

# Status for yngelproduksjon av torsk

”Genetiske effekter av torskeoppdrett”



Grethe Adoff

Januar 2010

## Innhold

Innhold .....	2
Forord .....	3
1 Innledning .....	3
2 De naturlige torskpopulasjonene og hvordan vi identifiserer dem? .....	4
3 Status for avlsarbeid for oppdrettstorsk .....	4
3.1 Marin Breed .....	7
4 Rognproduksjon .....	8
5 Status torskeyngelproduksjonen .....	9
5.1 Produksjonsstrategier: .....	9
5.2 Produksjons prosessen: .....	10
5.3 Settefisk .....	11
5.4 Produksjonsutvikling .....	11
6 Yngelprodusenter .....	14
6.1 Marin Harvest Cod .....	14
6.2 Grieg Codfarming .....	14
6.3 Sagafjord Sea Farm AS .....	15
6.4 Lofitorsk .....	16
6.5 Havlandet Havbruk .....	16
6.6 Profunda AS .....	17
7 Metoder og tiltak som kan hindre kjønnsmodning og spredning av gener .....	17
7.1 Lysstyring .....	18
7.2 Avl .....	18
7.3 Oppsamling av egg .....	19
7.4 Styrt kjønnsmodning .....	19
7.5 Kjønnssortering av yngel .....	19
7.6 Gonadeløs torsk .....	19
7.7 "All female" .....	20
7.8 Triploid torsk .....	20
7.9 Teknologi for å hindre spredning av genetisk materiale .....	21
7.10 Teknologiske løsninger for å skille kjønn .....	21
8 Kontaktpersoner: .....	22

## Førord

Utgangspunktet for denne rapporten er den økende bekymringen for konsekvensene av torskeoppdrett gir på de naturlige bestandene av torsk. De fleste matfiskanleggene har fisk som gyter i merdene før den slaktes og vil potensielt endre den naturlige genetiske sammensetningen av gener til de ville torskestammene i regionen.

Flere tiltak har vært satt i gang for å hindre at torsken sprer genene sine gjennom gyting i merd, og det var på bakgrunn av dette at FHL tok initiativ til et fellesmøte for å gjennomgå de forskjellige mulighetene som foreligger, enten som FoU eller næringsrettede initiativ. Det ble arrangert et møte i Bergen i juni 2008 hvor alle institusjonene og bedriftene som er involvert i stamfisk, rogn og avlsarbeidet ble samlet for å diskutere status og konsekvenser rundt spredning av gener ved oppdrett av torsk. Rapporten beskriver utviklingen i næringen som angår avlsarbeide, rogn og yngel produksjonen i Norge og hvilke tiltak og prosjekter som kan begrense en uønsket utvikling i næringen.

Norsk Sjømatsenter fikk i oppdrag av FHL å lage en statusrapport som sammenfattat den kunnskapen og tiltakene som kan bidra til å gi en oversikt over problemstillingene. Rapporten gir også en oversikt over hvordan torsk i oppdrettsanleggene blir transportert fra stamfisk / egg til yngel, settefisk og matfisk.

## 1 Innledning

Oppdrett av torsk har hatt en stor vekst de senere år med en yngelproduksjon i 2008 på 15 mill yngel (12 mill i 2009) og en matfisk produksjon på 14.000 tonn til slakt. Matfiskanleggene er lokalisert langs store deler av kysten, men en økende andel på Møre kysten og i Nordland. Hovedtyngden av yngelproduksjonen er derimot i Vest- og Midt-Norge med stor transportaktivitet nordover. Selv om mange av yngelprodusentene har egen stamfisk og produserer egen rogn blir det allikevel omsatt betydelige mengder rogn. De intensive yngel produsentene som produserer yngel hele året og kjøper derfor rogn av andre produsenter og avlsstasjonene. En del yngel omsettes første gang når den er 3 – 5 gram, enten til egne settefiskanlegg eller den selges på det åpne markedet til settefiskanlegg. Noen matfiskoppdrettere har egne mottak som kan ta imot små yngel, men yngel/settefisk som settes ut i matfiskanleggene bør være minst 50 gram og aller hest større.

Våren 2008 uttrykte Havforskningsinstituttet bekymringer for at oppdrettsfisk som ble flyttet til nye områder kunne ha en genetisk effekt på de ville bestandene i området og anbefalte derfor restriksjoner på flytting av fisk. Dette viste seg å være en viktig sak for mange, og det ble 9 juni 2008 arrangert en workshop i Bergen som skulle vurdere status, både når det gjaldt faglige vurderinger av genetiske interaksjoner, men også hvilke tiltak som kan være aktuelle for å unngå at oppdrettsfisk formerer seg i merdene. Da det var ulike synspunkt på hvilke konsekvenser flytting av fisk med ulike genetisk materiale ville kunne ha på miljøet var det viktig å få frem dette.

## 2 De naturlige torskepopulasjonene og hvordan vi identifiserer dem?

Det er to hovedbestander av torsk, den Nordøst arktiske (NEAC) og kysttorsken (NNC). Disse kan skilles fra hverandre ved å studere vekstsoner i øre steinene (ortolittene), og kan derfor ikke skilles visuelt ved ytre kjennetegn. Det finnes flere genetisk adskilte populasjoner av torsk. Kysttorsken som befinner seg i fjordene er meget stedbundne og kan derfor opprettholde et genetisk særpreg. Det er usikkert om kysttorsken fra de ytre områdene er like stedbunden. Det skilles mellom Banktorsk / vandrende torsk / som gyter på åpne fjorder og banker, og Fjordtorsk som har sine særegne gyteplasser som kan være delvis isolert fra hverandre.

I følge havbruksrapporten 2008 har bestanden av kysttorsk avtatt siden 1994 og gytebestanden bestanden er på et historisk lavt nivå. Dette betyr at bestanden lett kan påvirkes av endringer i og med at reproduksjonsevnen er svekket i forhold til tidligere. Det siste rapporterte fiske av kysttorsk var 26000 tonn i 2006 sammenlignet med 63000 tonn i 1997. I tillegg kommer fritids- og turistfiske som kommer op i en betydelig andel. Rådet fra ICES (Det internasjonale havforskningsrådet) anbefaler derfor 0 fangst av kysttorsk i 2009. Kysttorsk nord for 62oN er regnet som en direkte truet bestand og er på den såkalte "Rødlisten" for utrydningstruede arter. Kysttorsken sør for Stadt til Lindesnes er en del av Norsjø torsk bestanden og vurderes av ICES å ha en sviktende reproduksjons evne.

Lofoten er et viktig gyteområde for torsk, både for Nordøst arktisk torsk og Kysttorsk. Gytingen overlapper i tid og kan derfor være vanskelig å skille fra hverandre. Fiskeridirektoratet har identifisert kysttorskens gyteplasser som klart adskilt fra den Nordøst arktiske.

Havforskningsinstituttet arbeider med å skaffe grunnleggende kunnskap om genetisk variasjon hos torsk mellom og innen stammer. Dette er i hovedsak rettet mot arbeid for domestiseringsarbeid på torsk og for å vurderer genetisk påvirkning rømt oppdrettsfisk vil ha på ville bestander. Gjennom et omfattende prøvetakingsprogram fra 2002 til 2007 har den genetiske strukturen hos de forskjellige stammene blitt kartlagt.

## 3 Status for avlsarbeid for oppdrettstorsk

Avlsarbeidet er en viktig forutsetning for lønnsomhet i kommersielt torskeoppdrett. Hvert fremskritt i avlsarbeid bidrar til fremgang i de fremtidige generasjoner Erfaringer fra lakseoppdrett har vist en forbedring av vekst på 10 % pr generasjon de første generasjonene. I tillegg kan avlsarbeidet bidra til bedre sykdomsresistens, sen kjønnsmodning og slaktekvalitet. For torsk vil bedre tilvekst si at det er mulig å oppnå slaktevekt på > 3,5 kg innen 20 måneder fra utsett og at fisken kan slaktes før kjønnsmodning.

Flere av yngeloppdretterne som startet opp etter 2002 etablerte egen stamfisk for å dekke eget rognbehov. Utgangspunktet for stamfiskbestandene var oftest lokal villfisk som ble satt i merder og derfra ble de største og fineste fiskene valgt ut som stamfisk. Valg av stamfisk på denne måten er utelukkende størrelse, form og skinnfarge, mens det er lite informasjon av tidligere bakgrunn. Fisken kunne derfor variere i alder og vekstevnen er derfor usikker. Andre oppdrettere har valgt stamfisk fra matfiskanlegg og kunne dermed selektene den mest hurtigvoksende av fisken på samme alder. Det

kan være stor vekst variasjon i en gruppe fisk av samme alder og det kan være mye å hente og velge ut hurtigvoksende fisken (fenotypisk seleksjon).

Avl på torsk drives i dag på forskjellige måter;

- 1) Yngelprodusenter med egen stamfisk. Yngelanleggene Havlandet, Lofitorsk og Profunda har i dag egen stamfisk som er selektert fra eget avlsarbeid og produserer rogn til eget forbruk og salg.
- 2) Det nasjonale avlsprogrammet for torsk finansiert av Fiskeri- og kyst departementet, som Nofima Marin er leder for er det største.
- 3) Det private avlsselskapet Marin Breed som i samarbeid med Marine Genetics har utviklet et avlsprogram for torsk. Alle grupperingene har egne stammer av torsk med selektert stamfisk som brukes til rognproduksjon.

	Nasjonalt Avlsprogram, Nofima Marin	Marin Breed
<b>Avlsmål</b>	Sykdomsresistens (nodavirus, vibriose, francisellose) Stress Adferd	Vekst og forutnyttelse Tidlig kjønnsmodning Redusert lever index Forbedret slakteutbytte Forbedret filetutbytte
<b>Familiegrupper pr år</b>	200	90
<b>Stamfisk opprinnelse</b>	Skrei Kysttorsk nord Kysttorsk sør	Kysttorsk nord Kysttorsk sør Arktisk torsk
<b>Antall gytegrupper</b>	4	6 - 8
<b>Antall generasjoner</b>	F2	Startet produksjon av F3
<b>Seleksjon av nåværende grupper</b>	Rask vekst Resistens mot Vibriose, Francisella, VNN, IPN	Tilvekst Resistens mot Vibriose og Francisella

**Figur 1:** Nasjonalt avlsprogram Nofima Marin, marine Breed.

**Nasjonalt avlsprogram for torsk**

Nofima Marin – Tromsø

Kontaktperson: Atle Mortensen

Avlsprogrammet til Nofima Marin ble startet i 2002 etter bevilgning fra Fiskeri- og kystdepartementet om finansiering av et nasjonalt avlsprogram i regi av Nofima Marin i Tromsø. Målsetning med programmet var å forbedre viktige egenskaper hos oppdretts torsk gjennom avl. De første familiegruppene ble produsert i 2003 basert på klassisk familieutvalg. I 2004 kjøpte avlsstasjonen det nybygde yngelanlegget til Troms Marin. Anlegget ble ombygd og tilpasset produksjon av avlsgrupper og ble offisielt åpnet i 2005. Anlegget har en kapasitet på startfôring av 300 familiegrupper. Avlsstasjonen tok i 2005 i bruk eget sjøanlegg som kun ble brukt til avlsgruppene. I tillegg til egen produksjon i Tromsø har prosjektet teststasjoner i Finnmark og på Austevoll i Hordaland.

Opphavet til stamfisken er fanget inn fra 3 områder. Skrei er fanget inn fra Troms, og kysttorsken fra Nord Norge og Vestlandet. Den innfangete fisken holdes i merder før den tas inn til stryking.

*Figur 2* viser oversikt over familiegruppene som er produsert og rognvolum. I 2009 ble det produsert 203 familiegrupper av F2 generasjonen.

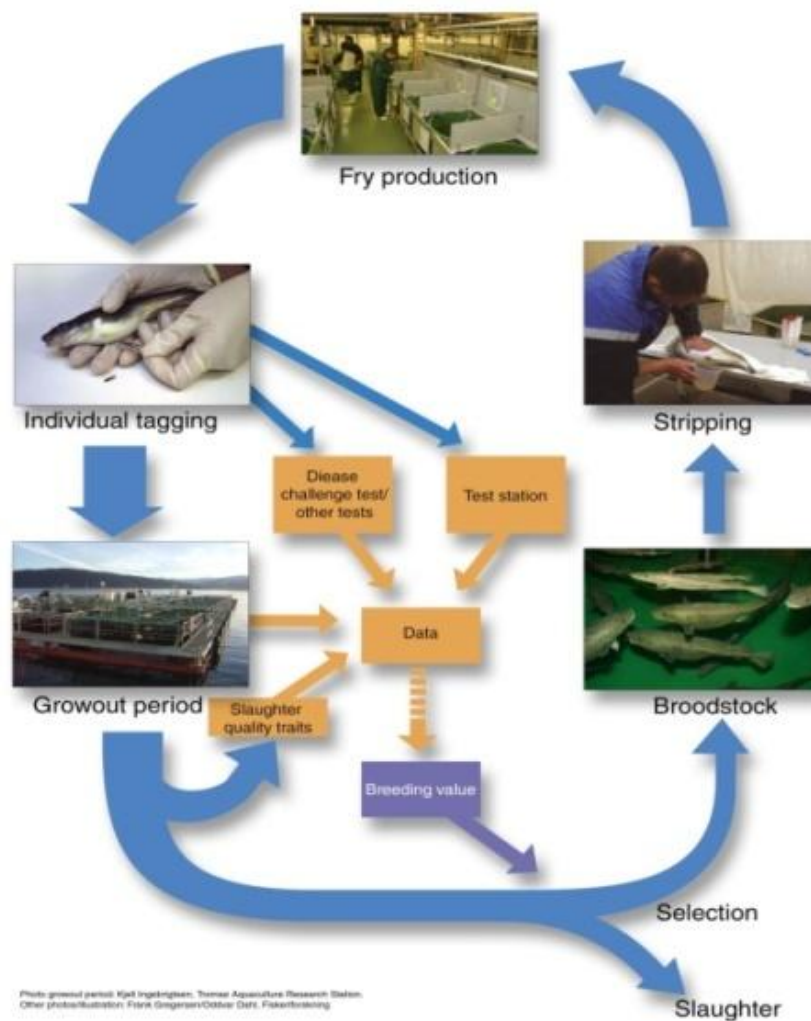
I det videre arbeid til Avlsstasjonen vil det bli lagt vekt på øke rognproduksjonen for å kunne ha et godt tilbud av rogn til yngelprodusentene. I 2009 ble det tatt i bruk temperatur og lysstyring satt i gang 4 forskjellige lysregimer for å kunne produsere rogn utenom den ordinære gyteperioden hos torsk. Den naturlige gytegruppen om våren er det en lysstyrt gruppe i mars/april, en gruppe i mai/juni og en gruppe som produserer rogn om høsten i august. Det er gjort forsøk med en gytegruppe i desember, men det har enda ikke lyktes å få denne til å gyte. Det vil også bli lagt vekt på å forbedre eggkvaliteten og i tillegg vil det være fokus på strategier som gjøre avlsprogrammet mer robust i forhold sykdomstrusselen i torskenæringen.

Et utvalg av stamfisken er screenet for sykdommene Francisella, VNN og IPN. All fisken individmerkes og følges opp på teststasjonene. På grunn av situasjonen i torskenæringen har rognsalget vært meget lavt i 2009 sammenlignet med året før.

	Familier	Liter rogn	Generasjon
2003	40	0	P
2004	70	0	P
2005	90	0	P
2006	110	20	F1
2007	191	15	F1
2008	200	110	F1
2009	200	?	F2

F1 og F2 generasjonene er selektert for rask vekst og resistens mot vibriose

**Figur 2:** Avlsprogrammets produksjonstall i 2003-2009.



**Figur 3:** Presentasjon av avlsprogrammet til Nofima Marin

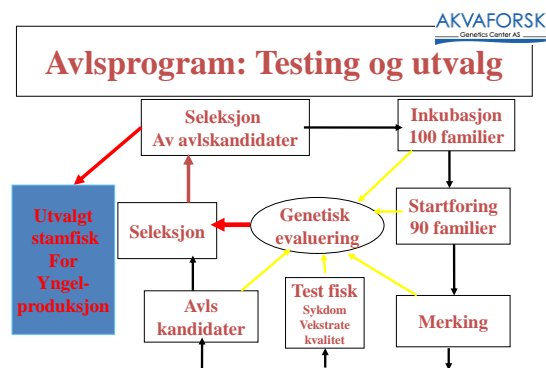
### 3.1 Marin Breed

Kontaktperson: Jens Eric Eliassen

Marin Breed er et privat selskap, opprettet i 2002, for produksjon og salg av rogn til torskeoppdrettere. Selskapet driver eget avlsarbeid og produserte i 2009 rogn fra F3 (tredje generasjon) selektert fisk. Det tas sikte på å ha stamfiskbestander fordelt på 6 – 8 gytegrupper som kan gyte til alle tider på året. Det vil si at så snart som i 2011 vil Marin Breed kunne produsere rogn fra 3 generasjon avlet stamfisk. I tillegg samarbeider Marin Breed med private oppdrettere for å sikre hold av stamfisk og rognproduksjon slik at dersom utsatt fisk sykdommer eller andre miljømessige uhell som gjør at fisk ikke kan transporteres, vil det genetiske materiale allikevel være godt ivaretatt. Fra et utvalg av 100 familier brukes 90 til startfôring. Disse individmerkes og oppfølges i matfiskproduksjonen i testanleggene på utvalgte lokaliteter.



**Figur 4:** Basepopulasjonene fra Marin Breeds avlprogram



**Figur 5:** Beskrivelse av avlsarbeidet til Marin Breed

## 4 Rognproduksjon

God tilgang på rogn er avgjørende for produksjon av yngel i industriell skala. Det er av avgjørende betydning for yngeloppdretterne å sikre tilgangen på rogn hele året. I tillegg må rognen være av god kvalitet og dokumentert sykdomsfri. Flere yngelprodusenter har valgt å ha egen stamfisk for å ha kontroll på rogn tilgangen selv om dette medfører store kostnader. Det er uvisst om dette er den beste strategien på lang sikt.

Det fremtidige rognbehovet avhenger av flere faktorer. Utviklingen i yngel produksjonen er den mest nærliggende indikatoren på rognbehovet. Men også antall yngel anlegg er viktig siden alle yngel anleggene trenger et minimum volum av rogn for å kunne produsere. Forsjellige produksjonsstrategier ved startforing har ulike behov for rogn. Ved intensiv produksjon i små kar med god kontroll av startforingen er overlevelsen fra rogn større enn ved utsett i store kar eller poser hvor produksjonen er basert på utett av større eggvolum og lavere overlevelse i første startføringsperioden. Det er uansett viktig å ha rikelig tilgang på rogn. Et dårlig tilslag i startforingen kan medføre at produksjonen i et kar avsluttes og startes på ny. Dette krever at nye rogngrupper er klare til overføring fra klekkeri eller fra rogn leverandør. Med en jevn økning av yngel produksjon frem til 2009 har rognbehovet også steget. Kunnskapsnivået og erfaringene med yngel produksjonen har forbedret seg og dermed også overlevelse og utbytte av rognen. Faktorer som avgjør rognbehovet vil derfor kunne sies å være:

1. Stamfiskens opphav, størrelse vekst -
2. Villfanget eller oppdrettsfisk
3. Screening for sykdommer som IPN og VER
4. Befruktingsprosent



Estimert fremtidig rognbehov					
	2008	2009	2010	2015	2020
<b>Antall yngelanlegg</b>	15	10	5	10	12
<b>Yngelproduksjon pr anlegg</b>	1,3 mill	1,5 mill	2,0 mill	2,5	4,2 mill
<b>Årsproduksjon yngel</b>	20 mill	15 mill	10 mill	25 mill	50 mill
<b>Rognbehov ved overlevelse på 8 %</b>	600 liter	450 liter	300 liter	825 liter	1650 liter
<b>Rognbehov ved overlevelse på 21 %</b>	220 liter	165 liter	110 liter	275 liter	550 liter

*Figur 6: Estimert fremtidig rognbehov (2008-2020)*

Overlevelse fra brutto rogn til utsatt yngel - basert på erfaringer fra oppdrettere			
	Overlevelse	Worst case	Best case
<b>Rogn pr liter</b>		420.000	420.000
<b>Brutto til netto rogn</b>	50 - 60 %	210.000	252.000
<b>Rogn til yngel 3 – 5 gram</b>	20 – 40 %	42.000	100.800
<b>3 – 5 g yngel til 20 gram</b>	80 – 90 %	33.600	90.720
<b>Overlevelse fra rogn til yngel</b>		8 %	21 %
<b>Rognbehov pr 1 mill yngel</b>		30 liter	11 liter

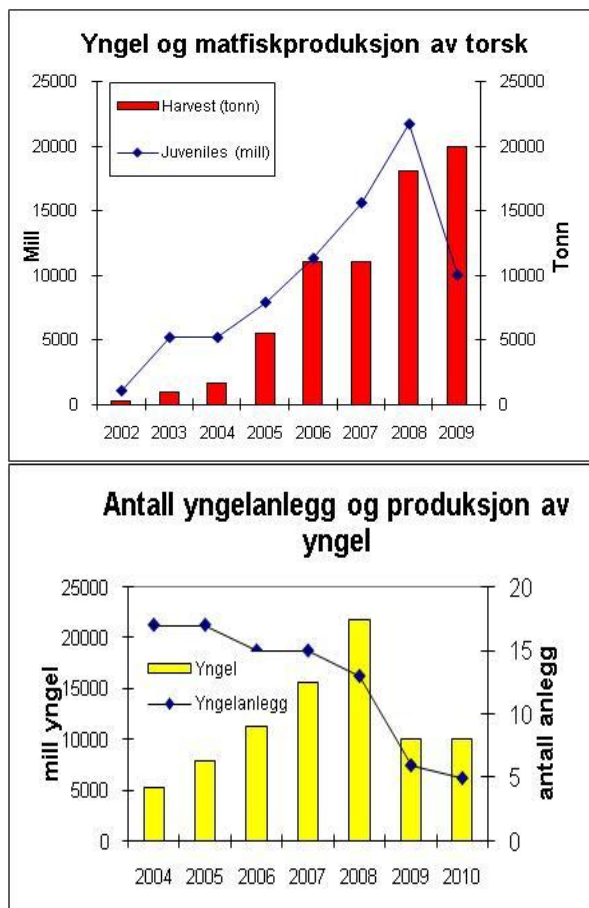
*Figur 7: Overlevelse fra brutto rogn til utsatt yngel - basert på erfaringer fra oppdrettere*

## 5 Status torskeyngelproduksjonen

### 5.1 Produksjonsstrategier:

Produksjon av torskeyngel kom for alvor i gang fra og med 2002 og frem til 2006 ble det etablert 17 yngelanlegg. (Fig.1). Flere anlegg ble bygget som helt nye bygg lokalisert nær gode sjøvannsinntak, (Marine Harvest Juvenile, Sagafjord Sea Farm, TMY, Profunda) mens andre ble etablert i ombyggede lokaler fra annen type fiskeindustri og tilpasset torskeyngelproduksjon (Grieg Cod Farming, Havlandet Marin Yngel). Ti av anleggene var lokalisert på Vestlandet mens 5 av anleggene ble etablert i Nord Norge helt Nord til Finnmark. De fleste anleggene ble bygget som intensive anlegg med helårig produksjon og dermed uavhengig av temperaturkontroll og egen levendefôrproduksjon og dermed uavhengig av de naturlige produksjonssyklusene. Et fåtall som Lofilab, Breivik, Parisvannet

(Havforskningsinstituttet) og Tunsbergpollen opprettet yngelproduksjonen i tilknytning til poller med naturlig forekomst av zooplankton, men i hall ble hovedsak anleggene bygget som helintensive med temperaturkontroll og egen produksjon av levende fôr. På denne måten ble anleggene utnyttet maksimalt hele året med flere årlige produksjonssykluser. I 2007 ble den totale produksjonskapasiteten i landet anslått til å være over 70 millioner yngel.

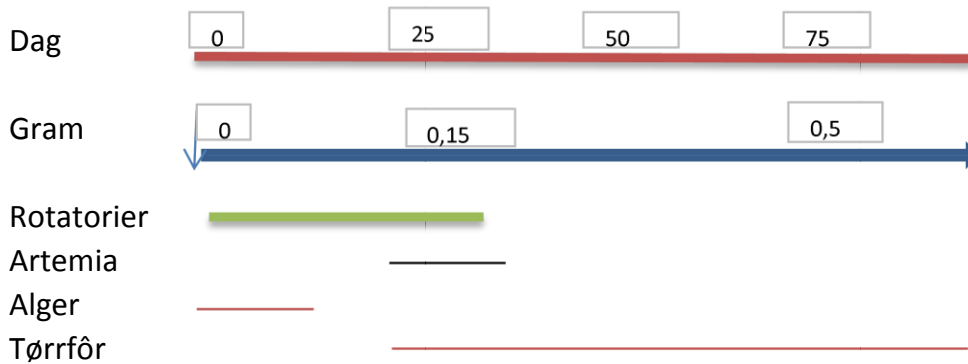


**Figur 8, 9:** Yngel og matproduksjon av torsk (venstre). Antall yngelanlegg og produksjon av yngel (høyre)

## 5.2 Produksjons prosessen:

Torsken gyter normal om våren fra februar til mai og villtorsk innfanget som stamfisk vil normalt gyte i denne perioden. Bruk av lys på stamfisken og temperatur regulering av vannet gjorde at flere stamfiskbestander ble etablert for å kunne produsere rogn til andre tider av året. Pr i dag ønsker de fleste yngelanleggene å ha tilgang på rogn utenom hovedsesongen. Hver syklus tar ca 100 dager fra klekking til 2 – 3 grams yngel. På dette tidspunkt er fisken stor nok til å overføres til større kar eller transporteres til egne settefiskanlegg. Enkelte anlegg startfôrer nye grupper kontinuerlig, mens andre har adskilte produksjonssykluser og legger inn til faste tider 3 – 4 ganger årlig.

### Produksjonsprosessen i torskeyngelproduksjon



**Figur 10:** Produktionsfigur (tidskurve).

### 5.3 Settefisk

Yngel fra 3 – 5 grams størrelse er stor nok til å transporteres. På denne måtet kan det frigjøres plass på yngelanleggene til startfôring av nye grupper mens oppfôring av yngelen frem til større settefisk kan foregå andre steder, enten i egne kar på samme anlegg eller på andre lokaliteter og anlegg. I denne fasen er det viktig å gi den optimale vekstforhold når det gjelder temperatur, fôr og fisketettheter. Det ble etablert flere settefiskanlegg som mottok yngel fra flere yngelanlegg for å føre dem opp til 50 – 100 gram settefisk som så ble solgt videre til matfiskanlegg. Det var ikke uvanlig å blande yngel fra flere yngelanlegg for så å selge den videre til matfiskoppdrettere på andre steder av landet. I etterkant har dette vist seg å være en kilde til overføring av smittsomme sykdommer som Francisellose som har ført til at smitteveiene er kommet ut av kontroll. Dette har medført stor spredning av yngelen og vanskelig med å spore fisk tilbake til klekkeri og stamfisk.

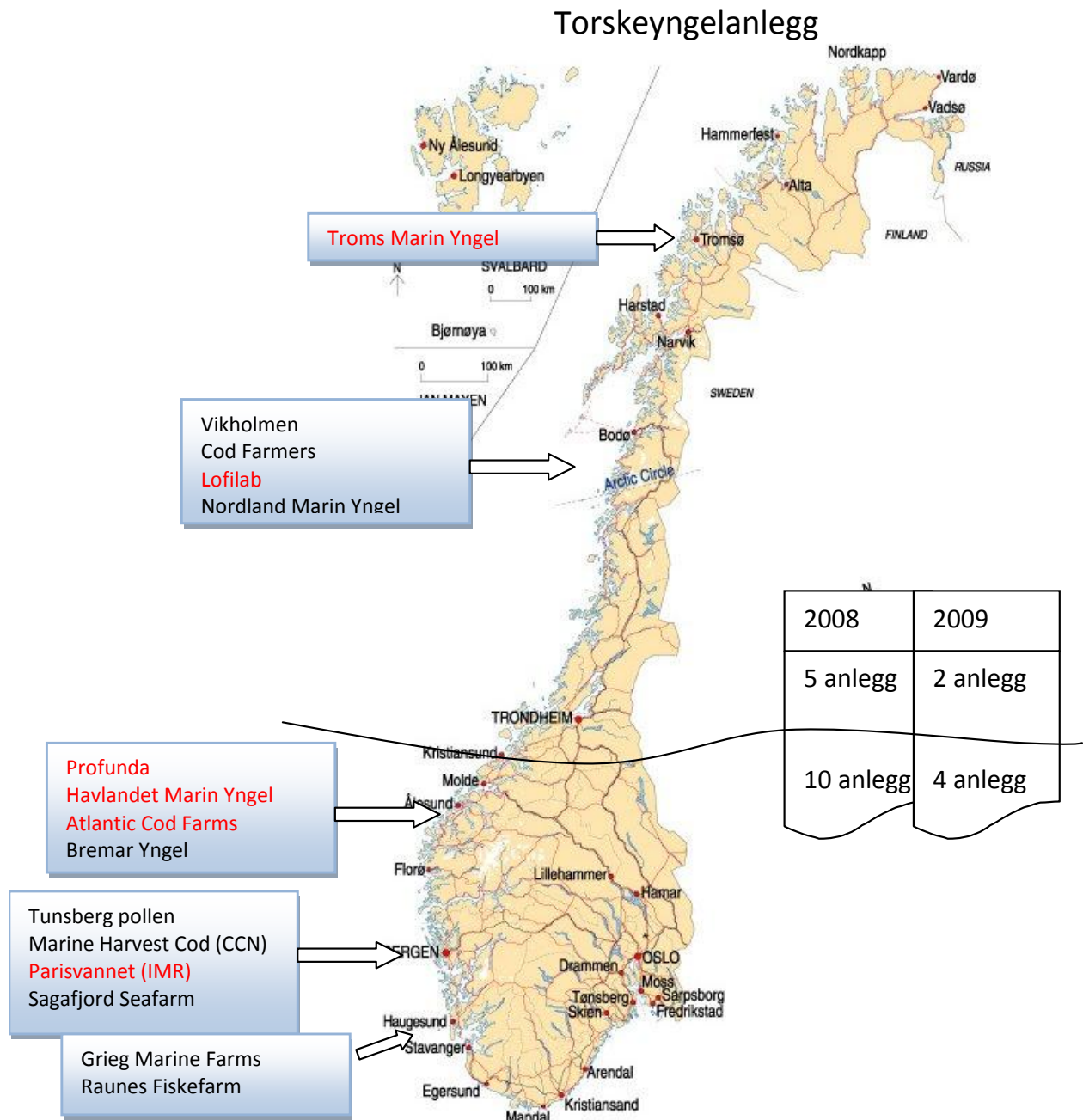
Helårig produksjon har gitt yngelanleggene en unik mulighet til å utnytte kar kapasiteten sin og de fleste anleggene har en produksjons kapasitet på 5 – 10 millioner yngel på årsbasis. Det vil si at 15 yngelanlegg vil kunne produsere 150 millioner yngel, noe som er langt over den forventede produksjonsutviklingen på torsk har vært. I årene med stor etterspørsel etter yngel medførte det stor fokus på pris og leveringsdyktighet, mens det ble lagt mindre vekt på kvalitet og størrelse. Dette fikk store følger for enkelte matfiskoppdrettere og kan ha vært en medvirkende årsak til problemer med svinn, dødelighet og variabel vekst.

### 5.4 Produksjonsutvikling

Frem til slutten av 2008 var det jevn utvikling i produksjonen og etterspørselen etter yngel var hele tiden større enn produksjonen. Produksjonen var for det meste begrenset av biologisk suksess og resultatene fra hver produksjonssyklus varierende. Det ble satt fokus på viktige faktorer innen produksjonsteknologien med gode resultater og resultatene ble stadig mer forutsigbare og kvaliteten på yngelen stadig bedre. Det ble gjort store fremskritt som la vekt på rutinene for startfôring, levendefôrproduksjon og hygiene. Dette gjorde at overlevelsen i startfôringen ble bedre og veksten stadig bedre. Problemer med deformiteter på yngelen som tidligere hadde vært

I 2009 har situasjonen i torskeyngel produksjonen endret seg dramatisk. Problemer i matfiskproduksjonen førte til vanskeligheter med å finansiere nye utsett og mange yngeloppdrettere fikk ikke salg på yngelen sin. Anlegg som satt med store mengder yngel i anleggene sine måte sortere ut eller selge yngelen til spottpris. Markedet for yngel falt dermed sammen. På slutten av 2009 var det få matfiskoppdrettere som satte ut eller hadde planer om å kjøpe yngel for å sette ut i anleggene

sine. På slutten av året meldte Til tross for dette har det vært liten etterspørsel etter yngel og flere yngeloppdrettere har måttet avvikle. Ved utgangen av 2009 er det igjen 4 – 5 aktive kommersielle yngel produsenter og selv disse går en usikker fremtid i møtet dersom markedet ikke endrer seg.



**Figur 11:** Plassering av torskeyngelanlegg i Norge; anlegg merket i rødt var aktive i 2009.

## 6 Yngelprodusenter

Yngelprodusenter 2009		Kontakt	Avl	Rogn	Yngel (1 – 5 g)	Status
Nofima Marin (NM)	Tromsø	<a href="http://www.nofima.no">www.nofima.no</a> Atle Mortensen	F2 (F3) gen	Salg på åpne marked	Selger yngel 0,3 mill	Primært rognproduksjon. Selger overskudds yngel
Troms Marin Yngel	Troms	Thor Hangstad Thor.hangstad@sponfish.no		Fra NA	1,9 mill	Leverer yngel til Spon fisk
Lofitorsk	Nordland	Dag Hansen 76 08 51 99 dag@lofilab.no	Egen stamfisk + fra NA		0,5 mill	Setter ut i egne matfiskanlegg
Cod farmers	Nordland	Thor Jonassen, tj@codfarmers.com <a href="http://www.codfarmers.no">www.codfarmers.no</a>	Egen stamfisk	Fra MB		Ingen yngelproduksjon
Profunda	Møre og Romsdal	Helge Ressem	Egen avls stamfisk		2 mill	Selger eksternt
Atlantic Cod Farms	Møre og Romsdal	Finn Chr. Skjennum finn.skjennum@atlanticcodfarms.no Børge Sørås 48865918 borge.soraas@atlanticcodfarms.no		Fra MB og NA	5 mill	Leverer til egne matfiskanlegg
Marin Breed	Møre og Romsdal	<a href="http://www.marinbreed.no">www.marinbreed.no</a>	Avl og rognproduksjon			Selger rogn eksternt
Havlandet Marin Yngel	Sogn og Fjordane	Halvard Hovland <a href="mailto:halvard.hovland@inc.sf.no">halvard.hovland@inc.sf.no</a>	Egen stamfisk F2 / F3		1 mill	Selger yngel og rogn sketernt
Sagafjord Sea Farm	Hordaland	Sigurd Handeland Sigurd.handeland@bio.uib.no		Fra MB	0	Ingen produksjon i 2009
Havforskningsinstituttet	Hordaland	Jan Pedersen / 56382920 jan.pedersen@imr.no	Egen stamfisk		0,170 mill	Selger yngel til Gulen Marinfisk. All female forsøk i 2010

**Figur 12:** Kontaktoversikt og generell info om torskeprodusenter i Norge

### 6.1 Marin Harvest Cod

Anlegget er lokalisert i Øygarden kommune og bygget i 2002 som et av de første intensive yngelanleggene i Norge med en produksjonskapasitet på 20 mill yngel (2 – 5 g) pr år. Det ble opprinnelig bygget av Cod Culture Norway, men i 2004 overtatt av Marine Harvest. Anlegget har egen stamfiskavdeling med mulighet for 5 adskilte grupper som kan styres individuelt. Anlegget har vært selvforsynt med rogn og solgt rogn til andre yngelprodusenter. Separate avdelinger for starfôring og påvekst. Anlegget har mulighet for resirkulering, spesielt i påvekst fasen. Torskeyngelproduksjonen ble basert på 4 – 5 sykluser pr år og yngelen ble overført til Marine Harvest sitt settefiskanlegg på Eggesbønes på Sunnmøre.

Torskeyngelproduksjonen ble avviklet i 2009 og både yngel og påvekstanlegget produserer i dag leppefiskproduksjon selskapet Marine Harvest Labrus.

### 6.2 Grieg Codfarming

Grieg Cod Farming i Nedstrand kommune i Rogaland etablerte torskeyngel produksjon i 2004 i et ombygget smoltanlegg. Anlegget hadde en produksjonskapasitet på 6 – 10 mill yngel pr år fordelt på 5 – 6 årlige sykluser. Yngelen ble overført fra innendørs kar på ca 0,2 gram til en utendørs avdeling hvor den ble føret frem til settefisk størrelse. Anlegget hadde ikke egen stamfisk og var derfor avhengig av eksternt kjøp av rogn. I 2007 produserte anlegget 2 mill yngel og la ned på ybngel og

matfiskproduksjonen i 2008. Anlegget leverte primært yngel og settefisk til egne matfiskanlegg i Rogaland og på Nordmøre.



**Bilde 1, 2:** Fra yngelanlegget i Rogaland (venstre) og settefiskanlegget til Grieg Sea Farm (høyre) på Tustna (tidligere kveiteanlegg).

### 6.3 Sagafjord Sea Farm AS



Anlegget etablert i 2003 på Stord i Hordaland med en produksjonskapasitet på 6 – 10 mill yngel. Anlegget har egen stamfisk og selger rogn i tillegg til yngel. Sagafjord samarbeider også med Marin Breed med hold av stamfisk som er avlet frem.

Produksjonen er basert på 4 adskilte produksjonssykluser som produseres frem til 3 – 5 gram.

Anlegget har 7 kar med stamfisk, 4 grupper som er lys og temperatur styrt og produserer rogn hele året.

Anlegget har ikke produksjon i 2010, men avventer yngelbehovet i markedet. Vurderer også omlegging til leppefiskproduksjon.

**Bilde 3:** Sigurd Handeland, daglig leder for Sagafjord Sea Farm



## 6.4 Lofitorsk

Kontaktperson: Dag Hansen

Lofitorsk er en av de eldste anleggene som har produsert torskeyngel siden 1996 gjennom selskapet Lofilab. Produksjonen er etablert i tilknytning til pollen i Steine i Lofoten og benytter seg av tilgangen på naturlig zooplankton i startfôringen av larver i poser og kar. Det benyttes både egenproduserte rotatorier og naturlig zooplankton til startfôring etter behov. Anlegget har kapasitet på 2,5 mill settefisk fordelt på 2 – 3 sykluser pr. år. Produksjonen i 2009 var på 450.000 yngel/ settefisk som ble satt ut i egne matfiskanlegg.

I tillegg til å kjøpe rogn fra Nofima (den nasjonale avlsstasjonen) har Lofitorsk egen stamfisk. Denne er etablert fra lokale stammer som er en blanding av kysttorsk og skrei som ble påvist ved DNA analyser. Foreløpig er det vist best vekst fra rogn fra egen stamfisk som pr i dag er F2 generasjon selektert på vekst.



**Bilde 4, 5:** Oppdrettsanlegget til Lofitorsk (venstre) og stamfisk fra anlegget (høyre).

## 6.5 Havlandet Havbruk

Kontaktperson: Halvard Hovland

Stamfisk

Havlandet Havbruk har gjennom selskapet Havlandet Marin yngel produsert yngel siden 2002. Anlegget har egen stamfiskavdeling med kysttorsk fra Borgunfjorden som ble etablert ved oppstart. Det benyttes i dag stamfisk som er selektert fra den best voksende fisken fra egne matfiskanlegg. I tillegg er det hentet inn en ny gruppe villfisk for kryssing for å unngå innavl i populasjonen.

Resultater fra oppfølging av vekst i matfisk anleggene har vist store vesktforbedringer av den selekterte fisken i forhold til tidligere grupper. De beste gruppene har vist en tilvekst på over 3 kg på 16 måneder. Det er etablert 3 gytegrupper som produserer rogn. I tillegg til hovedsesongen i februar / mars er det en gruppe i august/ september og en i november / desember.



Fisken som brukes til rognproduksjon er screenet for francisella og nodavirus. All dødfisk blir obdusert. Stamfisken som brukes er ca 5 kg. Fisken beholdes gjennom 2 gytinger før den skiftes ut. Hele gruppen skiftes ut på en gang. All død stamfisk blir obdusert. Eggkvalitet blir vurdert på befruktningsprosent, overlevelse og cellesymetri.

I videreføring av stamfiskanlegget ønsker Havlandet å starte opp genotypisk seleksjon med etablering av familiegrupper.

## 6.6 Profunda AS

Barstadvik, Ørsta

Kontaktperson: Helge Ressem

Anlegget produserer rogn, yngel og settefisk torsk og hatt en jevnt økende produksjon og produserte på det meste 3,5 mill yngel i 2008. På grunn av dårlig etterspørsel var produksjonen i 2009 redusert til 1,5 mill. Profunda har hatt sterkt fokus på smitteforebyggende tiltak når det gjelder stamfiskbestanden sin, og gjennom samarbeid med Patogen Analyse har de etablert en smittefri stamfiskbestand av torsk. Anlegget er unikt ved å ha marint grunnvann som vannkilde til anlegget og derfor av høy hygienisk og smitemessig kvalitet.



**Foto 4:** Daglig leder Helge Ressem

## 7 Metoder og tiltak som kan hindre kjønnsmodning og spredning av gener

Torsken blir kjønnsmoden etter 2 år i sjøen, en del av fisken etter 1 år. Modningen gir flere ulemper for oppdretteren som økt dødelighet og redusert vekst. Dette fører til redusert lønnsomhet. I tillegg har gyting i merden en mulig genetisk innvirkning på villtorsken. I tillegg er faren for vertikal smitte av sykdommer. Det er derfor viktig å finne løsninger som gjør at fisken ikke blir kjønnsmoden eller gyter i merdene før den når slaktestørrelse.

Det følgende er en gjennomgang av metoder som er under utvikling for å unngå at oppdrettstorsk gyter og produserer levedyktige egg og larver i merdene. Metodene baseres på forskjellige prinsipper. Bruk av lys og avl for å utsette og redusere omfanget av kjønnsmodning er de mest anvendte metodene i dag, men med varierende hell.

Monosex metodene baserer seg på at fisken produserer kjønnsprodukter, men at eggene ikke befruktes eller produserer levedyktig avkom. Dette inkluderer metoder som "all female" produksjon og kjønns sortering av yngelen på et tidelig stadium. Den siste metoden er den mest kontroversielle. Det innebærer forskjellige metoder som hemmer fiskens naturlige utvikling av kjønnsprodukter enten kjemisk eller fysisk som "Triploid fisk" eller produksjon av fisk uten kjønnsceller.

## 7.1 Lysstyring

### **Virkemåte:**

Bruk av lys i merdene kan utsette kjønnsmodning 2 – 4 måneder eller enda lenger. Målsetningen er å utsette kjønnsmodningen til fisken når slaktestørrelse (3 kg +) før den blir kjønnsmoden. Det brukes både nedsenkbare lys og lys i overflaten av merdene. Erfaringer fra Atlantic Cod Farms har vist en vekst frem til slakt ved 3,3 kg på 18 måneder sammenlignet med 2,2 kg på 19 måneder for tilsvarende gruppe uten lys. Det ble også observert mindre svinn i gruppen med lys.

### **Vurdering:**

Biologisk mulig og enkel metode som ikke virker negativt for fisken. Risikoen er at metoden ikke virker 100 %, at en del individer blir kjønnsmodne. Det er også forbundet med en del ekstra kostnader til investeringer i lys og elektriske kostnadene ved drift.

### **Status**

De fleste oppdrettere bruker i dag lys i matfisk produksjonen gjennom hele høst og vintersesongen. Erfaringene varierer. Noen oppdrettere oppnår at kjønnsmodningen er utsatt flere måneder og utsetter derfor at fisken ikke modnes før den blir kjønnsmoden. Andre oppdrettere erfarer at bruk av lys ikke har tilstrekkelig effekt og at kjønnsmodningen i en gruppe pågår over lengre tid enn normalt. Årsakene til dette er mest sannsynlig kvaliteten av lyset i forhold til størrelsen og dybden av merden. I store og dype merder er det vanskelig å oppnå tilfredsstillende effekt.

Kontaktperson: Geir Lasse Taranger, Havforskningsinstituttet

## 7.2 Avl

### **Virkemåte:**

Både det nasjonale avlsstasjonen i Tromsø og Marin Breed driver avlsarbeid med seleksjon på vekst og kjønnsmodning som avlsmål. Dersom en når målsetningen om slaktevekt på 3,5 – 4 kg på under 2 år fra klekking kan all fisken slaktes ut før fisken blir kjønnsmoden. Kombinert med lysstyring vil dette muligens være metoden som vil være enklest å få gjennomført på kort sikt. Det er også ønskelig å selektere fisk som blir sent kjønnsmoden som for laks.

### **Vurdering:**

Begge avlsstasjonene produserer egg fra annen generasjons selektert fisk. Fisk som settes ut fra denne generasjonen har vist gode resultater.

### **Status:**

Fisk som slaktes i dag kommer fra fisk som enten er selektert villfisk eller F1 generasjon avlsfisk. Mange oppdrettere har i dag fremdeles store problemer med kjønnsmodning, dødelighet og redusert tilvekst på grunn av dette.

Kontaktperson: Jens Erik Eliassen, Marin Breed AS, Atle Mortensen, Nofima Marin

### 7.3 Oppsamling av egg

**Virkemåte**

Fisken gyter på vanlig måte, men siden eggene flyter på overflaten kan de samles opp fra overflaten ved bruk av eggsamlere.

**Vurdering**

Dette er en metode som er brukt i poser og kar ved innsamling av egg fra stamfisk. Kombinert med strøm i kar eller poser er dette en effektiv metode. Det vil imidlertid være en utfordring å få dette til å fungere i åpne, store meder. Bruk av skjørt rundt merden kan fungere, men det kreves en del utviklingsarbeid for at dette skal være effektivt.

**Status**

Ikke rapportert om forsøk i stor skala

### 7.4 Styrt kjønnsmodning

**Virkemåte:**

Styrt kjønnsmodning er en uproblematisk metode og brukes til å forsyne yngelanleggene med rogn til yngel produksjonen hele året. Fisken gyter på tidspunkt hvor eggene har liten mulighet til å overleve og dersom egg slippes fra merdene utenom den normale gytesesongen fr februar til april har de mindre sjanse til å overleve.

**Vurdering:**

Styrt kjønnsmodning er avhengig av både temperatur og lys. Det vil derfor være en lite anvendelig metode i sjøanlegg.

### 7.5 Kjønnsortering av yngel

**Virkemåte:**

Forskjellig sammensetning av protein og peptid sammensetningen mellom kjønnene. Dette kan påvises i fisk ned til 30 gram gjennom tester av blod eller slim. Denne kunnskapen kan brukes til å sortere yngel ved bruk av en biosensor. Dette gjøres ved annen håndtering av fisk. Metoden undersøkes også for bruk til kjønnsbestemmelse av sæd celler.

**Vurdering:**

Interessant løsning fordi man kun produserer et kjønn (mono sex). En slik løsning vil både løse problem med tidlig kjønnsmodning hos oppdretteren og oppnår samtidig 0 utslipp av befruktede egg.

**Status:**

Det private selskapet GenderGuide arbeider med dette sammen med sin forskningspartner IRIS – Biomiljø. Metoden er fremdeles på forskningsstadiet og ikke forsøkt i kommersiell skala.

Kontaktperson: Reid Hole, Gender Guide

### 7.6 Gonadeløs torsk

**Virkemåte:**

Dette er en ny metode for å produsere steril fisk som det er satt i gang forskning på. Metoden går ut på å fjerne gametens kimceller (Primordial Germ Cells – PGCs) tidlig i emryonalutviklingen. Metoden er forsøkt på zebrafisk og erfaringene fra denne viste at fisken utviklet seg ellers helt normalt frem til

voksen fisk. Målsetningen er å kunne vaksinere stamfisken slik at den blokkerer de biologiske funksjonene nødvendig for å produsere PCGs.

**Vurdering:**

På forskningsstadiet. Konsekvenser ukjente.

Kontaktperson: Helge Tveiten, Nofima Marin

## 7.7 "All female"

**Virkemåte:**

Denne metoden er brukt på laks til å produsere bare hunner. Tilsetning av hormoner til stamfisk på larvestadiet gjør at hannfisken maskuliniseres med hanlige gonader som er genetiske hunner og produserer melke. Avkommet etter normal hunnfisk og kjønnsreversert hannfisk vil da kun produsere hunnfisk "all female". Erfaring med forsøk på Ausevoll Havbruksstasjon har vist at en del av fisken som produseres er hermafroditter og har både hanlige og hunnlige kjønnsorganer. Det er også et vist innslag av vanlige hanner.

**Vurdering:**

Hunnfisk som gyter vil i en slik populasjon ikke befruktes og vil derfor være en gunstig metode for å hindre spredning av uønskede gener i miljøet. Men foreløpige undersøkelser viser at effekten ikke gir 100 % effekt og et fåtall normale hanner vil være nok til å befrukte store mengder egg.

Metoden vil i seg selv ikke gi en økonomisk gevinst fordi hunntorsken blir kjønnsmoden samtidig som hannene. "All female" produksjon vil derfor ikke løse problemet med tidlig kjønnsmodning, men dersom metoden kombineres med triploidisering av fisken vil resultatet kunne bli produksjon av hunnfisk som ikke blir kjønnsmodne. Men mangel på hanner kan ha den effekt at hunnene ikke blir kjønnsmodne.

**Status:**

Erfaringene har vist at metoden virker og at det ikke er negativ effekt på veksten. Det opprinnelige forsøket er nå avsluttet ved Havforskningsinstituttet, men det er sterkt ønske om å videreføre prosjektet og blant annet studere hvordan kjønnsmodningen utvikles i populasjoner uten tilstedeværelse av hannfisk.

Kontaktperson: Torstein Harboe, Trine Haugen, Havforskningsinstituttet

## 7.8 Triploid torsk

**Virkemåte:**

Triploid fisk har 3 sett med kromosomer, to fra mor og ett fra far. Avkommet fra denne typen fisk blir steril. Erfaringer fra laks og ørret har vist at hunnfisken ikke blir kjønnsmoden, mens hannene kan bli kjønnsmodne og utvikle gonader. Bruk av denne metode kan være gunstig for å redusere den genetiske påvirkningen av oppdrettstorsk. Ifølge Havforskningsinstituttet har dagens teknikker for å sterilisere fisk hatt negative fiskevelferd og produksjonsresultat, og det er derfor problematisk og entydig å anbefale bruk av for eksempel steril laks i oppdrett.

I Havbruksrapporten 2007 beskrives metoden for å lage steril fisk enten ved å krysse arter (artshybrider), eller ved å produsere triploider, det vil si at fiskene får tre kromosompar isteden for to. De fleste arter av laksefisk kan krysses med hverandre, men kryssningene har vanligvis lav

overlevelse og avviker mye i utseende fra de opprinnelige artene. Noen av dem kan også bli kjønnsmodne. Hybrider har derfor ingen praktisk betydning i oppdrett. Triploid fisk har et kromosomsett mer enn det som er normalt for arten, og er i vanlig bruk flere steder i verden. Det er også foreslått at fisk kan steriliseres ved hjelp av vaksiner og ulike genteknologiske metoder, men disse metodene er fortsatt på idéstadiet.

Metodene som brukes er kjent. De fleste artene som oppdrettes i dag kan gjøres triploide ved hjelp av temperatursjokk, men hos arter med store egg (f.eks. laks) har det vist seg at andelen triploide etter varmebehandling kan variere mye, og varmesjokk gir ofte høy dødelighet på eggene.

**Vurdering:**

Metoden vil ideelt sett føre til at det ikke slippes ut uønskede befruktede egg. I motsetning til laks viser hanntorsken ikke sekundære kjønnskarakterer og vil derfor ikke ha de samme problemene som laks med kvalitetsforringing og dødelighet. Hannfisken vil allikevel bruke en del av energien til å utvikle gonader istedenfor muskelvekst og dermed gi redusert vekst hos hannene og økt dødelighet i perioden. Det største problemet er allikevel usikkerheten med hensyn til økt andel deformiteter og muligens andre genetiske skavanker. Det trengs mer forskning for å utvikle og teste ut metoden videre.

**Status:**

Flere miljøer arbeider for å utviklet metoder for å laget triploid torsk. Havbruksstasjonen på Austevoll har gjort pilotforsøk med bruk av trykksjokk etter erfaringer gjort i Canada. Resultater fra forsøket viste lavere overlevelse og større andel deformiteter sammenlignet med diploid gruppe.

Nofima Marin i Tromsø har gjort forsøk med bruk av temperatur sjokk etter erfaring fra laks.

Kontaktperson: Tom Hansen, Havforskningsinstituttet.

## 7.9 Teknologi for å hindre spredning av genetisk materiale

SINTEF Fiskeri og Havbruk har arbeidet med forskjellige teknologiske løsninger for å hindre spredning av genetisk materiale gjennom FoU prosjekter.

- "PreventEscape" er et EU prosjekt med fokus på teknologi for å hindre rømming fra oppdrettsanlegg. Prosjektet omhandler også gyting i merd og inkluderer flere oppdrettsarter med lignende problemstillinger.
- "Egg escape" er et EU prosjekt som undersøker konsekvensene av gyting i merd og hvilke muligheter og metoder som foreligger for å samle opp eggene fra merdene. I tillegg blir det fokusert på tiltak som kan redusere konsekvensene av gyting og hvordan timing av gytingen kan styres i forhold til eggens mulighet for å overleve.

## 7.10 Teknologiske løsninger for å skille kjønn.

SINTEF jobber også med ulike løsninger vedrørende sorteringsprinsipper kombinert med avansert teknologi som kan brukes for å kjønns-sortere torsken.

## 8 Kontaktpersoner:

<b>Institusjon</b>	<b>Navn</b>	<b>Kontaktinfo</b>
<b>Nofima Marin</b>	Atle Mortensen	77 62 92 38
<b>Nofima Marin</b>	Helge Tveiten	77 62 90 63
<b>Havforskningsinstituttet i Bergen</b>	Torstein Harboe,	56 18 22 65
<b>Havforskningsinstituttet i Bergen</b>	Geir Lasse Taranger	55 23 63 73 / 56 36 60 40
<b>Havforskningsinstituttet i Bergen</b>	Tom Hansen	56 36 75 11
<b>Havforskningsinstituttet i Bergen</b>	Trine Haugen	56 18 22 41
<b>GenderGuide</b>	Reid Hole	90 09 81 60
<b>Marin Breed AS</b>	Jens Erik Eliassen	977 20 521
<b>Sagafjord Sea Farm</b>	Sigurd Handeland	97179607
<b>Marine Harvest</b>	Henning Sandøy	56382424
<b>Lofitorsk</b>	Dag Hansen	76085199
<b>Profunda</b>	Helge Ressem	70069600
<b>Havlandet Marin Yngel</b>	Halvar Hovland	97720086