

Termisk behandling av laks

Fiskehelse rapporten for 2017 kom ut i februar 2018 og gir et bilde av helse-situasjonen hos både oppdrettsfisk og villfisk i Norge. I årets utgave var det viet betydelig plass til å presentere problemer knyttet til ikke-medikamentell behandling mot lakselus. Disse metodene for avlusning har blitt dominerende i løpet av de siste to årene.

I rapporten fremgår det at Mattilsynet i 2017 fikk inn 963 meldinger om dyrevelferdsrelaterte hendelser i matfiskproduksjonen. Av dette var 625 tilfeller knyttet til ulike avlusings-situasjoner og hovedvekten av disse var knyttet til ikke-medikamentell behandling.

Termisk behandling, der laksen holdes i vann på 28-34 °C i 30 sekunder, utgjør i dag den vanligste formen for ikke-medikamentell behandling av laks og regnbueørret mot lakselus. Vi går i denne artikkelen gjennom hvilket omfang bruken av termisk behandling har fått og hvilke konsekvenser vi så langt vet at denne avlusingsmetoden har hatt for fiskehelse og -velferd. Vi viser til hvilke krav teknologileverandører, oppdrettere og fiskehelsepersonell må oppfylle for å bruke ny teknologi til å behandle fisk, og oppsummerer den dokumentasjonen som finnes på effekten og konsekvensene av termisk avlusning per i dag. Særlig fokuserer vi

på skader og smertebelastning ved å utsette fisken for varmt vann.

Konklusjonen er at bruk av termisk behandling er utbredt og at de negative følgene kan være store for fiskehelsen. Ut fra velferdsmessige vurderinger tilsier tilgjengelig forskning rundt smertefølelse og temperaturtoleranse hos fisk at denne behandlingsmetoden volder fisken betydelig smerte. Dette er kunnskap vi mener både teknologileverandører, oppdrettere, fiskehelsepersonell og myndigheter bør inkludere i sine vurderinger av avlusingsmetoden. Dokumentasjonen som ligger til grunn for den utstrakte bruken av metoden er svært begrenset sammenlignet med dokumentasjonen som kreves før man for eksempel tar i bruk et nytt legemiddel. Vi mener at det er grunn til å stille spørsmål ved om termisk behandling slik den praktiseres i dag er i tråd med dyrevelferdsloven.

INTRODUKSJON

I dagens oppdrettssituasjon i Norge er lakselus (*Lepeophtheirus salmonis*) og håndtering av denne på mange måter en viktig premissleverandør for helse-tilstanden til oppdrettsfisken. Lakselusbehandling praktiseres stort sett på lusetall som er langt lavere enn det som er direkte skadelig for oppdretts-

FORFATTERE:

- Trygve T Poppe
Pharmaq Analytiq, trygve.poppe@zoetis.com
- Alf S Dalum
Pharmaq Analytiq, alf.dalum@zoetis.com
- Eline Røislien
Åkerblå Nord, eline@akerbla.no
- Janicke Nordgreen
Institutt for mattrygghet og infeksjonsbiologi, Veterinærhøgskolen NMBU, janicke.nordgreen@nmbu.no
- Kari Olli Helgesen
Veterinærinstituttet
kari.helgesen@vetinst.no

KEY WORDS

Thermal de-lousing, salmon, pain perception, fish welfare, regulatory framework.

fisken. Målet med en tilnærming der en behandler på lave lusenivå er å sikre at en holder antall lus per fisk under forskriftsfestede grenser for å minimere smittepress på villfisk. Vi har altså en spesiell situasjon hvor en husdyrart ikke bare behandles for sin egen del, men også for å volde minst mulig skade på den ville bestanden. Ulike medikamentelle behandlinger, både badebehandlinger og perorale behandlinger, har tidligere vært de vanligste måtene å kontrollere lusetallet på. I tillegg til tiltak som blant annet bruk av luseskjørt og rensfisk, benyttes i dag i hovedsak ikke-medikamentelle behandlingsmetoder (IMM) for lusekontroll (1). Årsaken til denne endringen i behandlingsmetode skyldes i stor grad utstrakt resistens hos lakselus mot de fleste tilgjenge-

lige medikamenter (2). Overgangen til ikke-medikamentelle behandlinger har flere fordeler: Det reduserer resistensutviklingen mot medikamenter, gir mindre forurensing til omkringliggende miljø og er muligens gunstig for næringens renomme. Produsentene av slikt utstyr reklamerer med at metodene både er miljøvennlige og skånsomme mot fisken (3,4).

Ulike former for spyling av fisken med vann under trykk, bruk av børster, samt korttidsbehandling med varmt vann, er i dag de vanligst benyttede avlusingsmetodene, men også disse har vist seg å ha åpenbare svakheter, særlig med hensyn på fiskehelse og -velferd (1).

I dette innlegget blir omfanget av bruken av varmt vann som avlusingsmetode (termisk behandling) og skader som er funnet hos fisk etter denne behandlingsformen beskrevet. Deretter diskuteres det hva som er kjent om fiskens fysiologi med tanke på smerteaspektet ved termisk avlusning. Videre blir dokumentasjonen som ligger til grunn for dagens bruk av termisk behandling presentert. Avslutningsvis diskuteres det om termisk behandling som avlusingsmetode kan anses som etisk forsvarlig og innenfor gjeldende lovverk.

HVA ER TERMISK AVLUSING?

Bruk av varmt vann for å redusere antallet lus på fisken er basert på empirisk kunnskap om at lusa tåler varmt vann dårligere enn laksen. På grunn av lusas ubetydelige størrelse sammenliknet med laksen vil den varmes mye raskere opp til skadelig temperatur, og dermed slippe tak/løsne fra fisken. Det finnes ulike typer utstyr for termisk avlusning, men prinsippet med eksponering for varmt vann er det samme. I forkant av behandling trengs fisken sammen i merden, før den pumpes om bord i behandlingsenheten. Fisken transporteres videre til behandlingskammeret, der temperaturen vanligvis ligger i området 28-34 °C, og fisken holdes her i omlag 30 sekunder. Behandlingstemperatur på 28-34 °C er valgt da det i enkelte laboratorieforsøk er vist at laksefisk kan overleve en slik temperatur i en kortere periode, som oppsummert i oversiktsartikkelen

av Elliott fra 1981 (5). Det er verdt å merke seg at denne oversiktsartikkelen også refererer til en rekke forsøk som konkluderer med betydelig lavere temperaturtoleranse hos laksefisker. Hva som betraktes som maksimal temperatur hvor fisken overlever er derfor åpen for diskusjon, og her tas det ikke hensyn til smerteaspektet. Temperatur og holdetid vurderes i hvert enkelt tilfelle blant annet basert på sjøtemperatur, fiskehelse, lusenivå, avlusningseffekt og fiskens adferd etter behandling. Det kan også tilsettes anti-skumdannende middel, da skum vanskeliggjør den praktiske gjennomføringen. Skummet oppstår på grunn av høyt innhold av fiskeslim og i noen tilfeller blod i behandlingsvannet. Fisken pumpes så ut av kammeret, behandlingsvannet siles fra og fisken går deretter ut igjen i merd. I forkant av enhver ikke-medikamentell avlusning skal veterinær eller fiskehelsebiolog gjøre en vurdering av fiskehelsen i de enheter som skal behandles.

SKADER PÅ FISK SOM HAR GJENNOMGÅTT TERMISK AVLUSING – ERFAINGER FRA DIAGNOSTIKKEN

Termisk avlusning må kunne betraktes som en type overflatebehandling. For å kartlegge effektene en slik type behandling kan ha på fisken, bør en først undersøke organer i tilknytning til fiskens overflate. Foruten gjeller og hud, som inngår i standard rutinediagnostikk, har vi derfor undersøkt blant annet tymus og nesehule. Andre organer som bør inngå i en slik kartlegging men som vi per i dag har begrenset erfaring fra, er øyne, side-linjeorgan og pseudobranch.

Det er viktig å være klar over følgende punkter; materialet som er undersøkt er stort sett fra syk fisk og gjenspeiler derfor nødvendigvis ikke den gjennomsnittlige forekomst i populasjonen. I tillegg er detaljene om utføringen av den enkelte behandlingen, samt tiden mellom termisk behandling og prøveuttak ofte ukjent, likeledes antall termiske behandlinger

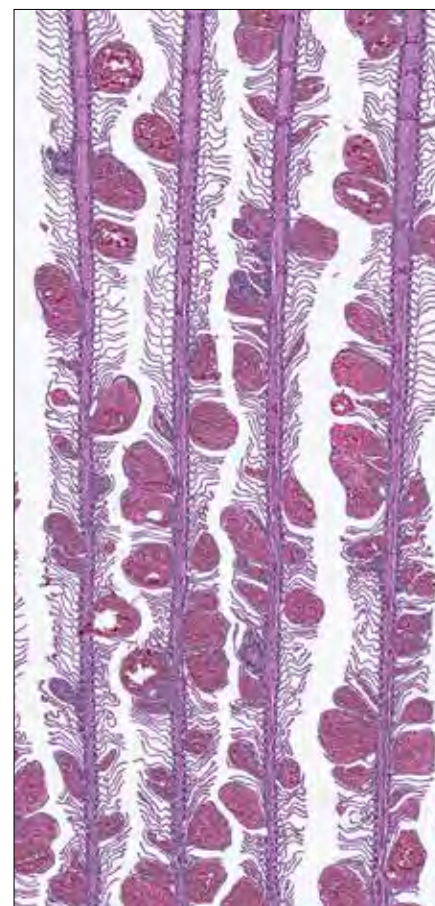


Fig. 1. (A) Karskader og trombedannelse (piler) i lameller hos atlantisk laks som har gjennomgått termisk avlusning. (B) Tallrike ferske aneurismer i gjellene på laks som har gjennomgått termisk avlusning.

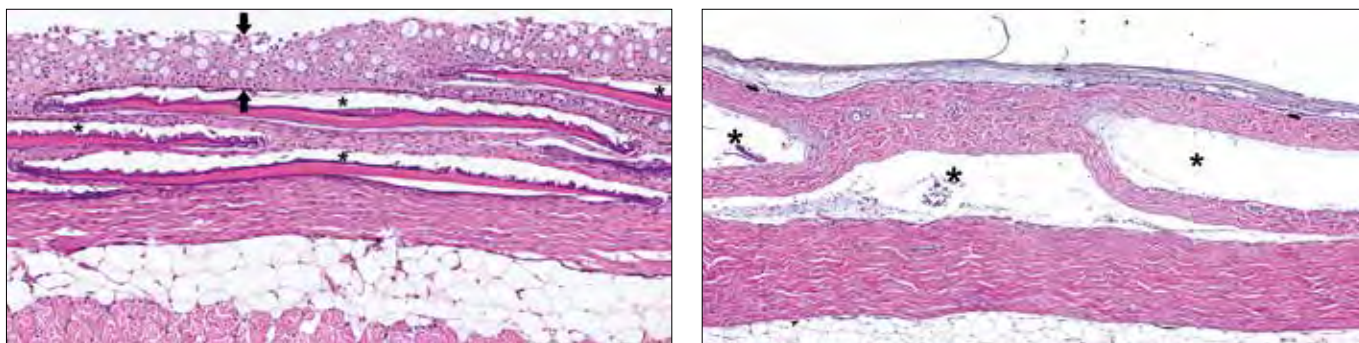


Fig. 2. (A) Normal hud fra atlantisk laks. Skjellene ligger i lommer (*) i dermis og er dekket av epidermis med slimceller (piler). (B) Hud fra laks etter termisk behandling. Skjellene er dratt ut av skjell-lommene (*) og epidermis har løsnet/falt av.

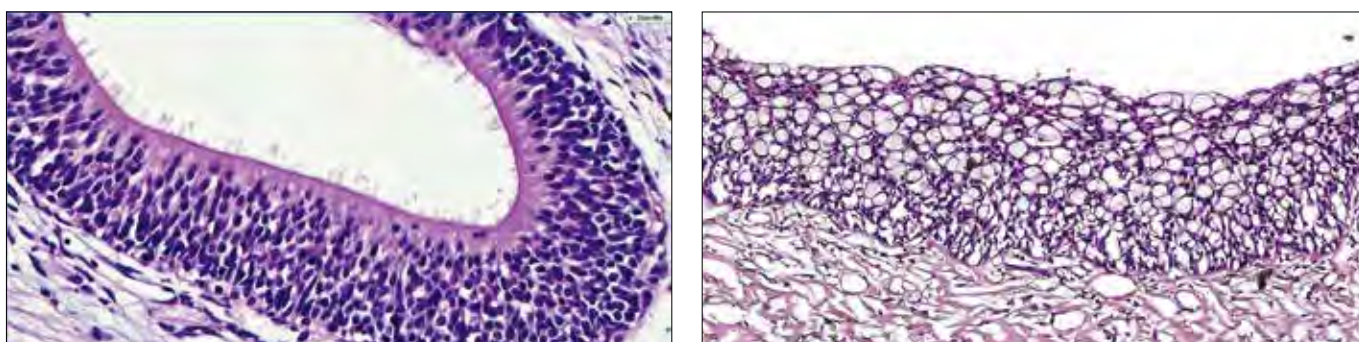


Fig. 3. (A) Normalt lukteepitel med ciliert overflate, atlantisk laks. (B) Lukteepitel fra laks etter termisk avlusing. Normalt lukteepitel er erstattet med slimceller (metaplasi).

fisken har gått gjennom. Dermed blir antagelser om årsakssammenhenger usikre.

Gjeller

Et stadig tilbakevendende funn i gjeller er forekomsten av karskader og tromber i ellers intakte lameller (Fig. 1A). Videre observeres til tider omfattende blødninger i lamellene (betegnes ofte som aneurismer (Fig. 1B) og, ved ruptur av disse, omfattende blødninger til gjellehulen. Mye tyder på at det er svekkelse av lamellenes pilarceller som predisponerer for tilstanden, mens utløsende faktor trolig er økt blodtrykk, for eksempel i forbindelse med stress. Hvorvidt termisk behandling medfører skader på pilarcellene er så vidt vites ikke kjent, men termisk avlusing medfører omfattende stress for fisken og utgjør derfor en potensiell utløsende faktor for gjelleblødning. Over tid utvikler aneurismene seg til kroniske proliferasjoner av epitelceller og trolig makrofager som i stort antall vil ha betydelig effekt på gjellens funksjon. Ofte sees ulike utviklingsstadier av aneurismer

hos fisk som har gjennomgått gjentatte behandlinger.

Hud

I huden er de vanligste funnene hos termisk avlusert fisk tap av epidermis og/eller tap av skjell, skjellommeødem samt tomme skjellommer (Fig. 2). Slike funn kan også oppstå som artefakter ved prøvetakning og prosessering av materiale. En viktig indikasjon på at disse forandringene er reelle, er funn av ødemvæske og blod i disse lommene. Det er grunn til å tro at mesteparten av hudskadene er et resultat av slag og trengning, samt panikkreaksjoner. Hva angår selve epidermis hos behandlet fisk har vi et inntrykk av at epitelet ofte kan være tynt og med høyt innslag av slimceller.

Nesehule

Nesehulen er best kjent for sin sensoriske funksjon, og i epitelet foreligger høy tetthet av nakne nerveender (Fig. 3A). Smerteperspsjon i tilknytning til disse nerveendene som et resultat av brå temperaturendringer er

i seg selv et interessant og viktig tema, men behandles ikke her. I senere tid har det blitt klart at nesehulen også inneholder viktige immunstrukturer (6). Både makroskopiske og mikroskopiske funn etter termisk avlusing antyder negativ påvirkning på nese-slimhinnen. Særlig påfallende er den reduserte mengden sensorisk epitel som har blitt erstattet av et uryddig epitel rikt på slimceller (Fig. 3B). Endringen i epitelet innbefatter også en betydelig reduksjon av lymfocytt-lignende celler. Dessverre mangler grunnleggende studier av nesehulens anatomi og immunologi hos fisk, noe som er nødvendig for sikker vurdering av funnene vi vurderer som patologi.

Tymus

Til forskjell fra de fleste landdyr hvor tymus er lokalisert dypt i hals og/eller brystregion, ligger tymus hos fisk relativt eksponert i øvre del av gjellehulen, kun beskyttet av epidermis (7,8) (Fig. 4A). Hos fisk kan derfor dette viktige primære lymfoide organet betraktes som særlig eksponert. Funnene fra

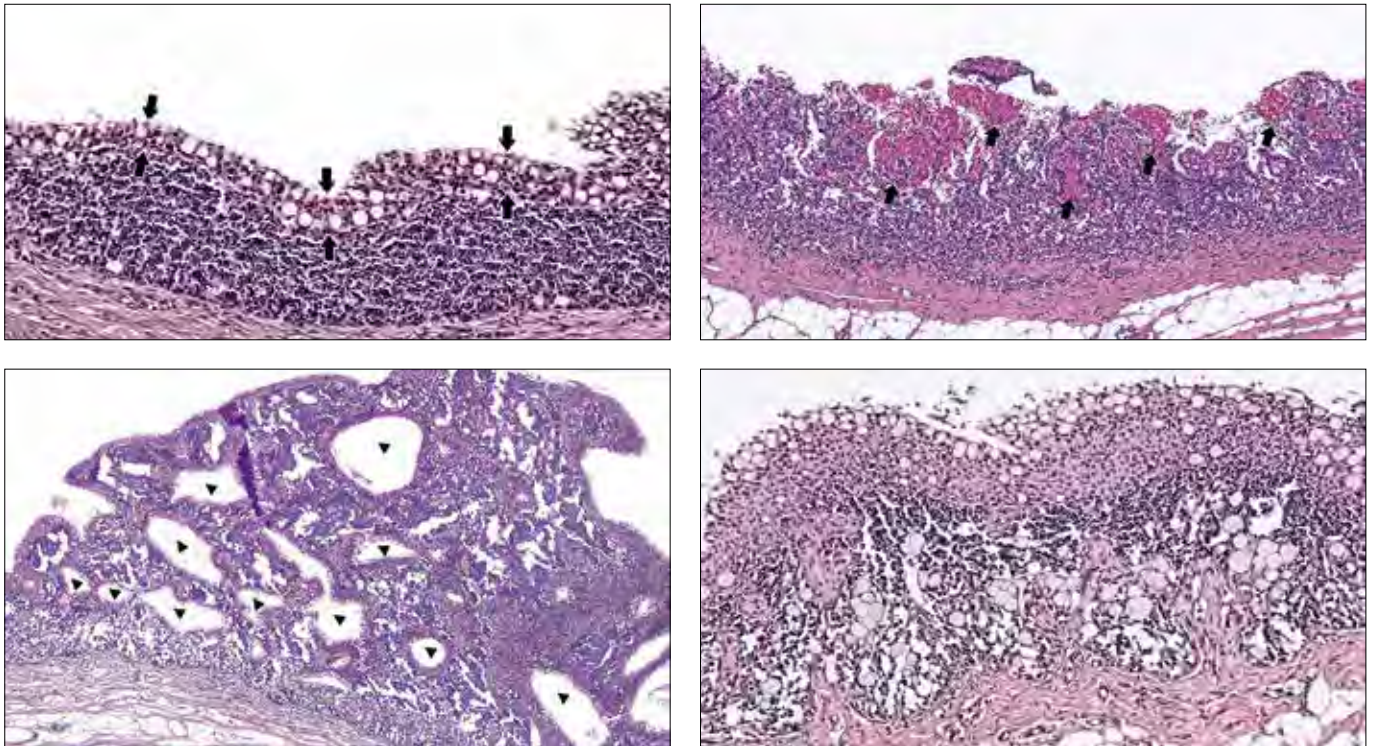


Fig. 4. (A) Normal thymus, atlantisk laks. T-lymfocytene er normalt dekket av epidermis (piler). (B) Tymus fra laks som nylig har gjennomgått termisk avlusing. Epidermis mangler og det er blødninger i vevet (piler). (C) Tymus fra laks etter gjentatte termiske behandlinger; uttalt vakuolisering (pilhoder). (D) Tymus fra laks etter gjentatte termiske behandlinger; uttalt forekomst av slimceller (slimcellehyperplasi).

diagnostikken spenner fra akutte til kroniske skader. Av akutte skader sees i gjentatte tilfeller blødninger og i enkelte tilfeller tap av epidermis (Fig. 4B). Tilfeller med forandringer av kronisk karakter har bestått av kavnedannelser omgitt av slimceller (Fig. 4C) samt omdannelse av epitelceller til slimceller (Fig. 4D). Gitt at epitelcellene er avgjørende for transporten og modningen av T-lymfocytene kan denne differensieringen av epitelceller til slimceller være uheldig for funksjonen. Dersom man holder disse skadene opp mot den essensielle funksjonen thymus har for immunsystemet gir det grunn til bekymring for hva dette kan gjøre med fiskens evne til å håndtere infeksjoner.

Hjerneblødninger

I den senere tiden er det observert flere tilfeller av hjerneblødning hos fisk som har gjennomgått termisk avlusing. Diagnosen stilles best makroskopisk ved obduksjon av hode (Fig. 5). Blødninger, hjerneødem, blod-koageler i hjernes hulrom og hyperemi eller stuvning i hjernens

blodkar har blitt beskrevet. Det vites heller ikke her om dette er et resultat av varmpåvirkning *per se*, slagskader oppstått i panikk, eller kombinasjon av disse. Det er usikkert hvor ofte obduksjon av hjerne inngår i rutineundersøkelse, og et økt fokus på dette er ønskelig.

SMERTEPERSEPSJON

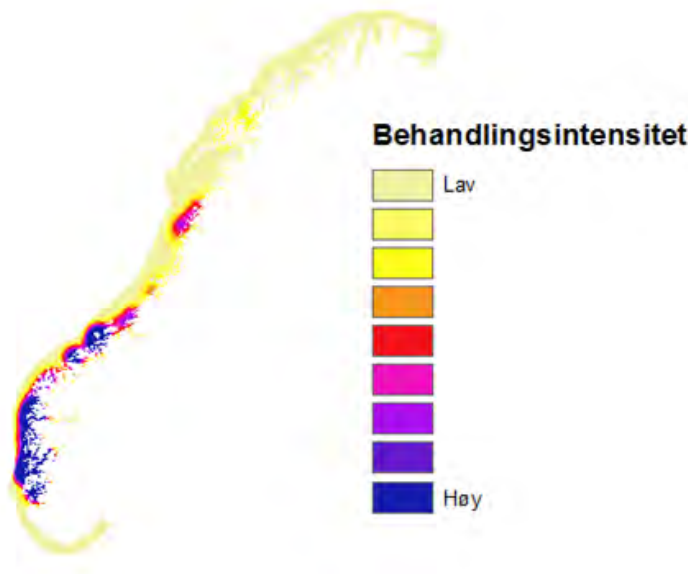
Fisk føler smerte (9–24) og har i følge Dyrevelferdsloven samme beskyttelse i lovverket som andre virveldyr (25). Det vil si at fisk har «egenverdi uavhengig av den nytteverdien de måtte ha for mennesker». Videre skal fisk «behandles godt og beskyttes mot fare for unødige påkjenninger og belastninger». I et evolusjonsperspektiv er det lett å forstå hvorfor evnen til å føle smerte er godt konservert i dyeriket; smerte gjør at vi holder oss unna ting som kan skade eller i verste fall ta livet av oss.

Når man diskuterer smerte i forbindelse med ulike behandlingsmetoder må man huske på at smerte er en egen sans, og at selv om smerteopplevelse påvirkes av stress, er det viktig



Fig. 5. Funn i hoderegionen hos atlantisk laks som nylig har gjennomgått termisk avlusing. (A) Normal. (B) Omfattende blødninger.

å skille mellom de to. Selv om stress ved behandlingen kan reduseres ved for eksempel mer skånsom trengning og pumping av fisken, påvirker det ikke smerteopplevelsen ved selve varmtvannsbehandlingen. Å trekke frem smerte som et potensielt problem ved behandlingen er kanskje uventet når forhandlere av teknologien skriver



Figur 6: Geografisk fordeling av termiske avlusinger foretatt i Norge i 2017 presentert ved bruk av kjernetettheter i ArcGIS. Både behandlinger av hele og deler av anlegget er inkludert. Blå indikerer høy behandlingsintensitet (to behandlinger per 100 km²), mens lys gul indikerer ingen behandlinger.

'The treatment using tempered water does not harm or has any negative effect on the fish' (26), og andre forhandlere referer til dokumentasjon fra Veterinærinstituttet (27) når de betegner metoden som 'den best dokumenterte lusebehandlingsmetoden noensinne' (3). En svakhet ved dokumentasjonen som foreligger er at smerteaspektet ikke har vært vurdert. Laksen behandles i det temperaturområdet hvor den kun kan overleve i noen minutter (5). Grunnleggende biologisk kunnskap tilsier at eksponering for skadelige og/eller dødelige vanntemperaturer vil være smertefullt, rett og slett fordi et potensielt vevsskadelig stimulus aktiverer nosiseptive nervefibre og oppleves som smerte. Det er også litteratur på varmeterskelen for aktivisering av nosiseptive fibre hos regnbueørret samt litteratur på hvordan fisken flytter seg mellom ulike temperatursoner når den selv kan velge som indikerer at termisk avlusing er smertefullt for fisken.

I 2007 publiserte britiske forskere en studie rundt stimulus-respons egenskapene til nerveender i regnbueørrets hode-område (12). De karakteriserte 121 reseptorer hos 39 ulike fisk. De undersøkte hvordan reseptorene responderte på varme, mekanisk

trykk, kulde og eddiksyre. Flere av reseptorene var nosiseptorer, det vil si reseptorer som reagerer spesifikt på vevsskadelige eller potensielt vevsskadelige stimuli. Nosiseptorene er smertesansens perifere reseptorer (se referanse (28) for definisjoner). De nosiseptorene som reagerte på varme hadde terskelverdier for å begynne å sende signaler på henholdsvis $28,87 \pm 1,32$ °C (polymodale nosiseptorer) og $33,16 \pm 0,97$ °C (mechano-termale nosiseptorer). Dette vil si at regnbueørrets nosiseptive nerveender reagerer på temperaturer som er midt i det intervallet som fisken utsettes for under termisk avlusing. Når fisken er bevisst (det vil si ikke lagt i anestesi som under forsøket det refereres til) vil aktivitet fra nosiseptive nerveender oppfattes som smerte. Fra denne referansen er det altså all grunn til å tro at termisk avlusing oppleves for fisken som å bli lagt i brennvarmt vann i 30 sekunder. Videre vet man som nevnt at temperatursonen som brukes ved termisk avlusing er i øvre del av den øvre kritiske temperatursonen for laksefisk. I Elliot 1981 ((5); se tabell 1 i denne publikasjonen) er temperaturer fra 20-34 °C definert som den øvre kritiske temperatursonen. I nederste del av intervallet vil fisken vise stress-respons og avbryte normal adferd.

I øvre deler av intervallet vil fisken dø etter kort tid. For brunørret som overføres til vann på 30 °C vil 50 % av fisken være død i løpet av 10 min (4). Siden temperaturer opp mot 34 °C er dødelige, er det svært sannsynlig at de også er smertefulle, siden smerte nettopp skal beskytte organismen mot fare. Et forsøk på en fjern varmekjær slektning av laksen, gullfisken (*Carrasius auratus*), støtter denne måten å tenke på: Gullfisk som hadde et lite belte med et varmelement festet rundt abdomen viste ingen respons på en langsom temperaturøkning for temperaturen nådde 38 °C. De slo da kraftig med halen og viste en tydelig fluktrrespons (19).

38 °C er nettopp innenfor det dødelige temperaturområdet for gullfisken. Når det gjelder hva fisken selv foretrekker fant en gruppe forskere i California at regnbueørret i elv holdt seg unna vann som kom opp i temperaturer på rundt 27 °C, selv om de da måtte oppholde seg i vann med dårligere oksygenmetning langs bunnen (29).

I 2017 utga Havforskningsinstituttet en rapport der de beskrev et forsøk hvis mål var å se på velferdsaspektet ved selve varmebehandlingen i termisk avlusing (30). 10 fisk ble eksponert for hver av fire temperaturer, fra åtte til 34 °C. Det ble funnet en ikke-signifikant økning i antallet haleslag i gruppen som ble eksponert for 34 grader. Dermed ble det konkludert med forsøket indikerer at eksponering for vann som holder 34 °C ikke utløser smertereaksjon hos fisken. Dessverre har ikke dette forsøket vært gjennom fagfelle-vurdering, da det kun er publisert som en rapport. I rapporten står det at adferd etter behandlingen ble vurdert, men det oppgis ingen kvantitative resultater for dette, kun en vurdering om at 'fisken ikke viste tegn til unormal adferd'. Det er ikke oppgitt hvilke adferder som ble vurdert etter behandling. Det er heller ikke tatt ut prøver for fysiologiske stressparametre i nær tilknytning til behandlingen. Dermed kan en ikke vurdere for eksempel stresshormonrespons, som ville vært verdifullt i denne sammenhengen. Gruppestørrelsen var også relativt lav, slik at det er lav styrke for å oppdage eventuelle reelle forskjeller mellom behandlingene. Resultatene som er beskrevet står i skarp kontrast

Behandlingskategori	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Termisk	0	0	3	42	700	1308
Mekanisk	4	6	40	38	333	293
Ferskvann	0	0	2	31	88	96
Annet	132	109	140	106	76	62
Totalt	136	115	185	217	1197	1759

Tabell 1: Fordelingen av bruken av de ulike formene for ikke-medikamentell lusebehandling. Tallene er basert på data fra fritekstfeltet i oppdretternes ukentlige innrapportering av lusedata til Mattilsynet per 08.02.18. Én behandling er én uke der et anlegg har rapportert lusebehandling med en bestemt metode. Dette kan ha vært av et helt anlegg eller av deler av anlegget. «Mekanisk» består av innrapporterte behandlinger beskrevet som med «Flatsetsund», «Hydrolicer» eller «SkaMik», samt behandlinger rapportert med «spylor». Termisk består av innrapporterte behandlinger beskrevet med «Optilicer» eller «Thermolicer», samt behandlinger rapportert som «termisk» eller «varmt vann». Annet/uspesifisert er behandlinger som ikke faller inn i noen av de andre kategoriene. De største gruppene i annet-kategorien er feilrapporterte legemiddelbehandling og behandlinger som ikke er spesifiserte.

til det som ble observert i forbindelse med uttesting av termisk behandling av fisk. Under utprøving av metoden ble laks overført til kar med temperatur på 34 °C i 30 sek. Eksponeringen utløste kraftige fluktreaksjoner og hyperaktivitet i en slik grad at fisken åpenbart skadet seg selv i kraftige kollisjoner med karveggen og i forsøk på å hoppe ut av karet (L. Speilberg, personlig kommunikasjon). Forskjellen i resultatene kan skyldes at i Havforskningsinstituttets rapport ble fiskene lagt i vannet enkeltvis, og lå i en hov under hele forsøket. Ulike responser på varmt vann er beskrevet i eldre litteratur (4) over tre faser, med progressivt lavere aktivitet hos fisken etter som temperaturen steg. Man kan altså ikke konkludere med at fisk som ligger relativt stille i en hov ikke føler smerte. Her ville en mer detaljert beskrivelse av fiskens respons i det varme vannet vært svært nyttig.

Litteraturen sett under ett gir sterke indikasjoner på at termisk avlusing er smertefull.

METODENS OMFANG, REGELVERK OG DOKUMENTASJON

For å beskrive omfanget av termisk avlusing ble data fra de ukentlige innrapporteringene av lusedata fra alle oppdrettsanlegg med laksefisk i sjø til Mattilsynet via Altinn brukt. For å finne gjennomsnittlig antall fisk på et anlegg ble månedlige innrapporteringene til Fiskeridirektoratet brukt. Til Mattilsynet skal oppdretterne blant annet rapportere om de i løpet av den siste uka har behandlet hele eller deler

av anlegget med «mekaniske» metoder. I dette begrepet ligger det behandling med ferskvann, varmt vann og avlusing med vanntrykk og/eller børster (31). Oppdretterne kan også fylle ut et fritekstfelt, der de spesifiserer hvilken metode de har brukt. Dette fritekstfeltet har blitt avlest automatisk og type behandling har blitt kategorisert etter hvilke ord som var brukt i beskrivelsen av behandlingen.

Tabell 1 viser at bruken av termisk avlusing har økt markant de siste to årene, fra 42 behandlinger i 2015 til 1308 behandlinger i 2017. Figur 6 viser at bruken av termisk avlusing er svært utbredt over store deler av kysten, fra Rogaland til Nordland. Det er ikke mulig å si nøyaktig hvor mange fisk som er behandlet med termisk avlusing, da det ikke rapporteres hvilke merder som blir behandlet. Dermed kan en ikke koble sammen registre over antall fisk per merd med behandlingsoversikten. Dersom en derimot antar at en tredjedel av fisken på anlegget ble behandlet hver gang, og antar at gjennomsnittstørrelsen på de anleggene som behandlet var lik gjennomsnittstørrelsen på et norsk oppdrettsanlegg i perioden 2014-2017 (712 397 fisk de månedene det stod fisk på anleggene), ble det med termisk avlusing behandlet 0,7 millioner fisk i 2014, 10 millioner fisk i 2015, 166 millioner fisk i 2016 og 311 millioner fisk i 2017.

Dødeligheten knyttet til termiske avlusinger er det ikke mulig å tallfeste fullstendig gjennom tilgang til lovpålagte innrapporteringer, hovedsakelig fordi det ikke er krav om å rapportere

hvilke merder som har blitt behandlet. I Havforskningsinstituttets risikorapport for 2018 har de derfor kun regnet ut forøkt dødelighet for de termiske behandlingene som var blitt gjort på hele anlegget fra 2015 til september 2017, innenfor temperaturintervallet 4 til 16 °C, der dødeligheten både i måneden før og i behandlingsmåneden var kjent. For disse 345 behandlingene ble det funnet forøkt dødelighet (over 1 % høyere dødelighet enn i måneden før behandling) i 18-32 % av behandlingene, varierende med sjøtemperaturen ved behandling. De fant den største andel behandlinger med forøkt dødelighet ved de laveste sjøtemperaturene, mens den prosentvise økningen i dødelighet var størst ved behandling ved høyest sjøtemperatur (32).

DOKUMENTASJON

Varmt sjøvann kommer ikke inn under definisjonen av legemidler i lovverket (33). Dermed kommer behandlingsmetoden ikke inn under kravene til utprøving og godkjenning av legemidler. Det er likevel ikke fritt fram for å bruke varmt vann til behandlinger av fisk. I følge Lov om dyrevelferd § 8, ligger det et ansvar hos dyreeier om å ivareta dyrevelferden ved bruk av en metode, et utstyr eller en teknisk løsning for dyr (25). I den samme paragrafen stilles det i tillegg krav om at de som selger eller markedsfører slikt utstyr skal ha prøvd det ut og funnet at det ivaretar dyrevelferden. I § 20 i Akvakulturdriftsforordningen er det igjen presisert at «nye metoder og tekniske løsninger skal være utprøvd og dokumentert velferdsmessig forsvarlige før de tas i bruk» (34). I henhold til Dyrehelsepersonellovens § 18 er det bare fiskehelsepersonell som kan «behandle dyr som det er grunn til å tro er angrepet av smittsom sykdom» (35). Den samme loven (§ 13 og 15) presiserer at virksomheten skal utøves på en faglig forsvarlig måte og at dersom en bruker medhjelpere må en påse at disse er kvalifiserte til å gjøre oppgavene de settes til.

Det stilles dermed krav til både oppdretter, utstyrselger og fiskehelsepersonell om at metoden som brukes er dyrevelferdsmessig forsvarlig. Dokumentasjonen på metoden og

vurderingen av denne blir svært viktig. Mens det for legemidler er et eget statlig organ (Statens legemiddelverk) som vurderer om dokumentasjonen på legemidler er tilstrekkelig og det dermed skaper uavhengighet mellom de som framskaffer dokumentasjonen og de som vurderer den, er det for IMM opp til produsenter, fiskeoppdrettere og dyrehelsepersonell å vurdere dokumentasjon. Å vurdere når en metode kan kalles «dokumentert velferdsmessig forsvarlig» krever både kriterier å vurdere ut fra og kompetanse i å gjøre slike vurderinger. Dette er ansett for å være en ekspertoppgave der det i tillegg er viktig å ikke være inhabil når det gjelder legemidler, mens det samme ikke er tilfelle for IMM.

I 2014 og 2015 ble det av Veterinærinstituttet utført registreringer av avlusningseffekt, fiskehelse og –velferd under fire avlusninger med Thermolicer® (27). Det ble registrert ytre skader på gjeller, hud, øyne og snute. Disse registreringene, samt registreringer for lus, ble gjort på 40 fisk rett før og på fire tidspunkter etter behandling. I tillegg ble det tatt ut 5 fisker for histologisk undersøkelse av gjellene på hvert av de fem tidspunktene. På noen av anleggene ble det funnet signifikant mer gjelleblekhet, snteskader, skjelltap, katarakt og finneskader etter behandling. Ukentlig dødelighet på merdnivå etter behandling gikk opp fra nær 0 til cirka 1,25 %, rett etter avlusning på anlegget med høyest dødelighet.

Optilicer® ble av Nofima vurdert med tanke på avlusningseffekt og fiskevelferd i 2016 (36). Der ble det tatt prøver av 9 fisk før og etter avlusning for gjellehistologi. Ved én avlusning ble det utført scoring av ytre skader på 150 fisk etter behandling. Daglig dødelighet i forbindelse med bruk av Optilicer® ble funnet å stige til opptil 2,0 % i enkeltmerder. Høyeste dødelighet ble imidlertid forklart med spesifikk teknologivikt.

Det påpekes i rapporten om Thermolicer® at det ikke finnes «klare kriterier for hvordan en skal dokumentere at ny teknologi er velferdsmessig forsvarlig» (27). Likevel står det i sammendraget til rapporten at «denne måten å avluse fisk på er velferdsmessig forsvarlig». I rapporten

om Optilicer® står det at «Optilicer er effektiv for avlusning av bevegelig lus og dyrevelferdsmessig forsvarlig å bruke» (36). I begge rapportene konkluderes det med velferdsmessig forsvarlighet ut fra forsøk med lav gruppestørrelse, særlig for histologiske undersøkelser, slik at det er lav styrke for å oppdage eventuelle reelle forskjeller. Konklusjonene ble i tillegg trukket uten at smertespørsmålet ved selve varmtvannseksposeringen var inkludert i forsøkene. Histologiske undersøkelser ble kun foretatt av gjellene, og dermed var det ikke mulig å oppdage skader i andre organer, slik som de som er dokumentert tidligere i denne artikkelen.

Dokumentasjonen som fantes på termisk avlusning ble gjennomgått av Havforskningsinstituttet på oppdrag fra Mattilsynet, i et svar som er datert 21.10.16 (37). I dette svarbrevet ble det pekt på manglede kunnskap om effekten av økende temperaturer på laks og lus, blant annet på laksens eventuelle smerteopplevelse av høye temperaturer. Det ble også pekt på at effekten på lusetallet av trenging og pumping alene, ikke var kjent. Det ble i tillegg sagt at bruken av termisk avlusning burde skje med større forsiktighet når fisken var særlig utsatt for skader og at metoden generelt sett burde optimaliseres (37).

I Veterinærinstituttets spørreundersøkelse for 2017 svarte flere fiskehelsepersonell at de var kjent med bruk av temperaturer på 36 °C eller høyere til termisk avlusning, noe som avviker fra anbefalt temperatur (1). I den samme spørreundersøkelsen ble fiskehelsepersonell spurt om forekomst av ulike typer skader og forøkt dødelighet. Forøkt akutt dødelighet ble sett oftere ved termisk avlusning enn ved bruk av de andre avlusningsmetodene.

KONKLUSJON

Bruken av termisk avlusning har på kort tid økt kraftig. Antallet fisk som får skader eller dør etter slik avlusning bør bedre dokumenteres slik at man systematisk kan arbeide for å redusere tapene. Særlig er effekten av gjentatte behandlinger på fiskens helse dårlig dokumentert. Den dokumentasjonen som brukes i dag for å vise at termisk avlusning er dyrevelferdsmessig

forsvarlig, er etter vår vurdering ikke tilstrekkelig til at en kan komme til denne konklusjonen. Laksens smerteopplevelse ved termisk avlusning er for eksempel ikke tilstrekkelig dokumentert, selv om forskning som er gjort på andre arter, inkludert laksefisk, tyder på at eksponering for vann med de temperaturene som brukes ved termisk avlusning oppleves som smertefullt for laks.

Selv om patologiske funn gjøres i etterkant av en termisk avlusning, er det ikke nødvendigvis den termiske komponenten som har forårsaket funnene. Avlusningen består av flere ledd som kan skade fisken, slik som trenging og pumping, og eksponering for varmt vann og vann med potensielt dårlig vannkvalitet. Klare årsakssammenhenger og omfanget av ulike skader fra termisk avlusning, gjenstår imidlertid å dokumentere. Det er et tankekors at en behandling som potensielt inducerer alvorlige patologiske endringer i en organisme tas i bruk på et så tynt kunnskapsgrunnlag som termisk avlusning har blitt.

I denne artikkelen har vi dokumentert at det forekommer alvorlige skader på fisk i etterkant av termiske avlusninger. Vi har også vist skader på organer som ikke har blitt undersøkt tidligere ved dokumentasjon av metodene, som nese, tymus og hjerne. Vi har vist til studier som samlet sett gjør det svært sannsynlig at termisk avlusning er smertefullt for fisken. Vi har presentert tall som viser at termisk avlusning var den vanligste behandlingsmetoden mot lakselus i 2017, og at det forekommer forøkt dødelighet etter slik avlusning. Vi mener derfor at en ikke kan bruke den opprinnelige metodedokumentasjonen for å si at dyrevelferden er ivaretatt ved termisk avlusning.

ENGLISH SUMMARY

High mortality and serious lesions associated with thermal sea-lice treatments are of concern in the aquaculture industry. Lesions most commonly observed include gill haemorrhage, scale and skin loss, haemorrhage and vacuolation of thymic tissue, degeneration of nasal epithelium and brain haemorrhage. It is demonstrated beyond doubt that fish can feel pain

and that the temperatures used during thermal de-lousing (28–34 °C) are most likely painful to the fish. This pain will also initiate panic reactions where fish are likely to inflict serious self-damage.

The present documentation of thermal sea-lice treatment on welfare is in the opinion of the authors based on a weak scientific basis and not calibrated for the use in field situations. Furthermore, a better regulatory framework for mechanical treatment

of fish in general is called upon. It is concluded that the present use and technical solutions for thermal de-lousing are inadequate and likely to cause pain and serious lesions in treated fish.

TAKK TIL:

Peder Jansen ved Veterinærinstituttet for hjelp til å lage tabell og figur som viser omfanget av termisk avlusing.
Renate Johansen ved Pharmaq

Analytiq for kommentarer og forbedring av manuskript.

REFERANSER:

- Hjeltnes B, Bang-Jensen B, Bornø G, Haukaas A, Walde CS. Fiskehelse rapporten 2017. Oslo: Veterinærinstituttet, 2018. (Veterinærinstituttets rapportserie nr 1a/2018). <https://www.vetinst.no/rapporter-og-publikasjoner/rapporter/2018/fiskehelse rapporten-2017>
- Aaen SM, Helgesen KO, Bakke MJ, Kaur K, Horsberg TE. Drug resistance in sea lice: a threat to salmonid aquaculture. *Trends Parasitol* 2015; 31: 72–81.
- Steinsvik AS. Thermolicer. https://steinsvik.no/no/produkter/n/seaculture/fiskehelse/thermolicer/?gclid=EAlaIqobChMlop-ur_bU2QIVxB0YCh14UQifEAAAYASAAEgLfriD_BwE (6.3.2018).
- Optimar AS. Optilice <http://www.optimarstette.com/products/sheet/optilicer> (6.3.2018).
- Elliott JM. Some aspects of thermal stress on freshwater teleosts. I: Pickering AD, ed. *Stress and fish*. London: Academic Press; 1981: 209–45.
- Tacchi L, Musharrafieh R, Larragoite ET, Crossey K, Erhardt EB, Martin SAM et al. Nasal immunity is an ancient arm of the mucosal immune system of vertebrates. *Nat Commun* 2014;5:5205.
- Bowden TJ, Cook P, Rombout JHWM. Development and function of the thymus in teleosts. *Fish Shellfish Immunol* 2005; 19: 413–27.
- Chilmonczyk S. The thymus in fish: development and possible function in the immune response. *Annu Rev Fish Dis* 1992; 2: 181–200.
- Ashley PJ, Sneddon LU, McCrohan CR. Nociception in fish: stimulus-response properties of receptors on the head of trout *Oncorhynchus mykiss*. *Brain Res* 2007; 1166: 47–54.
- Braithwaite VA, Boulcott P. Pain perception, aversion and fear in fish. *Dis Aquat Organ* 2007; 75: 131–8.
- Braithwaite VA, Huntingford FA. Fish and welfare: do fish have the capacity for pain perception and suffering? *Anim Welf* 2004; 13(Suppl 1): S87–92.
- Chandroo KP, Duncan IJH, Moccia RD. Can fish suffer? Perspectives on sentience, pain, fear and stress. *Appl Anim Behav Sci* 2004; 86: 225–50.
- Chandroo KP, Yue S, Moccia RD. An evaluation of current perspectives on consciousness and pain in fishes. *Fish Fish* 2004; 5: 281–95.
- Dunlop R, Laming P. Mechanoreceptive and nociceptive responses in the central nervous system of goldfish (*Carassius auratus*) and trout (*Oncorhynchus mykiss*). *J Pain* 2005; 6: 561–8.
- Dunlop R, Millsopp S, Laming P. Avoidance learning in goldfish (*Carassius auratus*) and trout (*Oncorhynchus mykiss*) and implications for pain perception. *Appl Anim Behav Sci* 2006; 97: 255–71.
- Nordgreen J, Garner JP, Janczak AM, Ranheim B, Muir WM, Horsberg TE. Thermoception in fish: effects of two different doses of morphine on thermal threshold and post-test behaviour in goldfish (*Carassius auratus*). *Appl Anim Behav Sci* 2009; 119: 101–7.
- Nordgreen J, Horsberg TE, Ranheim B, Chen ACN. Somatosensory evoked potentials in the telencephalon of Atlantic salmon (*Salmo salar*) following galvanic stimulation of the tail. *J Comp Physiol A* 2007; 193: 1235–42.
- Nordgreen J, Janczak AM, Hovland AL, Ranheim B, Horsberg TE. Trace classical conditioning in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): what do they learn? *Anim Cogn* 2010; 13: 303–9.
- Reilly SC, Quinn JP, Cossins AR, Sneddon LU. Behavioural analysis of a nociceptive event in fish: comparisons between three species demonstrate specific responses. *Appl Anim Behav Sci*. 2008; 114: 248–59.
- Sneddon LU. The evidence for pain in fish: the use of morphine as an analgesic. *Appl Anim Behav Sci* 2003; 83: 153–62.
- Sneddon LU. Evolution of nociception in vertebrates: comparative analysis of lower vertebrates. *Brain Res Rev* 2004; 46: 123–30.
- Sneddon LU. The effects of the acetic acid “pain” test on feeding, swimming, and respiratory responses of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): A critique on Newby and Stevens (2008). *Appl Anim Behav Sci* 2009; 116: 96–7.
- Sneddon LU. Pain perception in fish: indicators and endpoints. *ILAR J* 2009; 50: 338–42.
- Sneddon LU. Clinical anesthesia and analgesia in fish. *J Exot Pet Med* 2012; 21: 32–43.
- Lov om dyrevelferd (Dyrevelferdsloven). LOV-2009-06-19-97. <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2009-06-19-97?q=dyrevelferdsloven> (2.3.2018).
- Optimar AS. OPTILICE® Product description. <https://optimar.no/products/aqua-culture/products.html> (7.3.2018).
- Grøntvedt RN, Nerbøvik I-KG, Viljugrein H, Lillehaug A, Nilsen H, Gjevne A-G. Termisk avlusing av laksefisk : dokumentasjon

- av fiskevelferd og effekt. Oslo: Veterinærinstituttet, 2015. (Veterinærinstituttets rapporteserie 13/2015). <https://www.vetinst.no/rapporter-og-publikasjoner/rapporter/2015/termisk-avlusning-av-laksefisk-dokumentasjon-av-fiskevelferd-og-effekt>
28. International Association for the Study of Pain (IASP). IASP Taxonomy. <https://www.iasp-pain.org/Education/Content.aspx?ItemNumber=1698#backtotop> (07.03.2018)
29. Matthews KR, Berg NH. Rainbow trout responses to water temperature and dissolved oxygen stress in two southern California stream pools. *J Fish Biol* 1997; 50: 50–67.
30. Mangor-Jensen A, Stien LH, Fosseidengen JE, Mangor-Jensen R. Varmebehandling av laks i forbindelse med avlusing. Rapport til Mattilsynet. Bergen: Havforskningsinstituttet, 2017.
31. Mattilsynet. Slik rapporterer du lakselusdata. https://www.mattilsynet.no/fisk_og_akvakultur/fiskehelse/fiske_og_skjellsykdommer/lakselus/slik_rapporterer_du_lakselusdata.3977 (07.03.2018).
32. Grefsrud ES, Glover K, Grøsvik B, Husa V, Karlsen Ø, Kristiansen T et al. Risikorapport norsk fiskeoppdrett 2018. *Fisken og Havet* 2018; Særnr 1. https://www.imr.no/filarkiv/2018/02/risikorapport_2018.pdf/nb-no
33. Lov om legemidler m.v. (Legemiddeloven). LOV-1992-12-04-132. <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1992-12-04-132?q=legemiddeloven> (2.3.2018).
34. Forskrift om drift av akvakulturanlegg (Akvakulturdriftsforskriften). FOR-2008-06-17-822. [https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2008-06-17-822?q=Forskrift om drift av akvakulturanlegg](https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2008-06-17-822?q=Forskrift%20om%20drift%20av%20akvakulturanlegg) (02.03.2018).
35. Lov om veterinærer og annet dyrehelsepersonell (Dyrehelsepersonelloven). LOV-2001-06-15-75 <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2001-06-15-75?q=Dyrehelsepersonelloven> (2.3.2018).
36. Roth B. Avlusing av laksefisk med Optilice: effekt på avlusing og fiskevelferd. Tromsø: Nofima, 2016. (Nofima rapport 59/2016). <https://nofima.no/pub/1408716/>
37. Mangor-Jensen A, Stien L, Kristiansen T. Vurdering av dyrevelferd under behandling med Thermolicer mot lakselus. Bestilling av forvaltningsstøtte - fiskevelferd ved nye lusemetoder. Bergen 2016. https://www.hi.no/filarkiv/2016/10/bestilling_av_forvaltningsstotte-fiskevelferd_ved_nye_lusemetoder.pdf/nb-no