



Aqua reports 2024:1

Sekretariatet för selektivt fiske

– rapportering av 2022 års verksamhet

Linnea Morgan och Mikael Ovegård



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för akvatiska resurser

Sekretariatet för selektivt fiske – rapportering av 2022 års verksamhet

Secretariat for selective fishing – Reporting of 2022s projects

Linnea Morgan, <https://orcid.org/0009-0000-2427-7205>,
Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för akvatiska resurser

Mikael Ovegård, <https://orcid.org/0000-0002-4790-6526>,
Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för akvatiska resurser

Rapportens innehåll har granskats av:

Daniel Valentinsson, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för akvatiska resurser
Joakim Hjelm, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för akvatiska resurser
Johan Lövgren, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för akvatiska resurser
Hans C Nilsson, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för akvatiska resurser

Finansiär: Havs- och vattenmyndigheten, Dnr 983-2022 (SLU-ID: 2022.4.2.114)

Rapporten har tagits fram på uppdrag av Havs- och vattenmyndigheten. Rapportförfattarna ansvarar för innehållet och slutsatserna i rapporten. Rapportens innehåll innebär inte något ställningstagande från uppdragsgivarens sida.

Rekommenderad citering: Morgan, L., Ovegård, M. (2024). Sekretariat för selektivt fiske – rapportering av 2022 års verksamhet. Aqua reports 2024:1. Uppsala: Institutionen för akvatiska resurser. <https://doi.org/10.54612/a.3h2q925a24>

Publikationsansvarig: Noél Holmgren, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för akvatiska resurser

Redaktör: Stefan Larsson, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för akvatiska resurser

Utgivare: Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser

Utgivningsår: 2024

Utgivningsort: Uppsala

Illustration framsida: Bild av GG39 Rossö med Ekko tråldörrar. Foto: Smári Jósafatsson

Upphovsrätt: Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.

Serietitel: Aqua reports

Delnummer i serien: 2024:1

ISBN (elektronisk version): 978-91-8046-712-4

DOI: <https://doi.org/10.54612/a.3h2q925a24>

Nyckelord: fiske, redskapsutveckling, selektivt fiske, selektiva och skonsamma redskap, yrkesfiske, trål, Excluder, tobis, nordsjön, havskräfta, torsk, rödspätta, rist, SELTRA, Kattegatt, Skagerrak, low impact trawling, semipelagiska trålbord

Sammanfattning

Under 2022 genomförde sekretariatet för selektivt fiske, vid institutionen för akvatiska resurser (SLU Aqua) tillsammans med svenskt yrkesfiske, 3 projekt inom ramen för regeringsuppdraget selektivt fiske. SLU Aqua har sedan 2014, på uppdrag av Havs- och vattenmyndigheten (HaV), inrättat ett sekretariat som administrerat och drivit en lång rad projekt grundade i fiskenäringens anpassningsbehov till ett förändrat regelverk. Den övergripande målsättningen för alla projekt inom selektivt fiske är att underlätta införandet av den landningsskyldighet som sedan 2015 införts i och med den senaste reformen av EU:s gemensamma fiskeripolitik, samt att utveckla mer skonsamma fiskemetoder. Projekten syftade därför till att minska oönskad fångst i svenskt fiske antingen genom att utveckla befintliga fiskemetoder (framförallt inom trålfiske) eller genom att utveckla alternativa fiskemetoder (främst passiva redskap såsom fällor och burar), och att minska bottenpåverkan och energiförbrukning vid trålfiske. De tre projekt som utfördes under 2022 var:

1. "Reduktion av oönskad fångst med Excluder i tobisfisket, fas 2"
2. "Förenklad design av storleksselekerande kräftstrål"
3. Utveckling av ett skonsamt demersalt trålfiske LIT (Low Impact Trawling), fas 3"

Projekten genomfördes genom att förslag togs fram gemensamt av näringen och SLU Aqua utifrån fiskets uttryckliga behov och idéer. Projektförslagen prioriterades och beslutades av en särskild styrgrupp bestående av representanter för HaV och Jordbruksverket, varefter SLU Aqua upphandlade utförare och agerade projektledare för respektive projekt. Vinnande part ansvarade sedan för att anskaffa och utveckla respektive projektidé enligt projektplanen med stöd från Aqua:s sekretariat.

De olika projekten avslutades genom en vetenskaplig utvärdering, där personal från SLU Aqua deltog i ett experimentellt fiske. I detta avslutande fiske utvärderades de relevanta delarna av det nyutvecklade redskapets egenskaper (fångsteffektivitet, selektivitet, bränsleförbrukning, etc.) dokumenterades och analyserades vetenskapligt under kommersiella fiskeförhållanden.

Summary

During 2022, the secretariat for selective fishing at the Department of Aquatic Resources (SLU Aqua) along with Swedish commercial fisheries, completed three projects under the government assignment on selective fishing. Since 2014, SLU Aqua, on behalf of the Swedish Agency for Marine and Water Management (SwAM), has driven a secretariat to administrate and drive a long list of projects based on the fishery industry's need to adapt to changed legislation. The overarching goal for all projects within selective fishing is to help with the implementation of the landing obligation, which was introduced in 2014 as a part of the reform to EU's Common Fisheries Policy, as well as to develop more gentle fishing methods. The projects therefore aim to decrease the amount of unwanted catch in Swedish fisheries by further developing existing fishing methods (mostly within trawl fisheries) or through the development of alternative fishing methods (mainly passive gears like pots and creels), as well as to decrease the impacts on the seafloor by trawl fisheries. The three projects that were performed in 2022 were:

1. "Reduction of unwanted catch with the Excluder in the sand eel fishery, phase 2"

2. “Simplified design of a size selective Norwegian lobster grid trawl”
3. “Development of a gentle demersal trawl fishery LIT (Low Impact Trawling), phase 3”

The projects were done by suggestions being drawn up jointly by SLU Aqua and the industry based on the fishery’s needs and ideas. The project proposals were prioritized and decided on by a group at SwAM and the Swedish Board of Agriculture, after which SLU Aqua procured contractors and acted as project leader. The winning party was then responsible for acquiring and developing each project idea according to the project plan with support from the secretariat.

The projects were concluded through a scientific evaluation where personnel from SLU Aqua participated in test fishing where the new gears’ catch properties were documented and analyzed under commercial fishing conditions.

Innehållsförteckning

1. Bakgrund selektivt fiske	7
2. Reduktion av oönskad fångst med Excluder i tobisfisket, fas 2	9
2.1. Introduktion	9
2.2. Material och metoder	10
2.2.1. Redskap och fartyg	10
2.2.2. Geografiskt område och fiskemetod	12
2.2.3. Fångstdata	13
2.2.4. Undervattensvideo	14
2.3. Resultat	15
2.3.1. Fångstdata	15
2.3.2. Videoanalys	19
2.4. Diskussion	22
2.5. Förslag på fortsatt utveckling och utvärdering	24
2.6. Referenser	25
3. Förenklad design av storleksselekerande kräfristtrål	28
3.1. Introduktion	28
3.2. Material och Metoder	29
3.2.1. Fartyg och Redskap	29
3.2.2. Självprovtagning	30
3.2.3. Vetenskaplig utvärdering	30
3.2.4. Analys	32
3.3. Resultat	33
3.3.1. Självprovtagning	33
3.3.2. Vetenskaplig utvärdering	34
3.4. Diskussion	42
3.5. Fortsatt utveckling	45
3.6. Referenser	46
4. Utveckling av ett skonsammare bottentrålfiske LIT (Low Impact Trawling), fas 3	48
4.1. Introduktion	48
4.2. Material och Metoder	51
4.2.1. Självprovtagning	51

4.2.2.	Vetenskaplig Utvärdering.....	51
4.3.	Resultat och diskussion.....	53
4.4.	Fortsatt utveckling	56
4.5.	Referenser	57

1. Bakgrund selektivt fiske

Den 13 juli 2011 presenterade den Europeiska kommissionen ett förslag till en reviderad gemensam fiskeripolitik (GFP). Förhandlingarna slutfördes under 2013 då den nu gällande s.k. grundförordningen beslutades (Europeiska parlamentets och Rådets förordning (EU) 1380/2013). Den gällande GFP:ns övergripande målsättningar är att fiskeripolitiken ska säkerställa att fiske- och vattenbruksverksamheterna är miljömässigt hållbara på lång sikt och förvaltas på ett sätt som är förenligt med målen om att uppnå nytta i ekonomiskt, socialt och sysselsättningshänseende samt att bidra till att trygga livsmedelsförsörjningen.

Andra viktiga komponenter är bl.a. en flerårig ekosystembaserad förvaltning och ett uttalat krav att alla bestånd skall fiskas i enlighet med maximal hållbar avkastning (MSY) senast 2020. Dessutom har en skyldighet att landa alla fångster av arter som omfattas av fångstbegränsningar (kvoter) införts. Utkast av fisk, alltså att fångade fiskar av olika skäl kastas åter i vattnet motverkar långsiktigt hållbart nyttjande av havets biologiska resurser. Landningsskyldigheten innebär att alla fångster av kvoterade arter ska registreras samt tas i land och räknas av från kvoterna. Landningsskyldigheten syftar till att eliminera utkast genom att via ekonomiska incitament driva utvecklingen mot ett mer selektivt fiske och leda till pålitligare fångststoppgifter. Selektivt fiske innebär enkelt uttryckt ett fiske som fångar rätt arter av rätt storlek vid rätt plats och rätt tidpunkt, och att oönskade fångster lämnas kvar i havet. Landningsskyldigheten har införts stegvis mellan 2015 och 2019 för det kommersiella fisket i EU:s fiskeflottor. Först ut var fisket i Östersjön och fisken efter pelagiska arter i alla vatten, där landningsskyldigheten infördes 1 januari 2015. För Västerhavet har landningsskyldigheten införts gradvis mellan 2016 och 2019. Sedan 2019 gäller alltså landningsskyldighet för alla kvoterade arter.

Det finns vidare vissa möjligheter till undantag från landningsskyldigheten. Dessa undantag är relaterade till om fiskemetoden möjliggör att en art kan återutsättas med hög överlevnad, om arten är fredad eller om de oönskade fångsterna av en art i ett givet fiskeri är av mindre betydelse (s.k. de minimisundantag; dock högst 5 %). Möjligheterna till undantag från landningsskyldigheten har utnyttjats flitigt av de regionala grupperna vilket fått till följd att alla fisken/bestånd som tidigare

kännetecknades av stora utkastproblem nu har ett eller flera undantag från landningsskyldigheten.

För att stimulera utvecklingen av selektivt fiske och därmed underlätta för yrkesfisket att anpassa sig till landningsskyldighetens krav driver SLU Aqua sekretariatet för selektivt fiske sedan 2014 på uppdrag av Havs- och vattenmyndigheten (HaV). Satsningen, som härrört från regeringen, syftar främst till att underlätta genomförandet av landningsskyldigheten genom utveckling av selektiva fiskeredskap i syfte att minska mängden oönskad fångst. HaVs uppdrag till SLU Aqua om att inrätta och driva sekretariatet för selektivt fiske syftar främst till att hjälpa yrkesfisket att formulera sina behov och idéer i projektform genom ett brett samverkansförfarande. En styrgrupp vid HaV bestående av representanter för HaV och Jordbruksverket beslutar sedan om vilka av de projekt som sekretariatet med bas i fiskets projektidéer tagit fram, som skall beviljas medel i enlighet med styrgruppens prioriteringar. Sekretariatet för selektivt fiske upphandlar sedan utförare av de beviljade projekten, som alla avslutas med en vetenskaplig utvärdering av SLU:s sekretariat.

Syftet med denna projektrapport är att relativt lättillgängligt återrapportera och kommunicera resultaten av 2022 års arbete inom HaVs uppdrag för selektivt fiske så att de kan användas inom fiskeriförvaltningen i Sverige. Liknande årliga avrapporteringar av tidigare verksamhet för åren 2014 till 2021, samt en fördjupad utvärdering i form av de första årens verksamhet och utfall (2014-2017) finns tillgängliga på sekretariatets hemsida: <https://www.slu.se/institutioner/akvatiska-resurser/forskning/hallbart-fiske/selektivt-och-skonsamt-fiske/sekretariatet/#share-box-header>.

2. Reduktion av oönskad fångst med Excluder i tobisfisket, fas 2

2.1. Introduktion

Tobisfiskar (*Ammodytes sp.*) är vanligt förekommande i nordostatlanten, Nordsjön, Skagerrak och Kattegatt, men finns också i stora delar av Östersjön. De är ett släkte relativt kortlivade fiskar (upp till ca 7 år) som når en längd av maximalt 25 cm (FishBase u.å.). Tobis lever normalt på 10 till 150 m djup, främst där havsbotten består av sand, där de gräver ner sig i substratet när det är mörkt under hösten och vintern, men även på nattid under sommarhalvåret (Macer 1966; Wright *et al.* 2000). När det blir ljus på dagtid, under sommarhalvåret, finns tobisen ofta pelagiskt för födosök och kan då bilda stora stim (Winslade 1974). Tobis äter mest djurplankton och är en viktig födokälla för toppredatorer som olika rovfiskar, marina däggdjur, och fåglar (Thompson *et al.* 2007; Cury *et al.* 2007; ICES 2017). På grund av tobisens betydelse som födoresurs, så kan risken för överexploatering av tobispopulationerna via industrifisket vara betydande, ur ett bredare ekosystemperspektiv (Smith *et al.* 2011; Dickey-Collas *et al.* 2013).

Tobisfisket är ett industrifiske, där fångsten används till tillverkning av fiskmjöl och fiskolja (Pike & Jackson 2010; ICES 2021). Tobisfisket börjar i april och pågår under våren och sommaren och utförs av större fiskefartyg, som normalt kategoriseras som den pelagiska fiskeflottan. Dock sker tobisfisket oftast med bottentrålar. Tillgången (och fångsten) av tobis kan variera mycket eftersom rekryteringen varierar kraftigt mellan år, vilket ger stora skillnader i kvoter. Sedan 2012 har de totala årliga fångsterna varierat mellan 9 838 och 247 411 ton i Nordsjön (ICES 2022). Sveriges andel av tobisfisket i Nordsjön är dock betydligt mindre än de två huvudaktörerna Danmarks och Norge, som landar den större delen av den tobis som fångas i Nordsjön (ICES 2021). Sveriges lilla kvotandel är dock något missvisande eftersom ett betydande svenskt tobisfiske sker via svenskägda danskregistrerade fartyg som således fiskar på dansk kvot.

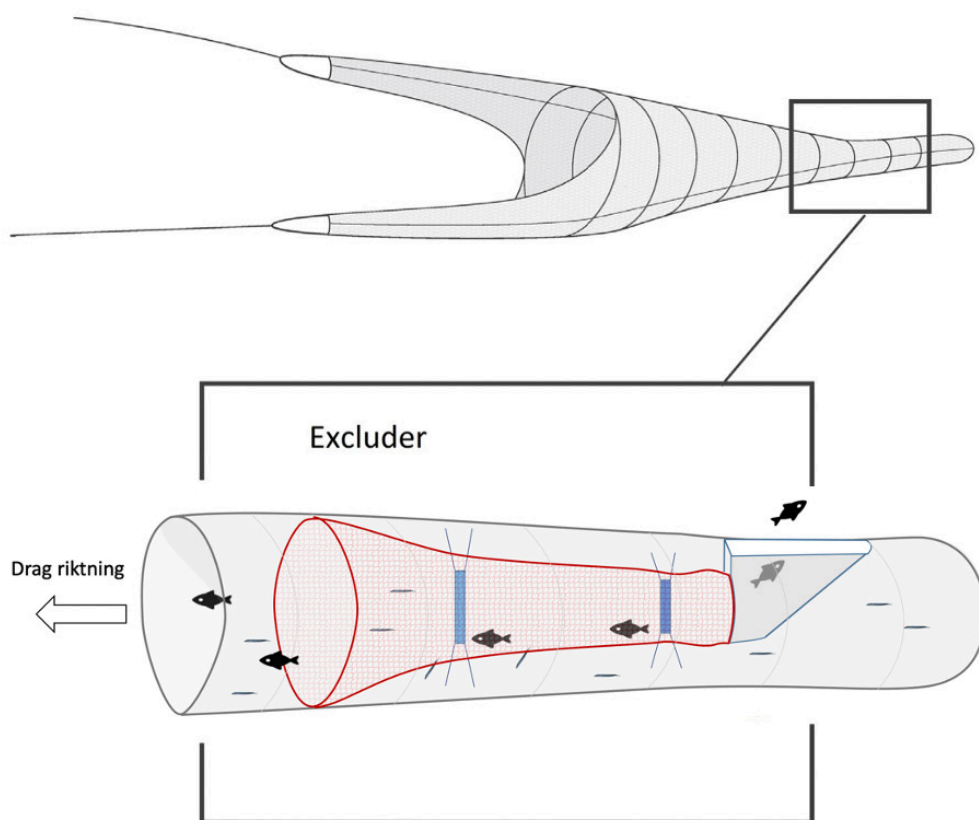
Tobisfisket är ett relativt rent fiske där bifångsterna procentuellt är relativt beskedliga (vanligtvis under 2 %; ICES 2017). Eftersom fångstvolymerna i fisket ofta är stora, kan dock även en låg bifångstandel innebära relativt stora bifångster sett till totalvikt och antal. De bifångstarter som är vanligt förekommande är både icke-kvoterade arter som knot (*Eutrigla garnardus*) och kvoterade arter som sill (*Clupea harengus*), makrill (*Scomber scombrus*), vitling (*Merlangius merlangus*) och kolja (*Melanogrammus aeglefinus*) (Ovegård 2022). Även om bifångsten är liten andelsmässigt, så anser fisket att det är ett problem, och något de vill minimera eftersom de vill undvika att behöva använda kvoter till att täcka bifångster av kvoterade arter, då de får sämre betalt för dessa arter under tobisfisket jämfört med om det hade fångats i konsumtionsfisket. Dessutom innebär landningsskyldigheten att fisket rent juridiskt måste ombesörja att det finns kvoter kvar för att kunna hantera samtliga fångster av kvoterade arter.

Detta projekt om reduktion av oönskad bifångst i tobisfisket bygger vidare på 2021-års projekt (Ovegård 2022), som jämförde bifångster i en trål med Excluder med en trål utan Excluder genom ett försöksupplägg med alternerande hal. Båda projekten har initierats av Swedish Pelagic Federation Producentorganisation (SPF) som kontaktat sekretariatet för selektivt fiske för att testa en lösning för att minska bifångsten av större oönskade arter. Det har tidigare visat sig att Excludern fungerar bra för att minska fångst av oönskade arter som är större än målarten (Eigaard *et al.* 2021). I 2021-års projekt sågs en stor minskning av bifångst av stor fisk, samt gjordes kvalitativa observationer på funktionen av Excludern genom videoanalys (Ovegård 2022). Detta projekt syftade till att bygga vidare på föregående projekt genom att dokumentera och kvantifiera tapp av tobis och utsortering av bifångstarter igenom flyktöppningen via videoanalys.

2.2. Material och metoder

2.2.1. Redskap och fartyg

”The Excluder” är en relativt ny selektionslösning för trålar. Excludern är en helt nätbaserad och därmed flexibel konstruktion, till skillnad från rister som är gjorda av hårda material som plast eller metall (Eigaard *et al.* 2021). Detta gör att Excludern är ett attraktivt alternativ till rist eftersom säkerheten förbättras och hanteringen av redskapet förenklas. Excludern fungerar genom att ha en inre selektionstunnel där målarten, som är av en mindre storlek, kan passera ut genom selektionsnätet i tunneln för att sedan hamna i den yttre trålpåsen (figur 2.1). Oönskade arter, som är av en större storlek, passerar igenom selektionstunneln och sedan ut ur trålen igenom flyktöppningen (Ovegård 2022).



Figur 2.1. Schematisk skiss som visar var i trålen som Excludern är monterad och hur det är tänkt att den ska fungera. Den inre röda tunneln representerar selektionstunneln tillverkad av fyrkantmaska med de centralt monterade blå seglen. Flyktöppningen, till höger i bild, pekar uppåt. Bilden är modifierad från Eigaard et al. (2021) och Ovegård (2022).

Den variant av Excluder som användes under innevarande redskapsförsök var tillverkad av Cosmos Trawl (Skagen, Danmark), och bestod av ett ca 30 m långt förlängningsstycke med en ytterduk tillverkad av 20 mm diagonalmaska. Den inre selektionstunneln var 23,5 m lång och tillverkad av fyrkantmaska med en maskstorlek på 67-68 mm. Inne i selektionstunneln satt två kvadratiska segel tillverkade av blå polyesterpresenning. Syftet med dessa segel var att bromsa vattenflödet och tvinga fångsten inne i selektionstunneln ut mot fyrkantssduken. Avståndet mellan tunnelns start och första seglet (70x70 cm) var 11,7 m, mellan seglen var det 9 m, det andra seglet var 45x45 cm. Flyktöppningen i slutet av Excludern, som var riktat uppåt, var 0,7 m bred och 3 m lång. Försöksfisket utfördes under normalt kommersiellt fiske ombord GG 505 Polar (LÖA: 61,75m, 1 211 bruttoton). Fjorton hal genomfördes mellan den 28:e april och 4:e maj 2022 med två olika trålar: Slugehals (Nordsøtrawl, Thyborøn, Danmark) och Longwing (Cosmos Trawl, Skagen, Danmark) (tabell 1). Slugehals har en öppningshöjd på ca 22 m och en spridning på ca 130 m mellan trålborden medan Longwing har en öppningshöjd på ca 32 m och en spridning på ca 140 m mellan trålborden.

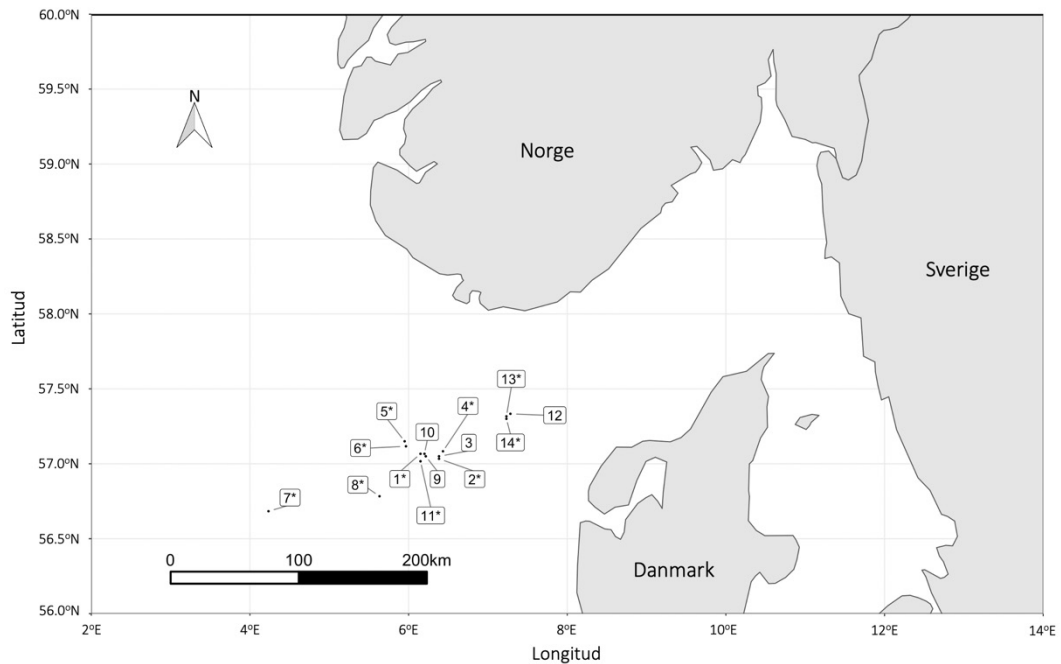
Excludern användes i alla hal. Vajerlängden varierade mellan 250 och 300 m. Trålborden som användes var av typen Thyborøn typ 22 (14 m²), och fartygets fart under trålning var 3 knop.

Tabell 2.1. Sättid, tråltid, samt kameraplacering för de 14 hal som utfördes under försöksfisket. Se figur 3 för att se en skiss på kameraplaceringarna i Excludern. För den kvantitativa videoanalysen användes video från kameraplacering 4. * Ej analyserat.

Hal	Start (Svensk tid)	Tråltid (hh:mm)	Kamera placering
1	2022-04-28 06:05	06:35	1, 4
2	2022-04-28 15:25	06:35	4
3	2022-04-29 06:30	06:37	3
4	2022-04-29 14:30	07:00	4
5	2022-04-30 05:55	08:10	3, 4
6	2022-04-30 15:35	05:49	4
7	2022-05-01 06:40	06:20	3, 4, hugget
8	2022-05-01 17:55	03:12	4
9	2022-05-02 10:45	07:50	4*
10	2022-05-02 19:35	02:13	-
11	2022-05-03 05:55	02:45	2, 4
12	2022-05-03 19:05	02:25	-
13	2022-05-04 06:15	05:08	2, 4
14	2022-05-04 12:42	06:13	4

2.2.2. Geografiskt område och fiskemetod

Försöksfisket utfördes i centrala Nordsjön, i ICES områden 4.a och 4.b (figur 2.2). Fisket utförs vanligtvis genom att trålen dras längs med sandbankar tills änden av banken är nådd, sedan lyfts trålen från botten och fartyget vänder runt för att sedan sänka trålen igen för att fortsätta halet i motsatt riktning. Under innevarande försök, bedrevs fisket på relativt grunt vatten, från 44 m till 82 m djup. Totalt genomfördes 76,9 timmar trålning, där de individuella halen varierade i längd från ca 2 timmar till drygt 8 timmar (tabell 2.1).



Figur 2.2. Karta som visar startpositionerna för de 14 hal som utfördes under provfisket. De positioner markerade med * visar från vilka hal undervattensvideo analyserades.

2.2.3. Fångstdata

Fångsten pumpades ombord via ett galler (vattenavskiljare) för att sedan transporteras till förvaringstankarna. Under varje hal togs stickprov på ca 3 kg av fångsten vid vattenavskiljaren var 30 – 60 sekund fram till dess att pumpningen avslutades. All fångst i stickproven sorterades till art och vägdes. Alla individer av bifångstarter i stickproven mättes och vägdes (förutom sill i hal 8 och 13 där ett mindre delprov togs från stickproven för analys; tabell 2.2). Efter det att tobisen var utsorterad från övriga arter i stickprovet, togs ett mindre delprov av tobis (1,42 till 4,77 kg; 69 till 200 individer) för längdmätning. Tobisen längdmättes i halvcentimetersklasser och bifångstarterna i helcentimetersklasser. Totalvikt och antal av varje bifångstart per hal räknades upp baserat på proportionen i stickprovet och i relation till den totala fångstmängden.

Tabell 2.2. Mängd bifångst per art i stickproven (kg), mängd bifångst mätt (kg), och total vikt på stickproven.

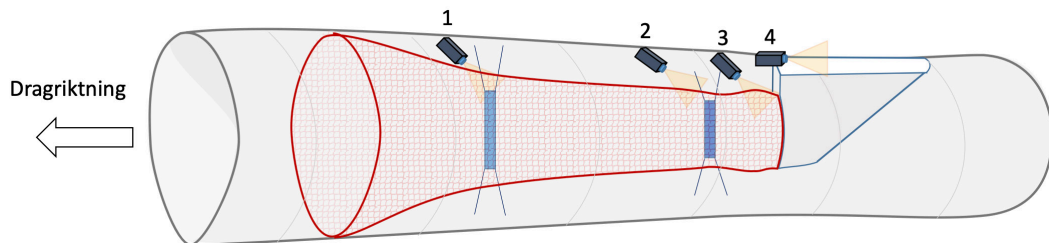
Hal	Art	Kg i stickprov	Kg mätt	Totalt stickprov (kg)
1	Makrill	0,05	0,05	32,00
2	Makrill	1,13	1,13	44,00
2	Sill	2,66	2,66	44,00
3	Makrill	0,16	0,16	43,00
3	Knot	0,07	0,07	43,00
3	Vitling	0,21	0,21	43,00
4	Makrill	0,39	0,39	51,00
4	Sill	1,5	1,5	51,00
4	Vitling	0,23	0,23	51,00
6	Makrill	0,05	0,05	23,00
7	Vitling	0,67	0,67	33,00
7	Torsk	0,002	0,002	1,40
8	Sill	10,84	5,04	27,00
12	Sill	5,07	5,07	20,00
13	Sill	11	3,17	73,00
14	Sill	1,06	1,06	95,00

2.2.4. Undervattensvideo

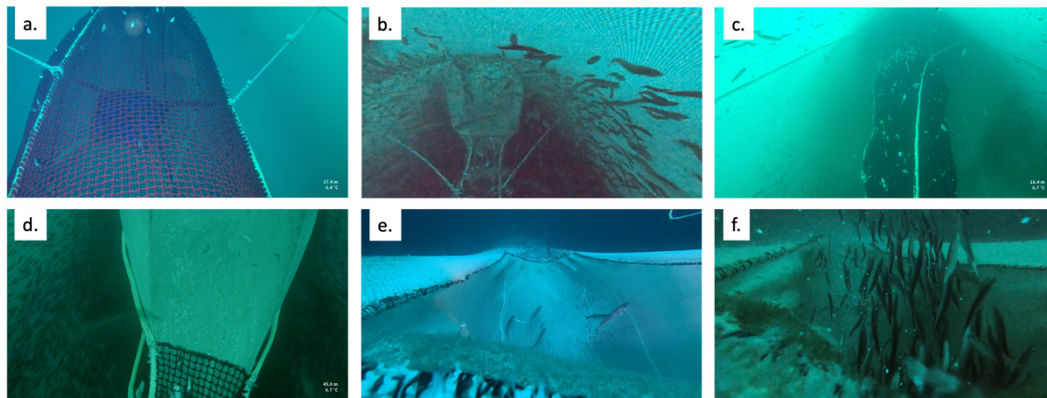
För att bygga vidare på 2021-års projekt, så användes flera undervattenskameror samtidigt (GoPro Hero 7 Black i specialbyggda undervattenshus samt Paralenz Vaquita) för att estimeras tappet av tobis och mängden bifångst som passerade ut genom flyktöppningen. Video användes också för kvalitativ analys för att observera var selektion av tobis skedde i selektionstunneln, hur Excludern höll formen i vattnet, samt hur vattenflödet såg ut i selektionstunneln. Kamerorna monterades på 4 olika positioner i Excludern (figur 2.3) med och utan extern belysning (Big Blue, modell AL2600XWP ”Black Molly”). Inspelad video från kameraposition 4 (”flyktöppningen”, figur 2.3 och 2.4e/f) analyserades med QuickTime Player (Version 10.5 för Mac), där nio minutlånga stickprov togs från varje hal, i de hal där det fanns video för hela halet (hal 9 hade inte komplett video; se tabell 2.1). Tidpunkterna för stickproven fördelades med jämnt mellanrum med startpunkten en timme från videostart och slutpunkten en timme från slutet av videon. Detta gjordes för att se till att videosekvenser från när trålen var på väg upp eller ner inte användes. Det fanns dock vissa undantag där det var för mörkt, för dålig sikt, eller när Excludern inte var helt uppspänd och kameran då visade en dålig vinkel där hela flyktöppningen inte syntes. Då flyttades stickprovet till närmaste minuten där förhållanden var bättre och fisken som passerande ut genom flyktöppningen kunde räknas. Så långt som det var möjligt bestämdes de fiskar som passerade ut ur flyktöppningen under stickproven av videotill art och antal. Individer som inte gick att bestämma till art fick benämningen ”okänd”. Data från videoanalysen användes sedan tillsammans med fångstdata för att skatta mängden tapp av tobis och mängden utsorterad fångst. Utsorterad fångst beräknades med följande ekvation:

$$Utsorteringseffektivitet = 1 - \frac{\text{total antal i fångsten}}{\text{total antal i fångsten} + \text{total antal utsorterad}}$$

Mängd utsorterad bifångst kunde endast beräknas som antal individer och inte i vikt eftersom viktdata från bifångsten inte kunde appliceras till fiskarna som sorterades ut via flyktöppningen. Det går inte att anta att storleken av individerna i fångsten speglar individerna som tar sig ur flyktöppningen eftersom de som förekommer i fångsten troligvis är de mindre individerna av respektive art.



Figur 2.3. Skiss som visar var i Excludern kamerorna var monterade. Se figur 1 för Excluderns position i trålen.



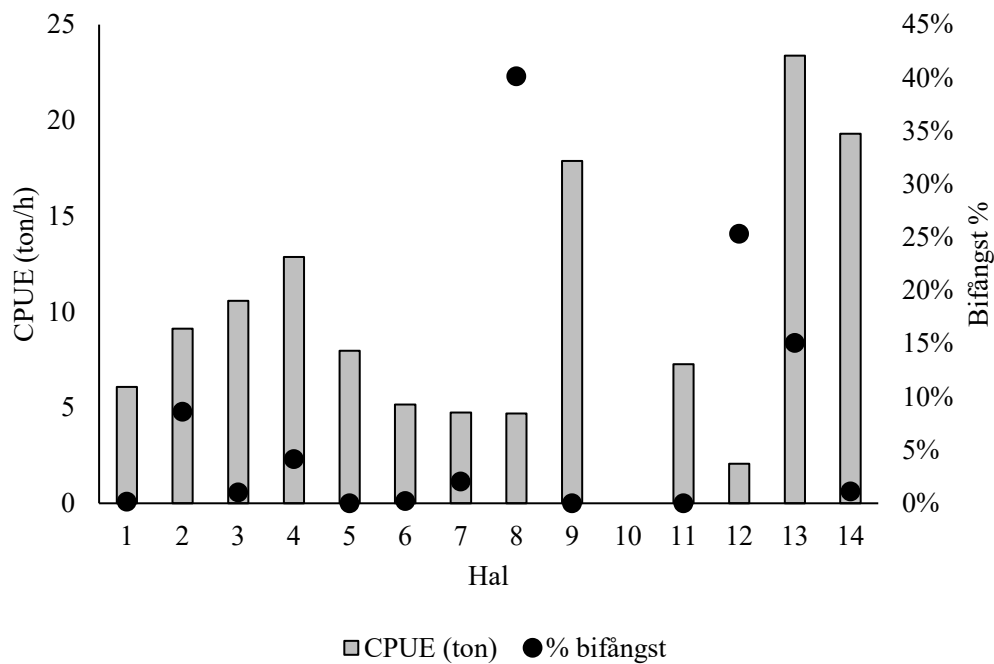
Figur 2.4. Bilder från videorna som visar de olika kameravinklarna (se figur 2.3 för kameraplaceringar). (a) kameravinkel 1, (b) kameravinkel 2, (c) kameravinkel 3 (förover), (d) kameravinkel 3 (nedåt och akteröver), (e) kameravinkel 4 när det är ett fåtal fiskar som simmar ut, och (f) kameravinkel 4 när det är mycket fisk som simmar ut.

2.3. Resultat

2.3.1. Fångstdata

Andel bifångst varierade mellan de 14 halen, från 0 % till dryga 40 %. Utöver hal 2, 8, 12 och 13 så var bifångstandelen mindre än 5 % (figur 2.5). I alla hal där det var över 1 % bifångst, dominerande sill, förutom i hal 7 där vitling var den dominerande bifångsten med totalt 609 kg i fångsten (tabell 2.3). I hal 8 var bifångsten av sill drygt 10 ton, vilket utgjorde hela 40 % av totalfångsten. I genomsnitt var bifångsten av sill ungefär 1 ton/h (figur 2.6). De andra bifångstarterna fanns i mindre volymer jämfört med sill; makrill i hal 2 och vitling i hal 7 var det enda tillfällena där bifångst av andra arter än sill förekom i mer än 1

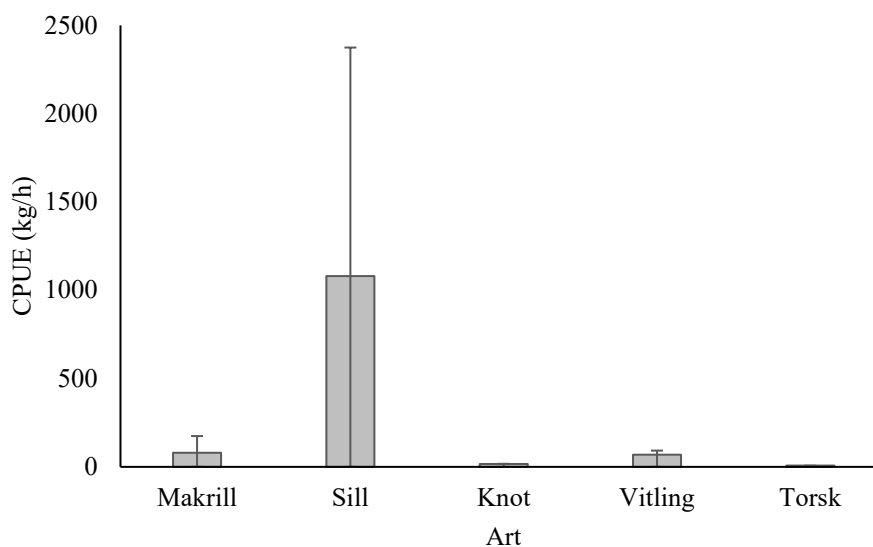
% av fångsten. Makrill och vitling hade en fångst per ansträngning på ca 80 kg/h respektive ca 68 kg/h (figur 2.6). Torsken som observerades i stickproven från hal 7 var nyligen bottenfällida juveniler med en längd av 3–4 cm (figur 2.7, tabell 2.3). Att dessa småtorskar kom med i fångsten och i stickprovet tyder på att de fanns i stora mängder i det trålade området, de var dock för små för att säkert kunna observeras på video och exluderades därmed från vidare analys av Excluderns selektivitet. Hal 5, 9 och 11 hade ingen bifångst i stickproven och ingen bifångst observerades i rännan när fångsten pumpades ombord (figur 2.5, tabell 2.3).



Figur 2.5. Total fångst per ansträngning (CPUE av alla arter gemensamt; ton/h) visas i grå staplar och procent bifångst per hal som svarta punkter. Data för hal 10 saknas på grund av dåligt väder.

Tabell 2.3. Total mängd (kg) och andel (%) bifångst av den totala fångsten. Data för hal 10 saknas på grund av dåligt väder.

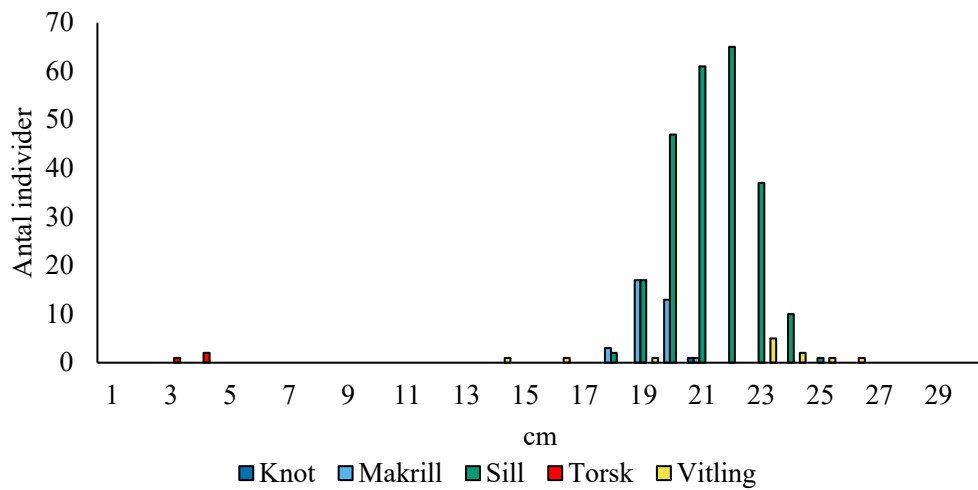
Hal	Total fångst kg	Makrill	Sill	Vitling	Knot	Torsk
1	40 000	63 (0,2 %)	-	-	-	-
2	60 000	1 541 (2,6 %)	3 627 (6,1 %)	-	-	-
3	70 000	260 (0,4 %)	-	342 (0,5 %)	114 (0,2 %)	-
4	90 000	688 (0,8 %)	2 647 (2,9 %)	406 (0,5 %)	-	-
5	65 000	-	-	-	-	-
6	30 000	65 (0,2 %)	-	-	-	-
7	30 000	-	-	609 (2,0 %)	-	43 (0,1 %)
8	30 000	-	6 022 (40,2 %)	-	-	-
9	140 000	-	-	-	-	-
10	40 000	x	x	x	x	x
11	20 000	-	-	-	-	-
12	5 000	-	1 268 (25,4 %)	-	-	-
13	120 000	-	18 082 (15,1 %)	-	-	-
14	120 000	-	1 339 (1,1 %)	-	-	-



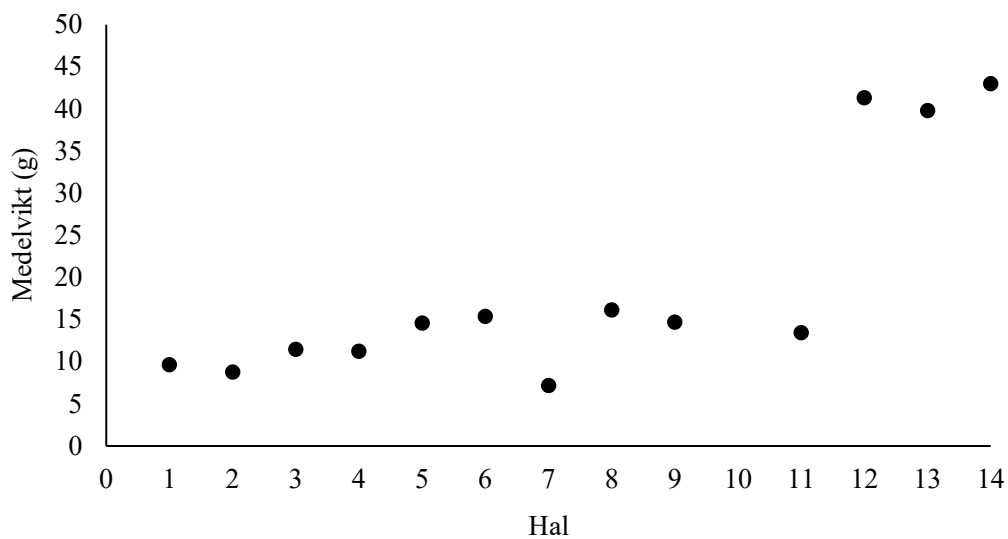
Figur 2.6. Fångst per ansträngning (kg/h) av bifångstarter. Baserat på 13 hal (74,6h aktiv tråltid) och stickprov (total 583kg) från fångst i trålpåsen. Felstaplar representerar standardfel.

Gällande storleksfördelning av bifångstarterna så var de flesta individer mellan 18 och 24 cm. Inga individer längre än 26 cm påträffades i stickproven (figur 2.7). Storleksfördelningen av tobis varierade också mellan olika hal. I hal 1 till 11 var storleken 5 till 15 g i medelvikt och de flesta individer var mellan 11 och 18 cm. I hal 12 till 14 så var medelvikten runt 40 g (figur 2.8). Längdfördelningen visade att

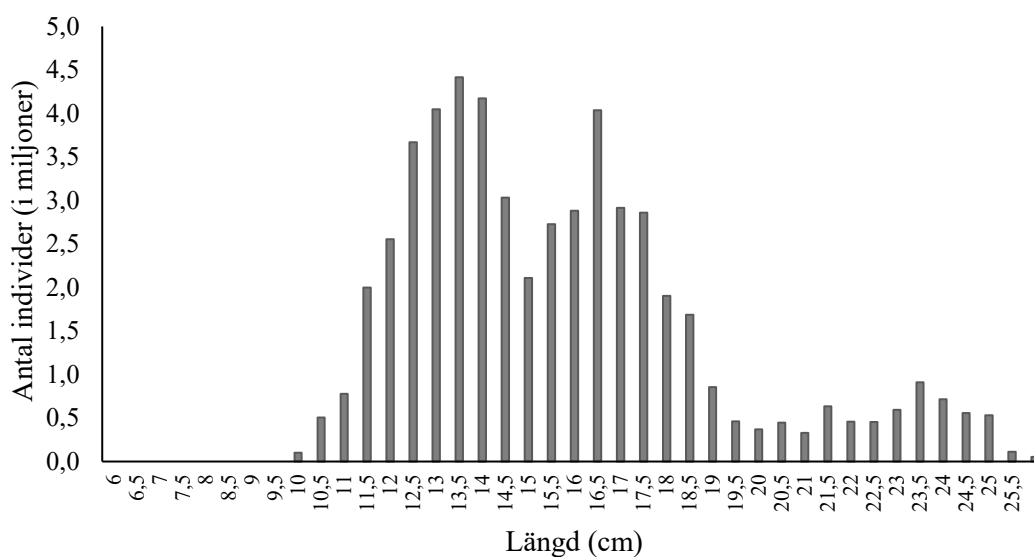
individer i hal 12 till 14 var längre i genomsnitt än tobisen i hal 1 till 11 (högersvansen i figur 2.9). De flesta individer i hal 12 till 14 var mellan 17 och 25 cm (figur 2.9).



Figur 2.7. Antal individer per längdklass av respektive bifångststart i stickproven av fångsten (total 21,4kg, 290 individer).



Figur 2.8. Medelvikten (g) av individuella tobisar i halen (hal 10 saknar data). Totalt över 13 hal mättes 31,57 kg (1931 individer) tobis från stickproven. OBS att det inte finns data för hal 10.

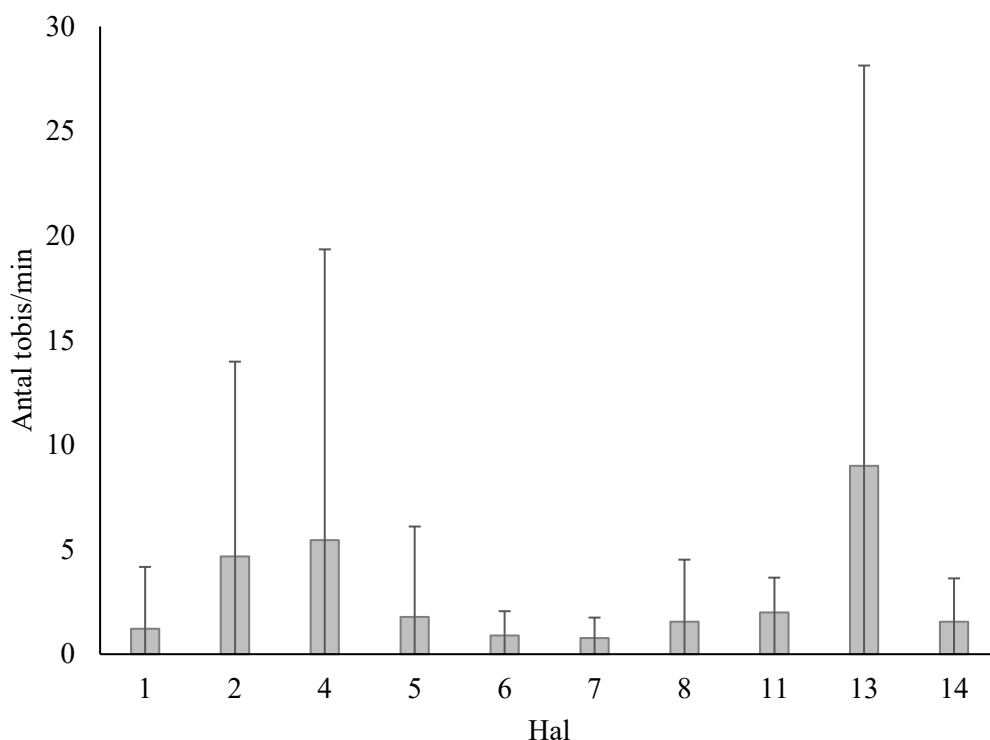


Figur 2.9. Totalt antal individer av tobis (i miljoner) per längdklass (cm) uppräknat från stickproven från halen.

2.3.2. Videoanalys

Den kvalitativa videoanalysen (kameraposition 1 till 3) visade att selektion av tobis generellt sker tidigt (långt fram) i Excludern till skillnad mot selektion av sill som generellt sker längre bak i tunneln. Dessutom så garnar (fastnar i maskorna) sill och makrill mest längre bak i Excludern. Vid de tillfällen då stora mängder sill passerade igenom trålen och Excludern observerades även stora mängder fjäll i vattnet, vilket tyder på att sillen skadats i kontakt med någon del av trålen. Överlag höll Excludern sin avsedda form genom alla hal, dock med några undantag där sektionen efter det andra seglet inte var helt uppspänd. I dessa fall noterades också ett minimalt vattenflöde efter det andra seglet, och att det periodvis fanns död fisk liggande i flyktöppningen istället för att föras ut via vattenströmmen, samt att levande fisk var tvungna att aktivt simma ut ur flyktöppningen för att komma ut. En annan observation var att under de korta perioder när Excludern inte höll sin form, så verkar det vara fler tobisar som passerade ut genom flyktöppningen (dvs. större tapp av tobis).

Tappet av målart var överlag mycket litet. Figur 2.10 visar antalet individer av tobis som simmar ur flyktöppningen per minut; hal 2, 4 och 13 var de enda hal där det var fler än 2 tobisar/min i genomsnitt som passerade ut via flyktöppningen. Sett över samtliga hal så var tobistappet mindre än 0,05 % av den totala fångsten (tabell 2.4). Hal 13 hade de största tappet med 0,05 % (11,42 kg/h) av totalfångsten på 120 ton och hal 7 det minsta tappet med 0,01 % (0,43 kg/h) av totalfångsten på 30 ton. Tabell 2.6 visar också att utsorterings effektivitet av tobis var väldigt låg (< 0,01), alltså att tappet av tobis var minimalt.



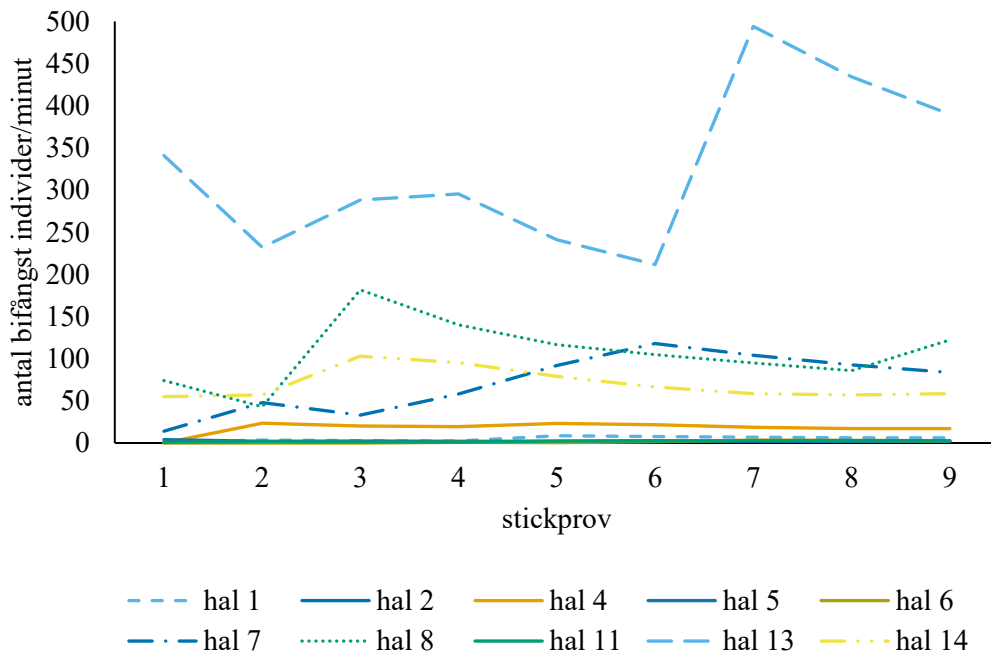
Figur 2.10. Genomsnittligt antal individer av tobis som passerade ut via flyktöppningen inom en minut (dvs. förlorad fångst). Baserat på 9 stickprov av en minut från varje hal. Felstaplar representerar standardfel.

Tabell 2.4. Estimerat tapp av tobis baserat på videoanalys och fångstdata.

Hal	Tråltid (h)	Fångst (kg)	Tobis medelvikt (kg)	Tobis tapp (kg)/h	% Tapp Tobis
1	6,58	40 000	0,01	1,16	0,02
2	6,58	60 000	0,01	4,12	0,05
4	7,00	90 000	0,01	5,70	0,04
5	8,17	65 000	0,01	2,28	0,03
6	5,82	30 000	0,02	0,55	0,01
7	6,33	30 000	0,01	0,43	0,01
8	3,20	15 000	0,02	0,77	0,02
11	2,42	20 000	0,01	1,13	0,02
13	5,13	120 000	0,04	11,47	0,05
14	6,22	120 000	0,04	3,61	0,02

För bifångstarterna var det stora skillnader mellan halen i antal individer som passerade ut genom flyktöppningen. I hal 1, 2, 4, 5 och 6 var det färre än 24 individer per minut som passerade flyktöppningen till skillnad mot i hal 7, 8, 13 och 14 som hade mellan 58 och 390 individer per minut som lämnade trålen genom flyktöppningen (figur 2.11). Det var också vissa arter som förekom i större mängder än andra, framför allt sill och kolja (tabell 2.5). Gadoider (kolja och vitling) utgjorde

den stora delen av ej artbestämda individer i hal 7. På grund av videokvaliteten och mängden av fisk som observerades i hal 7, så var det inte möjligt att följa varje fisk för att kunna artbestämma och räkna samtliga individer.



Figur 2.11. Genomsnittligt antal individer av bifångstarter som sorterar ut ur fångsten via Excluderns flyktöppning varje analyserad minut per hal baserat på ett stigande medelvärde för varje ytterligare stickprov.

Tabell 2.5. Genomsnittligt antal individer av observerade bifångstarter per timme som sorterades ut ur fångsten via Excluderns flyktöppning vid respektive hal. Medelvärdet är baserat på 9 stickprov per hal.

Art	Hal 1	Hal 2	Hal 4	Hal 5	Hal 6	Hal 7	Hal 8	Hal 11	Hal 13	Hal 14
Fjärsing	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Knot	193	120	187	-	120	23	707	7	30	13
Kolja	67	23	140	47	13	68	13	-	2 783	2 700
Makrill	-	68	20	33	20	-	-	60	983	320
Plattfisk	33	23	-	7	-	240	7	67	-	-
Sill	7	3 060	660	-	-	8	6 593	-	5 918	373
Tobis	73	315	327	107	53	45	93	120	608	93
Torsk	-	8	-	-	-	-	-	-	-	7
Vitling	7	-	-	-	7	53	7	-	83	27
Okänd	47	165	20	33	7	3 383	13	20	113	67
Total	434	3 782	1 354	227	220	3 820	7 433	274	10 518	3 600

Baserat på analysen av video och stickproven av fångsten sorterades 100 % av den fjärsing, knot, kolja, plattfisk och torsk som observerades under de hal som ingick för kvantifiering av utsorterings effektivitet ut ur trålen via Excluderns

flyktöppning. Proportionen makrill, sill och vitling som sorterades ut ur fångsten varierade mellan halen från 0 till 100 % (tabell 2.6).

Tabell 2.6. Utsorterings effektivitet per hal av de arter som förekom i fångsten och/eller i videoanalysen. Notera att video för hal 3, 9, 10, och 12 finns inte. – indikerar hal där arten inte förekom i fångsten eller på video. En hög utsorterings effektivitet (nära 1) visar att mycket sorterades ut genom flyktöppningen och en låg utsorterings effektivitet (nära 0) visar att lite sorterades ut genom flyktöppningen och följaktligen hamnade i fångsten.

Art	Hal 1	Hal 2	Hal 4	Hal 5	Hal 6	Hal 7	Hal 8	Hal 11	Hal 13	Hal 14
Fjärsing	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Knot	1	1	1	-	1	1	1	1	1	1
Kolja	1	1	1	1	1	1	1	-	1	1
Makrill	0	0,01	0,01	1	0,08	-	-	1	1	1
Plattfisk	1	1	-	1	-	1	1	1	-	-
Sill	1	0,3	1	-	-	1	0,38	-	0,82	0,10
Tobis	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Torsk	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
Vitling	1	-	0	-	1	0,06	1	-	1	1

2.4. Diskussion

Även om resultaten från detta projekt visar att Excludern i huvudsak fungerade som det var tänkt så finns det fortfarande potential för att förbättra selektiviteten i tobisfisket med Excluder. Sill förekom inte i fångsten i samma utsträckning under 2021-års projekt jämfört med detta projekt, där sill stundvis dominerade fångsten (Ovegård 2022). I de hal där det förekom stora mängder bifångst av sill var det också stora mängder sill som sorterades ut ur fångsten via flyktöppningen. Sill är, som tobisen, en stimbildande fisk. Detta beteende, mängden av sill i fångsten, och observationer av stora mängder sill i en del av de analyserade filmsekvenserna tyder på att trålen drogs genom sillstim under de hal som uppvisade stor inblandning av sill i fångsten. En möjlig lösning för att öka utsorteringen av sill kan vara att minska maskstorleken i selektionstunneln och/eller ta bort eller reducera storleken på seglen i selektionstunneln. Videoanalysen visade också att selektion av tobis sker längre fram i selektionstunneln jämfört med sill, som generellt selekterades in i fångsten längre bak i selektionstunneln. Detta kan ha med tobisens mer aktiva flyktbeteende att göra. Baserat på dessa observationer, är en potentiell lösning att korta selektionstunneln för att minska mängden sill i fångsten. Ökad andel sill som går ut genom flyktöppningen innebär dock inte per automatik ökad överlevnad hos den sill som har passerat genom trålen. Sill är en känslig fisk som har visat sig ha hög dödlighet efter passage genom en trål (Suuronen 1996). Minskad bifångst av sill genom användandet av en Excluder kan därmed potentiellt innebära ökad döld (dvs. okvantifierad och icke registrerad i form av landningar) dödlighet av sill i tobisfisket.

Stickproven av fångsten som pumpats ombord tyder på en tydlig storleksselektion av fångsten, då den största individen i stickproven var 26 cm. Den större delen av tobisfångsten var mellan 11 och 18 centimeter med medelvikt på mellan 5 och 15 gram. Men i hal 12, 13 och 14 var tobisen betydligt större med en medelvikt på 40 g per individ och längdspann mellan 17 och 25 cm. Dessa hal (12, 13 och 14) genomfördes längre österut i Nordsjön (närmare Skagerrak) än de övriga halen och det är troligt att de olika storleksfördelningarna har med geografiskt område att göra eftersom storleksfördelningen kan skilja sig mellan områden (Jensen *et al.* 2020). Storleksfördelningen som ses här tyder på att fångsten från hal 1 till och med hal 12 troligt bestod mest av ett- och två-åringar jämfört med hal 12, 13, och 14 som bestod av äldre individer (Johnsen *et al.* 2009). Det ska också noteras att en annan trål användes för dessa hal efter vajern till ena trålbordet gick av under hal 11. Vajern lagades dock provisoriskt och det är inget som skulle påverka storleksfördelningen av fångsten.

Videoanalysen visade att tappet av tobis var marginellt och att det under flera hal var en stor mängd bifångst som undveks genom att använda Excludern. Tobis är känd för att aktivt söka sig ut ur redskap (Ovegård 2022), vilket sannolikt förklarar Excluderns effektivitet i detta avseende dvs. varför tappet av tobis var såpass litet. När det gäller utsorterad bifångst, så passerade 100 % av den knot, plattfisk, kolja, torsk och fjärsing som observerades under analys av sorteringseffektivitet ut genom flyktöppningen. Dessa arter av fisk är generellt mindre känsliga än sill och såg dessutom ut att vara vid god kondition då de lämnade trålen, vilket troligen innebär att överlevnaden för denna undvikna bifångst var god.

Variationen mellan halen gällande mängden fisk som sorterats ut ur fångsten avspeglar sannolikt inte bara Excluderns effektivitet utan även den fiskade populationen och till viss del komplexiteten i videoanalysen. Eftersom det fanns betydligt mer sill i området där det fiskades under 2022 än 2021 så blev bifångsterna av sill även större under 2022. Den relativt låga andelen analyserad video, och det faktum att stimbildande arter så som sill passerar in i trålen i stora volymer i korta pulser (tillskilland från de icke stimbildande arterna som är mer jämt fördelade i rummet och därmed kommer relativt kontinuerligt fast i mindre mängder), kan även vara en bidragande orsak till variationen av medelvärdena som beräknades under videoanalysen. Variationen av andelen makrill och vitling som sorterades ut ur fångsten är sannolikt även en effekt av olika storleksstruktur på den fiskade populationen i de olika områdena. Stickproven från fångsten visade att det finns en tydlig gräns för när olika arter kan passera genom fyrkantsmaskan i selektionstunneln. Består den fiskade populationen av en större andel mindre individer (så som det troligen gjorde för makrillen under hal 1 – 4) så är det fler individer som kan passera in i fångsten relativt då den fiskade populationen består av i huvudsak större individer (så som det troligen gjorde för makrill under hal 12

– 14, som utfördes längre österut). För att täcka in hela denna variation av fångstvolym, olika storleksstrukturer och antal individer som lämnar trålen via flyktöppningen under respektive hal skulle det krävas en arbetsinsats som inte fanns inom ramen för detta projekt. Att all video inte gått igenom innebär även att ovanliga bifångstarter, så som större fiskpredatorer (stora gadoider, hajar, etc.) och marina däggdjur (t.ex. säl) kan ha fångats i trålen och passerat genom Excludern utan att detta registrerats under videoanalysen.

Excluderutformningen skiljde sig mellan detta och fjolårets projekt (Ovegård 2022): Vid 2021-års försök fanns bara ett segel i Excludern jämfört med två i 2022, flyktöppningen öppnade nedåt i 2021 jämfört med uppåt i årets projekt, längden på selektionstunneln var kortare ifjol (15 m 2021 mot 23,5 m 2022) och maskstorlekarna i tunneln var olika (72 mm fyrkantmaska 2021 och 67-68 mm fyrkantmaska i 2022). Storleken på och antal segel i selektionstunneln kan ha stor effekt på vattenflödet i trålen, och därför stor effekt på fiskens förmåga att ta sig ut ur flyktöppningen. Om vattenflödet begränsas för mycket, kan det bli svårare för oönskade arter att ta sig ut ur trålen. Å andra sidan, om vattenflödet är för stort, kan det ge ett större tapp av målarten. Riktningen av flyktöppningen kan också ha effekt på vissa arters förmåga att ta sig ur flyktöppningen baserat på deras beteende och åt vilket håll deras naturliga flyktbeteende är. Till exempel, torsk och plattfiskar har en tendens att fly neråt jämfört med kolja och vitling som flyr uppåt (Krag *et al.* 2010, Sistiaga *et al.* 2016). Längden på selektionstunneln och maskstorleken kan framför allt ha effekt på mängden mindre bifångst (till exempel sill och juvenila gadoider) som kommer med i fångsten. Det finns fortsatt en utvecklingspotential för att bättre förstå vilka designfaktorer som är viktiga att beakta och hur de påverkar redskapets funktion för att hitta den optimala formen för att minimera tapp av målarten samt maximera utsortering av bifångst.

2.5. Förslag på fortsatt utveckling och utvärdering

Över lag fungerar Excludern bra i avseende att den begränsar bifångster och att den bibehåller hög fångsteffektivitet av målarten. Videoanalysen visade att tappet av tobis var minimal och mängden utsorterad bifångst var stundvis hög. Andelen bifångst i fångsterna var dock högre än i fjolårets projekt. Vidare, variationen i utsorteringseffektivitet mellan hal för de olika bifångstarna påvisar ett behov av fortsatt utveckling och forskning för ökad förståelse av vilka designfaktorer som är centrala för redskapets funktion.

Förslag på frågeställningar att reda ut kring fortsatt utveckling av selektiviteten inom tobisfisket:

1. Hur fångsteffektiviteten av tobis påverkas av en minskad maskstorlek i selektionstunneln (i syfte att öka selektiviteten av mindre individer av framför allt sill)
2. Hur längden på selektionstunneln påverkar mängden bifångst eftersom tobis har en tendens att selekteras tidigt jämfört med sill som selekteras senare i tunneln.
3. Optimering av vattenflödet genom selektionstunneln för att minska bifångster samt minska tappet av målarten (dvs. storlek av segel och antal segel i selektionstunneln), samt hur vattenflödet kan påverkas av olika fångstvolymmer.
4. Hur riktningen av flyktöppningen påverkar mängden bifångst som hittar ut ur trålen (uppåt/nedåt).
5. Hur påverkas bifångsten som sorteras ut genom flyktöppningen av passagen genom Excludern? Innebär minskad bifångst av t.ex. sill och makrill i den landade fångsten en ökad dold dödlighet för dessa arter i tobisfisket?

Antalet fartyg från de nordiska länderna som använder Excludern har ökat i tobisfisket och det finns ett intresse för fortsatt utveckling inom andra internationella fisken, främst efter pelagiska arter. Det blir också extra viktigt att alla intresserade parter får ta del av den utvecklingen för att sprida tekniken utanför vitlinglyre- och tobisfisket. Det blir också viktigt att använda Excludern under förutsättningar där det blir möjligt att kvantifiera faktorerna som skulle förbättra funktionen och där det går att jämföra data från fångst med och utan Excluder. Utökad användning av videokameror kan vara en viktig del av utvecklingen samt att försöksfisket helst bör utföras med en dubbeltrål, alternativt någon form av uppsamlingspåse som samlar upp fångsten som passerar ut genom utsläppshålet.

2.6. Referenser

- Cury, P.M., Boyd, I.L., Bonhommeau, S., Anker-Nilssen, T., Crawford, R.J.M., Furness, R.W., Mills, J.A., Murphy, E.J., Österblom, H., Paleczny, M., Piatt, J.F., Roux, J.-P., Shannon, L. & Sydeman, W.J. (2011). Global Seabird Response to Forage Fish Depletion - One-Third for the Birds. *Science*. 334(6063), 1703-1706. <https://doi.org/10.1126/science.1212928>
- Dickey-Collas, M., Engelhard, G.H., Rindorf, A., Raab, K., Smout, S., Aarts, G., van Deurs, M., Brunel, T., Hoff, A., Lauerburg, R.A.M., Garthe, S., Haste Andersen, K., Scott, F., van Kooten, T., Beare, D. & Peck, M.A. (2013). Ecosystem-based management objectives for the North Sea: riding the forage fish rollercoaster. *ICES Journal of Marine Science*. 71(1), 128-142. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fst075>

- Eigaard, O.R., Herrmann, B., Feekings, J.P., Krag, L.A. & Sparrevohn, C.R. (2021). A netting-based alternative to rigid sorting grids in the small-meshed Norway pout (*Trisopterus esmarkii*) trawl fishery. *PLOS ONE*. 16(1), e0246076. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0246076>
- FishBase (u.å.). *Ammodytes tobianus* Linnaeus, 1758. <https://www.fishbase.se/Summary/SpeciesSummary.php?id=38&lang=swedish> [2023-02-15]
- ICES (2017). *Report on the Benchmark Workshop on Sandeel (WKSand)*. Bergen, Norway. <https://doi.org/10.17895/ices.pub.7718>
- ICES (2021). *Greater North Sea ecoregion - Fisheries overview*. (ICES Advice: Fisheries Overviews). <https://doi.org/10.17895/ices.advice.9099>
- ICES (2022). *Sandeel (Ammodytes spp.) in divisions 4.a-b and Subdivision 20, Sandeel Area 3r (northern and central North Sea, Skagerrak)*. (ICES Advice: Recurrent Advice). <https://doi.org/10.17895/ices.advice.10002>
- Jensen, H., Rindorf, A., Wright, P.J. & Mosegaard, H. (2010). Inferring the location and scale of mixing between habitat areas of lesser sandeel through information from the fishery. *ICES Journal of Marine Science*. 68(1), 43-51. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsq154>
- Johnsen, E., Pedersen, R. & Ona, E. (2009). Size-dependent frequency response of sandeel schools. *ICES Journal of Marine Science*. 66(6), 1100-1105. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsp091>
- Krag, L.A., Holst, R., Madsen, N., Hansen, K. & Frandsen, R.P. (2010). Selective haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) trawling: Avoiding cod (*Gadus morhua*) bycatch. *Fisheries Research*. 101(1), 20-26. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2009.09.001>
- Macer, C. (1966). *Sandeels (Ammodytidae) in the south-western North Sea; their biology and fishery*. Great Britain: H.M. Stationery Office.
- Nilsson, H. & Andersson, E. (2020). Utveckling av et skonsamt demersalt trålfiske LIT (Low Impact Trawling), fas 2. I Nilsson m fl 2020. Sekretariatet för selektiv fiske - Rapportering av 2019 års verksamhet 2020:9.
- Ovegård, M. (2022). Reduktion av oönskad fångst med Excluder i tobisfisket. Sekretariatet för selektivt fiske - Rapportering av 2021 års verksamhet 2022:2.
- Pike, I.H. & Jackson, A. (2010). Fish oil: production and use now and in the future. *Lipid Technology*. 22(3), 59-61. <https://doi.org/10.1002/lite.201000003>
- Sistiaga, M., Brinkhof, J., Herrmann, B., Grimaldo, E., Langård, L. & Lilleng, D. (2016). Size selective performance of two flexible sorting grid designs in the Northeast Arctic cod (*Gadus morhua*) and haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) fishery. *Fisheries Research*. 183, 340-351. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2016.06.022>
- Smith, A.D.M., Brown, C.J., Bulman, C.M., Fulton, E.A., Johnson, P., Kaplan, I.C., Lozano-Montes, H., Mackinson, S., Marzloff, M., Shannon, L.J., Shin, Y.-J. & Tam, J. (2011). Impacts of Fishing Low-Trophic Level Species on Marine Ecosystems. *Science*. 333(6046), 1147-1150. <https://doi.org/10.1126/science.1209395>
- Suuronen, Petri & Erickson, Daniel & Orrensalo, Ari. (1996). Mortality of herring escaping from pelagic trawl codends. *Fisheries Research*. 25. 305-321. [10.1016/0165-7836\(95\)00446-7](https://doi.org/10.1016/0165-7836(95)00446-7).

- Thompson, P., Ingram, S., Lonergan, M., Northridge, S., Hall, A. & Wilson, B. (2007). Climate change causing starvation in harbour porpoises? *Biology Letters*. 3(5), 533-535. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2007.0076>
- Winslade, P. (1974). Behavioural studies on the lesser sandeel *Ammodytes marinus* (Raitt) II. The effect of light intensity on activity. *Journal of Fish Biology*. 6(5), 577-586. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1974.tb05101.x>
- Wright, P., Jensen, H. & Tuck, I. (2000). The influence of sediment type on the distribution of the lesser sandeel, *Ammodytes marinus*. *Journal of Sea Research*. 44(3-4), 243-256. [https://doi.org/10.1016/S1385-1101\(00\)00050-2](https://doi.org/10.1016/S1385-1101(00)00050-2)

3. Förenklad design av storleksselekerande kräftristtrål

3.1. Introduktion

Under det senaste decennerna har det varit mycket fokus på att utveckla selektiva fiskeredskap inom kräftfisket i Nordsjön, Skagerrak och Kattegatt, och framför allt för att minska bifångst av torsk. Torsk (*Gadhus morhua*) har länge varit den viktigaste kommersiella demersala arten i området och en vanlig bifångststart inom kräftrålfisket. Dock har torskbestånden minskat över de senaste 30 åren och är på rekordlåga nivåer, vilket bl a har lett till att ICES har rekommenderat noll fångst i Kattegatt i över 20 år (Madsen & Valentinsson 2010; ICES 2022a). Å andra sidan, fiskas kräftbeståndet i Skagerrak och Kattegatt under ICES fångst råd (ICES 2022b). Eftersom kräftfisket är ett av Sveriges viktigaste fiskerier ekonomiskt och sysselsättningsmässigt, har fokuset från förvaltningens sida varit att finna en lösning som möjliggör ett fortsatt trålfiske efter havskräfta men med en minimerad bifångst av torsk och andra känsliga demersala fiskarter.

Redan 2004 introducerades en artselektiv rist, eller "the Swedish Grid", till kräftrålfisket. Risten var designad för att selektera ut större fisk genom en rist med ett spaltavstånd på 35 mm innan själva lyftet, vilken låter havskräfta och endast mindre fisk passera. Havskräftan hålls kvar i lyftet, medan mindre individer av t.ex. torsk kan fly genom fyrkantsmaskan i lyftet (Figur 3.1). Sveriges kvoter av fisk är relativt små i relation till kräftkvoten och flottstorleken vilket gör att det inte finns utrymme att bedriva blandfiske efter kräfta och fisk i samma utsträckning som i andra länder, t.ex. Danmark. I Sverige introducerades därför förvaltningsmässiga incitament för att få fler fartyg att använda risten, t.ex. blev risten obligatorisk i inflyttningsområden innanför trålgränsen, samt tilldelades fler fiskedagar än det traditionella blandfisket (Lövgren 2018). Dessutom avsattes halva svenska kräftkvoten till båtar som använde rist. Tillsammans gjorde dessa incitament att många svenska demersala trålare använde rist inom kräftfisket fram till 2010-talets första hälft (Hornborg *et al.*, 2017). Sedan 2016 har dock dessa incitament urholkats

och användningen av rist har som ett resultat av detta minskat i svenskt fiske (Valentinsson *et al.*, SLUID: SLU.aqua.2022.5.5-397).

Sedan risten introducerades i trålfisket efter havskräfta, har det selektiva lyftet med rist visat sig fungera bra för att sortera ut fisk större än ca 30-35 cm från fångsten. Några fiskare ville dock fortsätta utvecklingen av en storleksselekerande rist för att även minska mängden undermålig kräfta (som tom 2015 innebar 40 mm carapaxlängd). Olika typer av lyft har testats, bl.a. genom att ändra maskstorleken och typen, lägga till flyktpaneler, använda olika typer av rister, mm (Valentinsson & Ulmestrand 2008). Under 2014 och 2015 tog Bertil Andersson (f.d. ägare VG350 Althea) fram en storlekssorterande rist med ett lyft bestående av flera olika maskformer- och maskstorlekar (Lövgren 2018; Lövgren 2016), som visade sig vara väldigt selektiv och välfungerande. Lyftet var dock relativt komplicerat tekniskt sett och sedan dess har intresserade parter försökt få fram ett förenklat lyft. Under 2019 föreslogs ett förenklat lyft ihop med kräfttristen av näring, förvaltning och forskning där lyftet byttes till en standard SELTRA 300 lyft. Den förenklade lyftet med storleksselekerande rist har dock visat sig inte fungera lika bra som ristlyftet från 2014-15 med ökat tapp av målig havskräfta (Nilsson 2020), delvis beroende av ändringen av minimiåttet för havskräfta från 40 till 32 mm carapaxlängd.

Bakgrunden till innevarande försök var att hitta en utformning av rist och lyft som förmår sortera ut fisk och undermålig kräfta (fast nu kräfta med en carapaxlängd mindre än 32 mm som är den minsta referensstorleken för bevarande sedan 2016), men utan betydande tapp av målig kräfta. Fisket tyckte att mängden fisk och småkräfta i fångsten borde kunna minskas ytterligare och att den storlekssorterande risten kunde förbättras för att minska tappet av målig kräfta. 2022-års projekt syftade därför till att fortsätta utvecklingen av en förenklad storlekssorterande rist och lyft inom kräftfisket och utgick från de tidigare projekten (Lövgren 2018; Lövgren 2016). Målet med projektet var att ta fram de modifieringar av risten som behövdes för att sortera ut undermålig havskräfta, bibehålla fångsten av målig havskräfta och minska mängden bifångst av fisk.

3.2. Material och Metoder

3.2.1. Fartyg och Redskap

Försöksfisket gjordes ombord VG350 Althea (LÖA: 17m, 405 kW) i Kattegatt längs Hallandskusten. Althea använde tvillingtrål (dubbeltrål) under försöksfisket, dvs. släpade två trålar varav den ena hade en standard rist med 70 mm fyrkantilyft (referens) och den andra trålen hade ett tvådelat storlekssorterande rist (rist med två

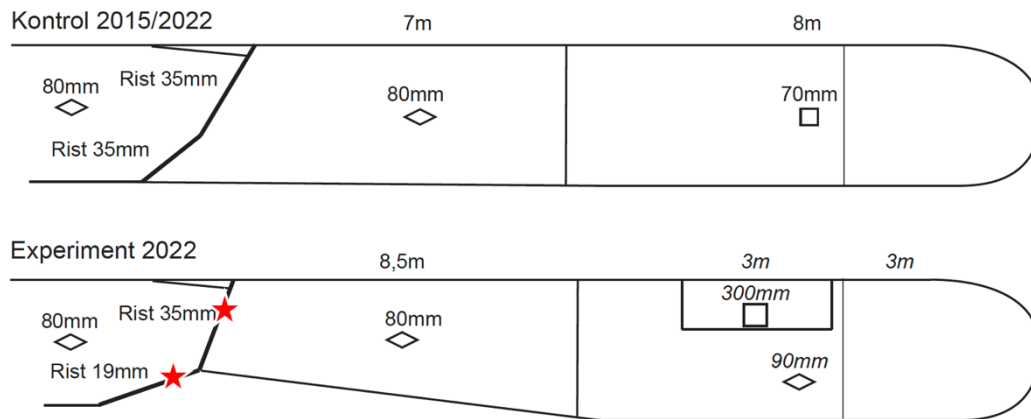
spaltbredder) och ett SELTRA 300 lyft (försök; figur 3.1). Utformningen av den storleks sorterande risten gör att liten kräfta kan passera genom gallret i risten undre halva (19 mm spaltbredd) som är öppen mot havsbotten på baksidan. Större kräfta som inte kan passera den undre halvans smala spjälor leds uppåt till risten övre halva (med 35 mm spaltbredd) och passerar genom spjälorna och in i trälens lyft. Större fisk och andra stora arter sorteras ut genom flyktöppningen framför risten. Trällyftet bakom försökstrålen var en standard SELTRA 300 lyft (fönster med 300 mm fyrkant maska) monterat 3–6 m framför änden på ett lyft med 90 mm diagonalmaska. Syftet med SELTRA 300 lyftet var att ytterligare öka selektiviteten av rundfisk och plattfiskar i jämförelse med referenstrålens lyft av 70 mm fyrkantsmaskor.

3.2.2. Självprovtagning

Under självprovtagningen utförde Althea provfiske efter instruktion från SLU Aqua. Fokus under självprovtagningen var att utveckla redskapets funktion under vanliga fiskeförhållanden. Totalt genomfördes 14 hal mellan den 27 september och 14 november 2022. Haltiden varierade mellan 4 och 9,5 timmar och djupet var mellan 26 och 48 m. Data som samlades av besättningen under självprovtagningen inkluderade: vikt för var och en av fyra storleksklasser av havskräfta (undermålig, 16–20, 11–15, och 6–10 individer per kg) samt totalvikt för arterna torsk, rödspätta, vitling, och övriga bifångstarter tillsammans, för de två trålarna separat. Under självprovtagningen testade besättningen olika varianter av den storleks sorterande risten för att hitta fram till en lösning som fungerade bra och som sedan skulle användas under den vetenskapliga utvärderingen. Tre olika rister testades under självprovtagningen: 21 mm undre del (försöksrist 1), 19 mm undre del (försöksrist 2), och 21 mm undre del med en böjd överdel (försöksrist 3). Spaltbredden i ristens övre del var 35 mm och lyftet var en standard SELTRA 300 lyft i alla tre varianter ovan.

3.2.3. Vetenskaplig utvärdering

Under den vetenskapliga utvärderingen deltog personal från SLU Aqua i provfisket. Totalt genomfördes 14 hal mellan den 21 november och 7 december. Haltiden varierade mellan 2 och 5 timmar och djupet mellan 28 m och 53 m (tabell 3.1). Referenstrålen var riggad på samma sätt som under självprovtagningen, med en standardrist (35 mm spaltbredd) och lyft med 70 mm fyrkantsmaska. Försökstrålen som valdes ut för den vetenskapliga utvärdering var risten med 19 mm spaltbredd i nedre delen och 35 mm i den övre delen, samt ett standard SELTRA 300 lyft (figur 3.1).



Figur 3.1. Skiss av de två lyften med rist som användes under den vetenskapliga utvärderingen 2022. Stjärnorna på försöksristen (Experiment 2022) representerar var lutningssensorerna var monterade på risten.

Under 11 av utvärderingshalen monterades en kamera (Paralenz Vaquita) och en ljuskälla (Big Blue, "Black Molly") på försökstrålen för att observera ristens funktion (tabell 3.1). Kameran var monterad på den övre delen på risten under vissa hal och vid flyktöppningen under andra hal. Lutningssensorer (Star Oddi DST Tilt) monterades också på försöksristen för att mäta vinkeln på risten under tråldraget. En sensor satt på övre delen av försöksristen och en på nedre delen (figur 3.1).

Tabell 3.1. Uppgifter om de 14 hal som genomfördes under den vetenskapliga utvärderingen. * indikerar att videon inte var användbar, på grund av tekniska problem och/eller uppgrumling av bottensediment. Hal 3 ingick ej i analysen på grund av att en tamp satt framför risten och hindrade fångsten från att gå igenom risten.

Hal	Datum	Plats	Djup intervall (m)	Haltid (h:mm)	Analys	Kamera; placering
1	21/11/2022	Falkenbergskanten	28–34	3:40	Nej	Nej
2	21/11/2022	Falkenbergskanten	28–53	5:00	Nej	Nej
3	29/11/2022	Djupet	34–45	4:00	Nej	Ja; rist
4	29/11/2022	Djupet	34–41	4:00	Ja	Ja; rist
5	30/11/2022	Varbergskust	32–39	2:45	Ja	Ja*; rist
6	30/11/2022	Ringhalskust	46–48	2:15	Ja	Ja*; rist
7	30/11/2022	Bua	39–48	3:00	Ja	Ja*; rist
8	1/12/2022	Insidan Ryggen	36–45	2:15	Ja	Ja; rist
9	1/12/2022	Ryggen Utanför	36–48	4:15	Ja	Ja; rist
10	6/12/2022	Galtabäck	34–36	2:10	Ja	Ja; flyktöppning
11	6/12/2022	Galtabäck	27–36	4:00	Ja	Ja; flyktöppning
12	7/12/2022	Träslövslägeskust	30–32	2:10	Ja	Ja; flyktöppning
13	7/12/2022	Djupet	46–48	2:25	Ja	Nej
14	7/12/2022	Galtabäck	30–39	2:00	Ja	Ja; flyktöppning

Efter genomfört trålhal tömdes fångsten på ett sorteringsbord som var separerat i två delar för att inte blanda fångst från de två redskapen. Fångsten på sorteringsbordet separerades vid en första sorteringsomgång till havskräfta och bifångst av fisk. Från den utsorterade kräftan togs ett slumpvis stickprov om ca. 10 kg från respektive redskap vid varje hal. Storlek på kräftan, i form av längden på carapax, mättes till närmaste halva millimeter på alla individer i stickprovet. Var totalfångsten av kräfta mindre än 10 kg längdmättes samtliga individer. För att

beräkna vikten av undermålig och målig kräfta användes längdfördelningen från stickproven enligt följande längd-vikt förhållande för havskräfta i Kattegatt (pers. komm. Malin Werner):

$$W = \exp(-7,97) * L^{3,19}$$

Bifångsten av fisk sorterades vid en andra sorteringsomgång enligt följande; torsk, rödspätta, vitling, lerskädda, sandskädda, och övrigt. Totalvikter noterades för varje art (torsk, rödspätta, vitling, lerskädda, sandskädda) och samtliga individer av dessa arter, eller motsvarande ca 5 kg vid större fångster (gällde endast plattfisk), längdmättes till närmaste hela cm. En uppräkningsfaktor baserad på mätt vikt i förhållande till total vikt användes för att beräkna det totala antalet individer per längdklass för de arter där bara ett delprov längdmättes. Övrig fiskbifångst vägdes men längdmättes inte. Undantaget bifångsten av fisk i referenstrålen vid hal 9, som var betydligt större än vid övriga hal, så separerades all bifångst av fisk till ovanstående kategorier. Från referenstrålen vid hal 9 togs ett slumpat delprov av en korg (ca. 30 kg) av fiskbifångst ut från den första sorteringen till den andra sorteringsomgången. Fångstvikter och längdfördelningar i referenstrålen från hal 9 räknades därmed även upp baserat på totalvikten av all bifångst i den trålen vid det halet.

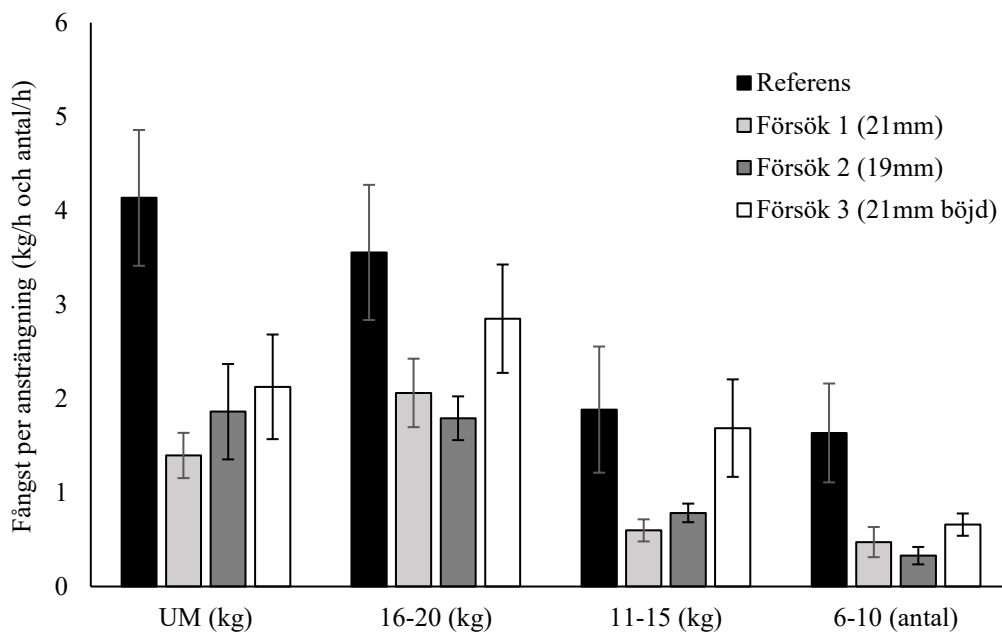
3.2.4. Analys

Analysen av fångst per ansträngning (kg/h) gjordes på data från hal 4 till 14 (11 hal). Orsaken till exkludering av hal i analyserna var att det under hal 1 och 2 användes en otypisk böjd rist. Under hal 3 var det en tamp som hindrade fångsten från att komma igenom risten i referenstrålen och därför ingår inte heller hal 3 i den slutliga analysen. Welch's two-sample t-test användes för att analysera skillnaden i fångst per ansträngning (kg/h) mellan referenstrålen och försökstrålen (R Studio, 2022.07.2 Build 576 "Spotted Wakerobin"). Welch's two-sample t-test gjordes också på fångst per ansträngning (kg/h) av total havskräfta, målig havskräfta, undermålig havskräfta, torsk, rödspätta, sandskädda, lerskädda, och vitling. Catch comparison analysis gjordes på havskräfta och ovan nämnda fiskbifångstarter för att analysera kvarhållen andel för varje storleksklass. Catch comparison analysis jämför fångsten i de två redskapen genom att beräkna en kvot i antal fångade individer för varje storleksklass. En s.k. catch ratio > 1 betyder att försökstrålen fångar fler och en catch ratio < 1 att försökstrålen fångar färre individer av en given storlek). Analysen gjordes i R med paketet selfisher (Brooks *et al* 2022; Brooks 2022 R package version 1.1.0).

3.3. Resultat

3.3.1. Självprovtagning

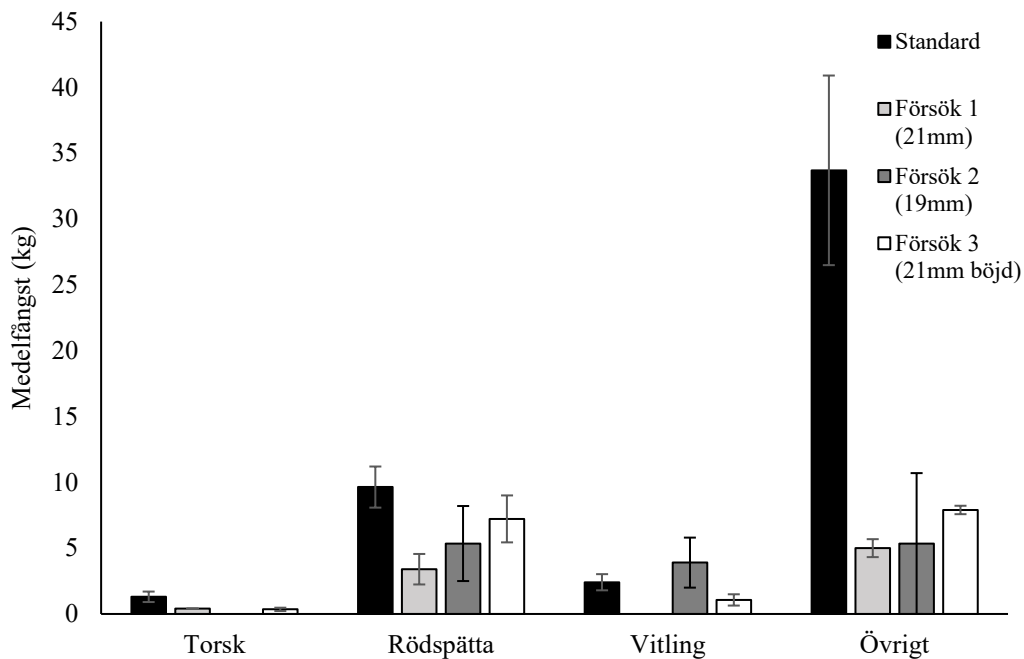
Under självprovtagningen genomfördes 14 hal. Hal 6, 7 och 8 togs dock bort från analysen då dessa inte delats upp mellan de olika lyften. Hal 1 och 2 från den vetenskapliga utvärderingen lades till analysen av självprovtagningen då dessa inte kunde användas för den vetenskapliga analysen (se ovan). Av alla försöksrister som testades under självprovtagningen, fångade den böjda risten (försök 3) fler kräftor av alla storleksklasser, inklusive undermålig kräfta (figur 3.2). Det var lite blandade resultat mellan försöksrist 1 (21 mm) och 2 (19 mm), försök 1 fångade mindre undermålig kräfta (1,39 kilo per timme) och av storleksklass 11–15 kräfta (0,60 kilo/timme) och försök 2 fångade mindre av storleksklass 16–20 (1,79 kilo/timme) och av storleksklass 6–10 kräfta (0,33 individer/timme) (figur 3.2). Referenstrålen fångade flest kräfta av alla storleksklasser oavsett vilken försöksrist som användes.



Figur 3.2. Självprovtagningsdata. Fångst per ansträngning av undermålig kräfta (UM) och de tre landade storleksklasserna (16–20, 11–15, och 6–10). Undermålig, 16–20, och 11–15 kräfta är i kg och 6–10 kräftan är i antal. Totalt inkluderades 13 hal i analysen för referens, 5 hal för försök 1 (21mm), 2 hal för försök 2 (19mm) och 6 hal för försök 3 (21mm och böjd överdel på risten). Felstaplar representerar ± 1 SE.

Självprovtagningsdata indikerade vidare att samtliga typer av försöksrister minskade mängden bifångst (figur 3.3). Det var inte mycket torsk överhuvudtaget men referenstrålen hade en tendens till mer torsk i bifångsten (figur 3.3). Av de övriga arterna var det minst bifångst med försöksrist 1 (21 mm; figur 3.3). Sandskädda och lerskädda ingår i kategorin ”övrigt”, vilket kan förklara varför det var så stora mängder i referenstrålen. Trots att den böjda risten (försök 3) verkade

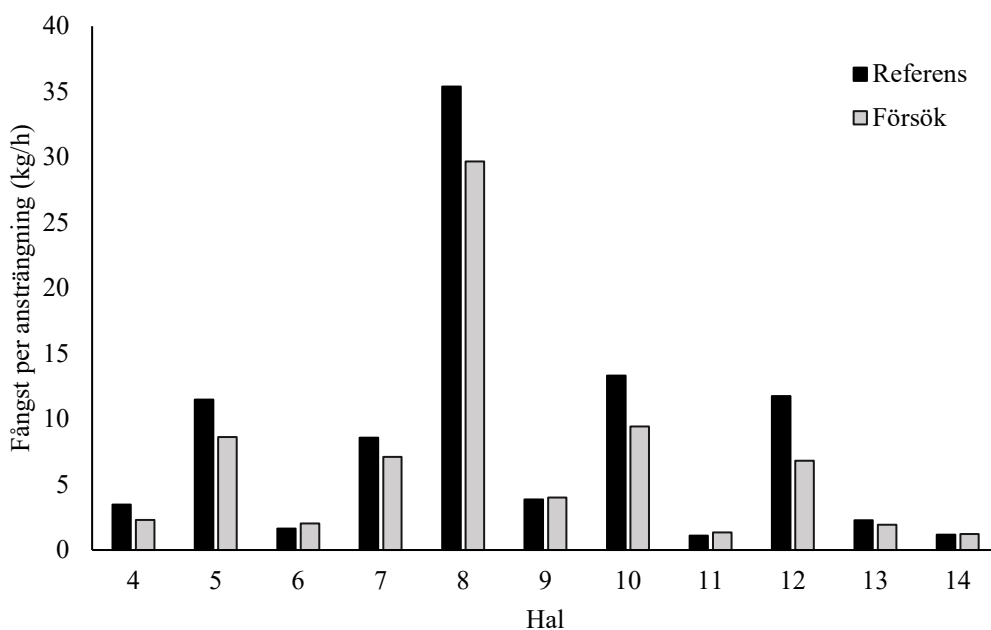
tappa minst kräfta sett över hela självprovtagningsperioden bestämdes det att använda 19 mm risten (försök 2) under den vetenskapliga utvärderingen. Althea menade att 19 mm risten var den som fiskade bäst på slutet av självprovtagningen (efter vissa justeringar av vinkeln) och var av den anledningen den version de ville utvärdera vidare.



Figur 3.3. Medelfångst av torsk, rödspätta, vitling, och övrig bifångst under självprovtagningen. Felstaplar representerar ± 1 SE. Det saknades data för torsk med försöksrist 2 (19mm) och för vitling med försöksrist 1 (21mm). Totalt inkluderades 6 hal i analysen av bifångst av torsk, 12 för rödspätta, 8 för vitling, och 11 för övrigt. Felstaplar representerar ± 1 SE.

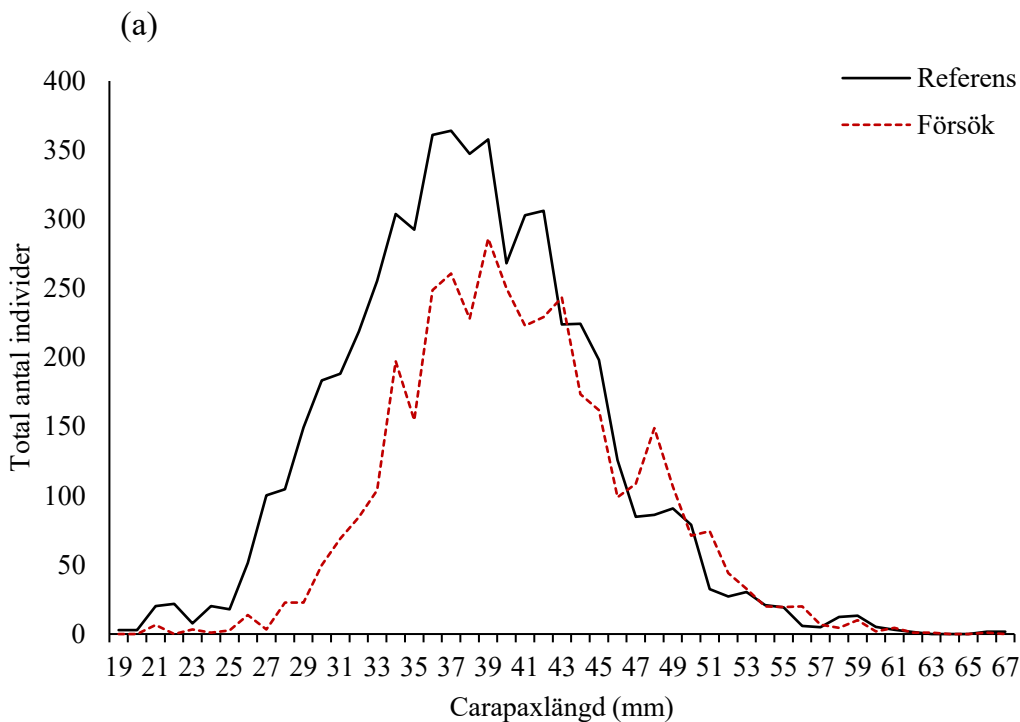
3.3.2. Vetenskaplig utvärdering

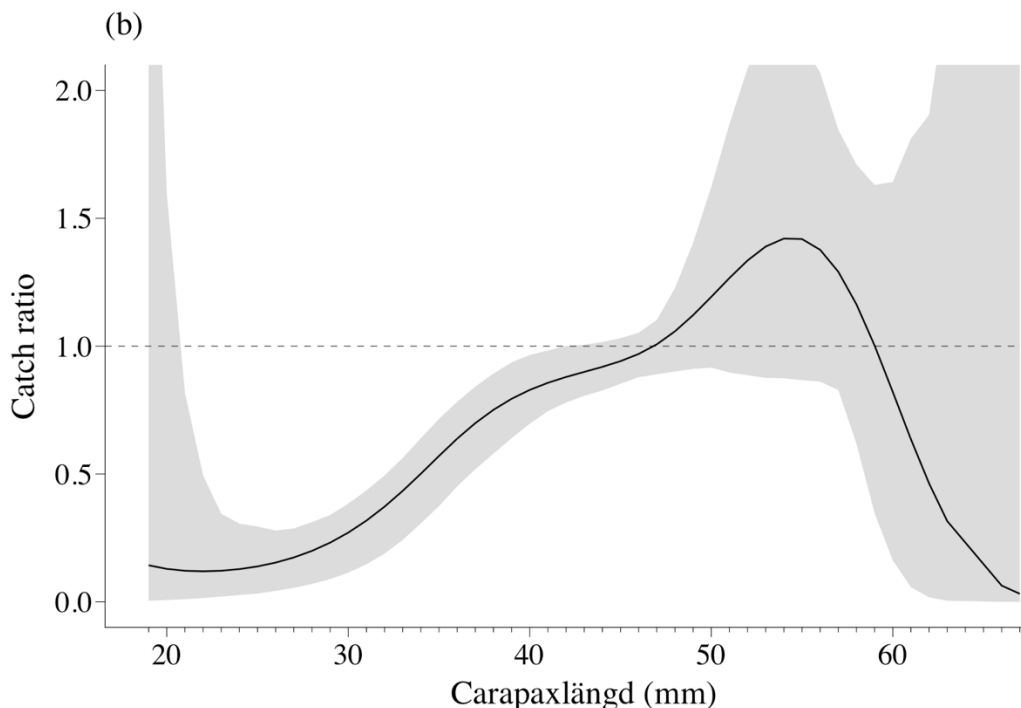
Under den vetenskapliga utvärderingen genomfördes 14 hal, varav 11 användes för analys av selektivitet. I 8 av de 11 analyserade halen var fångsten av havskräfta per ansträngning högre för referenstrålen jämfört med försökstrålen (figur 3.4).



Figur 3.4. Total fångst av havskräfta per tråltimme för varje hal.

Utifrån storleksfördelningen av individerna i fångsten så ser man att tappet av kräfta i försökstrålen är bland de mindre individerna (<42 mm; figur 3.5a). Det är en signifikant reduktion i antal individer av undermålig kräfta (mellan ca. 11 och 31 mm) och ett signifikant tapp av målig kräfta mellan ca. 32 och 41 mm (figur 3.5b).





Figur 3.5. (a) Total antal kräftor i varje storleksklass över 11 hal (hal 4–14). (b) Catch ratio (kvarhållen andel) per storleksklass av kräfta där catch ratio = 1 säger att fångsten är mellan trålarna inte skiljer sig åt, över 1 betyder att försökstrålen fångar mer än referens trålen och under 1 betyder det att försökstrålen fångar mindre än referenstrålen. Grafen visar medelvärde för catch ratio per längdklass samt ett osäkerhetsmått (95% konfidensintervall, ljusgrått).

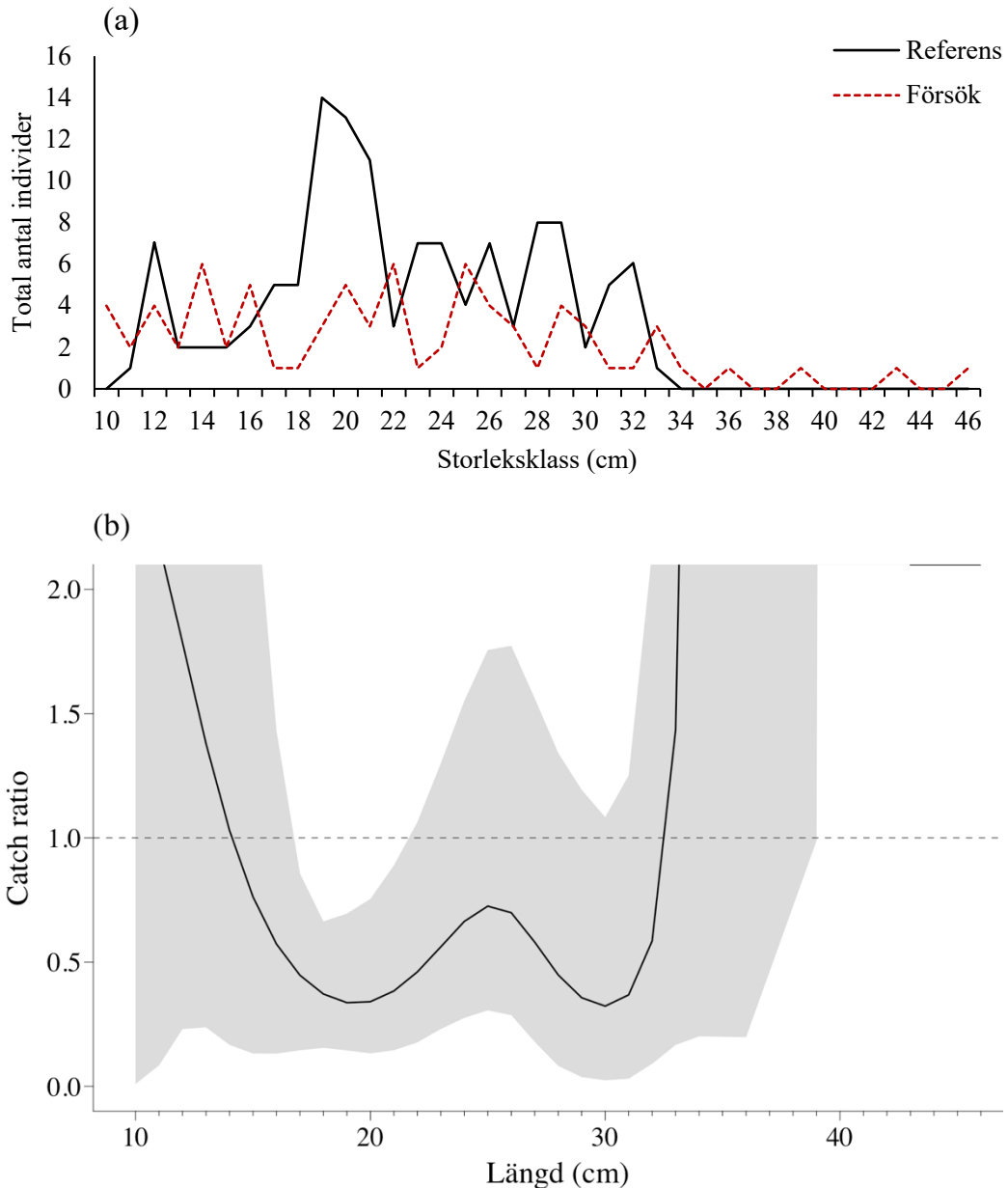
Medelfångsten per ansträngning (kg/tråltimme) av havskräfta tenderade att vara lägre med försökstrålen jämfört med referenstrålen, av både undermålig och målig kräfta (tabell 3.3). Det var också en generell minskning i mängden bifångst av fisk med försökstrålen (tabell 3.3). För sandskädda på 82% och lerskädda på 83% var minskningarna statistiskt signifikanta medan reduktionen av torsk (-30%) och rödspätta (-64%) ej var statistiskt säkerställda. Vitling var den enda bifångststart som uppvisade en tendens till ökad fångst med försökstrålen (+57%).

Tabell 3.3. Medelfångst per ansträngning (kg/h) av de vanligaste arterna i fångsten från hal 4 tom hal 14. * Representerar statistiskt signifikans.

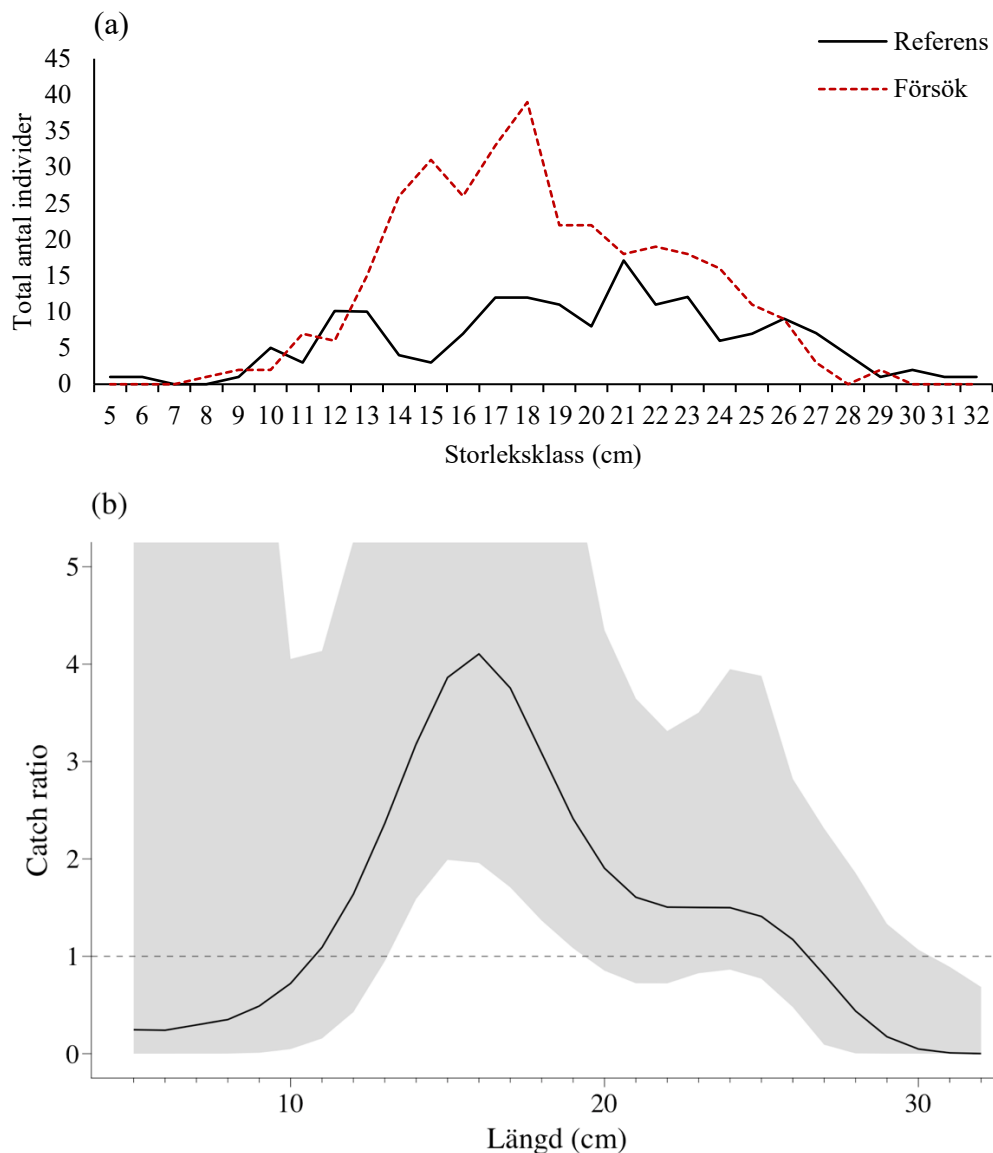
Art	Referenstrål	Försökstrål	%	p
Kräfta total	8,5	6,8	-21%	0,65
Kräfta Målig	8,0	6,9	-14%	0,76
Kräfta UM (<32 mm)	0,5	0,1	-77%	0,17
Torsk	0,6	0,4	-30%	0,25
Rödspätta	1,6	0,6	-64%	0,08
Sandskädda	4,5	0,8	-82%	<0,001*
Lerskädda	0,8	0,1	-83%	<0,001*
Vitling	0,4	0,7	+57%	0,054

Överlag så var det mindre fiskbifångster i försökstrålen än i referenstrålen (tabell 3.3). Storleksfördelningen i fångsten för de vanligaste bifångststarterna varierade beroende på art. För torsk låg storleksfördelningen med försökstrålen på mellan 10

och 46 cm, medan fördelningen för referenstrålen låg på mellan 11 och 33 cm (figur 3.6a). Försökstrålen fångade signifikant färre torskar mellan ca 17 och 22 cm (figur 3.6b). För vitling mellan 13 och 19 cm var dock resultatet det motsatta, då det var större fångster i försökstrålen än i referenstrålen (tabell 3.3; figur 3.7).

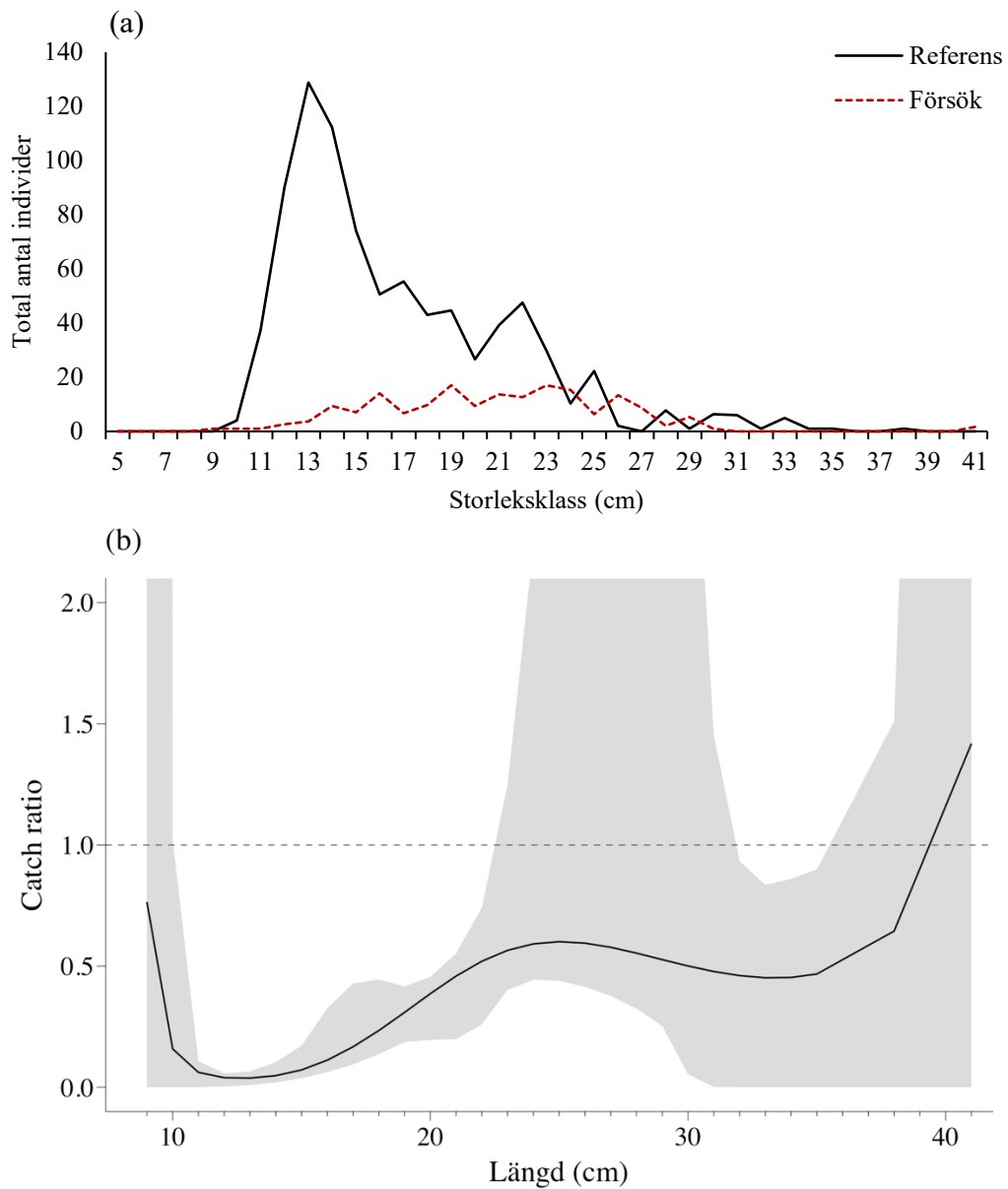


Figur 11.6. (a) Total antal torskar i varje storleksklass över 11 hal (hal 4–14). (b) Catch ratio (kvarhållen andel) per storleksklass av torsk där catch ratio = 1 säger att fångsten är mellan trålarna inte skiljer sig åt, över 1 betyder att försökstrålen fångar mer än referens trålen och under 1 betyder det att försökstrålen fångar mindre än referenstrålen. Grafen visar medelvärde för catch ratio per längdklass samt ett osäkerhetsmått (95% konfidensintervall, ljusgrått).

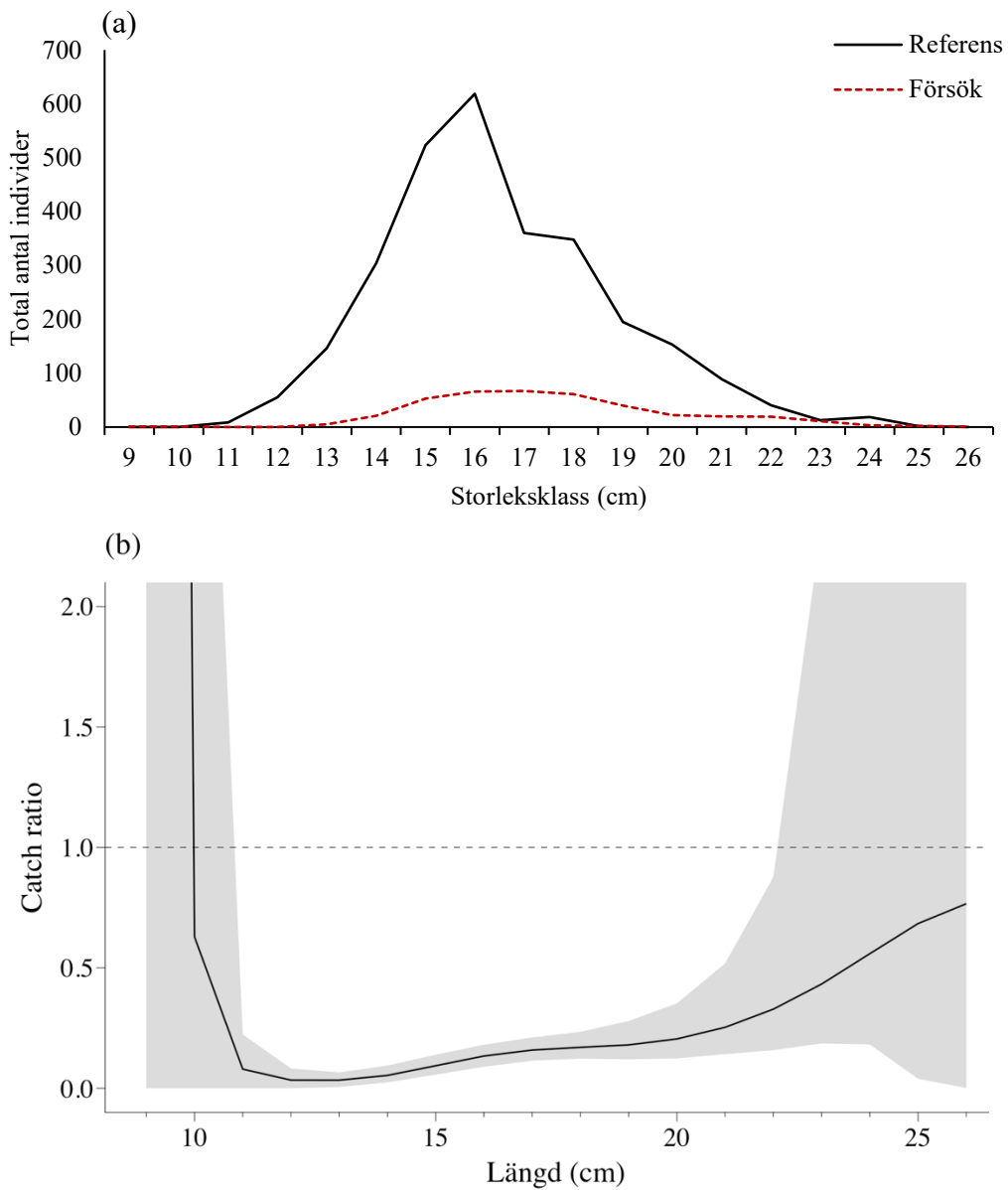


Figur 3.7. (a) Total antal vitlingar i varje storleksklass över 11 hal (hal 4–14). (b) Catch ratio (kvarhållen andel) per storleksklass av vitling där catch ratio = 1 säger att fångsten är mellan trålarna inte skiljer sig åt, över 1 betyder att försökstrålen fångar mer än referens trålen och under 1 betyder det att försökstrålen fångar mindre än referenstrålen. Grafen visar medelvärde för catch ratio per längdklass samt ett osäkerhetsmått (95% konfidensintervall, ljusgrått).

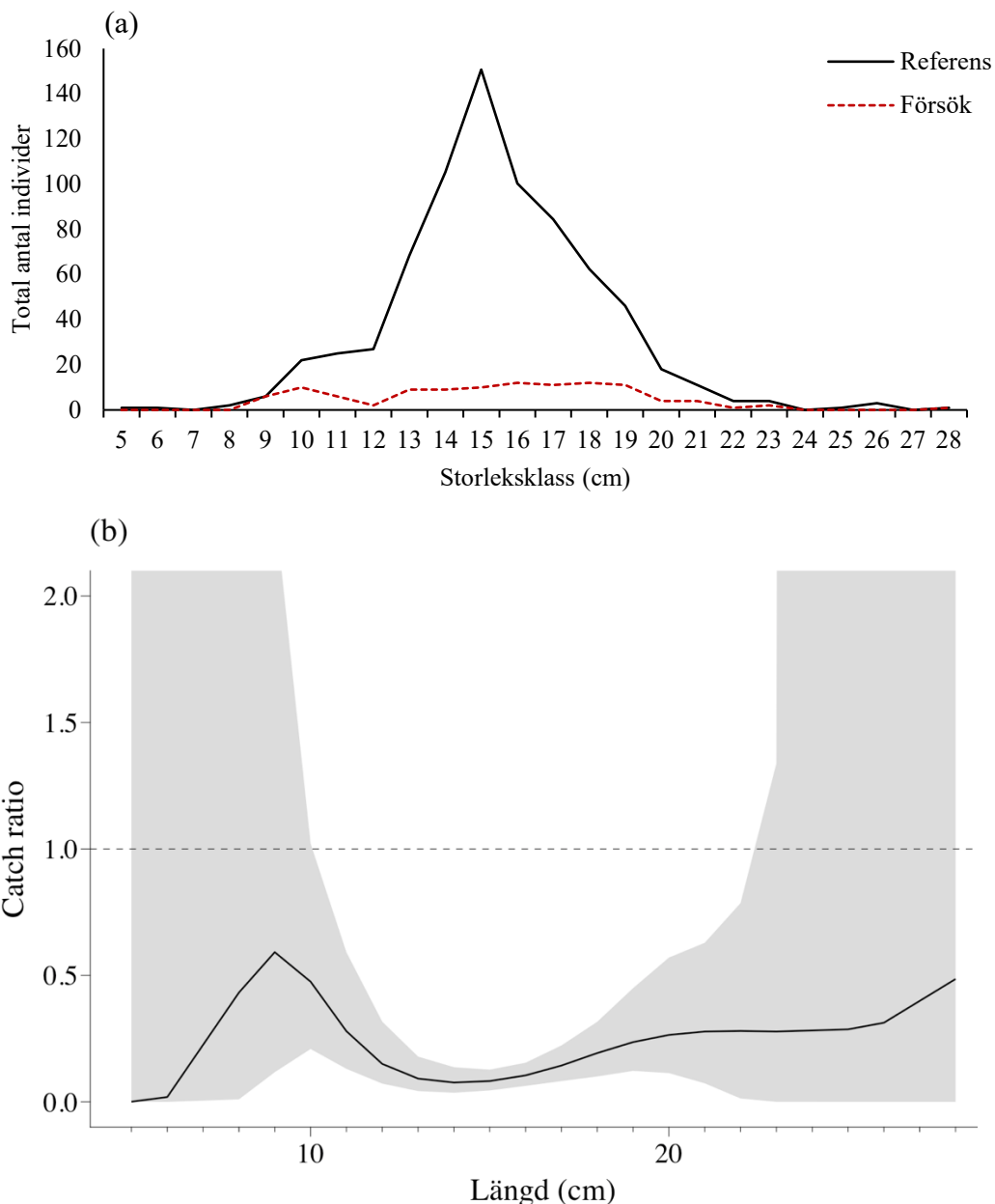
Försökstrålen selekterade ut stora mängder av plattfisk jämfört med referenstrålen (tabell 3.3). Försökstrålen fångade signifikant färre rödspättor mellan ca. 10 och 23 cm samt ca. 32 till 36 cm (figur 3.7b). När det gäller sandskädda fångade försökstrålen signifikant färre individer för alla storlekar mellan 11 och 22 cm (figur 3.8a). Resultaten var liknande för lerskädda där försökstrålen uppvisade signifikant färre individer mellan 10 och 23 cm (figur 3.9b).



Figur 3.7. (a) Total antal rödspättor i varje storleksklass över 11 hal (hal 4–14). (b) Catch ratio (kvarhållen andel) per storleksklass av rödspätta där catch ratio = 1 säger att fångsten är mellan trålarna inte skiljer sig åt, över 1 betyder att försökstrålen fångar mer än referens trålen och under 1 betyder det att försökstrålen fångar mindre än referenstrålen. Grafen visar medelvärde för catch ratio per längdklass samt ett osäkerhetsmått (95% konfidensintervall, ljusgrått).

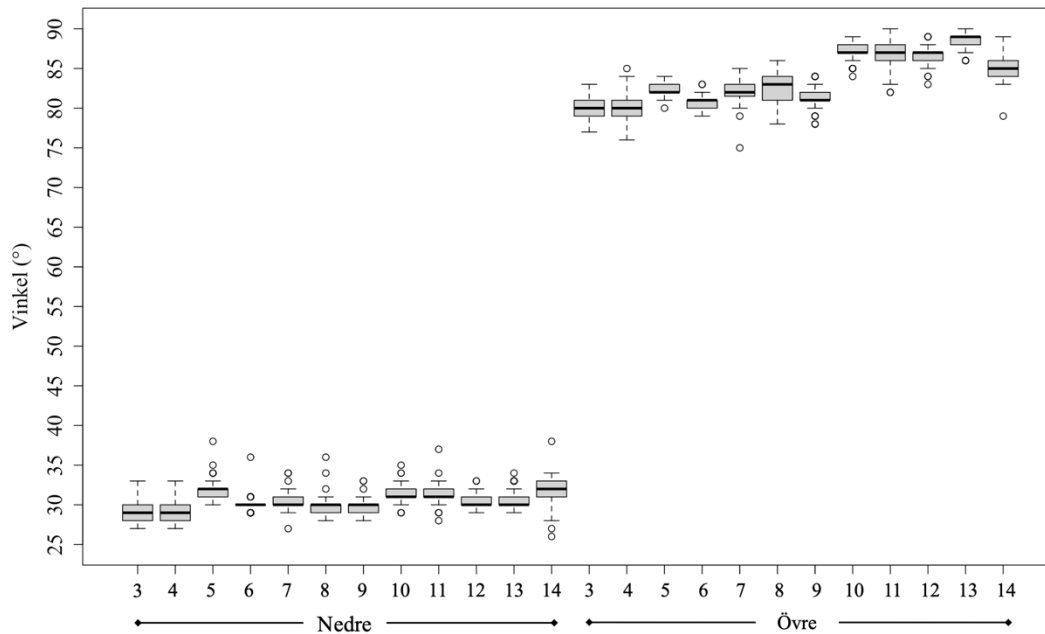


Figur 3.8. (a) Total antal sandskäddor i varje storleksklass över 11 hal (hal 4–14). (b) Catch ratio (kvarhållen andel) per storleksklass av sandskädda där catch ratio = 1 säger att fångsten är mellan trålarna inte skiljer sig åt, över 1 betyder att försökstrålen fångar mer än referenstrålen och under 1 betyder det att försökstrålen fångar mindre än referenstrålen. Grafen visar medelvärde för catch ratio per längdklass samt ett osäkerhetsmått (95% konfidensintervall, ljusgrått).



Figur 3.9. (a) Total antal lerskäddor i varje storleksklass över 11 hal (hal 4–14). (b) Catch ratio (kvarhållen andel) per storleksklass av lerskädda där catch ratio = 1 säger att fångsten är mellan trålarna inte skiljer sig åt, över 1 betyder att försökstrålen fångar mer än referens trålen och under 1 betyder det att försökstrålen fångar mindre än referenstrålen. Grafen visar medelvärde för catch ratio per längdklass samt ett osäkerhetsmått (95% konfidensintervall, ljusgrått).

Under den vetenskapliga utvärderingen, användes en lutningssensor för att dokumentera ristens lutning under aktiv trålning. Under hal 3 till och med 14 satt en lutningssensor på både övre (35 mm) och på nedre delen (19 mm) av försöksristen. Överdelen av risten stod oftast stabilt mellan 80 och 90 grader (figur 3.8). Vinkeln i hal 3 till 9 var lägre (ca. 80 till 83 grader) än vinkeln under hal 10 till 14 (ca 84 till 89 grader). Nedre delen av risten var väldigt stabil lutade runt 28 till 33 grader under mesta delen av alla hal (figur 3.8).



Figur 3.8. Vinklar under aktiv trälning för varje hal på nedre delen (vänster) och övre delen (höger) av försöksristen.

3.4. Diskussion

Som avsett fångade försökstrålen signifikant färre små kräftor (11-31 mm carapaxlängd). Dock förlorades även en del av den mindre måliga kräftan (32-41 mm) jämfört med referenstrålen (14 % i vikt). Tappet av små måliga kräftor tyder på att denna försöksristen inte är helt optimerad för det nuvarande minimimåttet på 32 mm. Dessa resultat är jämförbart med resultatet från 2015-års projekt som skattade ett tapp av målig kräfta med 12% (där tappet räknades på dåvarande minimimåttet på 40 mm) samt en signifikant minskning av kräfta mindre än 45 mm (Lövgren 2016). Under 2015-års projekt användes 21-22 mm spaltbredd i underristen i ett försök att anpassa storleksselektiviteten till dåvarande minimimått (40 mm). Resultaten från innevarande och 2015-års projekt visar alltså samma mönster då försökstrålarna i båda fallen fångar lika mycket kräfta som referenstrålen först några millimeter över minimimåttet. Att fler små än stora kräftor selekterades ut visar att den storleksselekerande risten fungerat som avsett.

Under den vetenskapliga utvärderingen var det en tendens till minskad totalfångst av torsk (-32%) och en motsatt tendens till ökad totalfångst av vitling med försökstrålen (+43%). Den mer detaljerade längdbaserade analysen visade på en signifikant minskning av torskar mellan ca. 17 och 22 cm och en signifikant ökning av vitlingar mellan ca. 13 och 19 cm. Dessa resultat skiljer sig en del mot resultaten från 2015-års projekt, där en minskning av både torsk och vitling på 75% respektive 85% noterades (tabell 3.4; Lövgren 2016). Dock ser torskbestånden helt annorlunda

ut idag jämfört med 2015 (ICES 2022a). Torskbestånden i Kattegatt är idag på rekordlåga nivåer och har en ytterst trunkerad storleksstruktur (få stora individer), vilket gör det svårt att jämföra innevarande försök med de från 2015. Ökningen av vitling i försöksristen följer inte det generella mönstret av minskad bifångst med försöksristen. Den vitling som förekom i försökstrålen var av en storlek som kan sorteras ut med 70 mm fyrkantmaska (ca. 13 till 19 cm), men som i högre grad kvarhålls i 90 mm diagonalmaska (Madsen & Valentinsson 2010). Storleksfördelningen av torsk och vitling var jämförbara, de flesta individer var mellan 9 och 33 cm, vilket talar för att skillnaden fångster mellan arterna inte kan förklaras av storleksskillnader. Fyra av torskarna var större än 33 cm i försökstrålen medan inga individer större än 33 cm fångades i referenstrålen. En torsk av den storleken kan svårtligen komma igenom ristens spaltöppning. En möjlig förklaring är att dessa individer först sorterats ut ur risten via flyktöppningen men sedan flytt neråt och in i lyftet via den stormaskiga SELTRA-panelen eftersom det är väl dokumenterat att torsk har en tendens att fly neråt (e.g. Engås och Godø 1989; Sistiaga *et al.* 2018; Wardle 1993). Det ska tilläggas att trots viss statistisk signifikans i analysen så var det totalt relativt små mängder torsk och vitling som fångades under den vetenskapliga utvärderingen (medelfångst 1,1 – 1,8 kg/hal), vilket bidrar till en osäkerhet i dessa resultat.

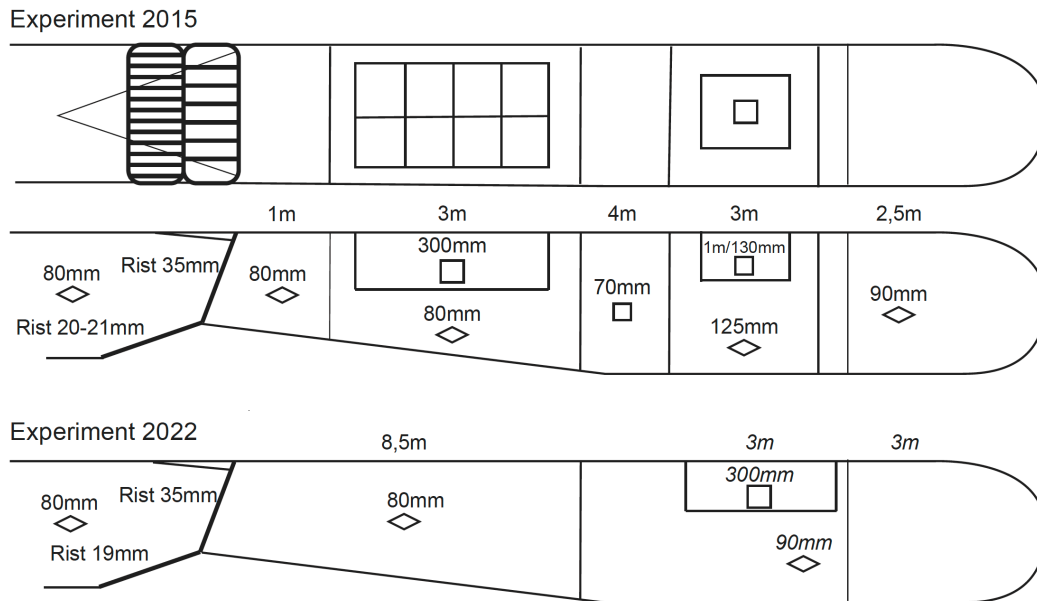
Tabell 3.4. Total medelfångst (kg) av de vanligaste arterna i fångsten från hal 4 tom hal 14 under 2022 års försök och en jämförelse av procentuell skillnad med 2015 års försök. *Notera att minimimåttet på undermålig kräfta har minskat sedan 2015 (i 2015 var det 40 mm).

Art	Referenstrål	Försökstrål	%	p	2015 %
Kräfta total	21,6	17,3	-20%	0,62	-26%
Kräfta Målig	20,4	17,6	-14%	0,74	-12%*
Kräfta UM (<32 mm)	1,3	0,3	-76%	0,14	-60%*
Torsk	1,6	1,1	-32%	0,17	-75%
Rödspätta	4,9	1,8	-63%	0,18	-62%
Sandskädda	12,8	2,1	-84%	0,001	-86%
Lerskädda	2,4	0,4	-83%	<0,001	-86%
Vitling	1,3	1,8	+43%	0,12	-85%

När det gäller plattfisk (rödspätta, sandskädda och lerskädda) följer resultaten i detta projekt de som sågs i 2015-års projekt (tabell 3.4). Fångsterna av dessa arter minskar i försökstrålen med upp till 80 %. Troligen är diagonalmaskorna i lyftet på försökstrålen den huvudsakliga förklaringen till denna reduktion. Det är välbelagt att selektiviteten i diagonalmaska är betydligt högre än den i fyrkantmaska för plattfiskar (Frandsen *et al.* 2011). Reduktion i fångst av plattfisk är en stor fördel eftersom plattfisk ofta utgör en stor del av bifångsten i det konventionella ristfisket.

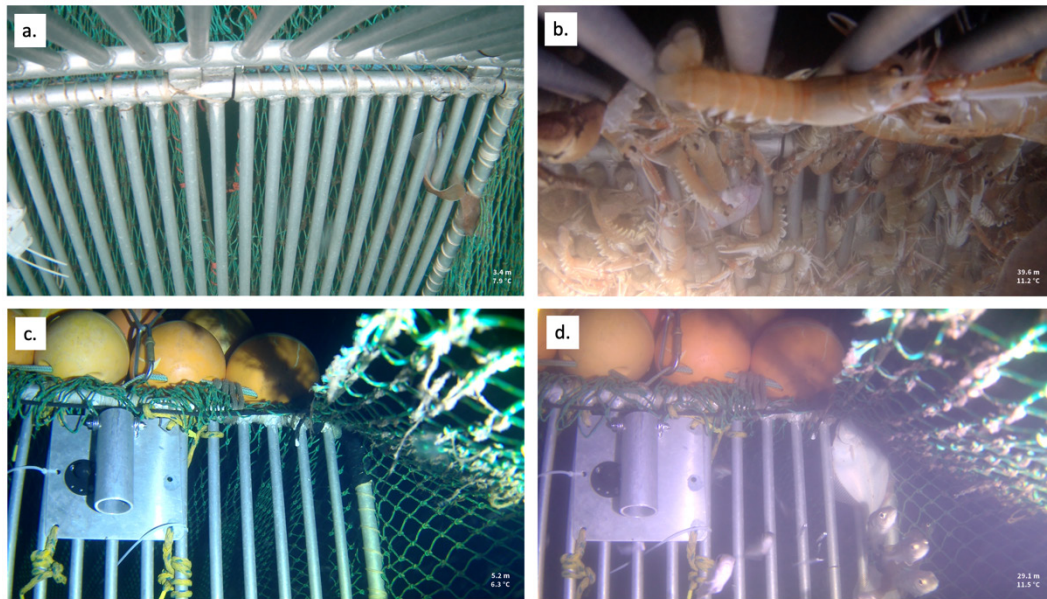
Det var en hel del förändringar i utformningen av försökstrålens lyft i detta projekt jämfört med 2015-års projekt (figur 3.9). Vid försöket 2015 var lyftet relativt komplext utformat för att försöka maximera selektiviteten för olika arter och storlekar i lyftet. Därför användes en blandning av diagonalmaskor och fyrkantmaskor av olika storlekar avsedda att selektera ut både plattfisk och

rundfisk. För innevarande projekt beslöts det att i stället använda ett standard SELTRA 300 lyft eftersom det idag är förenligt med regelverket för kräfttrålar med rist samt för att det underlättade tillverkningen av lyftet. Vidare var spaltbredden i ristens undre del större 2015 21-22mm jämfört med 19 mm i detta försök (figur 3.9). Orsaken till den minskade spaltbredden var en önskan att anpassa selektiviteten till det minskade minimimåttet på 32 mm (minimimåttet sänktes från 40 mm till 32 mm 2016).



Figur 3.9. Skiss av de två lyften med rist som användes under 2015 och 2022.

Lutningssensorerna visade att försöksristen stod väldigt stabilt under aktiv trålning, med en lutning av nedre delen på ca. 30 grader och övre delen på ca. 85 grader. Vinkeln på den övre delen av risten kan ha effekt på selektionsförmågan av risten. Om risten står närmare 90 grader, så minskar det möjligheten till utsortering av fisk eftersom fisken måste då aktivt simma och ändra riktning för att ta sig ut via flyktöppningen (Brinkhof *et al.* 2020). En ökad vinkel på övre delen av risten kan också öka risken att kräfta och fisk ansamlas framför risten då riktningen och strömmen på vattnet inte trycker ut det igenom flyktöppningen lika effektivt. Det sågs i vissa hal där högar med kräfta och fisk observerades framför risten i videofilmerna samt att delar av fångsten fick plockas från utrymmet framför risten när trålen togs upp (figur 3.10).



Figur 3.10. Bilder från videorna som visar de två kameravinklarna. (a) tittar ner på nedre delen av risten under sättning, (b) visar nedre delen av risten under aktiv trålning, (c) visar övre delen av risten samt flyktöppningen under sättning, och (d) visar övre delen av risten samt flyktöppningen under aktiv trålning.

Vinkeln på övre delen av risten var lite högre under hal 10 till 14, där den stod närmare 90 grader. Inför hal 10, hade det bytts sida på trålarna, vilket troligen är anledningen till att vinkeln ändrades mellan hal 9 och 10. Skillnaden i övre ristvinkel verkade dock inte påverka funktionen eller fångsteffektiviteten. Det var också små förändringar på några grader inom varje hal vilket kan bero på skillnader i lutningen på havsbotten, trålfart och ström. En lärdom är att det är att föredra att använda två sensorer för att kunna jämföra vinklarna på försöksristen med vinklarna på referensristen.

3.5. Fortsatt utveckling

Resultaten från självprovtagningen och den vetenskapliga utvärderingen visade att det storleksselektande kräftriset med förenklat lyft delvis har fungerat som det var tänkt. Bifångsten av undermålig havskräfta och plattfisk minskade signifikant.

Antalet fartyg som använder rist i kräftfisket har minskat under de senaste åren som en följd av flera förändringar i både EU-gemensamma och nationella regelverk. Mellan 2010 och 2016 stod ristfisket för över 50% av landningarna, men har nu stabiliserats kring ca. 40% av de totala landningarna av havskräfta (Valentinsson 2022). Samtidigt finns det intresserade parter som vill att utvecklingen av storleksselektande risten ska drivas framåt. Besättningen på Althea ser positivt på vidareutvecklingen av kräftristen och har fortsatt att använda redskapet eftersom

det är mycket mindre bifångst att sortera vilket också betyder att de kan dra längre hal.

Förslag på fortsatta utvecklingsbehov av storlekssorterande kräftrist:

1. Testa om tendensen till tapp av målig kräfta skulle minska med en böjd överdel på risten. En böjd rist visade potential under självprovtagningen.
2. Testa hur fångsteffektiviteten av målig småkräfta (32-40 mm) samt utsortering av undermålig kräfta och fiskbifångst påverkas av en ytterligare minskad spaltbredd i nedre delen av risten.

3.6. Referenser

- Brinkhof, J., Larsen, R.B., Herrmann, B. & Sistiaga, M. (2020). Size selectivity and catch efficiency of bottom trawl with a double sorting grid and diamond mesh codend in the North-east Atlantic gadoid fishery. *Fisheries Research*, 231, 105647. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2020.105647>
- Brooks M. (2022). *_selfisher: Selectivity of Fisheries Gear, Modeled using Template Model Builder_*. R package version 1.1.0, <<https://github.com/mebrooks/selfisher>>.
- Engås, A. & Godø, O.R. (1989). The effect of different sweep lengths on the length composition of bottom-sampling trawl catches. *ICES Journal of Marine Science*. 45(3), 263-268. <https://doi.org/10.1093/icesjms/45.3.263>
- Frandsen, R.P., Herrmann, B., Madsen, N. & Krag, L.A. (2011). Development of a codend concept to improve size selectivity of Nephrops (*Nephrops norvegicus*) in a multi-species fishery. *Fisheries Research*. 111(1-2), 116-126. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2011.07.003>
- Hornborg, S., Ulmestrand, M., Sköld, M., Jonsson, P., Valentinsson, D., Eigaard, O.R., Feekings, J., Nielsen, J.R., Bastardie F., & Lövgren, J. (2017). New policies may call for new approaches: the case of the Swedish Norway Lobster (*Nephrops norvegicus*) fisheries in the Kattegat and Skagerrak. *ICES Journal of Marine Science*. 74(1), 134-145. doi.org/10.1093/icesjms/fsw153
- ICES (2022a). Cod (*Gadus morhua*) in Subdivision 21 (Kattegat). (ICES Advice: Recurrent Advice). <https://doi.org/10.17895/ices.advice.19447865>
- ICES (2022b). Norway lobster (*Nephrops norvegicus*) in Division 3.a, functional units 3 and 4 (Skagerrak and Kattegat). (ICES Advice: Recurrent Advice). <https://doi.org/10.17895/ices.advice.19772431>
- Lövgren, J. (2016). Vidareutveckling av storleksselektiv kräftrist Halland. I Valentinsson m fl 2016. Sekretariatet för selektiv fiske- Rapportering av 2015 års verksamhet. Aqua Reports 2016:8.
- Lövgren, J. (2018). Minskad bifångst i demersalt trålfiske efter havskräfta. I Nilsson m fl 2018. Sekretariatet för selektivt fiske- Rapportering av 2014 års verksamhet. Aqua reports 2018:2.
- Madsen, N. & Valentinsson, D. (2010). Use of selective devices in trawls to support recovery of the Kattegat cod stock: a review of experiments and experience. *ICES Journal of Marine Science*. 67(9), 2042-2050. <https://doi.org/https://doi.org/10.1093/icesjms/fsq153>

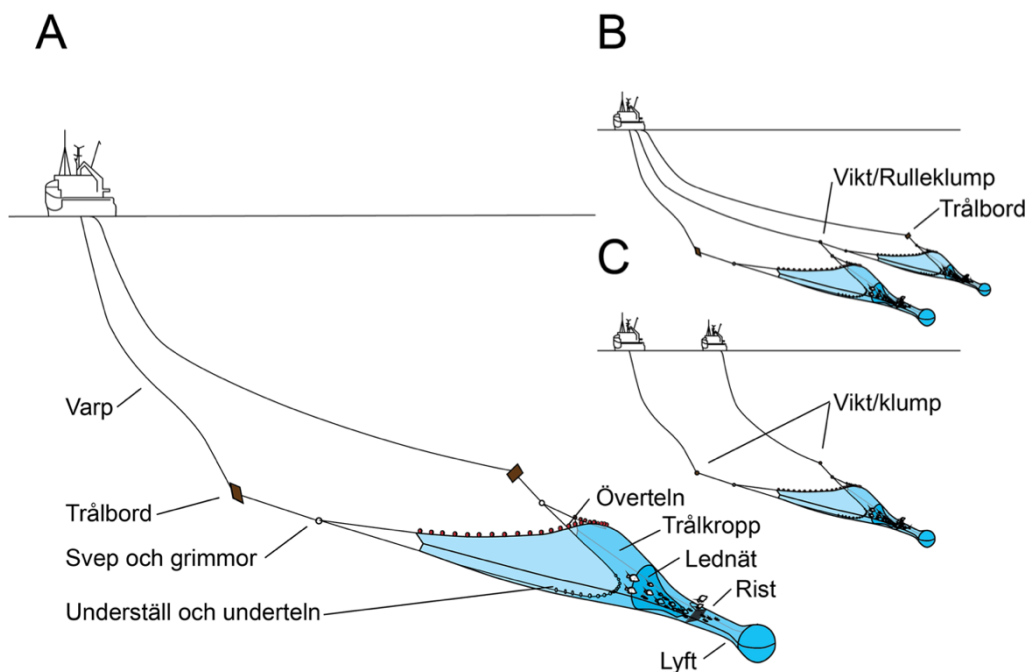
- Nilsson, H. (2020). Ökad användning av utvecklade redskap. I Nilsson m fl 2020. Sekretariatet för selektiv fiske- Rapportering av 2019 års verksamhet. Aqua reports 2020:9.
- Nilsson, H. & Andersson, E. (2020). Utveckling av et skonsamt demersalt trålfiske LIT (Low Impact Trawling), fas 2. I Nilsson m fl 2020. Sekretariatet för selektivt fiske- Rapportering av 2019 års verksamhet. Aqua reports 2020:9.
- Sistiaga, M., Herrmann, B., Grimaldo, E., Larsen, R.B., Olsen, L., Brinkhof, J. & Tatone, I. (2018). Combination of a sorting grid and a square mesh panel to optimize size selection in the North-East Arctic cod (*Gadus morhua*) and redfish (*Sebastes spp.*) trawl fisheries. *ICES Journal of Marine Science*. 75(3), 1105-1116. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsx231>
- Valentinsson, D. & Ulmestrand, M. (2008). Species-selective *Nephrops* trawling: Swedish grid experiments. *Fisheries Research*. 90(1-3), 109-117. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2007.10.011>
- Valentinsson, D., Ringdahl, K., Carlshamre, S., Sköld, M., Wennhage, H., Lövgren, J., Hornborg, S. (2023). Kunskapsunderlag till regeringsuppdrag om faktorer att beakta i ett system med demersala individuella fiskemöjligheter. SLUID: SLU.aqua.2022.5.5-397. 43 pp.
- Wardle, C. (1993). Fish behaviour and fishing gear. I: Pitcher, T.J. (red.) *Behaviour of Teleost Fishes*. London: Chapman and Hall. 607-643.

4. Utveckling av ett skonsammare bottentrålfiske LIT (Low Impact Trawling), fas 3

4.1. Introduktion

Under senare tid har ett bredare fokus på ekosystembaserad förvaltning bland annat medfört att bottentrålningens miljöpåverkan hamnat mer i fokus än tidigare. Bottentrålning har flera negativa effekter på havsmiljön. Dessa inkluderar resuspension av sediment upp i vattenpelaren, störning på havsbotten och minskning av habitatets komplexitet, samt förändringar i artsammansättning (Eigaard *et al.* 2016, Kaiser *et al.* 2006, McConnughey *et al.* 2019). Inför 2018, ändrades regeringens satsning på selektivt fiske till att också inkludera utveckling av ett mer skonsamt fiske. Under satsningen på ett mer skonsamt demersalt trålfiske har två tidigare projekt genomförts, benämnda ”Low Impact Trawling” (LIT) under 2018 och 2019, där målet har varit att minska bränsleförbrukningen och bottenpåverkan.

Under traditionell bottentrålning är det framför allt tre delar av trålen som kommer i kontakt med havsbotten: trålborden, svepet med grimmor, och understället (figur 4.1). Vid dubbeltrålning och partrålning (figur 4.1) har även vikten/rullen/klumpen mellan trålarna kontakt med botten. Trålborden är den del som påverkar botten djupast (Eigaard *et al.* 2016), och därför har mycket av utvecklingsarbetet fokuserat på att finna alternativ som har mindre miljöpåverkan än traditionella demersala trålbord. Understället på trålen har också en stor påverkan på botten, dock krävs det att understället har bottenkontakt för att trålen ska fiska effektivt efter de flesta demersala arterna (Valdemarsen *et al.* 2007). Därför blir det svårt att ändra understället utan att tappa kommersiellt värdefull fångst av flertalet demersala och bentiska arter. Ett sätt att minska miljöpåverkan av trålen är att lyfta trålborden från havsbotten. Det är ett effektivt sätt att minska både fartygets bränsleförbrukning och redskapens påverkan på botten med minsta möjliga effekt på fångsteffektivitet (Nilsson & Andersson 2019).

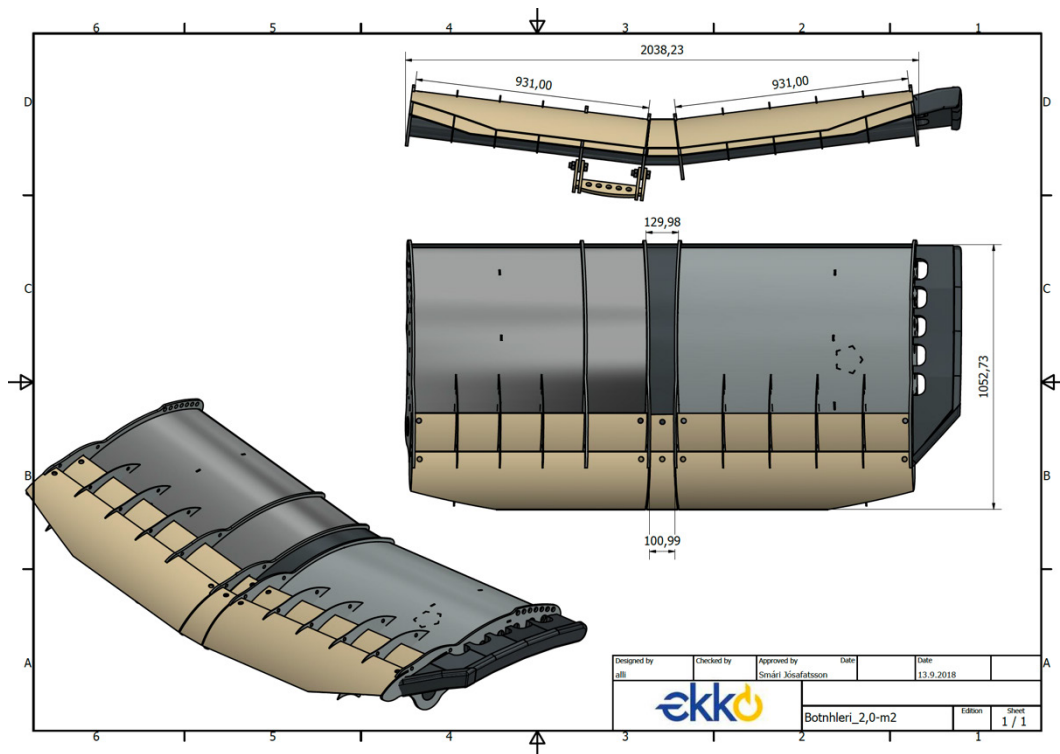


Figur 4.1. (A) Riggning vid enkeltrålning med trålens viktigaste enskilda delar, (B) trålning med två trålar (dubbeltrål), och (C) partrålning. Från Nilsson och Andersson 2020.

Användandet av fossilt bränsle står för 60 – 90% av växthusgasutsläppet inom fisket (Cheilari *et al.* 2013, Sala *et al.* 2022). Samtidigt har bränslepriserna ökat snabbare än priserna för fisk och skaldjur, vilket har minskat fiskets lönsamhet då en betydande del av kostnaderna inom fisket går till bränsle (Cheilari *et al.* 2013, Davie *et al.* 2015). Det har också visat sig att vissa (t.ex. svenskt trålfiske efter kräfta) demersala trålfisken i Europa är bland de mest bränslekrävande fiskena i världen (Parker & Tyedmers 2015). Allt detta pekar på vikten av att utveckla redskap som minskar bränsleförbrukningen och förbättra de ekonomiska förutsättningarna för fisket, samt som har en mindre påverkan på havsbotten.

Ett sätt att minska bottentrålningens miljöpåverkan via minskad bränsleförbrukning (via minskat dragmotstånd) och minskad bottenpåverkan är att lyfta trålborden några meter ovanför havsbotten, dvs som semipelagiska eller pelagiska trålbord. Ekko Doors (Reykjavik, Island) producerar semipelagiska trålbord som både kan användas som demersala eller som pelagiska trålbord. De är formade som vingar (figur 4.2), vilket gör dem skonsammare än demersala trålbord eftersom det minskar dragmotståndet samt hjälper med att lyfta trålborden från havsbotten. De ska riggas så att de dras fram 8–10 m över havsbotten samt dras med en mindre anfallsvinkel (vinkel mellan trålbord och färdriktning) på 20–25 grader, vilket gör att dessa trålbord har ett mindre dragmotstånd jämfört med traditionella trålbord vilkas anfallsvinkel är större (30–35 grader), och med det bränsleförbrukningen för fartyget. Formen på trålborden gör också att trålen sprider sig lättare med hjälp av

Bernoulli-krafter, där skillnaden i trycket mellan de främre och bakre delarna av trålborden resulterar i att de sprids lättare. De är också lätta, men extra vikter kan adderas vid behov beroende på övrig riggning och fartygsegenskaper etc. Det finns en luftficka överst på trålborden vilket hjälper till att hålla trålborden upprätta och gör att trålborden står mer stabilt under trålning.



Figur 4.2. Ritning på formen av Ekko S2 trålbord som användes under provfisket. Från Smári Jósafatsson på Ekko Trawl Doors.

Denna projektrapportering är en fortsättning på de två inledande LIT-projekten som genomfördes under 2018 och 2019. Den övergripande målsättningen för dessa projekt har varit att reducera bottenpåverkan och bränsleförbrukning vid demersalt trålfiske. Utmaningar från de tidigare projekten var att det var svårt att få trålborden att stå stabilt under hela trålhalet samt att det förekom ett viss tapp av målarter. Målet med innevarande projekt var därför att vidareutveckla riggningen av semipelagiska trålbord i demersala trålfisken i syfte att få borden att stå stabilt under hela trålhalet, och att undersöka fångsteffektivitet i relation till bränsleförbrukning vid olika typer av fiske.

4.2. Material och Metoder

4.2.1. Självprovtagning

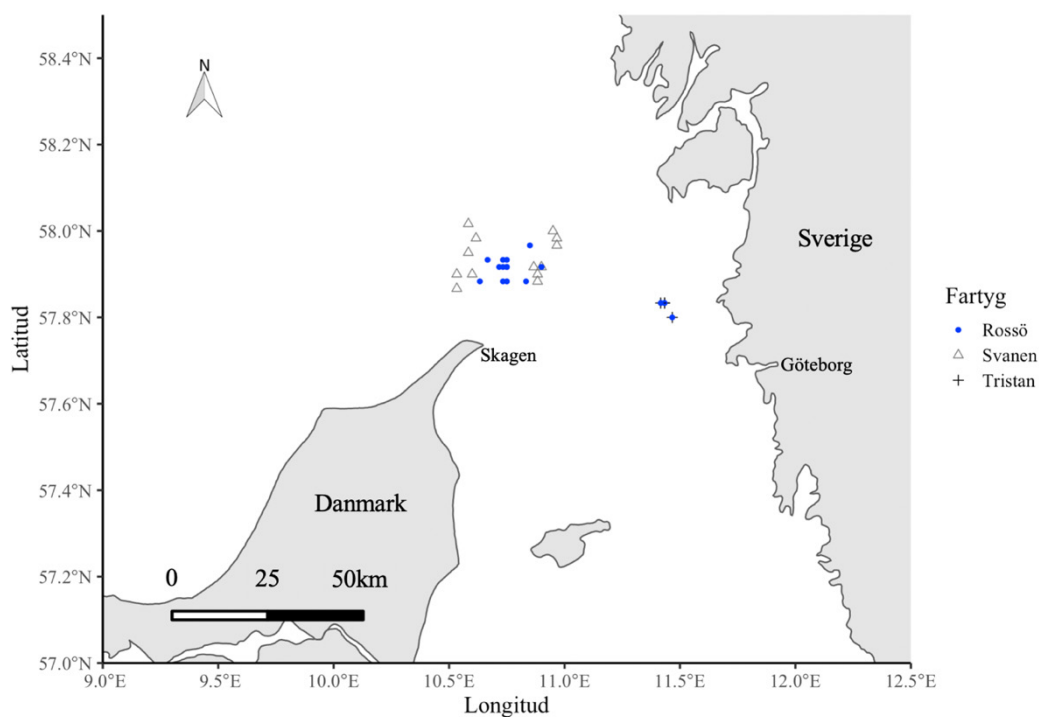
De semipelagiska trålbord som GG39 Rossö (LÖA: 23 m, 151 bruttoton, 551 kW) använde under försöken var tillverkade av Ekko Trawl Doors (Reykjavik, Island). Trålborden som användes var Ekko S2 (semi 2-spoiler trålbord) och var på 2,1 m² med en vikt av 250 kg. Inför självprovtagningen var Smári Jósafatsson (Ekko Trawl Doors) på plats för att hjälpa till med att få redskap och riggning i ordning ombord på fartyget (GG39 Rossö) som användes i projektet. Inledningsvis gjordes en serie korta tråldrag med Jósafatsson ombord för att testa riggningen och hitta lösningar på eventuella problem som observerades.

Rossö genomförde sedan s.k. självprovtagning i enlighet med riktlinjer från SLU Aqua, där fokuset var att trimma in en riggning där trålborden stod så stabilt som möjligt över botten. Under självprovtagningen genomfördes 11 hal med dubbeltrål i Skagerrak mellan den 19 och 28 september 2022. Trålsensorer monterades på trålborden och på mittklumpen (se figur 4.1B) för att övervaka hur trålen och tråldörrarna betedde sig under fiske: trålbordens dragvinkel, hur långt över botten trålborden stod och symmetrin mellan trålarna. Under självprovtagningen fick besättningen fylla i ett självprovtagningsprotokoll och skicka in bilder från sensorsystemet för att ha en kontinuerlig dialog med SLU Aqua. Självprovtagningsprotokollet inkluderade bland annat uppgifter om väderförhållanden, fångstdata, bränsleförbrukning, och ändringar i riggningen.

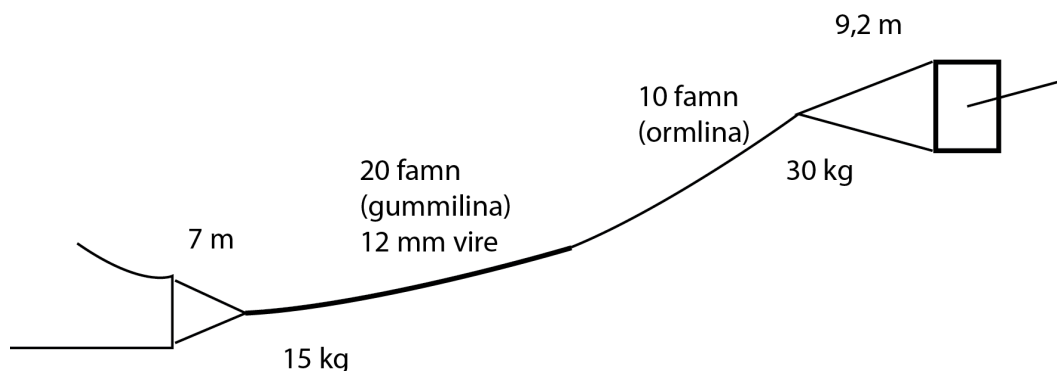
4.2.2. Vetenskaplig Utvärdering

Fokuset för den vetenskapliga utvärderingen var bedöma funktionalitet av de semipelagiska trålborden utifrån den riggning som togs fram under självprovtagningen, samt granska fångsteffektivitet av målarter i relation till bränsleförbrukning. Under den vetenskapliga utvärderingen fiskade GG39 Rossö och GG840 Svanen (LÖA: 24 m, 152 bruttoton, 578 kW) tillsammans i Skagerrak och Kattegatt under 14 dagar mellan den 14 och den 29 november 2022 (figur 4.3; tabell 4.1). Mellan den 15 och 17 november fiskade dock GG32 Tristan (LÖA: 15 m, 55 bruttoton, 375 kW) i stället för Svanen. Rossö och Svanen användes för detta försöksfiske eftersom de är av liknande storlek och motorkraft, samt att de har liknande fiskemönster och ofta fiskar tillsammans. Totalt genomfördes 20 hal, därav 13 med Rossö och Svanen, 4 med Rossö och Tristan, och 3 där Rossö fiskade ensam (tabell 4.1). Rossö använde Ekko semipelagiska trålbord samt trålsensorer medan Svanen och Tristan använde traditonella demersala trålbord. Rossö och Svanen använde samma provtagningsprotokoll där de noterade uppgifter om vind, ström, djup, haltid, fångst, och bränsleförbrukning. Rossö dokumenterade även

eventuella mindre förändringar i riggningen. Provtagningsprotokoll och loggboksblad från båda fartygen samt bilder från sensorsystemet på Rossö skickades sedan till personal på SLU Aqua. Uppgifter om fångst och bränsleförbrukning från Tristan skickades via Rossö. Uppgifter om väderförhållanden, djup, och sättkoordinater från Tristan antas vara samma som Rossö under hal 6 till 9 eftersom de uppgifterna saknas. Riggningen som användes under den vetenskapliga utvärderingen visas i figur 4.4. Efter försöksfisket hade genomförts, gjordes en intervju med Sterner Lundgren (ägaren av GG39 Rossö) för att få en djupare förståelse om intrycken av hur de semipelagiska trålborden fungerade under försöksfisket och hans tankar om vidare utveckling.



Figur 4.3. Karta med sättpositionerna för de 20 hal som utfördes under den vetenskapliga utvärderingen. För sättpositioner där Rossö och Tristan fiskade tillsammans finns endast sättposition angivet för det ena fartyget.



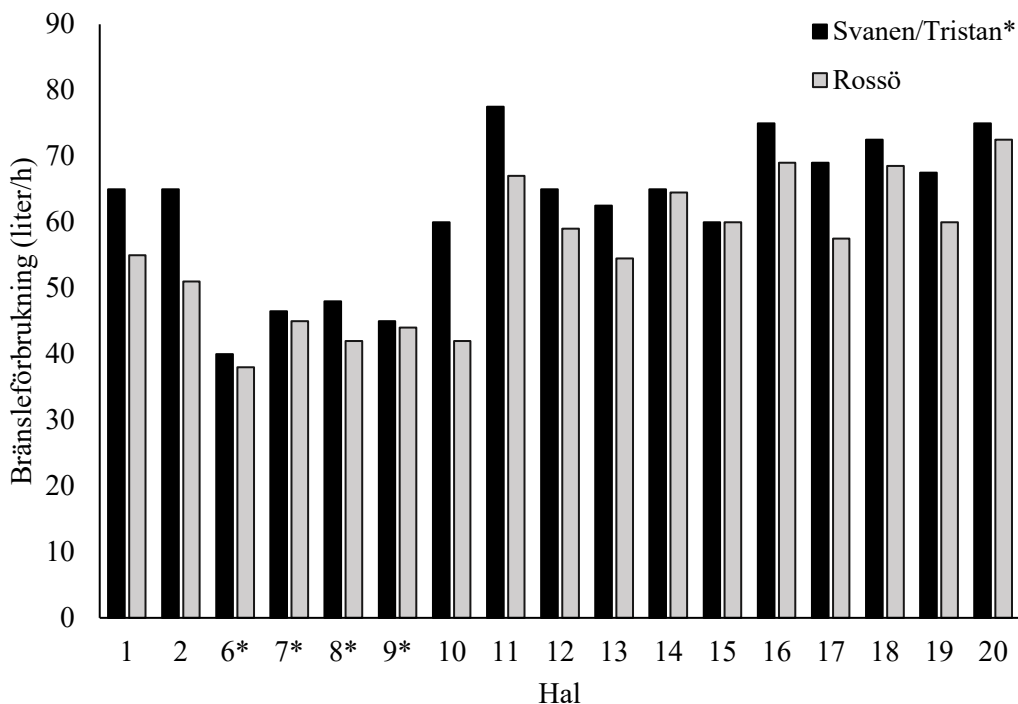
Figur 4.4. Slutlig riggning av Ekko doors semipelagiska trålbord för bottenrålning på Rossö.

Tabell 4.1. Uppgifter om hal och fartyg under den vetenskapliga utvärderingen. *Hal 3–5 ingick inte in utvärderingen eftersom data saknades från både Svanen och Tristan. Notera att haltiden för hal 16 varierade mellan Rossö och Svanen.

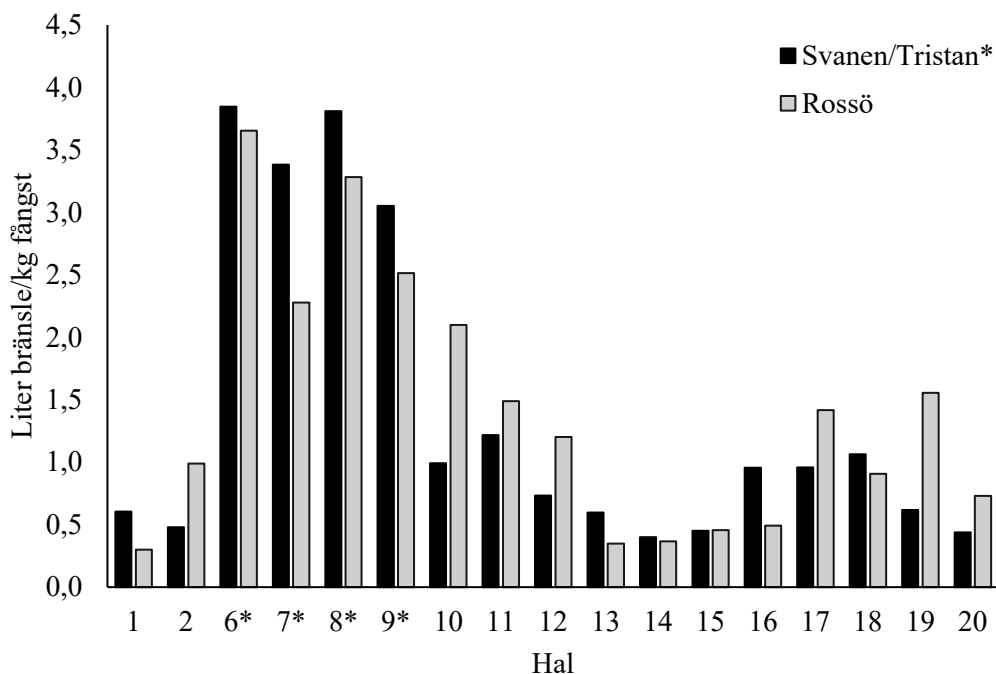
Hal	Datum	Fartyg	Haltid (h:mm)	Djupintervall (m)	Mållart
1	14/11/2022	Rossö, Svanen	5:00	106–116	Blandad fisk
2	14/11/2022	Rossö, Svanen	4:00	106,5–160	Blandad fisk
3*	14/11/2022	Rossö	4:00	160–178	Blandad fisk
4*	15/11/2022	Rossö	5:00	48–55	Kräfta
5*	15/11/2022	Rossö	4:00	71	Kräfta
6	16/11/2022	Rossö, Tristan	5:00	58–71	Kräfta
7	16/11/2022	Rossö, Tristan	4:00	NA	Kräfta
8	17/11/2022	Rossö, Tristan	5:00	44,5–62,5	Kräfta
9	17/11/2022	Rossö, Tristan	4:00	44,5–62,5	Kräfta
10	21/11/2022	Rossö, Svanen	4:15	98–116	Blandad fisk
11	21/11/2022	Rossö, Svanen	5:00	NA	Blandad fisk
12	21/11/2022	Rossö, Svanen	6:00	92,5–135,5	Blandad fisk
13	22/11/2022	Rossö, Svanen	5:00	122,5–151,5	Blandad fisk
14	22/11/2022	Rossö, Svanen	5:00	121–151,5	Blandad fisk
15	23/11/2022	Rossö, Svanen	5:00	124,5–151,5	Blandad fisk
16	23/11/2022	Rossö, Svanen	5:00, 5:20	133,5–142,5	Blandad fisk
17	28/11/2022	Rossö, Svanen	5:00	130–158,5	Blandad fisk
18	28/11/2022	Rossö, Svanen	5:00	112–139	Blandad fisk
19	29/11/2022	Rossö, Svanen	5:30	142–151,5	Blandad fisk
20	29/11/2022	Rossö, Svanen	5:00	142,5–169	Blandad fisk

4.3. Resultat och diskussion

Under den vetenskapliga utvärderingen fiskade de kontrakterade fartygen dels riktat efter blandad demersal fisk, dels riktat efter havskräfta. Bränsleförbrukningen per timme var under samtliga hal lägre för Rossö, som använde Ekko semipelagiska trålbord, relativt Svanen och Tristan som använde traditionella demersala trålbord (figur 4.5). Under några av försökshalen, riktat mot blandad demersal fisk, var dock mängden förbrukat bränsle per kilo fångst högre för Rossö relativt mängden förbrukat bränsle per kilo fångst för Svanen (figur 4.6).



Figur 4.5. Bränsleförbrukning per timme (l/h) för varje hal för de två typer av trålbord. Under hal 6–9 fiskade Tristan med Rossö i stället för Svanen. Notera att hal 3 till 5 inte ingår i grafen på grund av att det inte fanns data från Svanen eller Tristan. Tristan fiskade i hal 6 till och med 9.



Figur 4.6. Liter bränsle per kilo fångst under den vetenskapliga utvärderingen. Under hal 6–9 fiskade Tristan i stället för Svanen som referensbåten. Notera att hal 3 till 5 inte ingår i grafen på grund av att det inte fanns data från Svanen eller Tristan. Tristan fiskade i hal 6 till och med 9.

Tabell 4.2. Uppgifter om väderförhållanden i form av vind och ström under försöksfisket.

Hal	Datum	Vind (m/s)	Vind (riktning)	Ström (styrka; riktning)
1	14/11/2022	0–5 m/s	Med, mot	Lätt; mot
2	14/11/2022	5–10 m/s	Mot	Lätt; med
6	16/11/2022	10–15 m/s	Med	Kraftig; med
7	16/11/2022	10–15 m/s	Med, mot	Kraftig; med, mot
8	17/11/2022	10–15 m/s	Med, mot	Lätt; med, mot
9	17/11/2022	10–15 m/s	Med, mot	Lätt, medel; med, mot
10	21/11/2022	>15 m/s	Med	Kraftig; med
11	21/11/2022	10–15 m/s	Mot	Kraftig; mot
12	21/11/2022	10–15 m/s	Med	Kraftig; med, tvärs, mot
13	22/11/2022	5–10 m/s	-	Lätt; tvärs
14	22/11/2022	10–15 m/s	Mot	Kraftig; med, tvärs
15	23/11/2022	10–15 m/s	Med	Medel; med, mot
16	23/11/2022	10–15 m/s	Mot	Kraftig; tvärs, mot
17	28/11/2022	10–15 m/s	-	Kraftig; med, mot
18	28/11/2022	10–15 m/s	-	Medel; mot
19	29/11/2022	5–10 m/s	-	Kraftig; tvärs
20	29/11/2022	5–10 m/s	-	Kraftig; mot

En möjlig orsak till att Rossö fick mindre fångst av fisk per liter förbrukat bränsle under vissa hal var att väderförhållandet påverkade Rossös fångsteffektivitet mer än Svanens. Under 10 av de 17 hal som genomfördes under försöksfisket var det relativt starka vindar och kraftiga strömmar (tabell 4.2). De semipelagiska trålborden var fortsatt svåra att hålla stabila under hela halet i dessa förhållanden (pers. komm. Sterner Lundgren). Lokala skillnader i täthet av målarterna kan även påverkat resultaten. Det kan också vara så att semipelagiska trålbord fungerar bra för att minska bränsleförbrukningen men inte fiskar lika bra som demersala trålbord. I normalfallet vid bottentrålning har trålborden, mittklumpen och svepen konstant bottenkontakt. Dessa redskapskomponenter spelar en viktig roll i att valla fisken genom att de skapar sedimentmoln som håller fisken inom trålbanan och därmed ökar fångsteffektiviteten (Winger *et al.* 2010). Skillnaden med semipelagiska trålbord är att bottenkontakten av trålborden och till viss del svepet försvinner eller minskar, vilket kan ha en negativ påverkan på vallning och därmed påverka fångsteffektiviteten negativt (Sistiaga *et al.* 2015).

Under kräftfisket hade Rossö kontinuerligt lägre bränsleförbrukning per kilo fångst av havskräfta än Tristan (figur 4.6). Här utfördes dock bara fyra hal, vilket gör det svårt att dra några långtgående slutsatser utifrån denna jämförelse. Den kontinuerligt lägre bränsleförbrukningen per kilo fångst skulle dock kunna indikera att semipelagiska trålbord inte påverkar fångsteffektiviteten negativt då kräfta är målart. En förklaring till detta resultat kan vara att fångsten av kräfta inte är beroende av vallningseffekten på samma sätt som fångsten av fisk.

Rossö har normalt en bränsleförbrukning på ca. 55 till 70 liter per timme med demersala trålbord (pers. komm. Sterner Lundgren). Sett över hela den vetenskapliga utvärderingen låg medelbränsleförbrukningen för Rossö på 60 liter per timme med semipelagiska trålbord. Detta kan jämföras med 2018-års projekt

vilket visade en trend på minskningar i medelbränsleförbrukning mellan 10 och 25% beroende på fartyg (Nilsson & Andersson 2019). Liknade tidigare studier (Hansen *et al.* 2013 och Eayrs *et al.* 2012) rapporterade minskningar på bränsleförbrukning på 14% respektive 12%, alltså jämförbart med minskningen som Rossö uppvisade under försöksfisket.

Efter projektet avslutades, gjordes en kortare intervju med Rossös skeppare Sterner Lundgren för att få en uppfattning om hans upplevelser och intryck av praktiskt fiske med de semipelagiska trålborden. Han var överlag väldigt nöjd med hur trålborden fungerade. De fungerade väldigt bra när väderförhållanden var bra och när det inte var starka vattenströmmar. Han märkte också en tydlig minskning i bränsleförbrukningen under försöksfisket. Dock fungerade de inte lika bra när det var sämre väderförhållanden eller starka strömmar, då rörde sig trålborden ofta upp och ner i förhållande till botten och det blev väldigt svårt att få dem att stå stabilt. Han betonade att det finns potential för dessa trålbord att bli väldigt effektiva men att det behövs fortsatt utveckling.

4.4. Fortsatt utveckling

Fortsatta utvecklings- och förbättringsbehov för användande av pelagiska trålbord och svep i traditionella bottentrålfisken.

1. Studera om användandet av pelagiska trålbord minskar mängden bifångst. Sistiaga *et al.* (2015a) har visat att semipelagiska trålbord potentiellt kan minska mängden plattfisk i fångsten.
2. Öka antalet dagar som deltagande fartyg har för att anpassa och justera riggningen. Pelagiska trålbord har visat sig behöva mer arbete för att anpassas korrekt jämfört med demersala trålbord. Detta skulle öka effektiviteten samt säkerheten då besättningen undviker att justera riggningen när de är ute till sjöss.
3. Testa riggningen mer systematiskt på olika djup under självprovtagningen för att veta hur riggningen ska se ut beroende på djupförhållandena på fiskeplatsen.
4. Förbättrad funktion i dåligt väder och i förhållanden med stark ström.
5. Utföra bara en typ av fiske under den vetenskapliga utvärderingen för att maximera styrkan på analysen.
6. Använda före- och efterdata från samma båt (dvs. jämföra fiske med och utan semipelagiska trålbord), för att minska den vetenskapliga osäkerheten

i försöksdesignen och för att kunna dra mer grundade slutsatser. Alternativt att två liknande båtar (som t.ex. Rossö och Svanen) drar parallella hal och byter redskap sinsemellan under försöket.

Bränsleförbrukning är inte en faktor som direkt ingår i förvaltningen idag men det är en viktig indikator för miljöpåverkan av fisket (Ziegler & Hornborg 2014). Bränsleeffektivitet är dock i praktiken en viktig styrande faktor på grund av att det är den största kostnaden i bottentrålfisket. Dessutom kom nyligen ett förslag till åtgärds paket från EU kommissionen som understryker behovet av rejäla energieffektiviseringar och miljöskydd inom fisket (European Commission 2023). Några punkter i paketet har fokus på en förbättrad bränsleeffektivitet och ett minskat beroende på fossila bränslen inom fisket samt en minskad påverkan av fisket på marina ekosystem. I detta sammanhang framstår en fortsatt utveckling av ”low impact trawling” som viktig.

4.5. Referenser

- Cheilari, A., Guillen, J., Damalas, D. & Barbas, T. (2013). Effects of the fuel price crisis on the energy efficiency and the economic performance of the European Union fishing fleets. *Marine Policy*. 40, 18-24. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2012.12.006>
- Davie, S., Minto, C., Officer, R., Lordan, C. & Jackson, E. (2015). Modelling fuel consumption of fishing vessels for predictive use. *ICES Journal of Marine Science*. 72(2), 708-719. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsu084>
- Eayrs, S., Thorbjornson, T., Ford, J., Deese, H. & Smith, G. (2012). Saving fuel to increase profitability and reduce environmental impact in a US ground fish fishery. I: Second International Symposium on Fishing Vessel Energy Efficiency E-Fishing.
- Eigaard, O.R., Bastardie, F., Breen, M., Dinesen, G.E., Hintzen, N.T., Laffargue, P., Mortensen, L.O., Nielsen, J.R., Nilsson, H.C., O'Neill, F.G., Polet, H., Reid, D.G., Sala, A., Sköld, M., Smith, C., Sørensen, T.K., Tully, O., Zengin, M. & Rijnsdorp, A.D. (2016). Estimating seabed pressure from demersal trawls, seines, and dredges based on gear design and dimensions. *ICES Journal of Marine Science*. 73(suppl_1), i27-i43. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsv099>
- European Commission. (2023). Fisheries, aquaculture and marine ecosystems: transition to clean energy and ecosystem protection for more sustainability and resilience. Brussels.
- Hansen, U.J., Tørring, P., Nielsen, J.W. & Rønfeldt, J.L. (2013). Using the Best Available Technology drastically improves Fuel Efficiency in Trawl Fisheries. (2013 Annual Meeting of the ICES-FAO Working Group on Fishing Technology and Fish Behaviour LIFE minisymposium). Bangkok.
- Kaiser, M.J., Clarke, K.R., Hinz, H., Austen, M.C.V., Somerfield, P.J. & Karakassis, I. (2006). Global analysis of response and recovery of benthic biota to fishing. *Marine Ecology Progress Series*. 311, 1-14. <https://www.int-res.com/abstracts/meps/v311/p1-14/>

- Nilsson, H. & Andersson, E. (2019). Utveckling av ett skonsamt demersalt trålfiske LIT (Low Impact Trawling). I Nilsson m fl 2019. Sekretariatet för selektivt fiske- Rapportering av 2018 års verksamhet. Aqua reports 2019:6.
- McConnaughey, R.A., Hiddink, J.G., Jennings, S., Pitcher, C.R., Kaiser, M.J., Suuronen, P., Sciberras, M., Rijnsdorp, A.D., Collie, J.S., Mazon, T., Amoroso, R.O., Parma, A.M. & Hilborn, R. (2020). Choosing best practices for managing impacts of trawl fishing on seabed habitats and biota. *Fish and Fisheries*. 21(2), 319-337. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/faf.12431>
- Parker, R.W.R. & Tyedmers, P.H. (2015). Fuel consumption of global fishing fleets: current understanding and knowledge gaps. *Fish and Fisheries*. 16(4), 684-696. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/faf.12087>
- Sala, A., Damalas, D., Labanchi, L., Martinsohn, J., Moro, F., Sabatella, R. & Notti, E. (2022). Energy audit and carbon footprint in trawl fisheries. *Scientific Data*. 9(1), 428. <https://doi.org/10.1038/s41597-022-01478-0>
- Sistiaga, M., Grimaldo, E., Larsen, R.B., Tatone, I., Vollstad, J. & Herrmann, B. (2015). Use of semi-pelagic trawling for reducing bycatch in shrimp trawls.
- Valdemarsen, J.W., Jørgensen, T. & Engås, A. (2007). *Options to mitigate bottom habitat impact of dragged gears*. (FAO Fisheries Technical Paper). Rome: FAO.
- Winger, P., Eayrs, S. & Glass, C. (2010). Fish Behaviour near Bottom Trawls. I: He, P. (red.) *Behaviour of Marine Fishes: Capture Processes and Conservation Challenges*. Hoboken: Wiley-Blackwell. 67-104.
- Ziegler, F. & Hornborg, S. (2014). Stock size matters more than vessel size: The fuel efficiency of Swedish demersal trawl fisheries 2002–2010. *Marine Policy*. 44, 72-81. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2013.06.015>

