

A20410 - Åpen

Rapport

Utvikling av fangstbegrensende innretninger for flytetrålfisket

Resultater fra småskala forsøk i prøvetanken (06.-09. april 2011) i Hirtshals og fullskala forsøk ombord F/F Jøn Mayen (12.-19. mai 2011)

Forfatter(e)

Eduardo Grimaldo
Manu Sistiaga
Lasse Rindahl
Svein Helge Gjørund
Roger Larsen



Rapport

Utvikling av fangstbegrensende innretninger for flytetrålfisket

Resultater fra småskala forsøk i prøvetanken (06.-09. april 2011) i Hirtshals og fullskala forsøk ombord F/F Jan Mayen (12.-19. mai 2011)

EMNEORD:
Fiskeri
Trålteknologi
Flytetrål
Fangstbegrensing

VERSJON
V12

DATO
2011-09-14

FØRFATTER(E)
Eduardo Grimaldo,
Manu Sistiaga,
Lasse Rindal,
Svein Helge Gjørund
Roger Larsen

OPPDRAAGSGIVER(E)
FHF
SINTEF Fiskeri og Havbruk

OPPDRAAGSGIVERS REF.
Rita Naustvik Maråk
Vegar Johansen

PROSJEKTNR
FHF prosjekt # 900447
SFH prosjekt # 830237

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:
38 sider

SAMMENDRAG

Denne rapporten presenterer utviklingsprosessen (Del 1: Småskalatester, og Del 2: Fullskalatester) av fangstbegrensings innretninger til flytetrålfiske. Småskala testing ble gjennomført i strømmingstanken i Hirtshals, Danmark (april 2011) der vi hovedsakelig fokuserte på plassering og konfigurasjon, samt utprøving av utløsemekanismen. I tillegg simulerte vi tauing- og hivingsprosesser med ulike fangstmengder (1 – 20 tonn) og med forskjellige tauehastigheter (2 -4 knop). Fullskala testing ble gjennomført om bord F/F Jan Mayen i fiskefeltene rundt Vadsø, Øst-Finnmark (mai 2011), der to fangstbegrensingskonsepter, i tillegg til to trålsekker med kapasitet opp til 3 tonn, ble testet på bunntålfiske etter torsk og hyse.

UTARBEIDET AV
Eduardo Grimaldo

KONTROLLERT AV
Birger Enerhaug

GODKJENT AV
Vegar Johansen

SIGNATUR



SIGNATUR



SIGNATUR



RAPPORTNR
A20410

ISBN
978-82-14-05206-0

GRADERING
Åpen

GRADERING DENNE SIDE
Åpen

Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
V13	2011-09-14	[Tekst]

Innholdsfortegnelse

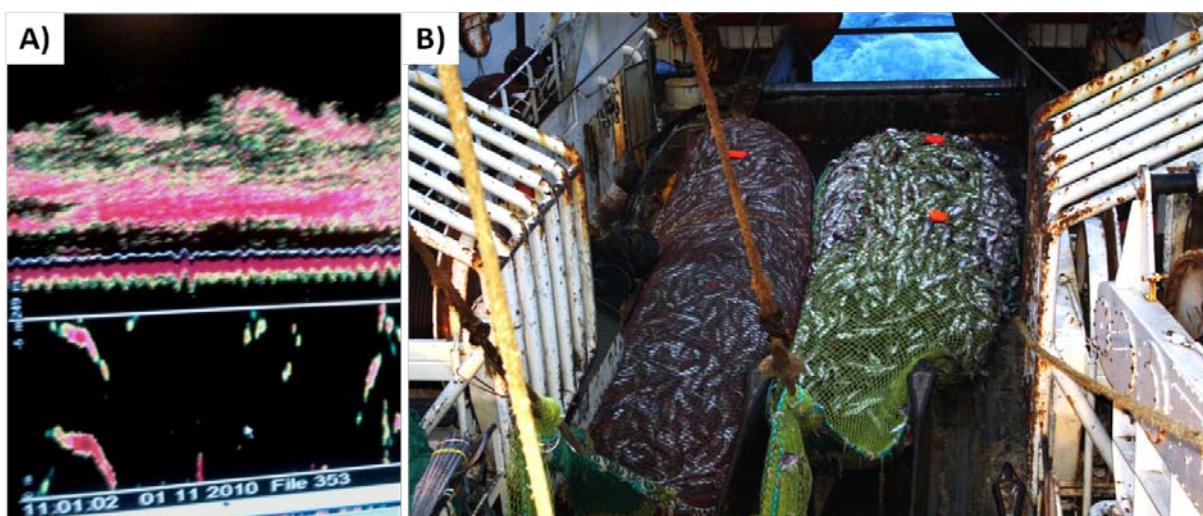
Innledning	4
DEL 1: Småskala forsøk	5
1.1 Forsøksmål	5
1.2 Materialer og metoder	5
1.2.1 Strømningstønk	5
1.2.2 Qualisys Motion Capture System	5
1.2.3 Prinsipp for begrenning av fangsten	6
1.2.4 Modellen	6
1.2.5 Utløsemekanisme	7
1.2.6 Forsøksoppsett	8
1.2.7 Estimering av forlengelsens tverrsnittareal etter utløsning	9
1.2.8 Forsøksprosedyre	10
1.3 Resultater	10
1.3.1 Studie case	10
1.3.2 Tverrsnittareal til forlengelsen etter utløsning	13
1.4 Diskusjon	14
DEL 2: Fullskala forsøk	16
1.5 Forsøksmål	16
1.6 Materialer og metoder	16
1.6.1 F/F Jan Møyen	16
1.6.2 Trål og trålgir	16
1.6.3 Fangstbegrensings konseptene	16
1.6.4 Undervannsoptak	20
1.7 Resultater	20
1.8 Diskusjon	35
1.8.1 Akustisk-utløser-basert system	35
1.8.2 Tråd-basert system	35
1.9 Konklusjon og anbefalinger	36

BILAG/VEDLEGG

[Skriv inn ønsket bilag/vedlegg]

Innledning

Et av problemene ved å fiske med flytetrål er at det lett kan tas alt for store hal. Høy fisketetthet gjør at store mengder fisk går inn i trålen i løpet av noen få minutter, og dette er vanskelig å kontrollere selv med mye elektronisk overvåking på trålen. Et eksempel på dette er at på flere forskningstokt har det blitt fisket mer enn 50 tonn fisk i løpet av kort tid. At det tas alt for store hal betyr for den første at fisk må ligge i inntaksbingene i flere timer før den blir prosessert, med påfølgende effekt for kvaliteten. Stor hal kan også være en utfordring rent håndteringsmessig (Figur 1).



Figur 1. Bilde av ekkoloddet som viser store mengder pelagisk torsk (A), og fangsten på hele 34 tonn fisk (B) tatt om bord MT Atlantic Star under forskningstokt i okt-nov. 2011.

På grunn av dette har prosjektet "Utvikling av et seleksjonssystem til flytetrålfiske etter hvitfisk" (FHF prosjekt # 900447), og i følge mandatet av styringsgruppen for alle flytetrål relaterte prosjekter (styringsmøte 04. feb. 2011), omdisponert midler i 2011 til å utarbeide en fangstbegrensningsinnretning til bruk i flytetrålfiske etter hvitfisk. Midlene som var opprinnelig planlagt til seleksjonsforsøket (vår 2011) er nå blitt brukt til å:

- Utvikle et fangstbegrensningskonsept (mars-april 2011)
- Gjennomføre et småskalaforsøk i testtanken, Hirtshals - Danmark (i april 2011)
- Gjennomføre en fullskallatest om bord F/F Jan Mayen (i mai - juni 2011).

Dette prosjektet vil gi næringen en fangstbegrensningsinnretning til bruk i flytetrålfiske, som garanterer at det ikke tas alt for store hal, som er lett, og som er enkelt å håndtere på dekk (med tanke på HMS aspekter). På den måten, og parallelt til utviklingen av seleksjonssystemer, møter flytetrålutviklingen utfordringene knyttet til energieffektivitet og uheldig påvirkning på bunn og fauna som trålnæringen har hatt i de siste årene.

DEL 1: Småskala forsøk

1.1 Forsøksmål

Målet med gjennomføringen av småskala forsøk var hovedsakelig å fokusere på plassering og konfigurasjon, samt utprøving av utløsemekanismen. I tillegg var det et mål å simulerte tauing- og hivingsprosesser med ulike fangstmengder (1 – 20 tonn) og med forskjellige tauehastigheter (2 - 3 knop).

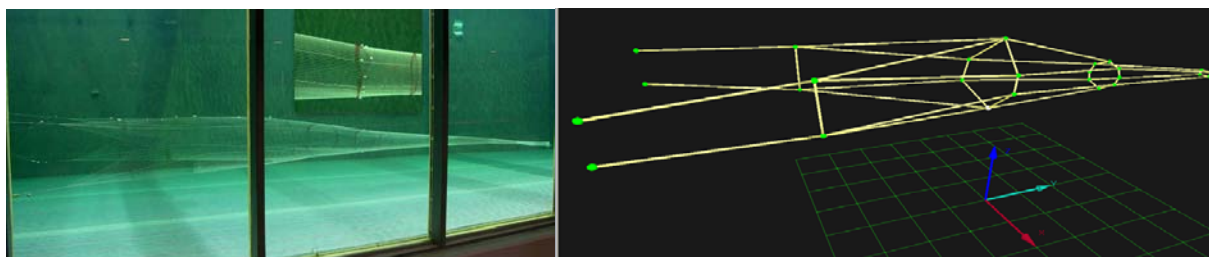
1.2 Materialer og metoder

1.2.1 Strømningstank

Forsøkene ble gjennomført i SINTEF Fiskeri og Havbruks strømningstank (Hirtshals, Danmark) i perioden 6-8 april 2011. Dimensjonene på tanken er 21.3 m (lengde) x 8.0 m (bredde) x 2.7 m (dybde) dvs et totalt volum på $\sim 460 \text{ m}^3$, og der den maksimale strømhastigheten som kan genereres er ca. 1 m s^{-1} . En av sidene av tanken er bygd i pleksiglass slik at redskapet kan følges visuelt og i tillegg, har tanken flere redskapsovervåkingssystemer (Qualisys Motion Capture System) og diverse fotoutstyr er tilgjengelig.

1.2.2 Qualisys Motion Capture System

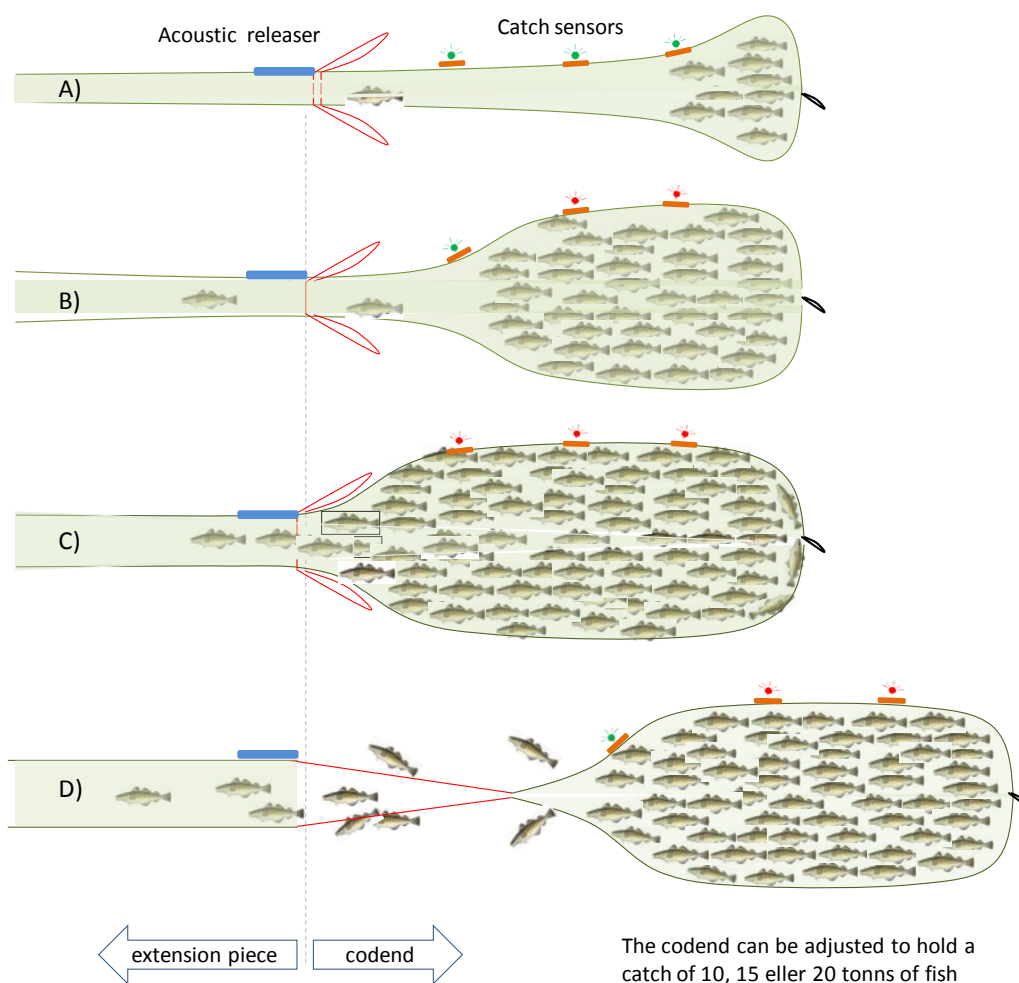
Qualisys Motion Capture Systemet er et system laget til bevegelse registrering og analyse av bevegelses data. Sentrale komponenter i systemet er Oqus kameraer og Qualisys Track Manager (QTM) programvare. Oqus kamaraer gjenkjenner og følger plasseringen av sterke lys reflektorer, og en programvare som gjør det mulig å følge endringer i plasseringen av disse reflektorene. Et kamerasystem som består av seks bevegelige enheter leser plasseringen av reflektorene i sanntid. Programmet måler reflektorenes posisjonsendringer med millimeter presisjon og kan justeres slik at reflektorenes posisjonsendringer overvåkes med ønsket frekvens. I vårt tilfelle brukte vi en frekvens på 10 bilder per sekund. Ved å sette lysreflektorene på sentrale posisjoner på modellen, er det mulig å følge de strukturelle endringene av nettet mellom de ulike undersøkt tilfeller. Videre er systemet kalibrert før hvert tilfelle, slik at posisjonen til hver reflektor (med hensyn til et aksesystem), og avstanden mellom de ulike reflektorene, kan oppnås med god presisjon (Figur 2).



Figur 2: Geometrimålinger med Qualisys Motion Track System.. De grønne kuler viser posisjonen av reflektorene som er festet til trålmodellen.

1.2.3 Prinsipp for begrenning av fangsten

Virkeprinsippet til fangstbegrenningskonseptet baserer seg på en trålsekk som lukkes og delvis løsnes fra hoveddelen av trålen når den har blitt fylt med en viss mengde fisk. Trålsekken blir da forskivet bakover og blir hengende i en seksjon med store masker eller tau. På den måten har fisk som er fremdeles i trålbelgen en sjanse til å slippe uskadet gjennom denne seksjonen med store masker eller tau (Figur 3).

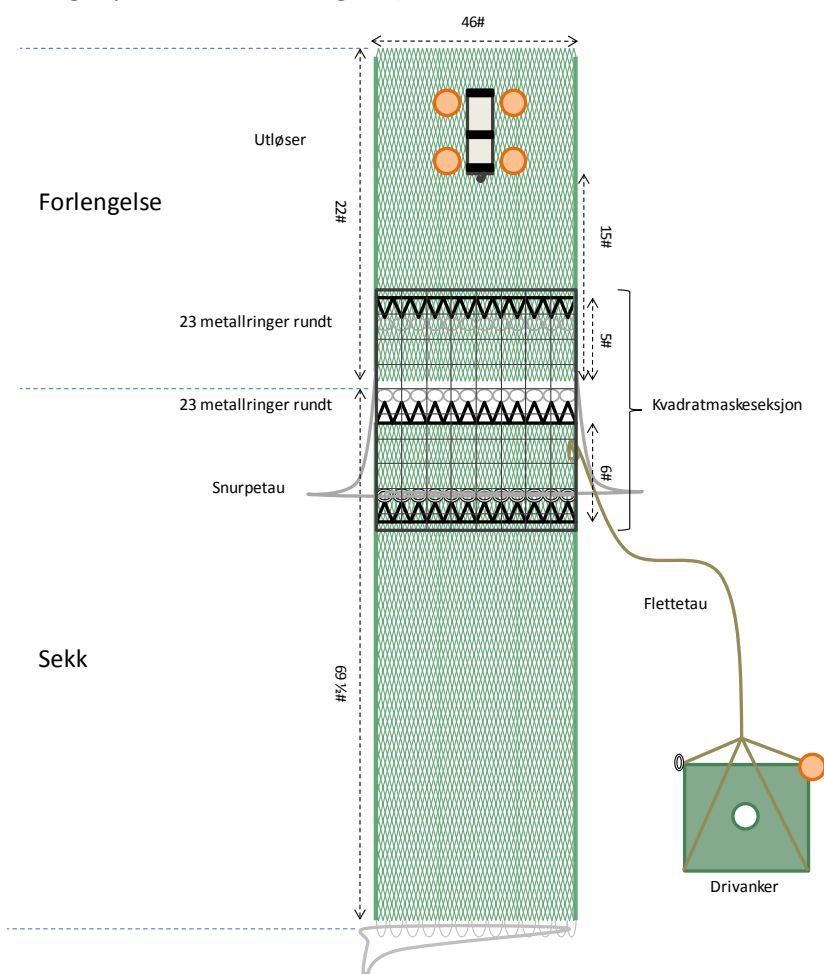


Figur 3. Virkeprinsippet til de nyutviklede konseptene for fangstbegrenning. A) sekken er tomt, B) Sekken begynner å fylle seg opp C) sekken er fullt, D) sekken delvis løsnes fra resten av trålen og deretter lukkes for å unngå tapt av fisk. Fisk som er i trålbelgen slipes gjennom seksjonen med tau (eller store kvadrat masker).

1.2.4 Modellen

Modellen (i skala 1:3) av seksjonen som ble testet i strømmingstanken besto av en sekk og en forlengelse. Seksjonen var totalt 91½ masker lang og hadde 92 masker omkrets. Forlengelsen var 22 masker lang og sekken var 69½ masker lang. Hele seksjonen var konstruert i 50 mm vanlige masker laget av 2 mm Polyetylen (PE)tråd. Forlengelsen og sekken var festet sammen med et ring-ring- og

flettetausystem. 23 metallringer (diameter på 42 mm og tverrsnittet på 5 mm) ble festet på forlengelsen og 23 ringer på selve sekken (Figur 4).



Figur 4: Skisse som viser hele seksjonen (forlengelse + sekk) testet i prøvetanken i Hirtshals.

På sekken og seks masker nedfor bindepunktet mellom forlengelsen og sekken festet vi 26 plast ringer (diameter på 48 mm og tverrsnitt på 9 mm) til seksjonen. To 10 mm nylon tau, heretter kalt "snurpetauene" var knyttet på leisene i forlengelsen og innsatt gjennom de 26 ringene i sekken. For å unngå at sekken ble hengende fra i kun to festepunkter, og for å fordele vekta på sekken rundt forlengelsen på en mer jevn måte ble en kvadratmaskeseksjon (maskestørrelse på 200 mm) festet på ytresiden mellom forlengelsen og sekken. Forlengelsen ble konstruert slik at en del (5 masker lang) av seksjonen ble hengende under ring linjen. Denne biten av seksjonen fungerte som et skjørt. Målet med dette var å tette området hvor ringene i forlengelsen festes med ringene i sekken slik at fisken ikke skal kunne rømme.

1.2.5 Utløsemekanisme

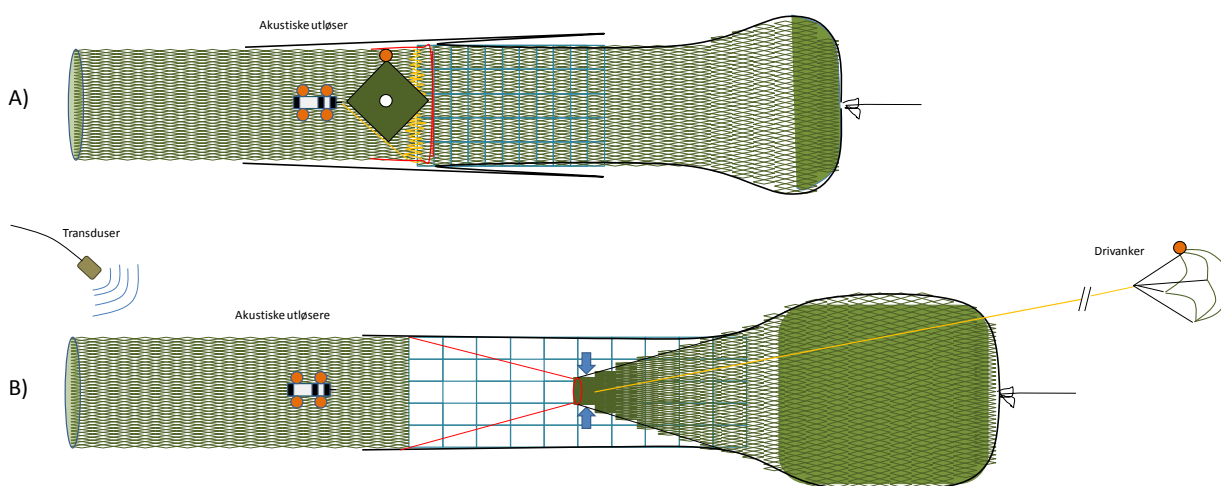
Utløsemekanismen krevde et akustisk system til å lukke og deretter løsne sekken fra hoveddelen av trålen. Dette systemet besto av en akustisk-utløser enhet, en akustisk tele-kommando enhet, en senkbar transduser, et drivanker, og et flettetau for å koble sammen sekken og forlengelsen.

Vi brukte en IXSEA akustisk utløser (modell: SHALLOW WATER Acoustic Releaser)¹. Den hadde en vekt på 6.5 kg i luft og 2 kg i vatn. Utløseren ble festet i forlengelses øvre panel. Fire plastkuler (6" i diameter) ble festet til utløseren for å nøytralisere vekten i vatn, slik at den ikke påvirket forlengelses konfigurasjon under forsøket. En IXSEA akustisk tele-kommando enhet (modell TT801) koblet til en IXSEA senkebar transduser (modell: OITT701-30P) ble bruk til å sende signalet til akustisk-utløseren montert på forlengelsen.

Vi brukte et 1m² drivanker som etter utløsning skulle trekke ut det 6mm nylon tauet som var flettet gjennom ringene og hold sammen sekken og forlengelse, slik at sekken løsnet fra forlengelsen. Vi brukte to nylon tau (snurpe tau) (10 mm i diameter) for å snurpe fremste delen av sekken og for å holde sekken hengende etter at den hadde løsnet fra forlengelsen (Figur 5).

Virkeprinsipp

Virkeprinsippet på dette systemet baseres på å sende et akustisk signal for å frigjøre et drivanker som er festet til en utløser enhet (montert på forlengelsen). Drivankeret da trekker fra den 6 mm nylon tauet (som er flettet gjennom ringene og hold sammen sekken og forlengelse), slik at sekken løsnet fra forlengelsen. Når dette skjer snurper 10 mm nylon tauene den fremste delen av sekken og lukker den umiddelbart. Sekken henger da lukket fra 10 mm nylon tauene som er festet til leisene på forlengelsen.



Figur 5: Skissen illustrerer virkeprinsippet av akustisk utløser basert konseptet. (A) viser systemet før utløsning, og (B) viser systemet etter det akustiske signalet er sent og mottatt av utløseren, og deretter at sekken lukkes og løsnes fra forlengelsen.

1.2.6 Forsøksoppsett

Konseptet ble testet i strømingstanken med tre varierende parametere (oppskalerte verdier vises):

- Strømshastighet (2 og 3 knop),
- Fangstmengde (1, 2, 5, 10 og 20 (15) tonn),
- Lengde på snurpetauene (6 m og 12 m.).

¹ IXSEA (<http://www.ixsea.com/en/>)

Fangstmengden ble simulert ved bruk av vannfylte plastposer med volum på ca. 0,5 - 3 liter. Tolv forskjellige case ble testet under forsøkene (Tabell 1).

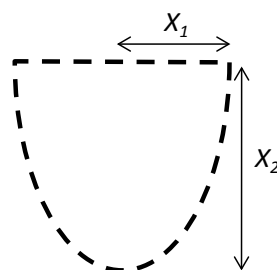
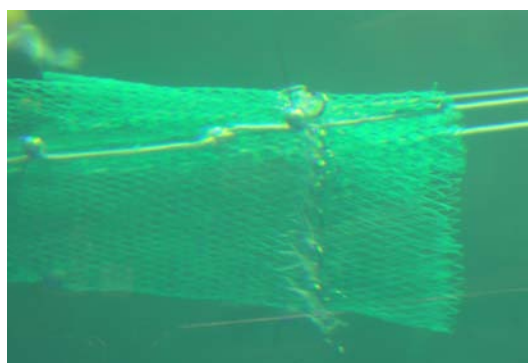
Tabell 1: Oversikt over tester som ble gjennomført i strømningsstank (oppskalerte verdier vises).

Case #	Strømshastighet (knop)	Fangst (ton)	Lengde på snurpetauene (m)	Seksjon med kvadrat masker
1	2	2	6	Ja
2	3	2	6	Nei
3	2	5	6	Nei
4	3	5	6	Nei
5	2	10	6	Nei
6	3	10	6	Nei
7	2	20	6	Nei
8	3	20	6	Nei
9	2	2	12	Nei
10	3	2	12	Nei
11	2	15	12	Nei
12	3	15	12	Nei

1.2.7 Estimering av forlengelsens tverrsnittareal etter utløsning

Qualysis Track Motion System ble brukt til å registrere endringene i seksjons konfigurasjon og til å estimere forlengelses tverrsnittareal etter at sekken hadde løsnet fra forlengelsen. Dette tverrsnitt arealet er regnet som viktig pga at fisken bør kunne slippes skadefritt gjennom det. Variasjonen i forlengelses tverrsnittareal pga fangstmengden, snurpetau lengden og tauehastigheten ble regnet som viktig parametre å studere.

Totalt ble det festet ti markører på hele seksjonen. To ble festet på leisene, midt på sekken; fire ved metallringene i forlengelsen (to på leisen, en midt på topppanelet og en midt på underpanelet); og fire på maskerekken ved utløseren mot åpningen (to på leisen, en midt på topppanelet og en midt på underpanelet). Forlengelses tverrsnittareal (Figur 6) ble antatt å ha halv elliptisk forme og estimert ved følgende ligningen:



$$\text{Areal} = X_1 \cdot X_2 \cdot 3.14 / 2$$

Figur 6: Bilde, skisse og regnskapet for å beregne arealet for den halv elliptiske åpningen i forlengelsen.

Arealet av åpningen i forlengelsen er antatt å ha halv elliptisk form basert på observasjonene i tanken og Qualysis. X_1 og X_2 er den korte og lange radius som ble beregnet fra Qualysis på enden av forlengelsen etter at sekken hadde løsnet seg fra den.

1.2.8 Forsøksprosedyre

Forsøksprosedyren var som følger: Strømmen i tanken ble satt i gang og justert til ønskede hastighet (2 eller 3 knop). Deretter ble seksjonen lagt ut i tanken. Når seksjonen hadde stabilisert seg (oppnådd sin operative konfigurasjon) ble Qualysis system satt i gang. Qualysis målingsperioden var på 5 min, med en frekvens på 10Hz (10 målinger per sekund), dvs at i denne tidsperioden ble det gjennomført 3000 målinger. Mens Qualysis målesystemet registrerte data ble et akustisk signal sent til utløseren. Dette signalet åpnet kroken på utløseren og utløsingsprosessen av sekken fra forlengelsen startet. Et vellykket forsøk dekket hele prosessen fra der sekken var koblet til forlengelsen til sekken var lukket og hang etter leisene. I mislykkede forsøk (dvs. at sekken ikke løsnet fra forlengelsen, drivakeret hadde satt seg fast, osv.) ble hele prosedyren startet på nytt før vi gikk videre med et nytt case. Video opptak og bilder ble tatt av hvert forsøk.

1.3 Resultater

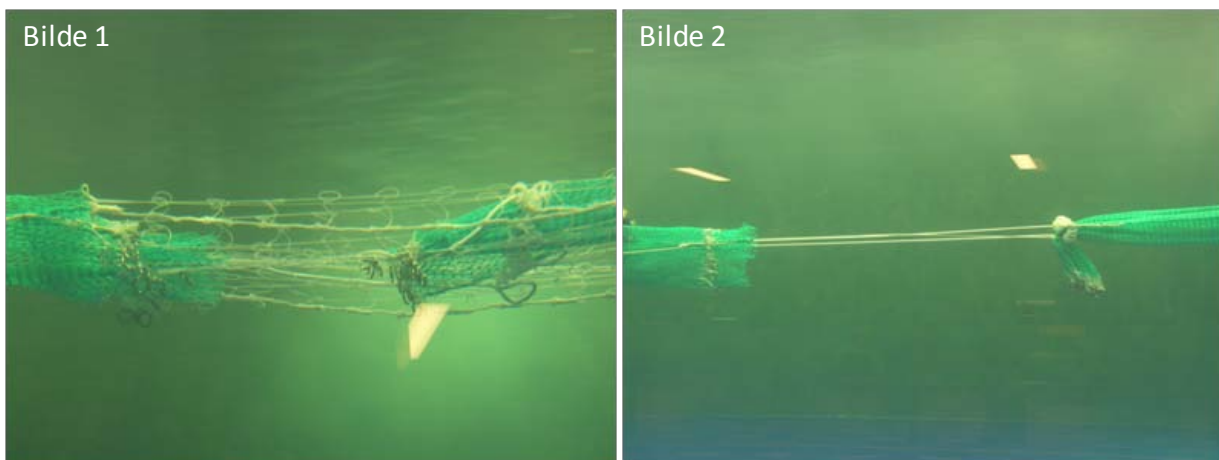
Resultatene fra strømmingstanken viste at konseptet fungerte stor sett bra. Likevel, finnes det fremdeles en del tekniske detaljer/utfordringer som bør løses før fullskala forsøk.

1.3.1 Studie case

Det som følger er en beskrivelsen av hver case:

Case 1:

Sekken ble testet med en fangst på 2 tonn og en strømhastighet til 2 knop. Ved første forsøk oppdaget vi at kvadratmaskene (satt mellom forlengelsen og sekken) hindret for en problemfri løsning av flettetauet. Ringene satt seg fast mellom kvadratmaskene (Fig. 1). Derfor ble kvadratmaskeseksjonen fjernet fra seksjonen og videre forsøk ble gjennomført uten den. På neste forsøk løsnet sekken uten problemer (Bilder 1 og 2). Tiden fra drivankeret ble utløst til sekken løsnet seg fra forlengelsen var på ca. 15 sek. Tverrsnittsarealet ved forlengelsen etter at sekken ble utløst var på ca. 0,31 m² (denne og alle tverrsnittsareal verdier vist fremover refererer seg til oppskalerte verdier).



Bilde 1: Ringene setter seg fast i kvadratmaskene under utløsning av sekken. Bilde 2: Sekken er utløst og henger lukket fra 6-m lang snurpetauene.

Case 2:

Sekken ble testet med en fangst på 2 tonn og strømhastigheten ble økt fra 2 til 3 knop. Systemet fungerte bra og åpningen i forlengelsen i forhold til den observert i "case 1" endret seg kun marginalt til $0,33 \text{ m}^2$.

Case 3:

Fangstmengden ble økt fra 2 til 5 tonn og strømhastighet ble satt på 2 knop. Systemet fungerte bra med denne fangstmengden og åpningen i forlengelsen ble estimert til å være $0,33 \text{ m}^2$.

Case 4:

Sekken ble testet med en fangst på 5 tonn og strømhastighet ble økt fra 2 til 3 knop. Denne økningen i strømhastighet hadde ikke noe påvirkning på seksjonsfunksjonaliteten men tverrsnittsarealet ved forlengelsen etter utløsning var betydelig redusert (ca. $0,08 \text{ m}^2$). Vi observerte også at sekken hadde en viss tendens til å snu seg med denne hastigheten.

Case 5:

Fangstmengden ble økt fra 5 til 10 tonn og strømhastighet ble satt på til knop. Systemet fungerte bra og åpningen i forlengelsen ble estimert til å være $0,28 \text{ m}^2$ etter utløsning.

Case 6:

Sekken ble testet med en fangst på 10 tonn og strømhastighet ble økt fra 2 til 3 knop. Systemet fungerte uten problemer. Åpningen i forlengelsen ble estimert til å være $0,25 \text{ m}^2$ etter utløsning. Sekken viste fortsatt en viss tendens til å snu seg med denne hastigheten.

Case 7:

Fangstmengden ble økt fra 10 til 20 tonn og strømhastighet ble satt på 2 knop. Seksjonene fungerte bra og åpningen ble estimert til å være $0,28 \text{ m}^2$.

Case 8:

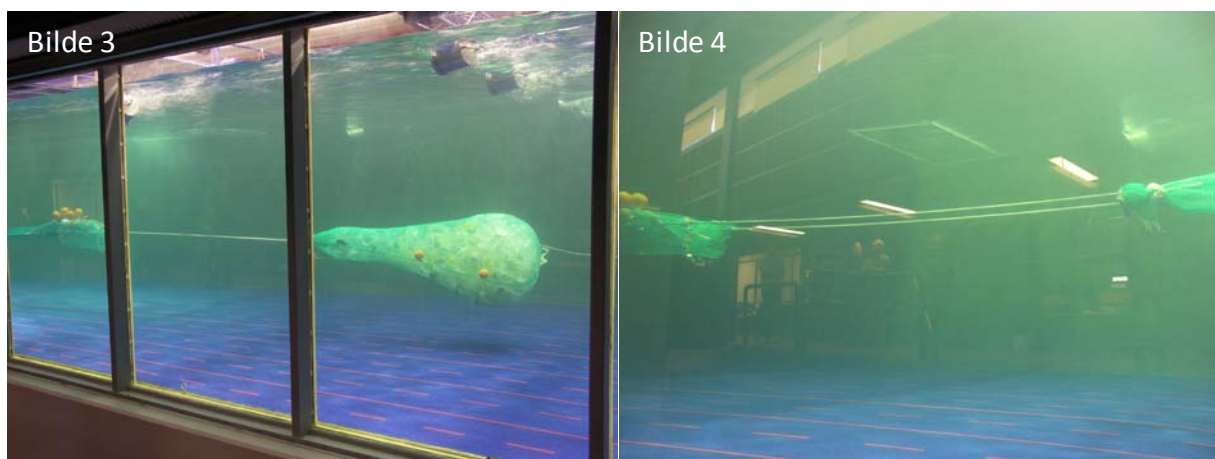
Sekken ble testet med en fangst på 20 tonn og strømhastigheten ble økt fra 2 til 3 knop. På første forsøk viste sekken ganske mye ustabilitet. Den begynte å snu seg ganske kraftig etter utløsning av sekken, og snurpetauene snurret seg helt opp til forlengelsen. Dette gjorde at åpningen i forlengelsen ble kraftig redusert. På andre forsøk fungerte systemet bra og åpningen i forlengelsen ble estimert til å være $0,24 \text{ m}^2$.

Case 9:

Snurpetauene ble forlenget fra 6 til 12 meter. Dette ble gjort for å undersøke om et slikt tiltak kunne holde åpningen i forlengelsen mer stabil, selv om sekken snur seg. I tillegg ble det festet to 6" kuler på hver side av sekken, og en kjetting i under panelet (X kg). Dette ble også gjort for å prøve å stabilisere sekken. Sekken ble testet med en fangst på 2 tonn og en strømhastighet på 2 knops. Systemet fungerte veldig bra etter de innførte tiltakene og åpningen i forlengelsen ble estimert til å være $0,37 \text{ m}^2$.

Case 10:

Sekken ble testet med en fangst på 2 tonn og strømhastigheten ble økt fra 2 til 3 knopp. Vi identifiserte en del problemer i dette tilfelle. På første forsøk, gikk flettetauet rundt snurpetauene og presset de sammen slik at åpningen i forlengelsen ble redusert (Bilde 3). På andre forsøk ble flettetauet festepunkt endret fra forlengelsen til selve sekken. Etter utløsning festet flettetauet og ringen seg i utløser kroken og derfor forsøket mislykket. På tredje forsøk fungerte systemet uten problemer og åpningen i forlengelsen ble estimert til å være på ca. $0,44 \text{ m}^2$ (Bilde 4).



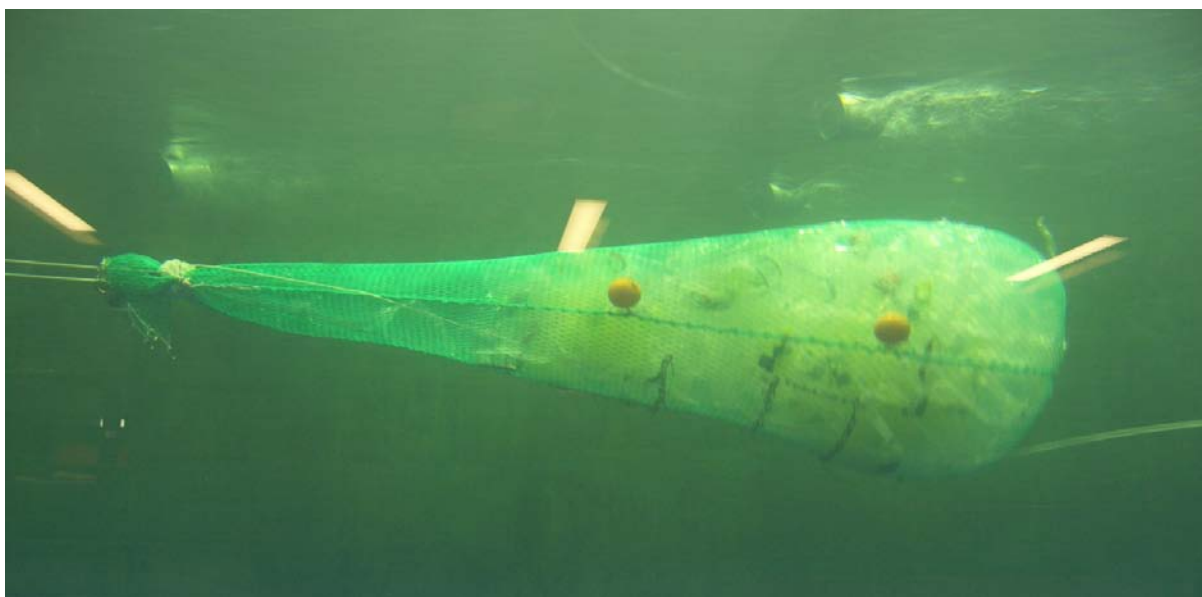
Bilde 3: Flettetauet har snurret seg rundt snurpetauene og åpningen i forlengelsen er blitt kraftig redusert. **Bilde 4:** Snurringene av flettetauet i snurpetauene er nå eliminert etter å ha forandret flettetauets festepunktet til selve sekken.

Case 11:

Her ble fangstmengden økt til 20 tonn for å se om det med lange snurpetau ble observert samme effekt som med korte snurpetau. Systemet fungerte bra, og utløsningen foregikk uten problem. Åpninga i forlengelsen ble estimert til å være $0,50 \text{ m}^2$.

Case 12:

Her ble kun hastigheten økt fra 2 til 3 knop i forhold til "case 11". Siden målet kun var å se om åpningen i forlengelsen endret seg fra forrige case, så ble hastigheten i tanken økt med systemet allerede utløst. Åpningen ble estimert til å være $0,42 \text{ m}^2$ (Bilde 5).



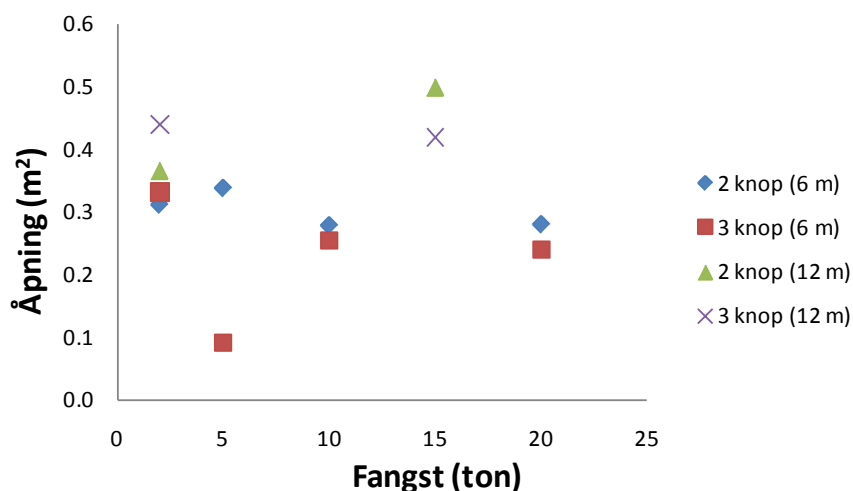
Bilde 5: Flettetauet snurret seg rundt sekken uten å ha noe betydning for utløsning av sekken.

1.3.2 Tverrsnittareal til forlengelsen etter utløsning

Resultatene for forlengelsen tverrsnittareal etter utløsning er samlet i Tabell 2 og vist i Figur 7.

Tabell 2: Resultatene fra alle test case (alle er oppskalert verdier).

Case	Hastighet (knop)	Fangst (ton)	Snurpetaulengde (m)	Tverrsnittsarealet (m ²)	SD (m ²)	N observasjoner
1	2	2	6	0.31	0.01	517
2	3	2	6	0.33	0.05	146
3	2	5	6	0.34	0.07	2556
4	3	5	6	0.09	0.02	153
5	2	10	6	0.28	0.04	1766
6	3	10	6	0.25	0.05	286
7	2	20	6	0.28	0.02	244
8	3	20	6	0.24	0.03	21
9	2	2	12	0.37	0.01	94
10	3	2	12	0.44	0.04	229
11	2	15	12	0.50	0.04	2364
12	3	15	12	0.42	0.05	370



Figur 7: Åpningen i forlengelsen i forhold til fangstmengden vises for forsøk.

Resultatene viser at forlengelsen beholder en god åpning etter at sekken har løst ut. Bortsett fra testen gjennomført med 5 tonn fangst, 3 knop og 6 meters snurpetau, viser alle måltearealer en høyere åpning enn 0.25 m². For alle grupper unntatt "2 knop (6 m)" viser målingene en minkende åpning med økt fangst.

1.4 Diskusjon:

Selv om det var en del utfordringen som måtte løses underveis gjennom forsøkene, fungerte fangstbegrensingskonseptet bra. Hele systemet løste seg ut på ca. 15 sekunder og dette er antatt som tilfredsstillende. En såpass rask respons fra systemet minker tiden som fisken skal frigis står i nota og øker overlevelsesmulighetene på dem.

Prøvene i tanken ble kjørt med fangst variasjons fra 2 til 20 ton, strømhastighet på 2 og 3 knop og snurpetaulengde på 6 og 12 meter. Variasjonen i fangstmengde skal dekke forskjellene i systemets ferdigheter mellom små og store hal. En av hovedgrunnene for å utvikle et slikt system er å unngå at det tas for store hal og derfor ble grensen i forsøkene satt til 20 ton. Fangsten ble ca. doblet mellom stegene for at eventuelle effekter av å øke fangsten skulle være tydelige nok. Samtidig, ble hastighetene testet 2 og 3 knop. Ideelt sett burde høyere hastigheter ha blitt testet, men hastigheten i strømningstanken i Hirtshals er begrenset til 1 m/s som i skala 1:3 er estimert til å tilsvare 3 knop. Lengden på snurpetauene også var begrenset av total lengden på tanken, men vi mener at 6 og 12 meter dekker lengdene som er realistiske under vanlig fiskeri.

Det første som ble endret på den initielle designen (figur 4) var at kvadratmaskeversjonen ble fjernet fra systemet. Kvadratmaskeseksjonen ble inkludert i designet med tanke på å fordele kreftene fra sekken i forlengelsen, men det ble observert tidlig på første prøven at denne seksjonen var i veien for utløsningsmekanisme. Hovedulempene av å fjerne denne seksjonen var at hele trykket fra sekken er da støttet av kun 2 festepunkt (snurpetauene) og at overpanelet i åpningen i forlengelsen ble hengende slik at åpningen for fiskeutslipp ble minket. Dette var tidlig observert i tanken (se figur 8) gjennom forsøkene. Overpanelet stod nesten horisontalt og derfor ble denne åpningen antatt til å ha halv elliptisk og ikke elliptisk form.

På noen av testene snudde sekken seg flere runder. En av hovedgrunnene for dette var at plastposene i noen tilfeller gir ganske asymmetriske former til sekken fordi de ikke distribuerer seg i sekken på samme måte som fisk. For å unngå dette, og prøve å stabilisere systemet, så satte vi kuler på siden og kjetting under sekken (disse er løsninger vanligvis brukt i fiskeri). Etter disse tiltakene virket systemet mer stabilt og hadde mindre tendens til å snu seg. Snurrene på sekken og snurpetauene gjorde at hele systemet ble ustabil (bevegde seg mye op og ned i tanken) og åpningen i forlengelsen ble betydelig påvirket. Derfor ble disse forsøkene hvor snurrer ble observert ble kjørt på nytt.

Gjennom forsøkene observert vi også at i noen tilfeller tok flettetauet (som var festet på drivankeret) en runde rundt snurpetauene etter at systemet ble utløst. Strekket i flettetauet (fordi det er festet til drivankeret) gjorde at snurpetauene ble trykt sammen slik at åpningen i forlengelsen ble minket. For å unngå dette fenomenet flyttet vi festepunktet til flettetauet (drivankeret) fra forlengelsen til sekken. På denne måten hadde trykket fra drivankeret ikke noe påvirkning på verken forlengelsen, snurpetauene eller sekkeåpningen.

Åpningen for alle tested case ble antatt til å være halv elliptisk basert på bildene tatt i tanken og observasjonene gjennom forsøkene. Hovedgrunnen til at åpningen hadde denne formen var hovedsakelig manglende hydrodynamiske krefter til å løfte overpanelet ved utgangen av forlengelsen. Nota i panelen ble hengende slik at utgangen hadde en halv elliptisk form (se figur 8).

Utgangen av forlengelsen viste god åpning i de forskjellige case (større enn 0.24 m² i 11 av 12 case) og kun case 4 viste en betydelig lavere åpning enn resten av tilfellene (0.09 m²). Vi har ikke noen god forklaring til hvorfor åpningen minket fra 0.34 m² til 0.09 m² ved kun økt hastighet fra 2 til 3 knop (case 3 → case 4) men vi oppdaget en del problemer med Qualysis registreringene i case 4 som kunne føre

til unøyaktige målinger. Undersøkelsen av resultatene viser at åpningen i utgangen av forlengelsen ble hovedsakelig redusert med økt fangst, tauehastighet og forkortet snurpetau. Ved å øke fangstmengden, så øker trykket på snurpetauene og distansen mellom dem reduseres, noe som gjør at åpningen i utgangen av forlengelsen reduseres. På samme måte, vil økt hastighet øke trykket på snurpetauene og ha lignende effekt som å øke fangstmengden. Uten at det er noe klar forklaring til dette, viser case 9 en god, men lavere åpningsverdi enn forventet fra hovedtrendene (åpningen øker fra case 9 til 10 (med økt hastighet fra 2 til 3 knop)). Økt snurpetaulengde gjør at med samme vinkelen ved sekkinngangen, vil distansen mellom leisene i forlengelsen øke, noe som bidrar til økt åpningsareal i dette punktet.

Etter justeringene som ble gjort underveis var konklusjonen fra disse forsøkene at systemet var klart for å bli testet i fullskala i sjøen. Hele systemet og selve utløsingsmekanismen fungerte bra, og åpningen i forlengelsen som gjør at fisken slippes uskadet ut av systemet viste seg til å ha konstant god åpning.

DEL 2: Fullskala forsøk

1.5 Forsøksmål

Hovedmålet med gjennomføringen av fullskala forsøk om bord på forskningsfartøyet Jan Mayen var å få gjennomført kontrollerte tester av fangstbegrensings prototyper med fisk, på kommersielle fiskefeltene og med standard utstyr (dvs. Alfredo #5 trål, Tyborøn tråldører). Delmålet var å:

- Teste virkeprinsippet til de nyutviklede konseptene for fangstbegrensning i full skala.
- Gjennomføre undervannobservasjoner av utløsemekanismen, før og etter sekken blir lukket og løsnet fra trålen.
- Studere fiskeadferd i forhold til utløsning av sekken.

1.6 Materialer og metoder

1.6.1 F/F Jan Mayen

Forsøkene i sjøen ble gjennomført ombord på F/F Jan Mayen (63.8 m lang og 4080 HP) i perioden 12. - 19. mai 2011. Fiskefeltene varierte langs Finnmarkskysten fra Nordkapp til den Russiske grensen ($70^{\circ} 20' / 71^{\circ} 16' \text{ N} - 25^{\circ} 03' / 31^{\circ} 17' \text{ Ø}$). F/F Jan Mayen er en fabrikktråler som ble bygd i 1988, og senere bygd om til forskningsfartøy i 1992. Fartøyet er veldig bra tilpasset til trålforskning fordi den har god plass på dekk, to trålbaner, en trommel til flytetral, tre helt uavhengige inntaksbinger for å skille fangsten i forskjellige utvalg, og to fryserer som gir muligheten for å prosessere og ta vare på fangsten. I tillegg er mannskapet vant til å bruke redskapet og dette gjør operasjonene ombord lettere. Fartøyet er også tilpasset med moderne ekkolodder og diverse målere av oseanografiske parametre.

1.6.2 Trål og trålgir

Giret brukt i forsøkene besto av, to Injector Scorpion trål dører (3100 kg og 8.0 m^2 hver), 80 m lange sveiper, 16.5 m lange bridler, 88.7 m bunn gir, og en standard enkelt-belg ALFREDO nr. 5 trål. Trålen hadde en headline på 37.7 m, en fiskeline på 21.3 m og 342 maskers omkrets (maskevidde = 155mm). Bunngiret besto av 14 stål bobbins (61 cm i diameter) og en 21.3 m lang rockhopper plassert i midten bygd med 3 x 33 gummi disk (53 cm i diameter).

1.6.3 Fangstbegrensings konseptene

To forskjellige fangstbegrensingskonsepter ble testet under toktet på F/F Jan Mayen. Det første konseptet var konstruert etter prototypen som ble testet i småskala i strømningstank i Hirtshals (april 2011) og krevde en akustiskutløsemekanisme til å lukke og deretter løsne sekken fra hoveddelen av trålen. Heretter kalles dette systemet for "akustisk-utløser-basert system" (AUBS) (Figur 7a). Det andre konseptet som ble testet på F/F Jan Mayen brukte en "svak link" (dvs. en tynn PE tråd) som utløsemekanismen. Heretter kalles dette systemet for "tråd-basert system" (TBS).

Begge konseptene besto av en forlengelse og en sekk.

Akustisk-utløser-basert system (AUBS):

Dette systemet besto av en forlengelse, en sekk, et drivanker, snurpetau, en akustisk-utløser enhet, en akustisk tele-kommando enhet og en senkbar transduser.

Vi brukte to forskjellige sekker:

- Sekk 1: Bygd i Euroline premium PE netting (Polar Gold), med 135 mm nominell maskevidde og 8 m singel tråddiameter. Sekken hadde 46-masker omkrets (inkludert 3 masker per leise) og var 23 masker lang. Leisene ble konstruert av $\Phi 26$ mm "danline" tau. Sekken var beregnet til å holde en kapasitet på ca. 2 tonn fisk.
- Sekk 2: Bygd i Euroline premium PE netting (Polar Gold), med 135 mm nominell maskevidde og 8 m singel tråddiameter. Sekken hadde 46-masker omkrets (inkludert 3 masker per leise) og var 30 masker lang. Leisene ble konstruert av $\Phi 26$ mm "danline" tau. Sekken var beregnet til å holde en kapasitet på ca. 3 tonn fisk.

Forlengelsen ble bygd i Euroline premium PE netting (Polar Gold), med 135 mm nominell maskevidde og 8 m singel tråddiameter. Sekken hadde 46-masker omkrets (inkludert i dette er 3 masker per leise) og var 23 masker lang. Leisene ble konstruert av $\Phi 26$ mm "danline" tau.

Plastringer (10 cm i diameter og 10 mm i tversnitt) ble brukt for å binde sekken sammen med forlengelsen. 20 stk ringer ble festet i forlengelsen og 20 ringer i sekken. Ringene ble flettet sammen med et 8 mm nylon tau, som til slutt var festet til drivankeret (Fig 8). Denne flettemetoden har tidligere blitt benyttet til overlevingsforsøk av fisk som ble sorter av rist fra reketrål (Soldal og Engås, 1997)². For å unngå å bytte sekken ofte (og etter noen få hal) brukte vi bare den 30-maske lange sekken og snurpet de siste 7 maskene foran codline. På den måten kunne vi enkelt kontrollere ønskede mengde fangst, enten 3 ton eller 2 ton.

Vi brukte to drivanker i forskjellige størrelser (1m^2 og 1.5m^2) som etter utløsning skulle trekke i det 8mm nylon tauet (som var flettet gjennom ringene og hold sammen sekken og forlengelse), slik at sekken løsnet fra forlengelsen. Begge drivankene var konstruert i seilduk (1100 gr/cm²).

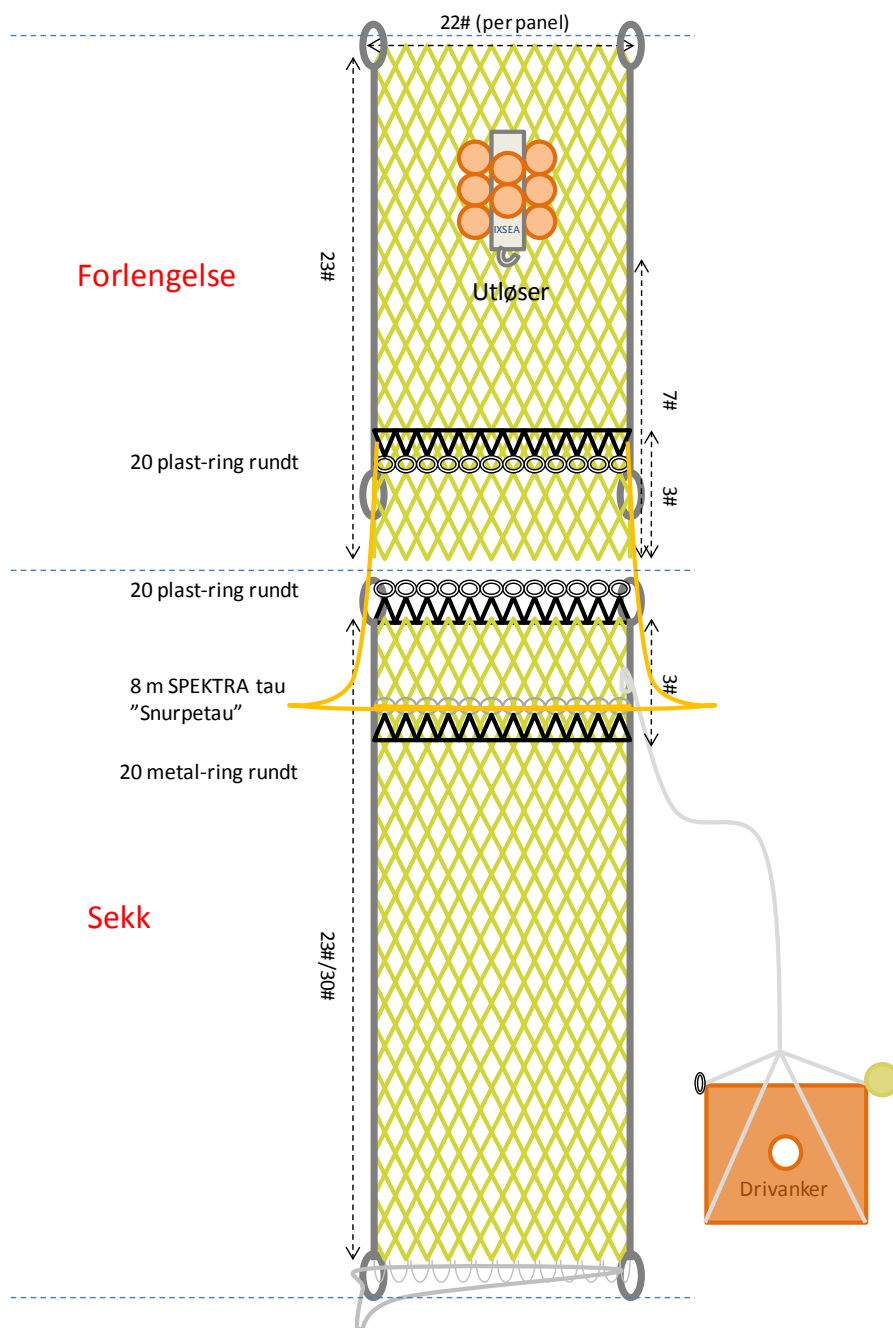
Vi brukte to Spektra tau (12mm i diameter og 10 m lang) for å snurpe fremste delen av sekken og for å holde sekken fast etter at den hadde løsnet fra forlengelsen (Figur 8).

Vi brukte en IXSEA akustisk utløser (modell: OCEANO 2500 Universal Acoustic Release) med en rekkevidde på 6000 m. Den hadde en vekt på 30 kg i lufta og 22 kg i vatn. Utløseren ble festet i forlengelses øvre panel. Åtte plastkuler (8" i diameter) ble festet til utløseren for å nøytralisere vekten i vatn, slik at den ikke påvirket forlengelses konfigurasjon under fiskeoperasjonen. En IXSEA akustisk tele-kommando enhet (modell TT801) koblet til en IXSEA senkebar transduser (modell: OITT801-30P) ble bruk til å sende signalet fra F/F Jan Mayen til utløseren montert på forlengelsen, og til å få bekræftelsen på at utløseren hadde åpnet seg.

Virkeprinsippet på dette systemet baseres seg på å sende et akustisk signal (fra båten) for å frigjøre et drivanker som er festet til en utløser enhet (montert på trålen). Drivankeret vil da trekke i det 8mm

² Soldal, A.V, og Engås, A., 1997. Survival of young gadoids excluded from a shrimp trawl by a rigid deflecting grid. ICES Journal of Marine Science, 54: 117 – 124.

nylon tauet (som er flettet gjennom ringene og hold sammen sekken og forlengelse), slik at sekken løsnet fra forlengelsen. Når dette skjer snurper spektra tauene den fremste delen av sekken og lukker den umiddelbart. Sekken henger da lukket etter spectra tauene som er festet til leisene på forlengelsen.

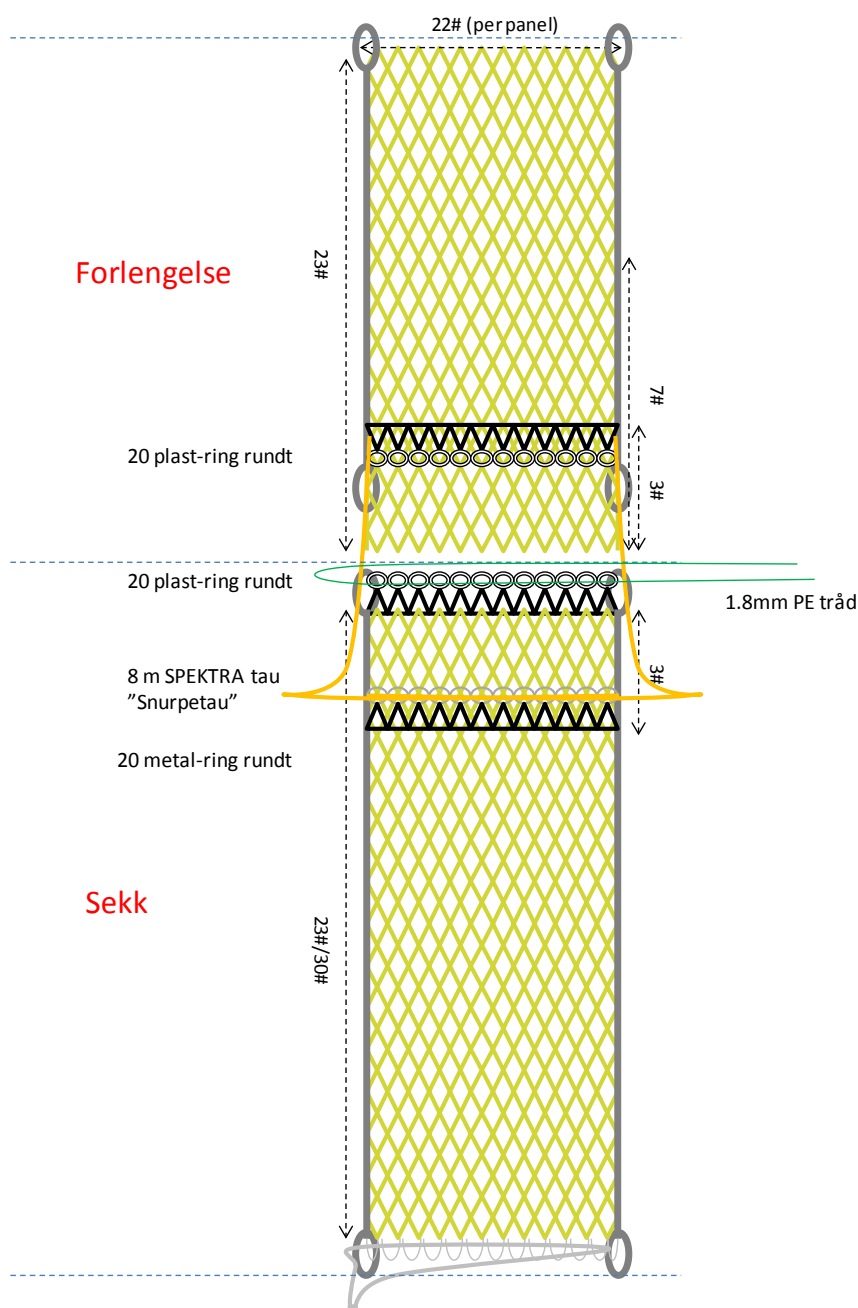


Figur 8: Skisse av akustiskutløser-basert systemet

Tråd-basert system (TBS):

Dette systemet besto av en forlengelse, en sekk, snurpetau, og 1.8 mm PE tråd. Vi brukte samme forlengelsen og samme sekkene enn de som ble brukt til testing av AUBS (Figur 9).

Virkeprinsippet på dette systemet baseres seg på å koble sekken og forlengelsen sammen med en tynn tråd som sliter av ved en gitt belastning. Når belastningen er nådd sliter tråden og da løsner sekken fra forlengelsen. Samtidig snurper spektra tauene den fremste delen av sekken og lukker den umiddelbart. Sekken blir da hengende etter spectra tauene som er festet til leisene på forlengelsen.



Figur 9: Skissen av tynntråd-basert systemet.

1.6.4 Undervannsoptak

To undervannskamerasystemer ble brukt under forsøkene for å overvåke konseptenes funksjonalitet og for å studere fiskadferd i forhold til utløsning av sekken. Kamerasystemene var:

- Et Kongsberg kamera, modell "OE1324 Enhanced SIT low light". Dette kameraet hadde en sensitivitet nivå på 2×10^{-4} lux. Kameraet var koblet til en opptakerenhet med batterier som lagret video i DV kassetter.
- Et Trawl Camera, model "Trawl Camera Low-Lux system". Dette kameraet hadde en sensitivitet nivå på 3×10^{-3} lux³. Dette kamerasystemet hadde integrert batteripakke og datalagringsystem.

Disse kamera systemene ble underveis festet på forskjellige punkter i forlengelsen.

1.7 Resultater

Resultatene fra fullskala forsøk viste at begge fangstbegrensningkonseptene fungerte meget bra. Likevel vil det fra et funksjonellsynspunkt finnes flere detaljer/utfordringer som bør løses før kommersielt bruk. Forskjellen med hensyn til håndtering av konseptene ved utlegg, hiving og generelt arbeid på dekk kom tydelig frem. Det akustisk utløser basert systemet krever ganske mye hensyn og oppmerksomhet til å koble sammen sekken og forlengelsen, utløseren og drivankeret, sette slepetransduseren ut i vannet og sende signalet, osv. Det tynntråd baserte systemet viste seg å fungere optimalt.

Testene med detaljene over dato, posisjon og dybde er vist i tabellen 3.

Tabell 3: Oversikt over tester som ble gjennomført om bord F/F Jan Mayen.

Hal	Dato	Klokka	Trål	Logg	Posisjon		Dybde (m)
1	2011-05-13	10:40:07	Bunntrål	start	71.1639° N	25.0355° E	288
1	2011-05-13	11:40:00	Bunn trål	stopp			
2	2011-05-14	09:20:00	Bunn trål	start			
2	2011-05-14	10:20:02	Bunntrål	stopp	70.2948° N	31.0317° E	90
3	2011-05-14	13:13:54	To-belg flytetrål	start	70.3627° N	30.5865° E	203
3	2011-05-14	14:59:56	To-belg flytetrål	stopp	70.3296° N	31.1776° E	302
4	2011-05-14	17:18:53	Bunntrål	start	70.3472° N	31.0598° E	217
4	2011-05-14	18:01:33	Bunntrål	stopp	70.3624° N	30.5936° E	208
5	2011-05-15	06:49:25	Bunntrål	start	70.2916° N	30.5504° E	63
5	2011-05-15	07:29:36	Bunntrål	stopp	70.3065° N	30.4900° E	57
6	2011-05-15	11:54:16	Bunntrål	start	70.2896° N	30.5108° E	57
6	2011-05-15	13:02:32	Bunntrål	stopp	70.3126° N	30.4208° E	46
7	2011-05-15	17:24:11	Bunntrål	start	70.3475° N	31.0611° E	219
7	2011-05-15	18:31:49	Bunntrål	stopp	70.3729° N	30.5628° E	232
8	2011-05-16	05:50:15	Bunntrål	start	70.3460° N	31.0660° E	219

³ <http://trawlcamera.com/>

8	2011-05-16	06:54:14	Bunntrål	stopp	70.3696° N	30.5701° E	218
9	2011-05-16	09:22:47	Bunntrål	start	70.2939° N	30.5446° E	68
9	2011-05-16	10:23:25	Bunntrål	stopp	70.3140° N	30.4576° E	51
10	2011-05-16	15:20:33	Bunntrål	start	70.3426° N	31.0789° E	214
10	2011-05-16	17:32:36	Bunntrål	stopp	70.3318° N	31.0581° E	168
11	2011-05-16	19:21:12	Bunntrål	start	70.3478° N	31.0577° E	216
11	2011-05-16	19:51:42	Bunntrål	stopp	70.3573° N	31.0150° E	196
12	2011-05-17	05:33:13	Bunntrål	start	70.3158° N	30.4536° E	54
12	2011-05-17	06:33:09	Bunntrål	stopp	70.2957° N	30.5392° E	72
13	2011-05-17	11:51:09	Bunntrål	start	70.3473° N	31.0686° E	227
13	2011-05-17	12:22:09	Bunntrål	stopp	70.3567° N	31.0243° E	204

Forsøksoppsett med detaljene over vellykket forsøk og kommentarer er gitt i tabell 4.

Tabell 4: Forsøksoppsett.

Hal	Utløsemekanismen	Sekk	Valid	Kommentarer
1	Akustisk utløser	Sekk 1: 23# lang	ja	
2	Akustisk utløser	Sekk 1: 23# lang	Nei	Fikk ikke kontakt med akustisk utløser
3	Akustisk utløser	138 mm T90 & 135 mm Ultracross	ja	To-belg flytetråd
4	Akustisk utløser	Sekk 2: 30# lang	ja	Dårlig sikt i vannet til undervannoptakene
5	Akustisk utløser	Sekk 2: 30# lang	ja	Flytekulen ble feil montert på drivankeret
6	Akustisk utløser	Sekk 2: 30# lang (forkortet)	ja	Flytekulen ble feil montert på drivankeret
7	Akustisk utløser	Sekk 2: 30# lang (forkortet)	ja	
8	Akustisk utløser	Sekk 2: 30# lang (forkortet)	ja	
9	Akustisk utløser	Sekk 2: 30# lang	Nei	Fikk ikke kontakt med akustisk utløser
10	Akustisk utløser	Sekk 2: 30# lang	ja	
11	Akustisk utløser	Sekk 2: 30# lang	Nei	Fikk ikke kontakt med akustisk utløser
12	Tynntråd	Sekk 2: 30# lang (forkortet)	ja	
13	Tynntråd	Sekk 2: 30# lang	ja	

Det som følger er en beskrivelsen av hver hal:

Hal 1

Første hal ble gjennomført i Nordkappbanken på 286 m dyp med sekk 1 (23# lang). Vi tauet i ca. en time før det akustiske signalet til å aktivere utløsemekanismen ble sent. På første forsøk fikk vi bekreftelsen at det akustiske signalet ble mottatt av utløseenheten og at kroken på utløseren hadde åpnet seg. Når sekken kom til overflaten så vi at den hadde lukket seg og løsnet seg fra forlengelsen som planlagt. Fangsten var ca. 2 ton av blanding med torsk og hyse og noen få uer (Bilde 6 og Bilde 7). Ingen undervannsoptak ble registrert pga dårlige lysforhold i området., og derfor kunne ikke vi bekrefte om utløsingen av sekken skjedde momentant. Det ble stimet østover mot Vardø til grunnere fiskefelt for å få gjennomført undervannsoptak i naturlig lys.



Bilde 6: Inhalings prosess. Sekken er allerede på overflaten



Bilde 7: Inhalings prosess. Sekken med ca. 2 tonn fisk på vei til båten.

Hal 2

Forsøket ble gjennomført i området rundt Persfjorden. Seksjonen var lik den som ble testet i hal 1. Det akustisk signalet som sendes fra båten til utløseren ser ikke ut til å virke. Vi prøvde å sende signalet flere ganger men fikk aldri bekreftelsen på at utløseren hadde åpnet seg eller ikke. Etter ca 40 min tauing ble hivingsprosessen startet. Når sekken kom til overflaten viste det seg at sekken ikke hadde løsnet fra forlengelsen og derfor fikk vi ca. 6 tonn fisk (blandet torsk og hyse) i posen (Bilde 8). Grunnen til at systemet ikke fungerte skyldes sannsynligvis at fangsten blokkerte for signalet til utløseren. Kamerautstyret ble testet, men selv om det var kun ~90 meters dybde, var det ikke nok lys for å gjennomføre et ordentlig opptak.



Bilde 8: Innhalings prosess. Sekken med ca. 6 tonn fisk på vei til båten.

Hal 3

Ekkoloddet viste mye pelagisk hyse i området (Persfjorden), derfor ble kamera utstyr montert på flytetrålen for å undersøke området der hyse rømmer ut fra flytetrålen. Tauetid var på ca. 1 time og 45 min. Totalfangsten i sekken var på rundt 50 kg hyse. Undervannsoptakkene viste at mye hyse rømte ut fra trålen i belgseksjonen som har masker på 600 mm.

Hal 4

Sekken 1 ble byttet ut med sekken 2. Forsøket ble gjennomført i Persfjorden på ca. 215 m dybde etter torsk. Akustisksignalet ble sendt to ganger før bekreftelsen om at utløseren hadde åpnet seg ble mottatt. Totalfangsten var på ca. 3 tonn med ren torsk. Vi observerte at en del fisk ble klemt av snurpetauene, noe som tyder på at sekken stenger seg fort etter at den har løsnet fra forlengelsen (Bilder 9 og Bilde 10). Undervannsoptakkene var av dårlige kvalitet (dårlig sikt i vannet), selv med kunstig lys.



Bilde 9: Sekken med ca. 3 tonn fisk pådekk.



Bilde 10: Bildet viser fisk som er blitt klemt av snurpetauene; noe som tyder på at sekken lukkes momentant.

Hal 5:

Forsøket ble gjennomført med sekk 2 som i forrige hal. Denne gangen på 60 meters dyb etter hyse. Undervannsopptak brukte ikke kunstig lys. Vi hadde en del problemer med å få bekreftelsen fra utløseren om den hadde åpnet seg. Etter 3-4 forsøk fikk vi endelig bekreftelsen fra utløseren. Fangsten var på ca. 3 tonn ren hyse. Når sekken kom på dekk så vi mye hyse som hang fra maskene i forlengelsen, flere meter foran sekken (Bilde 11 og Bilde 12). Undervannopptakene viste at sekken var allerede full av fisk etter at trålen hadde fisket i ca. 10 minutter på bunnen, og at etter 40 min tauing var det over 6 tonn fisk i trålen. Opptaket viste i tillegg at det tok ca. 90 sec (lengre tid enn antatt /forventet) fra det tidspunktet drivankeret ble utløst til sekken og forlengelsen delte seg. Grunnen til at det tok lengre tid enn forventet før sekken og forlengelsen delte seg kan skyldes friksjonen mellom tau og ringer. Pga dette skiftet vi det 8 mm nylon flettet tau til en tynnere 6 mm slått tau som så ut til å ha bedre glideegenskaper.



Bilde 11: Bildet viser fisk som er blitt klemt av snurpetauene; noe som tyder på at sekken lukkes momentant.



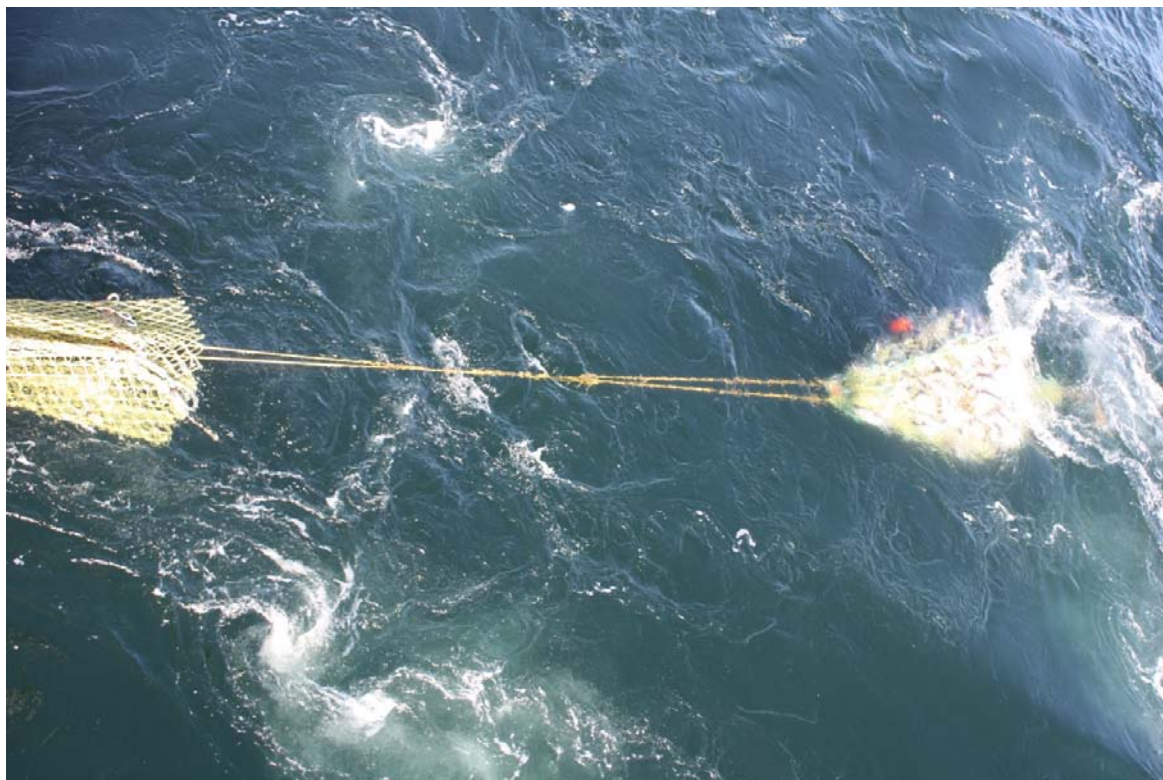
Bilde 12: Bildet viser fisk som er blitt klemt av snurpetauene; noe som tyder på at sekken lukkes momentant.

Hal 6

Forsøket ble gjennomført med sekk 2 (forkortet med 7 masker) på ca. 40-60 m dybde etter hyse. Derfor brukte vi ikke kunstiglys til undervannsoptakene. Akustiskutløseren trengte igjen flere akustisk signaler (4-5) før bekreftelsen av at den hadde åpnet seg ble mottatt. Videoopptaket viste at selv om kroken på utløseren hadde åpnet seg riktig, tok det lang tid for sekken å løsne seg fra forlengelsen (60-90 sec). Når sekken endelig løsnet, kom det likevel mye fisk ut av forlengelsesåpning (ca. 2-3 tonn) og ca. 2.2 tonn ble igjen i sekken (Bilde 13 og Bilde 14).

Når sekken kom på dekk oppdaget vi at flytekulen, som bidrar til at drivankeret åpner seg riktig, var feilplassert (Bilde 9). Flytekulen var festet bak drivankeret og ikke på toppen av det. Feil plassering av flytekulen forklarte da hvorfor tok det så lang tid (i hal 5 og hal 6) for drivankeret å åpne seg og løsne sekken fra forlengelsen.

Flytekulen ble da festet på toppen av drivankeret.



Bilde 13: Sekken med ca. 2.2 tonn hyse på vei til båten.



Bilde 14: Bildet viser flytekulen som ble feil festet på drivankeret: Flytekulen ble festet bak drivankeret og ikke på toppen av det.

Hal 7

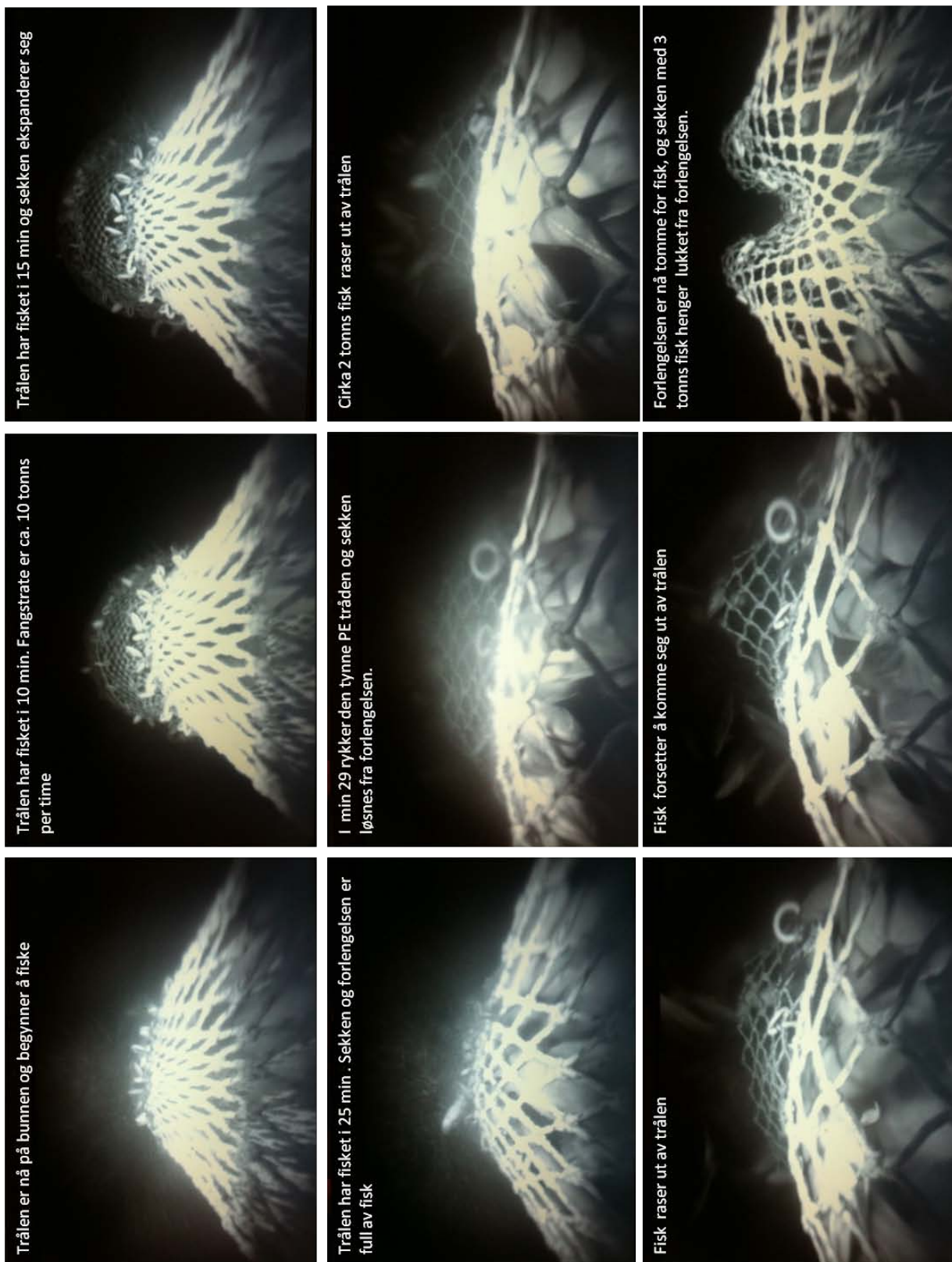
Forsøket ble gjennomført med sekk 2 forkortet med 10 masker (fra codline) på ca. 220 m dyp etter torsk. Kunstiglys ble brukt under undervannsoptakene. Denne gangen brukte vi et 1.5 m² drivanker, og flytekulen ble festet på riktig sted. Utløsingssystemet fungerte bra denne gangen. Fangsten var på ca. 1.5 tonn torsk (Bilde 15). Vi fikk en del problemer med opptaket så vi fikk ikke sett utløsingen av sekken.



Bilde 15: Fangsten på ca. 1.5 tonn torsk på dekk.

Hal 8

Forsøket ble gjennomført med sekk 2 på ca. 280 m dybde etter torsk. Kunstiglys ble brukt under undervannsoptakene. Utløsingssystemet fungerte bra og fangsten var på ca. 3 tonn torsk (Bilde 16 og Bilde 17).



Bilde 16: Undervannsbilder som viser utløsningsprosessen



Bilde 17: Fangsten på ca. 3 tonn tosk på dekk.

Hal 9

Forsøket ble gjennomført med sekk 2 forkortet med 10 masker på ca. 50 m dyp. I dette tilfelle klarte vi ikke å få kontakt med utløseren og systemet løste seg ikke ut. Derfor ble fangsten på ca. 5 ton med hyse.

Hal 10

Hele utløser systemet ble flyttet fremover mot trållåpningen slik at drivankeret fikk tid for å strekke seg ordentlig før det begynte å trekke fra bindepunktet (ringene) mellom forlengelsen og sekken. Forsøket ble gjennomført med sekk 2 forkortet med 10 masker på ca. 210 m dyp. Hele systemet fungerte bra og sekken løsnet seg fra forlengelsen. Vi fikk rundt 3 tonn torsk i dette forsøket (Bilde 18).



Bilde 18: Sekken med ca. 3 tonn torsk på vei til båten.

Hal 11

Forsøket ble gjennomført med sekk 2 forkortet med 10 masker på ca. 215 m dyp etter torsk. Utløseren svarte ikke og dermed fikk vi ikke systemet til å fungere. Fangsten ble rundt 5 ton av blandet torsk og hyse (Bilde 19).



Bilde 19: Sekken og forlengelsen med ca. 5 tonn hyse på dekk.

Hal 12

Her testet vi andre konseptet for begrenning av fangsten: tynntråd basert system. Forsøket ble gjennomført med sekk 2 forkortet med 10 masker. Vi brukte en 1.8mm PE tråd til å binde sammen sekken og forlengelsen (Bilder 20). Undervannskameraer ble festet til forlengelsen og siktet bakover mot sekken. Testen ble gjennomført på 55m dyp etter hyse. Den effektive tauetiden var på ca. en time.

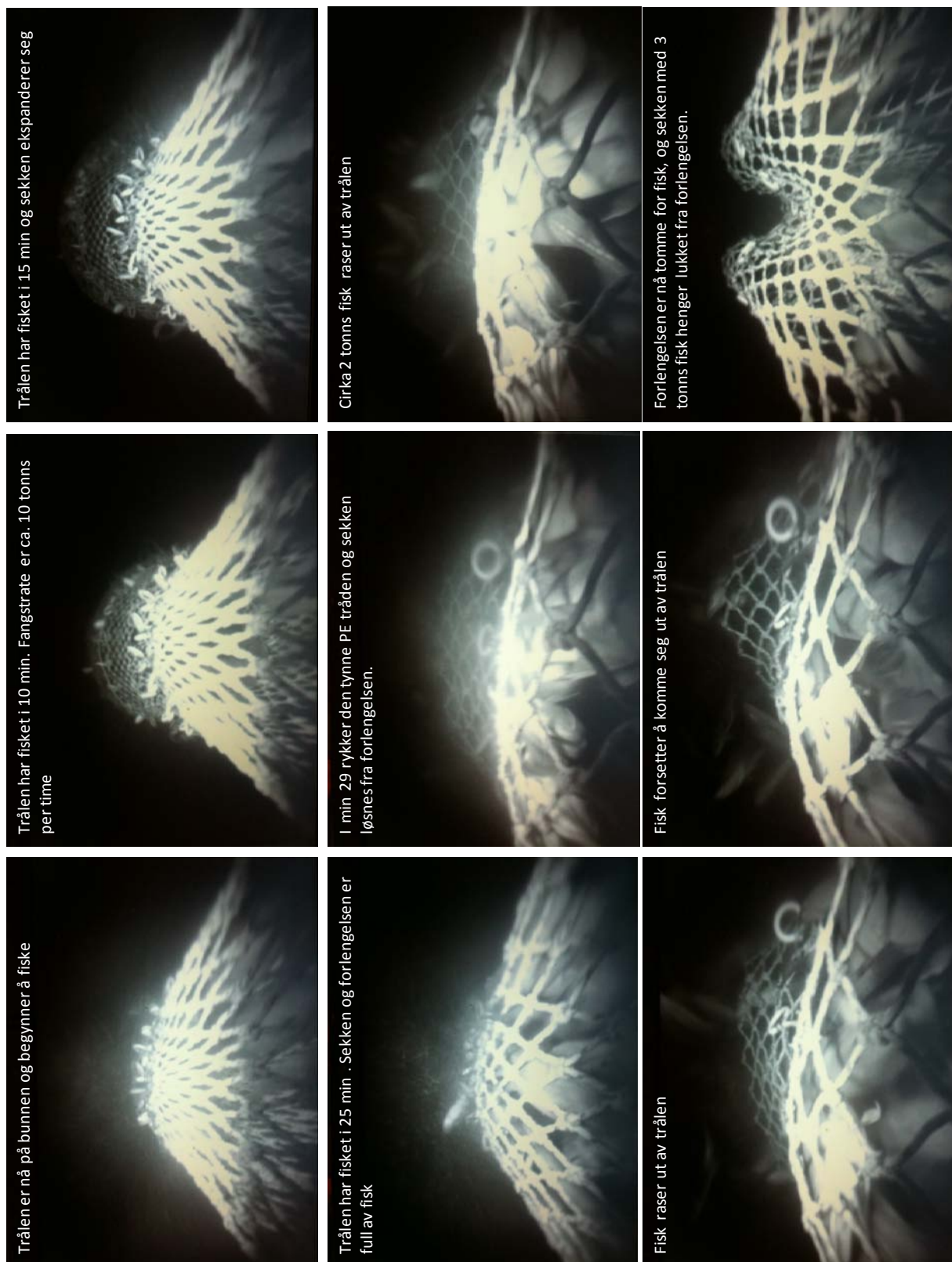
Systemet fungerte utmerket og fangsten ble på ca. 1.5 tonn torsk. Videoopptaket viste at sekken var full av fisk etter bare 20 min, og at etter 40 min var selve forlengelsen full av fisk. I det 45minutt røk tråden, og sekken løsnet og lukket seg momentant. Cirka 2 tonn fisk ble sluppet ut av trålen da sekken løsnet fra forlengelsen.



Bilde 20: Sekken og forlengelsen ble koblet sammen med hjelp av en tynn 1.8mm PE tråd.

Hal 13

Forsøket ble gjennomført med sekk 2 på ca. 225 m dyp etter torsk. Kunstiglys ble brukt under undervannsoptakene. Utløsingssystemet fungerte bra og fangsten var på ca. 3 tonn torsk (Bilde 17 og 18). Videoopptakene viste at sekken var full av fisk etter bare 16 min., og at etter 26 min var selve forlengelsen full av fisk. I det 28 minutt røk tråden og sekken løsnet og lukket seg momentant. Cirka 2 tonn fisk ble sluppet ut av trålen da sekken løsnet fra forlengelsen (Bilde 21, 22 og 23).



Bilde 21: Undervannsbilder som viser utløsningsprosessen.



Bilde 22: Sekken en fangst på med ca. 3 tonn Torsk. Eduardo Grimaldo smiler fornøyd med forsøket.



Bilde 23: Sekken en fangst på med ca. 3 tonn Torsk. Roger B. Larsen viser overrasket den tynne PE tråden som holdte mye mer enn 3 tonn fisk i sekken før den røk.

1.8 Diskusjon:

1.8.1 Akustisk-utløser-basert system

Systemsfunksjonalitet:

Dette systemet virket stor sett bra til utløsning av sekken fra trålens hoveddel. Likevel ble flere problemer ved å bruke denne metoden ble identifisert under toktet. Disse problemene var:

- Bruk av slepetransduseren krevet minst to ekstra personer: en person til å slepe transduseren, enten ved siden av båten (med hjelp av en kran) eller bak båten (manuell operasjon), og en person til å operere den akustisk tele-kommando enheten.
- Utløseren trengte av og til flere signaler for å åpne seg og initiere utløsning av sekken. Det ser ut til at akustiske utløserer som vannligviss brukes til offshore operasjoner (og lik som den vi brukte i dette forsøket) er designet kun til bruk i stille vann og ikke i bevegelse. Når de taues fra en båt med en hastighet over 3 knop blir signalet som sendes fra transduseren forstyrret av propellwake, turbulens, bølger, osv. og derfor responderer ikke utløseren og utløseoperasjonen mislykkes.
- Utløsning av sekken tar noe lang tid, opp til 30 sekunder. Ideelt sett burde utløsning av sekken skjer momentant fordi på den måten kan tapt av fisk fra sekken unngås.

Disse problemene gir derfor en indikasjon på at systemet, som det er nå, ikke enda egner seg for kommersielt bruk, og at systemet trenger videreutvikling. Et fangstbegrensingssystem som baserer seg på en akustisk utløser til å utløse sekken fra forlengelsen vil kreve en utløser som responderer hurtig når signalet sendes fra båten.

Håndteringsegenskapene:

Proessen av å koble sekken til forlengelsen (ved å flette en tau gjennom ringene), samt kobling til akustisk utløseren, tar tid og spesielt mye oppmerksomhet. Dette tilnærmer fare for feil kobling eller masking.

I tillegg kan gjenvinning av drivanker bli en krevende jobb, spesielt i dårlig vær. En driv anker med et areal på 1m² som dras etter båten med en hastighet på 2 knop, har en motstand på ca. 50 kg.

Videre arbeid med denne metoden vil innebære utvikling av en akustisk utløser som kanskje burde være integrert i, eller koblet til, fangstsensorene som brukes/festes på sekken.

1.8.2 Tråd-basert system

Systemsfunksjonalitet

Dette systemet svarte til forventningene og virket bra med fangster på 2 og 3 tonn. Undervannopptakk viste at sekken lukket seg momentant etter at sekken hadde løsnet fra forlengelsen. Likevel har dette systemet to utfordringer:

- Tilpassing av tråddykkelsen til forskjellige fangstmengder.
- Det er ikke mulig å vite når sekken er blitt utløst og dermed kan taue tid være unødvendige lang.

Håndteringsegenskapene:

Bruker- og håndteringsegenskapene av dette systemet er meget gode. Generell håndtering på dekk og kobling av sekken til forlengelsen var forholdsvis uproblematisk. Det er få kontrollpunkter (som for eksempel leisene), og tilnærmet ingen fare for feil kobling eller masking. Mannskap og toktdeltakernes vurderinger er at systemet ikke medfører mye ekstratid og oppmerksomhet for å koble sammen sekk og forlengelse før trålen legges ut. Gevinsten i forhold til akustisk utløser basert systemet skyldes systemets enkelhet.

1.9 Konklusjon og anbefalinger

Toktet må anses som vellykket i og med at en fikk testet begge fangstbegrensingskonseptene i fullskala, med mye tilgjengelig fisk (både torsk og hyse), og studert fiskadferd i forhold til utløsning av sekkene.

Toktet gir all grunn til optimisme med hensyn til å lykkes i videreutviklingen av et funksjonelt system til (flyte) trål. I tillegg kan disse konseptene, spesielt tynntråd-baserte systemet, tilpasses til bruk i snurrevadfiskeriet der store fangster er et enda større problem. Utfordringen videre ligger i å skaffe finansiering til fortsatt fremdrift i prosjektet, samt en industripart for produksjon av seksjonene.



Teknologi for et bedre samfunn

www.sintef.no