



Klassisk furunkulose - Kunnskapsstøtte til Mattilsynet



RAPPORT 6/2022

Klassisk furunkulose

- Kunnskapsstøtte til Mattilsynet.

Forfattere

Åse Helen Garseth, Ingunn Sommerset, Duncan Colquhoun og Hanne Katrine Nilsen.

Forslag til sitering

Garseth, Åse Helen, Ingunn Sommerset, Duncan Colquhoun, Hanne Katrine Nilsen. Klassisk furunkulose - Kunnskapsstøtte til Mattilsynet. Veterinærinstituttets rapportserie 6-2022.

© Veterinærinstituttet, kopiering tillatt når kilde gjengis

Kvalitetssikret av

Edgar Brun, Avdelingsdirektør, Fiskehelse og fiskevelferd, Veterinærinstituttet

Publisert

2022 på www.vetinst.no

ISSN 1890-3290 (elektronisk utgave)

© Veterinærinstituttet 2022

Kolofon

Design omslag: Reine Linjer

Foto forside: Villaks med furunkulose.

Foto: Anton Rikstad, tidligere fiskeforvalter Fylkesmannen Nord-Trøndelag

www.vetinst.no

Innhold

Bakgrunn for bestilling	3
Innledning	4
Forekomst av klassisk furunkulose i norske lakseelver?	5
Mattilsynet spørsmål: Hva er dagens kunnskapsstatus når det gjelder forekomst av klassisk furunkulose i norske lakseelver?.....	5
Kriterier å legge til grunn for pålegg om tømning av lokalitet	10
Mattilsynet spørsmål: Hvilke vurderinger bør gjøres og hvilke kriterier bør legges til grunn for å pålegge tømning av sjølokalitet med påvist klassisk furunkulose?.....	10
Videre under spørsmål 2 ber Mattilsynet om vurdering av følgende punkter som kriterier til grunn for pålegg om tømning av en positiv sjølokalitet	12
Om vaksinestatus og immunitet	15
Mattilsynets spørsmål: -Har laks god nok beskyttelse mot furunkulose hele tiden den skal stå i sjø?	15
Mattilsynets spørsmål: -Har det hensikt å måle immunstatus hos laks kort tid etter utsett, kan det si noe om effekten helt fram til slakt?.....	16
Mattilsynets spørsmål: -Hva bør i tilfelle immunstatus være?	16
Mattilsynets spørsmål: -Er det grunn til å tro at kombinasjon av multivalente med monovalente vaksiner off label kan gi redusert immunitet mot furunkulose eller andre vaksineagens?.....	17
Mattilsynets spørsmål: -Hvor viktig er flokkimmunitet knyttet til vaksiner mot furunkulose? Vil uvaksinert fisk i en populasjon være tilstrekkelig beskyttet dersom for eksempel en andel på 2-4 % av fisken er uvaksinert?	17
Om prøvetakingsregime for overvåking	18
Mattilsynets spørsmål: -Er utsæd fra nyre på blodskål foretrukket undersøkelsesmetode for å kartlegge utbredelsen av <i>Aeromonas salmonicida</i> subsp <i>salmonicida</i> i anlegget? Eller er PCR-analyse fra nyre et godt alternativ?	18
Om brakklegging	21
Om furunkulose i settefiskanlegg:	21
Mattilsynets spørsmål: Hvordan bør vi håndtere settefiskanlegg hvor det påvises furunkulose; herunder destruksjon, brakklegging, mv.?.....	21
Viktige kunnskapshull	22
Effekt av vaksine mot Ass infeksjon og smittespredning.....	22
Flokkimmunitet vs. beskyttelse av ville populasjoner	23
Pukkellaks	24
Framtidsscenarioer med økt forekomst av furunkulose i oppdrett	24
Usikkerhet	25
Referanser	26

Bakgrunn for bestilling

Det registreres økt forekomst av sykdommen klassisk furunkulose i norske oppdrettsanlegg. I 2021 har *Aeromonas salmonicida* subspecies *salmonicida* (heretter kalt Ass) blitt påvist i to settefiskanlegg og tre matfiskanlegg som har mottatt smolt fra disse to settefiskanleggene.

Mattilsynets retningslinje for oppfølging ved tilsyn av furunkulose (sist endret 07.05.2015) angir at «vedtak om forsert nedslakting av matfiskgrupper med påvist furunkulose kan vurderes.» Men det er ikke angitt hvilke vurderinger som skal foretas.

Mattilsynet har gitt pålegg om avliving og destruksjon av all fisk ved matfisklokalitet i produksjonsområde Vest-Finnmark med påvist furunkulose. Pålegget er begrunnet med fare for smitte til villfisk og andre oppdrettsanlegg. Klassisk furunkulose har aldri tidligere blitt påvist i Finnmark. Mattilsynet er usikre på om tilsvarende pålegg bør gis ved påvisning av furunkulose i sjøanlegg i andre deler av landet. Mattilsynet har bestilt kunnskapsstøtte fra Veterinærinstituttet på forvaltning av klassisk furunkulose i oppdrett.

Kunnskapsstøtten skal benyttes i forvaltningsmessige vurderinger ved oppfølging av akvakulturanlegg med mistanke om eller påvist klassisk furunkulose.

Innledning

Vill atlantisk laks er en ansvarsart for Norge fordi en vesentlig andel av bestanden og dens genetiske diversitet er hjemmehørende i norske elver. Vill atlantisk laks ble i 2021 for første gang oppført på den norske rødlista, i kategorien nær truet (*Hesthagen m. flere 2021*, www.artsdatabanken.no).

Etter introduksjon av *Ass* (*Aeromonas salmonicida* subspecies *salmonicida*) med smittet laksesmolt fra Skottland til oppdrettsanlegg i Nord-Trøndelag i 1985, spredte infeksjonen seg både innen oppdrettsnæringen og til vill laksefisk i vassdrag. Smittereservoaret som den gang ble etablert i tilknytning til vassdrag rundt Namsenfjorden vedvarer fortsatt, 35 år etter introduksjonen. Etablering av nye smittereservoar kan dermed ha langsiktige konsekvenser for ville bestander. I tillegg kan en slik etablering ha konsekvenser for oppdrettet fisk.

Prevention is better than cure er den overordnede målsettingen til den nye dyrehelseforordningen i EU. Tidlig påvisning og kontroll av dyresykdom, herunder også sykdom på frammarsj som følge av klimaendringer, skal bidra til å redusere tap i husdyrhold.

Furunkulose er en sykdom som forventes å få økt betydning med et varmere klima (Crumlish & Austin 2020). Sykdommen er ikke listeført og meldepliktig i EU, dermed er rapportene over forekomst mangelfulle. Det Europeiske referanselaboratoriets årlige rapporter gir likevel et innblikk i forekomsten og viser at sykdommen er en av de hyppigst rapporterte “andre diagnoser” i oppdrett av salmonider ([Survey & Diagnosis - EURL Fish & Crustacean Diseases](http://www.eurl-fish-crustacean.eu) (eurl-fish-crustacean.eu)). Furunkulose er derfor registrert både en viktig tapsfaktor og en driver i forbruket av antibiotika i fiskeoppdrett i Europa. Også i vaksinerte populasjoner registreres det utbrudd med påfølgende antibiotikabruk.

Avgrensede ville reservoarer, rutinemessig vaksinerings og gunstige klimatiske forhold er viktige bidragsyttere til en gunstige furunkulosesituasjon i Norge det siste tiåret frem til 2020. Klimaet er i endring og forekomsten av furunkulose i oppdrett økende. Mattilsynets forvaltning av furunkulose i oppdrett vil dermed være avgjørende for utviklingen i smittestatus i ville og oppdrettede populasjoner.

Som Mattilsynets kunnskapsleverandør innen fiskehelse skal Veterinærinstituttet bringe fram et best mulig faglig grunnlag for forvaltning av denne sykdommen. I det følgende besvares Mattilsynets spørsmål. Avslutningsvis beskrives noen viktige kunnskapshull.

Forekomst av klassisk furunkulose i norske lakseelver?

Mattilsynet spørsmål: Hva er dagens kunnskapsstatus når det gjelder forekomst av klassisk furunkulose i norske lakseelver?

Tidsavgrensning.

I gjennomgang av data er det valgt å se bort fra de påvisningene som ble gjort på sent 80-tall og på 90-tallet, da disse var knyttet til spredning av smitte fra oppdrett i en tid uten effektive vaksiner. Men, det vises til NINA rapportene og artiklene som beskriver forekomst og spredning av Ass i norske elver etter import av smittet oppdrettsmolt fra Skottland (Johnsen et al 1992, Johnsen & Jensen 1994).

Det er lagt vekt på perioden fra 2000 til i dag, både fordi denne perioden er mest relevant for dagens situasjon, og fordi vi har gode diagnostiske data fra denne perioden.

Datakilder

Datagrunnlaget for denne oversikten er hentet fra:

- Helsekontroll av villfanget stamfisk, kilder:
 - Helsetjenesten for kultiveringsanlegg - årsrapporter til og med 2014
 - Genbank for vill laks
 - Patogen Analyse
 - Kultiveringsanleggenes forening
- Diagnostikk ved Veterinærinstituttet
- Meldingssystemet for syk villfisk

Helsekontroll av villfanget stamfisk

Tidligere stilte akvakulturdriftsforskriften krav om at all villfanget anadrom stamfisk (laks, sjørørret og sjørøye) ble undersøkt for Ass i forbindelse med reproduksjon og stryking. Undersøkelse baserte seg opprinnelig på dyrking på vekstmedier (blodagar), men fra ca. 2010-2011 ble det tatt i bruk PCR, og etter hvert ble denne metodikken dominerende, men ikke enerådende. De siste ti årene (fra om lag 2011) har antall stamfisk undersøkte for Ass blitt kraftig redusert. Mange anlegg søkte om dispensasjon fra kravet, og etter hvert falt kravet bort.

Helsetjeneste for kultiveringsanlegg ble opprettet i 1997 og hadde som formål å tilby fiskehelsefaglig kompetanse til kultiveringsanlegg, herunder å organisere lovpålagte helsekontroller i anlegg og lovpålagt helsekontroll av villfanget stamfisk. Genbank for vill laks er fra 2007 under prosjektledelse fra Veterinærinstituttet (tidligere ledet av VESO Trondheim), og har i likhet med kultiveringsanleggene benyttet seg av Helsetjenesten for kultiveringsanlegg sin helsekontroll av villfanget stamfisk. Helsetjenesten ble avvirket i 2014. Merk at kultiveringsanlegget i Bogna ikke var medlem og at data fra dette anlegget dermed ikke er inkludert.

Vedlegg 1 viser en oversikt over helsekontroll av villfanget stamfisk til kultivering og Genbank for vill laks i perioden 2005- 2015. I perioden er det undersøkt 4005 laks, 606 sjøørret og 76 røye. I dette materialet var en laks fra en elv på Nordmøre PCR-positiv (Ct-verdien 26). Påvisningen ble gjort i 2010 med en ikke akkreditert PCR metode hos PatoGen analyse, og prøvematerialet ble underkjent av PatoGen analyse sin kvalitetskontroll (basert på housekeeping-genet ela). Resultatet er ikke verifisert med annen metodikk. I praksis medførte resultatet at kjønnsprodukter fra denne laksen ble kassert og videre at det aktuelle kultiveringsanlegget har opprettholdt testing for Ass i perioden etter 2010 og frem til i dag - uten at det er gjort flere påvisninger. Den usikre påvisningen fra 2010 bør dermed ikke føres som konklusivt bevis på at Ass er tilstede i villfiskpopulasjonen i elva på Nordmøre.

Resultatene baserer seg på et begrenset antall elver (om lag 30) fordelt over hele landet. Resultatene fra helsekontrollene av villfanget stamfisk tyder ikke på at infeksjon med Ass er vanlig forekommende hos vill laksefisk som returnerer til elvene for å gyte.

Også hos villfisk er asymptomatiske smittebærere en problemstilling (jamfør svar til spørsmål 4 om overvåking). Men det er sannsynligvis lettere å påvise infeksjon hos vill gytefisk enn ellers. Gytefisk har hormonelt betinget nedsatt immunforsvar og påføres stress i forbindelse med håndtering og opphold i kar, samt at helsen kan være nedsatt på grunn av andre infeksjoner. Dette er faktorer som kan bidra til å aktivere latent Ass smitte, men hvor sterk påvirkning dette har på vår evne til å detektere smitte er usikkert.

Kultiveringsanleggenes forening, private laboratorier og Havforskningsinstituttet.

Veterinærinstituttet kontaktet Kultiveringsanleggenes forening (KAF) ved leder Arnt Munthe, private laboratorier og Havforskningsinstituttet for å innhente informasjon om kultiveringsanleggenes rutiner og omfang av Ass testing av villfanget stamfisk i dag og for perioden etter 2014.

Via KAF er det mottatt tilbakemelding fra 4 kultiveringsanlegg. Disse kan oppsummeres slik.

- Kun risikobasert uttak av prøver (dvs. ved klinisk sykdom). Henviser til at Ass er knyttet til Namdalen.
- Ett anlegg i Vestland og ett i Møre og Romsdal skriver at de alltid undersøker for Ass. Anlegget i Møre og Romsdal fikk den nevnte påvisningen i 2010 på Nordmøre.
- Ett anlegg i Vestland beskriver at de igangsetter undersøkelser for Ass nå som Mattilsynet har gått ut med oppfordring om dette.

PatoGen ved Morten Lund svarer at de har gjennomført tre Ass type 1 analyser på villfisk siden 2014 og at disse var negative. Pharmaq Analytiq hadde ikke anledning til å lete fram denne informasjonen til oss. Havforskningsinstituttet ved Abdullah Madhun svarer at de ikke har gjort undersøkelser for Ass hos villfisk og dermed ikke har data på dette. De skriver også at de trolig vil inkludere undersøkelser for Ass i neste års (2022) overvåking av villfisk.

Diagnostikk ved Veterinærinstituttet 2000 -2021

Resultat fra gjennomgang av Veterinærinstituttets prøvejournalssystemet er vist i Tabell 1 og 2.

Tabell 1. Påvisninger av Ass hos villfisk i perioden fra og med 2000 til og med 2021 fordelt på produksjonsområder (FOR-2017-01-16-61 Produksjonsområdeforskriften). Oversikten inkluderer villfanget stamfisk til kultivering. Årene 2002, 2004, 2005, 2009-2014, 2020 og 2021 var det ingen påvisninger hos villfisk.

	2000	2001	2003	2006	2007	2008	2015	2016	2017	2018	2019	2019	2020
PO 1													
PO 2													
PO 3													
PO 4													
PO 5													
PO 6													
PO 7	2 ^{a,b}	2 ^{a,d}	1 ^a	1 ^a	1 ^c	2 ^{a,c}	2 ^{b,c}	1 ^b	2 ^{a,b}	3 ^{a,b,c}	2 ^{a,c}		
PO 8				1 ^e									
PO 9													
PO 10													
PO 11													
PO 12													
PO 13													

Fotnoter: a) Ferga/Ågårdsvassdraget, b) Bogna, c) Sandøla/Namsenvassdraget, d) Aursunda, e) Spilderelva

Tabell 2. Viser antall oppdrettslokaliteter med påvisning av Ass /Furunkulose (inkludert settefisk til kultivering). Det er gjort påvisning både hos laks, rognkjeks og brunørret (se fotnoter).

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2014	2015	2016	2020	2021
PO 1													
PO 2		1 ^d											
PO 3	5 ^d	2 ^d											
PO 4	2 ^d			1 ^d	1 ^d	1 ^d							
PO 5													
PO 6											1 ^c		1 ^d
PO 7							1 ^{da}	1 ^d	1 ^d	1 ^c	3 ^c	3 ^d , 2 ^{c,d} , 1 ^c	1 ^{da}
PO8							1 ^b						1 ^{da}
PO 9			1 ^{da}										
PO 10													
PO 11													1 ^d
PO 12													1 ^d
PO 13													

Fotnoter: a) Settefisk, b) Kultivering Spilderdalen klekkeri (brunørretyngel), c) Rognkjeks, d) Laks

På landsbasis har klinisk furunkulose hos vill laksefisk vært knyttet til et begrenset antall vassdrag i perioden etter 2000. I Namdalsregionen er klinisk sykdom/Ass påvist i:

- Aursunda (kun 2001),
- Bogna (2000, 2003, 2015-2018),
- Ferga i Ågårdsvassdraget (2000, 2001, 2003, 2006, 2008, 2017-2019),
- Namsen med sideelva Sandøla i Namsenvassdraget (2007, 2008, 2015, 2018, 2019).

Det er ikke påvist sykdom i disse elvene i 2020 og 2021.

I Spildervassdraget, Meløy i Nordland er furunkulose påvist hos ørretyngel i Spilderdalen klekkeri (kultivering) i 2004, og hos en vill ørret i Spilderelva i 2006. Tilfellene fra Spildervassdraget ligger mer enn 15 år tilbake i tid. Furunkulose i kommersielt oppdrett av settefisk i området i 2021 har aktualisert de gamle påvisningene, men smitekilden til settefiskanlegget er så langt vi vet ikke avdekt.

Påvisninger i oppdrettet fisk på Sør-Vestlandet (PO2-PO4) tidlig på 2000 tallet har vi i dag ikke grunnlag for å oppklare da de ligger for langt tilbake i tid. I 2006 ble det påvist furunkulose i et settefiskanlegg for laks i Flatanger, og i 2007 ble det påvist Ass hos nylig sjøsatt laksesmolt på Leka. Ut ifra selskapsstruktur og tidsintervaller forstås dette som et utbrudd i et settefiskanlegg med påfølgende påvisning i mottakende matfisklokalitet i sjø, tilsvarende det vi har registrert i 2021. Her har Mattilsynet bedre oversikt.

I 2015 sees første påvisning av Ass i tilknytning til klinisk sykdom hos rognkjeks på en matfisklokalitet i Namsos kommune, på nordsiden av Otterøya. I 2016 ble det påvist Ass hos rognkjeks på fire lokaliteter, hvorav tre lokaliteter ligger i samme område som påvisningen i 2015. Den fjerde lokaliteten var i Osen kommune i Flatanger. I 2020 påvises Ass hos rognkjeks for første gang i Nærøysund kommune i tillegg til Namsos kommune.

Forekomst i oppdrett i Finnmark og Troms i 2021 representerer en ny geografisk fordeling enn det vi har sett de siste 20 årene.

Meldingssystemet for syk villfisk

Meldingssystemet for syk villfisk ble etablert av Veterinærinstituttet i samarbeid med Mattilsynet i 2020. Veterinærinstituttet har informert bredt om systemet med særlig fokus på elveeierlag og Norges jeger og fiskerforbund. I begynnelsen av juli 2021 ble mer enn 300 elveeierlag informert om meldingssystemet direkte via e-post og via oppslag på organisasjonen Norske lakseelver sine nettsider. Her ble det informert særskilt om furunkulose og red skin disease, med oppfordring om å bruke meldingssystemet ved mistanke disse sykdommene. Etter oppfordringen kom det inn meldinger om red skin disease lignende tilfeller, men ikke tilfeller som ga mistanke om furunkulose.

Konklusjon

Det samlede datagrunnlaget tyder ikke på at ville reservoarer av Ass er utbredt i Norge i dag. Det er et reservoar knyttet til et fåtall elver med utløp til Namsenfjorden og muligens ett i tilknytning til Spilderelva eller omegn i Nordland.

En observasjon som understøtter konklusjonen er at Ass hos rognkjeks kun er påvist på oppdrettslokaliteter i Namdalsområdet, selv om arten er mottakelig for Ass infeksjon i en oppdrettsituasjon og benyttes som rensfisk langs det meste av kysten.

Denne begrensede geografiske utbredelsen er en viktig forutsetning for den gunstige furunkulosesituasjonen vi har i Norge i dag.

Kriterier å legge til grunn for pålegg om tømning av lokalitet

Mattilsynet spørsmål: Hvilke vurderinger bør gjøres og hvilke kriterier bør legges til grunn for å pålegge tømning av sjølokalitet med påvist klassisk furunkulose?

Vurdering av risiko for smitte til ville bestander og nærhet til nasjonale laksefjorder og nasjonale laksevassdrag?

Vill atlantisk laks er en *ansvarsart* for Norge. Dette innebærer at arten har en vesentlig andel av sin naturlige utbredelse eller sitt genetiske særtrekk i Norge, og at Norge som nasjon, på tvers av sektorer, har et spesielt ansvar for å ivareta arten. Dette gjenspeiler seg i tiltak som opprettelsen av nasjonale laksefjorder og -laksevassdrag, Kvalitetsnormen for Atlantisk laks og trafikklyssystemet. Tiltakene har ikke vært tilstrekkelige, og i 2021 ble atlantisk laks oppført i kategorien nær truet i Norsk rødliste for arter (Hesthagen m.fl. 2021).

Ass ble første gang introdusert til Norge med oppdrettet regnbueørret fra Danmark i 1964. Dette medførte spredning til villaks i Numedalslågen med påfølgende nær årlige utbrudd og dødelighet hos villaks i perioden 1966-1979 (Lunder og Håstein 1990). Siste påvisning i Numedalslågen var i 1990.

Etter import av smittet oppdrettssmolt fra Skottland til Nord-Trøndelag i 1985, spredte furunkulose seg raskt både innen oppdrettsnæringen og til vill laks. I 1992 ble furunkulose bekreftet i 74 elver, og dødeligheten varierte fra noen få fisk til 700-800 fisk per elv (Johnsen et al 1992, Johnsen & Jensen 1994). Det er grunn til å tro at oppgang av smittebærende rømt fisk var av betydning for overføring av smitte til enkelte av de ville bestandene, men rømt oppdrettslaks ble ikke observert i alle elver. Rømming fra anlegg med smitte vil også være en vesentlig risikofaktor i dag. Med større enheter og klimaendringer vil rømming kunne bli en større utfordring i fremtiden.

Utover publikasjonene fra NINA og data fra egen sykdomsdiagnostikk har ikke Veterinærinstituttet tilgang til systematiske oversikter over hvilke livsstadier som rammes ved furunkuloseutbrudd i elver (Johnsen et al 1992, Johnsen & Jensen 1994). Oftest sendes gytefisk inn til undersøkelse, men senest i 2019 mottok Veterinærinstituttet også yngre fisk (20-800g) til undersøkelse i forbindelse med furunkuloseutbrudd i Ferga (Furnesvik m flere 2019, Sommerset m. flere 2020). Ass ble påvist hos de største ungfiskene (Figur 1), mens det ikke ble dyrket fra den minste yngelen fordi de var kadaverøse. Furunkulose kan dermed trolig påvirke både på ungfiskenivå og gytebestandsnivå, men det er betydelig enklere å observere død gytefisk enn død yngel.

Om yngel- og ungfiskdødelighet påvirker antall utvandrende smolt av laks og i neste ledd hvor mange gytefisk som vandrer tilbake til elva, er et komplisert økologisk regnestykke som må vurderes sammen med andre påvirkningsfaktorer i hver enkelt bestand. Det må blant annet avdekkes om dødelighet hos yngel er kompensatorisk, det vil si inntreffer istedenfor annen dødelighet, additiv dvs. kommer i tillegg til annen dødelighet, eller en mellomting mellom disse. Når det gjelder gytebestanden vil en bestandseffekt kunne oppstå dersom sykdommen

hindrer oppnåelse av gytebestandsmål, for eksempel ved at fisk dør før gyting. I elva Ferga i Ågårdsvassdraget er gytebestandsmålet langt ifra nådd, og mangelen på gytefisk i 2019 knyttes til utbruddet av furunkulose ([Hjem - Vurdering av enkeltbestander \(vitenskapsradet.no\)](https://www.vitenskapsradet.no)). Når gytebestandsmålet ikke nås er bestanden betydelig mer sårbar for dødelighet hos yngel. Over tid vil store bestander være mer robuste enn mindre bestander, samtidig vil en infeksjon lettere kunne etableres og opprettholdes i en større bestand.

At det fortsatt registreres utbrudd av furunkulose i villfisk i Namdalsregionen 35 år etter introduksjonen, synliggjør en risiko for vedvarende skadevirkninger i ville bestander ved etablering av nye smittereservoarer. Denne risikoen mener Veterinærinstituttet er viktig i vurderingen av om tømning av oppdrettslokaliteter er et forholdsmessighet pålegg.

Nærhet til et vernet vassdrag kan ansees som skjerpene i vurderingen av risiko knyttet til furunkulose i ville laksepopulasjoner. Veterinærinstituttet er imidlertid av den oppfatning av at det i praksis er liten mulighet til å begrense konsekvensene av nyetablerte smittereservoar til vassdrag som ikke er vernet. Både Namsenvassdraget og Ågårdsvassdraget har status som nasjonale laksevassdrag og Namsenfjorden er en nasjonal laksefjord.

*Figur 1. Viser villaks med sykdomstegn forenelig med klassisk furunkulose.
Foto: Anton Rikstad, tidligere fiskeforvalter i Nord-Trøndelag fylke.*



*Figur 2 viser blodig furunkel i muskel hos villaks fra elva Ferga i Ågårdsvassdraget i 2019.
Foto: Geir Bornø, Veterinærinstituttet 2:*



Videre ber Mattilsynet om vurdering av følgende punkter som kriterier til grunn for pålegg om tømning av en positiv sjølokalitet

Hensyn til smitte av uvaksinert fisk, inkludert rensefisk?

Siden 2015 er det gjort påvisninger av Ass i forbindelse med sykdom hos rognkjeks i Namsenfjorden. Rognkjeks vaksineres generelt ikke mot Ass. I forbindelse med diagnostikk av Ass infeksjon hos rognkjeks sees klare tegn på at bakterien er en primærpatogen som forårsaker både sykdom og dødelighet hos denne arten. Rognkjeks har samme krav på vern som laks og skal derfor tas hensyn til i forvaltningen av furunkulose. Veterinærinstituttet er gjort kjent med at en oppdretter i PO 7 prøver ut autogen Ass vaksine etter påvisning hos rognkjeks i 2020.

Hensyn til smitte til naboanlegg?

Furunkulose har stort horisontalt smittepotensial og kan spre seg til og infisere både vaksinert og uvaksinert fisk i naboanlegg.

Vurdering av vaksinestatus?

Ingen av dagens furunkulosevaksiner til laks har dokumentasjon på at de hindrer smittespredning ved Ass infeksjon (ref. Pakningsvedlegg punkt 4.2 for aktuelle vaksiner i Felleskatalogen). Dokumentert effekt mot furunkulose er oppgitt som reduksjon av kliniske symptomer og redusert dødelighet, samt at noen vaksiner også oppgir tilsendeværelse av spesifikke antistoffer en periode etter vaksinasjon. Basert på dette, mener Veterinærinstituttet det ikke er belegg for å hevde at en vaksinert populasjon av oppdrettslaks, dersom det påvises Ass smitte i populasjonen, ikke vil kunne smitte andre mottakelige individer. Under industriell vaksinasjon vil det også være en liten andel av populasjonen som ikke blir optimalt vaksinert (f.eks. feilstikk), eller som responderer dårlig på korrekt deponert vaksinedose. Slike individer kan, ved eksponering for Ass smitte, bli smittespredere til andre uvaksinerte og mottakelige individer i nærmiljøet, som f.eks. kohabiterende rognkjeks eller villfisk.

Det er ingen tvil om at olje-adjuvanterte furunkulosevaksiner som ble introdusert i 1992/93 bidro til å redusere antall furunkuloseutbrudd og antibiotikaforbruket vesentlig i norsk oppdrettsnæring, og således har vært og fortsatt er, et svært viktige tiltak i den samlede biosikkerhetsplanen. Likevel mener Veterinærinstituttet at positiv vaksinestatus på generelt grunnlag ikke skal gi fritak ved påvist Ass infeksjon i populasjonen. Se også utdypende svar vedr. vaksinasjon og effekt under spørsmål 3.

I et eventuelt pålegg om tømning av lokalitet knyttes opp mot klinisk utbrudd av furunkulose og en viss dødelighet grunnet furunkulose?

Vi vil presisere de diagnostiske kriteriene for påvisning av furunkulose, slik de er beskrevet i Veterinærinstituttets styringssystem.

Diagnostiske kriterier:

Mistanke om sykdom hos laksefisk ved:

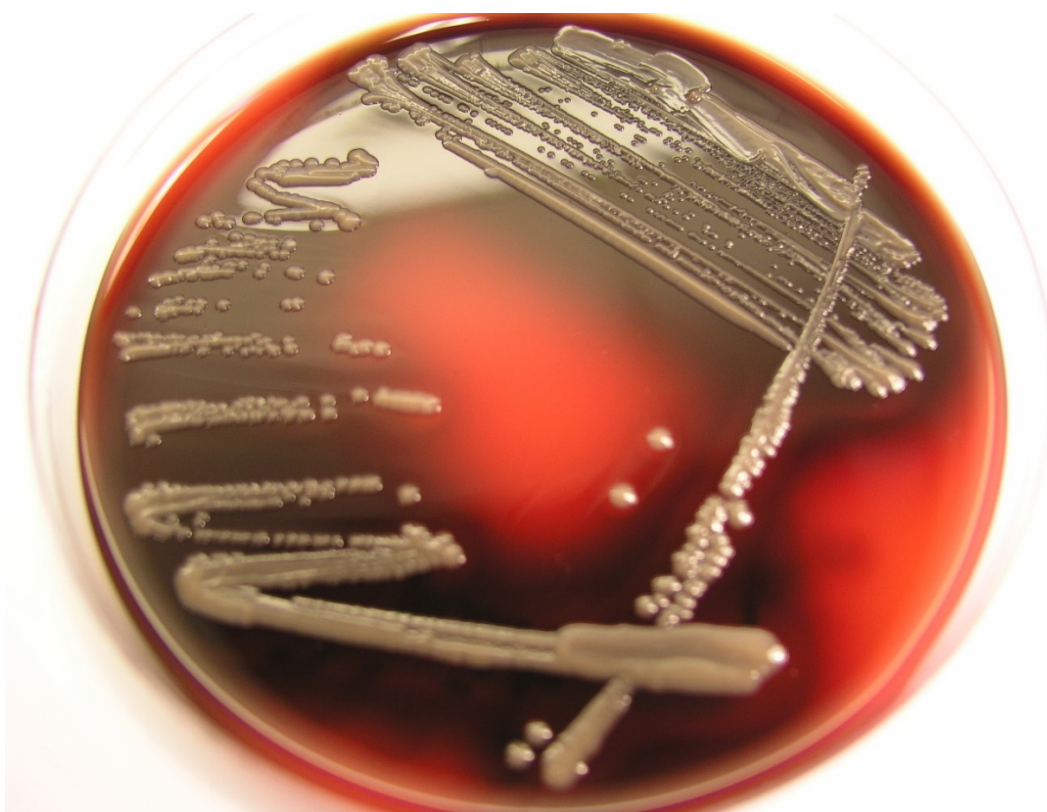
- påvisning av positivt merkede bakterieaggregater i vev
- påvisning ved hjelp av rtPCR.

Påvist sykdom ved:

- påvisning av *Aeromonas salmonicida subsp. salmonicida* ved dyrking hos alle fiskearter.

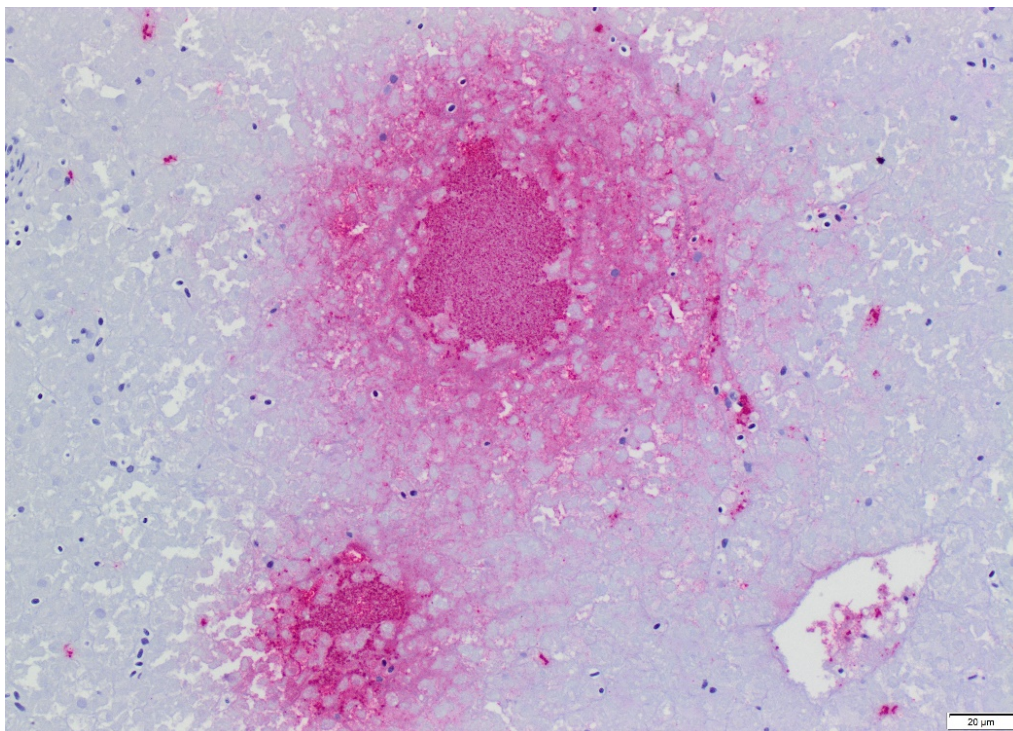
Veterinærinstituttet mener at påvist Ass infeksjon ved dyrking fra fisk på lokaliteten er tilstrekkelig dokumentasjon til å konkludere med at lokaliteten er positiv. Tilsvarende konklusjon trekkes for andre infeksjonssykdommer, og er derved et kriterium i vurderingen av pålagt tømning av lokaliteten. Se også svar på Spørsmål 4 og øvrige underpunkter i Spørsmål 2.

Figur 2. Diagnosen klassisk furunkulose blir hos alle fiskearter stilt ved påvisning av *Aeromonas salmonicida subsp. salmonicida* ved dyrking. Her Ass kolonier på blodagar. Foto: Geir Bornø, Veterinærinstituttet.



Figur 3: *Aeromonas salmonicida* subsp *salmonicida* (IHC) i lever hos villaks.

Foto Toni Erkinharju, Veterinærinstituttet



Hvor høy andel positive svar for *Aeromonas salmonicida* spp. *salmonicida* av prøvetatt fisk kan vi tillate ved normaldødelighet (både laks og rensefisk) før vi bør pålegge tømning av enkeltmerder eller hele lokaliteten?

Veterinærinstituttet mener som tidligere beskrevet at påvist Ass infeksjon ved dyrking fra én eller flere fisk indikerer en aktiv infeksjon på lokaliteten. Dette er tilsvarende kriterier som gjelder for andre infeksjoner. Ut fra smittedynamikken til furunkulose vil ikke gjentakende prøveuttak nødvendigvis gi noe sikkert grunnlag for estimering av andel/prevalens. En påvisning er derfor tilstrekkelig dokumentasjon til å iverksette tiltak som for eksempel å pålegge tømning av lokaliteten. Se også svar på Spørsmål 4 og øvrige underpunkter i Spørsmål 2.

Er det aktuelt å differensiere forvaltning av ulike merder på samme lokalitet med ulik opprinnelse, vaksinestatus, påvisning og klinisk status?

Veterinærinstituttet mener at differensiert forvaltning krever at det er en neglisjerbar sannsynlighet for at smitte er overført fra smittebærende fiskegruppe til den eventuelt fritatte enheten på lokaliteten. Her vil en i beste fall måtte gjøre en skjønsmessig vurdering basert på klinisk bilde, eksponeringstid, dose (biomasse av fisk i smittet populasjon) og avstand. Vurderingen vil være beheftet med stor usikkerhet, og en eventuell overvåking av fiskegrupper som blir stående igjen på lokaliteten vil også være utfordrende i forhold til å oppnå tilstrekkelig sensitivitet (Se også Spørsmål 4 og øvrige punkter under spørsmål 2).

Når bør det stilles krav om fysisk lukket transport og direktelevering til slakteri?

Veterinærinstituttet mener at det etter påvisning av infeksjon eller klinisk sykdom bør stilles krav om fysisk lukket transport og direktelevering til slakteri, på lik linje som ved påvisning av SAV/PD utenfor PD-sonen.

Om vaksinestatus og immunitet.

Mattilsynets spørsmål: -Har laks god nok beskyttelse mot furunkulose hele tiden den skal stå i sjø?

Det finnes flere godkjente vaksiner mot furunkulose i laks, og de fleste av disse har dokumentert varighet av beskyttelse (minst) 12 måneder etter vaksinasjon. Eksempelvis har Alphaject micro 6 og Alphaject micro 7 ILA oppgitt 12 måneder, Aquavac PD7 og Aquavac 6 har oppgitt varighet opptil 18 mnd, mens beskyttelse mot bakterielle sykdommer ved bruk av Pentium Forte Plus Vet er oppgitt til mellom 6-12 mnd etter vaksinasjon. Europeisk Pharmacopeia (07/2017/1521) stiller spesifikke krav til utførelse av kontrollerte smitteforsøk for dokumentasjon av vaksineeffekt for furunkulosevaksiner til laks. Smitteforsøket skal utføres med vaksinerte og uvaksinerte individer i samme kar, Ass -smitten må resultere i over 60% dødelighet i kontrollgruppen, og over eller lik 70% relativ overlevelse (RPS) i den vaksinerte gruppen for å være gyldig. Dokumentasjonskravet er altså basert på grad av overlevelse etter Ass smitte med høy dødelighet. I tillegg utføres ofte antistoffmålinger eller andre indirekte mål for beskyttelse for å understøtte vaksineeffekt i felt, der redusert dødelighet eller kliniske symptomer forårsaket av furunkulose kan være vanskelig å få målt.

De overnevnte vaksinene har vært i bruk i flere år, om enn ikke fordelt markedsmessig likt over tid og sted, så det er ingenting som tyder på at de ikke har gitt tilfredsstillende beskyttelse mot utbrudd av klinisk furunkulose under de gitte feltforhold i Norge. Det er imidlertid verdt å merke seg at laks i større grad vaksineres med flere ulike injeksjonsvaksiner med ulike doseringsvolum og/eller injeksjonssted i en operasjon de siste par årene. Hvorvidt de ulike vaksinasjonsmetodene (vaksinasjonsmaskiner med flere doseringskammer, manuell vaksinasjon med ulike injektorer etc.) og kombinasjoner av vaksiner som brukes i kommersielt oppdrett er validert i forhold til dokumentert effekt inkl. varighet av effekt, er vanskelig å vurdere. Vaksineselskap som selger monovalente vaksiner som næringen ofte velger å dosere i samme operasjon som andre vaksiner, enten on- eller off-label, oppgir at de gjør egne forsøk for å teste effekten av de vanligste kombinasjonene. De har ikke erfart at "off label" bruk har gitt dårligere effekt, men kan likevel ikke anbefale det da dokumentasjonen er begrenset.

Blant vaksinekomponentene i de multivalente vaksinene, er A. salmonicida et antigen man ikke ønsker å ha «overskudd» av, fordi det er knyttet til bivirkninger. Det er derfor spesielt viktig at vaksinedosen som gis er korrekt, og at fisken er immunkompetent dvs. frisk og i stand til å respondere optimalt på vaksinen. Det er spesielt viktig å følge anbefalte antall døgngader før sjøsetting/smitteeksponering for furunkulosekomponenten. Et utbrudd av furunkulose i 2005 på vaksinert laks i Alvær nord for Bergen, kunne relateres til for kort immuniseringstid (ca. 350 døgngader) før utsett (pers. komm. Niels Petter Maaseide, MSD Animal Health).

Det er ikke kjent hvilken vaksineeffekt man kan forvente på laks som allerede er asymptomatiske bærere av Ass. Ved dokumentasjon av olje-adjuvanterte furunkulosevaksiner, er det en forutsetning at forsøksfisk som benyttes ikke har vært infisert med Ass (ref. EU Pharmacopeia 07/2017/1521). Det utføres derfor rutinemessige serologitester for å dokumentere at forsøksfisken er "naiv" i forkant av forsøk som skal dokumentere sikkerhet- og effekt av furunkulosevaksiner til laksefisk.

Mattilsynets spørsmål: -Har det hensikt å måle immunstatus hos laks kort tid etter utsett, kan det si noe om effekten helt fram til slakt?

Immunstatus ved å måle spesifikke antistoffer kort tid etter sjøsetting kan si noe om respons på vaksinen og vaksinasjonsgrad på det gitte tidspunktet. Det er publisert arbeid som viser korrelasjon mellom antistoffnivå og beskyttelse:

...There is also a close correlation between the antibody response and protection for both i.p. and cohabitation challenge models. The ELISA method identified sub-potent batches better than currently used in vivo assay (i.p. challenge) and seems to be the best method of performing a batch potency test of furunculosis vaccines, particularly when taking the 3R's principles into account. (Romstad et al. Vaccine 31.5 (2013): 791-6)

Det er imidlertid verdt å merke seg at dette er under kontrollerte forhold, der formålet er å avdekke en ikke-potent vaksine batch, dvs. at vanntemperatur, immunstatus, størrelse på fisken etc. er standardisert.

Utenom batch-potency tester, benytter noen vaksineselskap serologi alene eller i kombinasjon med data fra smitteforsøk, for å dokumentere varighet av immunitet etter vaksinasjon og/eller understøtte effekt under feltforhold. Denne type data er ikke tilgjengelig for offentligheten, men vil trolig også ha begrenset verdi på tvers av vaksintyper/leverandører, da metodene som benyttes ikke nødvendigvis er sammenlignbare i forhold til bakgrunnsnivå, hvordan antistoff-titer er beregnet (OD-verdi, fortynning, etc.), valg av antigen for deteksjon etc. Det kan likevel ha verdi i en situasjon der man er usikker på om fisken har blitt vaksinert, å ha målinger som kan vise tilstedeværelse (over bakgrunnsnivå) av spesifikke antistoff mot furunkulosekomponenten. Det finnes lite informasjon om hvilke nivå av antistoff mot Ass man kan forvente etter en naturlig infeksjon. Dersom man har mistanke om at populasjonen kan ha vært eksponert for Ass smitte/er asymptomatiske bærere, bør vaksinerespons mot en av de andre komponentene i vaksinen måles i tillegg. I slike tilfeller bør aktuell leverandør av vaksinen kontaktes for rådgiving.

Mattilsynets spørsmål: -Hva bør i tilfelle immunstatus være?

Dette er vanskelig å angi ettersom settefisk produseres under så vidt forskjellige miljøforhold. Spesielt påvirker vanntemperaturen kinetikken av antistoffkonsentrasjon i blodet hos laksen. En mulig innfallsvinkel ville vært å ta et stort, representativ utvalg av serum-prøver fra ulike fiskegrupper med tilhørende metadata på vaksintype, vanntemperatur fra immunisering til sjøsetting/prøveuttak, størrelse på fisken, smoltifiseringsregime etc. hvor man også hadde informasjon om smittestatus gjennom hele matfiskfasen. Prøvene burde analyseres med en tilgjengelig, reproduserbar og vaksine-nøytral metode, og basert på dette kunne et eventuelt «vindu» eller «grenseverdi» settes for immunstatus. Et slikt arbeid vil kreve ressurser og en prosjektplan med finansiering og mandat, utover å gi et svar basert på eksisterende kunnskap i denne bestillingen.

Mattilsynets spørsmål: -Er det grunn til å tro at kombinasjon av multivalente med monovalente vaksiner off label kan gi redusert immunitet mot furunkulose eller andre vaksineagens?

Se svar/diskusjon vedr. korrekt vaksinedose i spørsmålet over. Muligheten for at andre vaksineantigen, som er gitt “off label” ved samtidig vaksinasjon kan redusere immunitet mot furunkulose er trolig ikke stor, gitt at det er vaksine som injiseres i en uavhengig operasjon og et annet sted enn i bukhulen (eksempelvis Clynav®). For “off label” bruk av monovalente vaksiner som injiseres i bukhulen, er trolig korrekt injeksjonsdose ved samstikk det mest kritiske for furunkulosekomponenten. Ved “on label” bruk av Pharmaqs monovalent, vannbasert ERM-vaksine og selskapets multivalente, emulsjonsvaksiner (ref. Preparatomtale Alpha EMR Salar, www.felleskatalogen.no/medisin-vet/), er korrekt dosering angitt som viktig for optimal beskyttelse.

Mattilsynets spørsmål: -Hvor viktig er flokkimmunitet knyttet til vaksiner mot furunkulose? Vil uvaksinert fisk i en populasjon være tilstrekkelig beskyttet dersom for eksempel en andel på 2-4 % av fisken er uvaksinert?

Det har ikke vært mulig å finne vitenskapelige studier hvor vaksinasjonsgrad for å oppnå flokkimmunitet er beregnet for de vanligste furunkulosevaksinene som brukes i dag. Dette punktet omtales videre under Viktige kunnskapshull.

Om prøvetakingsregime for overvåking.

Mattilsynets spørsmål: -Er utsæd fra nyre på blodskål foretrukken undersøkelsesmetodikk for å kartlegge utbredelsen av *Aeromonas salmonicida* subsp *salmonicida* i anlegget? Eller er PCR-analyse fra nyre et godt alternativ?

Vår besvarelse av dette spørsmålet gir først en vurdering av dyrkning som metode sammenlignet med PCR, deretter en vurdering av nytten av overvåking av Ass infeksjon som tiltak ved påvist Ass/furunkulose.

Om metodene

PCR er et godt diagnostisk hjelpemiddel når en vil teste tilstedeværelse av et bestemt, kjent agens i en konkret vevsprøve. PCR er raskt, effektivt, forholdsvis billig, veldig spesifikk og kan påvise svært små mengder av arvestoffet (DNA) til den bakterien vi leter etter. Det er imidlertid avgjørende for et korrekt resultat at den delen av arvestoffet som er brukt til å etablere metoden er unikt for *Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida* (Ass). Et omfattende valideringsarbeid i tillegg til gode laboratorierutiner er nødvendig for å unngå falske positive. PCR testene påviser videre bare arvestoff, og skiller ikke mellom levende og døde organismer.

Dyrking fra syk fisk på bakteriemedier og sikker identifikasjon av bakterien ved bruk av morfologi, biokjemiske egenskaper, MALDI TOF MS og eventuelt sekvensering, vil derfor være en sikrere metode for å identifisere selve bakterien. Korrekt prøveuttak er viktig for et godt dyrkningsresultat, da bakterien er noe sentvoksende og kan overvokses av rasktvoksende, kontaminerende bakterieflora.

Gulla et. al. 2015 viste i en studie av "atypisk" *Aeromonas salmonicida* (As) hos leppefisk, en noe høyere prevalens ved hjelp av rtPCR sammenlignet med dyrkning av bakterien. Man kan anta at det samme vil være tilfelle ved infeksjon med Ass hos laksefisk.

Om vevsprøver brukt i overvåking av Ass

En viktig forutsetning for riktig prøvesvar ved overvåking er at smittestoffet er tilstede i vevsprøven som undersøkes fra en smittet fisk.

Det er kjent at Ass er forbundet med latent bærerskap (friske bærere), at asymptomatiske bærere skiller ut Ass og at furunkulose har blitt spredt med flytting av friske smittebærere. Det er også allment kjent at forsøk på å avdekke smitte i friske smittebærere ofte ikke lykkes, selv om smitten er tilstede i fiskegruppa. Ved overvåking med PCR eller dyrking fra nyret er det en liten vevsprøve som benyttes, og det er en reell fare for at Ass ikke befinner seg i vevsprøven, selv om fisken er bærer av bakterien.

Det er gjennomført en rekke studier for å avdekke hvor på eller i fisken Ass befinner seg ved latent bærerskap (Hiney and Olivier 1999). Cipriano og medarbeidere (1992) fant at *Aeromonas salmonicida* (underart ikke spesifisert), hadde høyere forekomst i hudslim enn i nyret i forbindelse med klinisk sykdom. Ved dyrking på Coomassie Brilliant Blue agar ble As påvist i 56 % av prøvene fra hudslim og 6 % av prøvene fra nyre hos Kanadarøye (*Salvelinus namaycush*).

Hos asymptomatiske brunørret i samme studie, ble bakterien påvist hos 1 % av prøvene fra hudslim og ingen av nyreprøvene. På et tredje klekkeri med atlantisk laks ble *As* funnet i 37 % av prøvene fra hud og 4 % av prøvene fra nyre. Andre studier viser at *As* (subsp *salmonicida* og *acromogenes*) kan befinne seg i gjeller (Cipriano et al 1996, Benediktsdottir and Helgason 1990). Utfordringene knyttet til å avdekke latent smitte er bakgrunnen for at man i sin tid benyttet såkalte latent carrier tests for å avdekke smitte.

Latent carrier test

Latent bærerskap er som beskrevet en viktig del av smittedynamikken og epidemiologien til denne bakterien og er bakgrunnen for at en i sin tid utviklet latent carrier tests (LCT)/ stressinduserte tester for furunkulose (SIF). Testene ble brukt for å avdekke smitte for eksempel før flytting av fiskegrupper, og innbefattet å behandle et utvalg fisk med stresshormonet kortison (prednisolon) og heving av vanntemperatur (Cipriano et al. 1997). Målet var å stresse fisken, senke immunforsvaret og aktivere den latente *Ass* infeksjonen, slik at man enten kunne påvise sykdom og død i populasjonen eller lettere kunne detektere selve bakterien. Flere arbeider viser effekten av slike tester og hvor utfordrende det er å påvise bakterien i samme fiskegruppe selv ved undersøkelse av mange individer, dyrking fra ulike organ og forsøk på anrikning i TSB-buljong. Tabell 4 viser et eksempel i form av en omarbeidet versjon av Tabell 1 fra Cipriano (1997). Tre ulike fiskegrupper som hadde gjennomgått klinisk furunkulose ble undersøkt med ulike metoder. Kanadarøye fra Bath ble undersøkt på to ulike tidspunkt.

Tabell 3. Viser en omarbeidet versjon av Tabell 1 i Cipriano (1997) og gir en god illustrasjon av utfordringer knyttet til deteksjon av *Ass* ved latent bærerskap (Tabell er gjengitt på norsk og forenklet samtidig som antall undersøkte i de ulike gruppene er inkludert). De ulike fiskegruppene hadde gjennomgått klinisk infeksjon og det var derfor antatt at gruppene inneholdt latente bærere. Prevalens angir antall positive av antall individer testet.

Fiskegruppe	Direkte dyrking (N=100)		Anrikning i buljong før dyrking (N=100)		Etter stress test N=30
	Mucus	Nyre	Mucus	Nyre	Nyre
Atlantisk laks	0	0	0	0	0
Bekkerøye	2	2	0	1	3
Kanadarøye, Bath januar	0	0	0	0	9
Kanadarøye, Bath Mars	4	4	4	12	11

Studien viste blant annet at selv med et utvalg på 100 fisk ble ikke smitte nødvendigvis avdekt. Hos Kanadarøye undersøkt i Januar var det for eksempel kun ved bruk av stresstest at smitten ble avdekt, og da med hele ni av 30 undersøkte fisk, mens ingen av de andre prøvene som ble undersøkt fra populasjonen fikk påvist Ass. Latent bærerskap medfører at sannsynligheten for falske negative prøver i overvåkingen på en lokalitet er svært høy.

Antall prøver og hyppighet ved overvåking?

Påvisning av Ass på enkeltfisk på en lokalitet dokumenterer at smitte er tilstede i populasjonen, men som beskrevet over kan det være vanskelig å reprodusere dette resultatet eller detektere en økning i prevalens, blant annet på grunn av latent smitte.

Tabell 5 nedenfor viser antall individer som må undersøkes i en populasjon på 100 000 laks, ved ulik sensitivitet og spesifisitet.

Tabell 4. Antall fisk som må undersøkes i en populasjon på 100 000 laks for å kunne detektere ulike prevalenser av Ass med 95 % sikkerhet når sensitivitet (Se) og spesifisitet (Sp) til testen er perfekt, ved Sp og Se på 95 % og ved 80% Se og 95% Sp. (OIE Guide for aquatic animal health surveillance, OIE 2015.)

Prevalens	100% Se og Sp	95% Se og Sp	80% Se og 95% Sp
2 %	149	1854	2599
5 %	59	351	486
10 %	29	109	152

Tabellen viser at når testen skiller 100% mellom bærere av Ass og ikke-bærere, så vil et utvalg på 59 fisk med 95 % sikkerhet avdekke en prevalens i populasjonen på 5 % eller høyere. Når evnen til å detektere smittebærere reduseres til 95 %, må utvalgsstørrelsen økes til 351 for å detektere en prevalens på 5 % eller høyere, osv. Det er viktig å merke seg at utfordringene knyttet til påvisning av latent Ass smitte gjør at testen diagnostiske sensitivitet med høy sannsynlighet ligger lavere enn 80 %, dvs. at sannsynligheten for falske negative prøveresultat er høy.

Risikobasert prøveuttak, dvs. at en undersøker syk og død fisk, benyttes for å øke sannsynligheten for å påvise smitte. Fiskens mulighet for å opprettholde latent smitte med Ass medfører at risikobasert prøvetaking ikke har samme nytte som ved smittestoff som har en tettere assosiasjon mellom tilstedeværelse og klinisk sykdom. Som vi beskriver under Viktige kunnskapshull, kan Ass være tilstede i en vaksinert populasjon og utgjøre en smitterisiko, uten at dødelighet registreres.

Verdien av overvåking for å avdekke endringer i prevalens eller aktivisering av infeksjon er beheftet med stor usikkerhet. På det tidspunktet man avdekker klinisk sykdom på en lokalitet, vil smittespredning til omgivelsene allerede ha funnet sted. Veterinærinstituttet anbefaler på dette grunnlag at Mattilsynet baserer avgjørelser om tiltak på den primære påvisningen, fremfor å utsette en avgjørelse ved å iverksette overvåking. Det er også viktig å ta med i vurderingen at ved stor populasjonsstørrelse vil selv en lav, reell prevalens representere et stort antall individer. For eksempel vil en prevalens på 0,5 % i en populasjon på 1,5 millioner fisk tilsvare dette 7500 smittede.

Om brakklegging

Mattilsynets spørsmål: Vi legger til grunn at 2 måneder brakklegging normalt er tilstrekkelig ved sanering av furunkulose. Dette har dere besvart tidligere i faglige råd om brakklegging mv, deres ref 16/18359, vår ref 2016/19391. Men er det grunn for å kreve lengre brakkleggingstid i områder der det ikke tidligere har vært påvist furunkulose?

Det er noe motstridende rapporter om overlevelse av Ass utenfor fisken. Mens Rose et al. (1990) viste til <10 dagers overlevelse i saltvannsmiljø og Morgan (1991) ikke kunne dyrke bakterien etter 21 dager i et ferskvannsmiljø, viste Stanley et al (2002) til 269 dagers overlevelse i ferskvann/humus/sediment, og at bakterien beholdt sine sykdomsfremkallende evner. Forsøkene var utført i ellers sterile mikrokosmer, og overlevelse under naturlige forhold med konkurranse fra naturlig mikroflora og organismer, er derfor usikker.. Veterinærinstituttet kjenner ikke til studier som har kartlagt miljøoverlevelse av Ass under naturlige forhold, og erkjenner at det eksisterer kunnskapshull om hvor lenge bakterien kan overleve etter sjukdomsutbrudd og representere en mulighet for resmitte fra marint miljø.

Vi konkluderer imidlertid med at kunnskapsgrunnlaget er for mangelfullt til å forlenge brakkleggingstiden utover de eksisterende 2 måneder, i områder hvor det ikke tidligere har vært påvist furunkulose.

Om furunkulose i settefiskanlegg:

Mattilsynets spørsmål: Hvordan bør vi håndtere settefiskanlegg hvor det påvises furunkulose; herunder destruksjon, brakklegging, mv.?

Påvisning av Ass i settefiskanlegg bør håndteres med tømning av anlegg (stamping-out) for å effektivt bryte smitteveiene 1) fra ferskvannsfase til sjø, 2) fra en smittet fiskegruppe til neste innlegg og 3) fra oppdrett i ferskvann til ville populasjoner i resipienten for avløpsvannet.

For å bryte smitteveier fra ferskvann til sjø, er destruksjon av fiskegruppen eneste løsning. Som beskrevet ovenfor vil det være individer med latent infeksjon etter gjennomgått sykdomsforløp, og dette er utløsende årsak til at fisk som har gjennomgått furunkulose i settefiskfasen, ikke skal sjøsettes.

Smitte til neste innlegg hindres rutinemessig ved mekanisk vask, fjerning av organisk materiale i kar og rør og kontroll av anlegget for stillestående vann, desinfeksjon av hele anlegget med godkjent desinfeksjonsmiddel, etterfulgt av tørking og brakklegging. Vi er fortsatt enig i tidligere betraktninger fra Mattilsynet for landbaserte anlegg i (Bestillingsbrevet 2016/19391) om at «...valg av og praktisk gjennomføring av vask er viktigere enn brakkleggingstidens lengde». Hvis dette er tilfredsstillende, ser Veterinærinstituttet ingen grunn til å anbefale forlenget brakkleggingsperioden utover 6 uker.

Alternativt kan stamping-out, vask og desinfeksjon avgrenses til deler av et anlegg dersom det på epidemiologisk grunnlag kan sannsynliggjøres at smitten er begrenset til en smitemessig isolert fiskegruppe eller enhet. Dette kan være aktuelt dersom smitte oppdages i en isolert fiskegruppe kort tid etter flytting fra et annet smittet anlegg. Det må imidlertid grundig vurderes om interne biosikkerhetsrutiner mellom avdelinger har vært tilstrekkelig ivaretatt, før en slik løsning velges.

For å hindre gjentatte utbrudd i anlegget bør årsaksforhold og mulige smitteveier avdekkes. Mulige kilder til horisontal infeksjon er fra villfisk via inntaksvann, introduksjon av smittet fisk eller ikke tilstrekkelig desinfisert rogn, eller via infisert personell/utstyr. Ass er hydrofob og kan lett feste seg til fôrtikler og spres via aerosoler. Det kan ikke utelukkes at bakteriene kan introduseres passivt via fugler, selv om dette er mindre sannsynlig. Bakteriene vil oppformere seg i død og døende fisk.

Løsningen som er valgt for anlegget mhp. på filtrering og rensing av inntaksvann, i tillegg til gjennomgang og redigering av biosikkerhetsrutiner knyttet til materiell og personell, må gjennomgås. Det bør vurderes etter et føre-var-prinsipp, hvilke krav som bør stilles til rensing av utløpsvann for å hindre eventuell ny smitte til ville populasjoner i resipienten.

Ved innsett av ny fiskegruppe må det utvises ekstra årvåkenhet og sikres at diagnostiske undersøkelser under oppklaring av forhøyet dødelighet hos fisk i anlegget inkluderer bakteriedyrking, så en eventuell ny infeksjon med Ass kan oppdages tidlig i sykdomsforløpet.

Viktige kunnskapshull

Effekt av vaksine mot Ass infeksjon og smittespredning

I historisk perspektiv har vaksiner mot furunkulose vært avgjørende for den kontrollen vi i dag har med forekomsten av klinisk furunkulose i oppdrett, men og i ville bestander i Norge.

Over tid har imidlertid vaksinene blitt justert i form av redusert doseringsvolum, og trolig også på antigennivå, ikke minst for å redusere bivirkningene som ble rapportert ved bruk av de første oljebaserte vaksiner mot furunkulose. I den sammenheng er det også viktig å merke seg at vaksinenes indikasjon er å hindre alvorlig sykdom og død, og at det er betydelige kunnskapshull knyttet til hvor effektiv vaksinene vi benytter i dag er, mot smittespredning i en feltsituasjon der Ass smitte er tilstede.

Den lave forekomsten av kliniske furunkulosestilfeller både hos villfisk og oppdrettsfisk kan trolig både tilskrives at vi i liten grad har ville reservoarer i Norge, og at vi foreløpig har gunstige klimatiske forhold, i tillegg til vaksineren. Dette gjenspeiler seg i at de tilfellene vi har sett i 2020 og 2021 kan knyttes til geografiske områder med påvisning av furunkulose i ville bestander de siste 15 år. Det gjenspeiler seg også i at forekomsten av Ass hos rognkjeks (uvaksinert) er knyttet til anlegg i samme område og ikke i andre deler av landet, selv om rognkjeks benyttes som rensefisk i matfiskanlegg langs det meste av kysten.

Erfaring fra andre vaksiner der indikasjonen er å hindre alvorlig sykdom og død (for eksempel vaksiner mot Covid-19) er at vaksinerte får mildere og til dels også andre symptomer enn

uvaksinerte individer. Erfaring ved påvisning av Ass hos vaksinert laks i flere oppdrettsanlegg i Namdalen i 2020 var fravær av kliniske tegn på populasjonsnivå, diffuse tegn hos dødfisk og ingen endring i dødelighet. Påvisning hos laks var knyttet til undersøkelser som ble igangsatt etter forutgående påvisning hos rognkjeks. På individnivå viste vaksinert laks som fikk påvist Ass ikke typiske kliniske tegn til furunkulose, de fremstod i hovedsak som vanlig "skrapfisk", med uspesifikke funn (pers. med Aoife Westgård). Dette er viktige observasjoner å ta med seg i videre vurdering. Her er det behov for mer kunnskap.

Flokkimmunitet vs. beskyttelse av ville populasjoner

Ett av Mattilsynets spørsmål relateres til flokkimmunitet som følge av vaksinering. Dette gjennomgås i mer detalj her, siden det også her er betydelige kunnskapshull.

Hos vaksinerte individer kan beskyttelsen måles som 1) vaksinens evne til å hindre alvorlig sykdomsforløp og død, og 2) vaksinens evne til å hindre oppformering og utskillelse av smittestoffet. At et individ er immun innebærer at det er beskyttet mot en gitt infeksjon, enten etter gjennomgått infeksjon eller etter vaksinering. Begrepet flokkimmunitet (herd immunity) refererer til en indirekte beskyttelse av uvaksinerte, mottakelige individer som oppnås ved at en viss andel av de andre individer i populasjonen er immune og smittepresset derfor blir sterkt redusert.

Herd immunity threshold (H) refererer til den andelen av populasjonen som må være immune for at infeksjonsinsidensen skal være stabil og beregnes som $H = 1 - 1/R_0$. Utryddelse av en sykdom (dvs. smittestoffet) gjennom vaksinering, betinger at andel immune individer overstiger terskelverdien H og reproduksjonstallet blir mindre enn 1 (Vynnychy & White 2010). Jo høyere Reproduksjonstallet (R_0) er, jo større andel av populasjonen må være immune for å oppnå flokkimmunitet.

Faktorer som påvirker reproduksjonstallet R er antall mottakelig individer (i praksis også tilgjengelighet, avstand og effektivitet i overføringen for eksempel i vann), hvor smittsomt agens er i seg selv, hvor lenge hvert enkelt individ er bærer av og/eller utskiller av smittestoff, og immuniseringsraten. For Ass sitt vedkommende er det usikkert hvor langvarig en bærertilstand kan være, og hvor stor kostnad et slikt bærerskap påfører individet.

Flokkimmunitet relateres til en beskyttelse på populasjonsnivå, ikke enkeltindividnivå. Beskyttelsen av uvaksinerte individer forutsetter at de ikke eksponeres for smitte fordi infeksjonen ikke når dem, eller at infektiv dose ikke oppnås. Uvaksinerte er ikke beskyttet mot utvikling av alvorlig sykdomsforløp når de infiseres. Jamfør at rognkjeks og vill laksefisk ikke er beskyttet dersom de eksponeres for smitte.

Vaksiner mot furunkulose har som tidligere beskrevet ikke som indikasjon å hindre smittespredning. Det vil si at vi ikke vet om laks som er vaksinert med dagens vaksiner mot Ass kan defineres som immune. Vaksiner som ikke er 100 % effektiv mot smitteutskillelse, såkalte «leaky vaccines», vil generelt kreve at en høyere andel av populasjonen er vaksinert. Men vi kan ikke sette et tall på hvor stor andel som kreves. Det vi likevel har erfart er at bruken av oljeadjuvanerte vaksiner mot Ass var avgjørende for å redusere forekomsten av klinisk furunkulose i oppdrettet fisk, og trolig også vill fisk. Veterinærinstituttet mener at vaksinering fortsatt må regnes som det viktigste enkeltstående tiltaket vi har mot furunkulose.

Det absolutte antallet og tettheten av mottakelige individer innenfor en epidemiologisk enhet, har betydning for infeksjonens mulighet til å spre seg. For eksempel vil 5 % uvaksinerte på en lokalitet med 1,5 mill. laks utgjøre 75 000 mottakelige oppdrettslaks innenfor et areal som utgjør noen få fotballbaner. Det er sannsynlig at Ass kan spres via vann mellom disse individene selv om vaksinasjonsgraden er høy.

I denne sammenheng er det også nyttig å sammenligne størrelsen på det potensielle ville reservoaret i form av antall ville laksefisk i Namdalsområdet - der smitten er opprettholdt i mer enn 35 år. I 2020 var for eksempel det totale innsiget av laks fra havet til norskekysten 553 000 laks (Anonymous 2021). Av disse er det beregnet at ca. 22 600 laks gikk opp i elvene Namsen (18 961), Aursunda (719), Bogna (1 222) og Ferga og Austerelva i Ågårdsvassdraget (1 697) (Kilde: Peder Fiske, NINA). I tillegg består den mottakelige populasjonen av sjørret, sjørøye og utvandrende vill smolt, og i senere tid også pukkellaks.

Flokkimmunitet er viktig for det totale smittepresset, men retter seg i størst grad mot den vaksinerte populasjonen (på populasjonsnivå) og i mindre grad mot ubeskyttet villfisk. Samtidig vil en godt vaksinert oppdrettspopulasjon gi et lavere smittepress som er til fordel også for villfiskpopulasjonen.

Pukkellaks

I 2021 ble det registrert fangst av totalt 111 657 pukkellaks (191 tonn) i elvene og 38 900 (72 tonn) i sjølaksefisket (SSB). Arten ble registrert langs hele kysten, inklusiv vår sør-østligste elv Enningdalselva, men hele 98 % av elfefangstene ble registrert i Troms og Finnmark. Til tross for omfattende utfiskingstiltak har et stort antall pukkellaks gått opp i elvene og gytt. Det forventes derfor ny invasjon i 2023. Modelleringer av klimaendringer og tilgjengelige populasjonsdata indikerer også at pukkellaksen vil øke i antall fremover. Dette betyr at pukkellaks er en betydelig og økende faktor i smittedynamikken i fjordsystemene. Pukkellaksen påvirker smittedynamikken ved å øke andel mottakelige individer, og ved at de gjennom sin mobilitet kan føre smitte mellom fiskegrupper (oppdrettede og ville). Pukkellaksen vandrer også i mindre grad tilbake til elva den ble klekt i. Her er det mye vi foreløpig har begrenset kunnskap om, men vi vet at pukkellaksen er mottakelig for furunkulose (Beacham & Evelyn 1992).

Gjennom produksjonssyklus i sjø vil dagens oppdrettsfisk gjennomgå flere håndteringskrevende operasjoner, intern flytting, sortering og ikke minst behandlinger mot lakselus. Dette er stress som kan aktivere latent smitte og gi økt utskillelse av Ass til miljø, og eventuelt resultere i klinisk sykdom hos uvaksinert fisk, men det er usikkert om vaksinert laks vil vise tegn til sykdom.

Framtidsscenarioer med økt forekomst av furunkulose i oppdrett

Klimaendringene vil med stor sikkerhet øke forekomst og betydning av mer varmekjære bakteriesykdommer. Furunkulose er en av sykdommene som oftest trekkes frem i denne sammenheng på grunn av sin temperaturavhengige og sesongbetont opptreden (Crumlish & Austin, 2020). Påvisning av furunkulose hos vaksinert oppdrettslaks i nærrområdene til de kjente reservoarene viser at det er en skjør balanse mellom beskyttelsen vaksinene gir og smittepress i miljø.

Ved økt forekomst av Ass i oppdrettspopulasjonen i kombinasjon med økt vanntemperatur vil et framtidsscenario være at vaksinene som benyttes i dag ikke gir tilstrekkelig beskyttelse mot sykdom og død hos vaksinert fisk. Tiltakene vil da enten være a) å ta i bruk antibiotika for å bekjempe sykdommen (akutt tiltak), og/eller, b) gjøre endringer i vaksinene for å øke beskyttelsen (langsiktig tiltak). Som tidligere beskrevet er Ass et antigen som en ikke ønsker å ha et overskudd av i vaksinen på grunn av vaksineinduserte bivirkninger. Ved økt utbredelse og forekomst av furunkulose og varmere klima kan en dermed både erfare at antibiotika forbruket øker, og at vaksinene endres med fare for at vaksineinduserte bivirkninger øker. Økt forekomst i oppdrett vil også medføre spredning til ville bestander med sannsynlighet for bestandsreducerende effekter.

Forutsetningen for dette scenariet er som beskrevet at det forekommer reservoarer av Ass i ville eller oppdrettede bestander. Per i dag finnes det to kjente områder med reservoarer hos villfisk (Namdalsregionen og muligens Spilderelva), og to kjente smitteforekomster i oppdrett (Troms og Trøndelag).

Furunkulose er en sykdom med stort potensial for interaksjon og sykdomsspredning mellom ville og oppdrettede populasjoner. Det er derfor viktig å hindre skjult oppbygging av furunkulose i oppdrettspopulasjonen, hindre etablering av nye ville smittereservoarer, og å hindre at eksisterende reservoarer styrkes.

Veterinærinstituttets råd for å oppnå dette, er å fjerne smittede oppdrettspopulasjoner, uavhengig av om de befinner seg i settefiskanlegg eller i sjø, uavhengig av vaksinestatus, uavhengig av om de er lokalisert nær kjente reservoarer eller ikke, og uavhengig av om de er lokalisert ved nasjonale laksevasdrag eller ikke.

Usikkerhet

Vår vurdering er basert på den erfaring og vitenskapelige grunnlaget vi har i dag med de kunnskapshull som er skissert.

Det kan finnes skjulte reservoarer i ville populasjoner. De dataene vi har fra de siste 20 år tyder imidlertid ikke på dette. Dataene fra villfisk støttes også av at det ikke er påvist Ass i hverken oppdrettslaks eller rognkjeks fra andre områder enn der vi har kjente ville reservoarer.

Det er usikkerhet knyttet til hva som skal til for å etablere nye smittereservoarer (smittedose, antall mottakelige individer, overlevelse i sediment, varighet av infeksjon, immunisering ved infeksjon etc.). Det er for eksempel også ukjent hvilke mekanismer som bidrar til å opprettholde endemisk smitte i Namdalsområdet og Spilderelva, herunder i hvilken grad smitte hos oppdrettsfisk har bidratt til dette.

Hvert enkelt tilfelle av furunkulose som påvises i en oppdrettspopulasjon har spredningspotensial til villfisk med en gitt sannsynligheten for å etablere nye reservoarer. Gjentatte påvisninger uten stamping-out vil gi en kumulativ økning i sannsynligheten.

Referanser

- Anonymous 2021. Status for norske laksebestander i 2021. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 16, 227 s.
- Beacham, D. & Evelyn, T. P.T. (1992) Population Variation in Resistance of Pink Salmon to Vibriosis and Furunculosis, *Journal of Aquatic Animal Health*, 4:3, 168-173, DOI: 10.1577/1548-8667(1992)004<0168:PVIROP>2.3.CO;2
- Bartkova, S., Kokotovic, B., Skall, H.F., Lorenzen, N. and Dalsgaard, I. (2017), Detection and quantification of *Aeromonas salmonicida* in fish tissue by real-time PCR. *J Fish Dis*, 40: 231-242. <https://doi.org/10.1111/jfd.12505>.
- Benediktsdottir, E., & Helgason, S. (1990). The isolation of *Aeromonas salmonicida* subsp. *achromogenes* from the gills of salmonid fish. *Bull Eur Assoc Fish Pathol*, 10, 104-105.
- Bullock, G. L., & Stuckey, H. M. (1975). *Aeromonas salmonicida*: detection of asymptotically infected trout. *The Progressive Fish-Culturist*, 37(4), 237-239.
- Cipriano, R. C., Ford, L. A. Smith D.R., Schachte J.H. & Petrie C.J. Differences in Detection of *Aeromonas salmonicida* in Covertly Infected Salmonid Fishes by the Stress-Inducible Furunculosis Test and Culture-Based Assays (1997) *Journal of Aquatic Animal Health* 9 :108-113. 1997
- Cipriano, R. C., Ford, L. A., Starliper, C. E., Teska, J. D., Nelson, J. T., & Jensen, B. N. (1996). Control of external *Aeromonas salmonicida*: topical disinfection of salmonids with Chloramine-T. *Journal of Aquatic Animal Health*, 8(1), 52-57.
- Cipriano R.C., Ford L.A., Teska J.D. & Hale L.E. (1992) Detection of *Aeromonas salmonicida* in the Mucus of Salmonid Fishes, *Journal of Aquatic Animal Health*, 4:2, 114-118, DOI: 10.1577/1548-8667(1992)004<0114:DOASIT>2.3.CO;2
- Crumlish M. & Austin B. *Aeromoniosis (Aeromonas salmonicida)* In: Woo P.T. K., Leong J-A. & Buckmann K. eds. 2020 *Climate Change and Infectious Fish Diseases* CABI
- Effendi, I., & Austin, B. (1995). Dormant/unculturable cells of the fish pathogen *Aeromonas salmonicida*. *Microbial ecology*, 30(2), 183-192.
- Furnesvik, L., Erkinharju, T., Larsen, S.A. & Bornø, G. 2019. Furunkuloseutbrudd i lakseelv. *Norsk Veterinærtidsskrift* nr 7-2019 131: 443-444.
- Gauthier, J., Marquis, H., Paquet, V.E., Charette, S.J., Levesque, R.C. and Derome, N., 2021. Genomic perspectives on *Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida* strain 890054 as a model system for pathogenicity studies and mitigation of fish infections. *Frontiers in Marine Science*, p.1679.
- Gulla, S., Duodu, S., Nilsen, A., Fossen, I., & Colquhoun, D. J. (2016). *Aeromonas salmonicida* infection levels in pre- and post-stocked cleaner fish assessed by culture and an amended qPCR assay. *Journal of fish diseases*, 39(7), 867-877.
- Hesthagen T, Wienerroither R, Bjelland O, Byrkjedal I, Fiske P, Lynghammar A, Nedreaas K og Straube N (24.11.2021). Fisker: Vurdering av laks *Salmo salar* for Norge. Norsk rødliste for arter 2021. Artsdatabanken. <https://www.artsdatabanken.no/lister/rodlisterforarter/2021/8149>
- Hiney, M. P., Kilmartin, J. J., & Smith, P. R. (1994). Detection of *Aeromonas salmonicida* in Atlantic salmon with asymptomatic furunculosis infections. *Diseases of Aquatic Organisms*, 19(3), 161-167.
- Hiney, M. (1995) Detection of stress inducible furunculosis in salmonids vaccinated with water and oil-based furunculosis vaccines. *Bulletin of the European Association of fish pathologists* 15, 105-106.

-
- Hiney, M. & Olivier, G. Furunculosis (*Aeromonas salmonicida*) In: Woo P.T. K. and D.W. Bruno eds. 1999 Fish diseases and disorders Volume 3 Viral, Bacterial and Fungal disorders CABI
- Hiney, M., Stanley, C., Martin, L., Cooney, A., & Smith, P. (2002). The influence of sediment type on the survival of colony forming ability of *Aeromonas salmonicida* in laboratory microcosms. *Aquaculture*, 212(1-4), 11-19.
- Hjeltnes, B., Bergh, Ø., Wergeland, H., & Holm, J. (1995). Susceptibility of Atlantic cod *Gadus morhua*, halibut *Hippoglossus hippoglossus* and wrasse (Labridae) to *Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida* and the possibility of transmission of furunculosis from farmed salmon *Salmo salar* to marine fish. *Diseases of aquatic organisms*, 23(1), 25-31.
- Jarp, J., Tangen, K., Willumsen, F. V., Djupvik, H. O., & Tveit, A. M. (1993). Risk factors for infection with *Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida* in Norwegian freshwater hatcheries. *Diseases of aquatic organisms*, 17(2), 81-86.
- Johnsen B.O. & Jensen A.J. The spread of furunculosis in salmonids in Norwegian rivers. *Journal of fish biology* (1994) 45, 47-55.
- Johnsen, B.O., Møkkelgjerd, P.I. & Jensen, A.J. 1993. Furunkulose i norske vassdrag - Statusrapport. NINA Forskningsrapport38: 1-73
- Morgan, J. A., Cranwell, P. A., & Pickup, R. W. (1991). Survival of *Aeromonas salmonicida* in lake water. *Applied and Environmental Microbiology*, 57(6), 1777-1782.
- NASCO (1996) Report of the thirteenth annual meeting of the council of NASCO. June 10-14, 1996 Gothenburg, Sweden
- OIE 2015 Aquatic Animal Health Code, Chapter 1.4 Aquatic animal health surveillance - 16/06/2015
- Report on Survey and Diagnosis of Fish Diseases in Europe 2020. The European Union Reference Laboratory (EURL) for Fish and Crustacean Diseases 2021. Lenke: Survey & Diagnosis - EURL Fish & Crustacean Diseases (eurl-fish-crustacean.eu)
- Rose, A. S., Ellis, A. E., & Munro, A. L. S. (1990). The survival of *Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida* in sea water. *Journal of Fish Diseases*, 13(3), 205-214.
- Sommerset I, Walde C S, Bang Jensen B, Bornø B, Haukaas A og Brun E (red). Fiskehelserapporten 2019, utgitt av Veterinærinstituttet 2020
- Stanley, C., Hiney, M., Gilroy, D., Powell, R., Padley, D., & Smith, P. (2002). Furunculosis-inducing ability of microcosms seeded with *Aeromonas salmonicida* correlates with colony-forming ability but not with PCR and ELISA data. *Aquaculture*, 210(1-4), 35-48.
- Vynnycky E. and White R G (2010) An introduction to infectious disease modelling. Oxford University Press

Vedlegg 1 av 1

Vedlegg 1. Tabellen viser en oversikt over helsekontroll av villfanget stamfisk i regi av Helsetjenesten for kultiveringsanlegg og Genbank for vill laks i perioden 2005-2015. I perioden er det undersøkt 4005 laks, 606 sjørret og 76 røye. I dette materialet er det gjort en påvisning av en PCR-positiv laks (Ikke akkreditert PCR på materiale som ble underkjent i kvalitetskontrollen til PatoGen analyse).

År		Laks		Sjøaure		Røye	
		Påvist	Testet	Påvist	Testet	Påvist	Testet
2015	Nord						
	Midt	0	30				
	Vest	0	34				
	Sør						
2014	Nord	-	-	-	-	-	-
	Midt	0	112	-	-	-	-
	Vest	0	61	0	9	-	-
	Sør	0	5	-	-	-	-
2013	Nord	-	-	-	-	-	-
	Midt	0	69	-	-	-	-
	Vest	0	48	0	0	-	-
	Sør	0	8	-	-	-	-
2012	Nord	-	-	-	-	-	-
	Midt	0	36	-	-	-	-
	Vest	-	-	-	-	-	-
	Sør	0	35	-	-	-	-
2011	Nord	0	81	0	170	-	-
	Midt	0	182	0	56	-	-
	Vest	0	293	0	21	-	-
	Sør	0	125	0	8	-	-
2010	Nord	0	143	0	79	0	12
	Midt	1*	175	0	111	-	-
	Vest	0	230	-	-	-	-
	Sør	0	47	-	-	-	-
2009	Nord	0	66	0	10	0	13
	Midt	0	140	0	10	-	-
	Vest	0	183	-	-	-	-
	Sør	0	155	-	-	-	-
2008	Nord	0	69	0	10	0	8
	Midt	0	163	0	24	-	-
	Vest	0	209	0	16	-	-
	Sør	0	181	-	-	-	-
2007	Nord	0	26	0	9	0	18
	Midt	0	153	0	15	-	-
	Vest	0	20	0	10	-	-
	Sør	0	53	-	-	-	-
2006	Nord	0	44	0	9	0	14
	Midt	0	159	0	20	-	-
	Vest	0	185	-	-	-	-
	Sør	0	110	-	-	-	-
2005	Nord	0	22	0	6	0	11
	Midt	0	116	0	22	-	-
	Vest	0	166	-	-	-	-
	Sør	0	71	-	-	-	-
		1*	4005	0	606	0	76

Nord: Finnmark, Troms, Nordland, Midt: Trøndelag, Møre og Romsdal, Vest : Sogn og -fjordane, Hordaland (Vestland), Sør: Rogaland, Agderfylkene, Vestfold, Viken Østfold

Frisk fisk



Sunne dyr



Trygg mat



Faglig ambisiøs, fremtidsrettet og samspillende - for én helse!



Veterinærinstituttet
Norwegian Veterinary Institute

Ås

Trondheim

Sandnes

Bergen

Harstad

Tromsø

postmottak@vetinst.no
www.vetinst.no