



Mattilsynet
postmottak@mattilsynet.no

Deres ref.: Brev av 19.05.20 sign. Friede Andersen

Vår ref.: 20/06631

Dato: 31.08.2020

Svar på bestilling av kunnskapsstøtte når det gjelder endringer i risiko for smittespredning som følge av nye krav til behandling av transportvann fra brønnbåter.

Bestilling

Mattilsynet har i en bestilling datert 19.05.2020 bedt Veterinærinstituttet om forvaltningsstøtte for å vurdere om risikoen for overføring av smitte mellom brønnbåt og lokaliteter vil bli redusert i forbindelse med at endringer i forskrift om transport av akvakulturdyr trer i kraft fra 1. januar 2021.

Det bes spesifikt om besvarelse av følgende spørsmål:

- Sp. 1: Vil smitterisikoen mellom brønnbåt og lokalitet påvirkes av de nye kravene i transportforskriften § 22? Hvis «ja»:
 - Sp. 1 A: Kan godkjent desinfeksjon av transportvann gi tilstrekkelig sikring mot smittespredning?
 - Sp. 1 B: I hvilke tilfeller kan godkjent desinfeksjon av transportvann sidestilles med lukket transport?
 - Sp. 1 C: I hvilken grad påvirkes smitterisikoen til anlegg i sjøen fra brønnbåten av at transportvannet behandles før det slippes ut av brønnbåten?
 - Sp. 1 D: I hvilken grad påvirkes smitterisikoen fra anlegg i sjøen til fisk i brønnbåten av at transportvannet ved transport av fisk til utsett, behandles før det tas inn i brønnbåten?
- Sp. 2: Er det faglig forsvarlig å se bort fra avstandskrav mellom farled og anlegg? Hvis «nei»:
 - Sp. 2 A: I hvilken grad påvirkes smitterisikoen til og fra brønnbåten av avstand mellom farled og akvakulturanlegg i sjøen dersom avstanden er henholdsvis 1500 meter, 1000 meter og 500 meter?
- Sp. 3: I «Tiltaksplan for å bekjempe pankreassykdom (PD) på fisk» står det at «transport av fisk med mistanke om eller påvist PD skal gjennomføres helt lukket dersom transporten passerer nærmere enn 5 km fra et anlegg uten påvist PD.» Er dette et faglig riktig krav som bør settes for å hindre spredning av PD?

Bakgrunn

Når Mattilsynet vurderer å godkjenne en søknad om etablering eller utvidelse av et akvakulturanlegg skal risiko for smitte mellom anlegget og det omkringliggende miljø vurderes. Her utgjør avstand til farled en del av den generelle smitterisikovurderingen. Mattilsynet har på generelt grunnlag vurdert smitterisikoen til og fra brønnbåter dithen at det er en anbefalt minsteavstand på 1500 meter i sjø til «*viktige transportruter (farleder) for levende oppdrettsfisk*».

Etableringen av Barentswatch har gitt Mattilsynet en forbedret oversikt over brønnbåtbevegelser og mange lokaliteter ligger nærmere farleder for brønnbåter enn 500 til 1000 meter i sjø. Mange av disse lokalitetene ble etablert før retningslinjen for etablering ble laget og Mattilsynet mottar mange søknader om etablering av nye lokaliteter, eller utvidelser av eksisterende lokaliteter, nærmere farled enn 1500 meter.

Fra 1. januar 2021 trer endringer i forskrift om transport av akvakulturdyr i kraft. § 22 første og andre ledd stiller fra dette tidspunktet krav om at:

«Ved brønnbåttransport av fisk til et akvakulturanlegg, unntatt slaktemerd, skal transportvannet behandles før det tas inn i brønnen. Dette gjelder ikke vann som tas inn fra akvakulturanlegget som fisken kommer fra. Ved brønnbåttransport av fisk til et slakteri, inkludert slaktemerd ved slakteri, skal transportvannet behandles før det slippes ut fra brønnbåten. Behandling av transportvann etter første ledd skal skje ved bruk av godkjent metode for desinfeksjon som tilfredsstillende krav til effekt i henhold til forskrift 20. februar 1997 nr. 192 om desinfeksjon av inntaksvann til og avløpsvann fra akvakulturrelatert virksomhet § 10 nr. 1. Organisk slam som produseres ved behandling av transportvann som slippes ut fra brønnbåten skal samles opp og behandles som animalsk biprodukt»

Som et resultat av de nye kravene vil brønnbåter som ikke kan regulere inntak av sjøvann i brønnen forbudt. Transportvannet skal behandles (desinfiseres) før det tas inn eller slippes ut av brønnene. Mattilsynet oppgir at desinfeksjon med UV er den vanligste behandlingsmåten for transportvannet.

I noen tilfeller skal brønnbåter gå «fysisk lukket», f.eks. gjennom ILA-frie segment eller der Mattilsynet stiller krav om det. Eksempler på dette kan være der det er økt risiko for spredning av sykdom som for eksempel:

- Brønnbåten transporterer smolt og passerer i nærheten av en lokalitet med mistanke/påvisning av smittsomme sykdom f.eks. ILA/PD.
- Brønnbåten transporterer fisk som er infisert med smittsom sykdom f.eks. ILA/PD.

Mattilsynet opplyser om at det er utfordringer i deler av næringen med å drifte UV-anleggene på en smittesikker måte, samt at uheldige driftsforhold kan redusere effekten av en desinfeksjon. Følgende eksempler på redusert desinfeksjon trekkes frem:

- De fleste brønnbåtene er utstyrt med UV-anlegg med begrenset kapasitet slik at kun en del av vannstrømmen blir desinfisert.
- Ikke alle fartøy har på plass logging som viser at vannet inn eller ut av brønnen er desinfisert med UV.

Mattilsynet ønsker at Veterinærinstituttet vektlegger disse faktorene i sine vurderinger, og følgende situasjoner bes inkludert:

- Bypass ved åpning av inntaksventiler er mulig på alle brønnbåter.
- Det kan tas inn/slippes ut vann ved menneskelig svikt, bevisst handling, feil med UV-anlegget eller som følge av akutte situasjoner.
- Vil UV-anlegget fungere dårlig etter en tid med lukket brønn? Vil UV-anlegget desinfisere transportvannet godt nok når det hopper seg opp organisk materiale (slim og avføring) fra fisken?

Kystrederiene og Brønnbåteiernes Forening opplyser i et skriv datert 26.08.2020 med innspill til Mattilsynets bestilling at når typegodkjent anlegg er installert og krav fulgt vil alt vann som tas inn eller slippes ut bli behandlet. Det påpekes at definisjonen av nødvendig UV-kapasitet avgjøres av en rekke faktorer for hvert enkelt fartøy, inkludert type last (f.eks. settefisk vs slaktefisk), fisketetthet, temperatur, CO₂ strippere osv. Dersom UV-anlegget er korrekt dimensjonert for fartøyets oppgaver skal opphopning av organisk materiale i brønnene ikke skje. Det er et behov for å kunne åpne ventiler i de tilfellene der dette er nødvendig for å sikre fiskevelferd, med påfølgende loggføring. Nødvendigheten av gode rutiner for vedlikehold av UV-anlegg og grundig opplæring av mannskap fremheves som viktige faktorer for å sikre optimal drift og redusere sannsynlighet for menneskelig svikt.

Diskusjon

Veterinærinstituttet vil i denne diskusjonen ta for seg de ulike spørsmålene i bestillingen etter tur. Usikkerheter som følge av mangler i eksisterende kunnskapsgrunnlag fremheves slik at Mattilsynet kan ta denne i betraktning ved vurdering av hvert enkelt svar.

Sp. 1: Vil smitterisikoen mellom brønnbåt og lokalitet påvirkes av de nye kravene i transportforskriften § 22?

De nye kravene i transportforskriften medfører at brønnbåtene skal ha utstyr for å behandle inntaksvannet til brønnene og transportvannet som slippes ut fra brønnene. Sammenlignet med en situasjon der brønnbåtene ikke oppfyller disse kravene vil det etter Veterinærinstituttets syn forventes at dette på generelt grunnlag vil redusere risiko for smittespredning. Dette begrunnes med at forskriften stiller krav til at desinfeksjonsmetoder skal godkjennes i henhold til krav i Forskrift om desinfeksjon av inntaksvann til og avløpsvann fra akvakulturrelatert virksomhet, § 10.1. Kravene i denne forskriften er at metodene som brukes skal dokumenteres å gi en inaktiveringsgrad av gitte målpatogener med minst 3 log₁₀ (99.9%). En slik grad av inaktivering må på generelt grunnlag anses å ha en smittereduserende effekt. Graden av reell smitteredusering under feltforhold vil reduseres i de tilfellene der transportvannstrømmen overstiger kapasiteten på UV anlegget på gjeldene brønnbåt.

Hvis «ja» på Sp.1:

Sp. 1 A: Kan godkjent desinfeksjon av transportvann gi tilstrekkelig sikring mot smittespredning?

Effekten av godkjent desinfeksjon av transportvann vil være avhengig av hvilke agens det siktes til. For at smittespredning skal kunne forhindres må en tilstrekkelig grad av inaktivering oppnås slik at nivået av infektive agens kommer under den infektive dosen. Kravet til effekt i dagens forskrift er at metodene skal gi 3 log₁₀-reduksjon av *Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida* og Infeksiøs lakseanemi virus (ILAV). Minimumsdose for UV-bestråling er 25 mWs/cm². Et viktig moment er at alle agens vil ikke inaktiveres til samme nivå. For eksempel vil Infeksiøs pankreas nekrose virus (IPNV) kun inaktiveres ca 0,3 log₁₀, mens Salmonid alfavirus (SAV) forventes inaktivert med i underkant av 3 log₁₀ og Piscine orthoreovirus (PRV) delvis vil «overleve» de UV-doser som brukes i dag (Semir Loncarevic, Veterinærinstituttets, personlig observasjon). Ny forskning viser at PRV krever en UV dose på minst det dobbelte av dagens forskriftskrav for tilstrekkelig inaktivering (Wessel *et al.*, 2020). Veterinærinstituttet forventer dermed at hvis dagens krav til desinfeksjonsmetoder videreføres i revidert transportforskrift så vil noen infektive agens inaktiveres til et nivå som sannsynligvis ikke medfører smitterisiko mens andre infektive agens fortsatt vil være på et nivå som potensielt kan gi smitteoverføring.

Sp. 1 B: I hvilke tilfeller kan godkjent desinfeksjon av transportvann sidestilles med lukket transport?

Dersom lukket transport er ensbetydende med at det ikke slippes ut transportvann til omgivelsene i det hele tatt under perioden der lukket transport foregår, vil desinfeksjon av transportvann etter Veterinærinstituttets syn ikke kunne gi en tilsvarende sikkerhet mot smittespredning. Desinfeksjon er ikke en 100% sterilisering av transportvannet, kun en reduksjon av infektive agens til et nivå under det som regnes som infektiv dose (avhengig av desinfeksjonsmetode og agens).

Ved lukket transport må imidlertid transportvannet til slutt slippes ut, for eksempel etter lossing. Med økende varighet på den lukkede transporten kan det være en øket sannsynlighet for at transportvannet vil være av en kvalitet som gjør det vanskeligere å desinfisere tilstrekkelig, avhengig av agens. Det finnes etter det Veterinærinstituttet kjenner til ikke data fra analyser av transportvann fra felt, men laboratorieforsøk har vist at mens en 3 log₁₀ reduksjon for ILAV-partikler suspendert i avløpsvann fra et prosesseringsanlegg ble oppnådd innenfor dagens minimumskrav til UV-dose var UV-dosen som krevdes for en tilsvarende reduksjon i IPNV-partikler langt høyere enn dages minimumskrav (Øen og Rimstad, 2001). Veterinærinstituttet anser det som sannsynlig at tilsvarende er gjeldene for desinfeksjon av transportvann for agens med relativt lav UV-sensitivitet, men at et godt fungerende UV-anlegg med filtrering vil bidra til at forringelse av vannkvalitet ikke er et hyppig forekommende problem. Opprettholdelse av en god vannkvalitet fjerner imidlertid ikke den grunnleggende variasjonen i UV-sensitivitet mellom agens. Det kan etter Veterinærinstituttets oppfatning dermed ikke utelukkes at transportvann fra lukket transport også kan medføre en smitterisiko dersom desinfeksjon av utslippsvann er utilstrekkelig for relevante agens, kombinert med at transportvannet slippes ut i nærheten av lokaliteter med naiv fisk.

Sp. 1 C: I hvilken grad påvirkes smitterisikoen til anlegg i sjøen fra brønnbåten av at transportvannet behandles før det slippes ut av brønnbåten?

Som belyst under punktene 1a og 1b vil den generelle smitterisikoen fra behandlet transportvann kunne antas å være mindre enn smitterisikoen fra ubehandlet transportvann. Den spesifikke reduksjonen i smitterisiko fra behandlet transportvann vil avhenge av hvilke agens det er snakk om og benyttet desinfeksjonsmetode (f.eks. UV dose). En forhøyet smitterisiko må forventes dersom desinfeksjon er inadekvat for relevante agens eller ved tilfeller som medfører at udesinfisert transportvann slippes ut, kombinert med et utslippssted som muliggjør horisontal smitte til anlegg i sjø. Inadekvat desinfeksjon kan for eksempel oppstå som følge av begrenset kapasitet på-, svikt i- eller utilstrekkelig vedlikehold av UV anlegg, eller ved akutt behov for utskifting av transportvann for å opprettholde fiskevelferden for fisk under transport.

Kvantifisering av smitterisiko på generelt grunnlag vanskeliggjøres av et mangelfullt kunnskapsgrunnlag under feltforhold. En norsk, vitenskapelig publikasjon fra 2019 (Haredasht *et al.*, 2019) viste at brønnbåtbevegelser predikerte spredning av SAV bedre enn sjødistanse mellom anlegg. Modellen inneholdt ikke informasjon om hva slags aktivitet brønnbåtene foretok seg på de ulike lokalitetene, type desinfeksjonsutstyr i brønnbåtene eller anleggsfaktorer som felles eierskap. Til tross for disse begrensningene tyder studiet på, etter Veterinærinstituttets syn, at brønnbåter må anses å kunne utgjøre en generell, potensiell risiko for spredning av sykdomsfremkallende agens mellom anlegg i sjø der inaktiveringsgraden av agens i vannmassene er utilstrekkelig.

Sp. 1 D: I hvilken grad påvirkes smitterisikoen fra anlegg i sjøen til fisk i brønnbåten av at transportvannet ved transport av fisk til utsett behandles før det tas inn i brønnbåten?

Som diskutert under punkt 1a må behandling av inntaksvann forventes å ha en risikoreducerende effekt på smitterisiko til fisk i brønnbåt. Risikoen for smitte til fisk i en brønnbåt ved inntak av behandlet sjøvann vil avhenge av smittepresset av ulike agens i de vannmassene som tas inn, samt effekten av den behandlingen vannet utsettes for. Det foreligger etter det Veterinærinstituttet kjenner til ikke tilstrekkelig kunnskap om infektiv dose under ulike feltforhold, inkludert lengde av vannkontakt i brønnbåt, til å kunne kvantifisere risiko ved suboptimal desinfisering. Det kan imidlertid forventes at fisk under transport kan være mer mottakelige for smitte enn de ville være utenfor en transportsituasjon på grunn av stress (Noble *et al.*, 2018). I tillegg påvirker smoltifisering fiskens immunforsvar, noe som kan gi en økt mottakelighet for smitte hos smolt som transporteres for sjøsetting (Johansen *et al.*, 2015).

Til en viss grad kan problemstillingen sidestilles med inntak av ubehandlet versus behandlet inntaksvann til settefiskanlegg, selv om eksponeringstiden i brønnbåt vil være begrenset. Det er Veterinærinstituttets erfaring at kravet om UV desinfeksjon i stor grad reduserte sannsynlighet for vibrioseutbrudd som følge av inntak av sjøvann, mens tilsvarende effekt ikke ble observert for utbrudd av *Moritella* (Brit Tørud, Veterinærinstituttet, personlig observasjon). Dette viser at effekten av en standard desinfeksjonsmetode vil variere mellom agens.

Sp. 2: Er det faglig forsvarlig å se bort fra avstandskrav mellom farled og anlegg?

Etter det Veterinærinstituttet kjenner til foreligger det per i dag ingen spesifikk informasjon om effekt av avstand mellom brønnbåtfarled og anlegg med hensyn til smitterisiko. Studiet til Haredasht *et al.* (2019) definerte en høyrisiko-kontakt som et tilfelle der en brønnbåt var i kontakt med en PD-positiv lokalitet før den hadde kontakt med en PD-negativ lokalitet, uten andre mellomliggende kontakter, innen en syv-dagers periode. En kontakt ble registrert når brønnbåtens AIS-signal viste at båten befant seg innenfor det området som definerer anlegget, inkludert anleggets ankringsområde. Dette var typisk en avstand på omkring 100-300m. Da det ikke forelå informasjon om brønnbåtens aktivitet på kontakttidspunktet er det mulig at noen av kontaktene var brønnbåter som passerte tilstrekkelig nær anlegg til å bli registrert som en kontakt. At slike situasjoner kan være mulig i praksis har blitt bekreftet av fagpersoner innen brønnbåtneringen (Mona Dverdal Jansen, Veterinærinstituttet, personlig kommunikasjon). Hvilken andel av slike «underveis-kontakter» som var høyrisiko-kontakter er ukjent. Det finnes etter det Veterinærinstituttet kjenner til ikke tilsvarende, eller mer detaljert, informasjon for andre agens.

På generelt grunnlag anser Veterinærinstituttet det derfor som risikabelt ut fra smittehensyn å (automatisk) se bort fra avstandskrav mellom farled og anlegg med fisk i sjø.

Hvis «nei»:

Sp. 2 A: I hvilken grad påvirkes smitterisikoen til og fra brønnbåten av avstand mellom farled og akvakulturanlegg i sjøen dersom avstanden er henholdsvis 1500 meter, 1000 meter og 500 meter?

Som redegjort for i svarene under Spørsmål 1 med underspørsmål finner Veterinærinstituttet at det foreligger et utilstrekkelig kunnskapsgrunnlag for generelt å kunne predikere risiko for smitte gjennom sjø av ulike agens under feltforhold. Ikke-konstante faktorer som agenskonsentrasjon i transportvann, grad av desinfeksjon av transportvann, mengde utslipp, agensoverlevelse i de gjeldene vannmassene, generell strømretning, vindpåvirkning på overflatestrøm og mottakelighet hos eksponerte fiskepopulasjoner vil i ulik grad påvirke om kontaminerte vannmasser fra en brønnbåt vil kunne resultere i en etablering av smitte på et sjøanlegg.

Etter det Veterinærinstituttet kjenner til foreligger det ikke informasjon som muliggjør en vurdering av smitterisiko forbundet med så spesifikke avstander som det som angis i spørsmålet. En kvantifisering av smitterisiko med en slik oppløsning vil kreve modelleringer som er utenfor det som er mulig å gjennomføre innen fristen for denne bestillingen. Slike modelleringer vil også kreve bruk av parametere basert på et svært mangelfullt kunnskapsgrunnlag, og den praktiske relevansen av resultatene vil være usikker. Epidemiologiske modelleringer av PD- og ILA-utbrudd har vist at det, til tross en reduksjon i smitterisiko ved økende avstand mellom anlegg, fortsatt er en signifikant risiko for smitte mellom anlegg ved flere kilometers avstand (Aldrin *et al.*, 2010; Aldrin *et al.*, 2011). Disse modelleringene har imidlertid ingen oppløsning på hvilke enkeltfaktorer som bidrar til å drive risikoen knyttet til avstand og horisontal smittespredning. Veterinærinstituttet kjenner ikke til tilsvarende modelleringer for andre agens.

Punktvis og kortvarige utslipp av transportvann må antas å medføre et betydelig lavere smittepress enn det som oppstår fra lengre tids utskillelse av agens fra en infisert lokalitet. Likevel anser Veterinærinstituttet at utslipp av kontaminert transportvann i en gitt avstand fra et anlegg kan medføre en smitterisiko dersom ikke-konstante faktorer som nevnt i forrige avsnitt tilrettelegger for en smittespredning. Utover dette er det ingen tilgjengelige data som kan benyttes for å underbygge i hvilken grad en økende avstand fra 500m til 1500m vil påvirke (redusere) smitterisikoen.

Sp. 3: I «Tiltaksplan for å bekjempe pankreassykdom (PD) på fisk» står det at «transport av fisk med mistanke om eller påvist PD skal gjennomføres helt lukket dersom transporten passerer nærmere enn 5 km fra et anlegg uten påvist PD» Er dette et faglig riktig krav som bør settes for å hindre spredning av PD?

Et NFR prosjekt (NFR 245494, Utvikling og optimalisering av norske rensesystemer for fisketransportvann basert på UV-teknologi for å imøtekomme nye norske krav) rapporterer at UV-behandling av vann med representativ vannkvalitet for transportvann i brønnbåt var effektiv mot SAV, men at behandlingseffekten ikke har kunnet testes i brønnbåt i felt av logistikkhensyn (NFR, 2020). Samtidig viste modelleringen utført av Haredasht *et al.* (2019) at man ikke kan se bort fra brønnbåtenes potensielle rolle i spredningen av SAV under generell aktivitet. Den epidemiologiske modelleringen utført av Aldrin *et al.* (2010) viser at SAV spres relativt lett over lengre geografiske avstander, inkludert ved 5 km avstand. Det er i tillegg vist at fettdråper som samler seg på overflaten kan være en viktig bidragsyter til en slik spredning (Stene *et al.*, 2015). Laboratorieforsøk har vist en økt overlevelse av SAV ved økt tilstedeværelse av organisk materiale i vannet (Graham *et al.*, 2007). Veterinærinstituttet anser dermed at utslipp av infektive SAV-partikler fra en brønnbåt ved 5km eller kortere avstand til et anlegg ikke kan utelukkes å utgjøre en smitterisiko. Reell smitterisiko vil avhenge av påvirkningen av ulike ikke-konstante faktorer som nevnt i svaret til spørsmål 2a.

Det er Veterinærinstituttets oppfatning at de krav som stilles må fastsettes med mål om å redusere risikoen forbundet med de situasjonene med høyest risiko som kan forventes å oppstå under normale forhold. I dette tilfellet indikerer tilgjengelig informasjon at det må tas høyde for at et krav om lukket transport for PD-affisert fisk kan forventes å avvikes i enkelte tilfeller, for eksempel ved dyrevelferdsmessige hensyn eller teknisk/menneskelig svikt. Med det relativt høye antallet PD-affiserte lokaliteter som finnes i norsk akvakultur i dag anser Veterinærinstituttet dermed at avvik fra kravet kan forventes å oppstå med en ikke ubetydelig frekvens. Dersom forvaltningsmålet er å begrense utbredelsen av PD så mye som mulig er det etter Veterinærinstituttets syn faglig forsvarlig å opprettholde kravene i den nåværende tiltaksplanen mot PD.

Konklusjon

Som påpekt gjennom dette dokumentet foreligger det svært begrenset informasjon om desinfeksjon av transportvann under feltforhold og sannsynlighet for effektiv smitteoverføring til naive populasjoner i brønnbåt eller i et anlegg. Dette begrenser muligheten til å gjennomføre gode, risikobaserte vurderinger som kan underbygge konkrete avstandskrav.

Veterinærinstituttet mener likevel at det på generelt grunnlag bør antas at transportvann fra brønnbåter kan utgjøre en smitterisiko i de tilfeller der det ikke er tilstrekkelig desinfisering av vannmassene. Veterinærinstituttet anbefaler derfor en restriktiv linje på transport av laks dersom forvaltningsmålet er å begrense utbredelse av smittsomme sykdommer i norsk fiskeoppdrett.

Med hilsen



Edgar Brun
Avdelingsdirektør
Avd. for fiskehelse og fiskevelferd
Veterinærinstituttet



Mona Dverdal Jansen
Forsker
Seksjon for epidemiologi
Veterinærinstituttet

Referanser

Aldrin, M., Storvik, B., Frigessi, A., Viljugrein, H., Jansen, P.A. (2010) A stochastic model for the assessment of the transmission pathways of heart and skeleton muscle inflammation, pancreas disease and infectious salmon anaemia in marine fish farms in Norway. *Preventive Veterinary Medicine*, 93, 51-61.

Aldrin, M., Lyngstad, T.M., Kristoffersen, A.B., Storvik, B., Borgan, Ø., Jansen, P.A. (2011) Modelling the spread of infectious salmon anaemia among salmon farms based on seaway distances between farms and genetic relationships between infectious salmon anaemia virus isolates. *Journal of the Royal Society Interface*, 8, 1346-1356.

Graham D.A., Cherry K., Wilson C.J., Rowley H.M. (2007). Susceptibility of salmonid alphavirus to a range of chemical disinfectants. *Journal of Fish Diseases*, 30, 269-277.

Haredasht S.A., Tavoranpanich S., Jansen, M.D., Lyngstad, T.M., Yatabe, T., Brun, E., Martínez-López, B. (2019) A stochastic network-based model to simulate the spread of pancreas disease (PD) in the Norwegian salmon industry based on the observed vessel movements and seaway distance between marine farms. *Preventive Veterinary Medicine*, 167, 174-181.

Johansen, L.H., Bang-Jensen, B., Jansen, D.J., Taksdal, T., Krasnov, A. (2015) Multifaktorielle sykdommer i norsk lakseoppdrett, Sluttrapport. *Nofima Rapport 32/2015*.

NFR (2020) Prosjektbanken: Utvikling og optimalisering av norske rensesystemer for fisketransportvann basert på UV-teknologi for å imøtekomme nye norske krav. Tilgjengelig på <https://prosjektbanken.forskningsradet.no/#/project/NFR/245494>

Noble, C., Nilsson, J., Stien, L.H., Iversen, M.H., Kolarevic, J., Gismervik, K. (2018) Velferdsindikatorer for oppdrettslaks: Hvordan dokumentere fiskevelferd. 328pp. ISBN 978-82-8296-552-1.

Stene A., Hellebø A., Viljugrein H., Solevåg S.E., Devold M., Aspehaug V. (2016) Liquid fat, a potential abiotic vector for horizontal transmission of salmonid alphavirus? *Journal of Fish Diseases*, 39, 531-537.

Wessel, Ø., Hansen, E.F., Løvoll, M., Inami, M., Husby, A., Kruse, G., Dale, M.K., Rimstad, E. (2020) Inactivation of Piscine orthoreovirus. *Journal of Fish Diseases*, 43, 1039-1048.

Øye, A.K. og Rimstad, E. (2001) Inactivation of infectious salmon anaemia virus, viral haemorrhagic septicaemia virus and infectious pancreatic necrosis virus in water using UVC irradiation. *Diseases of Aquatic Organisms*, 48, 1-5.