

A26524 - Åpen

Rapport

Uttesting av 2- og 4-panels seleksjonsinnretning med innmontert fleksirist

Tokt i regi av Fiskeridirektoratet ombord M/T Ramoen

Forfatter(e)

Manu Sistiaga
Jesse Brinckoff
Dagfinn Lilleng
Bent Herrmann
Lise Langård
Eduardo Grimaldo



SINTEF Fiskeri og havbruk AS

Postadresse:
Postboks 4762 SluppenSentralbord: 40005350
Telefaks:fish@sintef.no
www.sintef.no/fisk
Foretaksregister:
NO 980 478 270 MVA

Rapport

Uttesting av 2- og 4-panels seleksjonsinnretning med innmontert fleksirist

EMNEORD:

Fleksirist

Torsk

Hyse

Seleksjon

VERSJON

1.0

DATO

2014-11-24

FORFATTER(E)

Manu Sistiaga
Jesse Brinckoff
Dagfinn Lilleng
Bent Herrmann
Lise Langård
Eduardo Grimaldo

OPPDRAKSGIVER(E)

Fiskeridirektoratet, v/Utviklingsseksjonen

OPPDRAKSGIVERS REF.

Dagfinn Lilleng

PROSJEKTNR

6021521

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:

33

SAMMENDRAG

Målet med toktet var å teste ytelsen til en 4-panels fleksiristseksjon. Videre var det ønsket å sammenligne seleksjonsegenskapene samt funksjonaliteten av en 4-panels fleksiristseksjon mot dagens tillatte 2-panels fleksiristseksjonen.

Seleksjonsresultatene viste at med begge seksjonene gikk mye undermålsfisk igjennom ristseksjonen uten at den ble sortert ut. Til tross for dette viste 4-panel fleksiristseksjonen klart bedre generelle seleksjonsverdier ($L50_{combined}$ og $SR_{combined}$) enn 2-panelsfleksiristseksjonen. Fisken hadde også bedre evne til å komme i kontakt med sorteringsristene i 4-panelsseksjonen enn i 2-panelsseksjonen. Det viste seg at for torsk var den første rista viktigere i seleksjonsprosessen enn den andre rista i begge seksjonene. Dette var motsatt for hyse. 4-panels fleksiristseksjonen hadde mindre problemer med blokkering av fisk under toktet, og ga inntrykk av å ha bedre vanngjennomstrømning. Men dette bør testes videre før noe endelig er konkludert. I tillegg viste 4-panels ristseksjonen ingen ekstra håndteringsutfordring i forhold til 2-panels fleksiristseksjon.

Selv om M/T Ramoen er et veldig godt tilrettelagt fartøy til å kjøre slike forsøk, var det utfordrende å jobbe med store fangster, tre sekker og to arter samtidig, slik det ble gjort på deler av forsøkene.

SINTEF Fiskeri og havbruk AS

Postadresse:
Postboks 4762 Sluppen

Sentralbord: 40005350
Telefaks:

fish@sintef.no
www.sintef.no/fisk
Foretaksregister:
NO 980 478 270 MVA

UTARBEIDET AV
Manu Sistiaga

KONTROLLERT AV
Eduardo Grimaldo


GODKJENT AV
Vegar Johansen

RAPPORTNR
A26524

ISBN
978-82-14-05776-8

GRADERING
Åpen

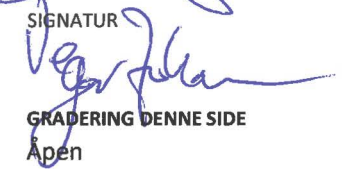
SIGNATUR



SIGNATUR



SIGNATUR



GRADERING DENNE SIDE
Åpen

Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
1.0	2014-11-24	Rapport

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	5
1.1	Bakgrunn for forsøket	5
1.2	Forsøkets hovedmål.....	6
2	Materiale og Metoder	6
2.1	Fartøy	6
2.2	Trål	7
2.3	2-panels fleksiristseksjonen	7
2.4	4-panels fleksiristseksjonen og overganger	7
2.5	Forlengelser og sekkene	8
2.6	Oppsamlingspose	8
2.7	Seleksjonsanalyse.....	9
3	Resultater	10
3.1	Operasjonelle data.....	10
3.2	Studiets omfang	12
3.3	Seleksjonsresultater	13
3.3.1	Valg av seleksjonsmodell	13
3.3.2	Seleksjonsresultater	14
3.3.3	Seleksjonskurver	17
3.4	Undervannsobservasjoner	20
3.5	Erfaringer med den nye 4-panelsfleksirista	22
4	Diskusjon og konklusjoner	23

BILAG/VEDLEGG

Vedlegg 1: Konstruksjon av 2-panels fleksiristseksjon.

Vedlegg 2: Konstruksjon av overgangene fra 2- til 4- og fra 4- til 2-panels konstruksjon.

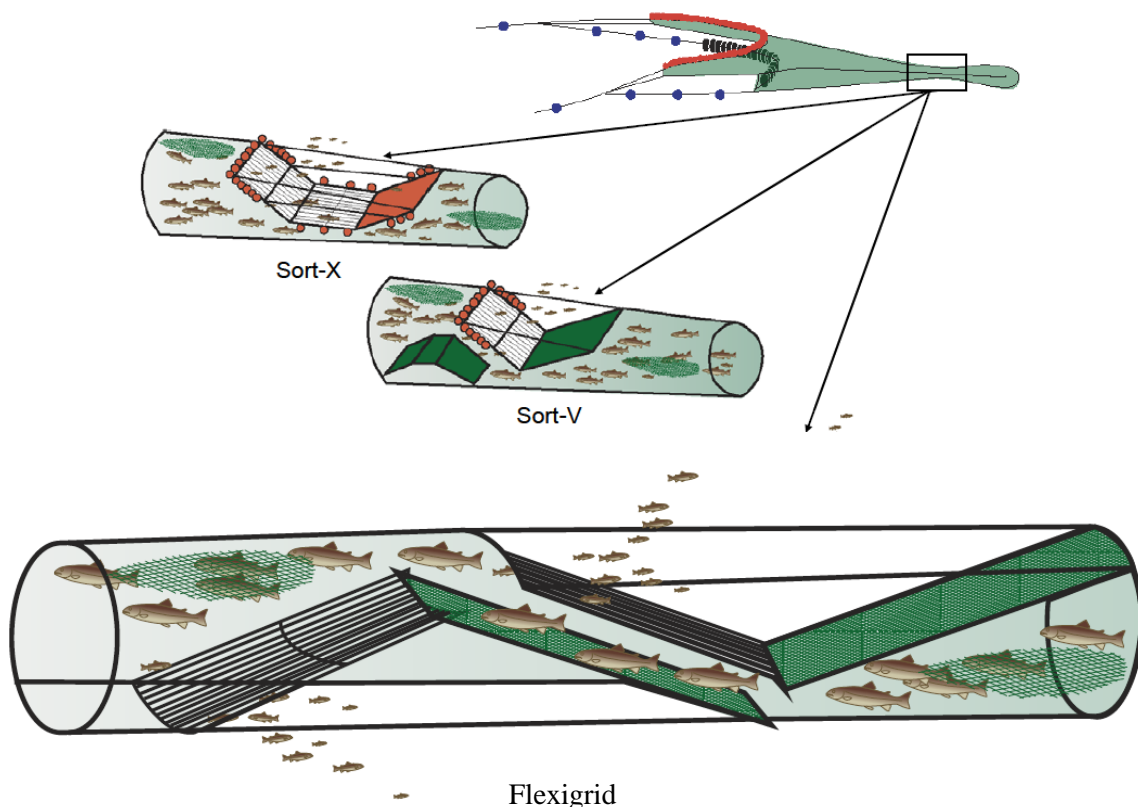
Vedlegg 3: Konstruksjon av 4-panels fleksiristseksjon.

Vedlegg 4: Seleksjonsdata analyse.

1 Innledning

1.1 Bakgrunn for forsøket

Trålere har lov å bruke fire forskjellige sorteringsrister for å fange torskfisk i Norsk og Russisk farvann nord for 62°N; Sort-X, Sort V (for russisk firepanels trål), enkeltrist (utviklet fra Sort-V rista) og fleksirist (Figur 1). Av disse, er det fleksirista som anvendes mest av fiskere i dag. Selv om denne rista har vist å sortere mindre undermålsfisk enn enkelrista (Sistiaga og Lilleng, 2008), er den mest populær blant fiskere fordi den er mye mer håndterbar enn alternativene og mye sikrere å bruke, spesielt i dårlig vær.



Figur 1: Oversikt over seleksjonssystemer fiskerne har lov å bruke nord for 62°N.

Store mengder med torsk i Barentshavet samt høy fiskeevne av norske trålere de siste årene, har gjort til at det er blitt identifisert en del problemstillinger ved bruk av sorteringsrister i torskfiskeriet i Barentshavet. Et av hovedproblemene er at fisken ser ut til å samle seg foran og bak ristene slik at fisken ikke kommer inn i sekken. Samling av fisk foran og bak rista er ikke ønskelig, og kan få flere "alvorlige" konsekvenser for fiskeoperasjonene ombord trålerne. Blant annet kan man nevne at:

1. Fordi fisken ikke kommer helt bak i sekken, fungerer ikke mengdesensorene i sekken. Dette medfører lite kontroll over fiskemengden i redskapet for skipperen og potensielle produksjonsutfordringer ombord.
2. Når fisken er samlet i ristseksjonen blir trykket i nota for stort, og ristseksjonen kan sprenge.
3. Fordi fisken ikke kommer helt bak i sekken, kan det være en utfordring å tilpasse bruk av fangstbegrensende innretninger (Grimaldo m. fl., 2014).

I de siste 2-3 årene har flere institusjoner i Norge jobbet med å forbedre ytelsen av ristseksjonene. Spesielt har Fiskeridirektoratet, Havforskningsinstituttet, Universitetet i Tromsø og SINTEF Fiskeri og Havbruk vært

involvert i en prosess som prøver å finne forbedringer i de aktuelle ristseksjonene slik at de skal klare å håndtere store mengder med fisk. Det har lenge blitt spekulert i at en av de endringene som kan gi ristseksjonene bedre vanngjennomstrømning, er å konstruere 4-panelsseksjoner istedet for dagens 2-panelsseksjoner. Eksperimenter utført i 2013 og 2014 i SINTEFsin prøvetank (Hirshals, Danmark) (Gjøsund m.fl 2013) avslørte viktige geometri problemer og dokumenterte betydelig vanngjennomstrømnings reduksjon i en ristseksjon (enkeltrist). Gjøsund m.fl (2013) gjennomførte våren 2013 hastighetsmålinger i 2- og 4-panel fullskala enkelristseksjoner i SINTEF Fiskeri og havbruks strømningstank i Hirtshals. Innledende teoretiske estimat og vurderinger av hastighetsreduksjon gjennom hele seksjonen indikerte at gjennomstrømningen i en 4-panel-seksjon ble betydelig forbedret sammenlignet med en 2-panelseksjon. Slike målinger ble ikke gjennomført på noe fleksirist-seksjon, men man kan anta at en 4-panel fleksiristseksjon skal sannsynligvis ikke ha verre vanngjennomstrømningsegenskaper enn en 2-panel fleksirist-seksjon. For å teste egenskapene av en 4-panel fleksirist-seksjon i forhold til en 2-panel fleksiristseksjon, ble det gjennomført et tokt i regi av Fiskeridirektoratet ombord i fiskefartøyet F/T Ramoen i 2014.

1.2 Forsøkets hovedmål

Hovedmålet med fullskalaforsøkene beskrevet videre i denne rapporten var å måle seleksjonsevnen på torsk og hyse til en 4-panel fleksiristseksjon vs. en 2-panel fleksiristseksjon. I tillegg til seleksjonsevnen skulle funksjonaliteten av den nye 4-panelseksjonen også vurderes. Fisket ble gjennomført på kommersielle fiskefelt.

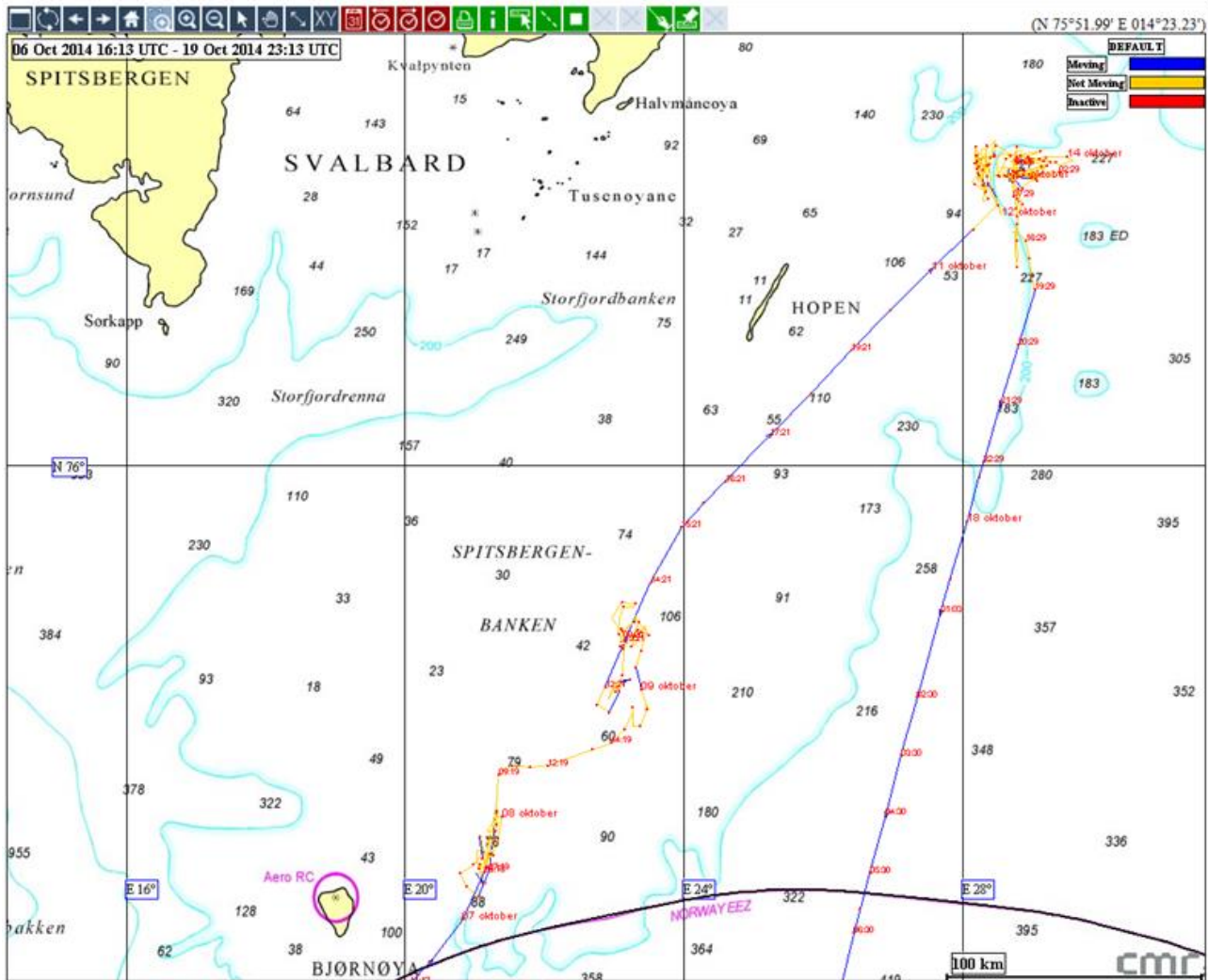
2 Materiale og Metoder

2.1 Fartøy

Tråleren "Ramoen" (66,7 m LOA, 14,6 m bredde og 5170 HP hovedmotor) (Figur 7) ble leid inn i perioden 6. - 20. oktober 2014 til å gjennomføre et tokt med bunntål i områdene rundt Bjørnøya (74°N, 22°Ø) og Hopenjupet (76°N, 28°Ø) (Figur 2). Fartøyet er egnet til slike forsøk fordi det har et stort og romslig dekk med to trålbaner og to separate mottaksbinger som tillater at fangsten fra forskjellige poser kan holdes adskilt. Fabrikken har en kapasitet til å produsere filèt av 60-70 tonn rund fisk pr. døgn og den er godt tilrettelagt for prøvetaking av fangsten. Forskerne på toktet disponerte eget kar til fiskeprøver, samt elektronisk målebrett og vekt koblet til en PC på broen. Fartøyets eget komplette sett av trålsensorer ble brukt til å overvåke trålen under tråling. Fartøyets faste mannskap har bred erfaring med en rekke tråltyper (bunntål, semi-pelagisk trål og flytetrål) og med å jobbe sammen med forskere på denne type tokt.



Figur 2: M/S "Ramoen" (Kilde: www.norwegianfrozenatsea.no).



Figur 3: Kartutsnitt av områdene det ble fisket i under forsøkene.

2.2 Trål

To SELSTAD 628 # tråler ble benyttet som enkeltrål i fisket etter torsk. Denne tråltypen har en omkrets på 628 masker (155 mm maskestørrelse), en fiskeline på 31,1 m og en headline på 48,9 m. Trålene ble rigget med fem seksjoner rockhopper: et 7.1 m midtgir laget av 21" gummiskiver og 8" x 8" mellomstykker, festet 1-1; og fire 6.0 m sidegir laget av 21" gummiskiver og 8"x8" mellomstykker, festet 2 og 2. Begge trålene var konstruert i 2 panel. Begge trålene ble rigget med to 100 m lange sveiper (22 mm stålwire). To Injector Scorpion tråldører, hver på 9.5 m² og 4400 kg. Samme trålappsett ble brukt under hele forsøket.

2.3 2-panels fleksiristseksjonen

På styrbord-trålen festet vi en standard 2-panels fleksiristssystem. (Vedlegg 1).

2.4 4-panels fleksiristseksjonen og overganger

På babord-trålen festet vi en overgang fra 2- til 4-panel mellom trålbelgen (2 panel) og ristseksjonen (4 panel). Overgangen ble laget av Euroline Premium PE notlin (Polar Gold), med 135 mm nominell maskevidde og 8 mm singel tråddiameter. Seksjonen var 45 masker lang, 160 masker i omkrets på to-panelssiden, og 96 masker i omkrets på fire-panel siden (se Vedlegg 2). Alle de fire leisene var forsterket med 40 mm Danline PE tau. Ristene brukt i denne seksjonen var identiske til ristene brukt i standard 2-

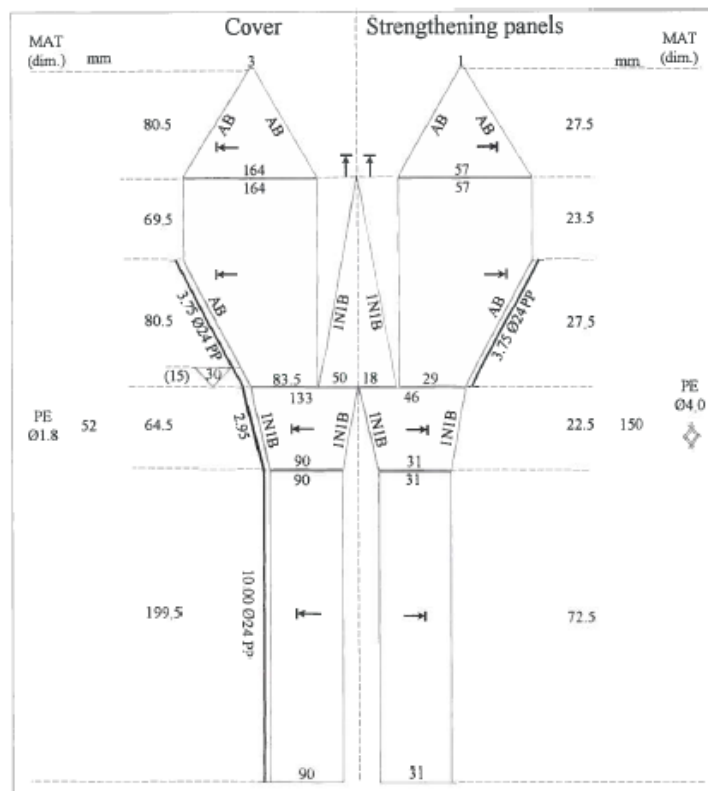
panelsseksjonen. 2-panelsseksjonen og 4-panelsseksjonen hadde 96 frie masker (100 inkludert leis) i omkrets. 4-panelsseksjonen var 60 masker lang istedet for 70 masker langt for å delvis kompensere med den 24# lange overgangen til 2-panel som måtte settes inn før forlengelsen og sekken (se vedlegg 2). Ristene ble festet på sidepanelene i seksjonen slik at de teoretisk hadde samme vinkel som i 2-panelsseksjonen (ca. 25°). Spesifikasjonene til 4-panels fleksiristseksjonen vises i vedlegg 3.

2.5 Forlengelser og sekkene

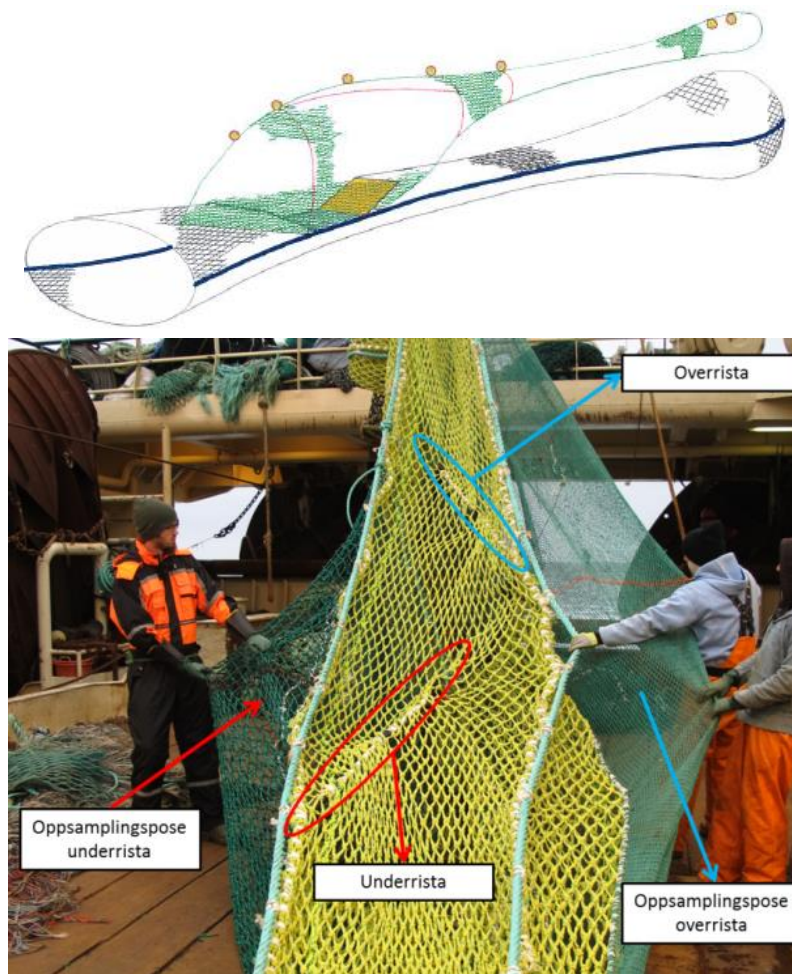
To stk. 2-panels diamantmaskesekker ble brukt under forsøket. De ble laget i av Nylon PA notlin, med 138 mm nominell maskevidde og 6 mm dobbel tråddiameter. De var 200 masker lange og 96 masker i omkrets. Leistauene var laget av 40mm Danline PE tau. Bakerste del av sekken (ca. 12 m fra codline og bakover) var laget av 10 mm Ø PE "Ultra cross" knuteløs notlin, med 138 mm nominell maskevidde. 24 mm Ø Danline rundstrøpper ble montert langs sekken med en innbyrdes avstand på 1,2 m. Begge sekkene ble blindet med en 12 m lang inner-netter som var konstruert i 50 mm masker (Ø 1.3 mm) og hadde 320 masker omkrets (inner-nettene ble festet innvendig).

2.6 Oppsamlingspose

For å undersøke sorteringsevnen til ristene ble det benyttet fire finmaskete oppsamlingsposer over ristlippene (to oppsamlingsposer per seksjon, dvs. en per rist). Oppsamlingsposene var konstruert identiske bortsett fra at de to som ble brukt i ristutslippene til underristene i både 2- og 4-panels ristseksjonene var konstruerte i nylon, mens de to oppsamlingsposene brukt over overristene var konstruerte i polyetylen (PE). Posene ble laget av Ø2.2 mm 60 mm netting og hadde en total lengde på ca. 23 m. Posen var forsterket med et omliggende dobbelt 4mm 155mm nett (Figur 4 og 5).



Figur 4: Oversikt over konstruksjonen av oppsamlingsposene.



Figur 5: Oversikt over montering av oppsamlingsposene. Bildet viser 4-panels fleksiristseksjonen med begge oppsamlingsposene på.

2.7 Seleksjonsanalyse

Analysene ble utført ved anvendelse av programmet SELNET, som er utviklet av Bent Herrmann (SINTEF Fiskeri og Havbruk) (Herrmann m.fl 2012) og benyttet i flere internasjonale forskningsprosjekter for å analysere trålseleksjonsdata (f.eks. Sistiaga m.fl 2010).

Definisjon av nøkkelparametere:

L50: Fiskelengden som skal ha 50% sannsynlighet for å bli tilbakeholdt av redskapet.

SR: L75 – L25

C: Sannsynligheten (0 – 1) for at en tilfeldig fisk som går inn i redskapet faktisk får kontakt med sorteringsutstyret (en rist i dette tilfelle) og får sjansen til å bli utsortert.

L50_F: L50 for første rista.

SR_F: SR for første rista.

C_F: C for første rista.

L50_S: L50 for andre rista.

SR_S: SR for andre rista.

C_S: C for andre rista.

L50_{combined}: L50 for første og andre rista til sammen.

SR_{combined}: SR for første og andre rista til sammen.

C_{combined}: C for første og andre rista til sammen.

For informasjon om hvordan dataanalysen ble gjennomført og ytterligere definisjon av de forskjellige parameterne se vedlegg 4.

3 Resultater

3.1 Operasjonelle data

Totalt ble det gjennomført 54 hal i perioden 6. oktober – 20. oktober 2014. En oversikt over alle hal med operasjonelle data er gitt i Tabell 1. Forsøksoppsettet var lik gjennom hele toktet, den varierte ikke. Tre hal med 2-panels ristseksjon ble ugyldig fordi det var masse fisk som hadde samlet seg foran rista, og den blokkerte hele inngangen til seksjonen. I to av disse tre halene ble den første rista i seksjonen knekt og den måtte repareres før forsøkene kunne fortsette.

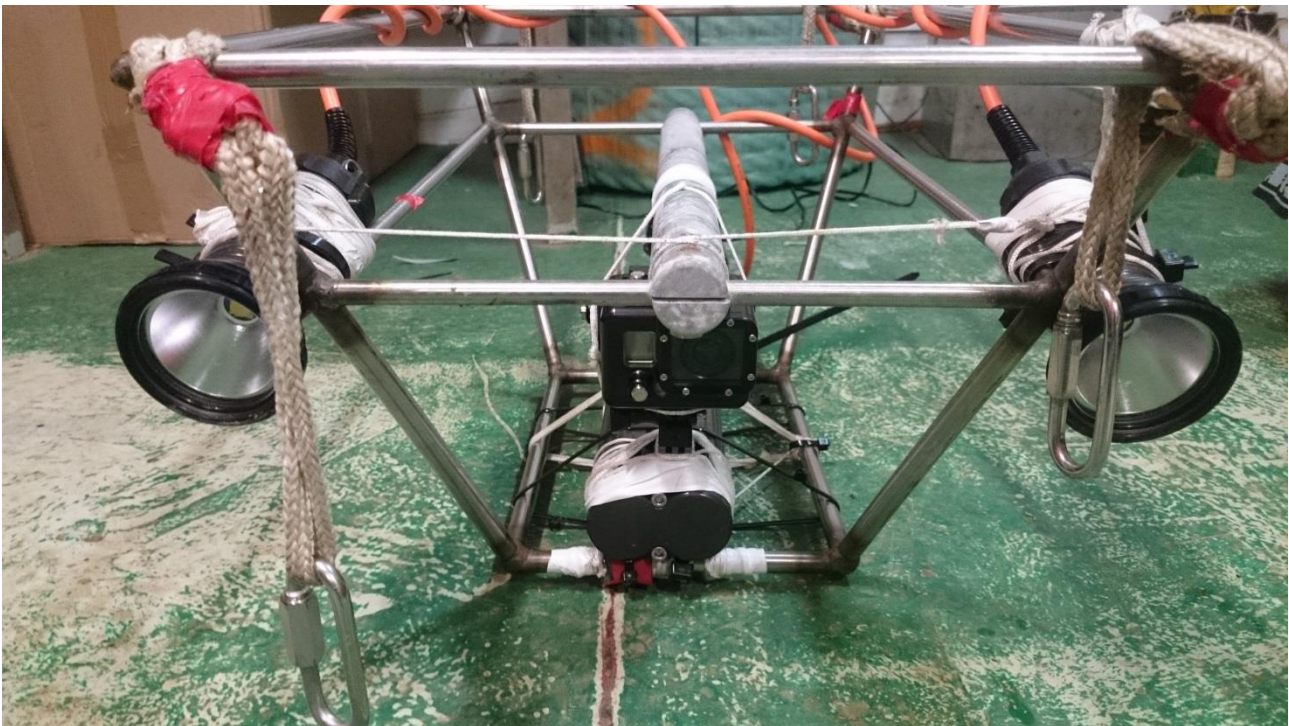
For de 51 halene som inngår i datamaterialet varierte fangstene fra 600 kg til 22559 kg totalt, og fangstraten fra 4.8 kg/min til 425.6 kg/min.

Tabell I: Operasjonelle data på de 51 gyldige hal gjennomført på toktet. Totalfangsten er gitt i rund vekt.

Dato	Kl. Start	Hal nr. Redskap	Posisjon Start	Pos. Slutt	Kl. Slutt	Tauetid (min)	Total fangst (kg)	Fangstrate (kg/min)	Dybde (m)		
07.10.2014	11:36	1 4 panel	74°03'370"	19°52'741"	74°11'445"	20°05'746"	13:33	117	600	5.1	100
07.10.2014	16:49	2 4 panel	74°39'520"	21°14'184"	74°38'509"	21°15'709"	18:34	105	14181	135.1	98
07.10.2014	23:20	3 4 panel	74°37'382"	21°06'127"	74°37'219"	21°09'200"	01:27	127	11259	88.7	90
08.01.2014	03:36	4 2 panel	74°35'396"	21°06'381"	74°33'864"	21°04'515"	05:58	162	6983	43.1	104
08.01.2014	06:50	5 2 panel	74°32'403"	21°05'986"	74°43'664"	21°16'457"	09:53	183	11576	63.3	98
08.01.2014	12:44	6 4 panel	74°46'890"	21°20'850"	74°41'995"	21°15'312"	14:54	130	9928	76.4	110
08.01.2014	15:41	7 4 panel	74°42'206"	21°15'698"	74°45'203"	21°16'935"	18:07	146	13851	94.9	95
08.01.2014	20:53	8 2 panel	74°43'999"	21°15'538"	74°37'674"	21°03'215"	01:16	263	2311	8.8	95
09.10.2014	02:04	9 2 panel	74°36'220"	21°02'880"	74°34'375"	20°49'466"	06:01	237	1129	4.8	87
09.10.2014	07:01	10 4 panel	74°32'630"	20°50'130"	74°29'910"	21°08'612"	08:45	104	1741	16.7	92
09.10.2014	10:55	11 4 panel	74°52'909"	21°19'282"	74°56'497"	22°01'591"	14:09	194	3696	19.1	80
09.10.2014	15:18	12 2 panel	74°59'893"	22°41'240"	75°08'573"	23°17'110"	18:35	197	4726	24.0	90
09.10.2014	19:18	13 2 panel	75°08'925"	23°15'716"	75°13'995"	23°20'836"	23:41	263	3665	13.9	115
10.10.2014	00:38	14 4 panel	75°18'394"	23°19'178"	75°24'730"	23°22'823"	05:40	220	10431	47.4	102
10.10.2014	04:55	15 4 panel	75°23'914"	23°21'890"	75°25'318"	23°19'966"	07:20	145	17781	122.6	85
10.10.2014	10:49	16* 4 panel	75°26'810"	23°19'800"	75°25'600"	23°08'890"	13:17	148	12394	83.7	84
10.10.2014	16:47	17 2 panel	75°26'272"	23°13'710"	75°30'140"	23°09'436"	21:00	253	7133	28.2	81
10.10.2014	21:40	18 2 panel	75°29'408"	23°08'774"	75°24'944"	23°07'737"	02:02	262	2781	10.6	82
11.10.2014	02:11	19 4 panel	75°24'307"	23°07'994"	75°13'830"	23°05'389"	06:07	236	8905	37.7	82
11.10.2014	07:40	20 4 panel	75°15'668"	23°05'781"	75°12'107"	23°04'292"	11:28	228	8410	36.9	97
11.10.2014	12:41	21* 4 panel	75°07'351"	22°46'291"	75°13'102"	22°52'317"	14:20	99	3522	35.6	84
12.10.2014	01:17	22 2 panel	76°55'700"	28°30'313"	76°59'994"	28°17'668"	03:01	104	5762	55.4	170
12.10.2014	04:00	23 2 panel	76°59'609"	28°17'492"	76°58'302"	28°24'782"	05:51	111	3674	33.1	170
12.10.2014	06:31	24 2 panel	76°56'262"	28°31'360"	76°59'706"	28°24'511"	09:42	191	7557	39.6	190
12.10.2014	10:43	25* 4 panel	77°02'647"	28°20'968"	77°04'146"	28°16'456"	13:14	151	6439	42.6	182
12.10.2014	14:13	26 4 panel	77°05'670"	28°12'520"	76°59'642"	28°19'723"	15:45	92	9324	101.3	185
12.10.2014	16:26	27 4 panel	76°59'635"	28°17'567"	77°02'818"	28°19'723"	04:33	53	22559	425.6	168
13.10.2014	04:33	29 2 panel	76°58'668"	28°18'796"	77°02'669"	28°13'929"	05:42	69	7832	113.5	163
13.10.2014	11:54	31* 2 panel	76°57'870"	28°20'390"	77°06'977"	28°16'768"	14:36	162	12479	77.0	158
13.10.2014	15:19	32 4 panel	77°07'331"	28°20'108"	77°07'791"	28°26'681"	18:04	165	16295	98.8	187
13.10.2014	20:41	33 4 panel	77°06'465"	28°20'638"	77°04'860"	28°14'422"	00:45	244	17458	71.5	187
14.10.2014	02:24	34 2 panel	77°05'426"	28°19'924"	77°07'157"	28°50'729"	06:29	245	20614	84.1	195
14.10.2014	19:03	36 2 panel	77°04'297"	28°47'950"	77°04'628"	29°19'275"	20:57	114	14840	130.2	231
15.10.2014	00:07	37 4 panel	77°05'624"	29°34'471"	77°05'398"	28°59'247"	02:09	122	16433	134.7	206
15.10.2014	05:14	38 4 panel	77°04'257"	28°54'747"	77°04'994"	28°56'612"	07:58	164	10067	61.4	225
15.10.2014	09:58	39 2 panel	77°02'920"	28°44'562"	77°03'890"	28°46'264"	11:46	108	9626	89.1	220
15.10.2014	14:05	40 2 panel	77°06'130"	28°45'230"	77°02'533"	28°43'921"	15:00	55	9068	164.9	207
15.10.2014	18:36	41 4 panel	76°55'875"	28°45'555"	76°58'729"	28°47'385"	21:24	168	12950	77.1	214
15.10.2014	22:40	42 4 panel	77°01'116"	28°42'880"	77°03'837"	29°09'550"	02:39	239	28580	119.6	221
16.10.2014	11:02	43 4 panel	77°01'345"	28°39'772"	77°01'337"	28°44'886"	11:21	19	7181	377.9	214
16.10.2014	14:10	44 4 panel	77°01'810"	28°42'348"	77°01'800"	28°45'729"	14:23	13	9438	726.0	222
16.10.2014	18:07	45 2 panel	77°00'896"	28°38'520"	77°00'998"	28°48'791"	18:44	37	4604	124.4	214
16.10.2014	20:15	46 2 panel	77°01'289"	28°41'590"	77°01'922"	28°57'467"	21:16	61	11560	189.5	216
17.10.2014	01:19	47 4 panel	77°01'650"	28°39'326"	77°01'920"	28°56'160"	02:21	62	12557	202.5	215
17.10.2014	05:11	48 4 panel	77°02'540"	28°39'969"	77°02'416"	28°57'377"	06:13	62	18684	301.4	212
17.10.2014	13:02	49 2 panel	77°00'741"	28°42'581"	77°01'633"	28°52'717"	13:48	46	11567	251.5	225
17.10.2014	17:37	50 2 panel	77°02'438"	28°40'468"	77°00'387"	28°41'768"	18:11	34	6261	184.1	218
17.10.2014	21:49	51 4 panel	77°02'208"	28°35'417"	77°01'627"	29°05'231"	23:28	99	9223	93.2	200
17.10.2014	01:20	52 4 panel	77°01'420"	28°57'319"	77°01'412"	29°18'229"	02:43	83	6885	83.0	220
18.10.2014	04:07	53 2 panel	77°02'475"	29°29'427"	77°01'413"	28°51'758"	06:22	135	14459	107.1	226
18.10.2014	10:56	54 2 panel	76°53'184"	28°46'145"	76°44'761"	28°46'894"	13:13	137	14567	106.3	204

I 5 hal (hal 16, 21, 25, 31, og 35, markert med et stjerne i tabellen) satte vi et undervannskamera foran den første rista. Dermed ble 2-panels ristseksjonen filmet i to hal og 4-panels ristseksjonen i 3 hal.

Kameraenheten var montert på en rustfritt stålramme som ble festet i trålnota ved hjelp av fire karabinkroker, en Gopro Hero3 kamera og 2 LED lys (Figur 6). GoPro Hero 3 kameraet hadde et 64GB miniSD kort inne og en ekstra batteripakke som gjorde at vi kunne filme opptil to timer med den. Kameraet var beskyttet av et rustfritt stålhus som tålte å bli senket ned til 300 m (<http://www.dir-shop.cz/zbozi-1459-GoPro-HERO-3-camera-housing-ALU-300m-LCD>). LED lysene hadde lysstyrke på 2000 lumen og var av type metalsub modell KL1242 LED2000 (<http://www.megadiveshop.nl/lampen/metalsub/kabellampen/kl1242-led2000-p-1049.html>). Lysene var festet til en dobbel batteripakke av type metalsub modell PR1209 Dual (<http://www.megadiveshop.nl/lampen/metalsub/accu's/pr1209-dual-p-1038.html>).



Figur 6: Kameraoppsettet brukt på toktet.

3.2 Studiets omfang

I forsøksperioden målte vi torsk og hyse fra hver av de tre sekkene: oppsamlingspose 1 (underrista), oppsamlingspose 2 (overrista) og sekken. Vi gjennomførte 51 gyldige hal og fanget totalt 87 069 hyse hvorav 27 166 ble målt, og 278 144 torsk hvorav 81 352 ble målt. Totalt ble det i forsøksperioden fanget 365 213 fisk og 108 518 målt. Total lengden av både torsk og hyse over 20 cm ble målt til nærmeste cm. For hvert hal ble det målt totalt mellom 828 og 3 651 fisk. Vi målte minst 500 fra hver av de sekkene (hovedsekk og oppsamlingssekkene) før vi tok delprøver av den. Når vi tok delprøver i en av sekkene ble resten av fisken telt (hver art for seg). I Bjørnøya-området ble både torsk og spesielt hyse fanget i betydelige mengder slik at vi registrerte nok data til seleksjonsanalyser. På Hopen var det et rent torskfiskeri og det var ikke noen mulighet for å hente seleksjonsdata for hyse.

Tabell 2: Oversikt over forsøksoppsett, fangst og prøvetaking av fisk (proporsjonen av totalfangsten målt i hver enkelthal).

Hal Redskap	Rist 1 oppsamlingspose 1						Rist 2 oppsamlingspose 2						Sekk					
	n målt		Prøve	n målt		Prøve	n målt		Prøve	n målt		Prøve	n målt		Prøve	n målt		Prøve
	torsk	torsk		hyse	hyse		torsk	torsk		hyse	hyse		torsk	torsk		hyse	hyse	
1 4 panel	46	46	1.000	5	5	1.000	195	195	1.000	38	38	1.000	420	420	1.000	124	124	1.000
2 4 panel	42	42	1.000	122	122	1.000	42	42	1.000	366	366	1.000	281	281	1.000	2006	8620	0.233
3 4 panel	80	80	1.000	140	140	1.000	29	29	1.000	306	306	1.000	259	259	1.000	1540	6254	0.246
4 2 panel	33	33	1.000	42	42	1.000	19	19	1.000	126	126	1.000	251	251	1.000	940	3401	0.276
5 2 panel	67	67	1.000	120	120	1.000	105	105	1.000	513	898	0.571	498	498	1.000	1559	7052	0.221
6 4 panel	50	50	1.000	105	105	1.000	89	89	1.000	671	671	1.000	143	143	1.000	1504	6795	0.221
7 4 panel	26	26	1.000	197	197	1.000	44	44	1.000	733	733	1.000	204	204	1.000	2288	7196	0.318
8 2 panel	45	45	1.000	95	95	1.000	25	25	1.000	253	253	1.000	168	168	1.000	613	1436	0.427
9 2 panel	130	130	1.000	29	29	1.000	76	76	1.000	55	55	1.000	1284	1284	1.000	542	542	1.000
10 4 panel	25	25	1.000	25	25	1.000	51	51	1.000	134	134	1.000	335	335	1.000	1016	1016	1.000
11 4 panel	95	95	1.000	71	71	1.000	311	311	1.000	398	398	1.000	877	877	1.000	665	1249	0.532
12 2 panel	87	87	1.000	8	8	1.000	145	145	1.000	37	37	1.000	698	2063	0.338	621	1680	0.370
13 2 panel	62	62	1.000	0	0	1.000	22	22	1.000	13	13	1.000	810	810	1.000	509	509	1.000
14 4 panel	215	215	1.000	31	31	1.000	99	99	1.000	105	105	1.000	1000	1000	1.000	1938	5229	0.371
15 4 panel	172	172	1.000	53	53	1.000	83	83	1.000	159	159	1.000	766	1228	0.624	1014	9056	0.112
16 4 panel	473	473	1.000	54	54	1.000	126	126	1.000	120	120	1.000	920	920	1.000	1043	6852	0.152
17 2 panel	257	257	1.000	61	61	1.000	44	44	1.000	111	111	1.000	913	913	1.000	796	3154	0.252
18 2 panel	26	26	1.000	6	6	1.000	53	53	1.000	50	50	1.000	765	765	1.000	777	1425	0.545
19 4 panel	268	268	1.000	110	110	1.000	199	199	1.000	219	219	1.000	1005	1545	0.650	544	4043	0.135
20 4 panel	382	382	1.000	29	29	1.000	584	584	1.000	211	211	1.000	841	1700	0.495	442	3564	0.124
21 4 panel	228	228	1.000	25	25	1.000	57	57	1.000	77	77	1.000	611	611	1.000	662	1464	0.452
22 2 panel	531	531	1.000	-	-	-	208	208	1.000	-	-	-	1043	4575	0.228	-	-	-
23 2 panel	290	290	1.000	-	-	-	164	164	1.000	-	-	-	1085	3193	0.340	-	-	-
24 2 panel	411	411	1.000	-	-	-	129	129	1.000	-	-	-	1050	5221	0.201	-	-	-
25 4 panel	600	600	1.000	-	-	-	63	63	1.000	-	-	-	1016	3399	0.299	-	-	-
26 4 panel	332	332	1.000	-	-	-	129	129	1.000	-	-	-	1109	4844	0.229	-	-	-
27 4 panel	601	601	1.000	-	-	-	210	210	1.000	-	-	-	1978	10159	0.195	-	-	-
29 2 panel	190	190	1.000	-	-	-	465	465	1.000	-	-	-	1026	4346	0.236	-	-	-
31 2 panel	900	1950	1.000	-	-	-	173	173	1.000	-	-	-	1084	7232	0.150	-	-	-
32 4 panel	853	853	1.000	-	-	-	488	488	1.000	-	-	-	1069	7773	0.138	-	-	-
33 4 panel	599	1254	0.478	-	-	-	594	594	1.000	-	-	-	1255	9193	0.137	-	-	-
34 2 panel	602	1206	0.499	-	-	-	404	404	1.000	-	-	-	1609	12133	0.133	-	-	-
36 2 panel	765	765	1.000	-	-	-	349	349	1.000	-	-	-	1108	8781	0.126	-	-	-
37 4 panel	634	1237	0.513	-	-	-	588	588	1.000	-	-	-	1263	10647	0.119	-	-	-
38 4 panel	864	864	1.000	-	-	-	334	334	1.000	-	-	-	1032	5911	0.175	-	-	-
39 2 panel	809	809	1.000	-	-	-	371	371	1.000	-	-	-	1322	6018	0.220	-	-	-
40 2 panel	690	690	1.000	-	-	-	241	241	1.000	-	-	-	1094	5210	0.210	-	-	-
41 4 panel	680	1073	0.634	-	-	-	501	751	0.667	-	-	-	962	7065	0.136	-	-	-
42 4 panel	920	1666	0.552	-	-	-	724	724	1.000	-	-	-	2007	18601	0.108	-	-	-
43 4 panel	226	226	1.000	-	-	-	198	198	1.000	-	-	-	1146	5055	0.227	-	-	-
44 4 panel	345	345	1.000	-	-	-	202	202	1.000	-	-	-	1324	5274	0.251	-	-	-
45 2 panel	217	217	1.000	-	-	-	40	40	1.000	-	-	-	1023	3199	0.320	-	-	-
46 2 panel	650	650	1.000	-	-	-	227	227	1.000	-	-	-	1037	8228	0.126	-	-	-
47 4 panel	644	949	0.679	-	-	-	430	430	1.000	-	-	-	1311	9408	0.139	-	-	-
48 4 panel	585	1310	0.447	-	-	-	533	533	1.000	-	-	-	979	11405	0.086	-	-	-
49 2 panel	431	431	1.000	-	-	-	200	200	1.000	-	-	-	1189	7122	0.167	-	-	-
50 2 panel	469	469	1.000	-	-	-	147	147	1.000	-	-	-	1136	5669	0.200	-	-	-
51 4 panel	541	1091	0.496	-	-	-	435	435	1.000	-	-	-	1050	6373	0.165	-	-	-
52 4 panel	632	838	0.754	-	-	-	516	516	1.000	-	-	-	1236	5653	0.219	-	-	-
53 2 panel	828	1645	0.503	-	-	-	702	1277	0.550	-	-	-	1211	12860	0.094	-	-	-
54 2 panel	425	425	1.000	-	-	-	166	166	1.000	-	-	-	1147	7441	0.154	-	-	-

3.3 Seleksjonsresultater

3.3.1 Valg av seleksjonsmodell

AIC (Akaike, 1974) resultatene viste at vi ikke kunne bruke samme seleksjonsmodell for alle seks datagruppene (torsk Bjørnøya (2- og 4-panel ristseksjon), Hyse Bjørnøya (2- og 4-panel ristseksjon), torsk Hopen (2- og 4-panel ristseksjon) fordi det var forskjeller i seleksjonsmodellen som tilpasset dataene i hvert tilfelle. For dataene hentet for hyse på Bjørnøya var CGompertz-CLogit for 2-paneldata og CGompertz-CRichard for 4-paneldata som tilpasset seg best. For torsk i samme området og for 2- og 4-panelseksjonene testet, var det CProbit-CLogit og CRichard-CLogit som tilpasset seg dataene best. For torsk på Hopen, CRichard-CRichard modellen tilpasset seg best for begge seksjonene (Tabell 3).

For ytterligere informasjon om modellene brukt se vedlegg 4.

3.3.2 Seleksjonsresultater

Resultatene i Tabell 4 viser generelt lave L50 verdier og høye SR verdier. For hyse på Bjørnøya og torsk på Hopen, var det ingen signifikant forskjell i seleksjonsparameterne mellom 2- og 4-panelsseksjonene. For torsk i samme området derimot ble de estimerte signifikante forskjeller i $L50_s$ og $L50_{combined}$, som var høyere for 4-panelsseksjonene enn for 2-panelsseksjonen.

Når det gjelder kontakten, som er en viktig parameter for å måle ytelsen i seleksjonsredskap (spesielt i rister), viser resultatene at i en 4-panels fleksiristseksjon har fisken generelt høyere sannsynlighet for å kontakte minst et av ristene enn i en 2-panels fleksiristseksjon ($C_{combined}$). Likevel, er disse forskjellene ikke signifikante.

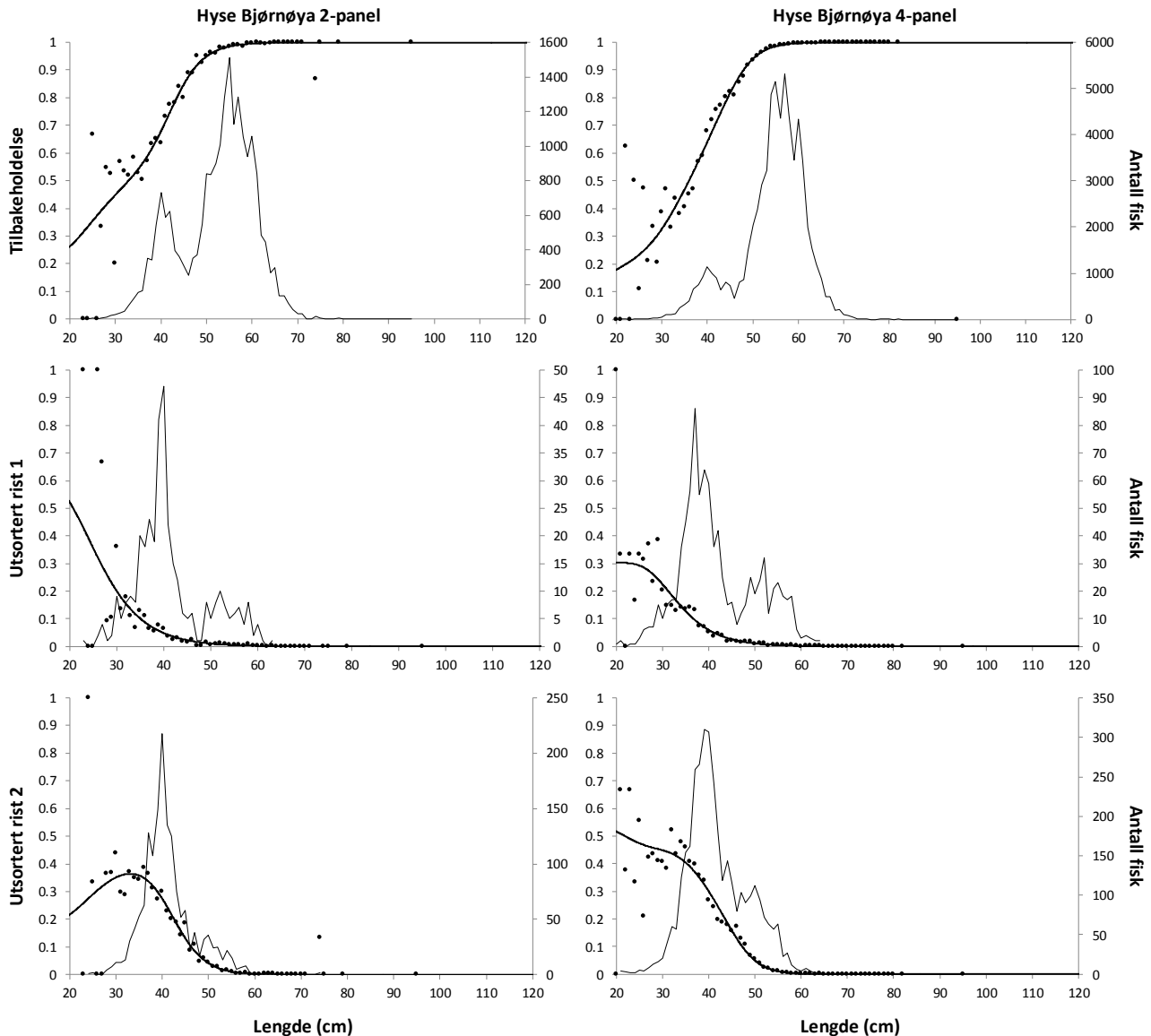
Tabell 3: AIC og "goodness of fit"-resultatene med de forskjellige modell-kombinasjonene som ble testet, og for alle seks datagruppene. Den beste modellen er uthevet.

	Hyse Bjørnøya					Torsk Bjørnøya					Torsk Hopen							
	Modell rist 1	Modell rist 2	AIC	p-verdi	Deviance	DOF	Modell rist 1	Modell rist 2	AIC	p-verdi	Deviance	DOF	Modell rist 1	Modell rist 2	AIC	p-verdi	Deviance	DOF
	clogit	clogit	10843.04	0.0414	125.81	100	clogit	clogit	7048	1	100.39	196	clogit	clogit	76223.70	0.0173	229.02	186
	cprobit	clogit	10849.83	0.0146	133.3	100	cprobit	clogit	7045.39	1	97.76	196	cprobit	clogit	76202.32	0.019	228.2	186
	cGompertz	clogit	10843.00	0.0418	125.74	100	cGompertz	clogit	7049.64	1	702.02	196	cGompertz	clogit	76346.88	<0.0001	292.69	186
2-Panel	cRichard	clogit	10845.01	0.0361	125.74	99	cRichard	clogit	7048.52	1	98.88	195	cRichard	clogit	76155.45	0.0848	211.97	185
	cGompertz	cProbit	10870.47	0.0059	139.12	100	cProbit	cprobit	7048.25	1	100.57	196	cRichard	cprobit	76136.18	0.1506	204.9	185
	cGompertz	cGompertz	10844.26	0.0268	129.05	100	cProbit	cGompertz	7046.36	1	98.7	196	cRichard	cGompertz	76228.15	0.0006	254.03	185
	cGompertz	cRichard	10844.51	0.0336	126.27	99	cProbit	cRichard	7047.37	1	97.74	195	cRichard	cRichard	76088.37	0.5848	179.26	184
	clogit	clogit	25251.54	<0.0001	207.51	120	clogit	clogit	17741.89	0.177	214.23	196	clogit	clogit	105057.83	<0.0001	364.84	184
	cprobit	clogit	25260.28	<0.0001	215.22	120	cprobit	clogit	17758.85	0.0801	224.42	196	cprobit	clogit	104983.24	<0.0001	299.49	184
	cGompertz	clogit	25250.17	<0.0001	206.89	120	cGompertz	clogit	17763.53	0.0296	235.03	196	cGompertz	clogit	105264.05	<0.0001	498.8	184
4-Panel	cRichard	clogit	25252.34	<0.0001	206.94	119	cRichard	clogit	17733.00	0.3189	203.76	195	cRichard	clogit	104889.23	0.0003	256.23	183
	cGompertz	cprobit	25223.23	0.0002	181.48	120	cRichard	cprobit	17797.64	0.0004	267.6	195	cRichard	cprobit	104816.74	0.0264	221.83	183
	cGompertz	cGompertz	25293.21	<0.0001	249.43	120	cRichard	cGompertz	17737.51	0.2467	208.15	195	cRichard	cGompertz	104974.83	<0.0001	320.8	183
	cGompertz	cRichard	25217.8	0.0012	171.36	119	cRichard	cRichard	17734.9	0.0324	203.69	194	cRichard	cRichard	104822.66	0.0881	208.32	182

Tabell 4 viser $L50_{combined}$, $SR_{combined}$, $C_{combined}$, $L50_F$, SR_F , C_F , $L50_S$, SR_S og C_S verdier for 2- og 4-panels ristseksjonene, på Bjørnøya for hyse, og på både Bjørnøya og Hopen for torsk. Konfidensintervallene for alle verdiene er gitt i parentes.

		$L50_{combined}$	$SR_{combined}$	$C_{combined}$	$L50_F$	SR_F	C_F	$L50_S$	SR_S	C_S	
Hyse	Bjørnøya	2-Panel	32.898 (X - 36.919)	22.939 (X - 24.169)	0.787 (0.396 - 1.000)	26.472 (20.3387 - 38.947)	9.982 (6.524 - 12.063)	0.61 (0.140 - 1.000)	41.921 (38.855 - 45.310)	7.723 (5.976 - 8.944)	0.454 (0.272 - 0.729)
		4-Panel	36.063 (33.438 - 38.261)	19.037 (X - 27.604)	1 (0.692 - 1.000)	33.651 (26.798 - 38.121)	8.641 (7.057 - 10.218)	0.303 (0.190 - 0.652)	33.497 (29.983 - 41.492)	22.849 (6.520 - 31.078)	1 (0.544 - 1.000)
Torsk	Bjørnøya	2-Panel	18.494 (X - 32.556)	X (X - 35.528)	0.535 (0.398 - 1.000)	36.633 (10.326 - 46.263)	19.135 (9.673 - 31.734)	0.297 (0.147 - 1.000)	33.781 (21.272 - 38.065)	12.201 (8.396 - 16.867)	0.3384 (0.205 - 0.953)
		4-Panel	41.935 (38.771 - 44.861)	X (X - 55.435)	0.681 (0.587 - 0.958)	48.306 (13.081 - 52.196)	13.167 (7.436 - 69.885)	0.352 (0.283 - 0.914)	44.53 (40.596 - 47.300)	10.128 (7.594 - 13.602)	0.5071 (0.390 - 0.684)
	Hopen	2-Panel	34.376 (20.236 - 36.794)	48.213 (X - 80.120)	1 (0.537 - 1.000)	33.112 (11.369 - 45.497)	34.657 (12.985 - 72.167)	0.62 (0.323 - 1.000)	3.495 (0.100 - 42.034)	75.113 (12.387 - 82.438)	1 (0.281 - 1.000)
		4-Panel	38.684 (35.873 - 40.436)	37.561 (23.854 - 60.572)	1 (1.000 - 1.000)	45.024 (30.262 - 50.803)	21.528 (11.047 - 46.912)	0.465 (0.328 - 0.762)	21.552 (8.846 - 29.725)	41.553 (20.079 - 69.613)	1 (1.000 - 1.000)

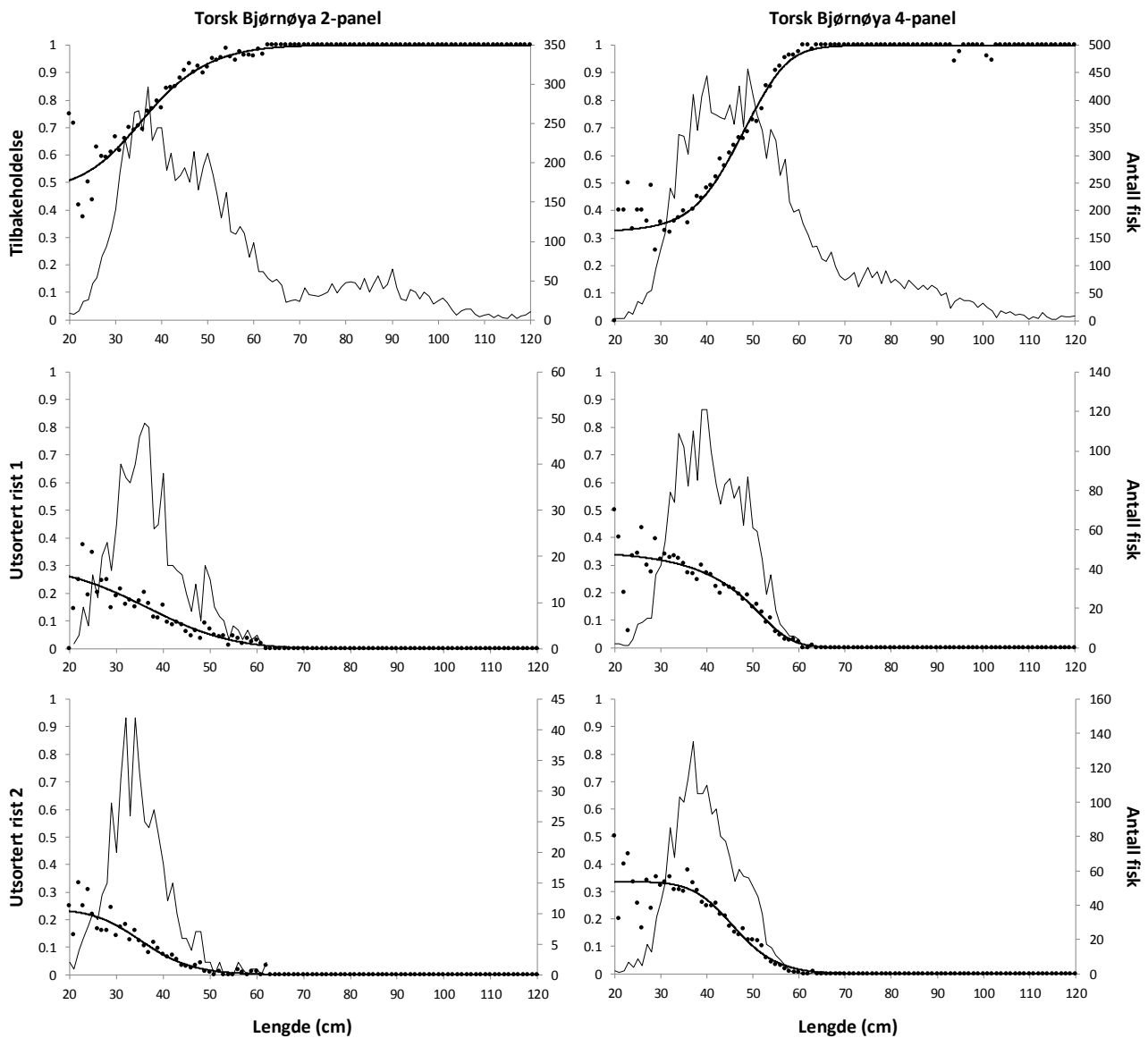
3.3.3 Seleksjonskurver



Figur 7: Tilbakeholdelse- og utsorterings-sannsynlighet (på både rist 1 og 2) observert for hyse på Bjørnøya. Modellen (kurven) som representerer dataene (prikker) samt fisk distribusjonen (i sekken eller oppsamlingsposer) i hvert tilfelle.

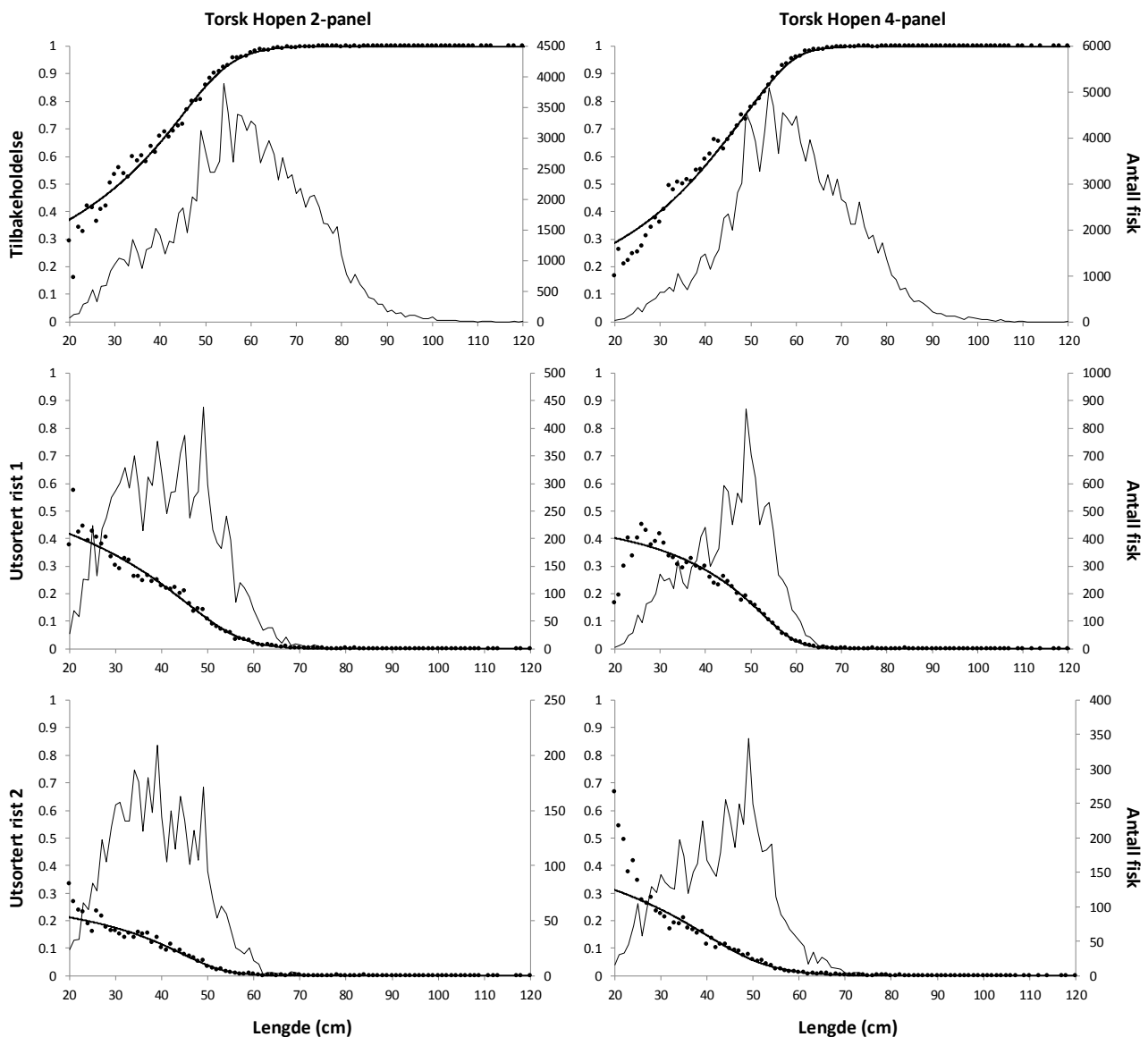
Seleksjonsresultatene i Figur 7 viser først og fremst at det fantes ganske store mengder med undermålsfisk i sekken. Dette beviser at selv om ristene sorterte en god del fisk, ingen av de to seksjonene jobbet optimalt for hyse (utsortering av all undermåls fisk (<41 cm)). Man ser også klart fra resultatene at mesteparten av hysa blir utsortert gjennom den andre rista, over rista. Dette passer vel med den generelle adferden til hyse, som viser tendenser til å søke oppover når den befinner seg i lukkede omstendigheter. 4-panelsseksjonen ser ut til å ha litt bedre evne til å sortere undermålsfisk både gjennom den første rista og den andre rista.

Modellene brukt viser seg til å tilpasse dataene godt.



Figur 7: Tilbakeholdelse- og utsorterings sannsynlighet (på både rist 1 og 2) observert for torsk på Bjørnøya. Modellen (kurven) som representerer dataene (prikker) samt fiske-distribusjonen (i sekken eller oppsamlingsposer) i hvert tifelle.

Seleksjonsresultatene i Figur 8 viser at det fantes store mengder med undermålstorsk i sekken. Selv om ristene sorterte en god del fisk, klarte ingen av de to seksjonene å sortere småtorsk tilstrekkelig (utsortering av all undermåls fisk (<44 cm)). For hyse, viste 4-panelsseksjonen bedre evne til å sortere undermålsfisk både gjennom den første og andre rista. Resultatene viser tydelig at begge ristene i 2-panelsseksjonen hadde ganske lik sorteringsevne. Dette var også tilfelle for 4-panelsrista. Modellene brukt viser seg å tilpasse dataene godt.

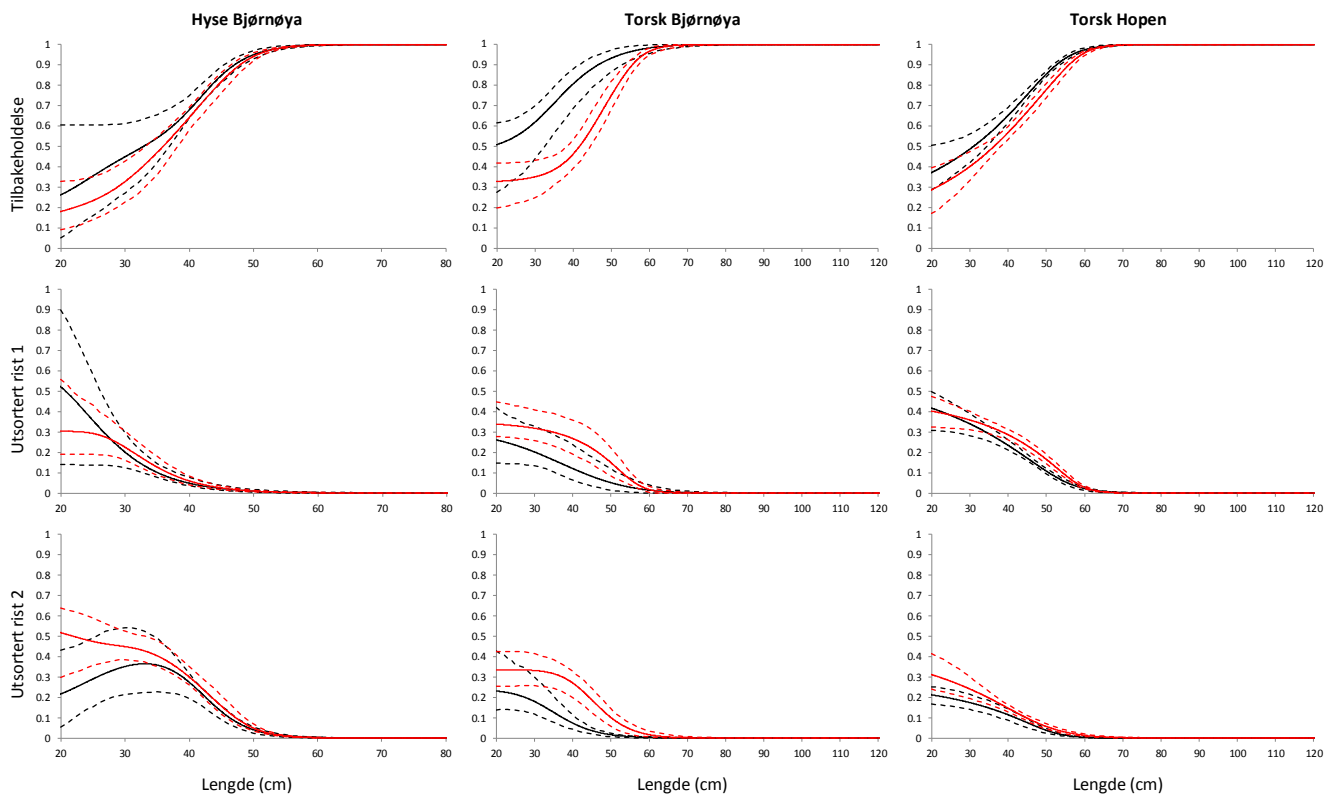


Figur 9: Tilbakeholdelse- og utsorterings sannsynlighet (på både rist 1 og 2) observert for torsk på Hopen. Modellen (kurven) som representerer dataene (prikk) samt fiske-distribusjonen (i sekken eller oppsamlingsposer) i hvert tilfelle.

Seleksjonsresultatene i Figur 9 viser at også på Hopen fantes det store mengder undermålsfisk i sekken. Sorteringsevnen til ristene ikke optimal. I forsøkene kjørt på Hopen viste 4-panelsseksjonen igjen noe bedre sorteringsevne enn 2-panelsseksjonen. Første rista (underrista) viste bedre evne til å sortere undermålsfisk enn andre rista i både 2- og 4-panelsseksjonene, som passer med den generelle adferden av torsk som søker rømmingsmuligheter nedover i nota.

Modellene brukt viser seg til å tilpasse dataene godt.

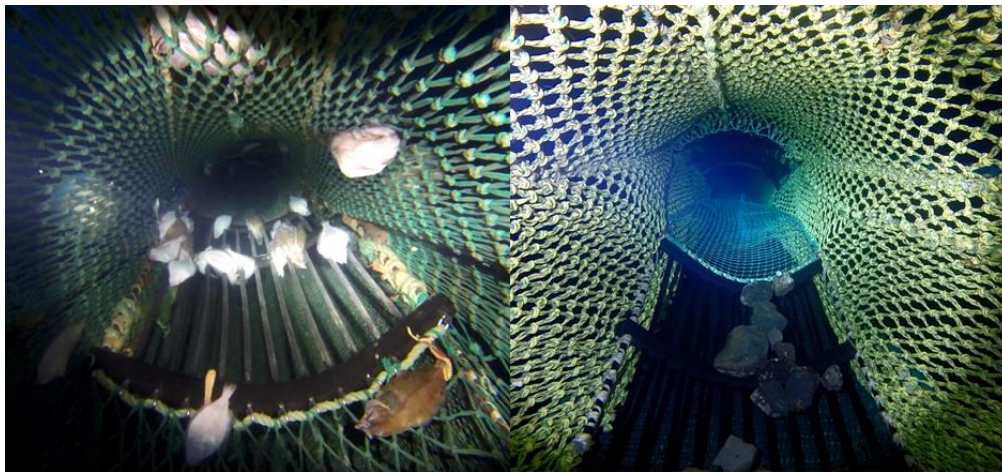
Vi sammenlignet direkte seleksjonsevnen til begge ristseksjonene. Seleksjonskurvene i Figur 10 viser at for hyse det er ingen signifikant forskjell i seleksjonsegenskapene av 2-panels fleksiristseksjonen og 4-panels fleksiristseksjonen. For torsk derimot, er det tydelig at seleksjonsegenskapene av 2- og 4-panels fleksiristseksjonene ikke er like. I tilbakeholdelseskurvene for torsk (både i Bjørnøya og Hopen) er det klart at i et bredt spekter av lengdeklassene det er ingen overlapping mellom 95% konfidensintervallene til 2-panels kurven (svarte stiplede kurver) og 95% konfidensintervallene til 4-panelskurven (røde stiplede kurver) (Figur 10). Dette betyr at forskjellene mellom 2- og 4-panelsseksjonene i disse områdene er signifikante. Samtidig, hvis man ser på utsorteringskurvene til første rista i begge seksjonene (underrista), ser man at rista i 4-panelsseksjonen sorterer mer undermålsfisk enn rista i 2-panelsseksjonen. Denne forskjellen er kun signifikant for dataene samlet i Hopen. Utsorteringskurvene til andre rista (Øvre rista) viser at også i dette tilfellet sorterer rista monteret i 4-panelsseksjonen mer undermålsfisk enn rista monteret i 2-panelsseksjonen. Denne forskjellen er i tillegg signifikant for både dataene samlet på Bjørnøya og på Hopen (Figur 10).



Figur 10: Seleksjonskurver (samt 95% konfidensintervaller, stiptet linjer), og utsorteringskurver for rist 1 og rist 2 (samt 95% konfidensintervaller, stiptet linjer) for både hyse og torsk på Bjørnøya og Hopen. De svarte kurvene representerer seleksjonskurver for 2-panels fleksiristseksjonen mens de røde kurvene representerer seleksjonskurver for 4-panels fleksiristseksjonen.

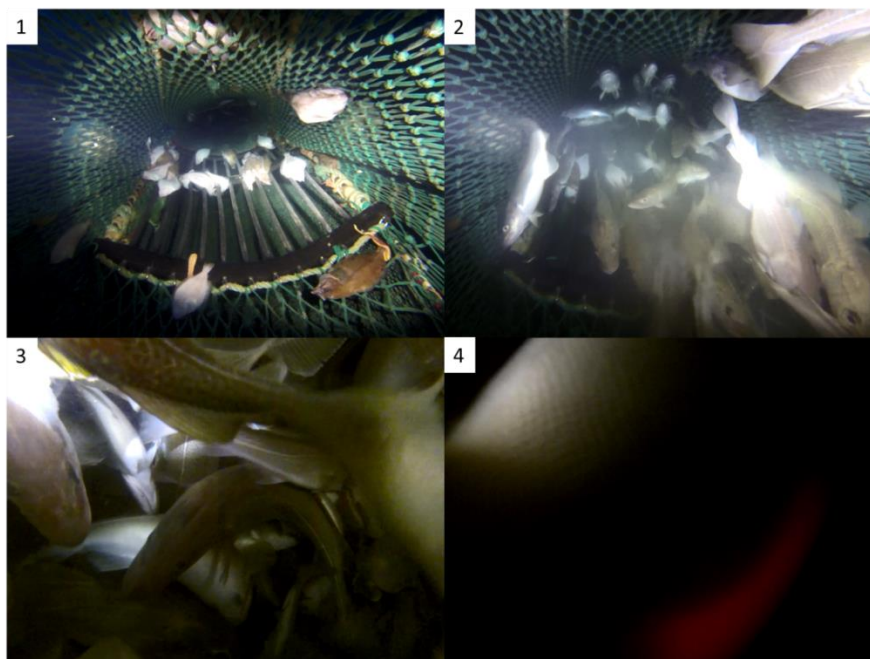
3.4 Undervannsobservasjoner

Vi gjorde undervannsobservasjoner av både 2-panels og 4-panelsseksjonene. Opptakene viste umiddelbart at 4-panelsseksjonen holdt seksjonsstrukturen bedre en 2-panelsseksjonen. Man ser klart i Figur 11 at passasjen mot sekken er mer åpen i 4-panelsseksjon enn i 2-panelsseksjonen. Vi kan også spekulere at når denne passasjen er større, gjennomstrømningen i 4-panelsseksjon skal sannsynligvis også være bedre, men det ble ikke tatt noe strømningsmåling under toktet som kunne bekrefte dette.



Figur 11: Bildet til venstre viser geometrien til 2-panels fleksiristseksjonen.. Bildet til høyre derimot viser geometrien til 4-panels fleksiristseksjonen..

Undervannsoptaket gjort til 2-panelsseksjonen i hal 35 viste prosessen rista gjennomgår når den blir tett med fisk (Figur 12). I tre tilfeller under toktet ble 2-panelsristseksjonen tett med fisk. Fisken samlet seg foran første rista og fikk ikke komme videre mot sekken. Dette skjedde ikke med 4-panelsristseksjonen. I to av de tre tilfellene hvor 2-panelsseksjonen ble tett med fisk, knakk rista mens skipperen prøvde å løse seksjonen under hiving (Figur 13).



Figur 12: Bildesekvens fra hal 35 hvor 2-panels fleksiristseksjonen ble tett med fisk. Bilde nr 1 er tatt før fisken begynner å komme inn i seksjonen. I bilde nr 2 har fisken begynt å samle seg foran rista. På tidspunktet i bilde 3 er ristseksjonen allerede tett og store mengder med fisk er samlet foran rista. I bilde 4, seksjonen er så tett med fisk at det eneste man ser er det røde blinkende lyset fra kamera som reflekterer på en fisk.



Figur 13: Bildet viser at en del av fangsten er kommet i første oppsamlingsposen etter at rista knakk under hiving.

3.5 Erfaringer med den nye 4-panelsfleksirista

4-panelsseksjonen viste like god håndterbarhet som 2-panelsseksjonen under toktet. Den eneste ulempen ved bruk av en slik seksjon per dags dato er at siden de fleste trålene og sekkene som er i bruk i flåten er bygget som 2-pannel, behøves det overgangsseksjoner både foran og bak 4-panelsseksjonen. Ellers, i forhold til reparasjon i tilfelle rivning i seksjonen for eksempel, er fleksirista montert i 4-panelsseksjonen mer oversiktlig enn 2-panelsrista; 4-panelsseksjonen er firkantet og det er ristene også. Dette gjør også at sannsynligheten for at ristene blir bøyd, og kan potensielt miste noen av sine seleksjonsegenskaper vil være større for 2-panelsseksjonen. Figur 14 viser to bilder av de ristene som var benyttet i 2-panelsseksjonen, og der kan man klart se at rista deformerer seg kraftig ved bruk. Vi hadde dessverre ikke anledning til å bruke 4-panelsseksjonen lengre enn i toktperioden, så det er vanskelig å si til hvilke grad dette fenomenet også kan skje for 4-panelsseksjonen, men man kan spekulere at fordi 4-panelsseksjonen er firkantet og ikke sylindrisk, kan ristformen bli mindre påvirket med tiden.



Figur 14: Bildene viser overrista i 2-panels fleksiristseksjonen mens den ligger på dekk.

4 Diskusjon og konklusjoner

Målet med toktet var å teste ytelsen til en 4-panels fleksiristseksjon. Videre var det ønsket å sammenligne seleksjonsegenskapene samt funksjonaliteten av en 4-panels fleksirist seksjonen mot 2-panels fleksiristseksjonen som er tillatt benyttet i henhold til gjeldende regelverk.

Seleksjonsresultatene viste at med begge sorteringsristseksjonene gikk mye undermåls fisk gjennom ristseksjonen uten at den ble sortert ut. Det fantes store mengder undermålsfisk i sekken. I løpet av toktet ble det spekulert i om dette kunne være konsekvens av at oppsamlingsposene som var sydd over ristene, blokkerte utgangen fra ristene. Dette ble avkreftet av at fiskebåtene i området og som fisket uten inner-nett i sekken slet allikevel for å få mindre enn 25% undermålsfisk i sekken, og av at undervannsopptakene viste at ristutgangen ikke var blokkert (Figur 11). Samtidig viste ristkontaktverdiene av begge seksjonene, og for både torsk og hyse, stor variasjon (se konfidensintervallene for C_{combined} i Tabell 4). Dette betyr at mye fisk gikk trolig gjennom seksjonen uten å ha kontakt med ristene, og dermed å ha noen mulighet til å rømme mellom ristspillene. Variasjonen i C_{combined} var størst med 2-panelsristseksjonen og dette indikerer at 4-panelsseksjonen har mer stabile egenskaper enn 2-panelsseksjonen. Med både 2- og 4-panelsristseksjonene var mengden fanget undermålsfisk utilstrekkelig høy. Likevel viste 4-panelsseksjonen klart bedre generelle seleksjonsverdier ($L50_{\text{combined}}$ og SR_{combined}) enn 2-panelsristseksjonen.

Når det gjelder rollen av første og andre rista i seksjonene (Figur 7-9), kan man si at for hyse viser andre rista til å ha en noe viktigere rolle i utsorteringen enn den første rista (Figur 7). Når det gjelder torsk, var det nesten ingen forskjell mellom første og andre rista i dataene hentet på Bjørnøya mens forskjellen var tydelig/klar for dataene hentet på Hopenjupet. Spesielt for 2-panelsseksjonen var rollen av første rista klart mer betydelig enn for andre rista (signifikant forskjell, se konfidens intervallene i Figur 10). Disse resultater passer bra med godt dokumentert adferd for torsk og hyse som viser at inn i trålen, søker torsken flukt nedover, mens hyse søker flukt oppover i redskapet.

Under toktet ble det også spekulert om hastigheten på båten kunne ha effekt på sorteringsevnen til seksjonene. På Bjørnøya holdt båten en hastighet på rundt 4.2 - 4.4 knop, mens på Hopen var hastigheten noe lavere, ca. 3.9 knop. Grunnen til at hastigheten var høyere på Bjørnøya var at vi tauet i mye grunnere vann og den ekstra hastigheten var nødvendig for å beholde geometrien i trålen. For hyse hadde vi ikke noe sammenligningsgrunnlag fordi hysefangstene var begrenset til Bjørnøya-området, men hvis man sammenligner resultatene for torsk, ser man at C_{combined} på Hopen var høyere og med mindre variasjon enn på Bjørnøya (differansene er ikke signifikante). Disse resultatene er ikke nok til å konkludere noe om den generelle effekten til hastigheten, men det er en indikasjon på at det kan være en interessant faktor å studere i fremtiden.

I tre hal, ved bruk av 2-panels fleksiristsystem, hadde vi store problemer med at fisken samlet seg foran den første rista (underrista), og det endte med at hele seksjonen ble blokkert. Dette var dokumentert med video i hal 35. Fra opptaket ser det ut som at fisken samler seg tett på nota foran den første rista (der er det lavere vannhastighet en lengre oppe i seksjonen), og trykker nedover slik at rista snur seg oppover og blir som et lokk/vegg? som ikke lar fisken få svømme. Ved en slik situasjon prøver ofte skipperen å få fisken gjennom ristseksjonen og til sekken i trål-slippen. Men ofte ender dette opp med at rista blir knekt og fisken forsvinner fra seksjonen gjennom de knekte spilene. Denne fisken er utsortert fra redskapet og blir ofte flytende på havoverflata. Dette er et fenomen som ikke er ønskelig og som ofte observeres i flåten ved store fisketettheter. Det bør også nevnes at i hal 35 ble trålen tauet opp i vannmassen lenge før den ble tatt om bord, og skipperen fikk aldri signal om at det var mye fisk i redskapet. Det viser seg at når rista først er blitt tett, er det svært vanskelig å få fisken bak i posen. I de tilfellene dette skjedde fisket vi på Hopenjupet og med 2-panelsristseksjonen. Dette betyr nødvendigvis ikke at det ikke kan skje med 4-panelsristseksjonen, eller for hyse (som stort sett blir utsortert av den andre rista). Men når dette ikke skjedde på 28 tauinger med relativt stor tetthet av fisk, kan man ta dette som en indikasjon på at 4-

panelsseksjonen ikke ser ut til å ha større problemer på dette enn med 2-panelsseksjonen. Det bør også nevnes at i hal 4I som ble utført med 4-panelsristseksjonen, var det flere større fisk på oppsamlingsposen til andre rista. Vi sjekket rista for feil, men det var ingenting som var feil. Rista er relativ/ganske bøyeelig (den kan bøyes med håndkraft) og på ett eller annet tidspunkt oppstod det kanskje press på rista slik at spilene åpnet seg nok til at fisken kunne gå igjennom. Om dette kan være en indikasjon på at fisk samler seg foran rista i 4-panelsseksjonen også, er det vanskelig å si basert på datagrunnlaget vi har fra dette toktet. Slike problemer i slike seksjoner må gjerne bli testet av flåten og over lang tid for å kunne konkludere noe mer håndfast

Under toktet hadde skipperen også følelsen av at fisken gikk bedre bak til sekken når 4-panelsristseksjonen enn når 2-panelsristseksjonen var benyttet. Han baserte seg på informasjonen om fiskeinngangen og informasjonen fra fangstsensorene for å ta denne konklusjonen.

M/T Ramoen er veldig godt tilrettelagt for å kjøre slike forsøk, både fordi fasilitetene i fabrikken til lengdemåling av fisk er gode og fordi mannskapet er vant til slike jobber. Likevel var det utfordrende å jobbe med store fangster, tre sekker og to arter samtidig, slik det ble gjort på Bjørnøya. Spesielt var det utfordrende å holde kontroll på fisketellinga midt i fiskeprosesseringen.

Takk!

Takk til mannskapet på MTr. "Ramoen" for hjelpen om bord. Takk også til Per Johansen fra Fiskeridirektoratets Overvåkningstjeneste for hjelpen ombord. Dette arbeidet er gjennomført i regi av Fiskeridirektoratet v/ Utviklingsseksjonen og finansiert gjennom "Ordningen med fiskeforsøk og utviklingstiltak".

Referanser

Akaike, H., 1974. A new look at the statistical model identification. *IEEE Trans. Autom. Control* 19 (6), 716–723.

Gjøvsund, S.H., Grimaldo, E., Sistiaga, M., Hansen, K., 2013. Hastighetsmålinger i 2- og 4-panel enkeltristseksjoner. SINTEF Fiskeri og havbruk rapport nr. A24698, ISBN 978-82-14-05641-9, august 2013.

Grimaldo, E., Sistiaga, M. and Larsen, R.B., 2014. Development of catch control devices in the Barents Sea cod fishery. *Fish. Res.* 155, 122-126.

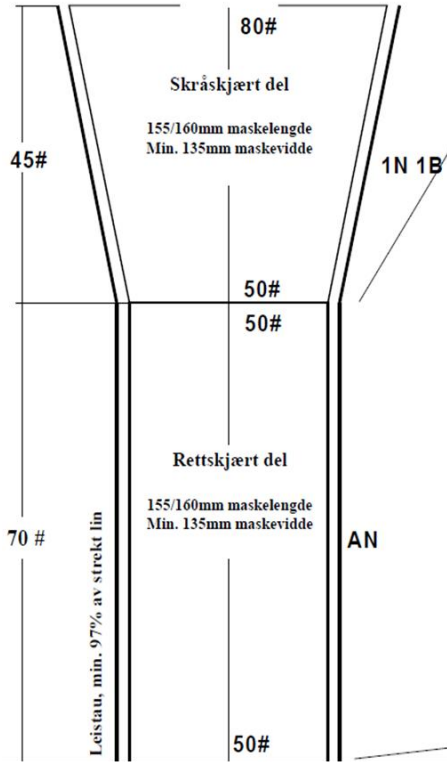
Herrmann, B., Sistiaga, M., Nielsen, K.N, and Larsen, R.B., 2012. Understanding the size selectivity of redfish (*Sebastes spp.*) in North Atlantic trawl codends. *Journal of Northwest Atlantic Fisheries Science* 44, 1–13.

Sistiaga, M. and Lilleng, D., 2008. Testing the capacity of the single grid (stainless steel) and the flexigrid to sort out undersized fish. Cruise onboard F/V Atlantic Viking; 13th–28th of May, 2008. (Fisheries Directorate Report).

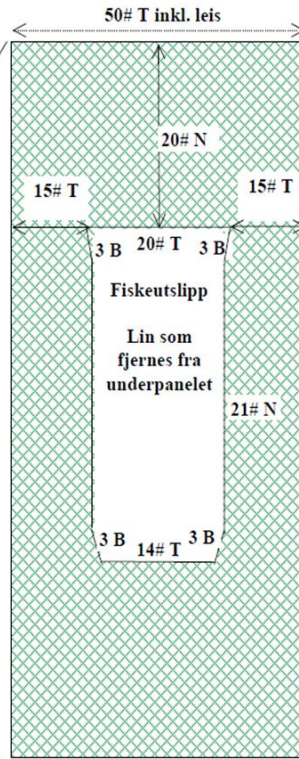
Sistiaga, M., Herrmann, B., Grimaldo, E., and Larsen, R.B., 2010. Assessment of dual selection in grid based selectivity systems. *Fisheries Research* 105, 187–199.

Vedlegg 1

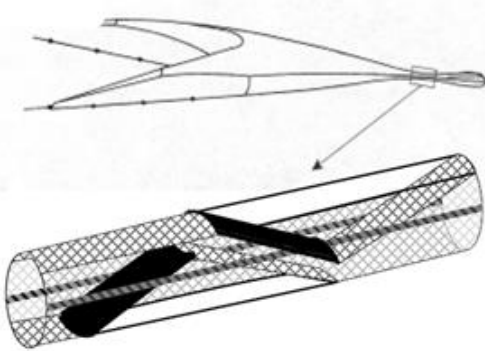
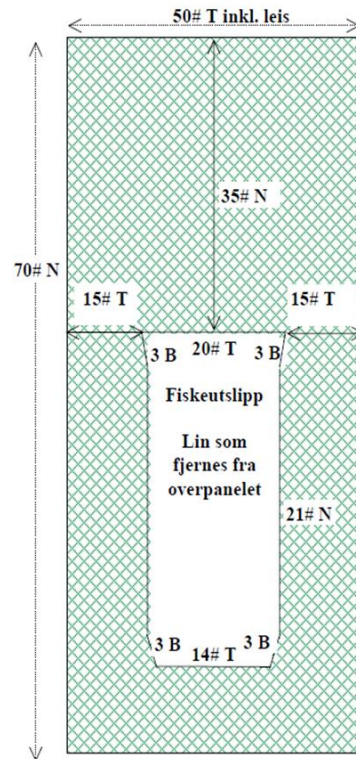
Nettseksjon, over- og underpanel



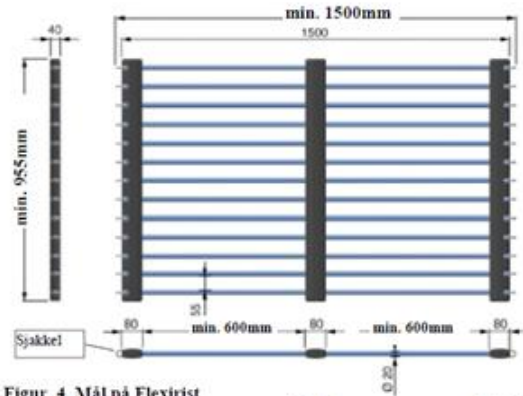
Rettskjært del: Underpanel



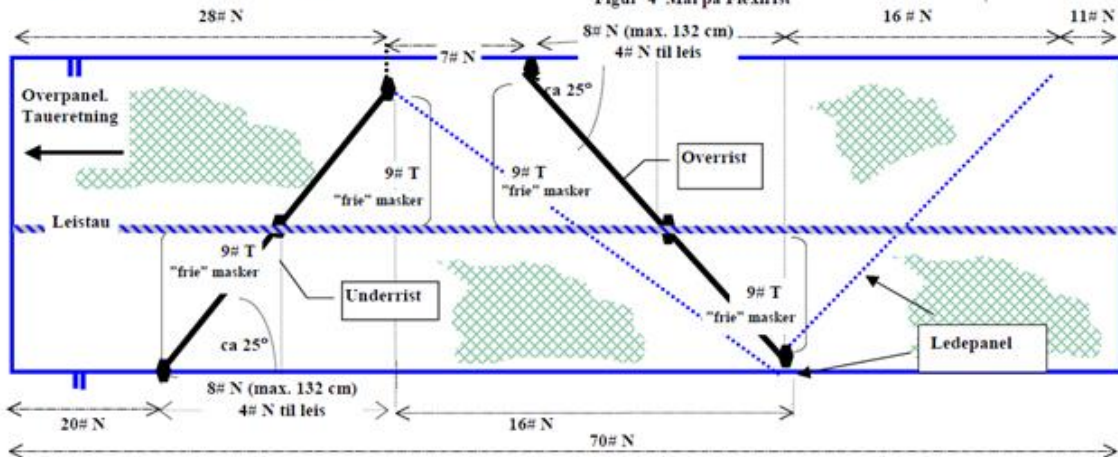
Rettskjært del: Overpanel

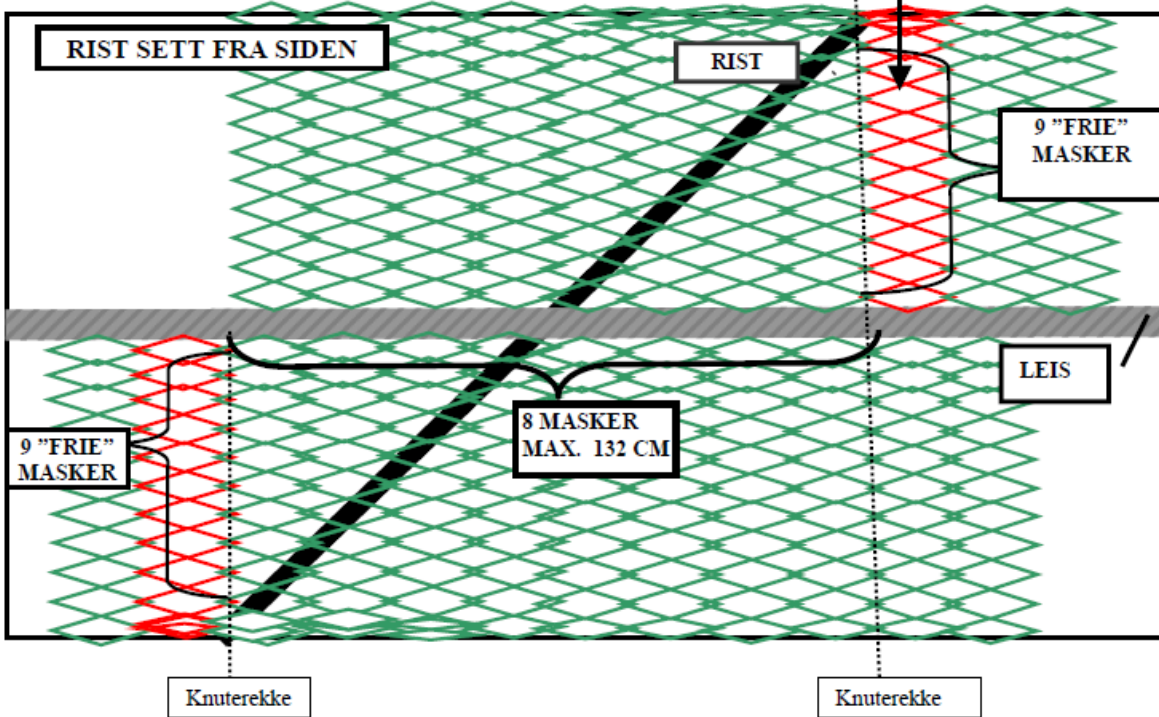
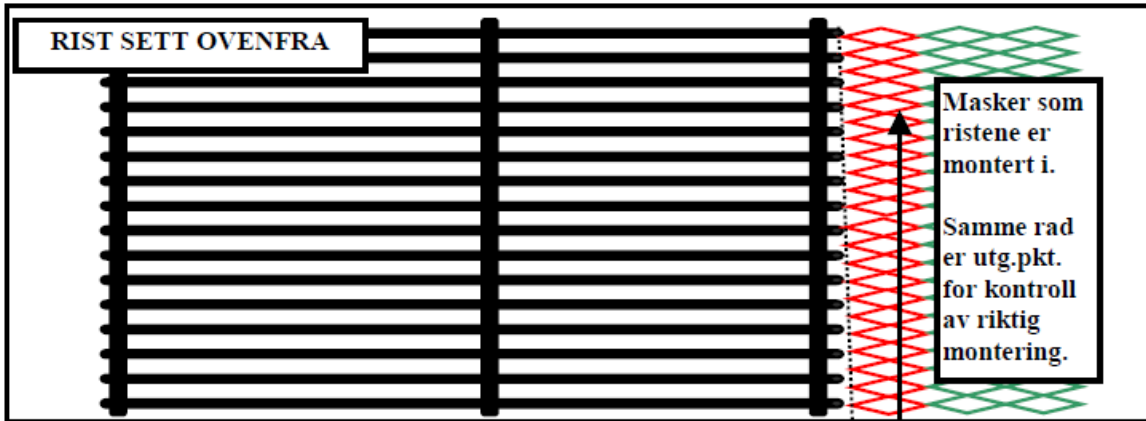


Figur 3 Plassering av fleksibelt seleksjonssystem



Figur 4 Mål på Flexirist

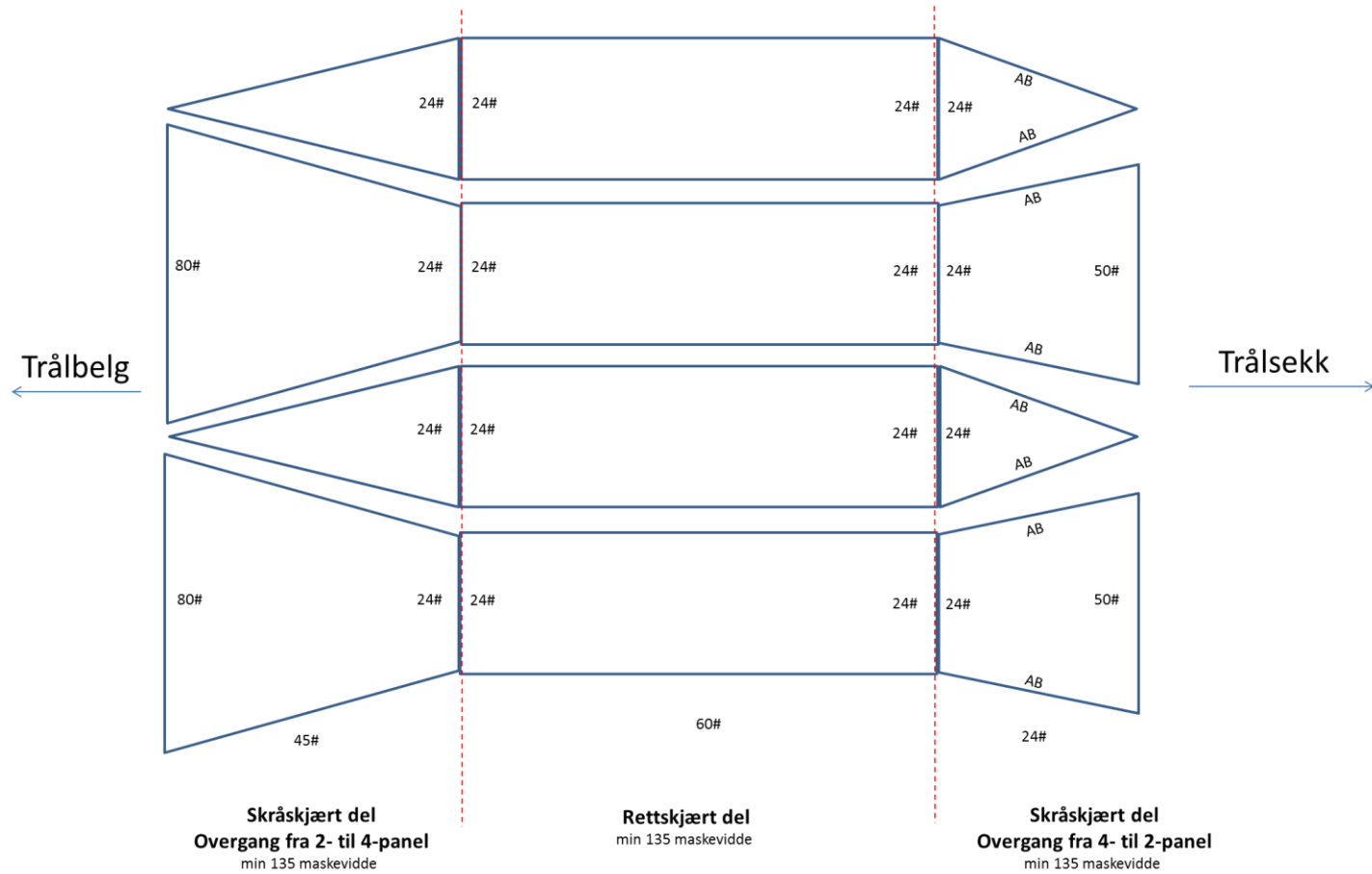




Vedlegg 2

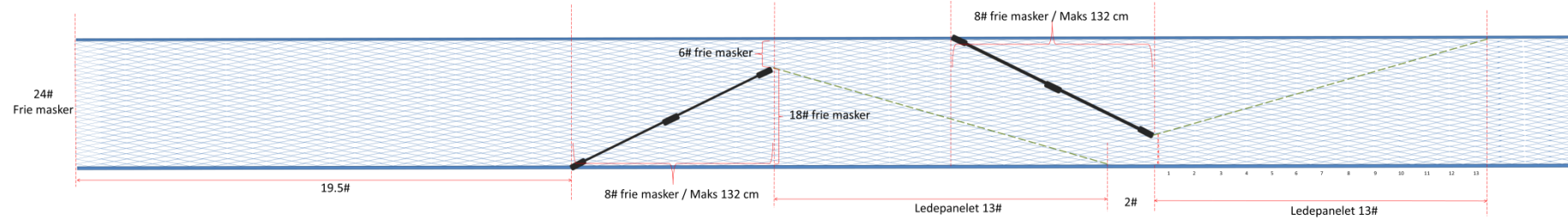
4-panel fleksiristseksjon: Overgangene

Overgangene er laget i 2X6mm PE tråd , min 135mm maskevidde

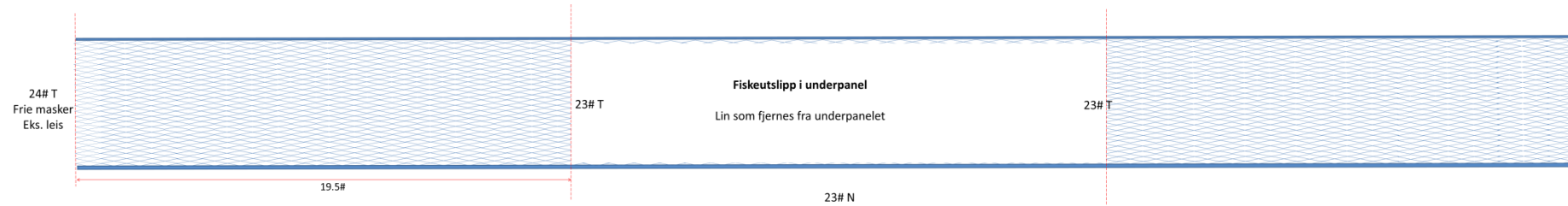


Vedlegg 3

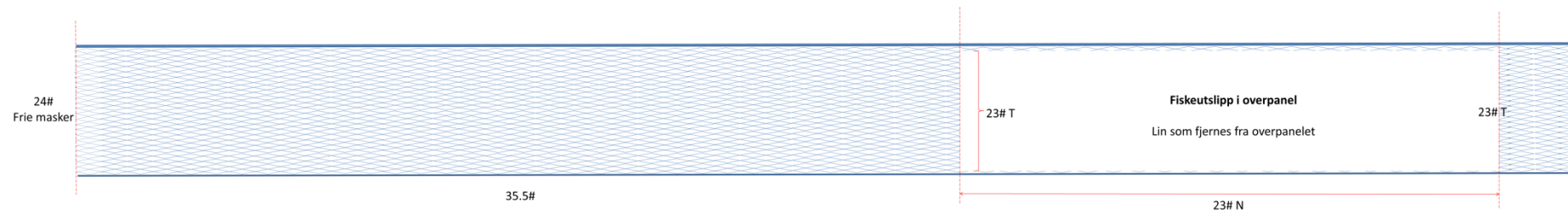
4-Panel fleksirist sidepaneler



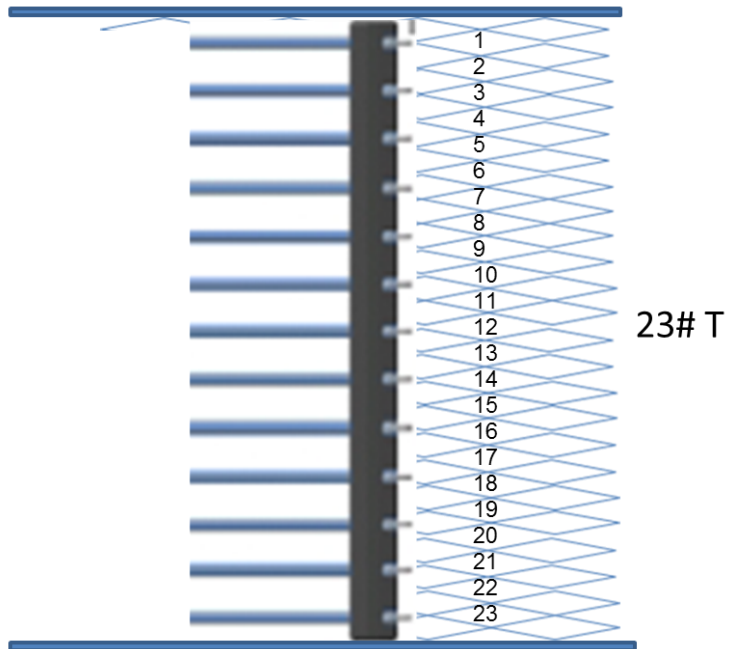
4-Panel fleksirist underpanelet



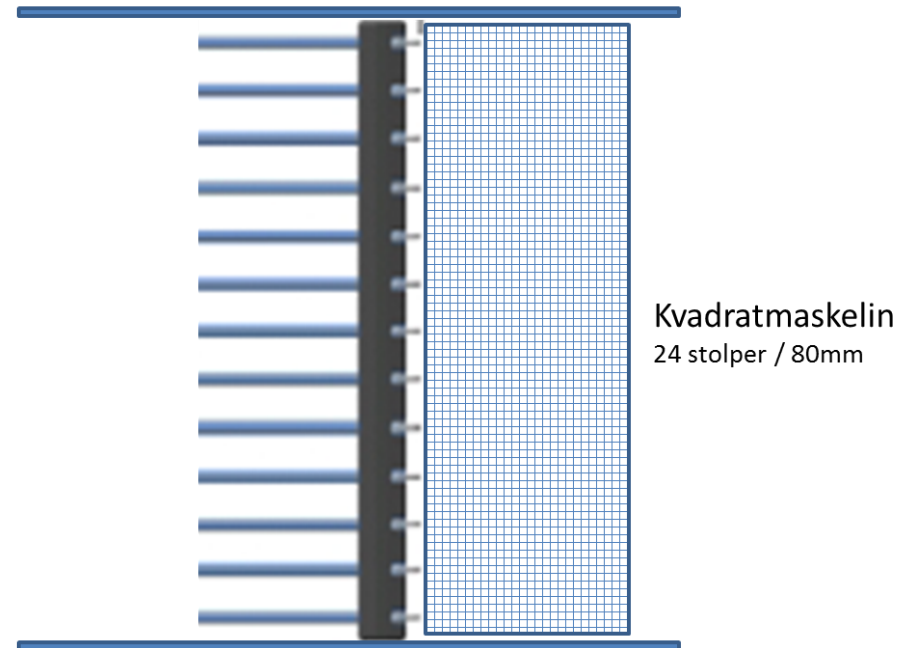
4-Panel fleksirist overpanelet



Montering av ristene



Montering av ledepanelene



Vedlegg 4

Size selection model for the flexi-grid

The flexi-grid consists of two 55 mm bar spacing grids. Fish entering the flexi-grid section will on their drift towards the codend first enter the zone of the first grid (F). Fish that do not manage to escape through the first grid will drift further back into the zone of the second grid (S), where they will have an additional chance to escape. Thus, the size selection in the flexi-grid can be viewed as a dual sequential process. It is dual because it consists of two processes and it is sequential because the second process follows after the first. Only fish that do not manage to escape during the first process will be exposed to the second process. Therefore, fish entering the zone of the flexi-grid will only enter the codend conditioned that it does not escape through either the first or the second grid. We model the combined retention in the flexi-grid by:

$$r_{combined}(l) = 1.0 - e_F(l) - e_S(l) \quad (1)$$

Where l denotes the length of the fish to account for the retention probability, which is expected to depend on the size of the fish. $e_F(l)$ and $e_S(l)$ denote the escapement probability through the first and second grid respectively.

Given that it enters the grid zone, two conditions need to be fulfilled so that a fish escapes through a grid:

- 1) the fish must come into contact with the grid with an orientation/attack angle that provides it with a size dependent probability to escape through it;
- 2) the fish has to be morphologically able to pass through the grid bars with the orientation it meets the grid;

We modelled condition 1) by a length independent number C . This parameter can take values from 0.0 to 1.0, where 0.0 means that no individual fish contacts the grid with a sufficiently good orientation and 1.0 means that all individuals contact the grid with a sufficiently good orientation. If some fish see grid as an obstacle and completely avoid the contact with it, or if they are so poorly oriented when encountering the grid that it will not provide a size dependent probability to escape through it, this will be reflected in a lower for value C . Condition 2), which is the size dependent escapement probability $ec(l, \mathbf{v})$ for the fish actually making contact with the grid, was modelled by a parametric standard size selection model with the parameter vector \mathbf{v} . For this we will consider four

different basic models: Logit, Probit, Gompertz and Richard. The formulas for these models and the calculation of the selection parameters, L50 (length at which a fish has 50% chance of being retained) and SR (L75-L25), are described below; formulas (2)-(5). Further details on these size selection models can be found in Wileman et al. (1996).

Logit :

$$ec(l, \mathbf{v}) = 1.0 - \frac{\exp(v_1 + v_2 \times l)}{1 + \exp(v_1 + v_2 \times l)}$$

$$L50 = -\frac{v_1}{v_2} \quad (2)$$

$$SR = \frac{\ln(9)}{v_2}$$

Probit (cummulative normal distribution Φ):

$$ec(l, \mathbf{v}) = 1.0 - \phi(v_1 + v_2 \times l)$$

$$L50 = -\frac{v_1}{v_2} \quad (3)$$

$$SR = \frac{2 \times \phi(0.75)}{v_2}$$

Gompertz:

$$ec(l, \mathbf{v}) = 1.0 - \exp(-\exp(-v_1 - v_2 \times l))$$

$$L50 = -\frac{\ln(-\ln(0.5)) + v_1}{v_2} \quad (4)$$

$$SR = \frac{\ln\left(\frac{\ln(0.25)}{\ln(0.75)}\right)}{v_2}$$

Richard:

$$ec(l, \mathbf{v}) = 1.0 - \left(\frac{\exp(v_1 + v_2 \times l)}{1 + \exp(v_1 + v_2 \times l)}\right)^{\frac{1}{v_3}}$$

$$L50 = \frac{\text{logit}(0.5^{v_3})}{v_2} \quad (5)$$

$$SR = \frac{\text{logit}(0.75^{v_3}) - \text{logit}(0.25^{v_3})}{v_2}$$

$$D = \frac{1}{v_3}$$

Conditioned that the fish enters the grid section and considering both condition 1) and 2) we end up at the following parametric model for escapement through a grid $e(l, C, \mathbf{v})$:

$$e(l, C, \mathbf{v}) = C \times ec(l, \mathbf{v}) \quad (6)$$

Thus, the escapement probability through the first grid for a fish entering the flexi-grid zone is:

$$e_F(l, C_F, \mathbf{v}_F) = C_{FG} \times ec(l, \mathbf{v}_F) \quad (7)$$

Where the parameter vector \mathbf{v}_F depends on which of the parametric models (2), (3), (4) or (5) is chosen to represent $ec(l, \mathbf{v}_F)$ for the first grid.

The escapement probability through the second grid for a fish entering the area of the second grid is:

$$e_S(l, C_F, \mathbf{v}_F, C_S, \mathbf{v}_S) = C_S \times ec(l, \mathbf{v}_S) \times (1.0 - C_F \times ec(l, \mathbf{v}_F)) \quad (8)$$

Where the condition that the fish has not already escaped through the first grid has been applied.

We now re-write (1) on the parametric form:

$$r_{combined}(l, C_F, \mathbf{v}_F, C_S, \mathbf{v}_S) = 1.0 - e_F(l, C_F, \mathbf{v}_F) - e_S(l, C_F, \mathbf{v}_F, C_S, \mathbf{v}_S) \quad (9)$$

We will use (7)-(9) together to model the combined selectivity and individual grid escapement processes in the flexi-grid system. For the escapement through each of the grids we considered each of the models (2)-(5) individually for each of the grids, which make $4 \times 4 = 16$ models to consider for modeling the combined size selection in the flexi-grid.

The probability for a fish on its drift towards the codend to make contact with at least one of the two grids is defined as:

$$C_{combine}(C_F, C_S) = 1.0 - (1.0 - C_F) \times (1.0 - C_S) = C_F + C_S - C_F \times C_S \quad (10)$$

Data analysis and parameter estimation

Catch data are collected using a three-compartment setup, which besides the blinded codend (c) itself consists of a cover over the first grid (f) to collect fish escaping through the first grid, and a cover over the second grid (s) to collect fish escaping through this grid. Each of the cases or haul bulks analysed was species, area and gear setup (2- or 4-panel) specific. In each bulk, for each haul j conducted we had the number of individuals counted in the codend nc_{lj} , in the first grid cover nf_{lj} , and in the second grid cover ns_{lj} with length l . The corresponding sampling rates were denoted by qc_{lj} , qf_{lj} , and qs_{lj} . The species specific size selection in the flexi-grid averaged over hauls, with the same design, could then be obtained by minimizing the following function with respect to the parameters $C_F, C_S, \mathbf{v}_F, \mathbf{v}_S$:

$$\begin{aligned}
 & - \sum_l \left\{ \sum_{j=1}^m \left[\frac{n_{c_{lj}}}{q_{c_{lj}}} \right] \times \ln(r_{combined}(l, C_F, \mathbf{v}_F, C_S, \mathbf{v}_S)) + \sum_{j=1}^m \left[\frac{n_{f_{lj}}}{q_{f_{lj}}} \right] \times \ln(e_F(l, C_F, \mathbf{v}_F)) + \right. \\
 & \left. \sum_{j=1}^m \left[\frac{n_{s_{lj}}}{q_{s_{lj}}} \right] \times \ln(e_S(l, C_F, \mathbf{v}_F, C_S, \mathbf{v}_S)) \right\}, \quad (11)
 \end{aligned}$$

where the outer summation is over the length classes l in the experimental data, and the inner summation over the experimental fishing hauls j conducted (from 1 to m).

Minimizing (11) with respect to the parameters in it, is equal to maximizing the likelihood for the observed experimental data under the assumption that (7), (8) and (9) together describe the multinomial probability between cover over first grid (e_f), cover over second grid (e_s) and blinded codend ($r_{combined}$) of the observed number of individuals entering the flexi-grid.

Inspection of the ability of the model applied to describe the experimental data sufficiently well was evaluated based on the p -value, model deviance versus degrees of freedom, inspection of the model curve to represent the length based trend in the data, and inspection of residual plots for model deviation. Model selection, between those of the 16 competing models that had acceptable p -value, was based on AIC-values (Akaike, 1974) obtained selecting the model with lowest value.

Formula (11) involves pooling data from hauls and involves raising data. To account correctly for the effect of between haul variation in the size selection and for the increased uncertainty when minimizing (11) (consequence of data subsampling), we used a double bootstrap method to estimate the confidence intervals of both the parameter values and the curves for (7) - (9). We estimated Efron percentile confidence intervals (Efron, 1982). We used 1000 bootstrap iterations for each investigated case (which was area, species and design specific). Besides C_f , C_S and $C_{combined}$, also the corresponding $L50_F$, SR_F , $L50_S$, SR_S , $L50_{combined}$ and $SR_{combined}$ were estimated based on (2) to (5). The confidence limits for all parameters were also estimated from the bootstrap iterations.

References

- Akaike, H., 1974. A new look at the statistical model identification. IEEE Transactions Automatic Control 19 (6), 716–723.
- Efron, B., 1982. The jackknife, the bootstrap and other resampling plans. SIAM Monograph No 38, CBMS-NSF.
- Wileman, D., Ferro, R.S.T., Fonteyne, R., Millar, R.B. (Eds.), 1996. Manual of methods of measuring the selectivity of towed fishing gears. ICES Cooperative Research report No. 215.



Teknologi for et bedre samfunn

www.sintef.no