



Uit

NORGES  
ARKTISKE  
UNIVERSITET

Fakultet for biovitenskap, fiskeri og økonomi

Institutt for arktisk og marin biologi

## Studie av bunnforhold og forekomst og tetthet av utvalgte fisk og pigghuder

- *Evaluering av undervannsfilmning som metode*

—

**Jørgen Wiesener**

*Masteroppgave i biologi*

*Februar 2015*





## Innholdsfortegnelse

1	Sammendrag.....	5
2	Innledning.....	7
2.1	Undervannsfilm som metode for studie av habitat og individtetthet av fisk.....	7
2.2	Aktuelle artsgrupper i studiet.....	9
2.3	Mål og problemstillinger.....	10
3	Material og metode.....	11
3.1	Studieområder.....	11
3.2	Videoopptak.....	13
3.3	Databehandling.....	17
3.4	Beregning av kategoriske parametre.....	19
3.5	Undersøkelse av sammenheng mellom forekomst og tetthet av artgruppene og bunns substrat, algedekke, temperatur og dybde.....	19
4	Resultat.....	22
4.1	Kamerariggens innvirkning på torsk og flyndre i form av fluktrespons.....	22
4.2	Individtetthet for artsgruppene.....	23
4.3	Kartlegging av temperatur, bunns substrat og algedekke i forhold til dybde.....	26
4.4	Sammenheng mellom forekomst og tetthet av torsk 0-gruppe, torsk 1+, sjøstjerne og kråkebolle, og bunns substrat, algedekke, temperatur og dybde.....	32
5	Diskusjon.....	34
5.1	Utløste kamerariggen fluktrespons hos fisk?.....	34
5.2	Er undervannsfilm egnet til telling av fisk og beregning av antall fisk per kvadratmeter?.....	35
5.3	Er undervannsfilm egnet til kartlegging av temperatur, bunns substrat og algedekke i forhold til dybde?.....	35
5.4	Var det sammenheng mellom bunns substrat, algedekke, temperatur, dybde og tetthet av artgruppene?.....	37
5.5	Konklusjon.....	39
6	Takk.....	40
7	Referanser.....	41



# 1 Sammendrag

Undervannsvideo er en metode for beregning av forekomst av marine dyr og kartlegging av bunnssubstrat og algedekke. Metoden har vært sammenlignet med andre metoder som dykking og bunntål (Spencer et al. 2005). I dette studiet ble det gjort en evaluering av undervannsfilm som metode for undersøkelse av forekomst og tetthet av utvalgte fisk og pigghuder, og kartlegging av bunnforhold på grunt vann. Det ble også undersøkt om torsk (*Gadus morhua*) og flyndre viste en fluktrespons ved kamerariggens nærvær. Totalt syv lokaliteter fordelt på de to Nord-Norske fjordene Porsangerfjorden og Balsfjorden ble studert fra 1 meter til 35 meter dyp. Dette er et dybdeintervall som er antatt å være et viktig oppvekstområde for flere fiskearter (Pedersen pers. med.). På grunt vann (< 50 m) i kystnære områder kan man ofte ikke bruke bunntål fordi bunnen er for kupert. Her er undervannsvideo et godt alternativ for undersøkelse av forekomst og tetthet av marine arter.

Totalt 6 timer og 51 minutter undervannsfilm ble analysert med hensyn til bunnssubstrat, algedekke og forekomst av torsk 0-gruppe, torsk 1+, flyndre og sjøstjerne. Det ble vist at flyndre hadde en større proporsjon individer som viste fluktrespons ved kamerariggens nærvær enn torsk. Undervannsfilm viste seg å gi gode profiler av bunnforhold på alle studerte dyp, og det ble funnet sammenhenger mellom bunnforhold og forekomst av de utvalgte artsgruppene som stemte overens med tidligere studier og litteratur. Dette studiet kan bidra til kunnskap om metodisk bruk av undervannsvideo på grunt vann og dermed bidra til undersøkelser av viktige kystnære områder.



## 2 Innledning

Havet huser en stor del av dyre og plantelivet på jorden, og vi finner mange av artene i grunne og kystnære strøk. Lysmengde, næringstilgang og beskyttelse i det grunne vannet er viktige faktorer for den rike diversiteten man finner ved kysten. Hos mange fisker gir tareskog og korallrev god beskyttelse og fungerer dermed som oppvekstområder for juvenile (Nybakken & Bertness 2005). Arter fordeler seg ikke tilfeldig i havet og har ofte preferanser for både fysiske og biologiske faktorer. Slike faktorer kan være lysforhold, salinitet, bunnsbunnsrat, algedekke, turbulens i vannet og tilgang til byttedyr. Disse faktorene legger grunnlaget for de forskjellige artenes valg av habitat. Foretrukket habitat for forskjellige arter har også store variasjoner mellom de ulike artene. Noen arter vil trekke mot roligere vann hvor det er sandbunn, mens andre arter vil finnes ved mer utsatte områder med hardbunn. Noen arter kan også ha tilnærmet like preferanser for valg av habitat.

Studie av havbunnen og artene som lever der kan gi en god pekepinn på diversiteten for området. Samtidig kan det gi informasjon om hvilke habitatpreferanser forskjellige arter har. Bedre forståelse av havbunnen og artene som lever der, kan gi bedre forståelse av ytre påvirkninger i et system. Slik informasjon burde tas i betraktning i forvaltning og ved planlegging av menneskelig aktivitet for gitte områder. Vind, vannkraft og oppdrettsanlegg i kystnære strøk kan påvirke dyrelivet (Nybakken & Bertness 2005). Dette gjelder også utbygging og fiskeri. Før slik aktivitet finner sted, bør tilstrekkelig informasjon om områder ligge til grunne og lokalet marine dyreliv bør også være tilstrekkelig kartlagt.

### 2.1 Undervannsfilm som metode for studie av habitat og individtetthet av fisk

Dykking er en mye anvendt metode for studie av marint dyreliv og havbunn i grunne havområder (Samoilys & Carlos 2000). Observasjoner gjort av dykkere blir dokumentert for senere bruk. Fordeler med metoden er at den ikke skader miljøet. Mange variabler kan registreres med denne metoden, og observatøren kan studere detaljer på nært hold. Dykkerens svømmehastighet (Watson et al. 1995) og erfaring (Kulbicki & Sarramégnna 1999) er aspekter som påvirker resultatene opparbeidet med denne metoden.

Det finnes en rekke forskjellige instrumenter for å studere bentisk marint dyreliv. Baited Remote Underwater Video Station (BRUVS) er et stasjonert kamera med lokkemidler i form av agn, som er festet til kamerariggen (Stobart et al. 2007). Kamerariggen plasseres strategisk i området man ønsker å studere. Agnet må tilpasses i forhold til de arter som man ønsker å studere. En slik metode kan benyttes til studie av diversitet og tetthet av arter. Denne metoden kan være aktuell ved studie

av de mobile artene i området da det er nødvendig at artene oppsøker kamerariggen for at de skal kunne registreres. Fordi kameraet står i ro egner metoden seg ikke studie av sessile arter og havbunnen i området. En usikkerhet med metoden er størrelsen på området agnet har en tiltrekkende effekt (Baily & Priede 2002). Tiltrekningseffekten til agnet vil også være avhengig av fiskenes sultfølelse. Interspesifikk og intraspesifikk konkurranse vil også påvirke hvilke arter og individer man kan observere.

Et kamera påmonter en fjernstyrt enhet (ROV - Remotely Operated Vehicles) (Norcross & Mueter 1999) er en enhet som kan dekke et større område. En ROV kan brukes til å telle marine organismer og studere havbunnen. Norcross og Mueter (1999) sammenlignet bruk av ROV og trål (Munro & Somerton 2002) for bestemmelse av tetthet av juvenile flatfisker. En av forskjellene med metodene er muligheten for identifisering av små individer. Med undervannsfilm viste det seg å være vanskeligere å bestemme art av observerte individer med lengde under 150 mm. Dette gjøres lettere med trål, da man kan studere individene nærmere etter at de er fanget. Undervannsfilm gir derimot mere informasjon om bunnforhold og habitat enn trål (Norcross & Mueter 1999).

Spencer et al (2005), gjorde et studie for å sammenligne undervannsfilm med dykking og trål med hensyn til tetthet av juvenile flatfisk og habitat. I dette studiet brukte de et kamera påmontert en slede som ble trukket etter båt. En fordel med trål er at et individ ikke blir telt flere ganger. Dette kan forekomme med både dykking og undervannsfilm (Spencer et al. 2005). I likhet med Norcross og Mueter (1999), viste Spencer et al (2005) at indentifisering av juvenile flatfisk var vanskelig med undervannsfilm. Derimot viste undervannsfilm og dykking seg som bedre metoder enn trål for telling og bestemme tetthet av fisk (Spencer et al. 2005). Undervannsfilmning gjør det mulig å dekke større området enn dykking i forhold til tid, og forstyrrer fiskene mindre grad.

Trål egner seg ikke til bruk der havbunnen er kupert og metoden kan skade både marint dyre og planteliv (Muntadas et al. 2014). På grunt vann (< 50 m dyp) i kystnære områder kan man oftest ikke bruke bunntål da bunnen er for kupert (Pedersen pers. med.). Et alternativ til bruk av trål i grunne områder er strandnot, men denne kan bare brukes på dyp ned mot 4 meter. Derfor har dybdeintervallet mellom 4 og 50 meter dyp vært lite studert. Dette intervallet er antatt å være et viktig oppvekstområde for flere fiskearter (Berg & Pedersen 2001). Undervannsfilm er mye mer anvendelig i forhold til bunnforhold og gjør heller ingen skade på plante og dyrelivet. En annen fordel med undervannsfilm er at kan studeres flere ganger, også av forskjellige personer. Kamerarigg av samme type som brukt i dette studiet er tidligere brukt i et studie om makroalgehabitat og juvenile torsk (Michaelsen 2012).



## 2.2 Aktuelle artsgrupper i studiet

Torsk (*Gadus morhua*), flyndrefamilien (Pleuronectidae), sjøstjerner (familie Asteroidea) og drøbakkråkebollen (*Strongylocentrotus droebachiensis*) ble valgt ut til å inngå i studiet.

Artene/artgruppene ble valgt ut på bakgrunn av aktuelle forskjeller i habitat og levested. De representerer med dette forskjellige funksjonelle grupper i områdene som inngår i studiet. Torsk og flyndre er svømmende arter, og sjøstjerne og kråkebolle er ikke svømmende. Alle artene i studiet oppholder seg ved eller på havbunnen og vil derfor være mulig å observere på undervannsfilm. På grunn av ontogenetisk nisjeskifte ble det valgt å skille mellom 0-gruppe og større individer (torsk 1+) av torsk.

Torsk er en av dem mest studerte artene i Norske farvann og har en svært viktig kommersiell posisjon. Kysttorsken i Norge består av populasjoner som lever langs kysten, og skiller seg genetisk fra den Nordøstatlantiske torsken (Stransky et al. 2008). Den har sine gyte- og oppvekstområder i fjordsystemene og i kystnære områder. En betydelig andel av den voksne delen av populasjonene kan derimot vandre ut i mer åpent vann i søk etter føde utenfor gyteperioden (Jakobsen 1987). Gytingen skjer ofte i tilknytning til faste områder i fjordene, og på relativt grunt vann (Jakobsen 1987). En forståelse for kysttorskens gyte- og oppvekstområder er viktig kunnskap for å bevare populasjonene som lever langs kysten vår.

Rødspette (*Pleuronectes platessa*), sandflyndre (*Limanda limanda*) og skrubbe (*Platichthys flesus*) er medlemmer av flyndrefamilien som har sine oppvekstområder på svært grunne områder ved kysten (Gibson et al. 2011), (Stoner et al. 2007). Rødspette har vært en svært viktig kommersiell art i Europa, og på grunn det intensive fisket har antallet gått drastisk ned i Europa (Casas et al. 2009). Et studie gjort på diet av rødspette (Hoarau et al. 2002), viste at tilgang til flerbørstemark (Polychaeta), som finnes på bløtbunn, er svært viktig for rødspette i oppvekstområdene.

En annen gruppe arter som er viktig for marine samfunn er kråkeboller. Vår vanligste kråkebolle er drøbakkråkebollen, som kan bli svært tallrik i enkelte områder. Drøbakkråkebollen finnes langs hele norskekysten, og lever fra strandsonen og ned til 200 meter dybde. Kråkeboller er ofte studert og knyttes ofte til nedbeiting av tareskog (Pinnegar et al. 2000). Tareskog har en viktig rolle i økologisk sammenheng, spesielt som skjulested for juvenile individer hos mange arter. Områder med tareskog har ofte høy diversitet og komplekse næringsnett (Steneck et al. 2003). Nedbeiting av tareskogen har en negativ innvirkning på dette, og kan gi ringvirkninger i form av redusert rekrutering og diversitet hvis dette forekommer i større skala. Kråkeboller kan derfor gjøre stor skade på økologiske samfunn (Norderhaug & Christie 2009). Dette betyr imidlertid ikke at hvis

kråkeboller er representert i et samfunn vil dette ha en negativ effekt. Med tilstrekkelig predatorpress fra f.eks. steinbit eller havoter (*Enhydra lutris*), vil kråkebollebestanden kunne holdes på et så lavt nivå at en unngår nedbeiting (Pinnegar et al. 2000), (Estes et al. 2012). Et studie gjort i Stillehavet på kråkebollers innvirkning på tareskoger hvor havoter var tilstede ved en lokalitet og fraværende ved en annen, viste at havoter tok ut de største individene (Estes & Palmisano 1974). Antall kråkeboller var ikke spesielt forskjellig mellom lokalitetene, men den totale biomassen av kråkeboller var betydelig mindre der havoter var tilstede. Dette viser hvor viktig det er at man ikke bare studerer utbredelsen til kråkeboller, men også overvåker arter som inkluderer kråkebolle i sin diet.

Vanlig korstroll (*Asterias rubens*) er en sjøstjerneart i familien Asteroidea, som er vanlig i Norge (Moen & Svensen 1999). Blåskjell utgjør hoveddelen av dietten (Allen 1983), (Saier 2001), men vanlig korstroll spiser også rur, manglebørstemark, åtsler og andre pigghuder (Moen & Svensen 1999). Den finnes i de fleste habitat ned til 200 meter og kan bli opp til 300 mm i diameter. En annen vanlig sjøstjerneart i Norge er lite korstroll (*Leptasterias muelleri*) ((Moen & Svensen 1999). Den finnes både på hardbunn og bløtbunn ned til 200 meter dypde. Lite korstroll er mindre enn vanlig korstroll. Vanlig størrelse på lite korstroll er opp mot 60 mm i diameter, men den kan bli større.

### 2.3 Mål og problemstillinger

Dette studiet tar for seg undervannsfilm som metode for å undersøke tetthet av arter og bunnforhold på grunt vann i kystnære marine områder. Metodiske og praktiske aspekter ble evaluert på bakgrunn av følgende problemstillinger

- Har kamerariggens nærvær noen innvirkning på torsk 0-gruppe, torsk 1+ og flyndre i form av fluktrespons?
- Er undervannsfilm egnet til å måle tetthet av torsk 0-gruppe, torsk 1+, flyndre og sjøstjerne på grunt vann (< 35 m)?
- Er undervannsfilm egnet til kartlegging av bunnssubstrat, algedekke og temperatur på grunt vann (< 35 m)?
- Er det sammenheng mellom forekomst og tetthet av torsk 0-gruppe, torsk 1+, flyndre, sjøstjerne og kråkebolle, og bunnssubstrat, algedekke, temperatur og dypde?

### 3 Material og metode

#### 3.1 Studieområder

Dette studiet tar for seg undervanns videoopptak fra syv forskjellige lokaliteter, fordelt på de tre fjordene Porsangerfjorden, Balsfjorden og Ramfjorden (figur 1) i Norges to nordligste fylker.



Figur 1. Kart som viser Porsangerfjord, Balsfjord og Ramfjordens beliggenhet i Finnmark og Troms fylke. L; Lakselv, H; Honningsvåg. (Kartverket 2015)

Porsangerfjorden er en fjord i Finnmark, med Lakselv i den innerste delen og Honningsvåg i ytre delen av fjorden. Den er 123 km lang og er dermed Norges fjerde lengste fjord. Fem av lokalitetene som inngikk i studiet ligger her. Ytre Sortvik, Reinøy, Trollholmsund, Billefjord og Veinesbukt (figur 2).

Ytre Sortvik (lokalitet D, figur 2) er den nordligste lokaliteten i dette studiet og ligger på vestsiden, i den ytre halvdel av fjorden. Dette er en vik som er skjermet fra nord, sør og vest, med åpningen mot øst, hvor det er et elveutløp i den sørlige delen av vika. Topografien rundt består av fjell og det er en strandsone dominert av nevestore steiner. De fire andre lokalitetene ligger i indre del av fjorden. Trollholmsund, Billefjord og Veinesbukt ligger på vestsiden, og Reinøy ligger på østsiden. Lokalitet Reinøy (lokalitet B, figur 2) er området på østsiden av øya med samme navn, og er den lokaliteten som har den minste helningen i dybde. Området rundt er grunnere enn på vestsiden av øya, og er i overkant av 30 meter på det dypeste. Det er flere små øyer og holmer i området, spesielt

nord for lokaliteten. Disse øyene skjerner lokaliteten noe for bølger og vind som kommer inn fjorden. På Reinøys vestsida mot fastlandet ligger lokalitet Trollholmsund (lokalitet C, figur 2), som er en beskyttet bukt med et dypere parti av fjorden på sin østside. Dette er den lokaliteten i Porsangerfjorden som har den bratteste helningen i dybde. Litt lengre nord finner vi Billefjord, som er en liten sidefjord i Porsangerfjorden, og her finner vi lokalitet Billefjord (lokalitet A, figur 2). Lokaliteten ligger i Billefjords ytre del på den sørlige siden. Den er eksponert for vind fra nordøst. Sør for lokaliteten er det en bratt fjellside, og strandsonen er dominert av store steiner. Litt lengre ut i fjorden finner vi lokaliteten Veinesbukta (lokalitet E, figur 2). Denne lokaliteten ligger på sørsiden av neset Veines, et lavt nes som er spesielt eksponert for vind. Strandsonen er steinete med markroalger.



Figur 2. Kart over Porsangerfjord med de fem lokalitetene: Billefjord (A), Reinøya (B), Trollholmsund (C), Ytre Sortvik (D) og Veinesbukta (E). (Kartverket 2015)

Balsfjorden ligger i Troms fylke og strekker seg 49 km nord-syd retning. I fjordens ytre del på østlig side ligger en mindre sidefjord, Ramfjorden. Den er ca. 15 km lang og strekker seg i en bu

østover. Lokaliteten Andersdal (lokalitet F, figur 3) ligger i Balsfjorden, rett sør for munningen til Ramfjorden. Lokalitet Andersdal ligger rett utenfor utløpet til Andersdalelva og er et område dominert av sandbunn. Litt lenger øst i Ramfjordens ytre del ligger den andre lokaliteten i Troms, Piksteinen (lokalitet G, figur 3). Her er strandsonen steinete og på land er det bratte fjellsider. Under vann er det bratt fra strandsonen ned til fjorden flater ut ved over 100 meter dybde.



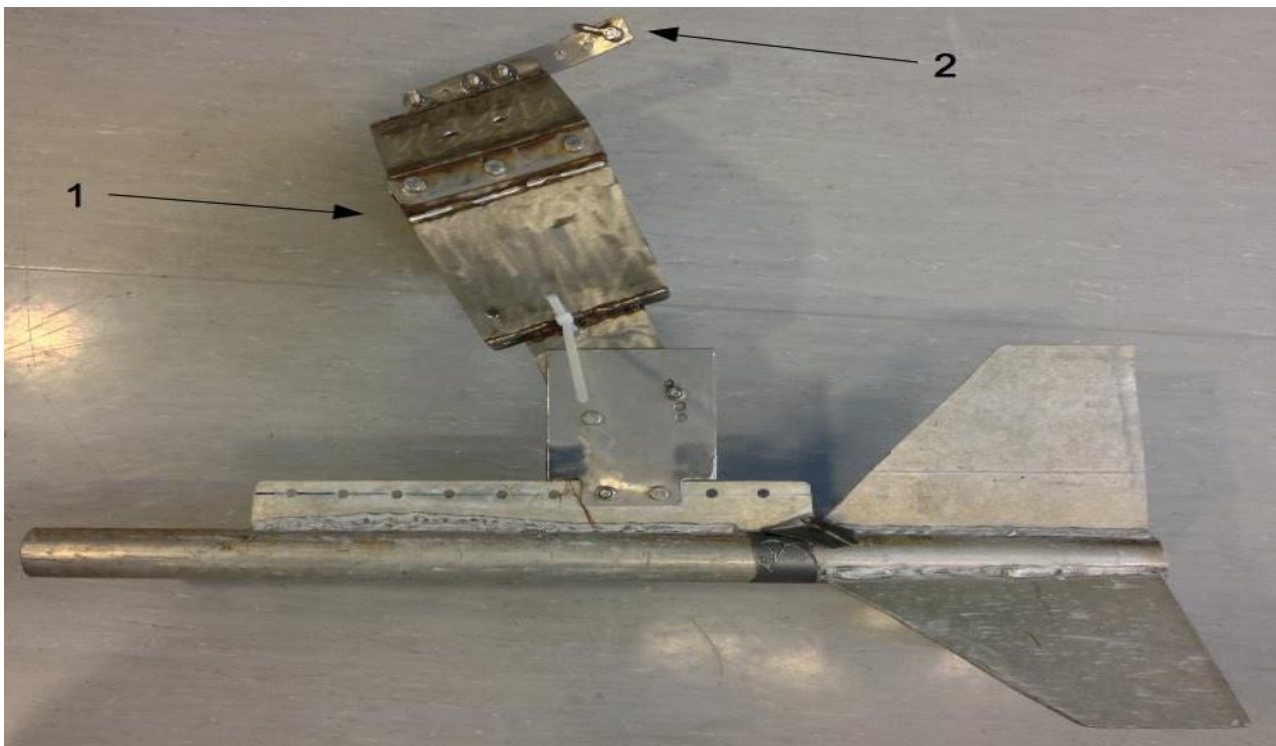
Figur 4. Kart over Balsfjord og Ramfjord med lokalitetene Andersdal (F) og Piksteinen (G). (Kartverket 2015)

### 3.2 Videoopptak

Videoopptakene ble gjort fra gummibåt i Porsangerfjord og sjarken "Hyas" (12,24 m lengde) i Balsfjord og Ramfjord. Kamerariggen er en aluminiumskonstruksjon (figur 5) utstyrt med undervannskamera, dybdemåler, termometer (kun hele grader) og to lasermarkører. Foran på båten var det festet en anordning med et trinsehjul for senkning og heving av kamerariggen. Selve riggen var festet til en kombinert vaier og signalkabel som var påspolt en spole i båten. Kabler til utstyret på riggen ligger langsgående og innkapslet i en plaststrømpe med vaieren. En person i båten

styrte dybden til kamerariggen ved å trekke eller senke vaieren som var festet til riggen. Et styringskonsoll i båten er koblet til riggen og en monitor som gir sanntidoverføring av bilde, opptak av filmen og lyd fra omgivelsene i båten. Monitoren gir til en hver tid informasjon om dybde og temperatur. De to lasermarkørene er parallelt montert, og gir to røde markeringer på havbunnen med 18 cm mellomrom. Lasermarkørene kan brukes til estimere størrelse på objekter og dyr på filmen. For at dette skal kunne gjøres må de respektive objektene passere midt i skjerm bilde. Avstanden mellom lasermerkene når filmen vises på monitor vil variere med riggens avstand fra bunnen, noe som også kan brukes som en indikator for hvor nært bunnen riggen er.

Lasermarkørenes avstand ble kontrollsjekket på land med hjelp av målestav før undervannsfilmingen ble satt i gang. På denne måten kan man følge med på at riggen har ønsket avstand til bunnen i forhold til det man ønsker å studere. Styringskonsollen har innebygd GPS, men denne viste seg å være ustabil ved tidligere bruk, og derfor ble håndholdt GPS og en GPS-klokke brukt for å logge posisjoner i transektene. Tilsammen tre personer var med i båten, hvor en person styrte dybden til kamerariggen, en person fulgte med på videooverføringen på monitor og leste inn GPS posisjoner, og den tredje personen styrte båten.



*Figur 5: Kamerarigg for opptak av undervannsfilm. Punkt 1 angir festepunkt for kamera og lasermarkører. Punkt 2 angir festepunkt for vaier.*

På hver lokalitet ble det filmet et transekt for hver av de fastsatte dybdene på 1, 5, 10, 15, 20, 25, 30 og 35 meter. Starten av opptaket var på 1 meters dybde, og denne dybden ble forsøkt holdt i ca. 500 meter. Deretter foretok man en tilnærmet vinkelrett sving fra land ut mot neste dybde, før man startet et dybdetranspekt i motsatt retning i samme lengde. Samme fremgangsmåte ble utført for hver forutbestemte dybde. Ved Andersdal og Piksteinen i Troms, ble sjarken "Hyas" brukt. På grunn av båtens størrelse var det ikke mulig å gjøre et dybdetranspekt på 1 meter dybde her. Derfor startet dybdetranspektene på 5 meter ved disse lokalitetene. Tabell 1 viser GPS-koordinater som ble registrert fra håndholdt GPS under videoopptakene.

Alle videoopptakene i Porsangerfjorden ble gjort dagtid i august 2012. Lokalitetene Andersdal og Piksteinen ble filmet dagtid i september 2013. Vindforholdene var rolige ved alle lokalitetene i Porsangerfjorden og Piksteinen. Ved Andersdal var det vind fra nord-nordvest retning.

Tabell 1: Koordinater for lokalitetene og transekter. Koordinatene er oppgitt som grader, minutter og desimalsekunder.

Fjord	Lokalitetsnavn	Dato	År		Breddegrad N	Lengdegrad Ø
Porsanger	Billefjord	18.08	2012	Start	70 19.717	25 07.291
				Nytt transekt	70 19.770	25 07.493
				Nytt transekt	70 19.725	25 07.326
				Nytt transekt	70 19.733	25 07.301
				Nytt transekt	70 19.743	25 07.325
				Nytt transekt	70 19.805	25 07.485
				Nytt transekt	70 19.789	25 07.302
				Slutt	70 19.838	25 07.393
Reinøy	16.08	2012	Start	70 16.052	25 20.397	
			Nytt transekt	70 15.970	25 20.307	
			Nytt transekt	70 16.032	25 20.387	
			Nytt transekt	70 16.022	25 20.413	
			Nytt transekt	70 16.014	25 20.492	
			Nytt transekt	70 15.987	25 20.695	
			Nytt transekt	70 19.919	25 21.025	
			Slutt	70 15.897	25 21.112	
Trollholmsund	16.08	2012	Start	70 18.135	25 10.648	
			Nytt transekt	70 18.187	25 10.800	
			Nytt transekt	70 18.120	25 10.717	
			Nytt transekt	70 18.164	25 10.854	
			Nytt transekt	70 18.103	25 10.788	
			Nytt transekt	17 18.109	25 11.077	
			Nytt transekt	70 18.023	25 11.100	
			Slutt	70 17.971	25 11.123	
Veinesbukt	19.08	2012	Start	70 23.498	25 10.214	
			Nytt transekt	70 23.448	25 10.212	
			Nytt transekt	70 23.499	25 10.118	
			Nytt transekt	70 23.408	25 10.099	
			Nytt transekt	70 23.477	25 10.050	
			Nytt transekt	70 23.440	25 10.002	
			Nytt transekt	70 23.372	25 10.042	
			Nytt transekt	70 23.532	25 09.905	
Slutt	70 23.586	25 09.856				
Balsfjord	Andersdal	16.09	2013	Start	69 30.733	18 59.400
				Nytt transekt	69 30.900	18 59.533
				Nytt transekt	69 30.717	18 59.500
				Nytt transekt	69 30.883	18 59.667
				Nytt transekt	69 30.717	18 59.550
				Nytt transekt	69 30.833	18 59.883
				Nytt transekt	69 30.667	18 59.533
				Slutt	69 30.800	18 59.800
Piksteinen	16.09	2013	Start	69 31.583	19 02.467	
			Nytt transekt	69 31.733	19 02.983	
			Nytt transekt	69 31.600	19 02.550	
			Nytt transekt	69 31.700	19 03.000	
			Nytt transekt	69 31.583	19 02.600	
			Nytt transekt	69 31.683	19 03.000	
			Slutt	69 31.567	19 02.567	



### 3.3 Databehandling

Opptakene av filmen lagres i 20 minutter (1,75 GB) lange videofiler på monitorens harddisk. Total lengde av film for lokalitetene var Billefjord; 50 min og 46 sek, Reinøy; 39 min og 55sek, Trollholmsund; 46 min og 48 sek, Ytre Sortvik; 69 min og 52 sek, Veinesbukt; 60 min og 44 sek, Andersdal; 73 min og 4 sek, og Piksteinen; 69 min og 53 sek. Hver film ble overført til PC og spilt av med videoprogrammet VLC. Filmen ble studert med hensyn på bunnforhold og artsgruppene. Dekningsgrad i prosent for bunnkategorier og antall individer av de aktuelle artsgruppe (torsk 0 gruppe, torsk 1+, flyndre, sjøstjerne og kråkebolle) ble registrert i 10 sekunders intervall. Individene av artsgruppene ble telt når de var midt på skjermen ved lasermarkørene. Videofilmen ble satt på pause hvert tiende sekund for å notere verdier i et dataskjema i Open Office regneark. Kråkeboller var svært tallrike der de ble registrert, og tettheten av kråkeboller ble vurdert til kategoriene "ingen", "middels" og "mye" med verdiene 1, 2 og 3. Antall individer for de studerte artsgruppene for hvert 10 sekunders intervall ble lagt til i samme linje som beskrivelse av havbunnen. Dybde og temperatur ble også notert for hvert 10 sekunders intervall i samme skjema. Dataskjemaet ble delt inn i 2 hoveddeler, hvor den ene delen inneholder forklarende variabler (dybde, temperatur og bunnforhold) og den andre delen inneholder responderende variabler (artsgruppene som ble telt).

Dybde og temperatur er kontinuerlige variabler, men bunnforhold er en variabel med 7 kategorier; sand/grus, små stein, stor stein/berg, lavt algedekke, høyt algedekke, skjellfragmenter og annet. Alger med en høyde på opp til ca 30 cm er her definert som lavt algedekke, og de over ca 30 cm er definert som høyt algedekke. Skillet mellom stein og stor stein ble satt ved en størrelse på ca 100 cm<sup>2</sup>. I kategorien "annet" er det i all hovedsak kalkalger, men også noen få sjøroser, sjøanemoner og svamper. Disse kategoriene beskriver bunnen i prosent i forhold til det man kan se på undervannsvideoen. Samtlige av kategoriene som beskriver bunnen kan dermed variere mellom 0 og 100. Hver bunnkategori ble gitt en prosentvis dekningsgrad slik at summen av disse syv kategoriene alltid utgjorde 100 prosent dekke av havbunnen i hvert 10 sekunders observasjonsintervall.

Grupperingen av bunnforholdkategoriene er relativt grov med tanke på at man ikke skiller på for eksempel sand, mudder og grus, eller de forskjellige artene av makroalger. Dette er gjort for å minke sannsynligheten for varierende definisjon av bunnforhold fra det praktiske studie av video, og for ha et passende antall uavhengige variabler ved en statistisk analyse. Ved de dypeste områdene inkludert i denne undersøkelsen var lysforholdene dårligere og avstanden riggen hadde til bunnen varierte gjennom transektene, slik at det ikke alltid var enkelt å skille mellom for eksempel sand og grus.

Torsk 0-gruppe inneholder antall individer av torsk (*Gadus morhua*) som er født inneværende år og hadde en ca kroppslengde < 12 cm. Gruppen "torsk 1+" inneholder torsk (*Gadus morhua*) som er eldre og større enn 0-gruppe (> ca. 12 cm) (Berg & Pedersen 2001), (Larsen & Pedersen 2002). I artsgruppen "flyndre" ble individer av flyndrefamilien (Pleuronectidae) registrert. Dette er hovedsakelig rødspette (*Pleuronectes platessa*), skrubbe (*Platichthys flesus*) og sandflyndre (*Limanda limanda*). I tillegg ble det registrert lomre (*Microstomus kitt*) og kveite (*Hippoglossus hippoglossus*) i denne gruppen. Gruppen "sjøstjerne" inneholder arter av familien Asteroidea. Gruppen "kråkebolle" inneholder drøbakkråkebollen (*Strongylocentrotus droebachiensis*).

Det ble anvendt to forskjellige metoder for aggregering i SYSTAT 12, der en ble gjort med hensyn til tid og en med hensyn til dybde. I den første aggregeringen ble de opparbeidete 10 sekunder observasjonsintervallene slått sammen til 2 minutter observasjonsintervall. Dette medfører at de bunnforhold som ble registret der hvor individer av artsgruppene ble registrert, blir utvidet til et større område. Alle artsgruppene som inngår i dette studiet er mobile, og vil kunne benytte seg av området rundt hvor de ble registrert.

Hver datalinje for et 10 sekunder intervall ble kodet med en kategorisk verdi, hvor de to første minuttene fikk samme verdi, og etterfølgende 2 minutter intervall fikk en ny verdi for hver lokalitet. Dette gir muligheten til å definere observasjonsintervall for hvert andre minutt, i stedet for hvert tiende sekund. Kamerariggens dybde varierte gjennom et dybdetransektene. Dette medfører at dybden registrert gjennom transektene varierte i begge retninger, både over og under dybden som kunne definert skillepunktet for aggregeringen. Det ville da ha vært en mulighet for at dybder i starten og slutten av transektet blir aggregert sammen, og midtdelen aggregert for seg. For å dele transektene i intervaller som tilsvarer underområder, er det derfor hensiktsmessig å aggregere med hensyn til opptakstid.

Den andre metoden for aggregering tar hensyn til dybder som gjenspeiler de dybder der transektene er telt. Det ble laget 0-2,99, 3-6,99, 7-11,99, 12-16,99, 17-21,99, 22-26,99, 27-31,99, 32-36,99 og 37-42 meter dybdeintervaller. De aggregerte dataskjemaene for begge metodene inneholder gjennomsnittsverdier av observerte temperatur, dybder og hver bunnforholdskategori. Spesielt ved aggregering med hensyn til dybde inneholdt de forskjellige radene i det aggregerte dataskjemaet ulikt antall 10 sekunders observasjonsintervall. Det var mindre variasjon i antall 10 sekunder observasjonsintervall i hver rad (2 min observasjonsintervall) i aggregert datasett med hensyn til tid.

### 3.4 Beregning av kategoriske parametre

Fisk som viste en klar spurtrespons ble telt og registrert som skremt. Prosentvis skremte fisk i forhold til total mengde fisk ble beregnet ut for hver artsgruppe (figur 7). Fisher exact test (Zar 1999) ble brukt for å sjekke om torsk 0-gruppe, torsk 1+ og flyndre var forskjellige med hensyn til proporsjoner skremt/ikke skremt.

Gjennomsnittlig antall fisk per 10 sekunder observasjonsintervall ble beregnet for hvert dybdestransept på hver lokalitet. Gjennomsnittlig antall fisk per kvadratmeter ble beregnet der lasermarkørene ble registrert på filmen. Det var mulig å beregne observasjonsareal for 64% av total filmtid. Observasjonsareal ble beregnet ut fra formelen:

$$Areal = \frac{BV}{DLV} \cdot DL \cdot L$$

*Areal = antall kvadratmeter per 10 sekunders observasjonsintervall*

*BV = Bredde videomonitor målt til 0,345 m*

*DLV = Distanse mellom lasermarkørene på videomonitor (m)*

*DL = Kjent distanse mellom lasermarkørene målt til 0,18 m*

*L = Gjennomsnittlig distanse tilbakelagt med båten på 10 sekunder (beregnet til 5 m)\**

*\* Beregnet fra endring i UTM koordinater i nord og øst retning mellom to punkter logget med GPS-klokke med formelen  $Distanse = \sqrt{(\Delta N^2 + \Delta E^2)}$*

I tillegg har målinger av temperatur blitt fremstilt grafisk fra datasettet aggregert med hensyn på dybdeintervaller. Kartlegging av bunnsstrat og algedekke i forhold til dybde ble fremstilt grafisk fra datasettet aggregert med hensyn til tid.

### 3.5 Undersøkelse av sammenheng mellom forekomst og tetthet av artgruppene og bunnsstrat, algedekke, temperatur og dybde

For analyse av sammenheng mellom forekomst og tetthet av artsgruppene og bunnsstrat, algedekke, temperatur og dybde, ble det valgt å gjøre korrespondanseanalyse. Denne analysen fungerer bra til tabeller som inneholder mange nullverdier, noe som var tilfellet for de avhengige variablene (artsgruppene) i denne undersøkelsen. Korrespondanseanalysen er en multivariat analyse som analyserer forhold mellom variabler i en krysstabell, og gir en visualisering av forhold og underliggende strukturer i krysstabellen. Radene inneholder verdier for tidsintervall og kolonnene

verdier for bunnforholdkategorier og tetthet av artsgruppene. Datasettet i denne undersøkelsen inneholder 2257 rader (10-sekunders intervaller) og ville gitt svært mange punkter i plottet. For å minke antall punkter, ble dataskjemaet aggregert med hensyn på tid brukt. Korrespondanseanalyse baserer seg på kategoriske variabler. Antall individer av artsgruppene er kontinuerlige variabler og ble omkodet til kategoriske variabler i det aggregerte dataskjemaet. Bunnforhold som er en variabel med 7 kategorier ble også omkodet til kategoriske variabler i det aggregerte dataskjemaet.

Bunnforholdkategoriene og artsgruppene ble omkodet til kategoriene "lite", "middels", og "mye", som henholdsvis fikk verdiene 1, 2 og 3. De kategoriske variablene tok utgangspunkt i dataskjema aggregert på tid og lokalitet. Grenseverdiene for bunnforholdkategoriene ble bestemt ved å lage frekvenstabeller for hver kategori av bunnforhold, for å se hvordan de fordelte seg for de forskjellige verdiene, og for å finne maksimumsverdier. På bakgrunn av frekvenstabellene ble det utarbeidet kategoriserte verdier for hver av kategoriene av bunnforhold (Tabell 2).

Tabell 2: Maksimumsverdi, gjennomsnitt, standardavvik og grenseverdier for prosent bunnforholdkategorier i datasettet aggregert med hensyn til tid og lokalitet.

	Sand/grus	Stein	Stor stein/berg	Lavt algedekke	Høyt algedekke	Skjellfragmenter	Annet
Maksimum	99,7	75,8	54,2	93,0	31,9	59,4	79,6
Gjennomsnitt	46,0	16,0	2,2	19,7	1,9	8,0	5,7
Standardavvik	28,2	18,2	7,0	22,6	5,3	10,3	14,4

Kategori							
Lite	0-31,5	0-14	0-7	0-16	0-6	0-7	0-5
Middels	31,5-58,1	14-22	7-15	16-30	6-12	7-16	5-15
Mye	> 58,1	> 22	> 15	> 30	> 12	> 16	> 15

Fordi nullverdier utgjør en betydelig andel av verdiene for artsgruppene, ble disse satt i kategorien "ingen". Kategorisk variabel "middels" ble gitt til verdier av artsgruppene over null, og opp til ett standardavvik over gjennomsnittsverdien for hele datasettet av respektiv artsgruppe. Verdier høyere enn dette fikk kategorisk verdi "mye" (Tabell 3).

Tabell 3: Maksimumsverdi, gjennomsnitt, standardavvik og grenseverdier for artsgruppene i datasettet aggregert med hensyn til tid og lokalitet.

	Torsk 0- gruppe	Torsk 1+	Flyndre	Sjøstjerne	Kråkebolle
Maksimum	1,67	2,80	0,42	7,83	1,00
Gjennomsnitt	0,12	0,10	0,02	0,09	0,01
Standardavvik	0,30	0,32	0,06	0,61	0,11
<hr/>					
Kategori					
Ingen	0	0	0	0	0
	$0 < X \leq$	$0 < X \leq$	$0 < X \leq$	$0 < X \leq$	$0 < X \leq$
Middels	0,417	0,423	0,079	0,710	0,120
Mye	$> 0,417$	$> 0,423$	$> 0,079$	$> 0,710$	$> 0,120$

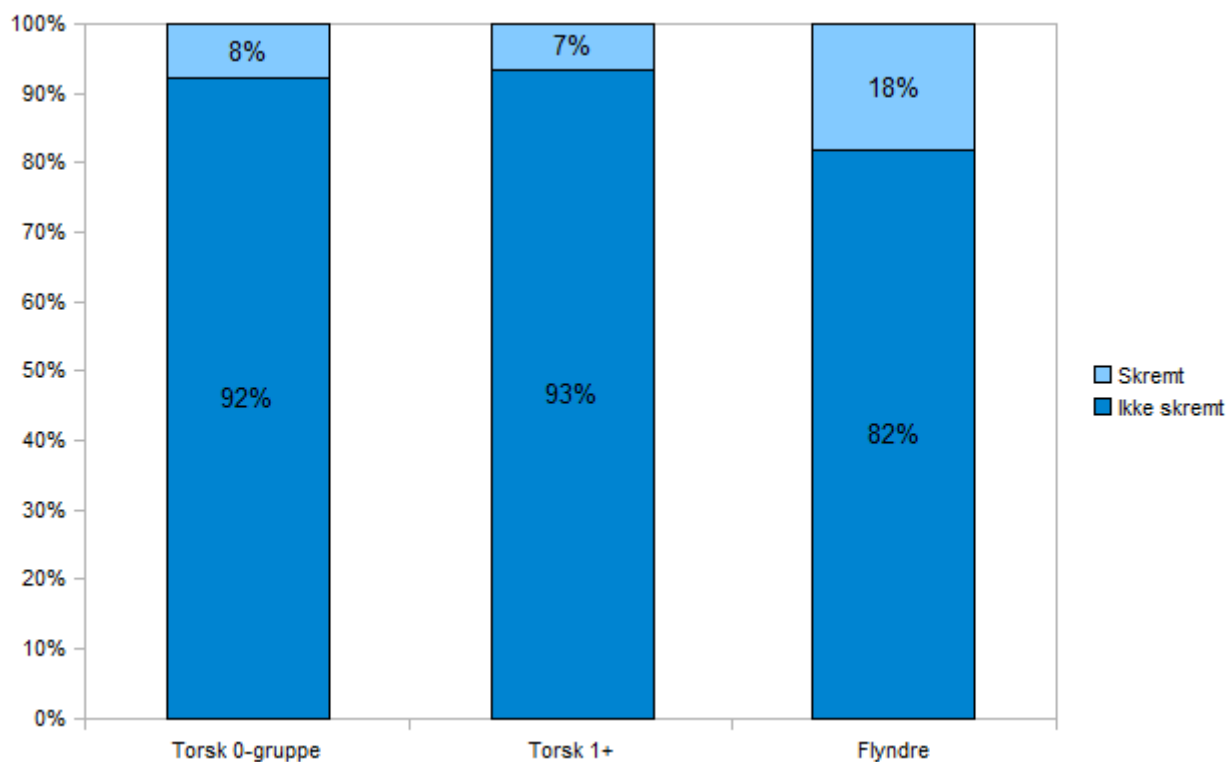
Korrespondanseanalysen ble utarbeidet i det statistiske programmet R (versjon 2.14.0) med datapakke "Vegan", fra datasettet som var aggregert med hensyn til tid og lokalitet.

Korrespondanseanalysen ble gjort i to steg, hvor den første tar for seg alle artsgruppene i studiet, og plottet disse i forhold til datapunktene i hver lokalitet. Signifikante uavhengige variabler ble valgt ut etter en permutasjonstest (999 permutasjoner) og deretter plottet som vektorer i samme biplott.

Uavhengige variabler med en p-verdi  $< 0,05$  ble ansett som signifikante.

## 4 Resultat

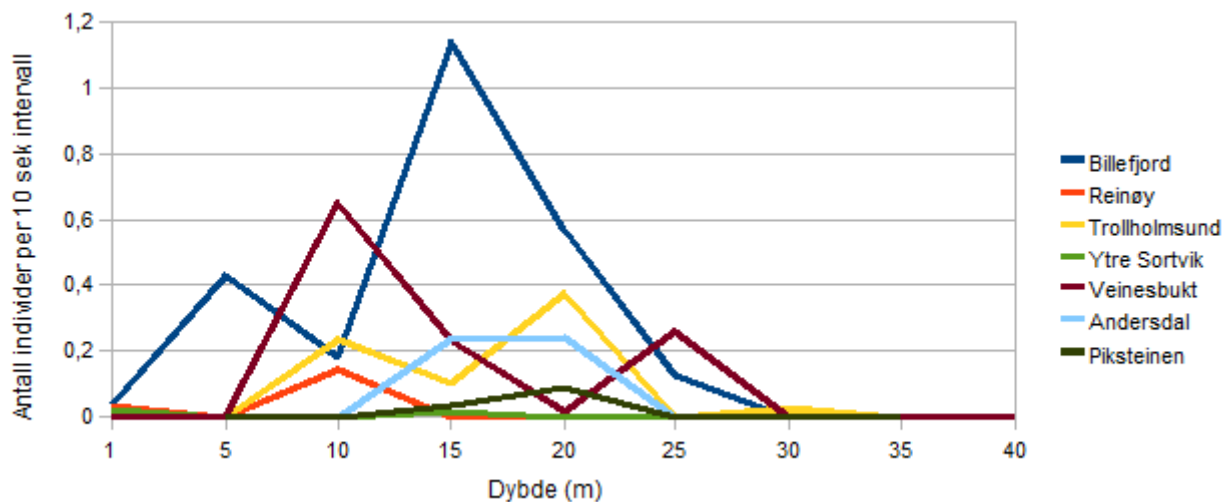
### 4.1 Kamerariggens innvirkning på torsk og flyndre i form av fluktrespons



Figur 7. Proporsjon av torsk 0-gruppe, torsk 1+ og flyndre som ble skremt av kamerariggen.

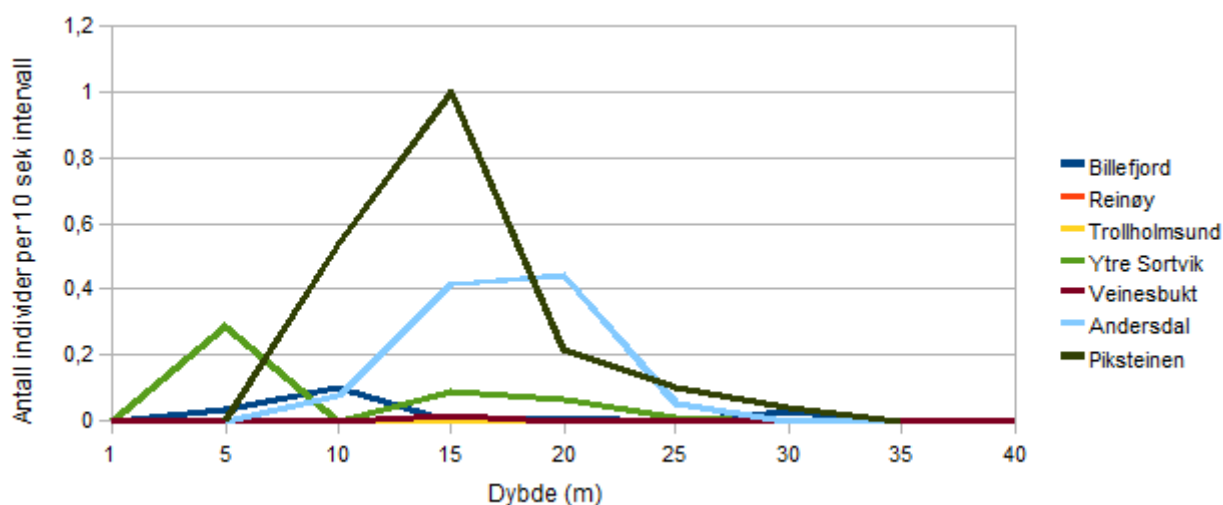
For torsk 0-gruppe var 21 registrert som skremt og 248 ikke skremt (totalt 269). Torsk 1+ ble 14 registrert som skremt og 198 ikke skremt (totalt 212). For flyndre ble det registrert 8 skremt og 36 som ikke skremt (totalt 44). En test om proporsjon av skremte individer var forskjellige i gruppene torsk 0-gruppe, torsk 1+ og flyndre, viste ikke signifikant forskjellige proporsjoner på 95% nivå (Fisher's exact test:  $p = 0,053$ ). Det var heller ikke signifikant forskjellige proporsjoner skremte individer i gruppene torsk 0-gruppe og torsk 1+ (Fisher's exact test:  $p = 0,7$ ). En test for den sammenslåtte gruppen "torsk total" (torsk 0-gruppe + torsk 1+) og flyndre signifikant forskjellige proporsjoner (Fisher's exact test:  $p = 0,019$ ). Proporsjon skremte individer var signifikant forskjellige i gruppene torsk 1+ og flyndre (Fisher's exact test:  $p = 0,03$ ).

## 4.2 Individtetthet for artsgruppene



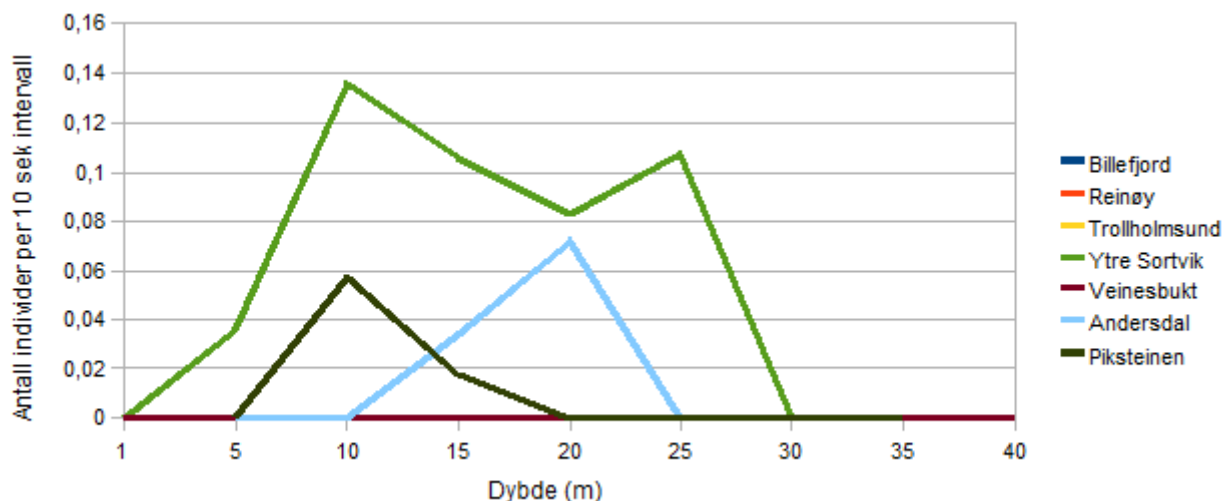
Figur 8. Gjennomsnittlig antall 0-gruppe torsk per 10 sekunders intervall registrert ved hvert transekt for hver lokalitet.

Torsk 0-gruppe fantes ved alle lokalitetene (figur 8). Billefjord hadde størst antall av 0 gruppe torsk per 10 sekunder intervall, og hadde sitt maksimumspunkt ved ca 15 meter dybde. Det generelle toppnivået for lokalitetene ligger mellom 10 og 20 meter dybde. Det var svært lite 0 gruppe torsk på dybder større enn 30 meter. Ytre Sortvik hadde lavest antall 0 gruppe torsk registrert per 10 sekund intervall. Ved flere tilfeller ble torsk 0-gruppe observert i små grupper (ca. 5-15 individer).



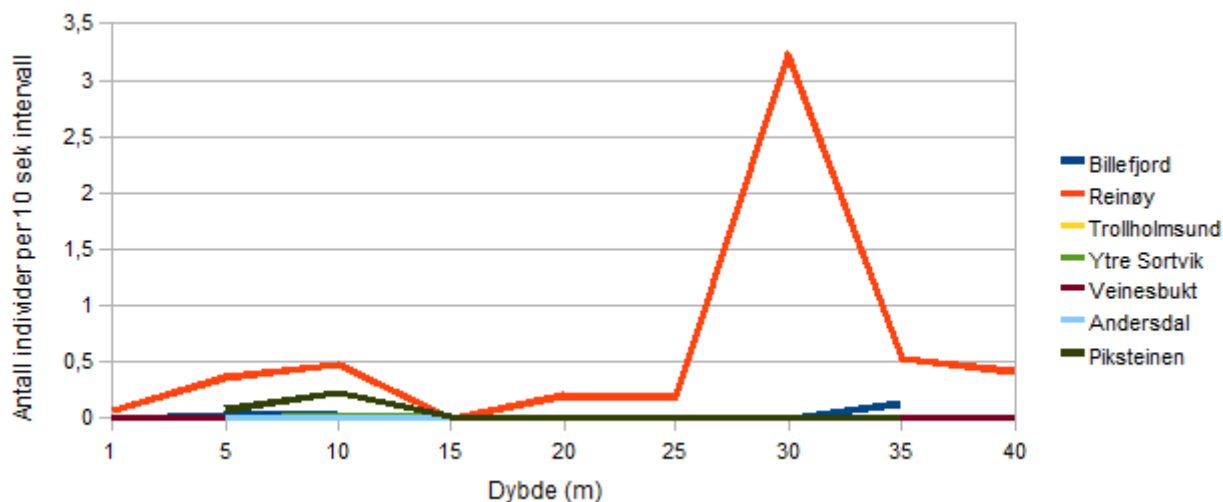
Figur 9. Gjennomsnittlig antall torsk 1+ per 10 sekunders intervall registrert ved hvert transekt for hver lokalitet.

Tre lokaliteter skiller seg ut med høy individtetthet torsk 1+ (figur 9). Ytre Sortvik hadde flest registrerte torsk på 5 meter, mens Andersdal og Piksteinen har sitt toppnivå ved henholdsvis 20 og 15 meter dybde. I likhet med 0-gruppe torsk var det er lite torsk 1+ dypere enn 30 meter dybde.



Figur 10. Gjennomsnittlig antall flyndre per 10 sekunders intervall registrert ved hvert transekt for hver lokalitet.

Det ble kun registrert flyndre ved 3 lokaliteter, ytre Sortvik, Andersdal og Piksteinen (figur 10). Ytre Sortvik var den lokaliteten med mest flyndre, etterfulgt av Andersdal. Det ble funnet flyndre fra 1 meter til 25 meter dybde, med toppnivået totalt på 10 meter dybde.

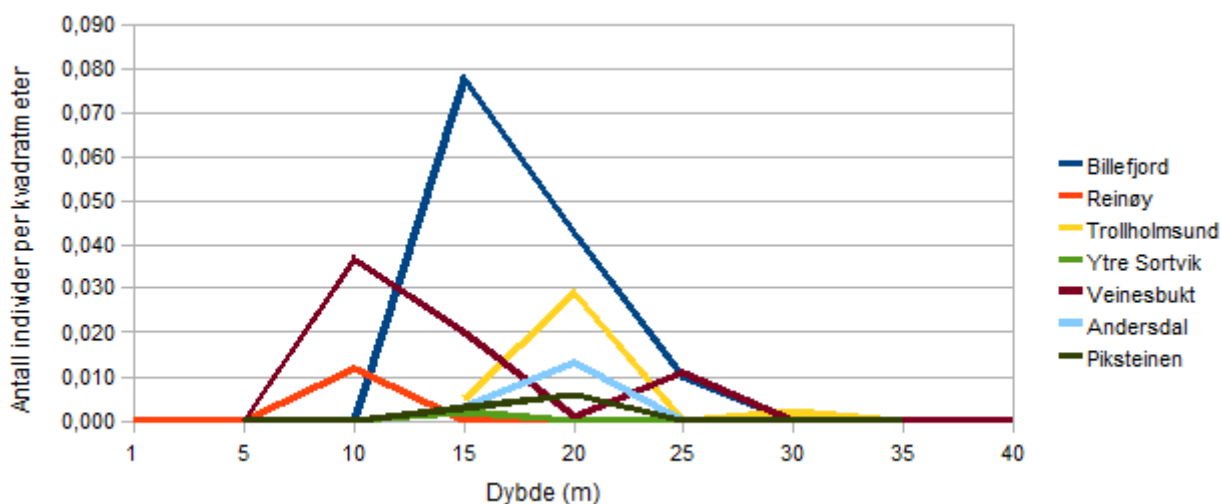


Figur 11. Gjennomsnittlig antall sjøstjerne per 10 sekunders intervall registrert ved hvert transekt for hver lokalitet.

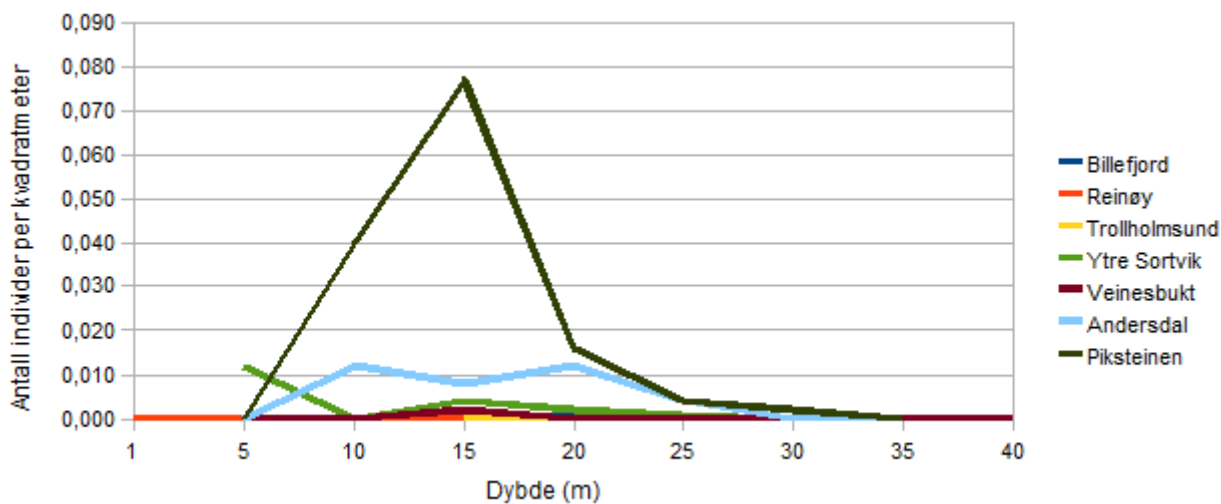


Sjøstjerne ble registrert ved flere lokaliteter, men Reinøy hadde klart mest (figur 11). Her ble 138 sjøstjerner ble registrert på ca. 30 meter dybde. Ellers fantes det sjøstjerner i nesten alle dybder når vi ser på alle lokalitetene samlet. Piksteinen har sin største tetthet av sjøstjerner på 10 meter dybde, og Billefjord har størst tetthet ved 35 meter dybde. Det ble ikke observert sjøstjerne ved Trollholmsund, Veinesbukt og Andersdal.

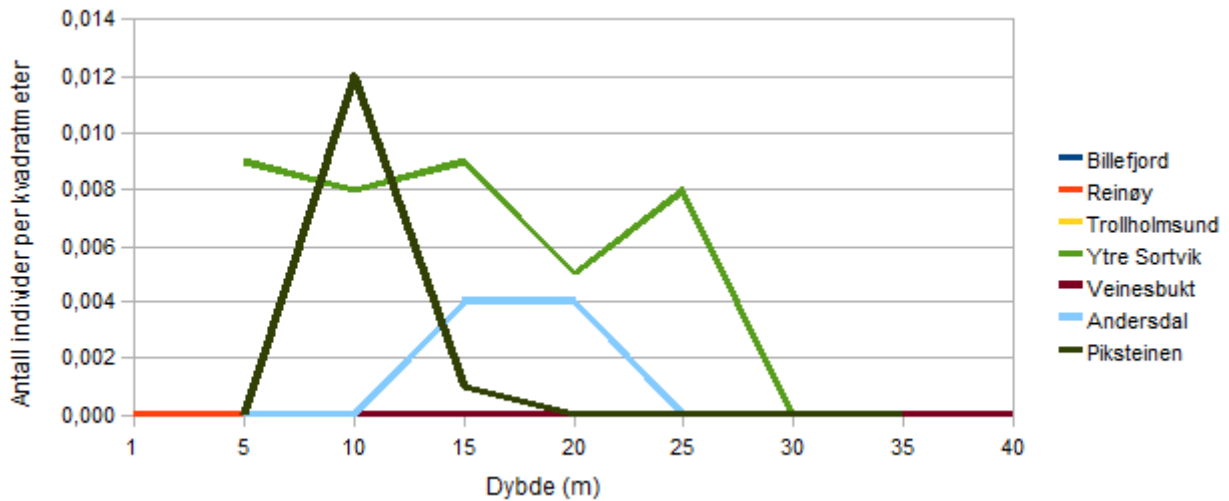
Antall individer per kvadratmeter for torsk 0-gruppe, torsk 1+, flyndre og sjøstjerne er vist i figur 12-15.



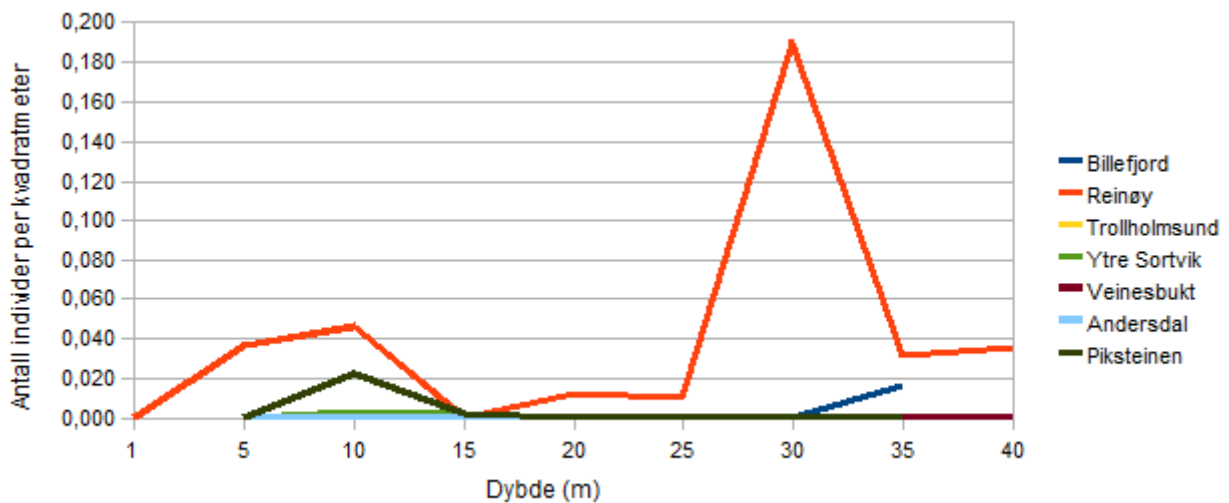
Figur 12. Antall torsk 0-gruppe per kvadratmeter for hvert transekt ved alle lokalitetene.



Figur 13. Antall torsk 1+ per kvadratmeter for hvert transekt ved alle lokalitetne.



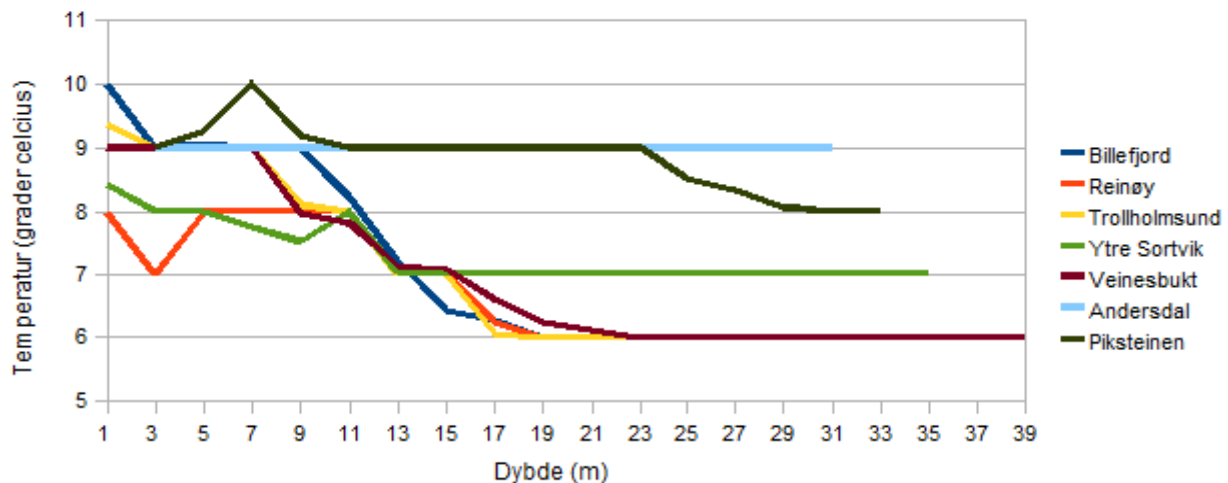
Figur 14. Antall flyndre per kvadratmeter for hvert transekt ved alle lokalitetene.



Figur 15. Antall sjøstjerne per kvadratmeter for hvert transekt ved alle lokalitetene.

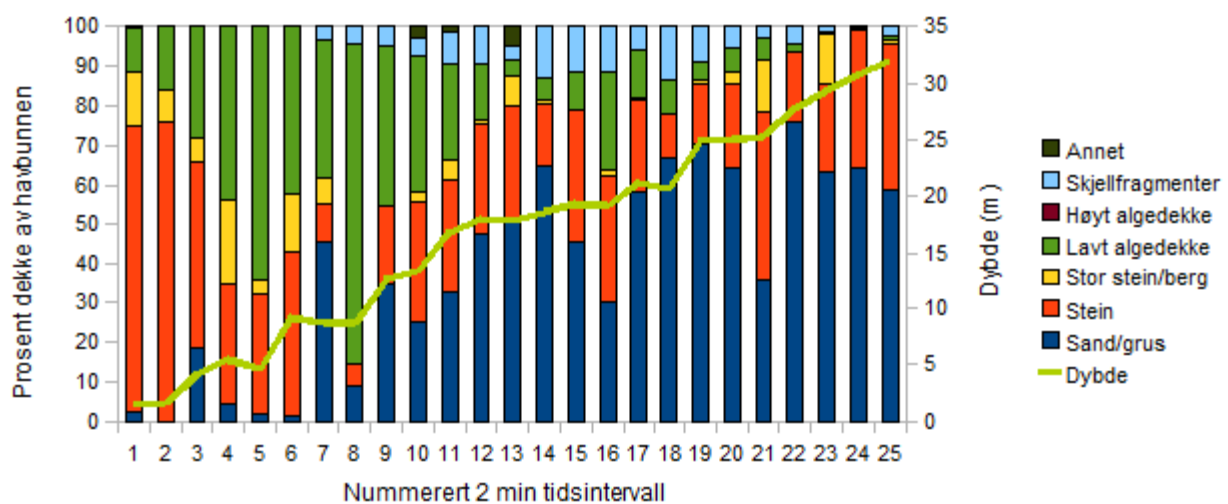
#### 4.3 Kartlegging av temperatur, bunnsubstrat og algedekke i forhold til dybde

Den generelle tendensen for lokalitetene var lavere temperatur på dypere vann (figur 16). Billefjord viste det største fallet i temperatur fra 10°C på 1 meter dybde, til 6°C på dybder over 20 meter. Andersdal var lokaliteten med den mest stabile temperaturen, med 9°C på alle målte dybder. Det største fallet i temperatur var mellom 10 og 20 meter dybde for samtlige lokaliteter i Finnmark. Andersdal og Piksteinen i Troms var varmere enn de andre lokalitetene på dybder under 10 meter.



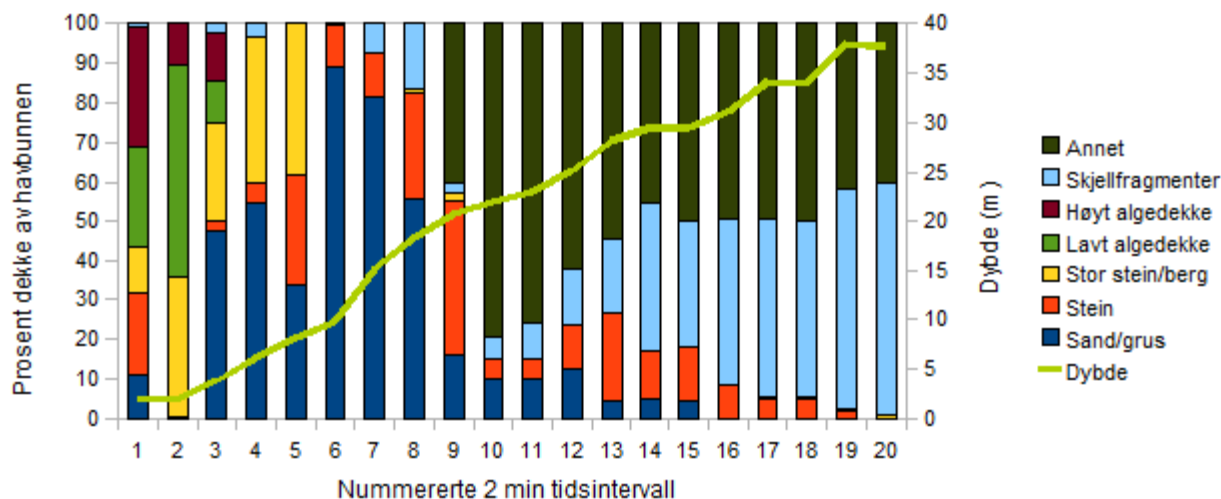
Figur 16. Gjennomsnittlig temperatur i forhold til dybde ved hver lokalitet. Figuren er fremstilt av datasett aggregert med hensyn til dybde. Andersdal og Piksteinen starter ved 3 meter dybde.

Når alle lokalitetene sammenlignes (17-23) hadde Ytre Sortvik og Andersdal mest sandbunn. Forskjellen mellom disse var at Ytre Sortvik hadde mer lavt algedekke i det grunne partiet (<10 m dyp), mens tendensen var motsatt ved Andersdal. Reinøy skilte seg fra de andre lokalitetene med mye av kategorien "annet" i de dypeste partiene (>20 m dyp). Også Veinesbukt hadde et relativt stort innslag av "annet", men i den midtre delen av dybdetransektet. Ved både Reinøy og Veinesbukt var "annet" i hovedsak kalkalger. Reinøy hadde det høyeste nivået av skjellfragmenter, men også Piksteinen skilte seg ut som en av lokalitetene med mest skjellfragmenter. Billefjord og Ytre Sortvik hadde mye lavt algedekke. Veinesbukt hadde mye lavt lagedekke på 1 meter dybde. Trollholmsund hadde mest steinbunn og hovedsakelig på dyp større enn 15 meter.



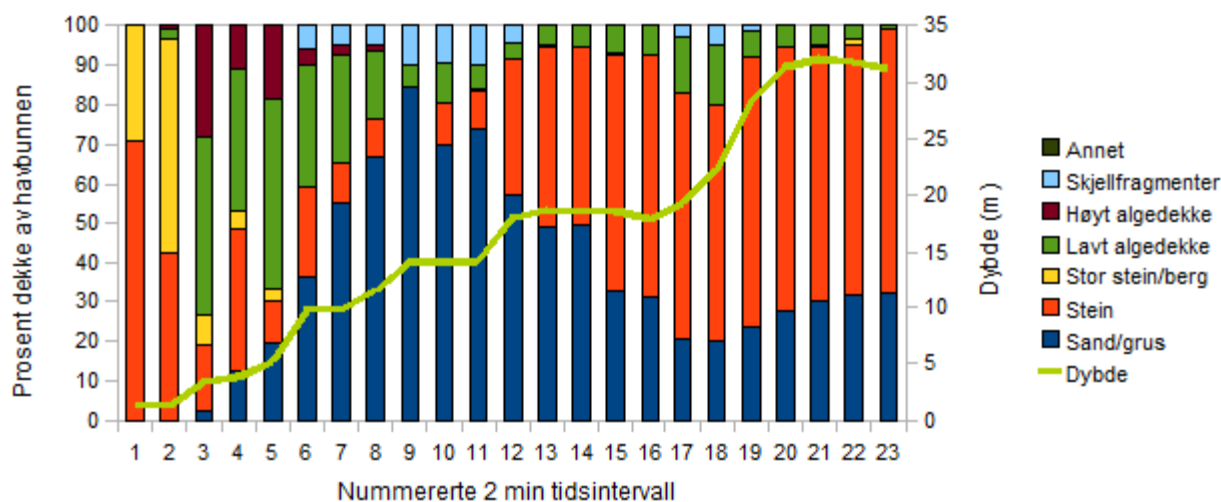
Figur 17. Bunnforhold ved Billefjord, der hver søyle representerer proporsjon av hver kategori for bunnforhold i et 2 minutter intervall. Linjen i figuren viser dybden (sekunder y-akse) for hvert tidsintervall.

Havbunnen i Billefjord var dominert av stein de første dybdemeterne (>10 m), før lavt algedekke dekker mer av havbunnen til og med 10 meters dybde (figur 17). Så avtar lavt algedekke og sand og grus utgjorde den største delen av havbunnen (< 15 m). Det var et lite innslag av kategorien annet mellom 15 og 20 meter dybde, mens høyt algedekke var fraværende ved denne lokaliteten.



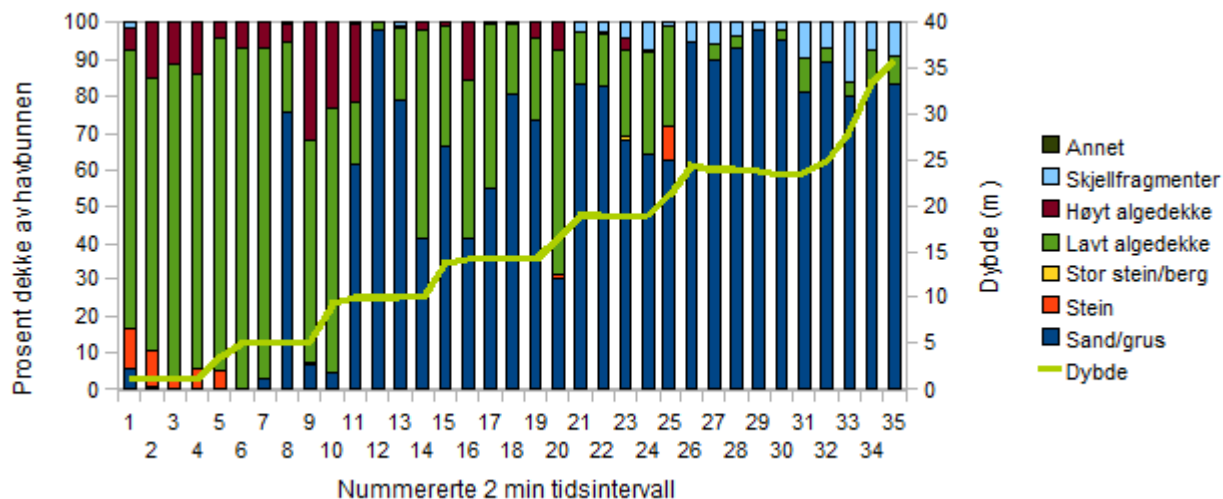
Figur 18. Bunnforhold ved Reinøy, der hver søyle representerer proporsjon av hver kategori for bunnforhold i et 2 minutter intervall. Linjen i figuren viser dybden (sekunder y-akse) for hvert tidsintervall.

De første dybdemeterne ved Reinøy var dominert av stein og alger (> 5 m) (figur 18). Makroalger fantes bare de 5 første dybdemeterne. Ved 5 meter dybde er sandbunn dominerende og fortsetter å dominere til ca. 20 meter. Deretter er det kategorien annet som er mest fremtredende, og sammen med skjellfragmenter utgjør de over 90 prosent dekke av havbunnen på dybder større enn 30 meter.



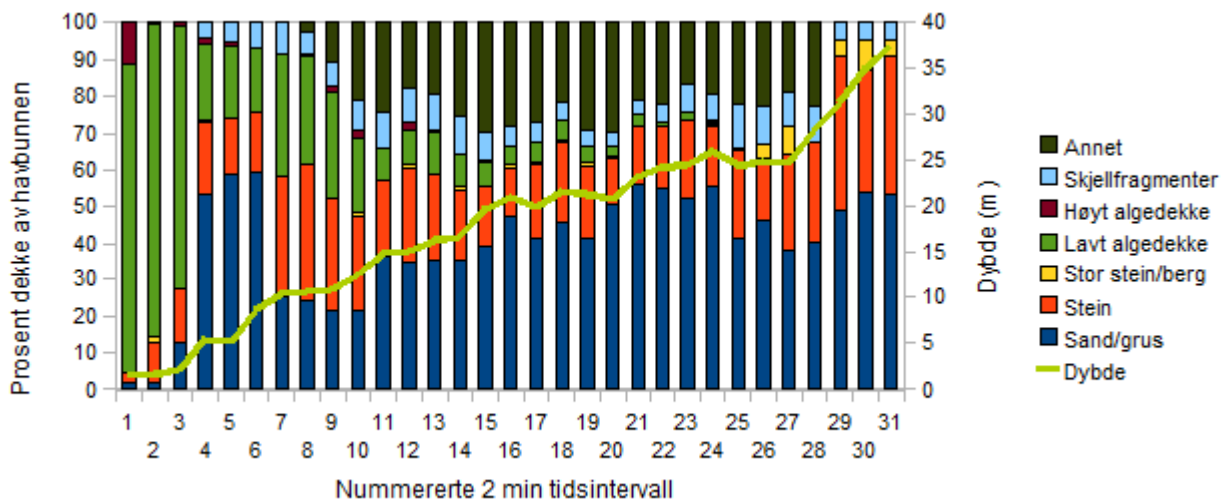
Figur 19. Bunnforhold ved Trollholmsund, der hver søyle representerer proporsjon av hver kategori for bunnforhold i et 2 minutter intervall. Linjen i figuren viser dybden (sekunder y-akse) for hvert tidsintervall.

Trollholmsund hadde mye stein de første dybdemeterne (> 5 m) og på dybder større enn 20 meter (figur 19). Sammen med sand utgjorde disse det meste av dekke av havbunnen her. Fra 3 meter dyp var det både lavt og høyt algedekke. Ved 10 meters dybde avtok høyt algedekke betraktelig, mens lavt algedekke ble redusert ved ca 15 meter. Skjellfragmenter var lite representert, og mest ved 10 og 15 meter dybde.



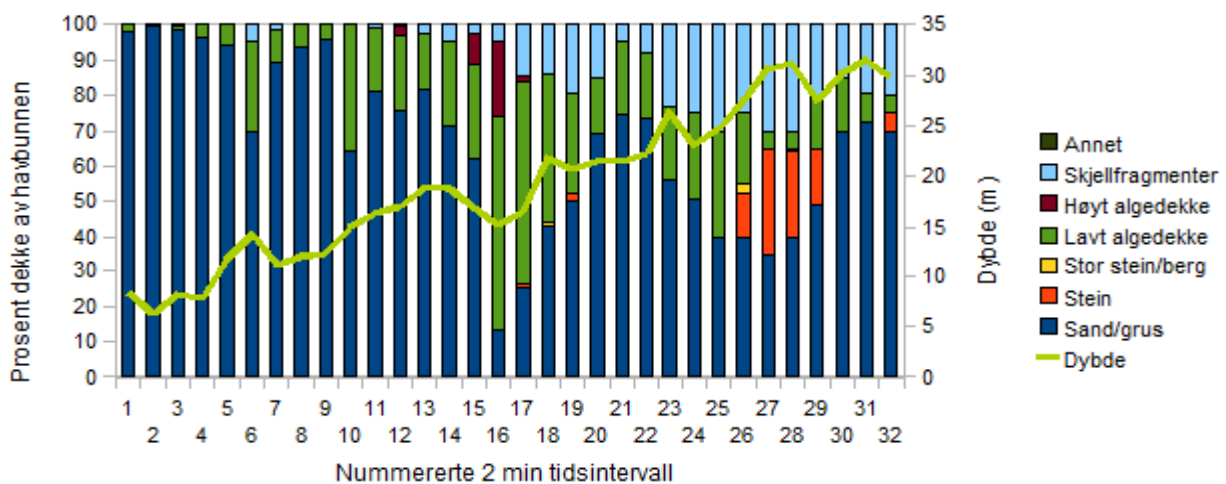
Figur 20. Bunnforhold ved Ytre Sortvik, der hver søyle representerer proporsjon av hver kategori for bunnforhold i et 2 minutter intervall. Linjen i figuren viser dybden (sekunder y-akse) for hvert tidsintervall.

Ytre Sorvik hadde lite stein og mye sand (figur 20). Det var også relativt mye algedekke her. Lavt algedekke fantes ved alle dybder, men dominerte mest de 10 første dybdemeterne. Høyt algedekke var også noe representert ved lokaliteten, og hadde sitt maksimumsnivå ved overgangen mellom 5 og 10 meter dybde. På dybder større enn 25 meter var det hovedsakelig sand som utgjorde bunnsubstratet, med innslag av skjellfragmenter.



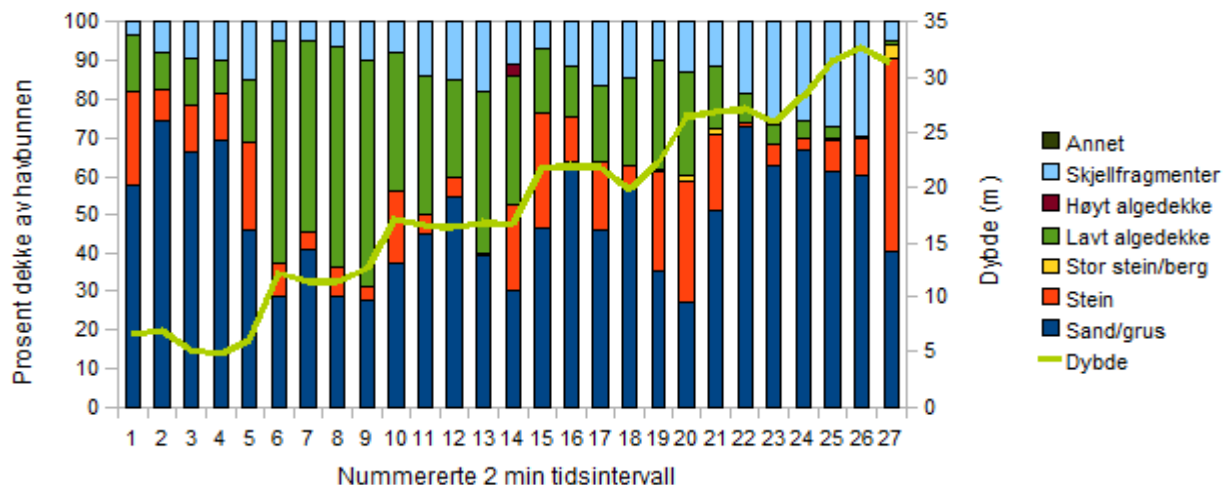
Figur 21. Bunnforhold ved Veinesbukta, der hver søyle representerer proporsjon av hver kategori for bunnforhold i et 2 minutter intervall. Linjen i figuren viser dybden (sekunder y-akse) for hvert tidsintervall.

Veinesbukta hadde mye lavt algedekke de første dybdemeterne, men det avtok fort til et nivå på ca 10% på 20 meter dybde (figur 21). Sandbunn dominerte på alle dyp med unntak av de øverste meterne. Stein var relativt stabil representert på alle dyp, og stor stein var representert på de dypeste partiene ( $\leq 25$  m). Skjellfragment holdt seg jevnt gjennom hele lokaliteten, mens annet finnes mellom 10 og 30 meter dybde.



Figur 22. Bunnforhold ved Andersdal, der hver søyle representerer proporsjon av hver kategori for bunnforhold i et 2 minutter intervall. Linjen i figuren viser dybden (sekunder y-akse) for hvert tidsintervall.

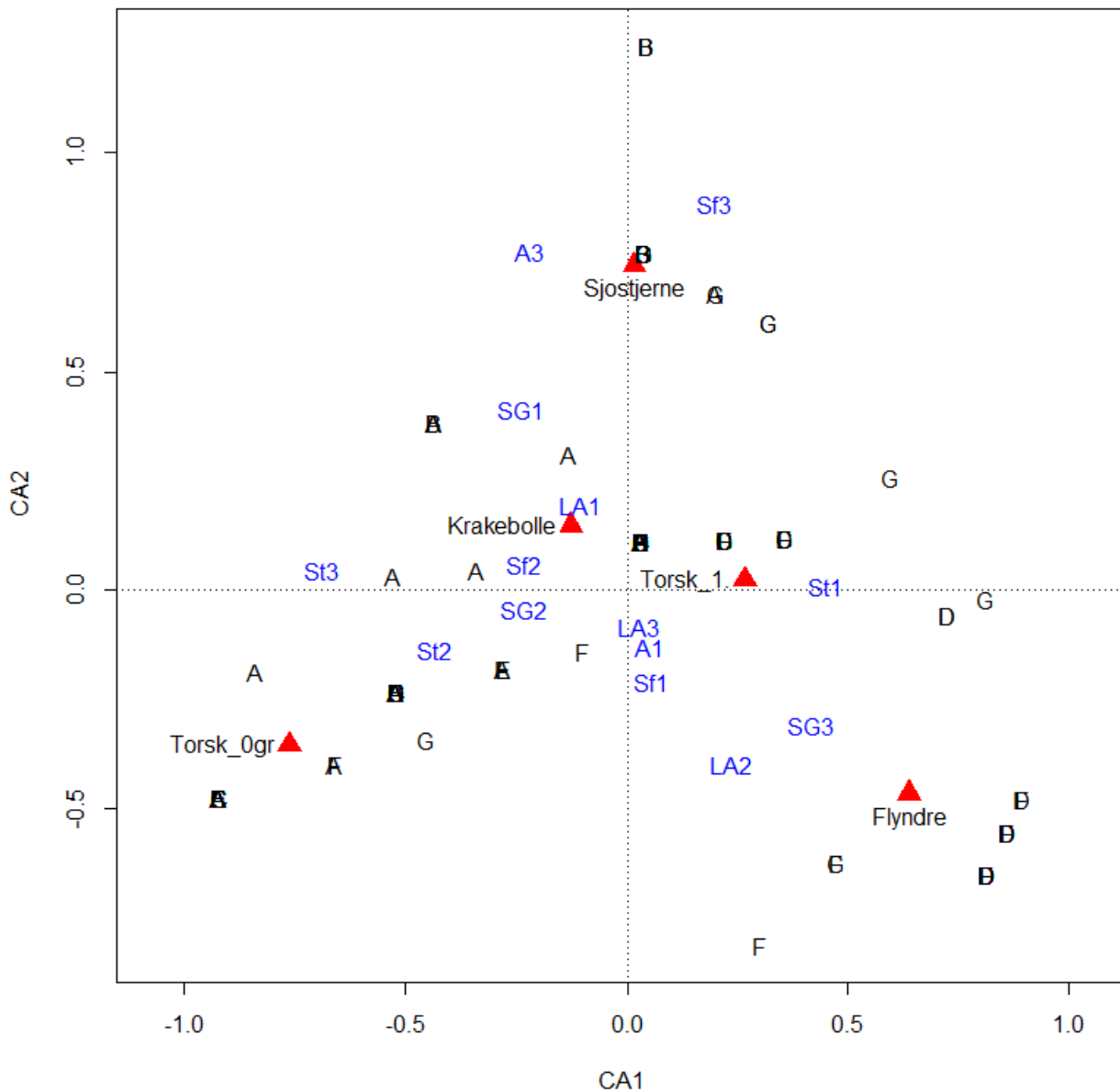
Andersdal var klart dominert av sandbunn, spesielt grunnere enn ca. 20 meter (figur 22). Lavt algedekke og skjellfragment var de to andre bunntypene som hadde et maksimumsnivå på over 20%. Førstnevnte hadde også sitt maksimumsnivå der sand hadde sitt bunnivå. Lavt algedekke holdt seg gjennom hele lokaliteten, mens skjellfragment hovedsakelig var representert dypere enn 15 meter.



Figur 23. Bunnforhold ved Piksteinen, der hver søyle representerer proporsjon av hver kategori for bunnforhold i et 2 minutter intervall. Linjen i figuren viser dybden (sekunder y-akse) for hvert tidsintervall.

Ved Piksteinen var det mest sandbunn og lavt algedekke i de øverste 15 meterne (figur 23). Skjellfragmenter holdt et relativt høyt nivå på alle dyp. Forekomst av stein varierte derimot på alle dyp, men var representert på alle dybder. Stor stein og høyt algedekke var svært lite representert ved Piksteinen, og annet var fraværende her.

4.4 Sammenheng mellom forekomst og tetthet av torsk 0-gruppe, torsk 1+, sjøstjerne og kråkebolle, og bunnsstrat, algedekke, temperatur og dybde



Figur 24. Biplot som viser artsgruppene (rød trekant), lokalitetenes observasjonsintervall (A-G), og bunnforholdkategoriene (merket med blå skrift). Bunnforholdkategoriene (SG = sand/grus, St = stein, LA = lavt algedekke, Sf = skjellfragmenter og A = annet) er valgt ut etter en permutasjonstest (999 permutasjoner), for å vise uavhengige variabler. Variabler med en p-verdi < 0,05 ble ansett som signifikante. Tallene som står sammen med bunnforholdkategoriene representerer mengdekategoriene lite(1), middels(2) og mye(3). Første akse beskriver 41,2 % av variasjonen i datasettet, og andre akse beskriver 25,6 %.



Biplottet (figur 24) viser de relative sammenhengene mellom artsgruppene og bunnforhold som har et signifikansnivå over 95% (tabell 6). Temperatur ( $p = 0,087$ ), dybde ( $p = 0,247$ ), stor stein/berg ( $p = 0,077$ ) og høyt algedekke ( $p = 0,357$ ) er ikke vist i korrespondansekartet, da de hadde en p-verdi større enn 0,05. Torsk 0-gruppe viser en sammenheng med en gruppering av observasjonsintervaller fra lokalitet A (Billefjord), som var den lokaliteten med flest 0-gruppe torsk. Av bunnforhold har torsk 0-gruppe den sterkeste sammenheng med middels til mye stein (St2-St3), og middels mengde sand/grus (SG2). Lite stein (St1) har en negativ sammenheng med torsk 0-gruppe. Torsk 1+ viser en negativ sammenheng med mye stein (St3), og en positiv sammenheng med lite stein (St1) og mye sand/grus (SG3). Punktet for flyndre ligger ved en gruppering av observasjonsintervaller for lokalitetene D (ytre Sortvik) og F (Andersdal). Dette er de to lokalitetene som det ble observert flest flyndre. Flyndre viser sammenheng med mye sand/grus (SG3) og en negativ sammenheng av fravær av sand/grus (SG1). Den har også en positiv sammenheng med middels mye lavt algedekke (LA2) og negativ sammenheng med fravær av lavt algedekke (LA1). Øverst i korrespondansekartet er et punkt fra lokalitet B (Reinøy), som er observasjonsintervallet som hadde klart flest sjøstjerner. Sjøstjerner viser en sammenheng med mye av kategoriene skjellfragmenter (Sf3) og annet (A3). Samtidig viser de en negativ sammenheng med fravær av disse (Sf1 og A1). Kråkebolle har en sammenheng med lite lavt algedekke (LA1) og mye stein (St3). Den viser også en negativ sammenheng med mye sand/grus (SG3).

Tabell 6: P-verdier for bunnforholdkategorier inkludert i biplottet (figur 24)

	p-verdi
Sand/grus	0,001
Stein	0,001
Lavt algedekke	0,009
Skjellfragmenter	0,001
Annet	0,001

## 5 Diskusjon

### 5.1 Utløste kamerariggen fluktrespons hos fisk?

At resultatene viste at det var ikke signifikant forskjell mellom torsk 0-gruppe, torsk 1+ og flyndre i fluktrespons som følge av kamerariggens nærvær, kan signifikansen her diskuteres. P-verdien (0.053) var marginalt over ikke-signifikant på 95% nivå. Siden torsk 0-gruppe og torsk 1+ hadde ganske lik proporsjon skremte fisk ( $p = 0,7$ ) ble det gjort to kontrolltester for å teste for forskjeller mellom gruppene total antall torsk mot flyndre og torsk 1+ mot flyndre. Det viste det seg da at proporsjon skremt flyndre var signifikant forskjellig fra totalt antall observerte torsk ( $p = 0,019$ ) og torsk 1+ ( $p = 0,03$ ). Dette indikerer at flyndre blir oftere skremt av kamerariggen enn torsk 0-gruppe og torsk 1+.

Av de svømmende artsgruppene er 0-gruppe torsk generelt den mest utsatte gruppen for predasjon (Pedersen & Pope 2003). Det kunne derfor forventes at denne gruppen skulle vise den største fluktresponsen for kamerariggen, men det var ikke tilfellet i dette studiet. 0-gruppe torsk ble ofte observert i små stimer, noe som var sjeldnere for torsk 1+ og aldri tilfelle for flyndre. Ved flere tilfeller ble fluktrespons hos 0-gruppe torsk registrert der først et individ unnvek kamerariggen, for så å bli etterfulgt av de andre individene i nærområdet. Det er usikkert om det første individet utløste responsen til de resterende, eller om kamerariggens nærvær forårsaket dette. Å svømme i stim er en antipredasjon strategi for å forvirre predatorer (Pitcher & Parrish 1993). Derfor er det naturlig for fisker som svømmer i stim og reagere på hverandres svømmeretninger. Dette kan indikere at en del av skremt 0-gruppe ble indirekte skremt, og ikke direkte av kamerariggens nærvær.

Flyndre bruker sin pigmentering og evne til å grave seg ned i sedimentet til å skjule seg for predatorer (Kelman et al. 2006). I motsetning til torsk, som flykter til gjemmested (Gregory & Anderson 1997), hadde flyndrene allerede gjemt seg. At en mulig trussel kommer nærmere til tross for kamuflering, kan ha forårsaket flyndrenes fluktrespons. Fisk som allerede hadde gjemt seg valgte dermed å respondere når en mulig trussel nærmet seg.

Alle registrerte skremte fisk var lett å observere og det tok flere sekunder før fluktresponsen inntraff etter første observasjon av fisken. Samtlige skremte fisk ble telt. Det kan peke mot at kamerariggen må være betydelig nærmere fisken før fluktresponsen setter inn, enn observasjonsavstanden kameraet tillater. Derimot gir ikke dette studiet noe mål på hvor stor avstand kamerariggen hadde til fisken når de ble skremt. Her kan det ha vært en forskjell mellom artsgruppene, og kan være noe

å undersøke nærmere senere.

## 5.2 Er undervannsfilm egnet til telling av fisk og beregning av antall fisk per kvadratmeter?

Antall individer per 10 sekunder observasjonsintervall og antall individer per kvadratmeter var forskjellige for alle artsgruppene. Beregninger for antall fisk per kvadratmeter i dette studiet var mulig å gjøre i ca 64 % av total filmtid. Beregninger av observasjonsintervall var avhengig av operative lasermarkører på riggen. Da disse ikke fungerte optimalt på grunn av dårlig sikt eller redusert batterikapasitet, kunne ikke arealberegninger gjøres for hele undervannsfilmen. Grafene for telling av individer per observasjonsintervall (figur 8-11) og antall individer per kvadratmeter (figur 12-15) viser underestimat for antall individ per kvadratmeter. Dette skyldes at lasermarkørene ikke har fungert optimalt og at observasjonsareal og tetthet ikke kunne beregnes for alle observasjonsintervall.

Små dybder (< 5 meter) viste seg å være lite resultatgivende med hensyn til beregning av antall fisk per kvadratmeter (figur 12-14). Reinøy var den eneste lokaliteten det mulig å beregne observasjonsareal på 1 meter dybde. Dette tyder på at ved så grunne områder fungerer ikke lasermarkørene optimalt. Sterkt naturlig lys kan ha svekket lasermarkørenes effekt på 1 meter dybde.

## 5.3 Er undervannsfilm egnet til kartlegging av temperatur, bunnsstrat og algedekke i forhold til dybde?

At lokalitetene i Troms hadde høyere temperatur enn lokalitetene i Porsangerfjorden på dybder større enn 10 meter (figur 17), kan skyldes at Balsfjord og Ramfjord i Troms ligger lengre sør enn Porsangerfjorden. På dybder mindre enn 10 meter var ikke forskjellen like stor mellom fjordene. En årsak til dette kan være oppvarming av sola på så grunt vann.

I dette studiet ble dyp fra 1 meter til nesten 40 meter studert med hensyn til bunnforhold (figur 18-24). Det var lengden på kabelen til kamerariggen som begrenset maksimum dybde. Ved alle lokalitetene var det tilstrekkelig med lys til å gjøre en god bestemmelse av bunnforholdskategoriene, selv om riggen ikke har påmontert en ekstern lyskilde. Alle opptakene var gjort sommerstid mellom morgen og ettermiddag, noe som ga tilstrekkelig med lys. Ved opplyste sommerdager vil det helt klart være mulige å filme på enda dypere vann (> 40 m) dersom utstyret tillater det.

Samtlige av videoopptakene ble gjort under rolige vindforhold, med unntak av opptaket ved Andersdal i 2013 (figur 23). Dybdemålingene (figur 18-24) viser at Andersdal er den eneste

lokaliteten som ikke hadde stabile dyp i hvert dybdetransekt. Grafen over målt dybde gjennom 2 minutters observasjonsintervall viser en svingning i dybden gjennom transektene (figur 23). Vind i området gjorde at det var vanskeligere å holde seg til ønsket dybde enn ved de andre lokalitetene. Dette indikerer at vind kan være et problem i forhold til å holde kontakt med ønsket dybde. Bølger var ikke et problem i dette studiet da det var rolig på havoverflaten. Det er tenkelig at bølger vil kunne påvirke kvaliteten på undervannsfilmene fordi det vil være vanskelig å holde bunnkontakt med kamerariggen.

Det viste seg at det til tider var vanskelig å skille mellom sand og grus. Partikkelstørrelsen på substratet kunne bare bestemmes med sikkerhet når kamerariggen hadde bunnkontakt. Ved flere tilfeller forandret oppfattelsen seg med hensyn til typen substrat etter bunnkontakt i områder med homogen bunn. På bakgrunn av dette ble det bestemt at sand og grus skulle slås sammen til en kategori av bunnforhold. Små organismer, spesielt de som var bunnlevende på bløtbunn, var vanskelig å registrere. Det ble registrert en betydelig mengde slangestjerner på mudderbunn ved et tilfelle av bunnkontakt med kamerariggen. Disse var ikke mulig å registrere så snart riggen ble hevet over bunnen.

Da undervannsfilmene skulle analyseres ble det valgt å gjøre beskrivelse av bunnforhold og telling av artgruppene hvert 10 sekund. Dette viste seg å være tilstrekkelig lang observasjonsintervall for å gjøre en grundig beskrivelse av området. Og det var lett å telle antall individer av artgruppene samtidig. Det er mulig å anvende kortere observasjonsintervaller. Lengre intervaller vil vanskeliggjøre kategorisering av havbunnen og tellinger, spesielt hvis det skal gjøres simultant. Kortere intervaller kan gjøres hvis mange detaljer skal kartlegges. Observasjonsintervallene kan i ettertid slås sammen til lengre intervall ved å bruke en indeksering av datalinjene som inneholder hvert observasjonsintervall.

Bunnforholdene i dette studiet ble definert som prosentvis dekke av havbunnen for alle kategoriene av bunnforholdvariabelen. Til sammen utgjorde de 100 prosent dekke av havbunnen for det aktuelle observasjonsintervallet. Dette var en enkel metode for å tallfeste mengdene av de ulike bunnforholdskategoriene. Imidlertid åpner metoden for subjektivitet i tallfestingen. Tolkningen av prosentvis dekke vil være subjektivt, spesielt der det er flere kategorier i samme observasjonsintervall. En annen metode som kunne vært brukt er å klassifisere mengdene som observeres til fastsatte mengdekategorier, f.eks. "ingen", "lite", "middels" og "mye". Da vil det være mindre sjans for subjektivitet og forårsake mindre forskjeller i tolkningen av dekket av havbunnen.

En analyse gjort mens dette studiet pågikk viste at bruken av prosent dekning av

bunnforholdkategorier førte til problemer ved analysen. Ettersom dekning av havbunnen var oppgitt som prosent hadde hver kategori av bunnforholdvariabelen i samme observasjonsintervall en matematisk sammenheng med hverandre. Når en bunnforholdkategori har en viss mengde, vil det være en bestemt mengde tilgjengelig for resterende kategorier. Denne sammenhengen ble brutt opp da kategoriene ble omdefinert til mengdekategoriene "lite", "middels" og "mye", som hadde henholdsvis verdiene 1, 2 og 3. Fordelen med dette er at flere kategorier av bunnforhold kan ha verdien "mye" ved samme observasjonsintervall. Hver kategori av bunnforhold vil ha sin egen definisjon av mengdekategoriene, enten forhåndsbestemt eller omkodet fra prosentverdier.

Ved bruk av prosentverdier vil bunnforhold være en diskret variabel som kan tolkes som kontinuerlig variabel. Da vil den biologiske forskjellen ligge i tallets størrelse og ikke den biologiske betydningen til kategorien. Høyt algedekke vil ha stor biologisk betydning ved relativt små tallverdi, i forhold til for eksempel sand/grus. Mengdekategoriene kan forhåndsbestemmes med hensyn til biologisk betydning, eller beregnes fra variasjonen for hver kategori på bakgrunn av prosentvis dekke. Da vil hver kategori behandles individuelt og ikke kun settes opp mot hverandre. Fordelen med prosentverdier ved opparbeiding av data til observasjonsintervallene er at de er versatil, og lar seg lett omdefinere og kan brukes til beregninger for datasettet.

I dette studiet ble datasettet aggregert fra 10 sekunder til 2 minutter observasjonsintervall. Dette gjorde datasettet kortere og lettere å håndtere i korrespondanseanalysen. Fordelen med å aggregere med hensyn til tid og ikke dybde, var at datasettet ble delt i områder. Egne erfaringer fra dette studiet viser at dybden til kamerariggen vil variere noe gjennom dybdetransektene. Hvis aggregeringen gjøres med hensyn til dybde kan kamerariggens dybde variere over og under grenseverdien for dybdeaggregeringen. Da vil områder som ligger geografisk adskilt aggregeres sammen. Dette unngår man med aggregering med hensyn til tid. Ulempen med aggregeringen av data var at noe informasjon går tapt fordi det aggregerte datasettet baserte seg på gjennomsnittsverdier.

#### 5.4 Var det sammenheng mellom bunnsstrat, algedekke, temperatur, dybde og tetthet av artgruppene?

I dette studiet viste torsk 0-gruppe en positiv sammenheng til middel og mye stein i motsetning til torsk 1+ som viste negativ sammenheng til mye stein og positiv sammenheng til lite stein. Dette kan tyde på at valg av habitat for torsk var aldersbestemt. Juvenile torsk er utsatt for predasjon av større fisker, også fra større individer av samme art. Preferanse til bunnsstrat for torsk 0-gruppe påvirkes av tilstedeværelse av predatorer (Gotceitas et al. 1993), (Gotceitas et al. 1995), (Fraser et

al. 1996). Makroalger og stein fungerer som skjulesteder for juvenile torsk, og de vil oppholde seg i nærheten av områder med alger eller stein når predatorer er tilstede. Gotceitas et al. (1993) viste at 0-gruppe torsk hadde signifikant mindre sjanse til dø på grunn av predasjon i områder med stein i forhold til sand. Dietten til torsk endrer seg etter som individene vokser seg større (Keats et al. 1987). De minste individene spiser mye plankton. Etterhvert som torsken vokser seg større utgjør bentiske dyr en større del av dietten. Torsk 1+ har preferanse for områder med delvis eller ingen algevekst (Gregory & Anderson 1997), og sandbunn når ingen predatorer er tilstede (Fraser et al. 1996). Torsk er en opportunist og ikke en spesialisert jeger, og finner maten lettest i åpne habitat som sandbunn (Persson et al. 2012).

Flyndre viste i dette studiet en positiv sammenheng med mye sand/grus og middels mengde lavt algedekke. Flyndre hadde også en negativ sammenheng med mye stein og lite sand/grus. Dybde, temperatur, fødetilgang og predatorpress er faktorer som har innvirkning på habitatvalg for flyndre (Able et al. 2005), (De Raedemaecker et al. 2012). Fødetilgang kan knyttes direkte til bunnforhold og sediment (Gibson 1994). Voksne individer av rødspette og sandflyndre spiser mangelbørsteormer, bløtdyr og krepsdyr som lever i eller på sedimentet (Braber & De Groot 1973), (Holmes & Gibson 1983). Flyndre bruker pigmentering som kamuflasje mot havbunnen, og evnen til å grave seg ned i sand hjelper flyndre å skjule seg for predatorer (Gibson & Robb 1992), (Ansell & Gibson 1993), (Gibson & Robb 2000), (Kelman et al. 2006). Dette stemmer godt overens med bunnforhold som viser sammenheng med observasjoner av flyndre i dette studiet.

Sjøstjernes sammenheng med skjellfragmenter i dette studiet er trolig direkte knyttet til at bivalver utgjør den viktigste føden for korstroll som var den vanligste arten i dette studiet (Allen 1983). Reinøy skilte seg ut som den lokaliteten med klart flest sjøstjerner, med spesielt stor tetthet av sjøstjerner på ca. 30 meter dybde. At sjøstjerne også viste en sammenheng med mye av kategori annet (kalkalger) er som ventet, da forekomsten av annet hadde et spesielt høyt nivå i området der skjellfragmenter var mest dominerende.

Det var forventet at kråkeboller skulle vise en sammenheng med algedekke. At analysen i dette studiet ikke viste at tetthet av kråkeboller hadde sammenheng med algedekke, kan være at de områdene som kråkeboller ble observert i allerede var nedbeitet. Makroalger vokser ofte på stein. Dette kan forklare hvorfor kråkeboller i dette studiet viste sammenheng med stein. Høyt algedekke er en annen bunnforholdskategori som kråkebolle var forventet å vise sammenheng med, men høyt algedekke ble ikke funnet signifikant i permutasjonstesten.

## 5.5 Konklusjon

Det at alle skremte fisk var lett å observere og telle, viser at kamerariggen ikke gir et underestimat ved telling av individer. Dette gjelder både for torsk 0-gruppe, torsk 1+ og flyndre. Flyndre ble oftere skremt av kamerariggen i forhold til både torsk 0-gruppe og torsk 1+.

Undervannsfilm fungerte ikke for beregning av antall individer per kvadratmeter på 1 meter dybde. På 5 meter og dypere fungerer metoden bedre, men ikke optimalt da lasermarkørene bare kunne registreres 64 % av total filmtid. En bedre metode for beregning av tetthet av arter med undervannsfilm er antall individer per observasjonsintervall.

Undervannsfilm egner seg godt til kartlegging av bunnforhold helt ned til 40 meter dybde. Prosentverdier er en versatil metode for tallfesting av bunnkategorier, men flere metoder kan brukes.

Sammenhengene mellom artsgruppene, bunnsubstrat, algedekke, temperatur og dybde funnet i dette studiet stemte godt overens med annen litteratur. Undervannsfilm egner seg godt for studie av slike sammenhenger.

## 6 Takk

Vil takke min veileder Torstein Pedersen for god veiledning og oppfølging under dette studiet. Jeg vil også takke Pål Haugen og Anders Wiesener for statistiske og faglige tilbakemeldinger.

Ønsker å takke mine gode medstudenter Kristoffer Porsvik Høyning og Martin Rognli for god kaffeprat på kontoret, korrekturlesing og fiskeprat. Til slutt vil jeg rette en spesiell takk til min kone June-Anita Wiesener og mine to sønner Lukas og Matheo for inspirasjon og tålmodighet i hektiske studiedager.



## 7 Referanser

- Able KW, Neuman MJ, Wennhage H (2005) Ecology of juvenile and adult stages of flatfishes : distribution and dynamics of habitat associations. In: Gibson RN (ed) Flatfishes: Biology and Exploitation. Blackwell Publishing Ltd, p 164–184
- Allen PL (1983) Feeding behaviour of *Asterias rubens* (L.) on soft bottom bivalves: A study in selective predation. J Exp Mar Bio Ecol 70:79–90
- Ansell AD, Gibson RN (1993) The effect of sand and light on predation of juvenile plaice by fishes and crustaceans.pdf. J Fish Biol 43:837–845
- Baily DM, Priede IG (2002) Predicting fish behaviour in response to abyssal food falls. Mar Biol 141:831–840
- Berg E, Pedersen T (2001) Variability in recruitment, growth and sexual maturity of coastal cod (*Gadus morhua* L.) in a fjord system in northern Norway. Fish Res 52:179–189
- Braber L, Groot SJ De (1973) The food of five flatfish species in the southern north sea. Netherlands J Sea Res 6:163–172
- Casas L, Sánchez L, Orban L (2009) Novel microsatellites from the European plaice (*Pleuronectes platessa*)—identification by data mining and cross-species amplification in other flatfishes. Conserv Genet 10:1565–1568
- Estes JA, Palmisano JF (1974) Sea otter-their role in structuring nearshore communities. Science (80- ) 185:1057–1060
- Estes JA, Tinker MT, Williams TM, Doak DF (2012) Killer Whale Predation on Sea Otters Linking Oceanic and Nearshore Ecosystems. Science (80- ) 473:473–476
- Fraser S, Gotceitas V, Brown JA (1996) Interactions between age-classes of Atlantic cod and their distribution among bottom substrates. Can J Fish Aquat Sci 53:305–314
- Gibson RN (1994) Impact of habitat quality and quantity on the recruitment of juvenile flatfishes. Netherlands J Sea Res 32:191–206
- Gibson R, Burrows M, Robb L (2011) Field experiments on depth selection by juvenile plaice *Pleuronectes platessa*. Mar Ecol Prog Ser 430:197–205
- Gibson RN, Robb L (1992) The relationship between body size, sediment grain size and the burying ability of juvenile plaice, *Pleuronectes platessa* L. J Fish Biol 40:771–778
- Gibson RN, Robb L (2000) Sediment selection in juvenile plaice and its behavioural basis. J Fish Biol 56:1258–1275

- Gotceitas V, Brown JA, Url S (1993) Substrate Selection by Juvenile Atlantic Cod (*Gadus morhua*): Effects of Predation Risk. *Oecologia* 93:31–37
- Gotceitas V, Fraser S, Brown JA (1995) Habitat use by juvenile Atlantic cod (*Gadus morhua*) in the presence of an actively foraging and non-foraging predator. *Mar Biol* 123:421–430
- Gregory RS, Anderson JT (1997) Substrate selection and use of protective cover by juvenile Atlantic cod *Gadus morhua* in inshore waters of Newfoundland. *Mar Ecol Prog Ser* 146:9–20
- Hoarau G, Rijnsdorp AD, Veer HW van der, Stam WT, Olsen JL (2002) Population structure of plaice (*Pleuronectes platessa* L.) in northern Europe : microsatellites revealed large-scale. *Mol Ecol* 11:1165–1176
- Holmes RA, Gibson RN (1983) A comparison of predatory behaviour in flatfish. *Anim Behav* 31:1244–1255
- Jakobsen T (1987) Coastal cod in Northern Norway. *Fish Res* 5:223–234
- Kartverket (2015) <http://www.norgeskart.no/#5/378604/7226208>.
- 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. *Can J Zool* 65:49–53
- Kelman EJ, Tiptus P, Osorio D (2006) Juvenile plaice (*Pleuronectes platessa*) produce camouflage by flexibly combining two separate patterns. *J Exp Biol* 209:3288–3292
- Kulbicki M, Sarramégnia S (1999) Comparison of density estimates derived from strip transect and distance sampling for underwater visual censuses : a case study of Chaetodontidae and Pomacanthidae. *Aquat Living Resour* 12:315–325
- Larsen L-H, Pedersen T (2002) Migration, growth and mortality of released reared and wild cod (*Gadus morhua* L.) in Malangen, northern Norway. *Sarsia* 87:97–109
- Michaelsen C (2012) Habitat choice of juvenile coastal cod
- Moen FE, Svensen E (1999) *Dyreliv i havet*. KOM Forlag a/s, Kristiansund
- Munro PT, Somerton DA (2002) Estimating net efficiency of a survey trawl for flatfishes. *Fish Res* 55:267–279
- Muntadas A, Juan S De, Frid CLJ, Mar DC, Marítim P, Barceloneta D (2014) Trawling disturbance on benthic ecosystems and consequences on commercial species : a northwestern Mediterranean case study. :53–65
- Norcross BL, Mueter F (1999) The use of an ROV in the study of juvenile flatfish. *Fish Res* 39:241–251

- Norderhaug KM, Christie HC (2009) Sea urchin grazing and kelp re-vegetation in the NE Atlantic. *Mar Biol Res* 5:515–528
- Nybakken J, Bertness M (2005) *Marine Biology an ecological approach*, 6th edn. Pearson Benjamin Cummings
- Pedersen T, Pope JG (2003) How may feeding data be integrated into a model for a Norwegian fjord population of cod (*Gadus morhua* L.)?\*. *Sci Mar* 67:155–169
- Persson A, Ljungberg P, Andersson M, Götzman E, Nilsson PA (2012) Foraging performance of juvenile Atlantic cod *Gadus morhua* and profitability of coastal habitats. *Mar Ecol Prog Ser* 456:245–253
- Pinnegar JK, Polunin NVC, Francour P, Badalamenti F, Chemello R, Harmelin-Vivien M-L, Hereu B, Milazzo M, Zabala M, D’Anna G, Pipitone C (2000) Trophic cascades in benthic marine ecosystems: lessons for fisheries and protected-area management. *Environ Conserv* 27:179–200
- Raedemaeker F De, Brophy D, O’Connor I, Comerford S (2012) Habitat characteristics promoting high density and condition of juvenile flatfish at nursery grounds on the west coast of Ireland. *J Sea Res* 73:7–17
- Saier B (2001) Direct and indirect effects of seastars *Asterias rubens* on mussel beds (*Mytilus edulis*) in the Wadden Sea. *J Sea Res* 46:29–42
- Samoilys MA, Carlos G (2000) Determining methods of underwater visual census for estimating the abundance of coral reef fishes. *Environ Biol Fishes* 57:289–304
- Spencer ML, Stoner AW, Ryer CH, Munk JE (2005) A towed camera sled for estimating abundance of juvenile flatfishes and habitat characteristics: Comparison with beam trawls and divers. *Estuar Coast Shelf Sci* 64:497–503
- Steneck RS, Graham MH, Bourque BJ, Corbett D, Erlandson JM, Estes J a., Tegner MJ (2003) Kelp forest ecosystems: biodiversity, stability, resilience and future. *Environ Conserv* 29:436–459
- Stobart B, García-Charton J. A ., Espejo C, Rochel E, Goñi R, Reñones O, Herrero A, Crec’hriou R, Polti S, Marcos C, Planes S, Pérez-Ruzafa A (2007) A baited underwater video technique to assess shallow-water Mediterranean fish assemblages: Methodological evaluation. *J Exp Mar Bio Ecol* 345:158–174
- Stoner AW, Spencer ML, Ryer CH (2007) Flatfish-habitat associations in Alaska nursery grounds: Use of continuous video records for multi-scale spatial analysis. *J Sea Res* 57:137–150

Stransky C, Baumann H, Fevolden S-E, Harbitz A, Høie H, Nedreaas KH, Salberg A-B, Skarstein TH (2008) Separation of Norwegian coastal cod and Northeast Arctic cod by outer otolith shape analysis. *Fish Res* 90:26–35

Watson R a., Carlos GM, Samoilys M a. (1995) Bias introduced by the non-random movement of fish in visual transect surveys. *Ecol Modell* 77:205–214

Zar JH (1999) *Biostatistical Analysis* (T Ryu and SL Snaveley, Eds.), 4th edn. Prentice-Hall, Inc, New Jersey

