

## Visuell registrering av fisk etter prøvehøsting av stortare i Nord-Trøndelag i 2011

Henning Steen, Torjan Bodvin og Frithjof Moy





# Visuell registrering av fisk etter prøvehøsting av stortare i Nord-Trøndelag i 2011

Av  
Henning Steen, Torjan Bodvin og Frithjof Moy



Bergen, februar 2012


<b>PROSJEKTRAPPORT</b>		Distribusjon: Åpen												
 <b>HAVFORSKNINGSINSTITUTTET</b> INSTITUTE OF MARINE RESEARCH  Nordnesgaten 50, Postboks 1870 Nordnes, 5817 BERGEN Tlf. 55 23 85 00, Fax 55 23 85 31, <a href="http://www.imr.no">www.imr.no</a>  <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
		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: 29. februar 2012												
Rapport: <b>Fisken og havet</b>	Nr. <b>1-2012</b>	Program: Økosystem Kystsonen												
<b>Tittel (norsk/engelsk):</b>  Visuell registrering av fisk etter prøvehøsting av stortare i Nord-Trøndelag i 2011.  Visual recordings of fish after kelp harvesting in Nord-Trøndelag in 2011		Forskningsgruppe:  422 Bunnhabitater og skalldyr												
<b>Forfattere:</b> Henning Steen, Torjan Bodvin og Frithjof E. Moy		Antall sider totalt:												
<b>Sammendrag (norsk):</b> Havforskningsinstituttet gjennomførte i august-september 2011 visuelle registreringer av fisk etter prøvehøsting av stortare ( <i>Laminaria hyperborea</i> ) i Nord-Trøndelag ved hjelp av spesialdesignede stasjonære undervannskamera. Fire rigger, hver med to kamera plassert henholdsvis 1 og 3 meter over bunnen, ble satt ut på tarehøstede og ikke-høstede (kontroll) lokaliteter for å ta stillbilder med en frekvens på 12 bilder i minuttet. Batterier og minnebrikker ble skiftet en gang i døgnet, og forsøket ble gjentatt over en firedøgnsperiode. Hovedmengden av den observerte fisken besto av mer enn årsgamle (2010 årsklasse eller eldre) torskefisk som sei og lyr. Yngel av torskefisk ble i mindre grad observert. Det ble observert betydelige variasjoner i forekomst av fisk gjennom dagen. På tarehøstede lokaliteter var registreringsfrekvensen av enkeltindivider og små grupper av fisk signifikant lavere enn på kontroll-lokaliteter med intakt tarevegetasjon, mens ingen signifikant forskjell i forekomst av stimfisk ble registrert. Det ble heller ikke observert forskjeller i forekomst av fisk mellom kontroll-lokaliteter i ulik avstand fra høsteflatene (fra umiddelbar nærhet av høsteflatene til ca 2-3 km unna), noe som tyder på at effekten av tarehøsting på fisk er lokal og begrenset til selve trålsprene														
<b>Summary (English):</b> The Institute of Marine Research studied effects of kelp ( <i>Laminaria hyperborea</i> )-harvesting on nearshore fish abundance in Nord-Trøndelag in August/September 2011. Fish abundance was recorded visually using fixed underwater camera systems in kelp harvested areas and in														

reference kelp beds at various distances from the harvested field. Each camera system consisted of two cameras mounted onto a rig, approximately 1 meter and 3 meters above the seafloor, respectively. Camera batteries and memory chips were collected and replaced daily, over a 4 day period. The most frequently recorded fishes were more than one year old gadoids (mainly saithe and pollock), whereas juvenile gadoids were less abundant. Other fishes, like labrids were recorded, but rare. Fish abundance and appearance varied significantly during the day from early morning hours until afternoon. Whereas solitary individuals and small groups of fish appeared less abundant in harvested areas than in reference kelp beds, no significant differences in abundances of larger groups of fish were recorded. No difference in fish abundance were recorded between reference kelp beds at various distances (meters to kilometers) from the kelp harvested area, implying that the effects of kelp harvesting on fish abundance is local, and confined to the trawl tracks.

<b>Emneord (norsk):</b> Tarehøsting Fisk Nord-Trøndelag	<b>Subject heading (English):</b> Kelp harvesting Fish Nord-Trøndelag
--	--



Prosjektleder  
Henning Steen



Programleder  
Einar Dahl

## **Innhold**

Innledning .....	7
Metodikk .....	8
Kamerasystem .....	8
Stasjoner .....	9
Bildeopptak.....	13
Bildeanalyse .....	13
Databehandling.....	13
Resultater.....	14
Registrering av arter og grupper av fisk.....	14
Variasjon i forekomst av fisk over tid .....	15
Vertikal fordeling av fisk.....	16
Forekomst av fisk på høstede og ikke-høstede lokaliteter.....	17
Bevegelse av fisk.....	19
Diskusjon.....	20
Konklusjon ....	24
Referanser.....	25

## Innledning

Tarenæringen har gjennomført prøvehøsting av stortare i avgrensede områder i Nord-Trøndelag i 2010 og 2011. I forbindelse med prøvehøstingen har Havforskningsinstituttet etablert overvåkingsstasjoner i samtlige høstefelt og nærliggende referanseområder for blant annet å undersøke reetablering av taresamfunnene i de høstede områdene (Steen 2010, Steen *et al.* 2011). Stortareskogene er høyproduktive systemer og spiller en viktig økologisk rolle som substrat og habitat for mange andre ulike organismer fra alger til dyr (Marstein 1997, Christie *et al.* 2003). Tareskog og annen makrovegetasjon regnes også som viktige oppvekst og næringsområder for flere fiskeslag (Keats *et al.* 1987, Phil *et al.* 1994, Norderhaug *et al.* 2005). Reduksjon av tarevegetasjon, f.eks ved tarehøsting (Fig. 1) eller kråkebollebeiting, vil derfor kunne gi effekter på organismene som er knyttet til denne vegetasjonstypen (Christie *et al.* 1998).



**Figur 1.** Eksempel på tarehøsting (trålspor) i Nord-Trøndelag i 2011. Bildet er tatt ca 2 uker etter at området ble høstet.

Effekter av tarehøsting på fisk er tidligere undersøkt langs norskekysten ved hjelp av mobile observasjonssystemer, som dykkere (Sjøtun 1999), ROV (Lorentsen *et al.* 2010), nedsenkbar kamera (droppkamera) som taues langs bunnen (Steen 2010, Steen *et al.* 2011), eller ved bruk av fangstredskap som fallnot (Høisæter *et al.* 1992, Fosså & Sjøtun 1993). Felles for disse studiene er at observasjonsperioden på de undersøkte lokalitetene er kortvarig (< 1 time per

lokalitet), og derfor kun gir øyeblikksbilder av situasjonen på den enkelte lokalitet. Denne type observasjoner eller innsamlinger er sjelden synkronisert i tid, da gjerne kun en observasjonshet, det være seg en ROV, et nedsenkbart kamera, et dykkerteam, eller en fallnot er tilgjengelig til enhver tid, og det samme utstyret må dermed benyttes til repeterende undersøkelser. Døgnvariasjoner i forekomst av fisk vil gjøre observasjoner som er gjennomført til ulike tider på døgnet lite sammenlignbare. Bevegelige observasjonssystemer vil dessuten kunne gi skremmeeffekter på fisk som igjen kan påvirke registreringene.

Et alternativ til bevegelige observasjonssystemer er å benytte stasjonære kamera og registrere organsimene som beveger seg gjennom synsfeltet. Stasjonære kamera har tidligere vært brukt for blant annet å studere diversitet og forekomst av fisk på korallrev i farvannene rundt Australia (Watson *et al.* 2005, Harvey *et al.* 2007, Langlois *et al.* 2010). Muligheten for å benytte flere stasjonære kameraenheter samtidig vil kunne gi data (bilder eller video) som er synkronisert i tid og dermed mer sammenlignbare.

Målet med denne undersøkelsen er å teste ut et spesialdesignet stasjonært kamerasystem som kan ta høyoppløselige bilder med en gitt frekvens over en lengre tidsperiode (døgn), og sammenligne synkroniserte observasjoner fra tarehøstede og ikke-høstede referanseområder med hensyn på forekomst av fisk.

## **Metodikk**

### **Kamerasystem**

Det ble totalt benyttet 8 kameraer av typen GoPro. Alle kameraene var programmert til å ta et bilde hvert 5. sekund. Hvert bilde hadde en oppløsning på 5 megapiksler. Batterikapasiteten i kameraet ga opptak i 2,5-3 timer. Da det var ønskelig med opptak i 24 timer, ble alle kameraene koblet opp mot en batteripakke bestående av 2 stk batterier av typen 3LR12 (4,5v) koblet i parallell, noe som ga ca 24 timers opptak. Som lagringsmedium ble det benyttet en 32 GIG Flash minnebrikke. Batterier og lagringsbrikker ble skiftet hver dag.

Kameraet ble sammen med den ekstra batteripakken bygget inn i et kamerahus bygget av standard GF-deler for liming (Fig. 2). For å holde objektivet i en fast posisjon i forhold til glasset på kamerahuset, ble det montert inn en avstandsmåler i pleksiglass.

Det ble bygget 4 kamerarigger, hver bestående av et lodd a 10 kg, 3 stk 20 mm aluminiumsprofiler á 1,20 m, et gjennomgående tau og en plastblåse. Det var festet et markeringstau i loddet som ble strukket ca 15 meter langs bunnen til et nytt lodd, og deretter opp til 2 blåser i overflaten. I hver rigg ble det plassert 2 kamerahus, et ca 1 m over bunnen og et ca 3 m over bunnen. Kamerariggen var fleksibel beveget seg med strøm og bølger tilnærmet som en tareplante.

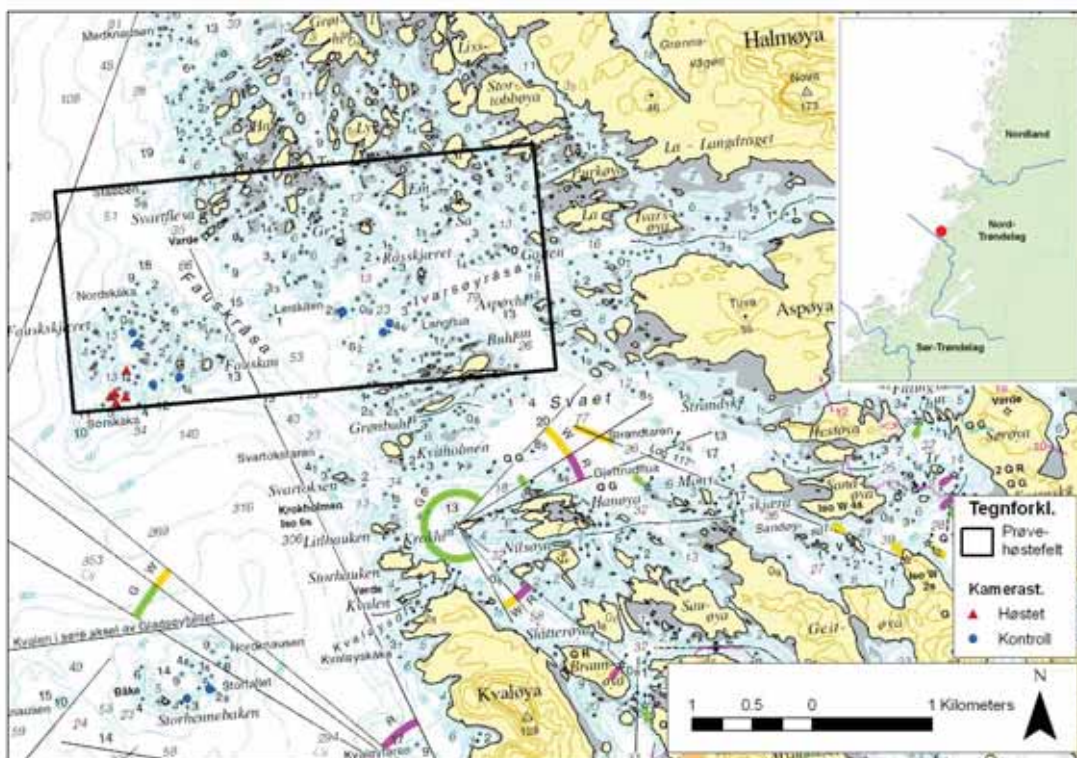




**Figur 2.** Kamerahus bygget av standard GF deler (venstre bilde). Demontert kamerahus, med kamera, batterier, minnebrikke, etc (høyre bilde).

## Stasjoner

Stasjoner for utplassering av stasjonære kamerasystemer ble valgt ut i området ved prøvehøstefelt 4 i Flatanger kommune i Nord-Trøndelag (Fig. 3). Området er sterkt bølgeeksponert, og kan forholdsvis enkelt nås med lettboat fra tettstedet Lauvsnes, ca 5 km unna. Totalt så ble 605 tonn tare høstet i prøvehøstefelt 4 i august 2011, og spor etter tarehøsting (trålspor) ble registrert vha nedsenkbart kamera langs tre av fire videotranssekt undersøkt i slutten av august 2011 (Steen *et al.* 2011).



**Figur 3.** Kart over stasjoner undersøkt vha stasjonære kamerasystem i Nord-Trøndelag i 2011. Prøvehøstefelt (PF4) for stortare er avgrenset med sort ramme. Stasjoner på tarehøstede lokaliteter er angitt med røde symboler og stasjoner på lokaliteter med ikke-høstet tarevegetasjon er angitt med blå symboler.

Totalt så ble fire rigger, hver med to kamera montert henholdsvis 1 m og 3 m over bunnen, plassert ut på ulike stasjoner over en firedøgnsperiode. To av riggene ble forsøkt plassert i selve trålsprene (Fig. 4), mens to av kameraene ble forsøkt plassert ut på lokaliteter med uberørt tarevegetasjon (kontroll). Kamerariggene ble flyttet til nye posisjoner ved skifte av batterier og minnebrikker en gang i døgnet, for å få et bredere utvalg av lokaliteter og fange opp eventuelle stedspesifikke variasjoner i forekomst av fisk.

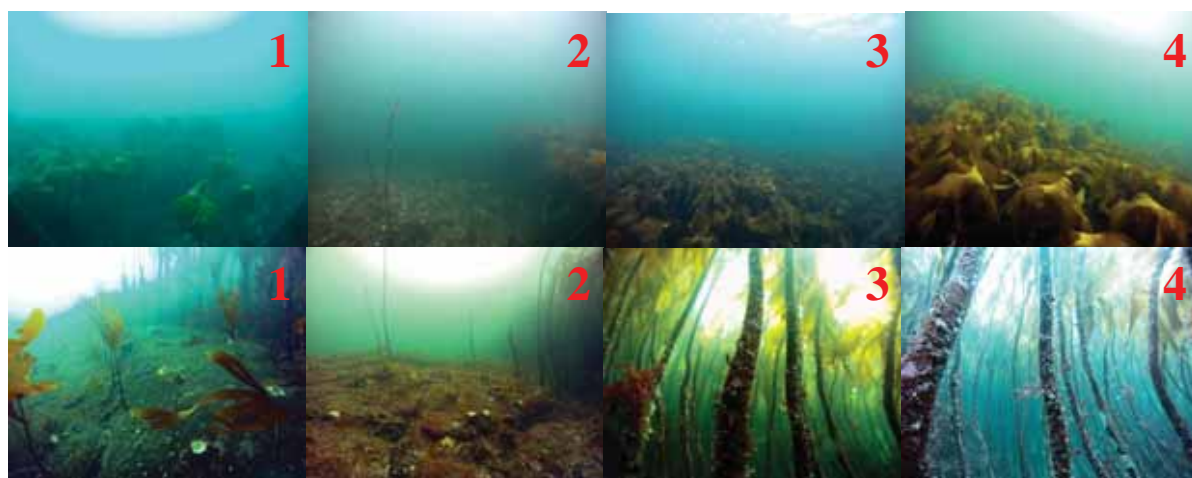


**Figur 4.** Kamerarigg plassert ut i et tarehøstet område (trålspor). Røde piler angir posisjon for kamera, henholdsvis 1 m og 3 meter over bunnen.

Liste over 16 stasjoner (4 per døgn) benyttet for utplassering av kamerarigger er gitt i tabell 1. Dybden på stasjonene varierte fra 5,8 m til 9,0 m. De tre første dager (29-31.08.2011) ble samtlige rigger plassert ut i høstede og ikke-høstede lokaliteter inne i prøvehøstefelt 4. Riggene som ble plassert ut den tredje dagen (31.08.2011), havnet alle i tarevegetasjon på utsiden av trålsprene, og dataene fra denne dagen (stasjon 9, 10, 11 og 12) er derfor ikke tatt med i de statistiske sammenligningene av fiskeforekomst mellom høstede og ikke-høstede stasjoner. Den fjerde dagen (01.09.2011) ble to av riggene (stasjon 15 og 16) plassert i tarevegetasjon ca 3 km sør for prøvehøstefelt 4 mens de resterende 2 riggene (stasjon 13 og 14) ble plassert ut i trålspor inne i prøvehøstefeltet. Eksempler på bilder fra hvert kamera på de ulike stasjonene er vist i figurene 5 – 8. Lokaliseringen av riggene og utsynsretningen for kameraene var relativt stabil gjennom observasjonsperioden, slik at det var stort sett det samme området som ble observert til enhver tid.

**Tabell 1.** Liste over stasjoner for utplassering av kamerarigger i Nord-Trøndelag med utplasseringsdato, posisjon, dyp og om stasjonen er tarehøstet (+) eller ikke (-). Radene med informasjon om kamerariggene som ble utplassert i tarehøstede områder er markert med lyserødt.

Stasjons- nr.	Utplassering			Dyp (m)	Tarehøstet
	Dato	Breddegrad	Lengdegrad		
1	29.08.2011	64° 30' 029" N	10° 36' 422" Ø	7,0	+
2	29.08.2011	64° 30' 059" N	10° 36' 370" Ø	7,0	+
3	29.08.2011	64° 30' 282" N	10° 36' 700" Ø	7,0	-
4	29.08.2011	64° 30' 331" N	10° 36' 660" Ø	9,0	-
5	30.08.2011	64° 30' 071" N	10° 36' 410" Ø	5,8	+
6	30.08.2011	64° 30' 049" N	10° 36' 524" Ø	8,0	+
7	30.08.2011	64° 30' 114" N	10° 37' 097" Ø	8,0	-
8	30.08.2011	64° 30' 092" N	10° 36' 818" Ø	6,4	-
9	31.08.2011	64° 30' 342" N	10° 38' 848" Ø	8,6	-
10	31.08.2011	64° 30' 339" N	10° 38' 856" Ø	6,5	-
11	31.08.2011	64° 30' 268" N	10° 39' 325" Ø	6,0	-
12	31.08.2011	64° 30' 233" N	10° 39' 255" Ø	8,0	-
13	01.09.2011	64° 30' 075" N	10° 36' 419" Ø	7,1	+
14	01.09.2011	64° 30' 168" N	10° 36' 558" Ø	7,3	+
15	01.09.2011	64° 28' 707" N	10° 37' 121" Ø	7,5	-
16	01.09.2011	64° 28' 674" N	10° 36' 873" Ø	7,2	-



**Figur 5.** Eksempler på bilder fra kamera plassert ut på stasjonene 1-4 henholdsvis 1 m (nedre rad) og 3 m (øvre rad) over bunnen 29.08.2011 (dag 1). Stasjon 1 og 2 er lokalisert i trålspor, mens stasjon 3 og 4 er lokalisert i tarevegetasjon nær trålspor i prøvehøstefeltet.



**Figur 6.** Eksempler på bilder fra kamera plassert ut på stasjonene 5-8, henholdsvis 1 m (nedre rad) og 3 m (øvre rad) over bunnen 30.08.2011 (dag 2). Stasjon 5 og 6 er lokalisert i trålspor, mens stasjon 7 og 8 er lokalisert i tarevegetasjon nær trålspor i prøvehøstefeltet. Det nedre kameraet på riggen på stasjon 6 ble feil-programmert før utsetting og tok ikke opp bilder.



**Figur 7.** Eksempler på bilder fra kamera plassert ut på stasjonene 9-12 henholdsvis 1 m (nedre rad) og 3 m (øvre rad) over bunnen 31.08.2011 (dag 3). Stasjon 9, 10, 11 og 12 er alle lokalisert i tarevegetasjon nær trålspor i prøvehøstefeltet.



**Figur 8.** Eksempler på bilder fra kamera plassert ut på stasjonene 13-16 henholdsvis 1 m (nedre rad) og 3 m (øvre rad) over bunnen 01.09.2011 (dag 4). Stasjon 13 og 14 er lokalisert i trålspor, mens stasjon 15 og 16 er lokalisert i tarevegetasjon ca 3 km sør for prøvehøstefeltet.

## **Bildeopptak**

Samtlige kamera brukt i undersøkelsen ble stillet inn på opptak med en bildefrekvens på 1 bilde per 5 sekund. I løpet av de fire døgnene undersøkelsene pågikk så ble det tatt opp i alt 375.979 bilder. For et av kameraene ble det problemer med strømtilførselen fra eksterne batterier, slik at dette kameraet stoppet å ta bilder når det interne batteriet var tomt for strøm (ca 2-3 timer etter utplassering). Kameraet plassert 1 m over bunnen på stasjon 6, ble feilprogrammert før utsetting, og tok ikke opp bilder. I et forsøk på å ta opp analyserbare bilder i løpet av natten ble det montert LED-lys på to av kameraene, men dette produserte ikke nok lys til at bildene kunne analyseres og ble ikke videreført utover det første døgnet. Bildene som hadde nok lys til å bli analysert er derfor begrenset til perioden mellom kl. 06.00 og kl. 20.00, og totalt så ble det tatt opp ca 220.000 bilder i dette tidsrommet i løpet av de fire døgnene undersøkelsene pågikk.

## **Bildeanalyse**

Bildemateriale ble analysert vha to ulike metoder. Først ble det gjort en sub-sampling av bildematerialet der samtlige bilder tatt i det første minuttet i hver time (06:00 – 06:01, 07:00 – 07:01, ....., 20:00 – 20:01) for alle kameraene ble analysert og den registrerte fisken bestemt til art, eller familie. Denne analysemetoden viste seg svært tidkrevende, og bildene fra kameraene (montert ca 1 m over bunnen) nede i tarevegetasjonen var av varierende kvalitet og derfor problematiske å få analysert kvantitativt. Videre analyser ble derfor kun gjort på kameraene montert ca 3 m over bunnen, og bildene ble kategorisert mhp forekomst av fisk etter følgende grupperinger: bilder uten fisk, bilder med 1-10 fisk og bilder med >10 fisk (= stingående fisk). Skifte av batteri og minnebrikker på kameraene fant sted på noe ulike tidspunkt på dagen og medførte stopp i bildeseriene av varierende lengde, avhengig av værforholdene. Analysene ble derfor kun gjennomført på bilder tatt i de tidsrommene på døgnet der flest mulig kamera var i drift, formiddag 07:00 – 11:00 og ettermiddag 16:00 – 20:00. Totalt så ble 38.255 av bildene analysert.

## **Databehandling**

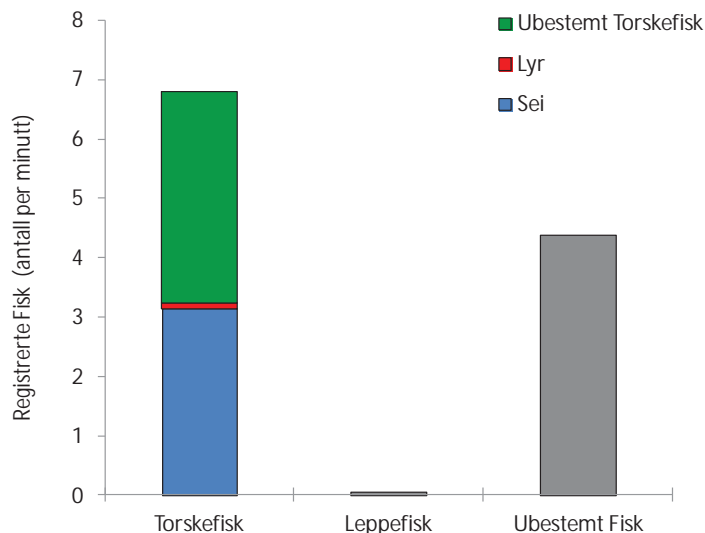
Forekomst av fisk i de to ulike habitatene (høstet og tare) ble sammenliknet ved hjelp av toveis variansanalyser med habitat og dag som faktorer. For de enkelte dagene ble det gjort sammenlikninger av forekomst av fisk mellom ulike habitat (høstet og tare) og tidsrom (formiddag og ettermiddag) ved hjelp av t-tester.

Sannsynlighetsnivåene (p-verdiene) for variansanalysen og t-testene ble beregnet ved hjelp av resamplinger (permutasjoner), der observasjonene trekkes ut tilfeldig og test-parameteren (F og t-verdiene) beregnes på nytt for hver resamplinger. For hver test ble det kjørt 10.000 resamplinger der frekvensen av resamplede testparameter-verdier som var lik eller mer ekstreme enn den observerte testparameter-verdien gir sannsynlighetsnivået (Crowley 1992, Steen 2004).

## Resultater

### Registrering av arter og grupper av fisk

Ca 60 % av fisken som ble registrert kunne med rimelig sikkerhet klassifiseres som torskefisk (Fig. 9), mens ca 40% av fisken ikke kunne klassifiseres hovedsakelig pga lav bildekvalitet. En ukjent andel av den ubestemte fisken kan derfor sannsynligvis ha vært torskefisk. I underkant av 50% av torskefiskene ble artsbestemt, og mer enn 95% av disse ble bestemt til sei (*Pollachius virens*), mens resterende ble bestemt til lyr (*Pollachius pollachius*) (Fig. 10). Kun et individ av torsk (*Gadus morhua*) ble registrert. Torskefisken besto i hovedsak av mer enn årsgamle individer, mens yngel av torskefisk i mindre grad ble observert. I tillegg ble det gjort observasjoner av noen få leppefisk (labridae), hovedsakelig bergnebb (*Ctenolabrus rupestris*), samt makrell (*Scomber scombrus*) (Fig. 11). For individene av sei og lyr som ble observert over tarekogen så det ut til at de største individene konsekvent beveget seg rett over, eller mellom tarebladene og muligens bruker tarevegetasjonen som skjul, f.eks før angrep mot mindre fisk som gikk høyere i vannsøylen (Fig 12).



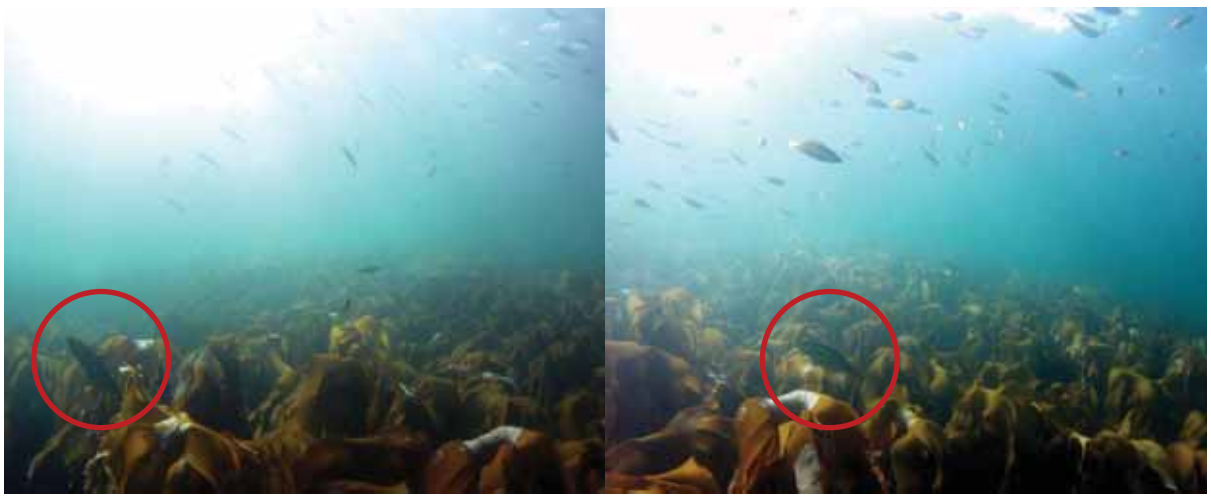
**Figur 9.** Gjennomsnitt (for alle kamera alle dager) registreringer av grupper og arter av fisk i Nord-Trøndelag i 2011.



**Figur 10.** Sei (til venstre) og lyr (til høyre) var de fiskeslagene som ble registrert hyppigst i Nord-Trøndelag i 2011.



**Figur 11.** Bergnebb (til venstre) og makrell (til høyre) ble sporadisk observert i Nord-Trøndelag i 2011.



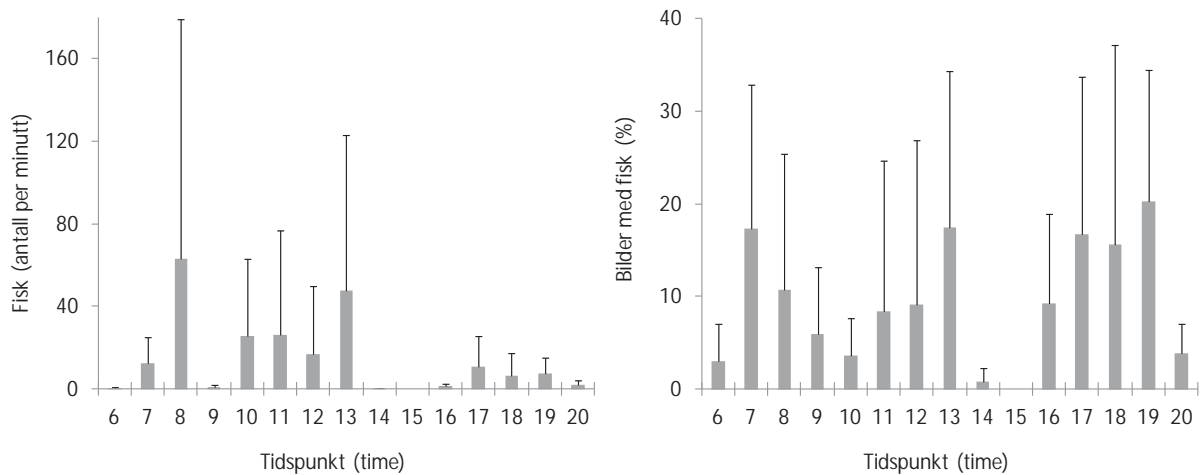
**Figur 12.** Store individer av sei og lyr (rød sirkel) beveger seg i tarebladsjiktet og benytter muligens tarevegetasjonen som et skjul før angrep mot mindre individer høyere i vannsøylen.

### Variasjon i forekomst av fisk over tid

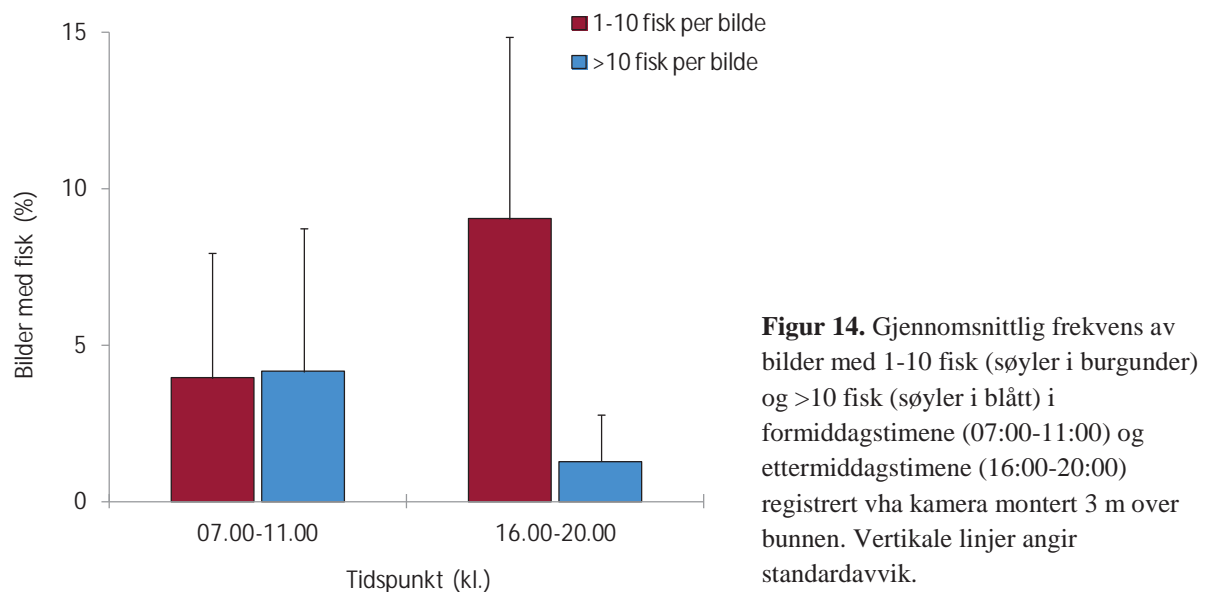
I analysene av bilder tatt det første minuttet i hver time ble det registrert store variasjoner i forekomst av fisk i løpet av dagen og mellom stasjoner. Det var en tendens til høyere antall registrerte fisk på formiddagen, enn på ettermiddagen (Fig. 13, venstre diagram), mens frekvensen av bilder med fisk varierte mindre fra formiddag til ettermiddag (Fig. 13, høyre diagram). Det vil si at formiddagsbildene hadde en høyere frekvens av stimfisk, enn bildene tatt på ettermiddagen. Totalt 3612 bilder ble analysert vha denne metoden og utvalget er sannsynligvis for lite for å trekke sikre konklusjoner mhp døgnvariasjoner i forekomst av fisk.

Et større utvalg bilder (34.643) ble analysert og kategorisert mhp forekomst av fisk i tre forekomstskategorier (uten fisk, 1-10 fisk og >10 fisk). Dette utvalget ble begrenset til kameraene montert ca 3 m over bunnen, og til tidsrommene 07:00-11:00 på formiddagen, og 16:00-20:00 på ettermiddagen der bildeseriene var mest sammenlignbare (Fig. 14). Frekvensen av bilder med 1-10 fisk økte signifikant fra formiddagen til ettermiddagen (t-test,  $p = 0,021$ ). For bilder med mer enn 10 fisk var tendensen den motsatte med høyere registreringsfrekvens på formiddagen enn på ettermiddagen, men forskjellene i

registreringsfrekvens var ikke signifikant mellom de to tidsrommene (t-test,  $p = 0,052$ ). Mens forholdet mellom bilder med 1-10 fisk og bilder med >10 fisk var ca 1:1 på formiddagen, ble det på ettermiddagen registrert ca 7 ganger høyere frekvens av bilder med 1-10 fisk, enn bilder med >10 fisk.



**Figur 13.** Gjennomsnittlig antall registrerte fisk (venstre diagram) og frekvens av bilder med fisk (høyre diagram) observert i det første minuttet av hver time i løpet av dagen i Nord-Trøndelag i 2011. Vertikale linjer angir 95% konfidensintervall.



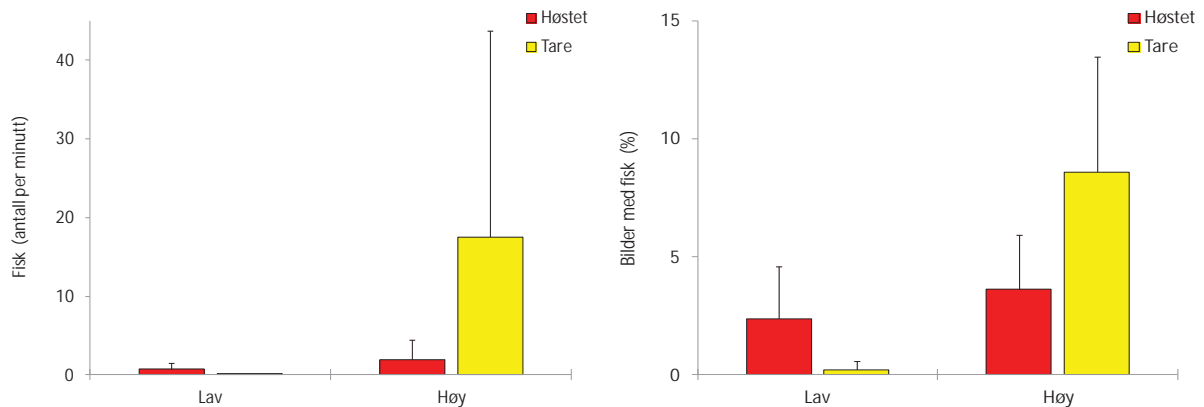
**Figur 14.** Gjennomsnittlig frekvens av bilder med 1-10 fisk (søyler i burgunder) og >10 fisk (søyler i blått) i formiddagstidene (07:00-11:00) og ettermiddagstidene (16:00-20:00) registrert vha kamera montert 3 m over bunnen. Vertikale linjer angir standardavvik.

### Vertikal fordeling av fisk

Gjennomsnittlig frekvens av fisk og bilder med fisk for kamera montert henholdsvis 1 og 3 meter over bunnen på tarehøstede og ikke-høstede lokaliteter er vist i figur 15. Det var stor variasjon mellom stasjoner i registreringsfrekvens av fisk. For stasjoner med tarevegetasjon var frekvensen av bilder med fisk registrert gjennom kamera montert 1 m fra bunnen signifikant lavere (t-test,  $p = 0,028$ ) enn for kamera plassert 3 m over bunnen, mens tilsvarende forskjeller ikke ble registrert for kamera på tarehøstede lokaliteter (t-test,  $p = 0,324$ ). Adferdsendringer hos blant annet sei og lyr ble observert på tarehøstede stasjoner



gjennom at fisken trakk ned i trålsprene og sannsynligvis beitet på bunnlevende organismer (Fig. 16).



**Figur 15.** Gjennomsnittlig frekvens av fisk (venstre diagram) og bilder med fisk (høyre diagram) registrert i det første minuttet av hver time vha kamera montert henholdsvis 1 m (lav) og 3 m (høy) over bunnen på høstede lokaliteter (stasjonene 1, 2, 5, 6, 13, 14) og på tarelokaliteter (stasjonene 3, 4, 7, 8, 15, 16). Vertikale linjer angir standardavvik.

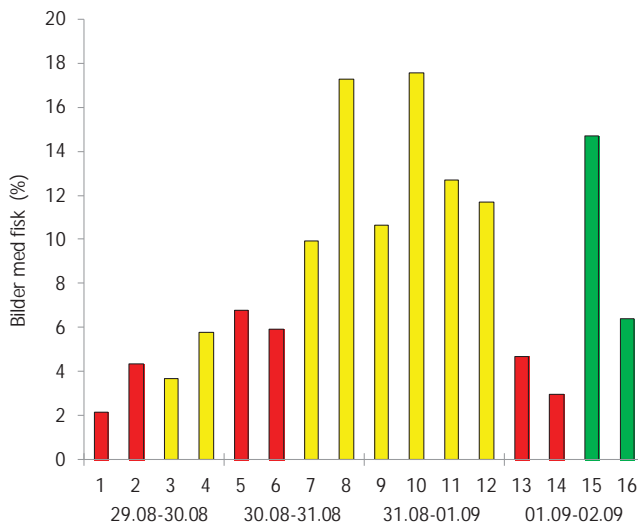


**Figur 16.** Sei observert i trålspor vha kamera montert ca 1m over bunnen.

### Forekomst av fisk på høstede og ikke-høstede lokaliteter

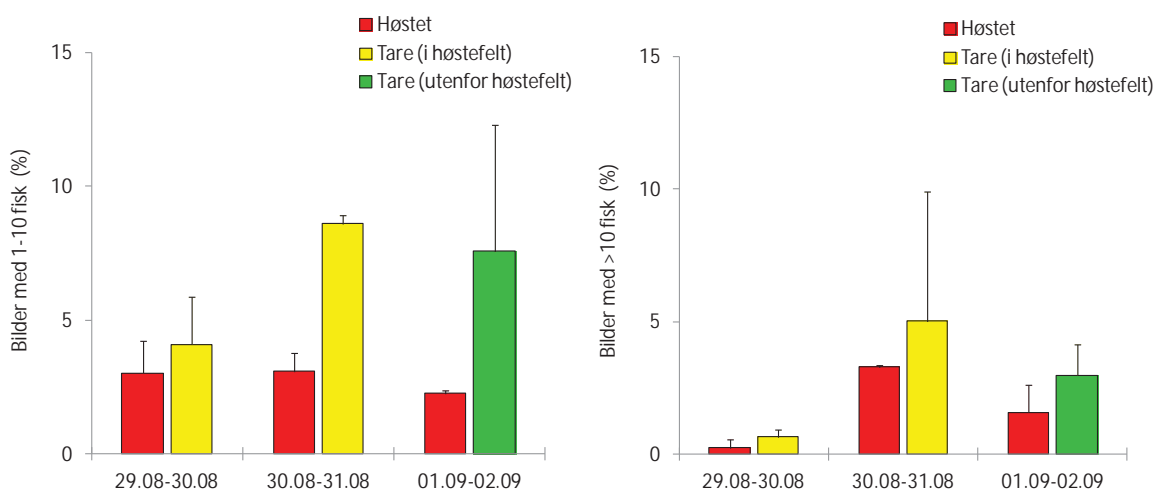
Frekvensen av bilder med fisk på alle stasjoner er vist i figur 17. I gjennomsnitt var frekvensen av fisk lavest det første døgnet (stasjoner 1-4) og høyest andre (stasjoner 5-8) og tredje døgnet (stasjoner 9-12). For det tredje døgnet (31.08-01.09) ble det ikke, pga

feilplassering av kamerarigger, tatt opp bilder på tarehøstede lokaliteter. Gjennomsnittlig ( $\pm$  95% konfidensintervall) registreringsfrekvens for totalantall bilder med fisk var ca 48 ( $\pm$  18) % lavere på stasjoner utsatt for tarehøsting, enn på stasjoner med ikke-høstet tarevegetasjon.



**Figur 17.** Gjennomsnittlig frekvens av bilder med fisk observert gjennom kamera montert ca 3 m over bunnen på 16 stasjoner i løpet av tidsrommet 29.08.2011 – 02.09.2011. Røde søyler marker stasjoner i tarehøstede områder, gule søyler markerer stasjoner i områder med tarevegetasjon i nærheten av tarehøstede områder, og grønne søyler markerer stasjoner i område med tarevegetasjon ca 3 km sør for prøvehøstefeltet (PF4) for tare.

Gjennomsnittlig registreringsfrekvens av bilder med 1-10 fisk og bilder med >10 fisk på tarehøstede og ikke-høstede stasjoner er vist i figur 18. En to-veis variansanalyse (Tabell 2) med dag og tarehøsting som faktorer viste effekt av tarehøsting på registreringsfrekvens av bilder med 1-10 fisk ( $p = 0,011$ ), men ikke på registreringsfrekvens av bilder med >10 fisk ( $p = 0,293$ ). Mens registreringsfrekvens av bilder med >10 fisk var avhengig av dag ( $p = 0,021$ ), viste registreringsfrekvensen av bilder med 1-10 fisk ingen signifikant dag til dag variasjon ( $p = 0,355$ ). Det var ingen interaksjonseffekt mellom tarehøsting og dag på registreringsfrekvens av fisk for noen av variansanalysene (Tabell 2). T-tester mellom tarelokaliteter i prøvehøstefeltet og tarelokaliteter 3 km sør for prøvehøstefeltet viste ingen signifikant forskjell i frekvens av bilder med 1-10 fisk (t-test,  $p = 0,479$ ) og >10 fisk (t-test,  $p = 0,338$ ).



**Figur 18.** Gjennomsnittlig frekvens av bilder med 1-10 fisk (venstre panel) og >10 fisk (høyre panel) per døgn observert gjennom kamera montert ca 3 m over bunnen på høstede stasjoner (røde søyler), på tarestasjoner i prøvehøstefelt 4 (gule søyler) og på tarestasjoner ca 3 km sør for prøvehøstefelt 4 (grønn søyle). Vertikale linjer angir standardavvik.

**Tabell 2.** To-veis variansanalyse (ANOVA) med dag (29.08-30.08 Vs 30.08-31.08 Vs 01.09-02.09) og tarehøsting (høstet Vs urørt tarevegetasjon) som prediktorvariabler, og frekvens av bilder med 1-10 fisk og >10 fisk som responsvariabler. Datasettene ble logtransformert før variansanalysene.

Variasjonskilder	Bilder med 1-10 fisk				
	Frihetsgr.	SS	MS	F	P-verdi
Tarehøsting	1	0,242	0,242	12,810	0,011
Dag	2	0,047	0,024	1,246	0,355
Tarehøsting*Dag	2	0,051	0,025	1,347	0,341
Residualer	6	0,113	0,019		
Total	11	0,453	0,041		

Variasjonskilder	Bilder med >10 fisk				
	Frihetsgr.	SS	MS	F	P-verdi
Tarehøsting	1	0,050	0,050	1,332	0,293
Dag	2	0,578	0,289	7,666	0,021
Tarehøsting*Dag	2	0,010	0,005	0,128	0,885
Residualer	6	0,226	0,038		
Total	11	0,864	0,079		

### Bevegelse av fisk

Et av problemene med fiskeregistreringer vha stasjonære kamerasystem vil være knyttet til multiple tellinger av de samme individene som kan opptre på flere påfølgende bilder og filmsekvenser. Dette vil spesielt være et problem for kamerasystem der man benytter agn/åte eller lys for som trekker til seg fisken, og de samme individene vil oppholde seg i lokaliteten i en lengre periode. Problemet med multiple tellinger blir ofte løst ved å plukke ut det bildet med flest individer av hver art ( $N_{\max}$ ) innen observasjonstidsrommet og f.eks sammenligne  $N_{\max}$  verdiene i ulike habitat (Harvey *et al.* 2007, Colton & Swearer 2010, Langlois *et al.* 2010). Denne analysemetoden medfører tap av store datamengder (man bruker kun et fåtall bilder per observasjonsenhet) og vil ikke nødvendigvis gi de store tidsbesparelsene da man likevel må gå gjennom alt bildemateriale for å plukke ut eksemplarene med mest fisk.

Frekvensen av multiple tellinger av de samme individene forventes å være lavere for kamerasystem uten spesiell tiltrekkingskraft på fisken, som f.eks kamerariggene benyttet i denne undersøkelsen. På grunn av det korte tidsintervallet (5 sekunder) mellom hvert bilde vil allikevel multiple tellinger av de samme individene være sannsynlig. Avhengig av fiskens svømmeretning i forhold til kameraet og fiskens svømmehastighet vil individene bruke ulik tid på å krysse synsfeltet til kameraene (Fig. 19).



**Figur 19.** Lyr som krysser synsfeltet for kamera montert 3 m over bunnen på stasjon 7 i løpet av en sekvens på tre etterfølgende bilder, dvs på mer enn 10 sekunder, men på mindre enn 20 sekunder. Bildene er tatt henholdsvis kl. 10:22:50 (venstre bilde), kl. 10:22:55 (midtre bilde) og kl. 10:23:00 (høyre bilde).

For å teste bevegelsen av fisk gjennom synsfeltet til kameraene ble det gjort registreringer av varigheten av bildesekvensene med fisk (antall etterfølgende bilder med fisk i en sekvens før neste bilde uten fisk). Den totale gjennomsnittlige ( $\pm$  95% konfidensintervall) registreringsfrekvensen for bilder med fisk var 8,6 ( $\pm$ 3,1) %. Det vil si at i gjennomsnitt ca 1 av 12 bilder (som ble tatt i løpet av et minutt) inneholder fisk. Det var i gjennomsnitt ( $\pm$  95% konfidensintervall) 3,6 ( $\pm$ 0,6) bilder per bildesekvens med fisk, dvs at den enkelte fisk i gjennomsnitt oppholder seg 18 ( $\pm$ 3) sekunder i synsfeltet. Enkeltindivider, eller mindre grupper av fisk (bilder med 1-10 fisk) krysset i gjennomsnitt kamerasynsfeltene på 15 ( $\pm$ 3) sekunder, mens større grupper av fisk (bilder >10 fisk) i gjennomsnitt brukte 29 ( $\pm$ 8) sekunder på å krysse gjennom kamerasynsfeltene. Til sammenligning så var den gjennomsnittlige varigheten av bildesekvenser uten fisk ca 3,5 minutter, mens enkelte bildesekvenser hadde en varighet på mer enn 30 minutter uten at en eneste fisk ble observert. Det var ingen forskjeller i varighet av bildesekvenser med fisk mellom høstede stasjoner og tare stasjoner verken for bilder med 1-10 fisk (t-test,  $p = 0,39$ ), eller for bilder med >10 fisk (t-test,  $p = 0,70$ ).

## Diskusjon

De visuelle undersøkelser av fisk i tareskog og tarehøstede områder i Nord-Trøndelag i 2011 viste tildels betydelige variasjoner i registreringer av fisk gjennom dagen. På mindre enn 10% av bildene ble det registrert fisk, og det ble observert lange sekvenser (på mer enn en halvtime) uten at en eneste fisk ble registrert. For å fange opp variasjoner i forekomst av fisk over tid er man derfor helt avhengig av å gjøre observasjoner over lengre tidsrom enn det som har vært vanlig praksis ved tidligere visuelle studier av fiskeforekomst (se bl.a Sjøtun 1999, Lorentsen *et al.* 2010, Steen 2010, Steen *et al.* 2011).

Ideelt sett så bør effekter av en påvirkning eller et inngrep (her tarehøsting) studeres gjennom å gjøre sammenlignbare observasjoner i tarehøstede områder og upåvirkede kontrollområder, før og etter inngrepet, i et såkalt BACI (Before-After-Control-Impact) design (Underwood 1994). I denne undersøkelsen mangler observasjoner av fisk med tilsvarende stasjonære kamerasystem før tarehøsting, noe som ikke gjør det mulig å teste om det har vært en faktisk endring i forekomst av fisk fra før til etter tarehøsting.

Observasjonene i denne undersøkelsen av lavere registreringsfrekvens av fisk på høstede lokaliteter enn på nærliggende ikke-høstede lokaliteter kan tyde på en negativ effekt av tarehøsting på fisk, men samtidig kan det heller ikke utelukkes at lokalitetene også i utgangspunktet (dvs. før tarehøstingen) var forskjellige mhp forekomst av fisk. Observasjonene tyder videre på at en eventuell reduksjon i fiskeforekomster som følge av tarehøsting vil være en lokal effekt, begrenset til selve trålsprene, da det ikke ble registrert signifikante forskjeller i forekomst av fisk i tarevegetasjon nær trålsprene og tarevegetasjon ca 3 km sør for høstefeltet (t-test,  $p = 0,50$ ). Det ble også observert en endret adferd hos fisk på de høstede lokalitetene. Fisken syntes å trekke nærmere bunnen, sannsynligvis for å beite på bunnlevende organismer i trålsprene, heller enn i den ikke-høstede tarevegetasjonen (Figur 15, 16). Da sammenligningene mellom høstede og ikke-høstede lokaliteter vesentlig er basert på analyser av bilder tatt gjennom de øvre kameraene (montert ca 3 m over bunnen), kan en slik adferd ha ført til at fisken som trakk ned i trålsprene havnet under synsfeltene for de øvre kameraene som dermed registrerte færre fisk på de høstede lokalitetene.

Mens det for enkeltindivider og små grupper av fisk (bilder med 1-10 fisk) ble registrert signifikante forskjeller i forekomst mellom lokaliteter i høstede og ikke-høstede områder, ble det ikke registrert signifikante forskjeller i forekomst av fisk som går i større grupper eller stim (bilder med  $>10$  fisk) mellom disse habitatene (Tab. 2). Enkeltindivider, eller små grupper av fisk, synes altså mer knyttet til tarevegetasjonen, enn fisk som går i større stimer. En mulig forklaring kan være at enkeltindivider, eller små grupper av fisk har et større behov for å skjule seg, enten for et bytte (Fig. 12), eller en predator (Fig. 20), enn individer som går i en stim. I en tidligere undersøkelse gjennomført vha dykkere på 1990-tallet (Sjøtun 1999), ble det observert en hyppigere tendens til stimdannelse hos fisk etter tarehøsting. Sei, som var den dominerende stimfisken som ble observert i denne undersøkelsen, beiter mye på pelagiske organismer over tareskogen og er sannsynligvis mindre avhengig av tarevegetasjonen i sitt næringssøk, enn fisk som henter sin føde fra organismer i tareskogen (Norderhaug 2003, Norderhaug *et al.* 2005).

Det ble observert få yngel av torskefisk på stasjonene i denne undersøkelsen. I samme tidsrom ble det observert betydelige mengder yngel av torskefisk i et mer bølgebeskyttet område (Einrika) ca 3-4 km øst for prøvehøstefelt 4. Disse observasjonene kan tyde på at yngel av torskefisk i liten grad oppholder seg i den bølgeeksponerte stortareskogen, og først vandrer til disse områdene på et senere stadium i livet. En alternativ forklaring på den lave registreringsfrekvensen av yngel av torskefisk, kunne være at kameraene ikke var i stand til å registrere små individer av fisk. Dette synes ikke å være tilfelle da små individer av fisk var godt synlige når kameraene ble testet i mer bølgebeskyttede områder (Figur 21), og at fisk av tilsvarende størrelse (jfr. yngel av torskefisk) også burde være synlig i de undersøkte eksponerte tareområdene hvis tilstede.



**Figur 20.** Steinkobbe, en potensiell predator på fisk, observert over stortarevegetasjon i Nord-Trøndelag i 2011.



**Figur 21.** Diverse småfisk observert i tang- og tarevegetasjon utenfor Havforskningsinstituttets forskningsstasjon i Flødevigen i august 2011.

Når det gjelder større individer av torsk, så er det liten tvil om at disse ville blitt fanget opp på bilder og registrert hvis de faktisk hadde vært tilstede på stasjonene i det tidsrommet undersøkelsene ble gjennomført. Kun en torsk ble registrert i løpet av observasjonsperioden, noe som tyder på at forekomsten av denne arten faktisk var lav. Det er registrert betydelig døgnlig vertikalvandring hos torsk, og undersøkelser tyder på at torsken står dypere om dagen, og først vandrer opp på grunnere vann om natten (Espeland *et al.* 2010). De analyserbare bildene i denne undersøkelsen ble alle tatt i den lyse perioden på døgnet (kl. 06:00 – 20:00) på stasjoner på ca 6-9 m dyp. Fraværet av torsk på de analyserbare bildene tatt på dagtid kan være et resultat av at torsken oppholder seg på dypere vann i dette tidsrommet, og først kommer inn i de grunne tareskogsområdene på nattetid, da lyset uansett var for svakt til å registrere dem. Dette kan også gjelde for andre nattaktive arter som ikke ble observert i denne undersøkelsen, som f.eks krabbe (*Cancer pagurus*) og hummer (*Homarus gammarus*) som begge har nattlig migrasjon opp i grunne områder (Woll & van der Meeren 1997, Moland *et al.* 2011). I undersøkelser av fisk i tareskog på Mørekyten på 1990-tallet ble samtlige registrerte arter av fisk, bortsett fra sei, fanget i større mengder på nattetid, enn på dagtid (Norderhaug 2003, Norderhaug *et al.* 2005). Fremtidige undersøkelser av taretrålingens effekter på nattaktive organismer bør derfor inkludere nattlige observasjoner, enten ved å tilføre en kunstig lyskilde som muliggjør visuelle registreringer, eller ved bruk av en eller annen form for fangstredskap (ruser, garn, teiner, eller lignende) som står i sjøen og fisker natten gjennom.

Prøvehøstefelt 4 som ble brukt som studieområde for denne undersøkelsen ble utsatt for en relativt moderat tarehøsting. Ca 605 tonn tare ble høstet her i august 2011, noe som trolig kun utgjør litt over en prosent av tarebestanden på feltet (Steen *et al.* 2011). På de andre prøvehøstefeltene i Nord-Trøndelag ble det høstet større kvantum, selv om uttakene på disse feltene også er moderate i forhold til den beregnede stående tarebiomassen. Det er imidlertid sannsynlig at en eventuell effekt av tarehøsting på fisk vil ha direkte sammenheng med høstekvantum og mengden av tare som står igjen på feltene etter høsting. I tarevegetasjonen nær trålflatene på prøvehøstefelt 4 syntes fisken upåvirket av tarehøstingen, og forekomstene av fisk var ikke annerledes her enn på kontrollområder utenfor prøvehøstefeltet. Hvorvidt dette også gjelder for høstefelt med høyere uttaksgrad av tare er imidlertid usikkert. Videre undersøkelser av effekter av tarehøsting på fisk bør derfor også inkludere høstefelt der tareuttaket er høyere.

Varigheten av tarehøstingens effekter på fisk vil sannsynligvis være avhengig av tarevegetasjonens gjenveksthastighet, og effektene vil ventelig avta i løpet av reetablerings-syklusen. I Nord-Trøndelag i 2011 ble observasjonene av fisk gjort ca 2 uker etter at høstingen var gjennomført, og disse sier derfor lite om varigheten av eventuelle effekter på fisk, utover de første ukene etter høsting. Sammenlignbare registreringer av fisk gjennom tarevegetasjonens ulike re-etableringsfaser må til for å kunne avdekke hvor langvarige effekter et uttak av tare eventuelt vil ha på fisk.

## Konklusjon

Undersøkelsen med stasjonære undervannskamera i tareskogsområder i Nord-Trøndelag i 2011 viste betydelige variasjoner i forekomst av fisk gjennom dagen, og demonstrerer behovet for døgnkontinuerlige observasjoner med synkroniserte observasjonsenheter. Enkeltindivider og små grupper av fisk hadde lavere registreringsfrekvens på tarehøstede lokaliteter, enn på ikke-høstede lokaliteter, mens det ikke ble registrert signifikante forskjeller i forekomst av stimpfisk mellom de to habitatene. Det ble heller ikke observert forskjeller i registreringsfrekvens av fisk på lokaliteter med tarevegetasjon i varierende avstand fra høsteflatene. Med forbehold om at de observerte forskjellene i registreringsfrekvens av fisk ikke utelukkende er et resultat av stedsspesifikk variasjon, tyder observasjonene på at tarehøsting kan gi en lokal effekt på forekomst av fisk. En lokal reduksjon av fisk i selve trålsprene er ikke uventet da fisken sannsynligvis bruker tarevegetasjonen og åpne flater aktivt, og trolig ulikt mht dag og natt. I og med at uttaket av tare i Nord-Trøndelag i gjennomsnitt utgjør mindre enn 3% av den estimerte tarebiomassen på prøvehøstefeltene (Steen *et al.* 2011), vil eventuelle effekter på fisk i disse områdene sannsynligvis være små og neppe registrerbare utover selve trålsprene.

Denne undersøkelsen er gjennomført over en relativ kort periode på sensommeren, i et område med relativt begrenset utstrekning. Supplerende undersøkelser i flere områder, med døgnkontinuerlige observasjoner av tarehøstede og kontroll-lokaliteter, både før og etter høsting, bør imidlertid gjennomføres for å avklare om, og i hvilken grad, tarehøsting faktisk gir reduserte forekomster av fisk, utover eventuelle stedsspesifikke variasjoner.



## Referanser

- Christie H, Fredriksen S, Rinde E. 1998. Regrowth of kelp and colonization of epiphyte and fauna community after kelp trawling at the coast of Norway. *Hydrobiologia* 375 (376), 49–58.
- Christie H, Jørgensen, NM, Norderhaug KM, Waage-Nielsen E. 2003. Species distribution and habitat exploitation of fauna associated with kelp (*Laminaria hyperborea*) along the Norwegian coast. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 83, 687–699.
- Colton MA, Swearer SE. 2010. A comparison of two survey methods: differences between underwater visual census and baited remote underwater video. *Marine Ecology Progress Series* 400, 19-36.
- Crowley PH. 1992. Resampling methods for computation-intensive data analysis in ecology and evolution. *Annual Review of Ecology and Systematics* 23, 405-447.
- Espeland SH, Thoresen AG, Olsen EM, Stige LC, Knutsen H, Gjøsæter H, Stenseth NC. 2010. Diel vertical migration patterns in juvenile cod from the Skagerrak coast. *Marine Ecology Progress Series* 405, 29–37.
- Fosså JH, Sjøtun K. 1993. Tareskogsøkologi, fisk og taretråling. *Fiskets Gang* 2-1993, 16-26.
- Harvey ES, Cappo M, Butler JJ, Hall N, Kendrick GA. 2007. Bait attraction affects the performance of remote underwater video stations in assessment of demersal fish community structure. *Marine Ecology Progress Series* 350, 245-254.
- Høisæter T, Fosså JH, Lein TE. 1992. Tareskogen som habitat og oppvekstområde for fisk i relasjon til eventuelle skadevirkninger av taretråling. Et forprosjekt – IFM rapport nr. 3, 1992, Universitetet i Bergen.
- Keats DW, Steele DH, South GR. 1987. The role of fleshy macroalgae in the ecology of juvenile cod (*Gadus morhua* L.) in inshore waters off eastern Newfoundland. *Canadian Journal of Zoology* 65, 49-53.
- Langlois TJ, Harvey ES, Fitzpatrick B, Meeuwig JJ, Shedrawi G, Watson DL. 2010. Cost-efficient sampling of fish assemblages: comparison of baited video stations and diver video transects. *Aquatic Biology* 9, 155-168.
- Lorentsen SH, Sjøtun K, Grémillet D. 2010. Multi-trophic consequences of kelp harvest. *Biological Conservation* 143, 2054–2062.
- Marstein AC. 1997. Epiphytic algae on kelp stipes from Vega – an area with varying densities of sea urchins. *Blyttia* 3, 123-129.
- Moland E, Olsen EM, Knutsen H, Knutsen JA, Enersen SE, André C, Stenseth NC. 2011. Activity patterns of wild European lobster *Homarus gammarus* in coastal marine reserves: implications for future reserve design. *Marine Ecology Progress Series* 429, 197-207.
- Norderhaug KM. 2003. Importance of macrofauna in transferring kelp forest primary production to higher levels in the food web. Dr. Scient Thesis. University of Oslo.
- Norderhaug KM, Christie H, Fosså JH, Fredriksen S. 2005. Fish-macrofauna interactions in a kelp (*Laminaria hyperborea*) forest. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 85, 1279–1286.
- Pihl L, Wennhage H, Nilsson S. 1994. Fish assemblage structure in relation to macrophytes and filamentous epiphytes in shallow non-tidal rocky- and soft-bottom habitats. *Environmental Biology of Fishes* 39, 271–288.
- Sjøtun K, Fredriksen, S, Rueness, J, Lein, TE 1995. Ecological studies of the kelp *Laminaria hyperborea* (Gunnerus) Foslie in Norway. Pp. 525-536. In *Ecology of Fjord and Coastal Waters* (Skjoldal, H.R., Hopkins, C., Erikstad, K.E. & Leinaas, H.P., editors). Elsevier Science, Amsterdam.
- Sjøtun K. 1999. Kva innebærer taretrålinga for fisken?. Pp. 82-86 i: I Aure J et al. (Eds.) *Havets miljø 1999. Fisken og havet, særnr. 2-1999*. Bergen.
- Steen H. 2004. Interspecific competition between *Enteromorpha* (Ulvales: Chlorophyceae) and *Fucus* (Fuciales: Phaeophyceae) germings: effects of nutrient concentration, temperature, and settlement density. *Marine Ecology Progress Series* 278, 89-101.
- Steen H. 2010. Undersøkelser i forbindelse med prøvehøsting av stortare i Nord-Trøndelag 2010. *Fisken og Havet* 2010-8.

- Steen H, Moy FE, Bodvin T. 2011. Undersøkelser i forbindelse med prøvehøsting av stortare i Nord-Trøndelag 2011. Rapport fra Havforskningen Nr. 20-2011.
- Underwood AJ. 1994. On beyond BACI: sampling designs that might reliably detect environmental disturbances. *Ecological Applications* 4, 3-15.
- Watson DL, Harvey ES, Anderson JA, Kendrick GA. 2005. A comparison of temperate reef fish assemblages recorded by three underwater stereo-video techniques. *Marine Biology* 148, 415-425.
- Woll A, van der Meeren G. 1997. Taskekrabben (*Cancer pagurus*) – biologi, næring og forvaltning. Møreforskning. Rapport Nr. Å9703. Ålesund.



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](mailto: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](mailto:informasjonen@imr.no)

**[www.imr.no](http://www.imr.no)**

