

Nordmøre Torsk AS
Rasmus Rønnebergsgate 21
6002 Ålesund

13. januar 2022

GADUS

Gadus Group AS sine vurderinger av
risiko for påvirkning av villtorsk fra
oppdrettsanlegg

– **Grove, Sunndal kommune**

1.0 Innledning

Nordmøre Torsk AS (del av Gadus Group) har etter anbefaling fra blant annet Fiskeridirektoratet, gjort en grundig vurdering rundt mulig påvirkning fra oppdrettstorsk på villtorsk ved omsøkt akvakulturlokalitet Grove, i Sunndal kommune.

Denne vurderingen er utarbeidet og skrevet av Gadus Group. Vurderingen kan kun gjengis i sin helhet. Gjengivelse av deler av vurderingen kan kun skje etter skriftlig tillatelse fra Gadus Group. I slike tilfeller skal kilde oppgis.

I dette notatet ønsker vi å komme med faktagrunnlag og betraktninger rundt risiko for påvirkning av villtorsk. Vi vil også belyse og kommentere de faktorer som må være til stede for at slik påvirkning skal finne sted, og hvilke prosedyrer og tiltak Gadus har implementert for å forsikre seg om at påvirkning unngås. Vi har primært fokusert på risiko for påvirkning gjennom «gyting i merd», men kommenterer også på en rekke andre temaer vi mener er relevante (eksempelvis rømming, risiko for sykdom/smitte, og påvirkning på vandringsruter)

Gadus Group har et uomtvistelig fokus på bærekraft – som er dypt innarbeidet i vår forretningsmodell, og forankret hos både ansatte, ledelse, styre, eiere, kunder og leverandører. FNs bærekraftsmål er herav en integrert del av Gadus' strategi. **Gadus skal derfor følge de aller strengeste standarder og interne retningslinjer for å hindre at vår virksomhet påvirker naturen og omgivelsene negativt.**

Den første utfordringen vil ønsker å belyse er gyting i merd, noe som er en svært uønsket hendelse for enhver torskeoppdretter. Dersom torsken gyter i merden medfører dette tap av biomasse i form av verdifullt protein og fett, tap av tilvekst, svekket filétkvalitet i tillegg til redusert immunforsvar – som er forbundet med forringet fiskevelferd og økt dødelighet. Dette medfører igjen en betydelig økt enhetskostnad, samt et negativt omdømme. Gadus har følgelig utarbeidet detaljerte rutiner og planer for å unngå gyting i merd, samt også andre kjente påvirkninger av ville torskstammer.

Vi anerkjenner at gyting i merd er en hendelse som **kan** inntreffe, samt at gyting i merd på stamfisk fra tidlige generasjoner avlet oppdrettstorsk kunne overleve til kjønnsmoden alder og genetisk bidra på gytefelt. Det er imidlertid ikke påvist kryssninger mellom villtorsk og oppdrettstorsk, verken fra rømt fisk eller fra gyting i merd (Meeren mfl. 2012), (Jørstad mfl. 2008). I tillegg til tester på stamfisk, er det også gjennomført tester på lysstyrt matfisk i kommersielle oppdrettsanlegg, hvor det ikke ble funnet noen tydelig genetisk påvirkning i den lokale populasjonen av villtorsk (Varne mfl. 2015). Vi ser også nå med interesse på Havforskningsinstituttets rapport Kunnskapsgrunnlag for mulig påvirkning fra oppdrettstorsk og levendelagret torsk på villtorsk (Bjørn mfl. 2021), hvor de går gjennom viktige risikoområder og foreløpige anbefalinger. Under har vi kommentert på anbefalingene i rapporten til HI, og hvordan vi konkret har inkludert dette i vår risikovurdering og driftsprosedyrer med hensikt om å eliminere den risikoen som trekkes frem i rapporten.

Basert på vår verdikjede og driftsmodell, samt tilgjengelig informasjon og kunnskap om potensiell påvirkning på villtorsk fra våre oppdrettsanlegg, mener vi at etablering av en matfisklokalitet ved Grove ikke vil medføre uakseptabel risiko, noe som videre begrunnes i dette notatet.

2.0 Metodisk tilnærming

En risikovurdering bør basere seg på relevant forskning og kunnskap på området – men samtidig også i størst mulig grad reflektere de faktiske forholdene ved oppdrett av matfisk i sjøanlegg. Vi har i dette

dokumentet derfor gjennomført en vurdering og konsekvensutredning med fokus på de faktiske forholdene som er gjeldende under oppdrett av matfisk i sjø, basert på dagens generasjon fisk og gjeldende driftsmetoder som benyttes. Vi har også gjennomført en strømsimulering ved bruk av Havforskningsinstituttet (HI) sin ROMS-modell Nor Kyst 800, etter anbefaling fra HI på en tidligere lokalitetssøknad, også referert til i (Bjørn mfl. 2021), dette for å komplettere den fysiske strømmålingen utført av eksternt innleid firma, ved lokaliteten.

For å understøtte risikovurderingen med relevant og oppdatert kunnskap har vi innhentet historisk og nyere kunnskap om gyting i merd fra miljøene i Norge med mest oppdatert empirisk og praktisk erfaring på området. Dette har vi også gjennomført på de resterende risikoområdene som omtales i dette dokumentet. I tillegg har vi også gjennomført diskusjoner og fått konkrete innspill fra eksterne fagmiljøer [REDACTED]

[REDACTED] Disse innspillene er også reflektert i dette memoet samt inkludert i driftsprosedyrene våre.

3.0 Avlsarbeidet på oppdrettstorsk

Yngelen som benyttes i våre anlegg stammer fra avlsarbeidet til Nofima og Havlandet Marin Yngel, hvorav førstnevnte er statlig og Havlandet er en privat aktør. Disse produsentene har hver avlet frem en god oppdrettsfisk som egner seg godt til matfiskproduksjon i sjø. Begge produsentene har produsert yngel siden tidlig 2000-tall og er nå oppe i både 6. og 7. generasjons torsk. Når det gjelder biologien til fisken er det i Nofimas avlsprogram brukt et høyt antall ulike familier basert på både skrei og kysttorsk fra bestander langs norskekysten for å sikre en bred populasjon. På denne måten får man et stort genetisk mangfold og unngår innavl (Henriksen et al. 2018). Avlsarbeidet har fokusert på produksjonsegenskaper som hurtig vekst, sykdomsresistens og utsatt kjønnsmodning. Gjennom avlsarbeidet har man også gjennom redusert naturlig seleksjon utviklet en roligere og mer domestisert fisk vant til et trygt miljø med mye mat og høy overlevelse.

4.0 Anbefalinger fra Havforskningsinstituttet sitt oppdaterte kunnskapsgrunnlag

Havforskningsinstituttet gjennomførte i 2021 en innhenting av oppdatert kunnskap rundt mulig påvirkning av villtorsk fra oppdrett og levendelagring av torsk (Bjørn mfl. 2021). I denne rapporten trekker HI frem fire foreløpige anbefalinger som vi under har forsøkt å synliggjøre hvordan er inkludert og reflektert i vår risikovurdering og våre driftsprosedyrer:

4.1 Anbefaling 1

Anbefaling 1: HI anbefaler at miljøeffekter av torskeoppdrett inkluderes i arbeidet med gjenoppbygningsplanen for kysttorsk i nord, samt videre arbeid for å tette kunnskapshull knyttet til økologi og livshistorie hos kysttorsk i nord. Lokale gytefelt langs hele kysten, spesielt sårbare fjordbestander, bør fortsatt beskyttes mot torskeoppdrett. Det bør også vurderes restriksjoner mot flytting og levendelagring av torsk nær gytefelt.

- Gadus ønsker å ta sitt ansvar for å bidra til å øke kunnskapsgrunnlaget, både som individuell aktør og som en del av næringen gjennom samarbeidet i det nasjonale torskenettverket. Nylig har Gadus gjennom torskenettverket tatt initiativ til et samarbeid med HI på forskning

innenfor nettopp dette området. Vi er også selvsagt positivt innstilt til å tilrettelegge for at våre anlegg benyttes til forskning.

- Etter dialog med HI og Fiskeridirektoratet samt gjennomgang av oppdatert kunnskapsgrunnlag (Bjørn mfl. 2021), kommer vi ved valg av lokaliteter til å følge rådene og gjeldende forskrifter om ikke å legge oppdrettsanlegg for torsk i registrerte gyteområder eller gytefelt for torsk i henhold til Fiskeridirektoratet sin kartløsning. Vi har også spesifikt valgt å ikke søke på anlegg i umiddelbar nærhet av registrerte gytefelt og utøvet ekstra strenge avstandskrav til nasjonalt viktige gytefelt for torsk. Dette basert på graderingen utviklet av Havforskningsinstituttet, hvor gytefelt kategoriseres fra 2-6 etter viktighet.

4.2 Anbefaling 2

Anbefaling 2: Inntil bedre kunnskap foreligger, anbefaler HI at beite- og oppvekstområder i nærhet av gytefelt i indre fjord med høy grad av retensjon, lokal bunnslåing av larver og sårbare bestander gis beskyttelse

- Gadus har valgt å ikke søke på oppdrettsanlegg som ligger i eller i umiddelbar nærhet av registrerte beite- og oppvekstområder for villtorsk - uavhengig av om disse ligger i nærhet av gytefelt i indre fjordstrøk eller ikke. Dette er i dag ikke nedfelt direkte i noen forskrift (i motsetning til gyteområder), men en begrensing vi har valgt å følge for å minimere risiko for miljøpåvirkning. Vi ønsker også her å bidra til å øke kunnskapsgrunnlaget for å se om dette er en begrensing som kan justeres.
- Vi er kjent med at naturtyper som ålegras og tareskog vil kunne fungere som oppvekstområder for torskeyngel (HI 2021 - Faglig vurdering av ny lokalitet for torsk i lukket anlegg ved Rønaset i Sykkylven kommune). Vi har derfor også kartlagt og vurdert disse i risikovurderingen vår, men har i dette notatet primært har valgt å fokusere på gytefelt når vi diskuterer mulig genetisk påvirkning gitt den avtagende sannsynligheten for overlevelse av yngel fra oppdrettstorsk utover i livsløpet. Overlevelse til yngelstadiet og drift til nærliggende oppvekst- og beiteområder (og dermed potensiell påvirkning på disse), fordrer først at alle «stegene» foran i kjeden av hendelser må inntreffe. Vår vurdering, som utdypet i dette memoet, er at gyting i merd ikke vil medføre uakseptabel risiko for påvirkning på gytefelt for villtorsk og heller ikke senere stadier (oppvekstområder og beiteområder).

4.3 Anbefaling 3

Anbefaling 3: Kunnskapen om effekten av genetiske interaksjoner mellom domestisert oppdrettstorsk og villtorsk er i stor grad manglende. Vi har imidlertid mye kunnskap om negative effekter av rømt oppdrettslaks. Risikoprofilen for torsk antas å være høyere, spesielt for svake bestander av kysttorsk, og vil avhenge av hvor stort presset fra oppdrettspopulasjonen er i forhold til størrelsen på lokale bestander, samt grad av domestisering og genetisk avstand til villtorsken. I tillegg både rømmer og gyter oppdrettstorsk i merd, og det finnes ikke barrierer mellom generasjoner hos en ren marin art som torsk. Ved å bruke steril torsk i oppdrett elimineres risikoen for genetiske interaksjoner, og vi anbefaler at bruk av steril torsk utredes.

- HI nevner i rapporten at effekten fra genetiske interaksjoner mellom domestisert oppdrettstorsk og villtorsk er et område som en mangler kunnskap om. Dette er derfor et felt vi har brukt mye tid på å analysere og innhente informasjon om i vår risikovurdering (som

beskrevet i dette memoet). Vår erfaring er at det finnes omfattende dokumentasjon som kan benyttes, og mye av denne kunnskapen er også referert til i kunnskapsgrunnlaget utarbeidet av HI

- Videre trekkes det i rapporten, på grunnlag av manglende kunnskap om oppdrettstorsk, paralleller mellom kunnskap og effekter fra rømt oppdrettslaks med en tilhørende antatt høyere risikoprofil for torsk. Dette er et område som vi ønsker å bidra til økt kompetanse på, da vi mener at denne kunnskapen ikke er direkte overførbar mellom disse artene og at det begrenser muligheten for å benytte disse konklusjonene som et godt underlag for beslutninger rundt forvaltning. Vi arbeider imidlertid systematisk med å forebygge enhver form for rømming fra anlegget samt gyting i merd, som er beskrevet mer i detalj senere i notat samt innarbeidet i våre driftsprosedyrer.
- HI trekker også frem en anbefaling rundt utredning av bruk av steril torsk. Vi stiller oss positive til utredning av metoder som vil kunne bidra til redusert risiko for kjønnsmodning, men dette er også et område som er krevende for enkeltaktører å skulle gjennomføre. Vi ønsker imidlertid i den anledning å rette fokus på at dette er et område som har vært utprøvd på laks siden 2013 og som Mattilsynet nå nylig har besluttet å stanse videre forskning rundt grunnet blant annet utfordringer med å produsere steril laks på en velferdsmessig forsvarlig måte.

4.4 Anbefaling 4

Anbefaling 4: Rømt torsk kan spre sykdom til villfisk, eller påvirke økosystemene på andre måter. Parasitter, bakterielle og virale agens kan bli utfordrende ved økt oppdrett og levendelagring av torsk. Vi anbefaler at problemstillinger og kunnskapshull knyttet til sykdom og smittespredning hensyntas og tettes, inkludert flytting av fisk med ukjent smittestatus. I tillegg kan torskeoppdrettsanlegg føre til endringer i vandringsmønster, adferd, fysiologi og reproduksjon hos vill torsk som igjen kan påvirke overlevelse, vekst og rekruttering. Enkelte av disse faktorene har også paralleller til effekter av lakseoppdrett på vill torsk. Havforskningsinstituttet har nylig ferdigstilt «Strømkatalogen», et verktøy som simulerer spredning av partikler eller patogener, og kan benyttet av forvaltningen i lokaliseringsspørsmål.

- Gadus arbeider systematisk med forebygging av sykdom og potensiell smitte, noe som er reflektert i våre drifts- og beredskapsprosedyrer. All fisk vaksineres [REDACTED]. Dette utgjør i dag de 3 vanligste sykdommene for oppdrettstorsk. I tillegg har Gadus et generelt høyt fokus på fiskevelferd, vi opererer med lav tetthet i merder, benytter lange brakkleggingsperioder mellom utsett (fra 3 mnd og opp mot 1 år), unngår å blande fisk fra ulike generasjoner og avlsmateriale på samme lokalitet, samt gjennomfører en rekke andre tiltak som er med på å minimere sannsynlighet for sykdomsutbrudd og påfølgende potensiell smitte til villfisk.
- Når det gjelder risiko for «endring i vandringsmønster, adferd, fysiologi og reproduksjon hos villtorsk som igjen kan påvirke overlevelse, vekst og rekruttering» anerkjenner vi at det er en potensiell risiko, men bemerker også at Havforskningsinstituttet i (Karlsen & Meeren 2013) konkluderer med at det ikke er dokumentert at torsk på gytevandring blir påvirket av

lokalisering av oppdrettsanlegg, og tilsvarende at det ikke finnes dokumentasjon på at oppdrettsanlegg påvirker vandring eller predasjon på utvandrende villsmolt. Sammenlignet med lakseanlegg er det for torsk i gjennomsnitt en lavere stående biomasse pr anlegg og torskeanlegg utgjør dermed også et mindre fotavtrykk.

- Strømkatalogen er et verktøy som vi allerede har tatt i bruk i vår risikovurdering som et komplement til strømmålingene som gjennomføres ved den enkelte lokalitet (også inkludert i dette memoet).

Vi imøtekommer også det ytterligere planlagte arbeidet til Havforskningsinstituttet med en videre risikovurdering av miljøeffekter av torskeoppdrett i 2022. Vi kommer til å holde løpende dialog med HI på dette arbeidet for å sørge for at vi kan reflektere den nyeste kunnskapen på området i våre driftsprosedyrer

5.0 Tilleggsutredninger etter innspill fra Fiskeridirektoratet

I dialog med Fiskeridirektoratet har vi på tidligere lokalitetssøknader blitt bedt om å kommentere på fire konkrete spørsmål rundt anbefalingene fra HI i rapporten beskrevet i seksjonen over. Disse overlapper delvis med punktene kommentert i avsnittet over, men er mer konkrete i forhold til mulige implikasjoner ved oppdrett av torsk. Vi har derfor her også forsøkt å besvare disse spørsmålene, og henviser samtidig til resten av dette memoet for mer utfyllende informasjon om temaene de berører

Spørsmål 1: Hvordan er hensynet til eventuelle beite- og oppvekstområder i nærhet av gytefelt i indre fjord med høy retensjon, lokal bunnslåing av larver og sårbare bestander vurdert og ivare tatt?

- Gadus har valgt å ikke søke på lokaliteter som ligger i, eller i umiddelbar nærhet av registrerte beite- og oppvekstområder for villtorsk i henhold til fiskeridirektoratet sin kartløsning (Kartlag «Oppvekst – beiteområde»). De registrerte oppvekst- og beiteområdene for villtorsk i kartløsningen ligger primært også på mer eksponerte lokasjoner i ytre fjordstrøk. Dette er i dag ikke nedfelt direkte i noen forskrift (i motsetning til gyteområder), men en begrensing vi har valgt å følge for å minimere risiko for miljøpåvirkning
- I tillegg er vi kjent med at naturtyper som *ålegras* og *tareskog* vil kunne fungere som oppvekstområder for torskeyngel (HI 2021 - Faglig vurdering an ny lokalitet for torsk i lukket anlegg ved Rønaset i Sykkylven kommune). I henhold til fiskeridirektoratet sin kartløsning (kartlag «Tareskogforekomster» og «Ålegras») er tareskog den mest utbredte av disse to artene, og finnes primært i ytre strøk langs norskekysten på mer eksponerte lokasjoner, men forekommer også i indre fjordstrøk. Det samme gjelder ålegress, men er som nevnt over mindre utbredt. Gadus har valgt å ikke søke på lokaliteter hvor sjøanlegget (merder og flåte) ligger i registrerte områder for tareskog og ålegras. Vi etterstreber å sikre at fortøyninger også legges utenfor registrerte områder av disse naturtypene på alle våre anlegg
- I dette notatet har vi primært valgt å fokusere på nærhet til gytefelt når vi diskuterer mulig genetisk påvirkning (se kapittel 7.0), gitt den sterkt avtagende sannsynligheten for overlevelse av yngel fra oppdrettstorsk utover i livsløpet. Overlevelse til yngelstadiet og drift til nærliggende oppvekst- og beiteområder (og dermed potensiell påvirkning på disse),

fordrer først at alle «stegene» foran i kjeden av hendelser må inntreffe. Vår vurdering, som utdypet i memoet, er at gyting i merd ikke vil medføre uakseptabel risiko for påvirkning på gytefelt for villtorsk og dermed heller ikke senere stadier (oppvekstområder og beiteområder)

- Gadus har også utviklet omfattende driftsprosedyrer for å fjerne kjønnsmodning av fisk og dermed ytterligere redusere risikoen for mulig genetisk påvirkning gjennom blant annet et spesialutviklet og omfattende kontinuerlig lysstyringsregime, skyggelegging av merd kombinert med undervannsføring for å holde fisken dypt i merden for å sikre minimal døgnvariasjon fra sollys. Det utføres også kontinuerlig overvåking av gonadeutvikling (som styrer kjønnsmodning hos torsk) og fjerning av fisk med høy risiko for kjønnsmodning. I tillegg benyttes stor-settefisk strategi (typisk størrelse på ~250-350g) for å minimere tid i sjø, samt en produksjonsplan som sikrer slakting av fisk før andre vinter i sjø (tidspunkt for økt risiko for kjønnsmodning).

Spørsmål 2: Hvordan er risikoen knyttet til genetisk interaksjon mellom oppdrett- og villtorsk vurdert og møtt, særlig med vektlegging av risiko knyttet til rømming og gyting i merd

- Gadus har i dette notatet gjennomført en risikovurdering med særlig fokus på områdene gyting i merd (se kapittel 7) og rømming (se kapittel 8), på basis av relevant tilgjengelig informasjon, artikler, dokumenterte forsøk, og nyere kunnskap fra eksterne fagmiljøer med oppdatert empirisk og praktisk erfaring på området (inkludert kunnskapsrapporten fra HI – 2021). Vår vurdering er at hverken gyting i merd eller risiko for rømming på den omsøkte lokaliteten vil medføre uakseptabel risiko for påvirkning på villtorsk.
- *Gyting i merd*: En potensiell påvirkning fra gyting i merd krever en serie av hendelser som må inntreffe samtidig, som flere individuelt har svært lav sannsynlighet for å inntreffe og som samlet sett i enda mindre grad medfører risiko for potensiell påvirkning på villfisk. I tillegg er det en rekke momenter spesifikt for oppdrettstorsk på matfisklokaliteter som er med på å ytterligere svekke sannsynligheten for negativ påvirkning som utdypet i kapittel 7. Oppdrettstorsk i merd har blant annet lavere kvalitet og mengde egg/melke sammenlignet med villtorsk, den står på strømsterke lokaliteter som vanskeliggjør blanding av egg og melke i kurtisen, den består utelukkende av «førstegangsgytere» med svært lav kvalitet på egg/melke, den må gyte uassistert som ytterligere forringer eggkvalitet, fisken går ikke på spesialisert stamfiskfôr og får dermed ikke tilgang på nødvendige næringsstoffer for å produsere levedyktig avkom, lysstyring medfører redusert og forskjøvet tidspunkt for gyting i forhold til naturlig gyting og yngelen risikere å ikke få tilgang på levendefôr (ihht. match-mismatch modellen) samt bli utsatt for høye vanntemperaturer, og eggene er avhengig av riktig strøm for å drifte inn i et gytefelt i rett tid for klekking samt overleve i et ukontrollert ytre miljø frem til tidspunkt for klekking. Dersom et befruktet egg gytt i merd skulle medføre en levedyktig yngel skal den også i konkurranse med vill fisk overleve til voksen alder og returnere til et gytefelt og suksessfullt ta del i den naturlige gytingen, på tross av svakere egenskaper og manglende tilpasning til et liv utenfor merden. Gadus har i tillegg implementert omfattende driftsrutiner og spesialtilpasset utstyr som er med på å redusere denne risikoen ytterligere, blant annet et omfattende lysstyringsregime, skyggenett, undervannsføring, og overvåking av gonadeutvikling for å fjerne og forskyve kjønnsmodning, produksjonsmetodikk med stor settefisk for å redusere tid i sjø og dermed eksponering mot

ytre miljø betraktelig, samt valg av lokaliteter med strømforhold som ytterligere minimerer risiko for en eventuell påvirkning. Vi er i dag også med på et samarbeidsprosjekt med Havforskningsinstituttet for å videreutvikle en allerede bred kunnskapsbase rundt bruk av lysstyring for å fjerne kjønnsmodning i sjøanlegg

- **Rømming:** Det finnes ingen garanti for å unngå rømming fra sjøanlegg, men alle våre anlegg følger de samme kravene til utstyr som resten av akvakulturbransjen i NS 9415. Avlsarbeidet gjennomført av blant annet Nofima har også medført en mer domestisert og mindre aggressiv torsk skapt for et liv i fangenskap blant annet dokumentert av Nofima (Henriksen 2018), men også observert og bekreftet i våre og eksterne anlegg som i dag har produksjon av torsk i sjø. For å ytterligere redusere risiko for rømming har vi valgt en utstyrsstrategi med bruk av moderne nøter med solid kvalitet, med dobbeltsøm (uten løse deler som kan fungere som startpunkt for «biting på not»). [REDACTED]

[REDACTED] Med høyere bruddstyrke vil det være en rekke belastninger som ikke vil føre til rift/maskebrudd sammenlignet med en tilsvarende nylon not – og dermed en lavere risiko for rømming. Her har vi også trukket på kunnskap og erfaringer fra oppdrett av andre marine arter som seabass og seabream i Middelhavet. Dette kombinert med implementering av detaljerte driftsprosedyrer rundt de viktigste arbeidsoperasjonene på våre sjøanlegg, samt beredskapsplaner ved en eventuell hendelse

- Begge disse hendelsene (gyting i merd og rømming) vil være svært alvorlige for oss som oppdretter, både operasjonelt, finansielt og omdømmemessig – og noe vi har svært høyt fokus på å ivareta på en trygg og god måte. Vi imøtekommer derfor enhver form for forskning og videreutvikling på området og følger nøye den siste forskningen som gjennomføres på disse temaene

Spørsmål 3: Hvordan er risikoen knyttet til økologisk interaksjon mellom oppdrett- og villtorsk vurdert og møtt? Det må særlig vektlegges hvordan eventuelle torskeoppdrettsanlegg kan påvirke vandringsmønstre, adferd, smittespredning og sykdomsutbrudd, samt fysiologi og reproduksjon hos villtorsk?

- Gadus arbeider systematisk med forebygging av sykdom og potensiell smitte i våre anlegg og dermed også risiko for smitte til villfisk, noe som er reflektert i våre drifts- og beredskapsprosedyrer. All fisk vaksineres [REDACTED]
- [REDACTED]. Dette utgjør i dag de 3 vanligste sykdommene for oppdrettstorsk. I tillegg har Gadus et generelt høyt fokus på fiskevelferd, vi opererer med lav tetthet i merder, benytter lange brakkleggingsperioder mellom utsett (fra 3 mnd. og opp mot 1 år), unngår å blande fisk fra ulike generasjoner og avlsmateriale på samme lokalitet, benytter en stor settefisk (typisk 250-350g) for å redusere tid i sjø og dermed eksponering, samt gjennomfører en rekke andre tiltak reflektert i våre driftsrutiner som er med på å minimere sannsynlighet for sykdomsutbrudd og påfølgende potensiell smitte til villfisk. Vår vurdering er derfor at

gjennom disse tiltakene ikke vil medføre uakseptabel risiko for påvirkning på villfisk gjennom smittespredning og sykdomsutbrudd

- Når det gjelder risiko for «endring i vandringsmønster, adferd, fysiologi og reproduksjon hos villtorsk som igjen kan påvirke overlevelse, vekst og rekruttering» anerkjenner vi at det er en potensiell risiko, men bemerker også at Havforskningsinstituttet i (Karlsen & Meeren 2013) konkluderer med at det ikke er dokumentert at torsk på gytevandring blir påvirket av lokalisering av oppdrettsanlegg, og tilsvarende at det ikke finnes dokumentasjon på at oppdrettsanlegg påvirker vandring eller predasjon på utvandrende villsmolt. Sammenlignet med lakseanlegg er det for torsk i gjennomsnitt en lavere stående biomasse pr anlegg og torskeanlegg utgjør dermed også et mindre fotavtrykk.
- Fôrspill er en potensiell påvirkning på omkringliggende miljø (på lik linje med lakseanlegg) som vi adresserer på flere ulike måter. Vi har driftsprosedyrer og en fôringsstrategi som søker å minimere fôrfaktoren (og dermed minimere fôrspill) sammenlignet med blant annet lakseanlegg der man i større grad er incentivert for «overføre» fisken for å maksimere produksjon innenfor biomassetaket. Dette sikres gjennom blant annet bruk av undervannskamera kombinert med mindre og dermed mer oversiktlige nøter sammenlignet med laks (typisk 120m i stedet for 160m merder). I tillegg opererer Gadus med et spesialutviklet fôr med svært høy grad av marine ingredienser som i stor grad reflekterer den naturlige dietten til marin fisk som eventuelt skulle beiter under anleggene våre (sammenlignet med laksefôr som generelt inneholder en betydelig mengde soya og andre plantebaserte proteiner, som har vist å kunne ha negativ påvirkning på blant annet reproduksjon hos marine arter). I et nyere forsøk gjennomført av Nofima (Svalheim 2022) ble det blant annet dokumentert at kvaliteten til villfisk som beiter ved oppdrettsanlegg ikke tar skade av å spise laksefôr (men da med fokus på lukt, tekstur og utseende).

Spørsmål 4: Hvordan er simulering av spredning av egg fra gyting av torsk i merd og spredning av ulike patogener gjort og vurdert i forhold til mulig påvirkning på nærliggende gytefelt og lokale torskebestander?

- Gadus gjennomfører fysiske strømmålinger på alle lokaliteter vi søker på i henhold til kravene for akvakultursøknader og som utføres av eksterne akkrediterte selskaper. Dette gjøres for å kartlegge strømforholdene på lokalitetene ut fra biologisk bæreevne og hvor egnet lokaliteten er for biologisk produksjon, men også for å vurdere en potensiell påvirkning på ytre miljø
- I tillegg gjennomfører vi strømsimuleringer for potensiell spredning av biologisk materiale fra de omsøkte lokalitetene, basert på Strømkatalogen til Havforskningsinstituttet (se appendix for spesifikke simuleringer fra den omsøkte lokaliteten med ulik tidslinje for levetid på partikler). Strømkatalogen er et veldig godt verktøy, men har også enkelte begrensinger i form av oppløsning, vertikal partikkeldrift og simulerte målinger. Vi opplever derfor på enkelte lokaliteter at det ikke alltid er samsvar mellom det simulerte strømbildet fra Strømkatalogen og den faktiske gjennomførte strømmålingen på den omsøkte lokaliteten – noe som kan forringe kvaliteten på selve analysen. Det gir imidlertid et ekstra datapunkt og vi inkluderer derfor det alltid i analysene våre og kommenterer spesifikt der det er ulikheter. I

forhold til påvirkning på gytefelt har vi valgt å inkludere tre simuleringer på henholdsvis 10, 20 og 30 dagers partikkeldrift med utslipp på 10m, for å kunne vekte en avtagende sannsynlighet for overlevelse av egg i et ukontrollert miljø. For ytterligere vurderinger om strømsimuleringen og potensiell spredning av egg og patogener til nærliggende gytefelt og torskbestander henviser vi til kapittel 7.4, 9.0 og 10.0 under

- Vi har valgt å primært fokusere på nærhet til nasjonalt (verdi 6) og regionalt (verdi 5) viktige gytefelt i henhold til graderingen som HI har benyttet i sitt arbeid med kartlegging av gytefelt (HI 2013), og særlig de med høy grad av retensjon. Gytefelt av lavere verdi har i henhold til rapporten til HI den største usikkerheten knyttet til seg og er heller ikke prioritert kartlagt i nasjonalt program for kartlegging av marine naturtyper. Gyteområder registrert i FD sitt kartlag er også omfattet av forskriften, men inneholder ikke den samme graderingen av verdi, er basert på intervjuer med fiskere og har også stor usikkerhet knyttet til seg ifølge Havforskningsinstituttet (HI 2013). Mulige oppvekst- og beiteområder for torsk er ikke omfattet av forbudet mot etablering av torskeanlegg i gyteområder for villtorsk, men faller inn under vurderingen av miljømessige konsekvenser og er omtalt i HI sin kunnskapsrapport (HI 2021). Vi har derfor også inkludert henvisninger til både gytefelt, gyteområder og mulige oppvekst- og beiteområder i nærhet av den omsøkte lokaliteten i våre vurderinger i dette notatet, men som nevnt over primært fokusert på nasjonalt og regionalt viktige gytefelt, også ved valg av potensielle lokaliteter for oppdrett av torsk. Dette mener vi er en balansert tilnærming og et forsøk på å reflektere formålsparagrafen til forskriften om å «medvirke til at akvakultur av andre arter enn laks, ørret og regnbueørret blir lønnsom og konkurransekraftig innenfor rammene av en bærekraftig utvikling, og bidra til verdiskaping på kysten» (som også ble trukket frem av Fiskeridirektoratet i dialogmøte om torskeoppdrett 11 januar 2022).

6.0 Gytefelt og mulige beite- og oppvekstområder i nærheten av omsøkt lokalitet – Grove

Gytefelt i nærheten av omsøkt lokalitet

Lokaliteten ligger i Sunndalsfjorden i Sunndal kommune. Det er registrert 1 gytefelt for torsk i regionen under 20km fra det omsøkte sjøanlegget i Fiskeridirektoratet sin kartløsning i kartlaget «gytefelt torsk MB» (basert på kartleggingen i Havforskningsinstituttet 2013). Dette er illustrert i figur 1 under (tallene viser verdi på gytefelt i henhold til HI sin klassifisering, samt grad av retensjon):

- Sunndalsfjorden – verdi 2 (lokalt viktig – lite retensjon): 1.1 km avstand



Figur 1 - Oversikt over gytefelt innenfor 20km avstand fra omsøkt lokalitet

Gyteområder i nærhet av omsøkt lokalitet

I tillegg til gytefeltene registrert av HI (nevnt over) har vi også inkludert registrerte gyteområder i Fiskeridirektoratet sin kartløsning (kartlaget «gyteområder»), da tildelingsforskriften heller ikke tillater etablering av oppdrettsanlegg for torsk innenfor disse områdene. Disse gyteområdene er basert på intervjuer med fiskere som har observert fisk med rennende rogn, og kan inneholde flere ulike arter. Kartleggingen baserer seg ikke på den samme metodikken som Havforskningsinstituttet benytter med håvtrekk og genetisk kartlegging, og opererer heller ikke med gradering av ulike verdier på de ulike områdene. I 2013 gav Havforskningsinstituttet ut en rapport om Kartlegging av Gytefelt for torsk (HI 2013) der de blant annet går gjennom sin metodikk og går opp grenseflaten mellom disse to kartlagene («gytefelt torsk MB» og «gyteområde»). Målsettingen med kartleggingen var å stedfeste og verdisette gytefelt for bruk i forvaltning. HI beskriver også her den intervju-baserte kartleggingen, men at disse ikke er testet i forhold til biologiske vitenskapelige undersøkelser. De nevner også at de er mye usikkerhet knyttet til validiteten og stedfestingen av disse områdene, samt at opphavet er fra en part med interesser i saken (fiskere). Gitt at torsk gjennom å bli fisket opp kan gjennom trykkforskjeller utløse rennende rogn peker de også på at det er usikkert om disse områdene faktisk er gyteområder for torsk eller bare gode fiskeplasser.

Det ligger 3 registrerte gyteområder for torsk innenfor 20km avstand fra den omsøkte lokaliteten. Det nærmeste området er Øksendal som er et registrert gyteområde for torsk som ligger ca 3.9km fra den omsøkte lokaliteten. Se Figur 2 under med oversikt over områdene



Figur 2 – Oversikt over registrerte gyteområder i nærhet av omsøkt lokalitet

Mulige beite- og oppvekstområder i nærhet av omsøkt lokalitet

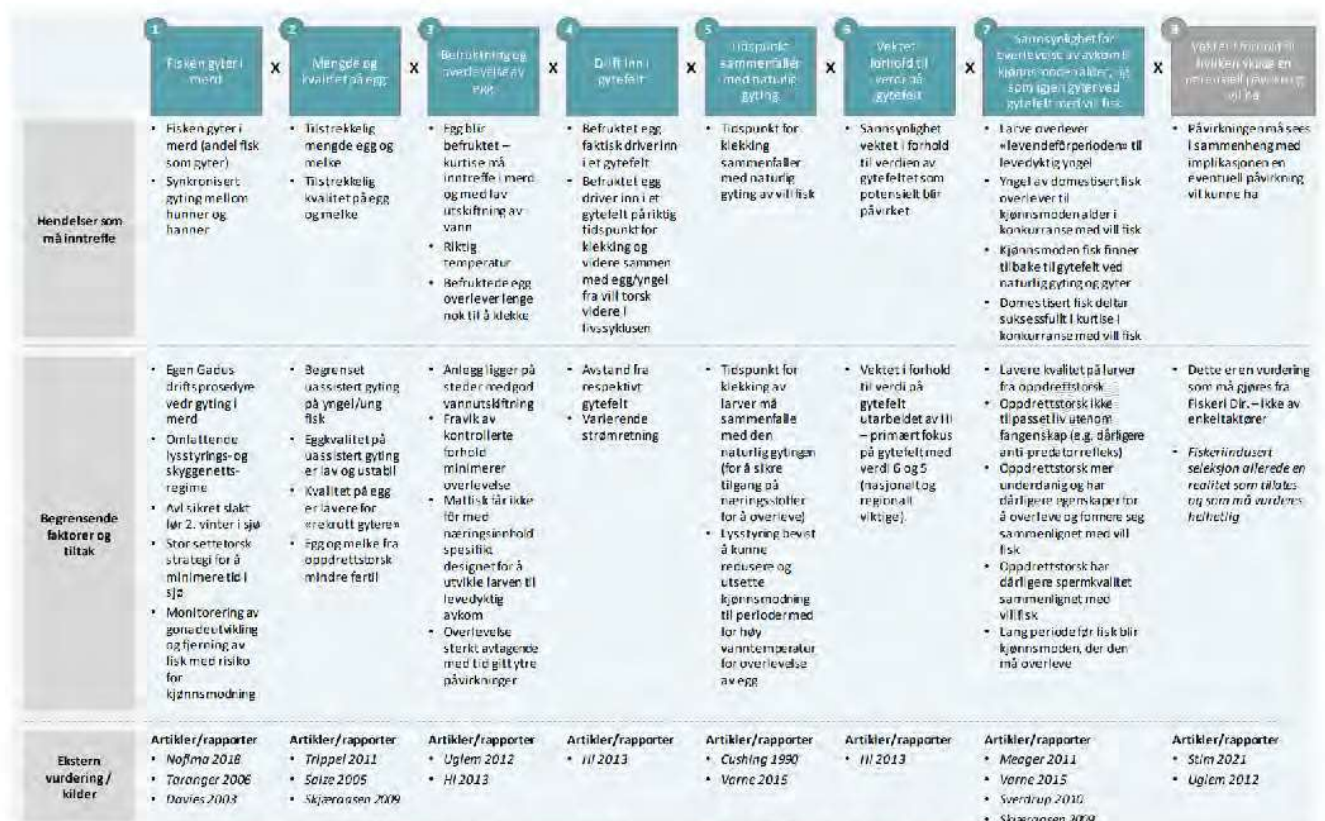
Under har vi kartlagt mulige beite- og oppvekstområder for villtorsk i nærhet av omsøkt lokalitet i henhold til kartlaget «oppvekst - beiteområde» i Fiskeridirektoratet sin kartløsning. Naturtyper som ålegras og tareskog vil også kunne fungere som oppvekstområder for torskeyngel ([HI 2021 - Faglig vurdering an ny lokalitet for torsk i lukket anlegg ved Rønaset i Sykkylven kommune](#)), og vi har derfor også kartlagt disse i oversikten under

Det ligger ingen registrerte beiteområder for torsk innenfor 20km fra den omsøkte lokaliteten. Det er heller ikke registrert områder for tareskog eller ålegress innenfor 20km avstand fra den omsøkte lokaliteten. Vi har derfor ikke inkludert en oversikt over mulige beite- og oppvekstområder.

7.0 Sannsynlighet for genetisk påvirkning

Ved vurdering av risiko for genetisk påvirkning fra gyting i merd på ytre miljø, må det gjennomføres en vektning av ulike risikofaktorer med tilhørende sannsynlighet. For at en genetisk påvirkning i det hele tatt skal finne sted er det svært mange faktorer som må inntreffe samtidig. For at det skal forekomme uakseptabel risiko for genetisk påvirkning, hvor ulempene er større enn fordelene, er det trygt å anta at alle disse faktorene må inntreffe samtidig / i bestemt rekkefølge, som regel og ikke som unntak.

Under har vi forsøkt å gå systematisk gjennom de ulike faktorene, for å synliggjøre hvorfor vi mener oppdrett av torsk i sjø ikke vil medføre uakseptabel risiko for genetisk påvirkning på vill torsk (se figur under)



Figur 3 - Faktorer som spiller inn på sannsynlighet for genetisk påvirkning

Sannsynlighet for genetisk påvirkning fra gyting i merd er produktet av følgende hendelser som alle må inntreffe samtidig

1. Sannsynlighet for at fisken gyter i merd (andel fisk som gyter, gruppens balanse hanner/hunner og vekt/omfang volum på fisk som gyter) og med synkronisert gyting mellom hanner og hunner
2. Sannsynlighet for tilstrekkelig mengde egg og kvalitet på egg/melke produsert av fisk som gyter i merd
3. Sannsynligheten for befruktning av egg ved gjennomført kurtise under lav vannutskifting, ved tilstrekkelig lav vanntemperatur, samt overlevelse av befruktede egg etter gyting i merd tilstrekkelig lenge til å drive inn i et gytefelt
4. Sannsynlighet for at et overlevende befruktet egg faktisk driver inn i et gytefelt og på riktig tidspunkt i forhold til klekking, og videre sammen med egg/ynge fra vill fisk videre i livsløpet

5. Sannsynlighet for at tidspunkt for gyting i merd sammenfaller med naturlig gyting for å sikre tilgang på næringsstoffer til larve, og akseptabel sjøtemperaturprofil for overlevelse
6. Sannsynligheten for at egg klekker, at larven overlever «tidlig larvestadium» til en levedyktig yngel, som igjen overlever til kjønnsmoden alder og finner tilbake til gytefelt og gyter sammen med vill fisk (noe som enda ikke er påvist i noen kjent forsøk eller forskningsmateriale)
7. Vektet i forhold til grad av implikasjonen en eventuell genetisk påvirkning vil kunne ha dersom det skulle inntreffe

Vår vurdering er at gyting i merd representerer en minimal risiko. Skulle derimot gyting i merd medføre et individ som overlever, er det videre flere faktorer som vil gjøre genetisk påvirkning usannsynlig – herav som følge av at denne torskeyngelen vil måtte overleve i naturen frem til gytemoden alder. Dette kan også sees på som en risiko med lav sannsynlighet gitt at oppdrettstorsken har forventet lavere levedyktighet ute i naturen, noe som havforskningsinstituttet også trekker frem i sin rapport:

“Selv om det ikke er studert enda, vil avkom av oppdrettstorsk, med en svært høy grad av sannsynlighet, vise en redusert overlevelse i naturen” (Bjørn mfl. 2021).

Vi har allikevel i risikovurderingen også valgt å kommentere på de resterende faktorene som må være til stede for at genetisk påvirkning på villtorsk skal kunne skje. Vår vurdering er at også flere av disse har svært lav sannsynlighet for å inntreffe, og at det samlet sett derfor med enda større sikkerhet ikke vil medføre uakseptabel risiko for påvirkning på villtorsk, å legge et oppdrettsanlegg på den omsøkte lokaliteten. I tillegg har Gadus innført omfattende tiltak og rutiner for å sikre at man i utgangspunktet fjerner kjønnsmodning og gyting i merd overhodet.

Vi har gjennom dette dokumentet henvist til et bredt utvalg av forskning og tilgjengelig kunnskap. Felles for alle er at det ikke foreligger noe kjent forsøk eller forskningsmateriale som har kommet til at egg fra gyting i merd fra oppdrettsanlegg med torsk til slutt har en levedyktig yngel, som igjen overlever til kjønnsmoden alder og finner tilbake gytefelt og gyter sammen med villtorsk. Dette på tross av at det fra 2003 til 2016, ifølge [Nofima 2018](#), ble satt ut totalt 97.2 millioner yngel av torsk fra primært 0. og 1. generasjons avl i oppdrettsanlegg langs kysten, hvor et overveiende flertall av denne fisken oppholdt seg lik eller mer enn 2 vintre i sjøen, og at tilnærmet 100% ble kjønnsmoden minst en gang. Dette faktum bør etter Gadus' mening vektlegges i vurderingen om faktisk risiko for uakseptabel genetisk påvirkning.

7.1 Gyting i merd

Gadus har utarbeidet detaljerte og omfattende driftsprosedyrer for å minimere/fjerne risiko for gyting i merd. Disse implementeres på alle våre sjøanlegg og vil kontinuerlig forbedres og videreutvikles i henhold til våre internkontrollsystemer.

Prosedyrene omfatter blant annet et spesialutviklet og omfattende kontinuerlig lysstyringsregime, skyggelegging av merd kombinert med undervannsføring for å holde fisken dypt i merden for å sikre minimal døgnvariasjon fra sollys. Det utføres også kontinuerlig overvåking av gonadeutvikling (som styrer kjønnsmodning hos torsk) og fjerning av fisk med høy risiko for kjønnsmodning. I tillegg benyttes stor-settefisk strategi (typisk størrelse på ~250-350g) for å minimere tid i sjø, samt en produksjonsplan som sikrer slakting av fisk før andre vinter i sjø (tidspunkt for økt risiko for kjønnsmodning).

Innenfor lysstyring av torsk er det gjennomført en rekke dokumenterte forsøk, både i sjø og på land, som viser at dette tiltaket både reduserer og utsetter tidspunkt for kjønnsmodning. Omfattende og systematiske lysstyringsregimer er vist å kunne utsette gonadeutvikling på torsk med flere måneder (Taranger et al 2006). Torsk eksponert for 24 timers lysstyring fra 15 måneder etter klekking viste 0% kjønnsmodning i år 2 og kun 7.2% kjønnsmodning i år 3 (Davies et al 2003). Ved oppdrett av torsk gjennomføres slakting av fisk før år 3 (før andre vinter i sjø). Erfaringstall fra nyere tid bekrefter også at kjønnsmodning hos torsk reduseres betraktelig selv med enkle metoder for lysstyring (Statt Torsk børsmelding, 2020). Gadus er også nå i prosess med å gjennomføre en studie sammen med Havforskningsinstituttet for å dokumentere og videreutvikle arbeidet med lysstyring, med mål om å redusere/fjerne kjønnsmodning og dermed gyting i merd fullstendig.

Gadus har i samarbeid med anerkjente leverandører av lysstyringssystemer utviklet et driftssystem som vil sikre 24 timers lysstyring av hele merden, med tilstrekkelig tilgang på jevnt lys ved riktig frekvens gjennom hele produksjonsprosessen. Kombinert med skyggenett over not og undervannsføring, for å sikre at majoriteten av fisken går på lavere nivåer i merden, gir dette mindre fluktuasjoner i daglig lys og dermed enda bedre kontroll på gonadeutviklingen. Basert på disse avanserte og omfattende metodene for lysstyring som benyttes av Gadus, forventer vi at kjønnsmodning og gyting i merd vil bli tilnærmet 0%, i perioden med tradisjonell gyting hos villfisk og potensiell befruktning av egg (januar-april).

Dagens generasjoner av torsk avlet frem hos Nofima og Havlandet har betydelig økt gjennomsnittlig tilveksthastighet sammenlignet med det man observerte i torskeoppdrett i perioden 2006-2013. Havlandet generasjon F6 vokser fra ca. 4 gram i starten av januar til ca. 2 400 gram ved utgangen av desember i samme år (i yngelanlegg på land ved 11 grader). Dette er mer enn 100% fremgang sammenlignet med tilvekst på fisk benyttet i torskeoppdrett i perioden 2006-2013.

Avlsprogrammet til Nofima viser også til betydelig økt tilveksthastighet, med opp mot 10% økt tilveksthastighet pr generasjon (Henriksen et al. 2018). Ytterligere datapunkter fra både Gadus, Norcod, Statt Torsk (fremlagt under åpent møte i Nasjonalt Nettverk for Torskeoppdrett 17. februar 2021) tilsier at oppdrettstorsk når slaktevekt i god tid innen andre vinter i sjø. Dette punktet underbygges også av at Gadus har investert i anlegg for yngelproduksjon og påvekst av torsk med temperaturstyring for optimal temperatur av settefisk opp til 350-600 gram før utsett. Dermed reduserer vi tiden fisken står i sjø og sikrer at fisken, selv med varierende utsettetidspunkt, vil kunne slaktes før andre vinter i sjø.

Basert på summen av alle disse tiltakene, mener vi at vi har en driftsmodell som vil kunne fjerne/ redusere sannsynlighet for gyting i merd ned mot 0%, og spesielt i perioden med gyting hos villfisk.

7.2 Mengde og kvalitet på egg

Erfaringer og observasjoner fra avlsprogrammene til Nofima og Havlandet over mange år, viser svært begrenset uassistert gyting hos yngel og ungfisk. I de tilfellene det forekommer er likevel kvaliteten på egg så lav at dette ansees som «vrakproduksjon» for oppdrettsformål. Denne utviklingen er betydelig forsterket gjennom avl over tid.

Det benyttes i dag utelukkende assistert / kontrollert gyting av stamfisk ved styrking hos både Havlandet og Nofima. Dette er en mye mer ressurskrevende prosess og medfører også større påkjenning på stamfisken. Grunnen til at man gjør dette er fordi eggkvaliteten ved uassistert gyting (som vil være tilfelle i oppdrettsanlegg), selv med alle andre faktorer optimale, ansees som uakseptabelt lav og ustabil. Dette er også ytterligere forsterket gjennom avl.

Kvaliteten på egg er også mye lavere for «førstegangsgytere» vs. «gjentakende gytere», ettersom de gyter i en kortere periode, produserer færre egg pr batch, viser lavere grad av reproduksjon, og produserer mindre egg med lavere sannsynlighet for befruktning og klekking. I tillegg har larvene deres mindre sannsynlighet for overlevelse selv under optimale omgivelser (Trippel 2011). All matfisk av oppdrettstorsk som potensielt gyter i merd vil være «førstegangsgytere» som en direkte følge av produksjonsprosessen med utslakting før andre vinter i sjø. I en studie gjennomført på atlantisk torsk er det også påvist en signifikant høyere overlevelseshastighet og vekst på larver fra fisk som er 3 år gammel sammenlignet med 2 år gammel fisk (Hansen 2014), samt høyere sykdomsresistens mot enkelte sykdommer.

Kvaliteten på egg fra oppdrettstorsk er også vist å ha lavere fertilitet, mindre celledimensjoner og lavere sannsynlighet for overlevelse sammenlignet med egg fra vill fisk (Salze et al 2005). Hannfisk av oppdrettstorsk er også vist å ha lavere spermkvalitet sammenlignet med vill torsk (Skjæraasen et al 2009), som igjen reduserer sannsynligheten for befruktning av egg fra gyting i merd.

Vi anser derfor kvaliteten og mengden levedyktige befruktete egg ved en potensiell uassistert gyting i merd fra førstegangsgytere i et oppdrettsanlegg med matfisk som svært lav, og sannsynligheten for overlevelse av egg/larver som tilnærmet 0%.

7.3 Befruktning og overlevelse etter gyting

For at befruktning skal finne sted er man avhengig av at kurtisen (formeringsprosessen) mellom hann- og hunnfisk gjennomføres, og at det samtidig er tilstrekkelig lav utskifting av vann for at melke og egg skal blandes innen kort tid. Omsøkte lokaliteter for oppdrett av torsk ligger utelukkende på lokaliteter med god og kontinuerlig vanngjennomstrømning for å sikre god fiskehelse, og vil derfor bidra negativt til sannsynligheten for at en potensiell befruktning i merd vil finne sted.

Ved yngelproduksjon på land basert på befruktet rogn fra avlsprogrammene er man avhengig av svært omfattende rutiner og produksjon i et kontrollert miljø, med temperaturstyring og rensing av vann og desinfisering av egg og utstyr for å sikre overlevelse. Selv under slike optimale betingelser, som man ikke er i nærheten av å ha i et oppdrettsanlegg i sjø, er det en svært høy dødelighet på egg og larver. Dette er basert på erfaring fra både Nofima, Havlandet samt Gadus sine egne ansatte på vårt eget torskelekkeri på Stadsbygd.

Kvaliteten på egg fra oppdrettstorsk er påvirket av dietten til foreldrene (Uglem et al 2012). Egg fra stamfisk som har gått på en tradisjonell vekstfôrdiett sammenlignet med stamfiskfôr har resultert i egg som er mindre levedyktige. Derfor benyttes stamfiskfôr til en kostnad som er betydelig høyere sammenlignet med tradisjonelt kommersielt vekstfôr, hos alle aktørene som driver med eggproduksjon for torskeoppdrett i dag (Nofima og Havlandet). Havlandet har også på sitt landanlegg i Florø gjennomført en testproduksjon av yngel fra stamfisk som har gått på en tradisjonell vekstfôrdiett. Dette forsøket resulterte i 0% overlevelse av yngel, sammenlignet med en overlevelseshastighet på ca 30-40% observert ved bruk av stamfiskfôr (referert til i Dialogmøte om torskeoppdrett med blant annet Fiskeridirektoratet og Havforskningsinstituttet). Gadus har valgt en fôrstrategi i matfiskanlegg der vi sammen med en fôrleverandør har utviklet et skreddersydd matfiskfôr med en svært høy grad av marint innhold. Dette vil være bedre enn tradisjonelt vekstfôr, men fremdeles ikke tilsvarende som stamfiskfôr, da det mangler mange av de essensielle ingrediensene som finnes i stamfiskfôr.

Overlevelse av egg er sterkt avhengig av tilstrekkelig lav vanntemperatur (under 10 grader, ideelt sett rundt 5-6 grader) de første dagene, og ved for høy vanntemperatur økes dødeligheten og sannsynligheten for prematur klekking betraktelig (Nofima). Ved lysstyring vil en fjerne kjønnsmodning av fisk og i de tilfellene hvor en kun utsetter kjønnsmodningen, vil egg fra gyting i merd på den respektive lokaliteten bli eksponert for vanntemperaturer som ligger over de anbefalte nivåene fra Nofima.

Overlevelse av egg vil også være sterkt avtagende over tid, gitt akkumulert risiko for påvirkning fra ytre miljø som bakterier, støt, temperatursvingninger og predatorer. I løpet av den lange utviklingstiden vil det også være en forholdsvis høy eggdødelighet, og antall egg av tidlige stadier vil derfor være størst (Havforskningsinstituttet 2013). Lengden på tiden det tar fra befruktning til egget klekker vil variere avhengig av blant annet temperaturen i vannet, men antatt å finne sted en gang mellom 70-110 døgngrader (basert på erfaringstall fra Nofima).

7.4 Strømsimulering

Etter at et potensielt levedyktig egg fra en gyting i merd er befruktet, er det videre avhengig av å drive inn i et relevant gytefelt innen tidspunktet for klekking, og deretter drive sammen med egg/larver fra villfisk videre i livsløpet. Tiden det tar å drive inn i et gytefelt vil være avhengig av avstand og varierende strømrørninger. Ved lokaliteter med høyere gjennomsnittstemperatur vil tiden det tar før klekking være kortere og således vil egget ha kortere tid på seg til å faktisk drive inn i gytefeltet (sammenlignet med lokaliteter med lavere temperatur) – som igjen reduserer sannsynligheten for påvirkning.

Etter innspill fra Havforskningsinstituttet på en tidligere omsøkt lokalitet, har vi gjennomført strømsimuleringer ved bruk av HI sin ROMS-modell Nor Kyst 800. Denne modellen simulerer partikkeldrift fra en gitt posisjon og dybde over en gitt levetid på partiklene. Skalaen i strømkartene angir % av maksimal partikkelkonsentrasjon i ruten der partiklene slippes ut. I simuleringen gjennomført av Havforskningsinstituttet ble det benyttet et dyp på 10m og et spredningskart med alder på 30 døgn for å simulere driften til potensielle egg fra gyting i merd.

Vi anser strømkatalogen som et godt verktøy, men det har også sine begrensinger ettersom det baserer seg på en modell med grov oppløsning og ikke en faktisk måling på den omsøkte lokaliteten. Modellen har også en begrensning på vertikal posisjon til en partikkel ettersom man fremdeles mangler god nok kontroll på egg-partiklenes vertikale bevegelsesmønster i et modellert fjordmiljø. Egg-partiklene i modellen er derfor kun tillatt å drive i faste, forhåndsdefinerte dybdenivåer (z-flater) i ROMS-modell NorKyst 800 (Havforskningsinstituttet 2013). Vertikal plassering i vannsøylen vil imidlertid også kunne spille inn ved en potensiell gyting i merd ettersom oppdrettstorsk står på ca. 10-20m dybde i noten og gyteområdene oftest ligger dypere. Dette bør derfor tas med i vurderingen når man analyserer resultatene fra strøm-simuleringene fra NorKyst800 modellen (som i dag kun viser et horisontalt bevegelsesmønster).

Gitt avtagende sannsynlighet for overlevelse i et ukontrollert ytre miljø, bør en strømsimulering også vektlegge sterkere scenarioer med kortere tid til klekking/eggdrift (innenfor rammen av tidspunkt for klekking). Vi har derfor gjennomført strømsimuleringer med hhv 10, 20 og 30 dagers spredning på 10 meters dybde på den respektive lokaliteten (se figur 4 under, samt appendix). Se også illustrasjon over gytefelt for torsk i samme region med 20km avstand til omsøkt lokalitet, der også HIs verdisetting av de ulike gytefeltene er angitt (figur 1 over, samt appendix).

Innenfor lysstyring av torsk er det gjennomført en rekke dokumenterte forsøk, både i sjø og på land, som viser at dette tiltaket både reduserer og utsetter tidspunkt for kjønnsmodning. Omfattende og systematiske lysstyringsregimer er vist å kunne utsette gonadeutvikling på torsk med flere måneder (Taranger et al 2006). Torsk eksponert for 24 timers lysstyring fra 15 måneder etter klekking viste 0% kjønnsmodning i år 2 og kun 7.2% kjønnsmodning i år 3 (Davies et al 2003). Ved oppdrett av torsk gjennomføres slakting av fisk før år 3 (før andre vinter i sjø). Erfaringstall fra nyere tid bekrefter også at kjønnsmodning hos torsk reduseres betraktelig selv med enkle metoder for lysstyring (Statt Torsk børsmelding, 2020). Gadus er også nå i prosess med å gjennomføre en studie sammen med Havforskningsinstituttet for å dokumentere og videreutvikle arbeidet med lysstyring, med mål om å redusere/fjerne kjønnsmodning og dermed gyting i merd fullstendig.

Gadus har i samarbeid med anerkjente leverandører av lysstyringssystemer utviklet et driftssystem som vil sikre 24 timers lysstyring av hele merden, med tilstrekkelig tilgang på jevnt lys ved riktig frekvens gjennom hele produksjonsprosessen. Kombinert med skyggenett over not og undervannsføring, for å sikre at majoriteten av fisken går på lavere nivåer i merden, gir dette mindre fluktuasjoner i daglig lys og dermed enda bedre kontroll på gonadeutviklingen. Basert på disse avanserte og omfattende metodene for lysstyring som benyttes av Gadus, forventer vi at kjønnsmodning og gyting i merd vil bli tilnærmet 0%, i perioden med tradisjonell gyting hos villfisk og potensiell befruktning av egg (januar-april).

Dagens generasjoner av torsk avlet frem hos Nofima og Havlandet har betydelig økt gjennomsnittlig tilveksthastighet sammenlignet med det man observerte i torskeoppdrett i perioden 2006-2013. Havlandet generasjon F6 vokser fra ca. 4 gram i starten av januar til ca. 2 400 gram ved utgangen av desember i samme år (i yngelanlegg på land ved 11 grader). Dette er mer enn 100% fremgang sammenlignet med tilvekst på fisk benyttet i torskeoppdrett i perioden 2006-2013.

Avlsprogrammet til Nofima viser også til betydelig økt tilveksthastighet, med opp mot 10% økt tilveksthastighet pr generasjon (Henriksen et al. 2018). Ytterligere datapunkter fra både Gadus, Norcod, Statt Torsk (fremlagt under åpent møte i Nasjonalt Nettverk for Torskeoppdrett 17. februar 2021) tilsier at oppdrettstorsk når slaktevekt i god tid innen andre vinter i sjø. Dette punktet underbygges også av at Gadus har investert i anlegg for yngelproduksjon og påvekst av torsk med temperaturstyring for optimal temperatur av settefisk opp til 350-600 gram før utsett. Dermed reduserer vi tiden fisken står i sjø og sikrer at fisken, selv med varierende utsettetidspunkt, vil kunne slaktes før andre vinter i sjø.

Basert på summen av alle disse tiltakene, mener vi at vi har en driftsmodell som vil kunne fjerne/ redusere sannsynlighet for gyting i merd ned mot 0%, og spesielt i perioden med gyting hos villfisk.

7.2 Mengde og kvalitet på egg

Erfaringer og observasjoner fra avlsprogrammene til Nofima og Havlandet over mange år, viser svært begrenset uassistert gyting hos yngel og ungfisk. I de tilfellene det forekommer er likevel kvaliteten på egg så lav at dette ansees som «vrakproduksjon» for oppdrettsformål. Denne utviklingen er betydelig forsterket gjennom avl over tid.

Det benyttes i dag utelukkende assistert / kontrollert gyting av stamfisk ved styrking hos både Havlandet og Nofima. Dette er en mye mer ressurskrevende prosess og medfører også større påkjenning på stamfisken. Grunnen til at man gjør dette er fordi eggkvaliteten ved uassistert gyting (som vil være tilfelle i oppdrettsanlegg), selv med alle andre faktorer optimale, ansees som uakseptabelt lav og ustabil. Dette er også ytterligere forsterket gjennom avl.

Yngelen som eventuelt skulle overleve må deretter overleve i naturen frem til kjønnsmoden alder i konkurranse med villfisk, og deretter returnere til et gytefelt ved den naturlige gytingen og gyte sammen med villfisk, dvs. delta suksessfullt i kurtise i konkurranse og sammen med villtorsk. Oppdrettstorsk er vist å være mer underdanig og har dårligere egenskaper for å overleve og formere seg sammenlignet med villfisk (Sverdrup et al. 2010). Hannfisker til oppdrettstorsk har også lavere spermkvalitet enn villfisk, som igjen reduserer sannsynligheten for genetisk påvirkning fra oppdrettstorsk (Skjæraasen et al 2009).

Vi ønsker her også å understreke at det enda ikke er påvist kryssninger mellom villtorsk og oppdrettstorsk, enten rømt eller fra gyting i merd (Meeren mfl. 2012), (Jørstad mfl 2008).

7.7 Implikasjoner ved en eventuell genetisk påvirkning

Til slutt må også en eventuell genetisk påvirkning fra en oppdrettstorsk sees i sammenheng med den eventuelle implikasjonen og omfanget påvirkningen vil kunne ha. Dette er ikke nødvendigvis en vurdering som kan gjøres av en enkelt industriell aktør som Gadus, men en vektning av ulike interesser som Fiskeridirektoratet må vurdere når de legger retningslinjer for næringen.

I en slik vurdering er det også naturlig å minne om at man i dag gjennom industrielt fiske allerede har tillatt en viss genetisk påvirkning på den naturlige ville bestanden av kysttorsk gjennom flere tiår med fiskeriindustriert seleksjon av egenskaper på vill torsk. Dette begrunnet med at fordelene med et slikt fiskeri oppveier ulempene med den genetiske påvirkningen det har. Man bør derfor også vurdere helhetlig implikasjonen av en tenkt marginal genetisk påvirkning sammenlignet med andre rammebetingelser og retningslinjer man setter, for å sikre en bærekraftig utvikling av bestandene av torsk langs norskekysten.

8.0 Genetisk påvirkning fra rømming

I tillegg til gyting i merd har vi også valgt å kommentere risiko for genetisk påvirkning fra rømming av torsk fra oppdrettsanlegg.

Vi anerkjenner også her at det er gjennomført forskning og studier på området, og at det er påvist at oppdrettstorsk fra tidligere generasjoner avl aktivt kunne bidra til å lage hull i merdene som kunne føre til rømming (Damsgård m.fl. 2012). Adferden til oppdrettstorsken som er avlet frem av fra blant annet Nofima viser nå en observert økt grad av domestisering, med roligere og mindre aggressiv fisk, som svømmer i stim tilsvarende laks, og som er tilpasset et liv i fangenskap med kontinuerlig tilgang på fôr. Fremgangen i avlsarbeidet er blant annet dokumentert i (Henriksen m.fl. 2018). Gadus har ikke opplevd tilfeller av rømming i vårt anlegg. Det er kun observert en mindre hendelse blant aktørene som driver kommersiell matfiskproduksjon i nyere tid (Norcod 2021), hvor årsaken er forklart med ytre påkjenning fra operasjoner i forbindelse med utsett (denne aktøren benyttet også 2 år gamle nøter av nylon i det respektive anlegget hvor hendelsen skjedde)

Rømming kan også skyldes andre forhold som for eksempel uhell ved ulike arbeidsoperasjoner, uvær og eksterne forhold som påkjørsel, hval, makrellstørje eller brann i merd. Det er selvfølgelig ingen garanti for at det ikke kan oppstå hull i en not som følge av disse hendelsene, men alt utstyr på våre lokaliteter er dimensjonert i henhold til NS 9415. Vi har tydelige driftsprosedyrer som sikrer at vi ved arbeidsoperasjoner har høyt fokus på å unngå rift og skader i nøter, og vi gjennomfører daglig kontroll av alle nøter på sjøanleggene våre. I forbindelse med uvær har vi rutiner som sikrer at vi forbereder anlegget og er ekstra observant under- og i etterkant av dårlig vær, for å

unngå/identifisere potensielle hull i not. Vi har ingen garanti for at eksterne predatorer kan trenge inn i en merd (på samme måte som andre akvakulturanlegg i Norge), men dette er en ekstremhendelse og vi følger her de samme kravene til utstyr som i NS 9415. I tillegg har vi undervannskamera i alle nøter på sjøanleggene våre for å sikre løpende overvåkning av merder ved en eventuell hendelse og for å identifisere hull. Vi har som nevnt driftsrutiner for å minimere risiko for hull i not og medfølgende rømming, samt beredskapsplaner for å minimere risiko ved en eventuell hendelse. Disse vil naturligvis også bli gjort tilgjengelig for Mattilsynet for gjennomgang i forbindelse med akvakultursøknaden på den omsøkte lokaliteten.

Vi har i vår driftsmodell valgt en utstysstrategi med bruk av moderne nøter med solid kvalitet, med dobbeltsøm (uten løse deler som kan fungere som startpunkt for «biting på not»).

Med høyere bruddstyrke vil det være en rekke belastninger som ikke vil føre til rift/maskebrudd sammenlignet med en tilsvarende nylon not – og dermed en lavere risiko for rømming. Her har vi også trukket på kunnskap og erfaringer fra oppdrett av andre marine arter som seabass og seabream i Middelhavet.

Som beskrevet ovenfor har også oppdrettstorsk en lavere sannsynlighet for å overleve i naturen gitt lavere anti-predator respons i forhold til vill fisk (Meager et al 2011), etter et liv i fangenskap med fast tilgang på fôr. Oppdrettstorsk er også mer underdanig og har dårligere egenskaper for å overleve og formere seg sammenlignet med vill fisk (Sverdrup et al. 2010). Hannfisker til oppdrettstorsk har også lavere spermkvalitet enn villfisk, som igjen reduserer sannsynligheten for genetisk påvirkning fra rømt torsk (Skjæraasen et al 2009). Resultater fra kontrollerte forsøk i fjordområder indikerer også at rømt torsk er betydelig lettere å gjenfange sammenlignet med laks (Sintef 2007).

Vi minner igjen om at det enda ikke er påvist kryssninger mellom vill torsk og oppdrettstorsk, enten rømt eller fra gyting i merd (Meeren mfl. 2012), (Jørstad mfl. 2008).

Basert på dette, samt de resterende argumentene over som også vil være gjeldende her, mener vi at risiko for rømming ikke vil medføre uakseptabel risiko for naturmangfold og negativ genetisk påvirkning på vill torsk.

9.0 Påvirkning ved spredning av sykdom og parasitter (Ius)

Gadus arbeider systematisk med forebygging av sykdom og **potensiell** smitte til ytre omgivelser. Dette er reflektert i våre drifts- og beredskapsprosedyrer samt vårt gjennomgående fokus på fiskevelferd for å sikre en bærekraftig produksjon.

9.1 Sykdom

Sykdomsbildet på torsk er i dag mer oversiktlig enn det man observerer hos laks, og de primært tre vanligste sykdommene for oppdrettstorsk er vibriose, furunkulose og francisella. All oppdrettstorsk i Gadus vaksineres

. I tillegg har Gadus et høyt fokus på fiskevelferd. Vi opererer med lav tetthet i merder, benytter lange brakkleggingsperioder mellom utsett unngår å blande fisk fra ulike generasjoner og avlsmateriale på samme lokalitet, samt gjennomfører en rekke andre tiltak som er med på å minimere sannsynlighet for sykdomsutbrudd og påfølgende potensiell smitte til villfisk.

9.2 Lakselus

Lakselus (*Lepeophtheirus salmonis*) er en naturlig parasitt som kun går på anadrome arter som laks, ørret og røye - og ikke på marine arter som torsk. Torskeoppdrett utgjør i denne sammenheng dermed ikke en miljøutfordring i forhold til villaks og vandrende laksesmolt. Det er også en av grunnene til at man i nasjonale laksefjorder i Norge tillater oppdrett av marine arter som blant annet torsk.

9.3 Skottelus

Skottelus (*Caligus elongatus*) er en naturlig parasitt som er observert på en rekke både anadrome og marine arter. I Norge er skottelus hovedsakelig observert i oppdrettsanlegg for laks i Finnmark og Troms, da den ofte følger med villfisk som kommer inn i store populasjoner i Nord-Norge

Akvaplan Niva gjennomførte i 2019 en studie av kunnskaps- og erfaringsgrunnlaget på Skottelus ([Akvaplan Niva 2019](#)). Rapporten nevner blant annet at kunnskapsnivået om skottelus er lavere sammenlignet med lakselus, men at påslag kan medføre velferdsutfordringer dersom det blir for høye nivåer. Marine arter som rognkjeks er antatt å ha en høyere tåleevne, men dette området er ikke tilstrekkelig dokumentert. Videre omtaler rapporten ulike behandlingsmetoder som bruk av rensefisk, preventive førmiddel og kjemisk/mekanisk behandling, samt at det etterlyses mer FoU på området.

Ifølge Veterinærinstituttet ([Øines og Hansen](#)) er en av hovedgrunnene til utfordringene med skottelus i oppdrettsanlegg for laks i Nord-Norge knyttet til bruken av rognkjeks som rensefisk for lakselus. Rognkjeks benyttes mye i Nord-Norge på grunn av lavere sjøtemperaturer, men er i seg selv en av hovedvertene til skottelus parasitten, og er dermed også med på å skape utfordringen. De peker også på at noe av grunnen til at lakselus har fått mye større fokus blant oppdrettere og forvaltning er at det i all hovedsak er flest infeksjoner på laks fra lakselus. Mattilsynet har heller ikke etablert noen grenseverdier for skottelus på oppdrettslaks (tilsvarende det man har for lakselus)

I en konsekvensutredelse gjennomført av Sintef i forbindelse med vurderingen av torskeoppdrett i Trondheimsfjorden ([Sintef 2007](#)) konkluderer de også med at sannsynligheten for at skottelus i oppdrettsanlegg for torsk skal medføre problemer for utvandrende postsmolt og sjøørret er liten – men de anbefaler samtidig systematisk monitorering og iverksettelse av tiltak ved behov. På tidspunktet for konsekvensutredelsen var det også oppdrettsanlegg for laks i Trondheimsfjorden.

Ifølge Professor Frank Nilsen ([Sealice Research Center](#)) vil det trolig også ta lengre tid for skottelus å bli resistent mot eventuelle behandlinger sammenlignet med lakselus, da den opptrer på mange flere ulike arter i naturen i større mengde, og det vil derfor ta lengre tid å eksponere en tilstrekkelig stor del av bestanden mot lusemidler.

Gadus anerkjenner at det i et oppdrettsanlegg for torsk vil kunne forekomme risiko for påslag av skottelus, på samme måte som vil være tilfelle i et lakseanlegg. Vi gjennomfører i henhold til våre driftsprosedyrer jevnlig uttak og måling av fisk for å blant annet registrere lus, og vurderer fortløpende behov for eventuelle tiltak. Vi følger også med på utviklingen i kunnskapsgrunnlaget innenfor dette temaet for å sikre best mulig fiskevelferd i våre anlegg. Kjerneområdet for vår produksjon i sjø ligger heller ikke i Finnmark og Troms

Yngelen som eventuelt skulle overleve må deretter overleve i naturen frem til kjønnsmoden alder i konkurranse med villfisk, og deretter returnere til et gytefelt ved den naturlige gytingen og gyte sammen med villfisk, dvs. delta suksessfullt i kurtise i konkurranse og sammen med villtorsk. Oppdrettstorsk er vist å være mer underdanig og har dårligere egenskaper for å overleve og formere seg sammenlignet med villfisk (Sverdrup et al. 2010). Hannfisker til oppdrettstorsk har også lavere spermkvalitet enn villfisk, som igjen reduserer sannsynligheten for genetisk påvirkning fra oppdrettstorsk (Skjæraasen et al 2009).

Vi ønsker her også å understreke at det enda ikke er påvist kryssninger mellom villtorsk og oppdrettstorsk, enten rømt eller fra gyting i merd (Meeren mfl. 2012), (Jørstad mfl 2008).

7.7 Implikasjoner ved en eventuell genetisk påvirkning

Til slutt må også en eventuell genetisk påvirkning fra en oppdrettstorsk sees i sammenheng med den eventuelle implikasjonen og omfanget påvirkningen vil kunne ha. Dette er ikke nødvendigvis en vurdering som kan gjøres av en enkelt industriell aktør som Gadus, men en vektning av ulike interesser som Fiskeridirektoratet må vurdere når de legger retningslinjer for næringen.

I en slik vurdering er det også naturlig å minne om at man i dag gjennom industrielt fiske allerede har tillatt en viss genetisk påvirkning på den naturlige ville bestanden av kysttorsk gjennom flere tiår med fiskeriindusert seleksjon av egenskaper på vill torsk. Dette begrunnet med at fordelene med et slikt fiskeri oppveier ulempene med den genetiske påvirkningen det har. Man bør derfor også vurdere helhetlig implikasjonen av en tenkt marginal genetisk påvirkning sammenlignet med andre rammebetingelser og retningslinjer man setter, for å sikre en bærekraftig utvikling av bestandene av torsk langs norskekysten.

8.0 Genetisk påvirkning fra rømming

I tillegg til gyting i merd har vi også valgt å kommentere risiko for genetisk påvirkning fra rømming av torsk fra oppdrettsanlegg.

Vi anerkjenner også her at det er gjennomført forskning og studier på området, og at det er påvist at oppdrettstorsk fra tidligere generasjoner avl aktivt kunne bidra til å lage hull i merdene som kunne føre til rømming (Damsgård m.fl. 2012). Adferden til oppdrettstorsken som er avlet frem av fra blant annet Nofima viser nå en observert økt grad av domestisering, med roligere og mindre aggressiv fisk, som svømmer i stim tilsvarende laks, og som er tilpasset et liv i fangenskap med kontinuerlig tilgang på fôr. Fremgangen i avlsarbeidet er blant annet dokumentert i (Henriksen m.fl. 2018). Gadus har ikke opplevd tilfeller av rømming i vårt anlegg. Det er kun observert en mindre hendelse blant aktørene som driver kommersiell matfiskproduksjon i nyere tid (Norcod 2021), hvor årsaken er forklart med ytre påkjenning fra operasjoner i forbindelse med utsett (denne aktøren benyttet også 2 år gamle nøter av nylon i det respektive anlegget hvor hendelsen skjedde)

Rømming kan også skyldes andre forhold som for eksempel uhell ved ulike arbeidsoperasjoner, uvær og eksterne forhold som påkjørsel, hval, makrellstørje eller brann i merd. Det er selvfølgelig ingen garanti for at det ikke kan oppstå hull i en not som følge av disse hendelsene, men alt utstyr på våre lokaliteter er dimensjonert i henhold til NS 9415. Vi har tydelige driftsprosedyrer som sikrer at vi ved arbeidsoperasjoner har høyt fokus på å unngå rift og skader i nøter, og vi gjennomfører daglig kontroll av alle nøter på sjøanleggene våre. I forbindelse med uvær har vi rutiner som sikrer at vi forbereder anlegget og er ekstra observant under- og i etterkant av dårlig vær, for å

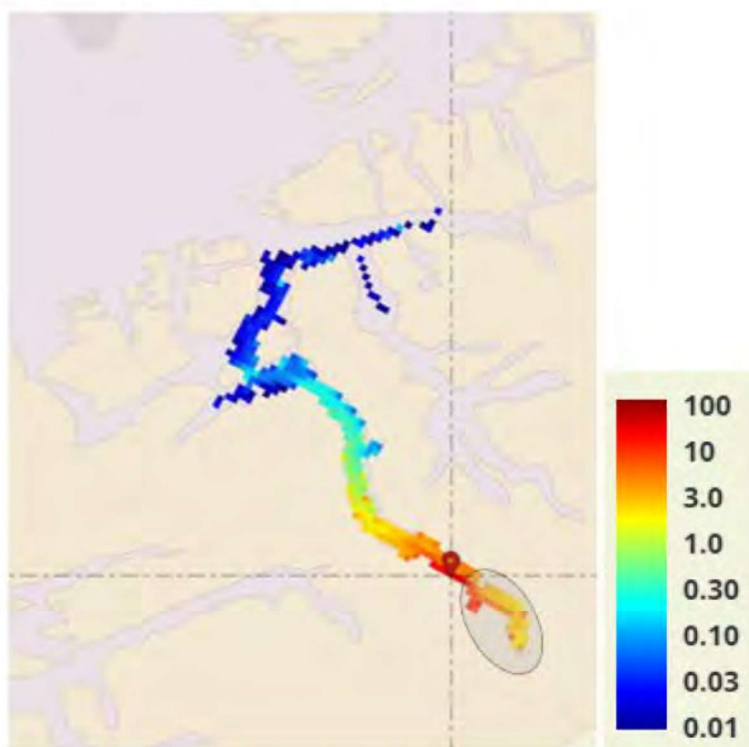
12.0 Oppsummering

Risiko for uakseptabel påvirkning fra gyting i merd eller fra rømt oppdrettstorsk er avhengig av en rekke faktorer som må inntreffe samtidig. Basert på en samlet vurdering av punktene over, samt strømforhold i det aktuelle området, mener vi at sannsynligheten for genetisk påvirkning er så lav/ikke-eksisterende at den omsøkte lokaliteten ikke vil medføre uakseptabel risiko for påvirkning på villfiskbestanden av torsk.

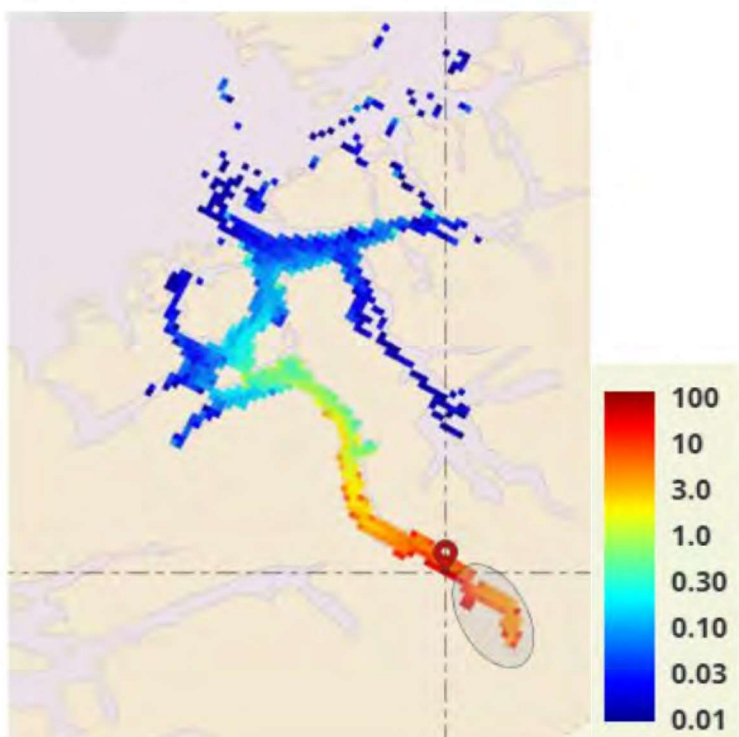
Gadus som selskap anerkjenner allikevel at risiko for påvirkning av villfisk eksisterer og har derfor iverksatt og utviklet omfattende risikoreduserende driftsprosedyrer. Gadus som selskap imøtekommer og bidrar gjerne i arbeidet med å ytterligere styrke kunnskapsgrunnlaget om oppdrettstorskens eventuelle påvirkning av ville torskebestander.

13.0 Appendix

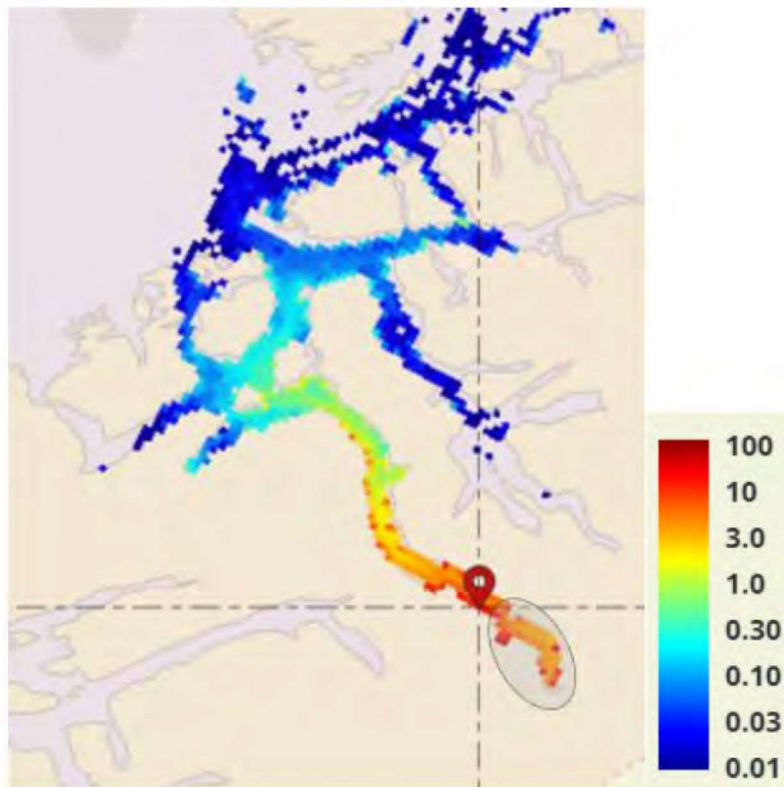
Strømsimulering lokalitet Grove i ROMS-modell Nor Kyst 800 – 10 dagers simulert eggdrift, 10m dyp (gytefelt indikert med grå sirkel)



Strømsimulering lokalitet Grove i ROMS-modell Nor Kyst 800 – 20 dagers simulert eggdrift, 10m dyp (gytefelt indikert med grå sirkel)



Strømsimulering lokalitet Grove i ROMS-modell Nor Kyst 800 – 30 dagers simulert eggdrift, 10m dyp (gytefelt indikert med grå sirkel)



14.0 Referanser:

Akvaplan Niva 2019 - Kunnskaps- og erfaringskartlegging av Skottelus (KEKS) [skottelus-kunnskap-erfarings-keks.pdf \(fisk.no\)](#)

Cushing, D. H. 1990 - Plankton production and year-class strength in fish populations - an update of the match mismatch hypothesis

Damsgård, B., Høy, E., Uglem, I., Hedger, R.D., Izquierdo-Gomez, D. & Bjørn, P.A. (2012). Net-biting and escape behaviour in farmed Atlantic cod *Gadus morhua*: effects of feed stimulants and net traits. *Aquaculture Environmental Interactions* 3: 1-9. <https://doi.org/10.3354/aei00047>

[Davie et al. \(2003\)](#) - Photoperiod manipulation of maturation and growth of Atlantic cod (*Gadus morhua*)

[Dialogmøte om torskeoppdrett 12 januar 2022 \(Fiskeridirektoratet, Havforskningsinstituttet, Sjømat Norge samt medlemsbedrifter i nasjonalt torskenettverk\)](#)

Hansen 2014 - Do maternal age and experience contribute to better growth, survival and disease resistance of offspring in Atlantic cod (*Gadus morhua*)? <https://link.springer.com/article/10.1007/s10499-014-9872-5>

Havforskningsinstituttet 2021 - Faglig vurdering an ny lokalitet for torsk i lukket anlegg ved Rønaset i Sykkylven kommune

Havforskningsinstituttet 2021 (Bjørn mfl. 2021) – Kunnskapsgrunnlag for mulig påvirkning fra oppdrettstorsk og levendelagret torsk på villtorsk, ([report-pdf \(hi.no\)](#))

Havforskningsinstituttet 2013 - Kartlegging av gytefelt for kysttorsk (Fisken og Havet) [untitled \(hi.no\)](#)

Havforskningsinstituttet Fisken og havet nr. 6 – 2013 (Karlsen & Meeren): Kunnskapsstatus - plassering av oppdrettsanlegg og mulige interaksjoner med gytefelt og oppvekstområder for marin fisk og vandringsruter for laks. – [untitled \(hi.no\)](#)

Jørstad, K.E., van der Meeren, T., Paulsen, O.I., Thomsen, T., Thorsen, A. & Svåsand, T. (2008). tocks. *Reviews in Fisheries Science* 16: 285 295. <https://doi.org/10.1080/10641260701678017>

Meager et al. (2011) - Behavioural responses of hatchery-reared and wild cod *Gadus Morhua* to mechano-acoustic predator signals

Nofima 2018 - Henriksen, E., Heide, M., Hansen, Ø.J. & Mortensen, A. (2018). Kunnskaps- og erfaringsgrunnlag for torskeoppdrett. Nofima Rapport 23/2018. [Rapport-23-2018-Kunnskaps-og-erfaringsgrunnlag-for-torskeoppdrett.pdf \(nofima.no\)](#)

Nofima - Torsk som et pellets har same kvalitet som annen villfisk – Svalheim 2022 [Torsk som et pellets har same kvalitet som annen villfisk - Nofima](#)

[Norcod pressemelding 2021 – www.norcod.no](#)

Salze et al. 2005 - Egg quality determinants in cod (*Gadus morhua* L.): egg performance and lipids in eggs from farmed and wild broodstock <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2109.2005.01367.x>

Sintef 2007 - Akvakultur av torsk i Trondheimsfjorden – konsekvensutredning ([Akvakultur av torsk i Trondheimsfjorden - Konsekvensutredning. Forhold som gjelder omsøkte lokaliteter i Levanger - SINTEF](#))

Skjæraasen et al. 2009 - Sperm characteristics and competitive ability in farmed and wild cod

Statt Torsk børsmelding, 2020 – [www.statt.no](#)

Sverdrup et al. (2010) - Territorial and agonistic interactions between farmed and wild cod (*Gadus morhua*)

Taranger, G.L., Aardal, L., Hansen, T., & Kjesbu, O.S. (2006). Continuous light delays sexual maturation and increases growth of Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) in sea cages. *ICES Journal of Marine Science* 63: 365-375.

Trippel 2011 - Egg Size and Viability and Seasonal Offspring Production of Young Atlantic Cod

Uglen et al 2012 - Extent and ecological importance of escape through spawning in sea-cages for Atlantic cod

van der Meeren, T., Jørstad, K.E., Paulsen, O.I., & Dahle G. (2012). Offspring from farmed cod (*Gadus morhua*) spawning in net pens: documentation of larval survival, recruitment to spawning stock, and successful reproduction. *ICES CM 2012/P:11*. (in mimeo). <https://www.ices.dk/sites/pub/CM%20Documents/CM-2012/P/P1112.pdf>

Varne mfl. 2015: "Farmed cod escapees and net-pen spawning left no clear genetic footprint in the local wild cod population" [q07:253 \(int-res.com\)](#)