



**UiT** Norges arktiske universitet

Fakultet for biovitenskap, fiskeri og økonomi – Norges fiskerihøgskole

## **Hva er gode oppvekstområder for kysttorsk?**

En studie av biologiske indikatorer for habitatkvalitet

Tom Einar Andreassen

Masteroppgave i fiskeri og havbruksvitenskap FSK-3960 mai 2020



## **Forord**

Arbeidet med masteroppgaven har vært krevende, men utrolig lærerikt. Først vil jeg vil takke Torstein Pedersen for ideene til problemstillingen og enestående kunnskap og interesse for temaet. Takk for din hjelp med innsamling av torsk, veiledning under opparbeiding av datamaterialet og skriving av oppgaven.

Jeg vil takke Hermann, Kristoffer, Vetle og Joakim for utallige kaffekopper og samtaler om både masteroppgaven og andre mindre viktige temaer. Og takk til alle andre som har bidratt til at tiden på NFH har vært fantastisk.

Jeg vil også rette en spesielt stor takk til min samboer og største støttespiller Margrethe, for stor tålmodighet og korrekturlesning.

## Sammendrag

Det finnes lite kunnskap om hva som kjennetegner gode oppvekstområder for kysttorsk. Torsk mellom 1-8 år og fra 15-55 cm lengde ble samlet inn med fiskestang og trål ved lokaliteter på dypt og grunt vann i Balsfjord og utenfor Tromsø. Biologiske indikatorer ble analysert med hensyn å undersøke indikatorer for habitatkvalitet.

Resultatene viste at det var variasjon mellom lokalitetene som ble undersøkt. Fangst per enhet innsats (CPUE) var relativt jevn, men varierte mellom dybdeintervaller innad ved hver lokalitet. Krepsdyr var viktige byttedyr ved alle lokaliteter bortsett fra Svartnes og Skjelnan, hvor børstemark utgjorde en stor vektproporsjon av dietten. Fisk, snegler, eremittkreps og krabber var også viktige byttedyr for torsk fanget på grunt vann. Torsk fanget på dypt vann, spesielt Tennes (dyp) hadde høy leverindeks (HSI). Trolig som et resultat av en dietten med høy vektproporsjon energirike byttedyr som krill, krepsdyr og reker. Lengde ved alder for datamaterialet var lavere enn beregninger fra ytre deler av Troms, og av de undersøkte lokalitetene hadde Krabbenes og Svartnes høyest lengde ved alder. Det var ikke de største forskjellene i kondisjonsfaktor (K), men Piksteinen hadde høyest av lokalitetene fra grunt vann, mens lokalitetene fra dypt vann hadde forholdsvis lav kondisjonsfaktor (K).

Det var tydelig at torsken ikke var jevnt fordelt på dyp mellom 0 og 30 meter. Samtidig kan utstrekning og helningsgraden av havbunnen være en viktig indikator for produksjon av småtorsk i et område. Enkelte av indikatorene pekte i ulik retning, men på bakgrunn av de forventningene som ble definert, kan flere av lokalitetene som ble undersøkt trolig beskrives som gode oppvekstområder for kysttorsk.

Nøkkelord: *Kysttorsk, oppvekstområder, ungtorsk, habitat, diett, indikatorer for habitatkvalitet*



# 1 Innhold

1	Innledning .....	6
1.1	Bakgrunn og teori.....	6
1.2	Livshistorie kysttorsk .....	7
1.3	Habitat og oppvekstområder .....	8
1.4	Diett hos små kysttorsk .....	10
1.5	Vekst og kondisjon.....	11
1.6	Sortprikksyke ( <i>Cryptocotyle lingua</i> ).....	12
1.7	Problemstilling og hypoteser .....	13
2	Material og Metode .....	14
2.1	Studieområde og datainnsamling .....	14
2.2	Lokaliteter.....	16
2.3	Opparbeiding og diettanalyse .....	20
2.4	Otolitter og aldersavlesning .....	22
2.5	Kondisjonsfaktor, leverindeks og karboninnhold i diett .....	22
2.6	Effektiv fisketid, CPUE og helningsgrad havbunn.....	23
2.7	Databehandling .....	24
3	Resultater .....	27
3.1	Fiskeinnsats og fangst per enhet innsats (CPUE) .....	27
3.2	Alders –og lengdefordeling og fangstdyp .....	30
3.3	Sortprikksyke ( <i>Cryptocotyle lingua</i> ).....	31
3.4	Vekst, kondisjon og leverindeks .....	33
3.5	Diett.....	36
3.6	Biologiske variabler som indikator for habitatkvalitet.....	40
4	Diskusjon .....	42
4.1	Datainnsamling og studiedesign .....	42

4.2 Forskjeller i alders og lengdefordeling.....	43
4.3 Dybdefordeling og infeksjonsgrad av sortprikker. ....	43
4.4 Diett.....	45
4.5 Vekst og kondisjon.....	46
4.6 Hva er gode oppvekstområder for kysttorsk?.....	48
5 Konklusjon.....	52
Referanser .....	54
Appendiks .....	61





# 1 Innledning

## 1.1 Bakgrunn og teori

Norsk kysttorsk består av en rekke populasjoner langs hele norskekysten, og kan skilles fra Nordøst-arktisk torsk (NØA torsk) på bakgrunn av ulik form og struktur av vekstsonene i øresteinene (otolitter) (Rollefson, 1933; Stransky et al. 2008). Kysttorsk vokser raskere og blir kjønnsmoden tidligere enn NØA torsk (Godø & Moksness, 1987). Kysttorsk oppholder seg i fjorder og kyststrøk hele livet og har gjerne stedeagne gyteplasser (Nøstvik & Pedersen, 1999). Toktmålingene i perioden fra 1997 til 2013 har vist nedgang i bestanden av kysttorsk (ICES, 2019). Dårlig rekruttering ser ut til å være en av hovedårsakene til nedgangen (Bakketeig & Huse, 2018). Toktmålingene fra 2013 og 2014 tydet på bedring i bestanden av kysttorsk. Fra 2015 indikerte toktresultatene derimot en nedgang i bestanden, med resultater som lignet på de fra før 2015. Fordi fangstatistikken er preget av stor usikkerhet, er det ikke etablert referansepunkter når det gjelder fiskedødelighet og beskatningsgrad for kysttorsk. Dermed blir bestandsberegningene svært usikre.

I 2006 ble bestanden av kysttorsk nord for 62° tatt med i den nasjonale lista for truede arter. I 2011 ble det iverksatt en gjenoppbyggingsplan for kysttorsk, og per i dag regnes bestanden som livskraftig (Aglen et al. 2020). Økt aktivitet i kystsonen, i form av blant annet oppdrett, turistfiske, og andre faktorer som nedbeiting av tareskog og forringelse av habitat påvirker kysttorskens oppvekst og leveområder (Norderhaug & Christie, 2007). Menneskelig aktivitet kan på forskjellige måter resultere i fysiske endringer i miljøet fisken er avhengig av. Nedsatt økosystemfunksjon kan påvirke viktige habitat og oppvekstområder for ungfisk (Espeland et al. 2013). Det finnes dessuten lite kunnskap om hvordan klimaendringene vil påvirke populasjoner av kysttorsk. Derfor er økt kunnskap og forståelse rundt kysttorskens oppvekstområder og biologi et viktig verktøy i arbeidet med ressursforvaltning og utvikling i kystsonen. Samtidig kan slik kunnskap bidra til å bevare de viktige økosystemene og fiskebestandene langs kysten vår.

## 1.2 Livshistorie kysttorsk

I Nord-Norge kan vi dele torsk inn i to hovedgrupper, NØA torsk og kysttorsk. Kysttorsken skiller seg fra NØA torsk på flere måter. En av forskjellene er at NØA torsk foretar gytevandring fra oppvekstområdene i Barentshavet inn til kysten av Norge, mens kysttorsken i større grad har stedefne og avgrensede gytefelt (Jakobsen, 1987). Kysttorskens gyteområder i Nord-Norge ligger ofte langt inn i fjordene, eller i mindre sidefjorder, og de samme gyteområdene blir brukt fra år til år (Jakobsen, 1987). Kysttorsk kan i noen tilfeller også gyte i ytre kystområder, i områder som delvis overlapper med gyteområder for NØA torsk (Aglén, 2018; Dahle et al. 2019). Alder ved kjønnsmodning har vist seg å være lavere for kysttorsk enn NØA torsk, mens lengde ved modning i større grad varierer fra ulike områder, på bakgrunn av ulike miljøfaktorer (Berg & Pedersen, 2001).

I de nordlige utbredelsesområdene gyter kysttorsken i hovedsak fra februar til april, men i enkelte fjorder har gyting funnet sted så sent som i juni (Torstein Pedersen, UiT, pers. medd). Egg og larver har begrenset mobilitet like etter klekking, og havstrømmene er styrende for transporten av egg og larver inn og ut fra et retensjonsområde. Merkeforsøk av torsk mellom 5 og 7 år fra fjorder på Finnmarkskysten har vist at noen individer vandrer ut av fjordene om sommeren og høsten (Jakobsen, 1987). Torsk som er merket i en fjord, vender ofte tilbake for å gyte i den samme fjorden, mens kjønnsmoden fisk bruker de samme gyteområdene i flere år (Jakobsen, 1987). Undersøkelser fra flere fjorder i Troms har påvist at kysttorsk kan oppholde seg i et område med 5-10 kilometer utstrekning i mange år. Under merkeforsøk fra Sørfjorden i Troms ble kun 1,5 prosent av gjenfangsten tatt utenfor fjorden (Nøstvik & Pedersen, 1999).

Berg & Albert (2003) fant at gjennomsnittlig alder ved 50% kjønnsmodning for kysttorsk i nordlige områder var 5,7 år, som stemmer overens med andre estimater fra fjordsystemer i Nord-Norge (Berg & Pedersen, 2001). Etter gyting tar det omtrent 2-3 uker før eggene klekkes. Larvene lever i de frie vannmassene (pelagisk) og livnærer seg på dyreplankton, før de bunnslår i grunne områder fra slutten av Juli til September som yngel med en lengde på 4-8 cm (Løken et al. 1994; Knutsen et al. 2007).

Algebeltet i grunne områder kan være gode gjemmesteder for småtorsk, og predasjonsrisikoen er trolig lavere enn i dypere områder. Michaelsen (2012) fant at juvenil kysttorsk er assosiert med makroalger i Porsangerfjorden (Finnmark) og Ullsfjord (Troms). Studier fra Canada har vist at juvenil torsk i kystnære områder utenfor Newfoundland hovedsakelig oppholder seg i ålegresshabitater etter bunnslåing, mens de i ettårsalderen i større grad oppholder seg i tilknytning til tareskog (Cote et al. 2004). For eldre juvenile er funnene mer usikre, men undersøkelser tilsier at både tareskog, grove underlag og til dels sandbunn er leveområder for eldre juvenil torsk (Keats et al. 1987; Cote et al. 2004). Cote et al. (2004) fant også at 2 og 3 år gammel juvenil torsk utenfor kysten av Newfoundland (Canada) i stor grad oppholdt seg på dyp mellom 10 og 30 meter.

### **1.3 Habitat og oppvekstområder**

Alle levende dyr og organismer er avhengige av deres habitat for å overleve. Det er imidlertid vanskelig å definere hva begrepet habitat omfatter for en fiskeart (Langton et al. 1996). Odum (1971) definerte habitat som stedet hvor en organisme lever, eller stedet vi reiser for å finne den. For kystnære områder har begrepet fiskehabitat blitt definert på en rekke måter; estuarier, deltaer, bukter, kanaler, våtmarker, ålegressenger og flate områder (Peters & Ford, 1992). Tetthet og produksjon av fisk er knyttet til mengden av egnede habitat. I den sammenheng er det viktig å understreke at mange marine arter skifter leveområder gjennom årstider og i løpet av livssyklusen, slik at forholdet mellom habitat og tilhørende dyreliv er dynamisk i både tid og sted (Stoner et al. 2001). Mekanismene som styrer utnyttelsen av marine habitat er komplekse. Hydrografiske forhold og det marine landskapet har stor innvirkning på hvor og i hvilke habitat yngelen bunnslår etter den pelagiske fasen (Michaelsen, 2012). Genetiske variasjoner mellom kysttorsk og NØA torsk påvirker også strategi for valg av habitat (Fevolden et al. 2012). Kartlegging fra Porsangerfjorden i Finnmark har vist at det er sammenheng mellom utbredelse av tareskog og fordeling av juvenil kysttorsk (Bjørge et al. 2010).

Undersøkelser fra kanadiske kystområder har vist at torskeyngel som bunnslår på grunt vann foretrekker områder som gir både beskyttelse mot predatorer og rikelig tilgang på byttedyr (Tupper & Boutilier, 1995). Søk etter byttedyr tvinger de minste fiskene til å oppholde seg i

de samme områdene som eldre individer og potensielle predatorer. Laboratoriestudier indikerer at 0-gruppe torsk skifter habitat i nærvær av eldre torsk (Fraser et al. 1996). Høy dødelighet hos 0-gruppe torsk skyldes trolig hovedsakelig predasjon (Houde, 1987). Flere fiskespisende predatorer foretrekker de minste byttedyrene, og overlevelsen er trolig høyere blant de største individene i en årsklasse. Derfor er det nærliggende å tro at god vekst er en fordel for 0-gruppe torsk, både fysiologisk og med tanke på predasjonsrisiko. Generelt bør vi forvente høyere overlevelseshastighet i habitater med størst potensiale for vekst. Likevel, konflikter i valg av habitat kan forekomme dersom områder med god vekst ikke er de samme som gir best beskyttelse mot predasjon. I slike tilfeller kan høy predasjonsrisiko tvinge nylig bunnslått yngel til å oppsøke habitat som ikke gir optimal vekst (Tupper & Boutilier, 1995).

Områder med vegetasjon skaper ofte makrohabitater med store forekomster av byttedyr (Christie et al. 2003). Tareskoger er strukturelt komplekse habitat, og har blitt rangert som et av de mest produktive systemer på jorden (Mann, 2000). Stor tetthet av mobile evertebrater, spesielt krepsdyr og snegler er assosiert med tareskog (Norderhaug et al. 2002; Christie et al. 2003). Vegetasjon spiller trolig en viktig rolle i overlevelsen til juvenil torsk, og flere studier har undersøkt om torsk har preferanser til spesielle habitat (Keats et al. 1987; Borg et al. 1997). Tupper og Boutilier (1995) undersøkte forskjellen i diett og vekst ved tre forskjellige lokaliteter langs kysten av St. Margaret bukta i Nova Scotia (Canada). Resultatene fra undersøkelsene viste at det var forskjell i vekst hos torskeyngel mellom habitatene, men forskjellene var trolig ikke direkte knyttet til bunnsstrat. Mattilgang i et habitat kan være en indikator på habitatkvalitet (Wennhage et al. 2007). Stål et al (2007) undersøkte potensielle matressurser i to forskjellige habitat utenfor vestkysten av Sverige. De sammenlignet et område med stein og grovt underlag og et område med bløtbunn. Resultatene viste at det var signifikant høyere antall taksa av byttedyr for torsk og annen fisk i habitat med stein og grovt underlag, mens biomassen av byttedyr var relativt lik i de to habitatene.

Flere av fjordområdene i Nord-Norge er kjent for lave vintertemperaturer (0-4°C), og et relativt artsfattig fiskesamfunn, der kysttorsk er en av de viktigste predatorene (Klemetsen, 1982). Forsøk med utsetting og gjenfangst av torskeyngel i indre del av Malangen viste at de mest tallrike predatorene var torsk (*Gadus morhua*), vanlig ulke (*Myoxocephalus scorpius*) og

grønlandssel (*Phoca groenlandica*) (Larsen & Pedersen, 2002). Andre kjente predatorer som skarv (*Phalacrocoracidae*), oter (*Lutra lutra*) og kystsel ble observert i liten grad da undersøkelsene ble gjennomført (Larsen & Pedersen, 2002). Pedersen et al. (2020) undersøkte predasjon på 0-gruppe torsk og sei yngel fra vanlig ulke og torsk på grunt vann i Porsangerfjorden. De fant at predasjon fra vanlig ulke kan utgjøre en stor del av dødeligheten hos nylig bunnslått kysttorsk på grunt vann. Johansen et al. (2001) undersøkte spisevanene til storskarv Sørfjord i indre del av Ullsfjord i Troms. Resultatene viste at 86% av dietten besto av småtorsk mellom 50 og 300 gram. I Ullsfjord jaktet skarven i hovedsak på dybder mellom 0 og 25 meter. Studier av dietten til oter i perioden 1978-1992 indikerte torskefisk (*Gadidae*), og hovedsakelig ung torsk var det viktigste byttedyret regnet i biomasse (35%) (Heggberget, 1995). Dermed er det sannsynlig at flere predatorgrupper kan ha stor innvirkning på bestander av kysttorsk på grunt vann der de er spesielt tallrike.

#### **1.4 Diett hos små kysttorsk**

På grunn av sin rolle som fiskeressurs og plass i økosystemet i Nord-atlanteren, har dietten til torsk blitt undersøkt i over hundre år. Tidlige studier ga god kvalitativ informasjon om dietten, mens nyere analyser i større grad har fokusert på interaksjoner mellom ulike arter i næringskjeden, samt konkurranse og dødelighet blant de viktigste kommersielle artene (Fjøsne et al. 1996). Heggland (2013) undersøkte dietten til 0-gruppe torsk på grunt vann i Balsfjord og Porsangerfjorden (Finnmark), mens Michalsen (2012) gjorde liknende undersøkelser i Porsangerfjorden og Ullsfjord. Små hoppekreps var en viktig del av dietten til 0-gruppe torsk. Krepsdyr som reker og krabber, sammen med børstemark ble også funnet. Torsk regnes for å være en generalist. Den spiser flere forskjellige byttedyr, og det er stor variasjon i dietten til torsk langs norskekysten (Svåsand et al. 2000).

Undersøkelser av trålfanget torsk fra dypere vann (> 50 m) i Ullsfjord har vist at børstemark, krill, reker og andre krepsdyr er viktige byttedyr for torsk under 30 cm (Kanapithipillai et al. 1994). Kolsum (2013) viste at torsk hadde høyere andel fisk i dietten ved økende predatorlengde. Dette stemmer overens med resultater fra dypere havområder langs norskekysten nord for 64° (Mortensen, 2007). Krabber og anomurer er en viktigere del av dietten i de ytre delene av fjordene. Mindre krepsdyr som amfipoder, isopoder og reker er

viktigere i de indre delene av fjordene (Mortensen, 2007). Det er likevel viktig å påpeke at flere av disse undersøkelsene er gjort på trålfanget torsk fra dypere havområder. I perioden 1975-76 observerte Klemetsen (1982) stor variasjon i dietten til torsk på dypt vann (> 50 m) ved relativt nærliggende lokaliteter i Balsfjord. Variasjon i diett kan skyldes forskjeller i byttedyrfauna mellom ulike habitat. Forskjeller i dybde kan også være en viktig faktor (Klemetsen, 1982). Abiotiske forhold som bunnfauna, temperatur, saltholdighet og lys spiller også en viktig rolle for dietten til kysttorsk (Zhou et al. 2005).

## **1.5 Vekst og kondisjon**

Vekstraten til torsk i nordlige havområder varierer mellom år og områder, hvor vekstraten er lavere i kaldere havområder (Brander, 1995). Vekstraten til fisk påvirkes av både vanntemperatur, som styrer hastigheten som mat kan fordøyes og metaboliseres, og mattilgangen, som kan være en begrenset faktor om tettheten av byttedyr er lav.

Torsk viser sesongmessige variasjoner i kondisjon og energireserver i sammenheng med mattilgang, temperatur, kjønnsmodning og gyting (Dutil & Lambert, 2000). Kondisjon er en avgjørende faktor for svømmegenskaper og dermed evnen til å fange byttedyr og unnsnippe predatorer, og kan være en indikator for miljøforhold i sjøen. Mattilgang er den variabelen som i størst grad påvirker kondisjon, men det har blitt vist at temperatur også har en effekt (Krohn et al. 1997). Arnason et al. (2009) undersøkte vekst og kondisjonsfaktor hos torsk foret til metning, og fant at vekst i lengde ser til å være mest fremtredende i tidlige livsstadier, mens økning i vekst er viktigere etter hvert som fisken blir eldre.

## 1.6 Sortprikksyke (*Cryptocotyle lingua*)

Parasitter som finnes naturlig i havmiljøet kan gi informasjon om biologi og atferd hos verten. Et av de første forsøkene på å fastsette indikatorer på bakgrunn av parasitter ble gjort av Dogiel og Bychovsky i 1939, for å skille mellom bestander av stør i det kaspiske hav (Williams et al. 1992). Kunnskap om økologi og bevegelsesmønster hos fisk er en viktig del i forvaltning av bestander og populasjoner. Det er stor individuell variasjon i leveområder og habitat hos fisk, og parasitten *C. lingua* kan brukes som indikator for å undersøke om fisk oppholder seg på grunt vann.

Parasitten er en ikte og hører til underklassen digene ikter, som kjennetegnes ved at de har fra en til fire mellomverter. Eggene fra parasitten *C. lingua* havner i sjøen via avføring fra fugler, som er sluttvert for parasitten. De synker til bunns og blir spist av den lille sneglen *Littorina littorea*, som hovedsakelig befinner seg i tidevannssonen. Utviklingen av parasitten omfatter flere larvestadier innvendig i de infiserte sneglene, før de ender opp som cercarier, som er det siste stadiet i larveutviklingen. I dette stadiet har parasitten utviklet hale, og kan svømme fritt rundt å trenge gjennom huden til vertsdyr (Hågvar, 2010). Ved rette miljøforhold kan opptil 15000 cercarier frigjøres fra en enkel snegl i løpet av 24 timer. Vanntemperatur er en avgjørende faktor, og mengden cercarier som svermer avtar under 12 grader, og forsvinner ved temperatur under 10 grader. Når cercarien er i de frie vannmassene, vil den svømme videre for å finne sin andre mellomvert. Ved hjelp av enzymer borer parasitten seg gjennom skinnen, gjellene og hornhinnene til fisken, og innkapsler seg som en parasittisk larve i verten. Ikten kan forårsake degenerering av muskelvev og infeksjoner på øye og nervevev. Infeksjonene kan være skadelig, og i verste fall dødelig for juvenil fisk. Larven blir til slutt synlig som en sort prikk på fisken (Køie, 1977). Lysne et al. (1997) undersøkte prevalens av sortprikker hos oppdrettstorsk i merder, og fant vesentlig økning i infeksjon av sortprikker hos torsk som hadde stått mer enn en sommer i sjøen. Derfor er det sannsynlig at stor forekomst av sortprikker indikerer at fisk har oppholdt seg minst en sommer på grunt vann, og at temperaturen på grunt vann har vært høyere enn 10 grader.

## 1.7 Problemstilling og hypoteser

Kysttorsk er en viktig ressurs for befolkningen i nord–Norge. Svak rekruttering og forringelse av oppvekst og leveområder er en trussel mot de stedegne bestandene av kysttorsk langs hele norskekysten. Formålet med dette studiet er å undersøke om det finnes indikatorer for gode oppvekstområder og habitat for kysttorsk i Balsfjord og kystområdene i nærheten av Tromsø. Man kan forvente at gode oppvekstområder er lokaliteter med relativt høy tetthet av småtorsk mellom 0 og 3 år. Det kan tenkes at slike områder har variert bunnfauna, som gir god mattilgang og skjul mot predatorer. Dietten bør være variert og energirik, og dermed bidra til at småtorsken oppnår god vekst og kondisjon. Man kan også forvente at gode oppvekstområder har relativt stort areal, jevn fordeling av småtorsk på grunt vann (0-30 m) og lite parasitter. Formålet med dette studiet var å undersøke følgende;

*Hypotese<sub>1</sub>: Diettsammensetning, mattilgang, vekst, kondisjon og tetthet av småtorsk (0-3 år) samvarierer og er viktige indikatorer for gode oppvekstområder og habitatkvalitet.*

*Hypotese<sub>2</sub>: Torskens dybdefordeling og infeksjonsgrad av sortprikksyke henger sammen og varierer mellom lokaliteter.*

*Hypotese<sub>3</sub>: Kysttorsk har forskjellig dybdefordeling på ulike lokaliteter og tetthet endres med dybde innad ved lokalitetene.*



## 2 Material og Metode

### 2.1 Studieområde og datainnsamling

Balsfjord (69 °N og 25 °E) er en terskelfjord, og har en total lengde på 68 kilometer, målt langs fjordens midtakse fra Nordkjosbotn innerst i fjorden til Sandnessundet vest for Tromsøya (Sæther et al. 2017). Balsfjord er separert fra de ytre havområdene av tre grunne terskler: Rystraumen mot vest, og Kvalsundet og Grøtsundet mot nord (figur 1). Rystraumen skiller Balsfjord fra Malangen og er omtrent 30 meter dyp. Tromsøysundet har to terskler på henholdsvis 8 og 9 meter. Den grunne terskelen i Rystraumen bidrar til innstrømming av relativt kaldt og ferskt vann fra overflaten i Malangen til de dypere delene av Balsfjord gjennom vinteren (Aure et al. 1997). Om lag 90% av vannutvekslingen med den norske kyststrømmen skjer gjennom Rystraumen (Finne & Gade, 1990). På sommeren fører avrenning av smeltevann fra en rekke store og mindre elver til en typisk estuarin sirkulasjon av overflatevannet i og rundt elvemunninger. Vannmassene i fjorden er relativt oksygenrike, og nivåene faller sjeldent under 70-80 prosent metning nær bunnen (Eilertsen et al. 1981). Om sommeren vil sterk solinnstråling og høyere lufttemperaturer varme opp overflatevannet. Ulik temperatur og saltholdighet skaper sjiktning i vannmassene. Tilførsel av næringsalter gjennom underliggende vannlag bidrar til primærproduksjon på grunt vann om våren og sommeren (Sakshaug & Skjoldal, 1998).

Forekomster av makroalger i Balsfjord er lite kartlagt, men store deler av strandlinja har vesentlig dekning av brunalger i tidevannssonen. Grisatang (*Ascophyllum nodosum*), blæretang (*Fucus vesiculosus*) og sagtang (*Fucus serratus*) er de vanligste artene. Balsfjord har dessuten de største områdene med ålegressenger i Troms, og det er enger ved blant annet Kobbevågen og Laksvatn. Ålegress (*Zostera marina*) er en av få blomsterplanter som lever i saltvann i Nord-Norge. Arten vokser på mykt substrat og kan danne tette enger fra tidevannssonen og ned mot 10 meters dyp (Jørgensen & Bekkby, 2013).



Figur 1. Oversikt over alle lokaliteter i Balsfjord og Grøtsundet (Tromsø) (Kartverket, 2020).

Datagrunnlaget for oppgaven ble samlet inn ved ulike lokaliteter i kyst og fjordområdene utenfor Tromsø. Deler av datamaterialet ble samlet inn under forskningstokt våren 2019 (26.mai) med forskningsfartøyet FF Johan Ruud. Fisken ble fanget med trål på dypt vann i Balsfjord utenfor Svartnes og Tennes (figur 1). Et representativt utvalg av torsk samlet inn på dypt vann ble benyttet i denne oppgaven. De samme lokalitetene ved Tennes og Svartnes ble brukt under innsamling på grunt vann, slik at det var mulig å sammenligne data fra dypt og grunt vann i Balsfjord.

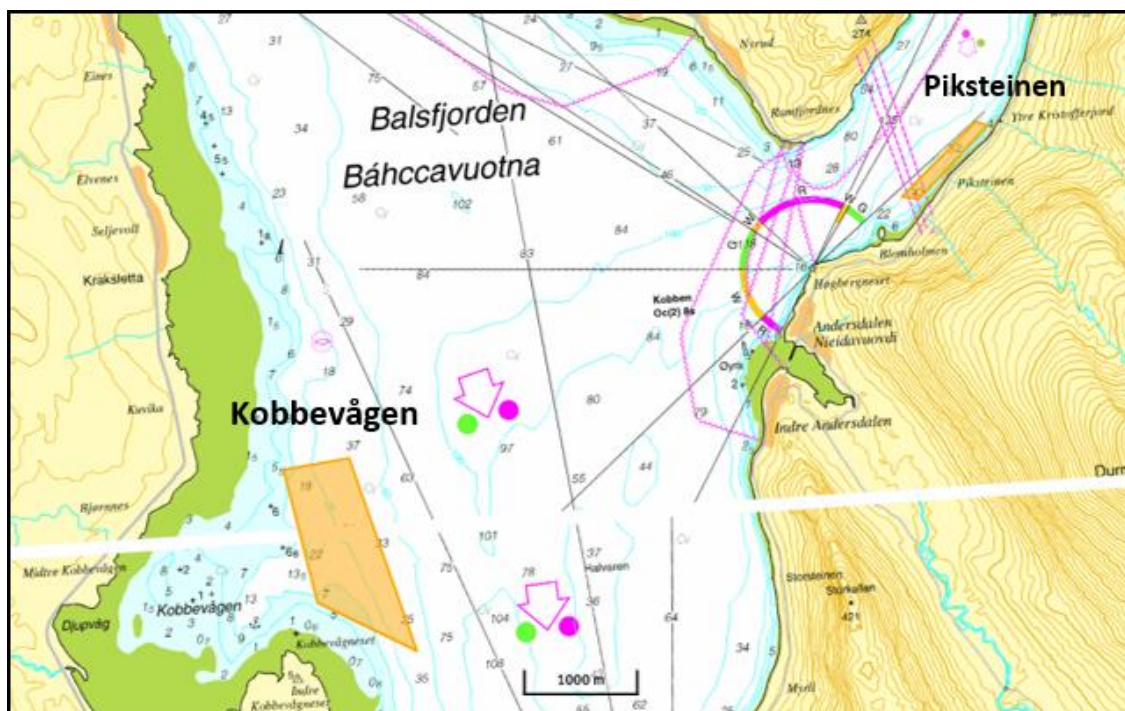
Datainnsamling av småtorsk på grunt vann ble gjennomført i perioden mellom august og september med Universitets forskningsfartøy R/V Hyas (12,24 m). Temperaturdata ble også samlet inn i samme tidsrom. Småtorsk ble fanget og samlet inn ved bruk av vanlig fiskestang med 0,25 mm nylonsene og dorgelodd på omtrent 100 gram. Som kunstig agn ble det brukt en hårekhekle med fem grønne flueimitasjoner med små kroker og 10 cm avstand mellom hver

flue (figur A2). På hver lokalitet forsøkte vi så nøyaktig som mulig å fiske innenfor faste dybdeintervaller (transekter). Dybdeintervallene var henholdsvis 10-15, 15-20, 20-25 og 25-30 meter, og fisketiden for hvert intervall var 30 minutter. Under fiskingen forsøkte vi å holde jevn fart på omtrent en knop. Dybde og posisjon ble notert hver gang loddet traff bunnen og når fisk bet på en eller flere av krokene. Hvis det gikk lang tid mellom hver gang fisk bet på redskapet, ble det notert posisjon og dybde for å få hyppige posisjons og dybde data fra alle transektene. Fisken ble avlivet med et slag av en hammer i hodet, før den ble lagt i poser med individuelt nummer og lagt på is om bord i båten, og frosset ned umiddelbart etter tokt. En av toktdagene overnattet vi i Balsfjord. I dette tilfellet ble torsken frosset i fryser om bord for å sikre best mulig kvalitet og minst mulig degradering av innholdet i magesekken til torsken. Det ble også notert ned om vi fikk annen fisk på kroken.

## **2.2 Lokalteter**

Datamaterialet fra grunt vann ble samlet inn ved fire lokaliteter i Balsfjord og to like utenfor Tromsø. Kobbevågen befinner seg i den ytre delen av Balsfjord (figur 1). Innerst i vågen renner to elver fra Malangshalvøya ut og bidrar til avrenning av ferskvann om våren og sommeren. Det er stort sett veldig grunt i de indre delene av Kobbevågen, med dybder under 10 meter, bortsett fra ett dypere område med 10-15 meters dybde som strekker seg inn i vågen (figur 2). Utenfor Kobbevågen skråer havbunnen relativt jevnt nedover mot fjordbunnen som ligger på omtrent 100 meters dyp i de ytre delene av fjorden. Kobbevågen er et av områdene i Balsfjord der det finnes ålegressenger, som er viktige habitat og oppvekstområder for en rekke organismer og fisker (Olsen et al. 2014).

På motsatt side av fjorden, der Ramfjorden munner ut i Balsfjord, ligger Piksteinen (figur 1). Også her renner det ut flere mindre elver fra fjellet. Havbunnen skråer her bratt ned mot fjordbunnen på 120 meters dyp. Ramfjorden er omtrent en kilometer bred i de ytre delene. Wiesener (2015) gjennomførte videoundersøkelser i området, og beskrev i sin avhandling at Piksteinen var en lokalitet med høy andel sand, grus og lavt algedekke ned til 15 meters dyp. Det var også forekomster av stein og skjellfragmenter på dyp ned mot 30 meter, men mengden varierte noe.

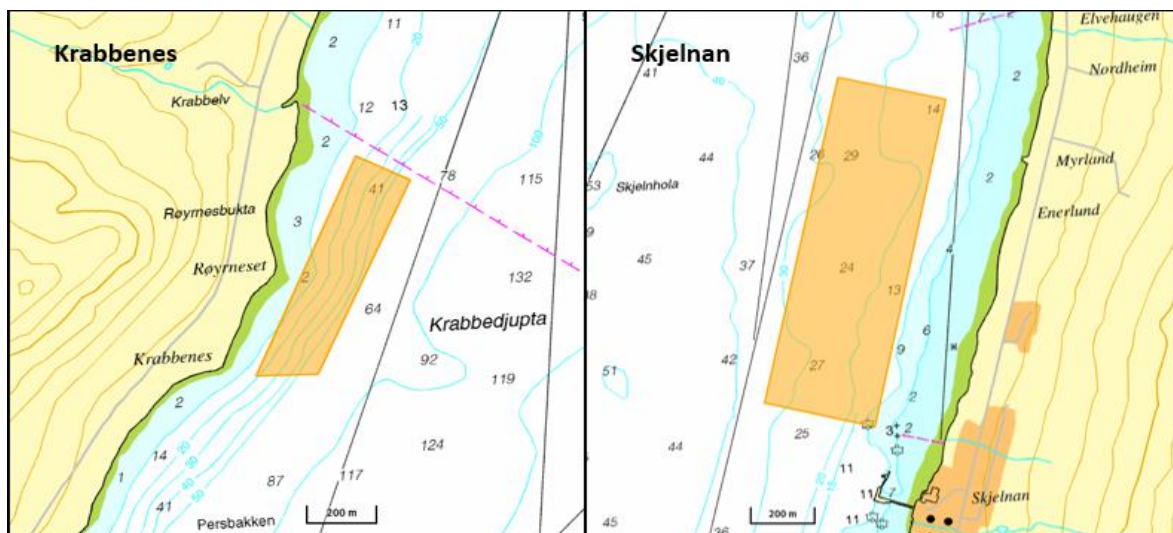


Figur 2. Skravert område i orange viser hvor datainnsamlingen ble gjennomført ved Kobbevågen og Piksteinen (Kartverket, 2020).

To av stasjonene som ble undersøkt, Krabbenes og Skjelnan, ligger i nærheten av Tromsø (<10 km) (figur 3). Krabbenes ligger ved Kvaløya i Grøtsundet nordvest for Tromsø.

Vannmassene her er adskilt fra Balsfjord via de to grunne tersklene øst og vest for Tromsøya (figur 1).

I Tromsøsundet, mellom fastlandet og Tromsøya, ligger Skjelnan (figur 3). Det kan være sterk strøm i sundet (3-5 knop), noe som medfører at store deler av sundet består av grovkornet sediment (Sjøkartverket, 1988). Ifølge Fiskeridirektoratet sin kartløsning Yggdrasil er området betegnet som et gyteområde for torsk (fiskeridirektoratet, 2020). Havområdene rundt Tromsø har blitt kartlagt siden 1970-årene for å undersøke effektene av utslipp fra avløp og fiskefabrikker (Holte & Oug, 1996). Undersøkelsene tilsier at utslippene ikke har påvirket havområdene rundt Tromsø i alvorlig grad, men generelt høye forekomster av børstemark kan antyde en viss påvirkning av organiske stoffer (Holte & Oug, 1996).

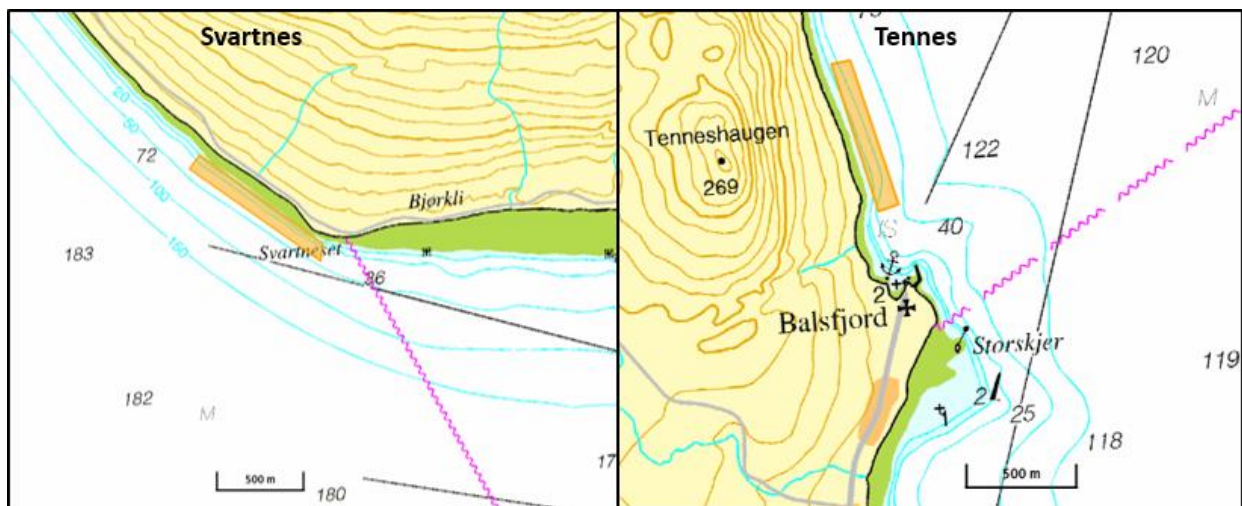


Figur 3. Skraverte områder i orange viser hvor datainnsamlingen ble gjennomført ved Krabbenes og Skjelnan (Kartverket, 2020).

De to siste lokalitetene ligger lengre inn i Balsfjord. Tennes ligger omtrent ti kilometer nord for tettstedet Storsteinnes. I følge Havforskningsinstituttet betegnes de indre delene av Balsfjord som regionalt viktige gytefelt for torsk, med middels egg tetthet og høy retensjon (fiskeridirektoratet, 2020). Havbunnen ved Tennes skråer bratt ned mot fjordbunnen i Balsfjord, som i det indre fjordbassenget er omtrent 130 meter dyp (figur 4).

Svartnes ligger på motsatt side og like nord for Tennes. Havbunnen skråer relativt bratt ned mot havbunnen på 180 meters dyp (figur 4). Like øst for Svartnes ligger et belte med grunne områder (<10 m dyp) som på det meste strekker seg nesten en km ut fra fjæresonen i området mellom Svartnes og Laksvatn (figur 1).





Figur 4. Skraverte områder i orange viser hvor datainnsamlingen ble gjennomført ved Svartnes og Tennes (Kartverket, 2020).

Tabell 1. Oversikt over fangstdata og gjennomsnittlig temperatur fra alle lokaliteter. Antall torsk innsamlet, opparbeidet og analysert vises også. Tomme felt indikerer manglende data.

Lokalitet	Dato	Antall fisk innsamlet	Antall fisk undersøkt			Sjø temp. (°C)
			Diett	Alder	Parasi tt.	
K. vågen	26.08-19	21	21	21	21	8,4
Piksteinen	27.08-19	28	28	28	28	8,4
Skjelnan	28.08-19	34	34	34	34	8,8
Krabbenes	30.08-19	26	26	26	26	9,2
Tennes	19.09-19	24	24	24	24	8,5
Svartnes	20.09-19	9	9	9	9	8,4
Tenn (dyp)	26.05-19	15	15	15	15	
Svart (dyp)	26.05-19	15	15	15	15	
Kobb (vår)	31.5-19	6		6	6	

### 2.3 Opparbeiding og diettanalyse

Datamaterialet ble opparbeidet på saltvannslaboratoriet på Norges fiskerihøgskole. Torsken ble tint i lunkent vann i omtrent en time. De minste fiskene trengte noe mindre tid, mens de største behøvde lengre tid. Først ble ytre trekk (morfologi) som kroppsform og farge eller pigmentering notert. Fisken ble veid til nærmeste desigram (0,1 gram) og lengdemålt fra snuten til ytterst på halefinnen ved hjelp av lengdemålebrett og linjal. Lengden ble avrundet ned til nærmeste millimeter. Deretter ble antall av parasitten *C. lingua* talt på halefinnen. I noen tilfeller var nødvendig med kunstig lys for å telle antallet nøyaktig. Videre ble fisken åpnet i buken, før lever, gonader og magesekk ble separert ved hjelp av pinsett og skalpell. Lever og gonader ble veid, mens magesekkene ble lagt på is før videre analyser. I tillegg ble otolitter fra alle fiskene lagt i separate poser med individuelt nummer.

Mageprøvene ble analysert samme dag som fiskene ble opparbeidet på laboratorium.

Magesekken ble plassert på en liten bit med transparent hardplast, før den ble åpnet varsomt ved hjelp av pinsett og skalpell. Innholdet ble forsiktig skrapet ut, før nærmere analyse under lupe. Byttedyrene ble i all hovedsak identifisert til nærmeste taksonomiske gruppe eller art. I tilfeller hvor det var spesielt vanskelig å identifisere art eller gruppe, ble byttedyrene lagt på etanol (70%), slik at det var mulig å undersøke nærmere ved en senere anledning. Mange av byttedyrene, som krepsdyr, børstemark og fisk ble identifisert ved hjelp av Enckells (1980) bok «Kraftdjur», samt fra bilder og beskrivelser i Moen og Svensen (2003). I mange tilfeller var mageinnholdet veldig godt fordøyd, og det var vanskelig å telle nøyaktig antall av byttedyrgruppe eller art. Så fremt det var mulig, ble nøyaktig antall av hver art eller byttedyrgruppe og fordøyelsesgrad notert. Mageinnholdet ble fordelt og sortert på plast, og våtvekt (milligram) av hver byttedyrgruppe eller art ble veid. Uidentifisert mageinnhold og byttedyr på etanol ble identifisert og beskrevet ved hjelp av veileder. For å identifisere godt fordøyde fisk i mageinnholdet ble otolitter fra fiskene tolket for å skille mellom torskefisk (*Gadidae*) og annen fisk, og for å skille mellom tobisfisker (*Ammodytidae*), sild (*Clupea harengus*) og lodde (*Mallotus villosus*). Torskemager som var helt tomme for mageinnhold ble også notert ned.

Byttedyrene fra diettundersøkelsen ble delt inn i totalt 12 grupper (tabell 2). Byttedyrgruppen krepsdyr var den mest omfattende, og besto av blant annet amfipoder, isopoder og mysider.. Flere av byttedyrgruppene var nesten fraværende ved noen av lokalitetene, men ble identifisert som egen gruppe fordi de ble ansett som en relativt viktig del av dietten av andre lokaliteter

Tabell 2. Oversikt over byttedyrgrupper fra torskemager, og hva som inngår i de ulike byttedyrgruppene.

Byttedyrgrupper	Taksa funnet i magene
Krepsdyr (Crustacea)	Tanglopper ( <i>Amfipoder</i> ), Tanglus ( <i>Isopoder</i> ), Cumaceer ( <i>Cumacea</i> ), mysider ( <i>Mysida</i> ), Spøkelseskreps ( <i>Caprellidae</i> )
Krill (Euphasiacea)	Småkrill ( <i>Thysanoessa spp</i> ), Storkrill ( <i>Meganyctiphanes norvegica</i> )
Krabber (Brachyura)	Strandkrabbe ( <i>Carcinus maenas</i> ), vanlig pyntekrabbe ( <i>Hyas coarctatus</i> ) Sandpyntekrabbe ( <i>Hyas araneus</i> )
Trollhummer (Anomura)	Pygmetrollhummer ( <i>Galathea intermedia</i> ), Dverghummer ( <i>Galathea nexa</i> )
Eremittkreps (Paguridae)	Vanlig eremittkreps ( <i>Pagarus bernhardus</i> )
Reker (Caridea)	Blomsterreke ( <i>Pandalus montagui</i> ), Hestereke ( <i>Crangon crangon</i> ), Dypvannsreke ( <i>Pandalus borealis</i> ), reker uid ( <i>Caridea ind</i> )
Snegler (Gastropoda)	Kongsnegl ( <i>Buccinum undatum</i> ), snegler uid ( <i>Gastropoda ind</i> )
Musling (Bivalvia)	Musling uid. ( <i>Bivalvia ind</i> )
Sil/tobis (Ammodytidae)	Sil ( <i>Ammodytidae</i> )
Annen fisk	Torskefisk ( <i>Gadiformes</i> ), flatfisker ( <i>Pleuronectiformes</i> ), sild ( <i>Clupea harengus</i> ), lodde ( <i>Mallotus villosus</i> ), tverrhalet langebarn ( <i>Leptoclinus maculatus</i> ), fisk uid ( <i>Pisces ind</i> ).
Børstemark (Polychaeta)	Fjæremark ( <i>Arenicolidae</i> ), <i>Pectinariidae</i> , <i>Flabelligeridae</i> ,
«Andre byttedyr»	Alger ( <i>Algae</i> ), Havedderkopper ( <i>Pycnogonida</i> ), Sipunkulider ( <i>Sipuncula</i> ), Sjøpølser ( <i>Holothuroidea</i> ), Slimormer ( <i>Nemertea</i> ), bunndyr uid.



## 2.4 Otolitter og aldersavlesning

For å aldersbestemme torskene ble det gjennomført analyser av otolittene fra hver enkelt torsk. Otolittene ble undersøkt i henhold til vanlig prosedyre der otolittene knekkes på midten, slik at kjernen deles likt (Mjanger et al. 2011). Den ene halvdel settes i plastilina med spissen ned. Deretter observerer man brekkflaten på otolitten under mikroskop med innfallende lys. Lyset må rettes parallelt med bordflaten og en blyant eller skalpell brukes for å skyggelegge brekkflaten, slik at lyset brytes gjennom otolitten og direkte opp mot objektivet. Ved å bruke denne teknikken blir de hyaline sonene (vintersonene) lyse, og de opake (sommersonene) blir mørke (Mjanger et al. 2011). For å bestemme fiskens alder telles antall sommersoner. Underveis i arbeidet ble aldersavlesning av otolitter som var vanskelig å tyde diskutert med veileder, slik at resultatene skulle bli mest mulig nøyaktige.

Torsk fanget i september og oktober hadde en tydelig opak sone ytterst. Torsk fanget i slutten av mai hadde derfor en tynn og lite tydelig opak sone ytterst. En torsk fanget i september med tre opake soner i otolitten ble identifisert som et individ med alder på 2,5 år. Torsk fanget i slutten av mai manglet midlertidig en tydelig hyaline sone ytterst i otolitten, og ble derfor betegnet som en torsk på omtrent 3 år.

## 2.5 Kondisjonsfaktor, leverindeks og karboninnhold i diett

Jeg ønsket å undersøke flere biologiske indikatorer for tilstanden til kysttorsk ved flere lokaliteter. Disse var en kondisjonsfaktor (K), leverindeks (HSI) og karboninnholdet i dietten. Kondisjonsfaktoren (K) ble regnet som residualet (avviket) mellom observert  $\ln(\text{sløydvekt})$  (g) og predikert  $\ln(\text{sløydvekt})$ (g) fra en lineær regresjon med  $\ln(\text{lengde}(\text{cm}))$  som x-variabel og  $\ln(\text{sløydvekt})$ (g) som y-variabel. HSI ble beregnet som  $\text{levervekt (g)} * 100 / \text{sløydvekt (g)}$ . Kondisjonsfaktoren (K) er primært forventet å være en indikator for proteinreserver (muskelmasse), mens HSI er en indikator for fettlagrene til torsken, som hovedsakelig lagrer fett (lipider) i leveren (Jobling, 2001).

Indeks for mageinnhold for hvert individ ble beregnet som residualene mellom  $\ln(\text{total mageinnholdvekt}(g))$  og predikert  $\ln(\text{total mageinnholdvekt}(g))$  fra en lineær regresjon der  $\ln(\text{fiskelengde})$  var x-variabel og  $\ln(\text{mageinnholdvekt})$  var y-variabel (figur A2).

Karboninnhold er et mål på forholdet mellom karboninnhold og våtvekt av mageinnhold (C/VV) i dietten, som kan være en indikator på matkvalitet. For hver byttedyrgruppe ble faktorer for forholdet mellom karboninnhold og våtvekt (C/VV) fra litteraturdata brukt til å beregne totalt karboninnhold for mageinnholdet. Resultatene for de ulike indikatorene ble fremstilt for hvert område med hensyn å undersøke forskjellene mellom lokalitetene.

## **2.6 Effektiv fisketid, CPUE og helningsgrad havbunn**

Fangst per enhet innsats (CPUE) fra både kommersielt og rekreasjonsfiske blir brukt i bestandsestimering av fiskebestander. Beregninger av effektiv fisketid ble gjort ved å gjennomgå notater fra tokt, der tidspunkt for start og sluttid for hver fisk ble skrevet ned. I perioder med lite aktivitet ble tidspunkt, dybde og posisjon også notert jevnlig. Tiden som ble brukt på innsveiving og håndtering av fisken, samt tilfeller hvor fisk ble mistet under innsveiving, ble skrevet ned. Slik var det mulig å beregne effektiv fisketid for hvert transekt, og total effektiv fisketid fra hver lokalitet og innenfor ulike dybdeintervall. CPUE ble beregnet ved hjelp av fangstdata (antall fisk) og effektiv fisketid, og har enheten antall torsk fanget per minutt.

Gjennomsnittlig helningsgrad (%) av havbunnen fra hver lokalitet ble beregnet ved å måle distansen (m) fra tidevannsonen ut til 50 meters dyp på to ulike steder fra hver lokalitet. Helningsgraden ble da:  $(50m) * 100 / (\text{distanse til } 50 \text{ m dyp}(m))$ .

## **2.7 Databehandling**

### **Analyse og presentasjon**

Rådata ble etter datainnsamling ført inn i Excel der stasjon, lengde, vekt, levervekt, gonadevekt, sløydvekt og antall sortprikker på halefinnen ble notert. Grafiske fremstillinger og statistiske analyser ble gjennomført i Excel (2016) og PAST (versjon 4.02) (Hammer, 2020).

### **Kji-kvadrat test**

Kji-kvadrat test ble brukt for å teste om det var signifikant forskjell i CPUE mellom gitte dybdeintervall for hver stasjon, og tester nullhypotesen om at CPUE er lik for alle dybdeintervall innenfor hver lokalitet. Testen ble brukt for å sammenligne observerte og forventede antall torsk innenfor alle dybdeintervaller.

### **Kruskal – Wallis og Mann Whitney test**

Kruskal-Wallis test (KW) ble brukt for å teste om fordeling av en variabel var forskjellig fra flere enn to grupper. Mann Whitney (MW) er en ikke-parametrisk test som ble brukt for å teste om alders - og lengdefordelingen var forskjellig mellom to lokaliteter (grupper) (McDonald, 2009)

### **Diettdata og proporsjon byttedyr**

Diettdata ble importert til Excel (2016) og analysert ved hjelp av verktøyet pivottabell. Byttedyrgrupper og vekt av mageinnhold ble sortert, og vektproporsjon (%V) av alle identifiserte byttedyrgrupper fra hver lokalitet ble beregnet og presentert i stolpediagram.

### **Enveis ANOSIM**

ANOSIM (analyse av likheter) er en ikke-parametrisk test av signifikans for flere variabler. Den anvendes vanligvis for taksa i prøvedata, hvor grupper av prøver skal sammenlignes.

Testen baserer seg på å sammenligne avstanden mellom gruppene med avstanden innad i gruppene. Den tester nullhypotesen om at det er lik fordeling av byttedyrgrupper ved forskjellige lokaliteter (Clarke, 1993).

## **SIMPER**

SIMPER er en statistisk metode som primært brukes for å undersøke hvilke taksa som er ansvarlige for observert forskjell mellom flere variabler, i dette tilfellet byttedyrgrupper. Om mer enn to grupper (lokaliteter) sammenlignes, kan man enten teste de parvis eller i en multigruppe. I det siste tilfellet sammenlignes alle mulige par ved å bruke Bray–Curtis likhetsindeks, som beregner ulikheten mellom lokalitetene. De gjennomsnittlige ulikhetene beregnes ved å bruke alle gruppene, mens forskjellene innad beregnes for hver gruppe (Clarke, 1993).

## **PCA (prinsipal komponent analyse)**

PCA finner hypotetiske variabler (komponenter) som bidrar til størst andel av variansen i data med flere variabler. De nye variablene (prinsipale komponent akser) er lineære kombinasjoner av de originale variablene. Man kan tenke seg at to viktige variabler er korrelert med flere underliggende elementer. For økologiske data kan dette være faktorer som temperatur eller dybde (Davis & Sampson, 1986). Inndata til PCA var median og gjennomsnittsverdier for biologiske variabler fra hver lokalitet.

## **BoksploTT**

Boks plott ble beregnet i statistikkprogrammet PAST (Hammer, 2020) og ble brukt for å fremstille fordeling av alder, lengde, vekst og sortprikker for de ulike lokalitetene. For hver prøve er 25-75 prosent kvartiler vist med en boks. Median (M) vises som en horisontal linje på innsiden av hver boks, og ble brukt som mål for biologiske indikatorer. Minimum og maksimum verdier vises som små horisontale linjer («whiskers»). «Notches» viser et omtrentlig 95% konfidensintervall for median.

Hvis boksen for «uteliggere» er krysset av, brukes en annen type boksplokk. «Viskerne trekkes fra toppen av boksen og til det største datapunktet som er 1,5 ganger høyden av boksen (øvre og nedre kvartiler). Og tilsvarende under boksen. Verdier mer enn 3 ganger større enn boksen vises som stjerner (\*).

### **Von Bertalanffy vekstfunksjon (VBF)**

Von Bertalanffy vekstfunksjon (VBF) ble beregnet for hele datamaterialet. Kurven beskriver veksten til en populasjon og estimerer parameterne  $L_t$  (cm), som er lengde ved alder.  $L_\infty$  (cm) er den teoretisk maksimale lengden.  $K$  ( $\text{år}^{-1}$ ) er vekstkoeffisienten som beskriver hvor fort fisken når  $L_\infty$ . VBF ble i denne studien også anvendt for å beregne avviket (residualene) fra vekstkurven for torsk fra alle lokaliteter. En torsk med positiv avvik (residual) fra VBF har større lengde ved alder og har hatt større individvekst enn en torsk med negativt avvik (residual) fra VBF.

### **Spearman rangkorrelasjonskoeffisient ( $r_s$ )**

Spearman rangkorrelasjonskoeffisient ble brukt for å undersøke om det var korrelasjon mellom ulike variabler. Koeffisienten er en ikke-parametrisk korrelasjonskoeffisient som beskriver korrelasjon mellom variabler (McDonald, 2009).

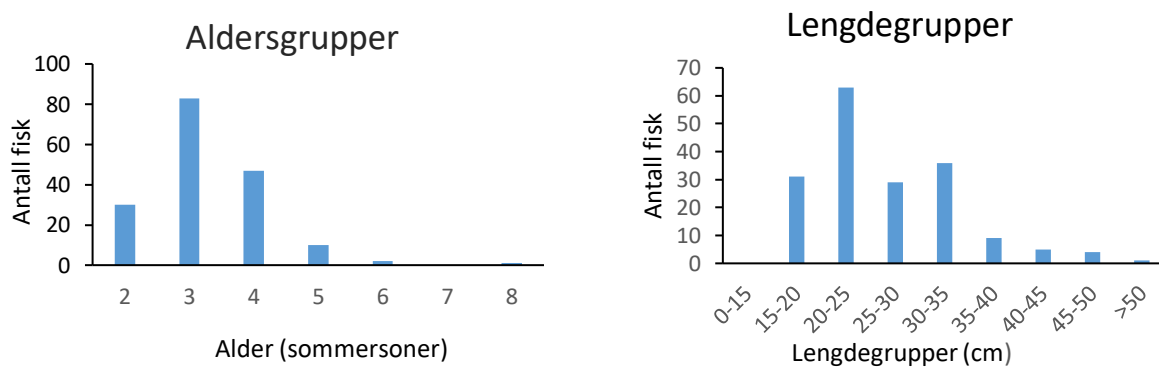
### **Bonferroni's korrigerede p-verdier**

Bonferroni korrigerede p-verdier er en statistisk metode som anvendes for å løse problemet med tilfeldig signifikante p-verdier ved sammenligninger av flere variabler. Den reduserer sannsynligheten for falske positive p-verdier, type-1 feil (McDonald, 2009).

### 3 Resultater

Totalt 180 torsk ble fanget og analysert. Seks ulike aldersgrupper ble fanget, og hoveddelen av fangsten var torsk med alder på 1,5, 2,5 og 3,5 år, og lengde. Torsk på 2,5 (3 sommersoner) år var mest tallrike med totalt 83 individer (figur 5). Det ble fanget flest torsk i lengdegruppen 20-25 cm, ingen torsk under 15 cm og få torsk over 35 cm (figur 5).

Ved Krabbenes ble det fanget fem torsker med tydelig pigmentering og rødfarge (taretorsk). Ved Kobbevågen og Piksteinen ble det fanget henholdsvis tre og to med rødlig farge. I hovedsak var disse småtorsk med lengde på ca. 20 cm. Av andre arter ble det fanget totalt 28 sei (*Pollachius virens*) og 6 hyser (*Mellongrammus aeglefinus*) (tabell A6).



Figur 5. Oversikt over antall fisk i hver alders –og lengdegruppe (5 cm intervaller).

#### 3.1 Fiskeinnsats og fangst per enhet innsats (CPUE)

Hensikten med metoden var å fiske like lenge innenfor hvert dybdeintervall og dermed oppnå relativt lik fiskeinnsats over ulike dybder på alle stasjonene. På grunn av havbunnens topografi, vind og strøm ble dette vanskeligere i praksis. Det var variasjon i effektiv fisketid på de ulike lokalitetene, og mellom dybdeintervall (tabell 3). Gjennomsnittlig dybde for fangst per enhet innsats (CPUE) varierte mellom stasjonene, hvor Svartnes hadde lavest med 17,1 m, mens Krabbenes hadde høyest gjennomsnittlig dyp med 27,6 m (tabell 4). Gjennomsnittlig fangstdybde reflekterte i stor grad disse verdiene (tabell 4). Havbunnen ved Piksteinen skrånet veldig bratt og gjorde det vanskelig å holde jevn dybde under fiskingen, og det var vanskelig å fiske grunnere enn 15 meter.

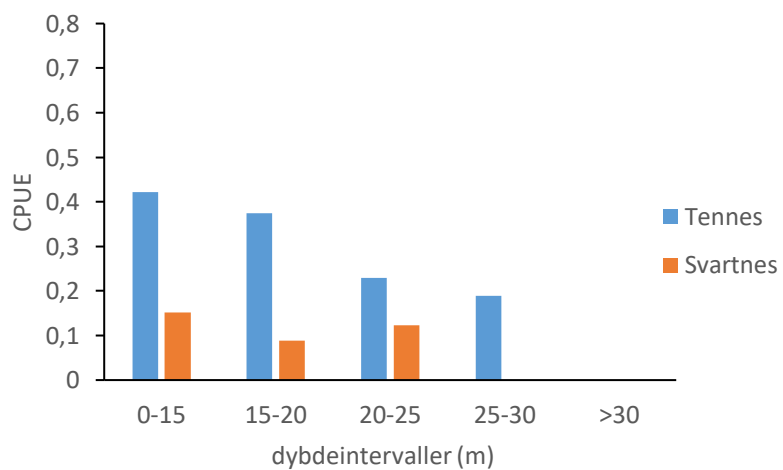
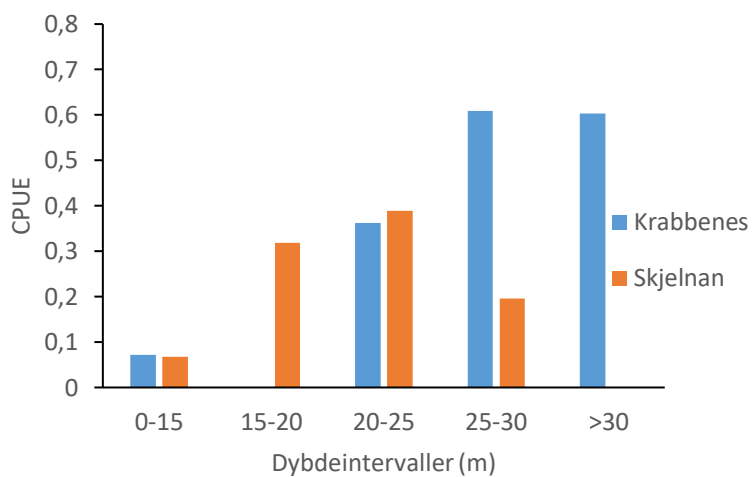
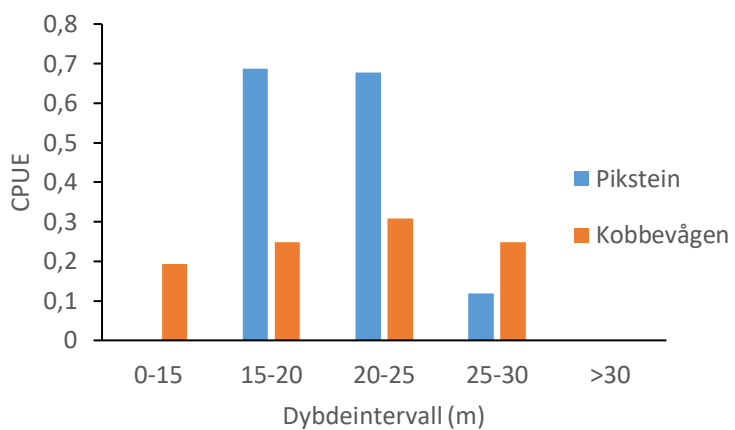
Tabell 3. Oversikt over effektiv fisketid (min) for hvert dybdeintervall, og total effektiv fisketid (min) for samtlige lokaliteter hvor håndsnøre ble benyttet under datainnsamlingen. Antall fisk fanget per dybdeintervall i parentes.

Dybde intervall (m)	Lokaliteter					
	Kobbevågen	Piksteinen	Skjelnan	Krabbenes	Tennes	Svartnes
0-15	31,0 (8)	1,5 (0)	44,7 (4)	27,8 (2)	26,1 (10)	26,3 (4)
15-20	20,1 (5)	21,5 (15)	28,2 (8)	26,0 (0)	16,0 (6)	22,4 (2)
20-25	12,9 (2)	14,8 (10)	46,2 (18)	30,4 (10)	17,4 (4)	24,1 (3)
25-30	32,2 (7)	16,8 (2)	20,4 (4)	18,1 (12)	21,3 (4)	22,0 (0)
>30	0 (0)	5,7 (0)	0 (0)	3,3 (2)	0 (0)	1,5 (0)
<b>Sum (min)</b>	<b>96,3 (22)</b>	<b>60,6 (26)</b>	<b>139,6 (34)</b>	<b>105,6 (26)</b>	<b>80,8 (24)</b>	<b>96,3 (9)</b>

Ved hjelp av fangstdata og fiskeinnsats (effektiv fisketid) var det mulig å beregne CPUE for hver lokalitet og innenfor hvert dybdeintervall. Krabbenes og Pikstein hadde høyest CPUE (figur 6). Det var signifikant forskjell i CPUE mellom dybdeintervall innenfor lokalitetene Krabbenes, Skjelnan og Piksteinen (Kji-kvadrat,  $p < 0,05$ ) (tabell 4). Pikstein hadde høyest CPUE fra 15-25 m, Krabbenes høyest dypere enn 25 m og Skjelnan hadde høyest CPUE fra 15-25 m.

Tabell 4. Helningsgrad for havbunn (%), Gjennomsnittlig fangstdybde (m) og sammenhengen mellom CPUE for torsk i ulike dybdeintervaller (0-15, 15-20, 20-25, 25-30 og <30 meter). P-verdi for kji-kvadrat tester om CPUE er lik mellom dybdeintervaller for lokalitetene.

Lokalitet	Helning havbunn (%)	Gjennomsnittlig Fangstdybde (m) (standardavvik)	Gjennomsnittlig dyp CPUE (m)	Gj.snitt CPUE.	P-verdi
Kobbevågen	4,6	20,04 (5,96)	20,56	0,25	0,9679
Piksteinen	30,1	20,06 (3,84)	20,58	0,37	<b>0,0182</b>
Skjelnan	4,5	21,04 (4,36)	21,17	0,24	<b>0,0141</b>
Krabbenes	22,9	24,53 (5,11)	27,57	0,32	<b>0,0001</b>
Tennes	24,9	17,41 (6,53)	18,26	0,30	0,4499
Svartnes	24,9	15,67 (5,41)	17,10	0,09	0,3511

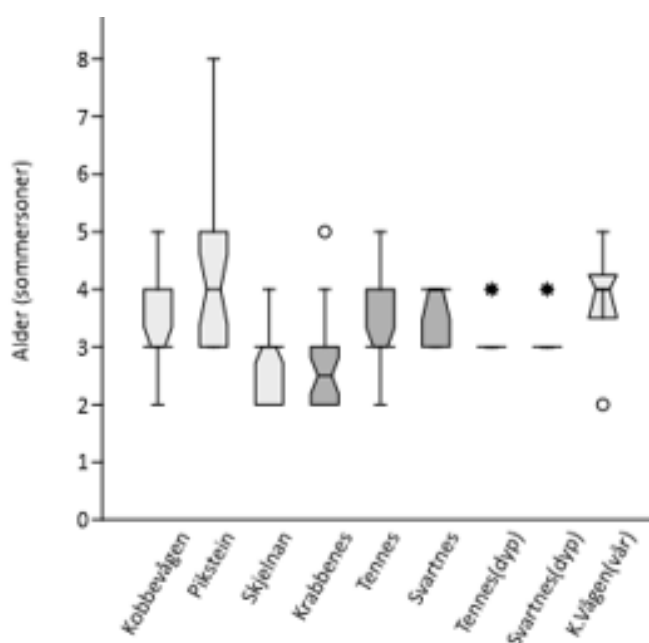


Figur 6. CPUE (fangst per enhet innsats) fordelt på dybdeintervaller for lokaliteter på grunt vann der torsk ble fanget med stang.



### 3.2 Alders –og lengdefordeling og fangstdyp

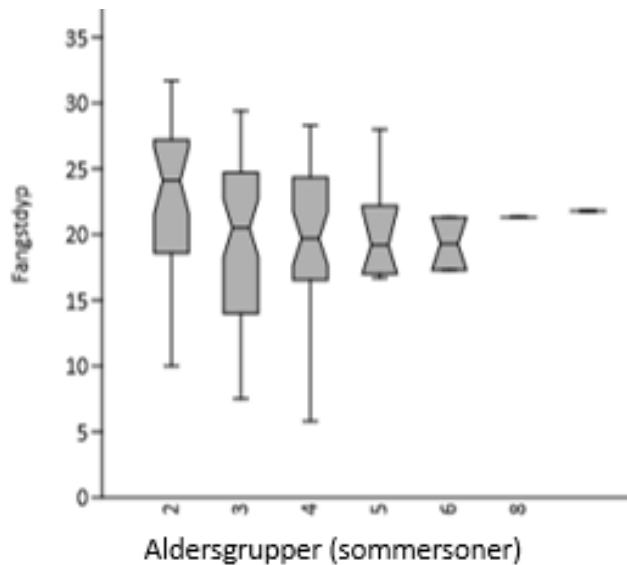
Aldersfordelingen var forskjellig mellom stasjonene (KW,  $p < 0,001$ ). Det ble fanget mest småtorsk (1,5 år) ved Skjelnan og Krabbenes (figur 7). All torsk fanget på dypt vann med trål i Balsfjord i mai var 3 og 4 år (figur 7). Torsk fanget ved Krabbenes hadde lavest median (M) for alder med 2,5 år. Piksteinen hadde størst andel av eldre torsk (M = 4,5 år), og hadde signifikant høyere aldersfordeling enn Skjelnan, Krabbenes, Tennes (dyp) og Svartnes (dyp). Torsk fra Skjelnan var signifikant yngre enn torsk fra Piksteinen, Kobbevågen, Tennes og Svartnes (tabell A1).



Figur 7. BoksploTT som viser aldersfordeling for alle lokaliteter.

Torsk på 1,5 år hadde noe dypere fordeling enn eldre torsk (figur 8), men det var ingen signifikant forskjell mellom aldersgruppene i fordeling av fangstdyp (KW,  $p = 0,23$ ). Yngre fisk fra Svartnes ble fanget på dypere vann ( $> 20$  m), mens de eldre fiskene ble fanget på grunt vann ( $< 15$  m), og fangstdyp og alder for torsk ved Svartnes var negativt korrelert ( $r_s = -0,79$ ,  $p = 0,03$ ). Ved Krabbenes var det negativ korrelasjon mellom alder og fangstdyp, men korrelasjon var ikke signifikant ( $r_s = -0,38$ ,  $p = 0,058$ ). Kobbevågen og Tennes var de eneste lokalitetene der alder var positivt korrelert med fangstdyp, men sammenhengen var

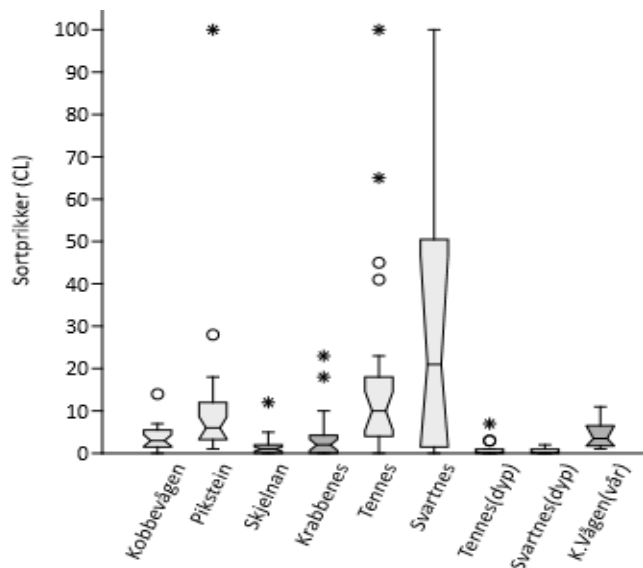
ikke signifikant ( $r_s = 0,42$ ,  $p = 0,058$ ,  $r_s = 0,37$ ,  $p = 0,06$  henholdsvis). Ved Skjelnan var korrelasjon mellom fangstdyp og lengde, og fangstdyp og alder tilnærmet lik 0 (tabell 5).



Figur 8. BoksploTT som viser fordeling av aldersgrupper på fangstdyp. Lokalteter fra dypt vann er utelatt i figuren.

### 3.3 Sortprikksyke (*Cryptocotyle lingua*)

Resultatene viste at det var signifikant forskjell i antall sortprikker hos torsk fra de forskjellige lokalitetene (KW,  $p < 0,001$ ). Generelt var antall sortprikker per individ lavere for fisk fanget på dypt vann utenfor Svartnes og Tennes (figur 9), og Svartnes (dyp) hadde signifikant lavere median for sortprikker enn Kobbevågen, Tennes, Piksteinen og Krabbenes. Av lokalitetene på grunt vann hadde Svartnes høyest median ( $M = 21$ ) og spredning, mens torsk fanget ved Skjelnan hadde lavest median ( $M = 1$ ), og signifikant lavere median for sortprikker enn Kobbevågen, Tennes og Piksteinen (tabell A2). Piksteinen og Tennes hadde signifikant høyere median for sortprikker enn Skjelnan, Krabbenes, Svartnes (dyp) og Tennes (dyp) (tabell A2).



Figur 9. Boksplokk som viser fordeling av antall sortprikker (*C. lingua*) på halefinnen fra alle lokaliteter

Det var positiv og signifikant korrelasjon mellom fiskelengde og antall sortprikker ved alle lokaliteter, utenom Tennes. Korrelasjon mellom Alder og antall sortprikker var positivt korrelert ved alle lokaliteter utenom Kobbevågen (tabell 5). Korrelasjon mellom fangstdyp og sortprikker negativ for alle lokaliteter, men tendensen var sterkest ved Svartnes ( $r_s = -0,90$ ,  $p = 0,016$ ).

Tabell 5. Spearman rang korrelasjonskoeffisient mellom ulike variabler. P-verdier er vist i parentes og uthevede verdier indikerer signifikante korrelasjoner. Sortprikker er betegnet som Cl, «f.dyp» er fangstdybde for hver enkelt torsk fanget med stang. Lokaliteter fra dypt vann utelatt i analysen.

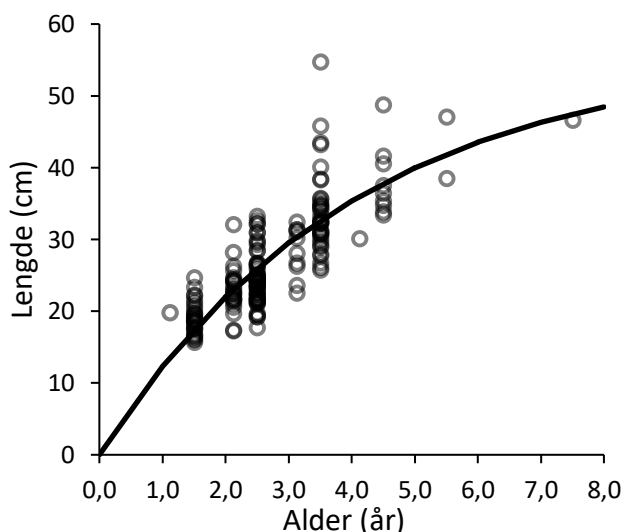
Lokaliteter	Variabler				
	Lengde-Cl	Alder-Cl	F.dyp-Cl	F.dyp-Alder	F.dyp-Lengde
Kobbevågen	<b>0,44</b> (0,047)	0,26 (0,260)	-0,23 (0,310)	0,42 (0,06)	<b>0,46</b> (0,037)
Pikstein	<b>0,54</b> (0,003)	<b>0,58</b> (0,002)	-0,15 (0,456)	-0,04 (0,84)	-0,14 (0,47)
Skjelnan	<b>0,55</b> (0,001)	<b>0,62</b> (0,0002)	-0,041 (0,81)	0,002 (0,99)	0,02 (0,893)
Krabbenes	<b>0,47</b> (0,013)	<b>0,50</b> (0,009)	-0,38 (0,339)	-0,38 (0,058)	-0,21 (0,30)
Tennes	0,32 (0,13)	<b>0,42</b> (0,042)	-0,23 (0,280)	0,37 (0,06)	<b>0,64</b> (0,0006)
Svartnes	<b>0,82</b> (0,011)	<b>0,87</b> (0,016)	<b>-0,90</b> (0,002)	<b>-0,79</b> (0,03)	-0,64 (0,07)
Alle stasjoner	<b>0,57</b> (<0,001)	<b>0,56</b> (<0,001)	<b>-0,50</b> (<0,001)	<b>-0,14</b> (0,07)	<b>0,074</b> (0,03)

### 3.4 Vekst, kondisjon og leverindeks

Von Bertalanffys vekstfunksjon (VBF) og parametere ( $L_{\infty}$  og  $K$ ) ble beregnet for torsk fanget ved alle lokaliteter (figur 10).  $L_{\infty}$  estimert til 56,1 cm (95% KI = 46,7 – 65,6 cm) for hele datamaterialet. Vekstkoeffisienten ble estimert til 0,25 år<sup>-1</sup> (95% KI = 0,19 - 0,31 år<sup>-1</sup>).

Tabell 6. Parametere til Von Bertalanffys vekstfunksjon beregnet med ikke-lineær regresjon av materialet fra seks lokaliteter fra grunt vann og to lokaliteter på dypt vann.

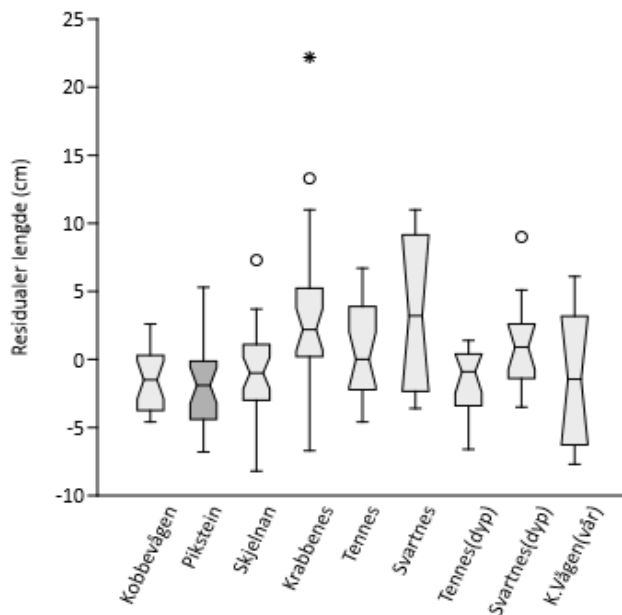
Parameter	Estimat	ASE	PAR/ASE	95% konfidensintervall	
				Nedre	Øvre
$L_{\infty}$ (cm)	56,1	4,79	11,71	46,7	65,6
$K$ (år <sup>-1</sup> )	0,25	0,032	7,88	0,19	0,31



Figur 10. Lengde ved alder (VBF) for fisk fanget i Balsfjord og Tromsø. (Figur utledet fra SYSTAT og Excel). Sorte prikker viser lengde ved alder for hver enkelt torsk og kontinuerlig linje viser Von Bertalanffy vekstfunksjon.

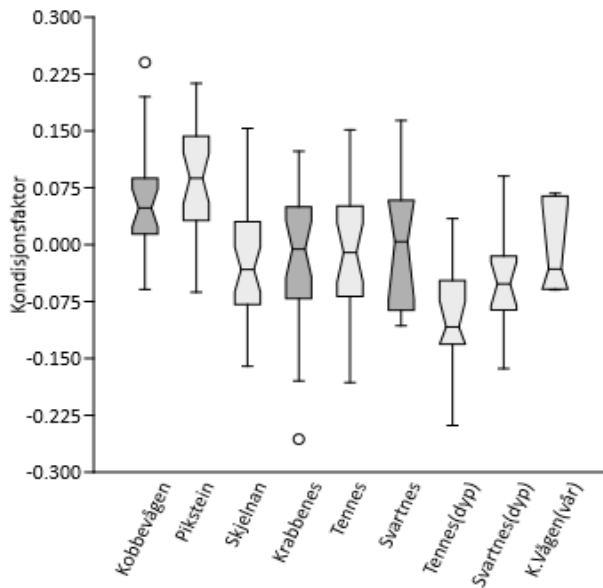
Det var signifikant forskjell i residualene fra VBF for de forskjellige lokalitetene (KW,  $p = 0,0001$ ). Krabbenes ( $M = 2,2$  cm) og Svartnes ( $M = 3,2$  cm) hadde høyest median (figur 11), men Svartnes var ikke signifikant forskjellig fra de andre lokalitetene. Residualene fra

Krabbenes var signifikant høyere enn fra Kobbavågen (MW,  $p = 0,013$ ), Pikstein (MW,  $p = 0,002$ ), Skjelnan (MW,  $p = 0,017$ ) og Tennes(dyp) (MW,  $p = 0,03$ ).



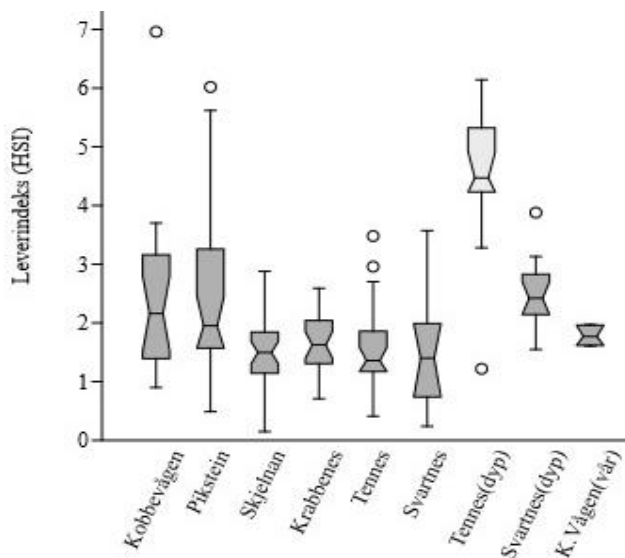
Figur 11. Boksplott som viser residualer fra Von Bertalanffy vekstfunksjon for alle undersøkte lokaliteter.

Det var signifikant forskjell i kondisjonsfaktor (K) mellom lokalitetene (KW,  $p < 0,05$ ). Piksteinen var den lokaliteten som skilte seg mest ut, og hadde høyest kondisjonsfaktor (K) ( $M = 0,09$ ). Median fra Pikstein var signifikant høyere enn alle stasjoner bortsett fra Kobbavågen og Svartnes. Tennes (dyp) hadde lavest median ( $M = -0,10$ ), og kondisjonsfaktor (K) var signifikant lavere enn for Kobbavågen (MW,  $p < 0,001$ ), Pikstein (MW,  $p = 0,01$ ) og Krabbenes (MW,  $p = 0,04$ )



Figur 12. Boksplott som viser kondisjonsfaktor (K) for alle undersøkte lokaliteter.

Det var signifikant forskjell i HSI (leverindeks) mellom lokalitetene (KW,  $p < 0,001$ ). Median for HSI var relativt lik for de grunne lokalitetene ved Skjelnan, Krabbenes, Tennes og Svartnes (figur 13). Tennes (dyp) skilte seg ut, og HSI var signifikant høyere enn ved alle de andre lokalitetene (MW,  $p < 0,05$ ). HSI fra Svartnes (dyp) var også signifikant høyere enn fra Skjelnan (MW,  $p < 0,001$ ), Krabbenes (MW,  $p = 0,001$ ) og Tennes (MW,  $p = 0,0154$ ). Pikstein hadde signifikant høyere HSI enn Skjelnan (MW,  $p = 0,047$ ).



Figur 13. Boks plott av HSI (leverindeks) for alle lokaliteter på grunt og dypt vann.

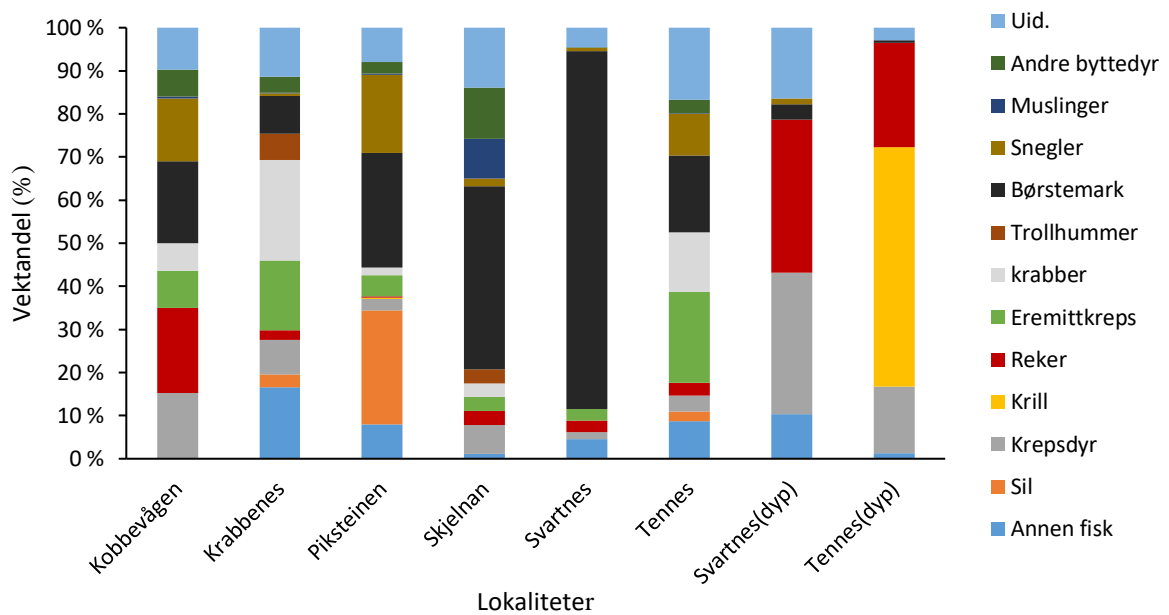
## 3.5 Diett

### Dietsammensetning småtorsk

Krepsdyr var viktige byttedyr på alle lokalitetene utenom Svartnes og Skjelnan (figur 14), men det var variasjon i hvilke grupper krepsdyr som skilte seg ut. Som vist i tabell 2, ble blant annet amfipoder og mysider plassert i byttedyrgruppen krepsdyr. Børstemark var også en av byttedyrgruppene som hadde høyest vektproporsjon (%V) i dietten til torsk, spesielt ved Skjelnan og Svartnes (figur 14). Vektproporsjon fisk i dietten var på omtrent 10 %V eller lavere ved alle lokalitetene, bortsett fra Pikstein og Krabbenes, der fisk utgjorde henholdsvis 30 %V og 20 %V av dietten til torsk. For de to lokalitetene på dypt vann (Tennes og Svartnes dyp) var vektproporsjon krepsdyr, reker og krill høy, og krill utgjorde over 50 %V av dietten fra Tennes (dyp). Torsk fra dypt vann hadde generelt færre byttedyrgrupper i magen, og dietten besto totalt av færre byttedyrgrupper (figur 14).

Kobbevågen var den stasjonen fra grunt vann med høyest vektproporsjon reker i dietten. Det var også høy vektproporsjon krepsdyr, eremittkreps og noe krabber. Børstemark utgjorde nesten 20 %V av dietten, men det ble ikke funnet fisk i mageprøvene fra Kobbevågen (figur 14). Ved Krabbenes besto dietten av omtrent 20 %V fisk, noe krepsdyr og nesten 40 %V eremittkreps og krabber, mens børstemark utgjorde like under 10 %V av dietten.

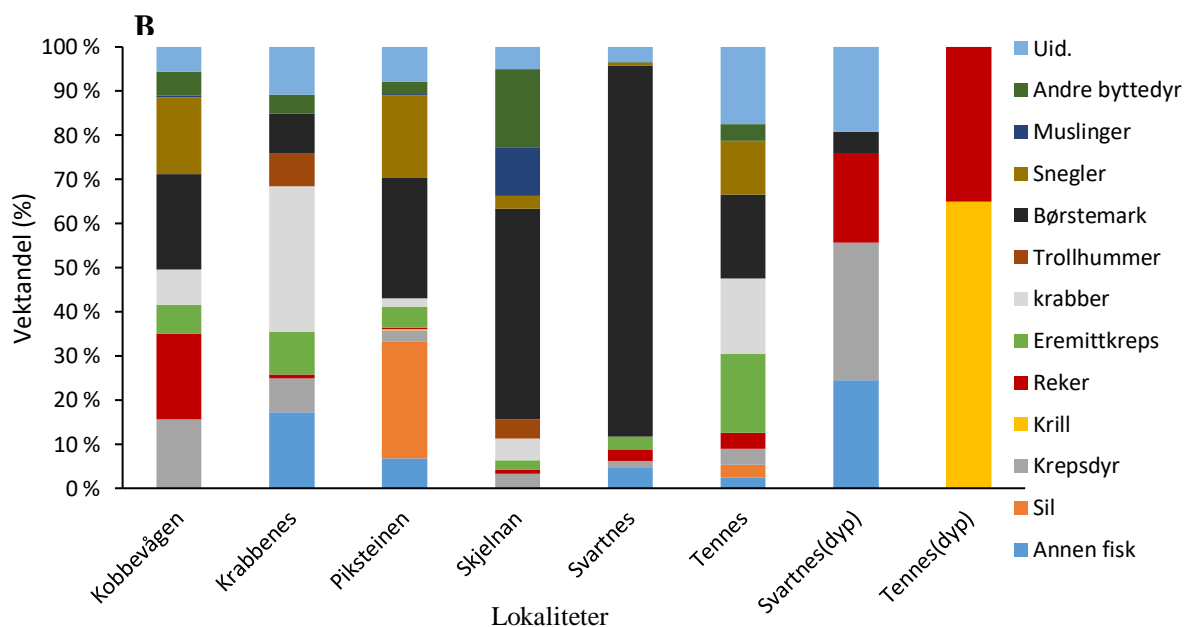
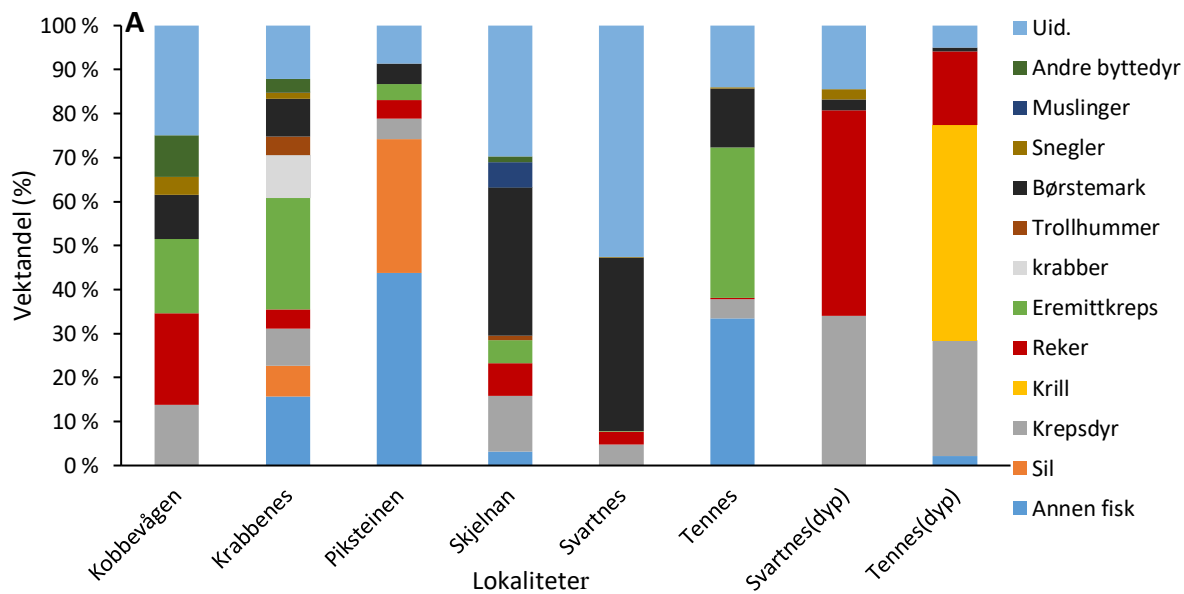
Byttedyrgruppen trollhummer ble identifisert i seks av totalt 26 mageprøver fra Krabbenes, og utgjorde omtrent 5 %V av dietten fra denne lokaliteten. Torsk fra Piksteinen hadde høyest proporsjon fisk i dietten, og fisk utgjorde over 30 %V. Proporsjon krepsdyr, eremittkreps og krabber lav, mens børstemark utgjorde over 20 % av dietten (figur 14). Ved Skjelnan var børstemark en viktig del av dietten, og utgjorde i overkant av 40 %V. Byttedyrgruppene annen fisk, krepsdyr, reker, eremittkreps, krabber og trollhummer utgjorde totalt 20 %V av dietten fra Skjelnan. Svartnes var den lokaliteten med størst vektproporsjon av børstemark i dietten, og byttedyrgruppen utgjorde omtrent 80 %V. Ellers besto dietten til torsk fra Svartnes av annen fisk, krepsdyr, reker og eremittkreps (figur 14). Ved Tennes hadde torsken størst proporsjon av eremittkreps i dietten (20 %V). I tillegg besto dietten av omtrent 10 %V annen fisk og under 5 %V reker og krepsdyr. Krabber og snegler utgjorde omtrent 10 %V hver, mens børstemark bidro til 15 %V av dietten.



Figur 14. Oversikt over vektproporsjon (%V) av de ulike byttedyrgruppene i mageinnholdet til torsk på alle undersøkte lokaliteter. Data fra Kobbevågen (Mai) mangler i diettdata.

Hos kysttorsk under 25 cm inneholdt dietten større vektproporsjon eremittkreps ved både Kobbevågen, Krabbenes og Tennes (figur 15A). Generelt hadde fisk under 25 cm større vektproporsjon krepssdyr i dietten, mens torsk over 25 cm hadde spist mer snegler og krabber. Fisk under 25 cm fra Pikstein hadde spist 40 %V annen fisk, og hadde totalt over 70 %V fisk i dietten, mens fisk over 25 cm hadde spist mer børstemark. Trolig skyldes forskjellene at noen få individer har spist veldig mye av enkelte byttedyr. Torsk under 25 cm hadde høyere vektproporsjon fisk i dietten.



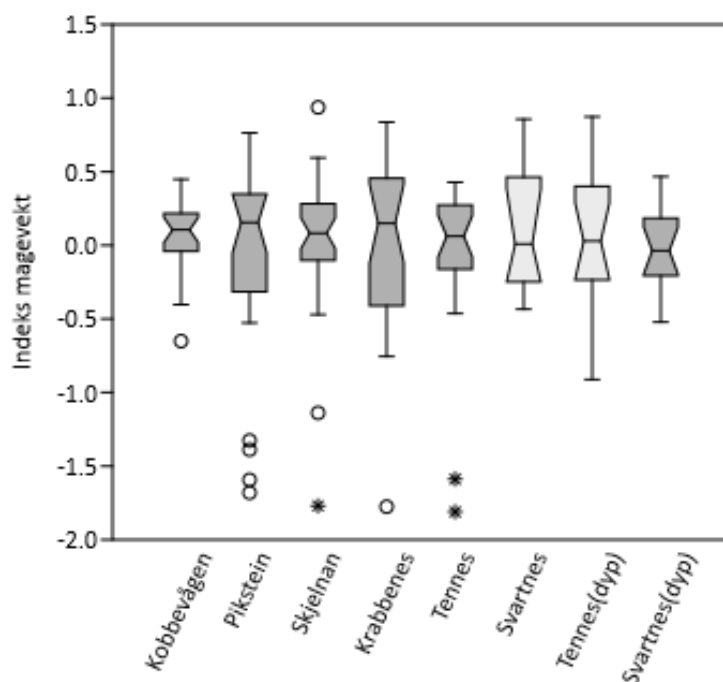


Figur 15. Oversikt over vektproporsjon (%V) av de ulike byttedyrgruppene i mageinnholdet til småtorsk under 25 cm (A) og over 25 cm (B). Beregnet for alle undersøkte lokaliteter. Data fra Kobbvågen (Mai) mangler i diettdata.

Multivariat analyse viste at dietten fra Tennes (dyp) var signifikant forskjellig fra alle lokaliteter bortsett fra Svartnes (Enveis ANOSIM,  $p < 0,05$ ). Diettsammensetningen ved Skjelnan var signifikant forskjellig fra Kobbvågen og Piksteinen. Piksteinen var også signifikant forskjellig fra Svartnes (dyp) og Tennes (dyp) (tabell A4). Det var

byttedyrgruppene børstemark, krepsdyr og reker som bidro til de største forskjellene i dietten mellom lokalitetene (tabell A3).

Pikstein og Krabbenes hadde høyest indeks for mageinnhold ( $M = 0,154$ ,  $M = 0,149$  henholdsvis) (figur 16). Svartnes (dyp) var den eneste av lokalitetene som hadde negativ mageindeks ( $M = -0,036$ ). Av lokalitetene fra grunt vann hadde Svartnes lavest mageindeks ( $M = 0,08$ ) Det var ingen signifikant forskjell i indeks for mageinnhold mellom noen av lokalitetene (KW,  $p = 0,93$ ). Piksteinen, Skjelnan og Tennes hadde henholdsvis tre, to og to tomme mager. Det ble ikke funnet tomme mager hos torsk fra de andre lokalitetene.



Figur 16. BoksploTT som viser indeks for mageinnhold beregnet fra vekt av mageinnhold for alle lokaliteter. Verdier for magevekt er korrigert for lengde.

Beregninger av forholdet mellom våtvekt av mageinnhold og karboninnhold fra byttedyr viste at blant lokalitetene fra grunt vann hadde Krabbenes ( $C/VV = 0,095$ ) og Pikstein ( $C/VV = 0,091$ ) høyest karboninnhold i dietten (samlet for hele datamaterialet), mens Skjelnan hadde lavest ( $C/VV = 0,074$ ). Lokalitetene fra dypt vann hadde høyt karboninnholdet i dietten. Tennes (dyp) hadde høyest karboninnhold av de undersøkte lokalitetene ( $C/VV = 0,127$ ), mens Svartnes (dyp) hadde karboninnhold på  $C/VV = 0,096$  (tabell 7).

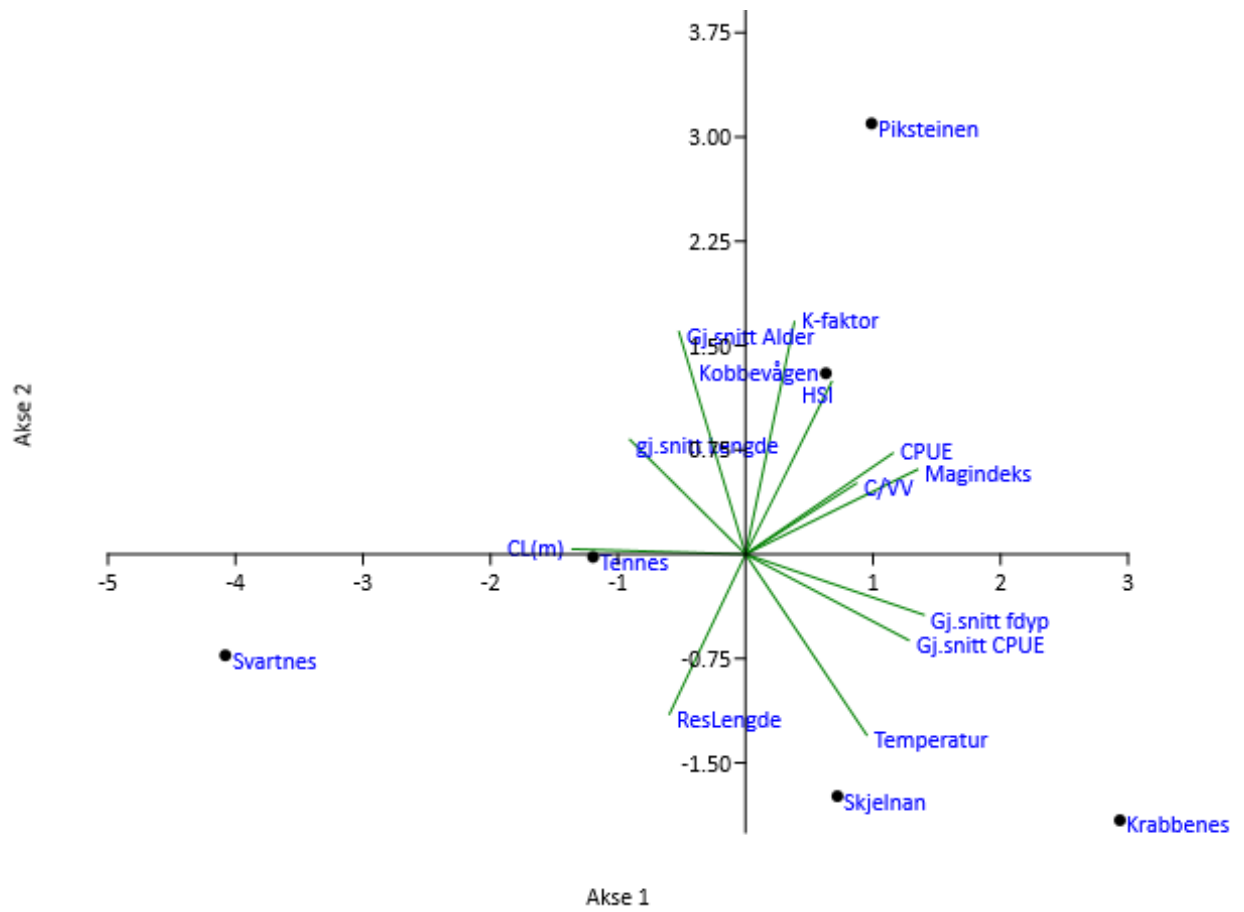
### 3.6 Biologiske variabler som indikator for habitatkvalitet

Tabell 7. Oversikt over indikatorer for hver lokalitet. C/VV er gjennomsnittlig karboninnhold i dietten. Temp er gjennomsnittstemperatur(°C) mellom 5 og 30 meter. Tomme felt betyr at det mangler verdier for følgende indikatorer.

Indikatorer								
Lokaliteter	HSI	K-faktor	Res Lengde (cm)	Mage indeks	CPUE	CL (M)	C/VV	Temp (°C)
Kobbevågen	2,16	0,048	-1,5	0,104	0,25	3	0,083	8,4
Piksteinen	1,95	0,087	-1,9	0,154	0,37	6	0,091	8,4
Skjelnan	1,49	-0,003	-1,0	0,082	0,24	1	0,074	8,8
Krabbenes	1,62	-0,005	2,2	0,149	0,32	2	0,095	9,2
Tennes	1,36	-0,010	0	0,062	0,30	10	0,088	8,5
Svartnes	1,40	-0,003	3,2	0,008	0,09	21	0,076	8,4
Tennes(dyp)	4,47	-0,108	-0,9	0,028		0	0,127	
Svartnes(dyp)	2,42	-0,051	0,9	-0,036		0	0,096	

Variablene CPUE, mageindeks, karboninnhold i dietten, gjennomsnittlig fangstdyp og CPUE hadde størst assosiasjon langs akse 1, og linjene peker mot Krabbenes (figur 17), som ser ut til å stemme overens med verdier for indikatorer i tabell 7. Av lokalitetene er akse 1 sterkest positivt assosiert med Krabbenes, og mest negativt assosiert med Svartnes (figur 17) Sortprikker (CI) var negativt assosiert med akse 1, og pekte mot Tennes og Svartnes, som var de lokalitetene som hadde høyest antall sortprikker (tabell 7).

Akse 2 var sterkere assosiert med variablene gjennomsnittlig alder, HSI, kondisjonsfaktor (K) og til dels gjennomsnittslengde. Piksteinen var plassert høyt på akse 2, mens Kobbevågen var plassert noe lavere (figur 17). På akse 2 ble Skjelnan og Krabbenes plassert negativt, og assosieres i liten grad med indikatorer som HSI, kondisjonsfaktor og gjennomsnittsalder. Residual lengde er negativt assosiert med akse 2. Plott av egenverdier og «brocken stick» kurve indikerte at akse 1 og 2 så vidt var statistisk signifikante (figur A1).



Figur 17. Viser biplott av (PCA) for biologiske variabler og temperatur fra lokaliteter på grunt vann. Lokaliteter fra dypt vann utelatt i plottet.

## 4 Diskusjon

Hensikten med denne studien var å undersøke om det finnes indikatorer for gode oppvekstområder og habitat for kysttorsk i grunne og kystnære områder. Småtorsk ble samlet inn med stang og trål i Balsfjord og utenfor Tromsø. Det ble undersøkt hvorvidt faktorene diett, vekst, kondisjon og tetthet av småtorsk kan brukes for å identifisere gode oppvekstområder og kvantifisere habitatkvalitet i kystnære områder.

### 4.1 Datainnsamling og studiedesign

Datainnsamlingen baserte seg på fiske med stang, og denne metoden er trolig lite brukt i fiskeribiologiske undersøker. Tråling i fjorder og kystnære områder er vanskelig å gjennomføre, mens bruk av strandnot oftest blir brukt for å fange fisk på dyp mindre enn fem meter (Fevolden et al. 2012). Passive redskap som garn, teiner og line er andre redskaper som blir brukt for å fange fisk på grunt vann. Det er dessuten vanskeligere å måle dybdefordeling av aldersgrupper ved bruk av stasjonære redskap. For disse redskapene blir kvaliteten på fisken dårligere og fordøyelsesprosessen vil påvirke kvaliteten på diettdataene negativt. Hensikten var å samle inn kysttorsk mellom 0 og 3 år, fra dyp mellom 0 og 30 meter. Derfor ble bruk av enkel fiskestang antatt å være en god metode. Fordelene med metoden som ble brukt var at fisken ble skånsomt behandlet og raskt lagt på is slik at mageinnholdet i liten grad ble degradert. Dessuten unngår man problemer med spising i trål. I tillegg var det mulig å logge dybdedata for hver enkelt fisk.

Dorging i lav fart (1-2 knop) med lett fiskeutstyr er en metode som fungerer best i relativt grunne områder (0-30 m). Under 30 meters dyp kunne agnet, selv med dorgelodd havne et godt stykke bak båten. Dette kan gjøre det utfordrende å fiske nært havbunnen. Mye vind kan også gjøre det vanskelig å opprettholde god bunnkontakt under fiskingen, og bidra til at effektiv fisketid blir lavere enn beregnet. På lokaliteter der havbunnen skrådde bratt ned mot fjordbunnen var det vanskelig å fiske grunnere enn 15 meter. Det viste seg å være vanskelig å fange 0-gruppe torsk (<15 cm lengde) ved bruk av denne metoden. Andre undersøkelser har vist at 0-gruppe torsk er fordelt på dyp mellom 0 og 20 meter (Michaelsen, 2012) Derfor er

metoden ikke var optimal for å fange 0-gruppe torsk. Det kan også tenkes at det kunstige agnet som ble benyttet ikke er egnet for å fange torsk under 15 cm lengde.

## **4.2 Forskjeller i alders og lengdefordeling**

Det var stor forskjell i aldersfordeling mellom stasjonene. Torsk fanget ved Piksteinen var signifikant eldre enn torsk fra Skjelnan og Krabbenes, som hadde størst andel fisk på 1,5 år. Stor tetthet av torsk over 3 år kan være negativt for juvenil torsk. Kannibalisme blant torsk er et kjent fenomen, og torsk kan spise byttedyr opp mot 50% av egen kroppslengde (Bogstad et al. 1994). Samtidig kan stor tetthet av eldre fisk påvirke hvilke dyp og habitat juvenil torsk utnytter, da undersøkelser har vist at 0-gruppe torsk skifter habitat i nærvær av eldre torsk (Fraser et al. 1996). At flere av lokalitetene har større andel torsk mellom 1 og 3 år, og mindre eldre fisk, indikerer at området besitter kvaliteter som er viktige for juvenil torsk. Som foretrekker områder som gir både skjul mot predatorer og god tilgang på byttedyr.

## **4.3 Dybdefordeling og infeksjonsgrad av sortprikker.**

Ved lokalitetene Krabbenes, Piksteinen og Skjelnan var det signifikant forskjell i CPUE (fangst per enhet innsats) mellom ulike dybdeintervall. Fordeling av aldersgrupper på ulike dyp viste at torsk på 1,5 år sjeldent ble fanget grunnere enn 20 meter, og flere individer ble fanget dypere enn 30 meter. Dybdefordelingen var noe grunnere for torsk på 2,5 år.

Michaelsen (2012) undersøkte tettheten av juvenil torsk i Porsanger og Ullsfjord, og fant at det var høyest andel 0-gruppe torsk på dyp mellom 10 og 20 meter i Porsangerfjorden, mens andelen 1- og 2 gruppe torsk var størst mellom 0 og 10 meter. I Ullsfjord var andelen av alle tre aldersgruppene høyest på dyp mellom 10 og 20 meter. Forskjellene kan skyldes at mengden makroalger var beskjedne på dyp over 20 meter i Ullsfjord, mens det i Porsangerfjorden var mer algedekke på dyp mellom 0 og 10 meter (Michaelsen, 2012). Disse observasjonene stemmer godt overens med eksperimentelle forsøk, som har vist at 0-og 1-gruppe torsk er sterkere assosiert med vegetasjon enn eldre torsk.

De største områdene med ålegressenger i Troms er lokalisert i Balsfjord, blant annet i Kobbevågen (Jørgensen & Bekkby, 2013). Ålegressenger finnes vanligvis i områder med sand og mudder, og opptrer på dyp ned mot 10 meter. Ved Kobbevågen var det signifikant positiv korrelasjon mellom fangstdyp og alder (tabell 5), som betyr at yngre fisk (1,5 – 2,5 år) ble fanget på grunnere vann enn eldre torsk. Det mangler data på torsk under 15 cm, men for torsk på 1,5 år og 2,5 år kan det tenkes at områder med vegetasjon fungerer som skjul mot predatorer. Forskjeller i CPUE og vertikalfordelingen til torsk ved lokalitetene kan skyldes ulik fordeling av vegetasjon, makroalger og egnede beiteområder ved de forskjellige lokalitetene. Undersøkelser har vist at juvenil torsk ofte oppholder seg i komplekse habitat med sjøgress, makroalger og steiner. Her kan den få skjul mot predatorer og god mattilgang (Borg & Wennhage, 1997; Keats et al. 1987). Eksperimentelle studier har demonstrert at valg av habitat påvirkes av tilstedeværelsen av predatorer. Ved lav predasjonsrisiko foretrekker torsk mindre komplekse habitat (Fraser et al. 1996). Torsk er bedre i stand til å finne byttedyr i åpne habitat med substrat preget av sand og mindre vegetasjon (Persson et al. 2012). Bekkby et al. (2009) undersøkte forekomster av Stortare (*L. hyperborea*) utenfor Møre og Romsdal (62° N), og fant den vokser på dyp ned mot 30 meter. Forskjellene i CPUE og dybdefordeling av torsk mellom lokalitetene kan indikere at småtorsk i enkelte områder har spesielle dybdepreferanser, mens småtorsken ved andre lokalitetene utnytter større deler av områdene grunnere enn 30 meter.

At det var positiv korrelasjon mellom alder og antall sortprikker for alle stasjoner fra grunt vann, indikerer at torsk eldre enn 1,5 og 2,5 år utnytter grunne områder i søk etter mat, spesielt om sommeren, når *C. lingua* svermer i tidevannssonen. Som forventet var fangstdyp og antall sortprikker negativt korrelert. Tendensen var derimot noe svakere enn korrelasjon mellom alder og sortprikker (tabell 5). Forklaringen kan være knyttet til at større torsk (>25 cm lengde) har vært relativt stasjonære på grunt vann om sommeren. Antall sortprikker var lave ved lokalitetene Skjelnan og Krabbenes, der Skjelnan ligger i Tromsøsundet og Krabbenes i Kvalsundet. Sjøkartverket (1988) beskrev Tromsøsundet som et sund med sterk strøm. Dette kan være en faktor som påvirker spredning og infeksjonsgrad av sortprikker. Sandneseng (2006) antydte at tidevannsstrøm og avrenning fra ferskvann påvirker

infeksjonsgrad av sortprikker. Tettheten av strandsnegler og andre mellomverter som måker ble ikke undersøkt, men er også faktorer som påvirker mengden av sortprikker i et område.

#### **4.4 Diett**

Det var forventet at en variert diett med flere potensielle matkilder kunne være en indikator for gode oppvekstområder. Resultatene fra denne studien viste at det var noen få byttedyrgrupper som dominerte i dietten til torsk. Krepsdyr, børstemark, snegler og fisk var byttedyrgruppene med høyest vektproporsjon (%V) fra stasjonene på grunt vann. Dietten til torsk fra dypt vann besto i stor grad av krill, reker, og mindre krepsdyr som amfipoder, mysider og isopoder. Ved de grunne lokalitetene Svartnes og Skjelnan var dietten dominert av børstemark, mens dietten fra Tennes (dyp) var dominert av krill, reker og krepsdyr. Dietten til torsk fra Tennes (dyp) var signifikant forskjellig fra de andre lokalitetene og krill utgjorde over 50 %V av dietten. Også torsk fra Svartnes (dyp) og Piksteinen hadde relativt få dominerende byttedyrgrupper i dietten. Torsk fra Piksteinen hadde 20 %V børstemark, 10 %V snegler og over 30 %V fisk i dietten, og liten vektproporsjon krepsdyr. Torsk fra Kobbvågen, Krabbenes og Tennes hadde en mer variert diett, der ingen av byttedyrgruppene utgjorde mer enn 20%V av dietten. Det indikerer at de sistnevnte lokalitetene trolig har større diversitet i mulige byttedyr for torsk.

Multivariat analyse viste at det var byttedyrgruppene krepsdyr, børstemark og reker som i størst grad bidro til forskjellene mellom lokalitetene. Det var stor variasjon i hvilke krepsdyr som hadde høyest vektproporsjon i dietten, avhengig av lokalitet og predatorstørrelse. Andelen (%V) fisk i dietten var størst ved Krabbenes og Pikstein, men resultatene viste ingen tendens mot at torsk over 25 cm lengde hadde spist mer fisk enn torsk under 25 cm lengde. I motsetning til andre undersøkelser som har vist at andelen fisk i dietten øker med predatorstørrelse (Mortensen, 2007; Klemetsen, 1982; Kanapathippillai et al. 1994; Wiborg, 1948). Torsk regnes for å være en generalist, og spiser en rekke ulike byttedyr (Svåsand et al. 2000), og resultatene fra denne studien stemmer relativt godt overens med andre undersøkelser (Kanapathippillai et al. 1994). Det kan være relativt store forskjeller mellom diett hos torsk ved nærliggende lokaliteter (Klemetsen, 1982). Lokalitet og habitat vil ha betydning for observerte forskjeller i mageinnhold. Resultatene fra denne studien reflekterte



trolig de tilgjengelige matressursene ved de ulike lokalitetene som ble undersøkt.

Fiskestørrelse vil også påvirke hvilke byttedyr fisk kan spise. Forskjellene fra undersøkelser på dypt vann kan skyldes at resultatene fra denne studien er basert på torsk fanget i kystnære grunne områder (<30 m dyp), der matressursene trolig er noe forskjellige fra dypere områder.

Karboninnholdet i dietten forteller noe om forholdet mellom karboninnhold og våtvekt (C/VV) i dietten, og kan være en indikator på matkvalitet ved en lokalitet. Torsk fanget på dypt vann hadde høyere karboninnhold enn fisk fanget på grunt vann. Dette skyldes en diett dominert av krill med høyt energiinnhold og reker som har middels energiinnhold. Av lokalitetene på grunt vann hadde Krabbenes og Pikstein høyest karboninnhold i dietten, og fellesnevneren for disse lokalitetene var relativ høy proporsjon av fisk i dietten. Skjelnan og Svartnes hadde lavest karboninnhold og høy proporsjon børstemark i dietten, som har lavt energiinnhold sammenlignet med fisk, krill og reker.

Pikstein og Krabbenes hadde høyest verdi for mageinnholdindeks, mens Svartnes (dyp) var eneste lokalitet med negativ verdi. Det var ingen signifikant forskjell i mageinnholdindeks mellom lokalitetene, som indikerer at torsk fra alle lokaliteter hadde relativt bra mattilgang. Det ble kun identifisert torsk med tomme mager ved Pikstein, Skjelnan og Tennes, men antallet var så lavt at det blir vanskelig å si om det er representativt for lokalitetene. Det kan likevel gi en indikasjon på mattilgang i et habitat og tolkes sammen med andre indikatorer.

#### **4.5 Vekst og kondisjon**

Lengde ved alder for torsk fanget i Balsfjord og utenfor Tromsø var relativt lav sammenlignet med beregninger fra ytre kystområder i Troms (Hekkingen) (Sørensen, 2019). Sørensen (2019) beregnet i sin avhandling VBF for torsk fanget med garn i ytre deler av Malangen i Troms, og fant at lengde ved alder for 2-og 3 åringer var henholdsvis ca. 30 og over 40 cm. De store forskjellene skyldes trolig flere faktorer. Temperaturen i sjøen er høyere i ytre strøk, spesielt om vinteren. Hvilket redskap som ble brukt for å samle inn datamaterialet kan påvirke seleksjon og gi utslag i VBF.

Vekstresidualene viste at Krabbenes og Svartnes hadde høyest lengde ved alder. Torsk fanget ved Krabbenes hadde høyt energiinnhold i dietten, mens torsk fanget ved Svartnes hadde større vektproporsjon av byttedyr med lavt energiinnhold i dietten. Det kan tyde på at energiinnhold i dietten ikke er den eneste variabelen som påvirker vekst. Biplotet fra prinsippal komponent analyse viste at vekstresidualene var assosiert med andre variabler, men pekte i samme retning som temperatur. Krabbenes og Skjelnan var de lokalitetene med høyest gjennomsnittstemperatur. Selv om torsk fra Skjelnan hadde lavest energiinnhold i dietten, var lengde ved alder høyere enn for torsk fra Kobbevågen og Piksteinen, som hadde høyere energiinnhold i dietten. Det indikerer at temperatur er en viktig faktor for vekst, som stemmer overens med andre undersøkelser (Krohn et al. 1997)

Det var forskjeller i kondisjonsfaktor (K) og HSI (leverindeks) fra lokalitetene. Torsk fanget på dypt vann utenfor Tennes hadde signifikant høyere HSI enn torsk fanget ved de andre lokalitetene. Samtidig hadde torsk fra denne lokaliteten lavest median for kondisjonsfaktor (K). Av lokalitetene på grunt vann var det relativt små forskjeller i HSI, der Kobbevågen hadde høyest med 2,16, og Tennes hadde lavest med 1,36. Pikstein og Kobbevågen hadde høyest median for kondisjonsfaktor (K). Sett bort fra Tennes (dyp), som hadde mye høyere HSI enn de andre lokalitetene, indikerer resultatene at HSI og kondisjonsfaktor (K) samsvarer relativt godt ved alle lokalitetene.

Krill dominerte dietten til torsk fanget på dypt vann utenfor Tennes, og har høyt energiinnhold (Falk-Petersen, 1981). Det er trolig årsaken til den høye median for HSI fra Tennes (dyp). Torsk fanget på dypt vann ved Svartnes hadde ikke spist krill, men hadde derimot høyest proporsjon krepsdyr og reker (65-70% V) av alle undersøkte lokaliteter. Litteraturen viser at reker og store krepsdyr har noe høyere energiinnhold enn mindre bentiske krepsdyr, børstemark og muslinger (Clarke, 1987; Ricciardi & Bouget, 1998). Av lokalitetene fra grunt vann hadde Pikstein høyest kondisjon (K), og var signifikant forskjellig fra Skjelnan, Krabbenes og Tennes. Torsk fra Pikstein hadde spist mye fisk, som har relativt høyt energiinnhold (Sakshaug et al. 1994; Mårtensson et al. 1996). Børstemark og muslinger

utgjorde over halvparten av dietten til torsk fanget ved Skjelnan. Dette er byttedyr med relativt lavt energiinnhold, og det gjenspeiles i lav kondisjonsfaktor (K). Det kan diskuteres hvorvidt ulik aldersfordeling har påvirket forskjellen mellom Pikstein og Skjelnan med hensyn på kondisjon. Torsk under 25 cm fra Pikstein større proporsjon fisk i dietten enn torsk over 25 cm (figur 13). Derfor kan det tenkes at kondisjon (K) og karboninnhold i dietten gjenspeiler de tilgjengelige matressursene ved lokalitetene, og at det var bedre tilgang på mat med høyt energiinnhold ved Pikstein enn ved Skjelnan.

Leverindeks (HSI) og kondisjonsfaktor (K) kan være indikatorer på gode eller dårlige miljøforhold i sjøen. Lipider og proteiner er de største energikildene til fisk. Torsk lagrer hovedsakelig lipider i leveren, mens muskulaturen i stor grad består av proteiner (Lambert & Dutil, 2000; Jobling, 2001). Studier der juvenil og voksen torsk har blitt utsatt for matmangel, har vist at proteinreservene i musklene ikke påvirker kondisjon vesentlig før fettreservene i leveren er oppbrukt. Sammen utgjør disse musklene og leveren hoveddelen av energireservene i torsk (Love, 1970). At lokaliteter har relativt høy leverindeks (HSI) og kondisjonsfaktor (K) kan være en indikator på gode miljøforhold og tilgang på byttedyr med høyt energiinnhold.

#### **4.6 Hva er gode oppvekstområder for kysttorsk?**

Som beskrevet i innledningen, er det forventet at gode oppvekstområder har relativt høy tetthet av småtorsk mellom 0 og 3 år. Dietten til småtorsken bør være variert og ha høyt energiinnhold, slik at fisken oppnår god vekst og overlevelse. Områdene bør dessuten ha en vegetasjon som gir skjul mot predasjon fra større torsk og andre predatorer, i tillegg til god mattilgang. Dessuten er det viktig at gode oppvekstområder har lav tetthet av parasitter som kan være dødelig for småfisk. Utstrekningen til området kan også påvirke habitatkvaliteten, og påvirkes av helningsgraden til havbunnen.

CPUE kan brukes som et mål på tetthet av fisk. Pikstein (0,37 torsk per min) og Krabbenes (0,32 torsk per min) var de lokalitetene med høyest CPUE. De andre lokalitetene hadde relativt jevn CPUE mellom 0,25 og 0,30, mens Svartnes hadde lavest med 0,09. Når det

gjelder dybdefordeling av torsk på grunt vann, var det forventet at gode områder hadde relativt jevn fordeling av småtorsk på dyp mellom 0 og 30 meter. Pikstein, Krabbenes og Skjelnan hadde signifikant forskjell i CPUE mellom dybdeintervall, og tettheten av torsk er trolig ujevnt fordelt på grunt vann (0-30 m). Kobbvågen og Tennes hadde derimot relativt jevn fordeling av CPUE mellom ulike dybdeintervall, og det kan tenkes at torsk ved disse lokalitetene hadde jevnere fordeling på dyp mellom 0 og 30 meter.

Det var forventet at gode oppvekstområder hadde et relativt stort areal. Ved å studere kart og helningsgraden til havbunnen ved hver lokalitet, var det mulig danne seg et bilde av størrelsen på området. Siden CPUE var relativt jevn ved alle lokaliteter bortsett fra Svartnes, kan det tenkes at størrelsen på området er avgjørende for mengden småtorsk som kan «holdes» og produseres i et område. Havbunnen ved Piksteinen var relativt bratt (30,1% helningsgrad), slik at arealet mellom 0 og 30 meter ble relativt lite. Selv om CPUE var høy, kan det likevel tenkes at den totale mengden småtorsk i området er lav. Havbunnen ved Kobbvågen og Skjelnan var relativt flat, og hadde helningsgrad på henholdsvis 4,6% og 4,5%. Selv om CPUE var noe lavere ved disse lokalitetene, er det totale arealet mellom 0 og 30 meter mye større, og det kan tenkes at områdene er i stand til å produsere mer småtorsk.

Diett er en viktig indikator for gode oppvekstområder, og kan knyttes opp mot faktorer som vekst, HSI (leverindeks), kondisjonsfaktor (K) og mageinnholdindeks. Torsk er en generalist (Svåsand et al. 2000), som betyr at den spiser en rekke forskjellige byttedyr. Det var likevel stor forskjell i energiinnhold fra forskjellige byttedyr. Det var forventet at gode oppvekstområder er habitat med variert byttedyrfauna, som bidrar til god vekst og overlevelse. Spesielt Skjelnan og Svartnes hadde ensidig diett, der få byttedyrgrupper utgjorde hoveddelen av diettsammensetningen. En variert diett med jevnere fordeling av matkilder kan være en indikator på gode oppvekstområder. Stål et al (2007) undersøkte matressurser ved to ulike lokaliteter på vestkysten av Sverige, og fant at områder med lavere diversitet i byttedyrfauna hadde lik biomasse av byttedyr som områder med høyere diversitet i byttedyr. Dermed kan det tenkes at områder med mindre variasjon i tilgjengelige matressurser også kan være gode oppvekstområder for kysttorsk.

Torsk er en relativt mager fisk, som hovedsakelig lagrer lipider (fett) i leveren (jobling, 2001). Derfor er HSI en god habitatindikator for mattilgang og kvalitet for et område. Torsk fanget på dypt vann utenfor Tennes hadde signifikant høyere median for HSI enn de andre lokalitetene som ble undersøkt. Av lokalitetene fra grunt vann hadde Kobbevågen høyest HSI. Torsk fanget ved Kobbevågen hadde høy proporsjon (% V) av krepsdyr og reker i dietten, som er byttedyr med relativt høyt energiinnhold. Spesielt sammenlignet med børstemark, muslinger og mindre bentiske krepsdyr, som er blant de byttedyrgruppene som har lavest energiinnhold.

De ulike indikatorene for habitatkvalitet oppsummeres i tabell 8, og basert på rangering av hver indikator har lokalitetene Krabbenes og Kobbevågen og Skjelnan høyest totalsum. Fellesnevneren for disse lokalitetene er at de skårer jevnt på indikatorer knyttet til diett, kondisjon, fordeling av CPUE, og antall sortprikker. Samtidig skårer Kobbevågen lavt på VBF residualer, mens Skjelnan og Krabbenes skårer lavt på CPUE fordeling. Svartnes har lavest totalverdi, men skårer likevel godt på en av indikatorene. Resultatene fra Prinsipal komponent analyse (PCA) viser også at indikatorene peker i ulik retning, men at Krabbenes og Kobbevågen skiller seg ut i positiv retning. Det indikerer at lokalitetene har ulike egenskaper som påvirker habitatkvaliteten.

Tabell 8. Oversikt over rangering av forskjellige variabler for de ulike lokalitetene. 0 poeng indikerer ugunstig verdi, 1 indikerer middels og 2 indikerer høy verdi basert på forventninger om verdien for hver indikator.

<b>Indikatorer</b>	<b>Kobbevågen</b>	<b>Piksteinen</b>	<b>Skjelnan</b>	<b>Krabbenes</b>	<b>Tennes</b>	<b>Svartne</b>	<b>Tennes (dyp)</b>	<b>Svartnes (dyp)</b>
Gjennomsnittlig alder	1	0	2	2	1	1	1	1
CPUE fordeling	1	0	0	0	1	1		
CPUE gjennomsnitt	1	2	1	1	1	0		
Leverindeks (HSI)	1	1	1	1	0	0	2	2
Diettvariasjon	1	1	1	1	1	0	0	0
Mageinnholdindeks	1	1	1	1	1	1	1	1
Karboninnhold diett	1	1	0	1	1	0	2	1
Kondisjonsfaktor (K)	1	2	1	1	1	1	0	0
VBF residualer	0	0	1	2	1	2	1	1
Sortprikker	2	1	2	2	0	0	2	2
Helningsgrad habitat	2	0	2	1	1	1		
<b>Totalt</b>	<b>12</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>8</b>

## 5 Konklusjon

Resultatene fra denne studien viste det var vanskelig å definere hva som er et godt oppvekstområde for kysttorsk. En rekke faktorer påvirker overlevelse, vekst og rekruttering hos kysttorsk fra 0-3 år, og forutsetningene endrer seg fort i tiden fra kysttorskens bunnskår på grunt vann til den blir kjønnsmoden.

Forventningene til gode oppvekstområder var lokaliteter med relativ høy tetthet av småtorsk, variert og energirik diett, skjul mot predatorer, lite parasitter og stor utstrekning. Med tanke på forventningene oppfylder flere av lokalitetene mange av forventningene. Forskjellene mellom lokalitetene som ble undersøkt kan knyttes opp mot flere faktorer. Det var ulik tetthet og fordeling av torsk mellom dyp innad ved lokalitetene, som kan skyldes forskjellig forekomst av vegetasjon, tetthet av byttedyr og predasjonsrisiko. Energiinnhold i dietten, kondisjonsfaktor (K), leverindeks (HSI) og sortprikksyke varierte også mellom lokalitetene. Indikatorene for habitatkvalitet viste at kobbevågen, Krabbenes og Skjelnan hadde høyest totalverdi, og dermed kan defineres som de mest gunstige oppvekstområdene. Det betyr likevel ikke at de andre lokalitetene er dårlige oppvekstområder. Alle lokalitetene, kanskje sett bort fra Svartnes, hadde middels og gode verdier for flere av indikatorene, som indikerer at flere av områdene som ble undersøkt trolig er relativt gode oppvekstområder for kysttorsk.

Det kunne vært interessant å undersøke torsk fra områder som er helt nedbeitet av kråkeboller, for å se om slike områder er veldig forskjellige fra lokalitetene som ble undersøkt i denne studien. Det kunne også vært interessant å gjennomføre PCA eller en annen multivariat analyse på enkeltfisk, for å undersøke forskjellene mellom individer fra hver lokalitet. Effekten av predasjon er også en viktig faktor, men som ikke ble undersøkt spesifikt i denne studien. Fremtidige undersøkelser av gode oppvekstområder bør inneholde studier av både biologiske indikatorer og undersøkelser av vegetasjon og predasjon fra både fisk, sjøfugl og sjøpattedyr. Geografiske informasjonssystemer (GIS) kan også anvendes for å kartlegge størrelsen og kompleksiteten til lokaliteter. Med tanke på forvaltning av viktige habitat og økosystemer kan lokal kunnskap også bidra til å øke kunnskapsnivået om viktige oppvekstområder for kysttorsk på grunt vann.





## Referanser

- Aglen, A. Bogstad, B. og Devine, J. (2020). *Søk I Rødlista*. Artsdatabanken.no. Tilgjengelig fra: <https://artsdatabanken.no/Rodliste/Sok> (Hentet: 23. Mars 2020).
- Árnason, T. Björnsson, B. & Steinarsson, A. (2009). Allometric growth and condition factor of Atlantic cod (*Gadus morhua*) fed to satiation: effects of temperature and body weight. *Journal of Applied Ichthyology*, 25(4), 401-406.
- Aure, J., Føyn, L. & Pettersen, R. (1993). Miljøundersøkelse i norske fjorder 1975-1993.
- 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. *Fisheries Research*, 52(3), 179–189.
- Berg, E. & Albert, O. T. (2003). Cod in fjords and coastal waters of North Norway: distribution and variation in length and maturity at age. *ICES Journal of Marine Science*, 60(4), 787-797.
- Bogstad, B. et al. (1994). Cannibalism and year-class strength in Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) in Arcto-boreal ecosystems (Barents Sea, Iceland, and eastern Newfoundland).
- Borg, Å., Pihl, L. & Wennhage, H., 1997. Habitat choice by juvenile cod (*Gadus morhua* L.) on sandy soft bottoms with different vegetation types. *Helgoländer Meeresuntersuchungen*, 51(2), 197–212
- Brander, K. M. (1995). The effect of temperature on growth of Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). *ICES Journal of Marine Science*, 52(1), 1-10.
- Christie, H. et al. (2003). Species distribution and habitat exploitation of fauna associated with kelp (*Laminaria Hyperborea*) along the Norwegian Coast. *Marine Biological Association of the United Kingdom. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 83(4), 687–699.
- Clarke, K.R. (1993). Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology* 18, 117-143.
- Cote, D. et al. (2004). Habitat use and early winter movements by juvenile Atlantic cod in a coastal area of Newfoundland. *Journal of Fish Biology*, 64(3), 665-679.

- Dahle, A. et al. (2018). Analysis of coastal cod (*Gadus morhua* L.) sampled on spawning sites reveals a genetic gradient throughout Norway's coastline. *BMC genetics*, 19(1), 42.
- Davis, J. C. & Sampson, R. J. (1986). *Statistics and data analysis in geology* (Vol. 646). New York et al. Wiley.
- Dutil, J. D. & Lambert, Y. (2000). Natural mortality from poor condition in Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 57(4), 826-836.
- Eilertsen, H. C. et al. (1981). Ecological investigations on the plankton community of Balsfjorden, northern Norway. Program for the project, study area, topography, and physical environment. *Sarsia* 66 (1), 25–34.
- Espeland, S. H., Albretsen, J., Nedreaas, K. H., Sannæs, H., Bodvin, T., & Moy, F. E. 2013. Kartlegging av gytefelt.
- Espeland, S.H. et al. (2013). *Kartlegging av gytefelt; Gytefelt for kysttorsk*.
- Falk-Petersen, S. et al. (1982). Ecological investigations on the zooplankton community of Balsfjorden, northern Norway: lipids in the euphausiids *Thysanoessa raschi* and *T. inermis* during spring. *Marine Biology*, 68(1), 97-102.
- Fevolden, S. E. et al. (2012). Settling-depth vs. genotype and size vs. genotype correlations at the Pan I locus in 0-group Atlantic cod *Gadus morhua*. *Marine Ecology Progress Series*, 468, 267-278.
- Fjøsne, K. & Gjørseter, J. (1996). Dietary composition and the potential of food competition between 0-group cod (*Gadus morhua* L.) and some other fish species in the littoral zone. *ICES Journal of Marine Science*, 53(5), 757–770.
- Finne, K. & Gade, H. G. (1990). A hydrographical description and qualitative analysis of physical processes in the Balsfjord based on data collected during the years 1980-1988.
- Fraser, S. Gotceitas, V. & Brown, J.A. (1996). Interactions between age-classes of Atlantic cod and their distribution among bottom substrates. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 53(2), 305–314.
- Gutowsky, L. F. Brownscombe, J. W. & Fox, M. G. (2011). Angling to estimate the density of large round goby (*Neogobius melanostomus*). *Fisheries Research*, 108(1), 228-231.

- Harley, S. J. Myers, R. A. & Dunn, A. (2001). Is catch-per-unit-effort proportional to abundance? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 58(9), 1760-1772.
- Heggberget TM. (1995). Food resources and feeding ecology of marine feeding otters (*Lutra lutra*). In: Skjoldal HR, Hopkins C, Erikstad KE, Leinaas HP (eds) *Ecology of fjords and coastal waters*. Elsevier, Leiden, 609–618.
- Holte, B. & Oug, E. (1996). Soft-bottom macrofauna and responses to organic enrichment in the subarctic wates of Tromsø, northern Norway. *Journal of Sea Research*, 36(3-4), 227-237.
- Houde, E. (1987). Fish early life dynamics and recruitment variability. Am. Fish. Soc. Symp. Ser. 2: 17-29.
- Hågvar, E.B. (2010). *Det zoologiske mangfoldet: dyregruppernes systematikk, bygning og levevis* 3. utg., Oslo: Universitetsforl.
- Kanapathipillai, P. et al. (1994). The food consumption of cod, *Gadus morhua* L., in a high-latitude enhancement area. *Aquaculture and Fisheries Management*, 25, Supplement 1: 65-76.
- Keats, D.W. Steele, D.H. & South, G.R. (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(1), 49–53.
- Klemetsen, A. (1982). Food and feeding habits of cod from the Balsfjord, northern Norway during a one-year period. *ICES Journal of Marine Science*, 40(2), 101-111.
- Kolsum, I. (2011). *Diett og posisjoner i næringsnettet til torskefisk i Ullsfjord*. Masteroppgave. Universitet i Tromsø. Tilgjengelig fra: <https://hdl.handle.net/10037/3393> (Hentet: 12. November 2019)
- Krohn, M. Reidy, S. & Kerr, S. (1997). Bioenergetic analysis of the effects of temperature and prey availability on growth and condition of northern cod (*Gadus morhua*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 54(S1), 113-121.
- Køie, M. (1977). Stereoscan studies of cercariae, metacercariae, and adults of *Cryptocotyle lingua* (Creplin 1825) Fiscoeder 1903 (*Trematoda: Heterophyidae*). *The Journal of parasitology*, 835-839.

- Godø, O. and Moksness, E. (1987). Growth and Maturation of Norwegian coastal cod and Northeast Arctic cod under different conditions. *Fisheries Research*, 5(2-3), 235-242.
- Heggland, K. N. (2013). *Relation between habitat characteristics and abundance, diet and condition of 0-group cod in two northern Norwegian fjords*. Masteroppgave. Universitetet i Tromsø. Tilgjengelig fra: <https://hdl.handle.net/10037/5509> (Hentet: 10. oktober 2019)
- Huse, G. & Bakkeiteig, I. (2018). Ressursoversikten 2018. *Fisken og Havet*.
- Jakobsen, T. (1987). Coastal cod in Northern Norway. *Fisheries Research*, 5(2), 223-234.
- Jobling, M. (2001). Nutrient partitioning and the influence of feed composition on body composition. *Food intake in fish*, 354-375.
- Johansen, R. Barrett, R.T. Pedersen, T. (2001). Foraging strategies of Great Cormorant *Phalacrocorax carbo carbo* wintering north of the Arctic Circle. *Bird Study* 48, 59–67.
- Jørgensen, N. M. & Bekkby, T. (2013). Historical and present distribution of *Zostera marina* in the high north (Troms County, northern Norway) – a decline over the last century. *Botanica Marina*, 56(5-6), 425-430.
- Knutsen, H. et al. (2007). Egg distribution, bottom topography and small-scale cod population structure in a coastal marine system. *Marine Ecology Progress Series*, 333, 249-255.
- Koie, M. (1977). Stereoscan studies of cercariae, metacercariae, and adults of *Cryptocotyle lingua* (Creplin 1825) Fiscoeder 1903 (Trematoda: Heterophyidae). *The Journal of parasitology*, 63(5), 835–839.
- Langton, R. W. et al (1996). The interface between fisheries research and habitat management. *North American Journal of Fisheries Management*, 16(1), 1-7.
- 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(2), .97-109.
- Loken, S. Pedersen, T. & Berg, E. (1994). Vertebrae numbers as an indicator for the recruitment mechanism of coastal cod of northern Norway. In *ICES Marine Science Symposia* (Vol. 198, 510-519).
- Love, R. M. (1970). The chemical biology of fishes. With a key to the chemical literature. *The chemical biology of fishes. With a key to the chemical literature*.

- Lysne, D. A. Hemmingsen, W. & Skorping, A. (1997). Regulation of infrapopulations of *Cryptocotyle lingua* on cod. *Parasitology*, 114(2), 145-150.
- Mann, K. H. (2000). *Ecology of coastal waters: with implications for management* 2nd ed., Malden, Mass: Blackwell Science.
- McDonald, J. H. (2009). *Handbook of biological statistics* Baltimore, MD: sparky house publishing. Vol. 2, 6-59.
- Michaelsen, C. (2012). Habitat choice of juvenile coastal cod: the role of macroalgae habitats for juvenile coastal cod (*Gadus morhua* L.) in Porsangerfjorden and Ullsfjorden in Northern Norway. Masteroppgave. Universitet i Tromsø. Tilgjengelig fra: <https://munin.uit.no/handle/10037/4692> (Hentet: 12. mars 2020).
- Mjanger, H. et al. (2011). Håndbok for prøvetaking av fisk og krepsdyr. *Versjon 3.16*. Bergen: Institute of Marine Research, pp. 195.
- Mortensen, E. (2007). *Er det variasjon i diett og lengde ved alder hos torsk (Gadus morhua) nord for 64° N?* Masteroppgave. Universitetet i Tromsø. Tilgjengelig fra: <https://hdl.handle.net/10037/1059> (Hentet 15. november 2020)
- Mårtensson, P. E. et al. (1996). Seasonal changes in energy density of prey of northeast Atlantic seals and whales. *Marine Mammal Science*, 12(4), 635-640.
- Norderhaug, K. M., Christie, H. & Rinde, E. (2002). Colonisation of kelp imitations by epiphyte and holdfast fauna; a study of mobility patterns. *Marine Biology*, 141(5), 965.
- Norderhaug, K. & Christie, H. (2007). Reetablering av tareskog i områder av midt-Norge som tidligere har vært beitet av kråkeboller.
- Noestvik, F. & Pedersen, T. (1999). Catching cod for tagging experiments. *Fisheries Research*, (1-2), 57-66.
- Olsen, J.L. et al. (2013). Eelgrass *Zostera marina* populations in northern Norwegian fjords are genetically isolated and diverse. *Marine Ecology Progress Series*, 486, 121-132.
- Oug, E. et al. (2010). Kystvann (bunn og pelagisk). Direktoratet for naturforvaltning.
- Peters, D. S. & Cross, F. A. (1992). What is coastal fish habitat. *Stemming the tide of coastal fish habitat loss*. National Coalition for Marine Conservation, Savannah, GA, 17-22.

- Ricciardi, A. & Bourget, E. (1998). Weight-to-weight conversion factors for marine benthic macroinvertebrates. *Marine ecology progress series*, 163, 245-251.
- Rinde, E. et al. (1998). *Kystøkologi*, Oslo: Universitetsforl.
- Rollefsen, G. & Fiskeridirektoratets havforskningsinstitutt, 1933. *The otoliths of the cod: preliminary report*, Bergen: Fiskeridirektoratet.
- Sakshaug, E. et al. (1994). Structure, biomass distribution, and energetics of the pelagic ecosystem in the Barents Sea: a synopsis. *Polar Biology*, 14(6), 405-411.
- Sandneseng, E. (2006). Variation in abundance, diet, otolith zone patterns and black spot disease (*Cryptocotyle lingua*) of 0-group coastal cod (*Gadus morhua* L.) in northern Norway. Masteroppgave. Universitetet i Tromsø. Tilgjengelig fra: <https://munin.uit.no/handle/10037/430> (Hentet: 15. november 2019)
- Sjøkartverk, N. (1988). Den norske los bind 6, farvannsbeskrivelse Lødingen - Grense Jakobselv. 351
- Stoner, A. W. Manderson, J. P. & Pessutti, J. P. (2001). Spatially explicit analysis of estuarine habitat for juvenile winter flounder: combining generalized additive models and geographic information systems. *Marine Ecology Progress Series*, 213, 253-271.
- Stransky, C. et al. (2008). Separation of Norwegian coastal cod and Northeast Arctic cod by outer otolith shape analysis. *Fisheries Research*, 90(1-3), 26-35.
- Stål, J. Pihl, L. & Wennhage, H. (2007). Food utilisation by coastal fish assemblages in rocky and soft bottoms on the Swedish west coast: Inference for identification of essential fish habitats. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 71(3-4), 593-607.
- Svåsand, T. et al. (2000). The enhancement of cod stocks. *Fish and Fisheries*, 1(2), 173-205.
- Sæther, B. S. et al. (2017). Havbruksnæringens konsekvenser for økosystemtjenester og samfunn i nordområdene. Forprosjekt Balsfjorden.
- Sørensen, O. J. R. (2019). *Fish communities in shallow coastal waters-a study of effects of season and bottom substrate*. Masteroppgave. Universitetet i Tromsø. Tilgjengelig fra: <https://ninum.uit.no/handle/10037/16801> (Hentet: 14. april 2020)

Tupper, M. & Boutilier, R. G. (1995). Effects of habitat on settlement, growth, and postsettlement survival of Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 52(9), 1834-1841.

Wennhage, H. Pihl, L. & Stål, J. (2007). Distribution and quality of plaice (*Pleuronectes platessa*) nursery grounds on the Swedish west coast. *Journal of Sea Research*, 57(2-3), 218-229.

Wiborg, K. F. 1948. Investigations on cod larvae in the coastal waters of northern Norway. *Fiskeridirektoratets skrifter, Serie Havundersøkelser*, 9, 27.

Wiesener, J. (2015). *Studie av bunnforhold og forekomst og tetthet av utvalgte fisk og pigghuder-Evaluering av undervannsfilmning som metode*. Masteroppgave. UiT Norges arktiske universitet. Tilgjengelig fra: <https://hdl.handle.net/10037/7693> (Hentet: 10. september 2019)

Williams, H. H. MacKenzie, K & McCarthy, A M. (1992). Parasites as biological indicators of the population biology, migrations, diet, and phylogenetics of fish. *Reviews in fish biology and fisheries*, 2(2), 144–176.

Zhou, M.S. Zhu, Y. & Tande, K.S. (2005). Circulation and behavior of euphausiids in two Norwegian sub-Arctic fjords. *Marine Ecology Progress Series*, 300, 159–178.

### **Internettkilder:**

Fiskeridirektoratet. (2020) Tilgjengelig fra: <https://yggdrasil.fiskeridir.no/> (Hentet 15. februar 2020)

Kartverket. (2020) Tilgjengelig fra: <https://www.kartverket.no/Kart/Sjokart/> (Hentet 25. januar 2020)

## Appendiks

Tabell A1. Resultater fra Mann-Whitney parvis aldersfordeling alle stasjoner. Signifikante verdier markert med rødt.

Lokaliteter	Kob	Pik	Skj	Krab	Ten	S.nes	T(dyp)	S(dyp)
Kobbevågen								
Piksteinen	0,09							
Skjelnan	0,01	1,9E-06						
Krabbenes	0,25	0,00002	1					
Tennes	1	0,58	0,001	0,05				
Svartnes	1	1	0,025	0,31	1			
Tennes(dyp)	1	0,03	0,08	0,82	1	1		
Svartnes(dyp)	1	0,03	0,08	0,82	1	1	1	
Kobbvågen(vår)	1	1	9,15	0,79	1	1	1	

Tabell A2. Resultater Mann-Whitney parvis median sortprikker for alle lokaliteter. Signifikante verdier er markert med rødt.

Lokaliteter	Kob	Pik	Skj	Krab	Ten	S.nes	T (dyp)	S (dyp)
Kobbevågen								
Piksteinen	0,14							
Skjelnan	0,013	4,5E-07						
Krabbenes	1	0,01	1					
Tennes	0,06	1	0,0001	0,02				
Svartnes	1	1	0,07	0,67	1			
Tennes(dyp)	0,08	0,0002	1	1	0,002	0,13		
Svartnes(dyp)	0,001	6,9E-06	1	0,27	0,0006	0,027	1	
Kob(vår)	1	1	0,21	1	1	1	0,31	0,02

Tabell A3. Oversikt over resultatene fra SIMPER – analyse i PAST. GS betyr gjennomsnitt, og lokalitetsnavnene er skrevet som forkortelser. Analysen ble gjennomført med bray-curtis måling.



Byttedyr - grupper	GS ulikhet	Bidrag (%)	Kumulativ (%)	GS Kob	GS Krab	GS Pik	GS Skj	GS Svt	GS Sdyp	GS Ten	GS Tdyp
B.mark	16,67	19,57	19,57	0,37	0,20	1,10	0,78	7,56	0,04	0,48	0,01
Uid.	10,55	12,38	31,96	0,19	0,26	0,33	0,26	0,42	0,19	0,45	0,05
E.kreps	9,47	11,12	43,07	0,17	0,37	0,20	0,06	0,25	0,00	0,57	0,00
Krepsdyr	9,36	10,98	54,06	0,30	0,19	0,11	0,12	0,16	0,39	0,10	0,29
Reker	8,56	10,05	64,11	0,38	0,05	0,02	0,06	0,24	0,42	0,08	0,44
An.fisk	6,96	8,17	72,27	0,00	0,38	0,33	0,02	0,41	0,12	0,23	0,02
Snegler	5,16	6,06	78,33	0,29	0,01	0,75	0,03	0,06	0,02	0,26	0,00
Krill	4,78	5,61	83,94	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	1,01
Krabber	4,02	4,71	88,66	0,12	0,54	0,07	0,06	0,00	0,00	0,37	0,00
Sil	3,80	4,46	93,12	0,00	0,07	1,10	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00
An.Bdyr	3,38	3,97	97,09	0,12	0,09	0,11	0,22	0,01	0,00	0,08	0,00
Tr.hummer	1,34	1,57	98,65	0,00	0,14	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
Musling	1,15	1,35	100,00	0,01	0,00	0,01	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabell A4. Resultater Enveis ANOSIM av forskjeller i diett for alle lokaliteter. Signifikante verdier markert med rødt. Analysen ble gjennomført med Bray-Curtis måling.

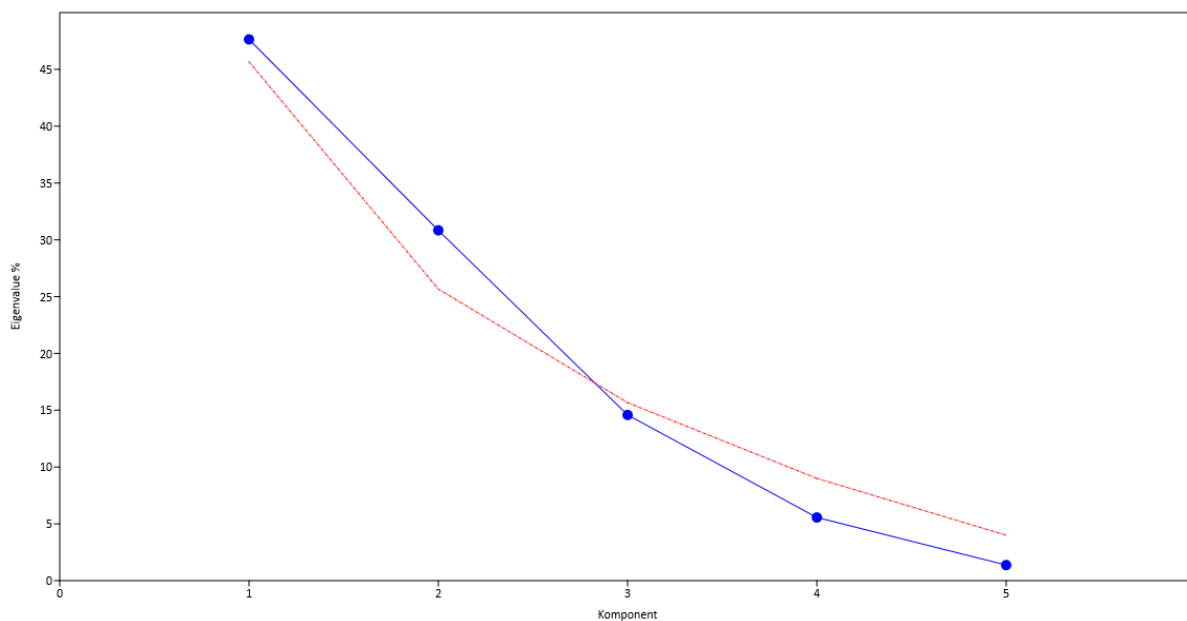
Lokaliteter	Kob	Krab	Pik	Skj	S.nes	S(dyp)	Ten	T (dyp)
Kobbevågen								
Krabbenes	0,44							
Piksteinen	0,06	0,01						
Skjelnan	0,01	0,09	0,006					
Svartnes	1,00	1,00	1,00	1,00				
Svartnes (dyp)	1,00	1,00	0,003	0,58	0,05			
Tennes	0,41	1,00	0,51	0,08	1,00	0,01		
Tennes(dyp)	0,003	0,003	0,003	0,003	0,10	0,03	0,003	

Tabell A5. oversikt over verdier for karboninnhold for alle byttedyrgrupper som ble identifisert i dette studiet. Enkelte verdier er beregnet av gjennomsnittsverdier fra flere byttedyr eller arter som inngår i byttedyrgruppene. Disse er merket med stjerne (\*).

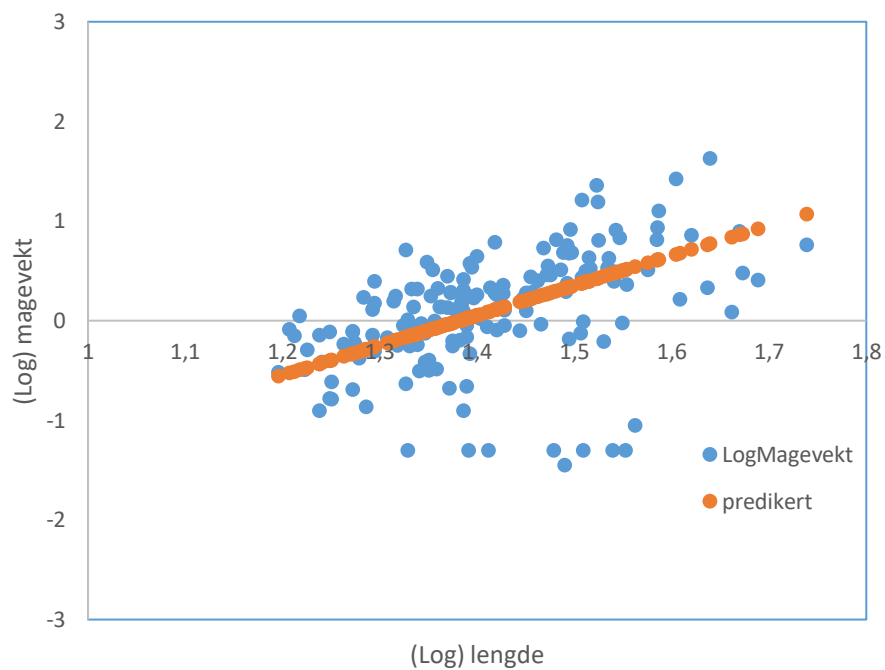
Byttedyrgrupper	Karboninnhold	Referanser
Annen fisk	0,115	Lawson et al. 1998
Sil	0,131	Mårtensson et al. 1996
Krepsdyr	0,076*	Ricciardi & Bourget, 1998
Krill	0,15*	Falk-Petersen, 1981
Reker	0,115*	Clarke, 1987
Eremittkreps	0,097*	Rumohr et al. 1987
Krabber	0,097	Rumohr et al. 1987
Trollhummer	0,097	Rumohr et al. 1987
Børstemark	0,0712*	Ricciardi & Bourget, 1998
Snegler	0,055	Ricciardi & Bourget, 1998
Muslinger	0,044	Pedersen et al. 2016
Andre byttedyr	0,051	Ricciardi & Bourget, 1998
Uidentifisert	0,0916	Gjennomsnitt for andre grupper

Tabell A6. oversikt over fangst av andre arter under datainnsamling på grunt vann.

Lokaliteter	Antall sei	Antall hyse
Kobbevågen	3	0
Piksteinen	10	0
Tennes	3	0
Skjelnan	7	4
Krabbenes	5	1
Skjelnan	0	1
<b>Totalt</b>	<b>28</b>	<b>6</b>



Figur A1. Broken stick prinsipal komponent analyse (PCA). Blå linje viser Eigenverdiene for hver komponent/akse, mens den røde indikerer hvilke av aksene som gir signifikante i prinsipal komponent analyse.



Figur A2. Viser regresjon magevekt for fisk undersøkt ved alle lokaliteter utenom Kobbvågen (mai)



*Figur A3. Viser grønn hårekhekle med 5 kroker.*