



FANGSTKONTROLL I FISKET ETTER KOLMULE

Sluttrapport for FHF-prosjekt 901542

Ólafur Arnar Ingólfsson¹, Terje Jørgensen¹, Jostein Saltskår¹, Liz Kvalvik¹, Shale Rosen¹,
Michael Breen¹, Jørgen Høyer¹, Dagfinn Lilleng², Hermann Pettersen², Sigurd Hannaas¹

¹Havforskningsinstituttet

²Fiskeridirektoratet

Bergen, 15.12.2025



Innhold

Sammendrag	4
Summary	6
Del I – Bakgrunn og mål	8
Innledning.....	8
Problemstilling og formål	9
Overordnet prosjektoppsett	10
Del II – Datagrunnlag og prosjektgjennomføring.....	10
Innledende forsøk (2018-2019)	10
Tokt 2021 – Vikingbank	11
Tokt 2022 – Vikingbank	12
Tokt 2023 – Vikingbank	13
Tokt 2023 – Morten Einar	16
Tokt 2024 – Vendla	19
Tokt 2025 – Vikingbank	25
Tokt 2025 – M. Ytterstad	27
Del III – Sammenfattende analyse og resultater	32
Oppstigning av trålsekk	32
Fangstbegrensningssystem	39
Fiskelås	41
Utløser og belastning	43
Hiveteknikk og operasjonelle forhold	46
Del IV – Syntese og anbefalinger	48
Samlet vurdering og anbefalinger.....	48
Leveranser	50

Sammendrag

Fisket etter kolmule er et høyeffektivt og verdiskapende fiskeri, men er samtidig forbundet med betydelige utfordringer knyttet til utilsiktet dødelighet. Fiske på tette fiskekonsentrasjoner gjør det vanskelig å regulere fangstmengde på en presis og sikker måte. Fiske på store dyp i kombinasjon med store fangster på kort tid, gir risiko for sekkesprengning. Manglende kontroll av fangstmengde gjør det også vanskelig å tilpasse fangstkvantum i siste hal til resterende lastekapasitet/kvote, med fare for påfølgende utkast.

Dette prosjektet har hatt som hovedformål å utvikle og dokumentere metoder og teknologiske løsninger for bedre fangstkontroll i fisket etter kolmule. Arbeidet har pågått over flere år og tokt, i tett samarbeid mellom næring, forskning, forvaltning og redskapsleverandører. Det er gjennomført omfattende instrumentering av trål og trålsekk, med bruk av dybdesensorer, belastningsmålinger, undervannskamera og datainnsamling fra fartøyenes egne sensorer. Totalt er det samlet inn flere hundre millioner målepunkter fra ulike fartøy, redskapstyper og driftsforhold.

Resultatene viser at trålsekkens oppstigning under innhiving er en kritisk fase med hensyn til risiko for sprengning. Oppstigningshastigheten øker markant i de øvre delene av vannsøylen, spesielt fra ca. 150–100 m og opp mot overflaten. I flere tilfeller ble det målt maksimale oppstigningshastigheter på over 4–5 m/s, og i enkelte tilfeller over 6 m/s, rett før sekken brøt overflaten. Slike hastigheter, særlig når sekken kommer opp tilnærmet vertikalt med enden først, medfører svært høye belastninger på sekk og øker sannsynligheten for sprengning betydelig. Analysene indikerer at moderate fangster (f.eks. ~300–400 tonn) i flere tilfeller kan være like kritiske som svært store fangster (> 600 t), fordi fisken da ofte samler seg i den bakerste delen av sekken og gir en ugunstig geometri (vertikal orientering) av sekken under oppstigning.

Prosjektet dokumenterer videre at når tråldørene er hevet til overflaten lenge før sekken, mister fartøyet i stor grad kontrollen over sekkens oppstigning. Det horisontale strekket i trålens taueretning kan ikke opprettholdes, og bakre delen av trålen blir slakkere. Dette gjør det vanskelig å kontrollere både oppstigningshastighet og vinkel, uavhengig av om dørene er hivd opp raskt eller sakte. Forsøk med redusert innhivingshastighet og midlertidige hivestopp indikerer at det kan være mulig å redusere risikoen for eksplosiv oppstigning, særlig dersom sekken holdes lenger så grunt dyp at trykkendringene bidrar til å redusere luftmengden i fiskens svømmeblære. Samtidig viser resultatene at slike tiltak har operative begrensninger og krever videre utprøving i kommersiell drift.

Fangstbegrensningssystemer testet i prosjektet har vist potensial for å begrense fangstmengde på en kontrollert måte, med lite lekkasje av målart under aktivt fiske, samtidig som overskuddsfangst kan slippes ut på ønsket dyp under innhiving. Dette kan

bidra til å redusere risiko for sprengning av sekk, samt begrense behovet for ulovlig utkast i situasjoner der fartøyets lastekapasitet overskrides. Det er imidlertid identifisert behov for videre utvikling, særlig knyttet til fiskelås, robusthet i materialvalg og forutsigbarhet i funksjon under varierende fangst- og driftsforhold.

Målinger av belastning på overknyting, strupetau og utløsermekanismer viser at belastningen under fiske normalt er relativt moderat, men at den kan øke raskt og overstige 1–3 tonn i de siste fasene av oppstigningen. Dette stiller strenge krav til dimensjonering og design av sekkeutløser og tilhørende komponenter. Tester av både mekaniske og elektroniske utløserløsninger viser at prinsippet er gjennomførbart, men at dagens løsninger ikke er tilstrekkelig robuste eller forutsigbare til å kunne tas i bred kommersiell bruk uten videre utvikling.

Samlet sett dokumenterer prosjektet at problemene knyttet til sprengning av trålssekker og manglende fangstkontroll i kolmulefisket i stor grad skyldes et samspill mellom fiskens biologi (svømmeblære og oppdrift), trål- og sekkgeometri, og operasjonelle forhold under innhiving. Prosjektet gir et vesentlig forbedret kunnskapsgrunnlag for videre utvikling av tekniske løsninger og beste praksis i fisket, og peker på konkrete tiltak som kan bidra til redusert risiko for sekkespregning, bedre kontroll av fangstmengde og økt HMS. Videre arbeid bør fokusere på robustgjøring av fangstbegrensningssystemer og utløsermekanismer, samt på operasjonelle rutiner som kan redusere risiko i de mest kritiske fasene av fisket.

Summary

The blue whiting fishery is a highly efficient and value-creating fishery, but is also associated with significant challenges related to catch control and the risk of damage to gear and unintentional mortality. Large catches in a short period of time, often in combination with demanding weather conditions and fishing at great depths, make it difficult to regulate the amount of catch in a precise and safe manner. For a number of years, this has led to the blowing up of trawl bags, loss of gear, unintentional mortality of fish and potentially dangerous situations for crews.

The main purpose of this project has been to develop and document methods and technological solutions for better catch control in the blue whiting fishery. The work has been going on for several years and cruises, in close collaboration between industry, research, administration and equipment suppliers. Extensive instrumentation of the trawl and trawl bag has been carried out, using depth sensors, load measurements, underwater cameras and data collection from the vessels' existing sensors. In total, several hundred million measurement points have been collected from various vessels, gear types and operating conditions.

The results show that the ascent of the trawl codend during hauling in is a critical phase with regard to the risk of bursting. The rate of ascent increases markedly in the upper parts of the water column, especially from about 150–100 m and up towards the surface. In several cases, maximum ascent speeds of over 4–5 m/s were measured just before the codend broke the surface. Such speeds, especially when the codend comes up end-first or almost vertically, cause very high loads on the codend and increase the probability of bursting considerably. The analyses indicate that moderate catches (e.g. ~300–400 tonnes) can in several cases be just as critical as very large catches, because the fish then often accumulate in the back part of the codend and give an unfavourable geometry during ascent.

The project further documents that when the trawl doors are raised to the surface long before the codend, the vessel largely loses control over the ascent of the bag. The rear part of the trawl becomes slack, and the horizontal stretch cannot be maintained. This makes it difficult to control both the rate of ascent and the angle, regardless of whether the doors are pulled fast or slow. Experiments with reduced hauling velocity and temporary hauling stops indicate that it may be possible to reduce the risk of explosive ascent, especially if the codend is kept longer as shallow as possible, at depths where pressure changes help reduce the amount of air in the fish's swim bladder. At the same time, the results show that such measures have operational limitations and require further testing in commercial operations.

Catch limitation systems tested in the project have shown the potential to limit catch amounts in a controlled manner, with little leakage of the target species during active fishing, while surplus catch can be released at the desired depth during hauling. This

can help reduce the risk of codends bursting, as well as limit the need for illegal discards in situations where the vessel's load capacity is exceeded. However, a need for further development has been identified, particularly related to fishing locks, robustness in the choice of materials and predictability in function under varying catch and operating conditions.

Measurements of the load on the codend choking, choke rope and trigger mechanisms show that the load during fishing is normally relatively moderate, but that it can increase rapidly and exceed 1–3 tonnes in the last phases of the ascent. This places strict demands on the dimensioning and design of the bag release and associated components. Tests of both mechanical and electronic trigger solutions show that the principle is feasible, but that current solutions are not sufficiently robust or predictable to be adopted in broad commercial use without further development and testing.

Overall, the project documents that the problems associated with bursting of trawl codends and lack of catch control in the blue whiting fishery are largely due to an interaction between the fish's biology (swim bladder and buoyancy), trawl and codend geometry, and operational conditions during hauling. The project provides a significantly improved knowledge base for further development of technical solutions and best practice in fisheries, and points to concrete measures that can contribute to reduced gear loss and more sustainable catch handling. Further work should focus on strengthening the robustness of catch limitation systems and trigger mechanisms, as well as on operational routines that can reduce risk in the most critical phases of the fishery.

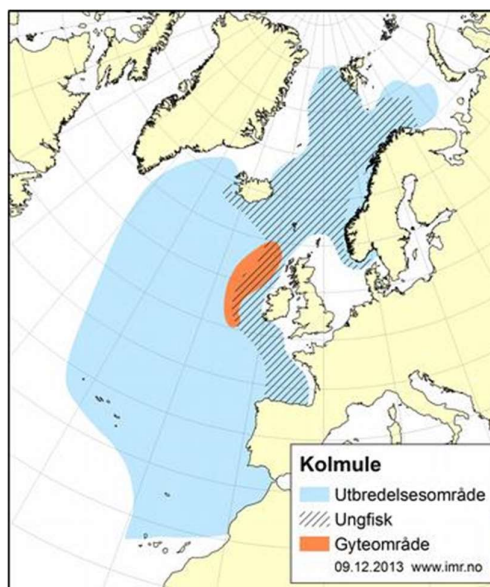
Del I – Bakgrunn og mål

Innledning

Kolmule har en utbredelse som strekker seg over store deler av Nord-Atlanteren (Figur 1). Gyteområdet er vest/nord av de britiske øyer. Totalfangsten har variert mellom 1,3 og 1,5 millioner tonn de siste årene, hvorav den norske fangsten har vært på 300-500 tusen tonn. Det meste av fangsten (også den norske) tas med flytetrål langs kontinentalskråningen vest og nord for De britiske øyer i perioden februar til april. Det kan da tas store fangster på opptil 1000 tonn på et hal. Fisket skjer på 300-600 m dyp, dypest tidligst i sesongen. Store fangster og krevende værforhold er utfordrende for både fartøy og redskap.

I 2017 tok næringen via FHF kontakt med Havforskningsinstituttet for å gjennomføre et forprosjekt for å belyse problemstillinger relatert til HMS og fangstkontroll i kolmulefisket. Prosjektet "Fangstkontroll i kolmuletrål: Forstudie" - (FHF-prosjektnr 901495) avdekket tre hovedproblem:

Fangststørrelser måles som oftest i hundrevis av tonn (kan overstige 1000 tonn) og er vanskelig å kontrollere. Dette har gjentatte ganger ført til at sekker 'sprenges' i overflaten. Konsekvensen er utilsiktet dødelighet i en ukjent skala og ødelagt utstyr for store beløp (en sekk koster gjerne over 500 tusen kroner).



Når kolmuleforekomstene det fiskes på er tette, hender det at hundrevis av tonn kommer inn i trålen i løpet av få minutter. Det er derfor behov for å kunne regulere fangstmengde på en mer effektiv måte enn bare ved bruk av trålsensorer (tråloye og fangstsensorer på posen). Dette skyldes at det ofte står mye fisk igjen fremover i trålen når en begynner å hive, samt at trålen fortsetter å fiske under første del av innhivingen når det er store, tette stimer. I situasjoner med dårlig vær og når en skal tilpasse fangst til lastekapasitet (siste halet), er det svært ønskelig å kunne regulere fangstmengde effektivt, både med hensyn til HMS og for å unngå å slippe eventuell fangst som overskrider lastekapasitet/kvote..

Ved ombordtaking/pumping kobles bakre del av trålsekken til ei fiskepumpe. Når det av uforutsette hendelser tar lang tid å tømme sekken, mister den ofte oppdrift (fordi den tømmes for resterende svømmeblæregass) og synker (omtales som 'synkesekk'). Sekken må da frigjøres fra pumpa og slepes til den kommer tilbake i horisontal posisjon. Det å frigjøre sekken fra pumpen er tidkrevende, og medfører faremomenter

for mannskap når det er mye fisk i sekken, spesielt i dårlig vær. I tillegg utsettes sekk og pumpeutstyr for store belastninger og kan lett bli skadet.

Problemstillingenes kompleksitet er av slik art at samarbeid mellom forskning, forvaltning, fiskere og redskapsleverandører antas å være en forutsetning for å komme i mål med gode løsninger. Fisket er et kort sesongfiskeri og det er derfor viktig med god planlegging og stor innsats i den tiden fisket foregår. Det er også påkrevd med datainnsamling over flere år, anslagsvis minst 3-5 år.

Problemstilling og formål

Prosjektets formål er å få til effektive og sikre metoder for fangstregulering i fisket etter kolmule, samt lage et utlørsystem slik at en synkesekk hurtig kan kobles fra pumpe for å redusere faren for skade på mannskap og/eller utstyr.

Delmål:

- Utvikle systemer for fangstbegrensning/fangstregulering som sikrer at en kan begrense fangsten til ønsket kvantum og at potensiell overskuddsfisk slippes på samme dyp som fisken fanges. Teknologien vil også bidra til redusert risiko for sprengning av sekk
- Evaluere overlevelse ved bruk av teknologi for fangstregulering
- Finne frem til beste praksis for oppstigning av sekk
- Utvikle et system for effektivt å løse pumpe fra kolmulesekk

Dokumentasjon av fisket:

- Registrere dynamikk til kolmulesekken under fiske og innhiving ved bruk av dybdesensorer
- Filme med undervannskamera montert på sekken.
- Filme når sekken treffer overflaten.
- Registrere fiskedyp, fiskestørrelse, fangstmengde og oppstigningshastighet
- Registrere fangstrater

Analysere data fra tokt:

- Bestemme trålbrukets geometri under fiske og ved innhiving.
- Beregne sekkens oppstigningshastighet ved innhiving
- Anslå dyp der sekken får positiv oppdrift og relatere dette til fangstdyp
- Studere sammenheng mellom fiskedyp, fiskestørrelse, fangstmengde og oppstigningshastighet
- Dokumentere fangstrater under aktiv fiske (når trålen er på fiskedyp).
- Lage en animasjonsfilm av geometri til trål ved fiske og innhiving.

Fangstbegrensningssystem

- Lage et fangstbegrensningssystem tilpasset kolmulefiske for å slippe ut overflødig fangst.
- Dokumentere dyp hvor overskuddsfangst går ut.
- Evaluere overlevingspotensiale til fisk som slippes ut.
- Teste og videreutvikle sekkeutløser for bruk i kolmulefiske.

Frakobling av fiskepumpe fra kolmulesekker

- Utvikle en metodikk for å koble en sekk til fiskepumpen slik at den enkelt og raskt kan løses fra pumpen.
- Utvikle en fjernutløser for å koble sekk fra pumpe.

Overordnet prosjektoppsett

Prosjektet bygger på en trinnvis tilnærming der metoder, instrumentering og teknologiske løsninger er utviklet og testet over flere år og tokt, i tett samarbeid mellom Havforskningsinstituttet (HI), Fiskeridirektoratet (FDIR), FHF, fiskeflåten og redskapsleverandører.

De første aktivitetene ble gjennomført i 2018–2019 som en del av et innledende prosjekt og forprosjekt, med deltakelse fra HI, FDIR og FHF om bord på flere kolmuletrålere som fisket på Porcupinebanken og i St. Kilda-området. Formålet med disse tidlige toktene var å etablere et metodisk og teknisk grunnlag for videre arbeid, herunder testing av instrumentering, dokumentasjon av operasjoner og identifisering av sentrale problemstillinger knyttet til fangstkontroll og HMS. I denne fasen ble det tatt i bruk dybdesensorer montert på trål, tråldører og trålsekk, samt undervannskamera og videodokumentasjon fra dekk. I tillegg ble relevante fartøysensorer og navigasjonsdata samlet inn der dette var tilgjengelig. Erfaringene fra disse toktene dannet grunnlaget for videre utvikling av forsøksoppsett, sensorplassering og valg av teknologiske løsninger i senere tokt.

Prosjektoppsettet har vært basert på utstrakt bruk av kommersielle fartøy under reelle driftsforhold, for å sikre at resultatene er relevante og direkte overførbare til praktisk fiske. Etter hvert som prosjektet har utviklet seg, er instrumenteringen blitt mer omfattende, med økt antall sensorer, belastningsmålinger og mer målrettet bruk av kamera, samt testing av fangstbegrensningssystemer, fiskelås og ulike typer utløsermekanismer.

Del II – Datagrunnlag og prosjektgjennomføring

Innledende forsøk (2018-2019)

I perioden 2018–2019 ble det gjennomført innledende forsøk på fem kommersielle fartøy (MS Åkerøy, MS Smaragd, MS Vikingbank, MS Vendla og MS Knester).

Dybdesensorer med loggeintervall på 1 eller 3 sekunder ble montert på trål, tråldører og trålsekk. Fartøyene benyttet tråler med strekt omkrets i størrelsesorden 1728–2304 m.

Totalt ble det montert mellom 6 og 16 sensorer per fartøy (55 sensorer totalt), og det ble samlet inn i overkant av 300 millioner målepunkter. Sensorene ble montert med kjente avstander, noe som gjorde det mulig å rekonstruere og animere tråls geometri under fiske og innhiving. Datagrunnlaget gir også grunnlag for å analysere sekkens orientering i vannsøylen og oppstigningshastighet mot havoverflaten.

I tillegg til dybdesensorene ble det samlet inn video og stillbilder fra dekk og fra undervannskamera montert på trålen, samt tilgjengelige data fra nettsonde, trålsensorer og navigasjonssystemer.

Tokt 2021 – Vikingbank

Hensikten med dette forskningstoktet var å videreutvikle metoder og teknologiske løsninger for fangstkontroll i kolmulefisket, basert på erfaringene fra de innledende forsøkene. Toktet hadde særlig fokus på å teste funksjonalitet, robusthet og samspill mellom ulike komponenter i fangstbegrensningssystemet under realistiske driftsforhold.

De overordnede målsettingene for toktet var å:

1. Vurdere effektiviteten av ulike fangstkontrollsystemer med hensikt å holde målarten tilbake i trålposen under aktivt fiske, og deretter slippe ut overskuddsfangst når en forhåndsdefinert fangstgrense er nådd.
2. Teste funksjon og pålitelighet til en prototype sekkeutløser montert på trålsekken.
3. Dokumentere endringer i trål- og sekkgeometri, særlig under innhiving.
4. Undersøke muligheter for hurtig og sikker frakobling av fiskepumpe fra trålsekk, for å redusere risiko knyttet til synkesekker.
5. Videreutvikle metoder for vurdering av fiskens vitalitet og skadestatus etter utsetting fra fangstkontrollsystemene.

Under toktet ble tre ulike fangstkontrollsystemer testet. Fiskens atferd ble dokumentert ved hjelp av undervannskamera mens den passerte gjennom systemene og eventuelt rømte. Observasjonene viste et konsistent atferdsmønster hos kolmule, der fisken i hovedsak "fosser" inn og er konsentrert i fangstkontrollseksjonens øvre del på grunn av at sekken tilter nedover på grunn av dens egen vekt.

Basert på erfaringene fra de tre første systemene ble et fjerde fangstkontrollsystem utviklet og testet. Dette designet hadde lukkede topp- og sidepaneler for å hindre uønsket rømming av målarten, samt en stor utslippsåpning med sekskantmasker i

bunnpanelet for kontrollert frigjøring av overskuddsfangst. Denne løsningen ble vurdert som mest lovende og ble derfor benyttet videre i påfølgende tokt.

Det ble også testet to ulike typer fiskelås som del av fangstkontrollsystemet. Kun én av løsningene fungerte etter hensikten, og da bare i et begrenset antall hal. Resultatene viste at fiskelås er en kritisk komponent for systemets funksjon, men at videre utvikling og mer omfattende testing er nødvendig for å oppnå stabil og forutsigbar funksjon.

En prototype sekkeutløser utviklet av Fosstech ble testet under toktet. Utløseren fungerte mekanisk etter hensikten i samtlige hal, men det pågår videre analyser for å verifisere utløsningstidspunkt og effekt på sekkens oppstigning. Toktet ga også verdifull informasjon om sammenhengen mellom plassering av utløser på sekken og oppnådd fangstvolum, samt variasjon rundt dette.

Toktet bidro videre til å identifisere hensiktsmessige kameraplasseringer for fremtidige undersøkelser. Erfaringene viser at bruk av flere komplementære kameraplasseringer gir et betydelig bedre beslutningsgrunnlag, men stiller også økte krav til utstyr, lys og redundans.

Belastninger i koblingen mellom fiskepumpe og trålsekk ble målt under relativt rolige forhold. De registrerte belastningene var lave sammenlignet med det som kan forventes under mer krevende forhold. Dette indikerer behov for videre utvikling av robuste lastceller og målesystemer som kan gi pålitelig informasjon om dynamiske belastninger under et bredere spekter av operasjonelle forhold.

Det ble også demonstrert at metoder for vurdering av vitalitet og skader kan anvendes på kolmule. Resultatene understøtter behovet for videre datainnsamling for å styrke kunnskapsgrunnlaget om overlevingspotensialet til fisk som settes fri via utslippsåpinger..

Til slutt bekreftet toktet indikasjoner på at store bifangstarter som hai og tunfisk kan forekomme i fisket. Dette understreker behovet for videre arbeid med dokumentasjon og utvikling av løsninger som kan legge til rette for tryggere utsortering av slike arter på fiskedypet, i tett samarbeid mellom de involverte fiskerinasjonene.

Tokt 2022 – Vikingbank

Formål og hovedfokus for toktet

Formålet med dette forskningstoktet var å videreutvikle og teste metoder og teknologiske løsninger for fangstkontroll i kolmulefisket, basert på erfaringer fra tidligere tokt. Toktet hadde særlig fokus på å dokumentere funksjonalitet, robusthet og samspill mellom ulike komponenter i fangstbegrensnings-systemet under realistiske driftsforhold.

De viktigste aktivitetene og problemstillingene som ble undersøkt var:

- Videre testing av fangstbegrensningssystemet, med fokus på å holde målarten tilbake under fiske og slippe ut overskuddsfangst på kontrollert måte under innhiving.
- Utprøving av fiskelås som delkomponent i fangstbegrensningssystemet, med hensyn til både fri passasje under fiske og sikker tilbakeholding under oppstigning.
- Testing av en prototype sekkeutløser/kvelningsenhet som skal regulere fangststørrelse og oppstigningsforløp, og hvordan dens funksjon påvirkes av plassering på sekken, fangstvolum og utløsning på forhåndsdefinert dybde.
- Evaluering av ulike fangstovervåkingsteknologier for å fastslå når fangstposen er full, og hvordan disse kan brukes i kombinasjon for økt pålitelighet.
- Testing av en prototype for fjernutløsning av trålsekk fra fiskepumpe på "sikker" dybde, for å redusere risiko knyttet til synkesekker og høye belastninger under pumping.
- Utprøving av en bifangstutsettingsseksjon for å slippe ut store bifangstarter på fiskedypet, samtidig som tap av målarten begrenses.
- Overvåking av trål- og sekkgeometri under fiske og innhiving ved hjelp av dybdesensorer og trålgeometriinstrumentering.
- Grove estimer av vekt i sjøvann for dekomprimert kolmule, med hensyn til mulig betydning for HMS under tilbakehaling og pumping.

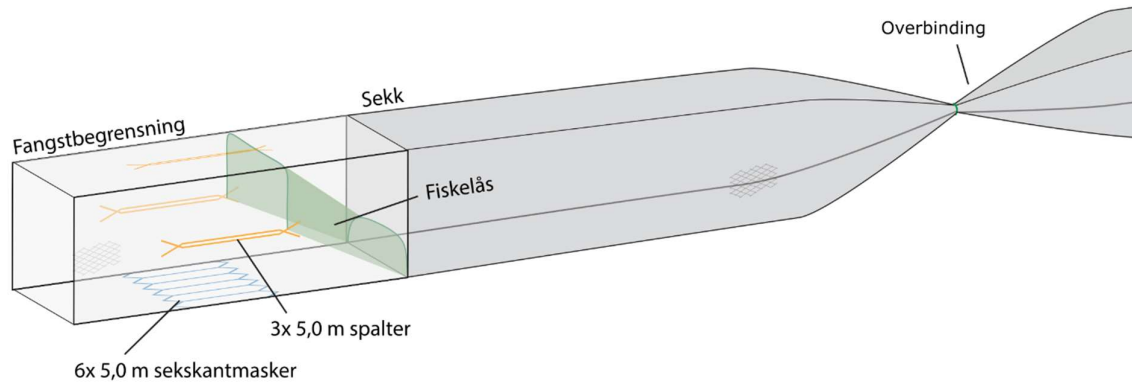
Toktet bekreftet at fangstbegrensningssystemet har potensial til å begrense fangstene i kolmulefisket på en kontrollert måte, med lite tap av målart, samtidig som overskuddsfangst kan slippes sknsomt ut på fiskedypet når posen er full. Dette kan bidra til redusert risiko for sprengning av trålsekk, mindre redskapstap og bedre HMS, samt redusert behov for utkast når fangst i siste turhal overstiger lastekapasitet/gjenværende kvote..

Samtidig viste toktet at flere nøkkelkomponenter krever videre utvikling før løsningene kan tas i bred operativ bruk. Dette gjelder særlig fiskelåsen, sekkeutløseren og løsningen for bifangstutsetting som ikke medfører uakseptabelt tap av målart. Toktet ga også verdifulle erfaringer knyttet til bruk av kamera- og lyssystemer, som bekreftet nytteverdien av flere komplementære observasjonspunkter for dokumentasjon av komplekse fangstprosesser.

Tokt 2023 – Vikingbank

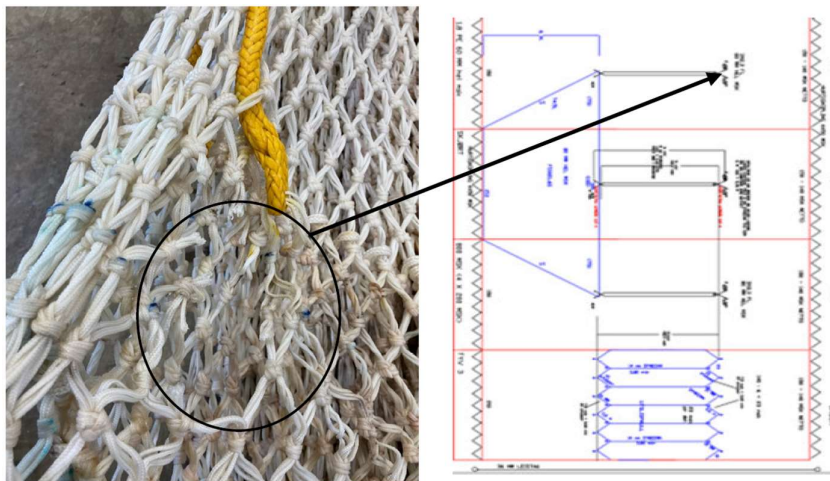
Hovedfokus på dette toktet var uttesting av et fangstbegrensningssystem med 5 mussekskantmasker i bunn. Filming ble benyttet for å se om det var fisketap. Det ble også testet ut forskjellige taudimensjoner (10 mm fletta nylon og 12 mm blå Danline) for overbinding. I tillegg ble det satt totalt 7 dybdesensorer på trålen; på hhv dør, sonde,

trålbelfangstbegrensningsseksjon og trålsekk. Fiskelås ble også testet – et skråpanel som varfestet i underpanelet 0,3 m bak sekskantmaskene og skrådde framover og opp.



Figur 2. Fangstbegrensningsystem med skråstilt fiskelås.

Spalten i sidepanelene og topppanelet var 5 m lang. Denne lengden og størrelsen på utslippshullene passer godt som sikkerhetsventil når det er store fangster, som for eksempel på Porcupine-banken tidlig i sesongen når kolmula går dypt og i tette stimer. Spaltene var festet med et dynema tau som var 10 % kortere en notlinet. Det for å holde spalten lukket under fiske. På dette toktet avdekket vi en svakhet i innfestingen av dette tauet. Under fiske er det stor belastning på disse tauene og etter to trålhal, begynte notlinet å gi etter slik at linet revnet i endene der tauet var festet (Figur 3)



Figur 3. Bilde som viser hvordan linet i spaltene revnet.

Etter andre hal så vi at fiskelåsen i fangstbegrensningsseksjonen var sprengt. I begge sidene var det stort hull der fiskelåsen var festet i sidepanelene. Seksjonen ble da fjernet fra trålen og de neste tre halene ble kjørt uten denne. Før ankomst Åkrehamn ble seksjonen vasket og rengjort og halt på land for nærmere inspeksjon da vi kom til Åkrehamn trålbøteri. Figur 4 viser hullene etter sprenging i hal 2.



Figur 4. Hull i fangstbegrensningsseksjonen etter sprenging av fiskelås.

I de to første halene brukte vi en 10 mm, 1500 kg bruddstyrke, hvit fletta nylon stropp. Stroppen virket å ha vært forsvak, da det var indikasjoner på at den slitnet under fiskeing på 500 m – 600 m dyp. De tre siste trålhalene sette vi på et 12 mm blått Danline tau til overbinding (Figur 5). I enden av tauet spleiste vi inn en løkke som festepunkt for å få strammet den godt rundt trålposen. Overbindingen løste ut mellom 200 m og 300 m dyp under innhiving.



Figur 5. Hvit fletta nylonstropp og blå Danline tau som ble brukt til overbinding.

Vi tok to trålhal vest av Porcupine-banken i internasjonalt farvann og tre trålhal i irsk sone (EU-sonen), alle med fangst. Med bakgrunn i de observasjonene vi gjorde fikk vi inntrykk av at oppstigningen av trålposene med lite fangst, 150-200 tonn, gikk raskere og mer ukontrollert opp til havoverflaten enn det som var tilfellet for halene med større fangst. På Figur 6 til venstre ser vi en sekk med ca. 200 tonn kolmule som kom fort opp til havflaten. Til høyre på samme bilde var det ca. 500 tonn kolmule i trålposen og den kom mye «roligere» opp til havflaten. Vi foretok ingen ytterligere grep for å hindre rask oppstigning.



Figur 6. Til venstre ser vi en sekk med ca. 200 tonn kolmule som kom fort opp til havflaten. Til høyre var det ca. 500 tonn kolmule i trålposen og den kom mye finere opp til havflaten

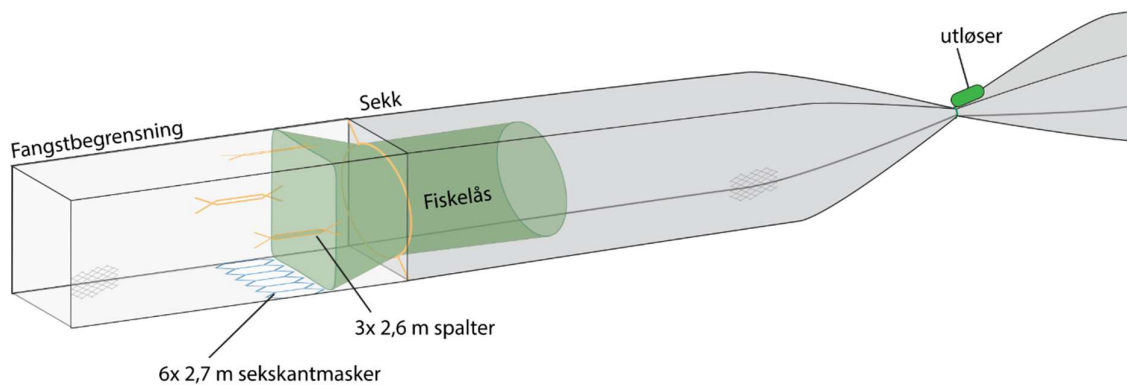
Tokt 2023 – Morten Einar

På dette toktet ønsket vi å:

- Få videre bekreftelse på at vi ikke mister fisk gjennom utslippsåpningene i fangstbegrensningsseskjonen før sekken fylles, og at overflødig fisk går ut.
- Se om den sylindriske fiskelåsen (Figur 7) virker hvis den blir festet til leistau med kraftigere tau som ikke slites.
- Teste utløserne for å se om de løser konsekvent ut på forhåndsinnstilt dyp.
- Få et estimat på belastning på utløserne under oppstigning.
- Få et estimat på hvordan fangstmengde henger sammen med utløserposisjon på sekken.

Videre ble det montert en rekke dataloggere (dybdesensorer) på sekk og fangstbegrensning for å dokumentere oppstigningshastighet og geometri ved bruk av fangstbegrensningssystemet.

På toktet ble det tatt 5 hal, hvorav sekken ble sprengt i 2 hal. I det første halet ble det brukt en mekanisk sekkeutløser, innstilt på 100 m utløserdyp. Karabinkroken på strupetauet med 730 kg bruddstyrke, som var koblet til utløseren, rettet seg ut. Etter dette ville ikke utløserkroken låse seg, og den mekaniske utløseren kunne ikke brukes mer. I det andre halet ble den elektroniske utløseren brukt, stilt på 120 m utløserdyp. Karabinkrok røk på 100 m dyp, før utløserkroken åpnet. I det tredje halet ble utløser stilt på 200 m utløserdyp. 8 mm tau som ble brukt slitnet på 250 m dyp. På 20 m dyp åpnet kroken seg. I dette halet sprengte vi sekken. I det 4. halet løste kroken ut på 250 m.



Figur 7. Fangstbegrensningsseksjon med sylindrisk fiskelås.



Figur 8. Notlinet slitnet der støttetau til spaltene ender.

Utløser

Det er usikkert om den mekaniske utløseren hadde løst ut på riktig tidspunkt fordi karabinkroken røk for tidlig, men den var ikke funksjonell etter første hal. Rett etter at kroken røk, hørte vi metallklikk på ca. 150 m som kan være fra utløserkroken. Det kom ikke noe annet tilsvarende klikkelyd fra utløseren etter det. Den elektroniske utløseren hadde ikke løst ut på riktig dyp da karabinkroken røk i hal 2 på 96 m dyp. I hal 3 slitnet karabinkrok på mer enn 250 m, utløserkroken falt ikke ut før på 20 m. I hal 4 kom klikkelyden fra utløseren rett etter at tauet slitnet på ca. 250 m. Kanskje burde vi hatt de svake punktene sterkere, f.eks. karabinkrok med bruddstyrke på 1000 kg istedenfor 730. Erfaringen tilsier uansett at vi bør være forsiktige med taustyrke til vi vet at utløseren løser konsekvent på innstilt dyp.

Fiskelås

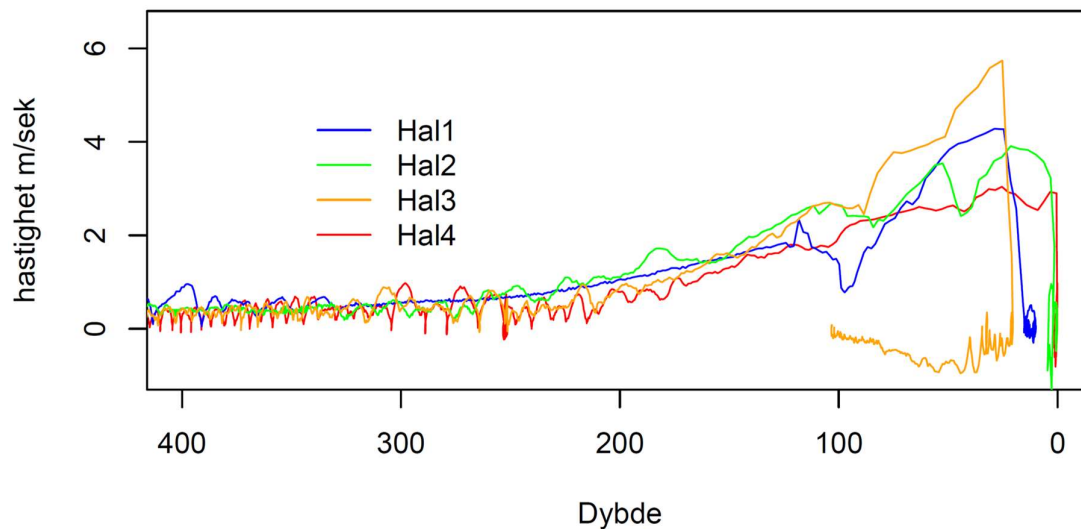


Figur 9. Avslitte P-ledd og bøyde ringer tyder på stor belastning på fiskelås.

Fiskelåsen holdt det første halet og kanskje også andre hal, men P-leddet var for svakt. Dette antas å kunne fikses med sterkere P-ledd. Sterkere ring bør også vurderes. Det virker som det er behov for fiskelås, uten den hadde vi antakelig mistet en del fisk ut igjennom utslippsåpningene under innhiving når fangsten utvides på grunn av ekspandert luft i svømmeblære. Med denne låsen er sekken stengt i begge ender, som igjen kan føre til økt press på overknyttingen og øke belastning på utløserkroken. Det gjenstår å se om en skråstilt «seilås» hindrer utvasking av fisk.

Oppstigning av sekk

To sekker ble sprengt, den ene har neppe hatt fangst langt over 300 tonn, sannsynligvis under 400 tonn. Sprengingen kan skyldes svakhet i sekken. Selv om den ikke var gammel, ble det en del behandling, bl.a. med wirestropper etter hal 2 da en hydraulikkslange røk. Det er ikke usannsynlig at utløserdyp (dyp der kroken eller tau slites) påvirker sannsynligheten for sprengning. I hal 2 med ca. 500 tonn røk kroken på ca. 100 m og vi berget fangsten. I hal 3, med antatt 300 tonn, slitnet kroken for tidlig eller på 250 m og vi sprengte sekken. Sekken kom uansett fort opp i hal 2 og oppstigning begynte tidligere (sonde på 140 m) enn ønskelig (sonde på ca. 70 m). Overknyttingen på sekken røk på ca. 100 m. Den andre sekken ble også sprengt med enfangstmengde som antas å ha vært «passelig». Det er imidlertid usikkert hvor mye det var i sekken fordi fangsten ikke var begrenset med utløser/overknytting.

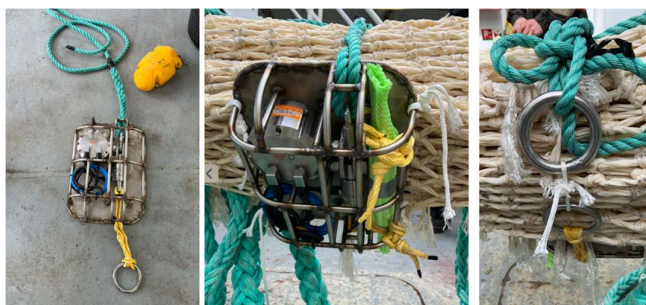


Figur 10. Oppstigningshastighet på kolmulesekk. Hal 1, 260 tonn, Hal 2 480 tonn, Hal3 sprengt sekk, Hal 4 270 tonn, Hal 5 sprengt, men ingen dybdesensorer på.

Tokt 2024 – Vendla

Prosjektdeltakere var med kolmuletråleren MS Vendla to turer i april 2024. Formålet med toktene var i hovedsak å finne ut hvor stort strekkraft det er på overknyting på trålposen under fiske og oppstigning til havflaten. Denne belastningen er viktig kunnskap for å vite hvor stor belastning en må regne med på sekkeutløser som brukes i forbindelse med fangstbegrensning. I tillegg ble det montert dataloggere og kameraer.

Tau ble knytt rundt sekken og festet til en strekkselle. Strekksellen var montert langt bak på sekken, rett foran pumpeskjørtet. Tauene var likevel såpass svake at vi var sikre på at de skulle slites.



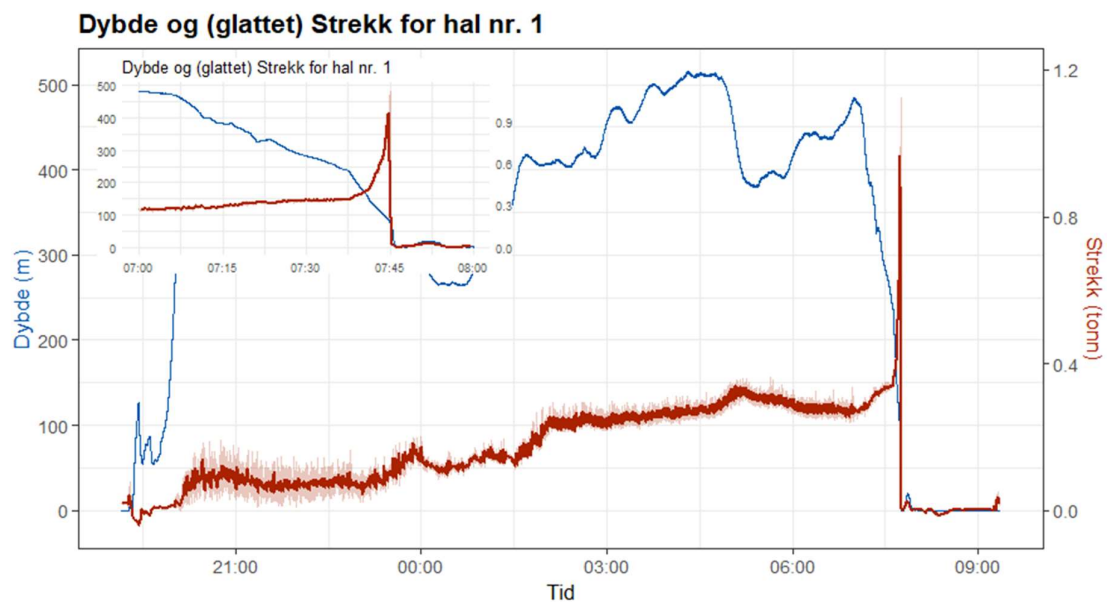
Figur 11. Montering av strekkselle i første hal.

Strekkcellen påvirkes av omgivelsestrykk (viser negative verdier) og ble derfor kalibrert med dataloggere som målte dybde hvert sekund. Belastning på rundstroppen ble derfor korrigert med formelen:

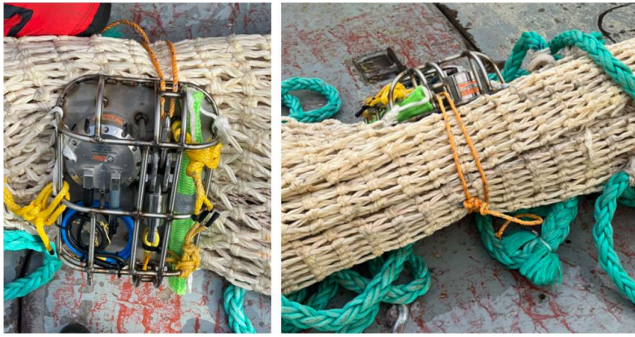
$$\text{Korreksjon (tonn)} = -0,00126 \times \text{dyp (m)} + 0,0155$$

Med andre ord viser strekksellen økende negative verdier med økende dybde som må korrigeres for.

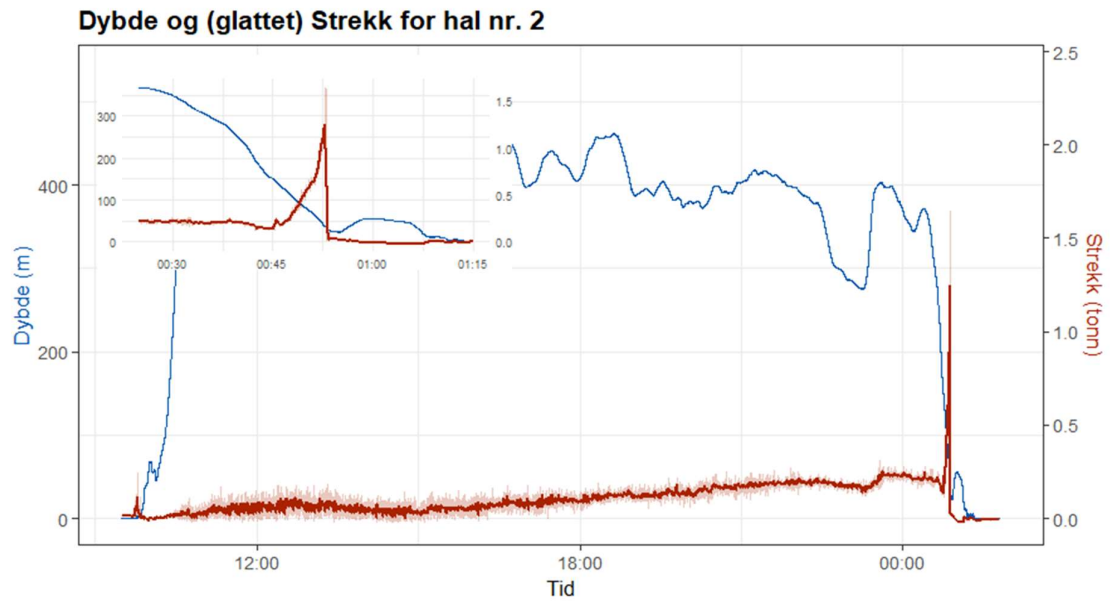
I de første halene foregikk fiske på 400-500 m dybde. Belastning på rundstroppen økte i løpet av halet ettersom det kommer mer fisk i sekken. For hal 1 (fangst 380 tonn) var maks belastning litt over 300 kg i fiske, men tauet ble slitt ved belastning på 1000 kg rett før sekken var på 80 m dybde. Fra ca 240 m dybde ser vi at sekken øker oppstigningshastigheten og etter at tauet slites går den enda fortere. For hal 2 (fangst 120 tonn) er maksimum verdi ca 250 kg i fiske, men tauet slites ved 1600 kg belastning under innhiving på ca 80 m dybde. For hal 3 (fangst 230 tonn) var maks belastning på slutten av tauingen 260 kg og tauet slitnet ved 1200 kg på ca 150 m dybde.



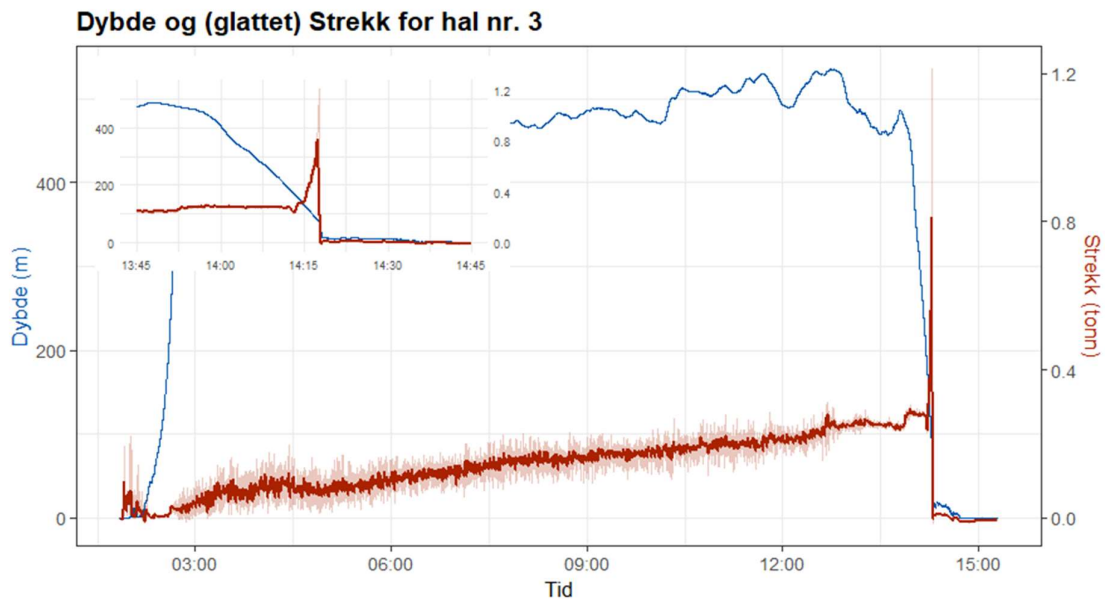
Figur 12. Første hal med strekkselle montert rett foran pumpeskjørtet. Venstre x-akse viser dybde og høyre x-akse viser strekk i tonn. Det innfelte bildet viser dybde og strekk når sekken kommer til overflaten.



Figur 13. Montering av strekkselle i hal 2 og 3.



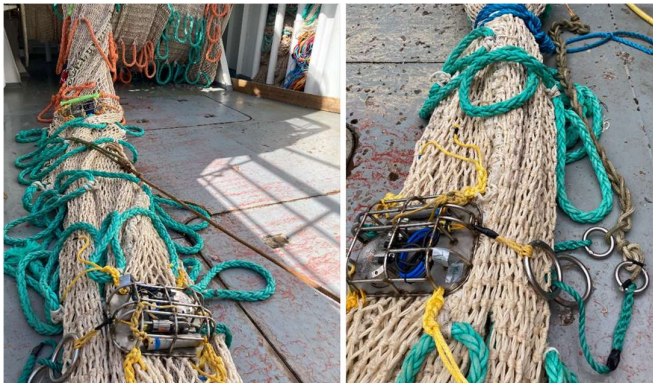
Figur 14. Dybdeprofil og korrigert strekk for hal 2 med 120 tonn fangst



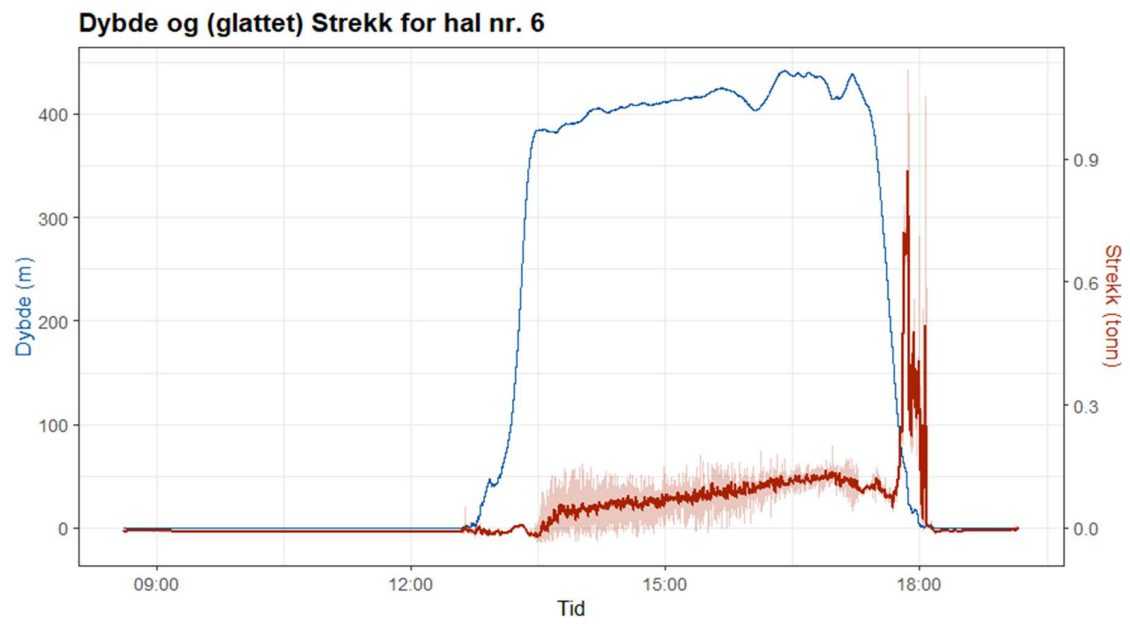
Figur 15. Dybdeprofil og korrigert strekk for hal 2 med 230 tonn fangst

I tre hal ble tauene slitt ved 250 – 750 kg belastning på 640 – 700 m dybde. Fangstene i disse tre halene varierte fra 120 til 380 tonn.

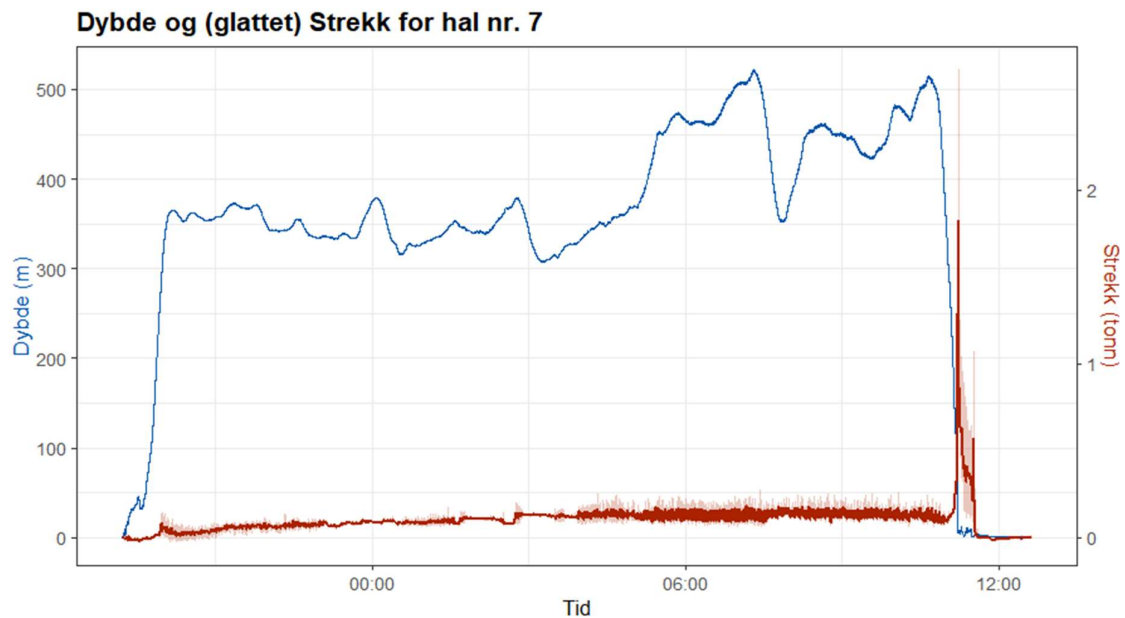
I toktets siste halvdel ble det montert ny 16 mm danline flytetau med bruddstyrke på 4910 kg til rundstropp på strekksellen med utveksling av stålringer. Stroppen var 0,5 m lenger enn omkretsen på sekken når den var sammenknytt. Rundstroppen/stålrिंगene ble låst med en lang codline lukkestropp med sekkeknute. Stroppen var montert slakk så kolmulen kunne renne inn i sekken når pumpeskjørtet blir dratt frem/opp til fiskepumpa. Som i de andre halene ble strekksellen montert rett framfor enden av trålposen (1,5 m), mellom mageband 1 og 2 (telt bakfra). Fangstene var 80 tonn i hal 6, 540 tonn i hal 7 og 700 tonn i hal 8.



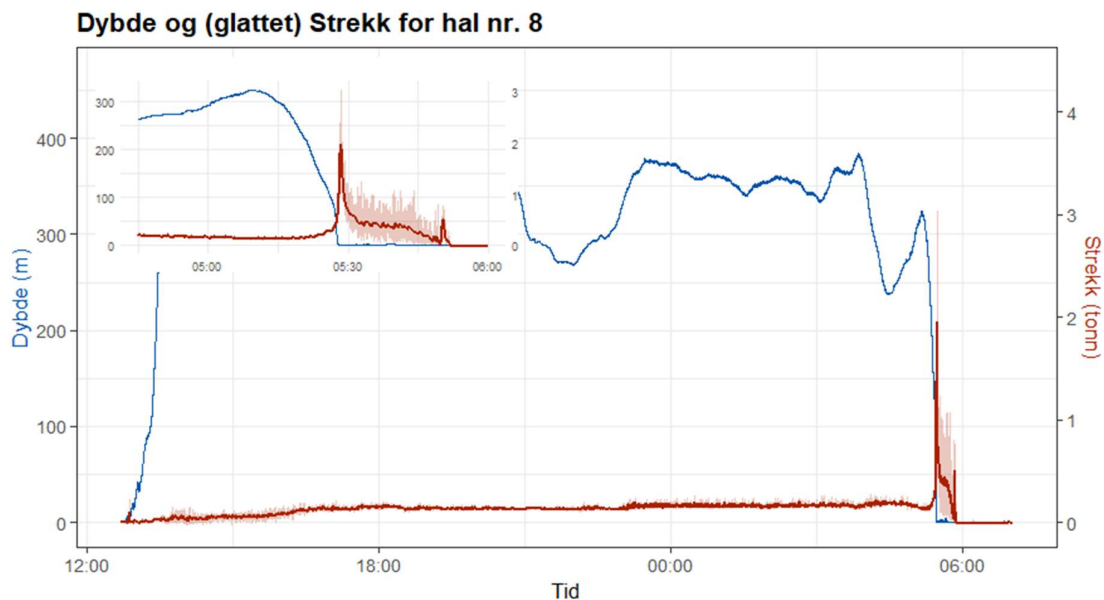
Figur 16. Montering av strekksellen i hal 6-8 med slakt tau.



Figur 17. Dybdeprofil og belastning på strupetau i hal 6 med fangst på 80 tonn.



Figur 18. Dybdeprofil og belastning på strupetau i hal 7 med fangst på 540 tonn.



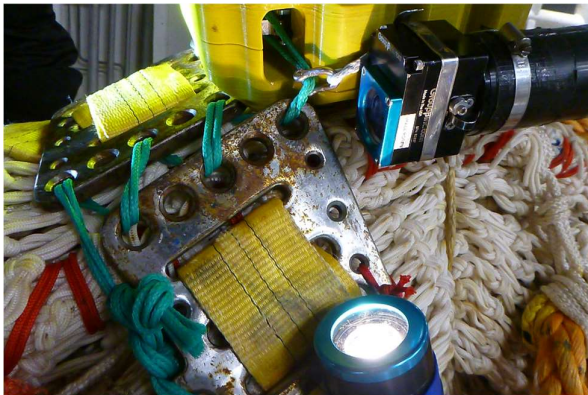
Figur 19. Dybdeprofil og belastning på strupetau i hal 8 med fangst på 700 tonn.

Selv om ingen av halene ble tatt med struping langt framme på sekken, har vi indikasjon på størrelsesorden av belastningen i kolmulefiske. De første halene er nok nærmere å kunne telles som representative siden strupetauet var slakt i de siste halene. Med utgangspunkt i disse dataene, ser vi belastning som øker i løpet av halet ettersom fangst samler seg i sekken, inntil ~300 kg for 380 tonn. Belastningen er størst fra 100 m dybde til havoverflaten og kan da overstige 3 tonn.

Tokt 2025 – Vikingbank

I 2025 ble det gjennomført tokt med kolmuletråleren Vikingbank. Formålet var å teste sekkeutløser, måle belastning på strupetau og filme utslippsåpning som var uten fiskelås. På grunn av utfordringer tidligere med fiskelås, ble det bestemt å fjerne den for å fokusere på utløsermekanisme og belastning på den.

De første fire halene ble tatt for å teste sekkeutløser, kalibrere strekkseller og filme utslippsåpning. Utløseren ble satt ved magebånd 18 og 19 (64 m bak sekkens forkant). Fangst i første hal var 470 tonn, deretter 374 tonn, så 50 tonn og 270 tonn i det fjerde halet. I hal 2 løsnet struping på 295 m (utløser stilt på 300 m) men kroken likevel i låst posisjon. I hal 3 ble strupetauet slitt på 57 m dyp. I hal 7 ble utløser stilt på 450 m, men løste ikke ut. Tauet slitnet på 315 m dybde. Filming av utslippsåpning viser betydelig utslipp av fisk i innhiving, mest mellom 140-120 m dybde.



Figur 20. System for å redusere belastning på utløserkrok. PE tråd er tredd gjennom beltespinner på strupetau rundt sekken og i utløseren.

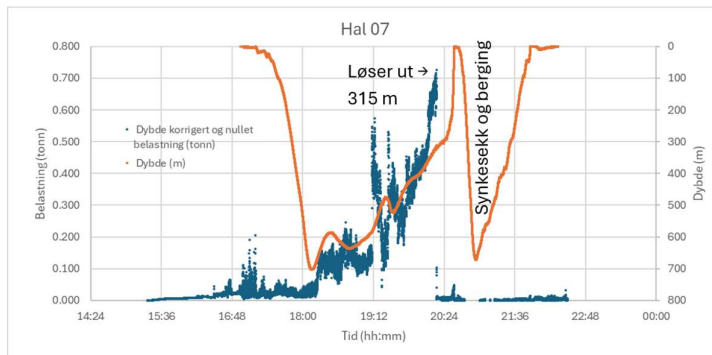
I hal 5-7 ble det montert både strekkseller og sekkeutløser på sekken. Disse ble begge koblet til strupetauet.



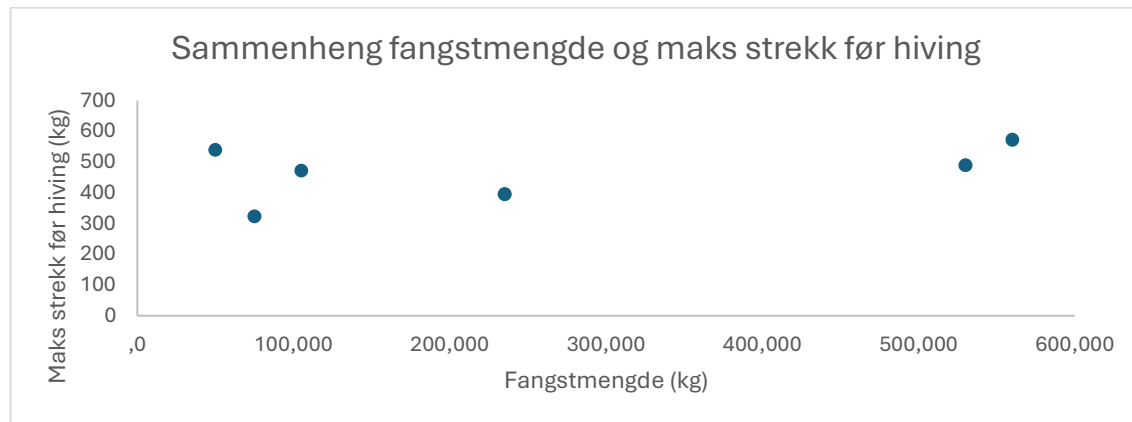
Figur 21. Den grønne utløseren er her montert på toppen av strekksellen i hal 5-7, utvekslingssystem brukt for å redusere belastning på utløserkrok.

I hal nr. 5 var strekkcelle + elektrisk utløser festet ca midt på sekken. Utløser var stilt inn på 400 m, med 5 utvekslinger i 8 mm grønn PE trål (bruddstyrke gitt 650 kg). Fangste var 235 tonn og belastning på strekksellen var for det meste under 400 kg. Belastningen økte under innhiving; på 450 m dybde var den 600 kg, på 350 m nesten 800 kg og på 200 m dybde var den kommet over 1000 kg. Tauet slitnet på ca 180 m dybde ved belastning på 1300 kg. I hal 6, med fangst på 530 tonn, økte belastningen gradvis ettersom fangsten bygde seg opp fra ~200 kg opp til 450 kg ved innhiving. Belastningen var størst (600 kg) tidlig i innhiving med sekken fremdeles på 600-700 m dybde.

I hal 7 var utløser satt på 450 m utløserdybde. Fangst i halet var 560 tonn og belastningen økte t fra ~100 kg til ~550 kg og tauet slitnet ved 700 kg belastning rett før sekken kom opp til 300 m dybde.



Figur 22. Dybdeprofil (oransje) og belastning på strekkselle (blå punkter) i hal 7. Utløser skulle løse ut på 450 m men tauet slitnet noen minutter senere på 315 m dybde.



Figur 23. Sammenheng mellom fangstmengde og maks. strekk før hiving.

Erfaringer fra dette toktet viser at belastning på utløserkrok i fiske under disse forholdene, der fangstdybde for det meste var over 600 m, ikke overskrider 600 kg under fiske, men kan overskride 1000 kg før sekken er på 200 m dybde.

Tokt 2025 – M. Ytterstad

Toktet begynte med at vi slet av sekk. Vi fisket på en stim som var på ca 440 – 640 m dyp. Headline var på 350 m dyp, trålen har vertikal åpning på ca 150 m. Fiskelinen er da på 500 m dyp ca. Trålløye på sekken var da på 455 m dyp. Vertikal åpning på fangstbegrensningsseksjon/fremste del sekk var 2,6 m. Kl 01 var første mengdesensor inne, en halvtime senere kom den andre inn. Kl. 01:49 kommer sensor som er bak overbindingen inn. Dette tyder på at stropp ved overbinding hadde slitnet eller utløser hadde åpnet sekken. Dette var mot slutten, lite inngang etter det og trålen ble da løftet.

Mengdeanslag fra styrmann var 400 tonn, kanskje litt mer, skipper mener 300 tonn. 4-500 tonn er ca den fangststørrelsen de ønsker å få og er ca. 50% av sekkens anslåtte totalkapasitet.

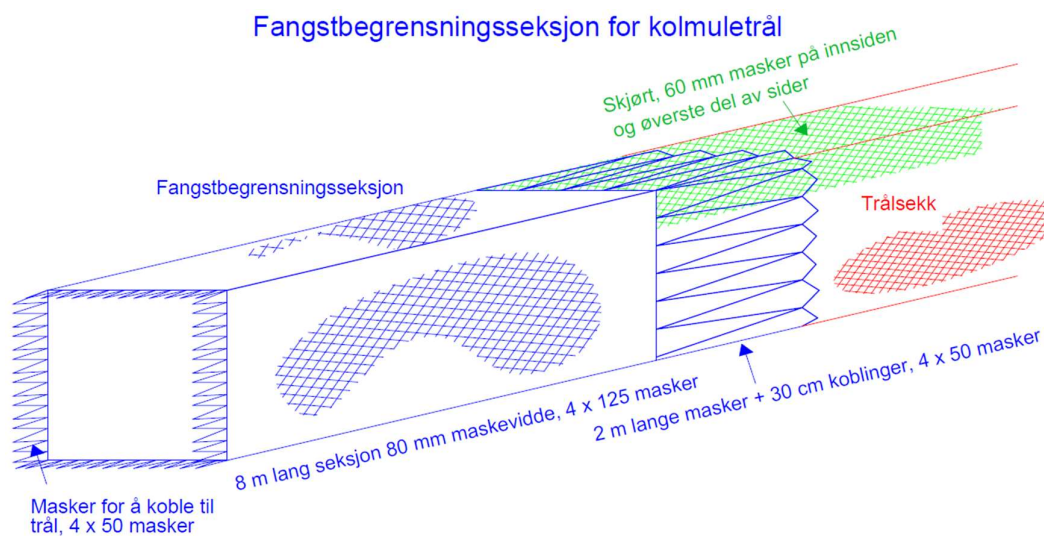
Da trålen kom opp virket alt normalt, helt til kl. 03:07 da bakenden på trålen ble synlig. Alt bak sammenkoblingen var borte (fangstbegrensningsseksjon + trålsekk). Tau som ble brukt for å koble sammen trål og fangstbegrensning hadde slitnet og det samme skjedde med leistauene på fangstbegrensningsseksjonen. Trålens bakpart var intakt.



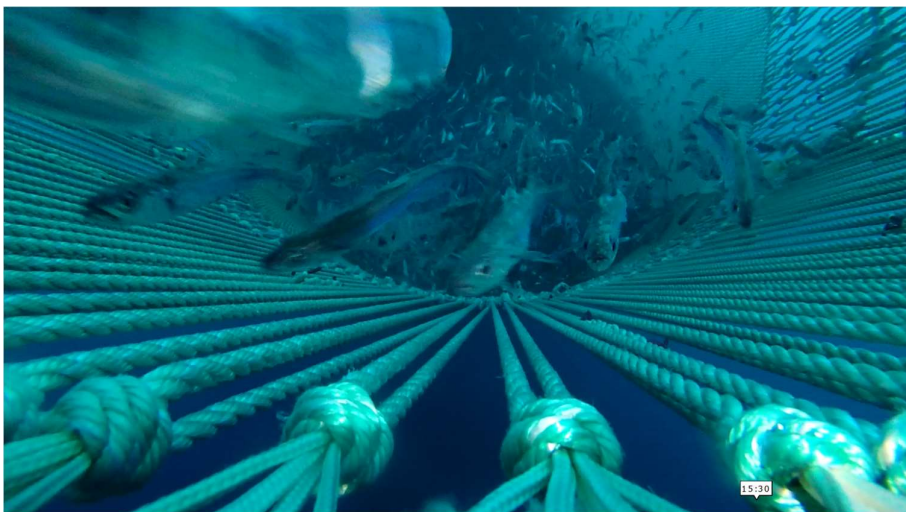
Figur 24. Bilde fra dekk etter at sekken ble mistet.

Ved sammenkopling av fangstbegrensningsseksjonen og bakpart av trålen ble de store maskene på trål og fangstbegrensning tatt sammen to-og-to. Dette resulterte i dobbel belastning på maskebindingen sammenlignet med å sy maske for maske. Leistauene på fangstbegrensningsseksjonen var også underdimensjonert. Dette er de to mulige årsakene til hendelsen som er identifisert, siden antall "masker" halveres. Dette uheldet var en strek i regningen, siden vi hadde mistet både utløser og fangstbegrensningsseksjon.

Vi tok om bord en ny fangstbegrensningsseksjon. Dette var en av seksjonene som ble brukt på et tidligere tokt. Den hadde store (2 m lange) masker fremst (Figur 25). Maskene i topppanelet og øverste masker i sidepanel ble kledd innvendig med skjørt av 80 mm notlin siden fangsttap gjennom topppanel hadde blitt observert tidligere.



Figur 25. Fangstbegrensningsseksjonen som ble brukt på M Ytterstad.



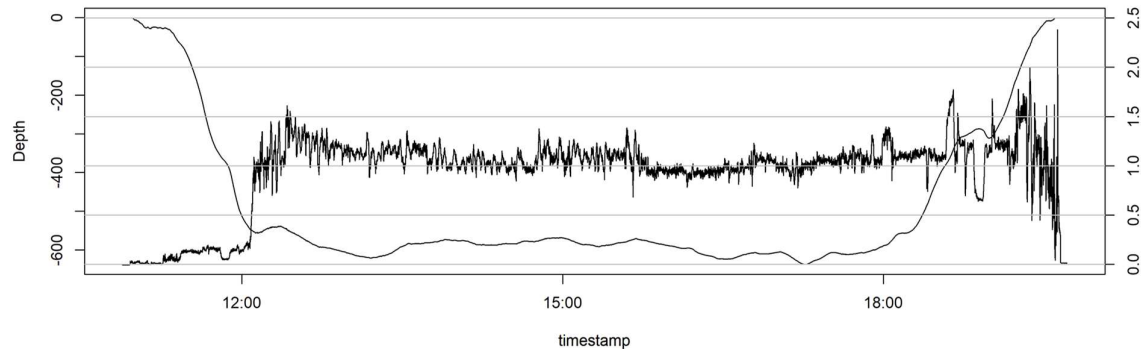
Figur 26. Skjerm bilde fra undervannskamera, tatt i innhiving. Kameraet er plassert foran de store maskene i bunnpanelet og ser bak.

Med denne fangstbegrensningsseksjonen observerte vi ikke fangsttap gjennom bunnpanelet og kun lite tap gjennom sidepanelene. Denne type fangstbegrensning vil sannsynligvis være funksjonell, men maskene er nokså tett sammen og derfor blir det ikke samme åpning som i seksjonene med store sekskantmasker i bunnen (Figur 26). Det var en del kolmule som sto fast i maskene på seksjonen. Maskevidde på 80 mm i fangstbegrensningsseksjonen er derfor nødvendig stor

På M. Ytterstad ble strekksellen satt langt framme, 10 m bak fangstbegrensningsseksjon (10 m fra sekkens fremste punkt). I detxførste halet var fangsten 270 tonn. Belastningen på strekksellen var 100 kg først i halet, men økte til 500 kg etter som fangsten økte. Tauet slitnet ved 500 kg. I neste hal slitnet tauet etter 14 minutter med inngang på 577 m dybdefangsten på 400 tonn. I halet deretter, med sekken på 570 m dybde, var

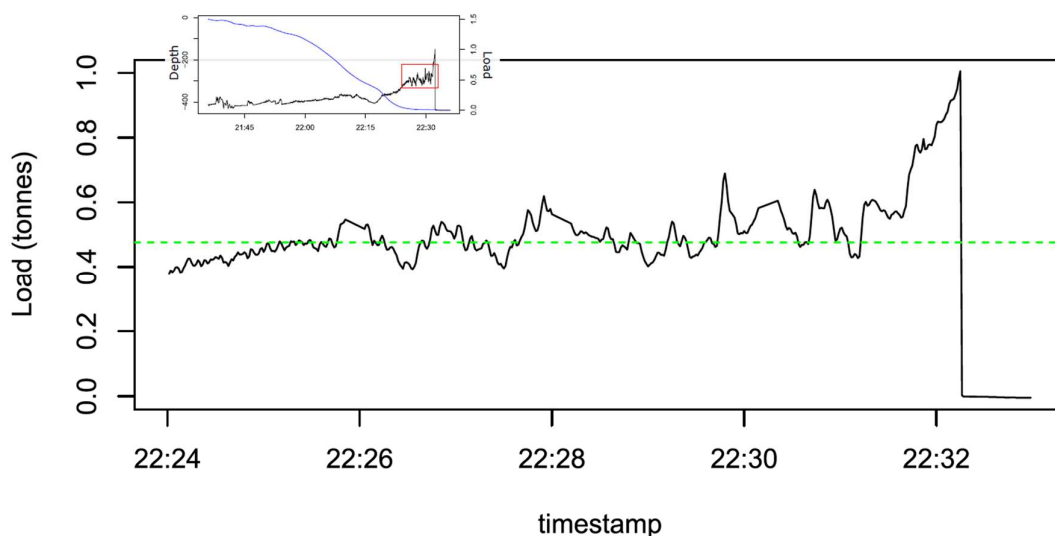
belastningen ~100 kg i begynnelsen. Det var stødig inngang i mer enn en time og belastningen økte gradvis til tauet slitnet ved 1100 kg belastning.

I hal nr. 6 ble det montert kraftigere strupetau. Da var belastningen 1000 – 1100 kg hele halet (7 timer). Da hastigheten ble økt midlertidig fra 3,2 knop til 4,1 knop økte belastningen fra ~1,05 tonn til 1,35 tonn. I innhiving, på 100 m dybde var belastningen 1600 kg. Største belastning var da sekken kom til overflaten, 2400 kg. Fangsten var kun 45 tonn.



Figur 27. Hal nr. 6. Lang tauing med lite fangst (45 tonn). Belastning på tauet er nokså jevn ~1000 kg. Det viste seg i ettertid at overbindingen var slakk og stor andel av fangsten hadde kommet forbi og havnet bakerst i sekken.

I hal nr. 7 var sekken strupet som før ved 10 m. Denne gangen brukte vi litt tid på å stramme strupetauet så godt som overhodet mulig for å hindre lekkasje av fisk. Som svakt ledd brukte vi en karabinkrok av samme type og dimensjon som testet, med bruddstyrke på 1,3 tonn. I tillegg ble 4 x 6 mm tråd satt mellom tau og karabinkrok, med antatt bruddstyrke på 1,68 tonn. De første minuttene var belastningen ~0,5 tonn. Det var tidlig inngang med fisk, og etter 8 minutter med inngang røk karabinkroken ved belastning på 1000 kg. Det ser ut som belastning på strupetauet, før vi har fått nevneverdig med fisk, ligger på 0,4 - 0,5 tonn ved hastighet på 3,5 knop. Det antas at denne belastninger er på grunn av vannmotstand ved sleping av trålen.

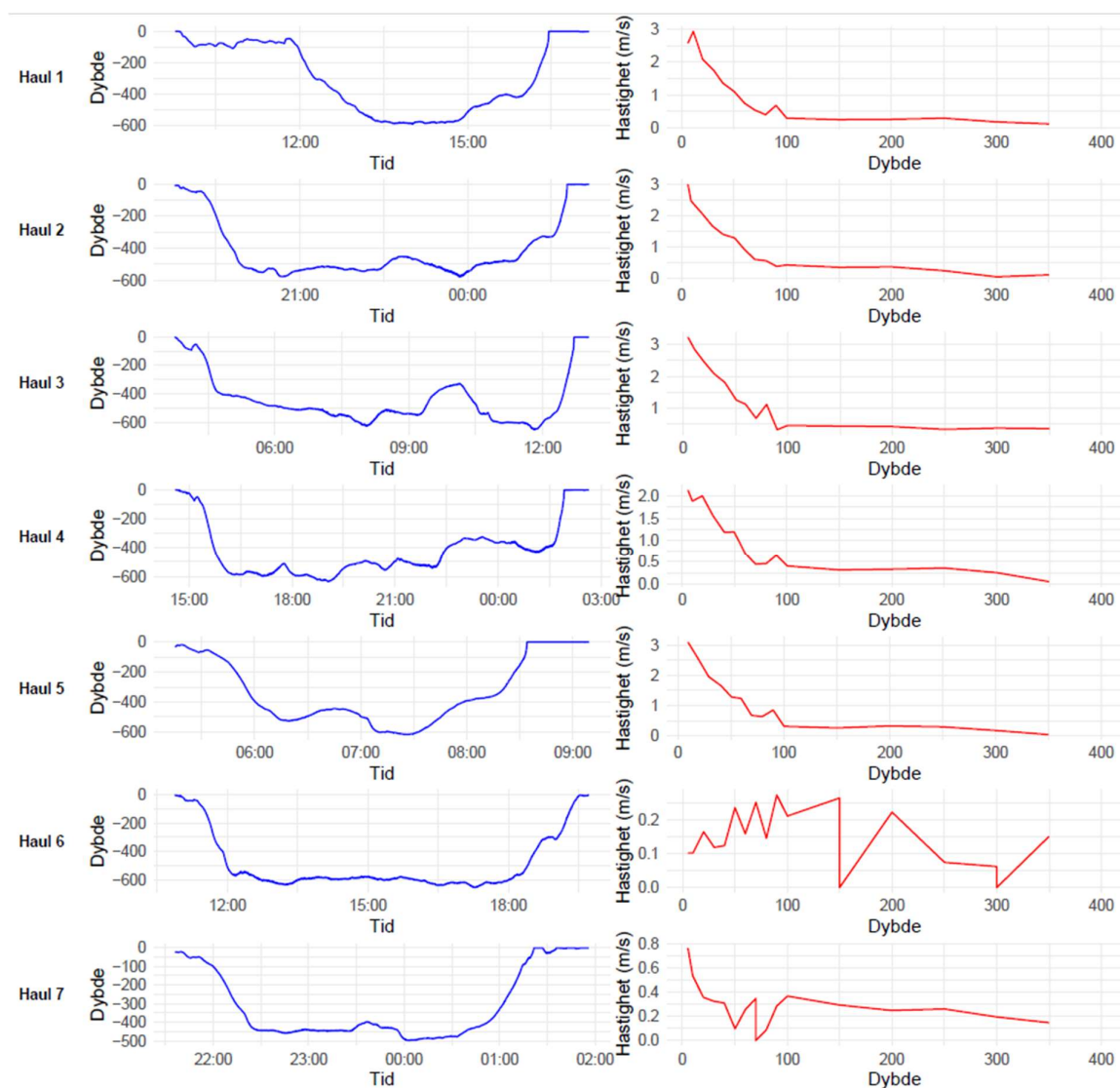


Figur 28. Hal nr. 7. Belastning på kroken var jevn i begynnelsen (500 kg), men økte med inngang ettersom fangst bygde seg opp i sekken. Tauet slitnet ved 1000 kg belastning tidlig i halet.

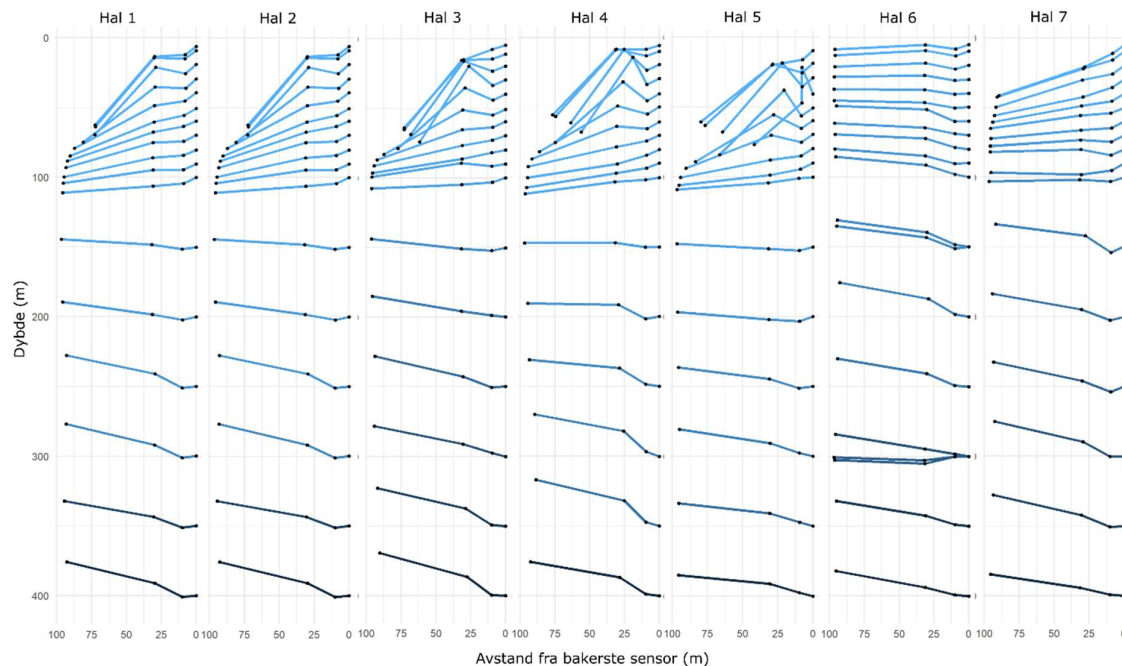
Oppstigning av sekk

Ved å ta dybdeforskjell sekund for sekund fra datalogger kan vi beregne hastighet på vertikal oppstigning (Figur 29). Maksimum hastighet oppnås når sekken kommer til overflaten og var som regel 3 m sek^{-1} . Det er tre unntak fra dette, maksimum hastighet var 2 m sek^{-1} i hal 4 da vi tok hivestopp på 400 m i tre timer. Dette var likevel det største halet med 490 tonn. I hal 6 med 50 tonn og kraftig overbinding som lakk var hastigheten $0,25 \text{ m sek}^{-1}$ og i hal 7 med 120 tonn var den $0,8 \text{ m sek}^{-1}$.

Med flere dataloggere på sekken, med kjent innbyrdes avstand, som registrerer dyp hvert sekund, kan vi tegne sekkens vertikalprojeksjon (som en strek) og se hvordan vinkelen med horisontalplanet endrer seg. Dette blir da en animasjon i form av et plott (Figur 30). Vi ser at sekken under fiske står i en vinkel med bakenden nedover på grunn av sekkens vekt, men ettersom sekken kommer grunnere får den mer oppdrift på grunn av fiskens svømmeblære som utvider seg, endres vinkelen og sekken kommer først opp. I halene med størst fangst (hal 3 og 4) er sekkens bakende (mellom bakerste sensor og sensor ca midt på sekken) i horisontal stilling ved 250 m dybde, og hele sekken er tilnærmet horisontal på 150 m dybde. Grunnere enn det øker vinkelen gradvis og sekkens bakerste del kommer opp først.



Figur 29. Dybdeprofil for hal 1-7 og oppstigningshastighet på sekk. Merk at skalaene på y-aksene til høyre (hastighet) er forskjellig.



Figur 30. Vinkel på kun sekken ved oppstigning fra 400 m dybde til havoverflate. Fire dataloggere med dybdesensorer er montert med kjent avstand fra hverandre. Disse dataene brukes for å se om geometrien endres ved dybdereduksjon under innhiving. Fangster var: Hal1: 260 tonn, hal 2: 200 tonn, hal3: 350 tonn, hal4: 490 tonn, hal 5: 230 tonn, hal 6: 50 tonn, hal 7: 120 tonn.

Del III – Sammenfattende analyse og resultater

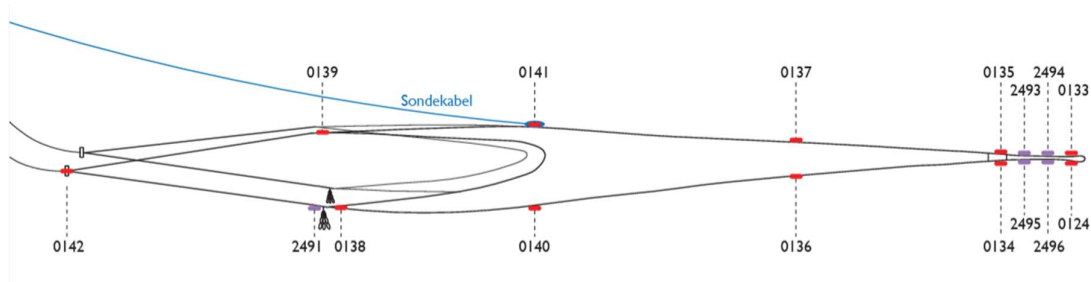
Trål- og sekkgeometri under fiske og innhiving

Oppstigning av trålsekk

Bakgrunn og problemstilling

Sprengning av trålsekk og tap av fangst under innhiving er et velkjent og alvorlig problem i kolmulefisket. Hendelsene oppstår ofte i sluttfasen av innhivingen og kan medføre tap av redskap, uønsket dødelighet av fisk og potensielt farlige situasjoner for fartøy og mannskap. Til tross for omfattende erfaringskunnskap i flåten har det tidligere manglet detaljerte målinger som dokumenterer hvordan trålsekken faktisk beveger seg i vannsøylen under oppstigning.

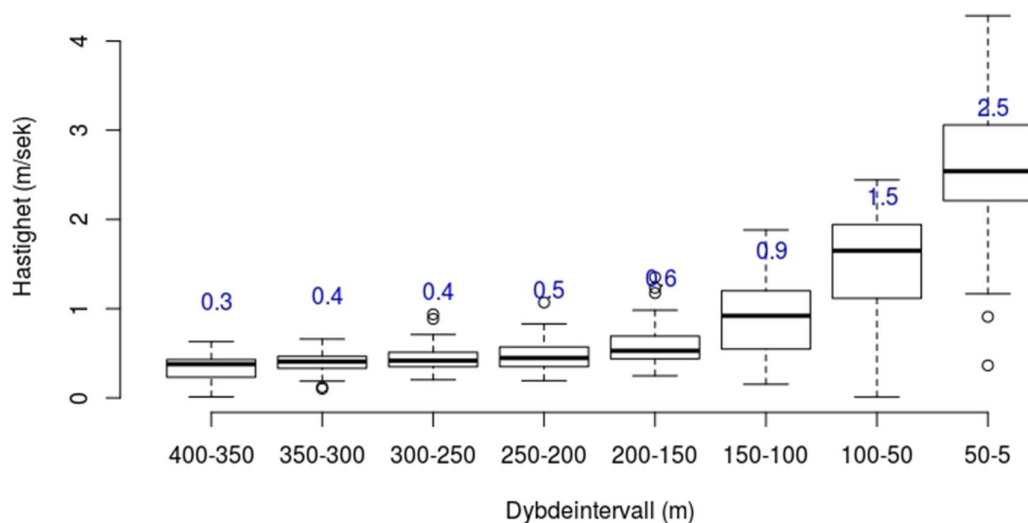
I dette prosjektet er trålsekkens oppstigning dokumentert ved hjelp av dybdesensorer og trålgeometriinstrumentering på flere fartøy og tokt (Figur 31). Dette gir et unikt datagrunnlag for å analysere oppstigningshastighet, orientering og dynamikk, og for å identifisere hvilke faser av innhivingen som er mest kritiske med hensyn til risiko for sprengning.



Figur 31. Plassering av dybdesensorer på en av trålene.

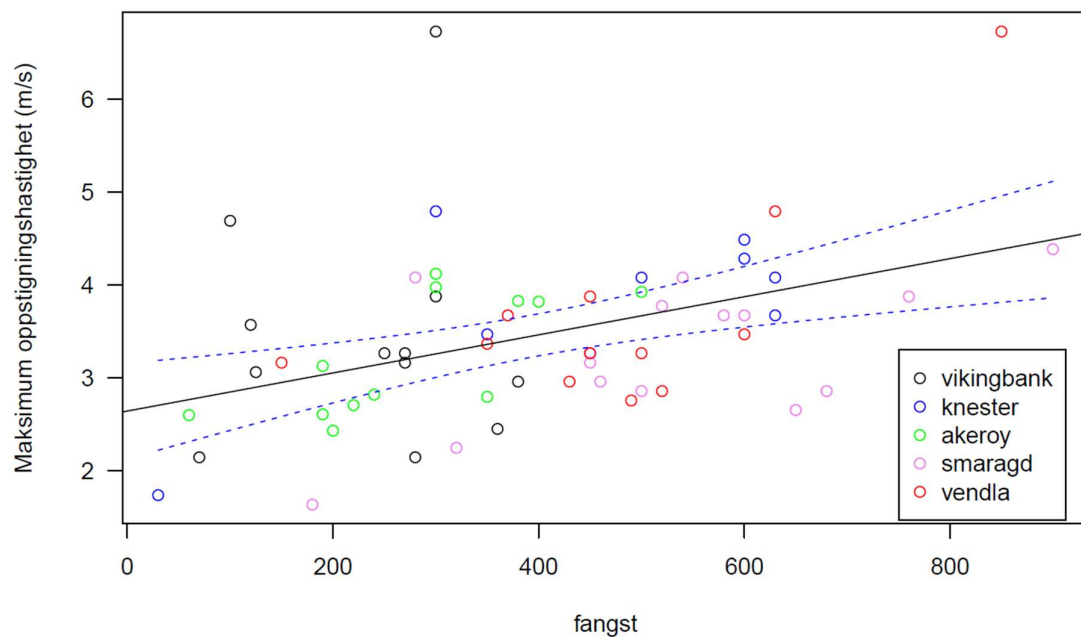
Oppstigningshastighet som funksjon av dyp

Analyser av dybdesensordata viser at oppstigningshastigheten til trålsekken ikke er konstant gjennom vannsøylen. Tvert imot observeres en tydelig akselerasjon i de øvre delene av vannsøylen. I flere hal økte oppstigningshastigheten markant fra omtrent 150–100 m dyp og videre opp mot overflaten (Figur 32).



Figur 32. Oppstigningshastighet for trlposen på forskjellige dybdeintervaller under innhivingsfasen.

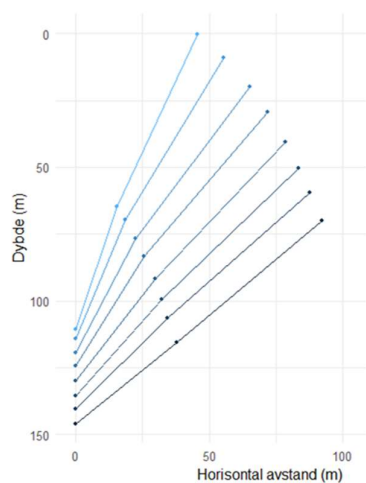
I sluttfasen av oppstigningen ble det i enkelte tilfeller målt hastigheter på over 4–5 m/s (Figur 33). Slike hastigheter innebærer svært raske trykkendringer og høye dynamiske belastninger på sekk, overknyting og tilhørende komponenter. Resultatene indikerer at det er denne akselerasjonen – snarere enn maksimal fangststørrelse alene – som i stor grad forklarer hvorfor sprengning ofte skjer i eller like før sekken når overflaten.



Figur 33. Maksimum oppstigningshastighet i det sekken treffer havoverflaten, plottet mot fangstmengde.

Orientering av trålsekken under oppstigning

Dataloggerne viser at trålsekken i mange tilfeller stiger ende-først eller tilnærmet vertikalt gjennom vannsøylen (Figur 34). Denne orienteringen ble observert på tvers av fartøy og fangststørrelser, og er særlig tydelig i perioden der tråldørene allerede er hevet til overflaten, mens sekken fremdeles befinner seg på et betydelig dyp.



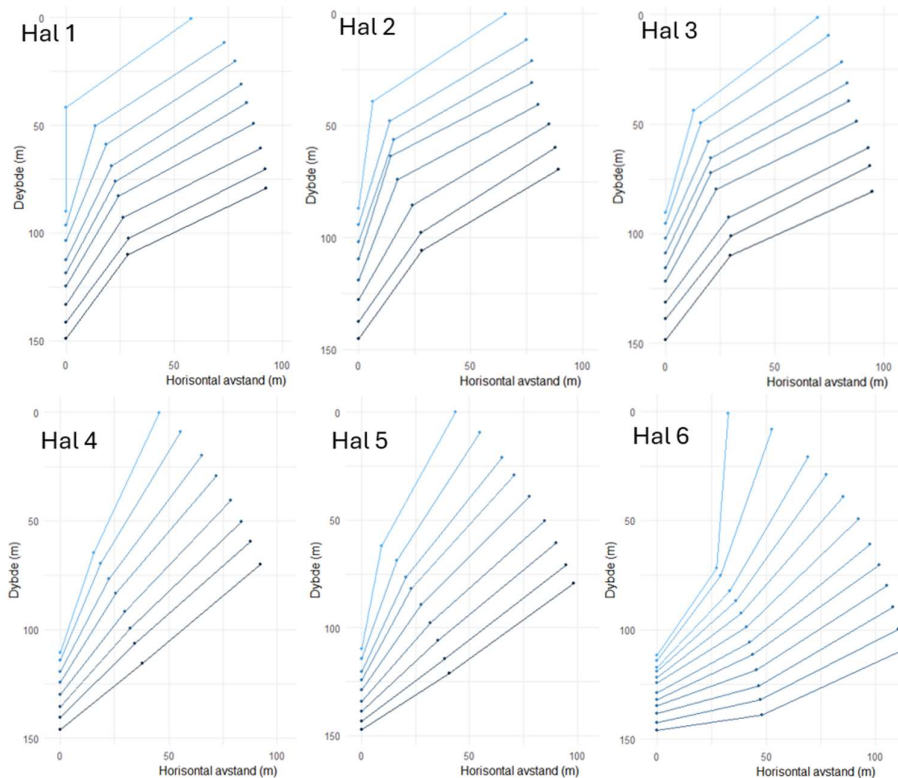
Figur 34. Sekkens oppstigning før den kommer til havoverflaten, sekkenes bakre del er til høyre og figuren viser oppstigningen i sekvenser fra bakenden er på ~70 m dybde og til den treffer havoverflaten.

Når sekken stiger ende-først, konsentreres en stor del av fangsten i den bakerste delen av sekken. Dette gir en ugunstig geometri med høy lokal belastning i overknytting og bakre paneler. Kombinert med høy oppstigningshastighet øker dette risikoen for både strukturell svikt og eksplosiv sprengning.

Sammenheng mellom fangststørrelse og risiko

Dataene viser at svært store fangster ikke nødvendigvis representerer den høyeste risikoen for sprengning. I flere tilfeller fremstår moderate fangster (for eksempel i størrelsesorden 300–400 tonn) som spesielt kritiske. Dette skyldes at fangsten da ofte samler seg kompakt i den bakerste delen av sekken, i stedet for å være mer fordelt over en større del av sekkens lengde.

Denne effekten illustreres ved sammenstilling av fangststørrelse, sekkgeometri og oppstigningsforløp fra ulike hal (Figur 35). Resultatene understreker at risiko for sprengning ikke kan vurderes utelukkende basert på fangstvolum, men må sees i sammenheng med sekkgeometri og dynamikk under oppstigning.



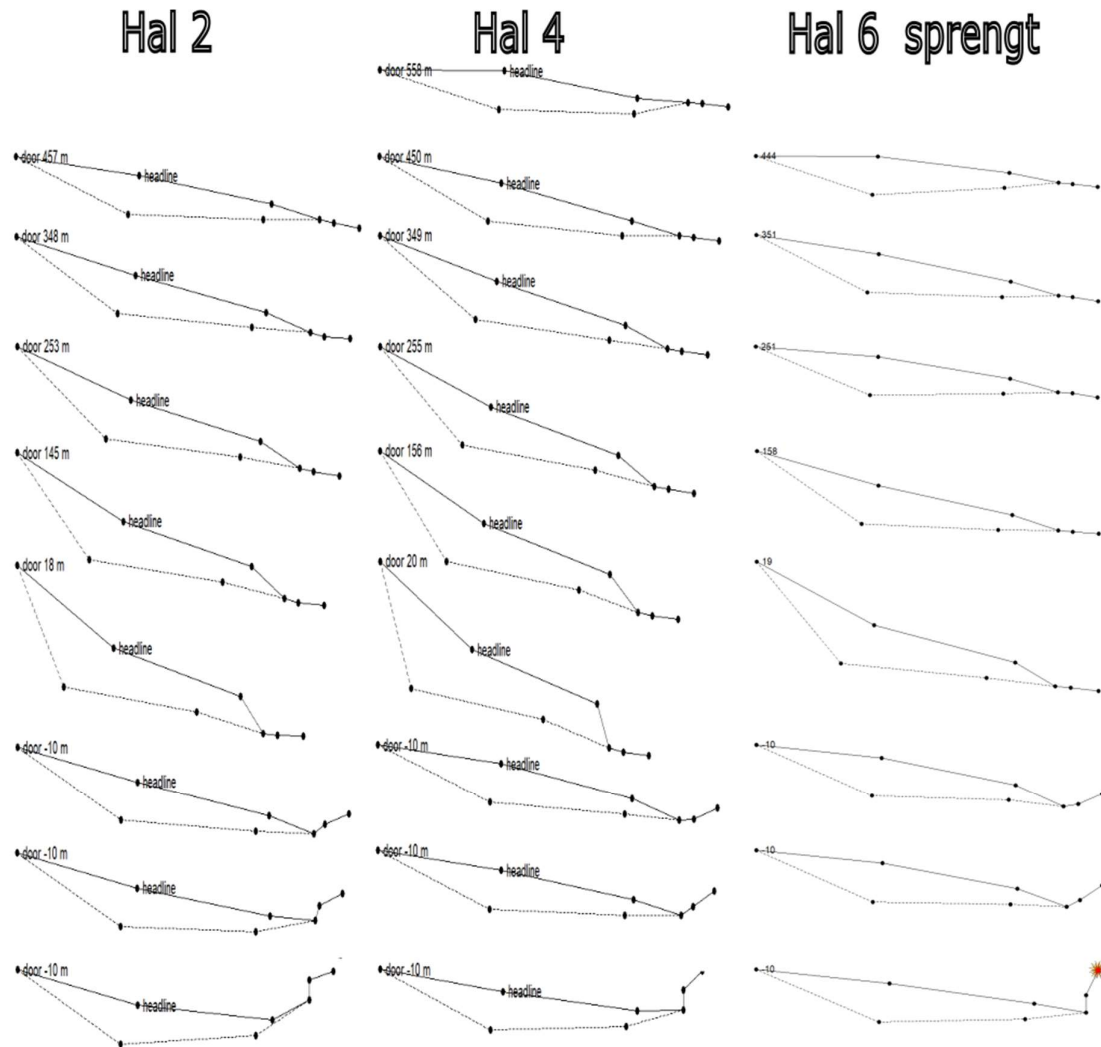
Figur 35. Hal 1-6 i rekkefølge. Strekene viser sekkens geometri (vertikale projeksjon) under oppstigning, sekkens bakende lengst til høyre på hver enkelt graf. I det 6. halet, der sekken ble sprengt kom sekken opp tilnærmet vertikalt.

Betydningen av trålgeometri og dørhiving

Et gjennomgående funn er at fartøyet i stor grad mister kontroll over sekkens oppstigning når tråldørene er hevet til overflaten lenge før sekken nr overflaten. I denne fasen blir den bakre delen av trålen slakk, og horisontal strekk kan ikke opprettholdes. I

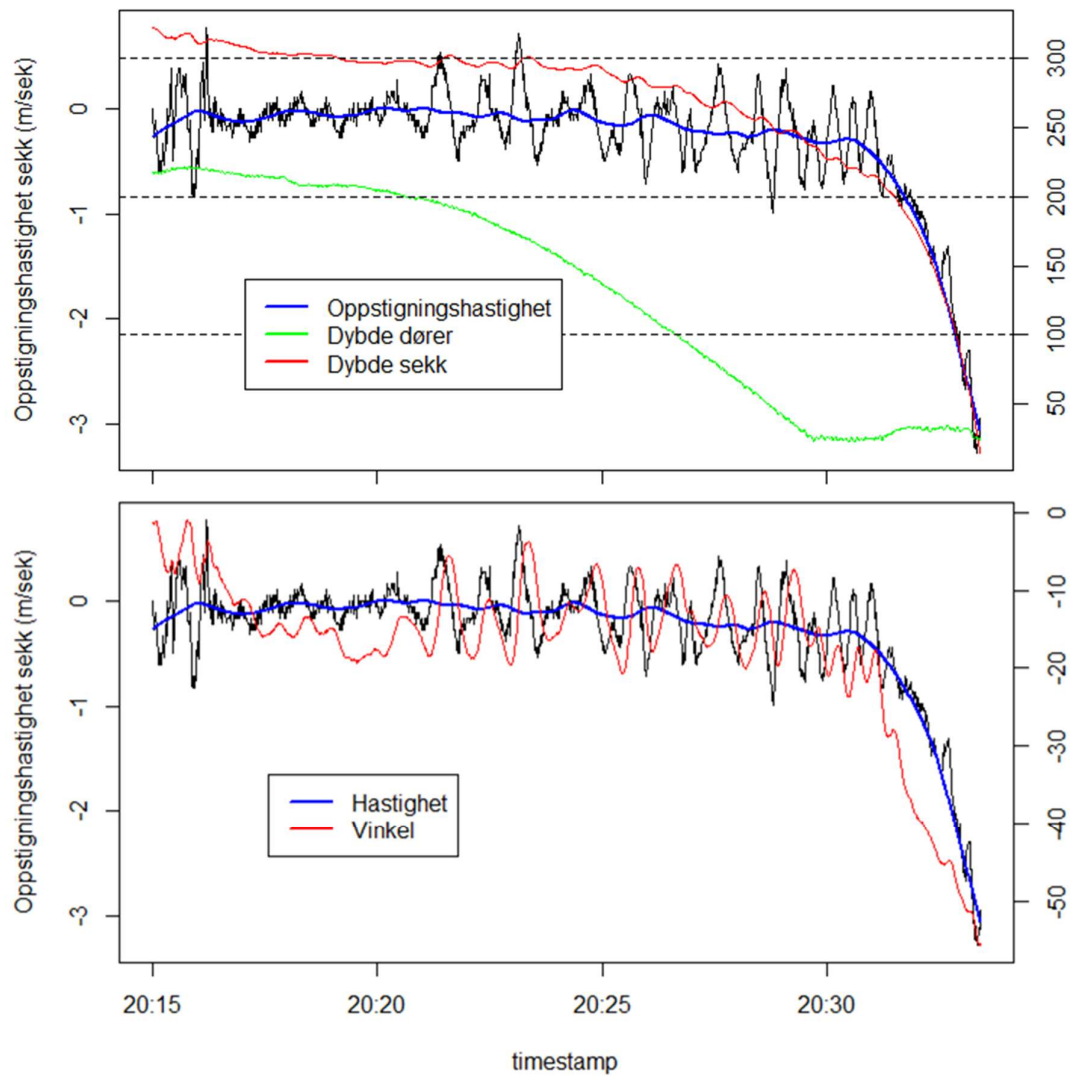
tillegg mister trålen horisontal spredning. Dette dokumenteres tydelig i tidsserier for dør- og sekkdyp fra flere hal (Figur 36).

Observasjonene indikerer at selve sekken i praksis kan «løpe fritt» oppover i vannsøylen i sluttfasen av innhivingen (men er likevel fast i selve trålen og må til en viss grad dra med seg forlengelse og belg oppover). Dette forklarer hvorfor sprengning kan inntreffe selv ved relativt forsiktig innhiving og understreker begrensningene ved å basere risikoreduksjon utelukkende på endret operativ praksis.

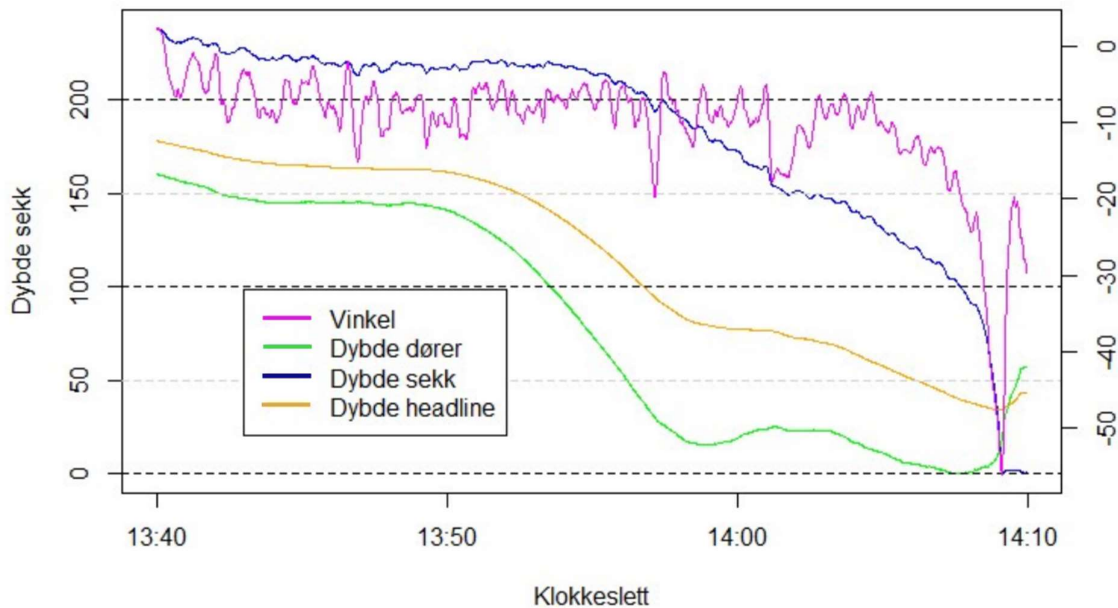


Figur 36. Innhiving av trål, kronologisk rekkefølge fra topp til bunn. For hver av de tre sekvensene er dørene lengst til venstre og sekken vises til høyre som to streker mellom tre punkter (data fra dataloggere). I hal 2 var det 600 tonn, den kom opp med en hastighet på 4,4 m/sek og bakerste del av sekken hadde en vinkel på 33 grader. Hal 4 hadde 300 tonn, kom opp med en hastighet på 4,7 m/sek og en vinkel på 60 grader. Hal 6 ble sprengt, sekken kom opp med en hastighet på 4,9 m/sek og tilnærmet vertikalt. De nederste tre figurene viser geometri med tre sekunders mellomrom.

Forsøk med sakte innhiving fra fiskedybde til sekken er på 2-300 m dybde, viser at det er mulig å holde trål og sekk stabil på dette dybdeintervallet uten ukontrollert oppdrift av sekk (Figur 37 og Figur 38). Ved rask innhiving fra dette dypet kan sekken likevel komme opp nokså brått, i dette tilfellet med en vinkel over 50 grader.



Figur 37. Vikingbank, tur 1 2025, hal 4, 270 tonn. Hal fra ca kl. 6 til 12:30 (6,5 timer). Vi vet ikke hvor lenge de var i fiske. Vinkel på sekkens bakerste del i fiske var 11-13 grader, tiltet nedover. Innhiving er foretatt sakte, hiving fra ~580 m dybde til 250 m foregår over 60 minutter. Ved start av innhiving etter at sekken er stabilisert på < 250 m dybde er vinkelen blitt 0, dvs sekken er horisontal. Sekkens vinkel er under 20 grader til den er på 100 m dybde. Sekken er nokså stabil på > 220 m dybde til dørene løftes igjen nokså raskt fra 150 m dybde til ~20 m for å moore på dørene.



Figur 38. Hal der innhiving av dørene til ~150 m med stopp noen minutter. Klokken 13:50 løftes dørene fra 150 m dybde opp til mooringsdybde på ~20 m i løpet av 9 minutter. Ca. kl. 13:55 begynner sekken å stige og går fra 220 m dybde til 140 m på 10 min med nokså stabil vinkel på 10 grader. Sekken stiger til overflaten og bruker ~11 m på jevn oppstigning fra 200 til 100 m. Når sekken er på ~180 m dybde begynner den å stige fortere enn headlina (oppstigningshastighet på headlina reduseres når den er på ~80 m dybde). Fra 135 m til 100 m endres vinkelen fra 10 til 25 grader, da kommer dørene i galgen og ting begynner å skje fort. Fra 100 m til overflate går sekken i løpet av ett minutt, oppnår maks hastighet på 4 m/sek og vinkel på 55 grader.

Forsøk med redusert innhiving og hivestopp

I enkelte hal ble det gjort forsøk med redusert innhivingshastighet og midlertidige hivestopp for å undersøke om dette kunne redusere oppstigningshastigheten og risikoen for sprengning. Sammenligning av oppstigningsprofiler med og uten hivestopp indikerer at slike tiltak kan ha en viss effekt, særlig dersom sekken holdes lenger på større dyp (Figur 29).

Samtidig viser dataene at effekten er begrenset med lav oppstigningshastighet i første fase, for så å hive trålen raskt de siste 2-300 m.

Impliserte mekanismer for sprengning

Basert på datamaterialet fremstår sprengning av trålsykk som et resultat av et samspill mellom flere faktorer:

- rask akselerasjon i oppstigningshastighet i de øvre delene av vannsøylen (Figur 32, Figur 33, Figur 37, Figur 38),

- ende-først eller vertikal orientering av sekken (Figur 34, Figur 35, Figur 36),
- konsentrasjon av fangst i bakre del av sekken,
- tap av kontroll over trålgeometri når dørene kommer til overflaten (Figur 36, Figur 37, Figur 38).

Disse mekanismene virker samtidig og forsterker hverandre, noe som forklarer hvorfor sprengning ofte skjer plutselig og med stor kraft.

Konsekvenser for videre utvikling

Resultatene fra dette kapittelet viser at effektiv reduksjon av risiko for sprengning krever mer enn fangstbegrensende tiltak. Løsninger for operative tiltak ved innhiving, kontrollert tidspunkt og dybde for frigjøring av fangst, eller annen metodikksom reduserer oppstigningshastighet og ugunstig sekkgeometri, fremstår som nødvendige tiltak.

Disse funnene danner et viktig grunnlag for vurdering av fangstbegrensningssystemer, fiskelås og sekkeutløsere, som behandles i de påfølgende kapitlene.

Fangstbegrensningssystem

Bakgrunn og hensikt

Manglende kontroll med fangstmengde er en sentral årsak til sprengning av trålsekk, redskapstap og uønskede HMS-hendelser i kolmulefisket. Som vist tidligere oppstår særlig høy risiko i slutfasen av innhivingen, når store fangstmengder kombineres med høy oppstigningshastighet og ugunstig sekkgeometri. Fangstbegrensningssystemer representerer derfor et viktig tiltak for å redusere risiko ved å begrense fangstmengden før innhiving og muliggjøre kontrollert utslipp av overskuddsfangst på en skånsom måte på fiskedypet.

Hensikten med fangstbegrensningssystemene som er testet i dette prosjektet har vært å:

- holde ønsket mengde av målarten tilbake i trålposen under aktivt fiske,
- slippe ut overskuddsfangst på fiskedypet på en kontrollert og forutsigbar måte,
- redusere risiko for sprengning, utkast og farlige situasjoner under innhiving.

Prinsipp og hovedkomponenter

De fangstbegrensningssystemene som er testet i prosjektet består i hovedsak av:

- en fangstbegrensningsseksjon plassert foran trålsekken,

- en utslippsåpning, typisk i bunnpanelet, utformet for å slippe ut fisk når fangstposen er full,
- topp- og sidepaneler som begrenser uønsket rømming av målarten under fiske,
- En fiskelåddom dksl hindre fisketap fra fiskeposen
- En sekkeutløser som i lukket tilstand bestemmer fiskeposens kapasitet, og når utløst åpner passasjen til bakre del av trålposen (delen av trålsekken bak fangstposen) .

Systemene er utviklet med utgangspunkt i fiskens svømmeatferd og orientering i trålen, slik at fisk naturlig ledes mot ønskede passasjer uten aktiv styring.

Funksjon under aktivt fiske

Undervannsobservasjoner fra flere tokt viser at fangstbegrensningssystemene i hovedsak fungerer etter hensikten under aktivt fiske. Målarten (kolmule) passerer fritt gjennom systemet og samler seg i trålsekken, med liten eller ingen lekkasje gjennom utslippsåpningene så lenge fangstposen ikke er full.

Fiskens atferd i fangstbegrensningsseksjonen er konsistent mellom tokt og fangsttettheter, og kjennetegnes ved at fisken i hovedsak orienterer seg oppover i trålen. Denne atferden er utnyttet i utformingen av systemene, blant annet gjennom plassering og utforming av paneler som hindrer rømming gjennom topp og sider.

Frigjøring av overskuddsfangst under innhiving

Når sekken nærmer seg full kapasitet, og belastning og tetthet øker, viser observasjonene at fangstbegrensningssystemene kan slippe ut overskuddsfangst på en kontrollert måte gjennom utslippsåpningene (Fisk som stod lengre framme i trålen når selve fiskefasen sluttet og opphiving startet). Dette skjer før sekken når de mest kritiske fasene av oppstigningen, og bidrar til å begrense både fangstmengde og oppstigningshastighet.

Denne funksjonen vurderes som særlig viktig i situasjoner der fartøyets lastekapasitet snart er nådd, eller der videre fangstakkumulering i trålposen kan medføre uakseptabel risiko for sprengning og redskapstap. Systemene gir dermed et teknisk alternativ til uønsket utkast i slike situasjoner.

Tap av målart og systemets begrensninger

Selv om fangstbegrensningssystemene i hovedsak fungerer etter hensikten, er det også observert begrensninger. Enkelte design som ble testet i begynnelsen av prosjektperioden førte til utilsiktet utslipp av målart, særlig når store utslippsåpninger ble montert i topppanelet.

Resultatene viser at endringer i panelutforming og maskeåpning kan ha stor betydning for balansen mellom:

- effektiv tilbakeholding av målart, og
- tilstrekkelig kapasitet for utslipp av overskuddsfangst.

Dette understreker behovet for videre optimalisering av designet, spesielt i kombinasjon med fiskelås og sekkeutløser.

Betydning for HMS og operativ praksis

Ved å begrense fangstmengden før innhiving kan fangstbegrensningssystemene bidra til:

- redusert risiko for sprengning av tråsekk,
- lavere belastning på redskap, vinsjer og pumpeutstyr,
- færre kritiske situasjoner under innhiving og pumping,
- bedre forutsigbarhet i fangsthåndteringen.

Systemene kan dermed gi både direkte HMS-gevinster og redusert økonomisk risiko for fartøyene.

Behov for videre utvikling

Prosjektet viser at fangstbegrensningssystemer har et betydelig potensial i kolmulefisket, men at videre utvikling er nødvendig før løsningene kan tas i bred operativ bruk. Sentrale utviklingsbehov inkluderer:

- forbedret design av fiskelås for stabil og forutsigbar funksjon,
- bedre kontroll på når og hvor utslipp av fangst skjer,
- reduksjon av utilsiktet tap av målart,
- bedre integrasjon mellom fangstbegrensningssystem, sekkeutløser og fangstovervåkingsteknologi.

Disse temaene behandles videre i de påfølgende kapitlene.

Fiskelås

Bakgrunn og hensikt

Fiskelås er en sentral komponent i fangstbegrensningssystemet, med hensikt å tillate fri passasje av målarten inn i tråsekk under aktivt fiske, samtidig som den skal hindre at fangst strømmer tilbake forover i trålen under innhiving og oppstigning. En

velfungerende fiskelås er derfor avgjørende for at fangstbegrensningssystemet skal fungere etter hensikten, både med tanke på fangstkontroll og HMS.

Mangelfull funksjon i fiskelåsen kan føre til ukontrollert forflytning av fangst i trålen, økt belastning på fangstbegrensningsseksjonen og redusert forutsigbarhet i systemets totale oppførsel under innhiving.

Testede fiskelåsdesign

I prosjektet er det testet flere varianter av fiskelås, integrert i ulike konfigurasjoner av fangstbegrensningssystemet. Løsningene har variert i både form, stivhet og innfesting, men felles for dem har vært at de har vært utformet for passiv funksjon, basert på fiskens egen bevegelse og strømningsforhold i trålen.

To hovedtyper fiskelås ble testet mer systematisk:

- en enklere, fleksibel løsning som i enkelte tilfeller fungerte tilfredsstillende,
- en mer rigid, sylindrisk løsning som var ment å gi bedre stabilitet og kontroll.

Funksjon under aktivt fiske

Under aktivt fiske viste fiskelåsene i hovedsak tilfredsstillende funksjon. Observasjoner fra undervannskamera indikerer at målarten passerte fiskelåsen uten vesentlig hindring, og det ble ikke observert tegn til redusert fangsteffektivitet eller tydelig opphopning av fisk foran fiskelåsen under fiske.

Dette indikerer at fiskelåsens tilstedeværelse i seg selv ikke nødvendigvis påvirker fangstprosessen negativt, forutsatt at åpning, orientering og fleksibilitet er tilpasset fiskens størrelse og atferd.

Funksjon under innhiving og oppstigning

Under innhiving og oppstigning viste imidlertid fiskelåsene betydelige begrensninger. I flere tilfeller ble det observert at fiskelåsen ikke evnet å holde fangsten tilbake i trålsekken når belastning og tetthet økte. Dette resulterte i at fiskelåsen enten kollapset, ble deformert eller ble presset fremover i fangstbegrensningsseksjonen.

Slike hendelser medførte redusert kontroll over fangstens fordeling i trålen og bidro til økt belastning på øvrige komponenter i systemet. Det antas at en velfungerende sekkeutløser, som frigjør overbinding på sekken tidlig i innhiving, vil redusere belastningene på fiskelåsen.

Identifiserte utfordringer

Resultatene fra tokt og observasjoner peker på utfordringer knyttet til fiskelåsens funksjon:

- utilstrekkelig styrke til å motstå høye belastninger ved høy fangsttetthet,
- risiko for at fiskelåsen forflytter seg eller presses gjennom utslippsåpninger,
- begrenset dokumentasjon av reproducerbar funksjon mellom hal og tokt.

Disse utfordringene gjør at dagens løsninger ikke kan anses som tilstrekkelig robuste eller forutsigbare for operativ bruk i kommersielt kolmulefiske.

Konsekvenser for fangstkontroll og HMS

En fiskelås som ikke fungerer etter hensikten reduserer i praksis effekten av hele fangstbegrensningssystemet. Manglende tilbakeholding av fangst under innhiving kan føre til:

- høyere belastning på fangstbegrensningsseksjon.
- tap av fangst sent i innhiving og i havoverflate som igjen vil resultere i utilsiktet dødelighet.

Behov for videre utvikling

Prosjektet viser tydelig at videre utvikling av fiskelås er nødvendig for å realisere potensialet i fangstbegrensningssystemene. Videre arbeid bør fokusere på:

- økt strukturell styrke og stabilitet,
- bedre integrasjon med fangstbegrensningsseksjonen,
- dokumentert og reproducerbar funksjon under høye belastninger,
- systematisk bruk av undervannskamera for verifikasjon av funksjon.

En velfungerende fiskelås vurderes som en forutsetning for videre implementering av fangstbegrensning som et effektivt og sikkert tiltak i kolmulefisket. En velfungerende utløser antas å kunne bidra til å redusere belastning på fiskelås.

Utløser og belastning

Bakgrunn og hensikt

Som vist i tidligere kapiteler oppstår de mest kritiske situasjonene i kolmulefisket i sluttfasen av innhivingen, når høy oppstigningshastighet og ugunstig sekkgeometri kombineres med store fangstmengder. I denne fasen kan belastningen på trålekk, overknyting, strupetau og tilknyttede komponenter øke raskt. Utløsermekanismer for

kontrollert frigjøring av fangst er derfor et sentralt sikkerhetstiltak for å redusere risiko for sprengning av trålekk, redskapstap og farlige situasjoner for fartøy og mannskap.

Hensikten med dette kapittelet er å dokumentere målte belastninger i relevante komponenter, evaluere funksjon og pålitelighet til testede utløserløsninger, og identifisere krav til videre utvikling.

Belastninger under fiske og innhiving

Målinger fra strekksensorer og andre belastningsindikatorer viser at belastningen på strupetau og overknyting under aktivt fiske generelt er moderat og relativt stabil. Det ble derimot observert betydelige og raske belastningsøkninger i forbindelse med innhiving, særlig i de siste fasene av oppstigningen.

I flere tilfeller ble det registrert belastninger i størrelsesorden 1–3 tonn, og i enkelte situasjoner høyere, avhengig av fangststørrelse, sekkgeometri og oppstigningshastighet. Belastningene økte ofte ikke lineært, men som korte, dynamiske topper. Slike belastningstopper vurderes som særlig kritiske, ettersom de kan overstige både nominell bruddstyrke og utmattingskapasitet i tau, knuter og koblinger.

Testede utløserløsninger

I prosjektet er det testet både mekaniske og elektroniske prototyper for utløsning av struping/overknyting på trålekk, inkludert dybdeutløste løsninger. Utløserne var plassert på ulike posisjoner langs trålekk for å undersøke sammenheng mellom plassering, fangstvolum og belastning.

Forsøkene viste at prinsippet med dybdeutløst frigjøring av fangst er teknisk gjennomførbart. I flere hal fungerte utløserne etter hensikten og bidro til kontrollert reduksjon av fangstmengde før sekken nådde de mest kritiske delene av oppstigningen.

Samtidig ble det observert variasjon i utløsningstidspunkt, herunder både for tidlig og for sen utløsning. I etterkant av tokt ble enkelte av disse avvikene forklart med mekaniske feil eller mangelfullt vedlikehold av utløserne. Dette understreker at pålitelighet er avgjørende krav for videre utvikling.

Sammenheng mellom utløserplassering og fangstvolum

Resultatene indikerer en klar sammenheng mellom utløserens plassering på trålekk og oppnådd fangstvolum. Generelt økte fangstvolumet jo lenger akterut utløseren var plassert. Samtidig var det betydelig variasjon mellom forventet og faktisk fangstvolum, selv for like plasseringer.

Videre viste analysene at det oppnådde fangstvolumet ofte utgjorde en relativt liten andel av det teoretiske volumet til den aktuelle delen av trålekk. Dette indikerer at

fangsttetthet og fordeling av fisk i sekken spiller en viktig rolle, og at volum alene ikke er tilstrekkelig for å forutsi belastning og risiko.

Det anbefales at videre arbeid fokuserer på å etablere mer forutsigbare sammenhenger mellom utløserplassering, fangstvolum og belastning, inkludert estimer for usikkerhet.

Utløsningsdybde og effekt på oppstigning

Et mål med prosjektet var å undersøke effekten av ulik utløsningsdybde på sekkenes oppstigningshastighet og dynamikk. På grunn av usikkerhet i faktisk utløsningstidspunkt i enkelte hal, ble det ikke mulig å gjennomføre en fullstendig og kontrollert sammenligning mellom ulike målutløsningsdybder.

Likevel indikerer tilgjengelige data at tidlig frigjøring av fangst, på større dyp, kan bidra til redusert oppstigningshastighet og mer stabil sekkgeometri i de mest kritiske fasene nær overflaten. Dette støtter hypotesen om at kontrollert reduksjon av fangstmengde før sekken når de øvre delene av vannsøylen er et effektivt risikoreduserende tiltak.

Samspill med fangstovervåkingsteknologi

Effektiv bruk av utløsermekanismer forutsetter pålitelig informasjon om når fangstposen er full. Forsøkene viser at fangstovervåkingsteknologier som fangstsensorer og tråløyer hver for seg har begrensninger, men at de i kombinasjon kan gi et mer robust beslutningsgrunnlag.

Resultatene indikerer at minst én fangstsensor bør plasseres akter for utløseren for å overvåke eventuell lekkasje og unngå for store fangstmengder før utløsning. Integrasjon mellom fangstovervåking og utløsermekanisme vurderes som en nøkkelfaktor for videre utvikling.

HMS-implikasjoner

Utløsermekanismer som fungerer etter hensikten kan gi betydelige HMS-gevinster ved å:

- redusere risiko for sprengning av tråsekk,
- redusere risiko for synkesekker og farlige situasjoner under pumping,
- øke forutsigbarheten i fangsthåndteringen.

Samtidig representerer utløsermekanismer i seg selv en potensiell risikokilde dersom de ikke er tilstrekkelig robuste eller pålitelige. Feilutløsning eller manglende utløsning kan i verste fall forverre situasjonen. Dette stiller strenge krav til design, testing og vedlikehold før løsningene kan tas i operativ bruk.

Behov for videre utvikling

Basert på resultatene fra prosjektet vurderes følgende som sentrale utviklingsbehov:

- økt pålitelighet i utløsermekanismer,
- bedre kontroll på faktisk utløsningstidspunkt og -dybde,
- mer robuste løsninger som tåler høye og dynamiske belastninger,
- bedre samspill mellom fangstovervåking, utløser og fangstbegrensningssystem,
- systematisk testing under et bredere spekter av fangst- og værforhold.

Videre utvikling av utløsermekanismer vurderes som en forutsetning for å realisere full HMS- og fangstkontrollgevinst av fangstbegrensningssystemene i kolmulefisket.

Hiveteknikk og operasjonelle forhold

Bakgrunn

Operativ praksis under innhiving har tradisjonelt vært et viktig virkemiddel for å redusere risiko for sprengning av trålsekk, redskapstap og HMS-hendelser i kolmulefisket. Samtidig viser resultatene fra dette prosjektet at fartøyets operative handlingsrom er begrenset i sluttfasen av innhivingen, særlig når tråldørene allerede er i overflaten og horisontal kontroll over redskapet er redusert.

Dette kapittelet oppsummerer observerte hiveteknikker og vurderer i hvilken grad operasjonelle tiltak kan bidra til å redusere oppstigningshastighet og belastninger, samt hvordan slike tiltak kan kombineres med tekniske løsninger.

Observerte hivemønstre i flåten

Observasjoner fra flere fartøy og tokt viser at hivemønstrene i kolmulefisket i stor grad er sammenfallende mellom fartøy. Typisk praksis inkluderer:

- relativt høy vinsjhastighet under innhiving av trålwirene,
- gradvis reduksjon i vinsjhastighet under innhiving av sveipene,
- aktiv bruk av trommeltrykk for å dempe bevegelser i redskapet og hindre at fartøyet dras bakover når sekken nærmer seg overflaten.

Disse rutinene fremstår som veltilpasset dagens redskapskonfigurasjoner og representerer etablert beste praksis i flåten.

Effekt av redusert vinsjhastighet

Forsøk med redusert vinsjhastighet viser at dette kan gi noe lavere oppstigningshastighet i deler av vannsøylen, særlig før tråldørene er hevet til overflaten. Effekten er imidlertid begrenset siden innhivingen i sluttfasen har utelukkende vært med høy hastighet. Det er ikke foretatt forsøk med sakte innhiving fra fiskedyp til dørene er i havoverflaten.

Når dørene er i overflaten og den bakre delen av trålen blir slakk, vil sekkens oppstigning i stor grad styres av oppdrift, fangstfordeling og hydrodynamiske forhold, og i mindre grad av vinsjhastighet alene. Redusert vinsjhastighet fra fiskedyp til 2-300 m vurderes derfor som et nyttig, men utilstrekkelig tiltak for å håndtere de mest kritiske fasene av oppstigningen.

Bruk av hivestopp – observasjoner og begrensninger

I kun ett hal ble det benyttet midlertidige hivestopp for å holde sekken på et gitt dyp over noe tid (tre timer). Slike stopp kan bidra til å redusere oppstigningshastighet og gi bedre kontroll, særlig dersom de gjennomføres før sekken når de øvre delene av vannsøylen.

Erfaringene viser imidlertid at hivestopp har begrenset effekt dersom de settes inn for sent i innhivingen, etter at horisontal kontroll over redskapet er tapt. I denne fasen vil sekken i stor grad kunne bevege seg fritt i vannsøylen, uavhengig av fartøyets operasjonelle inngrep.

Hypotese: strategisk hivestopp for å redusere oppdrift og oppstigningshastighet

Basert på observasjoner og fysisk forståelse av dekompresjon og oppdrift, har prosjektet identifisert en operasjonell hypotese knyttet til bruk av strategisk hivestopp på moderat dyp. Hypotesen er at et hivestopp gjennomført i fasen der sekken har kommet betydelig opp fra fiskedypet (for eksempel når dypet er redusert til om lag 1/2–1/3 av opprinnelig fiskedyp), kan bidra til å redusere oppdrift og dermed oppstigningshastighet i sluttfasen.

Begrunnelsen er at trykkreduksjon gir ekspansjon av svømmeblæregass. I en tettpakket fangst kan dette føre til svømmeblæreruptur hos en andel av fisken, samt endringer i pakningsgrad i sekken. Ved hivestopp i en lengre periode får gass fra svømmeblæreruptur i større grad mulighet til å sive ut fra sekken og trålposens oppdrift vil dermed bli redusert. Dersom slike prosesser får tilstrekkelig tid til å virke, kan samlet oppdrift i fangsten reduseres, og sekkens videre oppstigning bli mer stabil.

Det understrekes at et hivestopp i seg selv ikke medfører ytterligere trykkreduksjon, men gir rom for at tidsavhengige prosesser kan finne sted. Hypotesen forutsetter derfor at stoppet gjennomføres tidlig nok i innhivingen, før sekken mister horisontal kontroll.

Samspill mellom operasjonelle tiltak og tekniske løsninger

Operasjonelle grep som redusert vinsjhastighet og strategisk hivestopp kan fungere som effektive supplementer, spesielt når de kombineres med tekniske løsninger som fangstbegrensningssystem.

Slike kombinasjoner kan potensielt gi større sikkerhetsmarginer og bedre forutsigbarhet enn operasjonelle tiltak alene.

Impliserte anbefalinger for videre arbeid

Basert på erfaringene i prosjektet anbefales det at:

- hivestopp vurderes som et strukturert operasjonelt tiltak, men testes videre gjennom planlagte forsøk med definerte stoppdyp og stopptid,
- operasjonelle tiltak ikke brukes som erstatning for tekniske løsninger, men som supplement,
- videre utvikling prioriterer løsninger som gir teknisk kontroll over fangstmengde og oppstigning, med operasjonelle tiltak som støtte.

Del IV – Syntese og anbefalinger

Samlet vurdering og anbefalinger

Samlet vurdering

Dette prosjektet har gitt et unikt datagrunnlag for å forstå trålekkens oppstigning, belastninger på redskapet og samspillet mellom operasjonelle tiltak og tekniske løsninger i kolmulefisket. Resultatene viser tydelig at risiko for sprengning av trålekk og farlige HMS-hendelser i hovedsak oppstår i slutfasen av innhivingen, der høy oppstigningshastighet, ugunstig sekkgeometri og store fangstmengder virker sammen.

Prosjektet dokumenterer at operasjonelle tiltak alene, som redusert vinsjhastighet og manuelle inngrep sent i innhivingen, har begrenset effekt når horisontal kontroll over redskapet er tapt. Samtidig viser resultatene at tekniske løsninger som begrenser fangstmengde før innhiving, og som muliggjør kontrollert frigjøring av fangst på ønsket dyp, har et betydelig potensial for risikoreduksjon.

Fangstbegrensningssystemene som er testet i prosjektet har vist at det er mulig å holde målarten tilbake under fiske, samtidig som overskuddsfangst kan slippes ut kontrollert når posen er full. Dette kan bidra til redusert risiko for sprengning, mindre redskapstap og bedre HMS, samt redusert behov for uønsket utkast. Samtidig er flere nøkkelkomponenter, særlig fiskelås og utløsermekanismer, ikke tilstrekkelig modne for bred operativ bruk uten videre utvikling.

Hovedfunn

De viktigste funnene fra prosjektet kan oppsummeres som følger:

- Trålsekken akselererer kraftig i de øvre delene av vannsøylen, og sprengning skjer når sekken når overflaten.
- Risiko for sprengning kan ikke vurderes utelukkende basert på fangststørrelse, men må ses i sammenheng med sekkgeometri, orientering og oppstigningsforløp.
- Fangstbegrensningssystemer kan effektivt redusere fangstmengde før innhiving og dermed redusere risiko i de mest kritiske fasene.
- Fiskelås er en kritisk flaskehals i systemet og må videreutvikles for å gi stabil og forutsigbar funksjon under innhiving.
- Utløsermekanismer for kontrollert frigjøring av fangst er teknisk gjennomførbare, men stiller høye krav til pålitelighet, vedlikehold og samspill med fangstovervåking.
- Operasjonelle tiltak som redusert vinsjhastighet og hivestopp har begrenset effekt alene, men kan være viktige supplementer når de brukes tidlig og i kombinasjon med tekniske løsninger.

Vurdering av hivestopp som operasjonelt tiltak

Prosjektet har identifisert en operasjonell hypotese om at strategisk hivestopp på moderat dyp kan bidra til å redusere oppdrift og oppstigningshastighet i sluttfasen av innhivingen. Hypotesen bygger på fysisk forståelse av dekompresjon og oppdrift, samt observasjoner av sekkens dynamikk.

Hivestopp vurderes ikke som en selvstendig løsning på utfordringene i kolmulefisket, men kan ha betydelig verdi som supplement til fangstbegrensningssystemer og utløsermekanismer. Videre arbeid bør teste dette tiltaket gjennom strukturerte og repeterbare forsøk med definerte stoppdyp og stopptid, kombinert med målinger av oppstigningshastighet, belastninger og biologiske effekter.

Anbefalinger for videre utvikling

Basert på resultatene fra prosjektet anbefales følgende prioriteringer for videre arbeid:

1. **Videreutvikling av fangstbegrensningssystemer**, med fokus på redusert tap av målart og bedre integrasjon mellom komponenter.
2. **Målrettet utvikling av fiskelås**, med vekt på strukturell styrke, stabilitet og dokumentert funksjon under høye belastninger.

3. **Forbedring av utløsermekanismer**, inkludert økt pålitelighet, definert utløsning på ønsket dyp og robusthet mot dynamiske belastninger.
4. **Bedre integrasjon mellom fangstovervåking og utløser**, slik at beslutning om utløsning kan tas på et sikkert og forutsigbart grunnlag.
5. **Systematisk testing av strategisk hivestopp**, som et supplement til tekniske løsninger, med tydelig definert forsøksprotokoll.
6. **Videre bruk og utvikling av kamera- og sensorsystemer**, for å sikre dokumentasjon, redundans og etterprøvbarhet i komplekse operasjoner.

Impliserte gevinster for næring og forvaltning

Videre utvikling og implementering av de anbefalte løsningene har potensial til å gi:

- økt sikkerhet for fartøy og mannskap,
- redusert risiko for sprengning av trålekk og redskapstap,
- bedre kontroll med fangstmengde og håndtering av overskuddsfangst,
- redusert behov for uønsket utkast,
- styrket kunnskapsgrunnlag for forvaltning og sertifiseringsprosesser.

Prosjektet viser at kombinasjonen av tekniske løsninger og målrettede operasjonelle tiltak er nødvendig for å håndtere utfordringene i kolmulefisket på en effektiv og bærekraftig måte.

Leveranser

Vitenskapelig publisasjon

Ingólfsson, Ólafur Arnar; Breen, Michael; Rosen, Shale; Sistiaga, Manu; Jørgensen, Terje; Lilleng, Dagfinn; Saltskår, Jostein; Kvalvik, Liz Beate Kolstad; Hannaas, Sigurd; Pettersen, Hermann 2022, A catch limitation device to avoid excessive catches in the blue whiting (*Micromesistius poutassou*) Northeast Atlantic pelagic trawl fishery, *Frontiers in Marine Science*, 9 10.3389/fmars.2022.1011862

Artikler under publisering

Ingólfsson, Ólafur Arnar; Jørgensen, Terje. Manuskript om dynamikk i geometri til kolrnuletrål under hiving. *Publ. in process*

Animasjon

Animasjon av trål i kolmulefiske

Rapporter

Breen, Michael; Saltskår, Jostein; Hannaas, Sigurd; Kvalvik, Liz Beate Kolstad; Ingólfsson, Ólafur Arnar; Lilleng, Dagfinn; Pettersen, Hermann; Foss, Bjørn; Hals, Alexander William Ingvarsson 2023, Catch Control in the Blue Whiting Pelagic Trawl Fishery - Research Cruise Report [2022825]: FV “Vikingbank”

Breen, Michael; Saltskår, Jostein; Hannaas, Sigurd; Kvalvik, Liz Beate Kolstad; Ingólfsson, Ólafur Arnar; Lilleng, Dagfinn 2021, Fangstkontroll i fisket etter kolmule med pelagisk trål

Ingólfsson, Ólafur Arnar 2021, Utsortering av hai og tunfisk i pelagisk fiske. Toktrapport.

Ingólfsson, Ólafur Arnar; Kvalvik, Liz Beate Kolstad; Pettersen, Hermann 2023, Fangstkontroll i kolmulefisket — M/S Morten Einar, mars 2023, Toktrapport

Kvalvik, Liz; Lilleng, Dagfinn. 2019. Fangstregulerende tiltak i fiske etter kolmule. Tokt med MS Vikingbank. Toktrapport nr. 12-2019.

Kvalvik, Liz; Pettersen, Hermann; Saltskår, Jostein; Lilleng, Dagfinn. 2024. Fangstkontroll i fisket etter kolmule – tokt med MS Vendla 2024. Toktrapport.

Maråk, Rita Naustvik; Ingólfsson, Ólafur Arnar 2019, Fangstkontroll i fiske etter kolmule (Toktrapport nr. 13-2019 frå MS ÅKERØY)

Rosen, Shale Petit; Jørgensen, Terje; Kvalvik, Liz Beate Kolstad; Saltskår, Jostein. 2019. Fangstkontroll i kolmuletrål – forstudie. Fiskeforsøk på Porcupinebanken i 2018. Toktrapport nr. 6-2019.

Saltskår, Jostein; Lilleng, Dagfinn. 2019 Fangstkontroll i fisket etter kolmule med MS Vendla. Toktrapport nr. 11-2019.

Saltskår, Jostein; Lilleng, Dagfinn. 2023 Toktrapport, Vikingbank.

Medioppslag

Ingólfsson, Ólafur Arnar; Jakobsen, Anders 2022, Åpning i bunnen kan hindre at trålsekker sprenger. Hi.no

Ingólfsson, Ólafur Arnar. 2025. Prosjekt på fangstkontroll i kolmulefiske avsluttes. Hi.no (forberedes).

Ingólfsson, Ólafur Arnar. 2025. Prosjekt på fangstkontroll i kolmulefiske avsluttes. Fiskeribladet (forberedes).

Faktaark

Ingólfsson, Ólafur Arnar. 2025. Fangstkontroll i fisket etter kolmule.

Beste praksis

I samarbeid med Fiskeridirektoratet, fiskere og redskapsleverandører ble det holdt workshop i juni 2025. Det ble utarbeidet et sammendrag på en side med «Beste praksis for et sikkert og effektivt kolmulefiske». Dette ble levert i september 2025. I ettertid er det kommet tilbakemeldinger om forslag til endringer før endelig versjon distribueres.

Presentasjoner

Prosjekt og faremomenter presentert for Kystvakten i opplæringsprogram 2022, 2023, 2024 og 2025.

Presentasjoner på prosjekt- og referansemøter.

Ingólfsson, Ólafur Arnar. 2024. Catch limitation in the Blue Whiting pelagic fisheries. Coastal States MCS Working Group Peterhead. January 31. 2024.