

Rapport

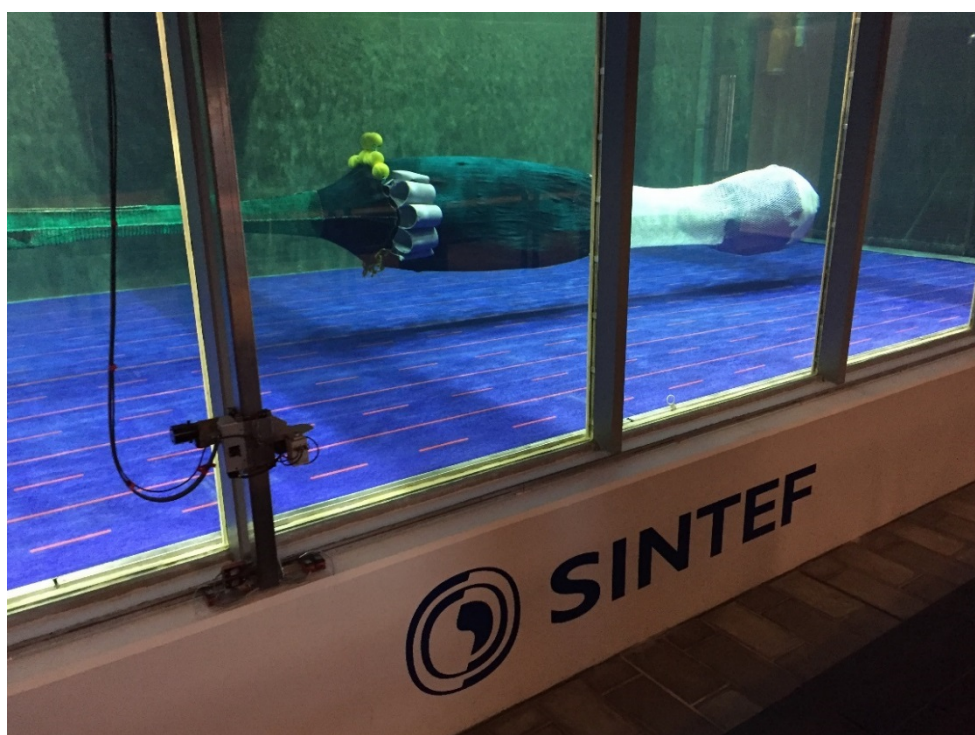
Test av ny skånsom trålpose

Forfatter(e)

Svein Helge Gjørund

Manu Sistiaga

Jesse Brinkhof



Rapport

Test av ny skånsom trålpøse

EMNEORD:**RAPPORTNR**

OC2018 A-119

VERSION

2.0

DATO

2018-12-13

FORFATTER(E)

Svein Helge Gjøsund
Manu Sistiaga
Jesse Brinkhof

OPPDRAAGSGIVER(E)

Fiskeri- og Havbruksnæringens Forskningsfond FHF

OPPDRAAGSGIVERS REF.

Rita Maråk

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:

25

GRADERING

Unrestricted

GRADERING DENNE SIDE

Unrestricted

ISBN

978-82-7174-345-1

SAMMENDRAG

Rapporten beskriver forsøk i modellskala og fullskala med et konsept for en skånsom trålpøse som kan gi bedre kvalitet og velferd for villfanget hvitfisk. I modellforsøkene i strømmingstanken i Hirtshals ble det testet 6 forskjellige versjoner av den skånsomme posen, og den antatt mest gunstige versjonen ble så bygget i fullskala for uttesting på sjøen. Innledende fullskala forsøk ble gjennomført på R/V Helmer Hanssen våren 2018, for å undersøke om posen er håndterbar om bord på en tråler og om man klarer å oppnå den ønskede geometri og oppførsel i sjøen. Undervannsopptakene viste at fullskala versjonen av posen var bygget/montert grunnleggende forskjellig fra tankforsøkene, trolig av hensyn til styrke og fare for riving i fullskala, slik at man ikke kunne oppnå den ønskede geometrien og dermed heller ikke de ønskede strømningsforholdene eller intensjonen med denne trålpøsen. Basert på erfaringene fra de innledende forsøkene ble posen forsøkt bygget om og testet på nytt om bord på M/TR Havtind høsten 2018. På grunn av dårlige siktforhold var det vanskelig å få gode undervannsopptak, men de opptakene som ble gjort viser at man ikke lyktes med å oppnå den ønskede geometrien i disse forsøkene heller. I begge fullskala-forsøkene fant man at kvaliteten på fangsten ble dårligere heller enn bedre med den nye posen i forhold til en tradisjonell trålpøse. Dette må tilskrives at man ikke lyktes med å oppnå den ønskede geometrien og strømningsforholdene i fullskala, og ikke konseptet som sådan. Selv om man skulle oppnå den ønskede geometrien, er det fremdeles uklart om det faktisk vil innebære bedre velferd og kvalitet, eller om det f.eks. kan medføre mer aktivitet, "utfall" og fluktforsøk fra fisken som igjen kan påvirke kvalitet og velferd negativt. Det er uansett en vesentlig erfaring at konseptet er avhengig av en definert og kontrollerbar geometri, og at velferd og kvalitet kan forverres dersom dette ikke oppnås.

UTARBEIDET AV

Svein Helge Gjøsund

KONTROLLERT AV

Manu Sistiaga

GODKJENT AV

Hanne Digre

PROSJEKTNR

302002493

RAPPORTNR

OC2018 A-119

VERSION

2.0

1 av 25

Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
2.0	2018-12-13	Sluttrapport

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	4
2	Tankforsøk	5
2.1	Case 1: Basis-versjon	6
2.2	Case 2: Som Case 1, med forlenget stormaskeseksjon	7
2.3	Case 3: Som Case 2, men åpning ved "kites" i stedet for ring	7
2.4	Case 4: Som Case 3, men med fløyt og vekt i stedet for kites i over- og underkant	8
2.5	Case 5: Som Case 4, men med ekstra canvas seksjon innsatt i bakkant	9
2.6	Case 6: Som Case 5, men med antall kites på hver side redusert fra 5 til 3	10
2.7	Strømningshastighet inne i posen	11
3	Innledende forsøk ombord på R/V Helmer Hanssen	12
4	Forsøk på fangstskader om bord M/TR Havtind	14
4.1	Ombygging av den skånsomme posen (se vedlegg 2)	14
4.2	Forsøk	14
4.3	Analyse metode	15
4.4	Resultater	15
4.5	Diskusjon	23
5	Referanser	23
6	Vedlegg	24
	Vedlegg 1 (Tegningen av sekken)	24
	Vedlegg 2 (Revidert tegning av sekken)	25

1 Innledning

Denne del-rapporten beskriver forsøk med en ny type skånsom trålpøse. Trålpøsen ble utviklet som konsept av SINTEF og testet i forsøkestanken i Hirtshals i 2010 (Gjøsund et al., 2010). Den innebærer kort sagt en trålpøse med et fast, stort volum og lav innvendig strømningshastighet. Hovedhensikten er å undersøke om fisk får plass og mulighet til å svømme rolig inne i posen under tauing, uten å bli ytterligere utmattet eller klempt, og om dette kan gi bedre fangstkvalitet og fiskevelferd. Konseptet innebærer at diameter og tverrsnittet på posen er forholdsvis stort, og at fremparten og hoveddelen av posen er bygget i nettmateriale med svært høy soliditet for å kontrollere strømmingen. En vesentlig egenskap ved posen er at den ikke medfører noen reduksjon av hastigheten ved selve innløpet til posen, dvs. at der ikke er noen såkalt "bøtteeffekt", men at hastigheten reduseres gradvis etter innløpet ved at tverrsnittet utvides.

Posen er i utgangspunktet designet med en halvkule-formet bakpart i seilduk. Hovedhensikten med denne er å bidra til å spenne ut og opprettholde volumet til posen. Denne bakparten innebærer imidlertid også at selve ombordtakingsfasen kan bli mer skånsom (for en del av fangsten), tilsvarende lerretsløft. Denne effekten kan økes ved å forlenge seksjonen i seilduk fremover i posen, slik at den skåner en større del av fangsten på vei opp trålslippen.

Posen tilfredsstiller ikke de tekniske reguleringene som gjelder for trålposer i dag. Det er hensynet til størrelsesseleksjon som er bestemmende for disse reguleringen. Gitt at seleksjon blir tilfredsstillende ivarettatt av ristseksjon o.l. lenger frem i trålsystemet, og på bakgrunn av et overordnet mål om å øke verdiskapingspotensialet i sjømatnæringen, kan man hevde at en trålpøse primært bør utformes med tanke på å ivareta fangstkvalitet og fiskevelferd.

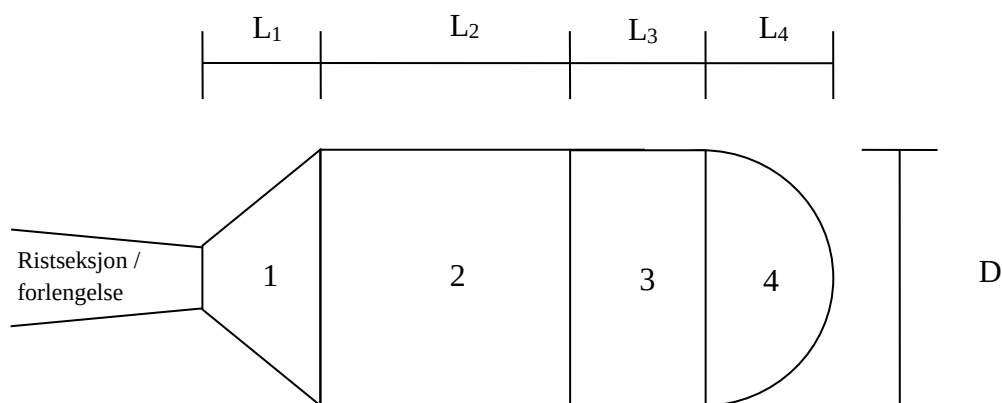
Denne del-rapporten beskriver forsøk med en slik trålpøse tilpasset hvitfisk-/torsketrål. Det ble tatt utgangspunkt i at posen skulle ha en kapasitet på 10 tonn fisk (Pål Roaldsnes, Nordic Wildfish AS, pers. komm.) ved en fisketetthet på inntil 250-500 kg/m³ (Ulf Eriksson, SINTEF, pers. komm.), og at hastigheten inne i posen bør være under 1 knop (Ulf Eriksson, SINTEF, pers. komm.). Det innebærer at posen må ha et volum på 20-40 m³ i fullskala. For å oppnå tilstrekkelig redusert hastighet inne i posen iht. Gjøsund et al. (2010), må tverrsnittsarealet på hoveddelen av posen være tilstrekkelig større enn tverrsnittet av ristseksjon/forlengelse, som typisk er omlag 1 m². For å redusere hastigheten til 20 % av trålfart, må tverrsnittsarealet til posen være minst 5 ganger større enn tverrsnittsarealet til ristseksjon/forlengelse, dvs. 5 m². Det innebærer en diameter på 2.5 m. Dette vurderes som en håndterbar diameter på en større tråler, også dersom det blir nødvendig med en stiv ring med samme diameter for å holde posen åpen. For å oppnå det ønskede volumet på 40 m³ med en diameter på 2.5 m, må hoveddelen av posen ha en lengde på minst 8 m.

Arbeidet er finansiert av Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond (FHF) gjennom prosjektet *Kvalitetsvurdering av fisk fanget med to- og fire panels seleksjonsinnretninger* (FHF prosjekt nr. 901232).

2 Tankforsøk

Det ble gjennomført tester av posen i modellskala SINTEF Fiskeri og havbruks strømningsstank i Hirtshals i perioden 30.-31. januar 2017. Tanken har dimensjoner 21.3 x 2.7 x 8 m (L x H x B) og høyeste strømningshastighet 1 m/s.

Modellen ble bygget i skala 1:3, og montert etter en standard fleksiristseksjon for torsketral i samme skala (se Gjøsund et al., 2010). Den skånsomme posen består av 4 hoveddeler/seksjoner, se Figur 1, **Tabell 1** og **Figur 2**, og den ble testet i 6 ulike konfigurasjoner med mindre variasjoner (se avsnitt 2.1 – 2.6).



Figur 1. Skisse av posedesign.

Tabell 1. Hoveddimensjoner av skånsom trålpose i fullskala og modellskala.

	D	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L _{tot}
Fullskala	2,5	1,23	6	3	1,25	11,48
Modellskala	0,83	0,41	2	1	0,42	3,83

Seksjon 1 er utformet som en ekspanderende konus med sirkulært tverrsnitt, og utgjør en innløpsseksjon som kontrollerer innstrømningen til posens hoveddel. Seksjon 2 er sylindrisk og utgjør hovedseksjonen, med et definert stort volum med rolige strømningsforhold. Seksjonene 1 og 2 ble begge bygget i dobbelt tobis-nett i nylon. Selve tobisnettet er ikke skalert. Vi har ikke eksakte verdier for porøsiteten til tobisnettet, men oppgitt verdi for tråddykkelse er 1.51 mm (nr. 210/30) og maskelengde 10 mm (strukket senter til senter). På samme måte som i Gjøsund et al. (2010) anslås maskeåpningsvinkelen til mellom 45° og 55°, den effektive soliditeten til dobbelt tobis-nett til $Sn_{dobbel} = 0.96$, og innstrømningshastigheten gjennom en konusvegg bygget i dobbelt tobis-nett med 35° vinkel til under 15 % av den uforstyrrede strømningshastigheten (f.eks. trålfart).

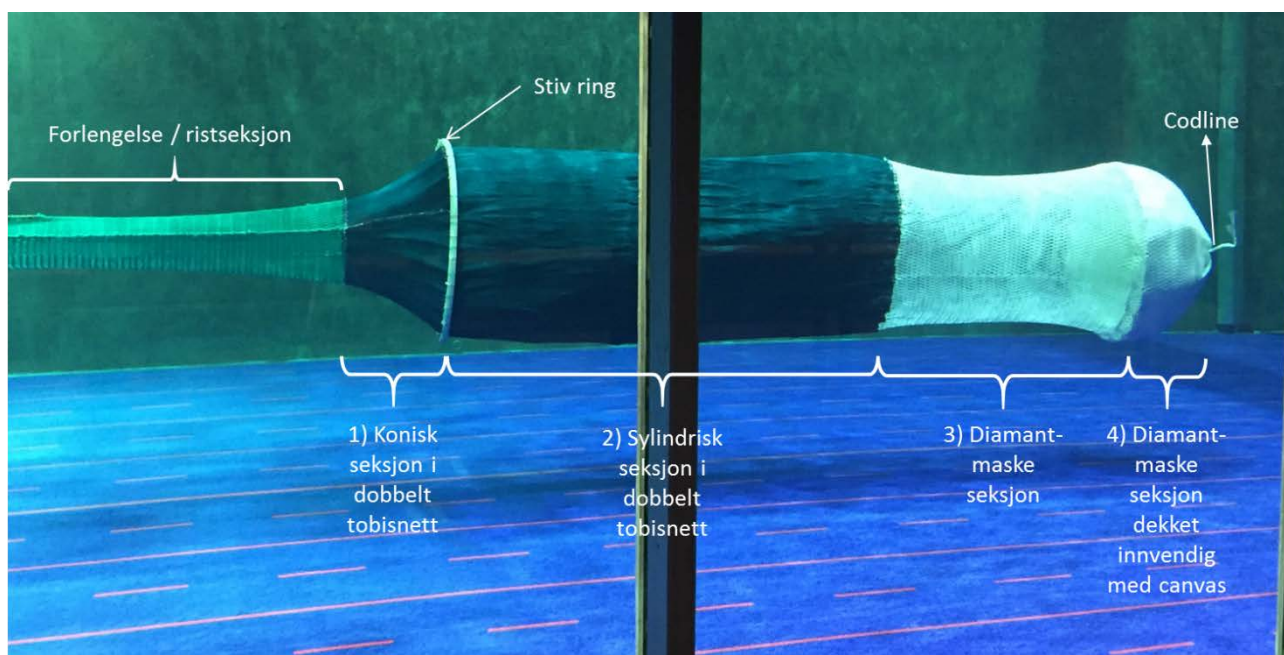
Seksjon 3 ble bygget som en vanlig 2-panels sylindrisk diamantmaskeseksjon uten leiser, med 140 masker rundt i 2.8 mm nylon knutelin. Innvendig maskestørrelse var 37 mm, tilsvarende 130 mm i fullskala. Den åpne seksjon 3 sikrer tilstrekkelig utstrømning, og en mulighet for vanlig maskeseleksjon. Avhengig av lengden av seksjon 3 vil strømningsforholdene i denne kunne være tilsvarende rolige som i seksjon 2, bortsett fra utstrømningen som vil foregå i forkant av den blokkerende seksjon 4.

Seksjon 4 er utformet som en halvkule med samme diameter som posen forøvrig. Den er bygget i samme diamantmaske som seksjon 3, men dekket innvendig med seilduk/canvas, med samme diameter som hoveddelen av posen forøvrig. Denne seksjonen bidrar til å spenne ut bakkdelen av posen under tauing.

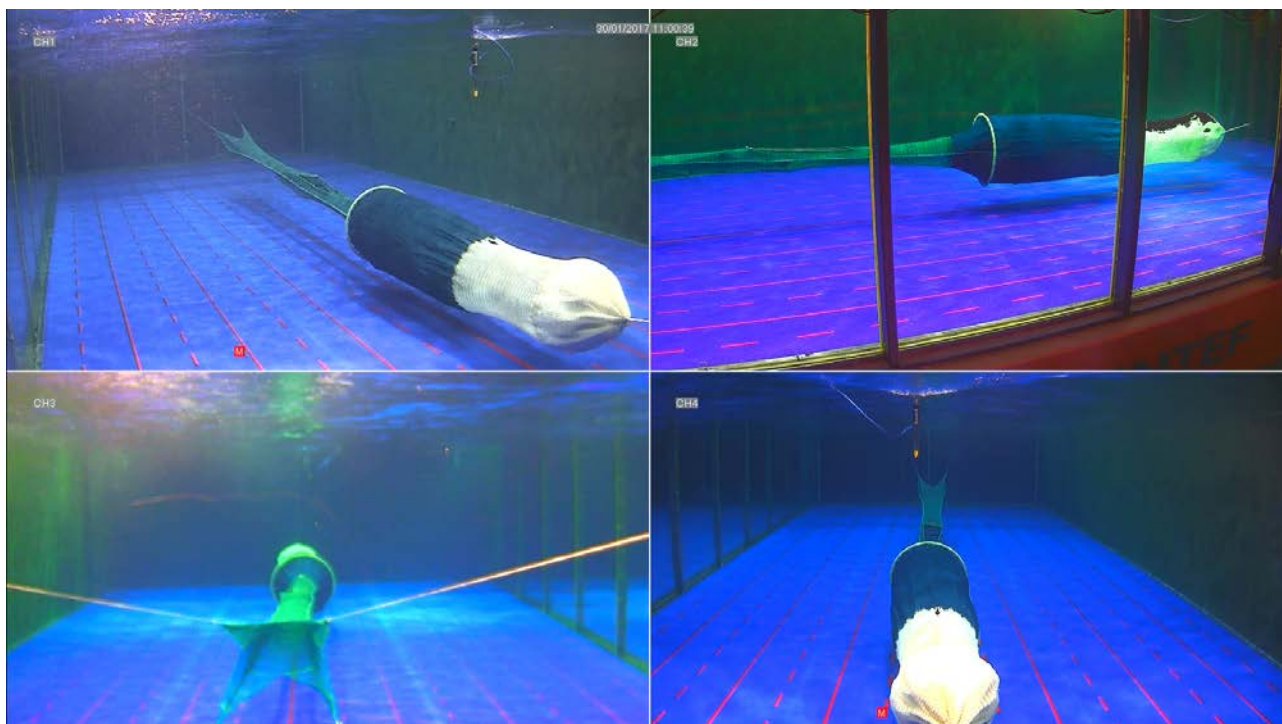
I enkelte av testene ble posens tverrsnitt oppnådd ved en innmontert stiv ring i framkant av Seksjon 2, med indre diameter på 830 mm og tykkelse 28 mm. I andre tester ble tverrsnittet oppnådd ved å bruke kites alene (rundt hele tverrsnittet) eller ved en kombinasjon av kites på sidene, fløytkuler i overkant, og vekt (kjetting) i underkant. For å sikre utspiling ble ledende kant på kitene avstivet med tynn, stiv plasticslange.

2.1 Case 1: Basis-versjon

I denne versjonen ble posens tverrsnitt oppnådd vha. en stiv, sylindrisk PE ring i overgangen mellom seksjon 1 og 2, se Figur 1. Ringen hadde en indre diameter på 0.83 m og en tykkelse på 28 mm. Som det fremgår av Figur 2 og Figur 3 opprettholdes tverrsnitt og volumet langs hele posen, det er kun en liten tendens til strekking og innsnevring av seksjon 3.



Figur 2. Basis-versjon av posen, åpning vha. stiv PE-ring.



Figur 3. Som Figur 2, fra flere vinkler.

2.2 Case 2: Som Case 1, med forlenget stormaskeseksjon

I dette tilfellet ble seksjon 3 forlenget fra 1 til 2 m (dvs. fra 3 til 6 m i fullskala), for å se hvilken innflytelse dette hadde på strømningshastighet og geometri. Den økte lengden kan ses å medføre noe økt strekk og innsnevring av seksjon 3 enn i basistilfellet Figur 1.



Figur 4. Som Case 1 (Figur 2), men med forlenget seksjon 3.

2.3 Case 3: Som Case 2, men åpning ved "kites" i stedet for ring

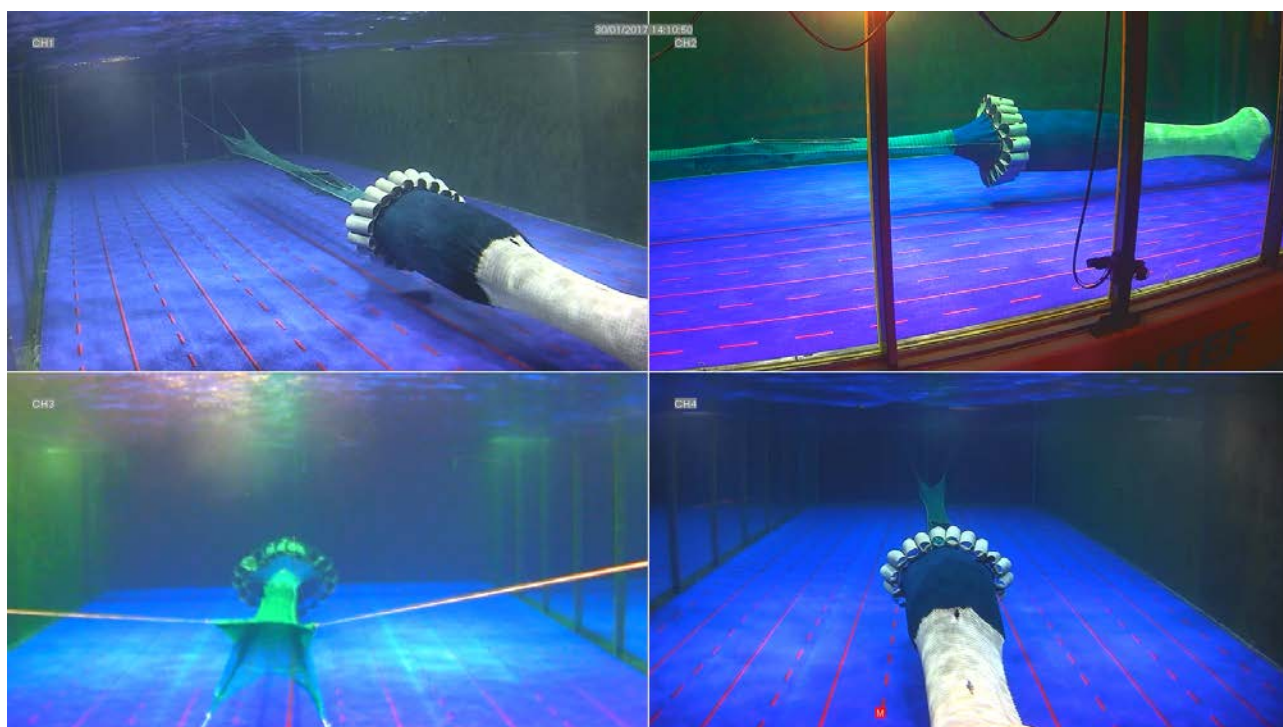
En stiv ring som i Case 1 og 2 over er en enkel og sikker måte å oppnå ønsket åpning på posen. I fullskala vil imidlertid en stiv ring med en diameter på 2.5 m være utfordrende å håndtere på dekk, og det kan også være vanskelig å finne en egnet ring rent styrkemessig. Dvs. at en slik ring lett kan skades, spesielt under utsetting og ombordtaking. Kites er en annen velprøvd metode for å åpne nettseksjoner. I case 3 erstattet vi ringen

med 4 enheter med 5 kiter på hver. De 4 enhetene ble plassert på hhv. over- og undersiden og på hver av sidene, og dekket slik hele omkretsen. Hensikten med dette var å se om vi kunne oppnå en tilsvarende effektiv åpning i sekken som ved bruk av ringen.

Frontareal på hver av de 20 kitene var ca. 0.45 m^2 . Bredde på hvert kite-element er omlag 0.17 m, og lengde 0.30 m. I fullskala tilsvarer dette 0.4 m^2 pr. kite, og en bredde på omlag 0.5 rundt omkretsen og 0.9 m lengde bakover langs posen.

Figur 5 viser at kitene fungerte etter hensikten, dvs. de åpnet posen og opprettholdt åpningen. Mer spesifikt ble høyde og bredde på åpningen ved framkant av kitene målt til hhv. 0.8 og 1.1 m (indre diameter på ringen var 0.83 m).

Det ble imidlertid observert en tendens til at posen dreier sideveis til en ny likevektsposisjon, dvs. at man kan få "snurr" på seksjonen foran posen slik at den lukkes. Dette skyldes at posen og kitene ikke vil være fullstendig symmetriske, samtidig som der kan være mindre hastighetsvariasjoner rundt tverrsnittet, slik at det kan oppstå ustabilitet.



Figur 5. Som Case 2 (Figur 4), men med kites i stedet for ring.

2.4 Case 4: Som Case 3, men med fløyt og vekt i stedet for kites i over- og underkant

Case 3 over viste at kites alene kan åpne posen, men at posen kan få snurr ved en slik løsning. I en bunntål vil dessuten kitene langs underkanten være utsatt for bunnkontakt og potensielt skades/rives.

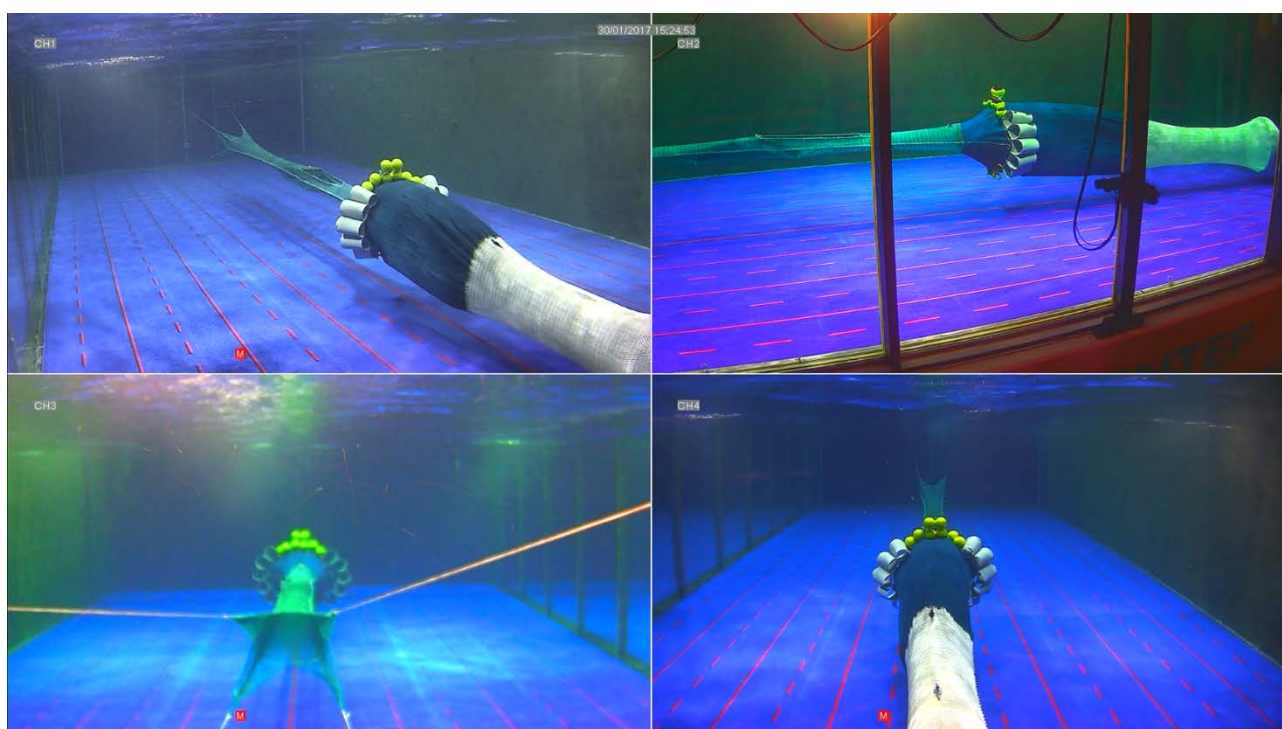
I Case 4 ble derfor de 5 kitene langs over- og underkant erstattet med hhv. fløytbuler og kjetting.

I overkant ble det montert 8 buler med 0.760 kg oppdrift hver, dvs. totalt 6,080 kg, og i underkant ble det montert 6.2 kg kjetting.. Dette tilsvarer om lag 200 kg oppdrift/vekt i fullskala. .

Sideveis løftkraft til hvert kite-element kan grovt estimeres til 40 kg, ved en hastighet på 4 knop og en antatt hydrodynamisk løft-koeffisient på 0.5. I fullskala vil 5 kites dermed gi en spredekraft på om lag 200 kg.

Både kuler og kjetting ble montert så jevnt som mulig over en lengde på $\frac{1}{4}$ av omkretsen i både over- og underkant. I modellskala er omkretsen 2.61 m, og i fullskala 7.85 m. I fullskala innebærer det at kuler og kjetting begge fordeles over en lengde på omlag 2 m, dvs. med oppdrift og vekt på omlag 100 kg/m.

Figur 6 viser at denne løsningen også fungerte fint, og i dette tilfellet var det ikke antydning til ustabilitet eller snurr. Det vil imidlertid være viktig å sikre at det ikke oppstår snurr/tørn under utsett av en slik pose. Også her ble høyde og bredde på åpningen målt til hhv. 0.8 og 1.1 m.



Figur 6. Som Case 3 (Figur 5), men med fløytkuler og vekt (kjetting) i stedet for kites i hhv. over- og underkant.

2.5 Case 5: Som Case 4, men med ekstra canvas seksjon innsatt i bakkant

Case 4 fremstår som en funksjonell og god løsning. For å teste en løsning der en større del av bakkdelen av posen er i canvas, slik at en større del av fangsten potensielt kan skånes under ombordtakingen opp trålslippen, satte vi inn en 1 m lang canvas seksjon umiddelbart foran seksjon 4.

Figur 7 viser at denne løsningen også fungerte fint i testen. Geometrien til seksjon 3 påvirkes lite av den innsatte canvas-seksjonen, fordi denne kun er festet i framkant. Bakkdelen av posen kan synes å "henge" mer i Figur 7 enn i Figur 6, men denne effekten vil være mindre i fullskala ved høyere hastighet.

Strekkingen og innsnevringen av seksjon 3 (diamantmaskeseksjonen) som ses i Case 2-6 kan unngås/reduceres ved å benytte langsgående leiser eller firkantmasker.



Figur 7. Som Case 4 (Figur 6), men ekstra 1 m lang canvas-seksjon innsatt bakerst i diamantmaskeseksjon.

2.6 Case 6: Som Case 5, men med antall kites på hver side redusert fra 5 til 3

I dette siste tilfellet "lukket" vi de ytterste kitene på hver side, dvs. at sideveis spredekraft reduseres med 40 %, for å se om dette fremdeles var tilstrekkelig til å åpne posen sideveis. Igjen ble høyde og bredde på åpningen målt til hhv. 0.8 og 1.1 m, og åpningen var like stabil som i de andre tilfellene.

Det tyder altså på at det er tilstrekkelig med $3 \times 0.4 \text{ m}^2$ kites på hver side.



Figur 8. Som Case 5 (Figur 7), men antall effektive kites på hver side redusert fra 5 til 3.

2.7 Strømningshastighet inne i posen

Strømningsforholdene inne i posen er beskrevet og dokumentert i Gjøsund et al. (2010). De kan variere noe med hvorvidt der er en ristseksjon eller ikke foran trålpesen, med differanse i areal mellom innløpet og hoveddelen av posen, med vinkel og soliditet på seksjon 1 (innløpskonus) og med soliditet og lengde på seksjon 2.

I Gjøsund et al. (2010) ble det funnet at strømningshastigheten inne i posen ble redusert til 10-20 % av tauhastigheten. Siden posen i disse siste forsøkene er nokså lik de opprinnelige forsøkene i 2010, men med noe mindre økning i diameter/tverrsnittsareal, vil vi derfor forvente en tilsvarende eller noe mindre reduksjon her.

Det ble derfor bare gjennomført noen få hastighetsmålinger for kontrollformål: 1) ved innløpet til posen, 2) ved overgangen mellom seksjon 2 og 3, og 3) omlag midt i seksjon 3 etter at denne ble forlenget. Det ble gjort målinger på 2-3 posisjoner over tverrsnittene, og de viste alle at hastigheter i området 0.12-0.22 m/s. Strømningshastigheten i tanken var satt til 0.85 m/s.

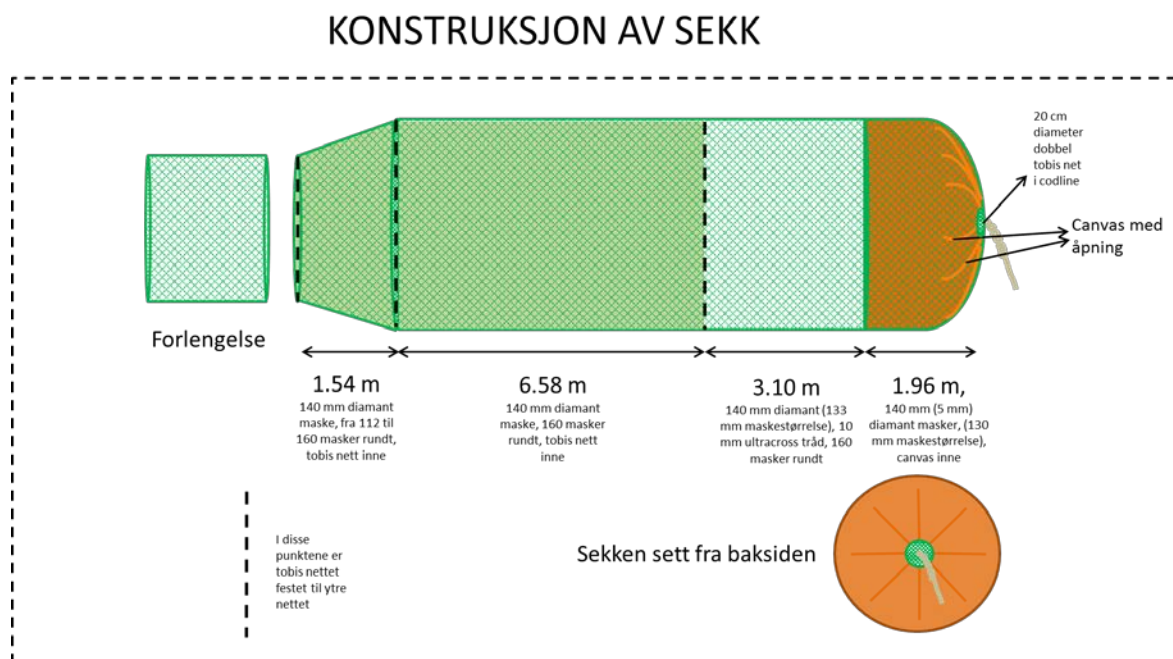
Hastigheten ved innløpet til posen er sterkt påvirket (redusert) av fleksiristseksjonen foran (Gjøsund et al., 2010), og av trangheten til seksjonen (se Valdemarsen et al., 2011, for en gjennomgang av strømningsforhold i en tråd).

Det vil si at hastigheten inne i posen var redusert til 14-26 % av den generelle strømningshastigheten (tauhastighet), altså som er som forventet og i tråd med forsøkene i 2010.

Ved tauhastigheter i fullskala på 4-5 knop innebærer det hastigheter inne i posen på 0.3-0.6 m/s.

3 Innledende forsøk ombord på R/V Helmer Hanssen

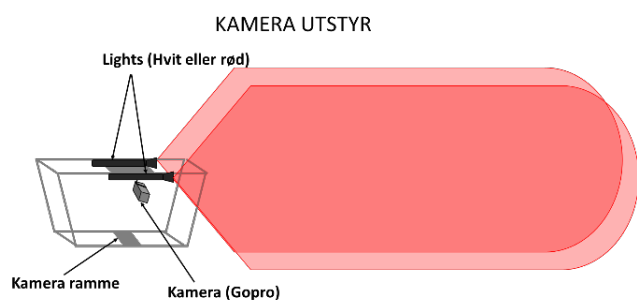
Basert på tankforsøkene i Hirtshals i januar 2017, ble det bygget en fullskala pose for forsøk på havet, se Fig. 9.



Figur 9. Endelig konsept bygget for å bli testet i sjøen.

Sekken ble testet ombord på forskningsfartøyet R/V Helmer Hanssen i perioden 6.-15. mars 2018. Den ble montert på en vanlig Alfredo 3 Euronette trål med 60 m sveiper og 8m² Injector Scorpion tråldører (3200 kg per dør). For å bidra til at sekken åpnet seg brukte vi fløytkuler på topppanelet, kjettinger på underpanelet og kiter på sidene, montert på enden av den koniske seksjonen og rett foran 140 mm maske seksjonen i sekken. Vi festet 12 fløytkuler i topppanelet som ga 100 kg oppdrift, tilsvarende vekt ble festet i underpanelet samt kiter på sidepanelene på enden av den koniske seksjonen. Rett foran 140 mm maske seksjonen i sekken brukte vi 50 kg oppdrift, 50 kg kjetting på underpanelet og kiter på hver av sidepanelene. I tillegg til kulene, kitene og kjettingen ble 40 mm danline leiser montert langs siden av sekken. Målet med disse var at hovedbelastningen i sekken skulle gå på leisene og ikke på de forskjellige seksjonene i sekken.

Hovedmålet med disse testene var å undersøke om sekken er håndterbar om bord på en tråler, og om man oppnår den ønskede geometri og oppførsel i sjøen. Kvalitetsparametere på fangsten ble ikke undersøkt.



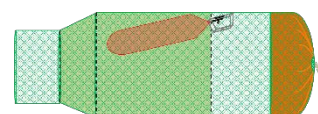
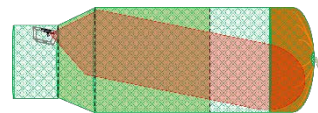
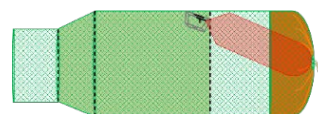
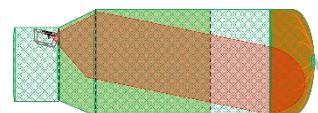
Figur 10. Undervannskamera system brukt under toktet.

Alle vurderingene er basert på undervannsopptak tatt med et undervannskamera system, og på video fra luften over fartøy og posen under utsett og inntak tatt ved hjelp av drone.

Under forsøkene ble det imidlertid klart at man ikke oppnådde den ønskede geometrien, og dermed heller ikke de ønskede strømningsforholdene eller intensjonen med denne trålposen. Basert på opptakene ble det redigert en video som illustrerer problemene som ble identifisert under forsøkene. Opptakene viser at sekken ikke fungerte som forventet fordi de utspillende anordningene (fløyt, vekt og kites) ikke var montert riktig, dvs. at de var montert på et ytternett utenpå tobislinet mens tobislinet hang løst innenfor dette ytternettet. Dette medførte at de kun spilte ut dette ytternettet, og ikke selve tobislinet og den skånsomme posen som sådan. Dette medførte igjen at tobislinet hang slakt og løst innenfor ytternettet, og at fisken inne i selve trålposen av tobislinet dermed hadde trange og urolig forhold. Dette innebar igjen at fangsten så ut til å ha mer skader enn i en tradisjonell sekk.

Videoen som inngår i leveransen sammen med denne del-rapporten har dermed begrenset relevans for konseptet som sådan, siden den ikke viser forholdene i sekken slik den er ment å være, men den har en stor verdi i å avdekke årsaken til dette. Videoen varer i 5:25 minutt og viser følgende:

- 0:00 – 1:15: Skyting.
- 1:16 – 1:37: Kamera satt ved inngangen av sekken. Bildene viser at det er mye løst tobis nett i midt-seksjonen av sekken, det vil si at nettingen ikke spenner seg ordentlig.
- 1:38 – 2:05: Bildene i denne sekvensen viser ultracross diamant maske seksjonen og canvas seksjonen bak i sekken. Det er klart synlig at åpningen i canvasen er veldig liten og at det kan skape problemer ved tømning.
- 2:06 – 2:33: Bildene viser hyse i inngangen av sekken. Der er urolige forhold og fisken må svømme aktivt for å holde seg i posisjon.
- 2:34 – 3:00: I denne delen av opptaket er kamera plassert mellom den 6.58 m tobis seksjonen og 140 mm ultracross seksjonen og det peker mot sekk inngangen. Bildene viser igjen at tobisnettet ikke er spent ut. Fisken trenger ikke å svømme veldig aktivt for å holde seg i posisjon men det er altfor mye bevegelse i det løse not linet. Man kan se en del skademerker, spesielt på hyse. Merkene viser seg å være påført av den jevnlig kontakten/skraping med det overflødige materialet i sekken.
- 3:00 – 3:50: Bildene her viser den bakerste delen av sekken (ultracross og canvas seksjonene). Vannhastigheten er lav her. Men, man ser helt klart at bevegelsene i sekken er altfor store og at sekken ikke opprettholder den forventede fasongen. Fisken blir sendt fra side til side, og frem og tilbake i sekken (vaskemaskin effekt), og er i jevnlig kontakt med nota. Man kan tydelig se skader i huden på fisken, spesielt på hyse.
- 3:50 – 5:25: Hiving.



Bakgrunnen for at monteringen ble feil er trolig vurderinger av styrke og fare for riving i hhv. tobislin og ytternett, noe som viktigere og mer utfordrende i fullskala enn i modellforsøk. Dronevideoen viser at ytternettet er spilt ut slik man ønsker at også tobisnettet skal spiles ut, og at det dermed er mulig å oppnå den

riktige geometrien ved riktig montering. Før videre forsøk må sekken bygges/monteres om, slik at den funksjonelle innerposen i tobislin åpnes og holdes utspilt på samme måte som tiltenkt i konseptet og utført i tankforsøkene. For å oppnå dette i neste tokt foreslås det å fjerne det ytre nettet over tobisnettet, forkorte leisene slik at belastningen i sekken også går i tobislinet, og forstørre åpningen i kanvas seksjonen noe.

4 Forsøk på fangstskader om bord M/TR Havtind

4.1 Ombygging av den skånsomme posen (se vedlegg 2)

Før toktet om bord M/TR Havtind, ble den skånsomme trålssekken fra de innledende forsøkene på R/V Helmer Hanssen bygget om som følger (se vedlegg 2):

- Fjerning av dobbelnett: Dobbelt nettet som var syd på ytersiden av tobislinen ble fjernet fra sekken slik at belastningen i sekken i større grad går i tobislinet og leisene. Målet var med dette at tobislinet i denne seksjonen (Figur 9, seksjon i 6.58 m) skulle strekke seg bedre og gi sekken den forventede fasongen. Kitene ble også montert rett på tobisline for å bidra til å utvide sekken som forventet (vedlegg 2).
- Forlenging av leisene: Leisene ble forlenget slik at belastningen i større grad går i nota og ikke i leisene. Målet med denne endringen var å øke spenningen i nota slik at den skulle holde den forventede fasong bedre.
- Åpning i canvas seksjonen: Åpningen i det bakerste canvas seksjonen ble forstørret fra 20 til 50 cm for å forbedre dreneringen i denne delen av sekken og forenkle tømmingen av fangsten (vedlegg 2).

4.2 Forsøk

Forsøkene ble utført ombord tråleren "M/TR Havtind" (59.75 m, 6130 Hk) i tidsrommet 18 - 27 september og nord for Hopen (73°03'883"-78°12'676"N / 26°56'177"-32°48'815"E). Forsøkene ble utført med dobbeltrål der den ene trålen ble utstyrt med en vanlig sekk mens den andre trålen ble utstyrt med den skånsomme trålssekken. Den såkalt vanlige sekken var bygget i 135 mm masker (8 mm PE tråd), og var 99,5 masker lang og hadde 80 frie masker rundt. Det øvre panelet i sekken var knuteløst mens det nedre panelet i sekken var laget av knutelin. Det ble benyttet Injector Sparrow tråldører (9 m², 4200 kg), samt et senterlodd i mellom trålene (5700 kg), etterfulgt av 90 m lange sveiper. To identiske trålnøter av type Alfredo 5 (155 mm nominell maskevidde) med headline på 37.7 m og fiskeline på 21.3 m ble anvendt. Det 101.6 m lange giret besto av to 40.4 m lange sidegir og et 21.8 m langt rockhopper-gir (Ø52 cm) i midten. Begge trålene ble utstyrt med en fleksirist (Sistiaga et al., 2016) påfulgt av en forlengelse før trålsykkene. Både trålen og samtlige seksjoner og sekker var av to-panels konstruksjon.

For hvert hal ble det tatt ut 30 torsk fra hver sekk (tilfeldig utvalg). Torskene fra begge sekkene ble bløgget og puttet i to adskilte 600 L kar med rennende vann. Etter 30 min. utblødning ble torskene sløyd og analysert for fangstskader ved hjelp av en fangstskadeindeks (Tabell 2) (Olsen et al., 2013; Brinkhof et al., 2018a,b).

Tabell 2. Fangstskadeindeksen som ble brukt til å vurdere fangstskadene for torsken fanget i begge trålsykkene.

Skadetype	Skadegrad			
	Feilfri	Svakt	Moderat	Alvorlig
Redskapsmerker	0	1	2	3
Blodsprenget	0	1	2	3
Utblødning	0	1	2	3
Skinnsletasje	0	1	2	3
Klemstader	0	1	2	3

På fire av tauingene (halnr. 2, 6, 8 og 10) ble det påmontert undervannskamera (GoPro Hero 4) med undervannslus for observasjoner av fiskeadferd samt den skånsomme trålsekk under vann.

4.3 Analyse metode

Resultatene fra fangstskadevurderingen ble analysert ved metoden beskrevet i Brinkhof et al., (2018a,b). Metoden muliggjør estimering av sannsynligheten for at en torsk vil ha en gitt type skade samt alvorlighetsgrad i henhold til fangstskadeindeksen. Det er også av interesse å vite en gitt grad av skade for en gitt kombinasjon av skadetyper, samt sannsynligheten for en gitt skadegrad for alle skadetyperne kombinert. Også sannsynligheten for at en fisk ikke overstiger en gitt skadegrad vil være av interesse å beregne. For å få et mål på effekten av å bruke den skånsomme trålsekk sammenlignet med den konvensjonelle sekken ble differansen for sannsynligheten for å få en gitt skadegrad for en gitt skadetype beregnet. Ved å beregne 95% konfidensintervaller ved hjelp av dobbel bootstrapping ble det tatt høyde for variasjon både innenfor og i mellom halene. I de tilfellene der konfidensintervallene for differansen i mellom begge trålsykkene ikke inkluderer verdien 0.0 kan man konkludere med at det er en signifikant forskjell i fangstkvalitet mellom sykkene.

4.4 Resultater

I løpet av toktet ble det totalt gjennomført 16 hal. Fire av tauingene ble gjennomført med enkel trål, grunnet ødelagt trål og dårlig vær. I tillegg ble de siste to tauingene gjennomført med to vanlige trålsykk. Totalt ble det altså gjennomført 10 tauinger med dobbeltrål, der den ene trålen var utstyrt med av konvensjonell trålsykk, og den andre med den skånsomme trålsykk (Tabell 3).

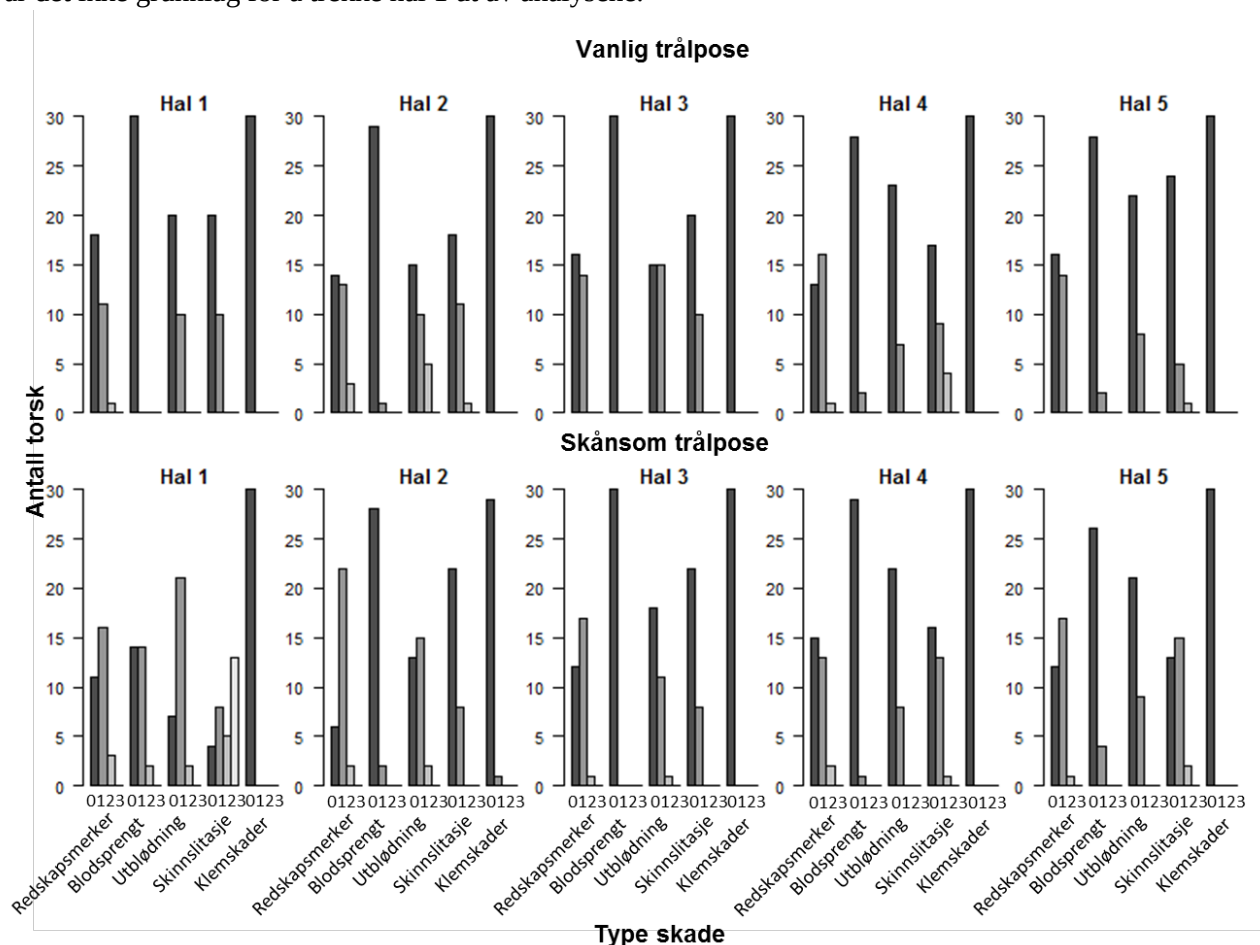
Det ble ikke tatt ut prøver av fisk for vurdering i hal 1- 4 og 6. Årsaken til dette er for små fangstmengder, noe som ikke er representativt for «normalen», og stor innblanding av uer, noe som påvirker kvaliteten til omkringliggende fangst grunnet piggene i finnestrålene. I hal seks så røk codlinen til den skånsomme trålsykk i det den ble dratt opp slippet, noe som resulterte i at fangsten gikk tapt.

Tabell 3. Dato, posisjon, starttidspunkt, tauetid, fangstmengde og fangst fra de 10 tauingene med dobbeltrål der den ene trålen var utstyrt med en vanlig trålsykk og den andre med den skånsomme trålsykk.

Halnr.	Dato	Posisjon	Starttidspunkt (UTC)	Tauetid (t:min)	Fangstmengde, rund (kg)	Vurdering av fangstkvalitet
1	20.09.2018	73.03.961N - 31.44.37 Ø	04:30	5 t 2 min	6159	Nei
2	21.09.2018	78.02.082N - 28.07.015Ø	09:52	3t 33 min	786	Nei
3	21.09.2018	78.12.676N - 27.32.965Ø	14:18	2t 52 min	932	Nei
4	21.09.2018	78.02.530N - 27.59.485Ø	18:51	6t 54min	3582	Nei
5	22.09.2018	78.11.858N - 26.56.177Ø	07:43	6t 31min	1647	Ja
6	22.09.2018	78.03.161N - 27.56.854Ø	10:03	5t 57min	6960	Nei
7	23.09.2018	77.25.931N - 30.36.698Ø	00:17	4t 58min	22550	Ja
8	24.09.2018	77.19.458N - 30.25.753Ø	06:04	3t 0min	30564	Ja
9	24.09.2018	77.20.529N - 30.25.513Ø	10:06	3t 39min	25754	Ja
10	24.09.2018	77.18.283N - 30.27.323Ø	15:18	4t 39min	18353	Ja

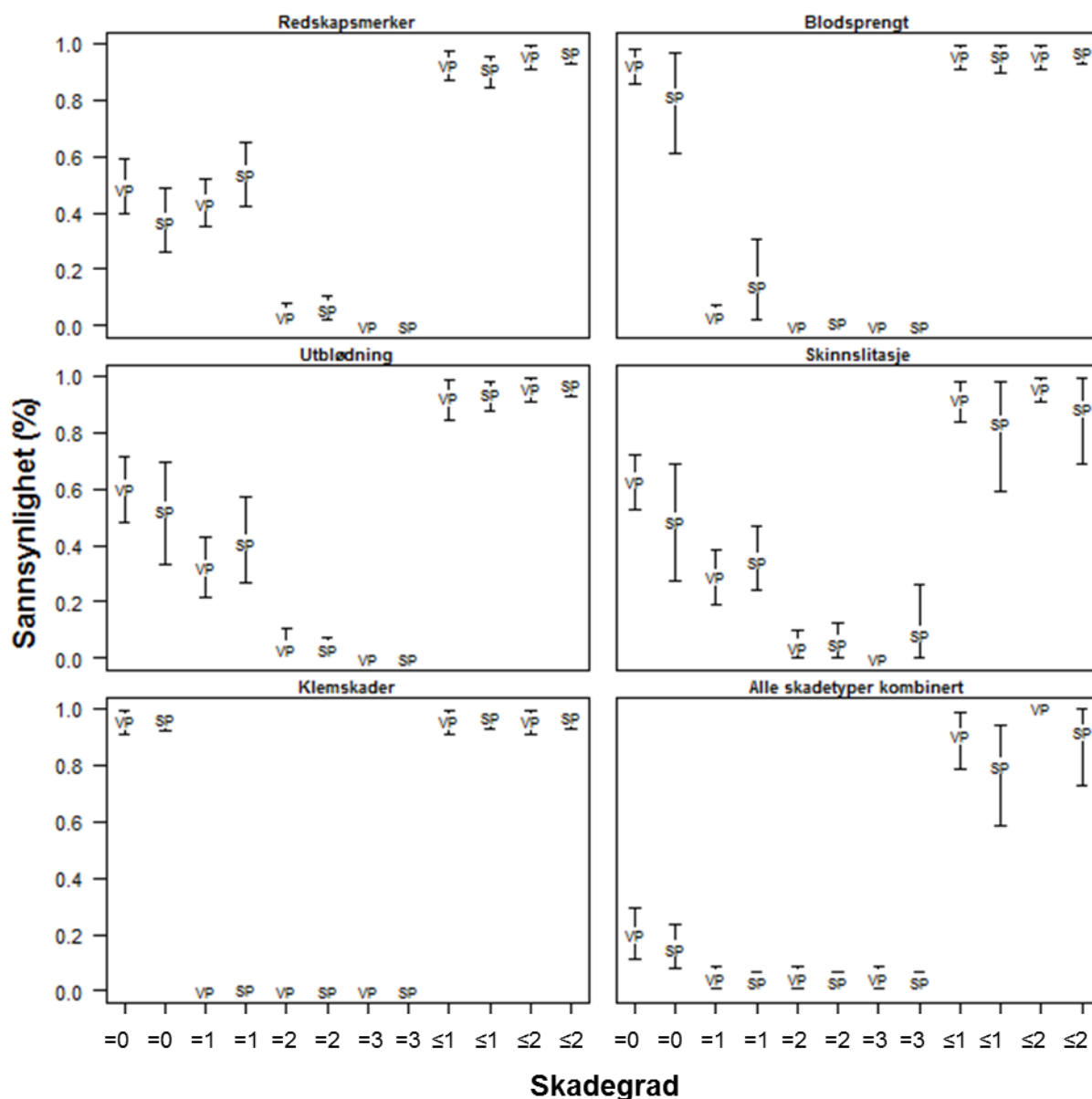
Det ble tatt ut 30 torsk fra hver sekk fra fem tauinger, noe som resulterte i 300 torsk der fangstskadene ble evaluert i henhold til fangstskadeindeksen (Figur 11). De ulike skadegradene i henhold til skadetyperne for begge trålsykkene for hvert hal er presentert i Figur 11. Som det frem går av Figur 11 skiller skadefordelingen i hal 1 for den skånsomme trålsykk seg ut fra de andre halene. De høyere skadegradene som er observert for

dette halet skyldes mest sannsynlig presenningen som var montert i denne sekken. Både på denne og foregående tauinger ble det observert at det la seg mye fisk mellom canvaspresenningen og knutelinet i trålsekken. På samtlige av disse halene ble det også observert store andeler fisk der skinnen var veldig slitt i tillegg til at mange av fiskene var døde. Presenningen revnet etter noen få tauinger og ble dermed fjernet. Dette ga tilsynelatende tydelige resultater i form av mindre skinnslitasje om færre døde/halvdøde torsk, noe som også fremgår av Figur 11. Skadetyper «klemskader» var nesten fraværende i begge trålekkene (Figur 11). Dataene ble analysert med og uten hal 1 tatt i betraktning. Fordi dette ikke resulterte i signifikante forskjeller, var det ikke grunnlag for å trekke hal 1 ut av analysene.



Figur 11. Resultatet fra fangstskadevurderingene for de fem tauingene for torsk fanget i den vanlige trålekkene (øverst) og den skånsomme trålekkene (nederst).

Ved hjelp av analysemetoden beskrevet i Brinkhof et al., (2018a,b) ble sannsynligheten for at torsk fanget i en av trålekkene fikk en gitt fangstskade-type og -grad i henhold til fangstskadeindeksen beregnet (Figur 12). Som det fremgår av figur 12 var det ingen signifikante forskjeller i alvorlighetsgraden for en gitt fangstskade mellom begge trålekkene (overlapp mellom konfidensintervallene). Selv om forskjellene ikke er signifikant forskjellige, tyder det på at det var større sannsynlighet for å få torsk uten fangstskader i den vanlige trålekkene og større sannsynlighet for å få skadegrad 1 og 2 i den skånsomme trålekkene (Figur 12).



Figur 12. Sannsynligheten for å få en gitt skade grad for de fem skadetyperne, samt for alle skadetyperne kombinert for torsk fanget i den vanlige posen (VP) og skånsomme posen (SP). Plottene viser gjennomsnittsverdien med 95 % konfidensintervaller.

Tabell 4 og 5 viser sannsynligheten for å få en gitt skadegrad for en gitt skadetype eller kombinasjon av skadetyper for henholdsvis torsk fanget i den vanlige trålsekken og den skånsomme trålsekken. Differansen mellom sannsynligheten for å få en gitt skadegrad for en gitt skadetype eller kombinasjon av skadetyper for henholdsvis torsk fanget i den skånsomme trålsekken sammenlignet med torsk fanget i den vanlige trålsekken er presentert i tabell 6. Sannsynligheten for å få skadegrad 0 er høyere for samtlige fangstskadetyper og kombinasjoner for torsk fanget i den vanlige trålsekken. Men denne forskjellen er kun statistisk signifikant i fem tilfeller (uthevet i svart i tabell 6). Sannsynligheten for å få skadegrad 1 og 2 tyder på å være større for torsk fanget i den skånsomme trålsekken, men ingen av disse resultatene er signifikant forskjellige (tabell 6).

Tabell 4. Sannsynligheten for at torsk fanget i den konvensjonelle trålsekken har en gitt skadegrad for de fem ulike skadetypene, samt for alle kombinasjoner av skadetyper. 95% Konfidensintervaller er presentert i parentes.

	Vanlig sekk					
	0	1	2	3	≤1	≤2
Redskap	48.72% (39.62%–59.35%)	43.59% (34.97%–51.92%)	3.21% (0.00%–7.89%)	0.00% (0.00%–0.00%)	92.31% (86.79%–97.37%)	95.51% (90.80%–99.34%)
Blod	92.31% (85.63%–98.03%)	3.21% (0.00%–7.10%)	0.00% (0.00%–0.00%)	0.00% (0.00%–0.00%)	95.51% (90.80%–99.34%)	95.51% (90.80%–99.34%)
Utblød	60.26% (48.39%–71.70%)	32.05% (21.38%–43.14%)	3.21% (0.00%–10.90%)	0.00% (0.00%–0.00%)	92.31% (84.11%–98.66%)	95.51% (90.80%–99.34%)
Skinn	62.82% (52.56%–72.26%)	28.85% (19.14%–38.31%)	3.85% (0.00%–10.06%)	0.00% (0.00%–0.00%)	91.67% (84.05%–98.04%)	95.51% (90.80%–99.34%)
Klem	95.51% (90.80%–99.34%)	0.00% (0.00%–0.00%)	0.00% (0.00%–0.00%)	0.00% (0.00%–0.00%)	95.51% (90.80%–99.34%)	95.51% (90.80%–99.34%)
Redskap&Blod	52.56% (43.67%–62.58%)	7.05% (1.97%–13.75%)	4.49% (0.66%–9.26%)	4.49% (0.66%–9.26%)	96.79% (92.21%–100.00%)	100.00% (100.00%–100.00%)
Redskap&Utblød	30.13% (20.25%–39.87%)	15.38% (8.81%–22.78%)	4.49% (0.66%–8.70%)	4.49% (0.66%–8.70%)	93.59% (82.28%–100.00%)	100.00% (100.00%–100.00%)
Blod&Utblød	62.18% (50.32%–73.25%)	5.13% (1.27%–10.56%)	4.49% (0.67%–8.86%)	4.49% (0.67%–8.86%)	96.79% (89.68%–100.00%)	100.00% (100.00%–100.00%)
Reskap&Blod&Utblod	29.49% (19.87%–40.00%)	5.13% (1.27%–10.56%)	4.49% (0.68%–8.92%)	4.49% (0.68%–8.92%)	93.59% (83.12%–100.00%)	100.00% (100.00%–100.00%)
Redskap&Skinn	37.18% (27.85%–47.71%)	18.59% (12.10%–25.63%)	5.13% (1.28%–10.19%)	4.49% (0.67%–9.32%)	93.59% (86.93%–98.73%)	100.00% (100.00%–100.00%)
Blod&Skinn	66.03% (55.48%–75.80%)	6.41% (1.32%–12.42%)	4.49% (0.66%–9.38%)	4.49% (0.66%–9.38%)	96.15% (90.06%–100.00%)	100.00% (100.00%–100.00%)
Redskap&Blod&Skinn	37.18% (27.85%–47.47%)	5.77% (1.32%–11.18%)	4.49% (0.66%–8.75%)	4.49% (0.66%–8.75%)	93.59% (87.10%–98.73%)	100.00% (100.00%–100.00%)
Utblod&Skinn	39.10% (26.28%–51.55%)	10.90% (5.13%–17.95%)	4.49% (0.66%–9.32%)	4.49% (0.66%–9.32%)	92.95% (84.52%–99.35%)	100.00% (100.00%–100.00%)
Redskap&Utblod&Skinn	19.87% (11.95%–29.81%)	5.77% (1.96%–10.26%)	4.49% (0.66%–9.26%)	4.49% (0.66%–9.26%)	90.38% (79.61%–98.71%)	100.00% (100.00%–100.00%)
Blod&Utblod&Skinn	38.46% (27.10%–53.42%)	4.49% (0.67%–9.43%)	4.49% (0.67%–9.43%)	4.49% (0.67%–9.43%)	92.95% (84.38%–100.00%)	100.00% (100.00%–100.00%)
Redskap&Blod&Utblod&Skinn	19.87% (11.49%–29.63%)	4.49% (0.66%–9.32%)	4.49% (0.66%–9.32%)	4.49% (0.66%–9.32%)	90.38% (78.57%–98.71%)	100.00% (100.00%–100.00%)
Redskap&Klem	53.21% (44.44%–61.69%)	4.49% (0.66%–8.86%)	4.49% (0.66%–8.86%)	4.49% (0.66%–8.86%)	96.79% (92.11%–100.00%)	100.00% (100.00%–100.00%)
Blod&Klem	96.79% (92.99%–100.00%)	4.49% (0.65%–9.32%)	4.49% (0.65%–9.32%)	4.49% (0.65%–9.32%)	100.00% (100.00%–100.00%)	100.00% (100.00%–100.00%)
Redskap&blod&Klem	52.56% (42.95%–61.64%)	4.49% (0.67%–8.86%)	4.49% (0.67%–8.86%)	4.49% (0.67%–8.86%)	96.79% (92.05%–100.00%)	100.00% (100.00%–100.00%)
Utblod&Klem	64.74% (52.35%–77.22%)	4.49% (0.66%–9.20%)	4.49% (0.66%–9.20%)	4.49% (0.66%–9.20%)	96.79% (88.96%–100.00%)	100.00% (100.00%–100.00%)
Redskap&Utblod&Klem	30.13% (19.87%–39.74%)	4.49% (0.68%–9.26%)	4.49% (0.68%–9.26%)	4.49% (0.68%–9.26%)	93.59% (83.23%–100.00%)	100.00% (100.00%–100.00%)
Blod&Utblod&Klem	62.18% (50.33%–73.29%)	4.49% (0.66%–8.92%)	4.49% (0.66%–8.92%)	4.49% (0.66%–8.92%)	96.79% (88.68%–100.00%)	100.00% (100.00%–100.00%)
Redskap&Blod&Utblod&Klem	29.49% (19.87%–39.33%)	4.49% (0.66%–9.38%)	4.49% (0.66%–9.38%)	4.49% (0.66%–9.38%)	93.59% (82.91%–100.00%)	100.00% (100.00%–100.00%)
Skinn&Klem	67.31% (56.77%–77.42%)	4.49% (0.67%–9.26%)	4.49% (0.67%–9.26%)	4.49% (0.67%–9.26%)	96.15% (90.45%–100.00%)	100.00% (100.00%–100.00%)
Redskap&Skinn&Klem	37.18% (27.10%–47.47%)	4.49% (0.66%–8.86%)	4.49% (0.66%–8.86%)	4.49% (0.66%–8.86%)	93.59% (87.18%–98.71%)	100.00% (100.00%–100.00%)
Blod&Skin&Klem	66.03% (55.77%–76.69%)	4.49% (0.66%–9.32%)	4.49% (0.66%–9.32%)	4.49% (0.66%–9.32%)	96.15% (90.45%–100.00%)	100.00% (100.00%–100.00%)
Redskap&Blod&Skinn&Klem	37.18% (27.85%–46.84%)	4.49% (0.66%–8.86%)	4.49% (0.66%–8.86%)	4.49% (0.66%–8.86%)	93.59% (87.26%–98.71%)	100.00% (100.00%–100.00%)
Utblod&Skinn&Klem	39.10% (26.14%–53.80%)	4.49% (0.66%–9.38%)	4.49% (0.66%–9.38%)	4.49% (0.66%–9.38%)	92.95% (84.62%–100.00%)	100.00% (100.00%–100.00%)
Redskap&Utblod&Skinn&Klem	19.87% (12.18%–29.56%)	4.49% (0.67%–9.09%)	4.49% (0.67%–9.09%)	4.49% (0.67%–9.09%)	90.38% (78.85%–98.73%)	100.00% (100.00%–100.00%)
Blod&Utblod&Skinn&Klem	38.46% (26.11%–52.20%)	4.49% (0.67%–8.92%)	4.49% (0.67%–8.92%)	4.49% (0.67%–8.92%)	92.95% (84.28%–99.35%)	100.00% (100.00%–100.00%)
Redskap&Blod&Utblod&Skinn&Klem	19.87% (11.39%–29.11%)	4.49% (0.67%–8.81%)	4.49% (0.67%–8.81%)	4.49% (0.67%–8.81%)	90.38% (78.48%–98.71%)	100.00% (100.00%–100.00%)

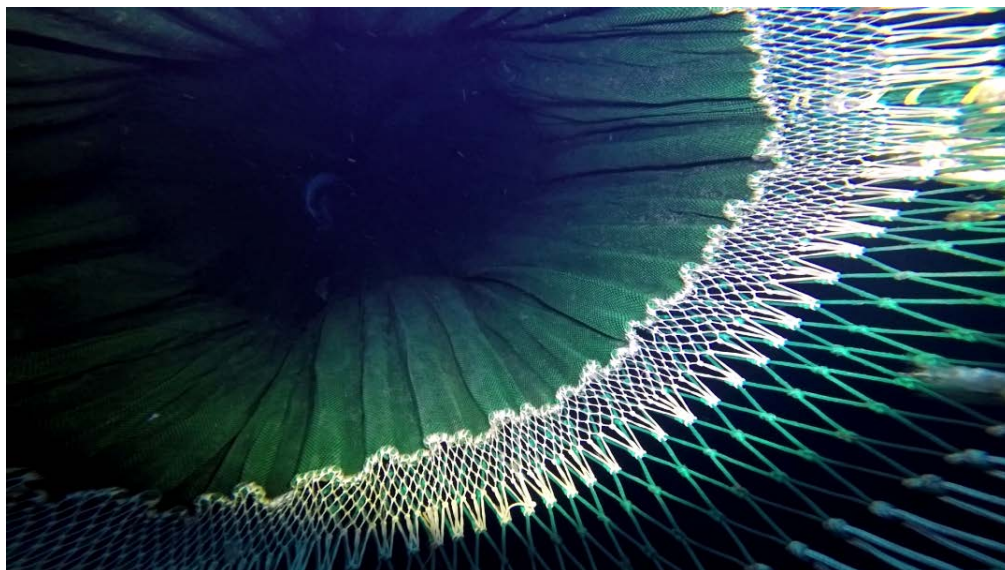
Tabell 5. Sannsynligheten for at torsk fanget i den skånsomme trålsekken har en gitt skadegrad for de fem ulike skadetyperne, samt for alle kombinasjoner av skadetyper. 95% Konfidensintervaller er presentert i parentes.

	Skånsom sekk					
	0	1	2	3	≤1	≤2
Redskap	37.01% (25.97%–48.70%)	53.90% (42.58%–64.90%)	5.84% (1.97%–10.32%)	0.00% (0.00%–0.00%)	90.91% (84.62%–95.51%)	96.75% (92.99%–99.35%)
Blod	81.17% (61.15%–96.69%)	14.29% (1.97%–30.57%)	1.30% (0.00%–4.58%)	0.00% (0.00%–0.00%)	95.45% (89.68%–99.34%)	96.75% (92.99%–99.35%)
Utblød	52.60% (33.54%–69.28%)	40.91% (27.10%–57.32%)	3.25% (0.00%–7.19%)	0.00% (0.00%–0.00%)	93.51% (87.66%–98.05%)	96.75% (92.99%–99.35%)
Skin	48.70% (27.39%–69.08%)	34.42% (24.03%–46.75%)	5.19% (0.00%–12.66%)	8.44% (0.00%–26.11%)	83.12% (58.97%–98.04%)	88.31% (68.79%–99.34%)
Klem	96.10% (92.16%–99.34%)	0.65% (0.00%–2.65%)	0.00% (0.00%–0.00%)	0.00% (0.00%–0.00%)	96.75% (92.99%–99.35%)	96.75% (92.99%–99.35%)
Redskap&Blod	33.77% (19.62%–47.06%)	10.39% (3.27%–19.75%)	3.25% (0.65%–7.01%)	3.25% (0.65%–7.01%)	92.86% (86.36%–98.03%)	100.00% (100.00%–100.00%)
Redskap&Utblød	26.62% (14.56%–38.56%)	27.27% (17.53%–37.01%)	3.25% (0.65%–7.05%)	3.25% (0.65%–7.05%)	90.91% (84.62%–96.71%)	100.00% (100.00%–100.00%)
Blod&Utblød	53.25% (35.22%–70.51%)	13.64% (3.29%–26.92%)	3.25% (0.65%–7.01%)	3.25% (0.65%–7.01%)	95.45% (89.24%–100.00%)	100.00% (100.00%–100.00%)
Redskap&Blod&Utblød	25.97% (14.84%–38.31%)	8.44% (2.67%–15.92%)	3.25% (0.65%–7.01%)	3.25% (0.65%–7.01%)	89.61% (81.41%–96.08%)	100.00% (100.00%–100.00%)
Redskap&Skin	20.13% (11.04%–29.14%)	24.03% (15.58%–32.48%)	3.90% (0.65%–8.92%)	3.25% (0.65%–7.05%)	81.82% (60.13%–96.03%)	91.56% (73.89%–100.00%)
Blod&Skin	50.00% (31.85%–67.76%)	7.14% (1.97%–13.46%)	3.25% (0.65%–7.05%)	3.25% (0.65%–7.05%)	86.36% (63.69%–100.00%)	91.56% (75.16%–100.00%)
Redskap&Blod&Skin	20.13% (11.61%–29.22%)	5.84% (1.32%–11.54%)	3.25% (0.65%–6.49%)	3.25% (0.65%–6.49%)	81.82% (58.97%–95.45%)	91.56% (74.05%–100.00%)
Utblød&Skin	30.52% (18.99%–42.86%)	16.23% (9.03%–24.18%)	4.55% (0.66%–10.19%)	3.25% (0.65%–6.58%)	84.42% (63.46%–98.01%)	91.56% (74.36%–100.00%)
Redskap&Utblød&Skin	14.94% (7.95%–22.08%)	12.34% (4.64%–22.01%)	3.25% (0.65%–7.10%)	3.25% (0.65%–7.10%)	79.87% (59.24%–93.51%)	91.56% (73.89%–100.00%)
Blod&Utblød&Skin	30.52% (18.35%–42.67%)	5.84% (1.32%–11.04%)	3.25% (0.65%–6.62%)	3.25% (0.65%–6.62%)	84.42% (62.42%–97.40%)	91.56% (74.52%–100.00%)
Redskap&Blod&Utblød&Skin	14.94% (8.33%–22.22%)	5.19% (1.31%–10.32%)	3.25% (0.65%–7.05%)	3.25% (0.65%–7.05%)	79.87% (58.60%–93.51%)	91.56% (74.05%–100.00%)
Redskap&Klem	40.26% (28.48%–50.65%)	3.90% (0.65%–7.84%)	3.25% (0.65%–6.45%)	3.25% (0.65%–6.45%)	94.16% (89.68%–98.04%)	100.00% (100.00%–100.00%)
Blod&Klem	83.77% (64.10%–96.71%)	3.25% (0.65%–6.96%)	3.25% (0.65%–6.96%)	3.25% (0.65%–6.96%)	98.70% (95.45%–100.00%)	100.00% (100.00%–100.00%)
Redskap&blod&Klem	33.77% (20.51%–47.40%)	3.25% (0.64%–7.24%)	3.25% (0.64%–7.24%)	3.25% (0.64%–7.24%)	92.86% (86.71%–97.42%)	100.00% (100.00%–100.00%)
Utblød&Klem	55.84% (38.96%–71.43%)	3.90% (0.65%–7.89%)	3.25% (0.65%–6.96%)	3.25% (0.65%–6.96%)	96.75% (92.81%–100.00%)	100.00% (100.00%–100.00%)
Redskap&Utblød&Klem	26.62% (14.84%–38.31%)	3.90% (0.65%–7.74%)	3.25% (0.65%–6.49%)	3.25% (0.65%–6.49%)	90.91% (84.52%–96.10%)	100.00% (100.00%–100.00%)
Blod&Utblød&Klem	53.25% (34.62%–70.32%)	3.25% (0.65%–6.92%)	3.25% (0.65%–6.92%)	3.25% (0.65%–6.92%)	95.45% (89.31%–100.00%)	100.00% (100.00%–100.00%)
Redskap&Blod&Utblød&Klem	25.97% (14.84%–38.06%)	3.25% (0.65%–6.58%)	3.25% (0.65%–6.58%)	3.25% (0.65%–6.58%)	89.61% (80.89%–96.13%)	100.00% (100.00%–100.00%)
Skin&Klem	51.30% (31.85%–69.08%)	3.25% (0.65%–7.01%)	3.25% (0.65%–7.01%)	3.25% (0.65%–7.01%)	86.36% (64.33%–100.00%)	91.56% (74.52%–100.00%)
Redskap&Skin&Klem	20.13% (12.18%–30.07%)	3.25% (0.65%–7.05%)	3.25% (0.65%–7.05%)	3.25% (0.65%–7.05%)	81.82% (59.62%–96.08%)	91.56% (74.36%–100.00%)
Blod&Skin&Klem	49.35% (30.19%–67.11%)	3.25% (0.65%–7.01%)	3.25% (0.65%–7.01%)	3.25% (0.65%–7.01%)	86.36% (62.66%–100.00%)	91.56% (73.89%–100.00%)
Redskap&Blod&Skin&Klem	20.13% (11.61%–29.41%)	3.25% (0.65%–7.05%)	3.25% (0.65%–7.05%)	3.25% (0.65%–7.05%)	81.82% (59.62%–95.45%)	91.56% (73.72%–100.00%)
Utblød&Skin&Klem	30.52% (18.59%–42.48%)	3.25% (0.65%–7.05%)	3.25% (0.65%–7.05%)	3.25% (0.65%–7.05%)	84.42% (62.82%–97.40%)	91.56% (73.89%–100.00%)
Redskap&Utblød&Skin&Klem	14.94% (8.33%–22.22%)	3.25% (0.65%–7.01%)	3.25% (0.65%–7.01%)	3.25% (0.65%–7.01%)	79.87% (60.13%–93.42%)	91.56% (75.00%–100.00%)
Blod&Utblød&Skin&Klem	30.52% (19.11%–42.76%)	3.25% (0.00%–7.05%)	3.25% (0.00%–7.05%)	3.25% (0.00%–7.05%)	84.42% (63.29%–97.40%)	91.56% (74.52%–100.00%)
Redskap&Blod&Utblød&Skin&Klem	14.94% (8.33%–23.53%)	3.25% (0.65%–6.96%)	3.25% (0.65%–6.96%)	3.25% (0.65%–6.96%)	79.87% (58.60%–94.00%)	91.56% (72.78%–100.00%)

Tabell 6. Differansen i sannsynligheten for at torsk har en gitt skadegrad for de fem ulike skadetypene, samt for alle kombinasjoner av skadetyper mellom begge trålsekkene. 95% Konfidensintervaller er presentert i parentes. Signifikante forskjeller (inkluderer ikke 0.0 i konfidens intervaller) er uthevet i svart.

	Delta Skånsom - Vanlig					
	0	1	2	3	≤1	≤2
Redskap	-11.70% (-26.11%–3.72%)	10.31% (-4.11%–24.12%)	2.64% (-3.36%–8.03%)	0.00% (0.00%–0.00%)	-1.40% (-9.27%–6.35%)	1.24% (-3.87%–6.79%)
Blod	-11.14% (-32.20%–6.35%)	11.08% (-2.35%–28.03%)	1.30% (0.00%–4.58%)	0.00% (0.00%–0.00%)	-0.06% (-7.21%–5.73%)	1.24% (-3.87%–6.79%)
Utblød	-7.66% (-29.54%–13.70%)	8.86% (-9.33%–27.06%)	0.04% (-8.84%–6.37%)	0.00% (0.00%–0.00%)	1.20% (-7.12%–10.36%)	1.24% (-3.87%–6.79%)
Skinn	-14.12% (-37.17%–8.98%)	5.57% (-9.27%–21.15%)	1.35% (-6.37%–9.54%)	8.44% (0.00%–26.11%)	-8.55% (-33.27%–9.64%)	-7.20% (-26.40%–5.63%)
Klem	0.59% (-4.68%–6.17%)	0.65% (0.00%–2.65%)	0.00% (0.00%–0.00%)	0.00% (0.00%–0.00%)	1.24% (-3.87%–6.79%)	1.24% (-3.87%–6.79%)
Redskap&Blod	-18.80% (-35.33%–-2.66%)	3.34% (-5.84%–13.79%)	-1.24% (-6.22%–3.85%)	-1.24% (-6.22%–3.85%)	-3.94% (-11.54%–2.52%)	0.00% (0.00%–0.00%)
Redskap&Utblød	-3.50% (-19.48%–12.73%)	11.89% (-0.33%–24.28%)	-1.24% (-6.41%–4.44%)	-1.24% (-6.41%–4.44%)	-2.68% (-12.44%–9.97%)	0.00% (0.00%–0.00%)
Blod&Utblød	-8.93% (-31.21%–11.87%)	8.51% (-2.98%–22.83%)	-1.24% (-6.90%–3.87%)	-1.24% (-6.90%–3.87%)	-1.34% (-9.62%–7.30%)	0.00% (0.00%–0.00%)
Redskap&Blod&Utblød	-3.51% (-17.54%–12.77%)	3.31% (-4.50%–11.95%)	-1.24% (-6.80%–4.33%)	-1.24% (-6.80%–4.33%)	-3.98% (-15.00%–8.88%)	0.00% (0.00%–0.00%)
Redskap&Skinn	-17.05% (-30.40%–4.04%)	5.44% (-5.06%–16.34%)	-1.23% (-7.08%–5.65%)	-1.24% (-6.87%–3.95%)	-11.77% (-34.86%–4.25%)	-8.44% (-26.11%–0.00%)
Blod&Skinn	-16.03% (-37.50%–4.95%)	0.73% (-7.16%–9.05%)	-1.24% (-6.94%–3.88%)	-1.24% (-6.94%–3.88%)	-9.79% (-32.93%–5.67%)	-8.44% (-24.84%–0.00%)
Redskap&Blod&Skinn	-17.05% (-30.23%–-4.06%)	0.07% (-6.91%–7.49%)	-1.24% (-6.26%–3.87%)	-1.24% (-6.26%–3.87%)	-11.77% (-35.17%–4.37%)	-8.44% (-25.95%–0.00%)
Utblød&Skinn	-8.58% (-26.25%–11.11%)	5.34% (-5.19%–14.85%)	0.06% (-5.71%–6.41%)	-1.24% (-6.66%–3.87%)	-8.53% (-30.32%–9.20%)	-8.44% (-25.64%–0.00%)
Redskap&Utblød&Skinn	-4.94% (-16.25%–6.78%)	6.57% (-1.99%–16.11%)	-1.24% (-6.71%–3.82%)	-1.24% (-6.71%–3.82%)	-10.51% (-33.53%–8.88%)	-8.44% (-26.11%–0.00%)
Blod&Utblød&Skinn	-7.94% (-26.39%–8.07%)	1.36% (-5.48%–7.80%)	-1.24% (-7.45%–3.89%)	-1.24% (-7.45%–3.89%)	-8.53% (-30.02%–7.61%)	-8.44% (-25.48%–0.00%)
Redskap&Blod&Utblød&Skinn	-4.94% (-16.89%–6.55%)	0.71% (-6.19%–7.01%)	-1.24% (-6.91%–3.87%)	-1.24% (-6.91%–3.87%)	-10.51% (-35.44%–9.18%)	-8.44% (-25.95%–0.00%)
Redskap&Klem	-12.95% (-27.24%–1.33%)	-0.59% (-5.85%–4.73%)	-1.24% (-6.29%–3.82%)	-1.24% (-6.29%–3.82%)	-2.64% (-8.32%–3.18%)	0.00% (0.00%–0.00%)
Blod&Klem	-13.03% (-32.52%–0.57%)	-1.24% (-6.89%–4.52%)	-1.24% (-6.89%–4.52%)	-1.24% (-6.89%–4.52%)	-1.30% (-4.55%–0.00%)	0.00% (0.00%–0.00%)
Redskap&blod&Klem	-18.80% (-35.06%–-2.32%)	-1.24% (-6.71%–3.95%)	-1.24% (-6.71%–3.95%)	-1.24% (-6.71%–3.95%)	-3.94% (-11.32%–3.18%)	0.00% (0.00%–0.00%)
Utblød&Klem	-8.90% (-29.03%–11.84%)	-0.59% (-6.06%–5.19%)	-1.24% (-6.70%–4.36%)	-1.24% (-6.70%–4.36%)	-0.04% (-6.37%–7.83%)	0.00% (0.00%–0.00%)
Redskap&Utblød&Klem	-3.50% (-18.42%–11.82%)	-0.59% (-6.08%–4.79%)	-1.24% (-6.78%–3.85%)	-1.24% (-6.78%–3.85%)	-2.68% (-12.73%–9.90%)	0.00% (0.00%–0.00%)
Blod&Utblød&Klem	-8.93% (-29.70%–11.27%)	-1.24% (-6.19%–3.85%)	-1.24% (-6.19%–3.85%)	-1.24% (-6.19%–3.85%)	-1.34% (-9.62%–8.11%)	0.00% (0.00%–0.00%)
Redskap&Blod&Utblød&Klem	-3.51% (-17.83%–11.52%)	-1.24% (-6.86%–3.87%)	-1.24% (-6.86%–3.87%)	-1.24% (-6.86%–3.87%)	-3.98% (-15.29%–8.04%)	0.00% (0.00%–0.00%)
Skinn&Klem	-16.01% (-39.01%–5.77%)	-1.24% (-6.80%–4.43%)	-1.24% (-6.80%–4.43%)	-1.24% (-6.80%–4.43%)	-9.79% (-30.34%–5.63%)	-8.44% (-25.48%–0.00%)
Redskap&Skinn&Klem	-17.05% (-29.09%–-2.81%)	-1.24% (-6.90%–4.49%)	-1.24% (-6.90%–4.49%)	-1.24% (-6.90%–4.49%)	-11.77% (-33.82%–5.16%)	-8.44% (-25.64%–0.00%)
Blod&Skin&Klem	-16.67% (-37.88%–3.83%)	-1.24% (-6.37%–3.83%)	-1.24% (-6.37%–3.83%)	-1.24% (-6.37%–3.83%)	-9.79% (-33.38%–5.88%)	-8.44% (-26.11%–0.00%)
Redskap&Blod&Skinn&Klem	-17.05% (-30.99%–-4.36%)	-1.24% (-6.28%–3.85%)	-1.24% (-6.28%–3.85%)	-1.24% (-6.28%–3.85%)	-11.77% (-35.09%–3.72%)	-8.44% (-26.28%–0.00%)
Utblød&Skinn&Klem	-8.58% (-27.71%–8.80%)	-1.24% (-6.80%–3.87%)	-1.24% (-6.80%–3.87%)	-1.24% (-6.80%–3.87%)	-8.53% (-32.28%–8.38%)	-8.44% (-26.11%–0.00%)
Redskap&Utblød&Skinn&Klem	-4.94% (-16.08%–5.36%)	-1.24% (-6.35%–3.84%)	-1.24% (-6.35%–3.84%)	-1.24% (-6.35%–3.84%)	-10.51% (-31.96%–7.17%)	-8.44% (-25.00%–0.00%)
Blod&Utblød&Skinn&Klem	-7.94% (-26.27%–10.19%)	-1.24% (-6.71%–4.01%)	-1.24% (-6.71%–4.01%)	-1.24% (-6.71%–4.01%)	-8.53% (-29.75%–9.66%)	-8.44% (-25.48%–0.00%)
Redskap&Blod&Utblød&Skinn&Klem	-4.94% (-17.32%–6.23%)	-1.24% (-6.61%–3.87%)	-1.24% (-6.61%–3.87%)	-1.24% (-6.61%–3.87%)	-10.51% (-33.74%–8.80%)	-8.44% (-27.22%–0.00%)

Forholdene for å gjøre undervannssopptak under toktet var svært dårlige pga. mye leire. De opptakene som finnes viser imidlertid at man ikke lyktes med å oppnå den ønskede geometrien, og dermed ikke de ønskede strømningsforholdene, i disse forsøkene heller. Figur 13 viser at innløpet til den skånsomme posen er innsnevrende bakover med mye overskuddslin, mens det etter hensikten skal være markert ekspanderende (dvs. motsatt), se Figur 1-9.



Figur 13. Skjerm bilde fra videoopptak inne i fremre del av den skånsomme trålsekken (kamera ser bakover).

For samtlige tauinger ble det under hiving observert at det lå mye fisk fra bak risten og i hele forlengelsen i trålen der den skånsomme trålsekken var montert. Det var også mer flatfisk som satt fast i maskene i forlengelsen foran den skånsomme trålposen sammenlignet med den vanlige sekken (Figur 14). Dette kan indikere dårlig gjennomstrømning, noe som i så fall også innebærer at geometrien til posen under forsøkene er vesentlig forskjellig fra konseptet og i tankforsøken i Hirtshals.



Figur 14. Bildet viser flatfisk som stikker ut gjennom maskene i forlengelsen foran den skånsomme trålsekken (babord), mens ingen fisk stikker ut gjennom maskene i forlengelsen foran den vanlige trålsekken (styrbord).

Konstruksjonsmessig viste det seg etter få tauinger at det var flere vesentlige svakheter ved den skånsomme posen. Under en av tauingene røk codlinen i det trålsekken ble dratt opp slippet, noe som resulterte i tap av fangsten. Det ble satt inn en ny codline av spectratau. Et annet svakt punkt viste seg å være sømmene i overgangen mellom forlengelsen og tobislinet, og overgangen mellom tobislinet og seksjonen med Ultracrosslinet (Figur 15).



Figur 15. Bilde som viser en av sømmene med tynt lin mellom fremre og bakre del av sekken som revnet etter få tauinger.

4.5 Diskusjon

Basert på erfaringene fra de innledende fullskala forsøkene våren 2018, der det viste seg at posen var bygget på en måte som ikke gjorde det mulig å oppnå den ønskede geometrien, ble posen forsøkt bygget om og testet på nytt høsten 2018. På grunn av dårlige siktforhold var det vanskelig å få gode undervannsoptak, men de opptakene som ble gjort viser at man ikke lyktes med å oppnå den ønskede geometrien, og dermed ikke de ønskede strømningsforholdene, i disse forsøkene heller. I begge fullskala-forsøkene fant man at kvaliteten på fangsten ble dårligere heller enn bedre med den nye posen i forhold til en tradisjonell trålpøse. Dette må tilskrives at man ikke lyktes med å oppnå den ønskede geometrien og strømnings-forholdene i fullskala, og ikke konseptet som sådan. Man har dermed ikke fått testet ut konseptet i full skala. Selv om man oppnår den ønskede geometrien i fullskala forsøk, dvs. en trålpøse med et stort volum og med lav innvendig hastighet, er det fremdeles uklart om dette faktisk vil innebære bedre velferd og kvalitet. Det kan f.eks. hevdes at dette kan medføre mer aktivitet, "utfall" og fluktforsøk fra fisken, som igjen kan påvirke kvalitet og velferd negativt. På den annen side ses ikke dette i andre tilfeller der fisk samles i områder med lav strømningshastighet, f.eks. bak en ristseksjon, og utgangspunktet for konseptet virker derfor fremdeles interessant. Det er uansett en vesentlig erfaring fra disse to fullskala forsøkene at et slik konseptet er avhengig av en definert og kontrollerbar geometri, og at velferd og kvalitet kan forverres dersom dette ikke oppnås.

Det vil være enklere å oppnå den ønskede geometrien dersom man benytter en stiv ring (Figur 2-4) i stedet for fløyt, vekt og kiter, men det kan også medføre større utfordringer ved håndtering av posen på dekk. Konstruksjonsmessig viste det seg at der var flere vesentlige svakheter ved posen slik den var bygget, spesielt tilknyttet til sømmene med tynt lin mellom fremre og bakre del av sekken, og canvas delen på siste delen av sekken. Sømmene mellom seksjoner viste seg å ikke være sterke nok for kommersiell bruk. Ved nye forsøk bør disse sømmene forsterkes vesentlig, eller det bør finnes andre løsninger (f.eks. glidelås e.l.). Angående canvas seksjonen bakerst i sekken, ble utfordringene observert om bord R/V Helmer Hanssen ikke løst ved å forstørre åpningen i selve canvasen til 50 cm. Det ser ut som at spenningen eller trykket i denne seksjonen blir for stor når canvasen er på (den ble revet av i fiskeprosessen i de første tauingene) og resultatene i forhold til ytre skader så faktisk ut til å være bedre når canvasen ble tatt av sekken. I videre forsøk med slike løsninger bør man derfor vurdere andre alternativ enn canvas, selv om canvas kan være skånsomt for fisken. Brinkhof et al. (2018b) har vist at det er mulig å forbedre kvaliteten på trålfangst fisk ved å benytte en sekvensiell pose bygget med tobislin, som åpnes når sekken er på vei til overflaten og gjør at fisken blir mindre skadet under selve ombordtakingen. Hovedhensikten med den skånsomme posen testet i denne rapporten er å bedre velferd og kvalitet under tauefasen. En mulig vei videre er derfor å kombinere elementer fra disse.

5 Referanser

- Brinkhof, J., Larsen, R.B., Herrmann, B., Olsen, S.H., 2018a. Assessing the impact of buffer towing on the quality of Northeast Atlantic cod (*Gadus morhua*) caught with a bottom trawl. *Fish. Res.* 206, 209–219.
- Brinkhof, J., Olsen, S.H., Ingólfsson, O.A., Herrmann, B., Larsen, R.B., 2018b. Sequential codend improves quality of trawl-caught cod. *PLoS ONE* 13: e0204328.
- Gjøsund, S.H., Hansen, K., Enerhaug, B., Grimaldo, E., Sistiaga, M., 2010. Ny skånsom pose for trål og snurrevad. SINTEF A22865 (SFH80 A103068), ISBN 978-82-14-05109-4, desember 2010.
- Sistiaga, M., Brinkhof, J., Herrmann, B., Grimaldo, Langård, L., Lilleng, D., 2016. Size selection performance of two flexible sorting grid section designs in the Northeast Arctic cod (*Gadus morhua*) and haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) fishery. *Fish. Res.* 183, 340–351.
- Valdemarsen, J.W., Øvredal, J.T., Åsen, A., Gjøsund, S.H., Hansen, K., 2011. Trålfangst: Årsaken til redusert effektivitet for enkelte tråltypen når fangsten. Rapport fra havforskningen nr. 2-2011, Havforskningsinstituttet.



Teknologi for et bedre samfunn

www.sintef.no