

Aktiv forvaltning av marine ressurser – lokalt tilpasset forvaltning

TVEDESTRAND

Av

Sigurd H. Espeland, Alf R. Kleiven, Even Moland, Portia Joy Nillos Kleiven,
Kim Halvorsen, Torjan Bodvin, Esben Moland Olsen og Jan Atle Knutsen



HAVFORSKNINGSINSTITUTTET
INSTITUTE OF MARINE RESEARCH

Aktiv forvaltning av marine ressurser – lokalt tilpasset forvaltning

Tvedestrand

Sluttrapport

Av

Sigurd H. Espeland, Alf R. Kleiven, Even Moland, Portia Joy Nillos Kleiven, Kim Halvorsen,
Torjan Bodvin, Esben Moland Olsen og Jan Atle Knutsen

Flødevigen, desember 2016

Innhold

Aktiv forvaltning av marine ressurser –	1
lokalt tilpasset forvaltning	1
1. Introduksjon	4
1.1 Bakgrunn	4
1.2 Forventede effekter	5
1.3 Innsamling av data	6
1.4 Organisering og prosjekter	6
2. Områdene: «Furøya forbudssone»,	8
«Indre Oksefjord bevaringssone» og «Sagesund bevaringssone»	8
2.1 Kort om områdene	8
2.2 Innsamling av data i områdene	9
2.2.1 Forsøksfiske med ruser	9
2.2.2 Øvrige undersøkelser ved bruk av akustiske merker	10
2.2.3 Eggundersøkelser	10
2.2.4 Strandnottrekk	11
2.2.5 Merking og gjenfangst av strandkrabber	11
2.3 Resultater for fjordtorsk	12
2.3.1 Fangst pr ruse	12
2.3.2 Størrelse på rusefisket torsk	14
2.3.3 Endring i mengde fisk (biomasse) i bevaringsområde	15
2.3.4 Eggtrekk og strandnotundersøkelser	17
2.3.5 Resultater fra akustisk merking av torsk	21
2.4 Oppsummering torsk i de indre bevaringssone	24
2.5 Resultater for leppefisk	25
2.5.1 Resultater fra Standardisert fiske	25
2.5.2 Resultater fra andre undersøkelser på leppefisk	27
2.5.3 Konklusjon leppefisk	28
2.6 Resultater for undersøkelser av ørret	29
2.7 Biologisk mangfold	29
2.7.1 Resultater fra standardisert fiske	29
2.7.2 Resultater fra strandkrabbemerking	31
2.8 Hummer	33
3. Kvastadkilen bevaringssone	36
3.1 Foreslåtte tiltak	37
4. Ytre skjærgård bevaringssone	38
4.1 Kort om området	38
4.2 Innsamling av data i ytre skjærgård	38
4.2.1 Forsøksfiske hummerteiner	38
4.2.2 Registering av innsats	39
4.2.3 Rapportering av fangst	39
4.2.4 BRUVs undersøkelser	39
4.2.5 Forsøksfiske med fisketeiner	39
4.3 Resultater for hummer	40
4.3.1 Resultater fra teinefiske	40
4.3.2 Registrering av innsats, hummerfisket	41
4.3.3 Rapportering av fangstrate av hummer i Tvedestrand	43
4.4 Oppsummering om hummer	45
4.5 Resultater for torsk i ytre skjærgård	46

4.6 Biologisk mangfold i ytre område.....	48
5. Anbefalinger for bevaringsområdene i Tvedestrand.....	48
5.1 Indre områder	48
5.2 Ytre område.....	49
6. REFERANSER:	50

1. Introduksjon

1.1 Bakgrunn

Gjennom prosjektet "Biologiske verdier i sjø i Tvedestrand kommune" ble det i 2002 utarbeidet en oversikt over marine verdier i en typisk kystkommune på Skagerrakkysten. Senere ble arbeidet satt i gang i alle kystkommunene i Agder, og er nå blitt modell for kystkommuner landet rundt. Prosjektet viste at selv om kystnaturen under regionens blå flater biologisk sett er svært mangfoldig, er den også sårbar. Prosjektet viste også at befolkningens kunnskap om naturressursene og kulturarven i landsdelen er betydelig, og at motivasjonen for å ta vare på "arvesølvet" er dypt forankret både hos innbyggere og i det lokale forvaltningsapparatet langs hele Sørlandskysten.

Ved å ta utgangspunkt i den brede interessen og kunnskapen som finnes i lokalsamfunnene om marine naturverdier, har man i dette prosjektet å utvikle et verktøy som kan bidra til en aktiv, bærekraftig og fremtidsrettet forvaltning av kystområdene. Et bredt spekter av interessegrupper og forvaltere er også trukket inn i prosessen. Prosjektet gjennomføres i to Agder-kommuner: Tvedestrand kommune der en har gjennomført en sonering for hele kommunen, mens Lindesnes kommune der en kun innførte et bevaringsområde. Styringsgruppen for prosjektet ble ledet av Aust-Agder fylkeskommune med medlemmer fra Fiskeridirektoratet, Fylkesmannen i Vest-Agder, Havforskningsinstituttet samt Tvedestrand og Lindesnes kommuner.

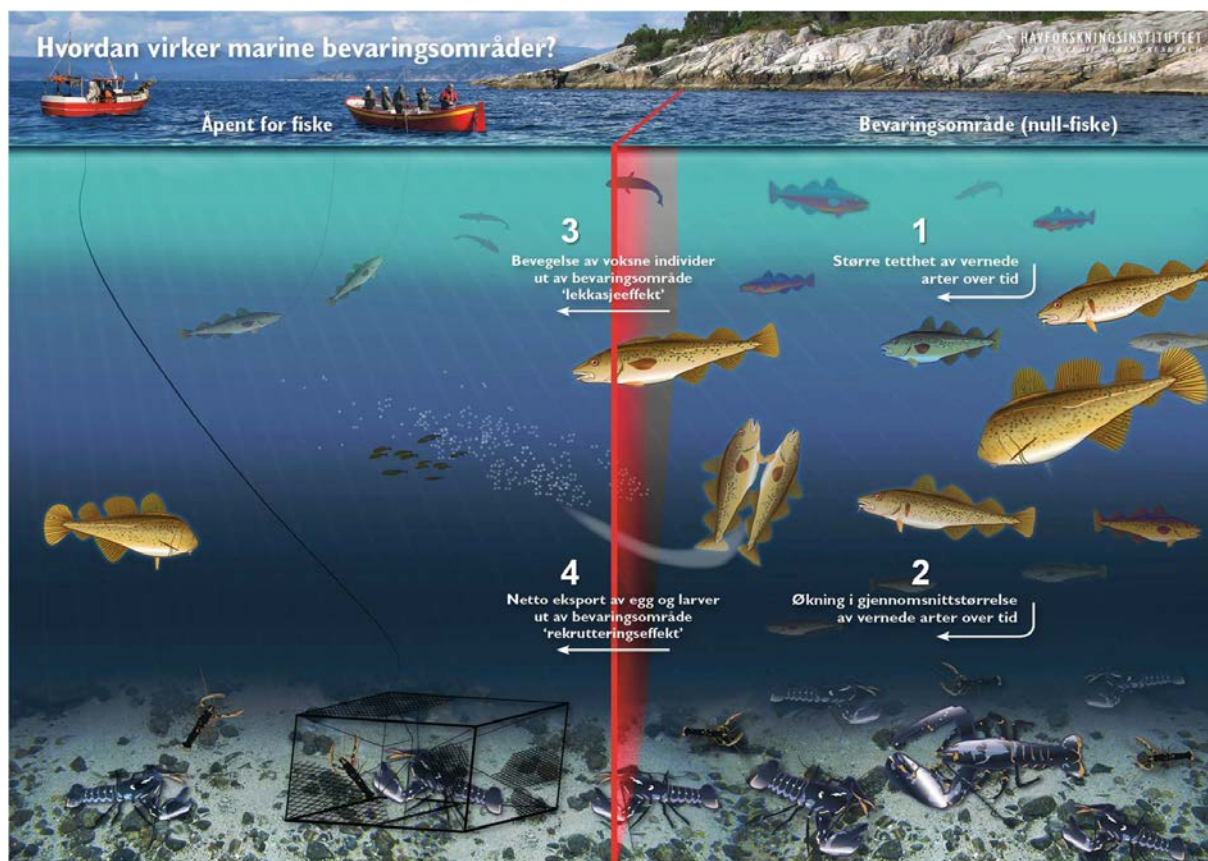
I årene 2009-2012 har prosjektet satt søkelys på kartlegging av bunnforhold, innsamling av grunnlagsdokumentasjon om biologiske verdier, bruken av kystområdene og på å bygge opp kontakt med brukerne. I 2011 la prosjektet frem forslag til bevaringsområder som ble innført i Tvedestrand 20.06.12. For årene fra 2013 til 2016 har vi hatt som mål å samle inn data etter bevaring i Tvedestrand.

Måartene for prosjektet aktiv forvaltning i Tvedestrand har vært fjordtorsk, hummer og flatøsters, og hovedmålsettingen har vært å dokumentere effekter av bevaringsområder på disse artene. I tillegg har kommunen vært et viktig «Marint Laboratorium» der det har vært attraktivt å legge andre mer grunnforskningsrettede prosjekter. Dette har ført til aktivitet på flere arter, med bruk av ny teknologi til merking av fisk med avanserte akustiske sendere (lydmerker) som et sentralt verktøy i studier av for eksempel klimaeffekter på fiskens bruk av ulike leveområder. I dette arbeidet har man også sett nytten av å samkjøre forskjellige prosjekter med bakgrunn i den infrastrukturen som ble bygd opp i Tvedestrand i form av et nettverk av akustiske lyttestasjoner. Ut over disse to hovedområdene er det også gjort en stor innsats på kartlegging og oppfølging av marint biologisk mangfold gjennom undersøkelser av leppefisk, strandnotundersøkelser og undersøkelser med 3D-undervannsvideorigger for å nevne noen.

1.2 Forventede effekter

Med bakgrunn i den antatt høye fiskedødeligheten på mållartene torsk og hummer, er det ventet at et fravær av fiske vil føre til høyere overlevelse av voksne individer hos disse artene. En økt overlevelse ventes å føre til at flere torsk og hummer får tid til å vokse seg større. En målbar effekt vil være at størrelsen på fisk og hummer går opp, både gjennomsnittsstørrelsen og størrelsen på de største individene.

Dersom rekrutteringen kan antas å være den samme i bevaringsområdene og omkringliggende områder, venter vi etter hvert at antall individer av mållartene blir flere relativt sett til andre områder, mens flere overlever som følge av lavere fiskedødelighet. Når vi antar at fangbarheten er den samme, forventer vi derfor at mengden torsk og hummer vi fanger innenfor bevaringsområdene vil øke. Utover å ha en bevarende effekt på det genetiske mangfoldet hos torsk og hummer, ønsker vi også å undersøke om bevaringsområder kan ha en effekt på mengden man kan fiske på utsiden av disse områdene. En økning av individer inne i bevaringsområdene kan forsyne de omkringliggende områdene på to måter (figur 1): 1) Store individer kan bevege seg ut av bevaringsområdet og slik bli tilgjengelig for fangst (lekkasjeeffekt eller «spillover-effekt»). 2) Store individer inne i bevaringsområdet kan produsere flere rekrutter som driver ut i de omkringliggende områdene (rekrutteringseffekt). Den siste effekten er avhengig av at bevaringsområdene får tid til å bygge opp en mengde store individer, og at avkommet vokser seg så stort at de kommer inn i fangstene. Denne effekten vil ikke kunne observeres innenfor tidsrammen for «Aktiv forvaltning». Mulige dokumenterbare effekter vil være av den første typen der man kan fange flere store individer og sekundært dokumentere en utvandring av store individer fra områdene.



Figur 1.2: Dokumenterte og forventede effekter av marine bevaringsområder: Oppbygning av høyere bestands-tetthet (1) og økt gjennomsnittsstørrelse (2) inne i bevaringsområder, sammenlignet med områder utenfor, er demonstrert for hummer og kysttorsk i Skagerrak. Det er ventet at økt tetthet av vernede arter vil resultere i lekkasjeeffekt (3) eller "spillover-effekt" (når voksne individer beveger seg ut av bevaringsområdet). Kombinasjonen av høyere tetthet og økt gjennomsnittsstørrelse (1 + 2) kan skape et økt reproduksjonspotensial (flere og større foreldre) i forhold til tilgrensende områder, som igjen kan resultere i netto eksport av egg, larver og/eller juvenile ut av bevaringsområder (4). Illustrasjon: Harald Tørresen, Havforskningsinstituttet.

1.3 Innsamling av data

For å dokumentere effekter av bevaringsområder som forvaltningstiltak er det essensielt å samle inn mest mulig data på mållartene hummer, torsk og flatøsters. I tillegg er det ønskelig å følge opp andre fiskearter som for eksempel leppefisk, ørret, lyr og lignende, samt utvikle metoder for å overvåke eventuelle endringer i det biologiske mangfoldet. Prosjektets datainnsamling støtter seg i hovedsak på en "Før-etter-bevaring-kontroll" eller BACI (Before-After-Control-Impact) design med undersøkelser både i og utenfor bevaringsområdene før og etter bevaring. I tillegg har vi fokusert på å samle inn data fra områdene umiddelbart utenfor bevaringsområdet for å evaluere effekter av bevaringsområder på omkringliggende områder.

1.4 Organisering og prosjekter

I Tvedestrand har grunnleggende innsamling av tre år med før-data (2010-2012) og fire år med data fra etter regulering (2013-2016) vært gjort gjennom prosjektet «Aktiv Forvaltning». I tillegg gjennomføres det studier knyttet til bevegelse og overlevelse hos torsk innenfor og utenfor nullfiskeområdet (PROMAR-prosjektet). Et eget prosjekt har studert effekter av marine

bevaringsområder på tilgrensende områder, og fiskens bevegelse mellom sonene (CROSCON-prosjektet). Et tredje prosjekt (BUFFER) bruker akustisk telemetri for å studere sjørøretens bevegelse, liv og skjebne i Tvedestrandfjorden. Disse prosjektene gjennomføres i samarbeid med Universitetet i Agder og er støttet økonomisk av Norges forskningsråd, Regionalt Forskningsfond Agder og Fylkesmannens Miljøvernavdeling. Noe data fra disse prosjektene blir også benyttet i «Aktiv Forvaltning» for å dokumentere endringer i blant annet torskebestanden. Et fjerde prosjekt (BE-FISH) er støttet av EU gjennom et Marie Curie-stipend til postdoktor David Villegas-Rios (Spania). Dette prosjektet benytter seg av telemetrisystemet i Tvedestrandsfjorden for å studere hvordan ulike adferdstyper av torsk bruker plassen og vannmassene i fjorden, og hvorvidt adferdstypene, eller de individuelle adferdsmønstrene er konsistente over tid. Regionalt forskningsfond Agder (RFFAGDER) har finansiert et prosjekt for å sammenligne fangster fra teiner og ruser med undervannsvideo for å evaluere hvordan data effektivt skal samles inn for å dokumentere effekter av bevaringsområder på andre arter. Det er også flere prosjekter som har lagt deler av sin aktivitet til Tvedestrand eller lagt inn noe mer aktivitet i Tvedestrand som følge av bevaringsområdene uten at det har vært hovedfokus. Dette gjelder blant annet telling av sel og Høstundersøkelsene (strandnotserien).

Prosjekt	Periode	Totalt budsjett	Årsverk	Personer
Aktiv Forvaltning	2010 - 2016	6 150'	2.5	23
PROMAR	2010 - 2015	11 599'	5.7	20
BUFFER	2012 - 2016	1 631'	0.5	5
CROSCON	2013 - 2016	3 743'	1.5	16
BE-FISH	2014 - 2016	2 300'	2	4
Totalt		24 423'	10.2	

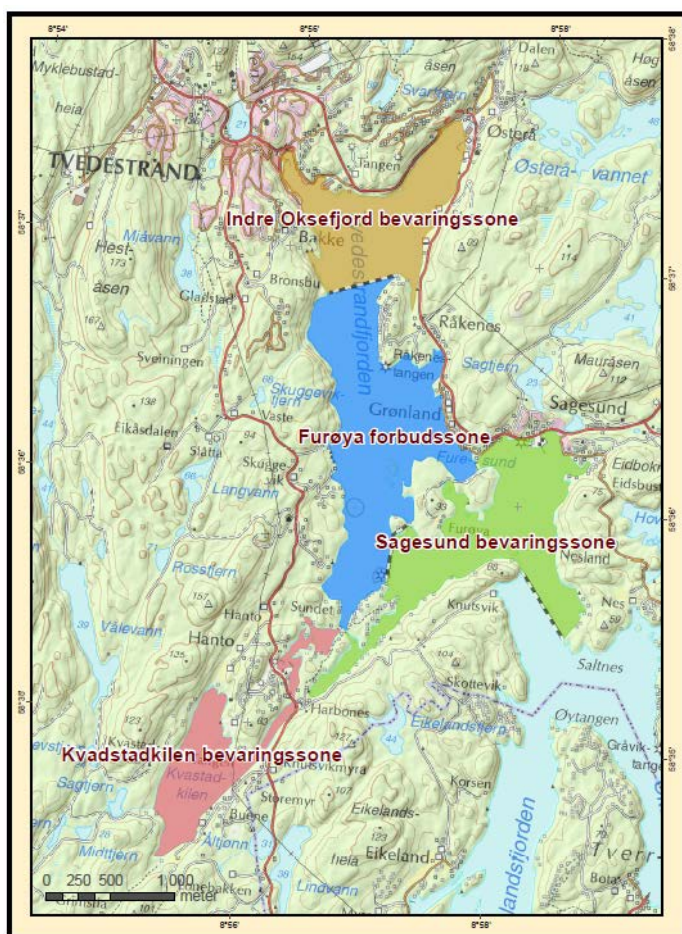
Tabell 1.4.1: Oversikt over prosjekter som har hatt betydelig aktivitet i Tvedestrand. Tall i totalbudsjett er oppgitt i 1000 NOK. Årsverk er samlet arbeidstid som har gått med i hvert prosjekt. Personer er antallet med ulike personer som har arbeidstid på hvert prosjekt, men flere personer er involvert i flere prosjekter.

2. Områdene: «Furøya forbudssone», «Indre Oksefjord bevaringssone» og «Sagesund bevaringssone»

2.1 Kort om områdene

Her vil vi behandle forskning og resultater fra Tvedestrandsfjorden/ Oksefjorden, ikke inkludert Kvastadkilen. Områdene som omtales i dette kapittelet består av de to bevaringsssonene «Sagesund» og «Indre Oksefjord» på til sammen 1.97 km² og «Furøya forbudssone» på 1.48 km². I bevaringsssonene er det kun tillatt med stang- og snørefiske. I forbudssonen er det ikke tillatt høsting av marine levende ressurser. Furøya forbudssone vil i flere deler av teksten bli omtalt som «nullfiskeområde»

Hensikten med design av dette området var å kunne skille effekten av «forbud mot stående redskap» opp mot «forbud mot alt fiske». Mange fisk bruker kun deler av områdene som sitt hjemmeområde. Videre har det generelt sett vært lave fangster av torsk i forsøksfisket. Det har derfor ikke vært mulig å fange opp forskjeller mellom disse områdene, og hele systemet er derfor behandlet som en enhet.



Figur 2.1.1: Kart over de indre bevaringsssonene.

2.2 Innsamling av data i områdene

2.2.1 Forsøksfiske med ruser

Målinger av mengde fangst som indikasjon på mengde fisk som er tilgjengelig i sjøen er basert på to ulike undersøkelser. Som en del av prosjektet Aktiv forvaltning har det vært gjennomført et standardisert fiske med hensikt å registrere antall torsk pr ruse. Som del av prosjektet PROMAR, finansiert av forskningsrådet, er det gjennomført et fiske for å skaffe fisk som kan merkes med akustiske sendere. Begge typene forsøksfiske er gjennomført med ruser på våren og forsommeren, men med noen metodiske forskjeller.

Det standardiserte forsøksfisket som ble gjennomført innenfor «Aktiv Forvaltning» ble utført årlig med enkeltruser første uken i juni. Her settes rusene på tilfeldig valgte posisjoner på lokaliteter som var kartlagt på forhånd. Lokalitetene er de samme som ble valgt da prosjektet startet i 2010. I tillegg måtte vi supplere med noen flere da det ble behov for å kunne sette flere ruser i de indre områdene av Tvedestrandfjorden / Oksefjorden. Rusene er satt både innenfor bevaringsområdene (bevaringssonen og forbudssonen) og i et kontrollområde som strekker seg ut til utenfor Sandøya. Alle rusene trekkes daglig, slik at ståtiden blir den samme. I dette standardiserte fisket settes rusene mandag første uka i juni og trekkes deretter hver dag. For de fleste år er det gjort fire dager med registreringer. Innsatsen eller antallet ruser har variert i ulike år, men har de fleste årene ligget på 30-50 ruser daglig. Det standardiserte fisket ble ikke gjennomført i 2014. I dette forsøksfisket er hensikten å endre så lite som mulig på forsøksoppsettet slik at mengden fangst blir mest mulig sammenlignbar mellom år.

I forbindelse med PROMAR-prosjektet ble det gjennomførte et forsøksfiske med ruser i Tvedestrand fra 2011 og til 2016. I dette studie ble det også gjort et fiske i et kontrollområde som var Sørskilen utenfor Arendal. Her ble det utført et lignende fiske fra 2011 til 2013. Hensikten var å merke torsk med akustiske sendere. Dette fisket pågikk over en noe lenger periode, men med varierende tid mellom når hver ruse ble trukket. Dette fisket vil være mindre påvirket av vær og vind, men vanskeligere å sammenligne siden fangsten vil være påvirket av hvor lenge en ruse har stått i sjøen. Innenfor «Aktiv Forvaltning» gjennomførte vi et forsøksfiske i kontrollområdet i Sørskilen i 2015. Vi benyttet de samme ruseposisjonene som ble brukt i PROMAR i 2012 og med tilsvarende ståtid på rusene.

Siden hensikten med undersøkelsene i PROMAR var å få mest mulig fisk vil dette ligne mer på den typen fiske folk flest vil gjennomføre. Den vil likevel ikke nødvendigvis være objektiv med tanke på fangst av antall torsk pr ruse, og skjevheter i ståtid kan gi utslag i mengde fangst som ikke skyldes effekten av bevaringsområdene.

I begge forsøksoppsettene etter torsk blir all fangst (alle arter) registrert og lengdemålt. Det blir tatt en DNA-prøve av all torsk, og torsken blir merket med et individuelt merke før den blir sluppet ut igjen på samme sted som den er fanget. Et utvalg av fisk fanget i PROMAR prosjektet blir også merket med en akustisk sender.

2.2.2 Øvrige undersøkelser ved bruk av akustiske merker

Gjennom prosjektet PROMAR (Norges forskningsråd) ble det utplassert et nettverk av akustiske lyttestasjoner i Tvedestrandfjorden et år før bevaringsområdene ble etablert (mai 2011), fra innerst i fjorden ved Østerå og ut til Saltnestangen (Fig. 2.2.2.1). Utplasseringen av dette nettverket gjorde det mulig å studere bevegelser og overlevelse til fisk utstyrt med akustiske merker. Slike merker er små lydsendere som sender koder i form høyfrekvent lyd (69 kHz). Kodene forplanter seg effektivt i vann og kan fanges opp av lyttestasjoner 100-vis av meter unna kilden. Nettverket av lyttestasjoner har derfor latt oss studere hvilken grad av beskyttelse bevaringsområdene gir fisken (se seksjon 2.3.5 og 2.6).

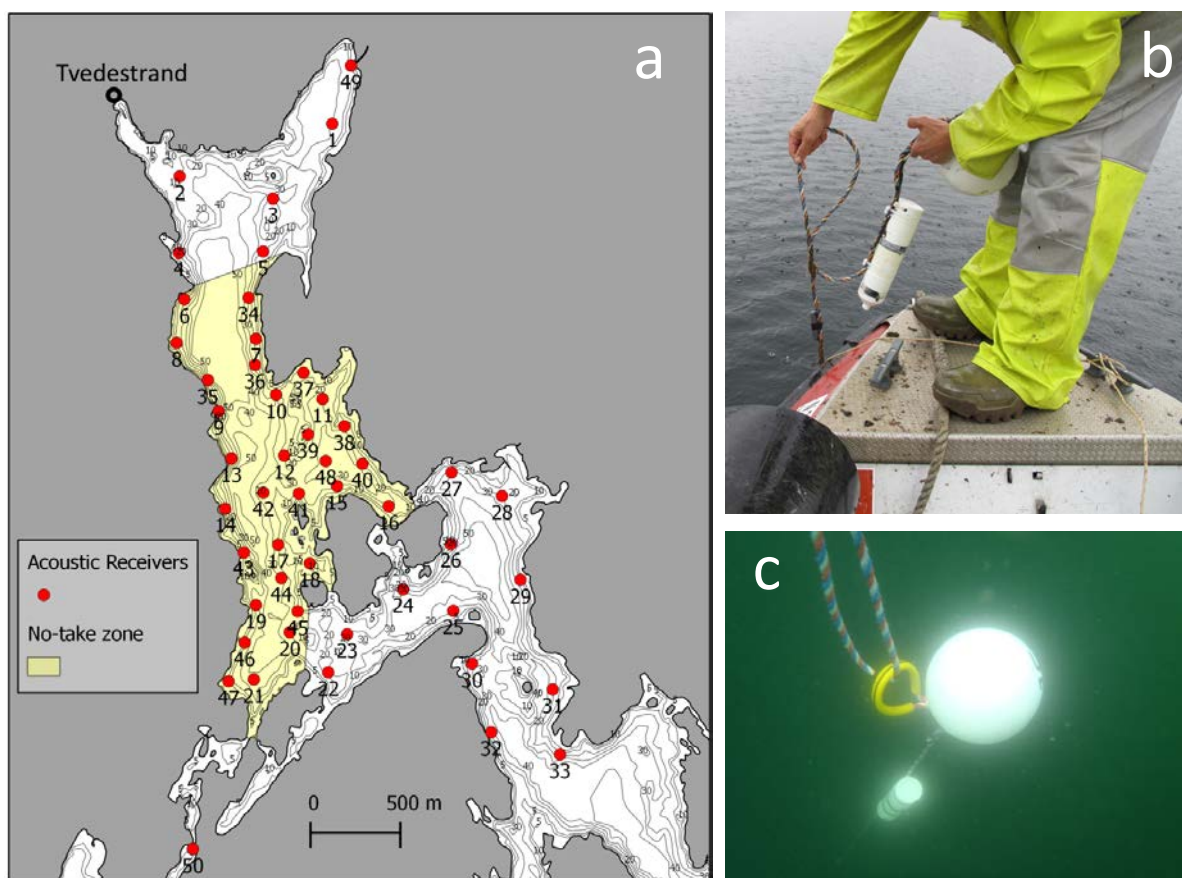


Fig. 2.2.2.1. Nettverk av lyttestasjoner (b) i Tvedestrandfjorden (a). De akustiske mottakerne holdes oppe i vannsøylen av en 8'' trålkule som er satt nedsenket på 3-4 m dyp (c). Lyttestasjonene har innebygget minne og lagrer data gjennom batteriets levetid (ca. 15 md). Data lastes ned til en PC på sjøen ved hjelp av blåtannteknologi.

2.2.3 Eggundersøkelser

Som del av prosjektet er det gjort undersøkelser av mengde torskeegg i Tvedestrandsfjorden i 2011, 2012, 2014 og 2015. Ettersom rekrutteringseffekter av bevaringsområde er forventet å begynne å opptre først når det er en betydelig flere og større torsk innenfor området enn utenfor, har det ikke vært forventet å kunne måle noe økning i rekruttering som følge av bevaringsområdene i løpet av de fem årene forsøket har pågått. Undersøkelsene i 2011 og 2012 ble gjort for å skaffe tilstrekkelige før-data til å kunne gjøre undersøkelser på lang sikt dersom

det skulle bli aktuelt. Undersøkelser i 2014 ble gjort som en del av masteroppgaven til Kristine Langenes og undersøkelser i 2015 ble gjort som en del av masteroppgaven til Ann-Elin Synnes.

2.2.4 Strandnotttrekk

Det er gjennomført strandnotttrekk i Tvedestrand for å registrere yngel i både juni og september. Undersøkelsene i september er en del av den årlige høstundersøkelsen med metoder som er sammenlignbare med det som er gjort i strandnotundersøkelsene siden 1919. Det ble gjort strandnotttrekk i forbindelse med oppgavene til Kristine Langenes og Ann Elin Synnes.

2.2.5 Merking og gjenfangst av strandkrabber

Ettersom «Forskrift om bevaringssoner i Tvedestrand kommunes sjøområder, Aust-Agder» §2 sier «Det er tillatt å fiske strandkrabbe» var det ønskelig med et eget prosjekt for å informere barn og unge om etisk behandling av forsøksdyr. I tillegg til informasjonen kunne et slikt prosjekt også bidra til å skaffe grunndata om strandkrabber i fjorden samt være et utgangspunkt for å lage et standardisert skoleopplegg som andre skoler kan ta i bruk andre steder i Norge.

Gjennom et samarbeid mellom Friluftsrådenes Landsforbund, Friluftsrådet Sør og Havforskningsinstituttet ble det i 2011 utviklet et prosjekt kalt "Vi forsker på strandkrabber" innenfor konseptet "Den naturlige skolesekken". Det er et undervisningsopplegg for 5.-7. trinn, og tar for seg forarbeid, gjennomføring og etterarbeid. Aktiviteten er delt i to deler; egenforskning etter metoden til Nysgjerrigper og oppdragsforskning fra Havforskningsinstituttet med fangst, merking og gjenfangst av strandkrabber. Undervisningsopplegget er tilpasset skoler i Tvedestrand kommune, men andre skoler kan også ta i bruk undervisningsopplegget. Per i dag gjennomføres strandkrabbemerkeprosjektet av Spangereid skole og Straumen skole i Rogaland. I Tvedestrand gjennomføres feltdelen med en deltager fra Friluftsrådet sør som er aktiv med skoleklassene ut i felt. Alle data fra merkingen rapporteres tilbake til Havforskningsinstituttet. Det har også vært gjennomført telling og merking av strandkrabber under «kystkulturuka» fra 2011 til 2014.



Figur 2.2.5.1: Merking av strandkrabber med neglelakk under kystkulturuka.

2.3 Resultater for fjordtorsk

2.3.1 Fangst pr ruse

Siden 2010 er det fanget torsk både gjennom det standardiserte forsøksfisket organisert gjennom «Aktiv forvaltning» og gjennom forsøksfiske i prosjektet PROMAR. Totalt er det registrert fangster fra 2202 ruser for disse prosjektene, og totalt er det fanget 1503 torsk. Dette tilsvarer et gjennomsnitt på 0.68 torsk pr ruse. Innsatsen er fordelt på to prosjekter og på to områder: Tvedestrand (bevaringssone og kontrollområdet) og Sømskilen utenfor Arendal. Tabellene under viser en oppsummering av innstasen i form av antall ruser som er benyttet og antallet torsk som er fanget i forsøksfisket med ruser.

Prosjekt	Område	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Aktiv Forv.	Bevaring	68	93	67	74		97	140
	Kontr.	172	89	52	47		89	120
PROMAR	Bevaring		185	123	39	264	98	54
	Sømskilen		46	117	20	9	141	

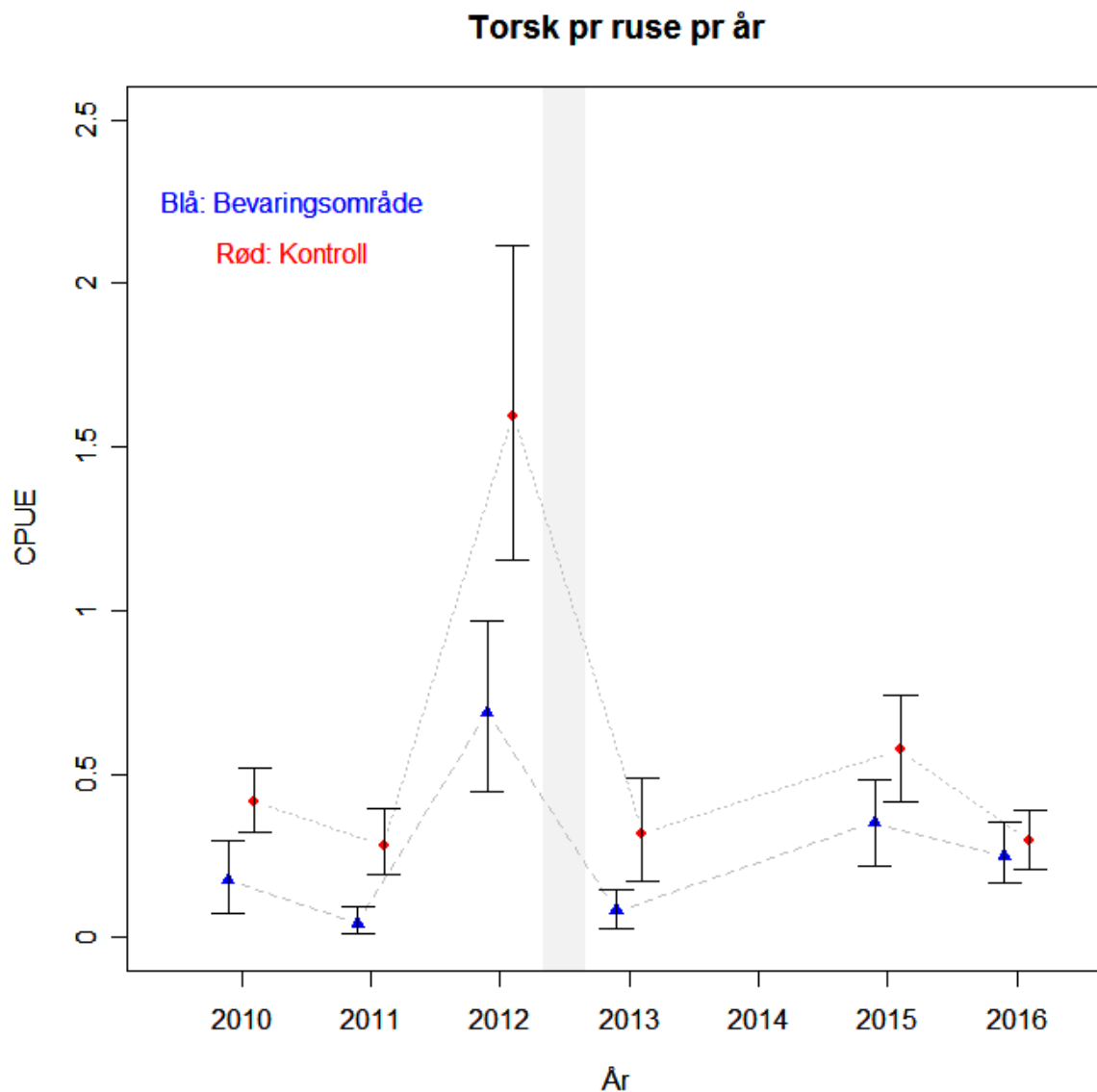
Tabell: 2.3.1.1: Antall ruser i de forskjellige områdene for de ulike årene. Kontrollområde for aktiv forvaltning er øvrige deler av Tvedestrand. Kontrollområde for PROMAR var i alle år unntatt 2014 i Sømskilen utenfor Arendal.

Prosjekt	Område	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Aktiv Forv.	Bevaring	12	4	46	6		34	34
	Kontr.	71	25	83	15		51	36
PROMAR	Bevaring		47	183	25	134	83	40
	Sømskilen		58	269	48	8	182	

Tabell: 2.3.1.2: Antall torsk i de forskjellige områdene for de ulike årene. Kontrollområde for aktiv forvaltning er øvrige deler av Tvedestrand. Kontrollområde for PROMAR var i alle år unntatt 2014 i Sømskilen utenfor Arendal.

Fangsten av torsk i det standardiserte fisket (0.37 torsk pr ruse) har generelt vært lavere enn det som ble fanget pr ruse i PROMAR prosjektet (0.98 torsk pr ruse). Deler av dette skyldes at kontrollområdet som ble brukt i PROMAR, Sømskilen i Arendal, er et område hvor det jevnt over var mer torsk enn i Tvedestrand (1.7 torsk pr ruse i snitt i Sømskilen). Deler av årsaken er også at rusene har stått ute flere dager, noe som også fører til bedre totalfangst. Denne effekten tilsvarer omtrent at en ruse som står ute i to dager får i snitt en halv torsk mer enn en som står ute i en dag.

Fordi det standardiserte fisket har samme ståtid på rusene, fisket har foregått samtidig i bevaringsområdene og utenfor, lokalitetene er objektivt valgt, samt at fisket har foregått på samme tid hvert år, kan fangst av torsk pr ruse sammenlignes direkte mellom bevaringsområdene og kontrollområdet og mellom ulike år. Figur 3.1.1 viser antall torsk pr ruse for de forskjellige områdene gjennom hele studiet. Merk at det ikke ble gjennomført noe standardisert fiske i 2014.

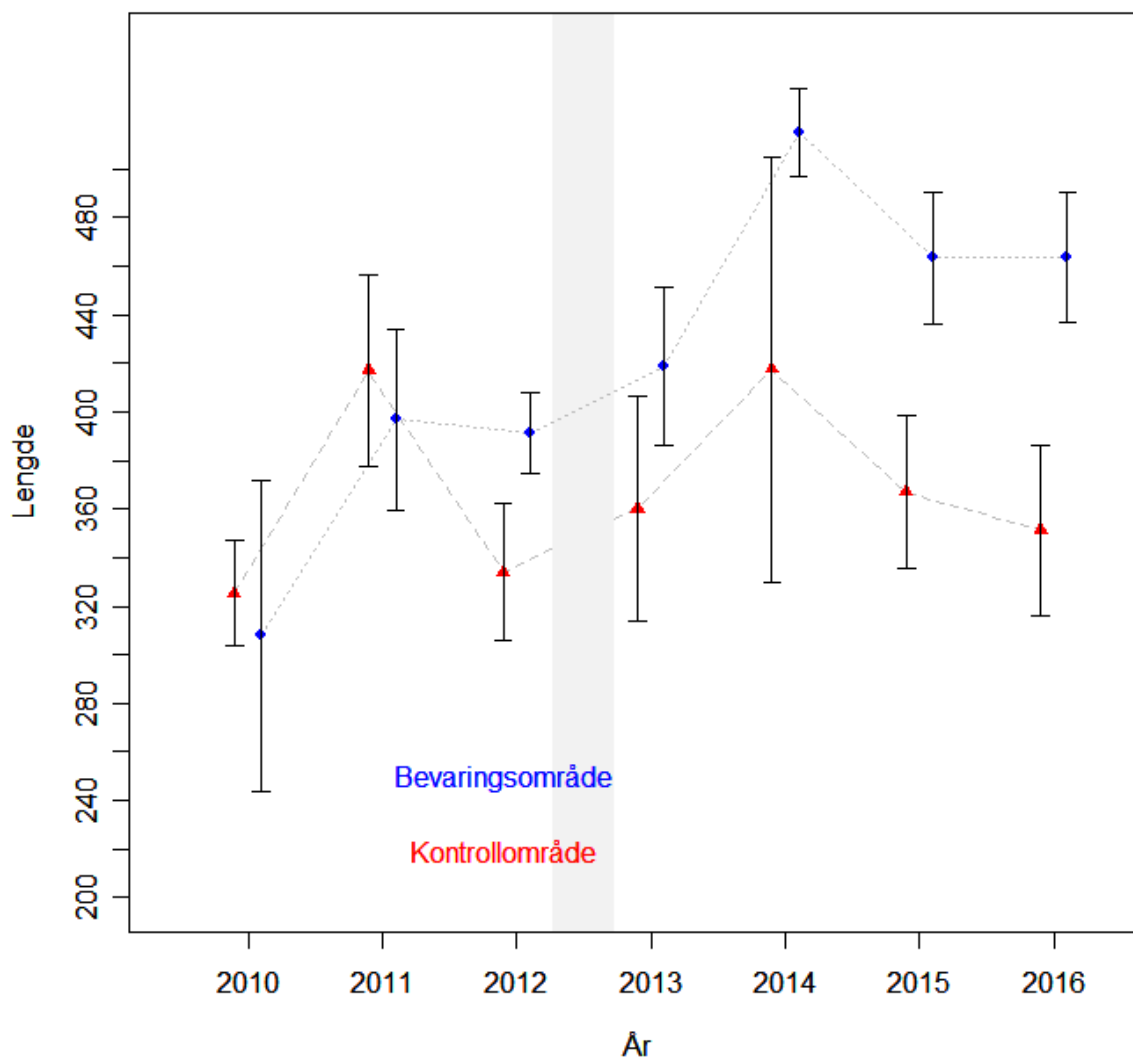


Figur 2.3.1.1: Utvikling av mengde torsk pr ruse gjennom studieperioden. De blå punktene representerer bevaringsområdene i Tvedestrandsfjorden og Oksefjorden, mens de røde punktene representerer fangst utenfor (et område som strekker seg ut mot utsiden av Sandøya). Innføring av bevaringsområdene er markert med en vertikal grå linje.

Bortsett fra gode fangster i 2012 har antallet torsk pr ruse ligget lavt både i kontrollområdet og bevaringsområdene. Det er ingen markant økning i bevaringsområdene etter 2012, men fangsten i bevaringsområdene og i områdene rundt har begynt å bli mer like der kontrollområdet var tydelig bedre før. Dette tyder på at det har vært en svak økning i antall fisk i bevaringsområdene sett i forhold til kontrollområdet selv om mengden fangst har variert begge steder på et lavt nivå.

2.3.2 Størrelse på rusefisket torsk

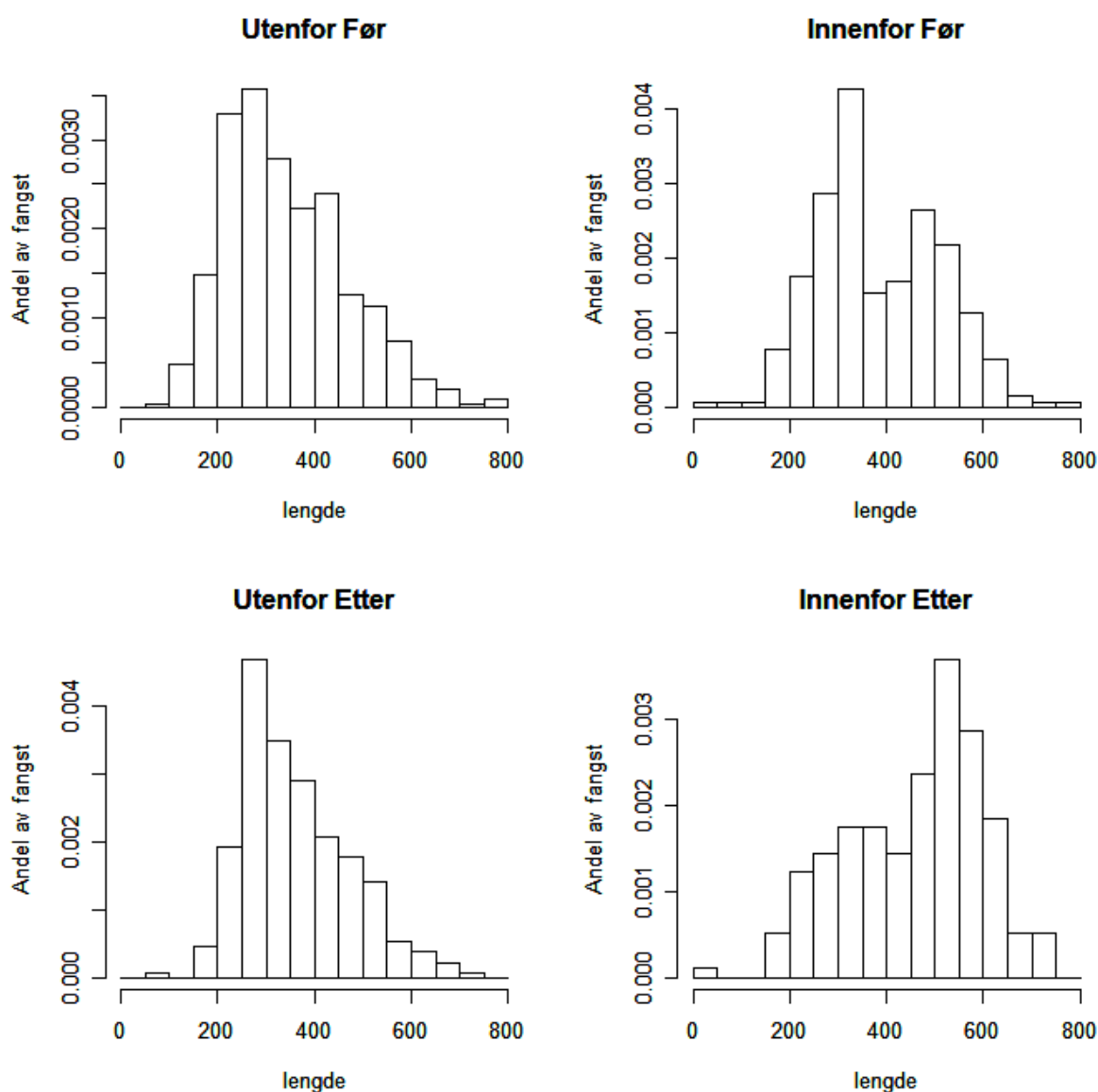
For all torsk fanget i begge typer forsøksfiske er det registrert lengde. Siden det ikke er noe som tyder på at rusens ståtid påvirker gjennomsnittslengden av torskefangsten brukes data fra begge typer forsøksfiske for å se på gjennomsnittsstørrelse.



Figur 2.3.2.1: Utvikling av gjennomsnittsstørrelse over tid. De blå punktene viser gjennomsnittet for fisk fanget i bevaringsområdene, mens de røde punktene viser størrelsen for fisk fanget i kontrollområdene (både Tvedestrand og Sømskilen). De vertikale linjene for hvert punkt viser usikkerhet ved å vise intervallet vi er 95% sikre på at punktet ligger innenfor.

I årene før bevaring, med unntak av 2012, var gjennomsnittslengden på fisken tilnærmet like stor innenfor og utenfor bevaringsområdene. I 2012 så vi at antall torsk pr ruse gikk opp og kraftigst var denne økningen i kontrollområdene. Samtidig gikk størrelsen på fisken ned der denne nedgangen også var tydeligst i bevaringsområdene. Dette tyder på at det var et stort innslag av liten fisk i 2012 som var forsvunnet året etter. Likevel økte størrelsen i bevaringsområdet mye tydeligere enn i kontrollområdene. Det siste året var fiskene inne i bevaringsområdene omtrent 30% lengre enn utenfor. Resultatene fra forsøksfisket kan tyde på at det er blitt noe mer stor og

gammel fisk i bevaringsområdene sammenliknet med kontrollområdene. Fravær av nye store årsklasser i den fiskbare delen av populasjonen har medført en begrenset vekst i mengden fisk..



Figur 2.3.2.2: Effekten av bevaring på størrelsesfordeling av fisk. De fire figurene viser fordelingen av størrelser hos fisken i kontrollområde før det ble innført bevaring (årene 2010 til 2012), i bevaringssonen før bevaring og de samme områdene i årene 2015 og 2016.

2.3.3 Endring i mengde fisk (biomasse) i bevaringsområde

For å se på utviklingen av biomasse i bevaringsområdene kan vi kombinere fangst av torsk og vekt basert på tidligere estimert lengde-vekt forhold. For å regne ut en indeks for mengde torsk i bevaringsområdene vil vi her bruke både data fra det standardiserte forsøksfiske og fiske som ble gjort som en del av PROMAR.

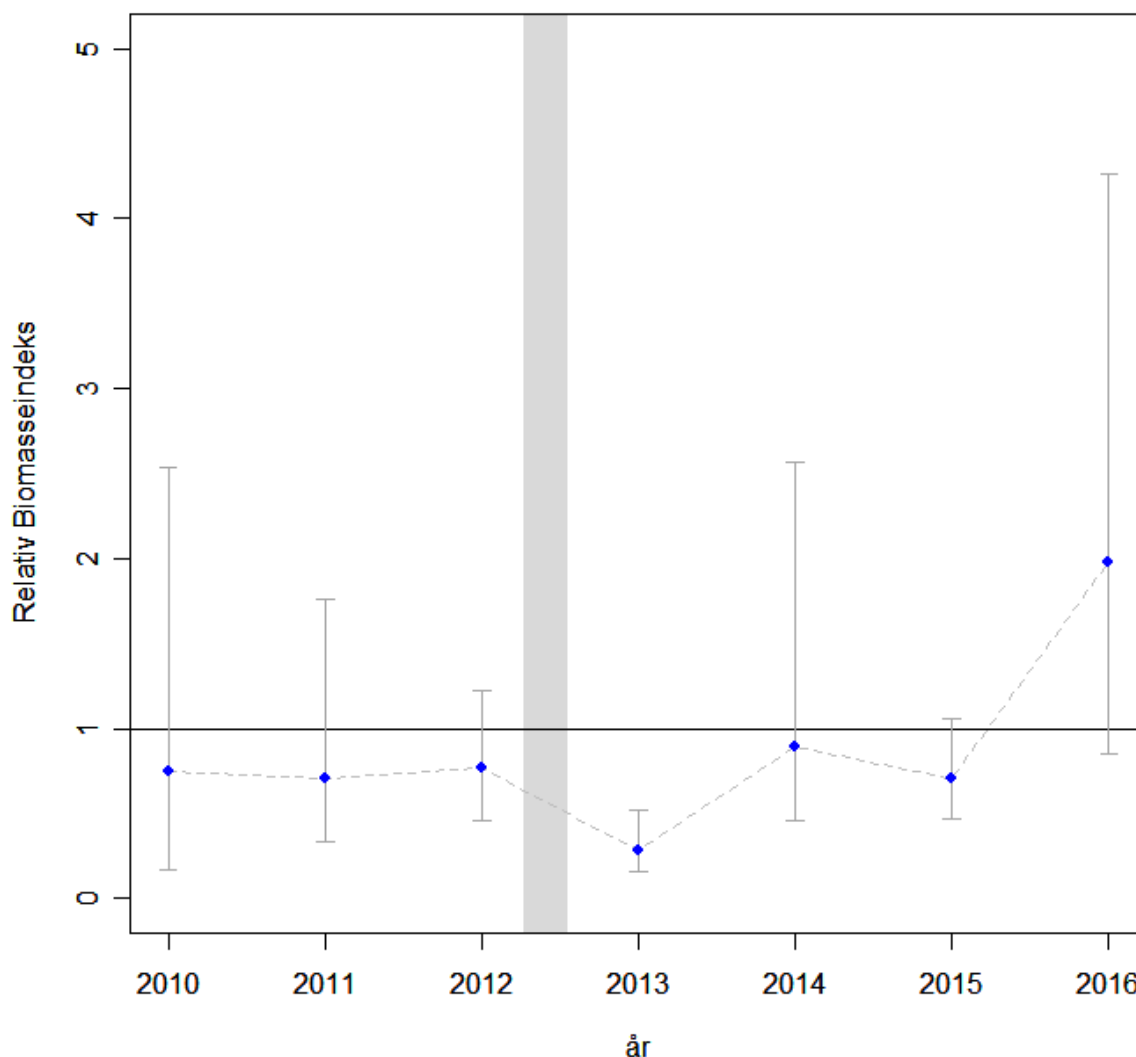
For henholdsvis bevaringsområdene og kontrollområdene ble det laget en modell (basert på alle data) for hvert av områdene der fangst av torsk pr ruse var gitt som en funksjon av flere variabler:

$$C_{ijk} = \beta_0 + \beta_j + \beta_k + \beta_3 T + s_1 D + \varepsilon$$

C_{ij} er fangst av torsk i ruse i fra enten standardisert fiske ($j=1$) eller tilfeldig fiske ($j=0$) og år k . Fangsten ble bestemt av β_0 som er et studiespesifikt skjæringstall, β_j som kan ta to forskjellige verdier for om fiske er gjort tilfeldig eller ikke. β_k er en (faktor) årseffekt, β_3 som er en lineær effekt av hvor lenge rusa står i vannet og s_1 som er en polynomialfunksjon som beskriver effekten av tid på året.

Kort fortalt beskriver modellen effekten av å ha en ruse stående ute i flere dager og til forskjellige tider på sesongen, mens effekten av å ha et standardisert fiske eller i forskjellige år beskrives som en forskyvende effekt. På denne måten kan vi bruke modellene til å predikere en fangst med de samme betingelsene basert på alle tilgjengelige data som kan sammenlignes på tvers av år.

Fra tidligere studier har vi tilgjengelig flere datasett som viser sammenheng mellom lengde og vekt av torsk i Skagerrak. Dette består av torsk merket i 1937 (Espeland et al 2008), torsk fanget i Risør i 2006 (Lund mfl. 2011) samt merkede og gjenfanget fisk fra Skagerrak i perioden 2005 til 208 (Espeland mfl. 2008). Med bakgrunn i disse kunne vi kombinere forventet fangst hvert år, gjennomsnittlig lengde på fisk og tilsvarende vekt av fisk for å få en biomasseindeks for bevaringsområdene og kontrollområdene. Ved å sammenligne disse to biomasseindeksene mot hverandre kan vi vurdere om mengden fisk i form av vekt i bevaringsområdene har økt relativt sett sammenliknet med omkringliggende områder.

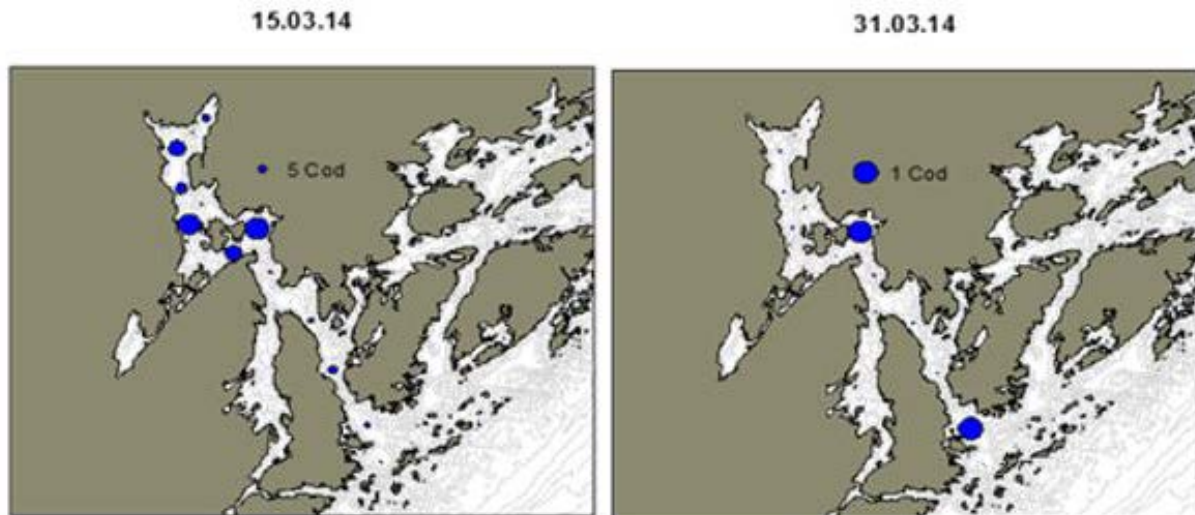


Figur 2.3.3.1: Utvikling i biomasseindeks i bevaringsområdene inne i Tvedestrandsfjorden i forhold til utenfor. Hvis de blå punktene er over linjen (1) er antatt biomasse (kg torsk) pr ruse i bevaringsområde høyere enn i kontrollområdene. Figuren kombinerer data fra to forskjellige typer forsøksfiske og to kontrollområder. De vertikale linjene representerer usikkerheten.

Resultatene fra forsøksfiske viser at i 2016 er forventet vekt av fisk i en ruse for første gang høyere i bevaringsområdene enn utenfor, selv om usikkerheten er forholdsvis høy.

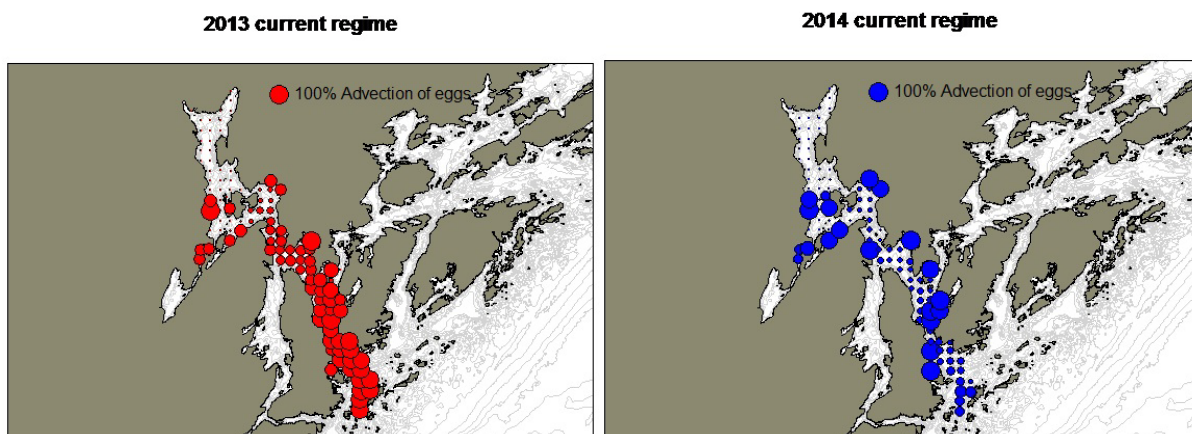
2.3.4 Eggtrekk og strandnotundersøkelser

Det er i perioden 2010 til 2016 gjennomført to masteroppgaver i Tvedestrand som belyser rekrutteringen i fjorden gjennom bruk av eggundersøkelser og strandnotundersøkelser. Kristine Langenes gjorde i 2013 innsamling av nygytte torskeegg i fjorden for å sammenligne med mengde bunnslått yngel i juni. Det var planlagt innsamling fra tidlig i gytesesongen, men is forhindret innsamling før 15. mars. De største mengdene med egg ble også funnet på denne datoen. Senere ble det bare funnet enkeltvis egg (figur 2.3.4.1).



Figur 2.3.4.1: Fordeling av egg i fjorden på to datoer i midten og slutten av mars. Sirklene er skalert i forhold til mengde egg på en stasjon, men er ikke skalert likt på begge kart. Det var betydelig mer torskeegg på første innsamlingsdato.

I forbindelse med denne oppgaven ble det satt opp en høyoppløselig (50x50m) oseanografisk strømmmodell for Tvedestrand. Modellen var basert på ROMS (Regional Oceanographic Modelling System) og brukte reelle værdata fra 2013 og 2014 i simulering av strømmønsteret i Fjorden. Denne modellen ble brukt til å simulere hvordan egg i tilsvarende mengder som de vi fant i fjorden ville drive i perioden etter gyting ved hjelp av en LADIM partikkelspredningsmodell (Ådlandsvik og Sundby 1994, se også Espeland mfl. 2015 for diskusjon av partikkelspredning av egg).

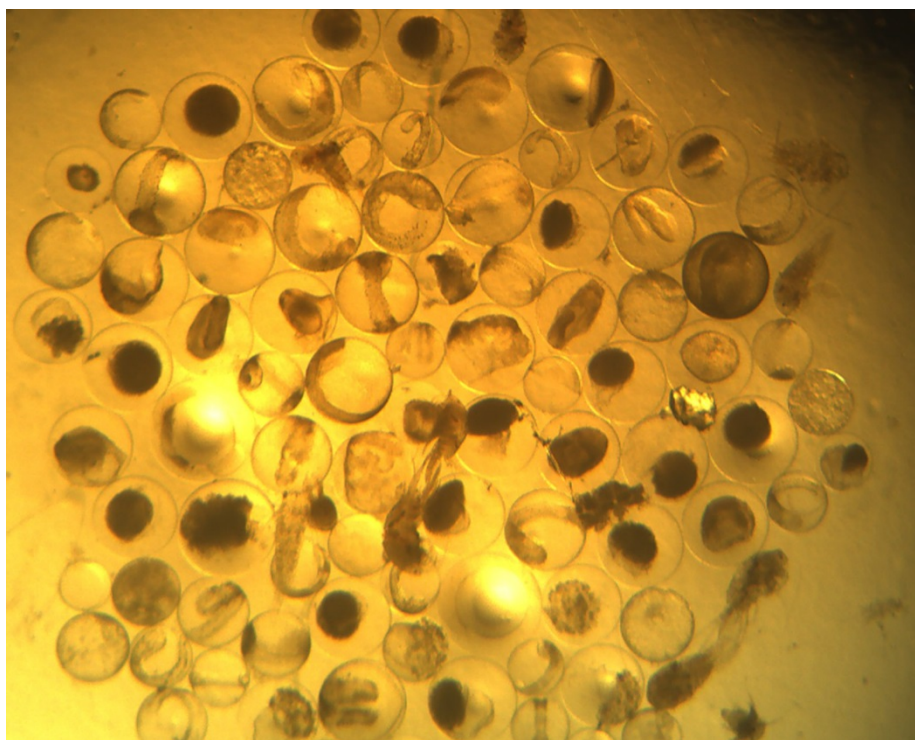


Figur 2.3.4.2: Sirklene viser hvor stor sjanse det er for at egg sluppet ut på forskjellige steder i fjorden blir skyllet ut i kyststrømmen de to forskjellige årene. En stor sirkel indikere at nesten alle egg som gytes på dette punktet driver ut av fjorden.

Det er noe variasjon mellom forskjellige i år for sannsynligheten av at egg gytt i Tvedestrand blir værende inne i fjorden, men stort sett vil egg gytt på innsiden av Furøya blir værende inne i bevaringsområdene. Dette bekrefter tidligere antagelser fra blant annet Cianelli mfl. 2010. Dette peker også på at gyteområdene i de indre områdene stort sett rekrutterer til fjorden og

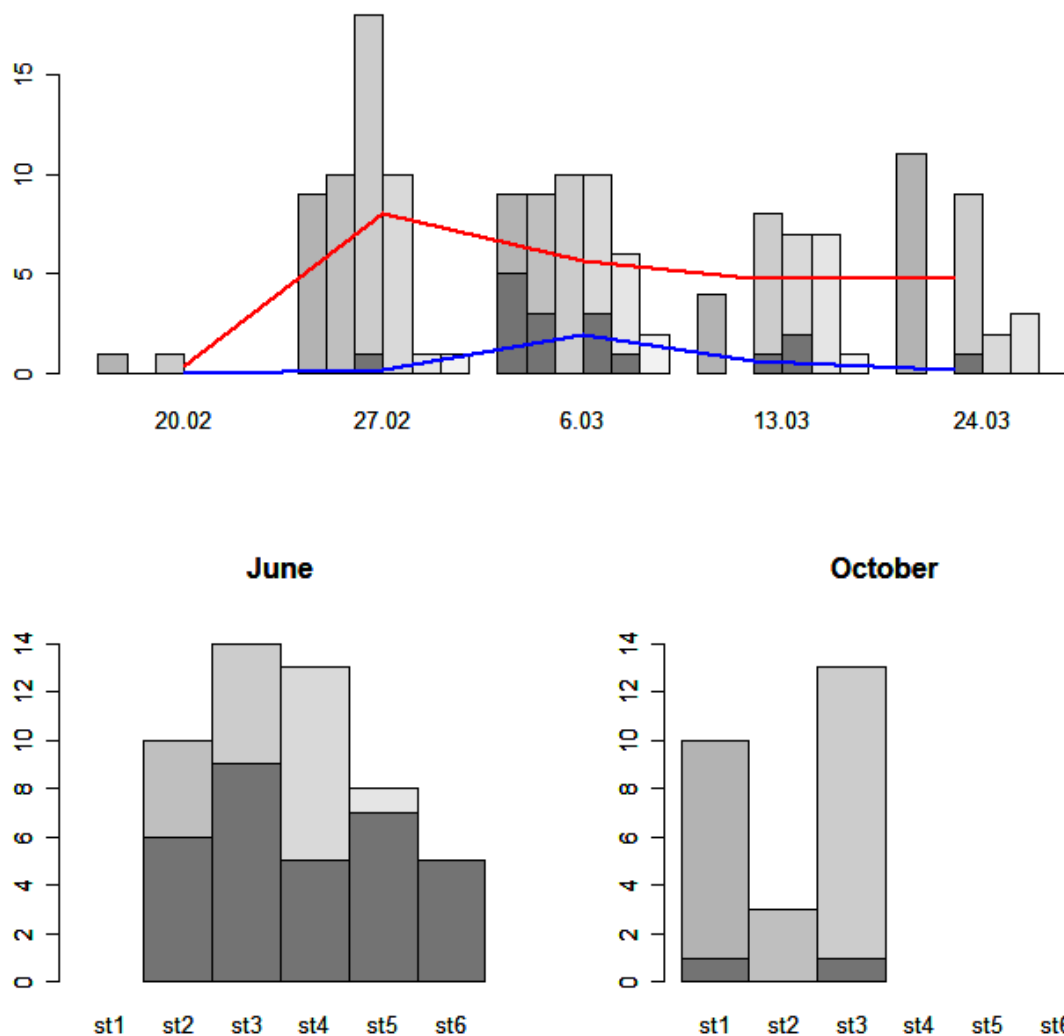
ikke til områdene rundt, mens gyteområdene på utsiden av bevaringsområdene har større utveksling med kysten. Selv om indre del av fjorden skulle være et godt oppsamlingsområde for egg ble det likevel funnet veldig lite yngel i strandnottrekkene i juni. Dette tyder på stor dødelighet mellom gyting og til yngelen skulle bunnslå seg. Generelt gav strandnottrekkene på høsten et bilde av at rekrutteringen på Skagerrak var svært dårlig i 2014. Dette også sett i forhold til det generelt lave nivået som har vært etter år 2000. Gjennomsnittlig antall torskeyngel per trekk i Skagerrak i 2014 var det fjerde svakeste siden 1919. Året må i så henseende betraktes som et år med svært dårlig rekruttering/overlevelse av torsk. Undersøkelsene i denne masteroppgaven kan tyde på at det var faktorer i perioden april-juni som preget den dårlige årsklassen.

I forbindelse med masteroppgaven til Ann- Elin Synnes ble det samlet inn egg fra 13. februar til 24. mars i 2015. Alle egg ble innsamlet og fotografert for å analysere størrelse.



Figur 2.3.4.3: Bilde nr. 1 fra stasjon nr. 1 den 5. mars som hadde den høyeste konsentrasjonen av torskeegg. Totalmengden i dette trekket var 68 egg. Siden forstørrelsen er kjent, kan størrelsen på eggene måles rett fra bildet. Artsbestemmelse av egg skjer i hovedsak med bakgrunn i størrelse på egget.

Det ble funnet noe mer torskeegg i 2015 enn i 2014, men innsamlingen begynte tidligere i 2015. På tilsvarende datoer var mengden egg som ble funnet de to årene svært like. Dette indikerer at gytingen i Tvedestrand har foregått forholdsvis tidlig (i overgangen februar–mars) begge de undersøkte årene. Dette er nesten en måned tidligere enn den gytetoppen som ble kartlagt i Tromøysundet i 2001 (Espeland mfl. 2007).



Figur 2.3.4.4: Figuren viser opphav til torsk i fjorden på forskjellige tider. Øverste panel viser en søyle fra hver av 6 ulike stasjon i Tvedestrandsfjorden tilsvarende antall egg på fem ulike dager. For hver dag løper stasjonene fra innerst til venstre og utover til stasjon nr 6 langs ute i fjorden på høyre side. Tilsvarende er søylene på de to nederste panelen antall yngel fanget i strandnot på tilsvarende seks stasjoner. Stasjonene er ikke identiske som eggstasjonene, men tilsvrer samme deler av fjorden. De mørke delene av søylene viser yngel som genetisk ligner mer på Nordsjøfisk enn lokalfisk. Den røde linjen er gjennomsnittlig antall kysttorsk pr stasjon for hver av de fem dagene, den blå linjen er gjennomsnittlig antall nordsjøtorsk pr stasjon for hver dag.

Ved genetiske undersøkelser ble det tydelig at flere av eggene og yngelen som ble funnet inne i fjorden var av nordsjøtorskoprinnelse (figur 2.3.4.4). Det kan se ut til at eggene fra nordsjøtorsk kom inn i systemet noe senere enn gyttetoppen inntraff for kysttorsk.

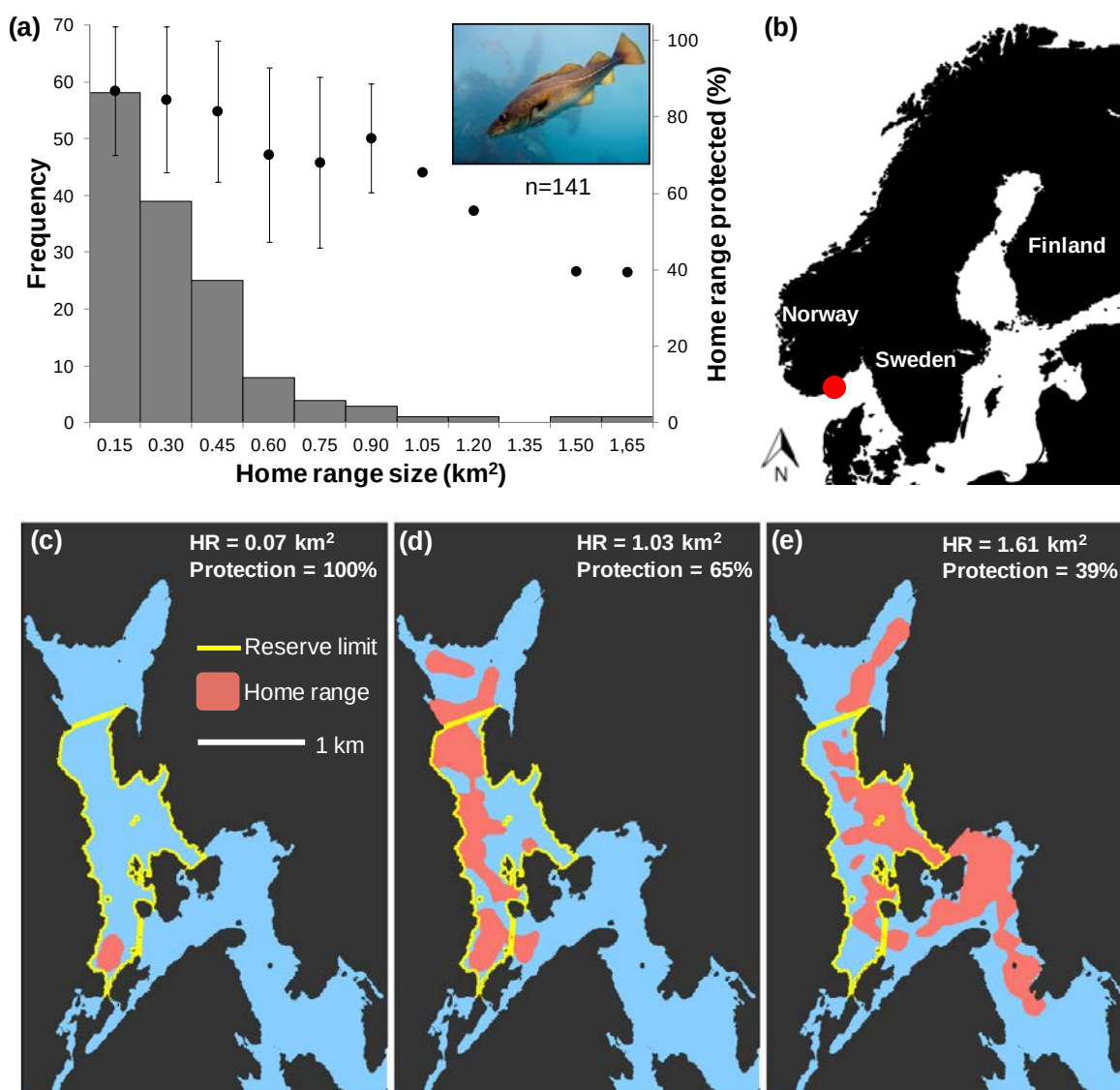
Også i denne masteroppgaven ble det gjennomført strandnottrekk, og her ble det funnet mye større antall yngel i juni. I 2014 var det i snitt 0.4 torsk pr trekk, mens i 2015 fant vi 10 pr trekk i juni. I trekkene som ble gjennomført i oktober var det bare litt mindre med et snitt på 8.7 torsk pr trekk. Det var likevel stor forskjell i genetisk opphav på yngel samlet i juni og oktober. I Juni var 64% av alle torskkeyngel som ble samlet inn genetisk bestemt til nordsjøfisk, mens i oktober var 8% nordsjøfisk. Til sammenligning var 11% av eggene i snitt fra Nordsjøen.

Ingen av disse masteroppgavene inneholder store datasett som gjør det mulig å trekke sikre konklusjoner. Disse undersøkelsene kan likevel peke mot flere ting:

- Egg som gytes innenfor Furøya vil mest sannsynlig bli værende inne i fjorden, men fjorden kan også få tilførsel av nordsjøegg utenfra.
- Dødeligheten fra egg til juni-ungel og fra juni til oktober kan være styrt av ulike årsaker og slå forskjellig ut på yngel med forskjellig opphav. I 2014 kan den tidlige dødeligheten ha slått ut nesten hele årsklassen, mens den var mindre tydelig i 2015. Med bakgrunn i at andelen nordsjøfisk endrer seg mellom periodene gyting, juni og oktober kan dødeligheten virke forskjellig på lokal fisk og nordsjøfisk på ulike tidspunkter. Dette kan tyde på at lokal fisk har lokale tilpasninger og ulike egenskaper enn nordsjøfisk.

2.3.5 Resultater fra akustisk merking av torsk

Foreløpige analyser av tallmaterialet på torsk merket med akustiske sendere i nullfiskeområdet indikerer en dobling av årlig overlevelse etter at nullfiskeområdet ble etablert. Året før fredning var overlevelsen på 24 %, mens året etter fredning økte til overlevelsen til 48 %. (Fig. 2.3.5.2). Mens noen torsk har hele sitt hjemmeområde innenfor nullfiskeområdet, så har mange torsk et hjemmeområde som strekker seg på tvers av grensene. Dermed er graden av beskyttelse proporsjonal med tiden fisk tilbringer innenfor nullfiskeområdet, og ligger ofte rundt 60–80 % (Fig. 2.4.1). Dette er beskrevet i en vitenskapelig artikkel av Villegas-Rios m.fl. (2016), basert på data fra telemetristudiene utført i fjorden. Effekten av nullfiskeområdet på overlevelse hos torsk må også sees i sammenheng med de tilgrensende bevaringsområdene som tillater krok- og-snørefiske, men ikke fiske med faststående redskap.



Figur 2.3.5.1: Beskyttelse av torsk merket med akustiske merker i nullfiskeområdet (gul grense). Forskjellige individer har ulik størrelse på sine hjemmeområder (røde polygoner i c, d og e). Mens en del torsk har små hjemmeområder, hovedsakelig innenfor nullfiskeområdet, har de fleste deler av sitt hjemmeområde utenfor nullfiskeområdet og over i bevaringssonene og forbi – og dermed redusert %-vis beskyttelse (a). Figuren er hentet fra pre-print versjonen av Villegas-Rios m.fl. 2016.

I et annet relevant arbeid (Fernandez-Chacon m.fl. 2015), med et større tallmateriale på merket torsk, ble det undersøkt hvordan et bevaringsområde for hummer utenfor Flødevigen, Arendal, også hadde en positiv virkning på torsk, og anslo hva som ville bli resultatet av å gå fra krok-og-snørefiske til nullfiske. Etableringen av et bevaringsområde med krok-og-snørefiske økte årlig overlevelse med henholdsvis 167% (fra 0.09 til 0.24) og 83% (fra 0.23 til 0.42) for torsk under og over 40 cm. Til sammenligning viste en matematisk simulering at et nullfisketiltak kunne øke overlevelsen med ytterligere 100% (fra 0.24 til 0.48) og 44% (fra 0.42 til 0.60) for torsk under og over minstemål, henholdsvis. Det er sannsynlig at gevinsten av et lite nullfiskeområde i indre Tvedestrandfjord er noe i nærheten av hva vi beregnet for Flødevigen (1 km²) dersom dette hadde endret status til nullfiske: et ekstra påslag i årlig overlevelse på 20% (fra ca. 40 til 60% for torsk over minstemål, sammenlignet med et krok-og-snørefiskeområde, i tilfellet Flødevigen bevaringsområde).

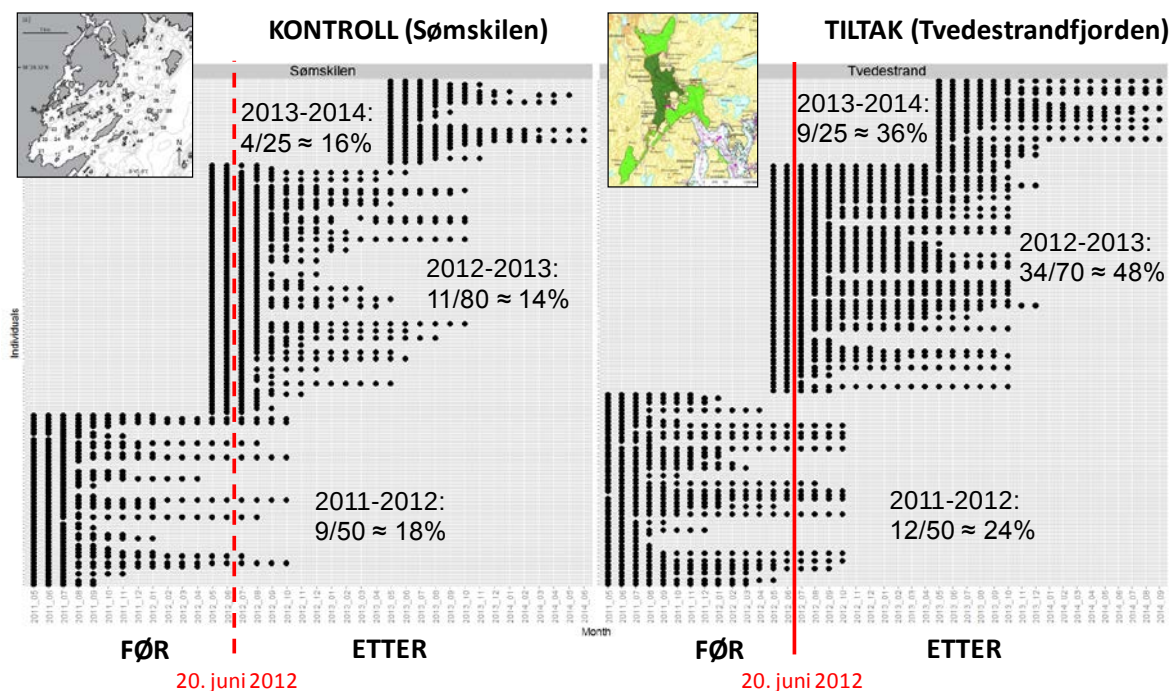


Fig. 2.3.5.2. Tidslinjer for akustiske signaler fra torsk merket før og etter etablering av bevaringstiltak i indre Tvedestrandfjord og i et kontrollområde på grensen mellom Arendal og Grimstad kommuner. Dersom en tidslinje er avbrutt før batterilevetiden (18 md) er løpt ut antas dødelighet (mortalitet), med mindre den aktuelle fisken er registrert på vei ut av fjorden (emigrasjon). Før tiltak: av torsk merket våren 2011 var kun 12 av 50 i live i fjorden etter ett år (24%). Etter tiltak: av torsk merket våren 2012 var 34 av 70 i live i fjorden etter ett år (48%). Figuren viser foreløpige analyser og er hentet fra et pågående publiseringsarbeid (Olsen mfl., in prep.).

2.4 Oppsummering torsk i de indre bevaringssonene

De indre bevaringsområdene med redusert fisketrykk har hatt en merkbar effekt på størrelsen på torsk i området. Det er nå relativt sett flere store torsk inne i bevaringsområdet enn utenfor (Fig. 2.3.2.2). Rekrutteringen av yngel har vært lav, noe som også har vært tilfelle på resten av Skagerrakkysten de siste årene. Dette gjør at det ikke er kommet noen store årsklasser med torsk i fjorden og den totale mengden torsk har ikke økt betydelig. Likevel er det nå sannsynlig at biomassen av torsk i bevaringsområdene er har økt.

De foreløpige resultatene fra telemetriundersøkelsene på torsk i Tvedestrandsfjorden indikerer at torsk merket inne i nullfiskeområdet i stor grad holder seg innenfor bevaringssonene og at overlevelsen til denne fisken er øket betraktelig (opptil 100%,) som følge av bevaringstiltakene.

2.5 Resultater for leppefisk

Leppefisk har ikke vært noen målart i prosjektet «Aktiv forvaltning», men er en gruppe arter som har stort og økende fokus på Sørlandet. Årsaken er at de brukes i akvakulturindustrien som rensefisk for laks. Skagerrak har ikke noen stor akvakulturindustri, men det foregår et omfattende fiske og eksport av leppefisk til andre regioner av Norge. Dette har gjort det interessant å følge leppefisk i Tvedestrand for å få informasjon om betydningen av fiske etter leppefisk på skagerrakkysten. Leppefisk kan også være mat for større torsk, samtidig som leppefisk kan påvirke kvaliteten av ålegress gjennom beitingen sin på dyr som spiser påvekst på ålegresset. På grunn av dette er det ikke åpenbart om det blir mere leppefisk som følge av mindre fiske i et bevaringsområde, eller mindre leppefisk som følge av at torsk og andre predatorer øker.

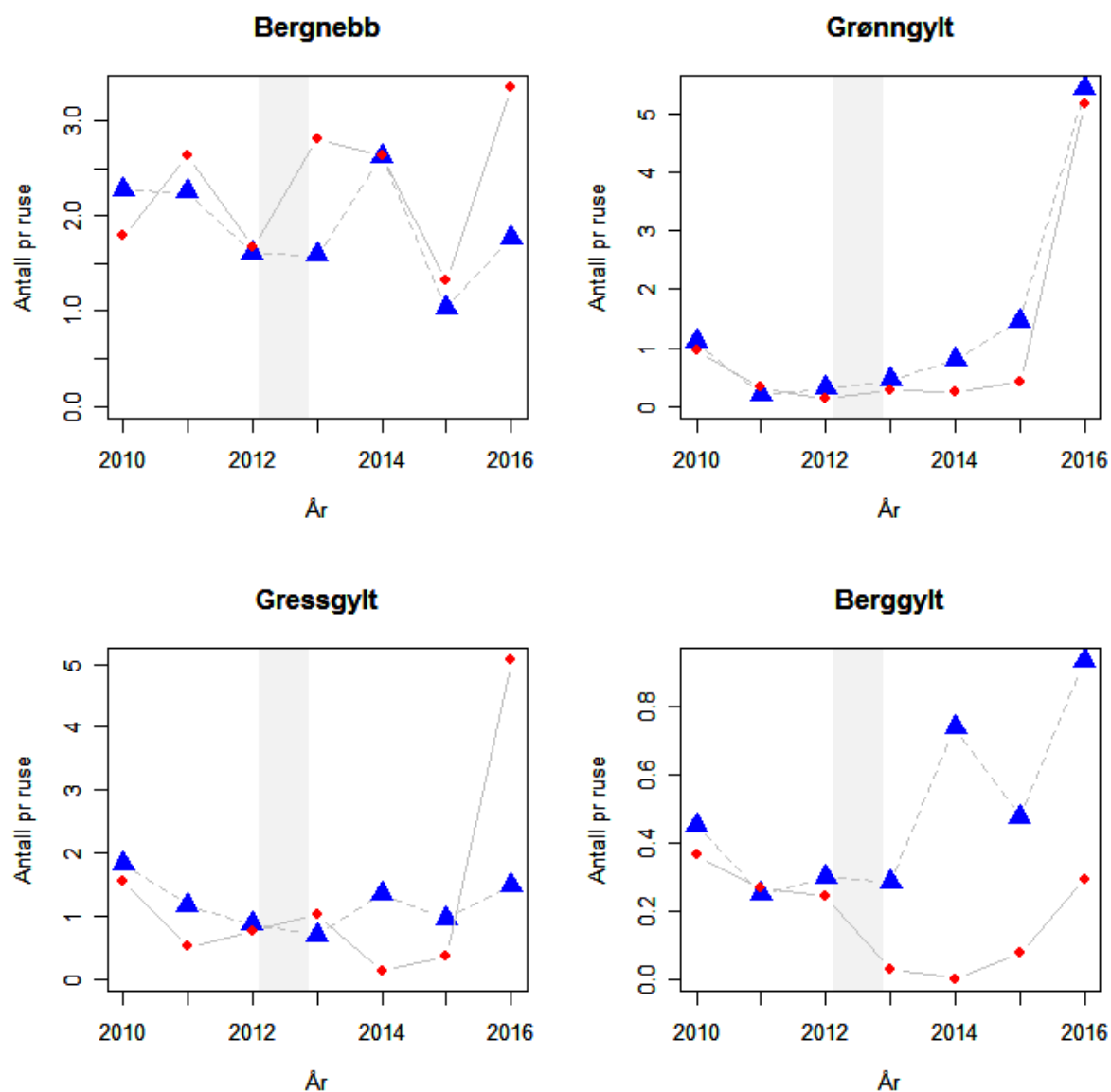
2.5.1 Resultater fra Standardisert fiske

Prøvefisket etter torsk med ruser gir også gode fangster av leppefisk av artene bergnebb, grønngylt, berggylt og gressgylt. Det fanges også sporadisk noe rødnebb/blåstål, men disse opptrer sjeldnere.

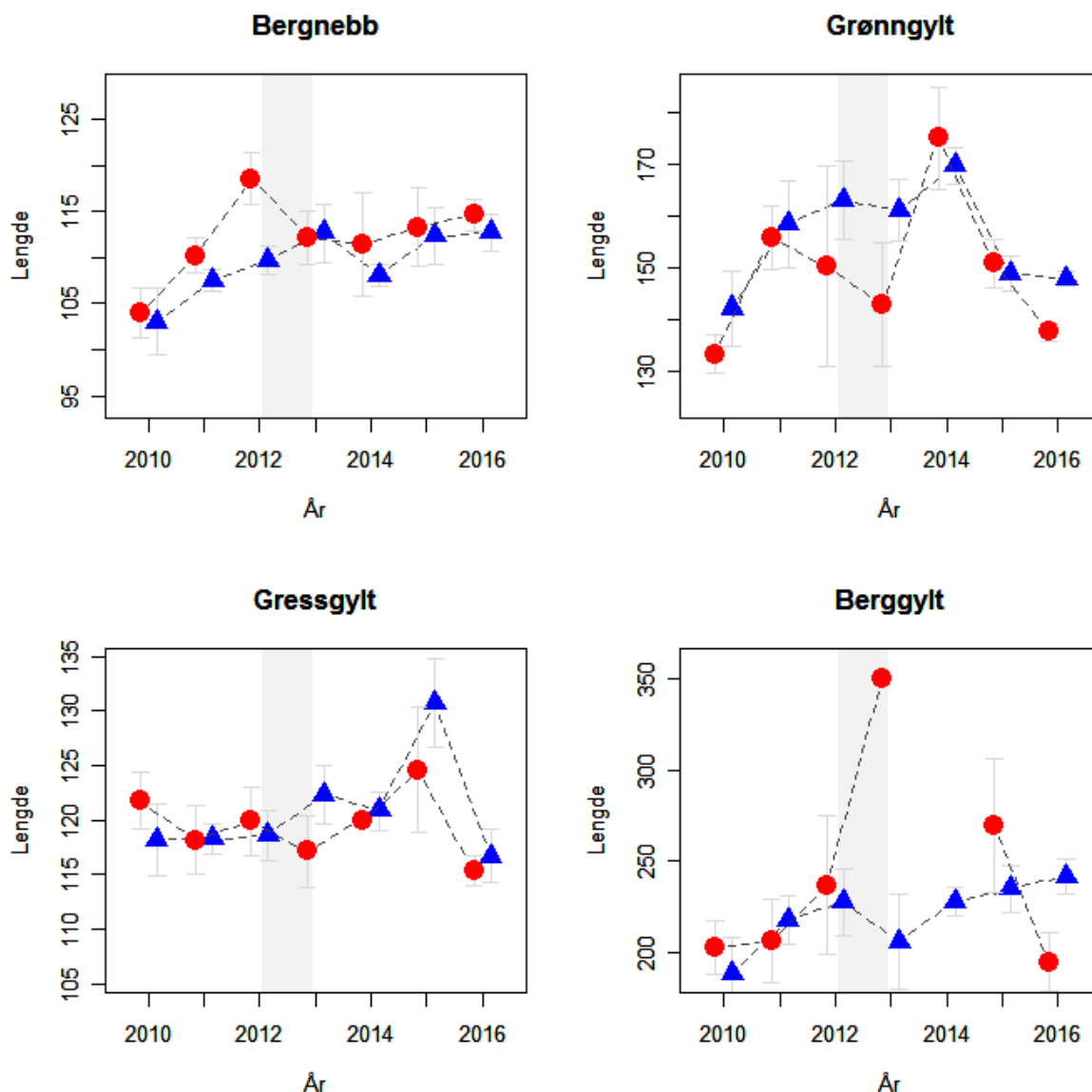
Leppefisk er dagaktive og går gjerne inn i rusene om dagen. Dersom rusene står lenge og det går stor torsk inn i tidlig, kan torsken spise mindre leppefisk. Fra data innsamlet gjennom forsøksfiske ser vi en negativ effekt av mengde torsk i rusene på gressgylt og bergnebb. Dette gjør at særlig for det tradisjonelle fisket der rusene stod i flere døgn, kan fangsten av leppefisk være påvirket av fangsten av torsk. I tallene brukt her er det ikke justert for antall torsk i rusene, men kun brukt ruser som har stått en natt og hvor effekten av predasjon fra større fisk er liten.

Leppefisk kan også være vanskelig å artsidentifisere, særlig små individer av berggylt som kan feiltolkes som grønngylt eller gressgylt. Det er ikke gjort noen analyse av om det er feilkilder i dette materialet knyttet til personen som utførte forsøksfisket.

Basert på antall fisk pr ruse og gjennomsnittlig størrelse på fisken kan vi vurdere hvilken betydning bevaringsområdene har hatt på de forskjellige artene leppefisk.



Figur 2.5.1.1: Figuren viser gjennomsnittlig fangst av fire arter av leppefisk innenfor (blå symboler) og utenfor (røde symboler) bevaringsområdene i årene forsøksfiske har pågått. Det er her kun brukt ruser som har stått i en natt og områder som aldri har fanget noen leppefisk er utelatt (for å ikke vurdere områder som ikke er leppefiskhabitat).

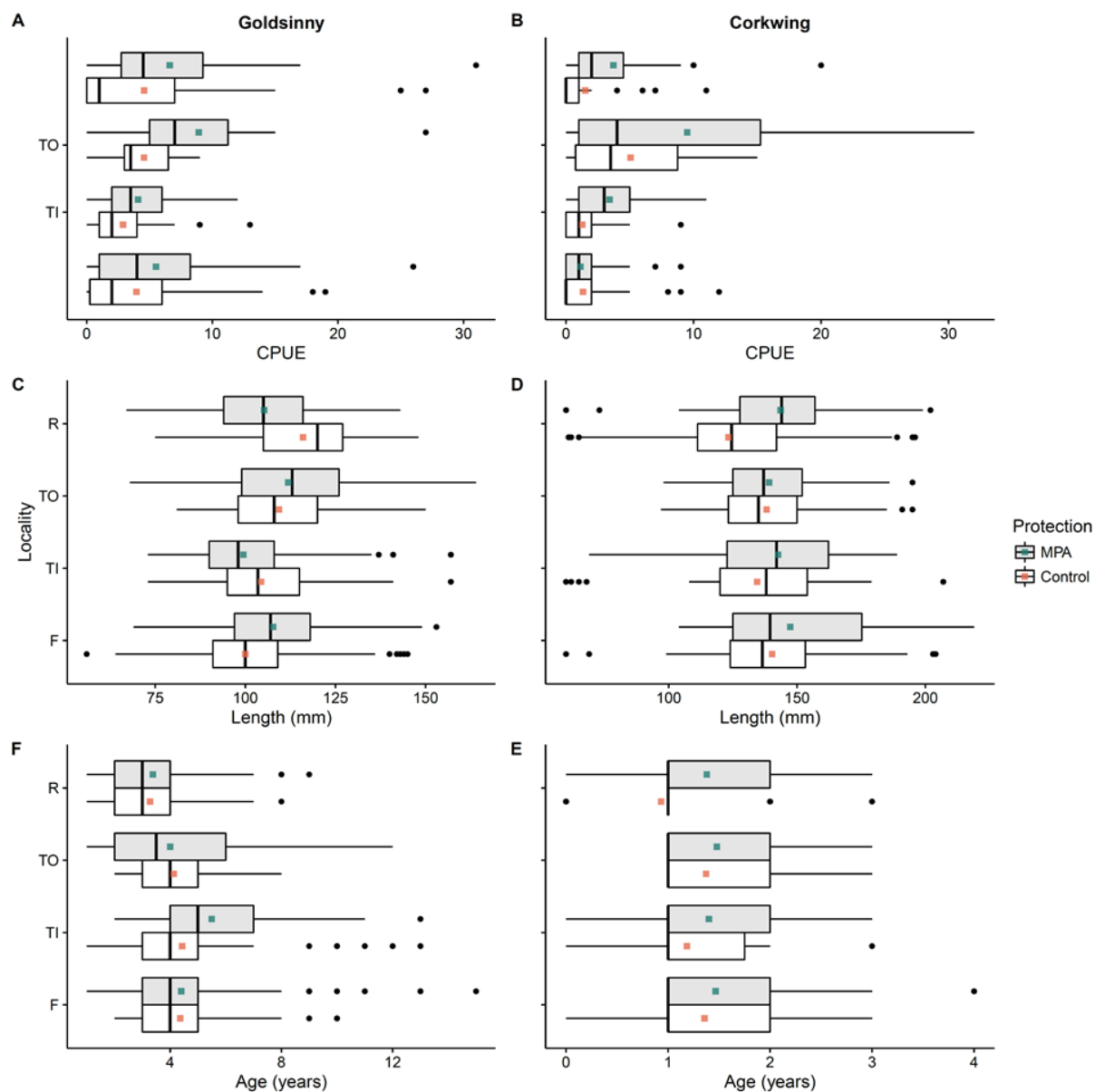


Figur 2.5.1.2: Figuren viser gjennomsnittlig størrelse på fire leppefiskarter innenfor (blå symboler) og utenfor (røde symboler) for de forskjellige årene forsøksfiske har pågått. Her er benyttet data fra både standardisert og ikke-standardisert forsøksfiske.

Basert på forsøksfiske som er gjennomført over flere år ser det ikke ut til at noen av artene har hatt en tydelig fordel eller ulempe av bevaringsområdene. Den eneste arten som kanskje har en tendens til bedre fangst inne i bevaringsområdene etter 2012 er berggylt. Sett i forhold til variasjonen i fangst er det ingenting som tyder på noe endringer i størrelse på fisken som er fanget i forsøksfiske som resultat av innføring av bevaringsområder.

2.5.2 Resultater fra andre undersøkelser på leppefisk

I forbindelse med masteroppgaven til Torkel Larsen og doktorgraden til Kim Halvorsen gjennomførte Havforskningsinstituttet et prøvefiske for kartlegging av forekomst, alder og størrelsesfordeling i bevaringsområdene i Risør, Tvedestrand (indre og ytre) og Flødevigen og nærliggende kontrollområder åpent for leppefisket i 2013. Undersøkelsen ble foretatt mot slutten av leppefisk-sesongen.



Figur 2.5.2.1: figur hentet fra Halvorsen m.fl. (Marine Biology Research 2016, under trykking). De to øverste panelene (A og B) viser fangst av hhv. bergnebb (Goldsinny) og brønnngylt (Corkwing) i de fire områdene som ble undersøkt. Fra øverst til nederst i hver figur vises områdene: Risør, Tvedestrand ytre område, Tvedestrand indre område og Flødevigen. De to midterste panelene (C og D) viser lengdefordelingen for de to fiskene fra de forskjellige områdene. Nederste to paneler (F og E) viser aldersfordeling. Fargede symboler viser gjennomsnittet.

Denne studien viste at bevaringsområdene hadde høyere fangster av både bergnebb og grønnngylt enn de fiskede områdene. Grønnngylta var også større og eldre i bevaringsområdene, mens det var ingen klare forskjeller i størrelse for bergnebb.

2.5.3 Konklusjon leppefisk

Det standardiserte forsøksfisket viser at det er ganske stor romlig og tidsmessig variasjon i fangst av leppefisk. Leppefisker er svært stasjonær og både mengde og størrelse kan være påvirket av prosesser på liten skala. Dette kan gjøre at effekter av bevaring kan være vanskelig å oppdage. Halvorsen m.fl. viser til at det kan være en høyere fangst av bergnebb og grønnngylt på slutten av fiskerisesongen, samtidig som det standardiserte fisket ikke viser noen lignende

effekt på våren. Dette kan tyde på at fisket etter leppefisk skaper en midlertidig bestandsnedgang mot slutten av sesongen som blir kompensert for frem til neste sesong igjen. Med det fisketrykket som foregår etter leppefisk i Tvedestrand kan det se ut som fisket er bærekraftig.

2.6 Resultater for undersøkelser av ørret

Arbeidet på bevegelse og overlevelse til sjøørret kom i gang våren 2013 gjennom finansiering av prosjektet BUFFER med midler fra Norges Forskningsråd, og etter hvert med påfyll av midler fra Fylkesmannen i Aust-Agder (miljøvernavdelingen). Metoden som er i bruk er akustisk telemetri, muliggjort gjennom etableringen av et nettverk av lyttebøyer i Tvedestrandfjorden i torskprosjektet PROMAR. Målet med prosjektet er å undersøke den romlige økologien til ørret som bruker fjorden, og avgjøre hvor stor andel av denne fisken som hører til gytebestanden i Østeråbekken. Dessuten har skjellprøver av alle merkede sjøørret muliggjort beregning av vekst i tidlige livsfaser og bestemmelse av størrelse ved smoltifisering/utvandring fra elv. Foreløpige funn er oppsummert i Thomas André Ruuds masteroppgave ved Norges miljø- og biovitenskapelige Universitet (2015). Arbeidet viste at størrelse ved merking, sannsynlighet for å oppholde seg i/ bruke nullfiskeområdet og størrelse ved smoltifisering/utvandring fra elv påvirket både adferd (bevegelse) og overlevelse/ skjebne til sjøørret. Store individer som var større ved smoltifisering, og små individer som også var små ved smoltifisering, var mer eksponert for fiskedødelighet. Mellomstore individer med «mellomstor» størrelse ved smoltifisering hadde høyere overlevelse.

Sjøørret i Tvedestrandfjorden er sårbar for størrelsesselektiv høsting, og nullfiskeområdet har kun begrensende virkning. Årlig overlevelse i fjorden ser ut til å være lav. Betydningen av størrelse ved smoltifisering for arealbruk i fjorden er en faktor som bør tas med i vurderingen dersom habitatendringer skulle finne sted i ynglebekken. For å oppnå bedre vern av store individer (viktige gytere) i fjorden kan et maksimumsmål være et effektivt tiltak.

Sjøørretarbeidet har i løpet av 2015 og 2016 blitt utvidet og videreført i to doktorgradsprosjekter ved Universitetet i Agder (Susanna H. Thorbjørnsen og Katinka Bleeker). Det pågående arbeidet gjøres i samarbeid med NIVA og forskere i Sverige og Danmark.

2.7 Biologisk mangfold

2.7.1 Resultater fra standardisert fiske

Forsøksfiske som gjøres med ruser fanger et relativt bredt spekter av arter som lever i strandsonen i Tvedestrand og totalt er det fanget 52 grupper av fisk eller forskjellige arter i forsøksfisket (tabell 2.7.1).

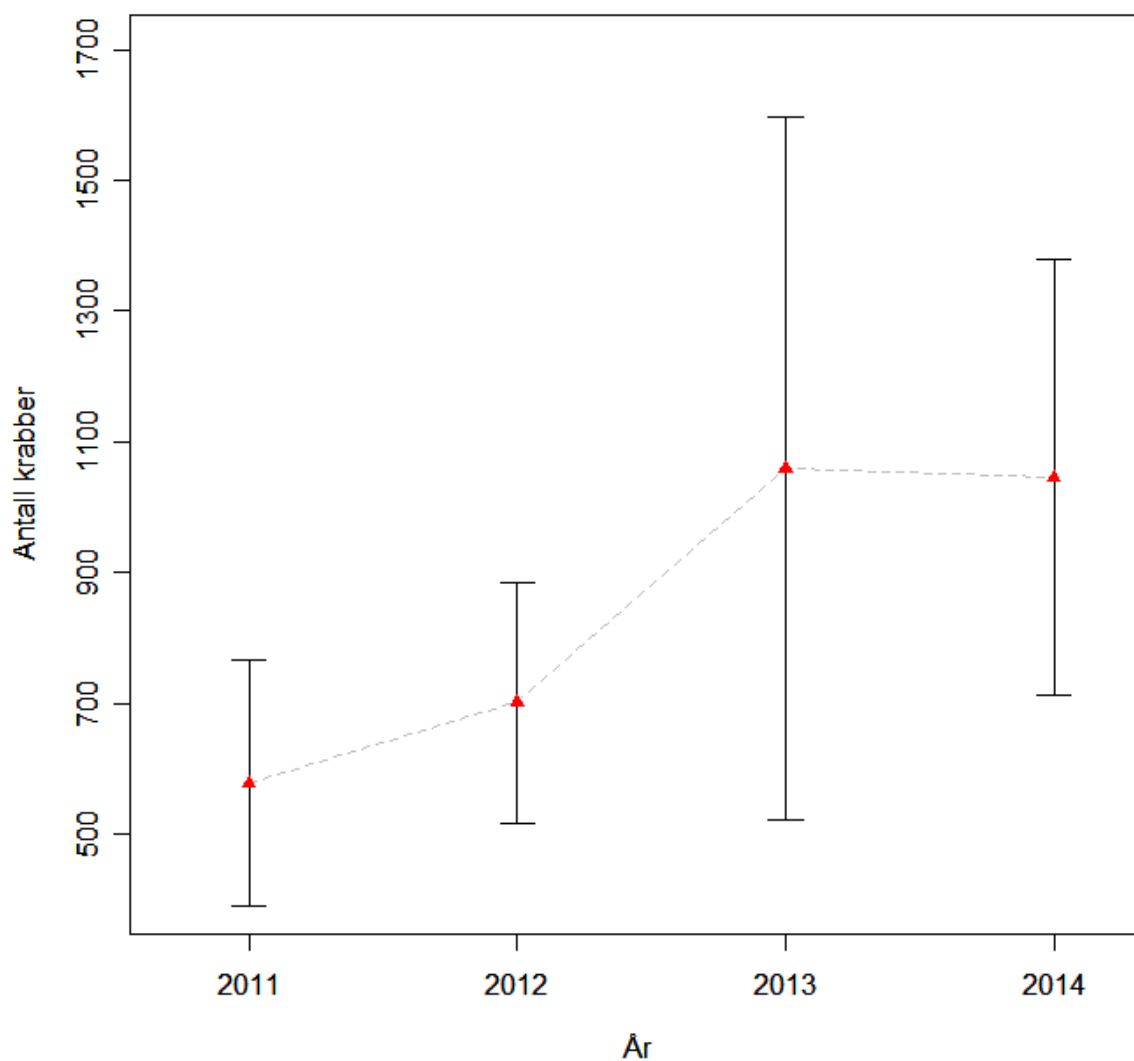
De fleste artene var fanget i få eksemplarer og egner seg ikke til å vurdere om bevaring har hatt noen effekt i økt eller redusert antall. Av de artene som er fanget flest individer er torsk og leppefisk behandlet tidligere. De øvrige (ål, lyr, sei, kutlinger, ulker og flyndrefisk) viser ingen trender i mengde relatert til bevaring.

Glasskutling	1	Havnål	6	Sandkutling	90
Piggvar	1	Hvitting	6	Hummer	100
Steinbit	1	Slettvar	6	Dvergulke	134
Skjeggulke	2	Ubestemt Kutling	9	Sypike	210
Sild	2	Tangbrosme 3-trådet	9	Skrubbe	249
Rognkjeks	2	Lomre	10	Vanlig Ulke	264
Stingsild	2	Tangstikling	12	Sei	276
Stor Kantnål	2	Paddetorsk	13	Svartkutling	363
Brungylt	3	Ørret	17	Rødnebb/blåstål	581
Brisling	3	Fløyfisk	19	Berggylt	838
Hårvar	3	Tangkutling	20	Lyr	893
Nålefisker (ubestemt)	4	Kantnål	21	Ål	1388
Tangsnelle	4	Tangsprell	21	Torsk	1504
Torsk 0-gruppe	5	Sandflyndre	25	Gressgylt	2715
Ubestemt flyndrefisk	5	Tunge	32	Grønngylt	2726
Horngjel	5	5-trådet tangbrosme	36	Bergnebb	4306
Fjesing	5	Rødspette	43		
Gapeflyndre	6	Ålekvabbe	48		

Tabell 2.7.1: Oversikt over hvor mange individer av de forskjellige gruppene med fisk som ble fanget i forsøksfiske med ruser i Tvedestrand og kontrollområdene utenfor.

2.7.2 Resultater fra strandkrabbemerking

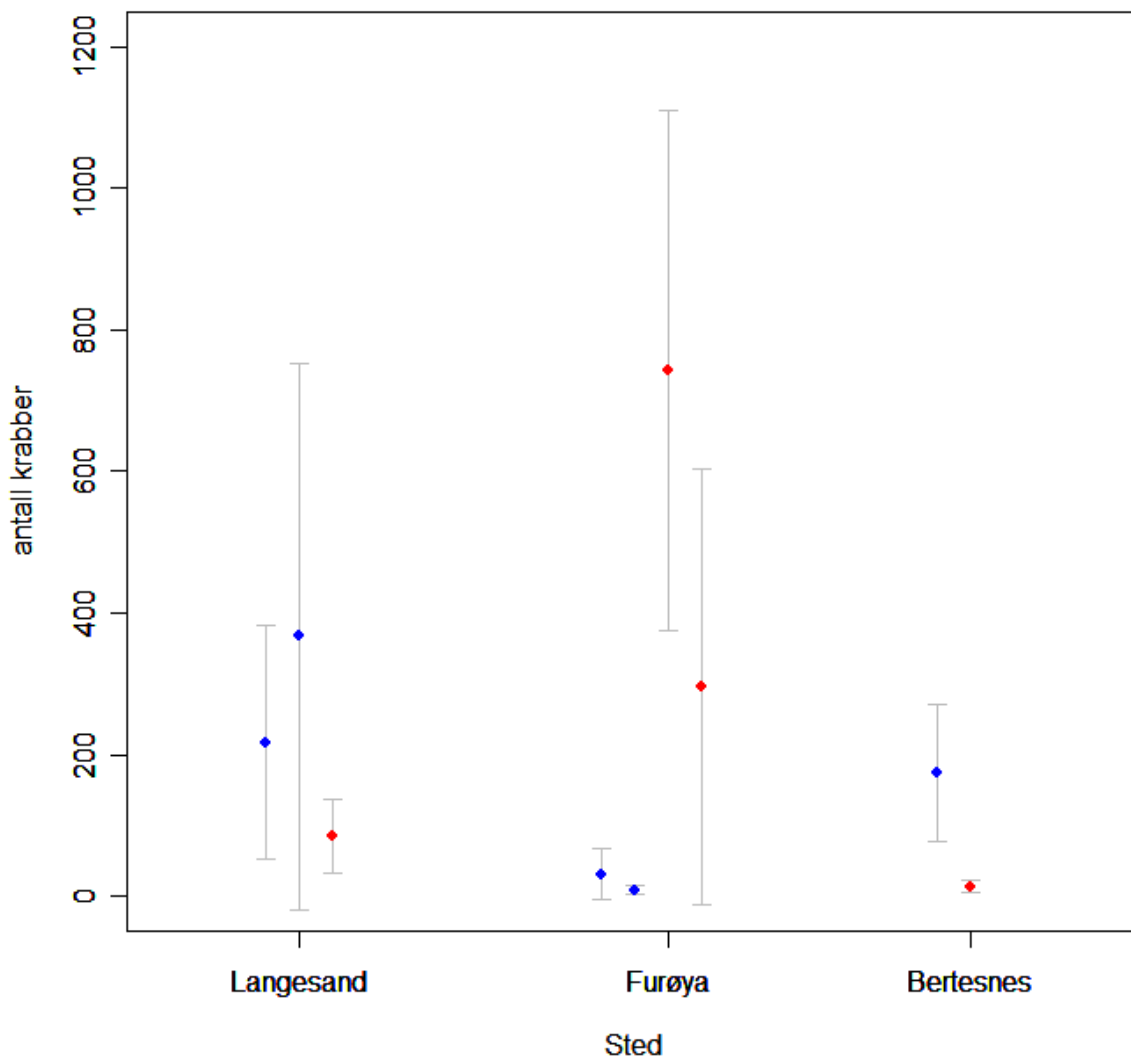
Gjennom forsøksfisket som ble gjort i fire år under kystkulturuka er det mulig å beregne en antatt mengde fangbare krabber i tilknytning til stranda og fortøyningsplassene på sørvestre side av Furøya.



Figur 2.7.2.1: Figuren viser antatt mengde krabber som var tilgjengelig for fangst de fire årene krabber ble merket under kystkulturuka. De vertikale linjene viser usikkerheten.

Andelen hanner som ble fanget var rundt 61%. Dette skyldes mest sannsynlig forskjeller i fangbarhet mellom kjønnene og ikke en reell forskjell i antall mellom kjønnene. Den skjevste kjønnsfordelingen var første året. Dersom man justerer antall for å få en balansert kjønnsfordeling er det ingen tydelig trend i antallet gjennom de fire årene. Variasjonen i mengde krabber som ble fanget er derfor mest sannsynlig som følge av variasjon i fangbarhet og ikke som følge av store endringer i bestanden.

Basert på skolenes fangst av strandkrabber kan vi også utføre bestandsestimater på tre ulike lokaliteter: Bertesnes (ca. 250–300 m²), Langesand (en strand på med ca. 600 m² krabbehabitat) og Furøya (Et område rundt begge sider av steinbrygga på sørøst siden av øya, ca 350–400 m²).



Figur 2.7.2.2: Anslått mengde krabber på tre ulike lokaliteter ved forskjellige innsamlinger. De blå punktene er innsamling gjort i 2015, mens de røde er gjort i 2016. De vertikale linjene angir usikkerheten i estimatet.

Basert på fangst-gjenfangst av strandkrabber som skoler har gjennomført er det store variasjoner i anslått mengde krabber. Det er tilsynelatende en veldig endring i antall krabber på Furøya fra 2015 til 2016, men dette skyldes at det høyeste punktet fra 2016 er innsamling gjort i juni, mens de øvrige er gjort i august-september. Det andre punktet for 2016 på Furøya er basert på veldig få krabber og har derfor stor usikkerhet. Dette tyder på at fangbarheten er lavere på krabbene senere på året, eller at en mindre del av krabbene er fangbare. Det høyeste estimatet for Furøya er basert på en forholdsvis stor mengde krabber og er på linje med det som ble fanget under kystkulturuka. Andelen hanner i disse fangstene er også rundt 75% noe som gjør at mengden krabber kan være 50% høyere enn det som er estimert her.

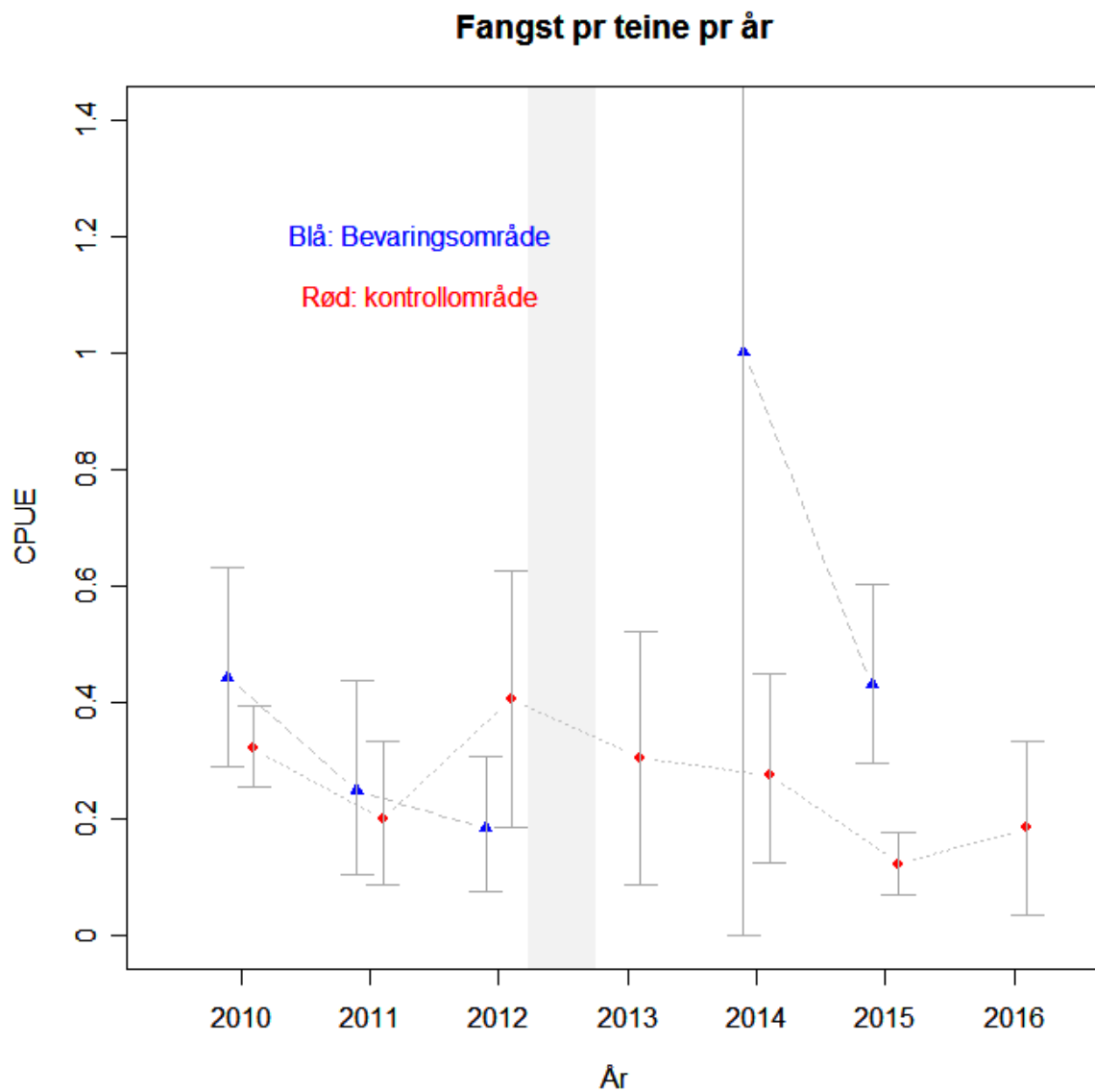
Disse dataene kan ikke brukes til å vurdere om bevaringsområdene har hatt noen direkte effekt på strandkrabbebestanden i fjorden. Vi kan likevel anta at de kan si noe om mengde krabber som er tilgjengelige i et område som for eksempel Furøya. Her ligger mest sannsynlig mengden krabber rundt 1000 fangbare individer. I andre lokaliteter ligger antallet på noen hundre. Disse tallene er nok gjeldende for forholdsvis små geografiske områder. Totalt er det forholdsvis mange strandkrabbelokaliteter i Tvedestrandsfjorden, noe som betyr at det mest sannsynlig er en god bestand strandkrabber i fjorden. Fra merkeforsøkene ser vi også at grupper med barn kan klare å fiske fra 7% til 44%, men oftest rundt 20% av de fangbare krabbene i løpet av noen timer.

Dette betyr at barn som fisker strandkrabber lokalt kan ha en påvirkning på mengden krabber dersom strandkrabbefiske medfører at krabbene dør. Det ser likevel ut til at det er forholdsvis mye krabber i fjorden som kan fungere som mat for torsk og andre arter.

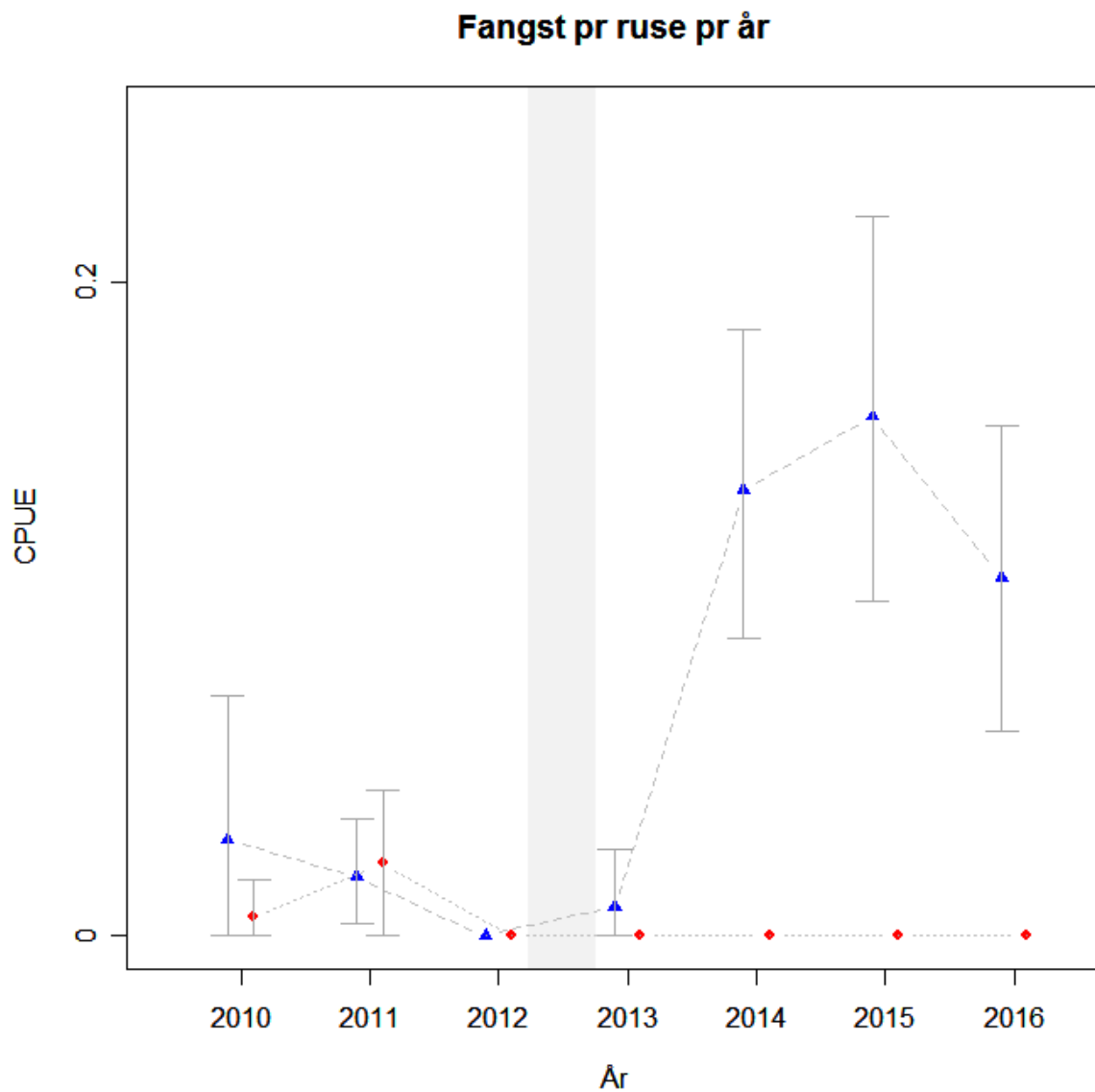
2.8 Hummer

Det har ikke vært et spesifikt forsøksfiske for å dokumentere endring i hummerbestanden inne i fjorden. Likevel har noe av innsatsen fra forsøksfiske i ytre område blir omdirigert til Tvedestrandsfjorden ved for eksempel dårlig vær, slik at enkelte år er det samlet data på hummer pr teine inne i fjorden også (figur 2.8.1). Det har etter hvert også kommet bifangst av hummer i rusene i det standardiserte forsøksfiske etter torsk (figur 2.8.2).

Det har ikke vært store mengder hummer, så tall på gjennomsnittsstørrelse vil være i stor grad bestemt av tilfeldige faktorer og er ikke undersøkt. Antallet hummer pr teine og pr ruse kan likevel indikere at det er blitt noe mer hummer inne i bevaringsområdene inne i fjorden.



Figur 2.8.1: Fangst av hummer pr teine i et standardisert forsøksfiske etter hummer. Metoden for forsøksfiske er beskrevet i kapittel 4.2.1. De blå punktene er fangst pr tein inne i nullfiskeområde og bevaringsområdene. De røde punktene er fangst pr teine i områder utenfor bevaringsområdene men vest for Sandøyfjorden. De vertikale linjene angir usikkerhet.



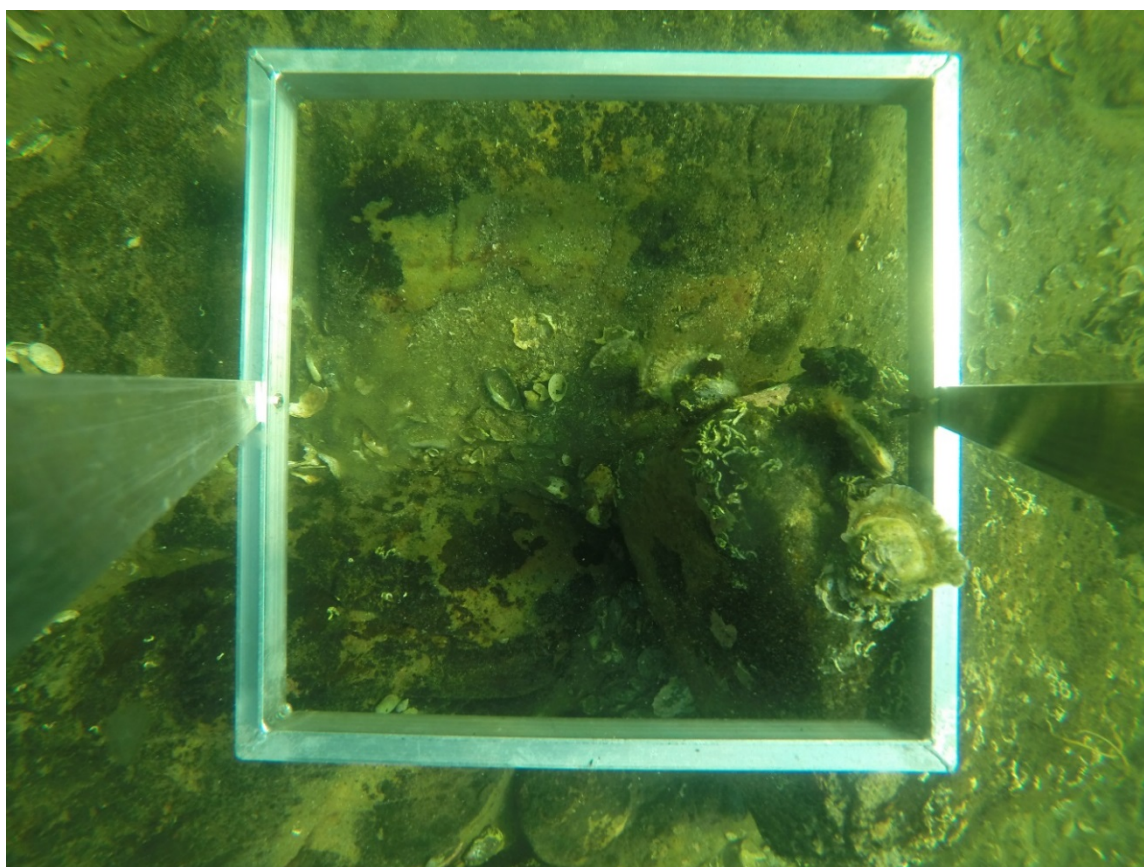
Figur 2.8.2: Fangst av hummer pr ruse i et det standardisert forsøksfiske etter torsk. De blå punktene er fangst pr ruse inne i nullfiskeområde og bevaringsområdene. De røde punktene er fangst pr ruse i områder utenfor. De vertikale linjene angir usikkerhet.

3. Kvastadkilen bevaringssone

Bakgrunnen for innføring av bevaringsområdet for flatøsters i Kvastadkilen var undersøkelser der det ble observert kun døde skjell. Lokaliteten var på slutten av 1990-tallet en av de største lokalitetene i Norge med en estimert bestand på 500 000,- stk flatøsters. I perioden 2005-2006 forsvant størstedelen av bestanden, sannsynligvis på grunn av omrøring av oksygenfritt vann under isen. Det ble drevet østersoppdrett i Kvastadkilen frem mot 1950-tallet i nært samarbeid med Forskningsstasjonen Flødevigen.

Det ble i 2013 gjennomført undersøkelser av flatøsters i Kvastadkilen, Tvedestrand kommune. Undersøkelsene ble gjennomført ved hjelp av snorkling. I utgangspunktet var det planlagt å gjennomføre bruk av telleramme, men bestanden var så liten at dette ikke var hensiktsmessig. Totalt ble det kun observert et titalls skjell. Det var ingen tegn til nyrekruttering.

Det ble i 2016 gjort en oppfølgende undersøkelse av tettheter av østers i Kvastadkilen ved hjelp av fotoramme. Rammen med kamera ble sluppet fra båten på 3 forskjellige lokaliteter langs Nordøstsiden av Kvastadkilen. Totalt ble kamera sluppet ned på 16 steder. Det ble så plukket ut et bilde fra hver gang kamera stod i ro på bunnen. Totalt 36 stillbilder. Det ble registrert både levende og døde østers samt stillehavsøsters.



Figur 3.1. Fotoramme som viser et 1x1m stort område der antall levende og døde flatøsters og stillehavsøsters kan telles.

Undersøkelsene tyder på liten naturlig rekruttering.

3.1 Foreslåtte tiltak.

Dersom en organiserer et samarbeid med aktuelle grunneiere slik at østersen får en mer optimal temperatur for utvikling av gonader og dermed en vellykket gyting, bør en kunne øke bestanden opp mot tidligere nivå over noe tid. En må da samle inn de østersene som er igjen, plassere disse i østerskurver som henges fra brygger i Kvastadkilen og så organisere temperaturmålinger og justering av det dypet skjellene bør henge på. I tillegg kan man henge ut kvister dyppet i kalk som grunnlag for at østerslarver skal slå seg end. Deretter kan østersene overføres til østerskurver senere. Det må søkes tillatelse til oppdrett av flatøsters fra Fiskeridirektoratet. Havforskningsinstituttet kan ta seg av temperaturmålinger samt rådgi de grunneiere som ønsker å delta i arbeidet.

Målsettingen for prosjektet er å bygge opp igjen den naturlige bestanden, men kan også inkludere opprettelse av østersoppdrett dersom noen av grunneierne ønsker det. Om dette er ønskelig må det utarbeides en grundig projektskisse i samarbeid med kommunen og grunneiere.

4. Ytre skjærgård bevaringssone

4.1 Kort om området

Basert på tidligere studier er det forventet at antall hummer og gjennomsnittsstørrelsen vil øke betydelig innenfor bevaringsområdet sammenliknet med de omkringliggende områder. Et av hovedmålene med undersøkelsene i Tvedestrand er å studere interaksjonen mellom bevaringsområdet og de fiskede områdene, både med tanke på fiskeri og ressurs. Når et større område blir stengt for fiske kan enten fiskeren som tidligere fisket i dette området velge å slutte å fiske eller flytte sine teiner til et område som er åpent for fiske. Hvis fiskeren velger å fortsette å fiske er det så interessant å se hvor denne fiskeinnsatsen blir plassert gjennom tid. Videre er det da et interessant spørsmål om fangstene, og innsatsen (antall teiner), øker på grensen av bevaringsområdet. For å svare på spørsmålet om fiskerieffekter av bevaringsområder for hummer er det flere ulike typer data som er blitt samlet inn i prosjektet



Figur 4.1.1: Kart over ytre skjærgård bevaringssone

4.2 Innsamling av data i ytre skjærgård

4.2.1 Forsøksfiske hummerteiner

Hummerbestanden dokumenteres vha. et randomisert teinefiske. Aktuelt område velges basert på dyp (10-30 m) og helningsgrad ($> 8^\circ$). Deretter gjennomføres det et tilfeldig utvalg av

fiskelokaliteter innenfor området. Dette området omfatter arealer både innenfor og utenfor bevarings- og forbudssoner. Alle hummere som fanges, måles og kjønnsbestemmes. I tillegg blir de merket med et individmerke og tatt DNA-prøve av. Merkingen gjennomføres i henhold til standardisert metode og av sertifisert personell. Teinefiske gjennomføres på samme tid og med samme utstyr og prosedyre som tilsvarende fiske i de tre bevarings- og kontrollområdene for hummer ved Flødevigen, Bolærne og Kvernskjær (Hvaler). Forsøksfisket er designet for å evaluere potensiell ”spillover” (utvandring) fra bevaringsområder. Prøvefisket fra kontrollområdene vil bli benyttet som referanseområder for å sammenligne effekter utenfor og innenfor bevaringsområder.

4.2.2 Registrering av innsats

Det gjennomføres også teinetellinger under det regulære hummerfisket i oktober. Innsatsen (antall teiner og geografisk posisjon) kartlegges i felt. Alle sjøområdene i Tvedestrand dekkes systematisk ved bruk av båt. Hver blåse som observeres blir lagt inn på GPS, og det noteres om den tilhører en fritids- eller yrkesfisker. Kartleggingen gjør det mulig å følge hvordan innsatsen forflyttes eller om totalinnsatsen endrer seg etter at områder ble stengt for fiske. I tillegg kan det observeres hvordan innsatsen langs grensene av bevaringsområdene endrer seg over tid.

4.2.3 Rapportering av fangst

Prosjektet samarbeider med 15-25 fritidsfiskere i Tvedestrand. Hver fisker får tilsendt en hummerdagbok. Der noteres det ned dato, teinedøgn og fangst (totalt antall hummer, hummer over og under minstemål og rognhummer) for hver enkelt teine som trekkes. Videre fylles det ut i kart (500*500 meter grid) hvor teinen stod. I Tvedestrand har fritidsfiskere fylt ut hummerdagbok siden 2007. Kartinformasjon startet opp i 2010. Rapportene fra fritidsfiskerne gir et godt bilde på hvordan fangstene utvikler seg i tid og rom før og etter etablering av bevaringsområder. Rapporter fra andre fritidsfiskere i andre regioner (rundt 250 fra Østfold til Møre og Romsdal) kan benyttes som kontroll for å vurdere om fangstene i Tvedestrand utvikler seg annerledes enn i andre regioner.

4.2.4 BRUVs undersøkelser

I 2012 (like før bevaringsområdene ble implementert) ble det gjennomført undersøkelser med agnede stereo-videorigger (Baited Remote Underwater Video systems – BRUVs) i ytre områder i Tvedestrand. Agnet tiltrekker seg fisk, som så kan filmes med to kameraer. Dette gjør det mulig å artsbestemme og måle fiskens lengde uten å måtte fange den. Hensikten med BRUVs i ytre områder var å evaluere eventuell effekt på torsk og biologisk mangfold / artsdiversitetet. Da det ikke ble etablert et null-fiskeområde i ytre område, har det ikke blitt gjort noen nye undersøkelser frem til 2015. Ved delvis finansiering med et parallelt prosjekt var det mulig å investere i nye BRUVs og gjennomføre en pilotundersøkelse over fire dager i 2015.

4.2.5 Forsøksfiske med fisketeiner

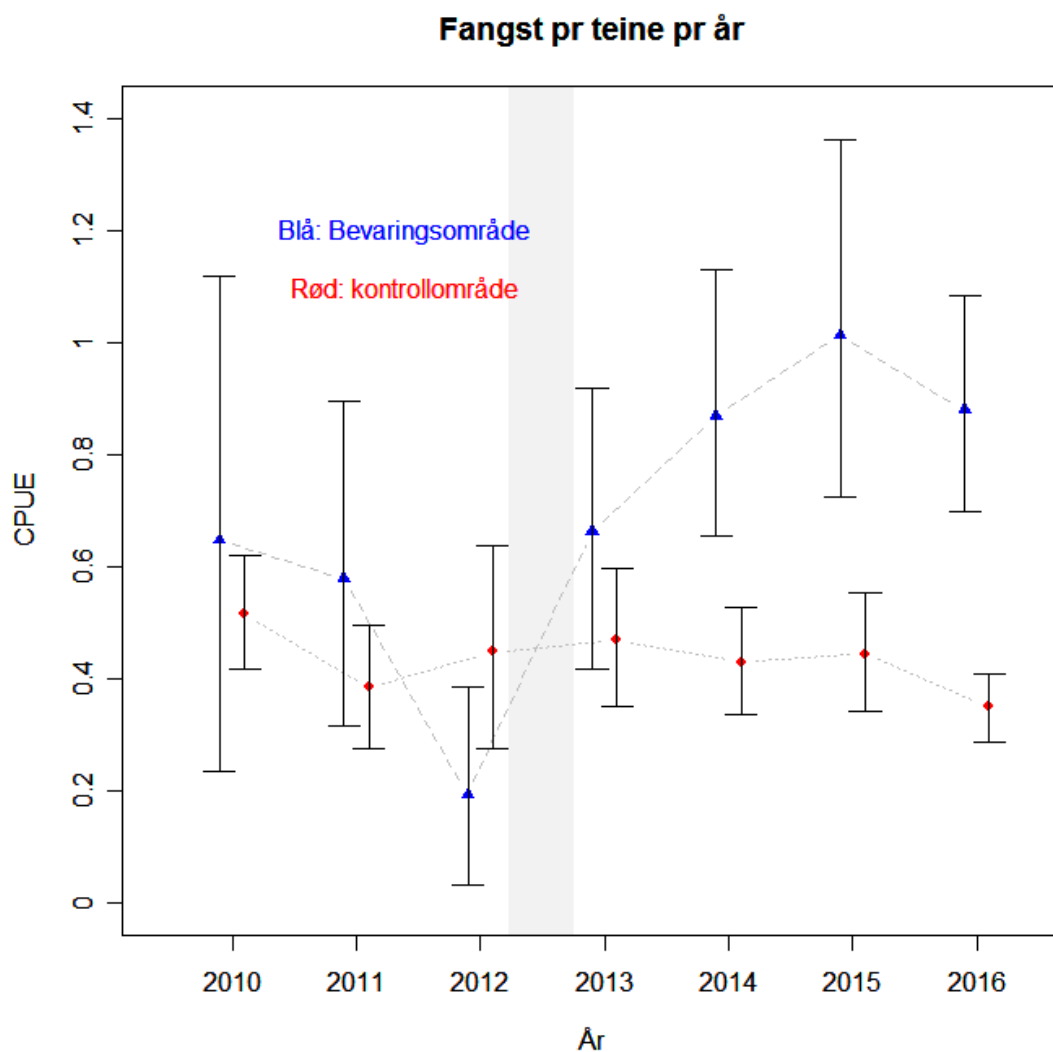
I 2012 ble det i regi av Aktiv forvaltning gjennomført et omfattende teinefiske etter torsk, både i de indre og ytre delene av Tvedestrandfjorden. Da det ikke ble etablert et null-fiskeområde i ytre område, har det vært begrenset med oppfølging av disse undersøkelsene. Det ble

gjennomført et fiske med teiner i 2015, men i mindre omfang enn 2012. Områder mellom 5 og 50 meter dype ble plukket ut i hele Tvedestrand. For å få en balansert fordeling av posisjoner og for at de skulle ligge i et område som var praktisk mulig å dekke på en normal arbeidsdag, ble Tvedestrand delt inn i ytre område, bevaringsområde, innsiden av Askerøya/Sandøya, etc., med begrensninger på antall posisjoner i hvert område.

4.3 Resultater for hummer

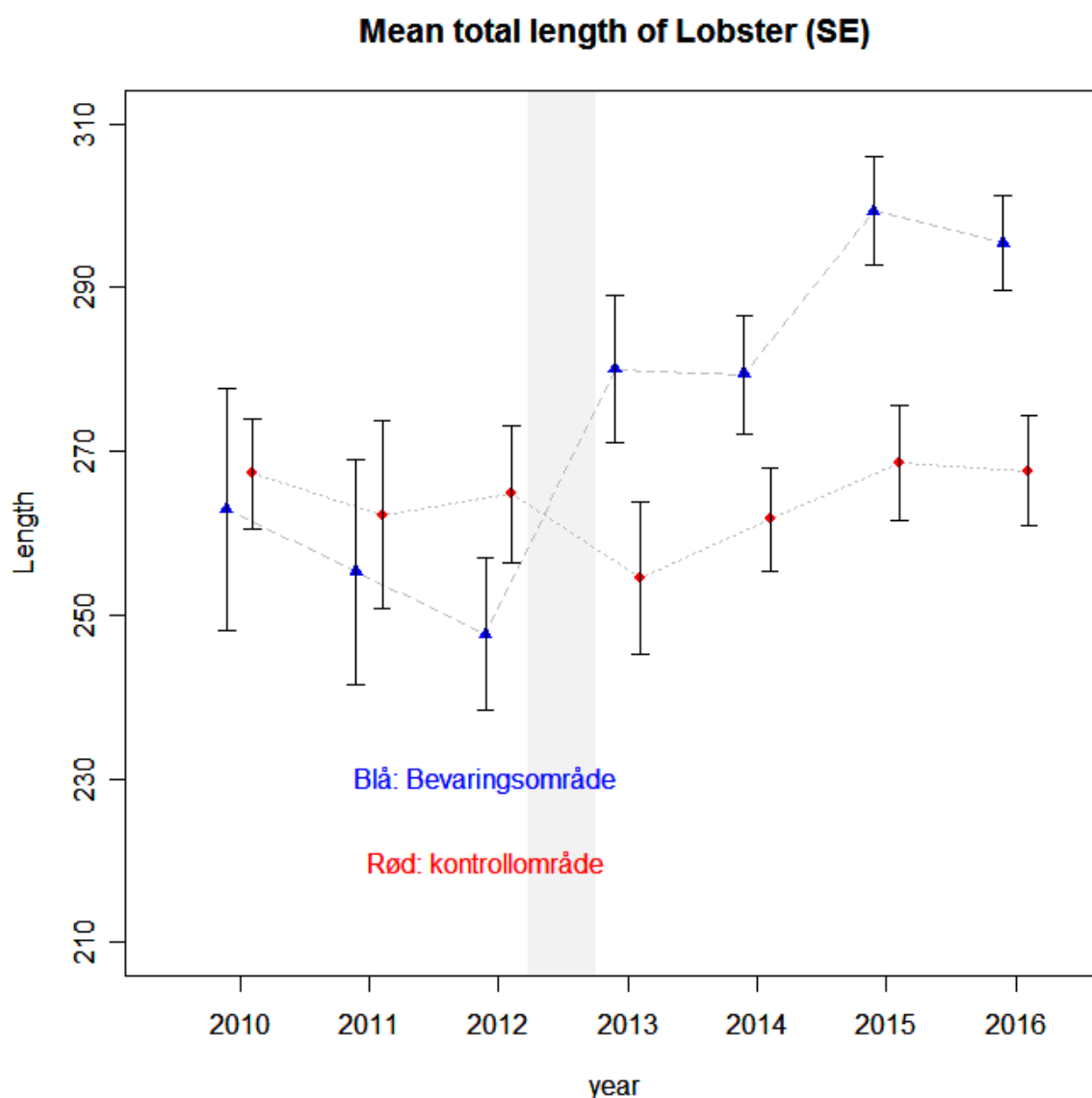
4.3.1 Resultater fra teinefiske

Det har vært en årlig vekst i fangstrate (hummer per teine) siden bevaringsområdet ble etablert i 2012, mens kontrollområdet har holdt seg stabilt. Fangstraten i 2016 gikk ned i både bevarings- og kontrollområdet sammenliknet med 2015. Fangstraten i bevaringsområdet var i 2016 på 0.87 hummer per teine mot 0.35 i omkringliggende områder. Så til tross for årlige svingninger i fangstrate har hummerbestanden fått en betydelig vekst i bevaringsområdet sammenliknet med omkringliggende fiskede områder.



Figur 4.3.1.1. Årlig gjennomsnittlig fangst per teine i bevaringsområde (blått) og i omkringliggende kontrollområde (rødt) i perioden 2010 til 2016. De vertikale linjene viser usikkerheten i forventet fangst.

Hummerens gjennomsnittslengde har også økt jevnt inne i bevaringsområdet siden 2012, mens i omkringliggende områder har størrelsen holdt seg stabil fra år til år. Også gjennomsnittsstørrelsen gikk noe ned i 2016 sammenliknet med 2015. Forskjellen i størrelsen på hummeren i bevaringsområdet mellom 2015 og 2016 er ikke signifikant forskjellig.



Figur 4.3.1.2. Årlig gjennomsnittlig lengde på hummeren i bevaringsområde (blått) og omkringliggende kontrollområde (rødt) i perioden 2010 til 2016. De vertikale linjene angir usikkerheten til gjennomsnittsestimatet.

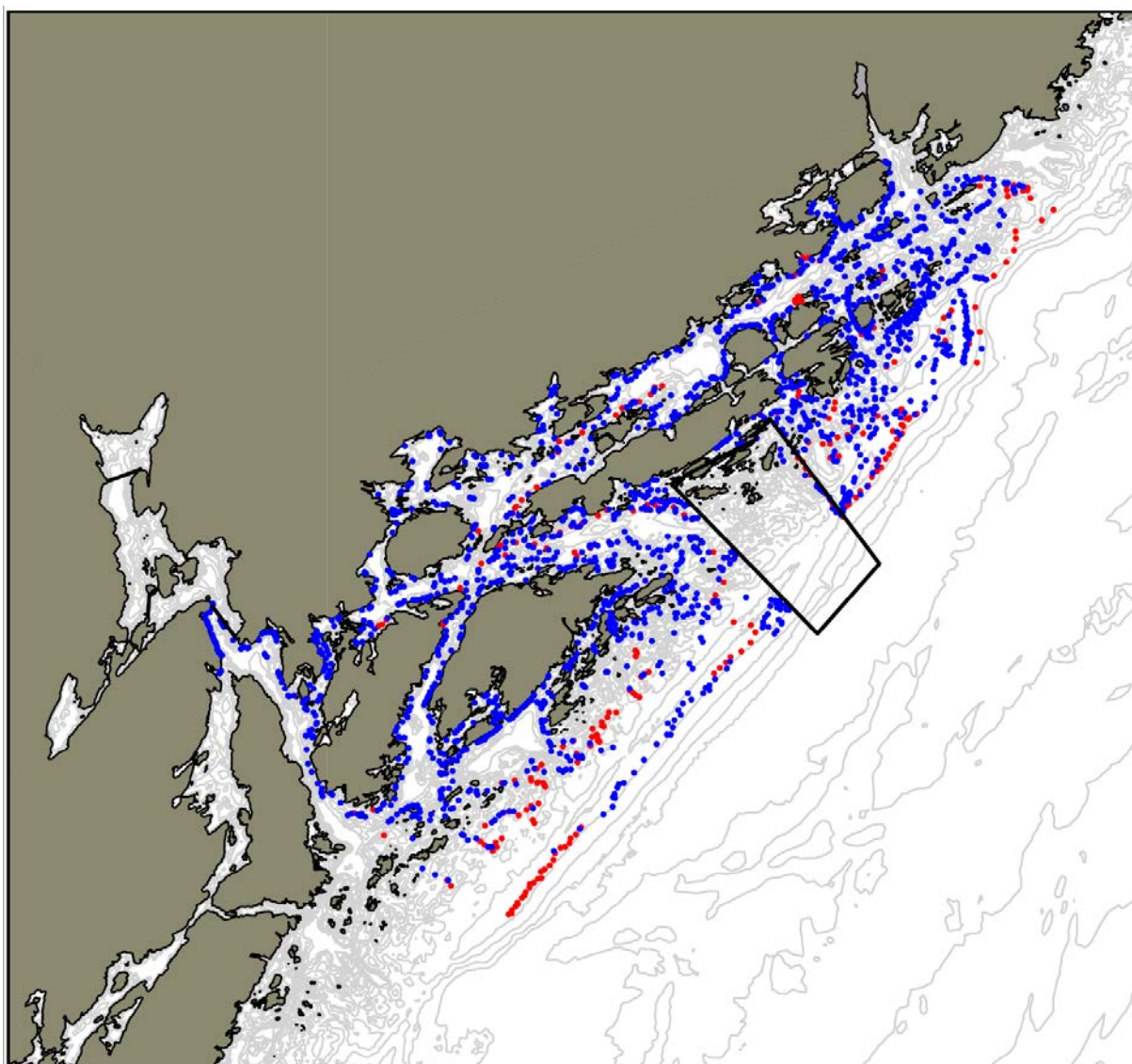
4.3.2 Registrering av innsats, hummerfisket

Ved begynnelsen av hummerfisket i Tvedestrand har personell fra Havforskningsinstituttet vært i felt og registrert teiner. Målet er å dekke alle sjøområder i Tvedestrand og legge inn hver enkelt teine (blåse) observert på GPS og registrere om teinen tilhører en yrkes- eller fritidsfisker. Dette gjøres for å evaluere fiskerieffekter av sonering. Registreringer ble

gjennomført i 2009 og 2010 og kan betraktes som før-data. Tilnærmet hele Tvedestrand ble dekket i 2013. Grunnet problemer med å hente ut data fra GPS, mangler én av fire dager fra feltarbeidet. Dataene fra 2013 ble derfor ikke komplett. I 2014 ble det gjennomført en nær komplett innsamling av teinedata. I 2015 ble det gjennomført en komplett undersøkelse i perioden 12.-15. oktober. Dette var en uke senere enn planlagt grunnet mye vind, noe som kan føre til et underestimat av antall teiner, da noen fiskere gir seg etter noen få dager. I 2016 ble feltarbeidet gjennomført 3 og 4 oktober. Registreringer for 2016 er vist i figur 4.3.2.1. I tabell 4.3.2.1 er registreringene for 2010, 2014 og 2015 presentert. Totalt antall teiner har steget fra 1344 i 2010 til 1728 i 2015. Også andelen fritidsfiske har økt fra 72 % i 2010 til 87 % i 2016.

	Totalt antall teiner	Andel fritidsfiske
2009	1344	76%
2010	1807	79%
2014	1588	79%
2015	1728	83%
2016	2050	87%

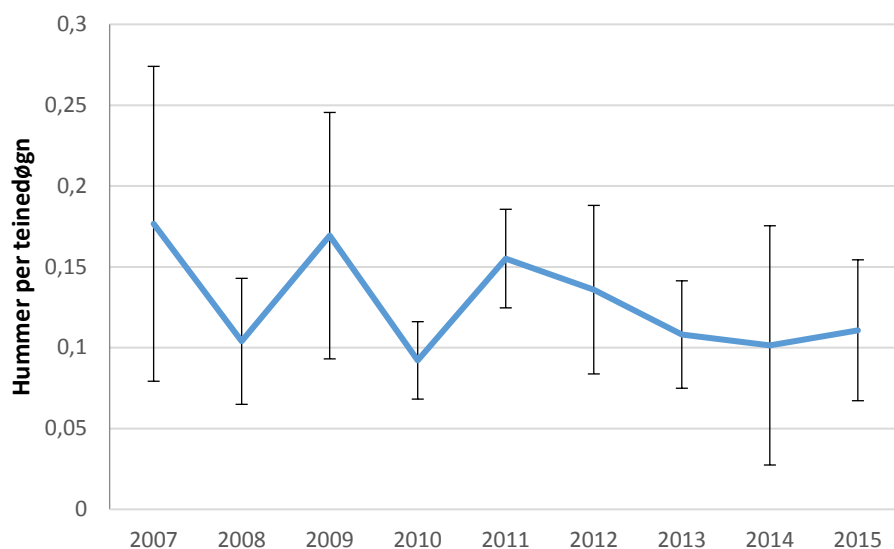
Tabell 4.3.2.1. Antall teiner registrert og andelen fritidsfiske i Tvedestrand i årene 2009, 2010, 2014, 2015 og 2016.



Figur 4.3.2.1. Kart over alle registrerte teiner under hummerfisket i 2016 Røde er fritidsfiskere og blå er yrkesfiskere.

4.3.3 Rapportering av fangstrate av hummer i Tvedestrand

Det har vært en nedgang i antall rapportører som fyller ut fangstdagbok under hummerfisket. Dette kan ha flere årsaker. Det er tidkrevende å fylle ut dagbøkene, da det fylles ut for hver teine trukket. Det kan derfor være at rapportørene har gått trøtt av å fylle ut rapportene. I tillegg kan det tenkes at noen personer valgte å slutte å rapportere da bevaringsområdene ble implementert. (figur 4.3.3.1 og figur 4.3.3.2). Det var også stor variasjon i fangstene fra rapportørene. Utviklingen følger samme trend som Aust-Agder.



Figur 4.3.3.1. Landet hummer per teinedøgn for de første 10 dager av hummerfisket i Tvedestrand

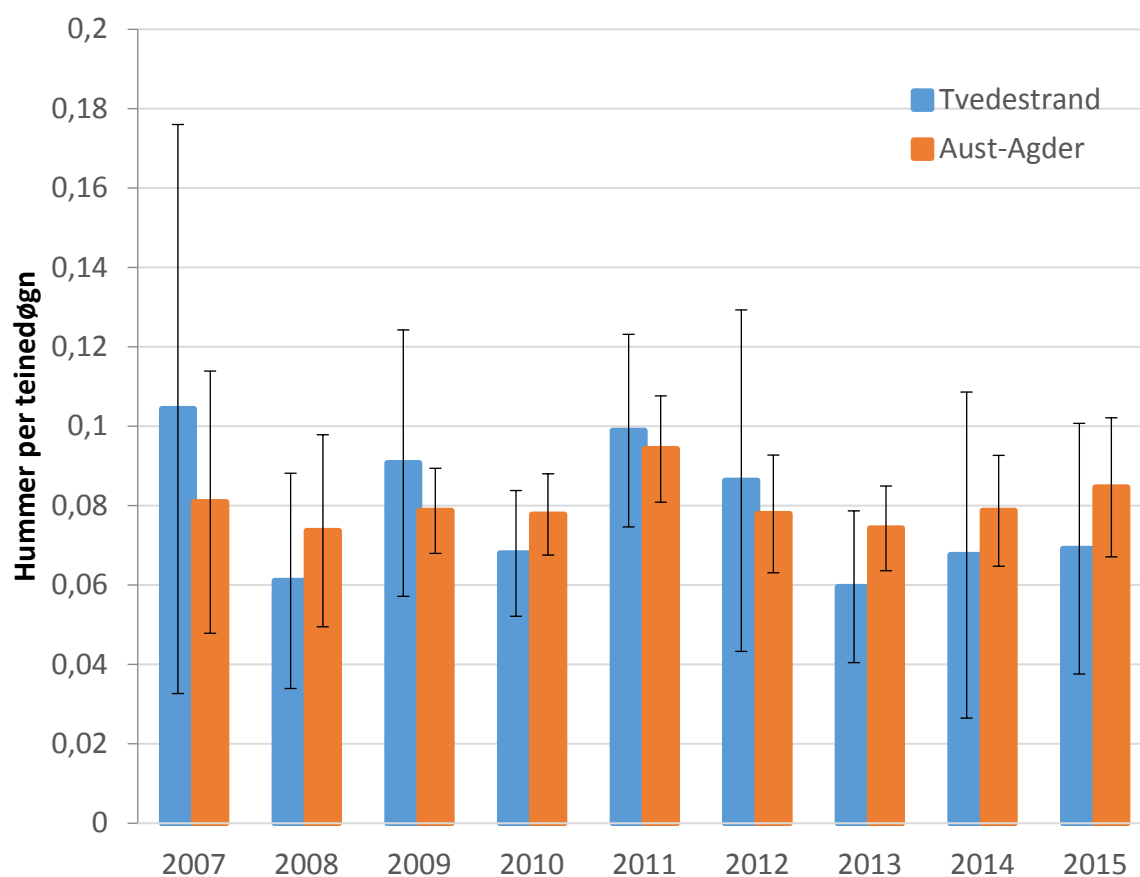


Fig. 4.3.3.2. Gjennomsnittlig hummer per teinedøgn i Tvedestrand og hele Aust-Agder for hele sesongen i perioden 2007-2015

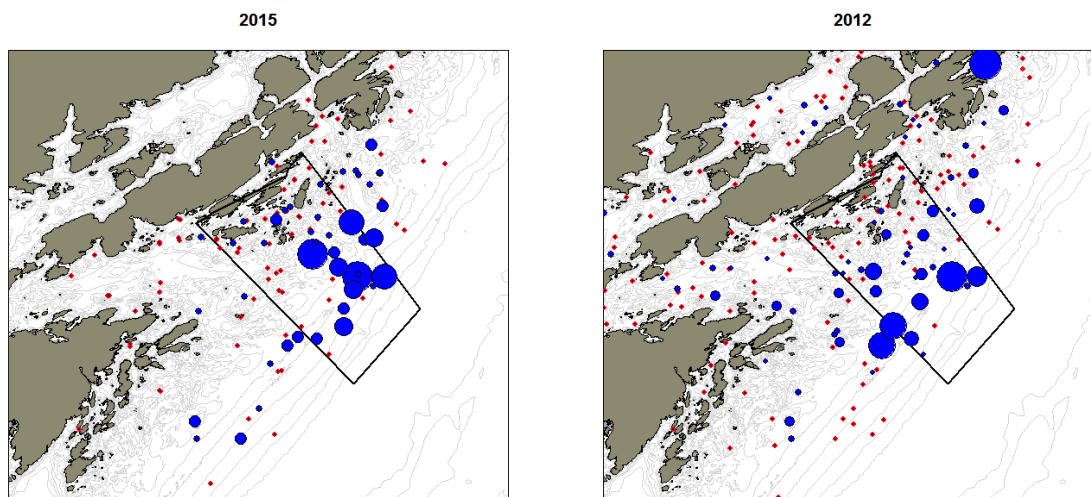
4.4 Oppsummering om hummer

Data om bestandsutvikling av hummer, kartlegging av fisketrykk og fangstrater fra hummerfisket bidrar til et helhetlig bilde av hummerfiskets utvikling i Tvedestrand. Det jobbes nå med å analysere de ulike datasettene i sammenheng for å forstå fiskerieffektene av bevaringsområdene. Dagbøker fra hummerfisket 2016 vil ikke komme inn før tidligst i desember 2016, og konklusjoner fra disse studiene vil derfor ikke være med i denne rapporten. Videre er det ikke alle konklusjoner som kan trekkes etter kun 4 år. For å detektere en utvandring av hummer må man forvente at det først bygger seg opp en såpass stor bestand inne i bevaringsområdet at økt tetthet medfører en utvandring av voksne individer til omkringliggende områder. Det er nå en mastergradsstudent ved Havforskningsinstituttet/UiA som jobber med dette tallmaterialet.

Det er likevel trygt å konkludere at det er blitt vesentlig flere hummer inne i bevaringsområdet sammenliknet med områdene utenfor. Hummeren er også betydelig større inne i bevaringsområdet. Dette er helt på linje med alle tidligere studier av utvikling av hummer i bevaringsområder i Norge.

4.5 Resultater for torsk i ytre skjærgård

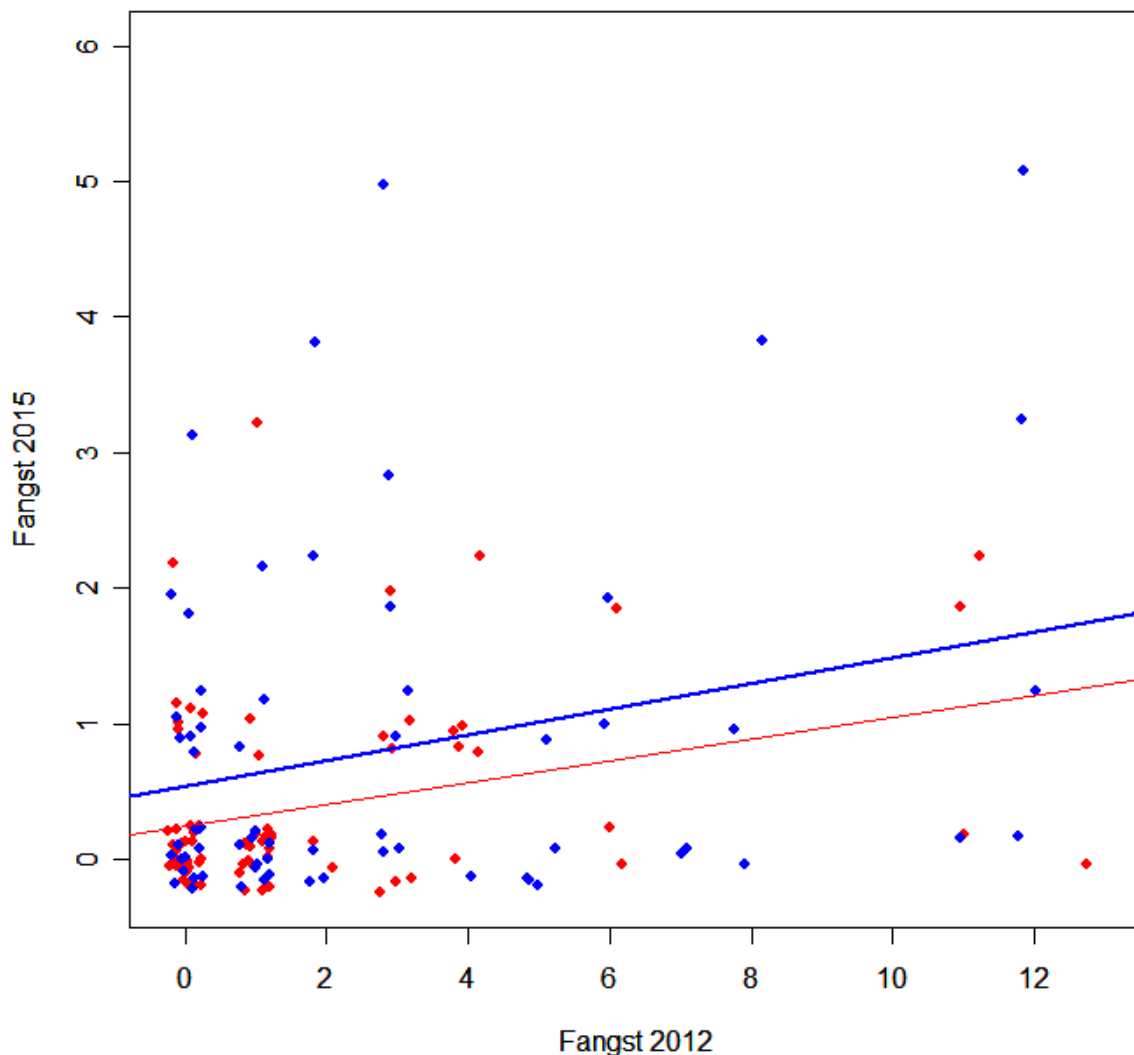
Det ble i 2015 gjennomført et mindre prøvefiske med teiner etter torsk basert på samme metodikk som i 2012. Ettersom ytre bevaringsområde ikke har fokus på torsk gjennom at det tillates fiske med snøre, ble det ikke satt av tilsvarende ressurser på dette som for 2012. I 2012 ble det trukket 236 teiner mot 143 i 2015. Generelt var fangsten i 2015 omtrent en tredjedel av fangsten per teine i 2012. Sammen med rusedataene fra 2012 tyder dette på at året var bra på tvers av redskap.



Figur 4.5.1: Sirkler skalert til antall torsk per teine i et standardisert forsøksfiske med teiner i 2015 til høyre og 2012 til venstre. Mengden teiner var forskjellig mellom de to årene, og et større område ble dekket i 2012.

Teinefisket som ble gjennomført i 2012 dekket et større område enn i 2015 siden det da også ble fisket bl.a. på innsiden av Askerøya. Fangsten på innsiden av Askerøya er dermed ikke sammenlignbar med fangsten ute på raet utenfor Sandøya og Askerøya. Det er var tydelig at selv om fangsten var god i 2012 (opp i 15 torsk på en teine), var det lokaliteter med dårlig fangst, og at variasjonen fra lokalitet til lokalitet var stor, selv på nærliggende lokaliteter.

For å undersøke om noen lokaliteter konsekvent var bedre enn andre, ble lokaliteter der det ble fisket både i 2012 og 2015 plukket ut. Fangsten for hver lokalitet de to årene er sammenlignet i figur 4.5.2.



Figur 4.5.2: Sammenhengen mellom fangst av torsk i 2012 og 2015 på identiske stasjoner. Røde punkter er stasjoner i kontrollområdet, mens de blå punktene er stasjoner som ligger inne i bevaringsområdet (hvert punkt har fått et lite tilfeldig tillegg for at ikke alle punktene skal havne på hverandre og gjøre det vanskelig å vurdere antallet punkter). Det er en sammenheng for begge områder som sier at stasjoner som hadde mye fangst i 2012 også hadde mye fangst i 2015, selv om den totale fangsten var størst i 2012. Dette er vist med linjene som øker mot høyre. Den røde linjen viser sammenhengen for kontrollområdet, mens den blå viser sammenhengen i bevaringsområdet. At den blå linjen er parallellforskjøvet oppover indikerer at gitt fangsten på en stasjon i 2012, vil man forvente å få mer torsk i bevaringsområdet i 2015 enn om stasjonen er utenfor bevaringsområdet. Faktoreffekten som utgjør forskjellen på disse to linjene har en signifikans på 0,0515.

Som vist i figuren er det en konsekvens i at stasjonene som hadde god fangst i 2012 også ga god fangst i 2015. Denne effekten var signifikant. Det var også en tendens mot at fangstene i bevaringsområdet i 2015 var litt bedre enn fangster på tilsvarende områder utenfor bevaringsområdet. Denne effekten var ikke signifikant innenfor den normale grensen på $p < 0,05$ men veldig nærme, dvs. at sannsynligheten for å observere det som var resultatet fra forsøksfiske i 2015, dersom det virkelig ikke var forskjell på områdene bare er 5,15 %.

Dette indikerer at torsk i det ytre bevaringsområdet kan ha hatt en fordel av bevaringsområde selv om det har vært tillatt med fiske med krok.

4.6 Biologisk mangfold i ytre område

I 2012 ble det gjennomført undersøkelser med agnede stereo-videorigger (BRUVs). Det ble gjort 45 opptak fordelt på ytre bevaringsområde og et kontrollområde utenfor Sandøya. Det ble registrert 12 ulike arter. Våren 2013 analyserte to studenter ved UiA (Lisa Maria Hagalid Haug og Beate Marlene Funk) data fra prøvefiske etter torsk med teiner og sammenliknet dette med data samlet inn vha. av stereo-videorigger. Undersøkelsene ble gjort både med tanke på å se hvordan videofilmer oppdaget torsk i forhold til teiner og hvordan de fungerte til å samle inn data om andre arter. En ny analyse av det samme datamaterialet ble gjennomført ved University of Western Australia like etter, der også torsken ble lengdemålt. I 2015 ble det gjennomført BRUVs-undersøkelser i mindre skala (17 opptak). Det vurderes å gjennomføre en større undersøkelse med video i 2017.

5. Anbefalinger for bevaringsområdene i Tvedestrand

5.1 Indre områder

Med dette regnes «indre områder» som bevaringssone og forbudssone i Tvedestrandsfjorden, ikke inkludert Kvastadkilen. Hensikten i prosjektet Aktiv forvaltning var å dokumentere om mengden av målartene torsk og hummer økte i bevaringsområdene etter at det ble innført restriksjoner på fiske i Tvedestrand. For de indre områdene har undersøkelsene vært rettet mot torsk. Det brede forskningsarbeidet som er gjennomført viser at fjordtorsken er relativt stedbunden og at både overlevelse og størrelse har økt som følge av bevaringstiltakene. Samtidig viser internasjonal forskning at man ikke kan forvente å oppnå en fullstendig restaurering av en torskebestand i løpet av noen få år, men at langlivede og storvokste arter som torsk ofte trenger mer tid før rekrutteringen blir stabil og god (Hutchings 2000). De siste fem års tiltak har bidratt mot en mer bærekraftig forvaltning av Tvedestrandsfjordens sårbare økosystem. Null-fiskeområdet, i kombinasjon med forbud mot faststående redskaper i resten av fjordsystemet, har bidratt til et første skritt i restaurering og økt mulighet til å sikre en bred alders- og størrelsessammensetning av lokale arter i fjordsystemet.

Havforskningsinstituttet anbefaler videreføring av eksisterende reguleringer basert på to forhold:

- 1) **Videreføring av reguleringer som marint laboratorium:** Havforskningsinstituttet har brukt bevaringssone og forbudssone i Tvedestrandsfjorden aktivt for å drive forskning på ulike arter og effekter av fiskeri. Som eneste område i Norge med forbud mot all høsting av levende ressurser er særlig forbudssone et viktig område for forskning. Havforskningsinstituttet ønsker å fortsette å gjøre forskning i dette området. For at dette området skal være et attraktivt forskningsområde er det viktig at

reguleringene opprettholdes slik de er i dag. Hvis forbudssonen blir fjernet vil området være av redusert vitenskapelig interesse for videre oppfølging.

2) Bærekraftig forvaltning av et sårbart fjordøkosystem:

Dersom Tvedestrand kommune ikke har ambisjoner om at fjorden skal fungere som et aktivt forskningsområde anbefaler Havforskningsinstituttet likevel å opprettholde noen eller alle av de nåværende reguleringene. De siste fem års tiltak har bidratt mot en mer bærekraftig forvaltning av Tvedestrandsfjordens sårbare økosystem. Null-fiskeområdet, i kombinasjon med forbud mot faststående redskaper i resten av fjordsystemet, har bidratt til et første skritt i restaurering og økt mulighet til å sikre en bred alders- og størrelsessammensetning av lokale arter i fjordsystemet. Dersom Tvedestrand kommune ønsker å endre eller lette på noen av reguleringene anbefaler Havforskningsinstituttet å prøve å holde fisketrykket så lavt som mulig for å fortsette gjenoppbyggingen av et sårbart økosystem.

5.2 Kvastadkilen

Som tidligere nevnt anbefaler Havforskningsinstituttet at det vurderes å opprette et eget prosjekt i samarbeid med grunneiere om oppdrett av østers.

5.2 Ytre område

Bevaringsområdet for hummer utenfor Askerøya er med sine nær 5 km² er betydelig større enn tidligere bevaringsområder. Bevaringsområdet har hatt en markant vekst i antall og størrelse av hummer. Området har gode habitater for hummer og bidrar til å sikre en bred størrelsessammensetning i Tvedestrand. Fisket av hummer i Skagerrak er på nåværende tidspunkt ikke bærekraftig og det er derfor en god forsikring for bestanden å ha fredningsområder langs kysten.

Forskningen på hummerfredningsområdet i Tvedestrand har hatt en spesiell fokus på fiskerieffekter, der både fiskeriavhengige (dagbøker og fisketrykk) og fiskeriuavhengige (eget forsøksfiske) data har blitt samlet inn. Et viktig forskningsområde har vært utvandring av hummer («spillover») fra fredningsområdet til fiskede områder. En slik effekt er avhengig av en sterk oppbygging av hummer inne i fredningsområdet og etter dette er det ventet en tetthetspåvirket utvandring av hummer fra fredningsområdet og til omkringliggende områder. Det har blitt gjennomført 4 år med forsøksfiske etter at fredningsområdet ble innført. I løpet av disse fire årene har tetthet (antall hummer) og gjennomsnittsstørrelse økt betydelig innenfor fredningsområdet, sammenliknet med omkringliggende områder. Den største økningen er registrert i midten av fredningsområdet, og dette kan muligens forklares med at dette området er minst påvirket av fiske. Det er antydninger i dataene på at fangstene langs grensen er økende, men for å trekke noen konklusjoner vil det være behov for videre undersøkelser. Dette fredningsområdet er det eneste stedet i landet med et slikt forsøksoppsett og har derfor høy vitenskapelig verdi. Ved en eventuell åpning av området er det forventet at investeringen de siste årene, i form av oppbygging ved vern, vil være borte innen relativt kort tid.

Havforskningsinstituttet anbefaler en videreføring av bevaringsområdet både med bakgrunn i muligheten for å drive videre forskning på effekter innenfor og utenfor området og på grunn av oppbyggingen av hummerbestanden inne i område man har sett de siste årene.

6. REFERANSER

- Ciannelli L., Knutsen H., Olsen E. M., Espeland S. H., Asplin L., Jelmert A., Knutsen J. A., Stenseth, N. C. (2010). Small-scale genetic structure in a marine population in relation to water circulation and egg characteristics. *Ecology*, 91: 2918–2930.
- Espeland, S. H., Albretsen, J., Olsen, E. M., Bodvin, T. (2015) Modelling drift of pelagic offspring: the importance of egg surveys in providing a realistic model initialization. *Ices journal of Marine science* doi:10.1093.
- Espeland, S. H., Gundersen, A. F., Olsen, E. M., Knutsen, H., Gjosaeter, J. and Stenseth, N. C. (2007). Home range and elevated egg densities within an inshore spawning ground of coastal cod. *ICES Journal of Marine Science* 64 (5): 920-928.
- Espeland, S. H., Olsen, E. M., Knutsen, H., Gjøsæter, J., Danielssen, D. and Stenseth, N. C. (2008). New perspectives on fish movement: kernel and GAM smoothers applied to a century of tagging data on coastal cod. *Marine ecology progress series* 372; 231-241.
- Fernández-Chacón, A., Moland, E., Espeland, S. H., Kleiven, A. R., Olsen, E. M. (2015) Causes of mortality in depleted populations of Atlantic cod estimated from multi-event modelling of mark–recapture and recovery data. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, Publisert på nett 30 Juni 2016, 10.1139/cjfas-2015-0313
- Halvorsen, K. T., Larsen, T., Sjørdalen T. K., Vøllestad, L. A., Knutsen, H., Olsen, E. M. (in press) Impact of harvesting cleaner fish for salmonid aquaculture assessed from replicated coastal marine protected areas. *Marine Biology Research*, under trykking.
- Hutchings, J. A. (2000) Collapse and recovery of marine fishes. *Nature* 406, 882-885
- Knutsen, H., Olsen, E. M., Ciannelli, L., Espeland, S. H., Knutsen, J. A., Simonsen, J. H., Skreslet, S. and Stenseth, N. C. (2007). Egg distribution, bottom topography and small-scale cod population structure in a coastal marine system. *Marine Ecology Progress Series* 333: 249-255.
- Langenes, K. (2015) Relationship between modelled drift of eggs and larvae and the geographical variation in recruitment of cod (*Gadus morhua*) and pollack (*Pollachius pollachius*) in Tvedestrandsfjorden. Mastergradsavhandling i natur-, helse- og miljøvern, Høgskolen i Telemark. 55s
- Lund, M. B. Olsen, E. M., Espeland, S. H. and Stenseth, N. C. (2011) Life-history of fjord cod from Skagerrak in 1905 compared to the early 2000's. *Marine ecology progress series* 424: 169-17.

Ruud, T., (2015) Space use and harvest selection of sea trout (*Salmo trutta*) living in a marine protected area – An acoustic telemetry study. Masteroppgave Universitet for Miljø og Biovitenskap. 96s.

Synnes, A-E. W. (2016) Natural selection against offshore Atlantic cod (*Gadus morhua*) in Skagerrak fjords?. Masteroppgave i Aquatic Ecology ved UiA. 48s

Villegas-Rios, D., Moland. E., Olsen, E. M. (2016) Potential of contemporary evolution to erode fishery benefits from marine reserves. Fish and Fisheries, 20 September 2016.

Ådlandsvik B., and Sundby S. (1994). Modelling the transport of cod larvae from the Lofoten area. ICES Journal of Marine Science Symposium, 198: 379–392.