

Masteroppgave i Water Resources and Coastal Management, 2006

Studie av kysttorskbestander i Troms og Finnmark basert på tråldata, 1995-2004

*Statistiske analyser av mengdeutvikling, geografiske sammenhenger, lengdefrekvensfordeling og
feilkilder i trålmetodikk*

Torleif Markussen Lunde



UNIVERSITETET I BERGEN
Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Referanse: Lunde, T. M. (2006). *Studie av kysttorskbestander i Troms og Finnmark basert på tråldata, 1995-2004: Statistiske analyser av mengdeutvikling, geografiske sammenhenger, lengdefrekvensfordeling og feilkilder i trålmetodikk.* Mastergradsoppgave (M. Sc) i Water Resources and Coastal Management ved Universitetet i Bergen, 109 s.

e-post (for kontakt angående innholdet i oppgaven): torleif@stryn.net

Internettside for studieprogrammet: <http://www.uib.no/water>

Hovedstikkord: Kysttorsk, nordøstarktisk torsk, bestandsutvikling, Troms, Finnmark

Understikkord: Fjorder, kyst, trål, Varangerfjorden, Tanafjorden, Laksefjord, Porsangerfjorden, Sørøysundet, Tubåen, Revsbotn, Altafjorden, Kvænangen, Lyngenfjord, Skibotn, Malangen

Trykket og innbundet juli 2006, Universitetet i Bergen

Font: Book Antiqua (Microsoft) 8/11pt, enkel linjeavstand

Papir: 120 g/m² permanent papir (ISO 9706)

Universitetet i Bergen
Institutt for biologi
Senter for miljø- og ressursstudier
Postboks 7800
N-5020 Bergen

FORORD

Dette dokumentet presenterer masteroppgaven i Water Resources and Coastal Management ved Universitetet i Bergen.

Jeg vil spesielt takke min veileder Rune Rosland for god hjelp og konstruktive tilbakemeldinger gjennom året. Spesielt takk også til Asgeir Aglen (IMR), Erik Berg (IMR), Vilhelm Bjerknes (NIVA) og Arne Johannesen (UiB).

Også følgende personer fortjener takk for å ha tatt seg tid til å besvare spørsmål i forbindelse med oppgaven: Adrian W. Bowman (*The University of Glasgow*), Hartvig Christie (NIVA), Stein Tage Domaas (*Fylkeskommunen i Finnmark*), Vidar Hjellvik (IMR), Børge Holte (*Fylkesmannen i Troms*), Ketil Hylland (NIVA), Ørjan W. Jenssen (*Fylkesmannen i Finnmark*), Barbro Killie (*Fylkesmannen i Nordland*), Torstein Kristensen (NIVA), Steinar Larsen (*Fiskeridirektoratet Region Troms*), Aave Lepland (*NGU Maringeologi*), Bjørn Tore Olsen (*Fiskeridirektoratet*), Are Pedersen (NIVA), Eli Rinde (NIVA), Jan Henrik Sandberg (NIVA), Senter for marine ressurser (IMR), Knut Sunnanå (IMR)

Medstudenter, kollegaer på Senter for Miljø- og Ressursstudier og Senter for Utviklingsstudier og ikke minst familie takkes for en hyggelig tid de to siste årene.

På grunn av ny informasjon om data mottatt tre uker før innlevering ble det dessverre ikke tid til å regne om lengdefrekvensfordelingen til bare å gjelde kysttorsk. Metoden brukt vil for øvrig fortsatt ha samme verdi.

Torleif Markussen Lunde

SAMMENDRAG

Bestanden av kysttorsken (*Gadus morhua*) har i følge International Council for the Explorations of the Sea (ICES) og Havforskningsinstituttet (HI) vist sammenhengende tilbakegang siden 1994. Tråldata fra HI i perioden 1995-2004 ble brukt for å beskrive utviklingen av kysttorskbestanden i de ulike fjord- og kystområdene. I denne oppgaven blir kysttorsk i 11 kyst- og fjordområder i Troms og Finnmark studert, og resultatene viser at det i perioden 1995-2004 kun i noen fjorder og lengdegrupper er nedgang. Lengdegruppen 30-35 cm peker seg ut med nedgang, eller ingen utvikling i samtlige områder med unntak av ytre Laksefjord. Generelt viser gruppene 60-65 og 65 cm+ minst tendenser til nedgang. Ytre del av Porsangerfjorden peker seg spesielt ut med negativ utvikling, mens Laksefjord viser få tegn til nedgang. I løpet av den samme perioden ble det ikke funnet store forandringer i lengdefrekvensfordeling i de ulike områdene. Lengdefrekvensfordelingen viser en blanding av nordøstarktisk torsk og kysttorsk. Det var heller ingen klar sammenheng mellom de ulike områdene innad i samme fjord med tanke på fangstmengde med tråltypen Campelen 1800 de ulike årene. Variasjonene i resultatene fra år til år ble forsøkt forklart med en modell som inkluderte solhøyde ved tråling, temperatur på 80-100 m i perioden oktober til desember og bunndyp. Resultatene kan indikere at betingelsene ved tråling ikke er like fra år til år og fra område til område. Torsk så imidlertid ut til å følge et mer bestemt mønster i forhold til solhøyde hvor både kysttorsk og nordøstarktisk torsk ble inkludert. For kysttorsk var resultatene mer varierende.

ABSTRACT

*The population of coastal cod (*Gadus morhua*) have according to International Council for the Explorations of the Sea (ICES) and Institute of Marine Research (IMR), Norway, declined continuously since 1994. Trawl data from IMR in the period from 1995 to 2004 was used to describe the development of the coastal cod population in 11 fjord and coastal areas in Troms and Finnmark, Northern Norway. In the period from 1995-2004 there was found that only a few fjords and length groups show a clear pattern of decline. The length group 30-35 cm was the group with clearest tendencies of decline in most of the areas. Porsangerfjorden area 4 showed most evidence of decline in population, while Laksefjord on the other hand was showing the opposite. During the same period there was not found any dramatic changes in length frequency distribution in the studied areas. There was neither any clear correlation between the different areas in the same fjord regarding catch with Campelen 1800 among the different years. It was attempted to explain the variations in the CPUE from year to year with a model including sun altitude, temperature at 80-100 m in October-December, and bottom depth. The results might indicate that there are unequal trawling conditions from year to year and from area to area. The sun-effect showed the clearest pattern for a mixture of North-East arctic cod and coastal cod, while less clearly for coastal cod.*

KAPITTEL 1	INTRODUKSJON	1
	1.1 UTVIKLING AV KYSTTORSKBESTANDEN	1
	1.2 TORSKENS BIOLOGI	3
	1.3 FAKTORER SOM ANTAS Å PÅVIRKE BESTANDEN AV KYSTTORSK.....	4
	<i>Dominerende strømforhold og temperaturregulatorer langs kysten og i fjordene</i>	4
	<i>Faktorer som kan ha påvirket bestandsutviklingen</i>	5
	1.4 FORMÅL OG HYPOTESER	7
KAPITTEL 2	MATERIAL OG METODE	9
	2.1 STUDIEOMRÅDER	10
	<i>Strøm og temperaturforhold</i>	10
	<i>Studieområder</i>	10
	2.2 DATA OG DATABEHANDLING.....	17
	<i>Data</i>	17
	<i>Redskap</i>	17
	<i>Beregning av fangstdata</i>	18
	<i>Temperaturdata</i>	20
	<i>Statistikk</i>	21
KAPITTEL 3	RESULTATER	27
	3.1 VARANGERFJORDEN	28
	<i>Bestandsutvikling på bakgrunn av trålundersøkelser med Campelen 1800</i>	28
	<i>Frekvensfordeling</i>	30
	<i>Korrelasjon</i>	33
	<i>Resultater GAM-analyse av solhøyde, bunndyp og temperatur</i>	33
	3.2 TANAFJORDEN	36
	<i>Bestandsutvikling på bakgrunn av trålundersøkelser med Campelen 1800</i>	36
	<i>Frekvensfordeling</i>	37
	<i>Korrelasjon</i>	39
	<i>Effekt av temperatur, bunndyp og solhøyde</i>	39
	3.3 LAKSEFJORD	41
	<i>Bestandsutvikling på bakgrunn av trålundersøkelser med Campelen 1800</i>	41
	<i>Frekvensfordeling</i>	42
	<i>Korrelasjon</i>	44
	<i>Effekt av temperatur, bunndyp og solhøyde</i>	45
	3.4 PORSANGERFJORDEN	47
	<i>Bestandsutvikling på bakgrunn av trålundersøkelser med Campelen 1800</i>	47
	<i>Frekvensfordeling</i>	48
	<i>Korrelasjon</i>	49
	<i>Effekt av temperatur, bunndyp og solhøyde</i>	49
	3.5 SØRØYSUNDET	52
	<i>Bestandsutvikling på bakgrunn av trålundersøkelser med Campelen 1800</i>	52
	<i>Frekvensfordeling</i>	53
	<i>Korrelasjon</i>	54
	<i>Effekt av temperatur, bunndyp og solhøyde</i>	54
	3.6 TUBÅEN	55
	<i>Bestandsutvikling på bakgrunn av trålundersøkelser med Campelen 1800</i>	55
	<i>Frekvensfordeling</i>	56
	3.7 REVSBOTN	57
	<i>Bestandsutvikling på bakgrunn av trålundersøkelser med Campelen 1800</i>	57
	<i>Frekvensfordeling</i>	58
	<i>Korrelasjon</i>	59
	<i>Effekt av bunndyp og solhøyde</i>	59

	3.8 ALTAFJORDEN.....	62
	<i>Bestandsutvikling på bakgrunn av trålundersøkelser med Campelen 1800</i>	62
	<i>Frekvensfordeling</i>	63
	<i>Korrelasjon</i>	64
	<i>Effekt av temperatur, bunndyp og solhøyde</i>	65
	3.9 KVÆNANGEN.....	67
	<i>Bestandsutvikling på bakgrunn av trålundersøkelser med Campelen 1800</i>	67
	<i>Frekvensfordeling</i>	68
	3.10 LYNGENFJORD/SKIBOTN.....	69
	<i>Bestandsutvikling på bakgrunn av trålundersøkelser med Campelen 1800</i>	69
	<i>Frekvensfordeling</i>	70
	<i>Korrelasjon</i>	70
	<i>Effekt av breddegrad, bunndyp og solhøyde</i>	71
	3.11 MALANGEN	72
	<i>Bestandsutvikling på bakgrunn av trålundersøkelser med Campelen 1800</i>	72
	<i>Frekvensfordeling</i>	73
	<i>Korrelasjon</i>	73
	3.12 SAMMENDRAG AV TIDSSERIEUTVIKLINGEN	74
KAPITTEL 4	DISKUSJON	77
	4.1 ÅRSVARIASJONER OG TIDSTRENDER.....	79
	4.2 FREKVENSFORDELING.....	80
	4.3 EFFEKT AV TEMPERATUR, BUNNDYP OG SOLHØYDE	81
	4.4 SAMVARIASJON MELLOM DE ULIKE OMRÅDENE	83
	4.5 GENERELL DISKUSJON.....	84
KAPITTEL 5	REFERANSER	87
KAPITTEL 6	APPENDIKS	VII

Kapittel 1

INTRODUKSJON

1.1

UTVIKLING AV KYSTTORSKBESTANDEN

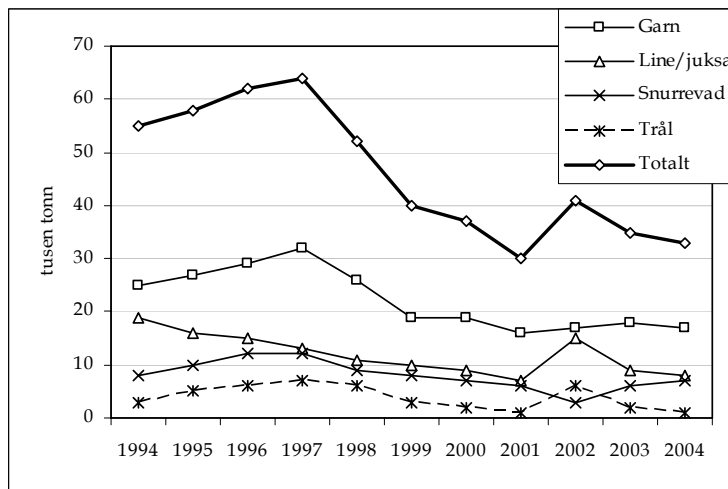


Fig. 1 Fangst i tusen tonn av norsk kysttorsk fordelt på fiskeredskap, 1994-2004. Data fra Svåsand m. fl. (2006)

fangsten fra 55 000 til 64 000 tonn, mens den i perioden 1997 til 2004 avtok med unntak av i 2002 (Fig. 1). Minste fangst var i 2001 med 30 000 tonn, altså en halvering på fire år (Svåsand m. fl. 2006).

Siden 1994 har bestandene av kysttorsk gått kraftig tilbake (Berg m. fl. 2003). Spesielt i de indre fjordområdene er dette tilfelle. Hva som er årsaken til tilbakegangen er usikkert, men på grunn av situasjonen gav International Council for the Explorations of the Sea (ICES) anbefalinger om nullfiske fra juni 2004 (Fiskeridirektoratet 2004).

Kysttorsk fanges tradisjonelt med garn, line/juksa, snurrevad eller trål. Fra 1994-1997 økte

Den beregnede bestanden i 1994 var 300 000 tonn. Elleve år senere, i 2005, ble bestanden beregnet til å være 60 000 tonn. En tilsvarende nedgang er vist for gytebestanden (SSB) i perioden. På bakgrunn av bestandsdataene anbefalte ICES i første omgang i 2001 å redusere fangsten fra 40 000 tonn til 22 000 tonn. I de etterfølgende årene ble rådene mer tydelige før det i 2004 ble anbefalt å lage en gjenopprettingsplan (Fig. 2).

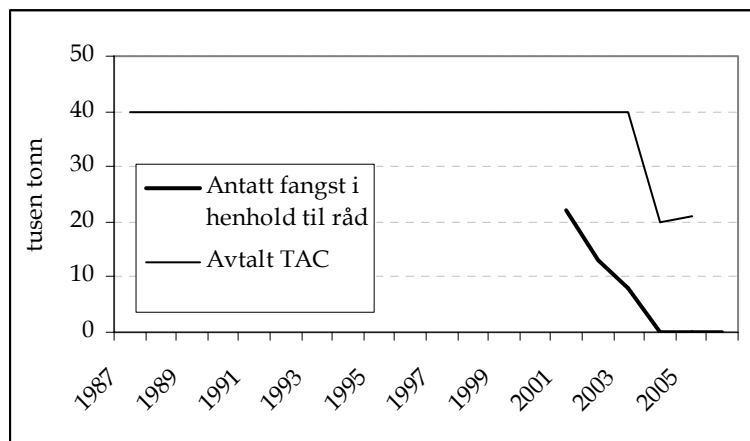


Fig. 2 Antatt fangst i henhold til råd fra ICES og avtalt TAC, total tillatt fangst. Data fra ICES (2005).

Rådene om kysttorsk inngår i ICES-sonene IIa2 og Ib jfr. Fig. 3. Etter råd fra ICES ble det i 2004 og 2005 trukket nye tekniske retningslinjer som innebar at kun fartøy mindre enn 15 meter kunne drive med direktefiske etter torsk i enkelte fjordområder. Det ble også bestemt at tråling med stormasket trål etter torsk måtte foregå 6 nautiske mil (nm) utenfor grunnlinjen. Ved direktefiske etter andre arter enn torsk, kunne bifangst av

torsk i henhold til de nye retningslinjene maksimalt utgjøre 25 % vekt i tonn. Formålet med disse reguleringene er å få et skifte i det tradisjonelle kystfisket; fra å fange kysttorsk i fjordområdene, til å få større fangst av nordøstarktisk torsk utenfor fjordene (ICES 2005; Fiskeri- og Kystdepartementet 2005a; 2005b). For ikke-mantallsførte fiskere ble det satt en omsetningsgrense på 3000 kg torsk, rund vekt, per fisker 1. januar 2004. Denne ble ytterligere redusert til 2000 kg rund vekt per fisker i 2005.

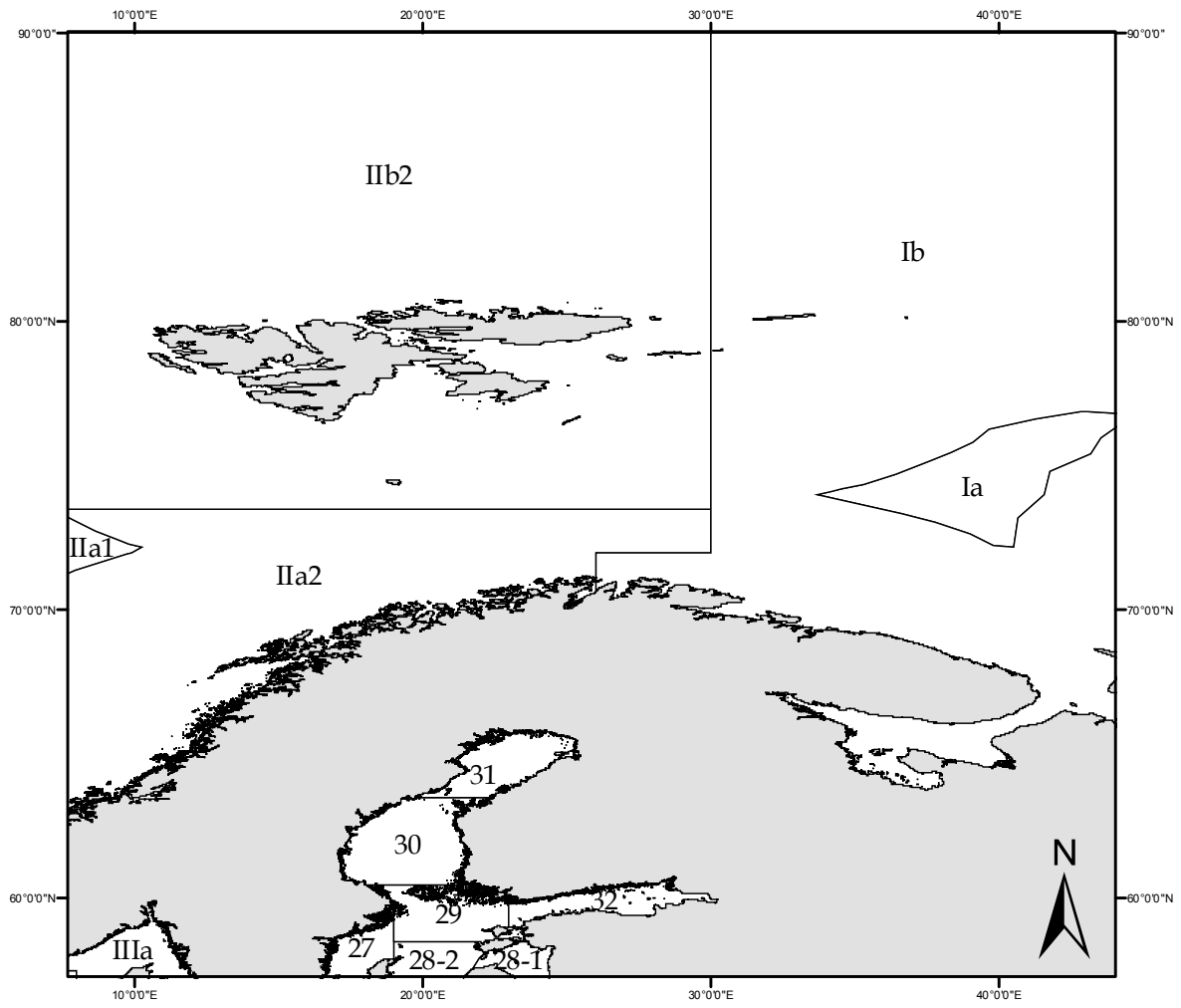


Fig. 3 ICES' soneinndelinger (ICES 2006b)

1.2

TORSKENS BIOLOGI

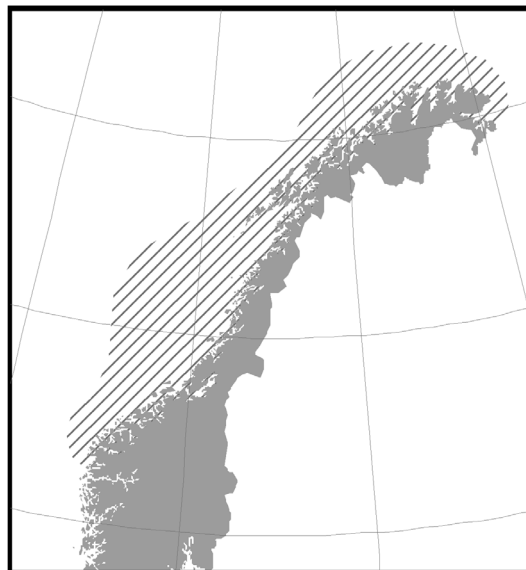


Fig. 4 Omtrentlig utbredelsesområde for kysttorsk, etter Svåsand m. fl. (2006)

tarebeltet og ned til 500 m. En undersøkelse i Masfjorden, Hordaland, viste at 20 % var kjønnsmodne etter to år, 52 % etter tre, mens 82 % var klare til gyting etter fire år (Salvanes 2001).

I Finnmark og Troms antas det at kysttorsk blir kjønnsmoden etter 3-6 år. Ved første gyting kan den gi 400 000 egg. Eldre fisk kan gyte opp mot 15 000 000 egg (Svåsand m. fl. 2006). Finnmark og Troms har lang kystlinje med dype fjordområder som egner seg for gyte- og oppvekstområder for kysttorsk. I disse ulike områdene kan det se ut som om populasjonene av kysttorsk velger ulike strategier i forhold til vekst og reproduksjon. Et eksempel er Ullsfjord og Sørfjord, to nærliggende fjorder i Troms. Det ble i disse fjordene funnet at veksten var best i de ytre områdene. Gjennomsnittlig alder ved kjønnsmodning var 5.5 år i begge områdene, men i Ullsfjord var gjennomsnittslengden 10 cm lengre ved modning (Berg m. fl. 2001). Dette har betydning for hvilket beskatningsmønster som bør praktiseres i ulike områder. Det er i dag antatt at kysttorsk kan deles inn i separate populasjoner, men det mangler fortsatt sikre beviser fra genetiske studier som underbygger dette (Mork m. fl. 1999). Forskjellen mellom kysttorsk og nordøstarktisk torsk er imidlertid godt dokumentert med hensyn til hemoglobin-allelfrekvens (Møller 1966; 1968; 1969; Dahle m. fl. 1993; Nordeide m. fl. 1998), antall ryggvirvler (Løken m. fl. 1994; Fevolden m. fl. 1995; Løken m. fl. 1996; Nordeide m. fl. 1998), mitokondriell DNA (Dahle 1991) og nukleær DNA (Fevolden m. fl. 1995; 1997). Havforskningsinstituttet anbefaler at det i et føre-var-perspektiv fortsatt er best å utarbeide prognoser for kysttorsk som helhet til bestandsstrukturen er kartlagt (Svåsand m. fl. 2006).

I motsetning til nordøstarktisk torsk er kysttorsk relativt stasjonær, og oppholder seg i kyst- og fjordområder. Den foretar kun korte gyte- og næringsvandringer (Jakobsen 1987), og skiller seg ellers fra nordøstarktisk torsk ved størrelse og form på otolitt (Rollefsen 1933), vekstmønster, og størrelse og alder ved kjønnsmodning (Berg m. fl. 2001). I utbredelsesområdet øker mengden kysttorsk fra sør til nord, mens andelen øker fra nord til sør. Mellom 67 % og 75 % av kysttorsk befinner seg nord for 67° (Berg m. fl. 2003; ICES 2005).

Kysttorsk i Nord-Norge gyter hovedsakelig fra februar til april, men gyting kan forekomme helt frem til juni (Rinde m. fl. 2001). Etter omtrent tre uker bunnslår 4-8 cm kysttorskkyngel på 10-30 meters dyp. Ikke før to-årsalderen forflytter den seg til dypere vann. Den kan da finnes fra

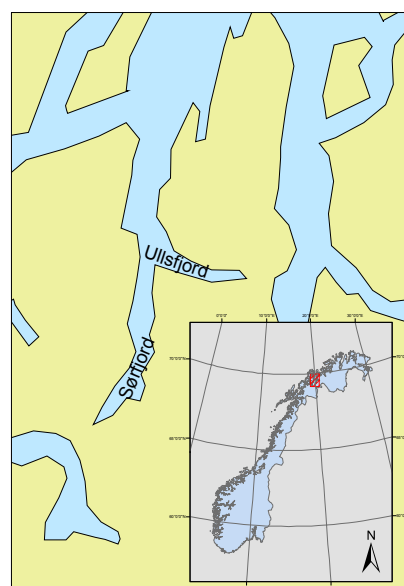


Fig. 5 Ullsfjord og Sørfjord

Torsken i Barentshavet har lodde (*Mallotus villosus*) som viktigste byttedyr. I perioden 1984-2003 utgjorde den 37 % av totalt konsum. Når lodden trekker inn mot kysten av Troms og Finnmark i mars for å gyte, vil den være en viktig del også av kysttorskens diett. For øvrig er torsken nærmest altetende, og både uer (*Sebastes sp.*), sild (*Clupea harengus*), reker og dyreplankton kan forekomme på menyen. Hvilken føde kysttorsken velger, vil i stor grad bli bestemt av hva som er tilgjengelig, og fødevalg og diversitet er ikke homogen mellom fjordene (Dos Santos 1985).

1.3

FAKTORER SOM ANTAS Å PÅVIRKE BESTANDEN AV KYSTTORSK

Dominerende strømforhold og temperaturregulatorer langs kysten og i fjordene

Det er hovedsakelig to strømmer som dominerer langs norskekysten, - den norske Atlanterhavsstrømmen og den norske kyststrømmen (Orvik m. fl. 1995). Kyststrømmen har sin opprinnelse i Østersjøen og har typisk saltholdighet mellom 32-35 psu (praktiske salinitetsenheter). Med hensyn til temperatur er kyststrømmen mer variabel enn Atlanterhavsstrømmen (Rinde m. fl. 2001). Temperatur og saltholdighet reguleres i stor grad av avrenning fra land. Om vinteren, når mye av nedbøren legger seg som snø, vil kyststrømmen ha relativt høy saltholdighet, lav temperatur og strømmen vil være smal. Om sommeren derimot, når snøen smelter, vil andelen av ferskvann øke, og temperaturen stige. Kyststrømmen blir da bredere.

Også vinden spiller en viktig rolle for strømmenes fordeling. Vind fra sør vil fungere som en ekstra kraft på kyststrømmen og presser den slik at den blir smalere og dypere. Vind fra nord derimot virker som en motkraft på kyststrømmen og "flater" den ut slik at den blir grunnere og bredere (Rinde m. fl. 2001). Dette er coriolisrelaterte prosesser.

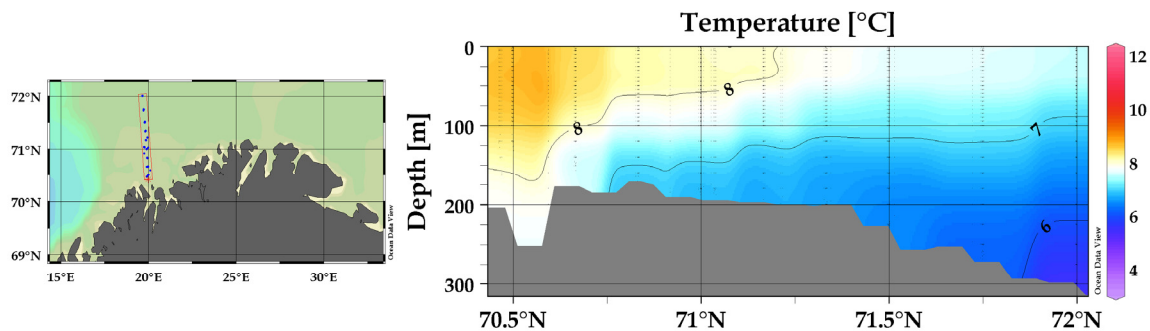


Fig. 6 Temperatur i forhold til dybde og breddegrad. Oktober til desember 1995 - 2004. Laget i Ocean Data View basert på data fra ICES. Utvalget viser Fugløy-Bjørnøy-snittet.

I selve fjordene er det flere mekanismer enn kyststrømmen og Atlanterhavsstrømmen som kontrollerer strømforholdene. Avhengig om det er en smal eller bred fjord, om den har terskel eller ikke eller om den har smal eller vid åpning vil det være ulike krefter som virker inn (Asplin 1995; Leth 1995; Svendsen 1995). Dette vil bli nærmere beskrevet i material- og metodekapittelet.

Faktorer som kan ha påvirket bestandsutviklingen

Flere faktorer som kan påvirke bestanden av kysttorsk har blitt konkretisert i teorier. I dette kapittelet vil noen av dem bli nevnt.

EGG OG LARVEDRIFT

Strømforholdene i fjordene kan ha stor innvirkning på de yngre stadiene av kysttorsk. Når egg og larver inntar de 50 øverste meterne av vannmassene, blir de utsatt for strømmer som fører til passiv forflytning av egg og larver. I Masfjorden, Hordaland, ble det funnet at når sterk sørlig vind oppstår, vil det være netto-transport av vann inn i fjorden. Sterk nordlig vind på den andre siden vil føre til at fjorden "tømmes" for tidlige stadier av torsk (Asplin m. fl. 1999). Også for laksesild (*Maurolicus muelleri*) ble det funnet lignende effekter på vestlandet (Kristoffersen m. fl. 1998). Fiksen m.fl. (1998) foreslår at biofysiske modeller av larvevekst og overlevelse bør inkludere effekter av lys, turbulens og ontogenese for tidlige faser av torsk. Disse faktorene kan sammen være avgjørende for overlevelsen i tidlige faser, og effekten av disse bør studeres nærmere for å forstå dynamikken i ulike type fjorder. Vind og strømforhold kan altså i stor grad bestemme om en årsklasse blir sterk eller ikke.

SEL

Tidlig vinter og vår i 1978 startet grønlandsselen (*Phoca groenlandica*) å dukke opp langs norskekysten. Det var i begynnelsen av 1980-årene ungsel og drektig sel vandret inn langs østkysten av Finnmark. Hunnene (♀) forlot kysten tidlig i mars, men kom tilbake i april. Hannene (♂) derimot, var til stede fra mars og utover. I 1986-88 økte antallet og den geografiske spredningen av sel, og disse ble et problem for fiskere da den satt seg fast i fiskeutstyr. I 1989 var bestanden i tilbakegang, mens det mot slutten av 1990-tallet igjen var en økning av mengden (Nilssen m. fl. 1998).

Hovedføden til grønlandsselen er sild (*Clupea herengus*) og lodde (*Mallotus villosus*). Sildebestanden kollapset sent på 1960-tallet, men tilstanden har igjen bedret seg. Loddebestanden kollapset på midten av 1980-tallet, men reetablerte seg til en viss grad på 1990-tallet. Mot slutten av 1990-årene var bestanden igjen kritisk lav. Det har blitt foreslått at kollapsen i sammenheng med mye sel førte til invasjonen langs Finnmarkskysten. Denne teorien er støttet av observerte effekter på sel; dårlig kondisjon, økt alder ved kjønnsmodning og nedsatt fruktbarhet hos hunsel (Kjellqwist m. fl. 1995; Nilsen m. fl. 1998).

For å finne dietten til grønlandsselen, ble mageinnholdet i januar-februar 1995 analysert. I Troms var hovedinnholdet sei (*Pollachius virens*), mens i Tanafjorden var torsk den dominerende arten med over 50 % av mageinnholdet. I Troms ble det i selmager også funnet 11, av totalt 801 utsatt, torsk satt ut i et eksperiment utført av Berg m. fl. (2001) i perioden 1992-1994 (Nilssen m. fl. 1998). Canadiske observasjoner peker på at sel ikke kan spise hel torsk på grunn av de store bena. Den har derfor utviklet en metode hvor bare mageregionen blir spist. Dette kan vanskelig spores i selens mage (Fu m. fl. 2001). Hvilken innvirkning selinvasjoner har på kysttorsk, direkte og indirekte er uvisst, og det gjenstår fortsatt mye arbeid for å forstå selens innvirkning på kysttorskbestanden.

TARESKOG

Også tilbakegangen av tareskog har blitt nevnt som mulig forklaringsvariabel når det gjelder nedgang av kysttorsk. Kråkebolle har beitet ned store områder med tareskog i Midt- og Nord-Norge (Skadsheim m. fl. 1993; Christie m. fl. 1995). Den aggressive beitingen ble oppdaget på 1970-tallet og det har senere blitt estimert at over 2000 kvadratkilometer

tareskog har blitt totalt fjernet som et resultat av beiting fra Trøndelag til Finnmark (Fiskeri- og Kystdepartementet 2002). I dag er ca. 90 % av tareskogen i Finnmark borte (Bjerknes m. fl. 2006).

Tareskogen er viktig som skjul for ung kysttorsk, men det er usikkert hvordan mangel på tareskog påvirker systemene. Så langt er det noen hypoteser, men få svar. I Gulf of Maine foreslo Witman og Sebens (1992) at torsk kan ha vært en av hovedpredatorene på kråkebolle. I det samme området fant Vadas m. fl. (1995) at små torsk oppholdt seg mest langs land, mens større torsk i større grad oppholdt lengre fra kysten. Dette kan indikere at yngre torsk er mer avhengig av skjulestedene tareskogen representerer. Videre pekes det på at det fra rundt 1940 har blitt registrert at størrelsen på torsk langs kysten har avtatt, og at utbruddet av kråkeboller er omtrentlig korrelert med nedgangen av fiskebestander. Det bør ikke utelukkes at en slik sammenheng, med multipredatorinteraksjoner, hvor torsk og krabbe inngår, også er gyldig i de nordlige områdene langs norskekysten.

I Britisk Colombia er det foreslått at havoter (*Enhydra lutris*) har en tilsvarende rolle som predator på rød kråkebolle (*Strongylocentrotus franciscanus*). Om vår oter, *Lutra lutra*, er en tilsvarende begrensende regulator på kråkebollen blir bare spekulasjoner, men oteren har hatt jevn nedgang frem til 1976, da registreringen av døde oter opphørte (Isaksen m. fl. 1998). Heggberet m. fl. (1994) fant for øvrig i en studie av oter i Norge at mindre enn 5 % av mageinnholdet var krabbe og kråkebolle. Oteren er på bakgrunn av dette mest sannsynlig ikke en viktig begrensende faktor for utbredelsen av kråkebolle. Det må i denne sammenheng nevnes at også torskefisk står på menyen til oteren.

I mangel på en dominerende predator på kråkebollen, som torsk, har det blitt en ledig nisje i økosystemet, og det spekuleres i om dette kan forklare den sterke fremveksten av krabbe (Bjerknes m. fl. 2006). Alt i alt er det knyttet stor usikkerhet til hendelsesforløpet, - om torskens nedgang har ført til oppblomstring av kråkeboller eller motsatt.

KLIMAENDRINGER

Steele (2004) peker på at forandringer i økosystemet ofte er koblet til klimaendringer, men kan også skyldes antropogenisk påvirkning, som overfiske eller forurensing. Det har tidligere blitt observert at torsk forflytter seg geografisk ved endringer i havtemperatur. Dette har blitt grundig studert (bl. a. Castonguay m. fl. 1999; Rose m. fl. 2000; Parsons m. fl. 2001; Stensholt 2001; Godo 2003; Drinkwater 2006) og Drinkwater (2005) har også foreslått at en økning i havtemperatur kan føre til at torskebestandene i Atlanterhavet trekker nordover. Hvordan klimaendringer har påvirket, og vil påvirke kysttorsken i fremtiden er det imidlertid få svar på. På bakgrunn av at kysttorsk kun foretar korte vandringer, er det ikke umulig at en økning i havtemperatur kan føre til mindre optimale leveområder for kysttorsk, konkurranse fra nye arter, raskere vekst eller at kysttorsk gradvis trekker mot nye områder.

1.4

FORMÅL OG HYPOTESER

Formålet med oppgaven er å se på utviklingen av kysttorskbestanden i fjorder og kystområder i Troms og Finnmark, samt prøve å forklare variasjonene i fangstmengde fra år til år ved å bruke variablene solhøyde, temperatur og bunndyp. Studieperioden er satt til 1995-2004.

Opgaven søker å besvare følgende spørsmål,

Har det vært forandring i mengden av kysttorsk i fjord- og kystområdene i Troms og Finnmark, og er det geografiske forskjeller med tanke på mengdeutvikling?

Kan variasjonene i fangst av kysttorsk forklares av sykliske variasjoner eller tetthetsavhengige faktorer?

Har populasjonsstrukturen endret seg i løpet av perioden 1995-2004 i de ulike fjordområdene. Det vil si; - har fordelingen av lengdefrekvens blitt forandret i løpet av tidsrommet? Her vil både kysttorsk, nordøstarktisk og svalbardtype bli inkludert.

Kan variasjonene i fangstmengde skyldes ulike betingelser under tråling?

og følgende hypoteser ble definert:

H_{0a}	: Det har ikke vært forandring i trend med hensyn på populasjonstetthet i hvert av de studerte områdene i perioden 1995-2004.
H_{1a}	: Det har vært forandring i trend med hensyn på populasjonstetthet i hvert av de studerte områdene i perioden 1995-2004.
H_{0b}	: Lengdefrekvensfordelingene fra år til år innad områder og mellom områder i samme fjord kan ikke skilles fra hverandre over tid.
H_{1b}	: Lengdefrekvensfordelingene fra år til år innad områder og mellom områder i samme fjord kan skilles fra hverandre over tid.
H_{0c}	: Solhøyde, temperatur og bunndyp påvirker ikke fangstmengden ved tråling med Campelen 1800.
H_{1c}	: Solhøyde, temperatur og bunndyp påvirker fangstmengden ved tråling med Campelen 1800.
H_{0d}	: Det er ingen sammenheng mellom den relative mengden fanget i de ulike områdene innenfor de ulike lengdegruppene i samme fjord, samme år.
H_{1d}	: Det er sammenheng mellom den relative mengden fanget i de ulike områdene innenfor de ulike lengdegruppene i samme fjord, samme år.
H_{0e}	: Det er ikke bevis for sykliske variasjoner i kysttorskpopulasjonene.
H_{1e}	: Det er bevis for sykliske variasjoner i kysttorskpopulasjonene.

Kapittel 2

MATERIAL OG METODE

2.1

STUDIEOMRÅDER

Strøm og temperaturforhold

Studieområdet består hovedsakelig av åpne fjorder uten terskel. Sirkulasjonsforholdene i fjordene vil i stor grad bli styrt av om det er stor ferskvannstilførsel og hvordan vindforholdene virker sammen med tidevannsdynamikken. For eksempel vil temperatur og strømforholdene i Malangen og Altafjorden i stor grad drives av ferskvannstilførsel, mens i Porsangerfjorden, med lite tilsig av ferskvann vil vindforholdene være den dominerende faktoren for strøm og temperatur. I begge de ulike systemene spiller også jordrotasjonen en rolle (Svendsen 1995). Corioliskraften vil spesielt gjøre seg gjeldende i de åpne fjordene når det er lite vind. Overflatevannet vil da bli ført vestover, og kaldt vann vil strømme oppover på østsiden. Motsatt vil vind ut av fjorden føre til opphoping av vann på østsiden, og oppstrømming på vestsiden (Asplin 1995). Eilertsen m. fl. (2006) fant ut at NAO-indeksen (North Atlantic Oscillation) i liten grad kontrollerer temperaturen i Balsfjord, Altafjorden og Porsangerfjorden. Overflatetemperaturen virket i disse områdene som en lokal regulerende faktor og dette styrker tanken om at klimaet i fjordene i stor grad er kontrollert av lokale klimatiske prosesser.

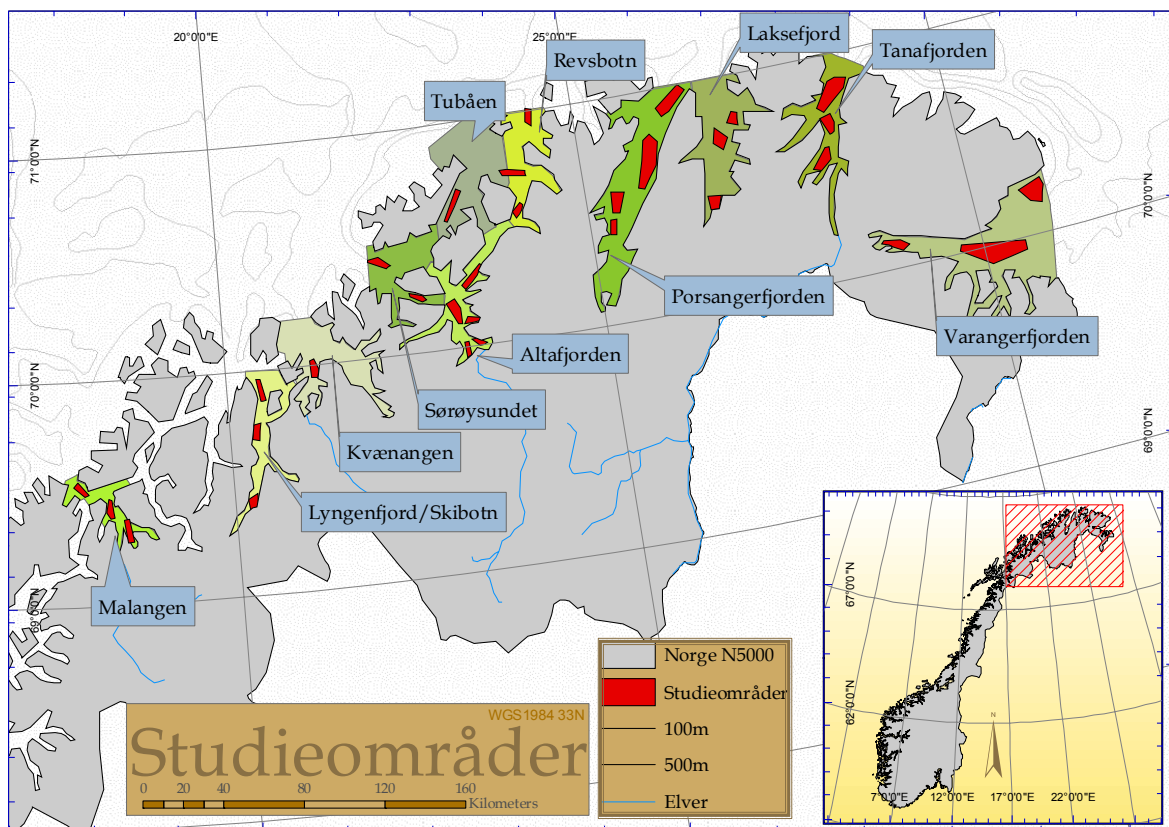
Studieområder

Fig. 7 Studieområder; 11 hovedområder og 31 underområder. Bakgrunnskart fra Norsk geologisk undersøkelse (2006) og Statens Kartverk (2005).

11 områder ble valgt, og disse ble delt opp i ytterligere 31 underområder. I og med at det er fjordområder som studeres blir det vanskelig å dele opp studieområdene i kvadratiske

statistiske ruter eksempelvis brukt i mer åpne havområder (Knijn m. fl. 1993; Meaden m. fl. 1996). Dataene ble standardisert i forhold til tråldistanse og sveipebredde, og derfor ikke videre regnet ut i forhold til et totalareal (statistisk rute). Tettheten gitt senere i oppgaven er derfor ikke et mål for totalmengden torsk innenfor hvert område. Områdebeskrivelser fra Fiskeridirektoratet ble brukt og delt opp i følgende områder: Malangen, Lyngenfjord/Skibotn, Kvæningen, Sørøysundet, Altafjorden, Tubåen, Revsbotn, Porsangerfjorden, Laksefjord, Tanafjorden og Varangerfjorden. Alle kart har projeksjon gitt i WGS84 33N.

På de neste sidene vises informasjon om de ulike studieområdene. Først vises Tabell 1 med antall trål, bunndyp og temperatur. Fig. 9 viser lengde i forhold til alder. Det kan argumenteres for at denne figuren kunne vært i resultatdelen, men jeg velger å se på figuren som deskriptiv for hvert enkelt område. Som nevnt i figurteksten kan grafene kun brukes til å gi en indikasjon på sammenhengen lengde mot alder, og figuren bør derfor ikke benyttes som et resultat. De tre påfølgende sidene viser en oversikt over de ulike studieområdene.

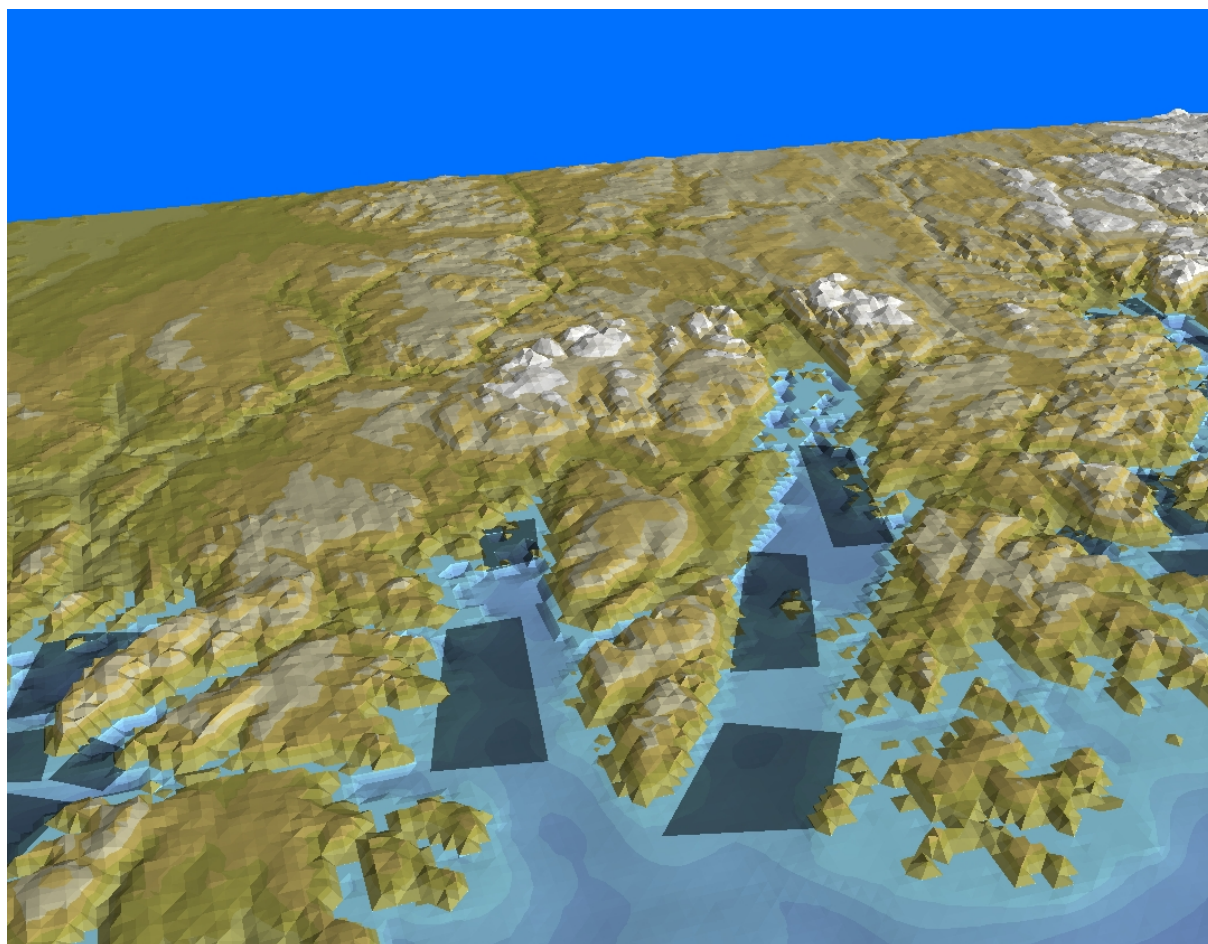


Fig. 8 Eksempelbilde. Dybde for Laksefjord (til venstre) og Porsangerfjorden (til høyre). Laget i ArcScene med data fra GEBCO (2005).

Tabell 1 Antall trålhal, minimum, maksimum, gjennomsnittlig tråldyp, samt temperatur i de ulike fjordene. - indikerer at temperatur ikke er regnet ut for fjorden. Område viser til tilsvarende områder på kart de tre neste sider.

Område	Varangerfjorden			Tanafjorden			Laksefjord			Porsangerfjorden			Revsbotn		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Ant. trål	10	12	10	9	9	12	11	8	8	9	10	18	16	10	9
Min. dyp [m]	80	228	102	169	161	239	160	247	68	49	50	135	55	170	239
Maks. dyp [m]	140	412	152	188	194	290	186	277	166	220	283	286	286	187	271
Snitt dyp [m]	108	283	122	179	179	259	176	268	88	82	193	234	205	176	258
Temp. mnd	Okt.			Nov.-des.			Nov.-des.			Nov.-des.			-		
Temp. [°C]	6,4-8,4			4,9-6,2			4,9-6,3			3,9-6,1			-		

Område	Tubåen	Altafjorden					Sørøysundet	Kvæ- angen	Lyngenfjord/Skibotn			Malangen		
		1	2	3	4	5			1	2	3	1	2	3
Ant. trål	11	9	8	12	10	10	8	11	14	12	10	12	14	9
Min. dyp	115	57	103	93	425	243	412	350	59	150	315	64	144	326
Maks. dyp	392	66	157	245	446	295	465	395	127	202	330	122	247	385
Snitt dyp [m]	212	63	130	115	436	277	451	382	108	188	322	86	221	358
Temp. mnd	-	Des.					-	-	Nov.-des.			Nov.-des.		
Temp. [°C]	-	5,5-7,1					-	-	5,4-7,2			6,6-8,5		

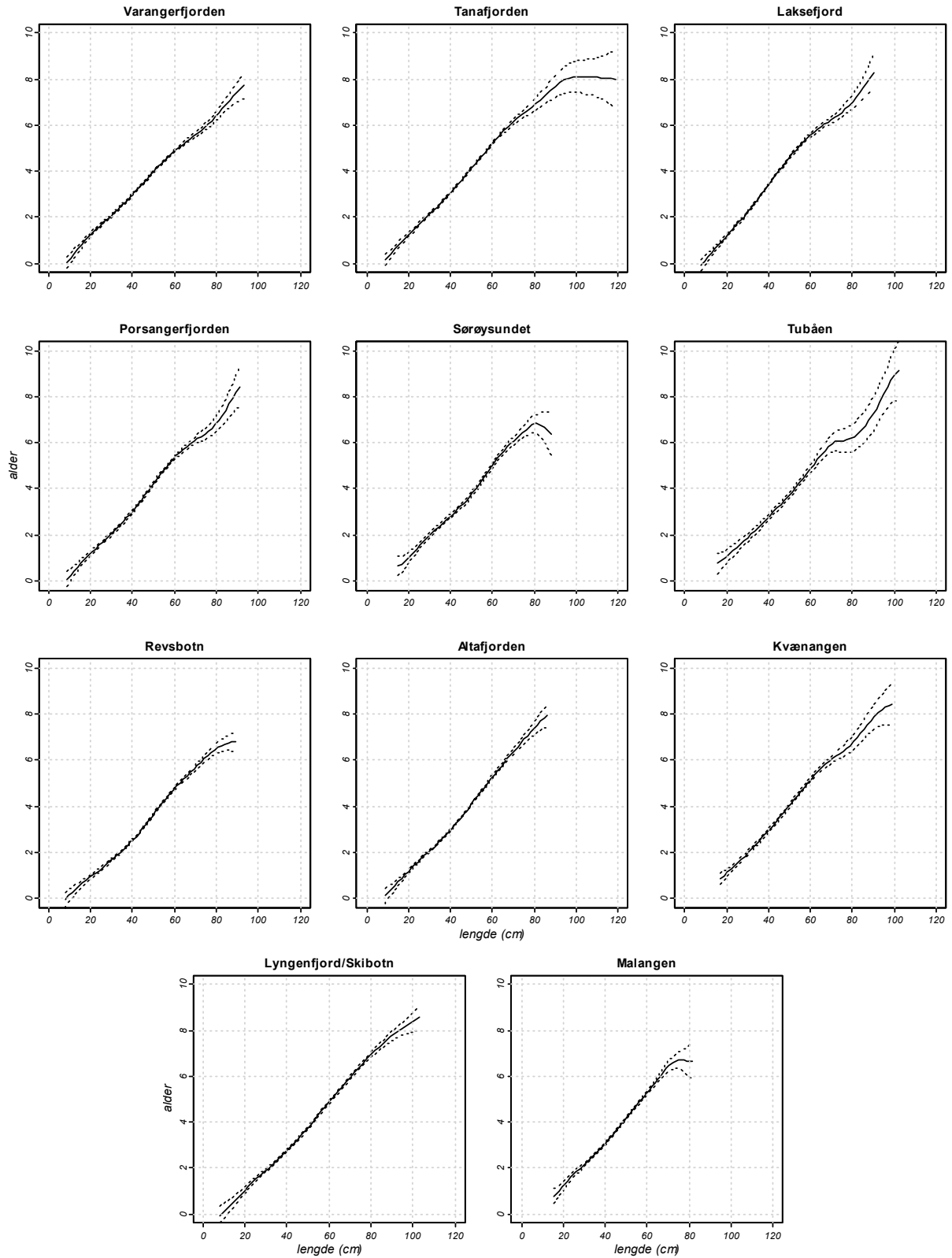
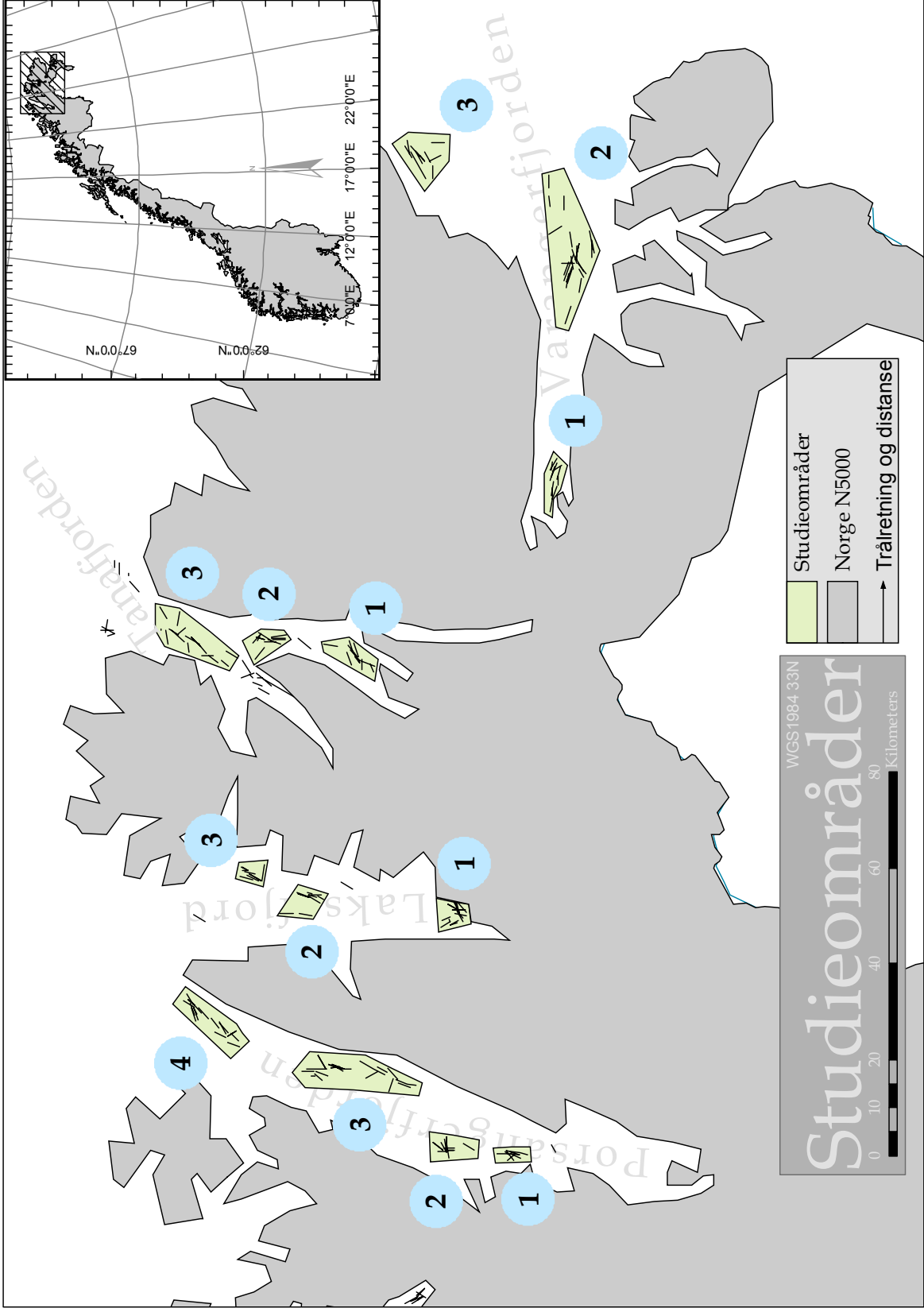
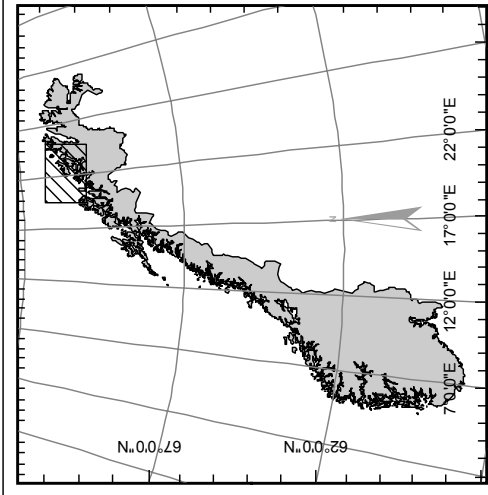
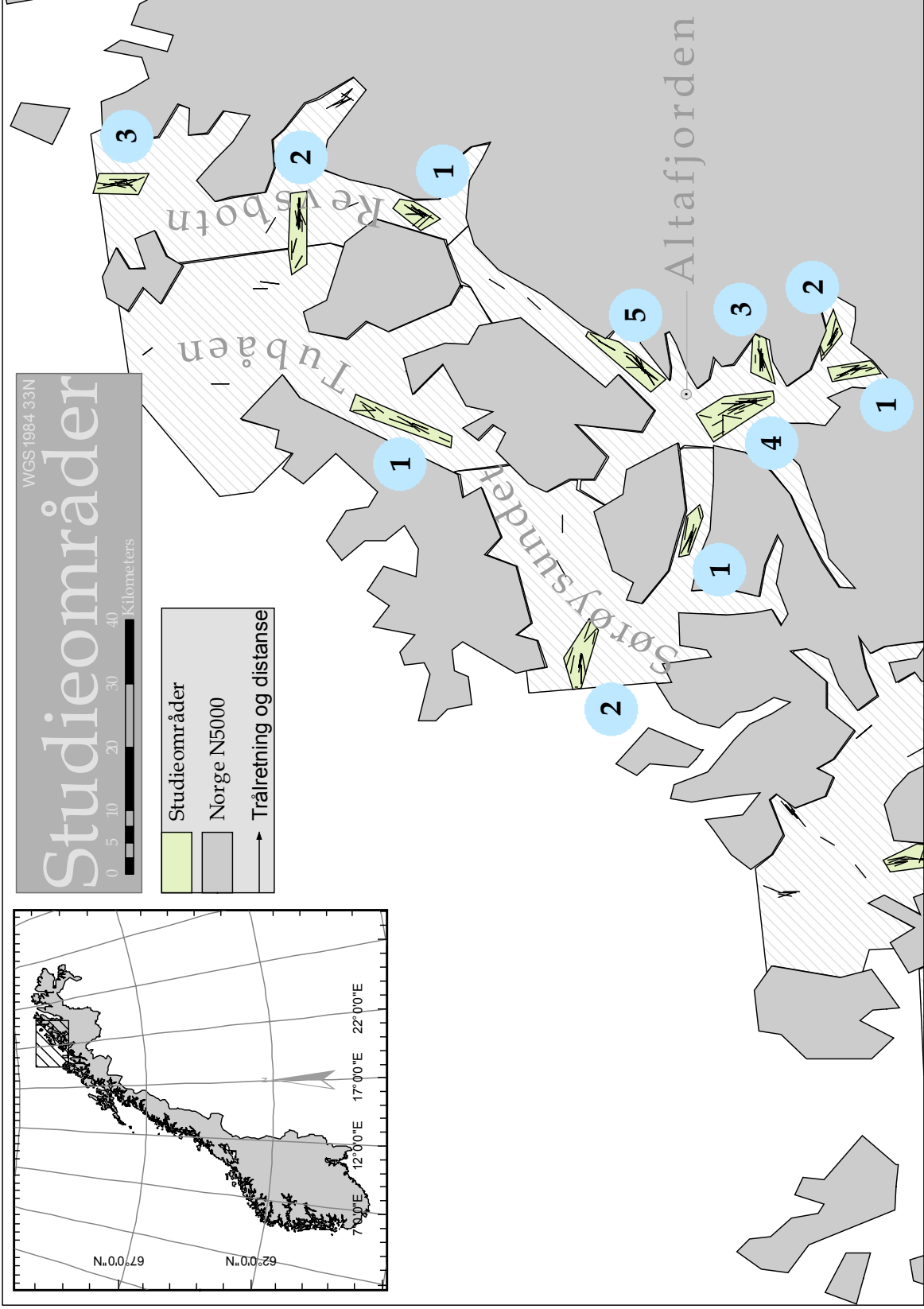
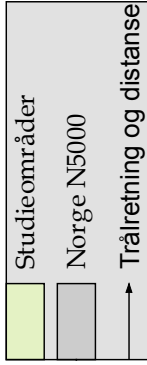


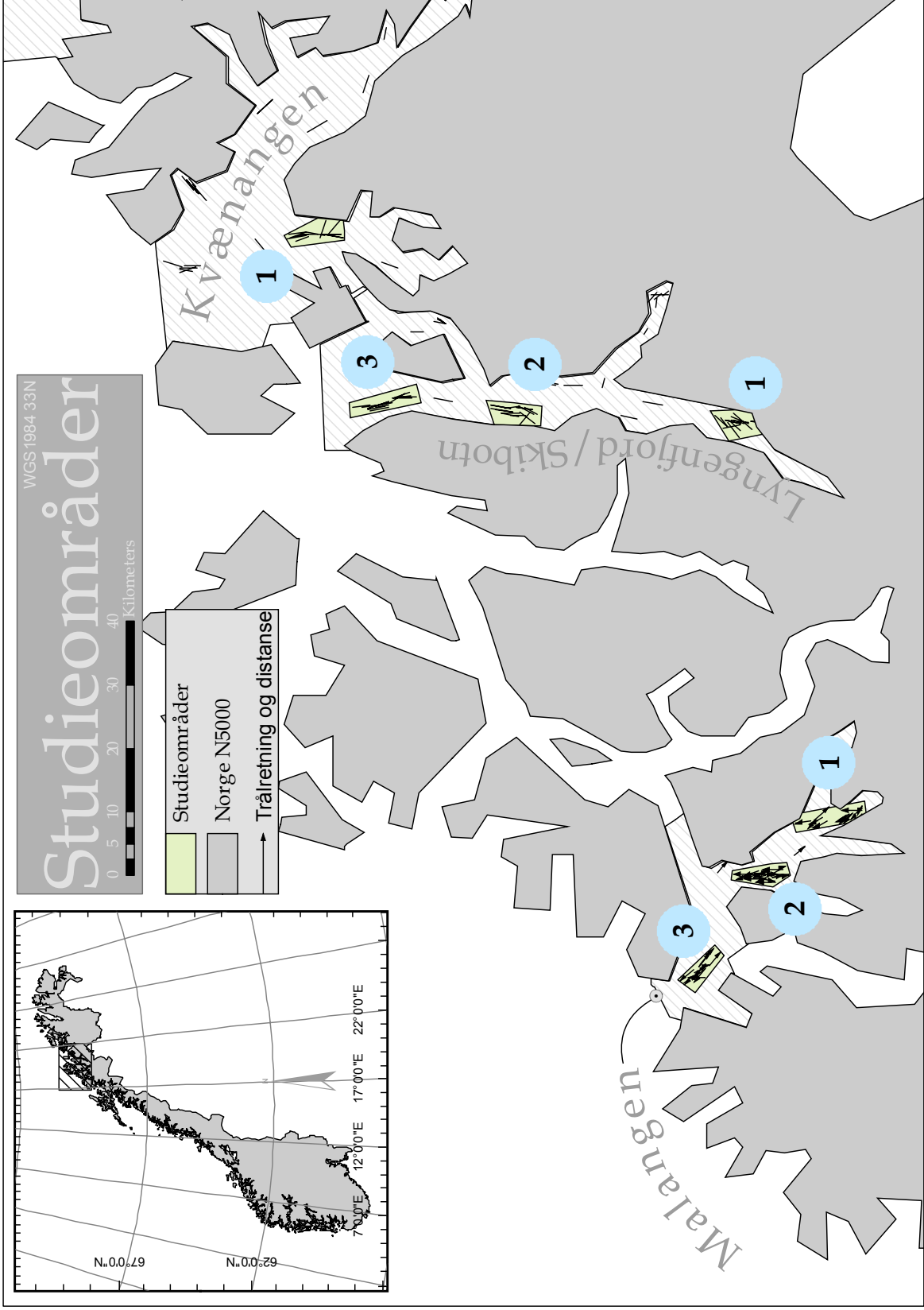
Fig. 9 Variasjonsbånd om det ikke-parametriske regresjonsestimatet laget fra lengde i forhold til alder i de ulike hovedområdene. (...) indikerer størrelsen av to standardavvik, mens (—) viser gjennomsnittet av lengde/alderforholdet. Figurene gir en god indikasjon, men kan ikke brukes til å trekke sikre konklusjoner om kurvens form i enkelte regioner (Bowman m. fl. 1997; Bowman m. fl. 2005). Figuren viser kun kysttorsk.





WGS 1984 33N
Studieområder
 0 5 10 20 30 40
 Kilometers





2.2

DATA OG DATABEHANDLING

Data

Tråldata for området 62°-72° N ble gitt fra Havforskningsinstituttet med tillatelse fra Erik Berg. Dataene var samlet inn i henhold til Havforskningsinstituttets fiskestasjonsskjema S og individskjema V. Fiskestasjonsskjemaet inneholder informasjon om stasjonskoordinater, tidspunkt, tråldyp samt andre fiskeuavhengige data. Individskjemaet beskriver hver enkelt fisk fanget under trålingen, og inneholder blant annet lengde og vekt. Kysttorsk ble filtrert ut på følgende måte:

- I hver 5 cm lengdegruppe (30-34, 35-39,..., 60-64, 65<) ble det beregnet andel kysttorsk (antall otolitt-type 1 og 2 i forhold til total antall v-linjer i 5 cm-gruppen).
- Denne andelen anvendes så på det fangstantallet av torsk (i 5 cm-gruppen) som delprøven representerer for å oppnå fangst av kysttorsk for den aktuelle 5 cm gruppen.
- Hvis det var flere delprøver fra samme trålstasjon ble beregnet fangst av kysttorsk til slutt summert fra delprøvene (for den aktuelle 5 cm-gruppen).

Det ble vurdert å også koble fangstinformasjon fra Fiskeridirektoratet, men på grunn av meget stor usikkerhet i innrapportert fangstområde i forhold til reelt område ble det valgt å se bort fra disse.

Tråldata fra denne undersøkelsen dekker årene 1995-2004 og ble gjennomført i perioden 20. august - 11. november. På denne tiden antas det at den nordøstarktisk torsken trekker ut av fjordene (Berg m. fl. 2003), og det er derfor mulig å sammenligne dataene uavhengig av måned i dette tidsrommet (Berg 2005). I fiskestasjonsskjemaet registreres redskapets tilstand og hvor godt trålfangsten gjenspeiler mengden av fisk i området. Innenfor studieområdet ble fire målinger ekskludert på grunn av henholdsvis indikasjoner på feil spredning eller problemer med bunnkontakt, store mengder sopp eller leire, at trålen hadde lange flenger eller mangler store stykker notlin og revet pose. En måling ble også ekskludert på grunn av kort tråldistanse og unaturlig høy tetthet av fisk. Denne målingen var i ytre del av Tanafjorden i 2001. 329 målinger ble inkludert i det endelige datasettet. Disse var utført med Campelen 1800.

Redskap

I løpet av perioden 1995-2004 ble hovedsakelig Campelen 1800 med 10 mm innernett, en reke-trål, benyttet i innsamlingen av data. Harstadtrål 16x16 med 10 mm innernett ble brukt til pelagisk tråling, bortsett fra i 1997, hvor Fotø modell 90 ble brukt (Berg m. fl. 2003). For å se på utviklingen av bestanden i hvert område, ble kun prøver tatt med Campelen 1800 inkludert. Dette ble gjort for å få likest mulig forutsetninger for hvert trålhal. Fordeling på redskap er gitt i Tabell 2.

Tabell 2 Fordeling på redskap i % 1995-2004. C18 står for Campelen 1800. Rg = Rockhopper gear. ms=med strapping. Radsummen er ikke 100 % da kun målinger brukt i oppgaven er inkludert.

Redskapskode/År	Reketr.	Reketr.	Reketr.
	C18 35/40 Rg	C18 20/40 Rg ms.	C18 20/40 Rg
1995	81,8 %	0,0 %	0,0 %
1996	68,3 %	0,0 %	0,0 %
1997	0,0 %	0,0 %	75,6 %
1998	0,0 %	0,0 %	61,9 %
1999	0,0 %	0,0 %	81,8 %
2000	0,0 %	0,0 %	89,7 %
2001	0,0 %	0,0 %	76,2 %
2002	0,0 %	0,0 %	82,0 %
2003	0,0 %	7,7 %	76,9 %
2004	0,0 %	0,0 %	80,6 %
SUM	13,1 %	1,0 %	64,3 %

Gjennomsnittsfarten var $3,3 \pm 0,2$ knop, og distansen trålt var gjennomsnittlig $1,4 \pm 0,3$ nm, eller cirka 2600 meter. På grunn av praktiske forhold ble trålundersøkelsene gjennomført på ulike tidspunkt. På hver stasjon ble det registrert bunndyp, minimum fangstdyp og maksimalt fangstdyp.

Beregning av fangstdata

Aglen og Nakken (1997) brukte informasjon om størrelsesavhengig sveipebredde for torsk til å revidere bunntålindeksene for Barentshavs-toktene i årene 1981-1993. I 1999 ble disse tallene oppdatert ved å bruke nye område- og stratainndeinger for 1983-1995 (Bogstad m. fl. 1999; Aglen m. fl. 2004).

Det ble antatt at den romlige fordelingen til torsk følger en Poisson fordeling innenfor trålområdet til Campelen 1800 (Lindsey 1997; Benoit m. fl. 2003; Trenkel m. fl. 2005). Dette innebærer at forventningen for hvert tråltrekk er lik innenfor hvert område. Med andre ord er det kun innenfor hvert av de 31 underområdene forventningen ble antatt å være lik.

Sveipt areal ble beregnet for hvert tråltrekk etter formelen:

Formel 1

$$\rho_{s,l} = \frac{f_{s,l}}{a_{s,l}}$$

$\rho_{s,l}$ Antall fisk innen lengdegruppe l per nm^2 (nautisk mil)² observert på trålstasjon s

$f_{s,l}$ Estimert lengdefrekvens

$a_{s,l}$ Sveipt område:

Formel 2

$$a_{s,l} = \frac{d_s \cdot EW_l}{1852 \frac{m}{nm}}$$

d_s distanse (nm)

EW_l størrelsesavhengig effektiv fiskebredde

$$EW_l = \alpha \cdot l^\beta, l_{\min} < l < l_{\max}$$

$$EW_l = EW_{l_{\min}} = 19m = \alpha \cdot l_{\min}^\beta, l \leq l_{\min}$$

$$EW_l = EW_{l_{\max}} = 35m = \alpha \cdot l_{\max}^\beta, l \geq l_{\max}$$

Verdiene for de ulike parametrene er gitt i tabellen under, Tabell 3.

Tabell 3 Verdiene brukt i beregningen av størrelsesavhengig effektiv fiskebredde (Bogstad m. fl. 1999; Aglen m. fl. 2004).

	α	β	l_{\min}	l_{\max}
Torsk	5,91	0,43	15	62

I praksis vil dette si at torsk mellom 15 og 62 cm følger funksjonen $\alpha \cdot l^\beta$, torsk under 15 cm har en effektiv åpningsbredde for fangst på 19 m, mens fisk større enn 62 cm har 35 m som effektiv åpningsbredde. Parametrene er hentet fra "Investigations of demersal fish in the Barents Sea winter 2004" (Aglen m. fl. 2004).

For å undersøke dataene, og se på fordelingen av de ulike lengdegruppene i tråltrekkene, ble det først laget histogrammer. I datagrunnlaget for disse undersøkelsene ble all fisk fanget med Campelen 1800, med unntak av fangst med dårlig kvalitet, inkludert. I og med at fangstredskapene er selektive, var det nødvendig med korreksjon for lengdefordelingen. Den virkelige frekvensen ble omformet med uttrykket:

Formel 3

$$F_1 = \frac{F_0 \cdot 35}{EW_l}$$

F_1 Ny frekvens

F_0 Målt frekvens

EW_l Størrelsesavhengig effektiv fiskebredde.

Dette vil føre til at verdier for fisk i lengdegruppene under 62 cm får en høyere frekvens etter at formelen er anvendt. Fig. 10 viser effekten av trålseleksjonen.

Grunnen til at denne omformingen er tilrådelig er trålens selektivitet. Det vil si at selv om det er 11 torsk på 30 cm i det trålte området, vil kun 8 av disse fanges opp av trålen. Dette kan forklares ved at jo mindre størrelse torsken har, jo lettere vil den kunne unnslipe trålen.

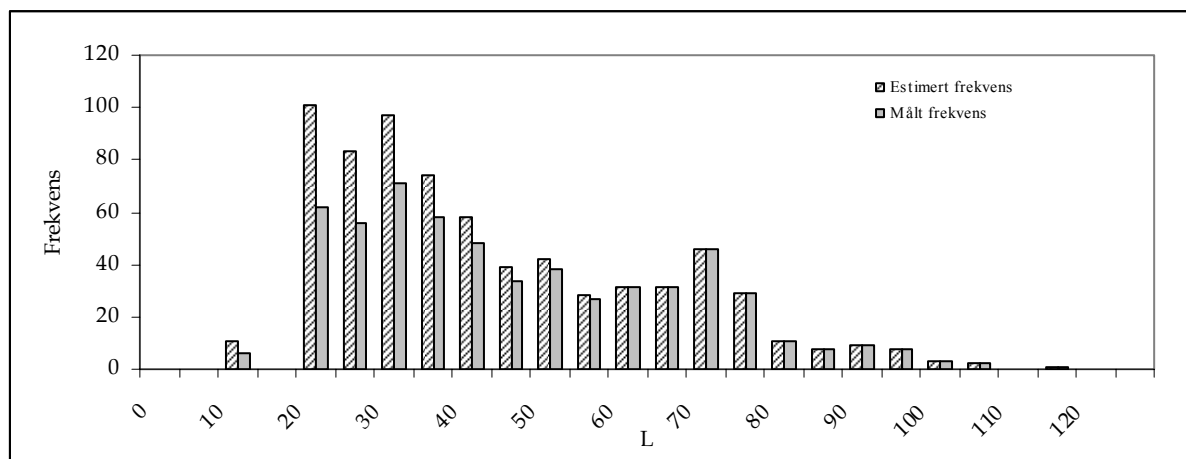


Fig. 10 Lyngenfjord/Skibotn underområde 1. Effekten av Estimert lengdefrekvens kontra målt lengdefrekvens, 1995-2004

Temperaturdata

Temperaturdata ble hentet fra fire ulike kilder: ICES Oceanographic Database and Services (2006), Norges fiskerihøgskole (2006), National Oceanic & Atmospheric Administration (2005) og Havforskningsinstituttet (2006). Videre ble dataene behandlet i Ocean Data View (Schlitzer 2006) og fjordene ble delt inn i seksjoner. I hver seksjon ble det regnet ut gjennomsnittstemperatur for november-desember hvert år. I Varangerfjorden var kun oktobertemperatur tilgjengelig, men da temperaturen kun skulle brukes internt i fjorden, ble disse temperaturverdiene brukt. I Altafjorden ble kun desembertemperaturer brukt. For å regne ut temperaturen ble det definert seksjoner jfr. Tabell 4.

Tabell 4 Seksjonsinndelinger for temperaturdata. Bg = breddegrad Lg = lengdegrad. Temperaturene brukt representerer 80-100 m.

Varangerfjorden		Tanafjorden		Laksefjord		Porsangerfjorden		Altafjorden		Lyngenfjord/S.		Malangen	
Bredde i kilometer, km													
20		20		20		16		20		10.252		10.252	
Koordinater for midtpunkt													
Lg	Bg	Lg	Bg	Lg	Bg	Lg	Bg	Lg	Bg	Lg	Bg	Lg	Bg
28.66	70.16	28.13	70.45	26.55	70.35	25.14	70.26	23.42	69.93	19.95	69.31	18.74	69.32
20.30	69.97	28.70	70.96	26.99	70.98	26.32	71.01	22.95	70.24	20.30	69.49	18.41	69.43
30.91	70.22									20.43	69.95	18.36	69.50
												69.54	18.00

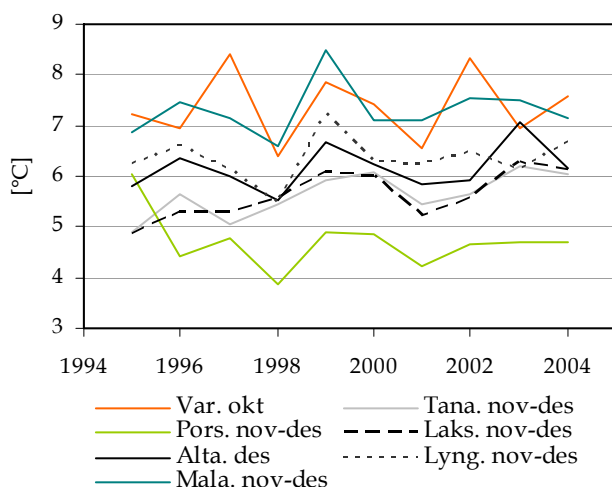


Fig. 11 Temperaturen i de ulike fjordene 1995-2004 på 80-100 m dyp.

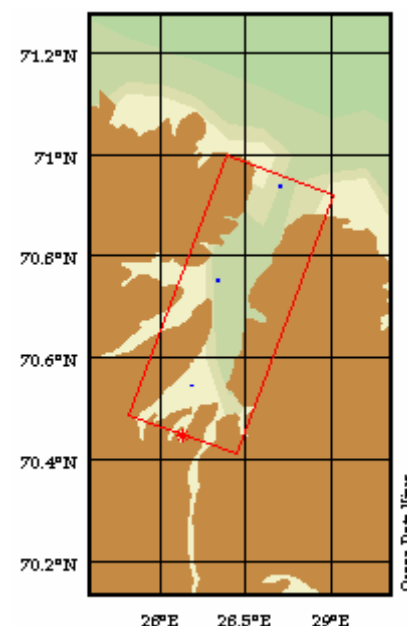


Fig. 12 Eksempel på seksjon, - her fra Tanafjorden 1995. Temperaturen for hvert år ble regnet ut som gjennomsnitt av alle målinger i seksjonen i gitt år.

Statistikk

PROGRAMVARE

S-plus (Insightful Corp. 2005), Programmet R (R Development Core Team 2005) og Excel (Microsoft 2003) ble brukt i databehandlingen. ArcMap (ESRI 2005) ble brukt for å definere områdeinndelingene, mens Ocean Data View (Schlitzer 2006) ble brukt for å regne ut gjennomsnittlig temperatur. For å regne ut solhøyde (altitude) ble programmet The Sun API (Sunlit Design 2006) benyttet. Sammenlignet med MICA (U.S. Naval Observatory 2005), var gjennomsnittlig forskjell $\pm 7,4$ arksekunder ($\pm (7,4/3600)^\circ$) for deklinasjonen og ± 200 ms (millisekunder) for tiden. Også Hjellviks (2005) formel brukt i DIVA ble forsøkt benyttet, og denne gav noe ulike verdier for solhøyde i forhold til The Sun API. Beregning av solhøyde inkluderer lengde og breddegrad, tid i år, dag, måned, time og minutter. Solhøyden er gitt som altitude i figurene for nordøstarktisk, svalbardtype og kysttorsk kombinert. Solhøyden er gitt i grader.

ANTAGELSER

Følgende antagelser ble gjort:

- Sveipebredde med Campelen 1800 var konstant for hvert hal.
- Fangsteffektiviteten for de ulike lengdegruppene fulgte formelen for EW_l .
- Innenfor hvert område ble det antatt homogene punktwise Poisson prosesser, d.v.s. at påtreff av torsk, Y , i det ikke-overlappende tidsintervallet Δt har en Poissonfordeling med konstant gjennomsnitt, μ , per tidsenhet,

Formel 4

$$f(y) = \frac{(\mu\Delta t)^y e^{-\mu\Delta t}}{y!}$$

hvor Δt er intervallet for observasjonene. μ er påtreffsraten for torsk i prosessen (Lindsey 1997).

NULLFANGST

Nullfangst refererer til trålhal uten fangst av torsk. Hjellevik m. fl (2002) har foreslått å utelate fangst på dager hvor det var mer enn 50 % nullfangst, trålhal uten torsk. Alle andre fangster skulle inkluderes. Dette ble undersøkt, og det ble ikke funnet målinger som måtte ekskluderes på bakgrunn av 50 % nullfangstprinsippet dersom det ikke ble tatt hensyn til lengdegrupper.

TIDSSERIEANALYSE

I tidsserieanalysen ble det først anvendt en lineær modell for å finne ut om det var spesielle trender som viste seg innenfor de ulike områdene og lengdegruppene. Metodene er hentet fra Insightful Corporation (2001) og Crawley (2004). I tidsserieanalysen ble kun kysttorsk inkludert i datasettet. Resultater for blanding av all torsk (Lunde 2006) kan imidlertid utleveres mot forespørsel.

For å undersøke om det var syklisk variasjon som kunne være årsak til svingningene i populasjonen, ble det anvendt ACF, eller autokorrelasjonsfaktor. Denne viser om det er sykliske gjentakelser i forhold til år 0, i dette tilfellet 1995, og senere år. Deretter ble det testet for partiell autokorrelasjon. Denne testen sier noe om det er økologiske prosesser som styrer eventuelle sykluser, men kan ikke avsløre hvilke prosesser dette er. For eksempel kan en slik test avsløre hvilket år det skjedde noe som førte til at populasjonen fikk nedgang etter f. eks. fem år. 13 underområder hadde tilstrekkelig og kontinuerlig data for å gjennomføre ACF-analyse. Denne analysen ble gjennomført i programmet R.

Der det ikke ble funnet tegn til sykliske variasjoner ble det videre forsøkt å finne om populasjonen svingte om en spesifikk tetthet. Vil tettheten i et område minke dersom en viss populasjonsstørrelse nås, og vil den igjen øke når den er under en viss størrelse? Denne testen ble utført ved å bruke funksjonen "diff" i S-plus. Denne funksjonen finner forskjellen i tettheten i ett år i forhold til den neste. Den nye vektoren sammenlignes så med den gamle ved å fjerne det siste året i den gamle vektoren.

Ved å plote logaritmen av tettheten (x) mot delta (y), -økning eller nedgang i forhold til tidligere år, og deretter lage en tilpasset linje vil en kunne se om det er tendenser til at populasjonen svinger om en viss størrelse. Funksjonene "predict" med "Lowess-tilpassning" som foreslått i Statistical Computing (Crawley 2004) ble brukt. For å bruke denne funksjonen ble alle 0-verdier av tetthet omformet til 1 på grunn av den logaritmiske tilnærmingen. Denne verdien ble ansett som så liten at den ikke influerte analyseresultatet.

Etter at trend og p-verdier var funnet i første del av analysen var det ønskelig å produsere et kart som viser om det var oppgang, nedgang eller ingen utvikling i fjordområdene som ble studert. For å se på utviklingen relativt i forhold til gjennomsnittlig mengde ble følgende formel for konvertering laget:

Formel 5

$$T = \frac{u_t \cdot t \cdot (1 - p)}{(0,1 \cdot x_{\max} + 0,8 \cdot \bar{x} + 0,1 \cdot x_{\min})} = \frac{u_t \left[\frac{(\text{forandring i tetthet}) \cdot \text{areal}^{-1}}{\text{år}} \right] \cdot t [\text{år}] \cdot (1 - p)}{(0,1 \cdot x_{\max} + 0,8 \cdot \bar{x} + 0,1 \cdot x_{\min}) [\text{tetthet} \cdot \text{areal}^{-1}]}$$

Hvor:

<p>T omformet trend</p> <p>u_t trend gitt i tabell</p> <p>t antall år</p> <p>x_{\max} maksimal tetthet·areal⁻¹</p> <p>x_{\min} minste tetthet·areal⁻¹</p> <p>\bar{x} gjennomsnittlig tetthet·areal⁻¹</p>	<p>$T \geq 1, T = I$</p> <p>$0,5 \leq T < 1, T = II$</p> <p>$-0,5 \leq T < 0,5, T = III$</p> <p>$-1 \leq T < -0,5, T = IV$</p> <p>$T \leq -1, T = V$</p>
---	--

T ble deretter omformet etter følgende retningslinjer:

Hvor $T = I$ beskriver sikker oppgang, $T = II$ usikker oppgang, $T = III$ ingen utvikling, $T = IV$ usikker nedgang og $T = V$ beskriver sikker nedgang.

EFFEKT AV BUNNDYP, SOLHØYDE OG TEMPERATUR

I denne delen av analysen var det nødvendig å utvide definisjonen av områdene for å få nok målinger til å utføre de statistiske analysene. I de ulike fjordene hadde hvert område typiske karakteristikk med hensyn til lengdegrad og breddegrad samt bunndyp. Effekter av posisjon og bunndyp vil altså i denne analysen kunne ta hensyn til at det er ulike områder innenfor en fjord, samtidig som hele fjorden blir analysert under ett. En slik sammenslåing kan også forsvares på bakgrunn av at temperaturen ble regnet ut som et gjennomsnitt av hele fjorden. Dette ble gjort for å få flere målinger og dermed glatte ut usikkerheten for hver enkelt måling, med hensyn til geografisk lokalitet hvor prøven ble tatt.

Analysen består av to deler: én for all torsk, inkludert nordøstarktisk, svalbardtype og kysttorsk, og én med kun kysttorsk inkludert.

På grunn av få målinger i hver fjord var det ikke mulig å undersøke mer enn tre forklaringsvariabler om gangen. Det er imidlertid mulig at posisjon i lengdegrad og breddegrad kan spille en viktig rolle i modellen. Det ble også testet for effekter av posisjon, og hvor posisjon er mulig forklaringsvariabel er dette oppgitt.

Modellen ble spesifisert som:

$$\beta_0 + m_1(\text{Temperatur}) + m_2(\sqrt{\text{Bunndyp}}) + m_3(\text{Tråltidspunkt})$$

Hvor β_0 er fangst og m_n er utglattingsfunksjonen. Som foreslått av Wood (2006a) ble bunndypet transformert til roten av bunndypet for å få en jevnere spredning og for å unngå at noen høye bunndyp fikk for stor innvirkning på modellen. Alle variablene ble modellert med en "thin plate regression spline", med mulighet til å nulle ut betydningen av variablene. Graden av utglattung ble automatisk bestemt av GVC-verdien, et kriterium basert på standardavviket.

I og med at sammenheng mellom bunndyp, solhøyde, temperatur og tetthet av kysttorsk ikke er lineær, ble pakken mgcv i R benyttet (Wood 2006b). Denne metoden tar utgangspunkt i "smoothing splines" som automatisk velger en utglattingsfaktor og tilpasser en kurve til dataene. Også gam-pakken i R ble benyttet med Lowess utglattung, men mgcv ble valgt på bakgrunn av større sikkerhet knyttet til konfidensintervall og at bruk av splines fremfor Lowess gir bedre fleksibilitet og tilpasning.

På grunn av stort spredningsområde, "over-dispersion", ble det brukt quasipoisson i gam-modellen. Denne modellen tar hensyn til "over-dispersion" ved at spredningsparameteren ikke settes konstant til 1, men blir modellert ut fra dataene (Chambers m. fl. 1993; Wood 2006a). En annen måte å korrigere for overspredning er å spesifisere en negativ binomisk fordeling ved hjelp av MASS-pakken i R. Også dette ble prøvd, men resultatene viste det samme som ved bruk av quasipoisson, bortsett fra at resultatet fra MASS-pakken var noe strengere med tanke på signifikansnivå.

R^2 -estimer er det tradisjonelle målet for forklaringsstyrke i regresjonsmodeller. I analysene ble den imidlertid sett i sammenheng med p-verdien da liten R^2 ikke nødvendigvis betyr at forklaringsvariablene ikke har betydning for fangsten av kysttorsk (Hjellvik m. fl. 2004).

Det ble produsert et plott for hver utglattungsterm i modellene: i hver er den utglattede grafen relatert til den uavhengige variabelen plottet mot den uavhengige variabelen. Y-aksen for hvert plott viser hvilken den uavhengige -variabel den utglattede funksjonen er fra, og hvor mange effektive parametere som har blitt estimert for denne grafen. X-aksen er relatert til den uavhengige variabelen selv. Langs x-aksen er det vertikale streker som indikerer de observerte verdiene av den uavhengige variabelen. Den hele linjen i hvert plott er den estimerte utglattede funksjonen av den uavhengige variabelen, mens den stiplede linjen viser 95 % konfidensintervall for den utglattede kurven. Legg merke til at alle grafer har gjennomsnittlig verdi lik null: dette er fordi hver graf er satt opp for å gi forandringen av gjennomsnittet av responsvariabelen i forhold til den uavhengige variabelen.

KORRELASJON

For å se om det var indikasjoner på at populasjonene, og de ulike lengdegruppene, ble regulert av en felles faktor, ble det testet for korrelasjon ved bruk av Pearsons metode (Becker m. fl. 1988). Også Kendalls og Spearmans metoder ble forsøkt for å se om det var forskjell mellom metodene. Hver lengdegruppe ble korrelert mot tilsvarende lengdegruppe i områdene gjengitt i tabellen under. Områdene ble utvalgt på kriteriene om at det måtte være hele tidsserier, samt geografisk spredning. Verdiene som ble brukt var utregnet gjennomsnittlig $\rho_{s,l}$, $\rho_{s,l}^{sum}$. Funksjonen *cor.test* i R ble benyttet.

FREKVENSFORDELING

Til slutt, for å se om lengdefordelingen varierte fra år til år, og fra område til område ble det brukt en kjerneutglatter, kernel-smoother. I sammenligning av frekvensfordeling ble både nordøstarktisk-, svalbardtype og kysttorsk sammenslått. Utglattingsfaktoren ble beregnet ut fra et gjennomsnitt av utregnet utglating for periodene og områdene som ble sammenlignet. Ved å bruke denne metoden ble det regnet ut signifikans-bånd for å sammenligne de utglattede fordelingene for ulike tidsperioder og områder. De observerte lengdefordelingene ble simulert opp til en størrelse på 1000 individer. Dersom det var mindre enn 21 torsk i et område per år, alle trålhal inkludert, ble det ikke beregnet frekvensfordeling. Programmet SM (Bowman m. fl. 2005) for R ble brukt i analysene som beskrevet i "Applied smoothing techniques for data analysis: the Kernel approach with S-Plus illustrations" (Bowman m. fl. 1997). Tilsvarende metode har tidligere blitt brukt av Lekve m. fl. (2006).

Tabell 5 Antall torsk i forhold til år i de ulike studieområdene. Årene 1997, 1998, 2001 og 2002 er ikke tatt med da det var få målinger disse årene sammenlignet med viste år. Kun målinger med mer enn 20 torsk er vist og inkludert i analysen av frekvensfordelingen.

Fjord	Område	Antall torsk*område ¹					
		1995	1996	1999	2000	2003	2004
Varangerfjorden	1	123	194	58	140	65	35
	2	150	90	59	261	61	-
	3	204	225	40	36	38	37
Tanafjorden	1	67	290	54	166	21	-
	2	75	264	79	115	39	32
	3	188	21	125	83	90	30
Porsangerfjorden	1	28	-	82	25	-	-
	2	97	80	-	49	-	29
	3	160	267	87	89	129	108
	4	-	-	46	67	-	24
Laksefjord	1	22	53	77	104	25	48
	2	28	175	57	91	-	-
	3	37	-	31	33	30	72
Revsbotn	1	191	134	48	76	90	-
	2	-	-	123	107	42	-
	3	90	23	28	-	23	-
Altafjorden	1	126	72	24	71	-	-
	3	130	120	31	39	75	26
	5	-	-	64	51	37	30
Lyngfjord/Skibotn	1	72	77	48	22	26	55
	2	67	48	71	36	23	60
	3	-	-	56	33	36	-
Malangen	1	-	-	67	93	28	-
	2	161	155	89	57	-	-

Kapittel 3

RESULTATER

3.1

VARANGERFJORDEN

Bestandsutvikling på bakgrunn av trålundersøkelser med Campelen 1800

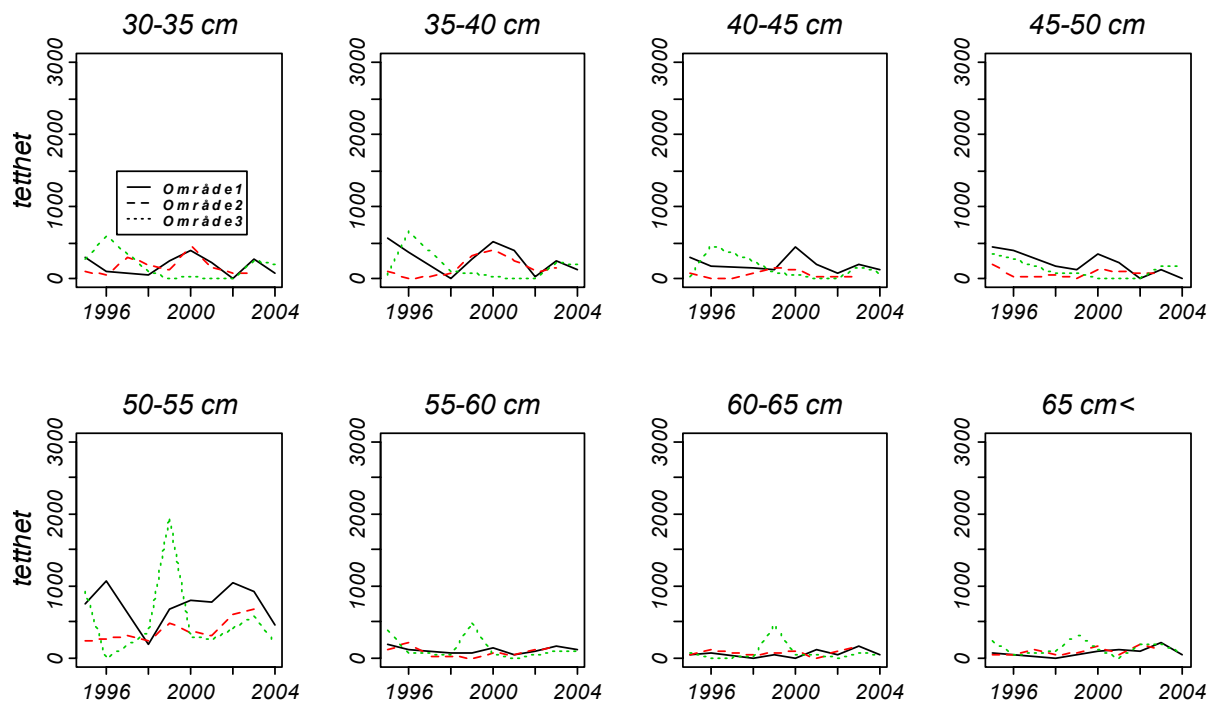


Fig. 13 Fremstilling av tetthet i tråltrekkene 1995-2004. Lengdegrupper fra 30 cm i 5 cm intervaller samt én gruppe med torsk større enn 65 cm.

I Varangerfjorden ble det ikke funnet noen signifikante trender med hensyn til utviklingen av lengdegruppene, med unntak av nedgang i gruppen 45-50 cm i underområde 1 ($p < 0,01$). Alle gruppene viste store fluktuasjoner i forhold til tetthet. I de ulike gruppene var det ulike tendenser i forhold til oppgang eller nedgang. I Tabell 6 er trenden innen hver lengdegruppe gjengitt. Område 3, eller ytre del av Varangerfjorden, viste de klareste tendensene til nedgang. Det er imidlertid viktig å påpeke at ingen av trendene i dette område er signifikante. Også kysttorsk mindre enn 60 cm viste tendenser til nedgang i område 1.

Tabell 6 Resultat av lineær modell for de ulike områdene og lengdegruppene i Varangerfjorden. Trend viser til nedgang i (tetthet/areal sveipt) \cdot år $^{-1}$, mens $\text{Pr}(> |t|)$ er p-verdien.

Gruppe	Område 1		Område 2		Område 3	
	Trend	$\text{Pr}(> t)$	Trend	$\text{Pr}(> t)$	Trend	$\text{Pr}(> t)$
30-35 cm	-6,45	0,70	-0,17	0,99	-27,61	0,22
35-40 cm	-30,81	0,20	28,20	0,21	-18,62	0,45
40-45 cm	-10,68	0,45	1,58	0,85	-19,38	0,26
45-50 cm	-42,90	<0,01	-0,42	0,95	-20,76	0,15
50-55 cm	-3,12	0,93	41,82	0,05	-33,50	0,63
55-60 cm	-2,22	0,72	-0,17	0,98	-24,94	0,21
60-65 cm	6,41	0,32	4,41	0,46	-3,45	0,84
65 cm+	9,75	0,16	9,81	0,33	-3,85	0,78

Hvor signifikant nedgang ikke ble funnet, ble det deretter testet om det var syklisk variasjon innenfor tiårsperioden som var årsak til de store fluktuasjonene i $\rho_{s,l}$. Dette ble gjort ved hjelp av ACF, autokorrelasjonsfunksjon. I Varangerfjorden ble det ikke funnet signifikante bevis ($p < 0.05$) på sykliske variasjoner. Noen av lengdegruppene viste tendenser til syklisk variasjon. Eksempl på dette er lengdegruppen 30-35 cm i område 2 Under er resultatet av ACF i område 1 og 2 gjengitt. Resultatene for de resterende områdene er ikke gjengitt.

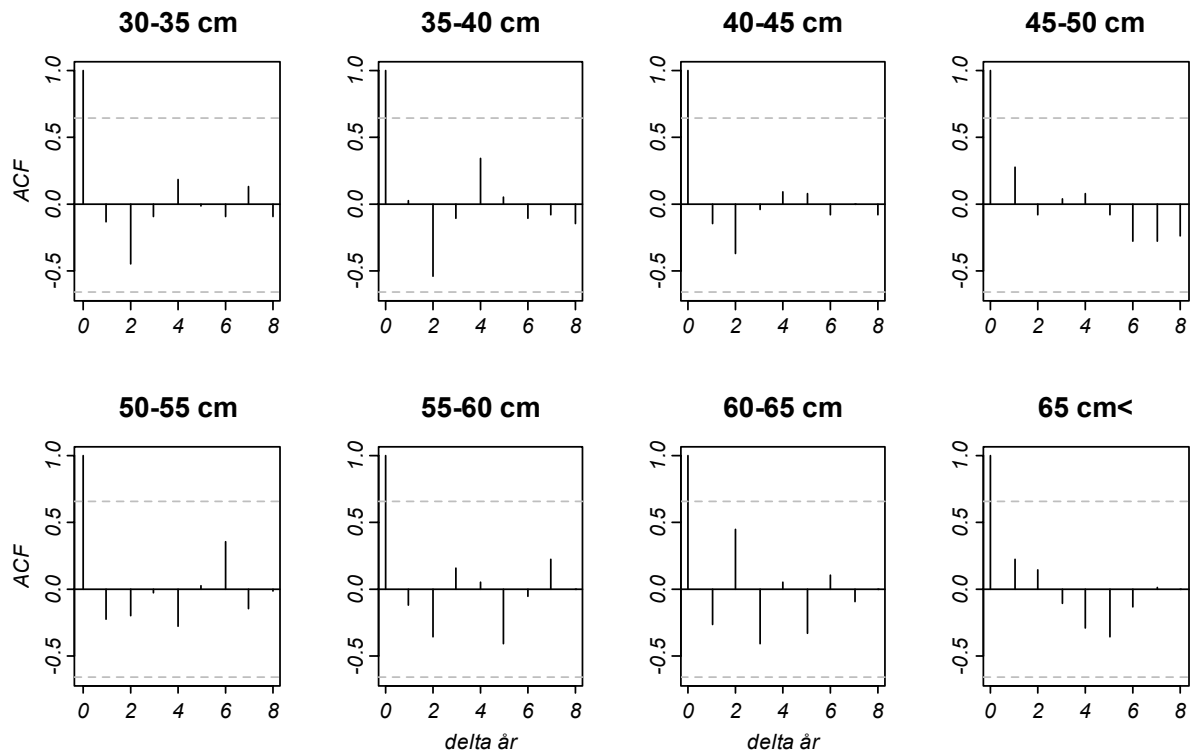


Fig. 14 Resultat av ACF i område 1, Varangerfjorden, 1995-2004

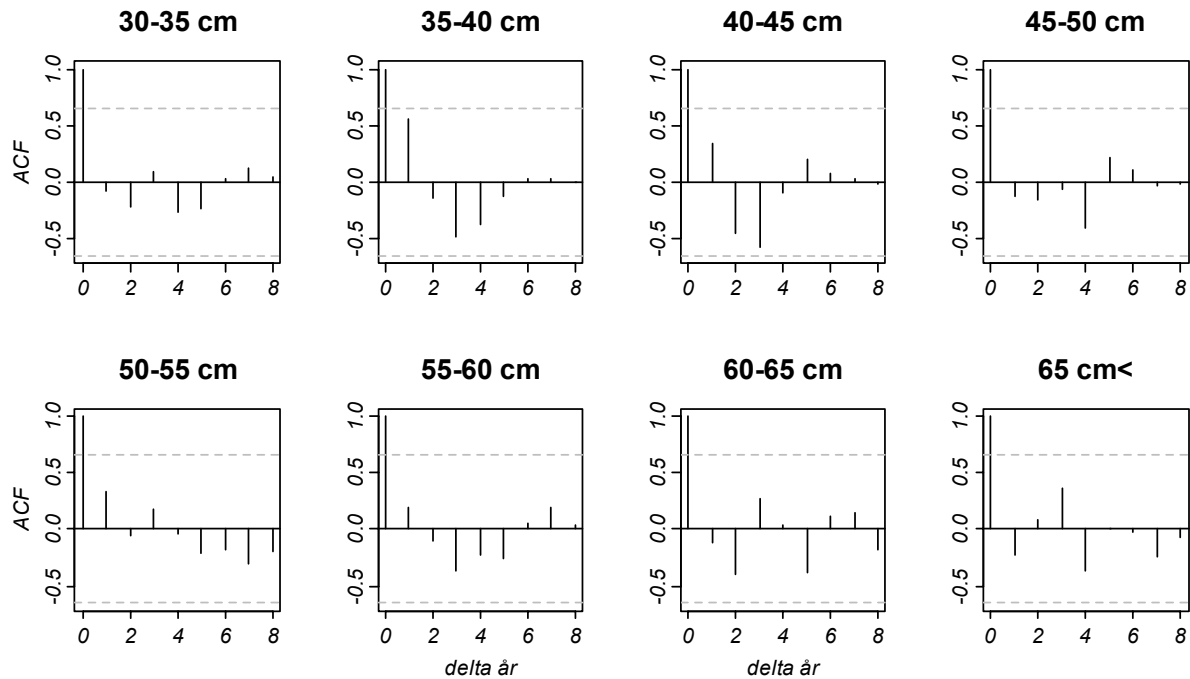


Fig. 15 Resultat av ACF i område 2, Varangerfjorden, 1995-2003. x-aksen representerer korrelasjonen av tettheten av torsk med ulike års mellomrom.

Det ble videre testet om populasjonen svingte om en bestemt tetthet. Generelt er ti år noe lite for å få et godt bilde av dette. Resultatene gjenspeiler også dette, og viser at det ikke er mulig å antyde om populasjonen svinger om en gitt størrelse.

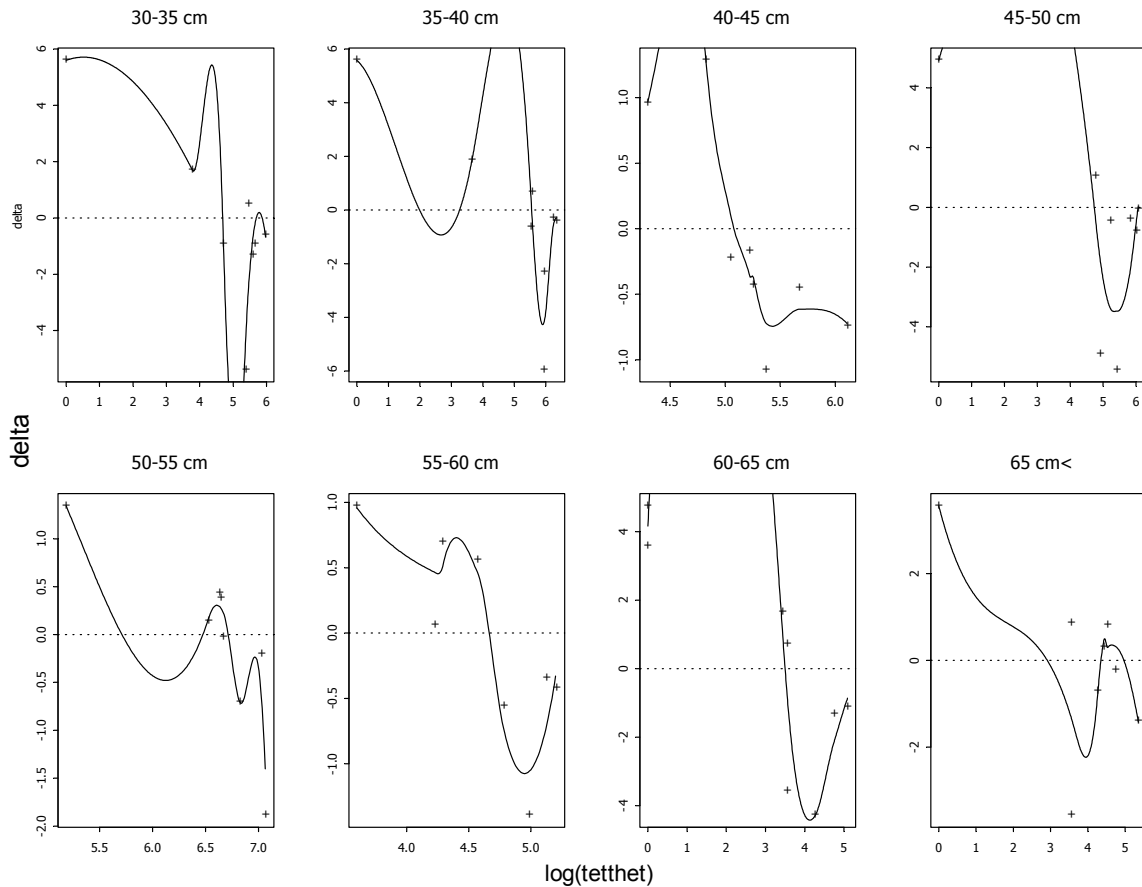


Fig. 16 $\log(\text{tetthet})$ mot delta . (...) viser størrelsen populasjonen svinger om. Dersom den tilpassede lowess-funksjonen øker over denne, betyr det at populasjonen vil øke med delta per år, og visa versa. Figuren viser Varangefjorden område 1.

Frekvensfordeling

Resultatene fra den utglattede distribusjonen av lengdefrekvensene i Fig. 17 viser at fordelingen var relativt lik fra år til år. De største forskjellene ble funnet mellom område 1 og 3, og område 2 og 3. Det ble kun funnet signifikant forskjell mellom område 2 og 3 i 1996. Fordelingen for område 2 ser her ut til å være forskjøvet mot høyre, og andelen av større torsk mellom 60 og 90 cm er større i område 2 enn 3. I 1999 og 2000 er det tendenser til forskjell mellom område 1 og 3. I disse årene er det fordelingen i område 3 som er forskjøvet mot høyre, og det kan se ut til at større kysttorsk oppholdt seg i større grad i ytre delen av fjorden. Fangsten av torsk mindre enn 60 cm var høyere i område 1.

Der alle områdene ble slått sammen, så det ut til at den totale frekvensfordelingen i Varangerfjorden var relativt konstant. Dette kan tyde på at det er utveksling mellom områdene, og at forskjellene i frekvensfordelingene mellom områdene er et resultat av geografisk forflytning innad i fjorden.

Tabell 7 Sammenligning av lengdefrekvensfordelingen for torsk mellom ulike år i mellom områdene 1, 2 og 3 i Varangerfjorden. H_0 var at de to fordelingene var like. En bootstraptest med simulert størrelse på 1000 ble utført, og p-verdier viser fordelinger som ikke kan skiller fra hverandre.

Område	1995		1996		1999		2000		2003	
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
	p									
1	0,92	0,37	0,41	0,13	0,94	0,09	0,29	0,07	0,86	0,80
2		0,40		0,05		0,11		0,66		0,69

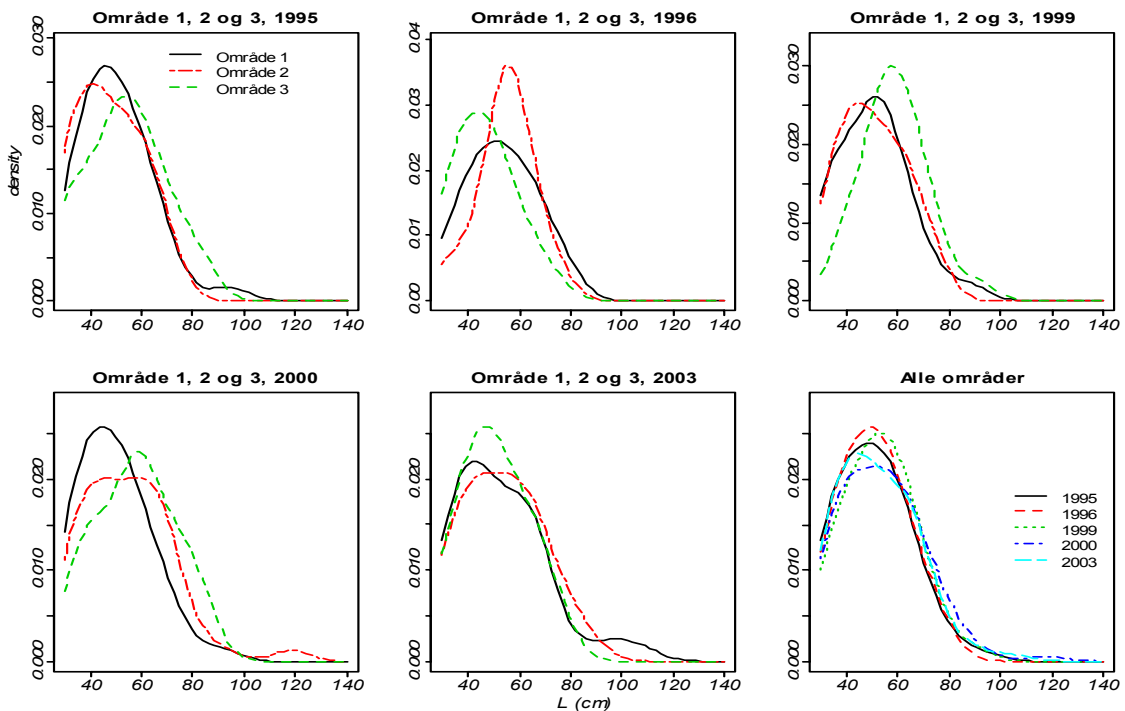


Fig. 17 Utglattet distribusjon av lengdefrekvenser for torsk i de tre områdene i Varangerfjorden (indre del (1), midtre del (2) og ytre del (3) i 1995, 1996, 1999, 2000 og 2003. Figuren nederst til høyre viser alle områdene slått sammen og sammenlignet på tvers av år. Grafene er laget ved hjelp av en Gaussian kernel i R.

Det ble videre testet om det var signifikante forandringer i frekvensfordelingene innenfor hvert område. Generelt så det ut til at den korrigerede frekvensfordelingen var relativt konstant fra år til år innenfor hvert område. Tabell 8 viser p-verdien for om frekvensfordelingene varierer fra år til år. I område 3 skilte 1996 seg ut fra 1999 ($p < 0,01$) og 2000 ($p < 0,01$). I både 1999 og 2000 var fordelingen forflyttet mot høyre i forhold til 1996, altså større andel torsk over 60 cm.

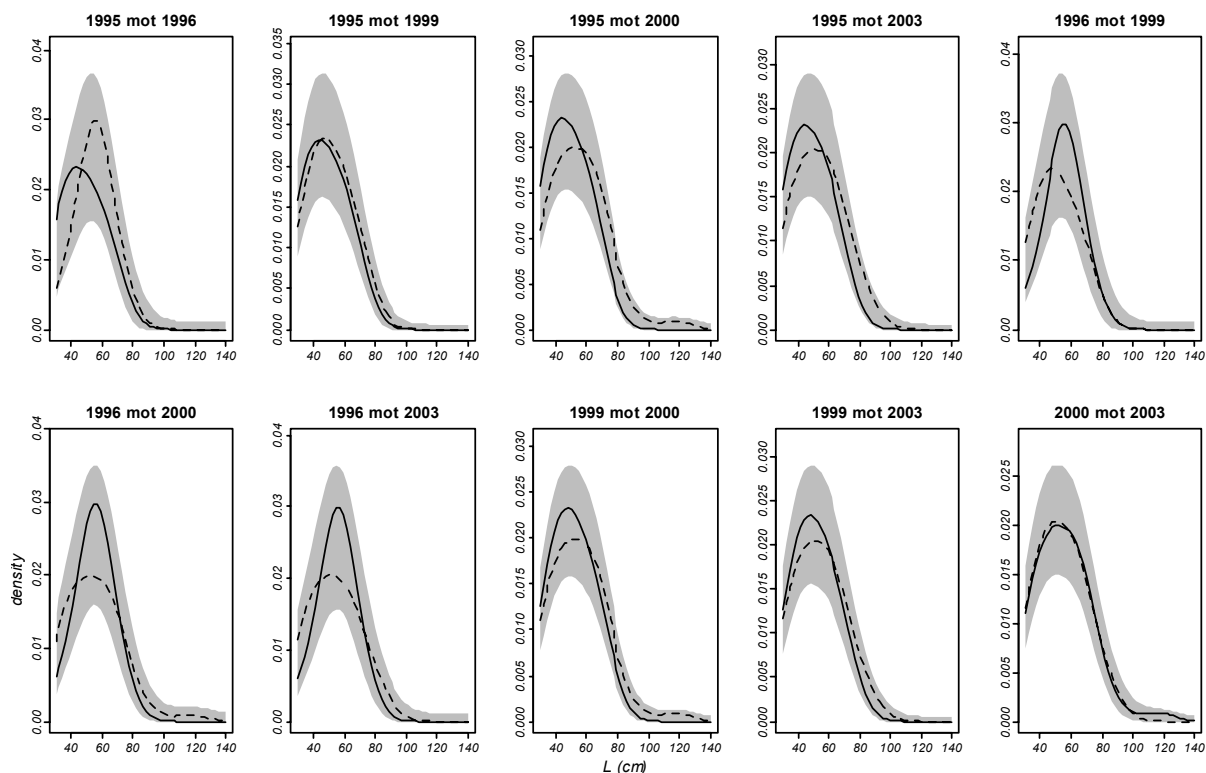


Fig. 18 Sammenligning av fordeling av lengdefrekvens september-november mellom ulike år i midtre del (område 2) av Varangerfjorden. Det grå området viser 95% konfidensintervall for de to sammenlignede fordelingene. Heltrukken linje (—) viser første år, mens stiplet linje (- -) viser siste år. Det ble ikke funnet signifikante forskjeller i dette området.

Tabell 8 Sammenligning av lengdefrekvensfordelingen for torsk mellom ulike år i indre (1), midtre (2) og ytre (3) del av Varangerfjorden. H_0 var at de to fordelingene var like. En bootstraptest med simulert størrelse på 1000 ble utført, og p-verdier viser fordelinger som ikke kan skilles fra hverandre.

	1995	1996	1999	2000	2003	1995	1996	1999	2000	2003	1995	1996	1999	2000	2003
	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p
Område 1	1996	0,38				0,14					0,07				
	1999	0,95	0,65			0,82	0,28				0,41	<0,01			
	2000	0,99	0,35	0,93		0,32	0,35	0,61			0,78	<0,01	0,52		
	2003	0,70	0,60	0,86	0,79	0,48	0,33	0,72	1,00		0,56	0,47	0,10	0,19	
	2004	0,18	0,16	0,28	0,24	0,66	-	-	-	-	-	0,54	0,62	<0,05	0,13
						Område 2					Område 3				

Dersom hele perioden fra 1995-2004 ble sammenlignet, ble det ikke funnet signifikante forskjeller på frekvensfordelingene. En bootstraptest med simulert størrelse på 1000 ble utført, og p-verdiene, 0,32 for område 1 mot 2, 0,47 for 1 mot 3 og 0,69 for område 2 mot 3, viser at fordelinger som ikke kan skilles fra hverandre.

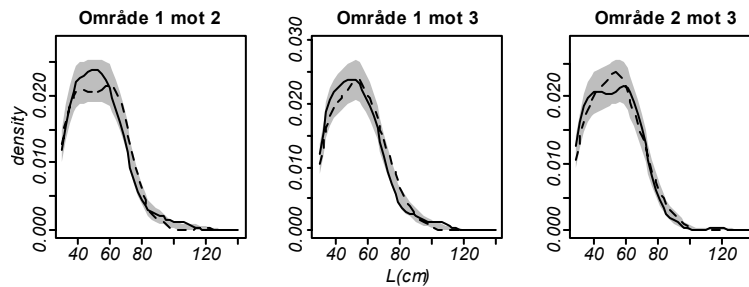


Fig. 19 Sammenligning av lengdefrekvensfordelingen for torsk mellom ulike områder i Varangerfjorden i årene 1995-2004. Det grå området viser 95% konfidensintervall for de to sammenlignede fordelingene. Heltrukket linje (—) viser innerste område, mens stiplet linje (- -) viser ytterste område. H_0 var at de to fordelingene var like.

Korrelasjon

I Varangerfjorden ble det ikke funnet signifikante sammenhenger mellom de ulike områdene med hensyn til korrelasjon når kun kysttorsk ble inkludert i analysen. Dette skiller seg ut fra dataene hvor både kysttorsk og Norsk-artisk torsk ble inkludert. For dette datasettet var resultatene annerledes: For lengdegruppene 35-40 cm ble det funnet signifikant ($p < 0,05$) positiv korrelasjon (0,73) mellom område 1 og 2. De samme tendensene ble funnet for lengdegruppen 40-45 cm ($p < 0,10$ og korrelasjon(k)=0,58). Det ble i denne lengdegruppen funnet svak ikke signifikant ($p = 0,20$) negativ korrelasjon (-0,51) mellom område 2 og 3. I den neste lengdegruppen, 45-50 cm, ble det også funnet sammenheng mellom område 1 og 2 ($p < 0,05$ og $k = 0,76$), og igjen negativ, men ikke signifikant ($p = 0,13$ og $k = -0,58$) korrelasjon for område 2 og 3. Generelt viste resultatene at det var positiv korrelasjon mellom område 1 og 2, mens det var negativ korrelasjon mellom område 1 og 3 og 2 og 3.

Resultater GAM-analyse av solhøyde, bunndyp og temperatur

Det ble videre testet om bunndypet hadde innvirkning på mengde hvor det ble trålt, tidspunkt på dagen og posisjon gitt ved lengdegrad og breddegrad. Følgende modell ble benyttet på bakgrunn av laveste "residual deviance" for alle grupper. Også modeller med lengdegrad og ulike kombinasjoner av faktorene ble testet:

INNVIRKNING PÅ TOTALFANGST AV TORSK

For gruppene 30-35 cm (Fig. 20) til og med 45-50 cm ble det funnet signifikante effekter av solhøyden ved tråling. Generelt så det ut til at fangsten økte fra soloppgang og frem til en solhøyde på ca. 10°. Det var få målinger etter denne høyden, så det knyttes stor usikkerhet til

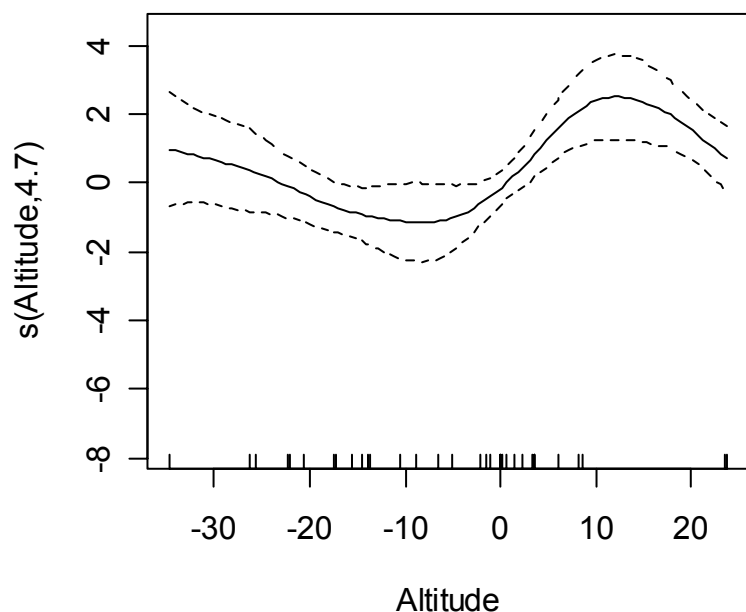


Fig. 20 Glattet resultat av solhøyde (altitude) for gruppen 30-35 cm.

Modell: $\beta_0 + m_1(\sqrt{\text{Bunndyp}}) + m_2(\text{Solhøyde}) + m_3(\text{Temperatur})$

resultatene høyere enn 10°. I gruppen 30-35 cm ble det også testet for lengdegradseffekt sammen med effekt av bunndyp, dette fordi effekten av bunndyp kan være resultat av lengdegrad. Uavhengig av modellspesifikasjonene var effekten av solhøyden signifikant, og formen på kurven tilnærmet lik. Temperaturen hadde ingen innvirkning i denne gruppen. Signifikansnivået avtok med økende fiskestørrelse (lengdegruppe), solhøydens effekt ble glattet ut, mens temperatur på 80-100 m gjorde seg mer gjeldene.

Fra gruppen 30-35, 35-40, 40-45, 45-50 (Fig. 21) og 50-55 cm viste temperaturen klare tegn til å virke inn. Det kan se ut til at oktobertemperaturer over ca. 7,8 °C fører til mindre fangst, jfr. Fig. 21 for gruppen 50-55 cm. Bunndypet var signifikant i gruppene til og med 50-55 cm men så ut til å fluktuere i de mindre gruppen. Kun etter 50-55 cm gruppen var det tendenser til at fangsten minket på større dyp. Resultatene ble imidlertid mindre signifikante i de større gruppene jfr. Tabell 9.

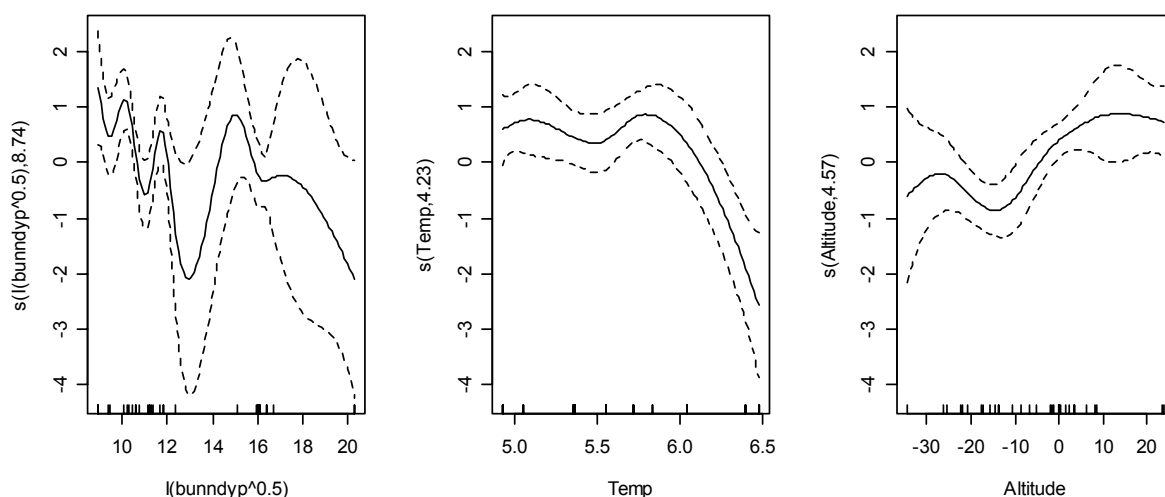


Fig. 21 Glattet resultat for gruppen 45-50 cm. Fra venstre; bunndyp^{0,5}, temperatur og solhøyde.

Modell: $\beta_0 + m_1(\sqrt{\text{Bunndyp}}) + m_2(\text{Solhøyde}) + m_3(\text{Temperatur} \cdot 1,3^{-1})$

Tabell 9 Resultater fra GAM. r^2 og p-verdier for hver lengdegruppe i Varangerfjorden

	30-35 cm	35-40 cm	40-45 cm	45-50 cm	50-55 cm	55-60 cm	60-65 cm	65 cm+
r^2	0,66	0,95	0,90	0,90	0,62	0,61	0,24	-0,02
	p	p	p	p	p	p	p	p
$m_1(\sqrt{\text{Bunndyp}})$	0,10	<0,01	<0,05	<0,01	<0,05	0,05	0,26	0,71
$m_2(\text{Solhøyde})$	<0,05	<0,01	0,05	<0,05	0,28	0,65	0,34	0,75
$m_3(\text{Temperatur})$	0,37	<0,05	0,09	<0,05	0,10	0,28	0,39	0,55

INNVIKKNING PÅ KYSTTORSK

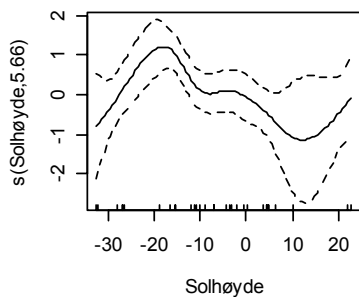


Fig. 22 Effekt av solhøyde på kysttorskgruppen 55-60 cm i Varangerfjorden

Hvor kun kysttorskdata ble inkludert, ble resultatene forandret. Generelt så de ulike parametrene ut til å ha mindre innvirkning enn på totalfangsten. Solhøyde hadde kun signifikant innvirkning på gruppen 55-60 cm jfr. Tabell 10 og Fig. 22. Dette er det motsatte i forhold til Fig. 20 for all torsk. Temperaturen så ikke ut til å stor innvirkning på fangst av kysttorsk, bortsett fra for gruppen 60-65 cm hvor formen på kurven minnet om temperaturkurven i Fig. 21. Bunndypet hadde i noen tilfeller effekt på fangsten. Hvor det var signifikant innvirkning var tendensen noe mindre fangst på større dyp.

Tabell 10 Resultater fra GAM. r^2 og p-verdier for hver lengdegruppe av kysttorsk i Varangerfjorden

	30-35 cm	35-40 cm	40-45 cm	45-50 cm	50-55 cm	55-60 cm	60-65 cm	65 cm+
r^2	0,37	0,35	0,44	0,61	0,38	0,60	0,95	0,31
	p	p	p	p	p	p	p	p
$m_1(\sqrt{\text{Bunndyp}})$	0,24	0,38	0,08	0,05	0,78	0,53	<0,05	0,88
$m_2(\text{Solhøyde})$	0,28	0,13	0,29	0,83	0,19	<0,01	0,05	0,29
$m_3(\text{Temperatur})$	0,72	-	0,51	0,27	0,22	0,25	0,06	0,29

3.2

TANAFJORDEN

Bestandsutvikling på bakgrunn av trålundersøkelser med Campelen 1800

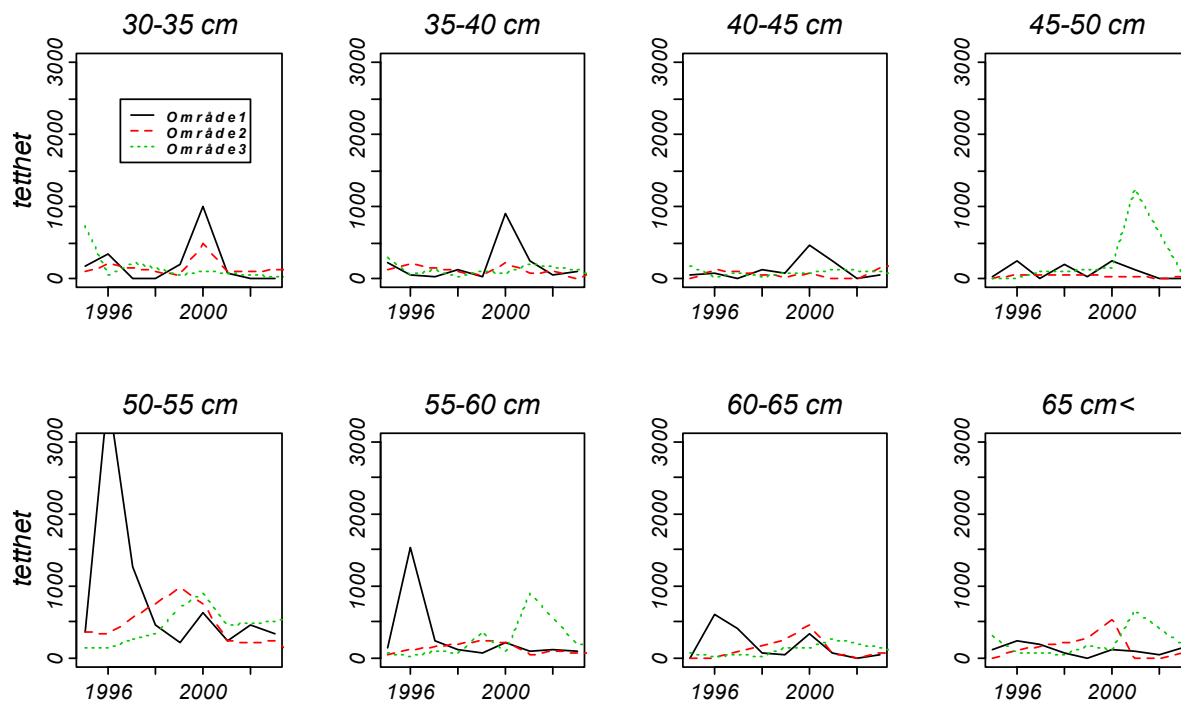


Fig. 23 Tetthet per sveipt areal mot år i områdene 1, 2 og 3 (indre, midtre og ytre) del av Tanafjorden.

Også i Tanafjorden var det store variasjoner fra år til år med hensyn på tetthet. For de mindre lengdegruppene (<45 cm) så det ut til at 2000 var et år med stor tetthet av torsk per sveipt areal i område 1. Generelt var det kun klare tendenser til nedgang i gruppen 30-35 cm ($p < 0,05$) i område 3. I område 1 var tendensen generell nedgang, med unntak av gruppene 35-40 og 40-45 cm. I område 3 viste gruppene <45 cm tendenser til nedgang. Gruppene ≥ 45 cm viste tendenser til økning i perioden. I Tanafjorden ble det verken funnet bevis for sykliske variasjoner eller at populasjonen svingte om en gitt tetthet.

Tabell 11 Resultat av lineær modell for de ulike områdene og lengdegruppene i Tanafjorden. Trend viser til nedgang i (tetthet/areal sveipt) \cdot år $^{-1}$, mens $\text{Pr}(> |t|)$ er p-verdien.

Gruppe	Område 1		Område 2		Område 3	
	Trend	$\text{Pr}(> t)$	Trend	$\text{Pr}(> t)$	Trend	$\text{Pr}(> t)$
30-35 cm	-10,54	0,82	-0,85	0,96	-45,64	<0,05
35-40 cm	12,91	0,74	-8,70	0,37	-8,93	0,52
40-45 cm	10,89	0,61	10,29	0,31	-2,47	0,75
45-50 cm	-9,48	0,52	5,40	0,30	37,03	0,62
50-55 cm	-193,50	0,19	-38,57	0,34	46,38	0,17
55-60 cm	-78,73	0,22	-2,96	0,78	33,28	0,50
60-65 cm	-34,57	0,25	6,39	0,77	13,41	0,39
65 cm+	-11,36	0,27	-0,48	0,98	17,46	0,57

Frekvensfordeling

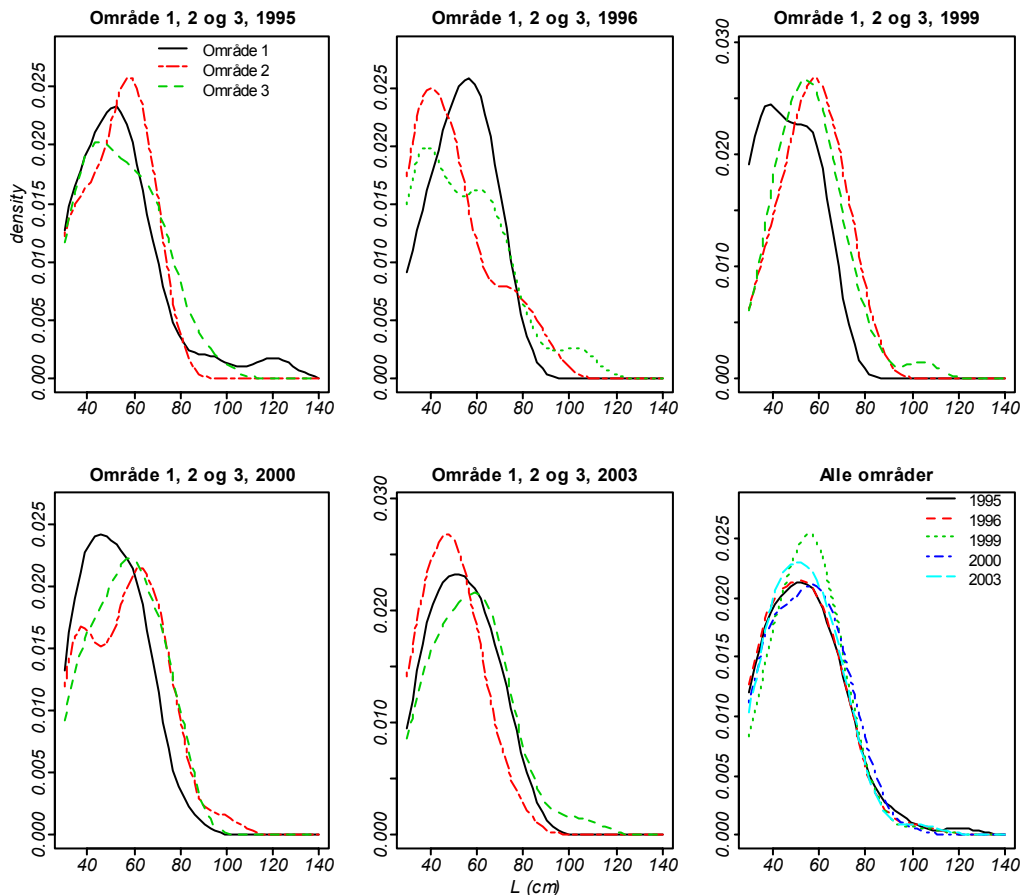


Fig. 24 Utglattet distribusjon av lengdefrekvenser for torsk i de tre områdene i Tanafjorden (indre del (1), midtre del (2) og ytre del (3) i 1995, 1996, 1999, 2000 og 2003. Figuren nederst til høyre viser alle områdene slått sammen og sammenlignet på tvers av år. Grafene er laget ved hjelp av en Gaussian kernel i R.

I Tanafjorden var det heller små variasjoner med hensyn til lengdefordelingen fra område til område. Generelt så det ut til at tettheten var størst mellom 50-70 cm. Kun i 1996 var det klare indikasjoner på forskjell mellom område 1 og 2 ($p=0,05$), men både i 1999 ($p=0,11$) og 2000 ($p=0,15$) var de samme tendensene til stede. Imidlertid var det i 1996 område 1-fordelingen som var forskjøvet mot høyre i forhold til område 2, mens det i 1999 og 2000 var motsatte tendenser, altså at område 1-fordelingen relativt var forskjøvet mot høyre. Det må tas hensyn til at det kun var få torsk i område 3 i 1996 og område 1 i 2003. Disse resultatene må derfor anvendes med forsiktighet.

Tabell 12 Sammenligning av lengdefrekvensfordelingen for torsk mellom ulike år i mellom områdene 1, 2 og 3 i Tanafjorden. H_0 var at de to fordelingene var like. En bootstraptest med simulert størrelse på 1000 ble utført, og p-verdier viser fordelinger som ikke kan skilles fra hverandre.

Område	1995		1996		1999		2000		2003	
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
1	0,69	0,58	0,05	0,21	0,11	0,25	0,15	0,22	0,50	0,91
2		0,55		0,66		0,77		0,90		0,09

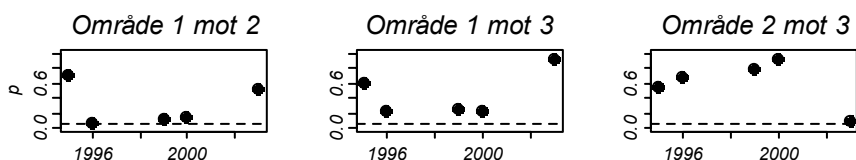


Fig. 25 Resultatene fra Tabell 12 i plot. Stiplet linje viser 95 % konfidensintervall.

Innen hvert enkelt område var det stort sett lik fordeling fra år til år. Tabell 13 viser p-verdiene for forskjellig frekvensfordeling i de tre områdene i Tanafjorden. I område 3, 2004, var det større innslag av stor torsk i forhold til årene 1995, 1996, 1999, 2000 og 2003. Det var ingen sammenhenger mellom avstanden mellom de ulike årene, Δ år, og p-verdien. Om frekvensfordelingen var lik eller ulik kan derfor virke tilfeldig, og var ikke avhengig av avstanden, Δ år. Dette er vist under i Fig. 26.

Tabell 13 Sammenligning av lengdefrekvensfordelingen for torsk mellom ulike år i indre (1), midtre (2) og ytre (3) del av Tanafjorden. H_0 var at de to fordelingene var like. En bootstraptest med simulert størrelse på 1000 ble utført, og p-verdier viser fordelinger som ikke kan skilles fra hverandre.

	1995	1996	1999	2000	2003		1995	1996	1999	2000	2003		1995	1996	1999	2000	2003	
	p	p	p	p	p		p	p	p	p	p		p	p	p	p	p	
Område 1	1996	0,36					0,21						0,89					
	1999	0,83	0,21				0,68	<0,05					0,37	0,24				
	2000	0,93	0,35	0,77			0,53	0,13	0,40				0,61	0,39	0,56			
	2003	0,84	0,92	0,49	0,83		0,28	0,50	0,05	0,05			0,70	0,49	0,79	0,97		
	2004	-	-	-	-	-	0,50	0,77	0,15	0,40	0,55		<0,05	<0,05	<0,05	0,06	0,06	
						Område 2							Område 3					

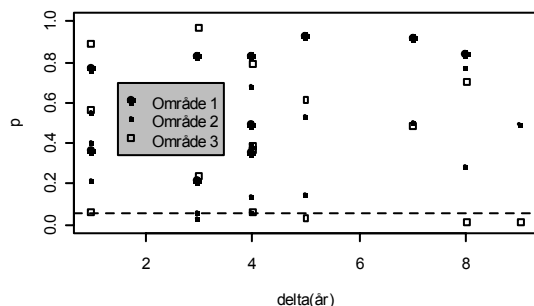


Fig. 26 Sammenheng mellom p-verdi og avstanden mellom år, Δ år. Figuren viser at det ikke er sammenheng mellom Δ år og p-verdien.

Hvor alle årene ble slått sammen og områdene sammenlignet mot hverandre, var det heller ingen signifikante forskjeller. P-verdiene var 0,31 for område 1 mot 2, 0,23 for 1 mot 3 og 0,86 for område 2 mot 3.

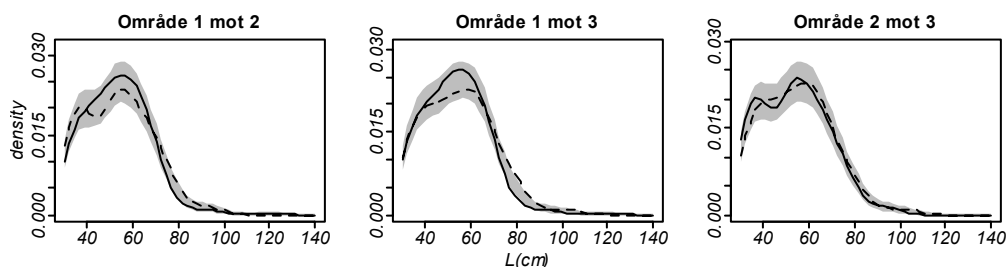


Fig. 27 Sammenligning av lengdefrekvensfordelingen for torsk mellom ulike områder i Tanafjorden i årene 1995-2004. Det grå området viser 95% konfidensintervall for de to sammenlignede fordelingene. Heltrukket linje (—) viser innerste område, mens stiplet linje (- -) viser ytterste område. H_0 var at de to fordelingene var like.

Korrelasjon

I datasettet hvor kun kysttorsk ble inkludert ble det kun funnet klar korrelasjon mellom område 1 og 2 i lengdegruppen 30-35 cm ($k=0,94$ og $p<0,01$), samt tendenser i samme område i gruppene 35-40 cm ($k=0,61$ og $p=0,14$) og 45-50 cm ($k=0,61$ og $p=0,15$). Dersom all torsk ble inkludert var det klar korrelasjon mellom de minste lengdegruppene i område 1 og 2. I lengdegruppen 30-35 cm var korrelasjonen 0,73 ($p=0,06$), for gruppen 35-40 cm 0,98 ($p<0,01$), og for 40-45 cm 0,95 ($p<0,05$). For område 2 og 3 var det klar negativ korrelasjon i lengdegruppen 45-50 cm ($k=-0,82$, $p<0,05$) og antydning til negativ korrelasjon i gruppen 50-55 cm ($k=-0,68$, $p=0,09$). Ellers ble det ikke funnet klare sammenhenger mellom lengdegruppene i de ulike områdene.

Effekt av temperatur, bunndyp og solhøyde

INNVIRKNING PÅ TOTALFANGST AV TORSK

I Tanafjorden ble det funnet lignende resultater for solhøyde som i Varangerfjorden. Generelt så det ut til at fangsten gradvis minket fra solhøyde på -30° , til soloppgang på 0° . Fangsten var imidlertid positivt påvirket av solhøyde fra -30° til ca. -20° . Etter soloppgang og frem til ca 10° solhøyde så fangsten ut til å øke igjen. Dette gjaldt ikke gruppen 40-45 cm. For gruppene mindre enn 60 cm, bortsett fra nevnte 40-45 cm, så fangsten igjen ut til å avta etter 20° solhøyde.

Også bunndyp hadde signifikant ($p<0,01$ for gruppene 30-40 og 50-60 cm, og $p<0,05$ for 40-45 og 60-65 cm) innvirkning på alle lengdegruppene bortsett fra for gruppene 65 cm+ ($p=0,12$) og 45-50 cm ($p=0,07$). Det er viktig å huske at effekten av bunndyp også kan tilskrives effekt av breddegrad.

Temperaturen så ut til å spille en mindre rolle i Tanafjorden enn i Varangerfjorden. Der den viste seg å ha innvirkning var det en tendens at fangsten økte ved stigende temperaturer. For lengdegruppen 55-60 cm ($p<0,05$) var resultatet tilsvarende for temperatur i Fig. 28. Amplituden var imidlertid høyere ($-1,2$ ved $5,2^\circ\text{C}$ og $+1$ ved $5,85^\circ\text{C}$).

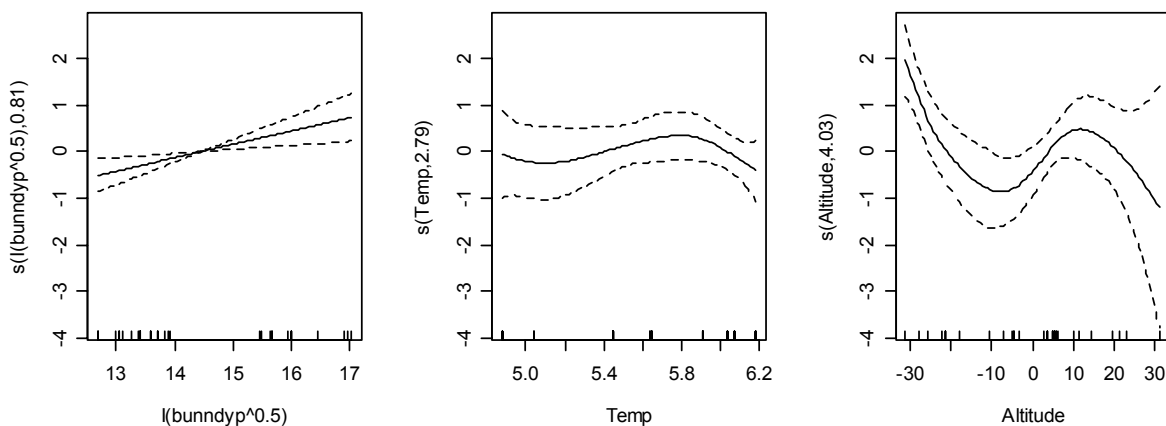


Fig. 28 Glattet resultat for gruppen 50-55 cm. Fra venstre; $\text{bunndyp}^{0,5}$ ($p<0,01$), temperatur ($p=0,40$) og solhøyde ($p<0,01$). Modell: $\beta_0 + m_1(\sqrt{\text{Bunndyp}}) + m_2(\text{Solhøyde}) + m_3(\text{Temperatur})$

Tabell 14 Resultater fra GAM. r^2 og p-verdier for hver lengdegruppe i Tanafjorden

	30-35 cm	35-40 cm	40-45 cm	45-50 cm	50-55 cm	55-60 cm	60-65 cm	65 cm+
r^2	0,98	0,97	0,83	0,81	0,90	0,86	0,24	0,97
	p	p	p	p	p	p	p	p
$m_1(\sqrt{\text{Bunndyp}})$	<0,01	<0,01	<0,05	0,07	<0,01	<0,01	0,05	0,13
$m_3(\text{Temperatur})$	<0,01	<0,01	<0,05	0,10	0,40	<0,05	0,28	0,07
$m_2(\text{Solhøyde})$	<0,01	<0,05	0,56	0,05	<0,01	<0,01	0,21	<0,01

INNVIRKNING PÅ KYSTTORSK

For kysttorskdataene så det ut til at de ulike faktorene i relativt stor grad virket inn. Bildet var imidlertid noe mer komplisert enn hvor alle torskedata ble inkludert. Det var ikke noe entydig bilde på hvordan solhøyden virket inn på de ulike lengdegruppene. Det er ikke mulig å generalisere resultatene, og selv om p-verdien er lav og r^2 høy, er det vanskelig å si hvilken effekt de ulike faktorene hadde i Tanafjorden. Tabell med r^2 og p-verdier er likevel gjengitt under (Tabell 15).

Tabell 15 Resultater fra GAM. r^2 og p-verdier for hver kysttorskgruppe i Tanafjorden

	30-35 cm	35-40 cm	40-45 cm	45-50 cm	50-55 cm	55-60 cm	60-65 cm	65 cm+
r^2	0,98	0,84	0,99	0,96	0,68	0,92	0,83	0,65
	p	p	p	p	p	p	p	p
$m_1(\sqrt{\text{Bunndyp}})$	<0,01	<0,05	<0,01	<0,01	0,10	<0,01	<0,05	0,34
$m_3(\text{Temperatur})$	-	<0,05	<0,05	0,22	<0,01	0,12	0,14	0,32
$m_2(\text{Solhøyde})$	<0,01	0,26	<0,01	0,46	<0,01	0,12	0,67	0,20

3.3

LAKSEFJORD

Bestandsutvikling på bakgrunn av trålundersøkelser med Campelen 1800

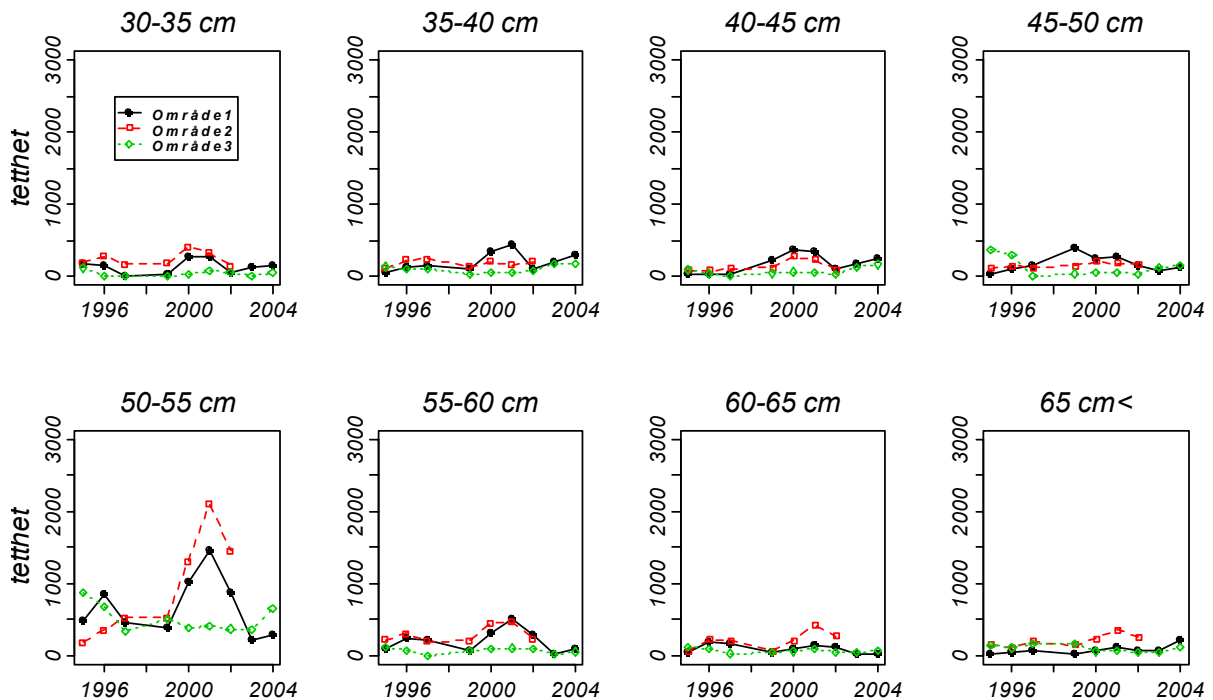


Fig. 29 Tetthet per sveipt areal mot år i områdene 1, 2 og 3 (indre, midtre og ytre) del av Laksefjord.

I Laksefjord var det kun i område 1 i gruppen 65 cm+ det var signifikant ($p < 0,05$) økning av kysttorsk i perioden 1995-2004. Generelt var det ellers ingen trender. I område 3 var tendensen noe oppgang i gruppene <45 cm, mens tendensen var noe oppgang i de resterende gruppene i samme område. Område 2 viste tendenser til generell oppgang jfr. Tabell 16. Gruppen 50-55 cm i område 2 viser stor oppgang, men kan kanskje sees i sammenheng med område 1. Da det ikke er målinger etter 2002 kan det ikke utelukkes at utviklingen fortsetter som for samme gruppe i område 1. I Laksefjord ble det ikke testet for sykliske variasjoner eller svingning om en gitt tetthet da dataseriene ikke var kontinuerlige.

Tabell 16 Resultat av lineær modell for de ulike områdene og lengdegruppene i Laksefjord. Trend viser til nedgang i (tetthet/areal sveipt)·år⁻¹, mens $\text{Pr}(> |t|)$ er p-verdien.

Gruppe	Område 1		Område 2		Område 3	
	Trend	$\text{Pr}(> t)$	Trend	$\text{Pr}(> t)$	Trend	$\text{Pr}(> t)$
30-35 cm	-0,24	0,99	-2,37	0,94	8,45	0,15
35-40 cm	17,30	0,47	8,77	0,76	10,40	0,33
40-45 cm	23,94	0,21	16,10	0,45	10,77	0,26
45-50 cm	-0,12	1,00	9,26	0,42	-20,14	0,39
50-55 cm	-23,25	0,72	199,90	0,13	-18,03	0,64
55-60 cm	-5,80	0,80	4,86	0,87	-1,16	0,89
60-65 cm	-12,29	0,23	13,46	0,68	-4,91	0,50
65 cm+	19,04	<0,05	26,27	0,21	-7,24	0,43

Frekvensfordeling

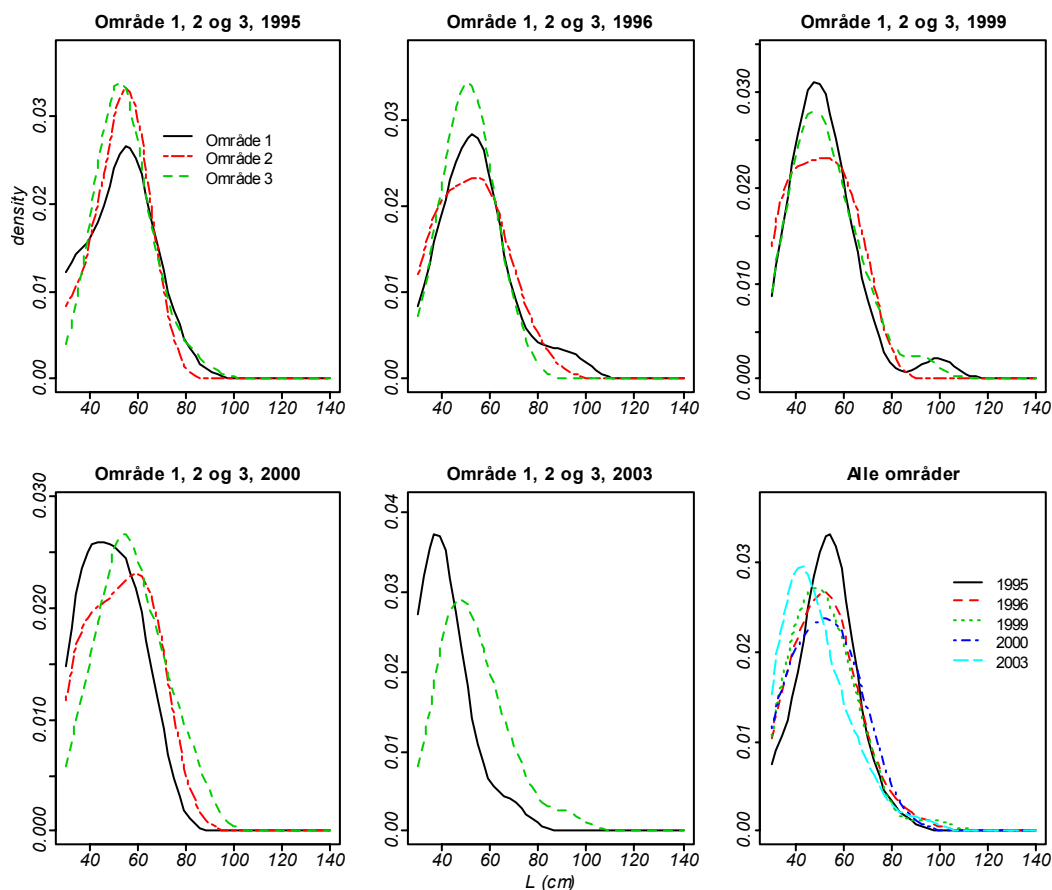


Fig. 30 Utglattet distribusjon av lengdefrekvenser for torsk i de tre områdene i Laksefjord (indre del (1), midtre del (2) og ytre del (3) i 1995, 1996, 1999, 2000 og 2003. Figuren nederst til høyre viser alle områdene slått sammen og sammenlignet på tvers av år. Grafene er laget ved hjelp av en Gaussian kernel i R.

Frekvensfordelingen i Laksefjord så ut til å være relativt lik for de ulike områdene bortsett fra mellom område 1 og 3 i 2003 ($p < 0,05$). De samme tendensene ble funnet i 2000. Fordelingen for område 3 er forskjøvet mot høyre i forhold til område 1, og de to kurvene skjærer hverandre rundt 60 cm. Hele fjorden under ett kan det se ut som om fordelingen er noe forskjøvet mot venstre i 2003 i forhold til 1995.

Tabell 17 Sammenligning av lengdefrekvensfordelingen for torsk mellom ulike år i mellom områdene 1, 2 og 3 i Laksefjord. H_0 var at de to fordelingene var like. En bootstraptest med simulert størrelse på 1000 ble utført, og p-verdier viser fordelinger som ikke kan skilles fra hverandre.

Område	1995		1996		1999		2000		2003	
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
1	0,77	0,37	0,75	-	0,47	0,94	0,35	0,12	-	<0,05
2		0,87		-		0,77		0,68		-

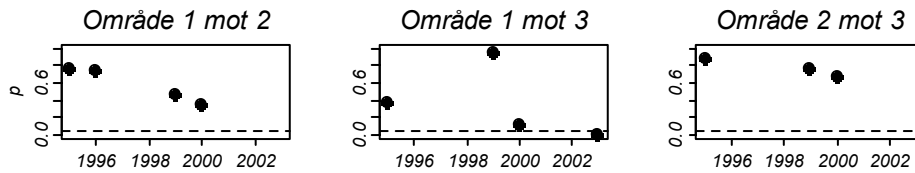


Fig. 31 Resultatene fra Tabell 17 i plot. Stiplet linje viser 95 % konfidensintervall.

Tabell 18 Sammenligning av lengdefrekvensfordelingen for torsk mellom ulike år i indre (1), midtre (2) og ytre (3) del av Laksefjord. H_0 var at de to fordelingene var like. En bootstraptest med simulert størrelse på 1000 ble utført, og p-verdier viser fordelinger som ikke kan skilles fra hverandre.

	1995	1996	1999	2000	2003		1995	1996	1999	2000	2003		1995	1996	1999	2000	2003	
	P	P	P	P	P		P	P	P	P	P		P	P	P	P	P	
Område 1	1996	0,90					0,47						-					
	1999	0,47	0,88				0,44	0,98					0,32	-				
	2000	0,46	0,55	0,64			0,42	0,87	0,72				0,21	-	0,37			
	2003	<0,01	<0,01	<0,01	<0,05		-	-	-	-			0,31	-	1,00	0,30		
	2004	0,34	0,29	0,05	0,05	<0,01	-	-	-	-	-	-	<0,05	-	0,54	0,25	0,43	
						Område 2												
												Område 3						

Tabell 18 viser forskjellene i lengdefordelingsfordelingen for de tre ulike områdene i Laksefjord. I Område 1 var 2003-fordelingen forskjøvet mot venstre i forhold til de andre fordelingene, og toppen var ved 40 cm. Generelt lå toppen ellers rundt 60 cm. I 2004 var fordelingen noe flatere og forskjøvet mot høyre. Det var her større andel av torsk mellom 70 og 100 cm i 1999, 2000 og 2003. I område 2 og 3 ble det ikke funnet forskjeller i lengdefordelingene fra år til år.

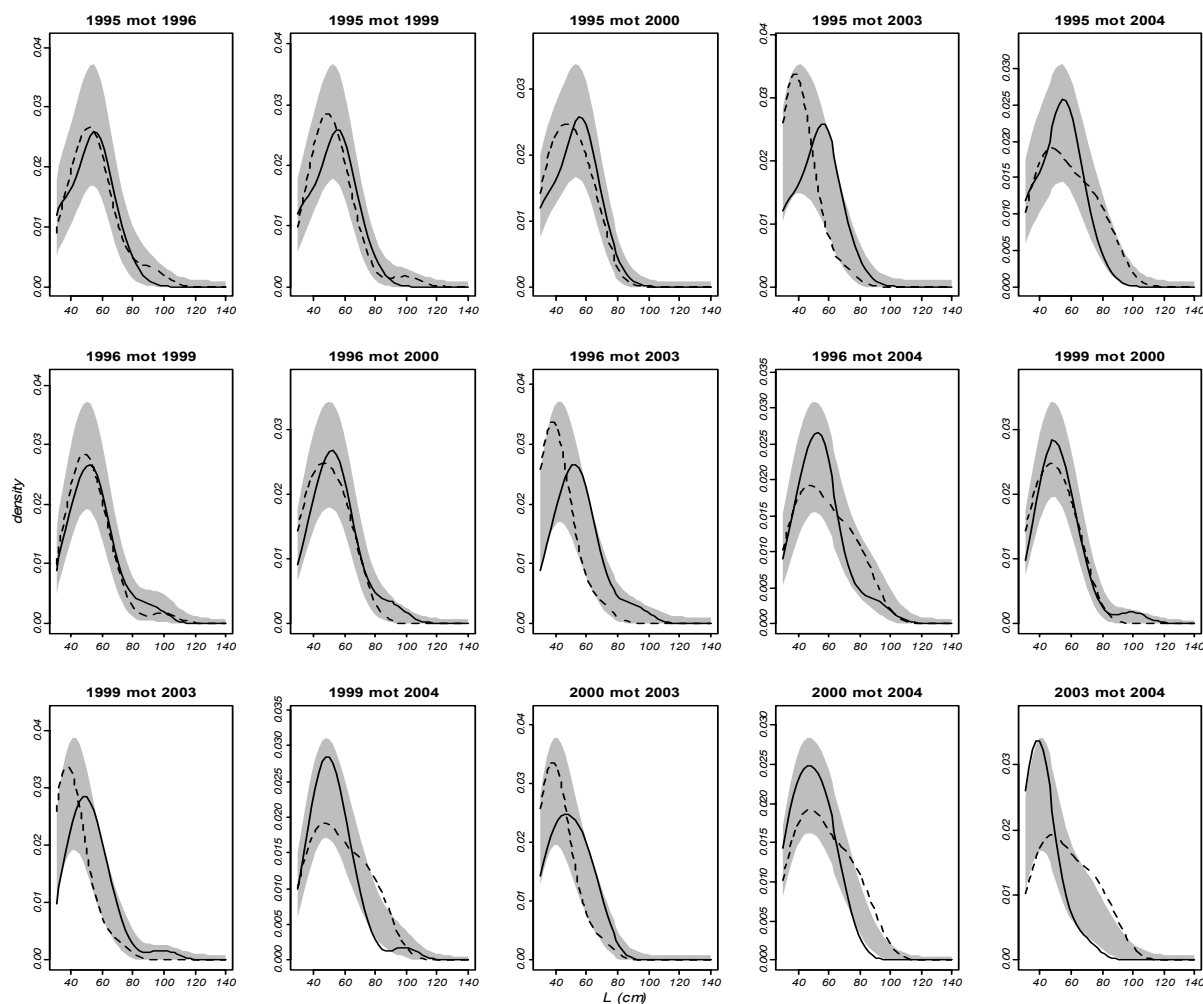


Fig. 32 Sammenligning av fordeling av lengdefrekvens september-november mellom ulike år i indre del (område 1) av Laksefjord. Det grå området viser 95% konfidensintervall for de to sammenlignede fordelingene. Heltrukken linje (—) viser første år, mens stiptet linje (- -) viser siste år.

Korrelasjon

I datasettet hvor kun kysttorsk ble inkludert var det signifikant korrelasjon mellom de fleste gruppene i område 1 og 2. Unntaket var gruppene 35-40 cm og 45-50 cm. Resultatene for lengdegruppene i område 1 og 2 er gjengitt i Tabell 19. Mellom område 1 og 3 var det tendenser til negativ korrelasjon i gruppen 45-50 cm ($k=-0,91$ og $p=0,06$).

Tabell 19 Korrelasjon mellom område 1 og 2 i Laksefjord hvor kun kysttorsk ble inkludert. Pearsons metode ble brukt og k viser korrelasjon og p viser p -verdi.

	30-35 cm	35-40 cm	40-45 cm	45-50 cm	50-55 cm	55-60 cm	60-65 cm	65 cm+
k	0,87	0,05	0,92	0,48	0,86	0,8	0,65	0,88
p	<0,05	0,91	<0,01	0,27	<0,05	<0,05	0,11	<0,01

Hvor all torsk ble inkludert ble det i Laksefjord funnet at det var tydelige sammenhenger mellom de ulike områdene i flere lengdegrupper. Område 1 og 2 hadde positiv og signifikant korrelasjon i gruppene 45-50 cm ($p<0,05$ og $k=0,76$), antydninger til korrelasjon i gruppen 55-60 cm ($p=0,12$ og $k=0,65$) og 60-65 cm ($p=0,08$ og $k=0,70$) og signifikant korrelasjon i gruppen større enn 65 cm ($p<0,05$ og $k=0,81$). I gruppen over 65 cm var det også signifikant positiv korrelasjon mellom områdene 1 og 3 ($p<0,05$ og $k=0,83$) samt 2 og 3 ($p<0,05$ og $k=0,82$). For

lengdegruppen 30-35 cm var det også antydninger til negativ korrelasjon mellom område 2 og 3 ($p=0,08$ og $k=-0,76$).

Effekt av temperatur, bunndyp og solhøyde

INNVIRKNING PÅ TOTALFANGST AV TORSK

I Laksefjord var det kun 27 målinger og modellen ble derfor konstruert med kun bunndyp og solhøyde som variabler. Også posisjon ble testet som variabel.

Modell: $\beta_0 + m_1(\sqrt{\text{Bunndyp}}) + m_2(\text{Solvøyde})$

Det ble ikke funnet signifikante effekter av verken bunndyp eller solhøyde i Laksefjord bortsett fra for gruppen 30-35 cm, hvor mengden så ut til å øke med økende bunndyp. r^2 var imidlertid lav. Generelt så det ut til at tettheten av torsk økte ved større bunndyp for lengdegrupper mindre enn 45 cm. Fra 45-55 cm flatet kurven ut, mens for torsk større enn 55 cm fikk kurven liggende S-form, hvor minste fangst lå på ca. 120 m, mens største fangst ble tatt på ca. 225 m. Som nevnt var det ingen indikasjoner på at solhøyden hadde innvirkning på fangsten i noen av gruppene. Tabell 20 viser resultatene fra GAM-analysen.

Tabell 20 Resultater fra GAM. r^2 og p-verdier for hver lengdegruppe i Laksefjord

	30-35 cm	35-40 cm	40-45 cm	45-50 cm	50-55 cm	55-60 cm	60-65 cm	65 cm+
r^2	0,49	0,11	0,08	-0,05	0,58	0,24	0,48	0,50
	p	p	p	p	p	p	p	p
$m_1(\sqrt{\text{Bunndyp}})$	<0,05	0,63	0,26	0,98	0,26	0,59	0,07	0,09
$m_2(\text{Solvøyde})$	0,10	0,96	0,45	0,83	0,13	0,43	0,36	0,19

INNVIRKNING PÅ KYSTTORSK

Heller ikke for kysttorsk ble det funnet signifikante effekter av solhøyde. Bunndypet så ut til å ha innvirkning i de større lengdegruppene. Kurvene for solhøyde og bunndyp var for gruppene 50-55, 55-60, 60-65 og 65 cm+ tilnærmet lik jfr. Fig. 33, altså kan Fig. 33 representerer alle disse gruppene dersom en ser bort fra r^2 og p-verdi.

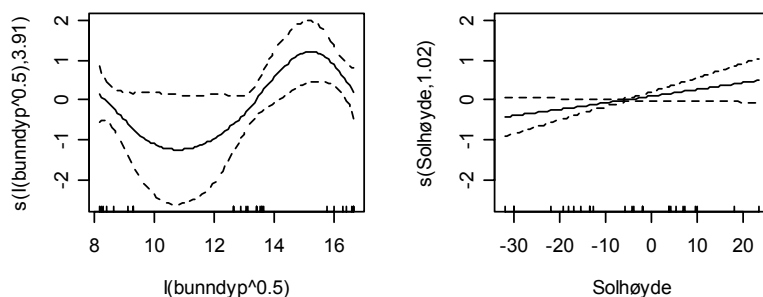


Fig. 33 Effekt av bunndyp og solhøyde for gruppen 65 cm+ i Laksefjord.

Tabell 21 Resultater fra GAM. r^2 og p-verdier for hver kysttorskgruppe i Laksefjord

	30-35 cm	35-40 cm	40-45 cm	45-50 cm	50-55 cm	55-60 cm	60-65 cm	65 cm+
r^2	0,53	-0,01	0,13	-0,10	0,46	0,47	0,66	0,47
	p	p	p	p	p	p	p	p
$m_1(\sqrt{\text{Bunndyp}})$	0,11	0,79	0,31	0,64	0,07	<0,05	<0,01	0,07
$m_2(\text{Solhøyde})$	0,39	0,46	0,69	0,67	0,93	0,94	0,37	0,18

3.4

PORSANGERFJORDEN

Bestandsutvikling på bakgrunn av trålundersøkelser med Campelen 1800

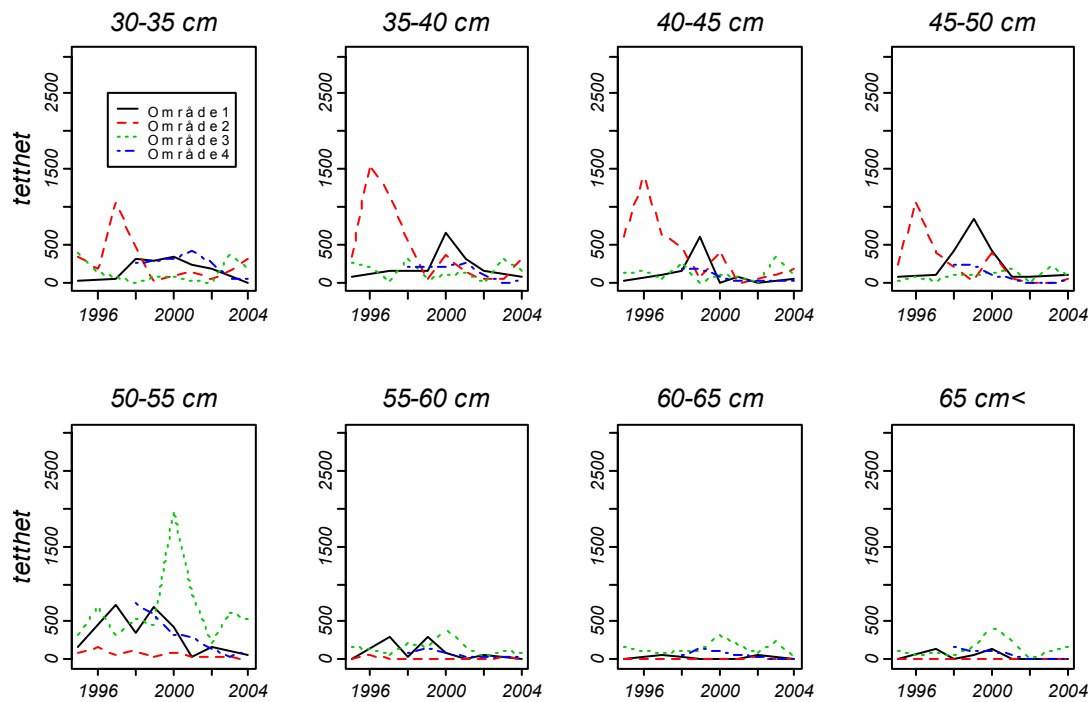


Fig. 34 Tetthet per sveipt areal mot år i områdene 1, 2 og 3 (indre, midtre og ytre) del av Porsangerfjorden.

I Porsangerfjorden peker spesielt område 4 seg ut med negativ trendutvikling, og det kan anslås med rimelig stor sikkerhet at det i perioden 1998-2004 har vært nedgang i dette området. Også område 2 viser de samme tendensene, mens område 1 er noe mer variabel jfr. Tabell 22. Det kan også være interessant å merke seg at i område 2 var det i perioden 1995-2004 ikke ble registrert fangst av kysttorsk større enn 65 cm. Også i gruppene større enn 50 cm var det svært lite fangst av kysttorsk i samme område.

Tabell 22 Resultat av lineær modell for de ulike områdene og lengdegruppene i Porsangerfjorden. Trend viser til nedgang i (tetthet/areal sveipt)·år⁻¹, mens Pr(> |t|) er p-verdien.

Gruppe	Område 1		Område 2		Område 3		Område 4	
	Trend	Pr(> t)	Trend	Pr(> t)	Trend	Pr(> t)	Trend	Pr(> t)
30-35 cm	1,60	0,94	-38,32	0,29	-1,78	0,89	-55,88	0,07
35-40 cm	8,50	0,77	-105,68	0,06	-1,48	0,90	-45,93	0,08
40-45 cm	-8,24	0,78	-103,58	<0,05	6,16	0,56	-28,46	0,08
45-50 cm	-10,28	0,80	-66,27	0,05	12,45	0,06	-44,11	0,05
50-55 cm	-43,70	0,25	-12,34	<0,05	25,14	0,63	-100,30	<0,05
55-60 cm	-14,70	0,43	-2,20	0,42	-3,97	0,71	-15,44	0,20
60-65 cm	-0,94	0,83	0,18	0,89	1,41	0,90	-20,57	0,05
65 cm+	-6,80	0,48	0	-	8,22	0,45	-21,69	0,05

Frekvensfordeling

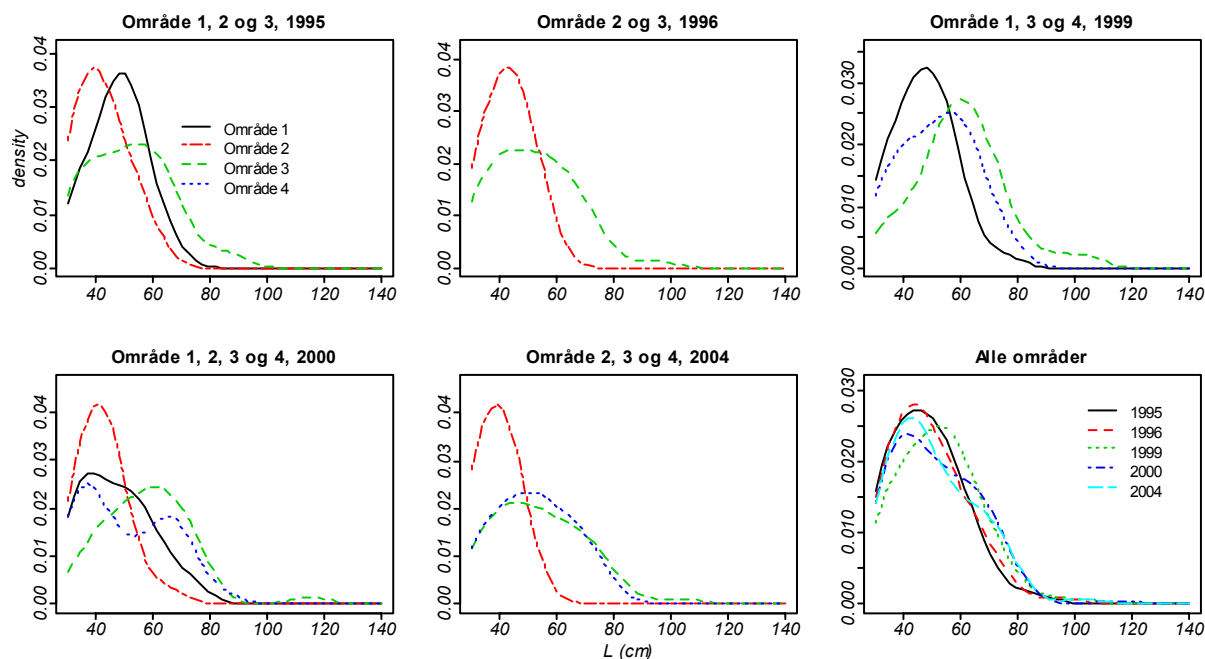


Fig. 35 Utglattet distribusjon av lengdefrekvenser for torsk i de tre områdene i Porsangerfjorden; indre del (1 og 2), midtre del (3) og ytre del (4) i 1995, 1996, 1999, 2000 og 2004. Figuren nederst til høyre viser alle områdene slått sammen og sammenlignet på tvers av år. Grafene er laget ved hjelp av en Gaussian kernel i R.

I Porsangerfjorden ble det funnet store forskjeller i frekvensfordelingen sammenlignet med Laksefjord, Tanafjorden og Varangerfjorden. I 1995 hadde område 2, som ligger like ved område 1, en frekvensforskyvning mot venstre i forhold til område 1. Fra 50-80 cm var andelen av kysttorsk større i område 1. Område 3 var ytterligere forskjøvet mot høyre i forhold til både område 1 og 2 i 1995. Grafen for område 3 skjærer område 2-grafen ved ca. 55 cm og 105 cm og område 1-grafen ved 65 cm og 105 cm. Det kan altså se ut som om større torsk oppholdt seg i midtre del av Porsangerfjorden i 1995. I 1996 var det ikke forskjeller mellom område 2 og 3, men tendensen var igjen at det var større torsk oppholdt seg i område 3.

I 1999 var det større andel av torsk mellom 60-120 cm i område 3 i forhold til område 1. Fordelingene for område 3 og 4 var ikke forskjellige. I 2000 hadde område 1 ulike fordeling i forhold til område 3, og område 2 hadde ulike fordeling i forhold til både område 3 og 4. Det var større andel av torsk mellom 60-90 cm i område 3 i forhold til område 1 og 2, mens det var større andel av torsk mellom 55-90 cm i område 4 i forhold til område 2. En lignende fordeling var tilfelle i 2004, altså større andel av torsk mellom 55-90 cm i område 3 og 4 i forhold til område 2.

Tabell 23 Sammenligning av lengdefrekvensfordelingen for kysttorsk mellom ulike år i mellom områdene 1, 2, 3 og 4 i Porsangerfjorden. H_0 var at de to fordelingene var like. En bootstraptest med simulert størrelse på 1000 ble utført, og p-verdier viser fordelinger som ikke kan skilles fra hverandre.

Område	1995			1996			1999			2000			2004		
	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4
	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
1	0,08	<0,01	-	-	-	-	-	<0,01	0,15	0,14	<0,05	0,41	-	-	-
2	-	<0,05	-	-	0,40	-	-	-	-	-	<0,01	<0,05	-	<0,05	<0,05
3	-	-	-	-	-	-	-	-	0,25	-	-	0,13	-	-	0,94

Korrelasjon

Hvor kun kysttorsk ble inkludert var det ingen klare sammenhenger mellom de ulike områdene. Område 1 og 4 så imidlertid ut til å variere noe i takt. Korrelasjonsfaktor og p-verdi var som følger: 30-35 cm ($k=0,76$ og $p=0,08$), 40-45 cm ($k=0,69$ og $p=0,13$), 45-50 cm ($k=0,85$ og $p<0,05$), 50-55 cm ($k=0,66$ og $p=0,15$) og 55-60 cm ($k=0,88$ og $p<0,05$). Det var også signifikant negativ korrelasjon mellom område 3 og 4 i gruppen 30-35 cm ($k=-0,82$ og $p<0,05$)

Dersom all torsk ble inkludert var det ikke mulig å finne tydelige korrelasjonsmønstre. Område 2 og 3 hadde signifikant ($p<0,05$) korrelasjon ($k=0,75$) for lengdegruppen 30-35 cm og 40-45 ($p<0,05$ og $k=0,70$). Det så imidlertid ikke ut til at større spekter av lengdegruppene fulgte det samme mønsteret for all torsk i Porsangerfjorden.

Effekt av temperatur, bunndyp og solhøyde

INNVIRKNING PÅ TOTALFANGST AV TORSK

I Porsangerfjorden ble det ikke funnet klare beviser på at solhøyden hadde innvirkning på fangsten. I gruppen 65 cm+ var effekten av solhøyde formet som en sinuskurve mellom -30° og 0° . Amplituden var ca. 0,5 og bølgelengden ca. 15° . Legg imidlertid merke til den lave r^2 (Tabell 24).

Temperaturen så ut til å ha en viss innvirkning på alle lengdegruppene bortsett fra gruppen 35-40 cm. Generelt så det ut til at økning i temperatur førte til noe høyere fangst, men gruppene 30-35, 45-50, 50-55, 55-60 og 60-65 cm hadde svingninger også innenfor stigningen. Gruppen 40-45 og gruppen 65 cm+, som ikke var signifikant, viste en jevn stigning i fangst ved økende temperatur.

I gruppene 30-35 og 35-40 cm var tendensen at fangsten sank lineært med bunndypet. Det var imidlertid ingen store forskjeller, og r^2 var meget lav. For gruppene 55-65 cm+ var trenden den motsatte, altså større fangst ved dypere tråling. Fig. 36 viser resultatene for gruppen 65 cm+. Resultatene må anvendes med stor forsiktighet på bakgrunn av den lave r^2 .

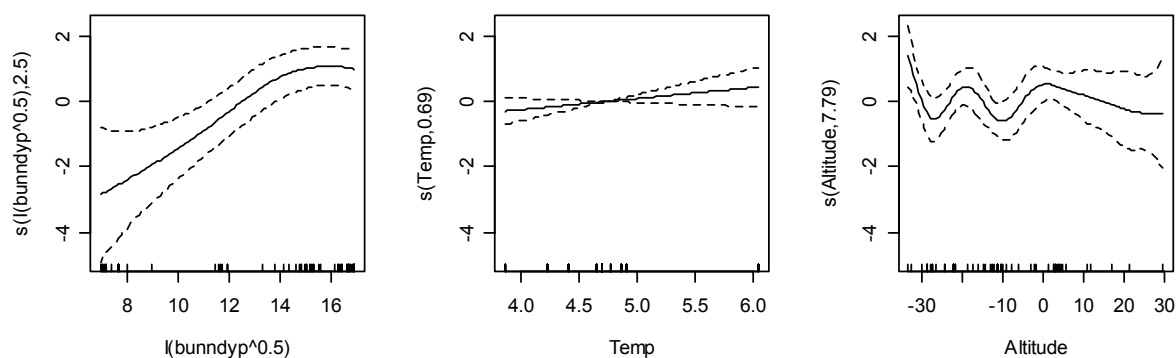


Fig. 36 Glattet resultat for gruppen 65 cm+. Fra venstre; bunndyp^{0,5} (p<0,05), temperatur (p=0,08) og solhøyde (p<0,05). Modell: $\beta_0 + m_1(\sqrt{\text{Bunndyp}}) + m_2(\text{Solhøyde}) + m_3(\text{Temperatur})$

Tabell 24 Resultater fra GAM. r^2 og p-verdier for hver lengdegruppe i Porsangerfjorden

	30-35 cm	35-40 cm	40-45 cm	45-50 cm	50-55 cm	55-60 cm	60-65 cm	65 cm+
r^2	0,36	0,21	0,45	0,72	0,43	0,35	0,53	0,41
	p	p	p	p	p	p	p	p
$m_1(\sqrt{\text{Bunndyp}})$	0,14	0,05	0,19	<0,01	<0,01	0,15	<0,01	<0,05
$m_3(\text{Temperatur})$	0,05	0,27	<0,01	<0,05	<0,05	0,10	<0,01	0,08
$m_2(\text{Solhøyde})$	0,16	0,14	0,37	-	0,50	0,20	0,86	<0,05

INNVIRKNING PÅ KYSTTORSK

I Porsangerfjorden så solhøyden ut til å spille en større rolle i gruppene over 45 cm. Generelt så formen på døgnvandringen ut til å svinge en del for disse gruppene jfr. Fig. 37, men om fluktuasjonene i døgnvariasjon er så store for stor kysttorsk kan diskuteres. Bunndypet så ut til å virke slik at det var noe større fangst ved større bunndyp, mens temperatureffektene så ut til å være relativt stabile i intervallet hvor det var god tetthet av målinger. Resultatene er gjengitt i Tabell 25.

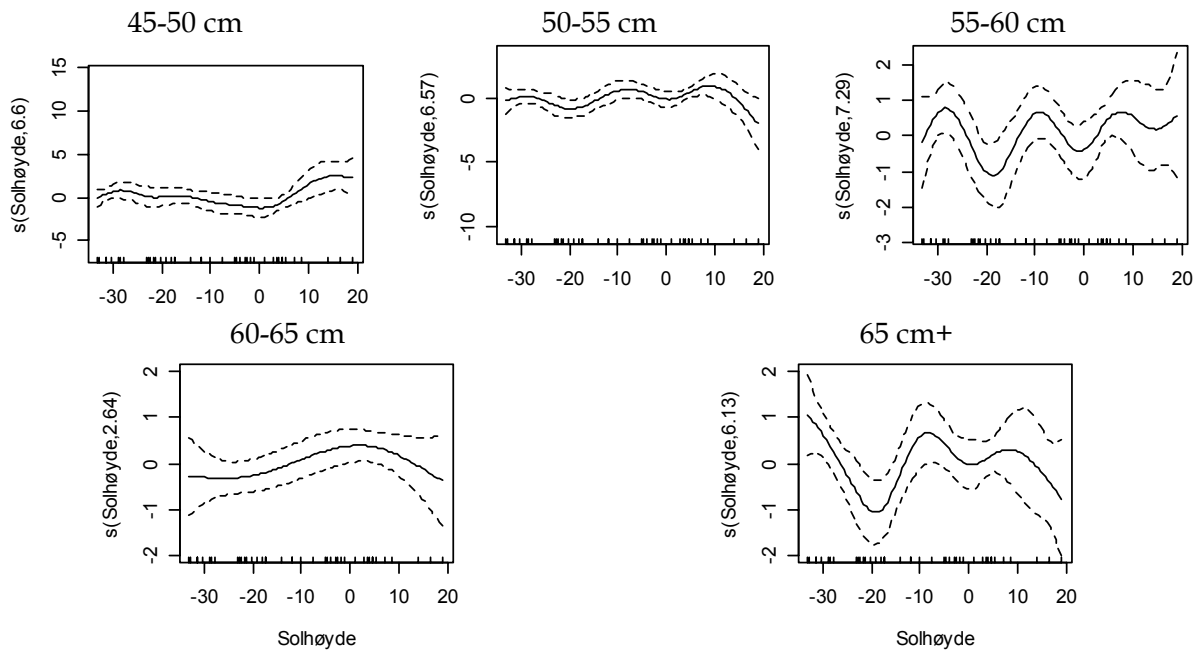


Fig. 37 Effekt av solhøyde for kysttorsk i Porsangerfjorden for gruppene 45-50, 50-55, 55-60, 60-65 og 65 cm+

Tabell 25 Resultater fra GAM. r^2 og p-verdier for hver kysttorskgruppe i Porsangerfjorden

	30-35 cm	35-40 cm	40-45 cm	45-50 cm	50-55 cm	55-60 cm	60-65 cm	65 cm+
r^2	-0,03	0,58	0,70	0,72	0,79	0,45	0,82	0,92
	p	p	p	p	p	p	p	p
$m_1(\sqrt{\text{Bunndyp}})$	0,81	0,22	<0,05	<0,01	<0,01	0,11	<0,01	<0,01
$m_3(\text{Temperatur})$	0,78	0,07	0,06	0,06	0,12	0,54	0,08	<0,05
$m_2(\text{Solhøyde})$	0,41	0,50	0,33	0,05	<0,05	0,07	0,10	<0,01

3.5

SØRØYSUNDET

Bestandsutvikling på bakgrunn av trålundersøkelser med Campelen 1800

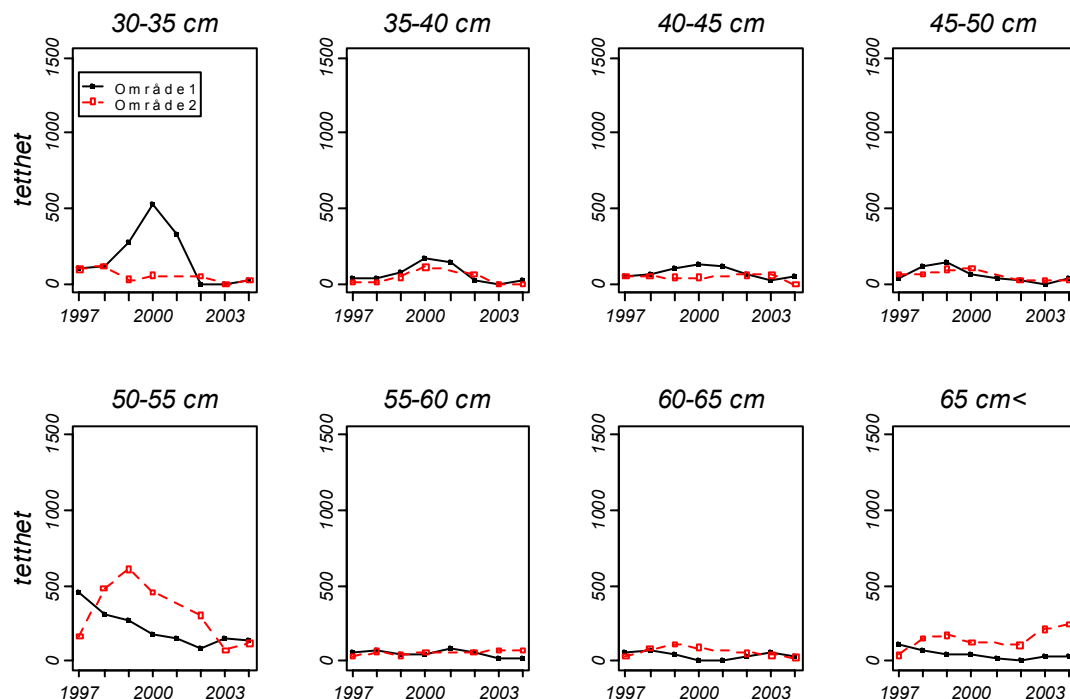


Fig. 38 Tetthet per sveipt areal mot år i områdene 1 og 2 (indre og ytre) del av Sørøysundet

I Sørøysundet var det ingen signifikante tegn til nedgang. Den generelle trenden var imidlertid en svak nedgang, fremfor svak oppgang i begge gruppene. På bakgrunn av trendene og p-verdiene, vil en kunne anta at de fleste gruppene i begge områdene ikke har fulgt noen spesiell trend. Det kan være verdt å merke seg at gruppen 65 cm+ viste tegn til oppgang i område 2 jfr. Tabell 26.

Tabell 26 Resultat av lineær modell for de ulike områdene og lengdegruppene i Sørøysundet. Trend viser til nedgang i (tetthet/areal sveipt)·år⁻¹, mens Pr(> |t|) er p-verdien.

Gruppe	Område 1		Område 2	
	Trend	Pr(> t)	Trend	Pr(> t)
30-35 cm	-34,20	0,39	-15,93	0,11
35-40 cm	-5,68	0,70	-4,80	0,44
40-45 cm	-4,33	0,60	0,64	0,92
45-50 cm	-8,73	0,48	-4,86	0,42
50-55 cm	-27,19	0,09	-11,31	0,70
55-60 cm	-5,49	0,36	4,02	0,54
60-65 cm	-3,03	0,62	-0,51	0,92
65 cm+	-7,36	0,10	16,19	0,18

Frekvensfordeling

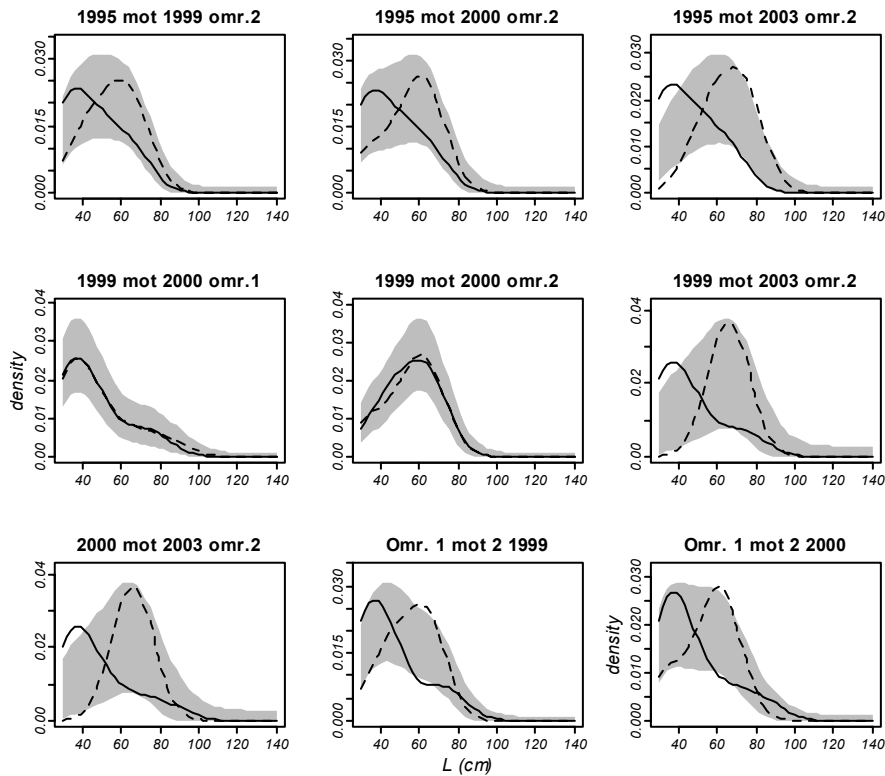


Fig. 39 Sammenligning av fordeling av lengdefrekvens september-november mellom ulike år i indre (område 1) og ytre (område 2) del av Sørøysundet. Det grå området viser 95% konfidensintervall for de to sammenlignede fordelingene. Heltrukken linje (—) viser første år, mens stiptet linje (- -) viser siste år. For de to figurene nederst til høyre viser heltrukken linje område 1, mens stiptet linje viser område 2.

Tabell 27 Sammenligning av lengdefrekvensfordelingen for torsk mellom ulike år innad i områdene 1 og 2 i Sørøysundet.
 H_0 var at de to fordelingene var like. En bootstraptest med simulert størrelse på 1000 ble utført, og p-verdier viser fordelinger som ikke kan skiller fra hverandre.

Frekvensfordeling: innad område 1 og 2					
1999		1995	1999	2000	2003
p		p	p	p	p
Område 1	1996	Område 2	1996		
	1999		1999	0,10	
	2000		2000	0,11	0,89
	2003		2003	<0,01	<0,05

Tabell 28 Sammenligning av Frekvensfordeling mellom Område 1 og 2.

mellom område 1 og 2		
	1999	2000
	p	p
	Område 2	
Område 1	<0,05	<0,05

I område 1 var det kun nok data til å teste 1999 mot 2000. Det var i disse årene helt lik frekvensfordeling. I Område 2 var også frekvensfordelingen lik i 1999/2000. I område 2 var fordelingen ellers konsekvent slik at det siste året var forskjøvet mot høyre. Videre var 2003-fordelingen signifikant ($p < 0,01$ og $p < 0,05$) forskjellig i forhold til 1995, 1999 og 2000. Det må rettes oppmerksomhet mot at det kun var få målinger i 2000 og 2003 i område 2.

Hvor områdene ble testet mot hverandre i 1999 og 2000, ble det funnet at det var større andel av torsk mellom 50 og 80 cm i område 2 i forhold til område 1.

Korrelasjon

I Sørøysundet hvor kun kysttorsk ble inkludert ble det kun funnet signifikant eller tendenser til korrelasjon mellom gruppene 35-40 cm ($k=0,83$ og $p<0,05$) og 45-50 cm ($k=0,72$ og $p=0,07$).

Der all torsk ble inkludert ble det funnet at kun gruppen 60-65 cm hadde positiv korrelasjon ($k=0,84$ og $p<0,05$).

Effekt av temperatur, bunndyp og solhøyde

På grunn av få målinger totalt i Sørøysundet var det ikke mulig å teste for effekter av temperatur, bunndyp eller solhøyde. Område 1 vil imidlertid bli slått sammen med Altafjorden i denne analysen på bakgrunn av geografisk nærhet.

3.6

TUBÅEN

Bestandsutvikling på bakgrunn av trålundersøkelser med Campelen 1800

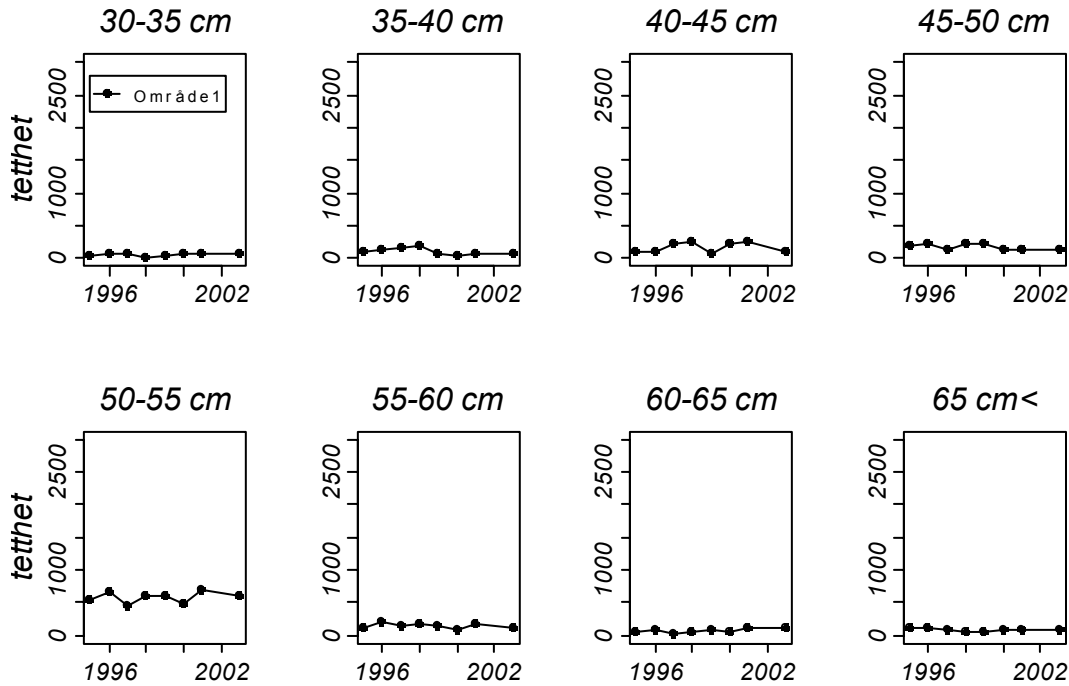


Fig. 40 Tetthet per sveipt areal mot år i områdene 1 av Tubåen.

Det var ingen signifikant nedgang i Tubåen i perioden 1995-2004. Den generelle trenden, dersom en ser bort fra p-verdien, var en svak nedgang i alle lengdegruppene med unntak av 30-35 og 60-65 cm. Generelt var det liten tetthet av kysttorsk sett bort fra gruppen 50-55 cm.

Tabell 29 Resultat av lineær modell for de ulike områdene og lengdegruppene i Tubåen. Trend viser til nedgang i (tetthet/areal sveipt)·år⁻¹, mens Pr(> |t|) er p-verdien.

Gruppe	Område 1	
	Trend	Pr(> t)
30-35 cm	1,63	0,81
35-40 cm	-19,23	0,17
40-45 cm	-3,13	0,89
45-50 cm	-21,01	0,23
50-55 cm	-27,71	0,43
55-60 cm	-18,13	0,18
60-65 cm	2,91	0,78
65 cm+	-2,36	0,63

Frekvensfordeling

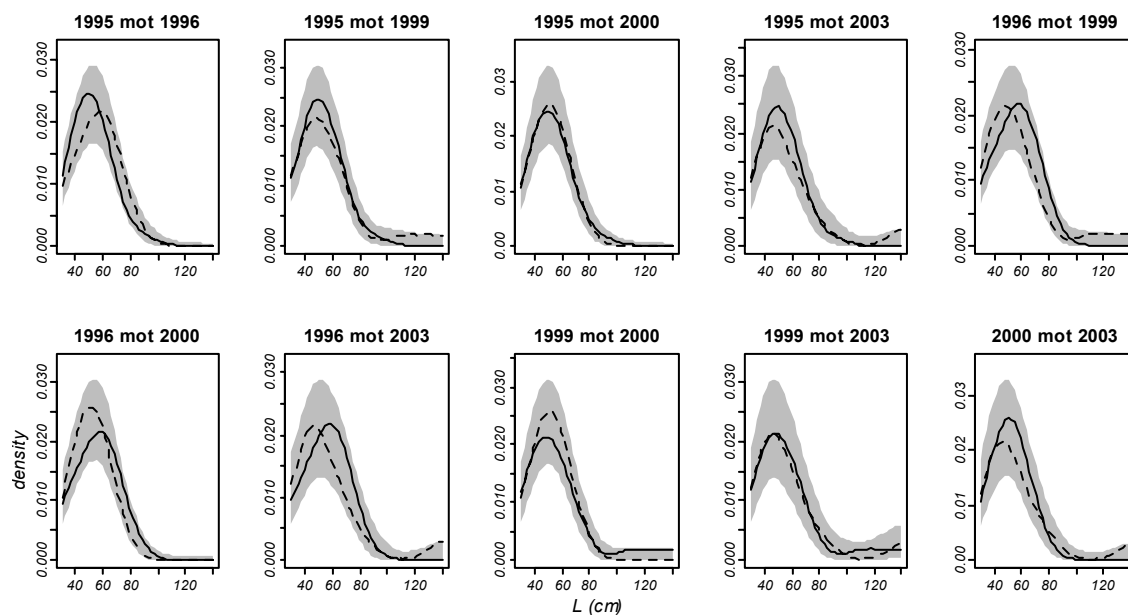


Fig. 41 Sammenligning av fordeling av lengdefrekvens september-november mellom ulike år i område 1 i Tubåen. Det grå området viser 95% konfidensintervall for de to sammenlignede fordelingene. Heltrukken linje (—) viser første år, mens stiplet linje (- -) viser siste år.

I Tubåen ble det ikke funnet signifikante forskjeller med hensyn til lengdefrekvensfordeling i årene 1995, 1996, 1999, 2000 og 2003 jfr. Tabell 30 og Fig. 41. Det kan derfor antas med rimelig stor sikkerhet at det ikke har vært et skift i fordelingene i løpet av disse årene.

Tabell 30 Sammenligning av lengdefrekvensfordelingen for torsk mellom ulike år i område 1, Tubåen. H_0 var at de to fordelingene var like. En bootstraptest med simulert størrelse på 1000 ble utført, og p-verdier viser fordelinger som ikke kan skilles fra hverandre.

		1995	1996	1999	2000
		P	P	P	P
Område 1	1996	0,12			
	1999	0,63	0,16		
	2000	0,91	0,13	0,40	
	2003	0,62	0,23	0,99	0,38

3.7

REVSBOTN

Bestandsutvikling på bakgrunn av trålundersøkelser med Campelen 1800

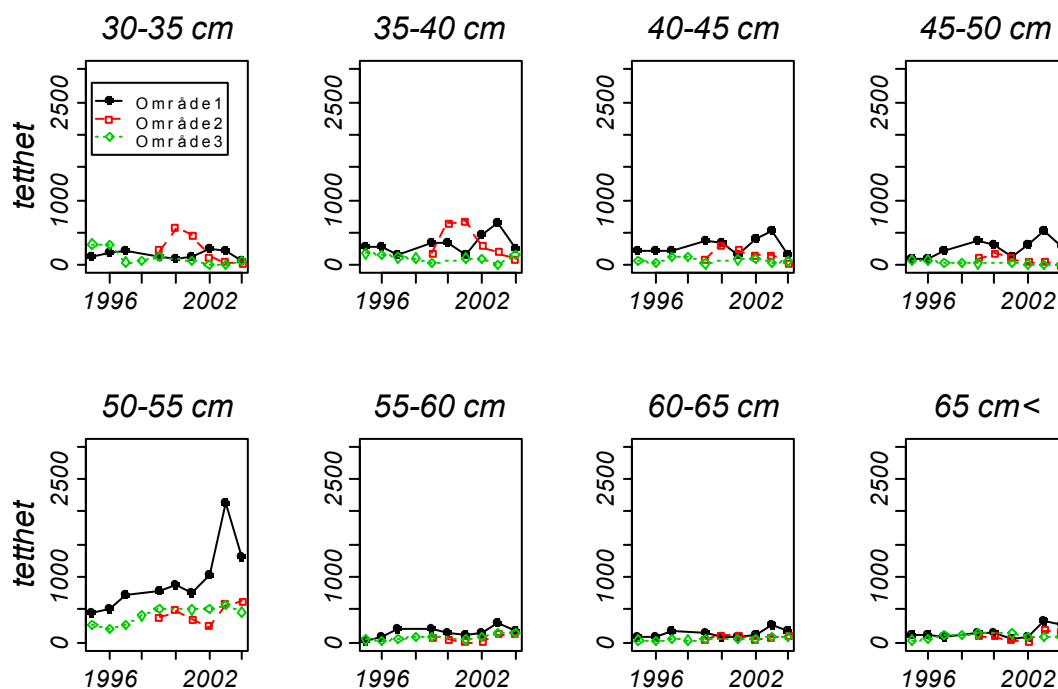


Fig. 42 Tetthet per sveipt areal mot år i områdene 1 og 2 (indre og ytre) del av Revsbotn.

I Revsbotn var det ingen signifikant nedgang eller oppgang i noen av områdene. Dersom det blir sett bort fra p-verdien var trenden i område 1 svak økning i de fleste lengdegruppene med unntak av gruppene 30-35 og 40-45 cm. I område 2 var det avtagende nedgang i forhold til lengdegruppe, mens det i område 3 var tendenser til tilbakegang i gruppene 30-35, 35-40, 40-45, 45-50 og 65 cm+ og ellers noe oppgang i de resterende gruppene. I område 2 var det kun målinger fra 1999-2004, og eventuelt større tetthet i tidligere år ble derfor ikke fanget opp.

Tabell 31 Resultat av lineær modell for de ulike områdene og lengdegruppene i Revsbotn. Trend viser til nedgang i (tetthet/areal sveipt)·år⁻¹, mens Pr(> |t|) er p-verdien.

Gruppe	Område 1		Område 2		Område 3	
	Trend	Pr(> t)	Trend	Pr(> t)	Trend	Pr(> t)
30-35 cm	-8,18	0,57	-111,90	0,09	-32,26	0,13
35-40 cm	5,78	0,87	-103,28	0,27	-1,13	0,94
40-45 cm	-2,92	0,91	-47,80	0,34	-1,45	0,88
45-50 cm	16,38	0,49	-37,14	0,08	-9,64	0,09
50-55 cm	77,98	0,40	-5,34	0,95	30,61	0,13
55-60 cm	6,87	0,61	11,37	0,61	12,65	0,05
60-65 cm	2,68	0,85	-6,64	0,68	6,24	0,23
65 cm+	9,79	0,58	5,32	0,88	-1,02	0,91

Frekvensfordeling

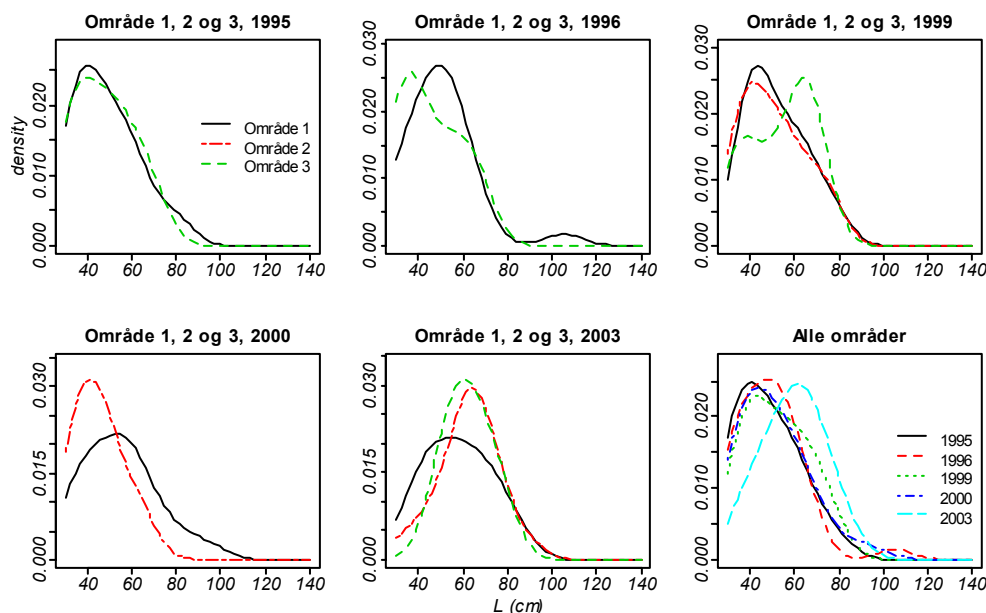


Fig. 43 Utglattet distribusjon av lengdefrekvenser for kysttorsk i de tre områdene i revsbotn; indre del (1), midtre del (2) og ytre del (3) i 1995, 1996, 1999, 2000 og 2003. Figuren nederst til høyre viser alle områdene slått sammen og sammenlignet på tvers av år. Grafene er laget ved hjelp av en Gaussian kernel i R.

Det ble bare funnet signifikant ($p < 0,05$) forskjell i frekvensfordelingen i 2000 mellom område 1 og 2. Område 1 hadde her signifikant større andel av torsk mellom 80-100 cm i forhold til område 2, men allerede fra 60 cm så det ut til å være forskjell. I de andre årene ble det ikke funnet signifikante forskjeller i lengdefrekvensfordelingen.

Tabell 32 Sammenligning av lengdefrekvensfordelingen for torsk mellom ulike år i mellom områdene 1, 2, og 3 i Revsbotn. H_0 var at de to fordelingene var like. En bootstraptest med simulert størrelse på 1000 ble utført, og p-verdier viser fordelinger som ikke kan skilles fra hverandre.

Område	1995		1996		1999		2000		2003	
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
1	-	0,97	-	0,46	0,96	0,22	<0,05	-	0,10	0,18
2		-		-		0,28		-		0,81

I område 1 var det forskjell mellom 1995 og 1996 i forhold til 2003 (Tabell 33). I begge tilfeller var det større andel av torsk mellom ca. 80-100 cm. Også i område 2 skilte 2003 seg ut, og forskyvningen mot høyre for 2003 var tilsvarende som for område 1. Den samme forskyvningen ble observert i område 3, men den største forskjellen ble her observert for torsk under 40 cm.

Tabell 33 Sammenligning av lengdefrekvensfordelingen for torsk mellom ulike år i område 1, 2 og 3 i Revsbotn. H_0 var at de to fordelingene var like. En bootstraptest med simulert størrelse på 1000 ble utført, og p-verdier viser fordelinger som ikke kan skiller fra hverandre.

	1995	1996	1999	2000	2003		1995	1996	1999	2000	2003		1995	1996	1999	2000	2003	
	P	P	P	P	P		P	P	P	P	P		P	P	P	P	P	
Område 1	1996	0,46				Område 2	1996	-				Område 3	1996	0,89				
	1999	0,63	0,53				1999	-	-					1999	0,15	0,21		
	2000	0,25	0,20	0,65			2000	-	-	0,11				2000	-	-	-	
	2003	<0,05	<0,05	0,21	0,48		2003	-	-	<0,01	<0,01			2003	<0,05	<0,05	0,21	-
	2004	0,94	0,59	0,53	0,28		0,07	2004	-	-	0,34		0,06	<0,05	2004	-	-	-

Korrelasjon

Hvor kun kysttorsk ble inkludert var det varierende hvilke grupper og områder som viste korrelasjon. Mellom område 1 og 2: 55-60 cm ($k=0,82$ og $p<0,05$) og 65 cm + ($k=0,98$ og $p<0,01$). Mellom område 1 og 3: 35-40 cm ($k=-0,71$ og $p<0,05$), 45-50 cm ($k=-0,80$ og $p<0,05$) 50-55 cm ($k=0,67$ og $p=0,07$), 55-60 cm ($k=0,70$ og $p=0,06$) og mellom område 2 og 3: 45-50cm ($k=0,811$ og $p=0,10$), 55-60 cm ($k=0,97$ og $p<0,01$) og 60-65 cm ($k=0,98$ og $p<0,01$).

I Revsbotn var det ingen signifikante sammenhenger mellom tettheten av torsk i de ulike områdene dersom all torsk ble inkludert. Det var imidlertid noen tendenser som pekte seg ut. Mellom område 1 og 2 var det tendenser til negativ korrelasjon i lengdegruppen 45-50 cm ($p=0,11$ og $k=-0,72$). Mellom område 1 og 3 viste gruppene 50-55 cm ($p=0,12$ og $k=0,64$) og torsk større enn 65 cm ($p=0,10$ og $k=0,67$) tendenser til korrelasjon.

Effekt av bunndyp og solhøyde

INNVIRKNING PÅ TOTALFANGST AV TORSK

Det var ikke tilstrekkelig med temperaturmålinger i Revsbotn, så modellen ble spesifisert som:

$$\text{Modell: } \beta_0 + m_1(\sqrt{\text{Bunndyp}}) + m_2(\text{Solhøyde})$$

Det ble funnet lignende effekter av solhøyden som i en del andre fjorder for lengdegruppene 30-35 og 35-40 cm. Økningen av fangsten så imidlertid ut til å starte ved solhøyde på -20° , men toppet seg også her rundt 10° . For lengdegruppene 40-55 cm så solhøyden ut til å ha liten effekt på fangsten. I gruppene 55-60 cm og 65 cm+ fikk solhøydekurven lignende form som i Porsangerfjorden, mens gruppen 60-65 cm minnet mer om de mindre lengdegruppene i Revsbotn. Denne gruppen var imidlertid ikke signifikant påvirket av solhøyden.

I de fleste gruppene, med unntak av 35-40 cm, så fangsten ut til å være maksimal på dyp rundt 170 m og 270 m. Det var svært få målinger i intervallet 170-270 m, så denne effekten kan også være et resultat av område, Hvor område 1 representerer dypene rundt 170 m, mens område 3 representerer dypene rundt 270 m.

Tabell 34 Resultater fra GAM. r^2 og p-verdier for hver lengdegruppe i Revsbotn

	30-35 cm	35-40 cm	40-45 cm	45-50 cm	50-55 cm	55-60 cm	60-65 cm	65 cm+
r^2	0,65	0,18	0,42	0,56	0,63	0,65	0,38	0,92
$m_1(\sqrt{\text{Bunnndyp}})$	p	p	p	p	p	p	p	p
	0,19	0,27	0,06	<0,05	<0,05	0,14	0,13	<0,05
$m_2(\text{Solhøyde})$	0,05	0,22	0,31	0,39	0,37	<0,05	0,13	<0,01

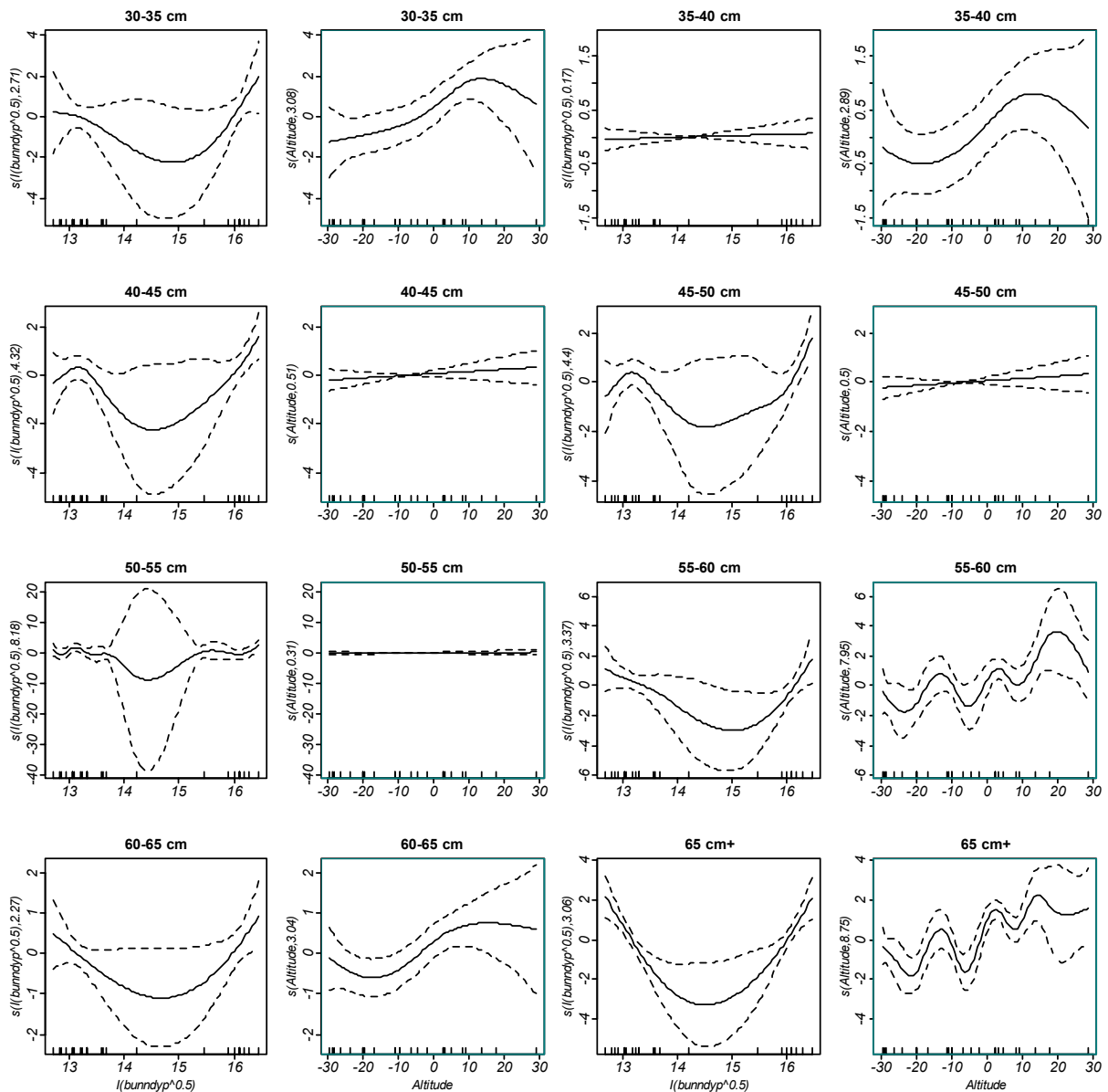


Fig. 44 Glattet resultat for alle gruppene i Revsbotn.

INNVIRKNING PÅ KYSTTORSK

I Revsbotn var det kun i lengdegruppen 65 cm+ det var signifikante effekter av bunndyp og solhøyde. Effekten av bunndypet kan ut fra figuren i stor grad tilskrives de ulike områdene, mens fangsten så ut til å øke ved økende solhøyde.

Tabell 35 Resultater fra GAM. r^2 og p-verdier for hver kysttorskgruppe i Revsbotn

	30-35 cm	35-40 cm	40-45 cm	45-50 cm	50-55 cm	55-60 cm	60-65 cm	65 cm+
r^2	0,92	0,08	0,20	0,49	0,32	0,26	0,39	0,68
$m_1(\sqrt{\text{Bunndyp}})$	0,09	0,42	0,39	0,11	0,14	0,27	0,14	<0,05
$m_2(\text{Solhøyde})$	0,15	0,90	0,42	0,07	0,14	0,14	0,14	<0,05

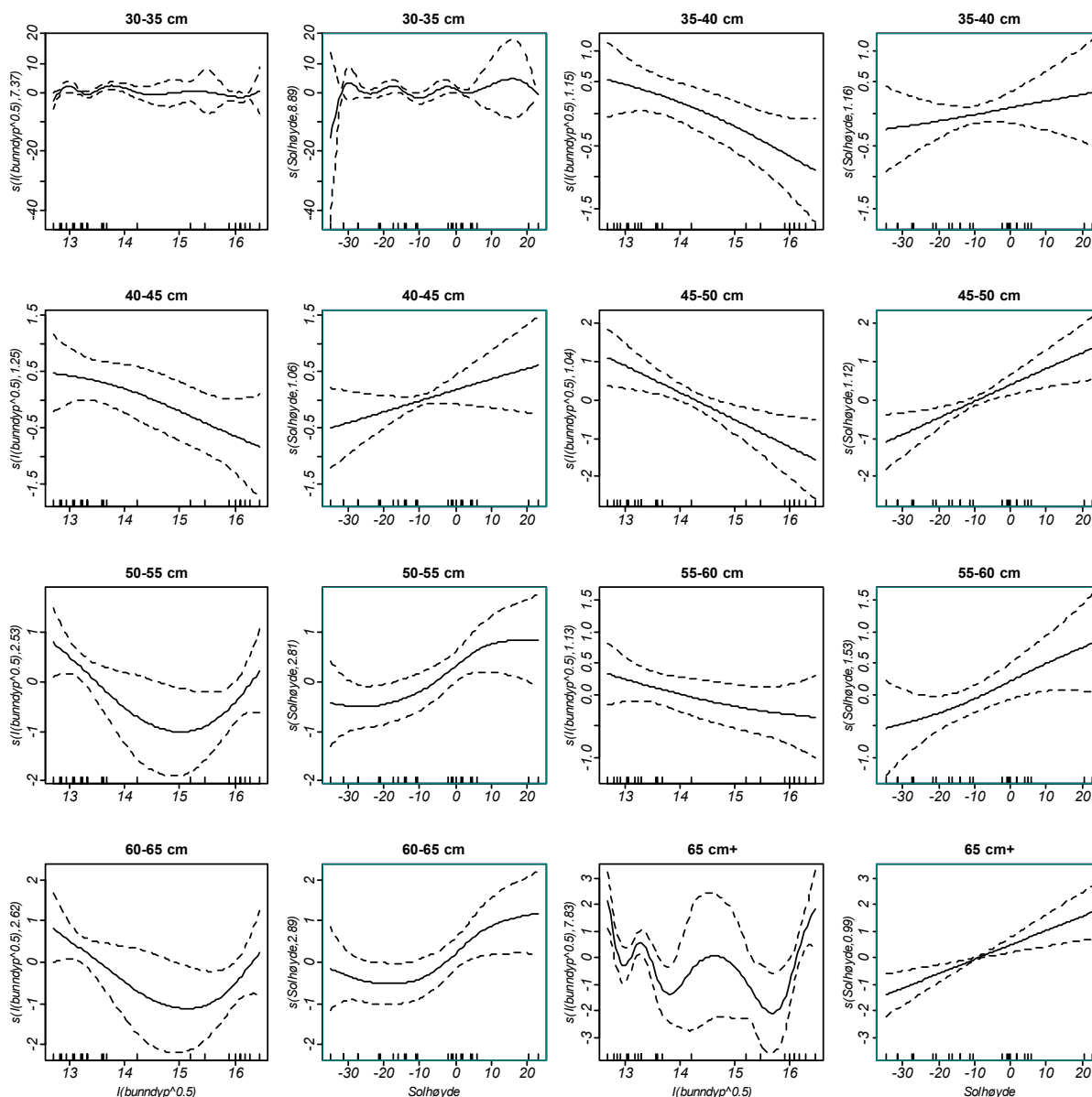


Fig. 45 Glattet resultat for alle kysttorskgruppene i Revsbotn.

3.8

ALTA FJORDEN

Bestandsutvikling på bakgrunn av trålundersøkelser med Campelen 1800

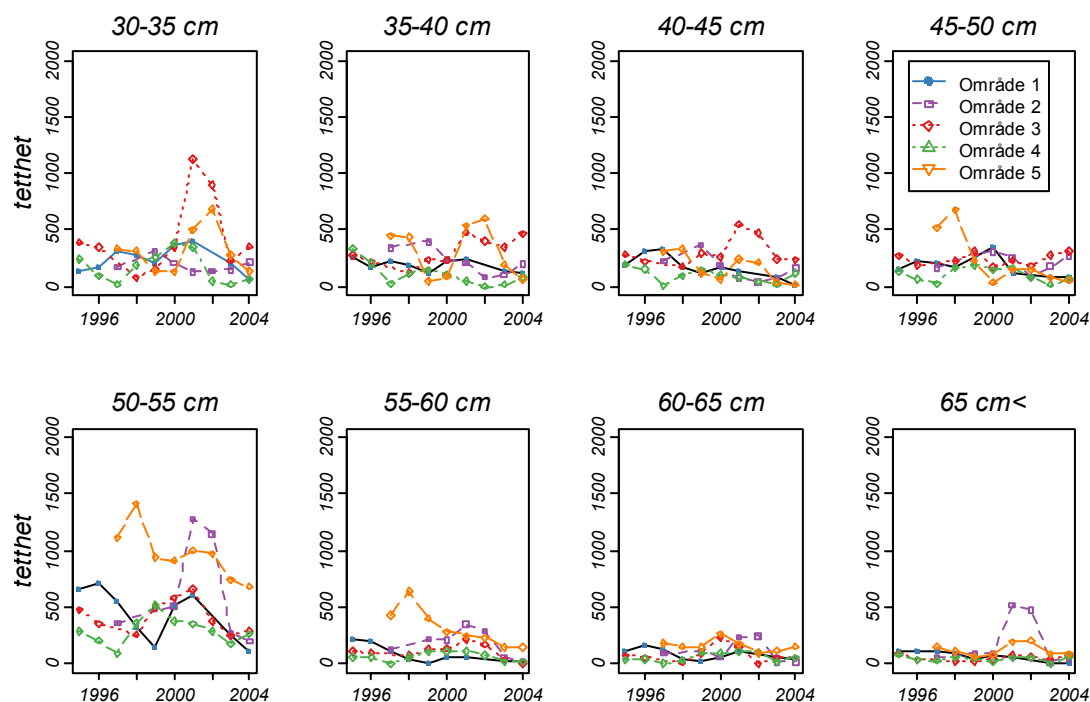


Fig. 46 Tetthet per sveipt areal mot år i områdene 1, 2, 3, 4 og 5 i Altafjorden.

I Altafjorden viste område 1, 2 og 5 generelt tendenser til nedgang i alle lengdegruppene. Område 3 viste tendenser til økning i gruppene til og med 45-50 cm samt gruppen 65 cm+, mens det i område 4 var tendenser til nedgang i gruppene 30-35, 35-40, 40-45, 45-50 og 55-60 cm jfr. Tabell 36.

Tabell 36 Resultat av lineær modell for de ulike områdene og lengdegruppene i Altafjorden. Trend viser til nedgang i (tetthet/areal sveipt)·år⁻¹, mens Pr(> |t|) er p-verdien.

Gruppe	Område 1		Område 2		Område 3		Område 4		Område 5	
	Trend	Pr(> t)	Trend	Pr(> t)	Trend	Pr(> t)	Trend	Pr(> t)	Trend	Pr(> t)
30-35cm	-10,12	0,60	-12,94	0,48	26,22	0,68	-6,78	0,77	-14,30	0,79
35-40cm	-6,74	0,44	-48,08	0,08	28,31	0,34	-18,59	0,18	-42,15	0,47
40-45cm	-33,62	<0,05	-38,65	0,13	7,66	0,79	-6,44	0,58	-40,24	0,11
45-50cm	-22,01	0,25	-19,61	0,43	5,12	0,81	-1,19	0,92	-89,58	<0,05
50-55cm	-61,90	0,08	-49,96	0,66	-9,45	0,77	0,47	0,98	-118,55	<0,05
55-60cm	-19,25	0,05	-34,41	0,23	-7,65	0,51	-2,91	0,64	-79,74	<0,05
60-65cm	-9,07	0,24	-13,12	0,68	-1,81	0,88	3,65	0,61	-9,25	0,55
65 cm+	-14,79	<0,05	-5,85	0,93	5,05	0,23	2,51	0,66	-0,86	0,95

Frekvensfordeling

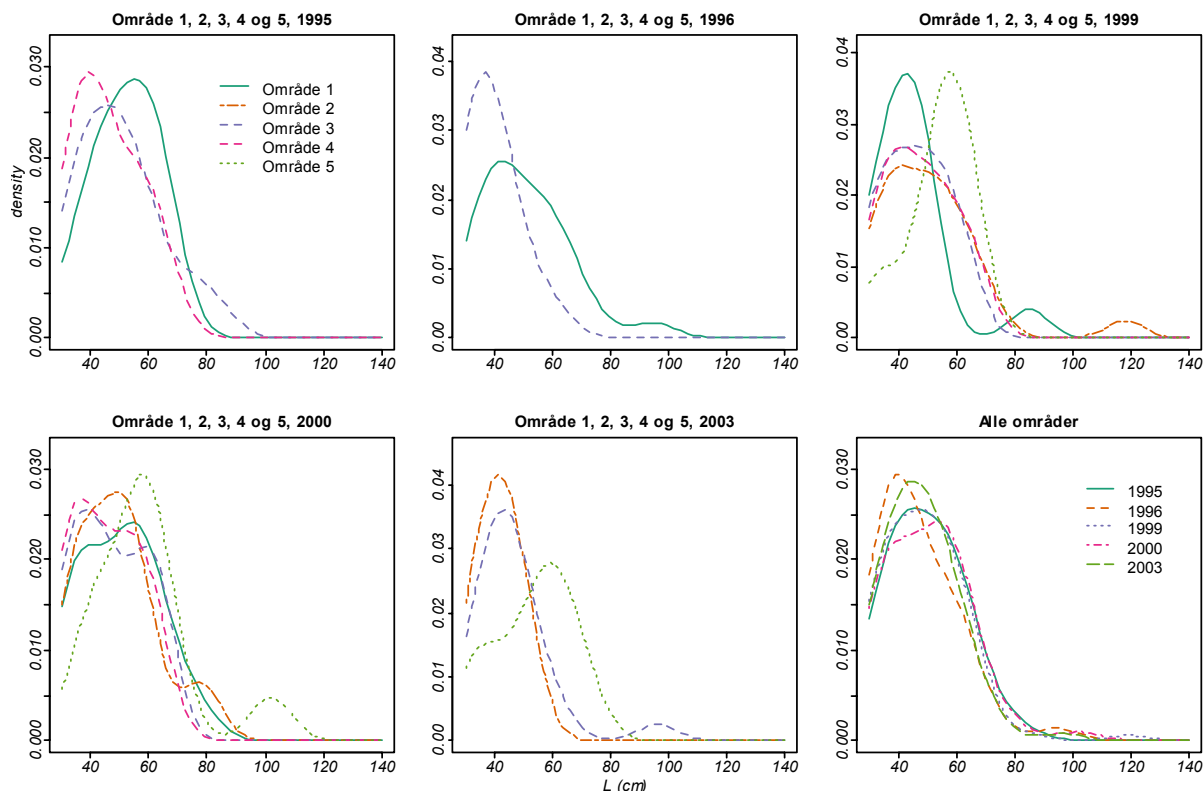


Fig. 47 Utglattet distribusjon av lengdefrekvenser for kysttorsk i de fem områdene i Altafjorden i 1995, 1996, 1999, 2000 og 2003. Figuren nederst til høyre viser alle områdene slått sammen og sammenlignet på tvers av år. Grafene er laget ved hjelp av en Gaussian kernel i R.

I 1995 så det ikke ut til å være store forskjeller mellom områdene 1, 3 og 4. I 1996 ble kun område 1 og 3 testet mot hverandre, og det så ut til å være større andel av torsk mellom 65-80 cm i område 1. I 1999 skilte fordelingen i område 5 seg ut fra samtlige andre områder. Det så ut som om det var større andel av torsk mellom 70-80 cm i område 5 i forhold til de andre områdene. I 2000 var disse forskjellene ikke like tydelige, mens det i 2003 og 2004 så ut til å være de samme tendensene i område 5 som i 1999. Det var imidlertid her bare områdene 2 og 3 som skilte seg klart ut fra område 5. I Fig. 47, nederst til høyre, vises den totale lengdefrekvensfordelingen i Altafjorden. Denne forandret seg ikke signifikant i årene 1995, 1996, 1999, 2000 eller 2003. Dette kan indikere lokal vandrings mellom områdene.

Tabell 37 Sammenligning av lengdefrekvensfordelingen for torsk mellom ulike år i mellom områdene 1, 2, 3, 4 og 5 i Altafjorden. H_0 var at de to fordelingene var like. En bootstraptest med simulert størrelse på 1000 ble utført, og p-verdier viser fordelinger som ikke kan skilles fra hverandre.

Område	1995				1996				1999			
	2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5
1	-	0,15	0,11	-	-	0,05	-	-	0,06	0,21	0,12	0,00
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,94	0,99	0,05
3	-	-	0,63	-	-	-	-	-	-	-	0,97	<0,05
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,05
Område	2000				2003				2004			
	2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5
1	0,71	0,87	0,67	0,38	0,19	0,61	0,43	0,08	-	-	-	-
2	-	0,69	0,79	0,11	-	0,66	<0,05	0,00	-	0,63	<0,05	0,00
3	-	-	0,93	0,22	-	-	0,07	0,00	-	-	0,09	0,00
4	-	-	-	0,11	-	-	-	0,59	-	-	-	0,55

Innad i hvert område så det ikke ut til å være store forskjeller i lengdefrekvensfordelingen fra år til år. Hvor det ble funnet forskjell i fordeling er det sannsynlig at dette kan forklares ved få torsk i disse årene. Det er derfor naturlig å anta at lengdefrekvensfordelingen ikke har forandret seg fra år til år i Altafjorden.

Tabell 38 Sammenligning av lengdefrekvensfordelingen for torsk mellom ulike år i område 1, 2, 3, 4 og 5 i Altafjorden. H_0 var at de to fordelingene var like. En bootstraptest med simulert størrelse på 1000 ble utført, og p-verdier viser fordelinger som ikke kan skilles fra hverandre.

	1995	1996	1999	2000	2003		1995	1996	1999	2000	2003		1995	1996	1999	2000	2003
	P	P	P	P	P		P	P	P	P	P		P	P	P	P	P
Område 1	1996	0,25					-						<0,05				
	1999	0,00	0,09				-	-					0,75	0,13			
	2000	0,47	0,90	<0,05			-	-	0,94				0,78	0,08	0,87		
	2003	0,16	0,48	0,27	0,30		-	-	<0,05	0,09			0,16	0,17	0,42	0,21	
	2004	0,07	0,46	0,35	0,29	0,25	-	-	0,61	0,89	0,22		0,18	0,50	0,34	0,19	0,86
	1995	1996	1999	2000	2003		1995	1996	1999	2000	2003						
	P	P	P	P	P		P	P	P	P	P						
Område 2	1996	0,72					-										
	1999	0,89	0,83				-	-									
	2000	0,98	0,74	0,92			-	-	0,63								
	2003	0,34	0,79	0,53	0,42		-	-	0,56	0,81							
	2004	0,25	0,49	0,40	0,30	0,39	-	-	0,98	0,72	0,67						

Korrelasjon

Hvor kun kysttorsk ble inkludert ble det ikke funnet sammenhenger mellom de ulike områdene med hensyn til korrelasjon.

Dersom all torsk ble inkludert ble det i Altafjorden funnet at det spesielt var gruppen 30-35 cm som pekte seg ut når det gjaldt korrelasjon. Resultatene for denne gruppen er gitt i Tabell 39.

Tabell 39 P-verdi og korrelasjonsfaktor for gruppen 30-35 cm med hensyn på samvariasjon i Altafjorden

	30-35 cm					
	Område 2		Område 3		Område 5	
	p	k	p	k	p	k
Område 1	<0,05	0.86	<0,05	0.81	<0,01	0.94
Område 2	-	-	-	-	<0,01	0.89
Område 3	-	-	-	-	<0,05	0.87

For gruppen 35-40 cm var det signifikant positiv korrelasjon mellom område 1 og 3 ($p < 0,05$ og $k = 0,76$), område 3 og 5 ($p < 0,01$ og $k = 0,96$) og antydninger til korrelasjon mellom område 1 og 2 ($p = 0,11$ og $k = 0,71$).

I gruppen 40-45 cm var det signifikant positiv korrelasjon mellom område 1 og 2 ($p < 0,01$ og $k = 0,96$). Også i lengdegruppen 45-50 cm var den samme tendensen til stede for de samme områdene ($p = 0,05$ og $k = 0,80$). I denne gruppen var det også positiv korrelasjon mellom område 3 og 4 ($p < 0,05$ og $k = 0,69$) og 3 og 5 ($p < 0,05$ og $k = 0,79$). Område 3 og 5 korrelerte også i gruppen 50-55 cm ($p < 0,05$ og $k = 0,84$).

I lengdegruppen 55-60 cm korrelerte område 1 og 5 ($p < 0,05$ og $k = 0,76$), område 2 og 3 ($p < 0,05$ og $k = 0,83$) og område 3 og 5 ($p < 0,01$ og $k = 0,93$). Den neste gruppen, 60-65 cm, hadde signifikant korrelasjon mellom område 2 og 3 ($p < 0,05$ og $k = 0,90$) og område 3 og 4 ($p < 0,01$ og $k = 0,82$).

I lengdegruppen med torsk over 65 cm var det ingen signifikant korrelasjon, men en del tendenser mellom område 5 og 1, 2 og 3 viste seg jfr. tabell.

Tabell 40 P-verdi og korrelasjonsfaktor for gruppen 65 cm+ med hensyn på samvariasjon i Altafjorden

	Område 1		65 cm+ Område 2		Område 3	
	p	k	p	k	p	k
Område 5	0,06	0,73	0,08	0,69	0,08	0,69

Effekt av temperatur, bunndyp og solhøyde

INNVIRKNING PÅ TOTALFANGST AV TORSK

I gruppene 30-35, 35-40, 40-45 og 45-50 cm var igjen tendensen at fangsten økte etter solhøyde 0° til ca. 10° . Fra 55-65 cm+ ble formen på kurven likere de mindre lengdegruppene igjen. Av lengdegruppene var det signifikant effekt av solhøyden i gruppene 30-35 cm ($p < 0,01$), 35-40 cm ($p < 0,05$) og 45-60 cm ($p < 0,01$).

Verken bunndypet eller temperaturen hadde stor innvirkning på fangsten i noen av lengdegruppene. Unntaket er temperaturen i de minste lengdegruppene hvor fangsten så ut til å ha maksimum rundt temperaturer på $6,2^\circ\text{C}$. Dette kan forklares som en effekt av år jfr. Fig. 46. I gruppen 65 cm+ så bunndyp rundt 200 m til å virke positivt på fangsten.

Tabell 41 Resultater fra GAM. r^2 og p-verdier for hver lengdegruppe i Altafjorden / Sørøysundet område 1.

	30-35 cm	35-40 cm	40-45 cm	45-50 cm	50-55 cm	55-60 cm	60-65 cm	65 cm+
r^2	0,17	0,26	0,30	0,23	0,28	0,13	0,20	0,94
	p	p	p	p	p	p	p	p
$m_1(\sqrt{\text{Bunndyp}})$	0,06	0,21	0,60	0,31	0,10	0,17	0,27	<0,01
$m_3(\text{Temperatur})$	<0,01	0,11	0,26	0,51	0,30	0,24	0,06	0,22
$m_2(\text{Solhøyde})$	<0,01	0,06	<0,01	<0,01	<0,01	0,31	0,08	0,05

INNVIRKNING PÅ KYSTTORSK

Det var generelt små effekter av de ulike variablene i Altafjorden / Sørøysundet område 1. Som for dataene hvor all torsk ble inkludert så fangsten ut til å bli positivt påvirket av bunndyp rundt 200 m for lengdegruppene over 45 cm. For gruppen 35-40 og 40-45 cm så toppen ut til å ligge noe lavere, rundt 100 m for så å avta ved økende dyp.

Tabell 42 Resultater fra GAM. r^2 og p-verdier for hver kysttorskgruppe i Altafjorden / Sørøysundet område 1.

	30-35 cm	35-40 cm	40-45 cm	45-50 cm	50-55 cm	55-60 cm	60-65 cm	65 cm+
r^2	0,23	0,49	0,29	0,27	0,30	0,40	0,31	0,30
	p	p	p	p	p	p	p	p
$m_1(\sqrt{\text{Bunndyp}})$	0,25	<0,01	<0,05	0,10	<0,05	<0,01	0,53	0,11
$m_3(\text{Temperatur})$	<0,05	0,13	0,37	0,40	0,21	0,13	0,31	<0,05
$m_2(\text{Solhøyde})$	0,13	0,58	0,19	0,13	0,40	0,16	0,06	0,12

3.9

KVÆNINGEN

Bestandsutvikling på bakgrunn av trålundersøkelser med Campelen 1800

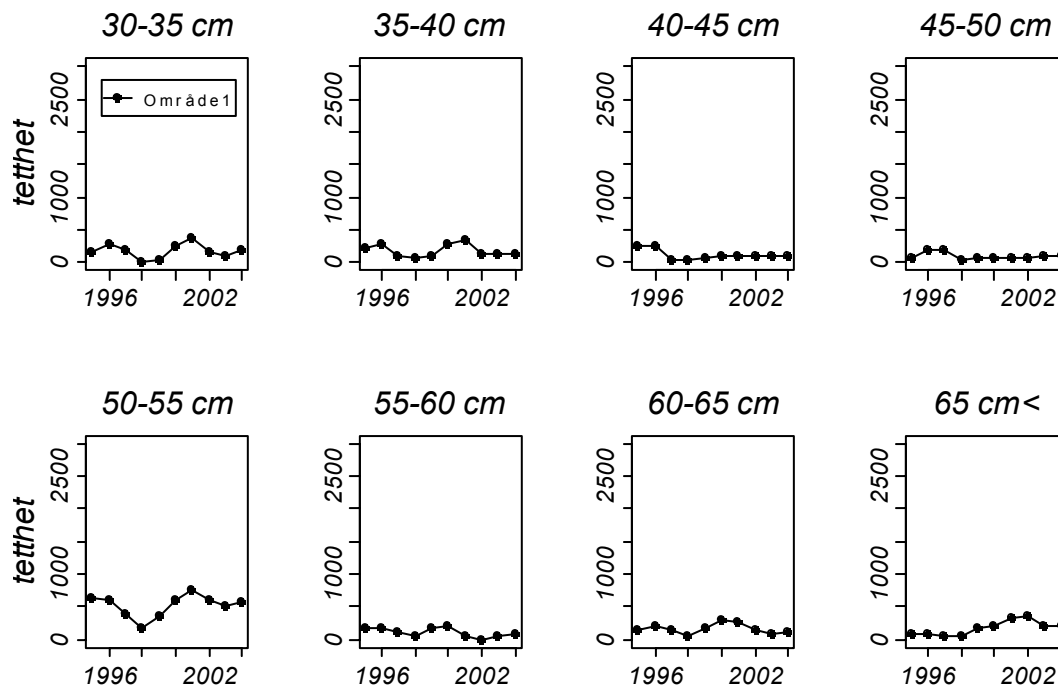


Fig. 48 Tetthet per sveipt areal mot år i Kvæningen.

Også i Kvæningen var tendensene tilbakegang i perioden 1995-2004 i alle lengdegruppene med unntak av 30-35 og 65 cm+. Generelt var det lav tetthet av kysttorsk i Kvæningen.

Tabell 43 Resultat av lineær modell for de ulike lengdegruppene i Kvæningen. Trend viser til nedgang i $(\text{tetthet}/\text{areal sveipt}) \cdot \text{år}^{-1}$, mens $\text{Pr}(> |t|)$ er p-verdien.

Gruppe	Område 1	
	Trend	$\text{Pr}(> t)$
30-35 cm	0,32	0,99
35-40 cm	-9,78	0,58
40-45 cm	-16,35	0,27
45-50 cm	-7,69	0,41
50-55 cm	17,65	0,46
55-60 cm	-13,65	0,21
60-65 cm	-3,90	0,74
65 cm+	26,45	0,06

Frekvensfordeling

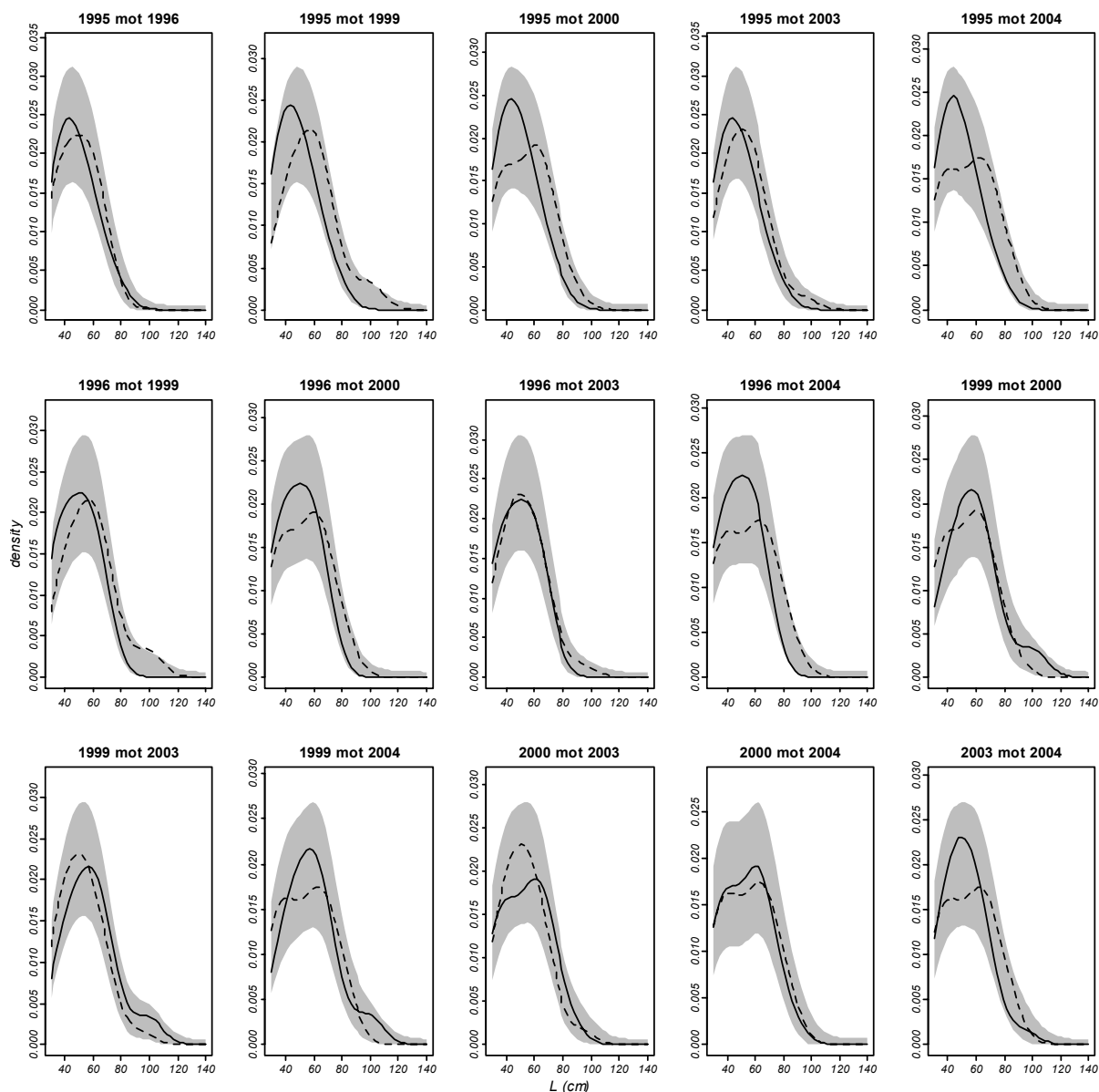


Fig. 49 Utglattet distribusjon av lengdefrekvenser for torsk i Kvænangen i 1995, 1996, 1999, 2000, 2003 og 2004. Grafene er laget ved hjelp av en Gaussian kernel i R.

I Kvænangen var det ingen tegn til forandring i lengdefrekvensfordelingen i perioden 1995-2004 jfr. Tabell 44 og Fig. 49.

Tabell 44 Sammenligning av lengdefrekvensfordelingen for torsk mellom ulike år i Kvænangen. H_0 var at de to fordelingene var like. En bootstraptest med simulert størrelse på 1000 ble utført, og p-verdier viser fordelinger som ikke kan skilles fra hverandre.

	1995	1996	1999	2000	2003
	P	P	P	P	P
Område 1	1996	0,61			
	1999	0,06	0,28		
	2000	0,14	0,41	0,79	
	2003	0,49	0,95	0,49	0,51
	2004	0,09	0,23	0,58	0,95

3.10

LYNGENFJORD/SKIBOTN

Bestandsutvikling på bakgrunn av trålundersøkelser med Campelen 1800

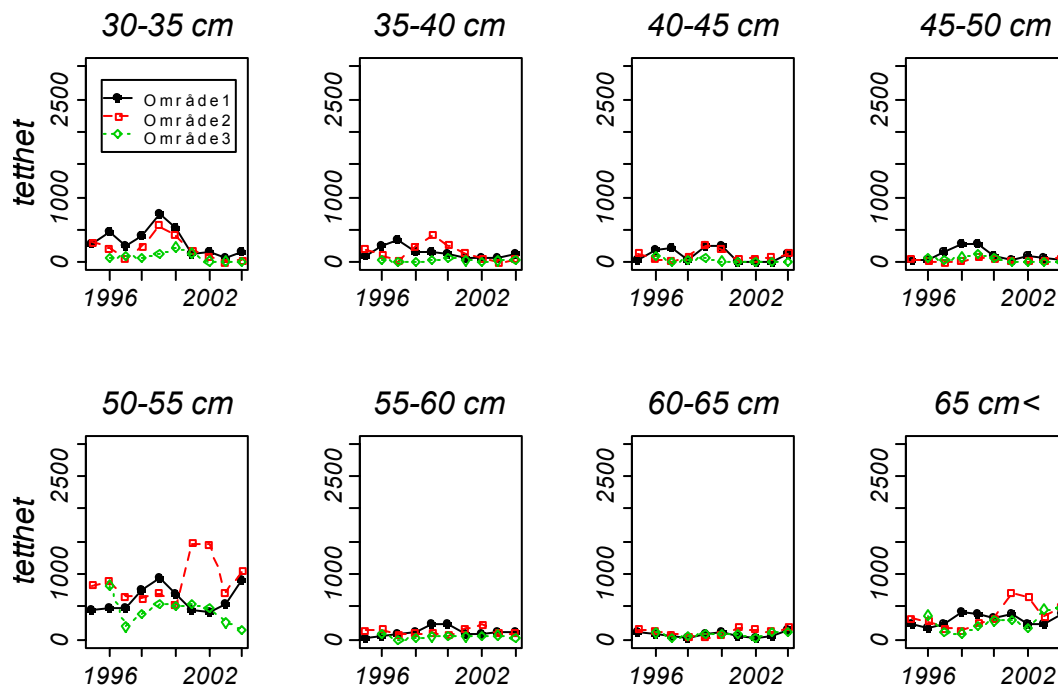


Fig. 50 Tetthet per sveipt areal mot år i områdene 1, 2 og 3 i Kvænangen.

I område 1 var den generelle tendensen nedgang til og med gruppen 45-50 cm, mens de resterende gruppene viste tendenser til økning uavhengig av p-verdi. I område 2 var det kun gruppene 30-35 og 35-40 cm som viste tegn til nedgang, mens resultatene i område 3 var noe mer variable jfr. Tabell 45.

Tabell 45 Resultat av lineær modell for de ulike lengdegruppene i Lyngenfjord/Skibotn. Trend viser til nedgang i (tetthet/areal sveipt)·år⁻¹, mens Pr(> |t|) er p-verdien.

Gruppe	Område 1		Område 2		Område 3	
	Trend	Pr(> t)	Trend	Pr(> t)	Trend	Pr(> t)
30-35 cm	-35,58	0,32	-28,06	0,28	-14,29	0,28
35-40 cm	-16,97	0,38	-14,32	0,45	3,48	0,43
40-45 cm	-10,37	0,57	6,79	0,60	-2,32	0,58
45-50 cm	-5,03	0,70	3,14	0,44	-11,47	0,16
50-55 cm	36,03	0,23	60,43	0,37	-10,18	0,76
55-60 cm	9,59	0,29	2,43	0,82	3,05	0,53
60-65 cm	4,89	0,43	10,31	0,25	3,63	0,71
65 cm+	16,07	0,34	44,69	0,15	33,09	0,29

Frekvensfordeling

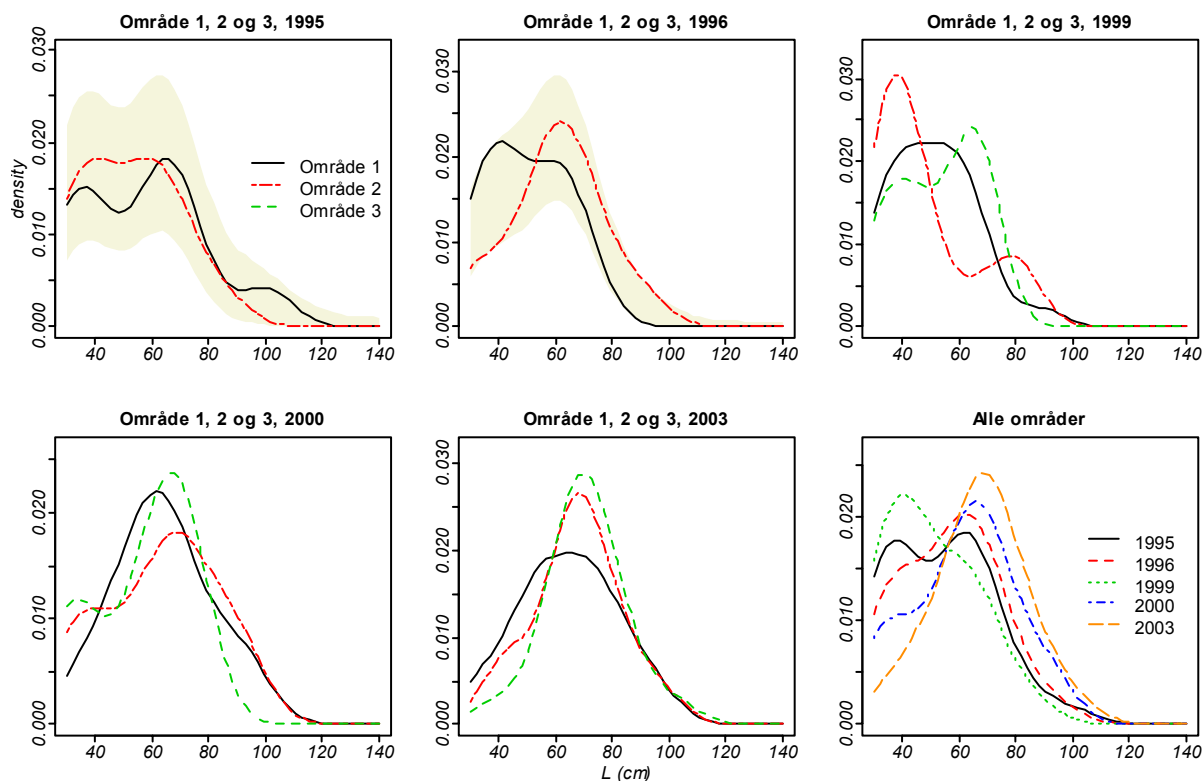


Fig. 51 Utglattet distribusjon av lengdefrekvenser for torsk i de tre områdene i Lyngenfjord/Skibotn i 1995, 1996, 1999, 2000 og 2003. Figuren nederst til høyre viser alle områdene slått sammen og sammenlignet på tvers av år. Grafene er laget ved hjelp av en Gaussian kernel i R.

I Lyngenfjord/Skibotn så det ikke ut til å være store forskjeller i lengdefrekvensfordelingen mellom de testede årene. I 1999 så område 2 ut til å være noe forskjøvet mot venstre i forhold til område 3, og det var svært få torsk rundt 60 cm. Dette gjenspeiler seg også i grafene nederst til høyre i Fig. 51, hvor den totale fordelingen for alle områdene er forskjøvet mot venstre, spesielt i forhold til 2000 og 2003.

Tabell 46 Sammenligning av lengdefrekvensfordelingen for torsk mellom ulike år i mellom områdene 1, 2, og 3 i Lyngenfjord/Skibotn. H_0 var at de to fordelingene var like. En bootstraptest med simulert størrelse på 1000 ble utført, og p-verdier viser fordelinger som ikke kan skiller fra hverandre.

	1995		1996		1999		2000		2003		2004
Område	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
1	0,81	-	0,05	-	0,07	0,47	0,60	0,51	0,73	0,21	0,40
2		-		-	<0,05		0,42		0,88		

Korrelasjon

Hvor kun kysttorsk ble inkludert ble det funnet at gruppen 30-35 cm hadde positiv korrelasjon mellom område 1 og 2 ($k=0,87$ og $p<0,01$). Også mellom område 2 og 3 ble det funnet sammenhenger i denne lengdegruppen ($k=0,68$ og $p<0,05$). Mellom område 1 og 3 ble

det funnet positiv korrelasjon i gruppene 45-50 cm ($k=0,74$ og $p<0,05$) og 60-65 cm ($k=0,66$ og $p=0,05$).

Hvor all torsk ble inkludert ble det ikke funnet klare sammenhenger mellom størrelse og område i Lyngenfjord/Skibotn. I gruppen 35-40 cm var det signifikant korrelasjon mellom område 1 og 2 ($p<0,05$ og $k=0,67$), mens det i gruppen 40-45 cm var signifikant korrelasjon mellom område 2 og 3 ($p<0,05$ og $k=0,82$).

Effekt av breddegrad, bunndyp og solhøyde

INNVIRKNING PÅ TOTALFANGST AV TORSK

I Lyngenfjord/Skibotn ble det på grunn av få temperaturmålinger testet for effekt av breddegrad, bunndyp og solhøyde. I de to minste lengdegruppene, 30-35, 35-40, 40-45 og 45-50 cm var det klar sammenheng mellom bunndyp og fangstmengde. Det så ut til at fangsten minket ved økende dyp. Sammenhengen var noe mer uklar i gruppen 40-45 cm i intervallet 200-300 m.

Breddegraden så ut til å ha signifikant effekt i gruppene 50-55 cm, med størst fangst i område 1. Dette skyldes mest sannsynlig høye målinger i 1997 og 1998 i dette Det var også effekter i gruppene 55-60 og 60-65 cm, men her var r^2 lav, og ingen klare tendenser i forhold til bunndyp ble funnet.

I Lyngenfjord/Skibotn ble det ikke funnet forklarlige effekter av solhøyde. P-verdiene er gitt i Tabell 47.

Tabell 47 Resultater fra GAM. r^2 og p-verdier for hver lengdegruppe i Lyngenfjord/Skibotn

	30-35 cm	35-40 cm	40-45 cm	45-50 cm	50-55 cm	55-60 cm	60-65 cm	65 cm+
r^2	0,87	0,43	0,92	0,88	0,65	0,28	0,53	0,05
	p	p	p	p	p	p	p	p
$m_1(\sqrt{\text{Bunndyp}})$	<0,01	<0,05	<0,01	<0,01	0,37	0,64	0,83	0,58
$m_2(\text{Solhøyde})$	0,90	0,93	0,29	0,11	<0,05	0,65	<0,01	0,61
$m_3(\text{Breddegrad})$	<0,05	0,20	0,93	0,13	<0,05	0,05	<0,01	0,28

INNVIRKNING PÅ KYSTTORSK

For de minste lengdegruppene, 30-35, 35-40 og 40-45 cm, så fangsten ut til å avta ved økende bunndyp, mens gruppene 55-60 og 65 cm+ så ut til å ha maksimal fangst rundt 200 m. Det ble ikke funnet klare tendenser i forhold til breddegrad, og Fig. 50 gir nok en bedre forklaring på denne effekten. I Lyngenfjord / Skibotn så solhøyden ut til å virke inn på en del av gruppene, men den høye frekvensen på svingningene kan tyde på at en slik vertikalmigrasjon ikke er reell.

Tabell 48 Resultater fra GAM. r^2 og p-verdier for hver kysttorskgruppe i Lyngenfjord/Skibotn

	30-35 cm	35-40 cm	40-45 cm	45-50 cm	50-55 cm	55-60 cm	60-65 cm	65 cm+
r^2	0,67	0,94	1	0,59	0,81	0,92	0,24	0,71
	p	p	p	p	p	p	p	p
$m_1(\sqrt{\text{Bunndyp}})$	<0,13	<0,01	<0,01	0,39	0,44	<0,01	0,69	0,06
$m_2(\text{Solhøyde})$	0,05	<0,05	<0,01	0,22	<0,01	<0,05	0,22	0,11
$m_3(\text{Breddegrad})$	0,26	0,27	<0,01	0,14	<0,05	<0,05	0,86	<0,05

3.11

MALANGEN

Bestandsutvikling på bakgrunn av trålundersøkelser med Campelen 1800

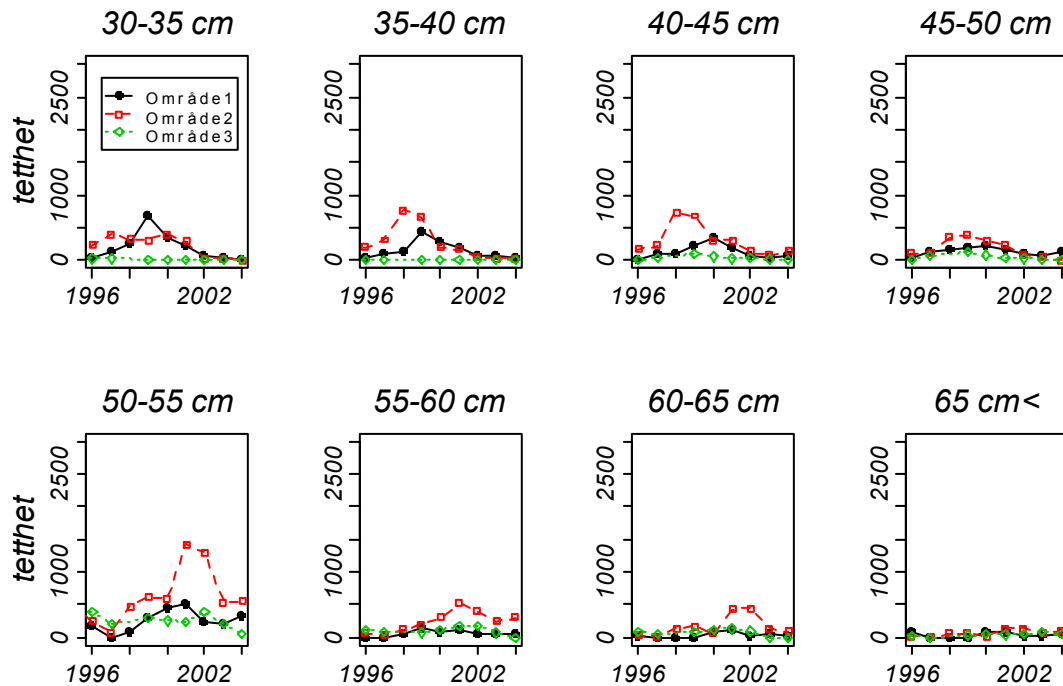


Fig. 52 Tetthet per sveipt areal mot år i områdene 1, 2 og 3 i Malangen.

I område 1 og 2 var det tendenser til nedgang i gruppene mindre enn 50 cm uavhengig av p-verdi. Gruppen 30-35 cm i område 2 viste signifikant nedgang ($p < 0,05$). I område 3 var den generelle tendensen nedgang med unntak av gruppen 65 cm+.

Tabell 49 Resultat av lineær modell for de ulike lengdegruppene i Malangen. Trend viser til nedgang i (tetthet/areal sveipt)·år⁻¹, mens $\text{Pr}(>|t|)$ er p-verdien.

Gruppe	Område 1		Område 2		Område 3	
	Trend	$\text{Pr}(> t)$	Trend	$\text{Pr}(> t)$	Trend	$\text{Pr}(> t)$
30-35 cm	-30,71	0,36	-36,25	<0,05	-2,14	0,24
35-40 cm	-8,92	0,68	-20,74	0,45	-0,15	0,84
40-45 cm	-3,08	0,85	-6,30	0,81	-1,76	0,72
45-50 cm	-3,88	0,76	-14,04	0,38	-4,09	0,51
50-55 cm	35,86	0,17	63,34	0,21	-25,30	0,30
55-60 cm	2,24	0,82	33,74	<0,05	-4,29	0,62
60-65 cm	4,22	0,41	17,57	0,40	-5,69	0,54
65 cm+	8,40	0,13	10,56	0,08	2,60	0,55

Frekvensfordeling

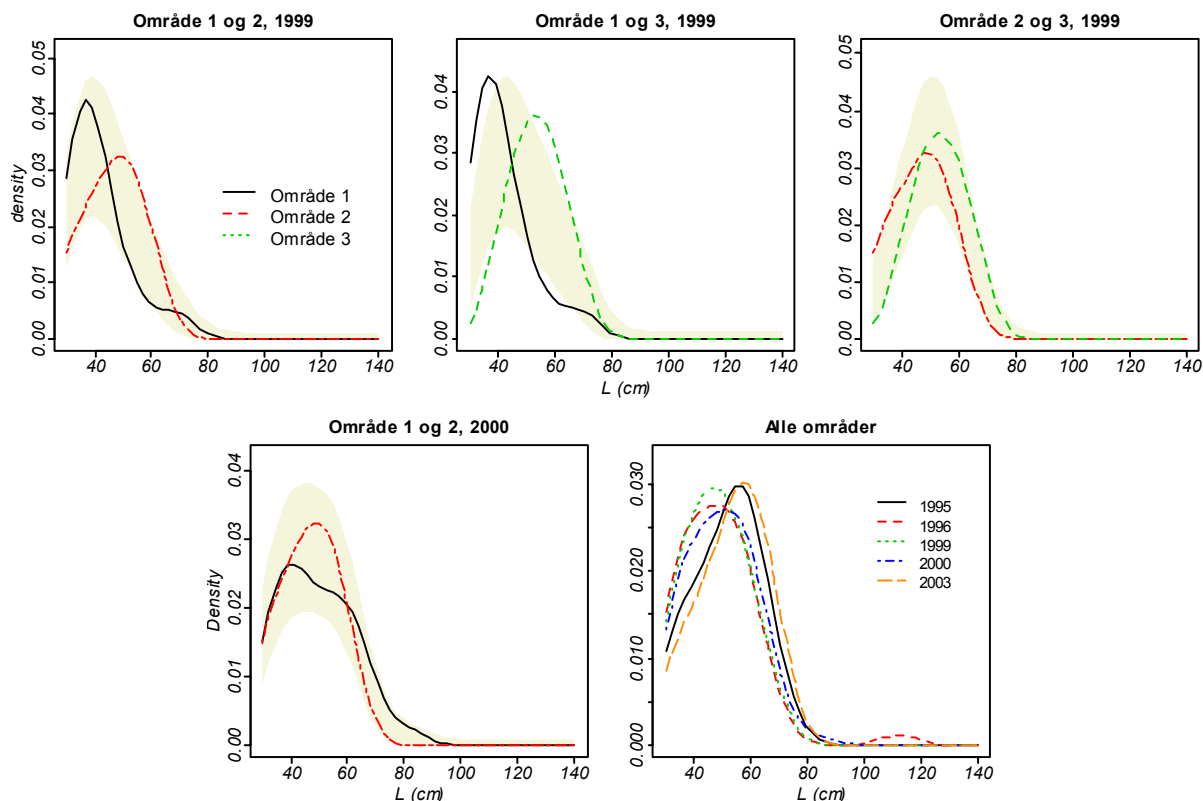


Fig. 53 Utglattet distribusjon av lengdefrekvenser for torsk i de tre områdene i Malangen i 1999, 2000. Figuren nederst til høyre viser alle områdene slått sammen og sammenlignet på tvers av år. Grafene er laget ved hjelp av en Gaussian kernel i R.

I Malangen var det svært få torsk de ulike årene, og kun år med tilstrekkelige antall ble inkludert. I 1999, hvor alle områdene ble sammenlignet, var område 1 signifikant forskjellig fra område 3 og 2. Det så ut som liten torsk var overrepresentert i område 1 i 1999. Hele fjorden sett i ett, var det ingen forskjell i lengdefrekvensfordelingen sammenlignet over tid, jfr. figuren nederst til høyre i Fig. 53.

Tabell 50 Sammenligning av lengdefrekvensfordelingen for kysttorsk mellom ulike år i mellom områdene 1, 2, og 3 i Malangen. H_0 var at de to fordelingene var like. En bootstraptest med simulert størrelse på 1000 ble utført, og p-verdier viser fordelinger som ikke kan skiller fra hverandre.

Område	1999		2000	
	2	3	2	3
	P	P	P	P
1	<0,05	<0,01	0,48	-
2		0,10		-

Korrelasjon

I Malangen pekte spesielt område 2 og 3 seg ut i gruppene 40-45 cm ($p < 0,01$ og $k = 0,88$), 45-50 cm ($p < 0,05$ og $k = 0,74$), 50-55 cm ($p < 0,05$ og $k = 0,75$) og 55-60 cm ($p < 0,05$ og $k = 0,76$).

Ellers var det positiv korrelasjon i gruppen 30-35 cm mellom område 1 og 2 ($p < 0,01$ og $k = 0,87$) og i gruppen 40-45 cm mellom område 1 og 3 ($p < 0,01$ og $k = 0,88$). Det er viktig å påpeke at det var svært få torsk i målingene i Malangen.

3.12

SAMMENDRAG AV TIDSSERIEUTVIKLINGEN

I Fig. 54 har jeg forsøkt å klassifisere de ulike områdene i forhold til mengdeutvikling i perioden 1995-2004. Tabell 51 viser de samme resultatene, samt summen av de ulike lengdegruppene. Generelt viste lengdegruppen 30-35 cm størst nedgang, mens gruppene 60-65 og 65 cm+ viste størst tendens til oppgang. I alle gruppene falt ca. 50-70 % innenfor gruppe III, ingen utvikling. Porsangerfjorden område 2 og 4, Revsbotn område 2, Altafjorden område 1 og 5 pekte seg spesielt ut i negativ retning, mens Varangerfjorden område 2, Tanafjorden område 2, Laksefjord område 2 og Malangen område 1 og 2 pekte seg mer ut i positiv enn negativ retning.

Kategoriene er som følger:

Kategori	Beskrivelse
I	<i>positiv utvikling</i>
II	<i>moderat positiv utvikling</i>
III	<i>ingen utvikling</i>
IV	<i>moderat negativ utvikling</i>
V	<i>negativ utvikling</i>

Det gjøres oppmerksom på at kategori III, ingen utvikling, har dobbelt så vid definisjon som de resterende kategoriene. Det kan derfor ikke utelukkes at resultatet ville sett annerledes ut dersom grensene ble forandret. Dette er nærmere forklart i Appendiks C.

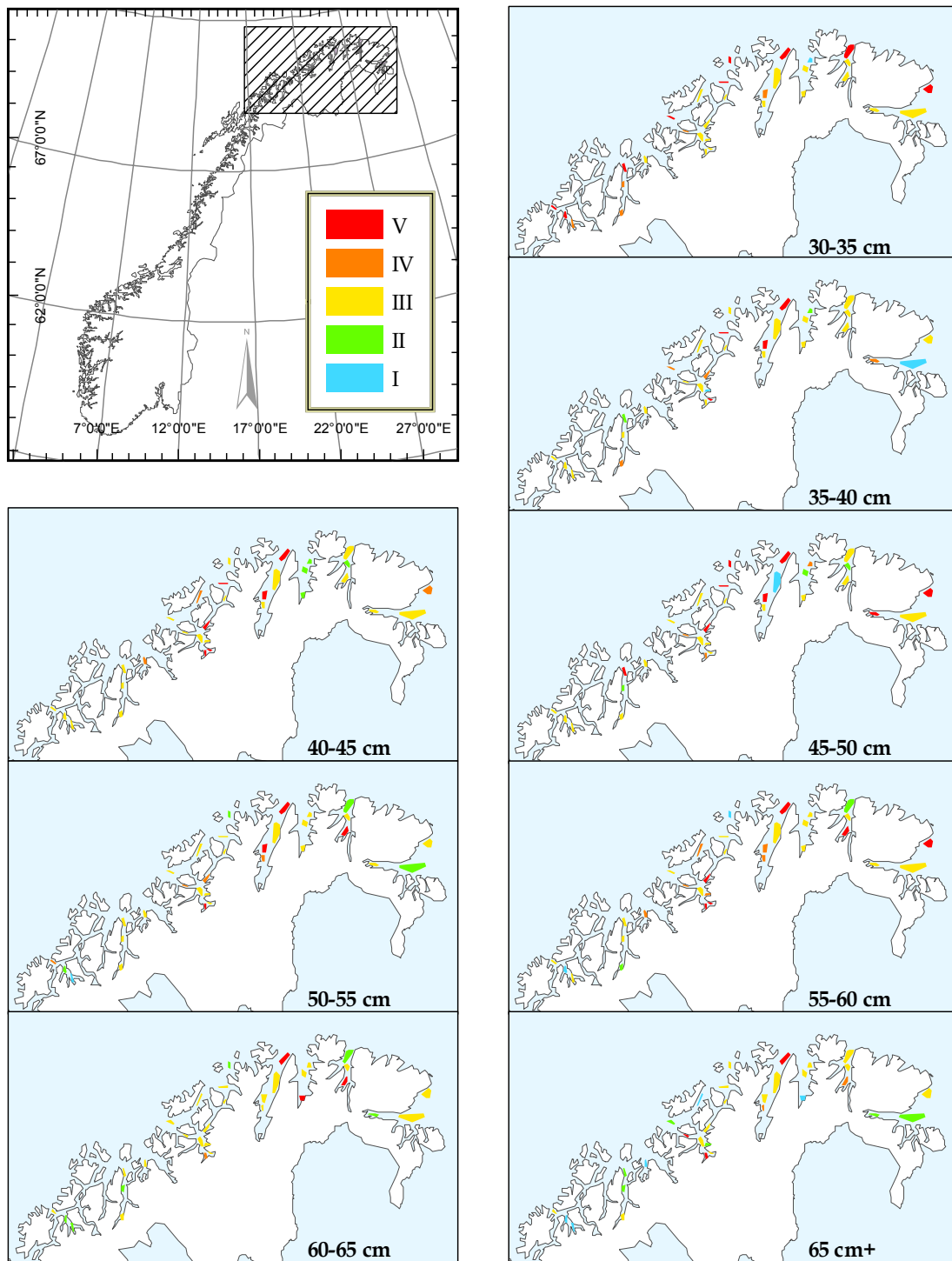


Fig. 54 Mengdeutvikling i de ulike studieområdene. Mengdeutviklingen er beregnet og klassifisert etter Formel 5. Figuren viser perioden 1995-2004 hvor målinger tidligere angitt i teksten er inkludert. Vær oppmerksom på at ikke alle områdene inneholder kontinuerlige tidsserier. V = negativ utvikling, IV = moderat negativ utvikling, III = ingen utvikling, II = moderat positiv utvikling og I = positiv utvikling.

Tabell 51 Resultatene fra Fig. 54 i tabellform. Feltet "SUM" viser antall områder innen hver lengdegruppe som tilhører hver kategori, mens "SUM %" viser til prosent innenfor fem sammenslåtte kategorier. V = negativ utvikling, IV = moderat negativ utvikling, III = ingen utvikling, II = moderat positiv utvikling og I = positiv utvikling.

	Område	30-35 cm	35-40 cm	40-45 cm	45-50cm	50-55 cm	55-60 cm	60-65 cm	65 cm+
Varangerfjorden	1	III	IV	III	V	III	III	II	II
	2	III	I	III	III	II	III	III	II
	3	V	III	IV	V	III	V	III	III
Tanafjorden	1	III	III	III	III	V	V	V	IV
	2	III	III	II	II	III	III	III	III
	3	V	III	III	III	II	II	II	III
Laksefjord	1	III	III	II	III	III	III	IV	I
	2	III	III	III	III	I	III	III	II
	3	I	II	II	IV	III	III	III	III
Porsangerfjorden	1	III	III	III	III	IV	IV	III	IV
	2	IV	V	V	V	V	IV	III	-
	3	III	III	III	I	III	III	III	III
	4	V	V	V	V	V	V	V	V
Sørøysundet	1	IV	III	III	IV	IV	IV	III	V
	2	V	IV	III	III	III	III	III	II
Tubåen	1	III	V	III	IV	III	IV	III	III
Revsbotn	1	III	III	III	III	III	III	III	III
	2	V	V	V	V	III	III	III	III
	3	V	III	III	V	II	I	II	III
Altafjorden	1	III	III	V	IV	V	V	IV	V
	2	III	V	V	III	III	V	III	III
	3	III	I	III	III	III	IV	III	II
	4	III	III	III	III	III	III	III	III
	5	III	IV	V	V	IV	V	III	III
Kvæningen	1	III	III	IV	III	III	IV	III	I
Lyngenfjord/Skibotn	1	IV	IV	III	III	III	II	III	III
	2	IV	III	III	II	III	III	II	II
	3	V	II	III	V	III	III	III	II
Malangen	1	IV	III	III	III	I	III	II	I
	2	V	III	III	III	II	I	II	I
	3	V	III	III	III	IV	III	III	III
SUM	V	9	5	6	8	4	6	2	3
	IV	5	4	2	4	4	6	2	2
	III	16	18	20	16	17	15	21	15
	II	0	2	3	2	4	2	6	7
	I	1	2	0	1	2	2	0	4
SUM %	V og IV	45 %	29 %	26 %	39 %	26 %	39 %	13 %	16 %
	III	52 %	58 %	65 %	52 %	55 %	48 %	68 %	48 %
	II og I	3 %	13 %	10 %	10 %	19 %	13 %	19 %	35 %

Kapittel 4

DISKUSJON

4.1

ÅRSVARIASJONER OG TIDSTRENDER

Funnene fra effektene av solhøyde gjør at de resterende resultatene basert på trålundersøkelser usikre, og resultatene må sees i sammenheng med dette. Bestandsvariasjoner mellom år er vanligvis knyttet til rekruttering, konkurranse, predasjon og fangbarhet. Forandringer i tilstedeværelse på den annen side kan forklares av fiskeintensitet og klimaforandringer (Bjørnstad m. fl. 1999b). I tidsserieanalysen ble det ikke funnet tegn til sykliske variasjoner innenfor perioden 1995-2004 i noen av områdene. Dette kan dels forklares med at perioden er noe kort, og at det derfor stilles strenge krav til signifikansnivå. I og med at kysttorsk bruker 3-6 år på å nå kjønnsmoden alder, vil en slik tiårsperiode kun dekke få generasjoner. Det kan heller ikke utelukkes at svingninger i andre ytre faktorer kan foregå over lengre tid enn ti år. Enkelte av gruppene viste trender som kan minne om syklisk variasjon, men som nevnt var det ingen signifikante bevis for dette. Konklusjonen er derfor at i perioden 1995-2004 kan det ut fra datagrunnlaget i undersøkelsen ikke slås fast at variasjonene fra år til år skyldes naturlige svingninger i populasjonen.

De store variasjonene fra år til år med hensyn til mengde, kan forklares ut fra hypotesen om at gyttidspunktet i forhold til våroppblomstringen bestemmer fødetilgangen. Også forandringer i vind, temperatur eller strømforhold kan virke inn på årsklassestyrken (Asplin m. fl. 1999; Bjørnstad m. fl. 1999b). En annen forklaring på de store variasjonene kan være at populasjonen er tetthetsavhengig og kannibalisme kan kontrollere sammensetningen av populasjonen (Bjørnstad m. fl. 1999a). Per i dag vet en imidlertid lite om hva som styrer dødeligheten i de eldre årsklassene (Julliard m. fl. 2001).

I de ulike fjordene var det store variasjoner i forhold til om trenden var oppadgående, utflatet eller nedadgående. Områdene som pekte seg negativt ut sett i stor skala var i hovedsak Tanafjorden område 1 for gruppene fra og med 50-55 cm, de fleste gruppene i område 2 i Porsangerfjorden, alle gruppene i område 4 (1998-2004) i Porsangerfjorden og gruppene fra og med 40-45 cm i Altafjorden. Typisk viste ca 50 % av områdene verken tegn til oppgang eller nedgang. Den minste lengdegruppen, 30-35 cm, viste størst tegn til nedgang dersom både klassene V og IV ble inkludert med 45 % av områdene i nedgang (Tabell 51). Lengdegruppene 60-65 og 65 cm+ viste svakest indikasjon på nedgang med henholdsvis 13 % og 16 % av områdene i nedgang. De motsatte tendensene viste seg for positiv trendutvikling, med sterkest indikasjon på oppgang i de største lengdegruppene. Alt i alt er det ikke mulig å snakke om en storskala nedgang eller oppgang i studieområdene basert på trålundersøkelser med Campelen 1800 i perioden 1995-2004, men tendensen heller mer mot nedgang i de mindre lengdegruppene og oppgang i de større lengdegruppene. Det er mulig at en slik "forgubbing" av bestanden kan føre til økt kannibalisme, slik at presset på de mindre lengdegruppene blir større. I tilfelle vil det være naturlig å anta at dette vil begrense seg selv over tid etter hvert som konkurransen innen den eldre generasjonen tilspisser seg.

Sett i sammenheng med tidligere arbeid utført av ICES (2005) og Havforskningsinstituttet ved Erik Berg m. fl. (2003; 2004) er det riktig å si at det totalt er nedgang av kysttorsk i hele området. Dersom det tas hensyn til genetiske variasjoner hos kysttorsk og antar at hver fjord, og kanskje hvert område har en egen populasjon med begrenset migrasjon (Mork m. fl. 1999; Berg m. fl. 2003; Dahle m. fl. 2006), er resultatene av denne studien svært interessant da utviklingen av de ulike populasjonene av kysttorsk kan sies å være lokal, og ikke gyldig for hele studieområdet.

Julliard m. fl. (2001) tilskriver store deler av dødeligheten for kysttorsk i aldersgruppen 2 år i Risørområdet til fritidsfisket. Fig. 9 indikerer at kysttorsk på 2 år tilsvarer ca. 30 cm, selv om noe variasjon forekommer mellom de ulike fjordene. Berg og Albert (2003) fant imidlertid at i Sørfjord/Ullsfjord i Troms tilsvarte 2 år ca. 20 cm. Indikasjonene på at lengdegruppen 30-35 cm gikk ned i de fleste områdene kan indikere at fritidsfiske kan forklare en del av nedgangen. Det gjenstår imidlertid fortsatt å undersøke om dette også er gyldig i fjordene som ble studert.

4.2

FREKVENSFORDELING

Før diskusjonen angående frekvensfordeling starter, er det viktig å påpeke at resultatene før og etter justering av dataene var svært forskjellig. De ujusterte dataene viste stor grad av forskjell i frekvensfordeling både mellom år og mellom områder. Frekvensfordelingen ble beregnet for en blanding av kysttorsk, svaldbardtype og nordøstarktisk torsk. Justeringsformelen var i utgangspunktet utviklet for Norsk arktisk torsk i Barentshavet, men med samme trål, Campelen 1800.

Metoden som ble brukt angir signifikansnivået for om fordelingene er ulike eller ikke. Testresultatene kan være noe forskjellige fra gang til gang i og med at det er en bootstraptest som blir brukt. Det vil derfor være simulasjonsforskjeller i resultatene. P-verdiene er altså ikke absolutte, men gir en god indikasjon på om frekvensfordelingene varierte. Variasjonen i p-verdien var typisk $\pm 0,02$.

Lekve m. fl. (2006) fant at torsk opp til 50 cm langs Skagerrakkysten hadde signifikante forskjeller med hensyn til frekvensfordeling. Testen tok for seg ulike områder og år. Det samme var ikke tilfelle i undersøkelsen av de 11 ulike fjord- og kystområdene i Troms og Finnmark. Kun i Porsangerfjorden og Sørøysundet, samt til dels i Altafjorden område 5 ble det funnet signifikante forskjeller mellom de ulike områdene. I alle disse områdene var det nedgang i perioden. I Porsangerfjorden var tendensen at område 1 hadde en fordeling skjøvet mot mindre lengdefordelinger i forhold til område 3. Dette kan tyde på at større torsk oppholder seg i område 3 i forhold til område 1.

Det var kun i få tilfeller at frekvensfordelingen varierte fra år til år. I og med at det ikke er noen systematisk sammenheng mellom de ulike årene er det derfor naturlig å anta at av forskjellene kan skyldes at trålen ikke traff en normalfordelt populasjon i tilfellene hvor fordelingene var signifikant ulike.

Det må gjøres oppmerksom på at valg av utglattingsfaktor kan ha hatt innvirkning på resultatene, men bildet forandret seg ikke i stor grad ved valg av annen glattingsfaktor.

4.3

EFFEKT AV TEMPERATUR, BUNNDYP OG SOLHØYDE*EFFEKT AV SOLHØYDE FOR ALL TORSK*

Generelt var solhøyden den mest gjennomgående forklaringsvariabelen i denne undersøkelsen. For den minste lengdegruppen, 30-35 cm, var resultatet mest entydig og dette stemmer godt over ens med tidligere undersøkelser. Korsbrekke m. fl. (1999) fant ut at effekten var størst for gruppen 23-31 cm, og at den gradvis avtok ved økende lengdegrupper. Denne modellen spesifiserte natt når solhøyden var mer enn 5° under horisonten. Morgenlysningen ble altså inkludert i dagmålingene. Også Hjellvik m. fl. (2001; 2002) fant at de minste lengdegruppene blir påvirket av døgnvariasjoner. Ingen av disse undersøkelsene tar imidlertid høyde for lokale forskjeller hva bunndyp, temperatur eller posisjon angår. I Hjellvik m. fl. (2004) blir flere faktorer tatt med i vurderingen av effekten av tid på dagen trålundersøkelsene ble gjennomført. Blant annet ble variablene inkludert i min undersøkelse, tatt med, og det er her fortsatt tydelige tegn til effekter av tid på dagen, med maksimum rundt klokken 12. Selv om effekten er mest tydelig for de mindre lengdegruppene er det også kjent at større torsk gjør vertikale vandring. På bakgrunn av Hjellevik m. fl. (2002) ble det ikke forsøkt å justere fangsten i forhold til solhøyde. Det blir anbefalt at dersom målet er å finne relative forandringer for en lengdegruppe over år, og det ikke er signifikante forskjeller fra år til år i amplituden med hensyn til dagsrytmen, vil en slik korreksjon introdusere en ekstra kilde til variasjon. Programmet DIVA 2.2.0.4 (Hjellvik 2005) ble benyttet for å bekrefte resultatene, men dessverre kom dette inn i bildet for sent til at det kunne inkluderes i analysene. Resultatene indikerte at effekten av solhøyden varierte fra år til år, og for å få et riktigere estimat av fangsten kan det i fremtiden være riktig å inkludere effekten av solhøyde. I fremtidige analyser anbefales det at også skydekke, vind, flo og fjære inkluderes i modellen, og eventuelt kan solhøyde kombinert med skydekke gis i lux.

EFFEKT AV SOLHØYDE FOR KYSTTORSK

Effekten av solhøyde var mye mindre markant når det gjaldt kysttorsk. Resultatene varierte i stor grad, og det ble ikke funnet et entydig bilde av hvordan solhøyden påvirket fangstresultatene. En del av resultatene viser imidlertid at solhøyden påvirker fangsten av kysttorsk, men på grunn av usikkerhetene knyttet til justeringer, vil det sannsynligvis være best å ikke korrigere for slike effekter. Det er viktig å påpeke at denne oppgaven kun inneholder forsøk gjort med bunntål, og at ingen direkte bevis på størrelsesavhengig døgnvandring kan føres i og med at pelagisk tråling ikke er tatt med. dos Santos (1985) pekte for over 20 år siden på at spørsmålet om vertikal migrasjon er et komplekst og kontroversielt tema, og dette kan sies å også gjelde i dag.

EFFEKT AV BUNNDYP FOR ALL TORSK

I de fleste testene ble det funnet effekt av bunndyp. Dette er ikke overraskende, og er også rapportert som en viktig forklaringsvariabel i Hjellvik m. fl. (2004). I denne undersøkelsen ble det også funnet at mellomstor torsk hadde innvirkning på fangsten av liten torsk. Hvordan bunndypet virket inn varierte mellom områdene. I noen tilfeller var det økning ved økende bunndyp, mens det i andre områder var motsatte effekter. Dette kan tyde på at det ikke nødvendigvis er bunndypet i seg selv som regulerer fangsten, men andre faktorer som bunnssubstrat og lokale miljøforhold kan spille en like stor rolle. I og med at bunnssubstrat ennå ikke er kartlagt for de aktuelle områdene (Bang-Kittelsen 2006) er det vanskelig å anslå den relative innvirkningen av bunntype i fjordområdene i Troms og Finnmark. Bunndypets variasjon kan altså i tillegg til å forklare effekten av bunndyp, indikere at andre biotiske og

abiotiske faktorer i de ulike områdene virker inn på tettheten av kysttorsk i de ulike lengdegruppene. Når substratdata har blitt kartlagt i de aktuelle områdene kan det være interessant å koble disse mot dataene for torsk generelt og kysttorsk for å finne ut hvilke områder torsk og kysttorsk foretrekker.

TEMPERATUREFFEKTER PÅ TORSK

I Varangerfjorden viste temperaturen seg å virke inn på fangsten. Ved ca. 5,2 °C i oktober fikk regresjonskurven en nedbøyning mot 7,8 °C. Formen på kurven minner svært mye om resultatet for temperaturens påvirkning for torsk mellom 0-15 cm i Barentshavet vist i Hjellvik m. fl. (2004). I tidligere studier i Barentshavet har det blitt vist at større torsk er mer sensitiv i forhold til temperatur enn liten torsk. Dette kan forklares med at migrasjonspotensialet er høyere for stor torsk (Nakken m. fl. 1987; Michalsen m. fl. 1998; Ottersen m. fl. 1998). Dette gjelder i hovedsak for Nordøstarktisk torsk, men kan kanskje også gjelde mer generelt. I fjordene hvor det ble testet for effekter av temperatur, virket denne også inn på de mindre lengdegruppene. Dette kan stemme med resultatene fra Ottersen m. fl. (1998) hvor torsk i Barentshavet mellom 1-2 år blir beskrevet som lite migrerende, fra 3-6 år noe migrerende og torsk eldre enn 7 år blir beskrevet som migrerende. I studiet av de nordnorske fjordene er kun torsk eldre enn ca. 2 år studert. I perioder med varmt klima er den nordøstarktiske torsken beskrevet å migrere mot nord og øst. Dersom dette også er tilfelle for torsken i Varangerfjorden kan dette forklare hvorfor år med høye temperaturer førte til nedgang i fangst for de større lengdegruppene. Brander (1995) fant i studiet av 17 nordatlantiske torskestammer at variasjonen i vekst i stor grad kunne forklares av temperatur. Dette berører ikke mine resultater direkte, men hans utsagn om at temperaturdata bør sees i sammenheng med fiskeutbredelse kan understøttes av mine resultater. Han konkluderer med at:

"Det burde rettes søkelys mot effekten av temperatur på vekst av torsk (og muligens andre arter) fordi det sannsynligvis har signifikant effekt på mengdeevaluering, fangstoarsel og vurdering av konsekvensene av klimaforandringer. For å undersøke effektene i detalj, bør temperaturdata og fiskeutbredelse analyseres sammen"

Resultatene fra kysten av Nord-Norge viser at temperaturen absolutt spiller en rolle for tilstedeværelsen av kysttorsk. Hvordan den virker inn ser ut til å variere fra fjord til fjord, men på grunn av at temperaturmålingene er noe spredt, er det vanskelig å anslå eksakt hvilken effekt den har i hver fjord. Det kan ikke utelukkes at en del av resultatene er utsatt for overtilpasning og at p-verdiene og r^2 er unaturlig høye.

Drinkwater (2006) påpeker at også i 1920- og 1930-årene fant sted et skifte i utbredelsen av flere torskestammer relatert til økende temperatur. I denne sammenheng kan det være interessant å nevne at fiskere har meldt om økning av kysttorsk 15-16 nautiske mil nord for Nord-Fugløy i Nord-Troms. Det samme har blitt registrert nord for Austvågøy, utenfor Røst nord for og i Bleiksdjupet (Forberg 2006). Drinkwater (2005) forsøkte å spå fremtidige effekter av økt temperatur og kom frem til at de nordlige områdene av Atlanterhavet og Barentshavet vil kunne forvente en økning eller ingen forandring i torskebestanden dersom temperaturen stiger med 1-4 °C over dagens nivå. Om forflytning av torskebestandene er knyttet direkte til temperatur, eller om forflytningen skyldes fytoplankton, zooplankton, lodde, sild, og lignende er gjenstand for diskusjon.

Det er ønskelig at arbeidet for å forstå utbredelsen av kysttorsk i nordnorske kystområder, fortsetter for å få et klarere bilde av vandring innad i fjordene og kanskje ut av fjordene, relatert til temperatur.

TEMPERATUREFFEKTER PÅ KYSTTORSK

I enkelte fjorder så temperaturen ut til å spille en rolle for fangsten av kysttorsk. I og med at kysttorsken har mye mindre migrasjonspotensial enn nordøstarktisk torsk (bl. a. Jakobsen 1987; Svåsand 1990; Godø 1995) vil det derfor ikke forventes at kysttorsken "forsvinner" ut av fjordene ved temperatursvingninger. Mer sannsynlig er det da at tidlige faser av kysttorsken kan bli påvirket av temperaturen på våren, og at en temperatureffekt først vil bli synlig etter noen år.

4.4

SAMVARIASJON MELLOM DE ULIKE OMRÅDENE

KORRELASJON FOR ALL TORSK

I Varangerfjorden var hovedtendensen at det var samvariasjon mellom område 1 og 2, samt negativ korrelasjon mellom område 2 og 3. I Tanafjorden var tendensen den samme. I de andre fjordene, bortsett fra i Malangen mellom område 2 og 3 var det ingen tegn til samvariasjon. Sett i sammenheng med frekvensfordelingen for Varangerfjorden kan disse resultatene stemme godt. Frekvensfordelingen indikerte at det var større forskjell i fordelingen mellom område 1 og 3 i forhold til område 1 og 2. Dette kan tyde på at de minste lengdegruppen i område 1 og 2 reguleres til dels av samme faktorer mens gruppene 45-50 og 50-55 cm vandrer mellom område 2 og 3. De samme resultatene gjelder for Tanafjorden. I Malangen viste korrelasjonsresultatene at det var samvariasjon mellom område 2 og 3, men på grunn av liten fangst må det stilles spørsmål ved disse resultatene.

KORRELASJON FOR KYSTTORSK

Heller ikke kysttorsk viste klare sammenhenger mellom de ulike områdene. De minste lengdegruppene i Tanafjorden viste korrelasjon mellom område 1 og 2, og dette kan tyde på at mengden av kysttorsk, i de nevnte gruppene, i disse områdene reguleres av de samme faktorene. I Laksefjord ble det funnet korrelasjon mellom de fleste lengdegruppene i område 1 og 2, og dette kan tyde på at også disse to områdene reguleres av en eller flere felles faktorer. I de andre områdene var resultatene sprikende.

Pogson m. fl. (2003) fant ut at det i Nord-Norge var genetiske forskjeller mellom ulike fjorder. Blant annet ble det funnet at i Porsangerfjorden og Dønnesfjord i nærheten av Sørøysund og Tubåen hadde genetiske likheter som minnet om populasjonen av torsk i det vestlige Barentshavet. Dette kan i følge forfatterne tyde på at det nylig har vært utveksling mellom Barentshavet og disse områdene. Sarvas m. fl. (2005) studerte den genetiske forskjellen mellom kysttorsk og nordøstarktisk torsk. Funnene er svært interessante og viser et komplekst bilde på forskjeller mellom fjorder, kyststrøk og dybde i forhold til genetisk ulikheter. Denne artikkelen styrker teorien om separate populasjoner innad og mellom fjordene. Mork m. fl. (1999) påpeker at det er vanskelig å skille populasjonene genetisk basert på deres metode da variasjonen er like stor eller større over tid sammenlignet med geografisk område. Per i dag er det vanskelig å si om de geografiske variasjonene i tetthet kan forklares av at det er ulike populasjoner som oppholder seg i de ulike delene av, og i de ulike fjordene. Totalt sett i studieområdet er det imidlertid lite som tyder på at det er korrelasjon mellom de ulike områdene med hensyn på fangstmengde med Campelen 1800, og mengden ser ut til å bli regulert av ulike faktorer.

4.5

GENERELL DISKUSJON

Funnene bekrefter behovet for Havforskningsinstituttets satsing på et nasjonalt havlaboratorium med base i Porsangerfjorden (Boxaspen m. fl. 2005). En slik satsning vil i større grad kunne avdekke hva som er årsaken til utviklingen i denne fjorden, og vil også kunne øke forståelsen av de generelle mekanismene som påvirker torskepopulasjonene i de nordnorske fjordene. Resultatene fra denne analysen viser også at det i relativt stor grad er forskjell på utviklingen i de ulike områdene. Nedgangen som legges til grunn for rådene om null-fiske av kysttorsk (ICES 2005), er altså ikke gyldig i alle fjorder i kyststrøkene i Nord-Norge, men det må presiseres at resultatene er usikre med tanke på effekt av bunndyp og solhøyde. Disse resultatene er derfor viktige, og kan brukes i argumentasjonen om at det er ønskelig med en mer finskala geografisk bestandsvurdering for kysttorsk i Troms og Finnmark. Samtidig er det svært viktig å understreke at jeg ikke argumenterer mot at det totalt er en betydelig nedgang av kysttorsk i Nord-Norge.

Det videre arbeidet bør kunne ta utgangspunkt i resultatene fra denne oppgaven og herfra se videre på faktorer som er spesifikke for hver fjord eller hvert kystområde.

Resultatene har også avslørt at solhøyden på trålingstidspunktet spiller en sentral rolle i selve innsamlingsmetodikken også i fjord- og kyststrøkene i Troms og Finnmark. Dette gjelder imidlertid ikke i så stor grad hvor kun kysttorsk ble inkludert i datasettet. Om resultatene for kysttorsk i de studerte fjordene bør justeres i forhold til tidspunkt på dagen, eller solhøyde, er som tidligere nevnt, åpent for diskusjon, men sannsynligvis er en slik justering mer aktuell for nordøstarktisk torsk. Denne problematikken er grundig gjennomgått av Hjellvik m. fl. (2002). Også faktorer som skydekke og vind bør undersøkes nærmere i fjord- og kystområdene i Troms og Finnmark for å få et bedre bilde av lysets rolle i innsamling av data.

Statistisk og biologisk sett kan det argumenteres for at dagens metodikk ikke gir et godt nok bilde av den virkelige mengde av kysttorsk i sjøen. Bruken av akustikk omgår dette problemet til en viss grad, men det er vanskelig å skille de ulike fiskeslagene fra hverandre ved bruk av akustisk metodikk. Wood (2006a) argumenterer for at "virtuell populasjonsanalyse (VPA)" basert på fangststatistikk fra fortiden kan gi et godt bilde av populasjonsutviklingen. VPA er en vanlig metode brukt til bestandsvurdering. En slik metode vil imidlertid ikke kunne brukes for å gi en geografisk finskala vurdering av bestandsutviklingen i og med at den geografiske nøyaktigheten på innrapporteringen er dårlig. Wood argumenterer videre for å bruke telling av egg som et populasjonsmål. Ved en slik telling er det mulig å finne raten en populasjon produserer egg og derfra finne ut hvor stor masse som må til for å produsere den samme mengden egg.

For å komme tilbake til spørsmålene i begynnelsen av oppgaven:

Svaret på dette spørsmålet er ja, til dels. Det har blitt vist at det er forandringer i mengden av kysttorsk i ca. 40-50 % av fjordområdene. Det er også geografiske forskjeller på hvordan utviklingen har vært. I noen tilfeller kan H_{0a} forkastes, mens i andre tilfeller ikke.

Det ble ikke funnet bevis for syklisk variasjon i undersøkelsene. Det kan imidlertid ikke utelukkes at syklisk variasjon forekommer.

H_{0d} kan forkastes for de minste lengdegruppene i Tanafjorden og Laksefjord. Ellers var resultatene varierende.

Generelt ble det ikke funnet beviser på at populasjonsstrukturen har endret seg.

H_0 kan til dels forkastes. Effekten av solhøyde og temperatur var mest markant i tilfellene hvor all torsk ble inkludert. For kysttorsk er resultatene noe mer usikre. Bunndypet ser ut til å påvirke resultatene i mange tilfeller. Dette kan også være en områdeeffekt.

Funnene fra GAM-undersøkelsene gjør at de resterende resultatene basert på trålundersøkelser usikre, og resultatene må derfor sees i sammenheng med dette. Det vil imidlertid være vanskelig å justere for solhøyde, med tanke på at migrasjonsmønsteret ikke er konstant fra år til år og fra område til område, og at en slik justering vil innføre enda større usikkerhet enn de ujusterte målingene. Som nevnt tidligere er metoden for å regne ut SSB og bestandsmengde ut fra akustiske undersøkelser og tråldata i enkelte miljøer kritisert. Til tross for at funnene i denne oppgaven indikerer at det har vært økning av de større lengdegruppene, og nedgang i de mindre lengdegruppene har jeg ikke på den tilmålte tiden vært i stand til også å vise dette gjennom forandring i lengdefrekvensfordeling over tid. Metoden brukt for å finne lengdefrekvensfordelingen, i oppgaven brukt på all torsk, bør imidlertid kunne benyttes for å lete etter strukturendringer i kysttorskbestanden. Dette kan videre underbygge tanken om at fordelingen av kysttorskbestanden er forskjøvet mot eldre torsk. Videre mener jeg at det bør satses på forskning på nye metoder for å anslå populasjonsstørrelser av kysttorsk. Dagens metoder vil være utsatt for ukontrollerbare faktorer, som i størst mulig grad bør minimeres.

Kun i få tilfeller ble det funnet at kysttorskpopulasjonene innen samme fjord korrelerte med hensyn til mengde. Dette kan underbygge påstandene om at det er snakk om flere ulike populasjoner som blir regulert av forskjellige faktorer. Det er, slik jeg ser det, ønskelig at arbeidet med å kartlegge populasjonsstrukturen av kysttorsk, gjennom genetiske studier, fortsetter. Dersom det viser seg at en i stor grad kan snakke om ulike stammer, kan det vurderes om forvaltningen av disse stammene skal fortsette som før, eller om det er tilrådelig å gi mer finskala vurdering og kvotebestemmelser. Dette vil spesielt være viktig med mer satsing på turistfiske, hvor enkeltpopulasjoner i verste fall kan bli urimelig hardt beskattet.

Videre vil det være ønskelig å forske videre på sammenhengen mellom ulike arter og utbredelsen av kysttorskstammene. Fiskere bør også involveres for å kunne rapportere hva som blir observert i fjord og kystområdene, slik at Havforskningsinstituttet, med de rette bevilgningene, kan bekrefte deres observasjoner gjennom vitenskapelige metoder. I og med at kysttorsk regnes som relativt stasjonær, kan det også være mulig å bruke denne som indikator for lokalmiljø. Det finnes allerede eksempler på at dette har blitt forsøkt (Torsk og flyndre: Beyer m. fl. 1996; Flyndre: Goksoyr m. fl. 1996; Torsk og skrubbe: Holth 2004). Det vil være naturlig at NIVA og Havforskningsinstituttet samarbeider om en slik oppgave da NIVA innehar kompetanse på forurensing, mens Havforskningsinstituttet har kompetanse knyttet til kysttorsk.

Kapittel 5

REFERANSER

- Fiskeridirektoratet** (2004). Høringsnotat om tiltak for vern av kysttorsk i 2005
- Aglen, A., J. Alvsvåg, Å. Høines, K. Korsbrekke, O. Smirnov og N. Zhukova** (2004). "Investigations of demersal fish in the Barents Sea winter 2004." IMR/PINRO Joint Report Series, 5: 58pp.
- Aglen, A. og O. Nakken** (1997). "Improving time series of abundance indices applying new knowledge." Fisheries Research 30(1-2): 17-26.
- Asplin, L.** (1995). Examination of local circulation in a wide, stratified fjord including exchange of water with the adjacent ocean, due to constant local upfjord wind. Ecology of fjords and coastal waters: Proceedings of the Mare Nor Symposium on the Ecology of Fjords and Coastal Waters. H. R. Skjoldal, C. Hopkins, K. E. Erikstad and H. P. Leinaas (red.). Amsterdam, Elsevier: 177-184.
- Asplin, L., A. G. V. Salvanes og J. B. Kristoffersen** (1999). "Nonlocal wind driven fjord-coast advection and its potential effect on plankton and fish recruitment." Fisheries Oceanography 8(4): 255-263.
- Bang-Kittelsen, A.** (2006). Forespørsel om bunnsubstratdata for Troms og Finnmark fra Norsk Geologisk Undersøkelse. Personlig kommunikasjon
- Becker, R. A., J. M. Chambers og A. R. Wilks** (1988). The new S language : a programming environment for data analysis and graphics I: Wadsworth & Brooks/Cole computer science series. Pacific Grove, Calif. R. A. Becker, J. M. Chambers and A. R. Wilks (red.) Wadsworth & Brooks. (0-534-09192-x)
- Benoit, H. P. og D. P. Swain** (2003). "Accounting for length- and depth-dependent diel variation in catchability of fish and invertebrates in an annual bottom-trawl survey." ICES Journal of Marine Science 60(6): 1298-1317.
- Berg, E.** (2005). Personlig kommunikasjon med Erik Berg. Personlig kommunikasjon
- Berg, E. og O. T. Albert** (2003). "Cod in fjords and coastal waters of North Norway: distribution and variation in length and maturity at age." Ices Journal of Marine Science 60(4): 787-797.
- Berg, E., K. Korsbrekke og S. Mehl** (2003). "Akustisk Mengdemåling av Sei, Kysttorsk og Ungsild Finnmark - Møre Hausten 2003." Institute of Marine Research.
- Berg, E., K. Korsbrekke, S. Mehl og A. Nybakk** (2004) Akustisk Mengdemåling av Sei, Kysttorsk og Ungsild Finnmark - Møre Hausten 2004
- Berg, E. og T. Pedersen** (2001). "Variability in recruitment, growth and sexual maturity of coastal cod (*Gadus morhua* L.) in a fjord system in northern Norway." Fisheries Research 52(3): 179-189.
- Beyer, J., M. Sandvik, K. Hylland, E. Fjeld, E. Egaas, E. Aas, J. U. Skare og A. Goksoyr** (1996). "Contaminant accumulation and biomarker responses in flounder (*Platichthys flesus* L) and Atlantic cod (*Gadus morhua* L) exposed by caging to polluted sediments in Sorfjorden, Norway." Aquatic Toxicology 36(1-2): 75-98.
- Bjerknes, V., H. Christie, K. Hylland, T. Kristensen, T. M. Lunde, A. Pedersen, E. Rinde og J. H. Sandberg** (2006). "Kysttorsk og miljø. Dataserier for studier av miljøets betydning for bestandssituasjonen." Rapport: Norsk institutt for vannforskning 5168-2006: 41.
- Bjørnstad, O. N., J. M. Fromentin, N. C. Stenseth og J. Gjosaeter** (1999a). "A new test for density-dependent survival: The case of coastal cod populations." Ecology 80(4): 1278-1288.
- Bjørnstad, O. N., J. M. Fromentin, N. C. Stenseth og J. Gjosaeter** (1999b). "Cycles and trends in cod populations." Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 96(9): 5066-5071.
- Bogstad, B., Å. Fotland og S. Mehl** (1999). A revision of the abundance indices for cod and haddock from the Norwegian winter survey in the Barents Sea, 1983-1999. Working Document, ICES Arctic Fisheries Working Group, 23 August - 1 September 1999.

- Bowman, A. W. og A. Azzalini** (1997). Applied smoothing techniques for data analysis : the Kernel approach with S-Plus illustrations I: Oxford statistical science series. (0198523963)
- Bowman, A. W. og A. Azzalini** (2005) SM 2.1 <http://www.stats.gla.ac.uk/~adrian/sm>
- Boxaspen, K., A.-L. Agnalt, J. Gjørseter, L. L. Jørgensen og A. B. Skiftesvik** (2005). Porsangerfjorden – et nasjonalt havlaboratorium I: Kyst og havbruk 2005 Fisken og havet, særnr. 2–2005.
- Brander, K. M.** (1995). "The effect of temperature on growth of Atlantic cod (*Gadus morhua* L.)." ICES Journal of Marine Science **52**(1): 1-10.
- Castonguay, M., C. Rollet, A. Frechet, P. Gagnon, D. Gilbert og J. C. Brethes** (1999). "Distribution changes of Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) in the northern Gulf of St Lawrence in relation to an oceanic cooling." Ices Journal of Marine Science **56**(3): 333-344.
- Chambers, J. M. og T. J. Hastie** (1993). Statistical models in S I: New York J. M. Chambers and T. J. Hastie (red.) Chapman & Hall. (0-412-05301-2)
- Christie, H. og E. Rinde** (1995). "Endringer i kråkebolleforekomst, kråkebolleparasitt og bunnalgevegetasjon langs kysten av midt-Norge." NINA oppdragsmeldning **359**: 1-39.
- Crawley, M. J.** (2004). Statistical Computing, An introduction to Data Analysis using S-plus I: (red.) John Wiley & Sons Ltd. (0471560405)
- Dahle, G.** (1991). "Cod, *Gadus morhua* L., populations identified by mitochondrial DNA." Journal of Fish Biology **38**: 295-303.
- Dahle, G., K. E. Jørstad, H. E. Rusaas og H. Ottera** (2006). "Genetic characteristics of broodstock collected from four Norwegian coastal cod (*Gadus morhua*) populations." Ices Journal of Marine Science **63**(2): 209-215.
- Dahle, G. og K. E. Jørstad** (1993). "Haemoglobin variation in cod - a reliable marker for Arctic cod (*Gadus morhua* L.)." Fisheries Research **16**: 301-311.
- Dos Santos, J.** (1985). Feeding ecology of cod (*Gadus morhua* L.) in Balsfjord and Ullsfjord, Northern-Norway, 1982-1983. Tromsø, [A. J. F. A. dos Santos]: 64 bl.
- Drinkwater, K. F.** (2005). "The response of Atlantic cod (*Gadus morhua*) to future climate change." Ices Journal of Marine Science **62**(7): 1327-1337.
- Drinkwater, K. F.** (2006). "The regime shift of the 1920s and 1930s in the North Atlantic." Progress in Oceanography **68**(2-4): 134-151.
- Eilertsen, H. C. og W. Skarohamar** (2006). "Temperatures of north Norwegian fjords and coastal waters: Variability, significance of local processes and air-sea heat exchange." Estuarine Coastal and Shelf Science **67**(3): 530-538.
- ESRI** (2005) ArcGIS 9.1 9.1 <http://www.esri.com>
- Fevolden, S. E. og G. H. Pogson** (1995). Differences in nuclear DNA RFLPs between the Norwegian coastal and the Northeast Arctic population of Atlantic cod. Ecology of fjords and coastal waters. H. R. Skjoldal, C. Hopkins, K. E. Erikstad and H. P. Leinaas (red.). Amsterdam., Elsevier Science B.V.: 403-415.
- Fevolden, S. E. og G. H. Pogson** (1997). "Genetic divergence at the synaptophysin (Syp I) locus among Norwegian coastal and north-east Arctic populations of Atlantic cod." Journal of Fish Biology **51**: 895-908.
- Fiksen, O., A. C. W. Utne, D. L. Aksnes, K. Eiane, J. V. Helvik og S. Sundby** (1998). "Modelling the influence of light, turbulence and ontogeny on ingestion rates in larval cod and herring." Fisheries Oceanography **7**(3-4): 355-363.
- Fiskeri- og Kystdepartementet** (2002). Pressemelding: Nedbeiting av tareskog. Nr.: 5/2002.
- Fiskeri- og Kystdepartementet** (2005a). Vernetiltak for norsk kysttorsk i 2006. Nr.: 112/2005.
- Fiskeri- og Kystdepartementet** (2005b). Kysttorskregulering – områdebegrensninger. Nr.: 2/2006.

- Fiskeridirektoratet** (2004). "Høringsnotat om tiltak for vern av kysttorsk i 2005."
- Forberg, B. T.** (2006). Holder kjeft for å slippe stenging. *Fiskaren* 16.02.2006
<http://www.fiskaren.no/incoming/article101025.ece>
- Fu, C. og R. Mohn** (2001). "Why the Atlantic cod (*Gadus morhua*) stock off eastern Nova Scotia has not recovered." *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **58**(8): 1613.
- GEBCO** (2005). General Bathymetric Chart of the Oceans (GEBCO)
<http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/gebco/>
- Godø, O. R.** (2003). "Fluctuation in stock properties of north-east Arctic cod related to long-term environmental changes." *Fish and Fisheries* **4**(2): 121-137.
- Godø, O. R.** (1995). "Transplantation-tagging-experiments in preliminary studies of migration of cod off Norway." *ICES Journal of Marine Science* **52**(6): 955-962.
- Goksoyr, A., J. Beyer, E. Egaas, B. E. Grosvik, K. Hylland, M. Sandvik og J. U. Skaare** (1996). "Biomarker responses in flounder (*Platichthys flesus*) and their use in pollution monitoring." *Marine Pollution Bulletin* **33**(1-6): 36-45.
- Havforskningsinstituttet** (2006). CTD stasjoner fra TINDOR
- Heggberget, T. M. og K. E. Moseid** (1994). "Prey Selection in Coastal Eurasian Otters Lutra-Lutra." *Ecography* **17**(4): 331-338.
- Hjellvik, V.** (2005) DIVA version 2.2.0.4 *Institute of marine research, Norway*
- Hjellvik, V., O. R. Godø og D. Tjøstheim** (2001). "Modeling Diurnal Variation of Marine Populations." *Biometrics* **57**(1): 189-196.
- Hjellvik, V., O. R. Godø og D. Tjøstheim** (2002). "Diurnal variation in bottom trawl survey catches: Does it pay to adjust?" *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **59**(1): 33.
- Hjellvik, V., O. R. Godø, og D. Tjøstheim** (2004). "Decomposing and explaining the variability of bottom trawl survey data from the Barents Sea." *Sarsia: North Atlantic Marine Science* **89**(3): 196-210.
- Holth, T. F.** (2004). Effekter av miljøgifter på torsk og skrubbe fra indre Oslofjord, The university of Oslo.
- ICES** (2005) Report of the Arctic Fisheries Working Group (AFWG)
- ICES.** (2006b). "Map showing the ICES Areas ", from
<http://www.ices.dk/aboutus/icesareas.asp>.
- ICES Oceanographic Database and Services** (2006). ICES Oceanographic Database and Services <http://www.ices.dk/ocean/dotnet/HydChem/HydChem.aspx>
- Insightful Corp.** (2005) S-PLUS® 7.0 for Windows ENTERPRISE DEVELOPER
<http://www.insightful.com/products/splus/default.asp>
- Insightful Corporation** (2001). S-PLUS 6 for Windows, Guide to Statistics I, Volume 2, (red.) Insightful Corporation, Seattle, WA.
- Isaksen, K., P. O. Syvertsen, J. V. D. Kooij og H. Rinden** (1998). "Truete pattedyr i Norge: faktaark og forslag til rødliste." *Norsk Zoologisk Forening Rapport* **5**: 182.
- Jakobsen, T.** (1987). "Coastal Cod in Northern Norway." *Fisheries Research* **5**(2-3): 223-234.
- Julliard, R., N. C. Stenseth, J. Gjosaeter, K. Lekve, J. M. Fromentin og D. S. Danielssen** (2001). "Natural mortality and fishing mortality in a coastal cod population: A release-recapture experiment." *Ecological Applications* **11**(2): 540-558.
- Kjellqwist, S. A. og T. Haug** (1995). "Trends in age-compositions, growth and reproductive parameters of Barents Sea harp seals, *Phoca groenlandica*." *Ices Journal of Marine Science* **52**: 197-208.
- Knijn, R. J., T. W. Boon, H. J. L. Heessen og J. R. G. Hislop** (1993). *Atlas of North Sea fishes I: ICES Cooperative Research Report 194*. ICES (red.) ICES Cooperative Research Report 194.

- Korsbrekke, K. og O. Nakken** (1999). "Length and species-dependent diurnal variation of catch rates in the Norwegian Barents Sea bottom-trawl surveys." Ices Journal of Marine Science **56**(3): 284-291.
- Kristoffersen, J. B. og A. G. V. Salvanes** (1998). "Life history of *Mauroliticus muelleri* in fjordic and oceanic environments." Journal of Fish Biology **53**(6): 1324-1341.
- Lekve, K., K. Enersen, S. E. Enersen, J. Gjosaeter og N. C. Stenseth** (2006). "Interannual variability in abundance and length of young coastal cod in the subtidal zone." Journal of Fish Biology **68**(3): 734-746.
- Leth, O. K.** (1995). A study on the effect of local wind on the dynamics of the upper layer in the inner part of Malangen. Ecology of fjords and coastal waters: Proceedings of the Mare Nor Symposium on the Ecology of Fjords and Coastal Waters. H. R. Skjoldal, C. Hopkins, K. E. Erikstad and H. P. Leinaas (red.). Amsterdam, Elsevier: 185-194.
- Lindsey, J. K.** (1997). Applying generalized linear models I: Springer texts in statistics. New York, (red.) Springer. (0-387-98218-3)
- Lunde, T. M.** (2006). "Forandring i torskemengder i Troms og Finnmark, 1995-2004." Upubliserte resultater.
- Løken, S. og T. Pedersen** (1996). "Effect of parent type and temperature on vertebrae number in juvenile cod in Northern Norway." Sarsia **80**: 293-298.
- Løken, S., T. Pedersen og E. Berg** (1994). "Vertebrae numbers as an indicator for the recruitment mechanism of coastal cod of northern Norway." ICES Marine Science Symposia **198**: 510-519.
- Meaden, G. J. og T. D. Chi** (1996). Geographical information systems - Applications to marine fisheries I: FAO Fisheries Technical Papers - T356. (9251038295)
- Michalsen, K., G. Ottersen og O. Nakken** (1998). "Growth of North-east Arctic cod (*Gadus morhua* L.) in relation to ambient temperature." ICES Journal of Marine Science **55**(5): 863-877.
- Microsoft** (2003) Excel: Part of Microsoft Office Professional Edition 2003 <http://office.microsoft.com/en-us/default.aspx>
- Mork, J. og M. Giæver** (1999). "Genetic structure of cod along the coast of Norway: Results from isozyme studies." Sarsia **84**(2): 157-168.
- Møller, D.** (1966). "Genetic differences between cod groups in the Lofoten area." Nature **212**: 824-824.
- Møller, D.** (1968). "Genetic diversity in spawning cod along the Norwegian coast." Hereditas **60**: 1-32.
- Møller, D.** (1969). "The relationship between Arctic and coastal cod in their immature stages illustrated by frequencies of genetic characters." Fiskeridirektoratets Skrifter Serie Havundersøkelser **15**: 220-233.
- Nakken, O. og A. Raknes** (1987). "The distribution and growth of Northeast Arctic cod in relation to bottom temperatures in the Barents Sea, 1978-1984." Fisheries Research **5**(2-3): 243-252.
- Nilsen, K. T., T. Haug, T. Ritsland, L. Lindblom og S. A. Kjellqwist** (1998). "Invasion of harp seals (*Phoca groenlandica* Erxleben) to coastal waters of Norway in 1995: Ecological and demographic implications." Sarsia.
- Nilssen, K. T., T. Haug, T. Øritsland, L. Lindblom og S. A. Kjellqwist** (1998). "Invasions of harp seals (*Phoca groenlandica* Erxleben) to coastal waters of Norway in 1995: Ecological and demographic implications." Sarsia **83**: 337-345.
- Nordeide, J. T. og I. H. Pettersen** (1998). "Haemoglobin frequencies and vertebral numbers of cod (*Gadus morhua* L.) off northern Norway - test of a population structure hypothesis." ICES Journal of Marine Science **55**: 134-140.
- Norges fiskerihøgskole** (2006). Havmiljødata fra nordnorske fjorder <http://lupus.nfh.uit.no/>
- Norsk Geologisk Undersøkelse** (2006). MAREANO <http://www.ngu.no>

- NOAA-NESDIS-National Oceanographic Data Center - U.S. Department of Commerce
(2005). World ocean database 2005
http://www.nodc.noaa.gov/OC5/WOD05/pr_wod05.html
- Orvik, K. A., L. Lundberg og M. Mork (1995). Topographic influence of the flow field off Lofoten-Vesterålen. Ecology of fjords and coastal waters: Proceedings of the Mare Nor Symposium on the Ecology of Fjords and Coastal Waters. H. R. Skjoldal, C. Hopkins, K. E. Erikstad and H. P. Leinaas (red.). Amsterdam, Elsevier: 165-175.
- Ottersen, G., K. Michalsen og O. Nakken (1998). "Ambient temperature and distribution of north-east Arctic cod." ICES Journal of Marine Science 55(1): 67-85.
- Parsons, L. S. og W. H. Lear (2001). "Climate variability and marine ecosystem impacts: a North Atlantic perspective." Progress in Oceanography 49(1-4): 167-188.
- Pogson, G. H. og S.-E. Fevolden (2003). "Natural selection and the genetic differentiation of coastal and Arctic populations of the Atlantic cod in northern Norway: a test involving nucleotide sequence variation at the pantophysin (PanI) locus." Molecular Ecology 12(1): 63-74.
- R Development Core Team (2005) R: A language and environment for statistical computing
<http://www.R-project.org> Vienna, Austria
- Rinde, E., A. Bjørge, A. Eggereide og G. Tufteland (2001). Kystøkologi I: Oslo, U. AS (red.) Universitetsforlaget AS. (8200226530)
- Rollefsen, G. (1933). "The otolithes of the cod." Fiskeridirektorates Skrifter Serie Havundersøkelser 5(7): 23.
- Rose, G. A., B. deYoung, D. W. Kulka, S. V. Goddard og G. L. Fletcher (2000). "Distribution shifts and overfishing the northern cod (*Gadus Morhua*): A view from the ocean." Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 57(3): 644-663.
- Salvanes, A. G. V. (2001). "Review of ecosystem models of fjords; new insights of relevance to fisheries management." Sarsia 86(6): 441-463.
- Sarvas, T. H. og S. E. Fevolden (2005). "Pantophysin (Pan I) locus divergence between inshore v. offshore and northern v. southern populations of Atlantic cod in the north-east Atlantic." Journal of Fish Biology 67(2): 444-469.
- Schlitzer, R. (2006) Ocean Data View 3.1.0 <http://odv.awi.de>
- Skadsheim, A., E. Rinde og H. Christie (1993). "Forekomst og endringer i kråkebolletthet, kråkebolleparasitt og gjenvekst av tareskog langs norskekysten fra Trøndelag til Troms." NINA oppdragsmeldning 258: 1-39.
- Statens Kartverk (2005). N5000- og N50-kart. WGS84 33N lotus.uib.no/sde
- Steele, J. H. (2004). "Regime shifts in the ocean: reconciling observations and theory." Progress in Oceanography 60(2-4): 135-141.
- Stensholt, B. K. (2001). "Cod migration patterns in relation to temperature: analysis of storage tag data." Ices Journal of Marine Science 58(4): 770-793.
- Sunlit Design (2006) The Sun API v03.01.01 <http://www.sunlit-design.com/products/thesunapi/documentation/sdxAlt.php>
- Svendsen, H. (1995). Physical oceanography of coupled fjord-coast systems in northern Norway with special focus on frontal dynamics and tides. Ecology of fjords and coastal waters: Proceedings of the Mare Nor Symposium on the Ecology of Fjords and Coastal Waters. H. R. Skjoldal, C. Hopkins, K. E. Erikstad and H. P. Leinaas (red.). Amsterdam, Elsevier: 149-164.
- Svåsand, T. (1990). "Comparisons of migration pattern of wild and recaptured reared coastal cod, *Gadus morhua* L., released in a small fjord in western Norway." Aquaculture and Fisheries Management 21: 491-495.
- Svåsand, T., K. Boxaspen, E. Dahl og L. L. r. Jørgensen (2006) Kyst og havbruk 2006

- Trenkel, V. M. og H. J. Skaug** (2005). "Disentangling the effects of capture efficiency and population abundance on catch data using random effects models." ICES Journal of Marine Science **62**(8): 1543-1555.
- U.S. Naval Observatory** (2005) MICA (Multiyear Interactive Computer Almanac) 1800-2050 V. 2.0 <http://aa.usno.navy.mil/software/mica/micainfo.html> Washington, DC
- Vadas, R. L. og R. S. Steneck** (1995). Overfishing and inferences in kelp-sea urchin interactions. Ecology of Fjords and Coastal Waters. H. R. Skjoldal, C. Hopkins, K. E. Erikstad and H. P. Leinaas (red.), Elsevier Science B.V: 509-524.
- Witman, J. D. og K. P. Sebens** (1992). "Regional Variation in Fish Predation Intensity - a Historical-Perspective in the Gulf of Maine." Oecologia **90**(3): 305-315.
- Wood, S. N.** (2006a). Generalized Additive Models: An Introduction with R. I: Texts in Statistical Science Series.67, (red.) Boca Raton : Chapman & Hall/CRC. (1584884746)
- Wood, S. N.** (2006b) Multiple Smoothing Parameter Estimation by GCV or UBRE <http://www.stats.gla.ac.uk/~simon/>

Kapittel 6

APPENDIKS

Appendiks A. Sammen drag av tetthet per areal i de ulike områdene

	Omr	30-35cm					35-40cm					40-45cm					45-50cm								
		Min	1.Q	Med.	Snitt	3.Q	Maks	Min	1.Q	Med.	Snitt	3.Q	Maks	Min	1.Q	Med.	Snitt	3.Q	Maks	Min	1.Q	Med.	Snitt	3.Q	Maks
Varangerfjorden	1	0	70.14	218.2	180.1	269.8	394.5	0	131.9	263.8	281.8	388.1	571.6	73.52	125	185.6	200.7	205.4	452	0	119.2	186.2	206.4	343	436.9
	2	0	77.93	131.5	201.9	280.6	573.8	0	0	109.9	168.8	253.2	527.6	0	0	36.76	59.59	83.33	182.4	0	39.72	70.09	75.89	119.2	198.6
	3	0	0	72.2	145.7	238	582	0	10.31	80.02	138.8	165.6	665.7	0	39.71	75.82	120.1	156.2	461.7	0	0	72.28	109.2	170.2	335.1
Tanafjorden	1	0	0	77.93	203.7	206.3	1012	29.31	41.22	109.9	196.8	219.8	900	0	41.66	71.42	119	125	464.7	0	0	39.71	98.09	198.6	238.8
	2	56.11	93.52	115.8	165.4	169.5	481.7	0	79.15	116.7	119.1	159.4	234	0	0	58.33	74.63	130.5	208.3	0	26.28	39.72	44.26	50.64	132.4
	3	0	40.46	70.14	136.9	151.2	748.1	0	48.25	85.44	121.3	142.9	405.8	0	33.22	70.38	81.75	103.4	240.4	0	38.35	94.7	277.9	142.3	2383
Laksefjord	1	0	5.395	56.07	120	198.7	476.1	0	94.81	164	208.5	216.4	703.5	0	12.02	182.3	169.5	222.5	500	0	113.6	157.9	190.6	260.5	595.8
	2	46.76	168.3	222.6	256.9	292.2	607.9	0	79.14	175.9	188.8	258.4	470.7	0	66.66	104.2	139.2	181	375	47.66	124.1	158.9	157.2	198.6	248.3
	3	0	0	0	34.38	50.1	123.8	0	47.11	73.28	89.1	87.93	274.8	0	0	69.44	67.72	78.12	260.4	0	0	66.2	122.5	79.44	595.8
Porsangerfjorden	1	0	47.48	204.6	178.1	291.3	334	59.96	129.4	161.6	216	200.6	659.5	0	14.42	70.07	126.9	111	611.4	73.32	78.2	101.8	262.4	415.7	830.2
	2	20.04	103	162.8	279.6	328.1	1064	41.22	73.31	316.2	450.6	483.6	1566	0	51.62	293.5	385.5	566.6	1406	0	22.08	126.4	237	354.3	1043
	3	0	23.38	112.2	152.5	219.2	514.4	0	65.95	119.4	157.3	206.1	539.6	0	25	104.2	121.7	144.2	511.3	0	39.72	79.44	94.58	132.4	278
	4	0	100.7	219.2	230.5	386	420.8	0	21.98	82.44	139.8	265.1	322.1	0	20.83	41.66	66.69	63.1	257.3	0	0	39.71	83.04	95.57	350.4
Sørøysundet	1	0	0	71.81	166.7	209.4	647.4	0	0	44.17	61.73	72.68	253.7	0	36.24	83.7	74.29	103.3	144.2	0	0	41.54	57.77	77.13	219.5
	2	0	0	38.96	69.18	93.52	233.8	0	0	0	37.13	87.93	131.9	0	0	0	0	33.39	83.33	117.2	0	31.77	39.72	49.79	158.9
Tubåen	1	0	35.07	50.1	55.78	93.52	112.2	43.97	47.11	61.09	107.7	120.9	293.1	16.67	78.94	107.1	165.1	214.3	416.6	42.55	75.75	198.6	173.5	203.8	397.2
Revsbotn	1	0	87.67	187	162.6	218.8	394.5	0	123.7	307.8	333.5	405.9	906.8	0	89.28	336.5	287.1	375	703.1	42.55	95.32	198.6	256.9	397.2	595.8
	2	0	60.12	125.2	236.3	314.4	751.5	87.94	135.9	260.9	341.4	282.7	1054	0	10.42	103.7	162.5	275.8	455	0	0	42.56	74.91	130.7	218.4
	3	0	0	62.34	118.7	116.9	607.9	0	43.97	52.76	121	175.9	329.8	0	0	83.33	76.71	104.2	250	0	0	0	32.68	42.55	158.9
Allafjorden	1	53.95	110.7	187	237.2	368.2	448.9	101.5	131.9	164.9	174.7	175.9	307.8	0	41.66	156.3	168.2	291.6	333.3	0	62.71	183.3	185.6	286	463.4
	2	70.14	137.4	210.4	198	240.1	350.7	0	186.9	206.1	230	239.3	551.5	0	72.91	125	170.7	253.9	416.6	0	172.5	255.3	235.2	344.2	357.5
	3	43.84	118.6	241.8	405.3	480.9	1753	41.22	113.1	236.2	288.9	333.1	769.4	13.16	107.4	258.9	274.7	367.4	833.3	12.54	93.09	174.5	217.6	342.6	476.6
	4	0	36.62	90.6	156.5	182.4	601.2	0	21.44	66.51	100.4	118.6	395.7	0	21.69	86.31	101.3	168.7	291.6	0	32.27	99.3	106.3	141.5	297.9
	5	46.76	112.1	178	318.2	461.7	951.9	0	72.82	138.7	296.6	420.6	895.1	0	31.24	98.21	156.5	269.6	416.6	0	65.78	79.44	229.7	274.1	893.7
Kvænangen	1	0	41.91	185.4	180.2	262	467.6	0	90.93	135.8	176.8	173.1	483.6	33.33	40.59	78.43	116.3	123	458.3	35.05	45.68	74.77	95.21	103.6	297.9
Lyngenfjord / Skibotn	1	0	64.74	269.8	330.3	438.4	1052	0	60.88	87.93	165.3	164.9	603	0	19.23	39.06	130.3	192.3	468.7	0	36.66	49.65	111	223.4	335.1
	2	0	10.96	130.9	196.1	310.7	634.6	0	18.27	107.2	140.7	171.5	453.4	16.67	41.66	78.43	108.1	139.5	364.6	0	0	38.48	33.3	41.84	99.3
	3	0	0	46.76	82.26	93.52	280.6	0	0	0	24.12	43.97	87.93	0	0	0	17.75	34.72	83.33	0	0	0	43.4	79.44	158.9
Malangen	1	0	56.11	140.3	225.6	309.4	1052	0	35.17	131.9	159	184	659.5	0	31.25	125	134.6	156.2	446.4	0	63.55	99.29	136.9	178.7	340.4
	2	0	72.84	258.6	243.4	337.8	561.1	0	60.19	136	216	257.2	1131	38.46	103.4	202.9	255.9	303.8	1116	0	11.92	128.6	163	235.1	510.6
	3	0	0	0	5.196	0	46.76	0	0	0	1.954	0	17.59	0	0	0	30.13	44.64	104.2	0	0	0	35.62	42.55	119.2

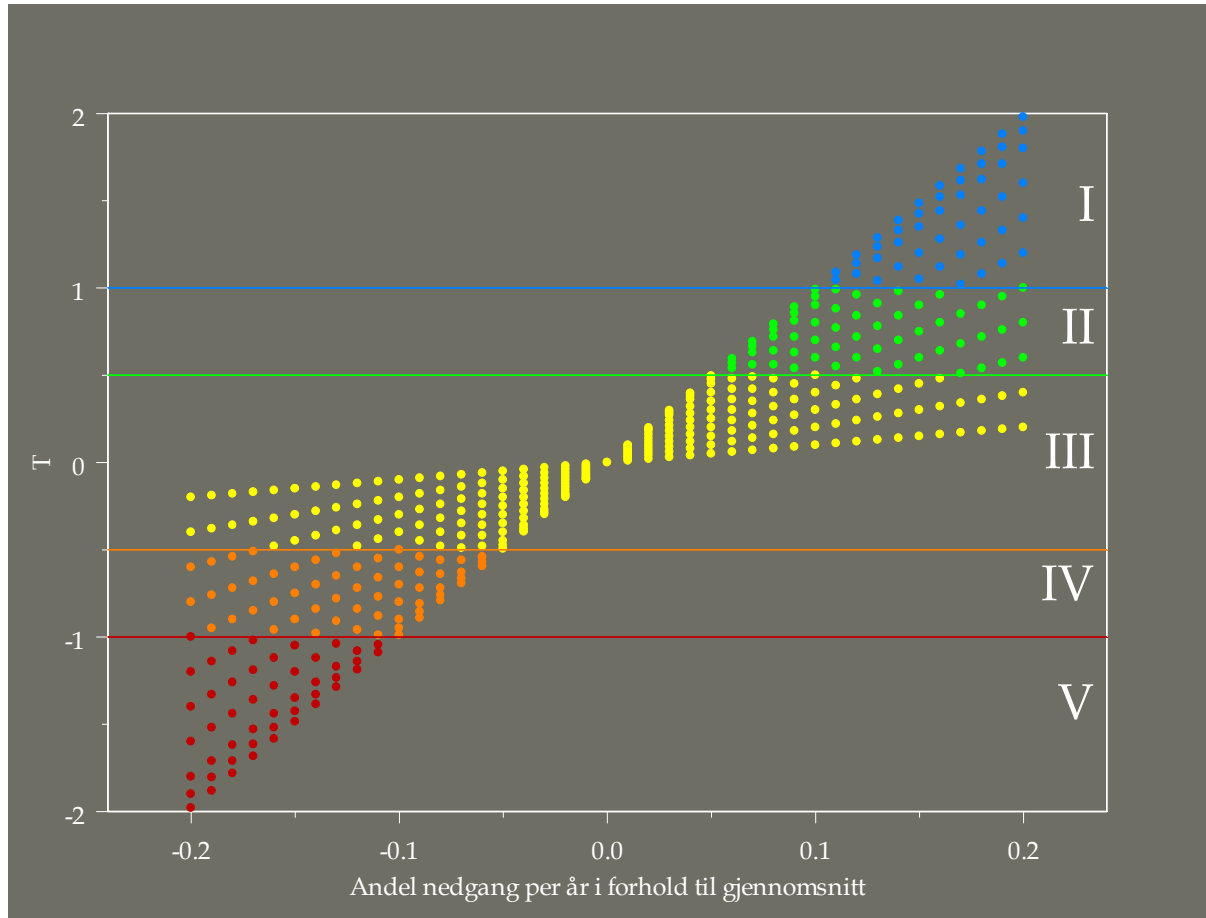
Appendiks A. Sammen drag av tetthet per areal i de ulike områdene

Omr	50-55cm				55-60cm				60-65cm				65cm+						
	Min	1.Q	Med.	Snitt	3.Q	Maks	Min	1.Q	Med.	Snitt	3.Q	Maks	Min	1.Q	Med.	Snitt	3.Q	Maks	
Varangerfjorden	1	178.3	684.8	770.4	740.9	921.9	1074	36.59	73.17	109.8	110.4	147	182.9	0	31.15	35.3	54.9	70.59	162.9
	2	40.76	266.3	304.4	360.6	484.1	671.4	0	34.3	49.89	69.31	109.8	219.5	0	33.09	66.18	61.71	96.26	155.7
	3	0	221.7	389.1	523.8	537.4	1940	0	39.54	73.17	124.6	78.4	480.2	0	3.893	36.56	75.61	65.21	463.3
Tanafjorden	1	201.4	332.9	456.5	844.3	620.9	3666	64.57	91.46	109.8	288.7	211.1	1537	0	31.14	58.83	171.4	325.8	600
	2	0	226.1	292	391.5	464.1	973.9	36.59	54.88	74.5	105.8	137.2	234.2	0	0	66.44	122.2	155.3	458.9
	3	0	222.6	490.8	473.8	666.1	921.9	14.63	69.32	136.5	274.7	249.1	1646	0	38.83	81.45	121.1	144.2	529.5
Laksefjord	1	0	203.8	474.5	620.6	887.6	1484	0	56.84	143.4	193.3	296.2	512.2	0	34.27	59.56	83.31	98.33	285.1
	2	0	480.3	703.8	937.5	1308	2283	65.85	182.9	329.3	288.4	354.4	548.8	44.12	64.86	88.24	208.9	353	494.2
	3	114.1	217.4	570.7	512	626.7	1124	0	0	45.73	65.65	137.2	161.4	0	35.29	58.83	66.99	88.24	198.5
Porsangerfjorden	1	38.04	144.7	261.6	332.9	503.3	730.5	0	12.67	55.41	103	135.6	311	0	0	0	21.31	46.43	66.18
	2	0	35.67	48.92	65.29	92.4	163	0	0	0	13.92	15.68	68.6	0	0	0	4.822	0	33.09
	3	0	307.3	508.3	677.1	879.8	2625	0	43.9	146.3	159.5	226	439	29.41	52.95	105.9	146.4	176.5	529.5
	4	0	122.7	266.3	287.4	330.5	839.2	0	18.3	45.73	60.55	85.01	171.5	0	17.65	70.6	62.2	82.02	165.5
Søtøysundet	1	71.33	100.6	166.4	178.9	221.7	390.5	0	25.73	43.99	46.45	72.56	96.28	0	0	23.53	31.96	60.67	83.6
	2	0	142.7	205.4	280.4	456.5	760.9	0	0	14.63	42.56	77.6	137.2	0	14.12	42.36	47.54	70.59	117.7
Tubåen	1	285.3	453.4	498.2	591.8	801	902.7	0	100.6	151.6	146	222.4	256.1	0	37.82	63.53	78.98	107.3	211.8
Revsbotn	1	142.7	441.3	608.7	943.1	1243	2458	36.59	68.6	117.1	158.8	274.4	304.9	0	70.6	105.9	130.2	165.5	366.5
	2	163.1	252.7	343.3	451.7	557.1	1010	0	9.148	37.9	63.06	78.4	211.1	0	45.39	88.24	80.1	104.6	162.9
	3	91.31	342.4	431.2	422.6	475.6	684.8	0	36.58	78.4	84.38	117.6	182.9	0	14.12	70.59	55.91	88.24	113.5
Altafjorden	1	76.09	131.7	356.7	406.3	570.7	856	0	0	42.21	68.92	109.8	256.1	0	27.87	70.59	79.77	132.4	176.5
	2	114.1	305.7	428	619.5	659.4	1864	0	68.6	196	181.7	231.7	475.6	0	16.55	33.09	108	115.6	458.9
	3	24.03	114.4	443.2	372.9	617.5	669.6	0	3.658	89.18	96.39	156.8	274.4	0	0	12.61	69.84	105.9	302.5
	4	30.44	164.5	303.2	296.3	409	570.7	0	8.575	69.11	61.94	109.8	117.6	0	19.42	45.39	62.77	92.1	176.5
	5	677.7	770.4	888.9	993.6	1010	1902	102.9	182.9	247	323.5	369.4	823.2	40.73	98.33	154.4	164.7	249.5	277.3
Kvænangen	1	114.1	472.8	570.7	516.9	642	760.9	0	19.04	103.3	103.2	142	274.4	28.24	93.43	125.8	158.8	251.5	317.7
Lyngenfjord/Skibotn	1	163.1	342.4	634.1	598.8	784.7	1070	0	45.73	102.9	103	126.6	343	0	33.09	70.59	75.37	105.9	203.6
	2	175.6	661.3	728.3	909	1123	2207	0	52.59	150	121.2	171.5	256.1	0	63.26	105.9	110.6	161.1	247.1
	3	0	285.3	418.5	372.4	507.3	684.8	0	0	36.59	30.49	36.59	91.46	0	14.12	48.13	65.75	105.9	211.8
Malangen	1	0	60.87	190.2	233.2	285.3	733.7	0	0	36.59	57.93	54.88	274.4	0	0	0	27.62	44.12	151.3
	2	0	198.8	475.5	549.3	713.3	2075	0	51.22	183.2	201.1	310	598.7	0	14.66	35.3	126.3	162	818.2
	3	0	76.09	285.3	248.5	418.5	507.3	0	36.59	98.51	91.06	146.3	196	0	0	48.13	65.58	105.9	189.1

Appendiks B

Tabellen viser hvorvidt det ble trålt i gjeldende område gjeldende år. Ja viser til at det ble trålt, mens - viser til at tråling ikke ble gjennomført, eller ble forkastet på grunn av dårlig kvalitet.

		Trålt gjeldende år									
	Område	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Varangerfjorden	1	Ja	Ja	-	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
	2	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	-
	3	Ja	Ja	-	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Tanafjorden	1	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	-
	2	Ja	Ja	-	-	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
	3	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	-	Ja	Ja
Porsangerfjorden	1	Ja	-	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	-	Ja
	2	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
	3	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
	4	-	-	-	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Laksefjord	1	Ja	Ja	Ja	-	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
	2	Ja	Ja	Ja	-	Ja	Ja	Ja	Ja	-	-
	3	Ja	Ja	Ja	-	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Sørøysundet	1	-	-	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
	2	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	-	Ja	Ja	Ja
Tubåen	1	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	-	Ja	-
Revsbotn	1	Ja	Ja	Ja	-	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
	2	-	-	-	-	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
	3	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	-	Ja	Ja	Ja	Ja
Altafjorden	1	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	-	Ja	Ja
	2	-	-	Ja	-	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
	3	Ja	Ja	-	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
	4	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
	5	-	-	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Kvæningen	1	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Lyngenfjord / Skibotn	1	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
	2	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
	3	-	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Malangen	1	-	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
	2	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
	3	Ja	Ja	Ja	-	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja



Figuren viser sammenheng fra Formel 5. $t_{\text{år}}$ er satt til 10. Andel nedgang per år i forhold til gjennomsnitt viser til $(\text{nedgang per år}) \cdot (\text{gjennomsnitt for alle år})^{-1}$. T er verdien fra Formel 5. For eksempel vil en nedgang på 10 % per år i forhold til gjennomsnittet, $-0,1$ i figur, føre til at $p < 0,50$ havner i kategori IV ($-1 < T < -0,5$), mens $p > 0,50$ havner i kategori III. I og med at gjennomsnittet blir påvirket av både høye og lave resultater vil en 10 % nedgang per år ikke havne i kategori V selv om $p < 0,01$. En ville kanskje forvente at en 10 % nedgang skulle havne i kategori V, men det er da viktig å tenke på at mengden i år null ville være svært mye høyere enn gjennomsnittet.

Appendiks D

