

Undersøkelser i forbindelse med prøvehøsting av stortare i Nord-Trøndelag 2010

Henning Steen



Undersøkelser i forbindelse med prøvehøsting av stortare i Nord-Trøndelag 2010

Av
Henning Steen



Foto: Henning Steen

PROSJEKTRAPPORT



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

Tromsø **Flødevigen** **Austevoll** **Matre**
9294 TROMSØ 4817 HIS 5392 STOREBØ 5984 MATREDAL

Tlf. 55 23 85 00 Tlf. 37 06 90 00 Tlf. 55 23 85 00 Tlf. 55 23 85 00

Rapport: Undersøkelser i forbindelse med prøvehøsting av tare i Nord-Trøndelag 2010	Nr. - År 2010
Tittel (norsk/engelsk): Undersøkelser i forbindelse med prøvehøsting av stortare i Nord-Trøndelag 2010. Before and after studies of kelp (<i>Laminaria hyperborea</i>) harvesting in Nord-Trøndelag in 2010.	
Forfatter(e): Henning Steen	

Distribusjon: Åpen
HI-prosjektnr.: 10234
Oppdragsgiver(e): FMC-Biopolymer
Oppdragsgivers referanse:
Dato: 20.12.2010
Program: Økosystem kyst
Forskningsgruppe: 422 Bunnhabitater og skalldyr
Antall sider totalt: 23

Sammendrag (norsk):

Havforskningsinstituttet gjennomførte i september 2010, undersøkelser før og etter prøvehøsting av stortare (*Laminaria hyperborea*) i Nord-Trøndelag. Tarevegetasjonen ble undersøkt vha undervannsvideo både i prøvehøstefeltene og nærliggende referanseområder. I tillegg ble det samlet inn planter fra prøvehøstefeltene for størrelse, vekt og aldersbestemmelser. Observasjonene tyder på at tilstanden i taresamfunnene er meget god, med storvokst og tett tarevegetasjon, og moderat tetthet av kråkebolle, i stort sett hele det undersøkte området. *Echinus esculentus* var den dominerende kråkebollearten, og kun et par juvenile individer av *Strongylocentrotus droebachiensis*, ble observert. Gjennomsnittlig uttaksgrad av stortare ble estimert til ca 2,2% av den stående stortarebestanden på høstefeltene, ned til 20 meters dyp. Det ble også observert mye småtare på trålflatene, som vil være viktig for gjenveksten av tarevegetasjonen. Det ble ikke registrert reduksjoner i forekomst av fisk i etterkant av tarehøstingen.

Summary (English):

The Institute of Marine Research surveyed the kelp vegetation, before and after the first ever kelp (*Laminaria hyperborea*) harvesting in Nord-Trøndelag in September 2010. Survey stations included both kelp harvested areas and nearby reference areas, and was performed by underwater video. In addition, kelp plants were collected for measurements of plant length, weight and age. Based on these observations the state of the kelp forest was considered to be healthy, with large and dense kelp vegetation, and moderate densities of sea urchins, across most of the surveyed area. *Echinus esculentus* was the dominant sea urchin, and only a couple of juvenile *Strongylocentrotus droebachiensis* was observed. The average percentage of kelp harvested was estimated to be around 2.2% of the standing kelp stock, above 20 meters depth. There was a considerable amount of small kelp plants left behind after harvest, whose role in the restoration of the kelp vegetation may prove vital. No reduction in fish abundance was observed after kelp harvesting.

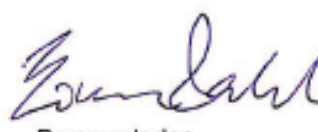
Emneord (norsk):

1. Stortare
2. Kråkebolle
3. Nord-Trøndelag

Subject heading (English):

1. Kelp
2. Sea urchins
3. Nord-Trøndelag


Prosjektleder
Henning Steen

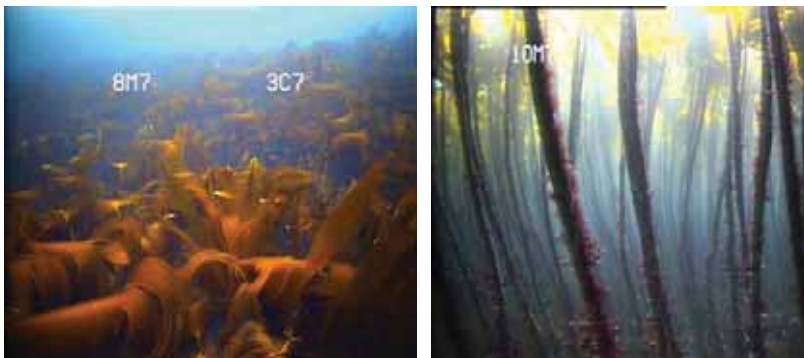

Programleder
Einar Dahl

Innhold

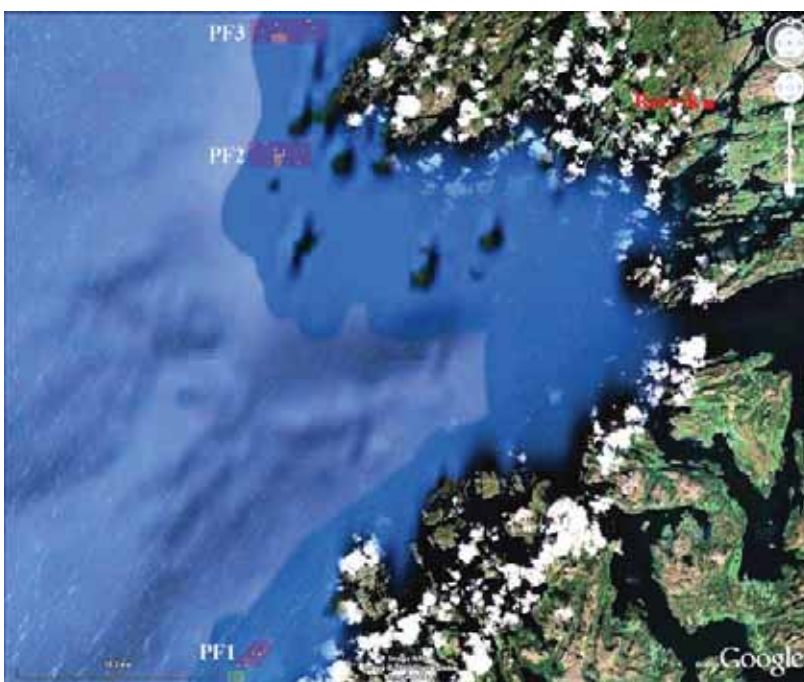
INNLEDNING	7
METODIKK.....	8
RESULTATER	10
Alder, vekt, lengde og epifytter hos innsamlede tareplanter	10
Videotransekt	12
Før høsting.....	12
Etter høsting	14
DISKUSJON	18
Tarevegetasjon	18
Kråkeboller.....	19
Tarehøsting.....	20

INNLEDNING

Tarenæringen gjennomførte i september 2010 en prøvehøsting av stortare (*Laminaria hyperborea*) i tre avgrensede områder i Nord-Trøndelag. Bakgrunnen for en slik prøvehøsting 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 deler av Nord-Trøndelag. 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, 2010 – Figur 1). På bakgrunn av disse observasjonene vurderte Havforskningsinstituttet det som økologisk forsvarlig å gjennomføre 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 september 2010, etablerte Havforskningsinstituttet overvåkingsstasjoner i de tre prøvehøstefeltene, og i tre nærliggende referanseområder, som ikke ble høstet (Figur 2).



Figur 1. Tarevegetasjonen på Havforskningsinstituttets referansestasjon ved Skyttelråsa i Nord-Trøndelag.



Figur 2. Kart over tre prøvehøstingsområder (PF1, PF2, PF3) for tare i Nord-Trøndelag. Prøvehøstingsarealene er markert i lilla, mens referansearealene er markert i gult/brunt. Hvide linjer angir posisjoner for videotranssekt.

METODIKK

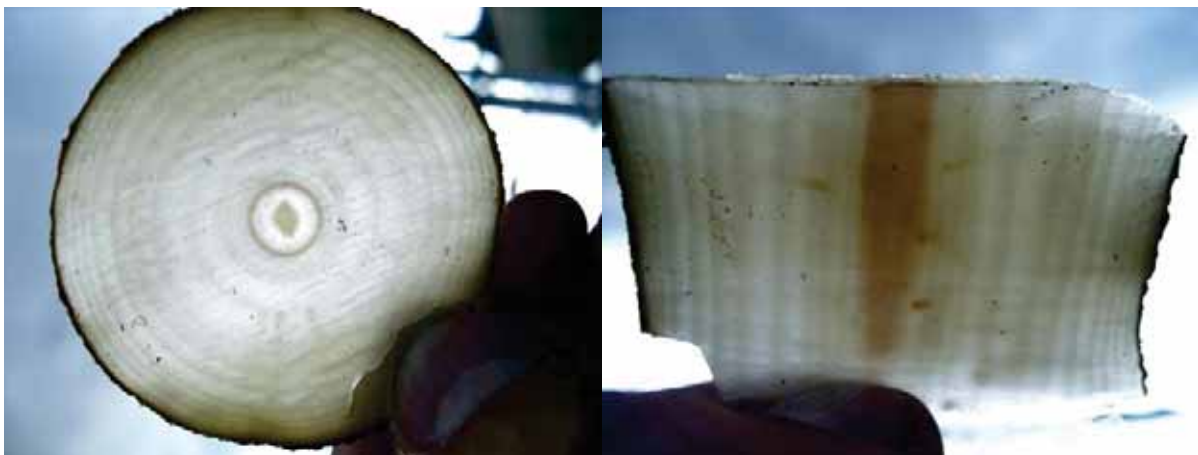
Seks stasjoner ble undersøkt i hvert av de tre prøvehøstefeltene vha undervannsvideo umiddelbart før (13-14.09.2010) og etter (17-18.09.2010) høsting, mens to stasjoner ble undersøkt (13-14.09.2010) i hvert av de tre referanseområdene. Stasjonene ble plukket på basis av ekkoloddregistreringer av dybde, 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 (Tarebas) med kartplotter og ekkolodd, med en gjennomsnittshastighet på ca 1-2 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 ble det tatt opp ca 4 timer med film, langs en strekning på ca 9 km på de tre prøvehøstefeltene og referanseområdene til sammen.

Før analyse ble videotransektene splittet opp i mindre avsnitter (for hvert minutt film) der gjennomsnittlig dyp, bunntype, tarevegetasjonens dekningsgrad, tetthet (av canopyplanter, eller dekkvegetasjonsplanter), plantehøyde, rekruttering (definert som tareplanter <25 cm) og påvekst (på tarestilkene) ble estimert. 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. I forbindelse med registreringer av trålspor, ble det gjort semi-kvantitative anslag av uttaksgrad (areal av trålflate / areal av uberørt tarevegetasjon), innen hvert transektavsnitt. I tillegg ble tareplanter samlet inn vha taretråling (Figur 3) fra to områder i hvert prøvehøstefelt 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 4).



Figur 3. Taretrål med nyhøstet tare (venstre bilde) og fullastet båt (høyre bilde).

Det ble også gjort et anslag over de totale tareforekomstene innen hvert prøvehøstefelt vha en 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, <http://dnweb12.dirnat.no/nbinnsyn/>). Det modellerte utbredelsesarealet for tare ned til 20 m dyp (nedre grense for tarehøsting) for stortare multiplisert med estimert biomassetetthet (beregnet utifra data fra videoobservasjoner og innsamlet materiale), vil dermed kunne gi et anslag over den stående stortarebiomassen, som sammenlignet med høstekvantum, igjen vil kunne gi et estimat på total uttaksgrad av stortare per høstefelt.

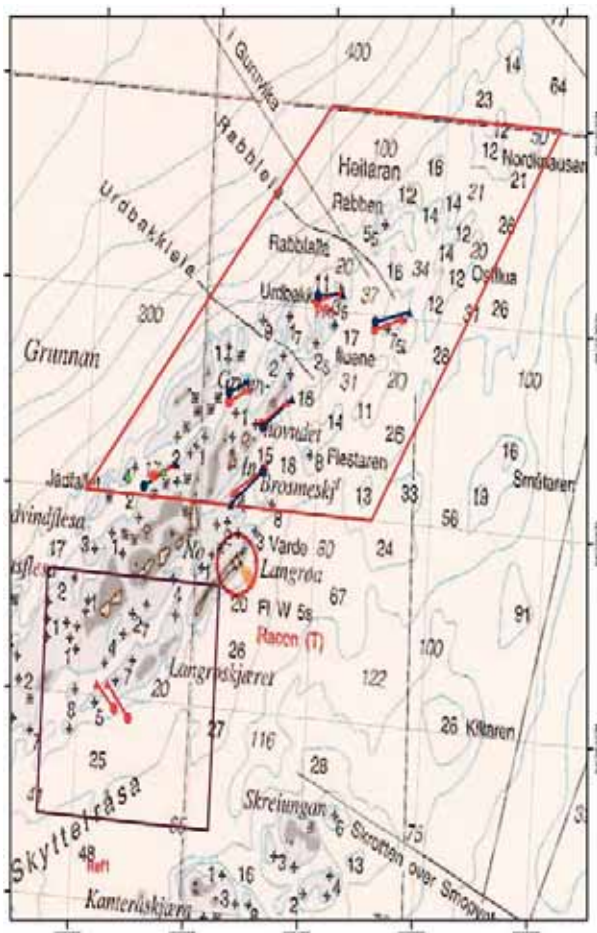


Figur 4. Tverrsnitt av tarestilk fra overgangen mot festeorganet (venstre bilde), og vertikalt snitt gjennom deler av festeorganet (høyre bilde) på samme plante. Alderen bestemmes ved å telle vekstsoner (lyse bånd mellom mørke skillelinjer).

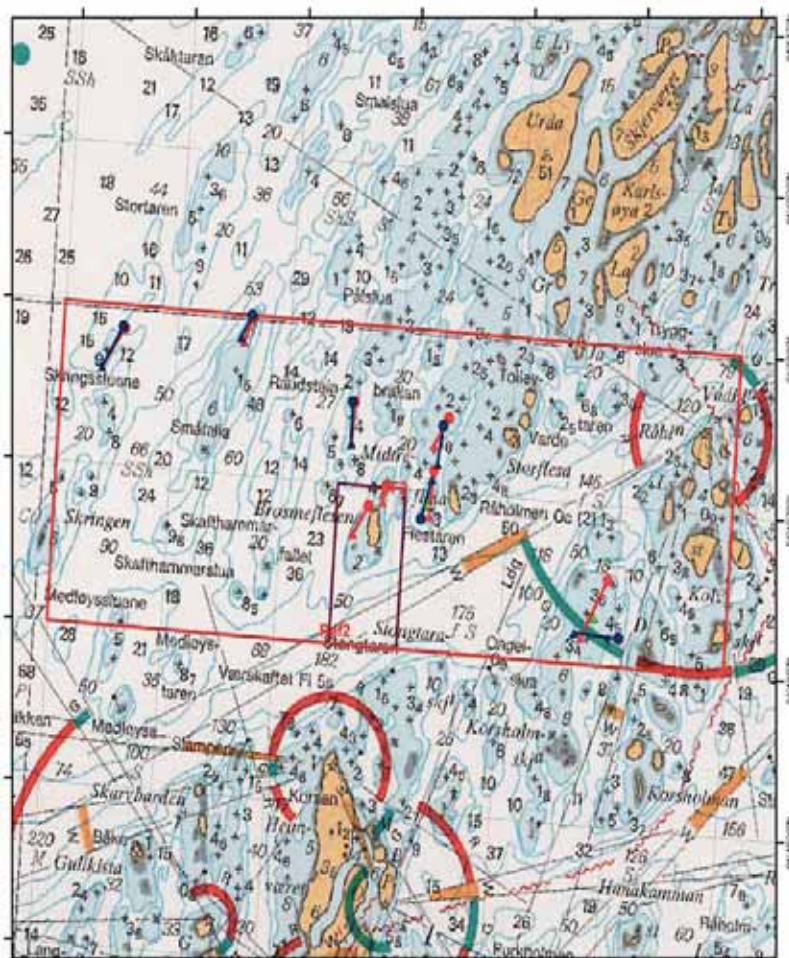
RESULTATER

Alder, vekt, lengde og epifytter hos innsamlede tareplanter

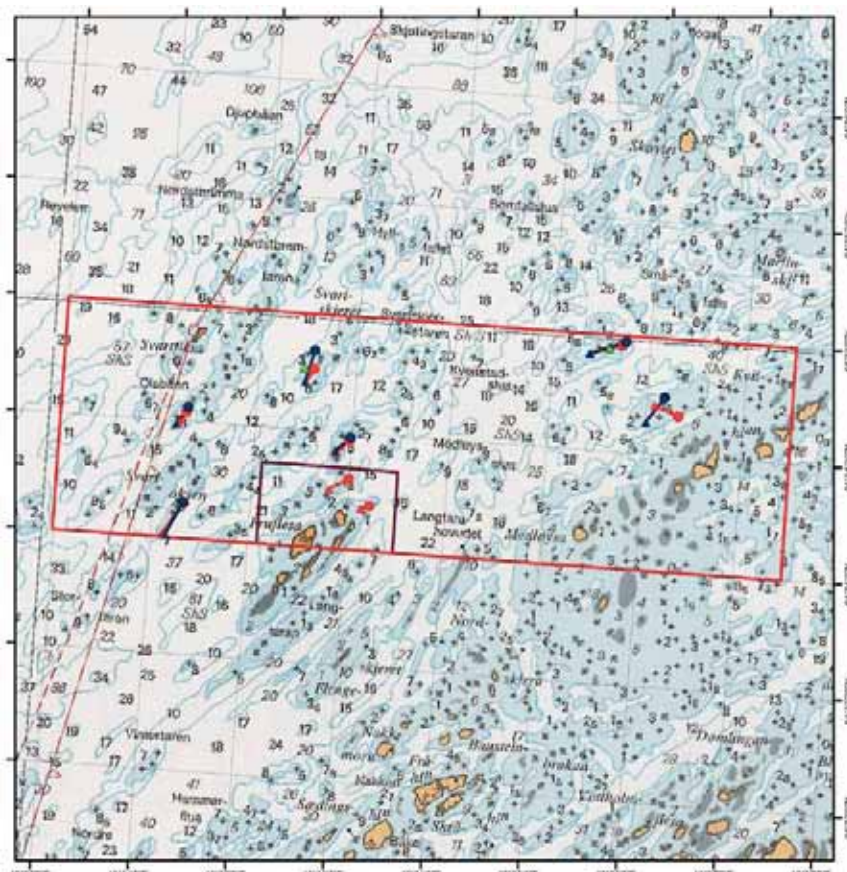
Totalt ble 60 planter undersøkt mhp lengde (av stilk fra overgang festeorgan/stilk til overgang stilk/blad), våtvekt, alder og vekt av påvekstorganismer. 10 planter ble samlet inn på hver av 2 stasjoner (Figur 5-7) på hvert av de tre prøvehøstefeltene, på ca 5-10m dyp. Gjennomsnittlig stikklengde var ca 2,1 m og gjennomsnittlig vekt av tareplantene ca 2,4 kg. Den lengste stilken ble målt til 2,82 m, og den tyngste planten veide 3,75 kg (Figur 8). Vektforholdet stilk/blad ble sjekket for et titals planter og var ca 4/1. Vekt og stikklengde hos tareplantene var lineært relatert, og denne relasjonen ble senere benyttet til å beregne biomasse av tare per arealenh, på bakgrunn av observasjoner av plantehøyde og tetthet langs videotransektene. Gjennomsnittsalderen på tareplantene, bestemt gjennom tellinger av vekstsoner, var 9,6 år, og alderen varierte fra 6 til 14 år (Figur 8), og økte fra sør (PF1) til nord (PF3). Plantene i aldersintervallet 9-14 år hadde både signifikant lengre stilker (t-test, $p < 0,01$) og høyere vekt (t-test, $p < 0,01$), enn planter i aldersintervallet 6-8 år, mens det ikke var noen signifikante forskjeller i stikklengde (t-test, $p = 0,78$) og vekt (t-test, $p = 0,27$) mellom aldersgruppene 9-11 år og 12-14 år (Figur 9). Vekten av epifytter varierte fra 0 til 200 gram, og var i gjennomsnitt 47 gram per tareplante, dvs ca 2% av totalvekten til tareplantene (Figur 9). Biomassen av epifytter var positivt korrelert med stikklengde ($R = 0,33$, $p = 0,005$), vekt ($R = 0,41$, $p = 0,001$) og alder ($R = 0,24$, $p = 0,030$) hos tareplantene. For mange av tareplantene var det også en klar sonering av epifytter langs tarestilken, der epifloraen var best utviklet langs den øvre delen av stilken.



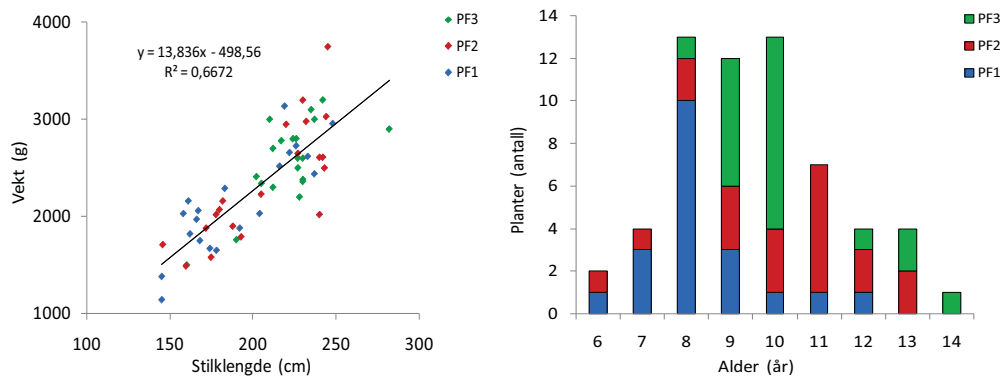
Figur 5. Prøvehøstefelt 1 (rød ramme) og referanseområde 1 (lilla ramme) ved Skyttelråsa. Lysegrønne trekkanter markerer områder der det ble gjort innsamlinger av taremateriale. Røde piler markerer transekt filmet før (13.09.2010) tarehøsting og mørkeblå piler markerer transekt filmet etter tarehøsting (17.09.2010).



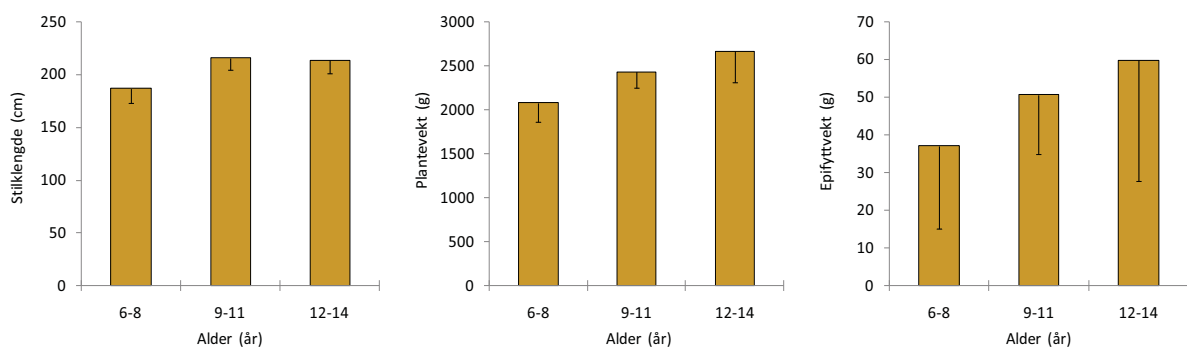
Figur 6. Prøvehøstefelt 2 (rød ramme) og referanseområde 2 (lilla ramme) ved Brosme-flesin. Lysegrønne trekkanter markerer områder der det ble gjort innsamlinger av taremateriale. Røde piler markerer transekt filmet før (14.09.2010) tarehøsting og mørkeblå piler markerer transekt filmet etter tarehøsting (18.09.2010).



Figur 7. Prøvehøstefelt 3 (rød ramme) og referanseområde 3 (lilla ramme) ved Frufleså. Lysegrønne trekkanter markerer områder der det ble gjort innsamlinger av taremateriale. Røde piler markerer transekt filmet før (14.09.2010) tarehøsting og mørkeblå piler markerer transekt filmet etter tarehøsting (18.09.2010).



Figur 8. Vekt som funksjon av stilkengde (venstre figur) og aldersfordeling (høyre figur) av 60 stortareplanter, der 20 planter er samlet inn fra hvert av de tre prøvehøstefeltene, PF1 (blå), PF2 (rød) og PF3 (grønn).



Figur 9. Gjennomsnittlig stilkengde (venstre), plantevekt (midt) og epiyttvekt (høyre) hos ulike aldersgrupper av stortare. Nedre grense for 95% konfidensintervall er tegnet inn.

Videotransekt

Før høsting

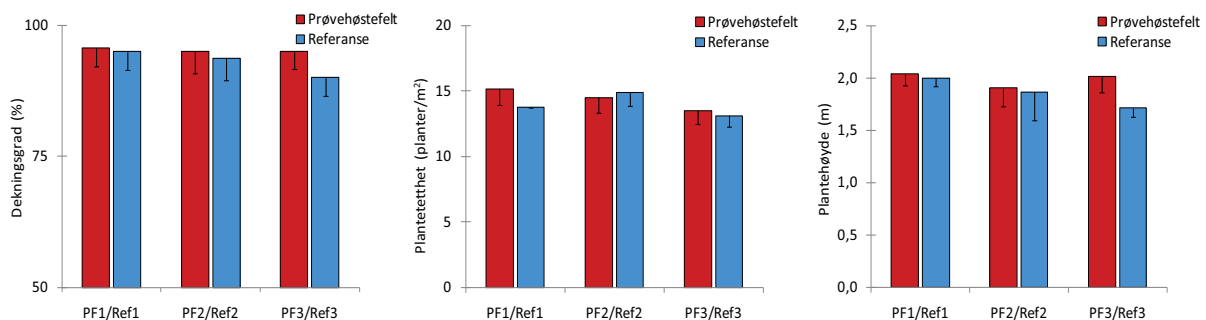
Totalt så ble 18 transekter videofilmet i de tre prøvehøstefeltene før og etter høsting, i tillegg til 6 transekter videofilmet i referanseområdene (Figur 5-7). Gjennomsnitts dyp på videostasjonene varierte fra 9,1 m til 12,9 m. Eksempler på tarevegetasjon fra de tre prøvehøstefeltene er vist i Figur 10 og 11. Dekningsgrad, plantetetthet og plantehøyde ble estimert innen hvert transektavsnitt, og gjennomsnittsverdier beregnet for hvert transekt og prøvehøsting/referanseområde (Figur 12).



Figur 10. Eksempler på stortaredekke fra prøvehøstefelt 1 (venstre), 2 (midt) og 3 (høyre), før høsting.

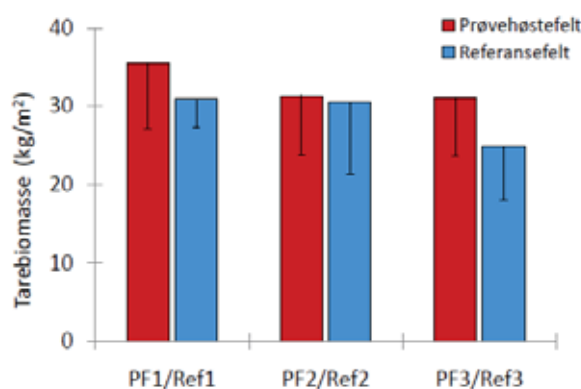


Figur 11. Eksempler på stortarestilker fra prøvehøstefelt 1 (venstre), 2 (midt) og 3 (høyre), før høsting.



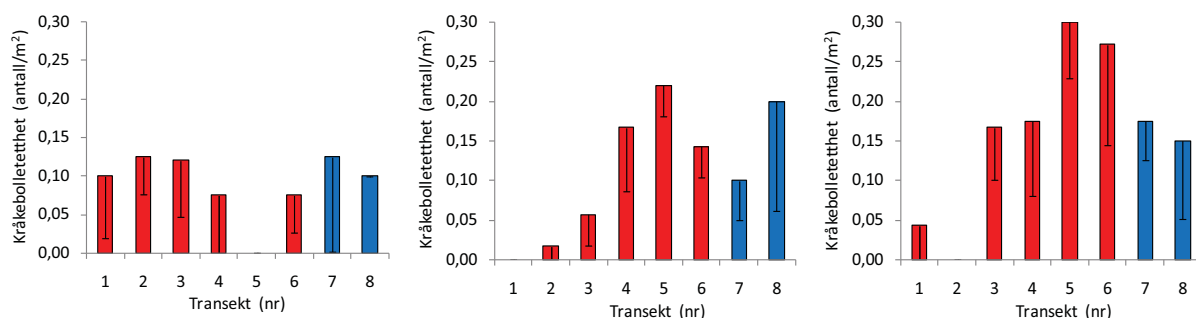
Figur 12. Gjennomsnittlig dekningsgrad (venstre), tetthet (midt) og lengde (høyre) av tareplanter i prøvehøstingsområder (røde søyler) og referanseområder (blå søyler) før høsting. Nedre grense for standardavvik er tegnet inn.

Figur 13 viser estimert biomasse av tare på hvert av de tre prøvehøstings-områdene og referanseområdene konvertert fra observasjoner av lengde og tetthet av tareplanter. Beregnet gjennomsnittlig biomasse ligger på ca 30 kg per kvadratmeter, med kun mindre variasjon mellom feltene.

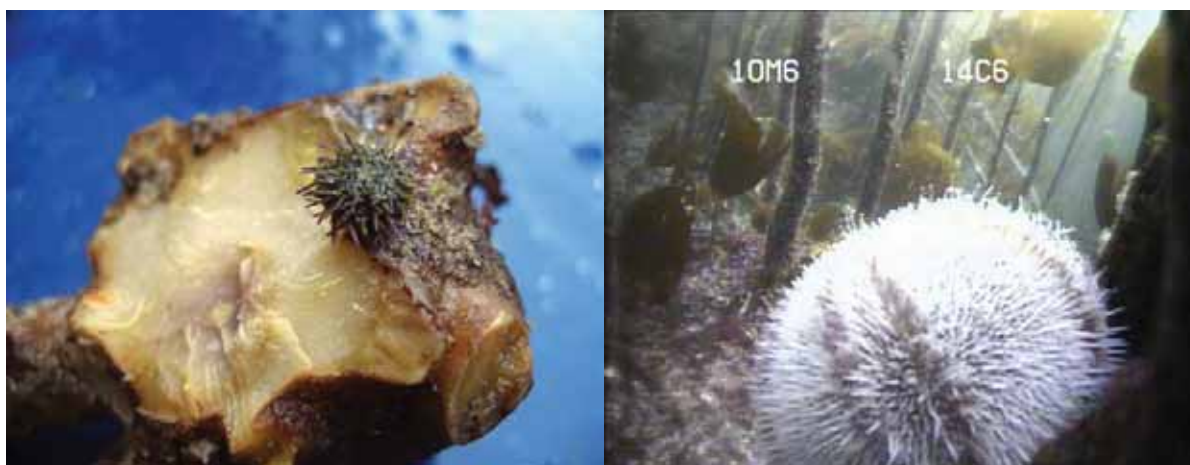


Figur 13. Estimert gjennomsnittlig tarebiomasse per kvadratmeter i prøvehøsteområder (røde søyler) og referanseområder (blå søyler) før høsting. Nedre grense for standardavvik er tegnet inn.

Variierende tetthet av kråkeboller innen og mellom prøvehøstingsområdene ble observert (Figur14), 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 14). I videundersøkelsene ble det kun registrert individer av rød kråkebolle (*Echinus esculentus*), mens ingen individer av Drøbak-kråkebolle (*Strongylocentrotus droebachiensis*) ble observert. Derimot så ble det observert et par juvenile individer av Drøbak-kråkeboller i festeorganene til de innsamlede tareplantene (Figur 15).



Figur 14. Gjennomsnittlig tetthet av kråkeboller (*Echinus esculentus*) per kvadratmeter langs transekter (1-8) i prøvehøsting/referanseområde 1 (venstre), 2 (midt) og 3 (høyre) før høsting. Transekter i prøvehøstingsområder (røde søyler), nummerert fra 1 (vest) til 6 (øst) og referanseområder (blå søyler), nummerert fra 7 (vest) til 8 (øst). Nedre grense for 95% konfidensintervall er tegnet inn.



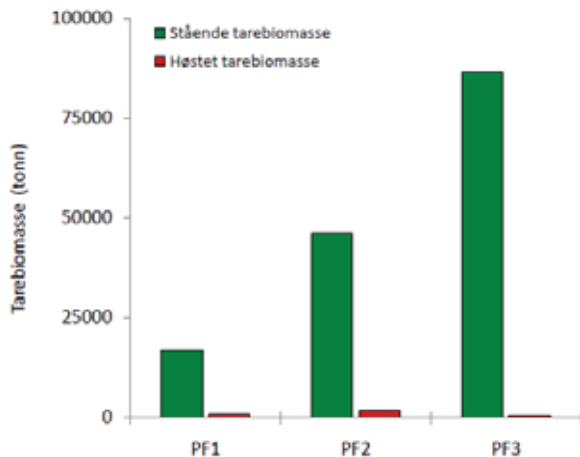
Figur 15. Juvenil Drøbak-kråkebolle (*Strongylocentrotus droebachiensis*) i festeorganet til innsamlet tareplante (venstre bilde). Rød kråkebolle (*Echinus esculentus*) er den vanligste kråkebollen i tareskogen i de undersøkte områdene i Nord-Trøndelag (høyre bilde).

Etter høsting

Totalt så ble det høstet 3.284 tonn stortare i Nord-Trøndelag i september 2010 (Tabell 1). Det modellerte arealet for utbredelse av stortare, i dybdeintervallet 0,5 – 20 meter, innenfor de tre prøvehøstefeltene til sammen var ca 9,5 kvadratkilometer. I forhold til biomassetettheten av tare som ble estimert langs videotransektene vil modellen også inkludere arealer i dybdeintervaller og områder der biomassetettheten av tare antas å kunne være lavere. Biomassetettheten estimert utifra videotransektene ble derfor justert ned 50%, dvs. fra ca. 30kg til ca. 15 kg tarebiomasse per kvadratmeter, før beregning av total stående stortarebiomasse på de enkelte feltene. Dette gir et estimat på ca 150.000 tonn stortare og en uttaksgrad av stortare i forhold til stående bestand på ca 2,2 % for de tre prøvehøstefeltene til sammen (Tabell 1). Uttaksgraden var høyest i prøvehøstefelt 1 (ca 6%) og prøvehøstefelt 2 (ca 4%), mens ca 0,6% av den estimerte stående tarebiomassen ble høstet i prøvehøstefelt 3 (Tabell 1, Figur 16).

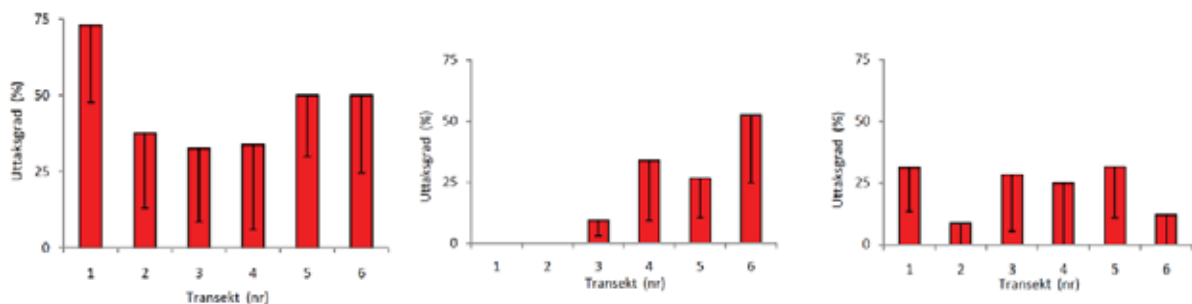
Tabell 1. Høstekvantum, modellert utbredelse, estimert stående biomasse og uttaksgrad av stortare (*Laminaria hyperborea*) på prøvehøstefelt 1 (PF1), 2 (PF2) og 3 (PF3) i Nord-Trøndelag, 2010.

Høstefelt	Høstekvantum (tonn)	Utbredelse (km ²)	Biomasse (tonn)	Uttaksgrad (%)
PF1	996	1,0	16844	5,9
PF2	1801	2,9	46129	3,9
PF3	487	5,6	86471	0,6
Totalt	3284	9,5	149444	2,2



Figur 16. Modellert stående stortarebiomasse (grønne søyler) og høstet stortarekvantum (røde søyler) i prøvehøstefelt 1 (PF1), 2 (PF2) og 3 (PF3) i Nord-Trøndelag.

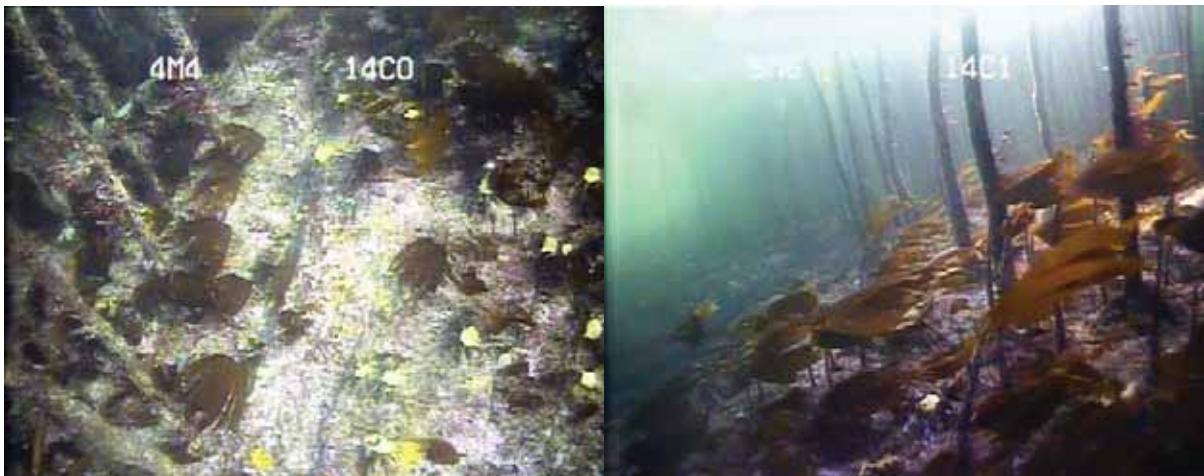
Gjennomsnittlig uttaksgrad av tare (estimert som areal av trålflate/areal av uberørt tarevegetasjon) observert langs videotransektene, som er områder som ble prioritert i forbindelse med tarehøstingen, var 46 % (i prøvehøstefelt 1), 20 % (i prøvehøstefelt 2) og 23 % (i prøvehøstefelt 3). Spor etter tarehøsting (trålgater) ble observert langs 16 av de 18 undersøkte transektene, og uttaksgraden varierte fra 0 til 73 % på de undersøkte stasjonene (Figur 17).



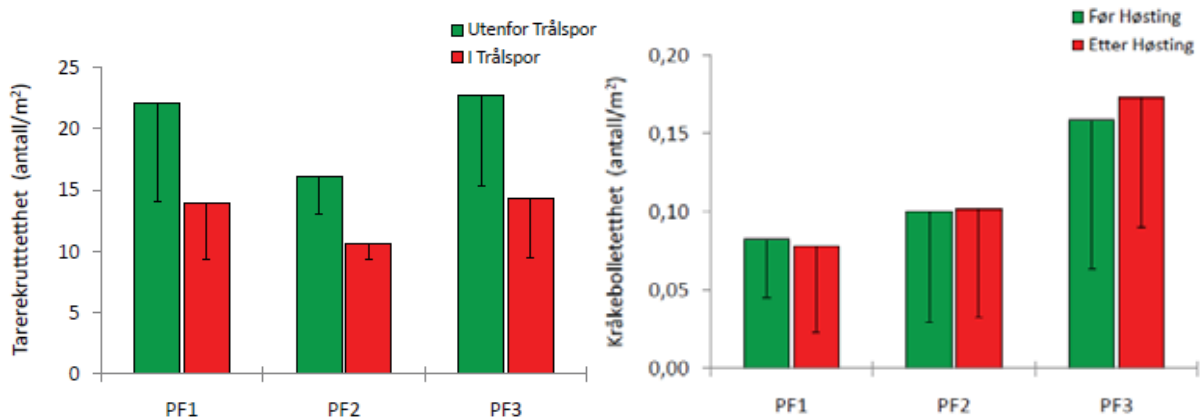
Figur 17. Gjennomsnittlig uttaksgrad (areal av trålflate / areal av uberørt tarevegetasjon) av stortare (*Laminaria hyperborea*) langs transekter (1-6) i prøvehøstingsområde 1 (venstre), 2 (midt) og 3 (høyre). Transekter er nummerert fra 1 (vest) til 6 (øst). Nedre grense for 95% konfidensintervall er 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 (Figur 18). Gjennomsnittlig tetthet av tarerekrutter i undervegetasjonen i den uberørte tarevegetasjonen utenfor trålsprene ble estimert til ca 20 planter per kvadratmeter, mens tettheten av tarerekrutter i trålsprene var i gjennomsnitt ca 13 planter per kvadratmeter. Selv om tettheten av rekrutter reduseres i trålsprene (Figur 19), er

den gjennomsnittlige overlevelsen av tarerekutter etter tråling ca 65 %. Tettheten av kråkeboller synes ikke i særlig grad påvirket av tarehøsteaktiviteten (Figur 19), og det ble ikke observert synlige skader eller knuste skall av kråkeboller på trålfatene.



Figur 18. Eksempler på trålspor med kun små tareplanter tilbake etter at trålen har passert. Utenfor trålsprene er tarevegetasjonen dominert av større tareplanter (i venstre del av venstre bilde og høyre del av høyre bilde).

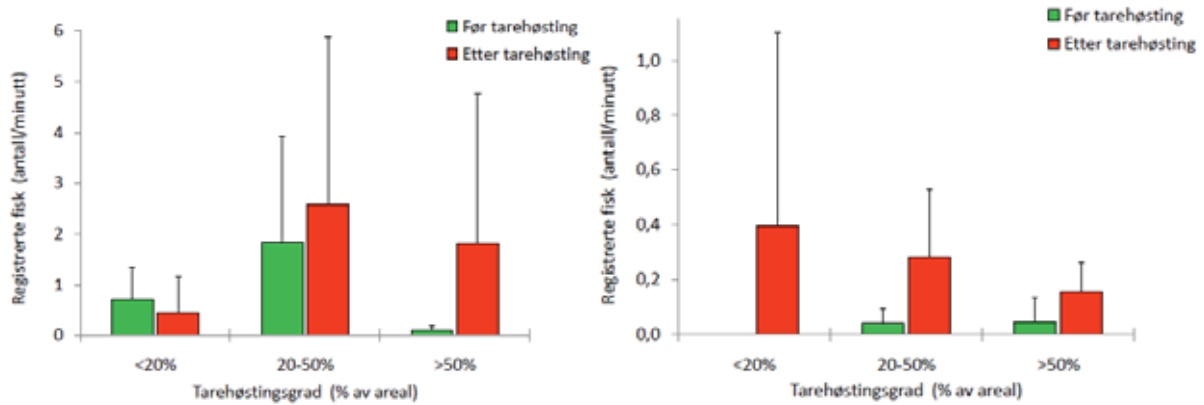


Figur 19. Venstre figur: Gjennomsnittlig tetthet av tarerekutter i undervegetasjonen utenfor trålspor (grønne søyler) og i trålspor (røde søyler) langs videotransekt undersøkt i prøvehøstefelt 1-3. Høyre figur: Gjennomsnittlig tetthet av kråkeboller før (grønne søyler) og etter (røde søyler) tarehøsting, langs videotransekt undersøkt i prøvehøstefelt 1-3. Nedre grense for 95% konfidensintervall er tegnet inn.

Fisk ble registrert og kategorisert mhp størrelse langs videotransekter før og etter tarehøsting (Figur 20, 21). Gjennomsnittlig registreringsfrekvens for liten fisk ($\sim < 15$ cm) var 1,48 individer per minutt, mens for stor fisk ($\sim > 15$ cm) var gjennomsnittlig registreringsfrekvens 0,16 individer per minutt. Mens registreringsfrekvensen av stor fisk ($\sim > 15$ cm) økte signifikant etter tarehøsting (t-test, $p = 0,04$), ble det ikke funnet noen signifikant endring i registreringsfrekvensene av liten fisk ($\sim < 15$ cm) fra før til etter høsting (t-test, $p = 0,52$).



Figur 20. Eksempler på fiskeyngel (til høyre i venstre bilde) og fisk i et taretrålt område (høyre bilde).



Figur 21. Registreringer av fisk <15 cm (venstre figur) og >15 cm (høyre figur) per minutt videotranssekt, før (grønne søyler) og etter (røde søyler) tarehøsting, på stasjoner med ulik tarehøstingsgrad. Øvre grense for 95% konfidensintervall er tegnet inn.

DISKUSJON

Tarevegetasjon

Observasjoner på utvalgte stasjoner i prøvehøstefelt og nærliggende referansestasjoner i Nord-Trøndelag i forkant av tarehøstingen i september 2010, tyder på at tilstanden av tarevegetasjonen er meget god i dette området. Stortare var den totalt dominerende tarearten, med kun spredte observasjoner av sukkertare (*Saccharina latissima*) og butare (*Alaria esculenta*). Dekningsgraden av stortare var i overkant av 90 % i mesteparten av det undersøkte området, med en gjennomsnittlig plantehøyde på ca 2 m og en tetthet estimert til ca 14 planter per kvadratmeter. Til sammenligning så ble gjennomsnittlig plantehøyde og tetthet av tarevegetasjonen på Havforskningsinstituttets referansestasjoner i Remman (på Nord-Møre) og Froan (i Sør-Trøndelag), målt til henholdsvis 1,9 m og 11 planter per kvadratmeter. Den gjennomsnittlige biomassetettheten av stortare ble estimert til ca 30 kg per kvadratmeter, som er på høyde med de høyeste registreringer av tarebiomassetettheter langs norskekysten, gjort utenfor kysten av Nord-Møre (Sjötun *et al.* 1995).

Alderen undersøkt hos 60 innsamlede stortareplanter varierte mellom 6 og 14 år med en gjennomsnittsalder på 9,6 år, som høyere enn tilsvarende målinger rapportert av Rinde & Sjötun (2005), der gjennomsnittlig alder av tareplanter ble målt til 6,9 år langs omtrent det samme kystavsnittet (63° - 65° nordlig lengde) som i denne undersøkelsen. Gjennomsnittlig stilk lengde for det innsamlede materialet var ca 2,1 m, noe som er betydelig lengre, enn gjennomsnittlige stilk lengder på ca 1,5-1,6 m rapportert i undersøkelsen til Rinde & Sjötun (2005). Dette tyder på at tarevegetasjonen i det undersøkte området utgjør et velutviklet klimakssamfunn.

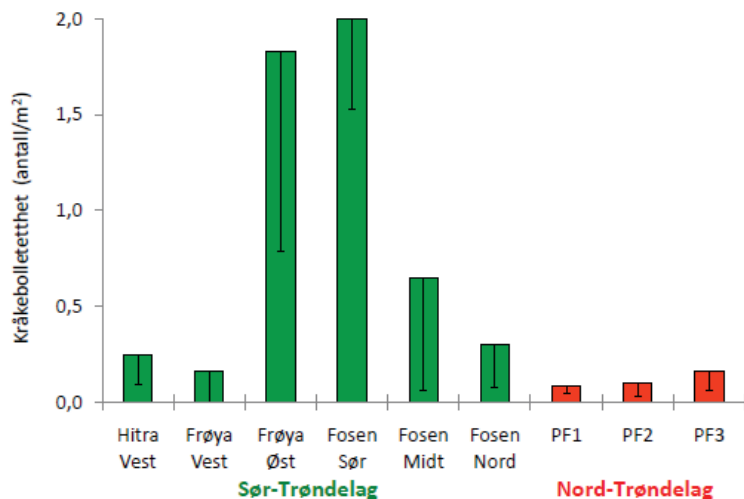
Gjennomsnittlig tetthet av tarerekrutter (=tareplanter <25 cm) i undervegetasjonen langs de undersøkte videotransektene, ble estimert til ca 20 individer per kvadratmeter, mens tettheten av planter i mellomsjiktet (dvs planter med en lengde fra ca 25 cm til nedre høyde for canopyplanter) var lavere, ca 5 mellomstore planter per kvadratmeter i gjennomsnitt. Det ble gjort en aldersbestemmelse av enkelte små planter (ca 25-50 cm lange) som hadde vokst sammen med festeorganet til de innsamlede store tareplantene, og alderen på disse lå på ca 4-5 år. Den relativt høye alderen hos små tareplanter, og lave tettheten av mellomsjikt planter, kan tyde på at tareplantene i undervegetasjonen i de undersøkte områdene er utsatt for veksthemmende lysbegrensning fra den tette, høyvokste canopy-vegetasjonen, et fenomen som også er observert i tareskogene i Sør-Trøndelag (Sjötun *et al.* 2006). Smale vekstsoner i sentrum (den eldste delen) på de fleste av stilkverrsnittene, fulgt av en sone med brede vekstsoner, før vekstsonene igjen blir smale mot periferien (den yngste delen) av stilkverrsnittene (Figur 4) da plantene begynner å bli fullvoksne, indikerer også reduserte vekstforhold tidlig i livsløpet hos disse tareplantene. På mange av tareplantene var det også en klar sonering av påvekst langs tarestilken, der epifloraen var best utviklet langs den øvre delen av stilken. Dette kan både skyldes at dårligere lysforhold på den nedre delen av stilken, men også at beitepresset fra kråkeboller kan være sterkere nederst på tarestilkene, enn høyere opp, der det vil være vanskeligere for kråkebollene å holde seg fast pga mer bevegelse.

Kråkeboller

Det ble ikke observert Drøbak-kråkebolle (*Strongylocentrotus droebachiensis*) langs noen av de undersøkte videotransektene i Nord-Trøndelag, noe som stemmer godt overens med mønsteret fra Sør-Trøndelag, der det ikke har vært observert individer av denne arten på Havforskningsinstituttets overvåkingsstasjoner siden 2005. Derimot så ble det observert enkelte juvenile Drøbak-kråkeboller i festeorganet til et par av de innsamlede tareplantene fra de nordligste prøvehøstefeltene i Nord-Trøndelag (Prøvehøstefelt 2 og 3). Tareplantenes festeorgan (hapterer) er et egnet skjulområde for både juvenile kråkeboller og mange arter av krepsdyr (Christie *et al.* 2003). Tilstedeværelse av juvenile Drøbak-kråkeboller tyder på at arten fortsatt rekrutterer i dette kystområdet, og dermed kan være en latent trussel overfor tarevegetasjonen. Rød kråkebolle (*Echinus esculentus*) er den kråkebollearten som det observeres mest av i tareskogene langs kysten av Trøndelag, og i deler av Sør-Trøndelag er det i de senere år observert høye tettheter av denne arten (Sjøtun 2002, Sjøtun *et al.* 2006, Steen 2006, 2007, 2008, 2009, 2010). Den røde kråkebollen opptrer som regel ikke i så høye tettheter som Drøbak-kråkebollen, men i enkelte områder, bl.a øst av Frøya og sør på Fosenhalvøya, er det observert reduserte tareforekomster og manglende gjenvekst etter tarehøsting som følge av denne artens beiting (Figur 22, Sjøtun *et al.* 2001, Sjøtun 2002). De observerte kråkebolletetthetene observert på stasjonene i Nord-Trøndelag var lavere enn tilsvarende observert i områder langs kysten av Sør-Trøndelag (Figur 23). 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 (Himmelman 1986, Sivertsen 2006). Tetthet av kråkeboller varierte også noe innen hvert videotransekt, med en maksimumstetthet på inntil ca 5 individer per kvadratmeter registrert langs enkelte transektavsnitt, noe som kan resultere i lokalt høyt beitepress på tarevegetasjonen og eventuelt redusert gjenvekst etter høsting.



Figur 22. Kråkeboller (*Echinus esculentus*) i ferd med å beite ned tarevegetasjon sør-vest på Fosen-halvøya i Sør-Trøndelag.



Figur 23. Gjennomsnittlig tetthet av kråkeboller observert på Havforskningsinstituttets overvåkingsstasjoner langs kysten av Sør-Trøndelag i perioden 2005-2009 (grønne søyler) og på prøve-høstingsfeltene i Nord-Trøndelag i 2010 (røde søyler). Nedre grense for 95% konfidensintervall er tegnet inn.

Det ble ikke registrert noen signifikant negativ korrelasjon ($r = -0,1$, $p = 0,33$) mellom antall kråkeboller og antall tarerekruitter i undervegetasjonen. Taretrålingsaktiviteten så ikke ut til å påvirke tettheten av kråkeboller, men en stor andel av kråkebollene som ble observert sitter på tarestilker (Figur 24), 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 tarerekruitter og forhindre reetablering av tarevegetasjon på trålflatene, vil bare kunne avdekkes gjennom videre overvåking av høstefeltene.



Figur 24. Eksempler på kråkeboller (*Echinus esculentus*) på stortarestilker i prøvehøstefeltene i Nord-Trøndelag. Etter at taretrålen har fjernet de store tareplantene (til høyre på høyre bilde), faller kråkebollene ned på sjøbunnen der de kan utgjøre en beitetrussel for tarerekruittene og forhindre reetablering av tarevegetasjonen.

Tarehøsting

Totalt så ble 3284 tonn stortare ble høstet i Nord-Trøndelag i september 2010, fordelt på tre prøvehøstefelt. Den modellerte stående tarebiomassen ned til 20 m dyp på de tre høstefeltene til sammen, ble beregnet til ca 150.000 tonn, noe som gir en uttaksgrad på ca 2,2 % av den totale stående stortarebiomassen (Tabell 1, Figur 16). Gjennomsnittlig uttaksgrad av tare (estimert som areal av trålflate/areal av uberørt tarevegetasjon) observert langs video-

transektene lå på ca. 30%. Årsaken til den relativt høye uttaksgraden langs videotransektene i forhold til den totale beregnede uttaksgraden for prøvehøstefeltene, er at disse områdene ble prioritert i forbindelse med høstingen, og derfor sannsynligvis har en høyere frekvens av trålspor, enn feltene for øvrig.

Tarevegetasjonen på høsteflatene virket effektivt høstet, og mesteparten av canopy-plantene var fjernet i trålgatene. Enkelte løstliggende, avslitte, store tareplanter ble observert i de høstede områdene, men dette antallet var lavt i forhold til det totale antall planter som var fjernet av trålen. Mindre tareplanter har større mulighet for å unnsnippe taretrålen, enn store planter, og i gjennomsnitt så overlevde ca 65% av tareplantene <25 cm lange på trålflatene. Disse små tareplantene, eller tarerekruttene, vil trolig spille en sentral rolle for gjenveksten av tarevegetasjonen på trålflatene, sammen med nyrekrutting fra sporer, produsert av større tareplanter som har overlevd nær trålflatene.

Reetableringshastigheten av taresamfunnene i de høstede områdene vil kunne være annerledes i Nord-Trøndelag, enn i fylkene lenger sør langs Vestlandskysten. Tarevegetasjonens reetableringshastighet avtar fra sør mot nord, og ulike komponenter i taresamfunnene har ulike reetableringshastigheter (Christie *et al.* 1998). Mens tarevegetasjonen, mhp tarebiomasse, plantetetthet og lengde, stort sett er reetablert i løpet av 5 år (som er den praktiserte høstefrekvensen fra Hordaland til Sør-Trøndelag), så tar reetablering av påvekstorganismer og aldersstruktur mer enn 5 år. Den relativt høye alderen og størrelsen av tareplanter som ble observert i de undersøkte områdene i Nord-Trøndelag kan bety at en reetablering av tarevegetasjonen i dette området vil ta lengre tid enn 5 år. Den positive korrelasjonen mellom alder på den ene siden og plantelengde, plantevekt og epifytter i det innsamlede tarematerialet (der samtlige planter var 6 år, eller eldre) tyder også på at en reetablering av tarevegetasjonen vil kreve minst 6 år. Den faktiske reetableringshastigheten vil imidlertid først kunne bestemmes gjennom oppfølgende undersøkelser inntil tarevegetasjonen i de prøvehøstede områdene er fullt ut reetablert.

Effekten av tarehøsting på fisk har tidligere blitt undersøkt vha dykking i et prosjekt finansiert av Norges Forskningsråd i Hordaland på 1990 tallet (Sjøtun 1999). Det ble her ikke registrert vesentlige forskjeller mellom tarehøstede og ikke tarehøstede områder med hensyn på forekomster av liten (<10-15 cm) og stor (>10-15 cm) torskefisk, og leppefisk. Det ble heller ikke registrert vesentlige endringer i forekomster av stor og liten torskefisk fra før, til etter tarehøsting i denne undersøkelsen. Derimot så har Lorentsen *et al.* (2010) ved hjelp av videoundersøkelser i tarehøstede områder i Sør-Trøndelag, funnet at mengden av juvenile (<15 cm lange) torskefisk reduseres med ca 90 % i tarehøstede områder, mens det ikke ble registrert signifikante forskjeller i forekomst av større torskefisk mellom høstede og uhøstede områder. Tilsvarende reduksjoner av liten/juvenil fisk ble ikke observert i videoundersøkelsene som ble gjennomført i Nord-Trøndelag i 2010, der registreringsfrekvensen av fisk totalt sett var lav, men med stor variasjon fra stasjon til stasjon (Figur 21).

Årsakene til de ulike resultatene, spesielt for undersøkelsene gjennomført i Sør-Trøndelag (Lorentsen *et al.* 2010) og Nord-Trøndelag (denne undersøkelsen), som er mest sammen-

lignbare med hensyn på metodikk, kan være flere. Blant annet så ble observasjonene i Nord-Trøndelag gjort i midten av september i motsetning til observasjonene til Lorentsen *et al.* (2010) som ble gjennomført i slutten av juni, og forekomstene av fisk i grunne områder vil ventelig variere fra sommer til høst, noe som kan være årsaken til at registreringsfrekvensen av fisk var lavere i Nord-Trøndelag undersøkelsen. I tillegg så var tidsrommet fra tarehøsting til observasjon kortere i Nord-Trøndelag undersøkelsen (1-4 dager), sammenlignet med Lorentsen *et al.* (2010), der videoopptakene ble gjennomført halvannen måned etter tarehøsting, og det kan tenkes at utslaget i endrede forekomster av fisk først inntreffer en viss tid etter tarehøsting. Det kan også tenkes at tarehøsting på våren vil ha kunne gi en annerledes effekt på forekomsten av fisk, enn tarehøsting på høsten. Selv om fisketellingene er gjort vha videofilm i begge Trøndelagsundersøkelsene, så benyttet Lorentsen *et al.* (2010) motorisert ROV (remote operated vehicle) i motsetning til ordinært, ikke-motorisert droppkamera som ble benyttet i Nord-Trøndelag. Det faktum at det var mulig å skille ut torskefisk fra andre fisk i filmen til Lorentsen *et al.* (2010) tyder på at kvaliteten på filmen deres også var høyere. En annen årsak til de ulike resultatene kan være at observasjonene er gjort i områder med ulik uttaksgrad av tare. Lorentsen *et al.* (2010) plukket ut stasjoner med høyest mulig uttaksgrad av tare, mens i Nord-Trøndelag var den gjennomsnittlige observerte uttaksgraden av tare ca 30% (og kun et fåtall av stasjonene hadde en uttaksgrad på >50%), dvs at i gjennomsnitt ca 70% av tarevegetasjonen står tilbake på høsteflatene, noe som kan ha betydning for forekomst og overlevelse av fisk. Den observerte økningen i forekomst av større fisk (~>15 cm) etter høsting (Figur 20), kan f.eks skyldes at disse samler seg i trålgatene, der byttedyr (f.eks småfisk) nå vil ha færre skjulmuligheter, og være lettere tilgjengelig for predatorer. Uansett så gir disse videoundersøkelsene (både Lorentsen *et al.* (2010) og denne undersøkelsen), kun øyeblikksbilder av situasjonen, og effektene av tarehøsting på rekruttering og bestandsutvikling av fisk (bl.a torskefisk og leppefisk) bør undersøkes i et lengre tidsperspektiv.

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.
- Christie H, Fredriksen S, Rinde E. 1998. Regrowth of kelp and colonization of epiphyte and fauna community after kelp trawling at the coast of Norway. Hydrobiologia 375 (376), 49–58.
- Christie H, Jørgensen NM, Norderhaug KM, Waage-Nielsen E. 2003. Species distribution and habitat exploitation of fauna associated with kelp (*Laminaria hyperborea*) along the Norwegian coast. Marine Biological Association of the United Kingdom 83:687-699.
- 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.
- Rinde E, Sjøtun K. 2005. Demographic variation in the kelp *Laminaria hyperborea* along a latitudinal gradient. Marine Biology 146:1051-1062.
- Sivertsen K. 2006. Overgrazing of kelp beds along the coast of Norway. Journal of Applied Phycology 18: 599-610.
- Sjøtun K, Fredriksen, S, Ruess, 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. Overvaking 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. 2010. 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.

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

