

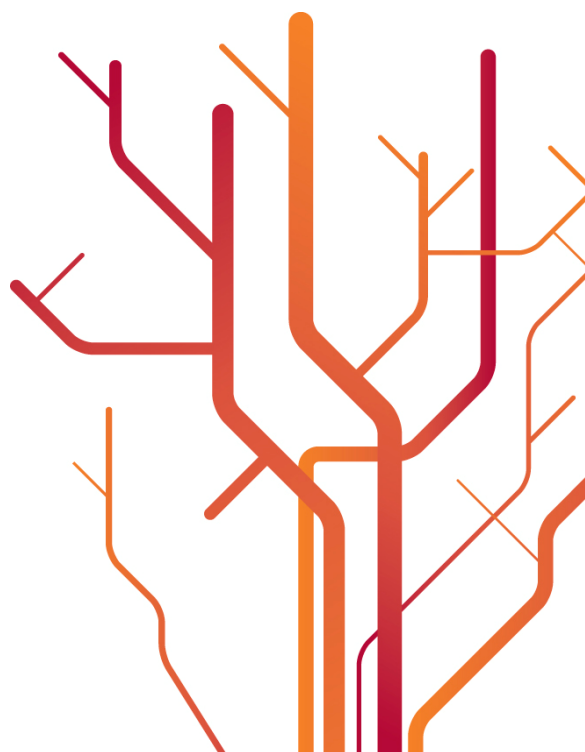
## Diett og posisjoner i næringsnettet til torskefisk i Ullsfjord



**Ina Kolsum**

Mastergradsoppgave i fiskeri- og havbruksvitenskap  
Studieretning - Fiskeribiologi (60 stp)

Mai 2011



## Sammendrag

Dette studiet undersøker diett og posisjoner i næringsnettet til de seks torskefiskene, torsk (*Gadus morhua*), hyse (*Melanogrammus aeglefinus*), hvitting (*Merlangius merlangus*), kolmule (*Micromesistius poutassou*), øyepål (*Trisopterus esmarkii*) og sølvtorsk (*Gadiculus argenteus thori*) i Ullsfjord. Innsamling av prøver ble gjort med bunnrål ved de fem lokalitetene, Arnøy, Eidstranddjupet, Lattervik, Breivikeidet og Ullsnes, i februar og juni 2010. Totalt ble innholdet av 496 mager analysert. For kolmule og sølvtorsk var det totale antall mager analysert så lite at det ikke var mulig å bruke videre. Byttedyrene ble delt inn i 20 grupper. Torsk, hyse og hvitting hadde et svakt ontogenetisk skifte i dietten, der andelen fisk i dietten økte med økende lengde. Dietten til øyepål var dominert av ulike krepsdyr, som krill, amfipoder og hoppekreps. Hos torsk, hyse og hvitting var mageinnholdet også dominert av relativt få byttedyrgrupper, og krill var svært dominerende. Nisjebredden var med få unntak lav. Nisjeoverlappen mellom artene var jevnt over høy, men konfidensintervallene var store. Hyse hadde i større grad enn de andre torskefiskene spist bentiske evertebrater som slangestjerner, manglebørstemarkere og muslinger, men disse byttedyrene utgjorde lite av mageinnholdet. Hovedsaklig beitet torsk på litt større byttedyr, som fisk og reker, enn hyse. Torsk, hyse og hvitting beitet alle på øyepål, men en del øyepål ble sannsynligvis spist i trål. Det var svært lite pelagisk fisk, som lodde og sild, i predatormagene. Dietten varierte mellom lokaliteter. I ytre del av fjorden dominert fisk og reker i magene, i midtre del krill og reker, og i indre del fisk og krill. Det var også variasjoner i dietten mellom måneder. I februar besto dietten hovedsaklig av fisk i ytre del, krill i midtre og fisk og krepsdyr i indre del. I juni var reker dominerende i ytre og midtre del, mens det i indre del fortsatt var fisk og krepsdyr som dominerte, men andelen fisk var noe større denne måneden enn i februar. Byttedyr fra den pelagiske næringskjeden, og spesielt krill, var viktig for alle torskefiskene i Ullsfjord.

## Forord

Denne oppgaven markerer slutten på fem års studier ved Universitetet i Tromsø. I den anledning vil jeg først og fremst takke, min hovedveileder Torstein Pedersen og biveileder Einar M. Nilssen, for kyndig hjelp fra begynnelse til slutt.

Jeg vil også takke mine medstudenter, spesielt kull 06, for en flott studietid. Det har ikke vært det samme uten dere.

Og til slutt vil jeg takke min familie, som alltid er der og støtter meg.

Tromsø, mai 2011

Ina Kolsum

# Innholdsfortegnelse

<b>Sammendrag</b> .....	i
<b>Forord</b> .....	ii
<b>Innholdsfortegnelse</b> .....	iii
<b>Innledning</b> .....	1
Bakgrunn .....	1
Biologi og diett hos viktige torskefisk .....	2
Problemstilling og hypoteser .....	7
<b>Material og metoder</b> .....	9
Lokalitet .....	9
Innsamling, opparbeiding og bearbeiding av materiale .....	11
Innsamling .....	11
Opparbeiding i felt .....	11
Bearbeiding på laboratoriet .....	11
Analyser .....	13
Datagrunnlag .....	13
Chi-kvadrat test .....	14
Næringsnettmodell .....	14
Søylediagram .....	15
Multidimensjonell skalering (MDS) .....	15
Kanonisk korrespondanseanalyse (CCA) .....	15
Nisjebredde og nisjeoverlapp .....	16
<b>Resultater</b> .....	18
Fordeling av byttedyrgrupper på fordøyelsesgrad .....	18
Generell beskrivelse av byttedyrsammensetningen .....	19
Predatorstørrelse og diettsammensetning .....	25
Effektene av predatorart, område og sesong på diettsammensetning .....	27
Kanonisk korrespondanseanalyse .....	30
Nisjebredde og nisjeoverlapp .....	32
<b>Diskusjon</b> .....	35
Datagrunnlag .....	35
Spising i trål .....	36

Effekten av predatorstørrelse.....	37
Effekten av predatorart.....	38
Effekten av lokalitet .....	40
Effekten av sesong .....	41
Oppsummering .....	43
<b>Konklusjon</b> .....	44
<b>Referanser</b> .....	45
<b>Vedlegg</b> .....	49

# Innledning

## Bakgrunn

Torskefisk er en økologisk viktig gruppe langs hele norskekysten. Torsk, hyse, sei og brosme er velkjente arter. Varierende forhold, biotiske og abiotiske, i kystsonen gjør at der er store miljøvariasjoner i økosystemene. Torskefiskenes roller og betydning vil være påvirket av disse forholdene og vil derfor kunne variere langs med kysten. Dette er en utfordring for forvaltningen av kystøkosystemene. For å oppnå en best mulig forvaltning og bærekraftig utvikling av de biologiske ressursene vil det være nødvendig å ha kunnskap om hvordan de aktuelle organismene lever, interaksjonene mellom dem, de naturlige rammebetingelsene og press fra menneskelige aktiviteter.

Organismer kan ha sin utbredelse i hele eller bare deler av et økosystem, og de kan vandre mellom forskjellige økosystemer. Relasjonene mellom artene vil derfor kunne endre seg gjennom et økosystem og gjennom året (Dommasnes, 2005). Disse relasjonene blir uttrykt i artens plassering i næringskjeden. Næringskjeden er en enkel matkjede som bygger på trofiske nivåer, der en organisme spiser fra et trofisk nivå og blir spist av en organisme fra neste trofisk nivå. Dette er et veldig forenklet bilde av virkeligheten, da mange organismer har en diett som består av byttedyr fra flere trofiske nivå. Dette illustreres i et næringsnett, der alle trofiske relasjoner mellom organismer er med, også de som forandrer seg i løpet av året og hvor i økosystemet en befinner seg (Dommasnes, 2005). Kunnskap om næringsnett og hvilken rolle en art har i det, vil derfor være et nyttig verktøy og gi kunnskap som er nødvendig ved økosystemforvaltning.

Forskningsprosjektet: "Investigating costal ecosystem structure and dynamics using Ecopath/Ecosim ecosystem models and stable isotope data", skal i perioden 2009-2012 utarbeide en økosystemmodell for Ullsfjord i Troms (Pedersen *et al.*, 2008a). Modellen vil bygge på data fra både klassiske prøvemethoder, som undersøkelser av diett og tetthet/størrelse for fiskegrupper, og data fra stabile isotoper. Det skal også gjøres en sammenligning av økosystemmodeller fra forskjellige tidsperioder og områder for å øke forståelsen for faktorer som påvirker tid- og stedsvariabler i kystøkosystem. Dette vil være med på å hjelpe utviklingen av passende utnyttelse og forvaltning for disse og liknende økosystem (Pedersen *et al.*, 2008a).

Økt kunnskap om hvilke roller torskefisk har i en nordnorsk fjord som Ullsfjord, og hvilke faktorer som er med å påvirke disse rollene vil være nyttig for en framtidig økosystembasert forvaltning. Under vil det bli gjort en gjennomgang av biologien til torsk (*Gadus morhua*), hyse (*Melanogrammus aeglefinus*), hvitting (*Merlangius merlangus*), kolmule (*Micromesistius poutassou*), øyepål (*Trisopterus esmarkii*) og sølvtorsk (*Gadiculus argenteus thori*) og av diettstudier med hensyn til diettvariasjoner mellom artene og innen art hos fisk med forskjellig størrelse, og i forskjellige områder og sesonger.

## **Biologi og diett hos viktige torskefisk**

Torskefiskfamilien (Gadidae) består av omtrent 80 arter, hvorav 23 lever i norske farvann (Pethon, 2005). Langs norskekysten nord for ca. 62 °N finnes det to hovedtyper av torsk, den vandrende nordøstarktiske torsken og den stasjonære kysttorsken (Pethon, 2005). Denne oppgaven vil omhandle kysttorsken som oppholder seg i fjordene hele året. Kysttorsk kan bli opptil 1,3 m og 40 kg, men blir sjelden over 80 cm (Pethon, 2005; Gjøsæter *et al.*, 2010). Vanligvis blir den ikke over 15 år, men kan leve helt til den er 20 år. Hyse har også en maksimum levealder på 20 år. Den kan bli 110 cm lang og ha en vekt opptil 20 kg (Pethon, 2005; Gjøsæter *et al.*, 2010). I våre områder blir hvitting opptil 55 cm lang (Moen & Svensen, 1999). Kolmule blir maksimum 50 cm, 800 gram og 10 år. Øyepål, en liten og kortlevd art, er vanligvis opptil 0,1 kg og 13-19 cm, men kan bli så lang som 25 cm. Den har en maksimum levetid på 5-6 år. Sølv torsken, som er minst av disse seks artene, kan bli 15 cm lang, men er sjelden over 10 cm. Det er også arten som lever kortest, med en levertid på bare maksimalt tre år (Pethon, 2005; Gjøsæter *et al.*, 2010).

Torsk er hovedsaklig en bunnfisk, men kan oppholde seg pelagisk i perioder under beiting og gyting. Kysttorsken er å finne i fjorder og kystnære områder fra tarebeltet og ned mot 500 m (Gjøsæter *et al.*, 2010). Hyse er også en bunnfisk. Den er utbredt på begge sider av Nord-Atlanteren, fra Nord Carolina til Newfoundland i vest og fra Portugal til Island, Spitsbergen i nord og Novaja Zemlja i øst (Pethon, 2005). Den er en vanlig art langs hele norskekysten og i Barentshavet (Olsen *et al.*, 2010). Hyse trives best ved sandblandet leire og grusbunn, og er å finne på dyp fra 10 til 300 m (Moen & Svensen, 1999; Gjøsæter *et al.*, 2010). Hvitting trives best på sand- og mudderbunn på 10-200 m dyp. Den er vanligvis en bunnfisk, men opptrer tildels pelagisk. Det er den yngre fisken som står ved strendene, mens den store fisken står

dypere og lengre borte fra kysten. Hvitting har sin utbredelse i Øst-Atlanteren. Den er å finne langs hele kysten, men vanligst opp til Stad (Pethon, 2005). Kolmule er en mesopelagisk art som er å finne i hele Nord-Atlanteren fra overflaten og ned til 600-700 m dyp, men er mest vanlig fra 200 til 500 m (Pethon, 2005; Gjøsæter *et al.*, 2010). Øyepål befinner seg på 80-300 m dyp og har en vid utbredelse i østre deler av Nord-Atlanteren (Moen & Svensen, 1999). Sølvorsk er tallrik i norske fjorder og er å finne på dyp fra 60 til 1000 m, men vanligst er den langs kontinentalskråningen på 200-500 m dyp. Arten har sin utbredelse i Nordøst-Atlanteren (Pethon, 2005).

Alle de seks artene gyter i første halvdel av året. Hvittingen har den lengste gyteperioden fra januar til juli, med størst aktivitet i mars-april (Moen & Svensen, 1999). Hovedgyteområdet er i den nordlige delen av Nordsjøen og i Skagerrak, men den gyter ved norskekysten helt opptil Trøndelag (Pethon, 2005). Det er funnet gytende hvitving i Ullsfjord i 2010 (T. Pedersen, BFE, Universitetet i Tromsø, pers. medd.). Øyepålen har også gyteperiode fra januar, men avslutter i mai. Den er kjønnsmoden i 1-2 års alderen og gyter hovedsaklig i området mellom Shetland og Norge (Gjøsæter *et al.*, 2010), men gyter også i inne i fjorder. Det er funnet gytende øyepål i Ullsfjord i 2010 (T. Pedersen, BFE, Universitetet i Tromsø, pers. medd.). Både torsk og kolmule gyter i perioden februar-april. De er henholdsvis gytmodne når de er 3-6 år og 2-7 år. Torsken gyter i fjorder og kystnære områder, mens kolmule hovedsaklig gyter vest for De britiske øyer, men lokale bestander gyter også i norske fjorder (Pethon, 2005; Gjøsæter *et al.*, 2010). Hovedgytefeltet til hyse er vestkanten av Tromsøflaket, og her gyter den i mars-juni (Gjøsæter *et al.*, 2010). Hyse gyter også i kyst og fjordområder (T. Pedersen, BFE, Universitetet i Tromsø, pers. medd.). Hyse blir kjønnsmoden i en alder av 4-7 år (Gjøsæter *et al.*, 2010). Sølvorsk gyter om våren, hovedsaklig i april, på dypt vann (Pethon, 2005).

Torsk kan spise mange forskjellige arter og grupper av byttedyr, og det er stor variasjon i diettsammensetningen langs den norske kysten (Svåsand *et al.*, 2000). Trenden er at små torsk har en diett bestående av bentiske evertebrater, og etter hvert som den blir større skjer det et skifte og dietten går over til å bestå mer av fisk. Stor torsk spiser små torsk og annen fisk (Svåsand *et al.*, 2000). Hvilke arter av fisk torsken beiter på og hvor kannibalistisk den er varierer mellom fjorder. Av evertebrater er det hovedsaklig krepsdyr (Crustacea) som spises (Klemetsen, 1982 for Balsfjord; dos Santos & Falk-Pettersen, 1989 for Balsfjord og Ullsfjord; Salvanes & Nordeide, 1993 for Masfjorden; Kanapathipillai *et al.*, 1994 for Sørfjord og



Ullsfjord). Dette var også tilfellet i Gullmarsfjorden i Sverige, nordvest i Nordsjøen og Skagerrak (Mattson, 1990; Bergstad, 1991). I motsetning til mange andre observerte dos Santos og Falk-Pettersen (1989) ikke noe ontogenetisk skifte i dietten til torsk i ytre del av Ullsfjord, Nord-Norge i 1982-1983. Byttedyrsammensetningen var her svært lik for alle lengdegrupper. Dette samsvarer ikke med observasjonene til Kanapathippillai *et al.* (1994) gjort i indre del av samme fjord i 1989-1991. Hun registrerte et klart skifte i dietten da torsken ble rundt 30 cm. Ontogenetisk skifte i dietten har også vært observert hos torsk i Barentshavet. Fra å bestå av små pelagiske krepsdyr, økte betydningen av fisk i dietten med predatorstørrelsen (Bergstad *et al.*, 1987; Mehl, 1991; Dalpadado & Bogstad, 2004). For mellomstor torsk var lodde (*Mallotus villosus*) det viktigste byttedyret, mens større torsk spiste mer stor fisk som hyse, kolmule, flatfisk og torsk (Mehl, 1991). I Nordvest-Atlanteren, St. Lawrencebukta og ved Nova Scotia, hadde torsk også en forandring i dietten med økende lengde. I likhet med torsk på andre siden av Atlanterhavet var det et skifte fra krepsdyr til fisk med økende predatorlengde (Kohler & Fitzgerald, 1969).

Variasjon i dietten med sesong har vært observert for torsk i Masfjorden, Vest-Norge (Salvanes & Nordeide, 1993), mens torsk i Balsfjord, Nord-Norge, beitet på de samme byttedyrene hele året (Klemetsen, 1982). Dietten til torsk i denne fjorden varierte derimot mellom ulike lokaliteter i fjorden. For torsk i Barentshavet (Bergstad *et al.*, 1987; Mehl, 1991; Dalpadado & Bogstad, 2004) og Nordvest-Atlanteren (Kohler & Fitzgerald, 1969) har både geografiske variasjoner og sesongvariasjoner i dietten vært registrert. Torsk som byttedyr blir spist av sel og sjøpattedyr (Bergstad *et al.*, 1987).

I Barentshavet beitet hyse på et stort utvalg av byttedyr, men de tre viktigste gruppene var krepsdyr, pigghuder (Echinodermata) og fisk som utgjorde til sammen 80 prosent eller mer av dietten (Jiang & Jørgensen, 1996). Diettsammensetningen varierte med sesong, samt med predatorstørrelsen på fisken (Bergstad *et al.*, 1987; Jiang & Jørgensen, 1996). Små hyse spiste krepsdyr og leddormer (Annelida), mens større hyse spiste pigghuder og fisk (Jiang & Jørgensen, 1996). Hos hyse på Karmøybanken utenfor Sørvest-Norge var det både sesongvariasjoner og ontogenetisk skifte i dietten. Fisk ble en viktigere del av dietten med økende størrelse, men mangebørstemarkere (Polychaeta) og krepsdyr utgjorde fortsatt en stor andel (Høines & Bergstad, 1999). Det samme var tilfellet nordøst i Skottland, St. Lawrencebukta og ved Nova Scotia, men her var pigghuder også et viktig byttedyr (Kohler & Fitzgerald, 1969; Greenstreet *et al.*, 1998). Schückel *et al.* (2010) registrerte ikke noe

ontogenetisk skifte fra bentiske evertebrater til fisk i dietten til hyse i Nordsjøen. Evertebrater, hovedsaklig pigghuder og mangebørstemarkere, dominerte som byttedyr i dette område.

Hvitting i Nordsjøen og Nordøst-Skottland beitet generelt på frittstående byttedyr og hadde en diett bestående av hovedsaklig krepsdyr og fisk (Bergstad, 1991; Hislop *et al.*, 1991; Greenstreet *et al.*, 1998; Pedersen, 1999). Den hadde et ontogenetisk skifte i diettsammensetningen, der andelen fisk øker med predatorstørrelsen (Hislop *et al.*, 1991; Greenstreet *et al.*, 1998; Pedersen, 1999). I Nordsjøen var hvitting sterkt kannibalistisk og variasjoner i dietten var registrert mellom forskjellige lokaliteter og sesonger (Hislop *et al.*, 1991). I Nordsjøen og Skagerrak beitet torsk og sei (*Pollachius virens*) på hvitting (Bergstad, 1991).

Kolmule i Norskehavet beitet for det meste dypt i vannsøylen etter byttedyr som amfipoder (Amphipoda), appendikularier (Appendicularia) og krill (Euphausiacea), men var også en art som kunne spise i de øvre lagene, og da på byttedyr som hoppekreps (Copepoda) (Prokopchuk & Sentyabov, 2006). Den hadde variasjoner i dietten avhengig av sesong og lokalitet (Prokopchuk & Sentyabov, 2006). I Barentshavet var det krepsdyr, hovedsaklig krill og amfipoder, og fisk som dominerte dietten til kolmule. Fisk utgjorde gradvis en større andel av dietten med økende lengde av kolmulen (Dolgov *et al.*, 2010). Kannibalisme forekom og dietten varierte geografisk (Dolgov *et al.*, 2010). Dietten til kolmule i Nordsjøen og Skagerrak var svært lik den som var i Norskehavet og Barentshavet og besto av byttedyr som reker (Caridea), krill, øyepål og laksesild (*Maurolicus muelleri*) (Bergstad, 1991). Som byttedyr er kolmule viktig føde for større fisk (Pethon, 2005). I Barentshavet beitet skater (Rajidae), kveite (*Hippoglossus hippoglossus*), torsk og hyse på kolmule (Dolgov *et al.*, 2010). I Nordsjøen og Skagerrak var det blant annet arter som lysing (*Merluccius merluccius*), brosme (*Brosme brosme*), lange (*Molva molva*), blålange (*Molva dipterygia*), torsk og sei som spiste kolmule (Bergstad, 1991).

Øyepål spiser i all hovedsak krepsdyr, reker og amfipoder (Pethon, 2005). I Raunefjorden, Vest-Norge, besto øyepåls diett av omtrent bare krepsdyr og fisk (Mattson, 1981). Krepsdyr utgjorde en mye større del enn fisk, og det var hovedsaklig mysider (Mysida), reker, hoppekreps, krill og amfipoder. Øyepål i Raunefjord hadde et ontogenetisk skifte i dietten til større byttedyr og diettsammensetningen varierte med sesong (Mattson, 1981). På Karmøybanken utenfor Sørvest-Norge beitet øyepål en del pelagisk og dietten var dominert

av reker og hoppekreps (Albert, 1995). Diettsammensetningen var avhengig av størrelsen på øyepålen. Andelen hoppekreps og amfipoder avtok mens tifotkreps (Decapoda) økte, med økende predatorstørrelse (Albert, 1995). Selv er øyepål et viktig byttedyr for mange predatorer, noe Bergstad (1991) observerte da han studerte dietten til de ni artene lange, torsk, hvitting, lyr (*Pollachius pollachius*), brosme, sei, kolmule, lysing og blålange nordvest i Nordsjøen og Skagerrak. Øyepål var en veldig viktig byttedyrart for åtte av de ni artene, og det var bare brosme som ikke hadde spist øyepål. Øyepål blir sett på som et viktig bindeledd i næringskjeden (Gjøsæter *et al.*, 2010).

Sølvorsk har stor betydning som byttedyr og blir spist av mange matnyttige arter (Pethon, 2005). Generelt spiser sølvorsk børstemark og små krepsdyr (Pethon, 2005). I Raunefjord, Vest-Norge, besto dietten hovedsaklig av krepsdyr, krill, hoppekreps og mysider. Sølvorsk hadde ikke et ontogenetisk skifte i dietten her, men dietten varierte med sesong (Mattson, 1981).

Bestanden av norsk kysttorsk har siden 2003 vært på det samme lave nivå på rundt 100 000 tonn, etter en jevn nedgang siden 1994 (Gjøsæter *et al.*, 2010). I følge Det internasjonale råd for havforskning (ICES) høstes ikke bestanden bærekraftig og den har redusert reproduksjonsevne. På grunn av at norsk kysttorsk og nordøstarktisk torsk tas som en blanding i de samme fiskeriene, og man må se på strukturen i vekstsonene i otolitten for å skille de fra hverandre, er det svært vanskelig å regulere mengden kysttorsk som blir fanget (Gjøsæter *et al.*, 2010).

Den nordøstarktiske hysebestanden, som er utbredt langs kysten fra 62 °N til Spitsbergen og Novaja Zemlja i nord, er i god forfatning. Etter store variasjoner siden 1950, er den nå på et bra nivå. Rekrutteringen har også vært god den siste tiårsperioden. Problemer med omlasting og utkastning gjør at kvoterådene blir usikrere, men dersom bestanden forvaltes i henhold til vedtatte regler, ser fremtiden lys ut (Gjøsæter *et al.*, 2010). Hyse blir for det meste tatt som bifangst i fiske etter torsk, men det foregår også et direkte fiske (ICES 2010). Den norske kvoten i 2010 var på 116 000 tonn (Gjøsæter *et al.*, 2010). Torsk og hyse er to viktige matfisker, mens hvitting på grunn av kort holdbarhet aldri har vært en viktig matfisk i Norge (Pethon, 2005).

Kolmule er en viktig industrifisk (Pethon, 2005). Den nordøstatlantiske bestanden har vært på rask vei nedover siden den var på topp i 2003 (Gjøsæter *et al.*, 2010). Svake årsklasser i 2005-2008 og lite tilførsel av ung fisk gjør at man må kutte i uttak for å holde gytebestanden oppe. Hovedfisket foregår langs kontinentalskråningen, ved Færøyene og på gyteområdet vest for De britiske øyer. I 2010 var den norske kvoten på 206 000 tonn, og norske fartøy landet 194 318 tonn (Gjøsæter *et al.*, 2010).

Gytebestanden av øyepål i Nord-Atlanteren har vært kritisk lav etter en rekke svake årsklasser etter 2000, men kom i 2009 igjen innenfor sikre biologiske grenser. Siden øyepål er en kortlevd art, med høy rekrutteringsvariasjon og stor predasjonsdødelighet, er det vanskelig å gi pålitelige langtidsprognoser. I økosystembetragtninger er øyepål en viktig art, og for å sikre matgrunnlaget til predatorer er det viktig at bestanden av øyepål holdes høy. Fisket etter denne arten foregår i Nordsjøen og oftest i kombinasjon med kolmulefiske (Gjøsæter *et al.*, 2010).

## **Problemstilling og hypoteser**

Selv om torsk, hyse, hvitting, kolmule, øyepål og sølvtorsk tilhører samme familie er de ulike på enkelte områder. Torsk og hyse blir forholdsvis store og lever lenge. Stor torsk og hyse har ikke mange predatorer, men beiter selv på en rekke typer byttedyr. Hvitting og kolmule befinner seg i et midtsjikt. Med en lengde for stor fisk på rundt 50 cm, beiter de på flere typer byttedyr, men har også flere predatorer. Øyepål og sølvtorsk er små, kortlevde arter, og er viktige byttedyr for større fisk, i økosystem de er en del av. Endringer i diettsammensetningen med økende predatorstørrelse er dokumentert for alle artene utenom sølvtorsk.

Diettvariasjoner mellom område er observert for torsk, hvitting og kolmule, mens sesongvariasjoner igjen er observert for alle predatorartene utenom sølvtorsk. Der er i flere tilfeller motstridende resultater med hensyn på både størrelses-, lokalitet- og sesongvariasjoner i dietten.

Hensikten med denne oppgaven er å undersøke diett og posisjoner i næringsnett til de seks torskefiskene, torsk, hyse, hvitting, kolmule, øyepål og sølvtorsk i Ullsfjord. Hovedmønsteret i diettsammensetningen, forholdet mellom predator og byttedyr og betydningen av ulike faktorer for å forklare variasjoner i dietten vil bli studert. Undersøkelsen blir basert på analyser av dietten hos fisk fanget med bunntål i Ullsfjord i to tidsperioder i 2010.

Følgende hypoteser vil bli testet for materialet fra Ullsfjordområdet:

$H_{01}$ : Dietten varierer ikke med størrelse innen hver art.

$H_{02}$ : Dietten er lik hos de forskjellige artene.

$H_{03}$ : Diett hos torskefiskartene er lik i de forskjellige områdene av fjorden.

$H_{04}$ : Diett hos torskefiskartene varierer ikke med sesong.

# Material og metoder

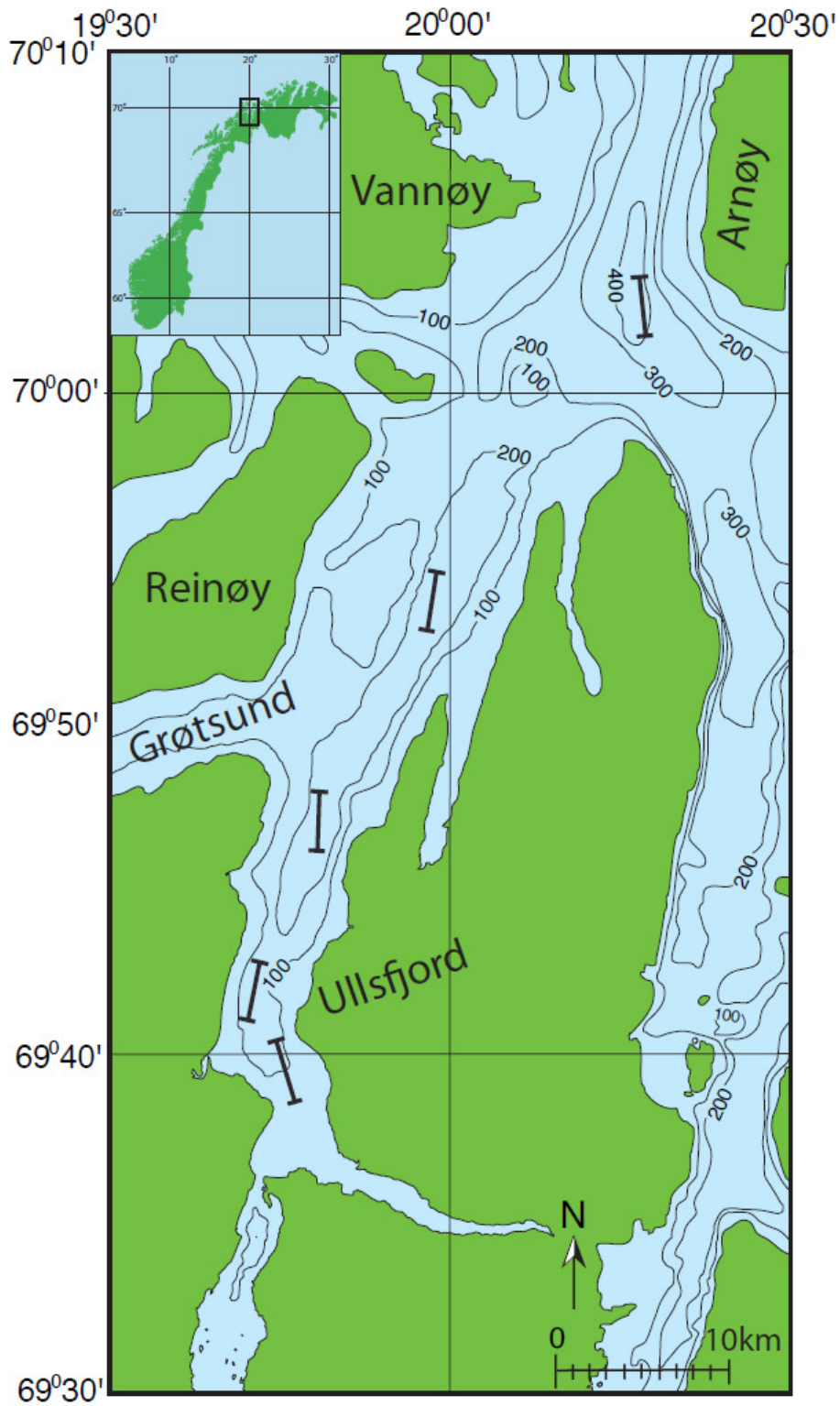
## Lokalitet

Ullsfjord ligger i Troms fylke, Nord-Norge (69°45'N 19°45'E). Ullsfjord er den ytre delen av Sørfjord-Ullsfjord systemet, og er skilt fra Sørfjord ved en 300 m lang og 8 m høy terskel.

Ullsfjord er nord-sør vendt. Den er 45 km lang og blir gradvis dypere på vei ut.

Maksimumsdyp er på 280 m. Det er en åpen fjord, og derfor eksponert for vannmassene utenfor. Temperaturmålinger viser relativt liten variasjon på dypere vann i fjorden. På ca. 100 m dyp varierer temperaturen mellom 4°C i april (1996) og 7°C oktober (1995) (Zhou *et al.*, 2005). På over 200 m dyp varierer den mellom 5°C i oktober (1995) og 5,5°C i april (1996).

Innsamling av materiale ble gjort ved fem lokaliteter (figur 1). Disse var valgt ut slik at alle delene av fjorden skulle bli dekket, både indre, midtre og ytre deler. Arnøy (70°02'N 20°18'E), den ytterste lokaliteten, ligger egentlig utenfor Ullsfjord, men jeg valgte å ta den med her. Dybden ved Arnøy er på omtrent 430 m. Noe inn i fjorden er Eidstranddjupet (69°52'N 19°58'E), som representerer den ytre delen av selve fjorden. Det ble trålt på ca. 270 m dyp ved denne lokaliteten. Lattervik (69°46'N 19°48'E), representerer den midtre delen, og har også et dyp på ca. 270 m. I indre delen av Ullsfjord ble det trålt ved de to lokalitetene Breivikeidet (69°41'N 19°43'E) og Ullsnes (69°40'N 19°44'E), på henholdsvis ca. 125 m og ca. 110 m dyp. Disse to lokalitetene ligger forholdsvis nært på hverandre, men Breivikeidet ligger noe lengre ut enn Ullsnes.



**Figur 1: Kart over Ullsfjord. Tråltrekkene er vist som søyer. Trållokalitetene fra innerst til ytterst i fjorden er; Ullsnes, Breivikeidet, Lattervik, Eidstranddjupet og Arnøy. Innsatt kart viser den geografiske posisjonen til fjorden.**

## **Innsamling, opparbeiding og bearbeiding av materiale**

### **Innsamling**

Innsamlingen av materialet ble gjort med F/F "Johan Ruud" i periodene 8. til 12. februar og 14. til 18. juni 2010. Disse toktene var en del av prosjektet: "Investigating costal ecosystem structure and dynamics using Ecopath/Ecosim ecosystem models and stable isotope data". Det ble tatt ett bunntrekk ved hver av de fem lokalitetene (Arnøy, Eidstranddjupet, Lattervik, Breivikeidet og Ullsnes) i hver av de to periodene, med unntak av Eidstranddjupet og Lattervik der det i februar ble gjort to bunntrekk. Utstyret som ble bruk var en reke-trål, REFA-trål 1400 maskers trål, med Rockhopper gear. Varigheten på trekkene var 20 minutter og de ble gjennomført med en hastighet på ca. 2 knop. Posisjon, tid og dyp ble registrert ved hvert trekk. Etter hvert trekk ble temperaturen målt med en CTD-sonde (Conductivity, Temperature, Density). Dette er et instrument som gjør målinger av konduktiviteten, temperaturen og tettheten i vannet fra overflaten og ned til bunnen. På grunn av feil ved instrumentet, ble det ikke gjort målinger i juni, og det er derfor valgt å ikke ta temperaturdata med i dette studiet.

### **Opparbeiding i felt**

For fisk med lengde over 20 cm ble totallengde, målt til nærmeste cm nedover, og total vekt, målt til nærmeste gram, registrert. Magene ble klippet ved oesophagus og pylorus, og lagt i individuelle plastposer med lukkemekanisme, merket med stasjonsnummer, dato, art og fiskenummer, og frosset ved -18°C før undersøkelse av innhold på laboratoriet. For hver art ble det tatt ti mageprøver fra hver 10 cm lengdegruppe. Individuer med lengde under 20 cm ble frosset hele. Som for magene ble ti individer i hver 10 cm lengdegruppe frosset.

### **Bearbeiding på laboratoriet**

De frosne magene ble enten lagt i vann eller på benken for å tine, avhengig av hvor stor magen var og hvor lang tid prosessen skulle ta. Tinte mager som ikke ble opparbeidet med en gang ble lagt på is slik at fordøyelsesprosessen ikke skulle fortsette. En og en mage ble klippet opp med saks og innholdet tatt ut. Ved bruk av identifikasjonslitteratur (Christiansen, 1972; Pethon, 2005; Enckell, 1998; Moen & Svensen, 1999) ble byttedyrene artsidentifisert eller identifisert til nærmeste taksonomiske gruppe, avhengig av fordøyelsesgrad. De ble



lengdemålt til nærmeste mm. Dersom det lot seg gjøre ble carapaxslengden til reker og totallengden til fisk og andre byttedyr, målt. Var fordøyelsen for fremtredende ble lengden av det resterende byttedyret målt og brukt til å regne ut totallengden. Våtvekt ble veid til nærmeste 0,1 gram (ved bruk av Sartorius BP 8100). For hvert byttedyr ble fordøyelsesgraden bestemt i forhold til fem definerte stadier (tabell 1). Dette er de samme stadiene som Havforskningsinstituttet bruker (Mjanger *et al.*, 2010).

Fisk som var frosset hele ble tint på samme måte som magene, og ble også lagt på is om de ikke ble bearbeidet med en gang. Totallengde, målt til nærmeste cm nedover, og totalvekt, målt til nærmeste gram, ble målt for hver fisk. Fisken ble så åpnet, magen tatt ut og videre ble mageanalysene gjort på samme måte som for de frosne magene.

For byttedyr som forekom i store antall i en mage ble bare 20 individer målt, veid og fordøyelsesgraden bestemt. De resterende ble telt, for så å bli veid som en enhet. Dette gjelder for individene i fordøyelsesgrad 1, 2 og 3 der de fortsatt var hele. Forekom noen byttedyr i ekstremt store antall, ble alle veid, før en underprøve ble tatt. Alle individene i underprøven ble telt, 20 individer ble lengdemålt, veid og fordøyelsesgraden ble bestemt på dem. De resterende ble veid som en enhet. Det var krill og amfipoder som opptrådte i så store antall at det ble tatt underprøver.

Svært fordøyde krepsdyr i fordøyelsesgrad 4 var vanskelig å telle, men antallet individer kunne bestemmes ved å telle øynene. For identifisering av byttedyr som var kommet langt i fordøyelsesprosessen ble karakteristiske trekk, harde og tungt fordøyelige deler brukt. Små og/eller godt fordøyde byttedyr ble studert under en stereolupe av typen WILD Heerbrugg M3. Byttedyr som ved bruk av identifiseringsnøkklene ikke var mulig og identifisere, ble lagt på 95 % etanol for senere identifisering.

**Tabell 1: Definisjon av fordøyelsesgraden av byttedyrene.**

Fordøyelsesgrad	Beskrivelse
1	Ufordøyd
2	Fordøyelsen har startet
3	Halvfordøyd
4	Svært fordøyd
5	Fordøyelsen er nesten ferdig

Fordøyelsesgrad 1 indikerer at byttet er spist ganske nylig da fordøyelsen ikke har begynt enda, og kan også tyde på at byttet er spist i trålen. Ved fordøyelsesgrad 2 kan man lett identifisere art, mens ved fordøyelsesgrad 3 kan individene identifiseres til art eller gruppe. For byttedyr med fordøyelsesgrad 4 skjer identifiseringen kun på høyere taksonomisk nivå, og byttedyrlengde kan ikke lengre måles. Byttedyr med svært karakteristiske deler som fortsatt er intakt, vil kunne identifiseres ned på artsnivå. Ved fordøyelsesgrad 5 er innholdet bare grøt og det er ikke mulig å identifisere byttet eller telle antall. Det er bare vekten som kan bestemmes.

Byttedyrene ble delt inn i 20 ulike grupper; manglebørstemarkere (Polychaeta), krepsdyr (Crustacea), hoppekreps (Copepoda), amfipoder (Amphipoda), krill (Euphausiacea), dypvannsreker (*Pandalus borealis*), glassreker (*Phasiphea multidentata*), andre reker, trollhummer (Galatheidæ), bløtdyr (Mollusca), muslinger (Bivalvia), sjøstjerner (Asteroidea), slangestjerner (Ophiuroidea), sild (*Clupea harengus*), lodde (*Mallotus villosus*), sølvtorsk, øyepål, andre fisk, diverse (forkortet div), uidentifisert (forkortet uid). Krepsdyr omfatter klasser og ordener i underrekken krepsdyr som ikke faller inn under noen av de andre byttedyrgruppene og byttedyr der fordøyelsen er kommet så langt at man ikke kan identifisere på lavere taksonomisk nivå. Dette gjelder også for byttedyrgruppene andre reker og andre fisk.

## **Analyser**

### **Datagrunnlag**

Totalt ble 496 mager analysert, og av disse var 29 tomme. Antallet mager analysert for hver av de seks torskefiskene var svært ujevnt. Fordelingen på lokalitet og sesong for hver enkelt art var også svært varierende. Oversikt over antall mager, med innhold og tommemager for hver av artene, for hver av lokalitetene og sesongene er vist i tabell 2. En oversikt over antall mager fra fisk i hver 10 cm lengdegruppe for de seks artene fordelt på lokalitet og måned er vist i vedlegg tabell 1.

**Tabell 2: Antall mager med innhold som er analysert for torsk, hyse, hvitting, kolmule, øyepål og sølvtorsk fordelt på lokalitet og måned. Antall tomme mager i parentes.**

Lokalitet	Art							Sum
	Måned	Torsk	Hyse	Hvitting	Kolmule	Øyepål	Sølvtorsk	
Arnøy	2	44 (2)	18 (3)	1	5 (5)	7 (1)	4	79
	6	22	13	-	2	-	-	37
Eidstranddjupet	2	23	26	-	-	14	-	63
	6	25	17	-	-	6	-	48
Lattervik	2	2 (1)	10	-	-	10	-	22
	6	20	12 (1)	-	-	5	-	37
Breivikeidet	2	-	10	15 (6)	-	10	5	40
	6	28	-	5	-	4 (1)	-	37
Ullsnes	2	1 (1)	4 (3)	11 (3)	-	9	4	29
	6	28	26	16 (2)	-	4 (1)	-	75
Sum		193 (4)	136 (7)	48 (11)	7 (5)	70 (2)	13	467

Vrengte mager ble ikke registrert.

## Chi-kvadrat test

En Chi-kvadrat test ble brukt for å undersøke om noen byttedyrgrupper hadde svært høy frekvens av fordøyelsesgrad 1. Høy frekvens av fordøyelsesgrad 1 kan indikere at spising i trålen har vært tilfelle. En p-verdi på mindre enn 0,05 ble ansett som statistisk signifikant. Analysen ble gjort i Microsoft Excel 2003.

## Næringsnettmodell

Koblingene mellom predator, de seks gadoidene, og byttedyr, de 20 byttedyrgruppene, blir vist i næringsnettfigurer. Det blir laget ett næringsnett for hver lokalitet og måned. Grunnlaget for koblingene er vektprosenten av de ulike byttedyrgruppene. Koblingene blir markert som piler. Tykkelsen på pilene mellom predator og byttedyr representerer størrelsen av vektprosenten byttet utgjør av predatorens diett. Piltykkelsen er delt inn i fire kategorier. Den smaleste pilen representerer byttedyr som bidrar med under 2%, neste kategori er fra 2 til 10%, tredje fra 10 til 30% og den fjerde representerer over 30%. Byttedyrgrupper som bidrar med 0,01% og mer, er inkludert. Næringsnettene blir laget ved bruk av programmet NetDraw (<http://www.analytictech.com>).

## **Søylediagram**

Søylediagram som viser den prosentvise vektandelen av de ulike byttedyrgruppene for hver 10 cm predatorlengdegruppe ble laget i Microsoft Excel 2003.

## **Multidimensjonell skalering (MDS)**

En sammenlikning av dietten til alle predatorfiskene (467 individer) med mageinnhold basert på byttedyrsammensetningen (20 grupper) i hver enkelt mage ble gjort ved multidimensjonell skalering (MDS). En matrise over vekt i gram av de ulike byttedyrgruppene som hver enkelt fisk hadde spist ble laget. Dette var grunnlaget for kalkulering av en matrise av Bray-Curtis ulikheter (Bray & Curtis, 1957) mellom alle fiskene. Bray-Curtis ulikheten ble beregnet parvis for alle fiskene, og det er summen av forskjellen mellom de ulike byttedyrgruppene for de to fiskene, delt på summen av verdien av alle byttedyrgruppene for de to fiskene. Avhengig av hvor lik/ulik dietten til fiskene er ligger verdien på indeksen et sted mellom 0 og 1. For fisker med helt lik diett, det vil si akkurat lik vekt av akkurat de samme byttedyrgruppene, er indeksen lik 1. For fisker som ikke spiser noen av de samme byttedyrgruppene, er indeksen lik 0. Verdien bestemmes hovedsakelig av byttedyrgrupper med høye verdier.

Byttedyrgrupper som ikke har noen verdi for noen av fiskene blir ignorert (Quinn & Keough, 2009).

Bray-Curtis ulikhet matrisen er grunnlaget for MDS, der hver enkelt fisk blir plasert i et 2-dimensjonalt plott. Forholdet mellom objektene i plottet representerer de underliggende ulikhetene i dietten til fiskene. En Kruskal stressfaktor indikerer hvor godt avstandene i konfigureringen avspeiler Bray-Curtis ulikhetene. Lav stressfaktor indikerer en god avspeiling, og en verdi under 0,2 er akseptabel (Quinn & Keough, 2009). SYSTAT 13 ble brukt til denne analysen (<http://www.systat.com>).

## **Kanonisk korrespondanseanalyse (CCA)**

Kanonisk korrespondanseanalyse (Canonical correspondence analyse, CCA) er en multivariat metode og kan brukes til å se på forholdet mellom utbredelsen av objekter og deres miljøvariabler (ter Braak & Verdonschot, 1995). I dette tilfellet er det forholdet mellom byttedyrgruppene og predatorart, predatorlengde, måned, dyp, lengdegrad og breddegrad. Det er lokalitetvariabelen som er delt opp i dyp, lengdegrad og breddegrad. CCA er en direkte

metode, og variasjonene mellom byttedyrgrupper kan knyttes direkte til miljøvariablene (ter Braak, 1986). Byttedyrgruppene blir presentert som punkter og miljøvariablene som piler i plottet. Pilene vil peke i retning av økende forandring av den aktuelle variabelen. Lengden av pilene reflekterer graden av forandring og betydningen av en variabel. En lang pil vil indikere stor forandring og ofte ha større betydning, enn en kort pil (ter Braak, 1986; ter Braak, 1987). CANOCO versjon 4.5 ble brukt til utførelse av denne analysen (ter Braak & Smilauer, 2002). Grunnlagsdata var enkeltfisk, og alle verdiene er plussset med 1. Inputdata ble ln-transformert. Programmet vektlegger de byttedyrgruppene som har mest betydning vektmessig.

## Nisjebredde og nisjeoverlapp

Basert på vekt i gram spist av de 20 byttedyrgruppene beregnes nisjeoverlapp og nisjebredde for to og to arter ved de ulike lokalitetene og i de forskjellige månedene.

Nisjeoverlapp ble beregnet ved å bruke Piankas indeks (Pianka, 1973):

$$O_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^m (p_{ij} \cdot p_{ik})}{\sqrt{\sum_{i=1}^m p_{ij}^2 \cdot \sum_{i=1}^m p_{ik}^2}}$$

$O_{jk}$  er Piankas mål for nisjeoverlapp mellom predator j og predator k.  $p_{ij}$  er proporsjonen av byttedyr i dietten til predator j,  $p_{ik}$  er proporsjonen av byttedyr i dietten til predator k og m er antallet byttedyrgrupper. Indeksen har en verdi mellom 0 og 1, der 0 er ingen overlapp og 1 er fullstendig overlapp. En verdi på 0,6 eller høyere blir vanligvis regnet som biologisk signifikant (Zaret & Rand, 1971).

Nisjebredde ble beregnet ved bruk av Levins indeks (Krebs, 1989):

$$B = \frac{1}{\sum_{i=1}^s p_i^2}$$

B er Levins mål for nisjebredde,  $p_i$  er proporsjonen av byttedyrgruppe  $i$  i dietten (totalt er summen av proporsjonene 1) og  $s$  er antallet byttedyrgrupper. B går fra 1 til det totale antallet av byttedyrgrupper  $s$  som kan være i dietten. Jo jevnere fordelingen av byttedyrgrupper er i dietten, jo høyere verdi får B.

For å estimere konfidensintervallet rundt indeksene for nisjeoverlapp og nisjebredde ble bootstrapping (Efron & Tibshirani, 1993) brukt. 95% konfidensintervallene ble estimert ved persentilmetoden, basert på 1000 bootstrap replikasjoner.

Analysen ble gjort i Microsoft Excel 2003.

## Resultater

### Fordeling av byttedyrgrupper på fordøyelsesgrad

For å undersøke om spising i trålen hadde vært tilfellet ble fordelingen av byttedyr på de forskjellige fordøyelsesgradene undersøkt. Andelen øyepål i fordøyelsesgrad 1 var svært stor (tabell 3), og en Chi-kvadrat test ble brukt til å undersøke forskjeller i fordøyelsesgrad av øyepål og annen fisk. På grunn av lavt antall individer av de ulike andre fiskeartene, ble disse slått sammen til ”annen fisk”.

**Tabell 3: Oversikt over antall individer av øyepål og ”annen fisk” i fordøyelsesgrad 1 og fordøyelsesgrad større enn 1 spist av alle predatorer ved henholdsvis alle lokaliteter i alle måneder, ved Arnøy i februar og ved alle lokaliteter i alle måneder minus ved Arnøy i februar.**

	Fordøyelsesgrad 1		Fordøyelsesgrad større enn 1	
	Øyepål	”Annen fisk”	Øyepål	”Annen fisk”
Alle lokaliteter, alle måneder	67	6	23	37
Arnøy, februar	57	2	20	18
Alle lokaliteter, alle måneder unntatt Arnøy, februar	10	4	3	19

Det var 67 individer av øyepål i fordøyelsesgrad 1 i mageinnholdet fra alle predatorer, på alle lokaliteter og begge månedene. Av ”annen fisk” var bare 6 individer observert i fordøyelsesgrad 1. I fordøyelsesgrad større enn 1 (fordøyelsesgrad 2 og 3) ble det observert 23 individer øyepål og 37 individer ”annen fisk”. En chi-kvadrat test viser at det er signifikant sammenheng mellom fordøyelsesgrad og byttedyrgruppe (tabell 4).

Antallet øyepål i fordøyelsesgrad 1 i mageinnholdet fra lokaliteten ved Arnøy i februar er 57. I fordøyelsesgrad større enn 1 er det 20 individer, mens det for ”annen fisk” er 2 og 18 individer i henholdsvis fordøyelsesgrad 1 og fordøyelsesgrad større enn 1. En Chi-kvadrat test viser også her en signifikant sammenheng mellom byttedyrgruppe og fordøyelsesgrad (tabell 4).

Om man ser bort i fra det som ble spist på Arnøy i februar, viser en chi-kvadrat test fortsatt en signifikant sammenheng mellom byttedyrgruppe og fordøyelsesgrad (tabell 4).

**Tabell 4: Resultater av Chi-kvadrat test ( $\chi^2$ ), frihetsgrad (df) og p-verdi (p) av fordelingen av byttedyrgrupper på fordøyelsesgrad ved alle lokaliteter og alle måneder, Arnøy i februar og alle lokaliteter og måneder minus Arnøy i februar.**

	$\chi^2$	df	p
Alle lokaliteter, alle måneder	43,0	1	< 0,001
Arnøy, februar	27,3	1	< 0,001
Alle lokaliteter, alle måneder unntatt Arnøy, februar	12,4	1	< 0,001

## Generell beskrivelse av byttedyrsammensetningen

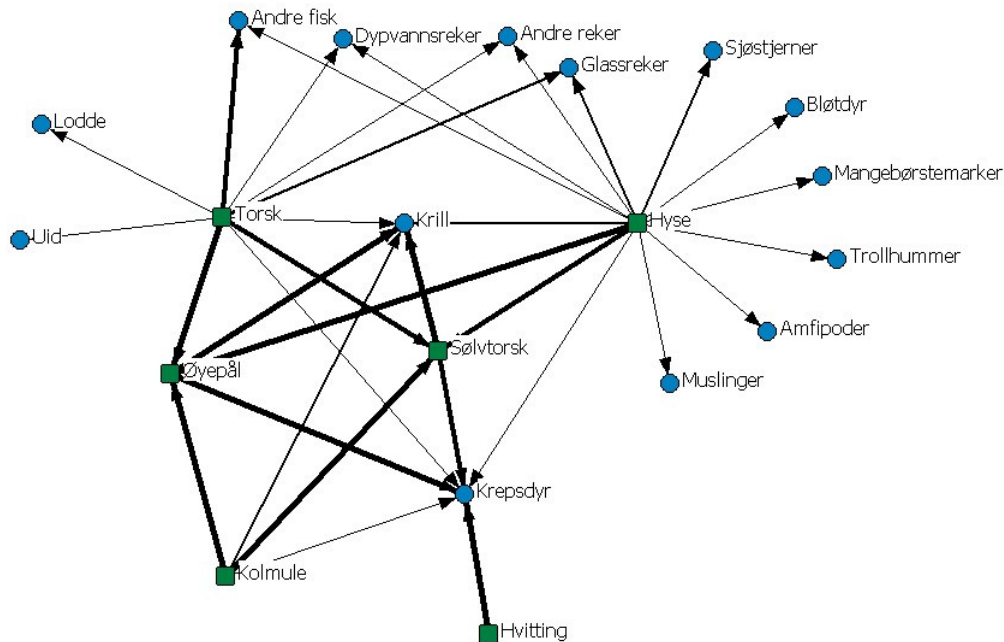
Predator-byttedyr forholdene mellom torsk, hyse, hvitting, kolmule, øyepål, sølvtorsk og de 20 byttedyrgruppene for de fem lokalitetene og hver måned, er illustrert i næringsnett i figur 2 til 11. Byttedyrgrupper som ikke har koblinger til noen av de seks gadoidene blir ikke vist i figuren.

Antallet analyserte mager for hver av predatorene, og grunnlaget for koblingene i næringsnettene, er vist i tabell 2. Fordelingen er svært ujevn, men i næringsnettene er data fra alle mager tatt med, også der det bare er en mage som er analysert for hver art. Det er prosentene de forskjellige byttedyrgruppene utgjorde av den totale vekten av mageinnholdet for en predatorart, ved hver enkelt lokalitet og sesong, som er beregnet. Tykkelsen på pilene indikerer hvor stor vektprosent en byttedyrgruppe utgjorde av mageinnholdet. Torsk, hyse, hvitting, kolmule, øyepål og sølvtorsk er markert med grønne firkanter, mens byttedyrgruppene har blå sirkler.

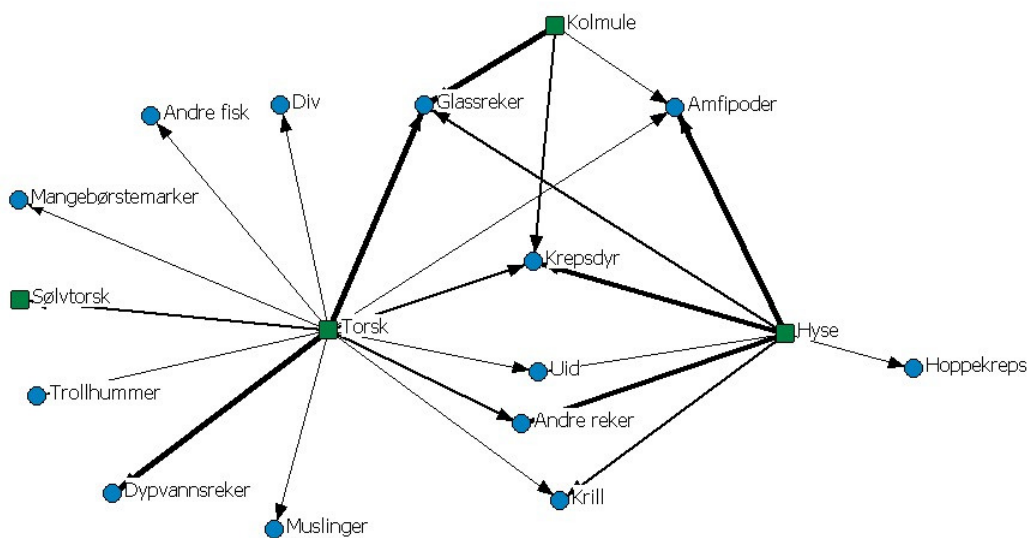
Ved Arnøy i februar var alle de seks torskefiskene tatt (figur 2). Torsk og hyse hadde begge beitet på flere byttedyrgrupper. For torsk var de fleste overlappende med hyse, mens hyse hadde seks grupper den var alene om å beite på. Det var hovedsaklig øyepål og sølvtorsk som utgjør den største vektprosenten i dietten for disse to artene. Hvitting hadde kun beitet på krepsdyr. Den største vektprosenten av mageinnholdet til kolmule var fisk. Øyepål og sølvtorsk hadde bare spist krill og krepsdyr, som var byttedyrgrupper alle de seks torskefiskene hadde beitet på. Situasjonen ved Arnøy var noe endret i juni (figur 3). Hyse hadde spist et mindre antall byttedyrgrupper, og utenom hoppekreps var resten overlappende med både kolmule og torsk. Det var amfipoder og andre reker som dominerer i magen hos



hyse. Torsk var den eneste som hadde spist fisk. Denne arten hadde også flere andre byttedyrgrupper den var alene om å ha beitet på, men glassreker og dypvannsreker utgjorde størst vektprosent. For kolmule var det byttedyrgruppen glassreker som utgjorde størst vektprosent.

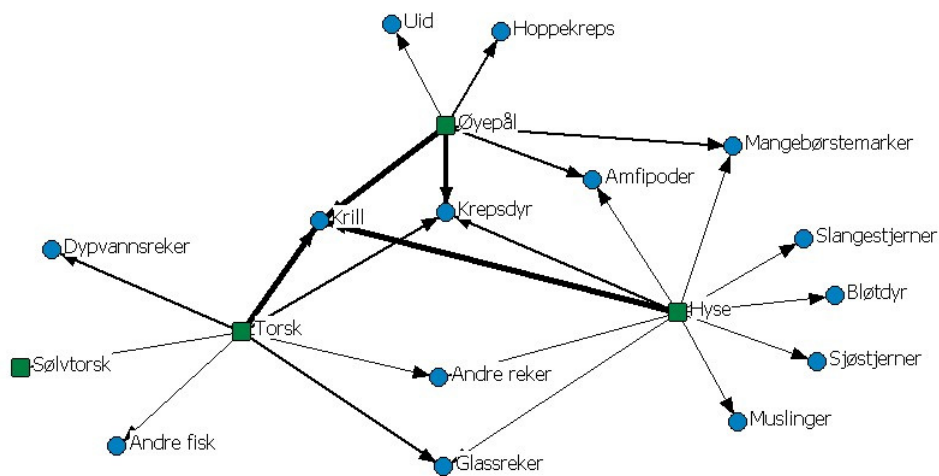


**Figur 2: Næringsnettfigur over koblingene mellom torskfiskene og byttedyrgruppene ved Arnøy i februar. Den tynneste pilen representerer byttedyr som bidrar med under 2% av vekten, neste 2-10%, tredje 10-30% og fjerde > 30%.**

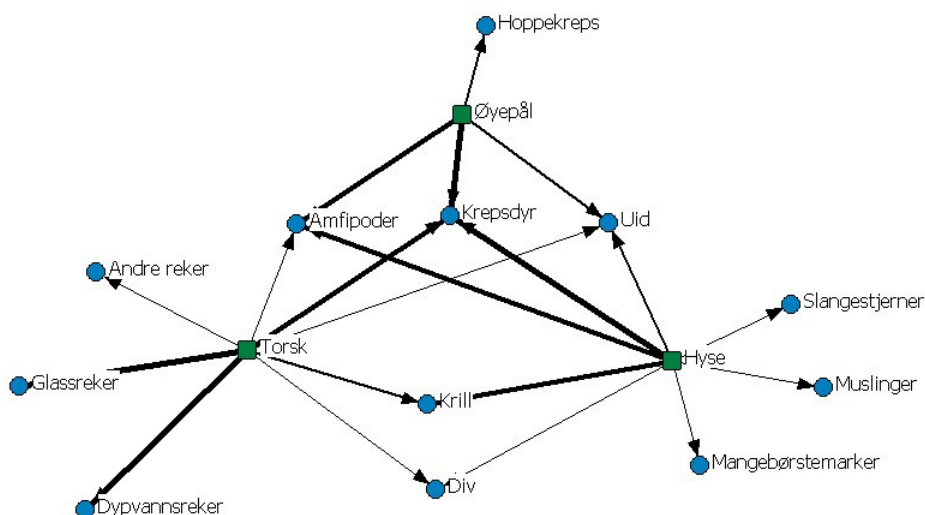


**Figur 3: Næringsnettfigur over koblingene mellom torskfiskene og byttedyrgruppene ved Arnøy i juni. Forklaring av grunnlag for piltykkelsen er gitt i figur 2.**

Ved Eidstranddjupet i februar var krill et viktig byttedyr for torsk, hyse og øyepål (figur 4). Sølvorsk og andre fisk utgjorde begge lite av dietten til torsk. Øyepål hadde spist små byttedyr som krill, hoppekreps, mangebørstemarkere og amfipoder. Hyse hadde overlappende diett med både torsk og øyepål, i tillegg til at den var alene om å ha beitet på sjøstjerner, bløtdyr, slangestjerner og muslinger. I juni hadde ingen av artene spist fisk (figur 5). Torsk hadde hovedsaklig glassreker, dypvannsreker og krepsdyr i magene, mens hyse hadde mindre dyr som krill og amfipoder, i tillegg til krepsdyr. Øyepål hadde spist mest krepsdyr og amfipoder.

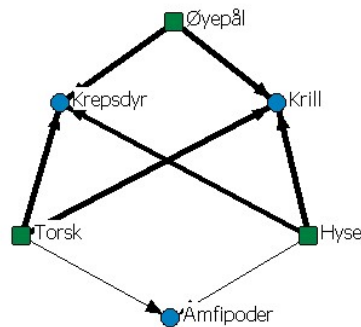


**Figur 4: Næringsnettfigur over koblingene mellom torskefiskene og byttedyrgruppene ved Eidstranddjupet i februar. Forklaring av grunnlag for piltykkelsen er gitt i figur 2.**

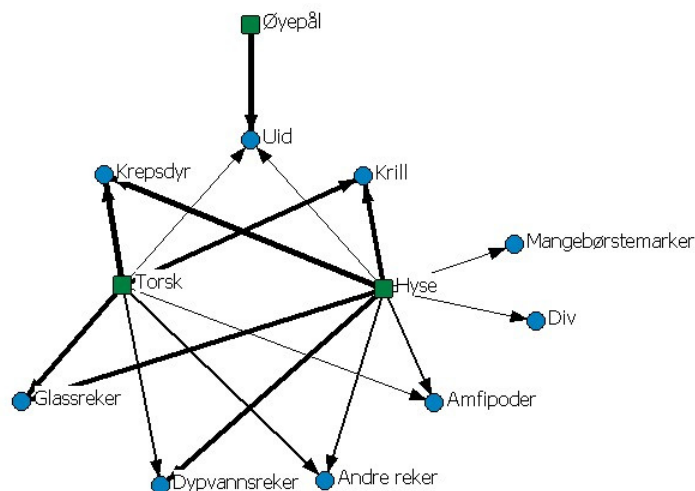


**Figur 5: Næringsnettfigur over koblingene mellom torskefiskene og byttedyrgruppene ved Eidstranddjupet i juni. Forklaring av grunnlag for piltykkelsen er gitt i figur 2.**

Næringsnettet for Lattervik i februar var svært enkelt (figur 6). Torsk og hyse hadde beitet på de tre byttedyrgruppene krill, krepsdyr og amfipoder. Øyepål hadde spist krepsdyr og krill. De to førstnevnte gruppene var de som utgjør mest av vektprosenten, og var også de byttedyrgruppene som øyepål har spist. I juni ved samme lokalitet var antallet byttedyrgrupper som var beitet på mer enn fordoblet for både torsk og hyse (figur 7). Dypvannsreker, glassreker, krill og krepsdyr utgjorde en stor del av mageinnholdet til hyse. Torsk hadde også beitet på disse byttedyrgruppene, men i mindre grad på dypvannsreker. Dietten til torsk var helt overlappende med hyse, som i tillegg hadde spist av byttedyrgruppene manglebørstemarkere og diverse. Øyepål hadde bare uidentifisert mageinnhold. Som i februar var det ingen av torskfiskene som hadde beitet på fisk i juni ved Lattervik.

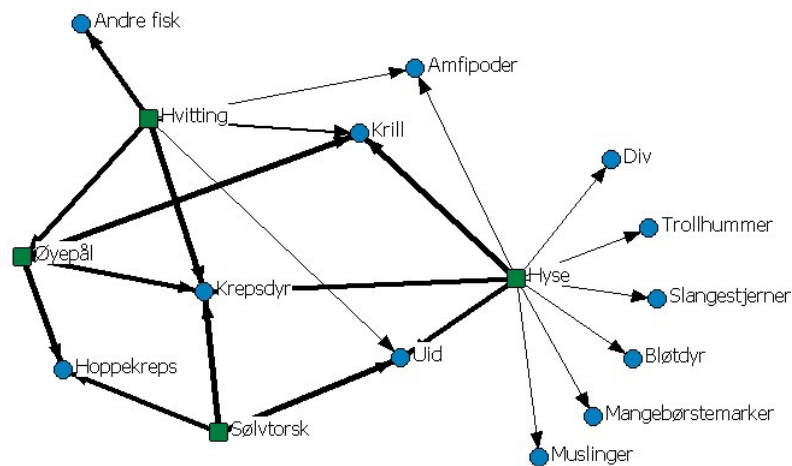


**Figur 6: Næringsnettfigur over koblingene mellom torskfiskene og byttedyrgruppene ved Lattervik i februar. Forklaring av grunnlag for piltykkelsen er gitt i figur 2.**

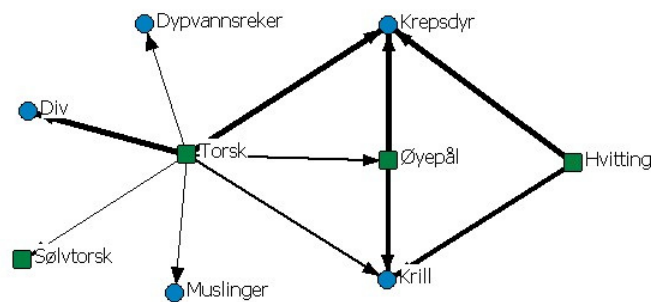


**Figur 7: Næringsnettfigur over koblingene mellom torskfiskene og byttedyrgruppene ved Lattervik i juni. Forklaring av grunnlag for piltykkelsen er gitt i figur 2.**

Ved Breivikeidet i februar hadde hyse beitet på flere byttedyrgrupper, men det var krill, krepsdyr og uidentifiserte som dominerer i magene (figur 8). Hvitting hadde hovedsaklig beitet på krepsdyr, øyepål og andre fisk. Øyepål og sølvtorsk hadde begge spist store vektandeler av hoppekreps og krepsdyr i tillegg til henholdsvis krill og uidentifisert. Torsk var kun tatt ved denne lokaliteten i juni (figur 9). Byttedyrgruppene krepsdyr og diverse var de viktigste, men torsk hadde også beitet på øyepål, sølvtorsk, dypvannsreker og muslinger. Hvitting og øyepål hadde bare spist krill og krepsdyr.



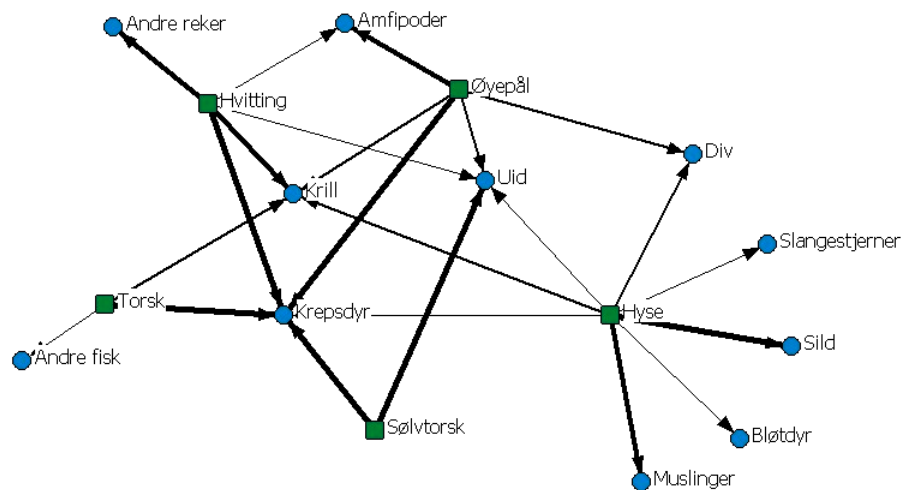
**Figur 8: Næringsnettfigur over koblingene mellom torskefiskene og byttedyrgruppene ved Breivikeidet i februar. Forklaring av grunnlag for piltykkelsen er gitt i figur 2.**



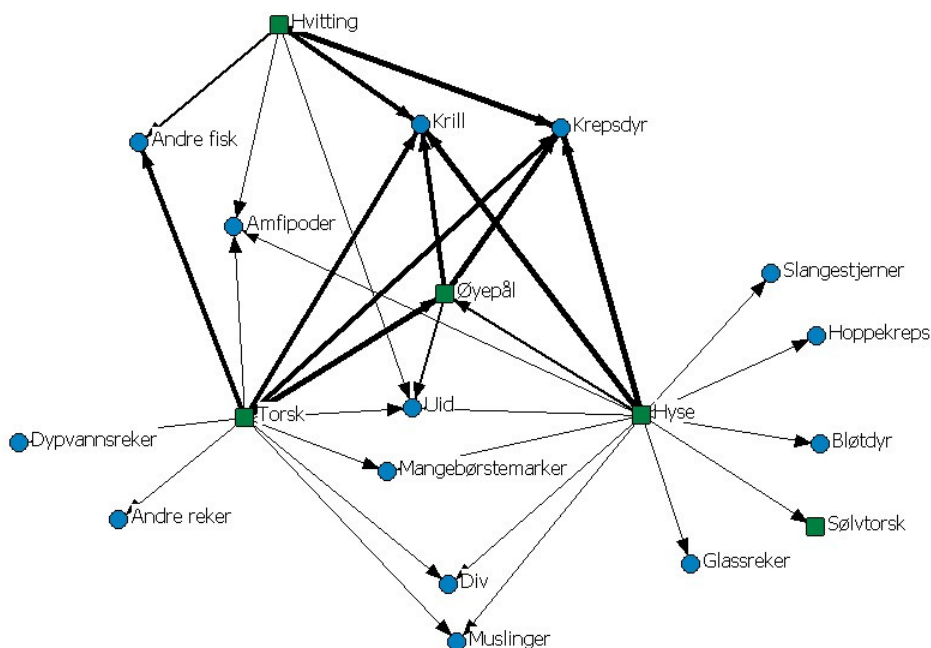
**Figur 9: Næringsnettfigur over koblingene mellom torskefiskene og byttedyrgruppene ved Breivikeidet i juni. Forklaring av grunnlag for piltykkelsen er gitt i figur 2.**

Ved Ullsnes i februar hadde torsk kun beitet på tre byttedyrgrupper (figur 10). Krepsdyr utgjorde den største prosentandelen av vekten. For hyse var det sild og muslinger som var de viktigste. Hvitting hadde mest krepsdyr, krill og andre reker i magen, men hadde også spist noe amfipoder. Øyepål hadde beitet på fem byttedyrgrupper, men det var krepsdyr og amfipoder som dominerer. Kun to byttedyrgrupper utgjorde dietten til sølvtorsk, og krepsdyr og uidentifisert var begge like viktige. I juni (figur 11) var det stor overlappning i dietten hos

predatorene. For hyse, hvitting og øyepål var det krill og krepsdyr som var de viktigste gruppene. Torsk hadde i tillegg til disse stor vektandel av øyepål og andre fisk. Både torsk og hyse hadde beitet på mange byttedyrgrupper, og hyse var den med desidert flest grupper den var alene om å spise.



**Figur 10: Næringsnettfigur over koblingene mellom torskfiskene og byttedyrgruppene ved Ullsnes i februar. Forklaring av grunnlag for piltykkelsen er gitt i figur 2.**



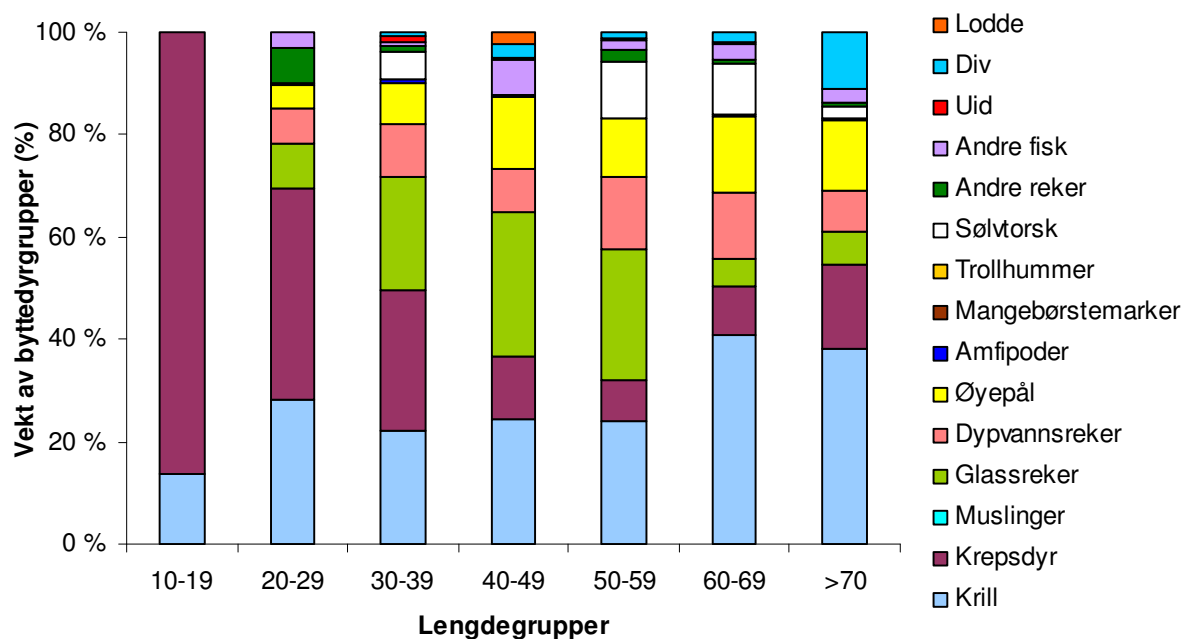
**Figur 11: Næringsnettfigur over koblingene mellom torskfiskene og byttedyrgruppene ved Ullsnes i juni. Forklaring av grunnlag for piltykkelsen er gitt i figur 2.**

En totalvurdering av alle de presenterte næringsnettene viser at byttedyrgruppene krill og krepsdyr var tilstede i alle næringsnettene og ble spist av alle torskfiskene. Det var uten unntak minst to av torskfiskartene som hadde beitet på hver av disse gruppene og de utgjorde

ofte mye av dietten til predatorartene. Andre grupper som også ofte utgjorde høye vektprosenten var glassreker, dypvannsreker, andre reker, amfipoder, øyepål, sølvtorsk og andre fisk. Kannibalisme ble ikke registrert. Sild og lodde ble bare spist av ett individ hver, henholdsvis av hyse og torsk. Torsk og hyse beitet på flere byttedyrgrupper enn hvitting, kolmule, øyepål og sølvtorsk. Hyse hadde jevnt over noen flere byttedyrgrupper enn torsk, og var den arten som oftest spiste muslinger, mangebørstemarkere, bløtdyr og den eneste som beitet på slangestjerner.

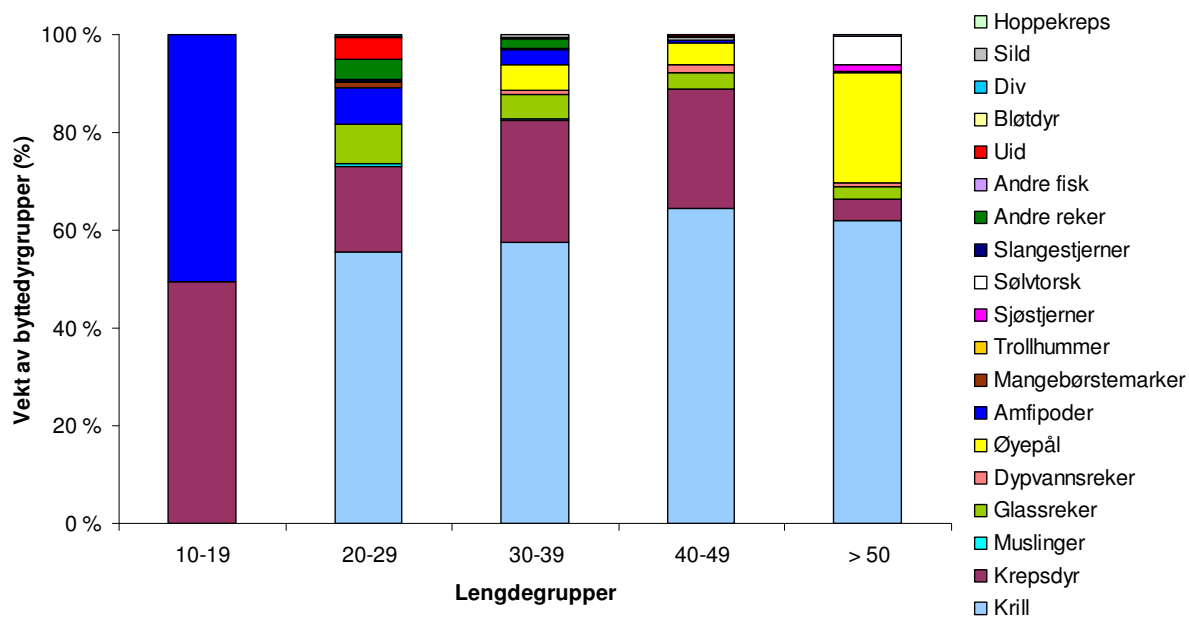
## Predatorstørrelse og diettsammensetning

For torsk var krill viktig i for alle lengdegruppene (figur 12). Med økende lengde utgjorde både fisk og reker en større del av dietten. Torsk mellom 20 og 59 cm spiste mer glassreker enn dypvannsreker. Torsk lengre enn 50 cm hadde omtrent 20-30% fisk i magene (figur 12).



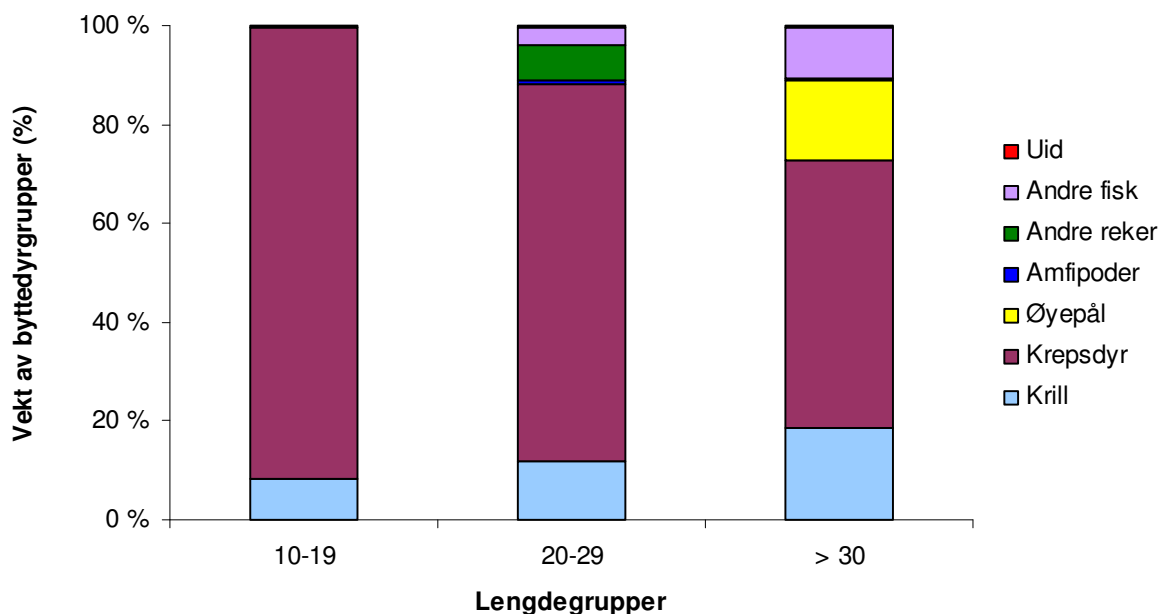
**Figur 12: Oversikt over vekt (%) av de ulike byttedyrgruppene i mageinnholdet til ulike lengdegrupper av torsk, beregnet for alle lokaliteter og måneder.**

Hos hyse var amfipoder og krepsdyr viktige byttedyrgrupper for den minste lengdegruppen (10-19 cm) (figur 13). Med økende predatorlengde økte prosentandelen av fisk og reker. Andelen krill var stabil for hyse over 20 cm, og utgjorde over 50 % av vekten av mageinnholdet.



Figur 13: Oversikt over vekt (%) av de ulike byttedyrgruppene i mageinnholdet til ulike lengdegrupper av huse, beregnet for alle lokaliteter og måneder.

Hvitting i alle lengdegruppene hadde en diett bestående av hovedsakelig krepsdyr og noe krill (figur 14). Byttedyrgruppene andre fisk og andre reker utgjorde til sammen litt over 10% av vekten av mageinnholdet til hvitting i lengdegruppen 20-29 cm. For hvitting over 30 cm besto dietten av andre fisk og øyepål i tillegg til krepsdyr og krill.



Figur 14: Oversikt over vekt (%) av de ulike byttedyrgruppene i mageinnholdet til ulike lengdegrupper av hvitting, beregnet for alle lokaliteter og måneder.

Nesten alle øyepål var i lengdegruppen 10-19 cm, og det ble derfor ikke gjort en sammenlikning av diettsammensetningen mellom lengdegrupper for denne predatorarten.

## **Effektene av predatorart, område og sesong på diettsammensetning**

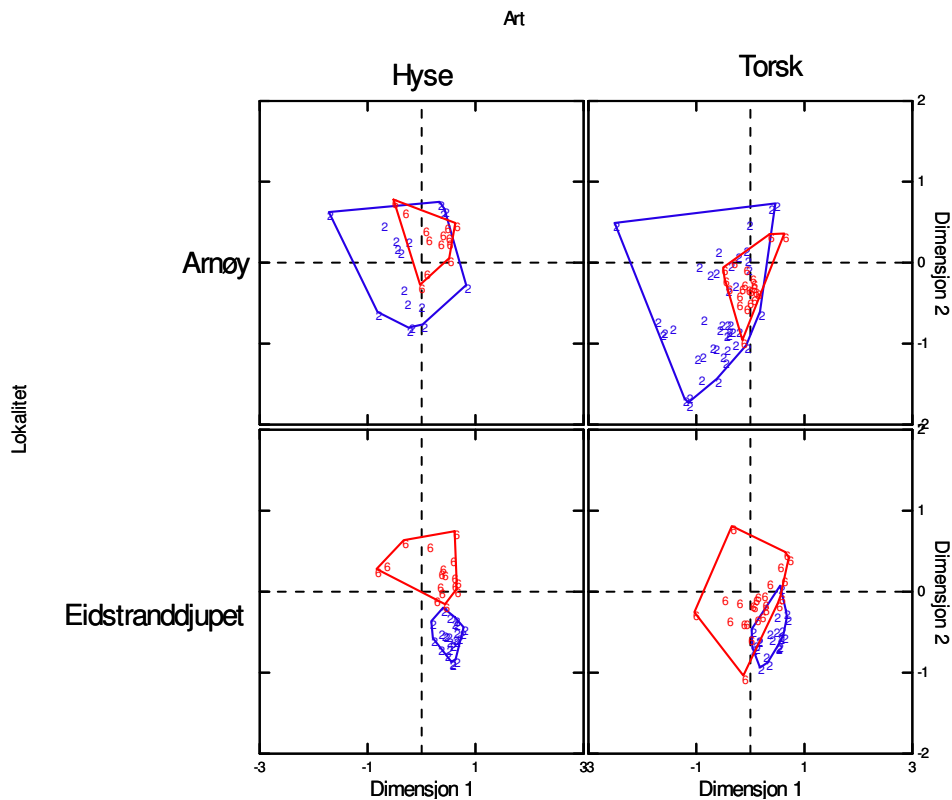
Resultatet fra MDS illustrerer de underliggende ulikhetene mellom mageinnholdet til hver enkelt fisk. En stress-verdi på 0,158 var under den høyeste akseptable verdien (0,2) (Quinn & Keough, 2009). For å kunne sammenlikne mellom art, lokalitet og måned er følgende arter og lokaliteter valgt; hyse og torsk ved Arnøy og Eidstranddjupet, hvitting og øyepål ved Breivikeidet og Ullsnes og hyse og øyepål ved Eidstranddjupet og Lattervik.

For hyse og torsk tatt ved Arnøy var variasjon i dietten til individene størst for begge artene i februar sammenliknet med i juni (figur 15). I februar hadde torsk den aller største variasjonen, og det var spesielt ett individ som var med på å øke spredningen. For hyse var variasjonen i dietten til individene i februar mindre i forhold til hva den var for torsk, men også her var det noen individer som gjorde at spredningen ble stor. Der er ett individ som ble karakterisert som en uteligger (dimensjon 1: -9,8, dimensjon 2: -1,3), og ikke tatt med i plottet. I juni var dietten ved samme lokalitet mindre varierende for begge artene sammenliknet med februar, og individene har en mer lik diettsammensetning denne måneden. Det var stor overlapp i dietten mellom februar og juni for begge artene og forskjellen mellom månedene, var at variasjonen i dietten for fisken var større i februar enn den var i juni. Mellom artene var det overlapp i februar, men spredningen var noe forskjellig. I juni var det liten overlapping og dietten mer ulik.

Ved Eidstranddjupet var det for hyse ikke overlapp i dietten mellom individene fra februar og juni (figur 15). Det var en viss spredning av individer i juni, mens den var svært liten i februar. For torsk var også spredningen størst i juni, og det var noe overlapp mellom februar og juni. Spredningen hos torsk og hyse i februar var litt forskjellig, men det var en ganske klar overlapping. I juni var det også en klar overlapping, men spredningen var større for torsk.

Spredningen i februar var større ved Arnøy enn ved Eidstranddjupet for både torsk og hyse. I juni var spredningen relativt lik for begge arter og lokaliteter (figur 15).



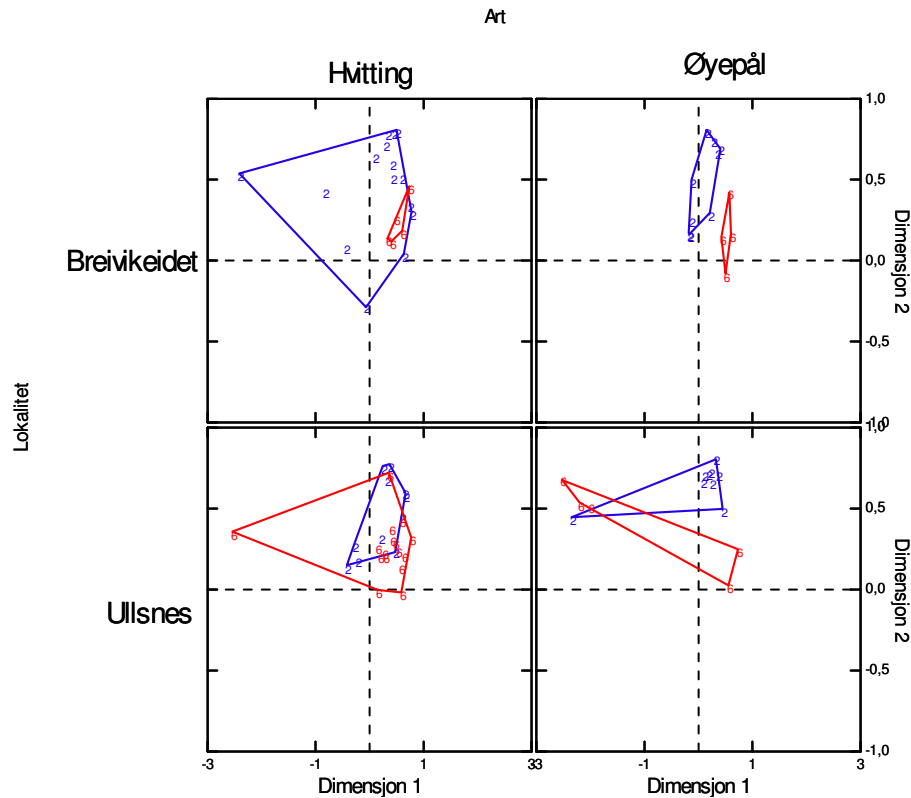


**Figur 15: Multiplott av artene torsk og hyse ved lokalitetene Arnøy og Eidstranddjupet. Data fra februar er blå 2 tall og fra juni røde 6 tall. Dimensjon 1 er vist på x-aksen og dimensjon 2 er vist på y-aksen. En uteligger for hyse ved Arnøy i februar er ikke med.**

For hvitting tatt ved Breivikeidet i februar var det stor variasjon mellom individene (figur 16). Det er spesielt fem individer som ligger spredt. For øyepål ved samme lokalitet og måned var spredningen ikke så stor mellom individene. I juni ved Breivikeidet var dietten til alle individene ganske lik, både for hvitting og øyepål. Mellom februar og juni var det overlapp for hvitting, mens det for øyepål ikke var noen overlapp. Det var overlapp mellom artene i begge månedene.

Ved Ullsnes hadde hvitting tatt i juni og øyepål tatt i februar liten spredning med unntak av ett individ for hver av artene (figur 16). Hvitting tatt i februar ligger noe spredt. Overlappingen mellom de to månedene for denne arten var stor, men ser man bort i fra det ene individet fra juni ville denne overlappen vært betraktelig mindre. For øyepål var antall individer tatt i juni svært lavt og der var stor spredning. Det var overlapping mellom de to artene ved Ullsnes i både februar og juni.

Overlappingen i dietten til individene av hvitting og øyepål mellom Breivikeidet og Ullsnes i henholdsvis februar og juni var, med unntak av øyepål i juni, ganske stor om man ser på hovedansamlingen av individer (figur 16).

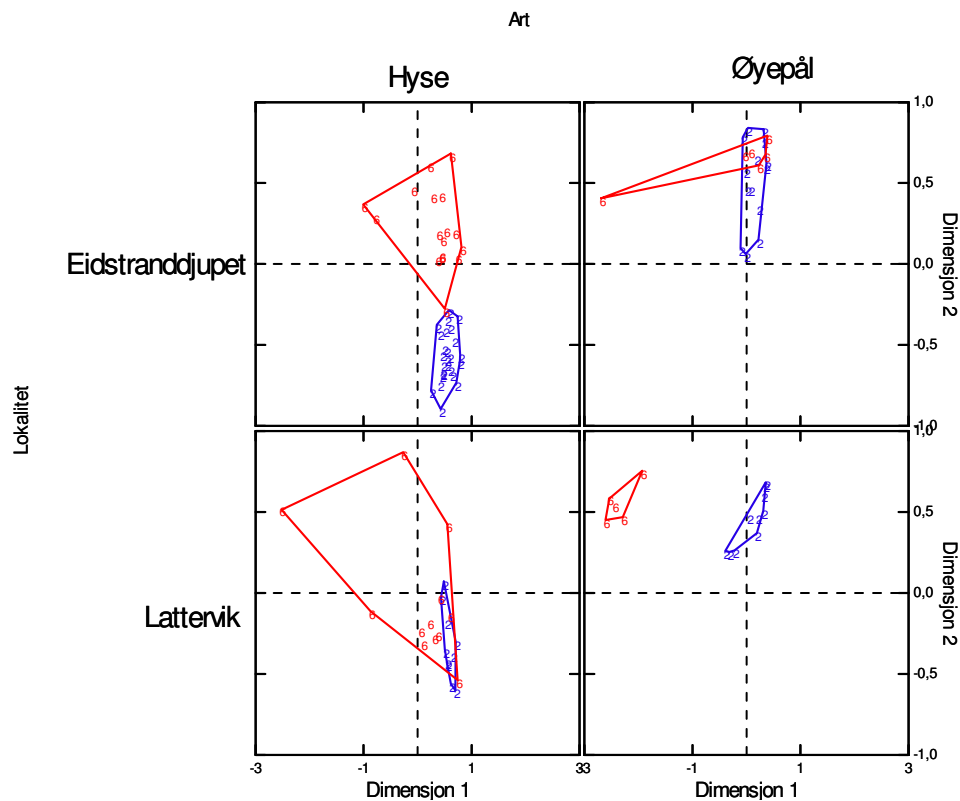


**Figur 16: Multiplot av artene hvitting og øyepål ved lokalitetene Breivikeidet og Ullsnes. Februar merket med 2 og blått og juni med 6 og rødt. Dimensjon 1 er vist på x-aksen og dimensjon 2 er vist på y-aksen.**

For øyepål tatt ved Eidstranddjupet i februar var det liten spredning mellom individene (figur 17). I juni var det ett individ med avvikende diett. Overlappingen mellom månedene var fullstendig om man ser bort i fra dette ene individet. Hyse tatt ved samme lokalitet er gjennomgått tidligere i forbindelse med figur 15. Det var ingen overlapp i dietten mellom hyse og øyepål i februar, mens det i juni var en liten overlapp.

Ved Lattervik hadde hyse i juni stor variasjon (figur 17). Denne spredningen skyldes i all hovedsak fire individer med svært ulike dietter seg i mellom, og som avvek fra de andre individene. I hovedansamlingen var det liten spredning. Spredningen i februar var også liten, og overlappingen mellom denne måneden og hovedansamlingen i juni var stor. For øyepål var spredningen liten både i februar og juni, og det var ingen overlapp mellom individer fra de to månedene. Mellom hyse og øyepål var det ingen overlapp i februar, mens det i juni var en liten overlapp.

Mellom lokalitetene var det for begge artene en del overlapp mellom individene tatt i februar (figur 17). Ser man på hovedansamlingene av hyse i juni var det ingen overlapp. For øyepål var det kun en liten overlapp som kommer av det ene individet ved Eidstranddjupet som ligger langt fra de andre.



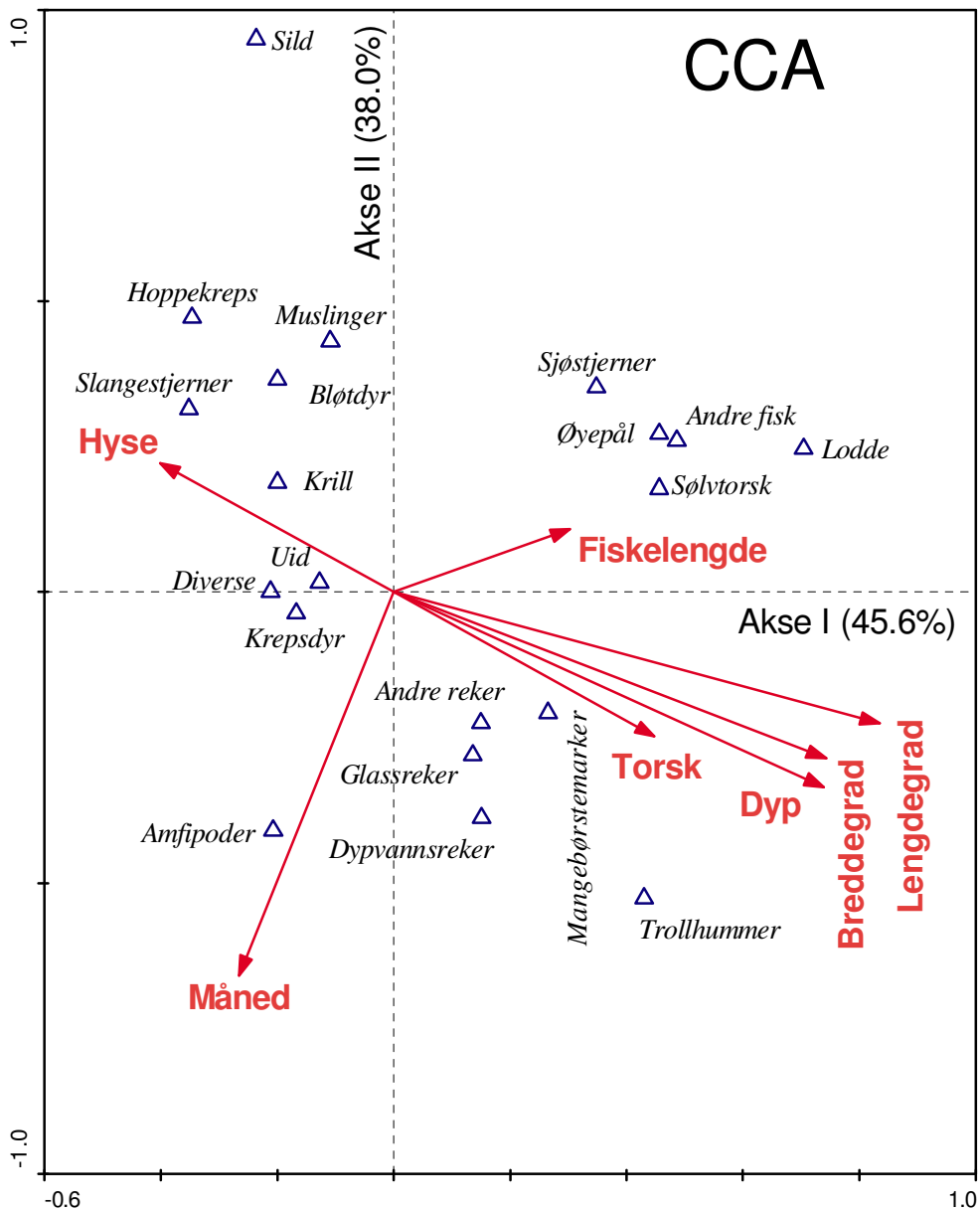
Figur 17: Multiplot av artene hyse og øyepål ved lokalitetene Eidstranddjupet og Lattervik. Februar er 2 og blå og juni 6 og rød. Dimensjon 1 er vist på x-aksen og dimensjon 2 er vist på y-aksen. Hyse ved Eidstranddjupet er det samme som vist i figur 15, men med forskjellig verdier på y-aksen.

## Kanonisk korrespondanseanalyse

Av predatorartene hadde hvitting, kolmule, øyepål og sølvtorsk ikke signifikante effekter, og derfor utelatt av CCA (figur 18). Akse 1 og akse 2 forklarte til sammen 83,6% (akse 1 = 45,6%, akse 2 = 38,0%) av variansen mellom byttedyrgruppene og miljøvariablene (figur 18). Den tredje aksene forklarte kun 9,4% av variansen og ble derfor utelatt.

Variablene øker i retning av pilen (figur 18). For måneder er det brukt månednummer og februar er to og juni seks. Dette medfører at juni vil være i enden av pilen. Siden Ullsfjord gradvis blir dypere på vei ut fjorden, viser dypvariablen hvilke byttedyrgrupper som er vanlig i indre, midtre og ytre deler av fjorden. Ullsfjord er også nord-sør vendt og

breddegradene øker på vei ut fjorden. Utenom for Ullsnes, som ligger akkurat litt lengre øst enn Breivikeidet, ligger også trållokalitetene med økende lengdegrad utover i fjorden. Dette vises ved at de tre variablene dyp, breddegrad og lengdegrad peker i samme retning (figur 18).



Figur 18: CCA der relasjonen mellom variablene predatorart (torsk og hyse), predatorlengde, måned, dyp, lengdegrad og breddegrad og de 20 byttedyrgruppene er vist.

Fisk ble viktigere som byttedyr med økende predatorlengde (fiskelengde) (figur 18).

Predatorlengde (fiskelengde) peker mer i samme retning som torsk, enn hyse.

Byttedyrgruppene øyepål, sølv torsk, andre fisk, lodde var godt assosiert med dyp, breddegrad og lengdegrad, og ble beitet mer på i midtre og ytre deler av fjorden, enn i indre deler.

Gruppene spilte en større rolle i dietten til torsk i forhold til hyse, og var viktigst i februar. Sild forekom bare i magen til en hyse og var lite knyttet til noen av variablene.

Amfipoder var sterkt assosiert med måned, og det ble spist mest av denne byttedyrgruppen i juni (figur 18). Dette var en gruppe som ble beitet på av mindre fisk. Glassreker, dypvannsreker og andre reker utgjorde, som amfipoder, en større andel av dietten i sommermåneden. Disse tre byttedyrgruppene var mindre viktig i indre deler av fjorden.

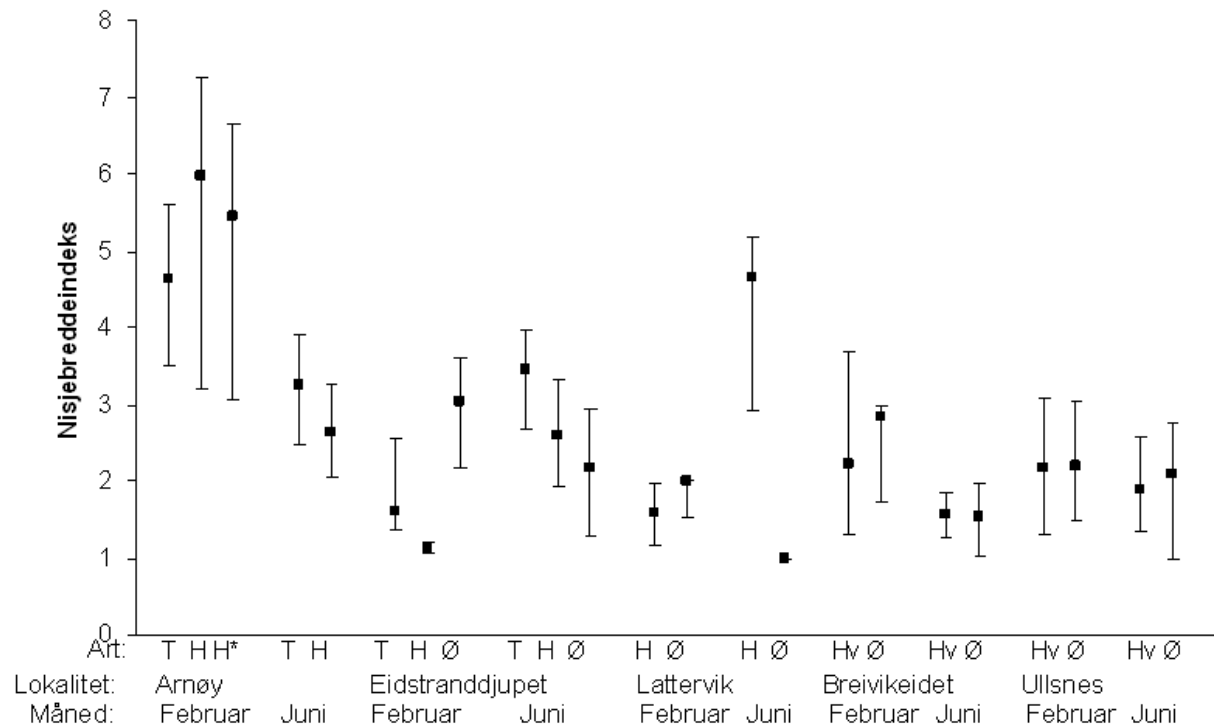
Slangestjerner, hoppekreps, muslinger og bløtdyr var sterkt knyttet til hyse (figur 18). Krill var også mer assosiert med hyse enn torsk og utgjorde en større andel av dietten i februar. Byttedyrgruppene krepsdyr, diverse og uidentifisert ligger samlet nært midten av plottet, i nærheten av krill, men assosiert mest med hyse.

Dyp, lengdegrad og breddegrad var de miljøvariablene som har størst påvirkning på diettsammensetningen (figur 18). Måned ser også ut til å ha vært en viktig variabel, etterfulgt av henholdsvis predatorartene torsk og hyse. Fiskelengde hadde minst innflytelse på diettsammensetningen av de syv variablene.

## **Nisjebredde og nisjeoverlapp**

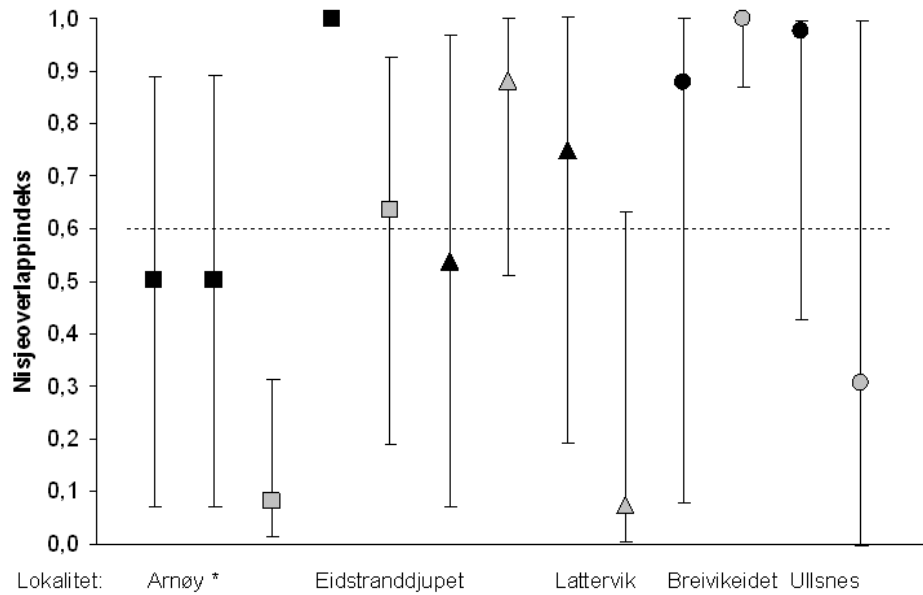
Nisjebredde og nisjeoverlapp ble beregnet for arter ved samme lokalitet og i samme måned. Artene har da lik tilgang på byttedyrgruppene. Beregningene er gjort mellom de samme artene som er brukt i MDS.

Levins nisjebreddeindeks for torsk og hyse ved Arnøy i februar og for hyse ved Lattervik i juni var høye sammenliknet med de andre (figur 19). For hyse ved Arnøy i februar ble indeksen beregnet med og uten uteliggeren. Verdien og konfidensintervallet ble noe mindre når uteliggeren ble ekskludert. Torsk hadde en jevnt over høy nisjebredde, utenom ved Eidstranddjupet i februar da den var på 1,60. Hyse hadde varierende verdier, og ved Eidstranddjupet og Lattervik var nisjebreddene signifikant høyere i juni enn i februar. For øyepål var nisjebreddene ved Eidstranddjupet, Breivikeidet og Ullsnes relativt like i februar og juni. Ved Lattervik var nisjebredden signifikant mindre i juni enn i februar. Hvitting hadde relativt lik nisjebredde, ved Breivikeidet og Ullsnes, i februar og juni.



**Figur 19: Nisjebreddeindeksen (Levins indeks) til torsk (T), hyse (H), hvitting (Hv) og øyepål (Ø) ved ulike lokaliteter og i ulike måneder. H\* er nisjebreddeindeksen uten uteliggeren. 95% konfidensintervall beregnet med bootstrapping er vist med vertikale stolper.**

Bare ved Arnøy i juni var Piankas nisjeoverlappindeks for torsk og hyse signifikant under 0,6 (figur 20). Mellom hvitting og øyepål ved Breivikeidet i juni og mellom torsk og hyse ved Eidstranddjupet i februar var indeksen signifikant over 0,6, og det var i begge tilfellene total nisjeoverlapp med  $O_{jk}$  på 1,00. De andre verdiene for nisjeoverlapp har konfidensintervall som overlapper med 0,6 verdien (figur 20).



**Figur 20: Nisjeoverlappindeksen (Piankas indeks) mellom torsk og hyse (firkanter), mellom hyse og øyepål (trekanter) og mellom hvitting og øyepål (sirkler) i februar (sorte) og juni (grå). \* er nisjeoverlappindeksen mellom torsk og hyse uten uteligger for hyse. Den stiplede linjen (0,6) markerer den minste verdien for et signifikant biologisk nisjeoverlapp (Zaret & Rand, 1971). Vertikale stolper viser 95% konfidensintervall beregnet med bootstrapping.**

# Diskusjon

## Datagrunnlag

Det er stor variasjon i antallet mager som er blitt analysert for hver av artene, i hver av månedene og for de forskjellige lokalitetene. Mangelen på materiale vil i enkelte tilfeller påvirke muligheten til å trekke generelle konklusjoner. For kolmule og sølvtorsk var det totale antall mager analysert så lite at det ikke var mulig å sammenligne dietten med de andre artene, eller undersøke om den varierte mellom lokaliteter og sesonger.

Inndelingen av byttedyr i høyere taksonomiske grupper kan være med å dekke over og maskere eventuelle forskjeller i dietten til torskefiskene. Viktige byttedyrtaksa som alene er betydningsfulle i biomasse (vektprosent), ble inndelt i egne grupper på lavest mulig taksonomisk nivå. Krepsdyr er her et unntak. De resterende byttedyrene ble inndelt i grupper etter et kompromiss mellom ønsket om å ha så lave taksonomiske grupper som mulig og ha et akseptabelt antall byttedyrgrupper for tolking av resultatene.

Avhengig av byttedyrart vil fordøyelsesintensiteten av byttedyr variere (Mattson, 1981). Arter som fordøyes fort vil derfor kunne bli underestimert, mens arter der fordøyelsesintensiteten er lavere enn hos gjennomsnittet vil kunne bli overestimert. Fordøyelsesraten til deler av byttedyr som er essensiell for identifisering er spesielt avgjørende (Mattson, 1981). Mitt inntrykk er at byttedyrgruppen krepsdyr i stor grad inneholder krill, og at betydningen av krill som byttedyrgruppe av den grunn blir underestimert. Krill og krepsdyr har i CCA også ganske like relasjoner til variablene predatorart (torsk og hyse), predatorlengde, måned, dyp, breddegrad og lengdegrad. Dette er også byttedyrgrupper som ser ut til å være viktig for alle de seks torskefiskene. For torsk er dette tidligere dokumentert i Ullsfjord (dos Santos & Falk-Petersen, 1989; Kanopathippillai *et al.*, 1994). Dos Santos og Falk-Petersen (1989) mente også at sannsynligheten for at krill ble underestimert i mageprøver fra Ullsfjord var store. Krillen ble ikke i min undersøkelse artsidentifisert, men basert på totallengdene av krill var det klart at storkrill (*Meganyctiphanes norvegica*) dominerte. I Ullsfjord er det både storkrill og småkrill (*Thysanoessa* spp.) (Zhou *et al.*, 2005).



## Spising i trål

En mulig feilkilde ved bruk av trål for innsamling, er spising i trålen (Hopkins & Torres, 1989). Unaturlig intens predasjon på arter som er til stede i trålen vil føre til at disse blir overrepresentert i mageinnholdet til predatoren (Mattson, 1981). I dette studiet var frekvensen av øyepål i fordøyelsesgrad 1 signifikant større enn frekvensen av gruppen "annen fisk" i samme fordøyelsesgrad i forhold til frekvensen av de samme byttedyrgruppene i fordøyelsesgrad 2 og 3. Den største andelen av øyepål ble funnet i mager fra Arnøy i februar, og forskjellen i frekvenser var også her signifikant. Ser man bort i fra denne lokaliteten, er resultatet fortsatt det samme. Sannsynligheten for at øyepål har blitt beitet på i trålen er derfor stor, men likevel må ikke betydningen av øyepål som byttedyr undervurderes da det også var øyepål i fordøyelsesgrad 2 og 3. Bergstad (1991) observerte at øyepål var et viktig byttedyr for flere store torskefisker, blant annet torsk, hvitting og kolmule, nordvest i Nordsjøen og Skagerrak.

Etter å ha studert frekvensen av de 20 byttedyrgruppene i de forskjellige fordøyelsesgradene, var det klart at forholdet mellom frekvensen av øyepål i fordøyelsesgrad 1 i forhold til fordøyelsesgrad 2 og 3 var mye høyere enn for noen av de andre byttedyrgruppene. Dette var grunnen til at det bare ble testet om øyepål hadde overrepresentasjon av fordøyelsesgrad 1.

I en diettstudie ekskluderte Baremore *et al.* (2010) byttedyr der fordøyelsen ikke hadde startet fra analysene, for å redusere feilkilden med hensyn på spising i trål. Klemetsen (1982) observerte i sin studie av dietten til torsk i Balsfjord, både at byttedyr i flere tilfeller var til stede i trålen, men ikke i magen, og omvendt, at det ved flere tilfeller var godt samsvar mellom hva som var i magen og innholdet i trålen. Det vil være usikkert ut fra dette å konkludere med at spising i trålen hadde funnet sted, da det kan være tilfeller der utbredelse av byttedyr i fjorden både reflekteres i dietten til torsken og i trålfangsten (Klemetsen, 1982). Klemetsen konkluderte at spising i trål ikke førte til støy i resultatet. Hopkins (1985) mente også at spising i trålen ikke hadde funnet sted i sin studie, blant annet fordi der det ble undersøkt var innholdet i tarmen på predatorene lik det i magen, byttedyr som ikke hadde sitt utbredelsesområde der trålingen hadde funnet sted var tilstede i magen og funnene stemte generelt med tidligere funn.

I oppgaven er det valgt å behandle byttedyr i alle fordøyelsesgrader. Dette kan medføre at vektandelen av øyepål blir overestimert.

## Effekten av predatorstørrelse

Resultater fra andre diettstudier på torsk, hyse og hvitting viser med få unntak et ontogenetisk skifte i dietten til de tre artene. I denne undersøkelsen ble det observert et ontogenetisk skifte i dietten til torsk. Fisk ble et viktigere byttedyr med økende lengde og denne forandringen fant sted når torsken var i lengdegruppen 20-29 cm. Mye av fisken som var spist var øyepål og på grunn av høy sannsynlighet for spising i trål, vil betydningen av denne byttedyrarten kunne være en del mindre enn resultatene viser. Ser man bort i fra øyepål, steg likevel andelen fisk noe med økende predatorstørrelse. Krill var et viktig byttedyr for alle lengdegrupper. Er min antagelse om at krill også utgjorde en stor del av byttedyrgruppen krepsdyr korrekt, var krill svært viktig for de to korteste lengdegruppene, 10-19 og 20-29 cm. Krill utgjorde også en betydelig del av dietten til torsk over 29 cm. Tidligere undersøkelser av dietten hos torsk gjort i Ullsfjord har gitt motstridende resultater. Kanapathippillai *et al.* (1994) observerte i perioden 1989-1991 et klart skifte i dietten til torsk rundt 30 cm, der den gikk fra å spise mangebørstemarkere, krill, reker og andre krepsdyr, til hovedsaklig å spise fisk. Denne undersøkelsen ble gjort i indre del av Ullsfjord ved Breivikeidet. Dos Santos og Falk-Petersen (1989) registrerte i periode 1982-1983 ikke noe skifte i dietten med økende størrelse for torsk noe lengre ut i Ullsfjord (området ved Lattervik). Dietten besto for alle lengdegrupper hovedsaklig av reker, men også bentiske krepsdyr og fisk. For større torsk tatt med pelagisk trål var krill det dominerende byttedyret (dos Santos og Falk-Petersen, 1989).

Trenden i dietten til torsk lengre enn 40 cm langs norskekysten, var at omtrent 40% av magevektinnholdet var fisk (Svåsand *et al.*, 2000). Dette er nesten det dobbelte av det som var tilfellet for torsk i Ullsfjord i 2010, der torsk lengre enn 50 cm hadde omtrent 20-30% (vekt) fisk i magen. I perioden 1993-1996 beitet stor torsk i Sørfjord mye på krill, og hadde i likhet med torsk i Ullsfjord i 2010 lite fisk i dietten (ca. 20%) (Pedersen *et al.*, 2008b). Det ontogenetiske skiftet til torsk i Ullsfjord i 2010 er relativt lite sammenliknet med mange andre områder langs kysten.

Hyse hadde også en større andel av fisk i dietten med økende predatorlengde, selv om denne andelen var noe mindre enn hos torsk. Størrelsen på denne andelen er noe usikker da den

hovedsaklig besto av øyepål og noe av øyepålen kan være spist i trål. Mindre byttedyr som amfipoder og krepsdyr var svært viktig for små hyse, under 20 cm. Krill var et viktig byttedyr for hyse med lengde større enn 20 cm, der reker, hovedsaklig glassreker også ble en del av dietten. Dette samsvarer med en diettstudie av hyse i Barentshavet der forskjellene mellom lengdegruppene var størst mellom fisk i lengdegruppen 10-19 cm og større fisk (Jiang & Jørgensen, 1996). Et svakt ontogenetisk skifte i diettsammensetningen til hyse i Ullsfjord er også i samsvar med undersøkelser fra andre områder. Høines og Bergstad (1999) registrerte at hyse på Karmøybanken i større grad enn torsk fortsatte å beite på mindre byttedyr med økende lengde. Kohler og Fitzgerald (1969) observerte også dette for hyse i St. Lawrencebukta og ved Nova Scotia. I Moray Firth, nordøst Skottland, observerte Greenstreet *et al.* (1998) at hyse hadde mindre ontogenetisk skifte i dietten enn hvitting.

Med økende lengde ble også andelen fisk i dietten til hvitting i Ullsfjord større. I likhet med torsk og hyse var en del av dette øyepål, så andelen er noe usikker. Krepsdyr var svært viktig for alle lengdegrupper. Krill var også spist av alle lengdegrupper. Det var altså et svakt ontogenetisk skifte i dietten til hvitting. Dette stemmer ikke helt med andre studier som har vist at fisk var et viktig byttedyr for stor hvitting. I Nordsjøen besto dietten til stor hvitting hovedsaklig av fisk (Hislop *et al.*, 1991; Pedersen, 1999). I Moray Firth besto over 60% (vektbasis) av dietten til hvitting større enn 12 cm, av fisk (Greenstreet *et al.*, 1998).

Av variablene fiskelengde (predatorlengde), predatorart (torsk og hyse), måned, dyp, breddegrad og lengdegrad i CCA er det fiskelengde som hadde minst effekt på diettsammensetningen. Bergstad (1991) observerte for store torskefisk i kystnære områder at diettoverlapp mellom lengdegrupper av samme art ofte var større enn diettoverlapp mellom samme lengdegrupper hos forskjellige arter. I CCA er det også en tendens til en større sammenheng mellom diett og fiskelengde hos torsk, enn mellom diett og fiskelengde hos hyse. Dette kan samsvare med et større ontogenetisk skifte for torsk enn hos hyse, noe som støttes opp av andre studier (Kohler & Fitzgerald, 1969; Greenstreet *et al.*, 1998; Høines & Bergstad, 1999).

## **Effekten av predatorart**

Nisjeoverlappindeksen mellom de fleste predatorartene i Ullsfjord var over eller svært nær den minste verdien for en biologisk signifikant nisjeoverlapp, men konfidensintervallene var

jevnt over store og det var en god del variasjon i nisjeoverlapp. Deler av denne variasjonen kan komme av store ulikheter mellom individene innen en art og/eller få individer av den aktuelle arten, ved en lokalitet og måned. Til tross for denne variasjonen tyder nisjeoverlappindeksen på at dietten til torsk, hyse, hvitting og øyepål var ganske like. For de tre største artene, torsk, hyse og hvitting, besto dietten hovedsaklig av krepsdyr og fisk, mens for øyepål besto den hovedsaklig bare av krepsdyr, noe som stemmer overens med andre undersøkelser (Mattson, 1981; Klemetsen, 1982; dos Santos & Falk-Pettersen, 1989; Mattson, 1990; Bergstad, 1991; Hislop *et al.*, 1991; Salvanes & Nordeide, 1993; Kanapathippillai *et al.*, 1994; Jiang & Jørgensen, 1996; Greenstreet *et al.*, 1998; Høines & Bergstad, 1999; Pedersen, 1999).

Forskjeller i diett mellom øyepål og de tre andre artene, torsk, hyse og hvitting, har nok sin hovedgrunn i forskjellig størrelse, da de tre største artene hadde et ontogenetisk skifte i diettsammensetningen når de var fra 20 til 30 cm lang. Med få unntak var øyepål i denne undersøkelsen kun i lengdegruppen 10-19 cm. Går en nærmere inn på byttedyrgruppene av krepsdyr og fisk som de forskjellige artene hovedsaklig hadde beitet på, var det noen forskjeller mellom alle fire artene. Torsk hadde ikke beitet eller i svært liten grad beitet på de aller minste byttedyrene som amfipoder og hoppekreps. Mattson (1990) konstaterte for torsk at ved økende størrelse, økte generelt størrelsen på byttedyrartene og størrelsen på byttedyrindividene. Hyse hadde ikke beitet på andre fisk i like stor grad som torsk, men hadde en større andel andre reker og amfipoder. I større grad enn torsk hadde hyse beitet på byttedyrgruppene mangebørstemarkere, bløtdyr, sjøstjerner og muslinger, og var alene om å ha spist slangestjerner. Dette samsvarer med resultater fra andre studier av dietten til hyse som viser at den spiste små og saktebevegende bentiske arter (Kohler & Fitzgerald, 1969; Mattson, 1992; Greenstreet *et al.*, 1998, Schückel *et al.*, 2010). Disse byttedyrgruppene utgjorde imidlertid en svært liten del av dietten til hyse i Ullsfjord, mens de i andre områder var dominerende (Mattson, 1992; Schückel *et al.*, 2010). For hvitting var ett fåtall byttedyrgrupper viktig, og det er hovedsaklig øyepål, andre reker, krill og krepsdyr den har beitet på. Øyepål hadde spist mest krill, krepsdyr, amfipoder og hoppekreps.

Både torsk og hyse hadde beitet på en rekke byttedyrgrupper i Ullsfjord, men mageinnholdet var dominert av relativt få byttedyrgrupper. Sammenliknet med sørligere områder er antallet forskjellige byttedyrarter for torsk mindre i nordnorske fjorder (Klemetsen, 1982). At krill og krepsdyr i Ullsfjord var viktige byttedyrgrupper for alle de fire artene, torsk, hyse, hvitting og

øyepål, og for alle lengdegrupper av de tre største artene kan tyde på at disse to byttedyrgruppene var svært utbredt. Etter å ha studert ressursfordelingen mellom torsk, hyse, sei og sypike på Karmøybanken, var Høines og Bergstad (1999) av den oppfatning at torskefisker er tilpasset minimal diettoverlapping ved lav byttedyrtetthet og til å utnytte byttedyr med stor tetthet når de er tilgjengelig. Krill er relativt små byttedyr, men det er påvist for større torsk at dersom små byttedyr kan fanges lett og i høyt volum, beiter den intenst på disse byttedyrene (Mattson, 1990). Zhou *et al.* (2005) konstaterte at det var store mengder krill i Ullsfjord i perioden 1995-1996. Det er derfor sannsynlig at det var stor utbredelse og biomasse av krill i Ullsfjord i 2010 og at dette bidro til at mange torskefisker spiste mye krill.

## Effekten av lokalitet

Ved de fem lokalitetene i Ullsfjord var det en del variasjoner i diettsammensetningen til torsk og hyse. Dietten ved Arnøy var tydelig forskjellig fra de andre lokalitetene. Der var også forskjeller mellom midtre og indre deler av fjorden. Klemetsen (1982) observerte i Balsfjord i perioden 1975-1976 svært stor variasjon i dietten til torsk ved ganske tett plasserte lokaliteter. Grunnen til disse variasjonene mente han kunne være størrelsen på trålfeltet og plassering i fjorden. Ved små felt kan dietten være mer variert, fordi de har større kontakt med omliggende områder der byttedyrsammensetningen kan være en annen og sannsynligheten er større for å fange fisk som har beitet andre steder (Klemetsen, 1982). Dette stemmer godt med observasjonene fra Ullsfjord i 2010. Hovedansamlingene av individer i MDS viser at variasjonen i diett mellom individer av samme art ved Eidstranddjupet og Lattervik, som ligger i et forholdsvis stort område (figur 1), var generelt mindre enn ved Arnøy, som er et lite trålfelt. Næringsnettene for Ullsfjord i 2010 gir det samme inntrykk. Ved de indre lokalitetene, Breivikeidet og Ullsnes, som også er små trålfelt, var variasjonen stor. Variasjoner i dietten mellom de ulike lokalitetene kan også skyldes forskjeller i byttedyrfauna i de ulike delene av fjorden (Klemetsen, 1982). Dybdeforskjeller kan også være en årsak til variasjonene i dietten til predatorer mellom lokalitetene. Forskjeller i bunnforhold, temperatur, saltholdighet og lys (Zhou *et al.*, 2005), kan være med å påvirke utbredelsen av byttedyrgruppene.

Hvitting ble kun tatt ved de to innerste lokalitetene, Breivikeidet og Ullsnes (en hvitting ble tatt ved Arnøy). Det var noen ulikheter i dietten ved de to forskjellige lokalitetene.

Byttedyrgruppen øyepål utgjorde den største forskjellen, men var noe av denne spist i trål, var

forskjellene mellom lokalitetene liten. Breivikeidet og Ullsnes ligger svært nært hverandre, og stor forskjell i dietten var derfor heller ikke forventet. For hvitting i Nordsjøen registrerte Hislop *et al.* (1991) variasjon i dietten til hvitting mellom områder. Det var hovedsaklig krepsdyr og fisk som ble spist i alle områdene, men det var ulike arter som dominerte.

Øyepål var den eneste arten der diettsammensetningen ikke varierer stort med lokalitet, og var også den eneste som ikke har et ontogenetisk skifte i dietten. Grunnen til at dietten til øyepål ikke varierte spesielt med lokalitet kan være at den har beitet på et mindre antall byttedyrgrupper. For torsk og hyse der et lite ontogenetisk skifte i dietten var observert, kunne en av årsakene til denne variasjonen mellom lokalitetene være at ulike lengdegrupper sto på forskjellige dyp, men dette er lite sannsynlig. Torsk i de fleste lengdegrupper var representert ved alle lokalitetene. For hyse var det noe mer ujevnt. All hyse som var lengre enn 50 cm ble tatt ved Arnøy og Eidstranddjupet, og en svært ulik diett ved disse to lokalitetene gir grunn til å ikke tro at forskjellig fordeling av lengdegrupper av predatorer i fjorden skulle være årsaken til lokalitetsvariasjonene i dietten.

Biomassetettheten av krill i Ullsfjord har vært registrert å være størst innerst i fjorden innenfor Lattervikområdet (Zhou *et al.*, 2005). Fordelingen av byttedyr i fjorden var nok en viktig årsak til at variasjon i dietten med lokalitet til en viss grad ble observert for alle de fire torskefiskene (torsk, hyse, hvitting og øyepål).

## **Effekten av sesong**

Ved Arnøy var nisjebredden til både torsk og hyse signifikant større i februar enn i juni. En del individer hadde overlappende diett, men hovedsaklig var det forskjeller i dietten mellom månedene. Sesongvariasjoner var også til stede for torsk i midtre og indre deler av Ullsfjord. Hyse hadde ikke like store sesongvariasjoner i dietten ved Lattervik som torsk, men ved Eidstranddjupet og Ullsnes var det klare sesongvariasjoner i dietten også for hyse. Om en tar høyde for variasjonene i dietten mellom torsk og hyse, var sesongvariasjonene i dietten ganske like mellom de to artene. Dette kan skyldes at tilgangen på de ulike byttedyrarter varierer med sesong (Bergstad *et al.*, 1987; Mattson, 1992; Høines & Bergstad, 1999). Dette kan også påvirke diettoverlappingen mellom predatorarter (Høines & Bergstad, 1999). Den jevnt over høy nisjeoverlapp mellom de ulike predatorartene indikerer at dietten følger variasjoner i tilgangen på byttedyr ganske likt.

Sesongvariasjonen i dietten til torsk og hyse påvirket størrelsen på variasjon i dietten mellom lokalitetene i midtre og indre del av fjorden. Lokalitetsvariasjonene i dietten var størst i juni. Dette kan komme av en økt utbredelse av mange byttedyr i denne perioden (Mattson, 1992). Ved Arnøy og Eidstranddjupet var forskjellen i dietten mellom torsk og hyse også større i juni enn i februar. Dette kan skyldes at små byttedyr er lettere tilgjengelig i juni og forskjellene i dietten mellom torsk og hyse kom tydeligere fram. Amfipoder var en viktigere byttedyrgruppe for hyse i juni, og ble bare spist i svært små mengder i februar. Dette kan stemme med observasjonene Mattson (1992) gjorde av at rekrutteringsraten til mange av byttedyreartene til hyse i Nordøst-Atlanteren økte om våren og sommeren, antallet dyr per mage økte og den gjennomsnittlige byttedyrstørrelsen sank. Schüchel *et al.* (2010) observerte at dietten til hyse i Nordsjøen ble bestemt av byttedyrtettheten i beiteområdet.

Øyepål hadde sesongvariasjoner i dietten i Ullsfjord i 2010, og øyepål har i motsetning til hyse spist en betydelig andel amfipoder i både februar og juni. En mulig forklaring på denne forskjellen mellom hyse og øyepål kan være at da øyepål hovedsaklig beiter på små byttedyr, vil den ikke bare beite på amfipoder når de er lett tilgjengelig. Sesongvariasjon i dietten til denne arten har også vært funnet i Raunefjord (Mattson, 1981). Her var det de samme artene som dominerte hele året, men andelen av dietten de forskjellige byttedyrartene utgjorde varierte (Mattson, 1981), dette er noe av det samme som var tilfellet for øyepål i Ullsfjord.

Sesongvariasjoner ble også observert for hvitting, med en større vektprosentandel av andre byttedyrgrupper enn krill og krepsdyr i februar. Greenstreet *et al.* (1998) fant også sesongvariasjoner i dietten til hvitting i Moray Firth, men forskjellene her var at hvitting beitet på ulike arter av den samme typen byttedyr. Hislop *et al.* (1991) registrerte derimot at hvitting i Nordsjøen beitet på enkelte typer byttedyr bare deler av året. Dette mente han reflekterte tilgangen på byttedyr.

Det konkluderes med at det var sesongvariasjoner i dietten i noe ulik grad, både for de ulike predatorartene og ved ulike lokaliteter i Ullsfjord. Årsaken til denne variasjonen er sannsynligvis forskjeller i byttedyrrekruttering og ulik tilgang på forskjellige byttedyr gjennom året.

## Oppsummering

Krill var en viktig byttedyrgruppe for torsk, hyse, hvitting og øyepål i Ullsfjord i 2010. Tidligere undersøkelser viser at krill var viktig i dietten til torsk i nordnorske fjorder (Klemetsen, 1982; dos Santos & Falk-Petersen, 1989; Kanapathippillai *et al.*, 1994). Dos Santos og Falk-Petersen (1989) var av den oppfatning at den pelagiske næringskjeden kunne være av stor betydning for torsk i Ullsfjord i perioden 1982-1983. Det sammen inntrykket får man i dette studiet, og det gjelder ikke bare for torsk, men også for hyse, hvitting og øyepål. Krill vil også indirekte ha vært en viktig energikilde for torsk, hyse og hvitting som beiter på øyepål, som har spist krill. For torsk var også glassreker, som er pelagiske reker (Omori, 1974), en viktig byttedyrart, og vektandelen av denne byttedyrgruppen i dietten var for torsk, mellom 20 og 59 cm, større enn vektandelen dypvannsreker. Dypvannsreker er også koblet til den pelagiske næringskjeden da de kan spise pelagiske byttedyr (Hopkins *et al.*, 1993). Dette er med å forsterke betydningen av den pelagiske næringskjeden.

Sild og lodde er vanlige byttedyr for torsk ved høye breddegrader (Kohler & Fitzgerald, 1969; Klemetsen, 1982; Bergstad *et al.*, 1987; dos Santos & Falk-Petersen, 1989; Kanapathippillai *et al.*, 1994). Hyse kan beite på lodde i Barentshavet (Jiang & Jørgensen, 1996). I dette studiet ble sild og lodde bare funnet i en mage hver av henholdsvis hyse og torsk og dette kan tyde på at det var lite av disse to byttedyrartene i Ullsfjord i 2010. Mattson (1990) registrerte at torsk i Nordøst-Atlanteren åpenbart forsøkte og unngå å svelge byttedyr med lav næringsinnhold eller som ga lite næringsutbytte. Om dette også var tilfellet for torsk i Ullsfjord, ville man om sild og lodde var tilstede i betydelig tetthet i fjorden, ha forventet at disse to byttedyrartene var representert i mageinnholdet, da både sild og lodde har relativt høy energitetthet (Lawson *et al.*, 1998).

At det var lite pelagisk fisk i fjorden, kan bidra til at det er mye av mindre pelagiske byttedyr. For både sild og lodde var krill et viktig byttedyr i Barentshavet (Huse & Toresen, 1996; Godiksen *et al.*, 2006), og Dalpadado og Skjoldal (1996) registrerte at der var sterk sammenheng mellom størrelsen på loddebestanden og tetthet av krill i Barentshavet. Nedgang i loddebestanden førte til en oppgang i utbredelse og biomasse av krill (Dalpadado & Skjoldal, 1996).



At de dominerende byttedyrgruppene var forholdsvis like i dietten til torsk, hyse, hvitting og øyepål i Ullsfjord kan føre til at predatorartene har ganske like trofiske nivåer. Den store betydningen av krill og en liten andel fisk i dietten kan resultere i et noe lavere trofisk nivå for predatorartene sammenlignet med andre økosystem der fisk er viktigere i dietten. Dette var også tilfellet for stor torsk i Sørfjord som i perioden 1993-1996 hadde beitet mye på krill, hadde lite fisk i dietten (20%) og et lavere trofisk nivå sammenliknet med andre områder (Pedersen *et al.*, 2008b).

Variasjonene som var i næringsnettet i Ullsfjord var i all hovedsak en veksling mellom en tilstand med mye fisk og lite krill og reker og en tilstand med lite fisk og mye krill og reker i dietten. Denne vekslingen fant sted mellom lokaliteter og mellom sesonger, og skapte tydelige variasjoner i dietten til torsk, hyse og hvitting, som beitet på alle disse byttedyrene. Det er også mye som tyder på at dette er en veksling som i nesten enda større grad forgår over lengre tidsperioder. Dos Santos og Falk-Petersen (1989) observerte for torsk i perioden 1982-1983 en tilstand i dietten som kan minne om den i 2010. Nesten ti år senere, i perioden 1989-1991, registrerte Kanapathippillai *et al.* (1994) at dietten til torsk var dominert av fisk. Ut ifra observasjonene som er gjort i dette studiet er sannsynligheten stor for at diettforskjellene mellom artene og diettoverlappingen mellom dem, vil svinge i takt med denne vekslingen. Størrelsen på det ontogenetiske skiftet vil nok også følge disse svingningene.

Det var ved flere tilfeller stor variasjon mellom individer av samme art ved samme lokalitet og måned (figur 15-17). Et større datagrunnlag vil kunne medføre at individer som avviker fra resten får mindre betydning, og mulighet til å undersøke om det er variasjoner i det ontogenetiske skiftet med lokalitet og måned. Dietten til torskefiskene i Ullsfjord i 2010 synes å ha vært svært påvirket av variasjonen i byttedyrtilgangen. Videre undersøkelse av hvilke faktorer som er med på å påvirke denne tilgangen kunne gi enda større forståelse for dette økosystemet.

## Konklusjon

Torsk, hyse og hvitting hadde alle et ontogenetisk skifte i dietten, og det var bare for øyepål at dietten ikke varierte med størrelse. Dietten var ikke lik hos de forskjellige artene. Den var heller ikke lik i de forskjellige områdene av fjorden og den varierte med sesong.

## Referanser

- Albert, O.T. 1995. Diel changes in food and feeding of small gadoids on a coastal bank. ICES Journal of Marine Science, 52: 873-885.
- Baremore, I.E., Murie, D.J. og Carlson, J.K. 2010. Seasonal and size-related differences in diet of the Atlantic angel shark *Squartina dumeril* in the northeastern Gulf of Mexico. Aquatic Biology, Vol. 8: 125-136.
- Bergstad, O.A., Jørgensen, T. og Dragesund, O. 1987. Life History and Ecology of the Gadoid Resources of the Barents Sea. Fisheries Research, 5: 119-161.
- Bergstad, O.A. 1991. Distribution and trophic ecology of some gadoid fish of the Norwegian Deep. 2. Food-web linkages and comparisons of diets and distributions. Sarsia 75: 315-325.
- Bray, J.R. og Curtis, J.T. 1957. An Ordination of the Upland Forest Communities of Southern Wisconsin. Ecological Monographs, Vol. 27, No. 4: 326-349
- Christiansen, M.E. 1972. Betemmelsestabell over Crustacea Decapoda Tifotkreps. Universitetsforlaget, Oslo/Bergen/Tromsø. 71 s.
- Dalpadado, P. og Bogstad, B. 2004. Diet of juvenile cod (age 0-2) in the Barents Sea in relation to food availability and cod growth. Polar Biology, 27: 140-154.
- Dalpadado, P. og Skjoldal, H.R. 1996. Abundance, maturity and growth of the krill species *Thysanoessa inermis* and *T. longicaudata* in the Barents Sea. Marine Ecology Progress Series, Vol. 144: 175-183.
- Dolgov, A.V., Johannesen, E., Heino, M. og Olsen, E. 2010. Trophic ecology of blue whiting in the Barents Sea. ICES Journal of Marine Science, 67: 483-493.
- Dommasnes, A. 2005. Hva er økosystem? s. 22-27. I: Havets ressurser og miljø 2005. Fisken og havet, særnr. 1-2005.
- dos Santos, J. og Falk-Petersen, S. 1989. Feeding ecology of cod (*Gadus morhua* L.) in Balsfjord and Ullsfjord, northern Norway, 1982-1983. Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer, 45: 190-199.
- Efron, B. og Tibshirani, R.J. 1993. An introduction to the Bootstrap. Chapman and Hall, New York. 436 s.
- Enckell, P.H. 1998. Kräftdjur. 2. utg. Gr@phic Publishing, Odense. 685 s.
- Gjøsæter, H., Haug, T., Hage, M., Karlsen, Ø., Knutsen, J.A., Røttingen, I., Skilbrei, O., Sunnset, B.H. (red.) 2010. Havforskningsrapporten 2010. Fisken og havet, særnr. 1-2010.

- Godiksen, J.A., Hallfredsson, E.H. og Pedersen, T. 2006. Effects of alternative prey on predation intensity from herring *Clupea harengus* and sandeel *Ammodytes marinus* on capelin *Mallotus villosus* larvae in the Barents Sea. *Journal of Fish Biology*, 69: 1807-1823.
- Greenstreet, S.P.R., McMillan, J.A. og Armstrong, E. 1998. Seasonal variation in the importance of pelagic fish in the diet of piscivorous fish in the Moray Firth, NE Scotland: a response to variation in prey abundance? *ICES Journal of Marine Science*, 55: 121-133.
- Hislop, J.R.G., Robb, A.P. og Armstrong, D.W. 1991. The diet and food consumption of whiting (*Merlangius merlangus*) in the North Sea. *ICES Journal of Marine Science*, 48: 139-156.
- Hopkins, T.L. 1985. Food web of an Antarctic midwater ecosystem. *Marine Biology*, 89: 197-212.
- Hopkins, C.C.E., Sargent, J.R. og Nilssen, E.M. 1993. Total lipid content, and lipid and fatty acid composition of the deep-water prawn *Pandalus borealis* from Balsfjord, northern Norway: growth and feeding relationships. *Marine Ecology Progress Series*, Vol. 96: 217-228.
- Hopkins, T.L. og Torres, J.J. 1989. Midwater food web in the vicinity of a marginal ice zone in the western Weddell Sea. *Deep-Sea Research*, Vol. 36, No. 4: 543-560.
- Huse, G. og Toresen, R. 1996. A comparative study of the feeding habits of herring (*Clupea harengus*, Clupeidae, L.) and capelin (*Mallotus villosus*, Osmeridae, Müller) in the Barents Sea. *Sarsia* 81: 143-153.
- Høines, Å.S. og Bergstad, O.A. 1999. Resource sharing among cod, haddock, saithe and pollack on a herring spawning ground. *Journal of Fish Biology*, 55: 1233-1257.
- ICES 2010. Report of the ICES Advisory Committee, 2010. Book 3: The Barents Sea and the Norwegian Sea. International Council for the Exploration of the Sea. 72 s.
- Jiang, W. og Jørgensen, T. 1996. The diet of haddock (*Melanogrammus aeglefinus* L.) in the Barents Sea during the period 1984-1991. *ICES Journal of Marine Science*, 53: 11-21.
- Kanapathipillai, P., Berg, E., dos Santos, J., Gulliksen, B. og Pedersen, T. 1994. The food consumption of cod, *Gadus morhua* L., in a high-latitude enhancement area. *Aquaculture and Fisheries Management*, 25, Supplement 1: 65-76.
- Klemetsen, A. 1982. Food and feeding habits of cod from the Balsfjord, northern Norway during a one-year period. *Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, 40: 101-111.
- Kohler, A.C. og Fitzgerald, D.N. 1969. Comparisons of Food of Cod and Haddock in the Gulf of St. Lawrence and on the Nova Scotia Banks. *Journal Fisheries Research Board of Canada*, Vol. 26: 1273-1287.

- Krebs, C.J. 1989. Ecological Methodology. Harper & Row, New York. 654 s.
- Lawson, J.W., Magalhães, A.M. og Miller, E.H. 1998. Important prey species of marine vertebrate predators in the northwest Atlantic: proximate composition and energy density. Marine Ecology Progress Series, Vol. 164: 13-20.
- Mattson, S. 1981. The food of *Galeus melastomus*, *Gadiculus argenteus thori*, *Trisopterus esmarkii*, *Rhinonemus cimbrius*, and *Glyptocephalus cynoglossus* (Pisces) caught during the day with shrimp trawl in a West-Norwegian fjord. Sarsia 66: 109-127.
- Mattson, S. 1990. Food and feeding habits of fish species over a soft sublittoral bottom in the Northeast Atlantic. 1. Cod (*Gadus morhua* L.) (Gadidae). Sarsia 75: 247-260.
- Mattson, S. 1992. Food and feeding habits of fish species over a soft sublittoral bottom in the Northeast Atlantic. 3. Haddock (*Merlanogrammus aeglefinus* (L.)) (Gadidae). Sarsia 77: 33-45.
- Mehl, S. 1991. The Northeast Arctic cod stock's place in the Barents Sea ecosystem in the 1980s: an overview. 525-534 s. i Sakshaug, E., Hopkins, C.C.E. og Øritsland, N.A. (red.): Proceedings of the Pro Mare Symposium on Polar Marine Ecology, Trondheim, 12-16 May 1990. Polar Research, Vol 10.
- Mjanger, H., Hestenes, K., Svendsen, B.V. og de Lange Wenneck, T. 2010. Håndbok for prøvetaking av fisk og krepsdyr (prosedyre for håndbok for prøvetaking av fisk og krepsdyr). Versjon 3.16, Opplag januar 2010. Havforskningsinstituttets kvalitetssystem, Senter for marine ressurser, Forskningsteknisk avdeling. 191 s.
- Moen, F.E. og Svensen, E. 1999. Dyreliv i havet Håndbok i norsk marin fauna. KOM Forlag, Kristiansund. 544 s.
- Olsen, E., Aanes, S., Mehl, S., Holts, J.C., Aglen, A. og Gjøsæter, H. 2010. Cod, haddock, saithe, herring, and capelin in the Barents Sea and adjacent waters: a review of the biological value of the area. ICES Journal of Marine Science, 67: 87-101.
- Omori, M. 1974. The biology of pelagic shrimps in the ocean. Advanced Marine Biology, Vol. 12: 233-324.
- Pedersen, J. 1999. Diet comparison between pelagic and demersal whiting in the North Sea. Journal of Fish Biology, 55: 1096-1113.
- Pedersen, T., Nilssen, E.M., Nilsen, M., Morrissette, L. og Maurstad, A. 2008a. Investigating coastal ecosystem structure and dynamics using Ecopath/Ecosim ecosystem models and stable isotope data. Prosjektforslag til Forskningsrådet – forskningsprogram HAVKYST. 10 s.
- Pedersen, T., Nilsen, M., Nilssen, E.M, Berg, E. og Reigstad, M. 2008b. Trophic model of a lightly exploited cod-dominated ecosystem. Ecological Modelling, 214: 95-111.
- Pethon, P. 2005. Aschehougs store fiskebok. Norges fisker i farger. 5. reviderte utgave 2005. H.Aschehoug & Co. (W. Nygaard) A/S 1985. 468 s.

- Pianka, E.R. 1973. The Structure of Lizard Communities. Annual Review of Ecology and Systematics, Vol. 4: 53-74.
- Prokopchuk, I. og Sentyabov, E. 2006. Diets of herring, mackerel, and blue whiting in the Norwegian Sea in relation to *Calanus finmarchicus* distribution and temperature conditions. ICES Journal of Marine Science, 63: 117-127.
- Quinn, G.P. og Keough, M.J. 2009. Experimental Design and Data Analysis for Biologists. 8. utg. Cambridge University Press, Cambridge/New York/Melbourne/Madrid/Cape Town/Singapore/São Paulo/Delhi. 537 s.
- Salvanes, A.G.V. og Nordeide, J.T. 1993. Dominating sublittoral fish species in a west Norwegian fjord and their trophic links to cod (*Gadus morhua* L.). Sarsia 78: 221-234.
- Schückel, S., Ehrich, S., Kröncke, I. og Reiss, H. 2010. Linking prey composition of haddock *Melanogrammus aeglefinus* to benthic prey availability in three different areas of the northern North Sea. Journal of Fish Biology, 77: 98-118.
- Svåsand, T., Kristiansen, T.S., Pedersen, T., Salvanes, A.G.V., Engelsen, R., Nævdal, G. og Nødtvedt, M. 2000. The enhancement of cod stocks. Fish and Fisheries, 1: 173-205.
- ter Braak, C.J.F. 1986. Canonical Correspondence Analysis: A New Eigenvector Technique for Multivariate Direct Gradient Analysis. Ecology, Vol 67, No. 5: 1167-1179.
- ter Braak, C.J.F. 1987. The analysis of vegetation-environment relationships by canonical correspondence analysis. Vegetation, 69: 69-77.
- ter Braak, C.J.F. og Smilauer, P. 2002. CANOCO Reference manual and CanoDraw for Windows User's guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). Microcomputer Power, Ithaca, NY, USA. 500 s.
- ter Braak, C.J.F. og Verdonschot, P.F.M. 1995. Canonical correspondence analysis and related multivariate methods in aquatic ecology. Aquatic Sciences, 57: 255-289.
- Zaret, T.M. og Rand, A.S. 1971. Competition in Tropical Stream Fishes: Support for the Competitive Exclusion Principle. Ecology, Vol. 52, No. 2: 336-342.
- Zhou, M., Zhu, Y. og Tande, K.S. 2005. Circulation and behavior of euphausiids in two Norwegian sub-Arctic fjords. Marine Ecology Progress Series, Vol. 300: 159-178.

## Vedlegg

Tabell 1: Antall mager med innhold fra fisk i hver 10 cm lengdegruppe for torsk, hyse, hvitting, kolmule, øyepål og sølvtorsk fordelt på lokalitet og måned. Tomme mager er vist i parentes.

Lokalitet	Måned	Lengdegr.	Arter						Sum		
			Torsk	Hyse	Hvitting	Kolmule	Øyepål	Sølvtsorsk			
Arnøy	2	10-19	-	-	-	-	7 (1)	4	11		
		20-29	5 (1)	6 (1)	-	2 (2)	-	-	13		
		30-39	10	3	1	3 (3)	-	-	17		
		40-49	6 (1)	5(1)	-	-	-	-	11		
		50-59	8	2 (1)	-	-	-	-	10		
		60-69	10	1	-	-	-	-	11		
		> 70	5	1	-	-	-	-	6		
	6	10-19	-	4	-	-	-	-	4		
		20-29	-	6	-	1	-	-	7		
		30-39	4	3	-	1	-	-	8		
		40-49	5	-	-	-	-	-	5		
		50-59	3	-	-	-	-	-	3		
		60-69	4	-	-	-	-	-	4		
		> 70	6	-	-	-	-	-	6		
Eidstrand- djupet	2	10-19	-	-	-	-	14	-	14		
		20-29	6	4	-	-	-	-	10		
		30-39	4	10	-	-	-	-	14		
		40-49	2	5	-	-	-	-	7		
		50-59	3	7	-	-	-	-	10		
		60-69	3	-	-	-	-	-	3		
		> 70	5	-	-	-	-	-	5		
	6	10-19	-	2	-	-	-	6	-	8	
		20-29	4	6	-	-	-	-	-	10	
		30-39	9	8	-	-	-	-	-	17	
		40-49	8	1	-	-	-	-	-	9	
		50-59	2	-	-	-	-	-	-	2	
		60-69	2	-	-	-	-	-	-	2	
		> 70	2	-	-	-	-	-	-	2	
Lattervik	2	10-19	-	-	-	-	10	-	10		
		20-29	(1)	1 (1)	-	-	-	-	1		
		30-39	1	5	-	-	-	-	6		
		40-49	-	4	-	-	-	-	4		
		> 70	1	-	-	-	-	-	1		
	6	10-19	-	-	-	-	-	5	-	5	
		20-29	2	3	-	-	-	-	-	5	
		30-39	1	6	-	-	-	-	-	7	
		40-49	5	3	-	-	-	-	-	8	
		50-59	8	-	-	-	-	-	-	8	
		60-69	2	-	-	-	-	-	-	2	
		> 70	2	-	-	-	-	-	-	2	
		Breivikeidet	2	10-19	-	-	4 (1)	-	10	5	19
				20-29	-	10	5 (3)	-	-	-	15
30-39	-			-	6 (2)	-	-	-	6		

**Tabell 1 (Fortsettelse)**

Lokalitet	Måned	Lengdegr.	Arter						Sum
			Torsk	Hyse	Hvitting	Kolmule	Øyepål	Sølvtorsk	
Breivikeidet	6	10-19	5	-	-	-	2	-	7
		20-29	5	-	3	-	2 (1)	-	10
		30-39	5	-	2	-	-	-	7
		40-49	2	-	-	-	-	-	2
		50-59	2	-	-	-	-	-	2
		60-69	1	-	-	-	-	-	1
		> 70	8	-	-	-	-	-	8
Ullsnes	2	10-19	-	-	3 (1)	-	9	4	16
		20-29	-	1 (3)	7 (2)	-	-	-	8
		30-39	-	3	1	-	-	-	4
		50-59	(1)	-	-	-	-	-	-
		> 70	1	-	-	-	-	-	1
		6	10-19	-	-	3 (1)	-	3	-
	20-29	7	9	5 (1)	-	2	-	23	
	30-39	4	9	7	-	-	-	20	
	40-49	3	8	1	-	-	-	12	
	50-59	2	-	-	-	-	-	2	
	60-69	3	-	-	-	-	-	3	
	> 70	9	-	-	-	-	-	9	
	Sum			193 (4)	136 (7)	48 (11)	7 (5)	70 (2)	13