

nr. 4-2012

FISKEN OG HAVET

Undersøkelser i forbindelse med prøvehøsting av stortare i Nord-Trøndelag 2012

*Before and after studies of kelp (*Laminaria hyperborea*) harvesting in Nord-Trøndelag in 2012*

Henning Steen, Frithjof E. Moy og Torjan Bodvin




Undersøkelser i forbindelse med prøvehøsting av stortare i Nord-Trøndelag 2012

Av Henning Steen, Frithjof E. Moy, Torjan Bodvin



Bergen, desember 2012

| | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------------|--|------------------|------------------|------------------|-------------|----------|--------------|---------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------------------|
| PROSJEKTRAPPORT | | Distribusjon: Åpen | | | | | | | | | | | | |
|  HAVFORSKNINGSINSTITUTTET INSTITUTE OF MARINE RESEARCH Nordnesgaten 50, Postboks 1870 Nordnes, 5817 BERGEN Tlf. 55 23 85 00, Fax 55 23 85 31, www.imr.no <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center;">Tromsø</td> <td style="text-align: center;">Flødevigen</td> <td style="text-align: center;">Austevoll</td> <td style="text-align: center;">Matre</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">9294 TROMSØ</td> <td style="text-align: center;">4817 HIS</td> <td style="text-align: center;">5392 STOREBØ</td> <td style="text-align: center;">5984 MATREDAL</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Tlf. 55 23 85 00</td> <td style="text-align: center;">Tlf. 37 05 90 00</td> <td style="text-align: center;">Tlf. 55 23 85 00</td> <td style="text-align: center;">Tlf. 55 23 85 00</td> </tr> </table> | | 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 | HI-prosjektnummer 10234-01 |
| | | 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 | | | | | | | | | |
| Oppdragsgiver(e): FMC-Biopolymer | | | | | | | | | | | | | | |
| Oppdragsgivers referanse: | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Dato: 15.12.2012 | | | | | | | | | | | | |
| Rapport: Fisken og havet | Nr 4-2012 | Program: Kystprogrammet | | | | | | | | | | | | |
| Tittel (norsk/engelsk): Undersøkelser i forbindelse med prøvehøsting av stortare i Nord-Trøndelag 2012. <i>Before and after studies of kelp (<i>Laminaria hyperborea</i>) harvesting in Nord-Trøndelag in 2012.</i> | | Forskningsgruppe: 422 Bunhabitater og skaldyr | | | | | | | | | | | | |
| Forfattere: Henning Steen, Frithjof E. Moy og Torjan Bodvin | | Antall sider totalt: | | | | | | | | | | | | |
| Sammendrag (norsk): Havforskningsinstituttet gjennomførte juni og august 2012 undersøkelser før og etter prøvehøsting av stortare (<i>Laminaria hyperborea</i>) i Nord-Trøndelag. I tillegg ble det gjennomført oppfølgende undersøkelser på felt som ble prøvehøstet i 2010 og 2011. Tarevegetasjonen ble undersøkt ved hjelp av undervannsvideo på prøvehøstefeltene og nærliggende referansestasjoner. Det ble også samlet inn planter fra prøvehøstefelt 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 27 kg tare per kvadratmeter før høsting. Rekruttering av tare på felt som ble høstet i 2010 og 2011 har vært god, med en gjennomsnittlig dekningsgrad av tare på 90% (21 måneder etter høsting av 2010-feltene) og 74% (11 måneder etter høsting av 2011-feltene) per juni 2012. Størrelsen av tareplanter på trålflater var i juni 2012 i gjennomsnitt 56 cm (21 måneder etter høsting av 2010-feltene) og 34 cm (11 måneder etter høsting av 2011-feltene), sammenlignet med en gjennomsnittlig plantestørrelse på i underkant av 200 cm før høsting. Det er ingen indikasjoner på at beiting fra kråkeboller reduserer rekrutteringen av tare på trålfletene. Totalt så ble det høstet 14901 tonn stortare i Nord-Trøndelag i 2012, et uttak som ble estimert til ca 5,5 % av den stående stortarebestanden på de 8 feltene som ble utlagt for prøvehøsting inneværende år. | | | | | | | | | | | | | | |
| Summary (English): The Institute of Marine Research surveyed the kelp vegetation, before and after kelp (<i>Laminaria hyperborea</i>) harvesting in Nord-Trøndelag in June and August 2012. Survey stations included both kelp harvested areas (harvested in 2010, 2011 and 2012) and nearby reference areas, and was performed by underwater video. In addition, kelp plants were collected for measurements of plant length, diameter, weight, age and epiphytes. Based on these observations the state of the kelp forest was considered to be healthy, with an average of 27 kg kelp biomass per m ² prior to harvesting and moderate densities of sea urchins. The recovery of kelp vegetation on fields harvested in 2010 and 2011 is ongoing, and the kelp coverage in harvested areas were 90% (21 months after the 2010 harvesting) and 74% (11 months after the 2011 harvesting) in June 2012. The average length of | | | | | | | | | | | | | | |

the recovering generation of kelp plants was in June 2012 around 17% (11 months after the 2011 harvesting) and 28% (21 months after the 2010 harvesting) of the average kelp plant sizes prior to harvesting. The density of sea urchins was generally low and grazing effects on recovering kelp plants appeared negligible. The harvested kelp crop in Nord-Trøndelag in 2012 was 14.901 tonnes, and estimated to be around 5,5 % of the standing kelp stock on the 8 fields earmarked for kelp harvesting this year.

Emneord (norsk):
Tarehøsting
Stortare
Nord-Trøndelag

Subject heading (English):
Kelp harvesting
Laminaria hyperborea
Nord-Trøndelag



Prosjektleder
Henning Steen



Programleder
Einar Dahl

Innholdsfortegnelse

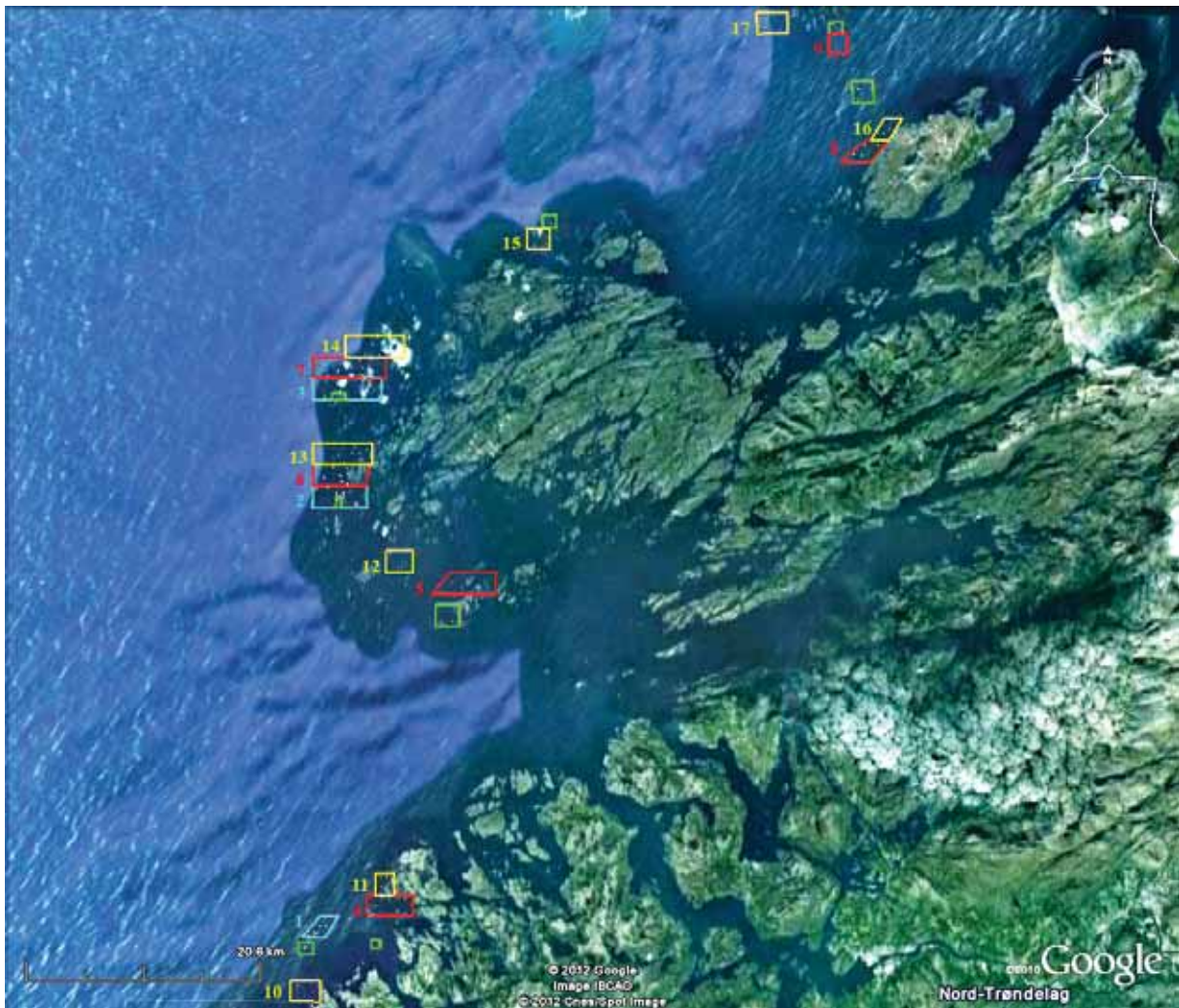
| | |
|--|----|
| Innledning..... | 7 |
| Metodikk..... | 9 |
| Resultater..... | 16 |
| Prøvehøsting 2010..... | 16 |
| Prøvehøsting 2011..... | 19 |
| Prøvehøsting 2012..... | 22 |
| Alder, vekt, lengde, diameter og epifytter hos innsamlede tareplanter..... | 22 |
| Videotransekt..... | 23 |
| Diskusjon..... | 28 |
| Tarevegetasjon..... | 28 |
| Kråkeboller..... | 29 |
| Tarehøsting..... | 30 |
| Uttaksgrad og gjenvekst..... | 30 |
| Effekter på fisk..... | 34 |

Innledning

Tarenæringen fikk i 2012 tillatelse til å prøvehøste stortare (*Laminaria hyperborea*) i åtte avgrensede områder i Nord-Trøndelag, som en videreføring av et prøvehøstingsprosjekt som ble gjennomført i 2010 og 2011. Resultater fra undersøkelsene gjennomført i forbindelse med prøvehøstingen i 2010 (Steen 2010b) og 2011 (Steen *et al.* 2011), tyder på at området rommer store taresressurser og at tettheten av kråkeboller er moderat, med liten effekt på rekrutteringen av tare på høsteflatene (Figur 1). 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 2012, 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 og 2011, for å undersøke taresamfunnenes tilstand og gjenvekst på høsteflatene i den tidlige reetableringsfasen.



Figur 1. Reetablerende tare på prøvehøstefelt (PF4) året etter høsting. Til venstre i bildet står den opprinnelige tarevegetasjonen.



Figur 2. Kart over prøvehøstingsområder for tare i Nord-Trøndelag. Områdene som ble høstet i 2010 (PF1-3, fra sør til nord) er markert med turkis, områder som ble åpnet for høsting i 2011 (PF4-9, fra sør til nord) er markert med rødt, områder som ble åpnet for høsting i 2012 (PF10-17, fra sør til nord) er markert med gult, mens referanseområdene er markert med grønt.

Metodikk

I juni 2012 ble 3-6 stasjoner undersøkt vha undervannsvideo i hvert av åtte prøvehøstefelt (PF10-17) øremerket for tarehøsting i 2012. På tre av prøvehøstefeltene (PF11, PF14, PF15) ble det gjennomført tilsvarende undersøkelser i etterkant av høstingen (august 2012). I tre prøvehøstefelt (PF1-3) høstet i 2010, og fire prøvehøstefelt høstet i 2011, ble det i juni 2012 gjennomført oppfølgende undersøkelser vha undervannsvideo langs faste transekt. I tillegg ble det i juni 2012 gjennomført korresponderende undersøkelser langs videotransekt på to stasjoner, i hvert av åtte referanseområder.

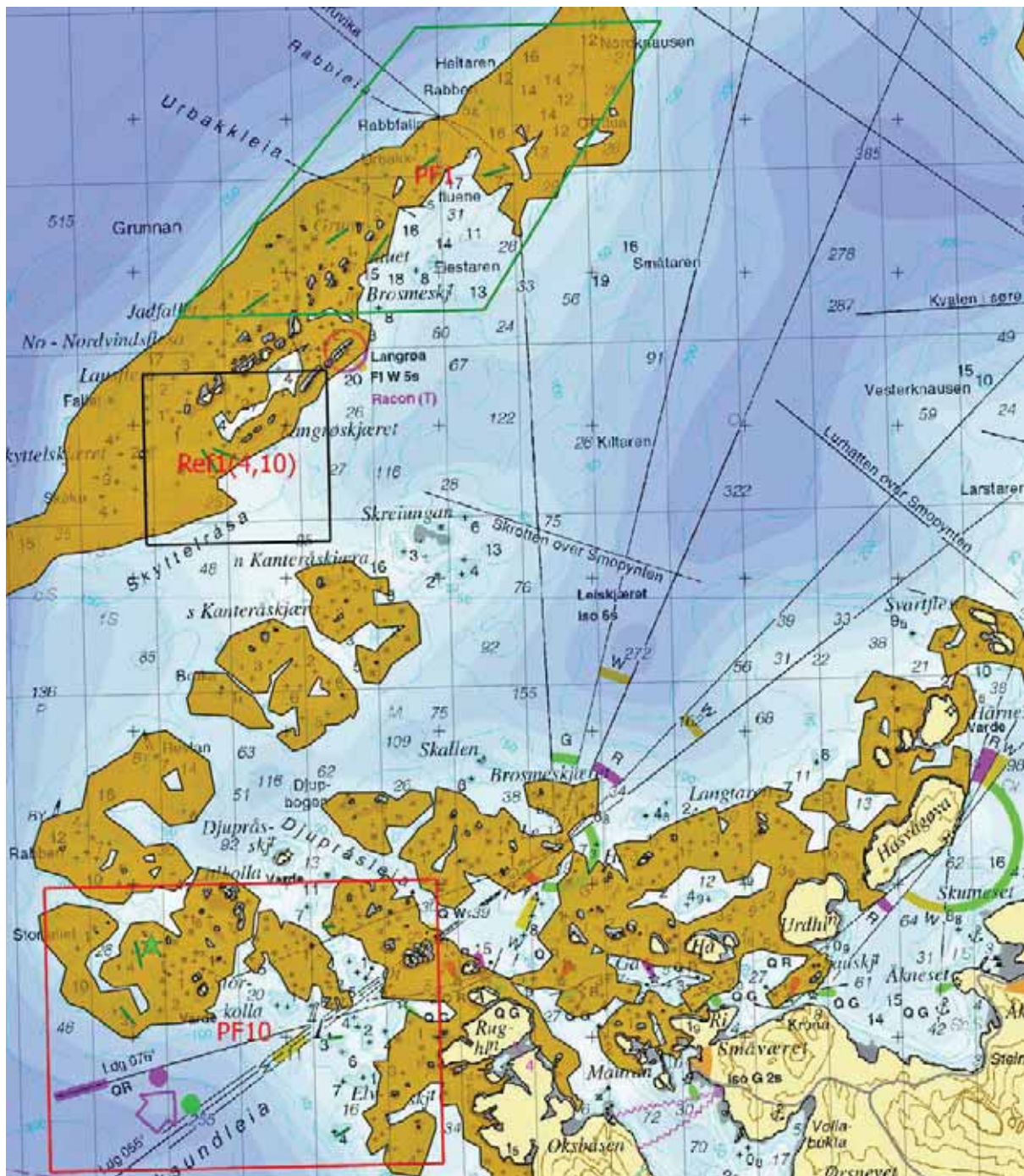
Overvåkingsstasjonene ble plukket på basis av ekkoloddregistreringer av dybde, bunnforhold og egnethet for tarehøsting. I tillegg ble stasjonene forsøkt spredt mest mulig innen hvert felt, slik at eventuelle geografiske variasjoner fanges opp. Videoobservasjonene på de enkelte stasjonene ble gjennomført med nedsenkbart undervannskamera (UVS 5080), med innebygd dybdesensor, langs faste transekter fra en taretråler (MS Tarehav) med kartplotter og ekkolodd, med en gjennomsnittshastighet på ca 0,5 - 1,5 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 14,4 timer med film, langs en strekning på ca 13,2 km, på til sammen 99 videotransekt. I forbindelse med analyse ble videotransektene splittet opp i mindre avsnitt (for hvert minutt film). Gjennomsnittlig dyp, bunntype, tarevegetasjonens dekningsgrad, tetthet, plantehøyde, rekruttering (definert som tareplanter <25 cm) og påvekst (på tarestilkene) ble estimert innen hvert transektavsnitt. 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, mens antall fisk ble registrert per minutt filmopptak. Pelagiske stimfisk som f.eks makrell og sild ble ikke inkludert i registreringene.



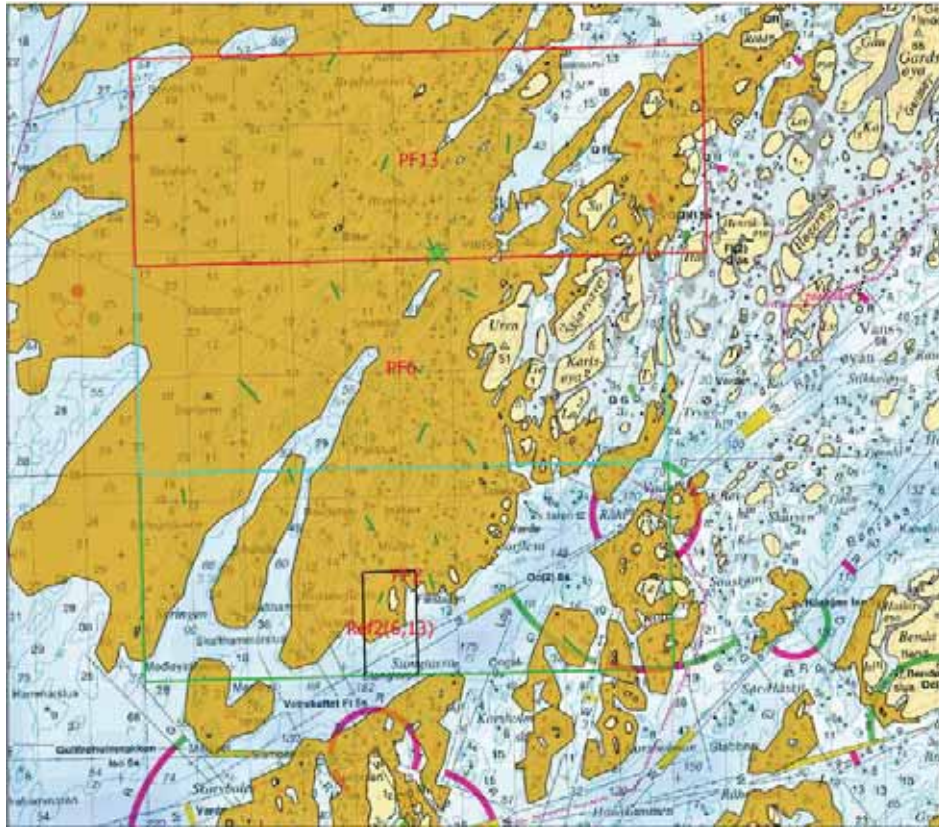
Figur 3. Taretråll med nyhøstet tare (venstre bilde) og tverrsnitt av tarestilk med vekstsoner, lyse bånd mellom mørke skillelinjer (høyre bilde).

Tareplanter ble samlet inn vha tråling (Fig. 3) fra åtte av prøvehøstefeltene (PF10-17) for måling av lengde, vekt, stilkdiameter, alder og epifytter (påvekstorganismer). Epifyttene ble skrapet av og bladet skilt fra stilken før innveining av de tre enhetene (epifytter, blad, stilk) hver seg. Alderen på tareplantene ble bestemt ved å telle vekstsoner i tverrsnitt, og vertikale snitt gjennom festeorganet (Fig. 3).

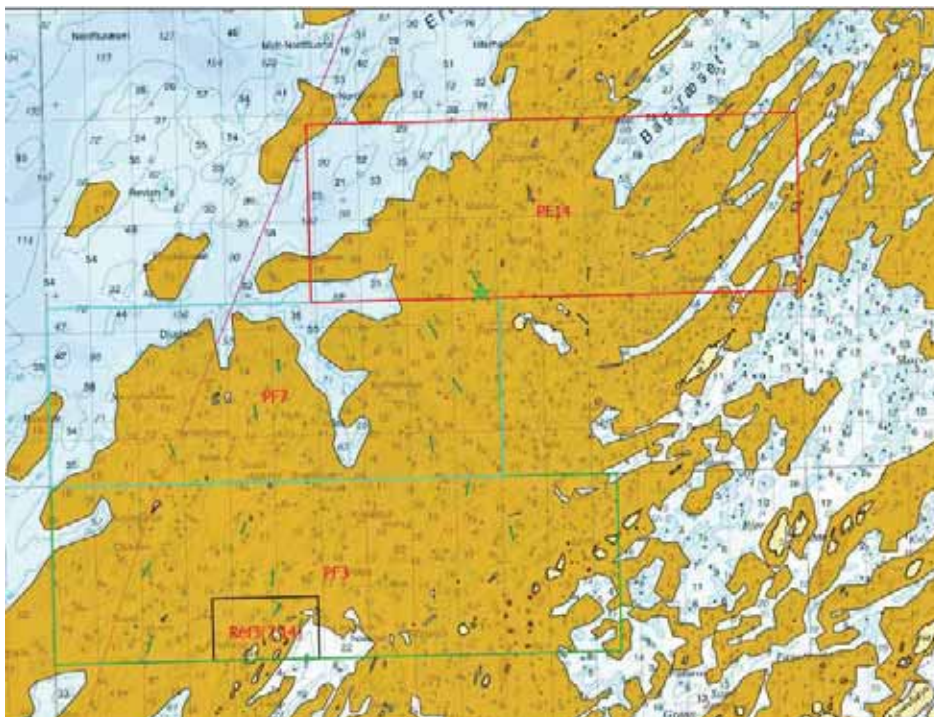
De totale tareforekomstene innen hvert prøvehøstefelt ble beregnet vha en modifisert GIS-modell over stortareutbredelse i Trøndelag som er utviklet og validert ifm det Nasjonale programmet for kartlegging og overvåking av marint biologisk mangfold (Bekkby *et al.* 2009, 2011, <http://dnweb12.dirnat.no/nbinnsyn/>). Kart over prøvehøstefelt, referansefelt, videotranssekt, innsamlingspunkt, og totalt modellert utbredelsesareal 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 utbredelsesarealet 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 stortarebiomassen 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 (grønn ramme), prøvehøstefelt 10 (rød ramme) og referanseområde 1 (sort ramme). Ref. 1 ble benyttet som referanseområde for prøvehøstefeltene 1, 4 og 10. Grønn stjerne markerer område der det ble gjort innsamlinger av taremateriale. Grønne linjer markerer transekt filmet i juni 2011. Lysebrunt areal markerer totalt modellert utbredelsesområde for stortare.



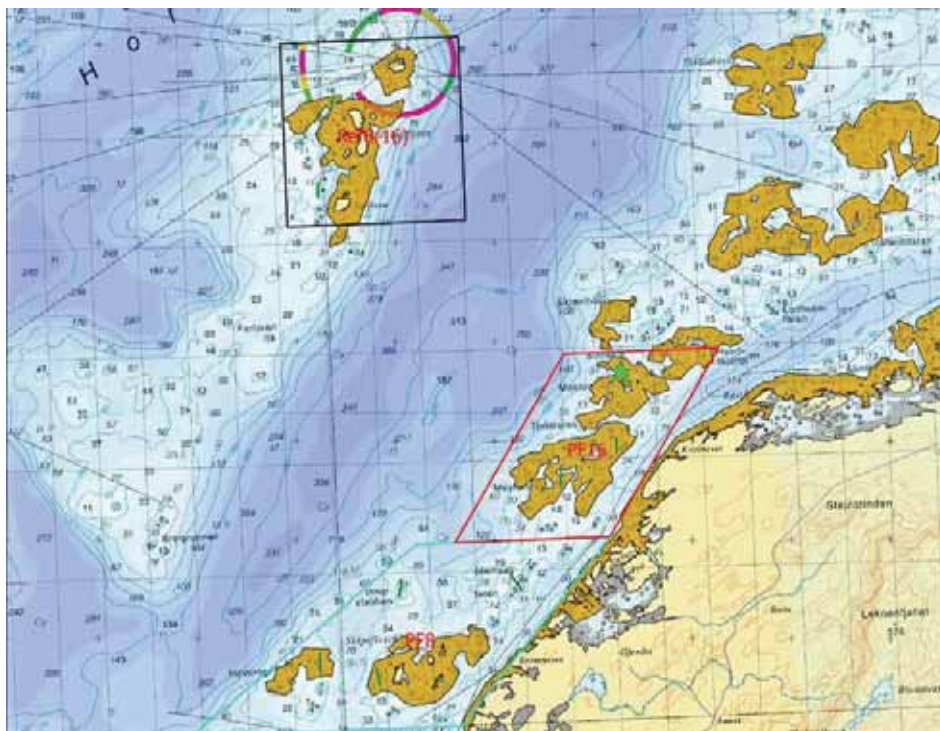
Figur 5. Prøvehøstefelt 2 (grønn ramme), 6 (turkis ramme), 13 (rød ramme) og referanseområde 2 (sort ramme). Ref. 2 ble benyttet som referanseområde for både prøve høstefelt 2, 6 og 13. Grønn stjerne markerer område der det ble gjort innsamlinger av taremateriale. Grønne linjer markerer transekt filmet i juni 2012. Lysebrunt areal markerer totalt modellert utbredelsesområde for stortare.



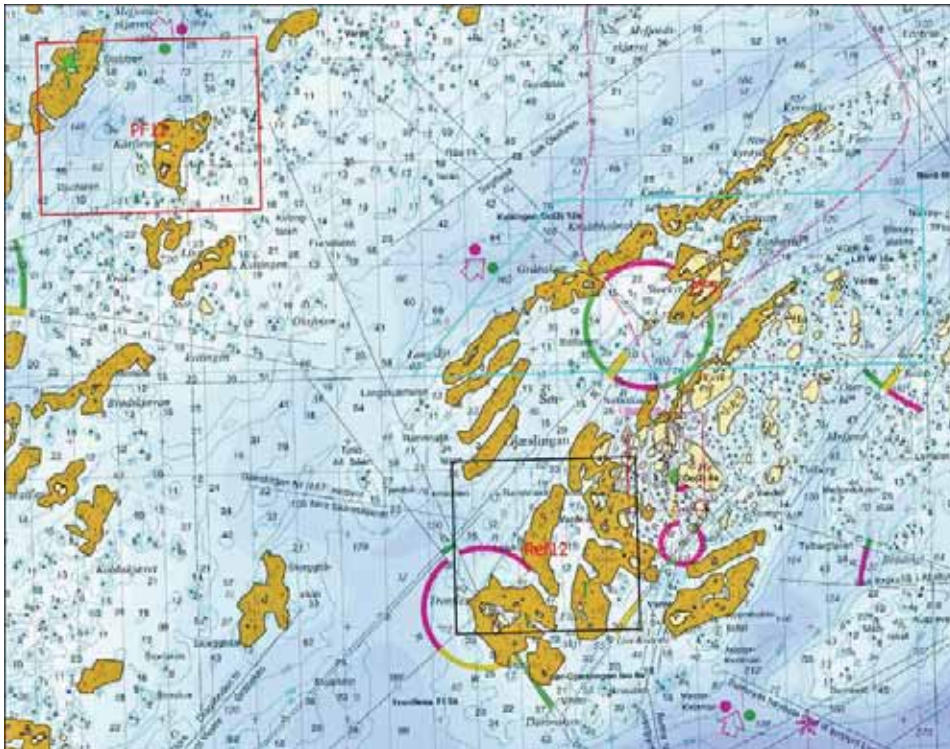
Figur 6. Prøvehøstefelt 3 (grønn ramme), 7 (turkis ramme), 14 (rød ramme) og referanseområde 3 (sort ramme). Ref. 3 ble benyttet som referanseområde for både prøve høstefelt 3, 7 og 14. Grønn stjerne markerer område der det ble gjort innsamlinger av taremateriale. Grønne linjer markerer transekt filmet i juni 2012 og røde linjer markerer transekt filmet i august 2012. Lysebrunt areal markerer totalt modellert utbredelsesområde for stortare.



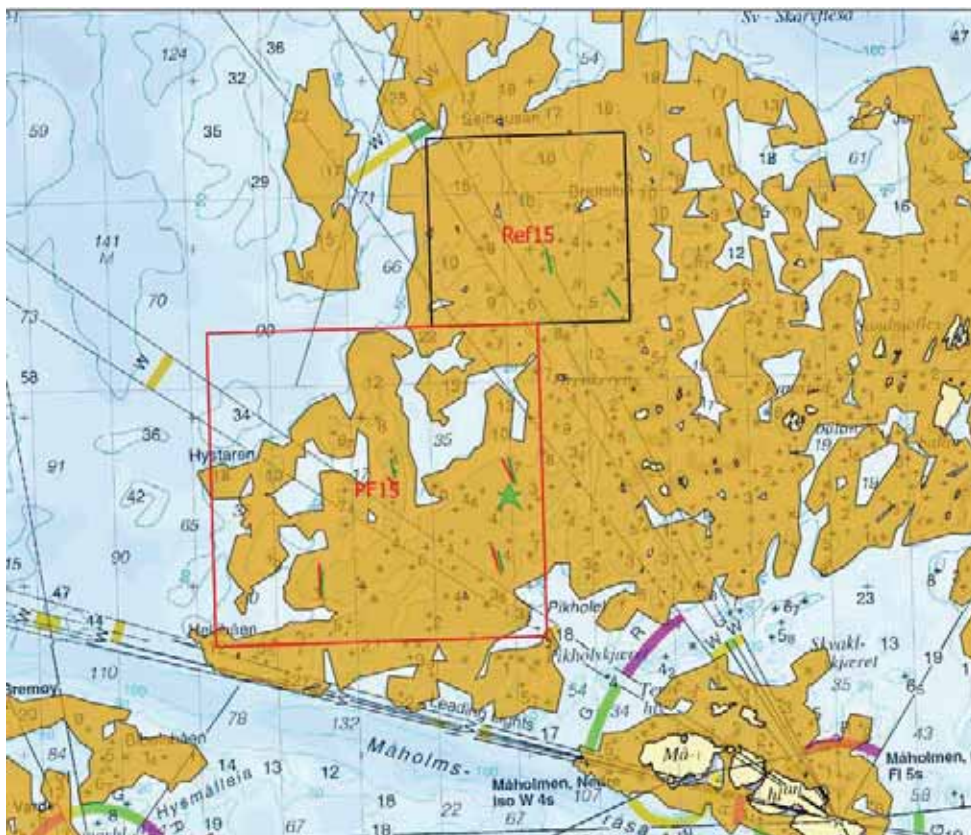
Figur 7. Prøvehøstefelt 4 (turkis ramme), prøvehøstefelt 11 (rød ramme) og referansefelt 11 (sort ramme). Grønn stjerne markerer områder der det ble gjort innsamling av taremateriale. Grønne linjer markerer transekt filmet før tarehøsting i juni 2012 og røde linjer markerer transekt filmet etter tarehøsting i august 2012. Lysebrunt areal markerer totalt modellert utbredelsesområde for stortare.



Figur 8. Prøvehøstefelt 8 (turkis ramme), prøvehøstefelt 16 (rød ramme) og referanseområde 8. Ref. 8 ble benyttet som referanseområde for både prøvehøstefelt 8 og 16. Grønn stjerne markerer område der det ble gjort innsamling av taremateriale. Grønne linjer markerer transekt filmet før tarehøsting i juni 2012. Lysebrunt areal markerer totalt modellert utbredelsesområde for stortare.



Figur 9. Prøvehøstefelt 12 (rød ramme) og referansefelt 12 (sort ramme). Grønn stjerne markerer område der det ble gjort innsamling av taremateriale. Grønne linjer markerer transekt filmet før tarehøsting i juni 2012. Lysebrunt areal markerer totalt modellert utbredelsesområde for stortare.



Figur 10. Prøvehøstefelt 15 (rød ramme) og referanseområde 15 (sort ramme). Grønn stjerne markerer område der det ble gjort innsamling av taremateriale. Grønne linjer markerer transekt filmet i juni 2012 og røde linjer markerer transekt filmet i august 2012. Lysebrunt areal markerer totalt modellert utbredelsesområde for stortare.



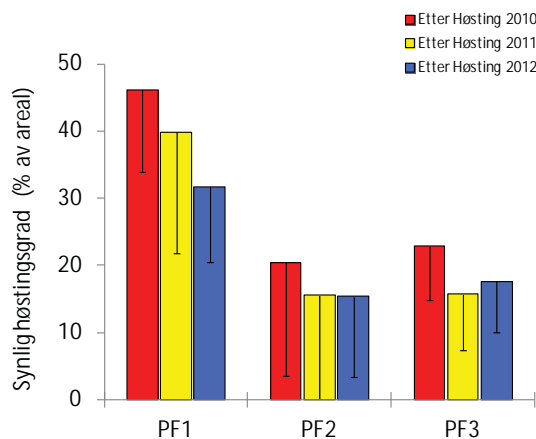
Figur 11. Prøvehøstefelt 9 (turkis ramme), 17 (rød ramme) og referanseområde 17 (sort ramme). Grønn stjerne markerer område der det ble gjort innsamling av taremateriale. Grønne linjer markerer transekt filmet i juni 2012. Lysebrunt areal markerer totalt modellert utbredelsesområde for stortare.

Resultater

Prøvehøsting 2010

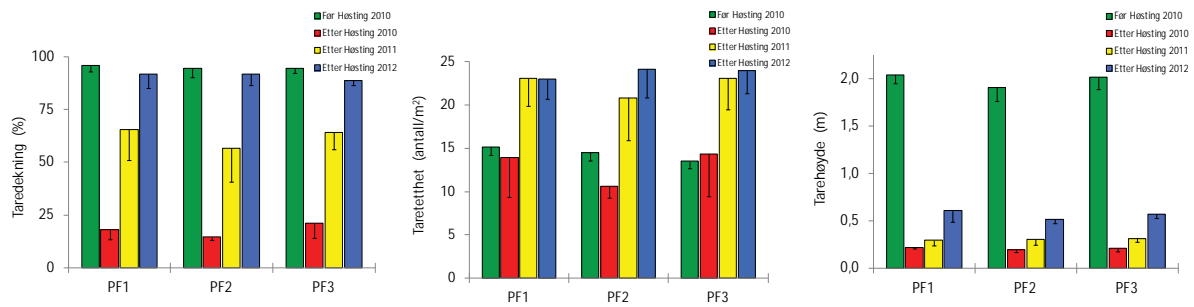
Tre felt (PF 1-3) prøvehøstet i september 2010, ble i juni 2012 undersøkt på nytt for å se på gjenvekst av tarevegetasjon, utvikling av kråkeboller og fisk i det andre året etter høstingen. Totalt så ble 3.284 tonn stortare høstet i de tre prøvehøstefeltene i 2010 (Steen 2010). 6 videotransekt ble undersøkt 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 er fortsatt synlig langs 16 av 18 transekter 21 måneder etter høsting. Gjennomsnittlig observert høstingsgrad av tare (estimert som areal av trålflete / areal av uberørt tarevegetasjon) observert langs videotransektene på de tre prøvehøstefeltene varierte fra i overkant av 30 % på PF1 til i underkant av 20 % på PF2 og PF3, og var omtrent på samme nivå, eller noe lavere, enn observert etter høsting i september 2010 og i juni 2011 (Fig. 12).

Det har vært en økning i dekningsgrad, tetthet og lengde av stortareplanter på trålfletene i perioden etter tarehøsting (Fig. 13, 14). Den andre sesongen etter høsting, domineres trålfletene av tett halvmeterhøy stortarevegetasjon, mens andre tarearter, som butare, draughtare og sukkertare, som ble observert flekkvis i løpet av det første året etter høstingen (Steen *et al.* 2011), nå forekommer i mindre grad. Gjennomsnittlig (\pm 95% konfidensintervall) dekningsgrad av tare på trålfletene har økt fra 18 (\pm 3) % dekning i september 2010, til 62 (\pm 7) % dekning i juni 2011, til 90 (\pm 3) % dekning i juni 2012. I samme periode har gjennomsnittlig (\pm 95% konfidensintervall) tetthet av tareplanter på trålfletene økt fra 13 (\pm 2) til 24 (\pm 1) planter per kvadratmeter, og gjennomsnittlig plantelengde fra 20 (\pm 1) cm til 56 (\pm 5) cm.



Figur 12. Gjennomsnittlig høstingsgrad (areal av trålflete / areal av uberørt tarevegetasjon) av stortare (*Laminaria hyperborea*) i prøvehøstingsområde 1 (PF1), 2 (PF2) og 3 (PF3) som ble høstet i september 2010. Observasjonene er gjort ca 2-3 dager etter høsting i september 2010 (røde søyler), ca 9 måneder etter høsting i juni 2011 (gule søyler), og ca 21 måneder etter høsting i juni 2012 (blå søyler). Nedre grense for 95% konfidensintervall er tegnet inn.

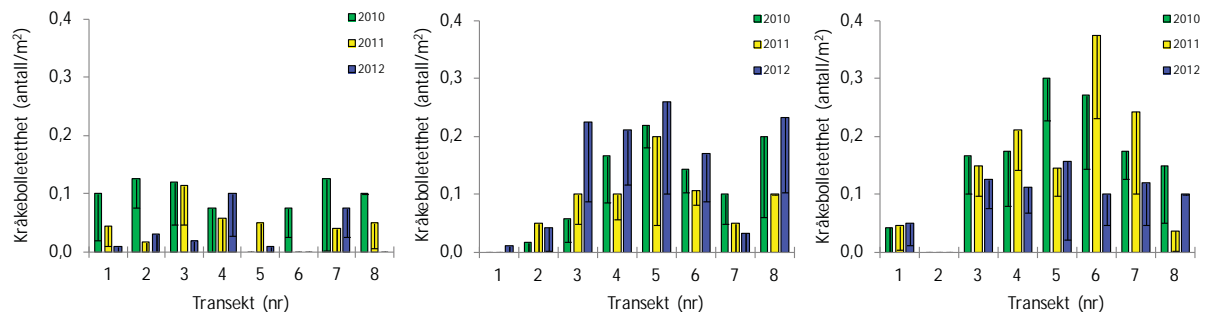
Tettheten av kråkeboller (*Echinus esculentus*) varierte innen og mellom prøvehøstingsfeltene, og lå på et gjennomgående lavt nivå (Fig 15). Kråkebolletetthet var noe lavere på det sørligste prøvehøstefeltet/referansefeltet (1), enn på feltene lenger nord (2 og 3). Det var en tendens til en økning i kråkebolletetthet fra vest til øst på de to nordligste prøvehøstefeltene (PF2 og PF3), mens det på det sørligste prøvehøstefeltet (PF1) ikke ble observert noen slik trend.



Figur 13. Gjennomsnittlig dekningsgrad (venstre), tetthet (midt) og lengde (høyre) av tareplanter (canopy) på trålfalter i prøvehøstingsområde 1 (PF1), 2 (PF2) og 3 (PF3) som ble høstet i september 2010. Observasjonene er gjort henholdsvis før høsting (grønne søyler), 2-3 dager etter høsting i september 2010 (røde søyler), ca 9 måneder etter høsting i juni 2011 (gule søyler), og ca 21 måneder etter høsting i juni 2012 (blå søyler). Nedre grense for 95% konfidensintervall er tegnet inn.



Figur 14. Eksempler på tarevegetasjon på trålfalter i prøvehøstefelt (PF1) henholdsvis ca 2-3 dager etter høsting i september 2010 (venstre bilde), ca 9 måneder etter høsting i juni 2011 (midtre bilde) og ca 21 måneder etter høsting i juni 2012 (høyre bilde).



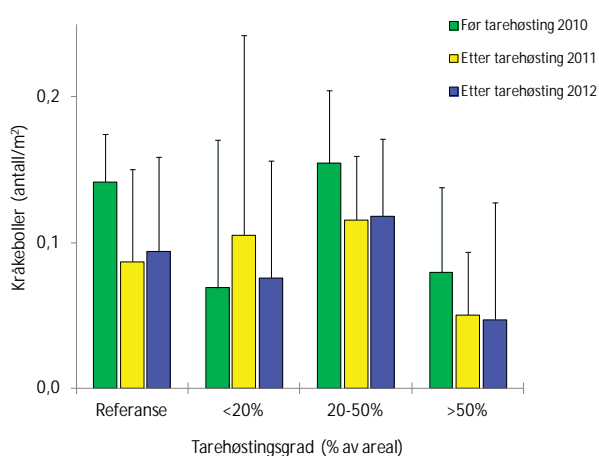
Figur 15. Gjennomsnittlig tetthet av kråkeboller (*Echinus esculentus*) per kvadratmeter langs transekter på prøvehøstingsfelt (transekt 1-6, nummerert fra vest til øst) og referansefelt (transekt 7-8, nummerert fra vest til øst) i henholdsvis prøvehøstefelt/referansefelt 1 (venstre figur), prøvehøstefelt/referansefelt 2 (midtre figur), og prøvehøstefelt/referansefelt 3 (høyre figur). Observasjonene er gjort før prøvehøsting i september 2010 (grønne søyler), ca 9 måneder etter prøvehøsting i juni 2011 (gule søyler), og ca 21 måneder etter prøvehøsting i juni 2012 (blå søyler). Nedre grense for 95% konfidensintervall er tegnet inn.

En to-veis variansanalyse (Tab. 1) viste ingen signifikant endring i kråkebolletettheten fra før til etter tarehøsting (to-veis ANOVA, $F = 2,19$, $p = 0,152$). Det ble heller ikke registrert noen signifikant interaksjon mellom faktorene tarehøstingsgrad og periode (to-veis ANOVA, $F = 1,24$, $p = 0,317$), hvilket indikerer at tarehøsting ikke influerer på tettheten av kråkeboller. Tettheten av kråkeboller virker stabil over tid og uavhengig av graden av tarehøsting (Fig. 16).

Forekomst av fisk ble registrert langs videotransekt på prøvehøstefelt og referansefelt før tarehøsting i september 2010, ca 9 måneder etter tarehøsting, og ca 21 måneder etter tarehøsting (Fig. 17). Total gjennomsnittlig (\pm 95% konfidensintervall) registreringsfrekvens er i denne perioden redusert fra 1,14 (\pm 0,97) fisk per minutt film før høsting i september 2010, til 0,36 (\pm 0,17) fisk per minutt film i juni 2011, til 0,12 (\pm 0,05) fisk per minutt film i juni 2012. En to-veis variansanalyse (Tab. 2) viste at nedgangen i registreringsfrekvens for fisk fra før tarehøsting i september 2010 til etter tarehøsting i juni 2012 var signifikant (to-veis ANOVA, $F = 6,70$, $p = 0,016$). Det var derimot ingen signifikant forskjell i forekomst av fisk mellom felt som i ulik grad har blitt utsatt for tarehøsting (to-veis ANOVA, $F = 1,76$, $p = 0,182$), og heller ingen signifikant interaksjonseffekt mellom faktorene tarehøstingsgrad og periode på forekomst av fisk (to-veis ANOVA, $F = 2,33$, $p = 0,100$), hvilket indikerer at endringene i registreringsfrekvens av fisk fra september 2010 til juni 2012 har skjedd uavhengig av tarehøsting.

Tabell 1. To-veis variansanalyse (ANOVA) med periode (før høsting (september 2010) Vs 21 måneder etter høsting i juni 2012) og høstingsgrad for tare (kategorisert etter: Ingen høsting (referanse) Vs <20% høstingsgrad Vs 20-50% høstingsgrad Vs >50% høstingsgrad) som prediktorvariabler, og tetthet av kråkeboller per kvadratmeter som responsvariabel.

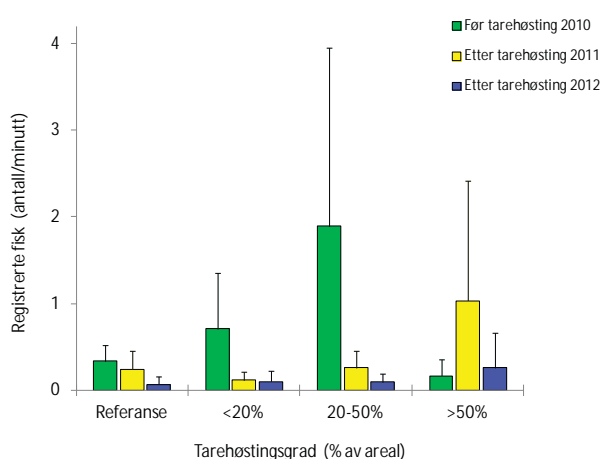
| Variasjonskilde | df | SS | MS | F | P-verdi |
|-------------------------------|----|-------|-------|-------|---------|
| Periode | 1 | 0,002 | 0,002 | 2,191 | 0,152 |
| Høstingsgrad | 3 | 0,004 | 0,002 | 2,927 | 0,054 |
| Periode * Høstingsgrad | 3 | 0,03 | 0,001 | 1,241 | 0,317 |
| Residualer | 24 | 0,20 | 0,001 | | |
| | 31 | 0,032 | 0,001 | | |



Figur 16. Registreringer av kråkebolletetthet (venstre figur) og rød kråkebolle (*Echinus esculentus*) på tareblad (høyre figur). Observasjonene av kråkeboller (venstre figur) er gjort før tarehøsting (grønne søyler), 9 måneder etter tarehøsting (gule søyler) i juni 2011, og 21 måneder etter tarehøsting (gule søyler) i juni 2012. Stasjonene er gruppert etter observert tarehøstingsgrad (% høstet areal innenfor hvert videotransekt). Øvre grense for 95% konfidensintervall er tegnet inn.

Tabell 2. To-veis variansanalyse (ANOVA) med periode (før høsting (september 2010) Vs 21 måneder etter høsting (i juni 2012)) og høstingsgrad for tare (kategorisert etter: Ingen høsting (referanse) Vs <20% høstingsgrad Vs 20-50% høstingsgrad Vs >50% høstingsgrad) som prediktorvariabler, og registreringer av fisk som responsvariabel.

| Variasjonskilde | df | SS | MS | F | P-verdi |
|-------------------------------|----|-------|-------|-------|---------|
| Periode | 1 | 0,143 | 0,143 | 6,701 | 0,016 |
| Høstingsgrad | 3 | 0,113 | 0,038 | 1,757 | 0,182 |
| Periode * Høstingsgrad | 3 | 0,149 | 0,050 | 2,329 | 0,100 |
| Residualer | 24 | 0,513 | 0,021 | | |
| | 31 | 0,918 | 0,030 | | |



Figur 17. Registreringer av fisk per minutt videotranssekt (venstre figur) og torsk (*Gadus morhua*) over tarevegetasjon (høyre bilde) på felt som ble prøvehøstet i september 2010. Registreringer av fisk (venstre figur) er gjort før tarehøsting (grønne søyler), 9 måneder etter tarehøsting (gule søyler) i juni 2011, og 21 måneder etter tarehøsting (gule søyler) i juni 2012. Stasjonene er gruppert etter observert tarehøstingsgrad (% høstet areal innenfor hvert videotranssekt). Øvre grense for 95% konfidensintervall er tegnet inn.

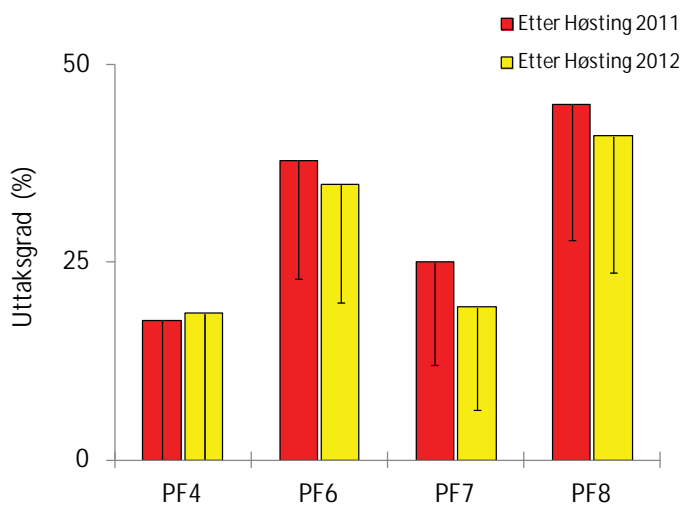
Prøvehøsting 2011

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 (Steen *et al.* 2011). Prøvehøstefelt 5 og 9, ble også undersøkt med henblikk på prøvehøsting, men ble ikke høstet blant annet på grunn av lav stortarebiomasse (PF5) og nærhet til verneområde for sjøfugl (PF9). Videotranssekt som ble undersøkt på prøvehøstefelt og referansefelt før høsting i juni 2011, og igjen 1-3 måneder etter høsting i august 2011, ble undersøkt på nytt, ca 10-12 måneder etter høsting, i juni 2012. Spor etter tarehøsting ble observert på samtlige prøvehøstefelt, og høstingsgraden (estimert som areal av trålflate /areal av uberørt tarevegetasjon) observert langs videotranssekt, var omtrent på samme nivå som observert 1-3 måneder etter høsting i august 2011, og varierte fra i overkant av 40 % (PF8) til i underkant av 20 % (PF4) (Fig. 18).

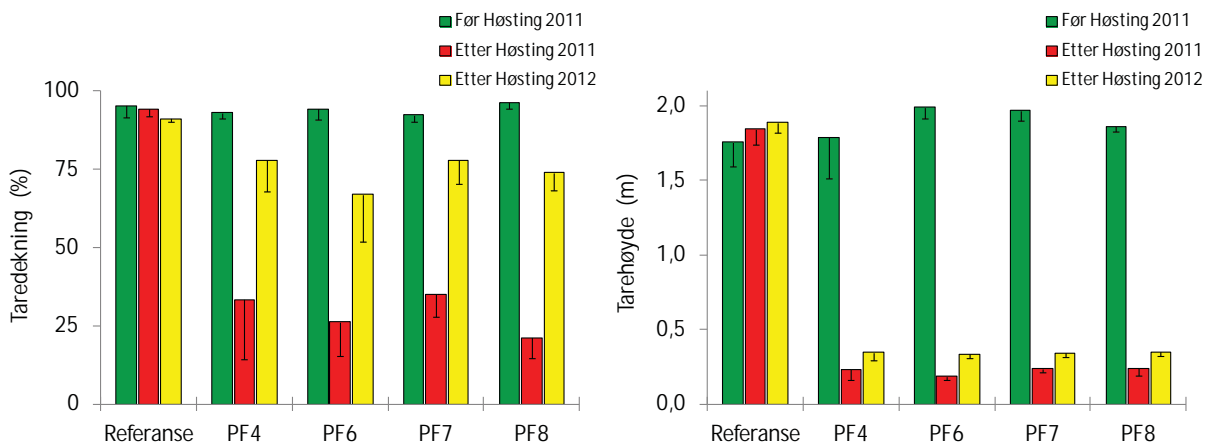
Gjennomsnittlig (\pm 95% konfidens intervall) dekningsgrad av tare på høsteflatene hadde økt fra 29 (\pm 6) % dekning ca 1-3 måneder etter høsting, til i gjennomsnitt 74 (\pm 6) % dekning ca 10-12 måneder etter høsting (Fig. 19, 20). Gjennomsnittlig høyde av tarerekrutter på trålfalter hadde i samme periode økt fra i gjennomsnitt 22 (\pm 2) cm i august 2011, til 34 (\pm 2) cm i juni

2012 (Fig. 19). Ca 10-12 måneder etter høstingen domineres trålsprene av stortarekrutter (Fig. 20), mens innslag av andre tarearter som butare (*Alaria esculenta*) og trådformede brunalger som kjerringhår (*Desmarestia spp.*) forekommer.

Gjennomsnittlig tetthet av kråkeboller (*Echinus esculentus*) på prøvehøstingsfeltene i juni 2012 varierte fra ca 0,05 til 0,2 individer per kvadratmeter (Figur 21), og lå på omtrent samme nivå som på prøvehøstefeltene som ble høstet i 2010 (Fig. 15). Gjennomsnittlig forekomst av fisk lå i juni 2012 på 0,09 ($\pm 0,05$) fisk per minutt videotranssekt, sammenlignet med 0,20 ($\pm 0,09$) fisk per minutt videotranssekt i juni 2011 (Fig. 22). En to-veis variansanalyse påviste ingen signifikant effekter av tarehøstingsgrad og periode (før vs etter tarehøsting) på forekomst av fisk (Tab. 3).



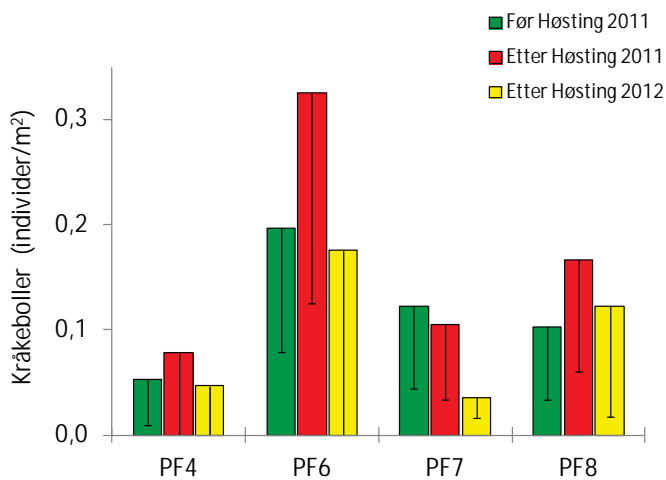
Figur 18. Gjennomsnittlig høstingsgrad (areal av trålflate / areal av uberørt tarevegetasjon) av stortare (*Laminaria hyperborea*) i prøvehøstingsområde 4 (PF4), 6 (PF6), 7 (PF7) og 8 (PF8) som ble høstet i juni-august 2011. Observasjonene er gjort 1-3 måneder etter høsting i august 2011 (røde søyler) og ca 10-12 måneder etter høsting i juni 2012 (gule søyler). Nedre grense for 95% konfidensintervall er tegnet inn.



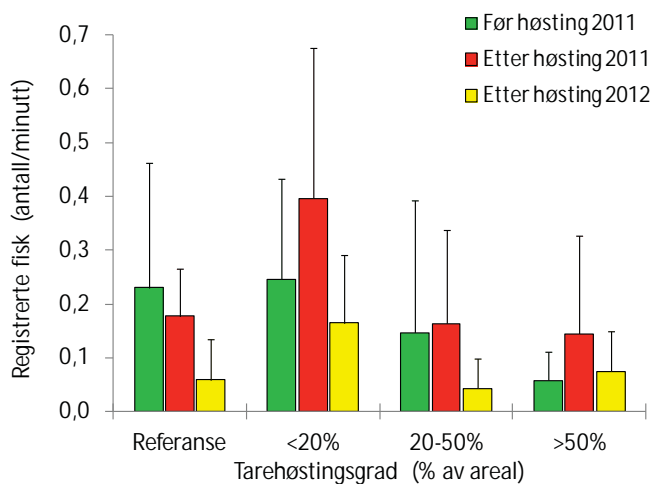
Figur 19. Gjennomsnittlig dekningsgrad (venstre) og lengde (høyre) av tareplanter (canopy) på trålflater i referanseområder og prøvehøstingsområde 4 (PF4), 6 (PF6), 7 (PF7) og 8 (PF8) som ble høstet i juni-august 2011. Observasjonene er gjort henholdsvis før høsting i juni 2011 (grønne søyler), 1-3 måneder etter høsting i september 2010 (røde søyler), og ca 10-12 måneder etter høsting i juni 2012 (gule søyler). Nedre grense for 95% konfidensintervall er tegnet inn.



Figur 20. Eksempler på tarevegetasjon på trållflate i prøvehøstefelt 4 (PF4) henholdsvis ca 2 uker etter høsting i august 2011 (venstre bilde) og ca 12 måneder etter høsting i august 2012 (høyre bilde). Den eldre generasjon med tarevegetasjon, som unngikk taretrålen, er synlig til høyre på bildene.



Figur 21. Gjennomsnittlig tetthet av kråkeboller (*Echinus esculentus*) per kvadratmeter langs transekter på prøvehøstingsfelt PF4, PF6, PF7 og PF8. Observasjonene er gjort før prøvehøsting i juni 2011 (grønne søyler), ca 1-3 måneder etter prøvehøsting i august 2011 (røde søyler), og ca 10-12 måneder etter prøvehøsting i juni 2012 (grønne søyler). Nedre grense for 95% konfidensintervall er



Figur 22. Forekomst av fisk per minutt videotransekt (høyre figur) på felt som ble prøvehøstet i juni-august 2011. Observasjonene er gjort før prøvehøsting av tare i juni 2011 (grønne søyler), 1-3 måneder etter prøvehøsting i august 2011 (røde søyler), og ca 10-12 måneder etter prøvehøsting i juni 2012 (gule søyler). Stasjonene er kategorisert etter observert tarehøstingsgrad (% høstet areal innenfor hvert videotransekt). Øvre grense for 95% konfidensintervall er tegnet inn.

Tabell 3. To-veis variansanalyse (ANOVA) med periode (før høsting (juni 2011) Vs 10-12 måneder etter høsting (i juni 2012)) og høstingsgrad for tare (kategorisert etter: Ingen høsting (referanse) Vs <20% høstingsgrad Vs 20-50% høstingsgrad Vs >50% høstingsgrad) som prediktorvariabler, og registreringer av fisk som responsvariabel.

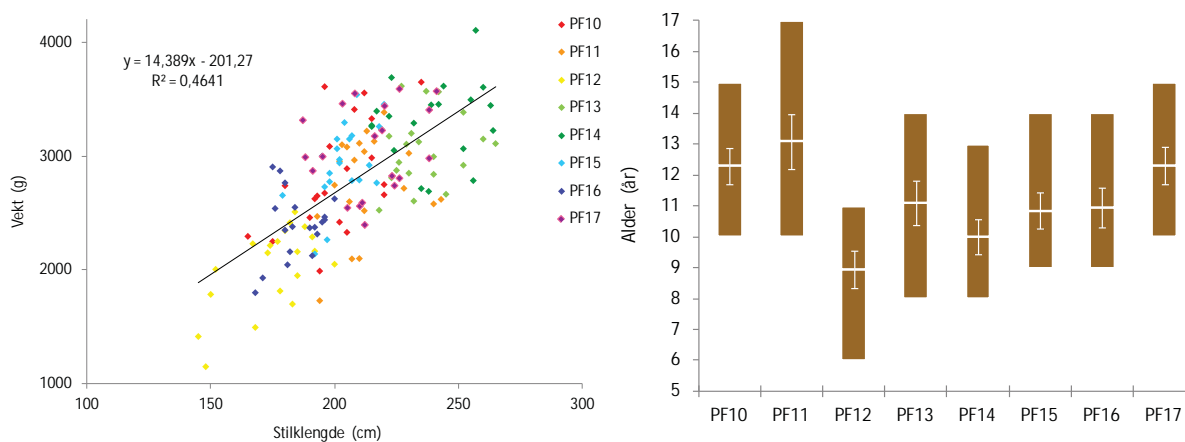
| Variasjonskilde | df | SS | MS | F | P-verdi |
|------------------------|----|-------|-------|-------|---------|
| Periode | 1 | 0,012 | 0,012 | 3,092 | 0,086 |
| Høstingsgrad | 3 | 0,028 | 0,009 | 2,356 | 0,086 |
| Periode * Høstingsgrad | 3 | 0,018 | 0,006 | 1,482 | 0,234 |
| Residualer | 40 | 0,160 | 0,004 | | |
| | 47 | 0,218 | 0,005 | | |

Prøvehøsting 2012

Alder, vekt, lengde, diameter og epifytter hos innsamlede tareplanter

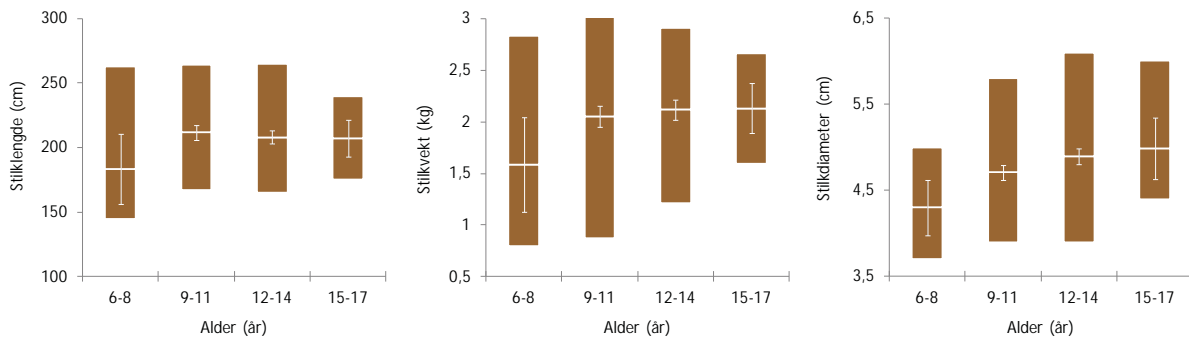
Totalt så ble 160 planter undersøkt mhp stikklengde (av stilk fra overgang festeorgan/stilk til overgang stilk/blad), stikkdiameter (målt rett over festeorganet, der stilkene er på sitt tykkeste) vekt, alder og biomasse av påvekstorganismer. 20 planter ble samlet inn fra stasjoner (Fig. 4-11) på hvert av de 8 prøvehøstefeltene (PF10-17), fra ca 5-8 m dyp. Vekten av stilk og blad ble målt hver for seg, og gjennomsnittlig (\pm 95% konfidens intervall) stilk/blad forhold var 3,0 (\pm 0,2). Diameteren hos de innsamlede tarestilkene varierte fra 3,7 cm til 6,1 cm, og var i gjennomsnitt 4,8 (\pm 0,1) cm.

Vekt og stikklengde hos tareplantene var lineært relatert (Fig. 23), 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 stikklengde var 2,1 (\pm 0,04) m og gjennomsnittlig vekt av tareplantene ca 2,8 (\pm 0,1) kg. Den lengste stilken ble målt til 2,65 m, og den tyngste planten veide 4,11 kg. Alderen på tareplantene, bestemt gjennom tellinger av vekstsoner i tverrsnitt av stilkene, var i gjennomsnitt 11,4 (\pm 0,3) år. Alderen varierte fra 6 til 17 år, men innslag av planter yngre enn 8 år forekom bare på prøvehøstefelt 12 (Fig. 23).

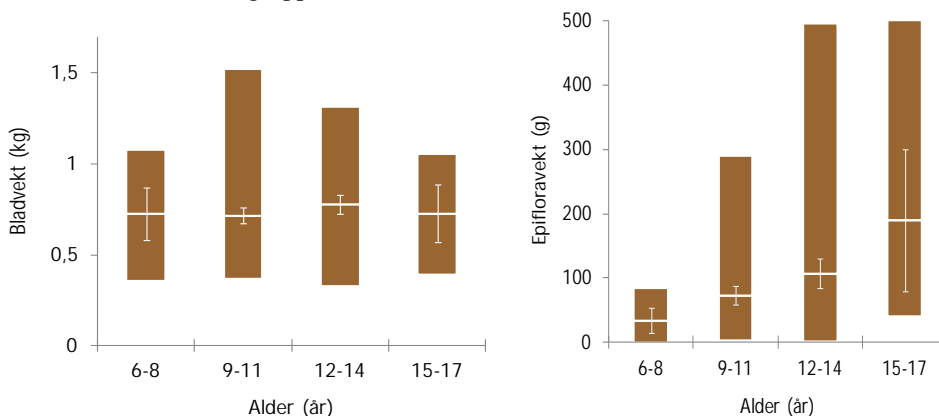


Figur 23. Venstre figur viser plantevekt som funksjon av stikklengde. Høyre figur viser aldersfordeling av stortareplanter på hvert av 8 prøvehøstefelt (PF10-17), der nedre og øvre del av søylen representerer yngste og eldste observerte planter. Hvide tværlinjer i søylene representerer gjennomsnittsalderen, mens hvite feilfelt i søylene representerer 95% konfidens intervall, på hvert prøvehøstefelt.

Lengde, vekt og diameter av stilk for ulike aldersgrupper av tareplanter er vist i figur 24. Det var ingen signifikant korrelasjon mellom alder og stilk lengde ($r = 0,04$, $p = 0,29$), mens det var signifikant korrelasjon mellom alder og stilkvekt ($r = 0,16$, $p = 0,024$), samt alder og stilkdiameter ($r = 0,35$, $p < 0,001$). Figur 25 viser vekt av tareblad og påvekstorganismer (epifytter) for ulike aldersgrupper av tareplanter. Det var ingen signifikant korrelasjon mellom vekt av blad og alder ($r = 0,08$, $p = 0,17$), mens vekt av epifytter var signifikant positivt korrelert med alder av tareplanter ($r = 0,35$, $p < 0,001$).



Figur 24. Stilk lengde (venstre), stilkvekt (midt) og stilkdiameter (høyre) hos ulike aldersgrupper av stortare. Nedre og øvre del av søylene representerer minimum og maximum verdier for hver aldersgruppe. Hvite tverrlinjer i søylene representerer gjennomsnittsverdier, mens hvite feilfelt i søylene representerer 95% konfidensintervall for hver aldersgruppe.



Figur 25. Bladvekt (venstre) og epifyttvekt (høyre) hos ulike aldersgrupper av stortare. Nedre og øvre del av søylene representerer minimum og maximum verdier for hver aldersgruppe. Hvite tverrlinjer i søylene representerer gjennomsnittsverdier, mens hvite feilfelt i søylene representerer 95% konfidensintervall for hver aldersgruppe.

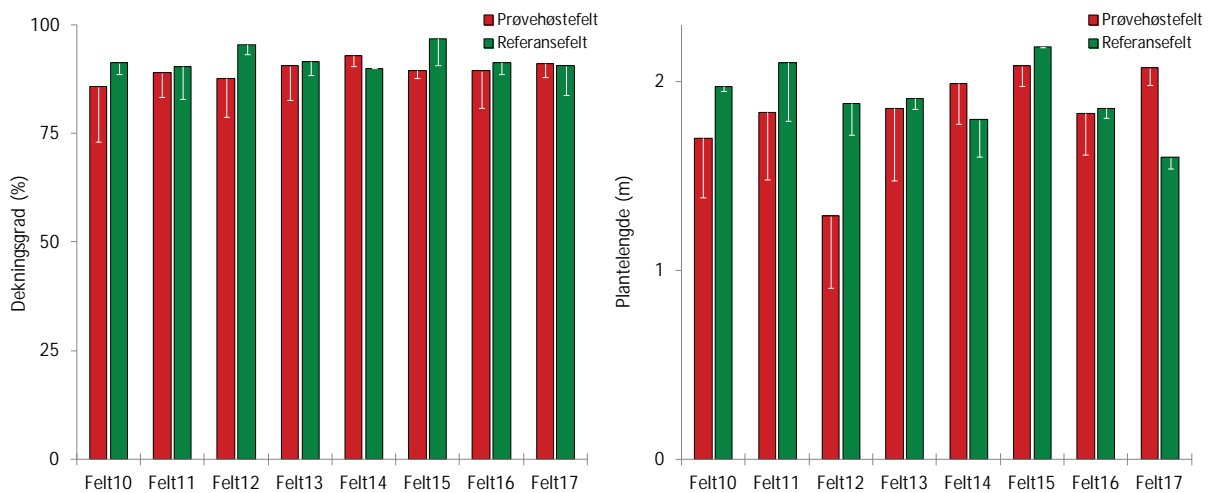
Videotranssekt

Før høsting

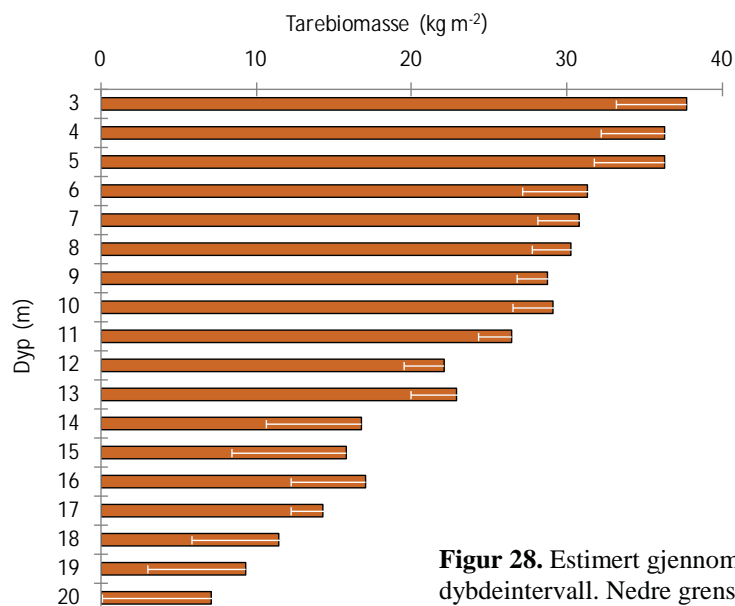
Eksempler på stortarevegetasjon fra prøvehøstefeltene i Nord-Trøndelag i juni 2012 er vist i Fig. 26. Gjennomsnittlig dekningsgrad av tare varierte fra 86 % (PF10) til 93 % (PF14) og gjennomsnittlig plantehøyde varierte fra 1,3 m (PF12) til 2,1 m (PF15) (Fig. 27). Gjennomsnittlig tetthet av tare på høstefeltene lå på ca 10 – 12 planter per kvadratmeter, mens beregnet gjennomsnittlig biomasse av tare på prøvehøstefeltene varierte fra ca 21 kg per kvadratmeter (PF12) til ca 32 kg per kvadratmeter (PF14). Både plantetetthet og plantehøyde, og biomassetetthet avtar med voksedyp, fra drøye 30 kg per kvadratmeter på 5 meters dyp til ca 15 kg per kvadratmeter på 15 meters dyp (Fig. 28).



Figur 26. Eksempel på stortarevegetasjon fra prøvehøstefelt 13 i Nord-Trøndelag, før høsting i juni 2012.

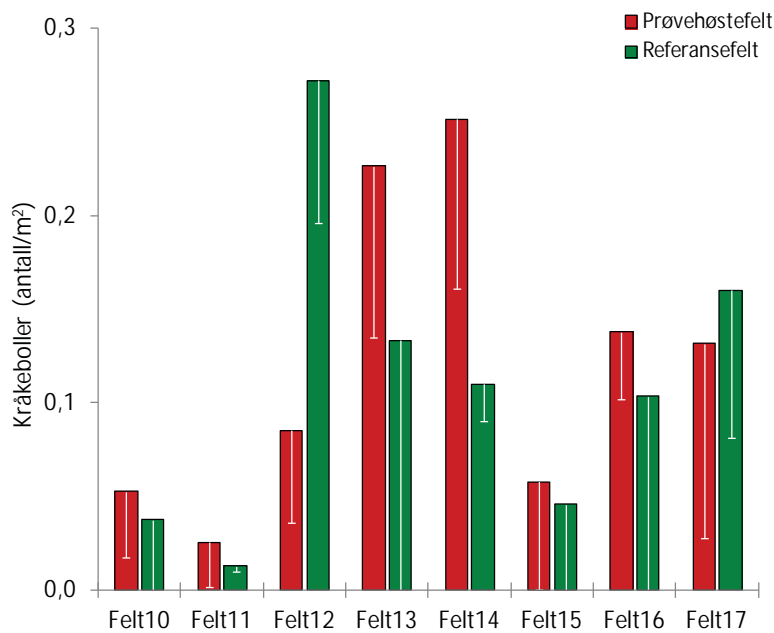


Figur 27. Gjennomsnittlig dekningsgrad (venstre) og lengde (høyre) av tareplanter i prøvehøstingsfelt (røde søyler) og referansefelt (grønne søyler) før høsting i juni 2012. Nedre grense for 95% konfidens intervall er tegnet inn.



Figur 28. Estimert gjennomsnitt tarebiomasse per kvadratmeter i ulike dybdeintervall. Nedre grense for 95% konfidensintervall er tegnet inn.

Rød kråkebolle (*Echinus esculentus*) var den eneste kråkebollearten som ble registrert langs videotransektene i Nord-Trøndelag i 2012, mens juvenile individer av Drøbak-kråkebolle (*Strongylocentrotus droebachiensis*) ble observert i festeorganene hos innsamlede tareplanter. Gjennomsnittlig tetthet av kråkeboller varierte fra ca 0,05 individer per kvadratmeter på prøvehøstefelt 10, 11 og 15 til ca 0,25 individer per kvadratmeter på prøvehøstefelt 13 og 14 (Fig. 29). Det ble registrert en signifikant negativ korrelasjon mellom tetthet av kråkeboller og tarerekutter i undervegetasjonen ($r = -0,49$, $p < 0,001$).



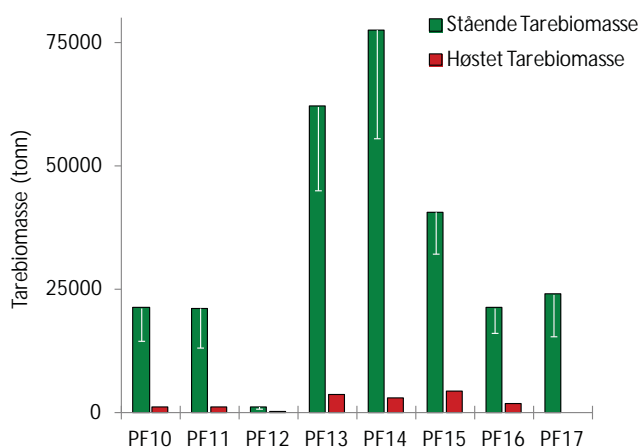
Figur 29. Gjennomsnittlig tetthet av kråkeboller (*Echinus esculentus*) per kvadratmeter i prøvehøstefelt (røde søyler) og nærliggende referansefelt (grønne søyler) før høsting i juni 2012. Øvre grense for 95% konfidensintervall er tegnet inn.

Etter høsting

Totalt ble det høstet 14.901 tonn stortare til sammen på syv prøvehøstefelt (PF10-16) i Nord-Trøndelag i juni-august 2012 (Tab. 4, Fig. 30). Prøvehøstefelt 17 ble ikke høstet på grunn av nærhet til verneområde for sjøfugl. Det modellerte arealet for utbredelse av stortare, i dybdeintervallet 2 – 20 meter, innenfor prøvehøstefeltene (PF10-17) var til sammen på ca 12,3 kvadratkilometer. Dette gir et estimat på ca 268.862 tonn stortare innenfor det samme dybdeintervallet (2-20 m) på de åtte prøvehøstefeltene til sammen, og en gjennomsnittlig uttaksgrad av stortare i forhold til stående bestand på ca 5,5 % (Tab. 4).

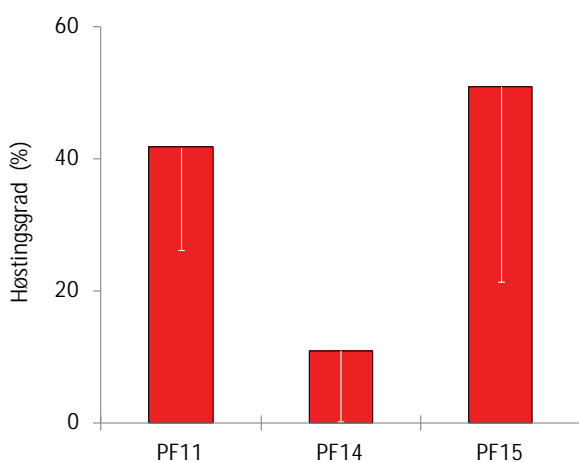
Tabell 4. Høstekvantum, modellert utbredelse, estimert stående biomasse og uttaksgrad av stortare (*Laminaria hyperborea*) i dybdeintervallet 2-20 m på prøvehøstefelt (PF10-17) i Nord-Trøndelag i 2012.

| Høstefelt | Høstekvantum (tonn) | Tareutbredelse (km ²) | Tarebiomasse (tonn) | Uttaksgrad (%) |
|---------------|------------------------|--------------------------------------|------------------------|-------------------|
| PF10 | 1008 | 0,9 | 21175 | 4,8 |
| PF11 | 1152 | 0,8 | 21059 | 5,5 |
| PF12 | 107 | 0,1 | 1189 | 9,0 |
| PF13 | 3536 | 2,9 | 62065 | 5,7 |
| PF14 | 2891 | 3,5 | 77536 | 3,7 |
| PF15 | 4346 | 1,8 | 40629 | 10,7 |
| PF16 | 1861 | 0,9 | 21207 | 8,8 |
| PF17 | 0 | 1,5 | 24002 | 0,0 |
| Totalt | 14901 | 12,3 | 268862 | 5,5 |



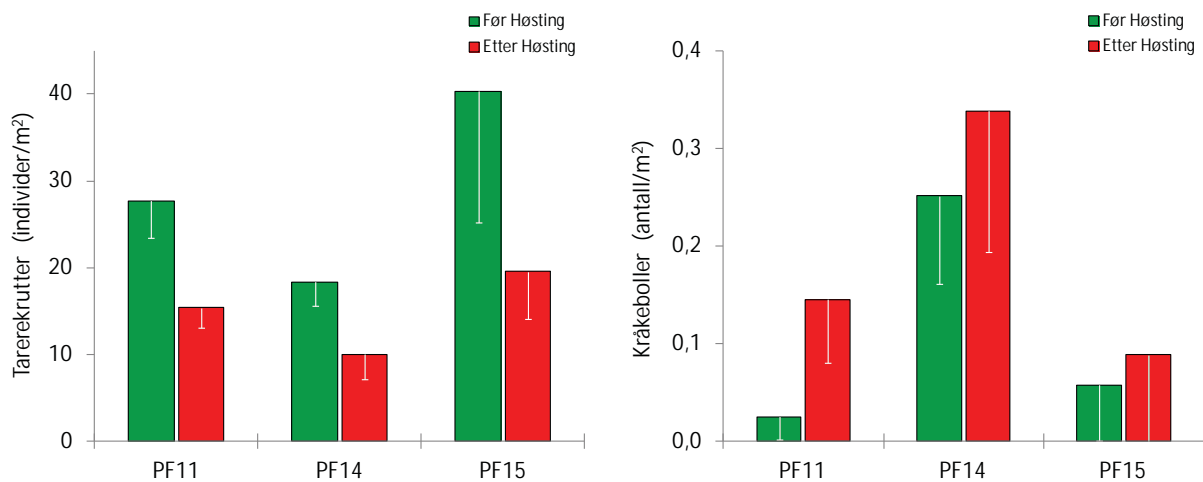
Figur 30. Høstet kvantum (røde søyler) og modellert stående stortarebiomasse (grønne søyler) for dybdeintervallet 2-20 meter, i prøvehøstefelt (PF10-17) i Nord-Trøndelag. Nedre grense for 95% konfidensintervall for modellert stående tarebiomasse er tegnet inn.

Tre av prøvehøstefeltene som ble høstet i 2012, ble undersøkt i etterkant av høstingen i august 2012. Gjennomsnittlig høstingsgrad av tare (estimert som areal av trålflate / areal av uberørt tarevegetasjon langs videotransektene) ble beregnet til ca 35%, og varierte mellom prøvehøstefeltene, fra 11 % på PF14 til 51 % på PF15 (Fig. 31).



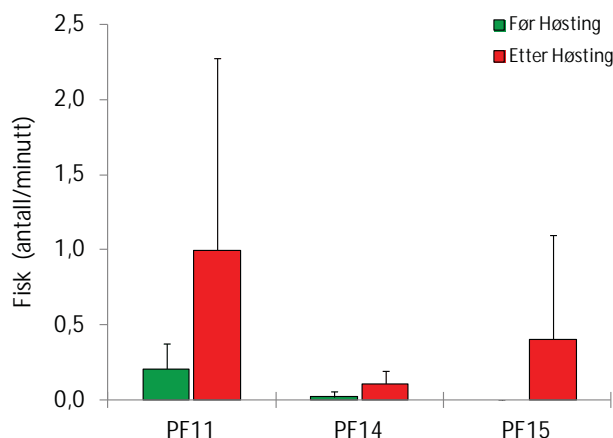
Figur 31. Gjennomsnittlig høstingsgrad (areal av trålflate / areal av uberørt tarevegetasjon langs videotransekt) av stortare (*Laminaria hyperborea*) i prøvehøstingsområdene PF11, PF14 og PF15. Nedre grense for 95% konfidensintervall er tegnet inn.

Taretrålen, som er ca 3,5 m bred, høster selektivt på de store (canopy) tareplantene, mens en del av de tarerekrutter i undervegetasjonen står tilbake etter at trålen har passert. Tettheten av overlevende tarerekrutter i trålgater vil avhenge av tettheten av tarerekruttene i undervegetasjonen før høsting. Tetthet av tarerekrutter i undervegetasjonen før høsting var i gjennomsnitt (\pm 95% konfidensintervall) 23 (\pm 6) planter per kvadratmeter, mens tettheten av tarerekrutter i trålsprene etter høsting var i gjennomsnitt (\pm 95% konfidensintervall) ca 15 (\pm 5) planter per kvadratmeter. Selv om tettheten av rekrutter reduseres signifikant (Fig. 32, t-test, $p < 0,027$) i trålsprene som følge av høstingen, var den gjennomsnittlige overlevelsen av tarerekrutter etter tråling ca 65 %. Den totale tettheten av kråkeboller ble ikke signifikant endret fra før til etter tarehøsting (Fig. 32, t-test, $p = 0,47$).



Figur 32. Gjennomsnittlig tetthet av tarerekrutter (venstre figur) og gjennomsnittlig tetthet av kråkeboller (høyre figur) før tarehøsting i juni 2012 (grønne søyler) og etter tarehøsting i august 2012 (røde søyler), langs videotransekt undersøkt i prøvehøstefelt PF11, PF14 og PF15. Nedre grense for 95% konfidensintervall er tegnet inn.

Registreringsfrekvensen for fisk på prøvehøstefelt før og etter tarehøsting i 2012 er vist i Fig. 33. Gjennomsnittlig registreringsfrekvens for fisk var 0,06 (\pm 0,07) individer per minutt før tarehøsting i juni 2012 og 0,46 (\pm 0,51) individer per minutt etter tarehøsting i august 2012. Det var ingen signifikant forskjell i forekomst av fisk fra før til etter tarehøsting (t-test, $p = 0,09$).



Figur 33. Registreringer av fisk per minutt videotransekt, før (grønne søyler) og etter (røde søyler) tarehøsting i Nord-Trøndelag i 2012. Øvre grense for 95% konfidensintervall er tegnet inn.

Diskusjon

Tarevegetasjon

Observasjoner på utvalgte stasjoner i prøvehøstefelt og nærliggende referansestasjoner i Nord-Trøndelag i perioden 2010-2012, viser at tilstanden i tareskogene i dette området for tiden er meget god (Fig. 34). Stortare er den dominerende arten på de fleste undersøkte lokaliteter, mens innslag av andre tarearter, spesielt butare, er vanlig i grunne, bølgeeksponerte områder. Gjennomsnittlig dekningsgrad av tare ligger på ca 90 %, med en gjennomsnittlig plantehøyde på ca 1,9 m, og en tetthet estimert til ca 11 planter per kvadratmeter. Tetthet av tarerekrutter (=tareplanter <25 cm) i undervegetasjonen varierte fra ingen/få synlige individer til mer enn 100 individer per kvadratmeter, og var i gjennomsnitt ca 25 individer per kvadratmeter. Tarerekruttene er spesielt sårbare overfor kråkebollebeiting, og det ble registrert en signifikant negativ korrelasjon ($r = -0,51$, $p < 0,001$) mellom antall kråkeboller og antall tarerekrutter i undervegetasjonen. En mulig feilkilde her er at kråkebollene er vanskeligere å registrere dersom undervegetasjonen er tett, slik at antall kråkeboller kan være underregistrert langs transektavsnitt med høy tetthet av tarerekrutter.



Figur. 34. Eksempler på tett og høyvokst stortarevegetasjon i Nord-Trøndelag i 2012.

Alderen undersøkt hos 160 innsamlede stortareplanter varierte mellom 6 og 17 år med en gjennomsnittsalder på 11,4 år. Gjennomsnittlig stilklengde for det innsamlede materialet var ca 2,1 m, og gjennomsnittlig vekt per tareplante (stilk + blad) var ca 2,6 kg. Den høye alderen og størrelsen, tyder på at tarevegetasjonen i mesteparten av det undersøkte området utgjør et velutviklet klimakssamfunn. Mens tareplantenes størrelse endrer seg lite, fortsetter påvekstsamfunnene (epifyttene) på tarestilkene å utvikle seg også etter at tareplantene er 6–8 år gamle. Tareplantene i aldersgruppen 9-11 år hadde i gjennomsnitt dobbelt så høy epifyttbiomasse som tareplantene i aldersgruppen 6-8 år. Det er flere faktorer som kan påvirke epifyttsammensetningen på tarestilkene i tillegg til alderen, bl.a voksedyp, bølgeeksponering og beiting (Eilertsen 2007, Norderhaug & Christie 2011, Steen *et al.* 2011). Det ble for øvrig ikke observert noen signifikant korrelasjon mellom epifyttbiomasse og kråkeboller (korrelasjonstest, $r = -0,07$, $p = 0,24$) eller voksedyp (korrelasjonstest, $r = -0,04$, $p = 0,35$) i Nord-Trøndelag i 2012.

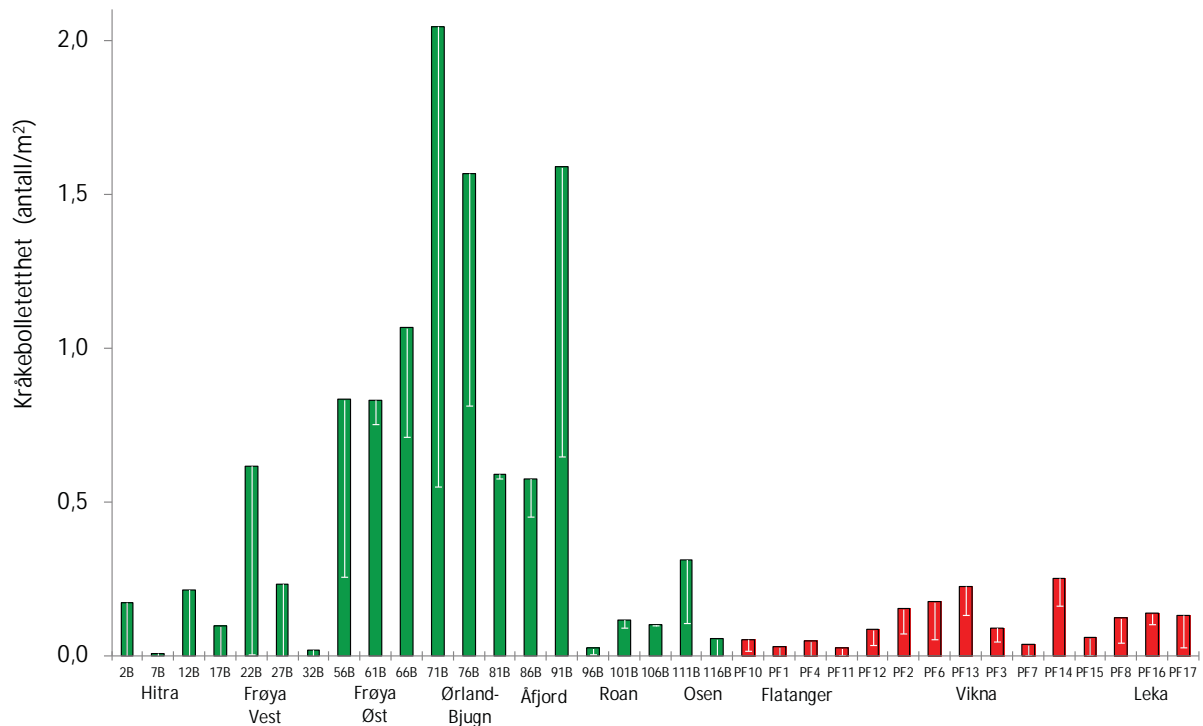
Kråkeboller

Langs store deler av kysten av Nord Norge har tareskogen vært nedbeitet av Drøbak-kråkebolle (*Strongylocentrotus droebachiensis*) siden tidlig på 1970-tallet (Sivertsen & Bjørge 1980, Sivertsen 1982, 1997, Lein *et al.* 1987, Sakshaug & Sjøtun 2002). Senere undersøkelser har vist at Drøbak-kråkebolle har hatt en tilbakegang i Trøndelagsfylkene og sørlige deler av Nordland i de senere år (Sivertsen 2006, Steen 2006, Norderhaug & Christie 2009). I denne undersøkelsen ble det kun observert Drøbak-kråkebolle i form av juvenile individer i hulrom i festeorganet hos innsamlede tareplanter (Fig 35). Dette fenomenet ble observert hos flere av tareplantene og på samtlige 8 høstefelt der det ble samlet inn taremateriale. Dette tyder på at arten fortsatt rekrutterer, og klarer å gjennomføre de tidligste livsstadier, langs hele det undersøkte kystavsnittet, fra fylkesgrensen mot Sør-Trøndelag (PF10) i sør til fylkesgrensen mot Nordland (PF17) i nord.

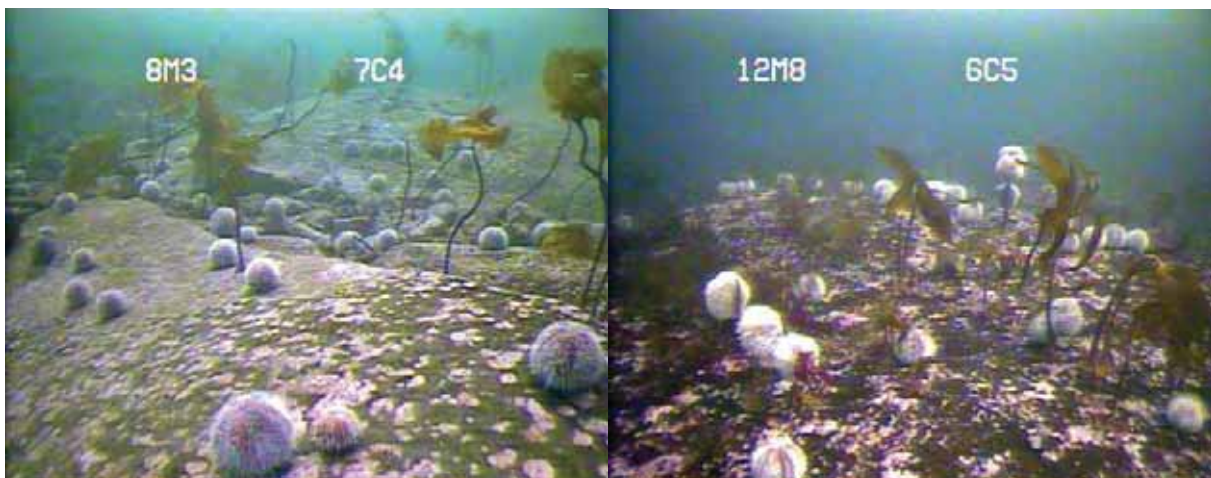


Figur 35. Små juvenile individer av Drøbak-kråkebolle (*Strongylocentrotus droebachiensis*) ble observert i hulrom i festeorganet (hapteren) til stortareplantene (grønn sirkel i høyre bilde).

Som i 2010 og 2011, var rød kråkebolle (*Echinus esculentus*) den vanligst observerte kråkebollearten langs videotransekter undersøkt i tareskogene i Nord-Trøndelag i 2012. Tettheten av rød kråkebolle på prøvehøstefeltene i Nord-Trøndelag i 2012 var omtrent som observert på høstefelt i Roan og Osen kommuner i Sør-Trøndelag, men lavere enn på høstefelt på østsiden av Frøya og i Ørland, Bjugn og Åfjord kommuner sør på Fosen halvøya (Fig. 36). Høy tetthet av rød kråkebolle har vært observert i disse områdene i flere år (Sjøtun 2002, Sjøtun *et al.* 2001, 2006, Steen 2006, 2007, 2008, 2009, 2010a, 2011a, 2011b, 2012). Høstefeltene øst av Frøya (høstefelt 56B, 61B, 66B) er stengt for tarehøsting, nettopp pga høy tetthet av kråkeboller og beiteskadet tarevegetasjon. På høstefeltene i Ørland, Bjugn og Åfjord kommuner (høstefelt 71B – 91B) der kråkebolletettheten er minst like høy som på tarehøstefeltene øst av Frøya, er det foreløpig ikke innført restriksjoner på tarehøsting (Fig. 37).



Figur 36. Gjennomsnittlig tetthet av kråkeboller (*Echinus esculentus*) på tarehøstefelt i Sør-Trøndelag (grønne søyler) og Nord-Trøndelag (røde søyler) i 2012.



Figur 37. Rød kråkebolle (*Echinus esculentus*) som beiter på tarevegetasjon på høstefelt 71B i Ørland kommune (venstre bilde) og 91B i Åfjord kommune (høyre bilde) i Sør-Trøndelag i 2012.

Tarehøsting

Uttaksgrad og gjenvækst

Totalt så ble 14.901 tonn stortare ble høstet i Nord-Trøndelag i juni-august 2012. Den modellerte stående tarebiomassen fra 2 m til 20 m dyp på prøvehøstefeltene (PF10-17) ble beregnet til 268.862 tonn stortare, noe som gir en uttaksgrad på 5,5 % (Tab. 4, Fig. 30). Eksempelvis så er den estimerte stående stortarebiomassen på høstefeltene vest av Vikna (PF12-15) på ca 180.000 tonn omtrent i samme størrelsesorden som det totale kvantumet som

høstes av stortare langs hele norskekysten i løpet av et år. 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.

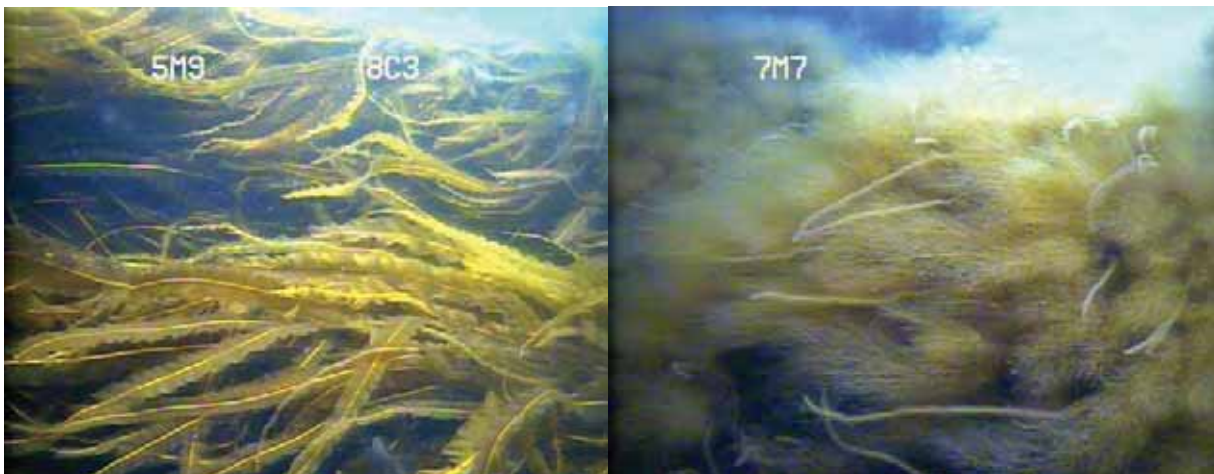
Gjennomsnittlig høstingsgrad av tare (estimert som areal av trålflete / areal av uberørt tarevegetasjon) observert langs videotransektene lå på ca 35 % og er høyere enn den beregnede uttaksgraden. Årsaken til dette er sannsynligvis at områdene langs videotransektene ble prioritert i forbindelse med høstingen, og dermed har en høyere frekvens av trålspor enn feltene for øvrig. Disse observasjonene tyder på at en betydelig del av stortarevegetasjonen på høstefeltene, også i områder der det høstes hardt, ikke påvirkes av høsteaktiviteten. Taretrålen høster selektivt på de store tareplantene, mens små individer har bedre forutsetning for å unnsnippe taretrålen. I gjennomsnitt overlevde ca 65 % av de små tareplantene i trålsprene (Fig. 38), og disse vil sannsynligvis bidra til en raskere gjenvekst av tarevegetasjonen på høstefeltene, enn hvis re-etableringen kun var basert på nyrekruttering.

Det ble observert en markant økning i dekning og størrelse av stortareplanter på trålfletene i samtlige felt som ble prøvehøstet i 2010 og 2011. Ca 10-12 måneder etter høstingen domineres trålsprene av stortarekrutter med en dekningsgrad på ca 74%, mens innslag, og stedvis dominans, av andre tarearter som butare (*Alaria esculenta*) og trådformede brunalger som kjerringhår (*Desmarestia sp.*) forekommer (Fig. 39). Ca 21 måneder etter høsting har dominansen av stortare økt til ca 90%, og er på nivå med dekningsgraden av stortare før høsting og på nærliggende referansestasjoner.

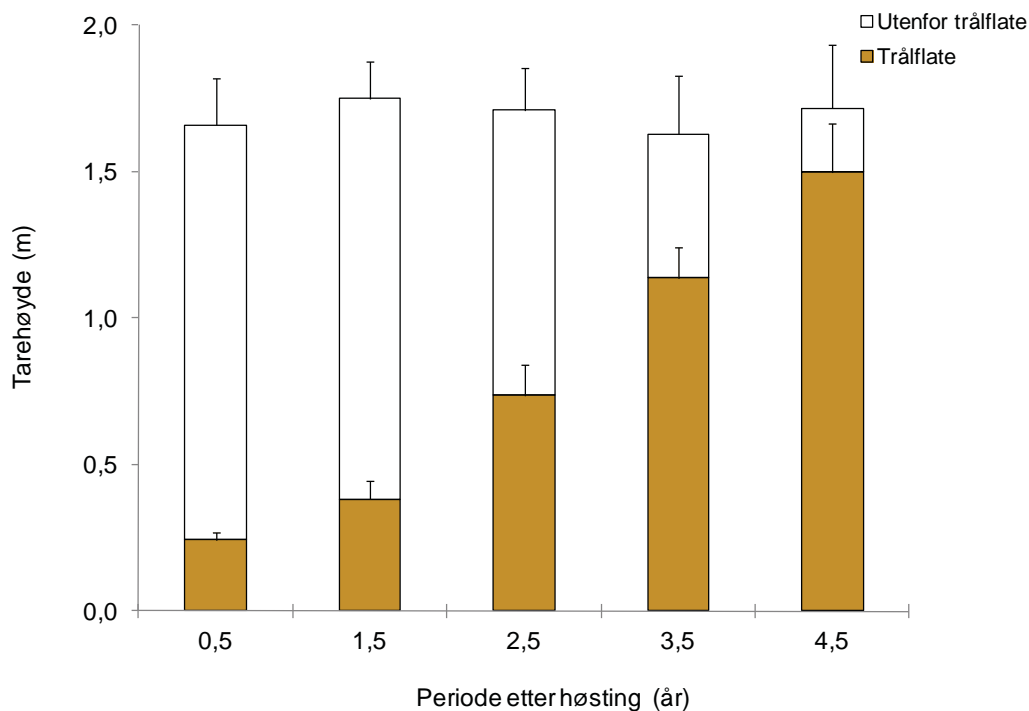
Selv om tareplantene på trålfletene har hatt en signifikant vekst i perioden etter høsting, er den gjennomsnittlige plantestørrelsen (ca 56 cm) observert i juni 2012, snaue 2 år etter feltene ble høstet i september 2010, likevel ikke mer enn i underkant av 30 % av den opprinnelige gjennomsnittlige plantestørrelsen observert før høsting. Gjenveksten av tare på trålfletene i Nord-Trøndelag er imidlertid omtrent på nivå med det som tidligere har vært observert på trålfletter i løpet av de første årene etter tarehøsting i Møre og Romsdal og Sør-Trøndelag (Fig. 40, Steen 2011c).



Figur 38. Ferskt trålspor med tarerekruiter som har unngått taretrålen. Utenfor trålsporet (til høyre i bildet) står tarevegetasjonen urørt tilbake.



Figur 39. Alger som butare (*Alaria esculenta* – til venstre) og kjerringhår (*Desmarestia sp.* – til høyre) ble observert, stedvis i tette bestander, i trålsporene ca 10-12 måneder etter høsting.



Figur 40. 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 2005-2011. Øvre grense for 95% konfidensintervall er tegnet inn.

Gjenvekst og reetablering av stortare etter høsting har tidligere vært undersøkt av bl.a Svendsen (1972), Sivertsen (1991), Rinde *et al.* (1992), Christie *et al.* (1998), Waage-Nielsen *et al.* (2003) og Steen (2011c). I studien til Christie *et al.* (1998) ble ulike parametre som tarevegetasjonens tetthet, lengde, påvekstlger (epiflora) og assosiert makroinvertebratfauna undersøkt på høstefelt i ulike faser av reetableringssyklusen etter tarehøsting, og sammenlignet med en referansetilstand. Undersøkelsene ble gjennomført i to ulike geografiske regioner, Rogaland og Nord-Møre (Smøla). Resultatene viste at mens tettheten av tareplanter og mesteparten av makrofaunaen forholdsvis raskt re-etableres etter høsting, så gikk lengdegjenveksten og re-etableringen av epiflora hos tareplantene langsommere, og tok lengre tid på Nord-Møre (>6 år), enn i Rogaland (<4 år).

Målinger gjort på stortareplanter innsamlet fra prøvehøstefeltene i Nord-Trøndelag i 2012 tyder på at tareplantene størrelse (stilkengde og blad) endrer seg lite fra ca 6-8 års alder, mens stilkdiameter og epifyttsamfunnene fortsatt ikke har nådd sin maksimale utvikling ved denne alderen (Figur 24 og 25). Tareplantene som utvikler seg naturlig i tareskogen kan ha blitt hemmet av lysbegrensning fra den høyvokste og tette dekkvegetasjonen av tare og derfor utviklet seg langsommere, enn de f.eks vil gjøre på trålflater der mesteparten av dekkvegetasjonen er fjernet og lystilgangen bedre. Den faktiske reetableringshastigheten av taresamfunnene vil imidlertid først kunne bestemmes gjennom oppfølgende undersøkelser i de prøvehøstede områdene, inntil tarevegetasjonen og påvekstsamfunnene er fullt ut reetablert.

Effekter på fisk

Registreringsfrekvensene av fisk langs videotransektene i Nord-Trøndelag i 2012 var gjennomgående lave (Fig. 16, 22, 33). Det var en signifikant nedgang i forekomst av fisk fra september 2010 til juni 2012, men denne utviklingen var uavhengig av om de undersøkte stasjonene hadde vært utsatt for prøvehøsting eller ikke og kan derfor ikke relateres til tarehøstingen (Tab. 2). Det var derimot ingen signifikante forskjeller i registreringsfrekvens av fisk på stasjoner som ble undersøkt før og etter tarehøsting i 2011 og 2012 (Tab. 3, Fig. 33). Det er derfor ikke mulig ut ifra de foreliggende videoobservasjonene å konkludere med at tarehøstingen har påvirket forekomsten av fisk.

Videoopptakene som ble benyttet til registrering av fisk i vår undersøkelse var i gjennomsnitt ca 10 minutter lange, vil derfor kun gi et øyeblikksbilde av forekomstene av fisk på de undersøkte lokalitetene. For å fange opp variasjoner i forekomst av fisk på en lokalitet over tid er man avhengig av å gjøre observasjoner over lengre tidsrom. I tillegg vil registreringer av fisk også kunne influeres av skremmeeffekter når bevegelige observasjonssystem som f.eks nedsenkbare kamera (Steen 2010b, Steen *et al.* 2011), ROV'er (Lorentsen *et al.* 2010), dykkere (Sjøtun 1999), etc, benyttes.

En studie med stasjonære kamerasystem gjennomført av Havforskningsinstituttet i 2011 viser betydelig variasjoner i forekomst av fisk i løpet av dagen (Steen *et al.* 2012.). Denne type observasjoner vil gi et mer helhetlig bilde av den faktiske forekomsten av fisk i et område over en lengre periode, i tillegg til at eventuelle skremmeeffekter reduseres. Det ble derfor gjennomført oppfølgende undersøkelser vha stasjonære kamerasystem på forekomst av fisk på utvalgte lokaliteter i Nord-Trøndelag før og etter tarehøsting i august 2012. I tillegg har det i samarbeid med lokale fiskere også vært gjennomført et forsøksfiske med ulike typer fangstredskap. Resultatene fra disse undersøkelsene 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.
- Eilertsen M. 2007. Does the composition of amphipods associated to epiphytes on kelp (*Laminaria hyperborea*) change with depth? Master of Science in Marine Biology, Department of Biology, University of Bergen. 78pp.
- Lein TE, Sivertsen K, Hansen JR, Sjøtun K. 1987. Tang, og tareforekomster i Finnmark. Forut-rapport 1987: 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.
- 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.
- Rinde E, Christie H, Fredriksen S, Sivertsen A. 1992. Økologiske konsekvenser av taretråling: Betydning av tareskogens struktur for forekomst av hapterfauna, bunnfauna og epifytter. NINA Oppdragsmelding 127.
- 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. 1991. Høsting av stortare og gjenvekst av tare etter taretråling ved Smøla, Møre og Romsdal. *Fisken og Havet* 1991-1.
- 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, Christie H, Fosså JH. 2001. Overvåking av kråkebolleforekomstar 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).
- 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. 2012. Stortare. Pp 145. Aglen A, Bakketeig IE, Gjøsæter H, Hauge M, Loeng H, Sunnset BH, Toft KØ (red.). 2012. Havforskningsrapporten 2011. Fisken og havet, særnr. 1–2012.
- Steen H, Bodvin T, Moy FE. 2012. Visuell registrering av fisk etter prøvehøsting av stortare i Nord-Trøndelag i 2011. Fisken og Havet 2012-1.
- Svendsen P. 1972. Noen observasjoner over taretråling og gjenvekst av stortare, *Laminaria hyperborea*. Fiskets Gang 22: 448-460.
- Waage-Nielsen E, Christie H, Rinde E. 2003. Short term dispersal of kelp fauna to cleared (kelp harvested) areas. Hydrobiologia 503: 77–91.

Retur: Havforskningsinstituttet, Postboks 1870 Nordnes, NO-5817 Bergen



HAVFORSKNINGSINSTITUTTET
Institute of Marine Research

Nordnesgaten 50 – Postboks 1870 Nordnes
NO-5817 Bergen
Tlf.: +47 55 23 85 00 – Faks: +47 55 23 85 31
E-post: post@imr.no

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET
AVDELING TROMSØ

Sykehusveien 23, Postboks 6404
NO-9294 Tromsø
Tlf.: +47 77 60 97 00 – Faks: +47 77 60 97 01

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET
FORSKNINGSSTASJONEN FLØDEVIGEN

Nye Flødevigveien 20
NO-4817 His
Tlf.: +47 37 05 90 00 – Faks: +47 37 05 90 01

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET
FORSKNINGSSTASJONEN AUSTEVOLL

NO-5392 Storebø
Tlf.: +47 55 23 85 00 – Faks: +47 56 18 22 22

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET
FORSKNINGSSTASJONEN MATRE

NO-5984 Matredal
Tlf.: +47 55 23 85 00 – Faks: +47 56 36 75 85

AVDELING FOR SAMFUNNSKONTAKT
OG KOMMUNIKASJON

Public Relations and Communication
Tlf.: +47 55 23 85 00 – Faks: +47 55 23 85 55
E-post: informasjonen@imr.no

www.imr.no

