

Episoder med skadelige alger og maneter i oppdrett - hva kan vi lære av erfaringer fra merdkanten



HovedkontorØkernveien 94
0579 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00**NIVA Region Sør**Jon Lilletuns vei 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00**NIVA Region Innlandet**Sandvikaveien 59
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00**NIVA Region Vest**Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00**NIVA Danmark**Njalsgade 76, 4. sal
2300 København S, Danmark
Telefon (45) 39 17 97 33Internett: www.niva.no

Tittel Episoder med skadelige alger og maneter i oppdrett- hva kan vi lære av erfaringer fra merdkanten	Løpenummer 7755-2022	Dato 09.06.2022
Forfatter(e) Trine Dale, Trude Borch ¹ , Gjermund Bahr ¹ , Patricio Feest ² , Fernanda Cisterna ² ¹ Akvaplan-niva, ² NIVA Chile	Akvakultur	Distribusjon Åpen
	Geografisk område	Sider 27+ vedlegg

Oppdragsgiver(e) FHF – Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfinansiering	Kontaktperson hos oppdragsgiver Kjell Maroni
Oppdragsgivers utgivelse:	Utgitt av NIVA Prosjektnummer 210052

Sammendrag

Noen ganger forårsaker oppblomstringer av alger og maneter skadelig for akvakulturvirksomhet og forårsaker fiskedød og redusert fiskevelferd. Et ferskt eksempel er oppblomstringen av *Chrysochromulia leadbeateri* i 2019 som forårsaket massiv fiskedød og store tap for de oppdretterne som ble berørt. Det er en bekymring for at havbruksnæringen vil oppleve økte problemer med skadelige alger og maneter i fremtiden grunnet klimaendringer. Et steg på veien mot et system som kan bidra til å forebygge og håndtere episoder med skadelige alger og maneter er å sammenstille eksisterende kunnskap, både den som finnes i forsknings- og teknologimiljøene og den som næringen selv besitter. I dette prosjektet har vi samlet vitenskapelig og erfaringsbasert kunnskap om hvordan skader grunnet alger og maneter kan forebygges og håndteres, og laget en prototype på et brukervennlig verktøy som tilgjengeliggjør dette kunnskapsgrunnlaget. Vi har innhentet erfaringsbasert kunnskap gjennom dybdeintervjuer med oppdrettere og fiskehelsepersonell fra Norge, Chile, Canada og UK. Her rapporteres resultatene fra disse intervjuene herunder respondentenes beskrivelser av hvordan episoder med skadelige alger og manetoppblomstringer arter seg, deres erfaringer med ulike avbøtende tiltak og hvordan disse har virket, tanker omkring hvordan man kan bygge beredskap for fremtiden.

Fire emneord	Four keywords
1. Lakseoppdrett 2. Algeoppblomstring 3. Manetoppblomstring 4. Dødelighet	1. Salmon farming 2. Algal bloom 3. Jellyfish bloom 4. Fish mortality

Denne rapporten er kvalitetssikret iht. NIVAs kvalitetssystem og godkjent av:

Trine Dale
Prosjektleder/Hovedforfatter

Åse Åtland
Kvalitetssikrer

Åse Åtland
Forskningsdirektør

ISBN 978-82-577-7491-2
NIVA-rapport ISSN 1894-7948

© Norsk institutt for vannforskning. Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse.

**Episoder med skadelige alger og maneter i
oppdrett- hva kan vi lære av erfaringer fra
merdkanten?**

Forord

I prosjektet "Hvordan forebygge og håndtere episoder med skadelige alger og maneter" er eksisterende kunnskap, både den som finnes i forsknings- og teknologimiljøene og den som næringen selv besitter kartlagt og sammenstilt. Kunnskapen skal integreres i et brukervennlig verktøy hvis ultimate mål er å unngå skade på fisk i forbindelse med skadelige alger og maneter. Inneværende rapport er en delrapport hvor vi har sammenstilt erfaringsbasert kunnskap knyttet til alge- og manetoppblomstringer i oppdrett. Prosjektet er finansiert av Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfinansiering (FHF prosjektnummer 901664) og har vært gjennomført som et samarbeid mellom NIVA, NIVA Chile, Akvaplan-niva og Glåmseter Industridesign. Takk til Ole-Kristian Hess-Erga, Kamilla Furseth og Sanna Matsson for hjelp med transkribering av intervjuene og til Paula Andrea Rojas-Tirado, Bibiana Crespo og Endre Steigum for hjelp med oversettelse mellom spansk og norsk.

Bergen, 08.06.2022

Trine Dale/Prosjektleder

Innholdsfortegnelse

1	Introduksjon og bakgrunn.....	7
2	Materiale og metode.....	8
3	Resultater	9
3.1	Hva skjedde ?	9
3.1.1	Episoder med massedød.....	9
3.1.2	Beskrevne episoder med forhøyet dødelighet, gjelleproblemer, sår og dårlig appetitt.....	11
3.2	Tiltak	13
3.2.1	Redusert føring	13
3.2.2	«Fred og ro».....	14
3.2.3	Skape oppstrømming/ «upwelling» av dypvann	14
3.2.4	Boblegardiner	15
3.2.5	Luseskjørt/semi-lukket	15
3.2.6	Flytting av fisk	16
3.2.7	Slakting.....	17
3.3	Skadelig alger og maneter som risikofaktor for din virksomhet.....	22
3.4	Felleskapsløsninger	23
3.4.1	Overvåkning	23
3.4.2	Varsling/Datadeling/informasjonsutveksling	24
3.4.3	Felles beredskapsplaner	25
3.5	Kunnskap/utdanning/opplæring.....	26
4	Referanser	28

Sammen drag

Alge og manet oppblomstringer er naturlige fenomen. Noen ganger er imidlertid oppblomstringer av alger og maneter skadelige for akvakulturvirksomhet og forårsaker fiskedød og redusert fiskevelferd. Et ferskt eksempel på dette er oppblomstringen av *Chrysochromulia leadbeateri* i 2019 som forårsaket massiv fiskedød og store tap for de oppdretterne som ble berørt. Temperaturøkning, eutrofiering, havforsuring og endringer i sirkulasjonsmønster og lagdeling er faktorer som enkeltvis eller i kombinasjon kan endre frekvensen og intensiteten av skadelige alge- og manetoppblomstringer. Det er derfor en bekymring for at havbruksnæringen vil oppleve økte problemer med skadelige alger og maneter i fremtiden. Første steg på veien mot et system som kan bidra til å forebygge og håndtere episoder med skadelige alger og maneter er å sammenstille eksisterende kunnskap, både den som finnes i forsknings- og teknologimiljøene og den som næringen selv besitter. Vitenskapelig kunnskap kan imidlertid være vanskelig tilgjengelig for praktikere, og erfaringene fra merdkanten tilflyter ikke nødvendigvis forskningsmiljøene. I dette prosjektet har vi samlet vitenskapelig og erfaringsbasert kunnskap om hvordan skader grunnet alger og maneter kan forebygges og håndteres, og laget en prototype på et brukervennlig verktøy som tilgjengeliggjør dette kunnskapsgrunnlaget. For å innhente erfaringsbasert kunnskap har vi gjennomført dybdeintervjuer med oppdrettere og fiskehelsepersonell fra Norge, Chile, Canada og UK. Her rapporterer vi resultatene fra disse intervjuene herunder respondentenes beskrivelser av hvordan episoder med skadelige alge og manetoppblomstringer arter seg, deres erfaringer med ulike avbøtende tiltak og hvordan disse har virket, tanker omkring hvordan man kan bygge beredskap for fremtiden.

Summary

Title: How to manage episodes with harmful algae and jellyfish blooms in salmon aquaculture? Lessons learned from fish farmers experiences.

Year:2022

Author(s): Trine Dale, Trude Borch, Gjermund Bahr, Patricio Feest, Fernanda Cisterna

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN 978-82-577-7491-2

Algae and jellyfish blooms are natural phenomena. However, sometimes these blooms are harmful to aquaculture activities and cause fish mortality and/or reduced fish welfare. A recent example is the *Chrysochromulia leadbeateri* bloom in Northern Norway in early summer 2019 which caused massive fish mortalities and heavy losses for the fish farmers affected. Temperature increase, eutrophication, ocean acidification and changes in circulation pattern and stratification are factors that individually or in combination can change the frequency and intensity of harmful algae and jellyfish blooms. It is therefore a concern that the aquaculture industry will experience increased problems with harmful algae and jellyfish in the future. A first steps toward a system that can help prevent and manage episodes of harmful algae and jellyfish is to compile existing knowledge, both the scientific knowledge and the knowledge possessed by the industry itself. However, scientific knowledge can be difficult to access for practitioners, and the experience-based knowledge from people at the farms does not necessarily reach the research communities. In this project we have combined scientific and experience-based knowledge about how damage due to algae and jellyfish can be prevented and managed and created a prototype of a user-friendly tool that makes this knowledge readily available. To collect experience-based knowledge, we conducted in-depth interviews with fish farmers and fish health personnel from Norway, Chile, Canada and the UK. Here we present the results from these interviews including the respondents' descriptions of how episodes of harmful algae and jellyfish blooms behave, their experiences with various mitigating measures and how well these worked, and finally how to build preparedness for the future.

1 Introduksjon og bakgrunn

Algeoppblomstringer er naturlige fenomen. Noen ganger er imidlertid algeoppblomstringer skadelige for akvakulturvirksomhet og forårsaker fiskedød, redusert fiskevelferd og giftige skjell. Globalt forårsaker skadelige alger store økonomiske tap for både akvakultur, fiskerier og turisme (Berdalet et al. 2016). *Chrysochromulina leadbeateri* tok i 2019 livet av mange tusen tonn laks i Nord-Norge, og mye fisk måtte nødslaktes. Kontali Analyse har estimert økonomiske konsekvenser av denne hendelsen til å ligge et sted mellom 2.3 og 2.8 milliarder NOK (FHF prosjekt 901574). I likhet med algeoppblomstringer er manetoppblomstringer også naturlige fenomen, som i gitte tilfeller skaper problemer både for turisme, fiskeri og akvakultur (Fenner *et al.*, 2010, Dong *et al.*, 2010, Bosch-Belmar et al. 2020).

Det ser ut til å være bred enighet om at frekvensen av skadelige algeoppblomstringer (HAB's) har økt siden 1980 tallet, og problemer med HAB's ekspanderer til nye områder (f.eks. Heisler et al. 2008, Anderson et al. 2012, Gobler et al. 2017, Gobler 2020, Glibert 2020). Hvorvidt manetpopulasjonen øker globalt, er foreløpig ikke helt klart (Purcell et al. 2012, Condon et al., 2013), men problemer med maneter har økt (Purcell et al. 2007, Richardson et al., 2009, Purcell et al., 2012), og da spesielt for fiskeoppdrett i Nord Atlanteren (Bosch-Belmar et al. 2020). Mange mener at temperaturøkning, eutrofiering, havforsuring og endringer i sirkulasjonsmønster og lagdeling er faktorer som enkeltvis eller i kombinasjon kan endre frekvensen og intensiteten av skadelige alge- og manetoppblomstringer (f.eks. Haraldsson et al. 2012, Wells et al. 2015, Glibert 2020, Goldstein & Steiner 2020). Det er derfor en bekymring for at havbruksnæringen vil oppleve økte problemer med skadelige alger og maneter i fremtiden.

Et viktig steg for å bygge opp hensiktsmessige ("fit for purpose") systemer for å forebygge og håndtere skadelige alger og maneter er å sammenstille eksisterende kunnskap, både den som finnes i forsknings- og teknologimiljøene og den erfaringsbaserte kunnskapen som aktører i og tilknyttet oppdrettsnæringen besitter. Dette vil identifisere kunnskapshull, og muliggjøre utforming av anbefalinger omkring beste praksis.

Den erfaringsbaserte kunnskapen knyttet til alge- og manetoppblomstringer i oppdrett er ofte av anekdotisk natur i betydningen at de som besitter den befinner seg spredt rundt i næringen, blant veterinærer og fiskehelsepersonell. For hver enkelt er erfaringen kanskje knyttet til et fåtall hendelser. Målsetningen for denne studien var derfor å samle og systematisere erfaringsbasert kunnskap slik at den kan være med på å danne grunnlag for anbefalinger og der det er mulig, beste praksis. Hvordan episoder med skadelige alger og maneter kan håndteres, alternativt ikke bør håndteres, kan være av stor betydning for å redusere konsekvensene av tilsvarende episoder for næringen i fremtiden.

Dette er en delrapport i FHF prosjektet «Hvordan forebygge og håndtere episoder med skadelige alger og maneter» (Prosjektnummer 901664).

2 Materiale og metode

Hensikten med studiet har vært å kartlegge og sammenstille erfaringsbasert kunnskap knyttet til alge- og manetoppblomstringer i oppdrett. Vi valgte derfor å gjennomføre kvalitative dybdeintervju med personer (heretter omtalt som respondenter) som har førstehåndskunnskap/erfaring med forebygging/overvåking og/eller håndtering av alge/manetoppblomstringer. Mulige respondenter ble identifisert på følgende måter:

- Blant Akvaplan-niva (ApN), NIVA og referansegruppen i prosjektet sitt nettverk i oppdrettsnæringen i Norge. ApN og NIVA var involvert i algeovervåking under den akutte situasjonen med giftalger i Nord-Norge i 2019. Vi kjente gjennom dette arbeidet til personer, selskap og organisasjoner som kunne være aktuelle for intervju tilknyttet denne konkrete hendelsen.
- Blant kunder som har etablert overvåking for å unngå problemer tilknyttet algeoppblomstring, og/eller kunder som har sendt vannprøver til NIVA for analyse av alger og maneter.
- Blant aktører som har vært omtalt i media fordi de har opplevd alge- eller manetproblemer (identifisert ved hjelp av søk i Retriever¹).
- I Chile blant NIVA Chile sitt nettverk i næringen.
- I Storbritannia og Canada via nettverket til NIVA og prosjektets referansegruppe.

Potensielle intervjuobjekter ble kontaktet per telefon eller e-post. Ved positivt svar ble respondentene invitert til Teams møte. Møteinvitasjonen hadde vedlagt et infoskriv hvor det stod litt om prosjektet samt en beskrivelse av rettigheter som respondent (se Vedlegg A). 33 respondenter ble intervjuet. Av disse var 20 fra Norge, 8 fra Chile, 5 fra Canada, Storbritannia og Irland. Intervjuene fulgte en intervjuguide som bestod av noen konkrete spørsmål og noen mer åpne diskusjonstema (se Vedlegg B). Intervjuene varte mellom 30 og 60 minutter. Alle intervjuene ble tatt opp ved hjelp av opptaksfunksjonen i Teams og deretter transkribert og analysert av flere i prosjektteamet. Studien er godkjent av Norsk senter for forskningsdata (NSD).

¹ <https://www.retriever.no/tag/medieovervaking/>

3 Resultater

3.1 Hva skjedde ?

Respondentene ble bedt om å fortelle, fritt og med egne ord om en selvvalgt episode/episoder med alger og/eller maneter som de hadde opplevd i jobbsammenheng. Vi ønsket «fortellinger fra merdkanten» som kunne illustrere hvordan alge- og manetproblemer kan arte seg. Intervjuene er ikke en kvantitativ datainnsamling og kan følgelig ikke anvendes til utarbeidelse av noen form for statistikk. Det var betydelig flere respondenter som delte erfaringer med algeepisoder enn respondenter som refererte til episoder som involverte maneter. Artene av alger som ble navngitt i intervjuene var *Chaetoceros concavicornis*, *C. convolutus*, *Leptocylindrus spp*, *Chrysochromulina leadbeaterii*, *C. polylepis*, *Prymnesium parvum*, *Karenia spp*, *Alexandrium catenella*, *Pseudochattonella* og *Heterosigma akashiwo*. Manetene som ble navngitt var *Pelgia noctiluca*, *Muggiae atlantica*, *Aurelia aurita (glassmanet)*. Erfaringene som respondentene valgte å snakke om faller grovt sett i to kategorier, 1) beskrivelser av episoder med massedød av fisk i et større område slik som *Chrysochromulina leadbeateri* oppblomstringen i Norge våren 2019 og *Pseudochattonella* blomstringen i 2016 i Chile og 2) beskrivelser av alge/manet episoder som har forårsaket forhøyet dødelighet i et begrenset område og/eller redusert velferd i form av gjelleproblemer, sår og redusert appetitt.

3.1.1 Episoder med massedød

Respondentene ga ingen definisjon av hva de mener med massedød (massiv dødelighet), men i episodene omtalt under tolker vi at det har vært > 50% dødelighet. Episodene var primært knyttet til oppblomstring av *Chrysochromulina leadbeateri*, *C. polylepis*, *Prymnesium parvum* samt *Pseudochattonella* og maneten *Pelagia noctiluca*. Basert på respondentenes beskrivelser er det noen fellestrekk ved disse episodene med massedød.

Akutt forløp. De fleste respondentene beskriver hendelsesforløpet som svært akutt. En av våre norske respondenter uttaler at «Anleggene var jo mindre på den tiden (1990 tallet), men ett anlegg mistet i praksis 95% av fisken på tre kvarter», en annen; «Det var temmelig akutt, det må vi kunne påstå», en tredje; «...så hørte vi noen bannskapsord og så sier de at nå ryr det fisk, veldig akutt». Tilsvarende historier beskrives fra Chile under blomstringen av *Pseudochattonella* i 2016 hvor en respondent forklarer; «anlegget hadde akkurat fått Coho laks og en natt døde 100% av biomassen». En annen sier at «...generelt ser man at arter av alger begynner å spre seg og gradvis øker, men i 2016 skjedde det fra det ene øyeblikket til det andre».

Lite forvarsel. Under blomstringen av *C. leadbeateri* hadde noen aktører blitt varslet av andre oppdrettere og var på denne måten forberedt på hva som kunne komme; «Det begynte med en massiv dødelighet hos naboene, vi merket ikke så mye før en god stund etterpå. Da vannet kom pumpende ut av Ofotfjorden fikk vi massiv dødelighet vi også». De fleste svarer avkrefteende på spørsmålet om det var noe forvarsel eller noen adferdsmessige tegn hos fisken på at noe var på gang utover varselet de fikk fra naboer; «Det var fôret akkurat som normalt og ingen tegn til noe som helst». Dette stemmer godt overens med beskrivelsen av en blomstring av *Prymnesium parvum* hvor en respondent beskriver; «Det var ingen forvarsel ikke sant, plutselig tok det en halv merd».

«Ingen slipper unna». Respondentene ble spurt om de oppfattet at noe fisk var mer sårbar enn andre ved slike hendelser. Ingen av episodene som beskrevet er helt like, men når vi oppsummerer

svarene fremstår det som at fisk av alle størrelser ble rammet, og at det ikke ser ut til å være et mønster i hvem «overleverne» er. Respondentene hadde alt fra nyutsatt fisk til slaktemoden fisk når hendelsen inntraff.

Overbelastet infrastruktur. I episodene med massedød blir infrastruktur slik som brønnbåter, dødfisktanker, ensilasjesystemer og slakterikapasitet "strukket". Mange anlegg rammes på en gang og mye fisk, både levende og død, må tas hånd om samtidig. En respondent uttrykker det slik; «*men det var jo mange andre og alle vil jo trenge brønnbåter da*», en annen sier at «*vi hadde fire brønnbåter i sving for å evakuere fire anlegg*». Basert på svarene fra de norske respondentene er det variasjon i selskapenes kapasitet til å håndtere store mengder dødfisk. En uttrykker det slik; «*Jeg tror vi skulle håndtert en (lokalitet), men vi er nok ikke er rusta til å håndtere mange samtidig*», en annen sier at «*Vi kan ta ganske mye på land i egen tank, så vi er bedre utrustet enn mange andre, men dør det et anlegg på 5000 tonn så har vi en utfordring, definitivt*». Flere av de som hadde stor avgang på fisken under C. leadbeateri blomstringen i 2019 fikk assistanse utenfra, blant annet spilte fiskeflåten en viktig rolle. En sier; «*tror vi hadde 3 forskjellige trålere hos oss. Husker den ene tråleren den var gedigen. Han kunne laste 1200 tonn om bord.*»

For ytterligere eksempler på hva respondentene har sagt om episoder med massedød se Error! Reference source not found..

Tabell 1. Sagt om episoder med massedød. NB. Punktet om overbelastet infrastruktur er kun fra svarene til norske respondenter.

Akutt	<ul style="list-style-type: none"> • <i>(manetene) bare feide gjennom anlegget og forårsaket massiv dødelighet med en gang, de var rett og slett en voldsom dødelighet</i> • <i>«veldig akutt dødelighet det var det jo.....»</i> • <i>«Anleggene var jo mindre på den tiden (1990 tallet), men ett anlegg mistet i praksis 95% av fisken på tre kvarter»,</i> • <i>«Det var temmelig akutt, det må vi kunne påstå»</i> • <i>« så hørte vi noen bannskapsord og så sier de at nå ryr det fisk, veldig akutt».</i> • <i>«...plutselig var det endring i sikt som vi kunne registrere på kameraene våre. Det var som en sky som kom inn i merden. Fisken reagerte umiddelbart og det ble umiddelbart dødelighet av dette.</i> • <i>«men dette var så akutt, det var som å knipse i en finger at fisken døde».</i> • <i>«andre anlegg ble raskt påvirket, opptil 100 % av biomassen».</i>
Ingen forvarsel	<ul style="list-style-type: none"> • <i>«Det var ingen forvarsel ikke sant, plutselig tok det en halv merd»</i> • <i>«Det var føret akkurat som normalt og ingen tegn til noe som helst»,</i> • <i>«Det var stort sett uten at noen registrert noen forvarsel om at noe var på ferde. Det var plutselig og massiv dødelighet.</i> • <i>«Det var helt sprøtt, det var ingen forvarsel å få»</i>
Ingen slipper unna	<ul style="list-style-type: none"> • <i>«Den var satt ut høsten før og hadde stått i sjøen i 8-9 måneder. Den var rundt 1 kilo»</i> • <i>«Det var jo fisk som nærmet seg slaktemoden størrelse»</i> • <i>«Nei, det var fisk på rundt 1.5 kg»</i> • <i>« 2.5 kg snittvekt»</i> • <i>«Vi hadde nyutsatt fisk»</i> • <i>«Når det gjelder størrelse er ikke algeoppblomstringer selektiv, og kan påvirke fisk av enhver størrelse. Også flere arter av fisk»</i>
Overbelastet infrastruktur	<ul style="list-style-type: none"> • <i>«.....i en ideell verden burde kapasiteten for å kverne, ensiler og lagre dødfisk vært betydelig større»</i>

	<ul style="list-style-type: none"> • «Det vi hadde fokus på i først omgang i beredskapsgruppen var at vi måtte få inn utstyr og ressurser til å håndtere dødfisken» • «Vi brukte fiskebåter rett og slett, hadde ikke dødfisk kapasitet verken på flåtene eller på egne båter» • «Når vi laget beredskapsplaner så var jo alger veldig «worst case» når det gjaldt det å få mye dødfisk og hva man skulle gjøre med det» • «Vi hadde en periode hvor Hordafôr lå med to båter i anlegget som pumpet opp dødfisk direkte» • «Da ringte jeg umiddelbart til et rederi som heter Hordafôr. De er spesialister på å ta opp dødfisk rett fra merden - fordi jeg så at det var så mye at vi klarte ikke å håndtere det»
--	--

3.1.2 Beskrevne episoder med forhøyet dødelighet, gjelleproblemer, sår og dårlig appetitt

Episodene med forhøyet dødelighet, gjelleproblemer, sår og dårlig appetitt som ble beskrevet var knyttet til oppblomstring av *Chaetoceros convolutus*, *C. concavicornis*, *Leptocylindrus sp.*, *Karenia sp.*, *Alexandrium catenella*, *Heterosigma akashiwo*, *Muggiae*, *Apolemia*, *Aurelia aurita* (glassmanet) og *Cyanea capillata* (brennmanet). Det er viktig å presisere at noen av disse artene også har forårsaket massiv dødelighet.

Tilfellene beskrevet under 3.1.1. var utelukkende knyttet til toksiske arter. Episodene med forhøyet dødelighet, gjelleproblemer, sår og dårlig appetitt var knyttet til kjente toksiske arter men også til arter som forårsaker mekanisk skade på gjellene eller har ukjent skademekanisme.

Gjelleproblemer. Flere respondenter beskriver redusert gjellehelse knyttet til algeoppblomstringer. En sier; «Ja vi ser litt gjellebetennelse. Vi ser at gjellene er irritert eller har vært irritert». En annen sier «Nå ser vi en markant nedgang i gjellehelsen etter disse oppblomstringene». Flere beskriver også episoder hvor maneter gir gjelleskader; «*Muggiae* gav på enkelte lokaliteter stygge kroniske gjelleskader» eller «glassmanet og brennmanet har også forårsaket betydelige gjelleproblemer». Gjelleproblemer kan også bruke litt tid å utvikle seg, en respondent sier følgende om skader forårsaket av maneter; «det er sånn forsinket reaksjon. Det er to uker etter eksponering, så ser vi problemene på gjellene». Det er ikke klart i hvor stor grad den reduserte gjellehelsen har ført til dødelighet i etterkant men utsagn som at «fisken blir så påkjent at du kan ikke avluse den for den har så dårlig gjeller» tyder på at man har hatt avgang på fisk. Gjellehelse er imidlertid sammensatt og mange faktorer kan bidra til at denne reduseres.

Adferdsendringer. Flere sier at alger/maneter påvirker adferd, og at fisken i så måte selv er en indikator på oppblomstringer. Mange respondenter beskriver eksempelvis appetittdropp knyttet til våroppblomstringen av kiselalger. En respondent forteller: «man vet at det kommer en våroppblomstring med kiselalger som gir dårlig appetitt». Flere fiskehelsebiologer/veterinærer nevner at et plutselig dropp i appetitt er noe som umiddelbart vekker mistanke og bidrar til at de tar vannprøver for analyse av alger. En sier at «Vi har tatt ut noen ekstra vannprøver hvis vi f.eks. har fått dropp i appetitten». Fisken kan vise tegn på respirasjonsproblemer slik som «gispning», eller tegn på å være generelt utilpass i merden. Adferd som hopping, risting på hodet og generell «skvettenhet» blir beskrevet av flere. En sier: «... fisken var veldig stresset, den hoppet enormt og mistet fullstendig appetitten». Noen har også opplevd at fisken har unngått overflatelaget i sjøen, eller trent seg sammen i deler av merden. En respondent sier at en av de sikreste tegnene de

bruker på at det er alger i vannet er at fisken svømmer så høyt i sjøen at ryggfinnerne stikker over vann, noe de omtaler som «finning».

Noen slipper unna ? I tilfellene beskrevet under 3.1.1 ble fisk av alle størrelser rammet. Svarene var noe mindre entydige for episodene som ikke ledet til massedød. Noen hadde erfart at fisken er spesielt sårbar i perioden rett etter utsett. Andre antyder at fisk som har sin andre sesong i sjø er mer sårbar, men at de er usikre på om dette skyldes størrelse *per se* eller livslengde og at de er påvirket av tidligere sesongers blomstringer. En sier; «*Jeg tror de generelt har en mye vanskeligere tid når de er inne på sitt andre år i sjøen. Igjen, de har sett to somre med blomstringer.*».

Komplekse forhold hvor det er vanskelig å generalisere. Respondentene beskriver alge- og manet problemer som komplekse, og alvorligheten avhenger av egenskaper ved selve blomstringen som konsentrasjon og varighet, og tilstanden til fisken slik at ingen situasjon er lik. En chilensk respondent beskriver følgende: «*skaden er ikke nødvendigvis avhengig av konsentrasjon, men også avhengig av tilstanden til anlegget og fisken.*». Flere påpeker betydningen av hva fisken har vært utsatt for av andre påkjenninger i forkant. En sier; «*generelt, etter enhver håndtering, [for eksempel lusebehandling] kan effekten av en mikroalge være større*», en annen sier «*Når du har en svak fisk og det kommer en algeoppblomstring, da er det ikke så kjekt*». Kombinasjon av faktorer bidrar også til at det er vanskelig å utvikle grenseverdier for hvilke konsentrasjoner av ulike arter som er skadelig. Noen land, slik som Chile, har nasjonale grenseverdier for et utvalg arter men noen chilenske respondenter uttrykker at disse kan være vanskelig å forholde seg til. Respondenter fra Storbritannia peker på betydningen av å utvikle egne grenseverdier basert på lokale forhold fordi grenseverdier fra et sted i verden ikke nødvendigvis kan overføres til andre steder: En uttaler: «*jeg tror vi startet med en grenseverdi på 500 000 celler per liter, og nå er sikkerhetsgrensene våre 2 000 000. Når vi har en blomstring, prøver vi å samle så mye informasjon vi kan og så se på hva vi trygt kan si er en grense*».

Driftsmessige tilpasninger. Flere respondenter beskriver at kunnskap og egne negative erfaringer med alger og maneter er tatt inn i driftsrutiner og prosedyrer og man tilpasser seg til det. En sier; «*I 2010-2011 hadde vi høy dødelighet rett etter utsett og siden da analyserer vi alltid (planteplankton) før utsett*». En annen sier; «*etter den hendelsen [kiselalger og behandling med hydrogenperoksyd] så begynte vi å ta mer og mer hensyn til algestatus i forkant av håndtering ved avlusning eller ved behandling når det var algeblomstring*». Det ser ut til at aktørene har flest tiltak for å redusere skadevirkninger mot den typen episoder som beskrives i dette avsnittet, altså forhøyet dødelighet, gjelleproblemer, sår og dårlig appetitt. Tiltakene som ble nevnt av respondentene beskrives i neste avsnitt.

For ytterligere eksempler på hva respondentene har sagt om episoder med forhøyet dødelighet, gjelleproblemer, sår og dårlig appetitt se **Tabell 2**.

Tabell 2. Sagt om episoder med forhøyet dødelighet, gjelleproblemer, sår og dårlig appetitt.

Adferd/tegn hos fisken	<ul style="list-style-type: none"> • «<i>...mot slutten av våroppblomstringen. Da opplever vi veldig ofte en økt hoppeaktivitet og gjerne i kombinasjon med redusert appetitt</i>» • «<i>redusert appetitt</i>» • «<i>de er generelt skvetne</i>» • «<i>finning* er et svært viktig tegn</i>» • «<i>riste på hodet og er mistilpasset i merden</i>» • «<i>Jeg har jo opplevd at fisken var veldig stresset, den hoppet enormt og mistet fullstendig appetitten</i>» • «<i>trenging i deler av merden</i>» • «<i>gispning</i>»
------------------------	---

	<ul style="list-style-type: none"> • «unngår overflaten, velger å stå dypere» • « vi har hatt nedadgående appetitt på grunn av det (maneter)»
Ingen slipper unna her heller?	<ul style="list-style-type: none"> • «En annen kritisk periode er tiden etter utsett, når fisken holder på å tilpasse seg til havforholdene» • «mindre fisk har større evne til å heles»
Driftstilpasninger (se også kap 3.2 om tiltak)	<ul style="list-style-type: none"> • «I 2010-2011 hadde vi høy dødelighet rett etter utsett og siden da analyserer vi alltid (planteplankton) før utsett» • «etter den hendelsen (kiselalger & hydrogenperoksyd) så begynte vi å ta mer og mer hensyn til algestatus i forkant av håndtering ved avlusning eller ved behandling når det var algeblomstring» • «Når vi skal overføre fisk til et anlegg, og vi må gå gjennom områder som har alger, avviker vi, eller avbryter overføringen» • «fremskynde slakt hvis man kan» • «Vi har jo av og til noen store brennmaneter som legger seg på nøtene, men det er mer at en tar hensyn til det dersom man skal gjøre en operasjon, lusebehandling, håndtering, slakt, trengning av fisk» • «Men helt klart det er en del av prosedyrer når vi håndterer fisk, er vi usikker så tar vi vannprøver i forkant»

*svømmer så høyt i vannoverflaten at ryggfinnen stikker over vann

3.2 Tiltak

Respondentene ble spurt om hvilke tiltak som kan iverksettes for å redusere skaden dersom det oppstår en episode med alger og maneter, og videre gi en vurdering av hvor godt tiltakene fungerer basert på egne erfaringer. Vi spurte også om respondentene hadde kjennskap til metoder som brukes i andre lakseproduserende områder og hvordan de tenker at disse metodene kunne fungere på egne lokaliteter/i eget selskap.

3.2.1 Redusert fôring

Tiltaket å stoppe eller redusere fôring nevnes av omtrent alle respondentene, og mange har inkludert dette som et tiltak i sine beredskapsplaner. Redusert fôring får fisken til å roe seg, og i mange tilfeller bidrar det til at den svømmer dypere i merden. Fisken tåler også mer i sultet tilstand. «Hovedtiltaket er å stoppe fôring» sier en respondent, en annen sier «Ellers er det å stoppe fôring, stoppe overflateaktiviteten og få fisken ned». En respondent beskriver en situasjon hvor effekten av redusert fôring under en algeepisode var svært tydelig «Det kom som et sjokk på oss, vi sultet jo ikke fisken før vi hadde fått litt dødelighet og vi skjønnte hva det var for noe. Fisk som skulle til slakt og som var på sulting allerede hadde vi ingen dødelighet på». Noen beskriver også at de styrer fôringen aktivt for å unngå høyt oksygenforbruk hos fisken i perioder hvor algene også konsumerer oksygen. En respondent fra Storbritannia sier «Vi endrer fôringsmønster med mer fôring om morgenen for å unngå oksygendropp på kvelden da fisken som du vet bruker mer oksygen når den fordøyer».

Oppsummering: Å redusere/stoppe fôring er et velkjent og velprøvd tiltak. Sultet fisk tåler mye mer. Det kan være gunstig å tilpasse fôringen til tid på døgnet hvor ikke algenes oksygenforbruk sammenfaller med høyt oksygenforbruk hos fisken.

3.2.2 «Fred og ro»

Flere respondenter beskriver at det å gi fisken «fred og ro» som et tiltak ved blomstring av alger og maneter: «*Minst mulig stress for fisken*». Fisken er mer sårbar etter håndtering og dette har effekt på hvordan fisken tåler belastning generelt og eksponering for alger og maneter spesielt. En norsk respondent beskriver «...*det blir jo hensyntatt under planlegging av operasjoner for eksempel at man ikke gjør behandlinger nattetid i perioder der et er høye algekonsentrasjoner og lavt O₂ på morrasiden*»

En annen erfaring er at fisk som har overlevd en periode med alger og maneter tåler lite håndtering i etterkant. Under blomstringen i 2019 var det aktører som hadde slakteklar fisk. De opplevde stor avgang om bord i brønnbåten; «*Fisken var så svak at vi kunne ikke levere til slakteri på vanlig måte. Tålte ikke frakten*». Slaktning på merdkant blir fremholdt som en løsning for algeeksponert fisk og dette tiltaket bidro til å redusere tapene under blomstringen i 2019: «*De pumpet inn og slaktet direkte og dermed berget vi jo mye mer fisk enn det vi kunne har gjort på annen måte*». Slaktning på merdkanten er også noe man har god erfaring med fra Sør-Norge. Denne praksisen fikk aktørene i sør inspirasjon til under et besøk i Canada; «*Det eneste var at vi lærte litt om sånne prosessbåter, de avliver på merdkanten.....det var en mye sikrere måte å gjøre det på. Avlive på merdkanten i en båt, så gikk du til slakteriet*».

Oppsummering: Unngå håndtering av fisken eller operasjoner som fører til stress og økt aktivitetsnivå. Unngå aktivitet deler av døgnet hvor algene bidrar til lavt O₂ nivå.

3.2.3 Skape oppstrømming/«upwelling» av dypvann

Det å skape oppstrømming eller «upwelling» av dypt vann er et tiltak som de aller fleste respondentene kjenner til og vet hvordan fungerer i teorien. Blant de norske respondentene var det imidlertid ikke så mange som hadde praktisk erfaring med å bruke oppstrømming som et tiltak for å avhjelpe problemer med alger eller maneter. Den praktiske erfaringen med dette er stort sett fra lengst sør i landet og ligger en god del år tilbake i tid (sent 80 tall og 1990 tallet). I denne perioden var oppdrettere fra sør på besøk i Canada og fikk dette demonstrert. Flere dro hjem og monterte liknende systemer. En respondent beskriver det slik «...*vi var blant annet en delegasjon i Canada for å få innspill på hvordan de håndterte algesituasjoner, som var enda mer årvisse og sesongsikre der borte, og prøvde å kopiere litt av det*». På spørsmålet om hvordan det fungerte i praksis under hjemlige forhold svarer samme respondent at de gikk inn i en periode hvor algeproblemene ble mindre og mange anlegg ble flyttet ut av fjordene til mer eksponerte lokaliteter. De fikk derfor ikke nok «*driftserfaring med dette i skarpe situasjoner*» til å kunne konkludere mtp. effekt.

Erfaringene fra Chile er at systemer for oppstrømming ikke er veldig effektive på strømsterke lokaliteter da systemene ikke klarer å forhindre at vann, og dermed alger og maneter, kommer inn i merden. Graden av suksess av oppstrømming som tiltak ser ut til å avhenge av flere faktorer. Hvilken art som blomstrer og hvordan denne er fordelt vertikalt i vannsøylen er svært viktig. En respondent i Sør-Norge sier at de hadde blandet erfaring med det å skape oppstrømming fordi algekonsentrasjonene kan være høyere eller like høye dypere ned; «...*de startet opp med masse trykkløst pumper og så økte bare dødeligheten*». Faren for å gjøre vondt verre påpekes også av chilenske respondenter. Her er erfaringen at enkelte arter sprekker opp ved kraftig vann/luft bevegelse, og dette fører til at algegiften i større grad slippes ut og distribueres i vannet. I Chile har de erfart at man skal være forsiktige med denne typen tiltak ved blomstring av dinoflagellater og andre flagellater og dette ble eksemplifisert med *Alexandrium catenella* og *Pseudochattonella*. De chilenske aktørene har bedre erfaring med bruk av oppstrømming når det er blomstring av

gjelleirriterende arter slik som kiselalger. En respondent sier «*For eksempel med Chaetoceros convolutus flytter vi på vannet (oppstrømming)*». Det fremkommer også fra intervjuene at man har en svært tett algeovervåkning på lokalitetene i områder hvor man har installert slikt utstyr. De har en stegvis tilnærming hvor første steg er å finne ut hvilken alge som er i vannet (se under avsnitt 3.5. Kunnskap/utdanning/opplæring).

Flere norske respondenter nevnte at «Midtnorskringen» skaper oppstrømming men de var samtidig skeptiske til om denne oppstrømmingen var kraftig nok til å forhindre at overflatevann kommer inn i merden. En respondent hadde «Midtnorskringen» ute i en merd på et tidspunkt hvor de ble utsatt for en algeepisode. Han forteller: «*...vi fikk etter hvert dødelighet i hele anlegget. Det var ikke noe som tilsa effekt av «Midtnorskringen»*». På spørsmålet om noen av løsningene fra Chile og Canada ville fungert i Norge ser ikke respondentene noen grunn til at vi ikke skulle få det til. De føyer imidlertid til at alge- og manetsituasjonen i Norge de senere årene har bidratt til at man ikke har sett seg tjent med dette. Med de problemene man stod ovenfor i Sør-Norge for 20-30 år siden så var denne vurderingen annerledes og en respondent sier; «*Det er klart det er jo veldig krevende og det koster selvsagt en del, men hvis valget er at det går til helsike så har du ikke noe valg. Da gjør du det*».

Oppsummering: Oppstrømming fungerer best på litt strømsvake lokaliteter. Tiltaket bør vurderes fra tilfelle til tilfelle basert på kunnskap om hvilken algearter man har i vannet og vertikalfordelingen av algene.

3.2.4 Boblegardiner

Boblegardiner er et tiltak som de aller fleste respondentene kjenner til og vet hvordan fungerer i teorien. Det var ingen av de norske respondentene som hadde praktisk erfaring med bruk av boblegardin. I likhet med oppstrømming er det flere av de utenlandske respondentene som nevner at boblegardiner ikke fungerer så godt på strømsterke/eksponerte lokaliteter. Det blir også påpekt at det er mye arbeid med å holde boblegardinsystemet operativt. En respondent beskriver det på denne måten; «*det er en voldsom prosess, de bruker en masse tid på å få det til å fungere*». En respondent påpekte også at det er energikrevende å drive systemet over lengre tid; «*Du vet at for å lage en vegg av bobler trenger du utrolig kraft. Vi hadde en massiv generator plassert her og mengden drivstoff den brenner bare for å holde systemet i gang*». Noen påpeker at slike systemer må brukes jevnlig og at tiltaket derfor er mest relevant i områder hvor man har jevnlig algeoppblomstringer. En uttrykker at systemer som ikke blir brukt: «*garantert ikke virker når du skal bruke det*» og utdyper med følgende; «*vi vil ikke ha slike slanger liggende å morkne i 30 år*».

Oppsummering: Boblegardiner fungerer best på litt strømsvake lokaliteter, bør vurderes fra tilfelle til tilfelle basert på kunnskap om hvilken alge man har i vannet og vertikalfordelingen av algene.

3.2.5 Luseskjørt/semi-lukket

Luseskjørt eller liknende fysisk barriere (semi-lukket) er noe som nevnes av flere. Noen respondenter har erfaring med å bruke dette med den hensikt å beskytte mot alger/maneter, mens andre forteller at de «tilfeldigvis» har hatt luseskjørt på når en episode oppstod. En respondent fra Canada sier «*vi bruker presenning som begrenser vanngjennomstrømmingen ned til et visst dyp*». Samme respondent påpeker at dette ikke brukes alene, men sammen med oppstrømming og/eller oksygenering; «*sammen med oppstrømming av dypt vann for å sørge for sirkulasjon i systemet. Oksygen er åpenbart også noe vi må supplere så det tilsettes til systemet også*». En annen sier at et system bestående av kombinasjonen luseskjørt, oksygenering og oppstrømming har vært en kostbar

investering men at de etter å ha innført disse tiltakene har mye bedre biologi. Noen påpeker at en kan få en økt algevekst inni merden med luseskjørt på grunn av mer stillestående vann og flere norske respondenter sier at de generelt løfter opp luseskjørtene når de får uventet dødelighet. Flere gjorde dette under blomstringen av *C. leadbeateri* i 2019. En sier: «Første tiltaket ved økt dødelighet var å løfte opp skjørtene», en annen forteller at «vi begynte å hive de opp. Løfte dem opp for bedre gjennomstrømming. Det hjalp ingenting». Hvorvidt luseskjørt kunne ha hjulpet under 2019 episoden er vanskelig å si da det antagelig avhenger av en rekke faktorer som dette datamaterialet ikke gir grunnlag for å identifisere. En respondent forklarer at «vi har et semi-lukket anlegg med vanninntak på 12-15 meters dyp. Men der også der så fant vi ugunstige algekonsentrasjoner på innsiden, så det var et typisk eksempel at de dybdene ikke er tilstrekkelig når algebeltet kommer sigende». En annen respondent sier: «I ettertid har jeg hørt at de som lot luseskjørtene stå på mener at det gikk marginalt bedre. Selv om jeg har mine tvil. De mener det. Man kan liksom ikke sammenligne lokaliteter mot hverandre for det var neppe samme konsentrasjon».

Oppsummering; Luseskjørt fungerer dersom blomstringen er begrenset til det vanddyppet skjørtet dekker. Beste effekt dersom det blir brukt sammen med andre tiltak som oksygenering og oppstrømming.

3.2.6 Flytting av fisk

Respondentene ble spurt om hvordan de så på muligheten til å flytte fisk som et tiltak ved alge- eller manetoppblomstring. Alle respondentene som svarte på dette spørsmålet, fremhevet at regelverket i utgangspunktet ikke tillater dette. Under oppblomstringen av *C. leadbeateri* i Norge i 2019 ble det imidlertid gitt dispensasjoner. Myndighetene i Chile har også gitt dispensasjoner i spesielle situasjoner hvor det har vært massiv algeoppblomstring, og ifølge våre chilenske respondenter så virker det som om denne typen dispensasjon gis lettere etter den massive episoden i Chile i 2016. Vi spurte respondentene om hvordan de vurderte flytting av fisk som et avbøtende tiltak for deres selskap gitt at det kunne gis dispensasjon. En respondent uttrykker: «Ja, det gjør jeg så absolutt for det var jo det vi lyktes med når vi har lite konkret å gjøre» «mellom slutten av mai og første uken av juni reddet vi 4 millioner fisk» mens en annen sier: «det vi gjør er å flytte fisk. Jeg tror det er det eneste som gjør at du kan garantere at fisken holder». Svarene varierer imidlertid geografisk, og etter hvordan selskapenes lokaliteter ligger i forhold til hverandre i et fjordsystem. En respondent uttrykker: «Hvis du bare ser isolert på hvordan man skal kunne flytte fisk, så tror jeg faktisk stort sett vi skulle hatt en plass å flytte den til» mens andre sier «det er ikke bare å hoste opp en lokalitet som står tom». «Vi har så tight drift på våre lokaliteter at det ikke er noe som står ledig som det er naturlig å flytte til» eller «Sånn som vi har organisert det her så er vi et kluster og så er det 10 timer gangtid til neste område hvor du kan få en trygg havn».

Selve flyttingen fremstår også som en risikofaktor i seg selv. Som nevnt under avsnitt 3.2.2. er fisk som allerede er eksponert for alger «håndteringssvak». En respondent uttrykker: «Litt senere i denne situasjonen var det noen som prøvde å flytte fisk, sende fisk til slakting og litt sårne ting. Noen lyktes med det men i noen slaktefiskføringer døde all fisken i båten også». En annen sier: «..... man må ha den rette kompetansen for å håndtere dette for det vi opplevde var at noen av de brønnbåtene vi benyttet fikk utfordringer med O₂-metningen om bord underveis. På grunn av tilstanden til fisken gikk de åpent og da tar man jo med seg alger inn i båten». Noen erfarte også at det var en relativt lang periode etter algeeksponeringen (*Chrysochromulia leadbeatri*) hvor transporter var problematisk; «det gikk to, tre fire uker før fisken tålte dette skikkelig igjen. Gjellene er nok mye mer skadet enn det vi først antok».

Flere respondenter påpeker at dersom flytting av fisk skal være et effektivt tiltak så må det være planlagt og tilrettelagt for dette på forhånd. Flere nevner beredskapslokaliteter, og at dersom

myndighetene hadde gitt tillatelse så kunne dette vært en del av en beredskapsplan. En respondent sier: «Jeg mener man bør ha tilgang på slike lokaliteter som kan ligge i dvale i tilfelle slike ting skjer» en annen uttrykker en tilsvarende oppfatning: «La oss si vi hadde tilgang på lokaliteter, beredskapslokaliteter.....om du kan sitte med en lokalitet i et annet område kombinert med en overvåkning om at noe er på tur så er jeg ikke i tvil om at det hadde reddet situasjonen». Planlegging og beredskap krever også kunnskap om strømforholdene i de kyst- og fjordsystemene hvor lokalitetene ligger. Man trenger å vite hva som er nærmeste område som i liten grad «deler vann» med egen lokalitet og dermed vil være trygg. En respondent uttrykker følgende; «Du skal være ganske sikker på at dit du flytter er en tryggere plass og det vet man jo ikke bestandig». Flere har fremhevet betydningen av samarbeide mellom selskapene, med myndighetene og med brønnbåter og fiskeflåte (se 3.1.1). I intervjuene påpekes betydningen av dette da det smalt i 2019, men også hvor viktig samarbeid vil være i å bygge beredskap for fremtiden. «Det å flytte fisk vil kreve samarbeid og at man låner lokaliteter av hverandre- men ja det er en mulighet». Godt gjennomarbeidede planer vil også forhindre uheldige etterspill. En respondent uttrykker det slik; «De som har frisk fisk i den sonen [som det blir flyttet til], for eksempel nyutsatt smolt i den sonen, og så kommer naboen drassende med slaktefisk. Det er jo ikke en bra løsning det heller selv om du får lov av Mattilsynet». (Se mer om fellesskapsløsninger under 3.4).

Oppsummering: Flytting av fisk avhenger først og fremst av tilgjengelige beredskapslokaliteter, men også av tilgjengelighet av utstyr (f.eks brønnbåter) og personell. Dette er spesielt utfordrende for små selskap. Flytting forutsetter varsling i flere dager på forhånd og at fisken har en helsestatus som tillater håndtering.

For ytterligere eksempler på hva respondentene har sagt om tiltak se **Tabell 3**

3.2.7 Slakting

Flere respondenter nevner (nød) slakting som et alternativ dersom man har stor fisk. En chilensk respondent sier at slakting er den del av deres beredskapsplan knyttet til algeoppblomstringer; «Tidlig høsting, eller overføring til områder som ikke har mikroalger».

Som nevnt under avsnittet om flytting av fisk, var det flere som påpekte at det var betydelig avgang på fisk som ble sendt til slakt nå blomstringen av *C. leadbeateri* var et faktum og fisken allerede var eksponert for algen. Dette underbygger betydningen av varsling, som en uttrykker det; «....hadde vi der hatt en ukes varsel hadde vi intensivert slaktingen».

Flere nevner at muligheten for å slakte på merdkanten kan redde en del verdier når man ikke har rukket å få fisken unna før en blomstring. En sier; «Så fikk vi jo og den der Norwegian Gannet, den der slaktebåten. Og de tok jo unna da resten. For de kunne jo slakte på merdkant. De pumpet inn og slaktet direkte og dermed berget vi jo mye mer fisk enn vi kunne ha gjort på en annen måte». En annen påpekte at muligheter for slakting på merdkanten som en del av beredskap mot algeoppblomstringer var kunnskap man tok med seg fra studieturer til Canada på 80-tallet. Respondenten mener man har denne muligheten i dag også dersom det er planlagt og tatt inn i beredskapsplaner; «Du avlivet på merdkanten og du hadde en bedre beredskap dersom noe skulle skje. Du tar større mengder, du avliver fisk, ikke sant og tar med deg slakten» og utdyper; «Du ser at det blir mer og mer prosessbåter rundt omkring. Vi har det i sør og det er mange andre som har det».

Oppsummering; Fremskyndet slakting av stor fisk er et godt tiltak dersom det iverksettes i tide. Transport til slakteri er en belastning hvis fisken allerede har vært eksponert for giftalger og det kan være stor avgang. Slakting på merdkant kan fungere godt også på eksponert fisk.

For ytterligere eksempler på hva respondentene har sagt om tiltak se **Tabell 3**

Tabell 3. Sagt om tiltak som kan redusere skade

Tiltak	Hensikt/Effekt	Erfaringer/Praksis
Stoppe eller redusere føring	Får fisken til å roe seg, svømmer dypere i merden, «tåler» mer stress og håndtering	<ul style="list-style-type: none"> • «Når en alge er oppdaget slutter vi automatisk med føringen» • «Når vi allerede har en blomstring minskes føringen» • «Slutt å føre» • «Etter sulting av fisken må man gradvis gjenoppta føringen»
«Fred og ro» Unngå/utsette arbeidsoperasjoner/transporter	Redusere fiskens sårbarhet (fisken er mer sårbar for alger/maneter etter mye håndtering og vice versa)	<ul style="list-style-type: none"> • «Fisken var så svak at vi ikke kunne levere til slakteri på vanlig måte. Tålte ikke frakten» • «Generelt, etter enhver håndtering (mot lakselus for eksempel), kan effekten av mikroalger være større» • «Stoppe aktivitet i anlegget»
Skape oppstrømming av vann fra dypet- «upwelling». Teknisk sett kan dette gjøres på flere måter. I Norge blir Midtnorskringen nevnt flere ganger. Denne gir en oppstrømning av vann.	Få opp vann fra dypere vannlag som (forhåpentligvis) har lavere konsentrasjoner av alger/maneter.	<ul style="list-style-type: none"> • «systemene fungerer kun i tilfeller med lav (alge) intensitet eller kort tid» • «Den fungerer på steder med lav strømhastighet» • «Det bør også tas i betraktning at det er dynamiske oppblomstringer, som er lagdelt i vannsøylen, med en dag-nattvandring» • «Oppstrøm sirkulering brukes nå. Fungere bra når vi har en blomstring i tidlig fase» • «Oppstrømming avhengig av algen» • «Det er ikke klart om det er trygt eller gunstig med oppstrømming når man har en bloom med <i>Alexandrium catenella</i>» • «Vi endrer retningen på sugeren og genererer en form for oppstrømning, spesielt når det er kiselalger. Hvis det er en nakne dinoflagellater, utfører vi ikke denne prosedyren» • «Overdreven vannbevegelse kan ødelegge mikroalgene, og hvis disse mikroalgene er fisketoksiske, kan de fisketoksiske produktene frigjøres og påvirke fisken» • «Et ganske absurd nettverk av diffusorslanger og diverse» • «Vi har jo den der Midtnorsk ringen som fører dypt vann opp. Det som var utfordringen for oss var jo at vi fant jo så masse alger nesten i hele vannsøylen. Vet ikke om vi fikk noe effekt av å boble opp vann» • «men vi fikk etter hvert dødelighet i hele anlegget, inkludert kontrollmerden (med Midtnorsk ring). Det var ikke noe som tilsa effekt fra 'midt-norsk ringen' (knyttet til dødeligheten).

<p>Boblegardiner. Litt ulik teknologi men prinsippet er trykkluftbobler slippes ut fra slanger som omkranser merden</p>	<p>Danner en vegg av luftbobler rundt anlegget. Gir også en oppstrømmingseffekt som skal få opp dypere vann (se over)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • «Det funker helt middels» • «Vi prøvde boblegardiner og det fungerte ikke. Vi kastet ut rhodaminet og så at strømmen blandet boblene og de beveget seg i alle retninger. Det anbefales ikke for steder med høy strøm». • «Den fungerer på steder med lav strømhastighet, på dynamiske lokaliteter har boblegardinene eller oppstrømmingene ikke den nødvendige kraften til å stoppe inntrengning av vann inne i merdene» • «Mange systemer har blitt implementert, boble, presenninger med dette har ikke gitt gode resultater». • Dysene som slipper ut luften gror til dersom det står i vannet uten å bli brukt. • Krever mye energi • Sårbart for vind
<p>«Topptak» Etter beskrivelsen likner dette på en tubenot</p>	<p>Tvinger fisken til å oppholde seg dypt</p>	<ul style="list-style-type: none"> • «Hvis det gjøres klart ved starten på algesesongen så er det raskt å iverksette hvis nødvendig» • «Fungerer greit teknisk»
<p>Oksygenering (se også punktet under)</p>	<p>Tilfører oksygen</p>	<ul style="list-style-type: none"> • «Hvis vi skulle få så store mengder at det legger seg på notveggene og den type ting så finnes det enklere tiltak som oksygenering og å strø sand på dem» • «Bruk av oksygeneringspontonger (OXZO)»
<p>Luseskjørt Alene eller sammen med andre tiltak som lufting/oksygenering</p>	<p>Fysisk barriere rundt anlegget</p>	<ul style="list-style-type: none"> • «Å plassere en barriere de første meterne, som hindrer tidevannet i å frakte manetene/mikroalgen inn, men det er fare for lite oksygen hvis oppblomstringen blir langvarig. Kan gi lavt O₂ nivå- bør kunne oksygenere» • «Næringsstoffer og i neste omgang alger kan oppkonsentreres inni skjørtet. Må åpnes innimellom for å «skylle ut».
<p>Flytting av fisk</p>		<ul style="list-style-type: none"> • «Å flytte fisk er et lurt grep» • «Ved giftige mikroalger er det bare å fjerne fisken» • «Det å flytte fisk vil kreve samarbeid og at man låner lokaliteter av hverandre- men ja det er en mulighet» • «Det må nesten være i forkant for jo mer du pumper og herjer med høye algetall så kan du gjøre vondt verre» • «Jeg tror at hvis den [Heterosigma konsentrasjonen] hadde overskredet 10 000 celler/ml, ville ingenting ha vært nyttig, bortsett fra å overføre biomassen til et annet senter eller ha slaktet fisken»

Slakting		<ul style="list-style-type: none">• <i>«Vi kan også begynne å slakte på forhånd»</i>• <i>«Tidlig høsting/slakting, overføring til områder som ikke er påvirket av mikroalger»</i>• <i>«Fremskynde slakting»</i>• <i>«Hvis fisken er stor, kan den slaktes tidligere».</i>• <i>«.....eller å slakte ut alt som er mulig»</i>
----------	--	---

3.3 Skadelig alger og maneter som risikofaktor for din virksomhet

Respondentene ble spurt om hvordan de vurderer oppblomstring av skadelige alger/maneter som en risikofaktor for den virksomheten de representerer. Ut fra respondentenes svar så ser det ut til å være noen systematiske forskjeller på hvordan alger og maneter rangeres som risikofaktor. I områder hvor det har vært gjentatte episoder (selv om ikke alle episodene har medført store tap) rangeres skadelige alger/maneter som en viktig risikofaktor. Dette gjelder eksempelvis i BC Canada, i Chile og delvis i Storbritannia. I Norge blir skadelige alger/maneter gjennomgående vurdert som en mindre viktig risikofaktor. Det interessante er at dette i betydelig grad også er tilbakemeldingen fra respondenter i de områdene som ble hardt rammet av den store algeoppblomstringen i 2019. Algeoppblomstringer blir betraktet som «katastrofale» når de inntreffer, men så lenge frekvensen av blomstringer er lav blir ikke den totale risikoen betraktet som særlig høy. En respondent uttrykker seg slik: «Det er veldig lav risiko. Det er mye som skal klaffe for at dette skal skje igjen. Nå har det skjedd to ganger på 30 år. Det er jo liten sannsynlighet». En annen uttrykker: «På en skala fra 1 til 10, tja vi har jo opplevd det et par ganger. Det er selvfølgelig en risiko, men den er lav, selv om konsekvensene kan bli katastrofale».

Det var også flere som påpekte at jo lenger tid det har gått siden en alvorlig hendelse jo mindre er fokuset på denne problemstillingen. En respondent forteller: «Jeg merker jo at jo lenger tid det går så dabbler fokuset. Stort påtrykk i kjølvannet, men så går det et år eller to så er det nesten ikke snakk om det lenger». Respondenter fra Chile og Canada uttrykte også at algeoppblomstringer forekommer hyppigere og at de fryktet at klimaendringer ville gjøre dette til et større problem i fremtiden. Noen sier at man allerede nå opplever flere blomstringer utenfor «sesong» samt et mer uforutsigbart algesamfunn. En uttrykker det denne måten: «På grunn av klimaendringer forventes disse hendelsene å være mer og mer tilbakevendende, derfor er det en risiko som må håndteres hver sommer». Også flere norske respondenter frykter at klimaendringene vil gi økt risiko for alge- og manetblomstringer, og en uttrykker følgende «Jeg syns jeg ser mer og mer av det, kanskje fordi at jeg i større grad ser etter det men jeg synes at jeg ser mer og perioden med blomstringer varer lenger og lenger, spesielt med maneter, vi ser mer og mer maneter» og videre «.....dette er en reell faktor som ligger og surrer i bakhodet til meg. Det er jo noe det kan bli mer og mer av, det er jeg ikke i tvil om». En annen sier: «Det er jo trender som peker på at dette ikke blir mindre viktig med årene, så det er høyst relevant».

Oppsummering: Alger og maneter oppfattes i varierende grad som en risiko, hvor frekvensen av alge- og manetproblemer er det som i størst grad styrer folks risikooppfatning. Mange tenker at klimaendringer vil føre til økt risiko for skadelige alge- og manetoppblomstringer.

For ytterligere eksempler på hva respondentene har sagt om alger og maneter som risikofaktor se **Tabell 4**.

Tabell 4 Sagt om alger og maneter som risikofaktor

- «Anser det som en stor risiko spesielt her i Sør Norge»
- «Ja, absolutt. Det er som å bo ved siden av en vulkan»
- «De er hindringer på veien og vi må leve med dem»
- «Det er en risiko som må håndteres hver sommer»
- «De er en risikofaktor for virksomheten fordi vi ser skadelige algeoppblomstringer med større frekvens og intensitet»
- «Det var jo veldig høyt på listen for to år siden. Den er vel ikke øverst og definitivt ikke nederst»
- «Sånn som vi har opplevd det som en 5 av 6. risiko».

- «Det er veldig lav risiko. Det er mye som skal klaffe for at dette skal skje igjen. Nå har det skjedd to ganger på 30 år. Det er jo liten sannsynlighet»
- «I forhold til de tidligere vurderingene vi har gjort både før og etterpå, så er risikoen lav. Det er i alle fall en lang frekvens imellom hver gang det skjer noe».
- «Tror det sitter lengder fremme hos meg enn hos mange andre siden jeg satt så tett på, men jeg merker jo at jo lenger tid det går så dabber fokuset»
- «Når man gjør risikovurdering en vurdering av hvor ofte det vil oppstå og hvor alvorlig det er. Vurderes som noe som skjer sjelden men er svært alvorlig»
- «Det er nok ikke det som ligger lengst oppe i sannsynlighetsberegninger når det gjelder mulige kriser, det er nok ikke det».
- «klimaendringene tendere til å øke temperaturen og vi opplever et mindre forutsigbart miljø, så jeg vil si at risikoen øker
- «Det ærlige svaret er at nei, jeg har ikke en bekymring for det, men det er kanskje på grunn av at det i mine over 20 år som oppdretter ikke har vært et problem som vi har måttet håndtere»
- «På en skala fra 1 til 10,... tja vi har jo opplevde det et par ganger. Det er selvfølgelig en risiko, men den er lav, selv om konsekvensene kan bli katastrofale»
- «Vi er jo redd for at det skal skje, men sannsynligheten for at det vil skje med det første er det jo ingen som vet»

3.4 Felleskapsløsninger

Vi spurte respondentene om erfaringer med eller ideer til felleskapsløsninger. Det som framkom av dette var alt fra datadeling/informasjonsutveksling, felles overvåking, beredskapsplaner med oversikt over utstyr og plan for deling av utstyr, felles øvelser på akutte hendelser og det å gå sammen om opplæring/kurs.

3.4.1 Overvåkning

Mange respondenter fremholder overvåkning som en felleskapsløsning som kan gjøre næringen bedre i stand til å håndtere problemer med alger og maneter. En uttrykker: «Det jeg har tenkt mange ganger på er hva kunne vi har gjort annerledes annet enn at vi skulle hatt en bedre overvåkning. Vi skulle ha visst om dette tidligere». En annen sier: «Det som vi pratet litt om, var om vi kunne gått i lag og i det samarbeidet man allerede har produksjonsområdemessig mellom aktørene. Da hadde det vært mulig å pinpointe noen plasser rundt om i produksjonsområdet som kunne fungert som en slags markører eller indikatorer, og sydd i hop en prøveuttakingsplan som kunne fungert som en overvåking og gitt et varsel om at det er noe som rører på seg og det er grunn til å være ekstra oppmerksom på lokalitetene og under transporter, håndterings situasjoner osv.». Det fremgår også av intervjuene at man enkelte steder i Norge allerede har etablert et felles overvåkingsopplegg. En sier: «Det som er nytt av året er at vi samarbeider med et annet selskap og har faste prøvestasjoner, tror det er 1 eller 2 hver, der hvor vi tenker at algene vil komme først. Vi har en viss overvåking og tanken er at hvis vi finner noe på de stasjonene, så har vi en plan for å øke [prøvetakningsfrekvens]». Fra intervjuene i Chile/Canada og UK fremkommer det at algeanalysene som oppdretterne gjør selv (evt i samarbeid med eksterne algeeksperter; se 3.5) ute på anleggene utgjør bærebjelken i overvåkningen. Noen bruker FlowCam² men mesteparten av analysene foregår ved mikroskopi.

² <https://www.fluidimaging.com/applications/marine-and-freshwater-research>

Mange steder er denne overvåkingen omfattende, med ukentlige eller daglige prøveuttak. En sier: «*alle våre sjøanlegg analyserer mikroalger en gang i uken, alle sentrene har mikroskop*», mens en annen sier: «*det variere dramatisk fra dag til dag. Det er viktig for oss å gjøre det (algeanalyser) daglig*». Også maneter overvåkes hyppig i områder hvor disse har forårsaket problemer: «*Vi overvåker dem [maneter] daglig om sommeren og hver andre/tredje dag gjennom vinteren*». Flere norske respondenter representerer selskaper som også opererer i Canada/Storbritannia/Chile og kjenner godt til praksisen hos sine kolleger i utlandet. En sier følgende om sine utenlandske kolleger: «*De har jo mye større problemer enn vi. De har et helt annet overvåkingsregime enn vi har, i perioder er det daglige vannprøver*». Denne respondenten påpeker at selskapet som helhet som følge av dette besitter en høy kompetanse på tematikken. Informasjonen deles i mange tilfelle med andre. Systemet for deling varierer en del. I noen tilfeller er det satt i system i andre tilfeller virker det mer «ad hoc» (se 3.4.2).

Oppsummering: Overvåking blir hyppig nevnt som en felleskapsløsning hvor det kan være mye å hente på koordinerte aktiviteter. Et viktig element i beredskap.

3.4.2 Varsling/Datadeling/informasjonsutveksling

Et av tiltakene som nevnes i intervjurunden er samarbeid og datadeling innenfor et område med "vannslektskap", for eksempel i et produksjonsområde (PO), fiskehelsenettverk, lusenettverk eller andre etablerte nettverk. Slike samarbeid er etablert enkelte steder i Norge allerede, og kunnskap deles i etablerte nettverk: «*nå er det jo algeovervåking i fiskehelsenettverket i alle fall i PO 3*». En annen sier: «*Vi er lusekoordinator og vi sender ut en rapport en gang i uken, i perioden med mye lus har vi Teams møte med oppdretterne annenhver uke. Etter 2019 har det blitt kutyme at hvis folk gjør funn av alger så tas det med i rapporten, og det er anledning til å ta det opp på disse Teams møtene*». Flere norske respondenter nevner spesielt BarentsWatch som en mulig plattform for varsling og deling av data.

En chilensk respondent nevner at de har utarbeidet noe de kaller samarbeidskart: «*Vi har en plattform i samarbeid med andre selskaper hvor varsler blir sett, jeg klikker på anlegget jeg vil se (naboer) og jeg får tilgang til antall og arter av mikroalger det har. I tillegg er det slik at laboratoriet som vi sender prøvene våre til for analyse gir oss varsler gjennom en plattform og telefon app hvor vi får informasjon om situasjonen på andre anlegg i nærheten*». Fra intervju med kanadiske aktører lærte vi at man deler data med andre oppdrettsselskaper, FoU institusjoner og myndigheter: «*Laboratoriet hvor vi sender prøvene våre til for å bli analysert gir oss også varsler gjennom en plattform og telefon app der vi kan se hvordan naboen vår har det*». I Skottland forteller en respondent at forskningsinstitusjonen SAMS er ansvarlig for overvåking av skjelloppdrett og at de deler sine rapporter fra dette med lakseoppdrettsnæringen.

Oppsummering: En systematisk måte å dele data om alger og maneter kan utgjøre et viktig element i en felles beredskap.

3.4.3 Felles beredskapsplaner

Det er et krav til selskapene om en beredskapsplan etter Akvakulturdriftforeskriften § 7. Det ville være positivt om oppdrettsselskaper i samme fjordsystem også utarbeidet en felles beredskapsplan med tanke på ulike hendelser som eksempelvis alge- og manetoppblomstringer, og noen selskaper startet opp et slik arbeid kort tid etter blomstringen i 2019.

Håndtering av dødfisk har vist seg å være en utfordring ved store hendelser slik som i Chile i 2016 og Norge i 2019, og mange respondenter peker på dødfiskhåndtering som et område hvor det kan være noe å hente på felles beredskap: «*Beredskap trenger ikke bare å være oppdrettsnæringa, ringnotflåten var jo en perfekt beredskap som kan ivareta ressursene der og da og har enorm stor kapasitet, og ikke minst kan ta vare på produktet med en verdiøkning. Hvis det lå i noen dager og du drev og ensilerte på det selv går det i ensilasje kategori 2, da betaler du 2 kr og har begrenset bruk*» og utdyper at bare det å komme i ensilasje kategori 3 gjør at du får betalt i stedet. «*Når det først går galt er det om å gjøre å utnytte ressursen som best man kan. Det bør vi også ha et veldig stort fokus på*».

En chilensk respondent sier: «*Vi har beredskapsplaner for lokaliteten godkjent av tilsynet og gruppeberedskapsplaner (flere selskaper) for hvert nabolag*» og utdyper at planen blant annet består i å vite hvilke båter som skal involveres for å få ut dødfisk. Også i Norge jobbes det på denne måten. En respondent sier blant annet at de har en egen gruppe som har jobbet med beredskapsplaner etter blomstringen i 2019 og noe av dette arbeidet går ut på å gjøre avtaler med båter som skal komme inn i en krisesituasjon. En fremhever også at det er viktig å unngå andre operasjoner som krever samme infrastruktur i perioden med høyest fare for algeoppblomstring: «*Det var jo ei feil tid for å ha dem i dokk (båtene) fant vi ut, og der skal ikke de der båtene være. Så større vedlikeholdsarbeid skal ikke gjøres i mai og juni*».

Oppsummering: Felles beredskapsplaner for alge- og manetoppblomstringer vil kunne forbedre håndteringen av en større alge/manet hendelse. Felles beredskapsplaner kan f.eks inneholde en oversikt over tilgjengelig infrastruktur f.eks. ensilasjesystemer, brønnbåter og eller annen lokal båtkapasitet (fiskeriflåte, turistfiskebåter o.l.).

For ytterligere eksempler på hva respondentene har sagt om fellesskapsløsninger se **Tabell 5**.

Tabell 5 Sagt om fellesskapsløsninger

Overvåkning	<ul style="list-style-type: none"> • «Overvåkning- hele kysten må med» • «Værmelding for alger» • «Beredskap i kritiske uker» • «Større overvåking og informasjonsplattformer» • «Overvåkning og varsling. Noe som kjøper tid slik at tiltak kan gjennomføres» • «Det eneste jeg har å si er å få en overvåkning og ha en plan B» • «Et samarbeidende overvåkingssystem og en mer konstant flyt av prøver».
Varsling/datadeling/ informasjonsutveksling	<ul style="list-style-type: none"> • «Noe felles lokalt i området som ble rammet sist. Lage et varslingsystem mot hverandre» • «Algevarslingskart» • «Alge og vannmiljøovervåkning, presentert i et algevarslingskart» • «Vi tilhører lakserådet som består av 4 selskaper, vi innhenter laboratorieresultater og deler dem med INTESAL. Til gjengjeld mottar vi

	<p><i>rapportene fra de andre selskapene i tilstøtende områder og det dannes en mikroalgeinformasjonsklynge</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>« Vi er lusekoordinator og vi sende ut en rapport en gang i uken, i perioden med mye lus har vi Teams møte med oppdretterne annenhver uke. Etter 2019 har det blitt kutyme at hvis folk gjør funn av alger så tas det med i rapporten, og det er anledning til å ta det opp på disse Teams møtene»</i> • <i>«nå er det jo algeovevåkning i fiskehelsenettverket i alle fall i PO 3 og vi prøver å utveksle erfaring, men det er jo veldig lite kunnskap om hva vi skal gjøre når en oppdager noe»</i> • <i>«Vi tar kontakt med naboene. Vi deler bevis»</i> • <i>«Noen lokale som kan ta ut prøver på spesielle punkt i risikoperiodene – det syns jeg er en bra løsning. At det er systematisk. Åpen informasjon mellom bedriftene som er i det samme bassenget».</i>
	<ul style="list-style-type: none"> •

3.5 Kunnskap/utdanning/opplæring

Veterinærer/fiskehelsepersonell ble spurt om alger og maneter og effekter av disse på oppdrettsfisk var et tema under utdannelsen deres, og videre hvordan de oppfattet at kunnskapsnivået var blant veterinærer og fiskehelsepersonell. Det var ikke et veldig stort antall respondenter i denne kategorien i vår undersøkelse, men det virker som det er noe forskjell mellom de som er relativt nyutdannede og de som har tatt utdannelsen lenger tilbake i tid. De nyutdannede hadde hatt mer om dette temaet på studiet enn de som ble uteksaminert tilbake i tid. Flere påpeker at den viktigste læringen foregår i praksis, ved å ha befattning med temaet og ikke minst ved å ha fokus på vannmiljø i det daglige. En sier; *« Jeg hadde ikke en så stor oppfatning av hvor mye det hadde å si for produksjonen (fra utdanningen) og all erfaring jeg har nå med alger og maneter skriver seg fra erfaringer i felt»*. Det trekkes også frem at det generelt er mye kunnskapsdeling i fiskehelsenettverkene. Noen selskaper har også internopplæring på temaet biologisk vannkvalitet, og hvordan de naturlige svingningene i vannmiljøet påvirker fisken. Flere uttrykte at dette er et stort fagfelt å skaffe seg oversikt over, og holde seg oppdatert på. En uttrykker se slik *«Jeg opplever at alger er et spesialfelt»* og videre at *«jeg vet ikke om det hadde hjulpet hve inn et par kurs, føler man må være så himla god»*. Noen trekker også frem at det er viktig at man som veterinær/fiskehelsepersonell kjenner godt til problematikken men at man må spille på lag med andre fagfolk i vurderinger: *«Vi skal nok ikke ha som mål at fiskehelsepersonell lærer seg alle artene, det er bortkastet, det en må lære seg er hovedprinsippene for effekt og hvordan skal du sikre prøvetaking og hvilke tiltak har du mulighet til å gjøre»*. En annen uttrykker: *«Da var det SINTEF man hadde diskusjoner med og som vi lærte av når det gjaldt alger og maneter»*.

Å identifisere alger i vannprøver er en type spisskompetanse det tar tid og øvelse å erverve i alle fall dersom man skal kunne gjøre en full analyse av algesamfunnet. Det er imidlertid bare et lite antall arter som er skadelig for fisk, i mange områder en liste på 15-20 arter. Noen av disse er greie å identifisere i mikroskop og andre er vanskelig. Dette har man bygget på i Canada, Chile og UK. Her er det flere selskaper som har utstyrt lokalitetene sine med mikroskop og gitt personalet opplæring i å ta vannprøver og identifisere skadelige arter. Arbeidet på lokalitetene støttes gjennom samarbeid med institusjoner som har spisskompetanse på alger og som bidrar dersom folk ute på anleggene er usikre. En respondent i Canada beskriver: *“ for algeovervåking har vi programmer som vi har laget internt. Det går gjennom hvordan mikroskopene skal brukes og hvordan vi gjør prøvetakingen. Vi har også et algeidentifikasjonskurs gjennom et tredjepartsselskap her, og det fokuserer mer på å*

identifisere de forskjellige artene". Opplæringsprogrammet er laget slik at det ikke kreves en spesiell bakgrunn, selv om de erfarer at det er noe lettere å lære opp folk som eksempelvis har noe bakgrunn i biologi. En Chilensk respondent sier: «De fleste anleggene har mikroskop, folk er opplært til å identifisere prøvene, det er mulighet for å ta bilder og sende dem til laboratorier, og det er også mulighet for å ta med spesialister til anleggene». Kunnskapen om hva som faktisk er i vannet er et viktig beslutningsgrunnlag for å vurdere om man skal iverksette tiltak om evt hvilke tiltak (se under 3.2 Tiltak).

Flere peker på behovet for mer grunnleggende kunnskap om planktonøkologi. En respondent sier: *«Hvert område har en HAB-historie, og når sammensetningen av planteplanktonet og miljøforholdene som disse oppblomstringene har utviklet seg under er kjent, kan industrien bli bedre støttet». En annen uttrykker: «Både forebyggende og når det gjelder beredskap trenger vi mer kunnskap om det miljøet en driver i, det tror jeg er veldig positivt». Det fremkommer også fra våre intervju at det kan være et behov for økt forskning på betydningen av biologisk vannkvalitet på gjellehelse. En respondent sier: "Det kan godt være at det at alger og maneter påvirker fiskehelsen/ almenntilstanden til fisken er viktigere enn at du får en sånn akutt dødelighetsepisode. Gjelleproblemer er jo et økende problem og der kan jo både maneter og alger være medvirkende årsak. Vi har ikke sett noen klar sammenheng der for vi har ikke så gode data at vi kan påvise konkrete sammenhenger med gjellehelse. Det er jo et problemområde dette med gjellehelse".*

4 Referanser

- Anderson, D. M., Alpermann, T. J., Cembella, A. D., Collos, Y., Masseret, E., & Montresor, M. (2012). The globally distributed genus *Alexandrium*: multifaceted roles in marine ecosystems and impacts on human health. *Harmful algae*, *14*, 10-35.
- Bosch-Belmar M, Milisenda G, Basso L., Doyle TK., Leone A & Piraino, S. (2020) Jellyfish Impacts on Marine Aquaculture and Fisheries. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 1-18.
- Condon, R. H., Duarte, C. M., Pitt, K. A., Robinson, K. L., Lucas, C. H., Sutherland, K. R., Mianzan, H.W., Bogeberg, M., Purcell, J.E., Decker, M.B., Uye, S. I., Madin, L.P., Brodeur R.D., Haddock, S.H.D., Malej, A., Parry, G.D., Eriksen, E., Quiñones, J., Acha, M., Harvey, M., Arthur, J.M. and Graham, W.M. (2013) Recurrent jellyfish blooms are a consequence of global oscillations, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *110*(3), pp.1000-1005.
- Dong, Z., Liu, D. and Keesing, J. K. (2010) Jellyfish blooms in China: dominant species, causes and consequences, *Marine pollution bulletin*, *60*(7), pp.954-963.
- Fenner, P. J., Lippmann, J. and Gershwin, L. A. (2010) Fatal and nonfatal severe jellyfish stings in Thai waters, *Journal of travel medicine*, *17*(2), pp.133-138.
- Ferguson HW, Christian MD, Hay S, Nicolson J, Sutherland D, Crumlish M. (2010). Jellyfish as vectors of bacterial disease for farmed salmon (*Salmo salar*). *J Vet Diagn Invest* *22*:376-382.
- Glibert, P. M. (2020). Harmful algae at the complex nexus of eutrophication and climate change. *Harmful algae*, *91*, 101583.
- Gobler, C. J. (2020). Climate change and harmful algal blooms: insights and perspective. *Harmful Algae*, *91*, 101731.
- Gobler, C. J., Doherty, O. M., Hattenrath-Lehmann, T. K., Griffith, A. W., Kang, Y., & Litaker, R. W. (2017). Ocean warming since 1982 has expanded the niche of toxic algal blooms in the North Atlantic and North Pacific oceans. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *114*(19), 4975-4980.
- Goldstein, J., & Steiner, U. K. (2020). Ecological drivers of jellyfish blooms—The complex life history of a ‘well-known’ medusa (*Aurelia aurita*). *Journal of Animal Ecology*, *89*(3), 910-920.
- Haraldsson, M., Tönnesson, K., Tiselius, P., Thingstad, T. F., & Aksnes, D. L. (2012). Relationship between fish and jellyfish as a function of eutrophication and water clarity. *Marine Ecology Progress Series*, *471*, 73-85.
- Heisler, J., Glibert, P. M., Burkholder, J. M., Anderson, D. M., Cochlan, W., Dennison, W. C., ... & Lewitus, A (2008). Eutrophication and harmful algal blooms: a scientific consensus. *Harmful algae*, *8*(1), 3-13.
- Purcell, J. E., Uye, S. I. and Lo, W. T. (2007) Anthropogenic causes of jellyfish blooms and their direct consequences for humans: a review. *Marine Ecology Progress Series*, *350*, pp.153-174.
- Purcell, J. E. (2012). Jellyfish and ctenophore blooms coincide with human proliferations and environmental perturbations. *Annual review of marine science*, *4*, 209-235.
- Richardson, A. J., Bakun, A., Hays, G. C., & Gibbons, M. J. (2009). The jellyfish joyride: causes, consequences and management responses to a more gelatinous future. *Trends in ecology & evolution*, *24*(6), 312-322..
- Wells, M. L., Trainer, V. L., Smayda, T. J., Karlson, B. S., Trick, C. G., Kudela, R. M., ... & Cochlan, W. P. (2015). Harmful algal blooms and climate change: Learning from the past and present to forecast the future. *Harmful algae*, *49*, 68-93.

Vedlegg A.

Vil du delta i forskningsprosjektet

«Hvordan forebygge og håndtere episoder med skadelige alger og maneter»

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å kartlegge og sammenstille eksisterende kunnskap, erfaringer og teknologiske løsninger knyttet til alge- og manetoppblomstringer fra Norge og fra andre land. Kunnskapen skal brukes som basis til å forebygge og håndtere episoder med giftige alger og maneter, inkludert utforming og formidling av anbefalinger om beste praksis for ulike situasjoner. I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

Formål

Alge og manet oppblomstringer er naturlige fenomen. Noen ganger er imidlertid slike blomstringer skadelige for akvakulturvirksomhet og forårsaker fiskedød og redusert fiskevelferd. Chrysochromulina leadbeateri tok i 2019 livet av mange tusen tonn laks i Nord-Norge, og mye fisk måtte nødslaktes. Det virker å være bred enighet om at frekvensen av skadelige algeoppblomstringer (HAB's) har økt siden 1980 tallet, og problemer med HAB's ekspanderer til nye områder. Hvorvidt manetpopulasjonen øker globalt, er foreløpig ikke helt klart men problemer med maneter har økt, og da spesielt for fiskeoppdrett i Nord Atlanteren. Temperaturøkning, eutrofiering, havforsuring og endringer i sirkulasjonsmønster og lagdeling er faktorer som enkeltvis eller i kombinasjon kan endre frekvensen og intensiteten av skadelige alge- og manetoppblomstringer. Det er derfor en bekymring for at havbruksnæringen vil oppleve økte problemer med skadelige alger og maneter i fremtiden.

Det finnes betydelig kunnskap om skadelige alger og maneter i vitenskapelige miljøer både i inn- og utland. Det finnes også betydelig "know-how" og praktisk erfaring hos oppdrettere og fiskehelsepersonell og forvaltning. Vitenskapelig kunnskap kan imidlertid være vanskelig tilgjengelig for praktikere, og erfaringskunnskapen fra merdkanten tilflyter ikke nødvendigvis forskningsmiljøene. I prosjektet skal vi kartlegge og sammenstille både den vitenskapelige kunnskapen og den erfaringsbaserte kunnskapen. Kunnskapssammenstillingen bidrar til å identifisere kunnskapshull og gjør det mulig å utforme anbefalinger og beste praksis for ulike situasjoner. Kunnskapssammenstillingen vil også kunne fungere som beslutningsgrunnlag for hvilke vei næringen vil gå spesielt når det gjelder utforming av fellesskapsløsninger og investering i kostbar infrastruktur.

I tillegg til konkrete anbefalinger og hvis mulig «beste praksis» knyttet hvordan man best kan håndtere alger og maneter, kan prosjektet også kunne lede til vitenskapelige publikasjoner dersom resultatene tilsier dette.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

NIVA vil, i samarbeid med Akvaplan-niva og NIVA Chile gjennomføre prosjektet «Hvordan forebygge og håndtere episoder med skadelige alger og maneter» i perioden mars 2021-februar 2022. Prosjektet er finansiert av Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond (FHF fondet). For ytterligere informasjon om prosjektet se <https://www.fhf.no/prosjekter/prosjektbasen/901664/>

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

For å innhente erfaringskunnskap om alge- og manetoppblomstringer vil vi gjennomføres intervju med ulike fagpersoner tilknyttet oppdrettsnæringen; oppdrettere, veterinærer, fiskehelsepersonell og personer fra forvaltningsapparatet. Alle informanter blir intervjuet i kapasitet av sin rolle, funksjon eller stilling.

Hva innebærer det for deg å delta?

Hvis du velger å delta i prosjektet innebærer det er personlig intervju. Dette vil gjøres via Teams, Zoom el eller gjennom fysisk møte dersom COVID-19 smittesituasjonen tillater. Opplysningen dine registreres gjennom lydopptak og notater. Intervjuene vil ta anslagsvis 30-60 minutter.

Det er frivillig å delta

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke samtykket tilbake uten å oppgi noen grunn. Alle dine personopplysninger vil da bli slettet. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg.

Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger

Vi vil bare bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrevet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket. Prosjektgruppa ved NIVA og ~~Akvaplan-niva~~ vil ha tilgang. Navnet og kontaktopplysningene dine vil vi erstatte med en kode som lagres på egen navneliste adskilt fra øvrige data. Data som fremkommer i intervjuene vil blir aggregert og behandlet på en måte som gjør at deltagere vil ikke kunne gjenkjennes i publikasjoner.

Hva skjer med opplysningene dine når vi avslutter forskningsprosjektet?

Opplysningene anonymiseres når prosjektet avsluttes, noe som etter planen er utgangen av februar 2022. Informasjonen du har delt vil lagres i NIVAs datalagringsarkiver i 5 år, og deretter hos Norsk Senter for forskningsdata. Informasjonen som lagres/arkiveres etter prosjektslutt er anonym. Tilgang til disse arkivene er begrenset til senere forskning.

Dine rettigheter

Så lenge du kan identifiseres i datamaterialet, har du rett til:

- innsyn i hvilke personopplysninger som er registrert om deg, og å få utlevert en kopi av opplysningene,
- å få rettet personopplysninger om deg,
- å få slettet personopplysninger om deg, og
- å sende klage til Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger.

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra NIVA har NSD – Norsk senter for forskningsdata AS vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

Hvor kan jeg finne ut mer?

Hvis du har spørsmål til studien, eller ønsker å benytte deg av dine rettigheter, ta kontakt med:

- NIVA ved Trine Dale på epost trine.dale@niva.no eller telefon: 48156969
- NSD – Norsk senter for forskningsdata AS, på epost (personverntjenester@nsd.no) eller telefon: 55 58 21 17.

Hvis du har spørsmål knyttet til NSD sin vurdering av prosjektet, kan du ta kontakt med:

- NSD – Norsk senter for forskningsdata AS på epost (personverntjenester@nsd.no) eller på telefon: 55 58 21 17.

Med vennlig hilsen

Trine Dale, Prosjektansvarlig
Seniorforsker, Forskningsleder Akvakultur
Norsk Institutt for Vannforskning (NIVA)
Thomøhlensgate 53 D, 5006 Bergen
Tlf.: + 47 48156969 epost; trine.dale@niva.no

Samtykkeerklæring

Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet «Hvordan forebygge og håndtere episoder med skadelige alger og maneter», og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- å delta i intervju for «Hvordan forebygge og håndtere episoder med skadelige alger og maneter»
- at opplysninger om meg publiseres slik at jeg kan gjenkjennes
- at mine personopplysninger lagres etter prosjektslutt, til videre forskning

Jeg samtykker til at mine opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet ved utgangen av februar 2021.

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

Vedlegg B.

Intervjuguide

Kort presentasjon av prosjektet

Prosjektet «Hvordan forebygge og håndtere episoder med skadelige alger og maneter» er finansiert av Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond. Det finnes allerede betydelig kunnskap om skadelige alger og maneter i vitenskapelige miljøer både i inn- og utland. Det finnes også betydelig “know-how” og praktisk erfaring hos oppdrettere og fiskehelsepersonell. Vitenskapelig kunnskap kan imidlertid være vanskelig tilgjengelig for praktikere, og erfaringskunnskapen fra merdkanten tilflyter ikke nødvendigvis forskningsmiljøene. I prosjektet skal vi kartlegge og sammenstille både den vitenskapelige kunnskapen og den erfaringsbaserte kunnskapen. Kunnskapssammenstillingen bidrar til å identifisere kunnskapshull og gjør det mulig å utforme anbefalinger og beste praksis for ulike situasjoner. Dette vil gjøre næringen bedre rustet til å håndtere episoder med giftige alger og maneter i fremtiden.

Utdeling av informasjonsskriv/samtykke

Bakgrunnsopplysninger om respondent;

- Rolle/funksjon
- Fagbakgrunn

(sort = hovedspørsmål, blått = oppfølgende spørsmål)

Spørsmål

Tema 1: Hva skjedde

Kan du fortelle hvordan hendelsen(e) forløp (*fritt fortalt*)

Akutt dødelighet? Alle merder rammet? Forskjell på fiskestørrelse? (*oppfølgende spørsmål dersom respondent ikke kommer inn på det i fri fortelling*)

Var det noe «forvarsel» du bet deg i merke i, noe som var annerledes i tiden før hendelsen? F.eks Adferd hos fisken, observert endringer i vannmiljøet etc. (*oppfølgende spørsmål dersom respondent ikke kommer inn på det i fri fortelling*)

Vet du hvilken organisme (art) som var synderen?

Vet du hvilke konsentrasjoner som var i vannet på tidspunktet hvor fisken fikk problemer?

Hva vet du generelt om ulike potensielt skadelige arter? F.eks Hvilken måter de skader algen eller maneten fisken, er de knyttet til spesielle vannlag, spesifikke tider på året, er de skadelig i lave konsentrasjoner (*kan eksemplifiseres dersom respondent ikke kommer inn på det i fri fortelling*)

Hvis det har vært gjentatte hendelser- har problemene forekommet på samme tid på året?

Tema 2: Hva kan gjøres når en algeoppblomstring eller en manetoppblomstring truer anlegget (eller et område)

I ditt tilfelle; kan du fortelle litt om hva dere gjorde, hvilke tiltak ble satt inn?

Hvordan fungerte dette?

Hva ville du gjort annerledes hvis en ny situasjon skulle oppstå? *(dersom man ikke kommer inn på det i spørsmålet over)*

Er du kjent med tiltak som har vært brukt for å redusere skadevirkningen av alger/maneter andre steder (i Norge eller internasjonalt)

I tilfelle ja, hvilke metoder/tiltak kjenner du til?

Hvordan tenker du dette ville fungere for din lokalitet? Hvorfor/hvorfor ikke

Har dere mulighet til å flytte fisk til et annet område?

Hva skal til for at flytting av fisk ut fra påvirket område skal bli en aktuell mulighet for ditt selskap? *F.eks myndighetsklareringer, tilgang på ekstra utstyr (merder, nøter osv), tilgang på flere lokaliteter, brønnbåtkapasitet. (Kan eksemplifiseres dersom respondent ikke kommer inn på det i fri fortelling)*

Har dere noen form for beredskap for å unngå fremtidige hendelser?

I tilfelle ja, hva består denne beredskapen i? *Gjøres det noe i ditt selskap for å overvåke og å evt. predikere oppblomstringen av skadelige alger eller maneter. (For eksempel regelmessige algeprøver, måling av siktedyp, telling av maneter etc.) (oppfølgende spørsmål dersom respondent ikke kommer inn på det i fri fortelling)*

Hvilken beredskap har dere for å håndtere store mengder død fisk dersom ulykken skulle være ute?

Tema 3: Fremtiden

Hvordan vurderer du faren for oppblomstring av skadelige alger/maneter som en risikofaktor for din virksomhet? *(er dette noe dere frykter, en katastrofe, eller en hump i veien?)*

Hva kunne ha hjulpet dere til å begrense skadevirkningene av hendelsen du har beskrevet? *(tenk fritt, det sky is the limit)*

Hvilke fellesskapsløsninger (om noen) anser du som viktig å få på plass?

En kort sjekklister før du ferdigstiller rapporten:

- Sjekk at rapporten er tydelig, informativ og enkel å forstå.
- Sjekk at nummerering av figurer og tabeller, samt henvisning til disse, er korrekt.
- Sjekk nummerering på kapitler og underkapitler.
- Dersom kvalitetssikret rapportutkast skal sendes til oppdragsgiver for gjennomsyn må dette gjøres før rapporten kvalitetssikres av Prosjektstøtte og ferdigstilles av Allkopi.
- Fyll ut sjekklister (ligger i NIVAprø):
<https://tqm2.tqmenterprise.no/NIVA/Publishing/Document/LoadLocalContent/12727?forOL1=niva>
- Lagre rapporten med sjekklister i prosjektmappa på NIVAdok og send den til kvalitetssikring (først kvalitetssikrer/forskningsleder, deretter Prosjektstøtte).

Har du spørsmål? Kontakt Prosjektstøtte (PS): ps@niva.no

Slett Hjelpetekst - Dobbelklikk her

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) er Norges viktigste miljøforskningsinstitutt for vannfaglige spørsmål, og vi arbeider innenfor et bredt spekter av miljø, klima- og ressurs spørsmål. Vår forskerkompetanse kjennetegnes av en solid faglig bredde, og spisskompetanse innen mange viktige områder. Vi kombinerer forskning, overvåkning, utredning, problemløsning og rådgivning, og arbeider på tvers av fagområder.



Norsk institutt for vannforskning

Økernveien 94 • 0579 Oslo
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00
www.niva.no • post@niva.no