

Smittorisiko ved fôring av oppdrettsfisk med ubehandlet villfanget fisk

Til: Vitenskapskomiteen for mattrygghet

Fra: Ad hoc gruppe nedsatt av faggruppe 8 for å utarbeide rapport om

Risikovurdering; Smittorisiko ved fôring av oppdrettsfisk med ubehandlet villfanget fisk

Dato: 30.6.2007

Tore Håstein, Medlem VKM Faggruppe 8, (leder av *ad hoc* gruppen)

Øivind Bergh, Havforskningsinstituttet, Bergen

Gro Ingunn Hemre, Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning, Bergen, Medlem VKM Faggruppe 6

Brit Hjeltnes, Veterinærinstituttet, Bergen, Medlem VKM Faggruppe 8

Arne Levsen, Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning, Bergen

Kjell Midling, Fiskeriforskning, Tromsø

Forord

Mattilsynet har fått i oppdrag av Fiskeri- og kystdepartementet (FKD) å bestille en risikovurdering fra Vitenskapskomiteen om risikomomenter knyttet til bruk av ubehandlet fisk som fôr til oppdrettsfisk og ved oppfôring av villfanget fisk. Bestillingen ble diskutert i møte med VKM, faggruppe 15. mars 2007 og man ble enig om at bestillingen skulle omfatte:

1. Ei vurdering av smitterisiko ved bruk av villfanga fisk (fortrinnsvis sild og lodde) som fôr til villfanga torsk
2. Ei vurdering av om frysing kan redusere risiko for smitte av dei aktuelle sjukdomsframkallande agens

Endelig bestilling fra Mattilsynet forelå pr. E-post 28. mars 2007.

I den forbindelse ble det derfor besluttet å nedsette en *ad hoc* gruppe med medlemmer fra henholdsvis faggruppe 8, og faggruppe 6 som skulle utrede de problemstillingene som Mattilsynet ba om.

I telefonmøte av 26. april 2007 med medlemmene av den oppnevnte *ad hoc* gruppe, ble innholdet i rapporten diskutert.

I Fiskeri- og kystdepartementet sin bestilling til Mattilsynet datert 21. juni 2006 er det referert til biproduktsforordningen (2002/1774/EF) om at det i et nytt forslag er satt krav om at våtfôr som skal kunne brukes, må sikres på en slik måte at det ikke er smittefarlig for human- eller dyrehelse. *Ad hoc* gruppen fant på basis av spørsmålene i bestillingen og etter diskusjon med Mattilsynet på møte 15. mars 2007, at problemstillingen vedrørende human helse ikke var aktuell, og at dette forhold derfor ikke skulle tas med i rapporten.

Innholdsfortegnelse

1. Sammendrag
 - a. Norsk sammendrag
 - b. English summary
2. Bakgrunn og beskrivelse av oppdraget, mv.
3. Mandat
4. Gjeldende lovgivning (biproduktforordningen)
5. Beskrivelse av fangstbasert oppdrett, geografisk beliggenhet, fiskens opphav
 - a. Fangstbasert akvakultur i andre land
 - b. Fangstbasert akvakultur i Norge
 - c. Fangstbasert akvakultur - statistikk
6. Pelagiske fiskearter som råstoff til fôr
 - a. Lagringsstabilitet av vått pelagisk råstoff
 - b. Torskens næringsgrunnlag
7. Fôr og fôrregimer til fangstbasert oppdrett
8. Ernæringsbetingete sykdomsproblemer knyttet til bruk av ferskt våtfôr basert på sild og lodde til torsk i fangstbasert oppdrett
9. Aktuelle smittsomme sykdommer påvist hos torsk i oppdrett
10. Aktuelle sykdomsagens påvist hos sild, lodde og andre arter (bakterier, sopp, virus, parasitter)
11. Aktuelle smittsomme sykdommer som kan spres ved bruk villfanget fisk som fôr til torsk
12. Risiko for spredning av sykdom fra fangstbasert oppdrett til andre typer oppdrettsanlegg
13. Bruk av uhygienisert fôr - generelle betraktninger
14. Reduksjon av smitterisiko gjennom smittehygieniserende tiltak (frysing, ensilering, mv.)
15. Oppsummering av data
16. Behov for ny kunnskap, tiltaksbehov
17. Konklusjon
18. Referanser

1. Sammendrag

a. Norsk sammendrag

Rapporten er utarbeidet av en *ad hoc* gruppe på oppdrag fra Vitenskapskomiteen for mattrygghet etter forespørsel fra Mattilsynet i E-post av 28. mars 2007. I forespørselen ble det bedt om:

1. Ei vurdering av smitterisiko ved bruk av villfanga fisk (fortrinnsvis sild og lodde) som fôr til villfanga torsk
2. Ei vurdering av om frysing kan redusere risiko for smitte av dei aktuelle sjukdomsframkallande agens

Første del av rapporten viser til gjeldende lovgivning (biproduktforordning, mv) samt beskrivelse av fangstbasert oppdrett generelt og forholdene i Norge spesielt. Beskrivelsen omfatter geografisk beliggenhet, fangst av torsk som brukes i oppdrett samt statistiske forhold relatert til fangstbasert havbruk. Videre gis det en generell beskrivelse av fôr og fôrregimer til torsk, herunder ernæringsbetingete sykdommer som kan oppstå som følge av bruk av harskt fôr, mv.

Andre del av rapporten tar for seg sykdomsproblemer som er registrert i norsk torskeoppdrett i perioden 2000 -2006, sykdomsfremkallende agens som har vært påvist hos en del marine fiskearter, samt hvilke sykdommer som kan overføres ved bruk av villfanget fisk som fôr i fangstbasert torskeoppdrett. Eventuell risiko for smittespredning fra fangstbasert torskeoppdrett til andre typer oppdrett er også vurdert.

Følgende fiskepatogene agens er omhandlet:

Bakterier

- *Aeromonas salmonicida*, *Vibrio anguillarum* (*Listonella anguillarum*), *Francisella philomiragia* subsp. *noatunensis*

Virus

- Viral hemorragisk virusseptikemi (VHS) virus, Infeksiøs pankreas nekrose (IPN) virus, Infeksiøs lakseanemi (ILA) virus, Nodavirus (VNN),

Parasitter

- *Anisakis*
- *Ichthyophonus hoferi*

I siste del av rapporten omhandles ulike forhold vedrørende reduksjon av smitterisiko gjennom smittehygieniserende tiltak (frysing, ensilering mv.). Rapporten avsluttes med en oppsummering, behov for ny kunnskap og konklusjon.

b. English summary

The report has been prepared by an *ad hoc* group appointed by Vitenskapskomiteen - The Norwegian Scientific Committee for Food Safety, Panel 8 on Animal health and welfare, on request by the Norwegian Food Safety Authority (E-mail of 28th March 2007). In the request by the Norwegian Food Safety Authority the Committee was asked to give:

1. An opinion on the infection hazard using wild caught fish (preferably herring and capelin) as feed for wild caught Atlantic cod
2. An opinion whether freezing may reduce the hazard of infection of the fish pathogens in question

The first part of the report refers to the legislation in force regarding the use of by-products (Decree 1774/2002, etc.) and a description of farming of wild caught fish in general and in Norway in particular. The description covers geographical location, wild caught cod for use in aquaculture as well as statistical parameters related to aquaculture based on wild caught cod. Furthermore, a general description on feed, feeding regimes and feed-requirements in cod, including nutritional disease conditions that may occur following the use of rancid feed, etc. The second part of the report gives an overview of disease problems recorded in cod farming in Norway during the period 2000 - 2006 based on figures from the National Veterinary Institute, in addition to pathogens described in some marine fish species and that may be transmitted when wild caught fish are used as feed for farmed wild caught cod. Furthermore, the possibility with regard to the hazard of transferring disease from farmed wild caught cod to other aquaculture establishments is discussed.

The following fish pathogens have been discussed:

Bacteria

- *Aeromonas salmonicida*, *Vibrio anguillarum* (*Listonella anguillarum*), *Francisella philomiragia* subsp. *noatunensis*

Virus

- Viral Haemorrhagic septicaemia (VHS) virus, Infectious pancreatic necrosis (IPN) virus, Infectious salmon anaemia (ISA) virus, Nodavirus (VNN),

Parasites

- Anisakis
- *Ichthyophonus hoferi*

The last part of the report deals with various aspects regarding reduction of hazard exposure by hazard reducing measures (freezing, ensiling, etc.) and ends with a summing up, needs for new knowledge and a conclusion.

2. Bakgrunn og beskrivelse av oppdraget, mv.

Denne rapporten er utarbeidet på oppdrag fra Vitenskapskomiteen for mattrygghet etter forespørsel fra Mattilsynet (E-post 28. mars 2007) der det ble bedt om:

1. Ei vurdering av smitterisiko ved bruk av villfanga fisk (fortrinnsvis sild og lodde) som før til villfanga torsk
2. Ei vurdering av om frysing kan redusere risiko for smitte av dei aktuelle sykdomsframkallende agens

3. Mandat

På basis av bestillingen bestemte Faggruppe 8 at det skulle nedsettes en *ad hoc gruppe* med medlemmer fra faggruppe 8 og faggruppe 6 som skulle utrede de problemstillingene som Mattilsynet ba om. I telefonmøte av 26. april 2007 med medlemmene av den oppnevnte *ad hoc* gruppe, ble innholdet i rapporten diskutert.

4. Gjeldende lovgivning (biproduktforordningen)

Gjeldende regelverk på området er den såkalte Biproduktforordningen (Forordning 2002/1774/EF av 3. oktober 2002 om helsebestemmelser med hensyn til animalske biprodukter som ikke er beregnet på konsum).

FOR 2004-12-22 nr 1878: Forskrift om utøvelse av fisket på sjøen. Kapittel XVII, Fangst av fisk som skal holdes levende samt restitusjon og mellomlagring.

FOR 2005-12-22 nr 1682: Forskrift om krav til fartøy som skal holde fangsten levende.

EU Direktiv 91/67/EEC (vil bli erstattet av 2006/88/EC)

5. Beskrivelse av fangsbasert oppdrett, geografisk beliggenhet, fiskens opphav Fangstbasert akvakultur i andre land

Fangstbasert akvakultur (FA) har stor betydning internasjonalt og slikt oppdrett er basert på innsamling av materiale som omfatter alt fra tidlige til voksne stadier av villfisk og der fisken blir holdt i fangenskap til den når markedsstørrelse (Ottolengi & al., 2004). Denne form for oppdrett er mest kjent fra asiatiske kulturer der levende sjømat alltid oppnår beste pris, men utøves i nær sagt alle fiskerier. Åleoppdrett som bl. a. foregår i Asia og Europa, er utelukkende basert på villfanget yngel (glassål).

FAO har estimert verdien av fangstbasert akvakultur til mer enn 70 milliarder kroner.

Tunfisk eller makrellstørje er kanskje de mest kjente artene som i dag fanges, fôres og slaktes etter prinsippene om fangstbasert akvakultur. I familien *Scombridae* er det 32 arter, men det er bare to av dem som hittil har hatt spesiell kommersiell interesse (Northern Bluefin - *Thunnus thynnus thynnus* og Southern Bluefin - *Thunnus maccoyii*). Fiskeriene etter northern bluefin er regulert av "The International Convention for the Conservation of Atlantic Tunas" (ICCAT) og tilsvarende for southern bluefin (CCSBT). Tross disse konvensjonene er tunfisk-fiskeriene gjenstand for protester fra en rekke NGO`s og "Conference on the International Trade of Endangered Species (CITES)" påpeker at de siste års nedgang i bestandsestimatene kan føre til utryddelse. Innen EU har de fleste land med tradisjonelle fiskerier på tunfisk "konvertert" store deler av sine fangster til FA (Kroatia, Kypros, Tyrkia, Hellas, Italia, Libya, Malta, Portugal, Spania). I tillegg har Frankrike forskningsaktivitet på området. Problemene med å få tunfisk til å spise "kunstig fôr" er de samme som for torsk. Både "southern" og "northern" tunfisk blir fôret med sild, og det har vist seg at norsk vårgytende, tidligere Atlantoskandisk sild (NVG-sild) gir bedre vekst og mindre sykdom enn dersom tunfisken blir fôret på for eksempel *Anchoveta* fra Peru. Oppfôring av tunfisk har et volum på ca 30.000 tonn og er altså en næring med stor betydning økonomisk og politisk, også i forhold til EUs regelverk om bruk av fisk til fôr.

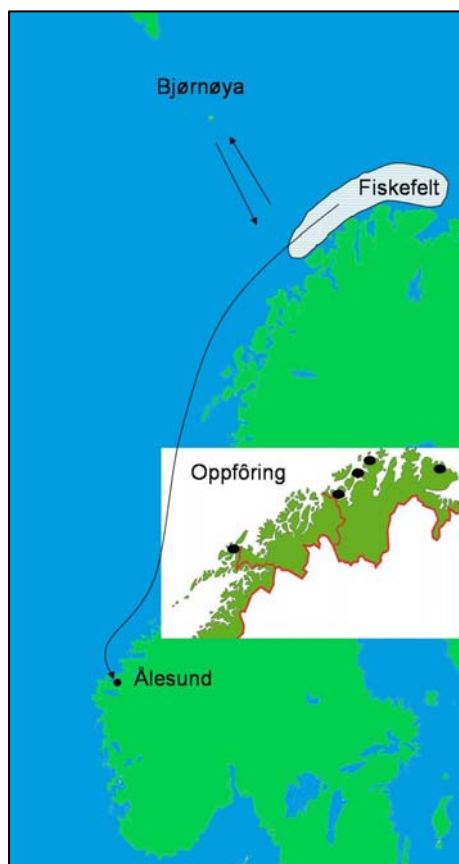
Fangstbasert akvakultur i Norge

I Norge er fangstbasert akvakultur synonymt med fangst, transport, restitusjon og oppfôring av arten torsk (Dreier & al., 2006). Fangst og lagring av levende torsk har vært en del av norsk fiskerinæring i mer enn 130 år og dagens praksis er derfor resultat av flere generasjoners fiskererfaring og en rekke samarbeidsprosjekter mellom flåte og FoU-institusjoner, særlig de siste 20 år. I dag kan fangst og lagring av levende torsk utøves med minimale skader for den delen av fangsten som beholdes levende ombord, ofte mer enn 90 %. Torskens evne til å tåle fangst og transport vil variere med årstid, temperatur, størrelse på fisken, størrelse på fangsten og fangstdyp (Akse & Midling, 1997). Fra rundt 1980 har det vært mange mindre oppdrettsanlegg basert på lokalt innfanget torsk langs hele norskekysten. De fleste av disse var små (10 til 20 tonn) og fungerte som binæring for fiskere. Etter hvert har denne driftsformen blitt vanligst i Nord-Norge og særlig i Finnmark.

Etter overføring av torsken til flatbunnet restitusjonsmerd kan den sultes i fire uker, for deretter å overføres til produksjonsmerd og tilvennes fôr (Akse & Midling, 1997). Torsken blir da omfattet av akvakulturlovgivingen i juridisk forstand.

Vill yngel

I regi av Havforskningsinstituttet forsøkte man i 1988 oppfôring av villfanget yngel. 600.000 0-gruppe yngel (fem gram) ble fanget. Utbrudd av vibriose i forbindelse



med distribusjon av yngelen til flere oppdrettere i Finnmark, førte imidlertid til problemer (Jørgensen & al., 1989). Selv om kostnadene til fangst og domestisering var under Kr. 1,- per yngel, ble denne strategien forlatt pga. usikkerhet knyttet til sykdom og økende intensiv produksjon av yngel.

Settefisk

I dag hentes settefisk fra konvensjonelle fangster og torskens størrelse følger derfor også gjeldende regler for minstemål (> 47 cm nord for

N 62 °). Med unntak av enkelte forsøk på oppfôring av gytemoden torsk fra Lofoten og aktiviteten sør for Vestfjorden, hentes nå all settefisk i forbindelse med sommertorskefisket på kysten av Finnmark. Dette fisket starter like etter påske og varer ut mai og normalt landes ca. 30.000 tonn. Den gode tilgjengeligheten skyldes innsig av lodde og torsken omtales også som "loddetorsk". Torsken som fanges er hovedsakelig ung skrei (3-5 år gamle) selv om også kysttorsk forlater fjordene for å spise lodde. Fisken er åtesprengt og gir tradisjonelt et dårlig råstoff for industrien. Åte- og energistatus fører til at torsken tåler lite behandling og den får en svært lav terminal muskel-pH *post mortem*. Dette gir en bløt muskel med mye spalting, høyt vanntap, og torsken er best egnet for dårlig betalte produkter som fryst blokk. Loddetorsk og kvalitet er en av norsk fiskerinærings største utfordringer. Fangstbasert akvakultur løser dette problemet og Villfiskforum (Norges Fiskarlag) har da også satt et loddetorsk-kvantum (30.000 tonn) som langsiktig mål for fangst og fôring av levende vill torsk. Når loddetorsk-sesongen er over, tas det noen fangster på Bjørnøya.

I 2007 er det bare seks anlegg i drift, 4 i Finnmark (Båtsfjord, Havøysund, Rolvsøy, Øksfjord), ett i Nordland (Myre) og ett i Møre Romsdal (ved Ålesund).

Fangstbasert akvakultur - statistikk

Norske torskefiskerier er alle svært sesongmessige (i motsetning til Island). Hovedformålet med å lagre og fôre torsk fra fangsten i mai og til den slaktes i november og desember, er også en følge av klassiske tilbuds- og etterspørselsforhold. Torsk på 2,5 kilo fanget i mai gir en pris på Kr. 20,- per kilo, den samme torsken kan fôres til fem kilo på syv måneder og omsettes for Kr. 40,- per kilo.

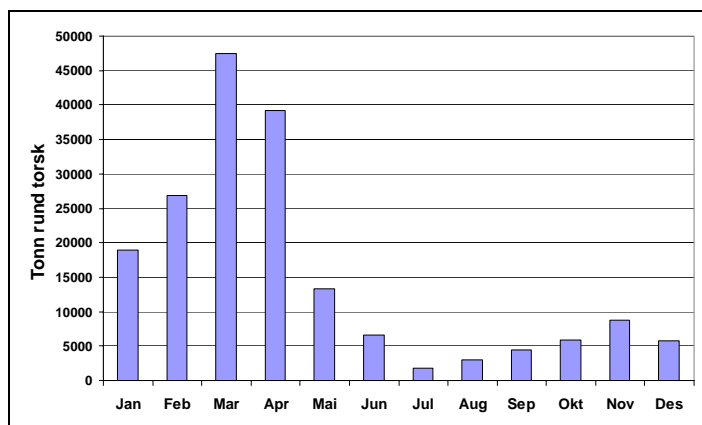
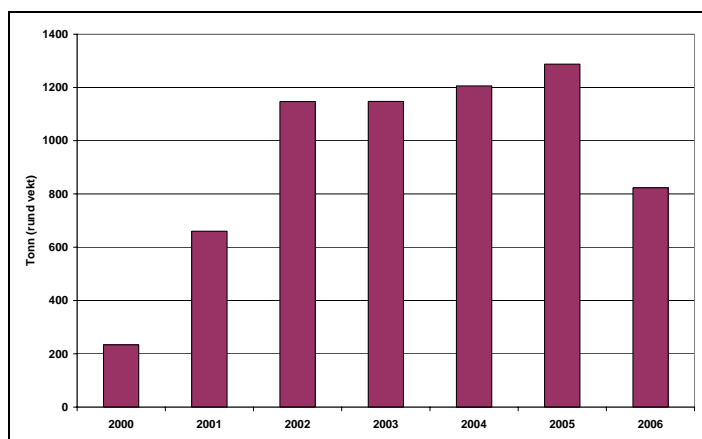


Figure 1. Månedlige leveranser av torsk i et typisk år

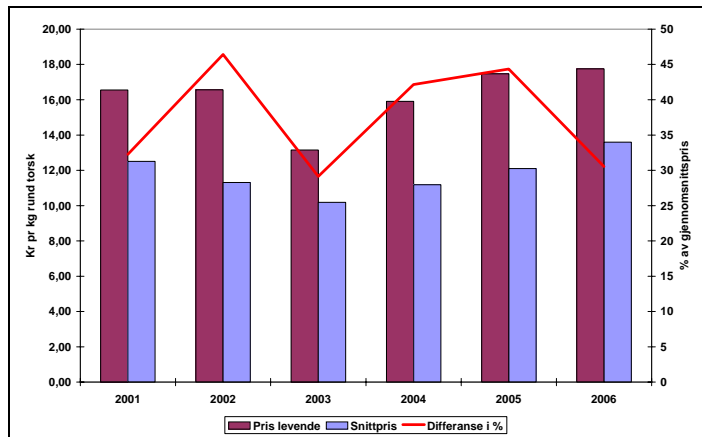
Fangstbasert akvakultur utgjør bare om lag 1 % av våre torskefiskerier og har derfor relativt liten betydning økonomisk. Aktiviteten vil svinge med torskekvote og i perioden 1995 til 1999 var det liten eller ingen aktivitet fordi kvotene var høye. Ved lave kvoter ønsket fiskerne å maksimere sitt volum gjennom fôring, og aktiviteten steg igjen.



Figur 2. Volum av torsk levert levende

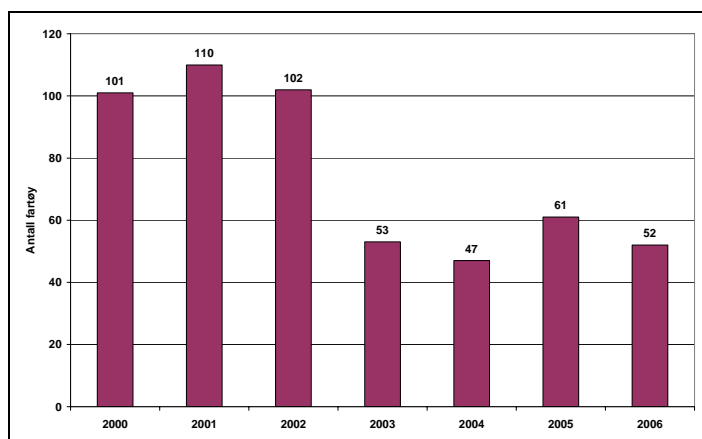
Det er svært dårlig sammenheng mellom kvalitet og pris i norske fiskerier og forhold som volum, leveringsevne, tidspunkt og avtaler mellom fisker og kjøper har større betydning for prisfastsettelse enn kvalitet *per se*. Levende torsk har beste oppnåelige kvalitet, og selv etter bare 12 timer levende i fartøyets tank er

produktet bedre (hvitere, mindre spalting med mer.). Siden den også er en attraktiv settefisk, har derfor den levende torsk i gjennomsnitt oppnådd ca 35 % høyere pris enn konvensjonelt levert torsk.



Figur 3. Prisforskjell mellom levende og konvensjonelle leveranser

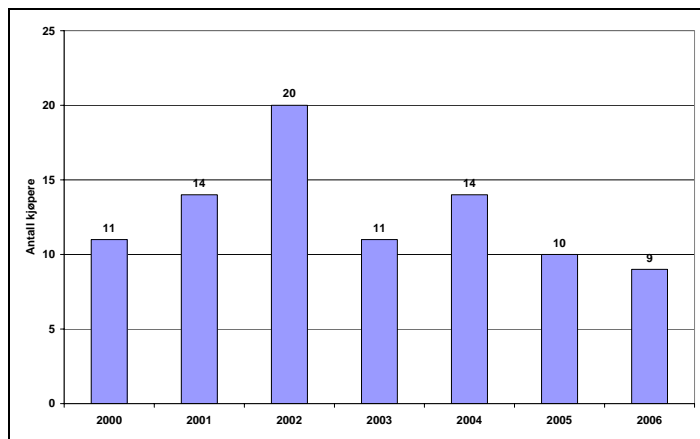
I 2007 har førstehandspris på torsk steget kraftig (Kr. 24-27,- per kilo). Dette har også medført at det er omsatt svært lite levende torsk. Foreløpige estimater indikerer om lag 500 tonn rund vekt. Fangst av levende torsk har vært attraktivt økonomisk og mange fartøy har forsøkt seg, dvs. fra hele 110 registrert i 2001 til rundt 50 de siste år. Færre enn ti fartøy har levert levende torsk i hele perioden.



Figur 4. Antall fartøy som har levert levende torsk

Statistikken omfatter alle fartøy og alle kjøpere i Råfisklagets distrikt (nord for N 62 °).

En liknende utvikling finnes på kjøpersiden og i dag er det bare fem kjøpere av en viss størrelse. Av disse er det i 2007 fire bedrifter som ønsker å fôre torskene frem til høsten.



Figur 5. Antall kjøpere av levende torsk

Nytt regelverk

Etter flere oppslag i media (2004) der Mattilsynet påviste uheldig praksis (særlig velferdsmessige forhold), ble det høsten samme år gjennomført en utredning for VKM hvor også praksis i fangstbasert oppdrett beskrives i mer detalj (Isaksen & al., 2004). Sammen med bl. a. arbeidet i Holmefjord-utvalget, dannet dette grunnlaget for nytt regelverk og 22. desember 2005 kom det regler for fangst, transport, restitusjon, mellomlagring og akvakultur av vill torsk (FOR 2005-12-22 nr 1682: Forskrift om krav til fartøy som skal holde fangsten levende).

Regelverket er avgrenset mot låssetting (arter som sei, sild, makrell og brisling) hvor fisken holdes i merder eller poser uten å fôres. Det forventes revisjon av dette regelverket hvor også disse artene (fiskeriene) inkluderes.

Kriterier for lokalisering av oppdrettsanlegg er for tiden under kritisk vurdering i forskningsprosjektet AREAPATHOGEN - et samarbeid mellom Havforskningsinstituttet, Veterinærinstituttet og Norsk Regnesentral (leder S. Mortensen, Havforskningsinstituttet). I tillegg til tradisjonelle epidemiologiske

betraktninger, er moderne oseanografiske modeller trukket inn, blant annet basert på arbeider med spredning av lakselus (Asplin & al., 2004). Et av målene er å undersøke avstandskriterier, og om mulig differensiere disse i forhold til ny viten om strømningsystemer i fjorder, gjennom

1. å selektere relevante grunnlagsdata
2. å videreutvikle eksisterende epidemiologiske modeller
3. å kombinere disse med hydrografiske modeller for å skape en mer differensiert og robust modell for optimal lokalisering av oppdrettsvirksomhet.

6. Pelagiske fiskearter som råstoff til fôr.

Sammensetning av både sild og makrell varierer gjennom året. En direkte produksjonsprosess fra sild ble vurdert på midten av 1990-tallet. Som bakgrunn ble noen av de aktuelle pelagiske råstoffene beskrevet, og spesielt vektlagt var råstoff fra sild og makrell. Disse råstoffene er fremdeles aktuelle i bestillingen fra Mattilsynet ”*Smitterisiko ved fôring av oppdrettsfisk med ubehandlet villfanget fisk*” (ref 06/26024), og noen av dataene er derfor tatt med her. Sild viste en variasjon i tørrstoff fra 39 % i oktober, til 61 % i juli, tilsvarende varierte fettinnhold fra 27 % til 54 % av tørrstoff. Askeinnholdet oversteg ikke på noe tidspunkt 11 % av tørrstoffet (upubliserte data fra 1995; NIFES). Sild inneholder minst fett om sommeren og tidlig høst, fettinnholdet er i denne perioden lavere enn 40 % av tørrstoff. Utover høsten og vinteren øker fettinnholdet til 50 % av tørrstoff og høyere, for deretter å reduseres om våren.

Fettsyresammensetningen viste at innholdet av mettet fett låg på rundt 20-22 % av totalfett, sum enumettede fettsyrer var rundt 40-60 % av totalfett, sum n-3 fettsyrer (hovedsakelig EPA og DHA) varierte fra 15-20 % i sild, og var opp mot 30 % i makrell (av totalfett), mens svært lav sum n-6 fettsyrer ble målt (<2 %). Tallene viser at disse råvarene vil mer enn dekke produksjonsfiskens behov for langkjedete flerumettede fettsyrer.

Aminosyresammensetningen ble undersøkt i sild og makrell, og var i hovedsak

sammenlignbar med det man finner i fiskemel. Det skulle dermed ikke være noen store problemer knyttet til ubalansert aminosyresammensetning (dvs. som kan påføre mangel på noen av de essensielle aminosyrene) ved bruk av fôr basert på fett pelagisk råstoff.

Mikronæringsstoffer ble undersøkt og tabell 1 gir en oversikt over vitaminer som det finnes tilstrekkelig av dersom råstoffet brukes direkte til fôr, og dersom kvaliteten er intakt (dvs. ikke harsknet eller nedbrutt på noen måte). Tabellen viser også i høyre kolonne % bidrag av det aktuelle vitaminet i forhold til beskrevet behov generelt for karnivore fisk (behovene er basert på data for laks og ørret, idet svært få data foreligger for torsk; Anon, National Research Council (NRC), 1993, Nutrient requirement for fishes, ed. R.P.Wilson).

Tabell 1.

Innhold av vitaminer i silderåstoff, relativt til hvor mye de dekker av behovet for det samme vitamin (NRC 1993).

Fettløselig vitaminer:	mg / kg	% bidrag i forhold til behov
A	1,0-2,7	> 100
D	0,03-0,12	> 100
E	5-19	5-10
Vannløselig vitaminer:		
C	8-10	20
Tiamin	0,03-1,2	< 1
Riboflavin	1,2-6,6	5
Niacin	26	30
Folin	0,19-0,37	5
Pantotensyre	4,7-5,7	25
B ₆	0,3-1,1	15
Biotin	0,07-0,11	20
B ₁₂	0,06-0,11	>100

Det fremkommer i tabellen at direkte bruk av sild / makrell som råstoff ikke vil dekke fiskens behov for vitaminene E, C, tiamin, riboflavin, niacin, folin, pantotensyre, B₆ eller biotin. Spesielt er det viktig å være oppmerksom på det relativt lave innholdet av de naturlig forekommende antioksidantvitaminene C og E. Et slikt råstoff vil derfor ikke trygt kunne brukes uten at det stabiliseres mot

harskning.

Nivåene av mineraler og sporelementer som naturlig er til stede i pelagisk råstoff, vil i stor grad være sammenlignbare med dem man finner i fiskemel, og vil dekke behov for kalsium, fosfor, magnesium, jod, selen, jern, mangan, kobber, krom og sink.

Det forefinnes noen data på fremmedstoffer i makrell, sild og lodde, men svært få av de uorganiske miljøgiftene utgjør noe fare for fiskevelferd dersom disse brukes i fôr (www.nifes.no). Noen organiske miljøgiftene kan være en utfordring i forhold til grenseverdier tillatt brukt i fôr. Når det gjelder nivåene av de organiske miljøgiftene for pelagisk fisk mangler vi data i Norge, men det er arbeid i gang for å kartlegge situasjonen med hensyn til flere aktuelle arter og fangstlokaliteter, og nye data vil fortløpende bli lagt ut på www.nifes.no.

Lagringsstabilitet av vått pelagisk råstoff

Temperaturen i råstoff har avgjørende betydning for sikker lagringstid m.h.p. fôr kvalitet. Total flyktig N (TVN) er en standard brukt indikator i fiskemel som også har vært anvendt på andre type marint råstoff for å beskrive nedbrytningsgrad av protein. Kravene til LT-kvalitet angir en maksimum verdi på <40 mg/kg i våtvekt. Ved lagring av silderåstoff i romtemperatur økte TVN fra <30 mg/kg våtvekt til ca. 50 mg/kg våtvekt i løpet av 1 døgn, mens det tok ca 72 timer for tilsvarende økning ved lagring av råstoff ved ca 10 °C. Ved TVN verdier høyere enn LT-kvalitetskravet? er det i forsøk med fisk vist redusert vekst og fôrutnyttelse.

Torskens næringsgrunnlag

Det finnes omfattende data om torskens næringsgrunnlag, både i Barentshavet og andre økosystem. ICES Arctic Fisheries Working Group (Anon, 2007) har benyttet metoder beskrevet av Bogstad og Mehl (1997). Data om torskens mageinnhold er hentet fra Havforskningsinstituttets database og PINRO etter metoder beskrevet av Mehl og Yaragina (1992).

En omfattende studie av næringsgrunnlaget til 0,1 og 2 år gammel torsk ble utført

av Dalpadado og Bogstad (2004). Mageanalyser viste at 0- og 1-år gammel torsk vesentlig levde av krepsdyr (crustacea). Krill og amfipoder utgjorde opp til 70 % av næringsgrunnlaget. Krill (*Thysanoessa* spp, *Meganyctiphanes norvegica*) og amfipoder (*Themisto* spp.) ble funnet i mageinnhold hos torsk, vesentlig i det sentrale Barentshavet og opp til iskanten. Prøvetakingen er fordelt over hele året, men noe mindre hyppig i annet kvartal. Barentshavet er delt inn i tre områder (vest, øst og nord) og torskens næringsopptak er kalkulert fra gjennomsnittlig mageinnhold i hver gruppe i forhold til geografisk område, halvår og aldersgruppe.

Det ble funnet et skifte i hoveddiett fra crustaceer til fisk mellom ett- og toårsklassen. Næringsgrunnlaget til to år gammel torsk i dette området var vesentlig lodde, men det var også innslag av annen fisk og av krepsdyr. Reke (vesentlig *Pandalus* spp.) var et viktig innslag i dietten til både ett- og toåringer. Det var et statistisk signifikant positivt forhold mellom mengden av lodde og innslaget av lodde i dietten til toårsklassen av torsk. Det ble også vist at større torsk (>22cm) spiste generelt større lodde (>12cm). I perioder med lav tetthet av lodde var det større innslag av crustaceer i dietten til toårsklassen av torsk. Det ble funnet en signifikant sammenheng mellom *Total Fullness Index* (TFI) og mengden lodde i dietten, og mellom TFI og vekst. Dette indikerer at veksten av toårsklassen for en stor grad er avhengig av mengden lodde som blir spist. Også veksten til ettårsklassen henger signifikant sammen med TFI. Det synes å være et generelt trekk at en sterk loddebestand er nødvendig for å ha en sterk torskestamme, og at lodda da utgjør hoveddietten (Dolgov, 2002, Rose & O'Driscoll, 2002). Lodda har zooplankton som hoveddiett - og det er en invers relasjon mellom zooplanktontilgjengelighet og biomasse av lodde (Gjøsæther & al., 2002).

I Lofoten-området, (torsk på gytevandring) er torskens diett dominert av sild, med øyepål som nest viktigste byttedyr (K. Michalsen, M. Johannessen & B. Bogstad, upubliserte data). Copepoder er viktigste byttedyr for sild, med amfipoder, krill som andre viktige bidrag (Dommasnes & al., 2004).

7. Fôr og fôr regimer til fangstbasert oppdrett

Fôr og fôrtilvenning

Nær sagt alle varianter av fôr har vært forsøkt for å få villtorsk til å spise i

fangenskap; avskjær av hvitfisk (hyse), bifangst av ikke-kommersielle arter, pelagiske arter og tørrfôr. Alt fôr lagres fryst både av logistikkhensyn og for å hindre ytterligere problemer med nematoder. *Anisakis*-status forblir konstant (antall per fisk) gjennom oppfôringen og varierer mye med settefiskkilde; ungskrei har lite, kysttorsk kan ha mye (Hemmingsen, 1993). Desto eldre torsk er, desto mer kresen er den. Stor torsk er derfor vanskelig å få til å spise annet enn sild, lodde eller akkar, mens 0-gruppe yngel kan startes på tørrfôr i løpet av kort tid. Mesteparten av erfaringene stammer fra næringen selv, i det få vitenskapelige eksperimenter forefinnes.

To hovedretninger er forsøkt for å industrialisere tilgjengelig råstoff fra fiskeindustrien som torskefôr; henholdsvis syre- og basekonservering.

RUBIN-fôret (1994) baserer seg på kvernet villfisk (hyse og sild) ned til 8-16 millimeter. Alginat tilsettes (grisetang), vitaminer, fargestoff, litt mel og små mengder kalsiumkarbonat. Dette pelleteres i et kar med 5 % maursyre. Pelleten geles ved kryssbindinger mellom kalsiumioner og alginatet og pH i fôret ligger på 5,5 til 6. Fôret kan kun lagres kort tid.

Ingen av disse fôr-typene har så langt hatt kommersiell suksess og i dag er ingen av dem i bruk. De siste fire årene har flere bedrifter fortsatt egne forsøk for å få villfanget torsk til å spise tørrfôr. Dette er motivert fra flere hensyn:

- Kommerielt: pelagisk råstoff som sild er blitt dyrt og med en FCR på 4-5 koster dette fôret ofte det dobbelte av tørrfôret per kilo tilvekst.
- Regelverk: forventninger om restriksjoner på bruk av fryst hel fisk som fôr.
- Nye erfaringer med tilvenning; oppbløyting av tørrfôr og tilsetting av attraktanter

I 2006 rapporterte flere anlegg at de hadde greid å tilvenne torsk til et oppbløtt fôr. Dette ble gjort ved å legge tørrfôr i et kar, tilsette ferskvann over natten, og deretter gi fôret til torsken. Dette fungerer etter sigende godt. For å heve kunnskapsnivået på dette området er det startet et nytt prosjekt:

"Fangstbasert akvakultur: Tilvenning (weaning) av villtorsk til tørrfôr" - et (FHF-prosjekt, Fiskeriforskning, 2007).

Prosjektet tar sikte på å belyse/løse tilvenningsproblematikken gjennom forbehandling av tørrfôr, inkludert tilsetning av attraktanter og oppbløyting, for å muliggjøre tilvenning av villtorsk til tørrfôr. Forskjeller i tilvenning til tørrfôr mellom grupper:

- fôring med tradisjonelt fôr
- fôring med oppbløtt fôr gjennom vakumkoating
- fôring med oppbløtt og attraktanttilsatt fôr gjennom vakumkoating

vil bli dokumentert.

8. Ernæringsbetingete sykdomsproblemer knyttet til bruk av ferskt våtfôr basert på sild og lodde til torsk i fangstbasert oppdrett

Harskning

Fettoksidasjon i fôrmidler er en utfordring ved høy vannaktivitet (våte produkter av sild, lodde m.fl.). TBARs (thiobarbituric acid reactive reagents; måler flyktige oksiderte fettprodukter), eventuelt anisidintall vil kunne angi hvorvidt produktene er innenfor sikre grenser når det gjelder oksidasjonsstatus. Det bør sikres at råstoff ikke inneholder høye nivåer av harskningsprodukter for å hindre leverdegenerasjon dersom de skal anvendes som fôr.

Tiaminmangel

Enzymet tiaminase som finnes i ubehandlet uprosessert pelagisk råstoff kan være en utfordring ved bruk av slikt råstoff som fôr i fangstbasert oppdrett.

Fete pelagiske fiskeslag som brisling, lodde og sild inneholder enzymet tiaminase som raskt vil kunne bryte ned tiamin, både tiaminet som naturlig er til stede, og tilsatt tiamin, dersom tiaminasen ikke inaktiveres. Tilsetning av tiamin i en stabilisert form (for eksempel "coated") vil imidlertid kunne opprettholde tiamininnholdet i fôret til en viss grad. Et eksempel som illustrerer dette, er et forsøk med silderåstoff, inneholdende 2,2 mg tiamin og tilsatt ytterligere 13,9 mg tiamin, til total 16,1 mg tiamin / kg i våt råstoffblanding. Etter ti minutters omrøring i råstoffet var tiamin mer enn halvert til 7,2 mg/kg, og sank til 0,4 mg tiamin/kg etter 4 timer.

Ved at enzymet tiaminase nedbryter det som måtte være av naturlig tilstedeværende tiamin, vil det utvikles tiaminmangel som bla. kan manifestere seg ved bevegelsesforstyrrelser hos affisert fisk (kun undersøkt for laksefisk, og kunnskap mangler for torsk). Dette var vanlig ved oppdrett av laksefisk før man brukte tørrfôr i denne produksjonen.

9. Aktuelle smittsomme sykdommer hos torsk i oppdrett

Tabell 2 viser en oversikt over forekomsten av de viktigste sykdommer som er påvist hos torsk i Norge og som er vurdert i rapporten.

Tabell 2

Registrerte sykdommer hos torsk i Norge i perioden 2000 - 2006. Antall infiserte lokaliteter (antall jnr. i parentes)*.

Sykdom	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
<i>Aeromonas salmonicida</i>	-	-	-	-	4 (8)	2 (3)	16 (20)
Francisellose (Infeksjon med <i>Francisella philomiragia</i> subsp. <i>noatunensis</i>)	-	-	-	-	-	4 (9)	6 (8)
Vibriose (<i>Vibrio anguillarum</i>)	1 (2)	15 (23)	18 (29)	20 (43)	27 (41)	16 (22)	33 (42)
Kaldvannsvibriose (<i>Vibrio salmonicida</i>)	-	-	-	-	-	1 (1)	
Viral nervøs nekrose (VNN)	-	1 (1)	-	1 (1)	-	-	3 (6)
<i>Ichtyophonus hoferi</i> infeksjon	-	-	-	-	-	-	-
<i>Anisakis</i> spp	-	-	-	1 (1)	-	2 (3)	

* Tatt ut av Veterinærinstituttets prøvejournalssystem (PJS).

Som det fremgår av tabellen er det i første rekke bakteriesykdommer forårsaket av

A. salmonicida, *F. philomiragia* subsp. *noatunensis* (Mikalsen et al. in press) og *V. anguillarum* som dominerer sykdomsbildet. Mens infeksjoner forårsaket av *A. salmonicida* og *V. anguillarum* i alt vesentlig er karakterisert ved et septikemisk forløp, sårddannelser i huden og byller i muskulaturen, er infeksjon med *Francisella* spp karakterisert ved granulomatøse forandringer i indre organer (Alfjorden & al., 2006, Olsen & al., 2006, Ottem & al., 2007) tilsvarende de forandringer som er beskrevet ved bl. a. *Mycobacterium* infeksjoner og *Nocardia* infeksjoner.

Til nå er francisellose påvist i torskeoppdrett i Rogaland, Hordaland og Møre og Romsdal, og det er også rapportert om tilfeller av sykdommen hos vill torsk fra vestkysten av Sverige (Colquhoun, pers. med). Det har vært angitt at problemene med francisellose har vært så store i Rogaland at de som driver med oppdrett av torsk i området har vurdert hvorvidt det er hensiktsmessig å fortsette med denne type oppdrett.

Alle de nevnte bakterier må regnes å være ubiquitært tilstede i miljøet og smitte kan skje fra vill torsk til torsk i oppdrett og *vice versa* under gitte omstendigheter.

10. Aktuelle sykdomsagens påvist hos sild, lodde og andre arter (bakterier, sopp, virus, parasitter)

Tabell 3 viser en oversikt over forekomsten av de viktigste sykdommer som er påvist hos villfanget fisk som kan tenkes brukt som fôr i fangstbasert oppdrett i Norge.

Tabell 3.

Sykdommer/sykdomsagens som er rapportert hos fisk i ville populasjoner som er aktuelle i forbindelse med oppdrett og fôring av villfanget torsk

Sykdom	Sild	Brisling	Menhaden	Torsk	Hyse	Lodde	Kolmule
VHS virus	x	x		x	x	S U*	
IPN virus	x		x			S U	
Nodavirus				x		S U	
ILA virus	X?			X?		S U	
<i>Aeromonas salmonicida</i>					x	S U	
Francisellose				x		S U	

Vibriose				x		S U	
<i>Anisakis</i> spp	x	x	x	x	x	x	x
Infeksjon med <i>Ichthyophonus</i> <i>hoferi</i>	x			X?		S U	

* S U: Smittestatus ukjent

Som det fremgår av tabellen er det i første rekke infeksjon med *A. salmonicida*, VHS virus og *Anisakis* som kan sies å være av betydning ved bruk av villfanget fisk som fôr i fangstbasert oppdrett av torsk.

11. Aktuelle smittsomme sykdommer som kan spres ved bruk villfanget fisk som fôr til torsk

Smitterisiko ved fôring

En rekke infeksjose agens, (bakterier, virus, sopp, parasitter) er påvist så vel hos villfisk som oppdrettsfisk. Det er også vanlig med symptomfrie bærere, dvs. fisk som er infisert, og i noen tilfeller kan smitte andre uten selv å ha synlige tegn på sykdommen. Eksistensen av slike bærere er en mulig forklaring på smittespredning. I den grad slike bærere finnes blant villfisk er det selvsagt mulig at slike individer utgjør en trussel mot oppdrettsfisk.

Det vil føre for langt å ta med alle sykdomsfremkallende agens som er beskrevet, men en har funnet det formålstjenelig å illustrere problemstillingene ved å referere til de viktigste agens som har forårsaket og forårsaker sykdom i så vel ville marine populasjoner som marine arter i oppdrett i Norge. Ved oppdrett av torsk og kveite i Norge er det beskrevet en rekke ulike agens (Samuelsen & al., 2006, Bergh & al., 2001)

Sild og lodde er en del av torskens naturlige føde i havet. Ved innfangning og fortsatt fôring med disse fiskeslagene vil ikke dette i vesentlig grad endre torskens smittestatus. I naturen vil torsken lettest fange individer som er svekket bl.a. som følge av sykdom. Ved fôring i fangenskap vil denne type individer kunne utgjøre et mindre innslag av den totale dietten, og smittestatus vil derfor muligens kunne påvirkes i positiv retning selv om dette nok vil være relativt marginalt. Vel så viktig

som mulig smitte fra fôret i forbindelse med oppfôring av villfanget torsk, vil den villfangete torskens smittestatus ved innfangning være. Faktorer som stress, miljøforhold, feilernæring og kjønnsmodning vil kunne påvirke torskens totale helsesituasjon og utløse sykdom. Dersom torsken blir fôret med fisk som kommer fra et annet geografisk område enn der torsken er fanget, vil dette imidlertid kunne påvirke torskens smittestatus. Sild som stammer fra Østersjøen, har relativt høye forekomster av VHSV og dessuten virusstammer som skiller seg fra dem som er funnet i Nordsjøen.

Smitteoverføring i fangstbasert oppdrett

Sykdomsutbrudd er ikke er enkelthendelser uten noen sammenheng (Bergh & Mortensen 2005, Mortensen & al., 2006).

Viktige sammenhenger er:

- Naturlige reservoarer, ofte hos flere ulike arter
- Spredning via vannmassene
- Vertikal spredning, transport av rogn eller yngel
- Spredning via vektorer som ville fiskebestander, rømt oppdrettsfisk, eller brønnbåter
- Spredning via menneskeskapt vektorer som skipsbunner eller ballastvann

Ny diagnostisk teknologi vil kunne medføre at relevansen av disse forholdene kan øke eller minke i betydning framover, ved at selve de sykdomsfremkallende agens i større grad lar seg påvise og ikke bare sykdommene. Tilgjengelig informasjon om asymptomatiske bærere vil derfor øke.

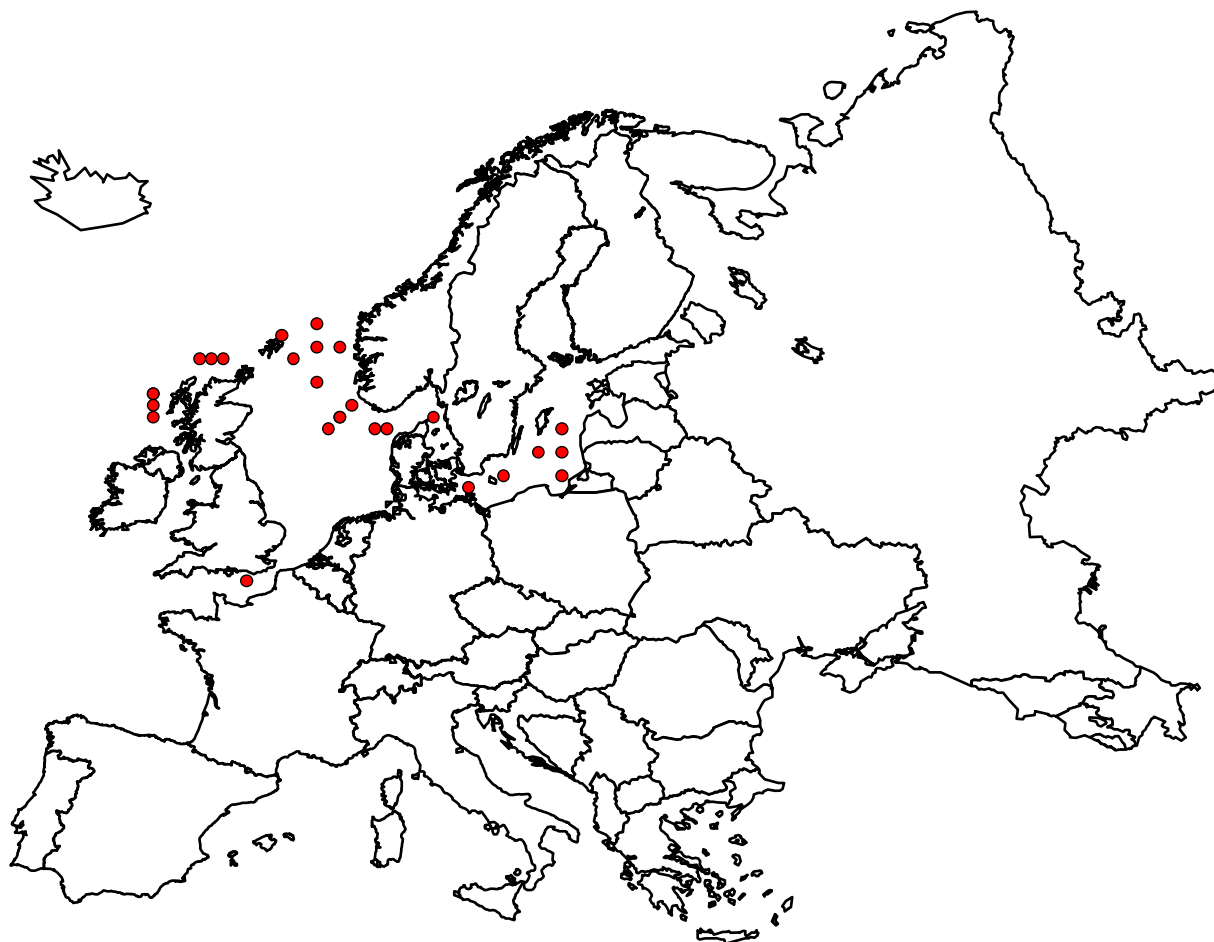
Overføring av patogene bakterier og virus mellom ulike verter

Ulike bakterier og virus vil i varierende grad kunne overføres mellom forskjellige arter. Såkalte opportunistiske bakterier vil kunne framkalle sykdom hos en lang rekke arter. *Vibrio anguillarum* og *Vibrio splendidus* er beskrevet som sykdomsfremkallende for de fleste arter av fisk og skjell. Mer spesialiserte patogener som furunkulosebakterien *Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida*, og særlig bakterien *Renibacterium salmoninarum* som forårsaker bakteriell nyresyke

(BKD) har smalere vertsspekter. Opportunistiske bakterier er vanligvis vidt spredt i marine miljøer, mens mer spesialiserte patogener, og særlig de som overføres via rogn og melke, kan ha smalere utbredelse, både geografisk og vertsmessig.

Viral Hemorrhagisk Septikemi Virus (VHSV)

VHS er en Gruppe A sykdom i henhold til Matloven idet sykdommen regnes som eksotisk i Norge og vil bli bekjempet med *stamping out* dersom den skulle bli påvist. VHSV er primært en trussel ved oppdrett av regnbueørret, og hensynet til mulig spredning av VHSV har derfor vært et av hovedargumentene mot bruk av uhygienisert råstoff til fiskefôr i oppdrett og fangstbasert oppdrett. Nasjonalt og internasjonalt er det pr i dag ikke foretatt noe skille vedrørende funn av marine VHSV stammer og stammer isolert fra f. eks. regnbueørret. Undersøkelser har vist at marine VHSV stammer er påvist nær norskekysten, og at også villtorsk som brukes i fangstbasert oppdrett, kan være bærer av virus (med de konsekvenser det måtte medføre).



Figur 6. Oversikt over områder i Europeiske farvann basert på internasjonale undersøkelser og der VHS virus har vært isolert fra en rekke ulike villfisk

Selv om VHS først og fremst betraktes som en sykdom på laksefisk, er liknende virus påvist på villfangede individer av flere marine fiskearter. VHSV har blant annet forårsaket dødelighet i ville bestander av Stillehavstorsk og Stillehavssild (Meyers & al., 1992, 1994, 1995, 1999, Kocan & al., 2001).

Gjennom et EU-prosjekt: (FAIR CT 96-1594 "*Rhabdoviruses in wild marine fish in European coastal waters: characterization and significance for aquaculture*"), ble det gjennomført omfattende undersøkelser i havområdene rundt Skottland, i Nordsjøen, Kattegat og Østersjøen (Mortensen & al., 1999). Resultater av disse og andre undersøkelser er nylig publisert i en oversiktsartikkel (Skall & al., 2005b). Påvisningen av VHSV var basert på dyrking i cellekultur. I alt 193 påvisninger av VHSV ble registrert ut fra et materiale på 54 137 fisk. Dette tyder på at forekomsten av virus i ville populasjoner er relativt liten selv om det reelle antall bærere sannsynligvis er vesentlig høyere. Undersøkelser ved hjelp av cellekulturdyrking er vanligvis ansett som konservativ metodikk, og avdekker derfor ikke alle positive bærere av virus. Dataene gir ikke grunnlag for å skille mellom latente bærere og fisk som gjennomgår en kronisk infeksjon, men mange av isolatene viste cytopatogen effekt bare etter subkultur, noe som indikerer at mengden infektive viruspartikler i fisken var nær deteksjonsgrensen. Data fra ulike trålundersøkelser er videre beskrevet av bl.a. Brudeseth og Evensen (2002), Skall & al., (2005a), og King & al., (1999, 2001).

Skall & al., (2005b) lister til sammen 48 fiskearter fra den nordlige halvkule (inklusive Nord-Amerika, Asia og Europa) og femten fiskearter fra nordeuropeiske farvann som alle er kjente verter for VHSV. Blant de siste er torsk, hyse, sild, og brisling. Det må anses som godt dokumentert at ulike varianter av VHSV har store ville reservoarer i en rekke arter som er vidt spredt i det marine miljø. Det er ingen grunn til å anta at norske farvann er unntak fra dette.

Fra oppdrettet fisk er VHSV påvist hos bl.a. piggvar og laks. Viruset er vist å gi sykdom hos piggvar i oppdrett. King & al., (2001) undersøkte mottakelighet i smitteforsøk hos laks og piggvar for VHSV-isolater fra ulike fiskearter. Generelt var de marine VHSV-isolatene ikke-patogene, eller hadde lav patogenitet overfor laks.

Basert på tilgjengelig informasjon fra smitteforsøk med en rekke ulike isolater konkluderer Skall & al. (2004, 2005b) at de marine VHSV-isolatene har lav eller ingen patogenitet for regnbueørret ved badsmitte. Dette må sammenliknes med de vanlige resultatene for badsmittemodeller med isolater fra "klassiske" ferskvannsisolater av VHSV, der dødeligheten vanligvis er 50-100%. Det ble konkludert med at marine VHSV-isolater i liten grad representerer en trussel mot lakse- eller regnbueørretoppdrett. I kontrast til dette sto resultatene fra tilsvarende smitteforsøk med piggvar (King & al., 2001), der dødelighet (16-68 %) ble observert, og det ble konkludert med at piggvaroppdrett kan være sårbart for VHSV-typer som kan være enzootisk forekommende i ville marine fiskebestander.

Tilsvarende undersøkelser av mottakelighet for badsmitte med ulike marine VHSV-isolater hos torsk og kveite ble nylig publisert av Snow & al., (2005). Det ble konkludert med at marine VHSV-isolater i liten grad representerer en direkte risiko for kveite- og torskeoppdrett. Tilgjengelig kunnskap om vertstilpasning hos andre RNA-virus sammen med seleksjonspresset som nødvendigvis er assosiert med intensivt oppdrett og høye vertstettheter gir likevel grunnlag for å tilrå spesiell oppmerksomhet rundt mulige tilfeller av VHSV-assosiert dødelighet.

Det finnes begrenset informasjon om genetisk populasjonsstruktur av VHSV. Snow & al., (2004) undersøkte nucleoproteingenet av VHSV på til sammen 128 isolater av ulik geografisk og vertsmessig opprinnelse. Fylogenetiske analyser av materialet tyder på at det fins fire hovedtyper av viruset. Innen Genotype I finnes isolater fra regnbueørretoppdrett (Genotype 1a) og fra vill marin fisk i Østersjøen (Genotype 1b). Også Genotype II kom fra vill marin fisk i Østersjøen, og siden denne genotypen er vist å være patogen for salmonider, vil fôring med sild fra Østersjøen klart representere en risiko. Genotype III inkluderte isolater fra farvann rundt de britiske øyer, og også isolater fra piggvaroppdrett, noe som understreker at piggvaroppdrett kan være utsatt for smitte fra marint miljø. Genotype IV inkluderte isolater fra marint miljø i Nord-Amerika.

VHS er påvist på sild, men den reelle prevalens er vanskelig å fastslå ut fra de data som foreligger (Skall & al., 2004).

Infeksiøs lakseanemi (ILA)-virus ser ut til å ha et svært begrenset artsspekter, begrenset til laks og sjøørret i norske farvann. Imidlertid er det tydelig at ILAV er vidt utbredt i ville populasjoner, og at viruset har vært til stede lenge før oppdrettsnæringen utviklet seg (Plarre & al., 2005).

Andre virus av betydning

Når det gjelder nodavirus, som blant annet forårsaker sykdommen Viral Encephalopati og Retinopati (VER), er kunnskapene ennå mangelfulle. En kjenner fortsatt ikke utbredelsen av viruset - verken i oppdrettede eller ville bestander. Smitteveiene er heller ikke godt dokumentert, men det er sterke indikasjoner på at viruset både smitter horisontalt og vertikalt. Det finnes mange undertyper av nodavirus, og en vet ennå alt for lite om hvilke typer som kan smitte hvilke verter. Kryssmitte er dokumentert fra kveite til torsk og laks (Korsnes & al., 2005a, (Korsnes & al., 2005b). Fra før er VER kjent som den viktigste sykdommen i kveiteoppdrett, men sykdommen er også kjent fra piggvar og torsk i oppdrett. Upubliserte data fra Universitetet i Bergen og Havforskningsinstituttet tyder på at nodavirus er svært utbredt i det marine miljø også hos vill torsk.

I likhet med IPN-virus har nodavirus evnen til å smitte flere fiskearter. I og med at dette viruset kan smitte laks og en lang rekke andre fiskearter, må en regne med at det kan overføres mellom ulike arter i oppdrett og i naturen. En annen faktor som øker faren for sykdomsoverføring, er at nodavirus er svært hardføre med høy toleranse for mange typer desinfeksjonsmidler. Videre kan nodavirus trolig overleve lenge i sjøvann.

Infeksiøs pankreas nekrose virus (IPNV)

Det er ikke påvist IPN på sild, men IPN er satt i forbindelse med massedød på en sildefisk på østkysten av Amerika (Menhaden) (Newman & al., 1979). Ut fra det brede vertsspekter som IPN virus har, kan det ikke utelukkes at dette virus også kan forekomme i sild eller torsk. Hvorvidt en eventuell bærerstatus hos sild med hensyn på IPNV som brukes som fôr til fangstbasert torsk eventuelt vil påvirke den totale sykdomssituasjonen hos slik fisk, er høyst usikkert. Torsken kan like gjerne infiseres horisontalt pga. den store utbredelsen av IPNV i det marine miljøet.

Infeksiøs lakseanemi (ILA)

Det er utført smitteforsøk på sild ved Universitetet i Bergen (UiB) (Nylund, pers.com.). Det ble ikke påvist sykdomsutvikling, men virus ble påvist etter 3-4 uker etter smitte. Dette ble tolket som at viruset kan replikere i sild.

Subklinisk eller klinisk syk sild fra en oppdrettsmerd med ILA-syk laks ble undersøkt for ILAV med PCR ved IntervetNorbio og UiB. Prøvene skal ha vært positive for ILAV begge steder, men her foreligger det helt klart muligheter for ”kontaminering” fra laksen. Sild er ”filter feeders” så undersøkelse av gjeller vil lett kunne slå positivt ut (Nylund pers kom).

Når det gjelder ILA og torsk, er det kun ett smitteforsøk fra Veterinærinstituttet som tyder på at det kan være muligheter for replikasjon. Ut fra de data som foreligger, kan en muligens ikke utelukke at sild kan være ILAV-smittebærer, men det er pr. i dag ikke noe som tyder på at dette i så fall er av vesentlig betydning

Parasitter

Parasittiske nematoder – ”kveis”

Larver av parasittiske nematoder, særlig innen slektene *Anisakis*, *Pseudoterranova* og *Hysterothylacium*, populært kalt ”kveis”, forekommer meget vanlig hos praktisk talt alle pelagiske og bunnlevende fisk i nordøst-atlantiske farvann inkludert Norskekysten. I fisk opptrer larvene av *Anisakis* og *Pseudoterranova* som regel innkapslet rundt innvollene og i muskulaturen, mens *Hysterothylacium* forekommer som larver rundt innvollene og som adulte i tarmen hos større rovfisk som for eksempel torsk, sei og kveite.

Livssyklusen til kveis involverer planktoniske krepsdyr som krill og hoppekreps som mellomverter, ulike fiskeslag som transportvert, samt hval og kystsel som sluttvert for henholdsvis *Anisakis* og *Pseudoterranova*, mens *Hysterothylacium* blir kjønnsmodne i større rovfisk. I forbindelse med problemstillingen som drøftes i denne rapporten er *Anisakis* den viktigste kveistypen. Det er kjent at larvene av *Anisakis* i fisk kan overleve og forbli infektive overfor neste vert i flere år. Dette

innebærer at pelagiske fiskeslag som kolmule, sild og lodde, samt større bunnlevende fisk, kan akkumulere store mengder kveis over tid, enten ved å beite på infisert plankton eller ved å spise infisert byttfisk. Det er videre kjent at det er en positiv sammenheng mellom bestandsstørrelsen på hval og sel i gitte hav- og kystområder, og infeksjonsgraden av kveis i fisk fra de samme områdene.

Ved siden av det estetiske aspektet knyttet til forekomst av synlige kveis i fisk eller ditto produkter, er især *Anisakis* av betydning for mattryggheten. Dette fordi tilfeldig, utilsiktet inntak av levende larver, for eksempel under et måltid av fersk og kun lett prosessert fisk (sushi, sashimi, mm.), kan medføre alvorlig sykdom hos konsumenten. Nyere funn tyder dessuten på at sterke *Anisakis*-infeksjoner hos kolmule, sild og makrell kan føre til redusert tilvekst og fertilitet hos fiskeverten (Levsen, under arbeid). Om dette også gjelder for torsk er p.t. ikke dokumentert, men hvis dette skulle være tilfellet, kan torskens kondisjon og velferd bli signifikant påvirket.

På denne bakgrunn frarådes det å fôre villfanget torsk i oppdrett med ferskt, ubehandlet pelagisk råstoff inkludert brisling og tobis. Dypfrysing av råvaren til det oppnås en kjernetemperatur på minst $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ vil imidlertid drepe kveislarvene. Syre/basebehandling kan være utilstrekkelig fordi larvene av *Anisakis* og *Pseudoterranova* i utgangspunktet er tilpasset til å kunne tåle pH-forholdene i mage/tarm hos sluttverten.

Andre parasitter hos sild

Coccidiene *Eimeria sardinae* og *Goussia clupearum* er påvist i henholdsvis testes og lever hos NVG sild fra Vestfjord-bassenget og feltene utenfor Lofoten og Vesterålen, mens myxosporidien *Ceratomyxa auerbachii* ble funnet i galleblæren hos sild fra Vestfjorden (Tolonen & Karlsbakk 2002). Ingen av disse parasittene ser ut til å kunne infisere andre, fylogenetisk fjernere fiskeslag som for eksempel torskefisk (gadider).

Ichtyophonus hoferi

Sild vil klart representere en smitterisiko med hensyn til *Ichtyophonus hoferi*. Imidlertid ser ikke dette ut til å påvirke torsk i noen stor grad. Det skal være flere arter av *Ichtyophonus*, og det kan være klare artsforskjeller med hensyn på vert. Selv ikke i år med *Ichtyophonus* epidemi på sild, ble parasitten påvist på torsk i form av sykdom eller som et kvalitetsproblem. Skulle torsk likevel utvikle sykdom, vil dette i liten grad utgjøre en smitterisiko til andre oppdrettsanlegg da smitten i første rekke er oral. Ved eventuell smitte og sykdomsutvikling vil dette i første rekke være et kvalitetsproblem.

Sykdommer registrert hos lodde

Ved søk i litteraturen og ved kontakt med ulike fagpersoner, har en ikke vært i stand til å finne referanser til sykdommer hos lodde.

Sykdommer hos andre arter i bifangster

Hos hyse (*Melanogrammus aeglefinus* L.) er det påvist infeksjon med atypisk *Aeromonas salmonicida* i så vel oppdrett som i ville populasjoner, (Cornick, 1984, Gudmundsdottir, 1998, Magnadottir & al., 2002, Treasurer & al., 2007),

I lever og milt hos NØ Atlantisk kolmule (*Micromesistius poutassou*) opptrer coccidien *Goussia* sp. med 100 % prevalens i alle størrelses- og aldersgrupper, og uavhengig av fangstdato (Levsen, pers. obs.). Parasitten ser ut til å være artsspesifikk for kolmule.

Ukjente agens

I tillegg til de sykdomsfremkallende agens som er referert til foran, vil det således hos all villfisk fortsatt kunne være ukjente agens som i fremtiden ikke kan utelukkes å ha et potensial til å påvirke sykdomssituasjonen i en oppdrettssituasjon.

12. Risiko for spredning av sykdom fra fangstbasert oppdrett til andre typer oppdrettsanlegg

Risiko for spredning av sykdom gjennom fiskeri- og akvakulturrelatert virksomhet,

og generelle problemstillinger knyttet til dette, er diskutert i en rekke sammenhenger (Mortensen & al., 2006, Bergh 2007). Opportunistiske bakterier er vidt utbredt, og det må videre antas at flere virussykdommer har betydelige reservoar i ville bestander, noe som også er tilfelle når det gjelder parasitter. Et grunnleggende problem er at kunnskapsnivået om patogener i ville fiskebestander i utgangspunktet er lavt.

Den fundamentale forskjellen på fangstbasert oppdrett og oppdrett der hele livssyklus er under kontroll, er knyttet til kunnskap om fiskens smittestatus. Oppdrett i klekkerier kan gi høy grad av kontroll med stamfisk og yngelproduksjon, og kan i prinsippet kan innebære produksjon av fisk med spesifikk patogenfri kvalitet. Kunnskap om fiskenes helsestatus i alle deler av livssyklus gir imidlertid grunnlag for å hevde at smittestatus er kjent. Fangstbasert oppdrett har pr. definisjon ikke kontroll over stamfisk og tidlige livsfaser. Fisk som tas inn i oppdrett, må påregnes å være utsatt for en serie patogener, hvorav noen kan forårsake problemer. Et tilleggsmoment er at fisken utsettes for stress i forbindelse med innfangning, håndtering, og kanskje også fôring. Det bør derfor vurderes om det bør stilles strengere krav til fangstbaserte oppdrettsanlegg enn til oppdrettsanlegg som baserer seg på kontroll med livssyklus. Dersom fangstbasert oppdrett skilles geografisk og logistisk best mulig fra annet oppdrett, minskes risikoen for smittespredning. Unødig transport av fisken gjennom områder med omfattende aktivitet med annet oppdrett er også en viktig risikoreducerende faktor.

Det er således behov for mer kunnskap om smittereduserende tiltak. Risiko ved fangstbasert oppdrett kan eventuelt også inkluderes i et utviklingsprosjekt som er knyttet til, og bygger på AREAPATHOGEN. Økt tilgang på data om prevalens av viktige patogener i sentrale ville fiskebestander vil være en forutsetning for at et slikt utviklingsprosjekt skal kunne gi et godt modellverktøy for risikovurderingene.

13. Bruk av uhygiensiert fôr - generelle betraktninger

Inntak av villfisk til oppdrett innebærer spesielle utfordringer m.h.t. hygiene. Fisken som tas inn, har ukjent sykdomsstatus mht sykdomshistorie og bærertilstand. Det er et tilleggsproblem at det ikke foreligger alternativer til bruk

av villfanget fisk for oppfôring. Sannsynligvis representerer fangst og låssetting en stressituasjon for fisken, og det kan påregnes at dette vil kunne øke faren for utbrudd av sykdom. Helseovervåking av låssatt fisk er derfor nødvendig, uavhengig av hvilket fôr som brukes. En annen faktor som kan påregnes å være stressende for fisken er tilvenning til nytt fôr. Dette er en alminnelig oppfatning blant næringsutøvere, men det foreligger i liten grad vitenskapelig dokumentasjon om emnet.

Norges Fiskarlag har i brev av 26.4.2006 til Fiskeri- og kystdepartementet påpekt at villfanget fisk i liten grad spiser pellet. I fangstbasert havbruk fôres det med hel sild og lodde som er frosset etter å ha blitt fanget på åpent hav. Det brukes også fôr basert på avskjær. Dette tilsvarer fiskens naturlige diett. Det foreligger i dag neppe fôrtekniske løsninger som kan hindre de hygieneproblemene som bruk av uhygienisert fôr medfører. Hensynet til hygiene må også avveies mot stress ved tilvenning til nytt fôr. Siden fisken som tas inn har ukjent smittestatus, og som fram til fangsttidspunktet utelukkende har spist fisk med ukjent smittestatus, representerer bruk av uhygienisert fôr neppe en vesentlig forverring av fiskens smittestatus. Imidlertid vil fôring med sild fra Østersjøen kunne utgjøre en risiko pga forekomst av VHSV genotype II, men dette vil og kunne gjelde for sild av ukjent opprinnelse. Overvåking av fiskens helsestatus er nødvendig som tilfellet er ved annen akvakulturvirksomhet.

14. Reduksjon av smitterisiko gjennom smittehygieniserende tiltak (ensilering, frysing, mv.)

For å redusere eventuell smitterisiko kan det gjennomføres ulike smittehygieniserende tiltak så som kjøling/frysing, ensilering, mv. Varmebehandling av fôr råstoff (sild/lodde/annen bifangst) selv om dette ville være en effektiv metode, anses ikke å være hensiktsmessig under rådende driftsbetingelser.

Kjøling/frysing

Kjølelagring av råstoff av pelagiske arter vil sannsynligvis kunne føre til en inaktivering av enkelte sykdomsfremkallende bakterier som følge av at det i dette

materiale skjer en nedbryting av råstoffet som følge av mikrobiell aktivitet og enzymer som er tilstede i fisken. Man kan imidlertid i initialfasen oppleve en høyere infektivitet i de første dagene, men deretter vil det sannsynligvis skje en gradvis inaktivering.

Frysing og opptining vil imidlertid føre til reduksjon av antallet sykdomsfremkallende bakterier og vira, og for en rekke parasitter vil frysing eliminere smitterisikoen fullstendig. Eventuelle parasitter som *Anisakis* spp vil drepes som følge av prosessen. Innfrysning ved -20 °C vil redusere antallet av fiskepatogene bakterier, men dette vil skje gradvis over tid. Infektiviteten vil imidlertid beholdes i lang tid. Høye initiale infeksjonstiter vil øke tiden det vil ta for å oppnå tilstrekkelig reduksjon i antallet organismer.

Ensilering

Ved ensilering av råstoff av pelagiske arter, vil en reduksjon av antallet sykdomsfremkallende bakterier og vira skje vesentlig raskere enn ved kjøling/frysing. Fiskepatogene bakterier slik som *Vibrio anguillarum* og atypisk *Aeromonas salmonicida* vil bli drept i løpet av kort tid (dager) selv når det er større mengder smittestoff til stede. Ensilering vil derfor gjøre at risikoen for spredning av fiskepatogene bakterier fra våtfôr basert på lodde/sild vil være minimal.

15. Oppsummering av data

Tabell 4 gir en summarisk oversikt over overlevelsessevnen til ulike sykdomsfremkallende agens angitt i rapporten. Som det fremgår av oversikten, vil de fleste kjente fiskepatogene bakterier drepes og virus inaktiveres ved ensilering, bortsett fra IPN virus, nodavirus og parasitter.

Frysing forårsaker derimot fullstendig destruksjon av parasitter som kan overføres med ferskt våtfôr av marin opprinnelse, mens frysing har liten eller ingen effekt på fiskepatogene bakterier/virus på kort sikt, idet reduksjon av disse vil skje over et lengre tidsperspektiv ved denne metoden.

Tabell 4.

Overlevelse av ulike fiskepatogene organismer under ulike betingelser.

Agens	pH ca. 4	Kjøling (4 °C)*	Frysing (-20 °C)	Relevante referanser**
VHS virus	Inaktiveres	Titerreduksjon	Ingen/minimal titerreduksjon	Vestergaard-Jørgensen, 1974, Ahne, 1982
Nodavirus	Ingen/minimal titerreduksjon	Ingen/minimal titerreduksjon	Ingen/minimal titerreduksjon	Arimoto & al., 1996 Frerichs & al., 2000 Maltese & Bovo, 2001
<i>Aeromonas salmonicida</i>	Drepes relativt raskt	Ingen/minimal titerreduksjon	Titerreduksjon	Gjevre, 1989 Evelyn, 2000
<i>Vibrio anguillarum</i>	Drepes relativt raskt	Ingen/minimal titerreduksjon	Titerreduksjon	Bylund & al., 1993
<i>Francisella</i> spp			Titerreduksjon?	Ingen
<i>Mycobacterium</i> spp			Titerreduksjon	Kim & Kubica, 1973 Whipple & Rohovec, 1994
<i>Anisakis</i>	Overlever		Drepes	

* Avhengig av lagringstid, ** Flere kan tas med.

16. Behov for ny kunnskap, tiltaksbehov

Det er nødvendig med ny og oppdatert kunnskap gjennom forsøk når det gjelder fôring av fangstbasert oppdrettstorsk samt overlevelse av sykdomsfremkallende agens i fôr basert på lodde/sild. Prosjektet ” *Fangstbasert akvakultur: Tilvenning (weaning) av villtorsk til tørrfôr*” som er et FHF-prosjekt, Fiskeriforskning, igangsatt i 2007 kan brukes til ytterligere kunnskap. Det er imidlertid også essensielt å opparbeide seg kunnskap om overlevelsessevnen ved kjøling, frysing og ensilering av nye bakterier, virus, sopp og parasitter som måtte bli beskrevet i tilslutning til sykdomsproblemer i fangstbasert oppdrett.

17. Konklusjon

Vurdering av smitterisiko ved bruk av villfanga fisk (fortrinnsvis sild og lodde) som fôr til villfanga torsk

Lodde

Smitterisiko ved bruk av fersk villfanget lodde som fôr til villfanget torsk er

vanskelig å bedømme i og med at det ikke forefinnes data vedrørende bærerstatus av ulike sykdomsfremkallende agens hos lodde. Det faktum at lodde er blant hovedingrediensen som fôrkilde hos vill torsk ("loddetorsk") som brukes i fangstbasert oppdrett uten at det er registrert sykdom som kan relateres til lodde, gjør at smitterisikoen ved bruk av lodde som fôrkilde må anses som liten.

Sild

Smittorisiko ved bruk av villfanget sild som fôr til villfanget torsk er i vesentlig grad knyttet til forekomsten av VHSV og *Anisakis* spp i ville sildepopulasjoner. Det faktum at disse agens også er registrert i ville torskepopulasjoner, samt at sild går inn i nære norske kystområder for å gyte, gjør at smittorisikoen for å bruke fersk sild som fôr i fangstbasert torskeoppdrett må anses som liten. Villfanget torsk *per se* utgjør et like stort om ikke større potensiale for smitte i denne type oppdrett og dermed for eventuell videre smittespredning til andre typer oppdrett.

Dersom sild som benyttes til fôr, stammer fra et helt annet geografisk område enn torsken som skal oppføres, må risikoen anses som noe større. Spesielt gjelder dette opprinnelsesområder som Østersjøen.

Vurdering av om frysing kan redusere risiko for smitte av de aktuelle sykdomsfremkallende agens

Det er flere måter å behandle lodde og sild med sikte på å redusere risiko for smitteoverføring fra disse arter til torsk i oppdrett. Selv om det i henvendelsen fra Mattilsynet bare er bedt om en vurdering av hvorvidt frysing kan redusere risikoen for smitte av aktuelle sykdomsfremkallende agens, har en funnet det hensiktsmessig også å gi en generell vurdering av så vel frysing som ensilering.

I og med at det ikke har vært mulig å fremskaffe data når det gjelder mulige sykdomsfremkallende agens hos lodde, vil derfor det som er angitt i det følgende kun være relatert til sild som fôringrediens.

Frysing

Frysing er en effektiv måte til å drepe alle typer parasitter som kan overføres fra sild til torsk, men metoden vil ikke være effektiv på kort sikt når det gjelder

desimering av bakterier og virus.

Ensilering

Ensilering av sild vil føre til drap av de fleste fiskepatogene bakterier og inaktivering av virus i løpet av relativt kort tid. Nematoder har derimot vist seg å være motstandsdyktig mot ensilering og vil kunne overleve pH-verdier lavere enn det som normalt brukes i ensilasje, dvs. pH 4. Videre vil ensilering bidra til å forebygge eventuell introduksjon av nye sykdomsfremkallende agens utenfra som til nå ikke er kjent/påvist i norsk fiskeoppdrettsnæring.

Spredning av sykdom fra fangstbasert torskoppdrett til oppdrett av laksefisk

Risikoen for spredning av sykdom fra fangstbasert oppdrett til andre oppdrettsanlegg må anses å være minimal, men kan ikke utelukkes. Så langt er det ingen empiriske data som viser en slik smittespredning.

18. Referanser

1. Ahne W. (1982 b). Vergleichende Untersuchung über die Stabilität von vier fischpathogenen Viren (VHSV, PFR, SVCV, IPNV). *Zentralblatt für Veterinärmedizin*, 29, 457-476.
2. Akse, L. & K. Midling. (1997). Live capture and starvation of capelin cod (*Gadus morhua* L.) in order to improve the quality. In *Seafood from producer to consumer, integrated approach to quality*. ISBN 0 444 82224 0.
3. Alfjorden A., Jansson E. & Johansson K. E. (2006). A systemic granulomatous inflammatory disease in wild Atlantic cod, *Gadus morhua* L., associated with a bacterium of the genus *Francisella*. *DipNet, Newsletter 44, VESO*, September, 2006. 2 pp.
4. Anon. (1993). Nutrient requirements of fish; National Research Council (ed. R.P.Wilson), National Academy Press, Washington D.C., USA, 128 pp.
5. Anon. (2007). Helsestatusjonen hos oppdrettsfisk 2006. Veterinærinstituttet. 19 pp.
6. Anon. (2007). ICES 2007. Report of the Arctic Fisheries Working Group, Vigo, Spain 18-27 April 2007. ICES C.M. 2007/ACFM. 16.
7. Arimoto M., Sato J., Maruyama K., Mimura G. & Furusawa I. (1996). Effect of chemical and physical treatments on the inactivation of striped jack nervous necrosis virus (SJNNV). *Aquaculture*, 143, 5-22.
8. Asplin L. Boxaspen K. Sandvik A. D. (2004). Modelled distribution of sea lice in a Norwegian fjord. ICES C.M. 12 pp.
9. Bergh Ø. (2007). The dual myths of the healthy wild fish and the unhealthy cultured fish. *Diseases of Aquatic Organisms*. 75, 159-164.
10. Bergh Ø., Nilsen F., & Samuelsen O. B. (2001) Diseases, prophylaxis and treatment of the Atlantic halibut, *Hippoglossus hippoglossus*: a review. *Diseases of Aquatic Organisms*. 48, 57-74.
11. Bergh Ø., Mortensen S.H. (2005). Et paradigmeskifte i fiskehelseforvaltningen? *Fiskehelse*. 7(2), 9-12.
12. Bogstad, B. and Mehl, S. (MS) (1997). Interactions between Cod (*Gadus morhua*) and its Prey Species in the Barents Sea. *Forage Fishes in Marine Ecosystems*. Proceedings of the International Symposium on the Role of

- Forage Fishes in Marine Ecosystems, University of Alaska Fairbanks. Alaska Sea Grant College Program Report No. 97-01, 591-615.
13. Bricknell I. R., Bron J. E. & Bowden T. J. (2006). Diseases of gadoid fish in cultivation; a review. *ICES Journal of Marine Sciences*, 63, 253-266.
 14. Brudeseth, B. & Evensen Ø. (2002). Occurrence of viral haemorrhagic septicaemia virus (VHSV) in wild marine fish species in the coastal regions of Norway. *Diseases of Aquatic Organisms* 52:21-28.
 15. Brun, E. (2002). Smittehygienisk vurdering av for basert på villfanga fisk til oppdrettsfisk. Veterinærinstituttet Oslo, juli 2002. 33 pp.
 16. Bylund G., Håstein T., Lønnstrøm L., Råbergh C & Wiklund T. (1993). Silage based feeds - a health hazard for farmed fish? European Association of Fishpathologists, Sixth International Conference "Diseases of fish and shellfish", Book of Abstract, Brest, France September 5-10, 1993, 128.
 17. Cornick J. W., Morrison C. M., Zwicker B. & Shum G. (1984). Atypical *Aeromonas salmonicida* infection in Atlantic cod, *Gadus morhua* L. *Journal of Fish Diseases*, 7, 495-499.
 18. Dalpadado P, & Bogstad B. (2004). Diet of juvenile cod (age 0-2) in the Barents Sea in relation to food availability and cod growth. *Polar Biology*. 27,140-154.
 19. Dixon P. F., Feist S., Kehoe E., Parry L., Stone D. M. & Way K. (1997). Isolation of viral haemorrhagic septicaemia virus from Atlantic herring *Clupea harengus* from the English Channel. *Dis. Aquat. Org.* 30, 81-89.
 20. Dolgov A.V. (2002). The role of the capelin (*Mallotus villosus*) in the foodweb of the Barents Sea. *ICES Journal of Marine Science*. 59,1034-1045.
 21. Dommasnes A, Melle W., Dalpadado P. & Ellertsen B. (2004). Herring as a major consumer in the Norwegian Sea. *ICES Journal of Marine Science*, 61 (5), 739-751.
 22. Dreier, B., Nøstvold, B.H., Heide, M., Midling, K.Ø. & Akse, L., (2006). Fangstbasert akvakultur - status, barrierer og potensial. Rapport nr. 19/2006, Fiskeriforskning, Tromsø.
 23. Evelyn, T.P.T. 2000. The effects of chilling, freezing and cold-smoking on the infectious titre of certain microbial fish pathogens that may occasionally be present in marketed salmonid fish. O.I.E. Conference. Risk analysis in aquatic animal health, Paris, 8-10 February 2000.

24. Frerichs, GN., Tweedie, A., Starkey, W.G., Richards, RH. (2000).
Temperature, pH and electrolyte sensitivity, and heat, UV and disinfectant inactivation of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) neuropathy nodavirus. *Aquaculture*, 185, 13 - 24.
25. Gjevne A.G. (1989). Drapeseffekt av syre og glutaraldehyd på noen fiskepatogene bakterier i avløpsvann fra fiske-slakterier. Rapport fra Fellesavdelingen for Akvakultur og fiskesjukdommer, Veterinærinstituttet.
26. Gjørsether H., Dalpadado P. & Hassel A. (2002). Growth of Barents Sea capelin (*Mallotus villosus*) in relation to zooplankton abundance. *ICES Journal of Marine Science*. 59, 959-967.
27. Gudmundsdottir B. K. (1998). Infections by atypical strains of the bacterium *Aeromonas salmonicida*. *Icelandic Agricultural Society*, 12. 61-72.
28. Hemmingsen W., Lysne D. A., Eidnes T. & Skorping A. (1993). The occurrence of larval ascaridoid nematodes in wild-caught and in caged and artificially fed Atlantic cod, *Gadus morhua* L. in Norwegian waters *Fisheries Research*, 15, (4), 379-386.
29. Hershberger P., Hart A., Gregg J., Elder N., & Winton J. (2006). Dynamics of viral hemorrhagic septicemia, viral erythrocytic necrosis and ichthyophoniasis in confined juvenile Pacific herring *Clupea pallasii*. *Diseases of Aquatic Organisms*. 70, 201-208.
30. Isaksen, B, Midling, K, Humborstad, O-B, og Kristiansen, T. (2004). Fangstbasert Havbruk - en utredning om fangst og hold av villtorsk- og andre marine arter, velferd og risiko. 04/1170/vkm/inna.
31. Jørgensen T., Midling K., Espelid S., Nilsen R. & Stensvåg K. (1989). *Vibrio salmonicida*, a pathogen in salmonids, also causes mortality in net-pen captured cod (*Gadus morhua*). *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists*. 9, 42-44.
32. Kim T. H. & Kubica G. P. (1973). Preservation of Mycobacteria; 100 % viability of suspensions stored at - 70 C. *Appl. Microbiol.* 25 (6), 956-960.
33. King, J. A., Raynard, R. S., Snow, M., Bricknell, I. R., Smail, D. A., and Munro, A. L. S. (1999). Distribution of viral haemorrhagic septicaemia virus in the North Sea and north Atlantic Ocean and associated pathology of

- marine fish species. *9th International Conference on Diseases of Fish and Shellfish of the EAFP Abstract book*, P-173.
34. King J.A., Snow M., Smail D.A., Raynard R.S. (2001). Distribution of viral haemorrhagic septicaemia virus in wild.
 35. Kocan R. M., Hershberger P. K., Elder N. E., Winton J. R. (2001). Epidemiology of viral hemorrhagic septicaemia among juvenile Pacific herring and Pacific sand lances in Pudget Sound, Washington. *Journal of Aquatic Animal Health*, 13, 77-85.
 36. Korsnes K., Devold M., Nerland A.H. & Nylund A. (2005a). Nodavirus hos marin fisk og laks. *Fiskehelse*. 7(1),10-20.
 37. Korsnes K., Devold, M., Nerland A.H. & Nylund A. (2005b). Viral encephalopathy and retinopathy (VER) in Atlantic salmon *Salmo salar* after challenge with a nodavirus from Atlantic halibut *Hippoglossus hippoglossus*. *Diseases of Aquatic Organisms*. 68, 7-15.
 38. Maltese C. & Bovo G. (2001). Effects of some chemico-physical treatments on the virus causing the Viral Encephalo-Retinopathy in farmed sea bass (*Dicentrarchus labrax*) . *Bolletina. Soc. It. Patol. Ittica.*, 31, 3-16.
 39. Magnadottir B., Bambir S. H., Gudmunndsdottir B. K., Pilstrøm L. & Helgason S. (2002). Atypical *Aeromonas salmonicida* infection in naturally and experimentally infected cod, *Gadus morhua* L. *Journal of Fish Diseases*, 25, 583-597.
 40. Mehl S. & Yaragina N. A. (1992). Methods and results in the joint PINRO-IMR stomach sampling program. In: Bogstad, B. and Tjelmeland, S. (eds.), *Interrelations between fish populations in the Barents Sea*. Proceedings of the fifth PINRO-IMR Symposium. Murmansk, 12-16 August 1991. Institute of Marine Research, Bergen, Norway, 5-15.
 41. Meyers T. R., Sullivan J., Emmenegger E., Follet J., Short S., Batts W. N. & Winton J. R. (1992). Identification of viral hemorrhagic septicaemia virus isolated from Pacific cod *Gadus macrocephalus* in Prince William Sound, Alaska, USA. *Diseases of Aquatic Organisms*. 12, 157-175.
 42. Meyers T. R., Short S., Lipson K., Winton J. R., Wilcock J. & Brown E. (1994). Identification of viral hemorrhagic septicaemia virus isolated from

Pacific cod *Gadus macrocephalus* in Prince William Sound, Alaska, USA. Diseases of Aquatic Organisms. 12, 157-175.

43. Meyers T. R., Short S. & Lipson K. (1999) Isolation of the North American strain of viral hemorrhagic septicemia virus (VHSV) associated with epizootic mortality in two new host species of Alaskan marine fish. Diseases of Aquatic Organisms, 38, 81-86. Meyers T. R. & Winton J. R. (1995). Viral hemorrhagic septicemia virus in North America. Annual Review of Fish Diseases. 5, 3-24.
44. Midling, K., Aas, K., Tobiassen, T., Akse., L., Isaksen, B., Løkkeborg, S. & O-B. Humborstad. (2005). Fangstbasert akvakultur - mellomlagringsløsninger for den mindre kystflåten. Rapport 22/2005, Fiskeriforskning, Tromsø. 23p.
45. Midling, K.Ø., Beltestad, A.K. & B. Isaksen (1997). Live Fish Technology- Historical convenience to modern multispecies strategy in Norway. In Making the most of the catch (63-68), Brisbane, Australia, 25.-27. July 1996. ISBN 0 7242 7559 2.
46. Mikalsen J., Olsen A. B., Tengs T. & Colquhoun D. (in press). *Francisella philomiragia* subspecies *noatunensis* subsp. nov isolated from farmed Atlantic cod *Gadus morhua* L. and reclassification of *Francisella philomiragia* ATCC 25015 as *Francisella philomiragia* subsp. *philomiragia* subsp. nov. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology.
47. Mortensen H. F., Heuer O. E., Lorenzen N., Otte L. & Olesen N. J. (1999). Isolation of viral haemorrhagic septicemia virus (VHSV) from wild marine fish species in the Baltic Sea, Kattegat, Skagerrak and the North Sea. Virological Research. 63, 95-106.
48. Mortensen S., Korsnes K. & Bergh Ø. (2006). "Eyes wide shut". A critical view of aquaculture health management and risk factors in the "real world". Bulletin of the European Association of Fish Pathologists 26(1):2-6.
49. Newman M. W., Stephens E. B. & Hetrick I. M. (1979). Etiology of "Spinning Disease" of Menhaden. ICES, CM 1979/E:26.
50. Olsen A. B., Mikalsen J., Rode M., Alfjorden A., Hoel E., Straum-Lie K., Haldorsen R. & Colquhoun D. (2006). A novel systemic granulomatous inflammatory disease in farmed Atlantic cod, *Gadus morhua* L., associated with a bacterium belonging to the genus *Francisella*. *Journal of Fish Diseases*. 29, 307-311.

51. Ottem K. F., Nylund A., Karlsbakk E., Friis-Møller A. & Krossøy B. (2007). Characterization of *Francisella* sp., GM2212, the first *Francisella* isolate from marine fish, Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Archives of Microbiology*. 187, (5), 343-350.
52. Ottolenghi, F., Silvestri, C., Giordano, P., Lovatelli, A., & New, M. B. (2004). Capture-based aquaculture. The fattening of eels, groupers, tunas and yellowtails. Rome, FAO. 308 pp.
53. Plarre H., Devold, M., Snow, M., Nylund, A. 2005. Prevalence of infectious salmon anaemia virus (ISAV) in western Norway. *Diseases of Aquatic Organisms*. 66, 71-79.
54. Rose G.A. & O'Driscoll R.L. (2002). Capelin is good for cod: can the northern stock rebuild without them? *ICES Journal of marine Science*. 59, 1018-1026.
55. RUBIN. (2003). Hygieniserende effekt av gellyfeed-prosessen. Bruk av marint avskjær til fiskefôr. Rapport nummer 4502/107, 16 pp.
56. Samuelsen O.B., Nerland A., Svåsand, T., Jørgensen T., Schrøder M. & Bergh, Ø. (2006). Diseases, prophylaxis and treatment of the Atlantic cod (*Gadus morhua*): a review. *Diseases of Aquatic Organisms*, in press.
57. Skall H.F., Slierendrecht W.J., King J.A. & Olesen N.J. (2004). Experimental infection of rainbow trout *Onchorhynchus mykiss* with viral haemorrhagic septicaemia virus isolates from European marine and farmed fishes. *Diseases of Aquatic organisms*. 58, 99-110.
58. Skall H., Olesen N. J. & Mellegaard S. (2005a). Prevalence of viral haemorrhagic septicaemia virus in Danish Marine fishes and its occurrence in new host species. *Diseases of Aquatic Organisms*. 66 (2), 145-151.
59. Skall, H.F., Olesen, N.J., and Mellergaard, S. (2005b). Viral haemorrhagic septicaemia virus in marine fishes - a review. *Journal of Fish Diseases* 28, 509-529
60. Smail D. A. (2000). Isolation and identification of viral haemorrhagic septicaemia (VHS) virus from cod *Gadus morhua* with the ulcus syndrome and from haddock *Melanogrammus aeglefinus* having skin haemorrhages in the North Sea. *Diseases of Aquatic Organisms*. 4, 231-235.
61. Snow M., King J.A., Garden A. & Raynard R.S. (2005). Experimental susceptibility of Atlantic cod, *Gadus morhua* (L.) and Atlantic halibut,

- Hippoglossus hippoglossus* (L.) to different genotypes of viral haemorrhagic septicaemia virus. *Journal of Fish Diseases*. 28, 737-742.
62. Tolonen A. & Karlsbakk E. (2002). The parasite fauna of the Norwegian spring spawning herring (*Clupea harengus* L.). *ICES Journal of Marine Science* 59: 138-145.
63. Treasurer J. W., Birkbeck T. H., Laidler L. A. & Cox D. I. (2007). Atypical *Aeromonas salmonicida* infection in naturally and laboratory-challenged farmed haddock, *Melanogrammus aeglefinus* (L.). *Journal of Fish Diseases* 30, 313-318.
64. Vestergård-Jørgensen, P. E. (1974). A study of viral diseases in Danish rainbow trout, their diagnosis and control. PhD degree.
65. Whipple, M. J., Rohovec, J. S. 1994. The effect of heat and low pH on selected viral and bacterial fish pathogens. *Aquaculture*, 123, 179 - 189.