

Test og demonstration af en selektiv topløs trawl i Nordsøen

DTU Aqua

Ludvig Ahm Krag, Bent Herrmann, Bernd Mieske (vTI), Junita Karlsen

2011

Danmark og EU investerer i bæredygtigt fiskeri og akvakultur

Projektet er støttet af Fødevareministeriet og EU

Ministeriet for Fødevarer,
Landbrug og Fiskeri



Den
Europæiske
Fiskerifond

Forord

Nærværende rapport beskriver arbejdet og de resultater der er opnået i projektet ” Test og demonstration af en selektiv topløs trawl i Nordsøen”. Projektet er finansieret af EU’s fiskerisektorprogram EFF og Fødevarerministeriet.

Rapporten er udarbejdet af forskningssektionen for Forvaltningssystemer under DTU Aqua.

DTU Aqua ønsker at takke samarbejdspartnerne i projektet: Bernd Mieske, Tyskland, Rostock (vTI), Skipper og besætning på HG 350 LUNA og COSMOS TRAWL og SINTEF.

Resume

Med støtte fra Fødevarer Ministeriet og EU (Den Europæiske Fiskerifond) har DTU Aqua gennemført dette udviklingsarbejde og demonstrationsprojekt. Der er udviklet og afprøvet to forskellige selektive redskabs design.

Det overordnede formål med dette projekt er, at udvikle og demonstrere et topløst trawldesign med henblik på at forbedre selektionen af torsk i det blandede arts demersale fiskeri i nordlige Nordsøen for derigennem at muliggøre et rentabelt fiskeri under hensyntagen til en svag bestand torsk. I tillæg til et topløst design blev der simultant afprøvet en SELTRA fangstpose med et 180 mm kvadratmaske panel i.

Der blev ikke observeret en signifikant topløs effekt for torsk. DTU Aqua har under tidligere forsøg observeret en signifikant topløs effekt for torsk i mindre og lavere trawl. Den selektive effekt på torsk i et topløst design kan derfor ses ud til at afgøres af globalgeometrien til redskabet, herunder specielt højden af det topløse design. Der blev observeret en signifikant topløs effekt for sej, kuller, hvilling og kulmule mens effekten ikke var signifikant for torsk, langer, jomfruhummer og havtasker.

SELTRA 180 mm panelet reducerede fangsten af torsk signifikant. Panelets udformning og placering resulterer i en høj kontaktsandsynlighed (73 %) i mellem torsk og panelet. En SELTRA 180 mm fangstpose er effektiv til at selekterer torsk ud af et trawl redskabet. Sej, kuller, kulmule og hvilling vil i hovedsag også mistes igennem panelet. Fangsten af jomfruhummer, havtasker og skærisinger reduceres ikke væsentligt ved anvendelse af et SELTRA 180 mm panel.

Introduktion

Baggrund

Bestandene af torsk i danske farvande samt de farvande hvor danske fartøjer driver fiskeri er generelt væsentligt reduceret over de sidste 2-3 årtier. I de sidste 10 år har bestandene af torsk i Kattegat/Skagerrak og Nordsøen været på et niveau hvor ICES har betegnet situationen som kritisk (ICES 2009). Parallelt med denne negative bestandsudvikling er fiskeriet blev underlagt genopretningsplaner, *cod avoidance* planer, indsats reduktioner med mere samt krav til anvendelse af mere selektive redskaber.

De danske demersale fiskerier i Kattegat, Skagerrak og specielt i Nordsøen betegnes som blandt – arts – fiskerier hvor mange forskellige arter fanges sammen. Det betyder at fangstværdien i disse fiskerier ofte udgøres af flere forskellige arter samt at der er flere hensyn der i videst mulig omfang skal tilgodeses ved udvikling af mere størrelses og arts selektive fiskeredskaber. Helt grundlæggende er det ønsket, at kunne erhverve sig evne, til mere målrettet at kunne fange nogle arter og størrelser effektive og undgå andre i et meget artsrigt fiskesamfund ved hjælp af selektive fiskeredskaber der efterstræbes. Selektive redskaber kan muliggøre et forsat fiskeri i områder hvor nogle bestande, f. eks. torsk er svage, modsat nogle af der mere drastiske forvaltningsværktøjer som f. eks. lukkede områder.

Der har de senere år været en betydelig fokus på udvikling af mere selektive og specielt på udvikling af redskaber der kan selekterer torsk ud af redskabet men opretholde fangsten af de resterende målarter (Madsen et al., 1999; Ferro et al., 2007; Valentinsson and Ulmestrand, 2008; Krag et al., 2008, Frandsen et al., 2009; Mieske, 2009abc; Krag et al., 2010; Madsen et al., 2010). Resultater og rådgivning fra disse forsøg har resulteret i flere forvaltningsinitiativer, herunder mere selektive redskaber til specifikke fiskerier, der vil kunne bidrage til en genopbygning af torskebestandene i farvandene omkring Danmark.

I den nordlige Nordsø skal anvendes selektive redskaber når 90 % af torskekvoten er opfisket. Flere selektive redskaber kan i dag anvendes, f. eks. Eliminator trawl (Beutel et al., 2008), 140 mm maskestørrelse, et 140 mm kvadratmaske panel med flere. Der er en general forventning fra erhvervets side at disse redskaber ikke vil muliggøre et rentabelt fiskeri på flere af de centrale demersale arter som f. eks. jomfruhummer, havtasker og fladfisk. Forsøg med Eliminator trawlen har demonstreret at redskabet kan reducere fangsten af torsk

betydeligt (op til 90%). Eliminator trawlen reducerer desværre også fangsten af fladfisk og havtasker signifikant. Redskabets evne til af fange jomfruhummere er ikke dokumenteret men forventes at være meget lav grundet redskabets meget store masker fremme i redskabets bundpaneler (se Beutel et al., 2008). Eliminator trawlen er udviklet for at kunne opretholde et effektivt fiskeri efter kuller med en minimal bifangst af torsk. Direkte fiskeri efter kuller har en minimal betydning for dansk fiskeri. For at kunne muliggøre et økonomisk rentabelt fiskeri indeholdende den arts sammensætningen der efterstræbes af danske fiskere i den nordlige Nordsø er der behov for at udvikle et selektive redskab der effektivt kan selekterer torsk ud og tilbageholde specielt jomfruhummer, havtaske, fladfisk samt arter som kulmule og lange der også i perioder bidrager betydeligt til den samlede fangstværdi for danske fiskere.

Flere varianter af topløse trawl design har de sidste 15 år været testet i flere forskellige fiskerier og havområder med henblik på at reducerer fangsten af torsk og andre torskefisk samtidig med at arter som fladfisk og jomfruhummer tilbageholdes. Princippet ved et topløst trawl design er trawlets traditionelle tag fjernes således at overkværken føres 6-10 meter længere tilbage end underkværken hvorved torsk kan svømme op og undslippe redskabet mens fladfisk og f. eks jomfruhummer vil tilbageholdes. Der har været udført eksperimentelt fiskeri med flere forskellige topløse trawl hvor af nogle forsøg har resulteret i en betydelig reduktion af torsk (Thomsen, 1993; Mieske, 2009abc; Pol m. fl., 2003; Chosid m. fl., 2008; Krag og Madsen, 2009) mens andre forsøg ikke har opnået en væsentlig reduktion af torsk (Revill m. fl., 2006). Forsøg udført ved den amerikanske østkyst resulterede i temmelig store reduktioner i fangsten af både torsk og de fladfisk der var fiskeriets målarter (Pol m. fl., 2003; Chosid m. fl., 2008). Tyske forskere har de senere år udført en række forsøg med et topløst trawl design til fangst af fladfisk med minimal fangst af torsk i Østersøen (Mieske, B., 2009abc). I de tyske forsøg reduceres fangsten af torsk med 60-80 % generelt uden fangsten af fladfisk blev reduceret.

Et topløst trawldesign blev i 2008 testet i Kattegat - Skagerrak i projektet: *Test og demonstration af en selektiv topløs trawl* (finansieret af EFF og Fødevareministeriet)(Krag og Madsen, 2009). Dette topløse trawldesign reducerede fangsten af torsk med ca. 50 %, målt i vægt uden der blev observeret store tab af jomfruhummer eller fladfisk. Forsøget viste endvidere at det var relative enkelt at modificere fartøjets allerede eksisterende trawlredskab til et topløst trawl design.

Et topløst trawls selektive effekt beror på af fisk, her torsk aktivt svømmer op i vandsøjlen når de kommer ind i redskabet og dermed undslipper redskabet idet taget er fjernet. Mekanismen der udnyttes er således fiskens adfærd i forhold til redskabet under fangstprocessen. De redskaber der typisk anvendes i den nordlige Nordsø er væsentligt større end de redskaber der anvendes i Kattegat/Skagerrak hvilket betyder at torsk der skal undslippe skal svømme længere og højere for at undslippe en topløs variant af disse større redskaber. Med afsæt i en bekymring for hvorvidt torsk vil kunne udnytte undslippelses muligheden også i de større og højere trawl i den nordlige Nordsø blev der i tillæg testet et SELTRA 180 mm panel monteret 3-6 meter fra redskabets bindestrik. Forsøget blev designet således at den topløse effekt enkelt kunne adskilles fra effekten af panelet således at effekten af disse to meget forskellige selektive anordninger kunne sammenlignes.

Formål

Formålet med projektet var at teste et topløst trawldesign i fiskeriet i den nordlige Nordsø med henblik på at finde et selektivt redskab der både kan reducerer fangsten af torsk effektivt og samtidig sikre et rentabelt fiskeri ved at tilbageholde majoriteten af de resterende kommercielt vigtige arter.

I tillæg til det topløse design testes simultant et SELTRA 180 mm kvadratmaske panel placeret 3-6 meter fra bindestroppen med henblik på et reducerer fangsten af torsk samtidig med at fangsten af de resterende arter bevares.

Materiale og metoder

DTU Aqua identificerede i samarbejde med Danmarks Fiskeriforening et fartøj der var relevant for projektet samt ønskede at deltage heri. Der blev taget udgangspunkt i fartøjets egne fiskeredskaber under udviklingen af et topløst design således at de nyudviklede topløse design direkte kunne sammenlignes med fartøjets standard redskabet. Det topløse redskab blev udviklet i et samarbejde mellem Cosmos trawl i Hirtshals, Fiskeskipper Jesper Nielsen og Lars Nielsen samt DTU Aqua.

Redskabs udvikling og design

Under forsøgsfiskeriet blev fartøjets egne redskaber anvendt. Fartøjet anvender *Combi-trawl* af typen *Hummer-Fisketrawl* fra Cosmos Trawl i Hirtshals (appendiks A). Combi trawlene er udviklet til det blandet fiskeri efter fisk og jomfruhummer i Skagerrak og Nordsøen. De anvendte Combi-trawl har en højde på ca. 4,5 meter under fiskeri hvor der typisk slæbes med ca. 3,5 knob.

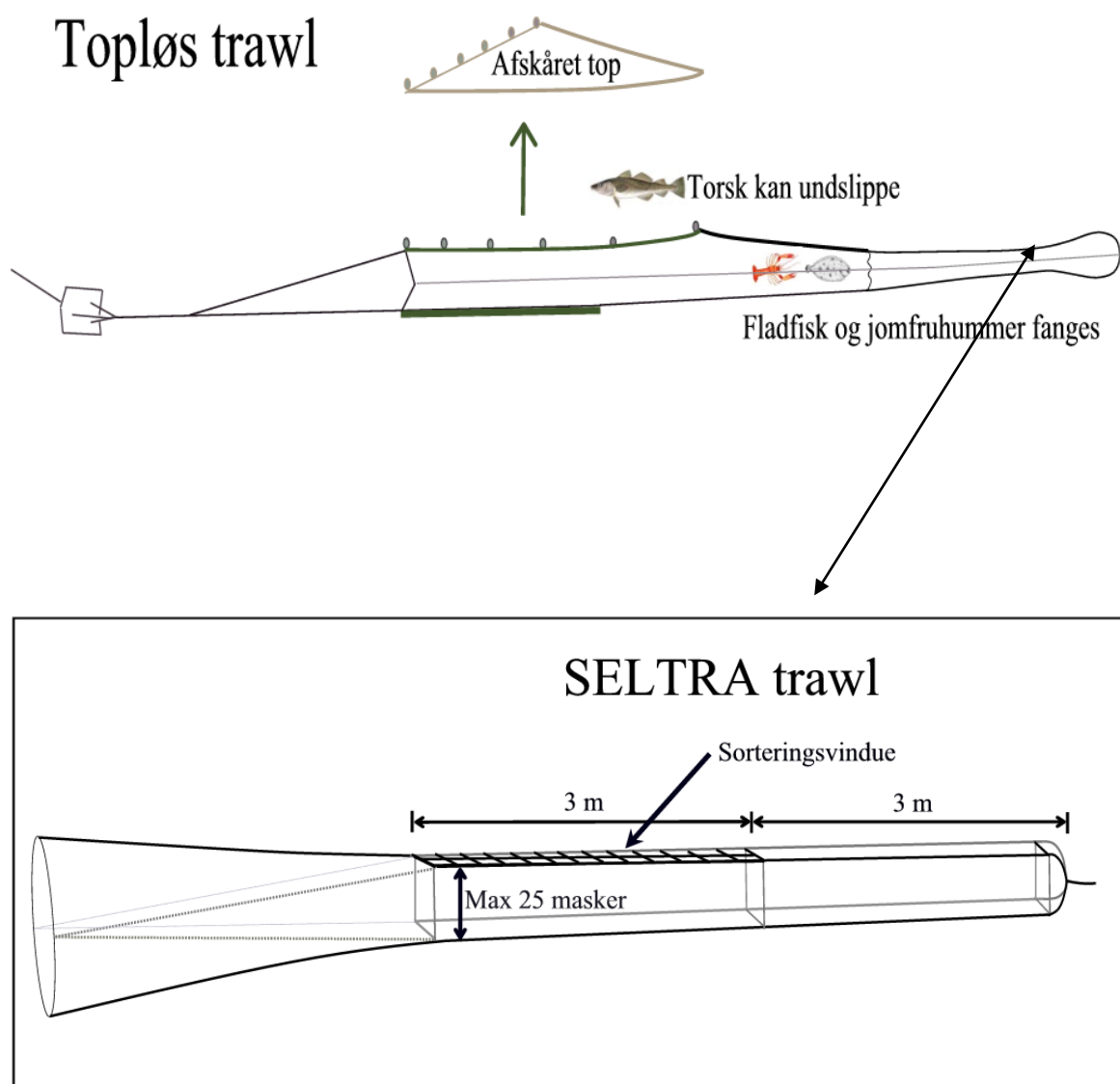
Det blev ikke for topløse design foretaget ændringer i redskabets underste halvdel, som er den del af redskabet der er under sidesømmen (appendix B og C). Hele trawlets traditionelle overvinge blev fjernet fra vingernes spidser og bagover således at sømmen i vingerne herefter udgjorde redskabets overtælle. I tillæg hertil blev overkværken skåret godt 14 meter tilbage således at hele redskabets tag blev fjernet samt redskabets overkværk var ca. 8 meter bag underkværken. Detaljerne i det udviklede design er vist i de tekniske redskabsbeskrivelser i appendix A-C. Det ene af fartøjets to ens Combi-trawl blev således bygget om til et topløst trawl mens fartøjets andet trawl blev der ikke ændret på. Det uændrede trawl kaldes herefter for standard trawlen.

Tyske resultater (Mieske, 2009abc) har demonstreret at der er muligt at føre overkværken længere tilbage i redskabet og dermed forstærke en evt. topløs effekt. Nogle af disse resultater viser dog et større tab af kommercielle arter, herunder fladfisk der ikke ønskes tabt med redskabet. Endvidere kan redskabets geometri blive vanskelig at opretholde under fiskeri. Specielt trawlens vinger har en tendens til at være ustabile under fiskeri med et meget tilbageskåret topløse design.

Men det nyudviklede topløse trawl design forventes højde på den tilbageskårede overtælle at være reduceret med 2 meter i forhold til standard redskabet således at det nye design vil have en højde på 2,5 meter. DTU Aqua udførte forsøg med et topløst design i Kattegat, *Test og demonstration af en selektiv topløs trawl*, i 2009 hvor det topløse design demonstrerede en

signifikant reduktion af torsk der i vægt blev angivet til ca. 50 % målt i vægt (Krag og Madsen, 2009). Det topløse redskab der blev udviklet i Kattegat havde i udgangspunktet en højde på ca. 2 meter der i den topløse variant blev reduceret til godt en meter. Design princippet i mellem disse to topløse redskaber er ens men grundet redskabernes forskellige størrelse vil redskabets globale geometri være forskellig.

I tillæg til det topløse design blev en SELTRA fangstpose med et 180 mm kvadratmaske panel (helmasker) afprøvet simultant. SELTRA panelet blev monteret i en 4-panel fangstpose 3-6 meter fra fangstposens bindestrop. SELTRA panelet blev inkluderet og testet for at undersøge effekten af en, i forhold til et topløst design, lille men strategisk ændring af redskabet med henblik på at selekterer torsk effektivt ud af redskabet. Det var muligt at afprøve to forskellige selektive anordninger under et forsøgsfiskeri ved at anvende et to-trawlsystem hvor der omkring begge fangstposen blev anvendt opsamlingsposer. Standard redskabet blev anvendt uændret med en opsamlingspose således at selektionen i standard redskabet kunne estimeres og sammenlignes med henholdsvis effekten af det topløse design og SELTRA panelet. Fangstposen i standardredskabet blev også lavet som en 4-panel konstruktion (4 * 25 åbne masker) således at standard redskabet og test redskabet var helt ens på nær de parametre der var projektets formål at undersøge.



Figur. 1. Øverst i figuren ses princippet ved et topløst trawldesign. Nederst i figuren ses princippet i et SELTRA sorteringsvindue samt dets placering i redskabet under forsøget. Under det eksperimentelle forsøgsfiskeri var SELTRA fangstposen monteret på det topløse trawl.

Forsøgsdesign

Forsøget blev udført med et to-trawlsystem hvor det nyudviklede topløse trawl blev testet parallelt med standard redskabet der repræsenterer redskabstypen der anvendes i dette fiskeri i dag i den nordlige Nordsø. Der blev anvendt opsamlingsposer omkring fangstposen på både standard trawlen og omkring det topløse design. Der var således i alt 4 forskellige fraktioner (standard fangstpose, standard opsamlingspose, topløs fangstpose, topløs opsamlingspose)

der blev holdt adskilt og oparbejder adskilt. Dette mere komplicerede forsøgsdesign med anvendelse af opsamlingspose omkring begge fangstposer muliggør:

- 1) Estimering af populationsstrukturen der blev fisket på
- 2) Estimering af selektionen (L50 og SR) i standardredskabet
- 3) Estimering af den topløse effekt længdeafhængigt med tilhørende usikkerheder
- 4) Estimering af effekt af et SELTRA 180 mm sorterings panel

Sejlads

Forsøgets sejlads blev gennemført med fartøjet HG 350 LUNA fra Hirtshals. Fartøjet er 28,5 m langt og har 735kw. LUNA driver hovedsageligt sit fiskeri i nordlige Nordsø i norsk zone og har dermed store erfaring med fiskeri i området hvori forsøget er udført.



Fig. 2. De sorte prikker indikeret hvor forsøgets individuelle slæb er foretaget. 2 slæb er foretaget på samme position, der er således kun markeret 25 slæbs positioner på kortet.

Der blev foretaget 27 valide slæb i perioden 7-18. juni 2010 (Fig. 2.). Slæbetiden varierede fra 2 til 4 timer men de fleste slæb havde en varighed på 4 timer. Det er lidt mindre end hvad der er kommerciel praksis i dette fiskeri hvor det normalt foretages 3 slæb af ca. 7 timers varighed i døgnet. De finmaskede opsamlingsposer (40 mm) der blev anvendt under forsøget muliggjorde ikke en kommerciel slæbetid grundet større fangst af fisk i opsamlingsposerne.

Alle individer af alle kommercielle arter blev længdemålt til nærmeste hele cm. Længden af jomfruhummere blev målt ved at måle længden på rygskjoldet i mm. Vægten af ikke kommercielle arter samt evt. invertebrater og lignende blev opsamlet for alle redskabs fraktioner. Vægten af alle kommercielle arter blev estimeret ud fra længde-vægt regressioner opgivet i Coull et al., (1989). Vægten af jomfruhummere blev estimeret ud fra en længde-vægt regression angivet i Frandsen et al., (2010).

Databehandling

Alle analyser af forsøgets resultater er udført i SELNET, et software program specielt udviklet til analyse af selektions data. Analyseværktøjet er udviklet af Bent Herrmann ved DTU Aqua, Hirtshals.

Selektion i standard redskab

Fangsten i fangstposen og den omsluttende opsamlingspose for standard redskabet er anvendt til at beskrive selektionen i standard redskabet. Alle selektionsanalyser er udført i SELNET. Indledende er der for hvor art fundet den model der beskriver de indsamlede data bedst. P-værdien, AIC værdien, DOF (antal frihedsgrader) samt deviance er de fit-statistics der har dannet grundlag for valg af model til beskrivelse af selektionsdata.

Topløs effekt

For at estimere den topløse effekt er fangsten i det topløse redskab og dennes opsamlingspose sammenholdt med fangsten i fangstposen til standardredskaber og dennes opsamlingspose. Fangstforskellen i mellem de to redskaber vil således kunne tillægges den topløse ændring der er foretaget fremme i det topløse redskab. For at kunne estimerer usikkerheder til middelestimatet på den topløse effekt er fangstobservationerne i de enkelte slæb bootstrappet i SELNET.

SELTRA sorterings panel

Analyserne af effekten af SELTRA panelet er ligeledes foretaget i analyseværktøjet SELNET. Der er anvendt en *dual-selektions* model i SELNET til at beskrive selektionen i SELTRA fangstposen der er en sammensat proces bestående af selektionen af selve panelet samt selektionen i selve fangstposen.

Resultater

3.1 Forsøgets sejlads

For at undersøge geometrien på det udviklede topløse trawl var redskabet under dele af det eksperimentelle fiskeri udstyret med sensorer. Der var monteret sensorer på begge skovle samt på klumpen således at spilet (afstanden mellem skovl og klump) i begge trawl kunne monitoreres under fiskeri. Der var ikke forskel i spilet i mellem standart trawlet og det topløse trawl. Herudover blev højden over bunden på den tilbageskårede overkværk målt. Højden på den tilbageskårede overkværk blev målt til ca. 2.5 meter hvilket til svarere en reduktion på ca. 2 meter i forhold til standard trawlen der var udgangspunktet for det topløse trawl design. De geometriske mål der blev indhentet via sensorerne på redskaberne var stabile under forsøgsfiskeriet. Der var ingen praktiske problemer med det eksperimentelle topløse trawl med SELTRA fangstposen under forsøgsfiskeriet.

3.2 Fiskeriet i nordlig Nordsø

Det demersale fiskeriet i den nordlige Nordsø udføres generelt af flådens større fartøjer. Fiskeriet er et meget blandet fiskeri. En fangstrejse foregår typisk ved at fartøjer fisker sig op til fiskepladserne i den nordlige Nordsø og ned igen for at udnytte fangstrejsen bedst muligt. Dette betyder at der på en fangstrejse fiskes over et stort område hvorved det forventes at fangst sammensætningen kan variere betydeligt over en fangstrejse (Fig. 2).

Tabel 1. Estimerede selektionsparameter for standard redskaber (120 mm fangstpose målt til 127 mm).

Art	L50	SR	p-værdi	DOF	DEV.	Model
Torsk	37.3	14.8	1.000	87	41.82	logit
Kuller	29.6	8.5	0.9819	40	23.58	logit
Hake	33.9	12.5	0.9995	70	37.38	3. ord. Poly
Sej	39.9	5.2	0.9712	47	30.40	
Lange	55.5	16.7	0.9993	59	30.24	logit
Rødtunge	30.7	2.8	1.000	25	24.72	logit
Jomfruhummer	48.4	17.6	0.2481	48	54.26	logit
Hvilling	37.8	7.6	0.6976	30	25.56	logit
Skærising	32.4	6.0	0.7219	30	25.06	logit

Tabel 1 angiver selektions parametrene (L50 og SR) for standard fangstposen. Generelt ligger L50 over de gældende mindstemål for de forskellige arter. For jomfruhummer ligger L50 langt over MLS (40mm hovedskjoldslængde) og der er i tillæg en stor SR værdi hvilket betyder at der både fanges relative mange små individer samtidig med der mistes mange individer over MLS. I dette konkrete forsøg blev 50 % af jomfruhummerene over MLS tabt igennem fangstposens masker. En 120 mm maskestørrelsen er umiddelbart velegnet til fiskeri efter mange af arterne i tabel 1 men ikke til fangst af jomfruhummer.

Figuren (Fig. 3) herunder afspejler tydelige at fiskeriet udgøres af mange forskellige arter. Figur 3 afspejler artssammensætningen under pågældende forsøgsfiskeriet hvor der blev fisket i områder hvor der var torsk således af der kunne opnås statistisk stærke resultater på netop torsk. Det pointeres derfor at den relative artssammensætningen der blev observeret under forsøgsfiskeriet ikke nødvendigvis afspejler artssammensætningen i middel for det pågældende fiskeri.

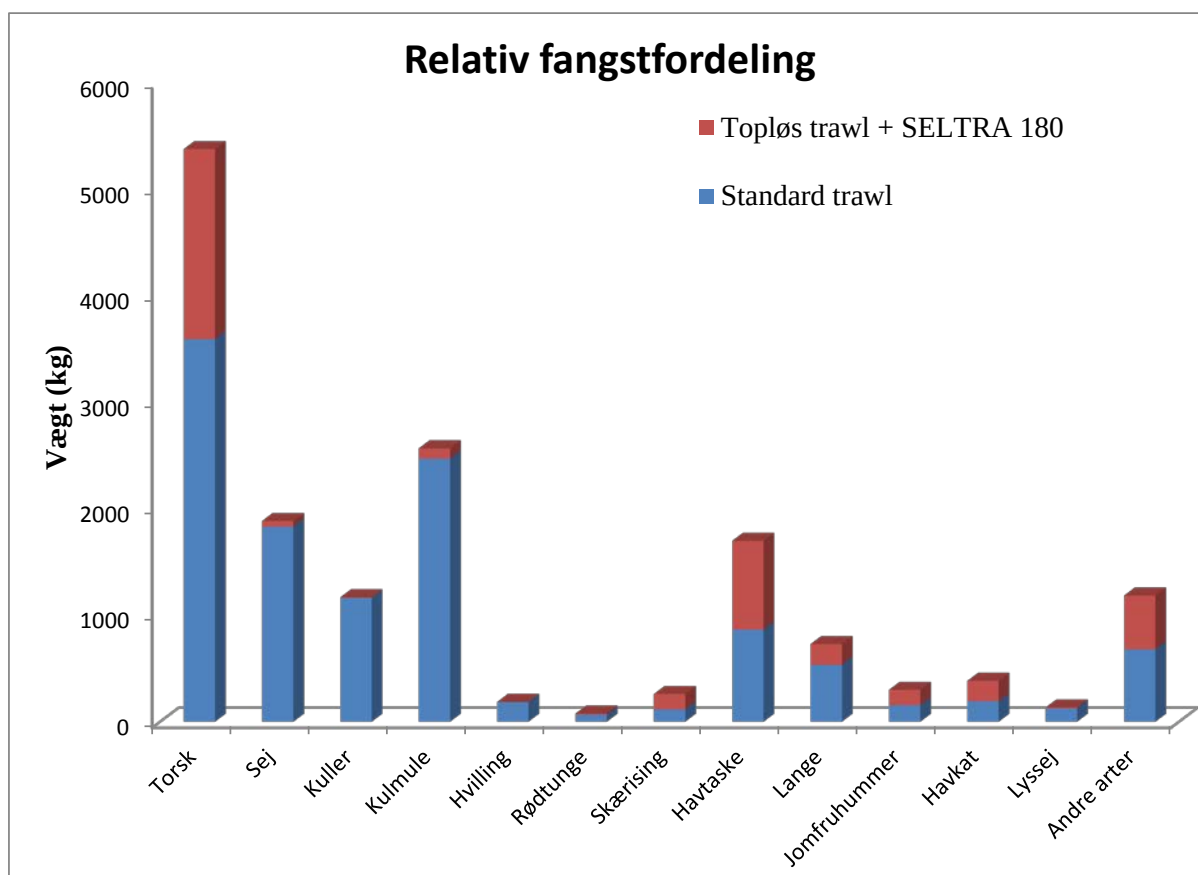


Fig. 3. Figuren viser den relative fangstfordeling mellem standard trawlen og det topløse trawl i kombination med SELTRA 180 mm panelet fordelt på arter. Andre arter udgøres primært af helleflynder og brosme.

Den relative totale fangstfordeling i kg mellem standard redskabet og den eksperimentelle trawl er vist herunder i tabel 2. Totalfangsten målt i vægt reduceres betydeligt ved anvendelse af et topløst design i kombination med et SELTRA 180 mm sorteringspanel. Tabellen angiver fangstvægt og ikke fangstværdi. Det relative bidrag til denne fangstreduktion fra det topløse design og fra SELTRA 180 panelet er artsspecifikt og variere meget i mellem arter. I det følgende vil den samlede selektive effekt fordeles på mekaniske (topløst design og 180 mm panel) samt på art.

Tabel 2. Relativ fangstfordeling i kg. Bemærk at det topløse trawldesign i kombination med SELTRA fangstposen har en merfangst af skærisinger i forhold til standard redskabet.

Total fangst i fangstposerne	Standard trawl (kg)	Topløs trawl + SELTRA 180 (kg)	Reduktion (%)
Torsk	3591	1783	50,4
Sej	1832	52	97,1
Kuller	1162	6	99,5
Kulmule	2468	97	96,1
Hvilling	184	1	99,5
Rødtunge	66	10	85,1
Skærising	115	145	-25,7
Havtaske	865	832	3,8
Lange	534	195	63,6
Jomfruhummer	155	144	6,8
Havkat	192	192	0,0
Lyssej	124	10	92,3
Andre arter	678	506	25,4
Totalt	11966	3971	66,8

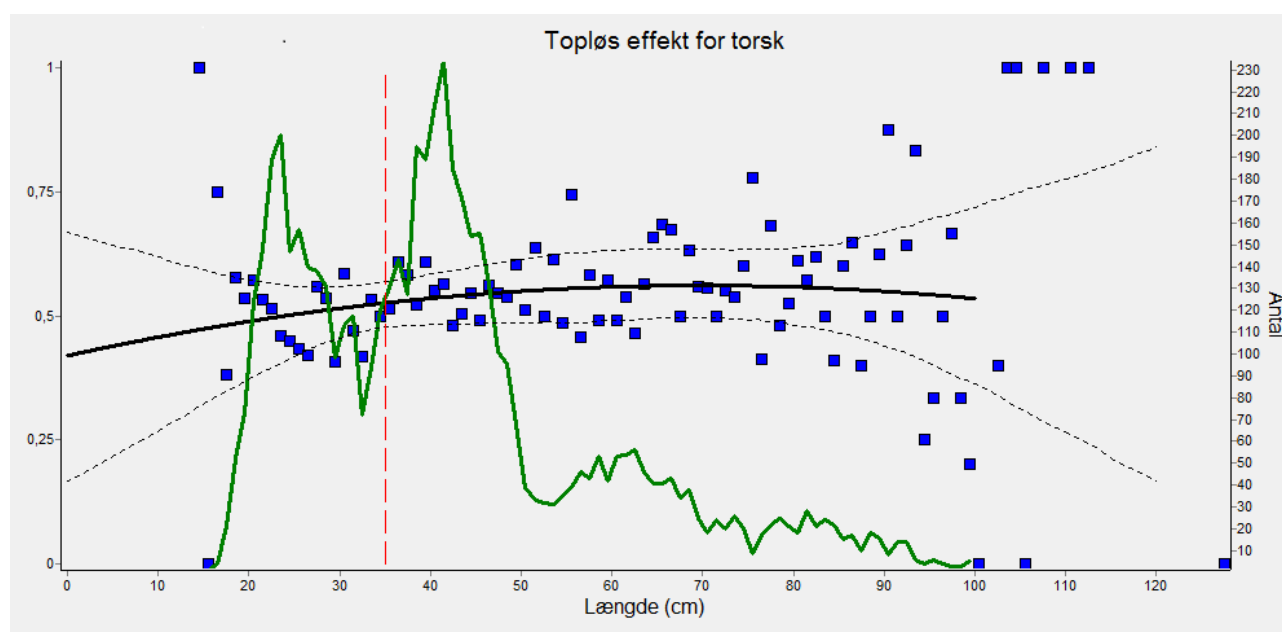
3.2 Topløs effekt

Den topløse effekt er estimeret for hver af de kommercielle arter der blev fanget i et antal der muliggjorde dette. Den topløse effekt estimeres som en længdeafhængig middel kurve (tyk sort linje) med tilhørende 95 % konfidens bånd (stiplet grå linjer). Y-aksen på figurerne herunder angiver andelen af den pågældende art der blev fanget i standard redskabet af den samlede mængde der blev fanget af arten i begge redskaber. En værdi på 0,8 vil således tilsvare at 80 % af totalfangsten fanges i standardredskabet. De længde-klasser hvor middelkurven inklusiv de tilhørende konfidens bånd er forskellig fra 0,5 er der en signifikant topløs effekt. Den grønne kurve angiver størrelses sammensætningen af den pågældende art der var tilstedeværende under forsøgsfiskeriet. Konfidens båndene bliver typisk

meget brede i de længde-klasser hvor der er meget få fisk. Modellens beskrivelse af den topløse effekt bør derfor alene anvendes i de længdeintervaller hvor der er tilstrækkeligt med fisk og dermed relative smalle konfidens bånd. Den røde vertikals stiplede linje angiver den pågældende arts mindstemål i det omfang at arter har et midnstemål.

Torsk

Der blev under forsøgs fiskeriet fanget et større antal torsk i længdeintervallet 15-100 cm. I dette længde interval blev der ikke observeret en signifikant topløs effekt for torsk med det udviklede topløse trawl (Fig. 4). Et topløst trawl design baseret, som her på de relativt høje trawl der blandt andet anvendes i Nordsøen opnås der ingen signifikant selektiv effekt for torsk med et topløst trawl.

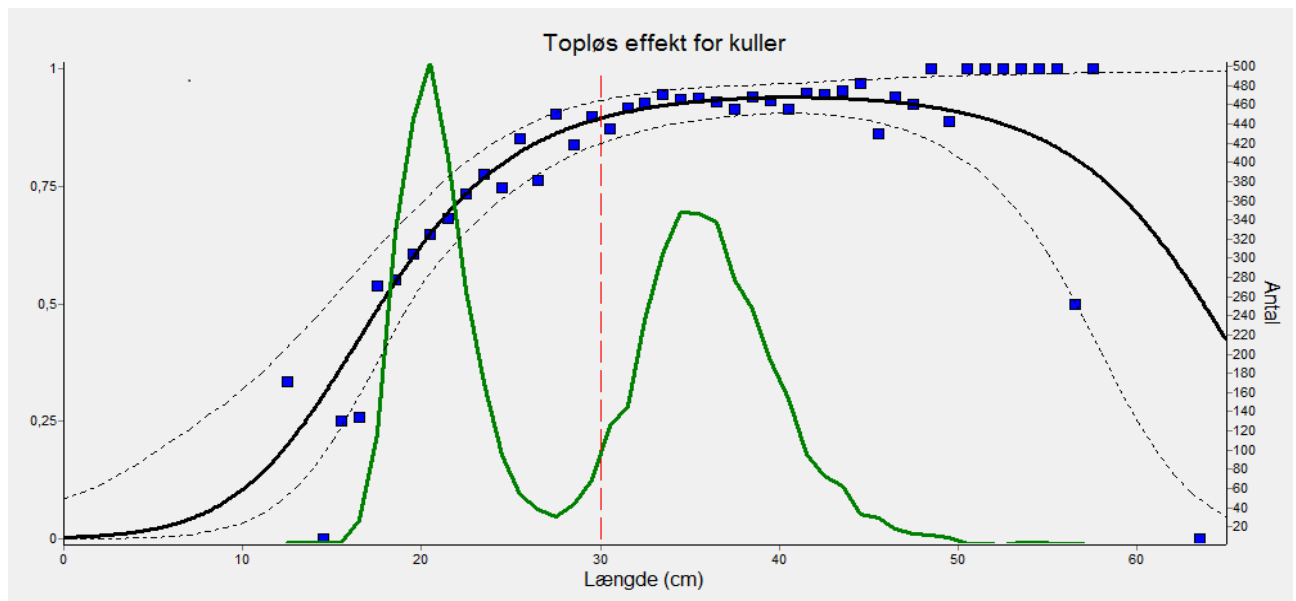


Figur 4. Figuren angiver den relative sandsynlighed for at blive tilbageholdt i standard redskabet forudsat at individet kommer ind i et af redskaberne (standard trawlen eller den topløst trawl). De stiplede linjer angiver 95 % konfidens grænserne for middelestimatet (tyk sort linje). Hvis middel estimatet med tilhørende usikkerheder er forskellig fra 0,5 på x-aksen er der en signifikant forskel på fangsten imellem standardredskaber og det topløse design.

Kuller

Der er en meget klar længde afhængig topløs effekt for kuller hvor der er en signifikant topløs effekt for individer over ca. 20 cm mens der for kuller under ca. 20 cm ikke en signifikant topløs effekt. Kuller over MLS vil i hovedsag ikke tilbageholdes ved fiskeri med

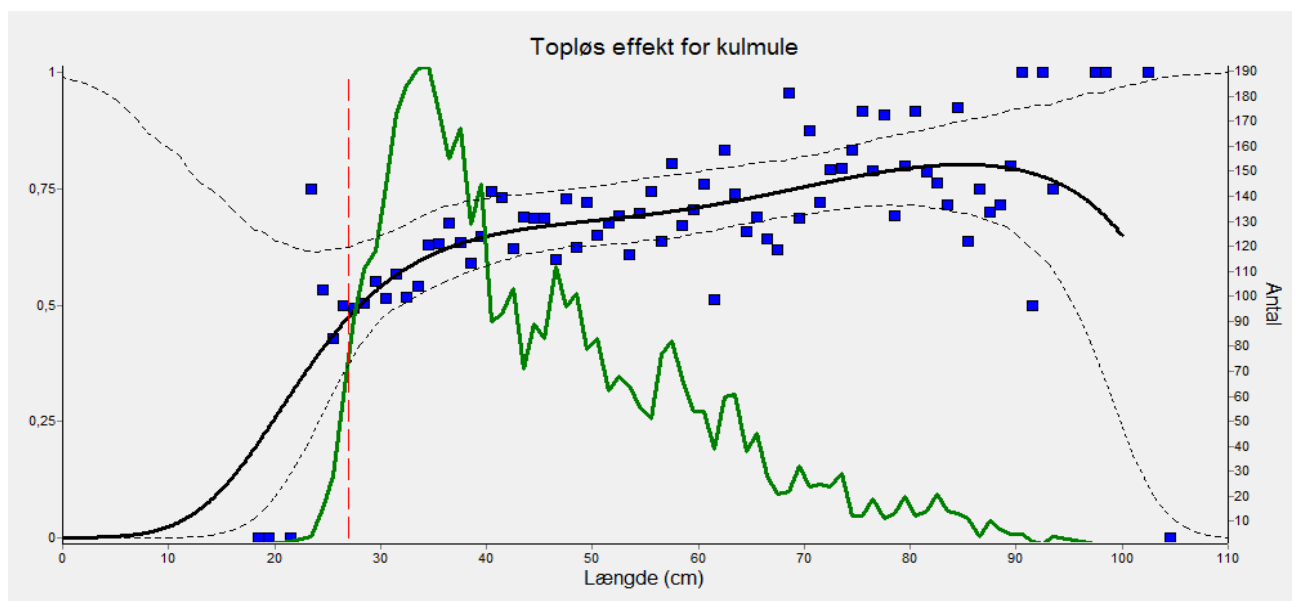
topløse trawl.



Figur 5. Topløse effekt for kuller (for figurforklaring se figur 4).

Kulmule

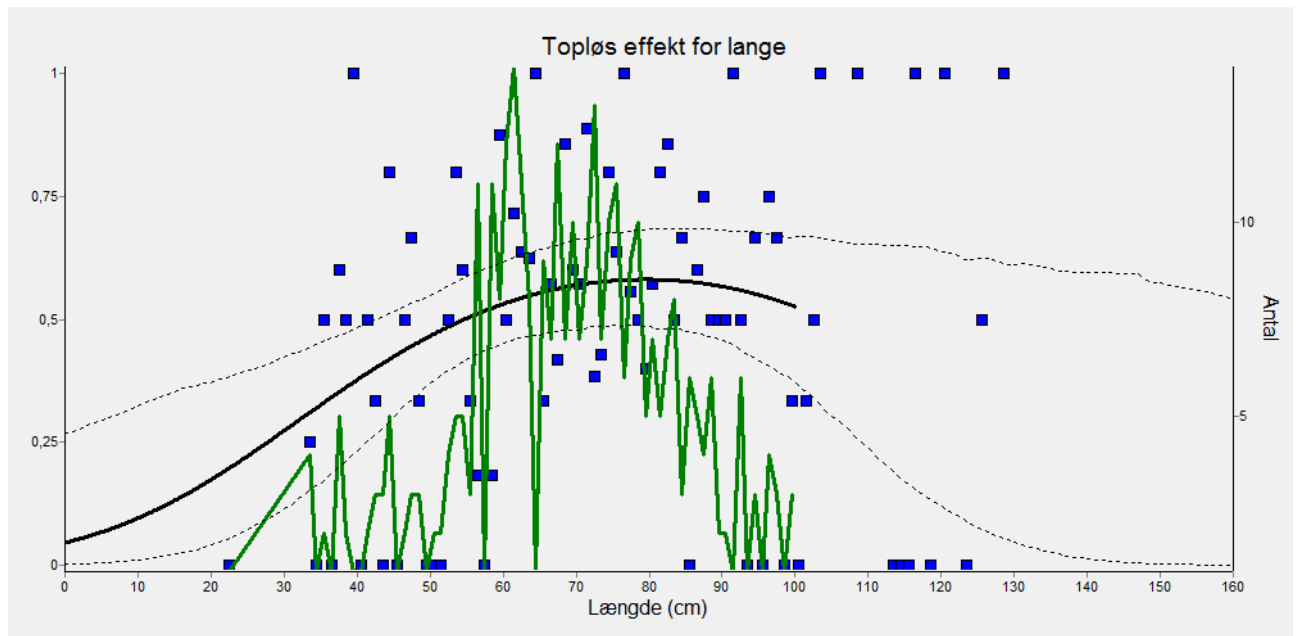
Kulmule udviser en længde afhængig topløs effekt hvor effekten er signifikant for individer over ca. 35 cm. Generelt øger den topløse effekt med størrelsen af kulmulen. Der er fanget et rimeligt antal kulmuler i intervallet fra ca. 25 cm til ca. 90 cm's længde. Model- estimerne i længde intervallerne herudover bør ikke tillægges betydning.



Figur 6. for figurforklaring se figur 4.

Lange

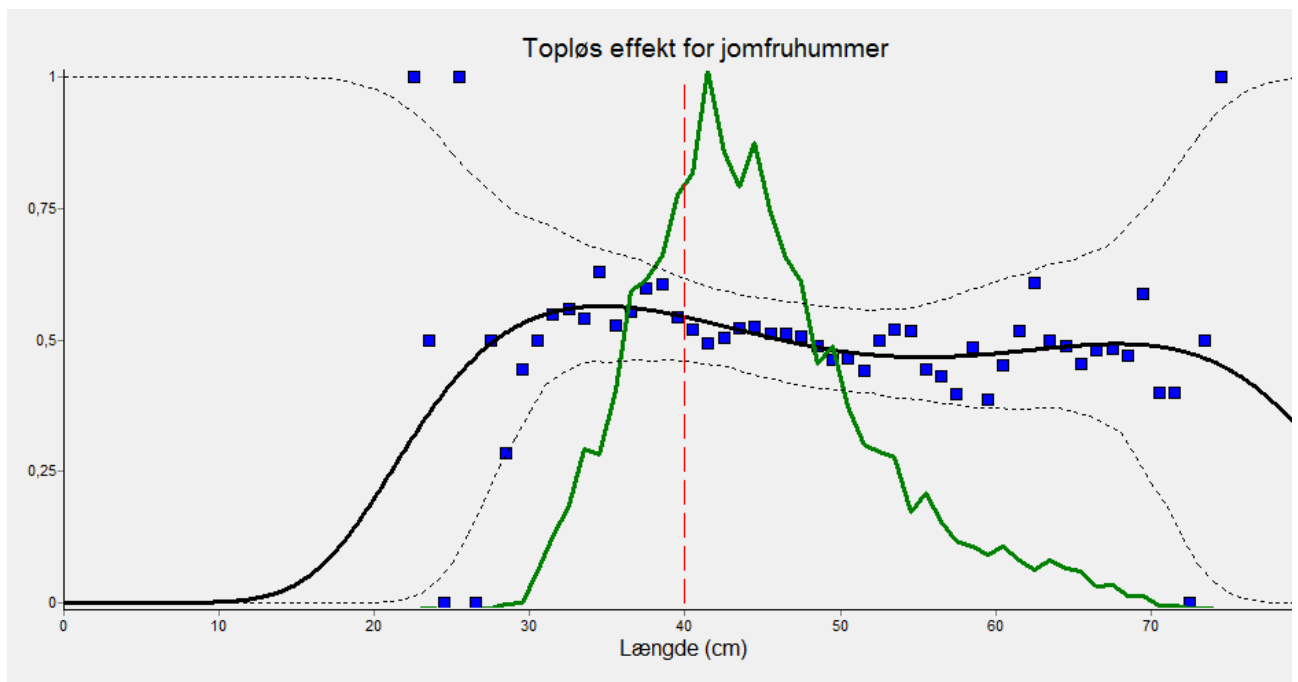
Individer af lange under ca. 40 cm fanges signifikant mere effektivt i det topløse trawl mens der ingen signifikant topløs effekt er for de større individer. Dette indikerer at langer ikke svømmer op i vandsøjlen ved kontakt med redskabet under en fangstproces med trawl.



Figur 7. for figurforklaring se figur 4.

Jomfruhummer

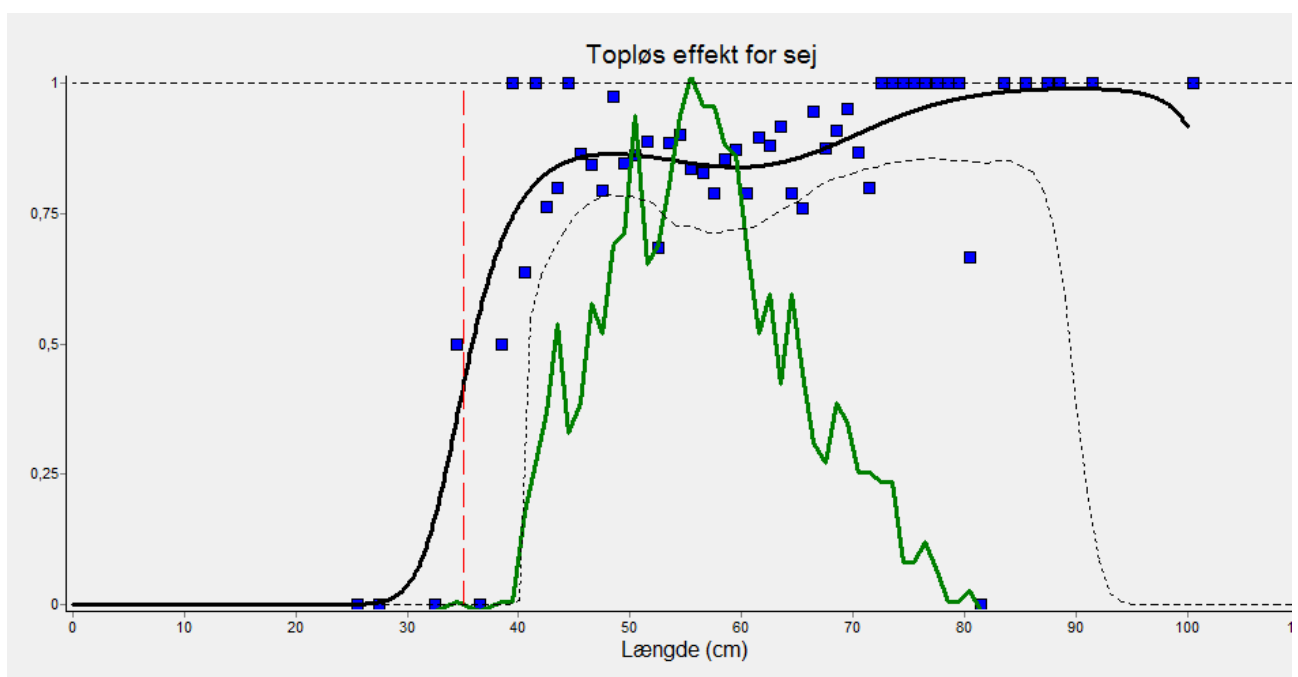
Der er ingen signifikant topløs effekt for jomfruhummere. Figuren indikerer en tendens hvor der er et mindre tab af specielt større hummere i det topløse design. Denne effekt er dog ikke signifikant.



Figur 8. for figurforklaring se figur 4.

Sej

Det topløse trawl design reducerer signifikant fangsten af sej over ca. 40 cm. Den topløse effekt for sej udviser en længde afhængighed hvor større individer med større succes undslipper det topløse redskab end de mindre individer. Længde intervallet for sej hvori fangsten er tilstrækkelig til at opnå et pålideligt estimat for den topløse effekt er fra ca. 40 cm til 80 cm.



Figur 9. for figurforklaring se figur 4.

Der er stor variation i den topløse effekt i mellem de forskellige arter (Fig. 4-9). Der er ingen signifikant ($p = 0,05$) effekt for torsk og jomfruhummer mens der er signifikant effekt for kuller, sej og kulmule. For de arter hvor der observeres en topløs effekt er denne længde afhængig hvor sandsynligheden for at undslippe generelt stiger med fiskens længde. Den længde afhængige topløse effekt afspejles også for kuller, kulmule og sej herunder hvor sandsynligheden for at individet undslipper det topløse redskab i middel er større for de større individer (over mindstemålet) end for de mindre (under mindstemålet) (tabel 3). Disse middelværdier er angivet med øvre og nedre konfidens grænser (95 %) hvilket angiver middelestimatets usikkerhed. Usikkerheden bør medtages ved anvendelse af værdierne i tabel 3.

Tabel 3. Angiver andelen af fisk der i middel vil blive tilbageholdt i standardredskabet sammenholdt med det topløse redskab. 50 % betyder at de to redskaber fanger det samme. Nedre og øvre angiver henholdsvis nedre og øvre konfidensgrænse (95 %) på middel estimatet. Der er ikke angivet værdier under mindstemålt for lange og skærising da der ikke er mindstemål for de pågældende arter.

Topløs effekt Art	Under mindstemålet			Over mindstemålet		
	middel (%)	nedre	øvre	middel (%)	nedre	øvre
Torsk	46,9	39,15	53,57	46,55	40,66	52,48
Kuller	65,46	57,11	73,54	88,82	83,18	93,49
Kulmule	47,92	33,73	62,21	55,98	50,54	61,88
Sej	22,53	0	100	77,65	70,18	83,77
Lange	no	no	no	43,92	36,62	51,49
Rødtunge	52,66	45,32	59,11	51,94	46,19	57,56
Jomfruhummer	54,2	44,08	64,22	49,53	43,06	56,01
Skærising	no	no	no	31,4	22,66	37,74

Den potentielle discard, målt som fangsten af individer under MLS i forhold til antallet over MLS af fangsten i standard posen er lav (tabel 4). Værdierne der er angivet i tabel 3 afspejler fangstsammensætningen der blev observeret under dette forsøg.

Table 4. Angiver den potentielle discard andel af fangsten i standard fangstposen med tilhørende usikkerheder (95 % konfidens bånd). Fangstandelen er her opgjort i antal individer.

Art	Fangst under MLS i forhold til fangst over MLS		
	Middel værdi	Nedre konfg. (95%)	Øvre konfg. (95%)
Torsk	0,82	0,4	1,58
Kuller	1,03	0,37	2,12
Kulmule	0,03	0,01	0,05
Sej	0,002	0	0,009
Lange		Mindstemål anvendes ikke	
Rødtunge	1,08	0,89	1,27
Jomfruhummer	0,54	0,36	0,76
Skærising		Mindstemål anvendes ikke	

3.3 Effekt af SELTRA 180 mm

Fisk der kommer ind i den eksperimentelle trawl har to muligheder for at undslippe redskabet, enten igennem 180 mm kvadratmaskerne i SELTRA panelet eller igennem 120 mm diamandmaskerne i selve fangstposen. Effekten af det topløse design er ikke medtaget her således at en eventuel effekt alene kan tillægges SELTRA 180 mm panelet. Selektionsprocessen i det eksperimentelle redskab er alligevel en sammensat proces hvor fisk enten kan benytte det meget selektive SELTRA panel eller have deres selektive muligheder henvist til den forholdsvis mindre selektive 120 mm fangstpose.

Herunder er der vist figurer for de enkelte arter hvori selektionskurverne for standard redskaber (120mm standard fangstpose) og for SELTRA 180 panelet monteret i en 120 mm fangstpose. Selektive anordninger som f. eks. SELTRA paneler med store maskestørrelser tillader store fisk at undslippe herigennem. Dette resulterer i at der ikke nødvendigvis kan opnås traditionelle selektionskurver hvor der typisk opnås fuld retention således at kurven kan gå fra 0 til 1 i retention. Med denne type redskaber vil det derfor i flere tilfælde være meningsløst at anvende de traditionelle selektionsparametre (L50 og SR). Størrelsesstrukturen i fangsten for begge redskaber er angivet samt mindstemålet for de enkelte arter i det omfang et sådan findes for de pågældende arter.

Torsk:

Selektionskurven for torsk i redskabet med SELTRA 180 mm panelet har et noget atypisk forløb med en meget svagt stigende tilbageholdelse af fisk under ca. 60 cm. Denne signatur indikerer at der er tale om en *dual selektionsproces* hvor der er flere selektive anordninger der indvirker på redskabets samlede selektion, hvilket her er 180 mm kvadratmaske panelet samt 120 mm fangstposen. Bemærk at traditionelle selektionsparametre som L50 og SR beskriver denne proces utilstrækkeligt og dermed ikke bør anvendes til at beskrive sådanne redskabers selektivitet.

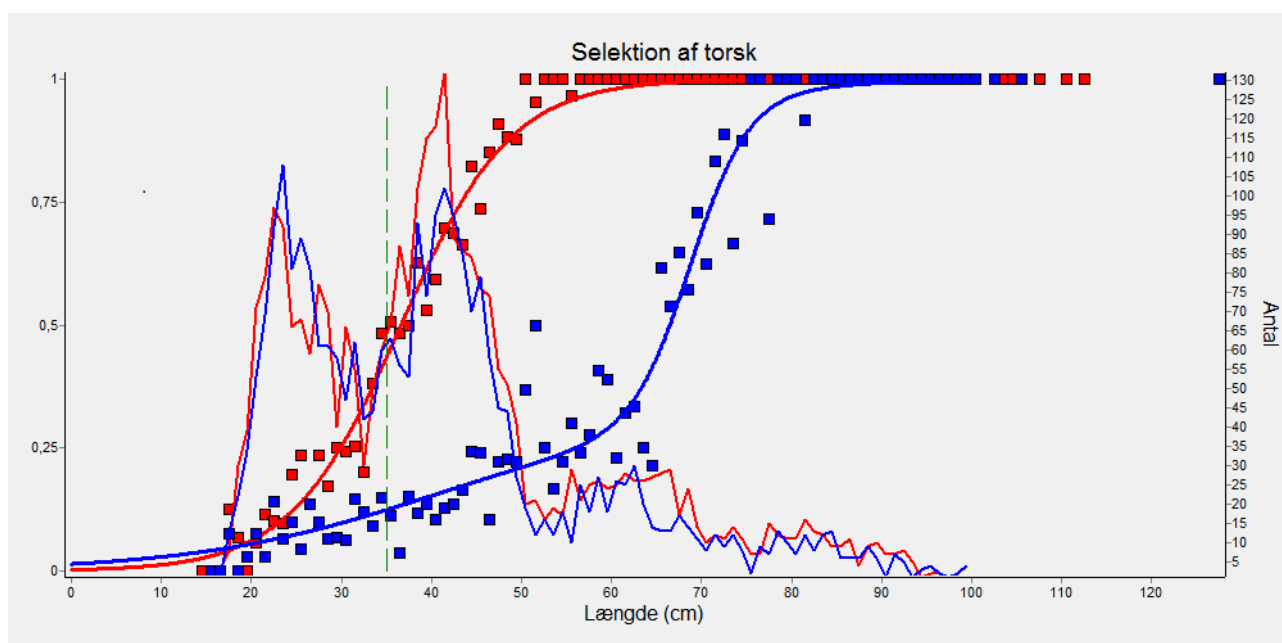


Fig. 10. Selektionskurver for torsk hvor standard trawlen (120 mm) er rød og det eksperimentelle redskab med SELTRA 180 mm panelet er blå. Størrelsessammensætningen af de individer (populationen) der er kommet ind i de to redskaber er tilhørende angivet med henholdsvis rød og blå. Den stiplede grønne linje angiver arters mindstemål i Nordsøen.

Det der er afgørende for om en fisk kan undslippe igennem f. eks. et selektionspanel er hvorvidt individet fysisk kan passere igennem f. eks. den maske den bliver præsenteret for samt hvorvidt individet kommer i kontakt med panelet. Fisk kontakt med f. eks. et selektionspanel kan beskrives med en kontaktsandsynlighed. En høj kontaktsandsynlighed er nødvendig for at opnå en effektiv selektion i gennem panelet.

Table 5. Den estimerede kontaktsandsynlighed for torsk i SELTRA 180 mm panelet under forsøget i Nordsøen er angivet med tilhørende 95 % konfidens grænser der angiver usikkerheden til middelestimatet.

Kontakt sandsynlighed for torsk i SELTRA 180 redskab (%)	
Middel værdi	73,41
Nedre konfidens grænse	43,98
Øvre konfidens grænse	92,24

Der opnås en høj kontaktsandsynlighed for torsk i SELTRA 180 panelet hvilket også var forventet med en placering så langt tilbage mod fangstposen. Tidligere forsøg har vist at placeringen af sorteringspaneler har afgørende betydning for den selektive effekt af sorteringspaneler. Ifølge tabel 6 reducerer SELTRA 180 mm panelet fangsten af torsk i dette konkrete forsøg med ca. 70 %.

Tabel 6. Tabellen angiver sandsynligheden for at blive tilbageholdt i SELTRA 180 fangstposen efter der er taget højde for den topløs effekt, opdelt i antal over og under MLS (mindste landingsstørrelse). Da sandsynligheden for at blive tilbageholdt er længdeafhængig betyder det at værdierne der er angivet i tabellen vil kunne variere hvis størrelsessammensætningen af fisk variere. Konfg. = konfidensgrænse.

	Under MLS	Over MLS
Middel estimat	8,78	29,51
Nedre konfg. (95%)	4,23	22,64
Øvre konfg. (95%)	14,19	37,79

Det vil også være muligt at beregne både kontaktsandsynligheder til SELTRA 180 panelet og retentions sandsynligheder over og under MLS med tilhørende usikkerheder for alle de arter der er fanget under forsøget. Dette har dog ikke været muligt indenfor rammerne af nærværende forsøg.

Kuller

Kuller selekteres særdeles effektive ud af et SELTRA 180 mm panel. L50 for standardredskaber er sammenfaldende med MLS for kuller i Nordsøen.

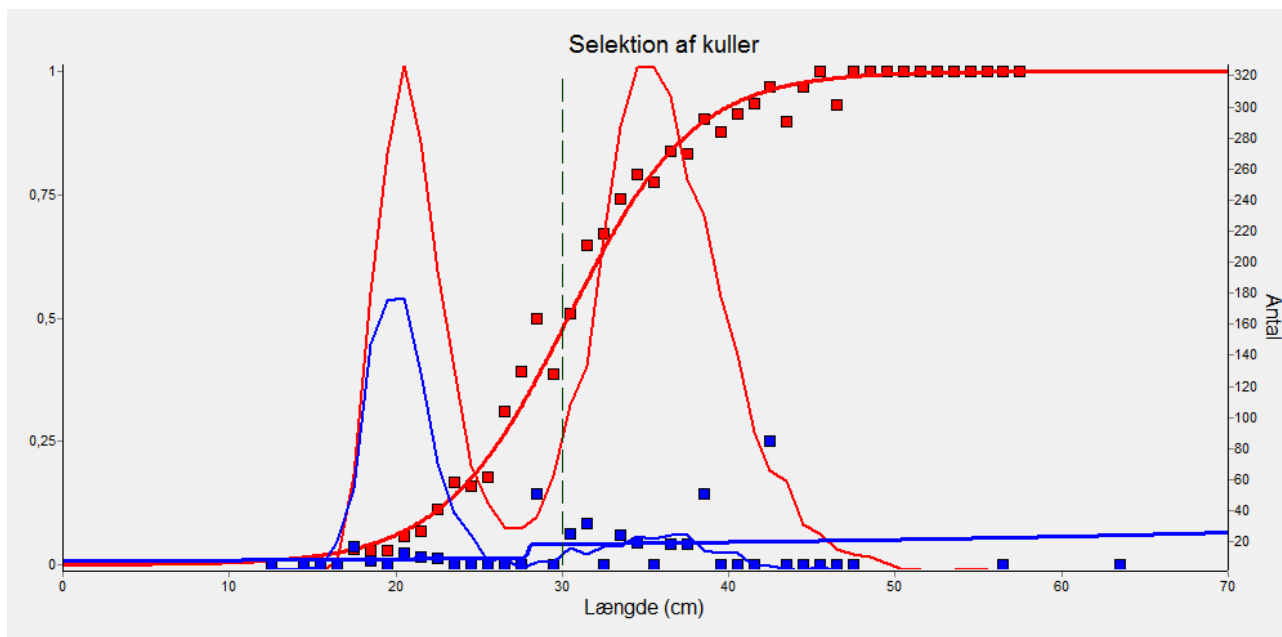


Fig. 11. Selektion af kuller (rød = standard, blå = SELTRA 180 mm panel). Størrelsessammensætningen af de individer (populationen) der er kommet ind i de to redskaber er tilhørende angivet med henholdsvis rød og blå. Den stiplede grønne linje angiver arters mindstemål i Nordsøen.

Kulmule

Kulmule er en vigtig art for danske fiskere i Nordsøen. Arter er ikke kvotebelagt og kan opnå en god pris samt fanges i relative store mængder i perioder. Selektionen i en 120 mm fangstpose (målt til 127 mm) giver en selektion der vil give meget lille fangst af individer under MLS (Fig. 12). SELTRA 180 panelet selekterer størstedelen af kulmulerne ud at redskaber.

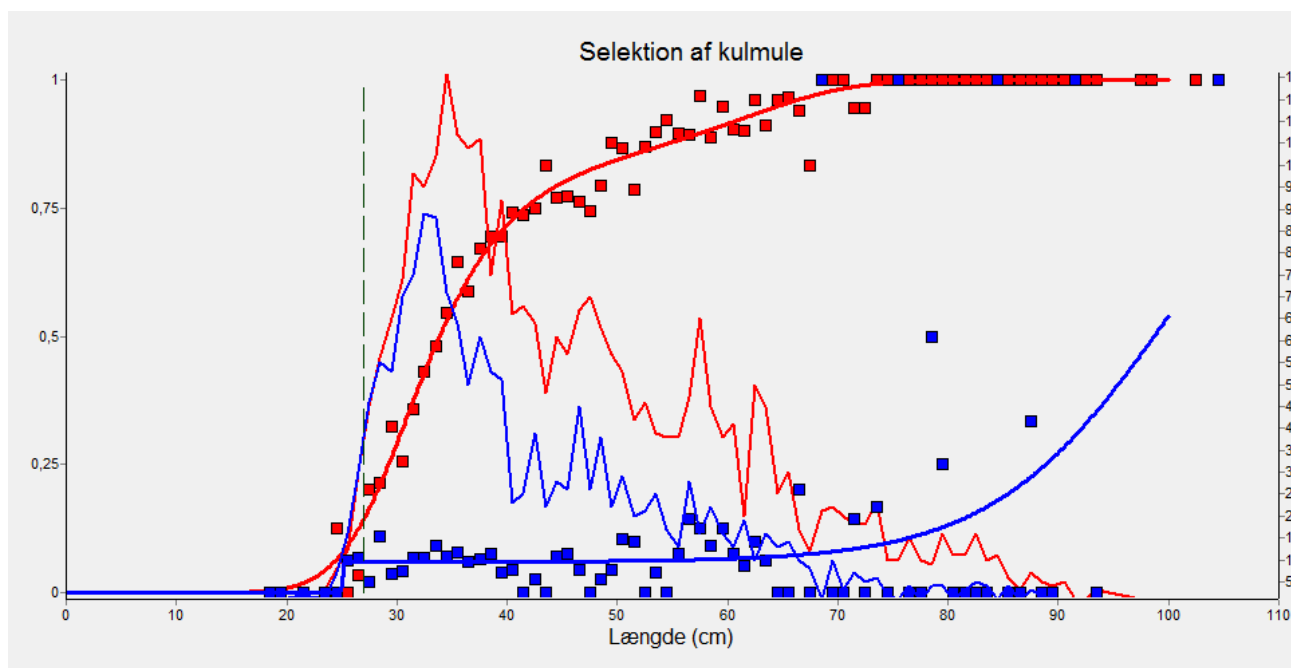


Fig. 12. Selektion af kulmule (rød = standard, blå = SELTRA 180 mm panel). Størrelsessammensætningen af de individer (populationen) der er kommet ind i de to redskaber er tilhørende angivet med henholdsvis rød og blå. Den stiplede grønne linje angiver arters mindstemål i Nordsøen.

Jomfruhummer

Selektionskurven for jomfruhummer i standardredskabet viser at MLS (40 mm hovedskjoldslængde) sammenfalder med L25 samt at selektionskurven er meget flad, hvoraf sidstnævnte ofte observeret for jomfruhummere. Effekten af en flad selektionskurve er at der mistes en stor andel af jomfruhummerene over gældende MLS i gennem fangstposens 120 mm masker samtidig med at der fanges relativt mange individer under MLS. Konkret blev der under forsøget observeret at ca. 50 % af jomfruhummerene over MLS blev tabt alene igennem 120 mm fangstposen. En 120 mm fangstpose er således ikke optimal til et målrettet jomfruhummerfiskeri.

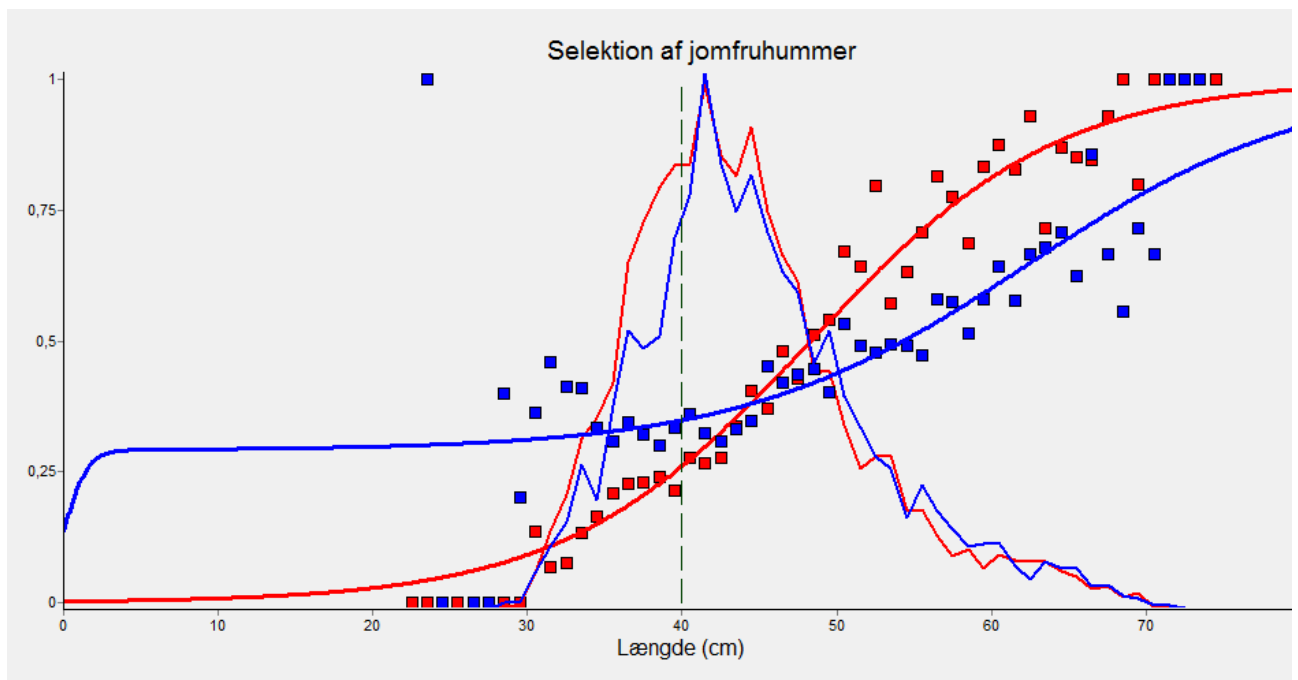


Fig. 13. Selektion af jomfruhummer (rød = standard, blå = SELTRA 180 mm panel). Størrelsessammensætningen af de individer (populationen) der er kommet ind i de to redskaber er tilhørende angivet med henholdsvis rød og blå. Den stiplede grønne linje angiver arters mindstemål i Nordsøen.

Selektionskurven med et SELTRA 180 panelet bliver endnu fladere hvilket kan indikere et tab af hummer samt tilsyneladende en tendens til en merfangst af små individer under MLS. Det er uklart hvad årsagen hertil er.

Sej

Den nedre del af selektionskurven, under 40 cm bør behandles varsomt da der kun er fanget meget få små individer under 40 cm. SELTRA panelet er meget effektivt til at selekttere sej ud af redskabet. Fangsten af sej vil således være minimal ved anvendelse af et SELTRA 180 mm panel.

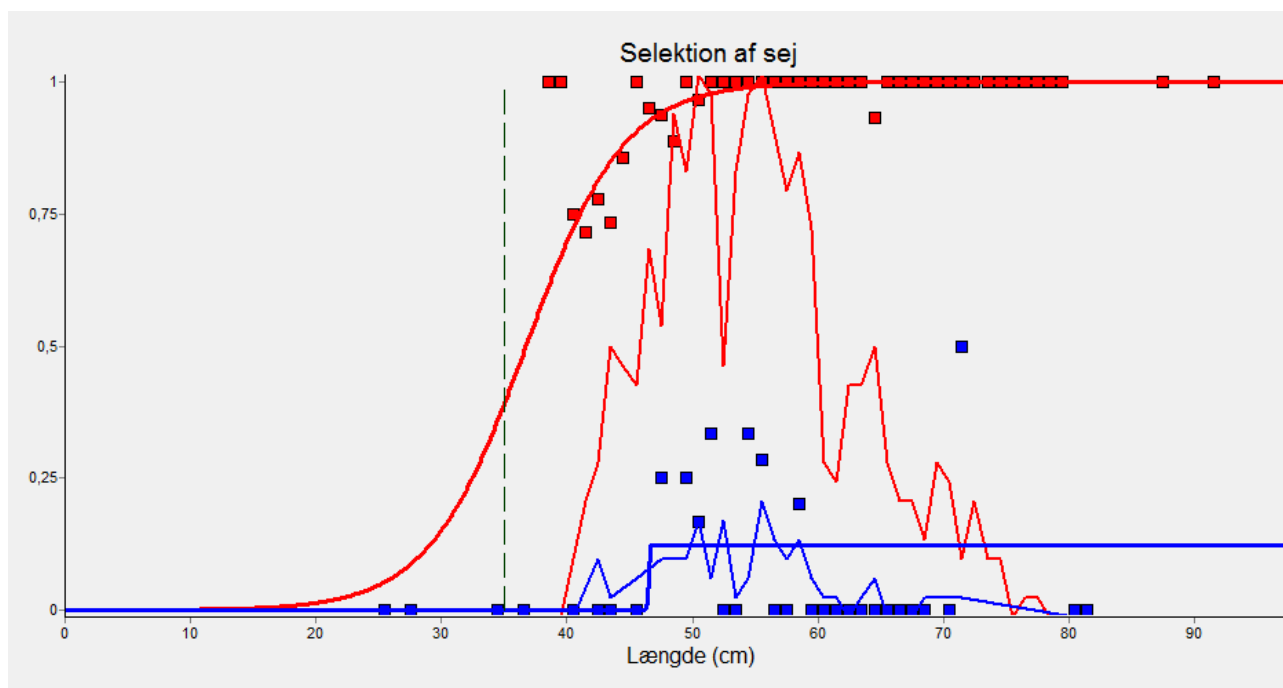


Fig. 14. Selektion af sej (rød = standard, blå = SELTRA 180 mm panel). Størrelsessammensætningen af de individer (populationen) der er kommet ind i de to redskaber er tilhørende angivet med henholdsvis rød og blå. Den stiplede grønne linje angiver arters mindstemål i Nordsøen.

Skærisinger

Det bemærkes at det topløse redskab i kombination med SELTRA 180 mm panelet fanger flere skærisinger over MLS end standard redskabet. Der kommer generelt en større mængde skærisinger ind i det eksperimentelle redskab end i standard redskabet. Lignende resultater er tidligere observeret for andre fladfisk ved anvendelse af topløse redskaber i andre havområder. Der er spekuleret i hvorvidt denne merfangst kan skyldes at topløse redskaber kan have en bedre bundkontakt, og dermed evnet til at fange fladfisk grundet det manglende tag og de manglende overvinger, der under fiskeri vil kunne give redskabet et hydrostatisk løft, og dermed reducerer redskabets bundkontakt. Årsagen til merfangsten af fladfisk i topløse design er dog ikke dokumenteret. Selektionskurven for SELTRA 180 mm panelet indikerer et tab af skærisinger forårsaget af panelet. Hvorvidt denne effekt er signifikant har ikke været muligt at undersøge indenfor for forsøgets rammer. Det eksperimentelle redskab har en merfangst af skærisinger over MLS sammenlignet med standard trawlen (tabel 1).

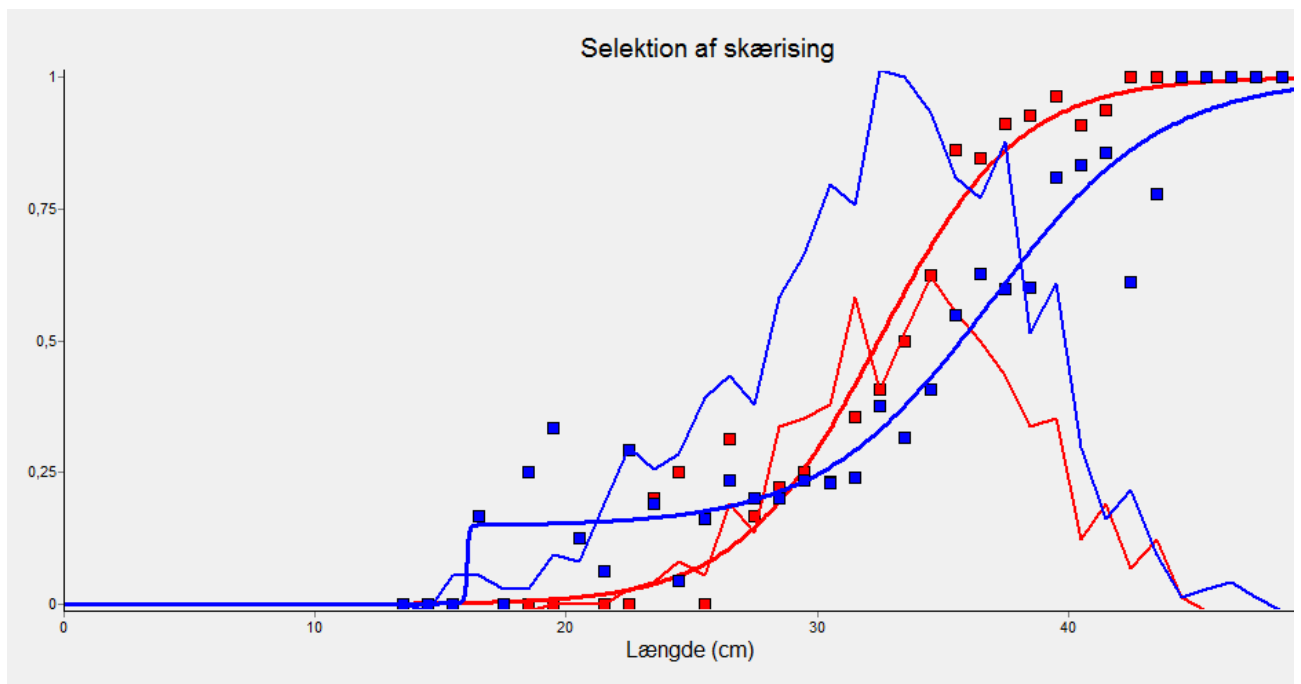


Fig. 15. Selektion af skærisinger (rød = standard, blå = SELTRA 180 mm panel). Størrelses-sammensætningen af de individer (populationen) der er kommet ind i de to redskaber er tilhørende angivet med henholdsvis rød og blå.

Ved anvendelse af en kombination af et topløst design og et SELTRA 180 mm panel vil fangsten af havtasker, jomfruhummer og havkatte være relative upåvirket sammenlignet med fangsten i standard trawlen. Fangsten af skærisinger vil forbedres. Fangsten af de resterende arter vil reduceres hvor fangsten af torskefisk generelt vil reduceres betydeligt.

Tekniske tegninger af udviklede redskab

Appendix A, B og C indeholder tekniske tegninger af standard redskabet (appendiks A og B). Appendix C beskriver det topløse trawls overside hvori alle designændringerne er foretaget. Tegningerne vil kunne anvendes som produktions specifikationer i det omfang dette vil være relevant. Princippet for topløse trawl vil være ens for forskellige trawl med der vil for hver trawltype være behov for mindre tilpasninger til det konkrete design.

Diskussion

4.1 Topløs trawldesign

Baggrunden for forsøget *Test og Demonstration af en selektiv topløs trawl i Nordsøen* var at teste et topløst redskab i det blandede fiskeri i nordlige Nordsø med henblik på at reducere fangsten af torsk og opretholde fangsten af de fleste andre kommercielle arter. Det topløse trawl der blev testet i Nordsøen i nærværende forsøg havde ingen signifikant selektiv effekt for torsk i nogen længdeklasser. Der blev observeret en signifikant topløs effekt for andre arter f. eks. kuller, sej, hvilling og kulmule. Tidligere forsøg, *Test og demonstration af en selektiv topløs trawl* (Krag og Madsen., 2010) har vist at et topløst trawldesign, lignende dette forsøgs design, men udført med udgangspunkt i et mindre og lavere trawl opnåede en signifikant reduktion i fangsten af torsk. Hvorvidt der kan opnås en selektiv effekt for torsk med topløse trawldesign afhænger altså af redskabets størrelse, herunder specielt højden af redskabet forventes at være af betydning. En forklaring på den manglende selektive effekt for torsk kan derfor skyldes at torsken med de højere topløse trawldesign skal svømme højere for at kunne undslippe redskabet, hvilket torsk tilsyneladende ikke gør under en fangstsituation. Andre arter som specielt sej, kuller og hvilling svømmer forsat ovenud af også de større topløse trawl design. Forskellen må tillægges artsspecifikke forskelle i adfærd i relation til fiskeredskabet under selve fangstprocessen.

Topløse trawl, også baseret på større og højere redskaber vil kunne anvendes til direkte fiskeri efter arter som havtasker, jomfruhummer og fladfisk. Er formålet med redskabet at selekterer torsk ud vil der kun forventes en selektiv effekt når der tages udgangspunkt i relative små og specielt lave trawl (Krag og Madsen, 2009). Er formålet derimod at selekterer arter som kuller, hvilling, sej eller kulmule ud vil topløse design baseret på selv store og høje trawl opnå en signifikant reduktion for selv små individer.

4.2 SELTRA 180 mm panel

Et SELTRA panel i 180 mm masker monteret 3-6 meter fra fangstposens bindestrop reducerer fangsten af torsk signifikant i forhold til standard redskabet. Der opnås for en høj kontakt sandsynlighed med panelet hvilket indikerer at panelet er effektivt til at selektere torsk ud. Samlet reducerer panelet i dette konkrete forsøg fangsten med ca. 70 %. Flere af de store torsk der blev fanget i forsøget vil ret fysisk ikke kunne passere igennem panelets 180

mm masker. L50 for torsk i SELTRA 180 mm fangstposen estimeres til ca. 68 cm hvilket til svarer forventningerne til selektionen for en 180 mm kvadratmaske (Herrmann m. fl., 2009).

Styrken ved et SELTRA panel er at dennes udformning og placering på redskabet resulterer i en høj kontaktsandsynlighed imellem torsk og panelet og dermed en effektiv selektion.

Herudover kan størrelses-selektionen i panelet enkelt justeres efter det konkrete behov ved ændring i maskestørrelsen.

Et SELTRA panel, f. eks 180 mm vil kunne sikre en god selektion af torsk samtidig med at størstedelen af fangsten af jomfruhummer, fladfisk og havtasker beholdes. I fiskerier hvor disse arter udgår en væsentlig del af den samlede fangstværdi vil et SELTRA panel med en givet maskestørrelse være oplagt redskabsvalg. Et SELTRA panel vil ikke være velegnet i et fiskeri efter sej, kuller, hvilling og kulmule hvor der tilstræbes en effektiv selektion af torsk, herunder også store torsk. Sej, kuller, hvilling og kulmule betjener sig alle mere aktivt af et SELTRA panel end torsk.

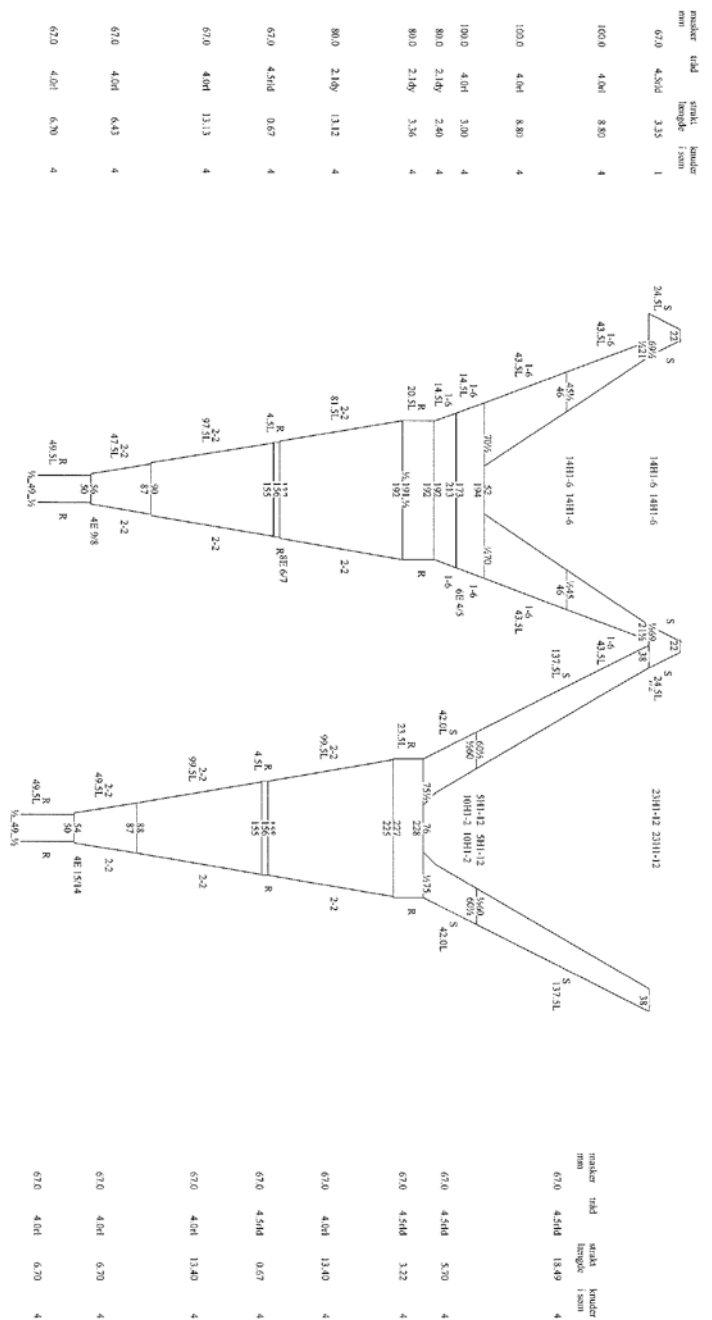
Et SELTRA panel vil kunne muliggøre anvendelse af relative små masker i selve fangstposen som det krævers for at opretholde en høj fangsteffektivitet på jomfruhummer idet SELTRA panelet vil kunne sikre en høj selektion af torskefisk relativt uafhængigt af fangstposens maskestørrelse. Et SELTRA panel med en maskestørrelse på 180 mm, tilsvarende panelet der er anvendt i nærværende forsøg, implementeres i Kattegat fra 1/7 2011 med henblik på at reducerer fangsten af torsk mest mulig under hensyntagen til økonomien i fiskeriet der primært udgøres af jomfruhummer og fladfisk.

Referencer

- Beutel, D., Skrobe, L., Castro, K., P. Ruhle, P.Sr., Ruhle, P.Jr., O'Grady, J., and Knight, J., 2008. Bycatch reduction in the Northeast USA directed haddock bottom trawl fishery. *Fisheries Research* 94: 190–198.
- Chosid, D. M., Pol, M., Szymanski, M., Ribas, L., and Moth-Poulsen, T., 2008. Diel variation within the species selective “Topless” trawl net. *Journal of Ocean Technology*. Vol. 3, No. 2.
- Coull, D. A., Jermyn, A.S., Newton, A.W., Henderson, G.I., Hall, W.B., 1989. Length/weight relationships for 88 species of fish encountered in the North East Atlantic. *Scott. Fish. Res. report no. 43/89*.
- Ferro, R. S. T., Jones, E. G., Kynoch, R. J., Fryer, R. J., and Buckett, B-E., 2007. Separating species using a horizontal panel in the Scottish North Sea whitefish fishery. *ICES Journal of Marine Science*, 64: 1543–1550.
- Frandsen, R.P., Herrmann, B., Madsen, N., 2010. A simulation-based attempt to quantify the morphological component of size selection of *Nephrops norvegicus* in trawl codends. *Fish. Res.* 101, 156–167.
- Herrmann, B., Krag, L. A., Frandsen, R. P., Madsen, N., Lundgren, B., Stæhr, K-J., 2009. Prediction of selectivity from morphological conditions: Methodology and a case study on cod (*Gadus morhua*). *Fish. Res.* 97: 59-71.
- ICES. 2010. Report of the ICES Advisory Committee 2010. ICES Advice, 2009. Book 6, 326 pp.
- Krag, L. A., Holst, R., Madsen, N., 2009. A study of vertical distribution of fish in the aft end of a demersal trawl. *ICES J. Mar. Sci.*, 772–777.
- Krag, L. A., Holst, R., Madsen, N., Kurt Hansen, Rikke Frandsen, 2010. Selective haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) trawling – avoiding cod (*Gadus morhua*) bycatch. *Fish. Res.* 101, 20-26.
- Krag, L. A og Madsen, N., 2010. Test og demonstration af en selektiv topløs trawl. Rapport til Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri, pp. 22.

- Madsen, N., Moth-Poulsen, T., Holst, R., and Wileman, D., 1999. Selectivity experiments with escape windows in the North Sea *Nephrops* (*Nephrops norvegicus*) trawl fishery. Fisheries Research, 42: 167–181.
- Madsen, N. , Frandsen, R.P., Holst, R., Krag, L.A., 2010. Development of new concepts for escape windows to minimise cod catches in Norway lobster fisheries. Fish. Res. 103, 25-29.
- Mieske, B., 2009a. Untersuchungen zur Verringerung der Dorschbeifänge in der Flunderfischerei mit dem im Oberblatt reduzierten Grundschieppnetz TL41/24. 2009. pp. 15.
- Mieske, B., 2009b. Erprobung des im Oberblatt reduzierten Plattfischgrundschieppnetzes TL 41/24 im Vergleich zum in der Fischerei gebräuchlichen Kuttergrundschieppnetz TV280/60. 2009, pp. 15.
- Mieske, B., 2009c. Erprobung des im Oberblatt reduzierten Plattfischgrundschieppnetzes TL 41/24 im Vergleich zum in der Fischerei gebräuchlichen Kuttergrundschieppnetz TV300/60. 2009, pp. 25.
- Pol, M. V., Carr, H. A., and Ribas, L. R., 2003. Groundfish trawl nets designed to reduce the catch of Atlantic cod (*Gadus morhua*). Report, Northeast Consortium, Durham, NH.
- Revill, R., Dunlin, G., and Holst, R., 2006. Selective properties of the cutaway trawl and several other commercial trawls used in the Farns Deep North Sea *Nephrops* fishery. Fisheries Research, 81: 269–275
- Thomsen, B., 1993. Selective flatfish trawling. ICES Marine Science Symposium, 196: 161–164.
- Thorsteinsson, G., 1986. On the behaviour of *Nephrops* against bottom trawls as observed with an underwater TV. ICES CM/B:45.

Appendix A. Design tegning af standardredskabet.





HG 350 Luna

Trawl : Combitrawl

Type : Hummer-Fiskertrawl

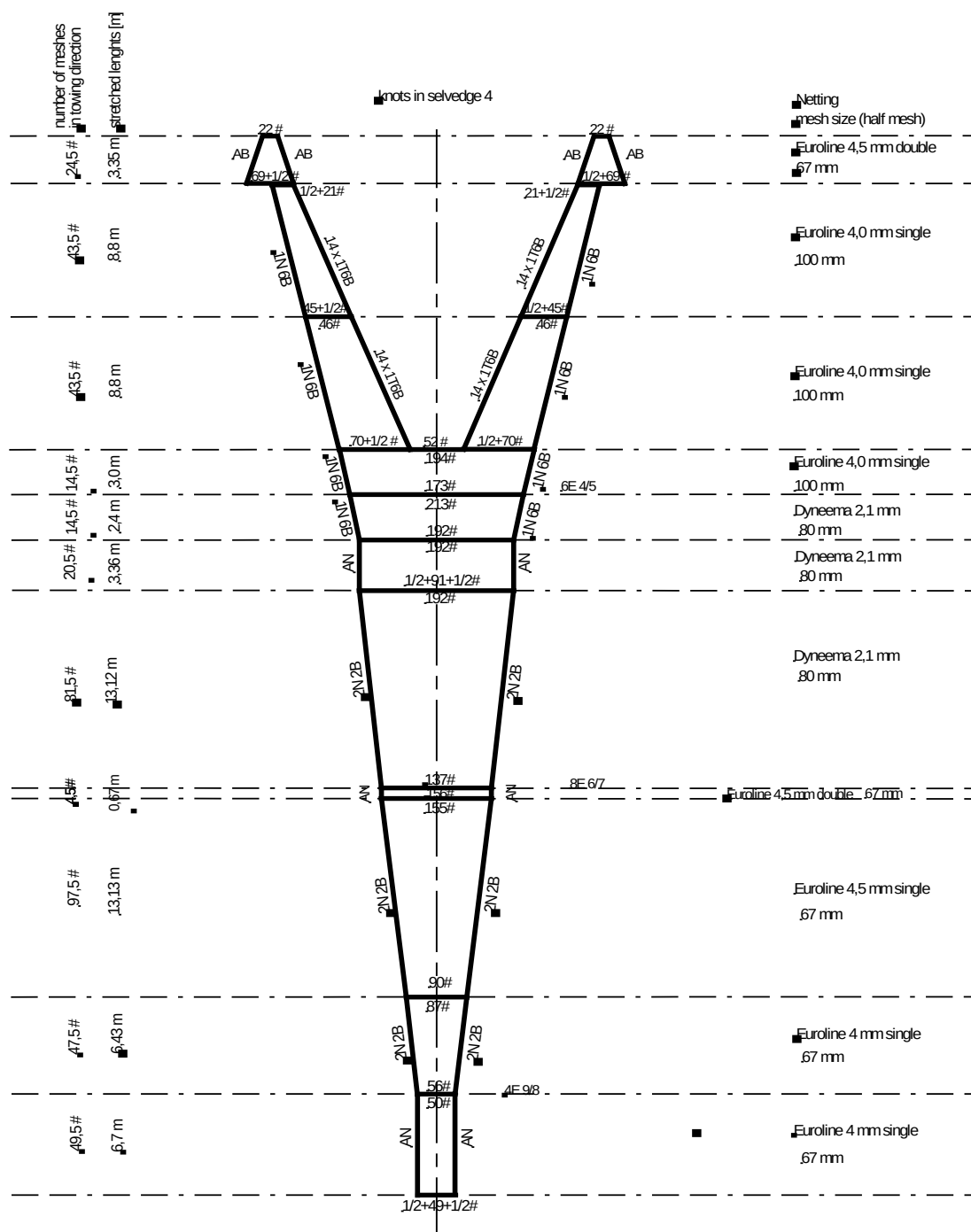
Skit : HG 350 Luna

Fil : HG 350 Luna trawle fra Åsacif

Dato : 07/12-2009 Design : T.G.

Appendix B. Standard redskabets øvre del.

Combitrawl HG 350 Luna: upper panel and wing tips/ Design: T.G.



Appendix C. Teknisk tegning af anvendte topløse design. Topløst design i redskabets øvre del. Hele overvingen og taget er fjernet.

Toplesstrawl 71m/66m : upper panel / Design: K.H.

based on the Combitrawl HG 350 Luna 56m/66m / Design: T.G.

