

Risikoanalyse- Vertikal og vannbåren smitte med HSMB

Oppdrag

I forbindelse med oppstart av et nytt landbasert akvakulturanlegg i Smedvågen i Averøy kommune er det ønskelig med en risikovurdering knyttet til inntak av rogn med bærertilstand av PRV-virus som forårsaker sykdommen Hjerne- og skjelettmuskelbetennelse (HSMB). Det er også nødvendig å vurdere risikoen for at dette viruset blir tatt inn med vannkildene. Landanlegget skal baseres på resirkulering og produsere fisk helt frem til slaktestørrelse. Dette stiller større krav til at all rogn og driftsvann som kommer inn i anlegget er fri for agens som kan utløse sykdom på fisken gjennom hele produksjonen hos Averøy Industripark AS.

Risikomatrise MarinHelse AS

5	10	15	20	25
4	8	12	16	20
3	6	9	12	15
2	4	6	8	10
1	2	3	4	5

>12	Kritisk
6-12	Betydelig
<6	Ubetydelig

Sannsynlighetsmodell

Nivå	Sannsynlighet
1	>10 år
2	5-10 år
3	2-5 år
4	0,5-2 år
5	< 0,5 år

Konsekvensmodell

	Nivå	Beskrivelse
1	Ubetydelig	Ubetydelige skader eller belastninger på mennesker, fisk og/eller materielle verdier

2	Mindre alvorlig	Små skader eller belastninger på mennesker, fisk og/eller materielle verdier
3	Alvorlig	Alvorlige skader og belastninger på mennesker, fisk og/eller materielle verdier
4	Kritisk	Kritiske skader på mennesker, fisk og/eller materielle verdier
5	Katastrofal	Katastrofal skade eller belastning på mennesker, fisk og/eller materielle verdier

Aktuell vurdering:

Forutsetninger:

Forekomst av de aktuelle agens i rogn eller sjøvann som tas inn til Averøy Industripark AS.

Risikofaktorer	Ønsket beskyttelsesnivå	Sannsynlighet	Konsekvens	Risiko	Risikohåndtering
Utbrudd av HSMB (PRV) hos Averøy Industripark		> 10 år (1)	Kritisk (4)	4	1) Kun innkjøp av rogn fra foreldre som er individtestet negativt for PRV. 2) Ekstra desinfeksjon av rogn ved ankomst anlegg 3) Screening for PRV under drift helt frem til slaktetidspunkt 4) Ekstra fysisk og røktermessig skille mellom driftsbygninger og produksjonsavdelinger ned til biofilterenhet
Utbrudd av HSMB på grunn av inntak av sjøvann		> 10 år (1)	Kritisk (4)	4	1) Utvidede barrierer i sjøvannsinntak 2) Kjøring av ozon i driftsvann 3) Screening for PRV under drift helt frem til slaktetidspunkt 4) Ekstra fysisk og røktermessig skille mellom driftsbygninger og produksjonsavdelinger ned til biofilterenhet

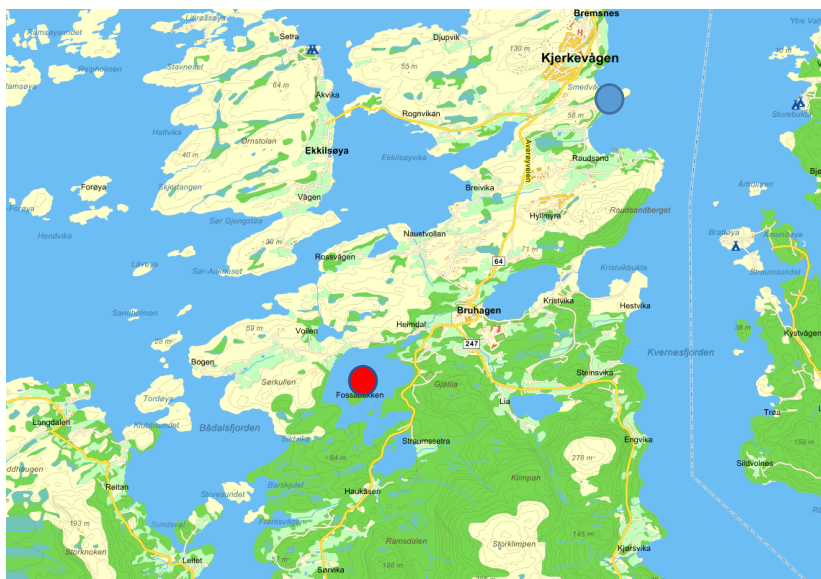
Planlagte smittebarrierer hos Averøy Industripark AS

Rogn

Smitte i eller på rogn vil være en av de viktigste innfallsporene for dette viruset og må hensyntas. I utgangspunktet er det et mål å kun ta inn rogn fra foreldre som på individnivå er testet fri for PRV-virus. Dette er ikke like lett hvert eneste år, men vil bli etterstrebet. Det vil i tillegg bli gjennomført en ekstra overflatedesinfeksjon ved mottak av rogn før den tas inn i driftsbygningen og legges inn i klekkeskapene.

Vanninntak ferskvann

Det planlagte anlegget vil bli forsynt med ferskvann fra det kommunale vannverket, da ferskvannsbehovet er såpass begrenset i mengde. Vannet blir levert fra Nordre Averøy Vannverk som henter vann fra Storvatnet.



Figur: Storvatnet (rød sirkel) ligger 7,4 km unna Smedvågen (blå sirkel) hvor anlegget skal bygges.

Storvatnet har et 7 kvadratkilometer stort nedslagsfelt og tilførselen er ca. 9 mill m³ råvann pr år. Nedslagsfeltet er vernet av kommunale reguleringsplaner som hindrer uønsket aktivitet og utslipp i nedslagsfeltet. Det ligger ingen industri, bensinstasjoner eller annet i nedslagsfeltet som er en trussel for råvannskvaliteten. Det er beregnet at vannverket kan levere normale mengder vann i omtrent 2 år uten at det faller nedbør overhodet.

Renseteknologi og kjemikalier: Det benyttes membran-teknologi til å rense vannet. Tettheten på membranene er 1000 Dalton (metrisk tilsvarer dette ca. 4nm eller 0,004 mikrometer(μm)). De minste bakterier/virus/parasitter som forekommer i oppdrettssammenheng er mange ganger

større, dette betyr at det er umulig å få disse gjennom membranen. PRV-viruset er 0,07 mikrometer i størrelse og blir stoppet effektivt av et slikt filter. Grunnen til at vannverket bruker så fine membraner er for å sikre at fargetallet blir så godt som mulig. Fargetallet fra vannverket ligger mellom 0 og 2 gjennom hele året. Fargen kommer av Humus/biologisk masse. Etter at vannet er renses gjennom membranene så ledes det gjennom en ny barriere som består av et dobbelt UV-anlegg. Det benyttes ikke klor i vannet. Ph justeres ved å tilsette vannglass med konsentrasjon 12 mg/1000 liter vann, dette gjøres for å sikre at ph ligger stabilt rundt 7,5 hele tiden. Dette for å beskytte rørnett, varmtvannsberedere i hus, fyringsanlegg, gulvvarmeanlegg etc mot korrosjon som oppstår ved for lav pH.

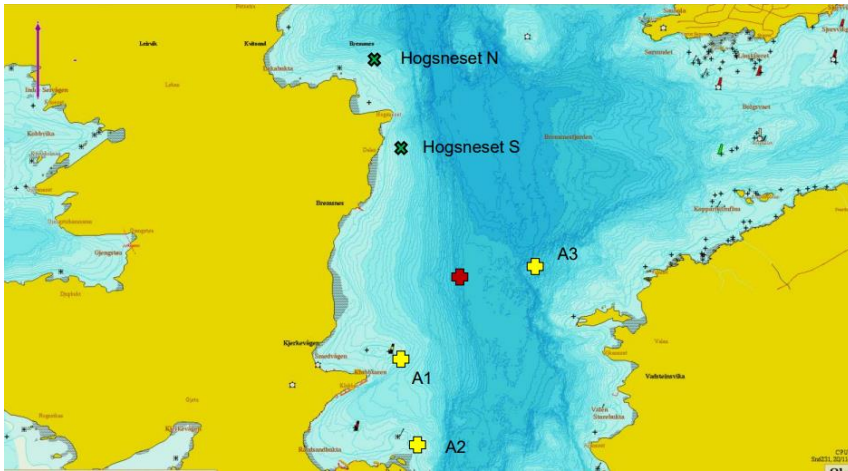
Kapasitet ved rensenanlegget: Vannverket har to separate membranfiltreringsanlegg som leverer 80 m³ vann pr time, samlet max kapasitet 160m³ pr time. Normal timeproduksjon ligger på ca 70 m³/time. Det beregnede totale vannforbruket av ferskvann til produksjonen i Smedvågen er 11,4 m³/time. Alle systemer er doble med henblikk på redundans. Det er et dieselaggregat som starter automatisk og drifter hele anlegget ved bortfall av strøm. Vannverket er koblet sammen med Folland vannverk slik at det er lagt opp til full forsyning fra dette vannverket om en akutt forurensning skulle påvirke Nordre Averøy eller noe annet skulle skje med vannverkets evne til å produsere vann.

Vannverket har høydebassenger som sørger for stabilt trykk på ledningsnettet samtidig som det holder en 3200m³ reserve vannmengde om det skulle inntreffe kortere avbrudd ved anlegget. Anlegget tar jevnlig prøver av vannet og sender til eksternt laboratorium for analyse. SINTEF Norlab benyttes til dette formålet. Det er ikke påvist avvik utenfor grenseverdier for vann de siste 10 årene. Det er tre heltidsansatte ved vannverket, samtlige med mange års erfaring i vannverket i tillegg til relevante kurs/skolering. Det er døgntkontinuerlig vakt ved vannverket 24/7 365 dager i året.

Det er gjort en vannanalyse av vannet fra Akvaplan Niva (vedlegg 15) med henblikk på verdier knyttet til oppdrett av fisk og denne viser et vann av svært god og stabil kvalitet som egner seg godt til oppdrettsformål. Det er ikke funnet behov for ytterligere rensing av vannet før inntak i produksjonen.

Vanninntak sjøvann

Det planlagte sjøvannsinntaket Det planlagte sjøvannsinntaket er plassert med en ca. 1000 m lang sjøvannsledning som går ned til et vanddyp på 130 m.



Planlagt posisjon for inntak av sjøvann er vist med rødt kryss. Planlagt utslipp av avløpsvann er markert med gult kryss A1. De to grønne kryssene er de to nærmeste akvakulturlokalitetene. Kartet er hentet fra Olex. Kartdatum: WGS84.

Det vil bli benyttet ulike desinfeksjonsmetoder i kombinasjon inkludert membranfiltreringsteknologi for å sikre kvaliteten på det sjøvannet som skal tas inn i produksjonen. Det vil bli etablert 4 identiske enkeltenheter for membranfiltrering som totalt har en kapasitet på 760 000 liter. Det er lagt inn en overkapasitet på vannproduksjon for å ha døgnkontinuerlig vannleveranse og med tanke på redundans. Tre av disse enkeltenhetene vil kjøre hele tiden mens det fjerde fungerer som en back-up og vil i tillegg bli benyttet under regelmessig vedlikehold av enkeltenheter. De membranfiltrene som skal benyttes vil ha en porestørrelse på 0,02 mikrometer. Denne porestørrelsen innebærer at selv de minste av de kjente virusene som kan representere en risiko for sykdomsutbrudd i akvakulturanlegg, IPN -og PRV-viruset, blir fanget opp i filtrene. PRV-viruset er mellom 0,07 mikrometer stort, slik at dette vil stoppes effektivt.

Bakgrunnsdata HSMB

Om sykdommen

HSMB er en forkortelse for Hjerte- og Skjelett Muskel-Betennelse og er en virussykdom som første gang ble beskrevet i Norge i 1999. Siden den gang har sykdommen spredt seg utover hele landet og er i dag den hyppigst forekommende diagnosen i norsk oppdrettsnæring. Sykdommen opptrer i hele sjøvannsfasen men hyppigst 5-9 måneder etter sjøsetting og fører som regel til moderat dødelighet på merd- og lokalitetsnivå. Sykdommen har de siste årene også opptrådt i settefiskanlegg på yngel og ført til økt dødelighet i ferskvannsfasen i et stadig økende omfang. Utviklingen mot mer bruk av resirkuleringsteknologi har også ført til en større utfordring knyttet til dette viruset enn tidligere. Viruset ser ut til å trives godt i resirkuleringsystemer og kan oppformeres slik at det etablerer seg såkalte husstammer i biofiltersystemet. Dette fører til et unormalt høyt smittepress på fisken og sykdommen HSMB utløses regelmessig på nye innsatte fiskegrupper. Slike resirkuleringsenheter har vist seg å måtte saneres for å få bukt med problemet.

Selve viruset har man slitt med å finne lenge, men nylig er viruset blitt karakterisert og det tilhører en ny slekt Piscint reovirus. Viruset har fått navnet piscine reovirus (PRV). Selve viruset ser ut til å

finnes overalt og finnes ofte i oppdrettsfisk som ikke viser tegn til sykdom. Det er i tillegg påvist i villaks langs hele norskekysten. Viruset ser ut til å være svært robust og kan transporteres over lange avstander. Overlevelse i sjøvann er ukjent men man antar at den er god.

Piscint orthoreovirus (PRV) er et nakent virus med dobbeltrådet RNA-genom. Det tilhører slekten Orthoreovirus i familien Reoviridae. Graden av HSMB-lesjoner har vist seg å være relatert til mengde PRV i blodceller (Finstad et al. 2012). PRV er imidlertid ofte til stede i laksen uten at HSMB utvikles. HSMB gir i kombinasjon med stress og håndtering ofte et mer alvorlig hendelsesforløp med akutt dødelighet. Sykdommen ser ut til å spre seg mellom ulike smoltgrupper på samme sjølokalitet. Flere smoltgrupper er fulgt i ferskvannsfasen via PCR-screening og er funnet negative helt frem til sjøsetting for så å bli positive kort tid etter sjøsetting. Data fra norske rognprodusenter viser at viruset er svært utbredt blant stamfisk og på bakgrunn av dette er det vanskelig å bestille rogn fra foreldrefiskkandidater som er funnet negative for viruset. Både fiskehelsetjenester og Mattilsynet oppfatter HSMB som et betydelig problem innen norsk lakseoppdrett. HSMB gir store sirkulasjonsforstyrrelser (Lund et al. 2017). Makroskopisk har HSMB-syk fisk gjerne blekt hjerte, væskeansamling i bukhulen, gulaktig eller blodfylt lever, svullen milt og blodopphopninger i fettvev (Veterinærinstituttet 2017). Leveren dekkes ofte av et gjennomsliktig fibrinløst som er et generelt tegn ved hjerte- og sirkulasjonssvikt. Mikroskopisk ses betennelse og celledød i hjertevev og ofte også i skjelettmuskulatur, i tillegg til stedvis celledød i levervev. PRV infiserer de røde blodcellene (Finstad et al. 2014).

Forekomst

PRV er et svært utbredt virus hos oppdrettet og vill atlantisk laks i Norge. Det finnes flere varianter av viruset, PRV2 er beskrevet hos coho (Takano et al. 2016) og PRV3 hos blant annet regnbueørret (Dhamotharan et al. 2018). HSMB er ikke påvist hos villaks, men dette kan skyldes dårlige muligheter for å fange syk fisk som lett blir et bytte for predatorer. En variant, PRV3, er påvist hos regnbueørret med utbrudd først og fremst i settefiskanlegg. HSMB-liknende utbrudd hos regnbueørret er bare observert i ferskvann. PRV er også påvist hos vassild, taggmakrell, sild og lodde (Wiik-Nielsen et al. 2012). PRV er påvist i de fleste andre land som driver med lakseoppdrett, inkludert Irland, Skottland, Canada, Alaska og Chile. I Norge er HSMB en av de vanligste sykdommene hos oppdrettslaks, med ca. 100 tilfeller årlig (Dahle et al. 2018a).

Smitteveier

Det viktigste reservoaret av PRV finnes antakelig i sjøvann. PRV ser ut til å være et forholdsvis stabilt virus. Det er vist eksperimentelt å smitte effektivt ved kohabitasjon (Finstad et al. 2014). Sekvensering av PRV-isolater tyder på virusspredning over lange distanser og smitteutveksling mellom oppdrettslaks og villaks (Garseth et al. 2013b). Fisk med HSMB er persistente bærere av PRV i lang tid, og kan spre PRV-smitte. Det finnes foreløpig ingen vaksiner mot PRV og ingen behandling mot HSMB, men ved å unngå driftstiltak som stresser fisken, kan tapene ved HSMB reduseres (Dahle et al. 2018a). HSMB er ikke en listeført eller meldepliktig sykdom lengre på grunn av dets omfattende utbredelse i norsk oppdrett.

HSMB er påvist i Skottland, Chile og Canada. Det er stekt assosiert med sykdommen «Jaundice syndrome» hos stillehavelaksene Coho og Chinook, som antas smitte fra atlantisk laks (Olsen et al. 2015). Det er også påvist sykdom hos brunørret i Europa som følge av PRV-3-infeksjon (Ferguson et al. 2005, Di Cicco et al. 2017). Utbrudd av HSMB skjer hele året, og det vil derfor være fare for

smitte til vandrende laks og sjøørret rundt oppdrettsanlegg, og fra rømt oppdrettslaks (Kvamme et al. 2017). Sjøørret synes imidlertid å være lite mottakelig for PRV fra laks (Kvamme et al. 2017).

Konklusjon

Selv om det er relativt sparsomt med informasjon om betydningen av de forskjellige smitteveiene til PRV-viruset, så foreligger det nok kunnskap til å treffe biosikkerhetstiltak som kan virke preventive mot utbrudd av sykdommen. Siden Averøy Industripark AS skal produsere slaktefisk vil det være en betydelig større risiko for utbrudd av sykdommen HSMB enn i vanlige settefiskanlegg. På bakgrunn av dette anser MarinHelse AS at det per i dag er svært viktig at denne sykdommen blir adressert på en hensiktsmessig måte. MarinHelse AS er av den oppfatning at fokuset i første rekke bør rettes mot å unngå å ta inn rogn som er fra foreldre som har testet positivt for viruset. Dette samt de smittebarrierene som er på sjøvannsinntaket skulle være tilstrekkelige til å redusere risikoen for å få denne sykdommen betydelig. Overvåkingen av viruset vil uansett gjøre at man kan treffe tiltak og sanere rammede biofilterenheter hvis så skulle skje, lenge før viruset fører til utbrudd av sykdom.

På bakgrunn av de overfor nevnte momenter anser MarinHelse AS det som usannsynlig at vertikal og vannbåren smitte av PRV vil forekomme. Unngår man å ta inn PRV-positiv rogn og sikrer sjøvannsinntaket gjennom den ekstra membranfiltreringen skulle risikoen være ubetydelig.



Per Anton Sæther

Akvaveterinær

MarinHelse AS

Referanser

Kongtorp RT, Kjerstad A, Taksdal T, Guttvik A, Falk K: Heart and skeletal muscle inflammation in Atlantic salmon, *Salmo salar* L.: a new infectious disease. J Fish Dis 2004, 27:351–358.

Palacios G, Løvoll M, Tengs T, Hornig M, Hutchison S, Hui J, Kongtorp RT, Savji N, Bussetti AV, Solovyov A, Kristoffersen AB, Celone C, Street C, Trifonov V, Hirschberg DL, Rabadan R, Egholm M, Rimstad E, Lipkin WI: Heart and skeletal muscle inflammation of farmed salmon is associated with infection with a novel reovirus. PLoS One 2010, 5:e11487.

Kongtorp RT, Taksdal T, Lyngøy A: Pathology of heart and skeletal muscle inflammation (HSMI) in farmed Atlantic salmon *Salmo salar*. *Dis Aquat Organ* 2004, 59:217–224.

Mikalsen AB, Haugland Ø, Rode M, Solbakk IT, Evensen Ø: Atlantic salmon reovirus infection causes a CD8 T cell myocarditis in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *PLoS One* 2012, 7:e37269.

Key T, Read J, Nibert ML, Duncan R: Piscine reovirus encodes a cytotoxic, non-fusogenic, integral membrane protein and previously unrecognized virion outer-capsid proteins. *J Gen Virol* 2013, 94:1039–1050.

Markussen T, Dahle MK, Tengs T, Løvoll M, Finstad ØW, Wiik-Nielsen CR, Grove S, Lauksund S, Robertsen B, Rimstad E: Sequence analysis of the genome of piscine orthoreovirus (PRV) associated with heart and skeletal muscle inflammation (HSMI) in Atlantic salmon (*Salmo salar*). *PLoS One* 2013, 8:e70075.

Kibenge MJ, Iwamoto T, Wang Y, Morton A, Godoy MG, Kibenge FS: Whole-genome analysis of piscine reovirus (PRV) shows PRV represents a new genus in family Reoviridae and its genome segment S1 sequences group it into two separate sub-genotypes. *Virol J* 2013, 10:230.

Løvoll M, Alarcon M, Bang JB, Taksdal T, Kristoffersen AB, Tengs T: Quantification of piscine reovirus (PRV) at different stages of Atlantic salmon *Salmo salar* production. *Dis Aquat Organ* 2012, 99:7–12.

Wiik-Nielsen CR, Ski P-MR, Aunsmo A, Løvoll M: Prevalence of viral RNA from piscine reovirus and piscine myocarditis virus in Atlantic salmon, *Salmo salar* L., broodfish and progeny. *J Fish Dis* 2012, 35:169–171.

Garseth AH, Fritsvold C, Opheim M, Skjerve E, Biering E: Piscine reovirus (PRV) in wild Atlantic salmon, *Salmo salar* L., and sea-trout, *Salmo trutta* L., in Norway. *J Fish Dis* 2013, 36:483–493.

Walters MN, Joske RA, Leak PJ, Stanley NF: Murine infection with reovirus: I. Pathology of the acute phase. *Br J Exp Pathol* 1963, 44:427–436.

Ni Y, Kemp MC: A comparative study of avian reovirus pathogenicity: virus spread and replication and induction of lesions. *Avian Dis* 1995, 39:554–566.

Johansen R (ed.): *The health situation in norwegian aquaculture 2012*. Oslo: Norwegian Veterinary Institute; 2013.

Ferguson HW, Kongtorp RT, Taksdal T, Graham D, Falk K: An outbreak of disease resembling heart and skeletal muscle inflammation in Scottish farmed salmon, *Salmo salar* L., with observations on myocardial regeneration. *J Fish Dis* 2005, 28:119–123.

Kongtorp RT, Halse M, Taksdal T, Falk K: Longitudinal study of a natural outbreak of heart and skeletal muscle inflammation in Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *J Fish Dis* 2006, 29:233–244.

Finstad ØW, Falk K, Løvoll M, Evensen Ø, Rimstad E: Immunohistochemical detection of piscine reovirus (PRV) in hearts of Atlantic salmon coincide with the course of heart and skeletal muscle inflammation (HSMI). *Vet Res* 2012, 43:27.

Løvoll M, Wiik-Nielsen J, Grove S, Wiik-Nielsen CR, Kristoffersen AB, Faller R, Poppe T, Jung J, Pedamallu CS, Nederbragt AJ, Meyerson M, Rimstad E, Tengs T: A novel totivirus and piscine reovirus (PRV) in Atlantic salmon (*Salmo salar*) with cardiomyopathy syndrome (CMS). *Virology* 2010, 7:309.

Kongtorp RT, Taksdal T: Studies with experimental transmission of heart and skeletal muscle inflammation in Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *J Fish Dis* 2009, 32:253–262. Finstad et al. *Veterinary Research* 2014,

Watanabe K, Karlsen M, Devold M, Isdal E, Litlabo A, Nylund A: Virus-like particles associated with heart and skeletal muscle inflammation (HSMI). *Dis Aquat Organ* 2006, 70:183–192.

Michak P, Smith CE, Hopper K: Erythrocytic inclusion body syndrome: a light and electron microscopic study of infected erythrocytes of chinook *Oncorhynchus tshawytscha* and coho 0. kisutch salmon. *Dis Aquat Organ* 1992, 12:229–233.

Rodger HD: Erythrocytic inclusion body syndrome virus in wild Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *J Fish Dis* 2007, 30:411–418.

Graham DA, Curran W, Rowley HM, Cox DI, Cockerill D, Campbell S, Todd D: Observation of virus particles in the spleen, kidney, gills and erythrocytes of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., during a disease outbreak with high mortality. *J Fish Dis* 2002, 25:227–234.

Lunder T, Thorud K, Holt RA, Rohovec JS: Particles similar to the virus of erythrocytic inclusion body syndrome, EIBS, detected in Atlantic salmon (*Salmo salar*) in Norway. *Bull Eur Assoc Fish Pathol* 1990, 10:21–23.

Lund SG, Phillips MC, Moyes CD, Tufts BL: The effects of cell ageing on protein synthesis in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) red blood cells. *J Exp Biol* 2000, 203:2219–2228.

Meyers TR: First report of erythrocytic inclusion body syndrome (EIBS) in chinook salmon *Oncorhynchus tshawytscha* in Alaska, USA. *Dis Aquat Organ* 2007, 76:169–172.

Per Anton Sæther
Akvaveterinær
MarinHelse AS

