

---

# Miljøproblemer i forbindelse med oppdrett av torsk

---

med fokus på sykdommer og mulighet  
for spredning av disse til ville bestander

Utarbeidet av:

Pernilla Simolin  
Renate Johansen  
Unni Grimholt  
Erik Sterud  
Agnar Kvellestad  
Øystein Evensen  
Tor Einar Horsberg

## Innholdsfortegnelse

<i>Innholdsfortegnelse</i>	2
<i>Sammendrag</i>	4
<i>Erfaringer fra oppdrett av laksefisk</i>	5
<i>Erfaring fra oppdrett av marin fisk</i>	5
<i>Sykdoms- og miljørelaterte problemstillinger</i>	6
<i>Begrenset kunnskap om sykdommer på torsk</i>	6
<i>Nye sykdomsproblemer</i>	6
<i>Flytting av fisk og annet biologisk materiale</i>	6
<i>Rømming av oppdrettstorsk - genetiske betraktninger</i>	7
<i>Interaksjoner med ville fiskebestander</i>	7
<i>Smittespredning via fôr</i>	7
<i>Behov for stamfiskkontroll i avlsarbeid</i>	8
<i>Diagnostiske metoder ved sykdom hos torsk</i>	8
<i>Smittemodeller på torsk</i>	9
<i>Kjemikalier i torskeoppdrett</i>	9
<i>Antibakterielle midler</i>	9
<i>Antiparasittære midler</i>	9
<i>Anestesimidler</i>	10
<i>Topiske desinfeksjonsmidler</i>	10
<i>Kjemikalier til notimpregnering</i>	10
<i>Miljøgifter</i>	10
<i>Algegifter</i>	11
<i>Immunologi / vaksinologi</i>	11
<i>Konklusjoner</i>	12
<i>Vedlegg 1: Aktuelle sykdommer</i>	13
Bakteriesykdommer i torskeoppdrett	13
<i>Vibrio anguillarum</i>	13
<i>Vibrio salmonicida</i>	13
<i>Atypisk Aeromonas salmonicida</i>	13
<i>Yersinia sp.</i>	14
<i>Mycobacterium sp.</i>	14
Sårproblemer	14
Virussykdommer i torskeoppdrett	14
Viral hemoragisk septikemi (VHS)	14
Nodavirus	15
Infeksiøs pankreas nekrose (IPN)	15
Infeksiøs lakseanemi (ILA)	15
Cod ulcer-syndrom (CUS)	15
Parasitter i torskeoppdrett	15
Metamonader	16
Mikrosporidier	16
Euglenozoer	16
Ciliater	16

Myxosporidier	16
Nematoder	16
Monogener	16
Krepsdyr	17
Andre lidelser	17
Svømmeblæreproblemer	17
Misdannelser	17
Fôringsrelaterte sykdommer	17
<b>Litteraturliste</b>	<b>18</b>

Veterinærmiljøene har bred kompetanse innen påvisning og kontroll av smittsomme fiskesykdommer og epidemiologiske studier på laksefisk. Denne erfaringen er brukt for å vurdere hvilke problemstillinger man kan stå ovenfor når torskoppdrett blir en omfattende næring. Rapporten tar utgangspunkt i direkte og indirekte interaksjoner som vil forekomme mellom oppdrettstorsk og ville bestander, samt at sykdomsproblemer i torskoppdrett må antas å kunne påvirke også villfisk. I *Vedlegg 1* omtales kjente sykdomsfremkallende agens i torskoppdrett og kunnskap om smitte mellom marine arter.

Denne rapporten tar ikke for seg alle mulige miljøkonsekvenser ved torskoppdrett, men konsentrerer seg om smittsomme sykdommer, samt bruk av medikamenter og kjemikalier. Det gjøres oppmerksom på at rapporten er utarbeidet med svært kort tidsfrist.

## Sammendrag

Et intensivt oppdrett av torsk kan på sikt føre med seg betydelige problemer med smittsomme sykdommer. Disse kan være forårsaket av allerede velkjente smittestoff (agens), kjente agens med endret uttrykksform (f.eks. mer aggressive varianter), agens som er kjent fra andre arter og som tilpasser seg torsk, eller hittil ukjente agens. De forventes hovedsakelig å representere en trussel for næringa selv, men vil også kunne true ville bestander. Akutte problemer forventes i første omgang å bli bekjempet med kjemiske midler der dette er mulig (bakterie- og parasittsykdommer). På sikt vil dette ikke være en akseptabel strategi. Man bør allerede i dag fokusere på etablering av ikke-medikamentelle bekjempingsmetoder.

For endel sykdommer, særlig sykdommer forårsaket av virus, kan man under ingen omstendighet basere seg på kjemiske kontrollmetoder. Virussykdommer kan bli en alvorlig trussel for et bærekraftig oppdrett av torsk. Det fryktes at kontroll med virussykdommer vil bli svært vanskelig med mindre man allerede i dag etablerer fornuftige rutiner for å begrense omfanget. Slike rutiner vil ha den positive bivirkning at omfanget av viktige bakterie- og parasittsykdommer også begrenses.

Kunnskapene om aktuelle sykdommer, deres spredningsmønster og artsspektrum samt kontrollmuligheter er begrenset. En kunnskapsbasert forvaltning av sykdomsproblemer forutsetter en høy og langvarig forskningsinnsats på området.

De mest aktuelle kontrolltiltak for smittsomme sykdommer kan deles i fire kategorier:

### Rammebetingelser for torskoppdrett

- Dagens situasjon med én lokalitet pr. konsesjon anses ikke som optimal. Det gjør brakklegging av lokaliteter mellom innsett av fisk vanskelig, og fører til flere generasjoner på den samme lokaliteten. Dette gir økt smittepress, og risikoen for påvirkning av ville bestander øker. Ved tilgang til flere lokaliteter pr. konsesjon kan en fullstendig separasjon av årsklasser med en brakkleggingsperiode mellom to produksjonssykluser gjennomføres.

### Overvåking av helsesituasjonen

- Jevnlig tilsyn fra fiskehelsepersonell er avgjørende for raskt å oppdage nye problemer. Selv om dette i dag er en betingelse for å få konsesjon, unnlater endel anlegg å inngå slike avtaler. Kontrollen av at konsesjonsbetingelsene overholdes bør bedres.
- Stamfiskkontroll må få en sentral betydning i overvåking av helsesituasjonen, slik at det etableres friske stamfiskpopulasjoner med kontrollert helsestatus.

### Offentlige tiltak for å begrense smittsomme sykdommer

- En eventuell smittespredning til oppdrettstorsk fra ville bestander kan skje ved direkte kontakt, men også fra fiskeforedlingsanlegg for villfanget torsk. I neste omgang kan villfisk påvirkes ved at smittepresset fra oppdrettsanlegg øker. Slike forhold må tas i betraktning når lokalisasjon av torskoppdrett skal avgjøres. Strengere krav til smittehygienisk behandling av utslipp fra foredlingsanlegg for både oppdrettet og villfanget fisk kan vurderes.
- Diagnostiske metoder for sykdommer på torsk må videreutvikles. Det er særlig viktig at det utvikles metoder som skiller mellom virulente og avirulente typer av agens.

- Våtfôr kan representere en betydelig smitterisiko, og strengere hygienekrav ved framstilling av slikt fôr kan vurderes.
- Etablering av smittehygieniske soner for torskoppdrett bør vurderes.
- For oppdrett av laksefisk stilles det krav om utarbeidelse av driftsplaner, der bl.a. brakkleggingsrutiner inngår. Tilsvarende driftsplaner bør også utarbeides for torskoppdrett.

#### Utvikling av gode strategier for forebygging og bekjempelse av sykdom

- Utvikling av effektive vaksiner med minimale bivirkninger må prioriteres høyt.
- For å øke bruken av stikkvaksiner må nye anestesiprotokoller utvikles.
- Avlsprogrammer for torsk bør ha sykdomsresistens som et viktig avlsmål.
- Optimale miljøbetingelser og sykdomsforebyggende driftsrutiner ved torskoppdrett bør videreutvikles
- Utvikling av optimalt tørrfôr til torsk vil redusere smittepress og øke motstandskraften mot sykdommer
- Sykdomsbekjempelse ved bruk av medikamenter må begrenses så mye som mulig. Slik bruk vil likevel være nødvendig fra tid til annen, og spesielt tilpassede behandlingsprotokoller bør utvikles.

## Erfaringer fra oppdrett av laksefisk

Erfaringene fra lakseoppdrett viser at effektiv sykdomskontroll er avgjørende for god fiskehelse. Dette gir i neste omgang et lavt forbruk av antibiotika og andre medikamenter, og begrenser muligheten for spredning av smitte til ville fiskebestander. Da oppdrett av laksefisk ble en stor næring på 70-tallet hadde man i starten lite sykdomsproblemer. Etter hvert kom vibriose, kaldtvannsvibriose og furunkulose m.fl. som gav store tap. I perioden før effektive vaksiner var tilgjengelige førte disse bakteriesykdommene til et svært høyt antibiotikaforbruk. Dette illustrerer hvordan oppdrett av fisk gir opphav til nye økologiske nisjer for potensielle sykdomsfremkallende agens. I et oppdrettsanlegg vil den høye tettheten av individer på et begrenset område gi ideelle forhold for oppformering og spredning av smittestoffer. I vill tilstand vil syk fisk blir slapp og fanges lett av predatorer. Dette er naturens raske og effektive måte å begrense sykdomsspredning på. Det er viktig at man ved oppdrett av fisk tilstreber å oppdage syk fisk raskt og fjerne eller behandle denne fisken så fort som mulig for å unngå videre spredning.

Lakseoppdretterne er i dag pålagt jevnlig tilsyn av primærfiskehelsetjeneste, og kliniske funn ved sykdom blir fulgt opp med diagnoser og tiltak mot smittespredning. Hovedvekt i helsekontrollen er lagt på forebyggende tiltak for å forhindre smittespredning, særlig til og fra settefiskeanleggene. Laksefiskens delte livssyklus mellom ferskvann og sjøvann gir gode muligheter for begrensning av smitte mellom generasjonene. Denne muligheten har man ikke på marine arter som har hele sin syklus i saltvann. Dette krever utvikling av nye prinsipper for helsekontroll for de marine oppdrettsartene.

Dagens gode helsesituasjonen på laksefisk kan i stor grad relateres til effektive vaksiner mot flere alvorlige sykdommer. Forskning på torsk har vist at immunresponsen til denne arten fraviker det vi finner på andre fiskearter. Dette gir nye utfordringer ved utvikling av vaksiner og diagnostiske metoder. Generell kunnskap om torskens motstandsevne mot sykdom er viktig for å kunne forsterke dette gjennom bl.a. vaksinerings.

## Erfaring fra oppdrett av marin fisk

Høy dødelighet i yngelfasen ved oppdrett av marin fisk er ikke uvanlig. Man har erfaring fra tilfeller med over 90 % dødelighet uten at oppdretter får mistanke til smittsomme sykdommer, eller tilkaller den lokale fiskehelsetjenesten. Den høye dødeligheten bunner gjerne i tekniske problemer. Imidlertid er det en risiko for at dødelighet pga tekniske vanskeligheter kan skjule utbrudd av smittsomme sykdommer. Når disse forblir uoppdaget kan de utgjøre en smittefare. Krav til helseovervåking er nødvendig for raskt å oppdage sykdom og stoppe smittespredning til andre oppdrettsanlegg og til villfisk.

Da man startet opp med oppdrett av kveite og piggvar fikk man raskt problemer med nodavirus-infeksjoner. (Se vedlegg 1 for mer informasjon). Torsk er også mottakelig for nodavirus og dette er forventet å gi problemer også i denne næringen. Nodavirus er et godt eksempel på at oppdrett av nye arter gir funn av nye agens. Vi må forvente at også torskeoppdrett vil gi funn av hittil ukjente agens, eller påvisning av agens som man ikke regnet med kunne smitte til denne arten.

I bl.a. Skottland har man hatt flere utbrudd av *Viral hemoragisk septikemi* (VHS) på piggvar, og VHS virus er isolert ved flere anledninger fra torsk og andre torskfisker i Nordsjøen/Nordsjø-området). Torsk var for øvrig den marine arten hvor VHS virus ble først isolert (Jensen & Larsen 1979).

VHS er en svært alvorlig sykdom på regnbueørret og sykdommen er gruppert som gruppe A i Norge og liste II i EU. VHS-virus isolatene fra piggvar er ikke virulente for regnbueørret. Da det er vanskelig med dagens diagnostiske metoder å skille mellom marine VHS-isolater og VHS-virus av ferskvannsopprinnelse vil utbrudd på torsk gi samme restriksjoner som utbrudd på regnbueørret. VHS er et godt eksempel på at det finnes ulike utgaver av samme virus med noe ulik virulens for ulike fiskearter. Smittsomme agens har evne til å forandre seg over tid og tilpasse seg til nye forhold.

## Sykdoms- og miljørelaterede problemstillinger

### *Begrenset kunnskap om sykdommer på torsk*

Kunnskapen om torskesykdommer er begrenset, og det finnes få beskrivelser av sykdomsproblemer på torsk. Dette betyr ikke fravær av sykdommer, men heller at næringen er ny og at de diagnostiske laboratorier har mottatt få prøver for diagnostisk sykdomskontroll. Dette har igjen sin årsak i at det ennå ikke er gjennomført oppdrett frem til slaktemoden fisk i stor skala.

Før man har mer kunnskap tilgjengelig bør det innføres generelle tiltak, som soneinndeling mellom oppdrett av ulike arter. Det er også behov for et regelverk som gir muligheter for en drift som minimerer konsekvensene av sjukdomsutbrudd. I dag tildeles bare én lokalitet pr torskeoppdrettskonsesjon. I og med at hele produksjonssyklus foregår i sjø, og det naturlige generasjonsskillet savnes, er det viktig å muliggjøre avgrensning av fiskegrupper og systematisert brakklegging. "Alt inn – alt ut" prinsippet har vist seg svært effektivt i kontroll med bakterie- og parasittsykdommer i lakseoppdrett, og vil også effektivt kunne minimere konsekvensene av lavpatogene sykdommer i oppdrett av torsk.

### *Nye sykdomsproblemer*

Det er velkjent at husdyrhold i intensiv produksjon vil føre til at det oppstår sykdomsproblemer. Dette henger kort sammen med økt stress og nedsatt motstandsdyktighet hos enkeltindividet, økt smittepress og innførsel av smittestoff til nye områder ved omsetting av dyr. I en intensiv oppdrettssituasjon vil det trolig dukke opp et antall hittil ukjente sykdommer, og mer aggressive varianter av allerede kjente patogener vil kunne utvikles. Sykdomsagens som får rikelig tilgang på vertsdyr vil kunne adapteres til kortere generasjonsintervall, noe som kan føre til raskere seleksjon av nye og mer aggressive stammer. Høy tetthet og høyt smittepress kan i verste fall føre til at to ulike virus infiserer samme vertscelle og utveksler arvemateriale, slik at en ny virusvariant oppstår. Dette fenomenet er bl.a. kjent hos influensavirus fra kylling og gris i Asia.

Svømmeblæreproblemer som man nå ser hos oppdrettet torsk er et godt eksempel på symptomer på fisken som man hittil ikke har funnet årsaken til. Det er viktig at alle slike funn av unormal adferd hos fisken følges opp med undersøkelser for å kartlegge årsaksforholdet slik at man raskt kan utelukke smittsomme agens og arvelige lidelser som kan spres til villfisk.

### *Flytting av fisk og annet biologisk materiale*

Infeksiøs lakseanemi (ILA) og furunkulose er eksempler på sykdom hos laksefisk som man vet er spredd ved at oppdrettsfisk er flyttet fra et sted til et annet. ILA- soner blir innført i forbindelse med sykdomsutbrudd for å begrense spredningen; bl.a. i forbindelse med transport

og slakting. Soner som begrenser transport av torsk bør også vurderes innført som et forebyggende tiltak for å begrense spredning av smittsomme agens. Brønnbåter med transport av oppdrettsfisk til slakting blir sett på som en farlig smittespredere for f.eks. ILA. For torseoppdrett kan også fiskebåter med bl.a. store torskefangster utgjøre en betydelig smittefare. Også annen båttrafikk må sees på som potensielle smittespredere. Ballastvann som tas opp et sted og slippes ut andre steder har i flere hundre år vist seg å være en effektiv sprednings måte for alger, planter og marine dyr til nye områder.

I dag utgjør villfanget oppfôringstorsk 50% av all torsk i anlegg. Virksomheten reguleres av det samme regelverk som oppdrett av torsk. Driften er gjerne kontinuerlig, dvs. fiskepopulasjonen tilføres stadig ny fisk. Muligheten for tilførsel av nye smittestoff øker, samtidig som muligheten for å bryte smittesyklus ved brakklegging er begrenset. Denne type fiskehold gir opphav til problemer som sår, parasittere problemer og virussykdommer. Regelverket gir også mulighet for sporadisk hold av fisk for oppfôring i merder mindre enn 1000 m<sup>3</sup>. Her forekommer i praksis ofte flere arter, som utgjør et bredt vertsregister for flere sykdomsfremkallende organismer. Fisk i oppfôringsanlegg er mer mottakelig for smittsom sykdom etter den påkjennning de er utsatt for i forbindelse med fangst og transport. Oppbevaring av svekket fisk kan gi økt risiko for smitteoppformering, noe som igjen øker faren for påvirkning av ville bestander.

### *Rømming av oppdrettstorsk - genetiske betraktninger*

Torskebestanden kan i grove trekk deles inn i vandrende og stasjonære populasjoner. De stasjonære kysttorskbestandene vil sannsynligvis være mer utsatt enn de vandrende bestandene for påvirkninger fra torseoppdrett. Kysttorsken ser i stor grad ut til å bestå av stedegne og genetisk forskjellige populasjoner, selv om det nok er en viss utveksling av genetisk materiale mellom disse, og mellom stasjonære og vandrende populasjoner. Det er all grunn til å tro at rømt oppdrettstorsk ikke vil vandre langt fra oppdrettsområdet. Rømt oppdrettstorsk vil derfor kunne tenkes å medføre en genetisk påvirkning av lokale bestander.

Da vi foreløpig vet for lite om den genetiske tilpasningen til miljøet, er det grunn til å fokusere på bevaring av nåværende genetisk mangfold hos de lokale torskebestandene før en betydelig genetisk utvanning evt. finner sted. Både statlige og lokale strategier for bevaring bør vurderes, f.eks. statlige genbanker og lokal oppdrett av stedegne stammer.

### *Interaksjoner med ville fiskebestander*

Kunnskap om mulig spredning av sykdomsfremkallende agens fra art til art er begrenset. Interaksjon mellom oppdrettet torsk og ville fiskebestander vil i stor grad være avhengig av hvor stort rømmingsproblemet blir i nærheten. Men også direktekontakt med villfisk og predatorer som trekkes til merdene medfører smitterisiko. Våren 2000 ble det f.eks. påvist VHS-virus på Åland i et regnbueørretanlegg. Dette var første gang dette viruset ble påvist i Finland, og kort tid etter ble det funnet VHS-virus i et annen regnbueørretanlegg i østre Finland. Det antas at regnbueørreten ble smittet av kontakt med villfisk da ingen annen smittevei kunne påvises.

### *Smittespredning via fôr*

Kommersiell tørrfôr som brukes i dagens oppdrett av laks utgjør en svært liten risiko for spredning av smittsomme agens. På marin fisk brukes det fremdeles våtfôr som gjerne er laget av villfanget sild og andre fiskearter. Dette våtfôret utgjør en alvorlig smittefare med tanke på VHS-virus, *Ichthyophonus hoferi*, *Mycobacterium* sp. og andre organismer. Det er derfor viktig å få utviklet god tørrfôr til marin fisk eller på annen måte sikre en tilfredsstillende hygienisering av råvarene slik at man unngår smitte via fôret.

Ved oppdrett av torsk, piggvar og kveite er man foreløpig avhengig av å fôre yngel med levende zooplankton. Det foregår en intens forskning på utvikling av tørrfôr, og dette gis til stadig yngre fisk, men ingen har så langt klart seg uten zooplankton i den første fasen. Zooplankton utgjør en smitterisiko for bakterier, virus og parasitter. Det må derfor innføres kontrollrutiner og begrensninger på transport av zooplankton over store avstander. Det er utviklet maskiner med planktonfiltre som rensar opp til 200 kbm sjøvann i minuttet. Slik storskala planktonhøsting kan få innvirkning på den økologiske systemet i nærrområdene. Uten

reguleringer og kontroll risikerer man "zooplankton- fabrikker" som leverer zooplankton til andre deler av landet. En utstrakt forflytning av zooplankton vil være svært uheldig både ut i fra et smitteperspektiv og av økologiske grunner for nærmiljøene der zooplanktonet transporterer til og fra. Et bedre alternativ er produksjon av zooplankton i lukkede damsystemer, der man kan endre zooplanktonsammensetningen for å få et bedre sammensatt fôr. Konsekvensene for miljøet av en slik praksis må imidlertid vurderes.

### *Behov for stamfiskkontroll i avlsarbeid*

Med avl tenker de fleste først og fremst på seleksjon av avlsmateriale for å øke vekst, overlevelse, fôrutnyttelse, kvalitet m.m.. Sykdomskontroll og sykdomsresistens er imidlertid også en viktig del av avlsarbeidet på laksefisk, og vil sannsynligvis få stor betydning for den fremtidige kontroll med torskehelsen. Det er allerede igangsatt et statsfinansiert prosjekt for næringsrettet torskavl.

I avlsarbeidet med laks har man blitt konfrontert med flere vertikalt overførbare sykdommer, dvs sykdommer som overføres med rogn og melke. Bakteriell nyresjuke (BKD) er et godt eksempel på en vertikalt overførbart sykdom på laksefisk som i dag kontrolleres gjennom stamfiskkontrollen. IPN er et av de største problemene i lakseoppdrett i dag, og også denne sykdommen omfattes nå av stamfiskkontrollen.

Avlsarbeidet med torsk er i oppstartfasen, og hittil har mye av yngelproduksjonen stammet fra villfanget torsk uten kjent helsestatus. Kartlegging av vertikalt overførbare sykdommer er nødvendig på et tidlig stadium i arbeidet med et avlsprogram. Stamfiskkontroll må helt fra starten få sentral betydning slik at det etableres en frisk stamfiskpopulasjon med kontrollert helsestatus. Dette er viktig for å unngå smittsomme sykdommer og arvelige lidelser på oppdrettsfisken som så kan utgjøre en trussel for ville fiskebestander. Det er behov for mer kunnskap og kartlegging av agens vertsspekter m.m. før man kan etablere en fullgod stamfiskkontroll på torsk.

### *Diagnostiske metoder ved sykdom hos torsk*

Klassiske metoder for påvisning av sykdommer hos fisk omfatter registrering av unormal adferd og evt dødelighet. Syk fisk blir obdusert, og indre organer blir vurdert makroskopisk. Prøver av vevet tas ut og fikseres til mikroskopiske undersøkelser, og spesielle prøver kan tas for påvisning av smittsomme agens. Mange av disse metodene er svært generelle og kan brukes på alle fiskearter. Men det er viktig å være klar over at det finnes mange begrensninger, og at funn av smittsomme agens ikke automatisk kan tilknyttes sykdom.

"Å åpne en torsk er som å komme inn i en zoologisk hage" er det mange som sier med tanke på alle parasittene som finnes hos denne arten. Over 100 parasitter er kjent på torsk og man må i tillegg regne med at listen over ukjente parasitter også er lang. Diagnostikk av parasitter er tidkrevende og gjøres best på ferskt materiale. Parasitter er ofte vanskelig å fjerne medikamentelt og bør i hovedsak forebygges ved å unngå smitte inn i anlegget. Diagnoser av kjente og nye parasitter hos torsk må følges opp med forskning på betydningen av parasittene og kartlegging av deres livssyklus.

En del sykdomsfremkallende bakterier stiller spesielle krav til dyrkingsbetingelsene for å kunne vokse i laboratoriet og dermed la seg påvise og karakterisere. Man må derfor anta at metoder som i dag brukes rutinemessig for bakteriologiske undersøkelser av f.eks. laks ikke alltid vil være tilpasset behovene ved undersøkelse av torsk. En negativ undersøkelse med dagens bakteriologiske metoder utelukker derfor ikke bakterier som årsak til sykdom. Det er også viktig å være klar over at funn av bakterier ikke nødvendigvis betyr at man har oppklart årsaken til sykdomsutbruddet. Bakterier kan f.eks. infisere fisken etter at den er svekket av andre årsaker.

Virus må ha levende celler for å formere seg, og man har flere tilgjengelige cellelinjer for fisk. Noen virus, som f.eks. IPN-virus, vokser i de fleste cellelinjer, men andre virus, som f.eks. ILA-virus, krever helt spesielle cellelinjer. Det tok endel tid fra man oppdaget ILA-virus hos laks og nodavirus hos kveite til man klarte å dyrke disse virusene under laboratoriebetingelser. En ny cellelinje måtte utvikles for å kunne dyrke nodavirus (Dannevig et al. 2000). Nodavirus er også et godt eksempel på et virus der ulike virusisolater fra ulike fiskearter har ulik evne til å vokse i cellekultur (Iwamoto et al. 1999). Det finnes ingen cellelinje fra torsk, og nye ukjente virus på torsk vil kanskje ikke vokse i de eksisterende linjene etablert fra andre fiskearter og for andre kjente virus. Funn av nye virus gjøres iblant ved elektronmikroskopi, noe som er en svært



tidkrevende metode. Man må regne med at torsk som alle andre arter kan være tilsynelatende friske bærere av flere ulike virus. Dette gjør at funn av virus alltid må følges opp med smitteforsøk for å bekrefte om viruset er sykdomsfremkallende.

Nye molekylærbiologiske metoder som polymerase kjedereaksjon (PCR) blir stadig mer brukt for påvisning av smittsomme agens. Dette er avanserte metoder som baserer seg på påvisning av spesielle gensekvenser som er spesifikke for det enkelte agens. Det kreves mye kunnskap om agens for å kunne utvikle og bruke metodene riktig. Metodene er foreløpig dyre i bruk og har mange begrensninger, men dette er helt klart fremtidens metoder og må utvikles også for torskepatogene agens.

### *Smittemodeller på torsk*

Når fisk dør av ukjent årsak kan det være nødvendig å gjøre smitteforsøk for å få avklart om sykdommen er smittsom. Også ved funn av nye bakterier, virus og parasitter er det ofte nødvendig å utføre smitteforsøk for å avklare om agens er sykdomsfremkallende. Man kan enten ta materiale fra syk fisk og overføre det til frisk fisk via vannet eller ved injeksjon, eller man kan sette frisk og syk fisk i samme kar. Ideelt sett skulle man alltid ha kar med frisk fisk stående klart til slike tester som kan gi raske resultat. Dette er spesielt aktuelt når man starter med storskala oppdrett av nye arter. Smitteforsøk kan brukes for å studere smitte fra torsk til torsk, og fra torsk til andre arter.

## Kjemikalier i torskeoppdrett

Utbrudd av bakterielle sykdommer vil ofte kunne behandles med antibakterielle midler. På grunn av spredning til miljøet og risikoen for utvikling av resistente bakterier må bruken holdes på et minimum. Isteden er det viktig at smittehygienisk tenkning legges til grunn ved utvikling av næringens struktur, ved oppbygging og drift av de enkelte anlegg og ved utføring av transporter og slakting. Det er viktig med en aktiv primærhelsetjeneste og offentlig forvaltning for å utføre forebyggende helsearbeid, sykdomsdiagnostikk og -bekjempelse.

I dag er det ikke noe alarmerende høyt forbruk av antibakterielle eller antiparasittære midler i torskeoppdrett. Dette forhold kan imidlertid endre seg når produksjonsvolumet øker. Kunnskaper om riktig og forsvarlig bruk av kjemiske bekjempingsmidler på torsk er fortsatt svært mangelfull. De behandlingsprinsipper og medikamenter som pr. i dag benyttes er stort sett adoptert direkte fra lakseoppdrettsnæringen, på tross av store fysiologiske ulikheter mellom laks og torsk.

### *Antibakterielle midler*

I en foreløpig upublisert undersøkelse, basert på reseptmateriale innsendt til Fiskeridirektoratets kontrollverk for perioden 1991 - 2000, har A. Lillehaug, B.T. Lunestad og K. Grave påvist at vibriose forårsaket av *Vibrio anguillarum* hos torsk er den dominerende årsak til behandling med antibakterielle midler. Noen enkeltstående behandlinger er også utført på andre indikasjoner (andre *Vibrio*-infeksjoner, uspesifikke bakterielle infeksjoner, atypisk furunkulose, vintersår). Behandling av torsk med antibakterielle midler representerte i perioden 1991 – 2000 kun 1,2 % av det totale antallet forskrivninger av antibakterielle midler til fisk. Til sammenlikning var 79 % av forskrivningene til laks.

Ifølge Fiskeridirektoratets statistikk for 2001 var tyve (av totalt 27) resepter på oksolinsyre, fem var på flumekin og én på henholdsvis sulfadiazin/trimetoprim og florfenikol. Det totale forbruket var på 38,4 kg aktiv substans (B.T. Lunestad, personlig meddelelse 2002).

### *Antiparasittære midler*

Fiskeridirektoratets statistikk for 2001 viser at det ble gjort én rekvisisjon av antiparasittære midler til torsk. Denne rekvisisjonen var for deltamethrin, som benyttes mot ektoparasittære copepoder. Selv om rundorm i tarm og eventuelt i andre organer er potensielle problemer for torsk, er det ikke registrert rekvisisjoner av legemidler for å bekjempe disse. Imidlertid har Fagseksjon for farmakologi og toksikologi ved Norges veterinærhøgskole fått forespørsler om medikamentvalg og doseringer for å bekjempe rundorm i torsk.

## Anestesimidler

Anestesi av fisk er viktig i en rekke sammenhenger. Det største anvendelsesområdet er immobilisering ved stikkvaksinering, men også ved produksjonstekniske prosedyrer (sortering, veiing, stryking m.m.) er det nødvendig med anestesi.

Erfaringene med bruk av anestesimidler til torsk har vært svært varierende. Allerede i 1989 ble det konstatert at de mest benyttede anestesimidler til laks, benzokain og metakain, er dårlig egnet til torsk. Det hypnotiske midlet metomidat viste seg langt bedre egnet (Mattson & Rippe, 1989), men siden dette på grunn av et EU-direktiv ikke kunne benyttes til matproduserende dyr etter 1.1.2000, står man i dag uten noe godt alternativ til anestesi av torsk. Dette er svært beklagelig, siden det gir begrensninger for effektiv immunprofylakse ved stikkvaksinering av torsk.

Fiskeridirektoratets statistikk fra 2001 viste at det ble rekvirert anestesimidler til torsk åtte ganger. Fire rekvisisjoner var på benzokain, to på metakain og to på iso-eugenol.

## Topiske desinfeksjonsmidler

Torsk i oppdrett er utsatt for belastning med encellede ektoparasitter, bl.a. tilhørende slekten *Trichodina*. Til dette benyttes badebehandling med vandige løsninger av topiske desinfeksjonsmidler, i hovedsak formaldehyd (M.K. Hansen, personlig meddelelse 2002). Formaldehyd rekvireres normalt av oppdretteren selv, uten resept fra veterinær. Selv om dette sannsynligvis er på kanten i forhold til legemiddellovgivningen, er det likevel en etablert praksis innen oppdrett av både laksefisk og torsk. Det foreligger derfor ikke data som kan dokumentere omfanget av bruken.

Statistikken fra Fiskeridirektoratet viste at det i 2001 ble gjort én rekvisisjon av midlet bronopol, som på laks benyttes mot soppinfeksjoner med *Saprolegnia sp.* på egg og yngel. Denne soppen vokser imidlertid ikke i sjøvann, det kan derfor ikke fastslås på hvilken indikasjon denne rekvisisjonen er gjort.

## Kjemikalier til notimpregnering

Oppdrett av torsk i sjø foregår i nøter tilsvarende dem man finner i lakseoppdrettsnæringen. For å forhindre begroing impregneres disse med kobberholdige antibegroingsmidler, på samme måte som nøter til oppdrett av laksefisk. I 1999 ble det benyttet omlag 200 tonn kobber til notimpregnering i oppdrettsnæringen. Kobber er et essensielt spormetall som finnes naturlig i sjøvann, men utslipp kan føre til at det oppnås toksiske konsentrasjoner i vann og sediment i virksomhetens nærrområde. Dette forhold har vært sterkt i fokus av både næringen og forureningsmyndighetene. Oppdrettsnæringen har selv utarbeidet en handlingsplan for å redusere disse utslippene ([http://www.fiskeoppdrett.no/offentlige\\_dokumenter/kobber.pdf](http://www.fiskeoppdrett.no/offentlige_dokumenter/kobber.pdf)). Statens forurensningstilsyn vil f.o.m. 1.7.2002 innføre en forskrift som forbyr utslipp av miljøskadelige konsentrasjoner av disse midlene fra notvaskerier (SFT: Forskrift om regulering av forurensning fra vask og impregnering av oppdrettsnøter. Forslag til forskrift, 26.03.02). Rengjøring av nøter som står i sjøen med påfølgende frigjøring av disse midlene omfattes ikke av forskriften, selv om dette står for omlag 80 % av kobberutslippene. Utslipp fra notvaskerier står for omlag 20 % av de totale utslipp. I praksis betyr dette at utslippsvannet fra notvaskerier må renses for kobberholdige forbindelser, og avfallet må sannsynligvis leveres til spesialdeponier. Denne forskriften vil få den samme betydning for torseoppdrett som for lakseoppdrett.

## Miljøgifter

Med miljøgifter menes normalt tungt nedbrytbare forbindelser som kan akkumuleres i næringskjeden, f.eks. PCB, dioksiner, tungmetaller m.m. Begrepet benyttes også iblant om lettere nedbrytbare forbindelser, eller forbindelser som ikke akkumuleres i næringskjeden, såfremt disse tilføres det ytre miljø og kan ha en betydelig skadelig virkning på levende organismer.

Ut over den bruk som er av bekjempingsmidler, desinfeksjonsmidler og kjemikalier til notimpregnering, forventes det ikke utslipp av "miljøgifter" fra torskeoppdrett. Det må imidlertid pekes på at torsk i oppdrett selv vil bli utsatt for en betydelig belastning av miljøgifter gjennom fôret, da dette i hovedsak er av marin opprinnelse. Industrifisk som benyttes til produksjon av fiskefôr vil - som annen marin fisk - akkumulere polyklorerte hydrokarboner gjennom næringskjeden. Disse akkumuleres i fettvevet, og vil igjen oppkonsentreres når det inngår i fiskefôret. Fra lakseoppdrett, særlig i Skottland og Canada, kjenner vi til at påvisning av selv lave konsentrasjoner av PCBer og dioksiner i oppdrettet fisk kan få et voldsomt mediafokus.

Torsk er ikke så utsatt for å akkumulere høye konsentrasjoner av polyklorerte hydrokarboner i muskulaturen, da denne er svært mager sammenliknet med laksefisk. Imidlertid er torskens lever svært fettrik, og det er hit slike forbindelser vil finne veien. I motsetning til hos laks vil torskelever være verdifull, dels som næringsmiddel og dels som råvare til produksjon av f.eks. tran. Dersom ikke torskens fôr settes sammen med lav forekomst av polyklorerte hydrokarboner for øye, vil man få problemer med disse forbindelsene i torskelever, og et påfølgende negativt fokus på oppdrettstorsk som næringsmiddel.

## Algegifter

Torskeoppdrett vil neppe være noen medvirkende årsak til oppblomstring av skadelige alger, men "naturlige" oppblomstringer vil kunne være svært skadelige for torskeoppdrett. Selv om de fleste algearter er harmløse for fisk og andre dyr, finnes det enkelte arter som produserer giftstoffer og dermed er skadelige. Ved oppblomstring kan disse forårsake stor dødelighet, spesielt på oppdrettsfisk, som ikke kan rømme unna. Enkelte alger produserer toksiner som oppkonsentreres i skjell, toksiner som ikke er giftige for skjellet, men som kan være svært giftig for mennesker. Alger, og toksiner produsert av disse utgjør derfor en trussel for fiske- og skjelloppdrettsnæringen i utsatte områder langs norskekysten. Mens skjelloppdrettsnæringen lider økonomiske tap som følge av at skjellene blir uspiselige når de akkumulerer giftstoffer, er trusselen for oppdrettsfisk en annen: Massedød i merdene. De økonomiske tap som følge av fiskedød etter algeoppblomstringer kan være formidable: I ett tilfelle mistet ett enkelt lakseoppdrettsanlegg på Sørlandet fisk for over 12 millioner kroner ved en oppblomstring av *Chattonella sp.* (2001). Dette tilfellet viste også klart at laks og torsk på mange områder er svært forskjellige: Det ble det ikke registrert dødelighet på torsk, selv om laks i nærliggende anlegg døde i hopetall. Imidlertid kunne det ikke fastslås om disse forskjellene skyldtes at torsk ikke tok opp algegiftene like effektivt, om de ble fordelt til andre vev enn hos laks der de gjorde mindre skade, eller om torsk har en naturlig høyere toleranse ovenfor algegifter. Det er heller ikke blitt fastslått om algegiftene eventuelt akkumuleres i fiskekjøttet i mengder som kan være helseskadelige.

## Immunologi / vaksinologi

Over de siste ti årene er det gjennomført flere studier av basale immunologiske forhold hos torsk knyttet til utvikling av immunkompetanse, dvs. utvikling av immunologiske organer og nivå av sirkulerende antistoffer og andre løselige komponenter av betydning for beskyttelse mot infeksjon. I tillegg har det vært gjort grundige studier av de underliggende genetiske mekanismer knyttet til immunresponser (humoral eller antistoff-mediert immunitet) over den samme tidsperioden.

Når det så gjelder anvendte studier av immunitetsutviklingen hos torsk etter vaksinasjon er disse svært begrenset. Det er kjent at torsk i oppdrett lett infiseres med *Vibrio anguillarum* (vibriose) etter transport eller ved overføring til (større) merder i sjøen. På eksperimentelt grunnlag har det vært benyttet vaksinasjon mot vibriose med en vannbasert vaksine. Vaksinasjonsprosedyrene er gjerne slik at torsk vaksineres rundt 5-10 g med en bade- eller dypvaksine og siden revaksineres mellom 20 og 50 g, noe avhengig av driftsformen, og da gjerne ved stikkvaksinerings.

Resultatene ved bruk av vaksinasjon er gode i den betydning at det oppnås god beskyttelse etter badevaksinasjon. Det samme gjelder ved bruk av stikkvaksinerings. Så langt har det ikke vært benyttet adjuvansvaksiner eller disse har vært benyttet i meget begrenset grad. Det er ikke kjent hvor lenge man kan forvente beskyttelse etter badevaksinerings. Det

samme gjelder for stikkvaksinering ved anvendelse av vaksiner som ikke er tilsatt adjuvans (immunstimulatorer).

Med intensivering av torskoppdrettet må det forventes at antallet infeksjonssykdommer som registreres i oppdrett øker og med det også behovet for terapeutiske og forebyggende tiltak. Terapien skal i hovedsak ta hånd om de akutte problemer, det tilligger det forebyggende å løse problemet på lang sikt og derigjennom sikre en miljømessig sunn utvikling av næringen. I så måte vil anvendt immunologi og utvikling av optimale vaksinasjonsmetoder og –prosedyrer, være en av de viktigste innsatsfaktorene for å sikre en sunn miljømessig profil for torskoppdrettet langs norskekysten.

Det er selvfølgelig umulig å utvikle vaksiner til sykdommer man ennå ikke kjenner eller har påvist hos en ny art som torsk. Men, det er mulig å høste av den erfaring man har gjort innen lakseoppdrett. Et trekk man kan ane allerede i dag er at på samme måte som for laks må forventes et behov for å benytte vaksiner hvor det tilsettes relativt ”sterke” adjuvans i vaksinen. Hvilke konsekvenser dette vil ha eller hvilken betydning dette vil ha for vekst av fisken kan man pr. i dag ikke forutsi. Det samme kan man si om etiske sider og mulige kvalitetsmessige konsekvenser av det samme. Fra laks er sammenvoksninger i bukhulen som følge av stikkvaksinering velkjent. Dersom dette blir et problem hos torsk vil kvaliteten på leveren kunne forringes vesentlig. Her er det behov for utdypende studier over de nærmeste årene.

Optimal forebyggelse sikrer sunn miljømessig drift av torskoppdrett. Forebyggelse av sykdom og vaksinasjon er en av de viktigste innsatsfaktorene i så måte.

## Konklusjoner

### **Sykdomsframkallende organismer kan oppformerer hos oppdrettsfisk og spres til, eller øke smittepresset hos villfisk**

Vi forventer at sykdom blir et økende problem også ved oppdrett av torsk. Hvilke sykdommer som vil dominere er for tidlig å si. Vi vet enda for lite om smitte mellom arter til å kunne forutse effekter av oppdrett på villfisk. For å minimere risiko for smittespredning til ville bestander må det forskrifts- og regelverk som gjelder oppdrett og oppføring av torsk særlig gi føringer på følgende punkter:

Smitteforebyggende arbeid og helse- og sykdomsovervåkning må ha høy prioritet. Generasjonsskiller bør innføres for å unngå smitteoverføring fra eldre til yngre fisk. Det vil si at hver konsesjon må ha tilgang til flere enn en lokalitet, noe som ikke er tilfelle i dag. Øvrige driftsregler for smitteforebygging må innskjerpes, deriblant regler for bruken av våtfôr, brakklegging og geografisk skille mellom ulike arter.

Stamfiskkontroll bør innføres og utviklingen av diagnostikk på området utvikles, for å unngå at smitte oppformerer i næringen og blir en trussel både for den og for ville bestander.

### **En sunn næring må minimere bruken av kjemikalier**

I dag finnes det liten kunnskap om korrekt bruk av medikamenter for å forebygge, og for å redusere tapene ved sykdom hos torsk. Bruken av medikamenter forventes å øke når sykdomsproblemer øker i takt med næringens størrelse. Fra et problem har kommet til syne og til det er utviklet vaksiner og andre forebyggende tiltak vil næringen måtte bruke kjemiske bekjempingsmidler. En korrekt bruk forutsetter kunnskaper om opptak, utskillelse og virkning av slike i torsk.

Utvikling av optimale vaksinasjonsmetoder og prosedyrer vil være en av de viktigste innsatsfaktorene for å sikre en sunn miljømessig profil for torskoppdrettet langs norskekysten. I tillegg vil gode driftsrutiner og smitteforebyggende tiltak begrense forekomst av mange sykdomsproblemer.

Det må rettes oppmerksomhet mot sykdommer hos torsk for å øke kunnskapen blant oppdrettere og helsetjenester. Det er viktig å tidlig få en effektiv sykdomsovervåkning i næringen og innarbeide diagnostikk for arten. Det finnes et stort behov for kartlegging av sykdomspanoramaet på torsk og ulike smitteagens' vertsspektrum. Det savnes også spesifikk sykdomsdiagnostikk for torsk.

## Vedlegg 1: Aktuelle sykdommer

### Oversikt over sykdommer som kan forventes å gi problemer i torskoppdrett, relatert til påvirkning på ville fiskebestander

Fig.1 Antall påvisninger av sykdomsframkallende organismer og sykdommer hos torsk ved Veterinærinstituttet i 2001

<i>Vibrio</i> sp	21
Andre bakterielle sykdommer	6
Sår	7
Parasitter	135
Misdannelse	1
Annet	14
<b>Totalt</b>	<b>184</b>

Tabellen viser det samlede antallet diagnoser stilt på innsendt material fra oppdrettet og vill torsk til Veterinærinstituttet i 2001. Underrubriken "annet" dekker lidelser som hjerte- og muskelbetennelse, nyrebetennelse og sirkulasjonsforstyrrelser. Under rubriken "andre bakterielle sykdommer" kommer diagnoser som *Photobacterium* sp. og bakteriell septikemi.

#### Bakteriesykdommer i torskoppdrett

##### *Vibrio anguillarum*

*Vibrio anguillarum* er naturlig førekommende i det marine miljø og har forårsaket store tap først og fremst på uvaksinert torsk yngel. Vibriose pga. *V. anguillarum* er også et problem ved oppdrett av piggvar og steinbit. Det finnes et stort antall varianter (serotyper) av *V. anguillarum*, isolert fra en rekke ulike fiskearter, og de fleste er vel kjente. Hos torsk er det serotypene O2 $\alpha$  og O2 $\beta$  som oftest isoleres ved sykdomsutbrudd. Det er utviklet en kommersiell vaksine mot vibriose, men i og med at yngelen lever i sjøvann der det finnes vibriobakterier må den dyppvaksineres før immunsystemet er fullt utviklet, og revaksineres for å oppnå fullgod effekt.

##### *Vibrio salmonicida*

*V. salmonicida* har aldri blitt påvist i sammenheng med sykdom hos villfisk, men gav store tap på oppdrettet laks før vaksine ble tilgjengelig i 1987. Dette er et eksempel på at en tilsynelatende ikke-sjukdomsframkallende bakterie i en oppdrettsituasjon får betingelser som gjør at den gir opphav til store problemer. Også på hos uvaksinert torsk har kaltvannsvibriose gitt sykdom ved to utbrudd i 1999 og 2001 (D. Colquhoun, personlig meddelelse 2002). Man kan imidlertid ikke forvente helt å slippe problem med vibriose selv om vaksinasjon er utbredt. I perioden 1992-1994 rapporterte 90 % av aktører i laksoppdrettsnæringen i Nord Norge om utbrudd av kaltvannsvibriose, til tross for vaksinerings.

##### Atypisk *Aeromonas salmonicida*

Furunkulose var lakseoppdrettsnæringens kanskje største utfordring frem til utviklingen av vaksine. Frisk fisk kan være bærere av smitte og utbrudd med høy dødelighet kan oppkomme ved stress. *A. salmonicida* har blitt isolert fra en rekke marine fiskearter, og kan bli et stort problem pga sitt store smittespredningspotensiale. Gode hygienerutiner i avlsarbeid, stamfiskkontroll etter stryking, og god anleggshygiene er hjørnesteinene i smittebekjempelse, i

tillegg til vaksinasjon. På Island har denne bakterien forårsaket store problemer i landbaserte torskoppdrettsanlegg.

Infeksjon med atypisk *A. salmonicida* er gir også store tap ved oppdrett av kveite, piggvar og steinbit.

### *Yersinia sp.*

Bakterier fra genus *Yersinia* har blitt isolert fra torsk, men er ikke satt i sammenheng med sykdom og betraktes mest som tilfeldige funn. *Yersinia ruckeri* forårsaker store tap av regnbueørret i europeisk dambruk men er et forholdsvis lite problem i norsk lakseoppdrett. Yersinose, eller *Enteric red mouth disease*, kan gi høy dødelighet på lakseyngel eller et mer utstrakt forløp med dødelighet i settefiskfasen. Bakterien har imidlertid en bred utbredelse i det marine miljø og er isolert fra over 20 arter fisk i både ferskvann og sjøvann.

### *Mycobacterium sp.*

Infeksjon med mykobakterier er relativt vanlig hos villfisk. Mykobakterier er vanlig forekommende i naturen og de fleste fisker og amfibier regnes som mottakelige (Hjeltnes 1999). Også menneske kan smittes og utvikle overfladisk hudinfeksjon. Mykobakteriose hos fisk gir opphav til gråhvite knuter som kan finnes i alle organer. Særlig torskoppdrettsanlegg som benytter våtfôr har rapportert om forekomst av mykobakteriose (Norsk Fiskeoppdrett, nr. 4, 2002). Siden mykobakterier har stor utbredelse og persisterer over lang tid i det akvatiske miljøet er ubehandlet fôr basert på avskjær fra fisk en viktig smittevei. Sjukdomsutviklingen er imidlertid så langsom at skadene ofte ikke rekker å bli et stort problem før fisken slaktes.

### Sårproblemer

Årsaker til sårproblemer, forebygging og behandling av sår konfronterer røktere og primærhelsetjenester ved oppdretts- og oppføringsanlegg allerede i dag. Ofte isoleres *Flexibacter sp.* fra lesjoner, men det finnes en rekke andre bakterier som er gir, eller under visse forutsetninger kan gi sårproblemer. *Flexibacter sp.* diagnostiseres ofte ved yngeldødelighet i oppdrett av piggvar, og årsaker rogn dødelighet på kveite. *Moritella viscosa* som forårsaker vintersår på laks ble nylig isolert fra torsk i oppdrett i Hordaland. Forskere på Island bekrefter at torsk er mottakelig for denne bakterien, og smitten vurderes å kunne gi store problemer i torskoppdrett (D. Colquhoun, personlig meddelelse 2002).

### Virussykdommer i torskoppdrett

Da man startet opp med oppdrett av kveite og piggvar oppdaget man et nytt virus i Norge, nodavirus. Dette er et godt eksempel på at oppdrett av nye fiskearter kan gi problemer med nye ukjente virus. Selv på laks finnes det fremdeles flere sykdommer med ukjent årsak, f.eks hjerte- og skjellettmuskelbetennelse, kardiomyopatisyndrom (CMS) og hemoragisk diatese, hvor virusinfeksjoner kan tenkes å være årsak. På torsk kan man selvsagt også forvente å få problemer med allerede kjente virus fra oppdrett, som VHS-, IPN- og ILA-virus.

### Viral hemoragisk septikemi (VHS)

I de senere årene har man påvist at det finnes ulike typer VHS-virusisolater med ulik patogenitet for ulike fiskearter. Man grupperer isolatene som "klassisk VHS-virus" og "marine VHS-virus". Klassisk VHS-virus gir alvorlig sykdom hos regnbueørret og er en gruppe A-sykdom i Norge. Det er svært viktig for oppdrett av regnbueørret at Norge opprettholder sin status som VHS-fri sone. "Marine VHS-virus" er bl.a. registrert ved sykdomsutbrudd på piggvar i Skottland 1994 (Ross et al. 1994). Undersøkelser av sild og andre fiskearter i Nordsjøen har vist en utbredt forekomst av "marine VHS-virus". "Marine VHS-virus" gir (tilsynelatende) ikke sykdom på regnbueørret og er ikke så smittsom for marine fiske arter at den bør stå som A-sykdom. Problemet er at man med dagens diagnostiske metoder ikke er i stand til å skille mellom de to isolatene. Funn av VHS vil derfor bli behandlet som gruppe A-sykdom uansett om

det er et marint isolat. Dette betyr at funn av VHS-virus i et torskoppdrett vil føre til omfattende restriksjoner på anlegget og omkringliggende oppdrettsanlegg av laksefisk. Norge vil da miste sin status som VHS-fri sone og dette vil ha store konsekvenser for oppdrett av laks og regnbueørret.

Før oppdrett av marine arter blir en stor og omfattende næring haster det med å få på plass gode diagnostiske metoder som kan skille mellom de ulike VHS-virus-isolatene. Oppdretterne vil selvsagt ikke ha påvist VHS-virus og dette gjør at de vegrer seg for å sende inn prøver til virusundersøkelse. Veterinærinstituttet har lenge erfart dette når det gjelder prøver fra kveite og vi regner med at også torskoppdretterne vil vegre seg for å sende inn prøver. Dette er en uholdbar situasjon, og det haster med å få på plass nye diagnostiske metoder for å få tillit i næringen.

## Nodavirus

Torsk er mottakelig for nodavirusinfeksjon og utvikler sk viral encephalopati og retinopati (VER). Et utbrudd på oppdrettstorsk er registrert i Skottland og det isolerte viruset er svært likt nodavirus fra kveite (Starkey et al. 2001). Nodavirusinfeksjoner opptrer hovedsakelig på yngel og juvenil fisk (Munday et al. 2002). Fisk som overlever den akutte fasen kan bli persistent infisert og bære i seg store mengder nodavirus uten å vise tegn til sykdom (Johansen et al. 2002).

Nodavirus er vist å kunne smitte både vertikalt og horisontalt. Det er derfor viktig å undersøke stamfiskene og i avl bare bruke fisk hvor virusinfeksjon ikke kan påvises. ELISA- og PCR-tester er etablerte for mange fiskearter, bl.a kveite (Office International des Epizooties (OIE) 2000). Tilsvarende tester må etableres for torsk og i den forbindelse er det viktig å få stadfestet hvilke nodavirus-isolater torsk er mottakelig for.

## Infeksiøs pankreas nekrose (IPN)

IPN er svært utbredt i oppdrett av laksefisk og gir årlig store tap. Eksperimentelle studier viser at torsk er mottakelig for IPN-virus fra salmonider og utvikler IPN med høy dødelighet på yngel. Det finnes mange ulike isolater av IPN-virus med ulik patogenitet for ulike arter. Det er viktig å få kartlagt hvilke IPN-virusisolater torsk er mest mottakelig for og kartlegge smittefare til og fra salmonider. Man mangler mye kunnskap før man kan forutsi hvor stort problem IPN kan bli i torskoppdrett.

## Infeksiøs lakseanemi (ILA)

ILA er en svært alvorlig sykdom på laks og fører til høy dødelighet. Anlegg med syke fisk blir båndlagte og pålegges utslakting av all fisken. Viruset er svært smittosomt og spres via vann og brønnbåter til andre anlegg. Man vet ikke om torsk infiseres med ILA-virus, om den kan fungere som frisk bærer av viruset og om den kan utvikle sykdommen. Smitteforsøk med torsk og ILA i Skottland: intraperitoneal injeksjon og badsmitte med ILA-virus og kohabitasjon med ILA-smittet laks ga ikke kliniske symptomer hos torsk eller overføring av ILA til torsk (personlig meddelelse Ian Bricknell).

## Cod ulcus-syndrom (CUS)

Iridovirus er trolig årsak til CUS som sees på både vill og oppdrettet torsk. Dødeligheten er lav, men fisken utvikler store sår som også kan disponere for andre sykdommer og som forringer kvaliteten og vanskeliggjør salg. Årsaken til denne lidelsen må undersøkes slik at man kan finne effektive vaksiner eller forebygge tilstanden på andre måter.

## Parasitter i torskoppdrett

Både i internasjonal og nasjonal sammenheng er parasittsykdommer blant de store tapsårsakene i akvakultur. Selv for godt etablerte arter som atlantisk laks ser vi at parasittproblemene er betydelige. Lakselus er et godt eksempel på dette, og at gamle problemer blir som nye så vi høsten 2001 da 650 tonn slaktemoden laks ble offer for flagellaten *Spirionucleus barkhanus* i et oppdrettsanlegg i Alta. At også helt tilsynelatende nye

parasittproblemer kan oppstå har vi nylig erfart gjennom påvisningen av myxosporidien *Parvicapsula* sp. som årsaken til betydelig dødelighet i flere nordnorske matfiskanlegg. På et generelt grunnlag er det all grunn til å regne med at parasitter også vil være av stor betydning også for oppdrettstorsk.

Da erfaringene med oppdrettstorsk så langt er få, blir det vanskelig å peke på konkrete arter. Vi skal isteden kort omtale noen aktuelle parasittgrupper, og nevne noen eksempelarter innenfor disse.

### Metamonader

En tilsynelatende vanlig tarmparasitt hos vill torsk er flagellaten *Spironucleus torosa*. Nærstående arter som for eksempel *S. barkhanus* hos laks, kan av og til, av ukjente grunner, forårsake systemiske infeksjoner der parasitten invaderer muskulatur og indre organer. Dødeligheten ved slike utbrudd kan være høy. Vi vet ikke om *S. torosa* har et slikt potensial.

### Mikrosporidier

Mikrosporidieslekten *Pleistophora* inneholder arter som infiserer muskulaturen til marin fisk og gjør denne uegnet til mat. En art - *P. gadi* - er kjent fra torsk. Den er påvist også hos oppdrettstorsk og må på bakgrunn av dette regnes som et potensielt problem. Andre arter og slekter finnes også. men dens

### Euglenozoer

Denne parasittrekken inneholder en lang rekke encellede flagellater, der *Ichthyobodo necator* (Costia) og *Cryprobria* spp. er velkjente patogener for oppdrettfisk

### Ciliater

Disse er blant de virkelig tunge parasittgruppene. Gjennom sine levesett og spredningsstrategier drar ciliatene store fordeler av forhold der vertene er mange og står tett. *Cryptocaryon*, Trichodinidae, *Tetrahymena* og Scuticociliatidae er navn på slekter og familier som alle har vist seg å være problematiske ved oppdrett av marine arter.

### Myxosporidier

Som nevnt innledningsvis har vi nylig sett sykdomsutbrudd forårsaket av myxosporidien *Parvicapsula* sp. hos oppdrettslaks i Norge. Vi har så langt ingen indikasjoner på at denne er et potensielt problem for torsk, men det finnes andre arter som kan være det. Vi vil spesielt trekke fram slekten *Kudoa*. Flere arter i denne slekten fører til en nedsmelting av muskulaturen til infisert fisk. Det særegne er at dette gjerne skjer etter at fisken er død, og kanskje ikke før den ligger til oppvarming i stekepannen til en tysk husmor. Man kan lett forestille seg hva en slik forsinket uautorisert påvisning kan føre til for markedets oppfatning av oppdrettsfisk.

### Nematoder

Blant nematodene finner vi fiskeparasitter med et zoonotisk potensiale, dvs. at de kan forårsake sykdom hos mennesker. Dette gjelder artene som tradisjonelt blir omtalt som kveis. Kveis, slektene *Anisakis* og *Pseudoterranova*, er periodevis svært vanlig hos vill torsk, og kan føre til at hele eller deler av fisken (spes. lever) blir uegnet til mat. Det har tidligere vært antatt at mekanisk fjerning av parasittene, eller steking/koking av fisken slik at parasittene dør, fjerner problemet. Nyere forskning har imidlertid vist at parasittene inneholder sterke allergener som kan være i fiskekjøttet selv om parasittene er fjernet, og som ikke blir inaktivert av varme. Dette har vist seg å være et helsemessig problem i flere land.

### Monogener

Det holder å nevne *Gyrodactylus salaris*, så er det fleste på nett hva gjelder skadepotensialet til monogenerne (haptormarkene). Torsken er en naturlig vert for flere



gyrodactylusarter, og en eller flere av disse er svært vanlige å finne på torsk som innsendes for undersøkelse ved Veterinærinstituttet. Massive gyrodactylusinfeksjoner kan fort bli et helsemessig problem for oppdrettstorsk, og selv om kjemisk bekjempelse er mulig, vil dette være kostnadskrevende og dessuten være lite ønskelig rent PR-messig

## Krepsdyr

Torsken har også lus, og det er all grunn til å tro at hoppkreps i slekten *Caligus* vil bli et problem for oppdrettstorsk som *Lepeophtheirus* (og dels *Caligus*) er det for oppdrettsslaks. At laks og torsk kan være reservoarverter for hverandres lus er med å komplisere bildet.

## Andre lidelser

### Svømmeblæreproblemer

Fleire oppdrettsanlegg rapporterer om problemer med over 20 % dødelighet på torsk der eneste sykdomstegn er en overfylt svømmeblære. Torsk er physoclist; dvs. den har ingen direkte forbindelse fra svømmeblæren til tarmsystemet og den har en gasskjertel for økning av gassmengden og et organ kalt ovalen for fjerning av gass. Når fisken går mot grunnere vann utvides luft volumet i svømmeblæren og fisken må derfor kvitte seg med gassovertrykket. Torsken bør derfor unngå store trykkforskjeller på kort tid. Det som er viktig å merke seg er at den prosentvise variasjonen i luftvolum er større ved vertikal bevegelse på grunt vann enn på dypt vann. Fra 10 til 0 meter dobles volumet. I vill tilstand vil torskeyngel holde seg på dypere vann enn det vi kan tilby dem i oppdrett.

Årsak til dødelighet på torskeyngel med fylt svømmeblære er uvisst, misdannelser og infeksjøs agens kan ikke utelukkes. Problemet oppstår gjerne når tettheten og stresset på fisken er stor. Sortering av fisken og senking av tettheten gir mindre problemer. For å utelukke smittsomme agens og misdannelser som årsak til lidelsen kreves inngående undersøkelser og forskning.

### Misdannelser

Erfaringene fra intensivt oppdrett av ulike dyrearter, har lært oss at produksjonssykdommer har lett for å utvikle seg til betydelige problemer. I så måte har utviklingen innen lakse- og regnbueørretoppdrett fulgt et klassisk og forventet mønster. Det er derfor all mulig grunn til å forvente at slike lidelser også har et betydelig potensiale for å skape alvorlige problemer ved intensivt oppdrett av marine arter. Blant produksjonslidelsene spiller ulike typer misdannelser en helt sentral rolle. Disse kan angå både benvev og bløtvev og er velkjente problemer i dagens lakseoppdrett (Poppe et al. 1998, Poppe & Taksdal 2000, Kvellestad et al. 2000, Poppe et al. 2002). En fellesnevner for mange av disse lidelsene er at det er vanskelig å peke på en enkelt utløsende faktor. Det er snarere snakk om multifaktorielle lidelser med komplekse og sammensatte årsaksforhold. I tillegg til de reelle tap næringen lider ved opptreden av slike lidelser, representerer de også viktige etiske og dyrevernsmessige utfordringer. Konsumenter, forbrukere og interesseorganisasjoner engasjerer seg stadig sterkere på dette området, og det vil være åpenbare markedsmessige fordeler ved å kunne produsere fisk med et minimum av misdannelser og andre produksjonslidelser. Med basis i den kunnskap man etterhvert erverver om produksjonslidelser hos laksefisk, bør det tidlig investeres i forskning på tilsvarende problemer hos marine fiskearter slik at man kan begrense eller forhindre denne typen lidelser.

### Fôringsrelaterte sykdommer

Anrikning av zooplankton (*Artemia*) med ulike næringstilsetninger er vanlig og utviklingen av slike anrikningsmedier foregår i mange ulike bedrifter. Veterinærinstituttet har bl.a. diagnostisert levernekrose på kveite pga bruk av anrikningsmedium som var gått ut på dato. Det er viktig av Veterinærinstituttet har kompetanse også på fôringsrelaterte sykdommer spesielt for å kunne skille disse fra smittsomme sykdommer.

## Litteraturliste

- Dannevig BH, Nilsen R, Modahl I, Jankowska M, Taksdal T, Press CM (2000) Isolation in cell culture of nodavirus from farmed Atlantic halibut *Hippoglossus hippoglossus* in Norway. *Dis Aquat Org* 43:183–189
- Hjeltnes BK (1999) Infeksjon med mykobakterier. I: T. T. Poppe (ed) Fiskehelse og fiskesykdommer. Universitetsforlaget, Oslo p 120-122
- Iwamoto T, Mori K, Arimoto M, Nakai T (1999) High permissivity of the fish cell line SSN-1 for piscine nodaviruses. *Dis Aquat Org* 39:37–47
- Jensen NJ, Larsen JL: The Ulcus-syndrome in cod (*Gadus morhua*). III. A preliminary virological report. *Nordisk Vet Med* 31:436-442, 1979
- Johansen, R., Ranheim, T., Hansen, M. K., Taksdal, T., & Totland, G. K. (2002) Pathological changes in juvenile Atlantic halibut *Hippoglossus hippoglossus* persistently infected with nodavirus. *Dis Aquat Org*. Under trykking.
- Kvellestad A, Høie S, Thorud K, Tørud B, Lyngøy A (2000) Platyspondyly and shortness of vertebral column in farmed Atlantic salmon *Salmo salar* in Norway - description and interpretation of pathologic changes. *Dis Aquat Org* 39:97–108
- Mattson NS, Riple TH: Metomidate - a better anaesthetic for cod. *Aquaculture* 1989, 83, 89-94
- Munday BL, Kwang J, Moody N (2002) Betanodavirus infections of teleost fish: a review. *J Fish Dis* 25:127–142
- Office International des Epizooties (OIE) (2000) Viral Encephalopathy and Retinopathy. In: OIE (ed) Diagnostic manual for Aquatic Animal Diseases. Paris p 69-73
- Poppe TT, Johansen R, Tørud B (2002) Cardiac abnormality with associated hernia in farmed rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Dis Aquat Org*. Under trykking.
- Poppe TT, Midtlyng P, Sande RD (1998) Examination of abdominal organs and diagnosis of deficient septum transversum in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) using diagnostic ultrasound imaging. *J Fish Dis* 21:67–72
- Poppe TT, Taksdal T (2000) Ventricular hypoplasia in farmed Atlantic salmon *Salmo salar*. *Dis Aquat Org* 42:35–40
- Ross K, McCarthy PJ, Huntly B, Wood P, Stuart D, Rough EI, Smailand DA, Bruno DW (1994) An outbreak of viral haemorrhagic septicaemia (VHS) in turbot (*Scophthalmus maximus*) in Scotland. *Bull Eur Assoc Fish Pathol* 14:213–214
- Starkey WG, Ireland JH, Muir KF, Jenkins ME, Roy WJ, Richards R, Ferguson HW (2001) Nodavirus infection in Atlantic cod and Doversole in the UK. *Vet rec* 149:179–181