

Undersøkelser i forbindelse med prøvehøsting av stortare i Nord-Trøndelag 2011

Av Henning Steen, Frithjof Moy og Torjan Bodvin



Undersøkelser i forbindelse med prøvehøsting av stortare i Nord-Trøndelag 2011

Av

Henning Steen, Frithjof Moy og Torjan Bodvin



Bergen, desember 2011



HAVFORSKNINGSINSTITUTTET
INSTITUTE OF MARINE RESEARCH

Innhold

Innledning.....	7
Metodikk.....	8
Resultater.....	14
Prøvehøsting 2010	14
Ni måneder etter høsting	14
Prøvehøsting 2011	18
Alder, vekt, lengde og epifytter hos innsamlede tareplanter	18
Videotransekt.....	20
Diskusjon.....	26
Tarevegetasjon.....	26
Kråkeboller	28
Tarehøsting	29
Uttaksgrad og gjenvekst	29
Effekter på fisk	31
Referanser	33

PROSJEKTRAPPORT



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

Tromsø **Flødevigen**
9294 TROMSØ 4817 HIS

Rapport: Rapport fra Havforskningen	Nr. - År 20-2011	Distribusjon: Åpen
Tittel (norsk/engelsk): Undersøkelser i forbindelse med prøvehøsting av stortare i Nord-Trøndelag 2011. <i>Before and after studies of kelp (Laminaria hyperborea) harvesting in Nord-Trøndelag in 2011.</i>		Prosjektnr.: 10234
Forfatter(e): Henning Steen, Fridtjof E. Moy, Torjan Bodvin		Oppdragsgiver(e): FMC-Biopolymer
		Oppdragsgivers referanse:
		Dato: 10.12.2011
		Program: Kystprogrammet
		Faggruppe: 422 Bunnhabitater og skalldyr
		Antall sider totalt: 34

Sammendrag (norsk):

Havforskningsinstituttet gjennomførte juni og august 2011 undersøkelser før og etter prøvehøsting av stortare (*Laminaria hyperborea*) i Nord-Trøndelag. I tillegg ble det gjennomført oppfølgende undersøkelser på felt som ble prøvehøstet i september 2010. Tarevegetasjonen ble undersøkt vha undervannsvideo på samtlige prøvehøstefelt, samt på nærliggende referansestasjoner. Det ble også samlet inn planter fra prøvehøstefeltene for bestemmelser av størrelse, vekt, alder og epifytter. Observasjonene i forkant av prøvehøstingen, tyder på at tilstanden i taresamfunnene er meget god med gjennomsnittlig biomassetetthet på ca 25 kg tare per kvadratmeter, samt moderat tetthet av kråkeboller. Trålflatene på feltene som ble høstet i september 2010, har i løpet av 9 måneder hatt god rekruttering av ny tare med en tredobling av dekningsgraden (fra ca 20% til ca 60% dekning), og det er foreløpig ikke indikasjoner på at beiting fra kråkeboller reduserer gjenveksten. Totalt så ble det høstet 7330 tonn stortare i Nord-Trøndelag i 2011, et uttak som ble estimert til ca 3 % av den stående stortarebestanden på feltene som ble prøvehøstet. Det ble registrert en nedgang i forekomst av små fisk, og en økning i forekomst av større fisk fra 2010 til 2011, men endringene i forekomst av fisk var ikke relatert til tarehøsting.

Summary (English):

The Institute of Marine Research surveyed the kelp vegetation, before and after kelp (*Laminaria hyperborea*) harvesting in Nord-Trøndelag in June and August 2011. Survey stations included both kelp harvested areas (harvested in 2010 or 2011) and nearby reference areas, and was performed by underwater video. In addition, kelp plants were collected for measurements of plant length, weight, age and epiphytes. Based on these observations the state of the kelp forest was considered to be healthy, with an average of 25 kg kelp biomass per m² and moderate densities of sea urchins. The recovery of kelp vegetation on fields harvested in September 2010 is underway, and the kelp coverage had increased threefold, from ~20% kelp coverage immediately after harvest to ~60% kelp coverage nine months later. The harvested kelp crop in Nord-Trøndelag in 2011 was 7330 tonnes, and estimated to be around 3 % of the standing kelp stock on the harvested fields. The abundance of small fish recorded in 2011 was significantly lower than prior to harvest in 2010, whereas the recordings of larger fish was higher in 2011 than prior to harvest in 2010, but the changes in fish recordings were not related to kelp harvesting.

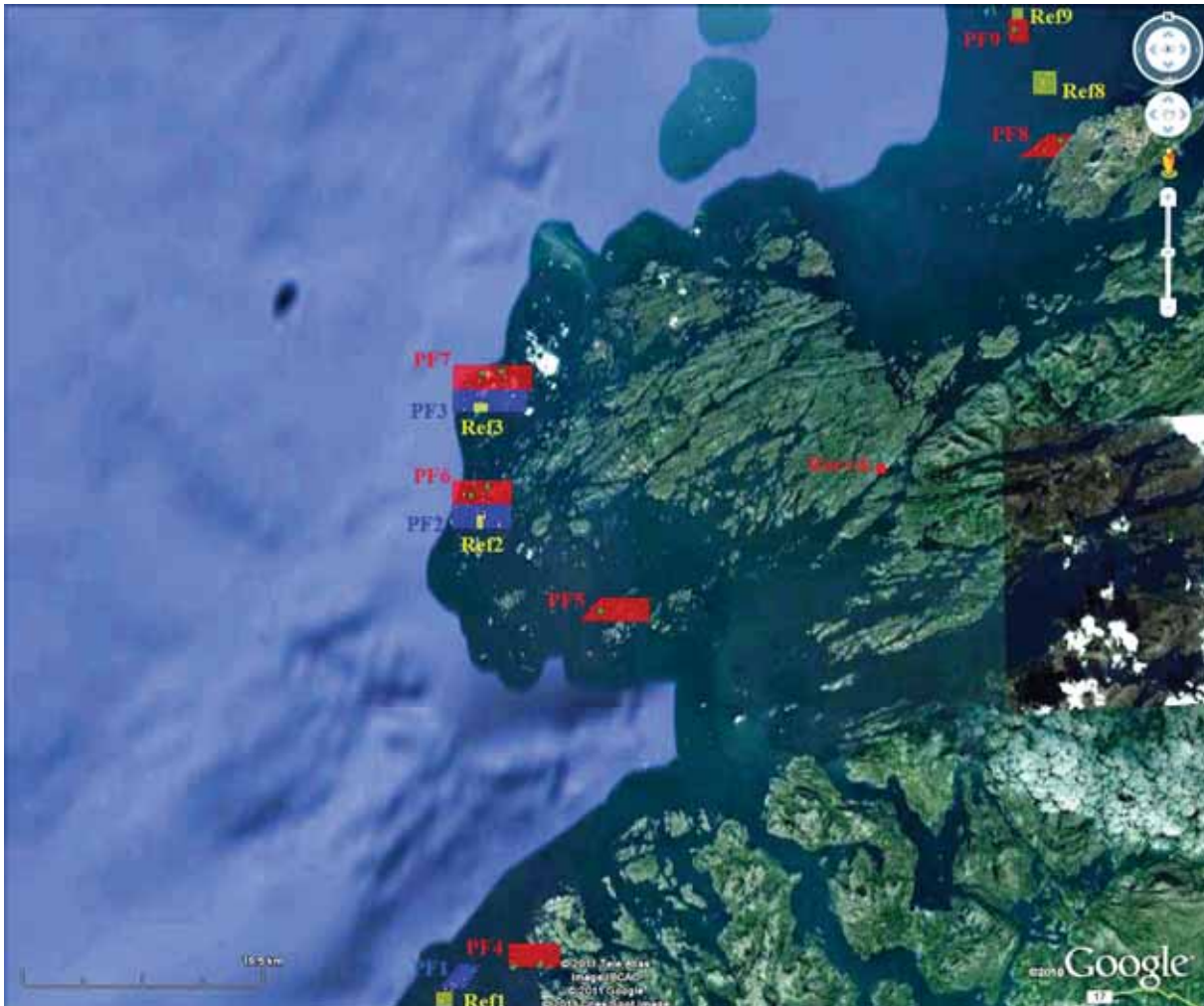
Emneord (norsk): 1. Tarehøsting 2. Stortare 3. Nord-Trøndelag	Subject heading (English): 1. Kelp harvesting 2. Laminaria hyperborea 3. Nord-Trøndelag
---	---

Innledning

Tarenæringen fikk i 2011 tillatelse til å prøvehøste stortare (*Laminaria hyperborea*) i seks avgrensede områder i Nord-Trøndelag, som en videreføring av et prøvehøstingsprosjekt som ble startet i 2010. Bakgrunnen for prøvehøstingsprosjektet er at det i de senere år er det observert en tilbakegang av kråkeboller (*Strongylocentrotus droebachiensis*) og gjenvekst av stortare i Nord-Trøndelag og sørlige deler av Nordland (Norderhaug & Christie 2009), samt tarenæringens ønske om å kartlegge ressursgrunnlaget for tarehøsting i Nord-Trøndelag. Resultater fra undersøkelsene gjennomført i forbindelse med prøvehøstingen i 2010 (Steen 2010b), tyder på at området rommer store taresressurser og at tettheten av kråkeboller er moderat (Figur 1). Tilstanden i taresamfunnene på Havforskningsinstituttets overvåkingsstasjoner i området rundt fylkesgrensen mellom Sør- og Nord-Trøndelag vurderes for tiden også som stabil og god (Steen 2006, 2007, 2008, 2009, 2010a, 2011a, 2011b). På bakgrunn av disse observasjonene vurderte Havforskningsinstituttet det som økologisk forsvarlig å videreføre en begrenset (volum- og arealmessig) prøvehøsting i utvalgte områder i Nord-Trøndelag. En forutsetning for prøvehøstingen var at det ble gjennomført en forundersøkelse for å dokumentere om de utvalgte prøvehøstefeltene var egnet for høsting (mhp tetthet av tare og kråkeboller), samt oppfølgende undersøkelser med jevnlig mellomrom etter høsting for å studere taresamfunnenes reetableringsevne. I forkant av prøvehøstingen i 2011, etablerte Havforskningsinstituttet overvåkingsstasjoner i samtlige omsøkte prøvehøstefelt, og i nærliggende referanseområder som ikke ble høstet. I tillegg ble det gjennomført oppfølgende videoundersøkelser i feltene som ble høstet i 2010, for å undersøke taresamfunnenes tilstand på høsteflatene i den tidlige reetableringsfasen.



Figur 1. Eksempel på stortare-vegetasjon i Nord-Trøndelag i 2011.



Figur 2. Kart over prøvehøstingsområder for tare i Nord-Trøndelag. Områdene som ble høstet i september 2010 (PF1, PF2, PF3) er markert med blått, områdene som ble åpnet for høsting i 2011 (PF4, PF5, PF6, PF7, PF8, PF9) er markert med rødt, mens referanseområdene (Ref1, Ref2, Ref3, Ref8, Ref9) er markert i gult. Grønne rektangler markerer posisjoner for innsamling av taremateriale.

Metodikk

3-6 stasjoner ble undersøkt vha undervannsvideo i juni 2011, i hvert av seks prøvehøstefelt (PF4 - PF9) som ble åpnet for høsting i 2011. I fire av prøvehøstefeltene (PF4, PF6, PF7, PF8) ble det gjennomført tilsvarende undersøkelser på de samme stasjonene i etterkant av høstingen (august 2011), mens to av prøvehøstefeltene (PF5, PF9) ikke ble høstet, og følgelig ikke undersøkt på nytt. I tillegg ble det gjennomført korresponderende undersøkelser på to stasjoner, i hvert av fem referanseområder. Seks stasjoner i hvert av tre prøvehøstefelt (PF1, PF2, PF3) som ble undersøkt allerede før og etter høsting i september 2010, ble undersøkt på nytt vha undervannsvideo i juni 2011.

Overvåkingsstasjonene ble plukket ut 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. Video-observasjonene

på de enkelte stasjonene ble gjennomført med nedsenkbar under-vannskamera (UVS 5080), med innebygd dybdesensor, langs faste transekter fra en taretråler (MS Sjøalg) med kartplotter og ekkolodd, med en gjennomsnittshastighet på ca 0,5-1 knop. Undervannskameraet ble vekselvis ført rett over og gjennom tarevegetasjonen over en strekning på ca 100-200m, der kamerapiloten justerer høyden i forhold til tarevegetasjonen og bunnen vha en monitor. Filmene ble fortløpende konvertert til PC-format (mpg) vha en Pinnacle movie box, og lagret på en ekstern harddisk. Totalt så ble det tatt opp ca 13 timer med film, langs en strekning på ca 12 km, på til sammen ni prøvehøsteområder og fem referanseområder.

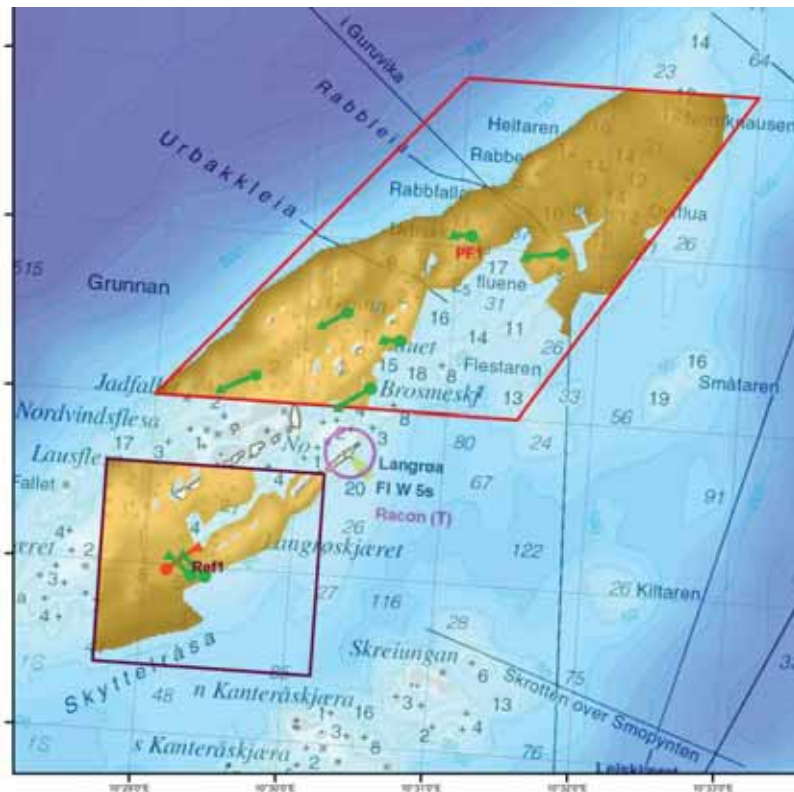
Før analyse ble videotransektene splittet opp i mindre avsnitt (for hvert minutt film) der gjennomsnittlig dyp, bunntype, tarevegetasjonens dekningsgrad, tetthet, plantehøyde, rekruttering (definert som tareplanter <25 cm) og påvekst (på tarestilkene) ble estimert. Tetthetsestimatene ble gjort innenfor en tenkt kvadratmeter, som ble avgrenset ved øyemål. Ved registrering av trålspor, ble det gjort semi-kvantitative anslag av høstingsgrad (areal av trålflate / areal av uberørt tarevegetasjon), innen hvert transektavsnitt. I tillegg ble det gjennomført tellinger av kråkeboller og fisk. For kråkebollene ble det gjort semi-kvantitative anslag av gjennomsnittlig og maksimum tetthet innen hvert transektavsnitt. Kvaliteten på filmopptakene gjorde det ikke mulig å bestemme fisk til art, og den registrerte fisken ble derfor kun kategorisert med hensyn på størrelse ($\sim <15\text{cm}$ og $\sim >15\text{cm}$, jmf størrelseskategorisering av fisk hos Lorentsen *et al.* 2010), der antall fisk innen hver størrelseskategori ble registrert per minutt filmopptak. Pelagiske stimfisk som f.eks makrell og sild ble ikke inkludert i registreringene. En supplerende undersøkelse på forekomst av ulike fiskearter i områder som i forskjellig grad har blitt utsatt for tarehøsting, ble gjennomført vha stasjonære kamerarigger i august-september 2011. Resultater fra denne undersøkelsen vil bli presentert i en egen rapport.

Tareplanter ble samlet inn vha tråling (Figur 3) fra seks av prøvehøstefeltene (PF4-PF9) for måling av lengde, vekt, alder og epifytter (påvekstorganismer). Epifyttene ble skrapet av tarestilkene før veiing. Alderen på tareplantene ble bestemt ved å telle vekstsoner i tverrsnitt, og vertikale snitt gjennom festeorganet (Figur 3).

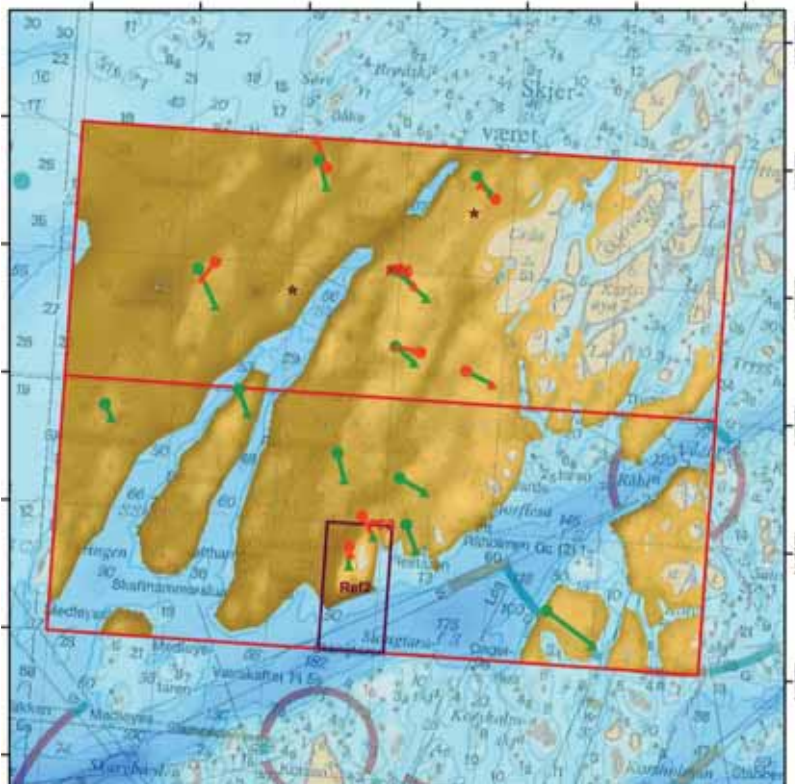


Figur 3. Taretrål med nyhøstet tare (venstre bilde) og tverrsnitt av tarestilk med vekstsoner, lyse bånd mellom mørke skillelinjer (høyre bilde).

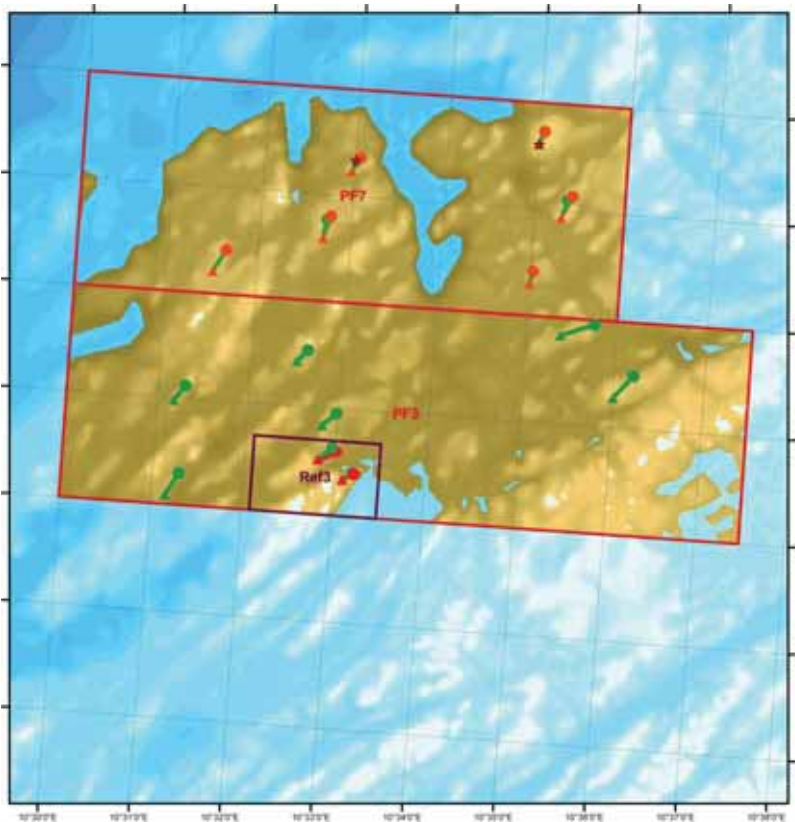
De totale tareforekomstene innen hvert prøvehøstefelt ble beregnet vha en modifisert GIS-modell over stortareutbredelse i Trøndelag som er utviklet og validert ifm det Nasjonale programmet for kartlegging og overvåking av marint biologisk mangfold (Bekkby et al. 2009, 2011, <http://dnweb12.dirnat.no/nbinnsyn/>). Kart over prøvehøstefelt, referansefelt, video-transekt, innsamlingspunkt, og totalt modellert utbredelses-areal for stortare er vist i figurene 4-10. Stortare kan vokse fra ca 1 m til drøye 30 m dyp, mens tarehøsting kun er tillatt fra 2 m til 20 m dyp. Summen av det modellerte utbredelses-arealet for stortare innen hver dybdemeter fra 2 m til 20 m dyp multiplisert med gjennomsnittlig estimert biomassetetthet (beregnet fra videoobservasjoner og innsamlet materiale) for den samme dybdemeteren, vil gi et anslag over stortare-biomassen innenfor det dybdeintervallet der tarehøsting er tillatt (2-20 m) på hvert høstefelt. Den stående tarebiomassen sammenlignet med høstekvantum vil dermed kunne gi et estimat på uttaksgraden av tare innenfor dette dybdeintervallet (2-20 m) for hvert enkelt høstefelt.



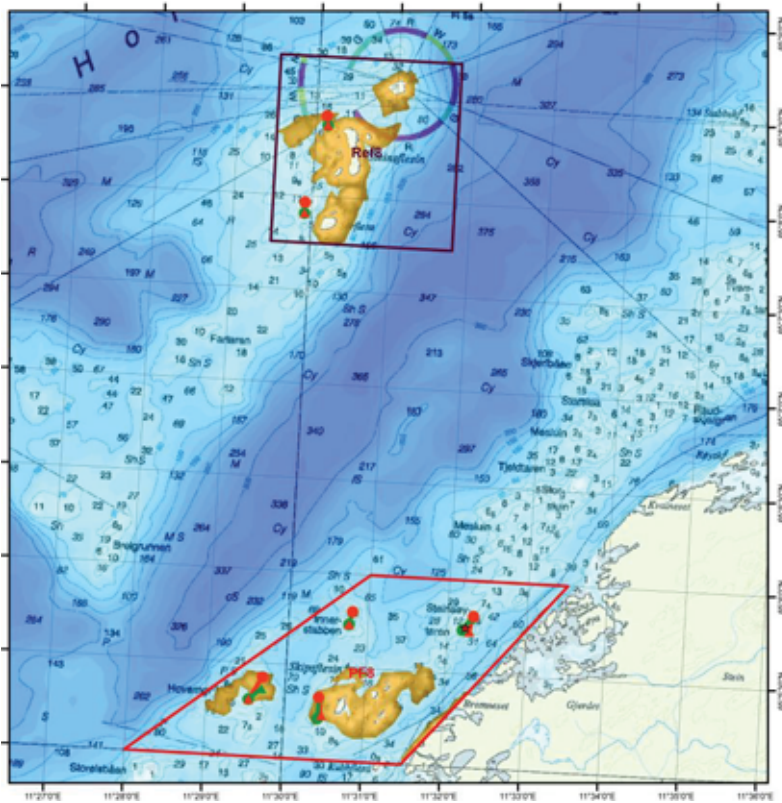
Figur 4. Prøvehøstefelt 1 (rød ramme) og referanseområde 1 (lilla ramme). Ref. 1 ble benyttet som referanseområde for både prøvehøstefelt 1 og 4. Grønne piler markerer transekt filmet i juni 2011 og røde piler markerer transekt filmet i august 2011. Prøvehøstefelt 1 ble kun undersøkt i juni 2011. Lysebrunt areal markerer totalt modellert utbredelsesområde for stortare innenfor prøvehøstefeltet og referanseområdet.



Figur 5. Prøvehøstefelt 2 (nedre røde ramme) og 6 (øvre røde ramme), samt referanseområde 2 (lilla ramme). Ref. 2 ble benyttet som referanseområde for både prøvehøstefelt 2 og 6. Røde stjerner markerer områder der det ble gjort innsamlinger av taremateriale. Grønne piler markerer transekt filmet i juni 2011 og røde piler markerer transekt filmet i august 2011. Prøvehøstefelt 2 ble kun undersøkt i juni 2011. Lysebrunt areal markerer totalt modellert utbredelsesområde for stortare innenfor prøvehøstefeltene og referanseområdet.



Figur 6. Prøvehøstefelt 3 (nedre røde ramme) og 7 (øvre røde ramme), samt referanseområde 3 (lilla ramme). Ref. 3 ble benyttet som referanseområde for både prøvehøstefelt 3 og 7. Røde stjerner markerer områder der det ble gjort innsamlinger av taremateriale. Grønne piler markerer transekt filmet i juni 2011 og røde piler markerer transekt filmet i august 2011. Prøvehøstefelt 3 ble kun undersøkt i juni 2011. Lysebrunt areal markerer totalt modellert utbredelsesområde for stortare innenfor prøvehøstefeltene og referanseområdet.



Figur 9. Prøvehøstefelt 8 (rød ramme) og referanseområde 8 (lilla ramme). Rød stjerne markerer område der det ble gjort innsamling av taremateriale. Grønne piler markerer transekt filmet før tarehøsting i juni 2011 og røde piler markerer transekt filmet etter tarehøsting i august 2011. Lysebrunt areal markerer totalt modellert utbredelsesområde for stortare innenfor prøvehøstefeltet og referanseområdet.



Figur 10. Prøvehøstefelt 9 (rød ramme) og referanseområde 9 (lilla ramme). Rød stjerne markerer område der det ble gjort innsamling av taremateriale. Grønne piler markerer transekt filmet i juni 2011. Lysebrunt areal markerer totalt modellert utbredelsesområde for stortare innenfor prøvehøstefeltet og referanseområdet.

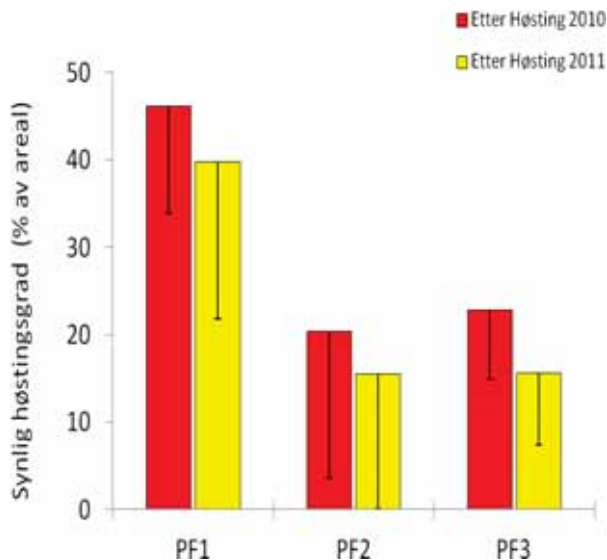
Resultater

Prøvehøsting 2010

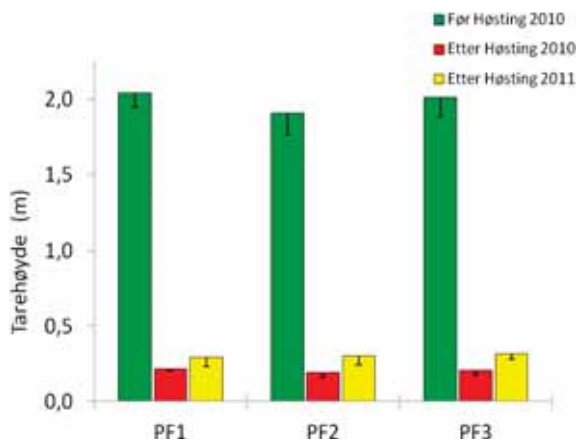
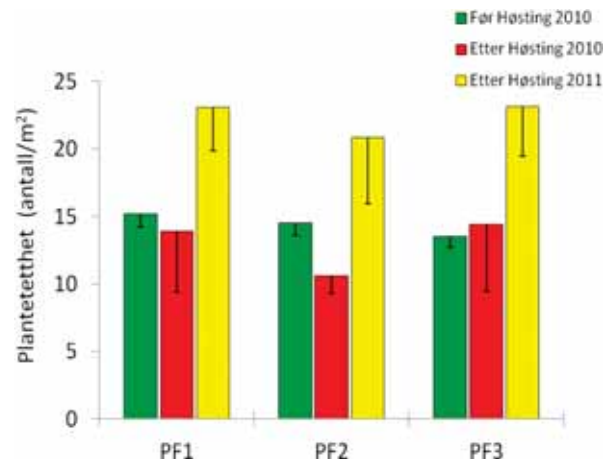
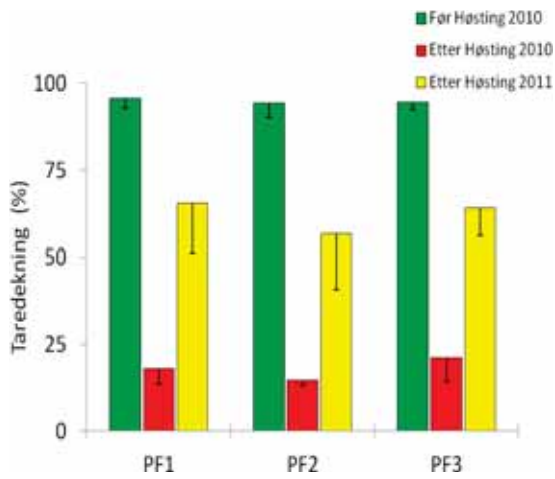
Ni måneder etter høsting

Tre felt (PF 1-3) som ble prøvehøstet i september 2010, ble undersøkt på nytt i juni 2011 for å se på gjenvekst av tarevegetasjon, utvikling av kråkeboller og fisk ca 9 måneder etter at prøvehøstingen ble gjennomført. Totalt så ble 3.284 tonn stortare høstet tilsammen i de tre prøvehøstefeltene i 2010. 6 videotransekt ble undersøkt i hvert av de tre prøvehøstefeltene, og 2 videotransekter undersøkt i hvert av 3 nærliggende referanseområder (Ref. 1-3), i de samme områdene som ble undersøkt i september 2010. Spor etter tarehøsting ble observert langs 16 av 18 transekter. Gjennomsnittlig observert høstingsgrad av tare (estimert som areal av trålflate / areal av uberørt tarevegetasjon) observert langs videotransektene på de tre prøvehøstefeltene varierte fra ca 40 % på PF1 til i underkant av 20 % på PF2 og PF3, og var omtrent på samme nivå som observert umiddelbart etter høsting i september 2010 (Figur 11).

Det ble observert en økning i dekningsgrad, tetthet og lengde av stortareplanter på trålflatene (Figur 12) i alle tre prøvehøstefelt fra september 2010 (2-3 dager etter høsting) til juni 2011 (ca 9 måneder etter høsting). Gjennomsnittlig (\pm 95% konfidens intervall) dekningsgrad av tare på trålflatene har økt fra 18 (\pm 3) % dekning i september 2010, til 62 (\pm 7) % dekning i juni 2011. I samme periode har gjennomsnittlig (\pm 95% konfidens intervall) tetthet av tareplanter på trålflatene økt fra 13 (\pm 2) til 22 (\pm 2) planter per kvadratmeter, og gjennomsnittlig plantelengde fra 20 (\pm 1) cm til 30 (\pm 3) cm. Små stortareplanter dominerte vegetasjonen på trålflatene (Figur 13), mens andre tarearter som butare (*Alaria esculenta*) og draughtare (*Saccorhiza polyschides*) forekommer spredt (Fig 14).



Figur 11. Gjennomsnittlig høstingsgrad (areal av trålflate / areal av uberørt tarevegetasjon) av stortare (*Laminaria hyperborea*) langs videotransekt i prøvehøstingsområde 1 (PF1), 2 (PF2) og 3 (PF3) som ble høstet i september 2010. Observasjonene er gjort 2-3 dager etter høsting i september 2010 (røde søyler) og ca 9 måneder senere i juni 2011 (gule søyler). Nedre grense for 95% konfidensintervall er tegnet inn.

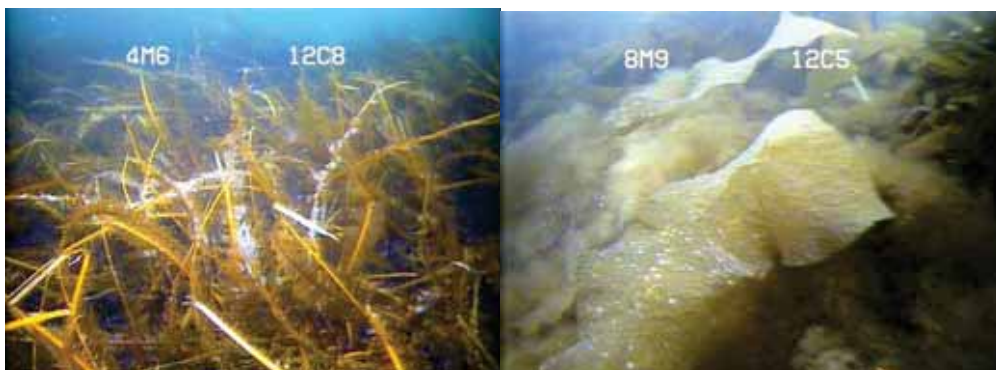


Figur 12. Gjennomsnittlig dekningsgrad (venstre), tetthet (midt) og lengde (høyre) av tareplanter (canopy) på trålfater i prøvehøstingsområde 1 (PF1), 2 (PF2) og 3 (PF3) som ble høstet i september 2010.

Observasjonene er gjort henholdsvis før høsting (grønne søyler) og 2-3 dager etter høsting (røde søyler) i september 2010, samt ca 9 måneder etter høsting (gule søyler) i juni 2011. Nedre grense for 95% konfidensintervall er tegnet inn.

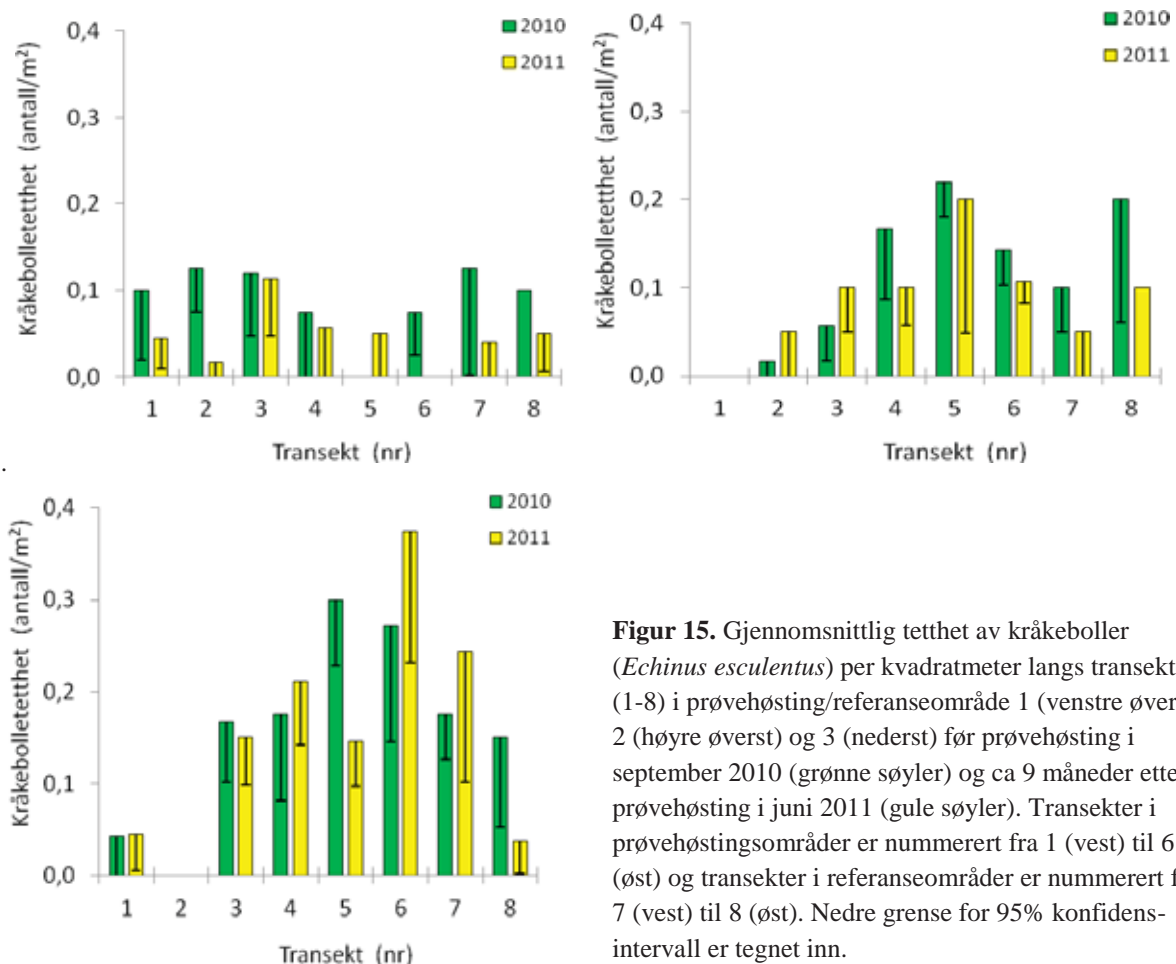


Figur 13. Eksempler på gjenvekst langs trålfater i prøvehøstefelt 1 (venstre), 2 (midt) og 3 (høyre) ca 9 måneder etter høsting.



Figur 14. Butare (*Alaria esculenta*) til venstre og draughtare (*Saccorhiza polyschides*) til høyre.

Variierende tetthet av kråkeboller (*Echinus esculentus*) innen og mellom prøvehøstingsområdene ble observert (Figur 15), med en økning i tetthet fra sør (prøvehøstefelt 1) til nord (prøvehøstefelt 3). I prøvehøstefelt 2 og 3 ble det også registrert en økning i kråkebolletetthet fra vest mot øst (Figur 15). Det ble ikke registrert signifikante endringer i kråkebolletetthet i perioden fra september 2010 til juni 2011 (t-test, $p = 0,30$). Det var heller ingen signifikant korrelasjon mellom tetthet av kråkeboller og tarerekutter i trålsprene i juni 2011 ($r = -0,35$, $p = 0,10$).



Figur 15. Gjennomsnittlig tetthet av kråkeboller (*Echinus esculentus*) per kvadratmeter langs transekter (1-8) i prøvehøsting/referanseområde 1 (venstre øverst), 2 (høyre øverst) og 3 (nederst) før prøvehøsting i september 2010 (grønne søyler) og ca 9 måneder etter prøvehøsting i juni 2011 (gule søyler). Transekter i prøvehøstingsområder er nummerert fra 1 (vest) til 6 (øst) og transekter i referanseområder er nummerert fra 7 (vest) til 8 (øst). Nedre grense for 95% konfidensintervall er tegnet inn.

Fisk ble registrert og kategorisert mhp størrelse langs videotransekter før tarehøsting, 2-3 dager etter tarehøsting, og ca 9 måneder etter tarehøsting (Figur 16, 17). Gjennomsnittlig registreringsfrekvens for liten fisk ($\sim < 15$ cm) var i juni 2011 på 0,12 individer per minutt, mot 0,92 individer per minutt før høsting i september 2010. En to-veis variansanalyse (Tab. 1) viste at nedgangen i registreringsfrekvens for liten fisk fra før tarehøsting i september 2010 til etter tarehøsting i juni 2011 var signifikant (to-veis ANOVA, $F = 5,74$, $p = 0,025$). Gjennomsnittlig registreringsfrekvens for større fisk ($\sim > 15$ cm) lå i juni 2011 på 0,18 individer per minutt, og var signifikant høyere (to-veis ANOVA, $F = 6,92$, $p = 0,015$) enn tilsvarende registreringsfrekvens (0,03 individer per minutt) før høsting i september 2010. To-veis variansanalyse viste ingen signifikant interaksjon mellom faktorene tid og tarehøstingsgrad på forekomst av liten fisk (to-veis ANOVA, $F = 2,39$, $p = 0,094$) og stor fisk (to-veis ANOVA, $F = 1,57$, $p = 0,226$), noe som betyr at endringene i fiskeforekomster fra

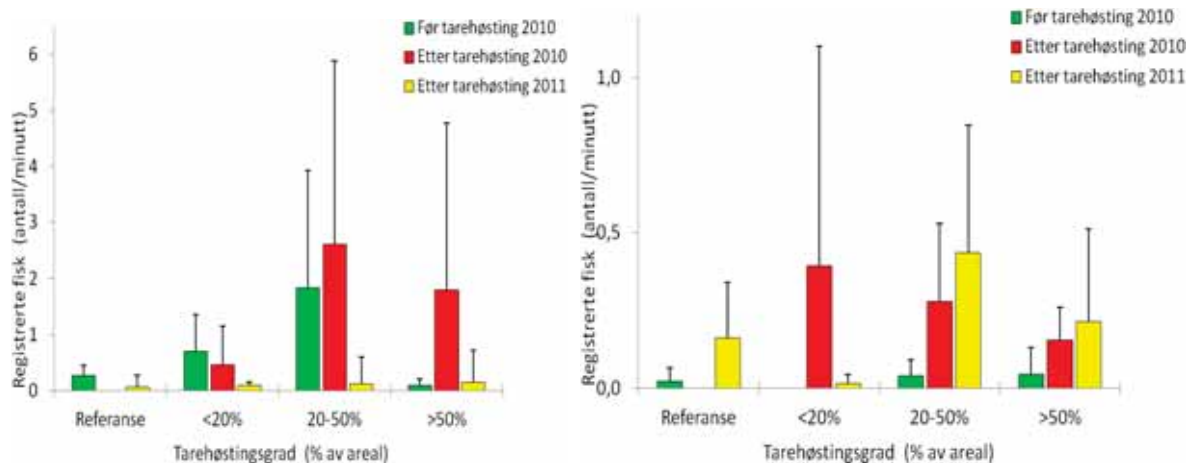
september 2010 til juni 2011 har skjedd uavhengig av tarehøsting. Det ble heller ikke registrert signifikant korrelasjon mellom tarehøstingsgrad og forekomst av liten fisk ($r = 0,18$, $p = 0,21$) eller stor fisk ($r = 0,24$, $p = 0,13$) i juni 2011.

Tabell 1. To-veis variansanalyse (ANOVA) med tid (før høsting (september 2010) Vs 9 måneder etter høsting i juni 2011) og høstingsgrad for tare (kategorisert etter: Ingen høsting (referanse) Vs <20% høstingsgrad Vs 20-50% høstingsgrad Vs >50% høstingsgrad) som prediktorvariabler, og registreringer av liten fisk (<15 cm) og stor fisk (>15 cm) som responsvariabler.

Variasjonskilde	<i>Fisk <15cm</i>				
	Frihetsgr.	SS	MS	F	P-verdi
Tid	1	0,124	0,124	5,739	0,025
Høstingsgrad	3	0,127	0,042	1,959	0,147
Tid*Høstingsgrad	3	0,155	0,052	2,386	0,094
Residualer	24	0,520	0,022		
	31	0,927	0,030		
Variasjonskilde	<i>Fisk >15cm</i>				
	Frihetsgr.	SS	MS	F	P-verdi
Tid	1	0,024	0,024	6,925	0,015
Høstingsgrad	3	0,024	0,008	2,263	0,107
Tid*Høstingsgrad	3	0,016	0,005	1,556	0,226
Residualer	24	0,083	0,003		
	31	0,147	0,005		



Figur 16. Lyr (*Pollachius pollachius*) til venstre og torsk (*Gadus morhua*) til høyre, observert på prøvehøstefelt for stortare i Nord-Trøndelag i juni 2011.



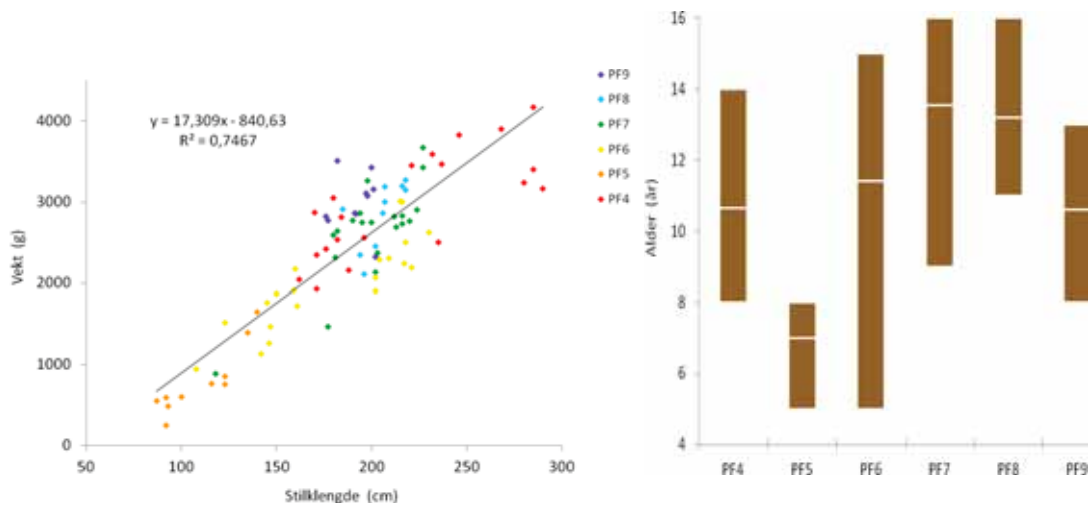
Figur 17. Registreringer av fisk <15 cm (venstre figur) og >15 cm (høyre figur) per minutt videotransekt på felt som ble prøvehøstet i september 2010, og nærliggende referansestasjoner. Observasjonene er gjort før tarehøsting (grønne søyler) og 2-3 dager etter tarehøsting (røde søyler) i september 2010, samt 9 måneder etter tarehøsting (gule søyler) i juni 2011. Stasjonene er gruppert etter observert tarehøstingsgrad (% høstet areal innenfor hvert videotransekt). Referansestasjonene ble ikke undersøkt etter tarehøsting i 2010. Øvre grense for 95% konfidensintervall er tegnet inn.

Prøvehøsting 2011

Alder, vekt, lengde og epifytter hos innsamlede tareplanter

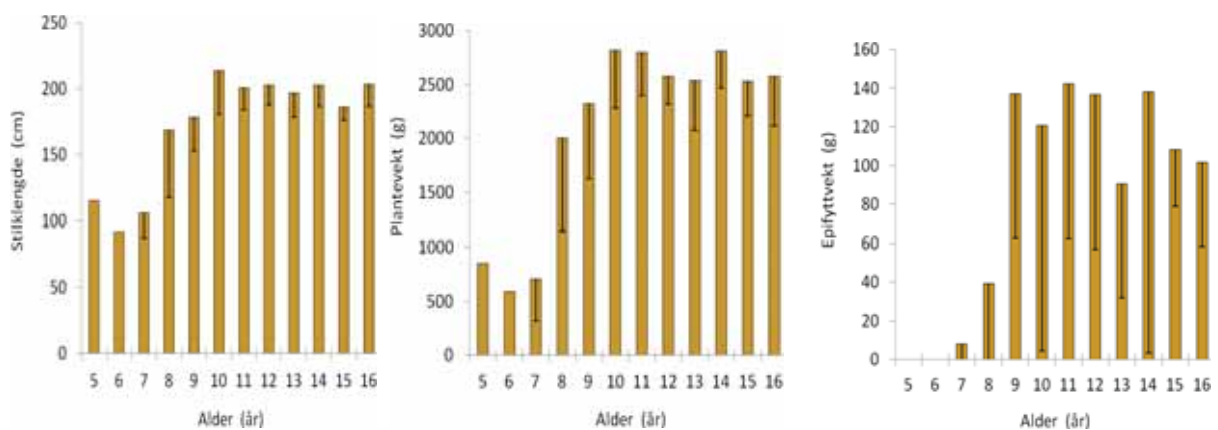
Totalt så ble 90 planter undersøkt mhp lengde (av stilk fra overgang festeorgan/stilk til overgang stilk/blad), vekt, alder og vekt av påvekstorganismer. 10-20 planter ble samlet inn fra 1-2 stasjoner (Figur 5-10) på hvert av prøvehøstefeltene (PF4-9), på ca 6-9 m dyp. Vekten av stilk og blad ble målt hver for seg, og gjennomsnittlig (\pm 95% konfidens intervall) stilk/blad forhold var 3,2 (\pm 0,4). Diameteren på samtlige tarestilker ble målt rett over festeorganet, der stilkene er på sitt tykkeste, og var i gjennomsnitt (\pm 95% konfidens intervall) 4,7 (\pm 0,2) cm, med en maksimal registrert stilkdiameter på 6,5 cm.

Vekt og stilkengde hos tareplantene var lineært relatert (Figur 18), og denne relasjonen ble senere benyttet til å beregne biomasse av tare per arealenhet, på bakgrunn av observasjoner av plantehøyde og tetthet langs videotransektene. Gjennomsnittlig (\pm 95% konfidens intervall) stilkengde var 1,9 (\pm 0,1) m og gjennomsnittlig vekt av tareplantene ca 2,4 (\pm 0,2) kg. Den lengste stilk ble målt til 2,90 m, og den tyngste planten veide 4,17 kg. Alderen på tareplantene, bestemt gjennom tellinger av vekstsoner i tverrsnitt av stilkene (Figur 3), var i gjennomsnitt (\pm 95% konfidens intervall) 11,3 (\pm 0,5) år, og alderen varierte fra 5 til 16 år (Figur 20). Ingen av plantene samlet inn på prøvehøstefelt 5 var eldre enn 8 år, mens de resterende fem prøvehøstefeltene hadde alle innslag av planter som var 13 år, eller eldre (Figur 18).



Figur 18. Venstre figur viser plantevekt som funksjon av stilk lengde. Høyre figur viser aldersfordeling av stortareplanter på hvert av seks prøvehøstefelt (PF4-9), der nedre og øvre del av søylen representerer yngste og eldste observerte planter. Hvite linjer i søylene representerer gjennomsnittsalderen på hvert prøvehøstefelt.

Stilk lengde, vekt og epifyttmengde øker fram til plantene er ca 8-9 år gamle (Figur 19). Plantene som ble aldersbestemt til 9 år hadde signifikant lengre stilker (t-test, $p = 0,002$), høyere vekt (t-test, $p = 0,004$) og mer epifytter (t-test, $p = 0,019$), enn plantene som ble aldersbestemt til 7 år. Tilsvarende signifikante forskjeller for stilk lengde (t-test, $p = 0,74$), vekt (t-test, $p = 0,57$) og epifyttmengde (t-test, $p = 0,058$) ble ikke funnet mellom plantene som var henholdsvis 8 år og 9 år gamle.



Figur 19. Gjennomsnittlig stilk lengde (venstre), plantevekt (midt) og epifyttvekt (høyre) hos ulike aldersgrupper av stortare. Nedre grense for 95% konfidensintervall er tegnet inn.

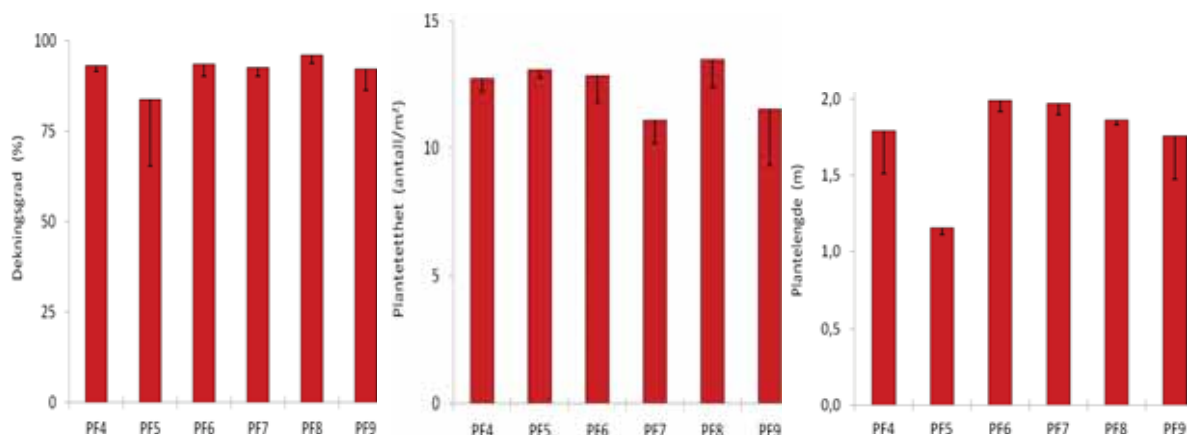
Videotransekt

Før høsting

Eksempler på stortarevegetasjon fra prøvehøstefeltene i Nord-Trøndelag i juni 2011 er vist i Figur 20. Gjennomsnittlig dekningsgrad, tetthet og høyde av tarevegetasjonen på prøvehøstefelt (PF) 4-9 før høsting i juni 2011 er vist i figur 21. Gjennomsnittlig dekningsgrad av tare varierte fra 84 % til 96 %, gjennomsnittlig tetthet varierte fra 11 – 13 planter per kvadratmeter, og gjennomsnittlig plantehøyde varierte fra 1,2 m til 2,0 m.

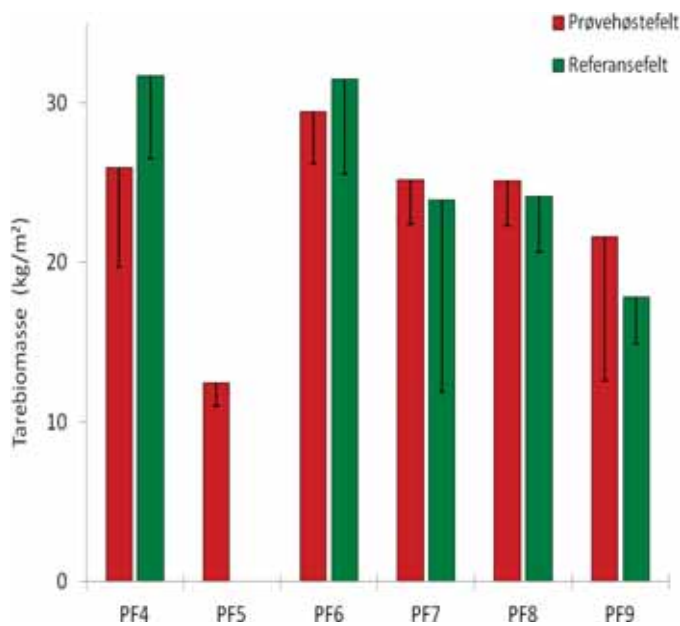


Figur 20. Eksempel på stortarevegetasjon på prøvehøstefeltene i Nord-Trøndelag, før høsting i juni 2011.

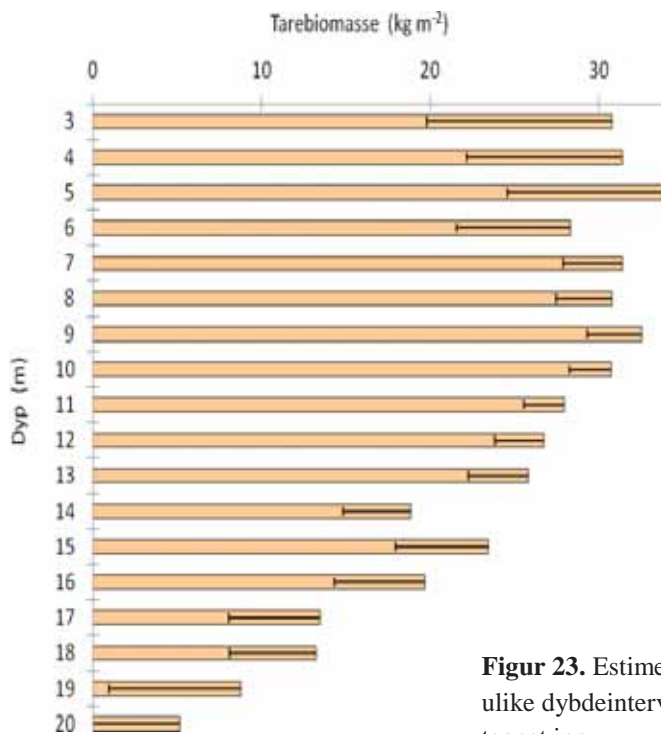


Figur 21. Gjennomsnittlig dekningsgrad (venstre), tetthet (midt) og lengde (høyre) av tareplanter i prøvehøstingsområder (PF4-9) før høsting i juni 2011. Nedre grense for 95% konfidensintervall er tegnet inn.

Figur 22 viser estimert gjennomsnittlig biomasse av tare konvertert fra observasjoner av lengde og tetthet av tareplanter for hvert av de seks prøvehøstingsområdene og nærliggende referanseområder. Beregnet gjennomsnittlig biomasse av tare på prøvehøstefeltene varierte fra ca 12 kg per kvadratmeter (PF5) til ca 29 kg per kvadratmeter (PF6). Både gjennomsnittlig tetthet og høyde av tareplanter, og følgelig gjennomsnittlig biomassetetthet avtok med dyp, fra ca 10m dyp og nedover til 20m dyp (Figur 23).

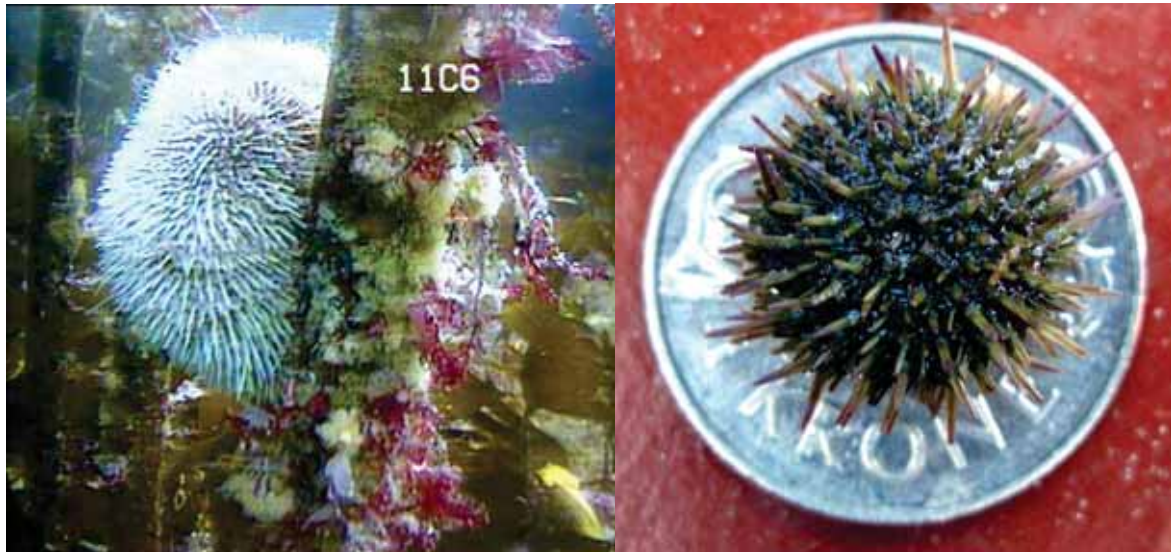


Figur 22. Estimert gjennomsnittlig tarebiomasse per kvadratmeter i prøvehøstekområder (røde søyler) og nærliggende referanseområder (grønne søyler) før høsting i juni 2011. Referanseområdet for PF5 ble ikke undersøkt. Nedre grense for 95% konfidensintervall er tegnet inn.

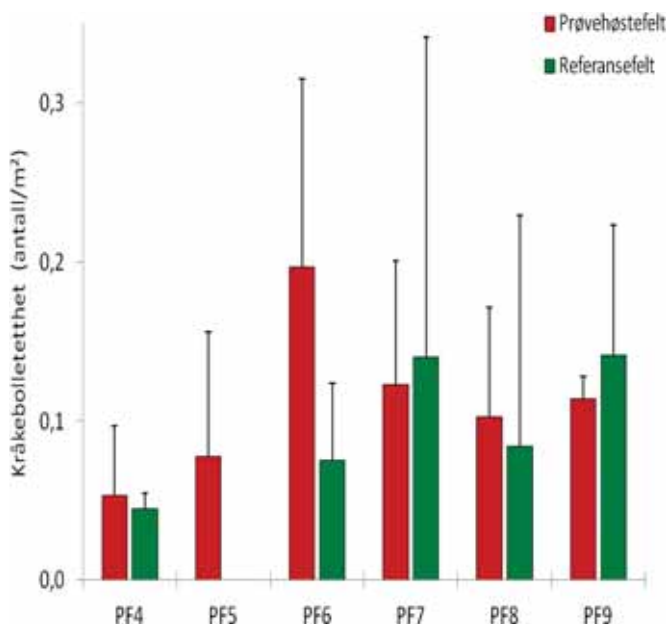


Figur 23. Estimert gjennomsnittlig tarebiomasse per kvadratmeter i ulike dybdeintervall. Nedre grense for 95% konfidensintervall er tegnet inn.

I videundersøkelsene ble det kun registrert individer av rød kråkebolle (*Echinus esculentus*). Juvenile individer av Drøbak-kråkebolle (*Strongylocentrotus droebachiensis*) ble kun observert i festeorganene hos de innsamlede tareplantene (Figur 24). Gjennom-snittlig tetthet av kråkeboller varierte fra ca 0,05 individer per kvadratmeter på prøvehøstefelt 4 til ca 0,2 individer per kvadratmeter på prøvehøstefelt 6 (Figur 25). I prøvehøstefelt 6 og 7 ble det registrert en økning i kråkebolletetthet fra vest mot øst. Det var en signifikant negativ korrelasjon mellom tetthet av kråkeboller og tarerekutter i undervegetasjonen ($r = -0,51$, $p < 0,001$).



Figur 24. Rød kråkebolle (*Echinus esculentus*) er den vanligste kråkebollen i tareskogene i Nord-Trøndelag. (venstre bilde). Juvenil Drøbak-kråkebolle (*Strongylocentrotus droebachiensis*) funnet i festeorganet hos innsamlet stortareplante (høyre bilde).



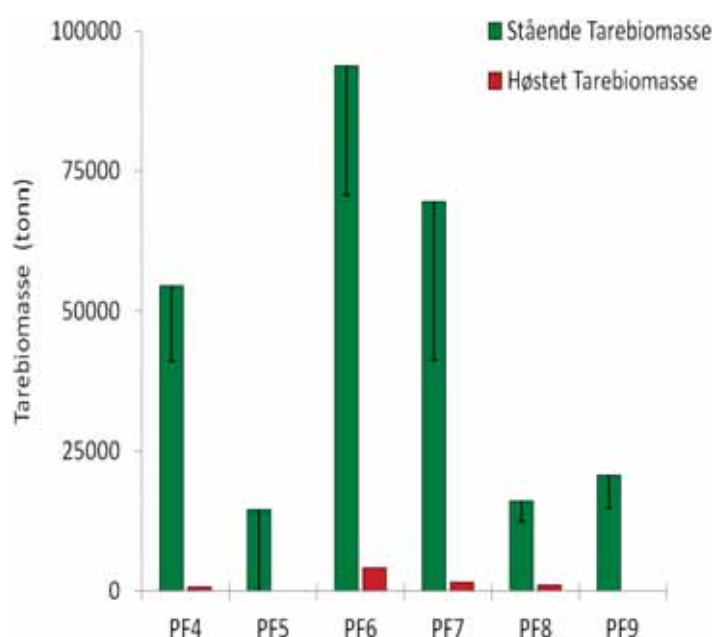
Figur 25. Gjennomsnittlig tetthet av kråkeboller (*Echinus esculentus*) per kvadratmeter i prøvehøstekområder (røde søyler) og nærliggende referanseområder (grønne søyler) før høsting i juni 2011. Referanseområdet for PF5 ble ikke undersøkt. Øvre grense for 95% konfidensintervall er tegnet inn.

Etter høsting

Totalt så ble det høstet 7.330 tonn stortare til sammen på fire prøvehøstefelt (PF4, PF6, PF7 og PF8) i Nord-Trøndelag i juni-august 2011 (Tab. 1, Figur 26). Prøvehøstefelt 5 og 9 ble ikke høstet blant annet pga kortvokst tarevegetasjon (PF5) og nærhet til verneområde for sjøfugl (PF9). Det modellerte arealet for utbredelse av stortare, i dybdeintervallet 2 – 20 meter, innenfor prøvehøstefeltene (PF4-9) var til sammen på ca 11,7 kvadratkilometer. Dette gir et estimat på ca 269.000 tonn stortare innenfor det samme dybdeintervallet (2-20 m) på de seks prøvehøstefeltene til sammen, og en gjennomsnittlig uttaksgrad av stortare i forhold til stående bestand på ca 2,7 % (Tab. 1).

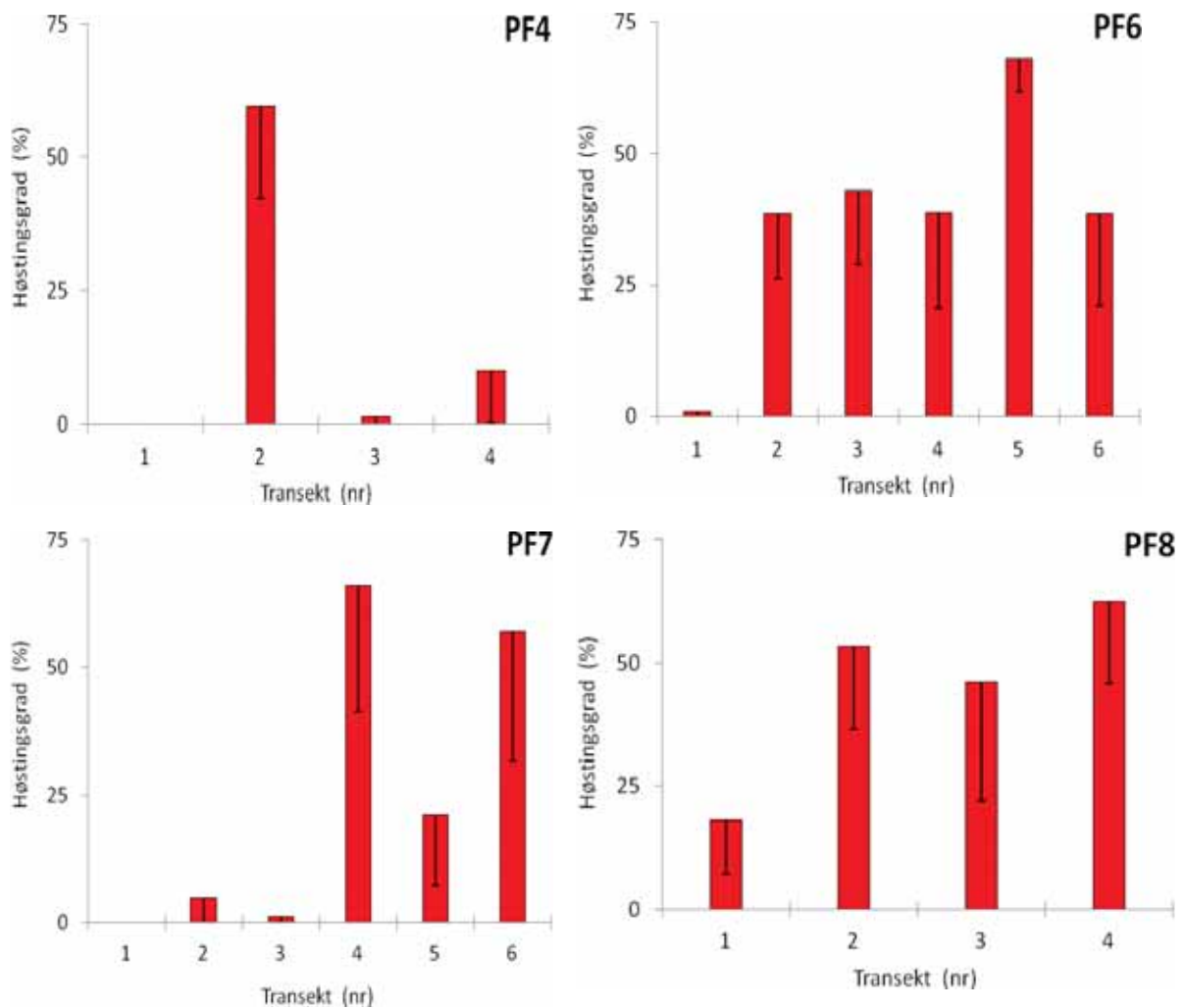
Tabell 2. Høstekvantum, modellert utbredelse, estimert stående biomasse og uttaksgrad av stortare (*Laminaria hyperborea*) i dybdeintervallet 2-20 m på prøvehøstefelt (PF4-9) i Nord-Trøndelag i 2011.

Høstefelt	Høstekvantum (tonn)	Tareutbredelse (km ²)	Tarebiomasse (tonn)	Uttaksgrad (%)
PF4	605	1,8	54512	1,1
PF5	0	0,8	14486	0,0
PF6	4129	3,7	93736	4,4
PF7	1555	4,0	69444	2,2
PF8	1041	0,5	16003	6,5
PF9	0	0,8	20654	0,0
Totalt	7330	11,7	268835	2,7



Figur 26. Høstet kvantum (røde søyler) og modellert stående stortarebiomasse (grønne søyler) for dybdeintervallet 2-20 meter, i prøvehøstefelt (PF4-9) i Nord-Trøndelag. Nedre grense for 95% konfidensintervall for modellert stående tarebiomasse er tegnet inn.

Spor etter tarehøsting (trålgater) ble observert langs 18 av de 20 transektene som ble undersøkt på de fire prøvehøstefeltene som ble høstet. Høstingsgrad av tare (estimert som areal av trålflete / areal av uberørt tarevegetasjon) observert på videotransektene varierte fra 0 til 67 % (Figur 27). Gjennomsnittlig observert høstingsgrad av tare var høyest på prøvehøstefelt 8 (45%), fulgt av prøvehøstefelt 6 (38%) og prøvehøstefelt 7 (25%), og lavest på prøvehøstefelt 4 (18%).

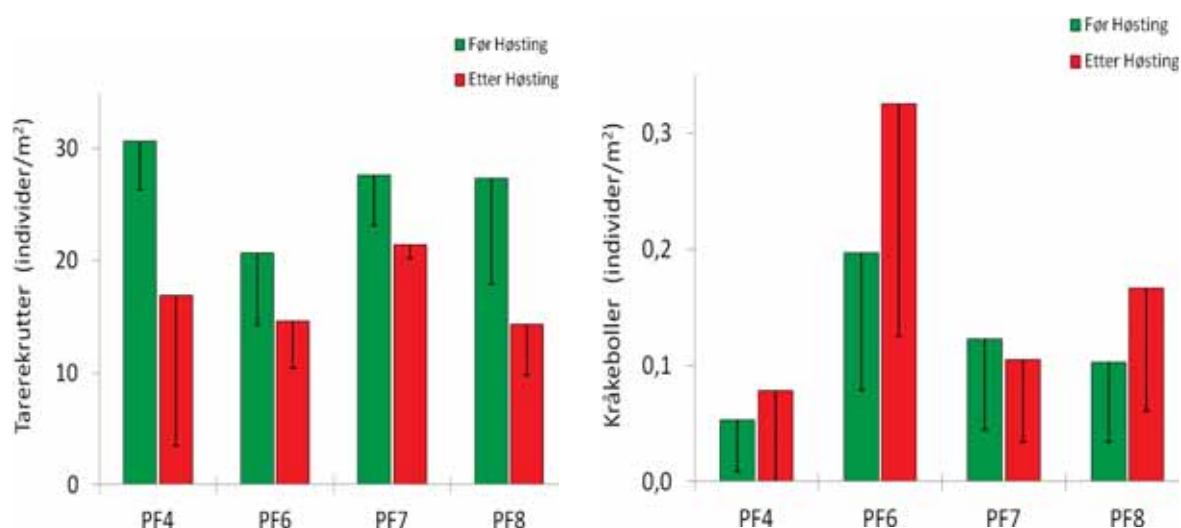


Figur 27. Gjennomsnittlig høstingsgrad (areal av trålflete / areal av uberørt tarevegetasjon) av stortare (*Laminaria hyperborea*) langs transekter (1-6 (4)) i prøvehøstingsområde PF4 (øverst til venstre), PF6 (øverst til høyre), PF7 (nederst til venstre), PF8 (nederst til høyre). Transekter er nummerert fra 1 i vest til 6 (4) i øst. Nedre grense for 95% konfidensintervall er tegnet inn.

Taretrålen, som er ca 3,5 m bred, høster selektivt på de store (canopy) tareplantene, mens en del av de små tareplantene (rekrutter) som ofte finnes i undervegetasjonen i tareskogen står tilbake etter at trålen har passert. Tettheten av overlevende tarerekrutter i trålgater vil avhenge av tettheten av tarerekruttene i undervegetasjonen før høsting, som varierte fra ingen/få synlige rekrutter til mer enn 75 rekrutter per kvadratmeter (Figur 28). Tetthet av tarerekrutter i undervegetasjonen før høsting var i gjennomsnitt (\pm 95% konfidens intervall) 22,1 (\pm 6,2) planter per kvadratmeter, mens tettheten av tarerekrutter i trålsprene etter høsting var i gjennomsnitt (\pm 95% konfidens intervall) ca 16,8 (\pm 3,2) planter per kvadratmeter. Selv om tettheten av rekrutter reduseres signifikant (t-test, $p < 0,001$) i trålsprene som følge av høstingen, er den gjennomsnittlige overlevelsen av tarerekrutter etter tråling ca 75 % (Figur 29). Tettheten av kråkeboller ble ikke signifikant endret fra før til etter tarehøsting (Figur 29, t-test, $p = 0,25$).

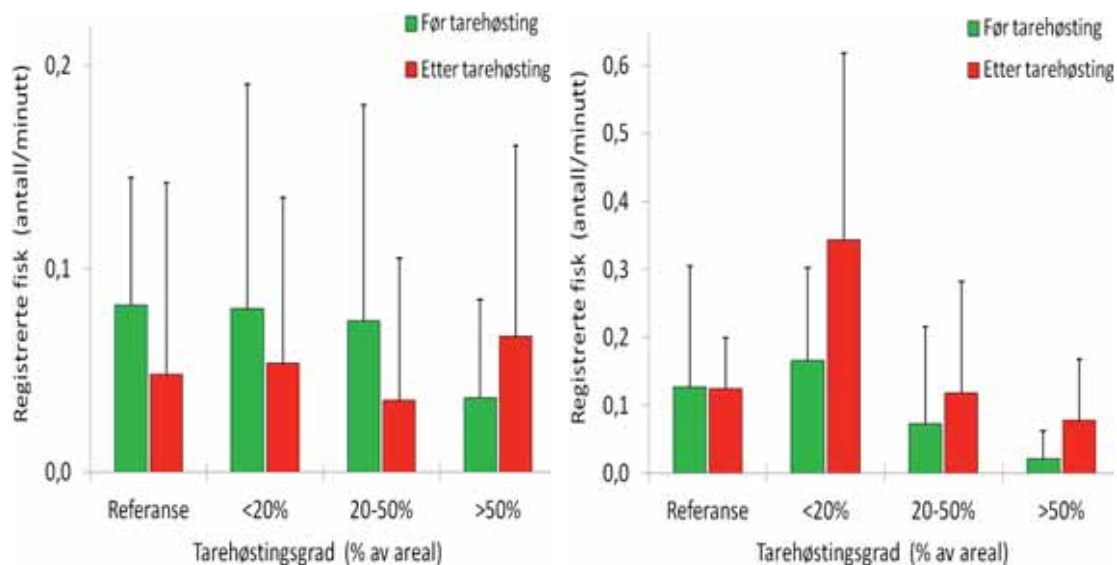


Figur 28. Trålspor med lav (venstre bilde) og høy (høyre bilde) tetthet av tarerekrutter etter tarehøsting i Nord-Trøndelag i 2011. Utenfor trålsportene (øverst til venstre i bildene) står tarevegetasjonen urørt tilbake.



Figur 29. Gjennomsnittlig tetthet av tarerekrutter (venstre figur) og gjennomsnittlig tetthet av kråkeboller (høyre figur) før tarehøsting i juni 2011 (grønne søyler) og etter tarehøsting i august 2011 (røde søyler), langs videotransekt undersøkt i prøvehøstefelt PF4, PF6, PF7 og PF8. Nedre grense for 95% konfidensintervall er tegnet inn.

Fisk ble registrert og kategorisert mhp størrelse langs videotransekter før og etter prøvehøsting av tare i 2011 (Figur 30). Gjennomsnittlig registreringsfrekvens var 0,07 individer per minutt for liten fisk ($\sim <15$ cm) og 0,1 individer per minutt for stor fisk ($\sim >15$ cm) før tarehøsting i juni 2011. Tilsvarende registreringsfrekvens etter tarehøsting i august 2011 var 0,05 individer per minutt for liten fisk og 0,18 individer per minutt film for stor fisk. En to-veis variansanalyse (Tab. 2) viste ingen signifikante forskjeller i forekomst av liten fisk fra før til etter tarehøsting (to-veis ANOVA, $F = 1,80$, $p = 0,187$), eller mellom stasjoner som ble utsatt for ulik grad av tarehøsting (to-veis ANOVA, $F = 2,05$, $p = 0,123$). Variansanalysen for stor fisk (Tab. 2 – nedre del) viste ingen signifikante forskjeller i forekomst fra før til etter tarehøsting (to-veis ANOVA, $F = 3,02$, $p = 0,090$). Variansanalysen viste derimot signifikant forskjell i forekomst av stor fisk på stasjoner som ble utsatt for ulik grad av tarehøsting (to-veis ANOVA, $F = 3,85$, $p = 0,016$), men denne tendensen var uavhengig av tid (to-veis ANOVA, $F = 1,40$, $p = 0,257$).



Figur 30. Registreringer av liten fisk <15 cm (venstre figur) og større fisk >15 cm (høyre figur) per minutt videotranssekt, før (grønne søyler) og etter (røde søyler) tarehøsting i Nord-Trøndelag i 2011, på stasjoner med ulik tarehøstingsgrad. Øvre grense for 95% konfidensintervall er tegnet inn.

Variasjonskilder	<i>Fisk, <15cm</i>				
	Frihetsgr.	SS	MS	F	P-verdi
Tid	1	0,002	0,002	1,799	0,187
Høstingsgrad	3	0,007	0,002	2,045	0,123
Tid*Høstingsgrad	3	0,005	0,002	1,456	0,241
Residualer	40	0,043	0,001		
	47	0,056	0,001		
Variasjonskilder	<i>Fisk, >15cm</i>				
	Frihetsgr.	SS	MS	F	P-verdi
Tid	1	0,012	0,012	3,017	0,090
Høstingsgrad	3	0,045	0,015	3,850	0,016
Tid*Høstingsgrad	3	0,016	0,005	1,399	0,257
Residualer	40	0,154	0,004		
	47	0,227	0,005		

Tabell 3. To-veis variansanalyse (ANOVA) med tid (før høsting i juni 2011 Vs etter høsting i august 2011) og høstingsgrad for tare (kategorisert etter: Ingen høsting (referanse) Vs <20% høstingsgrad Vs 20-50% høstingsgrad Vs >50% høstingsgrad) som prediktorvariabler, og registreringer av liten fisk (<15 cm) og stor fisk (>15 cm) som responsvariabler.

Diskusjon

Tarevegetasjon

Observasjoner på utvalgte stasjoner i prøvehøstefelt og nærliggende referansestasjoner i Nord-Trøndelag i 2010 og 2011, tyder på at tilstanden av tarevegetasjonen for tiden er meget god i dette området. Stortare var den dominerende arten på de fleste undersøkte lokaliteter.

Sukkertare (*Saccharina latissima*), butare og draugtare forekommer spredt. Dekningsgraden av tare var i overkant av 90 % i mesteparten av det undersøkte området, med en gjennomsnittlig plantehøyde på ca 1,8 m, og en tetthet estimert til ca 13 planter per kvadratmeter. Biomassetettheten av stortare varierte fra felt til felt, og var stabil mellom 2 m og 10 m dyp, men avtok fra 10 m dyp til 20 m dyp. Gjennomsnittlig biomassetetthet var i underkant av 20 kg per kvadratmeter i dybdeintervallet 10-20 m, og i overkant av 30 kg per kvadratmeter for dybdeintervallet 2-10 m, som er omtrent på nivå med registreringer gjort utenfor kysten av Nord-Møre (Sjøtun *et al.* 1995).

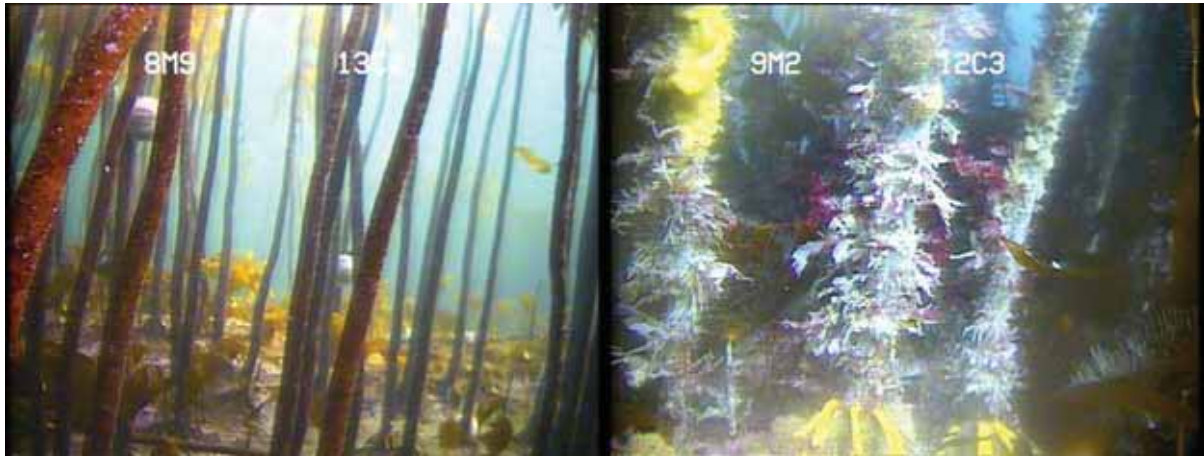


Figur 31. Eksempler på tett og høyvokst stortarevegetasjon i Nord-Trøndelag i 2011.

Alderen undersøkt hos 90 innsamlede stortareplanter varierte mellom 5 og 16 år med en gjennomsnittsalder på 11,3 år. Gjennomsnittlig stilk lengde for det innsamlede materialet var ca 1,9 m, og gjennomsnittlig vekt per tareplante var ca 2,4 kg. Den høye alderen og størrelsen, tyder på at tarevegetasjonen i mesteparten av det undersøkte området utgjør et velutviklet klimakssamfunn (Figur 31). Tareplantenes lengde, vekt og epifyttmengde øker med alder fram til tareplantene er ca 8-9 år gamle.

Tetthet av tarerekutter (=tareplanter <25 cm) i undervegetasjonen varierte fra ingen/få synlige individer til mer enn 75 individer per kvadratmeter, og var i gjennomsnitt ca 23 individer per kvadratmeter. Den stedvis lave tettheten av tarerekutter i undervegetasjonen, samt fravær av mellomstore tareplanter, kan tyde på at undervegetasjonen er utsatt for veksthemmende lysbegrensning fra den tette, høyvokste canopy-vegetasjonen, et fenomen som også er observert i tareskogene i Sør-Trøndelag (Sjøtun *et al.* 2006). Smale vekstsoner i sentrum (den eldste delen) på mange stilkverrsnitt, fulgt av en sone med brede vekstsoner, før vekstsonene igjen blir smale mot periferien (den yngste delen) av stilkverrsnittene da plantene begynner å bli fullvoksne, indikerer også reduserte vekstforhold tidlig i livsløpet hos disse tareplantene. Tarerekuttene er også sårbare overfor kråkebollebeiting, og det ble registrert en signifikant negativ korrelasjon ($r = -0,51$, $p < 0,001$) mellom antall kråkeboller og antall tarerekutter i undervegetasjonen. Mengden av epifytter på tarestilken varierte fra tilsynelatende "nakne" stilker med lite påvekst, til velutviklede tredimensjonale epifyttsamfunn (Figur 32). Det var en klar sammenheng mellom tareplantenes alder og utvikling av epifyttsamfunn, men epifyttutviklingen kan også påvirkes av andre faktorer som

bl.a kråkebollebeiting (Figur 31, 32, 33). Det ble registrert en signifikant negativ korrelasjon mellom tetthet av kråkeboller og epifytter langs videotransektene ($r = -0,36$, $p = 0,004$).



Figur 32. Eksempler på tarestilker med lite (venstre bilde) og mye (høyre bilde) epifytter.

Kråkeboller

Det ble ikke observert Drøbak-kråkebolle (*Strongylocentrotus droebachiensis*) langs noen av de undersøkte videotransektene i Nord-Trøndelag, verken i 2010 eller i 2011. Derimot så ble det, akkurat som i 2010 (Steen 2010b), observert enkelte juvenile Drøbak-kråkeboller i festeorganet hos innsamlede tareplanter, hvilket tyder på at arten fortsatt kan være en latent trussel overfor tarevegetasjonen i dette kystområdet. Rød kråkebolle (*Echinus esculentus*) er den kråkebollearten som det observeres mest av i tareskogene langs kysten av Trøndelag, og har gitt reduserte tareforekomster i enkelte områder i Sør-Trøndelag (Sjøtun *et al.* 2001, 2006, Sjøtun 2002, Steen 2006, 2007, 2008, 2009, 2010a,b, 2011a,b). Tettheten av kråkeboller observert på stasjoner i Nord-Trøndelag var omtrent som tilsvarende observert på stasjoner nord på Fosen halvøya, men lavere enn observert på stasjoner sør på Fosen halvøya i Sør-Trøndelag (Steen 2011b). Forekomsten av kråkeboller viste i enkelte av prøvehøstefeltene en avtagende trend fra øst mot vest, noe som kan ha sammenheng med økende bølgeeksponering, da kråkeboller som regel er mindre utbredt på de mest bølgeutsatte lokaliteter (Himmelmann 1986, Sivertsen 2006).

En stor andel av kråkebollene sitter på tarestilker og beiter på epifytter (Figur 31, 32, 33) og disse faller av og havner på bunnen etter at trålen har fjernet de store tareplantene. Hvorvidt disse kråkebollene overlever over tid, og f.eks vil gå over til å beite på tarerekrutter og forhindre reetablering av tarevegetasjon på trålflatene, er usikkert. Det ble ikke registrert noen signifikant negativ korrelasjon ($r = -0,35$, $p = 0,10$) mellom tetthet av kråkeboller og tare på trålflatene 9 måneder etter prøvehøstingen i 2010, noe som tyder på at kråkebollebeiting ikke påvirker gjenveksten etter tarehøsting i vesentlig grad.



Figur 33. Rød kråkebolle (*Echinus esculentus*) er den vanligste kråkebollearten i tare-skogene i Nord-Trøndelag, og beiter ofte på epifytter langs stortarestilkene.

Tarehøsting

Uttaksgrad og gjenvekst

Totalt så ble 7330 tonn stortare ble høstet i Nord-Trøndelag i juni-august 2011. Den modellerte stående tarebiomassen fra 2 m til 20 m dyp på prøvehøstefeltene (PF4-9) beregnet til ca 269.000 tonn, noe som gir en uttaksgrad på ca 2,7 % (Tab. 2, Figur 26). Selv om utbredelsesmodellene for stortare har vært gjenstand for en omfattende verifisering i forbindelse med det nasjonale programmet for kartlegging og overvåking av marint biologisk mangfold (Bekkby *et al.* 2009, 2011), så er det alltid svakheter og usikkerhet knyttet til denne typen modeller. Denne usikkerheten vil også gi seg utslag i biomasseberegningene for stortare som følgelig ikke bør betraktes som absolutte tall, men kun som anslag.

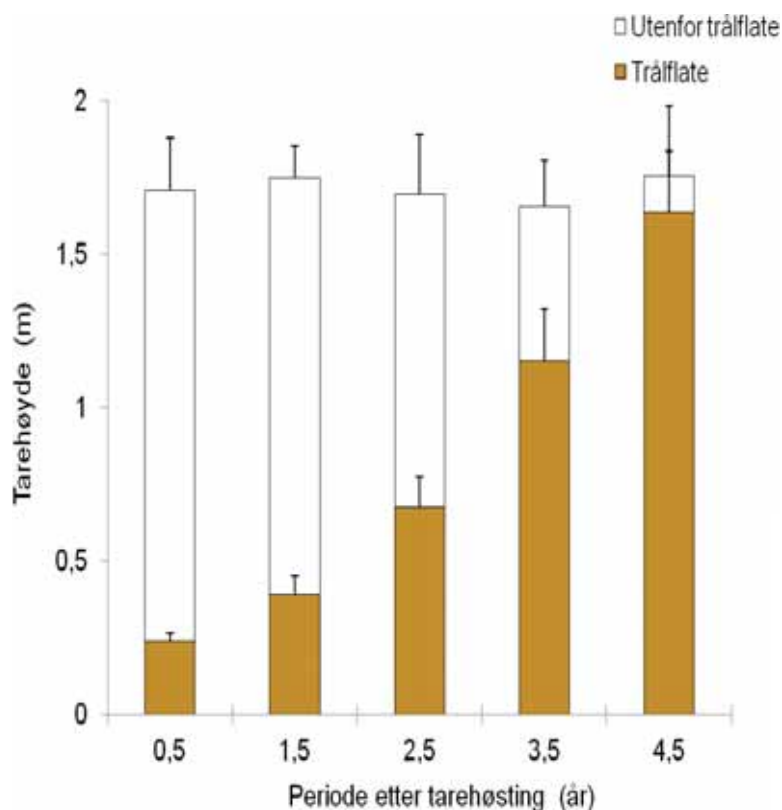
Gjennomsnittlig høstingsgrad av tare (estimert som areal av trålflete / areal av uberørt tarevegetasjon) observert langs videotransektene lå på ca 31 %. Årsaken til den relativt høye høstingsgraden observert langs videotransektene i forhold til den totale beregnede uttaksgraden for prøvehøstefeltene, er at disse områdene ble prioritert i forbindelse med høstingen, og sannsynligvis har en høyere frekvens av trålspor, enn feltene for øvrig. Mindre tareplanter har større mulighet for å unnsnippe taretrålen, enn store planter, og i gjennomsnitt så overlevde ca 75 % av de små tareplantene (<~25 cm lange) på trålfletene (Figur 34). De overlevende tareplantene vil sannsynligvis medvirke til en raskere reetablering av tarevegetasjonen på trålfletene.

Tre prøvehøstefelt som ble høstet for til sammen 3.284 tonn stortare allerede i september 2010 ble undersøkt på nytt vha undervannsvideo i juni 2011, ca 9 måneder etter høsting. Resultatene ble sammenlignet med tilsvarende videoundersøkelser gjennomført umiddelbart før og etter prøvehøstingen i september 2010 (Steen 2010b). Det ble observert en markant økning i dekning og tetthet av stortareplanter på trålfletene i alle tre prøvehøstefelt fra september 2010 til juni 2011 (Figur 12). Dekningsgraden av tare estimeres som % dekning av synlig bunnflate og tettheten av tare og kråkeboller estimeres innenfor en tenkt kvadratmeter som ble avgrenset vha øyemål. Dekningsgraden for stortare var mer enn tredoblet på 9 måneder, fra ca 18% taredekning rett etter høsting i september 2010 til ca 62% taredekning i

juni 2011. Økningen i dekningsgrad skyldes hovedsakelig en økning i tetthet av tarerekrutter på trålflatene fra i gjennomsnitt ca 13 individer per kvadratmeter rett etter høsting i september 2010, til i gjennomsnitt ca 22 individer per kvadratmeter i juni 2011, men også en økning i gjennomsnittlig plantestørrelse fra ca 20 cm til ca 30 cm i samme periode. Selv om tareplantene på trålflatene har hatt en signifikant vekst i perioden etter høsting, er den gjennomsnittlige plantestørrelsen observert i juni 2011 likevel ikke mer enn ca 15% av den opprinnelige gjennomsnittlige plantestørrelsen (ca 200 cm) observert før høsting i september 2011. Gjenveksten av tare på trålflatene i Nord-Trøndelag ca 9 måneder etter høsting er imidlertid omtrent på nivå med det som tidligere har vært observert på trålflater i løpet av det første året etter tarehøsting i Møre og Romsdal og Sør-Trøndelag (Figur 35, Steen 2011c).



Figur 34. Tarerekruttene i undervegetasjonen unngår lettere taretrålen enn de større tareplantene, og vil være viktige for re-etableringen av tarevegetasjonen i tarehøstede områder.



Figur 35. Gjennomsnittlig lengde av tareplanter på (brune søyler) og utenfor (hvite søyler) trålflater i årene etter tarehøsting i Møre og Romsdal og Sør-Trøndelag i perioden 2005-2010. Øvre grense for 95% konfidens-intervall er tegnet inn.

Reetableringshastigheten av taresamfunnene vil kunne være annerledes i Nord-Trøndelag, enn i fylkene lenger sør langs Vestlandskysten, der tarevegetasjonen er stort sett er reetablert mhp plantestørrelse i løpet av 5 år, dvs i løpet av den høstefrekvensen som praktiseres (5 år). Tidligere studier har vist at gjenveksthastigheten av tare etter høsting avtar fra sør til nord, og at reetablering av tarevegetasjonens aldersstruktur og påvekstsamfunn tar lengre tid enn 5 år (Christie *et al.* 1998). Målinger gjort på stortareplanter innsamlet fra prøvehøstefeltene i Nord-Trøndelag i 2011 tyder på at tareplantene ikke er ferdigutviklet mhp størrelse og påvekstsamfunn før ved ca 8-9 års alder (Figur 19). Disse tareplantene har sannsynligvis utviklet seg i undervegetasjonen, og kan derfor i perioder av sin utvikling ha blitt hemmet av lysbegrensning fra den høyvokste og tette dekkvegetasjonen av tare. På trålflatene er dekkvegetasjonen fjernet og tarerekrittene vil ha bedre lystilgang, noe som kan gi en raskere utvikling enn i skyggen av en tareskog. Den faktiske reetableringshastigheten av taresamfunnene vil imidlertid først kunne bestemmes gjennom oppfølgende undersøkelser i de prøvehøstede områdene, inntil tarevegetasjonen og dens assosierte organismer er fullt ut reetablert.

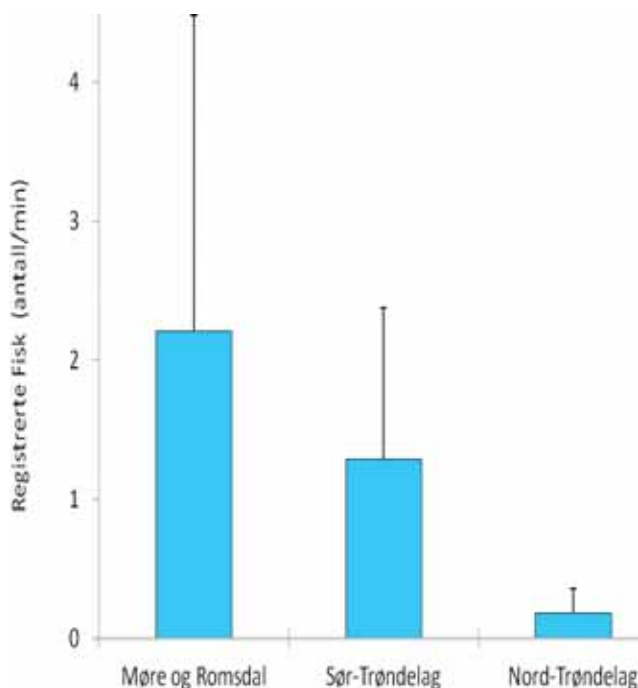
Effekter på fisk

Registreringsfrekvensene av fisk langs videotransektene i Nord-Trøndelag i 2011 var gjennomgående lave, men med betydelige variasjoner fra stasjon til stasjon (Figur 17, 30). På stasjoner som ble undersøkt før høsting i september 2010, ble det i juni 2011 registrert en signifikant nedgang i forekomst av små fisk (<15 cm), og en signifikant økning i forekomst av større fisk (>15 cm). Endringene i fiskeforekomster over tid var uavhengig av om de undersøkte stasjonene hadde vært utsatt for prøvehøsting, eller ikke (Tab. 1). En del av referansestasjonene som ble benyttet i undersøkelsen ligger nær prøvehøstefeltene som ble høstet i 2010, og mobile organismer som f.eks fisk kan derfor teoretisk sett ha blitt påvirket av tarehøstingen over et større område enn de definerte prøvehøstefeltene og kanskje også på nærliggende referansestasjoner. Det ble imidlertid ikke registrert signifikante forskjeller i forekomst av fisk i juni 2011 mellom stasjoner i Flatanger-Vikna området som ligger i nærheten av feltene som ble høstet i september 2010 (PF1, PF2, PF3), og stasjoner i Leka-området som ligger mer enn 50 km unna det til da nærmeste høstede felt (t-test, $p = 0,48$ (små fisk) og $p = 0,20$ (stor fisk)).

Hvorvidt endringene i forekomst av fisk fra september 2010 til juni 2011 er reelle, eller et resultat av utilstrekkelig observasjonsmetodikk, er et relevant spørsmål. I juni 2011 var siktforholdene i vannmassene dårligere enn i september 2010, og dette kan ha påvirket de visuelle registreringene av fisk. Langs videotransekt i Møre og Romsdal og Sør-Trøndelag som også ble undersøkt i juni 2011 vha samme metodikk og under omtrent samme siktforhold som i Nord-Trøndelag, ble det for eksempel registrert høyere forekomst av fisk enn i Nord-Trøndelag (Figur 35). Disse forskjellene sammen med fortsatt lav registreringsfrekvens av fisk på referansestasjoner i august 2011, da siktforholdene igjen var bedre, tyder på at forekomstene av tareskogstilknyttede fisk i Nord-Trøndelag faktisk var lave i den aktuelle perioden, og ikke et resultat av redusert sikt. Videoopptakene som ble benyttet til registrering av fisk er ca 10-15 minutter lange, og tatt opp fortløpende i løpet av dagen fra det samme fartøyet, fra ca kl. 10:00 på formiddagen til ca kl 19:00 på ettermiddagen. Video-

registreringene på de ulike stasjonene er følgelig ikke synkronisert mhp klokkeslett, noe som kan ha påvirket registreringene da både siktforhold og forekomst av fisk kan variere i løpet av en dag.

Det ble ikke registrert signifikante endringer i forekomst av fisk, verken på prøvehøstefelt eller på referansestasjoner, fra før (juni 2011) til etter (august 2011) tarehøstingen i 2011 (Figur 30). En variansanalyse (Tab. 3) viste signifikant forskjell i forekomst av stor fisk på stasjoner som ble utsatt for ulik grad av tarehøsting, men denne tendensen var uavhengig av tid (ingen signifikant interaksjon mellom tid og høstingsgrad). Med andre ord forskjellene i fiskeforekomst mellom stasjonene som er gruppert mhp tarehøstingsgrad, er ikke signifikant forskjellige fra før til etter prøvehøsting og dermed heller ikke et resultat av denne aktiviteten.



Figur 36. Gjennomsnittlige registreringer av fisk per minutt videotransekt på stasjoner i Møre og Romsdal, Sør-Trøndelag og Nord-Trøndelag i juni 2011. Stasjonene i Møre og Romsdal og Sør – Trøndelag ligger i alle i tarehøstefelt i kategori A (Steen 2011b), mens registreringene fra Nord-Trøndelag er gjort før prøvehøsting. Øvre grenser for 95% konfidensintervall er tegnet inn.

Effekten av tarehøsting på fisk har tidligere vært studert av blant annet Sjøtun (1999) og Lorentsen *et al.* (2010). I Sør-Trøndelag fant Lorentsen *et al.* (2010) at mengden av juvenile torskefisk er ca 90 % lavere i tarehøstede områder, sammenlignet med ikke tarehøstede områder, mens det ikke ble funnet tilsvarende forskjeller for større torskefisk. Dessverre så mangler Lorentsen *et al.* (2010) registreringer av fisk i de samme områdene før tarehøsting, noe som ikke gjør det mulig å teste om det har vært en faktisk reduksjon i forekomstene av juvenile fisk på høstefeltene, og om en eventuell reduksjon har vært større her enn på stasjonene som ikke ble høstet.

En mulig feilkilde knyttet til bruk av ved bruk av mobile kamerasystemer er eventuelle skremmeeffekter som disse kan ha på fisk, forårsaket av kamerasondene i seg selv, og/eller moderfartøyene på overflaten. I undersøkelsene som refereres her ble det benyttet ulike fartøyer til undersøkelsene i Nord-Trøndelag i 2010 (MS Tarebas) og 2011 (MS Sjøalg), samt et tredje og fjerde fartøy i Sør-Trøndelag og Møre og Romsdal (FF Fangst og FF Hans

Brattström), noe som kan ha gitt ulike visuelle og støyforårsakede skremmeeffekter på fisk, uten at dette forholdet ble undersøkt nærmere.

En måte å unngå eventuelle skremmeeffekter på fisk forårsaket av bevegelige observasjons-systemer (som f.eks nedsenkbare kamera, ROV'er, dykkere, osv), er å benytte stasjonære kamerasystemer. Et stasjonært system vil både kunne produsere bilder av høyere kvalitet (og dermed en sikrere artsidentifisering) og være uavhengig av nærhet til moderfartøy. I tillegg vil man ved å benytte flere kamerarigger samtidig kunne få observasjoner som er synkronisert i tid, over en lengre tidsperiode (døgn). Stasjonære kamerasystemer ble testet ut i forbindelse med prøvehøstingen i Nord-Trøndelag i 2011, og resultatene fra denne undersøkelsen vil bli presentert i en egen rapport.

Referanser

- Bekkby T, Rinde E, Erikstad L, Bakkestuen E. 2009. Spatial predictive distribution modelling of the kelp species. *Laminaria hyperborea*. ICES Journal of Marine Science. 66 (10):2106-2115.
- Bekkby T, Bodvin T, Bøe R, Moy FE, Olsen H, Rinde E. 2011. Nasjonalt program for kartlegging og overvåking av biologisk mangfold - marint. Sluttrapport for perioden 2007-2010. (National program for mapping and monitoring of marine biodiversity in Norway. Final report for the period 2007-2010). NIVA Report LNR 6105, 31 pp. ISBN 978-82-577-5840-0. (Norwegian, English abstract).
- 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.
- Himmelman JH. 1986. Population biology of green sea urchin on rocky barrens. *Marine Ecology Progress Series* 33:295-306.
- Lorentsen SH, Sjøtun K, Grémillet D. 2010. Multi-trophic consequences of kelp harvest. *Biological Conservation* 143: 2054–2062
- Norderhaug KM., Christie H. 2009. Sea urchin grazing and kelp re-vegetation in the NE Atlantic. *Marine Biology Research*, 5: 515-528.
- Sivertsen K. 2006. Overgrazing of kelp beds along the coast of Norway. *Journal of Applied Phycology* 18: 599-610.
- Sjøtun K, Fredriksen, S, Rueness, J, Lein, TE 1995. Ecological studies of the kelp *Laminaria hyperborea* (Gunnerus) Foslie in Norway. Pp. 525-536. In *Ecology of Fjord and Coastal Waters* (Skjoldal, H.R., Hopkins, C., Erikstad, K.E. & Leinaas, H.P., editors). Elsevier Science, Amsterdam.
- 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, Christie H, Fosså JH. 2001. Overvåking av kråkebolleførekomstar og gjenvekst av stortare etter prøvetråling i Sør-Trøndelag. *Fisken og Havet* 5:1-24.
- Sjøtun K. 2002. Overvåking av gjenvekst av tare etter tråling i Sør-Trøndelag 2002. Tokt nr. 2002507. Toktrapport-Havforskningsinstituttet. 20pp.
- 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.
- Steen H. 2006. 2.10 Stortare. Pp. 86-88 i: I Svåsand, T., Boxaspen, K., Dahl, E., Jørgensen, L.L. (Eds.) *Kyst og havbruk 2006. Fisken og havet, særnr. 2-2006*. Bergen.
- Steen H. 2007. 2.11 Stortare. Pp. 99-101, I Dahl, E., Hansen, P.K., Haug, T., Karlsen, Ø. (Eds.) *Kyst og Havbruk 2007. Fisken og havet, særnr. 2-2007*. Havforskningsinstituttet, Bergen.
- Steen H. 2008. 2.11 Stortare. Pp. 99-102, I: Boxaspen, K.K, Dahl, E., Gjøsæter, J og Sunnset, B.H. (Eds.) *Kyst og Havbruk 2008. Fisken og havet, særnr. 2-2008*. Havforskningsinstituttet, Bergen.

- Steen H. 2009. 2.11. Stortare. Pp 121-124. I Agnalt, AL, Bakketeig, IE, Haug, I., Knutsen, JA, Opstad, I. (Eds.). Kyst og Havbruk 2009. Fisken og havet, særnr. 2-2009. Havforskningsinstituttet, Bergen.
- Steen H. 2010a. Stortare. Pp 150. I Gjøsæter, H., Haug, T., Hauge, M., Karlsen, Ø., Knutsen, J.A., Røttingen, I., Skilbrei, O., Sunnset, B.H. (red.) 2010. Havforskningsrapporten 2010. Fisken og havet, særnr. 1-2010.
- Steen H. 2010b. Undersøkelser i forbindelse med prøvehøsting av stortare i Nord-Trøndelag 2010. Fisken og Havet 2010-8.
- Steen H. 2011a. Tare. Pp 154. I Agnalt AL, Fossum P, Hauge M, Mangor-Jensen A, Ottersen G, Røttingen I, Sundet JH, Sunnset BH (red.). 2011. Havforskningsrapporten 2011. Fisken og havet, særnr. 1-2011.
- Steen H. 2011b. Undersøkelser av A-felt for tarehøsting i Møre og Romsdal og Sør-Trøndelag i 2011. Rapport fra Havforskningen Nr. 13-2011.
- Steen H. 2011c. Five years of kelp monitoring in Western Norway – effects of trawling and sea urchins. P 107. 2nd International Symposium on Integrated Coastal Zone Management (book of abstracts).