

## Kysttorsk – et tema med mange variasjoner

Torsk har lenge vært en viktig matfisk både i Norge og i andre land, og den er en viktig eksportvare for Norge. Vi har ikke alltid vært klar over at det er flere enn én torskebestand vi fisker på, men allerede på 1930-tallet foreslo havforsker Gunnar Rollefsen en inndeling av torsk i kysttorsk og oseanisk torsk.

Torild Johansen

torild.johansen@imr.no

Erik Berg

erik.berg@imr.no

Geir Dahle

geir.dahle@imr.no

Rollefsen brukte den innerste delen på otolittene (øresteinene) og fant at årringene som dannes de to første årene i torskens liv, var forskjellig for torsk på kysten og i fjordene sammenlignet med torsk fra Barentshavet (Figur 1.7.1). Eksperimentelle studier ved Universitetet i Bergen har vist at otolittene til avkom av kysttorsk og oseanisk torsk (nordøstarktisk torsk/skrei) som har vokst opp under like miljøforhold, ikke viser denne forskjellen. Dette tyder på at mønsteret i otolittene hos torsk kan være miljøavhengig og derfor en nyttig «ferdsskriver» som viser hvor torsken har oppholdt seg de første årene i sitt liv.

### Historisk bakgrunn

Selv om otolittene kanskje bare viser hvor torsken har vokst opp, er det dokumentert sammenheng (god korrelasjon) mellom otolittmønsteret og den genetiske DNA-profilen. Vi har i mange år kartlagt torsken i Lofoten hvor både kysttorsk og skrei gyter i mars–april. Vi har også gjort genetiske sammenligninger mellom torsk som ved hjelp av otolittene ble klassifisert som henholdsvis kysttorsk og skrei.

Disse analysene viser godt samsvar mellom de genetiske analysene og det vi ser i otolittmønsteret. Vi kan derfor konkludere med at det er en klar genetisk forskjell mellom kysttorsk og skrei (Figur 1.7.2). Derimot er det ikke alltid 100 % samsvar mellom genetik og otolittmønster. Årsaken kan delvis være at klassifisering ved hjelp av otolittmønster er en subjektiv metode som er avhengig av hver enkelt tolkers erfaring, mens analyse av DNA

gir samme utfall hver gang. Fordelen med typebestemmelse basert på otolitter er at det er en svært rimelig og rask metode som samtidig gir oss informasjon om alder, alder ved kjønnsmodning og hvor mange ganger torsken har gytt.

Det finnes også andre metoder for å skille kysttorsk fra torsken i Barentshavet. For eksempel har kontrollerte forsøk vist at kysttorsk og skrei har ulik kroppsform (morfologi). Den nordøstarktiske torsken/skrei er lang og slank, mens kysttorsken er litt mer korpulent. Det kan tenkes at skrei har en slankere form fordi den i større grad enn kysttorsk er tilpasset en vandrende atferd (som for eksempel til og fra gytefeltene).

Kysttorsken gyter både i Lofoten og langs hele kysten fra Russland til svenskegrensen, men alle gytefeltene er ikke kartlagt. Havforskningsinstituttet og Fiskeridirek-



Figur 1.7.1

Otolitten (beinstruktur også kaldt ørstein/kvannstein) er torskens ferdsskriver og kan benyttes til å lese torskens alder og til å skille mellom kysttorsk og nordøstarktisk torsk (skrei). Torskens alder vises i otolittene som årringer på et tre (røde prikker). Sonene som dannes de to første vintrene (her lyse ringer) viser forskjellen på kysttorsk og skrei. Kysttorsk har en rund kjerne, mens på skreien er kjernen lang og utstrakt. Dette er ikke en genetisk karakter, men viser under hvilke miljøbetingelser torsken har levd. Forskjellen som vises i otolittene mellom kysttorsk og skrei samsvarer med de genetiske analysene.

*The otolith in cod is used to estimate the age as well as to differentiate between Coastal cod and Northeast Arctic cod. The age is estimated based on growth zones (red dots) in the same way as growth zones shown in trees. It is the two inner winter zones (here bright rings) of the otolith that makes the difference between Coastal cod and Northeast Arctic cod. This differentiation is in good correlation with the genetic analysis although the structure is no genetic character, but rather the species flight recorder and in which environment the cod spent its first two years.*

toratet samarbeider tett for å få bedre oversikt over disse gyteplassene. Det er viktig å få kartlagt kysttorskens utbredelse og bestandsstruktur både på grunn av fiskerierne, og fordi torsken er på vei til å bli en viktig oppdrettsart.

Kysttorsk forvaltes som tre bestander. Den største bestanden forekommer fra Russland til Stad (62°N) og kalles norsk kysttorsk. Fra Stad til Lindesnes forvaltes kysttorsk sammen med nordsjøtorsken, mens den fra Lindesnes til svenskegrensen ikke forvaltes.

Selv om det ikke er etablert referansepunkter for fiskedødelighet og gytebestand på kysttorsk (det er nivåer en vil holde seg under/over for å opprettholde en sunn og bærekraftig bestand), er bestanden(e?) i dag klassifisert som ikke bærekraftig langs hele norskekysten. Dette skyldes at gytebestanden(e?) er for lav, og i den situasjonen er dagens fiske for høyt. Dette har vedvart i flere år, og ICES har anbefalt nulluttak av kysttorsk nord for Stad. Fra 62°N og til svenskegrensen står det heller ikke så godt til med kysttorsken.

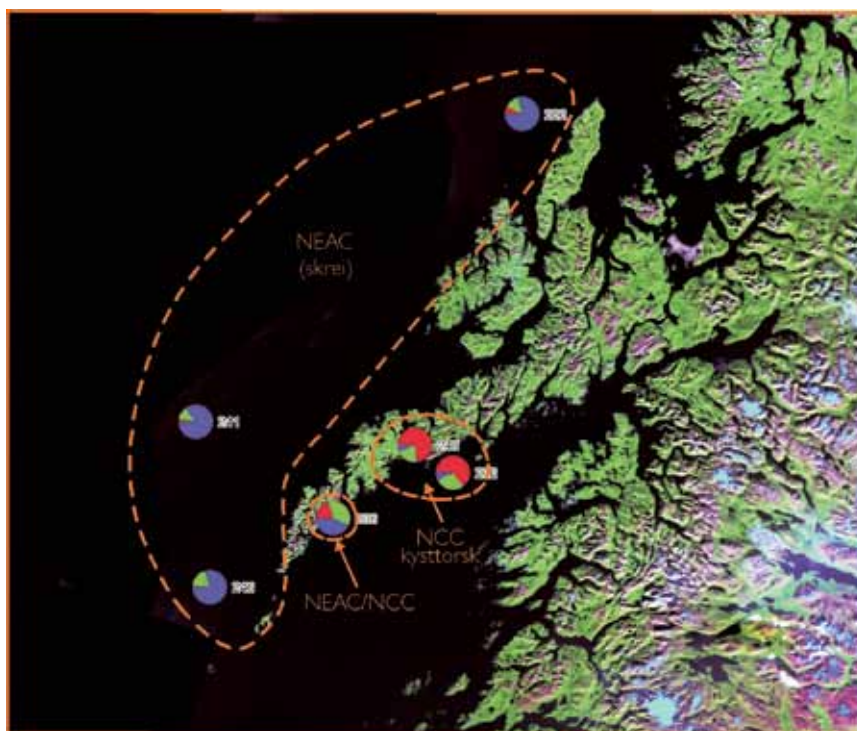
En annen viktig grunn for å kartlegge kysttorsk er den økende interessen fra akvakulturmæringen. Hvis vi får en stor andel oppdrettsorsk på kysten, bør vi ha kunnskap om det genetiske grunnlaget for de naturlige torskestammene. Dette er viktig både for å kunne vite hva vi ønsker å bruke som basis for en best tilpasset torsk i oppdrett, og fordi vi må være i stand til å kunne skille eventuell rømt torsk fra den naturlige torsken.

### Stor innsamling av torsk på gytefeltene

I 2002 begynte Havforskningsinstituttet med mer systematisk innsamling av kysttorsk fra gytefelt langs hele kysten. Vi har samlet inn prøver fra mer enn 10 000 torsk for nærmere analyser (lengde, vekt, kjønn, otolitter og DNA-prøver) fra områder fra Kvitsjøen i nord til innerst i Oslofjorden (Figur 1.7.3). Det er første gang det er gjort en slik omfattende innsamling av kysttorsk fra så mange gytefelt, men likevel har vi bare dekket et fåtall av alle torskens gytefelt.

Kysttorsk gyter fra innerst i fjordarmer til langt ute på kysten. Selv om man historisk vet at torsken gyter i et område, har det underveis vist seg at det nå er færre gytefelt enn for bare få år siden. Det kan være alarmerende.

Vi har samlet inn levende stamtorsk fra flere fjorder (Figur 1.7.3) som vi bruker i kontrollerte forsøk ved Forskningsstasjo-



**Figur 1.7.2**

Her vises fordelingen av kysttorsk og skrei i Lofoten basert på genet Pan I, otolittidentifisering og 12 andre genmarkører. Det er mest skrei vest for Lofoten, mens det på østsiden er mest kysttorsk. Stasjon 236 viser at prøven var en blanding av kysttorsk og skrei. Disse resultatene viser at det er godt samsvar mellom identifiseringen av kysttorsk og skrei basert på otolittkjerner som vist i figur 1.7.1 med de genetiske analysene. *Distribution of coastal cod (red) and Northeast Arctic cod (blue) in the Lofoten area. The separation is based on genetics (Pan I), otolith structure and 12 other genetic markers. Station 236 shows a mixture of coastal cod and Northeast Arctic cod. The results show good correlation between the results of different methods used.*

nen Austevoll og feltstasjonen Parisvatnet utenfor Bergen. Dette for å teste ut om de naturlige forskjellene vi finner i livshistoriekarakterer, som vekst og alder ved første gyting, skyldes at torsken opplever forskjellig miljø i fjordene, eller om det er basert på genetisk tilpasning til fjorden.

### Populasjonsstruktur

De genetiske analysene viser at det er stor intern variasjon mellom kysttorsk langs vår ca. 80 000 km lange kyst. Vi vet at kysttorsken som "gruppe" er genetisk forskjellig fra torsk både i Barentshavet og i Nordsjøen. Når vi deler torsken inn i regioner, ser vi at det er genetiske forskjeller mellom de ulike regionene. Det ser ut til å være et skille ved Trondheimsfjorden, hvor kysttorsk nord og sør for dette skillet danner to genetisk atskilte grupper (Figur 1.7.4). Hvis dette er riktig kan det få konsekvenser for fremtidig inndeling av bestandene og for forvaltning av disse.

Også innenfor regionene finner vi enkelte fjorder som skiller seg ut. Et eksempel er Gratangen i Troms hvor vi har prøver fra

tre påfølgende år. Det kan se ut til at det her er en egen bestand, men det kan også være at det kommer annen kysttorsk inn i fjorden i deler av gytesesongen. En forklaring kan være at vi har vært i fjorden og samlet prøver til ulike tider i gytesesongen, og at flere bestander gyter i fjorden til ulike tider. For å klargjøre dette nærmere må vi ha en mer intensiv prøvetaking gjennom hele året for virkelig å forstå dynamikken i en torskefjord.

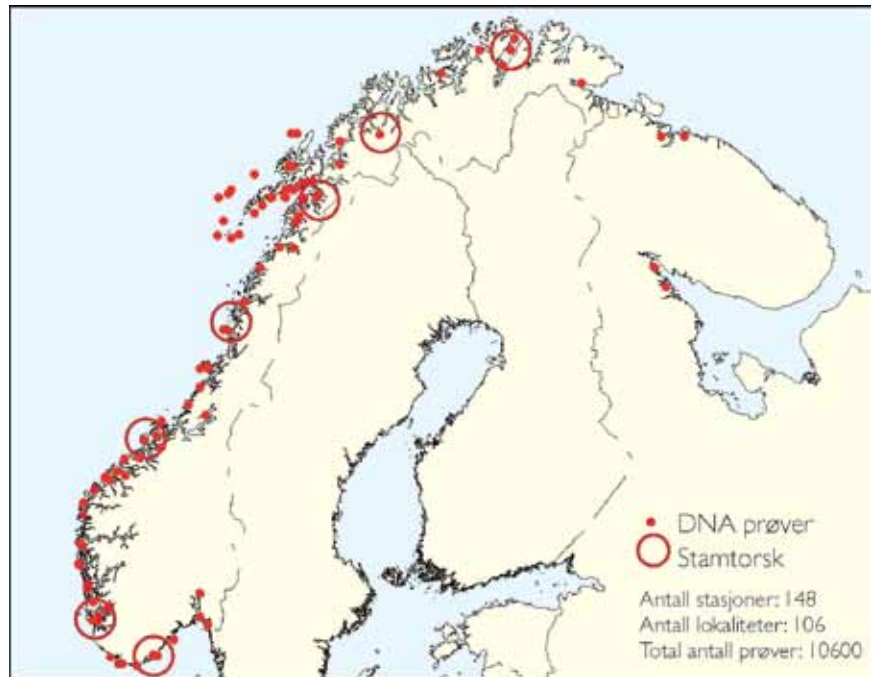
De genetiske analysene viste at det var liten forskjell mellom kysttorsk fra de ytterste områdene på Mørekysten og hele Sør- og Vestlandet (Figur 1.7.4). Det kan tyde på at det foregår en utveksling mellom disse områdene. Kanskje en del av kysttorsken er stasjonær, mens andre komponenter er mer vandrende. I vårt materiale var de fleste prøvene fra Vestlandet fra ytre områder, så vi vet ikke hvordan de vil være i forhold til indre områder.

### Hva så med kysttorskens biologi?

Kysttorsk finnes langs hele kysten og i alle fjorder. Mengde kysttorsk (tetthet per



Foto: Øystein Paulsen

**Figur 1.7.3**

Fra 2002 til 2008 har Havforskningsinstituttet hatt en systematisk innsamling av kysttorsk fra gytefelt langs hele kysten. Vi har samlet inn prøver av torsk (lengde, vekt, kjønn, otolitter og DNA-prøver) fra 148 stasjoner langs norskekysten fra svenskegrensen til Russland. I tillegg har vi tatt inn levende torsk til stamtorsk fra flere forskjellige fjorder. Basert på disse analysene prøver vi å beskrive utbredelsen av kysttorsk. Resultatene er viktig både for forvaltning av kysttorsk og i forbindelse med den økende interessen fra akvakulturnæringen fordi vi fremtiden må være i stand til å kunne skille eventuell rømt torsk fra den naturlige torsk.

*Between 2002 and 2008 the Institute of Marine Research has collected more than 10 000 cod samples from 148 stations along the coast of Norway from Russia to the Swedish border. In addition we have collected brood stocks from several different fjords along the coast to do experimental studies. The results from these investigations are important both for fisheries management and in the future to be able to identify escaped farmed cod from the natural occurring cod stocks.*

areal) øker fra sør mot nord, mens andel kysttorsk (antall kysttorsk/antall skrei) øker fra nord mot sør.

Det er stor variasjon i størrelse ved alder (vekst) og alder når torsken blir kjønnsmoden første gang. Generelt kan en si at torsken vokser raskere i sør enn i nord, og raskere i ytre åpne kystområder enn i indre fjordområder (Figur 1.7.5). Torsk i sørlige områder blir også tidligere kjønnsmoden enn i nord, hhv. 2–3 år mot 4–6 år. Til sammenligning kan det nevnes at skrei blir kjønnsmoden som 6–7 åringer. I tillegg blir torsken tidligere kjønnsmoden i ytre områder enn i indre områder. Selv om det både er en nord–sør og indre–ytre trend i vekst og alder ved kjønnsmodning, kan det være stor variasjon mellom nærliggende områder.

Eksperimentelle forsøk har vist at vekstforskjeller vi ser i naturen opprettholdes over generasjoner når vi holder fisken i likt miljø. Alder ved første gyting kan derimot manipuleres når vi gir dem optimale forhold. Slik kan hanner bli modne som ettåringer og hunnene etter to år. Gyteforløpet er imidlertid ikke nødvendigvis mil-

jøavhengig. Kontrollerte forsøk har vist at torsk fra Helgeland har et senere gyteforløp enn for eksempel torsk fra Porsanger når begge gyter under samme forhold. Vi er enda bare i startfasen i våre undersøkelser av hvordan dette forholder seg for torsk i andre områder.

#### Hvilken kunnskap mangler vi?

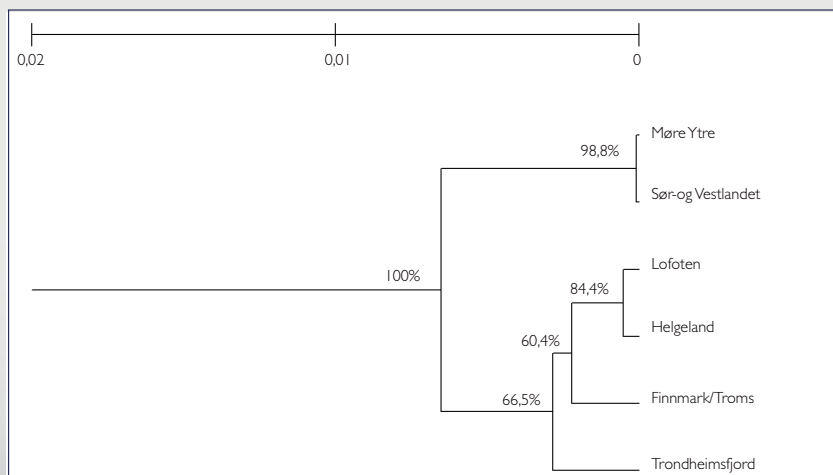
Det ser ut til at kysttorsk er mye mer kompleks enn vi har trodd, og at det er større genetisk variasjon mellom torsk fra ulike områder enn tidligere vist. Likevel er det fremdeles mye vi ikke vet om torskens populasjonsdynamikk på kysten.

Havforsker Alf Dannevig beskrev kysttorsk på Sørøstlandet og konkluderte i sin artikkel fra 1948 at "man må være varsom med vår kysttorsk, den kan lett reduseres sterkt". I dag kan vi se at han hadde rett. Dannevig fant tidlige indikasjoner på at torsk fra fjorder vandrer lite. Vi har merket en rekke kysttorsk med datalagingsmerker som blant annet registrerer dyp og temperatur. Enkelte av disse torskene hadde oppholdt seg ved dybder og temperaturer som indikerer at de må ha vandret ut fra kysten og vekk fra området

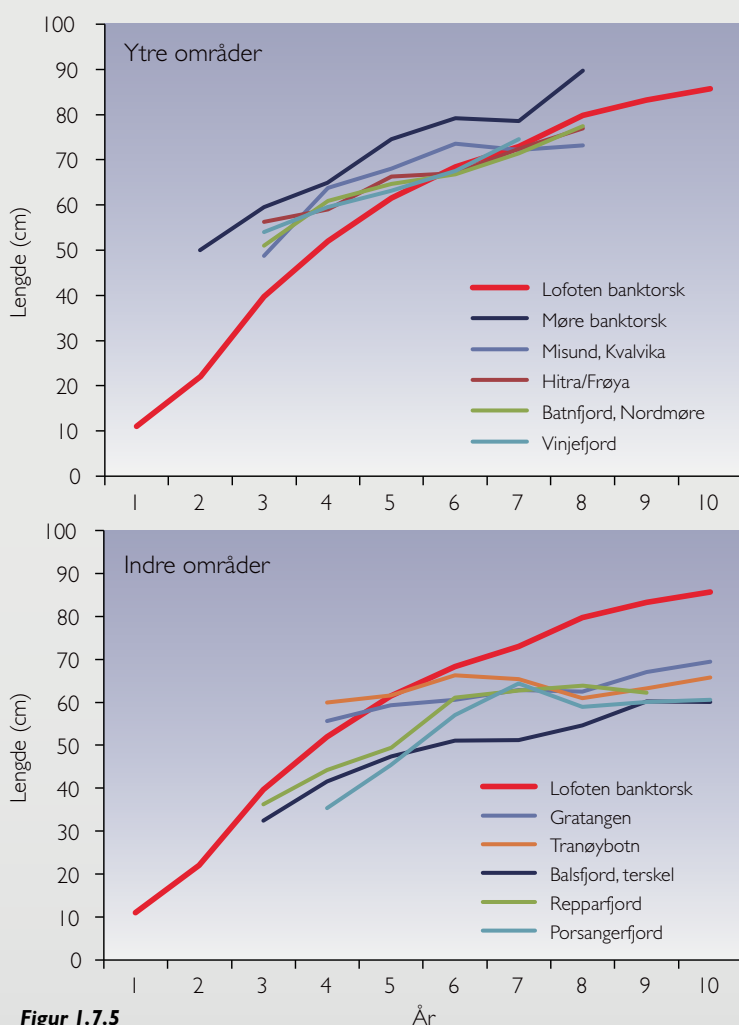
der de ble merket, for deretter å ha snudd og vendt tilbake, for til sist å bli fanget på stedet de ble merket. Dette kan tyde på at det finnes vandrende komponenter også blant kysttorskbestandene.

Kysttorsk blir ofte delt inn i fjordtorsk og banktorsk. Fjordtorsk lever i "lukkede fjorder" med særegne gyteplasser, f.eks. inne i fjordene, trolig delvis isolerte komponenter (særlig i terskelfjorder). Banktorsk, eller vandrende kysttorsk, finnes i åpne fjorder og på banker. Noe av denne torsk antas å gyte i Lofoten, ved Vikna, på Møre, og ellers i kystnære områder. I de genetiske analysene våre har vi blant annet funnet at kysttorsk fra ytre områder i Lofoten skiller seg fra de indre områdene. Tilsvarende forskjeller i stasjonære og vandrende komponenter finnes på Sørlandet. De neste undersøkelsene blir derfor å ta mer systematiske prøver av kysttorsk på bankene for å sammenligne denne med fjordtorsk og se om delingen i banktorsk og kysttorsk er riktig.

Undersøkelsene våre viser at kysttorsk kan være oppdelt i mange kysttorskbestander. Dette kan aktualisere separat forvaltning i


**Figur 1.7.4**

Et slektskapstre som viser fordeling av kysttorsk basert på genetiske analyser. Området sør for Trondheimsfjorden (inkludert Sørlandet, Vestlandet og Møre) danner en gruppe som skiller seg fra områdene nord for Trondheimsfjorden. Prøven fra innerst i Trondheimsfjorden skiller seg fra begge områdene. *Genetic relationship between coastal cod from regions along the Norwegian coast. The samples south of the Trondheimsfjord (including samples from the southern and western coast) are more closely related and is different from the coastal cod from localities further north. The samples from the Trondheimsfjord deviate from both areas.*


**Figur 1.7.5**

Kysttorsk varierer i vekst avhengig av områder. Lofoten banktorsk viser samme vekstmønster som skrei i vårt materiale (ikke vist her), men vokser raskere enn torsk fra fjordene i Troms (Gratangen, Tranøybotten, Balsfjord) og Finnmark (Repparfjorden og Smørkjorden) (Indre områder). På den andre siden vokser torsk fra Møre (Ytre områder) raskere enn Lofoten banktorsk. Identifisering til kysttorsk er her basert på otolith-identifisering.

*Growth of coastal cod from Norwegian waters varies greatly depending on the area they come from. The cod from the outer areas in Lofoten (Lofoten banktorsk) grow faster in length (Lengde cm) than cod from the fjords and inner areas (lower figure) while the cod from the outer areas at Møre (upper figure) grow faster than the "Lofoten banktorsk" at the same age. The identification to coastal cod is based on otolith identification.*

fremtiden. Hvis dette skal være mulig, må vi ha ytterligere innsikt i både utbredelse og avgrensning av disse bestandene. Dette krever innsats i form av både genetiske undersøkelser og merkeforsøk.

#### Coastal Cod

Coastal cod are commonly found over coastal banks, in open fjords and semi-enclosed bays all along the Norwegian coast from Russia to the Swedish border. The density of cod increases northwards and from offshore into the fjords. Coastal cod is genetic different from the oceanic Northeast Arctic cod, and a good correlation is found between the traditional identification of type based on otolith and the genetic studies.

In the period 2002–2008 we collected coastal cod from spawning grounds along the coast to study the population structure as well as possible variation in life history characters. This knowledge is important for management advice both for fisheries and fish farming. Our genetic investigations of coastal cod indicate highly structured coastal cod composed of several local stocks. Experimental studies indicate some genetic adaptation to their local environment.

The growth rate increases in a southward direction and is higher offshore than for coastal cod within the fjord. Although there is relatively large difference in age at first maturity between cod in neighbouring areas, the coastal cod mature earlier in the southern areas and at lower age inshore than offshore. On average, the age at which coastal cod attains maturity is a year or more younger than the Northeast Arctic cod.