

3-2007



MILJØEFFEKTER AV TORSKEOPPDRETT

*Terje Svåsand, Øivind Bergh, Geir Dahle, Lars Hamre, Knut E. Jørstad,
Egil Karlsbakk, Kjetil Korsnes, Geir Lasse Taranger*



MILJØEFFEKTER AV TORSKEOPPDRETT

Oppdrett av torsk er på vei til å bli en ny næring. I løpet av tre år er produksjonen av oppdrettstorsk tidoblet, fra 946 tonn i 2003 til over 10 000 tonn i 2006.

Miljøutfordringene ved denne produksjonsøkningen er betydelige og må tas på alvor før oppdrett av torsk kommer for langt. Det er viktig å trekke lærdom av lakseoppdrett, hvor man hele tiden har vært i etterkant med nødvendige miljøundersøkelser. For torsk er gyting i merd, rømming og geninteraksjon med ville stammer, sykdom og spredning av sykdomsfremkallende organismer potensielle problem som må undersøkes nå.

Kultivering av torsk har lange tradisjoner i Norge og strekker seg helt tilbake til slutten av 1880-tallet, med utsetting av hundretalls millioner nyklekte torskelarver langs sørlandskysten, i USA og i Canada. Aktiviteten fortsatte i nærmere 90 år og ble avsluttet uten å ha kunnet dokumentere effekter av kultiveringstiltakene. Denne aktiviteten dannet imidlertid grunnlag for oppdrett av marin fisk.

I 1970-årene ble forsøkene tatt opp igjen med torskeyngel, og en betydelig innsats ble lagt ned i å forstå torskens tidlige livssyklus. Det ble gjennomført parallelle forsøk i felt og laboratorium, og i 1983 klarte forskere ved Havforskningsinstituttet å produsere 70 000 torskeyngel i en poll på Austevoll. Grunnlaget for kommersielt oppdrett av torsk var lagt, selv om det ennå skulle gå mange år før man lyktes med å kommersialisere forskningsresultatene.

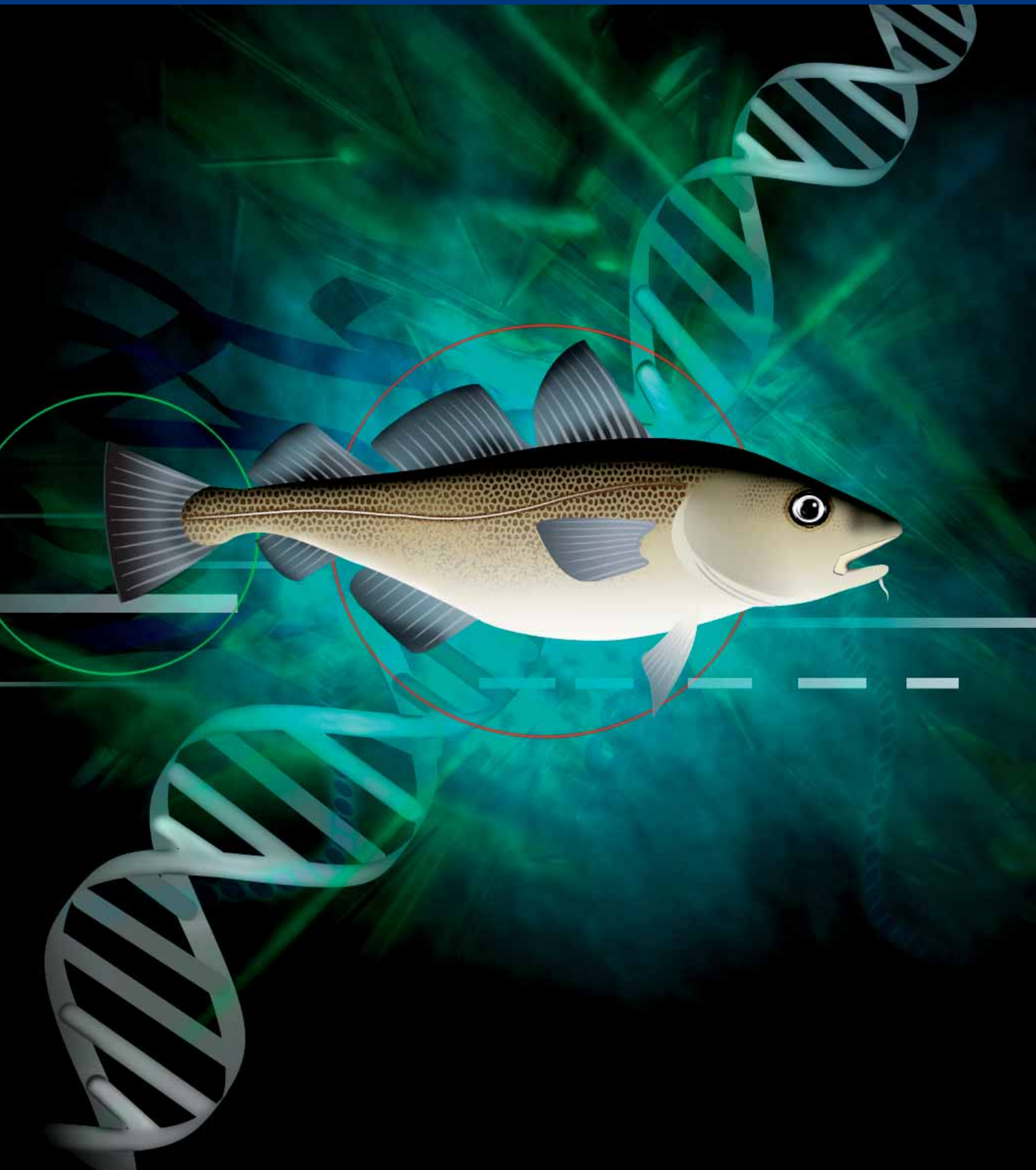
Havforskningsinstituttet har spilt en viktig rolle i utviklingen av torskeoppdrett, og på starten av 1990-tallet viste forskere ved Forskningsstasjonen Matre at kjønnsmodning av torsk kan stoppes eller utsettes ved lysstyring. Dette var grunnlagt for den videre utviklingen av torsk som oppdrettsart, siden all fisk normalt vil kjønnsmodne to år etter klekking. Tidlig kjønnsmodning og gyting i merd er et økonomisk problem for oppdretterne, men også et potensielt

miljøproblem som kan resultere i overføring av arvestoff til vill torsk.

Sykdom var også et problem, men yngelproduksjonen til Havforskningsinstituttet gjorde det mulig å forske på løsninger. Vaksiner ble utprøvd og forbedret i samarbeid med farmasøytiske selskaper. Det ble tidlig klart at både vaksiner og andre behandlingsmetoder måtte spesialtilpasses torsken for å gi tilfredsstillende effekt.

Parallelt med å legge grunnlaget for kommersielt oppdrett av torsk, har Havforskningsinstituttet i flere tiår gjennomført økologiske og genetiske studier av våre ville torskebestander. Dette er viktig kunnskap for å kunne evaluere effekter av torskeoppdrett.

I 2006 ble det i Norge satt ut 11,3 millioner torskeyngel, og det ble produsert 11 087 tonn oppdrettstorsk, inkludert 703 tonn basert på villfanget yngel (foreløpige tall fra Fiskeridirektoratet). Det legges ned store ressurser i å videreutvikle effektive metoder for produksjon av høykvalitets yngel og kostnadseffektiv matfisk. Fiskeriforskning i Tromsø har ansvar for et avlsprogram på torsk, mens Havforskningsinstituttet har hovedansvar for å undersøke miljøeffektene av torskeoppdrett.

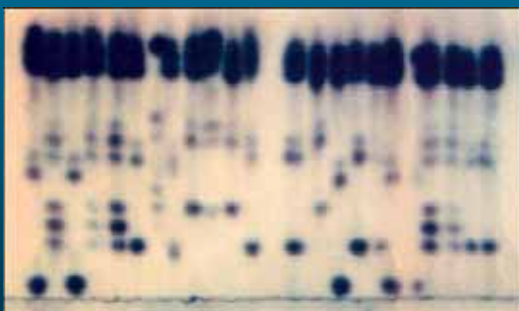




GENETISK MERKET TORSK

Det genetiske merket hos torsk ble utviklet ved Havforskningsinstituttet på slutten av 1980-tallet, og arbeid med å utvikle en ny stamfiskbestand av torsk med dette merket startet i 2002 ved forskningsstasjonen i Austevoll. To nye årsklasser av denne fisken ble produsert i 2003 og 2004, og disse har vært utgangspunktet for gyteforsøk i merd og storskala forsøk i samarbeid med næringen.

Genetisk merket torsk er krysset fram og har en unik variant av det proteinkodede genet GPI-1 (*GPI-1 *30/30*). Slike varianter kan lett identifiseres med en prosess som kalles proteinelektroforese.



↑ ↑ ↑ ↑ ↑
Proteinelektroforese. Hver vertikale "stripe" er et individ, og pilene viser individ som er genetisk merket.

RØMT TORSK: GENETISK PÅVIRKNING PÅ VILLE BESTANDER?

Genetisk påvirkning på ville bestander er en av de viktigste miljøutfordringene ved oppdrett. Torsk har en annen atferd enn laks og har lettere for å rømme når det først er hull i merden. Selv om størrelsen på torskeoppdrett ennå er svært liten, er det allerede rapportert om store rømmingsepisoder, og i 2006 ble det rapportert rømming av 290 000 torsk. Dette er et svært høyt tall tatt i betraktning den relativt lave produksjonen.

Flere forhold tilsier at utfordringene vil bli store med torskeoppdrett. Kysttorsk har gyte- og oppvekstområder i de samme områdene som oppdrettsanleggene ligger, uten barrierer. Under normale forhold blir torsk kjønnsmoden etter to år i oppdrett, og genetisk påvirkning kan da skje enten ved at torsk rømmer, eller at befruktede egg slipper ut av merden.

For torsk har vi et godt grunnlag for å evaluere genetiske effekter av oppdrett, ettersom man fra 1960-tallet har gjennomført genetiske studier av vill torsk. Fra 2002 er det foretatt en storskala kartlegging av genetisk struktur hos kysttorsk langs hele norskekysten. Nærmere 11 000 prøver er samlet inn fra 106 lokaliteter langs hele kysten (Figur 1). Det er stor genetisk variasjon mellom kysttorsk fra ulike områder – særlig når man sammenlikner torsk i nord og sør.

For å identifisere genetiske forskjeller mellom nordøstarktisk torsk – eller skrei – og kysttorsk fins det flere metoder, som alle bekrefter at disse forskjellene fins. Nye analyser i det såkalte *PanI*-systemet finner store genetiske forskjeller mellom de to. Forskjeller er også funnet i hemoglobin-systemet og i tre DNA-mikrosatellitter.

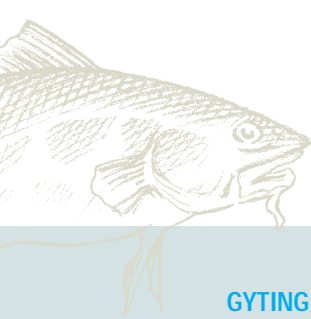
Som en del av havbeiteprogrammet Push ble det produsert og satt ut over 200 000 genetisk merket torsk (se faktaboks) på tre lokaliteter i Hordaland - i Heimarkspollen i Austevoll, i Masfjorden og i Øygarden. Dette ga utslag i økt frekvens av markørgenet i utsettingsområdene. Havforskningsinstituttet har nå reetablert en bestand av genetisk merket torsk, og i 2006 ble det gjennomført et kontrollert forsøk for å studere effekten av gyting i merd.



● Genetiske prøver

○ Stamfisk

Figur 1: Kartlegging av kysttorsk i perioden 2002-2007. Torsk er samlet inn fra 106 lokaliteter (røde punkt), og levende stamfisk er samlet inn fra 11 lokaliteter (blå sirkler). Samarbeid mellom Havforskningsinstituttet, Fiskeriforskning, Norges fiskerihøgskole og Moscow State University.



GYTING I MERD

Under normale vekstforhold vil mesteparten av oppdrettstorsken bli kjønnsmoden ved toårsalder, og under gode vekstforhold kan en del bli moden allerede som ettåringer. Oppdrettstorsken blir tidligere moden enn tilsvarende torsk i vill tilstand hvor modningen gjerne først inntreffer mellom tre og åtte år, avhengig av bl.a. vekstforholdene. Det er sannsynligvis den gode fødetilgangen og veksten som forårsaker denne tidlige modningen.

I tillegg til å være et av de største velferdsproblemene i torskeoppdrett, som resulterer i høy dødelighet, kan kjønnsmoden oppdrettstorsk være en genetisk trussel mot de ville torskestammene. Dette kan skje hvis den rømmer, eller ved vellykket gyting og befruktning av egg i merdene. Oppdrettstorsk produserer betydelige mengder egg, og en stor bestand av gytende oppdrettstorsk langs kysten kan gi en høy andel befruktete egg i forhold til villtorsk.

For å få nærmere data på effekten av gyting i merd gjennomførte Havforskningsinstituttet i 2006 et forsøk der en stamfiskbestand bestående av genetisk merket torsk ble satt ut i et avgrenset fjordsystem, i Heimarkspollen (80 millioner m³) på Austevoll. Vill torsk gyter også i denne pollen. Bruk av genetisk merket stamfisk gjør det mulig å identifisere oppdrettstorskens avkom, og dermed å tallfeste hvor mye avkom som var resultat av naturlig gyting i merd.

Forsøket viste at 25 % av torskelarvene i de frie vannmassene i begynnelsen av april 2006 kom fra den genmerkete oppdrettstorsken. I slutten av april hadde torskelarvene spredd seg betydelig, også ut av pollen. Av torskelarver som ble funnet 8 km fra gytemerden, hadde vel 1 % det genetiske merket. Et større gyteeksperimentet ble gjentatt i 2007 med to gytemerder. Fra dette skulle det vise seg at 35 % av larvene i Heimarkspollen i midten av april var avkom fra gytemerden. Larvene hadde spredd seg utenfor pollen, og 10–19 % av torskelarvene som ble funnet i det tilgrensende fjordområdet, var genetisk merket.

Disse forsøkene viser at man kan finne avkom i naturen av torsk som gyter i merd, men videre studier er nødvendig for å klarlegge hvor mye av denne yngelen som overlever fram til voksen fisk.



Oppdrettstorsken blir tidligere moden enn villtorsk og kan være en genetisk trussel mot de ville torskestammene.





UTSATT KJØNNSMODNING OG STERIL FISK

Forskning har så langt vist at lysstyring i merdene kan utsette kjønnsmodning av oppdrettstorsk, men ikke stoppe den helt. I kar kan modningen utsettes til torsken er minst tre år gammel ved lysstyring, men i merder har en så langt kun klart å utsette modningen med fire til seks måneder, slik at selve modningen finner sted om sommeren i stedet for i den naturlige gytesesongen i februar-april.

Det er foreløpig usikkert om den lysstyrte torsken virkelig slipper egg i merdene når den blir moden i sommermånedene, og om disse eggene blir befruktet og kan gi levedyktig avkom. Høye sommertemperaturer kan forhindre torskens gyting, men dette er ennå ikke studert.

Lysstyring vil altså kunne bidra til å bedre produksjonsresultatet for torskeoppdretterne, og muligens også forhindre eller redusere utslipp av befruktete torskeegg fra merdene. Men det vil ikke forhindre gyting hos rømt torsk. Torsk ser ut til å rømme lett fra oppdrettsmerdene. Det kan derfor bli behov for alternative teknikker for å hindre kjønnsmodning og gyting hos oppdrettstorsk. Dette kan omfatte produksjon av steril torsk, for eksempel ved såkalt triploidisering. Det innebærer at fisken har tre kromosomsett, to fra mor og ett fra far. Triploid fisk er normalt helt steril. Den produseres normalt ved at man utsetter eggene for et trykksjokk like etter befruktning. Nye forsøk i Canada viser at dette er mulig for torsk, og denne fisken følges videre for å sjekke om den blir helt steril.

Det er imidlertid usikkert om triploid torsk vil klare seg like godt i oppdrett som normal torsk. Triploid laks ser ut til å være mindre robust enn vanlig laks og kan under spesielle miljøforhold utvikle mer deformiteter og vokse dårligere enn normal laks. Før man går i gang med full kommersiell produksjon av triploid torsk bør vi derfor undersøke produksjonsegenskaper, helse og velferd hos triploid torsk under ulike miljøforhold.





SPREDNING AV SYKDOMS-FREMKALLENDE ORGANISMER

Spredning av patogener fra oppdrettsanlegg til ville bestander kan bli en betydelig miljøutfordring. Ikke minst lakselusproblemene har vist at slik spredning kan få store negative konsekvenser for ville bestander. Spesielle hensyn må tas når oppdrettsanlegg legges i viktige oppvekst- eller gyteområder for villfisk. Noen sykdommer kan spres med egg, og dersom slike sykdomssituasjoner oppstår og torsk gyter, er det fare for spredning. I slike tilfeller er framskyndet utslaktning et naturlig tiltak.

Bakterier og virus

Forskjellige sykdomsfremkallende mikroorganismer har ulik overlevelsessevne i de frie vannmassene. Frie viruspartikler blir mer eller mindre inaktivert av UV-stråler fra solen, mens virus som er bundet i organiske partikler, i større grad vil kunne bli stabilisert. Det er også stor forskjell i overlevelsestid mellom ulike typer virus, siden virus er konstruert svært forskjellig fra naturens side.

De fleste bakterier som kan forårsake sykdom hos fisk, er det vi kaller opportunistisk sykdomsfremkallende. De kan overleve i vann i lengre tid og formere seg utenfor verten. Omkring 1990 ble det publisert flere arbeider om bakteriers evne til å tåle sulting, og de konkluderte med at mange bakterier kan overleve lenge, både i vannmasser og i sedimenter. I dag vet vi at bildet er mer sammensatt. Omsetningen av bakterier i naturen kan være høy, og det betyr at bakterier som ikke formerer seg raskt, kan minke i antall.

Hittil har de fleste bakterier som har forårsaket sykdom hos fisk, vært såkalte opportunister. Disse bakteriene har et mye videre sett av overlevelsesstrategier enn vi finner hos virus eller spesialiserte sykdomsfremkallende bakterier, som bare kan overleve i en vert. Opportunister kan ikke bare overleve uavhengig av verter, de kan ofte utgjøre en del av vertenes normalflora. Det betyr at de er til stede hos friske individer og først utløser sykdom når verten svekkes, for eksempel som følge av stress ved raske temperaturendringer eller ekstrem sult. Slike bakterier, for eksempel *Vibrio*-typer og atypiske furunkulosebakterier, er kjent fra mange fiskearter.

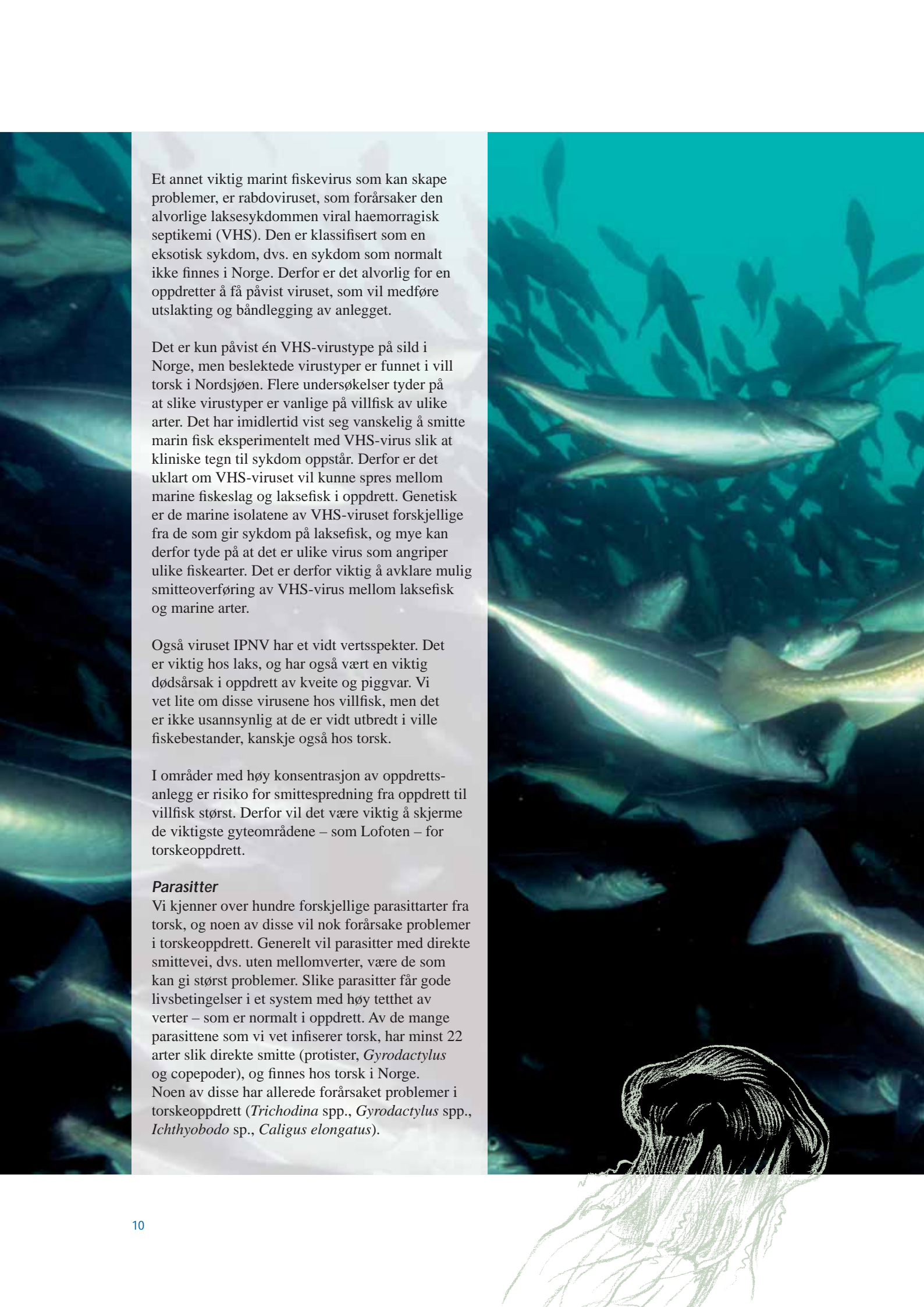


De siste årene har den bakterielle sykdommen francisellose rammet en rekke torsk oppdrettsanlegg. Den skyldes den nyoppdagete bakterien *Francisella piscicida* og lever inni fiskens celler. Det gjør at både behandling og forebygging av sykdommen kan være vanskelig, og det finnes per i dag ikke kommersielt tilgjengelige vaksiner. Francisellose utvikler seg langsomt, og fisken kan være smittebærer uten at det oppdages. Torsk som blir syk, får redusert vekst og utvikler etter hvert synlige skader både i hud og indre organer, særlig milt og nyre. Upubliserte data fra et samarbeidsprosjekt mellom Universitetet i Bergen og Havforskningsinstituttet tyder på at *Francisella*-bakterien – og sykdommen den forårsaker – er ganske utbredt hos vill torsk, i hvert fall i sørnorske farvann. Det er også påvist en epidemi av sykdommen i Skagerrak/Kattegat. Siden både kyststrømmen og mye transport av oppdrettsorsk går nordover, er det sannsynlig at *Francisella*-smitte vil spres både med vann, villfisk og oppdrettsfisk.

Nodavirus, som er et velkjent problem i oppdrett av kveite i Norge, har i 2006 også rammet oppdrettsorsk i tre tilfeller. Generelt er yngel mest utsatt. De utvikler sykdommen viral nervevevsnekrose (VNN), ofte med svært høy dødelighet. Vi vet at viruset spres vertikalt, for eksempel fra mordyr via egg til larver og yngel. Siden oppdrettsorsk ofte gyter i merd, er smitte med virus som spres vertikalt, en trussel for omgivelsene som kommer i tillegg til mulig genetisk påvirkning.

Vi vet i dag altfor lite om hvor stor smittefaren er når merdtorsk plasseres i viktige gyteområder for villfisk, og om smittefaren til villfisk generelt og til annen oppdrettsfisk. Det er gjort noen undersøkelser av villfisk som tyder på at nodavirus er utbredt. Siden stamtorsk ofte er viltfanget, er det trolig at fisk som er brukt som stamtorsk, har vært bærere av viruset og dermed kan ha bidradd til spredning. Man har også funnet bærere av viruset hos andre marine fiskeslag langs norskekysten, men det er ikke klarlagt om forskjellige fiskeslag smittes med ulike nodavirustyper. I en vurdering av miljøeffekter av torsk oppdrett er kartlegging av nodavirustyper et viktig første skritt for å forstå smitteveier og spredning av viruset.





Et annet viktig marint fiskevirus som kan skape problemer, er rabdoviruset, som forårsaker den alvorlige laksesykdommen viral haemorragisk septikemi (VHS). Den er klassifisert som en eksotisk sykdom, dvs. en sykdom som normalt ikke finnes i Norge. Derfor er det alvorlig for en oppdretter å få påvist viruset, som vil medføre utslakting og båndlegging av anlegget.

Det er kun påvist én VHS-virustype på sild i Norge, men beslektede virustyper er funnet i vill torsk i Nordsjøen. Flere undersøkelser tyder på at slike virustyper er vanlige på villfisk av ulike arter. Det har imidlertid vist seg vanskelig å smitte marin fisk eksperimentelt med VHS-virus slik at kliniske tegn til sykdom oppstår. Derfor er det uklart om VHS-viruset vil kunne spres mellom marine fiskeslag og laksefisk i oppdrett. Genetisk er de marine isolatene av VHS-viruset forskjellige fra de som gir sykdom på laksefisk, og mye kan derfor tyde på at det er ulike virus som angriper ulike fiskearter. Det er derfor viktig å avklare mulig smitteoverføring av VHS-virus mellom laksefisk og marine arter.

Også viruset IPNV har et vidt vertsspekter. Det er viktig hos laks, og har også vært en viktig dødsårsak i oppdrett av kveite og piggvar. Vi vet lite om disse virusene hos villfisk, men det er ikke usannsynlig at de er vidt utbredt i ville fiskebestander, kanskje også hos torsk.

I områder med høy konsentrasjon av oppdrettsanlegg er risiko for smittespredning fra oppdrett til villfisk størst. Derfor vil det være viktig å skjerme de viktigste gyteområdene – som Lofoten – for torskeoppdrett.

Parasitter

Vi kjenner over hundre forskjellige parasittarter fra torsk, og noen av disse vil nok forårsake problemer i torskeoppdrett. Generelt vil parasitter med direkte smittevei, dvs. uten mellomverter, være de som kan gi størst problemer. Slike parasitter får gode livsbetingelser i et system med høy tetthet av verter – som er normalt i oppdrett. Av de mange parasittene som vi vet infiserer torsk, har minst 22 arter slik direkte smitte (protister, *Gyrodactylus* og copepoder), og finnes hos torsk i Norge. Noen av disse har allerede forårsaket problemer i torskeoppdrett (*Trichodina* spp., *Gyrodactylus* spp., *Ichthyobodo* sp., *Caligus elongatus*).



De fleste større parasitter som har mer kompliserte livssykluser med mellomverter, vil i mindre grad gi problemer. I oppdrettsanlegg der innsamlet dyreplankton blir brukt som fôr, kan slike parasitter komme inn. Erfaringer fra lakseoppdrett viser at myxosporidier, en spesiell gruppe parasitter med mellomverter, kan forårsake problemer. Børstemakk i miljøet frigjør mengder med sporer som er infektive for fisk, mens makkene smittes av sporer frigjort fra fisken. Dermed kan man få en lokal gjensidig oppsmitting. I 2002 ble en tidligere ukjent myxosporidie (*Parvicapsula*) identifisert som årsak til dødelighet hos oppdrettslaks, og parasitten forårsaker betydelige problemer lokalt, spesielt nord i landet. Torsk er vert til hele sju kjente myxosporidie-arter som kan tenkes å forårsake problemer i oppdrett.

Det er viktig å merke seg at mange av parasittypene ikke bare kan infisere torsk. De har varierende grad av vertsspesifisitet, ofte ikke kjent i detalj. Noen parasitterer de fleste beinfisk, andre bare torskefisk, noen muligens bare torsk.

Problemer knyttet til parasittangrep og -spredning fra oppdrett kan deles inn i typer:

- 1) Økt lokalt smittepress: Villfisken får mer parasitter, ev. sykdom (f. eks. lakselus)
- 2) Transport av oppdrettsfisk kan introdusere nye typer parasitter (f.eks gyro for laks)
- 3) Oppdrett kan gi grunnlag for utvikling av mer skadelige stammer av parasitten (f. eks. IPN-virus for laks)
- 4) Miljøeffekter pga. behandling (f.eks. avlusing)
- 5) Miljøeffekter pga. endret atferd hos villfisk, fugl, sel. osv.: tiltrekkes av oppdrett og sprer sine parasitter (f.eks. svartflekkysyke fra sjøfugl)

Vi vet i dag altfor lite om parasittforekomster og disses eventuelle stammer hos torsk til at vi på en tilfredsstillende måte kan vurdere slike miljøeffekter av oppdrett. Kunnskapen om parasittfaunaen hos villtorsk er også så begrenset at vi neppe ville være i stand til å oppdage nyinnførte parasitter.

Lus

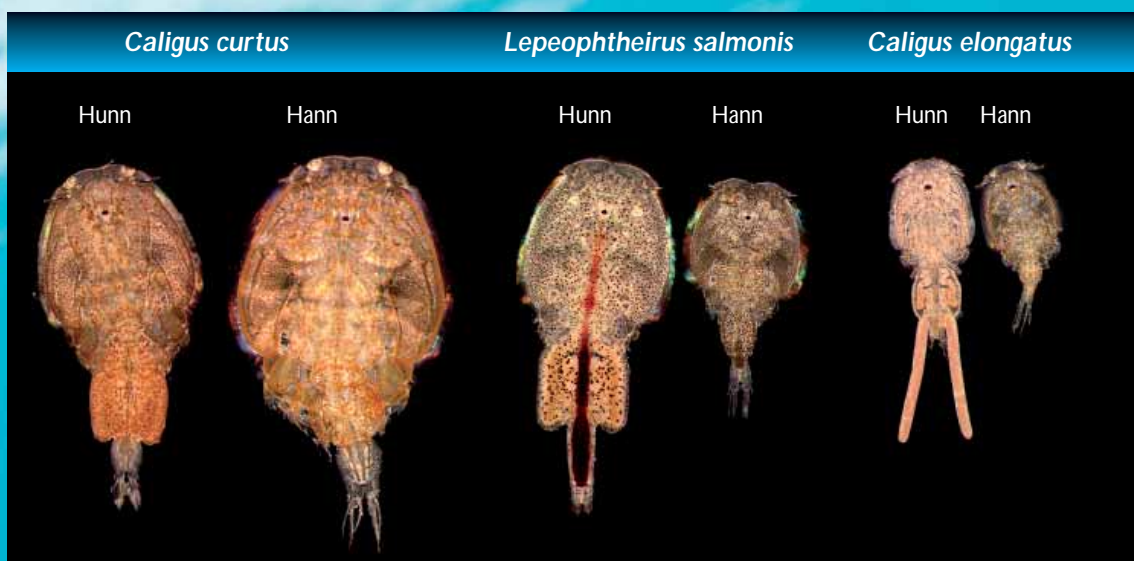
Lakselus er blitt kjent for de fleste etter problemene denne parasitten har skapt for oppdrettsnæringen. Mindre kjent er det kanskje at lakselusen har en rekke slektninger, og at de fleste fisker i havet har "sine" lus. I torskoppdrett er det spesielt to arter som kan lage problemer, torskelus (*Caligus curtus*) og skottelus (*Caligus elongatus*). Torskelus finner man på torsk og noen andre torskefisk som lange, lyr, sei og brosme, mens skottelus er en generalist som man har funnet på mer enn 80 fiskearter fra ulike familier.

En betydelig andel av lakseluslarvene man i dag finner i de frie vannmassene er produsert av lus som sitter på oppdrettslaks i merd. Vill laksefisk blir derfor utsatt for et langt høyere smittepress enn hva som ville vært tilfelle uten oppdrett. Spørsmålet er om det samme vil skje med lus på oppdrettstorsk. Omfattende torskoppdrett kan tenkes å medføre økt smittepress for villfisk, og det vil værte langt flere egnede verter for torskelus enn for lakselus utenfor merdene.

Det er vist at lakselus kan overføre virus fra en fisk til en annen. Om torskelus eller skottelus kan fungere som smittebærere, vet vi lite om, men siden disse er mer tilbøyelige til å hoppe mellom vertsindivider enn lakselusen, og torskemerdene ofte tiltrekker seg villtorsk og andre torskefisk, synes spredningspotensialet større.

Forekomst, økologi og atferd hos torskelus og skottelus er lite undersøkt, og det er vanskelig å si hva som kan skje fremover. Det avgjørende vil være om lusen infiserer torsk i merd og trives der, og om avkom fra lus på oppdrettstorsk bidrar til økt smittepress for villfisk og annen oppdrettstorsk. Skal vi kunne si noe nærmere om hvilke konsekvenser torskoppdrett kan ha for spredning av lus, må det legges en innsats i forskning på disse to artene i årene fremover. Først og fremst er det viktig å bringe på det rene om fisk i merd smittes, ev. hvor vanlig slik smitte er, og hvordan fisken smittes. Er det fullvoksen lus som svømmer gjennom noten og hopper på fisken, eller vokser lusen opp på fisken i merden? Videre må oppdrettsanlegg overvåkes og data samles, slik at man kan oppdage endringer i infeksjonsbildet over tid.





Figur 2. Fra venstre: torskelus (*Caligus curtus*), lakselus (*Lepeophtheirus salmonis*) og skottelus (*Caligus elongatus*). Lakselus- og torskeluslarver er ca. 1 cm lange, og bildet gjengir omtrentlig størrelsesforhold mellom lusene.



VEIEN VIDERE

Torskeoppdrett øker med 20–25 % hvert år, og det haster med å finne løsninger på de viktigste miljøutfordringene denne voksende næringen representerer.

Havforskningsinstituttet vil i løpet av 2007 ferdigstille en rapport om genetisk struktur hos kysttorsk på oppdrag fra Fiskeri- og kystdepartementet. Denne rapporten vil danne grunnlag for fremtidig forvaltning av torskeoppdrett angående valg av oppdrettslokaliteter, valg av stamfisk med mer.

En videreføring av prosjektet med genetisk merket torsk vil gi svar på miljøeffekten av oppdrettsorsk som gyter merd og danne grunnlag for forvaltningstiltak for å verne verdifulle villtorskstammer og viktige gyteområdene.

Det er innlysende at arbeid med å hindre rømming av torsk må intensiveres. Men siden torsk kan "rømme" ved naturlig gyting, må også forskning på å produsere en steril torsk prioriteres. Forskning på dette området pågår, men arbeidet må intensiveres og ta inn alle aspekter, som effektive metoder for sterilisering, fiskevelferd og forbrukeraksept.

Der er viktig å få kunnskap om normalsituasjonen i havet og i oppdrettsanlegg før torskeoppdrettet brer om seg, slik at det blir mulig å måle eventuelle effekter av torskeoppdrett. Basisnivå for utvalgte parasitter, bakterier og virus bør derfor kartlegges og overvåkes systematisk i utvalgte bestander med ulik eksponering for oppdrett. Innen denne kunnskapen er på plass, vil det være en god strategi ikke å legge oppdrettsanlegg i viktige gyteområder eller i områder med sårbare torskbestander.

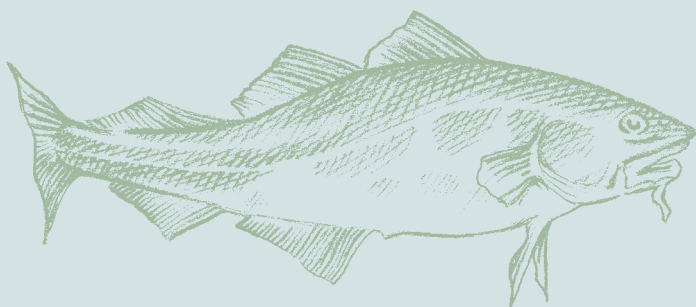
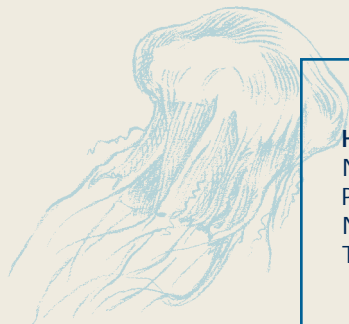




Foto: Eksportutvalget for fisk

**HAVFORSKNINGSINSTITUTTET**

Nordnesgaten 50
Postboks 1870 Nordnes
NO-5817 Bergen
Tel.: 55 23 85 00 – Faks: 55 23 85 31

www.imr.no

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET**AVDELING TROMSØ**

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

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET**FORSKNINGSSTASJONEN FLØDEVIGEN**

Nye Flødevigveien 20
NO-4817 His
Tlf.: 55 23 85 00 – Faks: 37 05 90 01

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET**FORSKNINGSSTASJONEN AUSTEVOLL**

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

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET**FORSKNINGSSTASJONEN MATRE**

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

**AVDELING FOR SAMFUNNSKONTAKT
OG KOMMUNIKASJON**

Tlf.: 55 23 85 38 – Faks: 55 23 85 55
E-post: informasjonen@imr.no

KONTAKTPERSONER

Terje Svåsand
55 23 68 91
terje.svaasand@imr.no

Øivind Bergh
55 23 63 70
oivind.bergh@imr.no

FAGGRUPPER

Populasjonsgenetikk
Helse

