vil jakte på og spise haneskjell, samt at en agnkombinasjon med denne arten vil gi større fangst enn uten. Innsamlingsområdet på Berg er kjent for sin bestand av haneskjell, det var derfor forventet at dette kunne være attraktivt som agn.

Det ble ikke funnet noen entydig trend som indikerer at agn bestående av haneskjell og fisk gir større fangst enn fisk alene i dette forsøket, det var heller ingen signifikante forskjeller mellom disse to agntypene. Grunnen til at fangsten i dette forsøket ikke var signifikant større ved å kombinere fisk og haneskjell er uklar. En mulig årsak kan være at det er benyttet for få teiner (se også avsnitt 4.4.1 Feltarbeid), en annen mulighet kan være at levende haneskjell ikke er et preferert bytte for kongsnegle. Nielsen (1975) observerte at stort kamskjell (*Pecten maximus*) responderte med en fluktrespons ved berøring av kongsnegl ved å åpne skallet og lage en stor åpning mellom mantelfolden for så å lukke skallet raskt. På den måten lager den et vanntrykket mot kongsnegla slik at den ”blåste” vekk samtidig som kamskjellet flyttet seg litt fra predatoren før den kunne ”svømme” bort.

Haneskjellene benyttet til agn i dette studiet var ferske (fisket samme dag eller dagen før) og mest sannsynlig var de fleste av dem levende og i relativ god form selv om skallet ble knust

(se også avsnitt 4.4.1 Feltarbeid). Nielsen (1975) trodde at *Buccinum* vanligvis ikke var i stand til å ta friske kamskjell på grunn av fluktresponsen. Hvis kongsnegl ikke er i stand til å nedlegge kamskjell, vil dem følgelig heller ikke tiltrekkes av dem, det er mulig dette også er tilfelle for haneskjell. På den andre siden har jeg vanskelig for å tro at det ikke var noen av haneskjellene i hver teine som hadde fått skade på bløtdelene når skallet ble knust og utsondret lukt som indikerte dette. Det er mulig at et annet resultat hadde vist seg hvis haneskjellene hadde vært frosset før bruk, da is krystaller punkterer cellene slik at luktestoffer blir frigitt raskere.

Andre bivalver er tidligere blitt benyttet til agn. Blåskjell (*Mytilus edulis*) i kombinasjon med rødhai (*Scyliorhinus* sp.) har vist seg å gi større fangst enn agnkomponentene alene. Blåskjell alene som agn ga mindre fangst enn rødhai alene. Blåskjell har også gitt større fangst av snegl under minstemålet (Irskesjøen: 25 mm skallvidde, ca 50 mm skallhøyde fra apex til enden av siphonkanalen) (Fahy, 2001). Hancock (1967) rapporterte også om små fangster der blåskjell var benyttet til agn.

En annen mulighet er at fiskeavskjæret benyttet til agn i denne undersøkelsen var en blanding av flere arter fisk. Når det ytterligere ble tilsatt en ekstra agnokomponent (haneskjell), hadde dette muligens ikke noe effekt på mengde fangst. Fahy (2001) har blant annet funnet at rødhai i kombinasjon med torsk (*Gadus morhua*) har gitt signifikant høyere fangst enn bruk av agnkomponentene hver for seg. Han fant imidlertid også at de pelagiske artene taggmakrell (*Trachurus trachurus*) makrell (*Scomber scombrus*) i kombinasjon med rødhai ikke ga økt fangst i forhold til bruk av agnkomponentene alene (Fahy, 2001). Hvis det er slik at fiskeavskjær av flere arter gir større fangst enn artene alene som agn burde det vært signifikante forskjeller i mai da det kun ble benyttet sild som det ene agnkomponent i stedet for fiskeavskjær, dette er ikke tilfelle. Et aspekt som må tas i betraktning er at pelagiske fiskearter gir lavere fangst enn bunnlevende (Fahy, 2001). Ingebrigtsen *et al.* (2002) gjorde et agnforsøk på Berg (Tromsøysundet) der enkeltkomponentene sei (*Pollachius virens*), pigghå (*Squalus acanthias*), lakseavskjær (*Salmo salar*) og torsk (*Gadus morhua*) ble testet på dyp mellom 18-38 m. Sei og laks ga lavest fangster, mens torsk og pigghå gav noe høyere fangster.

Hancock (1974), identifiserte idealagnet som det som tiltrakk en art og avviste andre arter. Agn av fisk er svært attraktivt for krabber, og tilstedeværelsen av levende krabber i teinene

ser ut til å ha en avskrekkende effekt for kongsneglenes inntreden i teinene (Hancock & Simpson, 1962; Hancock, 1963; Lapointe & Sainte-Marie, 1992). Krabber er eksempel på en gruppe som ikke vil bevege seg i nærheten av et dødt medlem av deres egen art (Hancock, 1974). Agn av krabbe og for eksempel fisk vil da ikke tiltrekke levende krabber, slik at kongsnegler kan entre teinene. Fisk og krabbeagn blir da spesielt attraktivt for kongsnegl.

Fahy (2001) har testet ut taskekrabbe (*Cancer pagurus*) i kombinasjon med rødhai (*Scyliorhinus* spp.), hvitting (*Merlangus merlangius*), blåskjell (*Mytilus edulis*) eller Taggmakrell (*Trachurus trachurus*), og funnet signifikant høyere fangst for alle forsøksettene der krabbe var en av komponentene. På kysten av Troms er det også gjort agnforsøk der det er funnet at krabbe i kombinasjon med sei har gitt 21% til 63% større fangst enn kun sei som agn (Ingebrigtsen *et al.*, 2002).

Haneskjell er filterspiser og derfor ikke en predator på kongsnegl, det er dermed ingen grunn til å tro at levende haneskjell skal ha noen avskrekkende effekt på kongsnegl. Haneskjell som agn vil dermed mest sannsynlig heller ikke ha den positive effekten av at døde eksemplarer holder unna potensielle predatorer på kongsnegl.

En tredje mulighet er at type agn ikke er betydningsfullt i begynnelsen av et fiskeri av kongsnegl. Fiskere rapporterte at valg av agn var ubetydelig de første årene av fiskeriet i Irskesjøen da det var store tettheter av kongsnegl (Fahy, 2001). I Balsfjorden er det ikke drevet kommersielt fiske forut for dette studiet, og det er mulig at agn ikke har så stor betydning for områder som ikke er utnyttet. Dette samsvarer ikke med studiet til Ingebrigtsen *et al.* (2002) som har funnet forskjeller i fangst ved bruk av forskjellige agntyper på lokaliteter i Nord-Norge der det ikke var etablert et kommersielt fiske på kongsnegl.

Bivalver er mulig et mindre effektivt agn i teinefiske etter kongsnegl enn andre dyregrupper. I dette studiet bidro ikke haneskjell til signifikant større fangst. Haneskjell som agnkomponent bør likevel undersøkes nærmere hvis en vil utelukke eller tilføye haneskjell som en bestanddel i kombinasjonsagn. Så lenge haneskjell ikke inngår som bifangst i andre fiskerier, er lite tilgjengelig og fangstene ikke blir betraktelig større ved bruk av haneskjell, er det lite sannsynlig at det blir vanlig å benytte haneskjell som agn i teinefiske etter kongsnegl.

4.2.2 Variasjon i fangst mellom dyp, innsamlingstidspunkt og lokalitet

De to undersøkte lokalitetene er noe forskjellige selv om begge kan bli karakterisert som beskyttet fjord eller sund. Det antas at det er forskjellige strømforhold på de to lokalitetene og at det er noe ulik påvirkning med god omrøring av vannmassene, et resultat av strøm gjennom Rya.

På Berg fant jeg de største fangstmengdene av kongsnegle ($0,7 \text{ kg teine}^{-1}$ per døgn, $0,6 \text{ kg teine}^{-1}$ per døgn inkludert mars 2004). Denne lokaliteten er antagelig sterkt påvirket av tidevannet som presses gjennom Rystraumen og er noe mer påvirket enn Eines. Tidligere forsøksfiske (Ingebrigtsen *et al.*, 2002) viste at lokaliteter på eksponert kyst ga større gjennomsnittlige fangster enn lokaliteter i fjord og sund. Nå ligger Berg riktignok i Balsfjorden, men vannmassene som kommer gjennom Rystraumen kommer fra Straumsundet som har nær tilknytning til det åpne havet utenfor Malangen. Fahy (2001) rapporterte om observasjoner gjort av fiskere om at noen innaskjærs områder, særlig der bunntopografien var variert og som hadde sterk strøm, hadde høy produktivitet av kongsnegl og ga konsekvent gode fangster. På Berg finnes både hard- og bløtbunn der mye av bunnen består av sand og steinbunn som er mer eller mindre dekket av vorterugl (*Lithothamnion glaciale*).

Fangsten på Eines ($0,5 \text{ kg teine}^{-1}$ per døgn) var lavere enn på Berg. Det er grunn til å tro at også denne lokaliteten er påvirket av Rystraumen og de utenforliggende vannmassene, dog i mindre grad. På denne lokaliteten er det bløtbunn bestående av sand og silt. Bunnen er relativt flat og skrår svakt mot midten av fjorden, og det er ikke kjente store forekomster av vorterugl på lokaliteten.

Tidligere forsøksfiske av kongsnegl i Nord-Norge har vist at det er stor variasjon mellom områder med fangster fra $<0,5 \text{ kg teine}^{-1}$ per døgn og $5,3 \text{ kg teine}^{-1}$ per døgn (Pedersen 2005; Ingebrigtsen *et al.*, 2002). Ingebrigtsen *et al.* (2002) fikk utenfor Ramfjorden (Ramfjordnes-Sandvika) fangster på $0,76$ og $0,57 \text{ kg teine}^{-1}$ per døgn ($<10 \text{ m dyp}$), noe som stemmer godt overens med resultatene fra Berg som ligger i umiddelbar nærhet av Ramfjorden. Maksimal fangst i Ramfjorden var på $0,4 \text{ kg teine}^{-1}$ per døgn, og i Kvalsundet på $0,6 \text{ kg teine}^{-1}$ per døgn (Ingebrigtsen *et al.*, 2002) noe som tilsvarer fangstene på Eines. Lokalitetene i Ramfjorden, Kvalsundet og Berg ble på grunn av for lave fangster ($<2 \text{ kg teine}^{-1}$ per døgn) ikke betraktet som av kommersiell interesse (Ingebrigtsen *et al.*, 2002). Total gjennomsnittlig fangst i Skagerrak og Kattegat av *B. undatum* var på $1,3 \text{ kg teine}^{-1}$ per dag, mens fangsten varierte

signifikant mellom områdene. Enkelte områder ble betraktet som drivverdige, og andre ikke (Valentinsson *et al.*, 1999). Jeg tror ikke lokalitetene Berg og Eines er drivverdig for et kommersielt fiske.

Som nevnt tidligere kan tilstedeværelse av bifangst være indikator på tetthet av kongsnegl (se 4.4.1 Feltarbeid). Bifangst av kråkeboller har vist seg å gi høyere fangster av kongsnegl og tilstedeværelse av neptunsnegler og sjøstjerner har vist seg å gi lavere fangster (Pedersen, 2005). Lavere fangst ved tilstedeværelse av sjøstjerner kan være antipredatorrespons som hindrer næringsøk. Høye konsentrasjoner av neptunsnegl i forhold til kongsnegl kan være utslag av blant annet forskjellig habitatvalg og fødevalg. Antallet neptunsnegler er notert for hver lenke og en subjektiv vurdering er gjort av annen bifangst generelt for lokaliteten. Eines hadde større bifangst av neptunsnegler enn Berg. Dette gjenspeiles også i lavere fangst av kongsnegle på Eines. Hvorvidt det var mer kråkeboller og sjøstjerner på en av lokalitetene er ikke vurdert, men generelt var det mer bifangst på Eines.

Dybderelatert variasjon i fangstmengde:

Variasjon i fangst på dyp kan komme av variasjon i habitat. Fra den sub-litorale sona og ned til over 40 m kan det være store forskjeller i lystilgang og strømforhold, samt noe forskjell på den årlige variasjon i temperatur og saltholdighet. Bunnforholdene kan også endre seg nedover i dypet, ofte er det på dypere vann mer av fint sediment som sand, mudder og silt på grunn av mindre strøm. Forskjell i disse faktorene gir forskjell i habitat som igjen kan påvirke tettheten av snegler på stedet. Tilstedeværelse av byttedyr og predatorer vil også påvirkes av habitatet, som igjen kan påvirke kongsnegltettheten.

Signifikante forskjeller mellom dyp finnes på både Berg og Eines der Berg har størst fangst på 30 m og Eines på 45 m. I Skagerrak/Kattegat ble de største fangster av kongsnegl observert på dyp rundt 20m på sand eller silt sedimenter (Valentinsson *et al.*, 1999). Størst fangst på disse dyp kan indikere at det er best forhold her for kongsnegl av de undersøkte dyp. Mindre fangst på de andre dyp kan komme av annen og mindre preferert habitat, mindre mat og/eller flere predatorer. På Berg er det vorterugl på de grunneste områdene, På Eines er et slikt samfunn med vorterugl fraværende. Siden det på begge lokalitetene er relativt flat lite skrående bunn kan en anta at det på Berg er bløtbunn på dyp der det ikke er nok lys til vekst av bunnlevende makroalger som vorterugl. Bløtbunn er imidlertid habitat for en del gravende og husbyggende

polychaetaer og bivalver som er de gruppene av organismer som er regnet som hoveddietten til kongsnegl (Se avsnitt 1.2 Utbredelse og biologi).

Ingebrigtsen *et al.* (2002) fant en klar sammenheng mellom fangst og substrattype der de høyeste fangstene uten unntak ble tatt på sandbunn. Lignende substratpreferanse er observert i Skagerrak/Kattegat (Valentinsson *et al.*, 1999) og i Irsksjøen (Ingebrigtsen *et al.*, 2002).

Siden bunnforholdene ikke er systematisk undersøkt på det eksakte fangstområdet og på det dyp teinene er satt, er det umulig å si noe spesifikt om forholdet på stedet og om forskjellene i habitat på de undersøkte lokalitetene. Skal forekomsten per substrattype identifiseres, kreves substratdiskriminering uavhengig av dyp, hvilket ikke var mulig i dette forsøket.

Sesongmessig variasjon i fangstmengde

Mellom de forskjellige fangsttidspunkt er det funnet signifikante forskjeller i fangstene på Berg. Lavest fangst i biomasse per teine ble funnet i mars og en topp i april. I antall var det en topp i mai. Dette samsvarer med resultater for fangst på sørøstkysten av England, der Hancock (1963, 1967) rapporterte om størst fangst i april og mai, noe som så ut til å være godt korrelert med temperatur, samt en generell reduksjon i fangsten både på vinteren og sommer. Martel *et al.* (1986B) har funnet en sammenheng mellom lav beiteaktivitet og høy gonadeindeks i perioden for formering. Hancock (1967) indikerte også at det var en nedgang i beiteaktiviteten i perioden for formering og rapporterte om avvik i fangstmengde i oktober. Dette er forbundet med inntreden av sesongen for formering (Hancock, 1967). Eksakt periode for formering er ikke undersøkt for Balsfjorden, men jeg tror parring og egglegging forekommer på høst og tidligere på vinteren i dette området. Lavt fødeinntak i forbindelse med formering kan være forklaringen på lav fangst i mars på Berg.

Nedgang i beiting om sommeren i Europa er mest sannsynlig på grunn av fysiologisk stress på grunn av høye temperaturer (Hancock, 1967; Himmelman & Hammel, 1993). På Berg i juni var det en betydelig nedgang i fangst, men på grunn av at det i juni ennå er relativt lave temperaturer i Balsfjorden kan temperaturen ikke forklare denne nedgangen.. Hancock (1967) fant lav fangst sørøst av England i juli og august når sjøtemperaturen var høy. En nedgang i fangst i juni på Berg kan komme av at deler av bestanden på denne lokaliteten har vandret ut av området for fisket og dermed ikke var tilgjengelig for redskapene. Andre grunner for nedgang i fangst denne måneden kan være at det var noe feil med agnet eller at andre forhold

på lokaliteten forårsaket at kongsneglene ikke ble tiltrukket agnet. En kombinasjon av de nevnte forhold kan også ha forekommet.

På Eines ble det ikke funnet signifikante forskjeller i fangst mellom fangsttidspunkt verken for antall eller biomasse per teine. Enten forekommer det ikke slike svingninger på denne lokaliteten eller så er disse svingningene på et tidspunkt utenfor det tidsrom som er undersøkt.

Forskjellene på Berg mellom fangsttidspunktene er større når en tar mars med i variansanalysen. Siden lenken på 45 m i mars mest sannsynlig var flyttet på er ikke resultatene fra mars helt sammenlignbare med andre fangsttidspunkt når fangsten på dypene summeres. På både 15 og 30 m var det mindre fangst i mars enn i både april og mai, jeg tror derfor ikke at forflyttingen av redskap på 45 m hadde så stor betydning for fangstmengde.

Variasjon i fangstmengde mellom lokalitet:

Sammenlignes fangstmengde mellom lokalitetene på dyp, ser en at det er forskjell på 15 meter i antall kongsnegler (størst antall på Berg), men at biomassen er lik. Dette tyder på at størrelsesfordelingen på 15 m på de to lokalitetene må være forskjellig og at sneglenes størrelse må være mindre på Berg. Dette bekreftes av resultatene presentert i 3.2 Størrelsesfordeling, se også diskusjon i avsnitt 4.3 størrelsesfordeling. En slik forskjell i både antall og størrelsessammensetning kan komme av ulikt habitat på lokalitetene og ulik habitatvalg for de ulike størrelsesgruppene (se avsnitt 4.3 størrelsesfordeling). Fangstmengden på 30 m på Berg er over dobbelt så stor som på Eines. Dette antyder at habitatet er mer egnet på Berg, med større mattilgang og mindre fare for predatorer på grunn av habitatet. På 45 m er det ikke signifikante forskjeller mellom lokalitetene og det er grunn til å tro at vilkårene er tilnærmet like på begge lokaliteter.

For fangsttidspunkt er det forskjeller mellom lokalitetene både i april og i mai. Berg har høyest fangst disse fangsttidspunktene. I juni finnes ikke slik forskjell mellom lokalitetene. Likhet i fangst denne måneden kommer av sterk nedgang i fangst på Berg (se avsnitt ”Sesongmessig variasjon i fangstmengde”). Hardt fiskepress kan også være grunn for nedgang i fangst. På grunn av at kongsnegl er relativt stasjonære og deres bevegelse over store avstander er begrenset (Hancock, 1963) er det lite sannsynlig at det vil komme inn snegler fra andre områder på kort tid ved en eventuell nedfisking. Korte tidsintervaller for fisket gir heller ingen rom for nyrekruttering i form av formering. For mitt studie har jeg ikke

tro på at nedgang i fangst i juni er relatert til uttynning på grunn av hardt fiske. Tidsrommet fisket har foregått over er noe for kort, innsatsen og arealet for fiske er for lite for dette. Sannsynligheten for at vi har satt lenkene med teiner akkurat på samme plass hver gang er forsvinnende liten da disse posisjonene ikke var merket med bøye og fast fortøyning.

Bifangst kan ha effekt på fangstmengde av kongsnegl. Bifangst som sjøstjerner eremittkreps og krabber kan redusere fangsten av kongsnegl ved å spise opp agnet og redusere effektiviteten av det, eller fylle opp teina slik at det ikke er plass til flere kongsnegl (Hancock, 1963). Redskapsmetning har imidlertid ikke vært et problem i dette studie da fangstene var relativt små og brukstid kun var på ett døgn. Bifangst kan også ha en avskrekkende effekt på kongsnegl (se også avsnitt over og 4.4.1 Feltarbeid) . Strandkrabbe (*Carcinus* sp.) og særlig taskekrabbe (*Cancer* sp.) kan angripe kongsnegl i teinene (Hancock, 1963) og ha en avskrekkende effekt. Det ble ikke tatt noen taskekrabber i teinene verken på Berg eller Eines, strandkrabbe var det imidlertid noe bifangst av samt pyntekrabber (*Hyas* sp.).

Konkurranse mellom agn og tilgjengelig naturlig mat kan ha påvirket fangsten. Siden kongsnegl er generalist vil de med stor sannsynlighet tiltrekkes det lett tilgjengelige agnet i teinene uansett mattilgang ellers i området.

Jeg antar at været ikke har hatt særlig innflytelse på fangsten da det var relativt godt vær alle de aktuelle fisketidspunktene. Lokalitetene ligger også så nært hverandre at det ikke er mulig med betydelig forskjell på været mellom lokalitetene.

4.3 Størrelsesfordeling

Størrelsessammensetningen i fangsten kan til en viss grad gi et bilde av størrelsessammensetningen i populasjonen, og størrelsessammensetningen i populasjonen kan være et resultat av i rekruttering, dødelighet og konkurranse.

Redskapet brukt til fangst i dette tilfellet er imidlertid selektiv og vil mest sannsynlig gi ett uriktig bilde i forhold til de aller minste størrelsene (se avsnitt 4.1.1 Feltarbeid). Det ble observert ved flere anledninger at det satt små snegler under teina, disse er inkludert i fangsten, men det er grunn til å tro at det kan ha vært flere småsnegler som har forsvunnet ved

hiving og at dette utgjør en feilkilde. Ved større dyp er det også større sannsynlighet for at de små sneglene utenfor teina har falt av på grunn av lengre avstand til bunnen og lengre tid til hiving. Små snegler har muligens også annen preferanse for mat/byttedyr og vil dermed ikke tiltrekkes teinene i like stor grad som større kongsnegl (Jalbert *et al.*, 1989). De vil heller ikke bevege seg så raskt som store snegler, særlig når de beveger seg mot agn på grunn av forskjell i størrelse på foten (Kideys, 1996). I dette forsøket var kongsnegl under 2 cm fraværende i fangsten, mens størrelsesgruppe 60-80 hadde størst frekvens. Kideys (1996) fant også ved bruk av feller som var størrelsesselektive en størrelsesfrekvens fordeling der voksne individer var dominerende med en topp for individer på 70-80 mm, samt at individer under 1 cm var fraværende i fangsten.

Jalbert *et al.* (1989) har gjort populasjonsbiologiske undersøkelser der dykkere var benyttet til innsamling av materiale. Denne undersøkelsen viste at individer som hadde skallhøyde mellom 1-2 og 2-3 cm var rikeligst representert. Ved økende størrelse falt frekvensen og en utjevning fant sted ved 3-5 cm skallhøyde. Til sist var det en liten økning i snegler på 8-10 cm. Det var få individer som var mindre enn 1 cm (Jalbert *et al.*, 1989). Jeg tror innsamling ved dykking er en mer egnet måte å samle inn kongsnegler for å se på størrelsesfordelingen (se avsnitt 4.1.1 Feltarbeid).

Høy dødelighet av små individer på grunn av predasjon er også en mulig forklaring på at disse er underrepresentert i fangsten. Små snegler har flere fiender enn store snegler. Bifangst av predatorer som blant annet kråkebolle, krabber og sjøstjerner ble tatt både på Berg og Eines. Kråkebolle er også et eksempel på en predator som kan beite på eggkapslene til kongsnegl og rekrutteringen til bestanden kan dermed være påvirket av kråkebollebestanden.

Vekstraten til kongsnegl vil avta etter kjønnsmodning (Hancock, 1967; Sigurdson, 1986) og det kan resultere i at snegler i ulike årsklasser etter hvert får overlapp i størrelse, noe som er sannsynlig både på Berg og Eines. Høy frekvens av kongsnegl i størrelsesgruppa "60-80 mm" kan være et resultat av at populasjonen ikke er beskattet og slike populasjoner ofte består av mange store gamle individer som utkonkurrerer de mindre individene. Nyrekruttering tillates da ikke i store mengder. Konkurransen med andre arter om habitat og mat kan også være årsak til størrelsesfordelingene som er funnet.

Naturlig dødelighet er mest sannsynlig årsaken for at det på begge lokaliteter er fanget mindre kongsnegl i størrelsesgruppa ”>80 mm”. Jalbert *et al.* (1989) hadde også funnet lavere frekvens av de største kongsnegl i populasjonen, men disse var noe større (mellom 10-12 cm). Det er også en mulighet for at flertallet av sneglene aldri oppnår en skallhøyde på over 80 mm på Berg og Eines.

Størrelsesfordelingen forandrer seg ved både ved dyp og innsamlingstidspunkt. Særlig på Berg er det fanget mest småsnegler på 15 m mens de større sneglene er å finne litt dypere på 30 m og særlig på 45 m dyp. Valentinsson *et al.* (1999) observerte også at de små individene levde noe grunnere enn de store individene og Jalbert *et al.* (1989) har også funnet at juvenile (1-3 cm) var mest abundant ned til 16 m. Dette kan komme av forskjellig mat og/eller habitat preferanse gjennom livs stadiene (Himmelman, 1988; McQuinn *et al.*, 1988; Rochette & Himmelman, 1996), men også av tilstedeværelse av predatorer.

På dypere vann er det på Berg antakelig mer sand, og mindre vorterugl og stein. Dette kan gi større mattilgang for store kongsnegl som blant annet beiter på polychaeta og bivalvia som lever i sedimentene. Når en kommer dypere enn 25-30 m er lystilgangen betraktelig mindre og andre bunnlevende alger vil mest sannsynlig være mer eller mindre fraværende her. Det resulterer i noe forskjellig byttedyrssamfunn enn på grunnere vann. Store predatorer vil antakelig også befinne seg på noe dypere vann.

Mindre forskjell i størrelsessammensetning mellom dyp på Eines enn det som er funnet på Berg kommer mest sannsynlig av at det er mer ensartede bunnsedimenter på Eines på de undersøkte dyp enn på Berg.

Forskjeller i størrelsesfordelingen gjennom sesongen på Berg kan komme av at stor snegl fra 15 m forflytter seg til dypere områder (30 m) i løpet av perioden for fangst slik at det i juni måned er en økning i andelen stor kongsnegl på 30 m og nedgang på 15 m. En slik forflytting kan være relatert til forplantning, det kan komme av temperaturen i overflaten blir for høy eller at de vandrer dypere etter mat. På 45 m er det få snegl under 60 mm i april. Hvorfor de to minste størrelsesgruppene nesten er fraværende denne måneden er uvisst, mulig oppholder de seg på mindre dyp. På Eines er størrelsesfordelingen relativt stabil på 15 og 30 m gjennom fangstperioden. På 45 m derimot ser det ut som at det blir færre av den største

størrelsesgruppen (>80mm) gjennom sesongen, det kan se ut som at disse er flyttet seg litt grunnere.

De aller største forskjellene mellom lokalitetene finnes på 15 m der størrelsessammensetningen på Berg er preget av stor andel små individer og på Eines er den preget av mellomstore og store individer. Denne forskjellen kan komme av at det på dette dypet er mest forskjell i bunnssubstrat på disse to lokalitetene, og dermed også i forhold til habitat, føde og predatorer. Grunnen til at størrelsesfordeling på 30 m er mer lik kan komme av at det er tilnærmet like forhold på lokalitetene både med hensyn til substrat, predatorer og byttedyr. På 45 m er det signifikant forskjell mellom lokalitetene og hovedforskjellen her er at det på Eines er større andel individer av de minste størrelsesgruppene mens på Berg er de fraværende på dette dypet. På Berg er det imidlertid stor andel av småsnegler i grunnere farvann (15 m) og det er som nevnt tidligere grunn til å tro at det er et mer egnet habitat der for småsnegler enn på 45 m. Jalbert *et al.* (1989) har funnet at kongsnegl har forskjellig preferanse for habitat i de forskjellige livsstadiene der umodne (1-3 cm) og voksne (7-12 cm) var mest vanlig på bløtbunn, og umodne (3-7 cm) var mest vanlig på grunnfjell og store steiner. Ved sammenligning må en ha i tankene at kongsnegl i den nordlige Gulf of St. Lawrence er større ved kjønnsmodning og kan ha noe større maksimalstørrelse enn kongsnegl i europeiske farvann. På grunn av at det ikke er gjort grundige undersøkelser av substratet på de forskjellige dyp i denne undersøkelsen vil forklaringen for fordeling av størrelsesgrupper ut fra substrat/bunntype ikke være helt sikker. Det kan se ut som at dyp har en underordnet betydning av størrelsesfordelingen.

Fordeling av størrelse på dyp og substrat gjennom sesongen bør undersøkes nærmere. Siden data fra teinefangst er svært begrenset som teknikk til å undersøke populasjonsbiologi til kongsnegl vil teknikken med dykkere slik som Jalbert *et al.* (1989) benyttet, være mer passende.

4.4 Fordeling av kjønn

Siden teiner er passive redskap som kongsnegl selv må oppsøke, er en avhengig av at både hunn- og hannindividene tiltrekkes det samme agnet i like stor grad for at kjønnsfordelingen i fangsten skal gjenspeile fordelingen i populasjonen. Det er også en forutsetning at hunn og

hann individene i snitt oppholder seg i lik posisjon og avstand fra teinene slik at de i like stor grad har mulighet til å nå fram til teinene innen fiskeperioden.

Den skjeve kjønnsfordelingen med overvekt av hannindivider som er funnet i dette studie stemmer ikke overens med resultatene til Kideys *et al.* (1993) der det totalt ble funnet et hann:hunn kjønnsforhold på 1:1,14. Siden kjønnsforholdet varierer mellom fangst-tidspunktene er det mulig at dette studiet, som gikk over fire måneder, ikke er sammenlignbart med studiet til Kideys *et al.* (1993) som gikk over 16 måneder.

Den signifikant større andelen hannindivider i fangsten for enkelte fangsttidspunkt (april og juni) og dyp (15 m og 45 m) kan muligens forklares ut fra at det på disse tidspunkt var større andel hanner i området og innen rekkevidde for teinene i det aktuelle tidsintervallet. Tidligere studier har vist at kongsnegl foretrekker bløtbunn, men at de trekker mot grunnere farvann med hardt substrat for å feste eggkapslene ved egglegging (Martel *et al.*, 1986A). Det minste dypet som teinene stod på var 15 m og det kan være at hunnkongsnegl hadde vandret ennå grunnere for å legge egg. Siden gytetidspunkt ikke er bestemt er det umulig å si om hunnsneglene er på gytevandring (og opptatt av andre ting) de aktuelle fangsttidspunktene, eller om de av annen grunn ikke befinner seg i området. En annen mulighet er at store hanner aggregerer i perioder, eller at de i perioder har større evne til å lokalisere og nå fram til matkilden enn det hunnene har.

Kideys *et al.* (1993) har i sitt studie også funnet at det er flere modne hanner enn modne hunner i fangsten på 30 m i april, og i perioden for formering (tidlig høst og vinter) er det dominans av hunnindivider. Dette mener han kan komme av kongsnegls adferd ved reproduksjon, da modne hunner vandrer mot grunnere farvann for å legge egg og da vil være overtallig nær land.

Sannsynligheten for at hunnindividene ikke ble tiltrukket agnet i like stor grad som hannene i perioder er også tilstede. I tidligere undersøkelser er det observert en nedgang i beiteaktiviteten ved begynnelse/inntreden av eggleggingen og at denne nedgangen sammenfalt med en signifikant nedgang i størrelsen på fordøyelseskjertelen til hunnene. Hannene hadde imidlertid ikke slike åpenbare svingninger i fordøyelseskjertelen. (Martel *et al.*, 1986B). En slik nedgang i fødeinntak er også kjent for andre gastropoder (Feare, 1970; Stickle, 1973). Det er grunn til å tro at hunnkongsnegl i mitt materiale har en sterk reduksjon i

fordøyelseskjertelen ved inntreden av eggleggingsperioden og at beiteaktiviteten vil gå noe ned i denne perioden. Videre kan en anta at når fordøyelseskjertelen og fødeinntaket blir mindre vil heller ikke hunnkongsnegl tiltrekkes agn i like stor grad som hannene. Kjønnfordelingen i fangsten kan dermed bli skjev med overvekt av hannindivider. Ser en på hvilke størrelsesgrupper dette gjelder, er det et mindretall i fangsten av det jeg tror er modne hunner (over 60 mm), mens det er tilnærmet lik fordeling av kjønn for snegler under 60 mm i april og juni. Det er mulig at hunnkongsnegl på Berg og Eines har redusert fordøyelseskjertel i denne periodene på grunn av formering og av den grunn ikke er like godt representert i fangsten som hannene.

Siden det ikke er gjort noen histologiske undersøkelser på gonade og fordøyelseskjertel til kongsnegl for dette materialet, kan jeg ikke fastslå at det på grunn av reduksjon i fordøyelseskjertelen og gyting er mindre modne hunnsnegler enn modne hannsnegler i fangsten.

Martel *et al.* (1986B) observerte at gjenopptakelse av fødeinntak ikke skjedde før det var gått 2-3 måneder etter endt reproduksjon. I dette studiet var det allerede måneden etter (mai) tilnærmet lik fordeling mellom kjønn for individer over 60 mm (modne). En skulle tro at det også i mai måned skulle vært overvekt av hannindivider, siden det i juni igjen er signifikant mindre hunnsnegler enn hannsnegler, særlig på Eines. Mulig er perioden for lavt fødeinntak kortere i våre farvann enn i Gulf og St. Lawrence og at kongsnegl ikke bare har en kort gyteperiode, men flere perioder som er egnet til gyting. En annen mulighet er at vanntemperaturen er høyere og at det er bedre tilgang på mat i mai på de undersøkte lokaliteten og at hunnsneglen begynner å spise tidligere etter egglegging. Det er dermed ikke nødvendig for hunnkongsnegl å overført like mye materiale fra fordøyelseskjertelen til ovarievekst.

Det er som tidligere nevnt uklart når kongsnegl legger egg i de undersøkte områdene og om lavere fangst av store hannindivider kan forklares ut fra dette. Under fritidsdykking er det imidlertid gjort observasjoner av kongsnegl som legger eggkapsler på 5 m dyp i begynnelsen av april i Repparfjorden (Finnmark). Det ble samtidig i samme område observert at sneglene parer seg. Hvorvidt dette er representativt for Balsfjordområdet er uvisst. Det er også observert kongsnegl som parer seg i Kaldfjorden, Troms, i begynnelsen av september og små klaser av eggkapsler med kongsnegl i umiddelbar nærhet på Bakkan og Blåmannsvika (i

nærområdet utenfor Balsfjorden) i perioden november til april. Alderen til disse kapslene var ikke mulig å anslå. Siden det både på Berg og Eines er overvekt av hannindivider i april og juni, men ikke i mai, er det grunn til å tro at det skjer noe som hindrer hunnsneglene i å nå teinene. Videre undersøkelser om aggregering, vandring, gytetidspunkt og redusert fødeinntak under gyting bør gjennomføres i området.

4.5 Kjønnsmodning

Kjønnsmodning hos kongsnegl blir vanligvis bestemt av tilstedeværelse av modne oocytter i ovariet eller ved at det er sperm i pallial ovidukt hos hunner, noe som indikerer nylig parring (Martel *et al.*, 1986A; Himmelman & Hamel, 1993). Hannkongsnegler med sperm i seminal vesikkel og/eller testis (Martel *et al.*, 1986A) blir betraktet som modne.

På grunn av tidsmangel var det i dette studiet ikke mulig å undersøke hunnens oocytter og hannens sperm eller benytte gonadeindekser, selv om det var ønskelig å finne størrelse ved kjønnsmodning. En raskere og mer effektiv måte var da å måle penislengde.

Ifølge Køie (1969) og Gendron (1992) har hanner med penislengde som er minst halve skallhøyden modne (penisproporsjon $\geq 0,5$). I denne undersøkelsen viste ikke penisproporsjonene et klart skille rundt proporsjonen 0,5 og det ble dermed vanskelig å bestemme modenhet ut fra et slikt kriterium.

Den raske økningen i relativ penislengde mellom 50,1 mm og ved 75,6 mm skallhøyde tyder på at kongsnegl i dette høydeintervallet starter sin kjønnsmodning. Spredningen er stor, det ble dermed bestemt at ved en skallhøyde midt i mellom disse knekkpunktene var kongsneglene på Berg og Eines kjønnsmodne.

Kideys *et al.* (1993) fant at kongsnegl sørøst av Isle of Man, Irskesjøen, er kjønnsmodne ved en skallhøyde mellom 60 og 70 mm. Ved denne skallhøyden ble det også funnet en rask økning i relativ penislengde, samt en lignende rask økning i testisvekt. Hunnsneglene i studiet til Kideys *et al.* (1993) hadde også en rask ovarivekst i dette høydeintervallet og ble regnet som modne.

Hvorvidt hunnsneglene fra Berg og Eines er kjønnsmoden ved samme skallhøyde bør undersøkes nærmere. Andre studier har vist at hunnkongsnegl har større skallhøyde ved kjønnsmodning enn hannkongsnegl (Martel *et al.*, 1986B; Gendron, 1992).

Den store variasjon i penislengde kan dels være naturlig variasjon, målefeil og/eller variasjon som er forårsaket av kastrerende trematode. Målefeil kan blant annet ha oppstått ved at penis er strekt ut i ulik grad (se 4.1.2 Laboratoriearbeid) da disse var meget tøyelige. Det ble også observert at enkelte av de store sneglene som hadde liten penis også hadde utydelige gonader eller at disse var fraværende. Køie (1969) fant at de mest frekvente trematodene i kongsnegl fra Øresund forårsaket ødeleggelser i gonadevev i tillegg til reduksjon av penis. Slikt oppsvulmet gonavev som er beskrevet av Køye (1969) sammen med unaturlig liten penis er observert for en del snegler også i dette materialet. Selv om det ikke er sett spesifikt på dette, er det grunn til å tro at disse sneglene var infisert av parasitter. Også Kideys *et al.* (1993) har funnet individer som overstiger 80 mm med relativt små peniser.

I dette studiet ble det ikke funnet betydelige forskjeller mellom lokalitetene med hensyn til penislengde. Dette kan ha sammenheng med at lokalitetene er relativt nært hverandre og at det er de samme vannmassene som er på begge lokaliteter, dermed samme økologi og livsstil. I andre studier er det derimot funnet store forskjeller i kjønnsmodning ved relativt korte avstander mellom lokalitetene. Ved nordkysten av Gulf of St. Lawrence er det funnet store forskjeller på kjønnsmodning hos hanner mellom relativt nære lokaliteter, fra 67 mm skallhøyde ved Magpie og 76 mm ved Mingan (Gendron, 1992). Gendron (1992) fant også at ved Magdalen Island (sørlig del av Gulfen) var hannsneglene kjønnsmoden ved 49 mm, noe som er et stort sprik fra de nordlige delene. En variasjon i kjønnsmodning langs en nord-sør akse er også funnet av Bell & Walker (1998) langs kysten av øst og sør England (Essex, Kent, Sussex, Hampshire) og vestkysten av Wales, der trenden viste økning i størrelse ved kjønnsmodning ved minkende sommersjøtemperatur.

Størrelse ved kjønnsmodning bør undersøkes nærmere, ikke bare i Balsfjorden, men også i hele landsdelen med tanke på fremtidig regulering av et kommersielt fiske. For endelige bevis for kjønnsmodning bør histologiske undersøkelser der gonadene blir dissekert ut og veid gjennomføres. For at en i felt eventuelt skal kunne bestemme kjønnsmodning ut fra penismål må resultater fra de histologiske undersøkelser og relative penismål sammenlignes for verifikasjon av kjønnsmodning.

4.6 Vekt- Høyde relasjoner

Det er kjent at verdien til stigningskoeffisienten β i en enkel allometrisk ligning gjenspeiler vekst av visse kroppsdeler relativt til andre deler av dyret (Winberg, 1971). I mitt studiet ble det forventet at vektutviklingen i forhold til skallhøyden var negativ allometrisk ($\beta < 3$) da tidligere studier har vist en regresjonskoeffisient under 3 (Thomas & Himmelman, 1988). Andre buccinider har også vist et vekstmønster med $\beta < 3$, blant annet har *Buccinum bayani bayani* og *Neptunea constricta* i Ussuriisky Bay, Peter the Great Bay, sea of Japan, vist en slik negativ allometrisk vekst med henholdsvis $\beta = 2,66$ og $\beta = 2,48$ (Borulya & Bergman, 2002). Da kongsnegl i dette studiet ikke var i nærheten av slike β -verdier kan det komme av at Borulya & Bergman (2002) benyttet vekt av levende snegl, mens det i dette studie er brukt tørrvekt, og bløtdeler og skall er veid hver for seg. Kun tørrvekt av skallet hos hunnkongsnegl hadde en β signifikant mindre enn 3 og viste svakt negativ allometri.

Mellom lokalitetene i dette studiet var det heller ikke forventet forskjeller i vektutviklingen av kongsnegls bløtdeler da lokalitetene ligger relativt nært hverandre og i samme fjord. Likevel ble det funnet at bløtdelene til hunnkongsnegl på Eines hadde en svak positiv allometrisk vekst og hannkongsnegl hadde tendenser til svak negativ allometrisk vekst, mens både hunn og hann på Berg viste isometrisk vekst. Det ble under laboratoriearbeid observert at endel hunnkongsnegl på Eines hadde tilsynelatende større ovarie i forhold til hunnkongsnegl på Berg ved samme skallhøyde. Grunnen for en slik økning i vekt av bløtdeler hos hunnene på Eines kan komme av at disse investerer mer energi til gonadene enn hunnene på Berg. Det er imidlertid ikke gjort noen detaljerte undersøkelser som vekt mål av gonadene. Hannenes svake negative allometriske vekst er vanskelig å forklare. Thomas & Himmelman (1988) har også funnet forskjeller i vekt av bløtdeler mellom lokalitetene, fra $\beta = 2,70$ til $\beta = 3,45$.

Gjennom et år er det forventet at vektutviklingen i forhold til skallhøyden vil variere noe. Dette fordi det generelt er sesongvariasjoner i næringstilgang og temperatur ved høyere breddegrader og på grunn av variasjon i vekt av bløtdelene i forhold til reproduksjonssyklus. På Berg er det i april et avvik i β fra de andre fangsttidspunktene (mars, mai og juni) der det er en svak positiv allometrisk vekst. På Eines vises den samme trenden, men her er det bare hunnkongsnegl som viser en signifikant positiv allometrisk vekst i april. For de andre fangsttidspunkt er det isometrisk vekst for både hunn og hannkongsnegl (ikke signifikant avvik i β fra 3).

Næringstilgangen er antakelig en av de viktigste faktorene som påvirker vekst i arktiske områder, der de fleste arter må tilpasse seg en kort vekstsesong (Clarke, 1988). I Balsfjorden starter planteplanktonoppblomstringen i slutten av mars og er på topp sent i april. Konsentrasjonen av planteplankton holder seg forholdsvis høy gjennom hele sommeren (Eilertsen *et al.*, 1981). Sesongavhengig primærproduksjon vil imidlertid ikke ha like stor betydning for veksten av predaterende gastropoder som det har for suspensjons spisende dyr. Predaterende gastropoder er enten matgeneralister eller viser en tendens til å spise deposit-spisende byttedyr (Taylor & Taylor, 1977). Ved høyere breddegrader er de arter av polychaetaer som blir spist av Buccinidae i hovedsak deposit-spisere. de er derfor forutsigbar som matresurs og ikke sterkt påvirket av sesongmessige fluktuasjoner i primærproduksjonen (Taylor & Taylor, 1977). Likevel kan en anta at det på grunn av stor primærproduksjon i april også har gitt lettere tilgang på mat til kongsnegl og veksten for denne måneden vil derfor være noe høyere enn for de andre undersøkte fangsttidspunkt.

Temperatur kan påvirke aktiviteten til kongsnegl. Det er observert nedgang i fangst av kongsnegl på varme somre, når høye sjøtemperaturen har en tendens til å gjøre kongsnegl sløve (sluggish). Også ved ekstremt lave temperaturer er det observert lav fangst av kongsnegl ved teinefiske (Hancock, 1967). Det er ingen indikasjoner på at temperatur har betydelig påvirkning på vekst av kongsnegl på Berg og Eines i den undersøkte perioden. Perioden for innsamling av materiale var på vår og i begynnelsen av sommeren, når det gradvis skjer en oppvarming og stabilisering av overflatelaget generelt i Balsfjorden. På lokalitetene er det imidlertid mikset vannmasser det meste av tiden på grunn av turbulens fra tidevannet. Undersøkellesperioden i dette studiet er for kort for å se om vekst blir påvirket av variasjon i sjøtemperatur.

Reproduksjon kan gi svingninger i vekt/skallhøyde forholdet. Hvis reproduksjon av kongsnegl i Balsfjorden skjer på vinteren vil en nedgang i kroppsvekt på grunn av egglegging ikke vises i dette studiet fordi reproduksjonen er utenfor tidsrommet for prøvetaking. Egglegging til kongsnegl sørøst av Douglas, Isle of Man, Irskesjøen, foregikk mellom siste uke i desember og slutten av januar (Kideys *et al.*, 1993). Kideys *et al.* (1993) registrerte økning i ovarievekt i hunner ≥ 60 mm fra april til september og en gradvis nedgang frem til februar, vekt av testis viste samme mønster, men vekta var lavere.

Ovarieindeksen for kongsnegl fra Irskesjøen varierte gjennom året fra 0,6 til 4,3 sammenlignet med testisindeksen som varierte fra 0,2 til 1,7, noe som betyr at hunnkongsnegl legger mer energi i reproduksjon enn hannene (Kideys *et al.*, 1993; Martel *et al.*;1986B). Dette kan forklare høyere β til bløtdelene til hunnene i dette studiet. Generelt ser det ut til at hannkongsnegl legger mer energi i skallet enn hunnkongsnegl, men det er kun funnet signifikante forskjeller i april på Berg. Større skalltilvekst hos hannene kan muligens forklares ut fra at hannene legger mer energi i skallet i stedet for å legge det meste av energien i reproduksjonen slik som hunnene gjør.

4.7 Morfologi

Vekst av skallet til kongsnegl i dette studiet var forventet å være tilnærmet isometrisk eller svakt allometrisk da juvenile kongsnegl ser ut som ”mini voksne” og skallproporsjonene ser temmelig lik ut for det blotte øye. Skallbredden i forhold til skallhøyde til kongsnegl av begge kjønn og på begge lokaliteter blir imidlertid mindre ettersom skallhøyden øker. Det samme gjelder for høyde skallåpning og siste vinding. Spiret og lengden noapex blir naturlig nok lengre i forhold til skallhøyden ved økende skallhøyde. Denne allometriske veksten er svak, men signifikant forskjellig fra isometrisk vekst ($\beta=1$).

Mellom kjønn på lokalitetene er det signifikante forskjeller der hunnsneglene har sterkere negativ allometrisk vekst enn hannkongsnegl i skallbredde, skallåpning og siste vinding, og sterkere positiv allometrisk vekst for spir og lengde noapex enn hannkongsnegl. Dette gir seg utslag i at hunnkongsnegl har en slankere vokseform med mindre skallåpning og lengre spir enn hannene. Ser en på de morfologiske proporsjonene vil en se samme trenden med at særlig skallåpning/skallhøyde og siste vinding/skallhøyde har mindre proporsjon for hunnindividene enn for hannindividene. Tidligere studier har også vist kjønnsdimorfisme hos kongsnegl der forskjellene har ligget i skallåpningen (ten Hallers-Tjabbes, 1979; Gendron, 1992; Kideys *et al.*, 1993).

ten Hallers-Tjabbes (1979) har funnet at det er forskjeller i selve utformingen til skallåpningen i tillegg til at høyden på skallåpningen til hannene er noe lengre enn hunns skallåpning. Hunnens skallåpning har en rundere konkav del som også er høyere opp enn hannenes (Appendiks Figur 5. kjennetegn på forskjell mellom hunn- og hann i skalleppe),

dette ble også observert under laboratoriearbeid for dette studiet for de fleste store hunnkongsnegl

Da regresjonene for individer over 60 mm og under 60 mm ble gjennomført ble det ikke funnet forskjeller mellom kjønn for kongsnegl <60 mm (umoden) på Berg. Kongsnegl >60 mm (kjønnsmoden, se avsnitt 3.4 kjønnsmodning) på Berg viser betydelige forskjeller, særlig for skallbredde, skallåpning og lengde noapex. Dette tyder på at umodne kongsnegl (<60mm) har lik vekst mellom kjønn, mens modne kongsnegl (> 60 mm) viser ulik vekstmønster for kjønn og at det vises en forandring i skallform. Kideys *et al.* (1993) har også funnet at små hannkongsnegl ikke har høyere skallåpning enn hunnkongsnegl samt at høyere skallåpning først ble synlig ved en skallhøyde på 55 mm (kjønnsmodning var ved 60-70 mm). Mindre snegler er ikke undersøkt av ten Hallers-Tjabbes (1979). Eines viser samme trend som på Berg med signifikant forskjell mellom kjønn for individer >60 mm, men for individer <60 mm er ikke likheten mellom kjønn like tydelig som det er for Berg. Dette kan tyde på at vekstmønsteret på Eines er forskjellig fra det individene på Berg innehar og vekst er ulik mellom kjønn selv for de små individene. En annen mulig grunn for dette kan være at kongsnegl på Eines blir kjønnsmoden ved en lavere skallhøyde enn de på Berg slik at en forandring i vekst og skallmorfologi skjer før sneglen blir 60 mm. En eventuell tidligere kjønnsmodning på Eines kan være et resultat av større predasjonspress på lokaliteten. Antagelsen om at skallhøyde ved kjønnsmodning er lik for både Berg og Eines er dermed feil. Regresjonsanalyse for flere størrelsesgrupper mindre enn 60 mm på Eines bør gjøres for å få klarhet i vekstmønsteret.

Mellom lokalitetene var det i utgangspunktet ikke forventet forskjeller i stigningen til regresjonslinjen (se kapittel 3.6). Hunnkongsnegl fra Berg og Eines hadde signifikant forskjellig stigningskoeffisient for alle de morfologiske mål og dermed forskjell i vokseform. Hunnkongsnegl på Eines hadde mest langstrakt vokseform. Hannkongsnegl fra de to lokalitetene viste kun signifikante forskjeller for skallbredde og siste vinding. Hannene fra Eines hadde mer langstrakt vokseform enn hannene på Berg. Kun hunnkongsnegl på Eines hadde signifikant forskjellig β fra både hunner og hanner på Berg. Disse resultatene samsvarer med skallproporsjonene og frekvensfordelingen av skallproporsjoner der særlig skallbredde/skallhøyde bidrar mest til å skille mellom lokalitetene.

Slike forskjeller i vekst og morfologi mellom lokalitetene kan komme av blant annet forskjeller i lokalitetens breddegrad (Thomas & Himmelman, 1988), dybde (Hancock, 1847), eksponeringsgrad (Kitching *et al.*, 1966; Kitching & Ebling, 1967 sitert i Thomas & Himmelman, 1988), hydrologiske forhold (Golikov, 1968), mattilgang (Thomas & Himmelman, 1988) og predasjon (Vermeij, 1974; Thomas & Himmelman, 1988).

Skallbredde og skallåpning til kongsnegl på Berg har noe større vekst enn kongsnegl fra Eines. De og har dermed en lavere og breiere skallform, med større skallåpning. Dette kan være respons til at Berg er noe mer eksponert (på grunn av Rystraumen) enn Eines, både med henhold til bølger og strøm. Intertidale gastropoder i eksponerte områder har en tendens til å ha skall med robust struktur, stor skallåpning (tilpasset en stor fot), og en lav og bred form. I mer beskyttede områder har skallet en tendens til å være tynnere, lengre og med mindre skallåpning (Kitching & Ebling, 1967 i Thomas & Himmelman, 1988)

Forskjeller i predasjonspresset kan også gi forskjell i morfologi mellom lokaliteter. Både på Berg og Eines ble det observert arr etter knust ytterleppe trolig forårsaket etter sammenstøt med skalldyr predatorer. Thomas & Himmelman (1988) hadde også observert slike arr på kongsnegl fra lokaliteter med krabbe og hummer som predatorer til kongsnegl.

Kraftig predasjon fra skalldyr kan gi populasjoner som har tykkere og kraftigere skall, lavt spir (Vermeij, 1974; Thomas & Himmelman, 1988), smal skallåpning, tenner og folder som innrammer skallåpningen (Vermeij, 1974) og tidligere kjønnsmodning (Thomas & Himmelman, 1988). Slike skall karakteristikk er mer vanlig og bedre utviklet i tropiske farvann (Vermeij, 1974). Tykkere skall er en fordel der det er predatorer som hummer og krabbe, trang skallåpning er også fordelaktig men i mindre grad enn tykkelsen på skallet. Hovedsakelig knuser hummer og krabbe snegl i stedet for å knekke av biter fra skallåpningen, og de er i stand til å knekke av kanten på nokså små snegler (Thomas & Himmelman, 1988).

På Eines hadde kongsnegl noe høyere stigningskoeffisient for skallvekt enn Berg og i tillegg slankere vokseform. Dette tyder på tykkere og kraftigere skall hos kongsnegl på Eines enn på Berg. Høyden på skallåpningen var også litt lavere på Eines enn for snegl på Berg noe som kan være tilpassing til et miljø med mer predasjonspress. Liten skallåpning og operculum i forhold til skallhøyde kan være fordelaktig i forhold til predasjon fra sjøstjerner da det vil være en mindre flate på operculumet som sugeføttene kan feste seg til og mindre vev som er

blottlagt for en utkrenget sjøstjernemage. Tykt skall gir derimot liten beskyttelse mot sjøstjerner da disse ikke knuser skallet (Thomas & Himmelman, 1988).

Det ble observert en del mer bifangst på Eines uten at dette ble nærmere undersøkt. Det er stor sannsynlighet for at noen av artene av denne bifangsten var predatorer til kongsnegl (torsk, strandkrabbe, pyntekrabbe og sjøstjerner). Indikasjon på mer bifangst av mulige predatorer til kongsnegl på Eines kan tyde på at de morfologiske ulikheter som finnes mellom Berg og Eines også er på grunn av ulik predasjonspress. Predatorer og predasjonspress i forhold til morfologi bør undersøkes nærmere da tilstedeværelse av kongsnegls predatorer ikke er studert på lokalitetene.

På grunn av de studerte lokalitetenes nærhet til hverandre er det lite sannsynlig at breddegrad har noen betydning, det samme gjelder for hydrologiske forhold da lokalitetene innehar de samme vannmassene. Dybde på lokalitetene er lik og vil heller ikke virke inn på morfologien. Mattilgang på lokalitetene er ikke undersøkt og bør undersøkes nærmere.

Både t-testen og ANOVA viste signifikante forskjeller mellom lokalitetene for alle skallproporsjoner. Dette var også forventet ut fra forskjellig regresjonskoeffisient (β) på lokalitetene. Disse to testene viste imidlertid forskjellig rangering av hvilke skallproporsjoner som viste mest varians mellom lokalitetene. Skallbredde var rangert høyest og noapex lavest ved begge testene, men de skallproporsjonene som var nest best til å skille mellom lokalitetene var forskjellig for de to testene. Grunnen for at disse testene rangerer skallproporsjonene forskjellig med hensyn på hvilke som varierte mest mellom lokalitetene, kan forklares ut fra at det i t-testen ikke ble testet for kjønn hver for seg.

Å klassifisere individene til lokalitet ga flest riktige treff. Klassifisering til riktig gruppe ga færrest treff og kommer av et større overlapp i skallproporsjonene blant annet for hunnkongsnegl på Berg og hannkongsnegl på Eines. Klassifisering til riktig lokalitet og til kjønn alene er mulig ut fra de morfologiske proporsjonene. Klassifisering til riktig gruppe er ikke like frekvent, unntatt for Eines-female der 61% kan klassifiseres riktig.

5. KONKLUSJON OG SAMMENDRAG

- Ingen effekter av agn påvist.
- Lokalitetsforskjeller i fangst ble påvist.
- Sesongvariasjoner ble påvist på Berg, men ikke på Eines.
- Forskjeller mellom dyp ble funnet.
- Det var indikasjoner på at kongsnegl hadde en sesongavhengig vandring mellom dyp.
- Forskjeller i størrelsesfordelingen mellom dyp på begge lokaliteter, mellom fangstmåneder særlig på Berg og mellom lokalitetene særlig på 15 m ble påvist
- Det er påvist større mengde store hannkongsnegl (skallhøyde over 60 mm) i fangsten i april og i juni.
- Kjønnsmodning er estimert til en skallhøyde på 63 mm.
- Isometrisk vekst av bløtdeler som funksjon av skallhøyde og allometrisk vekst av skallvekt er påvist. Gjennom sesongen ble det funnet liten variasjon i stigningskoeffisienten.
- Forskjell i stigningskoeffisient for bløtdeler som funksjon av skallhøyde for individer under og over 60 mm ble funnet, men ikke for skallvekt.
- Ulikheter i skallmorfologi ble funnet mellom lokalitetene og mellom kjønn.
- Ut fra skallmorfologi er det med en viss suksess mulig å skille individer til riktig lokalitet og kjønn.

6. FRAMTIDIG ARBEID

Kongsnegl er en art det er gjort lite forskning på i Norge. Med tanke på de variasjoner som finnes innen arten mellom områder og det påbegynte kommersielle fisket etter kongsnegl her i Nord- og Midt-Norge er det helt klart at mer omfattende studier er påkrevd.

På grunn av kongsneglens livshistoriestrategi og at det ennå er få områder som er utnyttet er det mest sannsynlig at det er høy alder på individene i populasjonene. Derfor bør ett prioritert område være kartlegging av alderstrukturen i populasjonene. Alder bestemmes ut fra vekstsoner på operculum. Siden fiske med kommersielle redskaper som brukt i dette studiet, gir svært få snegler under 3 cm og ingen under 1,5 cm vil det være en utfordring å utvikle en metode for å fange de minste individene.

Entydig størrelse og alder ved kjønnsmodning er viktig å fastslå for å kunne regulere fiske med minstemål. For å finne eksakt når kongsnegl er kjønnsmoden er histologiske undersøkelser av gonadene den mest sikre måten å gjennomføre dette på.

Gytetidspunkt er heller ikke kartlagt her i Nord-Norge, dette bør også fastsettes. Tid for parring, og tid mellom parring og egglegging er også aspekter som bør undersøkes. Jeg tror ut fra egne observasjoner at tid for parring og gyting på ulike lokaliteter skjer til forskjellige tidspunkter innen vinterhalvåret. Metoder for å få gjennomført dette er ved observasjon, enten *in situ* ved regelmessig dykking langs faste transekt eller ved forsøk i laboratorium. Histologiske undersøkelser av hunnen er også en alternativ metode og tilstedeværelse av sæd i sædgjemme indikerer at parring har skjedd.

Med tanke på kommersiell utnyttelse av arten er det særlig viktig å kartlegge kongsnegls tilvekst i Nord-Norge. Merke og gjenfangst eller forsøk i laboratorium er metoder til dette formålet.

Morfologiske forskjeller bør følges opp med genetiske studier. Dersom det finnes mange lokale gen pooler kan et hardt fiskepress få dramatiske effekter på disse.

7. REFERANSER

- Abbot, R. T. (1974). *American Seashells, The Marine Mollusca of the Atlantic and Pacific Coast of North America* (2 utgave). New York: Van Nostrand Reinhold Company.
- Bell, C. M., & Walker, P. (1998). Size at maturity in common whelks *Buccinum undatum* L. in England and Wales. *International Council for the Exploration of the Sea, CM 1989(CC:9)*, 1-14.
- Blegvad, H. (1914). *Food and Conditions of Nourishment among the communities of invertebrate animals found on or in the sea bottom in Danish water*. Danish Biological Station.
- Borulya, E. M., & Bregman, Y. E. (2002). Growth and life span of the commercial Gastropods of Buccinidae family in Peter the Great Bay, Sea of Japan. *Russian Journal of Marine Biology*, 28(4), 270-273.
- Clarke, A. (1988). Seasonality in the Antarctic Marine Environment. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 90B(3), 461-473.
- Dakin, W. M. J. (1912). *Buccinum* (The whelk). *Liverpool Marine Biology Committee, Memoirs*, 20, 1-115.
- Dons, C. (1913). Zoologiske notiser II. Om egg-lægningen hos enkelte Buccinider. In *Særtrykk av Tromsø museums aarshefter*. 35-36 (pp. 11-22).
- Eilertsen, H. C., Falk-Petersen, S., Hopkins, C. C. E., & Tande, K. (1981). Ecological investigations on the plankton community of Balfjorden, Northern Norway. Program for the project, study area, topography, and physical environment. *Sarsia*, 66, 25-34.
- Eilertsen, H. C., & Skardhamar, 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.
- Fahy, E. (2001). Conflict between two inshore fisheries: for whelk (*Buccinum undatum*) and brown crab (*Cancer pagurus*), in the southwest Irish Sea. *Hydrobiologia*, 465(1-3), 73-83.
- Feare, C. J. (1970). The reproductive cycle of the dog whelk (*Nucella lapillus*). *Proceedings of the Malacological Society of London*, 39, 125-137.
- Fretter, V., & Graham, A. (1962). *British Prosobranch Molluscs* (Vol. 144). London: The Ray Society.
- Gendron, L. (1991). Gestion de l'exploitation de buccin *Buccinum undatum* au Québec: détermination d'une taille minimale de capture. *Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences*, 1833.
- Gendron, L. (1992). Determination of the size at sexual maturity of the waved whelk *Buccinum undatum* Linnaeus, 1758, in the Gulf of St. Lawrence, as a basis for the establishment of a minimum catchable size. *Journal of Shellfish Research*, 11(1), 1-7.
- Golikov, A. N. (1968). Distribution and variability of long-lived benthic animals as indicators of currents and hydrological conditions. *Sarsia*(34), 199-208.
- Gowanloch, J. N. (1927). Contributions to the study of marine gastropods, II. The intertidal life of *Buccinum undatum*, a study in non-adaptation. *Contributions to Canadian biology and fisheries*, 3, 169-177.
- Green, R. H. (1979). *Sampling design and statistical methods for environmental biologist*. New York: John Wiley.

- Groebner, D. F., Shannon, P. W., Fry, P. C., & Smith, K. D. (2005). *Business Statistics, A Decision - Making Approach* (Updated sixth ed.).
- Hancock, A. (1847). Note on *Buccinum undatum*. *The Annals & Magazine of Natural History* 1847, 150-155.
- Hancock, D. A. (1960). *The ecology of the molluscan enemies of the edible mollusc* (Vol. 34). Oxford Blackwell Scientific Publications.
- Hancock, D. A. (1963). Marking experiments with the commercial whelk (*Buccinum undatum*). In *ICNAF Spec. Publ.* (Vol. 4, pp. 176-186).
- Hancock, D. A. (1967). *Whelks*. Essex: Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Laboratory Leaflet 15, Fisheries Laboratory, Burnham on Crouch.
- Hancock, D. A. (1974). Attraction and avoidance in marine invertebrates - their possible role in developing an artificial bait. *Journal Du Conseil* 35(3), 328-331.
- Hancock, D. A., & Simpson, A. C. (1962). *Parameters of marine invertebrate populations*. Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- Himmelman, J. H. (1988). Movement of whelk (*Buccinum undatum*) towards a baited trap *Marine biology*, 97(4), 521-531.
- Himmelman, J. H., & Hamel, J.-R. (1993). Diet, behaviour and reproduction of the whelk *Buccinum undatum* in the northern Gulf of St. Lawrence, eastern Canada. *Marine Biology*, 116(3), 423-430.
- Hunt, O. D. (1925). The food of the bottom fauna of the plymouth fishing grounds *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 13 (3), 560-599.
- Ingebrigtsen, O. G., Krag, L., & Wulff, I. (2002). *Forsøksfiske på kongesnegl langst kysten av Troms og Vesterålen: Norwegian Whelk AS*
- Jalbert, P., Himmelman, J. H., Béland, P., & Thomas, B. (1989). Whelks (*Buccinum undatum*) and other subtidal invertebrate predators in the northern Gulf of St. Lawrence. *Le Naturaliste Canadien*, 116(1), 1-15.
- Kideys, A. E. (1996). Determination of age and growth of *Buccinum undatum* L. (Gastropoda) off Douglas, Isle of Man. *Helgoländer Meeresuntersuchungen*, 50(3), 353-368.
- Kideys, A. E., Nash, R. D. M., & Nartnoll, R. G. (1993). Reproductive cycle and energetic cost of reproduction of the neogastropod *Buccinum undatum* in the Irish Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 73(2), 391-403.
- Kitching, J. A., & Ebling, F. J. (1967). Ecological studies at Lough Ine. *Adv. Ecol. Res.*, 4, 197-311.
- Kitching, J. A., Muntz, L., & Ebling, F. J. (1966). The ecology of Lough Ine. XV. The ecological significance of shell and body forms in *Nucella*. *The Journal of Animal Ecology*, 35(1), 113-126.
- Kjerstad, M., & Jakobsen, F. (2006). *Strategi- og handlingsplan for kongesnegl. For perioden 2006-2007: Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond: LUR-Programmet, Juni 2006*
- Kvenseth, P. G., & Mortensen, S. (2005). Lite utnyttede ressurser (LUR). *Kyst og havbruk 2005*.
- Køie, M. (1969). On the endoparasites of *Buccinum undatum* L. with special reference to the trematodes. *Ophelia*, 6, 251-276.

- Lapointe, V., & Sainte-Marie, B. (1992). Currents, predators, and the aggregation of the gastropod *Buccinum undatum* around bait. *Marine Ecology Progress Series*, 85(3), 245-257.
- Løvås, G. G. (2003). *Statistikk - for universiteter og høyskoler* (6 utgave). Oslo: Universitetsforlaget.
- Martel, A., Larrivee, D. H., & Himmelman, J. H. (1986A). Behavior and timing of copulation and egg-laying in the Neogastropod *Buccinum-Undatum* L. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 96(1), 27-42.
- Martel, A., Larrivee, D. H., Klein, K. R., & Himmelman, J. H. (1986B). Reproductive-cycle and seasonal feeding-activity of the Neogastropod *Buccinum-Undatum*. *Marine Biology*, 92(2), 211-221.
- McQuinn, I. H., & Gendron, L. (1988). Area of attraction and effective area fished by a whelk (*Buccinum undatum*) trap under variable conditions. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 45(12), 2054-2060.
- Miller, S. L. (1974). Adaptive Design of Locomotion and Foot Form in Prosobranch Gastropods. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 14(2), 99-156.
- Moen, E., & Svensen, E. (2004). *Dyreliv i havet, Nordeuropeisk marin fauna* (4 utgave). Kristiansund: KOM Forlag AS.
- Mortensen, S., & Jacobsen, F. (2006). Lite utnyttede ressurser (LUR). *Kyst og Havbruk 2006, Institute of Marine Research, Norway*
- Nicholson, G. J., & Evans, S. M. (1997). Anthropogenic impacts on the stocks of the common whelk *Buccinum undatum* (L). *Marine environmental research*, 44(3), 305-314.
- Nickell, T. D., & Moore, P. G. (1992). The Behavioral Ecology of Epibenthic Scavenging Invertebrates in the Clyde Sea Area - Laboratory Experiments on Attractions to Bait in Static Water. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 156(2), 217-224.
- Nielsen, C. (1975). Observation on *Buccinum undatum* L. attacking bivalves and on prey responses, with a short review on attack methods of other Prosobranchs. *Ophelia*, 13, 87-108.
- Oug, E. (2000). Soft-bottom macrofauna in the high-latitude ecosystem of Balsfjord, northern Norway: Species composition, community structure and temporal variability. *Sarsia*, 85, 1-13.
- Pain, T. (1979). The genus *Buccinum* LINNÉ, 1758 in Western Europe, Procobranchia - Buccinoidea, Part I: from the British seas to the Mediterranean. *La Conchiglia*, 124-125, 15-18.
- Pedersen, O.-P. (2005). *Prøvefiske av kongsnegl i Nord-Troms 2005 (Buccinum undatum)*: Nordic Intermaritim AS
- Quinn, P. P., & Keough, M. J. (2002). *Experimental Design and Data Analysis for Biologists*. Cambridge: University Press.
- Rochette, R., & Himmelman, J. H. (1996). Does vulnerability influence trade-offs made by whelks between predation risk and feeding opportunities? *Animal Behaviour*, 52, 783-794.
- Sainte-Marie, B. (1991). Whelk (*Buccinum undatum*) movement and its implications for the use of tag-recapture methods for the determination of baited trap fishing parameters. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 48(5), 751-756.
- Sigurdsson, F. (1986). Kongsnegl (*Buccinum undatum* L.); aldersfordeling, skalltilvekst, kondisjon og dødelighet i en populasjon fra Trondheimsfjorden. *Hovedfagsoppgave i marinbiologi, Universitetet i Trondheim*, 65.

- Stickle, W. B. (1973). The reproductive physiology of the intertidal prosobranch *Thais lamellosa* (Gmelin). I. Seasonal changes in the rate of oxygen consumption and body component indexes. *Biological Bulletin*, 144, 511-524.
- Staaland, H. J. (1972). Respiratory rate and salinity preference in relation to the ecology of three marine Prosobranchs; *Buccinum undatum* L., *Neptunea antiqua* (L.) and *Neptunea despecta* (L.). *Norwegian Journal of Zoology*, 20, 35-51.
- Sunnanå, K. (2007). Små, lite utnyttede og utnyttede ressurser (SLUUR). *Kyst og Havbruk 2007, Institute of Marine Research, Norway*, 2, 102-104.
- Sælen, O. H. (1950). The Hydrography of some Fjords in Northern Norway. Balsfjord, Ulsfjord, Grøtsund, Vengsøyfjord and Malangen. *Tromsø Museums Årshefter*, 70(1), 1-93.
- Taylor, J. D. (1978). Diet of *Buccinum undatum* and *Neptunea antiqua* (Gastropoda: Buccinidae). *Journal of Conchology*, 29, 309-318.
- Taylor, J. D., & Taylor, C. N. (1977). Latitudinal distribution of predatory gastropods on the eastern Atlantic shelf. *Journal of Biogeography*, 4, 73-81.
- ten HallersTjabbes, C. C. (1979). Sexual dimorphism in *Buccinum undatum* L. *Malacologia*, 18(1-2), 13-17.
- ten Hallers-Tjabbes, C. C., Kemp, J. F., & Boon, J. P. (1994). Imposex in Whelks (*Buccinum Undatum*) from the Open North-Sea: Relation to Shipping Traffic Intensities. *Marine Pollution Bulletin*, 28(5), 311-313.
- Thomas, M. L. H., & Himmelman, J. (1988). Influence of predation on shell morphology of *Buccinum undatum* L. on Atlantic coast of Canada. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 115(3), 221-236.
- Thorson, G. (1946). *Reproduction and larval development of Danish marine bottom invertebrates : with special reference to the planktonic larvae in the Sound (Øresund)*: Meddelelser fra Kommissionen for Danmarks Fiskeri- og Havundersøgelser, Serie: Plankton, 4.
- Tromsø Kommune. (1972). *Strømmålinger i Tromsøundet og Sandnessundet, februar 1972*.
- Tromsø Kommune. (1975). *Resipientundersøkelser ved Tromsø. Spredning og fortykning av avløpsvann i området. Resultater fra modellforsøk*: Vassdrags og Havnelaboratoriet.
- Valentinsson, D. (2002). Reproductive cycle and maternal effects on offspring size and number in the neogastropod *Buccinum undatum* (L.). *Marine Biology*, 140(6), 1139-1147.
- Valentinsson, D., Sjödin, F., Jonsson, P. R., Nilsson, P., & Wheatley, C. (1999). Appraisal of the potential for a future fishery on whelks (*Buccinum undatum*) in Swedish waters: CPUE and biological aspects. *Fisheries Research*, 42(3), 215-227.
- Vermeij, G. J. (1974). Marine faunal dominance and molluscan shell form. *Evolution*, 28(4), 656-664.
- Winberg, G. G. (1971). Animal Linear size and body mass. *Zhurnal Obshchei Biologii*, 38(6), 714-723.
- Zar, J. H. (1999). *Biostatistical analysis* (4 utgave). New Jersey: Prentice-Hall Inc.

http://www.nrk.no/nyheter/distrikt/nrk_trondelag/4710653.html

www.lupus.nfh.uit.no

<http://kart.kystverket.no>

<http://www.nfh.uit.no/hmenyvis.aspx?id=200>

<http://www.fish-tec.co.uk/prodinfo.htm>

<http://vannstand.statkart.no/aarsmaks.php?lokalitet=19&fraAar=2004&tilAar=2004&vis>

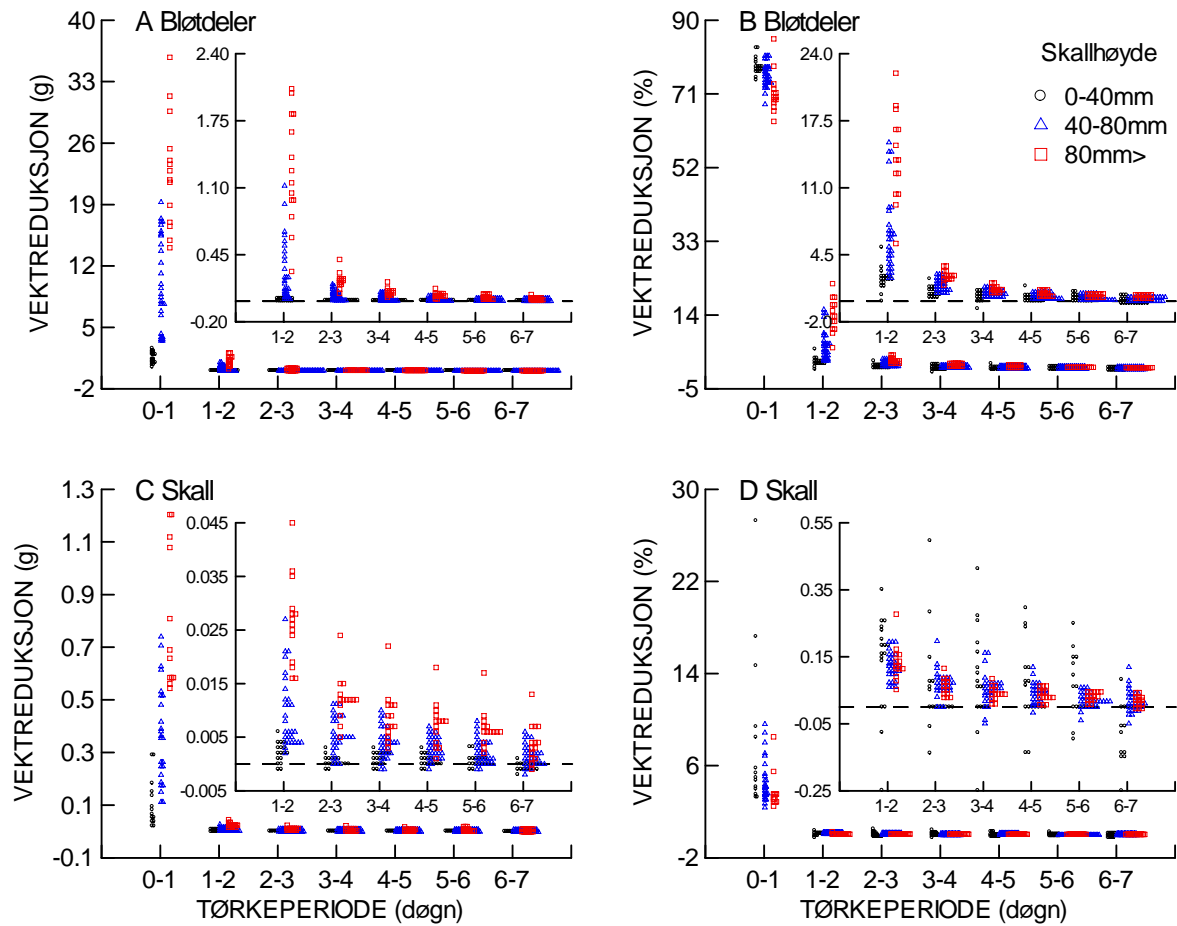
<http://vannstand.statkart.no/midl.php?lokalitet=19&fraAar=2004&tilAar=2004&tbl>

8. APPENDIKS

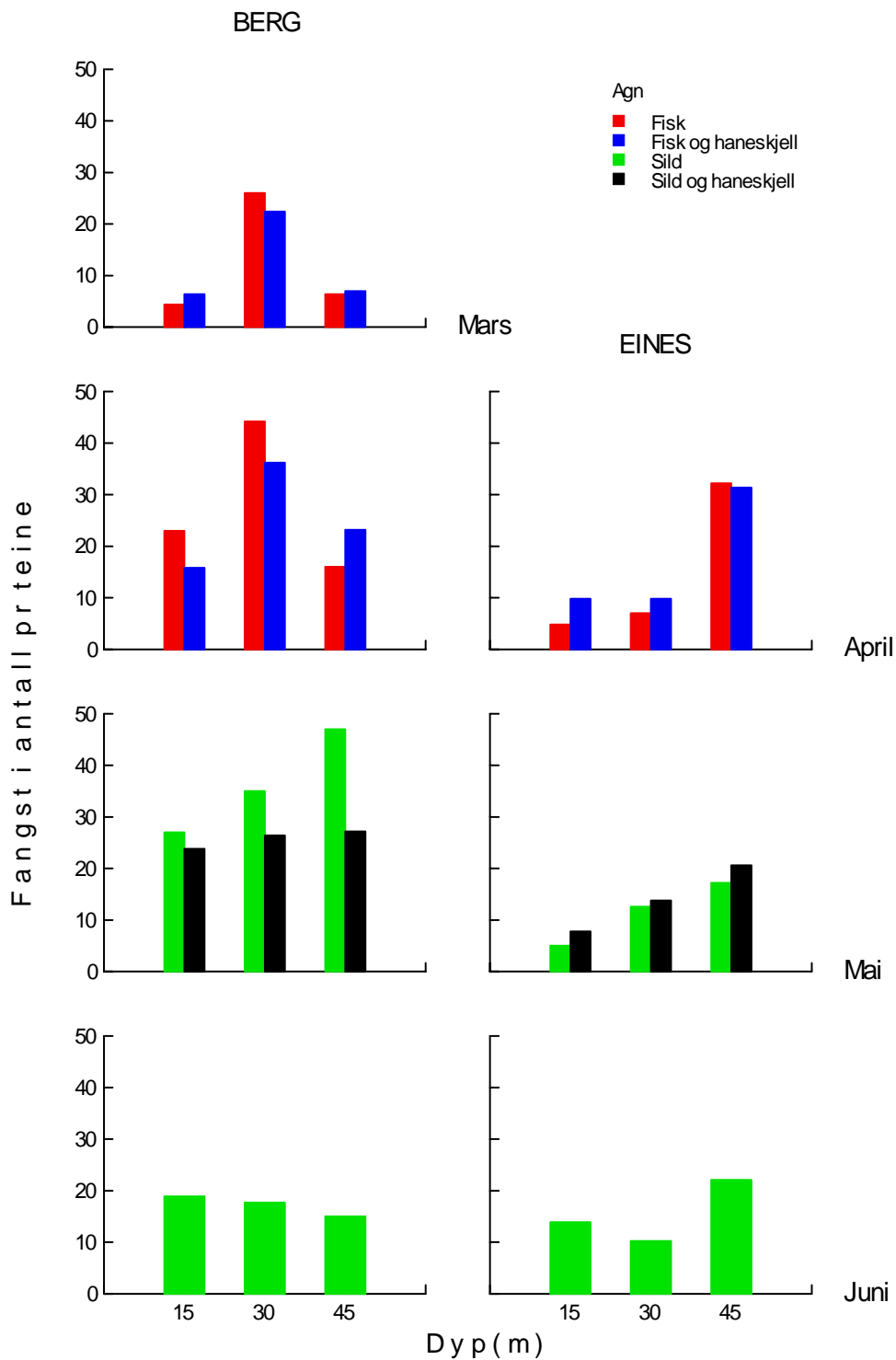
8.1 Appendiks Figurer

8.2 Appendiks Tabeller

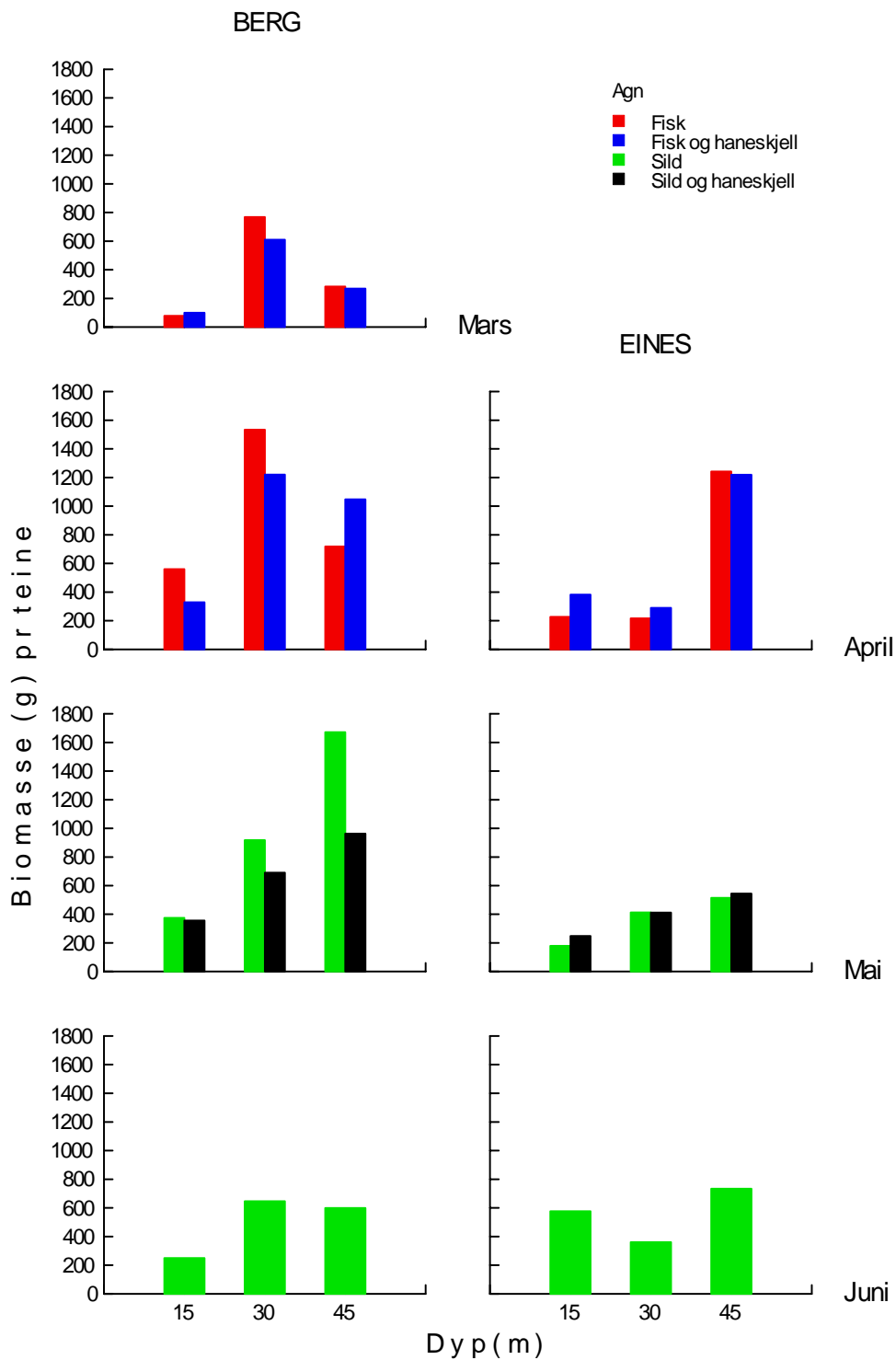
8.1 Appendiks Figurer



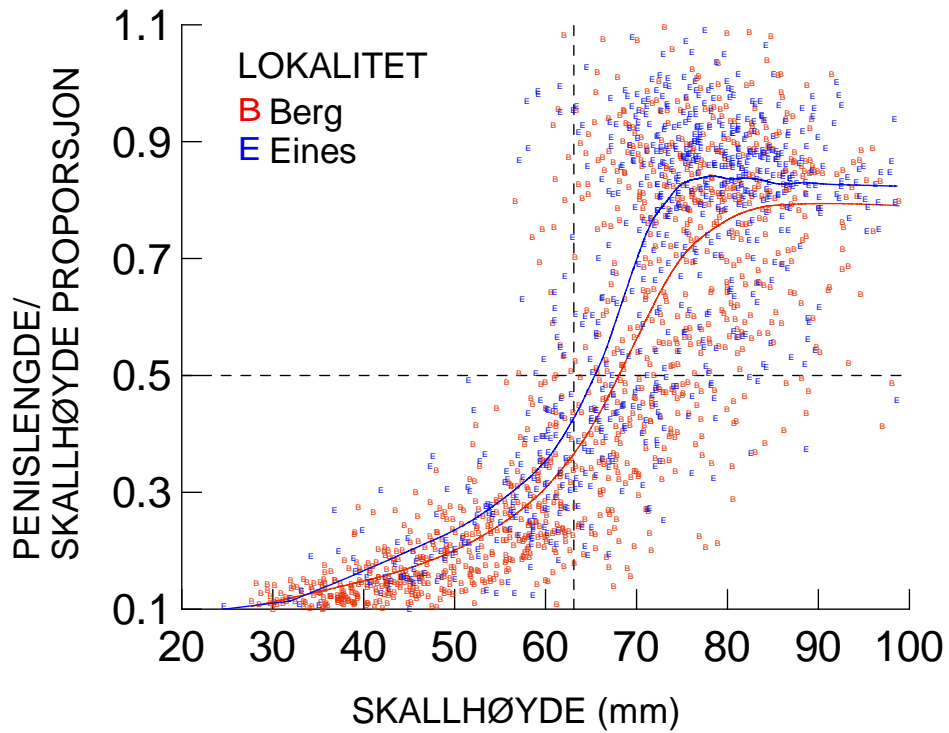
Appendiks Figur 1. Vektreduksjon av A: bløtdeler i gram, B: bløtdeler i prosent, C: Skall i gram og D: Skall i prosent for kongsnegl (*Buccinum undatum*) for tørkeperiode (døgn) ved tørking ved 60°C.



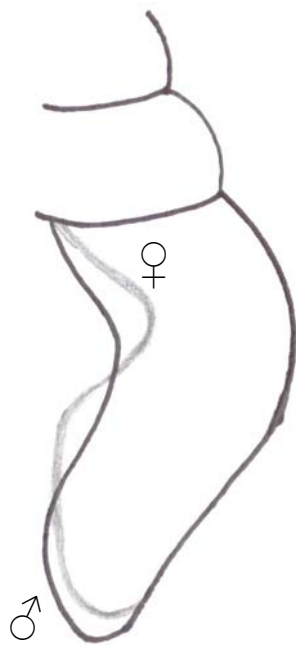
Appendiks Figur 2. Gjennomsnittsfangst av kongsnegl (*Buccinum undatum*) i antall pr fiskende teine ved bruk av ulike agntyper på 15 m, 30 m og 45 m på lokalitetene Berg og Eines i månedene mars til juni 2004.



Appendiks Figur 3. Gjennomsnittsfangst av kongsnegl (*Buccinum undatum*) i biomasse (gram rund våtvekt) pr fiskende teine ved bruk av forskjellige agntyper på 15 m, 30 m og 45 m på lokalitetene Berg og Eines i månedene mars til juni 2004.



Appendiks Figur 4. PenisleNGdeproporsjoner til kongsnegl (*Buccinum undatum*) som funksjon av skallhøyde (trendkurve), fra Berg og Eines 2004. Vertikal stiplet linje viser estimert skallhøyde for kjønnsmodning, horisontal stiplet linje viser penisleNGdeproporsjon 0,5.



Appendiks Figur 5. Morfologiske forskjeller i ytterleppen mellom kjønn for kjønnsmoden kongsnegl (*Buccinum undatum*). Hunnkongsnegl er vist med grå strek og hannkongsnegl er vist med sort strek. Fritt tegnet etter ten Hallers Tjabbes (1979).

9.2 Appendiks Tabeller

Appendiks Tabell 1. Fangst av kongsnegel i antall og biomasse (rund våtvekt i gram) på 15 m, 30 m og 45 m dyp på Berg og Eines for fangstperioden april til juni, samlet fangst på Berg inkludert fangst i mars på 15 m, 30 m og 45 m dyp, samt gjennomsnittsfangst per teine.

Lokalitet	Dyp (m)	n teiner	Totalt		snitt pr teine	
			Antall	Biomasse	Antall	Biomasse
Berg	15	28	595	9782,9	21,3	349,4
	30	28	816	26445,6	29,1	944,5
	45	29	670	26317,0	23,1	907,5
	sum	85	2081	62545,5	24,5	735,8
Berg	15	38	649	10675,9	17,1	280,9
	30	38	1058	33342,0	27,8	877,4
	Inkl. Mars	45	737	29080,0	18,9	745,6
	sum	115	2444	73097,9	21,3	635,6
Eines	15	29	262	10372,3	9,0	357,7
	30	29	308	9899,4	10,6	341,4
	45	30	728	24931,9	24,3	831,1
	sum	88	1298	45203,6	14,8	513,7

Appendiks Tabell 2. Fangst av kongsnegel i antall og biomasse (rund våtvekt i gram) for fangstmånedene mars til juni på Berg og Eines, samt gjennomsnittsfangst per teine.

Mnd	Lokalitet	n teiner	Antall	Biomasse	Antall pr teine	Biomasse pr teine
Mars	Berg	30	363	10 552,4	12,1	351,7
April	Berg	29	769	26 485,1	26,5	913,3
	Eines	30	475	17 878,8	15,8	596,0
Mai	Berg	27	815	21 363,8	30,2	791,3
	Eines	30	385	11 564,6	12,8	385,5
Juni	Berg	29	497	14 696,6	17,1	506,8
	Eines	28	438	15 760,2	15,6	562,9
Sum		203	3742	118 301,5		

Appendiks Tabell 3. Fangst av kongsnegl i antall og biomasse (rund våtvekt i gram) som sum av fangst på Berg og Eines på 15 m, 30 m og 45 m dyp på for fangstmånedene april til juni, samt gjennomsnittsfangst per teine.

Mnd	Dyp (m)	n teiner	Totalt		Snitt pr teine	
			Antall	Biomasse	Antall	Biomasse
April	15	19	244	6932,0	12,8	364,8
	30	20	486	16301,5	24,3	815,1
	45	20	514	21130,4	25,7	1056,5
	sum	59	1244	44363,9	21,1	751,9
Mai	15	20	318	5797,4	15,9	289,9
	30	18	369	10332,3	20,5	574,0
	45	19	513	16798,7	27,0	884,1
	sum	57	1200	32928,4	21,1	577,7
Juni	15	18	295	7425,8	16,4	412,5
	30	19	269	9711,2	14,2	511,1
	45	20	371	13319,8	18,6	666,0
	sum	57	935	30456,8	16,4	534,3

Appendiks Tabell 4. Resultater fra toveis ANOVA for fangst av kongsnegl på ulike fangsttidspunkt ved A) Berg og B) Eines. Dyp og agn er uavhengige variabler, antall og biomasse er de avhengige variablene. d.f. er antall frihetsgrader, P= signifikansnivå for H_0 ; likhet mellom antall og likhet mellom biomasse.

A) Berg			Logant		Logbiom	
Utvalg	Faktorer	df ₁ /df ₂	F	P	F	P
Mars	Dyp	2/24	13,4	<0,001	18,9	<0,001
Fisk, fisk + haneskjell	Agn	1/24	0,2	0,689	0,0	0,956
	Dyp*Agn	2/24	0,4	0,698	0,6	0,565
April	Dyp	2/23	7,3	0,003	7,5	0,003
Fisk, fisk + haneskjell	Agn	1/23	0,1	0,799	0,5	0,502
	Dyp*Agn	2/23	2,4	0,118	2,4	0,114
Mai	Dyp	2/21	0,8	0,476	5,5	0,012
Sild, sild + haneskjell	Agn	1/21	0,5	0,488	0,6	0,461
	Dyp*Agn	2/21	0,2	0,804	0,5	0,602

B) Eines			Logant		Logbiom	
Utvalg	Faktorer	df ₁ /df ₂	F	P	F	P
April	Dyp	2/24	20,6	<0,001	11,4	<0,001
Fisk, fisk + haneskjell	Agn	1/24	2,6	0,118	1,3	0,261
	Dyp*Agn	2/24	0,7	0,495	0,4	0,705
Mai	Dyp	2/24	5,3	0,012	2,9	0,076
Sild, sild + haneskjell	Agn	1/24	0,7	0,425	0,3	0,561
	Dyp*Agn	2/24	0,0	0,999	0,1	0,866

Appendiks Tabell 5. Resultater fra toveis ANOVA med dyp, fangsttidspunkt og lokalitet som de uavhengige variablene og logantall og logbiomasse av kongsnegl som de avhengige variablene. d.f. er antall frihetsgrader, P= signifikansnivå for H_0 ; likhet mellom antall, og likhet mellom biomasse.

Avhengig variabel			LogAntall		LogBiom	
Utvalg	Faktorer	df ₁ /df ₂	F	P	F	P
Berg inkl. Mars	Dyp	2/103	4,6	0,013	17,0	<0,001
	Mnd	3/103	10,9	<0,001	9,6	<0,001
	Dyp*Mnd	6/103	3,1	0,008	2,2	0,047
Berg - Mars	Dyp	2/76	0,5	0,609	8,1	~0,001
	Mnd	2/76	5,9	0,004	5,9	0,004
	Dyp*Mnd	4/76	2,0	0,096	1,5	0,225
Eines - Mars	Dyp	2/79	17,1	<0,001	8,7	<0,001
	Mnd	2/79	1,0	0,373	1,6	0,200
	Dyp*Mnd	4/79	3,2	0,017	2,5	0,046
15m - Mars	Sted	1/51	15,0	<0,001	0,7	0,794
	Mnd	2/51	0,9	0,431	2,0	0,143
	Sted*Mnd	2/51	3,4	0,040	4,5	0,015
30m - Mars	Sted	1/51	15,4	<0,001	9,0	0,004
	Mnd	2/51	2,8	0,071	1,4	0,251
	Sted*Mnd	2/51	3,6	0,034	1,7	0,195
45m - Mars	Sted	1/53	0,7	0,397	0,0	0,880
	Mnd	2/53	2,8	0,069	3,4	0,040
	Sted*Mnd	2/53	4,6	0,014	4,3	0,018
April	Dyp	2/53	8,0	~0,001	9,2	<0,001
	Sted	1/53	18,7	<0,001	8,1	0,006
	Dyp*Sted	2/53	18,8	<0,001	10,8	<0,001
Mai	Dyp	2/51	4,8	0,013	7,7	~0,001
	Sted	1/51	16,6	<0,001	7,4	0,009
	Dyp*Sted	2/51	1,4	0,260	0,1	0,919
Juni	Dyp	2/51	1,1	0,334	1,4	0,248
	Sted	1/51	0,1	0,821	0,8	0,379
	Dyp*Sted	2/51	1,2	0,309	2,1	0,131

Appendiks Tabell 6. Resultater fra treveis ANOVA variansanalyse med dyp, fangsttidspunkt og lokalitet som de uavhengige variablene, antall og biomasse av kongsnegl som de avhengige variablene. d.f. er antall frihetsgrader, P= signifikansnivå for H_0 ; likhet mellom antall og likhet mellom biomasse.

Avhengig variabel		LogAntall		LogBiom	
Faktorer	df ₁ /df ₂	F	P	F	P
Dyp	2/155	6,9	~0,001	12,5	<0,001
Mnd	2/155	1,9	0,156	2,4	0,097
Sted	1/155	17,9	<0,001	5,7	0,019
Dyp*Mnd	4/155	2,2	0,071	1,7	0,152
Dyp*Sted	2/155	7,9	~0,001	4,2	0,016
Sted*Mnd	2/155	5,7	0,004	4,3	0,015
Dyp*Mnd*Sted	4/155	2,9	0,025	2,4	0,051

Appendiks Tabell 7. Resultater fra en test (Pearson chi-kvadrat) for likhet mellom dyp (15, 30 og 45 m) for fire størrelsesgrupper av kongsnegl (*Buccinum undatum*) på Berg og Eines. H_0 : 15m = 30m = 45m

Lokalitet	Måned	df	χ^2	P
Berg	Mars	6	74,4	<0,001
	April	6	221,9	<0,001
	Mai	6	276,1	<0,001
	Juni	6	248,6	<0,001
Eines	April	6	27,0	<0,001
	Mai	6	10,3	0,113
	Juni	6	28,6	<0,001

Appendiks Tabell 8. Resultater fra en test (Pearson chi-kvadrat) for likhet mellom fangstmåned (april, mai og juni) for fire størrelsesgrupper av kongsnegl (*Buccinum undatum*) på Berg og Eines. H_0 : april = mai = juni

Lokalitet	Dyp (m)	df	χ^2	P
Berg	15	9	48,8	<0,001
	30	9	53,1	<0,001
	45	9	23,3	0,006
Eines	15	6	6,3	0,389
	30	6	6,7	0,346
	45	6	39,1	<0,001

Appendiks Tabell 9. Resultater fra en test (Pearson chi-kvadrat) for likhet mellom lokalitetene (Berg og Eines) for fire størrelsesgrupper av kongsnegl (*Buccinum undatum*) på dyp og fangstmåned. H_0 : Berg = Eines

Dyp (m)	Måned	df	χ^2	P
15	April	3	46,9	<0,001
	Mai	3	55,8	<0,001
	Juni	3	122,5	<0,001
30	April	3	1,3	0,740
	Mai	3	26,4	<0,001
	Juni	3	0,6	0,885
45	April	3	18,9	<0,001
	Mai	3	15,2	0,002
	Juni	3	9,3	0,025

Appendiks Tabell 10. Resultater fra Heterogenitetets χ^2 -test av kjønnsfordelingen av kongsnegl (*Buccinum undatum*) fra Berg og Eines. H_0 ; populasjonen har en 1:1 fordeling av kjønn hver måned, og H_0 ; fangsten i alle månedene kommer fra en populasjon med en 1:1 fordeling av kjønn. Verdiene i parentes: (xxx) = forventede verdier ved 1:1 kjønnsfordeling.

Måned	Hann	Hunn	n	χ^2	d.f.	P
Berg						
Mars	171 (174)	177 (174)	348	0,1	1	0,748
April	411 (381)	351 (381)	762	4,7	1	0,030
Mai	397 (400,5)	404 (400,5)	801	0,1	1	0,805
Juni	265 (241,5)	218 (241,5)	483	4,6	1	0,032
Total av χ^2				9,5	4	~0,05
χ^2 av total	1244 (1197)	1150 (1197)	2394	5,8	3	0,123
Heterogenitet χ^2				3,7	1	>0,05
Eines						
April	275 (228,5)	182 (228,5)	457	18,9	1	<0,001
Mai	190 (187)	184 (187)	374	0,1	1	0,756
Juni	259 (217)	175 (217)	434	16,3	1	<0,001
Total av χ^2				35,3	3	<0,001
χ^2 av total	724 (632,5)	541 (632,5)	1265	9,0	2	0,011
Heterogenitet χ^2				26,3	1	<0,001

Appendiks Tabell 11. Resultater fra Heterogenitetets χ^2 -test av kjønnsfordelingen av kongsnegl (*Buccinum undatum*) fra Berg og Eines på 15 m dyp. H_0 ; populasjonen har en 1:1 fordeling av kjønn hver måned, og H_0 ; fangsten i alle månedene kommer fra en populasjon med en 1:1 fordeling av kjønn. Verdiene i parentes: (xxx) = forventede verdier ved 1:1 kjønnsfordeling.

Måned	Hann	Hunn	n	χ^2	d.f.	P
Berg, 15 m						
Mars	18 (24,5)	31 (24,5)	49	3,4	1	0,063
April	97 (84,5)	72 (84,5)	169	3,7	1	0,054
Mai	138 (127)	116 (127)	254	1,9	1	0,167
Juni	92 (83,5)	75 (83,5)	167	1,7	1	0,188
Total av χ^2				10,8	4	<0,05
χ^2 av total	345 (319,5)	294 (319,5)	639	6,8	3	0,080
Heterogenitet χ^2				4,0	1	<0,05
Eines, 15 m						
April	45 (36)	27 (36)	72	4,5	1	0,034
Mai	35 (31,5)	28 (31,5)	63	0,8	1	0,378
Juni	81 (62)	43 (62)	124	11,6	1	0,001
Total av χ^2				16,9	3	<0,001
χ^2 av total	161 (129,5)	98 (129,5)	259	1,7	2	0,428
Heterogenitet χ^2				15,2	1	<0,001

Appendiks Tabell 12. Resultater fra Heterogenitetens χ^2 -test av kjønnsfordelingen av kongsnegl (*Buccinum undatum*) fra Berg og Eines på 30 m dyp. H_0 ; populasjonen har en 1:1 fordeling av kjønn hver måned, og H_0 ; fangsten i alle månedene kommer fra en populasjon med en 1:1 fordeling av kjønn. Verdiene i parentes: (xxx) = forventede verdier ved 1:1 kjønnsfordeling.

Måned	Hann	Hunn	n	χ^2	d.f.	P
Berg, 30 m						
Mars	115 (117)	119 (117)	234	0,1	1	0,794
April	177 (198,5)	220 (198,5)	397	4,7	1	0,031
Mai	108 (118)	128 (118)	236	1,7	1	0,193
Juni	93 (85)	77 (85)	170	1,5	1	0,220
Total av χ^2				7,9	4	>0,05
χ^2 av total	493 (518,5)	544 (518,5)	1037	5,4	3	0,143
Heterogenitet χ^2				2,5	1	>0,05
Eines, 30 m						
April	36 (39,5)	43 (39,5)	79	0,6	1	0,431
Mai	54 (64,5)	75 (64,5)	129	3,4	1	0,064
Juni	38 (46)	54 (46)	92	2,8	1	0,095
Total av χ^2				6,8	3	>0,05
χ^2 av total	128 (150)	172 (150)	300	0,4	2	0,829
Heterogenitet χ^2				6,4	1	<0,05

Appendiks Tabell 13. Resultater fra Heterogenitetens χ^2 -test av kjønnsfordelingen av kongsnegl (*Buccinum undatum*) fra Berg og Eines på 45 m dyp. H_0 ; populasjonen har en 1:1 fordeling av kjønn hver måned, og H_0 ; fangsten i alle månedene kommer fra en populasjon med en 1:1 fordeling av kjønn. Verdiene i parentes: (xxx) = forventede verdier ved 1:1 kjønnsfordeling.

Måned	Hann	Hunn	n	χ^2	d.f.	P
Berg, 45 m						
Mars	38 (32,5)	27 (32,5)	27	1,9	1	0,172
April	137 (98)	59 (98)	59	31,0	1	<0,001
Mai	151 (155,5)	160 (155,5)	160	0,3	1	0,610
Juni	80 (73)	66 (73)	66	1,3	1	0,247
Total av χ^2				34,5	4	<0,001
χ^2 av total	406 (359)	312 (359)	312	22,6	3	<0,001
Heterogenitet χ^2				11,9	1	<0,001
Eines, 45 m						
April	194 (153)	112 (153)	306	22,0	1	<0,001
Mai	101 (91)	81 (91)	182	2,2	1	0,138
Juni	140 (109)	78 (109)	218	17,6	1	<0,001
Total av χ^2				41,8	3	<0,001
χ^2 av total	435 (353)	271 (353)	706	3,9	2	0,144
Heterogenitet χ^2				37,9	1	<0,001

Appendiks Tabell 14. Resultater fra Heterogenitets χ^2 -test av kjønnsfordelingen av kongsnegl (*Buccinum undatum*) fra Berg i mars. H_0 ; populasjonen har en 1:1 fordeling av kjønn for hver størrelsesgruppe, og H_0 ; fangsten i alle størrelsesgrupper kommer fra en populasjon med en 1:1 fordeling av kjønn. Verdiene i parentes: (xxx) = forventede verdier ved 1:1 kjønnsfordeling.

Måned	Hann	Hunn	n	χ^2	d.f.	P
Berg, mars						
<40	36 (35)	34 (35)	70	0,1	1	0,811
40-60	34 (36,5)	39 (36,5)	73	0,3	1	0,558
60-80	68 (64)	60 (64)	128	0,5	1	0,480
>80	20 (26)	32 (26)	52	2,8	1	0,096
Total av χ^2				3,7	4	>0,05
χ^2 av total	158 (161,5)	165 (161,5)	323	3,5	3	0,318
Heterogenitet χ^2				0,1	1	>0,05

Appendiks Tabell 15. Resultater fra Heterogenitets χ^2 -test av kjønnsfordelingen av kongsnegl (*Buccinum undatum*) fra Berg og Eines i april. H_0 ; populasjonen har en 1:1 fordeling av kjønn for hver størrelsesgruppe, og H_0 ; fangsten i alle størrelsesgrupper kommer fra en populasjon med en 1:1 fordeling av kjønn. Verdiene i parentes: (xxx) = forventede verdier ved 1:1 kjønnsfordeling.

Måned	Hann	Hunn	n	χ^2	d.f.	P
Berg, april						
<40	34 (33,5)	33 (33,5)	67	0,0	1	0,903
40-60	86 (89,5)	93 (89,5)	179	0,3	1	0,601
60-80	183 (163,5)	144 (163,5)	327	4,7	1	0,031
>80	95 (80,5)	66 (80,5)	161	5,2	1	0,022
Total av χ^2				10,2	4	<0,05
χ^2 av total	398 (367)	336 (367)	734	5,0	3	0,175
Heterogenitet χ^2				5,2	1	<0,05
Eines, april						
<40	7 (6)	5 (6)	12	0,3	1	0,564
40-60	25 (28)	31 (28)	56	0,6	1	0,423
60-80	145 (114)	83 (114)	228	16,9	1	<0,001
>80	93 (72,5)	52 (72,5)	145	11,6	1	<0,001
Total av χ^2				29,4	4	<0,001
χ^2 av total	270 (220,5)	171 (220,5)	441	7,4	3	0,055
Heterogenitet χ^2				22,0	1	<0,001

Appendiks Tabell 16. Resultater fra Heterogenitets χ^2 -test av kjønnsfordelingen av kongsnegl (*Buccinum undatum*) fra Berg og Eines i mai. H_0 ; populasjonen har en 1:1 fordeling av kjønn for hver størrelsesgruppe, og H_0 ; fangsten i alle størrelsesgrupper kommer fra en populasjon med en 1:1 fordeling av kjønn. Verdiene i parentes: (xxx) = forventede verdier ved 1:1 kjønnsfordeling.

Størrelsesgruppe	Hann	Hunn	n	χ^2	d.f.	P
Berg, mai						
<40	53 (50)	47 (50)	100	0,4	1	0,549
40-60	132 (127,5)	123 (127,5)	255	0,3	1	0,573
60-80	155 (167,5)	180 (167,5)	335	1,9	1	0,172
>80	44 (44,5)	45 (44,5)	89	0,0	1	0,916
Total av χ^2				2,6	4	>0,05
χ^2 av total	384 (389,5)	395 (389,5)	779	2,4	3	0,494
Heterogenitet χ^2				0,2	1	>0,05
Eines, mai						
<40	6 (8)	10 (8)	16	1,0	1	0,317
40-60	39 (40)	41 (40)	80	0,1	1	0,823
60-80	108 (105)	102 (105)	210	0,2	1	0,679
>80	35 (32,5)	30 (32,5)	65	0,4	1	0,535
Total av χ^2				1,6	4	>0,05
χ^2 av total	188 (185,5)	183 (185,5)	371	1,5	3	0,673
Heterogenitet χ^2				0,1	1	>0,05

Appendiks Tabell 17. Resultater fra Heterogenitets χ^2 -test av kjønnsfordelingen av kongsnegl (*Buccinum undatum*) fra Berg og Eines i juni. H_0 ; populasjonen har en 1:1 fordeling av kjønn for hver størrelsesgruppe, og H_0 ; fangsten i alle størrelsesgrupper kommer fra en populasjon med en 1:1 fordeling av kjønn. Verdiene i parentes: (xxx) = forventede verdier ved 1:1 kjønnsfordeling.

Størrelsesgruppe	Hann	Hunn	n	χ^2	d.f.	P
Berg, juni						
<40	39 (31)	23 (31)	62	4,1	1	0,042
40-60	79 (71)	63 (71)	142	1,8	1	0,179
60-80	96 (95,5)	95 (95,5)	191	0,0	1	0,942
>80	47 (39,5)	32 (39,5)	79	2,8	1	0,091
Total av χ^2				8,8	4	>0,05
χ^2 av total	261 (237)	213 (237)	474	4,0	3	0,263
Heterogenitet χ^2				4,8	1	>0,05
Eines, juni						
<40	8 (8)	8 (8)	16	0,0	1	1,000
40-60	46 (39)	32 (39)	78	2,5	1	0,113
60-80	130 (108,5)	87 (108,5)	217	8,5	1	0,004
>80	73 (56,5)	40 (56,5)	113	9,6	1	0,002
Total av χ^2				20,7	4	<0,001
χ^2 av total	257 (212)	167 (212)	424	1,6	3	0,650
Heterogenitet χ^2				19,0	1	<0,001

Appendiks Tabell 18. Knekkpunktverdier basert på forandring i penislengde i forhold til skallhøyde hos kongsnegl (*Buccinum undatum*) fra A) Berg og B) Eines. KnekkI og KnekkII representerer skallengden hvor den lineære sammenhengen til penis brytes og får en annen vinkel. Se ligning 12 i kapittel 2.4.1 for mer informasjon.

A) Berg

Knekk	95% CI (mm)		N	log α	β_1	SE β_1	β_2	SE β_2	β_3	SE β_3	r^2
logKnekkI:	3,945	3,900 - 3,989	1114	-6,520	2,232	0,110	2,240	0,189	-2,946	0,348	0,891
logKnekkII:	4,317	4,287 - 4,347									
KnekkI:	51,676	49,402 - 54,001									
KnekkII:	74,963	72,748 - 77,246									

B) Eines

Knekk	95% CI (mm)		N	log α	β_1	SE β_1	β_2	SE β_2	β_3	SE β_3	r^2
logKnekkI:	3,883	3,800 - 3,965	692	-6,051	2,131	0,264	2,104	0,303	-3,540	0,324	0,817
logKnekkII:	4,335	4,311 - 4,359									
KnekkI:	48,570	44,701 - 52,720									
KnekkII:	76,325	74,515 - 78,179									

Appendiks Tabell 19. Resultater fra regresjonsanalyse av log tørrvekt av bløtdeler som en funksjon av skallhøyde til kongsnegl (*Buccinum undatum*). F = hunnkjønn, M = hannkjønn.

Lokalitet	Mnd	Kjønn	N	ln α	β	st.error β	r^2	F-ratio	P
Berg	alle	F	736	-11,358	3,022	0,022	0,962	18436,2	<0,001
		M	776	-11,361	3,017	0,019	0,971	25663,2	<0,001
Eines	alle	F	399	-11,730	3,098	0,039	0,942	6431,4	<0,001
		M	534	-11,196	2,959	0,032	0,943	8754,5	<0,001
Berg	mars	F	125	-11,153	2,980	0,042	0,976	5015,3	<0,001
		M	112	-11,048	2,952	0,041	0,979	5186,4	<0,001
	april	F	253	-11,613	3,091	0,038	0,963	6458,9	<0,001
		M	290	-11,594	3,075	0,035	0,964	7626,5	<0,001
	mai	F	200	-11,310	3,004	0,042	0,963	5132,7	<0,001
		M	201	-11,154	2,962	0,034	0,974	7594,1	<0,001
	juni	F	157	-11,232	2,982	0,053	0,953	3120,5	<0,001
		M	171	-11,433	3,026	0,040	0,972	5815,2	<0,001
Eines	april	F	129	-12,007	3,182	0,071	0,941	2013,7	<0,001
		M	202	-10,686	2,850	0,047	0,948	3645,6	<0,001
	mai	F	132	-11,409	3,009	0,064	0,945	2241,9	<0,001
		M	134	-11,017	2,911	0,068	0,933	1825,2	<0,001
	juni	F	138	-11,633	3,068	0,060	0,950	2587,8	<0,001
		M	198	-11,440	3,011	0,051	0,946	3449,0	<0,001
Berg	alle	F<60	299	-10,499	2,792	0,039	0,945	5127,4	<0,001
		F>60	437	-12,338	3,251	0,083	0,777	1518,6	<0,001
		M<60	301	-10,937	2,903	0,041	0,943	4905,9	<0,001
		M>60	474	-11,608	3,075	0,063	0,835	2387,7	<0,001
Eines	alle	F<60	100	-11,132	2,940	0,079	0,935	1399,1	<0,001
		F>60	298	-12,205	3,208	0,096	0,790	1112,8	<0,001
		M<60	98	-10,910	2,886	0,072	0,943	1586,8	<0,001
		M>60	436	-11,479	3,025	0,066	0,830	2119,1	<0,001

Appendiks Tabell 20. Resultater fra regresjonsanalyse av log tørrvekt av skall som en funksjon av skallhøyde til kongsnegl (*Buccinum undatum*). F=hunnkjønn, M=hannkjønn.

Lokalitet	Mnd	Kjønn	N	ln α	β	st.error β	r ²	F-ratio	P
Berg	alle	F	738	-9,712	2,843	0,018	0,970	23923,1	<0,001
		M	774	-10,009	2,922	0,018	0,971	25695,9	<0,001
Eines	alle	F	402	-9,997	2,877	0,032	0,952	7898,3	<0,001
		M	539	-10,345	2,970	0,031	0,944	9071,3	<0,001
Berg	mars	F	128	-9,497	2,794	0,041	0,974	4735,5	<0,001
		M	114	-9,774	2,866	0,048	0,969	3550,5	<0,001
	april	F	253	-9,687	2,839	0,032	0,970	8079,8	<0,001
		M	289	-10,274	2,986	0,033	0,966	8148,1	<0,001
	mai	F	200	-9,499	2,787	0,035	0,969	6196,0	<0,001
		M	201	-9,883	2,891	0,033	0,974	7455,1	<0,001
	juni	F	157	-10,243	2,969	0,041	0,971	5158,9	<0,001
		M	169	-10,143	2,950	0,038	0,973	6102,8	<0,001
Eines	april	F	129	-9,751	2,819	0,069	0,928	1646,8	<0,001
		M	202	-10,155	2,922	0,060	0,922	2358,6	<0,001
	mai	F	132	-9,939	2,864	0,050	0,962	3295,0	<0,001
		M	136	-10,043	3,043	0,058	0,953	2735,4	<0,001
	juni	F	141	-10,217	2,929	0,052	0,958	3183,2	<0,001
		M	201	-10,363	2,979	0,047	0,954	4094,2	<0,001
Berg	alle	F<60	301	-9,413	2,761	0,041	0,938	4543,1	<0,001
		F>60	437	-9,601	2,818	0,063	0,820	1982,4	<0,001
		M<60	301	-9,610	2,815	0,036	0,954	6254,7	<0,001
		M>60	472	-10,814	3,109	0,064	0,832	2335,0	<0,001
Eines	alle	F<60	101	-10,165	2,923	0,081	0,929	1291,3	<0,001
		F>60	301	-10,085	2,897	0,077	0,824	1399,6	<0,001
		M<60	100	-10,386	2,982	0,070	0,949	1825,8	<0,001
		M>60	439	-10,501	3,005	0,065	0,829	2125,9	<0,001

Appendiks Tabell 21. Resultater fra regresjonsanalyse av log-transformerte morfologiske mål som en funksjon av skallhøyde til kongsnegl (*Buccinum undatum*) F = hunnkjønn, M = hannkjønn

	Lokalitet	Kjønn	N	ln α	st.error		r^2	F-ratio	P
					β	β			
Skallbredde	Berg	F	1048	-0,448	0,918	0,004	0,982	55 924,52	<0,001
		M	1121	-0,557	0,947	0,004	0,985	71 151,62	<0,001
	Eines	F	501	-0,310	0,873	0,007	0,970	16 113,06	<0,001
		M	692	-0,452	0,912	0,007	0,965	18 972,79	<0,001
Skallåpning	Berg	F	1048	-0,057	0,845	0,004	0,979	47 620,29	<0,001
		M	1121	-0,239	0,898	0,004	0,979	52 464,51	<0,001
	Eines	F	501	0,099	0,798	0,008	0,949	9 256,07	<0,001
		M	691	-0,217	0,885	0,008	0,942	11 281,59	<0,001
Spir	Berg	F	580	-1,818	1,189	0,006	0,984	35 280,95	<0,001
		M	614	-1,732	1,159	0,006	0,985	38 949,45	<0,001
	Eines	F	496	-1,943	1,230	0,009	0,972	17 153,05	<0,001
		M	680	-1,748	1,173	0,010	0,957	15 184,68	<0,001
Noapex	Berg	F	580	-1,129	1,142	0,004	0,993	86 635,71	<0,001
		M	614	-1,045	1,115	0,004	0,992	77 489,47	<0,001
	Eines	F	496	-1,187	1,162	0,006	0,988	41 230,07	<0,001
		M	681	-0,981	1,108	0,006	0,981	34 978,90	<0,001
Siste vinding	Berg	F	580	0,008	0,907	0,003	0,992	68 489,79	<0,001
		M	611	-0,047	0,925	0,003	0,993	89 236,90	<0,001
	Eines	F	496	0,110	0,875	0,006	0,979	23 403,85	<0,001
		M	680	-0,003	0,908	0,005	0,977	29 187,82	<0,001

Appendiks Tabell 22. Resultater fra regresjonsanalyse av log-transformerte morfologiske mål som en funksjon av skallhøyde til kongsnegl (*Buccinum undatum*) for lengdegrupper under (<) 60mm og lengdegrupper over (>) 60 mm. F = hunnkjønn, M = hannkjønn.

	Lokalitet	Kjønn	N	ln α	β	st.error β	r ²	F-ratio	P
Skallbredde	Berg	F<60	431	-0,642	0,970	0,008	0,971	14 114,88	<0,001
		F>60	617	-0,048	0,825	0,013	0,869	4 078,61	<0,001
		M<60	467	-0,660	0,974	0,007	0,978	20 740,88	<0,001
		M>60	654	-0,466	0,925	0,013	0,882	4 865,36	<0,001
	Eines	F<60	120	-0,584	0,945	0,015	0,969	3 747,03	<0,001
		F>60	381	-0,127	0,831	0,016	0,879	2 744,79	<0,001
		M<60	123	-0,679	0,970	0,016	0,970	3 893,89	<0,001
		M>60	569	-0,304	0,878	0,013	0,885	4 364,14	<0,001
Skallåpning	Berg	F<60	431	-0,148	0,870	0,009	0,957	9 549,90	<0,001
		F>60	617	-0,036	0,840	0,013	0,873	4 219,52	<0,001
		M<60	466	-0,152	0,875	0,007	0,970	14 899,50	<0,001
		M>60	654	-0,478	0,953	0,015	0,865	4 176,95	<0,001
	Eines	F<60	120	-0,006	0,826	0,020	0,936	1 689,84	<0,001
		F>60	381	0,049	0,809	0,019	0,823	1 764,70	<0,001
		M<60	122	-0,208	0,885	0,020	0,943	1 979,03	<0,001
		M>60	569	-0,407	0,929	0,017	0,845	3 091,95	<0,001
Spir	Berg	F<60	234	-1,672	1,151	0,015	0,961	5 727,93	<0,001
		F>60	346	-2,123	1,260	0,019	0,925	4 271,07	<0,001
		M<60	268	-1,664	1,141	0,012	0,970	8 522,53	<0,001
		M>60	346	-1,844	1,185	0,021	0,899	3 070,35	<0,001
	Eines	F<60	118	-1,761	1,183	0,023	0,957	2 597,21	<0,001
		F>60	378	-2,049	1,255	0,022	0,900	3 386,82	<0,001
		M<60	121	-1,475	1,101	0,024	0,945	2 029,08	<0,001
		M>60	559	-1,723	1,168	0,019	0,874	3 878,07	<0,001
Noapex	Berg	F<60	234	-1,056	1,123	0,010	0,982	12 890,93	<0,001
		F>60	346	-1,170	1,152	0,011	0,967	10 202,62	<0,001
		M<60	268	-1,061	1,119	0,008	0,985	18 016,12	<0,001
		M>60	346	-0,951	1,094	0,015	0,941	5 508,50	<0,001
	Eines	F<60	118	-1,151	1,152	0,016	0,978	5 261,25	<0,001
		F>60	378	-1,113	1,145	0,013	0,956	8 230,51	<0,001
		M<60	122	-0,995	1,107	0,016	0,976	4 826,76	<0,001
		M>60	559	-0,830	1,070	0,012	0,939	8 523,97	<0,001
Siste vinding	Berg	F<60	234	-0,060	0,925	0,008	0,984	14 446,89	<0,001
		F>60	346	0,187	0,865	0,011	0,945	5 946,66	<0,001
		M<60	266	-0,082	0,934	0,006	0,990	25 900,86	<0,001
		M>60	345	0,031	0,907	0,012	0,943	5 641,13	<0,001
	Eines	F<60	118	-0,026	0,911	0,013	0,977	5 029,39	<0,001
		F>60	378	0,200	0,854	0,013	0,915	4 041,51	<0,001
		M<60	122	-0,149	0,947	0,012	0,981	6 038,38	<0,001
		M>60	558	0,006	0,906	0,011	0,927	7 022,48	<0,001

Appendiks Tabell 23. Resultatene fra en to-utvalgs enkel (separate) varians t-test av morfologiske proporsjoner av kongsnegl (*Buccinum undatum*) der lokalitet er den grupperende variabelen.

Mellom lokalitet for begge kjønn

Mål	t-verdi	Frihetsgrader	P
Skallbredde/skallhøyde	34,9	2429,9	<0,001
Siste vinding/skallhøyde	24,6	2335,7	<0,001
Spirhøyde/skallhøyde	23,8	2329,7	<0,001
Høyde åpning/skallhøyde	23,6	2370,2	<0,001
Noapex/skallhøyde	19,6	2364,0	<0,001

Appendiks Tabell 24. Resultatene fra en to-utvalgs enkel (separate) varians t-test av morfologiske proporsjoner av kongsnegl (*Buccinum undatum*) fra A) Berg og B) Eines. Kjønn er den grupperende variabelen.

A) Mellom kjønn - Berg

Mål	t-verdi	Frihetsgrader	P
Høyde åpning/skallhøyde	14,2	2095,4	<0,001
Noapex/skallhøyde	10,4	1173,5	<0,001
Spirhøyde/skallhøyde	10,2	1167,9	<0,001
Siste vinding/skallhøyde	9,7	1173,3	<0,001
Skallbredde/skallhøyde	4,1	2106,2	<0,001

B) Mellom kjønn - Eines

Mål	t-verdi	Frihetsgrader	P
Høyde åpning/skallhøyde	13,2	950,2	<0,001
Noapex/skallhøyde	11,8	920,0	<0,001
Spirhøyde/skallhøyde	9,4	955,6	<0,001
Siste vinding/skallhøyde	9,3	961,0	<0,001
Skallbredde/skallhøyde	6,3	995,2	<0,001

Appendiks Tabell 25. Resultater fra toveis ANOVA for de morfologiske mål av (*Buccinum undatum*) mellom lokalitet (Berg og Eines) og mellom kjønn. Lokalitet og kjønn er uavhengige variabler og de morfologiske proporsjoner er avhengig variabel. d.f. er antall frihetsgrader, P= signifikansnivå for H₀; likhet mellom lokalitet og likhet mellom kjønn.

Effekt	Avhengig variabel	df₁/df₂	F	P
Lokalitet	Skallbredde	1/3353	1277,8	<0,001
	Høyde åpning	1/3354	701,3	<0,001
	Spirhøyde	1/2362	652,0	<0,001
	Noapex	1/2362	466,7	<0,001
	Siste vinding	1/2361	692,6	<0,001
Kjønn	Skallbredde	1/3353	57,5	<0,001
	Høyde åpning	1/3354	379,1	<0,001
	Spirhøyde	1/2362	196,5	<0,001
	Noapex	1/2362	254,5	<0,001
	Siste vinding	1/2361	185,5	<0,001
Lokalitet*kjønn	Skallbredde	1/3353	7,6	0,006
	Høyde åpning	1/3354	7,2	0,008
	Spirhøyde	1/2362	0,2	0,697
	Noapex	1/2362	1,4	0,229
	Siste vinding	1/2361	0,4	0,526

Appendiks Tabell 26. Betydning av hver parameter målt i den komplette diskriminanten mellom gruppene (lokalitet og kjønn). "F-to-remove" verdien viser diskrimineringsverdien til hver av parametrene. Den mest diskriminerende parameter har den høyeste F-verdien. Toleranseverdien er et mål på korrelasjon av en enkeltstående parameter med de andre målte parametrene, en lav verdi betyr sterk korrelasjon til en eller flere av de andre parametrene (verdien spenner fra 0.0 til 1.0, den kritiske verdien er 0,001).

Parameter	F-to-remove	Tolerance	df₁/df₂	F	P
Skallbredde	104,22	0,336			
Høyde åpning	50,80	0,052			
Noapex	11,05	0,052	15/7074	83,06	<0,001
Spirhøyde	9,19	0,035			
Siste vinding	9,13	0,037			

Appendiks Tabell 27. "Jackknifed classification matrix" for den komplette diskriminantanalysen. Viser hvor mange av kongsneglene som er klassifisert i hver gruppe og hvor mange % fra en aktuell gruppe som er korrekt klassifisert ved hjelp av de fem parametrene. Hvert tilfelle er klassifisert inn i gruppen der verdien av dens klassifikasjonsfunksjon er størst.

	Berg- Hunner	Berg- Hanner	Eines- Hunner	Eines- Hanner	%correct
Berg- Hunner	260	151	115	54	45
Berg- Hanner	158	309	40	103	51
Eines- Hunner	71	54	304	68	61
Eines- Hanner	79	119	159	320	47
Total	568	633	618	545	50

Appendiks Tabell 28. Den endelige modellen fra "Forward stepwise" diskriminantsanalysen viser betydning av hver parameter målt mellom gruppene (lokalitet og kjønn). Parametere med "F-to-remove" verdien er de mest diskriminerende parametrene, parameterne til "F-to-enter" er fjernet fra modellen siden de ikke har noen betydning for diskrimineringen mellom gruppene (lokalitet og kjønn). Den mest diskriminerende parameter har den høyeste F-verdien. Toleranseverdien er et mål på korrelasjon av en enkeltstående parameter med de andre målte parametrene. En lav verdi betyr sterk korrelasjon til en eller flere av de andre parameterne (verdien spenner fra 0.0 til 1.0, den kritiske verdien er 0,001).

Parameter	F-to-remove	F-to-enter	Tolerance	df ₁ /df ₂	F	P
Skallbredde	113,53		0,375			
Høyde åpning	73,81		0,154			
Siste vinding	17,82		0,154	9/7080	133,88	<0,001
Noapex		3,63	0,087			
Spirhøyde		1,78	0,059			

Appendiks Tabell 29. "Jackknifed classification matrix" for den trinnvise diskriminantanalysen. Viser hvor mange av kongsneglene som er klassifisert i hver gruppe og hvor mange % fra en aktuell gruppe som er korrekt klassifisert ved hjelp av de fem parametrene. Hvert tilfelle er klassifisert inn i den gruppen der verdien av dens klassifikasjonsfunksjon er størst.

	Berg- Hunner	Berg- Hanner	Eines- Hunner	Eines- Hanner	%correct
Berg- Hunner	259	154	116	51	45
Berg- Hanner	162	306	47	95	50
Eines- Hunner	63	57	308	69	62
Eines- Hanner	77	119	156	325	48
Total	561	636	627	540	51