

Datainsamling med stereo-BRUV inom projekt Uppföljning av artificiella rev i Byfjorden

Sammanfattning av förstudie

- För att utvärdera effekten av de artificiella reven i Byfjorden används stereo-BRUV (baited remote underwater stereo-video systems) och BACI-metodik (Before – After – Control – Impact).
- Förstudien syftade till att lokalisera lämpliga kontrolllokaler för utvärderingen, samt etablera en baslinje för förekomsten av torsk i Byfjorden och kringliggande referensområden innan utbyggnationen av de artificiella reven.
- Datainsamling genomfördes under tre omgångar (nov 2019, april 2020, sep 2020). I Byfjorden utfördes totalt 223 set på 9 lokaler, varav en lokal är det befintliga artificiella revet; i referensområden i Havstensfjord utfördes 34 set på 7 lokaler.
- Adult (>40 cm) torsk observerades på det befintliga artificiella revet i Byfjorden vid samtliga tre datainsamlingsomgångar. På naturlig hårbotten observerades endast 2 torskindivider över 40 cm (en i Byfjorden och en Havstensfjord).
- Juvenil torsk var mer frekvent förekommande, 2019 års rekrytering kan ses på i princip alla stationer, oavsett habitat (revet/hårbotten/mjukbotten).
- Utvärderingen av lämpliga kontrolllokaler resulterade i lokalisering av 2 hårbotten- och 2 mjukbottenkontroller i vardera Byfjorden och Havstensfjord.
- Utvärderingen av lämpliga kontrolllokaler visade även att tillgången till naturlig hårbotten på 10 m djup i Byfjorden är relativt liten. Potentiellt innebär etableringen av de artificiella reven ett signifikant tillskott till denna livsmiljö.

Innehåll

Sammanfattning av förstudie.....	1
1. Bakgrund	3
2. Metod och material.....	4
2.1 Provtagningsdesign och undersökningsområde	4
2.2 Stereo-BRUV system	7
2.3 Kameror och stereokalibrering	8
2.4 Ljuskälla	8
2.5 Bete.....	8
2.6 CTD	9
2.7 Analys av video	9
3. Resultat.....	10
4. Diskussion	18
5. Förslag för fortsatt datainsamling med stereo-BRUV	19
Referenser.....	20

1. Bakgrund

I Byfjorden i Uddevalla kommun har artificiella revstrukturer placerats på havsbotten. Bakom dessa etableringar står projektören och tillika entreprenören Lars-Olof Axelsson och företaget Fjordtorsk i Bohuslän AB. Projektet i Byfjorden går under namnet 'Projekt Fjordtorsk Byfjorden' och är ett samarbete med Tillväxtavdelningen på Uddevalla kommun. Det primära syftet med etableringen av reven är att öka torskbeståndet i Byfjorden genom att erbjuda fisken goda livsbetingelser, föda och skydd mot predatorer. "De artificiella reven kommer att erbjuda ett habitat som Byfjorden lider brist av" beskriver projektören i sin motivering till åtgärden. Detta mindre rev kan sägas vara ett pilotprojekt och har därför ingått i föreliggande förstudie inför kommande revetableringar.

Under 2019 beviljade Länsstyrelsen i Västra Götaland byggnation av ytterligare revstrukturer utöver de som placerats i Byfjorden 2015. I samband med ansökan om utökad byggnation blev Institutionen för Akvatiska Resurser vid Sveriges lantbruksuniversitet (SLU-Aqua) tillfrågade om förväntade effekter av reven av Havs- och Vattenmyndigheten (HaV). SLU-Aquas svar var att det i nuläget inte går att säga vilken betydelse konstgjorda rev har för torsk i Byfjorden. Det finns indikationer på att det rev som finns sedan tidigare lyckats attrahera torsk som sedan vuxit sig större under en treårsperiod. Dessa indikationer baseras på visuella observationer av torsk vid reven utförda med droppvideo, slumpmässigt över tid, under perioden 2017 till 2019 av Fjordtorsk i Bohuslän AB. Huruvida de artificiella reven bidrar med ny och ökad produktion av fisk eller om den ansamling av fisk som observerats i nuläget endast avspeglar en attraktion till de nya revmiljöerna från omkringliggande områden är i dagsläget oklart.

SLU-Aqua ser att etableringen av reven i Byfjorden, som åtgärd, kan erbjuda möjligheter att förbättra kunskapsläget om vilka faktorer som är av betydelse för en framtida återhämtning av torsk i området. SLU-aqua ser därför projektet i Byfjorden i huvudsak som ett kunskapsuppbyggande projekt som undersöker förutsättningar för återhämtning av torsk i kustzonen. Det är därför av stor betydelse att på ett vetenskapligt sunt och rationellt sätt samla in data kring etablering, tillväxt, migration, ursprung och dödlighet, vid sidan av den direkta frågan om revstrukturer över tid leder till en ansamling av större torsk.

Under 2020 tilldelades SLU-Aqua medel från HaV för att följa upp etableringen av reven i Byfjorden. Medel beviljades under premisserna att uppföljningen även kan bidra till att öka kunskapen om den kustnära torskens ekologi, projektet benämns "Uppföljning av artificiella rev i Byfjorden", Dnr 1502-20. Centralt för projektet är att besvara om de artificiella revmiljöerna är funktionella dvs. ökar mängden torsk invid dessa och är i så fall en sådan ökning högre invid reven än i liknande naturliga habitat i området. För att testa frågeställningen används stereo-BRUV system (baited remote underwater stereo-video systems). Övervakning av fisk med kamerateknik är en skonsam metodik som erbjuder ett icke-störande, icke-skadligt och icke-dödligt alternativ till traditionella provfiske. Metodiken gör det även möjligt att övervaka arter som är svårfångade i fiskeredskap och att övervaka fisk i miljöer som man av olika anledningar inte kan, får eller vill bedriva provfiske i, till exempel fiskefredade områden med svaga och hotade fiskbestånd eller miljöer i anslutning till rev, rasbranter och känsliga bottenhabitat. Genom att använda sig av stereobetraktning baserat på analys från dubbla kameror är det dessutom möjligt att skatta fiskarnas storlek och därmed få information om såväl fisksamhällets art- som storlekssammansättning (Costa m fl., 2006). Datainsamlingen med stereo-BRUV systemen utförs i två steg, dels innan reven anläggs i form av en förstudie och dels efter reven anlagts i form av flerårig uppföljning. Resultatet av förstudien redovisas i detta dokument. Utifrån

dess resultat ger detta dokument även en beskrivning av hur den fleråriga uppföljningen med stereo-BRUV systemen bör genomföras.

Förstudiens huvudsakliga syften:

- 1) Lokalisera lämpliga kontrolllokaler i och utanför Byfjorden för utvärderingen av revens effekt.
- 2) Etablera en baslinje för förekomst och storlek av torsk på det befintliga revet i Byfjorden och kontrolllokaler innan etableringen av ytterligare rev sker.
- 3) Dokumentera etableringen av de nya reven med avseende på positionering av de enskilda revmodulerna som underlag till den fleråriga uppföljningen.

2. Metod och material

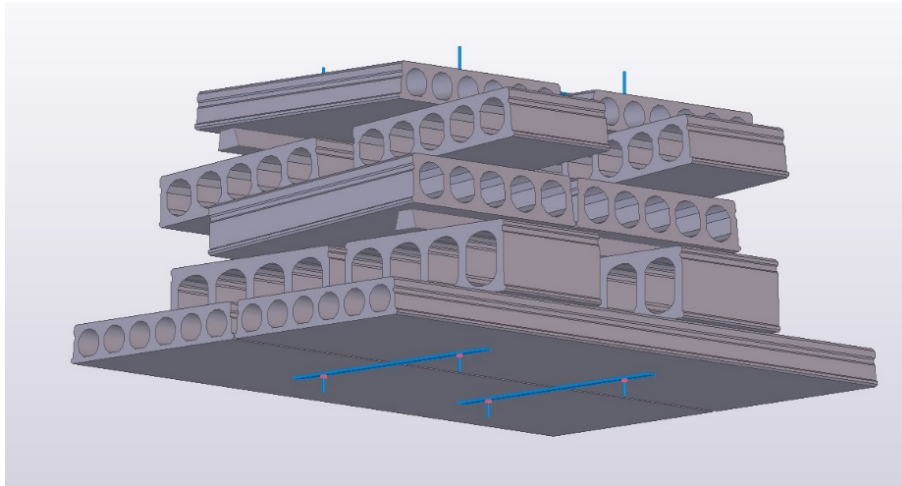
2.1 Provtagningsdesign och undersökningsområde

Byfjorden är den innersta fjorden i fjordsystemen runt öarna Orust och Tjörn i Bohuslän. Den avgränsas i nord, öst och syd av fastlandet i Uddevalla kommun, i väster mynnar den ut i Havstensfjord via ett smalt och grunt sund, minsta djup på tröskeln i detta sund är ca 11 m. Fjorden är 4 km lång och har ett maximalt djup i mitten på ca 50 m. Bäveån har sitt utlopp i de inre delarna av fjorden och bidrar, förutom med färskvatten, med 2 ton fosfor och 50 ton kväve årligen till Byfjorden som tillförs ån via Uddevallas reningsverk (Stigebrant m fl., 2015). Den höga halten näringsämnen, utpräglad stratifiering och begränsad omsättning av vattenmassan under tröskeldjupet gör att syrehalten minskar med ökat djup. Under 17 m djup råder syrebrist i princip året runt (Stigebrant m fl., 2015), levandsutrymmet för torsken i Byfjorden är därmed begränsat till den övre delen av vattenmassan och grundare bottenar.

Vid studiens start fanns där redan ett mindre antal artificiella revmoduler (Figur 1) utplacerade på havsbotten i Byfjorden. Etableringen av dessa moduler (5 st.) gjordes i juli 2015 vid Sundshall på 8-10 m djup (Figur 2). Tillståndet för ytterligare byggnation gällde 64 moduler, där 40 st. placerades i två rader i anslutning till det befintliga revet vid Sundshall (rev Bållevik) och 24 st. i en rad vid Fröländ (Figur 2). Under november och december månad 2020, efter det att datainsamlingen till förstudien genomförts, färdigställdes de två artificiella reven enligt gällande tillstånd (Figur 12 och 13). Positioneringen av de nya revmodulerna fastställdes av Sjöfartsverket under iläggningen av revmodulerna med farledsfartyget Scandica.

För att utvärdera effekterna av reven utifrån data som samlas in med stereo-BRUV system används BACI-metodik (Before-After-Control-Impact). Detta är en standardmetod för utvärdering av restaureringsåtgärder och bedömning av effekter av t.ex. marina skyddade områden (Conner m fl., 2015). I uppföljningen utgör påverkansområden (Impact) de två områdena där nya revmoduler anläggs (Fröländ och Bållevik). Kontroller (Control) till dessa är dels livsmiljöer med mjukbottensubstrat som motsvarar de områden där revmodulerna anläggs och dels områden med hårdbottensubstrat (klippbottenar) som motsvarar det habitat som de artificiella reven avser att efterlikna. För att bredda referensunderlaget används två kontroll-mjukbottenlokaler och två kontroll-hårdbottenlokaler i

Byfjorden och motsvarande uppsättning kontroller i Havstensfjord. Kontrolllokalerna i Byfjorden fungerar som lokala referenser och kontrolllokalerna i Havstensfjord som regionala referenser. Förändringar och mönster som observeras på reven kommer att jämföras med kontrollområdena och upplägget medger ett sätt att härleda förändringar som att vara en lokal effekt av de artificiella revmiljöerna skiljt från storskalig förändringar längs kusten.



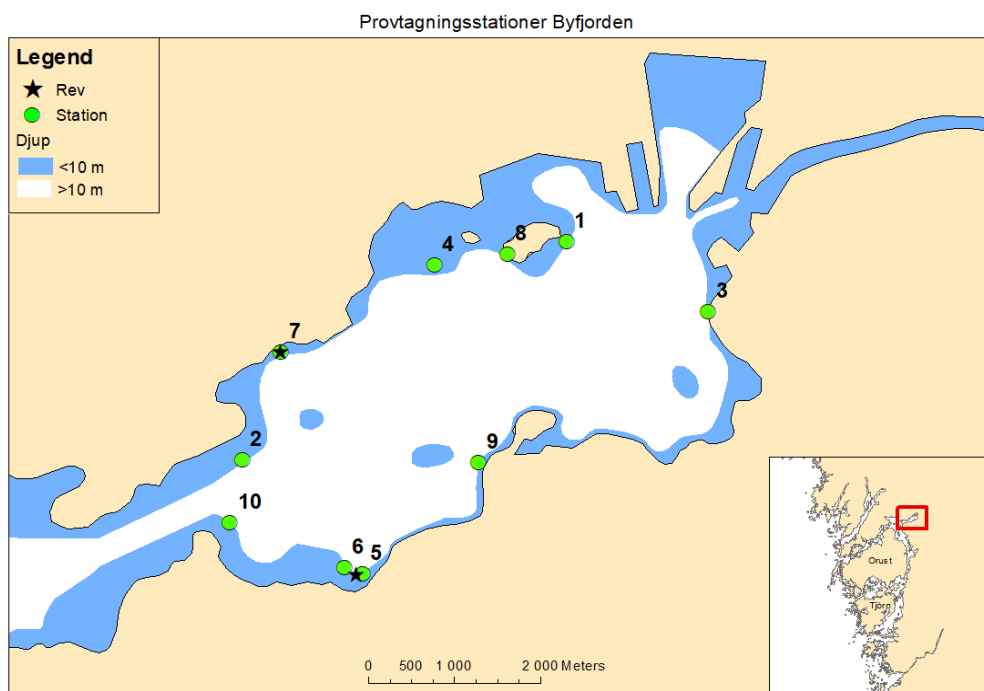
Figur 1. Illustration över en revmodulernas utseende. Revmodulerna är konstruerade av betongblock med genomgående hål. Bilden är hämtad från: <https://www.fjordtorsk.se/artificiella-torsk-och-hummerrev-med-yngelkammare/>

För att säkerställa att kontrolllokalerna är representativa och så lika påverkansområdet som möjligt med avseende på djup och bottenstruktutvärderades ett antal positioner (fortsättningsvis benämnd som en station) i både Byfjorden och Havstensfjord (Figur 2 och 3). Valet av dessa stationer baserades på tillgänglig djup- och bottenstruktdata i Sjöfartsverkets båtsportkort, anekdotisk information om var torsk funnits tidigare i Byfjorden, tidigare provfiske i Havstensfjord (Svedäng m fl., 2016) samt bedömning av bottenens hårdhet utifrån ekolodsdata under fältarbetet (Garmin Echomap Plus 72cv med givare GT20 XDCC, driftfrekvens 77/200kHz). För att utvärdera lämpligheten av stationen som kontrolllokal och för att etablera en baslinje för förekomst av torsk på stationerna genomfördes datainsamling med stereo-BRUV (Figur 2, 3 och Tabell 1). Vid varje datainsamlingstillfälle placerades stereo-BRUV system på 3 stationer samtidigt, dvs. 1 – 2 system placerades på samma station (separerade 10 – 50 m) vid ett och samma tillfälle. Placering av fler än ett system per station ökar chansen för observation i komplexa miljöer och då fisk kan förväntas vara mycket stationär. När stereo-BRUV systemen varit på botten i ca 1 h hämtades de upp, betades med nytt bete, och placerades på en ny station. Datainsamlingen startades efter solens uppgång och avslutades innan solens nedgång, under varje insamlingsdag genomfördes 3 – 4 set med varje stereo-BRUV system. Startstation för datainsamlingen roterades mellan insamlingsdagarna så att alla stationer hade set både under förmiddag och eftermiddag. Lämpligheten av stationen som kontrolllokal avgjordes under videoanalysen utifrån observerat bottenstruktut på 10 m djup och frekvensen observerad torsk.

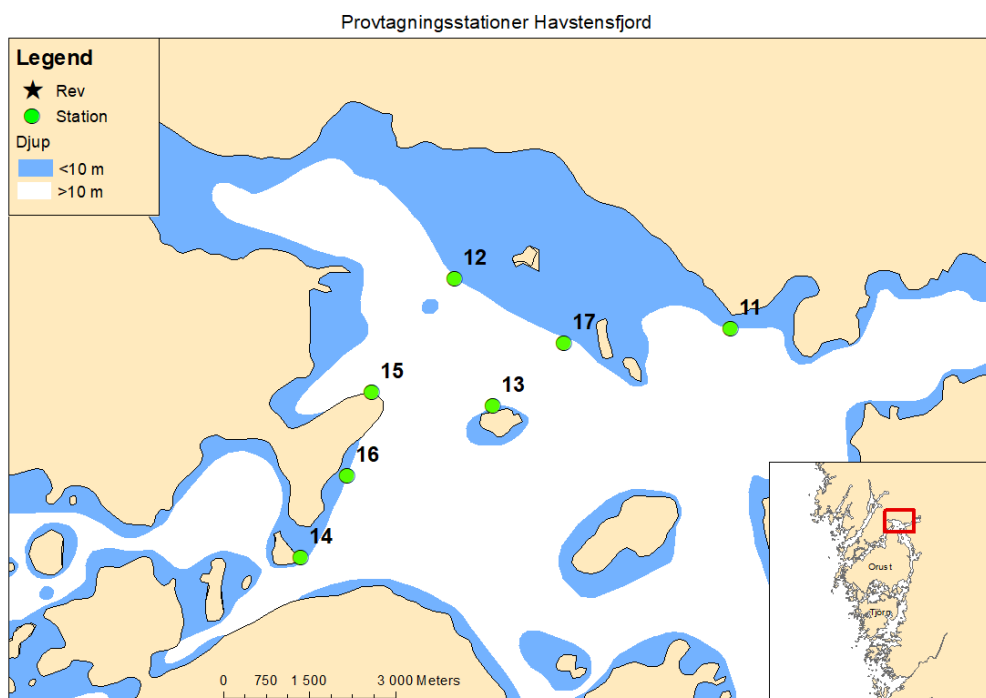
Utöver datainsamlingen med stereo-BRUV genomfördes även fyra transekter (10 - 50 m längd) med en ROV (BlueRobotics®, modell BlueROV1) på 10 m djup längs strömkanten på södra sidan av tröskeln till Byfjorden (Sunninge sund, station nr 10 i Figur 2). Syftet med ROV-transekterna var att undersöka utbredningen av klippor på 10 m djup i detta område, dvs. om någon del av detta område skulle kunna användas som kontrollokal för hårbotten.

Tabell 1. Period och antal dagar då data insamlades med Stereo-BRUV i respektive område. "stereo-BRUV" anger hur många stereo-BRUV system som användes vid respektive omgång.

Område	Omgång	Start datum	Stopp datum	Insamlingsdagar	stereo-BRUV
Byfjorden	1	2019-11-28	2019-12-13	5	5
Byfjorden	2	2020-04-27	2020-04-30	4	6
Byfjorden	3	2020-09-04	2020-09-11	4	6
Havstensfjord	1	2019-09-19	2019-09-20	2	5
Havstensfjord	3	2020-08-18	2020-08-18	1	6



Figur 2. Kartan visar position för provtagningsstationer i Byfjorden. Station 1, 3, 8, 9 valdes ut som potentiella kontrollokaler för naturlig hårbotten, utvärdering genomfördes med stereo-BRUV. Station 2 och 4 valdes ut som potentiella kontrollokaler för mjukbotten, utvärdering genomfördes med stereo-BRUV. Station 5 är position för det mindre artificiella rev som anlades 2015. Station 6 är position för utbyggnationen av det mindre revet för etableringen av rev Bållevik. Station 7 är centrumposition för etableringen av rev Fröland. Station 10 är centrumposition för det område som utvärderades med ROV.



Figur 3. Kartan visar position för provtagningsstationer i Havstensfjord. Station 13 - 16 valdes ut som potentiella kontrolllokaler för naturlig hårbotten, utvärdering genomfördes med stereo-BRUV. Station 11, 12, 17 valdes ut som potentiella kontrolllokaler för mjukbotten, utvärdering genomfördes med stereo-BRUV.

2.2 Stereo-BRUV system

De stereo-BRUV system som använts under studien följer internationell standard för design (Langlois m fl., 2020). Schematiskt består de av fyra huvudkomponenter; en rektangulär ram (fortsättningsvis kallad rigg) sammanfogad av 25 mm aluminiumrör ($L \times B \times H = 100 \times 34 \times 50$ cm), sänken av aluminiumanoder och galvaniserad 8 mm kätting, två kamerahus av vita PVC-rör med ändlock av transparent akrylglas (110 mm i diameter, 230 mm längd, tillverkade av SeaGis®) och en avtagbar betespinne av 25 mm aluminiumrör (Figur 4). I änden på betespinnen sitter en vertikalt monterad gängstav i rostfritt stål för fäste av betespåse och ett referensmått. Referensmålet består av en kvadratisk bit gråfärgad akrylplast med en längd av ca 30 mm, på referensmålet står även riggens ID-nummer, vilket gör att det är synligt i vyn för båda kamerorna och i det inspelade videomaterialet. Kamerahusen monterades på riggarna med ett mellanrum av 600 mm och i vinkel (ca 15° i förhållande till riggens långsida) så att centerfokus för respektive kamera placerades på betespåsen (1050 - 1080 mm från baslinjen mellan kamerorna). Kamerahusen placerades i riggarnas ovan del, flytkraften från den interna luften i kamerahusen fungerade därmed som rätande kraft vilket bidrar till att hålla riggen på rätt köl då den sänks ner i vattnet. I ovankant på riggarna fästes fyra 12 mm flytlinor (blå nylon, en i varje hörn), dessa sammanfogades till en ögla ca 80 cm ovanför riggen. I ögla kopplades en 8 mm flytlina upp till en boj vid ytan. Stereo-BRUV systemen är fristående från varandra, all hantering i form av nedsänkning och upphämtning sker en rigg i taget.



Figur 4. Bild på ett stereo-BRUV system.

2.3 Kameror och stereokalibrering

Alla stereo-BRUV system utrustades med 2 st. GoPro® Hero 5 Black kameror. Kamerorna monteras i permanent låsta positioner i PVC husen med hjälp av husens specialbyggda fästen. Kalibreringsfiler för stereomätning skapades för respektive system innan fältförsöken med en 3D kalibreringskub och mjukvaran CAL från SeaGis (<https://www.seagis.com.au>). Videoinspelningen för kalibrering utfördes i sötvatten i en inomhusbassäng. Samtliga kameror användes med videoinställningar för 1920x1080 videoformat, "medium field of view" och 30 "frames per sekund".

2.4 Ljuskälla

För att uppnå tillräcklig videokvalitet för observation av fisk även under dåliga ljusförhållanden så utrustades samtliga stereo-BRUV system med en BigBlue® dyklampa "Black Molly 3" (modell AL2600XVP, 120° spridning, 2600 lumen, 6500K). Lampan placerades mitt på baslinjen mellan kamerorna, riktad mot betespåsen, och belyste på så sätt lika stor yta i vyn från respektive kamera. För att vara konsekvent i användandet av ljuskälla så sattes lampan till minsta effektläget under samtliga set.

2.5 Bete

Betets syfte är att locka fisk till stereo-BRUV systemen så att de simmar in i vyn framför kamerorna. Eftersom det primära målet med undersökningen var inventering av torsk användes sill (*Clupea harengus*) som bete. Sill är ett naturligt byte för torsken, kommersiellt lättillgängligt och tillhör dessutom ett av de släkten av feta fiskar som rekommenderas som bete vid användning av stereo-BRUV (Langlois m fl., 2020). Sillen var finskuren och frusen vid start av respektive omgång. Under insamlingsdagarna hölls betet på is men tinade sakta upp och blev därmed av allt sämre kvalitet. Inför

varje nytt set tömdes det gamla betet ut och nytt bete, ca 100 g, fylldes på i betespåsen. De betespåsar som användes är en kommersiellt tillgänglig produkt, tillverkad av ett finmaskigt svart nylonnät, inköpt från Carapax Marine Group AB i Lysekil.

2.6 CTD

Under datainsamlingen i Byfjorden i september 2020 utrustades fyra stereo-BRUV system med DST-CTD (Data Storage Tag - Salinity, Conductivity, Temperature and Depth) från tillverkaren Star-Oddi, Island. Loggrarna placerades i en skyddande gummihylsa på riggen mellan kamerahusen (ca 30 cm upp från botten) och programmerades att samla in en datapunkt för salinitet, temperatur och djup var 5 minut. Medelvärde av uppmätt salinitet, temperatur och djup, för den tid då stereo-BRUV systemen befann sig på botten, jämfördes mellan de artificiella reven och kontrolllokalerna. På station 7 (rev Fröland) utfördes även en längre tidserie, från den 29 oktober till den 13 november, med en DST-CTD inställd på att samla in en datapunkt var 10 minut. Jämförelsen mellan stationerna och loggning över tid utfördes som en del i ledet att säkerställa att de valda lokalerna för de artificiella reven och kontrollerna är lämpliga livsmiljöer för torsk.

2.7 Analys av video

Videofilerna från Stereo-BRUV systemen sparades på externa HDD där de namngavs baserat på kameratillhörighet (höger eller vänster) i kronologisk ordning utifrån start av inspelningstid och katalogiserades på lokal/datum/riggID. Efter respektive fältperiod kategoriserades varje set till godkänd eller inte godkänd ("valid" eller "invalid") baserat på antalet inspelade videofiler från respektive kamera och en initial genomgång av videomaterialet med VLC media player (<https://www.videolan.org>). Setet kategoriserades invald om 1) en eller två kameror i samma rigg spelat in mindre än 45 minuter eller 2) om riggen landade på botten så att kamerorna filmade vertikalt mot ytan 3) Estimerat siktdjup var < 1 m, dvs. betespåsen kunde inte urskiljas i bild. De set som bedömdes som valid analyserades vidare med mjukvaran EventMeasure från SeaGis enligt följande metod;

- Videofilerna synkroniserades och stereokalibreringen testades mot referensmättet då riggen nått botten, dvs. referensmättet längdmättes och uppmätt längd jämfördes med känd längd
- Naturtyp definierades i enlighet med Natura 2000 naturtyper utifrån synligt bottenstrukt i båda kameravyerna (hårdbotten – 1170, alternativt mjukbotten – 1000)
- Antal minuter tillgängliga för analys avgränsades till den tid från då riggen landat på botten till dess att den lämnar botten
- Video från riggens vänsterkamera spelades upp i programmet via "snabbspolning/scrollning" med datormus i en hastighet av ca 8 gånger normal hastighet
- När en fisk upptäcktes i bilden stoppades scrollingen och video spelades upp i normal hastighet för identifikation
- Identifierades arten till en torsk stoppades video och längdmätning utfördes på en position där hela fisken var synlig i både vänster och höger kamera vy

- Om möjligt upprepades längdmätningen av samma individ minst tre gånger från tre olika positioner i bilden, längden för individen angavs till medelvärde för mätningarna
- Minsta antal individer angavs av max antal i bild samtidigt (MaxN – metoden (Cambell m fl., 2015) eller separering med minst 5 cm i medellängd
- Tid till första kontakt av en observerad torsk definierades från start av analys till då individen först observerades i bild i vänster kamera vy
- Siktdjupet (i horisontalld) estimerades genom placering av en 3D punkt alternativt en längdmätning (EventMeasure ger även avstånd till objektet vid stereo-mätning)
- Övriga identifierade djurarter noterades endast

3. Resultat

Utvärderingen av hårdhet på botten på 10 m djup via ekolod uteslöt flera områden som definierats som potentiella hårbottenlokaler utifrån tillgänglig sjökortsinformation. Områden som undersöktes med ekolod men inte utvärderades vidare med video var runt Ringburen (58°19.813'N 11°52.645'E), nord om Rödön (58°19.976'N 11°53.315'E) och öster om Gorrviken (58°19.562'N 11°52.460'E). Från de fem potentiella hårbottenlokaler som valdes ut för vidare utvärdering med video var det endast på station 3 och 8 som klippor observerades på 10 m djup, dessa två stationer valdes följaktligen ut som hårbotten-kontroller i Byfjorden (Tabell 2). Tillgängligheten på klippbottnar på 10 m djup i Havstensfjord var större, hårbotten-kontrollerna valdes här ut baserat på frekvens observerad torsk under datainsamlingen med stereo-BRUV (Tabell 3). Lämpliga kontrolllokaler för mjukbotten lokaliserades baserat på observerat bottensubstrat på station 2 och 4 i Byfjorden och station 11 och 12 i Havstensfjord (Tabell 2 och 3).

För utvärderingen av stationernas lämplighet som kontroll och för etablering av en baslinje för förekomsten av torsk genomfördes totalt 257 godkända set med stereo-BRUV i Byfjorden och Havstensfjord under 2019 – 2020 (Tabell 2 och 3). Videoanalys av de godkända seten genererade totalt 109 observerade torskar (Tabell 2 och 3). Tid till första kontakt vid observation av torsk var 24 minuter i medel för alla observationerna, spridningen var dock stor, förklaringsgraden av minskat antal första kontakter med ökad observationstid var relativt låg (Figur 5).

Längdmätning av de observerade individerna visade att årets rekrytering (6 – 15 cm) var relativt frekvent förekommande, under hösten 2019 observerades de på samtliga stationer i Byfjorden och på 3 av 4 stationer i Havstensfjord (Figur 6 och 9). Mönstret är det samma under hösten 2020, men med något lägre frekvens och mindre utbredning (Figur 7 och 9). Under datainsamlingen på våren 2020 i Byfjorden observerades endast 3 individer under 16 cm, och endast på station 3 (Figur 7). Sannolikt utgör dessa tre individer inte en nyrekrytering för året, det är troligen småväxta individer från 2019 års rekrytering. Gällande torsk med längd över 16 cm (trolig ålder 1+) så observerades dessa endast på hårbottenlokaler och på det artificiella revet (Figur 6 till 10). Torsk över 40 cm (potentiellt adult) observerades endast vid två tillfällen på naturlig hårbotten (station 3 april 2020 och station 14 augusti 2020). På det artificiella revet observerades torsk över 40 cm vid samtliga insamlingstillfällen, under

september 2020 observerades 2 individer över 40 cm under samma set (43 och 62 cm, vilket även är den största individen som observerats under samtliga omgångar, Figur 11). Övriga observerade arter omfattade Vitling (*Merlangius merlangus*), Stensnultra (*Ctenolabrus rupestris*), Blågylta (*Labrus mixtus*), Berggylta (*Labrus bergylta*), Plattfisk (*Pleuronectiformes sp.*), Hummer (*Homarus gammarus*), Krabbtaska (*Cancer pagurus*), Skarv (*Phalacrocorax carbo*) och Knubbsäl (*Phoca vitulina*).

Den torsk som observerades visade, med undantag av några få tillfällen, inget intresse av att attackera betespåsen. Torsken var istället oftast skygg och höll sig en bit ifrån stereo-BRUV systemet under större delen av setet. Detta beteende medförde att bedömning av art och längdmätning ibland var svårt att genomföra då sikten i Byfjorden och Havstensfjord allmänt var mycket begränsad (< 2 m).

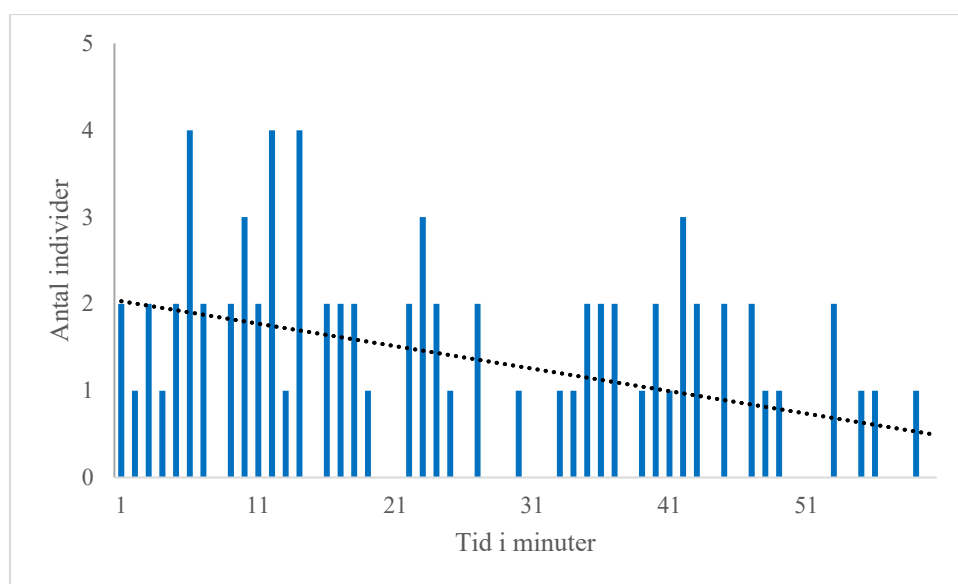
Medelvärde för salinitet och temperatur på stationerna i Byfjorden varierade generellt som en funktion av djupet, stereo-BRUV system som hamnade djupare än 10 m visade allmänt högre salinitet och lägre temperatur än de som hamnade grundare än 10 m (Figur 14). Vid flera tillfällen var dock saliniteten markant lägre än vid övriga insamlingstillfällen (bland annat vid två tillfällen på station 7, Figur 14). Medelvärde för salinitet under 20 PSU uppmättes av två av fyra CTD loggers. Det är emellertid osäkert om dessa mätvärden i samtliga fall är korrekta, dels uppträder de avvikande värdena oberoende av djup och temperatur, vid ett tillfälle (station 6, tillfälle 2) saknas dessutom mätvärden för salinitet helt. Den längre mätserien på station 7 (rev Fröland), som utfördes efter datainsamlingen med stereo-BRUV systemen, visade ingen större variation i varken salthalt eller temperatur under de 15 dygn då CTD loggern befann sig på botten (Figur 15).

Tabell 2. Antal godkända set med stereo-BRUV per station vid respektive insamlingsomgång i Byfjorden. Torsk anger totala antalet observerade torskindivider per station för samtliga insamlingsomgångar, frekvens anger medelantal torskindivider per set. Lokal anger vilka stationer som bedömdes lämpliga som referenslokal (MB = mjukbotten, HB = Hårdbotten) samt vilka stationer som representerar artificiellt rev.

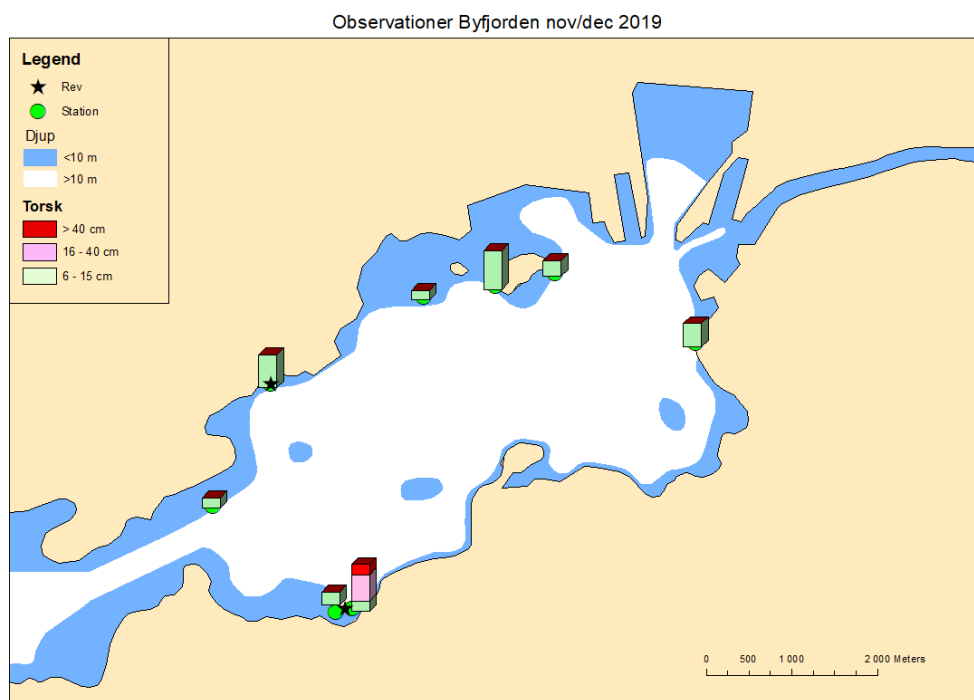
Station	Namn	nov -19	apr -20	sep -20	Torsk	Frekvens	Lokal
1	NO St Kärra holme	3	0	0	1	0,33	Utgår
2	S Grönnäs	9	12	8	2	0,07	Referens MB
3	V Bohusgården	10	14	6	22	0,73	Referens HB
4	S Säleskäret	10	12	9	4	0,13	Referens MB
5	Sundshall	9	5	9	28	1,22	Befintligt Rev
6	Bållevik	11	10	10	3	0,10	Etablering Rev
7	Fröland	10	12	10	15	0,47	Etablering Rev
8	SV St Kärra holme	11	13	10	23	0,68	Referens HB
9	Lindesnäs	0	0	10	0	0,00	Utgår

Tabell 3. Antal set med stereo-BRUV per station vid respektive insamlingsomgång i Havstensfjord. Torsk anger totala antalet observerade torskindivider per station för samtliga insamlingsomgångar, frekvens anger medelantal torskindivider per set. Lokal anger vilka stationer som bedömdes lämpliga som referenslokal (MB = mjukbotten, HB = Hårdbotten).

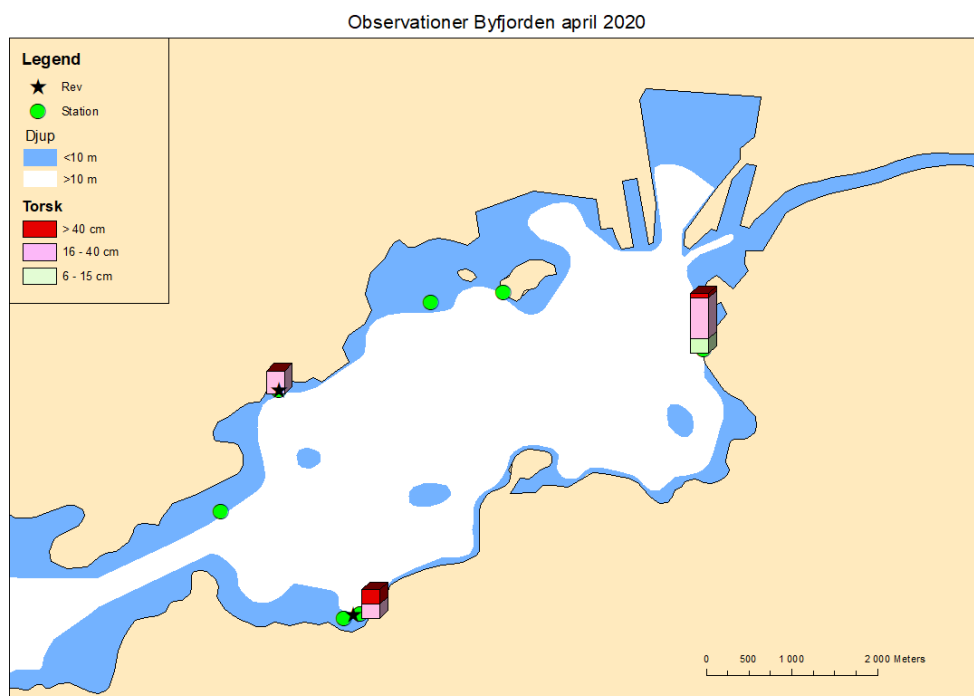
Station	Namn	sep -19	aug -20	Torsk	Frekvens	Lokal
11	Palle näbba	5	0	1	0,20	Referens MB
12	V Vadholmen	5	5	0	0,00	Referens MB
13	Kråkan	0	3	4	1,33	Referens HB
14	Mattholmen	0	3	3	1,00	Referens HB
15	N Havsten	4	0	1	0,25	Utgår
16	O Havsten	5	0	2	0,40	Utgår
17	V Långholmen	0	4	0	0,00	Utgår



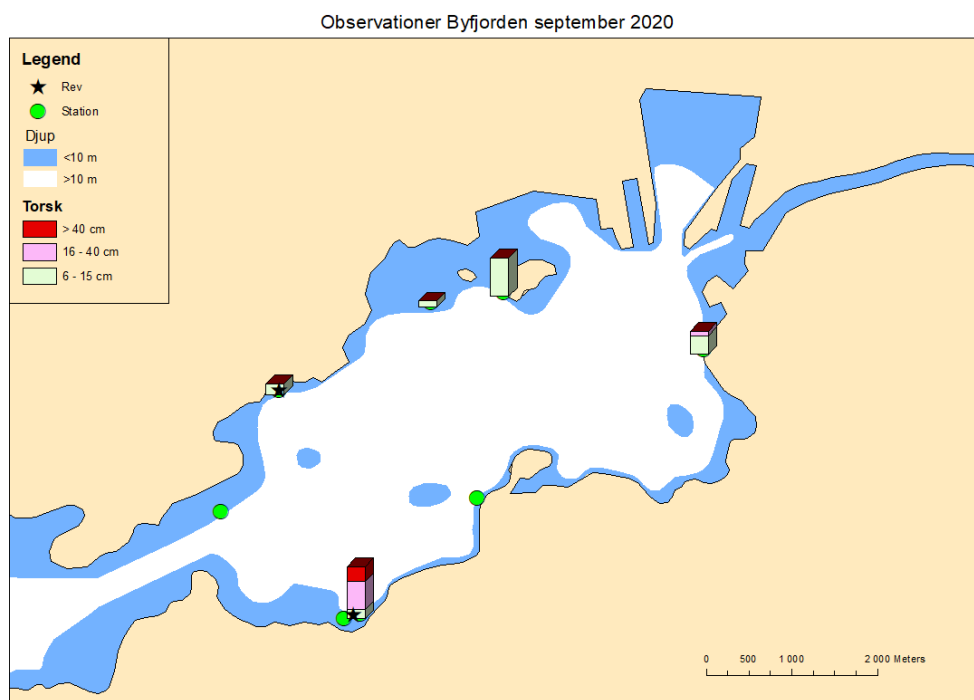
Figur 5. Tid till första kontakt för observerad torsk. Trendlinjen visar att antalet första kontakter minskar med ökad observationstid, förklaringsgraden är dock relativt låg ($R^2 = 0,16$).



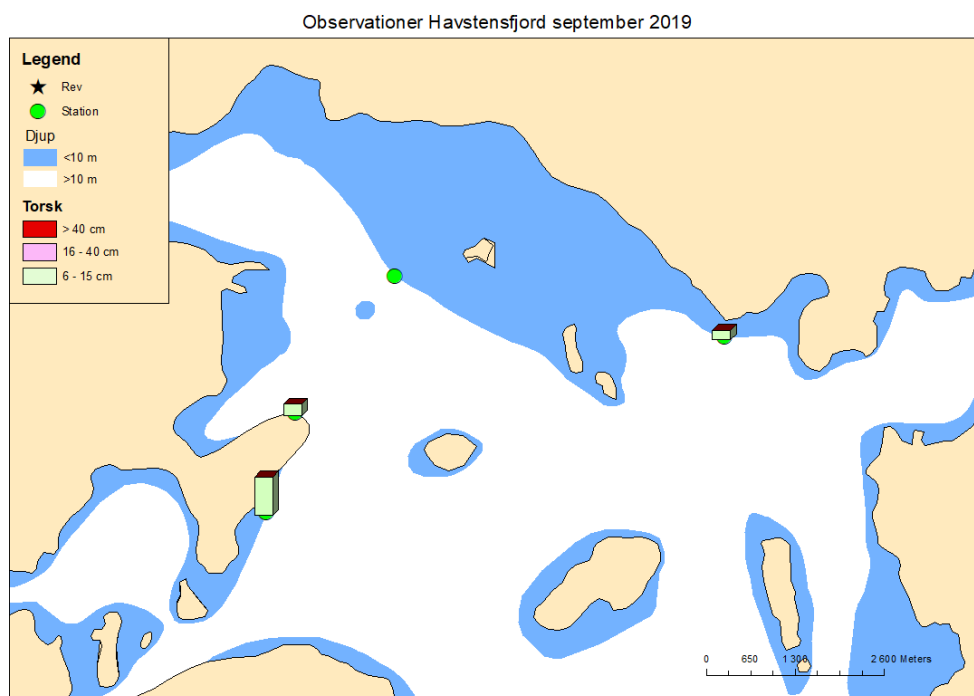
Figur 6. Relativt antal och storleksfördelning av torsk på respektive station i Byfjorden, datainsamling omgång 1.



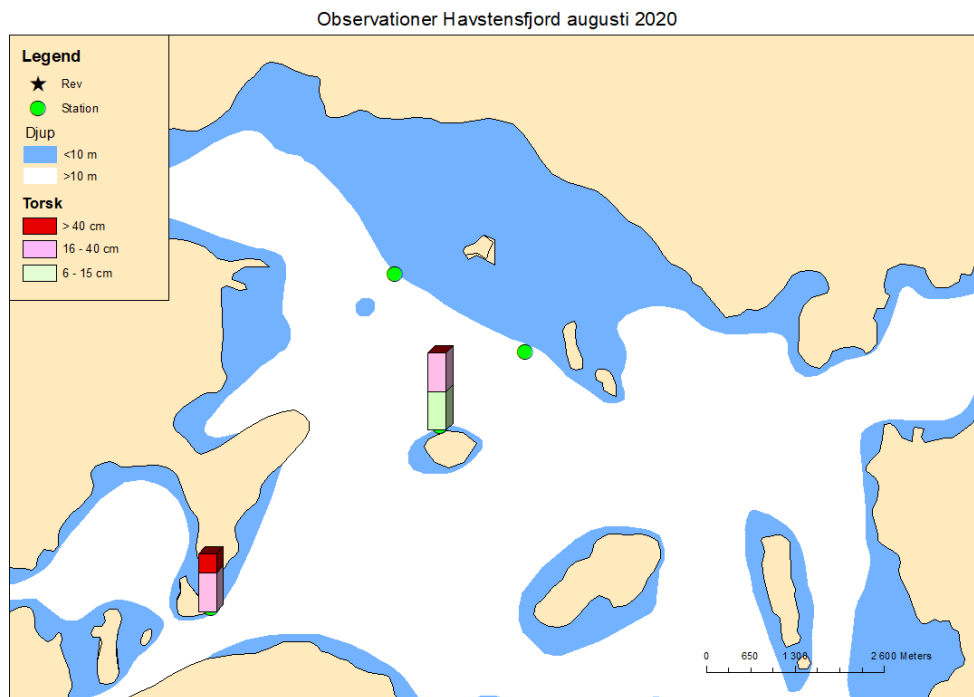
Figur 7. Relativt antal och storleksfördelning av torsk på respektive station i Byfjorden, datainsamling omgång 2.



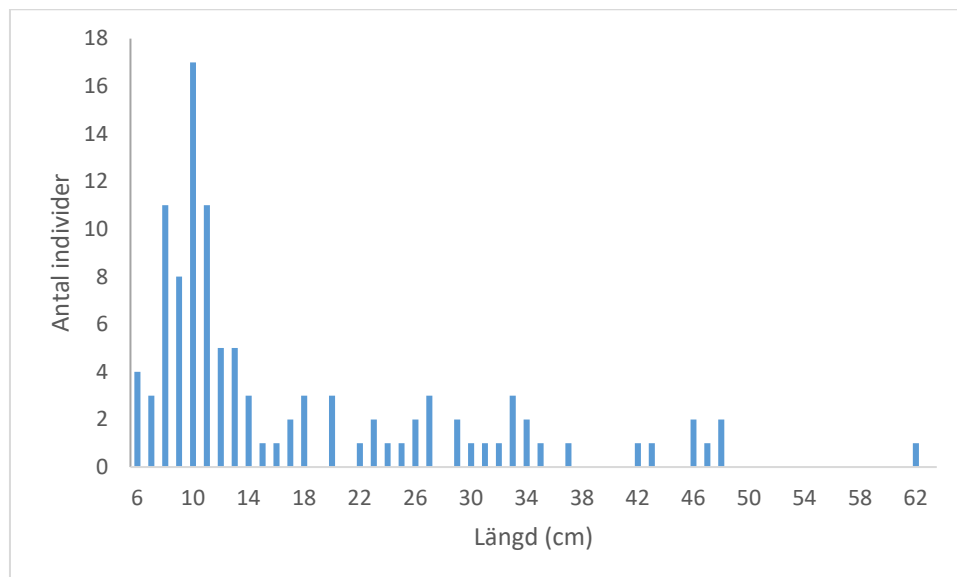
Figur 8. Relativt antal och storleksfördelning av torsk på respektive station i Byfjorden, datainsamling omgång 3.



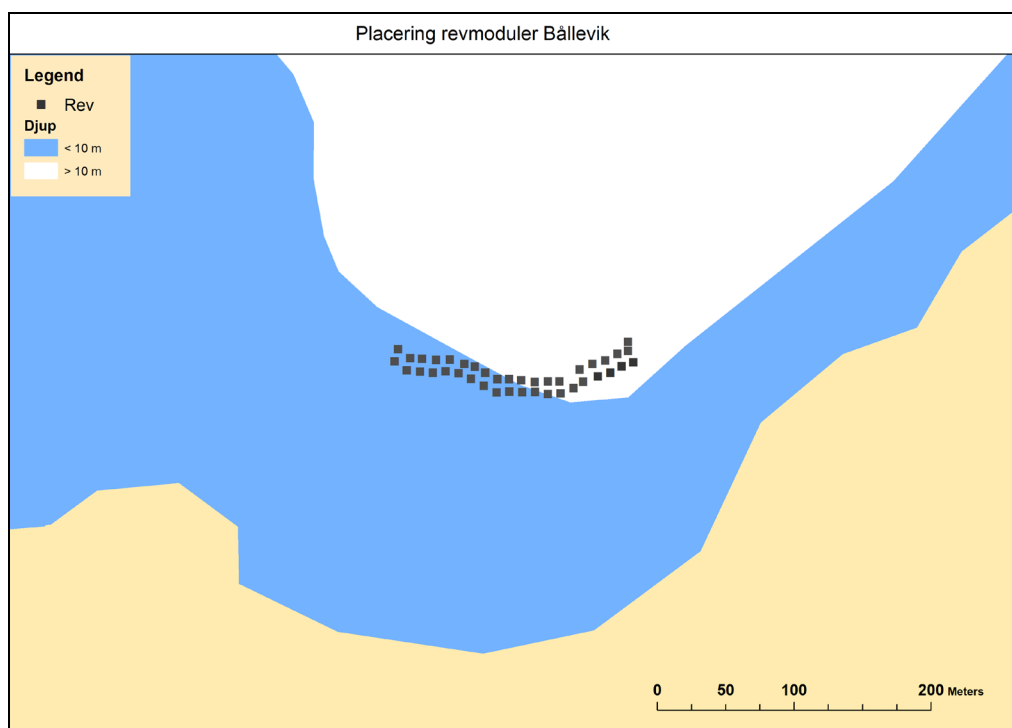
Figur 9. Relativt antal och storleksfördelning av torsk på respektive station i Havstensfjord, datainsamling omgång 1.



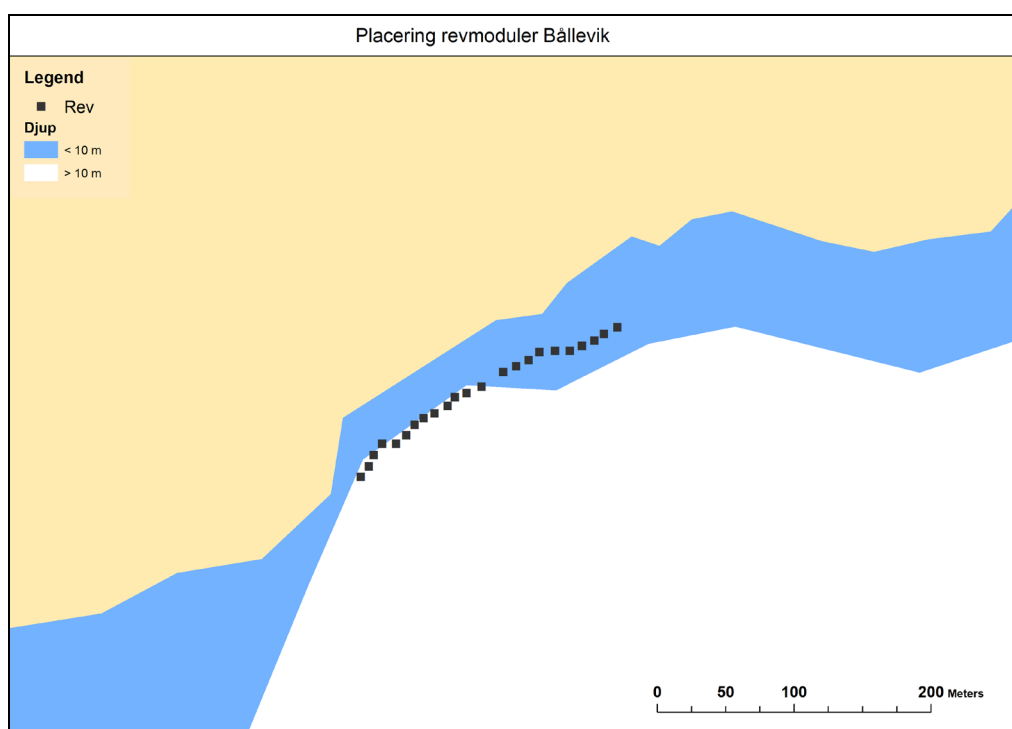
Figur 10. Relativt antal och storleksfördelning av torsk på respektive station i Havstensfjord, datainsamling omgång 3.



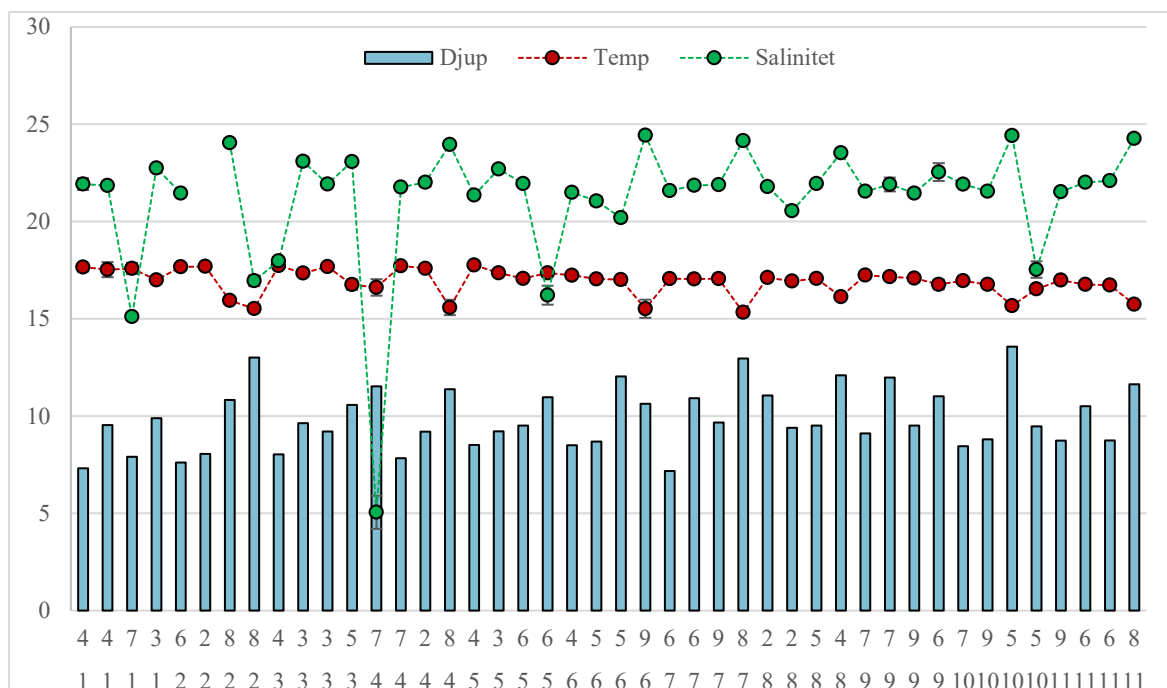
Figur 11. Längdfördelning för alla observerade torskar i Byfjorden och Havstensfjord.



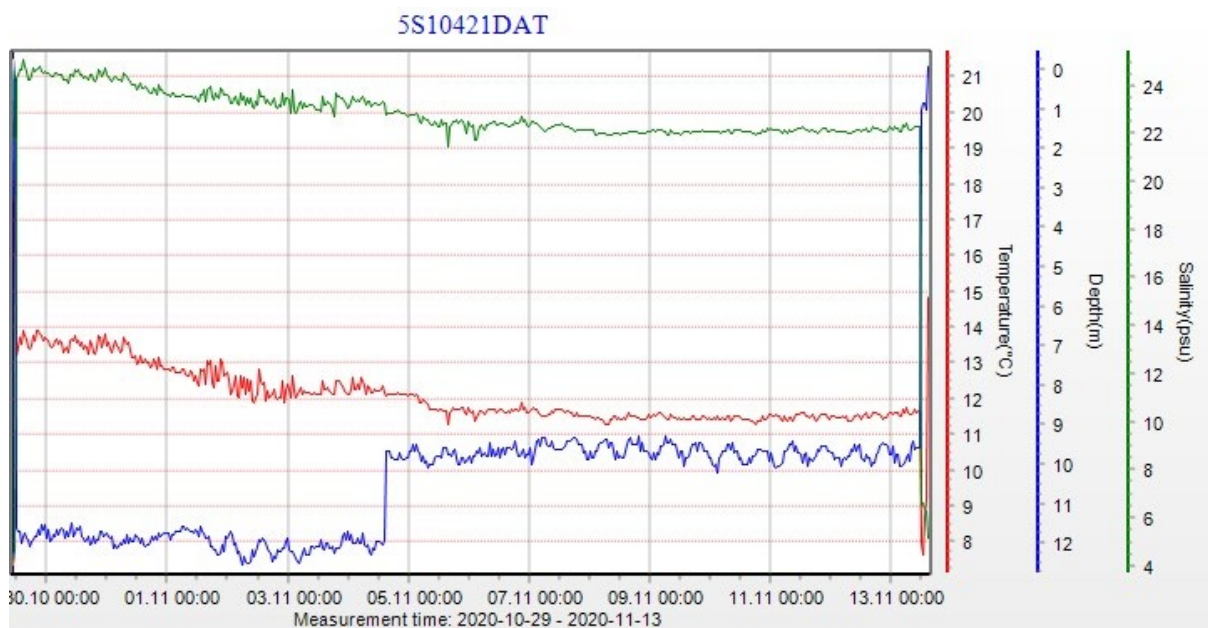
Figur 12. Positionering för enskilda revmoduler i Bållevik.



Figur 13. Positionering för enskilda revmoduler vid Fröland.



Figur 14. Medelvärden för salinitet (PSU), temperatur (°C) och djup (m) för respektive station (övre siffra på x-axel), insamlingstillfälle 1 till 11 (nedre siffra på x-axel), under datainsamlingen med stereo-BRUV i Byfjorden i september 2020. Felstaplarna representerar standardavvikelse.



Figur 15. Salinitet (PSU), temperatur (°C) och djup (m) på station 7 (lokalen för etablering av rev "Fröland") från den 29 oktober till den 13 november 2020. Hoppet i djup från 12 m till 10 m den 4 november visar att CTD loggern flyttats, troligen har linan som fäste i loggern blivit draggad av en hummerfiskare.

4. Diskussion

Utvärderingen av lämpliga kontrolllokaler för hårbotten i Byfjorden visade att detta habitat inte förekommer i så stor utsträckning på 10 m djup som möjligtvis kan förväntas baserat på hur det ser ut ovan ytan. På endast två av de fem stationer som undersöktes med video fanns det utpräglad hårbotten, d.v.s. klippor, på 10 m djup. De få observationerna av torsk (och övrig fisk) som gjordes på de identifierade hårbottenstationerna tyder dock på att det inte finns en mättnad av fisk på dessa lokaler, och att det därmed vid nuvarande fiskförekomst sannolikt inte råder en brist av detta habitat för torsken i Byfjorden.

De mätvärden för salinitet och temperatur som samlades in under september 2020 tyder på att samtliga provtagningsstationer i Byfjorden har likvärdiga abiotiska förhållanden. De avvikande värden för salinitet som uppmättes är troligen en artefakt som uppstått då luftbubblor fastnat i skyddshöljet för CTD loggern då riggarna lyftes i och ur vattnet. Skulle det vara så att de avvikande värdena representerar verklig variation så var denna variation i så fall fördelad över flera olika stationer, på både norra och södra sidan av Byfjorden, och över flera djup. Utifrån nuvarande data går det följaktligen inte att fastställa att någon av provtagningsstationerna skulle ha en olämplig livsmiljö för torsk med avseende på abiotiska förhållanden.

Inom hela fjordsystemet runt Orust råder fiskeförbud för torsk, kolja och bleka under hela året. Teoretiskt ska alltså förekomsten av torsk på de artificiella reven och på kontrollokalerna inte påverkas av mänsklig aktivitet i form av fiske. Det finns dock en risk att fritidsfisket har en viss påverkan på reven och de olika lokalerna i form av bifångster av torsk vid fiske efter andra arter som t.ex. havsöring, vitling och hummer. Men eftersom fiske med handredskap och burar är tillåtet på samtliga lokaler som ingår i studien (station nr 14 ligger på gränsen till det hel stängda området i Havstensfjord) så gör vi bedömningen att den påverkan som sker för närvarande är likvärdig i samtliga områden. Skulle det visa sig att fritidsfisket på de artificiella reven eller någon av kontrollokalerna under studiens gång ökar, så att där finns en risk att bifångster av torsk påverkar möjligheterna att utvärdera effekterna av de artificiella reven, så kan det bli aktuellt att föröka få till stånd ytterligare fiskeregleringar inom området.

Trots att det noterades dåliga siktförhållanden (generellt mindre än 2 m) under provtagningen så visar denna studie att stereo-BRUV metoden kan användas för att observera torsk i fjordsystemen. Att antalet observationer i studien som helhet är lågt var förväntat, detta speglar troligen beståndets storlek snarare än metodens effektivitet. Gällande torskens ovilja att attackera betet så går det i nuläget inte att avgöra hur korrelerat detta är till sannolikheten att observera fisken. Den höga frekvensen av observation av torsk på det befintliga artificiella revet tyder dock på att torsken, trots sin skygga natur, ändå är intresserad av riggen och kommer vid något tillfälle under setet att passera tillräckligt nära för att bedömning av art och längdmätning ska gå att genomföra. Attraktion till ett bete är i sig inte heller nödvändigt för att skatta förekomsten av fisk med stereo-BRUV system (Hardinge m fl., 2013). Så länge fisken går att observera så kommer förändringar i abundans sannolikt speglas i relativ förekomst och därmed kommer det även vara möjligt att studera förändringar över tid i enlighet med BACI – metodik.

Placering av fler än ett stereo-BRUV system per station ökar chansen för observation i komplexa miljöer och då fisk kan förväntas vara mycket stationär. Enligt Lars-Olof Axelsson så visade den droppvideo som samlats innan studien startade att torsken på det artificiella revet var mycket stationär.

Axelsson menade att om stereo-BRUV systemet pekade åt fel håll så skulle det inte gå att observera någon torsk på reven eftersom denna inte lämnade sina ”bohålor” i revet. För att öka chanserna att observera den fisk som eventuellt fanns på det befintliga artificiella revet så användes därmed två stereo-BRUV systemen per station. Det finns dock risk att observationer av de individer som görs på stationen då överlappar mellan stereo-BRUV systemen, dvs. en och samma individ kan potentiellt registreras som två olika observationer. På grund av att datainsamlingen med stereo-BRUV systemen även utfördes på samma station vid flera tillfällen under respektive insamlingsomgång är det sannolikt så att samma individ har observerats vid mer än ett tillfälle. Antalet observerade individer per station ska alltså inte ses som ett faktiskt mått av abundans, utan endast som relativ förekomst i förhållande till antalet set per station. Detsamma gäller för uppmätt storleksfördelning, det ska ses som ett relativt mått i förhållande till antalet set per station.

Längdfördelningen av den torsk som observerades under förstudien är i linje med de resultat som observeras under provfisken i fjordsystemen (Andersson m fl., 2019). Antalet adulta torskindivider (> 40 cm) tycks för närvarande vara mycket lågt, den enda station där torsk över 40 cm observerats vid mer än ett tillfälle var det artificiella revet i Byfjorden. Resultatet från datainsamlingen med stereo-BRUV bekräftar därmed de observationer som gjorts med droppvideo, på det befintliga artificiella revet finns adult torsk, och den finns där under både under vår och höst. Antalet observationer av adult fisk är emellertid fortsatt lågt, det rör sig troligen om endast ett fåtal individer som observerats vid flera tillfällen. Skillnaden i uppmätt frekvens av stor torsk mellan det artificiella revet och kontrollokalerna bedöms dock som tillräckligt stor för att motivera en fortsatt övervakning och utvärdering av revens effekter.

5. Förslag för fortsatt datainsamling med stereo-BRUV

- CTD loggers placeras på samtliga riggar under datainsamlingen. För att avgöra om variation i salinitet eller temperatur kan påverka utvärderingen, d.v.s. om det påverkar sannolikheten att observera torsk under ett set, så behövs där mer data.
- Datainsamling med stereo-BRUV genomförs tidigt under våren 2021 på de artificiella reven för att dokumentera förekomst av fisk då reven är nyetablerade.
- Den långsiktiga årliga uppföljningen av förekomst och storleksfördelning av torsk på reven och kontrollokalerna genomförs på hösten (sep – okt).
- Datainsamlingen begränsas under den långsiktiga uppföljningen till de fyra valda kontrollokalerna och de två artificiella reven.
- Varje replikat med stereo-BRUV utökas i ståtad, set med mindre än 80 minuter bottenid ska anses ej godkänd (invalid). I dålig sikt ger längre ståtad större möjlighet att få skygg fisk tillräckligt nära riggen för att med säkerhet bedöma vilken art det är och utföra längdmätning
- Avstånd mellan replikat standardiseras till minimum 300 m, i praktiken innebär detta att endast ett stereo-BRUV system kan användas per station. Detta säkerställer att de observationer som görs vid varje enskild set-omgång (d.v.s. vid varje tillfälle då alla BRUV befinner sig i vattnet samtidigt) kan anses oberoende.
- För att samla in kompletterande data kring etablering, tillväxt, migration, ursprung och dödlighet, föreslås en märkningsstudie på torsk, se plan för detta i dokument ”Märkning av torsk inom projekt artificiella rev i Byfjorden”.

- Under fångst av fisk för märkning samlas även vävnadsprover in för genetisk analys av beståndstillhörighet (Nordsjön eller Kattegatt beståndet)

Referenser

- Andersson, E., Jakobsson, P., Thorvaldsson, B. & Högvall, J. (2019). Expeditionsrapport Kustrålundersökningen 2019, Aqua reports 2019:19. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser, Lysekil 22s.
- Campbell, M., Pollack, A., Gledhill, C., Switzer, T., DeVries, D. (2015). Comparison of relative abundance indices calculated from two methods of generating video count data, Fisheries Research, Volume 170, 2015, Pages 125-133, ISSN 0165-7836, <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2015.05.011>.
- Conner MM, Saunders WC, Bouwes N, Jordan C. (2015). Evaluating impacts using a BACI design, ratios, and a Bayesian approach with a focus on restoration. Environ Monit Assess. 2015;188(10):555. doi:10.1007/s10661-016-5526-6
- Costa, C., Loy, A., Cataudella, S., Davis, D., Scardi, M. (2006). Extracting fish size using dual underwater cameras, Aquacultural Engineering, Volume 35, Issue 3, 2006, Pages 218-227. ISSN 0144-8609, <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2006.02.003>.
- Hardinge, Jethro & Harvey, Euan & Saunders, Benjamin & Newman, Stephen. (2013). A little bait goes a long way: The influence of bait quantity on a temperate fish assemblage sampled using stereo-BRUVs. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 449. 250-260. 10.1016/j.jembe.2013.09.018.
- Langlois, T, Goetze, J, Bond, T, et al. A field and video annotation guide for baited remote underwater stereo-video surveys of demersal fish assemblages. (2020). Methods Ecol Evol. 2020; 11: 1401–1409. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13470>
- Stigebrandt, A., Liljebladh, B., de Brabandere, L., Forth, M., Granmo, Å., Hall, P., Hammar, J., Hansson, D., Kononets, M., Magnusson, M., Norén, F., Rahm, L., Treusch, A.H., Viktorsson, L. (2015). An Experiment with Forced Oxygenation of the Deepwater of the Anoxic By Fjord, Western Sweden. Ambio 44, 42–54. <https://doi.org/10.1007/s13280-014-0524-9>
- 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