



Oppdatering av kunnskap om påvirkning fra torskeoppdrett på kysttorsk som har gytefelt i ytre (inkl. midtre) kystområder

Pål Næverlid Sævik

Per Erik Jorde

Sigurd Heiberg Espeland



Oppdatering av kunnskap om påvirkning fra torskeoppdrett på kysttorsk som har gytefelt i ytre (inkl. midtre) kystområder

Innhold

Innhold.....	2
Bestilling	2
1. Avgrensninger mellom indre og ytre områder	3
2. Risiko for påvirkning i ytre områder	3
3. Hvordan gå systematisk fram for å kartlegge risiko ved enkeltanlegg.....	4
Referanser.....	7

Bestilling

I brev datert 11.05.2023 fra Ann-Magnhild Solås ber Fiskeridirektoratet om en vurdering av risiko for påvirkning på lokale bestander av kysttorsk i områder som ikke er betegnet som «indre», og rådgivning om hvordan man best kan gå fram for å avdekke slik risiko i enkeltsaksbehandling. Det vises også til møte med arealseksjonen i Fiskeridirektoratet 07.06.2023.

Bestillingen er konkretisert i tre spørsmål:

1. Ved vurdering av risiko knyttet til torskeoppdrett, hvordan skal områdene som faller innenfor Havforskningsinstituttets betegnelser «indre», «midtre» og «ytre» områder, forstås?
2. Hvordan vurderer Havforskningsinstituttet risiko for påvirkning på bestander som er knyttet til gytefelt i midtre eller ytre områder, og hvor retensjon i gytefeltet er satt til høy eller middels?
3. Hvordan kan man i behandling av konkrete søknader om enkeltlokaliteter systematisk gå fram for å kartlegge og vurdere denne risikoen?

På bestilling fra Fiskeridirektoratet arbeider Havforskningsinstituttet også med en oppdatering av risikovurdering av torskeoppdrett. Som bakgrunn for den planlagte risikovurderingen har arbeidet i 2023 vært rettet mot å tette kunnskapshull. Havforskningsinstituttet er fortsatt i dialog med Fiskeridirektoratet om når neste risikovurdering kan leveres.

I vårt svar på denne bestillingen vil vi gi en oppdatering av kunnskapen knyttet til de tre spørsmålene.



1. Avgrensninger mellom indre og ytre områder

Risikorapporten [1] gjør ikke en separat risikovurdering for indre og ytre områder, men poengterer at indre områder kan være mer sårbare på grunn av en mer isolert populasjonsstruktur. Begrepene «indre» og «ytre» områder er ikke ment å brukes som noe klassifiseringssystem, men heller å gi et generelt bilde på hvor det er sannsynlig at isolerte villfiskpopulasjoner kan befinne seg. Behovet for å skille mellom indre og ytre områder ligger bl.a. i at vi generelt observerer genetiske forskjeller mellom torsk fanget inne i fjordene og torsk fanget i ytre deler av fjordene eller mer åpne kystområder, også blant torsk som alle har en otolitt-struktur som klassifiseres som "kysttorsk" (otolitter brukes til å skille kysttorsk fra skrei). Generelt er det slik at kysttorsken i ytre områder genetisk likner mer på torsken i havområdet utenfor enn det torsken lenger inne i fjordene gjør. Dvs. i nord (Troms/Finmark) likner kysttorsken i ytre områder på skreien [2]–[4] mens i sør (Skagerrak) likner den på Nordsjøtorsken [5]–[7]. Vi tolker disse observasjonene dithen at det er en genetisk påvirkning på torsk i ytre områder som er svakere eller fraværende i indre fjorder og dette indikerer at torsken i indre fjorder må være mer isolerte. Denne tolkningen er konsistent med den observasjonen at indre områder generelt har en høyere retensjon av pelagiske egg og larver og som trolig bidrar til å opprettholde en lokal populasjon inne i fjorden [8]. En slik lokal bestand vil av naturlige årsaker måtte være av begrenset geografisk og numerisk størrelse. Vi antar derfor at den vil være mer sårbar for genetisk (og økologisk) påvirkning av oppdrettstorsk. Lokale strømforhold vil variere geografisk og det er derfor vanskelig å si noe eksakt om hvor et naturlig skille mellom "indre" og "ytre" områder ligger i det enkelte fjord/kystområde. Områder som er klassifisert med «høy retensjon» i kartlaget «Gytefelt torsk MB» gir likevel en indikasjon på hvor lokale populasjoner kan befinne seg (<https://portal.fiskeridir.no/fiskeri>). Dette gjelder uavhengig av om områdene visuelt sett tilhører «indre» eller «ytre» områder. Klassifiseringen i kartlaget er basert på simuleringer, med tilhørende forbehold og begrensninger. Det er ikke gjennomført noen systematisk kartlegging av genetiske forskjeller mellom de mange gyteområdene for kysttorsk.

2. Risiko for påvirkning ved ytre gytefelt og retensjonsområder

Risikorapporten [1] peker på to hovedkategorier av påvirkningsfaktorer på villtorsk: Genetisk påvirkning og økologiske interaksjoner (sykdomsspredning etc.). Begge disse er til stede både i indre og ytre områder, og i begge tilfeller er det ønskelig å unngå nærhet mellom oppdrettsanlegg og viktige områder for gyting.

Vi vil spesielt peke på to forhold som forvaltningen bør være oppmerksom på når det gjelder å vurdere negativ påvirkning fra enkeltanlegg i ytre områder:

Samlet påvirkning: I ytre områder vil smittestoffer og egg fra oppdrettstorsk spre seg over et større område, sammenlignet med indre områder. Dette gir en større fortyningseffekt, men fører samtidig til at sårbare områder kan bli utsatt for påvirkning fra mange ulike nærliggende anlegg. Samlet påvirkning vil dermed kunne ha stor betydning.



Oppvekstområder: I områder med lav retensjon er det i større grad relevant å skille mellom gyteområder og oppvekstområder, siden egg i større grad gytes og klekkes på forskjellige steder. For å hindre smittespredning er det viktig med avstand til både gyteområder (høy tetthet av kjønnsmoden fisk) og oppvekstområder (høy tetthet av larver og juvenil fisk). For å hindre genetisk innblanding, er det ønskelig at egg fra oppdrettstorsk ikke spres til oppvekstområder for villtorsk og etablerer seg der. Kartleggingen av oppvekstområder er mangelfull. Det er både generell mangelfull kunnskap om hvilke naturtyper som kan betegnes som de gode oppvekstområdene, og i ytre områder er det knyttet stor usikkerhet til hvilke geografiske områder som mottar yngel fra de forskjellige gytefeltene. Driften av egg i mange områder er variabel, og kan spre avkom i mange ulike geografiske områder. Disser usikre områdene har gjerne fått en vurdering av retensjon som tilsvarer lite retensjon / mye spredning.

Som i indre fjorder vil det også i ytre områder variere i hvilken grad evt. lokal bestand er isolert fra andre kysttorskbestander, men vi vet lite om hvor stabile slike forskjeller i konnektivitet er over tid. Torsk i ytre områder vil også kunne påvirkes negativt genetisk av domestisert oppdrettstorsk ved rømminger og/eller gyting i merd. Både rømming i store antall og gyting i merd er nylig dokumentert [9] for oppdrettstorsk og dette øker sannsynligheten for genetisk påvirkning på naturlige bestander, selv om slik påvirkning ikke er dokumentert for kysttorsk ennå. Vi vurderer det slik at sannsynligheten for varige genetiske endringer er mindre i store bestander, og ytre kystområder har generelt større bestander enn indre fjorder. Siden kysttorsken i ytre områder også mottar en viss genetisk påvirkning fra oseanisk torsk i regionen, vil naturlig gen-flyt inn i bestanden kunne bidra til å motvirke genetisk påvirkning fra oppdrettstorsk. Allikevel er dette ikke sikkert, og kysttorsken i ytre områder vil også kunne påvirkes fra et større geografisk område og dermed fra flere oppdrettsanlegg.

3. Hvordan gå systematisk fram for å kartlegge risiko ved enkeltanlegg

Kunnskapsbehov

Risiko knyttet til torskeoppdrett påvirkes i stor grad av at vi mangler kunnskap om mengde og levedyktighet av egg som er gytt i merd, og smitterisiko mellom oppdrettstorsk og ville populasjoner. Gjeldende kunnskapsstatus er oppsummert i [10]. Nye forsøk for å besvare disse spørsmålene er planlagt, blant annet gjennom FHF-prosjekt 901815 («Modningsfri torsk i merd [...]») og FHF-prosjekt 901832 («Generation of new knowledge on disease risk in cod farming»).

Vi anbefaler for øvrig at forvaltningen utarbeider en forsiktig opptrappingsplan for torskeoppdrett, med konkrete begrensninger på maks tillatt biomasse i ulike områder, og krav til nøye overvåking og rapportering. På denne måten kan det opparbeides erfaringsbasert kunnskap om interaksjonen mellom oppdrettstorsk og ville populasjoner.



Simuleringsverktøy

Det er mulig å bruke simuleringer til å identifisere områder som er spesielt dårlig egnet for torskeoppdrett. En enkel versjon av Havforskningsinstituttets simuleringsverktøy finnes i den offentlige Strømkatalogen

(<https://stromkatalogen.hi.no/apps/ncis/v1/nb/>). Her kan man bestille spredningssimuleringer fra spesifikke posisjoner, og slik få et inntrykk av om smittestoffer og egg fra oppdrettstorsk vil kunne nå gyte- og oppvekstområder for villtorsk. For spredning av egg anbefales spredningsdyp på 10m, startalder på 29 dager og sluttalder på 30 dager. For spredning av smittestoffer anbefales spredningsdyp på 10m, startalder på 0 dager og sluttalder som er basert på levetiden til det aktuelle smittestoffet.

Strømkatalogen har en rekke begrensninger sammenlignet med HI sine interne simuleringsverktøy. Disse begrensningene må man ha i mente ved bruk av verktøyet:

Oppløsning: Begrenset oppløsning på 800m er problematisk nær trange fjorder og sund, som ofte er «lukket» i modellen, men «åpne» i virkeligheten. Ved bruk av Strømkatalogen bør man samtidig undersøke landmasken til 800m-modellen for å vurdere om urimelige resultater kan skyldes oppløsningen.

Tidsperiode: Strømkatalogen er basert på strøm fra 2015, som ikke nødvendigvis er representativt for den tidsperioden man ønsker å studere.

Vertikalbevegelse: Strømkatalogen kan bare gi spredning i faste dyp. I virkeligheten vil smittestoffer og egg fra oppdrettstorsk ha en vertikalbevegelse som er avhengig av hvilke stoffer som spres.

Biologi: Strømkatalogen gir kun fysisk spredning, og tar ikke hensyn til hvordan egg og smittestoffer reagerer på endringer i miljøparametere som salt og temperatur.

Skalering: Spredninger fra Strømkatalogen gir resultater på en fargeskala fra rødt til blått. Hva som karakteriseres som «rødt» varierer imidlertid mellom simuleringer fra ulike steder, siden resultatene er skalert med makskonsentrasjonen. Spredningskart fra to ulike lokasjoner er dermed ikke direkte sammenlignbare.

For de fleste gytefelt som er kartlagt av HI, og publisert som kartlaget "Gytefelt Torsk MB", finnes det figurer som viser spredning av egg og yngel fra gytefeltene ved bruk av en finoppløselig modell. Disse er tilgjengelige for bruk på forespørsel til HI. Verken spredningskart fra gytefeltkartleggingen eller fra strømkatalogen bør tolkes deterministisk. Det vil si at de viser ikke hvor partikler fra et område ender opp, men gir et bilde på hvor det er mer sannsynlig å finne partikler fra et område.



Kartverktøy

I Fiskeridirektoratets kartverktøy Yggdrasil finnes kartlagene «Gytefelt torsk MB» (beskrevet i [11]) og «Gyteområder torsk». Disse to kartlagene kan brukes, sammen med strømkatalogen, for å finne sannsynligheten for at smittestoffer og egg fra en oppdrettslokalitet ender opp i et sårbart område.

De to kartlagene er forskjellige både med tanke på metode, dekningsområde og bruksområde.

Metode: «Gyteområder torsk» baserer seg på samfunnsvitenskapelig metode gjennom innsamling av lokal økologisk kunnskap. Dette innebærer primært intervjuinformasjon fra fiskere og andre lokal kjente. «Gytefelt torsk MB» baserer seg på naturvitenskapelig metode, hvor det er kartlagt tilstedeværelse av egg (gjennom feltundersøkelser) og grad av retensjon (gjennom simuleringer).

Dekningsområde: «Gyteområder torsk» er et nasjonalt datasett, men har ikke definert avgrensning. Kartlaget er begrenset til de områdene som intervjuobjektene har kjennskap til. Dette gjør at de vil være sikrere blant annet i områder der det pågår høy fiskeriaktivitet. «Gytefelt torsk MB» dekker primært indre områder langs kysten. Dekningsområdet hvor feltinnsamlingen gjort av HI er antatt å gi et representativt bilde av gyting, er tilgjengelig som et eget kartlag - "Gytefelt torsk MB dekningskart".

Bruksområde: «Gyteområder torsk» viser steder hvor det fanges gytemoden fisk. Dette kan både inkludere selve gyteområdet og viktige vandringsruter på vei til gyteområder. I begge tilfeller gjelder det områder hvor fisken er i en sårbar livsfase med tanke på f.eks. sykdom. «Gytefelt torsk MB» viser steder hvor det er funnet mye egg, og/eller retensjonen av egg er stor. Grad av retensjon er en viktig indikasjon på graden av genetisk isolasjon, som igjen indikerer sårbarhet for påvirkning.

Kartlagene gir altså utfyllende informasjon, og det er ikke slik at det ene kartlaget kan erstatte det andre, selv ikke i områder med felles dekningsområde. For eksempel inneholder ikke «Gyteområder torsk» informasjon om retensjon, som indikerer om bestanden kan være lokal og mer sårbar for påvirkning. På den andre siden er vurderingen av mengde egg på et gytefelt i «Gytefelt torsk MB», basert på enkeltprøver fra hver lokalitet, mens det kan forekomme stor variasjon mellom år. Det er derfor fortsatt knyttet usikkerhet til betydningen av et gytefelt, selv om det er gjort flere feltundersøkelser og samlet inn egg over flere år. Gyteområder kan også gi viktig historisk informasjon om gytefelt og være viktige områder i et gjenoppbyggingsperspektiv. Ved å sammenholde informasjon fra begge kartlagene kan man bedre danne seg et bilde av den reelle situasjonen i området.

Det er også ønskelig å minimere påvirkning fra oppdrettsanlegg på viktige oppvekstområder for villtorsk. Dette inkluderer blant annet ålegrasenger, tareskog og andre grunne områder med bunnvegetasjon. I Fiskeridirektoratets kartverktøy Yggdrasil finnes det kartlag som viser utbredelse av slike områder, men kartleggingen er mangelfull. Dette kartlaget er i stor grad basert på lokal økologisk kunnskap, men fangst



av yngel vil i mye større grad være påvirket av fangbarhet enn fangst av voksenfisk. Det er derfor større usikkerhet knyttet til om viktige oppvekstområder faktisk er dekket.

Store deler av kysten framstår som «blank» i kartet, men dette betyr ikke at områdene ikke har verdi eller er egnet som oppvekstområder. Det er naturlig å anta at alle eksisterende gytefelt har hatt noen gode oppvekstområder der egg og larver har rekruttert til bestanden, og at grunne områder i nærheten av gytefelt også uten kartlagte verdier også kan være gode oppvekstområder. Prosjektet «Marine grunnkart» vil kunne samle inn mer detaljert informasjon om bunnforhold, og pågående undersøkelser av tilstedeværelse av yngel [11] kan gi mer detaljert informasjon om hvilke områder som er gode oppvekstområder.

Referanser

- [1] Ellen Sofie Grefsrud *et al.*, “Risikorapport norsk fiskeoppdrett 2022 - risikovurdering,” Havforskningsinstituttet, 2022–12, Apr. 2022. Accessed: Jun. 16, 2023. [Online]. Available: <https://www.hi.no/hi/nettrapporter/rapport-fra-havforskningen-2022-12>
- [2] B. Breistein *et al.*, “Geographic variation in gene flow from a genetically distinct migratory ecotype drives population genetic structure of coastal Atlantic cod (*Gadus morhua* L.),” *Evolutionary Applications*, vol. 15, no. 7, pp. 1162–1176, Jul. 2022, doi: 10.1111/eva.13422.
- [3] G. Dahle *et al.*, “Analysis of coastal cod (*Gadus morhua* L.) sampled on spawning sites reveals a genetic gradient throughout Norway’s coastline,” *BMC Genet*, vol. 19, no. 1, p. 42, Dec. 2018, doi: 10.1186/s12863-018-0625-8.
- [4] P. E. Jorde *et al.*, “The making of a genetic cline: introgression of oceanic genes into coastal cod populations in the Northeast Atlantic,” *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, vol. 78, no. 7, pp. 958–968, Jul. 2021, doi: 10.1139/cjfas-2020-0380.
- [5] M. Sodeland *et al.*, “‘Islands of Divergence’ in the Atlantic Cod Genome Represent Polymorphic Chromosomal Rearrangements,” *Genome Biol Evol*, vol. 8, no. 4, pp. 1012–1022, Apr. 2016, doi: 10.1093/gbe/evw057.
- [6] P. E. Jorde *et al.*, “Who is fishing on what stock: population-of-origin of individual cod (*Gadus morhua*) in commercial and recreational fisheries,” *ICES Journal of Marine Science*, vol. 75, no. 6, pp. 2153–2162, Dec. 2018, doi: 10.1093/icesjms/fsy080.
- [7] H. Knutsen *et al.*, “Stable coexistence of genetically divergent Atlantic cod ecotypes at multiple spatial scales,” *Evol Appl*, vol. 11, no. 9, pp. 1527–1539, Oct. 2018, doi: 10.1111/eva.12640.
- [8] M. S. Myksvoll, S. Sundby, B. Ådlandsvik, and F. B. Vikebø, “Retention of Coastal Cod Eggs in a Fjord Caused by Interactions between Egg Buoyancy and Circulation Pattern,” *Marine and Coastal Fisheries*, vol. 3, no. 1, pp. 279–294, Jan. 2011, doi: 10.1080/19425120.2011.595258.
- [9] M. Quintela *et al.*, “Genetisk identifikasjon av torskeegg i Meløy i Nordland, mars 2023,” Havforskningsinstituttet, 2–2023, Mar. 2023.
- [10] P. A. Bjørn *et al.*, “Kunnskapsgrunnlag for mulig påvirkning fra oppdrettstorsk og levendelagret torsk på villtorsk,” Institute of Marine Research, 2021–22, May 2021. Accessed: Jan. 12, 2022. [Online]. Available: <https://www.hi.no/hi/nettrapporter/rapport-fra-havforskningen-2021-22>



[11] Sigurd Heiberg Espeland, Jon Albretsen, Kjell Nedreaas, Hanne Sannæs, Torjan Bodvin, and Frithjof Moy, "Kartlegging av gytefelt - Gytefelt for kysttorsk," Havforskningsinstituttet, 1–2013, Jan. 2013.