



TEINER SOM FISKER SELEKTIVT FOR STOR KONGEKRABBE

minske fangst av undermåls krabbe ved utsortering på fiskedypet

Anne Christine Utne Palm (HI), Sten Siikavuopio Nofima, Terje Jørgensen (HI), Anette Hustad Nofima, Svein Løkkeborg (HI), Tina Thesslund Nofima, Jostein Saltskår, Neil Anders og Odd-Børre Humborstad (HI)



Tittel (norsk og engelsk):

Teiner som fisker selektivt for stor kongekrabbe
Pots that fish selectively for large king crabs

Undertittel (norsk og engelsk):

minske fangst av undermåls krabbe ved utsortering på fiskedypet
reducing catch of undersized crabs by sorting at the fish depth

Rapportserie:

Rapport fra havforskningen
ISSN:1893-4536

År - Nr.:

2021-38

Dato:

03.02.2021

Forfatter(e):

Anne Christine Utne Palm (HI), Sten Siikavuopio Nofima, Terje Jørgensen (HI), Anette Hustad Nofima, Svein Løkkeborg (HI), Tina Thesslund Nofima, Jostein Saltskår, Neil Anders og Odd-Børre Humborstad (HI)

Forskningsgruppeleder(e): Svein Løkkeborg (Fangst) Godkjent av:
Forskningsdirektør(er): Geir Huse Programleder(e): Jan Atle Knutsen

Distribusjon:

Åpen

Prosjektnr:

15644

Oppdragsgiver(e):

Fiskeri - og Havbruksnæringens
Forskningsfinansiering, FHF

Oppdragsgivers referanse:

Prosjektnr. 901612. Effektiv og miljøvennlig
kongekrabbeteine: minske fangst av
undermåls krabbe ved utsortering på
fiskedypet

Program:

Kystøkosystemer

Forskningsgruppe(r):

Fangst

Antall sider:

24

Samarbeid med

Nofima

Sammendrag (norsk):

Kongekrabbe (*Paralithodes camtschaticus*) representerer en viktig næring for mindre kystfartøy og sjømatindustrien i nord, spesielt i Finnmark der det regulerte fisket skjer. I dette fiskeriet brukes det i dag i all hovedsak sammenleggbare énkammer-teiner. Teinene har en enkel konstruksjon og kan lett opereres på mindre fartøy. Selv om det er påbudt med fluktlåpninger i teinene fanges det en betydelig andel krabbe under minstemål, opptil 80 % er rapportert fra enkelte områder.

Undermålskrabber utsorteres om bord og gjennutsettes, noe som er en tidkrevende prosess og som også utsetter krabbene for skade, særlig avriving av bein og klør. Det rapporteres om ca. 20-30 % skadd krabbe i fangstene i regulert område. Skadd krabbe er dårlig betalt, de har lavere vekst, lavere kjøttinnhold og høyere naturlig dødelighet. Avriving av lemmer er også uønsket fra et dyrevelferds-perspektiv.

Målet med prosjektet var å se på alternative løsninger i utforming av dagens teiner for å forbedre seleksjonen og dermed redusere håndteringen av undermålskrabbe på dekk. Dette kan gjøres ved enten å hindre at småkrabber tar seg inn i teinene eller ved å legge til rette for økt rømming av undermålskrabbe på fiskedypet.

I prosjektet testet vi ut begge alternativene i form av to ulike løsninger:

Teinetype 1: ble utstyrt med glatt panel øverst i kalvene (inngangene). Det glatte panelet gir ikke feste for krabbens bein. Ved å velge rett bredde på panelet kan en hindre små krabber i å ta seg inn ved at de ikke klarer å strekke seg over panelet, mens større krabber vil klare dette og dermed kunne ta seg inn i teinen. Dette er et konsept som tidligere har vært prøvd ut med suksess på snøkrabbe i fiske med koniske teiner i Canada.

Teinetype 2: ble utstyrt med et ca. 40 cm høyt kammer under det som er bunnrammen i dagens teine. I taket på det underste kammeret monteres det sirkulære fluktlåpninger. I dagens teiner er ikke krabben motivert for å rømme så lenge det finnes agn igjen, noe som er vanlig ved kort ståtid. For å lage et luktspor fra inngangene på teinen plasseres det en agnpose i taket mellom de to kalvene (vanlig prosedyre), men i tillegg plasseres en agnpose i nederste kammer. Videre blir det plassert finmasket notlin i taket av nederste kammer for å hindre krabber i å nå agnet fra øvre kammer. Krabber i hovedkammeret må derfor søke seg ned i nederste kammer gjennom fluktlåpningene for å komme til agnet. Fluktlåpningene er av samme type som er påbudt i dagens kommersielle teiner (sirkulære 150 mm diameter). Kun undermålskrabber vil kunne passere gjennom åpningene, mens de store blir holdt tilbake i hovedkammeret. Ved å lage det underste kammeret uten bunn vil krabbene som er der bli stående igjen på bunnen når teinen trekkes.

Prosjektet hadde en tre-trinns strategi, hvor vi først studerte krabbens atferd i forhold til de to teinetyperne i kontrollerte tankforsøk. Deretter hadde vi feltforsøk hvor vi i komparative fiskeforsøk sammenlignet fangstene fra de to teinetyperne. Til slutt testet vi ut den beste av de to typene i kommersielt fiske.

Tankforsøkene viste at små krabber brukte flere forsøk og hadde mindre sjanse for å ta seg inn i teiner med glatt panel enn i teiner uten panel. Tankforsøkene viste også at 85 % av krabber under minstemål (130 mm skallengde) gikk ned i nedre kammer på teinen med ekstra bunnkammer - mot ingen med skallengde på 140 mm og oppover. Ved å montere åpningene et stykke fra sideveggen i teinen hindret vi krabbene i å bruke sideveggen til å klatre opp igjen i øvre kammer.

De to eksperimentelle teinetyperne ble testet mot teiner av samme design uten fluktlåpninger og seleksjonsinnretninger (kontrollteine) i ett omfattende feltforsøk i Porsangerfjorden i september 2020. For å se hva som gikk ned i nederste kammer, ble det i forsøkene montert bunn i dette kammeret.

Feltforsøkene viste at både teinen med glatt panel og teinen med to-kammerløsning fanget 50% mindre undermålskrabbe sammenlignet med kontrollteinen. Det var imidlertid en nedgang i fangst av kommersiell krabbe på 25% for to-kammerteinen og 15 % for teinen med glatt panel.

Teinen med glatt panel uten fluktlåpninger ble sammenlignet med dagens en-kammer teine med fire fluktlåpninger i et begrenset fiskeforsøk i Varanger i februar-mars. Disse forsøkene viste lovende resultater med hensyn til fangst av kommersiell krabbe, men datamengden er for liten til å kunne trekke noen konklusjon. Nærmere studier av videoopptakene fra tankforsøkene tyder på at det glatte panelet vil gi bedre seleksjon om en endrer litt på utformingen. Siden teineløsningen med glatt panel i kalven ga best resultat (mindre tap av kommersiell krabbe), samt at løsningen er enkel å implementere i dagens teiner, er vår konklusjon at en bør jobbe videre med dette konseptet.

Sammendrag (engelsk):

King crab (*Paralithodes camtschaticus*) represents an important fishing resources for the smaller coastal vessels and the seafood industry in northern Norway, especially in Finnmark where the regulated fishing takes place. Today, are foldable single-chamber pots used in this fishery. These pots have a simple construction that can easily be operated from smaller vessels. Although escape openings are required in the pots, a significant proportion of the crabs caught are below the minimum size. Undersized crabs are sorted out on board to be released, which is a time-consuming

process. In this process they are exposed to damage, especially tearing of legs or claws. From regulated areas it has been reported of 20-30% damaged crab. Damaged crabs have low value, they have lower growth, lower meat content and higher natural mortality - and in addition tearing off limbs is unwanted from an animal welfare perspective.

The aim of this project was to look at alternative pot designs to improve selection and prevent extensive handling of undersized crabs on deck. This can be done by either preventing small crabs from entering the pots - or by facilitating increased escape of undersized crabs at the fishing depth.

In the project, we tested both alternatives in the form of two different pot solutions:

Pot type 1: The pot is equipped with a slippery panel at the top of entrances. The slippery panel makes it difficult for the crabs to get a grip – unless they are large enough to reach across the panel. Thus, by choosing the correct width of the panel, one can prevent small crabs from entering. This is a concept that has previously been tested out successfully in conical pots in the snow crab fisheries of Canada.

Pot type 2: The pot is expanded with a new (approximately 40 cm high) chamber below what is the bottom frame in today's pot. Circular escape openings are mounted between the two chambers. In today's pot design, the crab lack motivation to escape if there is bait left, which is often the case with short soaking time. By moving the bait down to the lower chamber, the crabs in the main chamber must descend into the lower chamber to reach the bait. The only way to do so is through the escape openings. The escape openings (circular 150 mm diameter) are of the same type as mandatory in today's commercial pots. Only undersized crabs will be able to pass through the openings, while the large ones will remain in the main chamber. The bottom chamber has no floor, thus the crabs in this chamber will be left on the bottom or fall out when the pot is pulled.

The project had a three-step strategy, where we first studied the crab's behaviour in relation to the two pot designs in controlled tank experiments. This was followed by field trials where we compared the catches from the two pot designs, before we finally tested the best of the two designs in commercial fishing.

The tank experiments showed that it was more problematic for small crabs to enter the pot with a slippery panel in the entrance than pots without a panel. The tank tests also showed that 85% of crabs below the minimum size (130 mm carapace length) went down into the bottom chamber in the two chambered pot, and none of the commercial sized (≥ 140 mm carapace length).

The two types of pots were tested against pots without escape - or selection devices (control pots) in a comprehensive field experiment in Porsangerfjord (Finnmark, Norway) in September 2020. To get a measure of size and number of crabs entering the lower chamber, the bottom chamber was fitted with a bottom (of netting) during this field study.

The field experiments showed that both the pot with a slippery panel in the entrances (type 1) and the pot with a two-chamber solution (type 2) caught 50% less undersized crab compared to the control pot. However, there was also 25% and a 15% reduction in catch of commercial crab for the two-chamber pot and the smooth panel pot respectively.

Since the pot with the slippery panel gave the best result, and additionally is an easy solution to implement - our conclusion was to continue working on this design. Thus, this pot design (without escape openings) was compared with the current one-chamber pot with 4 escape openings in a limited fishing trial outside Bugøyenes in February-March 2021. The results were promising, in terms of catch of commercial sized crab, though the panel did not hold back all undersized crabs, however the amount of data is too small to draw any conclusion. Further, a more detailed studies of the entering behaviour of the crabs have revealed that some minor design changes to slippery panel might make this pot design more size-selective.

Innhold

Bakgrunn	6
Metode og resultat	7
1. Tankforsøk	8
1.1. Forsøk med seildukspanel i kalven	9
1.2. Seleksjonseffekt av fluktåpning til nedre kammer	13
2. Feltforsøk	14
3. Fiskeforsøk	18
Konklusjon	21
Referanser	22
Appendiks	23

Bakgrunn

Kongekrabbe representerer en viktig næring for mindre kystfartøy og sjømatindustrien i nord, spesielt i Finnmark der det regulerte fisket foregår. Kvoten for 2021 er 1629 tonn hannkrabber, 120 tonn hunnkrabber og 181 tonn skadede hannkrabber i kvoteregulert område. Til tross for at dette kvantumsmessig ikke er et stort fiskeri, er kongekrabben så godt betalt at den har stor økonomisk betydning for flere kystsamfunn.

I dag brukes det i all hovedsak sammenleggbare énkammer-teiner for fangst av kongekrabbe (Figur 1a). Teinene har en enkel konstruksjon og kan lett opereres på mindre fartøy. Samtidig har de god fangsteffektivitet sammenlignet med andre teinetyper og er derfor populære blant kystfiskere. Selv om det er påbudt med fluktåpninger i teinene fanges det en betydelig andel krabbe under både gjeldende minstemål (130 mm skallengde) og de faktiske minstemålene som mottakene opererer med. Forsøk har vist at det er normalt med opptil 80 % innblanding av hunn- og undermålskrabber (Siikavuopio m. fl. 2018; 2019, pers. medd. Erling Haugan, Rantind AS).

Tidligere forsøk har vist at fluktåpninger i kongekrabbeteiner kan være effektive for utsortering av småkrabber. Med en ståtid på 24 timer observerte Salthaug og Furevik (2004) 70% reduksjon i fangst av småkrabber ved bruk av fluktåpninger sammenlignet med teiner uten. I disse forsøkene ble det montert fluktåpninger langs hele den ene siden (7-9 sirkulære åpninger med diameter 160-190 mm). I kommersielt fiske, der kravet er minimum fire åpninger med en diameter på minimum 150 mm, er det imidlertid rapportert om mye undermålskrabbe i fangstene. Årsaken til den lave sorteringseffektiviteten antas å være manglende motivasjon hos krabbene til å rømme så lenge det er agn igjen i teinen, noe det ofte er ved korte ståtider. Filmopptak i forbindelse med tidligere studier (Siikavuopio m. fl. 2018) har vist at undermålskrabbe også bruker fluktåpningene som inngang og at de dermed kan virke mot sin hensikt. Det er også mulig at antall fluktåpninger er en begrensende faktor. I teiner med både små og store krabber ble det observert at store og antatt dominante krabber blokkerte fluktåpninger i lang tid mens de forsøkte å ta seg gjennom åpningen (Jørgensen m. fl. 2017). Dette kan føre til redusert rømmingssannsynlighet for små krabber.

Undermålskrabber utsorteres om bord og gjenutsettes, noe som er en arbeid-s og tidkrevende prosess for fiskerne. I den håndteringsprosessen er krabbene også utsatt for skade, særlig avriving av bein og klør. De siste årene har det vært ca. 20 % skadd krabbe i fangstene i regulert område (A. M. Hjelset, Havforskningsinstituttet, pers. medd.). I Varangerområdet har andelen skadet krabbe økt fra under 10 % på 2000-tallet til å utgjøre over 30% i 2016 og 2019 (Siikavuopio m. fl. 2019, Erling Haugan, Rantind AS, pers medd.). Skadd krabbe er ikke prima salgsvare og regenerering av tapte lemmer tar minst 7 år (Morado m. fl. 2000). Skadd krabbe har også lavere vekst, lavere kjøttinnhold og høyere naturlig dødelighet (Stevens, 2014). Forsøk gjennomført i Alaska viser at så mye som 20 % av krabbene som gjenutsettes kan dø som følge av gjenutsettelsen (Stevens, 2014). Avriving av lemmer er også uønsket fra et dyrevelferdsperspektiv.

Hovedmålet til dette prosjektet var å utvikle størrelsesselektive teiner med økt fangsteffektivitet for stor krabbe og effektiv utsortering av undermålskrabber på fiskedypet.

Metode og resultat

Målet til dette prosjektet var å utvikle en teine som i størst mulig grad fisker selektivt på stor krabbe. Dette forsøkte vi å løse ved hjelp av to ulike metoder:

1. Hindre små krabber i å ta seg inn i teinen uten at fangsten av store krabber påvirkes.
2. Sortere ut fangst av små krabber fra teinen på fiskedypet.

Vi testet ut de to metodene ved å utvikle to ulike teine-konsept:

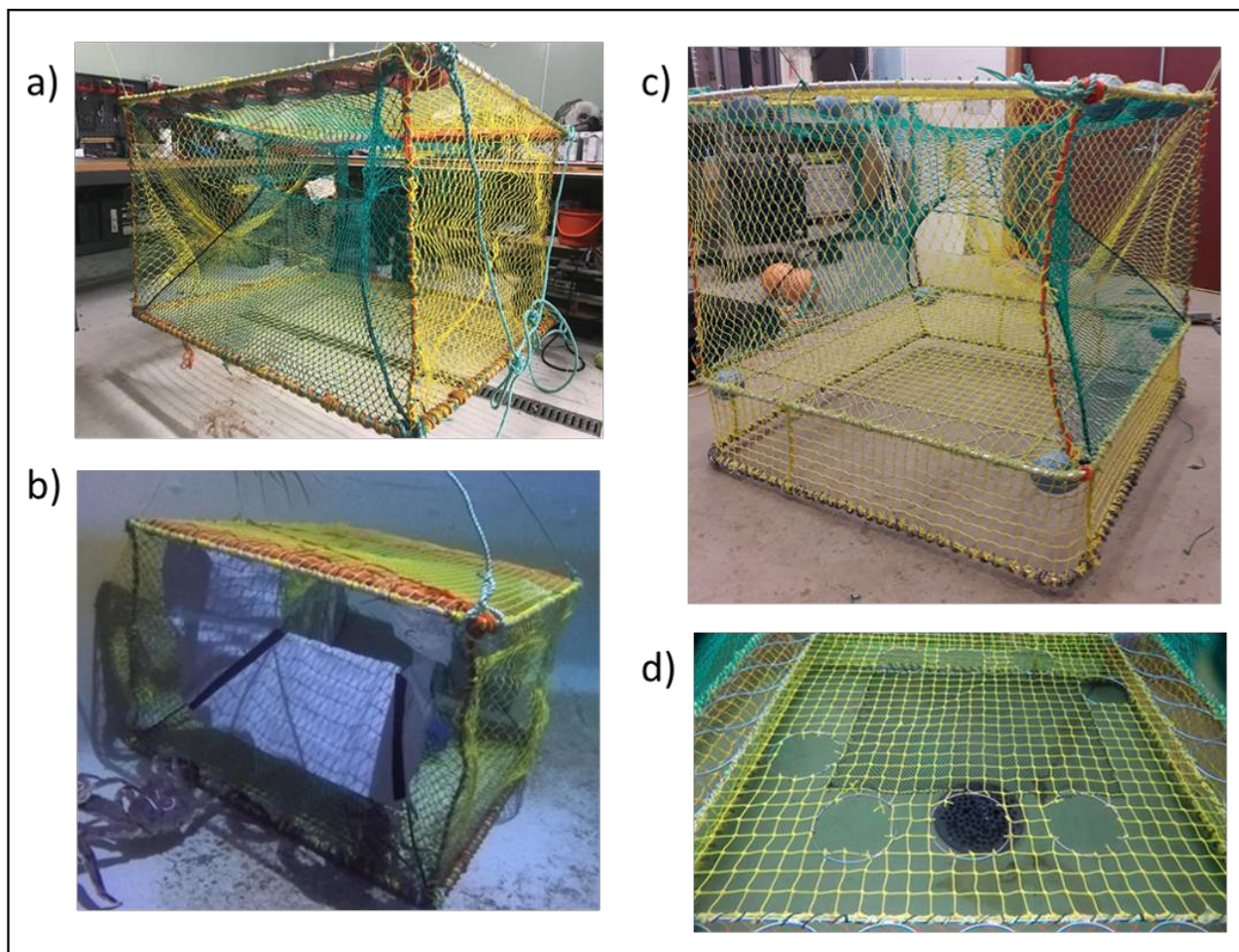
Teinetype 1. Teine med seildukspanel i kalven for å hindre inngang av undermålskrabbe

Øverste del av notlinet i kalven (inngangen på teinen) ble dekket av et glatt seildukspanel (Figur 1b). Det glatte panelet ble satt inn for å hindre/vanskeliggjøre inngang for små krabber ved at beina deres ikke får feste og heller ikke er lange nok til å rekke over det glatte panelet. Vi forutsatte at lengden på krabbens bein står i forhold til krabbens størrelse, og at beinlengden var den begrensende faktoren ved forsering av panelet.

Teine type 2. To-kammer teine med separate fangstkammer for små krabber som tillater tømning på fiskedyp

Selv om rømming er fysisk mulig, kan krabber ha liten motivasjon for å rømme gjennom fluktåpninger så lenge det er agn igjen i teinen. Vi testet derfor ut et teinedesign med separatefangstkammer for små krabber (Figur 1c). Dette kammeret ble montert under hovedkammeret i teinen. Fluktåpninger (8 stykk) av typen som er påbudt i dagens teiner (sirkulære 150 mm diameter) ble plassert mellom øvre og nedre kammer (Figur 1d) for å holde tilbake store krabber i øvre kammer, mens småkrabber kan passere ned i nedre kammer. For å motivere småkrabber til å søke ned i nedre kammer ble agnet plassert i taket på nedre kammer. For å hindre stor krabbe tilgang til agnet gjennom "gulvet" i øvre kammer monterte vi finmasket panel i gulvet over agnet (Figur 1d). Nedre kammer er uten bunn slik at krabbene som oppholder seg der slippes fri når teinen løftes.

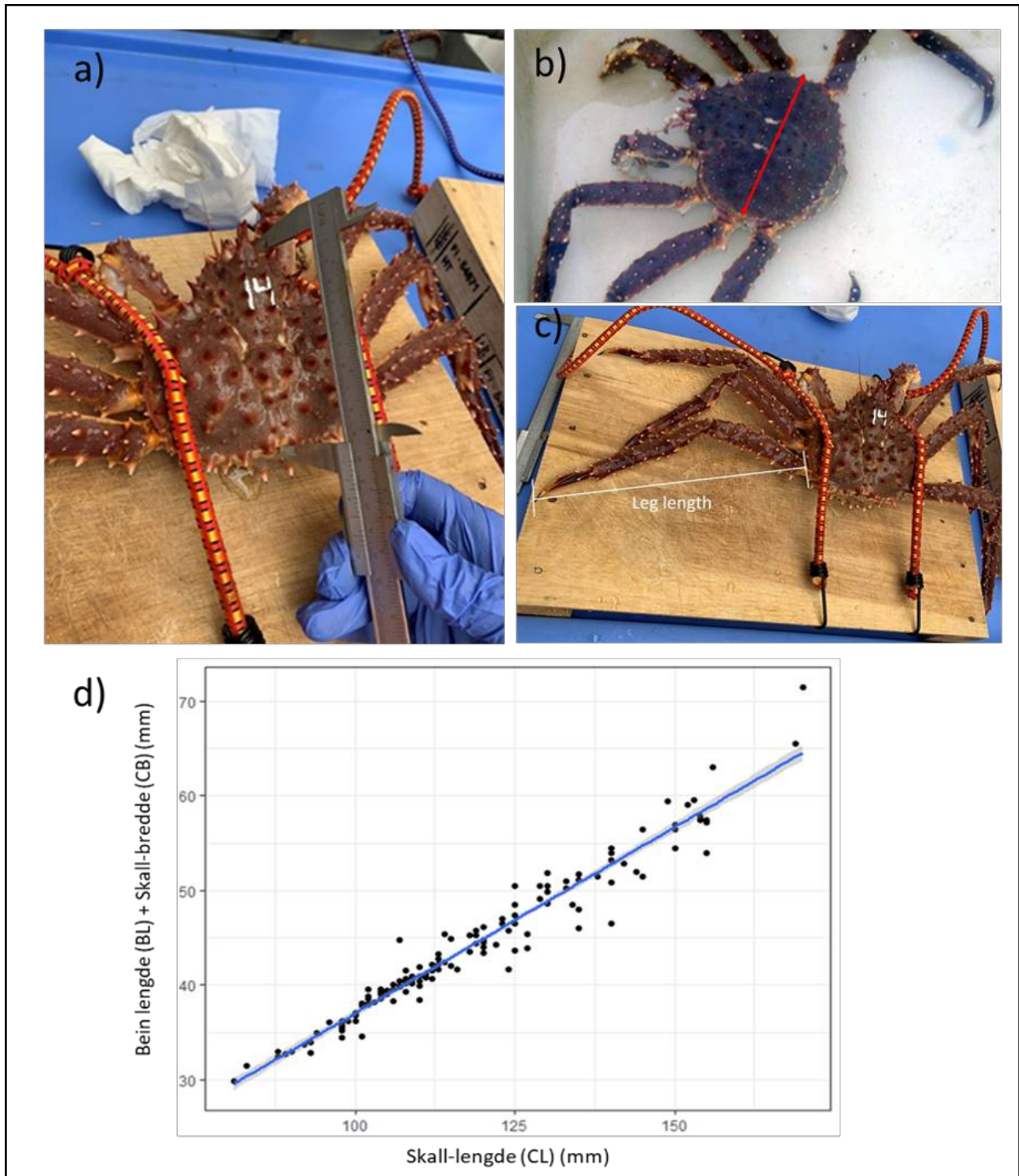
De to teinetyper ble testet i et tre-trinns forløp som startet med kontrollerte tankforsøk. Basert på erfaringer gjort i tankforsøkene optimaliserte vi teinedesignene før vi som trinn to testet dem i komparative fiskeforsøk i felt. Som et tredje trinn ble den mest lovende av de to teinene testet i kommersielt fiske.



Figur 1. Klasisk kongekrabbe teine (typen LH teine (designer Leif Henriksen) (a). Kongekrabbe teine med 50 cm bred seilduks panel i kalvene (b). To-kammer teinen, teine med et ekstra kammer under for små - undermåls krabbe. I lab forsøkene testet vi først plassering av fluktåpninger langs veggene på teinen (c). Senere ble fluktåpningene flyttet inn mot midten (d) i ytterkant av det fine notlinet (50x50 cm). Det fine notlinet skal hindre krabber i øvre kammer å nå agnet i nedre kammer. Agnposen i nedre kammer plasseres under det finmaskete notlinet i taket på nedre kammer.

1. Tankforsøk

Tankforsøkene ble gjennomført på Havbruksstasjonen i Kårvika, Tromsø i perioden juni til oktober 2020. I tankforsøkene benyttet vi villfanget krabbe (fra Balsfjord og Porsanger) av ulike størrelser for å teste seleksjonseffekt av fluktåpninger og glatte seildukspanel. Det ble benyttet krabbe med en skall-lengde på mellom 90 og 170 mm. Krabbene ble individmerket med hvit korrekturlakk på skallet og delt inn i 9 grupper på 15 individ (Appendix, Figur 1). Krabbene ble adskilt i grupper minst 3 dager før forsøksstart og under hele forsøksperioden. Dette for å gi dem sjansen til å «bli kjent» og danne hierarki før oppstart av forsøket. Vi målte følgende morfometriske mål på forsøkskrabbene: Skall-lengde (CL) (Carapace lengde), skall-bredde (CB) (Carapace bredde) og bein-lengde (BL) (Figur 2a, b og c). Som forventet fant vi en korrelasjon mellom de ulike morfologiske målene. Det var en klar korrelasjon mellom skall-lengde og bein-lengde + skall-bredde, altså en sammenheng mellom skall-lengden og bredden på en fullt utstruktet krabbe (Figur 2d). I forsøkene med glatt seildukspanel forventet vi derfor å finne en sammenheng mellom seildukens bredde og skall-lengden på krabbene som klarte å ta seg inn.



Figur 2. Skall-lengde/ Carapace lengde (CL) ble målt fra øyehule til enden av Carapace (a), skall-bredde /Carapace bredde (CB) på tvers av skallets bredeste punkt (b), beinlengde (BL) fra roten til enden av andre gangbein (c). Vi fant en tydelig korrelasjon mellom CL og krabbens totale strekk lengde dvs. BL + CB (d).

I tankforsøkene gjorde vi observasjoner av adferd motivert av agn. Slike forsøk gir raskt data og åpenbare modifikasjoner kan testes gjennom prøving og feiling.

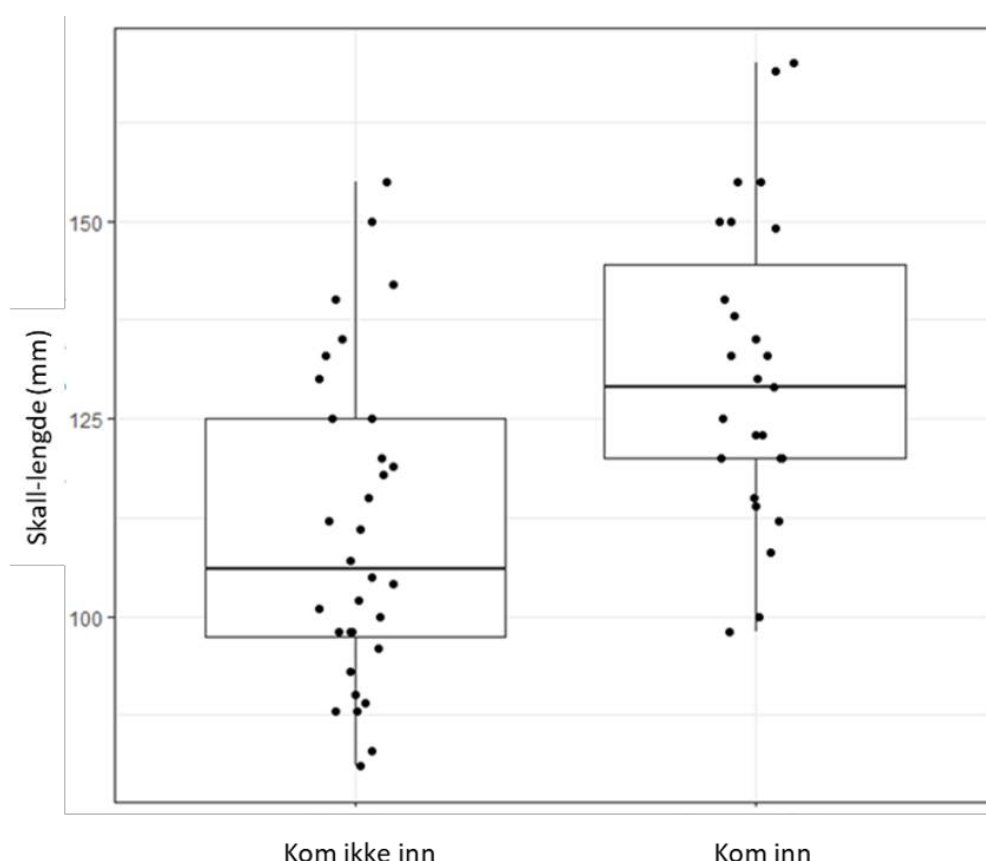
1.1. Forsøk med seildukspanel i kalven

Forsøkene bestod av komparative sammenligninger mellom krabbenes atferd i kontrollteine (en-kammer teine uten

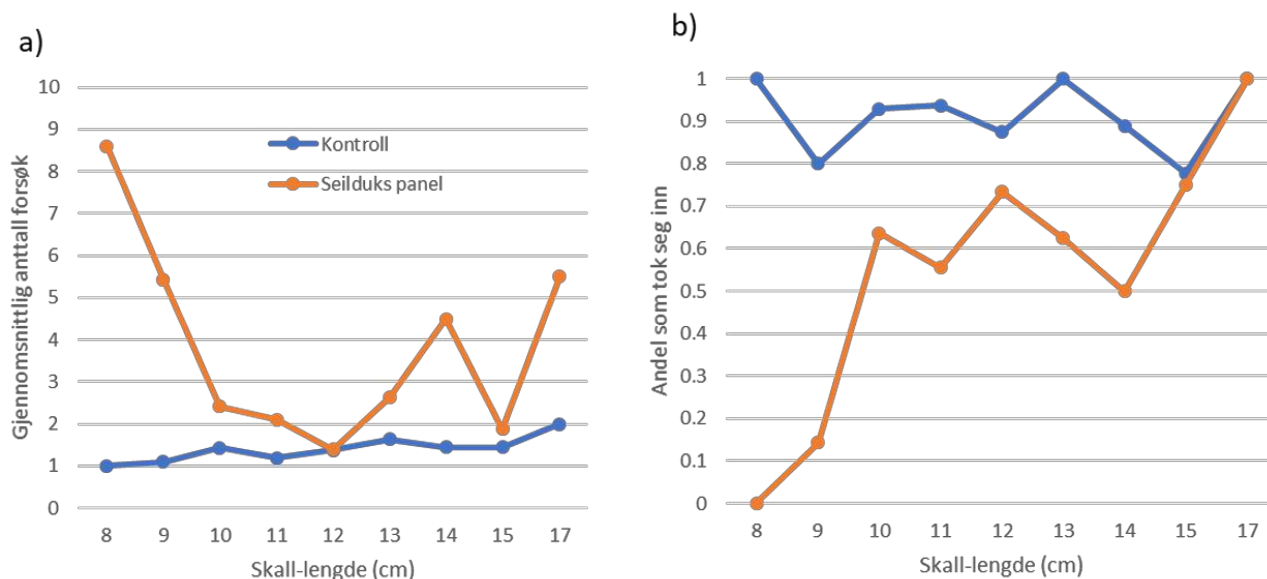
seleksjonsinnretning (Figur 1a)) og eksperimentell teine (teine med seildukspanel i kalvene (Figur 1b)). Vi undersøkte andel store (≥ 130 mm) og små (under minstemål <130 mm) krabber som tok seg inn i teinen og hvor mange forsøk de gjorde for å komme seg inn. Det ble testet seilduk med tre forskjellige bredder. Minste bredde på 25 cm ble testet på to grupper (30 krabber), 30 cm bredde ble testet på en gruppe (15 krabber) og 50 cm bredde ble testet på fem grupper (75 krabber). Panelet ble økt fra 25 cm til 50 cm ettersom vi erfarte at bredere panel var nødvendig for å holde tilbake de minste krabbene. Alle gruppene ble brukt i forsøk med både kontroll og eksperimentell teine; halvparten først i kontroll og andre halvparten først i eksperimentell.

Resultatene viste at seildukspanelet på 25 cm og 30 cm ikke holdt tilbake undermålskrabben. Henholdsvis 85% og 73% av krabbene under minstemål ($CL < 130$ mm) tok seg inn i teinen med 25 cm og 30 cm brede seildukspanel, mot 95 og 90% i kontroll teinen. Med 50 cm seildukspanel kom bare 36% av undermålskrabben ($CL < 130$ mm) seg inn og 65% av krabbene over minstemål, mot henholdsvis 88% og 90% i kontroll teinen. Gjennomsnittlig skall-lengde (mm) var signifikant høyere for krabber som klarte å passere det 50 cm brede seildukpanelet (131 ± 19 mm) sammenlignet med de som ikke klarte det (111 ± 20 mm) (Welch's t-test, $df = 56.121$, $p = 0.00025$; Figur 3).

Krabbene brukte signifikant lengre tid på å ta seg inn i teinen med 50 cm seildukspanel (snitt tid 105 ± 72 sekunder) sammenlignet med kontroll-teinen (snitt tid 48 ± 35 sekunder) (paired t-test, $df = 17$, $p\text{-value} = 0.0074$). Krabbene brukte også flere forsøk før de tok seg inn i teinen med 50 cm seildukspanel sammenlignet med kontroll-teinen. Dette var mest tydelig for små krabber under 100 mm (Figur 4a). Krabber over 100 mm varierte i antall forsøk og med hensyn til hvor stor andel som tok seg inn (Figur 4a og b).



Figur 3. Skall-lengden til krabbene som tok seg inn - eller ikke tok seg inn i teinene med 50 cm seildukspanel. Boksplottet viser: median (horisontal linje inne i boksen) 50% av observasjonene er mindre enn dette; Øvre og nedre kvartil (øvre og nedre strek i boksen) henholdsvis 75% og 25% av observasjonene er lavere enn disse; vertikal linje viser grensen for laveste og høyeste observasjon; prikkene viser alle enkelt observasjonene. Figuren er hentet fra Kenneth Arnesen sin MSc thesis, UiB 2021.



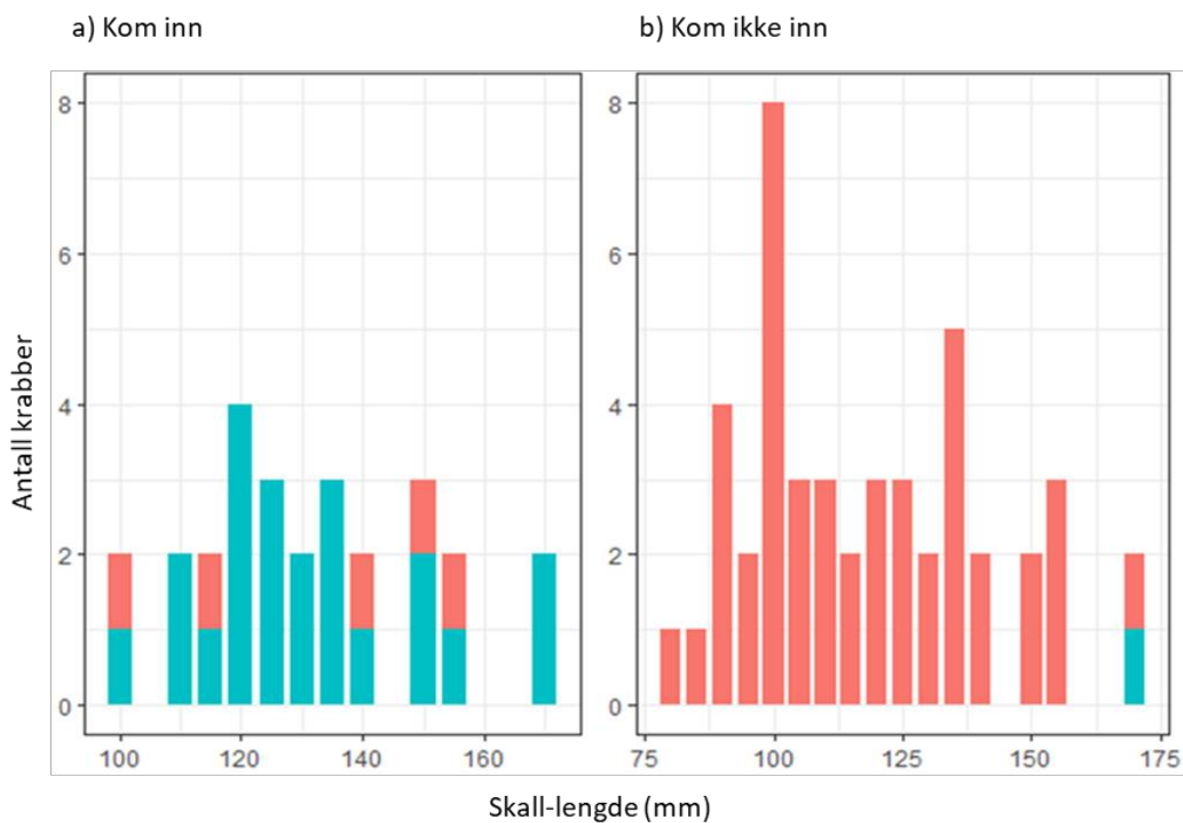
Figur 4. Sammenligning av krabbenes forsering av kalv i kontroll teine og teine med 50 cm seildukspanel. Gjennomsnittlig antall forsøk på forsering av kalv relater til skall-lengde (a). Andel som tok seg inn relater til skall-lengde (b). Krabbene er her delt inn i størrelses grupper på 1 cm (eksempel 8 cm = 8.0 til 8.9 cm).

Det var altså en god del krabber under minstemål som tok seg inn i teina til tross for seildukspanelet, samt en del store som slet med å ta seg inn.

Nærmere studier av hvordan krabbene tok seg inn viste at flere krabber tok tak i notlinet mellom kalvene (se Figur 5) og trakk seg inn etter dette. Totalt brukte mer enn 80% av alle krabbene som tok seg inn i teinen dette panelet. Det ble kun observert to tilfeller hvor en krabbe festet kloen i dette panelet uten at det førte til at den klarte å dra seg inn (Figur 6).



Figur 5. Notlinet mellom kalvene som krabbene brukte som klo feste for å hale seg over seilduks panelet. Markert i rødt.



Figur 6. Krabbenes bruk av notpanelet mellom kalvene. Antall krabber fordelt på størrelse og hvor mange av disse som kom seg inn (a) eller som ikke kom seg inn (b). Blått markere de som brukte notlinet, rødt de som ikke brukte notlinet mellom kalvene. Figur hentet fra Kenneth Arnesen sin MSc thesis, UiB 2021.

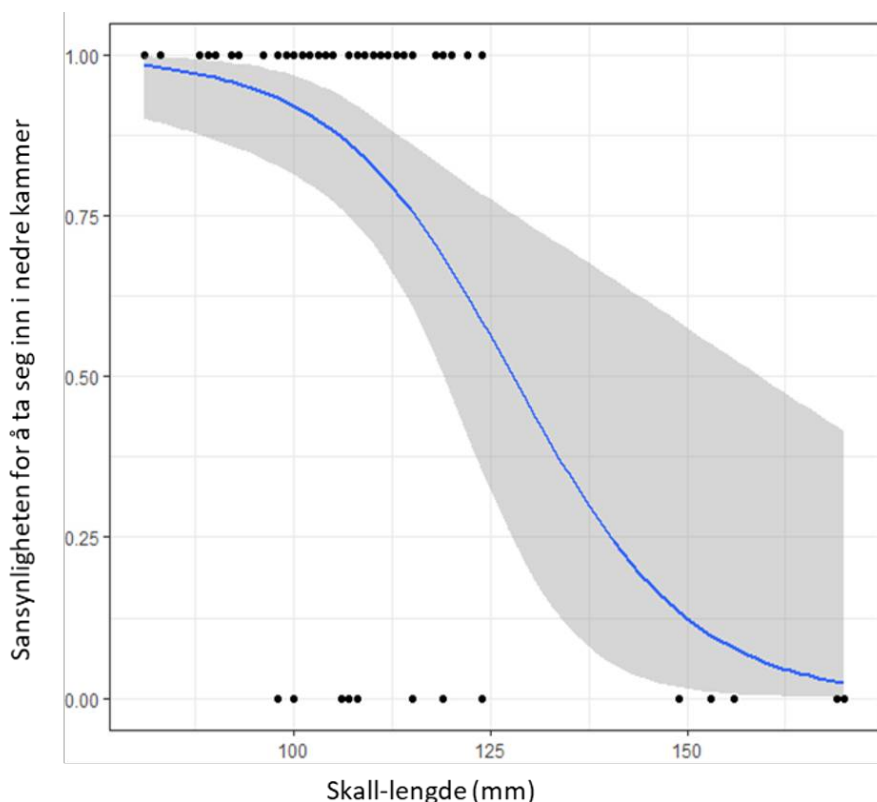
1.2. Seleksjonseffekt av fluktåpning til nedre kammer

Først testet vi ut hvor den beste plasseringen var for fluktåpninger ned til nedre kammer i to-kammer teinen. Det var viktig å plassere fluktåpningene så langt fra agnet at ikke de store krabbene kunne nå agnet ved å strekke kloen inn gjennom fluktåpningen. Fluktåpningene ble derfor i først plassert langs ytterveggene av teinen (Figur 1c). Forsøk avdekket at krabber som var gått ned i underkammeret brukte veggene i teinen til å klatre opp igjen gjennom fluktåpningene til øvre kammer. For å hindre dette ble fluktåpningene plassert nærmere midten, men fortsatt ikke så nært agnposen at de store krabbene kunne nå posen ved å strekke klørne gjennom fluktåpningene (Figur 1d). I alt ble seks av gruppene (totalt 90 krabber) testet i to-kammer teinen.

Ingen av krabbene over minstemål ($CL \geq 130$ mm) klarte å ta seg ned i underkammeret, mens 85% av krabbene under minstemål ($CL < 130$ mm) klarte det i løpet av 18-20 timer. Ingen krabber klatret opp igjen til overkammeret etter at fluktåpningene ble flyttet inn mot midten av teinen. Noen av de store krabbene ($CL \geq 130$ mm) ble observert å gjøre forsøk på å nå agnposen under det øverste kammergulvet uten å lykkes. De forsøkte å nå den ved å stikke klørne gjennom fluktåpningene, hvilket førte til at de blokkerte åpningen.

Ved bruk av binomial GLM predikterte vi hvorvidt skall-lengden påvirket krabbens sannsynlighet for å ta seg ned i underkammeret (Generell Lineær Modell (GLM) R kode: `GLM(descension ~ Carapce length(mm), family=binomial)`) (Figur 7).

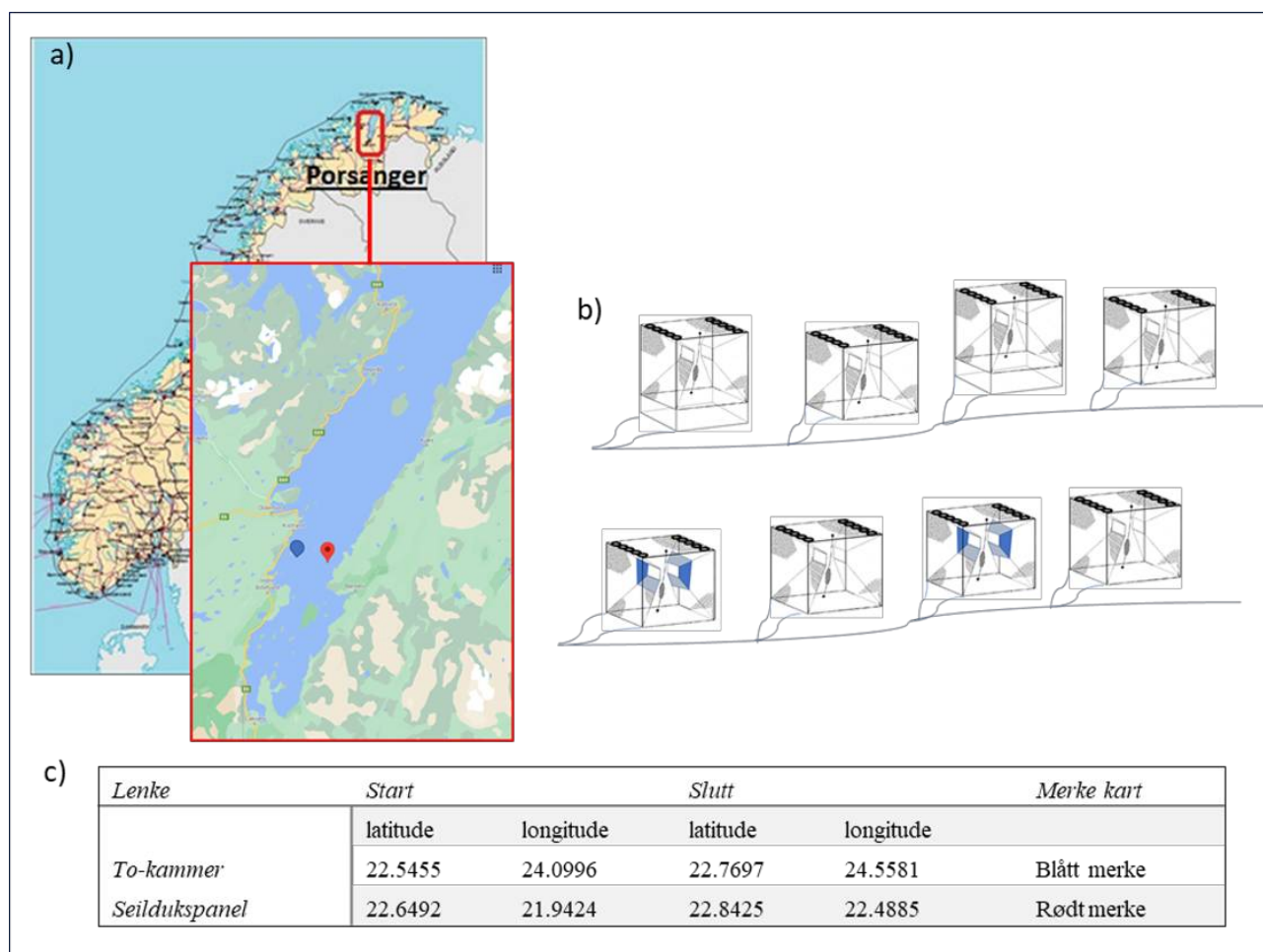
Modellen viste at skall-lengden hadde en signifikant effekt på hvorvidt krabben klarte å ta seg ned til underkammeret ($p = 0,001723$) hvor undermålskrabben (< 130 mm) hadde større sannsynlighet for å ta seg ned (se Figur 7).



Figur 7. Sannsynligheten for at en krabbe tar seg inn nedre kammer som resultat av skall-lengde (CL). Konfidensintervall på 95% er markert med grått. Prikker markerer antall krabber observert, hvor 1= tar seg ned og 0=tar seg ikke ned. $N=73$, hvor 58 tok seg ned og 15 ikke tok seg ned. Figur hentet fra Kenneth Arnesen sin MSc thesis, UiB 2021.

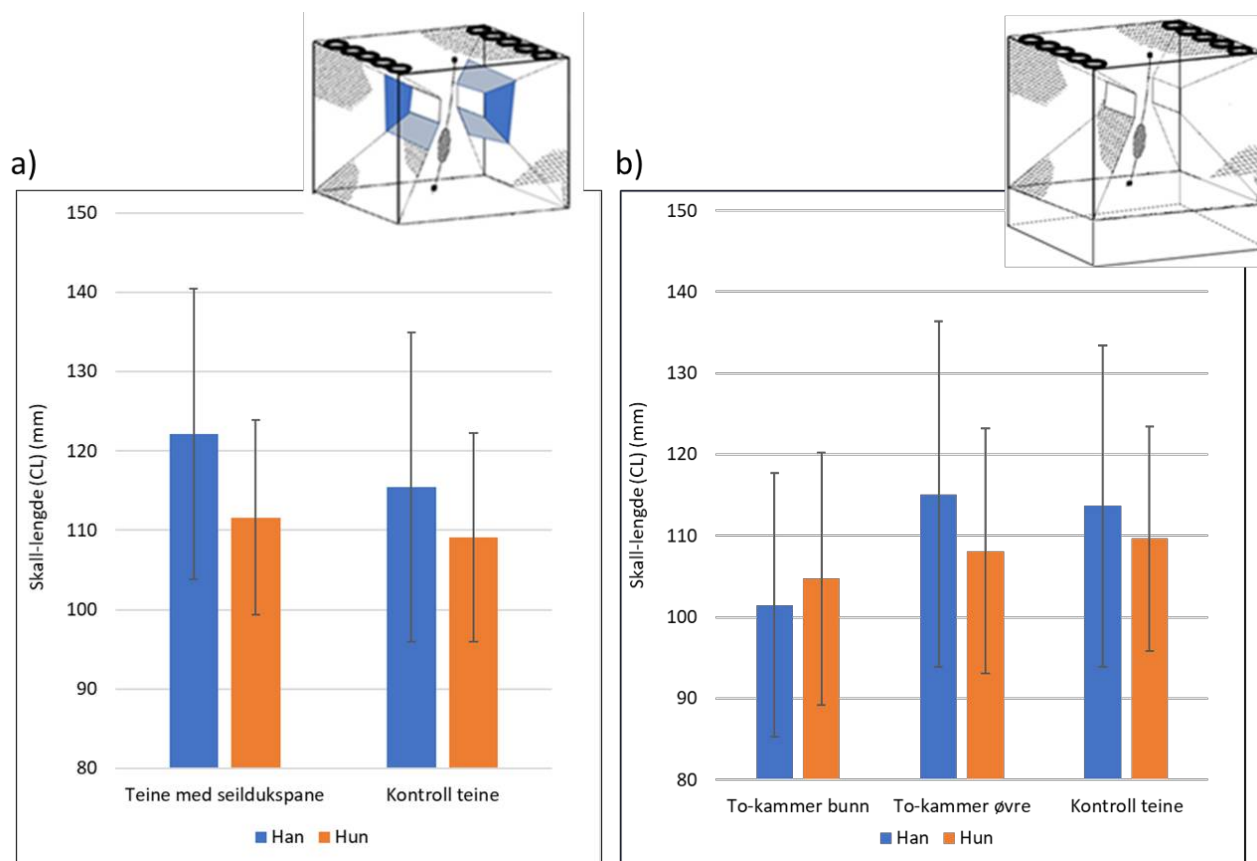
2. Feltforsøk

Basert på resultatene fra tankforsøkene og de forbedringene vi hadde kommet frem til der, gjennomførte vi en utprøving av de to teine-typene i et feltforsøk. Feltforsøkene ble gjennomført med forskningsfartøyet «Fangst» mellom 28.09 og 06.10.2020 i Porsangerfjorden (Figur 8). Teinene ble plassert i lenker med 50 m avstand. To-kammer teinen ble egnet med agnpose festet i taket av nedre kammer og en agnpose i øvre kammer. Agnposen i øvre kammer hang i taket midt mellom de to kalvene på vertikalt i nivå med nedre kant av kalveåpningene, slik var agnposen fetet også teinene med glatt seildukspanel og kontrollteinene. De to eksperimentelle teinene ble satt i separate lenker på 10 (5 eksperimentelle og 5 kontroll) og 6 teiner (3 eksperimentelle og 3 kontroll). I lenkene sto de eksperimentelle teinene og kontroll teinene parvis, dvs. de sto annen hver (Figur 9). I feltforsøkene hadde nedre kammer på to-kammer teinen bunn med lissing for å kunne få antall og lengdemål på krabbene som hadde gått ned igjennom fluktåpningene (krabber som ellers ville stått igjen på bunnen eller falt ut når teinen ble trukket).



Figur 8. Felt oppsett. De to teinetypene (to-kammer teine og teine med 50 cm seildukspanel) ble testet i komparative fiske forsøk med kontroll teiner ved to ulike posisjoner (b) i Porsangerfjorden i Finnmark (a). Teinene ble satt parvis kontroll eksperimentell (b) i lenker på 10 eller 6 teiner.

I forsøkene med utprøving av seildukspanel fikk vi marginalt større hanner og hunner (122.1 ♂ og 111.6 ♀) i teinene med seildukspanel sammenlignet med kontroll teinene (115.4 ♂ og 109.1 ♀) (Figur 9a).

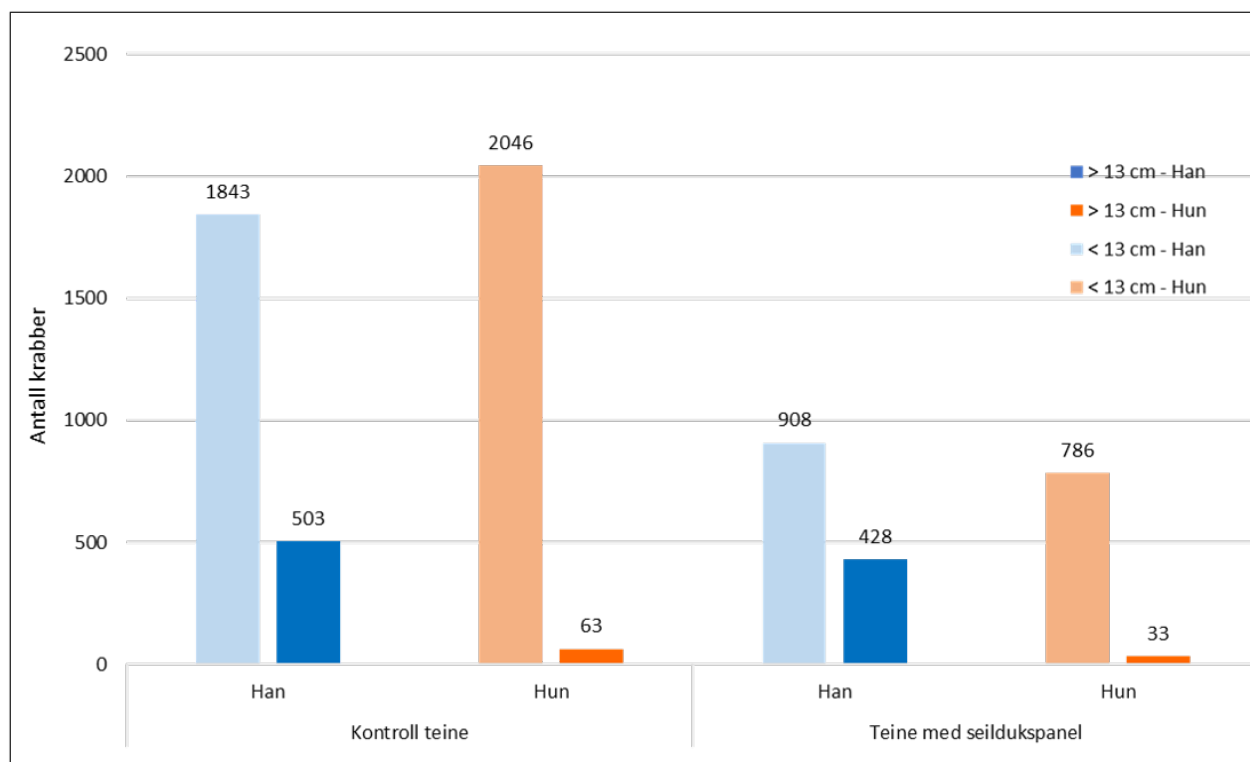


Figur 9. Gjennomsnittlig skall-lengde (Carapace lengde (CL)) på hunner og hanner. Fanget i teine lenkene hvor teiner med 50 cm seildukspanel ble satt vekselvis med kontroll teine (a) og teine lenkene hvor to-kammer teine ble satt vekselvis med kontroll teine (b). Standard avvik er vist med vertikale linjer.

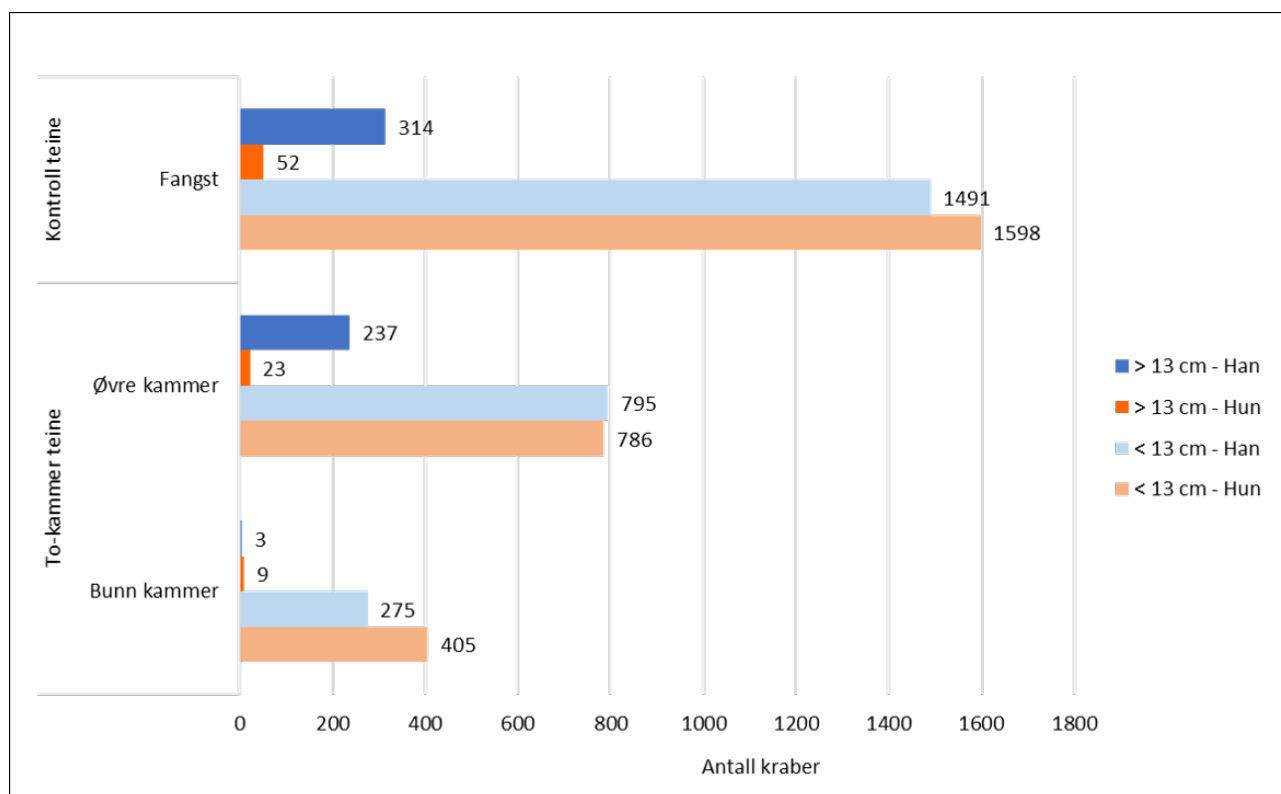
I dette forsøket ville kontroll teinen hatt et totalt utkast på 3952 krabber (1843+63+2046) og en fangst på 503 hannkrabber (Figur 10). Det tilsvarer at 11% av fangsten ville bli beholdt. Tilsvarende ville teinen med seildukspanel hatt et utkast på 1727 krabber (908+33+786) og en fangst på 428 hannkrabber. Dette tilsvarer at 20% av fangsten blir beholdt. *Seildukspanel førte til en halvering av utkast og ca 15% reduksjon av kommersiell krabbe.*

I forsøkene med to-kammer teine var det ubetydelige forskjeller i størrelse på krabbene i to-kammer teinenes øvre kammer (115.1♂ og 108.1♀) sammenlignet med kontroll (113.7♂ og 109.6♀) (Figur 9b).

I dette forsøket ville kontroll teinen hatt et utkast på 3141 krabber (52+1598+1491) og en fangst på 314 han krabber. Det tilsvarer at 10% av fangsten blir beholdt. Tilsvarende ville to-kammet teinen hatt et utkast på 1604 krabber (23+786+795) og en fangst på 237 hanner (øvre kammer) (Figur 11). Det tilsvarer at 13% av fangsten beholdes. *To-kammer teinen førte til en halvering av utkast og en reduksjon i fangst av kommersiell krabbe på 24.5%.*



Figur 10. Totalt fangst av krabber i kontroll teiner og teine med 50 cm seildukspanel fordelt på kjønn og størrelses gruppe, over og under minste mål (130 mm). Totalt antall krabber er gitt på toppen av søylene.



Figur 11. Total fangst av krabber i kontroll teiner og to-kammer teiner fordelt på kjønn og størrelses gruppe, over og under minste mål (130 mm). Antall krabber fanget i to-kammer teinene er oppløst i fangst i øvre kammer (dvs. reel fangst) og fangst i bunn kammer (fangst som er selektert / rømt ut og blir igjen på bunnen når teinen heves). Totalt antall krabber er gitt på enden av søylene.

Vi hadde i alt 43 parvise sammenligninger mellom kontroll teine og to-kammer teine og 39 mellom seildukspanel og kontroll teine. Vi brukte t-test for å avdekke signifikante forskjeller i fangst av undermåls (<130 mm) og kommersiell (≥ 130 mm) krabbe mellom teinetypene (Tabell 1). Testen viste at det var signifikant færre ($p < 0.001$) små hanner (snitt på ~21 mot ~43 ind. per teine) og hunner (snitt på ~18 mot ~48 ind. per teine) i fangstene til seilduks teinen sammenlignet med kontroll teinen. Fangsten av kommersiell krabbe (≥ 130 mm) var også signifikant lavere ($p = 0.04$) i seilduks teinen både for hannkrabber (snitt på ~10 mot ~12 ind. per teine) og ($p < 0.001$) hunnkrabber (snitt på ~0.8 mot ~1.5 ind. per teine). Ser en på hvor stor andel av fangsten som bestod av hanner over minstemål så var den signifikant høyere ($p < 0.001$) for seilduks teinen sammenlignet med kontroll (snitt ~0.32 mot ~0.22 ind. per teine) (Tabell 1). To-kammer teinen viste tilsvarende bilde som skissert for seilduks teinen med signifikant ($p < 0.05$) lavere fangst av krabber både under og over minstemål for begge kjønn (Tabell 1). Men i motsetning til seildukspanel-teinen ga ikke to-kammer teinen en signifikant økning i andelen hannkrabber over minstemål, mens det for hunnkrabber var en signifikant negativ effekt (Tabell 1).

Tabell 1. Two sampel t-test (antatt lik varians, two-tailed) for eventuell forskjell i antall undermåls (<130 mm), og antall og andel (%) kommersiell (≥ 130 mm) krabbe fanget i eksperimentell teinene (to-kammer og teine med 50 cm seildukspanel) og kontroll teinene. Testene er gjort for han ♂ og hun ♀ krabbe separat. Signifikante forskjeller er markert med *.

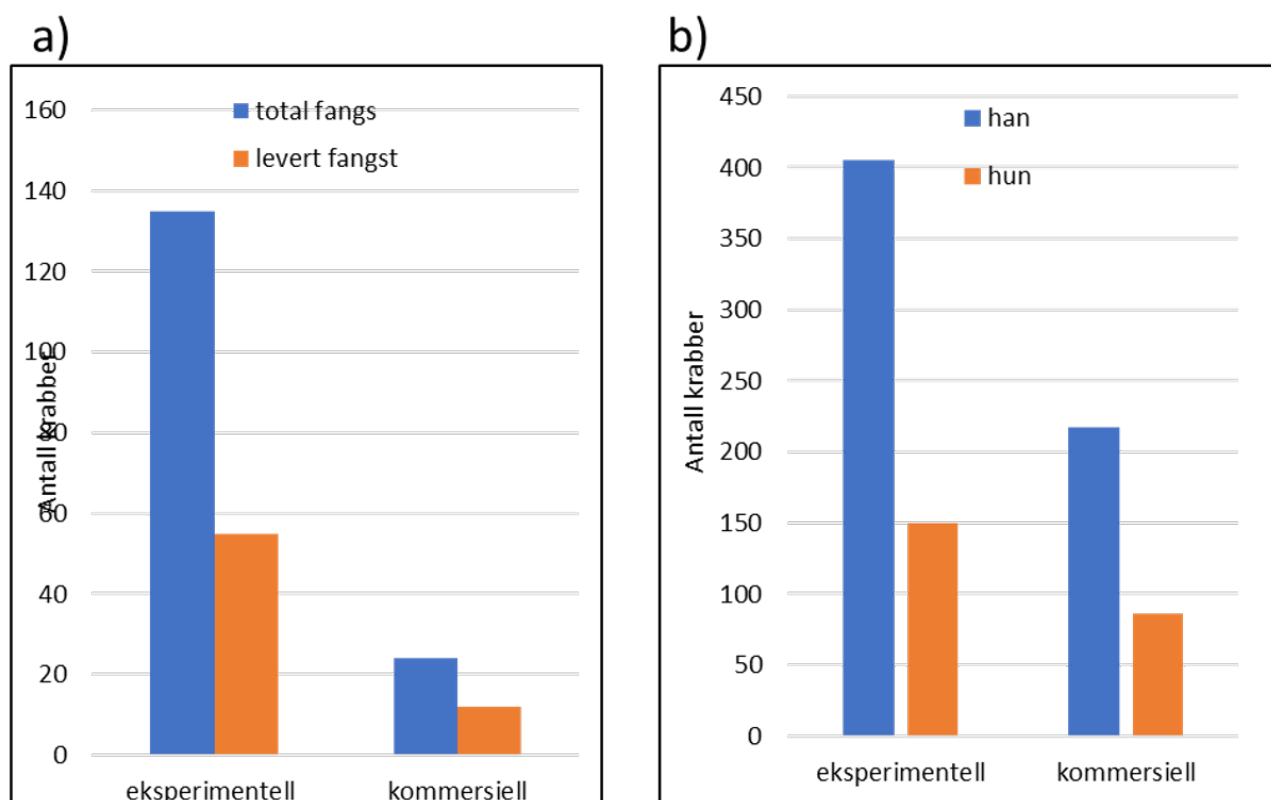
Par	Variabel	N	Mean	SD	t-verdi	P-verdi
Seildukspanel	# ♂ < 130mm	43	21.12	9.83	-13.28	< 0.001*
Kontroll	# ♂ < 130mm	43	42.86	13.92		

Seildukspanel	# ♂ ≥130mm	43	9.95	5.2	-2.09	0.04*
Kontroll	# ♂ ≥130mm	43	11.67	4.44		
Seildukspanel	% ♂ ≥130mm	43	0.32	0.093	6.09	<0.001*
Kontroll	% ♂ ≥130mm	43	0.218	0.067		
Seildukspanel	# ♀ < 130mm	43	18.27	11.46	13.8	< 0.001*
Kontroll	# ♀ < 130mm	43	47.58	15.76		
		43				
Seildukspanel	# ♀ ≥130mm	43	0.767	1.25	2.609	0.01*
Kontroll	# ♀ ≥130mm	43	1.465	1.26		
Seildukspanel	% ♀ ≥130mm	43	0.039	0.064	-0.921	0.362
Kontroll	% ♀ ≥130mm	43	0.03	0.027		
To-kammer	# ♂ < 130mm	39	20.64	18.18	6.66	< 0.001*
Kontroll	# ♂ < 130mm	39	39.79	27.6		
To-kammer	# ♂ ≥130mm	39	6.18	5.48	2.78	0.008*
Kontroll	# ♂ ≥130mm	39	8.48	4.83		
To-kammer	% ♂ ≥130mm	39	0.25	27.61	-1.43	0.159
Kontroll	% ♂ ≥130mm	39	0.21	27.61		
To-kammer	# ♀ < 130mm	41	20.46	18.96	-4.47	< 0.001*
Kontroll	# ♀ < 130mm	41	45.65	30.66		
To-kammer	# ♀ ≥130mm	41	0.73	0.95	-2.47	0.015*
Kontroll	# ♀ ≥130mm	41	1.98	3.07		
To-kammer	% ♀ ≥130mm	41	0.043	0.075	0.13	0.896
Kontroll	% ♀ ≥130mm	41	0.041	0.044		

3. Fiskeforsøk

Basert på feltstudien i Porsangerfjorden ble det bestemt at teinen med seildukspanel skulle prøves ut i kommersielt

fiske. Begge teinetyperne ga 50% reduksjon i utkast, men teinen med seildukspanel hadde lavere reduksjon i kommersiell krabbe enn to kammerteinen (15% mot 24.5 %). Utpøvingen i kommersielt fiske ble gjennomført av fisker Erling Haugan med M/S Bugøyjenta. Som i feltforsøket ble eksperimentell teine satt parvis sammen med en kontrollteine (Figur 1a) med fire fluktåpninger (standard kommersiell teine). Det ble satt fire lenker hver bestående av to teiner (en kommersiell og en eksperimentell). De fire lenkene ble satt fire ganger med en ståtid på henholdsvis 4, 12, 1 og 1 døgn (16 parvise sammenligninger). Det ble fanget flere krabber (også av kommersiell størrelse) i de eksperimentelle teinene sammenlignet med de kommersielle (Figur 12), og det var flere hanner i teinen med seildukspanel sammenlignet med den kommersielle teinen (Figur 12 og Tabell 2). Videre var det færre undermålskrabber i de kommersielle teinene sammenlignet med teinene med seildukspanel (Tabell 2), men der var store variasjoner mellom fangstene og få replikate forsøk (N = 16).



Figur 12. Resultater fra utpøving av teiner med 50 cm seildukspanel i kommersielt fiske, hvor det ble gjennomført parvise settinger med kommersielle (LH teiner med 4 fluktåpninger) og eksperimentelle (teine med 50 cm seildukspanel) teiner. a) Forholdet mellom total fangst og levert fangst, og b) hanner og hunner i teinefangstene fra teinene med 50 cm seildukspanel (eksperimentell) og de kommersielle teinene (N=16).

Tabell 2. Krabbe fangstene i den kommersielle utpøving av teinen med 50 cm seildukspanel. Eksperimentell er fangsten i teinene med 50 cm seildukspanel. Kommersiell er fangstene fra de kommersielle teinene LH teinene med 4 fluktåpninger.

Hanner			
Ståtid:	Lengde gruppe	eksperimentell	kommersiell
1 døgn	1d total	135	118

	≥130 cm	126	118
	<130 cm	9	0
	Andel undermåls	0.07	0
4 døgn	4d total	88	17
	≥130 cm	76	17
	<130 cm	12	0
	Andel undermåls	0.14	0
12 døgn	12d total	182	82
	≥130cm	160	82
	<130cm	22	0
	Andel undermåls	0.12	0
Hunner	Lengde gruppe	eksperimentell	kommersiell
1 døgn	1d total	26	66
	>130 cm	14	18
	<130 cm	12	48
	Andel undermåls	0.46	0.73
4 døgn	4d total	47	7
	>130 cm	12	1
	<130 cm	35	6
	Andel undermåls	0.74	0.86
12 døgn	12d total	77	13
	>130cm	18	3
	<130cm	59	10
	Andel undermåls	0.77	0.77

Konklusjon

Dette prosjektet har vist at seildukspanel i teinens innganger kan være en vei å gå for å få ned andelen av undermålskrabbe i fangstene uten at det påvirker fangst av kommersiell krabbe i særlig stor grad. Det vil være nyttig å teste effekten av glatt panel også på veggen mellom de to kalvene da dette trolig vil gjøre det vanskeligere for de minste krabbene å ta seg inn. Videre er ytterligere fiskeforsøk i kommersielt fiske nødvendig før vi kan komme med sikker konklusjon på om seilduksteinene er et bedre alternativ enn dagens teiner med fluktåpninger.

Seildukspanel vil også kunne kombineres med fluktåpninger, men det er usikkert om bruk av fluktåpninger vil medføre en viss inngang av småkrabber gjennom fluktåpningene. Dette forholdet bør undersøkes nærmere. Det samme gjelder sammenhengen mellom ståtid og andelen undermålskrabbe som rømmer gjennom fluktåpningene.

Referanser

Jørgensen, T., Langaard, L. og Saltskaar, J., 2017. Rømmingshull i kongekrabbeteiner. Rapport. Havforskningsinstituttet

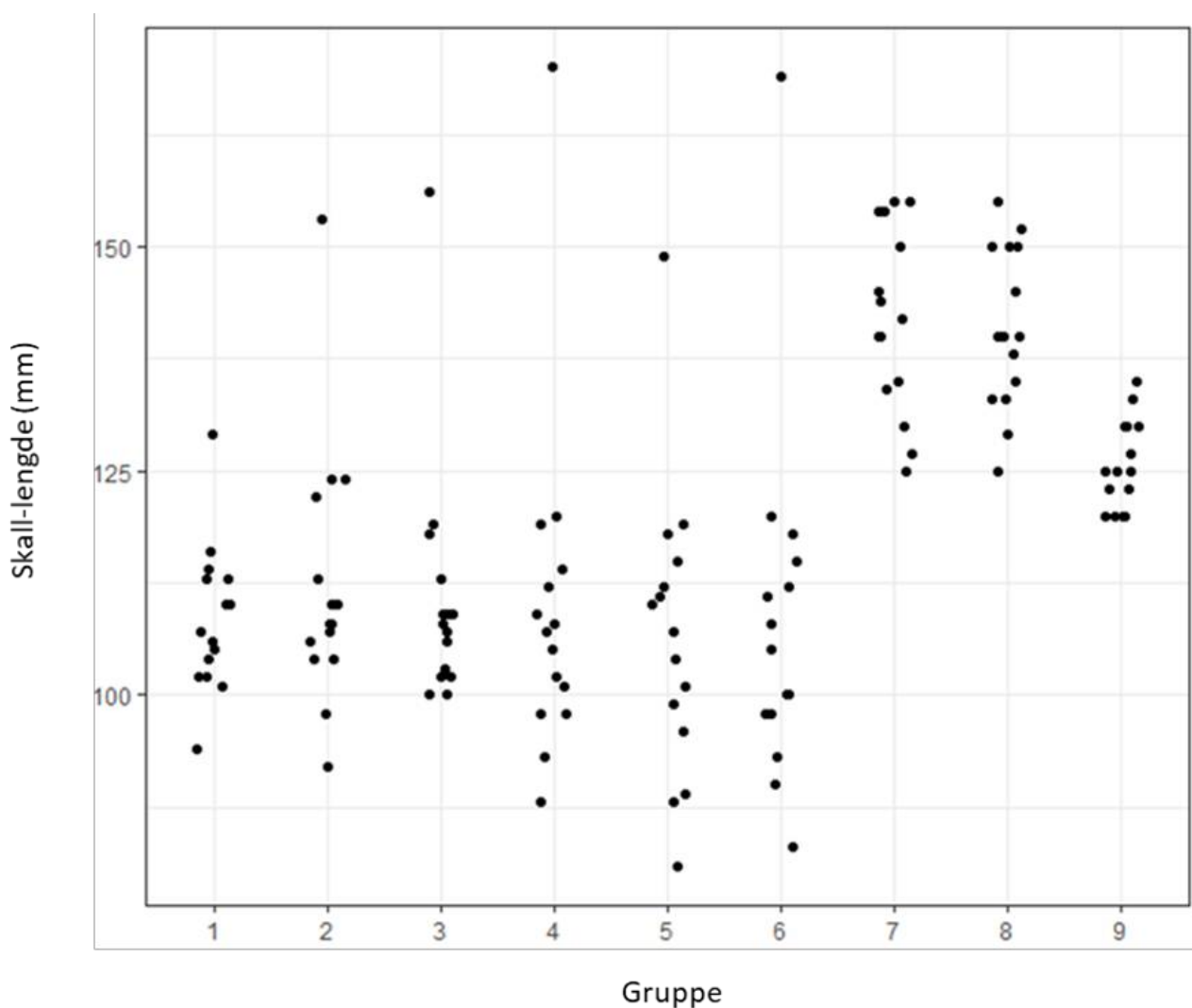
Morado J. F., Christie A. Shavey, C. A., Ryazanova, T. og White, V. C., 2014. Diseases of king crabs and other anomalies, pp. 139-210. In Stevens, B. G. (Ed.): King Crabs of the World: Biology and Fisheries Management. CRC Press

Siikavuopio, S.I., Haugan, E. og Hustad, A., 2019. Sammenlikning av to modeller av kommersielle kongekrabbeteiner med tanke på fangsteffektivitet og seleksjon. NOFIMA rapport 32/2019.

Siikavuopio, S.I, Humborstad, O.-B., Haugan, E., Thesslund, T. og Hustad, A., 2018. Forbedring av kongekrabbeteine for et mer selektivt og bærekraftig krabbefiske. Nofima Rapport 2018.

Stevens, B., 2014. King crab of the world. Biology and fisheries management. CRC press. Taylor & Francis Group.

Appendiks



Appendix Figur 1. Grunnet liten tilgang på store krabber (≥ 130 mm) i første del av forsøksperioden gruppe 1 til 6 (juni-juli 2020) ble det kjørt en del tilleggs forsøk (gruppe 7 til 9) med større krabbe senere på sesongen (september-oktober 2020).



HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

Postboks 1870 Nordnes

5817 Bergen

E-post: post@hi.no

www.hi.no