

Kunnskapsstatus kysttorsk i sør (Svenskegrensa - Stadt) 2016

Av

Aglen, A., Nedreaas, K., Moland, E., Knutsen, H., Kleiven, A.R.,
Johannessen, T., Wehde, H., Jørgensen, T., Espeland, S.H.,
Olsen, E.M., og Knutsen, J. A.



PROSJEKTRAPPORT  HAVFORSKNINGSINSTITUTTET INSTITUTE OF MARINE RESEARCH Nordnesgaten 50, Postboks 1870 Nordnes, 5817 BERGEN Tlf. 55 23 85 00, Fax 55 23 85 31, www.imr.no <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>Tromsø</td> <td>Flødevigen</td> <td>Austevoll</td> <td>Matre</td> </tr> <tr> <td>9294 TROMSØ</td> <td>4817 HIS</td> <td>5392 STOREBØ</td> <td>5984 MATREDAL</td> </tr> <tr> <td>Tlf. 55 23 85 00</td> <td>Tlf. 37 05 90 00</td> <td>Tlf. 55 23 85 00</td> <td>Tlf. 55 23 85 00</td> </tr> </table>		Tromsø	Flødevigen	Austevoll	Matre	9294 TROMSØ	4817 HIS	5392 STOREBØ	5984 MATREDAL	Tlf. 55 23 85 00	Tlf. 37 05 90 00	Tlf. 55 23 85 00	Tlf. 55 23 85 00	Distribusjon: Åpen
		Tromsø	Flødevigen	Austevoll	Matre									
		9294 TROMSØ	4817 HIS	5392 STOREBØ	5984 MATREDAL									
		Tlf. 55 23 85 00	Tlf. 37 05 90 00	Tlf. 55 23 85 00	Tlf. 55 23 85 00									
		HI-prosjektnummer												
Oppdragsgiver(e):														
Oppdragsgivers referanse:														
Dato: Mai 2016														
Rapport: Fisken og havet	Nr 4-2016	Program: Forsknings- og rådgivningsprogram Økosystem Kystzone												
Tittel (norsk/engelsk): Oppdatert kunnskapsstatus om kystnær torsk i Sør Norge <i>Status of the cod along the coast in southern Norway</i>		Forskningsgruppe:												
Forfattere: Asgeir Aglen, Kjell Nedreaas, Even Moland, Halvor Knutsen, Alf Ring Kleiven, Tore Johannessen, Henning Wehde, Terje Jørgensen, Sigurd Heiberg Espeland, Esben Moland Olsen og Jan Atle Knutsen		Antall sider totalt: 48												
Sammendrag (norsk): I 2008 kom en rapport som vurderte status for kysttorsk på strekningen Svenskegrensa-Stad, og som også inkluderte forslag til forvaltningstiltak. Denne rapporten starter med en kort oppsummering av oversikten fra 2008, men bringer i hovedsak ny kunnskap som er kommet til de siste 10 årene. Historisk er det en klar nedgang i fangstene av årets yngel (0-gruppe torsk) i strandnotserien fra Havforskningsinstituttet. De siste ca. 20 årene har nedgangen vært størst. Torskeforekomstene langs kysten ser ut til å være sammensatt av tre komponenter: 1) lokale, stasjonære stammer av fjordtorsk, som særlig forekommer i de indre kystområdene/fjordene, 2) nordsjøtorsk og 3) muligens også en mer vandrende komponent av kysttorsk med genetisk likhetstrekk med nordsjøtorsken, som særlig forekommer i de ytre kystområdene. Det er nå dokumentert at torsken langs kysten både på Vestlandet og Sørlandet er utsatt for økende press fra flere påvirkningsfaktorer, ikke minst et betydelig fritidsfiske. Lokale stammer av fjordtorsk er de klart minste og mest sårbare bestandene langs kysten. Fremtidige reguleringer bør gi best mulig vern for lokale stammer av fjordtorsk, men også redusere fiskedødeligheten for «nordsjøtype» torsk langs den ytre delen av kysten. En rekke forslag til tiltak er oppsummert i rapporten.														
Summary (English): In a report from 2008 an assessment of coastal cod in southern Norway, from the Swedish border to Stad, was presented, together with suggestions to management initiatives. This report shortly summarize the 2008-report, but new knowledge attained the last 10 years is the main part. The cod along the coast in southern Norway are made up of possibly there different components: 1) stationary, local stocks in the fjords, 2) cod from the North Sea along the outer coast, and 3) possibly a more “migrating cod” along the outer coast. The latter type of coastal cod, if existing, has genetic similarities with the North Sea cod. Much new knowledge indicate that the cod along the coast in southern Norway are exposed to increasing pressure from multiple factors, not at least from recreational fisheries. Local stocks of cod in fjords are the smallest and accordingly most vulnerable stocks of cod. Future regulations should aim at a best possible conservation of the local stocks of cod in the fjords, but also reduce mortality of cod living along the outer parts of the coast. This report also suggest some, possible management initiatives.														
Emneord (norsk): kysttorsk, fjordtorsk, bestandsstruktur, forvaltning	Subject heading (English): coastal cod, cod stock structure, management													

Innholdsfortegnelse

1	Innledning og bakgrunn	6
2	Ny kunnskap siden 2008	12
2.1	Miljøforhold i endring og torskens rekrutterings- muligheter.....	12
2.2	Data fra forskningstøkt.....	14
2.3	Genetikk, atferd og økologi.....	22
2.4	Dødelighet.....	24
2.5	Fritidsfiske.....	28
2.6	Yrkesfiske.....	31
2.7	Trålfiske etter reker og sjøkreps; Seleksjonsinnretninger som mulige tiltak for vern av kysttorsk.....	34
2.8	Bifangst av torsk i teine- og rusefisket etter leppefisk.....	37
3	Oppsummering og konklusjon	40
4	Referanser	43
	Appendix 1.....	47

Oppdatert status for kysttorsk sør

Av

Aglen, A., Nedreaas, K., Moland, E., Knutsen, H., Kleiven, A.R.,
Johannessen, T., Wehde, H., Jørgensen, T.
Espeland, S.H., Olsen, E.M., og Knutsen, J. A.

1 Innledning og bakgrunn

Havforskningsinstituttet utarbeidet i 2008 en vurdering av status for bestanden av kysttorsk på strekningen Svenskegrensa-Stad med forslag til forvaltningstiltak (Nedreaas et al. 2008). Forslagene til tiltak ble behandlet i diverse fora, og noen ble innført det følgende året, og noen har blitt innført senere. I oktober 2015 ba Fiskeridirektoratet Havforskningsinstituttet om en ny oversikt over kunnskap opparbeidet siden 2008-rapporten. Under kapittel 1 gis det en oppsummering av 2008 rapporten. Kapittel 2 gir en beskrivelse av ny kunnskap, og i kapittel 3 presenteres noen forslag til tiltak for å redusere beskatningen og bedre bestandssituasjonen for kysttorsk.

Oppsummering av 2008-rapporten (Fisken og Havet nr. 5 - 2008)

Rapporten oppsummerer vår kunnskap om kysttorsk på kysten av Vestlandet og Skagerrak per 2008, diskuterer mangler ved denne, forsøker å kvantifisere ulike påvirkningsfaktorer og foreslår nødvendige forvaltningstiltak. Rapporten legger frem flere resultater som tyder på at det finnes mange separate bestander/gytepopulasjoner langs kysten og i fjordene mellom Stad og svenskegrensen, og at målrettede forvaltningstiltak vil kunne snu en negativ bestandsutvikling og sikre et nødvendig ressursgrunnlag for fiske og verdiskaping langs kysten. Rapporten peker også på forskningsbehov for mer presise forvaltningsråd og –tiltak.

Biologi og bestandsstrukturer

På Skagerrakkysten er kysttorsken strukturert i separate kyst-/fjordbestander, som bare i begrenset grad blander seg med hverandre. Dette innebærer at bestandsutviklingen i stor grad påvirkes av lokale forhold, og dette bør det tas hensyn til i forvaltningen av kysttorsken og ved utarbeiding av lokale og regionale planer for kystbruken. Man har mer begrenset informasjon med hensyn til å evaluere genetisk struktur hos kysttorsken på Vestlandet

Merkeforsøk av kysttorsk i Skagerrak viser at den er meget stasjonær gjennom året, og beveger seg kun få kilometer. Noen få individer beveger seg over Skagerrak til Danmark, men ingen er dokumentert å foreta vandring andre veien. I Skagerrak vandrer torsk i ytre områder noe mer enn fisk inne i fjordene.

En oppsummering av mange merkeforsøk av torsk på Vestlandet viser at de fleste gjenfangstene blir tatt mindre enn 10 km fra utsettingsstedet, og at fisken vandrer lenger når den blir eldre. Torsk i ytre strøk vandrer mer enn torsk i indre fjordstrøk. Torsk merket på gytefeltene om vinteren vandrer mer enn fisk merket om sommeren. Villfisk og pollprodusert fisk har stort sett samme vandringsmønster. Vandringene skjer hovedsakelig langs kysten. I perioden 1964-1994 ble det merket 6060 vill torsk på Vestlandet, og av disse ble ca. 1700 (28%) gjenfanget. I perioden 1982-1995 ble det merket 396004 pollprodusert yngel, og av disse ble 24183 (6%) gjenfanget. Av alle disse merkingene og gjenfangstene er kun 2 torsk (!) rapportert gjenfanget i Nordsjøen. På Vestlandet er det imidlertid noe utveksling mellom forskjellige fjordbestander, og også mellom Møre og Vestlandet. Utvekslingen av voksen torsk mellom Vestlandet og områdene fra Møre og nordover er adskillig større enn utvekslingen med Nordsjøen.

Genetiske undersøkelser og merkeforsøk tilsier derfor at torsken på Vestlandet mellom Stad og Lindesnes bør forvaltes tilsvarende som øst for Lindesnes, dvs. separat fra torskebestanden i Nordsjøen/Skagerrak. Drift av larver og yngel fra Nordsjøen inn til kysten kan styrke de lokale torskeforekomstene, men de vil sannsynligvis vandre ut igjen når de blir kjønnsmodne. De vil således ikke styrke de lokale stammene, men kun bidra til økte forekomster av ungtorsk. Resultat fra merkeforsøkene tyder imidlertid på liten vandring av voksen fisk mellom Skagerrak og Vestlandet. Det synes også å være liten drift av larver/yngel fra områdene øst for Lindesnes til områdene lenger vest, og på grunn av strømsystemet er det nærmest umulig med drift den andre veien, dvs. fra Vestlandet til Skagerrak. Det synes videre å være en noe bedre vekst på yngelstadiet hos torsk langs Skagerrakkysten enn på Vestlandet, men dette utjevnes når fisken blir eldre.

Det marine miljø

Rapporten beskriver en temperaturøkning langs kysten av Skagerrak og Vestlandet i perioden 1988–2006. Både vinter og vår har det vært en økning i gjennomsnittstemperaturen på mer enn 1 °C gjennom store deler av vannsøyla. Dette kan ha forårsaket den observerte vekstøkningen hos torsk på hele Skagerrakkysten i samme tidsrom. Høyere temperatur er trolig en medvirkende årsak til mindre tare på viktige oppvekstområder for torsken, og til hyppigere smitte og utbrudd av enkelte fiske sykdommer (f.eks. bakterien *Francisella piscicida* som trives ved de høye temperaturene, og som forårsaker sykdommen francisellose). Temperaturøkningen kan også ha hatt en mulig innvirkning på gyteadferd og valg av gyteplasser (ikke dokumentert), og oppblomstring/økt overleving av nye arter, f.eks. maneter som spiser fiskeegg og -larver. Det må likevel sies at for voksen torsk så mener arbeidsgruppen at temperaturendringen til dags dato ikke har vært større enn at torsken i stor grad har hatt mulighet for å tilpasse seg denne temperaturøkningen ved f.eks. å trekke dypere. Når vi likevel observerer en forskjell i dødeligheten hos ung torsk mellom østlige og vestlige deler av Skagerrak, er det vanskelig å se hvordan dette kan ha sammenheng med temperaturøkningen.

Kysttorskens diett

Både på Sør- og Vestlandet utgjør leppefisk og kutlinger en viktig del av torskens diett. Krabber, eremittkreps og trollhummer utgjør en stor del av dietten hos middels stor torsk. Fra hvert av områdene Hvaler, Vasser, Kragerø, Arendal og Lillesand ble inntil 100 torsk undersøkt i november–desember hvert år fra 2001–2005 (Gjøsæter et al. 2007). Nesten 50 % av mageinnholdet i vekt var strandkrabber, og totalt utgjorde krepsdyra omtrent 63 % av mageinnholdet og fisk 32 % av mageinnholdet. Ulker, kutlinger, torsk, leppefisk, og sild/brisling var de viktigste fiskegruppene. Ca 6 % av det totale mageinnholdet var torsk. Det er også gjort omfattende studier på dietten hos 0-gruppe torsk (ikke omtalt i 2008-rapporten). For denne aldersgruppa er plankton viktigst fram til august (også etter bunnslåing), deretter overtar hyperbentiske byttedyr, med total dominans av kutlinger (Johannessen 2014)

Vurdering av bestandssituasjonen i 2008

Vurderingen av bestandssituasjonen for kysttorsk i fjordene og langs kysten fra Lindesnes til svenskegrensen bygger på rekrutteringsindeks (0-gruppe) og fangst av 1 år og eldre fisk i

strandnottrekk utført av Havforskningsinstituttet tilbake til 1919, Instituttets systematiske forskningsfiske med garn (1984–1990, 2000–2006) samt fangstdagbøker (kg torsk per garn per trekk) fra et titalls kystfiskere (2001–2006).

Forekomst av 0-gruppetorsk i strandnottrekkene den siste 10 årsperioden viser gjennomsnittlig vesentlig lavere verdier enn siste 30 års middel, mens forekomst av 1-gruppe og eldre torsk i strandnottrekkene har gått dramatisk ned. Geografisk sett var det liten forskjell i strandnot-forekomstene i øst og vest. Historisk sett har dog gjerne 0-gruppe forekomstene i vest vært høyere enn i øst (jfr Fig. 2).

Fangst per enhet innsats i Havforskningsinstituttets systematiske garnfiske viser at torsk som er ett år og eldre var klart redusert langs kysten fra Kragerø til Hvaler. Vest for Kragerø var det imidlertid en stabil og til dels økende fangst per enhet innsats.

Rapporten viste også til den dramatiske nedgangen av stor torsk langs Bohuslänkysten i det østre Skagerrak med ni års mellomrom (1981, 1990, 1999).

Torskens kondisjon på Skagerrakkysten synes å være konstant eller økende, og en observert mindre størrelse og lavere vekt av fisken som fanges og leveres i noen områder kan derfor indikere en for høy beskatning.

Det foreligger ikke tidsserier som kan fortelle om bestandssituasjonen for torsk på Vestlandskysten. Også fra dette området har det i lang tid både fra yrkes- og fritidsfiskere blitt rapportert om reduserte fangster, noe som også bekreftes av den offisielle fangststatistikken.

Fiskeri og annen dødelighet

Økt beskatning ble av arbeidsgruppen vurdert som den enkeltfaktoren som har størst effekt på nedgang i forekomstene av voksen torsk på Vestlandet og langs østre deler av kysten av Skagerrak, sammen med økende predasjon fra skarv. Denne beskatningen består av mye torskeyngel som bifangst i rekefiske, åluser og andre småmaskede redskaper. Det er derfor rimelig å anta at høy beskatning på ung torsk både fra menneske, skarv og sel totalt sett kan ha redusert bestandene av voksen fisk. Når man ser på hvilke fiskeri og fiskere som beskatter ressursen (foreløpige anslag: yrkesfiskere 10 %, turistfiskere 15 % og norske fritidsfiskere 75 %), så kommer man ikke utenom at det norske fritidsfisket må reguleres mer dersom den negative bestandsutviklingen skal snus, og et mangfoldig og bærekraftig ressursgrunnlag skal kunne sikres for fremtiden.

Råd om miljøovervåkning, gytefeltkartlegging og forvaltningstiltak

Arbeidsgruppen mener det haster med å få bedre temperatur- og saltholdighets-overvåking i fjordene. Dette er nødvendig for å kunne overvåke og forstå om og hvordan vekst- og adferdsforandringer hos fisk i fjordene skyldes miljøforandringer. Det bør etableres faste målepunkter i flere fjorder for regelmessig kartlegging av miljøgifter i sjø og fisk samt næringssalter og oksygen, først og fremst i nærheten av tunge industriområder som for

eksempel i Fensfjorden utenfor oljeraffineriet på Mongstad, Sørfjorden, Grenlandsfjordene og Oslofjorden. Arbeidsgruppen foreslår videre å verne/forby fiske i forurensede områder (der det blir gitt særskilte kostholdsråd) for på den måten også å lette beskatningstrykket på f.eks. torsk generelt.

Arbeidet med en kvalitetssikret kartlegging av torskens gyteområder i fjorder og kyststrøk på Vestlandet og i Skagerrak bør snarest gjøres ferdig. Oppdrettsanlegg bør ikke plasseres over eller i nærheten av kjente gytelokaliteter, eller oppstrøms i nærheten av en slik lokalitet (slik at en risikerer at avfall fra oppdrettsanlegget transporteres over gytelokaliteten). Tiltak mot overføring av oppdrettsfisk må dessuten iverksettes. Arbeidsgruppen gir klare råd om oppdrett av torsk og hvilke miljøutfordringer dette representerer.

Arbeidsgruppen tilrår at områder med ålegress inntegnes og inkluderes i kommunale arealplaner, og skjermes i størst mulig grad. Tilbakegangen i bestandene av sukkertare og butare på Skagerrakkysten og indre deler av Vestlandet skyldes mest sannsynlig klimatiske endringer som økt sjøtemperatur, men tilslamming av sjøbunn og overgjødning hindrer ny gjenvekst av disse artene. Fjordene og kysten må derfor overvåkes med hensyn til dette, og kilder til slik nedslamming og overgjødning må oppspores og reduseres.

Forslag om tiltak for å redusere naturlig dødelighet

Da det er dokumentert at en økende skarvbestand langs kysten kan være den enkeltfaktor som påfører kysttorsken størst naturlig dødelighet, anbefaler arbeidsgruppen økt jakt på skarv. Av hensyn til kysttorsken, og siden det registreres en raskt økende skarvbestand, anbefaler arbeidsgruppen at DN's forslag til jakttid utvides til jakt på all skarv på hele kyststrekningen (ikke bare ferskvannslokaliteter) Stad– svenskegrensen i perioden 21.08.–28.02./29.02. Dette samsvarer også med jakttiden for flere måkearter i hele landet.

Siden selens torskekonsum på denne kyststrekningen ikke kvantifiseres blant de største dødelighetsfaktorene for torsk, tilrår arbeidsgruppen at man i første omgang gjennomfører regelmessige tellinger av både steinkobbe og havert for å overvåke bestandsutviklingen til disse artene. Man bør også vente med utvidet jakt til man registrerer økte bestander. Et passende forvaltningstiltak vil derfor være å "fryse" disse sjøpattedyrbestandene på dagens (2005) nivå.

Fiskerireguleringer (inkludert fritids- og turistfiske)

Minstemålet for all torsk som fiskes sør for 62°N, uavhengig om det er i hav- eller kyst-/fjordområder bør økes fra 30 cm til 36 cm. Minstemålsbestemmelser for yrkesfiskere innføres også som (anbefalte) minstemål for fritids- og turistfiskere.

Arbeidsgruppen mener derfor at maskestørrelse i alle bunn garn (inkl. trollgarn) settes til minimum 63 mm stolpelengde/halvmaske (10 omfar) hele året. Dette tiltaket anbefales innført så raskt som praktisk mulig. I faststående redskap (f.eks. torskeruser, fisketeiner) med mindre halvmaske/stolpelengde enn 63 mm monteres minst to fluktåpninger med minst 63 mm diameter/stolpelengde på hver side i bakerste kammer (jf. svenske reguleringer).

Arbeidsgruppen anbefaler å redusere samlet lengde på garn i fritidsfisket fra 210 meter (7 garn) til 150 meter (5 garn). Vi anbefaler videre å redusere totalt antall kroker i fritidsfisket med line fra nåværende 300 kroker til 120 kroker per båt/mann.

Arbeidsgruppen anbefaler å redusere antall torskeruser i fritidsfisket til maksimum 5 stk. per båt/mann. Forbudet mot torskeruser i sommermånedene må gjelde hele kysten. Arbeidsgruppen foreslår forbud mot åleruser – at det bare blir tillatt med teiner i fisket etter ål, dette av hensyn til både torsk og ål. Alternativt at det blir tillatt for et begrenset (lisens) antall yrkesfiskere med et begrenset antall ruser. Alt fritidsfiske må skje med åleteiner. Forbudet mot bruk av torskeruser i Rogaland, Hordaland og Sogn og Fjordane i perioden fra 1. juni til 1. oktober tilrås utvidet til også å gjelde Skagerrakkysten. Selv om denne reguleringen ble innført med tanke på vern av hummer kan det ha en positiv effekt i reguleringen og gjenoppbyggingen av torsken, jf. fluktåpninger i torskeruser nevnt ovenfor.

Fiske ved hjelp av lys må ikke skje på så grunt vann at lyset når helt til bunnen. For ikke å påvirke gytevandring og gyting til bunnfisk i området, som foregår om vinteren/våren, bør det bare være tillatt med lysfiske i månedene august–desember. Statistikken viser at en slik avgrensning ikke vil hindre det pelagiske lysfiskeriet med not etter makrell og sild.

Arbeidsgruppen mener at regelverket i forbindelse med fjordlinjer nord for 62°N også innføres sør for 62°N ved at grunnlinjene får samme status som fjordlinjene. Det vil bl.a. medføre at det blir et generelt forbud mot fiske med snurrevad innenfor grunnlinjene sør for 62°N.

Det bør vurderes om fisket om vinteren på gytefelt til torsk skal begrenses. Definere utvalgte fjordområder der det i gyteperioden for torsk, 15. februar–15. april, bare er tillatt med håndsnøre innenfor grunnlinjene. Dette bør være terskelfjorder der det er dokumentert at gyteproduktene i stor grad blir værende i fjorden.

Arbeidsgruppen foreslår totalvern av noen gytefelt i hvert fylke (f.eks. 1–2 per kommune) som referanseområder for å se om slike geografisk begrensede reguleringer kan ha noen effekt. Også dette må følges opp med eggundersøkelser, evt. et begrenset og planlagt prøve- og overvåkingsfiske.

Nåværende forbud mot fiske av torsk og hyse med not i området nord for 61°N tilrås utvidet til å gjelde hele NØS til svenskegrensen. Arbeidsgruppen tilrår at alt fiske etter reke og sjøkreps sør for 62°N, både innenfor og utenfor 12 nautiske mil, foregår med innmontert sorteringsristsystem i trålen. En slik regulering medfører også en standardisering og likhet med de norske rekereguleringene nord for 62°N, og de svenske reke- og sjøkreps-reguleringene. Trålfelter for sjøkreps og reke må overvåkes og midlertidig stenges etter tilsvarende regler for bifangst av fiskeyngel som nord for 62°N. Arbeidsgruppen foreslår at det av hensyn til torskerekrutteringen tillates maksimalt tre torskeyngel per 10 kg reker før et felt stenges.

Rapporten fra arbeidsgruppen i 2008 lister til slutt opp forskningsbehov for kunnskapsinnhenting og bedre overvåkning og råd til forvaltningen.

Etter presentasjon av rapporten på flere folkemøter langs kysten, og for forvaltningen, ble følgende konkretisert:

- o For å sikre bedre overlevelse av yngel:
 - Påbudt med sorteringsrist i reke- og krepsetrålfisket + områdebegrensninger
 - Økt minstemål på torsk – 40 cm
 - Maskestørrelse i alt bunn garn bør være minimum 10 omfar (126 mm)
 - Begrenset antall og bruk av torskeruser (bare tillatt 1.1-30.4). Forbud mot åluser, evt. bare tillatt i et begrenset yrkesfiske etter ål
- o Fredning/forbud mot fiske på gytefeltene til torsk i gytetiden
 - Forbudt med garn grunnere enn 50 meter i gytetiden februar-mars, først og fremst t.o.m. Telemark, men vurdere vest til Lindesnes.
 - Beskytte alle aktive gytefelt for torsk i fjordene, evt. utvalgte fjordområder øst for Lindesnes basert på info fra den nasjonale gytefelt kartlegginga.
 - Etablere et utvalg på fire til fem 0-fiskeområder på 3-5 km² sør for 62°N (fra fjord med gytefelt, til gruntvannsområder og skjærgård ut til havet) hvor HI får i oppgave å måle effekten av vernet, slik vi har gjort i hummerreservatene med godt resultat.
- o Tillegg for å redusere fiskedødeligheten generelt
 - Garnforbud grunnere enn 50 m i 2 sommermåneder, foreslått juli-august for å unngå å komme i konflikt med yrkesfiske etter flyndre, piggvar.
 - Bedre kontroll med breiflabbgarna – overholde ståtid og antall garn
 - I fritidsfisket maksimum 150 m garn, 120 kroker per båt/mann, forbud mot juksamaskin
 - Krepsefiske innenfor 4 nm bare tillatt med teiner
 - Lysfiske bare tillatt på dypere vann enn 100 m.
 - Ikke tillate brislingfiske i fjorder som får lav 0-gruppe brisling indeks på instituttets tokt om høsten.

2 Ny kunnskap siden 2008

2.1 Miljøforhold i endring og torskens rekrutterings-muligheter

Klimaet er i endring, og vanntemperaturene i havet har økt, særlig de siste 20 årene. Det er godt dokumentert også for kysten av Skagerrak. Kaldtvannsarter som torskefisk ser ut til å gjøre det dårligere enn mer varmekjære pelagiske arter (Barcelo et al. 2015). Raudåte er svært viktig for vekst og overlevelse hos torskeyngel. Et varmere hav ser ut til å ha favorisert mindre næringsrike dyreplankton, som igjen har medført dårligere vilkår for rekruttering av gode årsklasser av kysttorsk i Skagerrak (Johannessen et al. 2012). Dette er symptomer som kan tyde på at en slik langvarig økning i temperatur og eutrofiering har ført til et skifte til en tilstand med betydelig redusert produktivitet av kritisk viktige byttedyr for torskeyngelen. Resultatet kan altså være et nytt regime med høy dødelighet for torsk i tidlige livsstadier og redusert vekst for de som overlever (Johannessen 2014).

Mellomskarv (*Phalacrocorax carbo capensis*) etablerte kolonier på Østfold-kysten i 1996-1997 og har i dag spredt seg vestover til Rogaland. I 2012 ble det på denne kyststrekningen registrert 14 kolonier, og samlet antall hekkende par ble estimert til 2500 (Lorentsen, 2014). En betydelig andel av skarvens diett er 0 og 1-gruppe torsk (Sørensen 2012). Bestandsøkningen av mellomskarv har dermed ført til betydelig økt predasjon av 0-gruppe og 1-gruppe torsk på Skagerrak-kysten. På Vestlandskysten har det vært en viss økning av toppskarv og vanlig storskarv som tilsier økt predasjon også på Vestlandet (Fauchald et al. 2015).

Voksen torsk ser ut til å mistrives i varmere vann, og veksten av yngel reduseres (Rogers et al. 2011). Torsken ser ut til å bevege seg bort fra varme vannmasser, ved å søke mot dypere og kaldere vann på sommeren. Større torsk er mer «plaget» av varme enn mindre torsk (Freitas et al. 2015, 2016) og presses ned i vannsøylen der det er dårligere vekstforhold. Det er sannsynlig at fjordtorsk er godt tilpasset varme somre og har strategier for å overleve de store sesongmessige svingningene. Det er likevel grunn til å tro at ytterlige oppvarming og lengre varighet av varme perioder sommerstid vil medføre økt stress og bidra til ytterligere marginalisering av torskens leveområder

I tillegg til varmere klima de siste 20-30 årene, har kysten av Skagerrak siden 1970-tallet også vært påvirket av økte tilførsler av næringssalter, ikke minst langtransportert nitrat, fra sydlige Nordsjøen. Det kan ha ført til skifter i planktonforholdene, og derved næringstilbudet for torsk, men tydeligere; en økt sedimentasjon av organisk materiale og påfølgende økt oksygenforbruk i dypere lag av fjordbassenger langs kysten (Naustvoll & Aure 2010). Derved har bunnarealer og vannvolum med friske forhold for torsk og andre organismer over tid blitt markert mindre i mange fjordbasseng som ligger innenfor relativt grunne terskler (Buhl-Mortensen et al. 2009). Stedegne stammer av fjordtorsk har fått innskrenket sine leveområder, for eksempel mulighetene for å søke kaldere vann i dypere lag i perioder med varmt overflatelag. Dette kan tenkes å ha svekket rammebetingelsene for lokal fjordtorsk i flere terskelfjorder.

I grunnere områder langs kysten kan kombinerte effekter av klimaskiftet og næringssalter ha ført til forandringer i marin vegetasjon, med mulige ringvirkninger for fisk, inkludert torsk, som har dette som del av sine leveområder.

Rekrutteringsoverfiske (reduisert rekruttering grunnet nedfisket gytebestand) ?

De historiske strandnotundersøkelsene viser gjentatte tilfeller av brå og vedvarende rekrutteringskollaps av torskefisk lokalt og regionalt på Skagerrakkysten (Johannessen 2012, 2014, 2015). Det er utført omfattende studier for å kartlegge årsaken til disse hendelsene, der torsk ble benyttet som modellorganisme. I årene 1995-1998 ble det utført rekrutteringsstudier av torsk i Sandnesfjorden (8 stasjoner), Søndeledfjorden (7 st), Risør skjærgård (4 st) og Grenlandsfjordene (10 st). I tillegg ble det utført et treårsstudium med måling av fiskeforekomster gjennom hele året på 6 strandnotstasjoner ved Arendal (1997-1999). Konklusjonen fra disse undersøkelsene var at årsklassen av torsk ble bestemt i perioden etter at torsken slo seg ned på bunnen og fram til midten av august. Sterke årsklasser ble observert i forbindelse med en diett av relativt store og energirike byttedyr. Svak rekruttering inntraff ved en diett av hyperbentiske organismer (kutlinger, reker, pungreker mm.), som er store byttedyr med lavt energiinnhold. I alle år og alle områder var det tilstrekkelig mengde torsk som slo seg ned på bunnen til å gi opphav til sterke årsklasser. Følgelig var det ingen tegn til rekrutteringsoverfiske. Videre ble det konkludert med at variasjoner i tilbudet av energirike pelagiske byttedyr (hoppekreps) gir opphav til de store variasjonene i rekrutteringen av torsk fra år til år, mens de observerte rekrutteringskollapsene tyder på at planktonsamfunnet kan skifte brått fra en tilstand til en annen som følge av gradvise endringer i miljøforholdene (eutrofiering og temperaturøkning). Slike brå skifter i planktonsamfunnet fører til at torskefiskene ikke finner føde som er tilstrekkelig energirik, noe som i sin tur fører til dårlig overleving. Det er påvist direkte og indirekte endringer i planktonsamfunnet som understøtter rekrutteringsstudiene av torsk.

Det siste skiftet i planktonsamfunnet med samtidig rekrutteringssvikt skjedde ~2002 på regional skala mellom Søgne til Kragerø (Johannessen et al. 2012, Frigstad et al. 2013, Johannessen 2014). Spesielt hvitting ble hardt rammet. Siden hvitting er en art som i liten grad beskattes, ble det konkludert med at rekrutteringsoverfiske er en lite sannsynlig årsak til dårlig rekruttering av hvitting på Skagerrakkysten etter 2002. Samtidige brå endringer i planktonsamfunnet peker seg derimot ut som den mest sannsynlige årsaken, noe som i sin tur kan være knyttet opp mot den totale belastningen på miljøet i form av eutrofiering og temperaturøkning.

Etter 2002 er det kun utført sporadiske undersøkelser av mengden nylig bunnslått torsk. Det er ikke mulig på grunnlag av disse undersøkelsene å fastslå om det fremdeles bunnslår tilstrekkelig med torsk til å gi opphav til sterke årsklasser. Det kan derfor ikke utelukkes at det forekommer rekrutteringsoverfiske for torsk på Skagerrakkysten.

Alle data tilsier at gytepopulasjonene er på historisk lavt nivå. Det finnes ikke kunnskap om rekrutteringspotensialet på nåværende, eller lavere, gytebestandsnivå. ICES anvender generelt begrepet "reduisert rekrutteringspotensiale" for gytebestander som er nær det historisk minste

observerte. I en slik situasjon tilsier ICES sine rådgivingskriterier (både de som er basert på føre-var og de som er basert på maksimering av langtidsutbytte) at fiskedødeligheten må reduseres så langt det er mulig (ICES 2015a), for å bedre overlevingen fram til gytemoden alder.

Ny kunnskap og implikasjoner for gjenoppbygging av bestander i indre Skagerrak

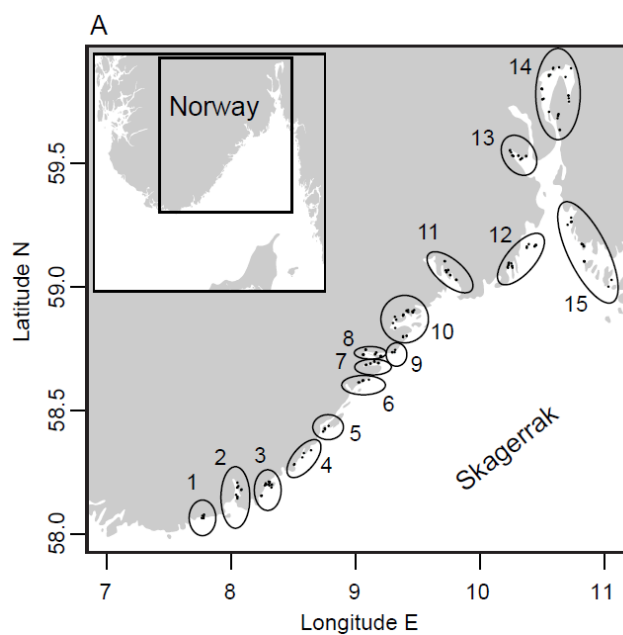
Verdens største torskefiskeri ved New Foundland kollapset i 1992-1993, og man kunne fastslå at denne torskebestanden ('northern cod') kunne ansees for å være "økonomisk utryddet" (Myers et al. 1997). En rekke tiltak ble satt i verk for å redde restene av bestanden. Blant annet innførte man et moratorium (fiskeforbud) i Kanadisk farvann. I løpet av de siste 20 årene har gjenoppbygging av den en gang gigantiske bestanden vist seg å være en svært langsom prosess. En av årsakene til dette ser ut til å være Allee-effekten, eller fortynningseffekten, som slår inn når en bestand er så redusert at den lave tettheten virker begrensende på produktiviteten i bestanden (Hutchings 2015). Canada har også paralleller til våre kystbestander. I et fjordsystem, Gilbert Bay, har man forsøkt restaurering av en kystbestand gjennom differensiert forvaltning, uten at dette har bidratt vesentlig til reduksjon av dødelighet eller gjenoppbygging (DFO 2010). I lys av disse erfaringene er det viktig å innføre tiltak så tidlig som mulig for å medvirke til at restaureringen av kysttorskpopulasjoner i Skagerrak ikke skal ta for lang tid.

2.2 Data fra forskningstøkt

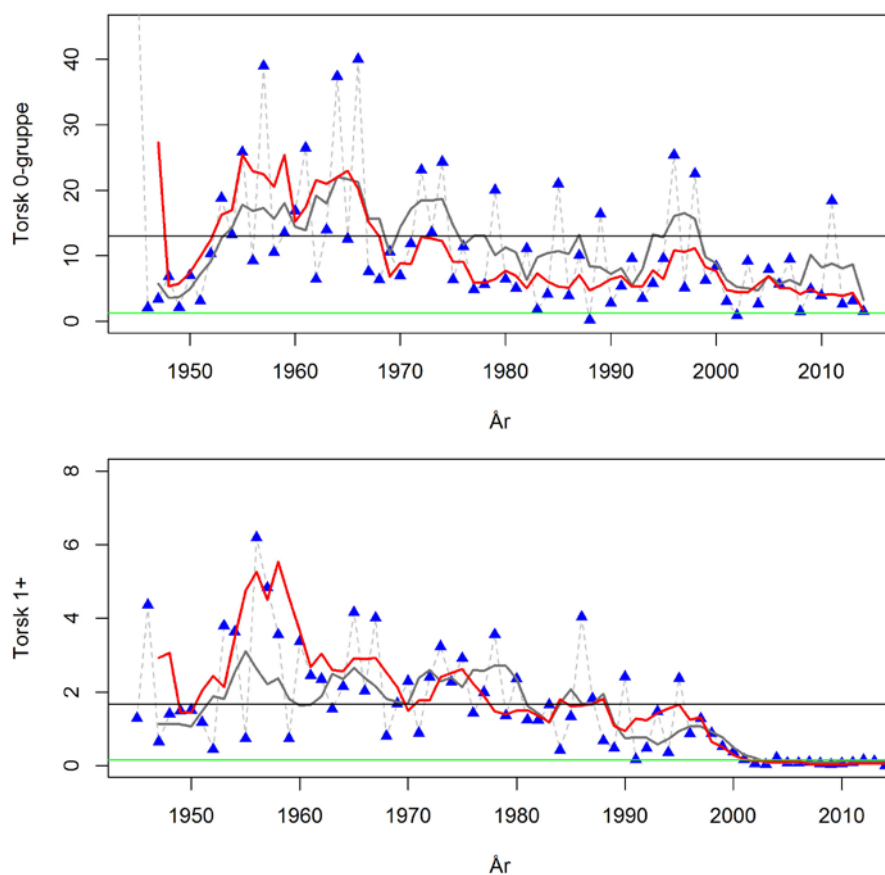
Tidsserie med strandnot

Historisk er det en klar nedgang i fangstene av årets yngel (0-gruppe torsk) i strandnotserien fra Havforskningsinstituttet (Fig. 1). De siste ca. 20 årene har nedgangen vært størst. Fra 1999 til 2010 var fangstene av 0-gruppe (Fig. 2) og 1-gruppe torsk i strandnot redusert med hhv. 43 og 85 % i forhold til langtidsgjennomsnittet (1919–2010). I 2011 fikk vi igjen en bra årsklasse. Rangert etter fangst av 0-åringer havner 2011 på en 24. plass i tidsserien, med 1938 på topp (79 per trekk) og 1988 på bunn (0.16 0-åringer per trekk). De tre neste årene (2012–15) er igjen langt under snittet (se Fig. 2). Den dårlige rekrutteringen de siste tiårene kan ha sammenheng med påviste endringer i planktonsamfunnet i Nordsjøen og Skagerrak (Johannessen et al. 2012). Bare i 1930-åra og på slutten av 1940-tallet har vi hatt perioder med like lav eller lavere 0-gruppe indekser enn nå. I disse periodene kan en sykdom på ålegresset ha redusert skjulestedene for torskeyngelen og dermed forårsaket en større dødelighet på tidlig yngelstadium. Enger med ålegress er viktige leveområder for småtorsk. For tida er imidlertid mengden av ålegras den høyeste som er blitt observert siden sykdommen på 30-tallet (Johannessen 2014). 30-tallet var en varmere periode, noe som også kan ha virket inn på overlevelsen for torsk (se Rogers et al. 2011; Barcelo et al. 2015).

Det er noe forskjell i forekomstene av 0-gruppe torsk øst og vest på Skagerrakkysten, hvor situasjonen vanligvis er bedre i vest. I 2011 var det dobbelt så mye torsk i vest (24 torsk/trekk) som øst for Kragerø (12 torsk/ trekk) i strandnotserien, i 2013: 4,9 i vest og 1,7 i øst, 2014: 2,3 i vest og 0,8 i øst, og 2015: 6,9 i vest og 1,7 i øst. I Oslofjorden var det ingen 0-gruppetorsk i nota i 2014, noe som er uvanlig. Forekomsten av eldre torsk har siden 2001 vært historisk lav, rundt 10% av langtidsgjennomsnittet.

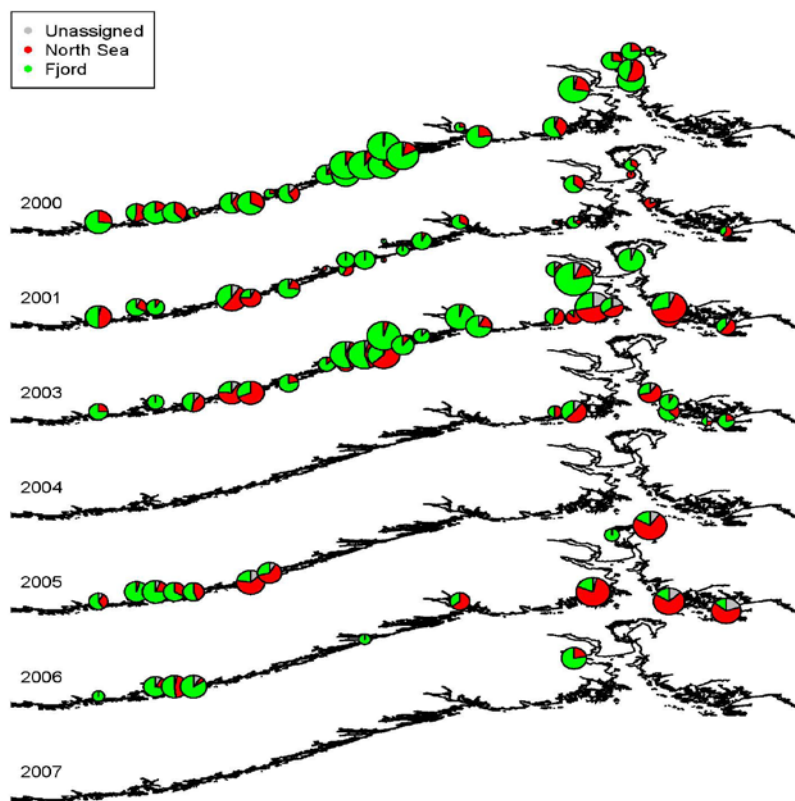


Figur 1. Kartet viser stasjonene for strandnot-trekk som Havforskningsinstituttet utfører årlig i Skagerrak. Tallene viser stasjoner som er gruppert i de områdene som undersøkes.



Figur 2. Øverst; nullgruppe torsk og nederst; eldre (1+) torsk fanget i strandnotserien fra krigen og fremover (tom 2014). Blå trekanter (med stiplet linje): Årlige gjennomsnitt for hele Skagerrak. Grå linje: syv års flytende gjennomsnitt for stasjonene i områdene i **vest** fra Søgne til og med Soppekilen, Kragerø. Rød linje: syv års flytende gjennomsnitt for stasjonene i områdene i **øst** fra og med Grenlandsfjordene til svenskegrensa. Svart horisontal linje: Langtidsgjennomsnittet. Grønn horisontal linje: 10% av langtidsgjennomsnittet.

Genetiske studier på yngel fra tidsserien kan nå med stor sannsynlighet indikere om torsken er lokalprodusert eller inndrevet fra Nordsjøen (eller ytre komponent). Analysene er under arbeid (Knutsen et al. in prep; Fig 2B under). Foreløpige resultater viser at vi trolig har flere av komponentene i tidsserien, og at vi har noe mer fjordprodusert torsk i indre beskyttede områder. Vi arbeider nå med å forstå hva som påvirker tilstedeværelsen av de ulike komponentene.



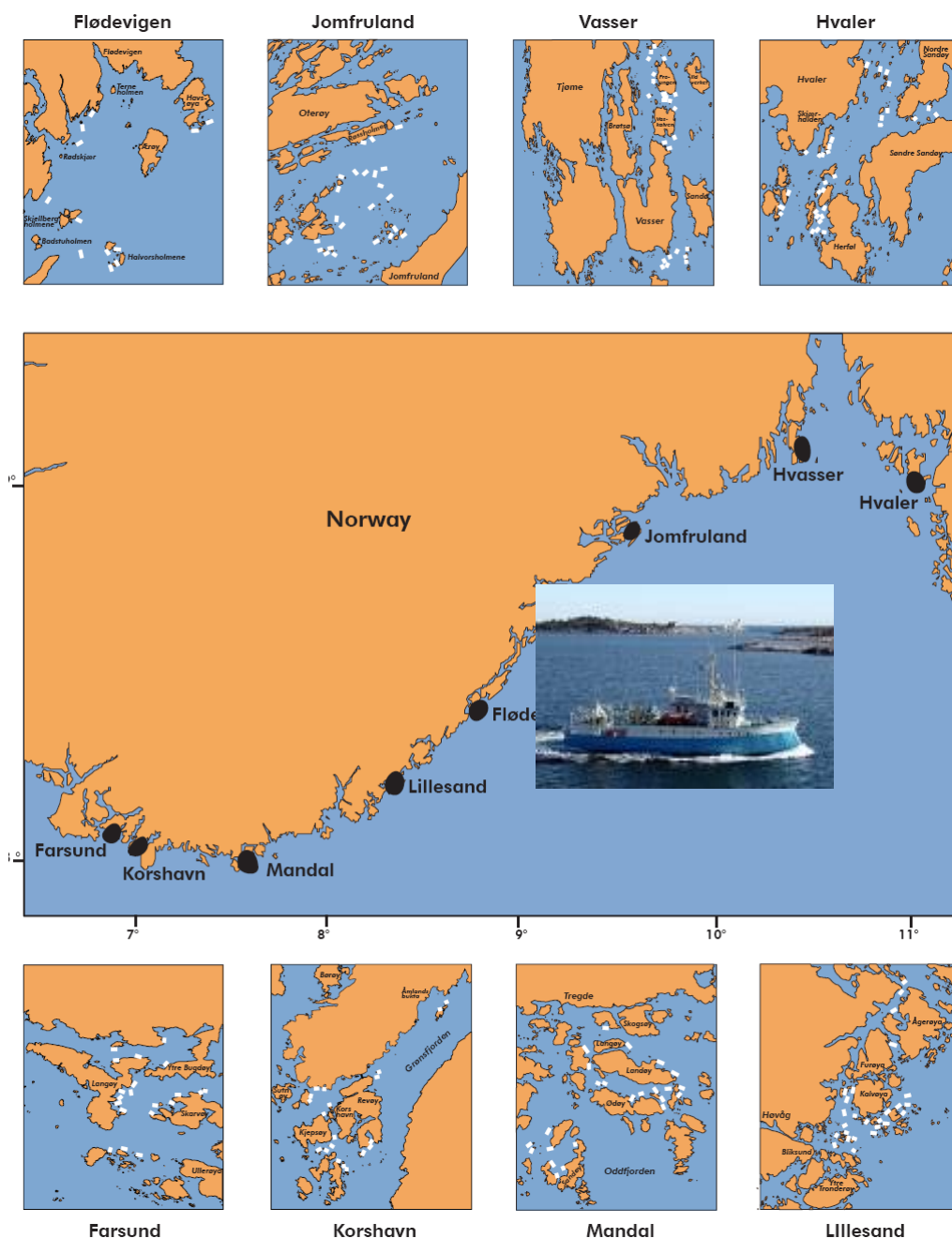
Figur 2B. Pai-diagrammene viser fordeling av fisk med gener som indikerer at de er produsert lokalt på kysten (grønn) eller om de ligner mer på Nordsjøen og kan ha drevet inn (rød). Grå farge er individer som en ikke har klart å finne opprinnelsen til. Obs –under arbeid!

Tidsserier med trollgarn (Vinterfiske)

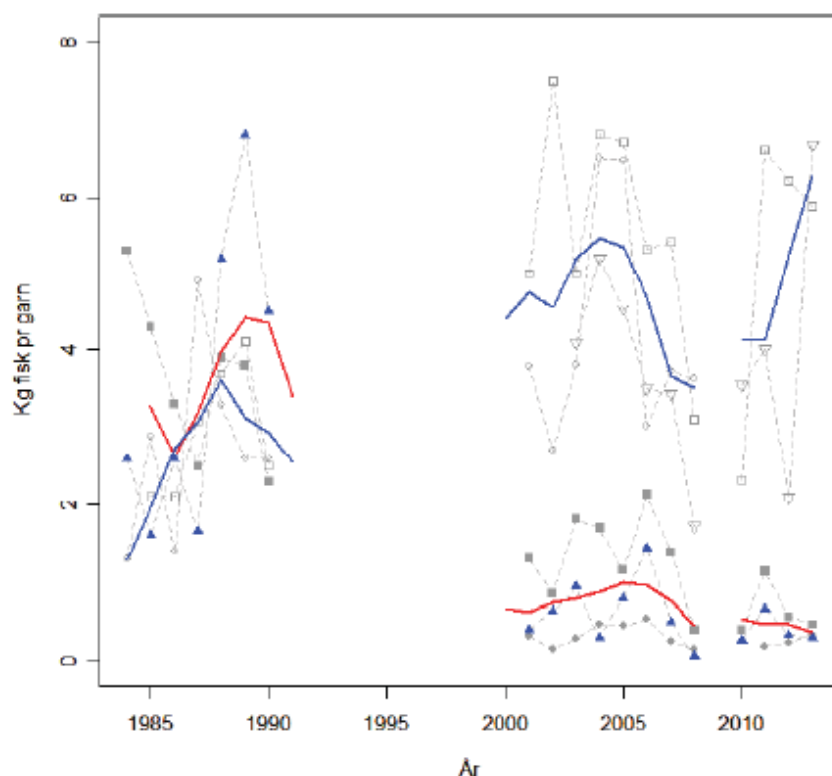
Havforskningsinstituttets garnserie (Fig. 3) viser i det siste tiåret en øst-vest-forskjell i forekomsten av eldre torsk (Fig. 4). Dette er et tegn på at dødeligheten kan være større i østlige enn i vestlige områder. Det er imidlertid et avvik mellom garnserien som viser rimelig bra tilstander i vest mens strandnotserien (Fig. 2) forteller om kraftig nedgang i samme område. Dette kan henge sammen med at strandnotstasjonene ligger mer beskyttet inne i fjordene, mens garnundersøkelsene stort sett foregår i skjærgården. Det er påvist ulike genetiske komponenter i fjorder og skjærgård (Knutsen et al. 2010). Forskjellen mellom indre og ytre områder kan således reflektere ulike utviklinger i fjord- og skjærgårds-bestandene. Det er imidlertid grunn til å understreke at det er to mulige forklaringer på den store nedgangen i strandnotfangstene av 1+ (ett år og eldre) torsk (Johannessen 2014). For det første kan det skyldes økt dødelighet gjennom torskens første vinter. For det andre kan det ha sammenheng med endret adferd knyttet til migrasjon til større dyp eller andre områder (f.eks. skjærgården). Enten det skyldes økt dødelighet eller endret adferd kan det være en bakenforliggende årsak knyttet til økologiske forandringer. Den store nedgangen i strandnotfangstene av eldre torsk

inntraff samtidig med regimeskiftet på Skagerrakkysten begynnelsen av 2000-tallet (Johannessen et al. 2012; Frigstad et al. 2013, Johannessen 2014).

Forskjellene i garnfangstene mellom øst og vest kan muligens forklares av at de lokale bestandene i øst er så redusert at torsken som nå dominerer, er transportert som larver med havstrømmene fra Nordsjøen. Lite stor torsk i øst kan i så fall ha sammenheng med at torsken vandrer vekk fra kysten før den blir kjønnsmoden. Vi arbeider nå med å fastslå tilhørigheten til denne fisken for å finne ut hva som forklarer denne forskjellen i signal fra de to toktseriene (under analyse). Resultatene vil gi svar på om forskjellene i seriene delvis kan forklares av hvor eksponert lokalitetene er.



Figur 3. Vinterfisket - garnserien: svarte sirkler viser stasjonsnettet for innsamling, mens hvite streker viser hvert garn i områdene. Dataserien har pågått 1984-1990, 2000-2007, og 2009-2015.



Figur 4. Gjennomsnittlig fangst av torsk per garn for seks ulike områder for periodene 1985-1990 og 2001-2013. For de tre vestlige områdene (Flødevigen, Høvåg og Mandal) er fangsten angitt med åpne grå symboler. For de tre østlige områdene (Hvaler, Hvasser og Jomfruland) er fangsten angitt med lukkede symboler. Blå linje: 3-års trendlinje for gjennomsnitt av de vestlige områdene. Rød linje: tilsvarende for de tre østlige områdene.

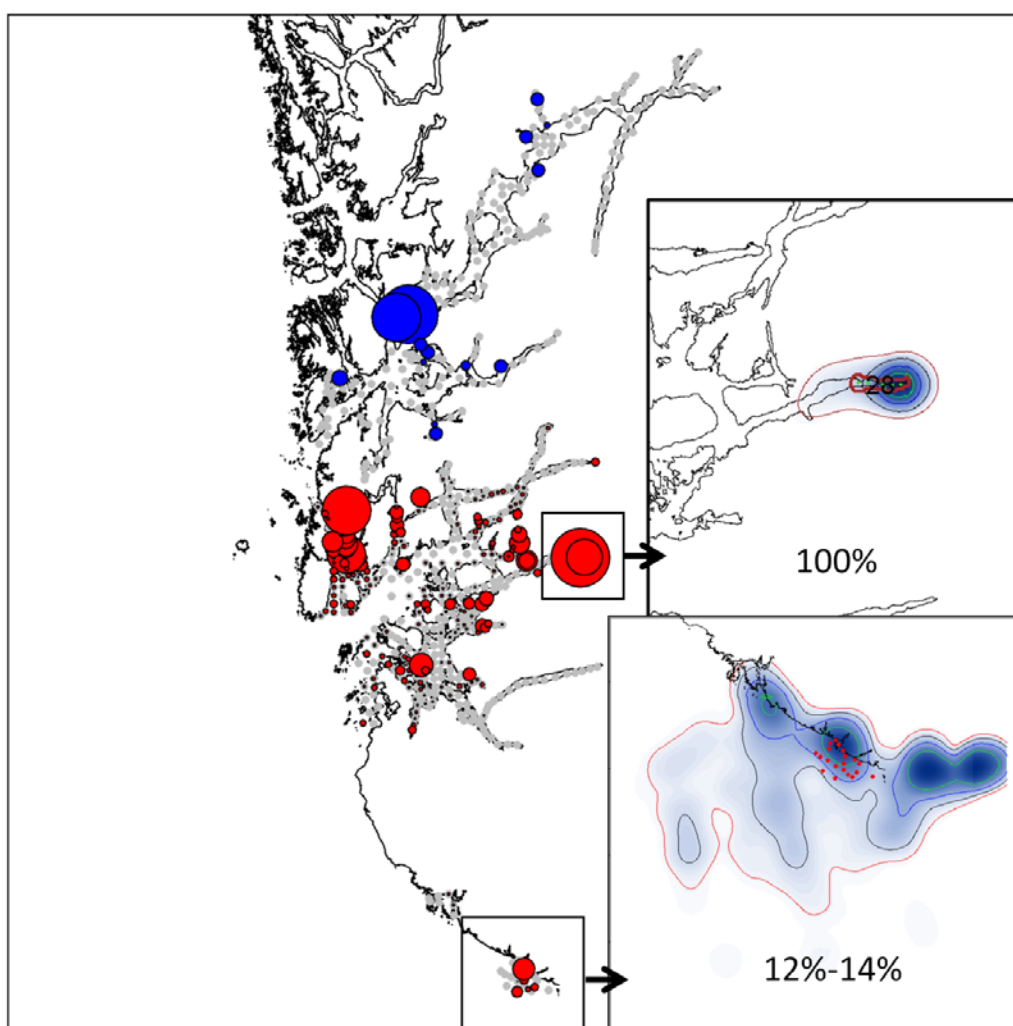
Gytefeltkartlegging

Gytefelt for lokale bestander av kysttorsk sør for Stad er siden 2008 kartlagt som en del av "Nasjonalt program for kartlegging av marine naturtyper" (Espeland et al. 2013). Alle kartlagte gytefelt publiseres på kartløsningen til Fiskeridirektoratet under kartlaget "Gytefelt torsk MB". I kartleggingsperioden ble Skagerrakkysten (Oslofjorden og Vest-Agder) kartlagt i 2008 og 2009, Rogaland i 2012 og 2013, Hordaland i 2009 til 2011 og Sogn og Fjordane i 2014 og 2015.

Gytefeltene er lokalisert ved hjelp av vertikale håvtrekk etter nygytte torskeegg som sammenstilles med intervjuinformasjon fra lokale fiskere samlet inn av Fiskeridirektoratet. Ut over dette undersøkes også prøver av egg genetisk for sikker artsbestemmelse samt at strøm og drift av egg simuleres vha oseanografiske modeller. I henhold til tidligere nevnte studier på mekanismer for opprettholdelse av lokale bestander er alle gytefelt verdisatt basert på mengde egg og hvorvidt det er stor sannsynlighet for at egg og larver holdes tilbake på gytefeltene. Gytefelt med høy verdi vil dermed indikere lokaliteter der det ligger til rette for en populasjonsstruktur med lokale bestander.

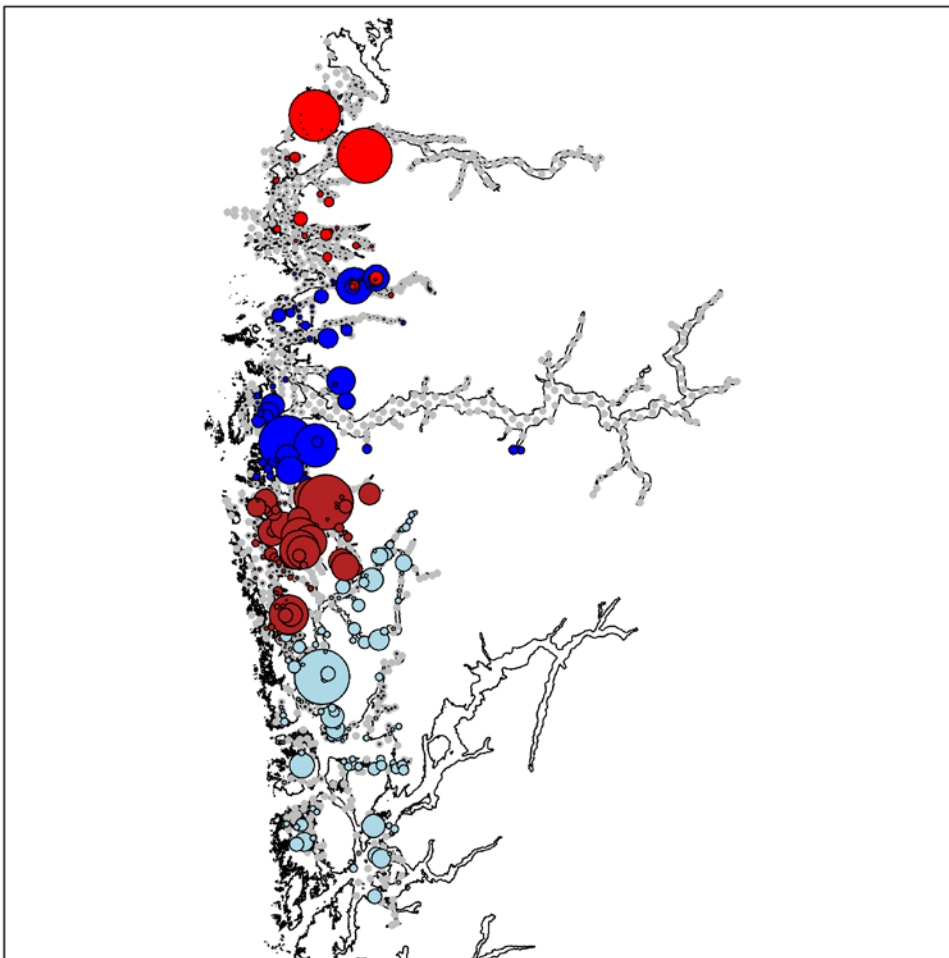
Gytefeltene verdisettes på en tretrinns skala der A er nasjonalt viktige gytefelt, B er regionalt viktige gytefelt og C er lokalt viktige gytefelt. Det er viktig å bemerke at den største usikkerheten er knyttet til C-områdene. Mindre mengder egg kan reflektere små populasjoner som sammen med en forholdsvis god retensjon kan bety at de er et viktig gytefelt for en liten populasjon.

Med utgangspunkt i mekanismene for populasjonsstruktur som nevnt over vil kartlegging av gytefelt i ytre områder der egg og larver spres over et større område ikke nødvendigvis bli regnet som et viktig gytefelt for kysttorsk. Dette skyldes blant annet at en mengde egg som blir funnet på et svært strømrøkt område, ikke er kvantitativt sammenlignbart med egg som finnes i et 'retensjonsområde' inne i en fjord. Eksempelvis ble det på Siragrunnen funnet mengder egg som tydelig indikerte at området var et gytefelt. Dette ble funnet til tross for en sterk strøm over grunnene. Simulering av partikkeldrift indikerte at under 2% av eggene fortsatt ville være på gytefeltet 30 dager etter gyting og bare 12-14% av eggene ble værende i det modellerte området. Gytefeltet har derfor ingen retensjon av egg. Skal en slik bestand opprettholde en genetisk identitet, må voksen fisk ha en aktiv bevegelse tilbake til gytefeltet når de selv skal gyte (se Fig. 5).

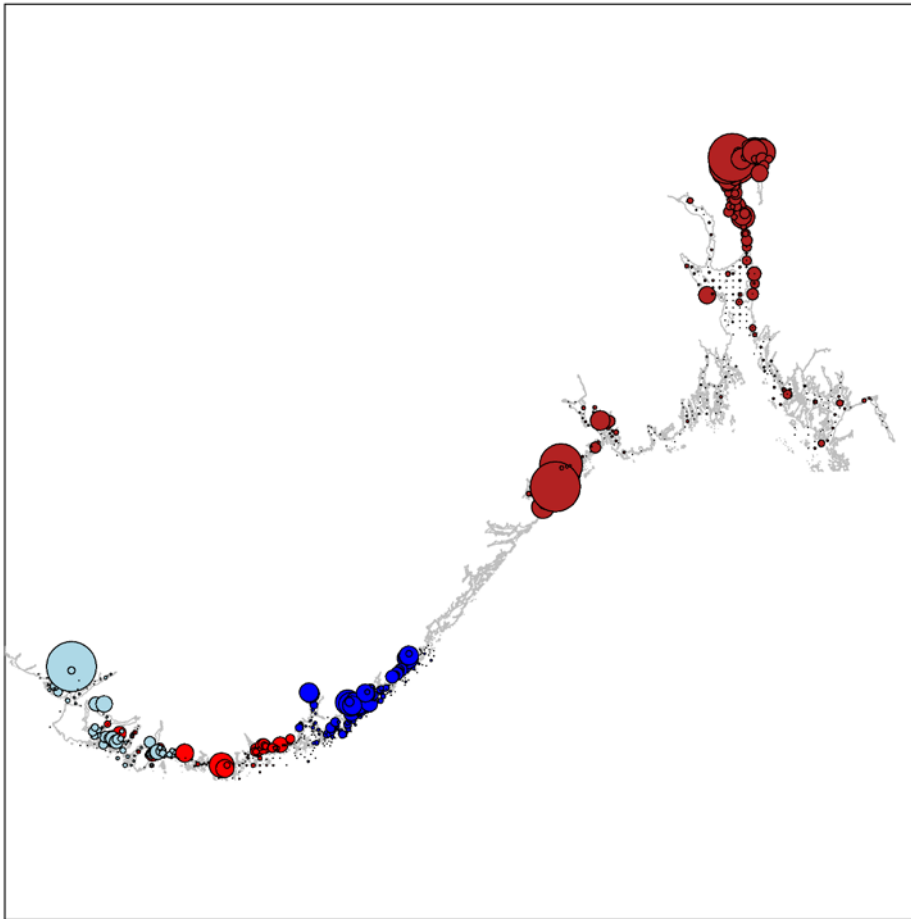


Figur 5: Kartet viser fordeling av egg i sørlige deler av Hordaland og Rogaland. Sirklene er skalert i forhold til antall egg funnet innenfor samme tokt. De ulike toktene er merket med ulike farger. Røde og blå sirkler er dermed ikke skalert i forhold til hverandre siden toktene er gjennomført på ulike tider i sitt gyteforløp. Merket området nederst i bildet viser egg på Siragrunnen. Kart til høyre for dette viser fordeling av egg fra Siragrunnen 30 dager etter drift. Mørk farge viser til høye tettheter, men totalt er bare 12-14% av eggene innenfor modellområdet. Merket område sentralt i kartet viser mengde egg på et fjordgytefelt. Kartet til høyre for dette viser hvordan egg fra dette gytefeltet driver 30 dager etter gyting. På dette gytefeltet vil 100% av eggene holdes tilbake på gytefeltet.

Det generelle bilde av fordeling av torskeegg i indre deler av kysten sør for Stad viser høye konsentrasjoner i middels dype fjorder med god retensjon. Derimot, i de dypeste fjordene på vestlandet, som Sognefjorden og Hardangerfjorden, er det veldig lite egg innover i fjordene (Fig. 6). Enkelte steder er det også funnet gytefeltkomplekser der det ser ut som tre til fire ulike gytefelt har et felles retensjonsområde hvor egg og yngel vil drive frem til bunnslåing. Et eksempel på dette er Lurefjorden i Nordhordland.



Figur 6: Kartet viser fordeling av egg i Sogn og Fjordane kartlagt i 2014 (nordlige deler: røde symboler) og 2015 (sørlige deler: blå symboler), Hordaland kartlagt i 2010 (sørlige deler, uten Hardangerfjorden: lyseblå sirkler) og i 2011 (nordlige deler: Brune sirkler). Sirklene er skalert i forhold til antall egg funnet innenfor samme tokt. De ulike toktene er merket med ulike farger. Eksempelvis ble det i nordligste deler av Sogn og Fjordane funnet veldig mye egg på to stasjoner som da vil nedskalere andre stasjoner.



Figur 7: Kartet viser fordeling av egg i Skagerrak. Sirklene er skalert i forhold til antall egg funnet innenfor samme tokt. De ulike toktene er merket med ulike farger. Røde og blå sirkler er dermed ikke skalert i forhold til hverandre siden toktene er gjennomført på ulike tider i sitt gyteforløp. Totalt ble området dekket i fem tokt (Oslofjorden ble dekket med to tokt). Området fra Arendal til Risør ble kartlagt forut for toktene og det eksisterer ikke sammenlignbare data for dette området.

2.3 Genetikk, atferd og økologi

Finnes det ulike bestander?

Kystfarvannet utgjør hovedleveområdet for mange fiskearter og andre organismer. For flere arter har det likevel vært usikkert på hvilken geografisk skala slike bestander er delt opp, noe som er viktig kunnskap om en skal forvalte artene presist. Genetiske analyser av torsk har vist at selv en svært mobil art som denne er oppdelt i separate populasjoner langs kysten (Knutsen et al. 2003, Jorde et al. 2007, Knutsen et al. 2011), der bestandene opptrer som små enheter i beskyttede lokaliteter, mens torsk i ytre mer eksponerte områder ligner genetisk mer på torsk fra Nordsjøen (Knutsen et al. 2011) da egg og larver kan ha drevet inn fra Nordsjøen til kysten (Stenseth et al. 2006).

Mekanismene bak opprettholdelsen av bestandene

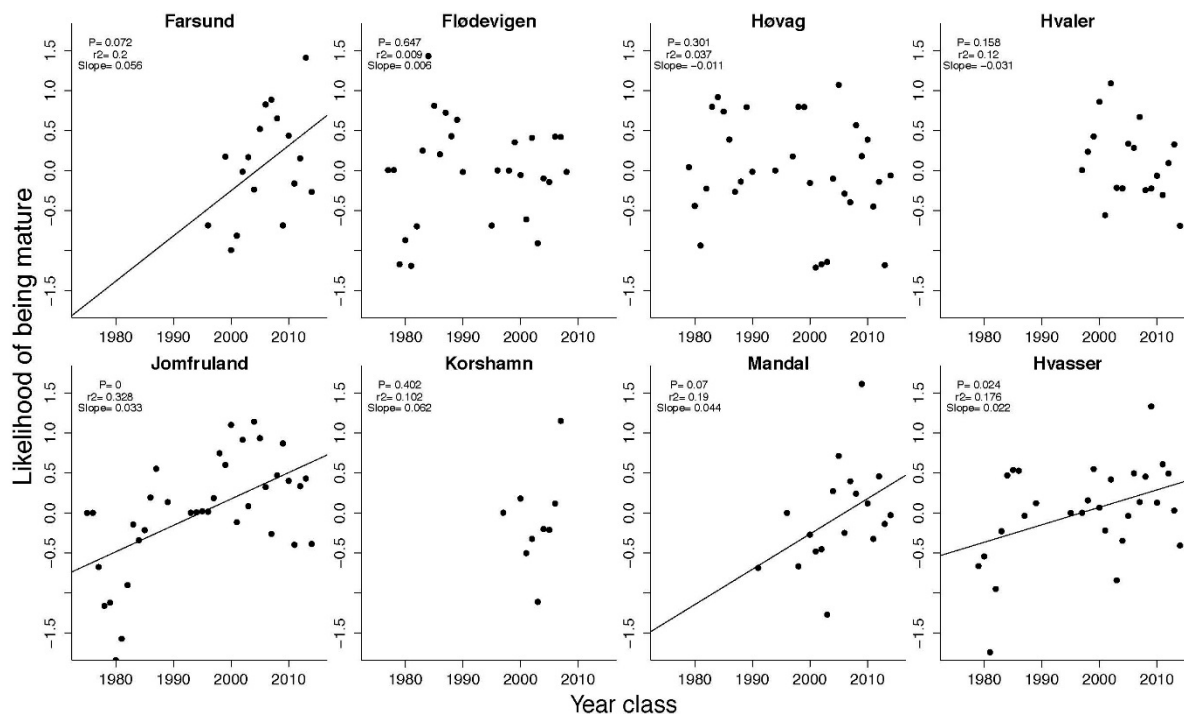
Mekanismene bak denne oppdelinga mellom fjordbestander er studert over flere år og vi finner særlig tre forhold som er med på å forklare dette:

1. Resultater fra både tradisjonelle merkeforsøk (se Fig. 9, s 20), samt avansert merketeknologi (akustiske merker for adferdsstudier på individnivå) har vist at til tross for at torsken har potensiale til å bevege seg mye, er den svært stasjonær (Espeland et al. 2007, 2008, Rogers et al. 2014, Freitas et al. 2015). Torsk i indre områder beveger seg kun få hundre meter over ca. et år i snitt, mens torsk i eksponerte områder beveger noe over en km (Rogers et al. 2014). Likevel finner vi at enkelte individer vandrer over Skagerrak, og disse var hovedsakelig merket i ytre områder.
2. Videre har vi studert om eggene til kysttorsken holdes igjen i fjordene (retensjon) vha direkte måling av havstrømmene (oseanografiske forhold) samt studier av fjordterskelenes effekt, sammenholdt med økologiske felldata (bl.a. eggtrekk). Vi finner klare tegn på at eggene opptrer i størst tetthet lengre inne i fjordene, samt at terskeldypene har en betydning for graden av retensjon (Knutsen et al. 2007). Videre finner vi at torskeeggene ser ut til å ha egg «svevende» i et dyp i fjordene hvor netto strøm hovedsakelig går innover i fjordene. Dette betyr at selv om torsken gyter midtfjords, vil eggene kunne drive innover etter gyting og holdes der (se Ciannelli et al. 2010, Espeland et al 2015). Torskeegg holder seg typisk innenfor de øvre 30 m av vannsøylen. Saltholdighet og turbulens avgjør hvor i dette dybdeintervallet eggtettheten er størst.
3. Torskens genom er nylig kartlagt, og nye genomikk-studier på Skagerrakkysten som sammenligner torsk i indre og ytre områder av tre fjorder har vist at torsken i indre områder har mutert i flere DNA-regioner (inversjoner av større lengder DNA på flere hundre gener) som trolig har gjort den mer tilpasningsdyktig i fjordmiljø, enn torsken fra ytre områder (Sodeland et al. revised). Dermed vil den kunne ha et fortrinn i et fjordmiljø. Tilpasninger studert ved genomikk er tidligere observert mellom torsk som lever i ulik salinitet (Berg et al. 2015).

Livshistorieforskjeller og tilpasninger

Langs Skagerrakkysten er det store forskjeller i alder ved kjønnsmodning hos torsk i øst sammenliknet med populasjonene lenger vest, noe som tyder på at det er en arvelig, genetisk komponent bak disse forskjellene (Olsen et al. 2008, Rooney et al. 2015). Slike genetiske forskjeller kan skyldes at naturlig seleksjon har formet torskepopulasjonene i ulike områder

langs Skagerrakkysten som respons på det lokale miljøet. Høy dødelighet (av ulike årsaker) fører til at fisken kjønnsmodner ved tidligere alder (Fig. 8). Utviklingen hos Nordøst-arktisk torsk tyder på at dette kan være reversibelt, slik at alder ved kjønnsmodning øker som respons på redusert dødelighet (ICES 2015c) ,



Figur 8. Sannsynligheten for å kjønnsmodne øker for hver årsklasse. Dette tolkes som et faresignal om at dødeligheten er på vei oppover, som igjen fører til at torsken ”presses” til å gyte tidligere (Rooney et al. 2015).

2.4 Dødelighet

Merking-gjenfangst-data og kunnskap fra bevaringsområdet i Flødevigen

De forvaltningsmessige konsekvensene av resultatene våre tyder på at et lokalt overfiske kan ha langvarige konsekvenser, da lokale bestander kan fiskes helt ned. Resultatene av genetiske undersøkelser tyder på at den typiske fjordtorsken er lokalisert i svært beskyttede lokaliteter (f. eks. fjorder), mens torsken i ytre områder av kysten ligner mer på torsk i Nordsjøen. I et slikt beskyttet, men kystnært, område på grensen mellom Arendal og Grimstad kommuner (Sømskilen) viste Olsen & Moland (2011) eksperimentelt at årlig overlevelse var lav (25 %), og at fiskedødeligheten var svært høy (50 %) og utgjorde den langt største komponenten i samlet årlig dødelighet (75 %) innenfor et begrenset område ($\sim 3 \text{ km}^2$).

Analyser av merking-gjenfangstdata fra ca 10 000 torsk merket langs kysten av Aust-Agder, fra Lillesand i vest til Risør i øst i perioden 2005-2013 (Fig. 9) har nylig vist at kyst- og fjordorsk opplever svært høy dødelighet. Gjennomsnittlig årlig fiskedødelighet i perioden var 66 % av samlet årlig dødelighet for torsk større eller lik 40 cm, og 42 % av samlet årlig dødelighet for mindre torsk (Fernandez-Chacon et al., In review).

Forbud mot faste redskaper (garn, ruser, teiner) utenfor Flødevigen, i forbindelse med opprettelse av et bevaringsområde for hummer i 2006, førte også til en lokal restaureringseffekt med bestandsøkning for torsk (målt som CPUE) og økning i gjennomsnittstørrelse (Moland et al. 2013). Merking-gjenfangst muliggjorde kvantifisering av den demografiske effekten:

- Innenfor bevaringsområdet i Flødevigen (1 km^2), i årene 2007-2013, økte overlevelse til mindre torsk (16–44 cm) med 167 % (fra 0,09 til 0,24), mens årlig overlevelse til større torsk (45–97 cm) økte med 83 % (fra 0,23 til 0,42) sammenlignet med perioden 2005-2006 (Fernandez-Chacon et al. 2015).

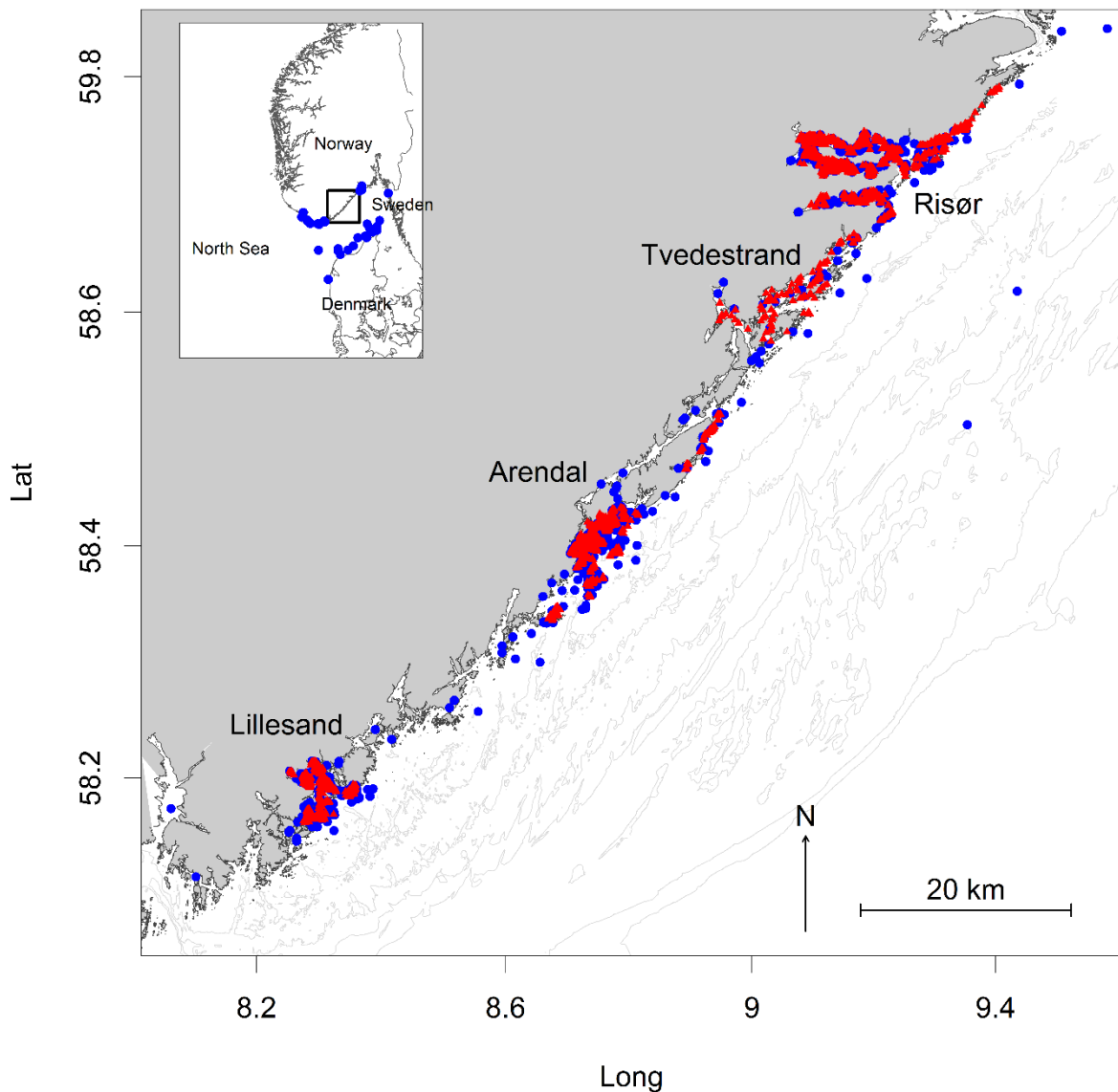
Økt overleving i bevaringsområdet har ført til økt mengde av større torsk. Dette tilsier at mengden fisk i gytemoden alder også har økt år for år. Det er likevel ikke registrert økt fangst av 0-gruppe på de to strandnotstasjonene i området (st 65 og 66, Fig. 10). Selv om vi generelt venter at økt gytebestand øker sannsynligheten for bedre rekruttering, må vi også ta i betraktning at det er mange tilfeldige faktorer som i et gitt år bestemmer overlevelse fram til 0-gruppe. En god gytebestand kan tilfeldigvis gi lav rekruttering i flere etterfølgende år. Bevaringsområdet ved Flødevigen er designet for hummer, og det omfatter ikke spesielt viktige eller typiske områder for gyting eller bunnslåing for fjordorsk. Det er godt mulig at mesteparten av gytefisken gyter utenfor bevaringsområdet. Området er dessuten relativt eksponert med hensyn til drift av egg og larver, slik at mye av yngelen kan bunnslå seg langt vekke fra bevaringsområdet.

Datasettet ble brukt til å teste hypotetiske forvaltningssenarioer i en merking-gjenfangst-modell:

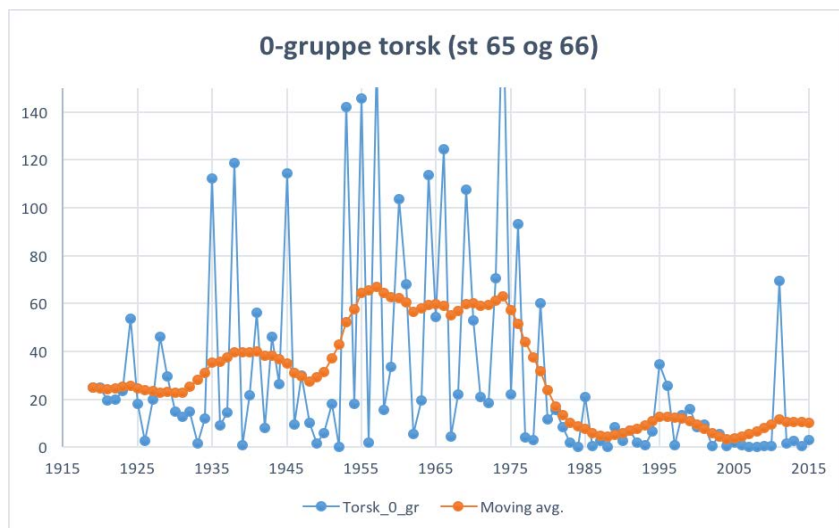
- Gjennom (i modellen) å fjerne dødeligheten til torsk som følge av fiske med krok og snøre i bevaringsområdet utenfor Flødevigen, var det mulig å estimere effekten av et

fullstendig vern av torsk (nullfiske) innenfor dette begrensede området (1 km^2). Gitt dataene fra perioden 2005 – 2013 ville et slikt scenario medføre en ytterligere økning av overlevelse på ~44 % (fra ~0,42 til ~0,6) og ~100 % (fra ~0,24 til ~0,48) for henholdsvis større og mindre torsk, som definert over (Fernandez-Chacon et al. 2015).

- Et generelt forbud mot krokredskaper i hele området (kysten Lillesand – Risør) ville medføre en økt årlig overlevelse for begge størrelsesgrupper til > 50 %. Et garnforbud ville hovedsakelig gagne større torsk, og gi en årlig overlevelse på ~50 % for denne gruppen, med liten eller ingen effekt på mindre torsk (Fernandez-Chacon et al. In review).



Figur 9. Kart over området (Aust-Agder) der >10 000 torsk ble merket i perioden 2005-2013. Røde symboler: posisjoner for fangst, merking og utsetting av fisk. Blå symboler: posisjoner for gjenfangst av merkede individer.



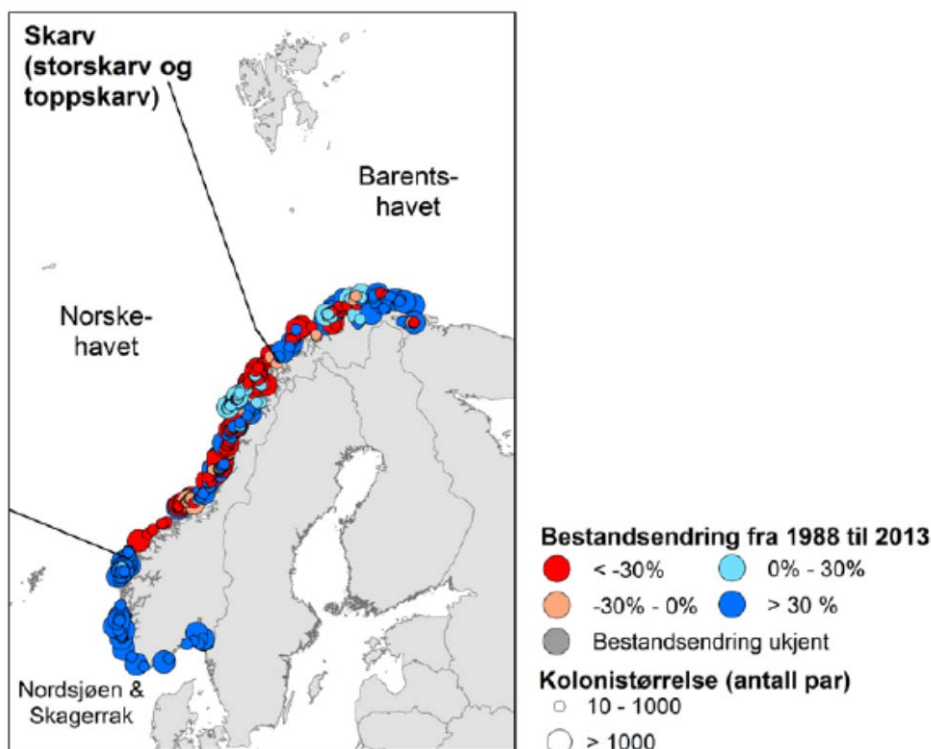
Figur 10. Årlig fangst av 0-gruppe torsk i standnotasjon 65 og 66, som ligger innenfor bevaringsområdet innført i 2006.

Naturlig dødelighet – predasjon

Kunnskapen på dette feltet er fremdeles ufullstendig, men vi kan likevel trekke noen konklusjoner om total naturlig dødelighet basert på tilgjengelige data. Analyser av merking-gjenfangst-tidsserien beskrevet over, der >10 000 fisk ble merket langs kysten av Aust-Agder i perioden 2005-2013, estimerte gjennomsnittlig årlig naturlig dødelighet til 34 % av samlet dødelighet for torsk større eller lik 40 cm, og 58 % av samlet dødelighet for mindre torsk (Fernandez-Chacon, in review.). Dette innebærer at predasjon (fra sel, skarv, andre predatorer) utgjør en ukjent fraksjon av 34 % årlig dødelighet for større torsk, og 58 % årlig dødelighet for mindre torsk. Naturlig dødelighet for mindre torsk utgjør dermed en større andel av samlet dødelighet enn dødelighet som følge av fiske (~42 %). Selv om noe av denne ”naturlige” dødeligheten kan ha sammenheng med fiske, for eksempel ved gjenutsetting av undermåls torsk, er det rimelig å anta at mesteparten av av naturlig dødelighet hos mindre torsk skyldes predasjon.

Predasjon fra sel og fugl (særlig skarv) har tidligere blitt anslått som en mulig betydelig kilde til dødelighet hos kysttorsk i Skagerrak (Nedreaas et al. 2008), men historisk har nok stor fisk (torsk, lyr, sei, hvitting) også vært viktige predatorgrupper på småtorsk. Beiting fra stor fisk har dermed minket noe ettersom forekomsten av stor fisk har minket. Arbeidet til Gjøsæter et al. (2007) på mageinnholdet til torsk på Sørlandet i 2001-2005 viste at torsk utgjorde ca 6% av dietten til torsk (kannibalisme).

Storskarv, underart *Phalacrocorax carbo sinensis*, som også kalles mellomskarv hekker på holmer og skjær langs kysten på Sørlandet og Sør-Vestlandet. Figur 11 viser utbredelse og bestandsendringer per koloni for all skarv langs hele norskekysten i perioden 1988-2013. Her er toppskarv og storskarv (inkludert mellomskarv) slått sammen. Figuren viser betydelig bestandsøkning for alle kolonier sør for Stad.



Figur 11. Fordeling og bestandsutvikling av skarv langs norskekysten. Hekkebestander av toppskarv og storskarv er slått sammen, og bestandsendringer representerer endringer per koloni i totalantallet av disse artene. Forholdet mellom bestandsmaksimum og bestandsminimum for mellomskarv (*Phalacrocorax carbo sinensis*) i perioden 1988-2013 er 110. Data og figur er hentet fra Fauchald et al. (2015).

For underarten mellomskarv ble det i 2012 registrert 14 kolonier med et totalestimat på 2500 hekkende par (Fig. 12). Det var en dobling siden tellingen i 2005 som er lagt til grunn for vurderingen av skarv som predator i kysttorsk rapporten fra Nedreaas et al. (2008). Nye tellinger i 2015 (Tabell 1) viser omtrent samme antall hekkende par på som i 2012.

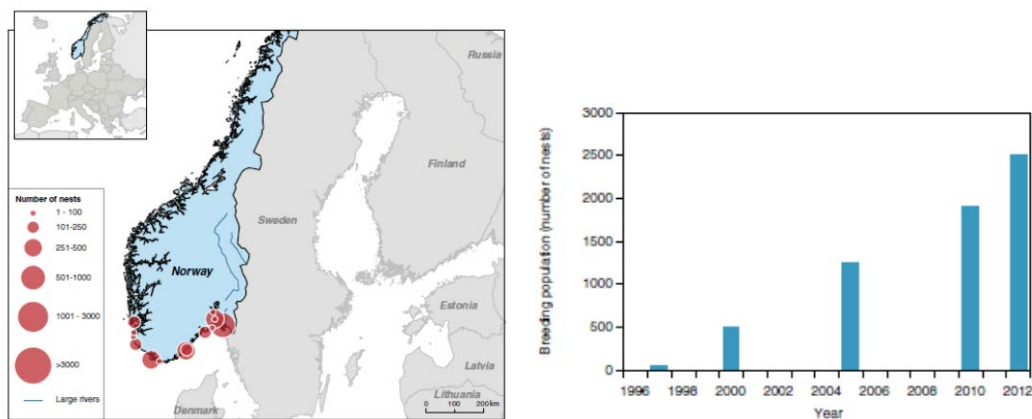


Figure 12. Til venstre: Utbredelse og størrelse på hekkkoloniene til mellomskarv *Phalacrocorax carbo sinensis* i Norge i 2012. Til høyre: Utvikling av hekkebestanden (antall reir) av mellomskarv siden etableringen i 1996/1997 (Lorentsen 2014)

Tabell 1. Antall hekkende par av underarten mellomskarv per fylke under tellingen i 2015 (Lorentsen, NINA, pers.comm.)

Fylke	Antall hekkende par
Østfold	968
Buskerud	36
Vestfold	543
Aust-Agder	281
Vest-Agder	325
Rogaland ¹⁾	184
TOTALT	2337

¹⁾ Telling i 2013

Basert på antatt daglig fôrbehov konsumerte mellomskarven i Ørakolonien i Østfold 205-293 tonn fisk i løpet av sesongen 2011 (1.3-31.8), og torsk hadde størst betydning med 43-61 tonn (Sørensen 2012). Gjennomsnittslengden av torsk i skarvens diett var 9,5 cm (ca. 10 gram). Dersom vi skalerer dette videre opp til alle hekkende par på kyststrekningen Rogaland-Østfold så blir det omlag 15 millioner torsk, og legger vi til ytterligere 50 tonn spist av toppskarv og storskarv på Vestlandet så blir det totalt sett i størrelsesorden 20 millioner torsk. Beregningene i 2008-rapporten, som blant annet var baserte på diettanalyser langs Bohuslän-kysten, må derfor revideres.

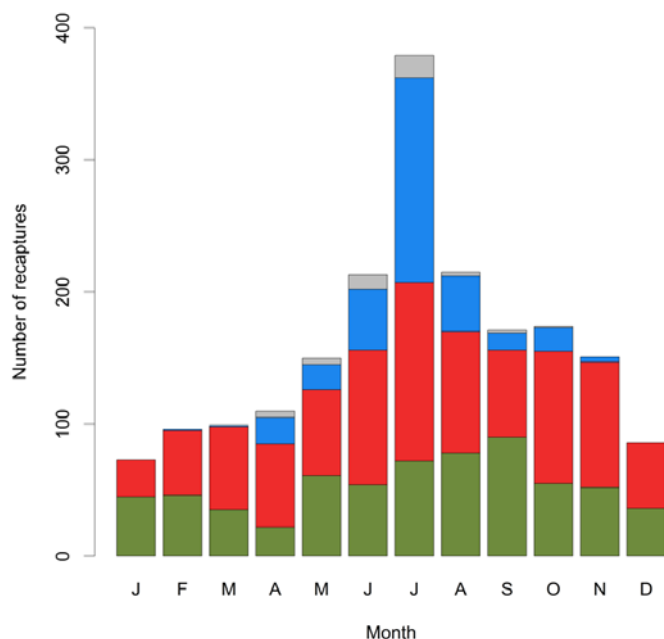
2.5 Fritidsfiske

Hvem beskatter kysttorsken?

Merke-gjenfangst studiene har også blitt brukt til å analysere fiskedødelighet i fritids- og yrkesfisket. Kleiven et al. (2016) fant følgende:

1. Årlig overlevelse av torsk ble estimert til 33 % (dvs en dødelighet på 67%)
2. Fritidsfiske med stang og snøre stod for 33.7 % av total dødelighet
3. Yrkesfisket stod for 15.1 % av total dødelighet
4. Faste redskaper i fritidsfisket stod for 6.8 % av dødeligheten
5. Samlet fiskedødelighet utgjorde 55.6 % av total dødelighet, mens naturlig dødelighet utgjorde 44.4 % av total dødelighet.

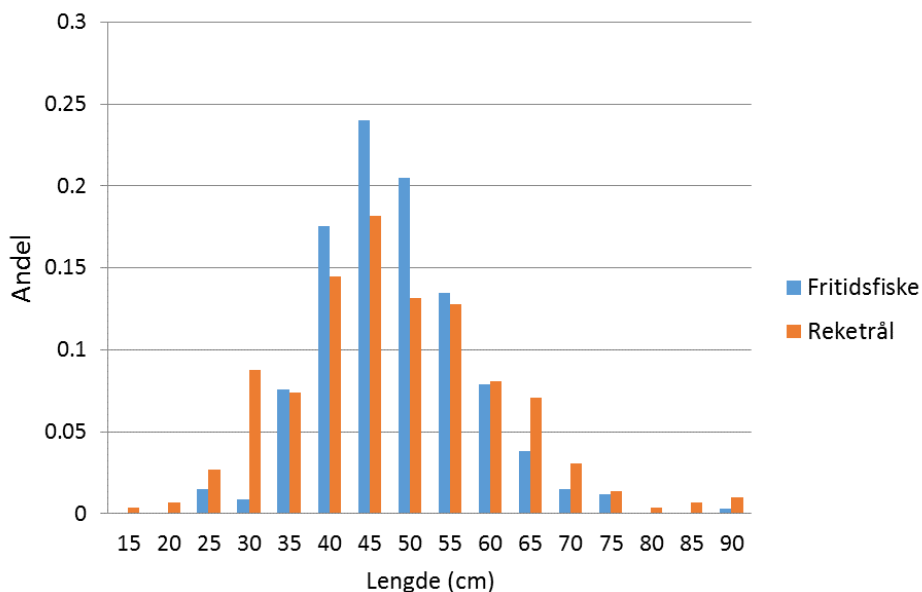
I forbindelse med prosjektet «CODFLICT» ble det gjennomført intervjuundersøkelser av fritidsfiskere fra Risør til Kristiansand i perioden april til august 2012. Intervjuene ble gjennomført med båt mens fisket pågikk, slik at det ble samlet inn biologiske data i tillegg til at det ble stilt en rekke spørsmål angående fisket. Totalt ble det gjennomført 359 båtintervjuer av 712 fiskere. Rundt 80 % av båtene ble operert av norske statsborgere.



Figur 13. Månedlig antall rapporterte gjenfangster av torsk fra yrkesfisket (grønn), lokale norske fritidsfiskere (rød), tilreisende norske fritidsfiskere (blå) og utenlandske turistfiskere (grå). Tallene er basert på faktiske innkomne merker før det er tatt høyde for rapporteringsrate. Kilde: Kleiven et al. in press.

Nøkkelresultater:

1. Kun 32 % av respondentene var i stand til å svare korrekt på hva minstemålet var for torsk (Kleiven et al. in prep).
2. Torsk utgjorde 17 % av fangstene i antall, kun oversteget av makrell (60 %) (Kleiven et al. in prep).
3. Fang-og-slipp for torsk var 55 %. Dette skyldes i hovedsak at torsken var «for liten» (Kleiven et al. in prep).
4. Størrelsen på landet torsk i fritidsfisket varierte fra 20 til 88 centimeter med gjennomsnittslengde på 46 centimeter (Kleiven et al. In prep), se Figur 11.
5. 24 % av landet torsk var under minstemål



Figur 14. Lengdefordeling i fritidsfiske og i rekefiske observert i CODFLICT-prosjektet.

Gjennom genetiske undersøkelser så «CODFLICT-prosjektet» på hvilke torskekomponenter reketrålfisket og fritidsfisket beskattet. Dataene er basert på innsamling fra 3 reketrålere som samlet inn 100 torsk hver (totalt 300 torsk) i gitte perioder i 2012 (Risør til Kristiansand). Fritidsfiskedata er basert på 359 båtintervjuer og 345 torsk. Undersøkelsene viser at 4 % av torskefangstene i reketrålfisket er fjordtorsk, mens 11.8 % av torskefangstene i fritidsfisket (stang og snøre) er fjordtorsk (Kleiven et al. in prep).

Basert på at fritidsfisket utgjør et større beskatningstrykk på kystnær torsk enn reketrålere (Kleiven et al. in press) og at en høyere andel av torsken i fritidsfisket er fjordtorsk (Kleiven et al. in prep) er det forventet at fritidsfisket utgjør en betydelig større trussel for fjordtorskbestandene enn reketrål.

Fritidsfisket i Norge sammenliknet med andre land

Med tanke på regulering så er fritidsfiske i Norge blant de mest liberale i verden. En person bosatt i Norge kan fiske ”mer eller mindre fritt” i sjøen med stang, snøre, juksa, line, garn, teiner og ruser. I tillegg er forvaltningen av dette fritidsfisket i liten grad tilpasset lokale forhold og ressursituasjonen. Fritidsfiskereguleringen er følgelig tilnærmet lik for Oslo-fjorden og Lofoten.

Til sammenligning har USA – som i en årrekke har gjennomført vitenskapelig baserte undersøkelser av fritidsfisket – en langt mer differensiert forvaltning av fritidsfisket og denne er spesifikk for ulike arter og områder. I USA har det blitt innført en registreringsplikt for fritidsfiskere på grunnlag av behovet for å få inn presise data på deltakelse og fangst.

I 2008 ble EU-landene pålagt å estimere fritidsfiskefangstene på arter som torsk, ål og havabbor. Mens andre land har startet en slik systematisk kartlegging har det skjedd lite eller riktigere ingenting i Norge. Dette betyr at Norge nå er et av få land i Nord-Atlanteren som ikke gjennomfører rutinemessige undersøkelser av fritidsfisket i sjø. Dette til tross for at Norge ligger helt i topp når det kommer til befolkningens deltakelse i fritidsfisket og at nye studier viser at fritidsfiskets fangster av kystnære bestander kan overstige de kommersielle fangstene.

Uten kunnskap om fangst i fritidsfisket vil det være krevende å estimere fiskedødelighet og gjennomføre presise forvaltningstiltak langs kysten. En kartlegging av fritidsfisket må ha høyt vitenskapelig nivå slik at det kan brukes i forvaltningen.

USA og Tasmania har innført påmeldingsplikt i fritidsfisket med begrunnelse i behovet for å få inn presise fangstdata. Ved å ha en pliktig påmelding til å fiske vil man kunne gjennomføre sannsynlighetsbaserte undersøkelser basert på et utvalg fiskere for å beregne innsats og fangst. Dette innebærer ikke rapporteringsplikt. Erfaringsmessig vil rapporteringsplikt gi svært store mengder data av lav kvalitet. Det foreslås derfor at det gjennomføres utvalgsundersøkelser, men at den påmeldte fisker opplyser om hvilket fiskeri (e.g. stang/snøre, garnfiske, fiske med teiner, hummerfisket) en vil delta i da dette vil gjøre utvalgsundersøkelsene mer kostnadseffektive og presise.

Eksempler på svenske reguleringer av fritidsfiske i Skagerrak-Kattegat er vist i Appendix 1.

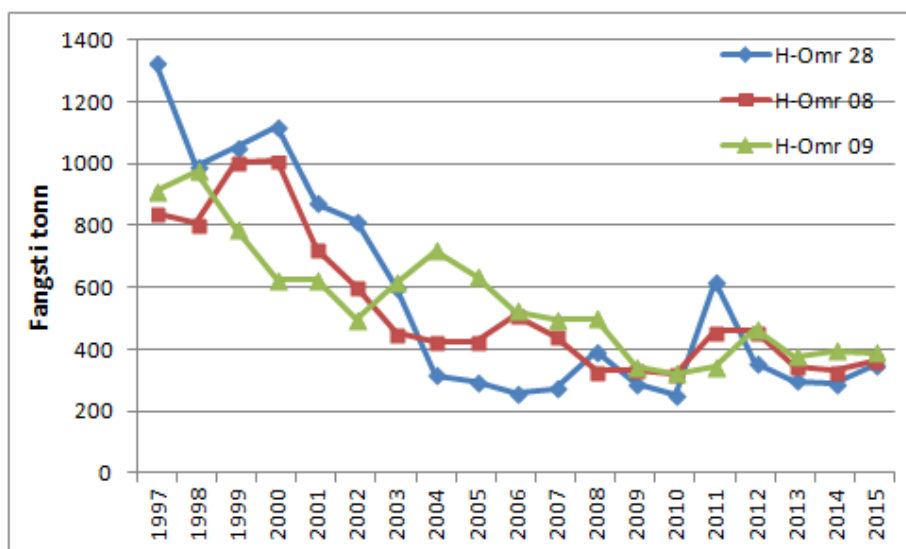
2.6 Yrkesfiske

Hele området sør for Stad innenfor 12 n.mil

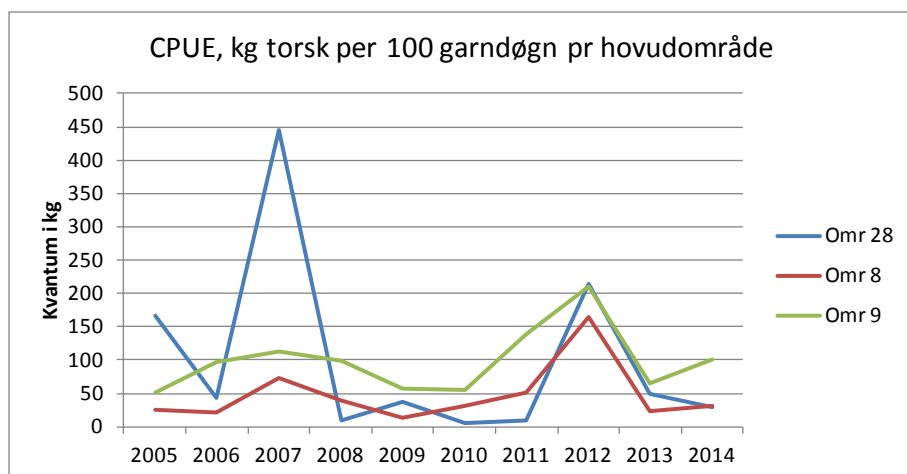
Figur 15 viser årlig landet torskefangst innenfor 12-mila for Fiskeridirektoratets statistikk-områder; 28 (Stad-Austevoll), 08 (Austevoll-Lindesnes) og 09 (Lindesnes-svenskegrensen). Alle de tre områdene viser en betydelig nedgang fra 1997 fram til 2010. Etter 2010 har fangstene i de tre områdene variert (uten noen klar trend) rundt et nivå som er under halvparten av fangstene på slutten av 90-årene. Et par år med bedre rekruttering ser ut til å ha gitt et kortvarig løft i alle områder. I område 28 og 08 var det en økning i 2011. I område 09 var det en liten økning både i 2011 og i 2012. I alle områder falt fangstene litt igjen i 2013, men har holdt seg på omtrent samme nivå i 2014 og 2015.

Havforskningsinstituttet har siden 2005 hatt kontrakt med 3-6 garnsjarker på Vestlandet, og 2(3) garnsjarker på Sørlandskysten om å levere fiskeridata og biologiske data til Instituttet etter avtalt prosedyre. Disse fiskerne utgjør en del av Havforskningsinstituttets Kystreferanseflåte. Figur 16 er basert på garnfangster av torsk for disse Kystreferansebåtene.

Den høye fangstraten i 2007 kommer fra en sjark i Florø området. Denne båten var bare med i Kystreferanseflåten i to år. Samlet datagrunnlag for fangstratene (Fig. 16) er 13-23 aktive båtiskemåneder og 415-1100 garndøgn per år på Vestlandet, og 7-18 aktive båtiskemåneder og 320-870 garndøgn per år på Sørlandet. Generelt viser fangstratene en nokså lik utvikling i de tre statistikkområdene med en topp i 2012 i alle områder. Dette gjenspeiles også i den offisielle landingsstatistikken vist i Figur 15. Instituttet har dessverre ikke tilsvarende fangstrater lenger tilbake i tid før nedgangen vist i Figur 15 startet.



Figur 15. Fangst av torsk innenfor 12-mila for Hovedområdene 28, 08 og 09. (Fiskeridirektoratets sluttseddelstatistikk.



Figur 16. Årlige gjennomsnitt av fangstrater (CPUE) av torsk (kg torsk per 100 garndøgn) fra Havforskningsinstituttets kystreferanseflåte på Vestlandet og Sørlandet i 2005-2014.

Skagerrakkysten innenfor 12 n.mil

I Tabell 2 er fangstene i område 09 splittet på enkeltruter (vist i Figur 17) for årene 2009-2015. Det er null rapportert torskefangst i rutene 0919 (Langsundsfjorden/Frierfjorden), 0918 (ved Skjæralden, hvor kun et lite hjørne av ruten er norsk sone) og 0921 (rundt Singløkilen i Fredrikstad-Halden-området). De største landingene er rapportert fra de rutene som inkluderer overgangen mellom ytre skjærgård og åpent hav (0925, 0912, 0916 og 0920). I disse rutene likner tidstrenden det som er beskrevet for hele hovedområde 09; fangsten i 2012 er relativt høy i alle disse rutene. Det er ingen åpenbar forskjell i tidstrendene øst og vest for 9-graden.

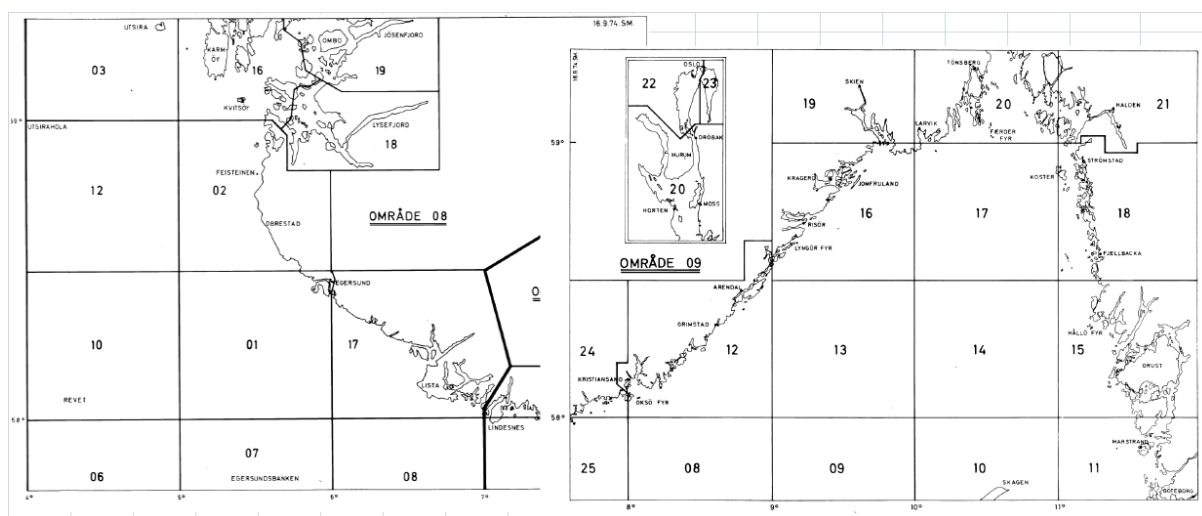
Tabell 3 viser årlige torskelandinger i hele område 09 fordelt på redskap. For alle redskap er fangsten i 2012 en del høyere enn i årene like før og like etter. Rekeetrål står for de største fangstene, dernest garn. De øvrige redskap bidrar samlet med rundt 10%. Garnfangstene har minket en del siden 2012, mens fangsten fra rekeetrål har holdt seg høy. Prosentandelen i rekeetrål har dermed øket. Torskefangstene i rekeetrålfisket er mer utførlig behandlet i kap 2.5.

Tabell 2. Årlig (2009-2015) rapporterte landinger (tonn) av torsk fra yrkesfisket innenfor 12-mila i enkeltruter i område 09 (Fig. 17). Ruteoppløsning ikke tilgjengelig før 2009. Kilde: sluttsettstatistikk.

	vest for 9-graden					øst for 9-graden									
	0924	0925	0912	0908	sum	0919	0916	0913	0922	0923	0920	0921	0917	0918	sum
2009	0.1	69.3	67.0	0.7	137.1	0.0	87.9	0.4	0.5	0.5	103.0	0.0	14.0	0.0	206.2
2010	11.4	91.8	53.3	1.0	157.5	0.0	65.5	0.1	0.2	0.2	83.6	0.0	14.4	0.0	163.9
2011	0.1	69.1	96.9	0.6	166.6	0.0	85.1	0.2	0.2	0.2	83.3	0.0	7.2	0.0	176.3
2012	0.9	122.1	115.6	0.9	239.6	0.0	97.3	0.3	0.6	0.2	125.6	0.0	3.5	0.0	227.5
2013	0.1	84.8	95.1	0.0	180.0	0.0	85.2	0.3	0.5	2.0	83.3	0.0	26.7	0.0	198.0
2014	0.1	41.7	93.8	0.0	135.5	0.0	91.7	0.0	1.0	0.0	118.1	0.0	48.5	0.0	259.3
2015	0.1	86.9	72.9	0.7	160.6	0.0	104.5	0.0	1.6	0.0	75.2	0.0	46.9	0.0	228.3

Tabell 3. Fangst av torsk (tonn) innenfor 12 mil i hovedområde 09 fordelt på redskap og år.

År	Garn	Krok	Ruse/Tein	Reketrål	Annen trål	Snurrevad	Annet	Total	Reketr%
2007	244.0	16.3	13.9	184.7	20.8	14.1	0.5	494	37
2008	204.9	19.5	8.2	237.2	13.2	15.5	0.1	499	48
2009	135.6	12.0	2.6	183.4	7.5	1.6	0.0	343	54
2010	139.0	8.9	4.1	143.3	25.0	0.7	0.0	321	45
2011	174.2	6.8	3.2	134.4	18.0	5.7	0.2	342	39
2012	184.5	18.8	3.7	216.7	22.2	20.7	0.0	467	46
2013	157.6	5.7	2.0	190.0	14.8	7.6	0.1	378	50
2014	113.5	3.8	2.8	263.7	9.8	0.9	0.0	394	67
2015	109.0	18.0	2.0	241.6	11.2	6.8	0.0	389	62
Snitt	162	12	5	199	16	8	0	403	50



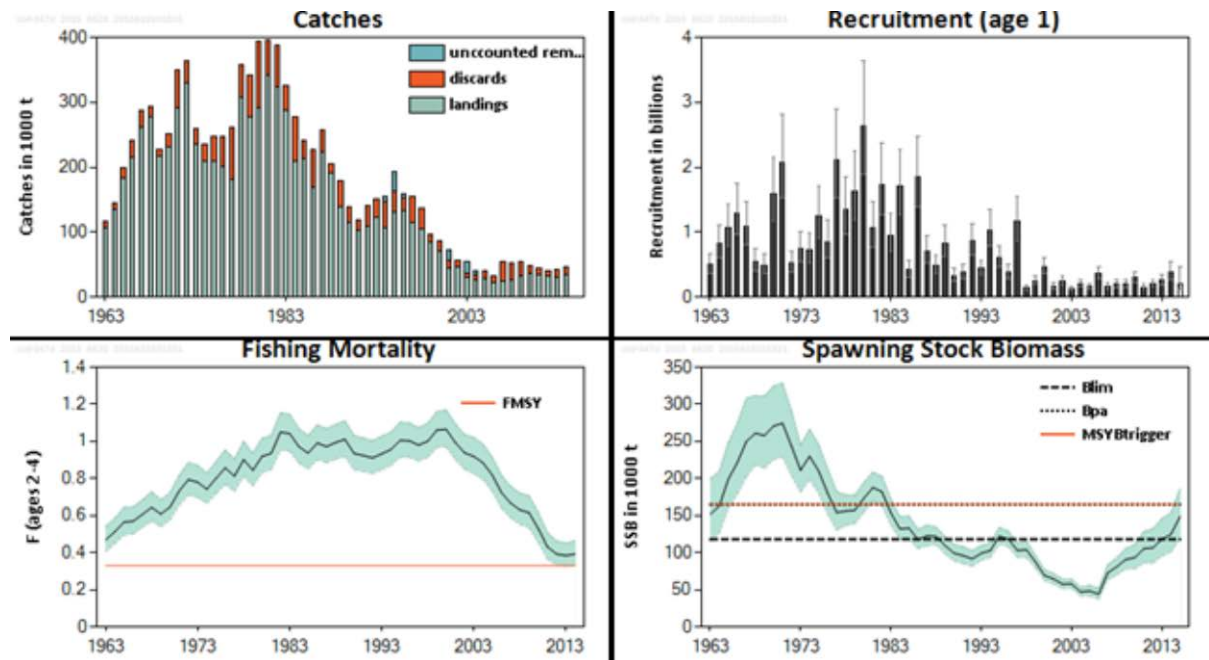
Figur 17. Enkeltruter i deler av statistikkområdene 08 og 09. Hovedområde 09 er øst for Lindesnes.

Andel fjordtorsk i yrkesfiskernes torskefangst

Fangstallene presentert i tabell 2 og 3, samt figur 15, representerer fangster innenfor 12mila. Tabell 2 viser at i område 09 er mesteparten tatt i ruter som inneholder ytre skjærgård og hav. Veldig lite er rapportert fra ruter som dekker kun fjorder og indre skjærgård. På bakgrunn av dette og det som er beskrevet i kap 2.4 (i størrelsesorden 2-4% av torsk fanget i reketrål er fjordtorsk), er det god grunn til å tro at typisk fjordtorsk utgjør en veldig liten andel av totalkvantumet rapportert fra yrkesfisket i område 09.

Bestandsstrukturen for kystnær "ikke-fjordtorsk" er ikke nøye kartlagt, men de fleste studier plasserer den som "nordsjøtype" (kap 2.2). Det siste benchmark-møtet for Nordsjøtorsk (ICES 2015c) har oppsummert en del genetikk-studier som tyder på at det finnes noe "nordsjøaktig" torsk med regional tilknytning på Skagerrakkysten, og som dermed fortjener en egen forvaltning, men ICES gir fortsatt ett kvoteråd for Nordsjøen og Skagerrak (utenfor 12-mila) kombinert.

All norsk torskefangst utenfor grunnlinjene i Skagerrak blir i dag belastet den norske kvoten for nordsjøtorsk, og fangsttall og prøvemateriale fra dette fisket utenfor 12 nm inngår i bestandsvurderingene for nordsjøtorsk. Denne bestanden har, etter en langvarig nedgang, hatt en viss vekst siden 2006 (omtrent dobling av totalbestand og tredobling av gytebestand, Fig. 18), hovedsakelig grunnet redusert fiskepress (ICES, 2015b). Selv om bestanden fortsatt er lav sett i et historisk perspektiv, burde en slik vekst tilsi at tilgjengeligheten av nordsjøtorsk også har vært økende i fiskeriene i Skagerrak i perioden fra 2006-2015. Nordsjøtorsken er regulert ved en internasjonal kvoteavtale.



Figur 18 . Nordsjøtorsk: Oversikt over årlig fangst og rekruttering (øverst), fiskedødelighet og gytebestand (nederst). Horisontale linjer er referansepunkter for rådgiving og forvaltning. (fra ICES, 2015).

2.7 Trålfiske etter reker og sjøkreps; Seleksjonsinnretninger som mulige tiltak for vern av kysttorsk

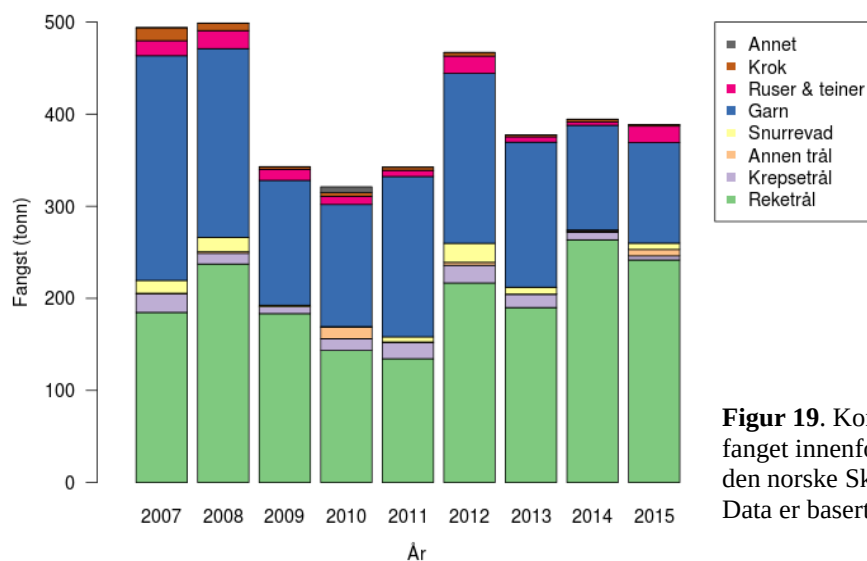
Fisket

Data for norske landinger av torsk fanget innenfor 12 n mil fra grunnlinjene på Skagerrakkysten (område 09), viser at reketrål de siste årene har tatt omkring 50% av totalkvantumet (median: 47%, range: 37-66%) (Fig. 19). Landinger tatt med krepsetrål utgjør derimot mindre enn 5% av totalkvantumet (median: 4%, range: 1-5%).

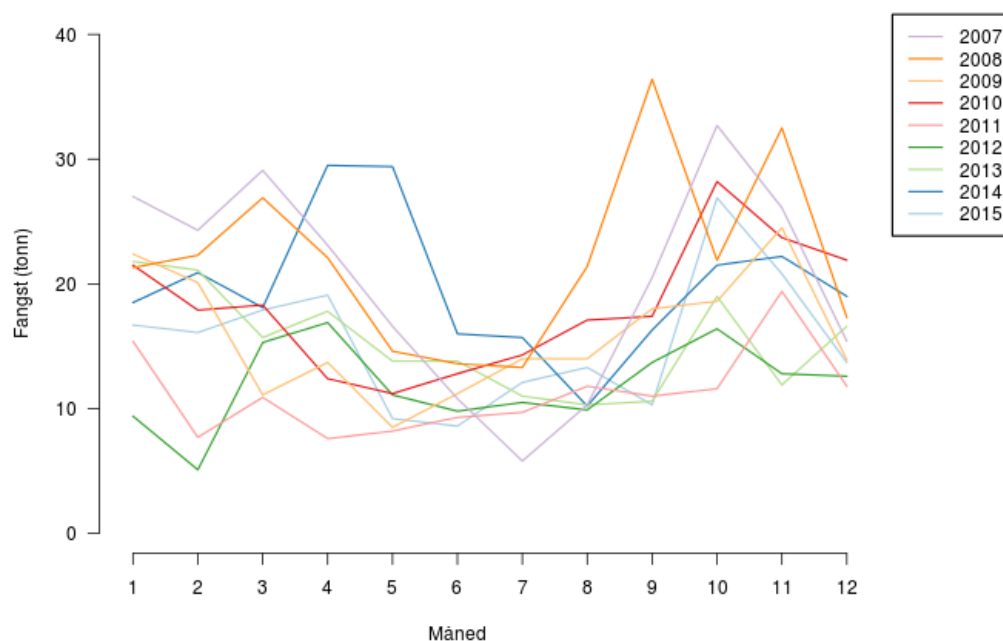
Landingene av torsk fra reketrålfisket innenfor 12 n.mil er lavest i sommermånedene og i desember (Fig. 20), men dette kan skyldes sesongvariasjon i innsats.

I Skagerrak (utenfor grunnlinjene) kan norske fiskere i 2016 fiske inntil 175 tonn torsk. Av dette er 87 tonn avsatt til et direkte fiske med konvensjonelle redskap, mens de resterende 88 tonn skal dekke bifangst av torsk i fisket etter andre arter (J-melding 8-2016: Forskrift om regulering av fisket etter torsk i Nordsjøen og Skagerrak i 2016). For fiske med reketrål i

Skagerrak er det satt en øvre grense for bifangst av torsk på 5%. Denne grensen gjelder både det enkelte hal og ved landing.



Figur 19. Kommersiell landinger av torsk fanget innenfor 12 n. mil fra grunnlinjene p den norske Skagerrak-kysten (område 09). Data er basert på sluttseidler.



Figur 20. Månedlige landinger av torsk tatt med reke-trål innenfor 12 n. mil fra grunnlinjene på den norske Skagerrak-kysten (område 09) for årene 2007-2015. Data fra sluttseidler.

Gjeldende fangsttekniske reguleringer

Reke-trål

Minste tillatte maskevidde i trålposen ved tråling etter reker er 35 mm. Påbud om bruk av sorteringsrist i reke-trålfisket i Skagerrak ble innført 1. januar 2013. Påbudet gjelder ved fiske utenfor 4 n. mil fra grunnlinjene og største tillatte spileavstand er 19 mm (J-melding 7-2016: Forskift om utøvelse av fisket), §12, andre ledd), som for det resterende av norsk økonomisk sone. I motsetning til området nord for 62 °N, er det tillatt å bruke en oppsamlingspose over

ristutslippet for å ta vare på bifangst av fisk. Taket av oppsamlingsposen skal i de 3 fremste meter og i en bredde minst svarende til bredden av rista, ha kvadratmasker med en minste maskevidde på 120 mm. Det tekniske regelverket inneholder detaljerte bestemmelser om utforming og montering av rister (jfr J-melding **287-2015**).

Data fra seleksjonsforsøk gjort i Nord-Norge og Barentshavet viser at småtorsk opptil ca 20 cm kan passere gjennom rist med 19 mm spileavstand (Isaksen et al., 1992). Dette svarer til 0- og 1-gruppetorsk. Smalere spaltebredde ville redusert bifangst av småfisk i trålposen, men medført større reketap, spesielt av stor reke.

For 2016 kan bifangst av torsk i reketrålfisket på vektbasis ikke overstige 5% av totalfangsten (J-melding 8-2016). Dette taket gjelder både for det enkelte trålhal og ved landing.

Krepsetrål

Ved fiske etter sjøkreps i Nordsjøen er kravene de samme som for stormasket fisketrål, dvs en minste maskevidde på 120 mm. I Skagerrak kan det ved fiske utenfor 4 n. mil fra grunnlinjene benyttes 90 mm i trålposen dersom det i tillegg monteres inn et 3 m langt seleksjonspanel i overpanelet av posen (J-melding 7-2016, §3, pkt 4). Bakkant av panelet skal være maksimalt 4 m fra bakkant av posen (sekkeknuten). Panelet skal være like bredt som overpanelet (fra leis til leis) og ha samme bredde i hele sin lengde. Det skal være laget av kvadratmasker med en minste maskevidde på 140 mm. Dersom det benyttes firepanels pose, kan panelet lages av diamantasker med en minste maskevidde på 270 mm. Alternativt kan det benyttes trålekk laget av 70 mm kvadratmasker i kombinasjon med seleksjonsrist (§3, pkt 5). Seleksjonsrista skal ha en spileavstand på maksimalt 35 mm (J-melding 190-2012: Forskrift om utforming og innmontering av sorteringsrist i direkte fiske etter sjøkreps).

Ved fiske innenfor 4 n. mil kan det benyttes en trålpose laget av kvadratmasker med en minste maskevidde på 70 mm, uten krav om bruk av seleksjonsrist (§5, siste ledd).

For 2016 kan bifangst av torsk i krepsefisket på vektbasis ikke overstige 2.5% av totalfangsten (J-melding 8-2016). Dette taket gjelder både for det enkelte trålhal og ved landing.

Tiltak for å verne kysttorsk.

Bifangst av torsk i rekefisket innenfor 12 n. mil utgjør ca 50% av de kommersielle torske-landingene i statistikkområde 09 (Skagerrakkysten fra svenskegrensen til Lindesnes). Rekerist er effektiv for å selektere ut torsk som er større enn at de kan passere mellom spilene i rista (> ca 20 cm). Bruk av oppsamlingspose vil imidlertid gjøre at større torsk allikevel fanges. De som unnslipper er derfor fisk som er så store at ikke kan passere gjennom rista og samtidig ikke større enn at de kan rømme gjennom 120 mm kvadratmaskene i oppsamlings-posen. Anslagsvis gjelder dette fisk i intervallet 20-45 cm, dvs ungfisk under og rundt minstemålet. Dersom det er påkrevd med et mer omfattende vern som også innbefatter større torsk, bør forbud mot bruk av oppsamlingspose over ristutslippet vurderes. Det vil medføre tap av bifangst av all konsumfisk og dermed tapte inntekter.

For krepserist med 35 mm spileavstand vil all torsk over ca 35 cm sorteres ut (Ulmestrand and Valentinsson, 2003), men krepserist er ikke påbudt, og siden oppsamlingspose ikke er tillatt i krepsefisket, bruker de fleste fartøy utenfor 4 n.mil 90 mm diamantmaskesekk med seleksjonsvindu.

Det er i dag ikke påbud om bruk av rist ved trålfiske etter reker og sjøkreps innenfor 4 n. mil. Ut fra den kunnskap vi har om kysttorskens fordeling, er imidlertid sannsynligheten for fangst av kysttorsk større her enn lengre ute fra kysten. Krav om bruk av rist bør derfor vurderes innført også ved fiske innenfor 4 n. mil. Tidligere forslag om et slikt påbud har møtt kraftig motstand fra næringen, og hovedinnvendingen har vært at det ville medføre store håndteringsproblemer ved bruk av rist på de mindre fartøyene som ofte fisker innenfor 4 n. mil. Flere mindre fartøy bruker imidlertid rist på frivillig basis allerede i dag, og det gjøres et godt arbeid med videreutvikling av den såkalte "Hvaler-rista" tilpasset disse mindre fartøyene (Anon 2014, Valdemarsen 2008 og 2016, Valdemarsen og Misund 2015a,b og c, Valdemarsen et al. 2015).

En slik rist har også potensiale for å slippe ut små fiskeyngel (av samme størrelse som undermåls reke). Dette bør testes ut i områder med forekomster av yngel av ulike arter.

2.8 Bifangst av torsk i teine- og rusefisket etter leppefisk

Havforskningsinstituttet har etablert et nettverk av leppefisk-fiskere langs kysten fra Hvaler til Flatanger. Disse rapporterer inn fangst fordelt på art, både beholdt fangst og gjenutsatt levende leppefisk under markedsstørrelse, pluss bifangst av andre arter, blant annet torsk. Dette fiskeriet foregår i perioden juni-oktober på Sørlandet og juli-november på Vestlandet.

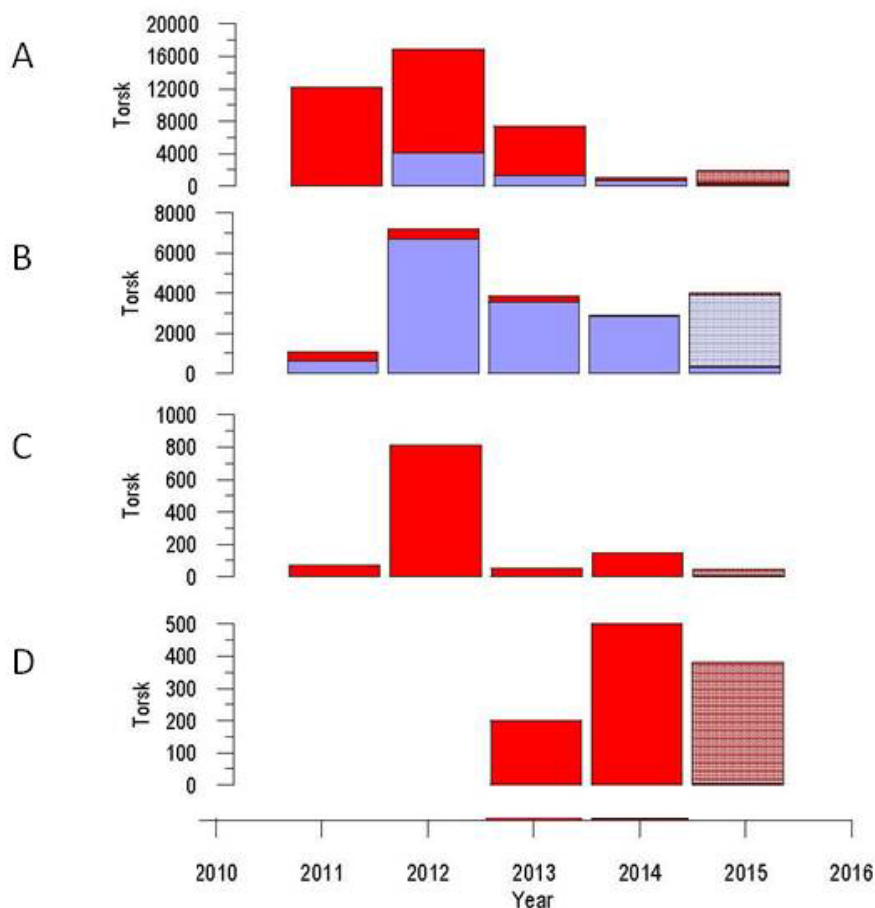
Figur 21 viser estimert totalfangst av torsk, det meste under 25 cm, for et utvalg fiskere på Sørlands- og Vestlandskysten.

Figur 21 viser stor bifangst av torsk i Hvaler-området, og gradvis mindre bifangst vestover til Vestlandet. En omtalt god 2011 årsklasse på Skagerrakkysten og Sør-Vestlandet utgjør det meste av bifangsten i 2011-2012. Det er videre verdt å merke seg at det store antall småtorsk som ble tatt som bifangst i leppefisk-fisket, særlig i Hvaler-området, ikke er like fremtredende i strandnot- og trollgarnfangstene (Fig. 2 og 4). Siden denne torsken etterhvert forsvant fra områdene antas den å være av nordsjøtype. Det bør foretas en nærmere analyse av disse forskjellene både med hensyn til bedre forståelse av fjordtorsk/nordsjøtorsk utbredelse, lokale forskjeller i predasjon, og likheter/forskjeller mellom lokasjonene som fiskes på med de tre forskjellige redskapene.

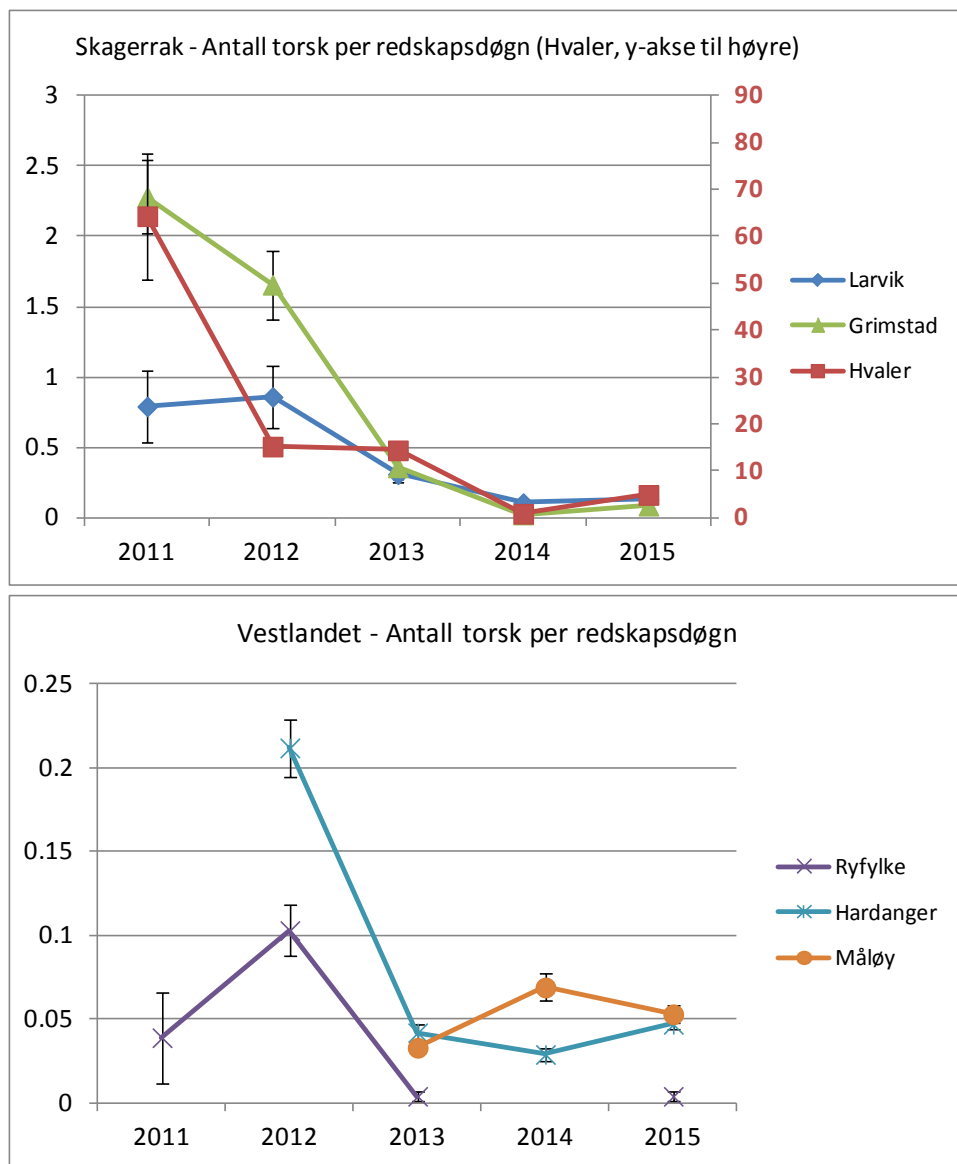
Figur 22 viser bifangstratene av torsk i fisket etter leppefisk for hvert av områdene Larvik, Grimstad, Hvaler, Ryfylke, Hardanger og Måløy. De svært høye bifangstratene per redskapsdøgn i Hvaler kan være overestimert, fordi fangster med 4 timer ståtid er oppskalert til fangst pr døgn (skaleringsfaktor på 6), men selv uten oppskalering er disse fangstene vesentlig høyere enn i andre områder.

Med kjennskap til antall fiskere og antall redskap per fisker kan det være mulig å gi et anslag for den totale bifangsten av torsk langs kysten i dette leppefisk-fisket.

Med såpass stor bifangst av torsk som her dokumentert for Skagerrakkysten, vil det uansett torske-type være viktig å sikre rask og skånsom behandling av torsken og raskest mulig gjenutsetting for å sikre høy overlevelse.



Figur 21. Estimert total bifangst av torsk i antall, det meste under 25 cm, for fire ulike leppefisk-fiskere (A-D) på Sørlands- og Vestlandskysten 2011-2015. A-Hvaler, B-Grimstad, C-Ryfylke og D-Austevoll/Samnanger. Røde søyler er bifangst i teiner, og blå søyler i ruser. Skraverete søyler i 2015 viser bifangst i redskap med 12 mm flukttåpninger.



Figur 22. Estimert bifangstrate av torsk i leppefisk fisket (antall torsk per redskapsdøgn), ± 1 standardfeil, for et utvalg leppefisk fiskere på Sørlands- og Vestlandskysten 2011-2015.

3 Oppsummering og konklusjon

Kysttorsken både på Vestlandet og Sørlandet har i løpet av de siste 20 år vært utsatt for et økende press fra flere påvirkningsfaktorer; klimaendringer, eutrofiering, ny næringsvirksomhet, økt fritids- og turistfiske, i tillegg til et tradisjonelt ganske intensivt yrkesfiske, økt skarvebestand, og en høy naturlig dødelighet.

Økte sommertemperaturer er en utfordring for en kaldtvannsart som torsk. Dette er mest tydelig i viktige områder for fjordtorsken på Sørlandet. Kombinasjonen av varmere klima og en vedvarende eutrofiering har ført til periodiske endringer i artssammensetningen av dyreplankton. Dette har trolig vært en viktig medvirkende årsak til mange år med dårlig overleving og vekst hos torskeyngelen. Eutrofieringen skyldes i stor grad (90%) strømtransporten fra sydlige Nordsjøen og vil ikke kunne vesentlig reduseres ved tiltak i Norge, med mulig unntak for enkelte fjordsystemer (terskelfjorder). Klimaproblemet har stort internasjonalt fokus, men radikale løsninger er ikke sannsynlig på kort sikt.

Den økte skarvebestanden kan være noe av årsaken til den høye naturlige dødeligheten av særlig 0-1 år gammel torsk. Beregninger viser at en stor skarvebestand langs kysten kan være den enkeltfaktor som påfører kysttorsken størst naturlig dødelighet, spesielt av småtorsk (0-1-åringer), og arbeidsgruppen anbefaler derfor økt jakt på skarv. Mellomskarven var ikke til stede før midten av 1990-tallet, og før da hadde man også fortsatt gode torskefangster i strandnottrekkene.

Arbeidsgruppen vil derfor gjenta anbefalingen fra 2008 om at jakttiden utvides til jakt på all skarv på hele kyststrekningen (ikke bare ferskvannslokaliteter) Stad- svenskegrensen i perioden 21.08.–28.02./29.02. Dette samsvarer også med jakttiden for flere måkearter i hele landet. Særlig bør utvidet jakt tillates i området Telemark-Østfold der det for tiden er minst torsk og mest skarv.

Siden 2010 har årlige torskelandinger i yrkesfisket vært under halvparten av årsfangstene på slutten av 90-tallet. Det gjennomgående lave innslaget av gammel fisk tyder på at dødeligheten er for høy i alle områder. Dette tilsier at det i alle områder er behov for å redusere fisketrykket både i yrkesfiske og fritidsfiske for å bedre utbytte på lengre sikt (la fisken vokse seg større før den fiskes), og for å bedre overlevelsen fram til gytemoden alder.

I områdene øst for 9 grader øst (Telemark-Østfold) viser både strandnotserien og trollgarnserien minkende forekomster av torsk, og beregninger av totaldødelighet er foruroligende høye. Dette representerer i hovedsak de indre kyststrøk ut til skjærgården. Rapporterte fangster fra yrkesfisket, som i større grad representerer ytre kyststrøk og åpent hav, viser ikke like klare negative trender i de aller siste årene. Dette antas i hovedsak å være torsk av nordsjøtypen. Det nyutviklede fiskeriet etter leppefisk indikerer relativt gode forekomster av 0- og 1-gruppe torsk i 2011-2012 i deler av dette området. Det er mulig at denne torsken ved høyere alder har bidratt til bifangst i rekefisket på dypere vann.

Studiene beskrevet i kap 2.2 og 2.3 viser at typisk fjordtorsk helst finnes i de innerste fjorder og sund. Dette gjelder både for Sørlandet og Vestlandet. På Sørlandet finnes torsk av nordsjøtype i de fleste områder og ser generelt ut til å være i flertall. Andelen fjordtorsk minker her utover i fjordene og er i de fleste områder veldig lav. I områder hvor fritidsfisket og yrkesfisket overlapper er det påvist større andel fjordtorsk i fangster fra fritidsfisket enn i fangster fra yrkesfisket. På Vestlandet er dette forholdet mer uavklart, men merkeforsøk viser liten utveksling mellom Nordsjøen og kyst/fjordområder på Vestlandet. ICES vurderer all torsk innenfor 12 mila langs Norskekysten som adskilt fra nordsjøtorsken.

Mål:

Hovedmålsetningen må være å finne reguleringer som gir best mulig vern for fjordtorsken, men tiltak som reduserer fiskedødeligheten for "nordsjøtype" med stor tilknytning til Skagerrak, vil også bidra til å øke langtidsutbytte for torskefiskerierne i regionen. Dette tilsier sterkeste reguleringer i områder med høy andel fjordtorsk, deriblant kjente gyteområder for fjordtorsk. Siden fritidsfisket i disse områdene er betydelige større enn yrkesfisket (og har tendens til å fange større andel fjordtorsk), er det spesielt viktig å regulere fritidsfisket.

1. Bevare og styrke kystnære torskebestander, spesielt kyst-/fjordtorsk ved å redusere fisketrykket/ fiskedødeligheten, men også redusere naturlig dødelighet der årsaken er kjent, dokumentert og lar seg redusere
2. Restaurere en bred alders- størrelsesstruktur i bestandene.

Tiltak:

Hele kysten (Stad til svenskegrensen):

1. Innføre obligatorisk påmeldingsordning til fritidsfiske (hvor også redskap oppgis) og etablere et overvåkningsprogram for estimering av landinger i fritidsfisket.
2. Vern av dokumenterte gyteområder for kysttorsk. Gytefelt vil bli definert ut ifra verdisetting (i henhold til naturtypekriteriene) og det må iverksettes en prosess for å komme frem til et forslag om hvilke kategorier av gytefelt som bør prioriteres.
3. En arbeidsgruppe nedsettes for å definere fjordlinjer. Innenfor fjordlinjene foreslås følgende tiltak:
 - a. Yrkesfiske: Fartøystørrelse maks 11 meter. Generelt påbud om bruk av sorteringsrist i trålfiske etter reke- og sjøkreps, også innenfor 4 n. mil. I områder med påkrevd vern av større torsk, bør forbud mot bruk av oppsamlingspose over ristut-slippet innføres.
 - b. Fritidsfiske: Redskapsmengde maks 150 meter garn, maks 5 ruser/teiner med fluktåpninger/fluktpaneler.
4. Tillate og oppfordre til økt jakt på mellomskarv, særlig i området Telemark-Østfold. Fortsette jevnlige tellinger av skarv inkl. diettanalyser. NINA har et noe større materiale som ventes opparbeidet i 2017.
5. Det er et behov for mer kunnskap om diettsammensetningen til flere arter i kyst- og fjordøkosystemene for å kunne kvantifisere interaksjoner og endringer i økosystemene
6. Det synes som om det har skjedd et regimeskifte (ref . kapittel 2.1) ved at langvarig økning i temperatur og eutrofiering har ført til en tilstand med betydelig redusert produktivitet av

kritisk viktige byttedyr for torskeyngelen. Dette vil være viktig å følge opp med hensyn på kunnskapsbehov.

7. Behov for bedre spesifisering «norsk teinenorm» inklusiv fluktåpninger/paneler (80 millimeter) i ulike ruse-/teinetyper
8. Følgende forslag til tiltak fra «Fiske i Sør»-rapporten, <https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/fkd/vedlegg/rapporter/2013/fiskesor.pdf>, vurderes som viktige for gjenoppbygging av kystnær torsk:

pkt 4. Rapporteringsplikt (yrkesfiskere) av fangst innenfor/utenfor grunnlinje/fjordlinje
pkt 7. Innføring av fluktåpninger i rusefisket etter torsk (80 mm.)
pkt 15. Foreslår fredning av gyteområder for kysttorsk.
pkt 17. Garnforbud for fritidsfisket på grunt vann (25 meter) i perioden juni-juli.
pkt 29. Sel og skarv, diskutere dette opp mot kunnskap om naturlig dødelighet

Ekstraordinære tiltak Telemark-Østfold:

1. Generelt forbud mot fiske av torsk innenfor definerte fjordlinjer
 - a. Forbud mot garnfiske innenfor definerte fjordlinjer
 - b. Påbud om at torsk som blir fanget på krokredskaper og i ruser/teiner skal slippes ut igjen
2. Straks utvide jakttiden på skarv, og oppfordre til økt jakt innenfor totalkvote
3. Nedsette en arbeidsgruppe som jobber med langsiktige tiltak for bærekraftig forvaltning av kystressursene.

Framtidig dokumentering av effekter av reguleringene

Det er en kontinuerlig utfordring å evaluere effekter av reguleringstiltak, da de ofte er vanskelig å skille fra naturlige svingninger. For å forstå bedre hvilken effekt fiske har på torskebestanden og kystøkosystemene, og videre for å analysere effekter av forvaltningstiltak, anbefales det å etablere et utvalg av representative referanseområder langs kysten. Innenfor referanseområdene vil det være forbud mot høsting, slik at fiskedødeligheten er lik null. Det anbefales at det opprettes tre referanseområder på Vestlandet og tre i Skagerrak, da det vil være variasjoner i hvordan ulike områder responderer på høstingsforbud (Moland et al. 2013). For at referanseområdene skal kunne beskytte ulike livsfaser uten for store lekkasjeeffekter, bør områdene være av en viss størrelse. Som et minimum bør hvert område dekke rundt 5 km². På denne måten gjøres arbeidet i et adaptivt rammeverk der man er i stand til å evaluere utviklingen underveis og kan justere tiltak for å nå målsettingen om restaurering av levedyktige bestander med bred alders- og størrelsessammensetning.

Havforskningsinstituttet (HI) sine toktserier (Sørlandet; strandnot om høsten, trollgarn i november, Vestlandet; nyetablert trollgarn-/ruseserie om høsten) vil videreføres og danner sammen med fiskeridata grunnlag for å følge bestandsutviklingen. Dette bør inkludere

diettanalyser. En stor skarvebestand må jevnlig telles, og jaktkvoter settes. Hva skarven tar ut av småtorsk bør undersøkes med jevne mellomrom.

4 Referanser

- Anon 2014. Referat fra møte i Smøgen, Sverige 27. juni 2014, om seleksjon/ utsortering av småreker ved fiske i Nordsjøen og Skagerrak. Fiskeridirektoratet 3.7.2014
- Barceló Caren, Ciannelli Lorenzo, Olsen Esben Moland, Johannessen Tore, Knutsen Halvor, Eight decades of sampling reveal a contemporary novel fish assemblage in coastal nursery habitat (2015). *Global Change Biology*. ISSN 1354-1013. doi: [10.1111/gcb.13047](https://doi.org/10.1111/gcb.13047)
- Berg Paul Ragnar, Jentoft Sissel, Star Bastiaan, Ring Kristoffer Hofaker, Knutsen Halvor, Lien Sigbjørn, Jakobsen Kjetill Sigurd, Andre Carl, Adaptation to Low Salinity Promotes Genomic Divergence in Atlantic Cod (*Gadus morhua* L.) (2015). *Genome Biology and Evolution*. ISSN 1759-6653. 7 (6), s 1644 - 1663 doi: [10.1093/gbe/evv093](https://doi.org/10.1093/gbe/evv093)
- Buhl-Mortensen Lene, Oug Eivind, Aure Jan. (2009). The response of hyperbenthos and infauna to hypoxia in fjords along the Skagerrak: Estimating loss of biodiversity due to eutrophication. Pp. 79-96 in (eds.) Moksness Erlend, Dahl Einar, Støttrup Josianne. Integrated coastal zone management. Wiley-Blackwell, Oxford United Kingdom.
- Cardinale M. & Svedäng, H. (2011) The beauty of simplicity in science: Baltic cod stock improves rapidly in a “cod hostile” ecosystem state. *Marine Ecology Progress Series*, 425, 297–301.
- Ciannelli Lorenzo, Knutsen Halvor, Olsen Esben Moland, Espeland Sigurd Heiberg, Asplin Lars, Jelmert Anders, Knutsen Jan Atle, Stenseth Nils Christian, Small-scale genetic structure in a marine population in relation to water circulation and egg characteristics (2010). *Ecology*. ISSN 0012-9658. 91 (10), s 2918 - 2930 doi: [10.1890/09-1548.1](https://doi.org/10.1890/09-1548.1)
- DFO. 2010. Review of the Gilbert Bay Marine Protected Area monitoring indicators, protocols and strategies, and an assessment of the Gilbert Bay cod population. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2010/027.
- Espeland Sigurd Heiberg, Albretsen Jon, Olsen Esben Moland, Bodvin Torjan, Modelling drift of pelagic offspring: the importance of egg surveys in providing a realistic model initialization (2015) *ICES Journal of Marine Science*; doi:[10.1093/icesjms/fsv134](https://doi.org/10.1093/icesjms/fsv134).
- Espeland Sigurd Heiberg, Albretsen Jon, Nedreaas Kjell, Sannæs Hanne, Bodvin Torjan og Moy Frithjof. Kartlegging av gytefelt Gytefelt for kysttorsk. *Fisken og havet* nr 1/2013
- Espeland Sigurd Heiberg, Gundersen Ailin Fernløf, Olsen Esben Moland, Knutsen Halvor, Gjøsæter Jakob, Stenseth Nils Christian, Home range and elevated egg densities within an inshore spawning ground of coastal cod (2007). *ICES Journal of Marine Science* . ISSN 1054-3139. 64 (5), s 920 - 928 doi: [10.1093/icesjms/fsm028](https://doi.org/10.1093/icesjms/fsm028)
- Espeland Sigurd Heiberg, Olsen Espen Moland, Knutsen Halvor, Gjøsæter Jakob, Danielssen Didrik S., Stenseth Nils Christian, New perspectives on fish movement: kernel and GAM smoothers applied to a century of tagging data on coastal Atlantic cod (2008). *Marine Ecology Progress Series* . ISSN 0171-8630. 372 s 231 - 241 doi: [10.3354/meps07721](https://doi.org/10.3354/meps07721)
- Espeland Sigurd Heiberg, Thoresen Adine Guldborg, Olsen Esben Moland, Stige Leif Christian, Knutsen Halvor, Gjøsæter Jakob, Stenseth Nils Christian, Diel vertical migration patterns in juvenile cod from the Skagerrak coast (2010). *Marine Ecology Progress Series* . ISSN 0171-8630. 405 s 29 - 37 doi: [10.3354/meps08524](https://doi.org/10.3354/meps08524)
- Fauchald, P., Barrett, R. T., Bustnes, J. O., Erikstad, K. E., Nøttestad, L., Skern-Mauritzen, M., Vikebø, F. B. 2015. Sjøfugl og marine økosystemer. Status for sjøfugl og sjøfuglenes næringsgrunnlag i Norge og på Svalbard. - NINA Rapport 1161. 44 s.
- Fernandez-Chacon, A., Moland, E., Espeland, S.H., Kleiven, A.R., Olsen, E.M. 2015. Demographic effects of partial versus full protection: inference from an empirical before-after control-impact study. *Journal of Applied Ecology* doi:[10.1111/1365-2664](https://doi.org/10.1111/1365-2664)

- Fernandez-Chacon, A., Moland, E., Espeland, S.H., Kleiven, A.R., Olsen, E.M. Causes of mortality and their relative impact on the dynamics of depleted populations of Atlantic cod. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. In review.
- Freitas Carla, Olsen Esben Moland, Knutsen Halvor, Albretsen Jon, Moland Even, Temperature-associated habitat selection in a cold-water marine fish. (2016). *Journal of Animal Ecology* . ISSN 0021-8790. s - doi: 10.1111/1365-2656.12458
- Freitas Carla, Olsen Esben Moland, Moland Even, Ciannelli Lorenzo, Knutsen Halvor, Behavioral responses of Atlantic cod to sea temperature changes (2015). *Ecology and Evolution* . ISSN 2045-7758. 5 (10), s 2070 - 2083 doi: 10.1002/ece3.1496
- Frigstad, H., Andersen, T., Hessen, D. O., Jeansson, E., Skogen, M., Naustvoll, L.-J., et al. (2013). Long-term trends in carbon, nutrients and stoichiometry in Norwegian coastal waters: Evidence of a regime shift. *Progress in Oceanography*, 111, 113–124. <http://doi.org/10.1016/>
- Gjøsæter, J., Knutsen, J.A., Knutsen, H., Moland Olsen, E., Enersen, K. og Enersen, S.E. 2007. Torsk på Skagerrakkysten; mengde, dødelighet og kondisjon. Cod on the Skagerrak coast; abundance, mortality and condition (summary in English). Havforskningsinstituttet. Fisken og Havet , 2-2007, 22 pp.
- Hutchings JA (2015) Thresholds for impaired species recovery. *Proceedings of the Royal Society B* 282: 20150654
- ICES 2015a. ICES advice basis. Section 1.2 in ICES Advice 2015, Book 1.
http://www.ices.dk/sites/pub/Publication%20Reports/Advice/2015/2015/General_context_of_ICES_advice_2015.pdf
- ICES 2015b. Cod (*Gadus morhua*) in Subarea IV and Divisions VIIId and IIIa West (North Sea, Eastern English Channel, Skagerrak). Section 6.3.4 in ICES Advice 2015, Book 6.
<http://www.ices.dk/sites/pub/Publication%20Reports/Advice/2015/2015/cod-347d.pdf>
- ICES 2015c. Report of the Benchmark Workshop on North Sea Stocks (WKNSEA) 2–6 February 2015 Copenhagen, Denmark. ICES CM 2015/ACOM:32.
<http://www.ices.dk/community/groups/Pages/default.aspx#k=WKNSEA>
- ICES. 2015d. Report of the Arctic Fisheries Working Group (AFWG), Hamburg, 23-29 April 2015. ICES C.M. 2015/ACOM:05, 590 pp.
- Isaksen, B., Valdemarsen, J.W., Larsen, R.B., and Karlsen, L., 1992. Reduction of fish by-catch in shrimp trawl using a rigid separator grid in the aft belly. *Fisheries Research*, 13(3): 335–352. [doi:10.1016/0165-7836\(92\)90086-9](https://doi.org/10.1016/0165-7836(92)90086-9).
- Johannessen, T. 2014. From an Antagonistic to a Synergistic Predator Prey Perspective; -Bifurcations in Marine Ecosystems. Academic Press. 212 pp
- Johannessen, T., Dahl, E., Falkenhaug, T., Naustvoll, L. J. 2012. Concurrent recruitment failure in gadoids and changes in the plankton community along the Norwegian Skagerrak coast after 2002. *ICES J. Mar. Sci.* 69, 795–801. (doi:10.1093/icesjms/fsr194)
- Jorde Per Erik, Knutsen Halvor, Espeland Sigurd Heiberg, Stenseth Nils Christian, Spatial scale of genetic structuring in coastal cod *Gadus morhua* and geographic extent of local populations (2007). *Marine Ecology Progress Series* . ISSN 0171-8630. 343 s 229 - 237 doi: 10.3354/meps06922
- Kleiven Alf Ring, Fernandez-Chacon Albert, Nordahl Jan-Harald, Moland Even, Espeland Sigurd Heiberg, Knutsen Halvor og Olsen Esben Moland. 2016. Harvest pressure on coastal Atlantic cod (*Gadus morhua*) from recreational fishing relative to commercial fishing assessed from tag-recovery data. *PLOS ONE* accepted
- Kleiven Alf Ring, Sodeland Marte, Jorde Per-Erik, Olsen Esben Moland, Ferter Keno og Knutsen Halvor. In prep. Who is fishing on what stock: Genomic analysis uncovers origin of individual cod (*Gadus morhua*).

- Knutsen Halvor, Olsen Espen Moland, Ciannelli Lorenzo, Espeland Sigurd Heiberg, Knutsen Jan Atle, Simonsen Jan Henrik, Skreslet Stig, Stenseth Nils Christian, Egg distribution, bottom topography and small-scale cod population structure in a coastal marine system (2007). *Marine Ecology Progress Series*. ISSN 0171-8630. 333 s 249 - 255
- Knutsen Halvor, Olsen Esben Moland, Jorde Per Erik, Espeland Sigurd Heiberg, André C., Stenseth Nils Christian, Are low but statistically significant levels of genetic differentiation in marine fishes 'biologically meaningful'? A case study of coastal Atlantic cod (2011). *Molecular Ecology* . ISSN 0962-1083. 20 (4), s 768 - 783 doi: 10.1111/j.1365-294X.2010.04979.x
- Lorentsen, S.-H. 2014: Status of the breeding population of Great Cormorants in Norway in 2012 with regard to the continental sub-species *Phalacrocorax carbo sinensis*. – In: Bregnballe, T., Lynch, J., Parz-Gollner, R., Marion, L., Volponi, S., Paquet, J.-Y., Carss, D.N. & van Eerden, M.R. (eds.): Breeding numbers of Great Cormorants *Phalacrocorax carbo* in the Western Palearctic, 2012-2013. – IUCN-Wetlands International Cormorant Research Group Report. Scientific report from DCE – Danish Centre for Environment and Energy, Aarhus University. No. 99: 151-154. <http://dce2.au.dk/pub/SR99.pdf>
- Moland Even, Olsen Esben Moland, Knutsen Halvor, Garrigou Pauline, Espeland Sigurd Heiberg, Kleiven Alf Ring, Andre Carl, Knutsen Jan Atle, Lobster and cod benefit from small-scale northern marine protected areas: inference from an empirical before - after control-impact study (2013). *Proceedings of the Royal Society of London. Biological Sciences* . ISSN 0962-8452. 280 (1754), s - doi: 10.1098/rspb.2012.2679
- Myers RA, Hutchings JA, Barrowma NJ. Why do fish stocks collapse? **(1997)**. The example of cod in the North Atlantic Canada. *Ecological Applications*, 7: 91–106.
- Nedreaas Kjell, Aglen Asgeir, Gjøsæter Jakob, Jørstad Knut, Knutsen Halvor, Smedstad Odd, Svåsand Terje og Ågotnes Per. 2008. Kysttorskforvaltning på Vestlandet og langs Skagerrakkysten. Vurdering av status for kysttorsk på strekningen svenskegrensen-Stad med forslag om forvaltningstiltak. *Fisken og Havet* nr 5. 2008. 106pp.
- Naustvoll Lars-Johan, Aure Jan. 2010. Eutrofiering av kystvann og fjorder på Skagerrakkysten. Pp.59-60 i (eds.) Gjøsæter Harald, Haug Tore, Hauge Marie, Karlsen Ørjan, Knutsen Jan Atle, Røttingen Ingolf, Skilbrei Ove, Sunset Beate Hoddevik. *Fisken og havet, Særnummer 1-2010*.
- Olsen Esben Moland, Knutsen Halvor, Gjøsæter Jakob, Jorde Per Erik, Knutsen Jan Atle, Stenseth Nils Christian, Small-scale biocomplexity in coastal Atlantic cod supporting a Darwinian perspective on fisheries management (2008). *Evolutionary Applications* . ISSN 1752-4571. 1 (3), s 524 - 533
- Olsen, E.M., Moland, E. 2011. Adaptive landscape of Atlantic cod shaped by harvest selection and natural selection: inference from telemetry data. *Evolutionary Ecology* 25: 695-710
- Rogers Lauren, Olsen Esben Moland, Knutsen Halvor, Stenseth Nils Christian, Habitat effects on population connectivity in a coastal seascape (2014). *Marine Ecology Progress Series* . ISSN 0171-8630. 511 s 153 - 163 doi: 10.3354/meps10944
- Rogers Lauren, Stige Leif Christian, Olsen Esben Moland, Knutsen Halvor, Chan Kung-Sik, Stenseth Nils Christian, Climate and population density drive changes in cod body size throughout a century on the Norwegian coast (2011). *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* . ISSN 0027-8424. 108 (5), s 1961 - 1966 doi: 10.1073/pnas.1010314108
- Roney Nancy E., Hutchings Jeffrey, Olsen Esben Moland, Knutsen Halvor, Albretsen Jon, Kuparinen Anna, Fine-scale life-history structure in a highly mobile marine fish. (2015). *Evolutionary Ecology Research* . ISSN 1522-0613.
- Sodeland, Jorde PE, Lien S, Jentoft S, Berg P, Grove H, Kent MP, Arnyasi M, Olsen EM and Knutsen H. : 'Islands of divergence' in the Atlantic cod genome are projections of polymorphic chromosomal rearrangements. *Genome Biology and Evolution*, revised.
- Stenseth Nils Christian, Jorde Per Erik, Chan Kung-Sik, Hansen E, Knutsen Halvor, André Carl, Skogen Morten, Lekve Kyrre, Ecological and genetic impact of Atlantic cod larval drift in the Skagerrak (2006). *Proceedings of the Royal Society of London. Biological Sciences* . ISSN 0962-8452. 273 s 1085 – 1092

- Sørensen, A. 2012: The summer diet of Great Cormorant (*Phalacrocorax carbo sinensis*) in Øra Nature Reserve, 15 years after the establishment of the colony. – Master thesis. Norges miljø- og biovitenskapelige universitet, 33 pp.
- Ulmestrand, M and Valentinsson, D., 2003. Sea trials with species-sorting grid installed in Nephrops trawls. Report. Institute of Marine Research, Sweden.
- Valdemarsen, J.W., 2008. A combined sorting grid device to avoid fish bycatch and small shrimp in trawl fisheries. NFTC 2008 Nor-Fishing Technology Conference, Trondheim, Norway, 11-12 August 2008
- Valdemarsen, John W., Misund, Robert og Saltskår 2015. Demonstrasjon av Trygg-rista's funksjon i Hirtshals-tanken 23. april 2015 samt tester med varierende oppdrift, tauefart og utforming av lednett. Intern rapport Fiskeridirektoratet/Havforskningsinstituttet
- Valdemarsen, JV og Misund, R. 2015a. Forsøk med Trygg-rist med 10 mm spileavstand, og pose av kvadratmasker om bord i MS "Caprice" 13.–16. april 2015. Rapport fra Havforskningen 14/2015. 12s. ISSN 1893-4536 (online)
- Valdemarsen, JV og Misund, R. 2015b. Testing av nyutviklet Trygg-rist i flumetanken i Hirtshals 1. juni 2015. Rapport fra Havforskningen 15/2015. 12s. ISSN 1893-4536 (online).
- Valdemarsen, JV og Misund, R. 2015. Forsøk med modifisert Trygg-rist med 10 mm spileavstand montert i en polyetylen-seksjon laget av diamantmasker, og pose av kvadratmasker med maskevidde på 38 mm (innvendig mål) om bord i M/S "Tempo" i august 2015. Intern rapport Fiskeridirektoratet/Havforskningsinstituttet, 7 s.
- Valdemarsen, JV 2016. Forsøk med 10 og 19 mm plastrister montert i en seksjon av 50 mm diamantmasker om bord MS "Guldringnes" 1. februar 2016. Intern rapport Fiskeridirektoratet/Havforskningsinstituttet, 7 s.

Appendix 1

...fra <http://www.slu.se/sv/institutioner/akvatiska-resurser/radgivning/fiskefria-omraden/havstensfjorden/>

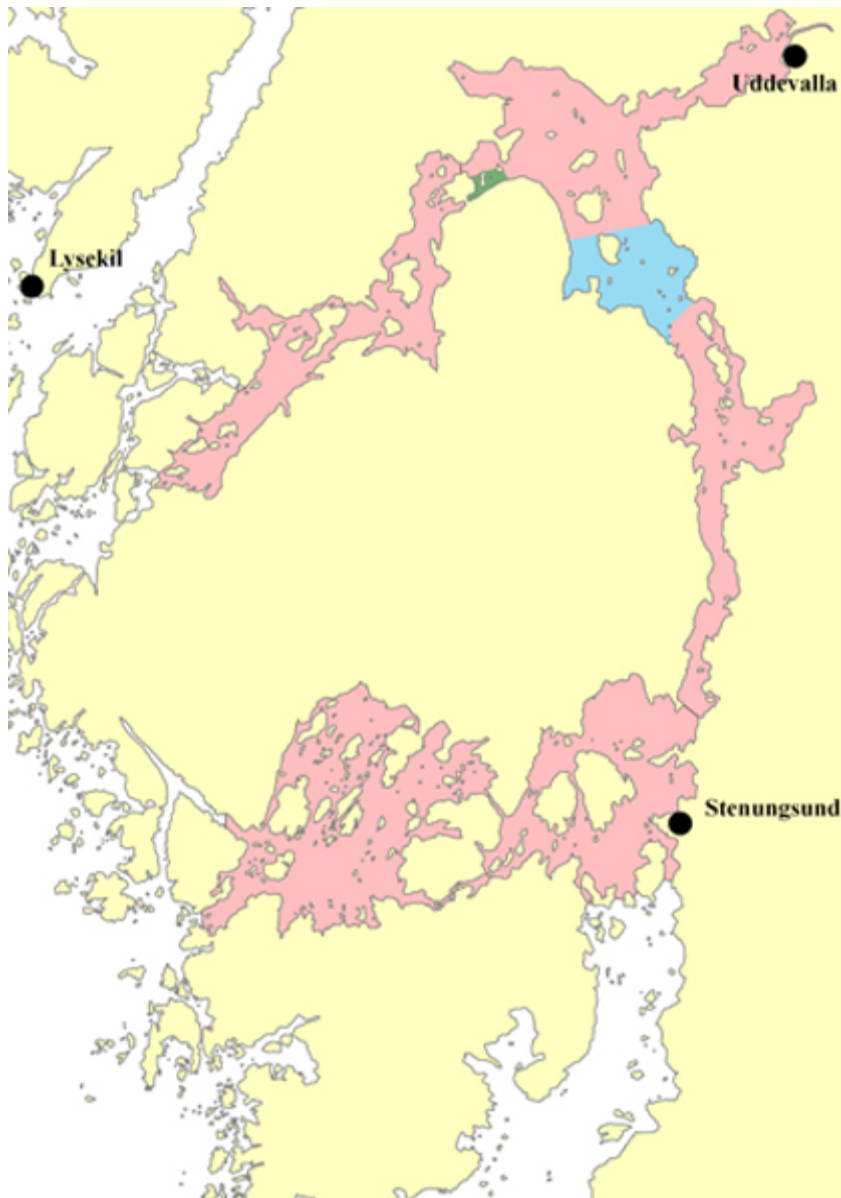
Fiskefria områden - Havstensfjorden

Den 1 februari 2010 infördes ett fredningsområde i en del av Havstensfjorden i Bohuslän, med syfte att skydda lokala bestånd av piggvar, torsk och rödspotta.

Fredningen består av två mindre helt fiskefria kärnområden, och ett större sammanhängande fjordområde med fredning året om för torsk, kolja och bleka där endast selektiva redskap som tillåter återutsättning av fisk, dvs. burar och krok, tillåts, se karta.

Området runt Orust i Havstensfjorden har varit historiskt sett mycket produktivt på fisk och haft stor betydelse för yrkes- och binärfisket efter arter som torsk och rödspotta. Den nuvarande situationen för kustfiskbestånden visar dessvärre, liksom för andra kuststräckor att bestånden av bottenfisk, och särskilt torskfiskar är mycket svaga. Dock visade de inventeringar och kartläggningar som genomförts av Havsfiskelaboratoriet under 2009 att det fortfarande finns ett lokalt, men mycket litet lekande bestånd av torsk i Havstensfjorden. Detta bestånd är utomordentligt viktigt att skydda då det utgör resursen för att återkolonisation överhuvudtaget skall kunna ske inom en överskådlig framtid.

Uppföljning bedrivs med miniprovtrålningar vid två tillfällen årligen och med hydroakustiska underökningar (ekolodningar) under lekperioden. Detta för att minimera dödligheten av lekfisk i provfisken. Utvärdering av beståndets status kommer att genomföras och rapporteras 2015.



Avgränsningar av områdena.

Rött område: fiskeförbud för torsk, kolja och bleka hela året. Tillåtna redskap är handredskap, skaldjursburar och musselskrapor.

Blått område: totalt fiskeförbud undantaget handredskapsfiske från Orust och fastlandet.

Grönt område: totalt fiskeförbud.

Retur: Havforskningsinstituttet, Postboks 1870 Nordnes, NO-5817 Bergen



HAVFORSKNINGSINSTITUTTET
Institute of Marine Research

Nordnesgaten 50 – Postboks 1870 Nordnes
NO-5817 Bergen
Tlf.: +47 55 23 85 00 – Faks: +47 55 23 85 31
E-post: post@imr.no

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET
AVDELING TROMSØ

Sykehusveien 23, Postboks 6404
NO-9294 Tromsø
Tlf.: +47 77 60 97 00 – Faks: +47 77 60 97 01

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET
FORSKNINGSSTASJONEN FLØDEVIGEN

Nye Flødevigveien 20
NO-4817 His
Tlf.: +47 37 05 90 00 – Faks: +47 37 05 90 01

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET
FORSKNINGSSTASJONEN AUSTEVOLL

NO-5392 Storebø
Tlf.: +47 55 23 85 00 – Faks: +47 56 18 22 22

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET
FORSKNINGSSTASJONEN MATRE

NO-5984 Matredal
Tlf.: +47 55 23 85 00 – Faks: +47 56 36 75 85

AVDELING FOR SAMFUNNSKONTAKT
OG KOMMUNIKASJON

Public Relations and Communication
Tlf.: +47 55 23 85 00 – Faks: +47 55 23 85 55
E-post: informasjonen@imr.no

www.imr.no



HAVFORSKNINGSINSTITUTTET
INSTITUTE OF MARINE RESEARCH

