



Aqua reports 2024:7

# Utveckling av ett selektivt och sälsäkert burfiske efter torsk i Östersjön

Sara Königson, Kristin Öhman, Daniel Rooth, Sven-Gunnar Lunneryd,  
Emilia Benavente Norman, Rahmat Naddafi



Sveriges lantbruksuniversitet  
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för akvatiska resurser



**Co-funded by  
the European Union**



**Medfinansieras av  
Europeiska unionen**

Datinsamling inom DCF finansieras till 60 % av medel från Europeiska havs-, fiskeri- och vattenbruksfonden (EHFVF).

# Utveckling av ett selektivt och sälsäkert burfiske efter torsk i Östersjön

*Development of a selective and seal-Safe cod pot fishery in the Baltic Sea*

Sara Königson, <https://orcid.org/0000-0002-5863-9611>, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för Akvatiska Resurser,

Kristin Öhman, <https://orcid.org/0000-0001-7883-7167>, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för Akvatiska Resurser,

Daniel Rooth, <https://orcid.org/0000-0001-9395-7589>, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för Akvatiska Resurser,

Sven-Gunnar Lunneryd, <https://orcid.org/0009-0009-8809-936X>, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för Akvatiska Resurser,

Emilia Benavente Norrman, <https://orcid.org/OKÄNT>, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för Akvatiska Resurser,

Rahmat Naddafi, <https://orcid.org/0000-0003-1257-4709>, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för Akvatiska Resurser,

## Rapportens innehåll har granskats av:

Torbjörn Säterberg, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för akvatiska resurser  
Linnea Morgan, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för akvatiska resurser

**Finansiär:** Program Sälur och Fiske, Dnr 7205-2023

**Rekommenderad citering:** Königson, S., Öhman, K., Rooth, D., Lunneryd, S.G., Benavente Norrman, E. och Naddafi, R. (2024). Utveckling av ett selektivt och sälsäkert burfiske efter torsk i Östersjön. Aqua reports 2024:7. Uppsala: Institutionen för akvatiska resurser.

<https://doi.org/10.54612/a.4kvt1jfjok>

**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:** Torsk fångade i torskburar i södra Östersjön

**Upphovsrätt:** Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.

**Serietitel:** Aqua reports

**Delnummer i serien:** 2024:7

**ISBN (elektronisk version):** 978-91-8046-575-5

**DOI:** <https://doi.org/10.54612/a.4kvt1jfjok>

**Nyckelord:** Torsk, torskbur, småskaligt fiske, fångsteffektivitet, bete, ljus attraktion

## Sammanfattning

Sälskador på fångst och redskap i garnfisket efter torsk i Östersjön har eskalerat de senaste tio åren och utgör ett hot mot kustfisket och kustsamhällen. För att lösa konflikten har Program Säl och Fiske (PSF) utvecklat och testat olika typer av burar för fångst av torsk för att minimera sälskador och öka fångsteffektiviteten. Flera olika studier av PSF har visat att burfisket efter torsk är ett lovande alternativ till garnfisket, med potential att vara både selektivt och sälsäkert. I denna rapport sammanfattar vi flera års forskning på burfisket efter torsk, hur betestyp och andra typer av stimuli kan påverka fångsten samt burens utformning. Även kvaliteten på fångst fångad i burar undersöks.

Burfiske är ett passivt fiske och fångsten är beroende av att attrahera fisk till fiskeplatsen. Ett sätt att locka fisk är att använda sig av bete. Därmed är det viktigt att undersöka hur olika typer av beten attraherar fisk och om det är möjligt att förlänga betets verkningsgrad, dvs hur länge betet kan attrahera torsk. De olika betemetoderna inkluderade vanligt sillbete och en blandning av sill och kokosfett. Resultaten visade att sillbete attraherade fler fiskarter under längre tid jämfört med betet blandat med kokosfett. Olika typer av bete användes i ett burfiske efter torsk, och resultaten indikerade att sill blandat med kokosfett fungerade bättre än enbart skuren sill.

Ett annat stimuli som kan attrahera fisk är ljus. Denna delstudie visar att ljus i burar ökar fångsten av torsk, särskilt torsk av mindre storlek attraheras till ljus. Ljus lockar juvenila torsk till burarna, troligtvis genom att ljuset attraherar plankton och andra kräftdjur som är föda för juvenila torsk.

Burarnas fångsteffektivitet kan påverkas av både biotiska och abiotiska faktorer. I denna studie har vi undersökt vad som kan påverka burarnas fångsteffektivitet. För att studera vad som påverkade burfångsterna provfiskades det från 2018 till och med 2021 utanför Ystad. Totalt vittjades 3449 burar under 159 fiskedagar, med störst fångster under 2018. Resultaten visar att burarnas fångst varierar beroende på säsong, temperatur, djup och år. Bäst fångsteffektivitet har fyrkantiga burar med fyra ingångar, medan rektangulära burar med två ingångar fångar mindre torsk. Dessutom påverkar ståtid, djup och temperatur fångstresultaten. Fångsterna minskade signifikant från 2018 till 2021, troligtvis på grund av minskade torskbestånd i området. Torskstoppet som infördes 2019 verkar dessvärre inte ha haft en positiv effekt på torsk abundansen i området under de närmaste åren efter förbudet.

Slutligen studerades kvaliteten på torsk fångad i burar jämfört med torsk från torskarn. Tidigare undersökningar har visat att burfångad torsk kan vara i sämre kondition än torsk fångad i garn, däremot kan kvaliteten vara bättre då burfångad torsk ofta kommer upp levande till skillnad mot garnfångad torsk som kan ha legat länge i garnen. Resultaten indikerade att burfångad torsk generellt var magrare än garnfångad, men hade färre skador och missfärgningar. Försökspersoner fick smaka och bedöma utseendet på torsk fångad i bur alternativt i garn. Burfiskens filéer bedömdes mer positivt än garnfiskens. Smaktest visade dock inga skillnader, trots magrare filéer.

## Summary

Pots are a passive fishing gear, and the efficiency is dependent on attracting fish to the fishing site. One way to attract fish is to use bait, making it important to investigate how different types of bait attract fish and whether it is possible to extend the bait's effectiveness, i.e., how long the bait can attract cod. Various bait types were included in the evaluation, including regular herring and a mixture of herring and coconut fat. The results showed that herring bait attracted a greater variety of fish species for a longer period compared to herring mixed with coconut fat. In the experiment

focusing on testing the different bait types in pots targeting cod, the results indicated that the mixture herring with coconut fat worked better than just sliced herring.

Another stimulus that can attract fish is light. This study showed that light in pots increases the catch of cod, especially small-sized cod. Light attracts smaller cod to the pots, likely by attracting plankton and other prey that are food for juvenile cod.

The catch efficiency of pots can be affected by both biotic and abiotic factors. In this study, we examined potential variables affecting pot catch efficiency. Test fishing with pots was carried out from 2018 until 2021 off the coast of Ystad. A total of 3449 pots were emptied over 159 fishing days, with the highest catches in 2018. The results show that pot catches vary depending on season, temperature, depth, and year. Square pots with four entrances have the best catch efficiency, while rectangular pots with two entrances catch less cod. Additionally, soak time, depth, and temperature also affect catch results. Catches decreased significantly from 2018 to 2021, likely due to decreased cod stocks in the area. The closure of the cod fisheries in the area that was introduced in 2019 did not seem to have a positive effect on cod abundance in the area in the following years.

Finally, the quality of cod caught in pots was studied compared to cod caught in gillnets. Previous studies have shown that cod caught in pots may be in poorer condition than cod caught in gillnets; however, the quality may be better as cod from pots often come up alive, unlike cod caught in gillnets that may have been in the nets under a longer period time. The results indicated that cod from pots were generally leaner than gillnet-caught cod but had fewer injuries and discolorations. Test participants tasted and judged the appearance of cod caught in pots or in gillnets. The fillets from cod from pots were judged more positively than fillets from gillnet-caught fish. However, taste tests showed no differences despite cod from pots having leaner fillets.

# Innehållsförteckning

<b>1. Bakgrund .....</b>	<b>8</b>
<b>2. Introduktion.....</b>	<b>10</b>
<b>3. Studie av bete till torskburar .....</b>	<b>12</b>
3.1. Introduktion .....	12
3.2. Metod, kontrollerade försök av fisknärvaro kring bete .....	13
3.2.1. Bete och experimentuppställning.....	13
3.2.2. Filmanalys.....	14
3.2.3. Statistisk analys .....	15
3.3. Metod, test av bete i burfiske efter torsk .....	16
3.3.1. Bete och experimentuppställning.....	16
3.3.2. Filmanalys.....	17
3.4. Resultat, kontrollerade försök av fisknärvaro kring bete .....	17
3.5. Resultat, test av bete i burfiske efter torsk .....	20
3.6. Diskussion .....	21
3.6.1. Slutsats .....	22
<b>4. Studie av ljus för att attrahera torsk till burar .....</b>	<b>24</b>
4.1. Introduktion.....	24
4.2. Metod.....	25
4.2.1. Jämförelse av fångsteffektiviteten hos burar med och utan ljus.....	25
4.2.2. Beteendestudier av torsk i burar med ljus/Ljusattraktion över tid.....	25
4.3. Resultat.....	27
4.3.1. Jämförelse av fångsteffektiviteten hos burar med och utan ljus.....	27
4.3.2. Beteendestudier av torsk i burar med ljus/Ljusattraktion över tid.....	27
4.4. Diskussion .....	30
<b>5. Studie av burarnas fångsteffektivitet och faktorer som påverkar fångsten.....</b>	<b>32</b>
5.1. Introduktion.....	32
5.2. Metod.....	32
5.3. Resultat.....	35
5.4. Diskussion .....	39

<b>6.</b>	<b>Kvalitet av torskar fångade i burar jämfört med fångad i garn.....</b>	<b>41</b>
6.1.	Introduktion .....	41
6.2.	Metod.....	41
6.3.	Resultat.....	42
6.3.1.	Kvalitetstest.....	43
6.4.	Diskussion .....	43
	<b>Referenser.....</b>	<b>45</b>
	<b>Tack .....</b>	<b>49</b>

# 1. Bakgrund

De senaste 10 åren har sälskadorna i garnfisket efter torsk i centrala och södra Östersjön ökat explosionsartat (Anon, 2014). Säl och fiske-konflikten ses som ett av de största hoten mot ett framtida kustfiske och därmed upplevs även den ökande konflikten negativt för hela kustsamhällen, där kustfisket ofta ses som en viktig del i samhället (Johansson och Waldo, 2021; Waldo et al., 2020). Kustsamhällen upplever att det inte har varit någon förvaltning för att lösa konflikten och att något måste göras för att bevara kustfisket (Waldo, 2020). Den lösning som ses som mest effektiv är jakt på säl för att begränsa populationernas utveckling. En hållbar lösning på säl och fiskekonflikten är utvecklingen och implementeringen av sälsäkra redskap. Program Säl och Fiske (PSF) har under flera år arbetat med att utveckla ett alternativ till garnfisket efter torsk för att minska problemen med sälskadad fångst. Utvecklingsarbetet har skett framförallt i södra Östersjön, ett område som för bara några år sedan var förskonat från sälskador. Bur är ett redskap med stor potential att bli ett sälsäkert alternativ till garnfisket efter torsk.

Utveckling av sälsäkra burfiskeredskap är tidskrävande och många aspekter behöver tas i beaktande. Burfisket liksom krokfisket är ett passivt betat fiske. Det innebär att burens fångsteffektivitet är beroende av att fisken attraheras och själv simmar in i redskapet. Därmed så är fångsteffektiviteten beroende av flera faktorer som topografi, strömförhållanden, temperatur, tid som redskap är i vattnet, fiskens lekmognad, samt mängden torsk i området. Burens konstruktion kan också påverka fångsteffektiviteten då de påverkar torskens beteende aktivitet, motivation att söka föda och förmåga att hitta och konsumera bete (Stoner, 2004; He, 2011). För att kunna utveckla fångsteffektiva burar är det viktigt att förstå vad som påverkar fångsterna och mycket av det arbete som har gjorts inom PSF utveckling av burar har varit kopplat till detta. T.ex. om en bur ska utvecklas där torsken lätt kan simma in i buren och inte simmar ut direkt igen behöver vi förstå vad som motiverar fisken att simma in, om det finns några hinder på vägen eller om andra fiskar i buren kan påverka torskens motivation att simma in.

Utvecklingen av torskburar har skett i flera steg. Fokus har varit på att öka burarnas fångsteffektivitet, utveckla deras selektivitet och hållbarhet, göra dem praktiskt hanterbara samt sälsäkra. År 2007 startade utvecklingen av burar inom PSF då yrkesfiskare utanför Karlskrona och Skillinge provfiskade med hopfällbara burar med två kammare och öppen ingång. I båda områdena fick yrkesfiskarna



skapliga fångster av torsk i burarna och intresset för torskburar som ett sälsäkert alternativ väcktes. Buren modifierades och tvåkammARBuren gjordes om till en flytande bur med enbart en öppen ingång i strömriktningen. Det visade sig att burar med en ingång i strömriktningen gav signifikant högre fångster än burar med två ingångar. Detta på grund av att torsken inte lika lätt kunde rymma ut ur buren när det enbart var en öppning (Jørgensen et al., 2017). Olika typer av beten provades även ut av PSF och det visade sig att skuren sill fiskade bättre jämfört med räka och tom bur (Ljungberg, 2007).

Under 2009 startade PSF ett torskburprojekt med syftet att undersöka om burfisket kunde ses som ett alternativ till garnfisket efter torsk samt vilka faktorer som påverkade burfångsterna. Studien visade att torskburar är fångsteffektiva och kan användas som ett alternativ till garnfisket, då burfisket under vissa perioder gav lika stora eller större dagsfångster av torsk som krok- och garnfisket. Dock är fångstvariationen över säsongen stor. Burfångsten varierar även beroende på var buren är placerad, på vilket djup, hur botten ser ut, tid på året, hur länge redskapen legat i vattnet samt strömhastighet och burlänkens riktning i förhållande till strömriktningen (Königson et al., 2015).

Nästa fas i fångstprocessen är att lura fisken in i buren. Studier har visat att burens fångsteffektivitet är beroende av fiskens motivation och möjlighet att enkelt ta sig in i buren. Visuella stimuli kan öka fiskens motivation att simma in i buren och därmed öka burens fångsteffektivitet. Små vita plastband fästa precis innanför ingången till buren, för att locka in fisken som attraheras av de vajande banden, har testats för att öka burars fångsteffektivitet. Även små gröna lampor placerades i burarna och det visade sig att fångst av stor torsk (större än 38 cm) ökade med 74 procent då lampor användes (Bryhn et al., 2014a).

För att öka fiskens motivation att simma in i buren är det viktigt att burens ingång är optimalt konstruerad. Burens fiskeeffektivitet är avhängig av antal fiskar som tar sig in i buren, men också av hur många fiskar som blir kvar i buren och inte rymmer ut under tiden buren står i vattnet, vilket är den tredje och sista delen i fångstprocessen. En ingång som inte hindrar fisken från att ta sig in i buren men däremot hindrar den från att ta sig ut är optimalt. Ljungberg et al., (2016) visade att då burens ingång var en så kallad ”sluten” ingång, vilket innebär att ingången sluts när fisken tagit sig igenom ingången, vände fisken oftare på väg in i buren. Trots fiskens tvekan att simma in i buren ökade burens fångsteffektivitet med slutna ingångar för att fisken fick det svårare att hitta ut ur buren och blev då kvar i buren tills vittjning.

Med en ”sluten” ingång kan konstruktionen med en så kallad svält-kammare undvikas. Svältkammaren är ett inre rum i buren, som fisken simmar in i och där den sedan har svårt att ta sig ut ifrån. Att inte behöva inkludera svältkammare i burar innebär större utrymme i buren och underlättar den praktiska hanteringen och tillverkningen.

## 2. Introduktion

Det småskaliga kustfisket bedrivs på flera olika arter och med flera fiskemetoder som t.ex. burar och garn. Dessa metoder anses vara både selektiva och hållbara fiskemetoder men kustfisket är dessvärre det fisket som drabbas hårdast av sälskador. I västra Skåne fanns vid projektets start ett levande garnfiske efter torsk. Allt garnfiske längs Sveriges kust utsätts för sälskador i och med att våra sälpopulationer ökar. Knubbsälpopulationerna längs västkusten räknades 2019 till 22000 djur och är idag större än vad den var i början av 1900-talet. Gråsälpopulationen i södra Skåne ökar även den med över 20 % per år. Ökningen av sälpopulationen kommer att resultera i ökade problem med säl i fisket. På grund av den negativa utvecklingen för fiskbestånden och den ökade påverkan av säl på fisket är det högst troligt att det inte kommer att finnas något småskaligt garnfiske längs den svenska väst och sydkusten. Ett sätt att bryta den negativa utvecklingen är att ha sälsäkra och hållbara redskap som kan användas när fiskbestånden återhämtar sig. Det är därför viktigt att utvecklingen av ekonomiskt bärkraftiga sälsäkra alternativ till de fiskemetoder som idag har stora sälproblem går framåt.

Fiske med burar anses vara en hållbar och selektiv metod för att fiska efter torsk. Burfisket är även ett fiske som är sälsäkert, där sälen inte kan komma åt fångsten eller förstöra redskapen. Fördelarna med ett burfiske är att fisken fångas levande och bifångsterna av oönskade arter eller små individer kan minimeras och de som ändå fångas kan släppas ut levande (Ovegård et al., 2011). Miljöpåverkan är dessutom väldigt låg (Thomsen et al., 2010; Suuronen et al., 2012). Utvecklingen av torskburar har pågått under många år och man har gjort många anpassningar för att göra dem lätthanterliga för fiskaren samt sälsäkra så att fångsten inte skadas och förstörs.

Syftet med detta projekt är att testa om det är möjligt att bedriva ett storskaligt kommersiellt burfiske under en längre tid i kombination med ett traditionellt garnfiske. I tillägg till detta har vi jämfört fångsteffektiviteten hos olika typer av burar. Vi studerar olika burtypers karaktärer såsom volym, antal ingångar och typ av ingång för att få kunskap om hur den mest fångsteffektiva buren bör se ut. Slutligen vill vi ta fram rekommendationer över vilka burar som bör användas under vilka tidsperioder. Inom projektet har vi även studerat vilka biotiska och abiotiska faktorer (djup, ståtid, fiskesäsong och temperatur) som påverkar burfisket. Vi studerar även möjligheten att attrahera fisk med olika typer av stimuli och hur de

kan påverka fångsteffektiviteten samt om det kan påverka vilka fiskar som attraheras av dessa stimuli. De stimuli som vi har valt att studera är framförallt bete (sill) samt ljus.

## 3. Studie av bete till torskburar

### 3.1. Introduktion

För att passiva redskap, såsom en bur, ska fånga någon fisk krävs det att fisken hittar redskapet. Burar attraherar oftast fisk genom sitt bete där doftsignalen tillsammans med utformningen av buren lockar till sig fisk genom att vara utformad med målartens beteende i fokus (Bryhn *et al.*, 2014). Fisk kan uppfatta små mängder av olfaktoriska signaler på relativt stora avstånd, ibland flera hundra meter (Løkkeborg, 1998). För att burarna ska attrahera fisk under hela ståtiden vore det idealiskt att ha ett bete som utsöndrar doftämnen under hela tiden buren är i vattnet, innan buren vittjas och betet byts ut.

Sill är det bete som används mest som bete i bland annat krokfisket men även i torskburar. Sillen skärs i mindre bitar så att den olfaktoriska signalen blir så stark som möjligt och förbättra möjligheten att spridas åt alla håll. Hur långt och vart den olfaktoriska signalen tar sig påverkas av strömmar och andra vattenrörelser. Enligt Furevik (1994) håller den olfaktoriska effekten av skuren sill som bete i ca 1-2 dagar.

Det har gjorts flera olika studier där man har tittat på olika typer av både naturliga och artificiella beten (Mackie *et al.*, 1980; Siikavuopio *et al.*, 2017; Løkkeborg, 1990; Archdale och Kawamura, 2011; Løkkeborg, 1991; Stephen och Stephen, 1975), för att göra fisket mer fångst- och kostnadseffektivt. I dessa studier har man testat olika typer av bindningsmedel i det artificiella betet, som t.ex. karragenan (en proteinbildande gelé som utvinns ur torkade rödalger), stärkelse från vete, guar gummi (kolhydrat som utvinns från guarväxtens frön) och melass (utvinns från saften av sockerrör). För att locka till sig djur eller stödutfordra djur inom andra djurgrupper, t.ex. fåglar, använder man olika fetter för att dels berika maten men också för att få maten att räcka längre. Dessa bindningsmedel är svåra att få tag på och kräver bearbetning för att kunna användas tillsammans med bete. För fåglar används ofta kokosfett som bindningsmedel och enligt RSPB (The Royal Society for the Protection of Birds, <https://www.rspb.org.uk/>) avger inte kokosfett någon smak eller lukt som påverkar fåglar.

I denna studie ville vi studera om just kokosfett, som är ett kostnadseffektivt, tillgängligt och neutralt bindningsmedel, kunde användas för att förlänga

utfällningen av doftämnen från det normala betet, sill, och därmed dess attraktionskraft för fisk. Fisknärvaron vid olika typer av bete studerades under kontrollerade försök.

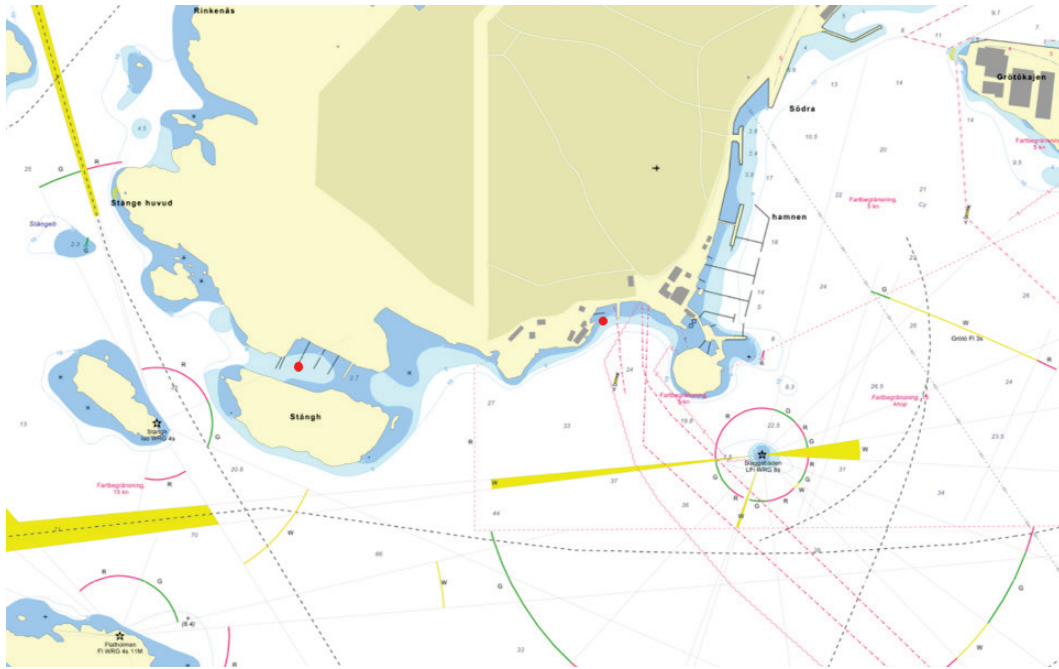
## 3.2. Metod, kontrollerade försök av fisknärvaro kring bete

### 3.2.1. Bete och experimentuppställning

Projektet utfördes i vattnen utanför Lysekil under hösten 2019 med syfte att studera om kokosfett kan användas som ett bindningsmedel och därmed förlänga betets attraktionsvaraktighet hos sill, det mest använda betet inom burfiske. Tre olika varianter av bete testades; skuren sill (användes som kontroll), skuren sill blandad med kokosfett samt mosad sill blandad med kokosfett. I alla tre varianterna användes ca 300 gram sill och i varianterna med kokosfett användes ca 165 gram kokosfett per betesklump. Kokosfettet smältes och blandades noggrant med sillen så att det skulle bli lika fördelat i hela blandningen. Betesklumparna fick stelna i kylskåp där de formades och förvarades i plastburkar inför användning. Beten med kokosfett förbereddes senast dagen innan så att kokosfettet tilläts stelna ordentligt.

För att kunna övervaka betet och se hur fiskarna interagerade med de olika betestyperna användes ställningar där två rostfria kamerahus med plexiglasfront placerades bredvid varandra. En ställning som höll betespåsen på plats framför kamerahuset möjliggjorde en konstant vy över betet (Figur 2). I ett av kamerahusen satt en kamera (Mobius ActionCam C2) tillsammans med ett batteri (Litium 20 000 mAh) för att möjliggöra filmning under flera dygn (maxtiden var ca 4 dygn). I huset bredvid satt en lampa (grönt ljus, Amarine Made 15W, 400 Lumen) kopplad till en timer (Velleman) så att fiskarnas beteenden även kunde studeras under natten. För att minska lampans påverkan på experimentet var timern inställd så att lampan endast skulle lysa fem minuter varje timme. Två exakt likadana ställningar med kamera, timer och betespåse användes och vid varje isättningstillfälle testades kontrollbetet mot ett bete med kokosfett.

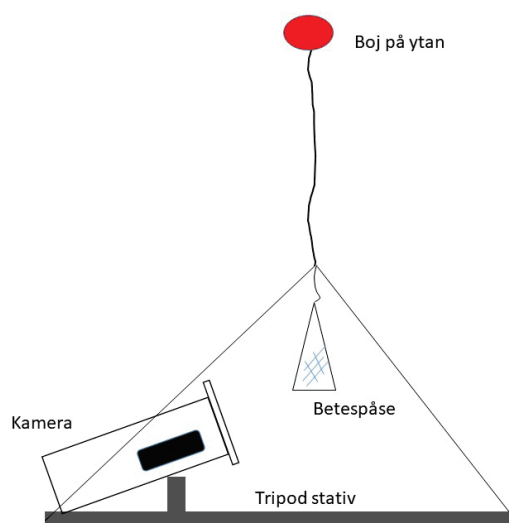
Experimentet pågick mellan den 27 augusti till 23 september 2019 i Lysekil. En ställning med kamera, lampa och betespåse ställdes på botten på två olika platser, Pinneviks hamn och Havsfiskelaboratoriets brygga (H-labs brygga), med ca 1 km avstånd (Figur 1). Båda ställningarna vittjades samma dag och i samband med detta byttes också betet, minneskort samt batteri till både kameror, lampa och timer till lampan. Betestyperna alternerades mellan de två olika platserna så att samma betestyp inte placerades på samma ställe två vittjningsdagar i följd för att undvika variationer i fisknärvaron beroende av lokal.



Figur 1. De två olika platserna där kameror placerats ut, Pinneviks hamn (längst till vänster) och H-labs brygga (längst till höger) markerade med röda punkter, där betesställningarna stod i försöket där fisknärrvaro kring betet undersöktes i Lysekil.

### 3.2.2. Filmanalys

Filmerna analyserades med hjälp av programvaran Behavioral Observation Research Interactive Software, BORIS (Friard & Gamba, 2016). Under en minut varje timme noterades max antal fiskar som visade intresse för betespåsen samtidigt, samt vilken art de tillhörde. Om en fisk endast passerade betespåsen, oavsett hastighet, så klassificerades det inte som visat intresse utan fisken skulle bita, nafsas eller undersöka betet för att klassificeras som att den visat intresse (Figur 2). Vid två isättningstillfällen var sikten i vattnet så pass dålig att ingen data kunde utvinnas från filmerna och exkluderades därför från analysen. Medelantalet filmade timmar per tillfälle var 69 timmar och totalt 9 tillfällen användes i analysen.



Figur 2. Ställning med två undervattenshus, ett som innehöll kamera och ett som innehöll lampa, samt ställning med betespåse (vänster). Stillbild från film av betespåse med skuren sill (höger).

### 3.2.3. Statistisk analys

Ett Kolmogorov-smirnov test gjordes för att se om data var normalfördelad. Då data inte var normalfördelat användes ett Kruskal-Wallis H-test för att se om det var någon skillnad i attraktionsvaraktighet mellan de olika betestyperna samt om det var någon skillnad på antalet fiskar som var intresserade av betespåsen för skuren sill och kokosfett + mosad sill, på de två olika platserna (H-labs brygga och Pinneviks hamn). En jämförelse av skillnad på antal fisk mellan de olika platserna då betet kokosfett + skuren sill kunde inte genomföras eftersom det enbart samlades in data på en av lokalerna med denna typ av bete.

En Generalized linear model (GLM) med poissonfördelning och loglinjär modell utfördes. Beroendevariabeln som användes var antal intresserade fiskar och de oberoende variablerna var tid från start, plats och typ av bete (prediktorer).

$$\log(\mu) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_p x_p$$

### 3.3. Metod, test av bete i burfiske efter torsk

#### 3.3.1. Bete och experimentuppställning

Detta delprojekt utfördes utanför Ystad i samarbete med en yrkesfiskare för att undersöka om kombinationen av kokosfett och sill kunde fånga mer torsk i ett pågående burfiske än endast skuren sill. Två typer av bete användes, skuren sill (kontroll) samt en blandning av mosad- och skuren sill med kokosfett. Samma mängd sill (300g) och kokosfett (165g) som användes i det föregående fisknävaroförsöket på västkusten, användes även i detta försök.

I detta delprojekt användes två torskburar där de olika betestyperna lades i betespåsar i mitten av redskapet (Figur 3). Burarna hade måtten 140x140x60 cm, var gjorda av polyeten med 22 mm maskor och hade 4 ingångar. På ena sidan av buren sattes två vattentäta kamerahus bredvid varandra. Den ena innehöll kamera (Mobius ActionCam C2) och batteri (Litium 20 000 mAh) som möjliggjorde konstant filmning i flera dygn. Den andra innehöll en lampa (grönt ljus, Amarine Made 15W, 400 Lumen) kopplad till en timer (Velleman) som programmerades till att sätta på lampan 5 minuter varje timme, i samma syfte som vid fisknävaroförsöket. De olika betestyperna testades i varsin bur och vittjades samma dag. Filmdata och fångstdata på antal och art av fångad fisk samlades in av fiskaren. Försöket pågick mellan 2019-10-30 och 2020-01-02 med totalt tre vittjningsdagar. Den första vittjningsdagen var burarna placerade på ett vrak som tidigare gett bra fångster, de andra två vittjningsdagarna flyttades burarna närmare land på grund av väderförhållanden. Den sista vittjningsdagen togs bort från analysen eftersom buren var öppen vid vittjning och filmen inte var komplett.



Figur 3. Torskbur som användes i försöket med betesutveckling i burfiske efter torsk.

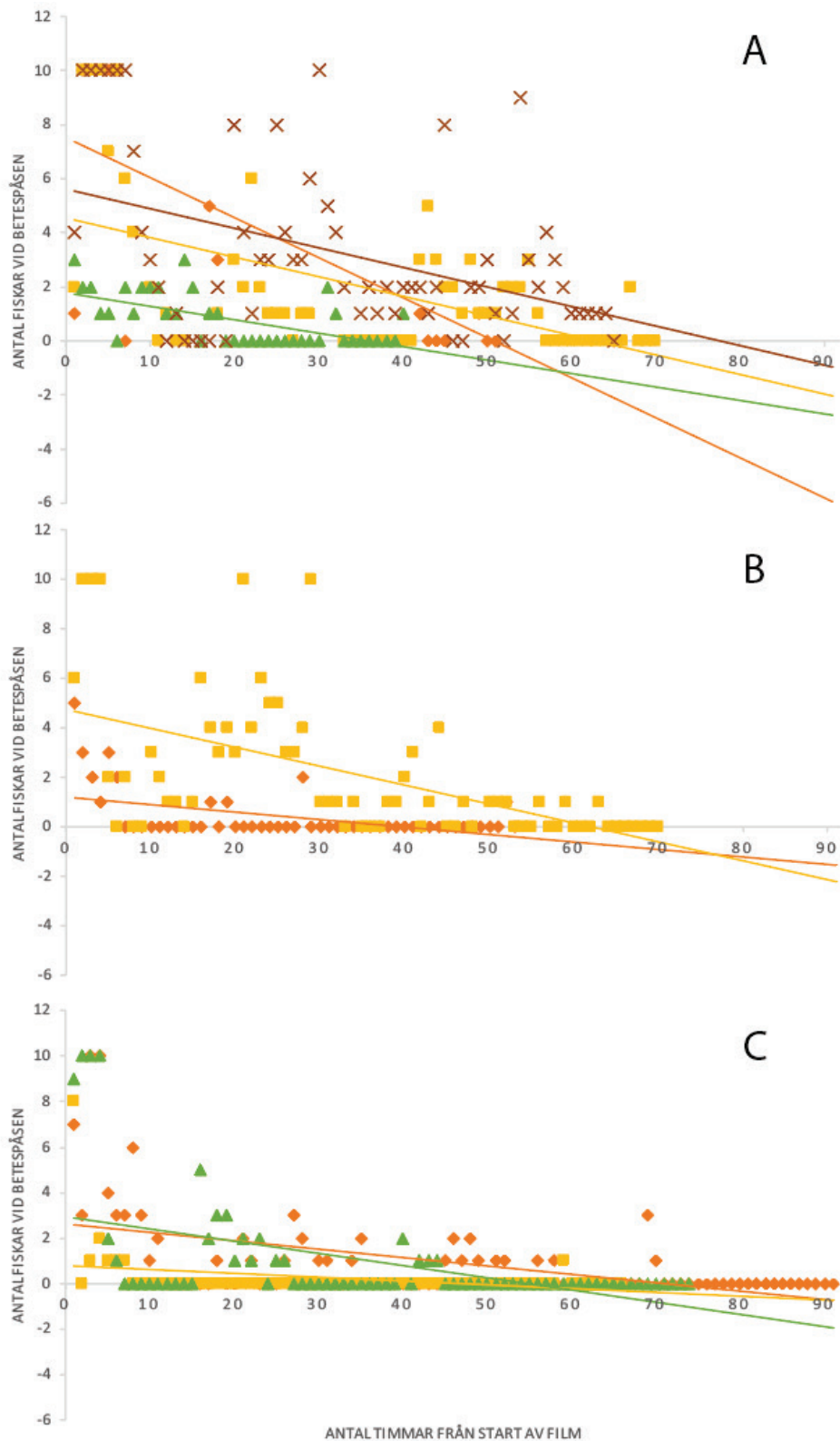


### 3.3.2. Filmanalys

Filmerna analyserades med hjälp av programvaran Behavioral Observation Research Interactive Software, BORIS (Friard & Gamba, 2016). Under en minut vid varje hel timme noterades max antal fiskar som sågs i buren. Inför de parvisa jämförelserna mellan de två burar som stått ute samtidigt togs en vittjningsdag bort på grund av att den ena buren var öppen vid vittjning. Från de resterande två vittjningsdagarna användes data för att göra figurer i Excel (2016).

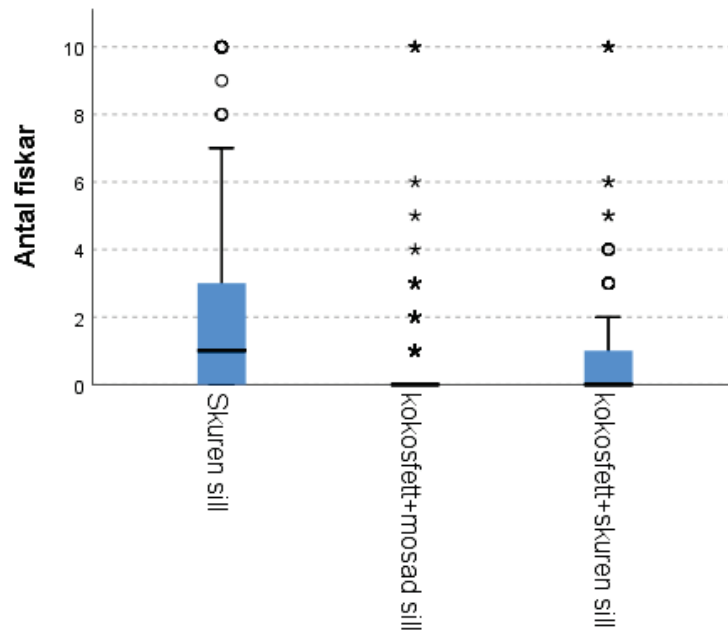
## 3.4. Resultat, kontrollerade försök av fisknärvaro kring bete

Totalt analyserades 727 timmar film varav ca 292 timmar film med skuren sill, ca 241 timmar film från bur med kokosfett + mosad sill och ca 194 timmar från bur med kokosfett + skuren sill. Av de fiskar som räknats varje minut framför kamerorna och därmed visat intresse för de tre olika betestyperna var 84,6 % av det totala antalet fiskar snultror, 14,1% av fiskarna var torskfiskar, främst vitling men även några mindre torskar. Antalet fiskar som uppvisade intresse av betespåsen från dess att betet sattes i vattnet under totalt nio sättningar varav fyra burar med skuren sill, två med skuren sill och kokosfett samt tre med mosad sill och kokosfett, kan ses i figur 4.

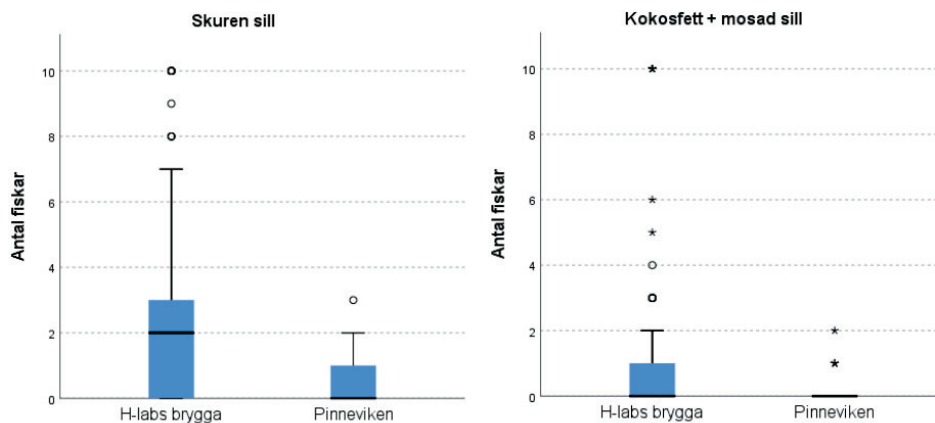


Figur 4. Antal fiskar som visar intresse för betespåsen, med tre olika beten, över antal timmar från att betespåsen sattes i vattnet. De olika symbolerna representerar olika sättningar då video spelades in. Graf A: skuren sill; Graf B: kokosfett + skuren sill; Graf C: kokosfett + mosad sill.

Kruskal-Wallis H-testet visade en signifikant skillnad mellan alla de olika betestyperna i totalt antal fisk som är intresserad av betespåsen ( $H = 71,173$ ,  $p < 0,001$ ) (Figur 5). En signifikant skillnad sågs dessutom mellan antal fiskar som är intresserade av betespåsen på de två olika platserna, H-labs brygga och Pinneviks hamn (Kruskal-Wallis H-test,  $H = 13,993$ ,  $p < 0,001$ ) (Figur 6). Detsamma gäller för kokosfett + mosad sill (Kruskal-Wallis H-test,  $H = 12,525$ ,  $p < 0,001$ , Figur 6).



Figur 5. Antal fiskar intresserade av de tre olika betestyperna skuren sill, mosad sill med kokosfett och skuren sill med kokosfett. Boxplottar med medianvärde, 1:a och 3:dje kvartiler (blå boxen) samt högsta värde som inte är ett avvikande värde. Ringar indikerar lätt avvikelse och stjärnor extremvärden.



Figur 6. Antal fiskar intresserade av skuren sill respektive mosad sill med kokosfett vid H-labs brygga och Pinneviks hamn. Boxplottar med medianvärde, 1:a och 3:dje kvartiler (blå boxen) samt högsta värde som inte är ett avvikande värde. Ringar indikerar lätt avvikelse och stjärnor extremvärden.

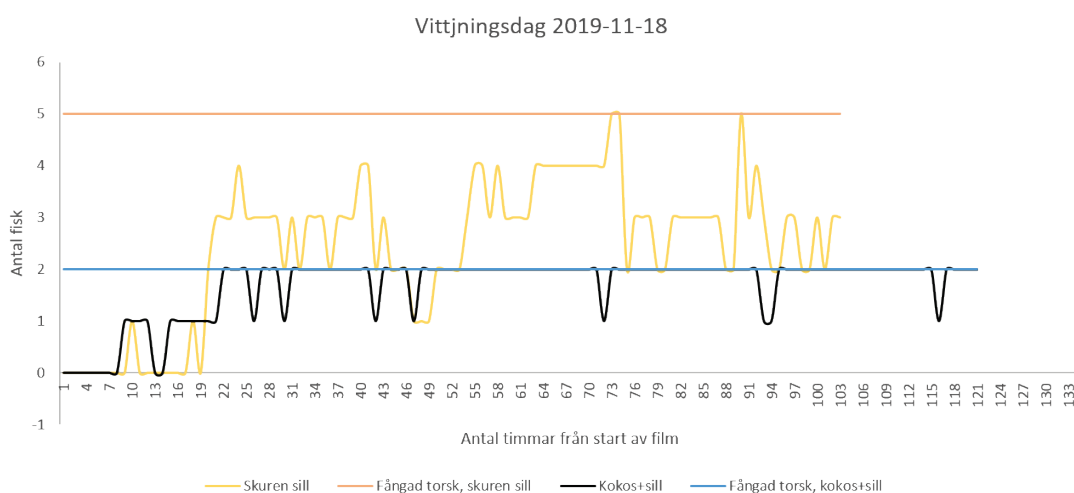
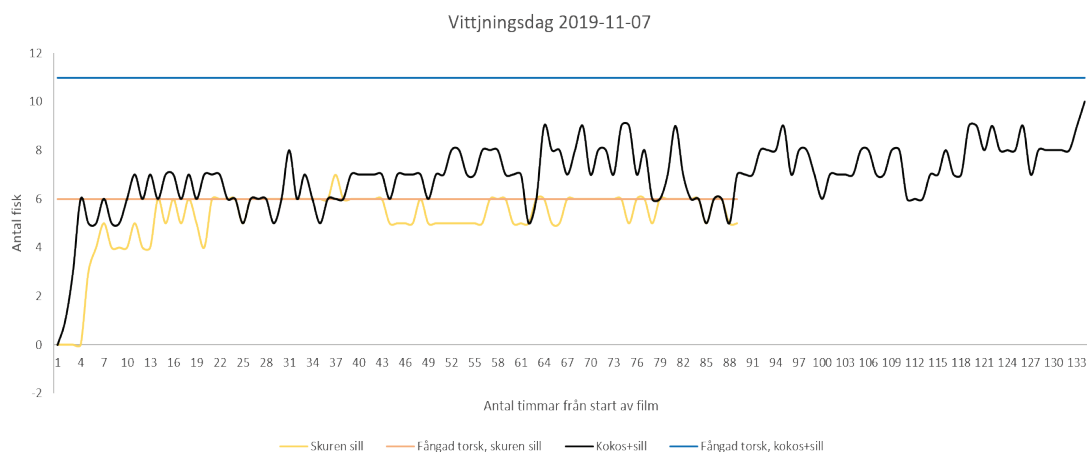
Tid från start visades vara en signifikant prediktor av antal intresserade fiskar ( $b = -0,036$ , S.E. = 0,0028,  $p < 0,001$ ; Tabell 1). Mosad sill med kokosfett är signifikant skild från skuren sill, medan skuren sill med kokosfett inte är signifikant skild från skuren sill. Incidensgraden ( $\text{Exp}(B)$ ) visar att för varje timme från start som går, minskar antal intresserade fiskar i genomsnitt med faktorn 0,965, alltså 3,5 %.

Tabell 1. Resultaten från GLM-analysen med Poisson-fördelning och loglinjär modell.

Parameter	B	Std. Error	95% Wald Konfidensintervall		Hypotes Test			95% Wald Konfidensintervall för $\text{Exp}(B)$		
			Lägre	Övre	Wald Chi-Square	df	Sig.	Exp(B)	Lägre	Övre
(Intercept)	1,954	0,0767	1,804	2,105	648,599	1	0,000	7,058	6,072	8,203
Tid från start	-,036	0,0028	-,041	-,030	159,160	1	0,000	0,965	0,960	0,970
Kokosfett+mosad sill * Tid från start	-,037	0,0066	-,050	-,024	30,854	1	0,000	0,964	0,951	0,976
Kokosfett+skuren sill * Tid från start	-,009	0,0060	-,020	0,003	2,159	1	0,142	0,991	0,980	1,003
Skuren sill * Tid från start	0 <sup>a</sup>							1		
(Scale)	1 <sup>b</sup>									

### 3.5. Resultat, test av bete i burfiske efter torsk

Totalt analyserades ca 404 timmar film varav ca 196 timmar film med skuren sill och ca 208 timmar film med sill och kokosfett fördelat på två tillfällen vardera. Enbart torsk attraherades till burarna. Filmerna visar att de första fiskarna attraheras till buren med sill och kokosfett redan under första timmen, medan de första fiskarna som attraheras till buren med enbart skuren sill sker först fem timmar efter isättningen, under den första sättningen (figur 7). Under den andra sättningen sågs den första fisken attraheras efter nio timmar till buren med kokos + sill och efter tio timmar till buren med skuren sill. Det maximala antalet räknade fiskar varierar under hela observatörstiden, men endast vid ett tillfälle, vid timme 36 under första sättningen, är det maximala antalet räknade fiskar större än det antal fiskar som observerades i buren vid vittjning.



Figur 7. Max antal fisk räknade varje timme för de två burarna (skuren sill respektive kokos och sill). De raka linjerna representerar antal fångad torsk (både under och över minimi-måttet på 35 cm) för de två burarna vid vittjning. Burarna vittjades 2019-11-07 efter åtta dygn ståtid och vittjades 2019-11-18 efter fem dygn ståtid.

### 3.6. Diskussion

Resultaten från detta pilotprojekt som tittar på fisknävar runt en betespåse visar att det är en signifikant skillnad i hur länge de olika betestyperna attraherar fisk. Resultaten indikerar att skuren sill attraherar mer fisk, och under en längre period, än både kokosfett + mosad sill och kokosfett + skuren sill. Även om alla tre betestyperna skiljer sig från varandra var resultaten från de två typerna av bete med kokosfett mer lika varandra än betet med enbart skuren sill. Detta bekräftas också av resultaten från GLM-analysen. Mackie et al. (1980) visade att frigörandet av attraherande ämnen från det artificiella betet var extremt beroende av

bindningsmaterialet, så detta skulle kunna tyda på att kokosfett kanske inte är det bästa bindningsmedlet för att attrahera fisk. I tidigare studier har frigörandet av attraherande ämnen från naturliga och artificiella beten undersökts (Mackie et al., 1980; Løkkeborg, 1990; Siikavuopio et al., 2017; Archdale och Kawamura, 2011; Løkkeborg, 1991) och enligt Løkkeborg (1990) minskade frigörandet av attraherande ämnen snabbare i det artificiella betet än det naturliga betet. Mackie et al. (1980) såg att frigörandet av attraherande ämnen i naturligt bete gick snabbt i början (de första timmarna) och sedan sjönk det stadigt för att till slut avta helt.

Denna studie visade även att för varje timme från start som går så minskade antalet intresserade fiskar med i genomsnitt 3,5 %. Resultaten visar också att skuren sill var det bete som attraherade mest fisk om man tar in tid från start i beaktande. Skuren sill med kokosfett var näst bäst och mosad sill med kokosfett var det bete med minst effekt på antalet intresserade fiskar. Detta visar att det inte nödvändigtvis är bäst att fördela sillen homogent i blandningen utan att större delar av sill (skuren sill) fungerar bättre för att attrahera fisk. Detta kan bero på att doften från den attraherande delen av betet blir för liten om betet är för finfördelat, som i mosad sill med kokosfett, eftersom det är en mer begränsad del av sillen som är i kontakt med det omgivande vattnet.

I testet av bete i burfisket lyckades vi filma hela fångstprocessen vid två tillfällen. Då detta enbart är resultat från två tillfällen ger resultaten enbart indikationer. Resultaten indikerade att torsk attraherades snabbast till buren med sill och kokosfett. Detta skulle kunna vara en indikation på att det för torsk i södra östersjön är mer effektivt med sill och kokosfett. För att verifiera vår metod undersökte vi om det skiljde mellan antal räknad fisk på filmen och antal fångad fisk i buren då den vittjades. Antal räknad fisk på film varierade mycket under hela observatörsperioden och detta beror troligtvis på att kamerans placering skapade dolda delar av buren eftersom kameran var placerad vid ena sidan av buren. Fisk kan alltså befinna sig bredvid kameran och därmed undgå att upptäckas just under den minut som räkningen gjordes.

Vid endast ett tillfälle räknades mer fisk på filmen än vad som fångades i buren. Detta är svårt att förklara eftersom burens selektionspanel satts igen för att undvika att fisk smet ut innan buren hunnit vittjas. En eventuell anledning kan vara att fisken hittat en annan väg ut ur buren. Torsk har visats simma in och ut ur burar (Hedgärde et al., 2016) och uppvisar generellt nyfiket beteende då de letar ständigt efter flyktvägar (Meager et al., 2018).

### 3.6.1. Slutsats

Syftet med denna studie var att studera om kokosfett kunde användas för att förlänga utfällning av doftämnen från det vanliga betet, sill, och därmed förlänga attraktionskraften, samt se om denna beteskombination kunde appliceras i ett pågående burfiske efter torsk. Försöket med fokus på fisknärvaron kring betet

attraherade mest snultror men en skillnad i hur länge de olika betestyperna attraherade fisk kunde urskiljas, där skuren sill gav en antydning till att attrahera mer fisk och under en längre period än de två andra varianterna med kokosfett. I försöket på sydkusten med fokus på att testa de olika betestyperna i ett burfiske, attraherades bara torsk och där visade resultaten en antydning till att sill med kokosfett fungerade bättre än enbart skuren sill. Slutsatsen man kan dra av dessa resultat är att det traditionella betet, skuren sill, fungerar bra för att attrahera andra fiskarter än torsk och under en längre tid än vad någon blandning med kokosfett gjorde. För att attrahera torsk, vilket var den enda arten som noterades vid försöken utanför Ystad, verkar sill blandat med kokosfett fungera bra, men ytterligare studier behöver utföras för att undersöka preferenser mellan olika arter.

## 4. Studie av ljus för att attrahera torsk till burar

### 4.1. Introduktion

Fiske med hjälp av artificiellt ljus har pågått sedan tusentals år tillbaka och använts tillsammans med en mängd olika fiskeredskap och metoder, från början i form av eld och gaslampor (Ben-Yami, 1978). De flesta fiskars och andra akvatiska simmande organismers beteende påverkas till stor del av ljus, t.ex. vertikal migration, dygnsaktivitet och stimodynamik anses drivas av ljustillgång (McFarland, 1986; Didrikas och Hansson, 2009). Torsken använder flera av sina sinnen när den födosöker inklusive syn och doft (Løkkeborg och Fernö, 1999). Om en ljuskälla används i kombination med ett bete kan ljuskällan bidra till att öka möjligheterna för fiskarna att hitta betet även under dygnets mörka timmar. En ljuskälla kan även locka till sig fisk under en längre tid än bete då betet i form av sill ger ifrån sig doft under 1-2 dagar (Furevik, 1994).

Torskens ögon reagerar starkast på våglängder som ligger mellan 450-550 nm (Anthony and Hawkins, 1983) och reagerar därför på grönt ljus som används i detta försök. Tidigare studier med grönt ljus har visat att ljus kan attrahera stora mängder fisk i burar (Bryhn et al., 2014). I ett annat försök där små lampor med vitt ljus användes som stimuli visades inga skillnader mellan burar med eller utan ljusstimuli (Program Sälar och Fiske, 2018). Det har påvisats att ljus kan attrahera en större andel mindre individer (torskar) till burar jämfört med kontroll (Königson och Hedgärde, 2016). Ljus kan också locka dit små kräftdjur som pungräkor (Hedgärde et al., 2016) och krill som på så sätt potentiellt öka mängden torsk som attraheras till burarna (Humborstad et al., 2018; Utne-Palm et al., 2018).

I den här studien undersöker vi hur ljus påverkar fångst av torsk i burar. Vi tittar på data insamlad i olika typer av burar under 2014, 2018 och 2019 där burarna har modifierats med en vit alternativt grön ljuskälla.



Med hjälp av undervattenskameror har vi även undersökt om ett starkt kontinuerligt grönt ljus (fiskelampa) kan attrahera torsk under en längre tid. Antal fiskar som attraherades till ljuset och sedan fångades i burar med ljus och bete jämfördes över tid med antal fiskar som attraherades till burar utan ljus men med bete. Storleksfördelningen av fångst fångad i burar med ljus jämfördes även med fångst i burar utan ljus.

## 4.2. Metod

### 4.2.1. Jämförelse av fångsteffektiviteten hos burar med och utan ljus

Försöken utfördes i södra Östersjön utanför Ystad och Simrishamn inom ICES delområde 24 i samarbete med en lokal yrkesfiskare under 2014, 2018 och 2019. Vid fiske med burar används oftast burar av mindre, mer hanterbar storlek som fiskas med i länkar om t.ex. 6-10 burar per länk beroende på fiskebåtens storlek. I den första studien då burars fångsteffektivitet har jämförts med burar modifierade med en ljuskälla har olika typer av burar använts: stora rektangulära burar med 4 ingångar alternativt mindre mer lätthanterliga burar med två ingångar. Det har alltid varit lika antal burar av en typ med eller utan ljus. Burarna med och utan ljus har stått ute lika länge och enbart de tillfällen då burar stått ute max 7 dygn har tagits med i analysen, för att vara säkra på att ljusen i burarna har fungerat.

Fiskaren har fört en journal över burarnas position, antal torsk över och under minimått (35 cm), sälskador och tid i vattnet som burarna stått ute. Antal torsk per vittjad bur har jämförts med ett Mann-Whitney U-test.

### 4.2.2. Beteendestudier av torsk i burar med ljus/Ljusattraktion över tid

Försöken har utförts i södra Östersjön utanför Ystad i samarbete med en lokal yrkesfiskare under 2019. Två rektangulära burar (fyrkantiga 140x140x60 cm med 22 mm maska med fyra ingångar) användes och båda burarna försågs med ett undervattenskamerasystem bestående av fyrkantig rostfri kamerakanister med plexiglasfront, innehållande en Mobiuskamera (Mobius ActionCam C2) kopplad till ett externt batteri (Litium 20 000 mAh). Samma batterier användes även till timer/lampa och stark fiskelampa för att kunna hålla utrustningen igång i upp till fem dagar.

Bur 1 användes som kontroll och bur 2 försågs med ljusattraktion. Båda burarna betades vid varje tillfälle med skuren sill (det bete som normalt används vid torkbursfiske). Vid varje vittjning mättes all fångst av torsk. Under 20 fisketillfällen

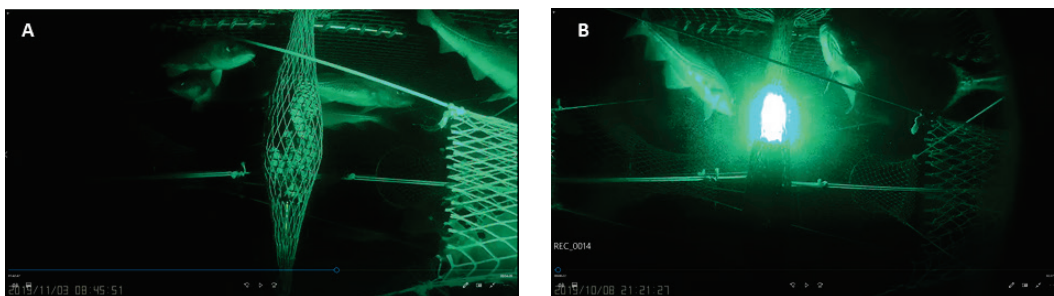
sattes de två burarna samtidigt i samma område, 9 tillfällen under 2018 och 11 tillfällen 2019.

Bur 1 (kontroll) försågs med en extra rostfri kanister innehållande en liten lampa med grönt ljus (Amarine Made 15W, 400 Lumen) kopplad till en batteridriven timer (Velleman) inställd att slå på fem minuter varje timme för att möjliggöra kontroll även under dygnets mörka timmar. Bur 2 (ljus) försågs med en stark fiskelampa med grönt ljus (8-sidig LED Fishing Light, 10 W, 120 SMD Super Bright LED Lights, 1000 Lumen) som fästes centralt i buren vid betespåsen, kopplat till ett externt batteri i en cylinderformad rostfri kanister (figur 8, figur 9).



Figur 8. Fiskelampa och kanister som användes i bur 2 (ljus).

För att undersöka om ljus attraherar torsk över en längre tid analyserades film från parvisa sättningar av kontroll och ljus. Det fanns analyserbara filmer från parvis satta burar från tre fisketillfällen och sex filmade burar 2018 och lika många sättningar och burar 2019. Under dessa tillfällen filmade kamerorna upp till 119 timmar samt det fanns fisk i fångsten. Närvaron av fisk (torsk) över tid jämfördes mellan kontroll och ljus genom att räkna maximalt antal fiskar synliga i buren under ett tillfälle under en minut varje timme.



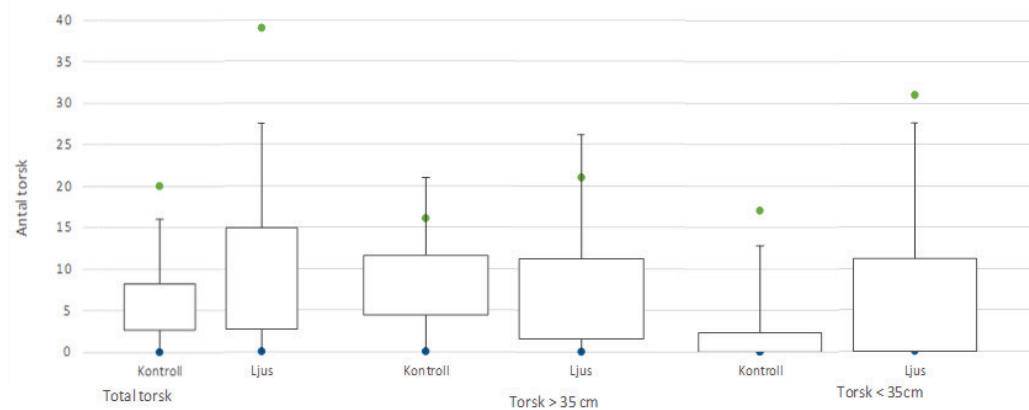
Figur 9. Exempelbilder från analys vid filmning under natt. A; Bur 1 – Kontroll, med mindre timerreglerad lampa påslagen fem minuter varje timme för möjlig analys dygnet runt. B: Bur 2 – "Ljus", med starkt stadigt lysande lampa (grönt ljus) som attraktion.

Även data på fångst av torsk i burar med och utan ljus har samlats in. Fångstresultat från de 20 parvisa sättningarna 2018-2019, dvs. 40 vittjade burar med individmätta torskklängder användes för att jämföra storleksfördelningar mellan kontroll och ljus.

## 4.3. Resultat

### 4.3.1. Jämförelse av fångsteffektiviteten hos burar med och utan ljus

Under två studieperioder (2014 och 2018) fanns jämförbar data från totalt 114 vittjade burar. Burar som har modifierats med en lampa fångar signifikant mer fisk än burar utan lampa (Mann Whitney, U-test  $p < 0,05$ ). Däremot är det ingen signifikant skillnad i fångster av torsk  $>35$  cm mellan burar med och burar utan ljus. Det är däremot signifikant fler mindre torsk ( $<35$  cm) i burar med ljus än i kontrollburarna (Mann Whitney, U-test  $p < 0,01$ ).

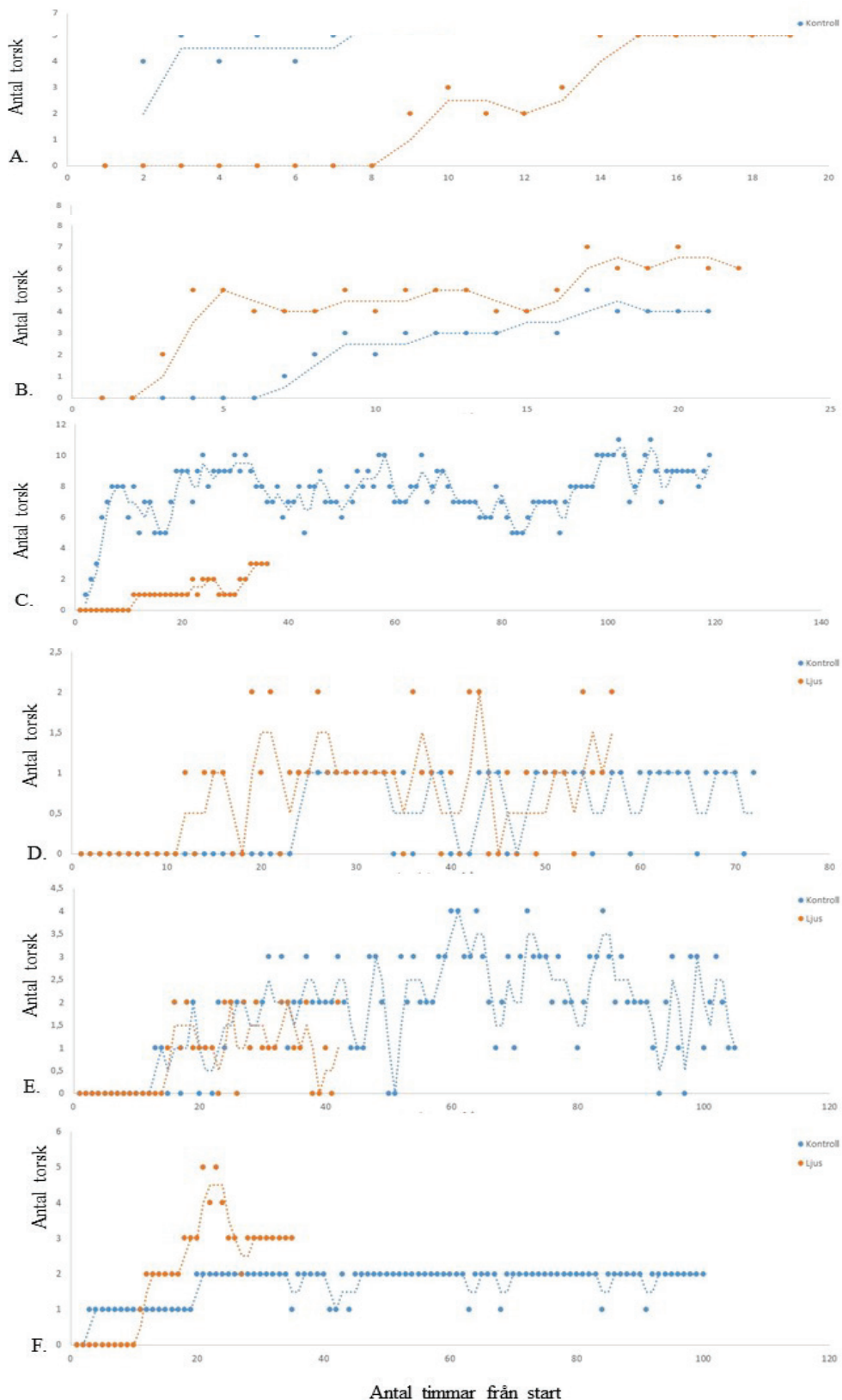


Figur 10. Boxplot över antal torsk per vittjad bur för totalt antal torsk, torsk över 35 cm och torsk under 35 cm. Den nedre och övre kanten på boxen representerar den 25:e och 75:e percentilen, alltså 50% av datan finns inom rutan, och 25% vardera över och under. Staplarna sträcker sig till den 5:e och 95:e percentilen. Slutligen indikeras de minsta och största värdena i urvalet med de blå och gröna punkterna.

### 4.3.2. Beteendestudier av torsk i burar med ljus/Ljusattraktion över tid

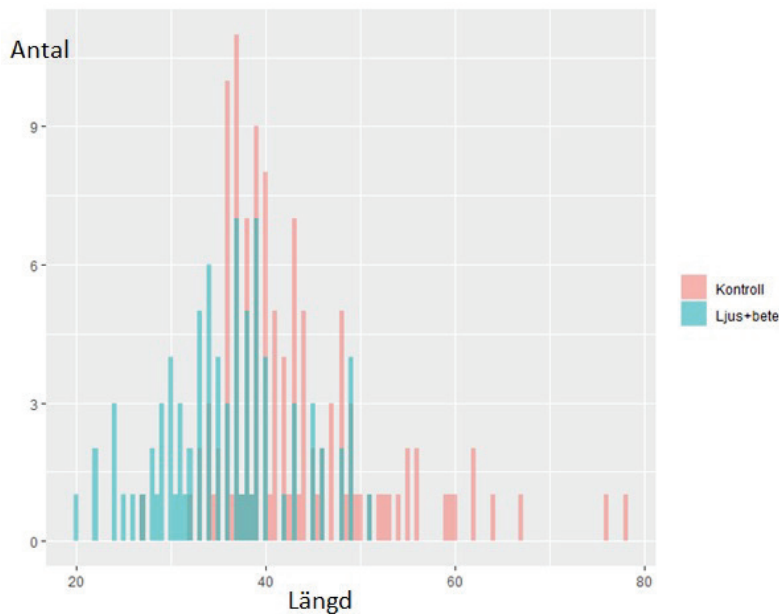
Trots att kameran filmat med vidvinkel uppkom ändå döda vinklar i buren samt stundvis försämrade sikt på grund av grumligt vatten orsakat av hårda strömmar. Därmed är antal räknade torskar i buren ett minimiantal eftersom samtliga fiskar inte alltid syns på filmen. Under den första provperioden 2018 noterades att antal fiskar i burarna ökade markant under det första dygnet i kontroll jämfört med ljus vid två fisketillfällen med parvis satta burar (figur 11A och C). Vid ett fisketillfälle ökade antal fiskar i buren med ljus mer de första timmarna jämfört med buren utan

ljus (figur 11B) och vid två tillfällen från sättningar 2019 ökade antal torsk markant de första timmarna både i buren med ljus och kontrollburen (figur 11E och F).



Figur 11. Maxantal torskar räknade varje timme i de parvis satta burarna. Trendlinje visar glidande medelvärde. När trendlinjen avbryts innebär det att det inte finns någon mer data insamlad. A. Bur fiskad mellan 2018-02-09 till 2018-02-13. B. Bur fiskad mellan 2018-02-22 till 2018-02-23. C. Bur fiskad mellan 2018-02-23 till 2018-03-06. D. Bur fiskad mellan 2019-05-28 till 2019-05-31. E. Bur fiskad mellan 2019-05-31 till 2019-06-05. F. Bur fiskad mellan 2019-10-07 till 2019-10-16.

Data över längdmätta torskar fångade i dessa burar med ljus (och bete) och utan ljus (kontroll, med enbart bete) visade tydliga skillnader på storleksfördelningen av torsk beroende på attraktionstyp (med eller utan ljus). I burar med ljus fångades här de minsta torskarna, många fler torskar med längden 20 till 35 cm. I burar utan ljus fångades betydligt fler större torskar > 35 cm och alla de största individerna (figur 12).



Figur 12. Längdfördelning i cm av total torskfångst fördelade efter burtyp/modifiering Kontroll (bete) och Ljus+bete. De "tvåfärgade" fälten visar överlapp av kontroll och ljus.

#### 4.4. Diskussion

Resultaten visar tydligt att ljus som ett stimuli i burar ökar fångsten av framför allt mindre torsk. Det är mindre storlek (< 35 cm) på torskarna som attraheras av ljuset i burarna. Ljus kan öka fångst av torsk > 35 cm. Storleksfördelning av fångst i de olika burarna styrker slutsatser från tidigare Östersjöstudier som visat att burar med ljusstimuli attraherar torsk av mindre storlek jämfört med burar utan ljus (Königson och Hedgårde, 2016). Det starka gröna ljuset attraherar tydligt mindre torskar (under minimimått 35 cm) i detta område.

Torskens födovanor förändras under livscykeln. När torsken är riktigt liten äter den framförallt plankton. De övergår sedan till en föda bestående av bottenlevande ryggradslösa djur, t.ex. småräkor och musslor tills de är ungefär 3 år gamla (30 till 35 cm). Därefter ökar andelen fisk, t.ex. sill och skarpsill, i dieten gradvis med ålder och storlek (Hüssy et al., 1997). Ljus lockar till sig mycket decapoder vilket kan attrahera torsk till burarna. Studier i Norge har visat att krill dras till ljus och om

Ljus används i burarna så kan stora mängder torsk lockas in i burarna då torsken i buren åt av krillen (Humborstad et al., 2018). I östersjön verkar det dock främst vara mindre torsk i burarna. En hypotes är att små torsk kan locka till sig större torsk och därigenom skulle fångsten av stor fisk kunna öka om ljus använts. Dessa resultat tyder inte på att mindre fisk lockar till sig stor torsk, snarare verkar det som att all småtorsk i burarna med ljus förhindrar stor torsk från att simma in i buren. Detta har noterats i andra burfisker och kallas för att buren blir mättad.

Resultaten från burarna som filmats under en längre tid, och där fisknävar per timme analyserats från burar med och utan ljus, visade att ljus inte hade någon längre attraktionskraft än enbart bete. Vi ser inte att ljus lockar till sig fisk under en längre tid utan det verkar som att det framförallt är betet som lockar till sig fisk till burarna. Inte heller visade resultaten att ljus snabbare lockade torsk till burarna än vad bete gjorde. Däremot visade resultaten att det tar kort tid för torsk att lockas in i burarna, enbart ett antal timmar, vilket tyder på att det finns fisk i området som söker efter föda.

## 5. Studie av burarnas fångsteffektivitet och faktorer som påverkar fångsten

### 5.1. Introduktion

Utveckling av sälsäkra burfiskeredskap är tidskrävande och många aspekter behöver tas i beaktande. Burfisket liksom krokfisket är ett passivt betat fiske. Det innebär att burens fångsteffektivitet är beroende av att fisken attraheras till redskapet och själv simmar in i redskapet. Därmed är fångsteffektiviteten beroende av flera faktorer som topografi, strömförhållanden, temperatur, tid redskapet är i vattnet, fiskens lekmognad, mängd torsk i området men också burens konstruktion då de påverkar torskens beteende aktivitet, motivation att söka föda och förmåga att hitta och konsumera bete (Stoner, 2004; He, 2011). För att kunna utveckla fångsteffektiva burar är det viktigt att förstå vad som påverkar fångsterna. Om vi t.ex. ska utveckla en bur där torsken lätt kan simma in i buren och inte simmar ut direkt igen behöver vi förstå vad som motiverar fisken att simma in, om det finns några hinder på vägen eller om andra fiskar i buren kan påverka torskens motivation att simma in. Kunskap behövs även på om det finns andra faktorer som kan påverka burfiskets fångsteffektivitet såsom säsong, temperatur eller ståtid.

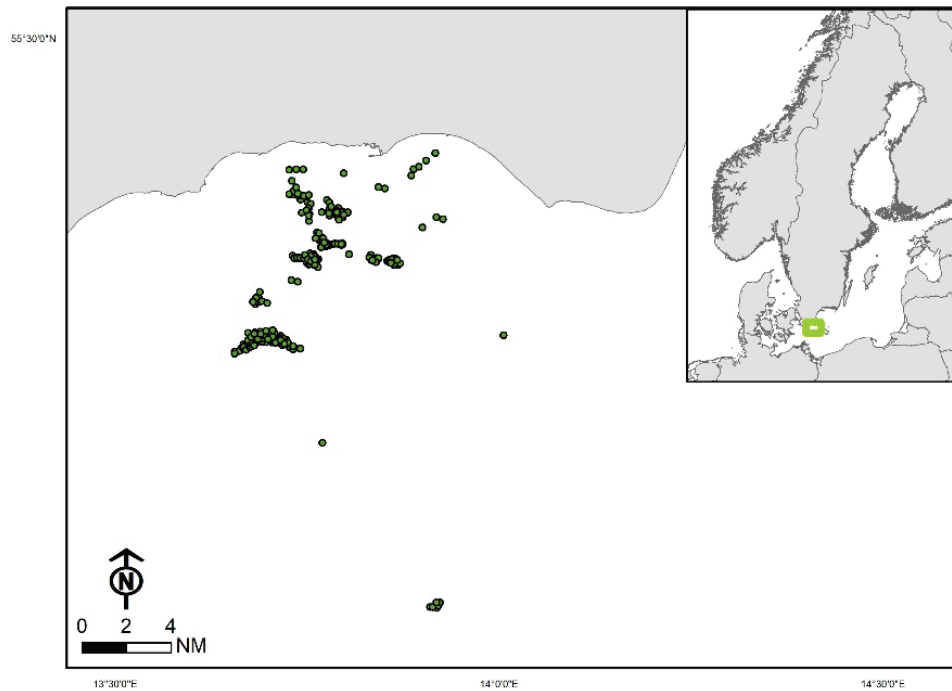
Syftet med denna del av studien var därmed att studera vilka burkaraktärer som ger mest fångst och vilka faktorer som kan påverka burfångsterna.

### 5.2. Metod

Provfiske i samarbete med en yrkesfiskare har skett utanför Ystad under 2018, 2019 och 2021 (figur 13). Under hösten 2019 begränsades fisket till att enbart ske på grunt vattnet på grund av torskfiskestoppet och inte heller skedde något fiske under hela året pga torskfiskestoppet och Hav- och Vattenmyndighetens handläggningstid för att ge dispens för ett provfiske.



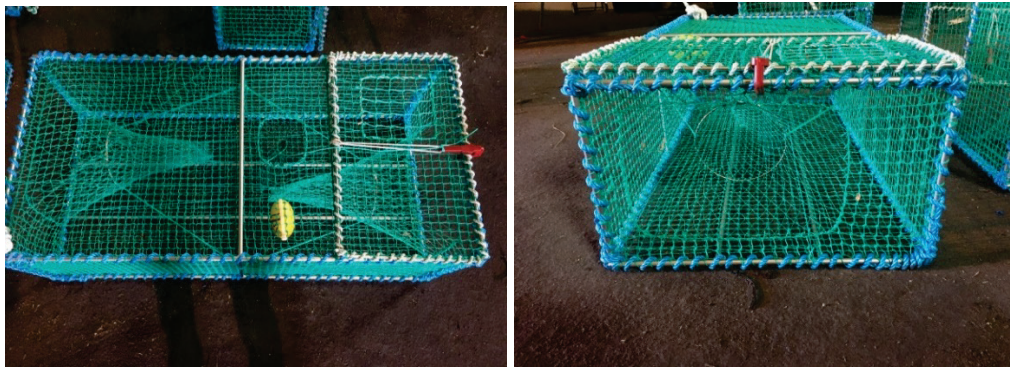
Sexton olika typer av burar har producerats med variation i storlek, antal ingångar och typ av ingång. Alla burar har dock tillverkats av samma material och stomme (grön polyeten, 3/8, 22 mm maska och en stomme av 12 mm rund syrafast stål) (tabell 2, figur 14).



Figur 13. Fisket med burar som skett utanför Ystad. Varje prick är en vittjad burlänk.

Tabell 2. Olika längdmått för de olika burtyperna samt antal ingång och typ av ingång.

Burtyp	Benämning	Längd	Höjd	Bredd	Antal ingångar	Typ av ingång
Flytande	RL2SRF1	120	35	60	2	Sluten ingång med ring
Fyrkantig	FL4SR	75	35	75	4	Sluten ingång med ring
Fyrkantig (mellan)	FM2SR	100	35	100	2	Sluten ingång med ring
Hopfällbar fyrkantig (mellan)	FM4SRH	100	40	100	4	Sluten ingång med ring
Hopfällbar rektangulär med ring	RL2SRH	120	35	60	2	Sluten ingång med ring
Hopfällbar liten	RM2SRH	120	60	60	2	Sluten ingång med ring
Hopfällbar stor	FS4SRH	140	60	140	4	Sluten ingång med ring
Rektangulär fyrkantig ingång	RL2SF	120	35	60	2	Sluten ingång med rektangulär ingång
Rektangulär liten (30 cm)	RLL2SR	120	30	60	2	Sluten ingång med ring
Rektangulär med fyra ingångar	RL4S	120	35	60	4	Sluten ingång
Rektangulär med ring	RL2SR	120	35	60	2	Sluten ingång med ring
Rektangulär med ring m "fönster"	RL2SRFL	120	35	60	2	Sluten ingång med ring, nätpanel framför ingången
Rektangulär med ring m kryss	RL2SRK	120	35	60	2	Sluten ingång med ring, sälsäkert kryss framför ingång
Rektangulär utan ring	RL2S	120	35	60	2	Sluten ingång
Rektangulär utan ring m "fönster"	RL2SF	120	35	60	2	Sluten ingång, nätpanel framför ingången
Rektangulär utan ring m kryss	RL2SK	120	35	60	2	Sluten ingång, sälsäkert kryss framför ingång



a.



b.

*Figur 14 A. Burtyp: Rektangulär med ring. Rektangulär bur med måtten 120\*35\*60 med två slutna ingångar och en stålring i ingång för att förhindra att säl tar sig in i buren.*

*B. Till vänster burtyp: Ihopfällbar stor. Fyrkantig bur med måtten 120\*120\*60m cm med fyra slutna ingångar med en sälsäker stålring i ingången. Till höger: Fyrkantig mellan. Fyrkantig bur med måtten 100\*100\*35 cm med fyra slutna ingångar med en sälsäker stålring i ingången.*

Fiskaren i ystad har totalt sett fiskat under kvartal 4 under 2018, alla kvartal 2019, under första och fjärde kvartalet 2021. Fiskaren har haft upp till 10 burar i en länk sammankopplade med en bottenlina. Mellan varje bur var det ett avstånd på 50 meter. Fiskaren har vittjad max 60 burar per dag och under 2019 till 2021 fördes protokoll över fångst från varje burtyp samt position, djup och ståtid. Under 2021 fördes protokoll över den totala fångsten i länken. I samband med burfisket togs även vatten temperatur.

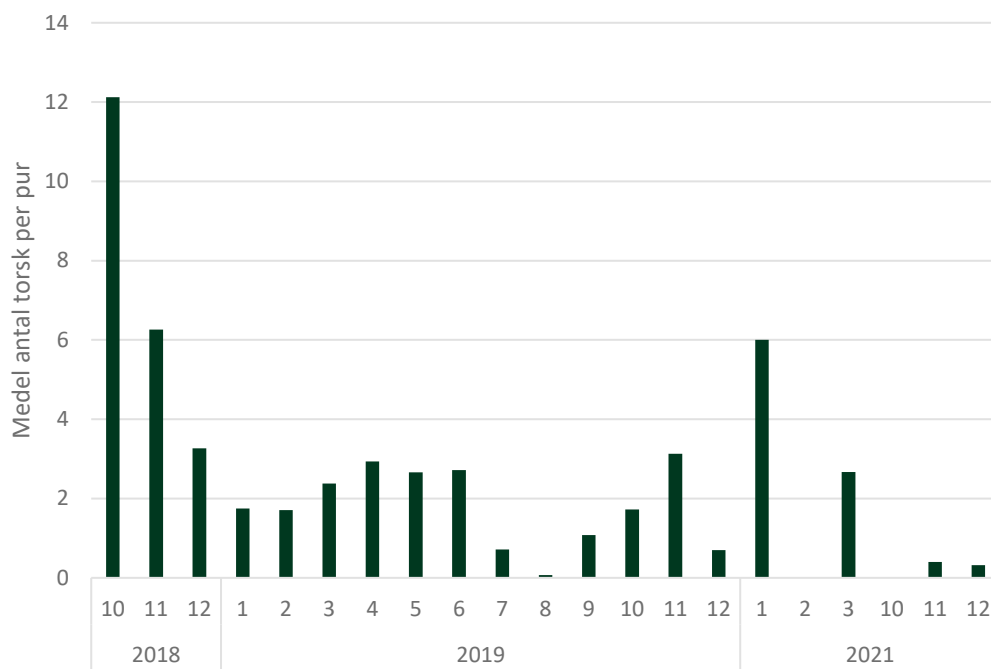
### 5.3. Resultat

Totalt sett vittjades 3449 burar under 159 fiskedagar. Det största fisket skedde under 2018 och 2019, dock fiskades det enbart på djup mindre än 20 meter under hösten 2019. Störst fångster var det hösten 2018, då den genomsnittliga dagliga

fångsten låg på 72,8 kg torsk på 22 vittjade burar. Sedan 2018 har fångsterna av torsk minskat dramatiskt (Tabell 3; Figur 15). Det finns även en säsongsvariation i burfångsterna. Det är bättre fångster under de kalla höst och vintermånaderna medan fångsterna minskar under vår och sommarmånader (figur 15).

Tabell 3. Antal fiskedagar och antal vittjade burar per år samt genomsnittliga fångsten per bur och fiskedag.

Område	År	Antal fiskedagar	Antal vittjade burar	Medel antal burar vittjade per dag	Medel kg torsk per fiskedag
Ystad	2018	24	518	22	72,8
	2019	89	2441	27	40,7
	2021	22	250	11	1,3
	2022	24	240	10	9,1



Figur 15. Visar den genomsnittliga fångsten per månad (medel antal torsk per bur).

De burar som fiskat mest torsk per bur är stora fyrkantiga burar med fyra ingångar, även den mindre fyrkantiga buren med 4 ingångar har fiskat bra (hopfällbar fyrkantig (mellan), hopfällbar stor, fyrkantig, fyrkantig mellan) (figur 16, tabell 4). När det gäller praktisk hantering är det framförallt de rektangulära burarna som är lättast att hantera. Dessa burar har enbart 2 ingångar men trots sin mindre storlek och färre antal ingångar finns det några rektangulära burar som har bra fångster (rektangulär liten, rektangulär med och utan ring). För att få en mer korrekt bild av burarnas fångsteffektivitet behöver vi dock ta med många olika faktorer som

påverkar. Det är uppenbart att det under 2018 och 2019 fanns mycket mer torsk i området och att detta påverkar de genomsnittliga fångsterna.

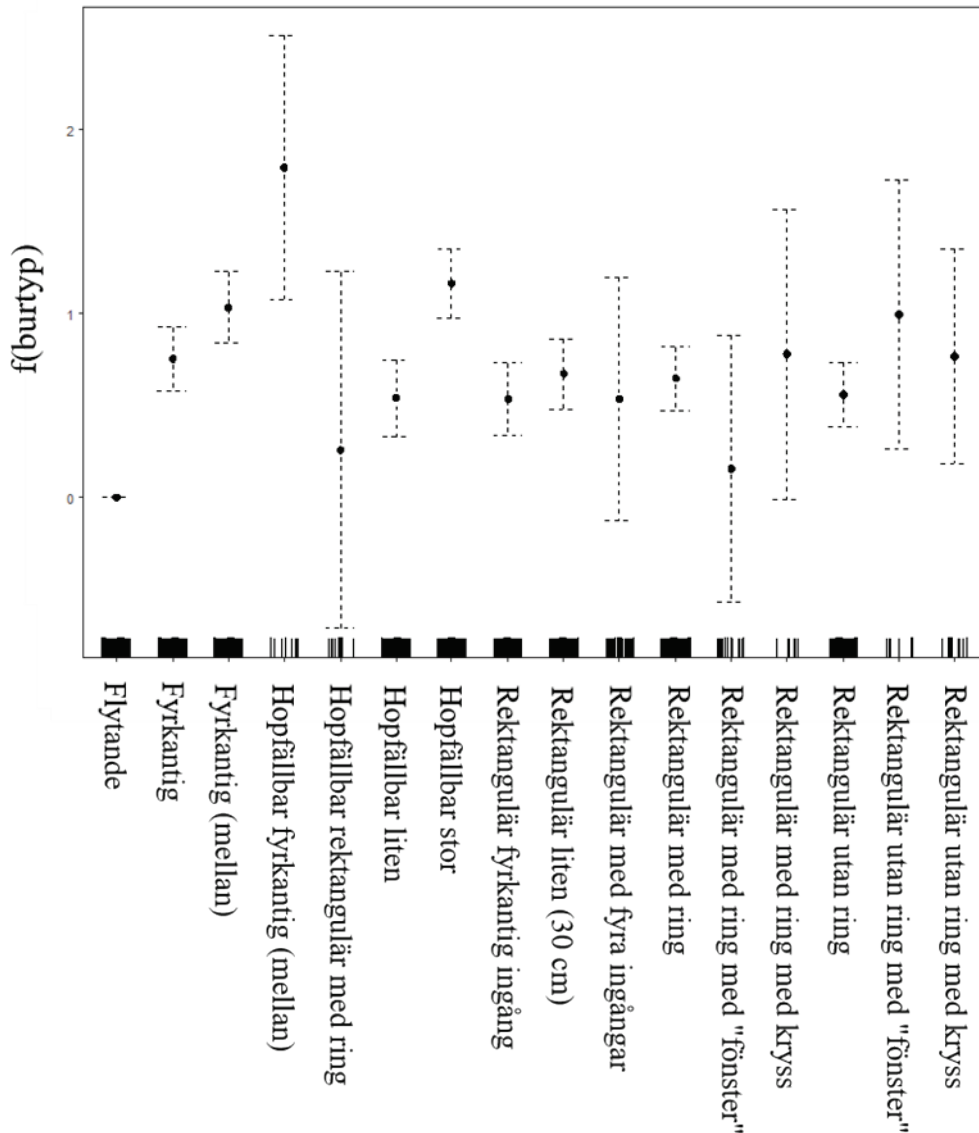
Tabell. 4. Antal vittjade burar, genomsnittliga fångster, antal torsk per bur, standard deviation, konfidensintervall samt minimi antal och maxantal fångade torsk.

Burtyp	Benämning	N	Medel	Std. Deviation	Std. Error	95% Konfidensintervall för medel		Min	Max
						Min c.i	Max c.i		
Flytande	RL2SRF1	255	1,51	2,107	0,132	1,25	1,77	0	12
Fyrkantig	FL4SR	520	3,81	4,374	0,192	3,43	4,19	0	25
Fyrkantig (mellan)	FM2SR	245	3,8	3,366	0,215	3,37	4,22	0	19
Hopfällbar fyrkantig (mellan)	FM4SRH	10	5,5	5,836	1,845	1,33	9,67	0	18
Hopfällbar rektangulär med ring	RL2SRH	9	1,44	2,651	0,884	-0,59	3,48	0	8
Hopfällbar liten	RM2SRH	165	3,15	4,025	0,313	2,53	3,76	0	20
hopfällbar stor	FS4SRH	172	5,83	6,1	0,465	4,91	6,75	0	32
Rektangulär fyrkantig ingång	RL2SF	279	2,43	2,659	0,159	2,11	2,74	0	14
Rektangulär liten (30 cm)	RLL2SR	232	3,42	3,729	0,245	2,94	3,9	0	15
Rektangulär med fyra ingångar	RL4S	35	1	1,59	0,269	0,45	1,55	0	7
Rektangulär med ring	RL2SR	608	3,47	4,283	0,174	3,13	3,81	0	27
Rektangulär med ring med "fönster"	RL2SRFL	16	1,06	1,611	0,403	0,2	1,92	0	5
Rektangulär med ring med kryss	RL2SRK	8	2	2,878	1,018	-0,41	4,41	0	7
Rektangulär utan ring	RL2S	470	3,32	3,553	0,164	3	3,65	0	18
Rektangulär utan ring med "fönster"	RL2SF	8	2,5	2,777	0,982	0,18	4,82	0	8
Rektangulär utan ring med kryss	RL2SK	16	1,94	1,948	0,487	0,9	2,98	0	6

För att ta reda på vilka faktorer som påverkar torskfångsterna har vi använt GAM-modellering. Faktorerna som inkluderades i modellen var ståtad, temperatur, typ av bur, djup och år. Variabeln var totalt antal torsk per bur. Därför var

$$\text{Totalt antal torsk per bur} \sim \text{Burtyp} + \text{År} + s(\text{ståtid}) + s(\text{djup}) + s(\text{temperatur})$$

Modellens förklaringsgrad var 33,6 %. Alla faktorer som inkluderades i modellen var signifikanta och påverkade därmed torskfångsten. I linje med resultaten som visar den genomsnittliga fångsten per bur visade även modellen att de större fyrkantiga burarna med 4 ingångar fångar mest torsk. De rektangulära burarna med två ingångar fångar i regel signifikant mindre än flera av de fyrkantiga burarna med fyra ingångar (Figur 16).

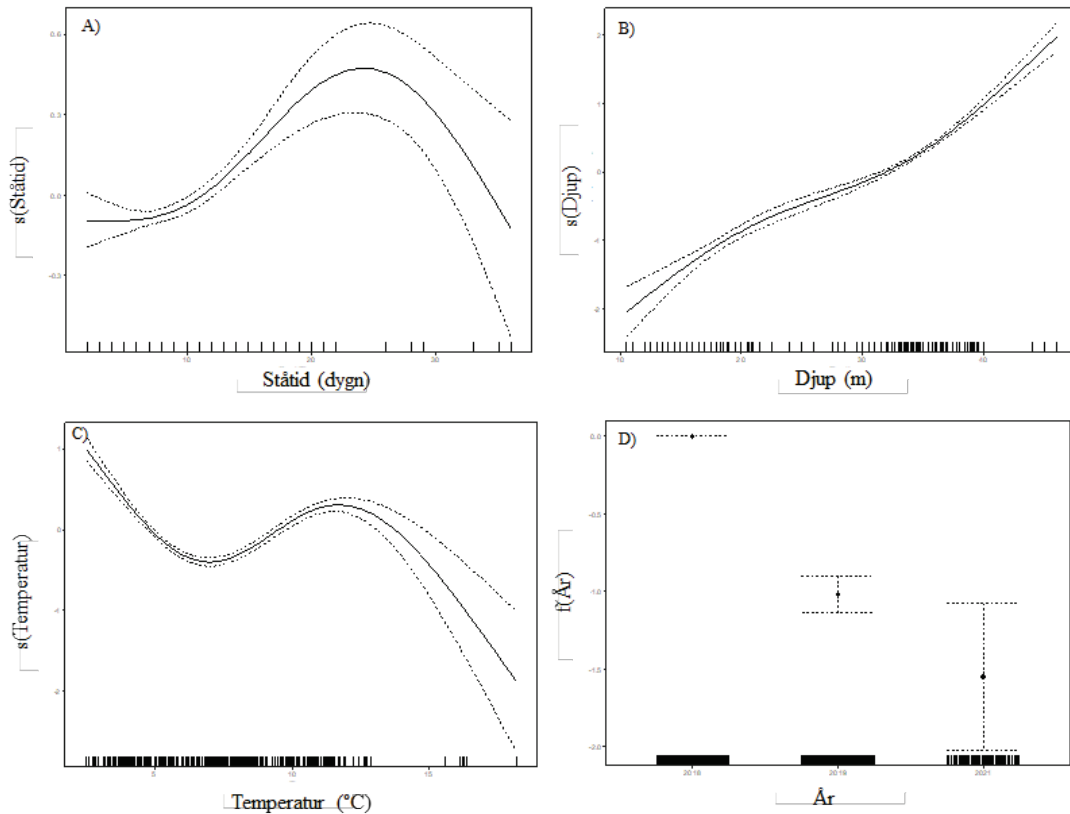


Figur 16. Relativa fångst per bur för de olika burtyperna. Signifikant skillnad mellan burar kan i princip urskiljas om felstaplarna inte överlappar varandra. De svarta linjerna på x-axeln representerar provstorleken.

GAM-modellen visar även att faktorer som påverkar fångsterna, förutom burtyp, är ståtid, djup, temperatur och år (figur 17). Vid lägre temperatur ökar fångsterna. Dessa resultat överensstämmer med tidigare resultat som visade att fångsterna var högre under hösten och vintern snarare än sommaren. Under dessa säsonger har vi lägre temperaturer. Vilket djup burarna placeras på påverkar också fångst av torsk. På djupare vatten fångas mer torsk. Det kan förklara de låga fångster 2019 då torskstoppet verkställdes och torskfiske enbart fick ske på vatten grundare än 20 meter. Även ståtid påverkar fångsten, ju längre buren står i vattnet desto mer fisk.

Däremot så minskar fångsterna om buren står allt för länge. Då finns troligtvis inget bete som lockar till sig fisk och fisken kan hitta ut ur buren.

GAM-modellen visar också att fisket och troligtvis även torskutgången har minskat signifikant från 2018 till 2021, trots att torskfisket i området har eliminerats.



Figur 17. Ståtid-Soaktime, Djup-Depth, Temperatur-Temp och År-Year är de faktorer som påverkar torskfångsten. Graferna visar hur fångsten per bur ökar alternativt minskar med ökad ståtid, djup, temperatur och år.

## 5.4. Diskussion

Denna studie har visat att det är möjligt att fånga torsk med bur och att vid god torskutgång kan fångsterna bli ekonomiskt bärkraftiga. Om vi enbart fiskar med de burar som är fångsteffektivast, ca 3 kg per vittjning och bur, och vi beräknar att vid ett fullskaligt fiske bör vi kunna fiska med 100 till 150 burar, skulle det innebära dagliga fångster på 300 till 450 kg torsk.

För att fånga så mycket fisk som möjligt bör burarna vara fyrkantiga, med så stor volym som möjligt samt ha fyra ingångar (Figur 11B). Ingångarna ska vara slutna, vilket innebär att fisken kan ta sig enkelt in i buren men har svårt att smita ut.

Däremot så bör man ta i beaktning att burfisket efter torsk är säsongberoende. Under sommartid minskar fångsterna. Det är även större fångster på djupt vatten, det innebär att fiskaren får lägga mycket tid på att ta sig ut till fiskeplatser och då måste ha med sig ett stort antal burar. Burar tar mycket plats och dagens båtar är inte anpassade efter burfiske utan efter garnfiske, vilket innebär att det kan ta flera dagar innan man får ut de redskap som behövs för ett ekonomiskt bärkraftigt fiske.

Resultaten visar också tydligt att fångsterna har minskat signifikant under projektiden. Detta är troligtvis beroende av de minskande bestånden i området. År 2019 kom det begränsningar i fisket och trots att garnfisket i området har minskat kraftigt om inte försvunnit helt, så har fiskbeståndet bara fortsatt att minska.



## 6. Kvalitet av torskar fångade i burar jämfört med fångad i garn

### 6.1. Introduktion

Bland yrkesfiskare och beredningsindustri har det diskuterats att torsk fångad i burar skulle vara av sämre kvalite smakmässigt och svårare att filea än torsk fångad i torskgarn. Det finns vetenskapligt belagt att torsk fångad i bur liksom torsk fångad med krok är generellt magrare än torsk fångad i garn (Ljungberg et al. 2019; Ovegård et al 2012). Det finns dock ingen riktigt bra förklaring till detta fenomen mer än att en hungrig torsk torde vara mer aktiv i födosök och attraheras därför lättare av ett bete i en bur eller på krok. Kvaliteten av en färdig produkt som en filé påverkas av fiskens kondition, en tjockare filé upplevs bättre. Men kvaliteten kan även påverkas av hanteringen av torsken både i redskapen och efter att fisken kommit upp på däck (Tobiasses et al., 2016; 2018). Vid burfiske kommer fångsten alltid upp levande och det finns möjlighet att bedöva och strupskära torsken för att minska blod rester i filen. Detta skulle kunna väga upp för det faktum att vissa burfångade torskar är magrare än de garnfångade torskarna. Torskar fångade i garn har ofta skador på kroppen efter nätmaskorna. Syftet med denna studie var att jämföra kvalitet på torsk hanterade likadant och i samma längdstorlek, fångad antingen i bur eller i garn vid samma tidpunkt och plats. ’

### 6.2. Metod

I samarbete med en yrkesfiskare från Ystad kunde torsk samlas in från att ha fiskats antingen med bur alternativt garn i samma område och tidpunkt. Fisken hanterades på likvärdigt sätt, rensades och lades i isvatten direkt på båten innan den frös ned med fem fiskar fångade med samma redskap i samma påse.

Därefter mättes och vägdes varje fisk innan fileing. Fultons konditionsindex beräknades för varje fisk (Fultonvärde = vikt \* 100 / längd<sup>3</sup>).

Fileingen utfördes av en yrkesfiskare med stor vana att filea fisk för direktförsäljning. Inför fileing kasserades de magraste fiskarna av yrkesfiskaren för

att få en acceptabel och jämförbar tjocklek. I samband med fileing gjorde även notering om någon sladdrighet, blodfläckar eller färgning av filén kunde upptäckas per fisk. Efter fileing frös fisken in omedelbart igen med 2 filéer i varje vaccuumpåse. Påsarna märktes med A alternativt B så att det inte kunde härledas vilken fisk var fångad var. Filépåsar av respektive märkning delades ut till slumpmässigt valda personer för att de i sin tur skulle tillaga och smaka på fisken.

Varje försöksperson fick i samband med tillagning av fisken svara på ett formulär om torskens konsistens och smak. Frågan som ställdes var om det gick att ange ett prov mer positivt än det andra för utseende, konsistens och smak. Om försökspersonen inte kände någon skillnad i smak skulle 0 anges, och om försökspersonen uppfattade ett prov mer positivt skulle försökspersonerna ange 1 samt vilket prov det var. En försöksperson per prov fick ge ett omdöme om utseende och konsistens på de obehandlade filéerna samt konsistens efter tillagning. För smak i en subjektiv mening kunde fler än en person ange om något prov upplevdes mer positivt än det andra.

### 6.3. Resultat

Torskarna samlades in mellan 26 april 2019 till 29 maj 2019 utanför Ystad där fångsterna av torsk i bur var större än med garn. Totalt fileades det 50 torsk fiskade med bur och 35 torsk fiskade med garn. Det var ingen signifikant skillnad i längd mellan grupperna (U-test Mann-Whitney,  $p=0,36$ ). Det var en signifikant skillnad i vikt av torsk innan rensning, filévikt samt Fultons konditionsindex mellan fisk från de respektive redskapen, där burfisken var magrare (U-test Mann-Whitney,  $p<0,001$ ) (tabell 5).

*Tabell 5. Data från 85 fiskar fångade i bur alternativt garn utanför Ystad. Vikten är efter rensning, infrysning och upptining.*

	Bur	s.e.	Garn	s.e	P
Antal	50		35		
Längd mm	41,8	0,27	42,2	0,32	$p=0,36$
Vikt g	544	11,85	641	14,83	$p<0,001$
Filé vikt g	177	5,32	244	8,61	$p<0,001$
Konditions index	0,75	0,014	0,85	0,015	$p<0,001$

Det var få fiskar som hade en lös konsistens (sladdrighet) av filén. Men med förekomst av noggrann observation av blodfläckar samt missfärgning av filéer i rygg och bukkött (slaget) var det en tydlig signifikant skillnad på antalet anmärkningar mellan burfångad torsk och garnfångad torsk där burfångad hade

klart lägre frekvens anmärkningar (U-test Mann-Whitney,  $p < 0,001$ ). Den garnfångade fisken hade dessutom oftare anmärkning i både rygg och bukkött från samma fisk (tabell 6).

Tabell 6. Antal fiskar med notering av yrkesfiskaren av avvikelser i någon av filéerna.

	Lös konsistens	Rygg och bukkött	Rygg	Bukkött	Inga anmärkningar
Bur	3	1	8	9	29
Garn	2	16	9	7	1

### 6.3.1. Kvalitetstest

Totalt bedömdes konsistens och utseende på 33 prover (66 fiskar) innan samt efter tillagning där totalt 75 personer smakade på fisken. I de flesta fall stektes fisken (70 %) men den tillagades även i ugn (15 %) samt i enstaka fall tillagades torsken i form av ceviche, sashimi, friterad eller kokt. I 39 till 52 % av svaren så noterades ingen skillnad mellan proven (tabell 7). Den enda tydliga skillnaden var att utseende av filen innan tillagning var mer positivt för den burfångade (U-test Mann-Whitney,  $p < 0,001$ ). Värderingar av konsistens före och efter tillagning delade svaren i stort sett i två lika stora grupper precis som smaken, där lika många personer värderade burfisken lika positivt som den garnfångade (tabell 7).

Tabell 7. Antal positiva responser från personer som smakat på torsk fiskat med garn eller bur där man angav om det ena provet hade ett positivt värde (1) i jämförelse med det andra.

	Bur	Garn	Ingen skillnad	Antal prov
Utseende	15	1	17	33
Konsistens före	7	9	17	33
Konsistens efter	10	10	13	33
Smak	21	21	33	75

## 6.4. Diskussion

Burfisk har graderats som fisk med högre kvalitet i en kanadensisk undersökning där en klassificering av fisk från bur och garn visade att 94 % av burfisken hade högsta kvalitetsklass medan garnfisk endast hade 58 % av filéer i samma klass

(Meintzer et al. 2018). Denna studie visade att burfiskens filéer har ett utseende som uppskattas mer av försökspersonerna. Burfiskens filéer har mindre missfärgningar orsakade av blodfläckar i filen som sker när fisken fastnar i garn. Däremot gav inte studien några klara resultat gällande skillnad i smak och konsistens hos bur alternativt garnfångad torsk.

En slutsats som kan dras från studien är att trots att burfisken generellt var magrare, upplevdes inte detta som en uppenbar nackdel vid försökspersonernas smaktest. Även om den burfångade torsken i denna studie inte kunde bedömas ha en högre kvalitet än den garnfångade torsken finns studier från andra områden där torskbestånden bedöms som friska, som längs Norges kust, där burfångad torsk visats ha en högre kvalitet än krok och garnfångad torsk (Meintzer et al., 2017). Om torsk upplever stress innan slakt kan detta påverka fiskens kvalitet negativt (Bjørnevik och Solbakken, 2010) och därmed för att få fisk av god kvalitet är fångstredskapet av betydelse (Chopin och Arimoto, 1995; Humborstad et al., 2016). Fisk fångad i bur utsätts för mindre stress än fisk fångad med t.ex. krok (Humborstad et al., 2016) och fisk fångad i bur visar inte heller några visuella tecken på stress (Meintzer et al., 2017).

Om det fanns en marknad för torsk av hög kvalitet, och om fiskare därmed fick mer betalt per kilogram för fisken som de fångat med burar och med högre kvalitet, skulle det innebära betydande ekonomiska fördelar för fiskaren jämfört med att sälja garnfångad fisk. Därmed skulle burfisket inte enbart vara ett sätt att säkra fångsten från säljar, utan burfångad torsk skulle även kunna generera högre avkastning jämfört med garnfångad torsk.

## Referenser

- Anthony PD, Hawkins AD (1983). *Spectral sensitivity of the cod, Gadus morhua L.* Marine & Freshwater Behaviour & Phy. 10(2), 145-166.
- Archdale MV, Kawamura G (2011). *Evaluation of artificial baits for the pot fishery of sans crab Ovalipes punctatus (De Haan, 1833).* Fisheries Research. 111: 159-163.
- Bryhn AC, Königson SJ, Lunneryd SG, Bergenius MAJ (2014). *Green lamps as visual stimuli affect the catch efficiency of floating cod (Gadus morhua) pots in the Baltic Sea.* Fisheries Research. 157, 187-192.
- Ben-Yami M (1976). *Fishing with Light.* FAO of the United Nations, *Fishing news Books, Oxford*
- Bjørnevik, M. and Solbakken, V., 2010. Preslaughter stress and subsequent effect on flesh quality in farmed cod. *Aquaculture Research.* 41(10), 467-474.
- Chopin FS, Arimoto T (1995). *The condition of fish escaping from fishing gears—a review.* Fish Res. Elsevier. 21(3-4), 315–327.
- Didrikas T, Hansson S (2009). *Effects of light intensity on activity and pelagic dispersion of fish: studies with a seabed-mounted echosounder.* ICES Journal of Marine Science. 66(2), 388-395.
- Furevik D (1994). *Behaviour of fish in relation to pots:* In Fernö A, Olsen S (Eds.). *Marine Fish Behaviour and Abundance Estimation.* Fishing News Books, Oxford.
- Friard O, Gamba M (2016). *BORIS: a free, versatile open-source event-logging software for video/audio coding and live observations.* Methods in ecology and evolution. 7(11), 1325-1330.
- He, P (2011). *Behavior of marine fishes: capture processes and conservation challenges.* John Wiley & Sons.
- Hedgärde M, Berg CW, Kindt-Larsen L, Lunneryd, SG, Königson S (2016). *Explaining the catch efficiency of different cod pots using underwater video to observe cod entry and exit behaviour.* Journal of Ocean Technology. 11, 68–90.

- Humborstad OB, Utne-Palm AC, Breen M and Løkkeborg S (2018). *Artificial light in baited pots substantially increases the catch of cod (Gadus morhua) by attracting active bait, krill (Thysanoessa inermis)*. ICES Journal of Marine Science. 75(6), 2257-2264.
- Humborstad OB, Breen M, Davis MW, Løkkeborg S, Mangor-Jensen A, Midling, KØ, Olsen RE (2016). *Survival and recovery of longline-and pot-caught cod (Gadus morhua) for use in capture-based aquaculture (CBA)*. Fisheries Research. 174, 103-108.
- Hüssy K, St John MA, Böttcher U (1997). *Food resource utilization by juvenile Baltic cod Gadus morhua: a mechanism potentially influencing recruitment success at the demersal juvenile stage?*. Marine Ecology Progress Series. 155, 199-208.
- Johansson M, Waldo Å (2021). *Local people's appraisal of the fishery-seal situation in traditional fishing villages on the Baltic Sea Coast in Southeast Sweden*. Society & Natural Resources. 34(3), 271-290.
- Jørgensen T, Løkkeborg S, Furevik D, Humborstad OB, De Carlo F (2017). *Floated cod pots with one entrance reduce probability of escape and increase catch rates compared with pots with two entrances*. Fisheries Research. 187, 41-46.
- Königson S, Fredriksson R, Lunneryd S-G, Bergström U (2015) *Cod Pots in a Baltic fishery: Are they efficient and what affects their efficiency?* ICES J. Mar. Science: J. du Conseil 72, 1545–1554. doi: 10.1093/icesjms/fsu230
- Königson S och Hedgärde M (2016). *Kan ljus i torskburar attrahera torsk även i Östersjön?* Yrkesfiskaren. 10, 10.
- Ljungberg P (2007). *Evaluation of baited pots in the fishery for cod, (Gadus morhua) within the southeast Baltic*. Master's Thesis in Marine Biology, Department of Biology, Lund University.
- Ljungberg P, Lunneryd S-G, Lövgren J, Königson S (2016). *Including cod (Gadus Morhua) behavioral analysis to evaluate entrance type dependent pot catch in the Baltic Sea*. The Journal of Ocean Technology, Vol. 11, No. 4, 2016
- Ljungberg P, Ovegård M, Öhman K, Königson S (2020). *Correlation between catch method, condition, and diet patterns in Atlantic cod (Gadus morhua)*. ICES Journal of Marine Science. 77(1), 267-277.
- Løkkeborg S, Fernö A (1999). *Diel activity pattern and food search behaviour in cod, Gadus morhua*. Environmental Biology of Fishes. 54, 345-353.
- Løkkeborg S (1990). *Rate of release of potential feeding attractants from natural and artificial bait*. Fisheries Research. 8(3), 253-261.
- Løkkeborg S (1991). *Fishing experiments with an alternative longline bait using surplus fish products*. Fisheries research. 12(1), 43-56.

- Løkkeborg S (1998). *Feeding behaviour of cod, Gadus morhua: activity rhythm and chemically mediated food search*. *Animal behavior*. 56(2), 371-378.
- Løkkeborg S, Fernö A (1999). *Diel activity pattern and food search behaviour in cod, Gadus morhua*. *Environmental Biology of Fishes*. 54, 345-353.
- McFarland WN (1986). *Light in the sea—correlations with behaviors of fishes and invertebrates*. *American Zoologist*. 26(2), 389-401.
- Mackie AM, Grant PT, Shelton RGJ, Hepper BT, Walne PR (1980). *The relative efficiencies of natural and artificial baits for the lobster, Homarus gammarus: laboratory and field trials*. *ICES Journal of Marine Science*. 39(2), 123-129.
- Marchesan M, Spoto M, Verginella L, Ferrero EA (2005). *Behavioural effects of artificial light on fish species of commercial interest*. *Fisheries Research*. 73(1-2), 171-185.
- Meager JJ, Fernö A, Skjæraasen JE (2018). *The behavioural diversity of Atlantic cod: insights into variability within and between individuals*. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. 28, 153-176.
- Meintzer P, Walsh P, Favaro B (2017). *Will you swim into my parlour? In situ observations of Atlantic cod (Gadus morhua) interactions with baited pots, with implications for gear design*. *PeerJ*. 5, p.e2953. <https://doi.org/10.7717/peerj.2953>.
- Meintzer P, Walsh P, Favaro B (2018). *Comparing catch efficiency of five models of pot for use in a Newfoundland and Labrador cod fishery*. *Plos one*. 13(6), p.e0199702.
- Ovegård M, Königson S, Persson A, Lunneryd SG (2011). *Size selective capture of Atlantic cod (Gadus morhua) in floating pots*. *Fisheries Research*. 107(1-3), 239-244.
- Ovegård M, Berndt K, Lunneryd SG (2012). *Condition indices of Atlantic cod (Gadus morhua) biased by capturing method*. *ICES Journal of Marine Science*. 69(10), 1781-1788.
- The Royal Society for the Protection of Birds, RSPB. *Gardening for Wildlife*. <https://www.rspb.org.uk/2021-06-28>.
- Stoner AW (2004). *Effects of environmental variables on fish feeding ecology: implications for the performance of baited fishing gear and stock assessment*. *Journal of Fish Biology*. 65(6), 1445-1471.

- Siikavuopio SI, Dragøy Whitaker R, Martinsen G, Sæther BS, Stormo SK (2017). *Testing baits prepared from by-product of the shrimp and snow crab industry in the pot fishery for Gadus morhua (Linnaeus, 1758) and Pollachius virens (Linnaeus, 1758)*. Journal of applied ichthyology. 33(6), 1153-1157.
- Suuronen P, Chopin F, Glass C, Løkkeborg S, Matsushita Y, Queirolo D, Rihan D (2012). *Low impact and fuel efficient fishing—Looking beyond the horizon*. Fisheries research. 119, 135-146.
- Thomsen B, Humborstad, OB, Furevik DM (2010). *Fish pots: fish behavior, capture processes, and conservation issues*. Behavior of marine fishes: capture processes and conservation challenges, 143-158.
- Utne-Palm, AC, Breen M, Løkkeborg S, Humborstad OB (2018). *Behavioural responses of krill and cod to artificial light in laboratory experiments*. PloS one. 13(1), p.e0190918.
- Waldo S, Paulrud A, Blomqvist J (2020). *The economic costs of seal presence in Swedish small-scale fisheries*. ICES Journal of Marine Science. 77(2), 815-825
- Tobiassen T, Evensen TH, Olsen SH, Heia K, Joensen S, Ingolfsson O, Humborstad OB, Nordtvedt TS, Tveit GM (2018). *Ilandføring av levendelevet hyse—Optimal behandling, slakting, kjøling og prosessering med hensyn til kvalitet*. Nofima rapportserie (2018).
- Tobiassen T, Heia K, Olsen SH, Svalheim RA, Joensen S, Karlsen KM, Skjelvareid MH, Stormo SK (2016). *Bløtting og holdbarhet på torsk*. Nofima rapportserie (10/2016)



# Tack

Ett stort tack till alla yrkesfiskare som bidragit till arbetet genom ihärdigt fiske och bearbetning av fångsten, Bengt Andersson och Glenn Fridh.

