

UiT

NORGES
ARKTISKE
UNIVERSITET

Fakultet for biovitenskap, fiskeri og økonomi

Beskrivelse av skadeomfanget på snøkrabbe (*Chionoecetes opilio*) ved interaksjon med bunntål i Barentshavet

—
Helene M. Gjesteland

Masteroppgave i fiskeri- og havbruksvitenskap (60p)

Mai 2017



Forord

Først av alt vil jeg takke min veileder Roger B. Larsen for forslaget og muligheten til å skrive om dette aktuelle temaet i min masteroppgave. Det har vært svært interessant å få innsikt i hvordan trål- og teinefisket i Barentshavet foregår. Ikke minst var toktene i Barentshavet lærerike og ga meg minner for livet. Jeg setter stor pris på den gode veiledningen underveis og i ferdigstillingen av oppgaven!

En stor takk må også rettes til mannskapet på F/F ”Helmer Hanssen”. Toktene i Barentshavet var årets høydepunkter!

Tusen takk til Einar M. Nilssen og Jesse Brinkhof for hjelp med statistikken. Takk også til Ann Merete Hjelset, Leonore Olsen, Guro Gjelsvik og Per Finne for svar på spørsmål jeg ikke kunne finne på egenhånd.

Hanna, takk for godt selskap gjennom året og ikke minst god hjelp på tokt! Den heroiske innsatsen du la i å hjelpe meg å registrere snøkrabber verdsettes høyt. Tusen takk til Håkon for hjelpen med gjennomlesing og til Frederic for teknisk assistanse de mange gangene jeg har hatt lyst å kaste PC-en i veggen.

Sist, men ikke minst vil jeg takke Thomas. Fremfor alt fordi du ville flytte opp til Tromsø sammen med meg. Interessen du har vist og støtten du har gitt meg i løpet av studietiden setter jeg enormt stor pris på.

Tromsø, 15. mai 2017

Helene M. Gjesteland

Summary in English

The purpose of this study was to describe the injury rate on snow crab (*Chionoecetes opilio*) by interaction with trawls used for cod and shrimp fishery in the Barents Sea. The samples were collected at F/F Helmer Hanssen 10th - 30th November 2016 and 24th February - 6th March 2017 by simulating commercial trawling for cod and shrimp, respectively with an Alfredo no. 3 bottom trawler and two shrimp trawlers; Egersund Polar 2800# and Campelen 1800# Research trawler (set up for shrimp). In addition, retainer bags were attached underneath the trawl bags. In this way, the snow crab that would normally be overrun by the gear was caught. Two different types of gear; The conventional "rock-hopper gear" (RHG) and a relatively newly developed "semi-circular spreading gear" (SCSG) were attached to the bottom trawls. The snow crabs were examined for damage and the damage was described in detail.

The surveys showed that the snow crabs had significant damages. Challenges regarding the collection of sufficient data during the field trips led to uncertain results from the statistical analyzes. Whether the damages occurred in interaction with the gear or other reasons is unknown and will also provide a level of uncertainty in this thesis. In November 2016, there was a clear difference in the rate of injury between the sexes. In February/March 2017, there was a clear difference in the injury rates both between the sexes and in which part of the trawl construction the snow crab was found (trawl bag or retainer bag). Results from the fieldtrip in February/March 2017 was divided into two different statistical analyzes due to enormous amounts of snow crabs with carapace width shorter than 20 mm. The enormous amounts were collected in only four hauls, in an area remote from the rest of the hauls performed on the field trip. When the four hauls were excluded, the difference in injury rate between the sexes was no longer significant. However, a significant difference in the injury rates was found between females with carapace width shorter and longer than 50 mm, in which part of the trawl construction the snow crab was found (trawl bag or retainer bag) and the hauling time (under or over 50 min.).

From 2012, there has been a commercial fishery of snow crab in the Barents Sea, but there is still no management plan for this species. Catches increase every year, and the economic

value is expected to be very important in the years to come. At the same time as the prospects for the snow crab fishery looks bright, there have been conflicts between the established fishery with bottom trawlers in the Barents Sea and the snow crab fishery conducted by pots. As the two fisheries conduct their operations in the same area at the same time, gear collisions are reported. In addition, there is an uncertainty concerning how significant the extent of damage on snow crab is when bottom trawlers plow an area. With an expected expansion of the snow crab stock in the Barents Sea, and thus, fishing for this species, it will be useful to address the challenges that may arise in the future. A description of the extent of damage on the snow crab could therefore provide a useful input in the discussion of a comprehensive management plan and regulation between bottom trawling and snow crab fisheries in the Barents Sea.

Keywords: Snow crab, injury, rock-hopper gear, semi-circular spreading gear, Barents Sea.

Sammendrag

Hensikten med dette studiet var å beskrive skadeomfanget på snøkrabbe (*Chionoecetes opilio*) ved interaksjon med torske- og rekestrål i Barentshavet. Prøvene ble samlet inn på F/F Helmer Hanssen 10. – 30. november 2016 og 24. februar – 6. mars 2017 ved å simulere et kommersielt trålfiske etter torsk og reke, hvor bunntål av typen Alfredo nr. 3 fisketrål, Egersund Polar 2800# rekestrål og Campelen 1800# prøvetakningstrål (rekestrål) ble benyttet. I tillegg ble det festet undersekker under trålposene slik at snøkrabben som ellers ville blitt overtrålet av gearret, ble fanget opp. To ulike typer gear; det konvensjonelle gearret ”rock-hopper” (RHG) og et relativt nyutviklet gear av typen ”semi-sirkel sprednings gear” (SCSG) ble brukt på bunntålene. Snøkrabbene ble undersøkt for skader og skadene ble beskrevet i detalj. Til sist kunne en avklaring om hvilke faktorer som ga opphav til skader beskrives.

Undersøkelsene viste at snøkrabbene hadde skader i betydelig grad. Utfordringer med innsamling av tilstrekkelig datamateriale under toktene førte derimot til noe usikre resultater av de statistiske analysene. Om skadene som ble registrert oppstod i interaksjon med gearret eller av andre årsaker var uvisst og gir også grunnlag for usikkerhet i denne oppgaven. I november 2016 var det en klar forskjell i skadefrekvens mellom kjønn. I februar/mars 2017 var det en klar forskjell i skadefrekvens både mellom kjønn og hvilken tråldel snøkrabbene ble funnet i (hovedtrål eller undersekk og oppsamlingsposer). Toktet i februar/mars 2017 ble delt opp i to ulike statistiske analyser på grunn av enorme mengder snøkrabber med skjoldbredde under 20 mm. De enorme mengdene snøkrabber ble samlet inn i løpet av kun fire tråltrekk, i et område avsidesliggende fra resten av tråltrekkene utført på toktet. Da disse fire tråltrekkene ble ekskludert, var skadefrekvensen mellom kjønn ikke lenger signifikant. Det ble derimot funnet en signifikant forskjell i skadefrekvensen mellom hunnkrabber med skjoldbredde under og over 50 mm, hvilken tråldel snøkrabbene ble funnet i (hovedtrål eller undersekk og oppsamlingsposer) og i forhold til hvor lenge tråltrekkene varte (under eller over 50 min.).

Fra og med 2012 har det foregått kommersiell fangst på snøkrabbe i Barentshavet, men fremdeles finnes det ikke en egen forvaltningsplan for denne arten. Fangstene øker hvert år, og den økonomiske verdien spås å bli betydelig i årene fremover. Samtidig som

framtidssiktene for snøkrabbefisket ser lyse ut, har det oppstått konflikter i forbindelse med de allerede etablerte bunntålfiskeriene i Barentshavet. Ettersom bunntålfiskeriene holder til i samme område til samme tid rapporteres det om redskapskollisjoner. I tillegg er det usikkerhet knyttet til hvor stort skadeomfanget på snøkrabben er ved overkjøring med bunntål. Med en forventet ekspansjon av snøkrabbebestanden i Barentshavet, og dermed også fisket etter denne arten, vil det være nyttig å diskutere hvilke utfordringer som kan komme i tiden fremover. En beskrivelse av skadeomfanget på snøkrabben vil derfor kunne gi et nyttig innspill i diskusjonen om en helhetlig forvaltningsplan og regulering mellom bunntålfiskeriene og teinefiskeriene i Barentshavet.

Nøkkelord: Snøkrabbe, skadeomfang, rock-hopper gear, semi-sirkel sprednings gear, Barentshavet.

Akronymer

BSAI - Beringhavet og Aleutian-øyene

CCA - Crab Catcher Association

CDQ - Community Development Quota

CPUE - Catch per unit effort (fangst per enhet innsats)

CR - Crab Rationalization

CW - Carapax width (carapax bredde/skjoldbredde)

GINR - Greenland Institute of Natural Resources

ICES - International Council for the Exploration of the Sea

IFQ - Individual fishing quotas (individuelle fiskekvoter)

NMFS - National Marine Fisheries Service

NPFMC - North Pacific Fishery Management Council

PE - Polyethylen

RHG – Rock-hopper gear

RØS - Russisk økonomisk sone

SCSG - Semi-circular spreading gear (semi-sirkel sprednings gear)

TAC - Total allowable catch (totalt lovlig fangstmengde)

UUU - Ulovlig, uregulert og urapportert (-fiske)

Innholdsfortegnelse

1	Innledning.....	2
	Bakgrunn	2
1.1	Arbeidsbeskrivelse.....	8
1.2	Geografisk utbredelse.....	9
1.3	Biologi	11
1.3.1	Klassifisering.....	11
1.3.2	Diett	12
1.3.3	Livsstadier.....	12
1.3.4	Skallskifte og reproduksjon	12
1.4	Forvaltning av snøkrabbe	15
1.4.1	Barentshavet (Norge – Smutthullet og fiskevernsonen på Svalbard)	15
2	Materiale og metode	19
2.1	Område	20
2.1.1	November 2016.....	20
2.1.2	Februar/mars 2017	21
2.2	Trålappsett.....	22
2.2.1	November 2016.....	23
2.2.2	Februar/mars 2017	26
2.2.3	Undersekk	28
2.2.4	Rock-hopper gear	30
2.2.5	Semi-sirkel sprednings gear.....	32
2.3	Datainnsamling.....	33
2.4	Statistisk metode.....	35
3	Resultater	38
3.1	November 2016	38
3.2	Februar/mars 2017	41
4	Diskusjon	50
4.1	Datainnsamling.....	50
4.2	Skadeomfang	52
4.3	Fremtidsutsikter	59
4.4	Oppsummering og konklusjon.....	62
5	Referanser	64
6	Vedlegg	73
6.1	Oversikt over gyldige tråltrekk november 2016.....	73
6.2	Oversikt gyldige tråltrekk februar/mars 2017.....	74

6.3	Illustrasjon av dataregistrering	75
6.4	Eksempel på ferdig utfylt registreringskjema med tegnbeskrivelse.....	77
6.5	Resultater	78
6.6	Snøkrabbens livsstadier.....	79
6.7	Forvaltning av snøkrabben på verdensbasis.....	84
6.7.1	USA (Alaska)	84
6.7.2	Canada.....	85
6.7.3	Grønland.....	86
6.7.4	Russland	87
6.8	Fiskeriaktivitet i Barentshavet 2016	90

1 Innledning

Bakgrunn

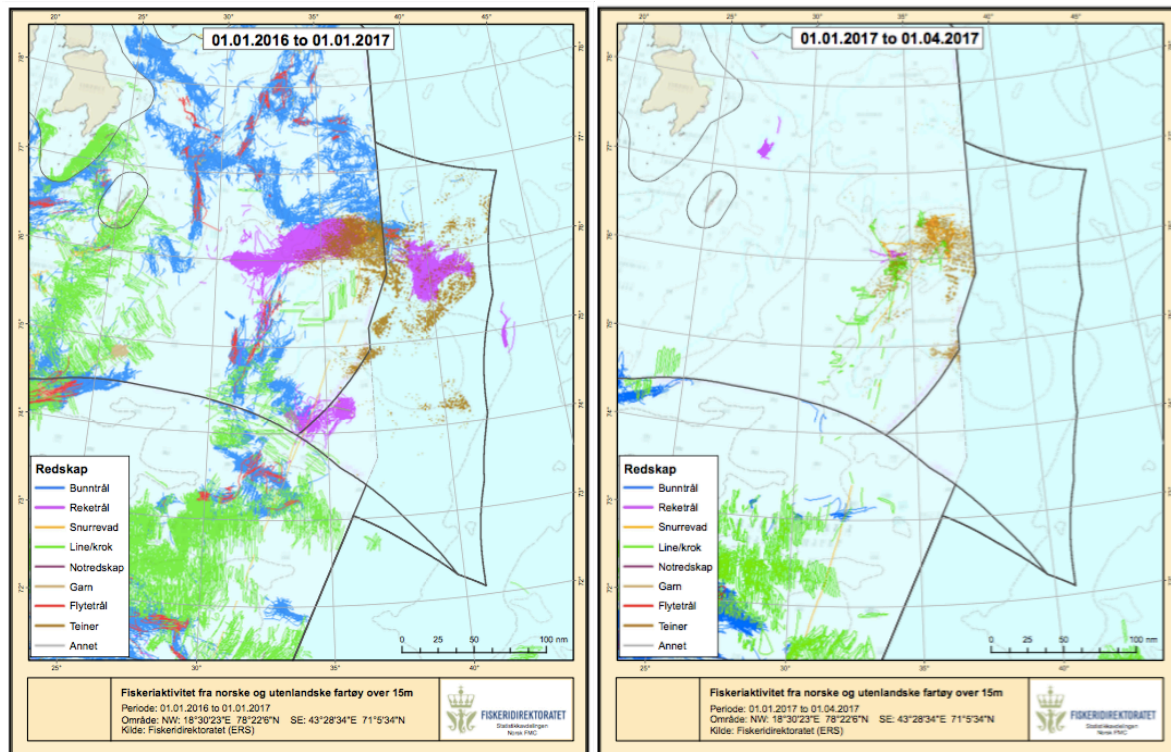
Fisket etter snøkrabbe (*Chionoecetes opilio*) har vært utbredt i det nordlige Stillehavet, Beringhavet og de vestlige delene av Atlanterhavet i flere tiår. I 1996 ble de første observasjonene av snøkrabbe gjort i de østre delene av Barentshavet. I 2003 ble de to første individene fanget som bifangst av norske fiskere langs Finnmarkskysten, og i dag er snøkrabben en godt etablert art i store deler av det nordøstlige Barentshavet (Alvsvåg et al., 2009). Fra 2012 har det foregått kommersiell fangst på snøkrabbe i Barentshavet. Fangstene har økt fra år til år og den økonomiske verdien av denne fangsten spås å kunne bli svært betydningsfull (Sundet, 2015).

Samtidig som framtidsutsiktene for snøkrabbefisket ser lyse ut, har det oppstått konflikter mellom snøkrabbefisket og de allerede etablerte bunntålfiskeriene etter reke (*Pandalus borealis*) og nordøstarktisk torsk (*Gadus morhua*) i Barentshavet. En manglende forvaltningsplan for snøkrabben og regulering mellom bunntål- og teinefiskeriene i dette området synes å være årsaken. Fra fangstfeltene rapporteres det om tapte teiner og redskapskollisjoner med store økonomiske tap som konsekvens (Anon., 2014). De deltakende fartøyene i snøkrabbefisket opererer opptil 6500 teiner hver (per tur) i samme område som torske- og reketålfisket foregår (se Figur 1¹)². I 2015 ble fangsten av reke for hele Barentshavet beregnet til å være 25.000 tonn (Havforskningsinstituttet, 2016a), mens Det internasjonale havforskningsrådet (ICES) anbefalte fangst på 70.000 tonn for 2017, hvor det forventes at hele kvoten blir landet (ICES, 2016). Det er derfor mulig at konfliktene mellom snøkrabbefisket og reketålfisket vil eskalere i tiden fremover. Nordøstarktisk torsk er den viktigste arten som fiskes i Barentshavet både i fangstmengde og i økonomisk verdi, med totalt lovlig fangstmengde (TAC) på opp mot 1 mill. tonn de siste årene (890.000 tonn i 2017) (Nærings- og fiskeridepartementet, 2016). Nordøstarktisk hyse (*Melanogrammus aeglefinus*) er også en kommersielt viktig art i dette området, og sammen med nordøstarktisk torsk blir TAC for disse artene fordelt mellom Russland og Norge gjennom Den Blandede norsk-russiske fiskerikommisjon. Omtrent 70% av TAC for nordøstarktisk torsk blir fisket med trål,

¹ En oversikt over fiskeriaktiviteten i Barentshavet for hver enkeltmåned i 2016 er presentert i Vedlegg 6.8.

² Pers. medd.; Roger B. Larsen, førsteaman., Norges arktiske universitet UiT, Tromsø.

mens nordøstarktisk hyse hovedsakelig blir fisket som bifangst i torsketrål. Sesongen for dette fiskeriet er høst og vinter og vil i likhet med rekefisket også kunne komme i konflikt med snøkrabbefisket (Havforskningsinstituttet, 2015a, Havforskningsinstituttet, 2015b).



Figur 1. Oversikt over norske og utenlandske fartøys fiskeriaktivitet i Barentshavet. Til venstre vises aktiviteten for hele 2016, til høyre vises aktiviteten fra 1. januar til og med april 2017³.

I følge Havressurslova (2008) §26 er det "[...] forbode å hauste med trål eller snurrevad nærare enn éi nautisk mil frå utsette fiske- og fangstreiskapar eller merke for slike reiskapar [...]". Likevel forekommer redskapskollisjoner. Det er meldt om problemer med at utenlandske snøkrabbefiskere ikke alltid rapporterer hvor teinelenkene settes (Anon., 2017). En annen årsak kan være at fartøy som mister teiner lar dem bli liggende på bunnen. I følge Havressurslova (2008) §17 er dette ulovlig praksis: "Den som mistar eller må kutte reiskapar, har plikt til å sokne etter reiskapane". Forskriften om utøvelse av fiske i sjøen (2004) §78 utdyper at hvis det er umulig å lete etter redskapene, må det rapporteres til Kystvaktsentralen. Om tapte teiner ikke rapporteres mistet er det åpenbart utfordrende å vite hvor teinene ligger

³ Pers. medd.; Per Finne, seniorrådgiver, Fiskeridirektoratet.

før for eksempel en redskapskollisjon finner sted. En annen årsak til at teiner tapes kan være at ilen, som er bindeleddet mellom teinelenken på bunnen og bøyen med merking i overflaten, blir kuttet av drivis. Ilen kan også bli flyttet over lange avstander av drivisen. I tilfeller hvor brukskollisjoner oppstår mellom trål og teiner, kan både iler og lenker bli forflyttet over lange avstander, og teinestrengen kan i noen tilfeller bli avkappet⁴. Under fiske med et stort antall teiner er det svært sannsynlig at tap av redskap forekommer. Teinestrengen kan slites under haling, enkeltteiner kan slites fra teinestrengen og i verste fall kan begge ilene tapes. I slike tilfeller vil det i praksis være umulig å finne tilbake til de tapte komponentene⁵. I løpet av en relativt kort sesong, settes det omtrent 1 mill. teiner i det canadiske snøkrabbefisket. Her antas det et tap på omtrent 30.000 teiner årlig⁶. Siden 1983 har Fiskeridirektoratet organisert årlige ryddeaksjoner for opprensning av tapte fiskeredskaper langs kysten av Norge og i det nordlige Norskehavet (Grønnestad, 2017). Det er imidlertid ikke etablert en ordning for opprensning av tapte redskaper på snøkrabbefeltene, hverken i Norge eller Canada enda⁷.

Ivanovic (2015) beskriver at påvirkningen tråling har på bunnfaunaen kan gi miljømessige, økologiske og biologiske effekter. Habitat kan ødelegges, dødeligheten kan øke og frigjøring av næringsstoffer fra sedimentene kan være noen av effektene tråling har. O'Neill og Summerbell (2011) viste i sin studie at forflytningen av sedimenter under tråling kan relateres til den hydrodynamiske virkningen av trålkomponentene og hvilken type sediment det tråles på. Jo finere sediment, desto mer av sedimentene ble forflyttet. Barentshavet består av flere bunntyper, fra sand og slam til grus, stein og blokk (Bøe et al., 2017). Opp mot 70% av den totale bentiske biomassen har forsvunnet i noen områder av Barentshavet på grunn av økt tråleaktivitet (Denisenko, 2001). MAREANO, et program som blant annet kartlegger trålspor, rapporterer om tette forekomster av trålspor i store deler av Barentshavet (Buhl-Mortensen, 2016). Jørgensen et al. (2015) klassifiserer snøkrabben i Barentshavet som en art med høy risiko for å bli fanget av bunntrål med bakgrunn i at den har en gjennomsnittlig stor størrelse, samtidig som den holder seg over sediment-overflaten. Det er derimot knyttet usikkerhet til hvor stort skadeomfanget på snøkrabben er ved overkjøring av bunntrål i dette området, men

⁴ Pers. medd.; Roger B. Larsen.

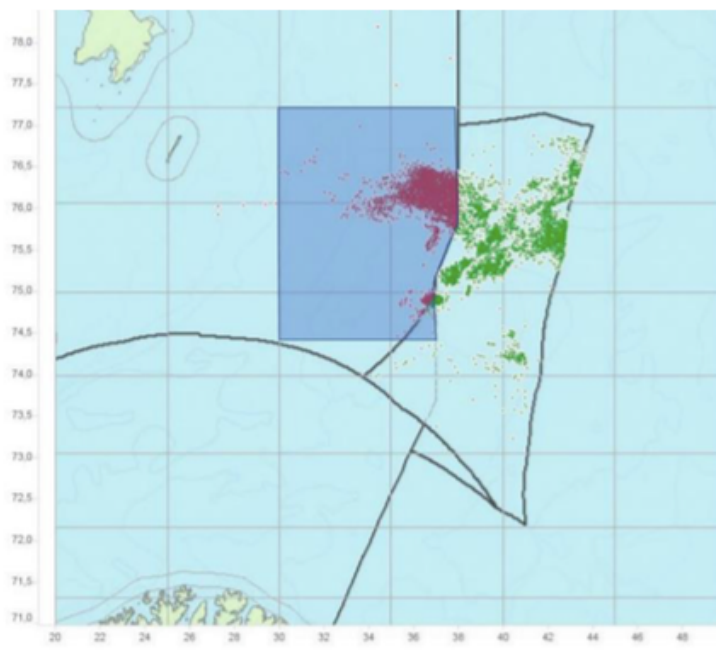
⁵ Pers. medd.; Roger B. Larsen.

⁶ Pers. medd.; Paul Winger, Fisheries and Marine Institute of Memorial University of Newfoundland.

⁷ Pers. medd.; Roger B. Larsen.

det antas at bunntrålfiskeriene etter reke og torsk vil kunne føre til uheldige interaksjoner med snøkrabbe. Bakgrunnen for denne teorien er en studie utført i det nordøstlige Newfoundland av Ngyuen et al. (2014) hvor omtrent 54% av de observerte snøkrabbene var i direkte berøring med trålredskapet, og en tidligere studie utført i Newfoundland og Labrador av Dawe et al. (2007), som viste at 10% av snøkrabbene mistet lemmer i interaksjon med trålredskapet. Snøkrabben gjennomgår flere skallskifter etter at den bunnsetter seg, og er i disse periodene spesielt sårbar (FRCC, 2005). I det samme området i Barentshavet foregår det et stortilt bunntrålfiske etter reker og fisk stort sett hele året, samtidig som det økende snøkrabbefisket også er helårsbasert.

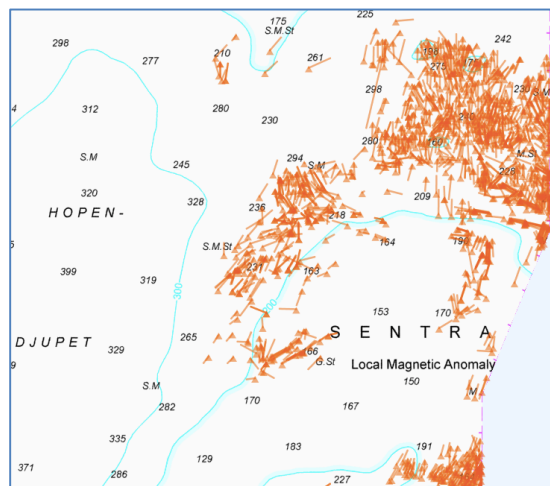
I 2015 ble det bestemt at snøkrabbe er en sedentær art. Dette betyr at råderetten over snøkrabben tilfaller landet som kontrollerer kontinentalsokkelen. Russland kontrollerer dermed 85% av Smutthullet (Skarbøvik, 2015), og har fra 1. januar 2017 stengt for alle utenlandske snøkrabbefiskere på sin side (Rostad og Abelsen, 2016). Etersom store deler av snøkrabbefangsten frem til 2017 har funnet sted i dette området, er snøkrabbefiskerne tvunget til å fiske lengre vest, på norsk sokkel. Dette kan føre til flere redskapskollisjoner ettersom fisket nå konsentreres på et mindre område (se Figur 2).



Figur 2. Norske fartøys fangstposisjoner fra 2013 til 2016 på russisk kontinentalsokkel (grønt) og på norsk kontinentalsokkel (rødt). "Fiskbart område" på kontinentalsokkelen er markert med mørkeblått (Havforskningsinstituttet, 2017).

Etter hvert som snøkrabbefisket tar seg opp på norsk side av det nordlige Barentshavet øker både interessen og forventningene til dette nye fisket. Inntil nylig har dette området nesten utelukkende blitt benyttet av reke- og fisketrålflåten. Nå kommer også snøkrabbeflåten inn i stadig større omfang. Bakgrunnen for konflikten mellom trålfisket og teinefisket er hovedsakelig en arealbrukskollisjon, ettersom de to flåtene benytter ulike fangstteknologier som er utfordrende å operere parallelt på samme fiskefelt, med mindre gode regler for sameksistens utarbeides. Konflikten mellom trålfisket og teinefisket kan oppsummeres slik⁸:

- Arealkonflikter oppstår ved at teinesett beslaglegger store områder, slik som vist i Figur 3. Teinesettene vil dermed hindre bunntålfisket etter torsk og reker. Hver teinelenke er vanligvis 4-5 km lang med inntil 220 teiner og flere av de norske fartøyene røkter mer enn 6000 teiner på én tur.



Figur 3. Utsnitt av teinesett vest for Smutthullet fra mars 2017 (BarentsWatch, 2017).

- Snøkrabbeflåten kan oppleve økonomiske tap om trålen blir slept gjennom teinelenker. Kostnader kommer i forbindelse med å sokne etter tapte redskaper, tap av redskaper om hele eller deler av teinelenken ikke blir funnet, samt tap av fangst.

⁸ Pers. medd.; Roger B. Larsen.

- Bifangst av snøkrabbe i reke- og torskestrålfisket vil kunne øke etter hvert som bestanden av snøkrabbe øker. Bifangsten kan skape problemer for funksjonen av påbudte sorteringsmekanismer, som for eksempel skillerist. Skilleristen i en rekestrål vil ikke kunne hindre yngel av snøkrabber å passere. Snøkrabbe blandet med fisk kan forringe kvaliteten på fisk med for eksempel skader på skinn og stikkmerker. I tillegg vil sorteringstiden ombord forlenges.
- Snøkrabbe av alle størrelser kan skades når de overtråles av tråldører, sveiper og gear. Skader på de store snøkrabbene vil redusere verdien på fangsten. Om skadene som oppstår ved overtråling er fatale, vil dette bety en betydelig komponent av utilsiktet dødelighet i bestanden, forårsaket av strålfisket. Med tanke på en fremtidig forvaltning av de marine ressursene i nordområdene, vil dette siste punktet være viktig å få belyst.

1.1 Arbeidsbeskrivelse

Hensikten med dette studiet er å beskrive skadeomfanget på snøkrabbe (*Chionoecetes opilio*) ved interaksjon med bunntål i Barentshavet. Resultatet av studiet kan gi et nyttig innspill i diskusjonen om en helhetlig forvaltningsplan og regulering mellom bunntål- og teinefiskeriene i Barentshavet. Datainnsamlingen utføres på F/F Helmer Hanssen 10. – 30. november 2016 og 24. februar – 6. mars 2017 ved å simulere et kommersielt bunntålfiske. Det skal utføres en sammenligning av hvor stort skadeomfanget på snøkrabben er mellom kjønn, carapax bredde, bruk av bunntåltypene Alfredo nr. 3 fisketrål, Egersund Polar 2800# reketrål og Campelen 1800# prøvetakningstrål (reketrål), samt to ulike gear av typen ”rock-hopper gear” (RHG) og ”semi-sirkel sprednings gear” (SCSG). Førstnevnte gear blir brukt i dagens bunntålfiskeri, mens sistnevnte er en ny (2013) type gear som skal ha et lettere og mindre trykk mot bunnen enn RHG. I et kommersielt bunntålfiskeri blir snøkrabbene vanligvis overkjørt av gearet, mens et fåtall havner i trålposen. For å kunne samle opp og undersøke snøkrabbene som blir overkjørt for eventuelle skader skal derfor 3,3 meter brede undersekker festes under trålen og bak gearet. Det skal også utføres en sammenligning av størrelse på snøkrabbene og hvilken type gear (RHG/SCSG) som ble benyttet.

På bakgrunn av arbeidsbeskrivelsen presenteres følgende hypoteser:

1H₀: Det er ingen statistisk signifikant sammenheng mellom skade på snøkrabben og kjønn og/eller bredde på carapax og/eller hvilken tråldel snøkrabben blir funnet i (undersekk/hovedtrål) og/eller lengde på tauing og/eller hvilken type trål som blir brukt (Alfredo nr. 3/Egersund Polar 2800# reketrål/Campelen 1800# prøvetakningstrål) og/eller hvilken type gear som blir brukt (RHG/SCSG).

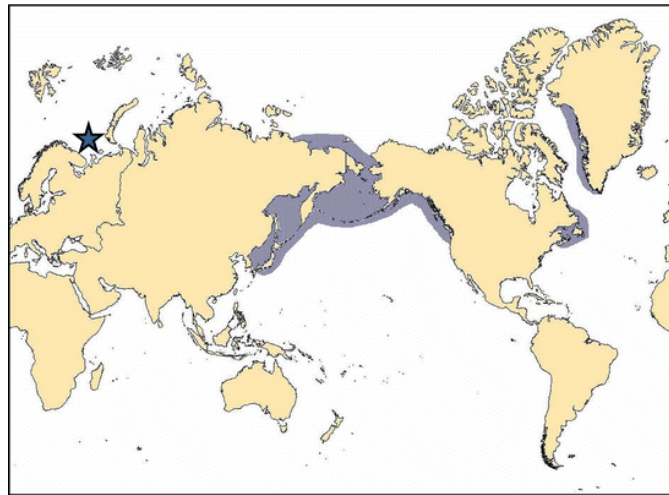
1H₁: Det er en statistisk signifikant sammenheng mellom skade på snøkrabben og kjønn og/eller bredde på carapax og/eller hvilken tråldel snøkrabben blir funnet i (undersekk/hovedtrål) og/eller lengde på tauing og/eller hvilken type trål som blir brukt (Alfredo nr. 3/Egersund Polar 2800# reketrål/Campelen 1800# prøvetakningstrål) og/eller hvilken type gear som blir brukt (RHG/SCSG).

2H₀: Det er ingen statistisk signifikant sammenheng mellom størrelsen på snøkrabben og hvilken type gear (RHG/SCSG) som ble benyttet.

2H₁: Det er en statistisk signifikant sammenheng mellom størrelsen på snøkrabben og hvilken type gear (RHG/SCSG) som ble benyttet.

1.2 Geografisk utbredelse

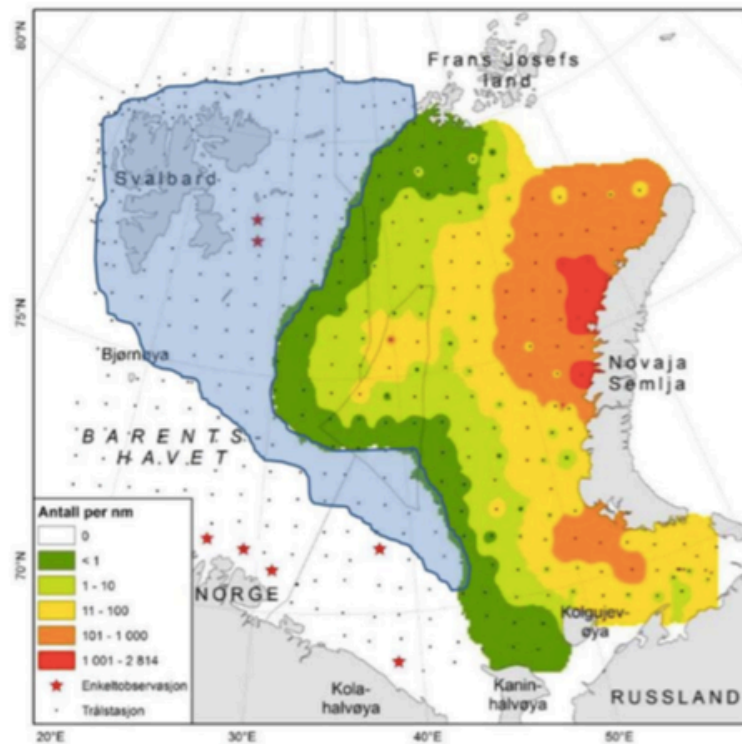
Snøkrabben er naturlig utbredt i de nordlige områdene av både Stillehavet og Atlanterhavet, slik som illustrert i Figur 4. I Stillehavet er den utbredt rundt Korea og Japan, opp langs Russlands østkyst, i Beringhavet, rundt store deler av Alaska og ned langs Canadas vestkyst. I Atlanterhavet finnes snøkrabben i østre deler av Canada, på vestkysten av Grønland og i den østlige delen av Barentshavet (Alvsvåg et al., 2009).



Figur 4. Utbredelsen av snøkrabbe (*C. opilio*) på verdensbasis. Stjernen indikerer den nye populasjonen av snøkrabbe i Barentshavet (Alvsvåg et al., 2009).

Det er knyttet usikkerhet til hvordan snøkrabben har kommet seg til de østre delene av Barentshavet. Forskerne jobber med to teorier. Den ene teorien går ut på at snøkrabben har blitt innført med ballastvann av russiske fartøy som gikk i trafikk mellom Canada og Barentshavet på 1980-tallet. Bakgrunnen for denne teorien er at snøkrabbens eksplosive vekst ligner på et mønster introduserte arter bruker å ha (Havforskningsinstituttet, 2017). Den andre teorien taler for at snøkrabben har vandret fra øst til vest langs Russland. Forekomster av snøkrabbe har blitt observert i både Tsjuktsjerhavet i øst, Øst-Sibirhavet og Laptevhavet i vest (Sundet, 2016). Forekomster av snøkrabbe ble imidlertid ikke påvist i Karahavet før den ble påvist i Barentshavet. Videre viser genetiske tester lite slektskap mellom snøkrabben i Barentshavet og snøkrabben langs vestkysten av Grønland, mens det er større likhet mellom snøkrabben i Barentshavet og den fra Beringhavet og østkysten av Canada. På bakgrunn av disse funnene er det vanskelig å si hvilken av disse teoriene om

opprinnelsen som er riktig (Havforskningsinstituttet, 2017). Det er uansett liten tvil om at snøkrabben er kommet for å bli i Barentshavet. Alvsvåg et al. (2009) viser til en godt etablert reproduserende populasjon og Jørgensen et al. (2014) viser til at snøkrabben utgjør 41% av biomassen i noen områder ved Gåsebanken, hvor de første snøkrabbene i Barentshavet ble oppdaget i 1996. På grunn av snøkrabbens ekspansjon de siste årene er det forventet at populasjonen vil bevege seg lengre vestover (illustrert i Figur 5) i den kommende tiden (Havforskningsinstituttet, 2017).



Figur 5. Den nåværende (grønn, gul, rød) og forventede (blå) utbredelsen av snøkrabbe (*C. opilio*) i Barentshavet. Stjerner indikerer enkeltobservasjoner (Havforskningsinstituttet, 2017).

Slik den geografiske utbredelsen viser, trives snøkrabben i kalde omgivelser. Voksne snøkrabber lever vanligvis i temperaturer fra 0°C og opp mot 5°C, mens yngre krabber trives best i temperaturer som ikke overgår 2°C. Snøkrabben finnes på både leire-, sand- og hardbunn (Agnalt et al., 2011) på dyp som varierer fra 20 til 700 meter, avhengig av temperatur (Jørgensen et al., 2014). Hvilket dyp snøkrabben finnes på har også en sammenheng med størrelse på ryggskjoldbredde (CW). I Barentshavet finner man hovedsakelig de største snøkrabbene (>10cm CW) fra 180 til 350 meters dyp med

temperaturer ned til $-0,8^{\circ}\text{C}$, medium store snøkrabber (5-10 cm CW) fra 130 til 280 meters dyp og små snøkrabber ($<5\text{cm CW}$) fra 80 til 190 meters dyp (Alvsvåg et al. 2009).

1.3 Biologi

I dette kapitlet presenteres en relativ grundig beskrivelse av snøkrabbens, *Chionoecetes opilio* (Fabricius, 1788), biologi. Biologien er avgjørende for å forstå hvordan fangstredskaper kan påvirke utviklingen av bestanden. Det er for eksempel usikkerhet rundt hvilken grad moderne varianter av bunntål påfører snøkrabber i ulike livsstadier et skadeomfang som kan føre til et redusert fangstutbytte i fremtiden.

1.3.1 Klassifisering

Det finnes syv arter innen slekten *Chionoecetes*, hvorav fire blir kalt for snøkrabbe, og alle blir kommersielt utnyttet. Otto Fabricius var den første til å klassifisere *C. opilio* (1788).

Artsdatabanken (u.d.) har følgende klassifisering for snøkrabbe:

Rike: Dyreriket: Animalia

Rekke: Leddyr: Arthropoda

Underrekke: Krepser: Crustacea

Klasse: Storkrepser: Malacostraca

Orden: Tifotkrepser: Decapoda

Underorden: Eggbærereker: Pleocyemata

Infraorden: Brachyura

Familie: Majoidea

Slekt: *Chionoecetes*

Art: *C. opilio*

1.3.2 Diett

Hva snøkrabben livnærer seg av er avhengig av hvilket livsstadie den befinner seg i. I larvefasen består dietten hovedsakelig fytoplankton (NOAA, u.d.), mens for juvenile og voksne snøkrabber består dietten av bunnlevende organismer. Eksempelvis børsteorm (Polychaeta), tifotkreps (Decapoda) og andre i underrekken Crustacea, pigghuder (Echinodermata) og bløtdyr (Mollusca), samt fisk (hovedsakelig lodde (*Mallotus villosus*) i Barentshavet) og tilfeller av kannibalisme (Agnalt et al., 2011, Divine et al., 2015). I Barentshavet inngår snøkrabben selv i dietten til predatorer som nordøstarktisk torsk (*G. morhua*), nordøstarktisk hyse (*M. aeglefinus*), steinbit (*Anarhichas* spp.) og kloskate (*Raja* spp.) (Agnalt et al., 2011).

1.3.3 Livsstadier

Ulike kilder oppgir noe ulik lengde på snøkrabbens livsløp. Kruse et al. (2007) skriver 17 år for hannkrabber, mens Comeau et al. (1998) viser til en maksimumsalder på 19 år for hannkrabber i sin studie. Begge studier viser til at hunnkrabben har en noe kortere levealder, opp mot 13 år.

I Barentshavet foregår paringen mellom snøkrabbene på senvinter og tidlig vår. Hunnkrabbene bærer utrogn som klekkes rett før neste paring. Larvene lever fra to til tre måneder i pelagiske stadier før de bunnslår i løpet av september/oktober (Havforskningsinstituttet, 2016b). Før snøkrabben er klar for å reprodusere, gjennomgår den flere stadier med utvikling av reproduksjonsorganer og morfologiske trekk (Kruse et al., 2007). Snøkrabbens livsstadier er nærmere beskrevet i Vedlegg 6.6.

1.3.4 Skallskifte og reproduksjon

Under skallskiftet migrerer snøkrabben inn mot grunnere vann (Kruse et al., 2007). Skallskiftet innebærer at hele det ytre skjelettet på snøkrabben byttes ut. Før skallskiftet absorberer snøkrabben kalsium-karbonat fra det skallet som skal skiftes ut. Deretter skiller den ut enzymer som gjør at skallet løsner fra epidermis (det ytterste laget av den underliggende huden). Til sist skiller epidermis ut et nytt og mykt skall under det gamle

skallet. Rett før skallskiftet absorberer snøkrabben vann slik at den svulmer opp. Dermed utvides det gamle skallet og en søm som går rundt hele kroppen ”rakner” slik at ryggskjoldet åpner seg. Snøkrabben får da mulighet til å trekke seg ut fra det gamle skallet. Hele prosessen kan ta opptil flere uker å gjennomføre (Stevens, u.d). Skallskiftet foregår på våren og forsommeren (Havforskningsinstituttet, 2017).

I tiden etter snøkrabben har forlatt det gamle skallet har den en hvitaktig farge, og det som etter hvert vil bli det nye skallet fremstår som en myk overflate inntil det gradvis hardner. Dette gjør snøkrabben spesielt sårbar for predatorer og skader i en periode som kan vare opp til flere måneder (FRCC, 2005). I tillegg til at skallskiftet gir krabben mulighet til å vokse i størrelse, er det også en mulighet for å erstatte tapte eller ødelagte lemmer. Studier utført av Halcrow og Steel (1992) viser at selv etter det terminale skallskiftet⁹ har snøkrabben mulighet til å reparere eventuelle skader, ved at det etter en tid dannes en tynn membran på sårstedet. Nye lemmer kan derimot ikke erstattes etter det terminale skallskiftet. Snøkrabben har evnen til å slippe gangbein som en overlevelsesstrategi ved skade eller klyping (FHF, 2016). Den vil derfor ha mulighet til å erstatte disse i tiden før det terminale skallskiftet.

De morfologiske kjennetegnene på at det terminale skallskiftet er gjennomført og at snøkrabbene er blitt kjønnsmodne er for hunnkrabbene et bredt abdomen som dekker hele undersiden og gir plass til å bære eggene, mens hannkrabbene kjennetegnes ved store klør (se Figur 6). Størrelsen ved det terminale skallskiftet varierer i forhold til område. I områdene på østsiden av Canada er hannkrabbenes ryggskjoldbredde omtrent 95 mm og hunnkrabbenes ryggskjoldbredde omtrent 50 mm ved terminalt skallskifte (BIO, 2015). I Barentshavet viser foreløpige undersøkelser at det terminale skallskiftet skjer når hannkrabbenes ryggskjold er mellom 62 og 116 mm bredt (Havforskningsinstituttet, 2017), og for hunnkrabbene fra 50 mm bredt (Havforskningsinstituttet, 2016b).

⁹ Det terminale skallskiftet er det siste skallskiftet krabben kan utføre. Da er krabben kjønnsmoden og den slutter å vokse (Havforskningsinstituttet, 2016b).

Hannkrabbens klør brukes til å gripe fast hunnen under paringen. Når hannen har fertilisert eggene oppbevarer hunnen eggene under abdomen frem til larvene klekkes. Denne perioden kan vare fra ett til to år. Det er usikkerhet knyttet til hva som avgjør hvor lenge hunnen bærer på eggene før larvene klekkes. Temperaturavhengige faktorer er én teori, hvor kaldere vann fører til at hunnkrabben bærer eggene lengre. Hunnkrabben har også mulighet til å lagre hannens spermampuller, slik at hunnen senere selv kan befrukte eggene uten å være avhengig av en hann. Det er derimot usikkert hvor ofte dette forekommer i naturen (NOAA, 2004). Antall egg hunnkrabbene bærer på kan variere fra 6.000 til 140.000 (NOAA, u.d.).



Figur 6. Over- og underside av snøkrabbe (*C. opilio*). Den største snøkrabben er en kjønnsmoden hannkrabbe. Dette kjennetegnes ved store klør. Den nederste snøkrabben er en kjønnsmoden hunnkrabbe. Dette kjennetegnes ved et bredt abdomen som dekker hele undersiden. Foto fra tokt februar/mars 2017.

1.4 Forvaltning av snøkrabbe

På markedet er ofte snøkrabbe en fellesbetegnelse for krabber innen slekten *Chionoecetes* og kan innebære artene *C. japonicus*, *C. bairdi*, *C. angulatus* og *C. opilio*. På verdensbasis står Canada for 48% av fangsten av snøkrabbe, Sør-Korea 20%, USA (Alaska) 15%, Russland 14% og Japan 2%. Videre drives det en relativ beskjeden fangst på Grønland, St. Pierre og Miquelon og i Norge. Disse står for omtrent 1% hver (tall fra 2013) (Anon., 2016). En nærmere beskrivelse av hvordan USA, Canada og Russland forvalter sine snøkrabbebestander er beskrevet i detalj i Vedlegg 6.7. Det første kvoterådet for snøkrabbe i norsk forvaltningssone kom i mai 2017. Det er derfor ikke en forvaltningsplan på plass foreløpig. I sine anbefalinger og diskusjon rundt videre forvaltning legger Havforskningsinstituttet til grunn komponenter fra det canadiske snøkrabbefisket, blant annet for minstemål og snøkrabber i skallskifte (Havforskningsinstituttet, 2017). I Canada er det drevet forskning på utviklingen av snøkrabbebestanden og dens sameksistens med trålflåten over lengre tid (Dawe et al., 2007, Nguyen et al. 2014) ettersom snøkrabbefisket her har foregått siden 1960-årene (Dawe og Mullowney, 2016). Det er derfor sannsynlig at forvaltningen av snøkrabbe på norsk sokkel i fremtiden vil ha flere likhetstrekk med det canadiske snøkrabbefisket om disse tenkes å være overførbare.

1.4.1 Barentshavet (Norge – Smutthullet og fiskevernsonen på Svalbard)

I Barentshavet har det foregått fiske etter snøkrabbe siden 2012. Frem til nylig har fisket hovedsakelig vært lokalisert i Smutthullet: et område på 67.000 km² i internasjonalt farvann, mellom Russland og Norges økonomiske soner (Anon., 2015) (se Figur 7). I 2015, under den 20. nordatlantiske fiskeriministerkonferansen, kom Russland og Norge til enighet om at snøkrabbe er en sedentær art. Dette betyr i praksis at råderetten over snøkrabben tilfaller det landet som kontrollerer kontinentalsokkelen (Anon., 2015, Nærings- og fiskeridepartementet, 2015). Russland kontrollerer dermed 85% av Smutthullet og Norge de resterende 15% (Skarbøvik, 2015). Videre ble de enige om å innlede et forskningssamarbeid for å skaffe pålitelige data for å kunne sikre en bærekraftig utnyttelse av bestanden. Målet er å fastsette en årlig TAC slik det gjøres med andre kommersielle arter. For 2016 ble det gitt en gjensidig tillatelse til fangst av snøkrabbe hos de to partenes deler av kontinentalsokkelen (Nærings- og fiskeridepartementet, 2015), mens EU-fartøy ble utestengt på begge sider i løpet av sommeren 2016 (Fenstad, 2016). I midlertid ble norske forskningsfartøy nektet å utføre det

årlige økosystemtoktet på den russiske siden. Toktet hadde blant annet som formål å registrere den geografiske utbredelsen og forekomstene av snøkrabbe. Russland utførte heller ikke økosystemtokt i Smutthullet i 2016 og man står dermed igjen med hull i registreringene for dette året (Jensen, 2016). Russland skulle i utgangspunktet holde snøkrabbefisket stengt i 2017 for både sine egne og utenlandske krabbefiskere på sin del av Smutthullet inntil en forvaltningsplan var på plass (Rostad og Abelsen, 2016). Russisk sone av Smutthullet er fremdeles stengt for utenlandske krabbefiskere, men det har blitt satt en kvote på 7870 tonn for russiske krabbefiskere (Anon., 2017).



Figur 7. Smutthullet er lokalisert mellom Norges økonomiske sone i sør, fiskevernsone på Svalbard i vest og Russlands økonomiske sone (RØS) i øst (Kartverket, 2016).

De politiske og rettslige utfordringene rundt snøkrabbefisket i Barentshavet er stadig oppe til debatt i mediebildet. Snøkrabben vil etter all sannsynlighet fortsette sin vandring mot Svalbard og spørsmålet om hvem som har rett til å utnytte ressursen her har allerede oppstått. Tidligere har fartøy fra Spania, Litauen og Latvia fisket etter snøkrabbe i Smutthullet. Etter det ble fastslått at snøkrabbe er en sedentær art, må fartøy fra andre land nå ha tillatelse av den aktuelle kyststat (enten Russland eller Norge) for å kunne delta (Skarbøvik, 2015), noe de ikke har fått. Med støtte fra europaparlamentet har Latvia likevel utstedt tillatelser til å fiske etter snøkrabbe i fiskevernsone rundt Svalbard (Abelsen og Krogh, 2017). Tilsammen 16 fiskebåter har fått tillatelse av EU i dette området (Mehren og Abelsen, 2017). Sommeren 2016 ble et litauisk fartøy arrestert av den norske Kystvakten for å ha fisket etter snøkrabbe i Smutthullet (Fenstad, 2016) og i januar 2017 ble et latvisk fartøy arrestert for å ha fisket etter

snøkrabbe i fiskevernsonen rundt Svalbard. Den latviske regjeringen har varslet at Svalbardtraktaten nå kan bli rettslig utfordret som konsekvens (Abelsen og Krogh, 2017). I følge Svalbardtraktaten fra 1920 har alle borgere av traktatlandene lik rett til å drive fiske og fangst på Svalbard. Norge mener at traktatens virkeområde kun gjelder på land og i territorialfarvannet rundt Svalbard (12 nautiske mil ut fra grunnlinja) og at de i medhold av folkeretten kan opprette en full økonomisk sone (200 nautiske mil ut fra grunnlinja) (se Figur 6), lik den rundt Norges fastland (Nærings- og fiskeridepartementet, 2104a). I tillegg argumenterer Norge for at Svalbards kontinentalsokkel egentlig er en forlengelse av den norske kontinentalsokkelen og at snøkrabben derfor kan tolkes som en eksklusiv norsk ressurs. Disse tolkningene er omstridte og vil sannsynligvis bestrides av flere land i den kommende tiden, slik det påpekes av Hansen (2015). Forvaltningsretten Norge har i fiskevernsonen rundt Svalbard gjelder i utgangspunktet kun fisk og reker (Nærings- og fiskeridepartementet, 2014a) og derfor vil spørsmålet om hvordan man i fremtiden skal forvalte en sedentær art i dette området kunne skape problemer. Hansen (2015) mener at dette spørsmålet samtidig gir grunnlag for en debatt om hvem som har rett til å drive med olje-, gass- og mineralvirksomhet i disse områdene og at dette kan være noe av grunnen til at norske myndigheter er handlingslammet i denne forvaltningsutfordringen.

Antall fartøy som fisker snøkrabbe og lander fangsten i Norge steg fra ett norsk og ett spansk fartøy i 2013 til totalt 23 fartøy i 2015, med kvantum på henholdsvis omtrent 130 og 10.000 tonn. I 2015 var 15 av fartøyene norske, og den totale førstehåndsomsetningen var på omtrent 230 mill. norske kroner (Hoel og Sundet, 2014, Norges Råfisklag, 2015, Boge, 2016). I 2017 har 56 norske fartøy fått dispensasjon til å fange snøkrabbe¹⁰. Det antas, på bakgrunn av den stadige spredningen av store mengder snøkrabbe lengre vest i Barentshavet, at potensialet for dette fiskeriet er stort. Det spås fangster opp mot 25.000 – 75.000 tonn allerede innen ti år, og når bestanden er fullt utviklet i Barentshavet viser beregninger at det årlig kan fanges fra 50.000 til 150.000 tonn. Potensialet for førstehåndsverdien vil da kunne variere mellom 1,5 til 6 milliarder norske kroner årlig (Hvingel et al., 2015). De største markedene for norsk eksport av snøkrabbe er USA, Japan og dernest Sør-Korea. På grunn av utfordringer knyttet til at fisket foregår langt fra land produseres omtrent 80% av snøkrabben fortløpende ombord og det landes ombordfryste klør, kluster og en mindre del rundfryst. De resterende 20% er

¹⁰ Pers. medd.; Guro Gjelsvik, seniorrådgiver, Fiskeridirektoratet.

landinger av hele/levende krabber. Snøkrabbefisket ser ikke ut til å ha en definert sesong ettersom landinger foregår stort sett hele året, men landingene gjennom høst og vinter er størst i kvantum (Norges Råfisklag, 2015).

I mai 2017 kom den første kvoteanbefalingen på snøkrabbe fra Havforskningsinstituttet. Det finnes derfor få reguleringer som snøkrabbefiskerne på norsk sokkel per dags dato må forholde seg til. Av innsatsreguleringer må fartøy gis deltakeradgang til snøkrabbefiske. Av tekniske reguleringer er minstemålet satt til 100 mm CW og snøkrabbene kan kun fanges med teiner, hvor disse må røktes minst én gang per uke (Forskrift om utøvelse av fiske i sjøen, 2004). Havforskningsinstituttet anbefaler i sin biologiske rådgivning for 2017 at områder bør vurderes stengt i årstider med høy innblanding av snøkrabber i skallskifte (våren og forsommeren) (Havforskningsinstituttet, 2017). En av utfordringene med få reguleringer og en manglende helhetlig forvaltningsplan for snøkrabben i Barentshavet er at redskapskollisjoner mellom krabbeteinene og det etablerte trålfiskeriet i området kan forekomme (Fenstad, 2015). Allerede i 2014 ble det etterlyst deltakerbegrensninger som kan sikre en bedre sameksistens mellom flåtene. Trålflåten uttrykte i tillegg misnøye i forhold til dårlig merking av teinesettene (Anon., 2014). I 2016 og i starten av 2017 er redskapskollisjonene fortsatt et problem. I tillegg er det vanskelige forhold relatert til drivis så langt sør som Sentralbanken og Hopen¹¹.

¹¹ Pers. medd.; Roger B. Larsen.

2 Materiale og metode

Datainnsamlingen til min oppgave ble utført under toktene 10. - 30. november 2016 og 24. februar - 6. mars med F/F Helmer Hanssen. Fartøyet eies av Universitetet i Tromsø – Norges arktiske universitet. Fartøyet er en ombygd 63,80 meter lang rekeråler (F/T ”Jan Mayen”, 1988) som ble designet for flere operasjoner i drivis. Den ble i 1992 ombygd til forskningsfartøy for flere bruksområder, blant annet trålfiske og biologiske undersøkelser i både åpne havområder og områder med drivis. Båten har i dag kapasitet til 29 forskere i tillegg til et mannskap på 11 og er en spesielt viktig plattform for forskning i islagte områder og for flere undervisningskurs ved Universitetet i Tromsø og Universitetssenteret på Svalbard. For mer informasjon om fartøyet, se https://uit.no/forskning/art?p_document_id=336568&dim=179012 (UiT, 2017).

Området for prøvetakningene som beskrives i min oppgave ble utført øst for Hopen, langs Sentralbanken hvor den kommersielle fiskeflåten fisker etter reke, torsk og hyse. Det er i området rundt Sentralbanken og lengre øst mot grensa til Smutthullet det norske snøkrabbefisket per dags dato foregår.

Innsamlingen av data på snøkrabbe til denne oppgaven er basert på teknikker som har vært under utprøving ved Norges fiskerihøgskole i samarbeid med Havforskningsinstituttet, avdeling Tromsø, siden november 2015. I løpet av februar 2016 ble det utført forsøk med to identiske Campelen 1800# prøvetakningstrål med undersekker bak trålens gear for å fange opp snøkrabber som vanligvis tapes under trålens fiskeline (i praksis er fiskelina 40-50 cm fra bunn). Med dette oppsettet ble det gjennomført 74 vellykkede trålhal og mer enn 2400 snøkrabber av ulike størrelser ble fanget. Over 60% av disse krabbene ble fanget med undersekker som hadde en bredde på 3,3 og 2,2 m, hvor man beregnet at disse sekkene dekket henholdsvis 21% og 14% av bredden til trålens grunntau (dvs. effektiv bredde mellom spissene av trålens undervinger). Til sammenligning ga en streng med 30 forsøksteiner etter fire døgn kun 186 snøkrabber totalt. Under disse forsøkene ble det ikke gjort undersøkelser av

skader på snøkrabbene, ettersom det kun var fokus på biologiske prøver (størrelse, vekt, kjønn osv.) for å vurdere prøvetakingstrålenes evne til å fange snøkrabbe¹².

2.1 Område

2.1.1 November 2016

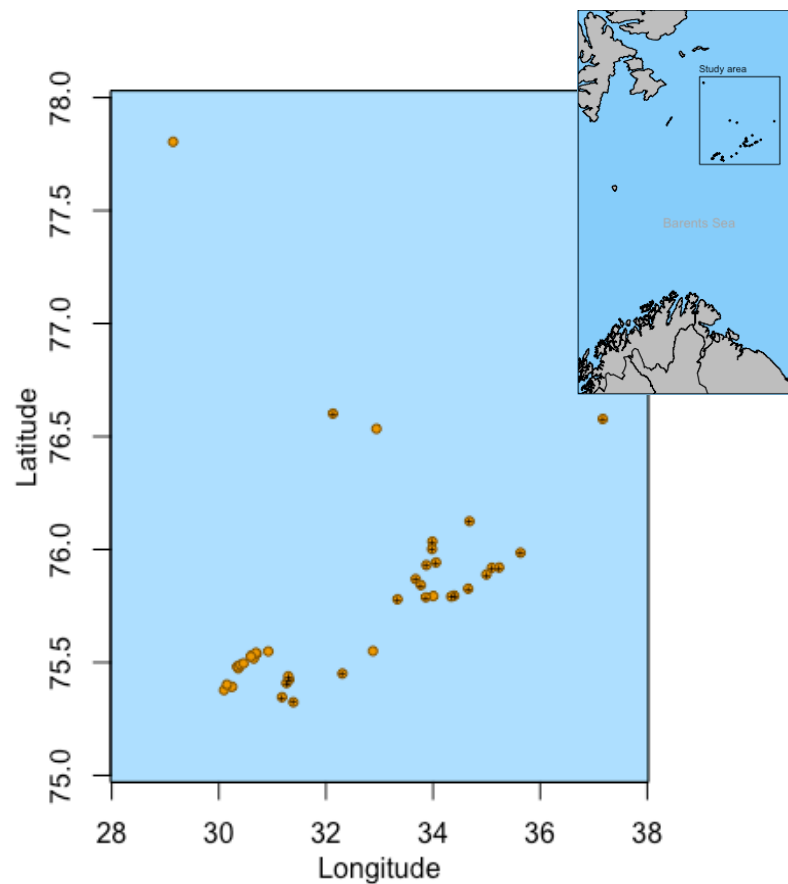
Toktet ble gjennomført med flere oppgaver løpende parallelt, eksempelvis seleksjon i reketrål, parasittstudier hos fisk og innhenting av snøkrabbe. Prøvetakningen foregikk over et bredt område i Barentshavet (Figur 8). Opprinnelig skulle toktet foregå på Sentralbanken og langs grensa til Smutthullet i hele perioden, men fangsten de første dagene av toktet var såpass liten at det 14. november ble avgjort å dra ut av krabbefeltene og opp til nord for Hopen, øst for Edgeøya. De små fangstene skyldtes trolig et uvær som akkurat hadde feid over Barentshavet. Den kommersielle fiskeflåten hadde også flyttet på seg, men lengre vestover enn hva vårt tokt kunne tillate med tanke på tidsforbruk. Det viste seg at fangstene fremdeles holdt seg lave på det nye feltet. I tillegg var det mye mudder i trålen og i undersekken. En teori til årsaken til de eksepsjonelt store vanskene med mye leire, mudder og stein var det relativt sjeldne fenomenet ”supermåne”. Supermåne inntreffer når fullmåne og månens minste avstand til jorda sammenfaller. Månens tiltrekningskraft blir dermed kraftigere enn ved vanlig fullmåne i denne perioden (Thonhaugen, 2016). Sedimentene har dermed blitt løftet og trålen ble fylt med mudder i stedet for fisk. Den 16. november dro fartøyet tilbake til Sentralbanken og på vestsiden av Smutthullet, men utfordringen med mye mudder varte i omtrent én uke.

Fra fartøyet forlot kai var det hele tiden kommunikasjon med andre fiskefartøy, slik at man var sikker på at prøvetakningen foregikk i samme område som snøkrabben oppholdt seg. Med tilgang på data fra Kystvaktsentralen/BarentsWatch hadde vi kontinuerlig oversikt over andre fartøys teinesett på krabbefeltene. Denne informasjonen er essensiell for å unngå at man kommer for nære flåtens teinesett og risikerer redskapskollisjoner.

Dybden i området for prøvetakningene varierte fra 205 til 381 meter i de gyldige tråltrekkene. Overflatetemperaturene varierte fra 0,8°C til 5,5°C, med en klar overvekt på temperaturer

¹² Pers. medd.; Roger B. Larsen.

over 4°C og en gjennomsnittstemperatur på 4,64°C. Oversikt over de gyldige tråltrekkene fra november 2016, med dybde- og temperaturinformasjon m.m., kan ses i Vedlegg 6.1.



Figur 8. Oversikt over gyldige tråltrekk under toktet i november 2016. Punktene viser tråltrekkene som ble gjennomført, mens punkt med sort kryss viser tråltrekk med snøkrabbe.

2.1.2 Februar/mars 2017

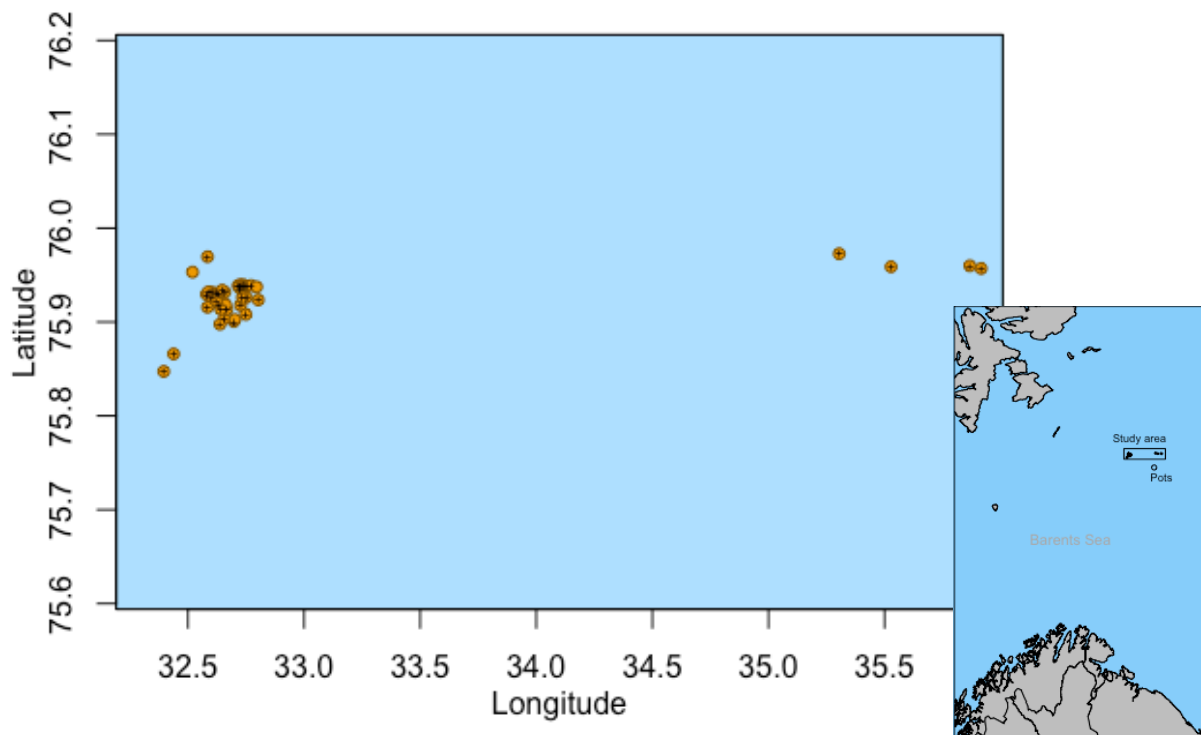
Prøvetakingen under toktet i februar/mars 2017 foregikk på et mer konsentrert område og over en kortere periode enn toktet i november 2016. Tråltrekkene ble utført langs Sentralbanken og inn mot den østlige delen av Smutthullet (Figur 9). Det tok lengre tid enn først beregnet å ankomme feltet på grunn av dårlig vær slik at verdifull tid gikk tapt¹³. Første hal ble utført før 27. februar.

28. februar ble det satt ut 30 krabbeteiner av fire varianter for prøvetaking. Fangsten i teinene skulle brukes i et annet pågående forskningsprosjekt, men kunne gi en indikasjon på

¹³ Beregnet tid var 50-54 timer fra Tromsø.

forekomsten av snøkrabber i området og fungere som en referanse for snøkrabber som ikke hadde vært utsatt (nylig) for overtråling. Teinene ble røktet 4. mars. Skadene på snøkrabbene i teinene ble registrert.

Dybde under tråling varierte mellom 210 til 343 meter. Overflatetemperaturene varierte mellom 1,5 °C til 3,3 °C. De laveste temperaturene ble målt under de fire tråltrekkene øst for E35°00', hvor gjennomsnittstemperaturen var 1,675 °C. Vest for E33°00' grader var gjennomsnittstemperaturen 2,927 °C. Oversikt over de gyldige tråltrekkene fra februar/mars 2017, med dybde- og temperaturinformasjon m.m., kan ses i Vedlegg 6.2.



Figur 9. Oversikt over gyldige tråltrekk under toktet i februar/mars 2017. Punktene viser tråltrekkene som ble gjennomført, mens punkt med sort kryss viser tråltrekk med snøkrabbe.

2.2 Tråloppsett

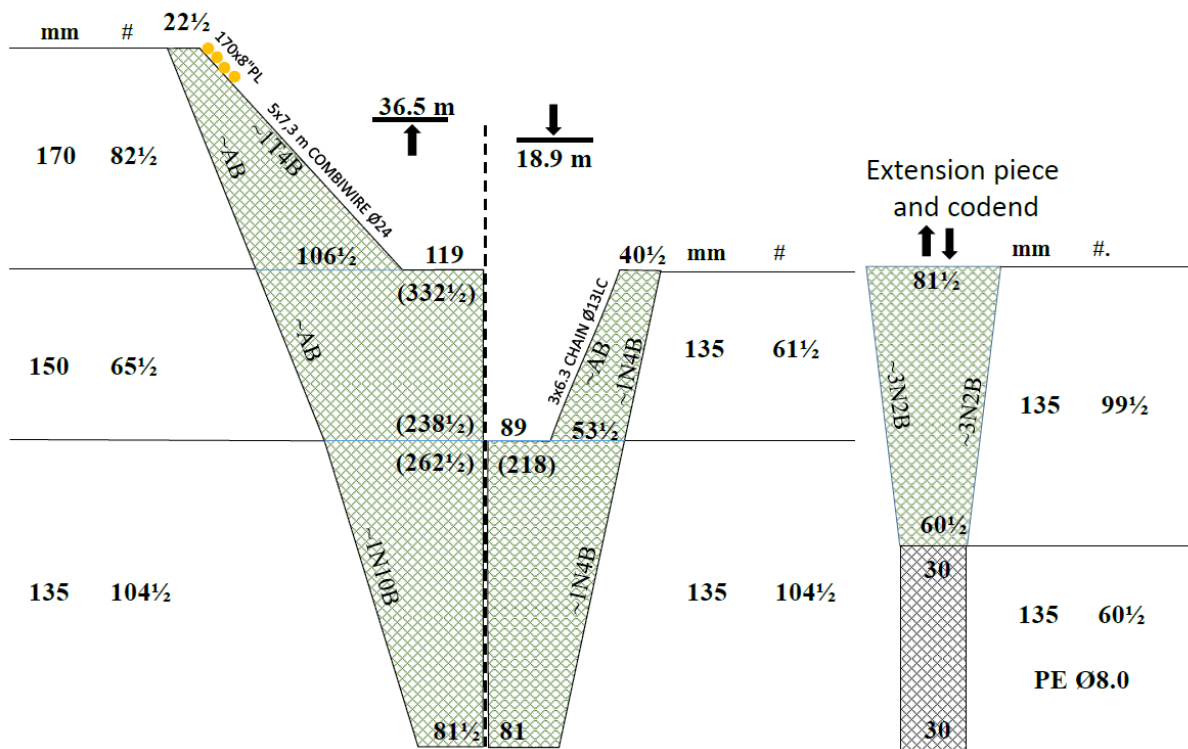
Til innsamling av mine data på snøkrabbe brukte vi tre ulike tråltyper. Den første serien ble utført med en fisketrål av typen Alfredo nr. 3, med en fiskeline på 18,9 m. Den andre serien ble samlet inn med en Egersund polar 2800# reketral (kommersiell størrelse) med en fiskeline

på 59,0 m. Den tredje serien ble samlet inn med to identiske prøvetakingstråler av typen Campelen 1800#, med en fiskeline på 19,2 m. Alfredo nr. 3 og Egersund polar 2800# har gear satt sammen av gummiskiver med en diameter (\emptyset) på 53,5 cm (21”), mens Campelen 1800# er standard utstyrt med \emptyset 35,6 cm (14”) gummiskive-gear. Årsaken til at vi benyttet ulike tråltyper er at flere forsøk kombineres under denne type tokt med forskningsfartøy. De ulike trålvariantene vil naturligvis ha ulik fangsteffektivitet på snøkrabbe. Redskapene er derfor beskrevet mer i detalj i de understående avsnittene.

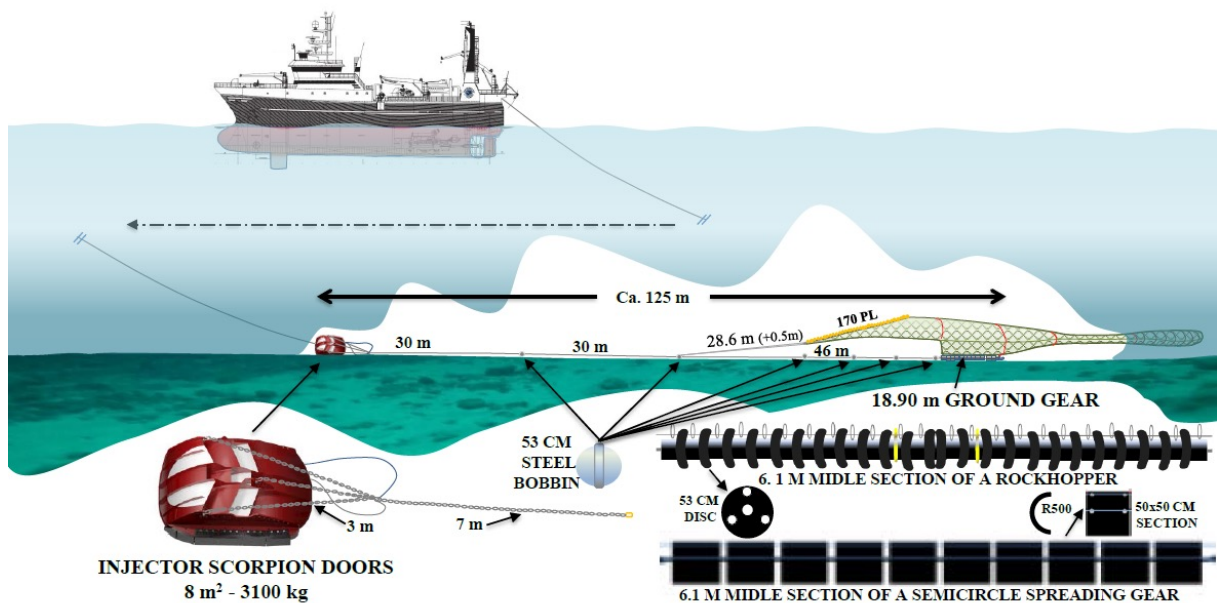
2.2.1 November 2016

Under forsøket i november 2016 ble det benyttet to ulike typer trål med samme tråldørsett for begge trålene, dvs. Injector Scorpion 8m^2 og 3100 kg. Den ene trålen var Alfredo nr. 3 fisketrål (se Figur 10) med et oppsett som i et ordinært fiske etter torsk og hyse i Barentshavet (se Figur 11). Den måler 115 m fra spiss av undervingen til dør. Med en tauefart (slepehastighet over bunn) på 3,2 – 3,6 knop var avstanden mellom tråldørene 120 – 125 m, trålens høyde 4,5 – 5,0 m, mens avstanden mellom spissen på undervingene var omtrent 14,5 m. Den andre trålen, Egersund Polar 2800# reketrål (se Figur 12), er vanligvis benyttet i det kommersielle havgående rekefisket. Med en tauefart på 2,7 – 3,1 knop var avstand mellom tråldørene 58 – 60 m, trålens høyde var 8,5 – 9,0 m, og avstanden mellom spissen på undervingene var omtrent 40 m. Undersekken som ble benyttet var 3,3 m bred (se Figur 16). Denne størrelsen kunne brukes på både Alfredo Nr. 3 fisketrål og Egersund Polar reketrål. Grunnet utfordringene i forbindelse med liten fangst ble det ikke nok tid til å teste SCSG på dette toktet og data stammer derfor kun fra 21” RHG (Figur 17). Langs hele lengden av fiskelina ble det 18,9 m lange RHG festet med \emptyset 10 mm kvikklinker. Undersekken ble festet langs midten av RHG og fiskelina.

Alfredo No. 3 fish trawl – with 135 mm Ø4,0 PE mesh in body

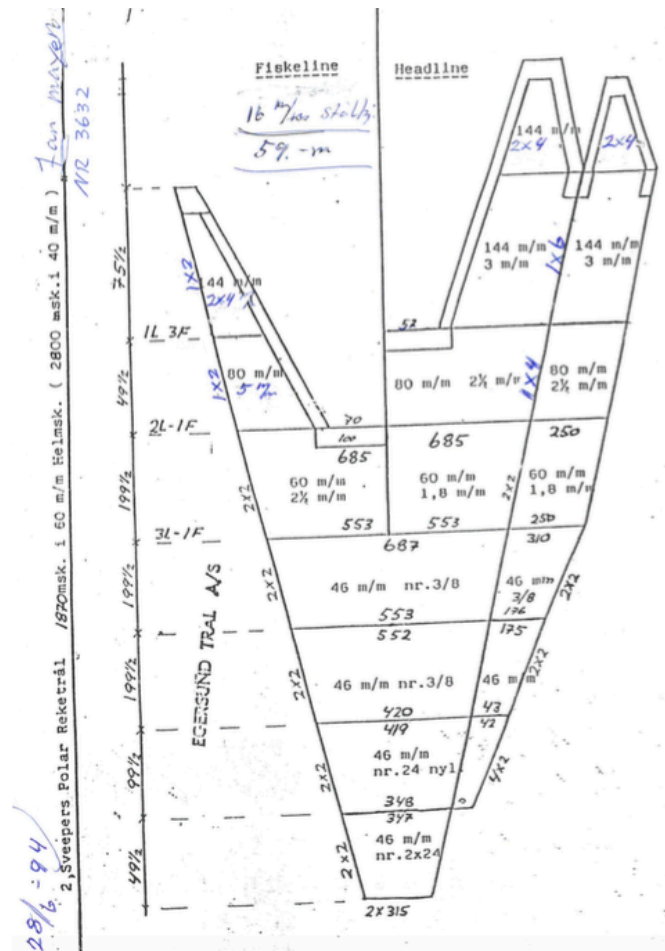


Figur 10. Konstruksjonstegning av en Alfredo nr. 3 fisketrål med kommersiell maskevidde, brukt i november 2016. Tegninger av Roger B. Larsen, 2016.

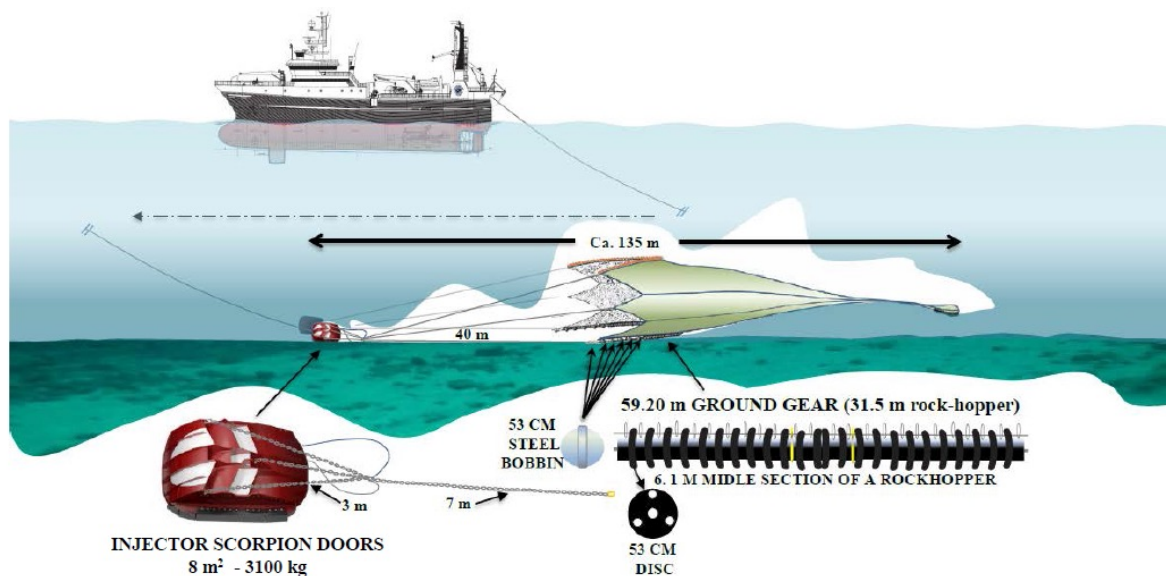


Figur 11. Oppsettet av Alfredo nr. 3 fisketrål med RHG og SCSG, hvor det ble benyttet kun RHG under mine forsøk i november 2016. Tegninger av Roger B. Larsen, 2016.

Figur 12 viser en kopi av en arbeidstegning fra Egersund Trål AS med konstruksjonen av en Egersund Polar 2800# reketrål. Fiskelina og gearet er 59 m lang, hvor midten og sidene er satt sammen av et 30,4 m langt RHG med 53,5 cm (21") skiver. Fra RHG frem til spissene av undervingene ble det montert 5 stk 21" stålbobbins på en Ø16 mm kjetting. Trålen var utstyrt med doble 40 m sveiper (se Figur 13).



Figur 12. Arbeidstegning av Egersund Polar 2800# reketrål brukt på tokt i november 2016. Kopi fra Egersund Trål AS.

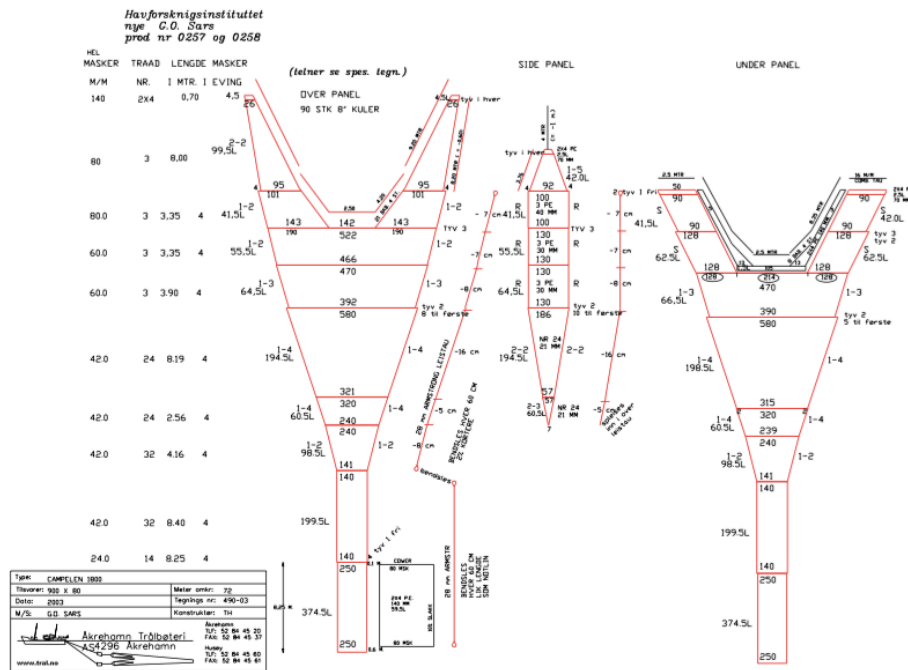


Figur 13. Oppsettet av Egersund Polar 2800# rekestrål med RHG brukt i november 2016. Tegninger av Roger B. Larsen, 2016.

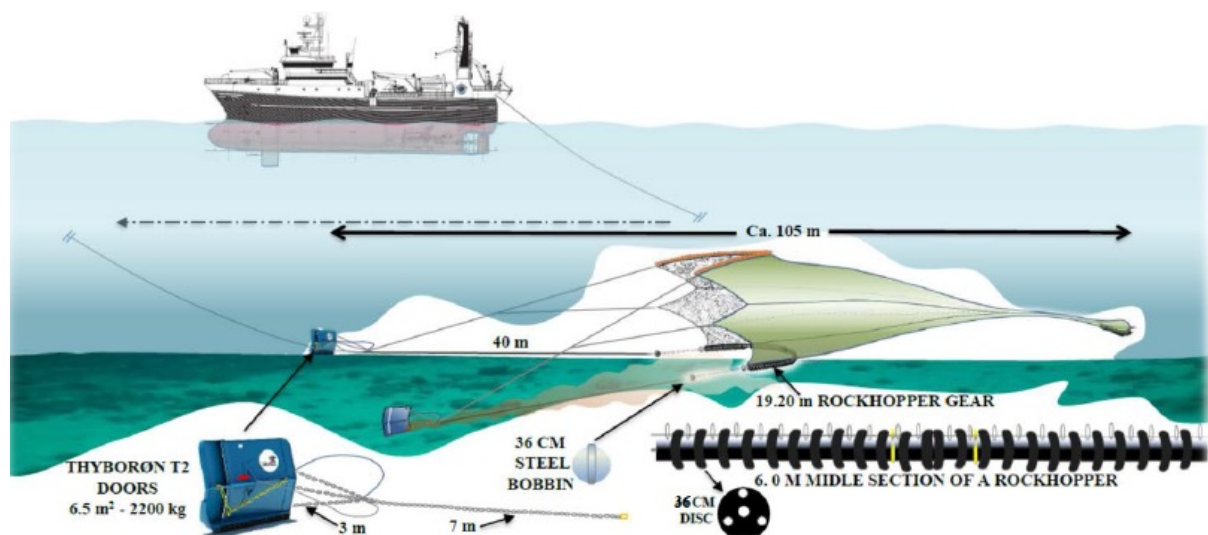
2.2.2 Februar/mars 2017

Under forsøket i februar/mars 2017 ble det benyttet to identiske Campelen 1800# prøvetakingstrål (Figur 14). Dette er en bunntrawl med småmasket nett og blir ikke brukt i de kommersielle fiskeriene. Tråltypen ble benyttet under toktet fordi den er mer håndterbar i forhold til effektiviteten under datainnsamling og fordi en del av toktet var dedikert til datainnsamling med andre formål. Mannskapene på norske forskningsfartøy er godt trent i å bruke denne tråltypen. Trålen ble tauet med 40 m lange sveiper og et sett Thyborøn T2 tråldører med et areal på $6,5 \text{ m}^2$ og vekt på 2,200 kg. Under tauing låses avstanden mellom tråldørene med "strapping". Dvs. et 10 m langt tverrgående tau mellom slepewirene som festes 150 m foran tråldørene. Campelen 1800# er lettere og mindre enn de to trålene som ble benyttet i november 2016, derfor ble det brukt mindre tid for hvert hal enn på det foregående toktet. Den ene trålen ble utstyrt med et 14" RHG (Figur 19) og på den andre trålen ble det montert et 14" SCSG bestående av 50 cm lange elementer (Figur 20). På denne måten kunne man også spare tid ved å slippe å skifte gear på trålen mellom forsøkene. Parallelt med innsamling av snøkrabbe, ble det gjennomført en studie på seleksjon i rekestrål. Dette innebar at det i tillegg var festet en oppsamlingspose over skilleristen (Nordmørsrister) under alle de gyldige tråltrekkene (utenom stasjon nr. 226-228) og en ekstra oppsamlingspose (hvor et sieve-nett var montert inn) foran Nordmørsristen i ti av tråltrekkene (stasjon nr. 209-219) (alle

gyldige). Med en tauefart på 3,0 – 3,2 knop var avstanden mellom tråldørene 48 – 52 m, trålens høyde var 6,0 – 6,5 m, mens avstanden mellom spissen på undervingene var omtrent 15 m. Undersekkene som ble festet på trålen var 3,3 m brede.



Figur 14. Utformingen av Campjellen 1800# prøvetakingstrål brukt på toktet i februar/mars 2017. Kopi fra Akrehamn Trålbøteri.



Figur 15. Oppsettet for Campjellen 1800# prøvetakingstrål brukt på toktet i februar/mars 2017. Tegninger av Roger B. Larsen, 2016.

2.2.3 Undersekk

Undersekken har til hensikt å samle opp snøkrabbene som vanligvis ville blitt overkjørt av trålens gear. I tidligere forsøk utført på F/F Helmer Hanssen har undersekker med både bredde 6,6 m og 2,2 m blitt brukt. På toktet i november 2016 og februar/mars 2017 ble kun undersekker med bredde 3,3 m (se Figur 16). Årsaken til valget av den 3,3 m brede undersekken er at tidligere erfaringer tyder på at denne er best egnet fordi den passer bra inn med konstruksjonen av trålens midtseksjon på fiskelina og den er relativt enkel å håndtere på dekk. En 2,2 m bred undersekk vil sannsynligvis være for liten til at prøvene blir tilfredsstillende, mens 6,6 m bred undersekk har vist seg å være for stor og lang (13 m). Man fryktet også at en 6,6 m bred undersekk kunne påvirke geometrien på hovedtrålen når det fanges mye leire/gjørme eller stein, uten at dette er vitenskapelig testet (Sundet et al., 2016). Undersekken som ble benyttet på toktene er inspirert av Ingolfsson og Jørgensen (2006) sin konstruksjon som ble brukt for å se på unnslippelse av torsk og hyse. Deres undersekker var laget av Ø2,5 mm polyetylen tråd (PE) med maskevidde 50 mm. I forsøkene fra november og februar/mars var undersekkene konstruert av langt mer slitesterke materialer og større maskevidde for å være tilpasset bunnforholdene i områdene det ble trålet.

Overtelna på undersekken ble festet til den midterste delen av fiskelina på trålen.

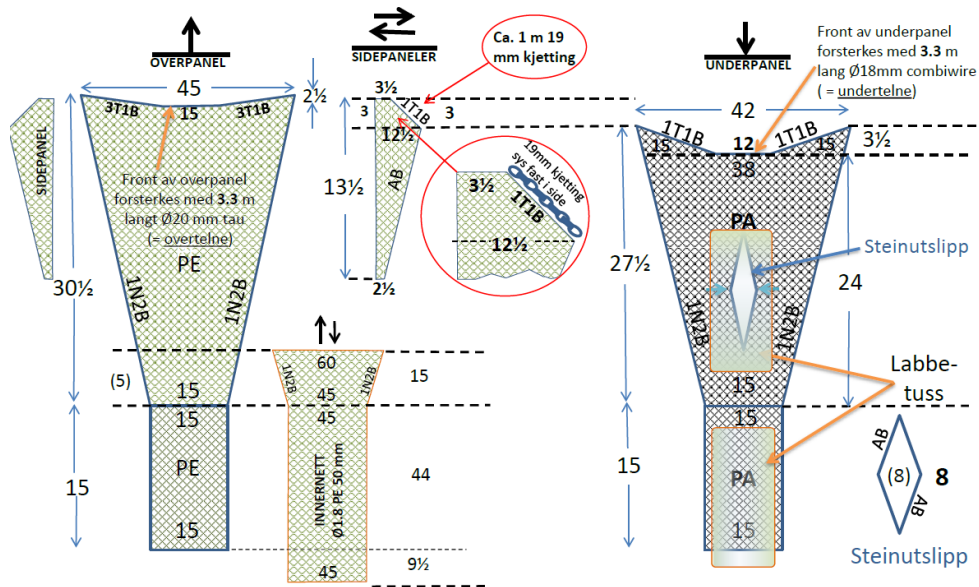
Undersekken var 3,3 m bred med en strukket lengde på 7,2 m (Figur 16). Maskevidden på over- og sidepanelene var på 135 mm (155 mm maskelengde) og laget av dobbel Ø6 mm PE. Maskevidden på underpanelet var også 135 mm (155 mm maskelengde) og laget av dobbel Ø6 mm polyamid. Den fremste delen av overpanelet ble forsterket med et 3,3 m langt Ø20 mm PE-tau, mens den fremste delen av underpanelet ble forsterket med en 3,3 m lang Ø18 mm combiwire. Langs sidepanelene ble det sydd fast en 1,02 m lang kjetting, hvor den øverste delen er koblet sammen med trålens fiskeline via TL16 lås. Langs undersekkens fiskeline ble det festet et gear av gummirubb bygd av Ø50 mm disk, samt en LL 19 mm kjetting. Total vekt på dette gearet ble beregnet til 22 kg.

I den bakerste delen av undersekken ble det festet et innernett med en maskevidde på 50 mm, laget av Ø1,8 mm PE. På undersiden av undersekken ble to rombformede åpninger (8x8 masker) laget for at eventuell fangst av stein og leire kunne slippe ut under forsøkene. Det ble montert ”labbetusser” langs undersiden av undersekken. Labbetussen har flere funksjoner.

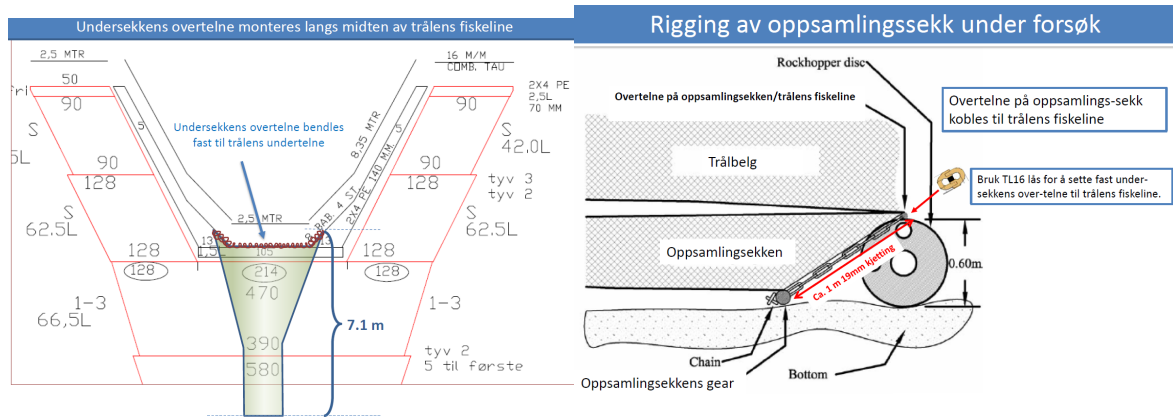
Den dekker for åpningene slik at fisk og snøkrabber ikke rømmer ut, samtidig som leire og stein av tyngre karakter vil kunne falle gjennom åpningene. Labbetussen beskytter også undersekken mot slitasje når den slepes langs bunnen og langs tråldekket.

Liten sekk (3 m bredde langs midtgear) til fangst av fisk/krabbe som går under fiskelina under standard prøvetaking med 1800# Campelen bunntråd

Overpanelet og sidepaneler lages i dbl. 155 mm (135 mm innvendig) PE. Underpanelet lages i dbl. 155 mm (135 mm innvendig) PA



Modifisert utgave av skisse i Ingolfsson & Jørgensen 2006; Fish. Res. 79. ved RB Larsen UIT 12.01. 2016



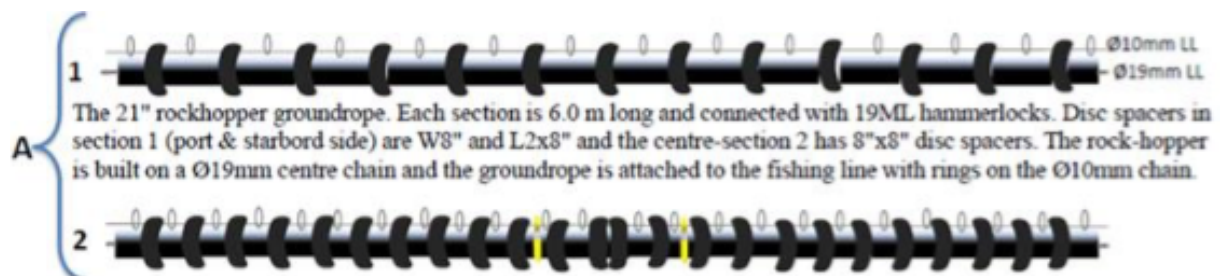
Figur 16. Utformingen av 3,3 meter bred undersekk (opsamlingssekk) brukt på toktet i november 2016 og februar/mars 2017, med detaljer av innernett, steinutslipp og montasje på trålens fiskelina og gear. Tegninger av Roger B. Larsen (2016) basert på skisser av Ingolfsson og Jørgensen (2006).

2.2.4 Rock-hopper gear

Under toktet i november 2016 ble et Ø21" RHG (Figur 17) benyttet på både Alfredo nr. 3 fisketrål og Egersund Polar 2800# rekestrål. Gearet ble festet langs den midterste delen av fiskelina på henholdsvis 18,9 m og 59,0 m. Under tauing blir fiskelina på Ø21" RHG (Ø53,6 cm) løftet omtrent 60 cm over bunnen.

RHG på Alfredo nr. 3 fisketrål er delt i tre enheter og de 6,1 m lange seksjonene med gjennomløpende Ø19 mm kjetting kobles sammen med 19 mm GM lås (Figur 17). Total lengde blir dermed 18,9 m. Total vekt på gearet festet til Alfredo nr. 3 er omtrent 2,5 tonn med 46 m kjetting og 4 – 5 stålbobbins på hver side foran danlenokula (ved spissene av undervingene), som illustrert i Figur 11 over.

På Egersund Polar 2800# rekestrål brukes det fem seksjoner med rock-hoppere. Den totale lengden er 30,4 m med en forlengelse av Ø16 mm kjetting med fem stålbobbins på hver side (se Figur 12 over og Figur 17). Side-gearet består av gummiskiver med 40,6 cm (16") brede mellomstykker som består av to fullstykker av hardplast, hver på 20,3 cm (8"). I midtseksjonen er mellomrommet mellom gummiskivene 20,3 cm (8") og disse mellomrommene består av ett fullstykke. Gjennom gummiskivenes øvre del går en Ø10 mm kjetting med stålringer som festes i fiskelina med stropp av "plentetau". Total vekt på gearet festet til Egersund Polar rekestrål ca. 3 tonn.



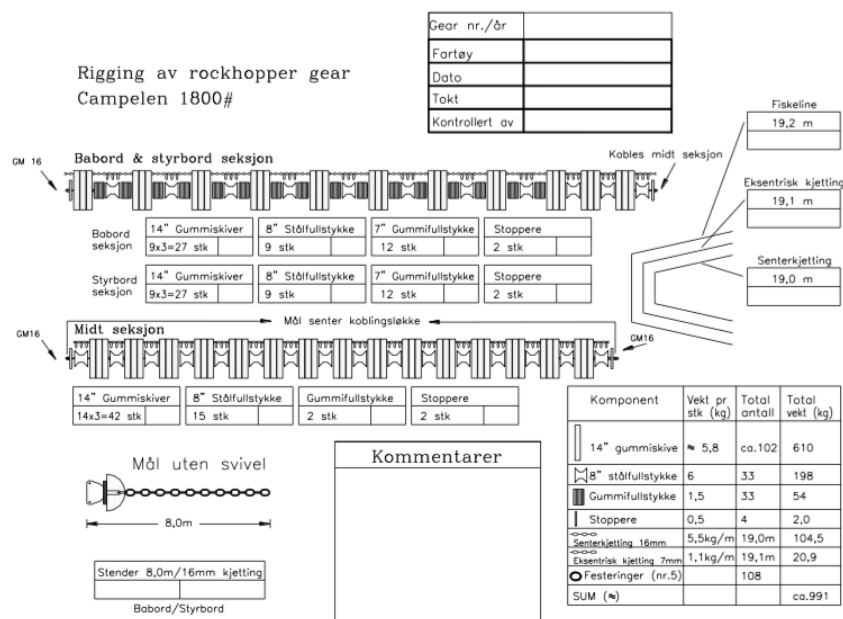
Figur 17. Illustrasjon av 21" RHG brukt på tokt i november 2016 (Larsen et al., 2015).

Under toktene i februar 2016 (med Havforskningsinstituttet) (Sundet et al., 2016) og februar/mars 2017 ble Campelen 1800# prøvetakningstrål brukt i forsøkene. Her ble det brukt

et Ø14" RHG. Gearet er på samme måte delt opp i tre seksjoner, hver på 6,3 m (Figur 18 og 19). De tre seksjonene blir festet langs den 19,2 m lange fiskelina. Styrbord og babord side av gearet består av 27 stk (9x3) 14" gummiskiver. Mellom gummiskivene står 9 stk 8" stålfullstykker og 12 stk 7" gummifullstykker. I midtseksjonen er antallet gummiskiver 42 stk (14x3), adskilt av 15 stk stålfullstykker og 2 stk gummifullstykker. Mellom hver av de tre seksjonene er det festet en stopper. Senterkjettingen er Ø16 mm, mens den eksentriske kjettingen er Ø7 mm. Den totale vekten på hele gearet er omtrent 991 kg. Den reelle avstanden mellom fiskelina og bunnen under tauing er for Ø14" (35,5 cm) RHG 35 – 40 cm.



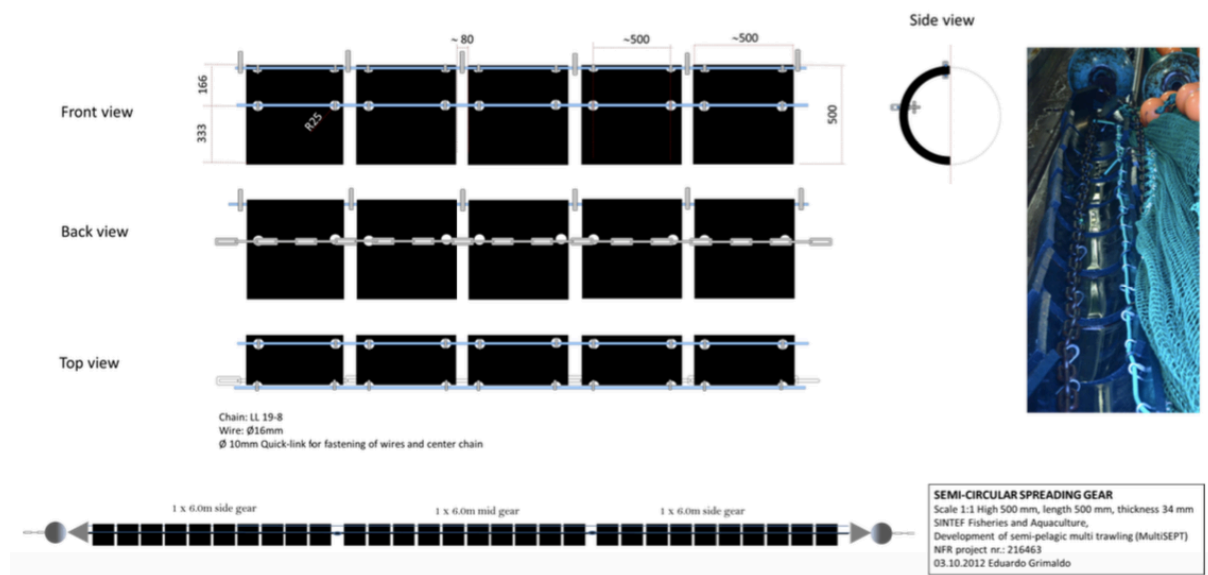
Figur 18. 14" RHG brukt under toktet i februar/mars 2017. Bildet til venstre viser midtseksjonen og bildet til høyre viser sideseksjonen av gearet. Foto av undertegnende.



Figur 19. Oppsettet for RHG slik det brukes av Havforskningsinstituttet (Havforskningsinstituttet, 2008).

2.2.5 Semi-sirkel sprednings gear

Under toktet i februar/mars 2017 ble et Ø14” semi-sirkel sprednings gear (SCSG) brukt under forsøkene vekselvis med RHG (Figur 20). SCSG er en ny type gear, utviklet av SINTEF Fiskeri og Havbruk (Grimaldo et al., 2013), med intensjon om å enkelt kunne passere hindringer på bunnen samtidig som den har god bunnkontakt. SCSG er i likhet med RHG delt opp i tre seksjoner. Lengden på seksjonene er de samme som for tilsvarende lengder på RHG. Forskjellen er at gummiskivene er byttet ut med semi-sirkel elementer, laget av PVC-rør som deles i to halvdel og videre deles opp i bestemt lengde. Elementene er 50 cm lange og har en diameter på Ø33 cm (14” på Campelen 1800#). Tykkelsen er 2,5 cm og monteres med en distanse på 5-8 cm mellom hvert element. Elementene er satt sammen med combiwire og kvikklinker og en Ø19/Ø16 mm kjetting¹⁴ festes i elementenes bakside (den konkave siden av elementene). I likhet med Ø14” RHG, vil også Ø14” (Ø33,0 cm) SCSG være løftet 35 – 40 cm over bunnen under tauing. Den totale vekten på Ø14” omtrent 1,7 tonn.



Figur 20. Oppsettet av semi-sirkel sprednings gear utviklet av SINTEF Fiskeri og Havbruk (Grimaldo et al., 2013).

¹⁴ På SCSG til Alfredo nr. 3 ble LL19,0 mm kjetting brukt, mens det på Campelen 1800# var en LL16,0 mm kjetting.

2.3 Datainnsamling

Da trålen ble tatt ombord begynte arbeidet med å forsiktig ta ut de lett synlige snøkrabbene fra hovedtrålen og undersekken. Resten av fangsten fra hovedtrålen ble sluppet ned i inntaksbingene i påvente av å bli sortert og dataregistrert. Undersekken ble tømt på dekk og innholdet ble spylt slik at gjørme og småstein ble skylt vekk og resterende snøkrabber ble lettere å se. Snøkrabbene som ble samlet inn fra dekk ble lagt i rekekurver og fraktet ned i laboratoriet under dekk. I noen tilfeller havnet snøkrabber fra hovedtrålen ned i mottaksbingene med resten av fangsten. Disse ble forsiktig plukket ut etterhvert som de ble oppdaget under bearbeidingen av prøvene og lagt i rekekurver i påvente av registreringsarbeidet på laboratoriet. I tilfeller hvor registreringsarbeidet av ulike årsaker ikke kunne begynnes på umiddelbart, ble krabbene lagt i store (90 l) baljer med tilstrømning av sjøvann. I tilfeller hvor det ble funnet snøkrabber i både hovedtrål og undersekk ble disse godt adskilt og merket slik at man unngikk forveksling.

Toktleder avgjorde underveis om det skulle fjernes eller settes på en ekstra kjetting på undersekken i forhold til hvor mye eller lite gjørme det var i prøvene. Mye gjørme kunne indikere at gearet gikk tungt mot sedimentene (se Figur 21 og 22), mens ingen gjørme eller stein kunne indikere at gearet gikk for lett.



Figur 21. Typisk innhold i undersekk på toktet i november 2016 var mye mudder og få krabber. Foto av undertegnende.



Figur 22. Til venstre: Innhold i undersekk ved bruk av RHG. Til høyre: Innhold i bunnen av en rekekurv er fra en undersekk ved bruk av SCSG. Tokt februar/mars 2017. Foto av undertegnende.

Registreringsarbeidet på laben bestod i å plote både kvantitative og kategoriske data i et skjema. Vekt- og lengdemåling av snøkrabbene går inn under førstnevnte, mens hvilken type trål, hvilken type gear, om snøkrabben ble funnet i undersekken eller i hovedtrålen, samt kjønn og hvilken type skade snøkrabben hadde går inn under sistnevnte. Skjemaet inneholdt også felt for detaljert informasjon om hunnkrabbenes kjønnsmodenhet, men dette var data som vil bli brukt i et annet forskningsprosjekt.

Om tråltrekket var gyldig eller ikke ble notert. Kriteriene som ble satt for et gyldig trekk var at undersekken var montert intakt og at trålen kom opp hel, uten betydningsfulle hull. I denne oppgaven er kun de gyldige tråltrekkene tatt med i analysene¹⁵. En oversikt over de gyldige tråltrekkene er presentert i Vedlegg 6.1 og 6.2.

Etter instruksjon fra Havforskningsinstituttet foregikk lengdemålingen av hannkrabbene ved å ta mål av det bredeste området på ryggskjoldet (carapax), samt lengde og bredde på høyre klo. For hunnkrabbene ble breddemål tatt av carapax og abdomen. Målingene av hannens klo og hunnens abdomen var data som skulle brukes til forskningsprosjekter med andre formål, mens målingene av carapax blir brukt i de statistiske analysene i denne oppgaven. I samråd med Havforskningsinstituttet ble det enighet om å lage et detaljert system for å registrere skadene på snøkrabbene. Det ble registrert hvor skaden var lokalisert (høyre eller venstre), hvilken del

¹⁵ Tråltrekkene er vist som stasjonsnummer i de ulike oversiktsfigurene i kapittel 3.

av snøkrabben som var skadet (carapax, abdomen eller bein), hvilken type skade (knekk eller manglende ledd/bein) og i tilfelle beinskade ble det registrert hvilke bein og hvilke ledd på beinet som var skadet eller manglet. Det ble også registrert om skaden var av eldre eller fersk karakter. Figur 23-26 viser eksempler på skader som ble funnet på snøkrabbene (foto av undertegnende). Illustrasjoner av hvordan dataregistreringen foregikk i praksis kan ses i Vedlegg 6.3. Skjema for registrering av snøkrabbe med tegnforklaring kan ses i Vedlegg 6.4.



Figur 23. Knekk i ryggskjoldet (carapax).



Figur 24. Gammel beinskade til venstre og ny beinskade til høyre.



Figur 25. Nylig avrevet bein.



Figur 26. Knekk i abdomen.

2.4 Statistisk metode

For å avklare hvilke faktorer som gir opphav til skader på snøkrabber i forbindelse med bunntørling etter fisk og reke, har jeg valgt å teste de faktorene jeg mener er de mest innlysende. Jeg har benyttet programmet R (versjon 3.3.2) for å kjøre kjikvadrat-tester med de innsamlede dataene. Kjikvadrat-testen benyttes ofte når verdiene i en variabel er gjensidig

utelukkende, slik som flere av variablene i dette datasettet er (skadet/ikke skadet, hann/hunn, funnet i hovedtrål/undersekk, RHG/SCSG). Videre har jeg valgt å bruke Yates korreksjon for kontinuitet fordi denne versjonen av kjikvadrat-testen er mest egnet når utvalget er lite. For mer informasjon om kjikvadrat-testen, se Aarnes (2011).

Formelen for kjikvadrat-testen med Yates korreksjon er som følger:

$$\chi^2 = \sum \frac{(|\text{Observert antall} - \text{Forventet antall}| - 0,5)^2}{\text{Forventet antall}}$$

De uavhengige variablene som ble testet mot snøkrabbenes skader ble valgt ut fra de faktorer jeg mener kan påvirke krabbenes skader. Forholdet mellom skadede og ikke skadede snøkrabber ble plottet som den avhengige variabelen, mens kjønn, carapax bredde, lengde på tauing (tråltrekkets bunntid), om krabben ble funnet i hovedtrål eller undersekk og hvilken type gear som ble brukt var uavhengige variabler. Målenivået¹⁶ for skadede snøkrabber, kjønn, om krabben ble funnet i hovedtrål eller undersekk og hvilken type gear som ble benyttet ble plottet som kategoriske dikotome variabler¹⁷. Carapax bredde og lengde på tauing ble under toktet opprinnelig plottet som kontinuerlige forholdstall, men da kjikvadrat-testene skulle utføres ble det klart at disse også måtte overføres til dikotome variabler. Carapax bredde ble da registrert som over og under omtrentlig størrelse ved kjønnsmodning (95mm for hann og 50mm for hunn (BIO, 2015)¹⁸. Lengde på tauing ble satt som en dikotom variabel ved at registreringen bestod av kortere eller lengre tauetid enn gjennomsnittslengden på toktet (2 timer i november 2016 og 50 min i februar/mars 2017). Deretter var det mulig å analysere hvordan de ulike variablene påvirket skadene på snøkrabbene.

¹⁶ Innen statistikk uttrykker målenivået variabelens egenskap. Det finnes ulike målenivå i forhold til hvor detaljert informasjon variabelen gir (Midtbø, s. 31-33, 2007).

¹⁷ Innen statistikk har en dikotom variabel kun to verdier og disse er gjensidig utelukkende (Midtbø, s. 33, 2007).

¹⁸ Størrelse ved kjønnsmodning varierer mellom områder. I denne analysen har jeg valgt å bruke undersøkelser utført i Canada (BIO, 2015) når jeg setter grensen mellom størrelsene på snøkrabbene, I Barentshavet skjer det terminale skallskiftet for hannkrabber mellom 62 og 116 mm i carapax bredde i følge foreløpige undersøkelser (Havforskningsinstituttet, 2017). For hunnkrabbene mellom 50 og 100 mm (Havforskningsinstituttet, 2016b).

Ved å finne phi-koeffisienten ($\phi^2 = \frac{\chi^2}{n}$) kan den statistiske avhengigheten mellom den avhengige variabelen og de uavhengige variablene forklares. Om phi-koeffisienten finnes på et nivå mellom -1.0 til -0.5 og +0.5 til +1.0 anses sammenhengen mellom variablene som sterk. Phi-koeffisienter med verdier mellom -0.5 til -0.3 og +0.3 til +0.5 anses som moderate, og verdier mellom -0.3 til -0.1 og +0.1 til +0.3 antas å ha en svak sammenheng mellom variablene. Om Phi-koeffisienten viser en verdi mellom -0.1 og +0.1 er det derimot ingen sammenheng mellom variablene (Plummer, 2014).

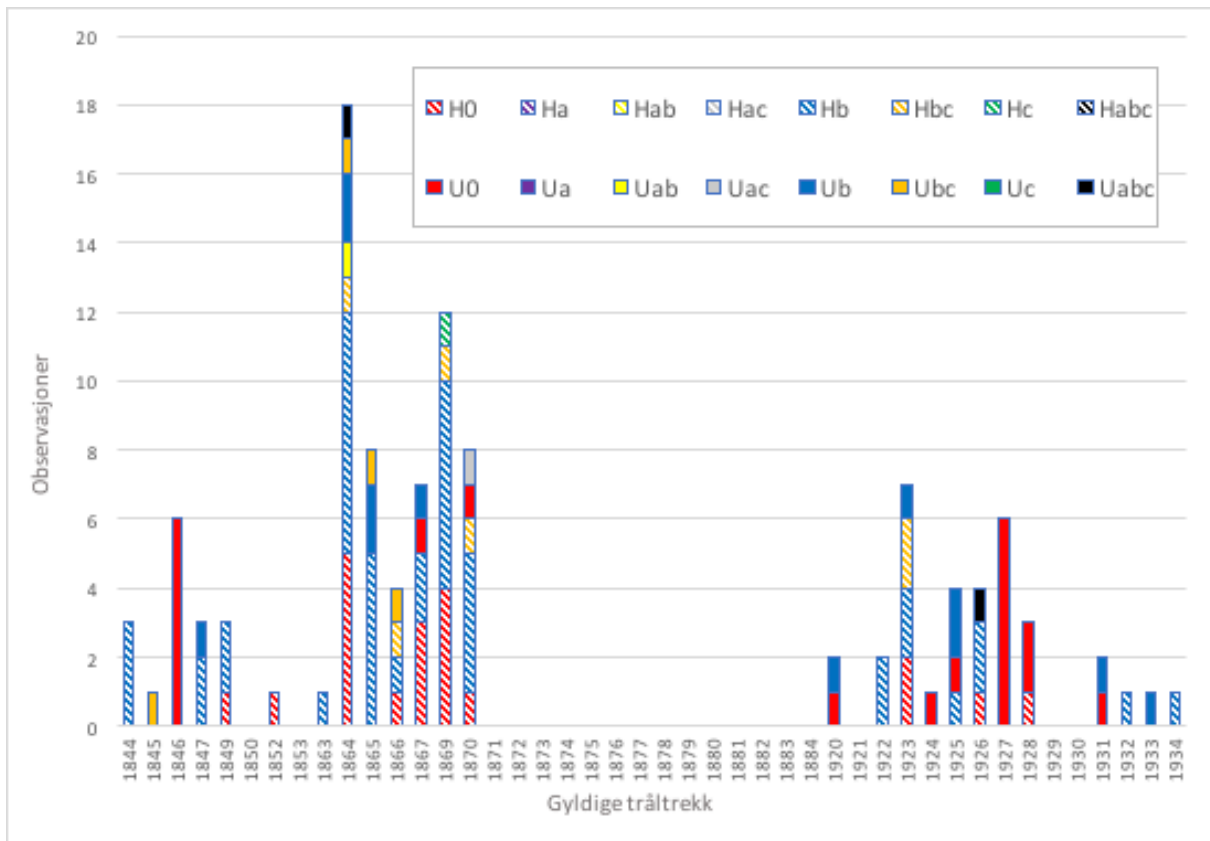
I utgangspunktet skulle jeg sammenligne skadeomfanget ved bruk av de ulike tråltypene med statistisk analyse fra begge tokt. Ettersom ingen snøkrabber ble fanget med Egersund 2800# reketrål var en statistisk analyse ikke mulig etter toktet i november 2016. Det ble også kun benyttet RHG med samme diameter på skivene i gearet, slik at en sammenligning skadeomfang mellom gearene heller ikke var mulig. Jeg har videre valgt å ikke sammenligne skadeomfanget mellom Alfredo nr. 3 fisketrål og Campelen 1800# prøvetakningstrål fordi forutsetningene på de to toktene var ulike i forhold til sesong, ulik størrelse på gear og tauetid. I februar/mars 2016 ble derimot både RHG og SCSG brukt, som henholdsvis hadde en diameter på 36 cm og 33 cm. Her var en sammenligning mulig. I tillegg til å sammenligne skadeomfanget på snøkrabbene mellom bruk av de to gearene, vil jeg finne om størrelsen på snøkrabbene som fanges varierer mellom bruk av RHG og SCSG. Til dette ville jeg i utgangspunktet benytte en variansanalyse (ANOVA). Enveis variansanalyse brukes for å analysere variasjonen mellom grupper i forhold til én forklaringsparameter (størrelse i dette tilfellet). Kriteriet er at utvalget er noenlunde normalfordelt, noe utvalget mitt ikke var. Det ble derfor bestemt at en permutasjonstest skulle benyttes i stedet, fordi den ikke forutsetter at utvalget er normalfordelt (Sen, 2014) og den bruker tilfeldige trekk av datautvalget for å vise den eksakte p-verdien. Permutasjonstesten som ble benyttet var en modifisert versjon av ANOVA (Wheeler og Torchiano, 2016).

Jeg har valgt å utføre kjikvadrat-testene og variansanalysen med et signifikansnivå på 95%. Det vil si at en p-verdi lavere enn 0.05 vil anses som statistisk signifikant, mens en p-verdi høyere enn 0.05 gir grunnlag for å beholde nullhypotesen.

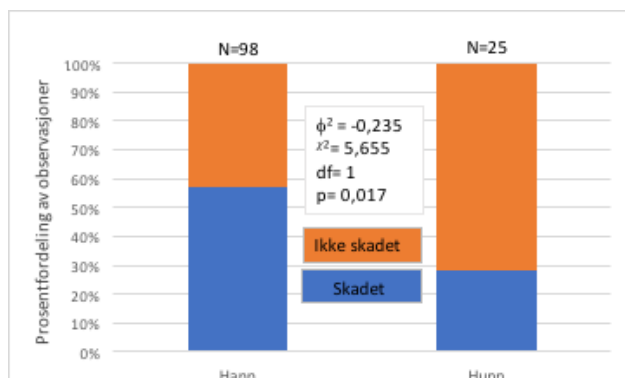
3 Resultater

3.1 November 2016

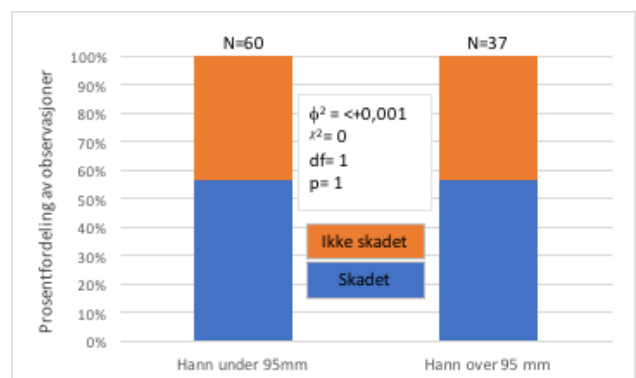
I løpet av de 42 gyldige tråltrekkene under toktet i november 2016 var det totale antallet snøkrabber 133. Kun tråltrekk med typen Alfredo nr. 3 fisketrål hadde snøkrabbe i fangsten.. Det ble funnet flest snøkrabber i hovedtrålen. Antallet hannkrabber var betydelig flere enn antallet hunnkrabber og beinskader var totalt sett høyest representert av de registrerte skadene. En detaljert oversikt over de ulike typene skader kan ses i Figur 27. Det relative forholdet mellom skadede og ikke skadede snøkrabber sett i forhold til kjønn (Figur 28), hannkrabber under og over 95 mm i carapax bredde (Figur 29), tauetid under eller over 2 timer (Figur 30) og i hvilken sekk snøkrabbene ble funnet (Figur 31) viser at en betydelig andel av snøkrabbene var skadet (47,4%). En kjikvadrat-test antyder en relativ klar forskjell i skadefrekvensen mellom kjønn. Kjikvadrat-testens svar antyder derimot ingen forskjell i skadefrekvensen mellom hannkrabber under og over 95 mm i carapax bredde, lengden på tauing eller i hvilken sekk snøkrabbene ble funnet. Det ble i denne serien ikke funnet hunnkrabber under 50 mm i carapax bredde og det var derfor ikke mulig å teste om det var en forskjell i skadefrekvensen mellom de ulike størrelsene på hunnkrabbene. Oversikt over resultatene fra november 2016 kan ses i Vedlegg 6.4.



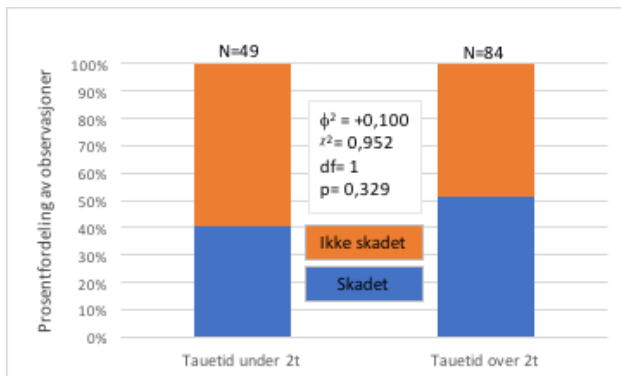
Figur 27. Tokt november 2016. Antall observasjoner av snøkrabber med ulike skader i både hovedtrålen (H) og i undersekken (U) i de gyldige tråltrekkene (vist med stasjonsnummer). Tegnene a, b og c indikerer skadene på henholdsvis abdomen, bein og carapax, mens 0 indikerer at snøkrabben ikke hadde skade.



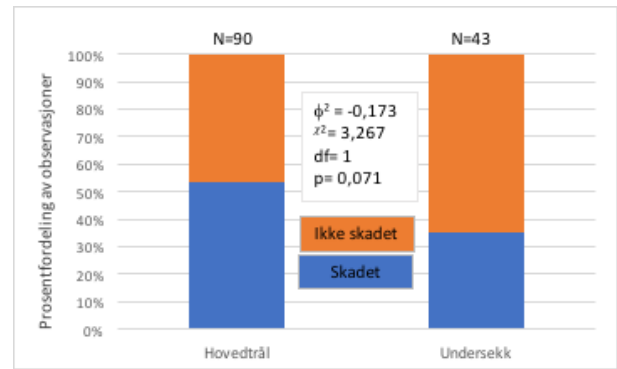
Figur 29. Skadefrekvensen mellom kjønn.



Figur 28. Skadefrekvensen mellom hannkrabber under og over 95 mm carapax bredde.



Figur 30. Skadefrekvensen mellom snøkrabber i tråltrekk med tauetid under og over 2 t.



Figur 31. Skadefrekvensen mellom snøkrabber funnet i hovedtrålen eller i undersekken.

I Figur 28 ser man at phi-koeffisienten (-0.235) viser en svak sammenheng mellom skader og kjønn, hvor de fleste hannkrabbene ble skadet og de færreste av hunnkrabbene ble skadet i interaksjon med RHG på Alfredo nr. 3. Fra dette materialet var 10 snøkrabber ikke mulig å kjønnsbestemme og ble følgelig ikke tatt med i denne kjikvadrat-testen. Kjikvadrat-testen viser en relativt høy χ^2 (5.655) og sammenhengen er signifikant på et 0.05-nivå (p-verdi=0.017). Konklusjonen vil derfor bli å forkaste nullhypotesen på 5-prosent nivået. Forskjellen i skader mellom kjønnene er ikke et resultat av tilfeldighet. Det totale antallet observasjoner av hann- og hunnkrabber er svært skjevfordelt, henholdsvis 98 og 25 stk. Dette blir imidlertid tatt hensyn til i estimeringen av p-verdien.

Figur 29 viser at det ikke er en sammenheng mellom skader og bredden på carapax hos hannkrabbene (phi-koeffisienten = <0.001). χ^2 viser verdien 0 og følgelig blir p-verdien 1. Det kan derfor konkluderes med at nullhypotesen må beholdes; det er ingen forskjell i skadefrekvens mellom hannkrabber med carapax bredde under eller over 95 mm.

Det er heller ikke sammenheng mellom skader og tauetiden (Figur 30). Phi-koeffisienten har en verdi på 0.1 og sammenhengen mellom skader og tauetid anses som svak. χ^2 har en lav verdi på 0.952 og p-verdien er utenfor et 95% signifikansnivå med 0.329. Nullhypotesen må beholdes; det er ingen forskjell i skadefrekvensen mellom tråltrekk som varer under eller over 2 timer.

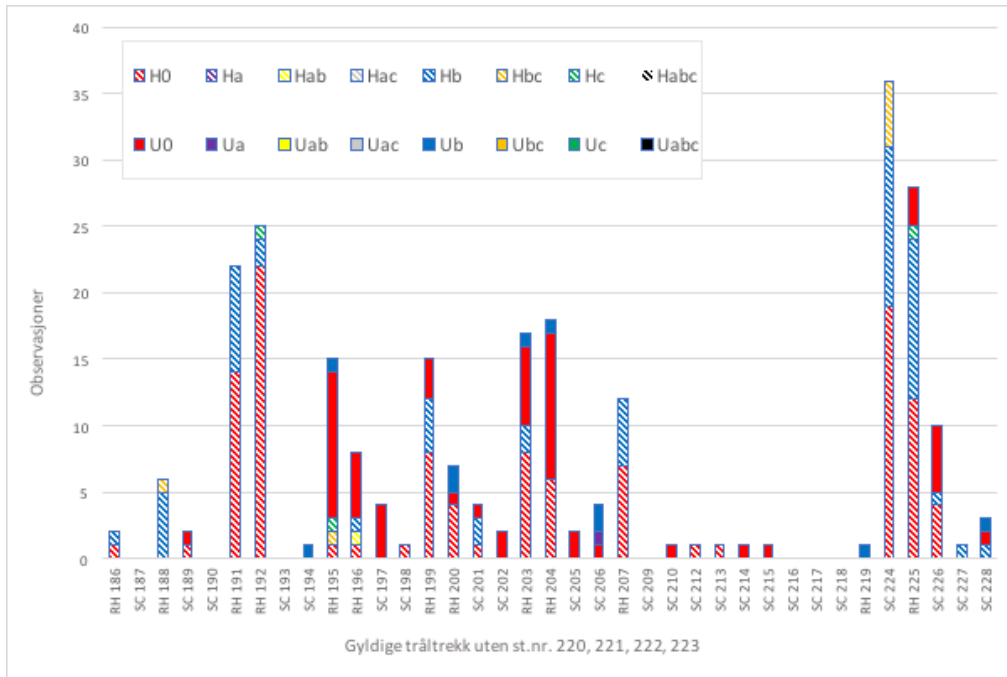
Til tross for at phi-koeffisienten på -0.173 indikerer en svak sammenheng mellom skader på snøkrabbene og hvor de ble funnet (Figur 31) må konklusjonen av denne kjikvadrat-testen bli å beholde nullhypotesen. Verdien av χ^2 viser 3.267 og p-verdien er utenfor et 95% signifikansnivå med 0.071. Det er ingen forskjell i skadefrekvensen mellom undersekken eller hovedtrålen.

3.2 Februar/mars 2017

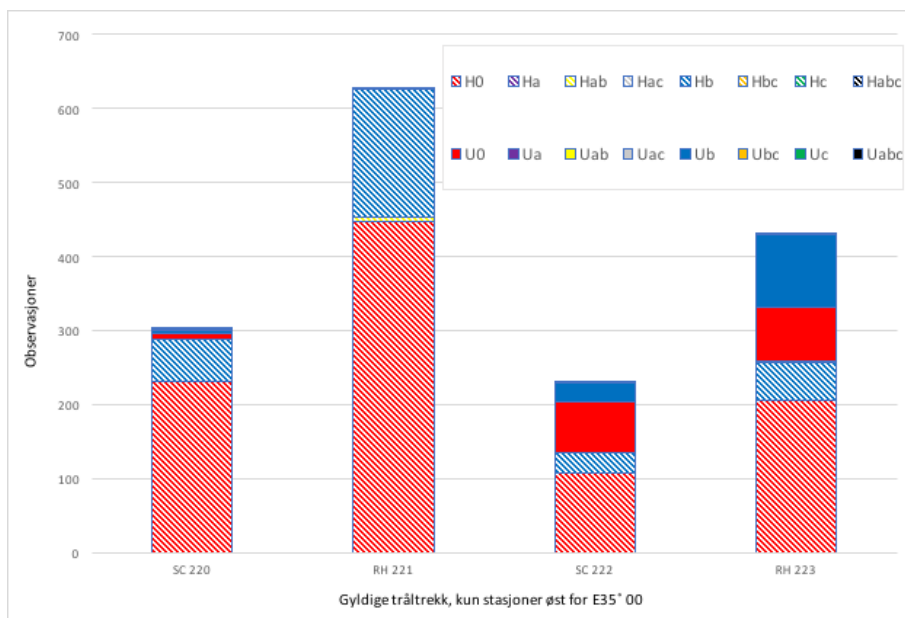
I løpet av de 41 gyldige tråltrekkene under toktet i februar/mars 2017 ble det totalt fanget 2166 snøkrabber. Hele 84% (1821 stk) av disse ble fanget i løpet av kun fire tråltrekk øst for E35°00'¹⁹. Flesteparten av snøkrabbene her hadde en vekt på under 10 g og carapax bredde under 20 mm. På grunn av skjevheten dette kan føre til i dataanalysen vil det utføres analyser både med og uten disse fire tråltrekkene. Kjønnfordelingen var relativt lik, flesteparten av snøkrabbene ble funnet i hovedtrålen og beinskader var også på dette toktet høyest representert. Figur 32 - 35 viser diagram med oversikt over de ulike skadene i både hovedtrålen og undersekken og de to oppsamlingsposene med de to variantene gear som ble brukt under dette toktet.

Det relative forholdet mellom skadede og ikke skadede snøkrabber sett i forhold til kjønn (Figur 35), hannkrabber under og over 95 mm (Figur 36), hunnkrabber under og over 50 mm (Figur 37), tauetid under eller over 50 min (Figur 38), i hvilken sekk snøkrabbene ble funnet (Figur 39) og med hvilken type gear som ble benyttet (Figur 40) viser at en mindre (men fremdeles betydelig) andel av snøkrabbene var skadet under toktet i februar/mars 2017 enn under toktet i november 2016. Inkludert alle tråltrekk hadde 35.5% av snøkrabbene skader. Resultatet av kjikvadrat-testen viser en relativ klar forskjell i skadefrekvensen både mellom kjønn og hvilken sekk snøkrabbene ble funnet. Kjikvadrat-testen antyder derimot ingen forskjell i skadefrekvensen mellom hannkrabber under og over 95 mm, hunnkrabber under og over 50 mm, tauetid under eller over 50 min eller hvilket gear som ble brukt. Oversikt over resultatene fra februar/mars 2017 kan ses i Vedlegg 6.4.

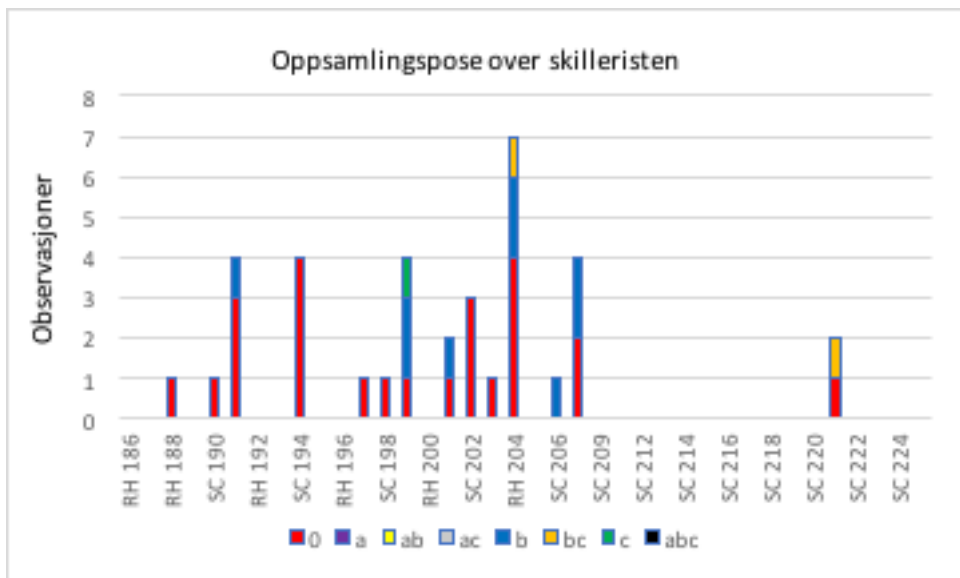
¹⁹ Stasjon nr. 220, 221, 222 og 223.



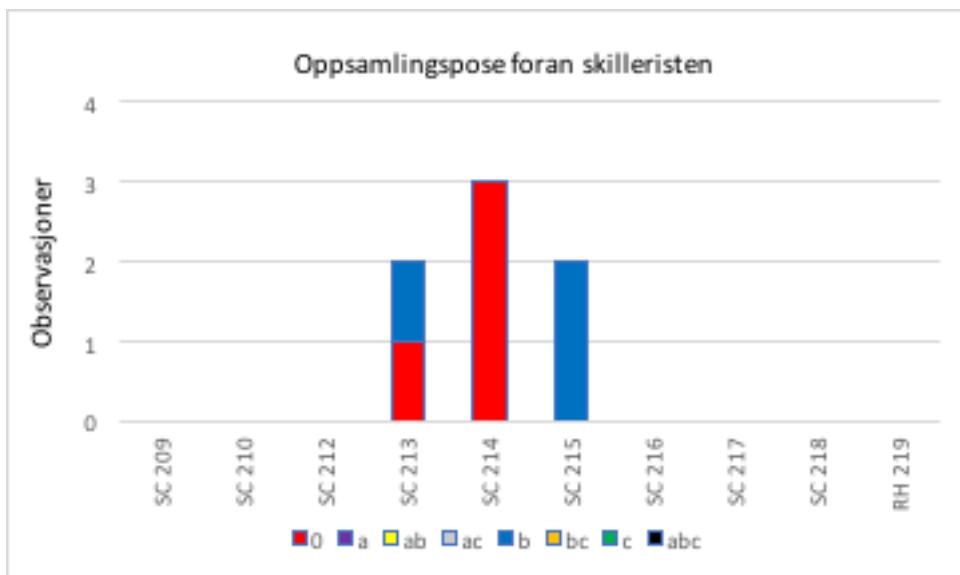
Figur 32. Tokt februar/mars 2017 uten de fire stasjonene øst for E35°00. Antall observasjoner av snøkrabber med ulike skader i både hovedtrålen (H) og i undersekken (U) i de gyldige tråltrekkene (vist med stasjonsnummer). Tegnene a, b og c indikerer skadene på henholdsvis abdomen, bein og carapax, mens 0 indikerer at snøkrabben ikke hadde skade. Hvilken type gear som ble brukt kan leses på x-aksen med forkortelsene RH for rock-hopper gear og SC for semi-sirkel sprednings gear.



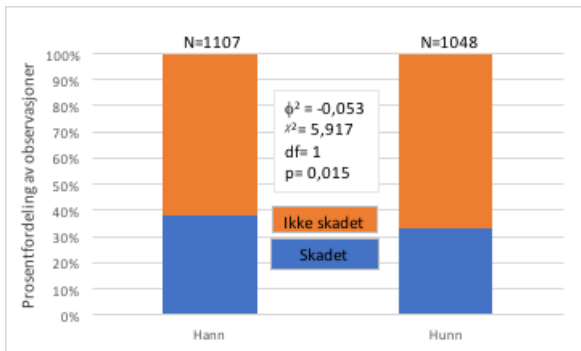
Figur 33. Tokt februar/mars 2017. Kun de fire stasjonene øst for E35°00. Antall observasjoner av snøkrabber med ulike skader i både hovedtrålen (H) og i undersekken (U) i de gyldige tråltrekkene (vist med stasjonsnummer). Tegnene a, b og c indikerer skadene på henholdsvis abdomen, bein og carapax, mens 0 indikerer at snøkrabben ikke hadde skade. Hvilken type gear som ble brukt kan leses på x-aksen med forkortelsene RH for rock-hopper gear og SC for semi-sirkel sprednings gear.



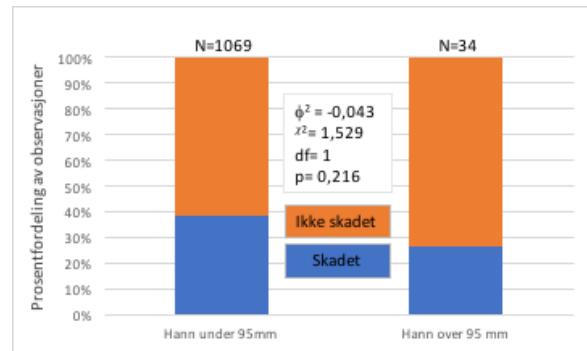
Figur 34. Tokt februar/mars 2017. Antall observasjoner av snøkrabber med ulike skader oppsamlingsposen over skilleristen i de gyldige tråltrekkene (vist med stasjonsnummer). Tegnene a, b og c indikerer skadene på henholdsvis abdomen, bein og carapax, mens 0 indikerer at snøkrabben ikke hadde skade. Hvilken type gear som ble brukt kan leses på x-aksen med forkortelsene RH for rock-hopper gear og SC for semi-sirkel sprednings gear.



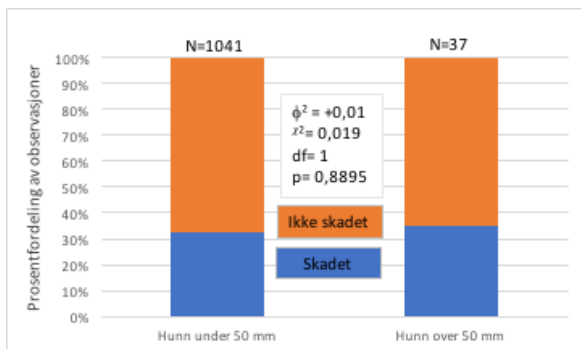
Figur 35. Tokt februar/mars 2017. Antall observasjoner av snøkrabber med ulike skader i oppsamlingsposen foran skilleristen i de gyldige tråltrekkene (vist med stasjonsnummer). Tegnene a, b og c indikerer skadene på henholdsvis abdomen, bein og carapax, mens 0 indikerer at snøkrabben ikke hadde skade. Hvilken type gear som ble brukt kan leses på x-aksen med forkortelsene RH for rock-hopper gear og SC for semi-sirkel sprednings gear.



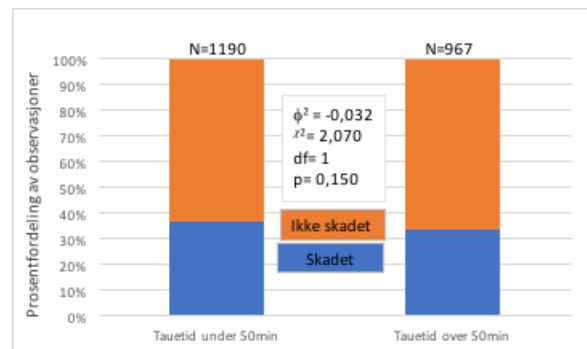
Figur 36. Skadefrekvensen mellom kjønn.



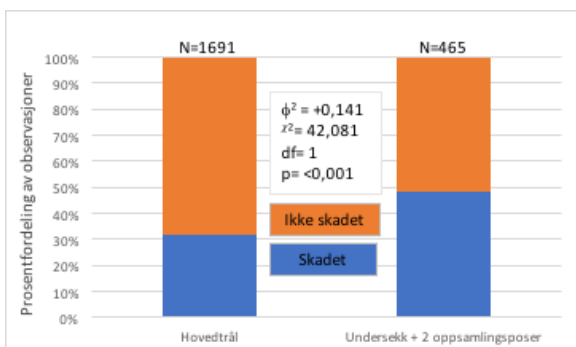
Figur 37. Skadefrekvensen mellom hannkrabber under og over 95 mm carapax bredde.



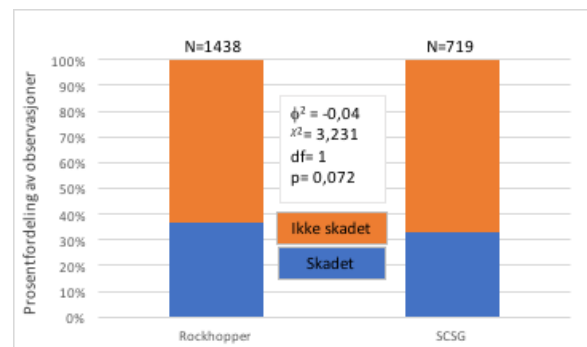
Figur 38. Skadefrekvensen mellom hunnkrabber under og over 50 mm carapax bredde.



Figur 39. Skadefrekvensen mellom snøkrabber i tråltrekk med tauetid under og over 50 min.



Figur 40. Skadefrekvensen mellom snøkrabber funnet i hovedtrålen eller i undersekken og de to oppsamlingsposene.



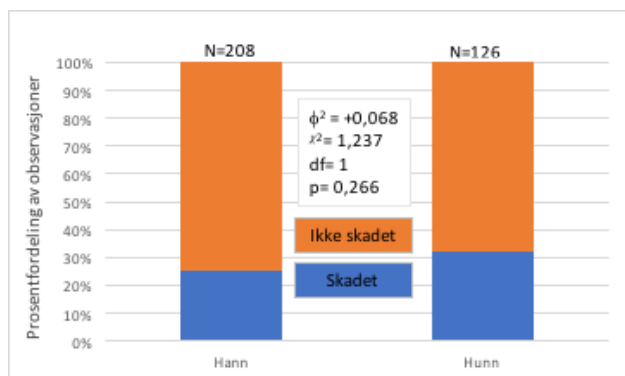
Figur 41. Skadefrekvensen mellom snøkrabber funnet i tråltrekk med RHG eller SCSS.

I følge den lave phi-koeffisienten (-0.053) i Figur 36 er det ingen sammenheng mellom skadefrekvensen og kjønn. Av søylene i figuren ser man også at forskjellen mellom kjønnene er minimal. χ^2 viser derimot en relativt høy verdi (5.917) og p-verdien er 0.015. Det betyr at nullhypotesen kan forkastes på 5-prosentnivået; forskjellen i skader mellom kjønnene er ikke et resultat av tilfeldighet.

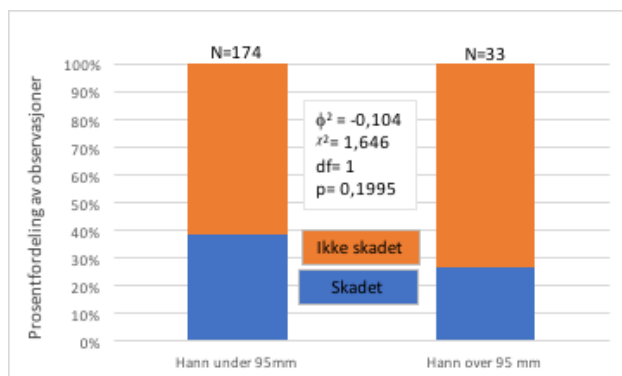
I matrisene med skadefrekvens i forhold til hann under og over 95 mm (Figur 37), hunn under og over 50 mm (Figur 38), tauetid under og over 50 min (Figur 39) og RHG eller SCSG (Figur 41) viser alle p-verdiene at det ikke er en statistisk signifikant sammenheng mellom skadefrekvensen og de nevnte variablene. P-verdiene er henholdsvis 0.216, 0.8895, 0.150 og 0.072. Som man kan se av figurene antyder både de lave verdiene til phi-koeffisientene og χ^2 det samme. Ingen av disse sammenhengene er innenfor et 95% konfidensintervall; nullhypotesene beholdes.

Skadefrekvensen i forhold til om krabbene ble funnet i hovedtrålen eller i undersekken og oppsamlingsposene foran og over Nordmørsristen viser derimot en svak sammenheng (phi-koeffisient=+0.141) (Figur 38). Snøkrabbene i hovedtrålen har størst sannsynlighet for å ikke være skadet. Med en χ^2 på 42.081 og en p-verdi <0.001 kan nullhypotesen forkastes; forskjellen i skadefrekvensen mellom snøkrabber funnet i hovedtrålen eller i undersekken og oppsamlingsposene er ikke et resultat av tilfeldighet.

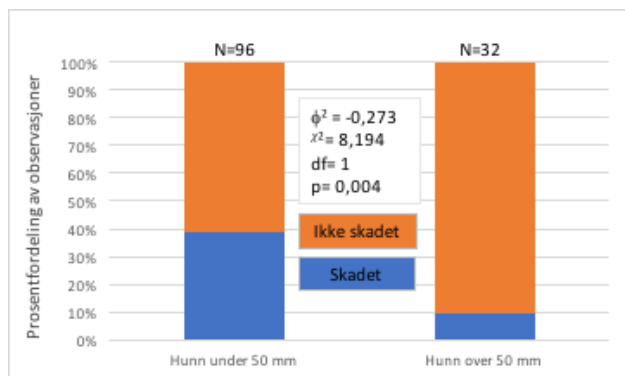
Nedenfor har jeg utelatt de fire tråltrekkene øst for E35°00'. Det relative forholdet mellom skadede og ikke skadede snøkrabber sett i forhold til de ulike variablene (Figur 42-47) viser at en noe mindre andel av snøkrabbene var skadet (27.8%). Kjikvadrat-testen antyder en relativ klar forskjell i skadefrekvensen både mellom hunnkrabber under og over 50 mm, tauetid under og over 50 min og i hvilken del de ble funnet.



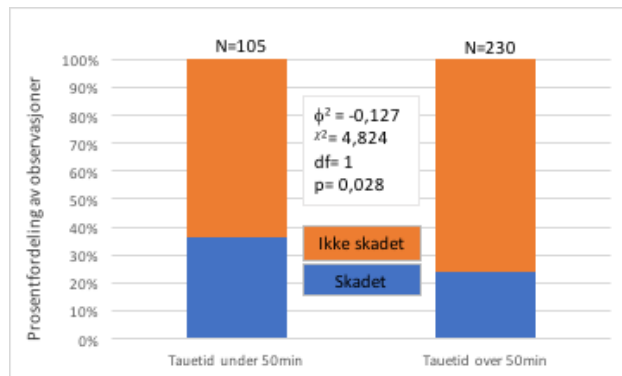
Figur 42. Skadefrekvensen mellom kjønn.



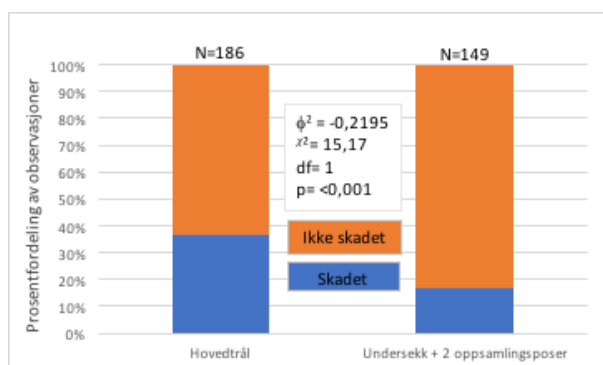
Figur 43. Skadefrekvensen mellom hannkrabber under og over 95 mm carapax bredde.



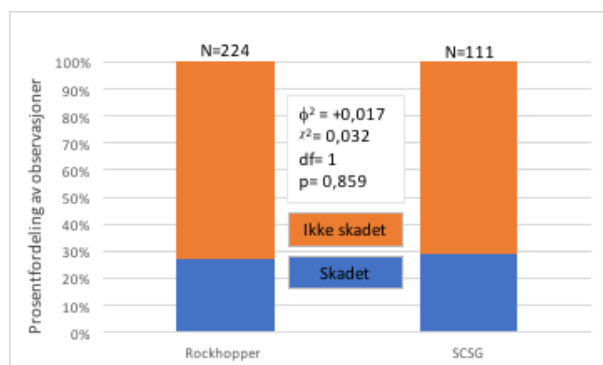
Figur 44. Skadefrekvensen mellom hunnkrabber under og over 50 mm carapax bredde.



Figur 45. Skadefrekvensen mellom snøkrabber i tråltrekk med tautid under og over 50 min.



Figur 46. Skadefrekvensen mellom snøkrabber funnet i hovedtrålen eller i undersekk og de to oppsamlingsposene.



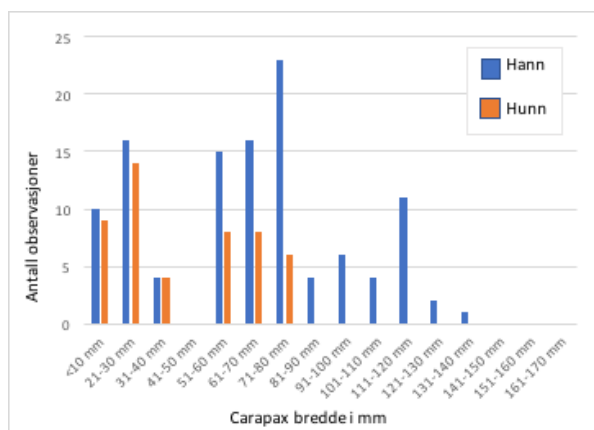
Figur 47. Skadefrekvensen mellom snøkrabber funnet i tråltrekk med RHG eller SCSG.

Hverken variabelen kjønn (Figur 42), om hannkrabbene var under eller over 95 mm (Figur 43) eller hvilken type gear som ble benyttet (Figur 47) viser sammenheng med skadefrekvensen. χ^2 - og phi-koeffisientene har lave verdier, mens p-verdiene med høye verdier på henholdsvis 0.266, 0.1995 og 0.859 bekrefter at ingen av disse sammenhengene er signifikante på 5-prosentnivået. Nullhypotesene beholdes.

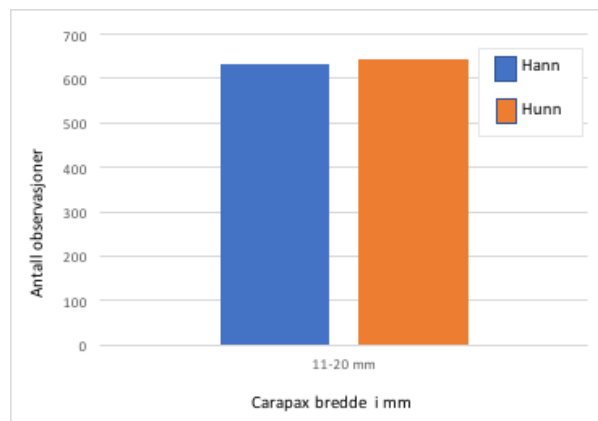
Phi-koeffisienten (-0.273) viser en svak sammenheng mellom skadefrekvensen og hunnkrabber under og over 50 mm i carapax bredde. Hunnkrabber over 50 mm har størst sannsynlighet for å bli funnet uten skader (Figur 44). Videre er χ^2 beregnet til verdien 8.194 og p-verdien er 0.004, hvilket betyr at nullhypotesen må forkastes. Forskjellen i skadefrekvensen mellom hunnkrabber under og over 50 mm i carapax bredde er ikke et resultat av tilfeldighet.

Det er en svak sammenheng mellom skadefrekvens og tauetid under og over 50 min (phi-koeffisient=-0.127). Krabbene som ble funnet i tråltrekk med tauetid over 50 min hadde størst sannsynlighet for å ikke være skadet (Figur 45). Dette er signifikant på 5-prosentnivået ved at verdien av χ^2 er 4.824 og p-verdien er 0.028. Nullhypotesen kan derfor forkastes. Forskjellen i skadefrekvensen mellom snøkrabber funnet i tråltrekk som varte under eller over 50 min er ikke et resultat av tilfeldighet.

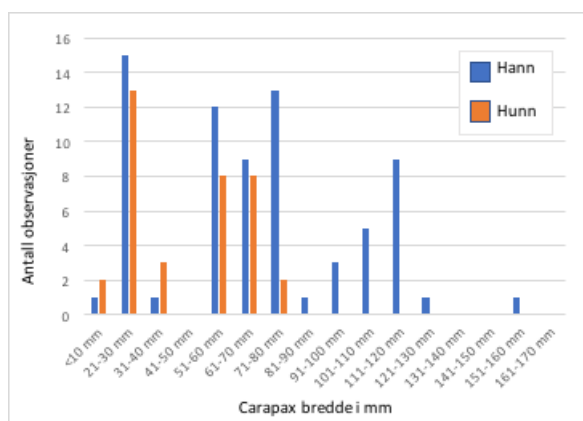
I likhet med kjiqvadrat-testen hvor de fire tråltrekkene øst for E35°00' var inkludert, er det en sammenheng mellom skadefrekvensen og om snøkrabbene ble funnet i hovedtrålen eller i undersekken og oppsamlingsposene (Figur 46). Phi-koeffisienten har en verdi på -0.2195 og antyder en svak sammenheng hvor snøkrabbene i undersekken og oppsamlingsposene har størst sannsynlighet for å ikke være skadet. Verdien av χ^2 er 15.17 og p-verdien er <0.001. Det må derfor konkluderes med å forkaste nullhypotesen. Forskjellen i skadefrekvensen mellom snøkrabber funnet i hovedtrålen eller i undersekken og oppsamlingsposene er ikke et resultat av tilfeldighet.



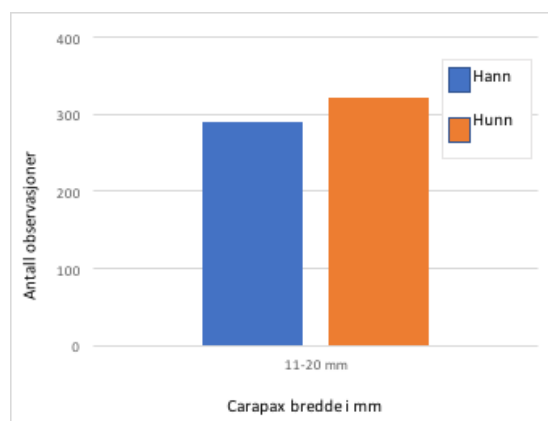
Figur 48. Størrelsesfordeling hos snøkrabber fanget med RHG. Størrelsesgruppe 11-20 mm er ekskludert i diagrammet på grunn av et høyt antall observasjoner. Disse observasjonene vises i stedet i Figur 49.



Figur 49. Størrelsesgruppe 11-20 mm fanget med RHG.

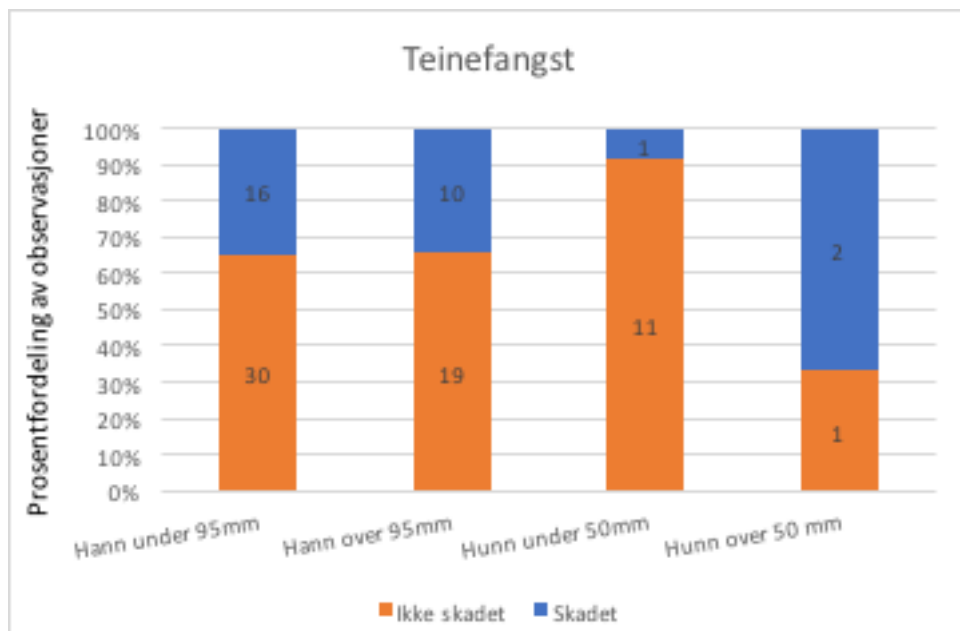


Figur 50. Størrelsesfordeling hos snøkrabber fanget med SCSG. Størrelsesgruppe 11-20 mm er ekskludert i diagrammet på grunn av et høyt antall observasjoner. Disse observasjonene vises i stedet i Figur 51.



Figur 51. Størrelsesgruppe 11-20 mm fanget med SCSG.

Som man kan se av diagrammene (Figur 48-51) er utvalget ikke normalfordelt. Størrelsen på snøkrabbene var ikke signifikant forskjellig mellom bruk av RHG og SCSG. P-verdien fra permutasjonstesten utført i programmet R var 0.441 og nullhypotesen må følgelig beholdes. Det er ingen sammenheng mellom størrelse på snøkrabbene og hvilken type gear som ble benyttet.



Figur 52. Prosentfordelingen av skadede og ikke skadede snøkrabber fanget med teiner. Antallet observasjoner vises med tall i hver søyle.

Fangsten fra teinene viser at totalt 32,2% av snøkrabbene var skadet (Figur 52). Skadene var utelukkende beinskader av eldre karakter.

4 Diskusjon

4.1 Datainnsamling

Det var utfordrende å samle et stort nok datamateriale til å trekke en sikker konklusjon i forbindelse med denne undersøkelsen. Under toktet i november 2016 hadde det nylig vært en storm i området, samt at fenomenet ”supermåne” ga grunnlag for spekulasjoner om at forholdene i området det ble trålet ikke var som normale. Likevel vet man ikke om uteblivelsen av snøkrabber var på grunn av de nevnte forholdene, om snøkrabbene rømte unna trålen eller om tekniske forhold med trålen og gearet kan ha vært årsaken. Videoundersøkelser kunne ha bekreftet, eventuelt avkreftet dette. I tidligere forsøk hvor man har forsøkt å filme snøkrabbene i interaksjon med gearet har dette derimot vist seg å være utfordrende på grunn av at oppvirvling av sedimentene gir dårlig sikt og lyskilden som benyttes kan påvirke snøkrabbens oppførsel. Disse begrensningene til tross, Ngyuen et al (2014) benyttet videoopptak og fant at 54% av de observerte snøkrabbene var i direkte interaksjon med RHG under tråling. En annen studie på krabber (*Paralithodes camtschaticus* og *Chionoecetes* spp.) med videoopptak, utført av Rose (1995), viste at krabbene i mindre grad enn fisk har evnen til å forflytte seg raskt når trålen nærmer seg. Krabbene viste også en tendens til å rømme mot den sentrale delen av trålen og kom dermed i interaksjon med gearet, enten ved å havne under gearet eller i trålen. For å unngå bifangsten av krabbe dette kunne føre til ble det utført et forsøk hvor gearet ble løftet 15 – 25 cm over bunnen. Av 261 observerte krabber, havnet da kun én i hovedtrålen, mens de andre ble observert til å havne under gearet (Rose, 1995). På bakgrunn av disse observasjonene ville det være forventet at en stor andel snøkrabber ble funnet i undersekken under toktene i november 2016 og februar/mars 2017 ettersom Ø21” RHG medførte at fiskelina var løftet 60 cm over bunnen, mens Ø14” RHG og Ø14” SCSG løftet fiskelina 35 – 40 cm over bunnen. At antallet snøkrabber under disse toktene derimot viste seg å være få, kan derfor indikere at den foregående stormen og månens tiltrekningskraft hadde stor påvirkning på fisket (i november 2016) eller at man ikke trålet på et sted med stor tetthet av snøkrabber. Det er også en mulighet for at utstyret som ble benyttet til innsamlingen av datamaterialet ikke var godt nok til å skaffe representative data. For å sammenligne mengden av innsamlet data på toktet i februar/mars 2017 med lignende tokt, er Havforskningsinstituttets forskningstokt i Barentshavet (februar 2016) et godt eksempel. Også her ble forsøkene utført med Campelen 1800# forskningstrål (Sundet et al., 2016). Det totale antallet snøkrabber innsamlet var da 2411 stk (1731 hannkrabber og 680 hunnkrabber). Selv om denne fangsten var relativt stor i forhold til fangstene under min datainnsamling (om

fangsten øst for E35°00' utelukkes), ble det diskutert om fangsten med Campelen 1800# forskningstrål samlet data vilkårlig og ikke ga representative data på kjønns- og størrelsessammensetning på grunn av dens design og måten den ble operert på (Sundet et al., 2016). I tillegg krever Campelen 1800# forskningstrål et mindre gear enn hva som blir benyttet i de kommersielle trålfiskeriene. Dette kan derfor ha gitt et uriktig bilde i forhold til hva slags kraft og tyngde snøkrabben utsettes for ved en interaksjon med et gear i et virkelig fiskeri. Likevel ble det samlet inn færre snøkrabber med den kommersielle trålen Alfredo nr. 3 fisketrål enn med Campelen 1800# forskningstrål. Med Egersund polar 2800# reketrål ble det ikke fanget noen snøkrabber. Om ikke de naturgitte forholdene var årsaken til få krabber i tråltrekkene, kan dette indikere at problemet med interaksjoner mellom reke- og torsketrål og snøkrabbe ikke er betydelig og et langt mindre problem enn fryktet. På den andre siden vites det ikke om snøkrabber som direkte overkjøres av trålelementene blir presset ned i bløt leire og dermed ikke fanges opp av undersekken. Hvordan snøkrabbenes tilstand er etter en slik interaksjon er derfor uviss.

Det ble fanget færre hunnkrabber enn hannkrabber både på toktet i november 2016 og i februar/mars 2017. Dette synes å være en gjenganger, ettersom Havforskningsinstituttets datamateriale fra februar 2016 viser samme tendens (Sundet et al., 2016) og at andelen hunnkrabber Dawe et al. (2009) samlet inn kun utgjorde 22% av den totale fangsten. Campelen 1800# forskningstrål ble brukt på alle toktene. Campelen 1800# forskningstrål har i følge Dawe et al. (2009) størst fangsteffektivitet på snøkrabber av ulik størrelse på mykt muddersubstrat, likt de områdene datainnsamlingen i november 2016 og februar/mars 2017 foregikk. På bløt bunn vil gearet synke dypere ned i substratet enn ved steinete bunn. Dermed vil fiskelina komme nærmere bunn, snøkrabbenes mulighet til å rømme under gearet minsker og det vil være lettere for snøkrabbene å havne inn i trålen. Dawe et al. (2009) fant i tillegg at fangsteffektiviteten øker ved økende størrelse på hannkrabbene. Det er derfor grunn til å tro at årsaken til en liten fangst av hunnkrabber skyldes at de generelt sett er mindre enn hannkrabbene.

Under toktet i februar/mars 2017 ble det funnet flere snøkrabber enn i november 2016, selv om flesteparten av disse var under 20 mm og ble funnet i løpet av kun fire tråltrekk øst for E35°00'. I området øst for E35°00' var overflatetemperaturene lavere enn i områdene vest for

E35°00'. Bunntemperaturene registrert fra et tokt utført med F/F "Helmer Hanssen" i samme område i 2015, viser også lave temperaturer (fra 0,18°C - 0,98°C) (Luettel, 2015). Ettersom de små snøkrabbene lever i kaldere vann enn de store (Agnalt et al., 2011), samsvarer dette med størrelsesdistribusjonen i de to ulike områdene.

Til tross for at kjikvadrat-testen er godt egnet for analyser med relativt få observasjoner, hadde et større antall snøkrabber helt klart vært ønskelig for å kunne være sikrere i påstandene om at forskjellen i snøkrabbenes skadefrekvens mellom de ulike uavhengige variablene var et resultat av tilfeldighet eller ikke. Antallet observasjoner man trenger avhenger av type fiskeri og størrelses-distribusjonen i området hvor studiet forgår (Herrmann et al., 2016). Nguyen et al. (2014) hadde omtrent 1000 snøkrabber i sin studie med videoundersøkelser av snøkrabber, mens Dawe et al. (2009) hadde over 14000 snøkrabber i sin undersøkelse om fangsteffektivitet. Den store variasjonen i datamateriale i de nevnte studiene gjør det derfor vanskelig å si det eksakte antallet observasjoner jeg ville trenge for å være sikker i mine analyser, men nærmere antallet observasjoner i studiet til Nguyen et al. (2014) hadde både vært ønskelig og realistisk i forhold til tidsbruk (1000 stk for hvert tokt). Samtidig ville en større andel hunnkrabber og en større variasjon i carapax bredde vært å foretrukke.

4.2 Skadeomfang

Variabelen kjønn ble valgt på bakgrunn av at om en betydelig andel hunnkrabber blir skadet i interaksjon med reke- eller torsketrålen vil dette kunne ha negativ påvirkning for bestandsutviklingen. Om hannkrabber skades i interaksjon med reke- eller torsketrålen vil dette kunne ha negativ påvirkning både for bestandsutviklingen og på kort sikt for fisket, fordi det kun er hannkrabber (>100 mm carapax bredde) som landes. Det var en statistisk signifikant sammenheng mellom skadefrekvens og kjønn både på toktet i november 2016 og februar/mars 2017 (inkludert tråltrekkene øst for E35°00'). I 2016 var flesteparten av hannkrabbene skadet og av hunnkrabbene var de færreste skadet. I 2017 var de færreste skadet av begge kjønn. Om man tar bort de fire tråltrekkene øst for E35°00' er ikke resultatene signifikante lengre. Disse noe motstridende resultatene kan bety at kvaliteten på de innsamlede dataene ikke er god nok eller at de ulike typene trål og gear kan ha hatt ulik effekt på skadeomfanget. Likevel ble en betydelig andel av snøkrabbene skadet på begge tokt (47,4% i november 2016 og 35,5% i februar/mars 2017, (27,8% uten tråltrekkene øst for

E35°00')). Dette betyr at interaksjonen med trålen har en negativ påvirkning på snøkrabbene, slik det også bekreftes i studiet til Dawe et al. (2007) hvor det anslås at en intensiv reketråling rundt Newfoundland og Labrador kan føre til beintap hos opp mot 10% av snøkrabbene. 10% ble derimot ansett som lite betydningsfullt og konklusjonen Dawe et al. (2007) kom frem til var at reketrålfisket hadde mindre påvirkning på beinskader og dødelighet enn hva predasjon og håndteringen av snøkrabbene i krabbefisket hadde. Totalt sett var det en langt større andel skadede snøkrabber i min studie. Det var derimot ingen snøkrabber i serien utført med den kommersielle reketrålen Egersund Polar 2800#. Som nevnt tidligere kan dette kan indikere at interaksjon mellom reketrål og snøkrabbe ikke er et stort problem, men på den andre siden hadde Egersund Polar 2800# reketrål også det tyngste gearet (ca. 3 tonn). Det er derfor mulig at snøkrabbene har blitt trykket ned i sedimentene ved overkjøring.

Under datainnsamlingen ble både carapax bredde og vekt registrert. Ettersom carapax bredde og vekt korrelerer, ble variabelen vekt utelatt fra analysen. Variabelen carapax bredde ble beholdt på grunn av at dette er et bedre mål på hvor langt snøkrabben er kommet i livsforløpet med hensyn til kjønnsmodning. Argumentasjonen om valget av variabelen carapax bredde og variabelen kjønn er omtrent lik. Carapax bredde ble plottet som en dikotom variabel under og over omtrentlig størrelse ved kjønnsmodning og kunne ha vist om en betydelig andel av snøkrabbene blir skadet før eller etter det terminale skallskiftet. Om skadene oppstår etter det terminale skallskiftet vil det ikke være mulighet for regenerering av nye bein og klør. Dette vil kunne ha betydning både for utviklingen av bestanden med tanke på at formering og anskaffelse av føde vil bli utfordrende. Dessuten vil også fisket kunne bli påvirket fordi hannkrabber kan ha vanskeligheter med å kripe inn i teinene og de er mindre kommersielt interessante om de har skader eller mangler bein. Analysene viste at ingen av resultatene fra kjikvadrat-testene om sammenhengen mellom skadefrekvens og carapax bredde hos hannkrabbene var signifikante. I 2016 var de fleste hannkrabbene skadet, både under og over 95 mm. I 2017 var de fleste hannkrabbene uskadet, både under og over 95 mm (med og uten tråltrekkene øst for E35°00'). De motstridende resultatene viser igjen usikkerheten i kvaliteten på datamaterialet og at de ulike trålene og gearene benyttet på de to toktene kan ha hatt ulik påvirkning på fangsten. I februar/mars 2017 var forholdet mellom hannkrabber under og over 95 mm carapax bredde henholdsvis 1069/34 stk. Om trekkene øst for E35°00' ekskluderes var forholdet mellom hannkrabber under og over 95 mm carapax bredde henholdsvis 174/33 stk. Også i november 2016 var det færre store hannkrabber, men et jevnere antall mellom de to

gruppene (60/37 stk.). I følge Dawe et al. (2009) sine funn skulle det vært en større andel store snøkrabber i ettersom fangsteffektiviteten øker med økende størrelse. Om gearene har hatt en større avstand fra bunnen enn forventet kan dette kanskje forklare den lille andelen store snøkrabber. På Alfredo nr. 3 fisketrål og Egersund Polar 2800# reke-trål med 21" RHG har fiskelina en avstand på 60 cm over bunnen, noe som skulle tilsi en liten sannsynlighet for at snøkrabbene kunne komme inn i hovedtrålen. I de tilfeller snøkrabbene fanges i hovedtrålen kan det skyldes at fiskelina dras ned bak gearet i korte perioder på grunn av ujevnheter på bunnen og bløt leire. På Campelen 1800# prøvetakningstrål er 14" RHG/SCSG løftet 35-40 cm over bunnen, og det vil være enklere for snøkrabbene å krype over fiskelina og inn i hovedtrålen²⁰.

Med datamaterialet fra november 2016 var det ikke mulig å utføre en kjikvadrat-test for å se om sammenhengen mellom skadefrekvens og størrelse på carapax bredde for hunnkrabbene var signifikant, ettersom det ikke fantes individer under 50 mm. I 2017 var sammenhengen signifikant kun for datamaterialet uten tråltrekkene øst for E35°00'. I dette tilfellet hadde hunnkrabber over 50 mm minst sannsynlighet for å være skadet. Ettersom kun én av kjikvadrat-testene i dette tilfellet var signifikant vil det være vanskelig å si om snøkrabbenes interaksjon med reke- og torske-trålen vil føre til en negativ påvirkning for bestandsutviklingen. Likevel var over 30% av hunnkrabbene skadet, slik at det er mulig at interaksjonen snøkrabbene har med reke- og torske-trål gjør betydelig skade på bestanden.

Variabelen tauetid ble valgt på bakgrunn av teorien om at skadeomfanget kan variere med tiden snøkrabbene er i undersekken eller i hovedtrålen. De kan bli skadet og klemt mellom stein, leirklumper, ulike bunndyr og fisk som også fanges, eller slippe lemmer som en forsvarsmekanisme i løpet av tauingen. Sammenhengen mellom skadefrekvensen hos snøkrabbene og tauetid viste ingen statistisk signifikant forskjell i datamaterialet fra 2016 og 2017 (inkludert trekkene øst for E35°00'). I 2016 ble flest krabber fanget i tråltrekkene over 2 timers tauetid som forventet. En høy andel av disse var skadet (51,2%). I 2017 (inkludert trekkene øst for E35°00') ble flest funnet i trekkene under 50 min, da med en større andel skadede (36,9%) enn i trekkene over 50 min (33,8%). Resultatet fra 2017 uten trekkene øst

²⁰ Pers. medd.; Roger B. Larsen.

for E35°00' er signifikant, men også her er en større andel av snøkrabbene fanget i tråltrekk under 50 min skadet (36,2%), enn snøkrabbene som ble fanget i tråltrekk over 50 min (23,9%). Teorien om at jo lengre snøkrabbene er fanget i hovedtrålen eller undersekken og i oppsamlingsposene desto flere skader oppstår holder ikke i dette tilfellet. På den andre siden vet man ikke om snøkrabbene havnet i hovedtrålen eller i undersekken og oppsamlingsposene i begynnelsen eller slutten av tråltrekket. Om skadene som ble observert hadde opphav i interaksjon med gearet eller underveis i trålingen er også uvisst. Igjen kunne videoundersøkelser ha bekreftet, eventuelt avkreftet dette. Årsaken til den store forskjellen i tauetid mellom de to toktene var at utfordringene med å samle nok datamateriale i november 2016 gjorde det nødvendig å ha lengre tråltrekk. I februar/mars 2017 var det forhåndsbestemt at tråltrekkene skulle vare omtrent én time på grunn av de parallelle forskningsprosjektene som foregikk.

Om snøkrabben blir funnet i hovedtrålen eller i undersekken og oppsamlingsposene foran og over Nordmørsristen ble valgt som variabel fordi snøkrabbene som blir funnet i hovedtrålen ikke vil være fangstbare for krabbefiskere i ettertid. I et kommersielt fiske med reketrål har Nordmørsristen en spileavstand på 19,0 mm. Ingen snøkrabber av kommersiell størrelse vil derfor havne inn i hovedtrålen. Små snøkrabber har derimot muligheten til å slippe gjennom Nordmørsristen. I torsketrål vil det være større sjanse for at snøkrabbe av kommersiell størrelse havner i hovedtrålen ettersom skilleristen som brukes har til hensikt å sortere ut bifangst og fisk under minstemål. At trålfiskerne setter ut snøkrabbene etter at fangsten er sortert anses som usannsynlig. I tillegg vil fangstene i et kommersielt fiskeri være mye større enn hva fangstene på et forskningstokt er. Snøkrabbene blir derfor utsatt for et større press fra fisk og reker i hovedtrålen, slik at skadeomfanget på disse krabbene vil mulig være større. Snøkrabbene som blir funnet i undersekken og de andre oppsamlingsposene vil i et virkelig fiskeri gå fri etter trålen har kjørt forbi. Snøkrabbene fra disse delene vil derfor vise i hvilken grad interaksjonen med reke- og torsketrål er en påvirkende faktor til skader.

Datamaterialet fra november 2016 viste ingen statistisk signifikant sammenheng mellom skadefrekvens og om snøkrabbene ble funnet i hovedtrål eller i undersekk og oppsamlingsposene. De fleste i hovedtrålen var skadet (53,3%), mens de færreste i undersekken og oppsamlingsposene var skadet (34,9%). Datamaterialet fra februar/mars 2017

inkludert trekkene øst for E35°00' viser derimot at snøkrabbene funnet i hovedtrålen hadde størst sannsynlighet for å være uskadet. Henholdsvis 32% og 48,4% av snøkrabbene i hovedtrålen og i undersekken og oppsamlingsposene var skadet. Det var i utgangspunktet ukomplisert å skille nye og gamle beinskader fra hverandre i registreringsarbeidet. Derimot førte det store antallet av små snøkrabber øst for E35°00' til at registreringsarbeidet tok lang tid til tross for at flere personer deltok i registreringen. Det var kort tid mellom de fire tråltrekkene, slik at mengden med snøkrabber hopet seg opp og ble liggende en stund før de ble registrert. På slutten av registreringsarbeidet ble det lagt merke til at snøkrabbene var mer skjøre enn hva de var med en gang de hadde kommet om bord. Dette kan helt klart ha ført til en overestimering i registreringen av beinskader i stasjonene øst for E35°00' (se Figur 33). Dette er en av grunnene til at jeg utførte analyser hvor trekkene øst for E35°00' ble ekskludert. Disse analysene viser at snøkrabbene i undersekken og oppsamlingsposene hadde størst sannsynlighet for å være uskadet. Prosentfordelingen viser at 36,6% av snøkrabbene i hovedtrålen og 16,8% i undersekken og oppsamlingsposene var skadet. Begge resultatene fra 2017 er signifikante. Mulige årsaker til at flest snøkrabber ble funnet med skader i hovedtrålen kan være at snøkrabbene kommer i større press fra fisk i hovedtrålen enn hva de ulike elementene som fanges i undersekken og oppsamlingsposene gjør av skade.

Selv om jeg har antatt at undersekken er effektiv i oppsamlingen av snøkrabber som havner under RHG eller SCSG, er muligheten for det motsatte til stede. I studiet til Dawe et al. (2009) viste kontaktsensorer koblet på undersekkens grunntau at jo hardere substrat, desto mindre kontakt med substratet. Datainnsamlingen i forbindelse med min studie ble for det meste utført på mykt muddersubstrat, men at det i flere tilfeller ble funnet steiner i undersekken, viste at datainnsamlingen også foregikk på ujevn bunn hvor snøkrabbene har hatt muligheten til å unnslippe. Ved bruk av undersekken var det nødvendig å lage to hull på undersiden for at stein og tunge leireklumper skulle ha muligheten til å falle ut. Til tross for at labbetussenes oppdrift stenger for at lettere elementer kan falle ut, er den ikke helt tett. Det kan derfor være at noen av snøkrabbene har sluppet ut gjennom disse åpningene og derfor ikke blitt en del av datamaterialet.

Valget av undersekkene med bredde 3,3 m var en avveining mellom dimensjonering og mulig påvirkning på trålens geometri. Fangst av snøkrabber skjer på bunnforhold med andre arter

marine dyr, bløt leire og stein. Dette vil medføre stor slitasje på undersekkene. Nettet må være meget solid og slitesterkt for å unngå splitt og hull. Ideelt sett burde undersekkene ha dekket hele lengden av fiskelina, men da ville sekkenes vekt og motstand kunne ha påvirket trålsens fangstevne. Selv med to relativt store utslippshull for leire og stein, hendte det at sekkene kom opp med flere tonn med stein og leire. Sekkene var utstyrt med et enkelt gummiskive-gear («gummirub») og observasjoner på grunt vann har vist at posene holder god bunnkontakt (Brinkhof, 2015) selv under forhold med ujevn, steinete og hard bunn. Under forsøkene med snøkrabbe har det ikke lyktes å få tilstrekkelige bilder av undersekkenes funksjon på grunn av utfordringene med bløt leire og mangel på sikt²¹.

Til sist ble hvilken type gear som benyttes satt som en uavhengig variabel. Denne variabelen er, i likhet med variabelen om i hvilken del snøkrabbene ble funnet, bakgrunnen for oppgavens målsetting. Teorien, som beskrevet tidligere, er at RHG og SCSG har ulik påvirkning på bunnen under tauing. Om det kan påvises forskjeller i skader på snøkrabbene ved bruk av de ulike gearene vil derfor være av interesse for den videre forvaltningen av fiskeriene i Barentshavet og mulig opphav for endringer av de tekniske reguleringene av det nordlige trålfisket. Det ble fanget omtrent dobbelt så mange snøkrabber med bruk av RHG enn SCSG, noe som kan indikere at de to gearene har ulik påvirkning på bunnen under tauing. Selv om sammenhengen mellom skadefrekvensen og type gear som ble brukt i februar/mars 2017 ikke var signifikant (hverken med eller uten tråltrekkene øst for E35°00') var skadefrekvensen likevel relativt høy. Med bruk av RHG var 36,9% av snøkrabbene skadet, mens 32,8% var skadet med bruk av SCSG. Om tråltrekkene øst for E35°00' ekskluderes var skadefrekvensen noe lavere, henholdsvis 27,2% og 28,8% for RHG og SCSG. Sammenhengen mellom størrelsen på snøkrabbene og type gear som ble benyttet var heller ikke signifikant. Som tidligere funn viser (Dawe et. al., 2009), skulle fangsteffektiviteten økt ved økende størrelse på snøkrabbene. Det ble imidlertid funnet flest små snøkrabber i mine forsøk. Årsaken kan være som diskutert tidligere at den bløte bunnen hvor datainnsamlingen foregikk gjorde at fiskelina kom nærmere bunn og det vil bli større mulighet for snøkrabbene å havne inn i trålen. Det kan være en mulighet at de små snøkrabbene har mindre bevegelsesevne og derfor ledes lettere inn i trålen, mens de større snøkrabbene har en større evne til å rømme unna. Som nevnt tidligere fant Rose (1995) at snøkrabbene har en mindre

²¹ Pers. medd.; Roger B. Larsen.

evne enn fisk til å rømme unna trålen på grunn av sine langsomme bevegelser, men nevner ikke i studiet forskjellen mellom bevegelsesevnen til store og små snøkrabber.

Teinesettet som ble satt ut skulle gi en indikasjon på forekomsten av snøkrabber, samt fungere som en referanse for snøkrabber som ikke hadde vært utsatt (nylig) for overtråling. Til tross for at de 30 teinene røktet i fem dager, var det totale antallet kun 90 stk. Resultatene viste at totalt 32,2% av dem var skadet, men ingen av disse skadene var nylig påført. Tilstedeværelsen av skadede snøkrabber viser at de fremdeles har evnen til å kripe inn i teinene. Om skadene har oppstått i interaksjon med tråling i området eller ved kamp/predasjon forblir uvisst.

Studiet til Dawe et al. (2007) utført langs Newfoundland og Labrador, sammenlignet nye beinskader mellom snøkrabber fanget i teiner og i trål. 0,2-1% av snøkrabbene i teinene hadde nye skader, mens tråling i to ulike områder viste at 6% og 19% hadde nye skader. Den store forskjellen indikerer at skadene kan ha oppstått underveis i trålingen, men kan også ha oppstått i kontakt med gearet. I samme studie ble en ROV med videokamera benyttet for å undersøke tilstanden til snøkrabbene i trålkorridorene etter interaksjon med gearet. Ingen direkte dødelighet ble observert, men snøkrabbenes totale beintap ble vurdert til omtrent 10% (Dawe et al. 2007). Konklusjonen i deres studie var at reketråling ikke utgjør en betydelig skade på snøkrabbe, noe som kan ha sammenheng med at de canadiske reketrålere er langt mindre enn norske fartøy og har langt mindre og lettere trålutrustning²². I dette studiet ser det derimot ut som tråling etter torsk og reke utgjør en betydelig skade. Prosentandelen av snøkrabber med nye skader i de ulike sekkene var 47,4% i 2016 og 35,5% i 2017 (27,8% uten de fire tråltrekkene øst for E35°00').

Krabber i skallskiftet var fraværende i november 2016, mens det på toktet i februar/mars 2017 ble funnet 41 stk. Nguyen et al. (2014) argumenterer for teorien om at snøkrabber i skallskiftet har mindre bevegelsesevne enn snøkrabber med hardt skall og har derfor større sannsynlighet for å bli skadet i interaksjon med trålen. Denne teorien er derimot ikke vitenskapelig testet. På Grønland og i Canada stenges områder for teine- og trålfiske om mer

²² Pers. medd.; Roger B. Larsen.

enn 20% innblanding av snøkrabber i skallskiftet forekommer (Berthelsen, 2014, DFO, 2015). I følge Havforskningsinstituttet (2017) er innblandingen av snøkrabber i skallskiftet avhengig av mengden hannkrabber av god kvalitet. Teorien er at hunn- og hannkrabber med mykt skall blir hindret i å gå i teinene av hannkrabbene med hardt skall. Etter hvert som hannkrabbene av god kvalitet blir fisket ut, har man sett at andelen snøkrabber med mykt skall øker. Skallalder ble ikke tatt med som en variabel i den statistiske analysen på grunn av det lave antallet i datamaterialet. Årsaken til det lave antallet av snøkrabber i skallskiftet er at perioden for skallskiftet starter på våren og foregår utover forsommeren (Havforskningsinstituttet, 2017).

4.3 Fremtidsutsikter

I følge Nærings- og fiskeridepartementet (2014b) går det frem at snøkrabben skal forvaltes etter prinsippet om bærekraftig høsting. Havforskningsinstituttets la derfor dette til grunn når den biologiske rådgivning for snøkrabbe ble publisert i mai 2017. Målet er å maksimere fangstutbyttet på lengre sikt og minimere uønskede effekter på økosystemet. Det er ifølge Havforskningsinstituttet lite som tilsier at snøkrabben har uønskede effekter hverken på fiskeressurser eller økosystemet i dag. Det antas derimot at effekten kan bli av betydning i tiden fremover ettersom biomassen av snøkrabbe forventes å ekspandere ytterligere i Barentshavet (Havforskningsinstituttet, 2017).

I politikken foregår det diskusjoner om hvordan snøkrabben skal forvaltes ettersom Russland og Norge ble enige om at snøkrabben er en sedentær art. EU vil fiske på norsk sokkel, men gis foreløpig ikke tillatelse av Norge. Derimot kommer flere norske aktører til, 56 fartøy har fått dispensasjon i 2017²³. Selv uten utenlandske fartøy oppstår det redskapskollisjoner mellom teinefisket og trålfiskeriene fordi fiskefeltene overlapper hverandre og det blir trangt om plassen. En forvaltningsplan bør derfor inneholde hvordan denne konflikten kan løses. Mulige løsninger kan være stenging av snøkrabbefisket i perioder med høy innblanding av snøkrabber i skallskiftet (1. juni- 31. august), slik Havforskningsinstituttet foreslår i sin rådgivning fra 2017. Dette rådet har imidlertid en biologisk bakgrunn og vil løse lite av konflikten mellom trålfiskeflåten og snøkrabbefiskerne, ettersom fiskeriene foregår i stor grad i løpet av høsten, vinteren og våren også. I Newfoundland og Labrador er snøkrabbefisket delt

²³ Pers. medd.; Guro Gjelsvik.

opp i ulike forvaltningssoner og innen disse finnes soner hvor fiske med trål og garn er forbudt (Dawe og Mallowney, 2016). Fordeling av fiskeområder i Barentshavet kan kanskje være en mulighet. En utfordring i forbindelse med tildelte soner vil være at bestandene det fiskes på er dynamiske og kan forflytte seg over store områder mellom år og innad i år. Et eksempel på dette var under vårt tokt i november 2016, da store deler av trålflåten i Barentshavet dro fra Sentralbanken til vest for Hopen for å få bedre fangst. Rotering av områder ville kanskje vært en bedre løsning, men da trengs det ressurser for å være oppdatert på bestandens dynamikk og god koordinering slik at begge flåtenes fangst står i rimelig forhold til innsats. Hvor gjennomførbart dette ville vært er usikkert. Det er mulig det må avveies hvilken redskapsgruppe som får fordelene av det beste området eller den beste sesongen i en fremtidig forvaltning. Trålflåten var i området først, men det vil neppe bli populært å avgrense hverken felt eller sesong for noen av fiskeriene. Samtidig er brukskollisjoner et problem som må håndteres. En mulighet er å stenge teinefisket i de viktigste månedene for torskefisket i Barentshavet (oktober-desember²⁴). Høysesongen for rekefisket i Barentshavet er senvinter/vår til utover sommeren (data fra 2016)²⁵. Snøkrabbefisket kunne hatt sin hovedsesong i vintersesongen mellom torske- og rekefisket. Det kan også legges til rette for at fiskerne kan kombinere fangstmetoder etter de ulike sesongene. Dette vil kreve investering i nytt utstyr og kompetanse, men risikoen for redskapskollisjoner vil kunne minske.

Det ble registrert betydelige skader i interaksjonen med trålen i dette studiet, men svakheter i datamaterialet gjør at få av sammenhengene var signifikante. Resultatene kan derfor ikke overføres direkte til et innspill i fremtidig forvaltning. Det anbefales derimot mer forskning på snøkrabbenes interaksjon med bunntrål i Barentshavet. Bortsett fra at datamaterialet burde vært større, er mine erfaringer med datainnsamlingen fra de to toktene at jeg i mine konklusjoner ikke kunne være sikker på hvor og når skadene på snøkrabbene hadde oppstått. Videoundersøkelser, likt forsøket til Ngyuen et al. (2014), hvor kamera er festet til gearet og det filmes i forkant av trålen kunne mulig ha besvart noe av usikkerheten i mitt datamateriale. Utfordringene med et slikt forsøk er at muddersubstratet det tråles på blir virvlet opp og kan gi dårlig kvalitet på filmingen. Alternativt kunne man som Dawe et al. (2007) brukt en ROV

²⁴ Pers. medd.; Roger B. Larsen.

²⁵ Pers. medd.; Per Finne.

og filmet overkjørte snøkrabber i trålsprene i etterkant, når oppvirvlingen av mudder legger seg. Dette vil imidlertid gjøre forsøket svært ressurskrevende. Et mer økonomisk alternativ kunne vært å sette teinesett i etterkant av trålingen. Om mange av snøkrabbene har nye skader indikerer dette en negativ påvirkning i interaksjon med trål. Det er derimot sjans for at de skadede snøkrabbene ikke krabber inn i trålen nettopp på grunn av skadene de ble påført. Oppsummert; det er svært utfordrende å skaffe datamateriale av god kvalitet i slike forsøk.

Behovet for større innsats i å forstå interaksjonen mellom sleperedskap for fangst av fisk og reker (torsketrål, reketrål og snurrevad) og teinefiske etter snøkrabber kan illustreres med figurene 57-60 (vedlegg 6.8). Det rapporteres om et voksende problem med brukskollisjoner, og sesongen høst 2016/vår 2017 har vært meget utfordrende også fordi mange teine-iler er blitt kappet av dravis i vinter. Dette betyr at sokning etter tapte teiner blir vanskelig og tidkrevende. Man antar at det per i dag ligger tusenvis av tapte teiner også på norsk side av Sentralbanken²⁶. I lys av at det nå skal bygges en forvaltningsplan for snøkrabbe, bør man implementere erfaringene fra trålforsøk der målsetting bør være å finne rom for både bunntråling og teinefiske i samme område, slik man har klart i andre snøkrabbefiskerier. I forbindelse med et nytt UIT-prosjekt på reketrål, finansiert av FHF (Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond) og Fiskeridirektoratet, hevdes det fra denne fartøygruppen at det største problemet med å drive rekefiske på de tradisjonelle rekefeltene nord og øst for Hopen, nå er den voksende mengde av tapte teiner. Fangst av delvis knuste teiner medfører tapt tid i fisket og det kan oppstå skader i nettet og sorteringsristen. Bunntrålflåten etterlyser bedre regulering av teinefisket – og vice versa. Alle aktørene er enige om at det må settes inn større innsats på å få myndighetene til å lede et program for innsamling (opprensning) av tapte redskaper ikke bare for å fjerne søppel, men også for å unngå skjult beskatning i form av spøkelsesfiske²⁷. Så langt har den kommersielle reketrålflåten (og torsketrålflåten) rapportert om få eller ingen bifangst av snøkrabber, noe som er i overensstemmelse med mine funn (fra tilsvarende dimensjon på skivene i RHG). Det må derfor anses som svært sannsynlig at snøkrabber på de aktuelle rekefeltene (og torskefeltene) blir overkjørt, det vil si at de unnslipper trålen under fiskelina eller de blir kjørt over av gearene. Jeg kan selvsagt ikke fastslå hva som har forårsaket det store antall skadede

²⁶ Pers. medd.; Leonore Olsen, SINTEF Nord AS, Tromsø.

²⁷ Pers. medd.; Roger B. Larsen.

krabber jeg har registrert, men det er ikke urimelig å anta at mye av dette skyldes kontakt med trålredskaper.

4.4 Oppsummering og konklusjon

Naturgitte begrensinger i kombinasjon med et stramt tidsskjema førte til at forsøkene som ble utført i forbindelse med dette studiet viste seg å være svært utfordrende. Selv om de fleste kjikvadrat-testene ikke var signifikante viste registreringene at det er mulig at snøkrabbene kan få skader i interaksjon med reke- og torsketrål. Dawe et al (2007) konkluderte med at 10% skader på snøkrabbene etter interaksjon med reketrål ikke kvalifiserte til benevnelsen ”betydelig skade”. I dette forsøket ble langt flere snøkrabber skadet, fra 27,8% til 47,4% på de ulike toktene. Et relevant spørsmål for den fremtidige forvaltningen mellom trålflåten og teinefisket vil være hvor man anser at grensen for betydelig skade går.

Det er knyttet usikkerhet til om skadene oppstod i interaksjon med gearet eller inne i hovedtrålen og de ulike oppsamlingsposene i dette forsøket. I tillegg kan utstyret som ble benyttet ha gitt et feilaktig bilde i forhold til hvordan skadeomfanget ville sett ut i et kommersielt fiskeri. Et større datamateriale og mer forskning på området vil være nødvendig for å vise om det var grunn til å beholde nullhypotesene.

Det er en realitet at brukskollisjoner forekommer. Etter vedtaket om at snøkrabben er en sedentær art, er fisket på norsk sokkel i Barentshavet per dags dato begrenset til norske fartøy. Om EU får gjennomslag for fiske etter snøkrabbe i fiskevernsonen rundt Svalbard på tross av denne enigheten, vil det i fremtiden kunne bli mer kamp om plassen mellom trålflåten og snøkrabbefiskerne. Det er derfor å anbefale at en forvaltningsplan med kjørerregler mellom de to redskapsgruppene kommer på plass raskt. Det finnes flere muligheter for hvordan kjørerreglene kan utføres. Som diskutert i dette studiet kan fordeling eller rotering av område mellom redskapsgruppene være én løsning. Eventuelt stenging av områder for teinefiske når sesongene for torske- og rekefisket er på topp. En tredje løsning kan være å oppfordre til kombinert trål- og teinefiske med samme fartøy. Om fremtidig forskning bekrefter at skadeomfanget snøkrabben påføres i interaksjon med bunnetrål er betydelig, vil disse

kjørereglene være desto viktigere å få på plass for å sikre en bærekraftig bestand av snøkrabben i fremtiden.

5 Referanser

- Aarnes, H., 2011. *Litt statistikk*. [Internett]. UiO, Institutt for biovitenskap. Tilgjengelig fra: <http://www.mn.uio.no/ibv/tjenester/kunnskap/plantefys/matematikk/stat.html#chikvadrat> [lest: 20.04.2017].
- Abelsen, T. & Krogh, A., 2017. Vil utfordre Svalbardtraktaten i internasjonal domstol. *NRK*. [Internett], 06.02.2017. Tilgjengelig fra: <https://www.nrk.no/finnmark/utfordrer-svalbardtraktaten-1.13381059> [lest: 24.04.2017].
- Agnalt, A.-L., Pavlov, V., Jørstad, K. E., Farestveit, E. & Sundet, J., 2011. The snow crab, *Chionoecetes opilio* (Decapoda, Majoidea, Oregoniidae) in the Barents Sea. I: Galil, B. S, Clark, P. F., Carlton, J. T (red.) *In the Wrong Place-Alien Marine Crustaceans: Distribution, Biology and Impacts*. Springer. s. 283-300.
- Alvsvåg J., A.-L. Agnalt, & K.E. Jørstad., 2009. Evidence for a permanent establishment of the snow crab (*Chionoecetes opilio*) in the Barents Sea. *Biological Invasions*, 11, 587-595.
- Anon., 2014. Får krabbeteiner i trålen. *Kyst og Fjord*. [Internett], 31.01.2014. Tilgjengelig fra: <https://www.kystogfjord.no/nyheter/forsiden/Faar-krabbeteiner-i-traalen> [lest: 28.04.2017].
- Anon., 2015a. Fisker verdifull snøkrabbe på feil side av grensen. *NRK*. [Internett], 25.05.2015. Tilgjengelig fra: <https://www.nrk.no/troms/fisker-verdifull-snokrabbe-pa-feil-side-av-grensen-1.12377136> [lest: 25.10.2016].
- Anon., 2016. *Winter 2015/2016 – Crab Market Bulletin*. [Internett]. Alaska Seafood. Tilgjengelig fra: <http://www.alaskaseafood.org/wp-content/uploads/2015/10/Feb2016-Crab-Market-Bulletin.pdf> [lest: 20.03.2017].

Anon., 2017. Fiskebåt vil ikke at EU skal få snøkrabbe. *Fiskeribladet*. [Internett], 25.01.2017.
Tilgjengelig fra: <https://fiskeribladet.no/nyheter/?artikkel=51160> [lest: 14.03.2017].

Artsdatabanken, u.d. *Snøkrabbe Chionoecetes opilio (Fabricius, 1788)*. [Internett].
Tilgjengelig fra: <http://www.artsdatabanken.no/Taxon/14395> [lest: 20.10.2016].

BarentsWatch, 2017. *Fiskeriaktivitet*. [Internett]. Tilgjengelig fra:
<https://www.barentswatch.no/fiskeriaktivitet/> [lest: 04.05.2017].

Berthelsen, T., 2014. *Coastal Fisheries in Greenland*. [Internett]. Nuuk: KNAPK.
Tilgjengelig fra: <http://www.coastalfisheries.net/wp-content/uploads/2013/06/Coastal-fishing-in-Greenland.pdf> [lest: 05.05.2017].

BIO, 2015. *Snow Crab*. [Internett]. Bedford Institute of Oceanography. Tilgjengelig fra:
<http://www.bio.gc.ca/science/research-recherche/fisheries-pecheries/managed-gere/snow-neige-en.php> [lest: 05.05.2017].

Boge, L. M., 2016. *Snøkrabbe kan bli bærekraftvinner*. [Internett]. Nofima. Tilgjengelig fra:
<https://nofima.no/nyhet/2016/02/snokrabbe-kan-bli-baerekraft-vinner/> [lest: 25.03.2017].

Brinkhof, J., 2015. *A study on the escape rate of Northeast Atlantic cod (Gadus morhua) and haddock (Melanogrammus aeglefinus) under the fishing line with two different ground ropes in the Barents Sea bottom trawl fishery and the influence of some biotic and abiotic factors on the efficiency during bottom trawl*. [Masteroppgave]. Tromsø: UiT – Norges arktiske universitet. 88 s.

Buhl-Mortensen, P., 2016. *Underlige dyr og mange trålspor*. [Internett]. MAREANO.
Tilgjengelig fra: <http://mareano.no/nyheter/nyheter-2016/underlige-dyr-og-mange-tralspor> [lest: 20.04.2017].

- Bøe, R., Bellec, V., Jakobsen, F., Baeten N., Plassen, L., Elvenes, S., Lepland, A. & Thorsnes, T., 2017. *Nye geologiske kart fra Barentshavet*. [Internett]. MAREANO. Tilgjengelig fra: <http://www.mareano.no/nyheter/nyheter-2017/nye-geologiske-kart-fra-barentshavet> [lest: 21.04.2017].
- Comeau, M., Conan, G. Y., Maynou, F., Robichaud, G., Therriault, J.-C. & Starr, M., 1998. Growth, spatial distribution, and abundance of benthic stages of the snow crab (*Chionoecetes opilio*) in Bonne Bay, Newfoundland, Canada. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 55(1), 262-279.
- Dawe, E. G., Gilkinson, K. D., Walsh, S. J., Hickey, W., MULLOWNEY, D. R., ORR, D. C. & FORWARD, R. N., 2007. A Study of the Effect of Trawling in the Newfoundland and Labrador Northern Shrimp (*Pandalus borealis*) Fishery on Mortality and Damage to Snow Crab (*Chionoecetes opilio*). *Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences*, 2752, 46 s.
- Dawe, E. G., Walsh, S. J. & Hynick, E. M., 2009. Capture efficiency of a multi-species survey trawl for snow crab (*Chionoecetes opilio*) in the Newfoundland region. *Fisheries Research*, 101, 70-79. doi: 10.1016/j.fishres.2009.09.008
- Dawe, E. G. & MULLOWNEY, D. R. J., 2016. Baited Traps used in the Newfoundland and Labrador Fishery for Snow Crab (*Chionoecetes opilio*). *The Journal of Ocean Technology*, 11(4), 13-23.
- Denisenko, S., 2001. Long-term changes of zoobenthos biomass in the Barents Sea. *Zoological Institute, Russian Academy of science*, 289, 59-66.
- DFO, 2015. *Snow Crab*. [Internett]. Fisheries and Oceans Canada. Tilgjengelig fra: <http://www.dfo-mpo.gc.ca/fm-gp/sustainable-durable/fisheries-peches/snow-crab-eng.htm> [lest: 20.10.2016].

Divine, L. M., Bluhm, B. A., Mueter, F. J. & Iken, K., 2015. Diet analysis of Alaska Arctic snow crabs (*Chionoecetes opilio*) using stomach contents and $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ stable isotopes. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 135, 124-136. doi: <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2015.11.009>

Fenstad, A., 2016. EU med krav om snøkrabbe i Svalbardsonen. *Fiskeribladet Fiskaren*. 21.09.2016, s. 6.

FHF, 2016. *Lagring og transport av snøkrabben - ny veileder tilgjengelig nå*. [Internett]. Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond. Tilgjengelig fra: <http://www.fhf.no/nyheter/2016/oktober/1810/lagring-og-transport-av-snoekrabbe-ny-veileder-naa-tilgjengelig/> [lest: 10.01.2017].

Forskrift om utøvelse av fisket i sjøen. Forskrift 22. desember 2004 nr. 1878 om rapportering og fjerning av tapte redskap.

FRCC, 2005. *Strategic Conservation Framework for Atlantic Snow Crab*. [Internett]. Fisheries Resource Conservation Council. Tilgjengelig fra: <http://www.dfo-mpo.gc.ca/Library/315501.pdf> [lest: 28.09.2016].

Grimaldo, E., Sistiaga, M., Larsen, R. B., Tatone, I. & Olsen, F., 2013. MultiSEPT –Full scale test of the semicircular spreading gear (SCSG). SINTEF Fiskeri og havbruk, rapport nr. A24271. 23 s.

Grønnestad, K., 2017. *Mykje arbeid å rydde i havet*. [Internett]. BarentsWatch. Tilgjengelig fra: <https://www.barentswatch.no/artikler/mykje-arbeid-a-rydde-havet/> [lest: 20.04.2017].

Halcrow, K. and C. Steel, 1992. Cuticular repair in the mature male snow crab, *Chionoecetes opilio* (Majidae; Crustacea): relation to ecdysteroids. *Canadian Journal of Zoology*, 70(2), 314-319.

Hansen, H. S. B., 2015, Krabben som lammer Norge. *Fiskeribladet Fiskaren*. 18.12.2015, s. 20.

Havforskningsinstituttet, 2008. Håndbok for Vitenskapelig tråling, Versjon 3. [Internett].

Tilgjengelig fra:

http://www.imr.no/filarkiv/2010/01/handbok_for_vitenskapelig_traling_utk3_16_01_09.pdf [lest: 23.03.2017].

Havforskningsinstituttet, 2015a. *Nordøstarktisk hyse*. Havforskningsrapporten 2015. Fisken og havet, særnummer 1-2015.

Havforskningsinstituttet, 2015b. *Nordøstarktisk torsk*. Havforskningsrapporten 2015. Fisken og havet, særnummer 1-2015.

Havforskningsinstituttet, 2016a. *Status, råd og fiskeri. Rekebestanden er sunn og fiskeriet bærekraftig*. [Internett]. Tilgjengelig fra:

https://www.imr.no/temasider/skalldyr/reke/reke_i_barentshavet/status_rad_og_fiskeri_2010/status_rad_fiskeri_og_bestandstaksering/mn-no [lest:18.10.2016].

Havforskningsinstituttet, 2016b. *Snøkrabbe*. [Internett]. Tilgjengelig fra:

<http://www.imr.no/temasider/skalldyr/snokrabbe/nb-no> [lest: 10.10.2016].

Havforskningsinstituttet, 2017. *Snøkrabbe i norsk forvaltningszone. Biologisk rådgivning 2017*. [Internett]. Tilgjengelig fra:

http://www.imr.no/nyhetsarkiv/2017/april/har_gjeve_det_forste_snokrabberadet/les_h_eile_radet/radgivning_snokrabbe_2017_final.pdf/nb-no [lest: 05.05.2017].

Havressurslova, Lov 6. Juni 2008 nr. 37 om tap av reiskapar.

Havressurslova, Lov 6. Juni 2008 nr. 37 om hausting med trål eller snurrevad.

Herrmann, B., Sistiaga, M., Santos, J. & Sala, A., 2016. How Many Fish Need to Be Measured to Effectively Evaluate Trawl Selectivity? *PLoS ONE* 11(8). doi:

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0161512>

- Hoel, H. & Sundet, J., 2014. *Krabbe på vandring*. [Internett]. Havforskningsinstituttet.
Tilgjengelig fra:
http://www.imr.no/publikasjoner/andre_publicasjoner/kronikker/2014/krabbe_pa_vandring/nn-no [lest: 31.10.2016].
- Hvingel, C., Holte, B. & Hansen, C., 2015. Snøkrabben spiser den maten fisken ikke finner. [Internett]. Tilgjengelig fra:
<http://forskning.no/meninger/kronikk/2015/05/snokrabben-skurk-eller-nyttig-mellommann> [lest: 25.10.2016].
- ICES, 2016. *Northern shrimp (Pandalus borealis) in subareas 1 and 2 (Northeast Arctic)*. [Internett]. International council for the Exploration of the Sea. Tilgjengelig fra:
<http://www.ices.dk/sites/pub/Publication%20Reports/Advice/2016/2016/pandabarn.pdf> [lest: 01.05.2017].
- Ingolfsson, O. A., & Jørgensen, T., 2006. Escapement of gadoid fish beneath a commercial bottom trawl: Relevance to the overall trawl selectivity. *Fisheries Research*, 79(3), 303-312. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2005.12.017>
- Ivanovic, A., 2015. Modelling the physical impact of demersal fishing gears on seabed. *Fisheries Innovation in Scotland (FIS)*. 22 s.
- Jensen, T., 2016. "Alt" går Norges vei i krabbenæringa. *Fiskeribladet*. [Internett]. 16.10.2016. Tilgjengelig fra: <https://fiskeribladet.no/nyheter/?artikkel=49504> [lest: 20.10.2016].
- Jørgensen, L. L., Ljubin, P., Skjoldal, H. R., Ingvaldsen, R. B., Anismova, N. & Manushin, I., 2014. Distribution of benthic megafauna in the Barents Sea: baseline for an ecosystem approach to management. *ICES Journal of Marine Science*, 72(2), 595-613.
- Jørgensen, L. L., Planque, B., Thangstad, T. H. & Certain, G., 2015. Vulnerability of megabenthic species to trawling in the Barents Sea. *ICES Journal of Marine Science*, 73, i84-i97. doi: 10.1093/icesjms/fsv107

- Kartverket, 2012. *Norges maritime grenser*. [Internett]. BarentsWatch. Tilgjengelig fra: <https://www.barentswatch.no/Tema/Havrett/Grenser-i-havet/Norges-maritime-grenser/> [lest: 31.10.2016].
- Kruse, G. H., Tyler, A. V., Sainte-Marie B. & Pengilly, D., 2007. A workshop on mechanisms affecting year-class strength formation in snow crabs *Chionoecetes opilio* in the eastern Bering Sea. *Alaska Fishery Research Bulletin*, 12(2), 270-277.
- Larsen, R. B., Brinkhof, J. M. & Luettel, A., 2015. Studies on the escapement rate of cod (*Gadus morhua*), haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) and snow crab (*Chionoecetes opilio*) during bottom trawl in the Barents Sea 2014-2015. Tromsø: UiT - Norges arktiske universitet.
- Luettel, A., 2015. Snow crab (*Chionoecetes opilio*) interactions with bottom trawls and possible conflicts between trawl fleets and pot fisheries in the Northeast Barents Sea. [Masteroppgave]. Tromsø: UiT – Norges arktiske universitet. 58 s.
- Mehren, E. & Abelsen, T., 2017. Fisker ulovlig på norsk sokkel med EUs velsignelse. *NRK*. [Internett], 20.01.2017. Tilgjengelig fra: <https://www.nrk.no/troms/fisker-ulovlig-pa-norsk-sokkel-med-eus-velsignelse-1.13333132> [lest: 05.02.2017].
- Midtbø, T., 2007. *Regresjonsanalyse for samfunnsvitere*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Nguyen, T. X., Winger, P. D., Legge, G., Dawe, E. G. & Mallowney, D. R., 2014. Underwater observations of the behaviour of snow crab (*Chionoecetes opilio*) encountering a shrimp trawl off northeast Newfoundland. *Fisheries Research*, 156, 9-13.
- NOAA, u.d. *Snow Crab Chionoecetes opilio*. [Internett]. Alaska Fisheries Science Center. Tilgjengelig fra: https://www.afsc.noaa.gov/Education/factsheets/10_opilio_fs.pdf [lest: 08.09.2016].

- NOAA, 2004. *Bering Sea Aleutian Islands Crab Fisheries: Environmental Impact Statement, Volum 1*. [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://books.google.no/books?id=yyQ3AQAAMAAJ> [lest: 05.05.2017].
- Norges Råfisklag, 2015. *Snøkrabbe – fangst, priser og eksport. Markedsrapport snøkrabbe 2015*. [Internett]. Tilgjengelig fra: http://www.rafisklaget.no/portal/page/portal/RafisklagetDokumenter/Markedstiltak/Markedsrapport_snokrabbe_2015_05.pdf [lest: 12.01.2017].
- Nærings- og fiskeridepartementet, 2014a. *Fiskevernsonen ved Svalbard og fiskerisonen ved Jan Mayen*. [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/no/tema/mat-fiske-og-landbruk/fiskeri-og-havbruk/rydde-internasjonalt/fiskevernsonen-ved-svalbard-og-fiskeriso/id445285/> [lest: 23.04.2017].
- Nærings- og fiskeridepartementet, 2014b. *Høring – Forvaltning av snøkrabbe*. [Internett] Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/Horing-forvaltning-av-snokrabbe/id2009299/> [lest: 07.05.2017].
- Nærings- og fiskeridepartementet, 2015. *Protokoll for den 45. sesjon i den blandete norsk-russiske fiskerikommisjon*. 19 s.
- Nærings- og fiskeridepartementet, 2016. *Enighet om norsk-russisk kvoteavtale for 2017*. Pressemelding, 20.10.2016.
- O'Neill, F. G. & Summebell, K., 2011. The mobilisation of sediment by demersal otter trawls. *Marine Pollution Bulletin*, 62, 1088-1097.
- Plummer, K., 2014. *What is a Phi Coefficient?* [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://www.slideshare.net/plummer48/what-is-a-phi-coefficient> [lest: 10.05.2017].
- Rose, C. S., 1995. Behavior of North Pacific groundfish encountering trawls: applications to reduce bycatch. *Solving bycatch: considerations for today and tomorrow*, 235-242.

- Rostad, I. L. & Abelsen, T., 2016. Russland stopper snøkrabbefangst fra nyttår. *NRK*. [Internett], 20.10.2016. Tilgjengelig fra: <https://www.nrk.no/troms/russland-stopper-snokrabbefangst-fra-nyttar-1.13188755> [lest: 01.11.2016].
- Sen, S., 2014. *Permutation tests*. [Internett]. Tilgjengelig fra: <http://www.biostat.ucsf.edu/sen/statgen14/permutation-tests.html> [lest: 04.05.2017].
- Skarbøvik, O., 2015. Usikkert i Smutthullet. *Fiskebåt*. [Internett]. Tilgjengelig fra: <http://www.fiskebat.no/default.asp?page=9297&item=60746,1&lang=1> [lest: 04.10.2016].
- Sundet, J., 2015. *Snøkrabben inntar nye områder i Barentshavet*. Havforskningsrapporten 2015. Fisken og havet, særnummer 1-2015.
- Sundet, J., Hjelset, A. M. & Larsen, R. B., 2016. *Toktrappert fra forsøk med Campelen1800# med undersekker for prøvetaking av snøkrabbe*. Havforskningsinstituttet/UiT - Norges Fiskerihøgskole. 9 s.
- Stevens, B. G., u.d. *Molting: How Crabs Grow*. [Internett]. Alaska Fisheries Science Center. Tilgjengelig fra: <https://www.afsc.noaa.gov/Kodiak/shellfish/cultivation/crabGrow.htm> [lest: 10.10.2016].
- Thonhaugen, M., 2016. Meteorologen: -Vi er ikke langt unna ekstreme verdier. *NRK*. [Internett], 15.11.2016. Tilgjengelig fra: [https://www.nrk.no/nordland/meteorologen -vi-er-ikke-langt-unna-ekstreme-verdier-1.13228006](https://www.nrk.no/nordland/meteorologen--vi-er-ikke-langt-unna-ekstreme-verdier-1.13228006) [lest: 09.01.2017].
- UiT, 2017. *F/F Helmer Hanssen*. [Internett]. UiT, Norges arktiske Universitet. Tilgjengelig fra: https://uit.no/forskning/art?p_document_id=336568&dim=179012 [lest: 05.05.2017].
- Wheeler, M. & Torchiano, M., 2016. *Permutation Test for Linear Models*. [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://cran.r-project.org/web/packages/lmPerm/lmPerm.pdf> [lest: 04.05.2017].

6 Vedlegg

6.1 Oversikt over gyldige tråltrekk november 2016

Tabell 1. Oversikt over gyldige tråltrekk november 2016.

Stasjons nr.	Dato	Starttid (UTC)	Breddegrad	Lengdegrad	Varighet	Gj.snitt Dybde	Gj.snitt Temp	Gj.snitt Fart	Type gir	Type trål	Antall sno-krabber i hovedtrål	Antall sno-krabber i undersekk
1844	13.11.16	05:03	75.4773N	34.2368 E	00:56	207.9	4.75	3.45	RH	Torsk	3	0
1845	13.11.16	06:43	75.4958 N	34.3936E	00:53	219.8	4.55	2.50	RH	Torsk	0	2
1846	13.11.16	09:02	75.5514 N	35.0579 E	01:37	222.5	4.25	2.35	RH	Torsk	0	6
1847	13.11.16	11:52	75.5913 N	35.3808 E	00:26	233.5	4.20	3.15	RH	Torsk	2	1
1849	13.11.16	20:55	76.0210 N	33.5926 E	00:48	282.0	4.70	2.10	RH	Torsk	4	0
1850	14.11.16	02:18	76.3205 N	32.5657 E	00:38	233.0	3.50	4.30	RH	Torsk	0	0
1852	14.11.16	05:36	76.3607 N	32.0787 E	00:58	267.1	3.80	3.30	RH	Torsk	1	0
1853	14.11.16	15:08	77.4825 N	29.0870 E	01:21	260.2	0.80	2.80	RH	Torsk	0	0
1863	16.11.16	23:09	76.3465 N	37.1022 E	01:00	230.1	2.60	2.30	RH	Torsk	2	0
1864	17.11.16	05:55	76.0749 N	34.4079 E	02:33	294.0	4.30	1.90	RH	Torsk	18	5
1865	17.11.16	10:02	75.5656 N	34.0337 E	02:17	249.2	4.50	3.40	RH	Torsk	7	3
1866	17.11.16	13:27	75.4762 N	34.0031 E	02:31	237.9	5.15	2.65	RH	Torsk	0	0
1867	17.11.16	16:54	75.4677 N	33.2026 E	03:20	257.2	5.40	2.95	RH	Torsk	7	3
1869	18.11.16	02:18	75.4729 N	33.5197 E	02:39	219.6	4.75	2.75	RH	Torsk	16	0
1870	18.11.16	05:57	75.4748 N	34.2040 E	03:05	221.1	4.90	3.00	RH	Torsk	11	2
1871	18.11.16	15:43	75.3293 N	30.5545 E	01:02	368.5	5.40	3.45	RH	Reke	0	0
1872	18.11.16	17:32	75.3103 N	30.3911 E	02:04	375.2	4.90	3.05	RH	Reke	0	0
1873	18.11.16	23:44	75.2354 N	30.1491 E	01:15	365.6	4.75	2.45	RH	Reke	0	0
1874	19.11.16	03:03	75.2892 N	30.2051 E	01:06	376.2	5.10	2.85	RH	Reke	0	0
1875	19.11.16	05:31	75.3186 N	30.3642 E	01:10	377.4	5.25	2.85	RH	Reke	0	0
1876	19.11.16	07:44	75.2842 N	30.2175 E	02:01	371.6	4.75	2.95	RH	Reke	0	0
1877	19.11.16	11:49	75.2884 N	30.2140 E	01:37	377.7	4.90	3.35	RH	Torsk	0	0
1878	19.11.16	14:43	75.3240 N	30.4239 E	02:15	377.5	5.20	3.15	RH	Reke	0	0
1879	19.11.16	17:51	75.2936 N	30.2420 E	02:00	374.5	5.20	2.05	RH	Reke	0	0
1880	19.11.16	21:34	75.3255 N	30.4153 E	01:54	374.5	5.25	2.90	RH	Reke	0	0
1881	20.11.16	01:30	75.2975 N	30.2767 E	01:07	376.6	5.30	3.00	RH	Reke	0	0
1882	20.11.16	04:31	75.3157 N	30.3597 E	00:54	375.3	5.35	3.05	RH	Reke	0	0
1883	20.11.16	08:28	75.2266 N	30.0575 E	01:51	369.8	4.90	2.55	RH	Reke	0	0
1884	20.11.16	15:13	75.2411 N	30.0905 E	01:59	366.8	4.85	3.15	RH	Reke	0	0
1920	25.11.16	07:32	75.2704 N	32.1845 E	01:10	300.4	4.90	3.10	RH	Torsk	0	2
1921	25.11.16	09:53	75.3302 N	32.5265 E	01:12	245.1	4.90	3.00	RH	Torsk	0	0
1922	25.11.16	13:23	75.5213 N	33.4053 E	01:03	242.4	4.85	3.35	RH	Torsk	2	0
1923	25.11.16	15:19	75.5585 N	33.5261 E	00:59	270.5	4.40	3.10	RH	Torsk	6	1
1924	25.11.16	17:00	76.0008 N	33.5890 E	00:46	281.0	4.15	3.10	RH	Torsk	0	1
1925	25.11.16	20:15	75.5335 N	34.5981 E	00:58	225.9	4.50	3.35	RH	Torsk	1	3
1926	25.11.16	22:16	75.5521 N	35.1405 E	00:53	218.2	4.35	3.3	RH	Torsk	4	1
1927	26.11.16	02:19	75.5053 N	33.4635 E	01:00	232.0	4.90	3.2	RH	Torsk	0	7
1928	26.11.16	08:12	75.2452 N	31.1573 E	02:13	343.8	4.90	3.05	RH	Torsk	1	2
1929	26.11.16	11:18	75.2369 N	31.2055 E	02:01	339.6	4.75	3.05	RH	Torsk	0	0
1930	26.11.16	13:19	75.2382 N	31.1537 E	01:37	353.4	4.95	2.10	RH	Torsk	0	0
1931	26.11.16	17:09	75.2542 N	31.1884 E	02:00	345.1	5.00	3.25	RH	Torsk	1	0
1932	26.11.16	20:06	75.1944 N	31.2349 E	01:58	345.2	5.20	2.45	RH	Torsk	1	0
1933	26.11.16	23:59	75.2632 N	31.1774 E	01:01	351.7	4.80	3.00	RH	Torsk	0	1
1934	27.11.16	03:13	75.2077 N	31.1076 E	03:14	351.2	4.95	2.65	RH	Torsk	1	0

6.2 Oversikt gyldige tråltrekk februar/mars 2017

Tabell 2. Oversikt over gyldige tråltrekk februar/mars 2017.

St. nr.	Dato	Starttid (UTC)	Breddegrad	Lengdegrad	Varighet	Gj.snitt Dybde	Gj.snitt Temp	Gj.snitt Fart	Type gir	Type trål	Antall snokrabber i hovedtrål	Antall snokrabber i Undersekk	Antall snokrabber i cover- og sieve-nett
186	28.02.17	13:03	75.58172N	32.35055E	00:59	319.2	3.10	2.65	RH	Reke	2	0	0
187	28.02.17	14:55	75.57189N	32.31188E	01:02	315.6	3.15	3.15	SC	Reke	0	0	0
188	28.02.17	16:50	75.55566N	32.45062E	01:03	310.0	2.95	2.55	RH	Reke	7	0	1
189	28.02.17	19:44	75.51958N	32.26293E	01:01	308.9	3.00	3.00	SC	Reke	1	1	0
190	28.02.17	21:35	75.50839N	32.23736E	01:01	308.0	2.95	2-70	SC	Reke	0	0	1
191	28.02.17	23:54	75.54034N	32.41855E	01:01	318.7	2.90	2.15	RH	Reke	22	2	4
192	01.03.17	01:56	75.55411N	32.48169E	01:01	309.0	2.85	3.10	RH	Reke	25	1	0
193	01.03.17	04:12	75.55213N	32.39354E	00:59	326.1	2.95	3.25	SC	Reke	0	0	0
194	01.03.17	06:08	75.56374N	32.43510E	01:02	320.4	3.00	2.60	SC	Reke	0	1	5
195	01.03.17	08:16	75.55765N	32.34798E	01:00	334.8	3.05	2.50	RH	Reke	3	15	0
196	01.03.17	10:13	75.56373N	32.44370E	00:55	327.2	3.00	2.85	RH	Reke	3	7	1
197	01.03.17	12:07	75.55907N	32.36072E	00:59	331.5	3.05	2.80	SC	Reke	0	6	1
198	01.03.17	14:38	75.56281N	32.45131E	01:01	328.2	3.05	3.15	SC	Reke	1	1	1
199	01.03.17	16:35	75.55849N	32.37294E	01:00	336.1	3.05	3.05	RH	Reke	13	5	5
200	01.03.17	18:59	75.56335N	32.46303E	01:01	333.2	2.95	2.35	RH	Reke	4	3	0
201	01.03.17	20:52	75.55919N	32.35228E	01:04	334.1	3.05	1.75	SC	Reke	3	1	2
202	01.03.17	22:45	75.56335N	32.43805E	00:57	322.05	3.00	2.80	SC	Reke	0	3	4
203	02.03.17	00:40	75.55623N	32.36155E	00:58	315.6	2.95	2.10	RH	Reke	10	8	1
204	02.03.17	02:31	75.55060N	32.43580E	01:08	312.3	3.00	2.70	RH	Reke	6	14	11
205	02.03.17	05:55	75.55822N	32.37940E	01:01	324.5	3.00	2.50	SC	Reke	0	2	0
206	02.03.17	07:43	75.54483N	32.44952E	01:02	315.8	3.00	2.45	SC	Reke	0	4	1
207	02.03.17	10:32	75.55914N	32.39521E	01:02	318.8	2.95	3.20	RH	Reke	13	1	4
209	02.03.17	18:29	75.56242N	32.47741E	00:47	355.7	2.95	2.30	SC	Reke	0	0	0
210	02.03.17	20:11	75.56332N	32.42952E	00:44	326.7	3.05	2.70	SC	Reke	0	2	0
212	03.03.17	00:52	75.55118N	32.38037E	00:46	322.4	2.90	2.20	SC	Reke	1	0	0
213	03.03.17	02:26	75.54223N	32.39430E	00:48	318.3	2.90	2.90	SC	Reke	1	0	2
214	03.03.17	04:00	75.54941N	32.35066E	00:46	322.5	2.85	2.65	SC	Reke	0	1	3
215	03.03.17	05:35	75.54791N	32.40042E	00:44	317.3	2.85	3.15	SC	Reke	0	1	2
216	03.03.17	08:45	75.55567N	32.44046E	00:44	308.6	2.90	3.30	SC	Reke	0	2	0
217	03.03.17	10:28	75.54158N	32.42138E	00:45	322.3	2.80	3.3	SC	Reke	0	0	0
218	03.03.17	12:29	75.55091N	32.39737E	00:47	319.5	2.85	2.4	SC	Reke	0	0	0
219	03.03.17	14:16	75.54807N	32.38488E	00:29	323.4	2.85	2.70	RH	Reke	0	1	0
220	03.03.17	19:37	75.58365N	35.18297E	00:32	221.4	1.75	3.20	SC	Reke	339	16	0
221	03.03.17	20:56	75.57529N	35.31672E	01:00	218.5	1.70	1.85	RH	Reke	730	1	5
222	03.03.17	23:12	75.57593N	35.52043E	00:44	211.6	1.65	2.85	SC	Reke	143	110	0
223	04.03.17	00:39	75.57418N	35.54944E	00:44	212.0	1.65	2.80	RH	Reke	293	184	0
224	04.03.17	12:41	75.56133N	32.43510E	00:44	323.4	2.75	2.70	SC	Reke	37	0	0
225	04.03.17	14:21	75.56032N	32.38869E	00:43	335.5	2.75	2.85	RH	Reke	27	5	0
226	04.03.17	16:56	75.56286N	32.43326E	00:43	326.6	2.75	2.85	SC	Reke	5	9	-
227	04.03.17	19:08	75.55348N	32.37258E	00:46	335.5	2.80	3.35	SC	Reke	1	1	-
228	04.03.17	21:21	75.53855N	32.38262E	00:27	317.7	2.80	2.90	SC	Reke	1	3	-

6.3 Illustrasjon av dataregistrering

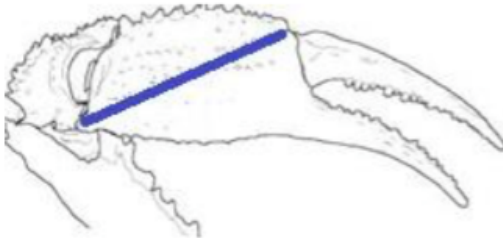
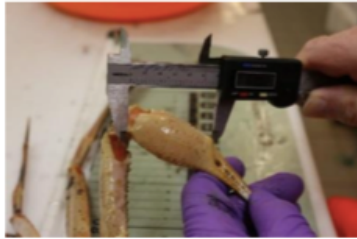
Illustrasjonene er hentet fra toktmanual utarbeidet av Havforskningsinstituttet, avdeling Tromsø, august 2016.



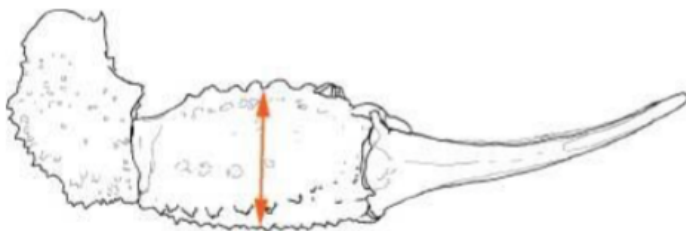
Figur 53. Breddemål carapax for hunn- og hannkrabber etter manual fra Havforskningsinstituttet. Foto: Havforskningsinstituttet, 2016.



Figur 54. Breddemål abdomen for hunnkrabber etter manual fra Havforskningsinstituttet. Illustrasjon og foto: Havforskningsinstituttet, 2016.



Figur 55. Lengdemål høyre klo for hannkrabber etter manual fra Havforskningsinstituttet. Illustrasjon og foto: Havforskningsinstituttet, 2016.



Figur 56. Breddemål klo for hannkrabber etter manual fra Havforskningsinstituttet. Illustrasjon og foto: Havforskningsinstituttet, 2016.

6.4 Eksempel på ferdig utfylt registreringsskjema med tegnbeskrivelse

Tabell 3. Eksempel på ferdig utfylt registreringsskjema med tegnbeskrivelse, benyttet på begge tokt.

Stasjons nr	Dato	Tråltrekk nr	Type trål	Type undr	Type grunntau	Tråldel	Individnr	Kjønn	Vekt (kg)	Skallalide	Kjønnsm	CW (Ca)	AW (A)	Egg	Egg fra høyre klo	b	Høyre	Ki	Skade	Type	Detail skade	
1865	17.11.2016	25	A155	3,30	R	2	55	2	0,582	2	115,55						24,25	53,70	1	B	FV13K;FH212;-FH312-	
1865	17.11.2016	25	A155	3,30	R	2	56	2	0,140	2	73,48						15,11	32,16	1	B	GV1&2;-;FH512;-;FH412;-;FV311K	
1865	17.11.2016	25	A155	3,30	R	2	57	1	0,118	2	69,67	48,49	1	2						1	BC	CFHK; B; FV112;-; FV313K; FV314-; GH5-
1865	17.11.2016	25	A155	3,30	R	1	58	2	0,086	2	65,38						8,81	22,96	1	B	GV2-; GH2-	
1865	17.11.2016	25	A155	3,30	R	1	59	1	0,074	2	61,88	31,20	0	0						1	B	FH5-; FH113K; FV113K
1865	17.11.2016	25	A155	3,30	R	1	60	1	0,050	2	55,02	25,27	0	0						1	B	GV5-; GV3R; GH5-
1865	17.11.2016	25	A155	3,30	R	1	61	2	0,134	2	75,48						10,78	26,63	1	B	GV3&5-; FV2-; FH314K	
1865	17.11.2016	25	A155	3,30	R	1	62	2	0,112	2	76,95									1	B	GH3&4-; FV1&3-; FH1&2-
1865	17.11.2016	25	A155	3,30	R	1	63	2	0,066	2	57,59						7,61	18,50	1	B	FH312K; FV314-	
1865	17.11.2016	25	A155	3,30	R	1	64	2	1,116	3	142,32						32,72	73,07	1	B	GV2-; FH3-; FH511K	
1866	17.11.2016	26	A155	3,30	R	2	65	2	0,052	2	52,79						7,00	17,89	1	BC	CHK; B; GH3&5-	
1866	17.11.2016	26	A155	3,30	R	1	66	2	0,070	2	58,79						7,73	18,94	1	B	FH511K	
1866	17.11.2016	26	A155	3,30	R	1	67	2	0,070	2	74,83									1	BC	Cmost; B; GH1-; GV5-; FV1&2-; FV41K; FV311K; FH311K
1866	17.11.2016	26	A155	3,30	R	1	68	2	0,508	3	106,11						21,95	51,07	0			
1867	17.11.2016	27	A155	3,30	R	2	69	2	0,644	2	116,82						26,94	58,11	1	B	FV111K; GH5-	
1867	17.11.2016	27	A155	3,30	R	2	70	2	0,216	3	82,93						18,03	40,62	1	AB	A;KW; B;GH2-	
1867	17.11.2016	27	A155	3,30	R	2	71	2	0,056	2	52,66						6,98	17,30	0			
1867	17.11.2016	27	A155	3,30	R	1	72	2	0,576	2	109,52						26,06	56,10	0			
1867	17.11.2016	27	A155	3,30	R	1	73	2	0,726	2	119,79						25,55	59,19	0			
1867	17.11.2016	27	A155	3,30	R	1	74	2	0,820	3	124,11						27,94	63,09	0			
1867	17.11.2016	27	A155	3,30	R	1	75	2	0,188	4	79,03						15,99	36,26	1	B	FV112-; GH3-; FH411K	
1867	17.11.2016	27	A155	3,30	R	1	76	1	0,102	2	70,03	50,17	1	2						1	B	GH2-
1867	17.11.2016	27	A155	3,30	R	1	77	1	0,104	2	69,24	48,29	1	2						1	B	GH4-; FH5-
1867	17.11.2016	27	A155	3,30	R	1	78	1	0,066	2	60,05	30,55	0	0						1	B	GH312K

Type trål	Type undersekk	Type grunntau	Tråldel	Kjønn	Skallalder	Egg	Skade	Type skade	Detail skade
A=Alfredo no. 3	6,6 m	R=Rockhopper	1=Hovedtrål	Hunn=1	Nivå 1-5	0=Har ikke egg	0=Har ikke skade	A=Abdomen	G=Gammel skade
E=Egersund 2800	3,3 m	S=SCSG	2=Undersekk	Hann=2		1=Har egg	1=Har skade	B=Bein	F=Fersk skade
	2,2 m							C=Carapace	V=Venstre
									H=Høyre
									Tall 1-5=Bein fra front til bak
									Minustegn=Mangler
									L=Ledd (1-4 fra kropp til spiss)
									K=Knekk
									R=Regenerert bein

6.5 Resultater

Tabell 4. Frekvenstabell med skadede og ikke skadede snøkrabber (med prosentfordeling) fra alle tokt.

2016	Ikke skadet	%	Skadet	%
Hann	42	42,9	56	57,1
Hunn	18	72,0	7	28,0
Hann under 95mm	26	43,3	34	56,7
Hann over 95 mm	16	43,2	21	56,8
Hunn under 50 mm	0	0,0	0	0,0
Hunn over 50 mm	18	72,0	7	28,0
Tauetid under 2t	29	59,2	20	40,8
Tauetid over 2t	41	48,8	43	51,2
Hovedtrål	42	46,7	48	53,3
Undersekk	28	65,1	15	34,9
2017	Ikke skadet	%	Skadet	%
Hann	686	62,0	421	38,0
Hunn	703	67,1	345	32,9
Hann under 95mm	658	61,6	411	38,4
Hann over 95 mm	25	73,5	9	26,5
Hunn under 50 mm	683	67,4	331	32,6
Hunn over 50 mm	24	64,9	13	35,1
Tauetid under 50min	751	63,1	439	36,9
Tauetid over 50min	640	66,2	327	33,8
Hovedtrål	1150	68,0	541	32,0
Undersekk + 2 oppsamlingsposer	240	51,6	225	48,4
Rockhopper	908	63,1	530	36,9
SCSG	483	67,2	236	32,8
2017 (u/st. 220-223)	Ikke skadet	%	Skadet	%
Hann	155	74,5	53	25,5
Hunn	86	68,3	40	31,7
Hann under 95mm	126	72,4	48	27,6
Hann over 95 mm	28	84,8	5	15,2
Hunn under 50 mm	59	61,5	37	38,5
Hunn over 50 mm	29	90,6	3	9,4
Tauetid under 50min	67	63,8	38	36,2
Tauetid over 50min	175	76,1	55	23,9
Hovedtrål	118	63,4	68	36,6
Undersekk + 2 oppsamlingsposer	124	83,2	25	16,8
Rockhopper	163	72,8	61	27,2
SCSG	79	71,2	32	28,8
TEINER	Ikke skadet	%	Skadet	%
Hann under 95mm	30	65,2	16	34,8
Hann over 95mm	19	65,5	10	34,5
Hunn under 50mm	11	91,7	1	8,3
Hunn over 50 mm	1	33,3	2	66,7
Totalt	61	67,8	29	32,2

6.6 Snøkrabbens livsstadier

Flere faktorer kan påvirke tidspunktet for både gyting og klekking av rogn. For eksempel vil en høyere temperatur føre til kortere inkuberingstid, og motsatt ved lavere temperaturer (Webb et al., 2007). Som studier utført av Starr et al. (1994) viser, kan tilstedeværelsen av fytoplankton påvirke tidspunktet for larveklekkingen. Starr et al. (1994) argumenterer videre for at tidspunktet for larveklekkingen er en tilegnet strategi for å øke larvenes sjanse til å overleve. Oppblomstringen av plankton fører til at hoppekrepslarver og kiselalger er tilstede og disse blir føde for snøkrabbe-larvene (Kruse et al., 2007).

I de øvre vannlagene foregår to zoealarve-stadier. I hvilken tidsperiode zoealarvene er tilstede varier mellom de ulike områdene. I Beringhavet varer denne perioden fra april til juni (Incze et al., 1987). I juni i de sørlige delene av Gulf of St. Lawrence (Moriyasu and Lanteigne, 1998) og mai og juni i Bonne Bay, Newfoundland (Comeau et al., 1999) holder zoealarvene seg i de øvre vannlagene frem til de bunnsetter seg i september/oktober (Lovrich og Sainte-Marie, 1997).

I løpet av megalop larve-stadiet gjennomgår snøkrabbe-larvene en metamorfose hvor de blir klare for å bunnsette seg og utvikler seg til juvenil. I Gulf of St. Lawrence, skjer dette i slutten av juli i de sørlige delene og i løpet av august i de nordlige delene. Stadiet foregår i grunne og intermediaære dybdeområder, hvor de livnærer seg av hoppekreps (copepoder) (Kruse et al., 2007). Etter det pelagiske stadiet på 3-5 måneder er snøkrabben klar for å bunnsette seg i løpet av september/oktober. I et studie fra Bonne Bay, utført av Comeau et al. (1998), deles snøkrabbens umodne stadier videre inn i understadiene I-VII (Tabell 5). Studiet viser at i mai, ett år etter larvene klekket, er understadie I (3.0 mm CW) over, og snøkrabben er kommet til understadie II (5.0 mm CW). Denne forandringen antyder at det har foregått et skallskifte i løpet av vinteren. Videre viser studiet et fravær av snøkrabber i understadie II og tilstedeværelse av snøkrabber i understadie III (7.0 mm CW) i september samme år. Dette betyr at det også foregår et skallskifte i løpet av sommeren. Disse halvårssyklusene fortsetter frem til understadie VI (21.6 mm CW), dvs. når snøkrabben når en alder på 3 år. Etter dette forandrer syklusen seg til et årlig skallskifte frem til det terminale skallskifte. Hann- og hunnkrabbene hadde i studiet nokså likt vekstmønster frem til understadie VII (4 år), da

hannkrabbene ble kjønnsmodne. Det antas deretter at hunnkrabbene fortsetter det årlige skallskiftet frem til de når kjønnsmodning i understadie X eller XI (henholdsvis 7 eller 8 år). Forventet levealder for hunnkrabbene er opp mot 13 år, omtrent 6 år etter det terminale skallskiftet (Comeau et al., 1998, Kruse et al., 2007).

Hos hannkrabbene ser igangsettelsen av kjønnsmodningen ut til å påvirke veksten i skallskiftefasen (Comeau et al., 1998). Undersøkelser viser at det første juvenile skallskiftet finner sted ved det syvende skallskifte, mellom understadie VII og VIII. Videre kan tetthetsavhengige faktorer forklare vekstmønsteret til juvenile hannkrabber. Tettheten av snøkrabber i et område, og dermed mattilgangen, påvirker snøkrabbens størrelse ved kjønnsmodning gjennom vekstmønsteret og hvor hyppig den gjennomfører skallskifte (Kruse et al., 2007). Observasjoner fra Bonne Bay viser at juvenile hannkrabber enten kan gjennomgå det terminale skallskiftet, gjennomgå et skallskifte men forbli juvenil slik at potensiale for videre vekst opprettholdes, eller å hoppe over et skallskifte (hemming av vekst) (Comeau et al., 1998). Teorien til Comeau et al. (1998) argumenterer for at miljøer med mye konkurranse innenfor reproduksjon vil føre til at juvenile hannkrabber fortsetter å øke i størrelse før det terminale skallskiftet.

Tabell 5. Oppsummering av Comeau et al. (1998) sin studie på snøkrabbe (*C. opilio*) i Bonne Bay, Newfoundland. Studiet antyder skallskifte hos både hann- og hunnkrabber hvert halvår fra understadiet I til V og deretter et årlig skallskifte fra understadiet VI.

Understadiet	Måned		Omtrentlig alder og størrelse
I	September		3-5 mnd. 3.0 mm CW
		Antydninger til skallskifte i løpet av vinteren	
II	Mai		1 år. 5.0 mm CW
		Antydninger til skallskifte i løpet av sommeren	
III	September		1+ år. 7.0 mm CW
		Antydninger til skallskifte i løpet av vinteren	
IV	Mai		2 år. 9.8 mm CW
		Antydninger til skallskifte i løpet av sommeren	
V	September		2+ år. 14.9 mm CW
		Antydninger til skallskifte i løpet av vinteren	
VI	Mai		3 år. 21.6 mm CW
		Antydninger til årlig skallskifte	
VII	Mai		4 år. 28.0 mm CW

Referanser

- Comeau, M., Conan, G. Y., Maynou, F., Robichaud, G. T., J-C. & Starr, M., 1998. Growth, spatial distribution, and abundance of benthic stages of the snow crab (*Chionoecetes opilio*) in Bonne Bay, Newfoundland, Canada. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 55(1), 262-279.
- Comeau, M., Starr, M., Conan, G. Y., Robichaud, G. & Therriault, J.-C., 1999. Fecundity and duration of egg incubation for multiparous female snow crabs (*Chionoecetes opilio*) in the fjord of Bonne Bay, Neafoundland. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 56, 1088-1095.
- Incze, L. S., Armstrong, D. A. & Smith, S. L., 1987. Abundance of Larval Tanner Crabs (*Chionoecetes* spp.) in Relation to Adult Females and Regional Oceanography of the Southeastern Bering Sea *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 44(6), 1143-1156.
- Kruse, G. H., Tyler, A. V., Sainte-Marie B. & Pengilly, D., 2007. A workshop on mechanisms affecting year-class strength formation in snow crabs *Chionoecetes opilio* in the eastern Bering Sea. *Alaska Fishery Research Bulletin*, 12(2), 270-277.
- Lovrich, G. A. & Sainte-Marie, B. 1997. Cannibalism in the snow crab, *Chionoecetes opilio* (O. Fabricius) (Brachyura: Majidae), and its potential importance to recruitment. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 211(2), 225-245. doi: [https://doi.org/10.1016/S0022-0981\(96\)02715-3](https://doi.org/10.1016/S0022-0981(96)02715-3)
- Moriyasu, M. & Lantaigne, C., 1998. Embryo development and reproductive cycle in the snow crab, *Chionoecetes opilio* (Crustacea: Majidae), in the southern Gulf of St. Lawrence, Canada. *Canadian Journal of Zoology*, 76(11), 2040-2048.
- Starr, M., Therriault, J.-C., Conan, G. Y., Comeau, M. & Robichaud, G., 1994. Larval release in a sub-euphotic zone invertebrate triggered by sinking phytoplankton particles. *Journal of Plankton Research*, 16, 1137-1147.

Webb, J. B., Eckert, G. L., Shirley, T. C. & Tamone, S. L., 2007. Changes in embryonic development and hatching in *Chionoecetes opilio* (snow crab) with variation in incubation temperature. *The Biological Bulletin*, 213, 67-75.

6.7 Forvaltning av snøkrabben på verdensbasis

6.7.1 USA (Alaska)

I 1970-årene startet snøkrabbefisket langs kysten av Alaska og i Beringhavet. Fiskeriet ekspanderte gjennom 90-årene, frem til bestanden var nær en kollaps rundt 2000. Siden da har fangsten vært forholdsvis lav, men med en sakte økning. National Marine Fisheries Service (NMFS) og staten Alaska samarbeider om forvaltningen av snøkrabbe i Beringhavet. Forvaltningen skjer gjennom North Pacific Fishery Management Council (NPFMC) som har en fiskeriforvaltningsplan for krabbe i Beringhavet og Aleutian-øyene (BSAI). I 2005 ble et program kalt Crab Rationalization (CR) implementert etter initiativ fra NPFMC for å begrense fiskeaktiviteten av snøkrabbe i BSAI. CR sørger for at kun kvalifiserte fiskere får tildelt individuelle fiskekvoter (IFQ). For å sikre kystsamfunnets interesser er det i tillegg opprettet et program kalt Community Development Quota (CDQ) som sørger for at 10% av TAC hvert år går til CDQ-gruppene (NOAA, u.d.).

Tidligere fantes det begrensinger på antall teiner per fartøy, men dette er nå avskaffet (AFD&G, 2016). Av tekniske reguleringer på teinene kreves det at tunnelåpningen har en maksimal høyde på 3" (76,2 mm) for å hindre bifangst av kongekrabbe (*P. camtschaticus*) og minst fire sirkulære rømningsveier med en høyde på 3,75" (95,25 mm). I tillegg skal teinene enten utstyres med nedbrytbar Ø3,0 mm bomullstråd eller en galvanisk mekanisme som utløses etter 30 dager. Hensikten er å unngå spøkelsesfiske. Minstemålet på hannkrabben i dette området er 78 mm skjoldbredde, selv om mesteparten av fangsten er fra 100 mm og oppover (NPFMC, 2011).

Fiskesesongen 2016/2017 åpner 15. oktober og varer til 15. mai i øst og til 31. mai vest i Beringhavet (ADF&G, 2016). Målet er å fiske snøkrabbene når de inneholder mest kjøtt og innblandingen av krabber i skallskifte er lav, vanligvis rundt midten av januar (Anon., 2016, NPFMC, 2011). Kvotene i 2015/2016-sesongen ble fordelt omtrent 36 og 4 mill. pounds (ca. 16.000 og 1800 tonn) til henholdsvis IFQ og CDQ, som var en reduksjon på ca. 40% fra sesongen før (NOAA, 2016). Hovedsakelig ble fangsten sendt frosset til USA og Japan for verdier på henholdsvis 516,1 og 339,9 mill. dollar (Anon., 2016). I sesongen 2016/2017 har

TAC blitt justert ytterligere ned fra forrige sesong med omtrent 21 mill. pounds totalt (ca. 9500 tonn) (ADF&G, 2016).

6.7.2 Canada

I Canada finnes det fire forvaltningsregioner; Newfoundland og Labrador, Scotia-Fundy, sørlige Gulf of St. Lawrence og nordlige Gulf of St. Lawrence. Disse regionene er videre delt inn i omtrent 60 forvaltningsområder for snøkrabbe. Fiskeriet forholder seg til flere forvaltningsparametere. Den årlige TAC av snøkrabbe fastsettes med bakgrunn i vitenskapelige råd. IFQ og informasjon om antall teiner fiskerne har lov å benytte tildeles fiskere med lisens for hver sesong innenfor hvert forvaltningsområde (DFO, 2015). Antall aktive fiskelisenser har sunket fra 3500 i starten av 2000-tallet til 2600 i 2015 (Dawe og Mullett, 2016). Det finnes også restriksjoner på hvilken minimumsstørrelse hannkrabbene må ha; 95 mm CW. I tillegg er minimumsstørrelsen for maskevidden på teinen satt til 135 mm slik at små snøkrabber og hunnkrabbene kan komme seg ut. I de større krabbefiskeområdene lages det oversikter systematisert ved hjelp av rutenett over forekomsten av snøkrabber i skallskiftet. Om innblanding av snøkrabber i skallskiftet utgjør 20% av fangsten stenges området for resten av sesongen (prosentgrensen kan variere mellom områdene). Fiskesesongen etter snøkrabbe i Canada varierer mellom områdene; vår- og sommersesong i noen områder, mens sesongen varer frem til november i andre områder. Snøkrabbefisket i Canada utgjør den nest største fiskerirelaterte eksporten for landet. Eksportverdien har variert fra 613,5 mill. dollar i 2011, 429,1 mill. dollar i 2012 til 434,2 mill. dollar i 2013. Hovedsakelig blir snøkrabben sendt til USA (omtrent 73% av eksporten i 2011), men Kina og Japan er også store eksportmarkeder (DFO, 2015).

Gjennom Canadian Science Advisory Secretariat utføres bestandsvurderinger for snøkrabben av både eksterne og interne eksperter, i tillegg til at fangstdata fra fiskerne tas hensyn til. Bestandsstørrelsen varierer naturlig, hovedsakelig som følge av variasjoner i klimaet. Fiskeaktiviteten har ikke synes å påvirke bestandsstørrelsen utover de naturlige svingningene (DFO, 2015).

6.7.3 Grønland

På Grønland startet snøkrabbefisket så smått rundt 1992, da canadiske fiskere startet industrien sammen med lokale fiskere fra Grønland. Da var det havfiske som stod for mesteparten av fangsten, mens i dag har kystfisket tatt over. Forvaltningsområdet for snøkrabbe er delt inn i seks områder, alle på vestkysten (fra sør til nord: Narsaq-Quqortoq, Nuuk-Paamiut, Maniitsoq-Kangaamiut, Sisimiut, Uummannaq-Disko bay og Upernavik). Av tekniske reguleringer finnes det to restriksjoner på teinene; 50 teiner per line og maskevidde på 140 mm. Minstemålet for hannkrabbene er 100 mm CW. I likhet med det canadiske snøkrabbefisket er det satt en grense på maksimum 20% innblanding av snøkrabber i skallsiftet før området stenges. Kun kommersielle fiskere kan søke om tillatelse til å delta i fisket og deltakerne må ha fartøy under 120 bruttotonn, med unntak av en kvote tildelt EU på 250 tonn. I 2014 var TAC på 2800 tonn, hvorav en kvote på 2550 tonn gikk til de lokale fiskerne på Grønland. Innsatsen i fisket har sunket drastisk siden fisket var på topp i starten av 2000-tallet. Da ble 392 tillatelser utstedt, hvorav 92 av dem var aktive i fisket. Til sammenligning ble det i 2012 utstedt 66 tillatelser, hvorav 26 var aktive (Berthelsen, 2014). I landinger betyr dette en nedgang på 86% fra 2001 til 2013 (NAFO, 2014). Eksportverdien på snøkrabbe var i 2013 på 60 mill. danske kroner (Berthelsen, 2014).

Siden 2004 har Greenland Institute of Natural Resources (GINR) anbefalt å stanse den nedadgående utviklingen i bestanden i de ulike forvaltningsområdene ved å redusere de anbefalte kvotene (ICES, 2012). I 2015 rapporteres det om ingen forandring i forvaltningsområdet Disko Bay, til tross for lavere innsats. For kystområdet i Sisimiut viser trendene en nedadgående bestand frem til 2011, stabilt i 2013-2014, og en svak oppadgående trend for rekrutteringen i 2015. Havområdet i Sisimiut viser derimot lav eller ingen tegn til rekruttering i bestanden. Fra 2008 til 2013 har både fangsten og fiskeinnsatsen i Nuuk-Paamiut økt, uten at fangst per enhet innsats (CPUE) har sunket markant. Dette indikerer at bestanden holder seg på et stabilt nivå i dette området (ICES, 2015).

6.7.4 Russland

Russiske krabbefiskere fisker på alle de fire ulike krabbene nevnt på side 14, hvorav *C. bairdi* og *C. opilio* er de mest ettertraktede. Hovedsakelig er de russiske fiskeområdene etter snøkrabbe i det nordre Okhotskhavet og på øst- og vestkysten av Kamchatka. I perioden 2002-2007 synes bestanden av snøkrabbe her å være stabil i form av økte fangster i denne perioden, men det har ikke lyktes å finne tall på bestanden eller fangsten fra nyere tid. Markedene for den russisk snøkrabben er Canada, USA, Korea, Kina og Japan (SFP, 2016). Russland har frem til årsskiftet 2016/2017 også hatt et snøkrabbefiskeri i Barentshavet. Fisket ble opprinnelig stanset frem til en forvaltningsplan og tekniske reguleringer ble utviklet (Rostad og Abelsen, 2016). Allerede i 2017 ble det fastatt en kvote på 7870 tonn (Anon., 2017). Denne bestemmelsen påvirker også snøkrabbefisket for den norske flåten i Barentshavet, som beskrevet i avsnitt 1.4.1. I 2015 var TAC i den russiske økonomiske sonen (RØS) i Barentshavet på 1100 tonn. Det spekuleres imidlertid om dette er en for lav kvote i forhold til hva som faktisk ble fanget, ettersom kilder mener at hele 14 russiske fartøy var aktive i snøkrabbefisket dette året (Norges Råfisklag, 2015).

Ulovlig, uregulert og urapportert (UUU) fiske etter snøkrabbe har vært et problem i Russland. Dette vises av den skjeve fordelingen mellom registrert import av snøkrabbe til de tidligere nevnte markedslandene i forhold til mengden registrert eksport fra Russland. Eksempelvis var importen til markedslandene tre ganger høyere enn eksporten av den samme varen fra Russland i perioden 2007-2010. Utfordringen med UUU-fisket har blitt tatt på alvor av de russiske fiskerimyndighetene. Et av tiltakene er samarbeid med markedslandene om importforbud av UUU-fanget sjømat. Signering og implementering av disse bilaterale avtalene har foregått siden 2010, og mye tyder på at avtalene har hjulpet selv om det fremdeles er et stykke igjen til problemet er løst. Crab Catcher Association (CCA) som ble etablert i 2009, jobber med å løse problemene rundt krabbefisket. Saker de har tatt tak i er for eksempel en maksimumsgrense for hvor stor fangst et fartøy kan fiske per dag og opprettelse av lister over fartøy med fisketillatelse. Førstnevnte problem er allerede implementert i forvaltningen av Russia Fisheries Agency (SFP, 2016). Andre begrensende tiltak som er foreslått er krav om å bruke teiner, et minstemål på 100 mm CW for hannkrabbene, samt at alle hunnkrabber må settes ut igjen (Anon., 2014).

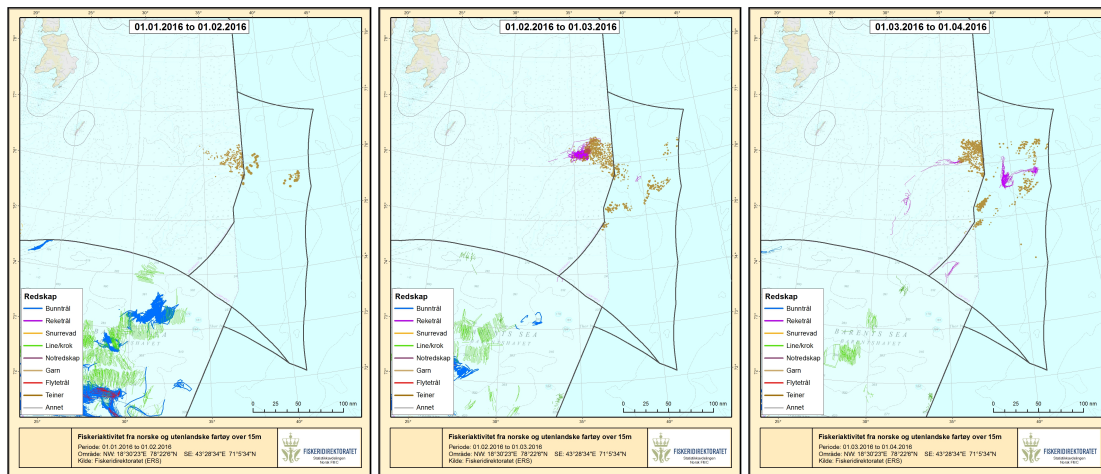
Referanser

- ADF&G, 2016. *Bering Sea Snow Crab season opens October 15. Total allowable catch announced*. Pressemelding, 06.10.2016.
- Anon., 2014. Har foreslått regler for snøkrabbefiske i Barentshavet (oversatt fra russisk). *Fishnews*. [Internett], 25.11.2014. Tilgjengelig fra: <http://fishnews.ru/news/24980>: [lest 03.11.2016].
- Anon., 2016. *Winter 2015/2016 - Crab Market Bulletin*. [Internett]. Alaska Seafood. Tilgjengelig fra: <http://www.alaskaseafood.org/wp-content/uploads/2015/10/Feb2016-Crab-Market-Bulletin.pdf> [lest: 20.03.2017].
- Anon., 2017. Fiskebåt vil ikke at EU skal få snøkrabbe. *Fiskeribladet*. [Internett], 25.01.2017. Tilgjengelig fra: <https://fiskeribladet.no/nyheter/?artikkel=51160> [lest: 14.03.2017].
- Berthelsen, T., 2014. *Coastal Fisheries in Greenland*. [Internett]. Nuuk: KNAPK. Tilgjengelig fra: <http://www.coastalfisheries.net/wp-content/uploads/2013/06/Coastal-fishing-in-Greenland.pdf> [lest: 05.05.2017].
- Dawe, E. G. & Mullaney, D. R. J., 2016. Baited Traps used in the Newfoundland and Labrador Fishery for Snow Crab (*Chionoecetes opilio*). *The Journal of Ocean Technology*, 11(4), 13-23.
- DFO, 2015. *Snow Crab*. [Internett]. Fisheries and Oceans Canada. Tilgjengelig fra: <http://www.dfo-mpo.gc.ca/fm-gp/sustainable-durable/fisheries-peches/snow-crab-eng.htm> [lest: 20.10.2016].
- ICES, 2012. *Report of the Working Group on the Biology and Life History of Crabs (WGCRAB)*. SCICOM Steering Group on Ecosystem Functions. 80 s.

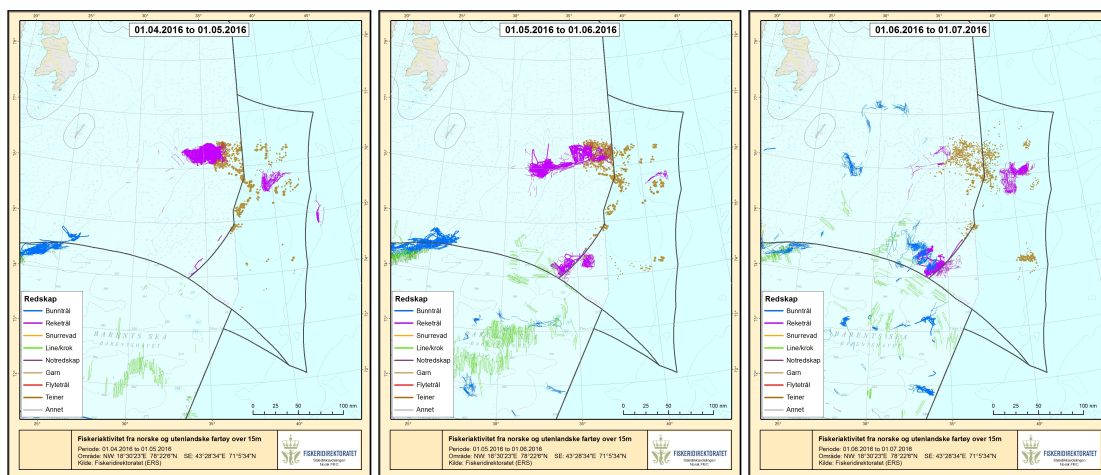
- ICES, 2015. *Interim Report of the Working Group on the Biology and Life History of Crabs (WGCRAB)*. SCICOM Steering Group on Ecosystem Processes and Dynamics. 44 s.
- NAFO 2014. *Scientific Council Meeting - June 2014*. Nuuk: Northwest Atlantic Fisheries Organization. 264 s.
- NOAA, u.d. *Snow Crab Chionoectes opilio*. [Internett]. Alaska Fisheries Science Center. Tilgjengelig fra: https://www.afsc.noaa.gov/Education/factsheets/10_opilio_fs.pdf [lest: 08.09.2016].
- NOAA. 2016. *Fisheries Catch and Landings Reports*. [Internett]. Alaska Regional Office. Tilgjengelig fra: <https://alaskafisheries.noaa.gov/fisheries-catch-landings> [lest: 22.01.2017].
- Norges Råfisklag, 2015. *Snøkrabbe – fangst, priser og eksport*. [Internett]. Tilgjengelig fra: http://www.rafisklaget.no/portal/page/portal/RafisklagetDokumenter/Markedstiltak/Markedsrapport_snokrabbe_2015_05.pdf [lest: 12.01.2017].
- NPFMC 2011. *Fishery Management Plan for Bering Sea/Aleutian Islands, King and Tanner Crabs*. Anchorage, Alaska: North Pacific Fishery Management Council. 222 s.
- Rostad, I. L. & Abelsen, T., 2016. Russland stopper snøkrabbefangst fra nyttår. *NRK*. [Internett], 20.10.2016. Tilgjengelig fra: <https://www.nrk.no/troms/russland-stopper-snokrabbefangst-fra-nyttar-1.13188755> [lest: 01.11.2016].
- SFP, 2016. *Russian Far East Crab*. [Internett]. Sustainable Fisheries Partnership. Tilgjengelig fra: <https://www.sustainablefish.org/Programs/Improving-Wild-Fisheries/Seafood-Sectors-Supply-Chain-Roundtables/Improvement-Projects-Archive> lest: [10.11.2016].

6.8 Fiskeriaktivitet i Barentshavet 2016

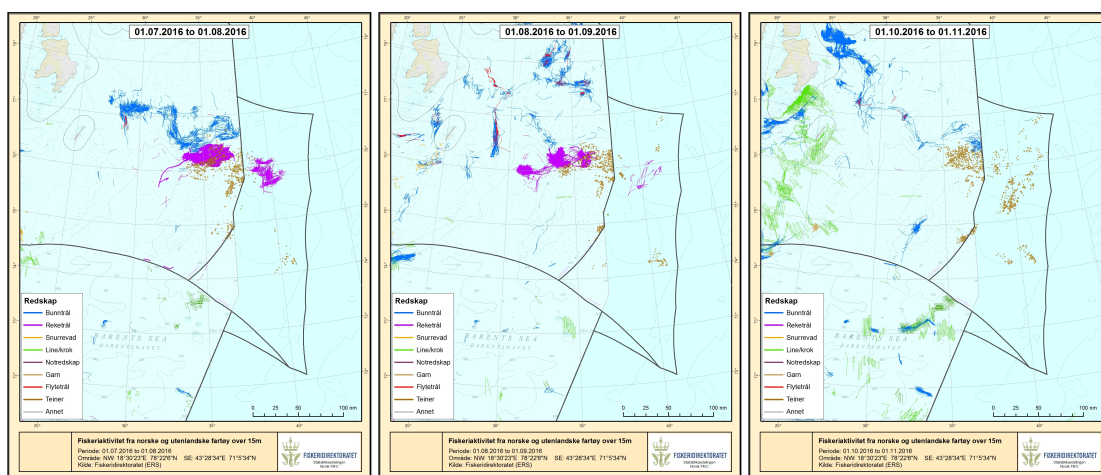
Figurene under viser fiskeriaktiviteten per måned i Barentshavet i 2016. Både norske og utenlandske fartøy er inkludert. Alle figurene er laget av Per Finne (2016), seniorrådgiver, Fiskeridirektoratet (pers. medd.).



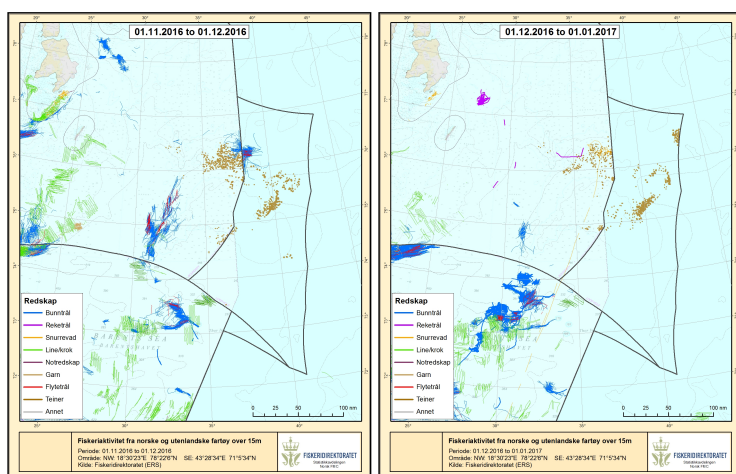
Figur 57. Fiskeriaktiviteten i Barentshavet fra 1. januar til 1. april 2016 (Per Finne, Fiskeridirektoratet).



Figur 58. Fiskeriaktiviteten i Barentshavet fra 1. april til 1. juli 2016 (Per Finne, Fiskeridirektoratet).



Figur 59. Fiskeriaktiviteten i Barentshavet fra 1. juli til 1. november 2016 (Per Finne, Fiskeridirektoratet).



Figur 60. Fiskeriaktiviteten i Barentshavet fra 1. november 2016 til 1. januar 2017 (Per Finne, Fiskeridirektoratet).