

# Aqua reports 2022:2

## **Sekretariatet för selektivt fiske**

– Rapportering av 2021 års verksamhet

Mikael Ovegård



Sveriges lantbruksuniversitet  
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för akvatiska resurser

# Sekretariatet för selektivt fiske

*Rapportering av 2021 års verksamhet*

Mikael Ovegård

Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för akvatiska resurser

**Alla författare och granskare arbetar på Institutionen för akvatiska resurser om inget annat anges.**

Mikael Ovegård. Granskare: Hans Nilsson och Daniel Valentinsson.

## **Finansiär:**

Havs- och vattenmyndigheten, Dnr 1281-2021

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 Havs- och vattenmyndighetens sida.

## **Publikationsansvarig:**

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

## **Utgivare:**

Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för akvatiska resurser

## **Utgivningsår:**

2022

## **Utgivningsort:**

Lysekil

## **Illustrationer:**

Bild från insidan av en Excluder under aktiv trålning. Foto: Mikael Ovegård

## **Serietitel:**

Aqua reports

## **Delnummer i serien:**

2022:2

## **ISBN:**

978-91-576-9935-0 (elektronisk version)

## **Nyckelord:**

Fiske, redskapsutveckling, selektivt fiske, selektiva och skonsamma redskap, yrkesfiske, trål, Excluder, Tobis, Nordsjön

## Sammanfattning

Under 2021 genomförde sekretariatet för selektivt fiske, vid institutionen för akvatiska resurser (SLU Aqua) tillsammans med svenskt yrkesfiske, ett projekt inom ramen för regeringens satsning på selektivt fiske. Den övergripande målsättningen för alla projekt inom selektivt fiske är att underlätta införandet av den landningsskyldighet som sedan 2015 införts i och med reformen av EU:s gemensamma fiskeripolitik, samt att utveckla mer skonsamma och rovdjursäkra fiskemetoder.

Projektet som genomfördes under 2021 syftade till testa en ny typ av redskapslösning, ”The Excluder”, för reduktion av oönskad fångst i det pelagiska trålfisket. Excludern består av ett förlängningsstycke med en inre tunnel konstruerad av ett selektionsnät. Tanken är att målarten, som är av mindre storlek, passerar genom maskorna i denna tunnel och ut i förlängningsstycket för att sedan fångas upp i trålpåsen. Oönskade arter, som är av större storlek än målarten, kommer inte passera genom maskorna i den inre tunneln utan leds ut utanför trålen via ett hål i botten av förlängningsstycket vid tunnelns slut. Excludern testades i industrifisket efter tobis i Nordsjön via alternerande hal, dvs. fångstens storlek och sammansättning i en trål med en Excluder monterad jämfördes med fångstens storlek och sammansättning i en trål utan en Excluder monterad. För att bekräfta att redskapet bibehöll avsedd form under fisket och för att visuellt kunna observera fiskens beteende i de olika delarna av Excludern användes även undervattensvideo under redskapsförsöket.

Resultaten tyder på att Excludern fungerade som tänkt i fisket efter tobis med avseende på fångsteffektivitet, selektion av fångst och redskapets symmetri under trålning. Jämförelse av fångst per ansträngning visade att Excludern reducerade mängden oönskad fångst av större fisk med 96 % i vikt. Resultaten från detta projekt tyder även på att selektiviteten av fisk av mindre storlek kan förbättras ytterligare och att det finns potential för att denna tekniska lösning kan nyttjas i andra typer av kommersiellt fiske.

# Innehållsförteckning

<b>1. Bakgrund selektivt fiske .....</b>	<b>5</b>
<b>2. Reduktion av oönskad fångst med Excluder i tobisfisket .....</b>	<b>7</b>
2.1. Introduktion.....	7
2.2. Material och metoder.....	8
2.2.1. Redskap och experimentdesign .....	8
2.2.2. Geografiskt område och fiskemetod .....	11
2.2.3. Fångstdata .....	12
2.2.4. Undervattensvideo .....	13
2.3. Resultat.....	14
2.3.1. Analys av fångstdata .....	14
2.3.2. Analys av video.....	19
2.4. Diskussion .....	21
2.5. Förslag för fortsatt utveckling och utvärdering .....	22
2.6. Referenser .....	23

# 1. Bakgrund selektivt fiske

Den 13 juli 2011 presenterade kommissionen ett förslag till ny fiskeripolitik och under 2013 slutfördes förhandlingarna om en ny gemensam fiskeripolitik (GFP, Europeiska parlamentets och Rådets förordning (EU) 1380/2013). Den nya gemensamma 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.

Några viktiga komponenter i den nu gällande GFPn 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 gradvis infasning av 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 driva på utvecklingen mot ett mer selektivt fiske och leda till pålitligare fångstuppegifter. 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 försumbara (dock högst 5 %).

För att stimulera utvecklingen av selektivt fiske och därmed underlätta för yrkesfisket att klara landningsskyldigheten driver SLU Aqua sekretariatet för selektivt fiske sedan 2014 på uppdrag av Havs- och vattenmyndigheten (HaV).

Satsningen, som härrör från regeringen, syftar främst till att underlätta genomförandet av landningsskyldigheten genom utveckling av selektiva fiskeredskap i syfte att minska mängden oönskad fångst. Uppdraget till sekretariatet vid SLU Aqua är 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 projekt 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.

Syftet med denna projektrapport är att relativt lättillgängligt återrapportera och kommunicera resultaten av 2021 års arbete inom HaVs uppdrag för selektivt fiske så att de kan användas inom fiskeriförvaltningen i Sverige. En liknande avrapportering av verksamhet från verksamhetsåren 2014 till 2020 finns tillgängligt på sekretariatets hemsida: [www.slu.se/sv/institutioner/akvatiska-resurser/selektivt-fiske](http://www.slu.se/sv/institutioner/akvatiska-resurser/selektivt-fiske).

## 2. Reduktion av oönskad fångst med Excluder i tobisfisket

### 2.1. Introduktion

Tobis (*Ammodytes sp.*) är ett släkte kortlivade ål-likade fiskar som når en maxlängd av 30 cm. De finns i större delen av nordostatlanten (och södra delarna av Östersjön) på 10 – 150 m djup där botten består av sand. Under dygnets mörka timmar och under vinterhalvåret gräver tobisen ner sig i sanden, under dygnets ljusa timmar på sommarhalvåret lämnar tobisen botten och bildar stora stim för födosökning. Tobisen lever i huvudsak på plankton och är i sig själv en viktig föda för större predatorer så som torsk och kolja, samt marina däggdjur och fåglar (Froese & Pauly 2012).

Det riktade fiske som bedrivs idag efter tobis är ett så kallat industrifiske, fångsten går oavkortat till tillverkning av fiskmjöl och fiskolja. Sen införandet av ITQ (2009) utförs det i huvudsak av stora fiskefartyg (normalt tillhörande den pelagiska fiskeflottan) som kan dra stora trålar och generera stora fångstvolymmer på kort tid. Säsongen för detta fiske är relativt kort, hela årets landningar sker generellt under vår och försommar (april – juni). Större delen av landningarna kommer från fiske med bottentrål (FAO redskaps kod OTB) med små maskor ( $\leq 16$  mm), men även partrålning med bottentrål (PTB), semi-pelagisk trål (OTM) och pelagisk partrålning (PTM) förekommer i detta fiske. Sett till total fångstvikt är tobisfisket ett av de större fiskena i europeiska vatten, under de senaste 10 åren har fångsterna i Nordsjön legat mellan 75 000 till 517 000 ton per år (ICES 2021). Den svenska delen i detta fiske är dock relativt liten, huvuddelen av den tobis som fångas landas av danska och norska fiskebåtar.

Enligt officiella siffror från den obligatoriska självrapporteringen (loggboksdata) så är fångsterna av oönskade arter i tobisfisket marginella (under 2 % på årsbasis (ICES 2017)). Fisket uppger dock själva, bland annat i ansökan till detta projekt (Bifångstreduktion med Excluder i tobisfisket), att det ibland förekommer fångster av oönskade arter i den omfattningen att det upplevs som ett problem. Det handlar om både icke kvoterade arter så som knot (*Eutrigla gurnardus*) och kvoterade arter

som makrill (*Scomber scombrus*), sill (*Clupea harengus*), vitling (*Merlangius merlangus*) och kolja (*Melanogrammus aeglefinus*). Gemensamt för alla dessa oönskade bifångstarter är att de oftast är av större storlek än tobisen, dvs. det går inte att sortera ut dem ur fångsten genom att öka maskstorleken i trålen då detta skulle leda till att även målarten sorteras bort. För den pelagiska flottan dras fångster av de kvoterade pelagiska arterna av från kvoten för arten, vilket gör att fiskaren får sämre betalt för samma mängd av t.ex. makrill när den fångas i tobisfisket jämfört med om den hade fångats i det riktade fisket efter makrill till konsumtion. För demersala kvoterade arter behöver den pelagiska flottan vid varje tillfälle tillse att täckning för fångsterna finns genom att införskaffa motsvarande kvoter från svenska demersala fiskare. Beroende på förekomst av olika arter samt aktuell kvot för dessa kan det vissa år finnas risk för ”choke”, dvs. fisket stoppas innan kvoten för målarten är fylld för att det inte längre finns kvot kvar för att hantera den oönskade bifångsten. För okvoterade arter utgör de oönskade fångsterna inget problem regleringsmässigt men de kan ändå påverka fångstkvalitet samt utgör en onödig dödlighet för arterna i fråga. Fisket uppger vidare att de även tidvis haft problem med fångst av sälar i detta fiske.

I syfte att finna en teknisk lösning för att reducera problematiken med fångster av större arter i tobisfisket ansökte SFP (Swedish Pelagic Federation) om ett projekt under sekretariatet för selektivt fiske där en så kallad Excluder ska testas. ”The Excluder” är en relativt ny typ av selektionslösning för trål som visat sig fungera bra under andra fisken där det har funnits problem med oönskad fångst av fisk som är av större storlek än målarten (Eigaard et al. 2021). Den här rapporten beskriver hur Excludern testades i tobisfisket, vilka resultat som uppnåddes, och ger förslag till den fortsatta utvecklingen och utvärdering av denna nya selektionslösning för trål.

## 2.2. Material och metoder

### 2.2.1. Redskap och experimentdesign

”The Excluder” är en nätbaserad selektionslösning för trål som till skillnad från rist inte har rigida komponenter i plast eller metall. Den är initialt framtagen för den europeiska marknaden av Greenline Fishing Gear, Sæby, Danmark, men saluförs idag även av andra tråltillverkare, bland annat Egersund Trawl (Norge) och Cosmos Trawl (Danmark). Konstruktionen består av ett förlängningsstycke med en inre tunnel konstruerad av ett selektionsnät, detta förlängningsstycke placeras i den icke avsmalnande delen på trålen (Figur 1). Tanken är att målarten, som är av mindre storlek, passerar genom maskorna i denna tunnel och ut i det egentliga förlängningsstycket för att sedan fångas upp i trålpåsen. Oönskade arter som är av



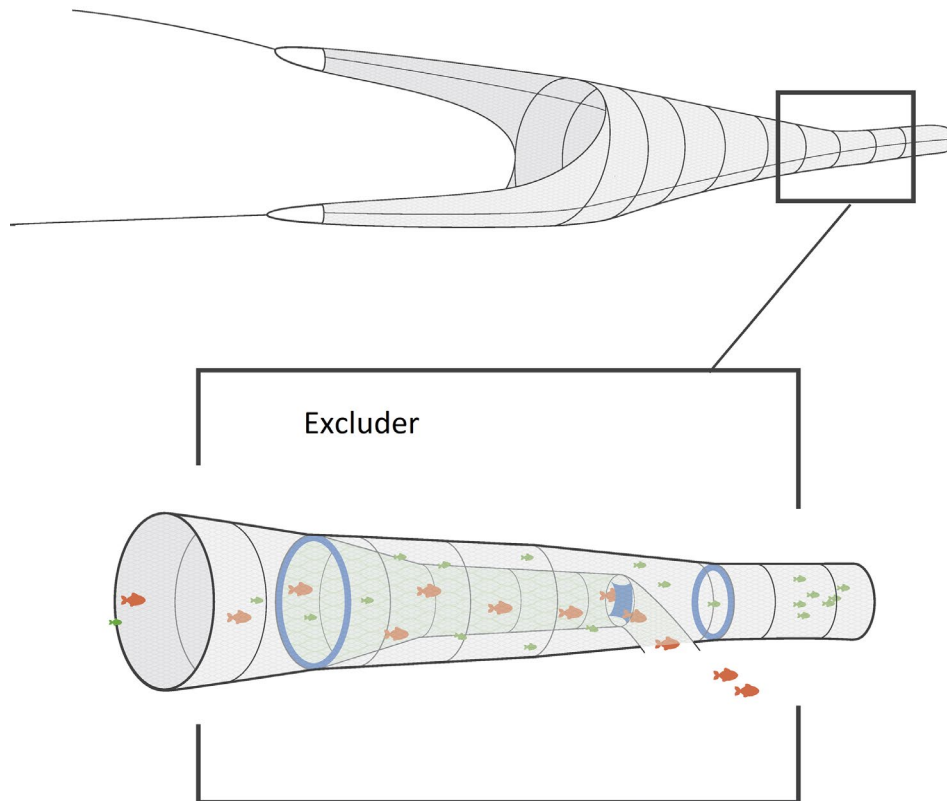
större storlek än målarten kommer inte passera genom maskorna i den inre tunneln utan leds ut utanför trålen via ett hål i botten av förlängningsstycket vid tunnelns slut. Grundprincipen är alltså tvärtom mot många andra nätbaserade selektionslösningar för trål som bygger på att den oönskade delen av fångsten ska passera genom ett selektionsnät för att komma ut ur fångstredskapet, t.ex. SELTRA och BACOMA lyften. Grundprincipen bygger också på att målarten på ett effektivt sätt kan förväntas passera ut genom tunnelns maskor så att en denna artseparering (via storleksskillnader) blir möjlig. Under försök i fisket efter vitlinglyra i Norra Nordsjön visade sig en Excluder vara både effektivare på att sortera ut oönskad fångst och öka mängden fångst av målart jämfört med en trål med rist. Dessa resultat förklarades med att Excludern medger en effektivare storlekssortering av fångsten och mindre risk för tapp av fångst på grund av en många gånger större selektionsyta relativt en ristlösning (Eigaard et al. 2021).

Den Excluder som testades under innevarande projekt var tillverkad av Egersund Trawl, Thyborøn, Danmark. Förlängningsstycket var totalt 27,50 m långt med en ytterduk tillverkad i 16 mm diagonalmaska (2400 maskor runt om). Den inre tunneln med selektionsnät var 15,00 m lång och tillverkad av 72 mm knutlös fyrkantsmaska. Total teoretisk yta för selektion för den inre tunneln beräknades till 118 m<sup>2</sup>. I änden på den inre tunneln satt en plastduk med uppgift att reducera vattenflödet, syftet med detta ”stilla rum” är att fisken ska tvingas göra ett aktivt val att antingen försöka gå genom maskorna i selektionsnätet eller gå ut genom öppningen i botten på Excludern. Utsläppshålet i änden på den inre tunneln var 0,80 x 1,20 m.

För att utvärdera hur Excludern påverkar fångstsammansättning och fångsteffektivitet vid tobisfiske genomfördes ett försök med alternerande hal, dvs. trålhal med Excluder monterad (Test) jämförs med trålhal utan Excluder monterad (Kontroll). Försöksfisket utfördes under pågående kommersiellt fiske efter tobis med fiskefartyget GG 203 Ginneton (LÖA: 57,6 m, 4 920 kW, 1 424 bruttoton). Totalt genomfördes 17 hal mellan den 8:e och 17:e maj 2021 med tre olika trålar, Excludern testades dock bara i två av dessa trålar (Tabell 1 och 2). Den främsta anledningen till att flera olika trålar behövde användas var att trålarna vid ett flertal tillfällen skadades och därmed behövde repareras innan de kunde användas för fiske igen. Bottenförhållandena i området där fisket bedrevs var besvärliga för trålning, både på grund av naturliga hinder så som sten och block, men även på grund av vrakdelar och andra typer av antropogent ”skräp”.

Samtliga trålar var bottengående (OBT) och anpassade för tobisfiske med 16 mm diagonalmaska i trålpåsen. Trålarna var riggade med två Thyborøn typ 22 trålbord (14 m<sup>2</sup>) och drogs med en fart av 3 – 4 knop under bottenkontakt (se förtydligande under kapitel 2.2.2). Trålarnas geometri var kontinuerligt övervakade och justerade

för optimal höjd och spridning via akustiska trålsensorer och automatiserade vinschar. Vajerlängden varierade mellan 350 – 420 m beroende på botten djupet och på vilken trål som användes.



Figur 1. Schematisk skiss som visar Excluderns placering i trålen och den inre tunneln med selektionsnät inuti förlängningsstycket. Fisk av större storlek (röda) går genom den inre tunneln och leds ut genom öppningen i botten medan fisk av mindre storlek (gröna) passerar genom maskorna i selektionsnätet och leds mot trålpåsen. De blå ringarna före och efter selektionsnätet representerar plastdukar (kiter) som används för att stabilisera symmetrin genom att "blåsa upp" förlängningsstycket. Den blå fyrkanten i änden på den inre tunneln är en duk som minskar vattenflödet innan utsläppet, syftet med detta är att fisken ska tvingas göra ett aktivt val att antingen försöka gå genom maskorna i selektionsnätet eller gå ut genom öppningen i botten. Figuren (som inte är skalenlig) är modifierad från Eigaard et al. 2021.

Tabell 1. Modellnamn, tillverkare och mått för respektive trål med avseende på öppningshöjd i meter och spridning mellan trålborden i meter. "Test" anger antal hal då trålen hade en Excluder monterad, "Kontroll" anger antal hal då trålen användes utan Excluder.

Trål	Tillverkare	Höjd	Spridning	Test	Kontroll
Cosmos LW	Cosmos Trawl, Skagen, Danmark	23 - 29	190	2	3
Egesund 1150	Egersund Trawl, Thyborøn, Danmark	23 - 29	145	6	6
Slugehals	Nordsøtrawl, Thyborøn, Danmark	23 - 29	125	0	1

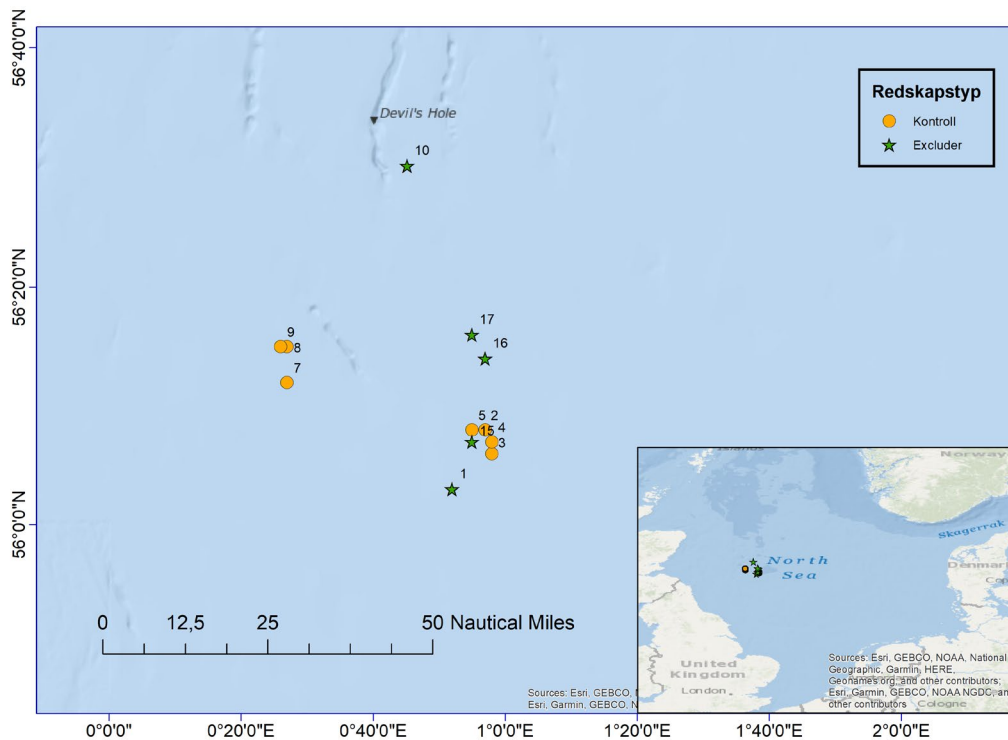
Tabell 2. Information för samtliga hal under försöksfisket gällande starttid, djup i meter, tråltid i hh:mm, trålmodell, testhal eller kontrollhal (Test = med Excluder, Kontroll = utan Excluder). Fångst anger total fångst i ton (samtliga arter), Bifångst anger estimerad total fångst av samtliga arter förutom tobis i procent av total fångst. För vidare analys användes endast hal med mer än 1 ton fångst (Analys = Ja). Under hal 12 användes trålen både med och utan Excluder innan pumpning, dvs. fångsten i detta hal går inte att härleda till varken Test eller Kontroll, detta hal exkluderades därför från vidare analys.

Hal	Start (Svensk tid)	Djup	Tråltid	Trål	Försök	Fångst	Bifångst	Analys
1	2021-05-10 06:20	58	07:10	Cosmos LW	Test	31,35	0,04 %	Ja
2	2021-05-10 14:30	66	07:30	Slugehals	Kontroll	47,50	0,04 %	Ja
3	2021-05-11 10:00	61	11:45	Egersund 1150	Kontroll	47,50	0,27 %	Ja
4	2021-05-12 05:50	62	03:30	Egersund 1150	Kontroll	42,75	0,01 %	Ja
5	2021-05-12 11:30	65	10:30	Egersund 1150	Kontroll	33,25	0,26 %	Ja
6	2021-05-13 05:45	67	00:45	Egersund 1150	Kontroll	0,00	0,00 %	Nej
7	2021-05-13 09:00	56	03:10	Cosmos LW	Kontroll	57,00	0,35 %	Ja
8	2021-05-13 13:30	61	04:10	Cosmos LW	Kontroll	114,00	0,13 %	Ja
9	2021-05-13 19:15	64	02:55	Cosmos LW	Kontroll	52,25	0,17 %	Ja
10	2021-05-14 05:55	65	03:55	Cosmos LW	Test	38,00	0,08 %	Ja
11	2021-05-14 13:00	58	01:30	Egersund 1150	Kontroll	1,00	3,88 %	Nej
12.1	2021-05-14 16:40	64	00:50	Egersund 1150	Kontroll	-	-	Nej
12.2	2021-05-14 19:00	65	02:40	Egersund 1150	Test	28,5	0,73 %	Nej
13	2021-05-15 05:55	61	05:35	Egersund 1150	Test	1,00	5,45 %	Nej
14	2021-05-15 14:15	61	00:35	Egersund 1150	Test	0,50	0,03 %	Nej
15	2021-05-15 16:10	63	06:10	Egersund 1150	Test	156,75	0,00 %	Ja
16	2021-05-16 05:45	60	05:45	Egersund 1150	Test	71,25	0,00 %	Ja
17	2021-05-16 13:00	60	08:55	Egersund 1150	Test	55,00	5,38 %	Ja

## 2.2.2. Geografiskt område och fiskemetod

De områden som nyttjas för tobisfisket i Nordsjön varierar från år till år, dels beroende på tilldelning av kvoter i respektive förvaltningsområde (ICES 2017) men även på grund av var yrkesfiskarna anser att förutsättningarna är bra för fiske. Generellt sker fisket på grunda (30 – 70 m) sandbankar, ofta i anslutning till djupare områden. Under 2021 startade detta fiske senare än normalt på grund av förhandlingar mellan EU och UK om fiskerättigheter och tillträde (som ett resultat av Brexit). När fisket väl kom igång samlades stora delar av EUs fiskeflotta som bedriver detta fiske på några få fiskebankar öster om England där förutsättningarna för stora fångster av tobis ansågs vara hög (Figur 2). Eftersom bankarna tobisen står på är relativt små (vissa endast några sjömil långa) utförs detta fiske inte som linjära tråldrag, de kan snare liknas vid elliptiska banor. Efter det att trålen har satts och nått botten dras den från 30 min och upp till några timmar längs med sandbanken, när änden på banken är nådd (eller om fiskaren anser att mängden fisk som syns på sonar/ekolod minskar markant) så lyfts trålen från botten (trålborden tas upp till ytan) och fartyget vänder i princip 180 grader, när vändningen är fullbordad sänks trålen till botten igen och processen börjar om. Varje sådan vändning innebär att trålen förlorar sin symmetri och sina fångstegenskaper under ett antal minuter. Under analys av fångst per ansträngning (kapitel 2.2.3) har vi antagit att den tid

som redskapet inte fiskat optimalt har varit likvärdig per tråltimme mellan de trålhal som utfördes med Excluder och de trålhal som utfördes utan Excluder.



Figur 2. Karta med startposition för de 12 hal som användes vid jämförelsen av fångst mellan trål med Excluder monterad (grön stjärna) och utan Excluder monterad (orange punkt). Siffran vid varje punkt anger halnummer (se Tabell 2). Den infällda kartan i nedre höger hörn ger en översikt över var i Nordsjön fisket utfördes.

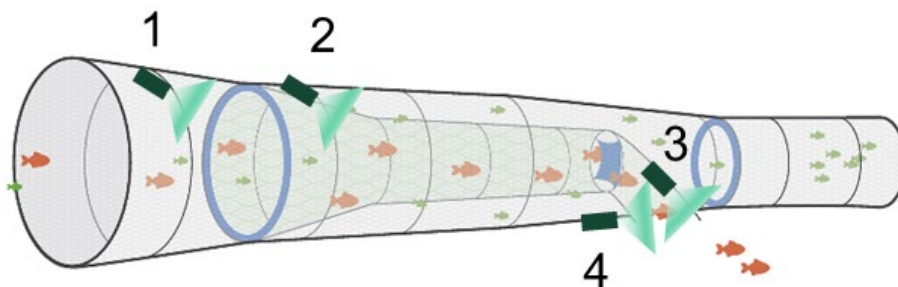
### 2.2.3. Fångstdata

Fångsten pumpades ombord på Ginneton enligt det normala förfarandet för att tömma trålpåsen. Då fångsten kommit ombord tömdes den över ett galler med ställbar spaltbredd varpå de individer som är tillräckligt små för att passera igenom detta galler transporterades vidare till förvaringstankarna (hädanefter benämnd som landad fångst). De större individer som inte passerade igenom gallret separerades från den landande fångsten och leddes via en ränna till däck (hädanefter benämnd som fångst av stor fisk). Beroende på bland annat fångstens sammansättning och storlek samt båtens pendelrörelse reglerades spaltbredden i detta galler av besättningen för att optimera mängden landad fångst relativt mängden bortsorterad fångst av stor fisk. Detta innebär att minsta storleken på den fisk som sorterades ut av gallret kan ha varierat både inom ett och samma hal, under tiden som trålpåsen tömdes på fångst, och mellan olika hal. Under analysen av fångstdata har vi antagit att denna eventuella variation i minsta storlek på fångst som sorterades ut av gallret har varit likvärdig mellan hal med Excluder och hal utan Excluder. All fångst av stor fisk och ett stickprov från den landade fångsten (ca 2 liter per 30 sekunders

pumpning vilket resulterade i en stickprovsstorlek på 3,8 – 56,5 kg) insamlades för samtliga hal. Stickprovet och fångsten av stor fisk sorterades till art och vägdes. Av den tobis som sorterades ut från stickprovet togs ett mindre delprov (1,3 – 2,7 kg, mängden reglerades utifrån storleken på fisken) för längdmätning i halvcentimetersklasser (minimum 139 individer, maximum 387 individer). Samtliga individer av övriga påträffade arter i stickprovet längdmättes i hela cm. För stor fisk där vikten var över 30 kg (gäller endast kolja och makrill) längdmättes 15 – 20 kg (motsvarande 39 – 52 individer), för stor fisk där vikten understeg 30 kg längdmättes samtliga individer. All fångst av stor fisk längdmättes i hela cm. Total landningsvikt per hal uppskattades av besättningen baserat på pejling av förvaringstankarna. Totalvikt av andra arter än tobis i den landade fångsten räknades upp per hal utifrån uppmätt proportion i stickprovet. För jämförelsen mellan Test och Kontroll användes fångst per ansträngning, dvs. de beräknade totalvikterna per hal delades med den totala tiden för halet. För att undvika den osäkerhet som blir vid skattningen av fångstsvikt vid pejling av små fångstvolymmer användes endast hal där fångsten uppskattades till mer än 1 ton vid jämförelse av fångst per ansträngning.

#### 2.2.4. Undervattensvideo

Utöver insamling av fångstdata användes även undervattenskameror (Go Pro Hero 7 Black, i specialbyggda undervattenshus) under försöksfisket. Syftet med kamerorna var att; 1) visuellt bekräfta att Excludern behöll sin tänkta symmetri under trålning, 2) observera fiskens beteende i de olika delarna av Excludern, 3) utvärdera om video skulle kunna användas för att samla in ytterligare kvantitativ data gällande fångst av målart och/eller oönskad fångst. För att uppnå ovanstående syften placerades kameror på fyra olika positioner i Excludern (Figur 3). Kamerorna nyttjades både med och utan extern ljuskälla (Big Blue, modell AL2600XWP ”Black Molly”). Inspelad video analyserades med mediaspelaren VLC ([www.videolan.org](http://www.videolan.org))



Figur 3. De fyra olika positionerna i Excludern där kamera placerades. Vid position 1 och 2 fästes kameran på insidan av förlängningsstyckets ytterduk, vid position 3 och 4 fästes kameran på utsidan av ytterduken. Samtliga kameror filmade akteröver med en bildvinkel på 120°. Figuren (som inte är skalenlig) är modifierad från Eigaard et al. 2021.

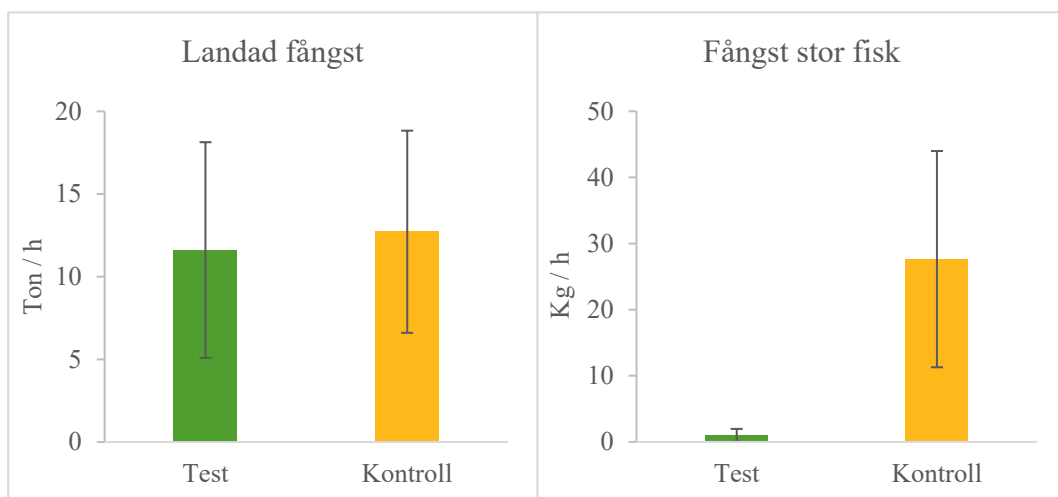
## 2.3. Resultat

### 2.3.1. Analys av fångstdata

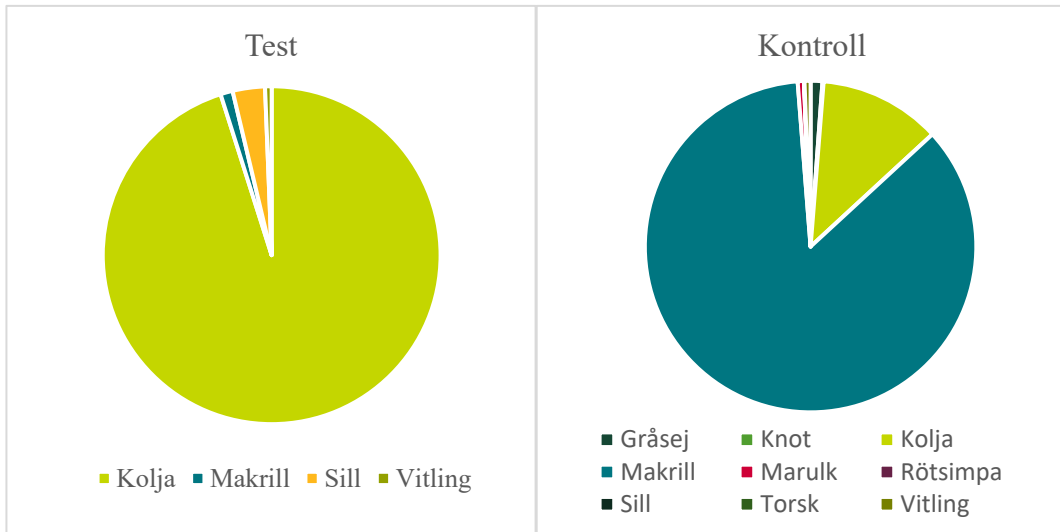
Sett över samtliga hal som genomfördes under försöksfisket var proportionen önskad bifångst per hal generellt liten ( $< 0,5\%$ ) då fångsten var större än 1 ton (Tabell 2). Under ett hal med en större mängd landad fångst (hal 17, 55 ton) beräknades dock bifångsten överstiga  $5\%$  av den totala fångstvikten,  $99\%$  av bifångsten i detta hal bestod av vitling och kolja med en längd mellan  $14 - 22$  cm. Under de 12 hal (5 st Test, total tråltid  $31,9$  h och 7 st Kontroll, total tråltid  $43,5$  h) som användes för jämförelse av fångst per ansträngning fångades det totalt  $747$  ton fisk (Tabell 3). Ingen statistisk skillnad i fångst per ansträngning av landad fångst kunde detekteras mellan Test och Kontroll (Figur 4). Fångst per ansträngning av stor fisk var däremot  $96\%$  lägre i Test relativt Kontroll (Figur 4). Fångsten av stor fisk omfattade även fler arter och större individer i Kontroll relativt Test (Figur 5 och 6). Fångst per ansträngning av bifångst i fraktionen landad fångst var högre i Test relativt Kontroll (Figur 7), denna skillnad var dock inte signifikant och främst ett resultat av den stora fångsten av vitling och kolja som gjordes under hal 17 (som var ett Test-hal). Utöver kolja och vitling bestod bifångsten i fraktionen landad fångst till största delen av klarbult/glasbult (*Crystallogobius sp*) och 10-armade bläckfiskar (*Teuthida sp*) (Figur 8). Fångsten av *Crystallogobius* och vitling/kolja med en längd mellan  $14 - 22$  cm under hal 17 avspeglas även i längdfördelningen för bifångsten i den landade fångsten med två tydliga toppar runt  $4$  och  $18$  cm (Figur 9). Uppskattad längdfördelning av den tobis som fångades antyder att Test fångade fler individer av mindre storlek per ansträngning än Kontroll (Figur 10), medelvikten för tobis (dvs. storleken på fisken) varierade dock mellan halen oberoende av Test eller Kontroll (Figur 11) och var sannolikt kopplat till den geografiska positionen för halet (Figur 2) snarare än effekt av fångstredskap. Utöver bifångst av fisk observerades även bifångst av havssula (*Morus bassanus*), som fastnade i trålen när den låg vid ytan och tömdes på fångst, och en knölval (*Megaptera novaeangliae*) som trasslade in sig i ena vingen på trålen då den var på väg upp från botten.

Tabell 3. Total fångst i ton, utsorterad fångst av stor fisk (uppmätt vikt i kg) och bifångst i landad fångst (beräknad vikt i kg) för respektive hal som användes vid jämförelsen av fångsteffektivitet. Tråltid är angivet i timmar, trålmödel anger vilken trål som användes och försök visar vid vilka hal Excludern användes (Test = med Excluder, Kontroll = utan Excluder).

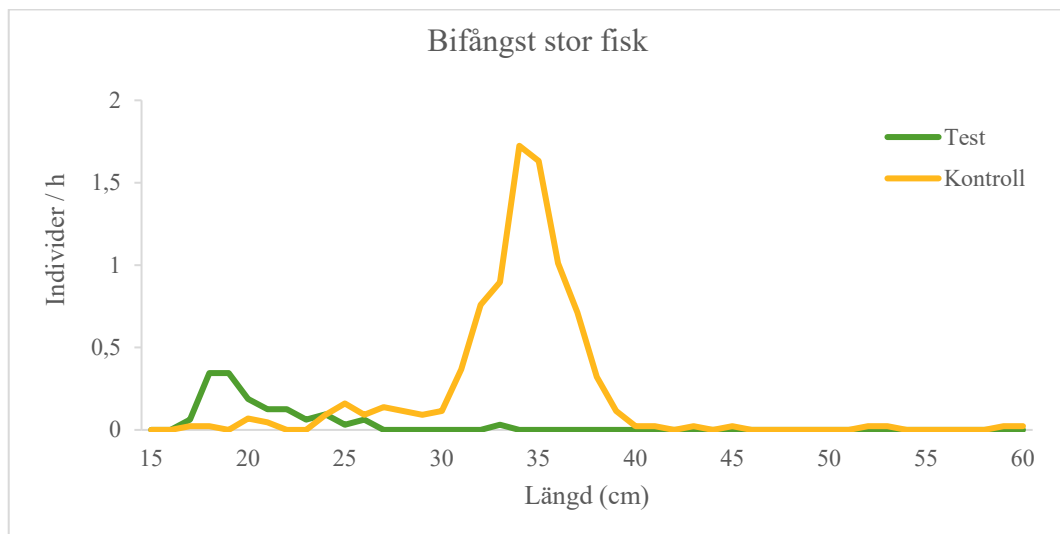
Hal	Tråltid	Trålmödel	Försök	Fångst	Fångst stor fisk	Bifångst landad fångst
1	7,2	Cosmos LW	Test	31,35	0	12
2	7,5	Slugehals	Kontroll	47,50	10	9
3	11,8	Egersund 1150	Kontroll	47,50	119	9
4	3,5	Egersund 1150	Kontroll	42,75	3	3
5	10,5	Egersund 1150	Kontroll	33,25	75	10
7	3,2	Cosmos LW	Kontroll	57,00	65	134
8	4,2	Cosmos LW	Kontroll	114,00	110	38
9	2,9	Cosmos LW	Kontroll	52,25	87	0
10	3,9	Cosmos LW	Test	38,00	1	31
15	6,2	Egersund 1150	Test	156,75	0	0
16	5,7	Egersund 1150	Test	71,25	3	0
17	8,9	Egersund 1150	Test	55,00	20	2942



Figur 4. Fångst per ansträngning av landad fångst (ton/h) och fångst per ansträngning av stor fisk (kg/h) under de 12 hal som användes för jämförelse mellan Test (med Excluder) och Kontroll (utan Excluder). Felstaplarna representerar 95 % konfidensintervall.

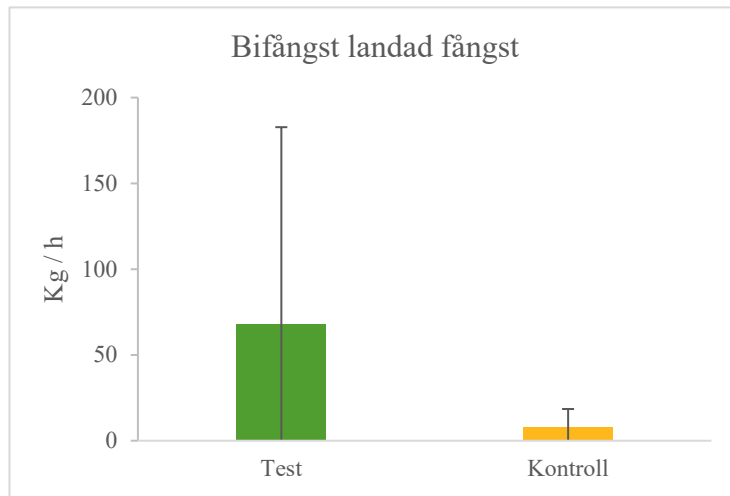


Figur 5. Procentuell fördelning i vikt av respektive art i fångsten av stor fisk från hal med Excluder (Test) och hal utan Excluder (Kontroll).

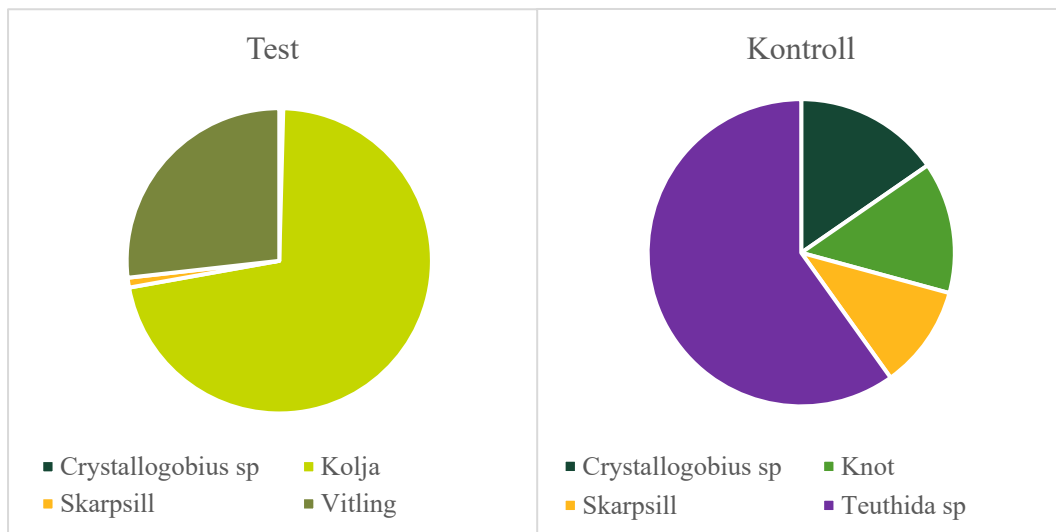


Figur 6. Fångst per ansträngning (antal individer per timme) av respektive längdklass med avseende på fångst av stor fisk (samtliga arter) i trål med Excluder (Test) och utan Excluder (Kontroll).

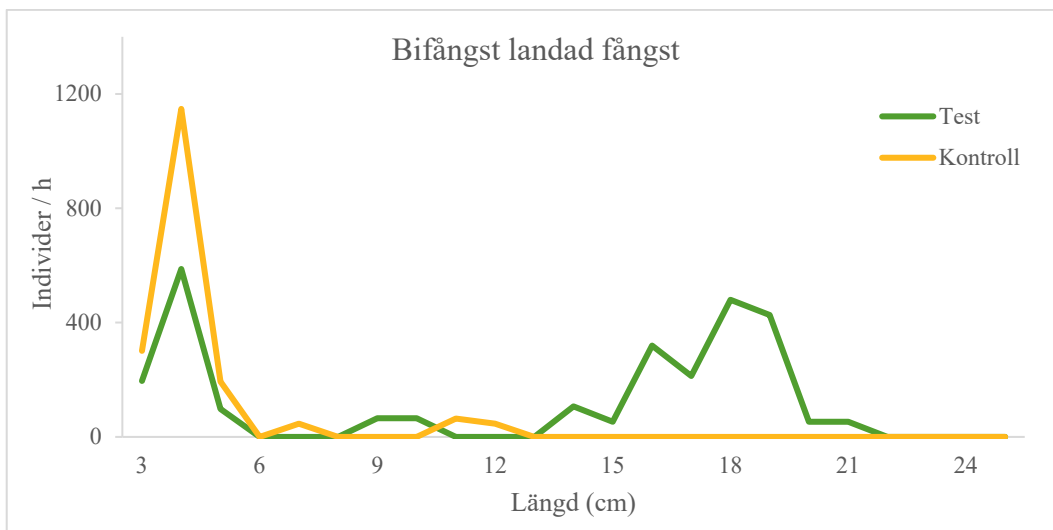




Figur 7. Skattad (uppräknad från stickprov) fångst per ansträngning (kg/h) av bifångst i fraktionen landad fångst under de 12 hal som användes för jämförelse mellan Test (med Excluder) och Kontroll (utan Excluder). Felstaplarna representerar 95 % konfidensintervall.



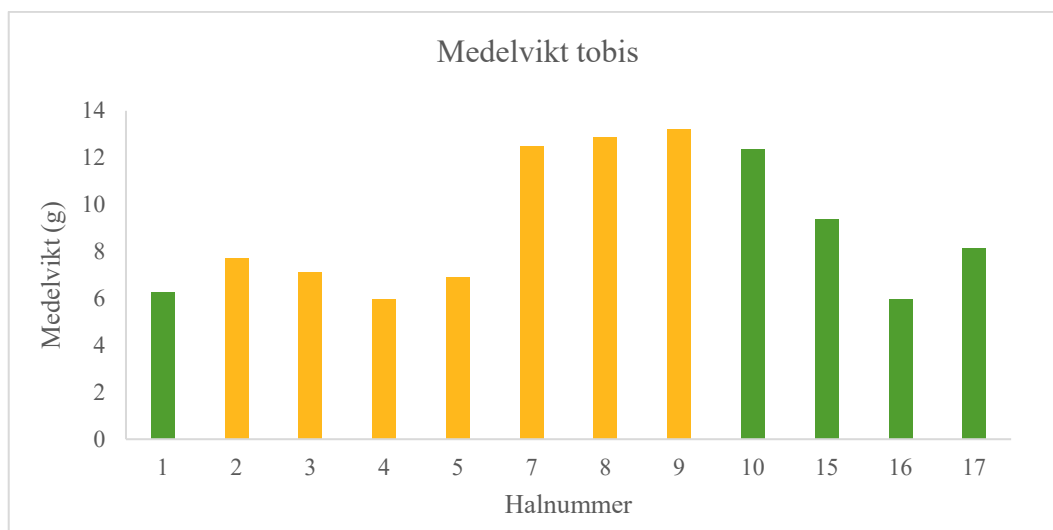
Figur 8. Procentuell fördelning i vikt av respektive art i bifångsten från fraktionen landad fångst från hal med Excluder (Test) och hal utan Excluder (Kontroll).



Figur 9. Fångst per ansträngning (beräknat antal individer per timme) av respektive längdklass med avseende på bifångst av landad fångst (samtliga arter) i trål med Excluder (Test) och utan Excluder (Kontroll). Toppen som återfinns i både Test och Kontroll mellan 3 – 6 cm består i huvudsak av *Chrystallogobius* sp., toppen mellan 15 – 22 cm i Test är främst ett resultat av ett enda hal (hal 17) då bifångsten av vitling och kolja med längd mellan 15 – 22 cm var 2,9 ton.



Figur 10. Fångst per ansträngning (beräknat antal individer per timme) av respektive längdklass av tobis i trål med Excluder (Test) och utan Excluder (Kontroll).



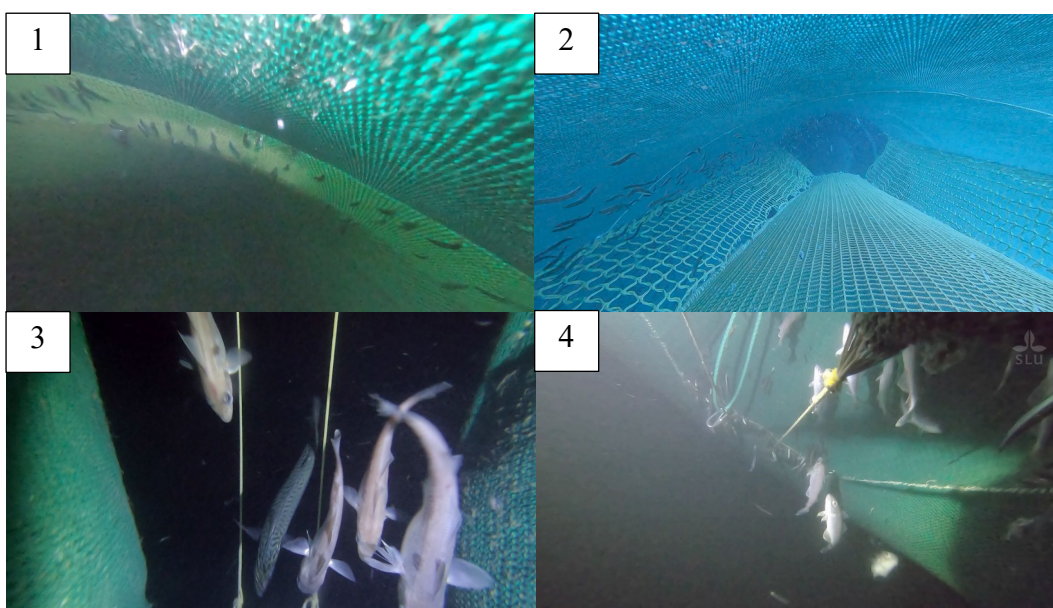
Figur 11. Medelvikt för tobis (från stickprov) under de 12 halen som användes för jämförelsen av fångst per ansträngning. Halen med Excluder (Test) är markerade med grön färg, halen utan Excluder (Kontroll) är markerade med orange färg. Hal 7 – 10 utfördes i ett annat geografiskt område relativt hal 1 – 5 och 15 – 17, se figur 2.

### 2.3.2. Analys av video

Kameror placerades i trålen under totalt 8 hal (Tabell 4). Videoanalysen av inspelat material från kameraposition 1 och 2 (Figur 3 och 12) bekräftade att förlängningsstycket med Excludern expanderande korrekt under sättning och bibehöll sin symmetri kontinuerligt under aktiv trålning. Utifrån kameraposition 1 och 2 gick det även att fastställa att stora mängder tobis går igenom selektionsnätet redan i början på den inre tunneln, samt att tapp av fångst eventuellt sker i skarven mellan Excluderns förlängningsstycke och tråltunneln då trålen kollapsar vid vändning. Kameraposition 3 och 4 (Figur 3 och 12) visade att det periodvis var stora mängder oönskad fångst som lämnade trålen via öppningen i botten på Excludern och att där även förekommer ett visst tapp av tobis genom öppningen i botten på Excludern. Observationer av fiskens beteende tyder på att tobis aktivt sökte sig ut ur den inre tunneln genom selektionsnätet och att den fångst som lämnade trålen var i gott skick (dvs. levande, utan yttre synliga skador och vid relativt låg stressnivå). Baserat på de observationer som gick att genomföra utifrån detta begränsade videomaterial gör vi bedömningen att det skulle vara möjligt (dock mycket arbetsintensivt) att samla in kvantitativ data för den fångst som lämnar trålen via öppningen i botten på Excludern.

Tabell 4. Placering av kamera (se figur 3), inställning för extern ljuskälla (V = vitt ljus, R = rött ljus, - = inget ljus) och huvudsaklig observation från videoanalysen för respektive hal då kamera nyttjades under försöksfisket.

Hal	Trål	Fångst	Försök	Placering	Ljus	Observation
1	Cosmos LW	31,35	Test	1	V	Lampa felplacerad, ingen obs
1	Cosmos LW	31,35	Test	3	V	Lampa felplacerad, ingen obs
10	Cosmos LW	38,00	Test	1	-	Begränsat sikt, ok symmetri
10	Cosmos LW	38,00	Test	3	V	Makrill/Kolja går ur öppning
11	Egersund 1150	1,00	Kontroll	1	-	Begränsad sikt, stor fisk i tunnel
12.1	Egersund 1150	-	Kontroll	1	-	Begränsad sikt, ingen obs
12.2	Egersund 1150	28,50	Test	2	V	Tobis går in i förlängningsstycke
12.2	Egersund 1150	28,50	Test	3	V	Fel kameravinkel, ingen obs
13	Egersund 1150	1,00	Test	2	-	Begränsad sikt, tobis/makrill
13	Egersund 1150	1,00	Test	4	R	Kolja går ur öppning
14	Egersund 1150	0,50	Test	2	V	Tobis genom selektion
14	Egersund 1150	0,50	Test	4	V	Tobis går ur öppning
15	Egersund 1150	156,75	Test	2	V	Tobis genom selektion
16	Egersund 1150	71,25	Test	4	V	Kolja/vitling går ur öppning



Figur 12. Vy från kameraposition 1, 2, 3 och 4. Vy 1 visar skarven mellan ytterduk (grön duk) och selektionsnätet (gul duk) där den inre tunneln startar i Excludern (vid full expansion av förlängningsstycket). Vy 2 visar taket på hela den inre tunneln (gul duk) och hur tobis simmar mellan ytterduken och selektionsnätet. Vy 3 visar kolja och makrill på väg ner och ut ur öppningen i botten på Excludern. Vy 4 visar kolja och vitling som har lämnat trålen genom öppningen i botten på Excludern.

## 2.4. Diskussion

Resultaten tyder på att Excludern fungerade som tänkt i fisket efter tobis med avseende på fångsteffektivitet, selektion av fångst och redskapets symmetri under tråling. På grund av att jämförelsen mellan trål med och utan Excluder genomfördes med alternerande hal under pågående kommersiellt fiske, där skepparen kontinuerligt försökte optimera fisket med avseende på vilken trål som användes, hur långa halen skulle vara och var fisket bedrevs, så går det inte utifrån detta försöksfiske att med full säkerhet uttala sig om hur Excludern påverkade storleksfördelningen eller artsammansättningen på fångsten. Förutsättningarna för att uppskatta storlek och mängd av fångst varierade mellan halen, dels på grund av sorteringsprocessen ombord, men även på grund av hur och var fisket bedrevs. För att kunna svara på specifika frågor rörande Excluderns selektiva egenskaper, t.ex. hur stor en fisk behöver vara för att inte fångas i trålen eller hur stort tappet av målart är vid olika fångstmängder och/eller storleksstruktur, behövs det mer data och sannolikt även en mer kontrollerad försöksupställning.

Fångst per ansträngning av målart var likvärdigt mellan trål med Excluder relativt trål utan Excluder under försöksfisket. Analys av video visade emellertid att det sker ett visst tapp av tobis genom öppningen i botten på Excludern. Storleken på detta tapp av målart är sannolikt beroende av vattenflödet genom öppningen i botten (Eigaard et al. 2021), större flöde ger ett större tapp av målart. Flödet kan dock inte begränsas för mycket då detta skulle innebära att den oönskade delen av fångsten inte kan komma ut ur trålen. Det är därför av stor vikt att den duk (Figur 1) som sitter framför öppningen för att styra vattenflödet genom öppningen har rätt dimension och funktion. Vid stora fångster av tobis av mindre storlek (medelvikt under 8 g) observerades det även en stor mängd garnad fisk (dvs. fisk sitter fast i maskorna i trålduken) i främre och bakre del av det förlängningsstycke där Excludern sitter monterad. Detta fenomen kan vara en indikation på att vattenflödet har begränsats, vilket i sin tur skulle kunna påverka både fångsteffektiviteten och tapp av målart negativt. För att avgöra hur vattenflödet påverkas vid olika konfigurationer av Excludern och i samband med olika fångstmängder behövs mätvärden av vattenflöde insamlade från de olika delarna av trålen under aktivt fiske.

Trots att fångsten av stor fisk var signifikant lägre i trål med Excluder relativt trål utan Excluder så var den totala mängden oönskad fångst inte lägre i Test relativt Kontroll under försöksfisket. Excludern, som under detta försök var utrustad med en 72 mm fyrkantmaska, sorterade inte ut oönskad fångst av juvenil kolja eller vitling (längd 14 – 22 cm). Den uppmätta längdfördelningen från fångsten tyder på att gränsen för vad Excludern släppte igenom låg någonstans mellan 25 – 30 cm för rundfisk. Valet av 72 mm maska för Excludern baserades på vad som tidigare

använts under fisket efter vitlinglyra (Eigaard et al. 2021). Eftersom tobisen är en liten och slank art, som dessutom tycks ha ett beteende som gör att den aktivt söker sig ut genom maskorna i ett nät, går det sannolikt minska maskstorleken (och/eller ändra typ av maska) i Excluderns selektionsnät för att minska det längdintervall där bifångstarterna kan passera igenom, utan att detta påverkar fångsten av tobis negativt.

Potentiell minskar även risken för skador på den delen av fångsten som selekteras ut ur trålen vid användandet av en Excludern relativt andra typer av nätbaserade selektionslösningar (där fångsten måste passera igenom maskor för att komma ut ur redskapet). Om det ”stilla rummet” som skapas framför duken i änden på den inre tunneln i Excludern fungerar som tänkt så innebär detta att fisken aktivt väljer att gå ut genom öppningen i botten på Excludern. Vi har under detta försök inte observerat fisk i denna del av Excludern och vet därför mycket lite om detta steg i selektionsprocessen. Utifrån videoupptagningar från öppningen i botten, dvs. i andra änden av den tunnel som börjar vid det ”stilla rummet”, kan man dock konstatera att vattenflödet är minimalt och den fisk som kommer ut ur öppningen ser ut att vara i gott skick utan synliga externa skador.

## 2.5. Förslag för fortsatt utveckling och utvärdering

Eftersom Excludern är en ny typ av selektionslösning för trålar så finns ett flertal frågeställningar gällande mekanismerna i selektionsprocessen, hur/om selektiviteten kan bli effektivare, hur fångsten som lämnar redskapet påverkas och i vilka fisken denna lösning skulle kunna appliceras. För vidareutveckling inom fisket efter tobis har detta projekt definierat följande behov;

1. Ökad selektivitet för att reducera även oönskad fångst av fisk av mindre storlek (framförallt juvenila gadoider samt sill/skarpsill). Kan selektiviteten ökas genom att minska storleken och/eller ändra typ av maska i Excluderns selektionsnät?
2. Hur påverkas fångsteffektiviteten för tobis vid reduktion/ändring av maskstorlek i Excluderns selektionsnät?
3. Vad sker i det ”stilla rummet” som skapas av duken i änden på Excludern? Dvs. hur stort är vattenflödet i denna del av Excludern och vilket beteende visar olika arter upp i denna avgörande del av selektionsprocessen?
4. Hur påverkas vattenflödet genom Excludern vid olika fångstvolym och storleksstrukturer på fisk? Finns det en ”mättnad” då excludern inte längre kan selektera in mer fisk per tidsenhet givet den aktiva selektionsytan?

På grund av storleken på de fartyg, redskap och fångster som karaktäriserar tobisfisket så är det både ur ett ekonomiskt och biologiskt perspektiv lämpligt att försök designade för att besvara ovanstående frågeställningar fortsatt genomförs under kommersiella förhållanden och i samarbete med industrin. En förutsättning för att Excludern ska kunna utvärderas på ett vetenskapligt sunt sätt är dock att det går att kvantifiera beteende, reduktion av fångst och storlekssortering utifrån representativ data. För att fångstdata från trål med eller utan Excluder ska kunna jämföras bör fisket ske med samma typ av trål, inom samma område och inom samma tidsperiod. Bäst förutsättningar för att skapa likvärdiga förhållanden för jämförelsen är om dubbelrigg går att använda (ICES 1996), är detta inte möjligt bör alternativen mellan halen ske genom att vartannat hal görs med Excluder och vartannat hal utan Excluder. För att det ska vara möjligt att insamla representativa stickprov av fångsten bör dessutom sorteringsprocessen av fångsten som sker ombord hållas likvärdig mellan halen.

Förutom vidareutveckling av Excludern för tobisfiske har detta projekt även öppnat upp för intresse från industrin att testa denna selektionslösning i pelagiskt fiske efter sill och skarpsill. Det är även tänkbart att Excludern skulle kunna nyttjas för att öppna nya typer av fisken av tidigare outnyttjade resurser så som spigg i Östersjön eller mesopelagisk fisk i Atlanten. Då intresset internationellt är stort för ”The Excluder” bör svenska initiativ även i möjligaste mån samarbeta med andra intressenter inom Europa (DTU Danmark, IMR Norge) för att nyttja resurser och resultat från fisket och forskningen på ett effektivt sätt.

## 2.6. Referenser

- Eigaard OR, Herrmann B, Feekings JP, Krag LA, Sparrevohn CR. 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>
- Froese, R., Pauly, D. (eds.). 2012. FishBase. World Wide Web electronic publication. Available at: [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org), version (10/2012).
- ICES. 1996. Manual of methods of measuring the selectivity of towed fishing gears. ICES Cooperative Research Report No. 215. pp. 126.
- ICES. 2017. Report of the Benchmark on Sandeel (WKSand 2016), 31 October - 4 November 2016, Bergen, Norway. ICES CM 2016/ACOM:33. 319 pp
- ICES. 2021. Sandeel (*Ammodytes* spp.) in divisions 4.b and 4.c, Sandeel Area 1r (central and southern North Sea, Dogger Bank). In Report of the ICES Advisory Committee, 2021. ICES Advice 2021, san.sa.1r, <https://doi.org/10.17895/ices.advice.7672>

