

Risikoanalyse- utfordringer knyttet til hemoragisk smoltsyndrom (HSS)

Oppdrag

I forbindelse med etableringen av et nytt akvakulturanlegg i Smedvågen er det ønskelig med en risikovurdering knyttet til lidelsen hemoragisk smoltsyndrom (HSS). Anlegget skal baseres på resirkulering og blant annet produsere fisk helt frem til slaktestørrelse. Det skal benyttes både ferskvann og sjøvann i produksjonen og brakkvann i store deler av tidlig produksjonsfase. Dette stiller større krav til at det ikke oppstår vannkvaliteter og etableres smoltifiseringssignaler som gjør at fisken utvikler HSS.

Risikomatrixe MarinHelse AS

5	10	15	20	25	>12	Kritisk
4	8	12	16	20	6-12	Betydelig
3	6	9	12	15	<6	Ubetydelig
2	4	6	8	10		
1	2	3	4	5		

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:

Det er forutsatt at hovedårsaken til at fisk utvikler HSS er knyttet til et misforhold mellom fiskens smoltifiseringsstatus og det vann- og omgivelsesmiljøet den blir tilbudt. Vi snakker altså om risiko for å tilby fisken et mikromiljø som ikke er forenelig med fiskens egen oppfatning av hvor i sin livssyklus den befinner seg. Risikovurderingen er i stor grad basert på bruken av såkalte positive og negative smoltifiseringssignaler i laksens livssyklus knyttet til hvert enkelt produksjonstrinn i anleggets driftsplan.

Risikofaktorer	Ønsket beskyttelsesnivå	Sannsynlighet	Konsekvens	Risiko	Risikohåndtering
Utvikling av HSS		0,5-2,0 år (4)	Kritisk (3)	12	Etablering av en driftsplan som sikrer at fisken til enhver tid vet hvor i sin livssyklus den befinner seg og understøtter dette ved hjelp av justeringer/endringer i fiskens mikromiljø

Vurderinger under produksjon Averøy Industripark knyttet til HSS

Averøy Industripark er et resirkuleringsanlegg (RAS-anlegg) som tar inn både ferskvann og sjøvann til sin produksjon og hvor man skal produsere fisken frem i lukkede resirkuleringsystemer frem til fisken når slaktevekt. Under slike driftsforutsetninger er det viktig å planlegge hver enkelt driftsperiode fra innlegg av rogn og frem til oppnådd slaktevekt med tanke på negative og positive smoltifiseringssignaler. Grunnlaget for risikovurderingen baserer seg i stor grad på erfaringer fra en rekke andre RAS-anlegg. Det forefinnes per i dag svært lite forskning knyttet til HSS. Det er imidlertid to større FHF-prosjekt, Nefrosmolt og Stonehunt som behandler dette temaet. Disse prosjektene er ennå ikke avsluttet og få resultater er fremlagt. Vi vil se på bakgrunnsstoff og sykdomstegn, samt risikofaktorer og håndtering av lidelsen.

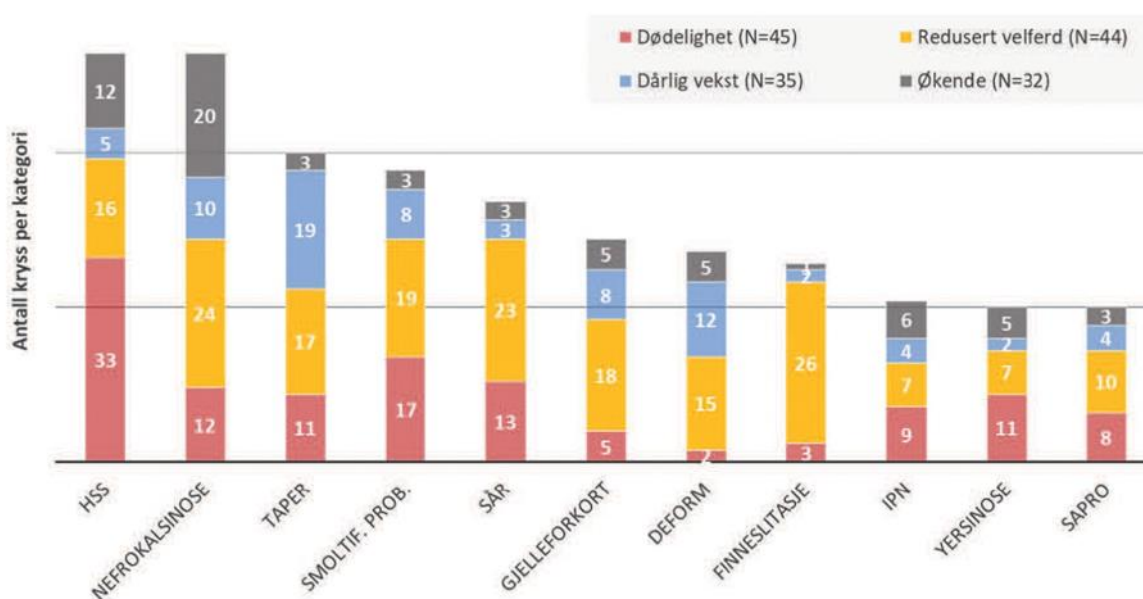
Bakgrunnsdata HSS

HSS er en forkortelse for Hemorragisk Smolt Syndrom. Hemoragisk smoltsyndrom (HSS) (blødersyndrom) ble første gang beskrevet i Skottland (Rodgers et al. 1998). HSS forekommer hos laks i ferskvann men også i ferskvannskar tilblandet sjøvann. Det rapporteres om sporadiske tilfeller av sykdommen og da ofte i og rundt smoltifiseringsprosessen. Årsaken til denne lidelsen er ikke kjent, men man har lenge antatt at et virus var sentralt. Denne teorien er derimot ikke styrket av forskning de siste årene og nyere undersøkelser med bedre metoder har ikke kunnet bekrefte at denne lidelsen er av en infeksiøs type. Det mest trolige er at lidelsen bunner

i en fysiologisk dysfunksjon hvor fiskens evne til å osmoregulere står sentralt. For å si det enklere kan det være slik at fisken ikke klarer å pumpe salter på riktig måte i forhold til hvilken type vann den står i. Andre hittil ukjente faktorer, kan også spille en rolle. Osmoregulatoriske utfordringer knyttet til prosessen rundt smoltifisering og graden av tydelighet rundt denne forvandlingen, ser imidlertid ut til å være sentrale under utbrudd av lidelsen. HSS har historisk som regel ikke ført til særlig høy dødelighet og forsvinner helt noen få uker etter overføring til sjøvann. Overføring til fullt sjøvann ser altså ut til å være eneste behandling for svekkede individer.

I forbindelse med omleggingen av mye av smoltproduksjonen i Norge fra gjennomstrømningsanlegg til resirkuleringsanlegg har HSS fått et betydelig oppsving. I tillegg ser vi andre kliniske manifestasjoner knyttet til HSS i et mye større omfang enn det som er observert tidligere. I spørreundersøkelsen som gikk til fiskehelsepersonell og inspektører i Mattilsynet i forbindelse med Veterinærinstituttet sin Fiskehelse rapport i 2019, ble nyreforkalkninger rangert som det viktigste helseproblemet som var årsak til nedsatt velferd både hos laks i settefiskfasen. Nyreforkalkninger ble også vurdert som det helseproblemet som økte mest hos settefisk. HSS ble rangert som den viktigste sykdommen som ga dødelighet hos settefisk laks og kom på andreplass etter nyreforandringer som økende problem hos settefisk laks (Figur 1).

Årsaken til dette Figur 1:



Figur 1

Årsaken til dette oppsvinget i både nyreforkalkninger og HSS er ikke fullstendig klarlagt, men man antar at det henger sammen med inntoget av RAS-teknologi i norsk lakseoppdrett. RAS-teknologi gir en mer kompakt produksjon hvor fisken kjøres frem i resirkulert vann på høye temperaturer med et mest mulig stabilt miljø. Vannkvaliteten har vært i fokus og man opplever at mange RAS-anlegg har et svært hardt vann med egenskaper som stimulerer til sjøvannstilpasning allerede fra startfôringsstadiet. Fokuset på hurtig tilvekst i denne fasen av laksens livssyklus og overgangen til resirkuleringsteknologi har ført med seg mange endringer i måten man produserer fisken frem på. Vi kan si at man i RAS-sammenheng av effektivitetshensyn har gått fra tradisjonell smoltifisering,

som er en preadapsjon til et liv i sjøvann, til en adopsjon, som er en gradvis tilpasning til et liv i sjøvann uten bruk av lys. Denne sjøvannstilpasningen er drevet av stabilt høye temperaturer som gir hurtig vekst i store deler av produksjonen og en gradvis økende innblanding av sjøvann. Svært mange selskaper kjører altså svært høye driftstemperaturer i sine RAS-anlegg over svært lange perioder og har gått fra tradisjonelle måter å smoltifisere fisken på til et fullstendig bortfall av enhver form for tradisjonell smoltifisering eller tar i bruk andre metoder for sjøvannstilpasning av fisken. Bruken av sjøvann er til dels ukritisk og tar ikke hensyn til fiskens livssyklus og de medfølgende behovene for vannkvaliteten knyttet til dette. Tilsetning av bufferstoffer og endring av driftsvannets hardhet og alkalitet har sammen med høye driftstemperaturer ført til at enkelte fiskegrupper utvikler sjøvannstoleranse helt ned i 10 grams størrelse. Dette har ført til store utfordringer knyttet til HSS i store deler av produksjonen, men mest i fasen fra fisken er ferdig vaksinert rundt 40 grams størrelse og frem til fisken sjøsettes.

Dødeligheten varierer, men den kan være opp mot 10 % i sluttfasen av produksjonen hvis fiskegruppen som er rammet ikke kommer på høysalinitetsvann eller blir sjøsatt. Det har ofte vært høyere avgang knyttet til utbrudd av den atypiske formen enn den klassiske. Det uheldige med denne lidelsen er at det rammer fisk mot slutten av «ferskvannsfasen» i anleggene og det gir en svært dårlig start på livet i sjøvann. Høysalinitetssjøvann ser ut til å være den eneste behandlingen som fører til at lidelsen forsvinner og dødeligheten normaliseres. Dette i seg selv kan si oss noe om årsakssammenhengene bak denne lidelsen.

Symptomer på sykdommen

Klassisk HSS

HSS er en tilstand kjennetegnet ved opphopning av væske i kroppen mest synlig i bukhulen og i skjellommer, og omfattende blødninger i de fleste organer. Disse omfattende blødningene fører til betydelig blodmangel og død. Rammet fisk skiller seg ofte ut fra de øvrige gjennom at de svimer i karoverflaten og har utstående øyne og oppblåst buk. Utvendig finner man også ofte blødninger i huden og rundt finnebasis samt skjellommeødem. Innvendig er det som nevnt blødninger i de aller fleste organer. Fisk som er rammet har ofte mangel på røde blodlegemer og dør av sirkulasjonssvikt hvis de ikke blir plukket ut av produksjonen på et tidligere stadium. Slik fisk har blitt karakterisert som rammet av klassisk HSS.



Skjellommeødem til venstre og betydelig blødninger i en rekke organer på bildet til høyre.

Atypisk HSS

Atypisk HSS har blitt observert i norsk oppdrettsnæring siden oppstart av næringen og har historisk rammet fisk i gjennomstrømningsanlegg i sluttfasen av produksjonen på fisk som er under sluttfasen av smoltifiseringen. Lidelsen er ikke beskrevet i forskningslitteratur, men har blitt benyttet som begrep av aktører i næringen i lengre tid. Årsaken til at fisk med denne lidelsen har fått navnet atypisk HSS er knyttet til at fisk med disse karakteristiske symptomene opptrer sammen med klassisk HSS og har sitt utgangspunkt i de samme forstyrrelsene i væskebalansen med skjellommeødem og problemer med væskebalansen. De typiske indre blødningene som man ser ved klassisk HSS ser man ikke, men vevsanalyser viser histopatologiske funn som blødninger i nyretubuli og betydelig skjellommeødem som man også finner ved klassisk HSS. Vevsprøver fra fisk med atypisk HSS som blir analysert får ofte kommentaren «forandringer forenelige med HSS» som analysesvar. Det erketypiske med denne formen for HSS er imidlertid at skjellommeødemet utvikler seg videre til større områder med skjelltap som igjen utvikler seg til sår. Disse forandringene er alltid lokalisert rett bak ryggfinner og bakover på kroppen. Fisk som utvikler sår dør som følge av dette etter en lengre prosess.



Den atypiske formen starter også med skjellommeødem og påfølgende skjelltap som over tid utvikler seg til sår.



Disse sårene er svært karakteristiske og er plassert rett bak ryggfinner og brer seg deretter bakover på kroppen til fisken.

Vurdering av den aktuelle risikofaktor

Kjente risikofaktorer

Det er antatt at årsaken til lidelsen er knyttet til fiskens osmoregulering. Et misforhold mellom hvor fisken, på bakgrunn av de signalene den er gitt av sine omgivelser, tror den befinner seg, og det livsstadium den er på i forhold til fiskens nedarvede livssyklus. Manglende og feil signaler i forhold til sjøvannstilpasning gjør at fisken ikke lengre vet om den er i ferskvann/sjøvann eller skal til ferskvann/sjøvann. Denne frustrasjonen munner ut i utfordringer knyttet til væskebalansen til fisken, da væskebalansen styres på helt ulike måter avhengig av om fisken er tilpasset et liv i sjøvann (smoltifisert) eller ikke.

Den viktigste faktoren som kan påvirke utbredelsen av denne lidelsen er tydeligheten av de signaler man gir fisken i forhold til dens smoltifisering. Man kan dele de miljøsignalene som er kjent for å styre fiskens smoltifisering i positive og negative smoltifiseringssignaler.

Positive smoltifiseringssignaler	Negative smoltifiseringssignaler
Økt temperatur	Fallende temperatur
Økt vekst	Redusert vekst
Økt salinitet	Redusert salinitet
Økt hardhet på vannet	Redusert hardhet
Økt lysmengde	Fallende lysmengde
Økt lysstyrke	Liten størrelse
Stor størrelse	Vaksinering



Det viktige er å unngå å gi fisken positive smoltifiseringssignaler når den skal være i parrfasen og negative smoltifiseringssignaler når den er i overgangsfasen og på vei inn i smoltfasen.

Derfor er det svært viktig i et RAS-anlegg å ha en god driftsplan som er bygget opp rundt livssyklusen til laksen og understøtter dens utvikling mot sjøvannsdyktighet i alle faser. Det er alle muligheter til

å tilpasse fiskens miljø til dens livssyklus når man tar utgangspunkt i et RAS-anlegg hvor man bestemmer både vanntemperatur, lysforhold og salinitet. Under ser vi et forslag til

Risikoreducerende tiltak

Det er MarinHelse sin oppfatning at denne utfordringen løses best gjennom en god og kvalitetssikret driftsplan som hensyntar fiskens behov for signaler i forbindelse med framdriften i dens egen livssyklus. Det er lagt til grunn en ny produksjonsplan for Averøy Industripark som baserer seg på erfaringer fra en rekke RAS-anlegg i Norge. Her blir fisken styrt gjennom produksjonen på en forutsigbar og trygg måte. En måte som hele tiden gir fisken understøttende miljøsignaler i forhold til fiskens utvikling av sjøvannsdyktighet. Det er samspillet mellom vannkvalitet, lys, temperatur og salinitet som er vektlagt i dette arbeidet. Hoveddrammene for driftsplanen er skissert i figuren under.

Avdeling	Størrelsesintervall	Temperatur	Lys	Salinitet
Startfôring	0-10 gram	12 grader	Fullt lys	0,2-0,5
Yngel	10-50	12 grader 10 grader ved vinterkjøring	0-20 gram fullt lys 20-50 gram vinterkjøring	0,5 0,5
Vaksinering	50 gram	10 grader	Vinterkjøring en uke etter vaksinering	0,5
Påvekst	50-90 gram	12 grader	Fullt lys 400 Døgngrader	0,5-5 økende inntil smoltifisert
Postsmoltfase	90-5300 gram (smoltifisert)	12 grader	Fullt lys	>15

Konklusjon

Med bakgrunn i de overnevnte faktorene og den planlagte driftsplan hos Averøy Industripark AS er erfaringen fra sammenlignbare RAS-anlegg i Norge at utfordringene knyttet til HSS blir marginale og til dels fraværende.

Det er MarinHelse AS sin oppfatning at utfordringene knyttet til HSS kan håndteres, kontrolleres og elimineres via et godt fokus på de risikominimerende tiltakene som er listet opp i denne risikovurderingen.

Per Anton Sæther
Veterinær
MarinHelse AS

Referanser

1. [Consequences of Haemorrhagic Smolt Syndrome \(HSS\) for the Immune Status of Atlantic salmon \(*Salmo salar* L.\) \(Case Study\).](#)
Krasnov A, Sommerset I, Sjøfteland T, Afanasyev S, Boysen P, Lund H. *Biology (Basel)*. 2019 Dec 19;9(1):1. doi: 10.3390/biology9010001.PMID: 31861586
2. [Haemorrhagic smolt syndrome \(HSS\) in Norway: pathology and associated virus-like particles.](#)
Nylund A, Plarre H, Hodneland K, Devold M, Aspehaug V, Aarseth M, Koren C, Watanabe K. *Dis Aquat Organ*. 2003 Mar 17;54(1):15-27. doi: 10.3354/dao054015.PMID: 12718466
3. Sommerset I, Walde CS, Bang Jensen B, Bornø G, Haukaas A, Brun E, red. Fiskehelserapporten 2019. Oslo: Veterinærinstituttet, 2020. <https://www.vetinst.no/rapporter-og-publikasjoner/rapporter/2020/fiskehelserapporten-2019>
4. Eddy FB, Smart GR, Bath RN. Ionic content of muscle and urine in rainbow trout *Salmo gairdneri* Richardson kept in water of high CO₂ content. *J Fish Dis* 1979; 2: 105–10.
5. Fivelstad S, Olsen AB, Kløften H, Ski H, Stefansson S. Effects of carbon dioxide on Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) smolts at constant pH in bicarbonate rich freshwater. *Aquaculture* 1999; 178: 171-87.
6. Fivelstad S, Waagbø R, Zeitz SF, Hosfeld ACD, Olsen AB, Stefansson S. A major water quality problem in smolt farms: combined effects of carbon dioxide and reduced pH and aluminium on Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) smolts: physiology and growth. *Aquaculture* 2003; 215: 339-57.
7. Fivelstad S, Olsen AB, Åsgård T, Bæverfjord G, Rasmussen T, Vindheim T et al. Long-term sublethal effects of carbon dioxide on Atlantic salmon smolts (*Salmo salar* L.): ion regulation, haematology, element composition, nephrocalcinosis and growth parameters. *Aquaculture* 2003; 215, 301-19.
8. Rodger HD, Richards RH. Haemorrhagic smolt syndrome: a severe anaemic condition in farmed salmon in Scotland. *Vet Rec* 1998; 142: 538-41.