

Effekter av stortarehøsting i Nordland i 2016

Henning Steen, Torjan Bodvin, Frithjof Moy, Eli Gustad, Hege Øverbø Hansen, Anders Jelmert og Petter Baardsen



PROSJEKTRAPPORT



Nordnesgaten 50, Postboks 1870 Nordnes, 5817 BERGEN
Tlf. 55 23 85 00, Fax 55 23 85 31, www.imr.no

Tromsø **Flødevigen** **Austevoll** **Matre**
9294 TROMSØ 4817 HIS 5392 STOREBØ 5984 MATREDAL
Tlf. 55 23 85 00 Tlf. 37 05 90 00 Tlf. 55 23 85 00 Tlf. 55 23 85 00

Rapport: Effekter av stortarehøsting i Nordland i 2016	Nr. - År 38-2016
Tittel (norsk/engelsk): Effekter av stortarehøsting i Nordland i 2016. Effects of kelp harvesting in Nordland in 2016.	
Forfatter(e): H. Steen, T. Bodvin, F.E. Moy, E. Gustad, H. Øverbø Hansen, A. Jelmert og P. Baardsen	

Distribusjon: Åpen
HI-prosjektnr.: 80234-01
Oppdragsgiver(e): FMC-Biopolymer
Oppdragsgivers referanse:
Dato: 05.12.2016
Program: Kystprogrammet
Forskningsgruppe: 427 Bunnsamfunn og kystinteraksjoner
Antall sider totalt: 60

Sammendrag (norsk):

Havforskningsinstituttet har i perioden 2013-2016 gjennomført undersøkelser i forbindelse med prøvehøsting av stortare (*Laminaria hyperborea*) i Nordland. Tarevegetasjonen ble undersøkt vha. undervannsvideo. I tillegg ble det samlet inn tareplanter for studier av morfologi, alder, veksthistorikk og epifytter i forkant av høstingen i 2016. Det ble også gjennomført oppfølgende videoundersøkelser på felt som ble prøvehøstet i 2013-2015 og på nærliggende referansefelt. Undersøkelsene viste god reetablering av stortare og liten effekt av kråkebollebeiting på de tidligere prøvehøstede feltene. Tre år etter prøvehøstingen i 2013 var stortarevegetasjonens størrelses- og epifyttstruktur likevel ikke tilbake på samme nivå som før høsting, mens tarebiomassen var reetablert pga. høy plantetetthet på trålflatene. Alderen hos tareplanter innsamlet fra upåvirkede områder varierte fra 3–15 år, og gjennomsnittsalderen økte med økende grad av bølgeeksponering. Tareplantenes størrelse og epifytter økte fram til plantene var ca. 9-11 år gamle, mens stilktilveksten var på sitt høyeste når plantene var ca. 3-6 år gamle. Tarehøstingens effekt på forekomst av fisk og krabber ble undersøkt vha. tradisjonelt teinefiske i samarbeid med lokal fisker. Det ble ikke registrert negative effekter av tarehøsting på fisk og krabber i Nordland i 2016.

Summary (English):

The Institute of Marine Research have surveyed the kelp vegetation, before and after kelp (*Laminaria hyperborea*) harvesting in southern parts of Nordland county in 2013-2016. Survey stations included both kelp harvested areas and nearby reference areas, and was performed by underwater video. In addition, kelp plants were collected from pristine areas for studies of plant morphology, age, growth history and epiphytes. The reestablishment of kelp in previously (2013-2015) harvested areas has been good, and grazing from sea urchins appears to have little effect on the recovery process. Three years after harvesting the kelp canopy height and epiphyte structure were still below pre-harvesting levels, although the kelp biomass was restored because of the high density of kelp plants at the harvested fields. The age of kelp plants collected in pristine areas varied from 3 to 15 years, and increased with wave exposure. The size and epiphyte abundance increased with age, reaching a maximum when the plants were 9-11 years old, whereas the cortical stipe growth reached its maximum when the plants were 3-6 years old. Recordings of fish and crab abundance one year after kelp harvesting were made using traditional catching gear (pots). No negative impact of kelp harvesting on fish and crab abundance were detected in Nordland in 2016.

Emneord (norsk):

1. Tarehøsting
2. Stortare
3. Kråkeboller
4. Nordland

Subject heading (English):

1. Kelp harvesting
2. *Laminaria hyperborea*
3. Sea urchins
4. Nordland

Prosjektleder
Frithjof Moy

Programleder
Jan Atle Knutsen

INNHALDSFORTEGNELSE

1. INNLEDNING	4
2. METODIKK	5
2.1. Undersøkelser av stortarevegetasjonen og kråkeboller	5
2.1.1. Videotransekt	5
2.1.2. Tareinnsamlinger	7
2.2. Modellering bølgeeksponering	8
2.3. Undersøkelser av fisk og skalldyr	9
2.4. Statistisk behandling	10
3. RESULTATER	10
3.1. Stortarevegetasjonen og kråkeboller	10
3.1.1. Effekter av prøvehøstingen i 2013	10
3.1.2. Effekter av prøvehøstingen i 2014	14
3.1.3. Effekter av prøvehøstingen i 2015	18
3.1.4. Undersøkelser før prøvehøsting i 2016	23
3.1.4.1. Videotransekt	23
3.1.4.2. Tareinnsamlinger	27
3.2. Effekter på fisk og skalldyr	35
4. DISKUSJON	41
5. KONKLUSJON	48
REFERANSER	49
APPENDIX	53

1. INNLEDNING

Det er i de senere år er observert tilbakegang av kråkeboller og gjenvekst av tare i sørlige deler av Nordland (Norderhaug & Christie 2009, Fagerli *et al.* 2013, 2015). For å utrede ressursgrunnlaget for tarehøsting i dette området har tarenæringen i perioden 2013-2016 gjennomført prøvehøstinger av stortare på Helgelandskysten i Nordland med bruk av tindetrål. Resultater fra undersøkelser gjennomført i Nordland i perioden 2013-2015, tyder på at dette kystområdet rommer betydelige taresressurser og at tettheten av kråkeboller for tiden er moderat, og uten synlig effekter på rekrutteringen av tare på høsteflatene (Steen *et al.* 2014a, 2015ab).

En forutsetning for prosjektet fra Fiskeridirektoratet var at det ble gjort forundersøkelser for å dokumentere de utvalgte prøvehøstefeltene egnethet for høsting mhp. forekomster av stortare og kråkeboller. For å dokumentere taresamfunnenes reetableringsevne etter prøvehøstingen er det også nødvendig med regelmessige oppfølgende undersøkelser over tid. Havforskningsinstituttet har i 2016 gjennomført oppfølgende undersøkelser i utvalgte områder som tidligere er prøvehøstet i perioden 2013-2015, samt i nærliggende referanseområder som er stengt for tarehøsting. Det er også gjort forundersøkelser og tilstandsvurdering av fire nye felt der det ble søkt om prøvehøsting for 2016.

Undersøkelsene er gjennomført vha undervannskamera, i tillegg til at det som i tidligere år (Steen *et al.* 2014a, 2015ab) ble samlet inn tareplanter for studier av alder, morfologi, veksthistorikk og epifytter (begroingsorganismer) på utvalgte stasjoner i forkant av prøvehøstingene.

Stortareskog regnes som viktige oppvekst og næringsområde for fisk og krepsdyr (Christie *et al.* 2003, Fredriksen 2003, Norderhaug *et al.* 2005), og redusert tarevegetasjon som følge av høsting, eller andre årsaker, vil kunne gi økologiske så vel som økonomiske ringvirkninger (Smale *et al.* 2013, Voerman *et al.* 2013, Smale & Vance 2015). For å undersøke eventuelle effekter av tarehøsting på fisk og skalldyr ble det i forkant av prøvehøstingen i Nordland i 2015 gjennomført forsøksfiske i et prøvehøstefelt (PF11) og et referanseområde (Steen *et al.* 2015b). Disse områdene ble i 2016 (ca. ett år etter prøvehøstingen) fulgt opp med nye undersøkelser.

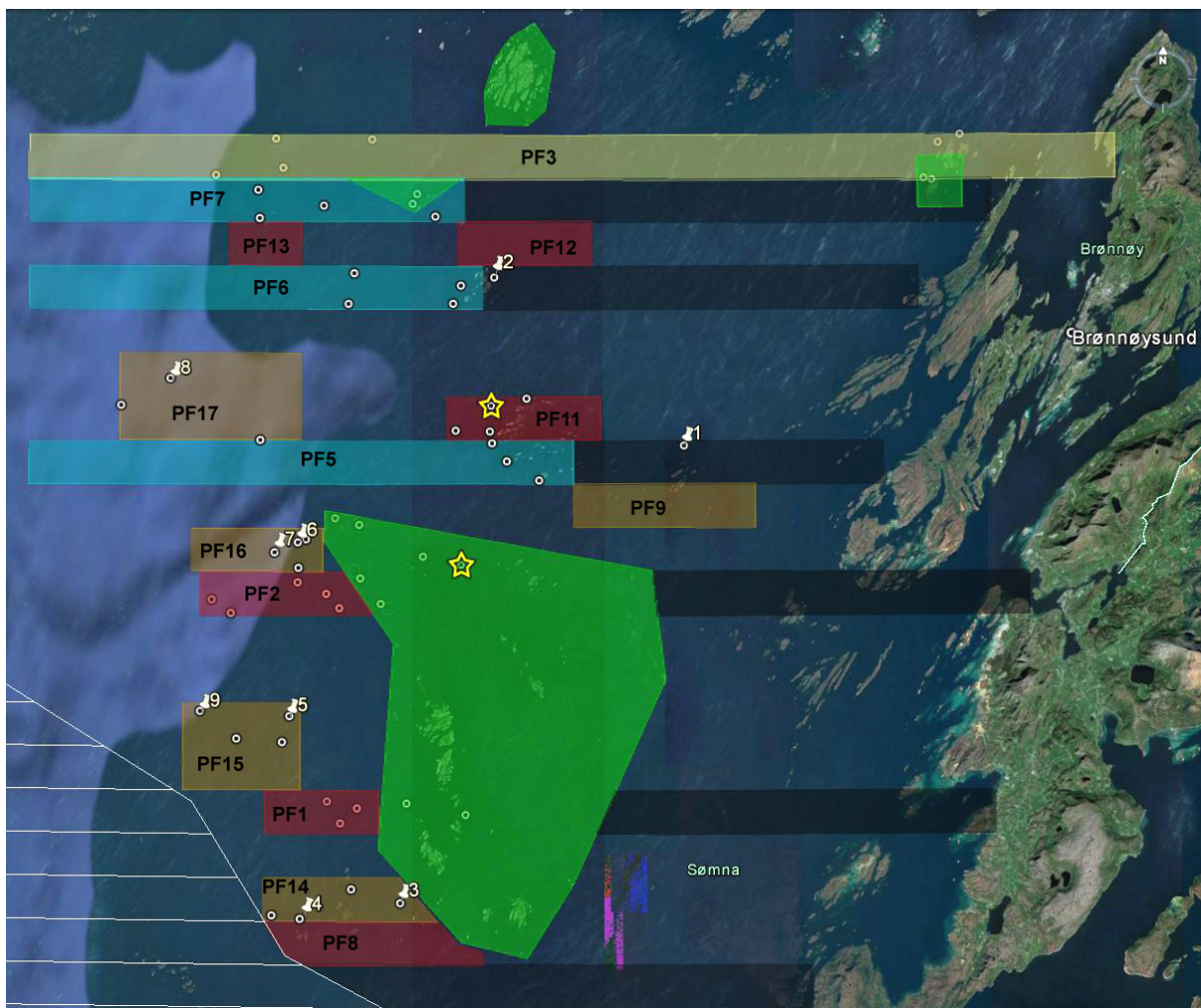
Kunnskap om tarehøstingens effekter er fortsatt mangelfull. Prøvehøstingsprosjektene i Nord-Trøndelag (Steen *et al.* 2014b, 2016) og Nordland (Steen *et al.* 2014a, 2015ab) har gitt unike muligheter for å sammenligne tilstanden før og etter høsting da en her har områder som aldri tidligere har vært høstet. Prosjektet vil også bidra med kunnskap om tilstand i tareskogene og utvikling av kråkebollebestandene langs en kyststrekning som tidligere har vært preget av kråkebollebeiting (Sivertsen 1997, 2006).

2.METODIKK

2.1.Undersøkelser av stortarevegetasjonen og kråkeboller

2.1.1.Videotranssekt

I mai 2016 ble 3-4 videostasjoner etablert i hvert av 4 prøvehøstefelt (PF14-17). Oppfølgende videoundersøkelser ble også gjennomført på faste stasjoner i felt som ble prøvehøstet i 2013 (PF3), 2014 (PF5-7), 2015 (PF1-2, PF11) og i nærliggende referanseområder som ikke har vært utsatt for tarehøsting (Fig. 1).



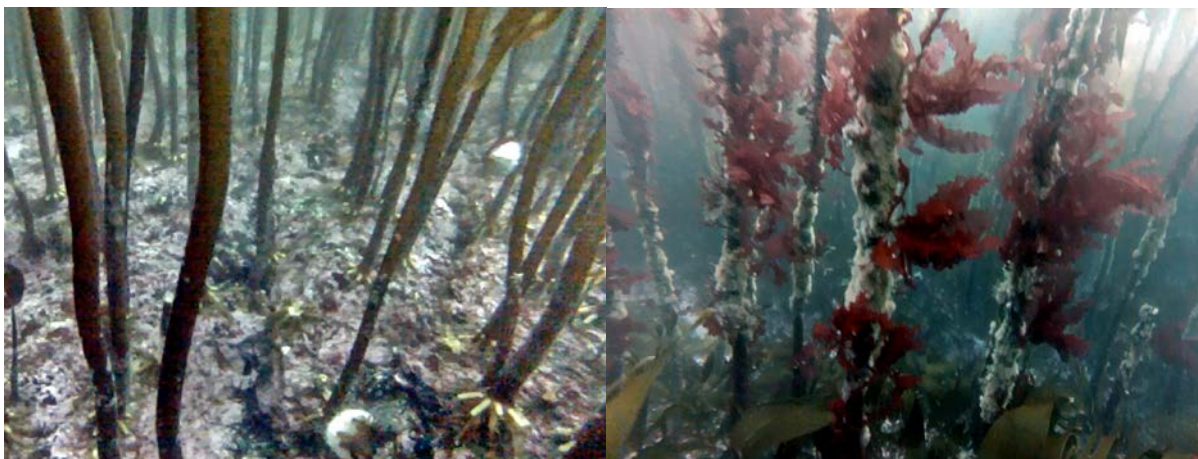
Figur 1. Kart over prøvehøstingsområder for tare i Nordland i 2013 (PF3, gult polygon), 2014 (PF5-7, turkise polygoner), 2015 (PF1-2, 8, 11-13, røde polygoner), 2016 (PF9, 14-17, brune polygoner) og referanse/verneområder (grønne polygoner). Felt som tidligere er undersøkt og klassifisert som uegnet for tarehøsting (sorte polygoner). Videostasjoner (hvite sirkler), innsamlingslokaliteter for tare (hvite stifter, nummerert med hvite tall fra 1 til 9) og lokaliteter for fisk og skaldyrundersøkelser (gule stjerner). Lister over posisjoner for samtlige stasjoner og fangstlokaliteter er gitt i appendix 1-6.

Videostasjonene ble plukket på basis av ekkoloddregistreringer av dybde, bunnforhold og egnethet for tarehøsting. I tillegg ble stasjonene forsøkt spredt mest mulig innen hvert felt, slik at eventuelle geografiske variasjoner fanges opp (Fig. 1). Totalt ble det tatt opp videofilm på 56 stasjoner langs en strekning på ca. 8 km i Nordland i 2016. Videoobservasjonene på de enkelte stasjonene ble gjennomført med nedsenkbart undervannskamera (UVS 5080), med innebygd dybdesensor, langs faste transekter ved hjelp av taretråler (MS Sjøalg) med kartplotter og ekkolodd, med en gjennomsnittshastighet på ca. 1 knop. For å få høyoppløselige bilder ble det også montert et GoPro-kamera (HERO 3, Black edition) på oversiden av UVS 5080-kameraet (Fig. 2). Undervannskameraet ble vekselvis ført rett over og gjennom tarevegetasjonen over en strekning på ca. 100-200 m, der kamerapiloten justerer høyden i forhold til tarevegetasjonen og bunnen vha. en monitor.



Figur 2. Undervannskamera benyttet til videoundersøkelser i Nordland.

Filmopptakene ble fortløpende konvertert til PC-format (mpg) vha. en Pinnacle movie box, og lagret på en ekstern harddisk. Før analyse ble videotransektene splittet opp i mindre avsnitt (for hvert minutt film) der gjennomsnittlig dyp, bunntype, tarevegetasjonens dekningsgrad (definert som andel bunnflate dekket av tarevegetasjon), tetthet, plantelengde, rekruttering (definert som undervegetasjonsplanter <25 cm) og forekomst av epifytter (begroing) på tarestilkene ble anslått. Forekomst av epifytter på tarestilkene (Fig. 3) ble rangert på en 4-trinns skala, der tarestilker uten epifytter ble gitt verdien 0, tarestilker med flekkvis forekomst av skorpeformede epifytter gitt verdien 1, tarestilker med dominans av skorpeformede epifytter gitt verdien 2, og tarestilker med dominans av tredimensjonale, voluminøse epifytter gitt verdien 3. I tillegg ble det gjennomført tellinger av kråkeboller.



Figur 3. Eksempler på stortarestilker med ulik epifyttstruktur. Tarestilkene i venstre bilde har flekkvis forekomst av skorpeformede epifytter, mens tarestilkene på høyre bilde er dominert av bladformede rødalger som gir en tredimensjonal, voluminøs epifyttstruktur.

Ved observasjoner av trålspor, ble det gjort semi-kvantitative anslag av høstepåvirkningsgrad (areal av trålflate / areal av uberørt tarevegetasjon), innen hvert transektavsnitt. For å standardisere analysene ble transektavsnitt med bunntyper uegnet for tarevekst (mudder, sand, grus) og gjennomsnittdybder på mer enn 15 meter utelatt, da mesteparten av tarehøstingen allikevel finner sted grunnere enn 15 meters dyp.

2.1.2. Tareinnsamlinger

For undersøkelser av tarevegetasjonens morfologi, alder, veksthistorikk og epifytter (begroingsorganismer), ble det gjort innsamlinger av 10 tareplanter fra hver av 9 stasjoner (Fig. 1). Innsamlingene ble gjennomført vha. trål i mai 2016.

Tarestilkens lengde ble målt fra overgang festeorgan/stilk til overgang stilk/blad, mens tarebladens lengde ble målt fra overgang stilk/blad til enden av blad.

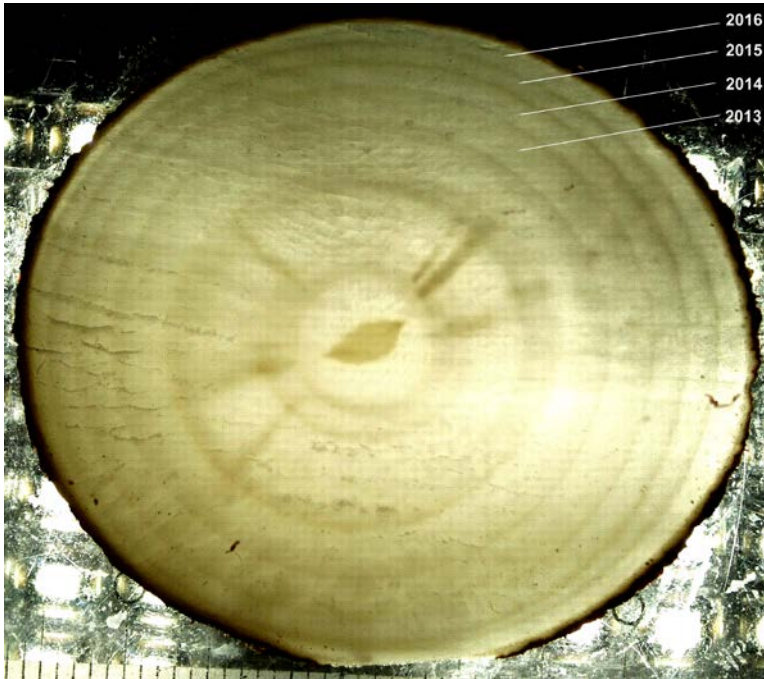
Begroingsorganismene (epifyttene) ble skrapet av tarestilkene og veid (våt vekt), og de dominerende arter/grupper ble rangert etter forekomst for hver enkelt tarestilk.

Tareplantenes blad, stilk og festeorgan ble separert og veid (våt vekt) hver for seg.

Forekomst av juvenile kråkeboller i tareplantenes festeorgan ble registrert.

Tarestilkens diameter ble målt i tverrsnitt tatt ca. 1 cm over festeorganet, der stilkene er på sitt tykkeste. Alderen på de innsamlede tareplantene ble bestemt ved å telle vekstsoner i tverrsnittene og samtlige tverrsnitt ble avfotografert i lupe for senere målinger av arealet på de enkelte vekstsoner (Fig. 3). Størrelsen (arealet) av hver enkelt vekstsoner vil gi informasjon om tareplantenes vekst i et gitt år, der den ytre ringen representerer veksten i 2016, den nest ytterste ringen veksten i 2015, etc. (Fig. 4). Arealet på en vekstsoner (a) ble estimert ved

å måle bredden fra tverrsnittets sentrum til indre (i) og ytre (y) vektsonegrense langs to akser med ca 90 graders vinkel og beregnet ut ifra formelen $a = \pi y^2 - \pi i^2$.



Figur 4. Aldersbestemmelsene gjøres ved telling av vekstsoner i tarestilkens tverrsnitt og årlig tykkelsestilvekst beregnes ut ifra størrelsen (arealet) på hver enkelt vekstsoner.

2.2. Modelling bølgeeksponering

Bølgeeksponering er en faktor som kan ha betydning for utbredelse og vekst av stortare og dens begroingsorganismer (Sjøtun & Fredriksen 1995, Sjøtun *et al.* 1998, Norderhaug & Christie 2011, Norderhaug *et al.* 2012, Pedersen *et al.* 2012, Bekkby *et al.* 2014ab, Steen *et al.* 2014ab, 2015ab, Smale *et al.* 2016). På samtlige undersøkte stasjoner ble det derfor gjort modellberegninger av bølgeeksponering for å undersøke om i hvilken grad denne faktoren påvirker de ulike målvariablene. Modellen estimerte midlere signifikant bølgehøyde som et mål på eksponering. Bølgehøyden var representert som et statistisk langtidsmiddel. Midlere signifikant bølgehøyde er per definisjon lik gjennomsnittsverdien av den høyeste tredjedelen av alle bølger innen et gitt tidsintervall. Strøklengde ble beregnet, og vindobservasjoner og modellerte bølgehøyder til havs (kilde: Meteorologisk institutt) ble brukt for å beregne et endelig mål på bølgehøyden for en gitt lokalitet eller et geografisk område. Modellen som bygger på formelverket til Norsk Standard 9415 (2009), har innebygd fire ulike empiriske formelsett for beregning av signifikant bølgehøyde basert på vindmålinger, og alle formuleringene gir sammenliknbare resultater.

2.3. Undersøkelser av fisk og skalldyr

Studiene av eventuelle effekter av tarehøsting på fisk og skalldyr er basert på et BACI (Before-After-Control-Impact) – design (Underwood 1994), der datainnsamling gjennomføres på prøvehøstefelt og referansefelt både før og etter tarehøsting. Dette gjør det mulig å skille mellom naturlig stedsspesifikk variasjon (mellom feltene) og naturlig temporær variasjon (mellom observasjonsperiodene). Effekten av behandlingen (i dette tilfellet tarehøsting) vil eventuelt observeres som interaksjonen mellom de to faktorene, felt og periode.

I august 2015 ble det gjennomført et forsøksfiske i prøvehøstefelt PF11 og i et referanseområde i Horsvær naturreservat (Fig. 1, Steen *et al.* 2015b). Prøvehøstingen av PF11 ble gjennomført i august/september 2015 og 2.286 tonn tare ble landet i feltet. Etterundersøkelsen ble gjennomført i august 2016, ca. ett år etter prøvehøstingen, i samme områder og med samme redskap som i 2015.

Fisk og skalldyrundersøkelsene ble gjennomført i samarbeid med en lokalkjent fisker (John Ditlevsen med MS Heidi). Basert på tidligere undersøkelser av fangsteffektivitet i forhold til arter og størrelser (Steen *et al.* 2013) samt ønske om fokus på tidlige stadier av torskefisk og skalldyr ble det fisket med krabbeteiner og leppefiskeiteiner. Som i 2015 ble det i 2016 fisket med 40 leppefiskeiteiner og 10 krabbeteiner per døgn i prøvehøstefeltet, mens det i referansefeltet ble fisket med 20 leppefiskeiteiner og 10 krabbeteiner per døgn (Tab. 1). Alle redskap ble trukket etter et døgn i sjøen. I begge områder ble redskapen satt ut på formiddagen og trukket med telling/måling av fangst påfølgende formiddag over en to-døgns periode. Fangsteffektiviteten ble beregnet som fangst per teinedøgn. All fisk ble bestemt til art og lengdemålt, mens taskekrabbene ble bestemt til kjønn og målt i skallbredden. Det ble benyttet runde leppefiskeiteiner og sammenleggbare krabbeteiner. For leppefiskeiteiene ble halvdelen av en kløvd taskekrabbe benyttet som agn, mens fisk (fanget i garn) ble benyttet som agn i krabbeteinene. Leppefiskeiteiner ble satt i lenker på fem redskap, mens krabbeteinene ble satt parvis.

Tabell 1. Antall fangstredskap benyttet til fisk og skalldyr-undersøkelser i prøvehøstefelt (PF11) og referansefelt i Nordland i august 2016.

	PF11 Teinedøgn (antall)	Referanse Teinedøgn (antall)
Leppefiskeiteine	80	40
Krabbeteine	20	20

2.4. Statistisk behandling

Resultatene er presentert som aritmetiske gjennomsnitt \pm 95 % konfidensintervall, hvis ikke annet er oppgitt. Variansanalyser (to-veis Anova) ble benyttet for å teste effekt av tarehøsting på forekomst av fisk og skalldyr. For krabbeteiner (satt i par) ble de statistiske testene kjørt på totalfangstene per teinepar, og for leppefiskeiteiner (satt i lenker på fem) på totalfangstene per teinelenke. Utvikling av kråkebolleforekomster langs høstede og ikke-høstede videotranssekt ble undersøkt vha. toveis "repeated measures" ANOVA (Hogg & Williams 1996, Larsen *et al.* 2002), da det er de samme transektene som har blitt undersøkt før og etter høsting. T-tester ble benyttet for å undersøke forskjeller mellom to og to faktornivåer. Korrelasjoner mellom variable ble estimert vha. Pearsons produkt-moment korrelasjonskoeffisient (r). Sannsynlighetsnivåer (p -verdiene) for variansanalyser, t-tester og korrelasjonstester ble beregnet ved hjelp av resamplinger, der observasjonene trekkes ut tilfeldig og test-parameteren beregnes på nytt for hver resampling. For hver test ble det kjørt 10.000 resamplinger der frekvensen av resamplede testparameter-verdier som var lik eller mer ekstreme enn den observerte testparameter-verdien gir sannsynlighetsnivået (Crowley 1992, Bried & Ervin 2011). Som en forsikring mot variansheterogenitet og avvik fra normalfordeling, ble samtlige telledata kvadratrot-transformert og måldata log-transformert før kjøring av de statistiske testene.

3. RESULTATER

3.1. Stortarevegetasjonen og kråkeboller

3.1.1. Effekter av prøvehøstingen i 2013

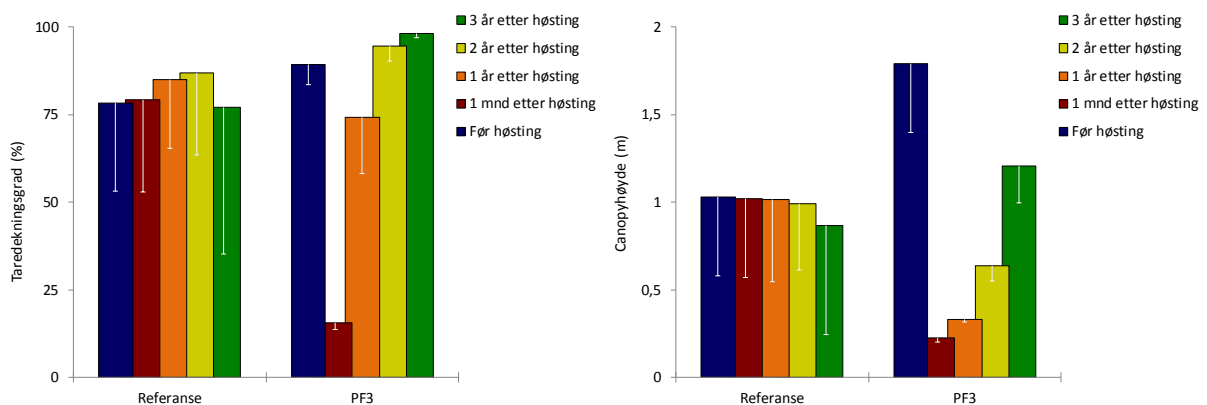
Sommeren 2013 ble det høstet 5.576 tonn stortare i et felt (PF3) i Nordland. Reetablering av stortare etter prøvehøstingen i 2013 har generelt vært god med nær hundre prosent dekning av stortare på samtlige undersøkte stasjoner tre år etter høsting. Gjennomsnittsstørrelsen av stortareplantene på trålfplatene ble i 2016 (tre år etter høsting) målt til 1,2 m, sammenlignet med en gjennomsnittsstørrelse på 1,8 m før høsting i 2013. På grunn høy plantetetthet på trålfplatene, ser imidlertid tarebiomassen ut til å være reetablert allerede tre år etter høsting. Forekomst av epifytter på tarestilker og tarerekutter i undervegetasjonen er tre år etter høsting fortsatt på et lavere nivå enn det som ble observert før høsting i 2013. Kråkebollebeiting ser ikke ut til å ha påvirket reetableringen av tare i løpet av de tre første årene etter prøvehøstingen i Nordland.

Totalt 5.576 tonn stortare ble prøvehøstet på et felt (PF3) i Nordland i juli 2013. Utvalgte stasjoner i prøvehøstefeltet og et referansefelt ble undersøkt vha. undervannsvideo, henholdsvis før (mai 2013), en måned etter (august 2013), ett år etter (juni 2014), to år etter (juni 2015) og tre år (mai 2016) etter høsting, for å studere gjenvekst av tarevegetasjon og

utvikling av kråkebollebestandene. På enkelte av de tidligere undersøkte stasjonene i PF3 er det registrert få, eller ingen, spor etter tarehøsting (Steen *et al.* 2014a, 2015ab) og disse stasjonene ble ikke undersøkt på ny i 2016. Overvåkingen i 2016 ble derfor konsentrert om de vestligste og østligste stasjoner i feltet, i tillegg til referansestasjonene (Fig. 1).

Videostasjonene på prøvehøstefeltet og referansefeltet dekker en stor eksponeringsgradient med variasjoner i midlere signifikant bølgehøyde fra 0,37 m i øst til 1,33 m i vest, og det var langs de fire vestligste videotransektene at de største høstepåvirkede arealene ble observert med en gjennomsnittlig høstepåvirkningsgrad (areal av trålflete / areal av uberørt tarevegetasjon) estimert til 52 %.

Gjennomsnittlig dekningsgrad av tare (andel bunnflate dekket av tare) på trålflater i PF3 hadde økt fra 16 (± 2) % ca 1 måned etter prøvehøsting i august 2013, til 68 (± 17) % ca 1 år etter prøvehøsting i juni 2014, til 96 (± 3) % ca 2 år etter prøvehøsting i juni 2015, til 98 (± 1) % tre år etter prøvehøsting i mai 2016 (Fig. 5). Samtlige undersøkte videotransekt i PF3 hadde tre år etter høsting en gjennomsnittlig dekningsgrad av tare på > 95 % (Fig. 5, 6). Høyden av den reetablerte tarevegetasjonen (canopy-høyden) på trålflater i PF3 var i mai 2016 i gjennomsnitt 1,2 ($\pm 0,2$) m sammenlignet med en gjennomsnittshøyde på 0,6 ($\pm 0,1$) m ved forrige måling et år tidligere (Fig. 5). Sammenlignet med den gjennomsnittlige canopyhøyden som ble målt før prøvehøstingen i 2013 (1,8 ($\pm 0,4$) m) var canopy høyden som ble observert på trålflatene tre år etter høsting (1,2 ($\pm 0,2$) m) fortsatt signifikant lavere (t-test, $p = 0,038$).



Figur 5. Gjennomsnittlig dekningsgrad (% taredrekket bunnflate) av tare (venstre panel) og gjennomsnittlig canopy høyde av tarevegetasjon (høyre panel) observert langs videotransekt på PF3 og referansefelt i Nordland, henholdsvis før (blå søyler), en måned etter (røde søyler), et år etter (oransje søyler), to år etter (gule søyler) og tre år etter (grønne søyler) prøvehøsting. Nedre grense for 95 % konfidensintervall er tegnet inn.

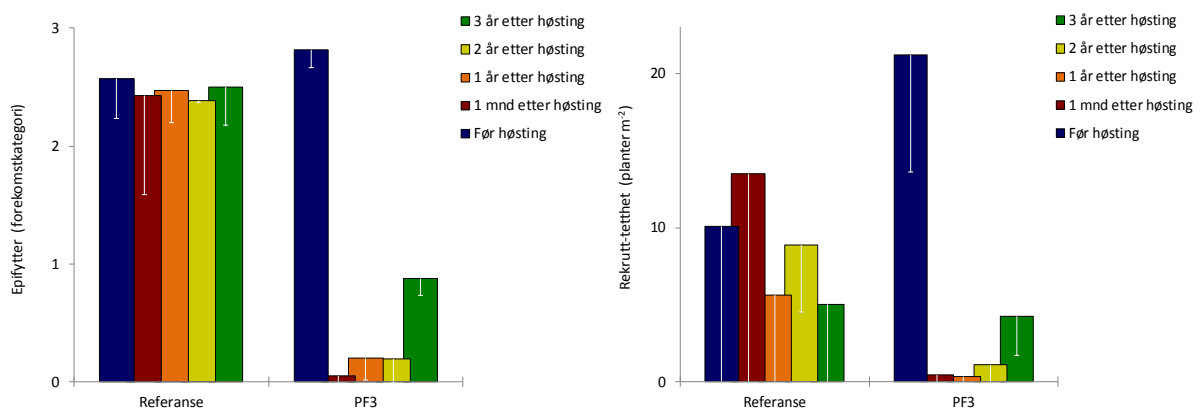
Gjennomsnittstettheten av tareplanter på trålflatene ble i mai 2016 estimert til 16 (± 2) planter per kvadratmeter, noe som er høyere enn den gjennomsnittlige canopytettheten registrert på de samme stasjoner før høsting tre år tidligere (11 (± 1) planter per kvadratmeter). Ut ifra relasjonen mellom plantelengde (\sim vegetasjonshøyde fra

videotransekt) og vekt som er estimert fra innsamlede tareplanter, og tetthetsestimert fra videotransekt, ble gjennomsnittlig biomasse på trålflatene tre år etter høsting beregnet til 26 ± 6 kg tare per kvadratmeter, noe som er på høyde med beregnet gjennomsnittlig tarebiomasse på de samme stasjoner før høsting i 2013 (27 ± 7 kg tare per kvadratmeter).

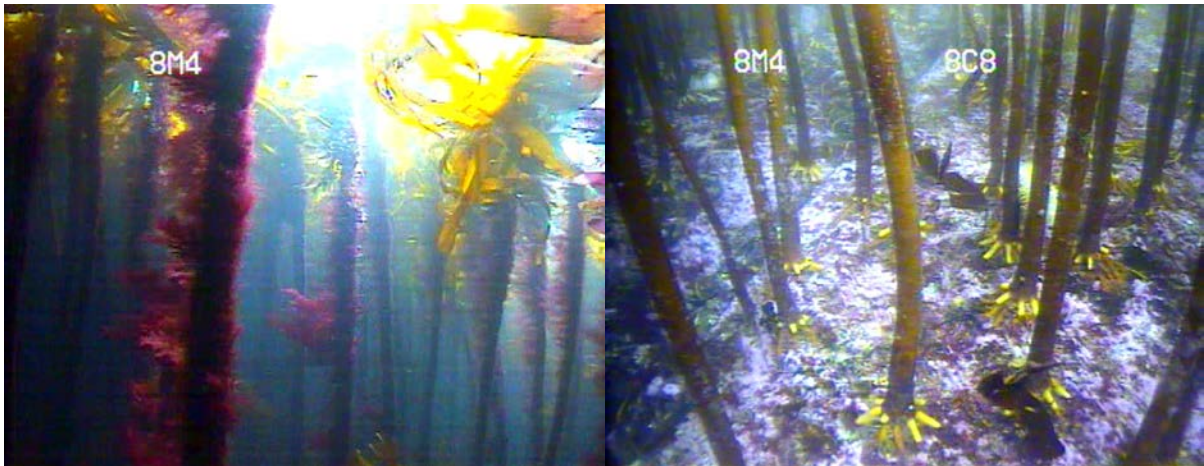


Figur 6. Eksempler på trålflater med tett stortarevegetasjon langs de tre vestligste videotransektene på PF3 (Fig. 1) i Nordland i mai 2016, ca 3 år etter prøvehøsting.

Forekomst av epifytter på tarestilkene i høstede områdene var i 2016 fortsatt lavere enn før høsting tre år tidligere (Fig. 7). Før høsting i 2013 hadde de fleste tarestilkene en tre-dimensjonal epifyttstruktur dominert av rødalger, mens epifyttstrukturen på tarestilkene som ble observert på trålflatene tre år etter høsting hovedsakelig var begrenset til skorpeform (Fig. 8). Gjennomsnittlig tetthet av tarerekrutter i undervegetasjonen i de tidligere trålte områdene ble i mai 2016 estimert til 4 ± 3 rekrutter per kvadratmeter, noe som er signifikant lavere (t-test, $p = 0,027$) enn de 21 ± 8 rekrutter per kvadratmeter som i gjennomsnitt ble observert før høsting i 2013 (Fig. 7, 9).



Figur 7. Epifyttforekomst (kategorisert på en skala fra 0 (ingen epifytter) til 3 (tre-dimensjonal epifyttstruktur)) på stilkene av stortare (venstre panel) og tetthet av tarerekrutter i undervegetasjonen (høyre panel) langs videotransekt på PF3 og referansefelt i Nordland, henholdsvis før (blå søyler), en måned etter (røde søyler), et år etter (oransje søyler), to år etter (gule søyler) og tre år etter (grønne søyler) prøvehøsting. Nedre grense for 95 % konfidensintervall er tegnet inn.

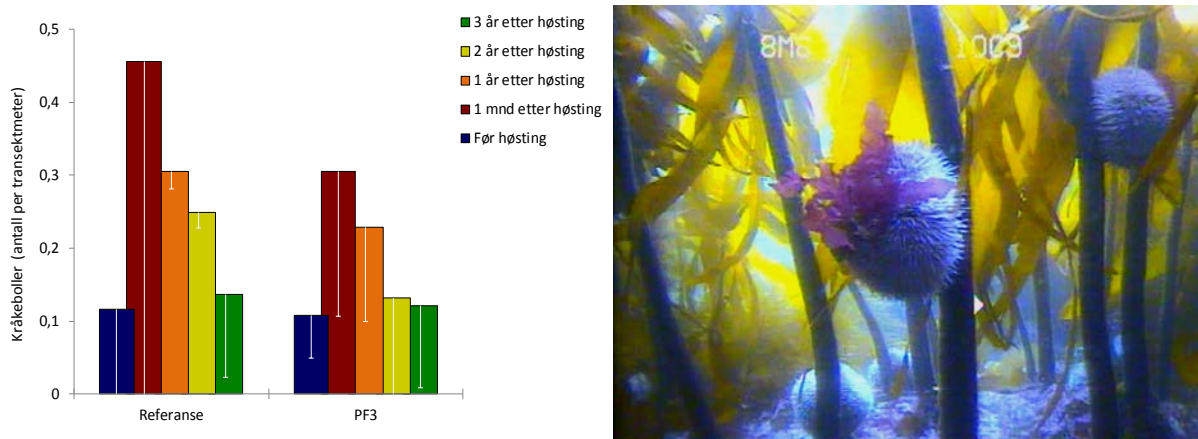


Figur 8. Eksempler på stortarestilker med ulik epifyttstruktur fra det tredje vestligste videotransektet på PF3 i Nordland (Fig. 1) før høsting i mai 2013 (venstre bilde) og tre år etter høsting i mai 2016 (høyre bilde).



Figur 9. Eksempler på stortarevegetasjon med ulik tetthet av tarerekutter i undervegetasjonen fra det tredje vestligste videotransektet på PF3 i Nordland (Fig. 1) før høsting i mai 2013 (venstre bilde) og tre år etter høsting i mai 2016 (høyre bilde).

Registreringsfrekvensen av kråkeboller langs videotransekt undersøkt på PF3 i Nordland var i mai 2016 i gjennomsnitt $0,12 (\pm 0,11)$ individer per transektmeter sammenlignet med en gjennomsnittlig registreringsfrekvens på $0,11 (\pm 0,06)$ individer per transektmeter før høsting i 2013 (Fig. 10). På referansestasjonene lå gjennomsnittlig registreringsfrekvens i mai 2016 på $0,14 (\pm 0,11)$ individer per transektmeter mot en gjennomsnittlig registreringsfrekvens på $0,12 (\pm 0,14)$ i 2013. Det ble ikke registrert signifikante forskjeller i forekomster av kråkeboller mellom registreringene gjort på videostasjonene i PF3 før høsting i 2013 og tre år etter høsting i 2016 (t-test, $p = 0,867$).



Figur 10. Diagrammet til venstre viser gjennomsnittlig registreringsfrekvens av kråkeboller langs videotransekt på PF3 og referansefelt i Nordland, henholdsvis før (blå søyler), en måned etter (røde søyler), et år etter (oransje søyler), to år etter (gule søyler) og tre år etter (grønne søyler) prøvehøsting. Nedre grense for 95 % konfidensintervall er tegnet inn. Bildet til høyre viser rød kråkebolle (*Echinus esculentus*) som beiter på stortarestilker.

3.1.2. Effekter av prøvehøstingen i 2014

I 2014 ble det høstet 5.929 tonn stortare i tre felt (PF5-7) i Nordland. Videotransekt i samtlige prøvehøstefelt, som også ble undersøkt før høsting i 2014 og et år etter høsting i 2015, ble undersøkt i mai 2016. Tilsvarende undersøkelser har i samme tidsrom også blitt gjennomført langs videotransekt i nærliggende referansefelt. Reetablering etter prøvehøstingen i 2014 har vært svært god med en gjennomsnittlig dekningsgrad av tare på trålfatene på 97 % to år etter høsting. Gjennomsnittlig canopyhøyde hos den reetablerende tarevegetasjonen på trålflater ble i 2016 målt til 0,74 ($\pm 0,08$) m som er en dobling i forhold til i 2015, og ca 40 % av canopyhøyden observert før prøvehøstingen i 2014. Beiting fra kråkeboller ser foreløpig ikke ut til å ha hatt negative effekter på reetableringen av tare og forekomstene av kråkeboller var i 2016 lavere enn det som ble registrert før prøvehøstingen i 2014.

Totalt 5.929 tonn stortare ble høstet i tre prøvehøstefelt (PF5, PF6 og PF7) i Nordland i 2014 (Tab. 3). Det ble observert spor etter taretråling langs 11 av de 12 videotransektene som ble undersøkt på de tre feltene etter høstingen i 2015. I mai 2016 ble det observert trålspor på de samme 11 videotransektene, mens det ene videotransektet uten observerbare trålspor i 2015 (helt vest i PF6), ikke ble undersøkt på ny i 2016. Estimert høstepåvirket areal langs videotransektene i 2016 varierte fra 14 % til 79 %, med et gjennomsnitt på 51 %. På referansefeltene nordvest i Horsvær naturreservat og den delen av verdensarvområdet ved

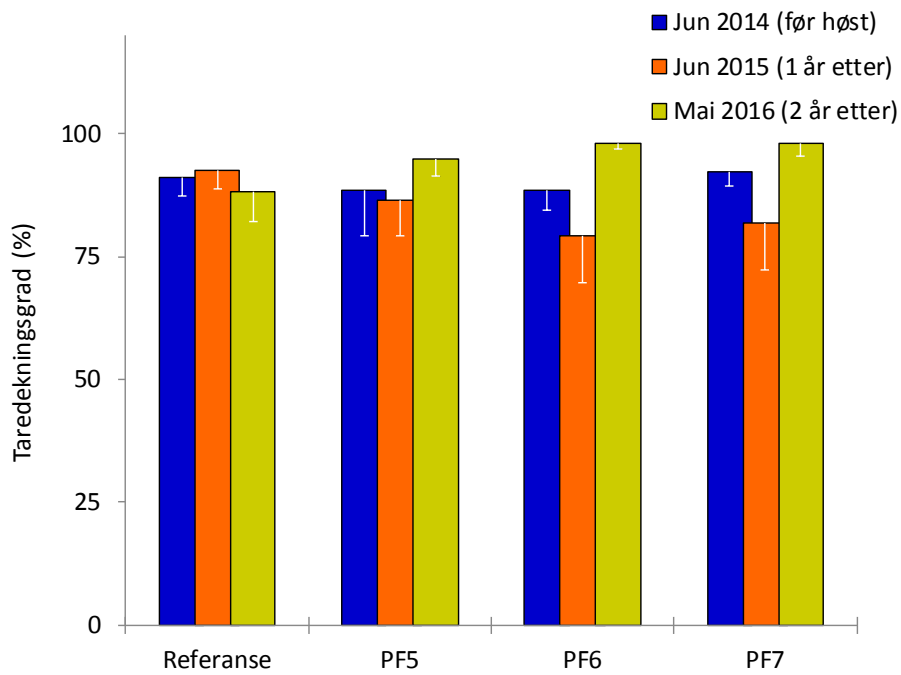
Vega som overlapper med PF7 (Fig. 1), ble det i 2016 gjort undersøkelser langs de samme videotransektene som også ble undersøkt i 2014 og 2015.

Tabell 2. Høstekvantum av tare (data fra FMC Biopolymer AS) og observert høstepåvirket areal (% av bunnflate) langs videotransekt på felt (PF5-7) som ble prøvehøstet i Nordland i 2014.

Høstefelt	Høstekvantum (tonn)	Høstepåvirket areal (% av bunnflate)
PF5	1223	54
PF6	2208	57
PF7	2498	41

Reetablering etter prøvehøstingen i 2014 har vært svært god og dekningsgrad av tare (dvs % taredekket bunnflate) på trålflatene var i gjennomsnitt $97 (\pm 2) \%$. Høsteflatene på samtlige undersøkte videostasjoner i PF5-7 hadde i 2016 en gjennomsnittlig dekningsgrad på $> 90 \%$ (Fig. 11, 12). To år etter høsting besto tarevegetasjonen av en tett, kortvokst canopy med en gjennomsnittlig høyde på $0,74 (\pm 0,08)$ m som er en dobling i forhold til 2015 og ca. 40 % av den gjennomsnittlige canopyhøyden observert før prøvehøstingen i 2014 (Fig. 12, 13). Epifyttene (begroingen) på tarestilkene var to år etter høsting begrenset til skorpeform, mens en tre-dimensjonale epifyttstruktur foreløpig ikke er utviklet (Fig. 12).

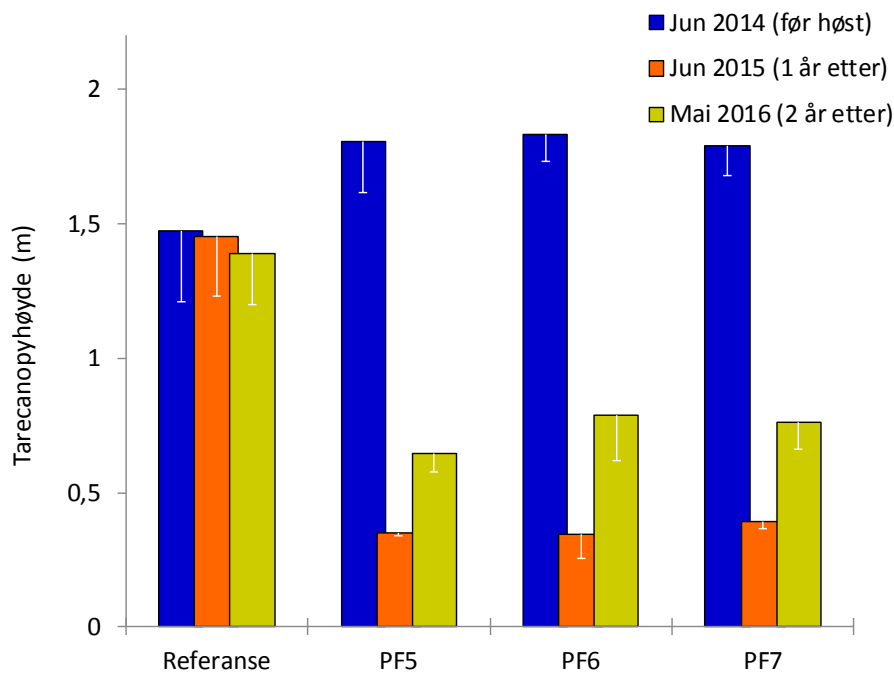
Registreringsfrekvens av kråkeboller langs videotransektene i prøvehøstefeltene (PF5-7) var i gjennomsnitt $0,07 (\pm 0,03)$ individer per transektmeter i 2016 mot en gjennomsnittlig registreringsfrekvens på $0,28 (\pm 0,10)$ individer per transektmeter på de samme stasjoner før høsting i 2014 (Fig. 14). Den totale forekomsten av kråkeboller var signifikant lavere i 2016 enn i 2014, men det ble ikke registrert forskjeller i utvikling av kråkebolleforekomster mellom videotransektene på prøvehøstefeltene og referansefeltene (Tab. 3).



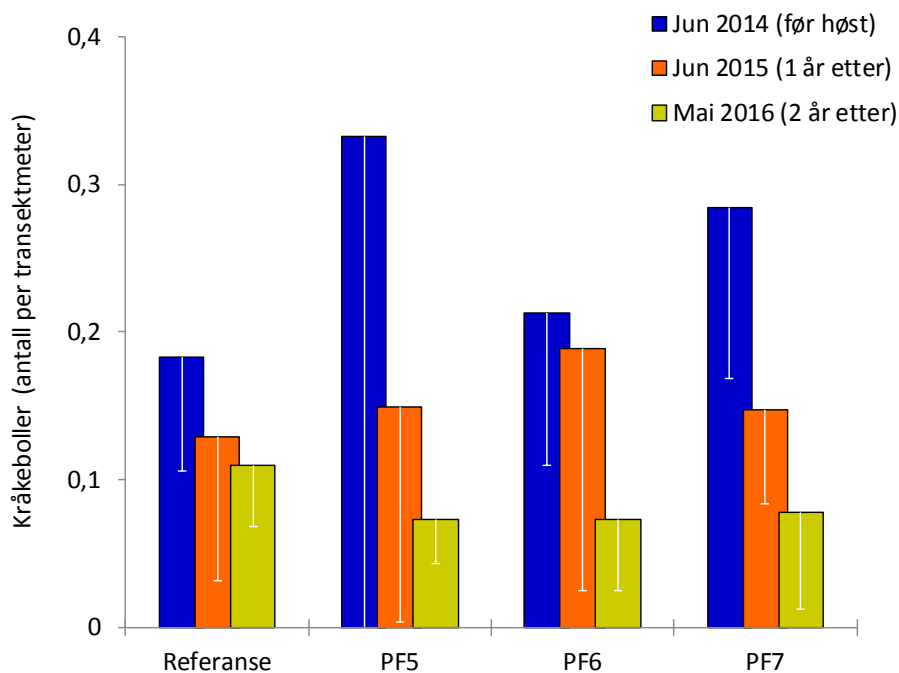
Figur 11. Gjennomsnittlig dekningsgrad av tare (% bunnflate dekket av tare) observert langs videotransekt på trålfater i prøvehøstefelt (PF5-7) og referansefelt i Nordland, henholdsvis før høsting (blå søyler), et år etter høsting (oransje søyler) og to år etter høsting (gule søyler). Nedre grense for 95 % konfidensintervall er tegnet inn.



Figur 12. Eksempler på gjenvekst i trålspor to år etter prøvehøstingen av felt PF6 i Nordland.



Figur 13. Gjennomsnittlig høyde av canopy tarevegetasjon observert langs videotranssekt på trålfelter i prøvehøstefelt (PF5-7) og referansefelt i Nordland, henholdsvis før høsting (blå søyler), ett år etter høsting (oransje søyler) og to år etter høsting (gule søyler). Nedre grense for 95 % konfidensintervall er tegnet inn.



Figur 14. Gjennomsnittlig registreringsfrekvens av kråkeboller langs videotranssekt i prøvehøstefelt (PF5-7) og referansefelt i Nordland, henholdsvis før høsting (blå søyler), ett år etter høsting (oransje søyler) og to år etter høsting (gule søyler). Nedre grense for 95 % konfidensintervall er tegnet inn.

Tabell 3. Toveis "repeated measures" variansanalyse (ANOVA) med periode (før høsting (juni 2014) Vs 2 år etter høsting (mai 2016)) og felt (prøvehøstefelt Vs referansefelt) som prediktorvariable, og registreringsfrekvens av kråkeboller per transektmeter som responsvariabel. Signifikante sannsynlighetsverdier ($p < 0,05$) er understreket.

Variasjonskilde	df	SS	MS	F	P-verdi
Felt	1	0,004	0,004	0,327	0,588
Residualer (mellom stasjoner)	10	0,124	0,012		
Periode	1	0,194	0,194	15,488	<u>0,003</u>
Felt*Periode	1	0,033	0,033	2,648	0,132
Residualer (mellom faktorer)	10	0,125	0,013		
	23	0,481	0,021		

3.1.3.Effekter av prøvehøstingen i 2015

Sommeren 2015 ble det høstet 9.963 tonn stortare i Nordland fordelt på seks prøvehøstefelt (PF1-2, PF8, PF11-13). Samtlige prøvehøstefelt ble undersøkt vha. video før høsting i juni 2015 og videotransektene på tre av prøvehøstefeltene (PF1-2 og PF11) ble fulgt opp med nye videoundersøkelser i mai 2016. Reetableringen av tare på trålflatene varierte mellom de undersøkte prøvehøstefeltene med gjennomsnittlig dekningsgrad av tare fra 51 % (PF1) til 87 % (PF2). Høyden av den reetablerende tarevegetasjonen på trålflatene ble målt til 0,36 m i 2016, noe som er ca. 20 % av canopyhøyden målt før høsting i 2015, men på høyde med tilsvarende målinger gjort året etter høsting i tidligere prøvehøstede felt i Nordland. Forekomstene av kråkeboller var moderate og ser ut til å ha hatt liten effekt på reetableringen av tare på trålflatene i løpet av det første året etter prøvehøsting.

Sommeren 2015 ble det høstet 9.963 tonn stortare i Nordland fordelt på seks prøvehøstefelt (PF1-2, PF8, PF11-13). Tre av høstefeltene (PF1-2, PF11), der det til sammen ble høstet 7.597 tonn stortare i 2015, ble fulgt opp med nye undersøkelser i mai 2016, langs de samme videotransektene som ble undersøkt før prøvehøstingen i 2015. Observasjonene fra prøvehøstefeltene ble også sammenlignet med tilsvarende undersøkelser gjennomført i nærliggende referanseområder.

Det ble i 2016 registrert trålspor langs 11 av 12 videotransektene som til sammen ble undersøkt på de tre prøvehøstefeltene. Estimert høstepåvirket areal langs de

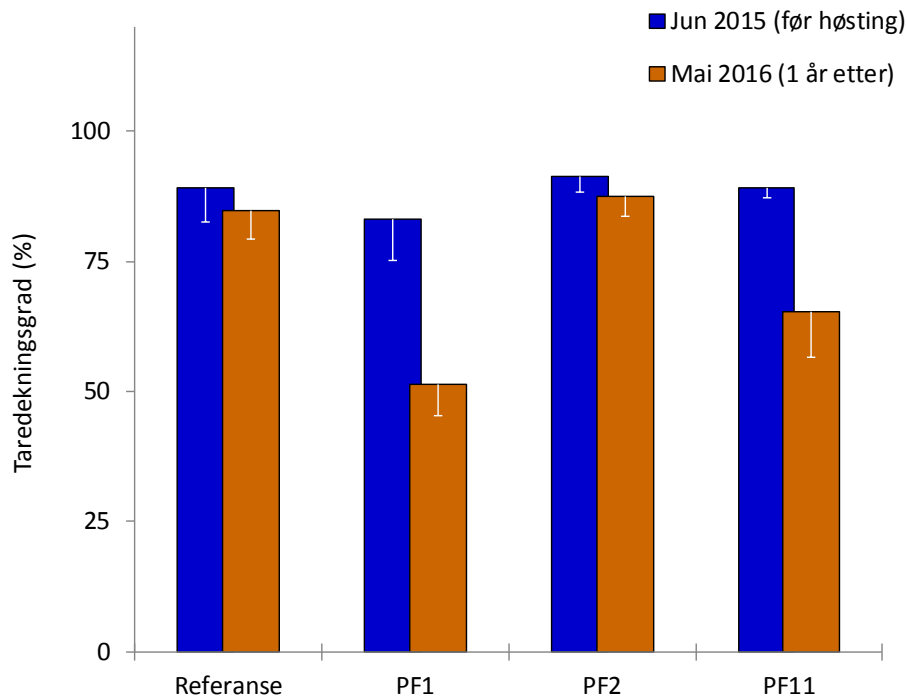
videotransektene der det ble registrert trålspor i 2016 varierte fra 9 % til 69 %, med et gjennomsnitt på 33 % (Tabell 4).

Tabell 4. Høstekvantum av tare (data fra FMC Biopolymer AS), estimert bunnareal i dybdeintervallet 0–20 m og observert høstepåvirket areal (% av bunnflate) langs videotransekt på felt (PF1-2 og PF7) som ble undersøkt ca. ett år etter høsting, i mai 2016.

Høstefelt	Høstekvantum (tonn)	Bunnareal i 0-20m dyp (km ²)	Høstepåvirket areal (% av bunnflate)
PF1	762	0,4	41
PF2	4549	4,6	29
PF11	2286	6,4	28

Reetableringen av tare på trålfatene observert et år etter høsting varierte fra felt til felt, med en gjennomsnittlig dekningsgrad av tare (dvs. andel (%) taredekket bunnflate) på 51 (\pm 6) % i PF1, 65 (\pm 9) % i PF11 og 87 (\pm 4) % i PF2 (Fig. 15). Total gjennomsnittlig dekningsgrad av tare på høsteflater ble beregnet til 68 (\pm 21) %, som er omtrent på nivå med taredekningsgraden observert året etter høsting i tidligere prøvehøstede felt i Nordland (Fig. 5, 13). Selv om stortarevegetasjonen dominerte på de fleste trålfatene året etter høsting ble det i enkelte partier av trålsprene registrert dominans av trådformede brunalger som mykt kjerringhår (Fig. 16, 17).

Trålfatene hadde i 2016, året etter høsting, en kortvokst stortarevegetasjon med en gjennomsnittlig canopyhøyde på 0,36 (\pm 0,05) m som tilsvarer ca. 20 % av canopyhøyden målt før høsting i 2015 (Fig. 18), og var omtrent på samme nivå som observert året etter høsting på tidligere prøvehøstede felt i Nordland (Fig. 5, 13).



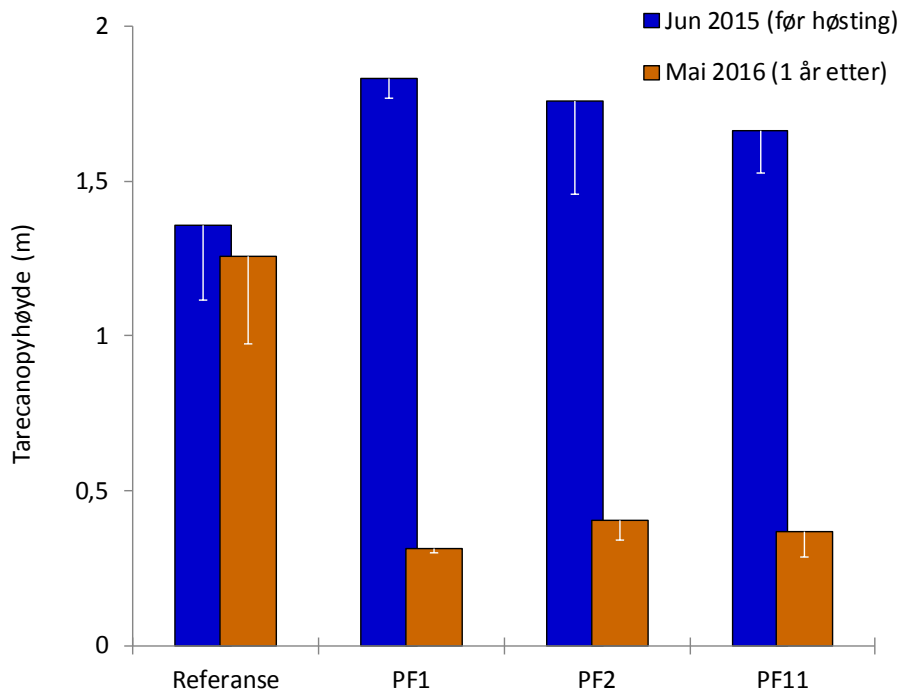
Figur 15. Gjennomsnittlig dekningsgrad av tare (% bunnflate dekket av tare) observert langs videotranssekt på trållflater i prøvehøstefelt (PF1-2 og PF11) og referansefelt i Nordland, henholdsvis før høsting (blå søyler) og ett år etter høsting (oransje søyler). Nedre grense for 95 % konfidensintervall er tegnet inn.



Figur 16. Eksempler på gjenvekst i trållspor på PF1 (venstre bilde) og PF2 (høyre bilde) i Nordland i mai 2016, ett år etter prøvehøsting. Trållsporene i forgrunnen av bildene er dominert av kortvokst stortare (*Laminaria hyperborea*) med innslag av trådformede brunalger som mykt kjerringhår (*Desmarestia viridis*).



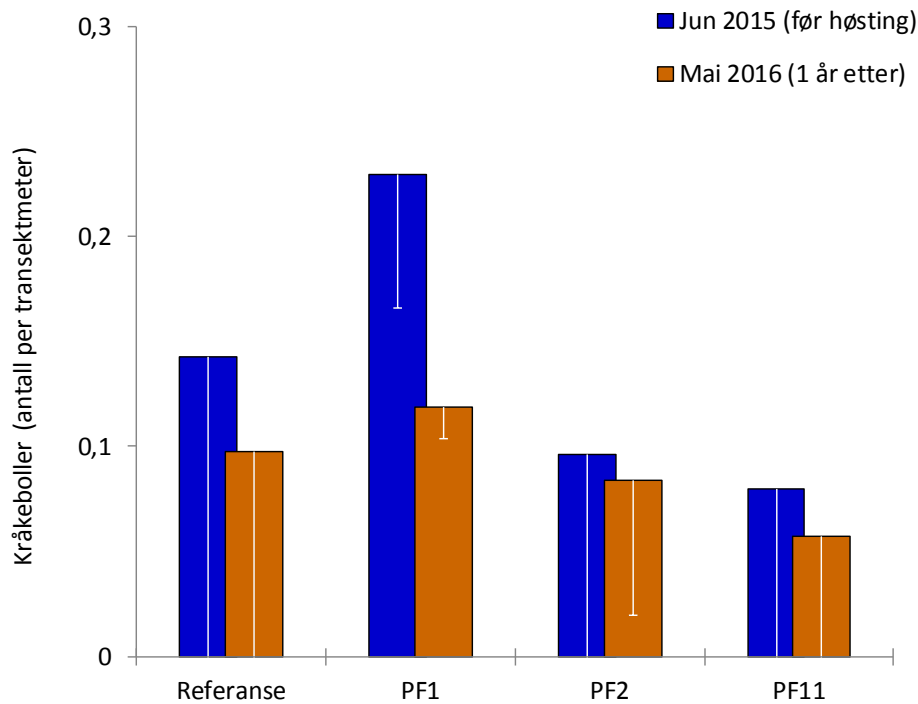
Figur 17. Eksempler på gjenvekst i trålspor på PF11 i Nordland i mai 2016, ett år etter prøvehøsting. Trålsoret i venstre bilde er dominert av kortvokst stortare (*Laminaria hyperborea*), mens trålsoret i høyre bilde er dominert av trådformede brunalger som mykt kjerringhår (*Desmarestia viridis*).



Figur 18. Gjennomsnittlig høyde av canopy tarevegetasjon observert langs videotranssekt på trålfater i prøvehøstefelt (PF1-2 og PF11) og referansefelt i Nordland, henholdsvis før høsting (blå søyler) og ett år etter høsting (oransje søyler). Nedre grense for 95 % konfidensintervall er tegnet inn.

Registreringsfrekvens av kråkeboller langs videotranssektene i prøvehøstefeltene (PF1-2, PF11) var i gjennomsnitt 0,07 ($\pm 0,04$) individer per transektmeter i 2016 mot en gjennomsnittlig registreringsfrekvens på 0,11 ($\pm 0,10$) individer per transektmeter på de

samme stasjoner før høsting i 2015 (Fig. 18). Det ble ikke registrert signifikante forskjeller i kråkebolleforekomster mellom prøvehøstefelt og referansefelt, eller fra før til etter høsting (Tab. 5).



Figur 19. Gjennomsnittlig registreringsfrekvens av kråkeboller langs videotransekt på trållflater i prøvehøstefelt (PF1-2 og PF11) og referansefelt i Nordland, henholdsvis før høsting (blå søyler) og ett år etter høsting (oransje søyler). Nedre grense for 95 % konfidensintervall er tegnet inn.

Tabell 5. Toveis "repeated measures" variansanalyse (ANOVA) med periode (før høsting (juni 2015) Vs 1 år etter høsting (mai 2016)) og felt (prøvehøstefelt Vs referansefelt) som prediktorvariable, og registreringsfrekvens av kråkeboller per transektmeter som responsvariabel. Signifikante sannsynlighetsverdier ($p < 0,05$) er understreket.

Variasjonskilde	df	SS	MS	F	<u>P-verdi</u>
Felt	1	0,072	0,072	2,768	0,117
Residualer (mellom stasjoner)	18	0,471	0,026		
Periode	1	0,028	0,028	2,948	0,107
Felt*Periode	1	0,000	0,000	0,038	0,851
Residualer (mellom faktorer)	18	0,173	0,010		
	39	0,745	0,019		

3.1.4.Undersøkelser før prøvehøsting i 2016

3.1.4.1.Videotransekt

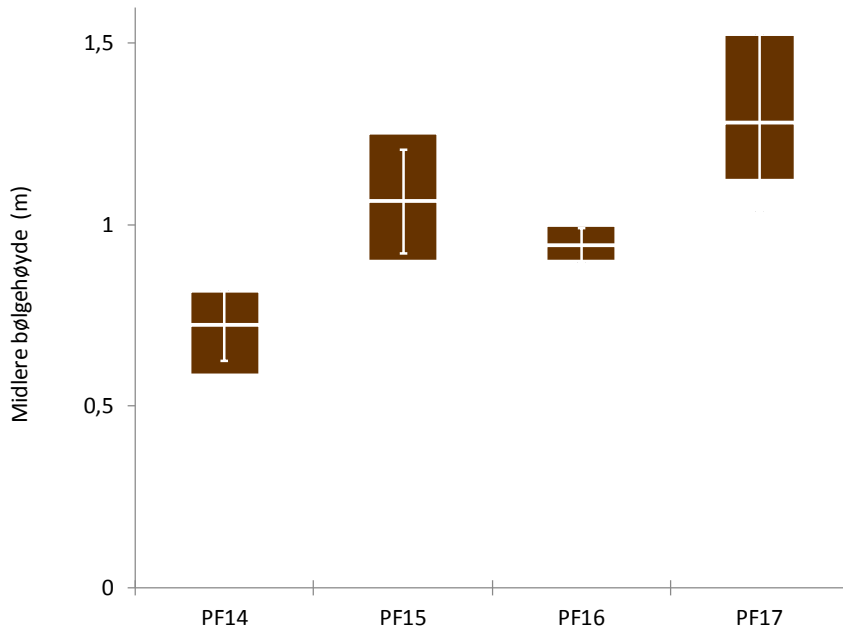
Det ble åpnet for prøvehøsting av inntil 10.000 tonn stortare på til sammen 5 felt (PF9, 14-17) i Nordland i 2016. Før høsting ble det gjennomført videoundersøkelser på stasjoner i fire av prøvehøstefeltene (PF14-17). Stortare dominerte bunnvegetasjonen på samtlige videotransekt på de tre sørligste feltene (PF14-16), mens enkelte partier langs det nordligste og mest bølgeeksponerte feltet (PF17) var dominert av butare. På grunn av lite gruntvannsareal og små forekomster av stortare ble PF17 ikke prøvehøstet i 2016.

Det ble åpnet for prøvehøsting av inntil 10.000 tonn stortare på til sammen fem felt (PF9, 14-17) i Nordland i 2016 og totalt ble 9.998 tonn tare høstet på fire av feltene (Tab. 6). Før prøvehøstingen, i mai 2016 ble det gjennomført forundersøkelser langs 15 videostasjoner fordelt på fire av prøvehøstefeltene (PF14-17). Et av feltene (PF9) som ble høstet sommeren 2016 og som ble undersøkt vha. video i 2015, ble ikke undersøkt på ny i 2016.

Tabell 6. Høstekvantum av tare (data fra FMC Biopolymer AS) og estimert bunnareal i dybdeintervallet 0 – 20m på felt (PF9, 14-17) som ble høstet sommeren 2016.

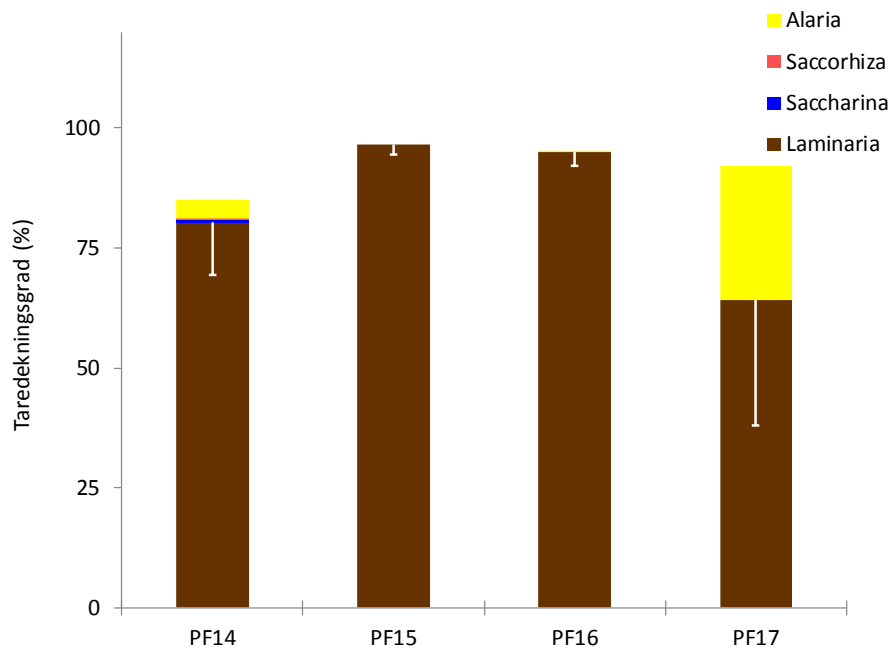
Høstefelt	Høstekvantum (tonn)	Bunnareal i 0-20m dyp (km ²)
PF9	355	4,4
PF14	1233	2,2
PF15	589	2,3
PF16	7820	3,3
PF17	0	0,4

Bunnen på videostasjonene var dominert av fjell og gjennomsnittsdypet varierte fra 6 til 14 meter. Bølgeeksponering for videotransektene varierte fra 0,59 m til 1,53 m midlere signifikant bølgehøyde (Fig. 13).

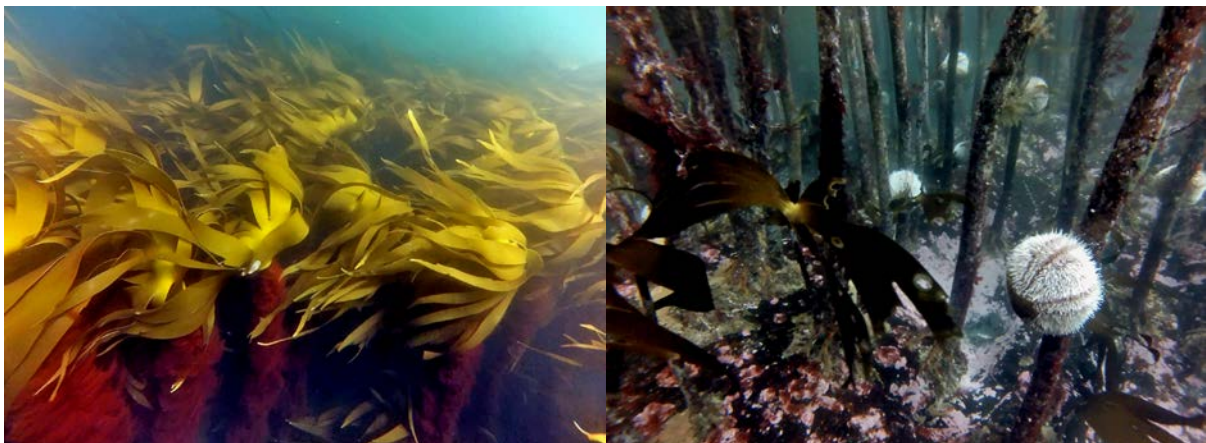


Figur 20. Midlere signifikant bølgehøyde (langtidsmiddel) på videostasjoner i prøvehøstefelt (PF14-17) i Nordland, mai 2016. Nedre og øvre del av søylene representerer stasjonene med henholdsvis minimum og maksimum midlere signifikant bølgehøyde per felt. Tverrlinjer i søylene representerer gjennomsnittet per felt, mens vertikallinjer representerer 95 % konfidensintervall for feltgjennomsnittene.

Stortare dominerte bunnvegetasjonen på samtlige videotransekt på de tre sørligste feltene (PF14-16), mens enkelte partier langs videotransektene i det nordligste og mest bølgeeksponerte feltet (PF17) var dominert av butare (Fig. 21-23). Gjennomsnittlig canopyhøyde av stortarevegetasjonen på de undersøkte videotransektene varierte fra 0,9 m til 2,0 m med et gjennomsnitt på 1,6 m (Fig. 24). Gjennomsnittlig tetthet av canopyplanter varierte fra 5 til 14 planter per kvadratmeter, med et gjennomsnitt på ca 10 planter per kvadratmeter (Fig. 24). Lavest canopyhøyde og tetthet av stortare ble registrert på felt PF17, som i tillegg hadde lite grunnvannsareal og heller ikke ble høstet i 2016 (Tab. 6).



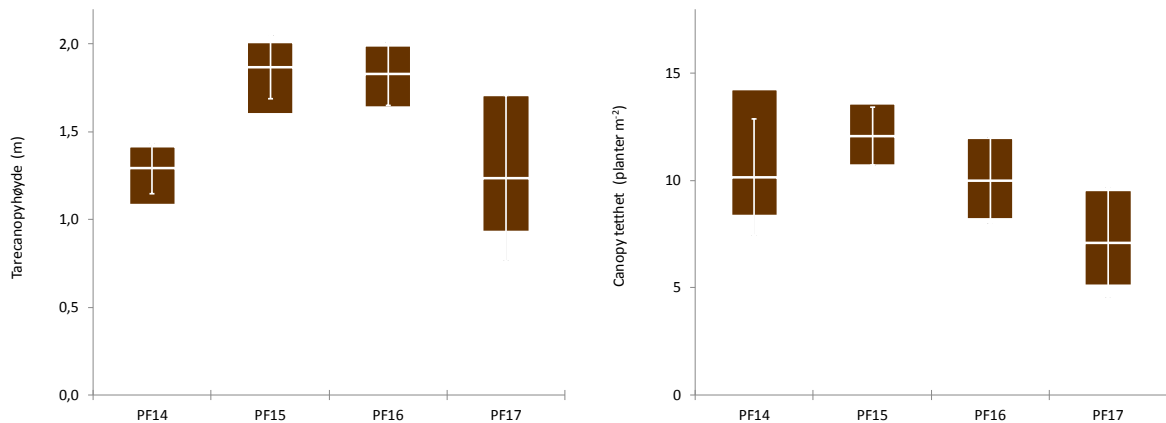
Figur 21. Gjennomsnittlig dekningsgrad av tare (% bunnsflate dekket av tare) langs videotranssekt i prøvehøstefelt (PF14-17) i Nordland, mai 2016. Dekningsgrad av *Alaria* (butare - gule søylepartier), *Saccorhiza* (draugtare – lyserøde søylepartier), *Saccharina* (sukkertare – blå søylepartier) og *Laminaria* (stortare – brune søylepartier). Nedre grense for 95 % konfidensintervall er tegnet inn for dekningsgraden til *Laminaria*.



Figur 22. Eksempler på stortare (*Laminaria hyperborea*) dominert vegetasjon langs videotranssekt på PF16 i Nordland før prøvehøsting i mai 2016.

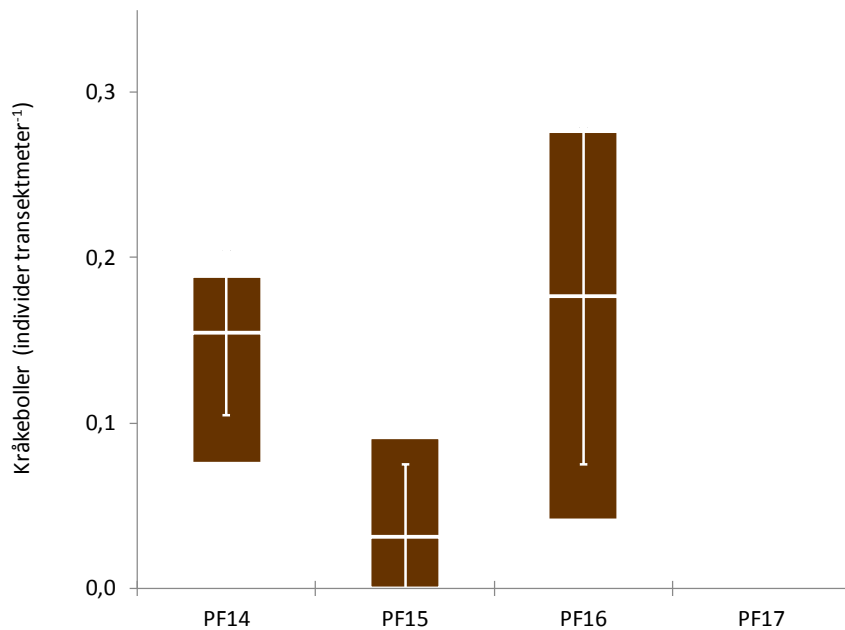


Figur 23. Tarevegetasjon langs videotransekt på PF17 i Nordland i mai 2016. Venstre bilde viser butare (*Alaria esculenta*) dominert vegetasjon, mens høyre bilde viser stortare (*Laminaria hyperborea*) dominert vegetasjon med ujevnt størrelsesmønster.



Figur 24. Gjennomsnittlig høyde (venstre figur) og tetthet (høyre figur) av stortare "canopy" (dekkvegetasjon) på videostasjoner i prøvehøstefelt (PF14-17) i Nordland, mai 2016. Nedre og øvre del av søylene representerer minimum og maksimumsnittene. Tverrlinjer i søylene representerer gjennomsnittet per felt, mens vertikallinjer representerer 95 % konfidensintervall for feltgjennomsnittene.

Det ble ikke registrert individer av drøbak-kråkebolle (*Strongylocentrotus droebachiensis*) langs noen av de undersøkte videotransektene i Nordland i mai 2016. Det ble registrert 191 individer av rød kråkebolle (*Echinus esculentus*) langs en samlet transektedistans på 2,1 km, noe som gir en gjennomsnittlig registreringsfrekvens på 0,09 individer per meter videotransekt. Registreringsfrekvensen av kråkeboller langs videotransektene varierte fra 0 til 0,28 individer per transektmeter (Fig. 25). Forekomstene av kråkeboller var negativt korrelert med graden av bølgeeksponering ($r = -0,71$, $p = 0,005$), og langs videotransektene på det mest eksponerte feltet (PF17) ble det ikke observert en eneste kråkebolle.



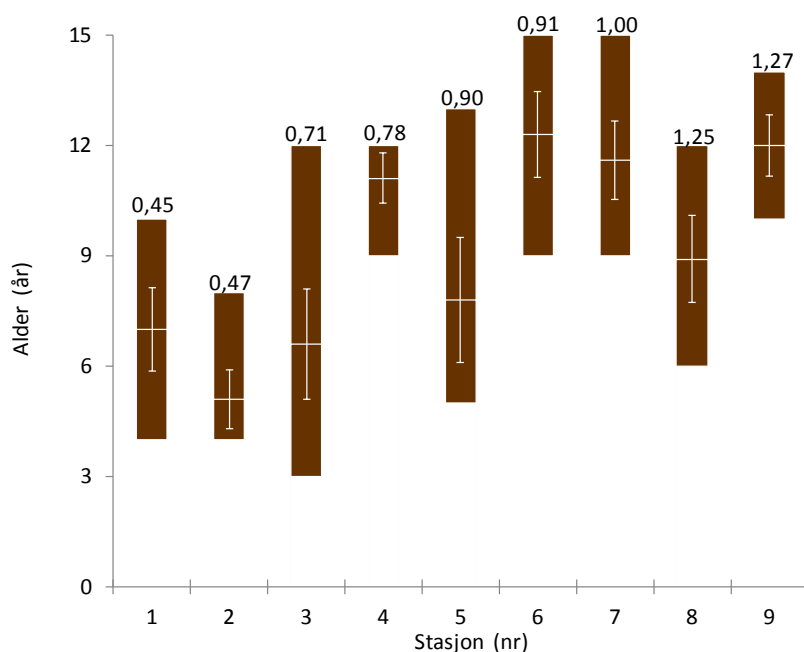
Figur 25. Gjennomsnittlig registreringsfrekvens av kråkeboller langs videotransekt på prøvehøstefelt (PF14-17) i Nordland i mai 2016. Nedre og øvre del av søylene representerer minimum og maksimumsnittene. Tverrlinjer i søylene representerer gjennomsnittet per felt, mens vertikallinjer representerer 95 % konfidensintervall for feltgjennomsnittene.

3.1.4.2. Tareinnsamlinger

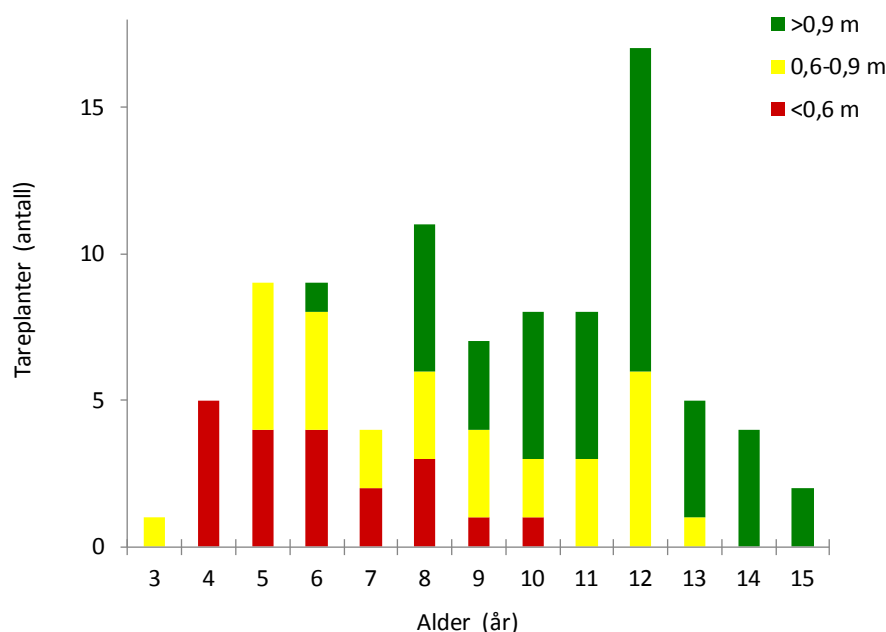
Alderen hos innsamlede stortareplanter varierte fra 3 år til 15 år, og økte med bølgeeksponeringsgraden. Størrelsen på tareplantenes festeorgan og stilk var korrelert med tareplantenes alder, og økte fram til tareplantene var ca. 9-11 år gamle. Vekstsoneanalysene viste at den årlige tykkelsestilveksten i tarestilkene økte fram til plantene var ca. 3-6 år gamle, for deretter å avta i eldre aldersgrupper. På grunn av en høyere andel av unge, produktive planter har seneste års stilktilvekst vært større hos tareplanter på bølgebeskyttede, enn på bølgeeksponerte stasjoner. Tarestilkens epifyttsamfunn var dominert av rødalger, og tettheten av epifytter økte med alderen fram til plantene var ca. 9-11 år gamle. Drøbak-kråkeboller ble registrert i tareplantenes festeorgan og forekomsten av kråkeboller avtok med økende grad av bølgeeksponering.

For undersøkelser av alder, morfologi, veksthistorikk og epifytter (begroingsorganismer) ble det i mai 2016 samlet inn stortareplanter vha. trål på i alt ni stasjoner i områder som ikke har vært utsatt for tarehøsting tidligere. På samtlige stasjoner ble det også gjort videoopptak i forkant av innsamlingene. Taretrålen høster primært store tareplanter som tilhører dekkvegetasjonen ("canopy"-sjiktet), og i liten grad de små tareplantene som vokser i undervegetasjonen. Tareplanter innsamlet med denne metoden vil dermed representere maksimum størrelsene i populasjonene. Syv av innsamlingsstasjonene lå i feltene PF14–17 som var planlagt høstet i løpet av sommeren 2016 (Fig. 1). I tillegg ble det gjort innsamlinger på to stasjoner (st. 1 og 2) som lå i mer bølgebeskyttede områder lenger øst (Fig. 1). Innsamlingene ble gjort på 5–9 meters dyp, og et utvalg på 10 stortareplanter ble analysert fra hver stasjon. Bølgeeksponeringen på innsamlingsstasjonene varierte fra 0,45 m til 1,27 m (Fig. 26) og stasjonene ble gruppert i tre ulike bølgeeksponeringskategorier (Fig. 27): beskyttet (<0,6 m), semi-eksponert (0,6–0,9 m) og eksponert (>0,9 m).

Tareplantenes alder var korrelert med graden av bølgeeksponering ($r = 0,71$, $p = 0,035$). I bølgebeskyttede områder (<0,6 m) varierte alderen fra 4 til 10 år, med en gjennomsnittsalder på 6,1 år (Fig. 26). I semi-eksponerte områder (0,6–0,9 m) varierte alderen fra 3 til 13 år, med en gjennomsnittsalder på 8,5 år og i eksponerte områder (>0,9 m) fra 6 til 15 år, med en gjennomsnittsalder på 11,2 år (Fig. 26).

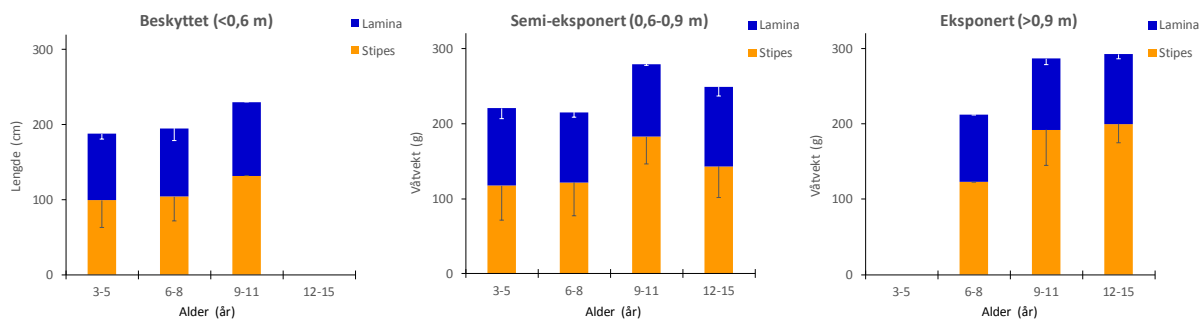


Figur 26. Aldersfordeling av stortareplanter på innsamlingsstasjoner (nummerert fra lav (1) til høy (9) bølgeeksponering) i Nordland, mai 2016. Nedre og øvre del av søylene representerer minimum og maksimumsalder. Tverrlinjer i søylene representerer gjennomsnittene, mens vertikallinjer representerer 95 % konfidensintervall for gjennomsnittene. Midlere signifikant bølgehøyde (i meter) på stasjonene er angitt over hver søyle.

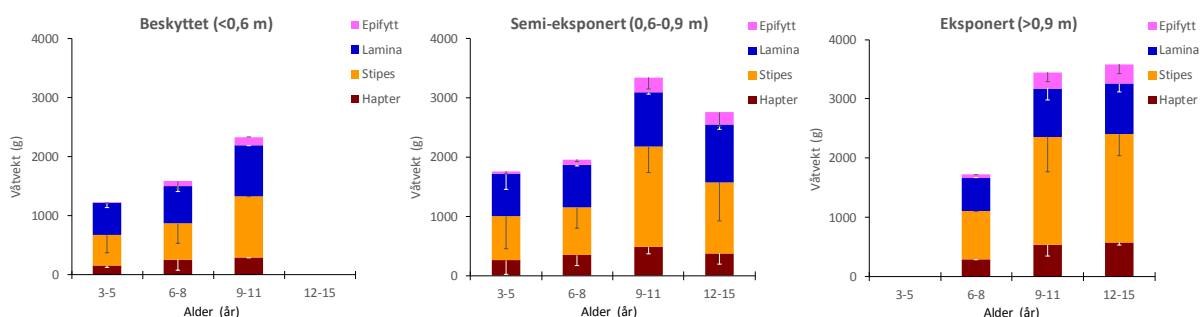


Figur 27. Aldersfordeling av stortareplanter samlet inn i mai 2016 på stasjoner i bølgebesskyttede områder (midlere signifikante bølgehøyde < 0,6m = røde søylesegment), semi-eksponerte områder (midlere signifikante bølgehøyde 0,6-0,9m = gule søylesegment) og eksponerte områder (midlere signifikante bølgehøyde > 0,9m = grønne søylesegment).

Lengden av tarestilker (stipes) var sterkt korrelert med tareplantenes alder for alle eksponeringskategorier ($r > 0,58$, $p < 0,005$) og økte fram til plantene var ca. 9-11 år gamle (Fig. 28). Vekt av tareplantenes stilk og festeorgan (hapter) var også korrelert med tareplantenes alder for samtlige eksponeringskategorier ($r > 0,39$, $p < 0,013$ for stilkvekt og $r > 0,56$, $p < 0,003$ for haptervekt) og økte fram til plantene var ca. 9-11 år gamle (Fig. 29). For lengden av tareplantenes blad (lamina) ble det ikke registrert noen signifikant korrelasjon med tareplantenes alder, mens det for bladvekten ble registrert en signifikant korrelasjon alder ved samtlige eksponeringskategorier ($r > 0,46$, $p < 0,034$). I gjennomsnitt utgjorde vektandelen av tarebladene 35 (± 4) % av tareplantenes totale vekt, og bladvekt/stilkvekt forholdet avtok med tareplantens alder for samtlige eksponeringskategorier ($r < -0,37$, $p < 0,015$). Innenfor de aldersgrupper (6-11 år) som var representert ved alle bølgeeksponeringskategorier utgjorde tarebladene henholdsvis 42 (± 7) % av den totale vekten på de bølgebesskyttede stasjonene, 34 (± 7) % på de semi-eksponerte stasjonene og 28 (± 4) % på de bølgeeksponerte stasjonene.

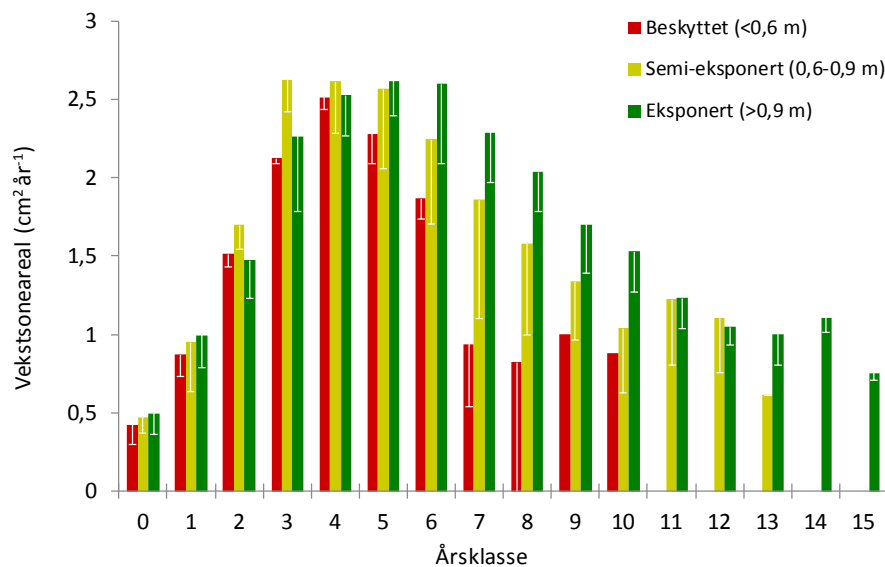


Figur 28. Gjennomsnittslengde av stilker (=stipes – oransje søylesegment) og blad (=lamina – blå søylesegment) for ulike aldersgrupper av stortare samlet inn på bølgebeskyttede (venstre figur), semi-eksponerte (midtre figur) og eksponerte (høyre figur) stasjoner i Nordland i mai 2016. Nedre grense for 95 % konfidensintervall er tegnet inn.



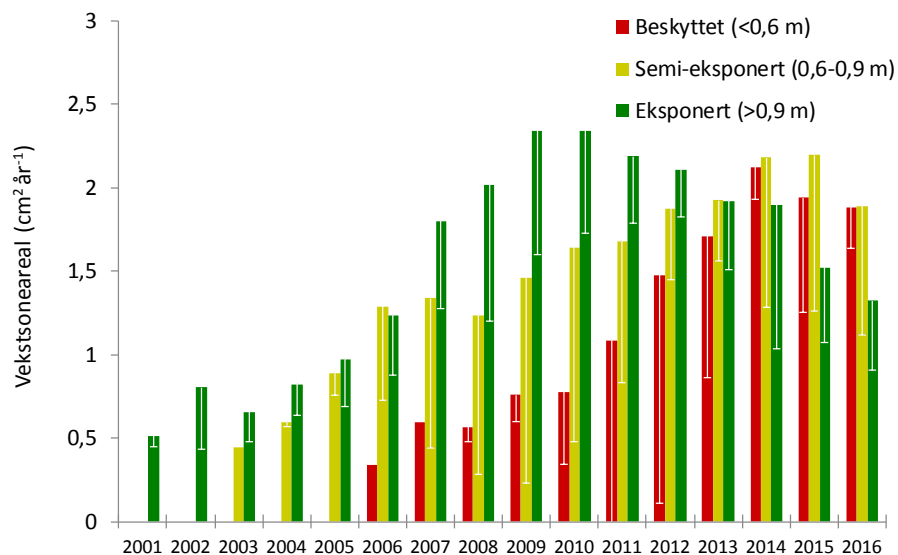
Figur 29. Gjennomsnittlig våtvekt av festeorgan (=hapter – burgunder søylesegment), stilker (=stipes – oransje søylesegment), blad (=lamina – blå søylesegment) og epifytter (rosa søylesegment) for ulike aldersgrupper av stortare samlet inn på bølgebeskyttede (venstre figur), semi-eksponerte (midtre figur) og eksponerte (høyre figur) stasjoner i Nordland i mai 2016. Nedre grense for 95 % konfidensintervall er tegnet inn.

Størrelsen (arealet) av tarestilkens vekstsoner gir informasjon om tykkelsestilveksten per år. Tykkelsestilveksten varierte med tarestilkens alder og nådde et maksimum når plantene var ca 3-6 år gamle, for deretter å avta med økende alder (Fig. 30). For planter på bølgebeskyttede og semi-eksponerte stasjoner ser maksimumsveksten ut til å inntreffe ved noe lavere alder (3-4 år), enn på bølgeeksponerte stasjoner (4-6 år). Den årlige tykkelsestilveksten fram til plantene var 4-5 år gamle, varierte lite mellom de ulike bølgeeksponeringskategoriene, mens den årlige tilveksten hos eldre aldersgrupper var høyere på bølgeeksponerte, enn på bølgebeskyttede stasjoner (Fig. 30).



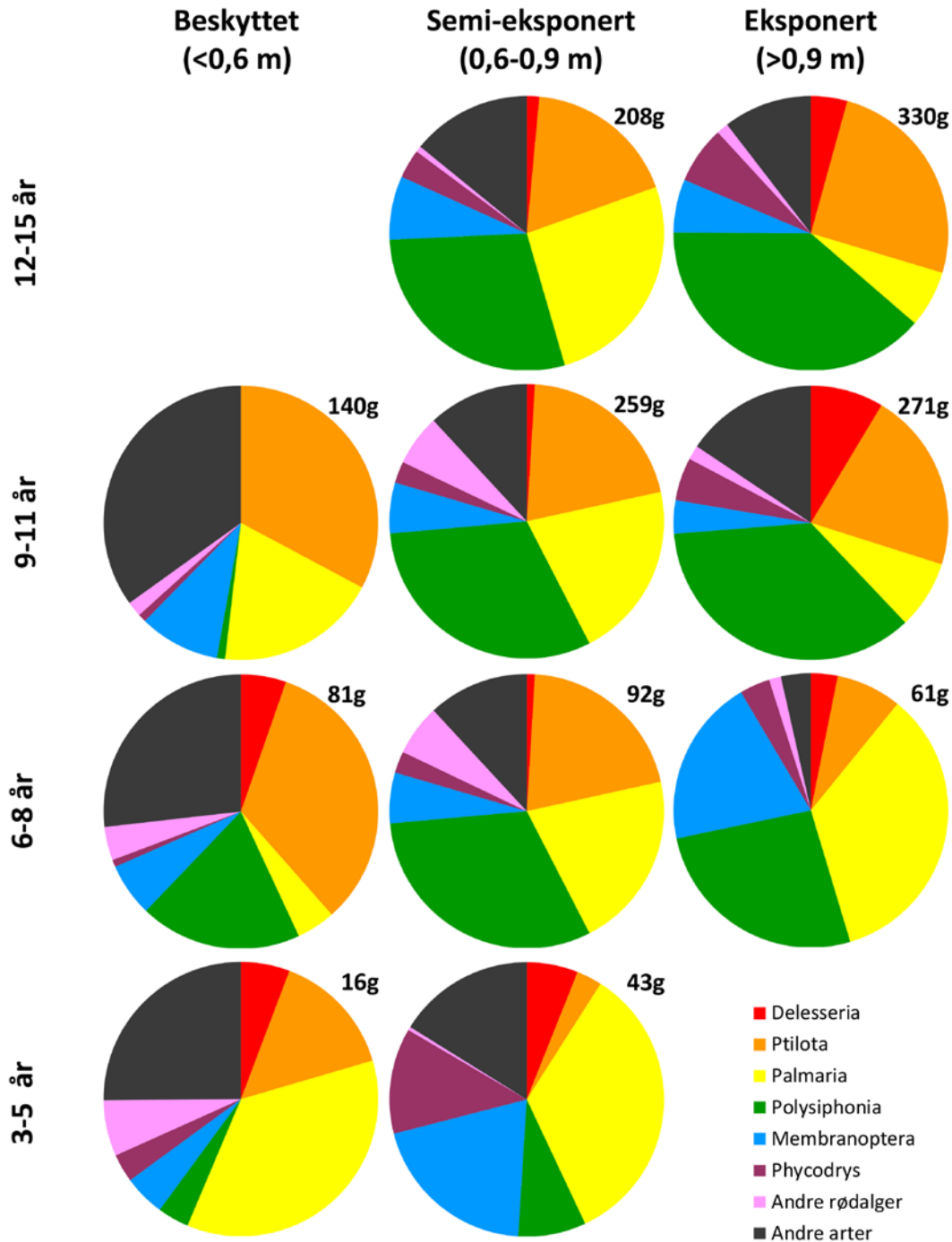
Figur 30. Estimert gjennomsnittlig årlig tykkelsestilvekst for ulike årsklasser (0-15 åringer) av tareplanter samlet inn i mai 2016 på stasjoner i bølgebeskyttede områder (røde søyler), semi-eksponerte områder (gule søyler) og eksponerte områder (grønne søyler). Nedre grense for 95 % konfidensintervall er tegnet inn.

Plantene samlet inn på bølgeeksponerte stasjoner hadde i 2016 en gjennomsnittlig alder på ca. 11 år, og den årlige tykkelsestilveksten hos 11-åringene i denne eksponeringskategorien ble beregnet til $1,2 (\pm 0,2) \text{ cm}^2 \text{ år}^{-1}$. Til sammenligning så var den årlige tykkelsestilveksten hos de samme plantene fem år tidligere (dvs. ved 6-årsalder) over dobbelt så høy ($2,6 (\pm 0,5) \text{ cm}^2 \text{ år}^{-1}$). Plantene samlet inn på bølgebeskyttede stasjoner hadde i 2016 en gjennomsnittlig alder på ca. 6 år, og den årlige tykkelsestilveksten hos 6-åringene på disse stasjonene ble beregnet til $1,9 (\pm 0,1) \text{ cm}^2 \text{ år}^{-1}$. Seneste års tykkelsestilvekst har derfor vært høyere hos canopyplantene på bølgebeskyttede stasjoner, enn hos canopyplantene på bølgeeksponerte stasjoner (Fig. 31).



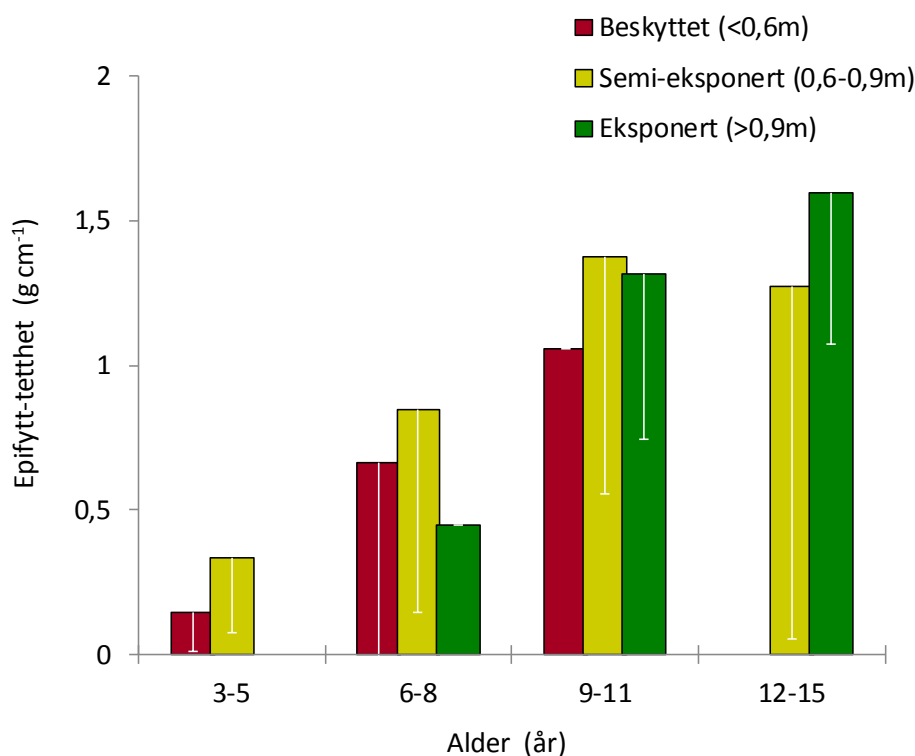
Figur 31. Estimert gjennomsnittlig tykkelsestilvekst per år i perioden 2001-2016 hos tareplanter samlet inn i mai 2016 på stasjoner i bølgebeskyttede områder (røde søyler), semi-eksponerte områder (gule søyler) og eksponerte områder (grønne søyler). Nedre grense for 95 % konfidensintervall er tegnet inn.

Epifytter (begroingsorganismer) på innsamlede stortarestilker ble bestemt til art/slekt og rangert etter forekomst. Epifyttsamfunnet ble dominert av tråd- og bladformede rødalger som dokke (*Polysiphonia*), draugfjær (*Ptilota*), søl (*Palmaria*), fagerving (*Delesseria*), eikeving (*Phycodrys*) og smalving (*Membranoptera*), som totalt sett utgjorde ca. 80 % av stilkbegroingen. Selv om forekomstene av epifytter per plante økte med tareplantenes alder for alle eksponeringskategorier ($r > 0,66$, $p < 0,001$), ble alle de nevnte epifyttene registrert selv hos de yngste aldersgruppene på bølgebeskyttede, så vel som på bølgeeksponerte stasjoner (Fig. 32). Den relative dominansen til enkelte av epifyttene så ut til å variere med tareplantenes alder og bølgeeksponering (Fig. 32). Blant annet så virket det som om den relative dominansen til søl (*Palmaria*) avtok med økende alder, mens den relative dominansen til dokke (*Polysiphonia*) og draugfjær (*Ptilota*) tiltok med økende alder, spesielt på de semi-eksponerte og eksponerte lokalitetene.



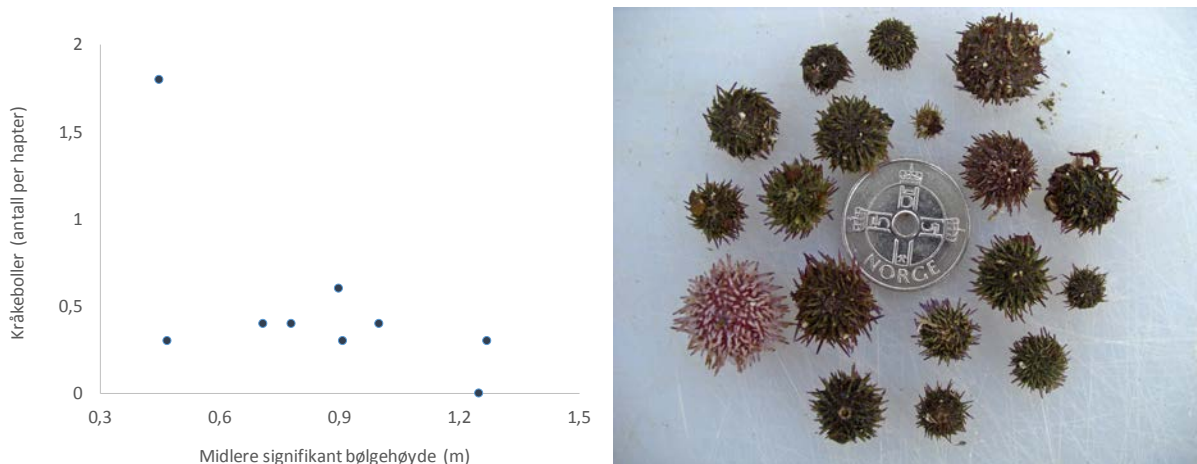
Figur 32. Gjennomsnittlig relativ forekomst (%) av slekter/grupper av epifytter på stortarestilker samlet inn i Nordland i mai 2016 for ulike aldersgrupper (vertikalt) og bølgeeksponeringskategorier (horisontalt). Fagerving (*Delesseria*), draugfjær (*Ptilota*), søl (*Palmaria*), dokke (*Polysiphonia*), smalving (*Membranoptera*), eikeving (*Phycodrys*), andre rødalger og andre arter. Gjennomsnittlig totalvekt av epifytter per plante er angitt i gram øverst til høyre for hvert diagram.

Tettheten av epifytter (epifyttvekt per cm tarestilk) økte med tareplantenes alder for samtlige eksponeringskategorier ($r > 0,58$, $p < 0,001$), fram til plantene var ca. 9-11 år gamle (Fig. 33). Innenfor de aldersgrupper (6-11 år) som var representert ved alle bølgeeksponeringskategorier kan observasjonene tyde på at tettheten av epifytter på tarestilkene i liten grad varierte med bølgeeksponering (Fig. 33). Få eldre planter (9-11 år) på de mest bølgebeskyttede stasjonene, og få yngre planter (6-8 år) på de mest bølgeeksponerte stasjonene, gjør det imidlertid vanskelig å sammenligne epifytt-tetthet innenfor aldersgrupper på tvers av eksponeringskategorier (Fig. 27).



Figur 33. Gjennomsnittlig epifytt-tetthet (=våtvekt av epifytter per cm tarestilk) for ulike aldersgrupper av stortareplanter samlet inn i Nordland i mai 2016 på stasjoner i bølgebeskyttede områder (røde søyler), semi-eksponerte områder (gule søyler) og eksponerte områder (grønne søyler). Nedre grense for 95 % konfidensintervall er tegnet inn.

Drøbak-kråkeboller ble registrert i tareplantenes festeorgan (hapter) og hapterkråkeboller ble registrert på åtte av ni undersøkte stasjoner (Fig. 34). Forekomsten av hapterkråkeboller avtok med økende grad av bølgeeksponering ($r = -0,64$, $p = 0,049$).



Figur 34. Gjennomsnittlig antall kråkeboller registrert per hapter per stasjon som funksjon av bølgeeksponeringsgrad (midlere bølgehøyde) for tareplanter samlet inn i Nordland i mai 2016 (venstre figur). Eksempel på kråkeboller plukket fra festeorganene (hapterene) hos tareplanter fra stasjon nr. 1 (høyre figur).

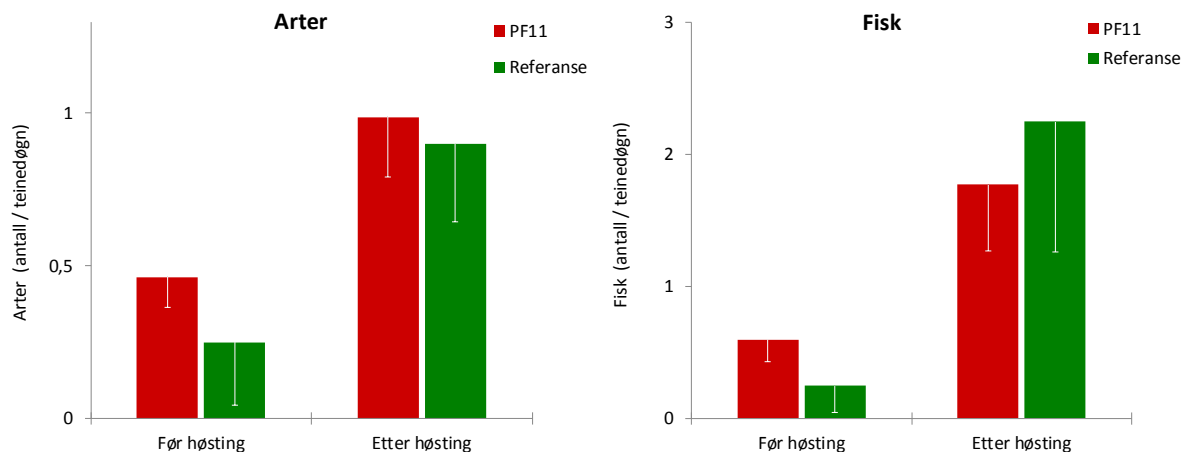
3.2.Effekter på fisk og skalldyr

Det ble ikke registrert negative effekter av tarehøsting på forekomster av fisk eller krabber i Nordland i 2016. For fangster i leppefiskeiteiner ble det registrert en økning i diversitet og fangstrate av fisk (bl.a. for juvenile torsk og sei) fra før til året etter tarehøsting, men disse endringene var ikke signifikant forskjellig mellom prøvehøstefeltet og referansefeltet. For taskekrabbe ble det registrert en nedgang i fangstantall og økning i skallbredde fra før til et år etter tarehøsting, men utviklingen var ikke signifikant forskjellig mellom prøvehøstefeltet og referansefeltet.

Totalt så ble det fanget 225 fisk i Nordland i august 2016, fordelt på 7 arter, hvorav torsk og sei utgjorde 85 % av fangstene. Av andre arter så ble det fanget dvergulke, bergnebb, lyr, tangbrosme og ålebrosme. Til sammenligning så ble det i 2015 fanget 62 fisk fordelt på 4 arter i de samme områder og med det samme antall redskap. I august 2016 ble det til sammen fanget 114 individer av taskekrabbe i krabbeteiner, mens det før tarehøsting i 2015 ble fanget 176 individer av taskekrabbe i de samme områder og med det samme antall teiner. En komplett liste over fangster for de ulike redskapstypene er vist i appendix 7.

I det området av prøvehøstefelt PF11 der fisk og skalldyrundersøkelsene er blitt gjennomført i 2015 og 2016 ble høstingsgraden (dvs. % bunnflate påvirket av taretrålen) anslått til 43 % vha. undervannsvideo i mai 2016. Kartplott fra taretrålerne som var aktive under høstingen tyder på at området er blitt grundig trålet etter at forundersøkelsene ble avsluttet i august 2015.

For leppefiskeiteiner ble det registrert en signifikant økning i antall arter og individer av fisk fanget per teinedøgn fra før høsting i august 2015, til et år etter høsting i august 2016 (Fig. 35. Tab. 8). Økningen i fangstratene fra 2015 til 2016 var ikke signifikant forskjellige mellom prøvehøstefeltet og referansefeltet (Tab. 7).



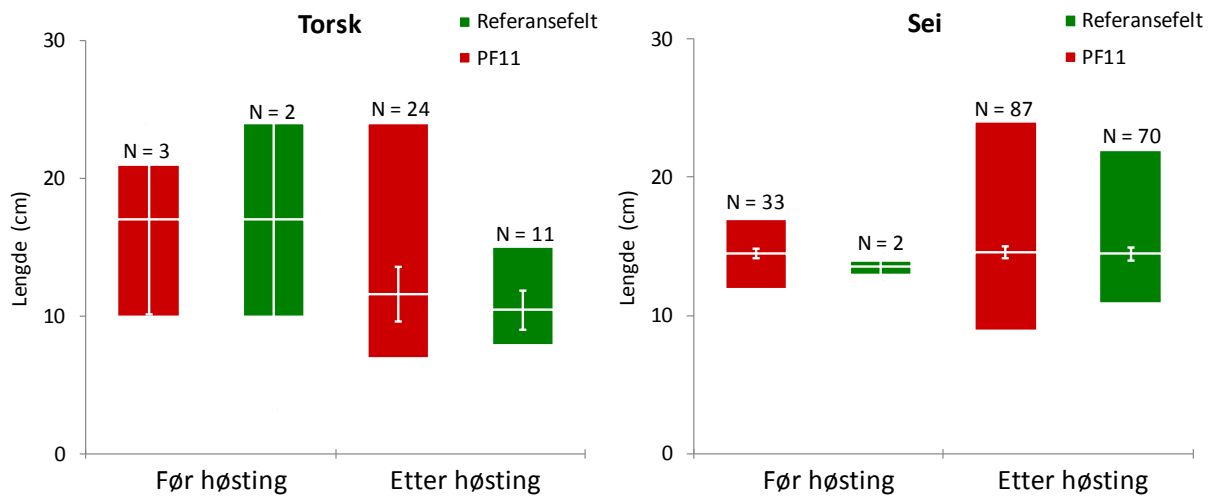
Figur 35. Gjennomsnittlig fangst av arter fisk per teinedøgn (venstre figur) og fisk per teinedøgn (høyre figur) i leppefiskeiteiner på prøvehøstefelt (PF11) og referansefelt i Brønnøy, Nordland før (2015) og ca. ett år etter (2016) prøvehøsting av tare. Vertikale linjer markerer nedre grense for 95 % konfidensintervall.

Tabell 7. Toveis variansanalyse (ANOVA) med felt (prøvehøstefelt vs referansefelt) og periode (før tarehøsting vs 1 år etter tarehøsting) som uavhengige (prediktor) variable og antall arter (venstre tabell) og antall individer (høyre tabell) fisk fanget per teinedøgn i leppefiskeiteiner som responsvariable. Signifikante ($p < 0,05$) sannsynlighetsverdier er understreket.

Variasjonskilde	<i>Arter per teinedøgn</i>					<i>Fisk per teinedøgn</i>				
	df	SS	MS	F	P-verdi	df	SS	MS	F	P-verdi
Felt	1	0,22	0,22	3,35	0,077	1	0,10	0,10	0,77	0,381
Periode	1	1,54	1,54	23,53	<u><0,001</u>	1	5,33	5,33	41,20	<u><0,001</u>
Felt*Periode	1	0,11	0,11	1,68	0,205	1	0,54	0,54	4,15	0,052
Residualer	28	1,83	0,07			28	3,62	0,13		
	31	3,69	0,12			31	9,59	0,31		

I leppefiskeiteinene fanges det hovedsakelig juvenile stadier av torskefisk. For fangstene tatt i denne redskapstypen i 2016 varierte lengden av torsk fra 7 til 24 cm, med et gjennomsnitt på 11,2 ($\pm 1,4$) cm, mens lengden av sei varierte fra 9 til 24 cm, med et gjennomsnitt på 14,5 ($\pm 0,3$) cm. Før høsting i 2015 var gjennomsnittslengdene for fangstene i leppefiskeiteiner 17,0 ($\pm 5,7$) cm for torsk og 14,5 ($\pm 0,3$) cm for sei (Fig. 36). Det var en tendens til reduserte

lengder for torsk fanget etter høsting (Fig. 36). Signifikante endringer i størrelsen av torsk ble derimot ikke påvist i variansanalysen (Tab. 8), noe som kan skyldes det lave fangstantallet, og følgelig få lengdemålingene, av torsk før høsting i 2015.

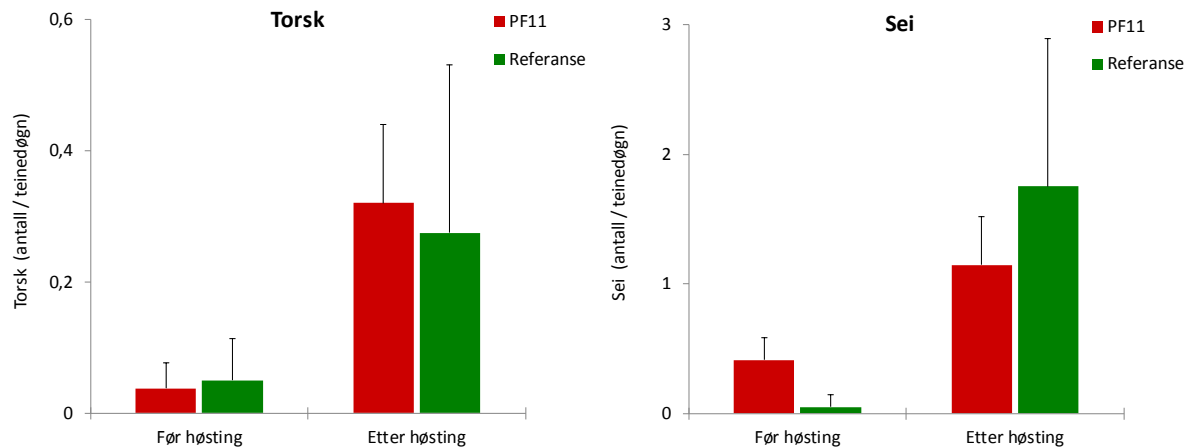


Figur 36. Lengder av torsk (venstre figur) og sei (høyre figur) fanget i leppefiskeiteiner på prøvehøstefelt (PF11) og referansefelt i Brønnøy, Nordland før (2015) og ca. ett år etter (2016) prøvehøsting av tare. Nedre og øvre del av søylene representerer minimum og maksimumslengdene. Tverrlinjer i søylene representerer gjennomsnittene, mens vertikallinjer representerer 95 % konfidensintervall. N = antall fisk målt.

Tabell 8. To-veis variansanalyse (ANOVA) med felt (prøvehøstefelt vs referansefelt) og periode (før tarehøsting vs 1 år etter tarehøsting) som uavhengige (prediktor) variable og lengde av torsk (venstre tabell) og sei (høyre tabell) fanget i leppefiskeiteine som responsvariable. Signifikante ($p < 0,05$) sannsynlighetsverdier er understreket.

Variasjonskilde	<i>Torsk lengde</i>					<i>Sei lengde</i>				
	df	SS	MS	F	P-verdi	df	SS	MS	F	P-verdi
Felt	1	0,09	0,09	0,16	0,668	1	0,29	0,29	1,99	0,223
Periode	1	1,88	1,88	3,33	0,156	1	0,24	0,24	1,65	0,260
Felt*Periode	1	0,11	0,11	0,19	0,641	1	0,13	0,13	0,86	0,417
Residualer	4	2,25	0,56			4	0,58	0,15		
	7	4,33	0,62			7	1,24	0,18		

Det ble registrert en signifikant økning i fangstraten av juvenile torsk og sei fra før høsting i august 2015, til et år etter høsting i august 2016 (Fig. 37. Tab. 9). Økningene i fangstratene av disse artene fra 2015 til 2016 var imidlertid ikke signifikant forskjellig mellom prøvehøstefeltet og referansefeltet (Tab. 9).

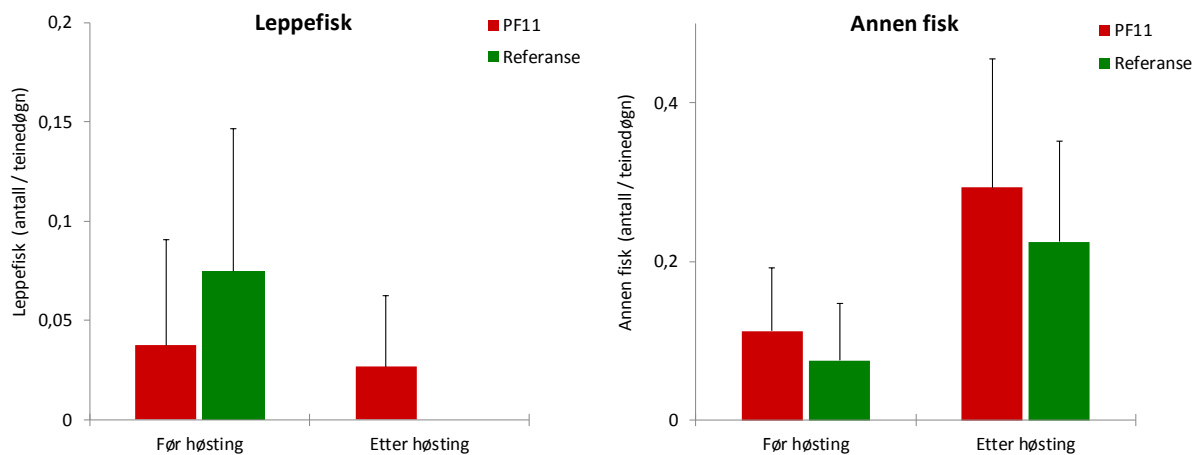


Figur 37. Gjennomsnittlig fangst av torsk (venstre figur) og sei (høyre figur) per teinedøgn i leppefiskeiteiner på prøvehøstefelt (PF11) og referansefelt i Brønnøy, Nordland før (2015) og ca et år etter (2016) prøvehøsting av tare. Vertikale linjer markerer øvre grense for 95 % konfidensintervall.

Tabell 9. To-veis variansanalyse (ANOVA) med felt (prøvehøstefelt vs referansefelt) og periode (før tarehøsting vs 1 år etter tarehøsting) som uavhengige (prediktor) variable og antall torsk (venstre tabell) og sei (høyre tabell) fanget per teinedøgn i leppefiskeiteinene som responsvariable. Signifikante ($p < 0,05$) sannsynlighetsverdier er understreket.

Variasjonskilde	Torsk per teinedøgn					Sei per teinedøgn				
	df	SS	MS	F	P-verdi	df	SS	MS	F	P-verdi
Felt	1	0,04	0,04	0,46	0,500	1	0,22	0,22	1,24	0,272
Periode	1	0,87	0,87	10,69	<u>0,004</u>	1	5,02	5,02	27,79	<u><0,001</u>
Felt*Periode	1	0,07	0,07	0,84	0,367	1	0,75	0,75	4,15	0,054
Residualer	28	2,28	0,08			28	5,06	0,18		
	31	3,26	0,11			31	11,05	0,36		

Det ble kun fanget 2 individer av leppefisk (bergnebb) i Nordland i 2016, mot 6 individer før høsting i 2015, og antallet er for lavt til at eventuelle effekter vil kunne påvises (Fig. 38). Av kategorien «annen fisk» fanget i leppefiskeiteinene i 2016 utgjorde dvergulke 84 %, mens fangstene av tangbrosme, ålebrosme og lyr til sammen utgjorde 16 %. Det var en tendens til økning i fangstene av annen fisk fra 2015 til 2016, men ingen signifikante endringer ble registrert (Fig. 38, Tab. 10).

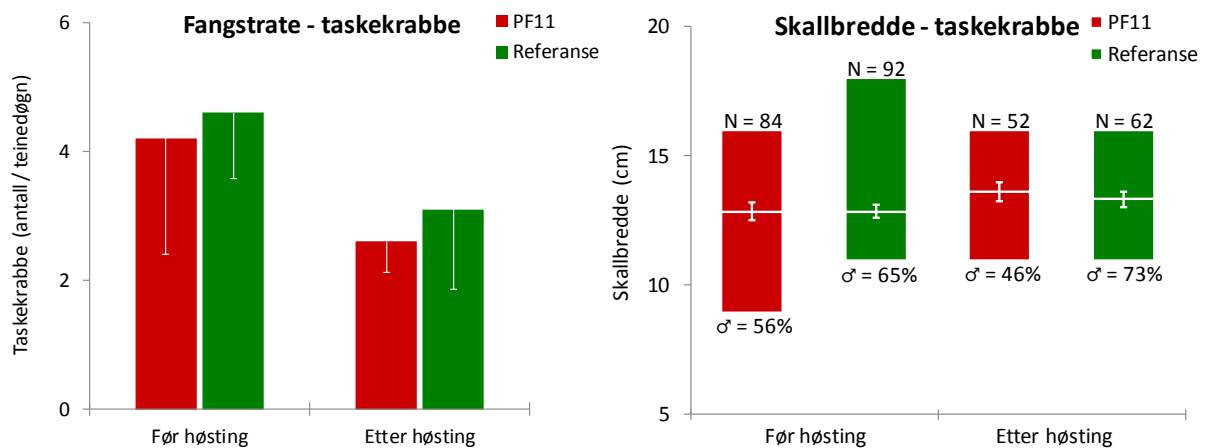


Figur 38. Gjennomsnittlig fangst av leppefisk (venstre figur) og annen fisk (høyre figur) per teinedøgn i leppefiskeiteiner på prøvehøstefelt (PF11) og referansefelt i Brønnøy, Nordland før (2015) og ca. ett år etter (2016) prøvehøsting av tare. Vertikale linjer markerer øvre grense for 95 % konfidensintervall.

Tabell 10. To-veis variansanalyse (ANOVA) med felt (prøvehøstefelt vs referansefelt) og periode (før tarehøsting vs 1 år etter tarehøsting) som uavhengige (prediktor) variable og antall leppefisk (venstre tabell) og annen fisk (høyre tabell) fanget per teinedøgn i leppefiskeiteiner som responsvariable. Signifikante ($p < 0,05$) sannsynlighetsverdier er understreket.

Variasjonskilde	<i>Leppefisk per teinedøgn</i>					<i>Annen fisk per teinedøgn</i>				
	df	SS	MS	F	P-verdi	df	SS	MS	F	P-verdi
Felt	1	0,01	0,01	0,37	0,517	1	0,05	0,05	0,57	0,457
Periode	1	0,07	0,07	2,41	0,109	1	0,32	0,32	3,33	0,082
Felt*Periode	1	0,06	0,06	2,06	0,186	1	0,03	0,03	0,31	0,588
Residualer	28	0,80	0,03			28	2,69	0,10		
	31	0,93	0,03			31	3,09	0,10		

For taskekrabber fanget i krabbeteiner har det vært en signifikant nedgang i fangstene fra før (2015), til et år etter høsting (2016), men utviklingen har ikke vært signifikant forskjellige mellom prøvehøstfeltet og referansefeltet (Fig. 39, Tab. 11). Det ble registrert en liten (5 %), men signifikant økning i taskekrabbenes skallbredde fra 2015 til 2016, men ingen signifikante forskjeller i utvikling mellom prøvehøstfelt og referansefelt ble registrert (Fig. 39, Tab. 11). Ca. 60 % av fangstene var hannkrabber både i 2015 og i 2016, og andelen hanner var noe lavere på prøvehøstfeltet (52 %), enn på referansefeltet (68 %). Det ble ikke registrert signifikante forskjeller i skallbredden mellom hannkrabber og hunnkrabber verken i 2015 (t-test, $p = 0,19$), eller i 2016 (t-test, $p = 0,62$).



Figur 39. Gjennomsnittlig fangst per teinedøgn (venstre figur) og skallbredde (høyre figur) av taskekrabbe fanget i krabbeteiner på prøvehøstefelt (PF11) og referansefelt i Brønnøy, Nordland før (2015) og ca. ett år etter (2016) prøvehøsting av tare. Nedre og øvre del av søylene i høyre figur representerer minimum og maksimum skallbredde, mens søylenes tverrlinjer representerer gjennomsnittene. N = antall taskekrabber målt. σ = prosentandel andel hannkrabber. Vertikale linjer markerer 95 % konfidensintervall for gjennomsnittene.

Tabell 11. To-veis variansanalyse (ANOVA) med felt (prøvehøstefelt Vs referansefelt) og periode (før tarehøsting Vs 1 år etter tarehøsting) som uavhengige (prediktor) variable og fangstantall (venstre tabell) og skallbredde (høyre tabell) av taskekrabbe i krabbeteiner som responsvariable. Signifikante ($p < 0,05$) sannsynlighetsverdier er understreket.

Variasjonskilde	<i>Fangstantall - taskekrabbe</i>					<i>Skallbredde - taskekrabbe</i>				
	df	SS	MS	F	P-verdi	df	SS	MS	F	P-verdi
Felt	1	0,14	0,14	0,54	0,465	1	0,00	0,00	0,06	0,808
Periode	1	1,59	1,59	6,16	<u>0,019</u>	1	0,00	0,00	5,38	<u>0,032</u>
Felt*Periode	1	0,02	0,02	0,10	0,757	1	0,00	0,00	0,45	0,507
Residualer	36	9,31	0,26			20	0,01	0,00		
	39	11,06	0,28			23	0,01	0,00		

4.DISKUSJON

Prøvehøsting av stortare har blitt gjennomført i avgrensede områder sør på Nordlandskysten i perioden 2013-2016. Tareskogene i denne regionen har tidligere vært preget av kråkebollebeiting og det vil derfor være viktig at utviklingen av taresamfunnene etter høsting overvåkes. Videoundersøkelser gjennomført etter prøvehøstingene i Nordland i 2013-2016 har demonstrert en rask rekolonisering av stortare på høstefeltene gjennom hele perioden (Steen *et al.* 2014ab, 2015ab). Allerede året etter høsting var dekningsgraden av tare på trålflatene ca. 75 % av dekningsgraden som ble observert før høsting. På samtlige felt som ble prøvehøstet i Nordland i 2013 og 2014 ble dekningsgraden av stortare helt reetablert i løpet av en toårsperiode (Fig. 5, 11). Utviklingen i den tidlige reetableringsfasen etter prøvehøstingen av tare i Nordland ser dermed ut til å følge omtrent samme mønster som tidligere observert i Nord-Trøndelag (Steen *et al.* 2011, 2012b, 2014ab, 2016). Tareplantene som observeres på trålflatene i Nordland er i god vekst med bortimot en dobling av vegetasjonshøyden i løpet av det siste året (Fig. 5, 13). Tre år etter den første prøvehøstingen i Nordland, var den gjennomsnittlige canopyhøyden til tarevegetasjonen på trålflatene fortsatt lavere (ca. 2/3) enn det som ble observert før høsting i 2013. På grunn høy plantetetthet på trålflatene ser imidlertid tarebiomassen ut til å være reetablert allerede tre år etter høsting.

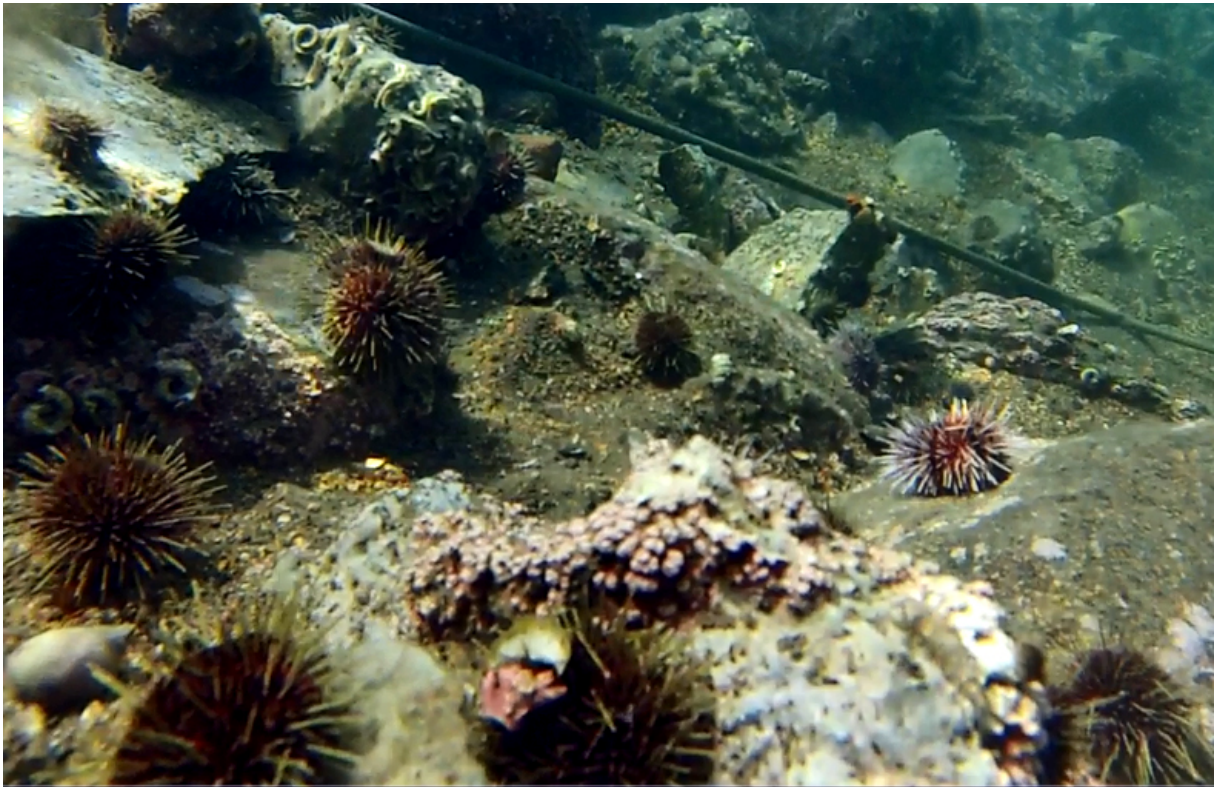
Selv om dominansen av stortare raskt reetableres etter høsting, krever andre aspekter ved taresamfunnet lengre restitusjonstid. Undersøkelser gjennomført i Nord-Trøndelag har vist at utviklingen av stortare på trålflater, er avhengig av tettheten av tarerekutter i undervegetasjonen på høstetidspunktet da den reetablerende tarevegetasjonen på trålflatene i stor grad rekrutteres fra planter som overlevde taretråls passering (Steen *et al.* 2014b, 2016). Videoobservasjoner av kortvokst stortarevegetasjon på trålflater allerede en måned etter prøvehøsting tyder på at de overlevende tareplantene også har spilt en viktig rolle i regenereringen etter prøvehøstingene i Nordland (Fig. 40). Hvor stor andel som rekrutteres fra den overlevende undervegetasjonen bør imidlertid baseres på aldersbestemmelser av tareplantene som har vokst opp på trålflatene, og slike undersøkelser har foreløpig ikke vært gjennomført på prøvehøstefeltene i Nordland.

Videoobservasjonene gjennomført i 2016 viste at tettheten av tarerekutter på trålflater tre år etter høsting fortsatt er betydelig lavere enn rekrutt-tettheten som ble observert før høsting i 2013 (Fig. 7, 9). Undersøkelsene i Nord-Trøndelag har tidligere vist at tettheten av tarerekutter i undervegetasjonen heller ikke fire år etter høsting er tilbake på samme nivå som før høsting (Steen *et al.* 2014b, 2016). En høstesyklus som er for kort til at rekrutteringsvegetasjonen utvikles vil over tid kunne medføre langsommere gjenvekst og biomasseutvikling, enn hva tilfelle var første høstingen da tettheten av tarerekutter i undervegetasjonen var høy.



Figur 40. Eksempel på regenererende stortarevegetasjon på trålflate på prøvehøstefelt (PF3) i Nordland i august 2013, ca. en måned etter tarehøsting.

Tap av tareskog og annen marin flora som følge av beiting av kråkeboller er et fenomen som er rapportert fra flere kystområder rundt om i verden (Filbee-Dexter & Scheibling 2014, Ling *et al.* 2015). Langs store deler av kysten i Nord-Norge har tareskogen vært nedbeitet av drøbak-kråkebolle (*S. droebachiensis*) siden tidlig på 1970-tallet (Sivertsen & Bjørge 1980, Sivertsen 1982, 1997, Lein *et al.* 1987, Sakshaug & Sjøtun 2002). I de senere år er det imidlertid observert lite drøbak-kråkebolle i Trøndelagsfylkene og sørlige deler av Nordland (Sjøtun *et al.* 2001, 2006, Sivertsen 2006, Steen 2010, 2011, 2013, 2014, 2016, Steen *et al.* 2011, 2012b, 2014ab, 2015ab, Norderhaug & Christie 2009, Fagerli *et al.* 2013, 2015). I 2016 ble det til sammen gjennomført undersøkelser langs 56 videotransekt i Nordland, innenfor et område som strekker seg fra 65° 15' til 65° 33' nordlig bredde og fra 11° 20' til 12° 05' østlig lengde. Langs disse transektene ble det ikke registrert et eneste individ av drøbak-kråkebolle, mens det til sammen ble observert 724 individer av rød kråkebolle (*E. esculentus*). Det ble derimot gjort observasjoner av små juvenile individer av Drøbak-kråkeboller i de innsamlede tareplantenes festeorgan (hapter) på åtte av ni innsamlingsstasjoner, og forekomstene av hapterkråkeboller økte med avtagende bølgeeksponering (Fig. 34). Tilstedeværelse av kråkeboller i tareplantenes festeorgan er tidligere observert både i Nord-Trøndelag og Nordland (Steen 2010, Steen *et al.* 2011, 2012b, 2014ab, 2015ab), og arten bør ikke avskrives som en trussel for tareskogene i området, selv om bestandene har gått tilbake i de senere år. I enkelte beskyttede områder kan man fortsatt observere tette bestander av drøbak-kråkeboller (Fig. 41).



Figur 41. Drøbak-kråkeboller (*Strongylocentrotus droebachiensis*) i havnebassenget i Brønnøysund i mai 2016.

Kråkebolleforekomstene vil kunne øke dersom bestander av kråkebollespisende organismer som for eksempel taskekrabbe, reduseres som en følge av tarehøstingen, eller av andre årsaker. Observasjonene i Nordland i 2016 viste generelt lav tetthet av rød kråkebolle (Fig. 10, 14, 19, 25), og at forekomstene avtok med økende grad av bølgeeksponering. I enkelte områder ble det også registrert en nedgang i kråkebolleforekomstene i forhold til tidligere år (Fig. 14, Tab. 3), og det ble ikke registrert noen effekt av tarehøsting på kråkebolleforekomstene (Tab. 3, 5). Den tidlige reetableringsfasen etter tarehøsting kan være et kritisk stadium der den rekrutterende tarevegetasjonen vil være spesielt sårbar overfor forstyrrelser som f.eks. kråkebollebeiting (Sjøtun *et al.* 2006). Den høye tettheten av reetablerende tareplanter som observeres i alle de tidligere høstede feltene i Nordland tyder imidlertid på at kråkebollebeiting i liten grad har påvirket vegetasjonsutviklingen i den tidlige reetableringsfasen etter prøvehøstingen i denne regionen. Samspillet mellom tare, kråkeboller og kråkebollespisende organismer, kan imidlertid også være en langsom prosess der f.eks. en økning i rekrutteringen av små kråkeboller som følge av lavere predasjonstrykk først vil gi registrerbare effekter på et senere stadium. Tarevegetasjonens og kråkebollebestandenes utvikling på høstefeltene bør derfor følges opp over tid.

Stortarestilkene er ofte begrodd med epifytter (Fig. 42) som har betydning for tarevegetasjonens habitat og økologiske funksjon (Christie *et al.* 2003, 2007, Norderhaug *et al.* 2003). Tre år etter prøvehøsting består epifyttene på tarestilkene som observeres på trålflatene på PF3 i Nordland hovedsakelig av skorpeformede typer, mens det tre-dimensjonale epifyttsamfunnet som karakteriserte tarevegetasjonen før høsting fortsatt ikke var reetablert (Fig. 7, 8). Epifyttsamfunnene hos tareplantene som ble samlet inn på ikke-høstede stasjoner i Nordland i 2016 var som ved tidligere års innsamlinger (Steen *et al.* 2014a, 2015ab) dominert av flerårige tråd- og bladformede rødalger som dokke (*Polysiphonia*), draugfjær (*Ptilota*), søl (*Palmaria*), fagerving (*Delesseria*), eikeving (*Phycodrys*) og smalving (*Membranoptera*). Forekomstene av epifytter økte med alder fram til tareplantene var ca. 9-11 år (Fig. 29, 33). Selv om alle de viktigste epifyttkomponentene også ble registrert på tareplanter i den yngste aldersgruppen (3-5 år) som ble samlet inn i Nordland i 2016 (Fig. 32), har undersøkelser gjennomført Møre og Romsdal og Nord-Trøndelag vist at epifyttstrukturen krever mer enn fire år (som tilsvarer fem års høstesyklus) på å reetablere seg etter tarehøsting (Christie *et al.* 1998, Steen *et al.* 2016). Hvor lang tid reetableringen av epifyttsamfunnene etter prøvehøstningene i Nordland vil ta gjenstår å se, men forholdet mellom epifyttutvikling og tareplantenes alder kan tyde på at reetablering av epifyttene også her vil kreve en hvileperiode på mer enn fire år mellom påfølgende tarehøstinger.



Figur 42. Eksempel på epifyttsamfunn dominert av trådformede rødalger observert på PF17 i Nordland i 2016.

Alderen på tareplanter samlet inn på stasjoner som ikke tidligere har vært høstet i Nordland i 2016 varierte fra 3 til 15 år og det var en positiv korrelasjon mellom graden av bølgeeksponering på innsamlingsstasjonene og tareplantenes alder (Fig. 26). I de mest bølgeeksponerte områdene (midlere bølgehøyde > 0,9 m) var gjennomsnittlig alder for stortare ca. 11 år, og det ble registrert planter på inntil 15 år (Fig. 27). Den høye alderen som er observert i 2016 og i tidligere undersøkelser (Steen *et al.* 2014a, 2015ab), tyder på at tareskogene i disse områdene ikke har vært utsatt for desimerende nedbeiting av kråkeboller siden 1990-tallet. På bølgebeskyttede stasjoner (midlere bølgehøyde < 0,6 m) varierte alderen av stortareplantene fra 4 til 11 år, med et gjennomsnitt på 6,1 år. Denne aldersstrukturen er omtrent den samme som for tareplanter samlet inn på bølgebeskyttede stasjoner i Nordland i 2013 og 2015 der alderen varierte fra 3 til 11 år, med et gjennomsnitt på 6,6 år i 2013 (Steen *et al.* 2014a) og 6,3 år i 2015 (Steen *et al.* 2015a). Innsamlingene i 2013 og 2015 ble riktignok gjort på andre stasjoner enn i 2016, men likheten mellom målingene indikerer at tarevegetasjonens aldersstruktur i bølgebeskyttede områder i Nordland har endret seg lite i løpet av de seneste tre årene, og representerer en klimakstilstand.

Størrelsen av stortareplantenes stilk og festeorgan økte med alderen fram til plantene var ca 9-11 år gamle (Fig. 28, 29). Forholdet bladvekt/stilkvekt avtok med økende alder og med økende grad av bølgeeksponering, noe som er i samsvar med tidligere observasjoner i dette området (Steen *et al.* 2015b). Tarebladene felles årlig og vil derfor ikke akkumulere biomasse slik som de flerårige tarestilkene. Arealet av åringene i tarestilkens tverrsnitt vil gi informasjon om tilveksten i et gitt år og kan være et nyttig verktøy for å avdekke tarevegetasjonens veksthistorikk over tid. Vekstsoneanalysene viste at den årlige tykkelsesveksten varierer med tareplantens alder. Tykkelsestilveksten hos tarestilkene øker fram til plantene er ca. 3-6 år gamle for så gradvis å avta for eldre aldersgrupper (Fig. 30). Sjøtun og Fredriksen (1995) har tidligere observert, dog med bruk av en annen metodikk, at stilkproduksjonen hos tareplanter når en topp ved 4-5-årsalder, for deretter å avta i eldre planter.

Vekstsoneanalysene tyder på tarestilkens tykkelsestilvekst påvirkes av graden av bølgeeksponering, spesielt for eldre aldersgrupper der tilveksten var høyere på bølgeeksponerte, enn på bølgebeskyttede stasjoner (Fig. 30). De senere års stilktilvekst ser likevel ut til å ha vært høyere på de mer bølgebeskyttede stasjonene, sannsynligvis på grunn av høyere andel yngre og mer produktive planter på disse stasjonene (Fig. 31). Den årlige stilktilveksten for tareplantene som dominerte canopyvegetasjonen på de mest bølgeeksponerte stasjonene nådde sitt maksimum allerede for 6 år siden og har siden vist en nedadgående trend, mens tareplantene på mer beskyttede stasjoner nådde sitt vekstmaksimum først for 1-2 år siden (Fig. 31). Det er imidlertid viktig å huske på at disse analysene kun er basert på vekstsonemålinger i de nedre og eldste delene av tarestilkene der plantevev blir avsatt gjennom hele livsløpet, mens tilveksten i stilkens øvre deler har

funnet sted ved de senere livsstadier. Den totale maksimumstilveksten for tarestilker, når man regner inn tilveksten i hele tarestilkens lengde, vil derfor kunne inntreffe ved noe høyere alder enn det som framkommer kun ved målinger av vekstsonene i de nedre deler.

Veksten hos stortare vil også være påvirket av lokale lysforhold som ventelig vil variere i løpet av plantenes livsløp. For planter som utvikler seg i skyggen av en tett tareskog vil veksten sannsynligvis være mer lysbegrenset, enn f.eks. hos planter som utvikler seg i en mindre tett vegetasjonstype, eller på en trållflate, der vekstpotensialet tidligere vil kunne realiseres pga. god lystilgang. Undersøkelser i Nord-Trøndelag har vist at den årlige tykkelsestilveksten for tareplanter fra tidligere høstede områder var høyere enn for tareplanter fra urørte områder, noe som sannsynligvis skyldes en større andel av yngre tareplanter i en mer produktiv alder på de tidligere høstede stasjonene (Steen *et al.* 2016). Disse observasjonene tyder på at en ung tarevegetasjon sannsynligvis vil ha en høyere stilkproduksjon og dermed en mer effektiv innbinding av karbon i det flerårige plantevevet, enn en vegetasjonstype som domineres av eldre tareplanter med lavere produksjonspotensial.

Tareskog regnes som viktige oppvekst og næringsområder for fisk (Norderhaug *et al.* 2005, Reisewitz *et al.* 2006, Bertocci *et al.* 2015). Redusert tarevegetasjon som følge av tarehøsting vil derfor kunne gi negative effekter på forekomster av fisk. Effekter av tarehøsting på fisk er tidligere undersøkt langs norskekysten ved hjelp av fallnot (Høisæter *et al.* 1992, Fosså & Sjøtun 1993), dykkere (Sjøtun 1999), ulike typer kamerasystem (Lorentsen *et al.* 2010, Steen 2010, Steen *et al.* 2012a, 2013, Bodvin *et al.* 2014, 2015) og fangstredskap (Steen *et al.* 2013, 2015b, Bodvin *et al.* 2014, 2015). Undersøkelsene som til nå er gjennomført viser til dels forskjellige resultater, og det er fortsatt behov for mer kunnskap rundt problemstillinger knyttet til effekter av tarehøsting på fisk.

I august 2016 ble det gjennomført forsøksfiske på et høstefelt (PF11) og et referansefelt, med leppefiskeiteiner og krabbeteiner (Fig. 43, 44). Fangstene i 2016 ble sammenlignet med fangster tatt på de samme feltene, med samme redskap, rett før prøvehøstingen et år tidligere. Undersøkelsene viste at fangstraten av juvenile torsk og sei i leppefiskeiteiner økte signifikant fra før (2015), til et år etter (2016), prøvehøstingen av tare (Fig. 35, 37). På den annen side så ble det registrert en nedgang i fangstraten for taskekrabbe fanget i krabbeteiner fra før, til ett år etter, tarehøsting (Fig. 39). Det ble også registrert en liten, men signifikant, økning i skallbredden hos taskekrabbe fra før til etter tarehøsting (Fig. 39). Endringene i fangstrate av fisk, samt i fangstrate og skallbredde av taskekrabbe, var imidlertid ikke forskjellig mellom prøvehøstefelt og referansefelt, noe som tyder på at utviklingen ikke har vært påvirket av tarehøsting (Tab. 7, 9, 11). Dette samsvarer med tidligere undersøkelser i Nordland, der det heller ikke ble registrert effekter av tarehøsting på forekomstene av fisk og krabbe (Steen *et al.* 2015b).



Figur 43. Lengdemåling av fisk fanget i leppefiskeite (venstre bilde) og bredde­måling av taskekrabbe fanget i krabbeteine i Nordland i 2015.



Figur 44. Utsetting av krabbeteiner fra MS Heidi ifm. fisk- og skalldyrundersøkelser i Nordland i 2015.

I Flatanger i Nord-Trøndelag er det tidligere observert nedgang i fangstene av juvenile torskefisk som en følge av tarehøsting (Bodvin *et al.* 2014). Undersøkelsene i Flatanger ble imidlertid gjennomført først to år etter prøvehøstingen av tare, mens effektene på fisk og krabbe i Nordland til nå kun har vært undersøkt gjennom det første året etter prøvehøsting. Hvorvidt disse forskjellene skyldes at eventuelle effekter på forekomstene av fisk først inntreffer en viss tid (> 1 år) etter tarehøsting, eller om fiskesamfunnene i Nordland responderer annerledes enn i Nord-Trøndelag, vil kreve oppfølgende undersøkelser utover det første året etter høsting.

5.KONKLUSJON

Undersøkelser etter prøvehøstingene av stortare i Nordland i 2013–2015 har vist generell god reetablering av tare i de tidligere høstede områdene og liten effekt av kråkebollebeiting på gjenveksten. Tareplantene og deres assosierte epifyttsamfunn er tre år etter høsting fortsatt mindre utviklet enn før høsting, men på grunn av høy plantetetthet på høsteflatene ser tarebiomassen ut til å være reetablert i løpet av denne perioden. På den annen side er tettheten av tarerekutter i undervegetasjonen betydelig lavere enn før høsting, noe som kan gi langsommere gjenvekst på sikt, dersom områdene i framtiden høstes med en syklus som er for kort til at rekruttbestandene reetableres. Så langt har man kun fulgt taresamfunnenes utvikling i de første tre årene etter prøvehøsting i Nordland, hvilket er for knapp tid til å fastslå restitusjonsperioden for tarevegetasjonens populasjonsstruktur og epifyttsamfunn. De tidligere prøvehøstede feltene i Nordland bør derfor følges opp fram til taresamfunnene er reetablert, blant annet for å framskaffe nok kunnskap til å vurdere den mest optimale høstesyklus for en bærekraftig forvaltning av stortareressursene i denne regionen.

Prøvehøstingene i Nordland har hovedsakelig vært begrenset til relativt bølgeeksponerte områder, mens undersøkelsene som til nå har vært gjennomført tyder på at stortarebestandene er lite utviklet, og forekomstene av kråkeboller er høyere, i bølgebeskyttede områder. I en eventuell framtidig høsteplan for stortare i Nordland bør man derfor ta hensyn til bølgeeksponering, og unngå tarehøsting i lite bølgeeksponerte områder der stortare sannsynligvis vil ha begrensede forekomster og være mer utsatt for kråkebollebeiting.

Det er foreløpig ikke registrert negative effekter av tarehøsting på fisk og krabber i Nordland, Undersøkelsene er så langt kun gjennomført i et fåtalls områder og kun for det første året etter prøvehøstingen. Kunnskap om tarehøstingens effekt på fisk og skalldyr bør derfor bygges opp gjennom supplerende undersøkelser i flere områder, over et lengre tidsrom, i tillegg til at spekteret av observasjonsmetoder og datainnsamlingsteknikker kan utvikles.

REFERANSER

- Bekkby T, Rinde E, Gundersen G, Norderhaug KM, Gitmark JK, Christie H. 2014a. Length, strength and water flow: relative importance of wave and current exposure on morphology in kelp *Laminaria hyperborea*. Marine Ecology Progress Series. 506: 61–70.
- Bekkby T, Angeltveit G, Gundersen H, Tveiten L, Norderhaug KM. 2014b. Red sea urchins (*Echinus esculentus*) and water flow influence epiphytic macroalgae density. Marine Biology Research. DOI: 10.1080/17451000.2014.943239.
- Bertocci I, Araújo R, Oliveira P, Sousa-Pinto I. 2015. Potential effects of kelp species on local fisheries (Review). Journal of Applied Ecology. 52: 1216–1226.
- Bodvin T, Steen H, Moy FE. 2014. Effekter av tarehøsting på fisk og skalldyr i Vikna, Nord-Trøndelag, 2013. Rapport fra Havforskningen Nr. 38-2014.
- Bodvin T, Steen H, Øverbø Hansen H, Sannæs H, Bosgraaf S, Moy FE. 2015. Effekt av tarehøsting på fisk og skalldyr i Flatanger, Nord-Trøndelag 2012–2014. Rapport fra Havforskningen Nr. 2-2015.
- Bried JT, Ervin GN. 2011. Randomized intervention analysis for detecting non-random change and management impact: Dragonfly examples. Ecological Indicators 11: 535–539.
- Christie H, Fredriksen S, Rinde E. 1998. Regrowth of kelp and colonization of epiphyte and fauna community after kelp trawling at the coast of Norway. Hydrobiologia 375 (376): 49–58.
- Christie H, Jørgensen, NM, Norderhaug KM, Waage-Nielsen E. 2003. Species distribution and habitat exploitation of fauna associated with kelp (*Laminaria hyperborea*) along the Norwegian coast. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 83: 687–699.
- Christie H, Jørgensen NM, Norderhaug KM. 2007. Bushy or smooth, high or low; importance of habitat architecture and vertical position for distribution of fauna on kelp. Journal of Sea Research 58: 198–208.
- Crowley PH. 1992. Resampling methods for computation-intensive data analysis in ecology and evolution. Annual Review of Ecology and Systematics 23, 405-447.
- Fagerli CW, Norderhaug KM, Christie H. 2013. Lack of sea urchin settlement may explain kelp forest recovery in overgrazed areas in Norway. Marine Ecology Progress Series. 488: 119–132.
- Fagerli CW, Stadniczeňko SG, Pedersen MF, Christie H, Fredriksen S, Norderhaug KM. 2015. Population dynamics of *Strongylocentrotus droebachiensis* in kelp forests and barren grounds in Norway. Marine Biology. 162: 1215–1226.
- Filbee-Dexter K, Scheibling RE. 2014. Sea urchin barrens as alternative stable states of collapsed kelp ecosystems. Marine Ecology Progress Series. 495: 1–25.
- Fosså JH, Sjøtun K. 1993. Tareskogsøkologi, fisk og taretråling. Fiskets Gang 2-1993: 16-26.
- Fredriksen S. 2003. Food web studies in a Norwegian kelp forest based on stable isotope ($\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$) analysis. Marine Ecology Progress Series 260: 271–283.
- Hogg ID, Williams DD. 1996. Response of Stream Invertebrates to a Global-Warming Thermal Regime: An Ecosystem-Level Manipulation. Ecology 77 (2): 395-407.

- Høisæter T, Fosså JH, Lein TE. 1992. Tareskogen som habitat og oppvekstområde for fisk i relasjon til eventuelle skadevirkninger av taretråling. Et forprosjekt – IFM rapport nr. 3, 1992, Universitetet i Bergen.
- Larsen KS, Jonasson S, Michelsen A. 2002. Repeated freeze–thaw cycles and their effects on biological processes in two arctic ecosystem types. *Applied Soil Ecology*. 21(3): 87-93.
- Ling SD, Scheibling RE, Rassweiler A, Johnson CR, Shears N, Connell SD, Salomon AK, Norderhaug KM, Pérez-Matus A, Hernández JC, Clemente S, Blamey LK, Hereu B, Ballesteros E, Sala E, Garrabou J, Cebrian E, Zabala M, Fujita D, Johnson LE. 2015. Global regime shift dynamics of catastrophic sea urchin overgrazing. *Philosophical Transactions Royal Society B*. 370: 20130269.
- Lorentsen SH, Sjøtun K, Grémillet D. 2010. Multi-trophic consequences of kelp harvest. *Biological Conservation* 143: 2054–2062.
- Norderhaug KM, Fredriksen S, Nygaard K. 2003. Trophic importance of *Laminaria hyperborea* to kelp forest consumers and the importance of bacterial degradation to food quality. *Marine Ecology Progress Series* 255: 135–144.
- Norderhaug KM, Christie H, Fosså JH, Fredriksen S. 2005. Fish–macrofauna interactions in a kelp (*Laminaria hyperborea*) forest. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 85: 1279–1286.
- Norderhaug KM., Christie H. 2009. Sea urchin grazing and kelp re-vegetation in the NE Atlantic. *Marine Biology Research* 5: 515-528.
- Norderhaug KM., Christie H. 2011. Secondary production in a *Laminaria hyperborea* kelp forest and variation according to wave exposure. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 95: 135-144.
- Norderhaug KM, Christie H, Andersen GS, Bekkby T. 2012. Does the diversity of kelp forest macrofauna increase with wave exposure? *Journal of Sea Research* 69: 36–42.
- Norsk Standard 9415. 2009. Flytende oppdrettsanlegg. Krav til utforming, dimensjonering, utførelse, installasjon og drift. ICS 65.150; 67.260.
- Pedersen MF, Nejrup LB, Fredriksen S, Christie H, Norderhaug KM. 2012. Effects of wave exposure on population structure, demography, biomass and productivity of the kelp *Laminaria hyperborea*. *Marine Ecology Progress Series*. 451: 45–60.
- Reisewitz SE, Estes JA, Simenstad CA. 2006. Indirect food web interactions: sea otters and kelp forest fishes in the Aleutian archipelago. *Oecologia* 146(4): 623–631.
- Sakshaug E, Sjøtun K. 2002. Nedbeiting av tareskog i Norge. Rapport fra arbeidsgruppe nedsatt av Fiskeridepartementet og Miljøverndepartementet. 1-47.
- Sivertsen K, Bjørge A. 1980. Reduksjon av tareskogen på Helgelandskysten. *Fisken og Havet* 4: 1-9.
- Sivertsen K. 1982. Utbredelse og variasjon i kråkebollebeiting av tareskogen på vestkysten av Norge. - NF-Rapport nr. 7/82. Nordlandsforskning. 1-31.
- Sivertsen K. 1997. Geographic and environmental factors affecting the distribution of kelp beds and barren grounds and changes in biota associated with kelp reduction at sites along the Norwegian coast. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 54: 2872–2887.

- Sivertsen K. 2006. Overgrazing of kelp beds along the coast of Norway. *Journal of Applied Phycology* 18: 599-610.
- Sjøtun K. 1999. Kva innebærer taretrålinga for fisken?. Pp. 82-86 i: I Aure J et al. (Eds.) *Havets miljø 1999. Fisken og havet, særnr. 2-1999*. Bergen.
- Sjøtun K, Fredriksen S. 1995. Growth allocation in *Laminaria hyperborea* (Laminariales, Phaeophyceae) in relation to age and wave exposure. *Marine Ecology Progress Series* 126: 213-222.
- Sjøtun K, Fredriksen S, Rueness J. 1998. Effect of canopy biomass and wave exposure on growth in *Laminaria hyperborea* (Laminariaceae: Phaeophyta). *European Journal of Phycology* 33: 337-343.
- Sjøtun K, Christie H, Fosså JH. 2001. Overvaking av kråkebolleforekomstar og gjenvekst av stortare etter prøvetråling i Sør-Trøndelag. *Fisken og Havet* 5:124.
- Sjøtun K, Christie H, Fosså JH. 2006. Effects of kelp recruitment and sea urchin grazing on stability in kelp forest (*Laminaria hyperborea*). *Marine Biology Research* 2:24-32.
- Smale DA, Burrows MT, Moore P, O'Connor N, Hawkins SJ. 2013. Threats and knowledge gaps for ecosystem services provided by kelp forests: a northeast Atlantic perspective. *Ecology and Evolution* 3: 4016-4038.
- Smale DA, Vance T. 2015. Climate-driven shifts in species distributions may exacerbate the impacts of storm disturbances on northeast Atlantic kelp forests. *Marine and Freshwater Research* 67 (1): 65-74.
- Smale DA, Burrows MT, Evans AJ, King N, Sayer MDJ, Yunnice ALE, Moore P. 2016. Linking environmental variables with regional scale variability in ecological structure and standing stock of carbon within UK kelp forests. *Marine Ecology Progress Series* 542: 79-95.
- Steen H. 2010. Undersøkelser i forbindelse med prøvehøsting av stortare i Nord-Trøndelag 2010. *Fisken og Havet* 2010-8.
- Steen H. 2011. Undersøkelser av A-felt for tarehøsting i Møre og Romsdal og Sør-Trøndelag i 2011. Rapport fra Havforskningen Nr. 13-2011.
- Steen H. 2013. Undersøkelser av C-felt for tarehøsting i Møre og Romsdal og Sør-Trøndelag i 2013. Rapport fra Havforskningen Nr. 26-2013.
- Steen H. 2014. Undersøkelser av D-felt for tarehøsting i Møre og Romsdal og Sør-Trøndelag i 2014. Rapport fra Havforskningen Nr. 24-2014.
- Steen H. 2016. Undersøkelser av A-høstefelt for tare i Sør-Trøndelag og Nord-Trøndelag i 2016. Rapport fra Havforskningen. Nr. 31-2016.
- Steen H, Moy FE, Bodvin T. 2011. Undersøkelser i forbindelse med prøvehøsting av stortare i Nord-Trøndelag 2011. Rapport fra Havforskningen Nr. 20-2011.
- Steen H, Bodvin T, Moy FE. 2012a. Visuell registrering av fisk etter prøvehøsting av stortare i Nord-Trøndelag i 2011. *Fisken og Havet* 2012-1.
- Steen H, Moy FE, Bodvin T. 2012b. Undersøkelser i forbindelse med prøvehøsting av stortare i Nord-Trøndelag 2011. *Fisken og Havet* 2012-4.

- Steen H, Bodvin T, Moy FE. 2013. Effekter av tarehøsting på fisk og skalldyr - Nord-Trøndelag 2012. Fisken og Havet 2013-4.
- Steen H, Moy FE, Bodvin T. 2014a. Undersøkelser av stortarehøsting i Nord-Trøndelag og Nordland i 2013. Fisken og Havet 2014-3.
- Steen H, Moy FE, Bodvin T. 2014b. Prøvehøsting av stortare i Nord-Trøndelag – Gjenvekstundersøkelser 2010-2014. Rapport fra Havforskningen Nr. 37-2014.
- Steen H, Husa V, Moy FE, Bodvin T, Øverbø Hansen H, Sannæs H, Bosgraaf S. 2015a. Undersøkelser av stortarehøsting i Nordland i 2014. Rapport fra Havforskningen Nr. 1-2015.
- Steen H, Bodvin T, Moy FE, Sannes H, Øverbø Hansen H. 2015b. Undersøkelser av stortarehøsting i Nordland i 2015. Rapport fra Havforskningen Nr. 26-2015.
- Steen H, Moy FE, Bodvin T, Husa V. 2016. Regrowth after kelp harvesting in Nord-Trøndelag, Norway. ICES Journal of Marine Science. doi:10.1093/icesjms/fsw130.
- Voerman SE, Llera E, Rico JM. 2013. Climate driven changes in subtidal kelp forest communities in NW Spain. Marine Environmental Research 90: 119-127.
- Underwood AJ. 1994. On beyond BACI: sampling designs that might reliably detect environmental disturbances. Ecological Applications 4: 3-15.

APPENDIX

Appendix 1. Posisjoner (WGS84) på innsamlingsstasjoner for stortare i Nordland i mai 2016.

Felt	Stasjon	Innsamlings		Breddegrad (Desimalmin.)	Lengdegrad (Desimalmin.)	Kommune	Midlere		Planter (antall)
		Dato	Kl.				Dybde (m)	bølgehøyde (m)	
PF5	1	25.05.2016	13:09	65° 25' 870"	11° 51' 071"	Brønnøy	5	0,45	10
PF6	2	27.05.2016	12:57	65° 29' 788"	11° 40' 688"	Brønnøy	6	0,47	10
PF14	3	24.05.2016	14:49	65° 15' 430"	11° 35' 500"	Bindal	5	0,71	10
PF14	4	24.05.2016	13:55	65° 15' 120"	11° 30' 207"	Bindal	6	0,78	10
PF15	5	26.05.2016	15:25	65° 19' 662"	11° 29' 400"	Sømna	6	0,9	10
PF16	6	29.05.2016	13:50	65° 23' 668"	11° 29' 916"	Brønnøy	5,5	0,91	10
PF16	7	29.05.2016	14:47	65° 23' 454"	11° 28' 681"	Brønnøy	5	1	10
PF17	8	28.05.2016	15:05	65° 27' 368"	11° 22' 931"	Brønnøy	9	1,25	10
PF15	9	26.05.2016	14:21	65° 19' 762"	11° 24' 595"	Bindal	8	1,27	10

Appendix 2. Start og stopposisjoner (WGS84) for videotransekt filmet i mai 2016 på felt (PF3) prøvehøstet i 2013 og på referansefelt i Nordland.

Felt	Dato	Start Kl.	Transekt Start		Transekt Stopp		Kommune	Gj.sn. Dybde (m)
			Breddegrad (Desimalmin.)	Lengdegrad (Desimalmin.)	Breddegrad (Desimalmin.)	Lengdegrad (Desimalmin.)		
PF3	30.05.2016	13:20	65° 32' 173"	11° 25' 277"	65° 32' 095"	11° 25' 292"	Vega	10
PF3	30.05.2016	13:49	65° 32' 976"	11° 28' 474"	65° 32' 914"	11° 28' 607"	Vega	10
PF3	30.05.2016	12:44	65° 32' 230"	11° 29' 017"	65° 32' 355"	11° 28' 820"	Vega	10
PF3	30.05.2016	14:15	65° 32' 940"	11° 33' 843"	65° 32' 887"	11° 33' 906"	Vega	8
Referanse	30.05.2016	10:49	65° 32' 001"	12° 04' 382"	65° 31' 934"	12° 04' 298"	Brønnøy	7
Referanse	30.05.2016	11:00	65° 31' 970"	12° 04' 812"	65° 32' 023"	12° 04' 924"	Brønnøy	8
PF3	30.05.2016	10:35	65° 32' 783"	12° 05' 115"	65° 32' 812"	12° 05' 199"	Brønnøy	7

Appendix 3. Start og stopposisjoner (WGS84) for videotranssekt filmet i mai 2016 på felt (PF5-7) prøvehøstet i 2014 og referansefelt i Nordland.

Felt	Dato	Start Kl.	Transekt	Transekt	Transekt	Transekt	Kommune	Gj.sn. Dybde (m)
			Start Breddegrad (Desimalmin.)	Start Lengdegrad (Desimalmin.)	Stopp Breddegrad (Desimalmin.)	Stopp Lengdegrad (Desimalmin.)		
PF5	25.05.2016	12:23	65° 25' 211"	11° 42' 953"	65° 25' 091"	11° 43' 088"	Brønnøy	9
PF5	25.05.2016	12:09	65° 25' 548"	11° 41' 170"	65° 25' 509"	11° 41' 260"	Brønnøy	8
PF5	25.05.2016	11:55	65° 25' 990"	11° 40' 377"	65° 25' 935"	11° 40' 477"	Brønnøy	11
PF6	27.05.2016	12:23	65° 29' 138"	11° 38' 397"	65° 29' 174"	11° 38' 523"	Brønnøy	10
PF6	27.05.2016	12:05	65° 29' 550"	11° 38' 835"	65° 29' 633"	11° 38' 883"	Brønnøy	11
PF6	27.05.2016	11:35	65° 29' 835"	11° 32' 937"	65° 29' 877"	11° 33' 075"	Brønnøy	11
PF6	27.05.2016	11:08	65° 29' 134"	11° 32' 616"	65° 29' 188"	11° 32' 742"	Brønnøy	8
PF7	28.05.2016	12:26	65° 31' 741"	11° 27' 472"	65° 31' 740"	11° 27' 630"	Brønnøy	10
PF7	28.05.2016	12:11	65° 31' 106"	11° 27' 702"	65° 31' 108"	11° 27' 831"	Brønnøy	12
PF7	28.05.2016	12:45	65° 31' 382"	11° 31' 120"	65° 31' 402"	11° 31' 238"	Brønnøy	11
PF7	28.05.2016	13:28	65° 31' 148"	11° 37' 371"	65° 31' 174"	11° 37' 531"	Vega	10
Referanse	29.05.2016	12:48	65° 24' 236"	11° 31' 911"	65° 24' 270"	11° 32' 068"	Brønnøy	6
Referanse	29.05.2016	12:34	65° 24' 083"	11° 33' 216"	65° 24' 138"	11° 33' 257"	Brønnøy	5
Referanse	25.05.2016	11:11	65° 23' 397"	11° 36' 711"	65° 23' 308"	11° 36' 593"	Brønnøy	10
Referanse	25.05.2016	11:26	65° 23' 223"	11° 38' 584"	65° 23' 145"	11° 38' 770"	Brønnøy	10
Referanse	28.05.2016	13:11	65° 31' 659"	11° 36' 377"	65° 31' 662"	11° 36' 540"	Vega	7
Referanse	28.05.2016	13:04	65° 31' 400"	11° 36' 088"	65° 31' 442"	11° 36' 147"	Vega	12

Appendix 4. Start og stopposisjoner (WGS84) for videotransekt filmet i mai 2016 på felt (PF1-2, 11) prøvehøstet i 2015 og referansefelt i Nordland.

Felt	Dato	Start Kl.	Transekt Start		Transekt Stopp		Kommune	Gj.sn. Dybde (m)
			Breddegrad (Desimalmin.)	Lengdegrad (Desimalmin.)	Breddegrad (Desimalmin.)	Lengdegrad (Desimalmin.)		
PF1	24.05.2016	12:07	65° 17' 599"	11° 33' 106"	65° 17' 584"	11° 33' 207"	Bindal	12
PF1	24.05.2016	12:15	65° 17' 237"	11° 32' 173"	65° 17' 222"	11° 32' 416"	Bindal	16
PF1	24.05.2016	12:31	65° 17' 757"	11° 31' 485"	65° 17' 749"	11° 31' 726"	Bindal	11
PF2	26.05.2016	12:01	65° 22' 122"	11° 32' 006"	65° 22' 169"	11° 32' 218"	Sømna	11
PF2	26.05.2016	12::21	65° 22' 483"	11° 31' 289"	65° 22' 507"	11° 31' 437"	Sømna	14
PF2	26.05.2016	12:47	65° 22' 668"	11° 29' 565"	65° 22' 751"	11° 29' 873"	Sømna	12
PF2	26.05.2016	13:17	65° 22' 041"	11° 26' 059"	65° 22' 017"	11° 26' 196"	Sømna	8
PF2	26.05.2016	13:33	65° 22' 342"	11° 25' 054"	65° 22' 290"	11° 25' 163"	Sømna	7
PF11	27.05.2016	14:21	65° 26' 972"	11° 42' 264"	65° 26' 965"	11° 42' 416"	Brønnøy	7
PF11	27.05.2016	13:58	65° 26' 894"	11° 40' 341"	65° 26' 857"	11° 40' 607"	Brønnøy	9
PF11	27.05.2016	13:31	65° 26' 259"	11° 38' 502"	65° 26' 273"	11° 38' 453"	Brønnøy	11
PF11	27.05.2016	13:41	65° 26' 219"	11° 40' 184"	65° 26' 273"	11° 40' 234"	Brønnøy	10
Referanse	24.05.2016	11:26	65° 17' 488"	11° 38' 949"	65° 17' 468"	11° 39' 184"	Sømna	6
Referanse	24.05.2016	11:47	65° 17' 710"	11° 35' 816"	65° 17' 694"	11° 36' 124"	Bindal	9
Referanse	26.05.2016	11:20	65° 22' 369"	11° 34' 410"	65° 22' 281"	11° 34' 368"	Brønnøy	8
Referanse	26.05.2016	11:41	65° 22' 901"	11° 33' 287"	65° 22' 869"	11° 33' 316"	Brønnøy	8
Referanse	29.05.2016	12:48	65° 24' 236"	11° 31' 911"	65° 24' 270"	11° 32' 068"	Brønnøy	6
Referanse	29.05.2016	12:34	65° 24' 083"	11° 33' 216"	65° 24' 138"	11° 33' 257"	Brønnøy	5
Referanse	25.05.2016	11:11	65° 23' 397"	11° 36' 711"	65° 23' 308"	11° 36' 593"	Brønnøy	10
Referanse	25.05.2016	11:26	65° 23' 223"	11° 38' 584"	65° 23' 145"	11° 38' 770"	Brønnøy	10
Referanse	28.05.2016	13:11	65° 31' 659"	11° 36' 377"	65° 31' 662"	11° 36' 540"	Vega	7
Referanse	28.05.2016	13:04	65° 31' 400"	11° 36' 088"	65° 31' 442"	11° 36' 147"	Vega	12

Appendix 5. Start og stopposisjoner (WGS84) for videotranssekt filmet i mai 2016 på felt (PF14-17) før prøvehøsting av tare i Nordland.

Felt	Dato	Start Kl.	Transekt	Transekt	Transekt	Transekt	Kommune	Gj.sn. Dybde (m)
			Start Breddegrad (Desimalmin.)	Start Lengdegrad (Desimalmin.)	Stopp Breddegrad (Desimalmin.)	Stopp Lengdegrad (Desimalmin.)		
PF14	24.05.2016	13:30	65° 15' 154"	11° 28' 442"	65° 15' 100"	11° 28' 466"	Bindal	14
PF14	24.05.2016	13:40	65° 15' 075"	11° 29' 985"	65° 15' 067"	11° 30' 256"	Bindal	13
PF14	24.05.2016	14:16	65° 15' 750"	11° 32' 794"	65° 15' 693"	11° 32' 917"	Bindal	6
PF14	24.05.2016	14:38	65° 15' 435"	11° 35' 473"	65° 15' 391"	11° 35' 558"	Bindal	9
PF15	26.05.2016	14:04	65° 19' 826"	11° 24' 501"	65° 19' 732"	11° 24' 638"	Bindal	10
PF15	26.05.2016	14:34	65° 19' 195"	11° 26' 495"	65° 19' 119"	11° 26' 521"	Bindal	10
PF15	26.05.2016	14:55	65° 19' 116"	11° 28' 999"	65° 19' 052"	11° 29' 010"	Bindal	13
PF15	26.05.2016	15:11	65° 19' 711"	11° 29' 398"	65° 19' 621"	11° 29' 402"	Sømna	9
PF16	29.05.2016	13:16	65° 23' 752"	11° 30' 292"	65° 23' 763"	11° 30' 507"	Brønnøy	6
PF16	29.05.2016	13:38	65° 23' 638"	11° 29' 847"	65° 23' 665"	11° 29' 987"	Brønnøy	8
PF16	29.05.2016	14:10	65° 23' 100"	11° 29' 882"	65° 23' 050"	11° 30' 064"	Brønnøy	8
PF16	29.05.2016	14:33	65° 23' 454"	11° 28' 572"	65° 23' 454"	11° 28' 703"	Brønnøy	8
PF17	28.05.2016	14:35	65° 26' 814"	11° 20' 114"	65° 26' 792"	11° 20' 264"	Brønnøy	11
PF17	28.05.2016	14:53	65° 27' 429"	11° 22' 824"	65° 27' 368"	11° 22' 980"	Brønnøy	9
PF17	28.05.2016	15:37	65° 26' 022"	11° 27' 776"	65° 26' 012"	11° 27' 965"	Brønnøy	12

Appendix 6a. Posisjoner (WGS84) for leppefiskeinere på prøvehøstefelt PF11 og referansefelt i Brønnøy i Nordland i august 2016. Leppefiskeinene ble satt i lenker på fem redskap.

Felt	Utsetting Dato	Utsetting Klokkeslett	Trekking Dato	Trekking Klokkeslett	Breddegrad (Desimalmin.)	Lengdegrad (Desimalmin.)	Dyp (m)
PF11	23.08.2016	10:08	24.08.2016	11:50	65° 26' 9566"	11° 41' 0731"	6
PF11	23.08.2016	10:13	24.08.2016	11:55	65° 26' 9633"	11° 41' 1173"	6
PF11	23.08.2016	10:15	24.08.2016	12:00	65° 26' 9218"	11° 40' 7623"	5
PF11	23.08.2016	10:19	24.08.2016	12:04	65° 26' 8968"	11° 40' 6372"	8
PF11	23.08.2016	10:22	24.08.2016	12:10	65° 26' 9113"	11° 40' 5115"	5
PF11	23.08.2016	10:26	24.08.2016	12:15	65° 26' 8927"	11° 40' 4053"	5
PF11	23.08.2016	10:30	24.08.2016	12:20	65° 26' 8031"	11° 40' 3694"	6
PF11	23.08.2016	10:34	24.08.2016	12:36	65° 26' 7581"	11° 40' 3480"	6
PF11	24.08.2016	12:38	25.08.2016	11:08	65° 26' 9660"	11° 41' 1189"	5
PF11	24.08.2016	12:41	25.08.2016	11:14	65° 26' 9263"	11° 40' 8662"	6
PF11	24.08.2016	12:45	25.08.2016	11:20	65° 26' 9208"	11° 40' 7772"	6
PF11	24.08.2016	12:50	25.08.2016	11:23	65° 26' 9022"	11° 40' 6952"	6
PF11	24.08.2016	12:55	25.08.2016	11:30	65° 26' 9121"	11° 40' 5626"	5
PF11	24.08.2016	12:57	25.08.2016	11:33	65° 26' 9055"	11° 40' 4424"	6
PF11	24.08.2016	13:00			65° 26' 8187"	11° 40' 3948"	5
PF11	24.08.2016	13:05	25.08.2016	11:41	65° 26' 7663"	11° 40' 3479"	5
Referanse	23.08.2016	11:19	24.08.2016	10:15	65° 23' 2185"	11° 38' 5442"	6
Referanse	23.08.2016	11:23	24.08.2016	10:20	65° 23' 1148"	11° 38' 7067"	6
Referanse	23.08.2016	11:29	24.08.2016	10:28	65° 23' 1116"	11° 38' 9955"	6
Referanse	23.08.2016	11:33	24.08.2016	10:35	65° 23' 2015"	11° 39' 0424"	5
Referanse	24.08.2016	10:43	25.08.2016	10:00	65° 23' 2201"	11° 39' 0460"	5
Referanse	24.08.2016	10:46	25.08.2016	10:07	65° 23' 0836"	11° 39' 0107"	6
Referanse	24.08.2016	10:51	25.08.2016	10:13	65° 23' 0842"	11° 38' 6373"	5
Referanse	24.08.2016	10:55	25.08.2016	10:17	65° 23' 2164"	11° 38' 5144"	6

Appendix 6b. Posisjoner (WGS84) for krabbeteiner på prøveøstefelt PF11 og referansefelt i Brønnøy i Nordland i august 2016. Krabbeteinene ble satt parvis.

Felt	Utsetting Dato	Utsetting Klokkeslett	Trekking Dato	Trekking Klokkeslett	Breddegrad (Desimalmin.)	Lengdegrad (Desimalmin.)	Dyp (m)
PF11	23.08.2016	10:38	24.08.2016	11:22	65° 26' 7984"	11° 40' 1758"	9
PF11	23.08.2016	10:40	24.08.2016	11:25	65° 26' 8510"	11° 40' 4060"	10
PF11	23.08.2016	10:43	24.08.2016	11:27	65° 26' 9119"	11° 40' 5170"	5
PF11	23.08.2016	10:45	24.08.2016	11:30	65° 26' 9336"	11° 40' 6263"	10
PF11	23.08.2016	10:47	24.08.2016	11:36	65° 26' 9604"	11° 40' 9990"	8
PF11	24.08.2016	11:40	25.08.2016	10:50	65° 26' 9483"	11° 41' 0133"	8
PF11	24.08.2016	11:42	25.08.2016	10:53	65° 26' 9251"	11° 40' 6727"	7
PF11	24.08.2016	11:44	25.08.2016	10:55	65° 26' 8999"	11° 40' 5292"	6
PF11	24.08.2016	11:45	25.08.2016	11:05	65° 26' 8716"	11° 40' 4338"	6
PF11	24.08.2016	11:46	25.08.2016	11:00	65° 26' 7991"	11° 40' 1552"	9
Referanse	23.08.2016	11:36	24.08.2016	09:45	65° 23' 2055"	11° 39' 0770"	7
Referanse	23.08.2016	11:38	24.08.2016	09:49	65° 23' 1045"	11° 39' 0819"	7
Referanse	23.08.2016	11:40	24.08.2016	09:54	65° 23' 0695"	11° 39' 0447"	7
Referanse	23.08.2016	11:44	24.08.2016	09:57	65° 23' 1765"	11° 38' 8135"	8
Referanse	23.08.2016	11:45	24.08.2016	10:00	65° 23' 1910"	11° 38' 5231"	9
Referanse	24.08.2016	10:02	25.08.2016	09:44	65° 23' 1880"	11° 38' 5600"	11
Referanse	24.08.2016	10:05	25.08.2016	09:46	65° 23' 2201"	11° 38' 7454"	8
Referanse	24.08.2016	10:07	25.08.2016	09:50	65° 23' 1791"	11° 39' 0755"	8
Referanse	24.08.2016	10:10	25.08.2016	09:52	65° 23' 1133"	11° 39' 0635"	10
Referanse	24.08.2016	10:11	25.08.2016	09:55	65° 23' 0640"	11° 39' 0448"	7

Appendix 7. Antall individer fanget per art i leppefiskeiner og krabbeteiner på prøvehøstfelt (PF11) og referansefelt i Brønnøy i Nordland i august 2016.

	Leppefiskeine PF11 (75 teinedøgn)	Leppefiskeine Referanse (40 teinedøgn)	Krabbeteine PF11 (20 teinedøgn)	Krabbeteine Referanse (20 teinedøgn)	Total
Torsk (<i>Gadus morhua</i>)	24	11	0	0	35
Sei (<i>Pollachius virens</i>)	86	70	0	0	156
Lyr (<i>Pollachius pollachius</i>)	0	1	0	0	1
Bergnebb (<i>Ctenolabrus rupestris</i>)	2	0	0	0	2
Dvergulke (<i>Taurulus bubalis</i>)	21	5	0	1	27
Tangbrosme (<i>Ciliata mustela</i>)	0	3	0	0	3
Ålebrosme (<i>Lycodes vahlii</i>)	1	0	0	0	1
Pyntekrabbe (<i>Hyas coarctatus</i>)	2	0	0	0	2
Taskekrabbe (<i>Cancer pagurus</i>)	0	0	52	62	114