

- Unrestricted

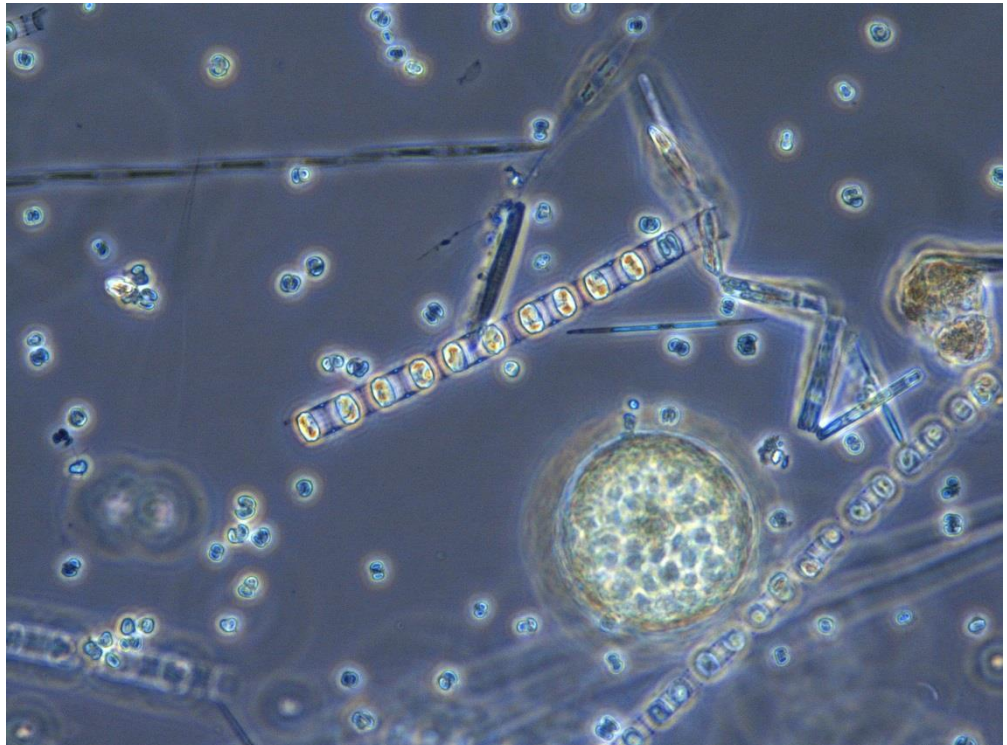
Rapport

Avlusing med hydrogenperoksid og miljøfaktorer

Forfattere

Johanne Arff

Silje Forbord, Kristine B. Steinhovden



Rapport

Avlusing med hydrogenperoksid og miljøfaktorer

RAPPORTNR	VERSJON	DATO
A27879	2.0	2016-10-10

FORFATTER(E)
Johanne Arff
Silje Forbord, Kristine B. Steinhovden

OPPDRAGSGIVER(E)
Fiskeri- og Havbruksnæringens Forskningsfond FHF

OPPDRAGSGIVERS REF.	ANTALL SIDER OG VEDLEGG:
	23+1 vedlegg

GRADERING	GRADERING DENNE SIDE	ISBN
Unrestricted	Unrestricted	978-82-14-06101-7

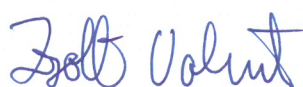
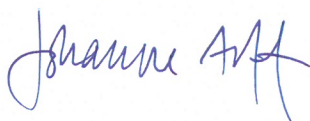
SAMMENDRAG

I forbindelse med hydrogenperoksid-behandling av laks med lusepåslag har det vært flere tilfeller av forhøyet dødelighet uten at årsaken er kjent eller dokumentert, og det er blitt stilt spørsmål om miljøfaktorer, som alger og maneter, er en risikofaktor i denne type lusebehandling. For å undersøke om det er en slik sammenheng har SINTEF Fiskeri og havbruk AS på oppdrag for FHF utført et retrospektivt studie for 2015 basert på tilgjengelige data for gjennomførte avlusinger med hydrogenperoksid, algeforekomster, samt bedriftsbesøk. Undersøkelsen viser at det ikke foreligger godt nok datagrunnlag for å kunne trekke en entydig konklusjon på om slike typer miljøfaktorer har betydning for utfallet av avlusing med hydrogenperoksid. Imidlertid viser litteraturstudiet at gjellehelse kan spille en viktig rolle for utfallet av denne typen behandlinger noe som også er oppgitt som kontraindikasjon på behandling. Utfra informasjonen innhentet i prosjektet ser det ut til at man i dag ikke har gode nok rutiner for å undersøke gjellestatus i forbindelse med avlusing med hydrogenperoksid. Økt kunnskap om faktorer som påvirker gjellehelse vil kunne bidra til å avdekke årsaksforhold og risikofaktorer for økt dødelighet. I tillegg konkluderer prosjektet med et behov i næringen for systemer som kan gjøre en slik type operasjon mer forutsigbar og etterprøvable.

UTARBEIDET AV
Johanne Arff

KONTROLLERT AV
Zsolt Volent

GODKJENT AV
Gunvor Øie



Historikk

VERSJON

DATO

VERSJONSBEKRIVELSE

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	5
2	Problemstilling og formål	5
3	Prosjektgjennomføring	5
3.1	Arbeidsmøte.....	5
3.2	Kartlegging av erfaringer fra avlusingsoperasjoner i 2015	6
3.3	Analyser av data.....	6
3.4	Hydrogenperoksid.....	6
4	Bakgrunn	6
4.1	Hydrogenperoksid som legemiddel	6
4.2	Hydrogenperoksid og planktonalger	8
4.3	Plankton og gjelleskader hos oppdrettsfisk.....	10
4.4	Aluminium og gjelleskader hos oppdrettsfisk.....	12
5	Resultater og diskusjon	12
5.1	Case-lokaliteter	12
5.1.1	Intervju med oppdrettsselskap.....	12
5.1.1.1	Oppdretter 1	12
5.1.1.2	Oppdretter 2.....	13
5.1.2	Planktonalgeforekomster i case-området 2015.....	13
5.1.3	Ferskvannstilførsel i case-områdene 2015.....	17
5.2	Avlusingsoperasjoner	18
6	Konklusjon	20
7	Forslag til oppfølging	21
8	Leveranser	22
9	Litteratur	22

BILAG/VEDLEGG

1 – Spørreskjema Oppdrettere

1 Innledning

Kontroll av lakselus (*Lepeophtheirus salmonis*) er en av de største utfordringene for norsk oppdrettsnæring. Overvåking av lakseluspåslag hos oppdrettsfisk er påbudt og lusetellinger skal regelmessig rapporteres inn til myndighetene. I oppdrettsmerder hvor gjennomsnittlig antall voksne hunnlus overskrider 0,5 per fisk (§8 Forskrift om bekjempelse av lakselus i akvakulturanlegg) skal behandles umiddelbart. Resistensutviklingen hos lakselus har ført til at antall resepter skrevet ut på avlusingsmidler doblet seg fra 2013 til 2014, tall som fra tidligere har vært nokså konstant (Grøntvedt et al. 2015). Pyrethorider har vært det vanligste avlusingsmidlet med flest utskrivninger i perioden 2011 til 2014, men i 2014 hadde spesielt bruken av hydrogenperoksid økt og hydrogenperoksid utgjorde nesten en tredjedel av alle utskrivninger dette året.

I forbindelse med badebehandling av luseinfestert laks med hydrogenperoksid har det vært flere tilfeller med forhøyet dødelighet uten kjent årsak. Forekomster av alger og/eller maneter har blitt pekt på som en mulig årsak. I august 2013 mottok SINTEF Fiskeri og havbruk de første algeprøvene i etterkant av en avlusing med hydrogenperoksid der det var registrert forhøyet dødelighet, og i løpet av 2014 og 2015 økte antallet innsendte prøver både i forkant av og etter gjennomførte avlusingsbehandlinger. Prøver samlet inn før avlusingsoperasjoner ble analysert for skadelige alger/algemengder og det er gitt råd om hvorvidt avlusing bør gjennomføres eller ikke basert på grenseverdier for skadelige algeforekomster i norske kystfarvann (Tangen 1999). I etterkant av hydrogenperoksidbehandlinger med forhøyet dødelighet har det også vært behov for dokumentasjon av alge-/manetforekomster. Imidlertid har det vært stor usikkerhet rundt om grenseverdiene gitt av Tangen (1999) er gyldige under behandling med hydrogenperoksid. Både næringsaktører og SINTEF har derfor ønsket å kartlegge hvorvidt det er en sammenheng mellom miljøfaktorer, inkludert alge- og/eller manetforekomster, og registrerte tilfeller med dødelighet basert på historiske data fra august 2013 til og med august 2015 med en målsetning om å identifisere risikofaktorer.

Prosjektet er finansiert av Fiskeri- og havbruksnæringens Forskningsfond (FHF) og Kjell Maroni har vært FHF's kontaktperson, mens SINTEF Fiskeri og havbruk AS (SINTEF) har vært ansvarlig for prosjektgjennomføring. Nøkkelpersonell i prosjektet fra SINTEF's side har vært forsker Johanne Arff (prosjektleder), seniorforsker Zsolt Volent (kvalitetssikring), forsker Silje Forbord (prosjektmedarbeider), samt MSc Kristine B. Steinhovden (prosjektmedarbeider). Næringen har vært representert i styringsgruppen, som har bestått av Ove Løfsnes (AQS), Roy Strøm (AquaPharma), samt Asgeir Østvik (Åkerblå). I tillegg har AQS, AquaPharma, Akzo Nobel, Solyay Chemicals, Statens Legemiddelverk, Marine Harvest, Lerøy og Åkerblå bidratt med data, kunnskap og annen relevant informasjon.

2 Problemstilling og formål

Det har vært knyttet usikkerhet til hvorvidt miljøfaktorer, og da spesielt alger og maneter, er en risikofaktor under avlusingsoperasjoner med hydrogenperoksid. Prosjektet har derfor hatt som mål å øke kunnskapen om og forståelsen for miljøfaktorer som kan påvirke velferdsmessige aspekt hos oppdrettsfisk før, under og etter avlusing med hydrogenperoksid. Prosjektet har blitt utført som et retrospektivt studie basert på tilgjengelige data fra 2015.

3 Prosjektgjennomføring

3.1 Arbeidsmøte

Den 16.10.15 ble det arrangert et arbeidsmøte med deltakere fra FHF, styringsgruppen, samarbeidspartnere og SINTEF. Prosjektforslaget fra SINTEF ble diskutert, i tillegg ga alle deltakere en kort presentasjon av datagrunnlag som kunne være av interesse for gjennomføring av prosjektet. Basert på det presenterte datagrunnlaget ble fire case-lokaliteter i Midt-Norge plukket ut. Videre var det enighet om at den beste fremgangsmåten for innsamling av data fra disse lokalitetene ville være å gjennomføre bedriftsbesøk.

Kriterier for utvelgelse av case-lokaliteter inkluderte: 1) lokaliteter der man har hatt både gode og dårlige erfaringer fra avlusing med hydrogenperoksid. 2) gode rutiner for innsamling av miljødata på lokaliteten; 3) god dokumentasjon før, under og etter avlusingsoperasjonen; 4) god kunnskap om fiskens helse forutfor avlusing, inkludert lusehistorikk og tidligere avlusingsoperasjoner; 5) informasjon om algeforekomster (algeprøver, satellittbilder). Videre skulle studien ta hensyn til om avlusingen var gjennomført i brønnbåt eller med helduk.

3.2 Kartlegging av erfaringer fra avlusingsoperasjoner i 2015

Det ble gjennomført en kartlegging av erfaringer fra avlusingsoperasjoner i 2015 på fire case-lokaliteter i Midt-Norge. Kartleggingen ble gjennomført som bedriftsbesøk og omfattet innsamling av opplysninger om miljøforhold, fiskehelse, samt selve avlusingsoperasjonen på case-lokalitetene.

3.3 Analyser av data

Før arbeidsmøtet ble i underkant av 450 algeanalyser foretatt av SINTEF mellom 2013 og 2015 sammenstilt for å identifisere områder, lokaliteter eller andre sammenhenger til videre utvelgelse av case-lokaliteter. Disse ble sortert etter område, tidspunkt, algebiomasse og kjennskap om dødelighet. Etter utvelgelse av case-lokaliteter ble algedata fra de fire lokalitetene inkludert i den retrospektive studien. I tillegg ble opplysninger om algeforekomster fra tre lokaliteter i Mattilsynets nasjonale tilsynsprogram for algegifter i skjell (Molde og Hitra) sammenstilt for å se om det var fellestrekk ved algeforekomster i Midt-Norge i 2015. Det ble også utført analyser av data registrert i forbindelse med over 600 avlusingsoperasjoner utført av AQS i 2015, det ble spesielt sett på dødelighet, hydrogenperoksidkonsentrasjon, samt sjøtemperatur under avlusingsoperasjonene.

3.4 Hydrogenperoksid

Det ble samlet inn opplysninger om hydrogenperoksid både fra litteratur Statens legemiddelverk og produsenter, med sikte på å gi en oversikt over foreliggende krav til dokumentasjon, samt kunnskap om virkning ved ulike miljøforhold.

4 Bakgrunn

4.1 Hydrogenperoksid som legemiddel

Statens legemiddelverk (SLV) er godkjenninginstans for legemidler i Norge, og legemiddelprodusenter som søker om markedsføringstillatelse må dokumentere legemidlets kvalitet, sikkerhet samt effekt.

Dokumentasjonen kan være basert på egne studier eller vitenskapelige publikasjoner. Etter at legemidlet er godkjent av SLV er det krav til periodisk sikkerhetsoppdatering og produsentene er pålagt å overvåke og melde inn bivirkninger til SLV. Den periodiske sikkerhetsoppdateringen skal ivareta at legemiddelprodusenten blir oppdatert på ny kunnskap om legemidlet, og kan inkludere litteratursøk. Periodisk sikkerhetsoppdateringer gjøres etter følgende plan:

- Halvårlig innrapportering de to første årene etter godkjenning.
- Årlig innrapportering de neste årene.
- I forbindelse med fornyelse etter 5 år, samt.
- Deretter hvert 3. år.

Ved mistanke om bivirkninger i forbindelse med bruk av legemidler skal disse rapporteres inn til SLV, dette gjelder også avlusingsoperasjoner med hydrogenperoksid eller andre medikamentelle avlusingsmidler.

Produktomtaler er publisert på SLVs hjemmeside. Det er per desember 2015 to godkjente produsenter av hydrogenperoksid til bruk for avlusingsoperasjoner Akzo Nobel Pulp and Performance Chemical AB (Hydrogenperoksid 49,5 %) og Solvay Chemicals (Paramove), se Tabell 1 for en oversikt.

Tabell 1 Oversikt over preparatene produsert av hhv Akzo Nobel og Solvay.

Produsent:	Akzo Nobel	Solvay
Legemiddel:	Hydrogenperoksid 49,5 %	Paramove
Virkestoff:	Hydrogenperoksid 49,5 %	Hydrogenperoksid 49,5 %
Hjelpestoffer:	Vann 1-hydroksyetan(1,1-diylbisfosfonsyre) (HEDP) Fosforsyre Natriumnitrat	Dinatriumdihydrogendifosfat Salpetersyre Demineralsert vann
Eksponeringstid:	20 minutter fra avsluttet inndosering	Maksimalt 20 minutter
Kontraindikasjoner:	T ≥ 18 °C Stresset fisk Fisk som er syk eller har gjelleskade	T > 14 °C Fisk med middelvekt < 200 g Stresset fisk Fisk med klinisk gjelleskade

Hydrogenperoksid er toksisk for laks og akutt dødelighet øker med sjøtemperatur og eksponeringstid (Thomassen 1993). Forsøkene utført av Thomassen viste tydelige gjelleskader i form av «sloughing» etter behandling med hydrogenperoksid. Og nærmere 80 % av all fisk med påvist «sloughing» behandlet ved sjøtemperaturer på 14 og 18 °C var døde etter 24 timer.

I en studie utført av Kierner & Black 1997 ble det undersøkt hvordan smoltstadiet av atlantisk laks påvirkes ved eksponering for hydrogenperoksid ved ulike sjøtemperaturer, de så spesielt på overlevelse og gjelleskader. Forsøkene ble utført med følgende hydrogenkonsentrasjoner 1370, 1460, 1720, samt 2580 mg L⁻¹ ved henholdsvis 10, 13,9, 14,5 og 16 °C. Det ble ikke observert forhøyet dødelighet hos fisk som ble behandlet med hydrogenperoksid ved 10 og 14 °C. Fisken som derimot ble behandlet med en hydrogenkonsentrasjon på 2580 mg L⁻¹ ved sjøtemperatur på 16 °C tålte ikke behandlingen like godt, og det ble registrert forhøyet dødelighet i dette forsøket. Et døgn etter behandlingen ved 16 °C var samtlige fisk døde. Det ble imidlertid påvist gjelleskader ved samtlige forsøk, og det var i hovedsak ytre deler av sekundærlamellene og gjellebuene som var mest påvirket. Videre var skadene ikke homogent fordelt i gjellevevet. De ytre delene av gjellebuene var tydelige bleket, mens de indre delene hadde en friskere farge (rød/brun). De rapporterte at den første gjellebuen var mest skadet. Videre konkluderte de med at det er små marginer i forhold til både konsentrasjon og oppholdstid ved 14 °C og at lusebehandlinger med hydrogenperoksid ikke bør gjennomføres når sjøtemperaturen overstiger 14 °C.

Det er gjort tilsvarende studier på juvenile regnbueørret (Spear et al. 1999; Powell & Perry 1997). Begge studiene viser til skader på gjellevevet etter eksponering for hydrogenperoksid (100, 500, 1000, 1250, og 1500 mg L⁻¹). Det rapporteres om hypertrofi med cellesvelling og tydelig vakuolisering av epitelcellene, samt skader og nekroser på både filamentene og lamellene. Spears et al. rapporterte videre at det ser ut til at gjelleskader etter hydrogenperoksidbehandling er reversible.

4.2 Hydrogenperoksid og planktonalger

Det har vært stilt spørsmål ved om hydrogenperoksid kan ødelegge algeceller, og om dette medfører lekkasje av algetoksiner til omgivelsene. I norske farvann er det registrert flere toksinprodusenter som ødelegges av vanlige fikseringsmiddel som iod- og formaldehydløsninger, dette gjelder *Prymnesiophyceae*, *Dictyochophyceae*, *Raphidophyceae*, samt nakne dinoflagellater (Tabell 2) *Prymnesium parvum/patelliferum*, som førte til omfattende dødelighet i Ryfylkefjordene på 1990-tallet, har også vært en utfordring i amerikansk ferskvannsoppdrett. I USA ble behandling med hydrogenperoksid vurdert som et tiltak, og Southard (2005) undersøkte om hydrogenperoksid har negativ effekt på overlevelsen til *Prymnesium* spp. Southard konkluderte med at hydrogenperoksid ødelegger algecellene, men at det er behov for relativt høye konsentrasjoner (over fiskens tålegrense) for å oppnå tidseffektiv dødelighet hos algene og metoden ble ikke vurdert som et egnet tiltak. Det ble ikke undersøkt hvorvidt celleødeleggelsen fører til lekkasje av toksiner til omgivelsene. Basert på denne undersøkelsen er det ikke mulig å konkludere med hvorvidt hydrogenperoksid bidrar til lekkasje av algetoksiner til omgivelsene og direkte eksponering for fisken. Det er foreløpig ikke gjort tilsvarende studier for norske forhold.

Tabell 2 Oversikt over planktonalger i norske farvann som er skadelig for oppdrettsfisk med angivelse av når på året de vanligvis forekommer, virkemåte og type skade (Arff & Miguez 2016; Tangen 1999). †: planktonalger som har ført til dødelighet i norske fiskeoppdrett. (Arff pers. komm. SINTEF upubl.)

Algegruppe	Art	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des	Type skade	Virkemåte
Kiselalger (Bacillariophyceae)	<i>Skeletonema</i> spp. †			x	x	x	x	x	x	x	x			Fysisk	Tetting av gjeller => redusert vanngjennomstrømning
	<i>Leptocylindrus</i> spp. †						x	x	x	x					
	<i>Cerataulina pelagica</i>						x	x	x	x					
	<i>Corethron criophilum</i>						x	x	x	x					
	<i>Chaetoceros</i> spp. †			x	x	x	x	x	x	x	x				
	<i>Chaetoceros</i> spp. – <i>Phaeoceros</i> †			x	x	x	x	x	x	x	x			Fysisk	Punktblødninger; Tetting av gjeller => redusert vanngjennomstrømning
Dinoflagellater (Dinophyceae)	<i>Alexandrium tamarense</i> †		x	x	x	x	x	x	x	x				Toksiner	Paralyserende toksiner => akutt dødelighet
	<i>Alexandrium minutum</i>					x	x	x	x						
	<i>Alexandrium ostenfeldii</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
	<i>Ceratium fusus</i>					x	x	x	x	x	x	x		Fysisk	Gjelleirritasjon
	<i>Karenia mikimotoi</i> †								x	x	x	x		Toksiner	Skader på gjellelameller; cytotoksiske og hemolytiske forbindelser => redusert oksygenoptak
	<i>Karlodinium micrum</i> †					x	x	x	x	x	x				
Prymnesiophyceae	<i>Emiliana huxleyi</i> †					x	x	x	x					Fysisk?	Ukjent
	<i>Phaeocystis pouchetii</i> †		x	x	x									Fysisk	Algecellene ligger i en gelemasse som irriterer og fester seg til gjellene => redusert vanngjennomstrømning
	<i>Prymnesium</i> spp. †					x	x	x	x					Toksiner	Hemolytiske, membranaggressive toksiner
	<i>Chrysochromulina</i> spp. †					x	x	x	x						
Dictyochophyceae	<i>Dictyocha speculum/fibula</i> †			x	x	x	x	x	x	x	x			Fysisk/toksiner?	Gjelleirritasjon
	<i>Pseudochattonella</i> sp. †		x	x	x	x	x							Toksiner?	Gjelleskader
Rhaphidophyceae	<i>Heterosigma akashiwo</i> †					x	x	x	x					Toksiner/fysisk	Frie radikaler (peroksider) som antas å skade gjelleepitelet; skiller ut slim som antas å tette gjellene

4.3 Plankton og gjelleskader hos oppdrettsfisk

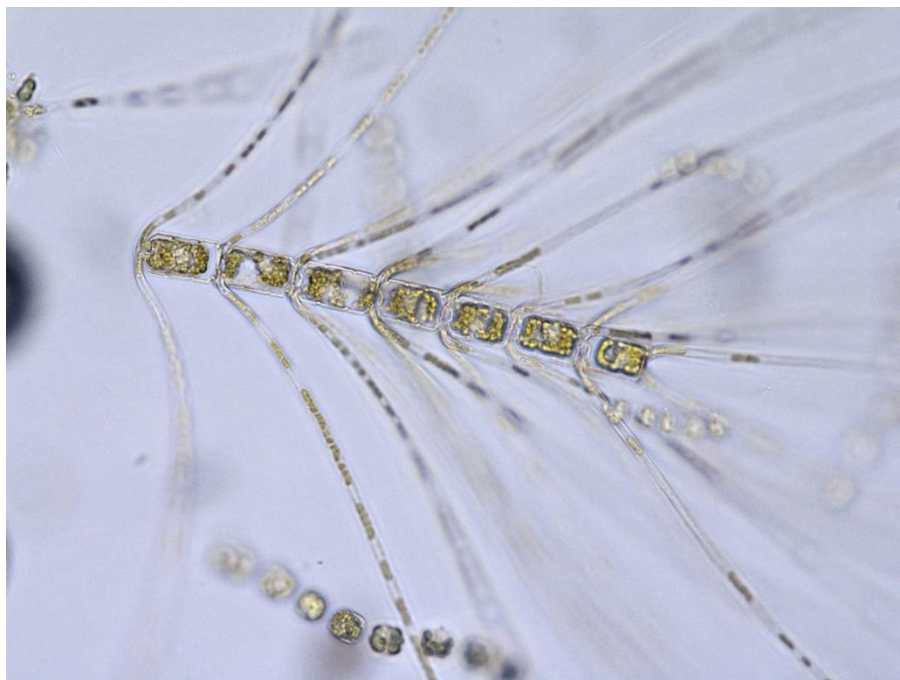
Det er kjent at planktonalger og andre mikroorganismer kan irritere og fysisk skade gjellene og at dette kan utvikle seg til en kronisk tilstand. Rodgers et al. 2011 har gitt en oversikt over gjelleskader hos laksefisk som skyldes andre årsaker enn infeksjoner/patogener. De har sett spesielt på gjelleskader som skyldes skadelige forekomster av planktonalger og dyreplankton, samt andre ytre faktorer som forurensning og næringsmangel.

Det er rapportert om følgende endringer i gjellevev hos fisk som har vært eksponert for skadelige planktonalger: nekroser, ødem, «sloughing», oppsvulmede primærlameller, samt sammenklumping av blodårer (se Rodger et al. 2011 for referanser). I tillegg rapporteres det ofte om økt slimproduksjon i forbindelse med algeforekomster, det antas at dette er en mekanisme for å fjerne de skadelige fremmedlegemene.

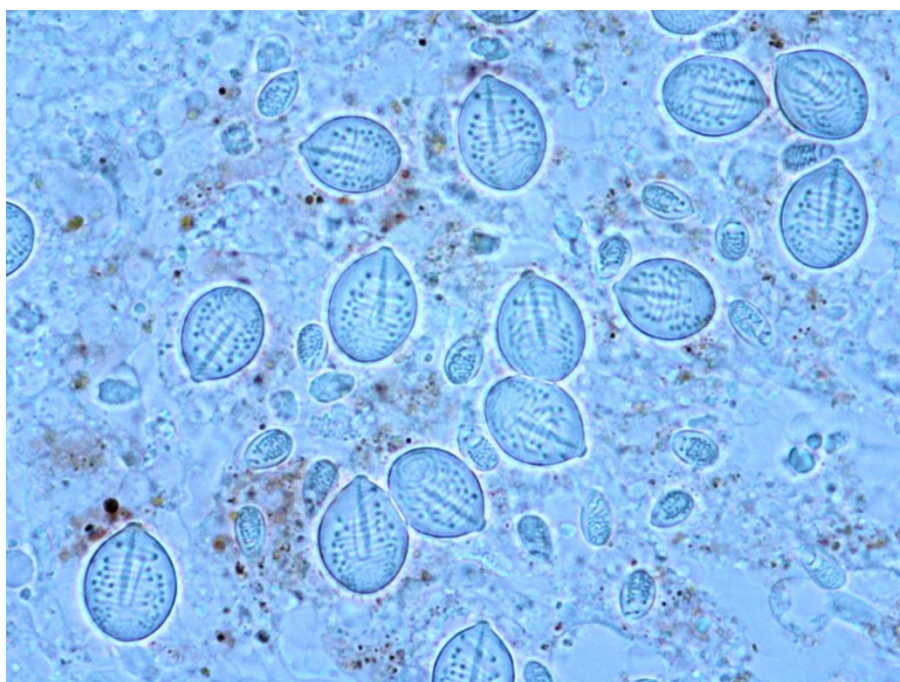
Planktonalger kan påvirke fisken på to ulike måter, enten ved at de skader gjellene fysisk eller ved at de produserer og skiller ut toksiner som virker negativt på gjellene/oksygenopptaket (og/eller andre organer). Til den sistnevnte gruppen hører flere av de toksinproduserende artene blant dinoflagellatene og samlegruppen flagellater. De enkelte toksiske artene produserer forskjellige toksiner og de kan således ha svært ulike virkningsmåter på gjellevevet. Blant flagellatene finnes det også arter som enten skiller ut slim eller danner geleaktige kolonier og som på denne måten kan tette og skade gjellene.

Den første gruppen, som skader gjellene fysisk, består av kiselalger og kiselflagellater. Kiselalger har et ytre glassaktig kisel skall, og noen arter har i tillegg glassaktige børster eller andre utvekster. De fleste kiselalger er kjededannende og kan legge seg på og tette gjellene, noe som fører til redusert gassutskiftning over gjellene og at fisken kan dø av kvelning. I tillegg har noen av de store artene i slekten *Chaetoceros* (kiselalge) glasspigger på børstene som kan løsne fra algecellene og penetrere gjellevevet med sårskade som følge og det er rapportert om økt slimproduksjon i gjellene etter eksponering for store *Chaetoceros*-arter. Kiselflagellatene (slekten *Dictyocha*) har et ytre skjelett av kisel med vasse pigger, som kan påføre fisken sårskader på gjellene. Den sistnevnte algeslekten har i tillegg en naken form som mistenkes å produsere toksiner som kan være skadelig for fisken.

Etter eksponering for skadelige forekomster av maneter med nesleceller/nematocyster, refererer Rodger et al. 2011 følgende gjelleskader som typiske; brannskader (nekroser), misfarging/marmorering, blødninger, «sloughing» av eptielceller, ødem og slipp av eosinofile granulære celler. I tillegg finnes det også andre grupper av dyreplankton som skader eller tetter gjellene rent fysisk. Fra norsk fiskeoppdrett er det rapportert om gjelleskader knyttet til larvestadier av pigghuder, actinulastadiet av hydroider, kolonimaneter (*Muggiæa atlantica*, *Apolemia uvaria*), stormaneter (*Cyanea* spp.), småmaneter (*Anthomedusa*, *Leptomedusa*), blåskjellyngel som slår seg ned på gjellene og ribbemaneter (*Pleurobrachia pileus*, *Bolinopsis infundibulum*) som ikke har nesleceller men som i stedet tetter gjellene og hindrer vanngjennomstrøming (SINTEF upubliserte data).



Figur 1 *Chaetoceros convolutus* (*Phaeoceros*) har lange børster med glassaktige pigger på som kan løsne fra algecellen og penetrere gjellevev hos oppdrettsfisk. Foto: Karl Tangen, SINTEF.



Figur 2 Nesleceller fra den varmekjære stormaneten *Pelagia noctiluca* (engelsk: Mauve stinger) som førte til massedød i nord-irske oppdrettsanlegg i 2007. Denne svært potente maneten er også observert i norske oppdrettsanlegg. Foto: Karl Tangen, SINTEF.

4.4 Aluminium og gjelleskader hos oppdrettsfisk

Fra Sørfjord-/Osterfjordsystemet og Masfjorden på Vestlandet er det i forbindelse med kraftig vårflom rapportert om flere tilfeller med dødelighet i oppdrettsanlegg, og det er vist at dette skyldes at det dannes toksiske aluminiumforbindelser når aluminium kommer i kontakt med sjøvann (Bjerknes et al. 2003). Bjerknes og medarbeidere dokumenterte forhøyede konsentrasjoner av aluminium i Osterfjorden under vårflommen, og spesielt når det i tillegg til kraftig snøsmelting var store nedbørmengder i form av regn, og det ble påvist utfellinger av aluminium på gjeller hos døende oppdrettslaks etter at de var eksponert for toksisk aluminium. Denne problemstillingen er i hovedsak knyttet til områder som er utsatt for sur nedbør. Reaktivt aluminium kan derfor være en aktuell problemstilling i forbindelse med avlusing med hydrogenperoksid da hydrogenperoksid ikke skal brukes på fisk med svekket gjellehelse.

5 Resultater og diskusjon

5.1 Case-lokaliteter

5.1.1 Intervju med oppdrettselskap

Case-lokalitetene ble valgt ut på bakgrunn av 5 kriterier (3.1 Arbeidsmøte), samt sammenstillingen av algeanalyser gjort ved SINTEF. Sammendrag av intervjuene med fokus på avlusingsoptimeringer utført ved lokaliteten følger. Det er valgt å holde lokalitetene anonyme. Se vedlegg A for spørsmål gitt oppdretterne.

5.1.1.1 Oppdretter 1

I begynnelsen av november 2015 ble første intervju foretatt av Johanne Arff og Silje Forbord hos oppdretter 1.

Ved lokalitet A var det en AGD behandling i oktober-november 2014, avlusning i desember 2014, januar 2015, mars 2015 (felles våravlusing) og juni 2015. Videre diskuteres kun avlusingene i 2015. Ved behandlingene i januar 2015 var det ingen dødelighet og normal oppførsel på fisk. Det var seks enheter som ble behandlet med presenning, og fisken var ca 3 kg. Siktedypet lå mellom 4-6 m i avlusingperioden. Konsentrasjon av H_2O_2 lå mellom 2198-2360 ppm under behandlingen (ønsket 2200), og total eksponeringstid i lukket system var 66-77 min. Det var ingen dødelighet på fisk under behandling, og sum på dødelighet sju dager etter varierte mellom 19-79 fisk pr merd. Fisken hadde normal adferd i hele mars.

Ved avlusning i juni 2015 ble seks enheter behandlet i presenning, og fisken var da ca 4 kg. Siktedypet lå mellom 3,5-4,5 m i avlusingperioden. Konsentrasjon på H_2O_2 lå mellom 1796-2198 ppm under behandlingen, og total eksponeringstid i lukket system var ca 70 min. Det var ingen dødelighet på fisk under behandling, og sum på dødelighet dagen etter varierte mellom 28-6750 fisk pr merd. Det var også en avlusing i brønnbåt senere denne måneden der 129 fisk døde dagen etter.

Lokalitet B er en mer ferskvannspåvirket lokalitet enn A, med en elv som renner ut rett ved anlegget. Lokalitet B hadde en avlusning i desember 2014, januar 2015 og mars 2015 (felles våravlusing). Også her diskuteres kun funn fra 2015. Ved behandlingene i januar 2015 var det ingen dødelighet og normal oppførsel på fisk. Det var sju enheter som ble behandlet med presenning, og fisken var ca 3 kg. Siktedypet lå mellom 6,5-8 m i avlusingperioden. Konsentrasjon på H_2O_2 lå mellom 2150-2250 ppm under behandlingen, og total eksponeringstid i lukket system var 63-71 min. Det var ingen dødelighet på fisk under behandling, og fisken hadde normal adferd. Dødelighet de neste 7 dagene varierte mellom 22-299 fisk pr merd, med størst antall i merd med lavest tetthet. Totalt antall dødfisk var 663 stk.

5.1.1.2 Oppdretter 2

I midten av november 2015 ble andre intervju foretatt av oppdretter 2, utført av Johanne Arff og Kristine B. Steinhovden.

Ved lokalitet C var det en AGD behandling i oktober 2014, avlusning i desember 2014, mars 2015, mai 2015 og juli/august 2015. Kun behandlingene i 2015 diskuteres i denne sammenhengen. Ved behandlingene i mars 2015 og mai 2015 var det ingen dødelighet og normal oppførsel på fisk.

Ved avlusningen i juli 2015 døde i underkant av 25 000 fisk under behandling med hydrogenperoksid. I forkant av operasjonen hadde det vært et utbrudd av PD i anlegget. Temperaturen i vannet lå på mellom 11,8-12,5 °C og siktedypet var mellom 7-10 m. Det ble ikke sendt inn vannprøver for algeanalyser, og grunnet godt siktedyp ble det antatt å være lite alger i sjøen. Konsentrasjon av H₂O₂ målt var mellom 2650 og 2667 ppm og holdetid var mellom 33 og 42 minutter i lukket system, med doseringstid på 9 minutter i alle merder.

Under avlusningen i august 2015 ble det kjørt kombibehandling med Salmosan og AlphaMax, og det forekom noe forhøyet dødelighet men ikke urovekkende (20-400 fisk per merd). Det ble ikke tatt ut algeprøver ved denne avlusningen. Temperaturen i dette tidsrommet var mellom 7-13 °C og siktedyp var på 8-10 meter og holdetiden var ca 40 minutt. Effekten av H₂O₂ var generelt lav i august, og anlegget slet fortsatt med forhøyet dødelighet på fisken i samme merd som hadde dødelighet i juli.

Ved lokalitet D ble det utført to AGD-behandlinger første året i sjø, en våravlusning i mars 2015 og avlusinger i juli og august 2015. Fisken hadde også på denne lokaliteten PD historikk. Avlusningen i mars 2015 gikk normalt for seg uten forhøyet dødelighet eller adferdsendring hos fisken. Ved avlusningene i slutten av juli og begynnelsen av august var vekten på fisken i gjennomsnitt ca 3,8kg og avlusningene ble gjennomført med kombibehandling (pyretroider og organofosfater) og med presenning. Sjøtemperaturen var på mellom 10-12,6 °C og siktedypet var ca 8 m. Algeprøver ble tatt ut i forkant av starten på operasjonen. Det ble i denne funnet spormengder av algegruppen *Prymnesiales* der noen arter kan være toksiske (se tabell 2), men det ble ikke funnet mengder kjent skadelige for fisk. Dødeligheten var lav i alle merder, med unntak av en. Fisken i denne merden stresset i bunnen og utgangen var størst ca 1,5 timer etter slipp. Total dødelighet er ikke kjent.

Grunnet forhøyet lusetall ble det gjort en tilleggsavlusning i slutten av august på to merder. Her var sjøtemperatur ca 14,5 °C og siktedyp 10m. Ingen algeprøve ble sendt inn i forkant av denne avlusningen. Ok adferd på fisken, ingen avvik under eller etter behandling og normal utgang på fisk. Avlusningen var denne gangen vellykket med samme resultat i begge merder.

Ved en avlusning foretatt i september 2015 ble det påvist SAV2 og mulig PD-utbrudd. Avlusning ble foretatt med H₂O₂ i lukket presenning og fisken var på denne tiden ca 4,5 kg. Halvparten av fisken i anlegget var på dette tidspunktet slaktet ut. Sjøtemperatur var 14,4 °C og siktedyp mellom 5-10m. Normal atferd på fisken gjennom operasjonen og normal utgang. Ingen vannprøver ble tatt ut til algeanalyser i forkant av denne behandlingen.

5.1.2 Planktonalgeforekomster i case-området 2015.

Den normale årsvariasjonen i planktonalgeforekomstene kan oppsummeres slik:

- Små bestander om vinteren grunnet lysbegrensning (vinterminimum)
- Våroppblomstring (kiselalger) rundt månedsskiftet mars-april. Næringsgrunnlaget er næringsstoffer tilført overflatelaget ved tilblending av næringsrikt dypvann i løpet av vinteren. Oppblomstringen betinger en viss stabilitet/lagdelling i overflatelaget.
- Minimumsperiode i april som skyldes næringsbegrensning.

- Ytterligere en oppblomstring (kiselalger og flagellater) i mai-juni knyttet til vårflommen. En del av algeproduksjonen beites av dyreplankton, en del sedimenterer.
- Varierende sommerbestander av kiselalger, dinoflagellater og andre flagellater.
- Oppblomstring om høsten (dinoflagellater/kiselalger) i forbindelse med regenerative prosesser i de øvre vannlag eller i sammenheng med flom.
- Toksinproduserende arter kan opptre gjennom hele året, men er vanligst om sommeren og høsten.

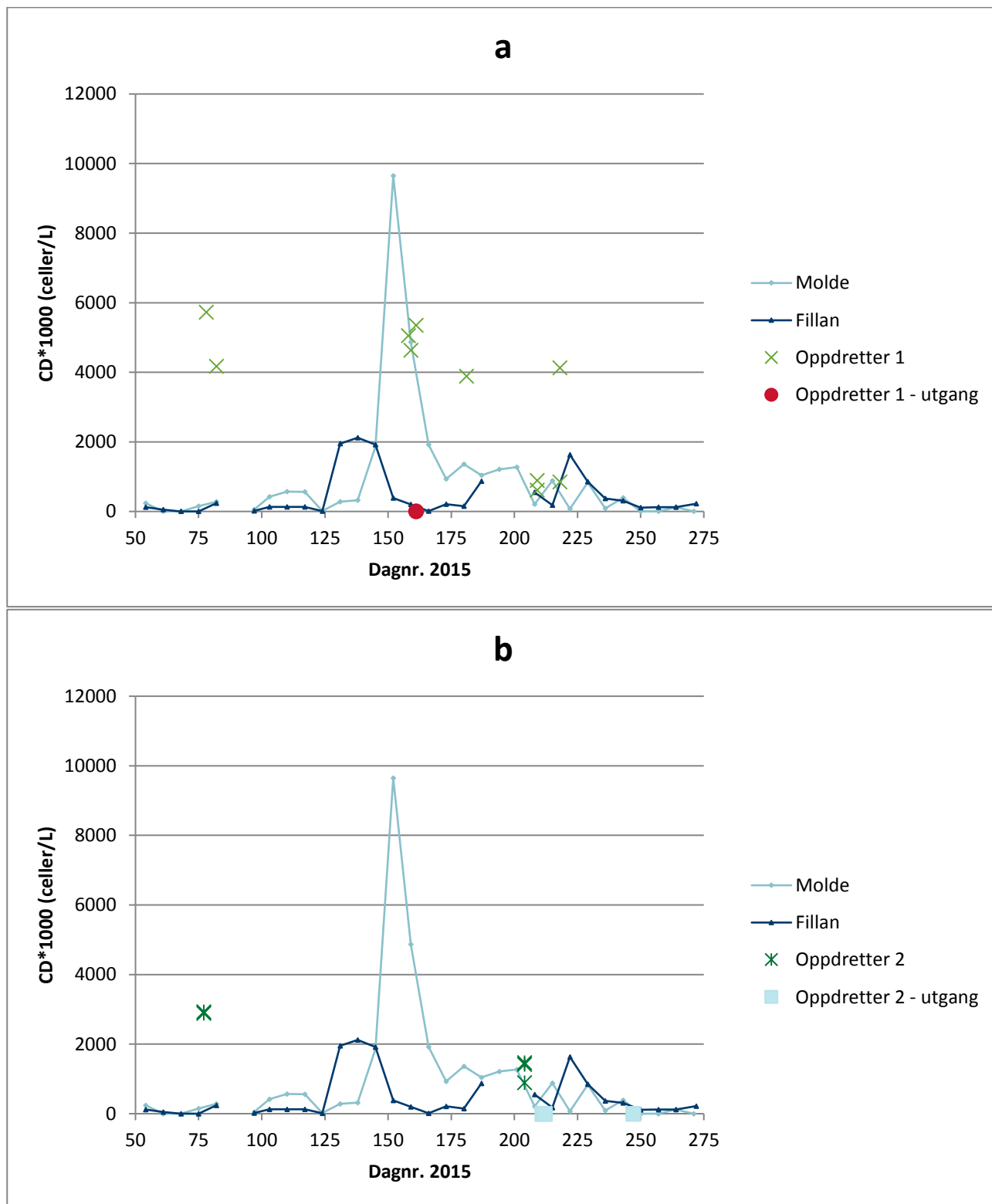
Det var normale algeforekomster i Midt-Norge i 2015 med våroppblomstring av kiselalger og gelealger i mars-april. Deretter var det en mellomperiode med lavere algemengder, i hovedsak dominert av små flagellater og monader, etterfulgt av oppblomstringsmengder av kiselalger med til dels svært høye bestander. I juni-august ble kalkflagellaten *Emiliana huxleyi* registrert på de aller fleste faste overvåkingsstasjoner i Midt-Norge, men mengdene var stort sett små. Dinoflagellater ble registrert i varierende mengder gjennom sommeren og høsten, men mengdene var lave og gir således lite utslag på totalbestand av planktonalger. Det ble observert potensielt skadelige alger/algemengder på Mattilsynets faste stasjoner ved Molde og Hitra gjennom hele vekstsesongen.

Prøver fra Oppdretter 1 og Oppdretter 2 samlet inn i mars viste normale algeforekomster under våroppblomstringen med dominans av kiselalger (*Skeletonema*, *Chaetoceros*, *Pseudo-nitzschia*) og gelealger (*Phaeocystis pouchetii*). De enkelte artene ble alle registrert i mengder som var lavere enn grenseverdier for nedsatt appetitt oppgitt av Tangen (1999). Imidlertid foreligger det lite kunnskap om hvordan fiskens helse blir påvirket under kraftige oppblomstringer der flere potensielt skadelige planktonalger forekommer i konsentrasjoner som er lavere enn artenes respektive grenseverdier, men der total mengde alger muligens kan utgjøre en risiko.

Det ble også samlet inn prøver i løpet av sommermånedene juni – august fra de to lokalitetene. Prøvene viste typiske blandingssamfunn med blomstringsmengder av kiselalger (*Skeletonema*, *Leptocylindrus*, *Cerataulina*, *Chaetoceros*), dinoflagellater fra slekten *Ceratium*, samt kalkflagellater (*Emiliana*). I tillegg ble det påvist lave mengder/bakgrunnskonsentrasjoner av potensielle toksinprodusenter innenfor dinoflagellatene (*Karenia*, *Karlodinium*), kiselalger (*Dictyocha*) og flagellater (*Prymnesium*, *Chrysochromulina*). Også i disse prøvene ble de enkelte artene registrert i konsentrasjoner godt under faregrensene oppgitt i Tangen 1999.

Tabell 3 Oversikt som viser når det ble samlet inn algeprøver fra Oppdretter 1 (1) og Oppdretter 2 (2), samt potensielt skadelige alger som ble påvist i prøvene inkludert mengdeangivelse etter en relativ skala der **blått** = lav forekomst; **grønt** = normal forekomst; **oransje** = risiko for nedsatt appetitt; **rødt** = risiko for akutt dødelighet. Algemengde for disse prøvene overstiger ikke risiko for nedsatt appetitt eller dødelighet.

Algegruppe	Art	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Prøver mottatt fra:				1 + 2			1 + 2	1 + 2	1				
Kiselalger	<i>Skeletonema</i> spp.			1 + 2			1	1 + 2	1				
	<i>Leptocylindrus</i> spp.			2			2	2					
	<i>Cerataulina pelagica</i>							2	1				
	<i>Chaetoceros</i> spp.			1 + 2			1	1	1				
Dinoflagellater	<i>Ceratium</i> spp.						1	2					
	<i>Karenia mikimotoi</i>								1				
	<i>Karlodinium micrum</i>						1	1					
Prymnesiophyceae	<i>Emiliana huxleyi</i>						1 + 2	1					
	<i>Phaeocystis pouchetii</i>			1 + 2									
	<i>Prymnesium</i> spp.						1	1 + 2					
	<i>Chrysochromulina</i> spp.						1						
Dictyochophyceae	<i>Dictyocha speculum</i> (skjelett + naken)						1	1					

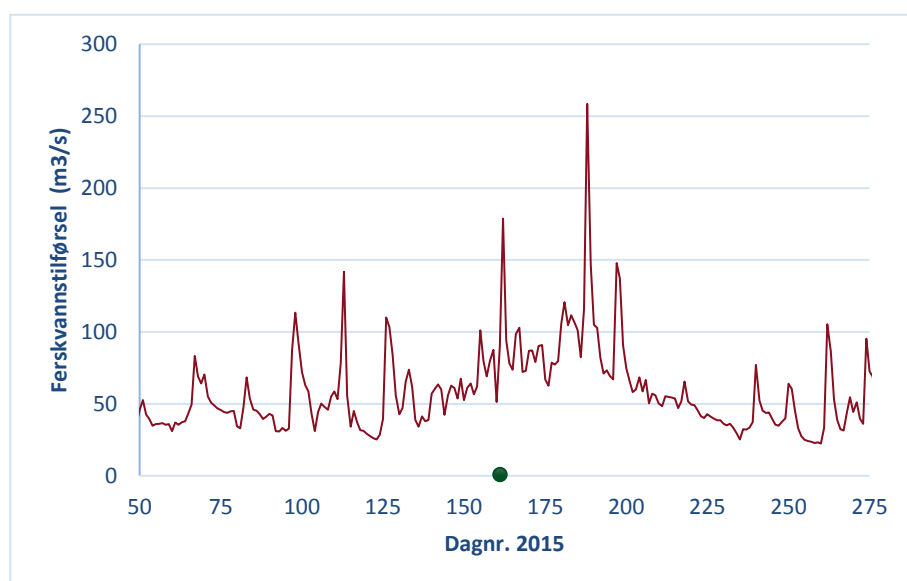


Figur 3 Totalbestand av alger ved Molde og Hitra (Mattilsynet), samt algeforekomster og utgang (dødelighet) rapportert ved bedriftsbesøk hos henholdsvis Oppdretter 1 (a) og Oppdretter 2 (b). Dag 50 = 19 februar; dag 275 = 2 oktober.

Selv om det er samlet inn algeprøver i tilknytning til avlusingsbehandlinger ved de fire lokalitetene som inngikk i denne studien er det basert på disse prøvene ikke mulig å si hvorvidt algeforekomster er en medvirkende årsak til den observerte dødeligheten. Dette da det ikke er påvist alger i mengder som er kjent for å være skadelige for fisk ved de aktuelle prøvetidspunktene. Imidlertid har vi heller ingen kunnskap om hvordan algebildet har vært over tid på lokalitetene, og har derfor ikke mulighet til å si noe om hvilken belastning fisken eventuelt har blitt utsatt for over tid. Flere planktonalger er kjent for å kunne påvirke gjellene negativt, og det rapporteres i hovedsak om irreversible/kliniske skader (Spear et al. 1989).

5.1.3 Ferskvannstilførsel i case-områdene 2015.

I denne undersøkelsen har Oppdretter 1 relativt ferskvannspåvirkede lokaliteter sammenliknet med Oppdretter 2, og det er derfor interessant å se på ferskvannstilførselen til området som Oppdretter 1 har lokaliteter i. Det ble registrert høy ferskvannstilførsel til området i forbindelse med vårfloppen i mars – april, samt i sommermånedene juni - august i forbindelse med store nedbørsmengder (Figur 4). Under våravlusingen som sammenfalt i tid med vårfloppen ble det ikke registrert forhøyet/akutt dødelighet, og det antas derfor at aluminiums-problematikk ikke var en aktuell problemstilling for Oppdretter 1 på dette tidspunktet. Rett før flomtoppen i juni ble det gjennomført en avlusing på en av lokalitetene til Oppdretter 1 der det ble registrert forhøyet dødelighet. Denne flomtoppen skyldes store nedbørsmengder og ikke snøsmelting og i tillegg er registrert etter at dødeligheten inntraff er det nærliggende å anta at fisken ikke har blitt eksponert for toksiske aluminiumforbindelser.



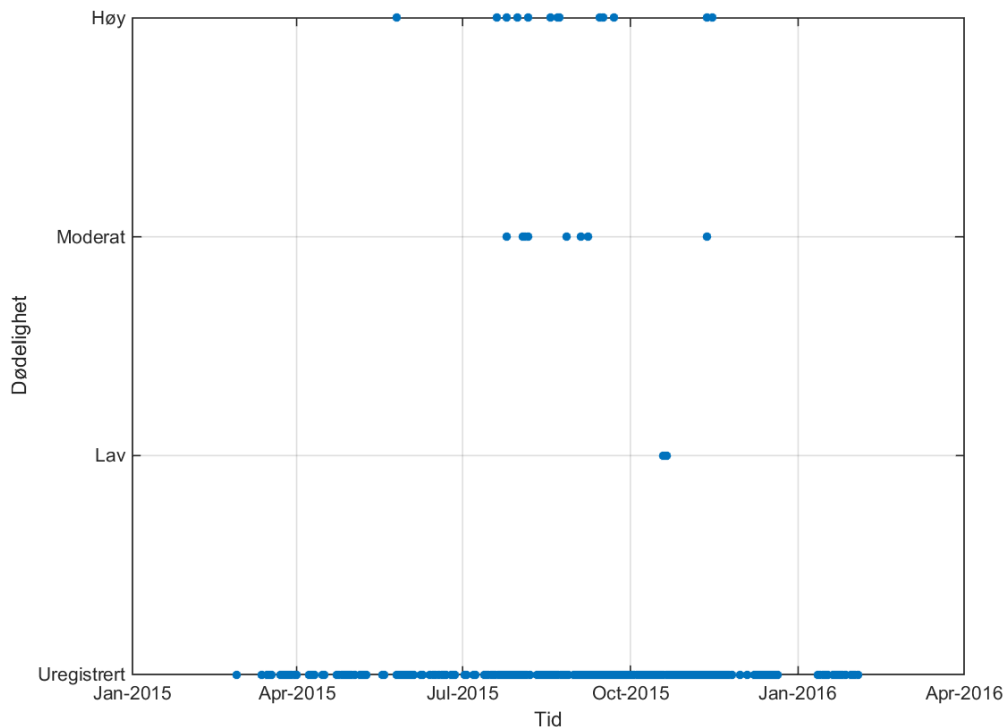
Figur 4 Ferskvannstilførsel ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$) til nærområdet til Oppdretter 1, det er ikke korrigert for eventuell vannføring som tilføres via sideelver nedstrøms målestasjonene. Data fra NVE. Utgang (dødelighet) hos Oppdretter 1 i forbindelse med avlusing med hydrogenperoksid er angitt som punkt i figuren. Dag 50 = 19 februar; dag 275 = 2 oktober.

5.2 Avlusingsoperasjoner

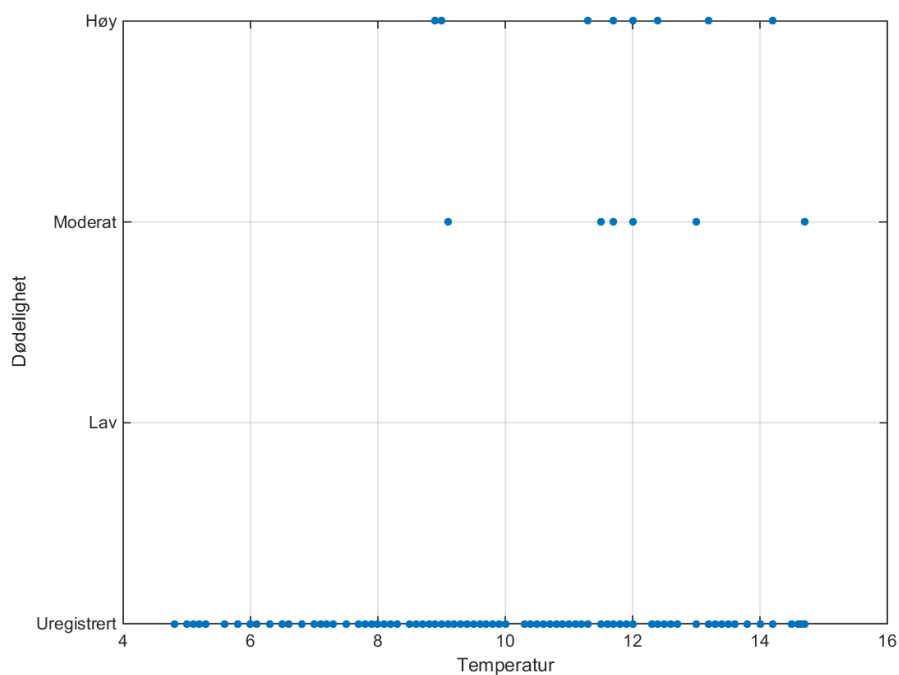
Prosjektet fikk tilgang til ca. 600 avlusingsoperasjoner i perioden februar 2015 til februar 2016 fra AQS. Datasettet ble benyttet til å undersøke om det var sammenhenger mellom registrert dødelighet versus sjøtemperatur, hydrogenperoksidkonsentrasjon, samt tid på året avlusingen ble utført, samt konsentrasjon av hydrogenperoksid versus sjøtemperatur. I datasettet er det knyttet usikkerhet til både registrert dødelighet og målt hydrogenperoksidkonsentrasjon. For dødelighetstall ligger usikkerheten i hvorvidt oppdretter har rapportert inn all registrert død fisk til AQS også etter at det er gått noen tid fra avlusingen ble avsluttet. Når det gjelder usikkerhet knyttet til målt konsentrasjon av hydrogenperoksid under avlusning gjelder følgende:

- 1) Dukvolumet kan variere mellom 80 og 140 % av teoretisk volum (FHF-prosjektnr. 901011).
- 2) Hydrogenperoksid er tyngre enn vann og vil derfor falle til bunnen av duken, det kan derfor være vanskelig å oppnå en homogen innblanding i duken og konsentrasjonen vil da være høyere i nedre del av duken sammenliknet med i overflaten (Volent pers. komm.).

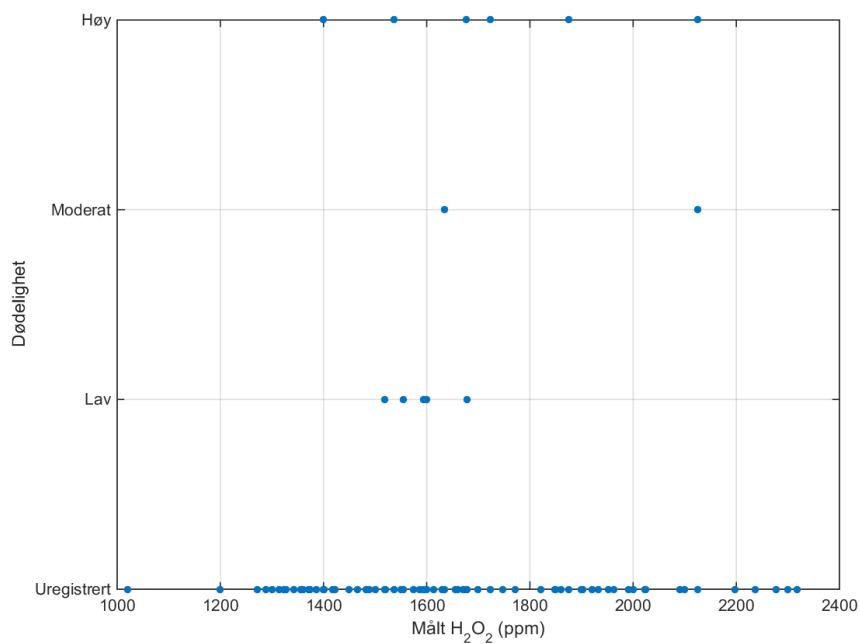
I 2015 ble det registrert dødelighet i forbindelse med avlusingsoperasjoner i perioden mai til november, de fleste tilfellene av dødelighet inntraff i juli, august og september (Figur 5). Det er registrert tre tilfeller av dødelighet ved sjøtemperatur på ca 9 °C, mens de øvrige tilfellene med dødelighet ble registrert når sjøtemperaturen var over 11 °C (Figur 6). Når det gjelder dødelighet som funksjon av hydrogenperoksid er bildet mer sammensatt og det er registrert dødelighet i omtrent hele spekteret fra lavere til høyere konsentrasjoner (1300 – 2200 ppm; Figur 7). Videre viser Figur 8 at konsentrasjonen av hydrogenperoksid under avlusingsoperasjoner tilpasses sjøtemperaturen med reduserte mengder med økende sjøtemperatur.



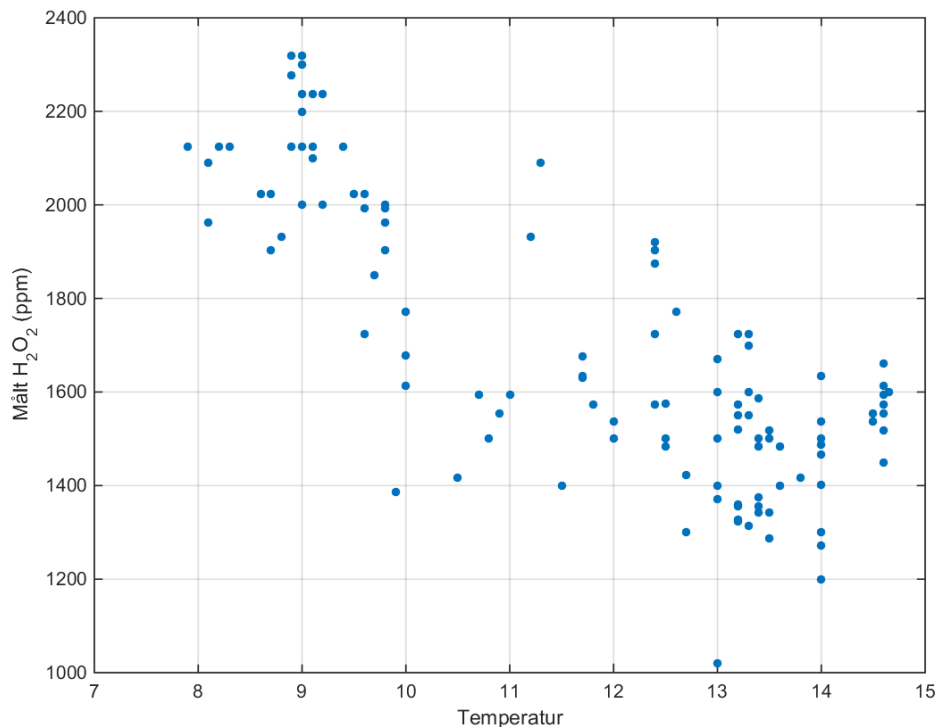
Figur 5 Dødelighet (punkt) som funksjon av når på året avlusingen ble utført. Dødelighet er angitt som høy, moderat eller lav. Uregistrert betyr at det er foretatt avlusning men ikke registrert dødelighet. Data fra AQS.



Figur 6 Dødelighet (punkt) som funksjon av sjøtemperatur. Dødelighet er angitt som høy, moderat eller lav. Uregistrert betyr at det er foretatt avlusing men ikke registrert dødelighet. Data fra AQS.



Figur 7 Dødelighet (punkt) som funksjon av konsentrasjon hydrogenperoksid. Dødelighet er angitt som høy, moderat eller lav. Uregistrert betyr at det er foretatt avlusing men ikke registrert dødelighet. Data fra AQS.



Figur 8 Konsentrasjon av hydrogenperoksid som funksjon av sjøtemperatur. Data fra AQS.

6 Konklusjon.

Generelt foreligger det sparsomt med algedata fra oppdrettslokaliteter i forkant av avlusingsoperasjoner, algeprøvene er som regel samlet inn rett før, under eller etter en avlusing. Dette betyr at selv om innsamlet prøvemateriale indikerer normale algeforekomster ved avlusing kan det ha vært langt høyere algemengder eller en annen algesammensetning i perioden før avlusingen ble gjennomført, som kan ha påvirket fisken i negativ retning uten at det er mulig å dokumentere dette. Siden gjelleskader er oppgitt som kontraindikasjon for når avlusing med hydrogenperoksid kan gjennomføres, og basert på informasjonen samlet inn i dette prosjektet ser det ut til at gjellehelse ikke undersøkes regelmessig i forbindelse med planlagt avlusing med hydrogenperoksid. Det er kjent at planktonalger (og dyreplankton) kan påføre fisken kliniske gjelleskader, og med tanke på at hydrogenperoksid har en akutt virkning på gjellevevet er det mulig at fisk med allerede svekket gjellehelse er mer utsatt ved denne type avlusing og kanskje spesielt ved gjentatte behandlinger med hydrogenperoksid.

Videre viser bedriftsbesøkene at det registreres mye data men de er ofte vanskelig tilgjengelig for data-analyser da de er registrert i ulike databaser, samt ofte forekommer håndskrevet på papir arkivert i permer på de ulike anleggene. Tilleggsdata fra AQS gav større datasett og flere variabler, men manglet faktorer som i denne sammenhengen ville vært essensielle for å kunne se sammenhenger mellom behandling med hydrogenperoksid og dødelighet. For eksempel mangler informasjon om sykdomshistorikk, antall avlusinger fisken har vært utsatt for tidligere, hvilken årsklasse fisken tilhører (alder), og i mange sammenhenger dødelighet på fisk dersom denne har inntruffet etter at avlusingsoperasjonen er gjennomført og personell har forlatt lokaliteten. Dette er informasjon som de ulike anleggene besitter, men den er svært vanskelig tilgjengelig. Ved case-lokalitetene ble denne informasjonen gitt, men det var for få hendelser til at det kunne gi tilstrekkelig datagrunnlag.

7 Forslag til oppfølging

Erfaringer fra prosjektet og rutinene med registrering av data i forskjellige databaser og på papir viser at det er vanskelig å finne noen sammenhenger både med hensyn på skader grunnet dosering av H₂O₂, alger eller andre registrerte miljøforhold. Rutinene med registrering er forskjellig fra oppdretter til oppdretter, som forverrer mulighetene for å finne gode sammenhenger med hensyn på dødelighet.

Forslag til oppfølging av prosjektet er å gjennomføre et arbeidsmøte, der resultatene diskuteres med næringen. Hovedfokus må være en kombinasjon av det som har vært utført av undersøkelser og hva som kan gjøres for å bedre forståelsen av hva som skjer ved fiskedød.

Når det gjelder H₂O₂, og dens virkning på planktonalger er det begrenset litteratur og vi foreslår derfor å undersøke nærmere hvilke påvirkning H₂O₂ har på utvalgte toksinproduserende planktonalger (Southard 2005). I den forbindelse foreslår vi at utvalgte mikroalger dyrkes opp og testes for ulike konsentrasjoner av H₂O₂, for å se hvordan dette påvirker cellene fysisk og for å se om cellene sprekker og om toksiner fra algene frigjøres eventuelt til vannet.

Videre foreslår vi, at det gjennomføres et prosjekt der det fokuseres på resultatene fra arbeidsmøtet og standardisering av datainnsamlingen digitalt, for å finne hensiktsmessige variabler og relevante parametere, som kan brukes til input i analyser i et operasjonsstøtteverktøy. Hovedpoenget her bør være at man kan få samlet enhetlige standardiserte data som beskriver en situasjon før under og etter en operasjon for eksempel en avlusing. Dataene kan igjen benyttes til konsekvensanalyse av en operasjon, til bruk for oppdretterne i tillegg til at de innsamlede dataene kan benyttes til forskning.

Et slikt operasjonsstøtteverktøy skal inneholde manuell og automatisk innsamling av utvalgte variabler og parametere med muligheter for utvidelse. For eksempel, innsamling av data som fôring (mengde og tidspunkter), gjellescore, lusetellinger, hydrografi (salt, temperatur med hensyn på dypet), strøm fart og retning, bølger, DO (O₂), turbiditet (FTU/siktedyp), klorofyll *a* (Chl *a* fluorescens), og plankton- og manetforekomster, fiskehelse og fiskedød før/under/etter en operasjon. Verktøyet bør være slik at det er minst mulig merbelastning for driftsledere og røktere samtidig som at analyseverktøyet er intelligent, selvforklarende og gir veiledning under en operasjon.

I tillegg må operasjonsstøtteverktøyet kunne benyttes kontinuerlig fra utsett av fisken til slakting. Dette for å fange opp hendelser som kan gi langtidseffekt på fiskehelsen. For eksempel en varsel om forhøyet Chl *a* og dårligere siktedyp, kan bety algeoppblomstring, som igjen kan gi dårligere gjellescore. Ved varsel om forhøyet Chl *a* og/eller dårlig siktedyp må man sende inn prøver for analyse.

Operasjonsstøtteverktøyet vil gi et unikt datasett som kan si noe om hvordan miljøforhold, planktonalger og dyreplankton (småmaneter, hydroiderester/actinulastadier, larvestadier av pigghuder og skjell) påvirker fiskehelsen og gjellestatus, og hvilken betydning fiskehelsen kan ha for utfallet av avlusingsoperasjoner og andre operasjoner som trenging, notspyling, etc.

Det vil også være nyttig å registrere villfisk i tilknytning til oppdrettsanleggene i studien da de kan brukes som en indikator for biologisk ugunstige forhold i vannsøylen. I tillegg er det også viktig å ha kunnskap om fiskens sykdomsbilde, samt ferskvannsavrenning og mulig utløsning av toksiske metallforbindelser som også bør kunne registreres i en slik database med analyseverktøy.

8 Leveranser

Et oppstartsmøte i oktober 2015.

To bedriftsbesøk gjennomført i november 2015.

Et telefonmøte med deltakere fra referansegruppen og SINTEF, mars 2016.

Faglig rapport.

Sluttmøte

9 Litteratur

Anon. 1 Preparatomtale Paramove 49,5 w/w konsentrat til behandlingsoppløsning til fisk. Lastet ned 20151201 fra slv.no.

Anon. 2 Preparatomtale Hydrogenperoksid Akzo Nobel Pulp and Performance Chemical AB 49,5 % konsentrat til behandlingsoppløsning til fisk. Lastet ned 20151201 fra slv.no.

Arff, J., Miguez, B.M. 2016. Marine microalgae and harmful algal blooms: A European perspective. I: Tsaloglou, M.N. (red.) *Microalgae Current Research and Applications*, Caister Academic Press, UK s. 45-72.

Bjerknes, W., Fyllingen, I., Holtet, L., Teien, H.C., Rosseland, B.O. Kroglund, F. 2003. Aluminium in acidic river water causes mortality of farmed Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.) in Norwegian fjords. *Mar. Chem.* 83:169-174.

Grøntvedt, R.N., Jansen, P.A., Horsberg, T.E, Helgesen, K., Tarpai, A. 2014. The surveillance programme for resistance to chemotherapeutants in salmon lice (*Lepeophtheirus salmonis*) in Norway 2014. *Surveillance programmes for terrestrial and aquatic animals in Norway. Annual report 2014*. Oslo: Norwegian Veterinary Institute 2015.

Kiemer, M.C.B, Black, K.D. 1997. The effects of hydrogen peroxide on the gill tissues of Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *Aquaculture* 153:181-189.

Powell, M.D., Perry, S.F. 1997. Respiratory and acid-base pathophysiology of hydrogen peroxide in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum). *Aquatic Toxicology*, s. 99-112.

Rodger, H.D., Henry, L., Mitchell, S.O. 2011. Non-infectious gill disorders of marine salmonide fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 21(3):423-440.

Southard, G.M., 2005. Use of Hydrogen Peroxide as an Algaecide for *Prymnesium parvum*. In : *Management of Prymnesium parvum at Texas State Fish Hatcheries, A.Barkoh and L.T.Fries (Editors). Texas Parks and Wildlife Department, Management Data Series No. 236, PWD RP T3200-1138 (1/06), Austin, Texas, pp. 35-38.*

Speare, D.J., Brackett, J., Ferguson, H.W. 1989. Sequential pathology of the gills of Coho salmon with a combined diatom and microsporidian gill infection. *Can. Vet. J.* 30:571-575.

Speare, D.J., Carvajal, V., Horney, B.S. 1999. Growth Suppression and Branchitis in Trout Exposed to Hydrogen Peroxide. *J. Comp. Path.* 120: 391-402.

Tangen, K. 1999. Skadelig plankton i fiskeoppdrett. I: Poppe, T. (red.) *Fiskehelse og fiske sykdommer*. Universitetsforlaget, Oslo, s. 252-265.

Tangen, K. 2005. Harmful jellyplankton in Norwegian aquaculture and fisheries. Fugro OCEANOR rapport nr. 1259/2/2.

Thomassen, J.M. 1993. A new method for control of salmon lice. I: Reinertsen, Dahle, Jørgensen, Tvinnerem (red): *Fish Farming Technology*. Balkema, Rotterdam, s. 233-236.

FOR-2012-12-05-1140. Forskrift om bekjempelse av lakselus i akvakulturanlegg.
<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2012-12-05-1140>

Vedlegg 1: Spørreskjema oppdrettere.

Avlusning med hydrogenperoksid og miljøfaktorer

Spørsmål om aktuell lokalitet til driftsleder/veterinær/biologisk ansvarlig

Lokalitet:

Dato:

	Ja	Nei
Temperatur		
Salinitet		
Strøm/vindretning		
Siktedyp		
Oksygen, både før og etter behandling og evt. tilsatt oksygen under behandling		
Utføring		
Oppførsel på fisk før, under og etter behandling		
Størrelse og årsklasse på fisk, hvor lenge har den stått i sjø		
Sykdomshistorikk		
Lusehistorikk, hvor mange tidligere behandlinger		
Opprinnelse på settefisk		
Produsent av hydrogenperoksid		
Konsentrasjon av hydrogenperoksid		
Eksponeeringstid		
Trengningsdyp		
Presenning eller brønnbåt		
Andre tilsetningsstoffer under behandling (f.eks nellikolje)		
Hvor mye død fisk		
Forskjeller mellom merder under behandling		
Gjelleskår		
Metall på gjellene, histo-patologiske funn		
Når ble dødelighet observert? Under behandling, ved slipp, i etterkant?		
Hvordan er adferd på villfisk ved merd, og er det mye f.eks sei		
Begroing og vasking av not		
Hvordan er dødelighet på anlegg når man sammenligner merder avluset på ulike dager i samme periode		
Skader på not ved bruk av hydrogenperoksid		



Teknologi for et bedre samfunn

www.sintef.no