



Vitenskapskomiteen for mattrygghet  
Norwegian Scientific Committee for Food Safety

# Uttalelse vedrørende hygieniske sider ved å bruke slam fra klekkeri og settefiskanlegg, og slam fra oppdrettsanlegg som gjødsel og jordforbedringsmiddel

## Uttalelse fra Faggruppe for hygiene og smittestoffer i Vitenskapskomiteen for mattrygghet

Dato: 21.01.2011

Dok. nr.: 10-106-endelig

ISBN: 978-82- 8259-013-6

**VKM Report 2011: 03**



# **Uttalelse vedrørende hygieniske sider ved å bruke slam fra klekkeri og settefiskanlegg, og slam fra oppdrettsanlegg som gjødsel og jordforbedringsmiddel**

Bjørn-Tore Lunestad

Espen Rimstad

## Bidragsytere

Den som utfører arbeid for VKM, enten som oppnevnte medlemmer eller på ad hoc-basis, gjør dette i kraft av sin egen vitenskapelige kompetanse og ikke som representanter for den institusjon han/hun arbeider ved. Forvaltningslovens habilitetsregler gjelder for alt arbeid i VKM-regi.

## Takk til

VKM har nedsatt en ad hoc-gruppe bestående av medlemmer av VKM til å besvare oppdraget fra Mattilsynet. Medlemmene av ad hoc-gruppen takkes for arbeidet med denne uttalelsen.

### Medlemmer av ad hoc-gruppen er:

*VKM-medlemmer*

Bjørn-Tore Lunestad (leder), Faggruppe 1

Espen Rimstad, Faggruppe 8

## Vurdert av

Rapporten fra ad hoc-gruppen er vurdert og godkjent av

### Faggruppe for hygiene og smittestoffer:

Karl Eckner, Georg Kapperud, Jørgen Lassen (leder), Bjørn-Tore Lunestad, Truls Nesbakken, Karin Nygård, Lucy Robertson, Michael Tranulis, Morten Tryland, Siamak Yazdankhah.

### Koordinator(er) fra sekretariatet

Danica Grahek-Ogden

## Innholdsfortegnelse

1	Sammendrag .....	5
2	Bakgrunn .....	6
3	Oppdrag fra Mattilsynet .....	6
4	Definisjoner og forkortelser .....	7
5	Innledning .....	8
6	Bakterier .....	8
6.1	Humanpatogene bakterier .....	8
6.2	Fiskepatogene bakterier .....	9
7	Virus .....	11
8	Parasitter.....	12
9	Sopp. ....	12
10	Rester av legemidler. ....	13
11	Konklusjon .....	14
12	References .....	16

## 1 Sammendrag

Mattilsynet har bedt VKM gi en uttalelse vedrørende hygieniske sider ved bruk av slam fra klekkeri og settefiskanlegg, eller slam fra marine oppdrettsanlegg som gjødsel og jordforbedringsmiddel. Denne uttalelsen var utarbeidet for slam som ikke inneholder død fisk. Dersom det inneholder død fisk må det tilfredsstillende bипroduktforordningen.

Sannsynligheten for at agens som er sykdomsfremkallende for fisk vil være tilstede i slam fra klekkeri, settefisk- og matfiskanlegg vil avhenge av sykdomshistorien i de aktuelle anlegg.

Det vurderes å være større risiko for spredning av smittsomme agens fra ferskvannsanlegg til andre ferskvannsanlegg ved bruk av ubehandlet slam, enn tilsvarende risiko for spredning mellom sjøanlegg eller fra sjøanlegg til ferskvannsanlegg ved bruk av slam fra marin fase.

Sannsynligheten for at et fiskepatogent agens skal kunne spres ved å bruke slam fra oppdrettsanlegg som gjødsel og jordforbedringsmiddel vil også være avhengig av faktorer som art/stamme/variant av agens, overlevelse av agens utenfor fisk, mengden av agens i slammet, eventuell behandling av slammet, og om slammet spres på overflaten eller pløyes ned. Spredning av *Flavobacterium psychrophilum*, *Yersinia ruckeri* og Infeksiøs pankreas nekrose virus via ubehandlet slam og bunnfall fra fiskeanlegg brukt som gjødsel og jordforbedringsmiddel vurderes å være mulig, og vil kunne representere problemer for fisk i andre anlegg. Infeksiøs pankreasnekrosevirus (IPNV) er vanlig forekommende i Norge og er relativt resistent overfor miljøpåvirkninger. Man har relativt effektive vaksiner i mot yersiniose hos fisk, og det er en lav og ikke økende forekomst av sykdommen i Norge. *Flavobacterium psychrophilum* er ikke vanlig forekommende i Norge, men er til dels et meget stort problem i oppdrett av laksefisk i andre land, noe som tilsier ekstra varsomhet for å hindre ytterligere utbredelse.

Denne uttalelsen konkluderer med at det er svært lite sannsynlig at smittestoff (virus, bakterier og parasitter) som forekommer i slam fra klekkeri og settefiskanlegg, eller slam fra marine oppdrettsanlegg, representerer en fare for mennesker når dette blir brukt som gjødsel eller jordforbedringsmiddel.

## 2 Bakgrunn

I Mattilsynets bestilling heter det:

“Det er klargjort at denne typen slam ikke omfattes av forskrift 27. oktober 2007 nr. 1254 om animalske biprodukter som ikke er beregnet på konsum (biproduktforordningen), og det er derfor behov for å utvikle nasjonale retningslinjer for bruk av disse produktene som gjødsel og jordforbedringsmiddel.

Slammet er i dag omfattet av krav til hygienisering i forskrift 4. juli 2003 nr 951 om gjødselvarer mv. av organisk opphav. Forskriften stiller krav til at produkter og bruken av dem, inkludert sannsynlig misbruk, ikke skal medføre fare for overføring av sykdomssmitte til mennesker, dyr og planter. Videre heter det at produktene ikke skal inneholde salmonellabakterier eller infektive parasittegg og at innholdet av termotolerante koliforme bakterier (TKB) skal være mindre enn 2500 pr. gram tørrstoff (TS).

Det pågår nå en gjennomgang av den aktuelle forskriften. I forbindelse med denne gjennomgangen sendte Fiskeri og havbruksnæringens landsorganisasjon et innspill om at slam og lignende fra fiskeoppdrettsanlegg burde kunne brukes direkte som gjødsel uten krav til hygienisering, da de mener det ikke representer risiko for smittestoffer som utgjør en fare for folkehelsen, helsen til varmblodige produksjonsdyr eller plantehelsen.

Et eventuelt fritak fra hygienekravet er ikke det samme som en tillatelse til at produktet kan brukes ubehandlet som gjødsel og jordforbedringsmiddel. Det er for eksempel også krav til at produktet skal være stabilisert slik at de ikke forårsaker luktulempet eller andre miljøproblemer ved lagring og bruk.

Det aktuelle slammet kommer i dag fra klekkeri og settefiskanlegg, og fra oppdrett av innlandsfisk. Slammet består for det meste av fôrrester og fiskeekskremer. Mattilsynet er ikke kjent med at det blir brukt slam og bunnfall fra marine oppdrettsanlegg, men da vi ikke kan utelukke at det blir aktuelt senere ønsker vi også dette kommentert.

I 2009 var det 214 settefiskanlegg med lisens. Det ble solgt 250 millioner smolt til produksjon i sjøvann og 73 millioner til produksjon i ferskvann (Fiskeridirektoratet, 2010). Det er plikt til å registrere gjødselprodukt fra denne typen produksjon i Mattilsynets skjematjeneste, MATS. Vår erfaring er at det er få som registrerer produktet. Mye av fiskeslammet som samles opp går nok likevel til gjødsel i samarbeid med lokale bønder. Det er mest vanlig å bruke dette produktet lokalt, men en kan ikke utelukke at det blir spredd i områder der det skjer avrenning til andre vassdrag. Flere og flere satser på biogassanlegg og mange steder vil trolig dette slammet inngå som en av flere bestanddeler i biogassproduksjon.”

## 3 Oppdrag fra Mattilsynet

Mattilsynet ber VKM gi en uttalelse vedrørende hygieniske sider ved bruk av slam og bunnfall fra fiskeanlegg i forhold til dagens krav i forskrift om gjødselvarer med organisk opphav. Det bes om at det blir spesielt kommentert hva et eventuelt fritak fra hygienekrav og relaterte analysekrav vil bety for risikoen for spredning av fiskesykdommer.

## 4 Definisjoner og forkortelser

**Anadrom fisk:** vanlig betegnelse på fisk som gyter i ferskvann, til forskjell fra *saltvannsfisk* som gyter i havet. Anadrom fisk drar på næringsvandring i havet, men vender tilbake til ferskvann for å gyte.

**ILA:** Infeksiøs lakseanemi, forårsaket av ILA virus som også skrives ILAV.

**IPN:** Infeksiøs pankreas nekrose, forårsaket av IPN virus som også skrives IPNV.

**Klekkeri:** Anlegg eller del av anlegg hvor rogn inkuberes og klekkes, og yngel oppbevares til startfôring tar til.

**Smolt:** Fisk som har gjennomgått fysiologiske endringer slik at de er tilpasset å leve i saltvann. Smolt er sølvfarget, mens det forutgående parr-stadiet er brunlig.

**Settefiskanlegg:** Anlegg som mottar øyerogn fra rognprodusenter for å klekke disse og produsere settefisk. De fleste settefiskanlegg produserer smolt, men det finnes enkelte anlegg som kun tar seg av den siste fasen av smoltproduksjonen. Smoltanlegg og settefiskanlegg vil i denne sammenheng være ekvivalente begreper.

**Settefisk:** Dekker hele perioden fra klekking til smolt, og inkluderer plommeseckyngel, startfôringsstadium og parr. Settefisk omfatter fisk til matfiskoppdrett så vel som til utsett for å øke bestander.

## 5 Innledning

Helsesituasjonen i ferskvannsfasen for laksefisk i oppdrett i Norge er generelt sett god. De relativt strenge rutiner og forskrifter for god hygienisk drift ved oppdrett av laksefisk er viktige for å opprettholde den gode helsesituasjonen for laksefisk i ferskvannsfasen. En fortsatt god helsesituasjon i ferskvannsfasen er blant annet avhengig av at smittsomme sykdommer som vi allerede har i Norge ikke gis muligheter for ytterligere spredning, og at det heller ikke introduseres nye sykdommer. I sjøvannsfasen har antall påviste sykdommer hos laksefisk omtrent ligget på samme nivå i de senere år. Hovedproblemene er virus sykdommer og lakselus. For lakselus er det særlig resistens mot tidligere brukte lusemidler som gir problemer. Hos torsk i oppdrett skaper bakterielle sykdommer den viktigste utfordringen, noe som gjenspeiles i økt forbruk av antibakterielle midler.

Denne uttalelsen var utarbeidet for slam som ikke inneholder død fisk. Dersom det inneholder død fisk må det tilfredsstille biproduktforordningen.

## 6 Bakterier

Slam fra klekkeri og settefiskanlegg, og slam fra marine oppdrettsanlegg vil kunne inneholde bakterier fra følgende tre kilder: a). naturlig forekommende sedimentflora, b). bakterier tilført sedimentet som overflateavrenning fra land eller via kloakk og c), bakterier som er en del av fiskens egen flora.

### 6.1 Humanpatogene bakterier

#### 6.1.1 Naturlig sedimentflora

Akvatiske sedimenter i ferskvann eller sjø vil ha et høyt naturlig innhold av ulike mikroorganismer som inngår i kompliserte næringsnett med andre organismer (Hargrave *et al.*, 2008; Madigan *et al.*, 2008; Sapp *et al.*, 2010). Totalantallet bakterier i sedimenter fra marint fiskeoppdrett i Norge er tidligere målt til mellom  $3,0 \times 10^8$  og  $1,4 \times 10^{10}$ /g våtvekt (Enger *et al.*, 1989; Husevåg *et al.*, 1991).

Noen potensielt humanpatogene bakterier eller bakterier som kan vokse i matvarer og danne toksiner, vil kunne påvises naturlig i sedimenter i ferskvann, brakkvann eller sjø. Av særlig relevans er *Clostridium* spp., *Vibrio* spp. og *Aeromonas* spp.

Flere bakterier i ordenen Clostridiales er i stand til å produsere potente toksiner (Dworkin *et al.*, 2006c). Av særlig betydning i næringsmiddelsammenheng er *Clostridium botulinum* som kan finnes naturlig og med global utbredelse i en rekke miljøer som jord, sedimenter og vann (Fach *et al.*, 2002; Gram 2001; Hielm *et al.*, 1998; Huss 1980). I akvatiske sedimenter på den nordlige halvkule dominerer *C. botulinum* type E (Huss 1980). Siden *C. botulinum* har vid utbredelse i mange miljøer, særlig jord, er det ikke grunn til å tro at bruk av slam fra klekkeri og settefiskanlegg eller slam fra marine oppdrettsanlegg vil gi en ekstra smittestoffbelastning når disse brukes som gjødsel eller jordforbedring.

Bakterier i slektene *Vibrio* og *Aeromonas* har det akvatiske miljøet som sitt naturlige reservoar (Dworkin *et al.*, 2006a; Dworkin *et al.*, 2006b; Gjerde & Boe 1981). Det er så langt beskrevet 63 arter av *Vibrio*, og tolv av disse er beskrevet som mulige humanpatogener. Disse er *V. cholerae*, *V. parahaemolyticus*, *V. vulnificus*, *V. fluvialis*, *V. alginolyticus*, *V. damsela*, *V. furnissii*, *V. hollisae*, *V. mimicus*, *V. cincinnatiensis*, *V. metschnikovii* and *V. carchariae* (Adams & Moss 2008; Oliver & Kaper 2001; West 1989). De vanligste *Aeromonas* arter som blir isolert i forbindelse med mage-tarminfeksjoner hos mennesker er *A. hydrophila*, *A. caviae* and *A. sobria* (Sutherland & Varnam 2002). Siden både *Vibrio* og *Aeromonas* arter har et



akvatiske miljø som sitt naturlige habitat, er overlevelsen i andre miljøer begrenset. Bakterier i slekten *Aeromonas* er likevel blitt isolert fra en rekke produkter, inkludert rødt kjøtt, fjørfe, upasteurisert melk, drikkevann og grønnsaker (Adams & Moss 2008).

### 6.1.2 Bakterier tilført sedimentet som avrenning fra land eller via kloakk.

Jordbakterier eller gjødselbakterier fra landbruksaktivitet vil kunne ende opp i akvatiske miljøer som avrenning ved nedbør. Problemstillingen med kontaminering av slam fra klekkeri og settefiskanlegg, og slam fra marine oppdrettsanlegg med smittestoffer som har humanpatogent potensial og er tilført ved avrenning fra land, er ikke særlig relevant siden slammet er tenkt tilbakeført til et terrestrisk system som gjødsel eller jordforbedring.

Teoretisk sett kan sedimenter dannet ved produksjon av fisk få tilført bakterier fra kloakk, men det er lite sannsynlig at anlegg for fiskeproduksjon ligger slik til at de er eksponert for denne typen forurensing i særlig grad.

### 6.1.3 Bakterier som er en del av fiskens egen mikrobiota

Mikrobiota hos marin fisk i tempererte farvann er dominert av psykrotrofe og psykrofile Gram negative stavbakterier i slektene *Pseudomonas*, *Moraxella*, *Acinetobacter*, *Shewanella*, *Flavobacterium* og fra familiene *Vibrionaceae* og *Aeromonadaceae*. Gram positive bakterier som *Bacillus*, *Micrococcus*, *Clostridium*, *Lactobacillus* og *Corynebacterium* kan også påvises, men i varierende mengde (Austin & McIntosh 1991; Cahill 1990; Gram 1992; Gram & Huss 1996; Gram *et al.*, 1987). De fleste av disse bakteriene har sitt vekstoptimum ved omkring 18 °C. Tarmfloraen til atlantisk oppdrettslaks (*Salmo salar* L.) er tidligere blitt beskrevet ved hjelp av en kombinasjon av dyrkingsbaserte metoder og molekylære teknikker basert på 16S rDNA analyser (Hovda *et al.*, 2007). Dette arbeidet viste at tarmfloraen hos laks var dominert av *Photobacterium phosphoreum* og representanter fra slektene *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Bacillus*, *Acinetobacter*, *Pseudomonas* og *Vibrio*. Noen arter innen særlig slektene *Pseudomonas* og *Vibrio* er kjent for å kunne gi sykdom hos mennesker, men undersøkelsene det refereres til omfatter ikke patogenitetssegenskaper.

## 6.2 Fiskepatogene bakterier

### 6.2.1 Eksempler på spesifikke fiskeesykdomsfremkallende bakterier, ferskvannsfasen.

#### *Flavobacterium psychrophilum*

Infeksjon med *Flavobacterium psychrophilum* har stor betydning i fiskeoppdrett globalt spesielt ved oppdrett av flere viktige laksearter (Rimstad *et al.*, 2010). I andre land er det fokus på forekomst, smittespredning og kontroll av *F. psychrophilum*. Infeksjoner forårsaket av bakterien *F. psychrophilum* har siden midten av 1980-tallet forårsaket høy dødelighet hos regnbueørret i Europa. Bakterien har vært registrert i Norge siden 1980-tallet uten å forårsake store problemer. Første tilfelle av systemisk infeksjon ble registrert i 2004 og etter hvert har det spesielt oppstått problemer hos yngel av regnbueørret med systemisk infeksjon forårsaket av *F. psychrophilum* (Brun *et al.*, 2009). Sykdommen har begrenset utbredelse i Norge i dag, det var 15 registrerte utbrudd i 2009 (Annon. 2009).

Det foreligger ikke noen standardisert laboratoriemetode for å skille mellom patogene og ikke-patogene stammer. Dagens desinfeksjonsrutiner i klekkeri er ikke fullt ut tilstrekkelige til å hindre vertikal overføring av overført *F. psychrophilum* (Rimstad *et al.*, 2010).

#### *Piscirickettsia salmonis*

Det er i de senere år kun gjort noen få påvisninger av *Piscirickettsia salmonis* i Norge og den anses ikke å ha en økende utbredelse her i landet. *P. salmonis* har meget dårlig overlevelse i ferskvann (Lannan & Fryer 1994; Larenas *et al.*, 2003). Vurderes som lite aktuell for spredning via slam.

#### *Renibacterium salmoninarum*

Bakteriell nyresyke påvises av og til enkelte steder på Vestlandet, men har generelt liten utbredelse i Norge. Derfor er sannsynligheten for spredning via slam lav. Konsekvensene av spredning, derimot, kan være stor. Det finnes ikke effektive medikamenter eller vaksiner, noe som gjør bekjempelse vanskelig.

#### *Yersinia ruckeri*

I 2009 ble det påvist yersiniose på 11 lokaliteter i settefiskfasen. Dette var en nedgang i forhold til året før (Annon. 2009). Flere av tilfellene i settefiskfasen var forbundet med langvarige problemer, og på noen lokaliteter er det gjentatte ganger blitt behandlet med antibiotika. Det finnes kommersielt tilgjengelig vaksine mot yersiniose.

#### *Pseudomonas fluorescens*

Regnes vanligvis ikke som en primærpatogen, men å være forbundet med dårlig vannkvalitet. Flere settefiskanlegg har det siste året opplevd uvanlig store tap pga. infeksjon med bakterien (Annon. 2009).

#### Atypisk *Aeromonas salmonicida*

Ingen registrerte tilfeller i 2009. Men har vært påvist relativt jevnlig i anlegg i enkelte vassdrag.

### **6.2.2 Eksempler på spesifikke fiskesykdomsfremkallende bakterier, sjøvannsfasen**

*Aeromonas salmonicida* ssp. *salmonicida*, *Vibrio anguillarum*, *Vibrio salmonicida*.

Disse kontrolleres ved hjelp av vaksiner. Ingen påviste tilfeller i 2009.

#### *Moritella viscosa*

*M. viscosa* er en årsaksfaktor til sykdommen vintersår hos matfisk, men i en del tilfeller isoleres også andre bakterier. Det ble funnet *M. viscosa* fra totalt 36 lokaliteter i 2009 (Annon. 2009).

#### *Francisella noatunensis*

I Norge gir denne bakterien et problem i oppdrett av torsk og ble rapportert første gang i 2005 (Annon. 2005). Kunnskap om utbredelse og smitteveier er begrenset.

Med noen få unntak er bakterier som gir sykdom hos fisk ikke å anse som humanpatogener. De viktigste bakteriene som er beskrevet i internasjonal litteratur som er i stand til å gi sykdom både hos fisk og mennesker (zoonoser) er *Aeromonas hydrophila*, *Vibrio vulnificus*, *Mycobacterium* sp., *Streptococcus iniae*, *Nocardia asteroides*, *Edwardsiella tarda* og *Salmonella arizona* (Austin & McIntosh 1991; Butt *et al.*, 2004; Novotny *et al.*, 2004; Pier & Fichtner 1981). Mange ulike bakterier som i utgangspunktet ikke regnes som humanpatogene, kan likevel gi sykdom hos personer med nedsatt immunitet. Sistnevnte bakterier blir ikke dekket i denne diskusjonen. Forekomst av sykdom hos oppdrettsfisk i våre

farvann forårsaket av bakteriene nevnt over er lav, og tilførsel av disse organismene til sedimenter vil være svært lite sannsynlig.

## 7 Virus

Det var registrert mer enn 500 utbrudd av sykdom forårsaket av virus i norsk fiskeoppdrett i 2009. De aller fleste av disse ble registrert hos laks/regnbueørret i sjøfasen. Per i dag er virusinfeksjoner en vesentlig viktigere årsak til sykdom hos laks og ørret i oppdrett enn bakterielle infeksjoner. Vellykket vaksinering mot de sistnevnte er nok den viktigste faktoren til dette. Det er ingen sykdomsfremkallende virusinfeksjoner hos fisk i Norge som er kjent å gi infeksjoner hos mennesker.

### 7.1.1 Eksempler på spesifikke fiskesykdomsfremkallende virus, ferskvannsfasen.

#### *Infeksiøs pankreas nekrose virus (IPNV)*

IPN har ikke vært meldepliktig siden 2008 og det er ingen nasjonal bekjempelsesplan for sykdommen. IPN er vanlig forekommende i Norge og forekommer i alle områder hvor det drives oppdrett. I 2009 var det 53 registrerte utbrudd av IPN i settefiskanlegg (ferskvannsfasen) og 170 i matfiskanlegg (sjøvannsfasen) (Annon. 2009). Det aktuelle agens er infektivt utenfor verten i lang tid, og det kan blant annet overleve passering gjennom tarm hos varmblodige dyr.

Det er indirekte og erfaringsbaserte indikasjoner på at vertikal overføring av IPN virus kan finne sted hos atlantisk laks til tross for desinfeksjon av egg. Det har for eksempel relativt sett vært langt flere IPN utbrudd i ferskvannsfasen i Norge enn i Skottland. Det er to ulike regimer for å bekjempe sykdommen i disse to land. I Skottland har det vært en aktiv bekjempelse med blant annet inspeksjoner i stamfiskanlegg to ganger per år og årlig prøvetaking av stamfisk (Gregory *et al.*, 2003) og melke/rogn fra IPN virus positiv fisk blir destruert. I Norge har det ikke vært tilsvarende krav fra myndighetene, selv om avlsselskaper har prøvd tilsvarende på eget initiativ. Prevalensen av IPN i ferskvannsfasen har vært oppgitt til å være dobbelt så høy i Norge som i Skottland (Gregory *et al.*, 2003).

### 7.1.2 Eksempler på spesifikke fiskesykdomsfremkallende virus, sjøvannsfasen.

Virus som forekommer både i ferskvannsfasen og i sjøvannsfasen er nevnt under ferskvannsfasen

#### *Infeksiøs lakseanemi virus (ILAV)*

Sannsynligheten for vertikal overføring av ILAV i oppdrett er meget lav/ubetydelig (Rimstad *et al.*, 2010). ILA er ikke funnet i ferskvannsfasen siden 90-tallet. Det var 10 utbrudd i matfiskanlegg i sjøfasen i 2009. Eksperimentelt er det vist at ILAV kan gi sykdom hos fisk i ferskvannsfasen/brakkvannsfasen, og i Chile ble det antatt at ILA i ferskvannsfasen utgjør en viktig del av sykdomsbildet i ILA epidemien der. Overlever i uker i miljø i vann, men er langt mindre bestandig enn for eksempel IPNV.

#### *Salmonid Pancreas Disease virus (= Salmonid Alphavirus, SAV)*

Pancreas Disease er ikke funnet i ferskvannsfasen i Norge. Men en variant av sykdommen ("Sleeping Disease") er ikke uvanlig i oppdrett av regnbueørret i ferskvann i Sentral-Europa. Sannsynligheten for vertikal overføring av SAV i norsk oppdrett vurderes som ubetydelig (Rimstad *et al.*, 2010). Det var 75 utbrudd i 2009, nesten samtlige fra Møre og Romsdal og sørover. Forebygging av sykdom har så langt vært basert på ulike hygieniske tiltak og

vaksinering. Observasjoner tyder på at direkte fisk-fisk kontakt er viktig ved smitteoverføring. Overlever i uker i vann, men er likevel langt mindre bestandig enn for eksempel IPNV.

#### *Viral hemoragisk septikemi virus (VHSV)*

Sporadisk forekommende i norsk oppdrett. Ikke uvanlig i oppdrett av regnbueørret i ferskvann i Sentral-Europa. I Norge påvist i sjøfasen i 2007-2008 på tre lokaliteter i Storfjorden i Møre og Romsdal. Fisken ble slaktet ut rett etter viruspåvisning. Siste påvisning i ferskvannsfasen hos laksefisk i Norge var på 1970-tallet.

#### *Hjerte- og skjelettmuskelbetennelse (HSMB) (Piscint reovirus, PRV)*

Det foreligger ikke tilstrekkelig informasjon til å vurdere om PRV, som forårsaker denne sykdommen (Palacios *et al.*, 2010), kan spres med slam. Det var 139 utbrudd i matfiskanlegg i sjøfasen i 2009.

#### *Nodavirus*

Nodavirus påvises vanligvis i larver og yngel i marine fiskearter, og har en tilnærmet global utbredelse. Vertikal overføring vurderes å kunne forekomme. Det er ikke grunnlag for å utelukke vertikal overføring hos noen av dagens oppdrettsarter.

#### *Cardiomyopati syndrom (CMS)- totivirus*

Det foreligger ikke tilstrekkelig informasjon til å vurdere om totivirus som forårsaker denne sykdommen kan spres med slam (Lovoll *et al.*, 2010). Det var 76 utbrudd i matfiskanlegg i sjøfasen i 2009.

## 8 Parasitter.

I internasjonal sammenheng er det beskrevet en rekke matvarebårne parasitter fra fisk som kan tenkes å ha humanpatogent potensial (Chai *et al.*, 2005; Higashi 1985). Under norske forhold har de aller fleste parasitter hos fisk liten betydning som humanpatogener, med unntak av enkelte rundorm, særlig tilhørende slektene *Anisakis* og *Pseudoterranova*. Disse parasittene har en komplisert livssyklus som inkluderer krepsdyr, fisk og marine pattedyr. Denne syklusen blir brutt ved bruk av varmebehandlet fôr til oppdrettsfisk (Levsen 2009; Lunestad 2003), og disse parasittene er ikke påvist hos oppdrettsfisk. Denne typen parasitter finnes normalt ikke i slam, og det er derfor svært lite sannsynlig at de vil medføre et smittepotensial for mennesker, dersom slam blir benyttet som gjødsel eller til jordforbedring.

Dreiesyke hos laksefisk, som forårsakes av *Myxobolus cerebralis*, påvises meget sjelden i norske settefiskanlegg og anses derfor ikke som en aktuell risiko ved spredning av slam.

*Gyrodactylus salaris* er en alvorlig sykdom i lakseoppdrett, men parasitten er ikke påvist de siste åtte år i norske oppdrettsanlegg. Skal den finnes i et anlegg uten å bli oppdaget så må: anlegget ta vann fra lakseførende vassdrag, infeksjonen i vassdraget ikke være oppdaget og infeksjonen i oppdrettsanlegget ha blitt oppdaget. I kombinasjon med antatt begrenset overlevelsestid i slam medførte dette at *Gyrodactylus salaris* ikke ble tatt med i den endelige vurderingen.

## 9 Sopp.

Soppinfeksjoner er en utfordring i ferskvannsfasen ved fiskeoppdrett. Av særlig betydning er sopp tilhørende slekten *Saprolegnia*, som kan vokse som saprofytter på egg og yngel. Det behandles mot disse infeksjonene med egne soppmidler.

## 10 Rester av legemidler.

I norsk fiskeoppdrett brukes det legemidler til behandling av infeksjonssykdommer forårsaket av endo- og ektoparasitter, sopp og bakterier. I tillegg benyttes også anestesimidler ved håndtering av fisk. Salgsstatistikk for legemidler i fiskeoppdrett lages årlig av Nasjonalt folkehelseinstitutt ([www.fhi.no](http://www.fhi.no)). I 2009 var forbruket av legemidler til behandling av den viktigste gruppen ektoparasitter, fiskelus, på til sammen 5 092 kg regnet som rensesubstans. Følgende lusemidler ble brukt dette året (mengde i parentes): azametifos (1460 kg), cypermetrin (88 kg), deltametrin (62 kg), diflubenzuron (1413 kg), emamektin (41 kg) og teflubenzuron (2028 kg). I tillegg ble det benyttet en betydelig mengde hydrogenperoxid til behandling mot fiskelus. For de antibakterielle midlene var forbruket på 1313 kg, fordelt på florfenikol (303 kg), flumekin (1 kg), lincomycin/spectinomycin (43 kg), oksolinsyre (926 kg) og oksytetrasyklin (40 kg). I 2009 ble også brukt 29 kg praziquantel mot endoparasitter og 508 kg bronopol mot soppinfeksjoner. I gruppen bedøvelsesmidler, ble det benyttet i størrelsesorden 800 kg benzokain, 65 kg isoeugenol og 2379 kg trikainmesilat (metakain). Det totale forbruket for alle klasser legemidler i 2009 var på 10 186 kg, hvorav 47 % var midler som benyttes som fôrtilsetning og 53 % var midler brukt ved badebehandling.

Det kan forventes at en del av de legemidlene som benyttes til fisk vil havne i miljøet, enten partikkelbundet eller oppløst i vannmassene, eller som partikler i sedimentene. Fordeling av og stabiliteten til et utvalg av legemidler fra fiskeoppdrett i miljøet er tidligere undersøkt (Boxall *et al.*, 2007; Lunestad *et al.*, 2010; Samuelsen *et al.*, 1994; Selvik *et al.*, 2002), men for mange av stoffene er mye fremdeles lite belyst. Særlig vil legemidler gitt via fôret kunne ende opp i sedimenter, enten i form av overskuddsfôr eller som fiskeavføring med legemiddel som ikke er tatt opp i tarmen, eller som er tatt opp og utskilt som modersubstans i metabolisert form.

Problemstillingen med eventuelle rester av legemidler og metabolitter av disse i slam fra klekkeri og settefiskanlegg, og slam fra oppdrettsanlegg er ikke dekket i denne vurderingen, men kan være interessant å vurdere.

## 11 Konklusjon

Sannsynligheten for at agens som er sykdomsfremkallende for fisk vil være tilstede i slam fra settefisk- og matfiskanlegg vil avhenge av sykdomshistorien i de aktuelle anlegg. For å minimalisere risikoen for innslep av spesifikt sykdomsfremkallende agens i settefiskperioden settes det krav til blant annet inntaksvann. Vanninntaket skal være sikret mot inntak av villfisk, vannet må desinfiseres (UV og eller ozon) dersom det tas fra kilde med oppgang av anadrom fisk, og dersom sjøvann benyttes for å bedre vannkvalitet.

Vannbehandlingsforskriften krever en desinfeksjon som gir 99,9% (3 log 10) reduksjon av *Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida* og Infeksiøs lakseanemi virus. For å hindre at smittsomme agens overføres fra stamfisk til rogn skal nybefruktet rogn av laksefisk desinfiseres før den legges inn til inkubering. Rogn av andre arter enn laksefisk skal også desinfiseres dersom det finnes egnet desinfeksjonsmetode. I Norge brukes nesten utelukkende jodofordesinfeksjon (100 mg l<sup>-1</sup>, 10 min) av egg fra salmonider etter befruktningen og tilsvarende før transport fra avlsstasjon til klekkerier, og dette er også vanlig brukt ved ankomst til klekkeri.

For å kompensere for at effektiviteten av jodofordesinfeksjon i felt kan feile på grunn av svikt i rutiner, utføres desinfeksjon minst to ganger (rett etter befruktning og før transport). I tillegg til jodofordesinfeksjon blir profylaktisk anti-sopp behandling av egg med formaldehyd (0,01 %, 10-30 min) rutinemessig brukt gjentatte ganger i øyegg stadiet. Overflatedesinfeksjon av egg fra salmonider vil derfor i praksis kunne finne sted et to-sifret antall ganger før klekking. Desinfeksjon av rogn reduserer risikoen for at infeksjoner overføres mellom generasjoner, og er med på å bidra til den gode helsesituasjonen hos laksefisk i ferskvannsfasen. Dette bidrar til at flere av de vanligste infeksjonene i sjøvannsfasen ikke etablerer seg i ferskvannsfasen og at disse agens derfor ikke normalt vil forekomme i slam fra ferskvannsfasen.

Sannsynligheten for at fiskepatogent agens skal kunne spres ved å bruke slam fra oppdrettsanlegg som gjødsel og jordforbedringsmiddel vil være avhengig av faktorer som stamme/variant av agens, overlevelse av agens utenfor fisk, mengden av agenset i slammet, eventuell behandling av slammet, avrenning til vassdrag og måten slammet spres på (for eksempel nedpløying eller ikke). Sannsynligheten for at fiskepatogent agens skal kunne spres vil videre kunne reduseres dersom slammet brukes i nærområdet for å unngå avrenning til nye vassdrag eller transport til andre områder. Og videre med krav om behandling av slammet før spredning etter sykdomsutbrudd i anlegget.

Det vurderes å være større risiko for spredning av smittsomme agens mellom ferskvannsanlegg ved bruk av ubehandlet slam, enn tilsvarende mellom sjøanlegg eller spredning fra sjøanlegg til ferskvannsanlegg ved bruk av slam fra marin fase. En skal imidlertid være oppmerksom på at flere virus og bakterier som kan gi sykdom i sjøfasen i Norge gir - i andre land - sykdom også i ferskvannsfasen, herunder for eksempel ILA virus, SAV, VHSV og *Aeromonas salmonicida*. Her vurderes mulig kontaminering av vassdrag, og innslep av smitte til settefiskanlegg, altså til fisk i ferskvannsfasen. Antall sykdomsutbrudd i anlegg hvor slammet stammer fra og muligheter for å gi sykdom hos fisk i ferskvannsfase vil være faktorer som virker inn. Agens som er kjent kun å gi sykdom hos marine fiskearter eller er avhengig av høy saltkonsentrasjon for å kunne formere seg faller derfor utenfor vurderingen.

Av de agens som er nevnt ovenfor vurderes spredning av *Flavobacterium psychrophilum*, *Renibacterium salmoninarum*, atypisk *Aeromonas salmonicida*, *Yersinia ruckeri* og Infeksiøs pankreas nekrose virus via ubehandlet slam og bunnfall fra fiskeanlegg brukt som gjødsel og jordforbedringsmiddel å være mulig. IPNV er vanlig forekommende i Norge og er relativt



resistent overfor miljøpåvirkninger. *Renibacterium salmoninarum* i ferskvannsfasen kan være vanskelig å bekjempe. Atypiske *Aeromonas salmonicida* gir begrensede problemer i dag, men spredning via slam til andre vassdrag kan muligens bidra til økende problem. Yersiniose hos fisk har man relativt effektive vaksiner i mot, og det er ingen økende forekomst i Norge. *Flavobacterium psychrophilum* er ikke vanlig forekommende i Norge, men er til dels et meget stort problem i oppdrett av laksefisk i andre land, noe som tilsier ekstra varsomhet for å hindre ytterligere utbredelse. Listen over smittsomme agens som er behandlet i denne vurdering er ikke utfyllende. Fiskesykdomsfremkallende agens som er resistente i miljøet, men ikke gir sykdomsproblem i norsk oppdrett i dag, som for eksempel mykobakterier m.fl., kan muligens bli aktuelle via spredning av slam.

Hovedkonklusjonen i denne uttalelsen er at det er svært lite sannsynlig at smittestoff (virus, bakterier og parasitter) som forekommer i slam fra klekkeri og settefiskanlegg, eller slam fra marine oppdrettsanlegg, representerer en fare for mennesker når dette blir brukt ubehandlet som gjødsel eller jordforbedringsmiddel. Bruk av slikt slam uten behandling kan derimot representere en mulighet for spredning av fiskepatogent smittestoff.

## 12 References

- Adams, M. R. & Moss, M. O. 2008, *Food Microbiology* RSC Publishing, Guilford UK.
- Annon. 2005, *Helsesituasjon hos oppdrettsfisk 2005*, Veterinærinstituttet, Oslo.
- Annon. 2009, *Fiskehelse rapporten 2009*, Veterinærinstituttet, Oslo.
- Austin, B. & McIntosh, D. 1991, "New bacterial fish pathogens and their implications for fish farming.", *Rev.Med.Microbiol.*, 230-236.
- Boxall, A., Crane, M., Corsing, C., Erikson, C., & Tait, A. 2007, "Uses and inputs of veterinary medicines in the environment.," in *Veterinary medicines in the environment*, Crane, Boxall, & Barrett, eds., CRC Press, pp. 7-20.
- Brun, E., Nilsen, H., & Olsen, A. B. 2009, *Faglig vurdering av behov for kontrolltiltak overfor Flavobacterium psychrophilum i norsk laksefiskproduksjon.*, Veterinærinstituttets rapportserie 13-2009. pp17.
- Butt, A. A., Aldridge, K. E., & Sanders, C. V. 2004, "Infections related to the ingestion of seafood Part I: Viral and bacterial infections", *Lancet Infect Dis*, **4**, 201-212.
- Cahill, M. M. 1990, "Bacterial flora of fishes: a review.", *Microb.Ecol.*, **19**, 21-41.
- Chai, J. Y., Murrel, K. D., & Lumberg, A. J. 2005, "Fish-borne parasitic zoonoses: status and issues.", *International Journal of Parasitology*, 1233-1254.
- Dworkin, M., Falkow, S., Rosenberg, E., Schleifer, K.-H., Stackebrandt, E., Farmer, J., & Hickman-Brenner, F. 2006a, "The Genera *Vibrio* and *Photobacterium*.", in *The prokaryotes.*, Springer, New York.
- Dworkin, M., Falkow, S., Rosenberg, E., Schleifer, K.-H., Stackebrandt, E., Farmer, J. W. J., Arduino, M., & Hickman-Brenner, F. 2006b, "The Genera *Aeromonas* and *Plesiomonas*," in *The prokaryotes.*, Springer, New York, pp. 564-596.
- Dworkin, M., Falkow, S., Rosenberg, E., Schleifer, K.-H., Stackebrandt, E., Wiegand, J., Tanner, R., & Rainey, F. 2006c, "An introduction to the family Clostridiaceae.," in *The prokaryotes.*, Springer, New York, pp. 654-678.
- Enger, O., Husevag, B., & Goksoyr, J. 1989, "Presence of the fish pathogen *Vibrio salmonicida* in fish farm sediments", *Appl Environ Microbiol*, **55**, 2815-2818.
- Fach, P., Perelle, S., Dilasser, F., Grout, J., Dargaignaratz, C., Botella, L., Gourreau, J. M., Carlin, F., Popoff, M. R., & Broussolle, V. 2002, "Detection by PCR-enzyme-linked immunosorbent assay of *Clostridium botulinum* in fish and environmental samples from a coastal area in northern France", *Appl Environ Microbiol*, **68**, 5870-5876.
- Gjerde, J. & Boe, B. 1981, "Isolation and characterization of *Vibrio alginolyticus* and *Vibrio parahaemolyticus* from the Norwegian coastal environment", *Acta Vet.Scand*, **22**, 331-343.



- Gram, L. 1992, "Evaluation of the bacteriological quality of seafood", *Int J Food Microbiol*, **16**, 25-39.
- Gram, L. 2001, "Potential hazards in cold-smoked fish: *Clostridium botulinum* type E.", *J.Food.Sci.*, 1082-1087.
- Gram, L. & Huss, H. H. 1996, "Microbiological spoilage of fish and fish products", *Int J Food Microbiol*, **33**, 121-137.
- Gram, L., Trolle, G., & Huss, H. H. 1987, "Detection of Specific Spoilage Bacteria from Fish Stored at Low (0-Degrees-C) and high (20-Degrees-C) Temperatures.", *Int J Food Microbiol*, **4**, 65-72.
- Gregory, A., Raynard, R., & Stagg, R. 2003, *Transmission and reservoirs.*, In, Review of IPN in Salmonids. VESO/FHL Report.
- Hargrave, B. T., Holmer, M., & Newcombe, C. P. 2008, "Towards a classification of organic enrichment in marine sediments based on biogeochemical indicators", *Mar Pollut.Bull.*, **56**, 810-824.
- Hielm, S., Hyytia, E., Andersin, A. B., & Korkeala, H. 1998, "A high prevalence of *Clostridium botulinum* type E in Finnish freshwater and Baltic Sea sediment samples", *J Appl Microbiol*, **84**, 133-137.
- Higashi, G. I. 1985, "Foodborne parasites transmitted to man from fish and other aquatic foods.", *Food Technology*, 69-74.
- Hovda, M. B., Lunestad, B. T., Fontanillas, R., & Rosnes, J. T. 2007, "Molecular characterisation of the intestinal microbiota of farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.)", *Aquaculture*, **272**, 581-588.
- Husevåg, B., Lunestad, B. T., Johannessen, P. J., Enger, Ø., & Samuelsen, O. B. 1991, "Simultaneous occurrence of *Vibrio salmonicida* and antibiotic resistant bacteria in sediments at abandoned aquaculture sites.", *J.Fish.Dis.*, 631-640.
- Huss, H. H. 1980, "Distribution of *Clostridium botulinum*", *Appl Environ Microbiol*, **39**, 764-769.
- Lannan, C. & Fryer, J. L. 1994, "Extracellular Survival of *Piscirickettsia salmonis*.", *J.Fish.Dis.*, 545-548.
- Larenas, J. J., Bartholomew, J., Troncoso, O., Fernandez, S., Ledezma, H., Sandoval, N., Vera, P., Contreras, J., & Smith, P. 2003, "Experimental vertical transmission of *Piscirickettsia salmonis* and in vitro study of attachment and mode of entrance into the fish ovum", *Dis Aquat.Organ*, **56**, 25-30.
- Levsen, A. 2009, *Undersøkelse av slakteferdig oppdrettskveite for nematoder i muskulaturen. Sluttrapport for et samarbeidsprosjekt mellom NIFES og Sterling White halibut A/S.* Nasjonalt institut for ernærings- og sjømatforskning (NIFES).
- Lovoll, M., Wiik-Nielsen, J., Grove, S., Wiik-Nielsen, C. R., Kristoffersen, A. B., Faller, R., Poppe, T., Jung, J., Pedomallu, C. S., Nederbragt, A. J., Meyerson, M., Rimstad, E., & Tengs,

- T. 2010, "A novel totivirus and piscine reovirus (PRV) in Atlantic salmon (*Salmo salar*) with cardiomyopathy syndrome (CMS)", *Viol.J*, **7**, 309.
- Lunestad, B. T. 2003, "Absence of nematodes in farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in Norway", *J Food Prot.*, **66**, 122-124.
- Lunestad, B. T., Samuelsen, O. B., Fjelde, S., & Ervik, A. 2010, "Photostability of eight antibacterial agents in seawater.", *Aquaculture*, 217-225.
- Madigan, M. T., Martinko, J. M., Dunlap, P. V., & Clark, D. P. 2008, *Brock Biology of Microorganisms.*, 12 edn, Benjamin Cummings.
- Novotny, L., Dvorska, L., Lorencova, A., Beran, V., & Pavlik, I. 2004, "Fish: a potential source of bacterial pathogens for human beings.", *Vet Med-Czech*, **49**, 343-358.
- Oliver, J. D. & Kaper, J. B. 2001, "*Vibrio* species.," in *Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers.*, M. P. Doyle, L. R. Beuchat, & T. J. Montville, eds., ASM Press, Washington D.C., USA, pp. 263-300.
- Palacios, G., Lovoll, M., Tengs, T., Hornig, M., Hutchison, S., Hui, J., Kongtorp, R. T., Savji, N., Bussetti, A. V., Solovyov, A., Kristoffersen, A. B., Celone, C., Street, C., Trifonov, V., Hirschberg, D. L., Rabadan, R., Egholm, M., Rimstad, E., & Lipkin, W. I. 2010, "Heart and skeletal muscle inflammation of farmed salmon is associated with infection with a novel reovirus", *PLoS One*, **5**, e11487.
- Pier, A. C. & Fichtner, R. E. 1981, "Distribution of serotypes of *Nocardia asteroides* from animal, human, and environmental sources", *J Clin Microbiol*, **13**, 548-553.
- Rimstad, E., Dalsgaard, I., Hjeltnes, B., & Håstein, T. 2010, *Risikovurdering - stamfiskovervåking og vertikal smitteoverføring*, Vitenskapskomiteen for mattrygghet, VKM, Oslo, 09/806.
- Samuelsen, O. B., Lunestad, B. T., Ervik, A., & Fjelde, S. 1994, "Stability of antibacterial agents in an artificial marine aquaculture sediment under laboratory conditions.", *Aquaculture*, 283-290.
- Sapp, M., Parker, E. R., Teal, L. R., & Schratzberger, M. 2010, "Advancing the understanding of biogeography-diversity relationships of benthic microorganisms in the North Sea", *FEMS Microbiol Ecol.*, **74**, 410-429.
- Selvik, A., Hansen, P. K., Ervik, A., & Samuelsen, O. B. 2002, "The stability and persistence of diflubenzuron in marine sediments studied under laboratory conditions and the dispersion to the sediment under a fish farm following medication", *Sci Total Environ*, **285**, 237-245.
- Sutherland, J. & Varnam, A. 2002, "Enterotoxin-producing *Staphylococcus*, *Shigella*, *Yersinia*, *Vibrio*, *Aeromonas* and *Plesiomonas*," in *Foodborne pathogens.*, C. W. Blackburn & P. McClure, eds., Woodhead Publishing, Cambridge England., pp. 385-415.
- West, P. A. 1989, "The human pathogenic vibrios--a public health update with environmental perspectives", *Epidemiol Infect*, **103**, 1-34.