

## 15 Ett fiskefritt område för skydd av torsk, piggvar och rödspätta i västkustens fjordområden – Delrapport 6

Författare:

Henrik Svedäng, Andreas Wikström, Håkan Wennhage, Jonas Hentati Sundberg



Omslagsfoto: Markus Lundgren & Therese Jansson

Referera till denna rapport:

Svedäng H, Wikström A, Wennhage H & Hentati Sundberg J 2016. Ett fiskefritt område för skydd av torsk, piggvar och rödspätta i Västkustens fjordområden. I: Bergström m fl 2016. Ekologiska effekter av fiskefria områden i Sveriges kust- och havsområden. Aqua reports 2016:20

<b>15</b>	<b>Ett fiskefritt område för skydd av torsk, piggvar och rödspätta i västkustens fjordområden – Delrapport 6</b>	<b>181</b>
15.1	Bakgrund/Introduktion	184
	15.1.1 Uddevallafjordarna i historiskt perspektiv	184
	15.1.2 Fiskeregleringar i kronologisk ordning	186
	15.1.3 Undersökningar i samband med införandet av FFO	187
	15.1.4 Fredningsområdet inrättas - samverkan med 8-fjordarinitiativet	189
15.2	Metodik	191
	15.2.1 Övervakning av bottenfisk	191
	15.2.2 Övervakning av lokalt lekande torsk	193
15.3	Resultat	194
	15.3.1 Återuppbyggnad av lokala bottenfiskbestånd	195
	Beståndstäthet	195
	Starkare lekbestånd	195
	Diversifierad storleksfördelning	197
	Ökad rekrytering	198
	Studier av torskens populationsstruktur i 8-fjordarområdet	199
	Finns det ett separat kustbestånd av torsk?	200
15.4	Diskussion	201
15.5	Referenser	205

## Sammanfattning

Det fiskefria området innanför Tjörn och Orust, inom Havstensfjorden med omgivande buffertzon, har efter sex års fredning och reglering hitintills inte bidragit med en mätbar återuppbyggnad av lokala bottenlevande bestånd av torsk, rödspätta och piggvar. Resultatet betyder dock inte att fiskefria områden är en verkningslös förvaltningsmetod. För Havstensfjord, med kraftigt decimerade bestånd av bottenfisk, kan en utvärderingsperiod om sex år vara en kort tid; i synnerhet för långlivade djurarter som de nu studerade fiskarterna.

Placeringen av de fiskefredade områdena har valts med bakgrund av torskens förekomst och historiskt fiske i området medan mindre hänsyn tagits till rödspätta och piggvar. En förutsättning som medför att det fiskefria områdets bidrag till en återhämtning främst kan förväntas relatera till torskbeståndets utveckling. Insamling av torskägg, de yngsta utvecklingsstadierna, har inte gett indikationer på att området utgör ett kärnområde för lek. I efterhand pekar resultatet på att området som valts för fredning måhända är av mindre vikt. Bakgrundsinformation om historiskt fiske (landningsstatistik) tyder dock på att Havstensfjorden med omgivande vatten hyst betydande mängder fisk vilket torde indikera på områdets potential för respons på fredning. Det ska dock understrykas att området visade tecken på tydligt överfiskning redan under 1940-talet, vilket på grund av sin skyddade karaktär under krigsåren inte är förvånande.

För att erhålla en snabb effekt vid införandet av ett fredningsområde efter en kanske mycket lång period med överfiske, krävs att rekrytering av fisk är fortsatt god i kombination med en låg dödlighet. I rapporten diskuteras det huruvida det för Havstensfjord kan ha förekommit ett rekryteringsöverfiske eller ett ekosystemöverfiske, vilket medför att en potentiell återhämtning kan ta lång tid. Vid rekryteringsöverfiske kan en återhämtning av ett lekbestånd ta åtskilliga generationer om det alls är möjligt. Ekosystemöverfiske kan sägas ha skett när fisket påverkat födovävar och livsmiljöer i en utsträckning, så att arten inte nödvändigtvis kan återta sin ursprungliga roll i ekosystemet när fisket upphör. Effekterna av ett rekryteringsöverfiske, eller ekosystemöverfiske, kan delvis förklara en långsam eller utebliven återhämtning för torsk, rödspätta och piggvar i Havstensfjord.

Äggprovtagningar, 2013-2014, under kustorskens lekperiod visar dock på förekomst av ägg i tidiga utvecklingsstadier vid samtliga lokaler utmed Bohuskusten, däribland Havstensfjord, vilket är en indikation på att torsklek fortfarande förekommer inom 8-fjordarområdet. Genetiska analyser visar även på ingen eller mycket liten genetisk differentiering mellan ägg insamlade utmed Bohuskusten; däremot är ägg i tidiga utvecklingsstadier tydligt differentierade mot ägg insamlade i Nordsjön och Kattegatt. Resultatet tyder på att torsk som reproducerar sig vid Bohuskusten utgör ett eget bestånd. Bifångstinformation och provfiske från det senaste året visar även på att det fortfarande finns stora individer inom Havstensfjord men i låga tätheter. Undersökningarna visar vidare att det lokala piggvarsbeståndet har en låg men relativt stabil förekomst av både rekryter och vuxen fisk. Dessa restpopulationer av torsk och piggvar som observerats i 8-fjordar är mycket betydelsefulla att bevara och kan

utgöra spridningskärnor för en återkolonisation av området. De är därför i behov av ett fortsatt skydd som dessutom kan behöva utvecklas ytterligare.

Andra studier från västkusten visar att fiskefria områden för torsk och hummer kan vara ett verktyg för att stärka bestånd och förbättra storleksstruktur. För en ekosystembaserad fiskförvaltning kan användning av fiskefria områden endast fungera som ett effektivt verktyg om kunskapsunderlaget kring populationsstrukturer och vandringsmönster är tillfredsställande.

Avslutningsvis rekommenderas att FFO inom Havstensfjord bibehålls men bör eventuellt utökas med utgångspunkt från vad ägghåvningarna om de yngsta stadiernas rumsliga fördelning kan utvisa. Vidare föreslås betade kameror som metod för att följa stor fisk i fjordområdets klippmiljöer, samt som ett sätt att skapa fortsatt acceptans för de restriktiva fiskeregler som gäller. Predation på bottenfiskarter från marina däggdjur och fågel inom 8-fjordarområdet behöver utredas mer detalj när lämplig information finns tillgänglig; denna information förväntas komma på plats under 2017. På samma sätt bör även konkurrens från andra arter utvärderas och huruvida möjligheterna för en återkolonisering begränsas för bottenfisken i 8-fjordarområdet genom andra arter.

## 15.1 Bakgrund/Introduktion

Havstensfjorden innanför Orust valdes ut som ett av de fiskefria områdena (FFO) på den svenska västkusten baserat på behovet av skydd för lokala fiskbestånd i kombination med områdets historik av lokala förvaltningsinitiativ. Havstensfjorden är en av de så kallade 8-fjordarna (By-, Havstens-, Kalvö-, Stig-, Halse-, Askerö-, Hake- och Älgöfjorden) som varit föremål för ett lokalt samförvaltningsinitiativ sedan år 1999 (Projekt 8-fjordar, 2005). Under hösten 2004 erhöll fem kommuner - Uddevalla, Orust, Stenungsund, Tjörn och Kungälv - tillsammans med Sportfiskarna och Naturskyddsföreningen gemensam statlig finansiering för naturvårdsprojektet: Projekt 8-fjordar. Syftet med projektet är att arbeta gemensamt med åtgärder för att förbättra havsmiljön och fiskbeståndens tillstånd i de sammanhängande fjordområdena runt Tjörn och Orust. Ett samarbete med Projekt 8-fjordar var därför en naturlig väg att gå för dåvarande Fiskeriverket i samband med inrättande av FFO vid västkusten. Under projektets gång har samarbetet mellan projektet 8-fjordar, Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU) och Havs- och Vattenmyndigheten (HaV) fortsatt och fördjupats.

### 15.1.1 Uddevallafjordarna i historiskt perspektiv

Havstensfjorden är ett skyddat innerfjordsområde som historiskt sett varit mycket produktivt på fisk med ett relativt väl utvecklat lokalt yrkes- och binäringsfiske efter arter som exempelvis torsk och rödspätta. I samband med en utredning inför etableringen av den petrokemiska industrin i Stenungsundsområdet, återfinns en omfattande sammanställning över fiskets landningar från 1960-talet inom havsområdet

kring Tjörn och Orust (Hannerz 1970). Fångsterna av torsk och rödspätta år 1962 skattades exempelvis till totalt 130 respektive 54 ton (Tabell 1). De högsta fångsterna av torsk erhöles bland annat inom Havstensfjorden enligt sammanställningarna i rapporten (Hannerz 1970).

Tabell 1. Fångstsvikt i ton 1962 i havsområdet kring Tjörn och Orust, källa: Hannerz 1970.

	Yrkesfiske	Binäringsfiske	husbehovsfiske	Sportfiske
Skarpsill	193,9	0	0	0
Torsk	41,5	27,6	34,9	25,7
Rödspotta	23,8	9,5	17,5	3,2
Äl	21,3	3,6	3	1
Sill	14,7	2,1	0,5	0
Näbbgädda	13,1	10,1	0,1	0,1
Skrubbskädda	4,9	3,7	7,2	4,3
Lyrorsk/bleka	3,9	0,8	0,8	1,3
Öring	1,5	0,8	3	1
Makrill	1,4	3	9,4	9,9
Piggvar+ slätvar	0,8	0,3	0,8	0,6
Hummer	0,6	0,4	1,3	0,1
Sandskädda	0,5	0,7	3,8	3,1
Äkta tunga	0,2	0,3	0,6	0,2
Vitling	0	0,5	3,3	8,9

Torskbestånden längs den svenska västkusten har sedan 1960-talet minskat starkt i täthet, utbredning och storlekssammansättning; idag förekommer inget yrkesmässigt torskfiske längre vid Bohuskusten, i stark kontrast till all tidigare tillgänglig fiskeristatistik från området (Svedäng 2003, Svedäng & Bardon 2003). Nedgången i torskförekomst längs den södra delen av Bohuskusten var märkbar redan under 1970-talet (Degerman 1983, Svedäng et al. 2001, Cardinale et al. 2009a,b, 2012, Bartelino et al. 2012). Den negativa beståndsutvecklingen fortsatte därefter och vid millennieskiftet kan det yrkesmässiga torskfisket i Bohuslän sägas ha upphört helt, då fisket vid de sista lokalerna i Gullmarsfjorden och Koljöfjorden slutligen upphörde (Svedäng et al. 2004). Då hade också en drastisk försämring skett i Hallandskustens traditionellt mycket goda torskfiskevatten (Svedäng & Bardon 2003).

Dagens låga tätheter av torsk vid Bohuskusten betyder dock inte i sig att torskreproduktionen fullständigt har upphört, även om provfisken och akustiska studier ger goda belägg för att bestånden befinner sig på exceptionellt låga nivåer (Svedäng 2003, Svedäng & Svenson 2006, Svedäng et al. 2004, Sköld et al. 2011). För att skapa en bild av hur beståndsstrukturen kan ha sett ut innan beståndsnedgången var ett faktum (Svedäng 2003, Svedäng & Bardon 2003), är det torskfiske som bedrivits

under torskens lekperiod (februari-mars) av särskilt intresse, eftersom detta kustfiske indikerar förekomst av lokala lekbestånd i fjordar och kustnära vatten. Vid Bohuskusten har torsklekplatser pekats ut efter intervjuundersökningar av äldre fiskare i exempelvis Brofjorden, Koljö fjord, Havstensfjorden och Gullmaren (Svedäng et al. 2004).

Kustbeståndens nedgång eller försvinnande kan beskrivas som en förväntad effekt av ett allt intensivare fisketryck (Svedäng 2003, Svedäng & Bardon 2003, Svedäng et al. 2004, Fiskeriverket 2009). Exempelvis visar märkningsförsök under 1960-talet för både torsk och rödspätta på höga rapporterade återfångster av fisk inom fjordområdet (Jacobsson 1983); ett resultat som indikerar att fisketrycket var högt redan då. Den snabba tekniska utvecklingen inom yrkes- och fritidsfisket visade sig vara oförenlig med ett hållbart nyttjande av fiskresursen i och med att ingen reglering av fisketrycket gjordes för att parera den snabbt ökande effektiviteten. Ett exempel på denna utveckling är introduktion av lysfiske, ett fiske efter skarpsill med snörpvad där starka ljuskällor används för att locka samman fisken. Lysfisket medförde höga bifångster av bland annat vuxen torsk inom fjordsystemen (Arrhenius et al. 1998); som följd av det intensiva fisket kan många delbestånd (lekaggregationer) helt ha försvunnit.

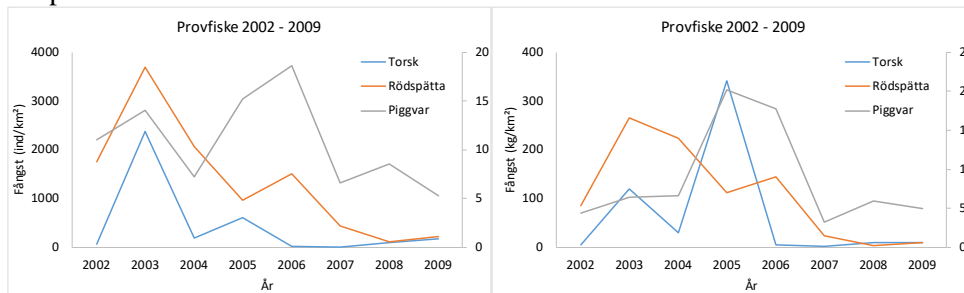
#### 15.1.2 Fiskeregleringar i kronologisk ordning

I kölvattnet av den kollaps som drabbat de bottenlevande fiskbestånden vid Bohuskusten och som uppmärksammats efter Havsfiskelaboratoriets undersökningar i början av 2000-talet, kom en rad åtgärder att vidtas för att vända trenden av långvarigt överfiske. Bland annat genomfördes en utflyttning av trålgränsen till 4 nautiska mil utanför baslinjen år 2004. Samtidigt förbjöds allt fiske (även fritidsfiske) innanför trålgränsen efter torsk, kolja och bleka (lyrtorsk) under årets första kvartal.

I fjordarna innanför Tjörn och Orust har flera inskränkningar i fisket genomförts i syfte att skydda fiskbestånden mot alltför icke-selektiva och mängdfångande fiskemetoder. I januari 2004 infördes förbud mot fiske med snörpvad i bland annat Havstens-, By-, Koljö- och Stigfjorden. Vidare skärptes bestämmelserna inom det aktuella fjordsystemet i januari 2008, då begränsningar i nät- och handredskapsfisket infördes. Nätlängden begränsades och förbud infördes mot att fiska med nät på större djup än 10 m. I handredskapsfisket infördes en begränsning av hur många torskar, koljor eller blekor/lyrtorskar som fick fångas per fiskare och dag (en så kallad bag limit). Sammantaget fanns därmed ett antal lokala och regionala fiskeregleringar på plats redan innan införandet av FFO.

### 15.1.3 Undersökningar i samband med införandet av FFO

Inför inrättandet av FFO gjordes en ansats att analysera provfiskedata för åren 2000 – 2008, insamlad av Fiskeriverkets havsfiskelaboratorium, numera del av institutionen för akvatiska resurser, SLU (Fiskeriverket 2009). Sammanställningarna användes som ett underlag för bedömning av fiskförekomst i området. Provfiskets fångster, med en regelbunden förekomst av vuxna piggvarar, indikerade att ett litet stationärt bestånd av piggvar fortfarande existerade i Havstensfjorden (Svedäng et al. 2004). Provfiskeresultaten, med fallande och historiskt låga förekomster, konfirmerade bilden av att det inte längre fanns fiskbara bestånd av andra bottenfiskarter som torsk, lyrtorsk/bleka och rödspotta i fjordarna. I figur 1 kan den information som fanns tillgänglig, för torsk, rödspotta och piggvar, vid införandet av FFO ses för perioden 2002-2009.



Figur 1. Presentation av årsmedelvärde av antal och kg individer torsk och rödspätta (vänstra skalan) respektive piggvar (högra skalan) baserat på provfiske med bottenrål under perioden 2002 – 2009 inom området för 8-fjordar projektet (Havstens-, Askerö-, Stig- och Älgöfjorden). Information är hämtad ur kustfiskövervakningsdata.

Den svaga beståndssituationen kom att innebära att yrkesfiske efter torsk upphörde i början av 2000-talet (Svedäng et al. 2004). Den mycket negativa beståndsutvecklingen framgår tydligt vid jämförelse med de fångststoppgifter om yrkes- och fritidsfiske som finns insamlade från 1960-talet inom hela 8-fjordarområdet (Hannerz 1970) eller med den fångststatistik som fiskeriintendenten för Göteborg och Bohus län årligen lät sammanställa för det lokala kustfisket mellan 1930 och 1960 (Figur 2). I statistiken framgår för fiskedistrikt 6A (motsvarande fjordområdet vid Orusts östra sida) att fisket var betydande under tidsperioden, men också att en fångstminskning kunde noteras redan under denna period; medan fångsterna av torsk ökade för hela Bohuskusten 1930 – 1960 så minskade de inom Havstensfjorden under samma tid. För rödspätta och piggvar ses vikande trender både i Havstensfjorden och för hela Bohuskusten, framförallt karakteriserat av att år med riktigt goda fångster inte finns representerade under den senare delen av tidsperioden. Redan tidigt tycks Havstensfjorden vara påverkad av överfiske.

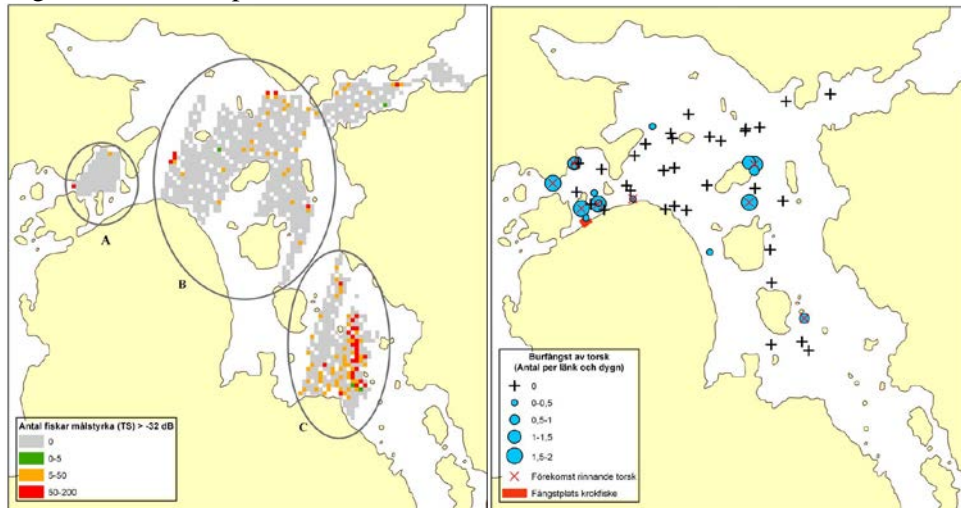


Figur 2. Presentation av landningsstatistik (kg) för torsk, rödspätta och piggvar som fiskeriintendenten för Göteborg och Bohuslän lät årligen sammanställa för det lokala kustfisket mellan år 1930 och 1960. Landningsstatistiken presenteras för fiskeridistrikt 6A, motsvarande Havstensfjorden (högra skalan), och för hela Bohuskusten (vänstra skalan).

Inför inrättandet av FFO genomfördes ett utökat provfiske i syfte att undersöka förekomst av rovfisk (t.ex. torsk) samt försöka få eventuell förekomst av torsklek i Havstensfjorden bekräftad. Provfisket utfördes i samarbete med *Projekt 8-fjordar* och omfattade fiske med bur, krok och trål. I tillägg utfördes även karteringar med hydroakustiska undersökningsmetoder. Provfiske med trål kunde inte bekräfta att lokalt lekande torsk förekom i området. De hydroakustiska undersökningarna visade på mycket låga tätheter av stora individer ( $\geq 45$  cm) av torsk (eller annan fisk i motsvarande storlek), men indikerade ändå ett rumsligt mönster i utbredningen av



stor fisk (Figur 3a). I bur- och krokfisket fångades emellertid lekmogen torsk (med rinnande mjölke och rom), vilket indikerar att torsk med största sannolikhet reproducerar sig i de undersökta fjordarna (Figur 3b). Inventeringarna användes för att peka ut möjliga avgränsningar för de fiskefria områdena. De utpekade områdena överensstämde med tidigare viktiga fångstplatser för bland annat torsk. Förekomsten av lokalt lekande torsk bidrar starkt till områdets skyddsvärde, eftersom det öppnar för en möjlig återkolonisation i tidigare viktiga fiskevatten, och var ett starkt vägande skäl vid utpekandet av detta FFO.



Figur 3a-b. Höger figur (a) representerar uppskattad fisktäthet från ekointegrering, mätt i antal fiskar med målstyrka > -32dB ( $\geq 45$  cm) per hektar. Skattningar på transektivå gjordes separat för område A, B & C. Vänster figur (b) torskfångster i burfiske. Fångststorleken är proportionell med storleken på de blå cirklarna. Svarta kors betecknar länkar utan torskfångst och ett rött kryss indikerar förekomst av rinnande torsk i fångsten. Den röda markeringen visar den enda position där torsk fångades i krokfiske. Källa: Fiskeriverket (2009) - Bilaga 2: PM Underlag för fiskevårdsåtgärder i fjordarna kring Tjörn & Orust.

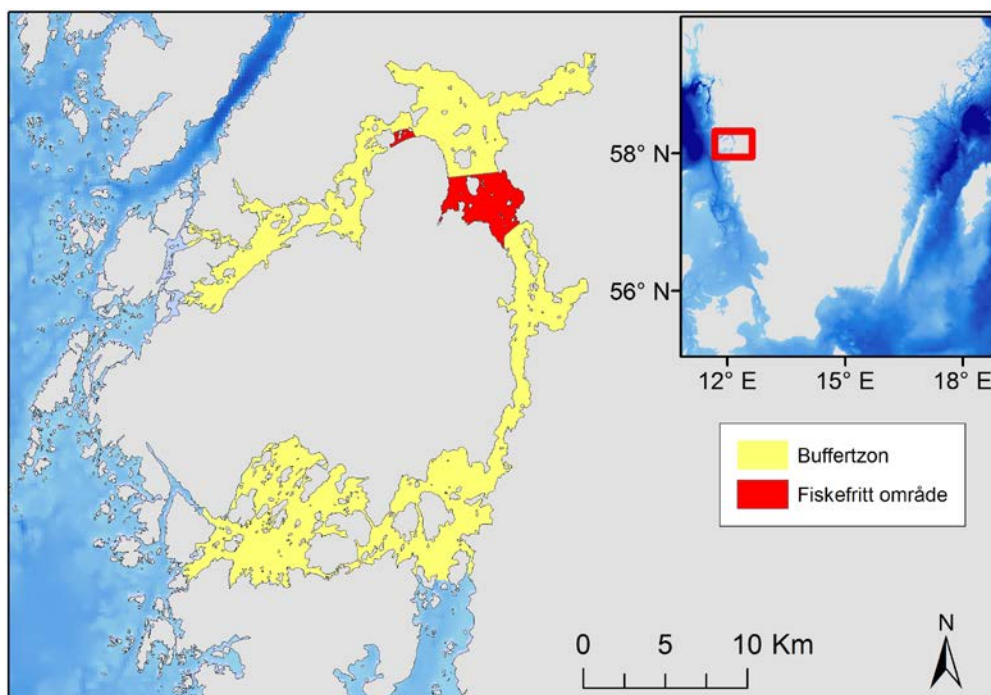
#### 15.1.4 Fredningsområdet inrättas - samverkan med 8-fjordarinitiativet

I samband med att Fiskeriverket utformade fredningsområdet hade styrgruppen för 8-fjordar utgångspunkten att de fiskefria områdena inte borde bli så stora att allmänhetens fiskemöjligheter omöjliggjordes eller begränsades allt för mycket (Fiskeriverket 2009). Styrgruppen bedömde det som viktigt att den allmänna opinionen på lokal nivå stödde åtgärderna för att dessa skulle kunna fungera och respekteras, och såg därför hellre ett eller flera mindre fiskefria områden med en zonerings av andra fiskeregleringar kring dessa kärnområden. 8-fjordar gruppen inkom med ett förslag på placering av fiskefredade områden samt reglering i kringliggande vatten. Ett förslag till områdesskydd togs fram av Fiskeriverket och förankrades hos de olika intressenterna efter diskussioner med representanter för bland annat Sportfiskarna, Husbehovsfiskarna, Kustfiskarna och Sveriges Fiskares Riksförbund. Vidare höll Fiskeriverket även en rad regionala samrådsmöten under hösten 2009 i både

Stenungsund och Uddevalla, där samtliga berörda intressenter hade möjlighet att diskutera föreliggande underlag och inkomma med synpunkter på förslaget från gruppen bakom 8-fjordar.

Utifrån en samlad kunskapsbild om områdets potential för fiskproduktion, förslag från *Projekt 8-fjordar* och inkomna synpunkter, togs ett beslut om införande av ett fredningsområde i en del av Havstensfjorden från och med den 1:a februari 2010. Fredningsområdet syftar generellt till att skydda lokala bestånd av piggvar, torsk och rödspätta och skulle därmed skapa förutsättningar för en återhämtning av de lokala fiskbestånden.

Fredningen består av två mindre, helt fiskefria kärnområden (röda zoner), vilka omges av ett större sammanhängande fjordområde som fungerar som en buffertzona med fredning året om för torsk, kolja och bleka (gul zon) och där endast selektiva redskap som möjliggör återutsättning av fisk, det vill säga burar och krok, är tillåtna (se figur 4). Ytorna av de inrättade fredningsområdena, de fiskefria områdena (FFO) och buffertzonen är 13 km<sup>2</sup> respektive 154 km<sup>2</sup>. Det utökade skyddet i buffertzonen (gul zon i figur 3) innebar även att det redan befintliga snörpvadfiskeförbudet kom att innefatta Halse- och Askeröfjordarna utanför Stenungsund.



Figur 4. Kartbild över fredningsområden i Havstensfjord med zoner i ett större sammanhängande område. FFO övre röd zon: totalt fiskeförbud. FFO undre röd zon: totalt fiskeförbud undantaget handredskapsfiske från Orust och fastlandet. FFO gul zon: fiskeförbud för torsk, kolja och bleka hela året. Tillåtna redskap är handredskap, skaldjursburar och musselskrapor.

## 15.2 Metodik

I samband med att FFO inrättades i Havstensfjorden definierades målsättningar, indikatorer och målkriterier (Goals, Objectives, Indicators, Success criteria) för torsk, rödspätta och piggvar i området (Tabell 2). Med detta som utgångspunkt sattes ett uppföljningsprogram upp som skulle kunna svara på om de uppsatta målen uppnåts. Övervakningsmetoder inom uppföljningsprogrammet valdes med omsorg för att minimera ytterligare dödlighet hos bottenfisk, givet de låga beståndsnivåerna.

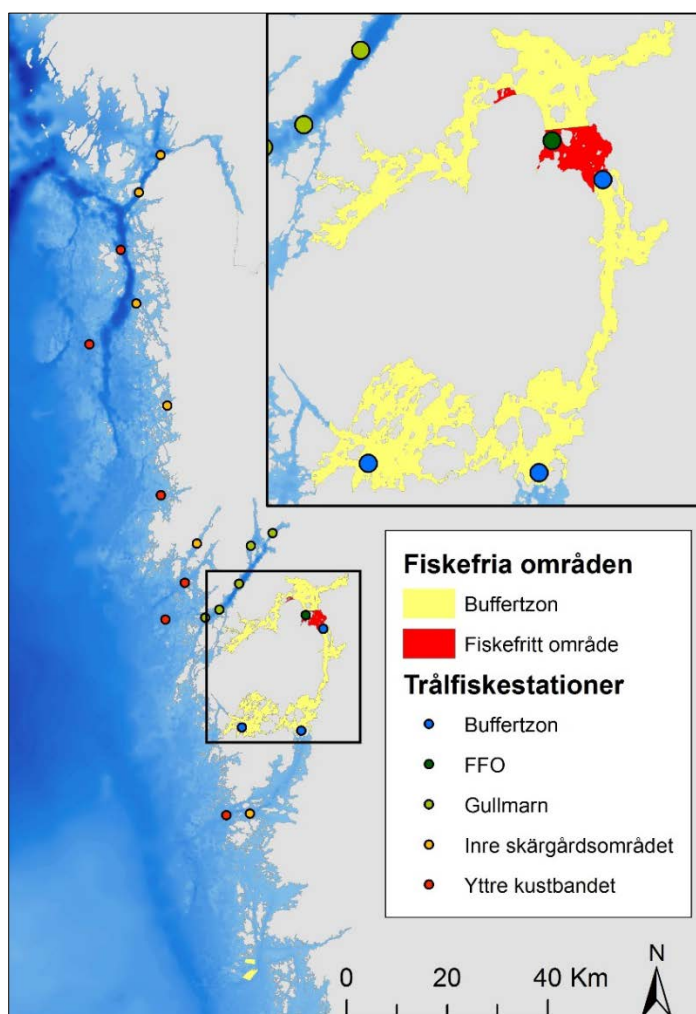
### 15.2.1 Övervakning av bottenfisk

Sedan 2001 sker årlig uppföljning av kustfiskbestånd genom provfiske med botten-trål utmed svenska västkusten med syfte att övervaka lokala populationer för utvalda kommersiella fiskarter, som en del av den nationella kustfiskövervakningen. Övervakningsprogrammet reviderades 2009 och sedan dess utförs undersökningen från Singlefjorden i norr till Kungsbackafjorden i söder. Provtagningen täcker därmed in Sveriges Skagerrakkust samt norra Kattegatt. Ett antal av dessa provfiskestationer är placerade inom 8-fjordarområdet varav en station inom FFO i Havstensfjorden (Figur 5). Med utgångspunkt i den pågående kustfiskövervakningen användes därför befintliga trålfiskedata från programmet för att följa beståndsutveckling hos torsk, rödspätta och piggvar inom FFO i Havstensfjorden och inom buffertzonen i motsvarande omgivande fjordssystem.

Provtagningen utförs med en bottentrål av typen Fisketrål Norden. Fisketrål Norden öppnar ca 3 meter i höjddled vid trålning i 2.2 knop. Trålens bredd är 24-28 meter på trålstationer med ett djup mindre än 50 m och 48-50 meter vid djup större än 50 meter. Storleken på maskan i det så kallade lyftet (*cod end*) är 16 mm diagonalmaska. All fångst artbestäms, mäts, vägs och räknas. För målarterna torsk, rödspätta och piggvar delas individerna in i köns mogen fisk och rekryter utifrån litteraturdata på storlek vid köns mognad. Uppväxtområdena för de tre arterna är i huvudsak grundare än de trålfiskade stationerna och den undersökta ungfisken speglar därmed främst rekrytering till de vuxna fiskarnas habitat. För att minska påverkan av provfisket på bestånden återutsattes den stora fisken, vilket gjort att åldersstruktur, tillväxt och dödlighet ej har kunnat beräknas. Av samma anledning har vi även fortsättningsvis försökt använda oss av metoder där vi kunnat undvika att avliva eller skada fisken.

Baserat på information om hastighet vid trålning, trålad tid och trålens öppning har hela den trålade ytan (swept area) beräknats för varje enskilt tråldrag. Beräkning av den trålade ytan baseras på bredd på trålens öppning (wingspread). Baserat på areaberäkningen standardiseras fångsten i varje tråldrag och presenteras som mängd fisk per km<sup>2</sup>.

Analyserna baserar sig på data från år 2010 till 2015 insamlad under perioden september – november. I analysen har provfiskedata från fem olika områden studerats: FFO i Havstensfjorden, Buffertzonen i omgivande fjordsystem, Gullmarsfjorden, Inre skärgårdsområdet, samt Yttre kustbandet (Figur 4). Gullmarsfjorden har valts som referens i form av ett närliggande fjordområde och Inre skärgårdsområdet respektive Yttre kustbandet utgör referens för resterande delar av Skagerraks kustområden. Analys av data utfördes med *Spearman's  $\rho$*  (Spearman's rank korrelationskoefficient), ett icke-parametriskt test som beskriver om det finns en korrelation mellan två variabler. För varje område görs en enskild analys och utveckling av bestånd över tid (år) mellan de olika områdena jämförs kvalitativt.



Figur 5. Illustration över provtagningsstationer för uppföljning av kustfiskbestånd. Data från provtagning har använts i syfte att följa beståndsutveckling för de tre målarterna torsk, rödspätta och piggar. Data har indelats i fem olika områden: FFO; Buffertzonen; Gullmarsfjorden; Inre skärgårdsområdet och Yttre kustbandet

### 15.2.2 Övervakning av lokalt lekande torsk

Vid låg abundans är torsken ofta spridd och kan antas uppehålla sig främst på hårdbottnar (sten- och klippbottnar) eller i den fria vattenmassan (Righton et al. 2010). Traditionell provfisketeknik som bottenrålning är bunden till mjuka bottnar (trålen riskeras trasas sönder om den dras över en ojämn, stenig botten) kan således ge en underskattning av den verkliga förekomsten av torsk vid låga tätheter (på grund av lägre fångstbarhet). Förekomst av lokalt lekande torsk karteras bäst under torskens naturliga lekperiod i januari-mars, eftersom exempelvis studier av gonadutveckling under andra delar av året medför en osäkerhet i huruvida de studerade fiskindividerna verkligen skulle ha deltagit i lokal lek eller om en vandring till andra lekplatser kan ha skett. Vid ökad provfiskeansträngning med till exempel nätfiske, finns även risk att bestånden utarmas ytterligare. Äggprovtagningar genom vertikala håvningar med planktonhåv genom vattenmassan, är däremot en icke-destruktiv metod för att undersöka förekomsten av lekfisk. Metoden bygger på antagandet att förekomst av torskägg i tidiga utvecklingsstadiet signalerar lokal torskreproduktion. Tidiga äggstadiet är endast några dagar gamla och kan därmed förmodas vara av lokalt ursprung eftersom de ännu inte har kunnat föras med strömmar någon längre distans från lekplatsen.

Ett komplicerande förhållande med denna metod är emellertid svårigheten att artbestämma ägg från torskfiskarter; äggen kan tillhöra andra arter inom torskfiskfamiljen som exempelvis vitling eller kolja. För att kunna artbestämma äggen sorteras dessa därför i levande skick omedelbart efter håvningen och sparas därefter i etanol för att kunna särskiljas som ”torsk” eller ”icke-torsk” genom genetiska analysmetoder (se Börjesson et al. 2013). Under 2013-2014 har genetisk SNP-sekvensering gjorts, vilket ger möjlighet till att jämföra släktskap mellan olika bestånd av torsk.

Hydroakustik är ytterligare en icke-destruktiv fiskemetod som använts för att studera mängd stor torsk (köns mogen) i det fiskefria området under torskens lek. De hydroakustiska studierna utfördes första kvartalet i Havstensfjorden mellan 2009-2015 i februari-april med fyra nätter vardera per område; i FFO och ett angränsande referensområde placerat i buffertzonen. Vid undersökningarna användes ett Simrad EK60 120 kHz split-beam ekolod. Farten vid datainsamlingen var cirka 4 knop (2,0 m/s). Positionsdata samlades in parallellt. Hydroakustiken utfördes under natten för att minimera problematik med att torskindividerna ej kan urskiljas för att fisken befinner sig alltför nära botten eller bildar stim. Inventeringen följer ett systematiskt nät av tvärsnitt med slumpad startposition. Analysen av den stora fiskens utbredning baserades på resultaten från Rose & Porter (1996) där målstyrkan  $\geq -33$  dB angavs motsvara ekot av en torsk med totallängd  $\geq 40$  cm. Som tillägg, och delvis som verifiering av de akustiska undersökningarna, genomfördes också provfisken i Havstensfjorden.

### 15.3 Resultat

En sammanfattning av utvärderingens resultat i relation till de mål och indikatorer som satts upp för fredningsområdet i Havstensfjorden ses i Tabell 2. Tabellen innehåller även referenser till figurer och tabeller där resultaten redovisas.

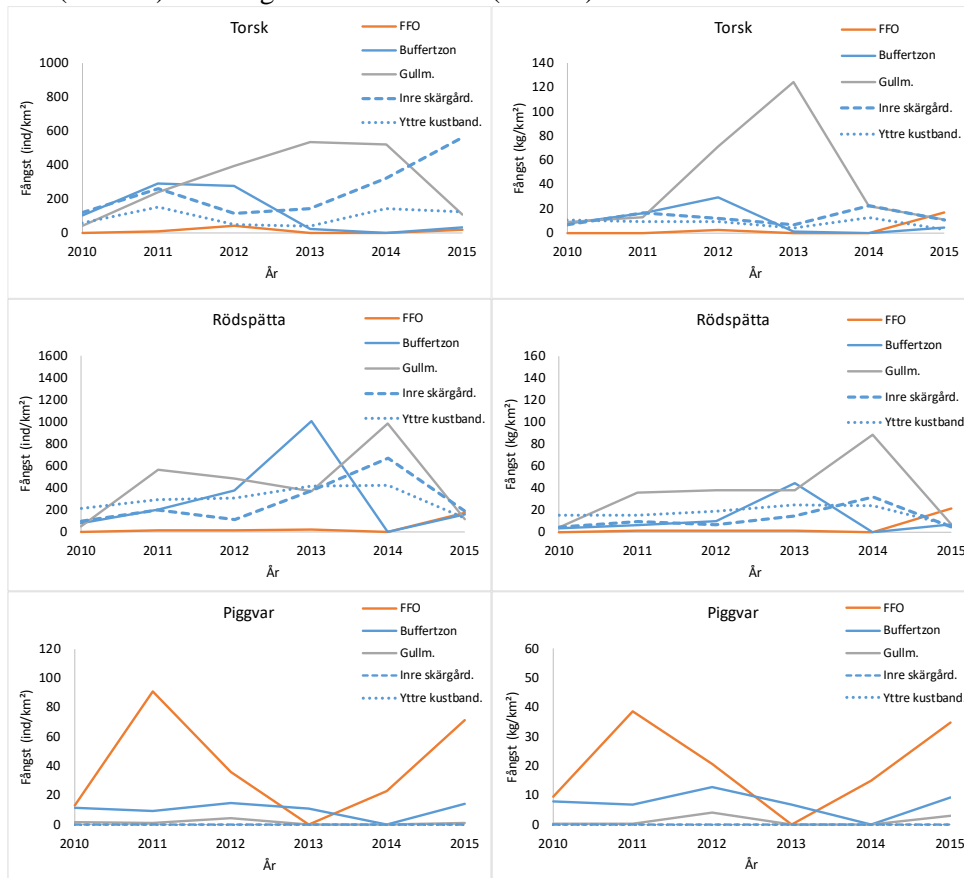
Tabell 2. GOIS-tabell för FFO i Havstensfjorden med information om resultat utifrån utvärdering och hänvisning till referens för presentation av data.

Mål	Delmål	Indikatorer	Success Criteria	Mätmetod	Resultat	Referens
Återuppbyggnad av lokala bottenfiskbestånd	Ökande populationsstorlek	Beståndstäthet för torsk, rödspätta och piggar.	Antal fiskindivider och kg fisk per km <sup>2</sup> ökar över tid.	Provfiske med bottentrål	Ingen ökning av beståndstäthet hos de tre undersökningsarterna: torsk, rödspätta och piggar under fredningsperioden. Medeltätheten av piggar i FFO indikerar emellertid på ett relativt stabilt bestånd.	Figur 6a-f
	Starkare lekbestånd	Lekbiomassa, mätt dels som att antal stora (≥ 40 cm) torsk ökar över tid och dels som att biomassa (kg) stor torsk, stor rödspätta (≥ 24 cm) och stor piggar (≥ 35) ökar över tid.	Lekbiomassa ökar över tid.	Hydroakustik; Provfiske med bottentrål	Analys av akustikdata visar att mängden stora torsk (≥40 cm) inom FFO inte återhämtats över tid, tvärtom ses en negativ utveckling. Information från kusttråldata styrker resultatet och visar inte på en positiv utveckling av lekbiomassa för torsk, ej heller för rödspätta eller piggar. Intressant är däremot att lekbiomassa av piggar är högst inom FFO och buffertområdet jämfört med Gullmarsfjorden och Skagerraks kust.	Figur 7 & figur 8a-c
	Diversifierad storleksfördelning	Storleksstruktur (antal stora individer samt längdfördelning)	Antal stora individer av torsk (≥ 40 cm), rödspätta (≥ 24 cm) och piggar (≥ 35 cm) ökar över tid. Antal längdklasser (cm) ökar över tid	Provfiske med bottentrål	Storleksstrukturen i fisksamhället för de tre undersökningsarterna visar inte på en förbättring under fredningsperioden. Resultatet för piggar inom FFO indikerar emellertid på en mer diversifierad storleksstruktur och med ett större antal stora individer jämfört med Gullmarsfjorden och Skagerraks kust.	Figur 9a-f
	Ökad rekrytering	Rekryter i det adulta habitatet som ett mått på yngelproduktion.	Ökande tätheter av unga individer hos torsk (< 40 cm), rödspätta (< 24 cm) och piggar (<35 cm).	Provfiske med bottentrål	Det ses ingen ökning av medeltäthet av unga individer hos de tre målarterna under fredningsperioden. Medeltätheten av piggarungar i FFO indikerar en regelbunden rekrytering.	Figur 10a-c
	Spillover (juveniler och vuxen fisk)	CPUE per åldersgrupp stratifiering	CPUE ökar över tid i angränsande områden	Hydroakustik; Provfiske med bottentrål	Har ej testats eftersom ingen återuppbyggnad ses i FFO	
	Populations-struktur hos torsk i 8-fjordarområdet	Lek av torsk	Ägg av torsk	Dokumentation av torskägg i tidiga utvecklings-stadier	Planktonhävning av ägg med taxonomisk identifiering utifrån genetiska analyser	Dokumentation av torskägg i tidiga utvecklingsstadier indikerar på lokala torsklekplatser i FFO i Havstensfjorden och i 8-fjordarområdet
	Lokala kustbestånd av torsk	Genetisk differentiering	Genetiska skillnader mellan torskägg insamlade i Nordsjön och Kattegatt jämfört med torskägg insamlade i Bohuskusten	Populationsgenetik	Resultatet visar att det föreligger en genetisk differentiering för ägg insamlade utmed Bohuskusten jämfört med ägg insamlade i Nordsjön och i Kattegatt, vilket indikerar att det är fråga om ett kustbestånd av torsk	

### 15.3.1 Återuppbyggnad av lokala bottensfiskbestånd

#### Beståndstäthet

I figur 6a-f ses fångstutveckling enligt fångst i bottentrål för de tre målarterna: torsk, rödspätta och piggvar, under perioden 2010 till 2015. Analysen kunde inte påvisa någon statistiskt säkerställd förändring för något av bestånden under fredningsperioden ( $p > 0.05$ ) inom de fem analyserade områdena (Figur 6a-f). Anmärkningsvärt var den låga förekomsten av både torsk och rödspätta inom FFO i Havstensfjorden. I motsats till dessa båda arter, trots att det inte föreligger en ökning under fredningsperioden, framgår att medelfångsten av piggvar är högst inom FFO i Havstensfjorden (röd zon) och omgivande buffertzonen (blå zon).



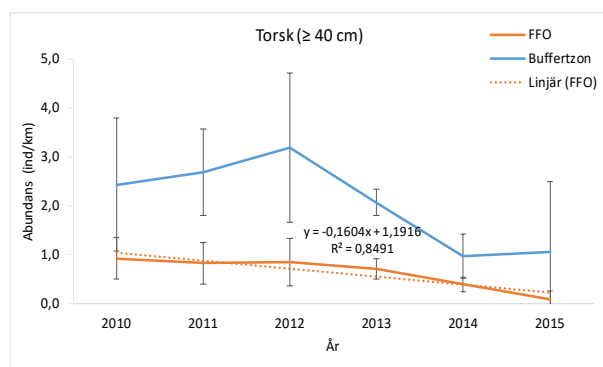
Figur 6a-f. Årsmedelfångst i bottentrål för undersökningsarterna torsk (övre), rödspätta (mitten) och piggvar (nedre). Fångsterna presenteras både som antal individer fisk per km<sup>2</sup> och kg fisk per km<sup>2</sup>.

#### Starkare lekbestånd

I figur 7 ses utveckling av lekmogen torsk ( $\geq 40$  cm) baserat på hydroakustiska mätningar. Resultatet representerar fredningsperioden (2010 - 2015) med provtagning under februari – april, då torsk förväntas leka i Havstensfjorden. Resultatet inom det



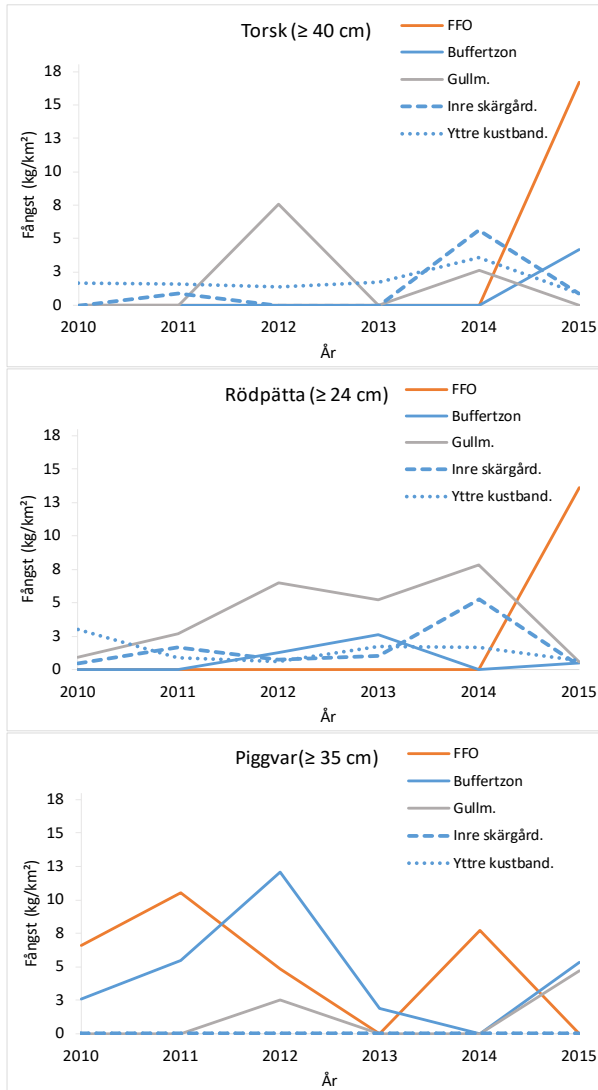
fiskefria området i Havstensfjorden visar på en negativ utveckling av lekmogen ( $\geq 40$  cm) torsk ( $p < 0,05$ ) över tid (Figur 7). I jämförande referensområde förelåg däremot ingen trend i fångstutveckling av stor torsk. Genom 8-fjordarprojektets frivilliga fiskedagbok för 2015 finns det information om bifångster av stora torskindivider ( $\geq 40$  cm) från två fritidsfiskare med hummertinor i zon 6 där de fiskefria områdena ingår. Sammanlagt rapporterades fångst av sju och fem stora torskar, vilket motsvarar 0,05 respektive 0,02 torskar per redskap och fisketillfälle för de två fritidsfiskarna.



Figur 7. Presentation av hydroakustiska undersökningar redovisat som årsmedelvärde ( $\pm 95\%$  KI) av antal stora torskar ( $\geq 40$  cm), det vill säga individer som betraktas som stora nog att vara könsmogna, inom FFO i Havstensfjorden och i ett referensområde.

För att vidare studera fångstutveckling av könsmogen fisk (kg) i FFO i Havstensfjorden analyserades data från kustfiskövervakningen (bottentrål) för de tre målarterna torsk, rödspätta och piggvar, under perioden 2010 – 2015. Analysen kunde inte påvisa någon statistiskt säkerställd förändring för något av bestånden under fredningsperioden ( $p > 0,05$ ) inom de fem analyserade områdena (Figur 8a-c). Särskilt anmärkningsvärt var den låga förekomsten av lekmogen torsk och rödspätta inom FFO i Havstensfjorden. Noterbart är emellertid att det under år 2015 ses en topp för biomassa lekmogen torsk respektive rödspätta inom Havstensfjord, högre än vad som noterats tidigare år och jämfört med övriga områden. I motsats till dessa båda arter, trots att det inte föreligger en ökning under fredningsperioden, ses att medelfångsten av könsmogen piggvar är högst inom FFO i Havstensfjorden och i omgivande buffertzonen jämfört med Gullmarsfjorden och övriga områden.



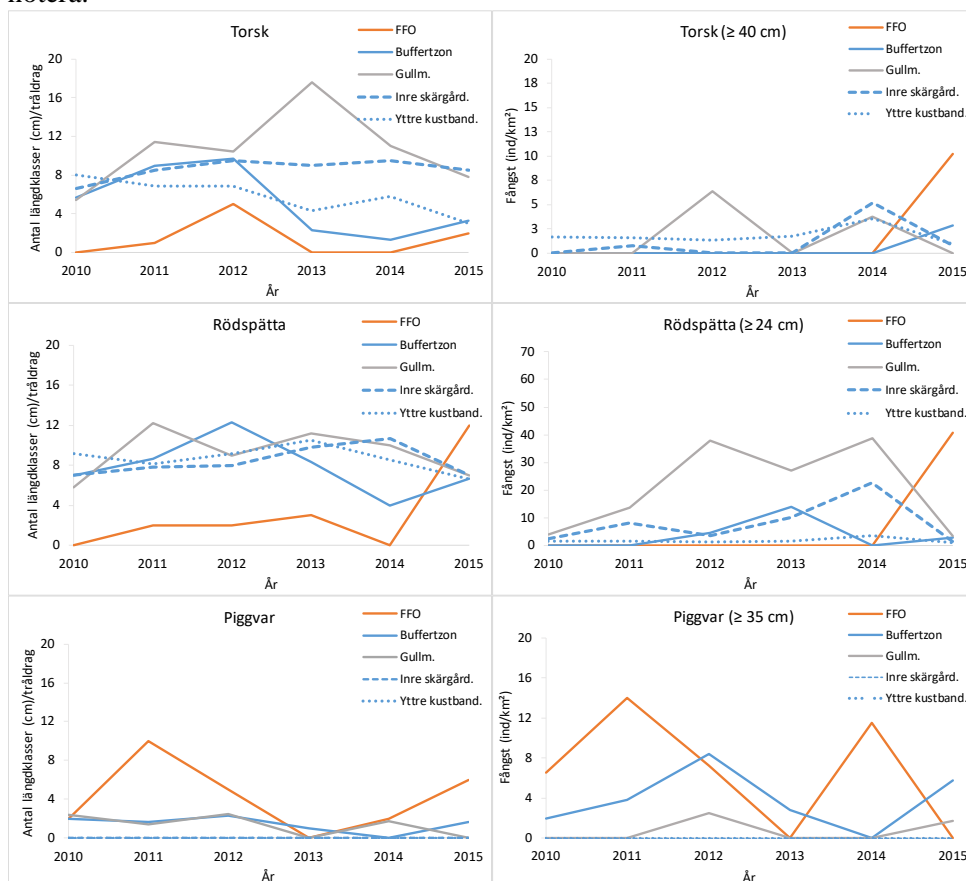


Figur 8a-c. Årsmedelfångster av potentiellt lekmogen torsk (övre), rödspätta (mitten) och piggvar (nedre) vid bottentrålning. Fångsterna presenteras som kg fisk per km<sup>2</sup> och där storleksgränserna för lekmogen fisk är: torsk  $\geq 40$  cm, rödspätta  $\geq 24$  cm och piggvar  $\geq 35$  cm.

### Diversifierad storleksfördelning

I figur 9a-f redovisas utveckling av storleksstruktur hos de studerade arterna torsk, rödspätta och piggvar. Storleksstrukturens utveckling studeras utifrån information om antalet längdklasser (1 cm klassbredd) och antalet stora individer av torsk ( $\geq 40$  cm), rödspätta ( $\geq 24$  cm) och piggvar ( $\geq 35$  cm) i provfisket. Analysen visar att det inte fanns någon statistiskt säkerställd förändring i storleksfördelningen under fredningsperioden ( $p > 0,05$ ) för de analyserade områdena (Figur 9a-f). Anmärkningsvärt är att antalet längdklasser samt antalet stora individer av torsk och rödspätta var mycket lågt inom FFO i Havstensfjorden. Som tidigare noterats för lekmogen torsk

och rödspätta föreligger en topp år 2015 även för antal stora individer för dessa båda arter. För piggvar finns emellertid indikationer på en större bredd i storleksfördelningen inom FFO jämfört med övriga områden, men också på en större mellanårsvariation. Denna variation kan bero på att provtagningen var av för liten omfattning för att kunna generera ett stabilt medelvärde. Det kan dock sägas att vuxen piggvar ( $\geq 35$  cm) verkar ha funnits i något större omfattning i skyddsområdet än utanför. Fångsterna av stor torsk ( $\geq 40$  cm) och rödspätta ( $\geq 24$  cm) under 2015 är värda att notera.

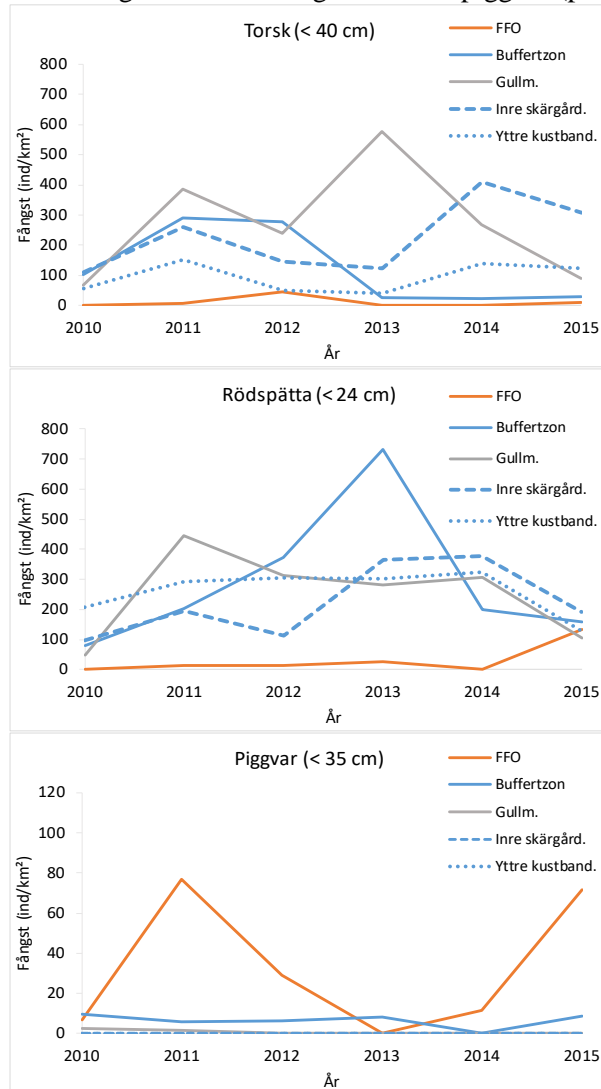


Figur 9a-f. Storleksfördelning hos de undersökta arterna: torsk (övre), rödspätta (mitten) och piggvar (nedre) fångade med bottentrål. Fångsterna presenteras både som antal längdklasser (cm) samt antal stora individer som årligen dokumenterats.

### Ökad rekrytering

I figur 10a-c framgår utveckling av antal unga fiskindivider hos de studerade arterna torsk ( $< 40$  cm), rödspätta ( $< 24$  cm) och piggvar ( $< 35$  cm). Analysen visar inte på en statistiskt säkerställd förändring av mängden unga individer av fisk inom FFO i Havstensfjorden eller inom FFO i omgivande vattenmassor (röd zon) under fredningsperioden. Rekrytering av torsk och rödspätta uppvisade lägst nivåer av samtligt

studerade områden med undantag för år 2015. Medeltätheten av unga individer av piggvar visade en stabilt högre täthet inom FFO i Havstensfjorden jämfört med övriga områden, utan att förändras över tid. I Gullmarsfjorden syns däremot en negativ utveckling av täthet av unga individer piggvar ( $p < 0,05$ ) från redan låga nivåer

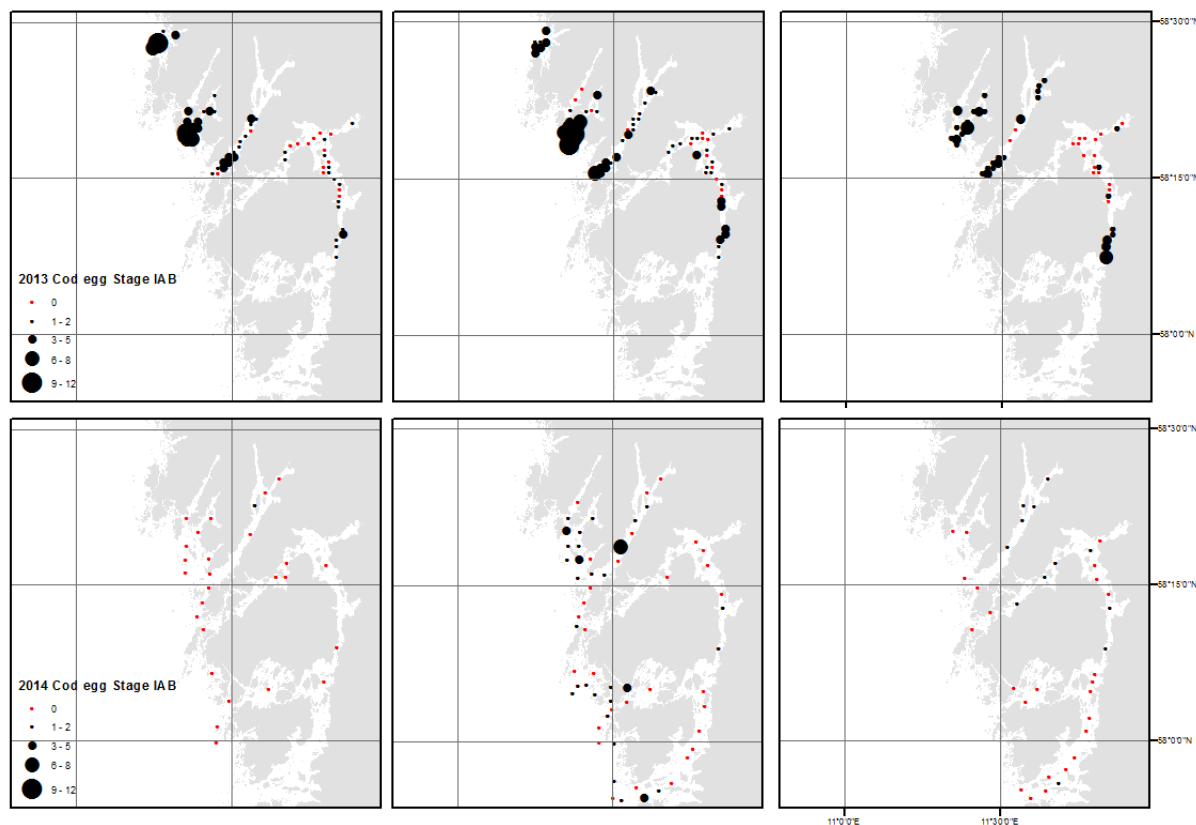


Figur 10a-c. Årsmedelfångst av unga individer av torsk (övre), rödspätta (mitten) och piggvar (nedre) med bottentrål. Fångsterna presenteras som antal unga individer fisk per km<sup>2</sup>.

#### Studier av torskens populationsstruktur i 8-fjordarområdet

Under 2013 undersöktes förekomst av torskägg i Havstensfjorden, Gullmaren, Brofjorden och Bottnafjorden. Följande år flyttades fokus delvis söderut genom att Hakefjorden, Koljö Fjord och områden väster om Tjörn och Orust lades till, medan Bottnafjorden i norr utgick. Vid samtliga provtagningstillfällen under både 2013 och 2014 påträffades torskägg i tidiga utvecklingsstadier vid samtliga lokaler (Figur

11). Högre äggtäthet uppmättes under 2013 jämfört 2014. Jämförelsevis låga tätheter påträffades i 8-fjordarområdet. Torskäggens geografiska spridning vid de olika provtagningsstillfällena under 2013-14 visar att de högre tätheterna återfanns vid ungefär samma lokaler såväl inom som mellan säsonger (inte redovisat här). Denna koncentration av torskägg till vissa områden kan tolkas som indikationer på att det finns specifika torsklekplatser vid Bohuskusten, men givet den passiva transporten av ägg med strömmar bör mönstret inte övertolkas över små geografiska skalor.



Figur 11. Antal torskägg per håvdrag vid tre provtagningsstillfällen 2013 (övre panelraden från vänster till höger: slutet av februari, början av mars, senare delen av mars) respektive 2014 (undre panelraden från vänster till höger: början av februari, slutet av februari, mitten av mars) vid olika provtagningslokaler utmed Bohuskusten. Färg och storlek på symbolerna vid de olika lokalerna motsvarar antalet ägg per håvdrag i enlighet med figurförklaringen till vänster i figuren.

*Finns det ett separat kustbestånd av torsk?*

De insamlade torskäggen användes för att genetiskt undersöka den lokala populationsstrukturen. Sammanlagt användes 41 olika loci för undersöka eventuell genetisk differentiering. Resultaten från de två årens undersökningar visar tydligt att ingen eller mycket liten differentiering fanns mellan torskägg från de undersökta lokalerna längs Bohuskusten. Däremot var torskägg (tidiga utvecklingsstadier) insamlade vid

Bohuskusten klart genetiskt differentierade från torskbestånd i både Nordsjön och Kattegatt. Dessa resultat skulle med andra ord tyda på att torsk som reproducerar sig vid Bohuskusten utgör ett eget bestånd.

#### 15.4 Diskussion

Det fiskefria området innanför Tjörn och Orust, inom Havstensfjorden med omgivande buffertzona, har efter sex års fredning och reglering hitintills inte bidragit med en mätbar återuppbyggnad av lokala bottenlevande fiskbestånd (Tabell II). Det behövs dock inte betyda att fiskefria områden är en verkningsslös förvaltningsmetod. Utvärderingstiden på sex år är relativt kort för långlivade djurarter som fiskar. Den korta tidsrymden i kombination med den starka decimeringen av bestånden historiskt är troligen en viktig anledning till att ingen mätbar effekt hittills har kunnat noteras. Området visade tydliga tecken på överfiskning redan under 1940-talet, vilket på grund av fjordsystemets skyddade fiskevatten under krigsåren inte är förvånande. Områdets begränsade storlek kan dessutom göra att endast en liten del av det naturliga utbredningsområdet för det lokala fiskbeståndet verkligen skyddas av det fiskefria området. Norska försök på Skagerackusten har dock gett mätbara resultat av FFO för ett utarmat torskbestånd över en kort tidsperiod (4 år) i ett litet skyddat kustområde (c:a 1 km<sup>2</sup>) (Moland et al. 2013). Tillgängliga genetiska analyser indikerar inte att torsk skulle ha lokala populationer över dessa synnerligen små geografiska avstånd (Henrik Svedäng pers. obs.). Torsken förefaller dock vara så stationär att en fredning av enskilda fjordavsnitt kan ge ökade populationstätheter och större individstorlekar.

I undersökningen valdes att studera utveckling av bottenlevande bestånd som torsk, rödspätta och piggvar utifrån befintliga övervakningsdata, vilka även kompletterades med akustiska undersökningar för torskens del. Kombinationen av metoder valdes för att minimera eller undvika ytterligare skador på de redan kraftigt decimerade bestånden, samtidigt som det ansågs ha goda förutsättningar att följa en återhämtning i bestånden i relation till tidserien och angränsande vattenområden genom Kusttrålningen. I efterhand kan det konstateras att metoderna bara gett begränsad information om bestånden när återhämtningen uteblev inom utvärderingsperioden. Bottentrålning är som metod begränsad till mjukbottnar eftersom fiske på klipp- och bergbottnar lätt trasar sönder trålen. Akustiska undersökningar har svårt att detektera fisk som står vid de branter som kännetecknar kustnära klippbottnar på grund av skuggningseffekter, men fungerar bra för fisk som uppehåller sig i den fria vattenmassan. Dessa förhållande kan begränsa värdet av undersökningarna, då torsk vid låg abundans ofta uppehåller sig främst på hårbottnar (sten och klippbottnar) eller i den fria vattenmassan (Righton et al. 2010). Akustiken tyder på extremt låga och minskande tätheter av stor fisk (förmodad torsk), medan bottentrålningen inte

fångat stor torsk i FFO med undantag för 2015 års provtagning. Det är med andra ord svårt att med dessa metoder säkerställa om rester av ett bestånd finns kvar i området eller om det helt kan ha försvunnit. En icke-destruktiv metod som skulle kunna tillämpas i svårtillgängliga miljöer eller i områden som hyser känsliga habitat eller hotade arter, är betade kameror (Willis et al. 2003; Martinez et al. 2011). Med betade kameror som ett komplement skulle det vara möjligt att få information om artförekomst och relativ abundans av stor fisk i FFO med en större rumslig och tidsmässig upplösning jämfört med befintlig tråldata samtidigt som ingen ytterligare åverkan på bestånd eller miljöer sker. Dessutom bedöms det vara lättare att skapa fortsatt acceptans för gällande restriktiva fiskeregler genom att äggsurveyen stötts med en metod som tydligare visar närvaron utav stor fisk utan att fånga den.

Placeringen av de fiskefria områdena är en faktor som kan ha inverkat på åtgärdens potential att bidra till en återhämtning av bestånden. Området har främst valts utifrån information om torskens förekomst och det historiska fisket i området varvid mindre hänsyn tagits till rödspätta och piggvar. Provtagningen av torskäggs från 2013-15 indikerar dessutom inte att de stängda områdena utgör kärnområden för torsklek. Det är dock inte klarlagt om fördelningen av torskäggs kan användas som ett kvantitativt mått på intensiteten av torsklek och över vilka geografiska skalor detta i så fall skulle vara relevant med hänsyn äggen transport med strömmar. Så här i efterhand indikerar inte resultaten att det valda fiskefria området skulle varit särskilt gynnsamt för att uppnå en snabb återhämtning av bestånden. Det omfattande historiska fisket visar dock att området hyst betydande mängder fisk och att det därför borde finnas potential till en respons på införandet av ett fiskefritt område motsvarande den återhämtning som konstaterats i norska FFO (dvs. Moland et al. 2013).

Generationstiden för torsk och rödspätta enligt IUCN:s rödlista är 6,9 respektive 10 år och könsmognaden infaller vid c:a 2-4 års ålder. För att få en snabb respons av ett fiskefritt område efter en period av överfiske krävs det att rekryteringen är fortsatt god i kombination med att den totala dödligheten förblir låg. Efter en period av tillväxtöverfiske, där ett alltför omfattande fiske fångar fisken vid för liten storlek, kan en återhämtning i lekbiomassa och storleksstruktur ske relativt snabbt när ett område blir fiskefritt om de mindre fiskarna tillåts vara kvar i havet och tillväxa i storlek. Vid rekryterings- eller ekosystemöverfiske däremot, kommer en potentiell återhämtning att ta längre tid i anspråk (Myers et al. 1994). Rekryteringsöverfiske inträffar när det vuxna beståndet reducerats så att ägg- och yngelproduktionen sjunker till kritiska nivåer där rekryteringen till nästa generation blir väldigt svag. Det kan då ta åtskilliga generationer innan lekbeståndet återhämtar sig om det alls är möjligt. Ekosystemöverfiske kan sägas ha inträffat när fisket påverkat födovävar och livsmiljöer i en utsträckning så att arten inte nödvändigtvis kan återta sin ursprungliga roll i ekosystemet när fisket upphör. Ökad kunskap om ekosystemen vad

avser habitat, bytesdjur, potentiella konkurrenter och predatorer och dessa komponenters utveckling över tid kan ge information om förutsättningarna för fiskbestånd att återfå sin historiska storlek och produktivitet. En återhämtning kan således under vissa betingelser komma att ta decennier snarare än år, och det är då särskilt viktigt att förändringar i ekosystemen och miljöbetingelser följs upp parallellt så att förutsättningarna för en återhämtning kan utrönas.

Predation från marina däggdjur och fågel skulle potentiellt kunna ha motverkat och/eller fördröjt en återkolonisering (Östman et al. 2013; Ovegård et al. 2016). Studier av dietval hos knobbsäl från Skagerrak och Kattegatt visar att både torskfisk och plattfisk kan vara betydelsefulla bytesarter (Strömberg et al. 2012); det saknas dock information om knobbsälars diet innanför Tjörn och Orust. Skarv är en s.k. opportunistisk predator vilket innebär att den varierar sitt födointag utefter vad som är lättast tillgängligt, även om en viss selektion av bytesarter och bytesstorlekar är rimligt att anta. Under perioden 2001-2002 studerades inom 8-fjordar dietval hos skarv i Hakefjorden, (Lunneryd & Alexandersson 2005). Studien visade att plattfisk, simpor, smörbultar och torskfisk var viktiga bytesarter för skarv. För att beräkna skarvens potentiella påverkan på fisk i Havstensfjord har nya undersökningar initierats. Det som kan sägas hitintills härstammar från ett litet urval av spybollar från skarv som insamlats i juni och september under 2014-2015, vilka indikerar att plattfisk, torskfisk, simpor och smörbultar verkligen utgör en betydande andel av skarvens fördoval i 8-fjordarområdet (Lundström pers. kom.). Emellertid krävs mer detaljerade analyser av förekomst och födoval för att kunna uttalas sig om skarvens roll i det förhållandet att bottenfiskbestånden fortfarande inte har återkommit innanför Orust och Tjörn.

Det fiskefria områdena är med sina 13 km<sup>2</sup> relativt begränsade i storlek. Det kan dock förväntas att fiskeridödligheten har reducerats i hela buffertzonen som omfattar ytterligare 154 km<sup>2</sup>, genom förbudet mot mängdfångande redskap. Torsken har dessutom ett utökat geografiskt skydd genom att den måste återutsättas efter fångst med handredskap och i bur inom hela 8-fjordarområdet inkluderande buffertzonen. Dessutom finns en generell lekfredning av torskfiskarterna innanför trålgränsen. Ålfisket som utgjort ett omfattande icke-selektivt fiske i skärgården stängdes 2011 och har ytterligare bidraget till minskande fiskerimortalitet. Det finns således flera generella åtgärder som bör ha minskat fiskeridödligheten på torsk och som kan ha varit av större betydelse än fiskefredningen i sig. Med det begränsade fiske som kan tänkas fortgå efter dessa arter i skärgården idag är det heller inte troligt att det fredade området lett till någon avgörande omförflyttning av fisket. Eftersom ingen återhämtning har konstaterats är det dock inte möjligt att kvantitativt utvärdera om storleken och placeringen av det fiskefria området varit adekvat, vilken relativ betydelse den lokala fiskefredningen har haft eller om åtgärden kan ge ”spillover” effekter till närliggande områden.

Kustbestånd av torsk med flera bottenfiskarter i Västerhavet uppvisar historiskt låga nivåer. Denna bild förstärks av de fiskundersökningar som gjorts i Havstensfjorden i detta projekt. Utarmningen av viktiga delar av fiskfaunan är även i internationell jämförelse mycket allvarlig och den försiktiga återhämtning som ses i utsjöbestånden (ICES 2016) är inte uppenbar för kustens lokala populationer. Äggtrålingarna indikerar dock att det förekommer torsklek i 8-fjordarområdet. Dessutom visar provfiske och bifångstinformation från 2015 att det fortfarande finns stor torsk i området. Piggvar uppvisar låg men relativt stabil förekomst av både rekryter och vuxen fisk. De restpopulationer av torsk och piggvar som fortfarande förekommer är mycket värdefulla att bevara då dessa kan utgöra spridningskärnor för en återkolonisation av kustområdet. De är därför i behov av ökat skydd. Andra studier från samma havsområde visar att fiskefria områden för torsk och hummer kan vara ett verktyg för att stärka bestånden och förbättra storleksfördelningen (Moland et al. 2013, Vinga-området i denna rapport). En fungerande och effektiv förvaltning som använder fiskefria områden som ett verktyg för återuppbyggnad och hållbart nyttjande av bestånd kan dock endast uppnås om kunskapsunderlaget kring populationsstrukturer och vandringsmönster är tillfredsställande.

Torsklek har varit allmänt förekommande i Skagerraks och Kattegatts kustområden. Ansamlingar av lekande torsk har förekommit allmänt såväl vid Bohus- och Hallandskusten som vid Skånes kusttrakter, även om de flesta riktade, vetenskapliga studierna har gjorts i utsjön (Hagström et al. 1990, Bagge et al. 1994, Svedäng och Bardon 2003, Svedäng et al. 2004, Svedäng et al. 2010a,b, Vitale et al. 2008, Börjesson et al. 2013). Få studier har gjorts av vilka torskbestånd som finns inom de skärgårdsbildande delarna av västkusten, ett förhållande som inte minst gäller Bohuskusten.

För flera viktiga kommersiella fiskarter som torsk, rödspätta och kummel finns det indikationer på att lokala kustbestånd samexisterar med de större Nordsjöbestånd som nyttjar kusten till uppväxtområden. Tendensen för torsk att söka sig tillbaka till samma lekplats år efter år, minskar sannolikheten för snabb återkolonisation om enskilda lekaggregationer försvinner (Svedäng et al. 2007, Rose et al. 2011, André et al. 2016). För kustarter som också påverkas av fiske såsom piggvar och läppfiskar kan det finnas en liknande problematik med lokalt mycket avgränsade bestånd längs kusten. Den ofta komplexa beståndsstrukturen ställer nya och högre krav på fiskeriförvaltningen eftersom dagens kvotsystem inte tar hänsyn till lokala kustbestånd och deras hållbara nyttjande. I detta arbete behöver vi bygga upp vår kunskap om vilka lokala bestånd som fortfarande förekommer längs hela svenska västkusten. Studier av lokala bestånd för att visa på beståndens avgränsning och samhörighet bör göras med flera metoder som ägginsamling under lekperioden, genetiska och otolitkemiska (dvs. hörselstenarnas spårämnesinnehåll) undersökningar samt i vissa fall också migrationsstudier där fisken förses med märken som kan lagras



information från sensorer, t.ex. temperatur och tryck, eller med akustiska märken (Hauser och Carvalho, 2008). Ägginsamling, med förekomst av tidiga äggstadier som bevis för lokal lek, i kombination med genetiska artbestämningar har i detta projekt visat sig vara en effektiv metod för att undersöka förekomsten av lokala bestånd av torsk. I framtiden bör även andra arters förekomst längs västkusten komma ifråga för kartering. Med genetisk artbestämning är detta fullt görligt och vi kan på så sätt avsevärt förbättra vår kunskap om lokala bestånd vid våra kuster. Fältprovtagningen torde behöva upprepas ett par gånger under säsongen eftersom lekperioderna skiljer sig åt mellan arter och bestånd. För att utveckla förvaltningen av kustzonen, det vill säga på nationella vatten för vilka i stort sett bara svensk jurisdiktion är gällande, bör principerna för ekosystembaserad fiskeriförvaltning tillämpas (Long et al. 2015). En helhetssyn bör eftersträvas, där både olika samhällsintressen och miljöintressen företräds och beaktas för att åstadkomma en effektiv förvaltning med bred acceptans och hög efterlevnad.

## 15.5 Referenser

- André, C., Svedäng, H., Knutsen, H., Dahle, G., Jonsson, P., Ring, A.-K., Sköld, M., Jorde, P.E. 2016. Population structure in Atlantic cod in the eastern North Sea - Skagerrak - Kattegat: early life stage dispersal and adult migration. *BMC Research notes* 9:63. doi:10.1186/s13104-016-1878-9
- Arrhenius, F., Frohnlund, K., Hallbäck, H., Jakobsson, P., Modin, J. 1998. By-catches in purse-seining with light for sprat and herring on the Swedish west coast 1997/98. *Meddelande från Havsfiskelaboratoriet* 328:19-42.
- Bagge, O., Thurow, F., Steffensen, E., Bay, J. 1994. The Baltic cod. *Dana* 10: 1–24.
- Bartolino, V., Cardinale, M., Svedäng, H., Casini, M., Linderholm, H.W., Grimwall, A. 2012. Historical spatiotemporal dynamics of eastern North Sea cod. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 69: 833–841.
- Börjesson, P., Jonsson, P., Pacariz, S., Björk, G., Taylor, M.I. och Svedäng, H. 2013. Spawning of Kattegat cod (*Gadus morhua*) – mapping spatial distribution by egg surveys. *Fisheries Research* 147:63-71.
- Cardinale, M., Hagberg, J., Svedäng, H., Bartolino, V., Gedamke, T., Hjelm, J., Börjesson, P., Norén, F. 2009a. Fishing through time: population dynamics of plaice (*Pleuronectes platessa*) in the Kattegat-Skagerrak over a century. *Population Ecology* 52: 251–262.
- Cardinale, M., Linder, M., Bartolino, V., Maiorano, L., Casini, M. 2009b: Conservation value of historical data: reconstructing stock dynamic of turbot during the last century in the Eastern North Sea. *Marine Ecology Progressive Series* 386, 197–206.
- Cardinale, M., Svedäng, H., Bartolino, V., Maiorano, L., Casini, M., Linderholm, H.W. 2012. Spatial and temporal depletion of haddock and pollack during the last century in the Kattegat- Skagerrak. *Journal of Applied Ichthyology* 28: 1–9. doi: 10.1111/j.1439-0426.2012.01937.x
- Fiskeriverket. 2009. Förslag till ändring av Fiskeriverkets föreskrifter (FIFS 2004:36) om fisket i Skagerrak, Kattegatt och Östersjön. Beteckning 13-4053-09.
- Hagström, O., Larsson, P-O., Ulmestrand, M. 1990. Swedish cod data from the international young fish surveys 1981-1990. *Demersal Committee, CM 1990/G: 65.*

- Hallbäck, H., Hagström, O., Winström, K. 1974: Fiskeribiologiska undersökningar i Brofjorden 1972-74. Meddelande från Havsfiskelaboratoriet, Lysekil 175. 45 s. + Figurer.
- Hannerz, L. 1970. Recipientundersökningar vid Stenungsund 1962-1968. Rapport till Västerbygdens vattendomstol.
- Hauser, L., Carvalho, G. R. (2008), Paradigm shifts in marine fisheries genetics: ugly hypotheses slain by beautiful facts. *Fish and Fisheries* 9: 333–362.
- Jacobsson, A. Fiskmärkning. SNV. 1982. Femårsrapport Vatten 1977-1981.
- Long, R. D., Charles, A., Stephenson, R. L., 2015. Key principles of marine ecosystem-based management. *Marine Policy* 57: 53-60.
- Lunneryd, S-G. & Axelsson, K. (2005). Födoanalyser av storskarv, *Phalacrocorax carbo* i Kattegatt-Skagerrak. *Finfo* 2005:11. 19 s.
- Martinez, I., Jones, E. G., Davie, S. L., Neat, F. C., Wigham, B. D., Priede, I. G. 2011. Variability in behaviour of four fish species attracted to baited underwater cameras in the North sea. *Hydrobiologia* 670: 23 – 34. DOI 10.1007/s10750-011-0672-x.
- Moland, E., Moland Olsen, E., Knutsen, H., Garrigou, P., Heiberg Espeland, S., Ring Kleiven, A., André, C., Atle Knutsen, J. 2013. Lobster and cod benefit from small-scale northern marine protected areas: inference from an empirical before–after control-impact study. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 280 20122679; DOI: 10.1098/rspb.2012.2679.
- Myers, R.A., Rosenberg, A.A., Mace, P.M., Barrowman, N., Restrepo, V.R. 1994. In search of thresholds for recruitment overfishing. *ICES Journal of Marine Science* 51: 191-205.
- Rose GA, Nelson RJ, Mello LGS. Isolation or metapopulation: whence and whither the Smith Sound cod? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 2011;68:152-169.
- Righton, D.A., Andersen, K.H., Neat, F., Thorsteinsson, V., Steingrund, P., Svedäng, H. et al.. 2010. Thermal niche of Atlantic cod *Gadus morhua*: limits, tolerance and optima. *Marine Ecology Progress Series* 420: 1-13.
- Sköld, M., Svedäng, H., Valentinsson, D., Jonsson, P., Börjesson, P., Lövgren, J., Nilsson, H.C., Svenson, A. och Hjelm, J. 2011. Fiskbestånd och bottenmiljö vid svenska västkusten 2004–2009 – effekter av trålgränsutflyttning och andra fiskeregleringar. *Finfo* 48 s.
- Strömberg, A., Svärd, C., Karlsson, O., 2012. Dietstudier av gråsäl (*Halichoerus grypus*) i Östersjön och knubbsäl (*Phoca vitulina*) i Skagerrak och Kattegatt insamlade 2010. NV-02210-11. Rapport nr 5:2012. Naturhistoriska Riksmuseet, Stockholm.
- Svedäng, H. 2003. The inshore demersal fish community on the Swedish Skagerrak coast: regulation by recruitment from offshore sources. *ICES Journal of Marine Science* 60: 23-31.
- Svedäng, H., Bardon, G. 2003. Spatial and temporal aspects of the decline in cod (*Gadus morhua* L.) abundance in the Kattegat and eastern Skagerrak. *ICES Journal of Marine Science* 60: 32-37.
- Svedäng, H., Svenson, A. 2006. Cod (*Gadus morhua* L.) populations as behavioural units: inference from time series on juvenile cod abundance in the Skagerrak. *Journal of Fish Biology Supplement C* 69: 151–164.
- Svedäng, H., Hagberg, J., Börjesson, P., Svensson, A., Vitale, F. 2004. Bottenfisk i Västerhavet. Fyra studier av beståndens status, utveckling och lekområden vid den svenska västkusten. *Finfo* 2004:6. 42 s.
- Svedäng, H., Righton, D., Jonsson, P. 2007. Migratory behaviour of Atlantic cod *Gadus morhua*: natal homing is the prime stock-separating mechanism. *Marine Ecology Progress Series* 345: 1-12.
- Svedäng, H., Stål, J., Sterner, T. & Cardinale, M. 2010. Consequences of Subpopulation Structure on Fisheries Management: Cod (*Gadus morhua*) in the Kattegat and Öresund (North Sea). *Reviews in Fisheries Science* 18: 139–150.

- Svedäng, H., André, C., Jonsson, P., Elfman, M. & Limburg, K. 2010. Migratory behaviour and otolith chemistry suggest fine-scale sub-population structure within a genetically homogenous Atlantic cod population. *Environmental Biology of Fishes* 89: 383–397.
- Vitale, F., Börjesson, P., Svedäng, H. & Casini, M. 2008. The spatial distribution of cod (*Gadus morhua* L.) spawning grounds in the Kattegat, eastern North Sea. *Fisheries Research* 90: 36-44.
- Willis, T.J., Millar, R. B., Babcock, R. C. 2003. Protection of exploited fish in temperate regions: high density and biomass of snapper *Pagrus auratus* (Sparidae) in northern New Zealand marine reserves. *Journal of Applied Ecology* 40: 214-227.
- Östman, Ö., Boström, M., Bergström, U., Andersson, J. & Lunneryd, S-G. (2013). Estimating Competition between Wildlife and Humans – a Case of Cormorants and Coastal Fisheries in the Baltic Sea. *PLoS ONE* 8(12): e83763. doi:10.1371/journal.pone.0083763