

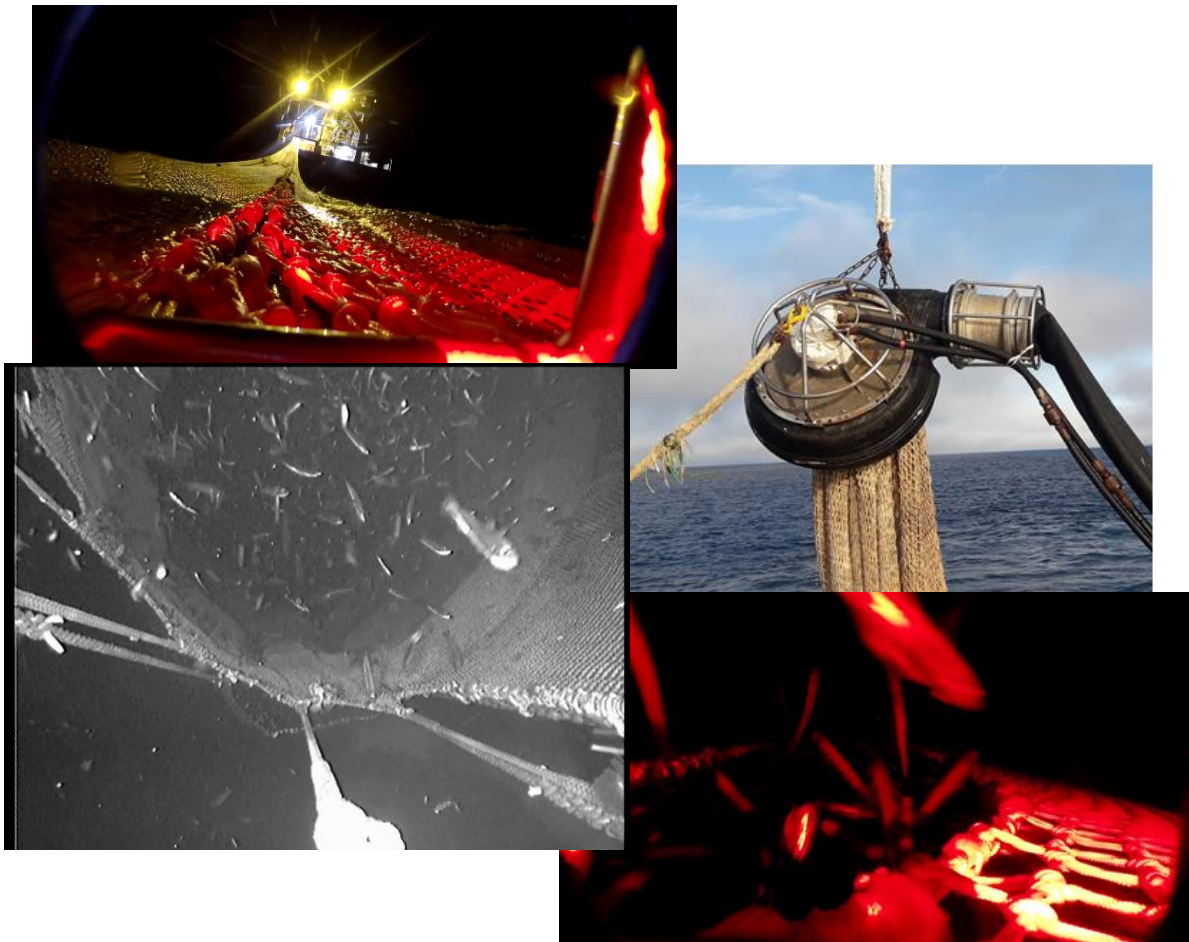


Rapport fra forskningstokt med MS Vikingbank

Fangstkontroll i fisket etter kolmule med pelagisk trål

*Mike Breen, Jostein Saltskår, Sigurd Hannaas, Liz Kvalvik, Olafur Ingolfsson
(Havforskningsinstituttet), Dagfinn Lilleng (Fiskeridirektoratet)*

Tokt nr. 2021825



Innhold

Innhold.....	1
1. Bakgrunn.....	2
1.1. Toktets hensikt og målsettinger.....	3
2. Beskrivelse.....	4
2.1. Fartøy og redskap.....	5
2.2. Spesielt om bifangst.....	9
3. Effektiviteten av tre forskjellige fangstkontrollsystemer.....	11
3.1. Utstyr og metoder.....	13
3.2. Utslippåpninger i fangstkontrollsystemet – foreløpige observasjoner og utviklinger	13
3.3. Fiskelås – foreløpige observasjoner.....	17
4. Sekkeutløser.....	20
4.1. Utstyr og metoder.....	20
4.2. Foreløpige resultater og diskusjon.....	24
5. Analyse av endringer i geometrien til trålposen og -sekken.....	28
5.1. Utstyr og metoder.....	28
5.2. Foreløpige resultater og diskusjon.....	29
6. Beregning av belastningen på koblingen mellom trålsekken og pumpen.....	30
6.1. Utstyr og metoder.....	30
6.2. Foreløpige resultater og diskusjon.....	32
7. Metoder for å vurdere fiskens vitalitet og skadestatus etter at den slippes ut gjennom åpningene i fangstkontrollsystemet.....	34
7.1. Utstyr og metoder.....	34
7.2. Foreløpige resultater og diskusjon.....	37
8. Oppsummering og anbefalinger.....	40
9. Takk.....	41
10. Referanser.....	42
Vedlegg A – Informasjon om hvordan undervannskameraer og lys ble brukt og plassert.....	42
Vedlegg B – Trålskisser.....	49

1. Bakgrunn

Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfinansiering (FHF) mottok i 2017 en forespørsel fra dem som deltar i fisket etter kolmule, om å studere utfordringer med hensyn til fangstkontroll og helse, miljø og sikkerhet i kolmulefiskeriet. Havforskningsinstituttet (HI), Fiskeridirektoratet (FDir) og FHF bidro til en mulighetsstudie som skulle undersøke de sannsynlige årsakene til spreng- og synkesekker i fisket etter kolmule i Nordøstatlanteren. Denne forstudien fant fire hovedutfordringer:

1. En risiko for spreng- og synkesekker ved overflaten etter veldig rask dekompresjon av kolmulen i trålhalet (og av gassene i svømmeblæren) som følge av rask oppstigning fra fiskedypet på >400 m.
2. Tap av store mengder fisk (ofte hundrevis av tonn) i forbindelse med sprengesekker.
3. Risikoen som båten og mannskapet utsettes for i forbindelse med sprengesekker etter veldig rask oppstigning og når de prøver å hente inn en synkesekk.
4. Behovet for bedre fangstkontroll, og da spesielt for å holde fangsten under en bestemt grense som tar hensyn til båtens kapasitet og kvote.

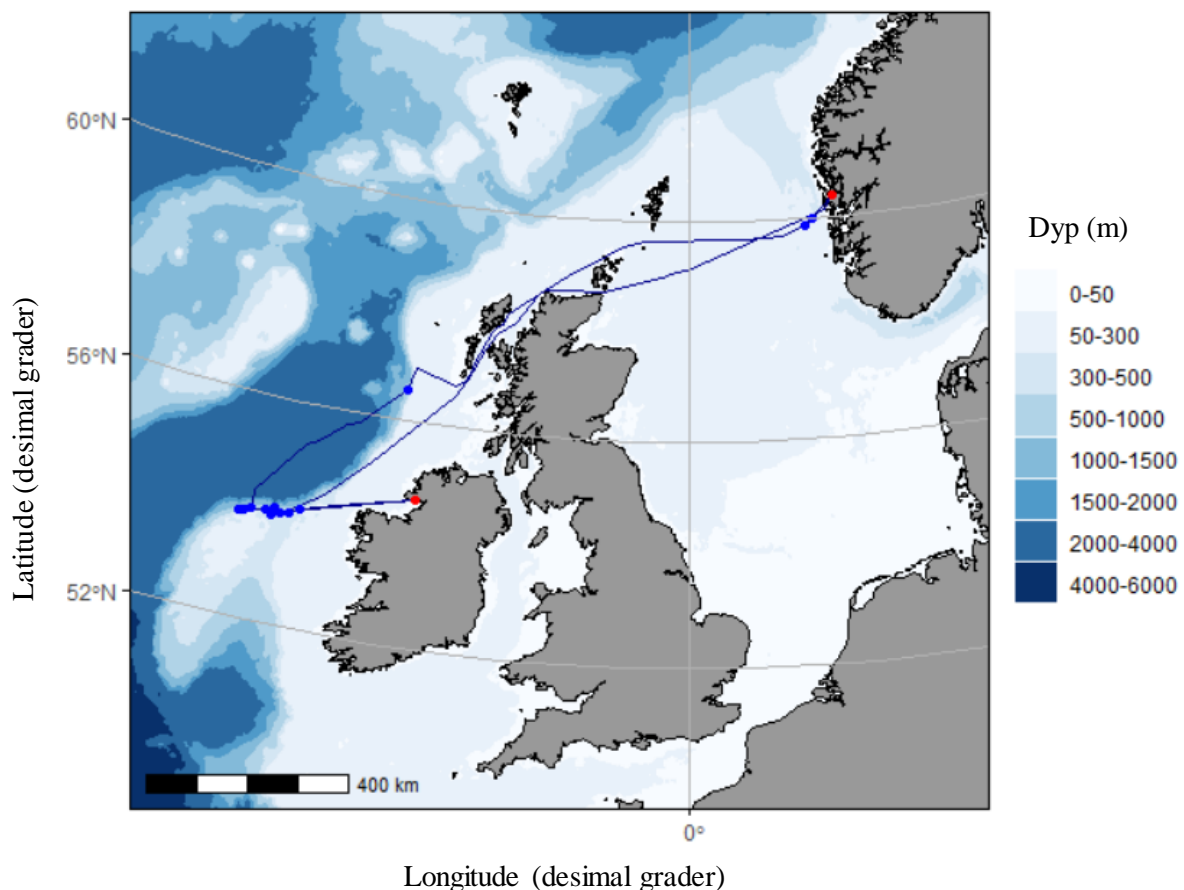
De foreløpige funnene ble brukt som begrunnelse for et prosjekt som skulle ta for seg disse utfordringene, nemlig *Fangstkontroll i fisket etter kolmule, FHF-prosjekt nr. 901542*, med oppstart i 2019. Prosjektet skulle undersøke måter å redusere risikoen for spreng- og synkesekker i fisket etter kolmule på, samt gi bedre kontroll over fangsten basert på båtens gjenværende lastekapasitet.

Det første forskningstoktet i dette prosjektet fant sted i mars 2019 (Kvalvik & Lilleng, 2019). Det studerte effektiviteten av et fangstkontrollsystem og en sekkeutløser montert på trålsekken, begge basert på prinsipper i bruk i det norske snurrevadfisket etter torsk. Dybdesensorer ble montert langs hele trålposen for å studere endringer i geometrien til posen, spesielt under innhiving. Observasjoner av fangstkontrollsystemet og sekkeutløseren ble gjort med et undervannskamera som kunne tåle det hydrostatiske trykket ved fiskedyp på >400 m. Det ble ikke fokusert særskilt på båtens og mannskapets sikkerhet ettersom en av de direkte følgene av effektiv fangstkontroll vil være redusert risiko fra spreng- og synkesekker.

1.1. Toktets hensikt og målsettinger

Hensikten med dette forskningstoktet var å videreutvikle fangstkontrollmetodene og -teknologiene som ble studert i det første toktet, ved å fokusere på følgende målsettinger:

1. Vurdere effektiviteten av tre fangstkontrollsystemer som har til hensikt å beholde målararten i trålposen under fiske og deretter slippe ut overskuddsfangst når fangstgrensen er nådd.
2. Vurdere effektiviteten av en sekkeutløser på trålsekken (prototype utviklet av Foss tech), ref. <https://www.fosstech.no/pressure-operated-actuator.html>.
3. Studere endringer i geometrien til trålposen og -sekken, spesielt under innhiving.
4. Utvikle metoder for hurtigutløsning av fiskepumpen fra sekken for å bekjempe problemet med synkesekker.
5. Utvikle metoder for å vurdere fiskens vitalitet og skadestatus etter at den slippes ut av fangstkontrollsystemene.



Figur 1. Kart som viser skipets rute (mørkeblå linje), trålhal (blå prikker) og anløpshavner (Bergen, Norge og Killybegs, Irland – røde prikker). Tabell 1 viser mer detaljert informasjon om trålhalenes hensikt, tidspunkt og nøyaktige posisjon.

2. Beskrivelse

Forskningstoktet startet 9. mars 2021 ved Nykirkekaien i Bergen, hvor fartøyet (MS «Vikingbank», R-3-K) ble lastet og forberedt. For å redusere risikoen for koronasmitte under toktet måtte både mannskapet og forskerne gjennom en karantene på ti dager (i samsvar med nasjonale og instituttets egne retningslinjer). Alle forskerne tok i tillegg en koronaprøve <4 dager før ombordstigning; prøveresultatet ble fremvist til båtføreren sammen med en egenerklæring.

Båten forlot Bergen havn kl. 12.05 (UTC) den 9. mars 2021 og seilte rett til dyphavet utenfor Norskekysten for å foreta noen prøvehal, før den fortsatte til den britiske sektoren. Vi seilte inn i britiske farvann 10. mars kl. 03.00 [59,68 N; 1,95 Ø]. Det var varslet uvær, så vi fortsatte til *the Minch*, utenfor Skottlands vestkyst, for å søke le under den verste stormen 11. mars. Om morgenen 12. mars forlot vi *the Minch* og seilte vest-nordvest til kanten av kontinentalsokkelen for å begynne jakten etter kolmule. Her ble det foretatt enda et prøvehal kvelden 12. mars, under en kort periode da stormen roet seg litt. Etter at værmeldingen ble bedre og det kom inn rapporter om kolmulefangst rundt *Porcupine Bank*, fortsatte vi sørover og krysset over til irske farvann den 13. mars kl. 00.30 [56,36 N; 9,41 V]. Vi ankom fiskefeltet morgenen 14. mars.

Det ble foretatt 13 trålhal under toktet: 3 prøvehal (uten å fiske på en bestemt art) og 10 trålhal hvor det ble fisket etter kolmule (tabell 1). De to første prøvehalene ble foretatt i dyphavet utenfor Norskekysten, for å sjekke at trålen og fangstkontrollsystem 1 var montert riktig, samt for å installere dybdesensorene (kapittel 5) og teste sekkeutløseren (kapittel 4). Et tredje prøvehal ble foretatt i dyphavet ved kanten av kontinentalsokkelen, vest for Skottland, for å øve på montering og plassering av kameraene i forkant av de «ordentlige» trålhalene på kolmulestimene.

Fisket på kolmule begynte 14. mars ved *Porcupine Bank* (tabell 1). Til sammen 7 trålhal ble foretatt i perioden 14.–16. mars, og fangsten varierte mellom 45 og 320 tonn. Båten fortsatte deretter til Killybegs for å lande fangsten, hvor den anløp havnen kvelden 17. mars og landet til sammen 947,5 tonn den 18. og 19. mars. Etter dette vendte fartøyet tilbake til *Porcupine Bank* og begynte å fiske igjen 20. mars. Det ble tatt tre trålhal til, på mellom 50 og 370 tonn hver (samlet fangst ca. 710 tonn), som alle inkluderte en bifangst av håbrann og makrellstørje (tabell 1).

Hjemreisen startet kl. 07.00 den 21. mars, etter at fisken i det siste trålhalet var pumpet om bord. Vi forlot irske farvann kl. 03.00 den 22. mars [56.08 N 8.50 V] og fortsatte via *the Minch* og *Pentland Firth* til Bergen, hvor vi anløp Nykirkekaien kl. 03.00 UTC den 24. mars. Etter at forskerne og utstyret var satt i land, fortsatte MS «Vikingbank» til Karmsund for å lande fangsten den 25. mars [kolmule: 689 tonn; makrellstørje: 420 kg; lysing: 100 kg].

2.1. Fartøy og redskap

MS «Vikingbank» (R-3-K) [eid av Cetus AS] er en 61,75 meter lang og 11,6 meter bred båt, med en bruttotonnasje på 1190 tonn. Det er et kombinasjonsfartøy som kan fiske både med pelagisk trål og ringnot. For å lokalisere og identifisere fisk er fartøyet utstyrt med sonarsystemene Simrad SU 90, Simrad ES 70 og Furuno TimeZero.



Figur 2. MS «Vikingbank» (R-3-K).

For dette toktet var fartøyet utstyrt med en Capto 2016 pelagisk trål fra Vonin (strakt omkrets på 2016 meter), med en trålsekk med kapasitet på 1300 m³ (vedlegg B). Den totale lengden fra tråldørene til trålsekken var ca. 875 m. 3,5-tonns tråldører fra Thyborøn (13,11 m³) ble festet til de øvre sveipene, mens de nedre sveipene ble vektet ned med kjettingbunt som veide ca. 1,5 tonn. Trålvinsjen ble styrt av et autotrålsystem produsert av Pentagon.

Geometrien til trålposen ble løpende registrert under hvert trålhal ved hjelp av en Simrad FS 70 trålsonar og dybdesensorer festet til overtelnen, samt Scanmar avstandssensorer. Fangsten i trålsekken ble overvåket med fire Simrad PI 32 fangstsensorer og et Scanmar tråløye ekkolodd (se kapittel 4 for mer informasjon).

I tillegg hadde broen følgende utstyr: navigasjonssystem fra Olex; dual Telchart ECDIS-oppsatt fra Furuno; Simrad ES 70 og Furuno TimeZero ekkolodd; Kaieo ADCP (hydroakustisk strømmåler) og DEIF Malling anemometer for å måle vindstyrke og -retning.

Tabell 1. Oversikt over trålhal: informasjon om testtrigg, fangst og tidspunkter.

Hal detaljer				Fangst		Tråldører ut			Start tauing			Start hiving			Dører inn			Trålsekk i overflate
Hal nr.	Fangstkontrollsystem	Prøvetakings trål	Dato	Målart (kolmule) tonn	Bifangst	Tid (UTC)	Posisjon - desimal		Tid (UTC)	Posisjon - desimal		Tid (UTC)	Posisjon - desimal		Tid (UTC)	Posisjon - desimal		Tid (UTC)
							Lat	Long		Lat	Long		Lat	Long		Lat	Long	
Testhal_01	Rigg #1 sekskantmasker	nei	09.03.2021	NA	0	16:04:00	59,9975	4,5055	NA	NA	NA	16:21:00	59,9878	4,5226	16:27:00	59,9671	4,5202	NA
Testhal_02	Rigg #1 sekskantmasker	nei	09.03.2021	NA	0	18:22:00	59,8735	4,2457	18:36:00	59,8502	4,2440	18:48:00	NA	NA	18:49:00	59,8433	4,2435	NA
Testhal_03	Rigg #1 sekskantmasker	nei	12.03.2021	NA	0	20:06:35	56,5648	-9,1971	20:54:57	56,5144	-9,1913	21:11:58	56,4989	-9,1864	21:38:40	56,4874	-9,1721	NA
Hal_01	Rigg #1 sekskantmasker	nei	14.03.2021	45	0	12:19:53	53,9165	-13,4769	12:42:00	53,9217	-13,4303	13:40:50	53,9491	-13,3490	14:11:05	53,9550	-13,3227	14:22:35
Hal_02	Rigg #1a - dekknett i topp- og bunnpanel	nei	14.03.2021	200	0	17:23:58	53,9523	-13,2953	17:43:00	53,9499	-13,3407	22:28:30	53,8352	-13,6864	22:55:08	53,8296	-13,7089	NA
Hal_03	Rigg #1b - topppanel stengt, dekknett i bunnpanel tatt vekk	nei	15.03.2021	63	Vassild (3t)	9:21:31	53,9433	-13,2983	9:47:35	53,9207	-13,3358	11:39:25	53,8726	-13,5053	12:07:30	53,8803	-13,5302	12:21:50
Hal_04	Rigg #1b - topppanel stengt, dekknett i bunnpanel tatt vekk	ja	15.03.2021	125	0	15:09:49	53,8646	-13,6555	17:35:05	53,8558	-13,8560	22:43:00	54,0290	-13,0375	23:13:40	54,0433	-13,0286	NA
Hal_05	Rigg #2 - 2m diamant masker, alle panel	nei	16.03.2021	140	1 håbrann og 1 makrellstørje	8:48:49	53,9735	-12,8626	9:11:10	53,9779	-12,8115	12:02:00	54,0575	-12,5986	12:33:49	54,0660	-12,5733	12:45:15
Hal_06	Rigg #3 - åpninger i alle panel	nei	16.03.2021	80	0	16:24:16	54,0659	-12,5908	16:40:00	54,0435	-12,5938	18:06:00	53,9712	-12,5546	18:30:50	53,9592	-12,5450	18:42:35
Hal_07	Rigg #3 - åpninger i alle panel	nei	16.03.2021	320	0	21:17:02	53,9704	-12,4023	21:38:00	53,9745	-12,4435	0:39:00	53,9523	-12,7111	1:05:46	53,9462	-12,7340	1:16:00
Hal_08	Rigg 4 - hybrid rigg #3 og #1 i bunnpanel	nei	20.03.2021	370	Håbrann	0:42:16	54,1198	-11,8383	0:58:00	54,1185	-11,8801	7:29:00	53,9616	-12,4548	7:47:45	53,9596	-12,4735	7:58:00
Hal_09	Rigg 4 - hybrid rigg #3 og #1 i bunnpanel	ja	20.03.2021	50	Makrellstørje	12:07:35	53,9101	-12,6875	12:45:00	53,9412	-12,7132	16:55:00	53,9630	-12,3163	17:12:51	52,9645	-12,2984	17:27:00
Hal_10	Rigg 4 - hybrid rigg #3 og #1 i bunnpanel	nei	20.03.2021	270	2 makrellstørje og lysing (100 kg)	23:10:20	54,0296	-12,1262	23:30:00	54,0167	-12,1630	6:59:00	53,9171	-12,8222	7:12:40	53,9199	-12,8338	7:23:00

Tabell 2a. Oversikt over parametere under fiskeoperasjoner (tauing).

Fiskeoperasjon (tauing)																
Hal nr.	Kurs (grader)		Tauefart (knop)		Lengde trålwire (M)		Dyp (m)		Dyp overtelne (m)		Dørspredning (m)		Vannstrøm - retning (grader,) på 200 m		Vannstrøm - fart (m/s) på 200 m	
	Snitt ± Ki	Intervall	Snitt ± Ki	Intervall	Snitt ± Ki	Intervall	Snitt ± Ki	Intervall	Snitt ± Ki	Intervall	Snitt ± Ki	Intervall	Snitt ± Ki	Intervall	Snitt ± Ki	Intervall
Testhal_01	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	176 - 176	NA	120 - 120	NA	204 - 204	NA	200 - 200	NA	0,2 - 0,2
Testhal_02	181±12,7	180 - 182	3,3±11,4	2,4 - 4,2	331±12,7	330 - 332	286,5±57,2	282 - 291	114,9±100,4	107 - 122,8	193,7±57,2	170 - 216	NA	NA	NA	NA
Testhal_03	169,2±2,7	166 - 173	3,5±0,1	3,3 - 3,5	1154±6,6	1145 - 1162	736,4±8,7	729 - 744	407,2±17	387,6 - 428,8	NA	NA	155,4±7,2	147 - 163	NA	0,1 - 0,1
Hal_01	62,1±4,2	52 - 79	3,4±0,1	3 - 3,7	1209±14,5	1170 - 1255	685,7±20	645 - 753	433,1±9	388,5 - 454,6	NA	328 - 328	57,4±10,2	49 - 92	0,6±0,1	0,4 - 0,7
Hal_02	246,1±7,8	175 - 267	3,4±0,1	2,5 - 3,7	1163,3±12,7	1085 - 1250	737,2±31,6	582 - 822	447,5±8	388,6 - 494,8	326±3,2	321 - 329	241,7±14,3	142 - 292	0,2±0,1	0,1 - 0,5
Hal_03	243,9±2,8	233 - 256	3,6±0,1	3,4 - 4	1036,6±27,8	940 - 1121	494,8±18,6	444 - 539	361,4±9,5	323 - 380,1	326,3±7,2	323 - 328	245,4±7,1	215 - 268	0,4±0,1	0,2 - 0,6
Hal_04	73±29,4	30 - 352	3,8±0,2	3 - 4,2	1118,5±73,9	875 - 1315	547,8±65,8	407 - 769	398,3±42	259,2 - 547,1	328±12,7	327 - 329	92,4±42,9	11 - 321	0,2±0	0,1 - 0,4
Hal_05	57,2±5,2	48 - 75	3±0,3	2,1 - 3,5	1332,3±25	1240 - 1400	1134,7±251,6	613 - 1752	482,6±23,2	351,9 - 516,3	NA	329 - 329	213,8±78,8	44 - 344	0,1±0,1	0,1 - 0,3
Hal_06	164,3±3	161 - 169	3,2±0,2	2,8 - 3,5	1186,4±59,4	1070 - 1275	929,6±242,8	633 - 1293	432,9±49,8	316,9 - 479,7	297±393,9	266 - 328	146,1±27,5	96 - 195	0,1±0	0,1 - 0,2
Hal_07	270,8±7,7	242 - 291	3,4±0,2	2,8 - 4,6	982,3±67	725 - 1230	578,8±47,6	479 - 809	366,9±28,8	269,9 - 472,6	316,4±11,8	283 - 330	226,7±66,8	16 - 343	0,1±0	0,1 - 0,2
Hal_08	250,1±6,7	215 - 283	3,6±0,1	3,2 - 4	1025,2±27,7	840 - 1162	655,7±50,6	456 - 950	356,3±12,6	236,1 - 421	316,5±10	286 - 329	223,9±19,7	62 - 342	0,1±0	0,1 - 0,3
Hal_09	78,8±9,8	0 - 115	3,7±0,1	1,9 - 4,9	915,8±24,1	710 - 1000	557,5±22,5	445 - 683	335,8±8,8	264,4 - 383,4	317,1±5,4	257 - 330	104,6±33	4 - 357	0,1±0	0,1 - 0,2
Hal_10	252,1±6,2	234 - 314	3,5±0	3,2 - 3,9	819,2±13,4	693 - 856	450,6±16,2	395 - 681	276,2±5	237,2 - 307,4	313,8±4,9	270 - 330	180,5±37,1	17 - 352	0,1±0	0,1 - 0,2

Tabell 2b. Oversikt over parametere under fiskeoperasjoner (innhiving).

Hal nr.	Fiskeoperasjon (hiving)															
	Kurs (grader)		Taufart (knop)		Lengde trålwire (M)		Dyp (m)		Dyp overtelne (m)		Dørspredning (m)		Vannstrøm - retning (grader,) på 200 m		Vannstrøm - fart (m/s) på 200 m	
	Snitt ± Ki	Intervall	Snitt ± Ki	Intervall	Snitt ± Ki	Intervall	Snitt ± Ki	Intervall	Snitt ± Ki	Intervall	Snitt ± Ki	Intervall	Snitt ± Ki	Intervall	Snitt ± Ki	Intervall
Testhal_01	193,5±31,8	191 - 196	2±2,5	1,8 - 2,2	NA	NA	NA	175 - 175	NA	112 - 112	NA	NA	NA	44 - 44	NA	0,1 - 0,1
Testhal_02	NA	180 - 180	NA	3,1 - 3,1	NA	NA	NA	NA	NA	74 - 74	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Testhal_03	146,6±6,8	125 - 171	2,2±0,2	1,5 - 2,9	457,5±186,1	0 - 1180	736,7±3,8	735 - 738	321,5±48,1	149,6 - 419,1	197±55,8	49,8 - 325	128±21,2	120 - 137	0,1±0	0,1 - 0,1
Hal_01	68±5,5	58 - 85	2,2±0,1	1,9 - 2,4	543,3±226,5	0 - 1165	764,9±2,6	759 - 768	319,2±84,3	111 - 455	209,9±79	92,6 - 327	49,3±27,4	38 - 60	0,4±0,3	0,3 - 0,5
Hal_02	247,6±5,1	232 - 254	2,1±0,2	1,7 - 2,3	451,1±295,3	0 - 1085	597,5±10,6	582 - 616	285,8±89,9	122,1 - 423,1	176,6±88	0 - 323	248±165,6	93 - 310	NA	0,1 - 0,1
Hal_03	237,9±2,6	229 - 242	2,3±0,2	1,7 - 2,6	525,5±270,4	0 - 1121	504±14,3	483 - 539	286,8±73,6	131,9 - 399,1	171,8±87,6	0 - 327	247,1±14,4	216 - 272	0,2±0	0,1 - 0,2
Hal_04	63,9±84,4	13 - 356	2±0,2	1,6 - 2,3	570±285,7	0 - 1250	NA	NA	358,6±94,3	138,6 - 516,2	172,7±86	0 - 310	104±90,4	2 - 212	0,1±0	0,1 - 0,1
Hal_05	60±3	50 - 67	2,1±0,3	1 - 2,5	475±230,2	0 - 1085	1483,6±51,7	1420 - 1624	266,2±90,5	102,7 - 442,5	148±91,8	0 - 299	272,9±18,9	240 - 334	0,2±0,1	0,1 - 0,4
Hal_06	154,8±2,2	149 - 162	2,1±0,1	1,9 - 2,6	473,4±205,2	0 - 1070	499,1±28	463 - 632	292,6±62,4	124,2 - 425,6	186,3±69	0 - 321	181±139,3	97 - 303	NA	0,1 - 0,1
Hal_07	245,4±2,9	239 - 255	2,1±0,1	1,7 - 2,6	517,3±203,9	0 - 1085	483,6±8	465 - 516	296,2±58,8	122,8 - 413,3	188,6±67,7	0 - 325	255,6±46,9	192 - 314	0,1±0	0,1 - 0,1
Hal_08	260,7±6,1	249 - 275	2±0,3	1 - 2,3	339,2±190,8	0 - 790	464±1,1	462 - 467	234,8±49,1	128,9 - 304,1	185,1±73,9	0 - 300	221,3±124,3	0 - 353	0,1±0	0,1 - 0,1
Hal_09	82,1±1,7	79 - 85	2,5±0,3	2,3 - 3,5	302,9±167,8	0 - 590	447,6±3,3	444 - 457	234,7±60	111,9 - 322,6	155,1±67,7	0 - 258	130,5±39	94 - 147	NA	0,1 - 0,1
Hal_10	292,5±7,2	283 - 311	2,1±0,2	1,8 - 2,6	264,2±181,8	0 - 693	417,1±1,6	414 - 420	177±40,1	100,8 - 235	155,4±75,2	0 - 258	53,9±98,5	0 - 293	0,1±0	0,1 - 0,1

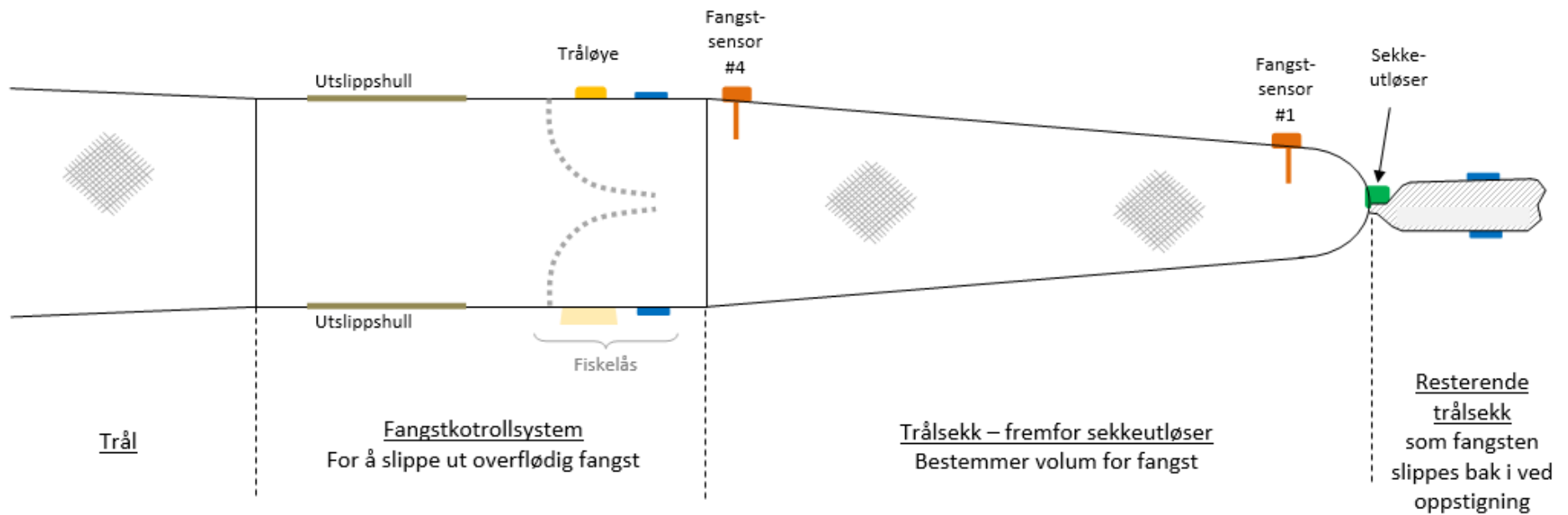
2.2. Spesielt om bifangst

På bakgrunn av anekdotisk informasjon fra den norske fiskeflåten var prosjektgruppen klar over at det kunne være et problem i fisket etter kolmule med bifangst av store arter, blant annet hai og makrellstørje. Denne problemstillingen ble bekreftet under dette toktet, der det ble observert bifangst av håbrann (*Lamna nasus*) (IUCN-status [Nordøstatlanteren]: kritisk truet) og/eller makrellstørje (*Thunnus thynnus*) (IUCN-status [Europa]: nær truet) i 40 % (4 av 10) av trålhalene etter kolmule på fiskefeltene i *Porcupine Bank* (se tabell 1).

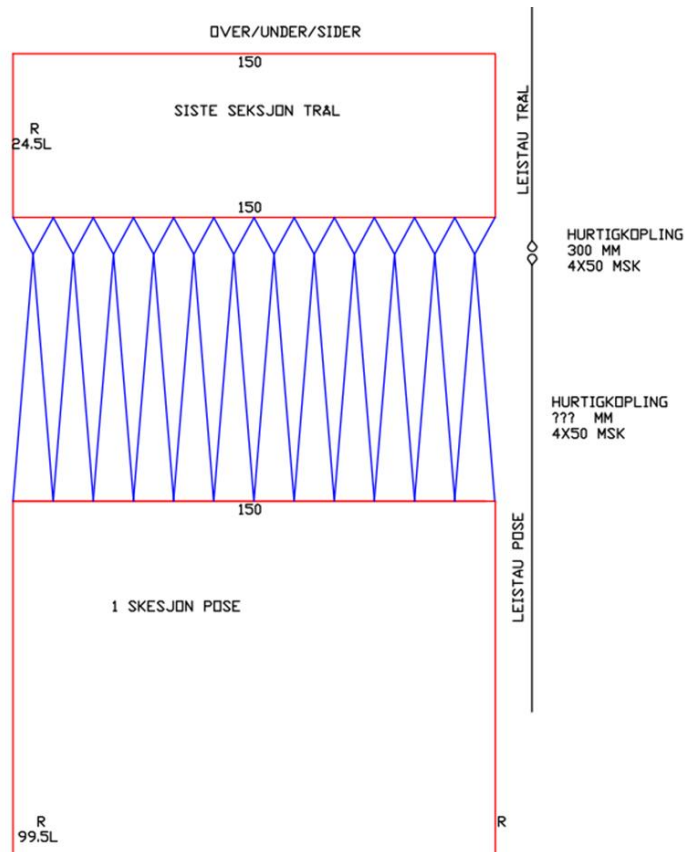


Figur 3. Øverst: Håbrann (*Lamna nasus*) tatt i trålhal 05 som ble sluppet ut levende. Nederst: makrellstørje (*Thunnus thynnus*) fanget i trålhal 09 som var død da den ble tatt om bord.

Under trålhal 05 ble det observert under innhiving at en håbrann og en makrellstørje var fanget i trålbelgen foran fangstkontrollsystemet. Håbrannen hadde satt tennene fast i notlinet, men den ble kuttet løs på dekk og sluppet ut i sjøen levende etter at en av besetningen skar bort et pakkeband fra rundt brystpartiet. Makrellstørja ble værende i vannet og kom seg ut av trålen levende via utslippsåpningen i fangstkontrollsystemet (rigg 2). Dette indikerer at man kunne videreutvikle et fangstkontrollsystem med store utslippsåpninger i bunnen for å redusere bifangsten av store arter. Det ble tatt bifangst (en håbrann og tre makrellstørjer) i tre trålhal til (08-10), men dessverre ble ingen av disse sluppet ut levende.

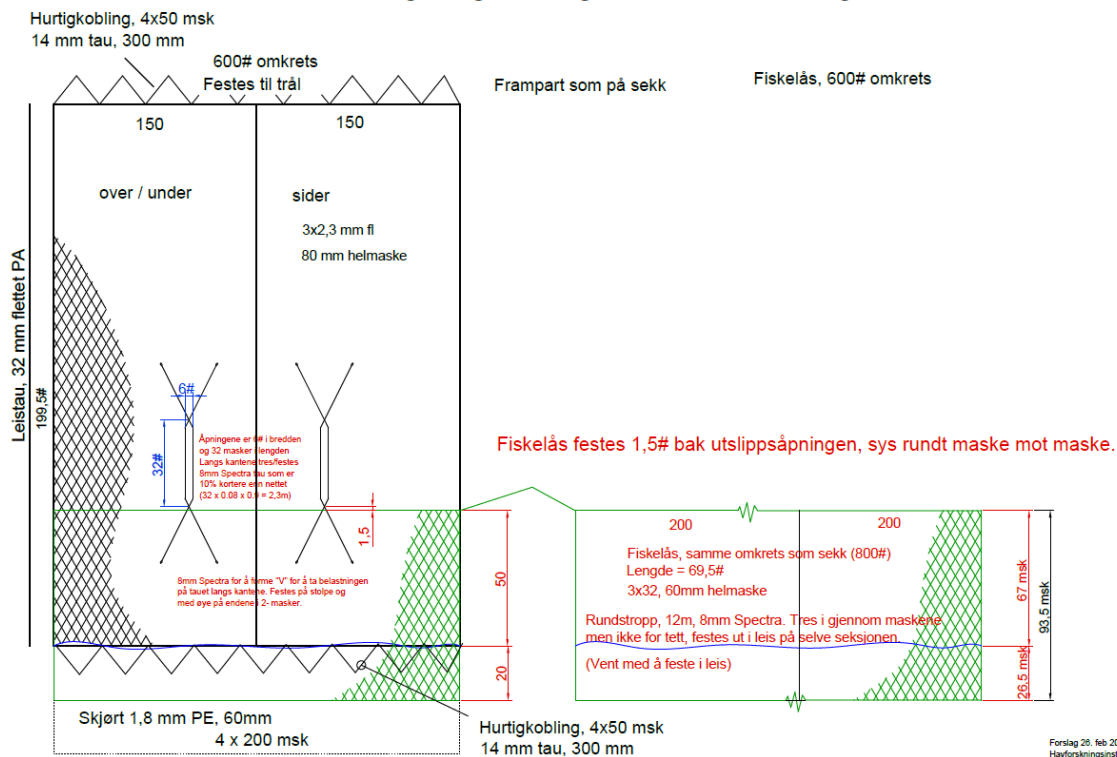


Figur 4. Fangstkontrollsystem. Oversikt: innbefatter en ca. 10 m lang sylindrerformet netting, montert mellom trålbjelgen og trållsekken, bestående av to hoveddeler: utslippsåpninger og en «fiskelås». Systemet skal la fangsten svømme fritt fra trålen til trållsekken under fiske, inntil trållsekken er fylt opp. Utslippsåpningene bør derfor hindre rømming under vanlig fiske, men når sekken er full, skal fisken kunne rømme fritt med minimal risiko for trengsel og mekaniske skader. Fiskelåsen skal la fisken svømme fritt inn i trållsekken under vanlig fiske. Men, når trållsekken er full og/eller under innhiving, skal fangsten bak fiskelåsen presse mot fiskelåsen og dermed stenge den, slik at fisken i trållsekken ikke kan slippe ut gjennom utslippsåpningene. Fangst-sensorene og trålløye er teknologier som skal holde båtføreren orientert om når trållsekken er full. Sekkeutløseren slipper fangsten ut i den bakre delen av trållsekken under innhiving (se kapittel 4).

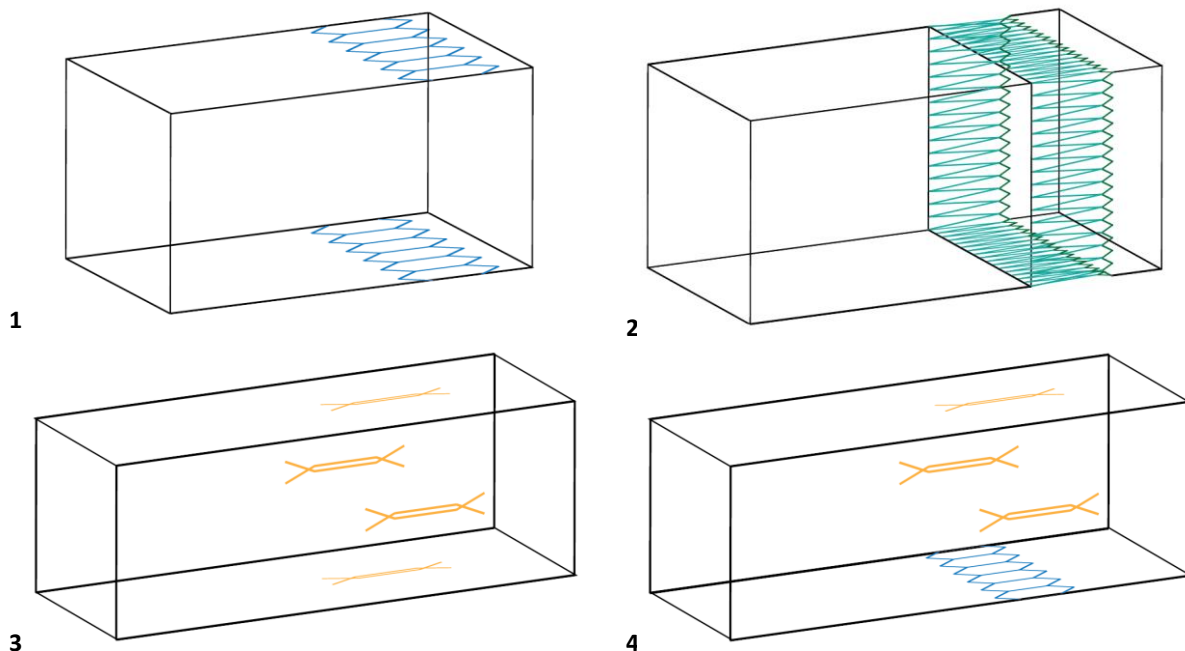


Figur 5b. Skisse av fangstkontrollsystem 2: 2,0 m maske i alle fire paneler.

Fangstbegrensning til kolmuletrål, Vikingbank



Figur 5c. Skisse av fangstkontrollsystem 3: 2,5 m lang åpning i hvert av de fire panelene.



Figur 5d: Skisse av alle fire fangstkontrollsystemene. Seksjonene monteres mot trålbelt og trålsekk, med framparten på seksjonene (til venstre på illustrasjonene) mot trålbelt og høyre mot sekk.

3.1. Utstyr og metoder

Fangstkontrollsystemenes evne til å beholde og slippe ut fangsten ble analysert ved hjelp av undervannskameraer plassert diverse steder på trålposen og selve riggen. Vedlegg A gir en detaljert beskrivelse av disse kamerasystemene og hvordan de ble montert og posisjonert. I tillegg til disse kamerasystemene ble trålen og fangstkontrollsystemet overvåket med følgende utstyr: en Simrad sonar og dybdesensor montert på overtellen; Scanmar avstandssensorer; en Scanmar tråløye-enhet på fangstkontrollsystemet (figur 4); og 16 dybdeloggere diverse steder langs trålposen, fangstkontrollsystemet og trålsekken (se kapittel 4 og 5 for mer informasjon og diskusjon).

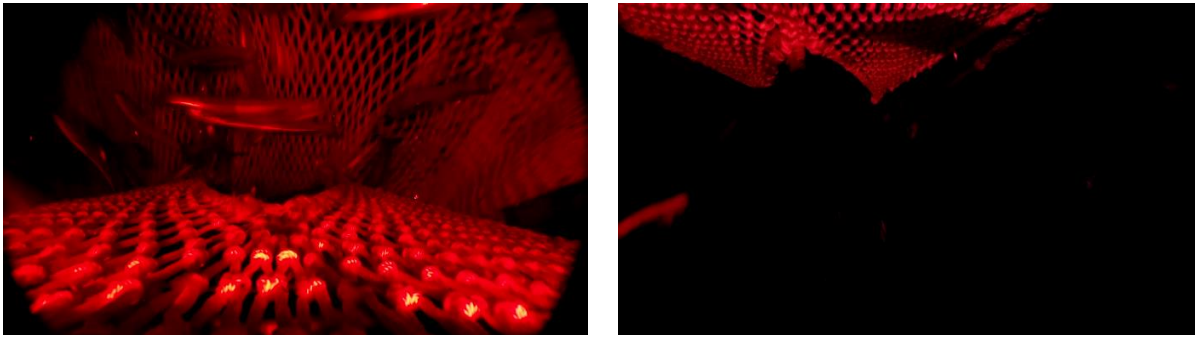
3.2. Utslippsåpninger i fangstkontrollsystemet – foreløpige observasjoner og utviklinger

Disse resultatene er basert på foreløpige observasjoner, og det vil være nødvendig med en mer detaljert analyse før sikre konklusjoner kan trekkes.

Når de var montert på trålposen, virket det som om alle de fire riggene var stabile og beholdt riktig geometri. Det eneste unntaket var trålhal 8, der kameraene montert på den bakre kanten av den nederste utslippsåpningen i rigg 4 tilsynelatende hadde deformert bunnpanelet.

Trålhal 01 og 02 demonstrerte konsekvent og formålstjenlig atferd i kolmule som passerte gjennom rigg 1: Fisken svømte generelt oppover og samlet seg i den øvre delen av fangstkontrollsystemet. Dette førte til at et uakseptabelt antall fisk hele tiden rømte gjennom de øverste utslippsåpningene i fangstkontrollsystemet, men samtidig med veldig lite rømming fra de nederste utslippsåpningene (figur 6). På bakgrunn av denne observasjonen ble den øverste utslippsåpningen dekket over med et nettingpanel

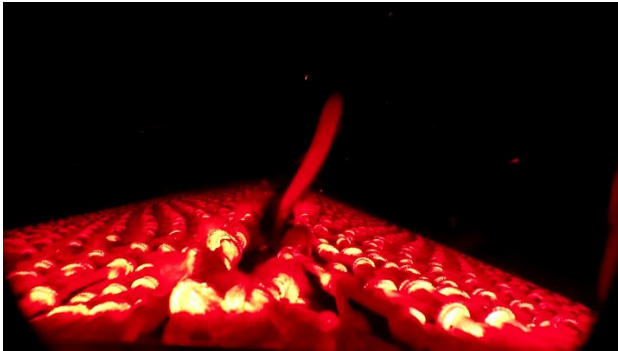
(maskestørrelse 80 mm) under trålhal 03 og 04 for å minimere risikoen for rømming, mens et løst dekknett på bunnpanelet ble fjernet. Det var ingenting som tydet på at dette førte til noen betydelig økning i antall fisk som rømte gjennom åpningen i bunnpanelet. Under trålhal 05 ble det igjen observert at et uakseptabelt antall fisk rømte gjennom overpanelet i rigg 2, mens veldig få rømte gjennom bunnpanelet. Utslippsåpningene i rigg 3 er mindre enn i rigg 1 og 2, så betydelig færre fisk rømte gjennom overpanelet under trålhal 06 og 07, men det var fremdeles flere som rømte der, enn det veldig lave antallet som svømte ut gjennom bunnpanelet under vanlig fiske (figur 7).



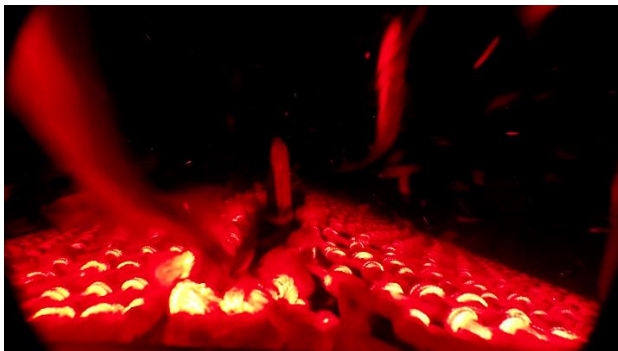
Figur 6. Trålhal 02. Rigg 1a – sekskantmasket utslippsåpning med dekknett, kl. 22:23:17 (5 minutter før innhiving). Venstre: Mye kolmule rømmer via åpningen i overpanelet. Høyre: Veldig lite kolmule rømmer via åpningen i bunnpanelet.

Under vanlig fiske, når trålsekken er full og båten gjør seg klar til innhiving, skal fangstkontrollsystemet gjøre det lett for eventuell overskuddsfangst som befinner seg i eller foran fangstkontrollsystemet, å rømme. Dette ble observert med rigg 1 og 2, hvor et stort antall fisk rømte omtrent samtidig som fangstsensorene og/eller tråløye-enheten viste at trålsekken var full (se kapittel 4). Med rigg 3 utvidet åpningene i både over- og bunnpanelet seg inntil åpningene ble nesten helt runde da fangsten i trålsekken begynte å nærme seg fangstgrensen (figur 7). Dette førte til en betydelig økning i rømming fra overpanelet da fisketettheten i fangstkontrollsystemet økte (figur 7). Det ble likevel uttrykt bekymring over at disse åpningene ved veldig høye fisketettheter ville være utilstrekkelige til å la nok fisk slippe ut for å unngå trengsel og/eller mekaniske skader.

Utenfor øvre utslippsåpning
00:39



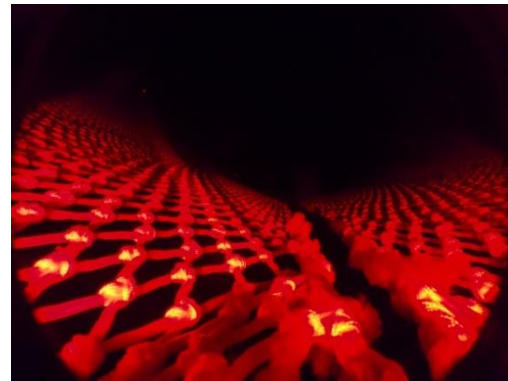
00:48



01:04



Innenfor nedre utslippsåpning



Figur 7. Trålhal 07 (rigg 3). Venstre: utenfor øvre utslippsåpning. Høyre: innenfor nedre utslippsåpning. Øverste linje: 00:39 – innhiving begynner, det er lav fisketetthet i fangstkontrollsystemet, åpningene er stengt, og lite fisk rømmer. Midterste linje: 00:48 – sensor #4 aktiveres, tettheten øker, åpningene blir bredere, og rømming via overpanelet øker. Nederste linje: 01:04 – 16 min etter at sensor #4 ble aktivert. Åpningene er nesten helt runde; mye rømming via overpanelet, lite rømming via bunnpanelet.

På bakgrunn av disse observasjonene ble det vedtatt å lage et nytt fangstkontrollsystem (rigg 4) som var en hybrid av rigg 1 og 3. Over- og sidepanelene kom fra rigg 3, og den store utslippsåpningen med sekskantmaske fra rigg 1 ble satt inn i bunnpanelet. Denne riggen ble testet i trålhal 08 til 10, og foreløpige observasjoner tyder på at det kan være interessant å videreutvikle denne prototypen. Det ser ut til at veldig lite fisk rømmer via overpanelet (med én åpning) under vanlig tauing. Det var litt rømming via åpningen i bunnpanelet (sekskantmasket) under vanlig fiske (figur 8), men det ville være mulig å redusere dette ved å modifisere fangstkontrollsystemet. Man kunne, for eksempel, inkludere ledepaneler for å løfte fisken nærmest bunnpanelet over åpningen når de svømmer gjennom

fangstkontrollsystemet mot trålsekken. Utslippsåpningen i bunnpanelet fungerte også meget effektivt med hensyn til å slippe ut fisk når fisketettheten økte mot slutten av vanlig fiske (figur 8).



Figur 8. Trålhal 10 (rigg 4). Venstre: 06:59 – innhiving begynner; lite rømming via utslippsåpningen i bunnpanelet. Høyre: 07:39 – Under innhiving; masserømming av fisk via den nedre utslippsåpningen.

3.3. Fiskelås – foreløpige observasjoner

To forskjellige typer «fiskelås» ble testet under toktet. Rigg 1 inkluderte et nettingpanel festet til overpanelet, ca. 0,3 m akterut for utslippsåpningen, og deretter festet på skrå ned til cirka halvveis på sidepanelene (og mot trålsekken). Dette designet (type 1) ble bare observert én gang, under trålhal 03, men så ut til å fungere godt. Under innhiving i trålhal 03 kunne man klart se at fangsten i trålsekken flyttet seg forover og begynte å samle seg øverst i fiskelåsen. Etter hvert som det samlet seg mer og mer fisk, ble panelet dyttet ned, inntil det lukket seg igjen mot bunnpanelet og dermed hindret vesentlig tap av fangsten fra trålsekken under innhiving (figur 9).

Den andre fiskelåsen (type 2) ble kombinert med rigg 3 (og 4) og bestod av en nettingsylinder hvor forkanten var festet til fangstkontrollsystemets over-, bunn- og sidepaneler, 0,1 m bak panelene med utslippsåpningene. På akterenden av sylindere ble det først montert en rundstropp av Dyneema-tau som gikk rundt åpningen og var festet til hver side av fangstkontrollsystemet. Før trålhal 06 ble det uttrykt bekymring for at dette tauet var for kort og kunne føre til at fisk samlet seg på feil side av låsen under vanlig fiske, og dermed blokkerte inngangen til trålsekken og førte til at for mye av fangsten gikk tapt gjennom utslippsåpningene. Rundstroppen ble derfor fjernet. De eneste gode observasjonene av denne fiskelåsen ble gjort under trålhal 09, da det var klart at nettingsylindere var fullstendig ineffektiv som fiskelås: Den beveget seg fritt frem og tilbake i fangstkontrollsystemet og reduserte ikke rømming fra trålsekken under innhiving i det hele tatt (figur 10).

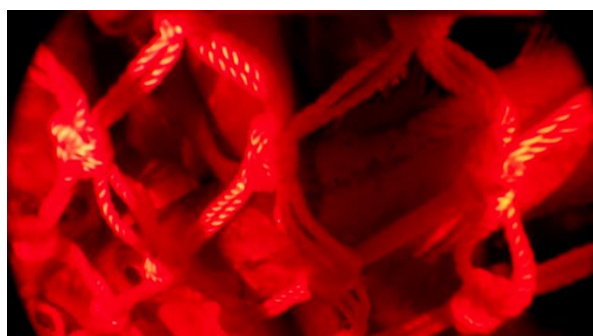
5B: Overpanel, på innsiden, mot akter
12:17:00



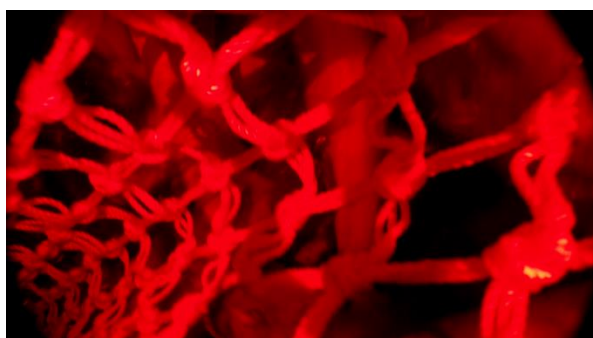
12:17:10



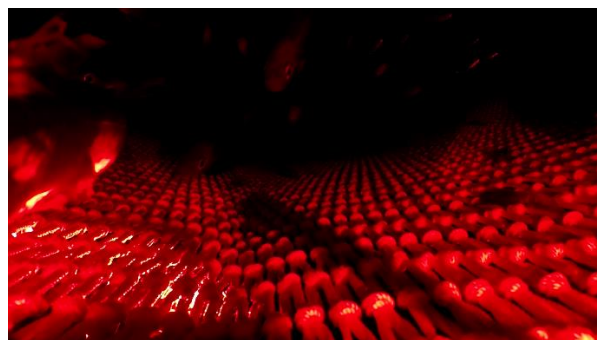
12:17:20



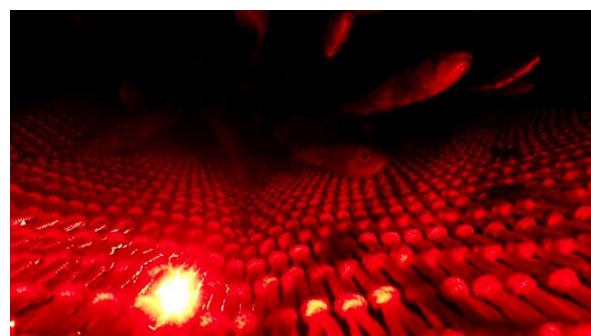
12:17:30



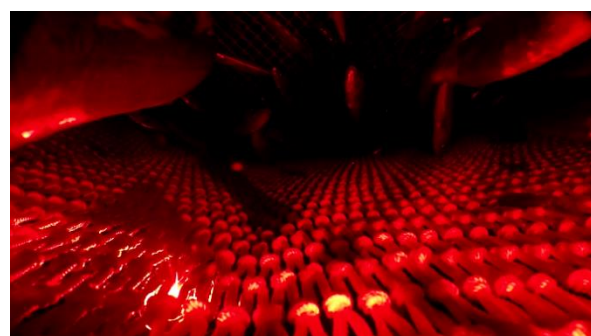
6B: Bunnpanel, på innsiden, mot akter
12:17:00



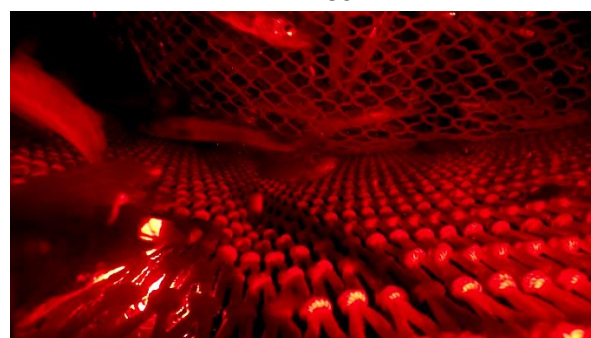
12:17:10



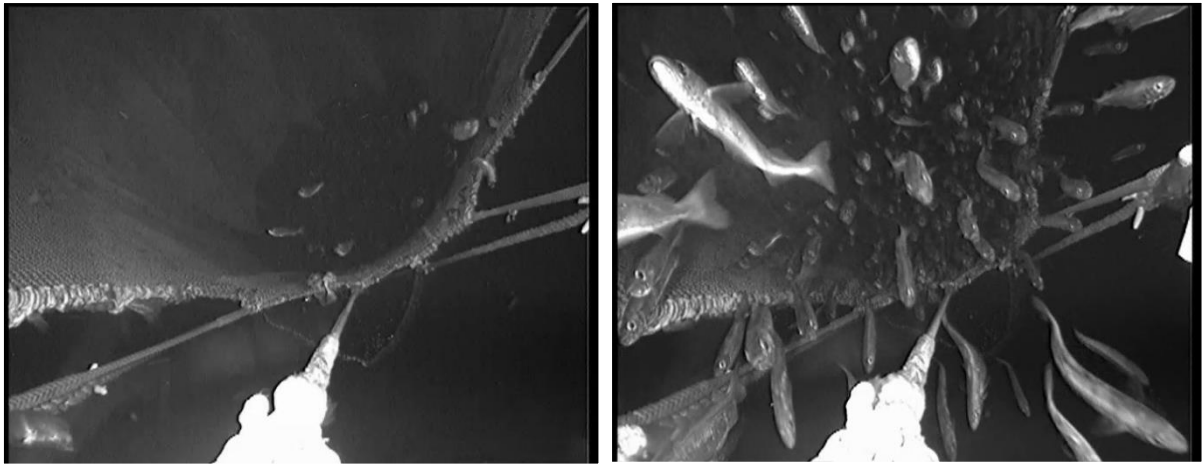
12:17:22



12:17:30



Figur 9. Trålhal 03 (rigg 1b). Bildesekvens som viser hvordan fiskelåsen (type 1) lukker seg igjen under innhiving. Venstre: Overpanelet; mot akter. Høyre: Bunnpanelet; mot akter.

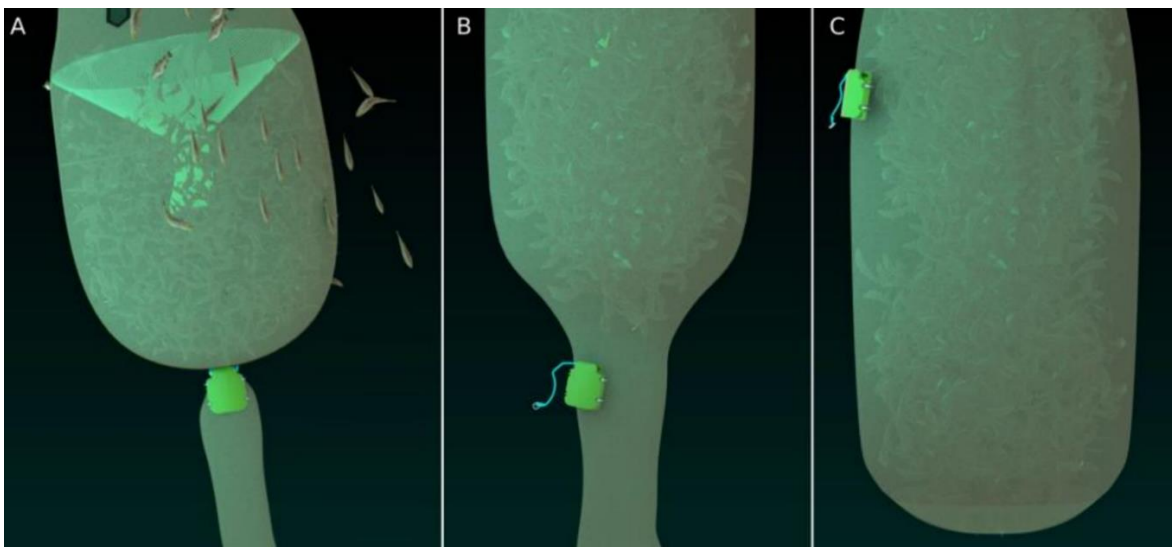


Figur 10. Trålhal 09 (rigg 4). Fiskelåsen (type 2) lukker seg ikke igjen under innhiving. Venstre: 17:15:05 – fiskelåsen er åpen og flyter fritt i fangstkontrollsystemet. Høyre: 17:22:25 – fisk svømmer ut gjennom fiskelåsen idet tråsekken nærmer seg overflaten.

4. Sekkeutløser

Målsetting: Studere effektiviteten av en sekkeutløser på trålsekken (prototype utviklet av Fosstech).

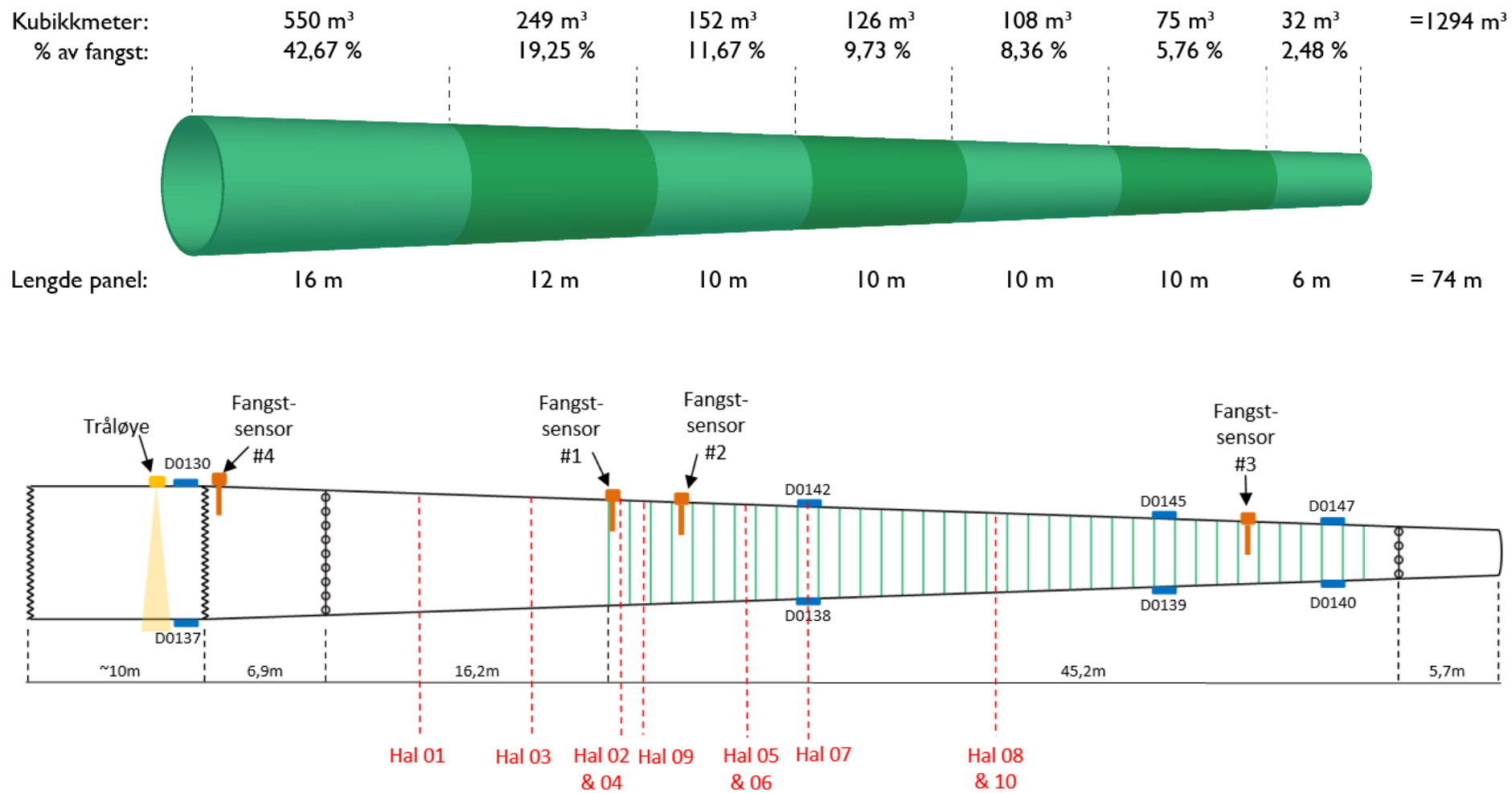
Sekkeutløseren er en innretning som kan installeres på forskjellige steder langs trålsekken for å begrense tråsekkens effektive volum, og dermed også volumet på hele fangsten som tas. Under innhiving, ved en forhåndsbestemt dybde (på mellom 50 og 150 m), aktiveres sekkeutløseren slik at utløsertauet rundt trålsekken åpnes, og fangsten sprer seg ut (pga. den relative vannstrømmen forårsaket av tauingen) i den bakre delen av trålsekken. Hvis denne overføringen av fangsten fra tråsekkens frempart til dens bakre del gjøres på riktig tidspunkt, spres fangsten ut over et større volum i trålsekken. Dermed unngår man at fangsten samler seg i enden av trålsekken, som har to viktige fordeler: i) fisk kan slippe gass fra punkterte svømmeblærer og bukhuler ved trykkreduksjon under oppstigning; og ii) oppdriften fra fangsten spres over et større areal i trålsekken, noe som øker vannmotstanden og reduserer akselerasjonen under oppstigning.



Figur 11. Tegning av sekkeutløseren i bruk. A: fangsten holdes i trålsekken foran den stengte sekkeutløseren; B: trålen når den forhåndsbestemte dybden, og sekkeutløseren aktiveres; C: fangsten sprer seg ut i den bakre delen av trålsekken. (Kilde: HI, ref. https://www.hi.no/resources/publikasjoner/rappport-fra-havforskningen/2018/2-2018_sluttrapport_sekkeepner.pdf)

4.1. Utstyr og metoder

Sekkeutløseren var montert på trålsekken under alle trålhalene, og man fikk visuell bekreftelse på at den fungerte etter hensikten (dvs. den ble aktivert og åpnet utløsertauet), hver gang trålsekken ble dratt om bord. Kameraer ble posisjonert for å filme den i bruk under prøvehal 01 og 02 og under trålhal 09 (stål-kameraramme) og 03, 04, og 05 (flygekamera).



Figur 12. Øverst: volumestimat for den kjegleformede trållsekken til MS «Vikingbank» [ikke skalert; figur: L. Kvalvik]. Nederste linje: sekkeutløserens posisjon på trållsekken under hvert trållhal (i rødt) (se også tabell 3). Figuren viser også den relative posisjonen av trålløye-sensoren (gul), fangst-sensorer (oransje) og dybdeleggere (blå) [ikke skalert; figur: L. Kvalvik & M. Breen].

Tabell 3. Sekkeutløserens posisjon under hvert trålhal samt avstanden til trålløye, fangstsensorer (nr. 1-4) og 10 mm strupetau) fra trållsekkens forkant og rundstroppe (nummerert forrest til bakerst).

<u>Posisjoner ift:</u>		
	Rundstroppe (nummerert fra front)	Meter fra front av trållsekk (Strak lengde)
<i>Trålløye</i>	<i>fremfor Trållsekk</i>	<i>-3,92</i>
Fangst sensor #4	fremfor 1	2,12
Fangst sensor #1	1 - 2	23,54
Fangst sensor #2	4 - 5	27,88
Fangst sensor #3	31 - 32	59,58
Sekkeutløser Hal #01	fremfor 1	13,57
Sekkeutløser Hal #02	1 - 2	25,13
Sekkeutløser Hal #03	fremfor 1	19,30
Sekkeutløser Hal #04	1 - 2	25,13
Sekkeutløser Hal #05	7 - 8	34,67
Sekkeutløser Hal #06	7 - 8	34,67
Sekkeutløser Hal #07	10 - 11	38,06
Sekkeutløser Hal #08	19 - 20	45,91
Sekkeutløser Hal #09	2 - 3	25,66
Sekkeutløser Hal #10	19 - 20	45,91
10 mm tau (Hal #9)	1 - 2	23,22

<u>Positions relative to:</u>		
	Roundstrops (numbered from front)	Distance behind Codend front
<i>Trawl Eye</i>	<i>ahead of codend</i>	<i>-3.92</i>
Catch Sensor #4	ahead of 1	2.12
Catch Sensor #1	1 - 2	23.54
Catch Sensor #2	4 - 5	27.88
Catch Sensor #3	31 - 32	59.58
CLR Haul #01	ahead of 1	13.57
CLR Haul #02	1 - 2	25.13
CLR Haul #03	ahead of 1	19.30
CLR Haul #04	1 - 2	25.13
CLR Haul #05	7 - 8	34.67
CLR Haul #06	7 - 8	34.67
CLR Haul #07	10 - 11	38.06
CLR Haul #08	19 - 20	45.91
CLR Haul #09	2 - 3	25.66
CLR Haul #10	19 - 20	45.91
10mm rope (Haul #9)	1 - 2	23.22



Figur 13: Fosstechs prototype av en sekkeutløser. Venstre: sekkeutløser montert på trålsekken. Høyre: utløsertau og fester.

I tillegg til visuell observasjon ble trålsekken utstyrt med fire Simrad PI 32 fangstsensorer og et Scanmar tråløye for å beregne volumet på fangsten. I prinsippet skulle fangstsensorene bli aktivert i tur og orden etter hvert som trålsekken fyltes, fra den som var lengst akterut (foran sekkeutløseren). Når fangstsensoren lengst foran ble aktivert (dvs. nr. 4), ville dette være et tegn på at trålsekken var fylt, og eventuell overskuddsfangst burde være på vei ut gjennom utslippsåpningene i fangstkontrollsystemet. Alternativt kan man bruke informasjonen som tråløye gir om fisketettheten rett under den, i dette tilfellet i og under fangstkontrollsystemet. Når trålsekken er fylt opp, bør det være mulig å se dette som høy fisketetthet i fangstkontrollsystemet (dvs. rød skravering på ekkoloddbildet), og fisk som rømmer, skulle være synlige som merker under fangstkontrollsystemet (figur 14).

I tillegg til sekkeutløseren ble det under trålhal 09 festet et 10 mm strupetau av nylon (bruddstyrke ca. 2080 kg) rundt trålsekken, 23,22 m fra trålekkens forkant (mellom rundstropp 1 og 2).

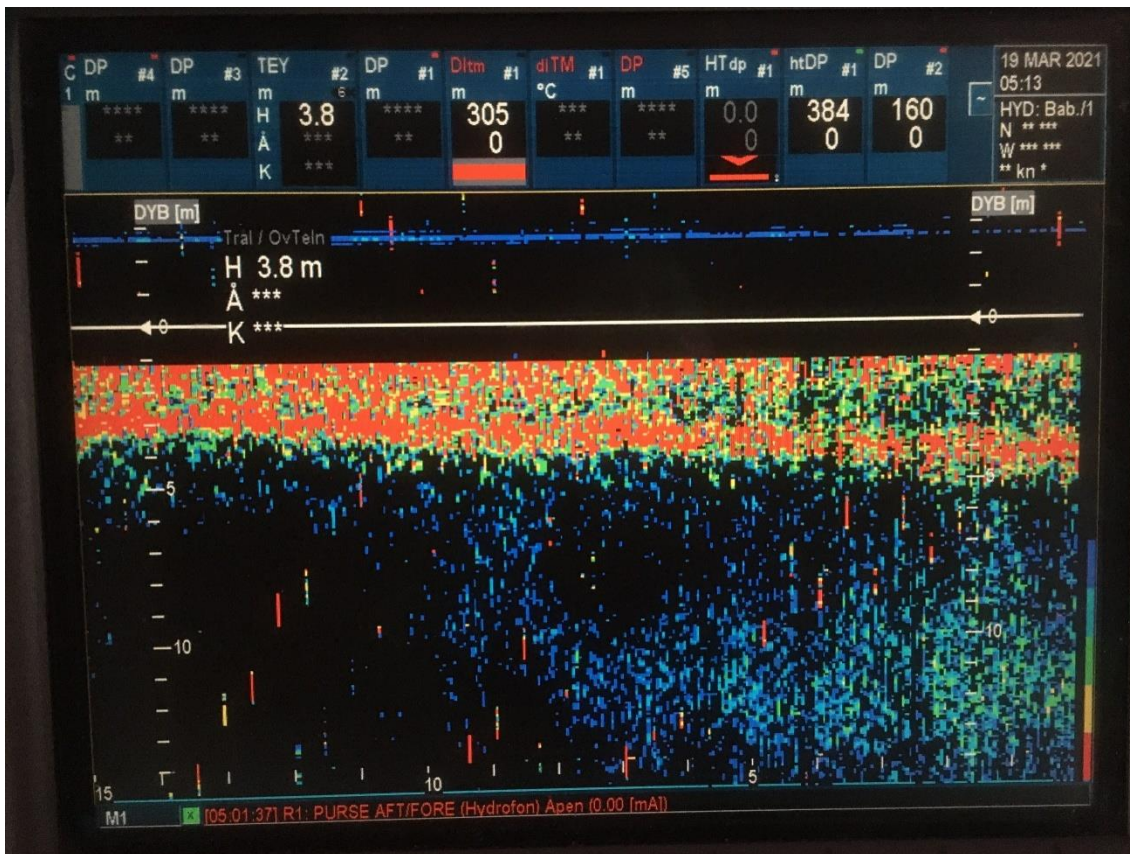
Vanlig prosedyre under innhiving: Når trålen skal hives inn, blir trålwirene vinsjet inn i en fart på ca. 45 meter per sekund, mens propellens pitch blir satt til 55 %. Dette fortsetter inntil tråldørene når galgene. Deretter blir propellens pitch redusert til 40 %, og sveipene blir rullet rundt nettrommelen inntil det oppstår motstand fra trålekkens oppdrift. Nå kan det hende at overtellen slutter å stige eller til og med begynner å synke. Når dette skjer, stopper båtføreren å trekke inn sveipene og reduserer det hydrauliske trykket til 90 bar, slik at sveipene kan gli ut igjen i det trålsekken nærmer seg overflaten. På dette tidspunktet vil

båten hastighet i vannet vanligvis falle, eller til og med bli negativ (båten går bakover), og fartsretningen kan endre seg så mye som 90°. Når trålsekken kommer til overflaten, reduserer båtføreren pitchen til 25 % og begynner å hale sveipene og trålen inn på nettrommelen igjen.

4.2. Foreløpige resultater og diskusjon

Sekkeutløseren fungerte etter hensikten under alle 13 trålhal. Det ble også tatt video av at den ble åpnet under prøvehal 02 og trålhal 09. Tre forsøk på å filme den med flyge-kamera under trålhal 03, 04 og 05 mislyktes (vedlegg 1). Ytterligere analyse vil være nødvendig for å fastsette om sekkeutløseren ble aktivert på den forhåndsbestemte dybden (150 m), ved å sammenstille tidspunktet for aktivering på filmen med data fra dybdesensorene.

For å bestemme når fangstgrensen var nådd, og dermed at det var sannsynlig at overskuddsfangst rømte gjennom åpningene i fangstkontrollsystemet (kapittel 3), var det nyttig å ha både Simrad fangstsensorer og et Scanmar Tråløye. Tråløyet ga konsekvent formålstjenlig informasjon om fisketettheten i fangstkontrollsystemet og, ikke minst, om når det så ut til at overskuddsfangst rømte under fangstkontrollsystemet. Generelt ble Simrads fangstsensorer aktivert som forventet (i motsatt rekkefølge, fra sekkeutløseren) (tabell 3 og 4). Dermed ble et positivt, kontinuerlig signal fra fangstsensoren nr. 7, sammen med tegn på at fangsten rømte via fangstkontrollsystemet, tatt som bekreftelse på at fangstgrensen var nådd. Under tre av trålhalene (04, 05 og 07) ble innhiving likevel påbegynt før vi fikk et positivt, kontinuerlig signal fra fangstsensoren nr. 4, fordi tråløye indikerte at store mengder fisk hadde samlet seg i fangstkontrollsystemet (trålhal 04 og 05). Ytterligere videoanalyse vil være nødvendig for å bekrefte om disse signalene virkelig viser at fangstgrensen er nådd, og om de korrelerer med en økning i rømming via utslippåpningene.



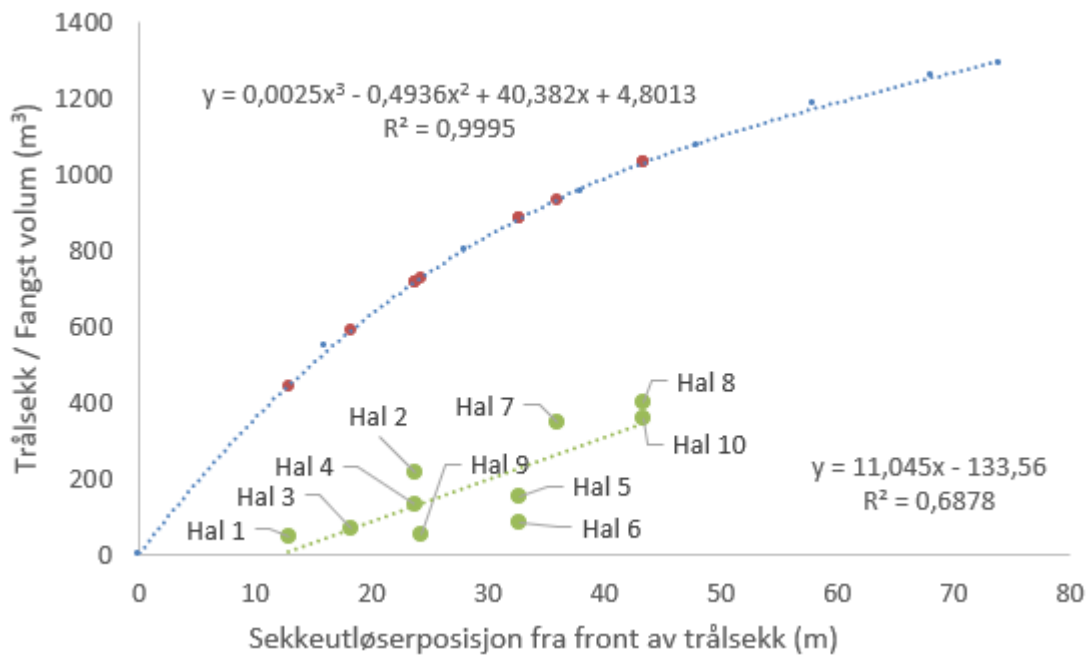
Figur 14. Tråhal 09 [1653]. Skjermen til trålløye 2 minutter før innhiving begynner. I dette skjermbildet er det diverse tegn på at fangstgrensen er nådd: de gjennomgående sterke (rødfargede) signalene øverst på skjermen er et tegn på høy fisketetthet i fangstkontrollsystemet; det ser ut som fangstkontrollsystemets diameter øker, fordi den nederste kanten beveger seg ned fra toppen av skjermen – og den økende frekvensen og styrken av signalene fra området under fangstkontrollsystemet er et tegn på at fisken har begynt å rømme fra den nedre utslippåpningen. [NB! Skjermen viser 15 minutter av ekkolodd-data, med de nyeste dataene til høyre.]

Det var noen fangstsensorer som ikke ble aktivert under enkelte trållhal, selv om man kunne vente at fangsten samlet seg i det aktuelle området (f.eks. trållhal 04, 05, 06 og 07), og/eller noen sensorer som tilsynelatende ble aktivert for tidlig, på et tidspunkt hvor man ikke skulle vente at det var mye fisk i det området (f.eks. trållhal 03, 06 og 09). Avviket i trållhal 09 kan delvis forklares med at et ekstra strupetau hadde blitt lagt til like foran fangstsensoren nr. 1 (mellom rundstropp 1 og 2). Dermed burde fangstsensoren nr. 1 ha blitt aktivert etter fangstsensoren nr. 4 når det var nok fisk foran strupetauet til å få det til å ryke (bruddstyrke ca. 2800 kg). Videre viste videoanalyse (fra posisjon 10F) at strupetauet røk akkurat i det innhiving startet – 25 minutter og 57 sekunder før sekkeutløseren ble åpnet. Det vil være nødvendig med mer analyse som inkluderer observasjoner og data fra alle kameraene og instrumentene for å forstå dette bedre. Likevel kan ikke det ekstra strupetauet forklare hvorfor fangstsensoren nr. 2 (altså akterut for sekkeutløseren og strupetauet) ble aktivert 20 minutter før fangstsensoren nr. 4 og 51 minutter før fangstsensoren nr. 1.

Tabell 4. Oversikt over fangstbegrensing for hvert trålhal, herunder teoretisk ønsket trålsekkvolum, basert på sekkeutløserens posisjon og resulterende fangstvolum og -vekt. Tabellen viser også start- og endepunkt for tauet av trålhalet samt når de forskjellige fangstsensorene begynte å gi et kontinuerlig positivt signal. Fangstsensorer plassert akterut for sekkeutløseren vises med grå skravering.

Hal	Fangst Volum (m3)			Fangst-vekt tonn	Tauing start	Fangst sensor signal				Hiving start	Trålsekk i overflaten
	Mål	Fangst	% av mål			#3	#2	#1	#4		
Hal_01	446,1	48,9	0,11	45	12:42	NA	NA	NA	13:26	13:40	14:22
Hal_02	717,9	217,4	0,30	200	17:43	NA	NA	19:15	22:28	22:28	NA
Hal_03	591,3	68,5	0,12	63	9:47	NA	11:36	NA	11:23	11:39	12:21
Hal_04	717,9	135,9	0,19	125	17:35	NA	NA	19:33	NA	22:43	NA
Hal_05	884,9	152,2	0,17	140	9:11	NA	9:23	NA	12:19	12:02	12:45
Hal_06	884,9	87	0,10	80	16:40	18:12	16:51	NA	17:39	18:06	18:42
Hal_07	934	347,8	0,37	320	21:38	NA	NA	22:14	0:48	0:39	1:16
Hal_08	1030,9	402,2	0,39	370	0:58	NA	3:12	4:51	7:15	7:29	7:58
Hal_09	728,4	54,3	0,07	50	12:45	17:23	16:30	17:21	16:50	16:55	17:27
Hal_10	1030,9	293,5	0,28	270	23:30	7:23	4:45	5:27	6:32	6:59	7:23

Oppnådd fangstvolum (og -vekt) økte, som forventet, jo lenger akterut sekkeutløseren ble posisjonert på trålsekken, siden det teoretiske volumet på trålsekken også økte (tabell 4 og figur 15). Likevel var de oppnådde fangstvolumene bare en liten prosentdel av det tilsvarende teoretiske trålsekkvolumet (0,07–0,39) (tabell 3). Større fangstvolumer opptok også generelt en høyere andel av det tilsvarende teoretiske trålsekkvolumet. En mulig forklaring på dette er at med større trålsekkvolumer kan en høyere fisketetthet oppstå før «overskuddsfangsten» begynner å rømme via utslippsåpningene i fangstkontrollsystemet. Dette kan ha forbindelse med at det tar lengre tid å ta en større fangst, noe som kan øke sannsynligheten for at fisken blir utmattet og etter hvert ender opp bakerst i trålsekken. Det ville være mulig å verifisere denne prosessen gjennom hensiktsmessig plassering av kameraer og/eller tråløye-enheter langs trålsekken.



Figur 15. Forholdet mellom plasseringen av sekkeutløseren og oppnådd trålsekk- og fangstvolum. Teoretiske (tredjegradsfunksjon) tråsekkvolumestimer vises i blått, og teoretiske fangstvolumer beregnet individuelt for hvert trålhal vises i rødt. Den oppnådde fangsten vises i grønt, sammen med den lineære regresjonen.

5. Analyse av endringer i geometrien til trålposen og -sekken

Målsetting: Studere endringer i geometrien til trålposen og -sekken, spesielt under innhiving.

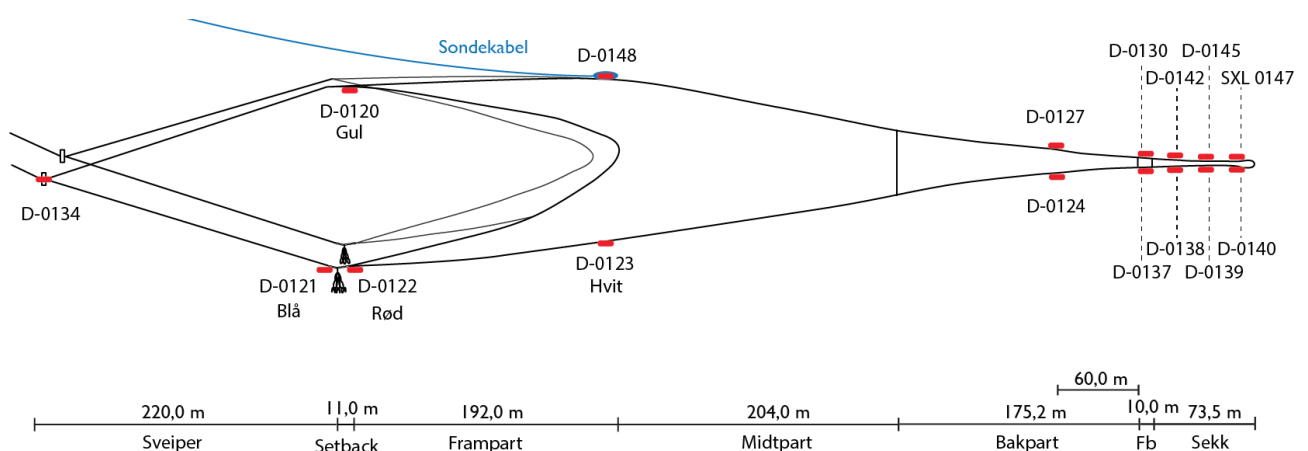
For å øke kunnskapen vår om årsakene til veldig rask oppstigning av trålsekken, og for å utvikle metoder for å unngå dette, vil dette prosjektet studere geometrien av flere forskjellige trålposer under vanlig fiske. Dette vil gi informasjon om oppstigningshastighet under ulike forhold, fangststørrelser og innhivingsmetoder, som kan støtte opp om utviklingen av risikoreduserende tiltak, ny observasjonsteknologi og beste praksis.

5.1. Utstyr og metoder

På dette forskningstoktet ble trålen utstyrt med 16 sensorer, hvorav 15 var Star-Oddi Starmon TD (dybde og temperatur) og 1 var Star-Oddi Starmon Tilt (dybde, temperatur og 3D-justering). Se figur 16 og tabell 5 for detaljert informasjon om sensorplassering. Hver sensor ble beskyttet i et sylindrisk stålrør, inne i et beskyttende hylster (figur 16), med unntak av D.0148, som var plassert i beskyttelseshuset til trålsonaren FS 70. Dybdesensorene D-0120 til D-0123 ble satt på og tatt av ved starten og slutten av hvert trålhal for å hindre at de ble skadet på vinsjtrommelen. Hver sensor ble fargekodet (tilsvarende trålens fargekoder) for å lette nøyaktig og konsekvent plassering før hvert trålhal. Mer detaljert informasjon om trålene og tråldørene finnes i kapittel 2.1.

Tabell 5. Plassering av dybdesensorer på og foran fangstkontrollsystemet og trålsekken.

Dybdesensor-ID	Posisjon relativ til:	
	Rundstroppler (nummerert forrest til bakerst)	Distanse bak forkanten av trålsekken (skalert til utstrakt lengde)
D-0124 og D-0127	60 m foran fangstkontrollsystemet	
D-0138 og D-0142	10–11	37,42
D-0139 og D-0145	27–28	54,17
D-0140 og D-0147	35–36	63,40



Figur 16. Plassering og ID-kode for dybdesensorene på trålen. Tabell 5 viser mer detaljert informasjon om dybdesensorenes plassering på trålsekken. [Kilde: Liz Kvalvik]



Figur 17. Dybdesensor (D-0130) festet øverst på fangstkontrollsystemet i rør og beskyttende hylster.

For å underbygge dybdeprofildataene ble tilleggsdata hentet fra instrumentene på broen, herunder: tidspunkt for milepæler og posisjoner under fiske (tabell 1); kurs og tauefart (navigasjonssystem fra Olex); trålwirelengde og vinsjhastighet (Pentagon Autotrawl); avstand mellom tråldører (Scanmar); trållåpningens dimensjoner og geometri (FS 70 trålsonar); overtelnens dybde (FS 70 trålsonar dybdesensor); havdybde (Simrad ES 70 og Furuno TimeZero ekkolodd); vannstrømmens styrke og retning ved en dybde på 200 m (Kaieo ADCP); vindstyrke og -retning (Deif Malling anemometer) – og bølgehøyde (visuelt estimat).

5.2. Foreløpige resultater og diskusjon

Med unntak av D-0130, hvor vann hadde kommet inn i sensoren, ble alle sensorene funnet i god behold, og dataene deres ble lastet ned riktig. Analyse av dataene pågår fortsatt og vil bli rapportert senere.

6. Beregning av belastningen på koblingen mellom tråsekkene og pumpen

Målsetting: å beregne den maksimale belastningen på koblingen mellom tråsekkene og pumpen for å utvikle et system for hurtigutløsning av pumpen fra tråsekkene.

Systemet som brukes i dag for å koble tråsekkene fra fiskepumpen om bord i båten, er tidskrevende og utgjør en risiko for skader på mannskap og utstyr. Uforutsette begivenheter under pumpeprosessen kan bety at det tar lang tid å tømme tråsekkene. I verste fall kan dette føre til at fangsten mister oppdrift, og dermed at tråsekkene synker, sammen med flere hundre tonn fisk. Slike hendelser kan være svært farlige for mannskapet og båten, siden de maksimale sikre arbeidsbelastningene for dekkutstyr og kabler lett kan overskrides. For å bedre sikkerheten og forenkle arbeidsoperasjonen har det blitt foreslått at et system bør utvikles for hurtigutløsning av tråsekkene fra pumpen. Denne innretningen burde tillate fjernutløsning av pumpen fra skjørtet på sekken og inkludere en automatisk sikkerhetsutløser, slik at den utløses hvis den maksimale sikre arbeidsbelastningen overskrides.

For å begynne å utvikle denne fjernutløseren trenger vi informasjon om de maksimale belastningene som oppstår på koblingen mellom pumpen og tråsekkene under vanlig fiske.



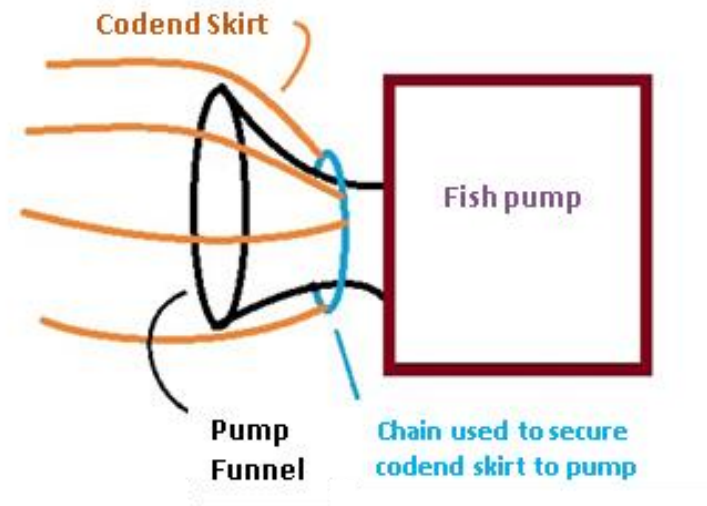
Figur 18. Venstre: pumpetrakten. Høyre: skjørtet på tråsekkene festet til pumpen. [Kilde: J. Saltskår]

6.1. Utstyr og metoder

Etter at tråsekkene var halt inn til båtens akterende, ble den tatt av trålen og dratt rundt til styrbord side av båten. Her ble skjørtet på tråsekkene festet til pumpe-systemet og forkanten festet til triplexen, som da ble brukt til å løfte tråsekkene ut av vannet mens pumpen tømte den.

Fiskepumpene som er mest brukt på norske fiskefartøy, produseres av Karm, Rapp Hydema og SeaQuest. Fiskepumpen som ble brukt på «Vikingbank», var en «SeaQuest 18» som veide 850 kg og hadde en maksimumskapasitet på 3500 m³ per time.

Dagens praksis er å feste pumpen til trålsekken med en kjetting (10 mm tykk; bruddstyrke 12 tonn) surret rundt skjørtet på trålsekken og pumpetrakten og låst med en sjakkel (figur 18 og 19). For å beregne maksimal belastning på denne kjettingen ble en tråd festet som en «svak lenke» over tre kjettingløkker (figur 21). Etter hver gang pumpen ble brukt, ble en ny tråd festet til koblingen mellom pumpen og trålsekken og deretter inspisert. Tråden som ble brukt i den svake lenken, var Tendon Accessory Cord (Tendon, 2021). Tråd av mange forskjellige tykkelser, med forskjellige bruddstyrker, ble tatt med på forskningstoktet.



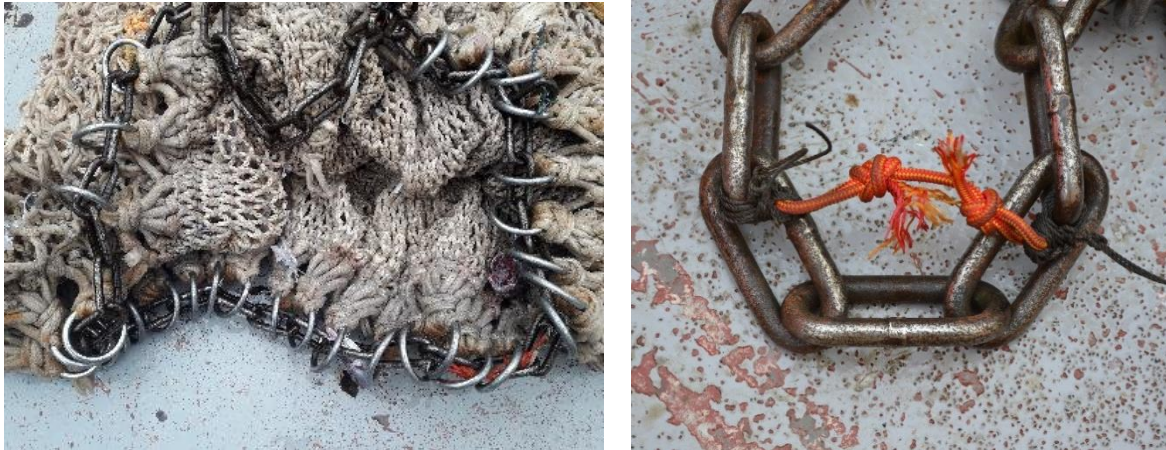
Figur 19. Kjettingen brukes til å feste skjørtet på trålsekken til pumpetrakten. En sjakkel med bruddstyrke på 1,5 tonn ble brukt til å låse kjettingen. [Kilde: J. Saltskår]

Tabell 6. Oversikt over Tendon Accessory Cord's egenskaper for forskjellige diametere.

Diameter	Fargekode	Bruddstyrke		Sertifisering
		daN	kgf	
2 mm	Blå eller gul	120	122,4	CE 0408
3 mm	Blå (eller svart)	190	193,8	CE 0408
4 mm	Blå/gul (eller rød)	340	346,7	EN 564, CE 1019
5 mm	Gul eller blå	510	520,1	EN 564, CE 1019
6 mm	Rød eller grønn	1 000	1 019,7	EN 564, CE 1019
7 mm	Gul eller rød	1 300	1 325,6	EN 564, CE 1019
8 mm	Rød eller oransje	1 640	1 672,3	EN 564, CE 1019
9 mm	Rød	1 900	1 937,5	CE 0408

Kilde: <https://www.mytendon.com/en/products/accessories/accessory-cords/c-23/>

NB! Blir det knytt en knute på tråden reduseres bruddstyrken med ca. 50% (Prado, 1990).



Figur 20. Venstre: Enden av skjørtet på trålsekken, hvor man kan se at kjettingkoblingen går gjennom metallringer som er festet til notlinet. Høyre: En tråd fungerte som en «svak lenke» mellom to løkker i kjettingen. [Kilde: J. Saltskår]

6.2. Foreløpige resultater og diskusjon

Trådstumper ble festet under alle de 10 trålhalene hvor fisk ble fanget og pumpet om bord i båten (tabell 7). I kun to av trålhalene, hvor 3 mm tråd var festet til kjettingkoblingen, ble bruddstyrken på tråden overskredet (trålhal 01 og 02). Dette skulle tilsi at i disse trålhalene overskred belastningen på kjettingkoblingen ca. 173 kg (forutsetter ca. 50 % av oppgitt bruddstyrke), men siden sjakkelen holdt, var belastningen mindre enn 1500 kg. [NB! Trådens bruddstyrke bør ca. halveres hvis det er en knute på den; Prado, 1990.] I alle de andre trålhalene, hvor det ble brukt 4 mm tykk tråd (bruddstyrke: 346,7), var de fremdeles intakte etter hver gang fisk ble pumpet om bord. Under tre av trålhalene (05, 06 og 08) hadde tråden likevel strukket seg eller glippet på kjettingen. Under trålhal 08 og 10, for å hindre eventuell glipping, ble tråden festet bedre til kjettingen ved hjelp av to ekstra knuter på den andre enden av kjettingen.

Det bør understrekes at selv om det ser ut til at belastningen på kjettingkoblingen ikke overskred ca. 173 kg under trålhal 03 til 10 (forutsatt bruddstyrke på 50 %), så ble disse trålhalene foretatt under relativt stille forhold (bølgehøyde <1,5 m), slik at det er usannsynlig at de er representative for de maksimale belastningene som kan oppstå under de typiske forholdene som fiskere opplever.

Denne enkle og reproduerbare metoden bør kunne brukes til å beregne maksimale belastninger, eller i hvert fall hvilke forhåndsinnstilte grenser som er overskredet. Metoden har likevel visse begrensninger. Først og fremst vil en inkrementell tilnærming som dette gjentas mange ganger for å oppnå et nøyaktig estimat av maksimal belastning under forskjellige forhold og med forskjellige fangstvolumer. Videre er det umulig å identifisere når den maksimale belastningen oppstod under pumpingen, som ville være nyttig for å definere hensiktsmessige risikoreducerende tiltak og sikre arbeidsmetoder. Det anbefales at en kompakt og solid lastcelle utvikles som kan festes til kjettingkoblingen. Denne burde kunne

tåle belastninger på inntil 1,5 tonn (dvs. bruddstyrken på kjettingkoblingen) og være i stand til å overvåke dynamiske belastninger som oppstår i pumpeprosessen under en rekke forskjellige forhold og fangstvolumer. En slik teknologisk løsning vil sannsynligvis være en nødvendig komponent i utviklingen og operasjonen av en sikker fjernstyrt utløser for koblingen mellom trålsekken og pumpen.

Tabell 7. Oversikt over pumpeoperasjoner under hvert trålhal. Pumpetidene er tidspunktene da pumpen først ble løftet opp fra dekket (start), og tidspunktene den ble satt ned igjen (stopp).

Hal nr.	Pumping tid		Vind		Bølgehøyde (m)	Test av tråd	
	Start	Stopp	retning (grader)	hastighet (m/s)		mm	Status
Testhal_01	NA	NA	0	0	0	NA	NA
Testhal_02	NA	NA	0	0	0	NA	NA
Testhal_03	NA	NA	0	0	0	NA	NA
Hal_01	15:05:20	15:22:13	145	12	3	3 mm	Tråd brutt
Hal_02	23:43:11	00:37:42	160	9	2,5	3 mm	Tråd brutt
Hal_03	13:03:36	13:29:26	200	9	1,5	4 mm	Tråd hel
Hal_04	00:04:26	00:36:27	220	6	1,5	4 mm	Tråd hel
Hal_05	13:18:47	13:52:04	90	3	1,5	4 mm	Strekt, men hel
Hal_06	19:16:58	19:47:37	0	0	1,5	4 mm	Strekt, men hel
Hal_07	01:52:20	04:17:58	230	5	1,5	4 mm	Tråd hel
Hal_08	08:30:24	10:18:54	330	7	1	4 mm (antiskli-rigg)	Strekt, men hel
Hal_09	18:07:26	18:29:49	0	0	1	4 mm (antiskli-rigg)	Tråd hel
Hal_10	07:59:22	09:00:27	230	6	1	4 mm (antiskli-rigg)	Tråd hel

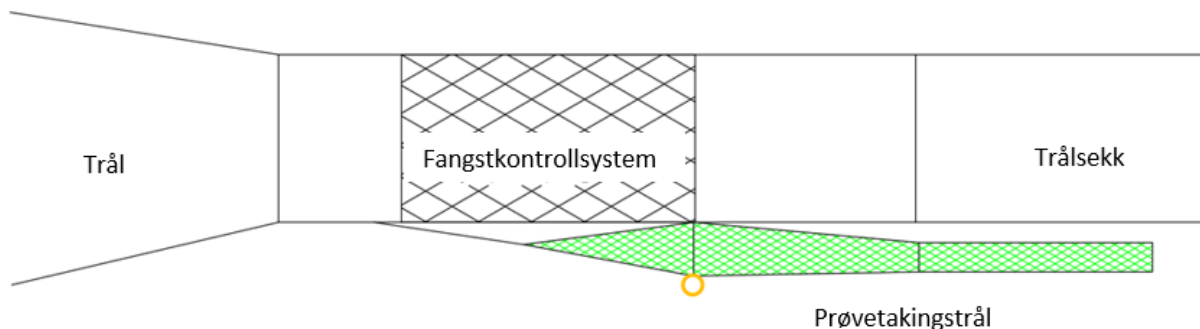
7. Metoder for å vurdere fiskens vitalitet og skadestatus etter at den slippes ut gjennom åpningene i fangstkontrollsystemet

Målsetting: Utvikle metoder for å vurdere fiskens vitalitet og skadestatus etter at den slippes ut av fangstkontrollsystemene.

Dette prosjektet skal utvikle metoder for å begrense fangstvolumet og slippe ut overskuddsfangst ved fiskedypet før trålen dras opp til overflaten. For at fiskeriet skal regnes som ansvarlig og bærekraftig, bør et minstekrav være at fisken slippes ut uskadet og ved god helse, for å vise at den er i stand til å overleve fangst- og slippeprosessen.

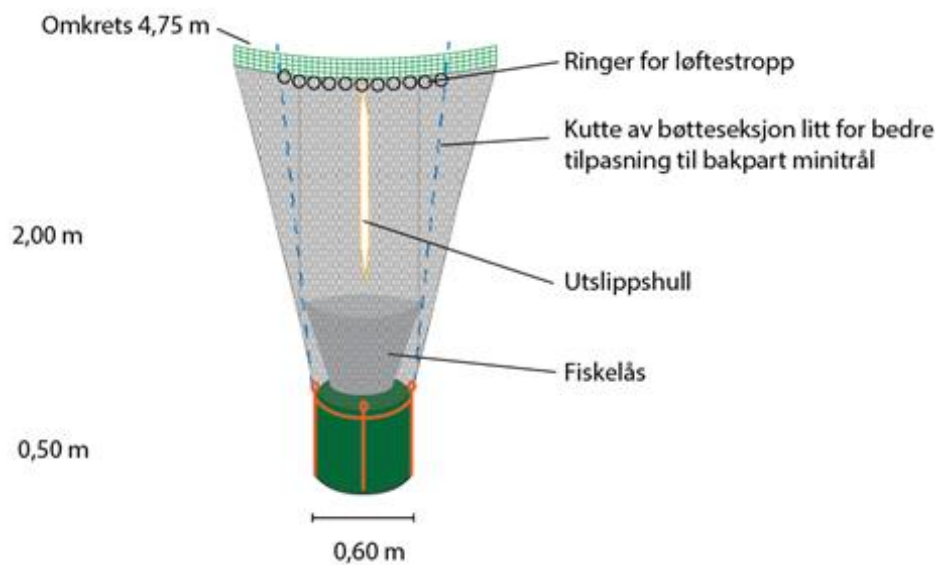
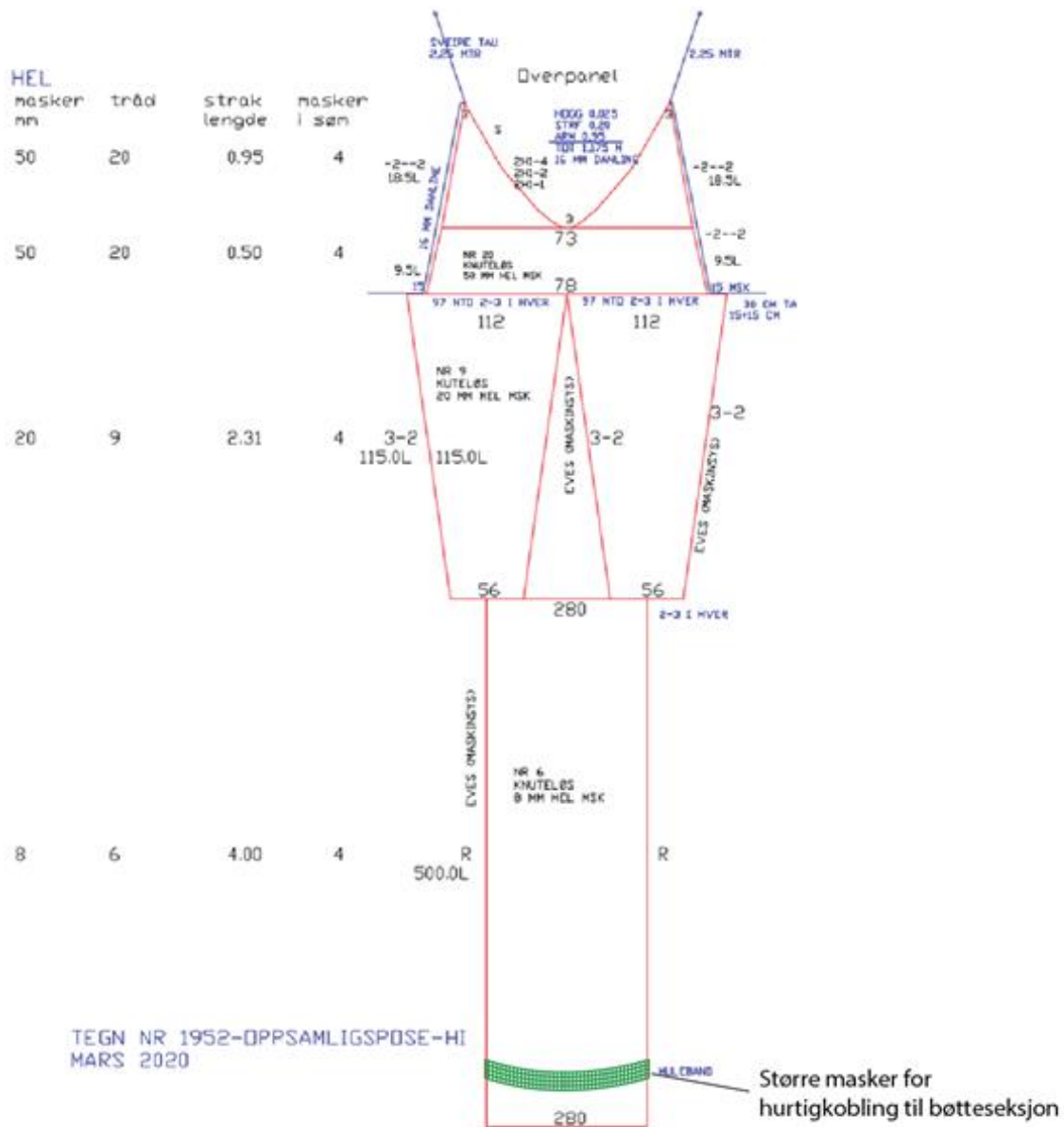
7.1. Utstyr og metoder

En liten prøvetakingstrål (figur 21 og 22) ble testet for å se om den kunne samle en liten prøve med fisk (~30) som rømte via åpningene i fangstkontrollsystemet, og deretter levere den til båten med minimale fysiske traumer og skader forårsaket av prøvetakingen. Siden den foretrukne utslippsåpningen er på undersiden av fangstkontrollsystemet (se kapittel 3), måtte prøvetakingstrålen tilpasses for å kunne fungere opp ned, fordi den opprinnelig var utviklet til å flyte over en utslippsåpning. For å få til denne endringen ble små vekter festet til prøvetakingstrålens overtelne da den ble brukt under trålhal 04. Dette ble senere modifisert til en kjetting som gikk langs hele overtelnen under trålhal 09.



Figur 21. Prøvetakingstrål under fangstkontrollsystemet for å samle inn fisk som har sluppet ut gjennom åpningen i bunnpanelet.

På dette toktet, i tillegg til å overvåke fiskens atferd i trålen (kapittel 3), ble en rekke atferdsmønstre/reflekser brukt til å vurdere vitaliteten av de individuelle fiskene som ble tatt i prøver etter pumping fra trålsekken (trålhal 03) og fra utslippsåpningen av prøvetakingstrålen. «Vitalitet» er et objektivt mål på hvor levende et dyr er, eller i motsatt fall hvor nær døden det er. Dette objektive målet bruker diverse atferdsparametere, eller reflekser, som på en pålitelig måte kan vise dyrets evne til å reagere på en rekke forskjellige både kontekstuelle og fysiske stimuli. Vi brukte ni ulike parametere i vår analyse: fem fritt svømmende observasjoner (i en observasjonstank) og fire observasjoner under håndtering. Hver fisk ble deretter fotografert for å dokumentere eventuelle utvendige skader, og lengden og vekten ble målt.



Figur 22. Skisse av prøvetakingstrålen som ble brukt under utslippåpningen. [Kilde: O. Ingolfsson / L. Kvalvik]

Tabell 8. Oversikt over vitalitetsparametere for en underprøve av kolmule fra fangsten som ble pumpet om bord, og fra fisk som rømte via utslippsåpningen.

	Test	Positiv respons	Negative implikasjoner (ingen eller svak respons)
Observasjon - frittsvømmende			
Unnvikelse	Fisk blir overført fra not til observasjonstank	Fisken blir skremt, eller svømmer rundt i tanken og forsøker å rømme.	Fisken ser ikke ut til å oppfatte at den er i et helt annet miljø enn vanlig. Eller klarer ikke å respondere fordi den er utslitt, eller har skader.
Orientering / Selv-opprettning	Fisk blir overført fra not til observasjonstank	Klarer å orientere seg med ryggsiden opp innen 5 sekunder fra overføring.	Har mistet grunnleggende refleks - balanse. Svømming og unnvikelse av potensielle farer blir derfor veldig redusert.
Hode, observasjon	Fisk blir overført fra not til observasjonstank	Koordinert og regelmessig bruk av munn og gjellelokk - viser normal respirasjon (> 1 per 10 sek).	Fravær- ingen tegn til respirasjon, fisken er nesten død eller død. Veldig sterk - fisken lider kanskje av oksygenmangel eller er utmattet.
Skremme-reaksjon	Observatør slår i siden på tanken med hånden.	Fisken reagerer umiddelbart (< 1 sek), blir skremt.	Reagerer ikke på potensiell fare, eller klarer ikke reagere pga. utmattelse eller skader.
Halerefleks	Observatør tar på, eller prøver å holde halefinnen.	Fisken reagerer umiddelbart (< 1 sek), prøver å svømme bort.	Reagerer ikke på potensiell fare, eller klarer ikke reagere pga. utmattelse eller skader.
Observasjon - håndtering			
Kroppsrefleks 1 - tvunget	Observatør holder fisken fast i hånden, med tommel og pekefinger rett bak gjellelokk.	Flekser med halen i forsøk på å slippe unna. (< 3 sek). (NB- testen starter i vannet, observatør prøver å ta fisken ut av tank).	Fisken ser ikke ut til å oppfatte at den er i potensiell stor fare, eller klarer ikke reagere pga. utmattelse eller skader.
Øyerespons	Observatør holder fremdeles fisken som beskrevet over - roterer fisken sideveis.	Når fisken roteres ruller den øynene og forsøker å holde de stabile horisontalt. Når fisken roteres med klokken, sett bakfra, vil den forsøke å snu venstre øye ned og omvendt.	Fisken har mistet grunnleggende reflekser som balanse. Kan indikere tap av funksjonalitet i hjernestammen.
Munnrefleks	Observatør holder fremdeles fisken som over, bruker fingeren til å åpne fiskens munn.	Fisken prøver å holde munnen lukket. Prøver kanskje å "riste" på hodet og/eller kroppen (< 3 sek).	Fisken oppfatter ikke at den er utsatt for stor fysisk fare. Eller klarer ikke reagere pga. utmattelse eller skade.
Kroppsrefleks 2 - utvunget	Observatør legger fisken fra seg på en flate, uten å holde i den.	Flekser med halen (< 3 sek).	Fisken oppfatter ikke vesentlige endringer i eksterne omgivelser, d.v.s. uheftet men i luft. Eller klarer ikke reagere pga. utmattelse eller skade.

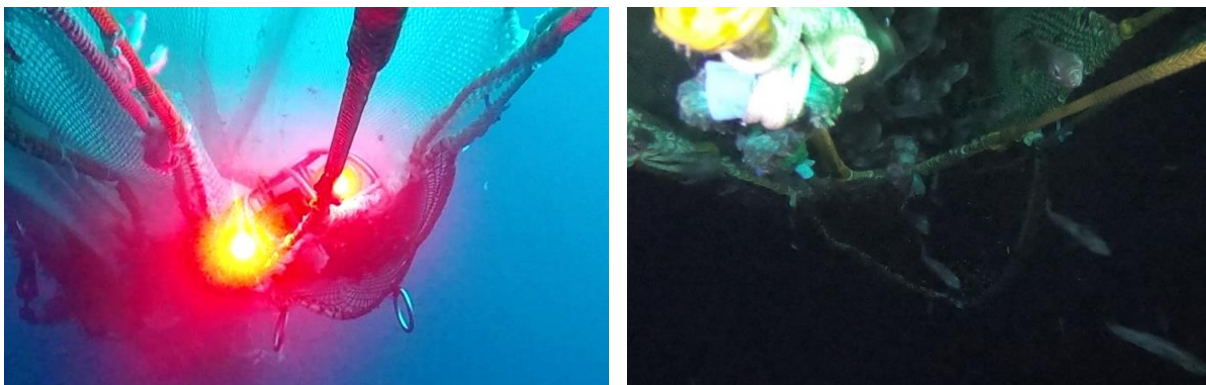
For å måle oksygenkonsentrasjonen i fisken som ble pumpet, ble en Rinko 1D oksygenmåler (i et beskyttende hus) festet innenfor skjørtet på trålsekken under pumpingen i trålhal 03. Denne logget oksygenkonsentrasjonen (% metning og mg/l), i tillegg til temperatur (°C) og dybde (m), hvert sekund.



Figur 23. Rinko oksygenmåler, i beskyttende hus, festes innenfor skjørtet på trålsekken før den blir koblet til fiskepumpen under trålhal 03.

7.2. Foreløpige resultater og diskusjon

Videoopptak under trålhal 04 viste at prøvetakingstrålens åpning ikke hadde riktig geometri (figur 24, venstre), kanskje fordi det var brukt for få vekter, eller fordi de var feilplassert. Prøvetakingstrålen klarte likevel å ta en liten prøve med fisk, mest kolmule (n = 25) (se resultater mht. vitalitet nedenfor). For å forbedre geometrien på prøvetakingstrålens åpning ble en kjetting sydd til overtelnen, og videoobservasjoner under trålhal 09 bekreftet at åpningen var helt åpen og stabil (figur 24, høyre). Trålen klarte også denne gangen å ta en prøve med fisk, og igjen var det mest kolmule (n = 23), i tillegg til litt vassild og lysprykkfisk.



Figur 24. Undervannsbilder (fra kameraet i posisjon 7B) av prøvetakingstrålen festet til utslippsåpningen i bunnpanelet. Venstre: trålhal 04 – trålen holdes åpen av to metallringer; sett fra under stål-kamerarammen (posisjon 6F). Høyre: bedre fasong på trållåpningen etter at en kjetting ble festet til overtellen; fisk som svømmer inn i prøvetakingstrålen.

Den gjennomsnittlige vitaliteten av kolmulen i prøvetakingstrålen var $0,218 \pm 0,090$, mot kun $0,014 \pm 0,023$ i fisken som ble pumpet ut av trålsekken. Hvis man antar at alle individene med en vitalitet på null var døde, tilsvarer dette en overlevelsesandel på 0,36 (95 % CI: 0,20–0,55) og 0,13 (0,04–0,36) for henholdsvis prøvetakingstrålen og trålsekken. To individer fra prøvetakingstrålen scoret relativt høyt på vitalitet (0,667 og 0,778), mens den høyeste vitalitetsscoren for fisken fra trålsekken var 0,167. Andelen flytende fisk i hver prøve var 0,84 (0,65–0,94) og 0,63 (0,39–0,82) for henholdsvis prøvetakingstrålen og trålsekken.

Under pumping var den gjennomsnittlige oksygenkonsentrasjonen i skjørtet på trålsekken $10,72 \pm 0,01$ mg/l [$95,4 \pm 0,1$ % metning], og minimum $5,49$ mg/l [$83,7$ % metning]. Dette viser at oksygenkonsentrasjonen i fangsten var nedsatt, men det betyr ikke at fisken opplevde hypoksi. For å oppnå mer pålitelige estimater av forholdene i trålsekken under fangst ville det være nyttig å utvikle metoder for å montere en oksygenmåler (med en egnet dybdeklassifisering: >800 m) inni hoveddelen av fangsten i trålsekken.

I begge prøvene var det eksempler på skader forårsaket av fysiske traumer og dekompresjon, inkludert skjelltap, hudskader, øyeblikning, manglende øyne og punktert bukhule. Når det gjelder fisken fra prøvetakingstrålen, er det umulig å si om disse skadene oppstod da den ble fanget i trålen, eller mens prøvene ble tatt og fraktet opp til overflaten. Dessverre var mange av bildene av fisken fra prøvetakingstrålen overeksponerte, så det vil ikke være mulig å kvantifisere skadene i disse prøvene.

Hvis vi ser på prøven fra trålsekken som en positiv kontroll (dvs. en prøve der man forventer at individene er utsatt for maksimal påkjenning på grunn av utmattelse, fysisk traume og dekompresjon), tilsier disse resultatene at fiskens velferd etter prøvetaking med prøvetakingstrålen kan være marginalt bedre. Siden disse to gruppene av fisk var utsatt for samme omfang av påkjenning og skade fra dekompresjon, tyder dette på at fisk som rømmer via utslippsåpningene i fangstkontrollsystemet, opplever mindre utmattelse og fysisk traume.

Konklusjonen er at dette toktet har demonstrert at prøvetakingstrålen er en holdbar metode for å samle levende prøver fra utslippsåpningen i fangstkontrollsystemet. Videre var det mulig å anvende metoden for vitalitetsvurdering på kolmule, og det ble observert tegn på

skader forårsaket av fysisk traume og dekompresjon i prøvene både fra trålsekken og prøvetakingstrålen. På grunn av de små prøvene i denne studien og tap av skadedata, kombinert med den ekstreme dekompresjonen som slike prøver utsettes for når de tas opp til overflaten, er det fortsatt uklart om denne metoden vil gi verdifull informasjon om velferden til fisk som slippes ut av fangstkontrollsystemet. Det anbefales likevel at disse eksperimentene gjentas på fremtidige tokt, for å oppnå et høyere antall resultater både fra prøvetakingstrålen og fra trålsekken, slik at det er mulig å vurdere metodens pålitelighet på sterkere empirisk grunnlag.

8. Oppsummering og anbefalinger

Under dette toktet ble tre forskjellige fangstkontrollsystemer testet, og fiskens atferd ble observert mens den svømte gjennom dem og rømte. Disse observasjonene avdekket en typisk atferd hos fisken (dvs. den svømte oppover når den svømte gjennom fangstkontrollsystemet), som kunne brukes til å forbedre utformingen av fangstkontrollsystemet. På bakgrunn av disse observasjonene ble et fangstkontrollsystem med et fjerde design bygd og testet. Dette var en hybrid av rigg 1 og 3, med paneler som stoppet fisken fra å rømme gjennom toppen og sidene av trålen (som i rigg 3), og med en stor utslippsåpning med sekskantmaske i bunnpanelet for å kunne slippe ut overskuddsfangst. Det anbefales at dette designet blir videreutviklet og testet som en del av dette prosjektet.

To forskjellige typer fiskelås ble testet i fangstkontrollsystemet. Det ble bare demonstrert at type 1 (i rigg 1) virket, og kun i ett av trålhalene. Fremtidig arbeid i dette prosjektet bør fokusere på å videreutvikle og teste denne viktige komponenten i fangstkontrollsystemet. Dette bør inkludere konsekvente og reproduerbare videoobservasjoner for å demonstrere hvordan den fungerer.

En prototype av en sekkeutløser, utviklet av Fosstech, ble også testet under dette toktet. Den åpnet seg etter hensikten under hvert trålhal, og den delen av prosjektet som ser på trålgeometri, jobber fremdeles med å sjekke om den åpnet seg ved den forhåndsbestemte dybden, og hvordan det å slippe ut fangsten påvirket trålsekkens oppstigningshastighet. Som man kunne vente, økte generelt fangststørrelsen (volum og vekt) jo lenger akterut sekkeutløseren ble plassert på trålsekken. Det var likevel litt variasjon mellom reelt fangstvolum og forventet volum ut fra sekkeutløserens plassering. I tillegg utgjorde fangstvolumet bare en liten andel av det tilsvarende teoretiske trålsekkvolumet. I det videre arbeidet bør man forsøke å beregne en forutsigbar sammenheng mellom sekkeutløserens plassering og det oppnådde fangstvolumet (med usikkerhetsestimater). Man bør også vurdere påliteligheten av metodene som båtførere bruker til å bestemme når fangstgrensen er nådd, f.eks. Simrad fangstsensorer og Scanmar tråløye, ved å sammenligne dem direkte med undervannsobservasjoner fra dette og fremtidige forskningstokt.

Dette toktet identifiserte flere kameraplasseringer som kunne være nyttige under fremtidige undersøkelser i dette prosjektet (se vedlegg A for detaljert informasjon). Det anbefales at videre arbeid i dette prosjektet bruker flere synergistiske kameraplasseringer under hvert trålhal for å svare på spesifikke forhåndsbestemte forskningsspørsmål. Det vil føre til en betydelig økning i hvor mye kamera- og lysutstyr som er nødvendig for hvert tokt (se kommentarer ovenfor) for å sikre tilstrekkelig dekning og redundans.

De maksimale belastningene på kjettingkoblingen mellom pumpen og trålsekken overskred aldri 173 kg (hvis man legger til grunn 50 % av oppgitt bruddstyrke pga. knuter). Disse observasjonene ble tatt under relativt stille forhold (bølgehøyde <1,5 m), slik at det er usannsynlig at de er representative for de maksimale belastningene som kan oppstå under de typiske forholdene som yrkesfiskere opplever. Det anbefales videre at en kompakt og solid lastcelle utvikles som kan festes til kjettingkoblingen for bedre å kunne overvåke dynamiske belastninger som oppstår i pumpeprosessen under en rekke forskjellige forhold

og fangstvolumer. En slik teknologisk løsning vil sannsynligvis være en nødvendig komponent i utviklingen og operasjonen av en sikker fjernstyrt utløser for koblingen mellom trålsekken og pumpen.

Det ble demonstrert at prøvetakingstrålen er en holdbar metode for å samle levende prøver fra utslippsåpningen i fangstkontrollsystemet. Videre var det mulig å anvende metoden for vitalitetsvurdering på kolmule, og det ble observert tegn på skader forårsaket av fysisk traume og dekompresjon i prøvene både fra trålsekken og prøvetakingstrålen. Det anbefales at vurderinger av vitalitet og skader gjentas på fremtidige tokt for å oppnå et større antall resultater både fra prøvetakingstrålen og trålsekken.

Dette toktet bekreftet også den anekdotiske informasjonen om et mulig problem med bifangst av store arter, herunder håbrann (*Lamna nasus*) (IUCN-status [Nordøstatlanteren]: kritisk truet) og makrellstørje (*Thunnus thynnus*) (IUCN-status [Europa]: nær truet). Det anbefales at det arbeides videre for bedre å kunne karakterisere dette mulige problemet med hensyn til sårbare arter og fangstrater. Dette vil kreve internasjonalt samarbeid mellom landene som deltar i dette fiskeriet: Danmark, Færøyene, Frankrike, Island, Irland, Nederland, Norge, Storbritannia og Russland. Videre bør omfanget av prosjektet utvides til å dekke fremtidig arbeid med å undersøke om den store utslippsåpningen i rigg 4 kan optimeres for å gjøre det lettere for disse store bifangststartene å rømme.

9. Takk

Dette toktet ble finansiert av Fiskeridirektoratet, Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfinansiering (FHF) og Havforskningsinstituttet (HI) som en del av prosjektet *Fangstkontroll i fisket etter kolmule*, FHF prosjektnummer 901542. Prosjektet og forfatterne ønsker også å takke regjeringene og myndighetene i Irland og Storbritannia for at de tillot oss å foreta denne forskningen i deres territorialfarvann.

Forfatterne er svært takknemlige overfor båtføreren (Anders Klovning) og mannskapet om bord på MS «Vikingbank», som var gode og ressurssterke støttespillere under hele toktet. Fangstkontrollsystemene ble utviklet i samarbeid med representanter fra fiskeindustrien og ble produsert av *Åkrehamn Trålbøteri AS* (rigg 1 og 3) og *Egersund Trål AS* (rigg 2).

Vi takker også våre kollegaer Shale Rosen, Manu Sistiaga og Terje Jørgensen for deres gode råd og innspill i forkant av toktet.

10. Referanser

Kvalvik, L. & Lilleng, D. 2019. Fangstregulerende tiltak i fiske etter kolmule. Toktrapport fra MS «Vikingbank». 11.–19. mars 2019. Havforskningsinstituttet og Fiskeridirektoratet.

Tendon, 2021. <https://www.mytendon.com/en/products/accessories/accessory-cords/c-23/> (lastet ned 3. april 2021).

Prado, J. 1990. Fisherman's workbook. FAO, Fishing News Books, Oxford. <http://www.fao.org/3/ah827e/ah827e00.htm>.

Vedlegg A – Informasjon om hvordan undervannskameraer og lys ble brukt og plassert

Til sammen 38 undervannskameraer ble brukt i forbindelse med 13 trålhal, og dette førte til 21 (55 %) vellykkede og komplette observasjoner, 7 (18 %) delvise/ukomplette observasjoner og 10 (26 %) mislykkede observasjoner (se tabell A1 for detaljert informasjon). De vanligste feilårsakene (7 av 10) var at kameraet slo seg av for tidlig, eller at opptakene fra GoPro 7-kameraene hengte seg opp. Grunnen til denne systemiske feilen er ukjent, men i og med at de fleste kameraene vi brukte, var GoPro 7, var dette et stort problem. Den ble senere rettet opp ved å innstille GoPro 7-kameraene til å ta opp i time-lapse-modus (TL) (2 fps), og deretter konvertere stillbildene til en video for å gjøre det lettere å utføre tidssynkronisert analyse.

Hovedkameraet som ble brukt til undervannsobservasjoner, var en stål-kameraramme som inneholdt et kamera (GoPro 5 eller 7) i et Group B Benthic+GPH beskyttelseshus for dypt vann, med to Brinyte DIV01 dykkelys (med rødt og hvitt lys; se nedenfor for mer informasjon) i et Group B GPH beskyttelseshus (figur A1). Dette er et veldig robust og fleksibelt kamera- og lysrigg, og det er ideelt for de krevende forholdene i dette fiskeriet. Behovet for en ramme med lav profil gjør at kameraet har begrenset utsyn (omtrent bare halvparten av det vanlige synsfeltet) når det festes til et lukket/lite nettingpanel (se nedenfor for mer informasjon). Det mest pålitelige kameraet var GoPro 5, som vi nå bare har noen få av. Det anbefales derfor sterkt at vi prøver å få tak i flere GoPro 5-kameraer, eller at vi finner en alternativ kamera/hus-kombinasjon som kan brukes med en stål-kameraramme. Det anbefales også at vi lager minst tre slike rammer til (vi har for tiden tre) for å maksimere kameraplasseringene og/eller optimalisere tidsbruken.



Figur A1. Stål-kameraramm» med kamera (i et Group B beskyttelseshus). Med to røde lys (venstre) og når den monteres/tas av trålen (høyre).

JT Electric TrawlCamera [«TrawlCam»] (Figur A2) har et meget lysfølsomt kamera, og av alle kameraene var det dette som produserte de beste bildene i området for lavt lys /rødt lys. I flere situasjoner var det også en fordel at man kunne justere vinkelen på kameraet. På den andre siden hadde det en veldig lav nedlastingshastighet for data, noe som begrenset bruken og/eller skapte risiko for tap av data. Dette fordi det tok ca. 30 minutter å laste ned en timelang video, så for gjentatt bruk var det nødvendig å bruke kameraet igjen uten å laste ned hele opptaket. Dermed risikerte man tap av data fra flere trålhal hvis kameraet ble skadet på grunn av vanninntrenging eller gikk tapt. Videre har dette kameraet ca. 20 timers lagringskapasitet. I kombinasjon med etterslepet på nedlasting av data førte det til at viktige observasjonsperioder ble tapt på slutten av trålhal 10, da minnet var fullt. Koblingspunktene for beskyttelseshuset var heller ikke veldig robuste (sprekkdannelse under første bruk, trålhal 05). Det førte til at båtens ingeniører måtte reparere og forsterke strukturen på en måte som viste seg å fungere veldig godt. Kameraet har dessuten bare hvite/grønne lys, så ved bruk av rødt lys var det nødvendig å bruke en stål-kameraramme med rødt lys ved siden av TrawlCam-enheten til å belyse subjektet.



Figur A2. JT Electric TrawlCamera (venstre), med en forsterkningsplate montert av ingeniørene på «Vikingbank» under toktet (høyre).

«Det flyvende kameraet» (figur A3) som ble løftet over subjektområdet med en kite [posisjon 3 og 4], har potensial til å tilføre meget interessante perspektiver med hensyn til både trålstruktur og atferd. Men man må være forsiktig når det monteres og brukes, for å unngå at det setter seg fast i trålen, f.eks. i de store åpne rutene i utslippsåpningene [posisjon 3] eller i trålsekkens rundstroppe [posisjon 4]. Det ble også generelt satt ut med bare ett lys, som mesteparten av tiden ikke var godt nok til å se det man skulle. Det anbefales å montere i hvert fall to lys ved fremtidig bruk, og/eller at man ved bruk av rødt lys bruker en separat stål-kameraramme med to–tre røde lys til å belyse det aktuelle området.

Rødt lys ble i hovedsak brukt til atferdsobservasjoner. Det kan se ut til at kolmule er blind for det røde lyset som ble brukt her; den reagerte i hvert fall ikke negativt på det. Det var med andre ord ikke noe tegn på fototakse, altså raske eller veldefinerte forandringer i atferd/svømmeretning da fisken kom inn i lysfeltet. Vi observerte også ved flere anledninger at fisk svømte rett inn i kameraet/lysriggeren, tilsynelatende uten å kunne se eller unngå dem. Rødt lys svekkes raskt i vann, så det er en dårlig lyskilde ved avstander over 2 meter. Bruk av flere røde lys i det aktuelle området kan gi bedre lys. Spesielt kan lokalisert skrå belysning redusere lyssvekkelse (ved å redusere avstanden fotonene beveger seg fra lyskilden til subjektet og kameraet). Bakbelysning bestående av røde lys virket ikke, fordi kameraet i praksis ble blendet av den høye kontrasten (f.eks. trålhal 04, posisjon 6F).



Figur A3. Beskyttelsehuset for «det flyvende kameraet» festet til kite med tau (Dyneema). [Kilde: J. Saltskår]

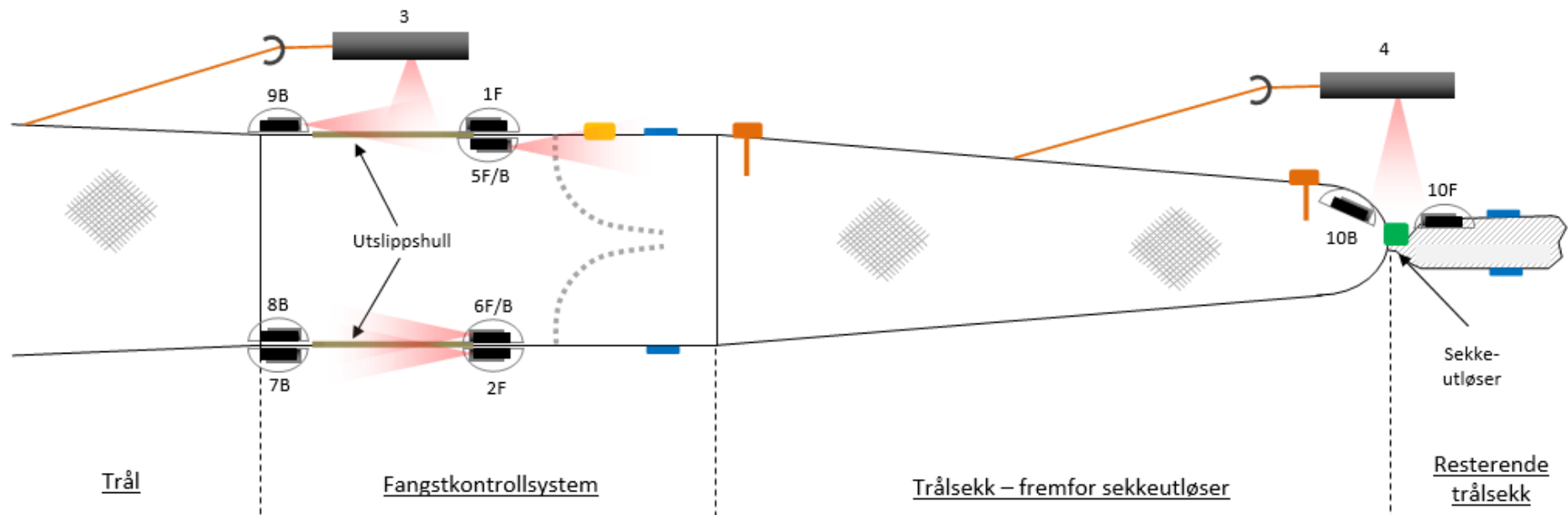
Hvitt lys ble brukt når det var nødvendig med bedre belysning for å kunne se strukturelle/mekaniske deler av fangstkontrollsystemet. Vi prøvde å unngå å bruke hvitt lys i situasjoner hvor atferdsobservasjoner var viktige, fordi hvitt lys er synlig for kolmule og andre dypvannsarter og kan påvirke atferdsresponsene deres i lysfeltet. Det er noen holdepunkter som støtter dette fra trålhal 09, hvor lys ble brukt til å belyse utslippsåpningen bedre. Det vil likevel være nødvendig med en mer systematisk sammenligningsanalyse av atferdsrespons for å kunne trekke endelige konklusjoner.

Dette toktet identifiserte flere kameraplasseringer som kunne være nyttige under fremtidige undersøkelser i dette prosjektet (se figur A4 og tabell A1 for detaljert informasjon). Navnesystemet for posisjonene ble utviklet under toktet, så det er noe usystematisk. Det kunne gjøre det lettere å plassere kameraene nøyaktig og konsekvent under fremtidige tokt hvis man hadde et mer systematisk og intuitivt navnesystem, og hvis man i tillegg merket hvert kamera med den planlagte posisjonen før montering (et system som ble tatt i bruk under dette toktet). Det å merke kjente kameraposisjoner på trålposen gjorde det også mulig med mye enklere og mer nøyaktig plassering.

De nyttigste posisjonene for å observere fisk som rømte via fangstkontrollsystemet, var posisjonene 1F og 2F, ytterst på den bakre kanten av utslippsåpningene. Her var det lettere å

identifisere fisk som rømte, fordi vannstrømmen tvinger dem mot og forbi kameraet. På grunn av det begrensede synsfeltet som kameraene i disse posisjonene hadde, var det likevel nødvendig å gruppere dem med kameraer i tilsvarende posisjoner på innsiden av fangstkontrollsystemet for å kunne konkludere noe om de sannsynlige årsakene til rømming (f.eks. høyere fisketetthet). Interne kameraposisjoner ga også nyttig informasjon om strukturen/geometrien på fangstkontrollsystemene og deres underkomponenter.

Det å ha mange forskjellige samtidige perspektiver kan gi svært nyttig informasjon og være synergistisk når man skal tolke sammensatte operasjoner, som f.eks. fangstkontrollsystemet som denne rapporten omhandler. For eksempel kan en plutselig økning i rømming ved posisjon 1F være forårsaket av en økning i fisketettheten ved posisjon 5F; dette kan i sin tur være resultat av enten en økning i tettheten ved 6B, mens trålsekken fylles, eller et problem med fiskelåsen under innhiving. Det anbefales at videre arbeid i dette prosjektet bruker flere synergistiske kameraplasseringer under hvert trålhal for å svare på spesifikke forhåndsbestemte forskningsspørsmål. Det vil føre til en betydelig økning i hvor mye kamera- og lysutstyr som er nødvendig for hvert tokt (se kommentarer ovenfor) for å sikre tilstrekkelig dekning og redundans. Man bør likevel unngå å montere for mange kameraer på et bestemt område av trålen, siden dette kan endre geometrien (f.eks. trålhal 08; posisjon 2F, 6F og 6B).



Figur A4. Kameraposisjoner på fangstkontrollsystemene og trålsekken. Bokstaven F betyr at kamera vendte forover (mot trållåpningen), og bokstaven B betyr at kameraet vendte bakover (mot trålsekken). De røde skraverte trekantene viser omtrentlig lysfelt i disse eksemplene. Se figur 4 og 12 for mer detaljert forklaring på komponentene i fiskeredskapet.

Tabell A1. Oversikt over kameraposisjoner og -observasjoner for hvert trålhale. Vellykkede posisjoner vises i grønt; delvis vellykkede posisjoner vises i lysegrått – og mislykkede posisjoner vises i mørkegrått.

Hal	Posisjon	Kamera	Lys	Kommentar	Posisjon	Kamera	Lys	Kommentar	Posisjon	Kamera	Lys	Kommentar
Test_1	10B	Kamera A	2 Rød	Video stoppet 00:30:54								
Test_2	9B	Kamera A	2 Rød	Video stoppet	10B	Kamera B	2 Hvit	Sekkeutløser: GP064498.MP4, 14:48.				
Test_3	1F	Kamera C	2 Hvit	For å filme flyge-kamera (KameraD)	3	Kamera D	1 Rød	Test-posisjonering av flyge-kamera => viklet inn i toppanel masker				
Hal_01	1F	Kamera B	2 Rød	Rømming gjennom toppanel i rigg 1	2F	Kamera C	2 Rød	Lite rømming gjennom bunnpanel med dekknett, til slutten [GP103562; ~07:30]	3	Kamera D	1 Rød	Stillbilder - laget til video, stoppet tidlig 44:27
Hal_02	1F	Kamera B	2 Rød	Rømming gjennom toppanel med dekknett i rigg 1	2F	Kamera C	2 Rød	Lite rømming via rigg1 bunnpanel med dekknett	3	Kamera D	1 Rød	Video stoppet
Hal_03	2F	Kamera A	2 Rød	Stoppet på dekk	4	Kamera D	1 Rød	Kamera frøs nær overflaten i begynnelsen av halet	5B	Kamera B	2 Rød	Ser fisk høyt i trålsekken, fiskelås fylles 17:05 [GP144503]
	6B	Kamera C	2 Rød	Noen få fisk i trålsekken før ~08:00; fiskelås fylles 14:53 [GP143564]								
Hal_04	4	Kamera D	1 Rød	Lykt fylt med vann	6F	Kamera B	2 Rød	Rødt lys fra 7B spoil shots	7B	Kamera C	2 Rød	Litt film i begynnelsen av halet, inkludert prøvetakingstrål, kamera druknet 13:50 [GP083566]
Hal_05	1F	Trålkamera	2 Rød	Høy rømningsrate i toppanel, lys i separat ramme	2F	Kamera B	2 Rød	Veldig lite rømming gjennom bunnpanel	4	Kamera D	1 Rød	Mistet kamera og ramme
Hal_06	1F	Trålkamera	2 Rød	Ingen rømming i toppanel?, dårlig posisjonert, lys i separat ramme	5F	Kamera B	2 Rød	God film av innvendig struktur og fisketetthet; lite rømming				
Hal_07	1F	Kamera B	2 Rød	Utslippsåpning på slutten => mye rømming, samme tid som fangstsensor	6F	Kamera A (TL)	2 Rød	Høy tetthet passer med rømming i 1F; utslippsåpning passer og med 1F				
Hal_08	1F	Kamera A	2 Rød	Kamera stoppet etter 1 min	2F	Kamera B	2 Rød	Litt rømming via bunnpanel, spesielt på slutten 13:16 [GP274510]	3	Kamera H	1 Rød	Dårlig lys og kamera stoppet før halet var ferdig
	6F	Kamera I (TL)	1 Rød	Angående posisjons 2F; NB - mange kamera på en gang forvrenger formen på fangstbegrensningsystemet	6B	Trålkamera	1 Rød	Ser at fiskelåsen virker i slutten av halet. Lys i kamera I, men for svakt				
Hal_09	7B	Kamera I (TL)	2 Hvit	Ser prøvetakingstrål og rømming fra bunnpanel	8B	Trålkamera	2 Hvit	Kontinuerlig rømming (atferd påvirket av lys?), prøvetakingstrål.	10F	Kamera B	2 Hvit	God film av sekkeutløser
	3	Kamera H	1 Hvit	Stod igjen på dekk								
Hal_10	7B	Kamera B	2 Rød	En del rømming fra bunnpanel, mye rømming på slutten: 9:26 [GP324514]	8B	Trålkamera	2 Rød	En del rømming i bunnpanel, kamera sluttet å virke før halet var ferdig.	9B	Kamera I (TL)	2 Rød	Ikke noe å lage TL video av: stillbildene ser ok ut, men det er ingen rømming å se.
	3	Kamera H	1 Rød	Prøver å filme sidepanel, men lyset er for svakt, kamera stoppet tidlig i halet								

*TL- Time-laps-modus

Kamera A: GoPro Hero 7 (Group B undervannshus + annet hus ved bruk i styrehuset)
 Kamera B: GoPro Hero 5 (Group B undervannshus)
 Kamera C: GoPro Hero 5 (Group B undervannshus)
 Kamera D: GoPro Hero 7 (T-housing undervannshus)
 Kamera E: GoPro Hero 4 (plasthus brukt i styrehuset)

Kamera F: GoPro Hero 4 (plasthus brukt i styrehuset) - DEFEKT BATTERI
 Kamera G: GoPro Hero 3 (plasthus brukt i styrehuset)
 Kamera H: GoPro Hero 3+ (plasthus brukt i styrehuset + Undervannshus)
 Kamera I: GoPro Hero 7 (stripset fast i styrehuset med powerbank + GroupB undervannshus)
 Kamera J: GoPro Hero 7 (stripset fast i styrehuset med powerbank)

Vedlegg B – Trålskisser

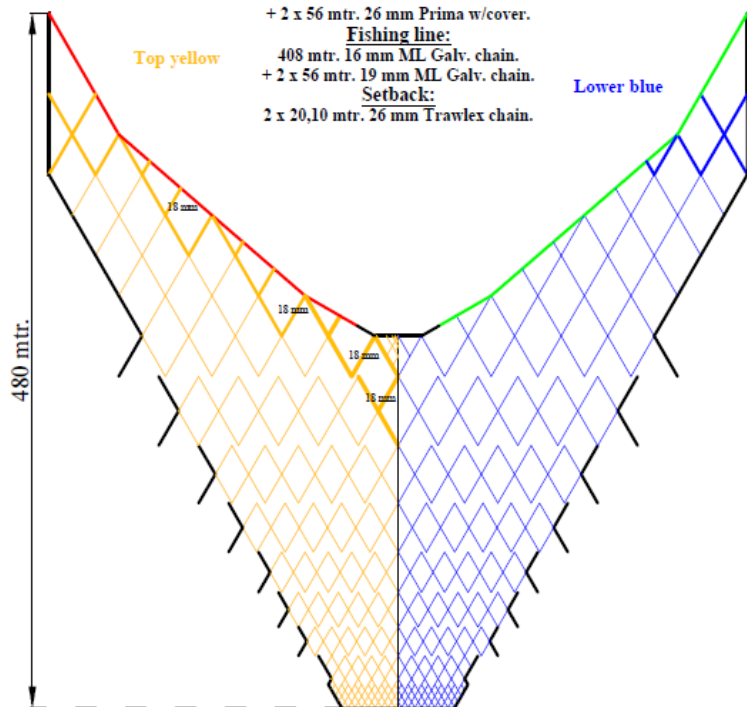
2016 mtr. Pelagic forenet with 56 mtr. mesh.

Top/Lower panel.

Head line:
 375 mtr. 22 mm Prima w/cover.
 + 1 x 33 mtr. 26mm Prima w/cover in the middle.
 + 2 x 56 mtr. 26 mm Prima w/cover.

Fishing line:
 408 mtr. 16 mm ML Galv. chain.
 + 2 x 56 mtr. 19 mm ML Galv. chain.

Setback:
 2 x 20,10 mtr. 26 mm Trawlex chain.

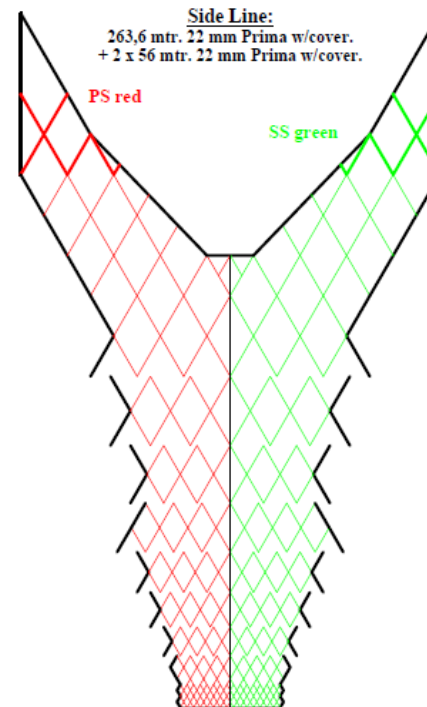


56000	Capto 18 mm
	lead lower
56000	Capto 14 mm
	lead lower
48000	Capto 14 mm
	lead lower
40000	Capto 12 mm
32000	Capto 12 mm
28000	Capto 10 mm
24000	Capto 10 mm
20000	Capto 8 mm
16000	Capto 8 mm
8000	Capto 7 mm

Euroflex 32 mm

Side panel.

Side Line:
 263,6 mtr. 22 mm Prima w/cover.
 + 2 x 56 mtr. 22 mm Prima w/cover.

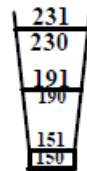
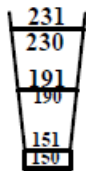
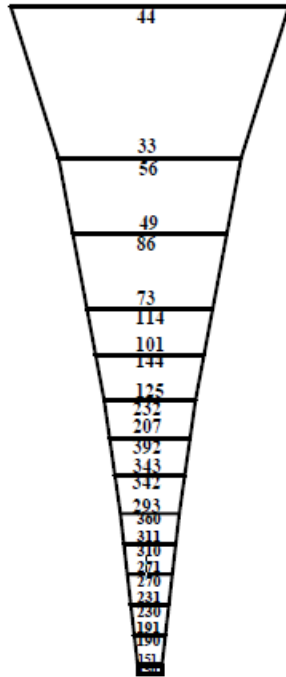


56000	Capto 18 mm
56000	Capto 12 mm
48000	Capto 10 mm
40000	Capto 10 mm
32000	Capto 10 mm
28000	Capto 10 mm
24000	Capto 10 mm
20000	Capto 8 mm
16000	Capto 8 mm
8000	Capto 7 mm

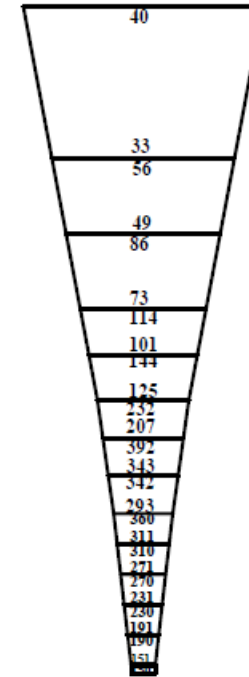
VÓNIN ®	Model no.: 10270
	Reg. no.:
2016 mtr. Pelagic forenet	Date: 13.02.2016
	Drawn by: Jónas H. Jónsson
	Checked: Ólafur Einarsson

2016 mtr. Pelagic belly.

Top/lower panels.



Side panels.



Euroflex 32 mm

40m (38)	9½	4000	Br.Nylon. 8 mm
20m	9½	2000	Br.Ny. 5 mm
20m	19½	1000	Br.Ny. 4 mm
12m	19½	600	Br.Ny. 3 mm
12m	29½	400	Br.Ny. 2,5 mm
10m	49½	200	Br.Ny. 2,3 mm
10m	99½	100	Br.Ny. 2,3 mm
10m	99½	100	Br.Ny. 2,3 mm
8m	99½	80	Br.Ny. 2,3 mm
8m	99½	80	Br.Ny. 2,3 mm
8m	99½	80	Br.Ny. 2,3 mm
8m	99½	80	Br.Ny. 2,3 mm
8m	99½	80	Fl. 2 x 2,3 mm
12m	11½	100	Nylon 2 x 4 mm

VÓNIN®

2016 mtr. Pelagic belly.

Model no.
163857

Reg. no.
1205

Date:
11-06-2019

Draughtsman:
Ingvar H. Johannsson

Changes:
Hákon Egeblot