

RAPPORT MA 12-17

Miljødokumentasjon Nordmøre

Samlerapport – fase 1

Redaktør:

Astrid K. Woll

Forfattere av delrapportene:

1. O. K. Sandnes og F. R. Staven.
2. Y. Olsen m. fl.
3. Ø. Knutsen og O. J. Broch.
4. F. Staldvik.
5. I. Fossen

Tittel	Miljødokumentasjon Nordmøre. Samlerapport -fase 1.
Redaktør	Astrid K. Woll ⁵
Forfattere	Delrapport 1) Otto K. Sandnes og Fredrik R. Staven ¹ . Delrapport 2) Yngvar Olsen, Kjersti Andresen, Siv Anina Etter, Øystein Leiknes, Nguyen Thi Mai Thao ² . Delrapport 3) Øyvind Knutsen, Ole Jacob Broch ³ . Delrapport 4) Frode Staldvik ⁴ . Delrapport 5) Inge Fossen ⁵ ¹ Aqua Kompetanse AS; ² NTNU, Institutt for biologi; ³ SINTEF Fiskeri og havbruk; ⁴ Kunnskapssenteret for laks og vannmiljø; ⁵ Møreforsking Marin.
Rapport nr.	MA 12-17
Antall sider	148
Prosjektnummer	54636
Prosjektets tittel	Miljødokumentasjon Nordmøre
Oppdragsgiver	FHL Havbruk
Referanse oppdragsgiver	Jon Arne Grøttum
ISSN	0804-54380
Distribusjon	Åpen
Nøkkelord	Oppdrettsnæringa; Havbruk; Nordmøre; miljøeffekter; MOM-C; næringssalter; lakselus; strømmodellering; villfisk, fisk; laks
Godkjent av	Agnes Gundersen, forskningssjef Møreforsking Marin
Godkjent dato	26. september 2012

Sammendrag - Det ble i 2010 tatt et initiativ fra oppdrettsnæringen til å etablere et prosjekt for å dokumentere miljøeffektene som følge av oppdrettsaktiviteten på Nordmøre. På vegne av oppdrettselskapene organiserte FHL Midtnorsk Havbrukslag prosessen med å etablere prosjektet. Et viktig mål har vært å utvikle en metodikk for å kvantifisere miljøpåvirkningene. Arbeidet har omfattet fem arbeidspakker: 1) Akkumulering og effekt av organisk stoff på sjøbunnen ble vurdert ved MOM_C undersøkelser (NS9410) i perioden 2009-2011. Resultatet fra nærsonen til 11 av 14 undersøkte oppdrettslokalteter viste ingen tegn på organisk belastning i form av økologiske endringer i dyresamfunnet. 2) Utslippene av uorganiske næringssalter fra alle oppdrettsanleggene i regionen ble kvantifisert ved massebalanseanalyse av fôr-inn og fisk ut i perioden mai-september. En effektstudie ble foretatt i samme periode ved ukentlig prøvetaking på to antatt påvirkede lokaliteter (PV) og to med minimal påvirkning (BA). En samlet konklusjon tilsa at kjemisk tilstand og funksjon til det planktoniske økosystemet var fullgod og ikke negativt påvirket. 3) Modellsystemet SINMOD ble brukt for å undersøke spredning av næringssalter (NH4-N) og lakselus fra oppdrettslokalitetene. Simuleringen av utslippene viste at NH4-N både som passivt sporstoff og aktivt ammonium var høyere ved PV-lokalitetene sammenlignet med BA-lokalitetene og at spredning av lakselus og virus mellom lokalitetene er naturlig grunnet stor vannkontakt. 4) Utviklingen av villaks- og sjøørretbestandene på Nordmøre er beskrevet ved bruk av statistikk. Videre overvåking er anbefalt med bruk av nye miljøindikatorer for genetisk påvirkning og effekter av lakselus på ørret og laks. 5) Påvirkningen som oppdrettsaktivitet har på hvitfisk i regionen er foretatt gjennom kontakt med fiskere, mottak, myndigheter og organisasjoner.

INNHOOLD

Forord	3
Oppsummering	4
Summary	8
Delrapporter	
1 Akkumulering av organisk materiale på sjøbunn. Otto K. Sandnes og Fredrik R. Staven. <i>Aqua Kompetanse AS</i>	13
2 Utslipp og vurdering av miljøvirkninger av næringsalter tilført fra oppdrett i Nordmøre regionen. Yngvar Olsen, Kjersti Andresen, Siv Anina Etter, Øystein Leiknes, Nguyen Thi Mai Thao. <i>NTNU, Institutt for biologi</i>	27
3 Modellering av strøm og utslipp av næringsalter, lus og virus i Nordmøre. Øyvind Knutsen, Ole Jacob Broch. <i>SINTEF Fiskeri og Havbruk</i>	61
4 Utvikling av villaks og sjøørretbestander på Nordmøre. Frode Staldvik. <i>Kunnskapsenteret for laksefisk og vannmiljø (KLV)</i>	87
5 Effekt på marin villfisk. Inge Fossen. <i>Møreforskning Marin</i>	127

FORORD

Det ble i 2010 tatt et initiativ fra oppdrettsnæringen til å etablere et prosjekt for dokumentasjon av miljøeffektene som følge av oppdrettsaktiviteten på Nordmøre. På vegne av oppdrettsselskapene organiserte FHL Midtnorsk Havbrukslag prosessen med å få etablert en plan for prosjektet. Et viktig mål har vært å utvikle en metodikk for å kvantifisere miljøpåvirkningene fra oppdrettsvirksomheten på Nordmøre, hvor metodikken også kan ha overføringsverdi for andre regioner. Første fase av prosjektet er nå avsluttet. Arbeidet har omfattet fem arbeidspakker som presenteres i denne samlerapporten:

- 1) Akkumulering av organisk materiale på sjøbunnen.
- 2) Utslipp og vurdering av miljøvirkninger av næringssalter tilført fra oppdrett på Nordmøre.
- 3) Modellering av strøm og utslipp av næringssalter, lus og virus på Nordmøre.
- 4) Villaks og sjøørretbestand på Nordmøre.
- 5) Effekt på marin villfisk.

Prosjektets økonomiske ramme har vært NOK 2,25 mill. hvor 1,05 mill. har vært finansiert av Møre og Romsdal Fylkeskommune gjennom Marint miljøsikring- og verdiskapingsprogram. Resterende midler er finansiert av oppdrettsbedriftene på Nordmøre: Lerøy Hydrotech AS, SalMar Farming AS, Måsøval Fiskeoppdrett AS, Aqua Gen AS, Lerøy Midnor AS og Marin Harvest Norge AS. Halvparten av oppdrettsbedriftenes andel har vært økonomiske tilskudd og den andre halvparten arbeidsinnsats som i hovedsak har vært prøvetaking med innsamling av materiale for bestemmelse av næringssalter og lus, til sammen 22 prøvetaking dager på 4 lokaliteter. Prøvetakere i undersøkelsene var Jan Torseth fra SalMar Farming AS og Bjarne Saltkjelsvik fra Lerøy Hydrotech AS.

En stor takk rettes til Fylkeskommunen og til bedriftene som har bidratt og gjort det mulig å gjennomføre studien av havbruksnæringens mulige påvirkning på miljøforholdene i Nordmøre regionen. En spesiell takk rettes til prøvetakerne for et utmerket arbeid.

Arve Slettvåg fra Møre og Romsdal Fylkeskommune og Anne Melbø fra Fylkesmannen i Møre og Romsdal har vært observatører og deltatt på alle prosjektmøter og ellers bidratt med kunnskap og informasjon. Takk til begge.

Sist, men ikke minst en stor takk til Jon Arne Grøttum fra FHL som var pådriver for å få i gang prosjektet og som har fulgt det opp gjennom prosessen.

Ålesund, 26. september 2012

Astrid K. Woll
(prosjektleder)

OPPSUMMERING

Det ble i 2010 tatt et initiativ fra oppdrettsnæringen til å etablere et prosjekt for dokumentasjon av miljøeffektene som følge av oppdrettsaktiviteten på Nordmøre. På vegne av oppdrettsselskapene i regionen, organisert FHL Midtnorsk Havbrukslag prosessen med å få etablert prosjektet. Et viktig mål har vært å utvikle en metodikk for å kvantifisere miljøpåvirkningene fra oppdrettsvirksomheten på Nordmøre. Første fase av prosjektet er nå avsluttet. Arbeidet til nå har omfattet fem arbeidspakker som blir presentert i denne samlerapporten.

Akkumulering av organisk materiale på sjøbunn

Mål for arbeidspakken var å dokumentere akkumuleringen under- og i nærrområdene rundt oppdrettsaktivitet og eventuell effekt av akkumuleringen. Samtidig skulle man utvikle metodikk for å kvantifisere påvirkningen av miljøet og beskrive miljøstatus i de undersøkte områdene. Man valgte å benytte MOM C-metodikk, nedfelt i norsk standard (NS9410-2009). Undersøkelser utført av oppdrettsselskapene i perioden 2009-2011 ble analysert, til sammen nærsone, overgangssone og fjernsone rundt 14 oppdrettslokaliteter. I tillegg ble undersøkelse foretatt på to referansestasjoner. Nærsonen til 11 av de 14 undersøkte oppdrettslokalitetene (fjorder) på Nordmøre viser ingen tegn på organisk belastning i form av økologiske endringer i dyresamfunnet. Sammensetningen av bunnfaunaen i sedimentene ved et oppdrettsanlegg viser seg å være en god metode for å overvåke påvirkningen fra anlegget. TOC kan fra naturens side ofte ha meget høye verdier i områder upåvirket av menneskelig aktivitet og er derfor ingen god parameter for å overvåke organisk belastning fra oppdrettsanlegg. da parameteren kan vise meget stor påvirkning samtidig som bunnfaunaen viser normale forhold, dvs. ingen påvirkning. De 14 undersøkelsene utgjør en verdifull start på en tidsserie i overvåkning av fjordbunnen ved anleggene og i fjordene generelt.

Utslipp og vurdering av miljøpåvirkninger av næringssalter tilført fra oppdrett

Mål for arbeidspakken var å kvantifisere utslippene av uorganiske næringssalter fra oppdrettsanleggene på Nordmøre til vannmassene i Nordmøre regionen. Videre å gjøre en effektstudie for å bestemme om utslippene hadde negative kjemiske og økologiske virkninger på det planktoniske økosystemet i henhold til det europeiske vandirektivet. Utslipet av næringssalter fra hvert av lakseanleggene i regionen ble estimert basert på en massebalanseanalyse av "fôr-inn" og "fisk-ut" i perioden mai-september 2011. De beregnede utslippene av uorganisk N (DIN) og P (DIP) fra anleggene i regionen økte fra mai til august og avtok deretter noe til oktober. De totale utslippene av DIN i august var i størrelse 350 tonn, mens utslippene av DIP var 27 tonn (N:P = 13). Det ble etablert fire stasjoner for prøvetaking der to av stasjonene ble plassert i områder hvor påvirkningen fra oppdrett var antatt å være minimal (BA-stasjoner) og to stasjoner i områder der påvirkningen ble antatt å være maksimal (PV-stasjoner). Det var ingen systematiske forskjeller i vannmassenes temperatur (0 – 10 meter dyp) og salinitet for bakgrunns- og påvirkede stasjoner. Alle målte næringssaltkonsentrasjoner og biomasser av planteplankton (klorofyll α) lå klart under grensene som OSPAR-kommisjonen har satt for Norge (2-4 μg litre⁻¹ av klorofyll α). I

Nordmøre regionen var verdiene jevnt $<1 \mu\text{g}$ klorofyll a litre⁻¹. Næringssaltkonsentrasjonen ble sammenlignet med Hopavågen i Agdenes hvor et gjødslingsforsøk tidligere har identifisert indikatorene og den kvantitative kjemiske og økologiske responsen ved økning i næringssalter. Ved begge BA-stasjonene og PV1-Bremsnesfjorden var næringssalttilførselen lavere enn bakgrunnsverdien målt i Hopavågen. PV2-Reiråklakken som lå nært to til tre større anlegg viste en noe høyere belastning, men denne var ikke signifikant høyere enn bakgrunnen fra Hopavågen ($P>0,05$). PV1 lå også i et anleggstett område, men verdien her var lav. Gjennomsnittbelastningen av DIN for regionen, vurdert på basis av de fire stasjonene, var 95 % av naturlig bakgrunn målt i Hopavågen, men ikke signifikant lavere ($P>0,05$). Konklusjonen støttes av en svært lav midlere konsentrasjon av klorofyll a og POC, som reflekterer henholdsvis biomasse av planteplankton og biomasse av små planktonarter ($<200\mu\text{m}$). Dette viser at beitekjedene og det planktoniske økosystemet er fullt ut funksjonelt. N:P forholdene i planteplanktonet, bereknet som PON:POP i partikulært materiale, støttet konklusjonen om at DIN var primært begrensende næringssalt for planteplanktonet. P:C og N:C forholdene i planteplanktonet og DIN:DIP forholdet i vannet var i overensstemmelse med denne konklusjonen. Dette indikerte at naturlige kilder av DIN og DIP var langt viktigere kilde for næringssalter enn de antropogene kildene fra oppdrett. Utslipet fra oppdrett hadde et DIN:DIP forhold på $13 \mu\text{gN} \mu\text{gP}^{-1}$. Om dette utslippet var en hovedkilde av næringssalter ville det resultere i økte N:P verdier i planteplanktonet og fosfor ville tilslutt begrense planteplanktonet (når $\text{N:P} > 7,2 \mu\text{gN} \mu\text{gP}^{-1}$). Et skifte til P-begrensning ville ha betydd at tilførselene fra oppdrett var en hovedkilde for næringssalter til planteplanktonet. En samlet konklusjon fra undersøkelsene, basert på flere metoder, var at konsentrasjonene av næringssalter, biomassen til planteplanktonet, tilstand vurdert ut fra eksperimentene i Hopavågen og algefysiologiske indikatorer alle tilsa intakte økosystemer (tilstand: *Svært god*). Kjemiske tilstand og funksjonen til det planktoniske økosystemet var følgelig fullgod og ikke negativt påvirket.

Modellering av strøm og utslipp av næringssalter, lus og virus

Det 3D hydrodynamisk-biologiske modellsystemet SINMOD ble brukt til å undersøke spredning av næringssalter ($\text{NH}_4\text{-N}$) og lakselus fra 25 oppdrettslokaliteter på Nordmøre. Utslippene av $\text{NH}_4\text{-N}$ ble simulert både som passivt sporstoff (dvs. konsentrasjoner uten noen andre egenskaper enn at de fortynnes og forflyttes) i et rent hydrodynamisk perspektiv, og som faktisk ammonium som ble tatt opp av planteplankton. Simuleringene viste at konsentrasjonene av $\text{NH}_4\text{-N}$, både i egenskap av passivt sporstoff og som "aktivt" ammonium, generelt var høyere ved to prøvestasjoner (PV1 og PV2) som på forhånd var antatt å være mer påvirket av utslipp fra fiskeoppdrett enn ved to stasjoner (BA1 og BA2) der man antok at påvirkningen var mindre. I tillegg viste modellsimuleringene at konsentrasjonene som følge av utslipp fra fiskeoppdrett var høye ved en stasjon (kalt STN) i Vinjefjorden. Simuleringene med den koblede hydrodynamisk-biologiske modellen viste at både fysiske og biologiske prosesser bidro vesentlig til fortynning og opptak av ammoniumet som ble sluppet ut. Utslippene av lakselus og virus fra hver oppdrettslokalitet på Nordmøre viser at det er betydelig vannkontakt mellom nærliggende lokaliteter og at spredning av smittestoff fra lokalitet til lokalitet derfor er naturlig. I hovedsak går vanntransporten i øvre lag ut av fjordene og nordover med kyststrømmen, men vi ser fra spredningsfigurene at det

også forekommer ikke-intuitiv spredning mot den generelle strømretningen. Dette vil være ekstra viktig om vinteren med kaldere vann som gjør at biologiske prosesser går senere og levetiden blir lengre, ettersom denne spredningen tar litt tid.

Utvikling av villaks og sjøørretbestand på Nordmøre

Målet med arbeidspakken var å få en bedre oversikt over utviklingen av villaks- og sjøørretbestandene på Nordmøre og i hvilke grad oppdrettsnæringen kan ha bidratt til denne utviklingen. Med bakgrunn i eksisterende statistikk er det vanskelig å konkludere på siste ledd i målformuleringen og man har isteden foreslått egnede undersøkelser til å kvantifisere påvirkning fra lakseoppdrett. Alle kommunene på Nordmøre har vassdrag med laks og/eller sjøørret, til sammen 71 såkalte anadrome vassdrag. Direktoratet for Naturforvaltning (DN) har vurdert tilstanden til bestandene for 67 av disse. Det er åpnet for fiske etter laks og sjøørret i 61 av vassdragene og i alle 14 med selvreproduserende bestander av laks. 14 av de anadrome vassdragene har utløp i en av de to nasjonale laksefjordene i regionen. Surna og Driva har begge status som nasjonale laksevassdrag. Møre og Romsdal er det fylket som er hardest rammet av lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* og fire vassdrag på Nordmøre er smittet. Parasitten gir stor ungfiskdødelighet og har redusert den samlede smoltproduksjonen i regionen. Parasitten gjør at DN har karakterisert bestandene der som svært dårlig. Fem laksevassdrag i regionen er negativt berørt av vassdragsregulering. Rømt oppdrettslaks er påvist både i sjøfangster og i vassdrag. Ved en overvåkingsstasjon på ytre kyst består omkring halvparten av fangstene av rømt oppdrettslaks. Observasjoner av mye rømt oppdrettslaks i Driva og Surna gjør at DN har vurdert alle de 14 selvproduserende laksevassdragene i regionen som sårbare og med restandeler av villaks på mellom 50 og 75 %. Vurderingen er gjort på bakgrunn av modeller og er ikke verifisert med genetiske analyser i de ulike vassdragene. Det mangler systematiske lakselusundersøkelser i regionen. Resultater fra mindre undersøkelser i Sunndalsfjorden i 2008 og 2009 antydte imidlertid at infeksjonene i 2008 var på et slikt nivå at både individ og populasjoner kunne påvirkes negativt. I den nasjonale lakselusovervåkingen i 2011 ble det konkludert med at laksesmolten, i det minste den tidligvandrende, sannsynligvis unnsnapp smittepulser av lakselus. Rapporterte sjøørretfangster fra regionen var seks ganger høyere i toppåret 2000 enn i 2011. Dette synes å være en sterkere tilbakegang enn andre regioner. Kvalitetssikret overvåking av andel rømt oppdrettslaks og overvåking ved hjelp av genetiske metoder bør settes i gang så raskt som mulig. Slik overvåking kan dokumentere om rømt oppdrettslaks reduserer lakseproduksjonen i vassdragene i regionen. Lakselusmitte er foreslått som en negativ påvirkningsfaktor og bør overvåkes. Vi anbefaler at ny overvåking gjennomføres i tråd med Taranger med flere (2012) sine nylig fremlagte forslag til førstegenerasjons målemetoder for miljøeffekter (miljøindikatorer) og hvor metoder for varslingsindikatorer og verifiseringsindikatorer for både genetiske påvirkning og effekter av lakselus på anadrome laksebestander er foreslått.

Effekt på marin villfisk

Målet med arbeidspakken var å beskrive hvilke påvirkninger oppdrettsaktivitet har på hvitfisk (marin villfisk) i regionen. Dette er gjort gjennom kontakt med fiskere, mottak, myndigheter og organisasjoner. Videre er fiskeaktivitet i nærheten av oppdrettsanlegg registrert for å kunne gi en første indikasjon om omfanget av dette. Redusert kvalitet

hos hvitfisk synes ikke å være et betydelig problem for kystfiskerne på Nordmøre. Meldte problemer er av lokal karakter, og omfanget synes å være redusert de siste årene. Mønstrer støttes av ulike aktører som kjenner kystfisket godt. På Nordmøre foregår det et direkte fiske opp mot oppdrettslokaliteter. Turistfiskere dominerer dette, men resultatene tyder på at det ukentlig leveres fisk fra yrkesfiskere som er fisket tett opp mot flere av oppdrettslokalitetene i regionen. Dette underbygger antagelsen om at kvalitetsreduksjonen i villfisk synes å være et begrenset problem på Nordmøre. Arealbeslag og usikkerhet knyttet til mulige påvirkninger synes langt på vei å være en større utfordring for yrkesfiskerne i regionen.

SUMMARY

In 2010, the aquaculture industry took an initiative to establish a project documenting the environmental effects which are a result of the aquaculture activities in Nordmøre. On behalf of the aquaculture companies in the region, FHL Mid-Norway Aquaculture organised the process to establish the project. An important goal for the project was to develop the methodology to quantify the environmental impacts from the aquaculture activities. The first phase of the project is now complete. The work up until now has consisted of five work-packages which are presented in this report.

Accumulation of organic material on the sea floor

This project's objective is to document the accumulation of organic matter in sediments surrounding the areas around the fish farms and aquaculture activity establishments. At the same time enhance and develop methods for quantifying the impact on the environment and describe the environmental status in the surveyed areas. Surveys were conducted by mariculture production firms in the area, during the period between 2009-2011. Method for environmental surveillance and observation of mariculture production was described in the Norwegian Standard (NS9410-2009) and referred to as (MOM-C). 14 production sites and localities were examined by taking samples from each site. In addition, samples were taken from transitional points and control samples were taken from tow referential points in the area.

The results show that 11 of 14 surveyed production sites (fjords) in Nordmøre shows no significant signs for organic load in terms of ecological changes in the benthic community. The 15 studies represent a valuable start to a possible time-series monitoring of the sea bottom at the areas around mariculture production sites specifically, and the fjords in general. Monitoring the composition of benthic fauna in the sediments beneath fish farms cages is a good method for monitoring the impact on the benthic environment from mariculture production establishments. While, the TOC (Total organic carbon) method has shown to be less reliable as an indication for environmental changes due to human activities and mariculture production under the surveillance period.

Release and evaluation of environmental impacts of nutrients released from aquaculture

The objective of the project was to quantify emissions of inorganic nutrients from fish farms to water masses in the Nordmøre region and to undertake an impact study to determine if emissions had negative chemical and ecological effects on the planktonic ecosystem, in accordance with the European water directive.

The discharge rates of inorganic nutrients from the salmon farms in the region were estimated based on a mass balance analysis of "feed-in" and "fish out" in the period May-September. The estimated emissions of inorganic N (DIN) and P (DIP) from farms in the region increased from May to August and became slightly reduced again in October. The total emission of DIN in August was about 350 tonnes while the emission of DIP was 27 tonnes (N:P = 13).

Four stations for sampling were established. The intention was that two of the stations were located in areas believed to be minimally affected by aquaculture (BA-stations) while the other two stations were placed in areas where the influence was believed to be at a maximum (PV-stations).

The average temperature of the water masses (0-10 meters deep) at the stations showed a maximum of around 15°C in September and winter temperatures were slightly above 6°C. Salinity was relatively constant around 30 ppt. There were no systematic differences in temperature and salinity at background (BA) and more affected stations (PV). All measured nutrient concentrations and biomasses of phytoplankton (chlorophyll *a*) was clearly below the limits set by the OSPAR Commission for Norway (2-4 µg litre⁻¹ of chlorophyll *a*, with an elevated level >4.5 µg litre⁻¹ for the North Sea). In the Nordmøre region, the values were throughout <1 µg chlorophyll *a* litre⁻¹. The loading rate of nutrients at both BA-stations and at PV1-Bremsnesfjorden were lower than the background value measured in Hopavågen in Agdenes, whereas PV2-Reiråklakken, which was located close to 2 - 3 large fish farms, showed a slightly higher loading rate, although not significantly higher than the natural background rate in Hopavågen ($P>0.05$). PV1 was also located in an area of high farm density, but the nutrient loading rate there remained low. The average loading rate of inorganic nutrients of the region, estimated as the mean for the four sampling stations, was 95% of natural background measured in Hopavågen, but the value was not significantly lower ($P>0.05$). This conclusion is supported by low average concentrations of chlorophyll *a* and POC, reflecting phytoplankton biomass and biomass of small plankton species (< 200 µm), respectively. This indicates that food chains and the function of the planktonic ecosystem were not affected negatively.

The N:P ratio of the phytoplankton, estimated as the PON:POP of the particulate material, supported the conclusion that DIN was the primary limiting nutrient of the phytoplankton. The P:C and N:C ratios of the phytoplankton and the ratio DIN:DIP of the water supported that conclusion. This indicated that natural sources of DIN and DIP were a far more important source of nutrients than the anthropogenic source from fish farming. The emissions from farming had a DIN:DIP ratio of 13 µgP µgN⁻¹. If nutrients from fish farms had become the major source of nutrients, this would have resulted in increased N:P values in the phytoplankton and phosphorus would become their limiting nutrient (when $N:P > 7.2 \mu\text{gP } \mu\text{gN}^{-1}$). A shift to P-limitation would accordingly imply that the nutrient supply from fish farming was a primary source of nutrients of the phytoplankton.

An overall conclusion from the studies, based on several methods, was that the concentrations of nutrients, the biomass of phytoplankton, the ecological state evaluated based on the experiments in Hopavågen, and algal physiological indicators all indicated intact ecosystems of full integrity (state: Very good). The chemical and the functional state of the planktonic ecosystem were accordingly not negatively affected.

Modeling of flow and discharge of nutrients, lice and viruses

The 3D hydrodynamic-biological model system SINMOD was used to examine the distribution of nutrients (NH₄-N) and lice from 25 aquaculture sites in North Møre.

Release of NH₄-N was simulated with both passive tracer (ie concentrations without any properties other than that they are diluted and displaced) in a purely hydrodynamic perspective and with ammonium being taken up by phytoplankton. The simulations showed that the concentration of NH₄-N, both as a passive tracer and as "active" ammonium, generally was higher at two sites (PV1 and PV2) which was previously thought to be more affected by discharge from aquaculture than two sites (BA1 and BA2) where it was assumed that the effect was smaller. In addition, model simulations showed that concentrations as a result of discharges from aquaculture was high at one site (called STN) in Vinjefjorden. The simulations with the coupled hydrodynamic-biological model showed that both physical and biological processes contributed significantly to the dilution and absorption of released ammonia.

Release of sea lice and viruses from the localities in Nordmøre shows that there is significant exchange of water between adjacent sites and that the spread of pathogens between localities is therefore a result of natural processes. The main water currents in the upper layers flow out of the fjords and head north with the coastal currents, but our results show that the spread may also occur against the general flow direction. This will be especially important in the winter with colder water which slows down biological processes resulting in a longer lifespan of waterborne pathogens resulting in the possibility of greater proliferation.

Development of wild salmon and sea trout population in Nordmøre

The principal aim of work package four was initially defined as follows: to obtain a better understanding of the development of wild salmon and sea trout stocks in Nord-Møre county and to assess the impact of fish farming on this development. We emphasized from the start – based on available statistics – that the probability of being able to draw firm inferences on the latter issue was limited. All municipalities in the Nord-Møre area support waterways with salmon and/or sea trout stocks, designated as *anadromous waterways*. The Directorate of Nature Management (DN) has assessed the situation for 67 of totally 71 anadromous waterways. Fishing for sea trout and salmon has been permitted in the Surna and Driva rivers, both of which are defined as national salmon waterways. 14 of the *anadromous waterways* discharge into the 2 national salmon fjords in the region.

Møre og Romsdal is the Norwegian county that is most severely affected by the salmon parasite *Gyrodactylus salaris*. 4 waterways in Nord-Møre are infected. The parasite affects the recruitment of juveniles and smolts and has deteriorated the situation for the salmon stocks in the region to a level characterized by DN as very poor. Five anadromous waterways have been affected by hydroelectric power plant development which in turn has had a negative impact on smolt production and salmon fishing, and on sea trout stocks.

Salmon farm escapees have been found in sea and river fisheries. Over half of the salmon in one investigated off-shore catchment area were escaped farmed salmon. The high incidence of fish farm escapees in the Driva and Surna rivers has led DN to categorise all 14 anadromous waterways in the region as vulnerable with wild salmon comprising between 50 and 75% of the populations. These assessments are based on models and have not been verified by genetic analyses. Quantification of farmed salmon interference based on valid genetic methods should be implemented as soon as possible. Such surveillance may help to illuminate the impact of fish farm escapees on salmon production in the rivers in the region.

Systematic salmon louse monitoring has not been performed in this region. Results from limited surveys in the Sunndalsfjorden fjord in 2008 and 2009 indicate that salmon lice exert a negative impact both on individual fish and on fish populations. The national salmon louse survey conducted in 2011 concluded that at least the early smolt runs probably avoided high infective pressure pulses of sea lice. Reported sea trout catches for the region were six times higher in the peak year of 2000 compared to in 2011, thus giving reason for concern. A similar pattern has been seen in larger areas of western and central Norway, but appears to be more pronounced in Nord-Møre. Salmon louse infections are viewed as potentially detrimental and should be assessed more comprehensively.

We propose that first generation environmental impact parameter surveys are implemented according to Taranger et al. (2012) with focus on genetic influences of fish farm escapees on wild salmon stocks and effects of salmon louse infections on wild salmonid populations. This approach includes both *alarm indicators* and *verification parameters* for both genetic impact assessments and effects of salmon louse infections on anadromous salmon populations.

Effect on wild marine fish

As part of the project “Environmental Documentation Nordmøre”, this work package describes the impact of aquaculture activities on whitefish in the region. This is done through contact with fishermen, landing facilities, authorities and organizations. Moreover, fishing activities near fish farms were registered in order to gain an indication on the extent of this. Reduced quality of whitefish doesn’t appear to be a significant problem for coastal fishermen in Nordmøre. Reported problems are local in nature, and the extent seems to have declined in recent years. The pattern supported by various parties who have good knowledge of the coastal fishery in this area. In Nordmøre there is directed fishery close to aquaculture facilities. Tourist fishermen dominate this, but the results suggest that there are weekly deliveries of fish from commercial fishermen who are fishing close to the aquaculture facilities in the region. This supports the assumption that quality reduction in the wild seems to be a limited problem in Nordmøre. Land seizures and uncertainty related to possible impacts seems to be a more serious challenge for the professional fishermen in the region.

Delrapport nr. 1

Akkumulering av organisk materiale på sjøbunn

Otto K. Sandnes, Fredrik R. Staven



Aqua Kompetanse AS
7770 Flatanger

INNHOLD

OPPSUMMERING	15
SUMMARY	16
1 INNLEDNING	17
2 MATERIALE OG METODE	17
2.1 MOM C-undersøkelser	17
2.1.1 Prøvetaking	18
2.1.2 Bearbeiding og analyser	19
2.1.3 Rapportering	20
3 RESULTAT	20
3.1 Bunndyr	21
3.1.1 Bunnfaunaen i nærsone	21
3.1.2 Bunnfaunaen i overgangssone og fjernsone	21
3.2 TOC	22
4 DISKUSJON	22
4.1 Bunndyr	22
4.2 TOC	23
4.3 Måloppnåelse	23
5 KONKLUSJON	24
6 REFERANSER	25

OPPSUMMERING

Dette delprosjektet har hatt som mål å dokumentere akkumulering av organisk materiale på sjøbunn under- og i nærområdene rundt oppdrettsaktivitet og eventuell effekt av akkumuleringen. Samtidig skulle man utvikle metodikk for å kvantifisere påvirkningen av miljøet og beskrive miljøstatus i de undersøkte områdene. Man valgte å benytte undersøkelser utført av oppdrettsfirmaene i området i perioden 2009-2011 med den såkalte MOM C-metodikken nedfelt i en norsk standard (NS9410-2009). I alt er nærsonen, overgangssonen og fjernsonen rundt 14 oppdrettslokaliteter og tre referansestasjoner undersøkt. Resultatene fra nærsonen til 11 av 14 undersøkte oppdrettslokaliteter (fjorder) på Nordmøre viser ingen tegn på organisk belastning i form av økologiske endringer i dyresamfunnet. De 15 undersøkelsene utgjør en verdifull start på en eventuell tidsserie i overvåking av fjordbunnen ved anleggene og i fjordene generelt.

Sammensetningen av bunnfaunaen i sedimentene ved et oppdrettsanlegg er en god metode for å overvåke påvirkningen fra anlegget. TOC er ingen god parameter for å overvåke organisk belastning fra oppdrettsanlegg da det fra naturens side ofte kan være meget høye verdier i områder upåvirket av menneskelig aktivitet. Denne parameteren kan vise meget stor påvirkning samtidig som bunnfaunaen viser totalt normale forhold/ingen påvirkning.

SUMMARY

This project's objective is to document the accumulation of organic matter in sediments surrounding the areas around the fish farms and aquaculture activity establishments. At the same time enhance and develop methods for quantifying the impact on the environment and describe the environmental status in the surveyed areas. Surveys were conducted by mariculture production firms in the area, during the period between 2009-2011. Method for environmental surveillance and observation of mariculture production was described in the Norwegian Standard (NS9410-2009) and referred to as (MOM-C). 14 production sites and localities were examined by taking samples from each site. In addition, samples were taken from transitional points and control samples were taken from two referential points in the area.

The results show that 11 of 14 surveyed production sites (fjords) in Nordmøre shows no significant signs for organic load in terms of ecological changes in the benthic community. The 15 studies represent a valuable start to a possible time-series monitoring of the sea bottom at the areas around mariculture production sites specifically, and the fjords in general. Monitoring the composition of benthic fauna in the sediments beneath fish farms cages is a good method for monitoring the impact on the benthic environment from mariculture production establishments. While, the TOC (Total organic carbon) method has shown to be less reliable as an indication for environmental changes due to human activities and mariculture production under the surveillance period.

1 INNLEDNING

Mål

Målet for arbeidspakke 1 var «å dokumentere akkumulering av organisk materiale på sjøbunn under, og områdene i nærheten av oppdrettsaktivitet. Det vil samtidig være viktig å undersøke eventuelle effekter av akkumulering av organisk materiale.

Når prosjektet er avsluttet:

- Skal det være utviklet en metodikk for å kvantifisere miljøpåvirkningen fra oppdrettet innenfor de områdene som antas å ha størst effekt på miljøet.
- Det vil være et stort fokus på å etablere en metodikk som er omfattende nok til å gi en tilstrekkelig pålitelig beskrivelse av situasjonen, men likevel ikke mer ressurskrevende enn at en med stor sannsynlighet kan videreføre arbeidet etter prosjektperioden.
- På bakgrunn av den metodikken som benyttes skal det etableres en statusbeskrivelse av næringens miljøpåvirkning i prosjektets virkeområde.
- På bakgrunn av den metodikken som benyttes skal det igangsettes tidsserier, som beskriver eventuelle endringer i miljøstatus.
- En beskrivelse av miljøstatus vil være et utgangspunkt for oppdrettsnæringen til å iverksette tiltak for å bedre miljøstatusen i området.
- En beskrivelse av miljøstatus skal være et grunnlag for forvaltning og næring i de beslutninger som fattes vedrørende videre utvikling av næringen.

2 MATERIALE OG METODE

2.1 MOM C-undersøkelser

Prosjektet har tatt utgangspunkt i 15 MOM C-undersøkelser utført i regionen i perioden juni 2009 til mai 2011 (Figur 1). I tillegg er det tatt to referansestasjoner i september 2011 og januar 2012. Feltarbeidet er utført av Aqua Kompetanse AS og Havbrukstjenesten AS på oppdrag fra lakseoppdretterne i regionen (Tabell 1).

En MOM C-undersøkelse er en overvåkningsmetodikk utviklet av norsk forvaltning i samarbeid med norske forskningsinstitusjoner. Metodikken skal brukes for å overvåke miljøpåvirkningen i sjøområdene ved og rundt oppdrettsanleggene, og den er nøye beskrevet i Norsk Standard NS 9410. Resipientundersøkelsen skal gi tilstandsbeskrivelse av miljøforholdene og avdekke eventuelle forandringer i resipienten, og vil være referansemateriale for senere undersøkelser. En prøve tas ved anlegget (nærsonen), en i djupålen (største dyp - fjernsone) i resipienten og en mellom disse to stasjonene (overgangssonen). På denne måten får man en oversikt over påvirkningen ved anlegget og utover i bassenget lokaliteten ligger. De marine miljøforholdene beskrives på grunnlag av bunnprøver (sediment, bunnfauna, og kjemi).



Figur 1. Kart over Nordmøre med de 15 undersøkte områdene og ref.st. A og B

2.1.1 Prøvetaking

Innsamlingen er foretatt av Aqua Kompetanse AS og Havbrukstjenesten AS. Det er tatt tre grabbprøver på hver stasjon. Prøvene er samlet inn ved hjelp av van Veen grabb (0,25 m²) og sendt videre til analyse.

Fra den ene prøven ble det nedfrosset sediment for kjemiske og geologiske analyser og bestemmelse av glødetap. De to andre prøvene ble vasket gjennom to sikter, der den første sikten har hull diameter 5 mm og den andre 1 mm (Hovgaard 1973) og konserverert på formalin tilsatt borax. Prøvene ansees som kvantitative for dyr som er større enn 1 mm.

Innsamlingsmetodikken er nøye beskrevet i NS 9410.

Tabell 1. Oversikt over fjorder og fjordsystem som er med i denne undersøkelsen, tidspunkt for feltarbeid og konsulent ansvarlig for den enkelte undersøkelsen.

MOM C-undersøkelser i Nordmøre 2009 - 2011				
Lokalitet	Fjord	Kommune	Feltarb.	Utført av
Lok. 1	Trondheimsleia	Aure	apr.11	Havbruktstjenesten AS
Lok. 2	Trondheimsleia	Aure	apr.11	Havbruktstjenesten AS
Lok. 3	Arasvikfjord	Halsa	mai.11	Havbruktstjenesten AS
Lok. 4	Valsøyfjord	Halsa	aug.10	Aqua Kompetanse AS
Lok. 5	Freifjorden	Kr. Sund	apr.11	Havbruktstjenesten AS
Lok. 6	Ytre kyst	Smøla	mai.11	Havbruktstjenesten AS
Lok. 7	Halsafjord	Tingvoll	nov.10	Aqua Kompetanse AS
Lok. 8	Kvernesfjorden	Gjemnes	jul.10	Aqua Kompetanse AS
Lok. 9	Sunnalsfjorden	Tingvoll	apr.11	Havbruktstjenesten AS
Lok. 10	Sunnalsfjorden	Tingvoll	apr.11	Havbruktstjenesten AS
Lok. 11	Bremnesfjorden	Averøy	jun.09	Aqua Kompetanse AS
Lok. 12	Kornstadfjorden	Averøy	jun.09	Aqua Kompetanse AS
Lok. 13	Ramsøyfjorden	Smøla	mai.11	Aqua Kompetanse AS
Lok. 14	Ramsøyfjorden	Smøla	mai.11	Aqua Kompetanse AS
Lok. 15	Trondheimsleia	Smøla	mai.11	Aqua Kompetanse AS
Ref. st.				
A, I. Grip	Åpent hav	Kr. Sund	Sept. 11	Havbruktstjenesten AS
B, Urda	Indre fjord, dyp	Surnadal		Havbruktstjenesten AS

2.1.2 Bearbeiding og analyser

Bearbeidingen av innsamlet materiale er utført av Uni Miljø, SAM marin som er akkreditert for dette arbeidet (Test 157). De gjennomfører kjemiske og geologiske analyser, samt artsbestemmelse av bunnfauna.

Det ble tatt sedimentprøver til analyse av organisk innhold og kornfordeling fra tre stasjoner. Partikkelfordelingen bestemmes ved at prøven først løses i vann og siktes gjennom en 0,063 mm sikt. Partikler større enn 0,063 mm ble tørrsiktet, og for partikler mindre enn 0,063 mm ble pipetteanalyse benyttet for gruppering i størrelsesgrupper (Buchanan 1984). Sedimentprøvene blir analysert for TOC (totalt organisk karbon), sink, kopper og fosfor samt at all fauna større enn 1 mm artsbestemmes.

Resultatene vurderes opp mot KLIF's tilstandsklassifisering av miljøkvalitet (Molvær et al. 1997 og Bakke et al. 2007). Tilstandsklassifiseringen her går fra I (beste tilstand) til V (dårligste tilstand). I tillegg vurderes nærstasjonene opp mot C-delen av MOM-systemet (Norsk Standard NS 9410). Tilstandene her går fra I til IV og tar til en viss grad hensyn til at nærsone får en del påvirkning.

2.1.3 Rapportering

Rapportering av resultatene er utført av selskapet som hentet inn prøvene (Aqua Kompetanse AS og Havbrukstjenesten AS). Aqua Kompetanse AS har gått gjennom alle rapportene for å sammenstille data og benytte disse i dette prosjektet.

3 RESULTAT

Tabell 2. Miljøtilstanden i nær-, overgangs- og fjernsone ved 14 oppdrettslokaliteter på Nordmøre uttrykt i faunasammensetning og totalt organisk karbon.

MOMC-undersøkelser i Nordmøre				Fauna	Kjemi	
Lok.	Fjord	Komm	Felt	Sone	KLIFF tilst.	TOC tilst.
Lok. 1	Trondheimsleia	Aure	apr.11	Nærsone	V	II
				Overgangssone	I	III
				Fjernsone	I	I
Lok. 2	Trondheimsleia	Aure	apr.11	Nærsone	I	II
				Overgangssone	I	V
				Fjernsone	I	III
Lok. 3	Arasvikfjord	Halsa	mai.11	Nærsone	III	III
				Overgangssone	I	III
				Fjernsone	I	III
Lok. 4	Valsøyfjord	Halsa	aug.11	Nærsone	ikke tatt	
				Overgangssone	II	V
				Fjernsone	II	I
Lok. 5	Freifjorden	Kr. Sund	apr.11	Nærsone	III	I
				Overgangssone	II	II
				Fjernsone	I	I
Lok. 6	Ytre kyst	Smøla	mai.11	Nærsone	Mom 1 ^{*)}	
				Overgangssone	I	IV
				Fjernsone	V	V
Lok. 7	Halsafjord	Tingvoll	nov.10	Nærsone	hard bunn	hard bunn
				Overgangssone	hard bunn	hard bunn
				Fjernsone	I	I
Lok. 8	Kvernesfjorden	Gjemnes	jul.10	Nærsone	Mom 1 ^{*)}	III
				Overgangssone	II	III
				Fjernsone	II	III
Lok. 9	Sunndalsfjorden	Tingvoll	apr.11	Nærsone	I	I
				Overgangssone	II	I
				Fjernsone	II	II
Lok. 10	Sunndalsfjorden	Tingvoll	apr.11	Nærsone	I	V
				Overgangssone	II	I
				Fjernsone	II	II
Lok. 11	Bremnesfjorden	Averøy	jun.09	Nærsone	Mom 1 ^{*)}	III
				Overgangssone	III	V
				Fjernsone	I	V
Lok. 12	Kornstadfjorden	Averøy	jun.09	Nærsone	Mom 1 ^{*)}	V
				Overgangssone	III	V
				Fjernsone	III	V
Lok. 13	Ramsøyfjorden	Smøla	mai.11	Nærsone	I	I
				Overgangssone	I	I
				Fjernsone	I	I
Lok. 14	Ramsøyfjorden	Smøla	mai.11	Nærsone	I	II
				Overgangssone	I	III
				Fjernsone	I	I

*) MOM-tilstand 1 etter MOM-klassifiseringssystemet

Resultatene er presentert i tabell 2 og 3. I tabell 2 finnes resultatene fra nærsone, overgangssone og fjernsone og i tabell 3 ligger referansestasjonene. St. 15 er overført fra oppdrettstabellen til referansestasjonene fordi det enda ikke er satt ut fisk på stasjonen.

Tabell 3. Referansestasjoner i åpent hav (A - Indre Grip), før utsett på ny lokalitet i Trondheimsleia (Lok. 15) dyp indre fjord (B – Urda).

MOMC-undersøkelser i Nordmøre					Fauna	Kjemi
Lok.	Fjord	Komm.	Felt	Sone	KLIFF tilst.	TOC tilst.
A Indre Grip	Åpent hav	Kr. Sund	sep.11	Åpent hav	I	V
Lok. 15	Trondheimsleia	Smøla	mai.11	Nærsone	Mom 1	I
				Overgangssone	I	III
				Fjernsone	I	I
B Urda	Trangfjorden	Surnadal	jan.12	Fjernsone	II	IV

3.1 Bunndyr

Artsdiversiteten er en parameter som beskriver forholdet mellom antallet arter og antallet individer. Ved økt nedfall av organisk materiale vil man først få en stimulering av faunaen ved at antallet individer stiger uten at arter forsvinner. Ved ytterligere økning i nedfallet vil de mest følsomme artene trekke unna eller bli kvalt av nedfallet. Dette resulterer i lavere diversitet. Samtidig øker antallet av de artene som er i stand til å nyttiggjøre seg nedfallet. Jo større nedfallet blir, jo færre arter forekommer. Det er viktig å være klar over at tilstand I (Meget god) og II (God) begge er å betrakte som upåvirket naturtilstand (Sandnes 2004).

3.1.1 Bunnfaunaen i nærsone

Resultatene er listet opp i tabell 2 og 3. På lokalitet 15 var det enda ikke satt ut fisk, slik at denne har fått status som referansestasjon og er satt opp i tabell 3. Lok. 4 har ikke prøve fra nærsone (settefiskanlegg) og lok. 7 hadde hardbunn i nærsone. Nærsone på de 12 resterende lokalitetene er vurdert som følger: lokalitetene 6, 8, 11 og 12 er vurdert etter MOM-C-systemet (1-4) og hadde alle tilstand 1 (beste tilstand). På de 8 resterende lokalitetene er nærsone vurdert etter det strengeste systemet, Klif-tilstand (I-V). Av disse hadde 5 lokaliteter tilstand I, to tilstand III og en tilstand V.

3.1.2 Bunnfaunaen i overgangssone og fjernsone

Disse to sonene vurderes vanligvis bare etter klif-systemet med tilstand I-V. Vurdert ut fra faunasammensetningen har 11 av de 14 lokalitetene tilstand I eller II (normaltilstand) både i overgangssone og fjernsone. Hos de resterende tre har én tilstand III i begge sonene, én har I i overgangssone og V i fjernsone og den siste har III i overgangs- og I i fjernsone.

3.2 TOC

Resultatene er presentert i høyre kolonne i tabell 2.

3.2.1. Resultat TOC nærsone

Resultatene er listet opp i tabell 2. Her foreligger resultater fra 12 lokaliteter med følgende tilstander: tilstand I på tre lokaliteter, II på tre lokaliteter, III på tre lokaliteter, IV på en lokalitet og V på en lokalitet.

3.2.2. Resultat TOC overgangs- og fjernsone

Tabell 2. høyre kolonne. Overgangssonen har fire lokaliteter med tilstand I-II mens fjernsonen har åtte lokaliteter med samme tilstand. Begge sonene har fire lokaliteter med tilstand III og en med tilstand IV. Overgangssonen har fire tilstand V og fjernsonen tre.

4 DISKUSJON

4.1 Bunndyr

Bunnsfauna i nærsonen

Disse prøvene tas tett ved anlegget. Avstanden kan variere noe, avhengig av bunnsubstrat og topografi. Er det hardbunn og bratt skråning i nærsonen, forsøker man å finne sediment lengre unna. Noen ganger må man bare fastslå at bunnen er for hard til å få sediment til analyse i rimelig nærhet til anlegget.

Nærsonen vurderes vanligvis etter en egen tilstandsklassifisering, såkalt MOM-C klassifisering. Dette systemet tar høyde for at det er en viss påvirkning i nærsonen. I dette tilfellet er de fleste lokalitetene vurdert etter det strengeste klassifiseringssystemet (Klif).

Resultatene må karakteriseres som overraskende gode, da alle nærsonene karakterisert etter MOM-systemet har beste tilstandsklasse. Av de 8 lokalitetene klassifisert etter strengeste metode er det bare tre som har redusert tilstand i nærsonen; lokalitet 1 med tilstand V og lokalitet 3 og 5 med tilstand III. Dette viser at selv i nærsonene til oppdrettsanlegg er det vanligvis ikke så mye oppsamling av organisk materiale at det får økologiske konsekvenser i form av utslag på sammensetningen av bunndyrsamfunnet. Med andre ord, nærområdene til 78 % av de undersøkte lokalitetene har God/Meget God miljøtilstand i bunnsfaunaen.

Bunnsfauna i overgangs- og fjernsone

Resultatene viser at organisk nedfall fra oppdrettsanleggene ikke påvirker bunnsfaunaen i overgangs- og fjernsonen rundt 11 av de 14 undersøkte anleggene. Vi står da igjen med tre lokaliteter som har reduserte miljøforhold. Lokalitet 6 ligger på ytre kyst i Smøla. Denne har tilstand V i fjernsonen hvor stasjonen ligger 7-800 m fra anlegget. Det organiske avfallet her skyldes naturlige ansamlinger av død tare som

ligger i ei "gryte" og blir nedbrutt. Lokaliteten var enda ikke tatt i bruk ved prøvetakingstidspunktet, slik at avfallet ikke kan skyldes oppdrettsavfall.

Lokalitet 11 ligger i Bremnesfjorden, som har flere oppdrettsanlegg (5 lokaliteter). Her har fjernsonen tilstand I men overgangssonen tilstand III. Lokalitet 12 ligger i Kornstadfjorden og her har både overgangs- og fjernsone tilstand III. Ut fra foreliggende data er dette de to eneste av de undersøkte fjordene på Nordmøre hvor en kan spore en viss organisk belastning. Foreliggende studie kan ikke avgjøre om dette skyldes oppdrettsvirksomhet eller om det skyldes naturlige forhold.

I en studie fra Nord-Trøndelag i 2004, der man bl.a. undersøkte områder upåvirket av menneskeskapt utslipp, fant man tilstand II i to områder ytterst på kysten, tilstand I ytterst i en fjord og tilstand III lengre inn i samme fjord (Sandenes, 2004). Dette viser at upåvirkede områder kan ha en viss spredning i tilstandsklassene vurdert ut fra faunasammensetning.

4.2 TOC

TOC i nærsonen

Vi ser at halvparten av lokalitetene har tilstand God eller Meget god (I-II). Dette indikerer at disse lokalitetene har så god strøm i store deler av vannsøylen at nedfall fra anlegget spres og fortynnes. De resterende lokalitetene fordeler seg med 16 % med stor ansamling av organisk stoff (tilstand IV-V) mens en lokalitet ligger i mellomstadiet. Ut fra dette kan man si at nedslammingen i nærsonen til oppdrettsanleggene er moderat.

TOC i overgangssonen og fjernsonen

Parameteren TOC viser få klare forskjeller mellom de tre sonene. Den eneste tendensen er at fjernsonen har 71% med tilstand I-II, overgangssonen har 28 % og nærsonen 42 % med de to beste tilstandene. Nærsonen bør fange opp påvirkning fra anlegget, men denne antakelsen stemmer lite med at det er vesentlig flere stasjoner med god tilstand i nærsonen enn i overgangssonen. Variasjonene i overgangssonen og fjernsonen skyldes like sannsynlig naturlige variasjoner. Dette bekreftes av at referansestasjonen (Tab.3.2.) i åpent hav sør om Inngripan har tilstand V og at overgangssonen på lokalitet 15 har tilstand III før den er tatt i bruk. Referansestasjonen B, Urda, har tilstand IV og viser at det er ansamlinger av organisk materiale på store fjorddyb også langt inne i fjordene.

4.3 Måloppnåelse

Målet for arbeidspakke 1 var «å dokumentere akkumulering av organisk materiale på sjøbunn under og områdene i nærheten av oppdrettsaktivitet. Det vil samtidig være viktig å undersøke eventuelle effekter av akkumulering av organisk materiale»

I utgangspunktet ble det tatt fatt i eksisterende metodikk i de områder hvor det foregår oppdrett. Vi mente at den kvantifisering av miljøpåvirkningen som foregår

gjennom den eksisterende overvåkingen først måtte settes i system. Derfor så man først på de omtalte 15 lokalitetene. Prosjektet har således ikke utviklet egen metodikk men brukt eksisterende og anerkjent metodikk. Vi mener metodikken med faunatilstand er følsom og fanger opp aktuelle svingninger i tilstanden forårsaket av oppdrettsvirksomhet. Dette i kontrast til metodikken som bruker parameteren TOC. Vi fant liten eller ingen overensstemmelse mellom de to parametre (Tab.3.1.), og flere stasjoner uten påvirkning fra oppdrett eller annen antropogen påvirkning, hadde dårligste miljøtilstand ved bruk av denne parameteren. Samtidig kunne faunaparameteren vise beste tilstand.

Ved å bruke faunaparameteren (Klif-tilstand I-V) som beskrivelse på miljøtilstanden på fjordbunnen der det drives oppdrett, kan tabell 3.1. betraktes som en statusbeskrivelse av næringens miljøpåvirkning i prosjektets virkeområde.

De omtalte undersøkelsene vil kunne fungere som starten på en tidsserie som kan beskrive eventuelle endringer i framtida. Så langt er det få områder i landet som har brukt denne type undersøkelser over lengre tid.

5 KONKLUSJON

11 av 14 undersøkte oppdrettslokaliteter(fjorder) på Nordmøre viser ingen tegn på organisk belastning verken fra oppdrettsnæring eller andre kilder.

De utførte undersøkelsene utgjør en verdifull start på en eventuell tidsserie i overvåking av fjordbunnen ved anleggene og i fjordene generelt.

Sammensetningen av bunnfaunaen i sedimentene ved et oppdrettsanlegg er en god metode til å overvåke påvirkningen fra anlegget

TOC er ingen god parameter for å overvåke organisk belastning fra oppdrettsanlegg da det fra naturens side ofte kan være meget høye verdier i områder upåvirket av menneskelig aktivitet. Samtidig kan denne parameteren vise meget stor påvirkning samtidig som bunnfaunaen viser totalt normale forhold/ingen påvirkning.

6 REFERANSER

- Bakke T, Breedveld G, Källqvist T, Oen A, Eel E, Ruus A, Kibsgaard A, Helland A, Hylland K. 2007. Veileder for miljøkvalitet i fjorden og kystfarvann. Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. TA 2229/2007.
- Buchanan JB. 1984. Sediment analysis. Pp. 41-65 in: N.A. Holme & A.D. McIntyre (eds). *Methods for the study of marine benthos*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Hovgaard P. 1973. A new system of sieves for benthic samples. *Sarsia* 53:15-18.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. *SFT-veiledning* nr. 97:03. 36 s.
- Norsk Standard NS 4764. 1980. Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Norsk Standard NS 9410. 2000. Miljøovervåking av marine matfiskanlegg. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Sandnes, O. 2004. Bonitetsprosjektet i HASUT. Utvikling av kartleggingsmetode for lokalisering av marin matfiskoppdrett. Rapport 42-10-4 (Aqua Kompetanse. Rapp.) 60 s.
- Veileder nr 1:2009: Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Utgitt av Direktoratgruppen for gjennomføringen av vanndirektivet.

Delrapport nr. 2

Utslipp og vurdering av miljøvirkninger av næringsalter tilført fra oppdrett i Nordmøre regionen

Yngvar Olsen, Kjersti Andresen, Siv Anina Etter, Øystein Leiknes, Nguyen Thi Mai Thao



Trondhjem biologiske stasjon
Institutt for biologi
Norges teknisk- naturvitenskapelige universitet (NTNU)

INNHold

OPPSUMMERING	29
SUMMARY	30
1 INNLEDNING	32
2 MATERIALE OG METODE	34
2.1 Utslippsberegninger	34
2.2 Næringskomponenter	36
2.3 Indikatorer (EQS-variabler)	37
2.4 Prøvestasjoner	38
2.5 Prøvetakingsprogram og klargjøring av utstyr	39
2.6 Uttak av vannprøve	39
2.7 Bearbeiding av vannprøver i laboratoriet	40
2.8 Analyser	40
3 RESULTATER OG DISKUSJON	41
3.1 Utslipp av uorganiske stoff og næringsalter i Nordmøre regionen	41
3.2 Temperatur og salinitet	44
3.3 Konsentrasjon av næringsstoffer for hele prøveperioden	44
3.3.1 Uorganiske næringsalter	44
3.3.2 Partikulære næringsstoffer (PON) og POP) for hele prøveperioden	45
3.4 Planktonbiomasse	48
3.4.1 Klorofyll <i>a</i>	48
3.4.2 Partikulært karbon	48
3.5 Gjennomsnittlige sommerverdier	49
3.5.1 Uorganiske næringsalter	49
3.5.2 Partikulær næring	51
3.5.3 Planktonbiomasse	51
3.5.4 CNP-forhold	51
3.6 Vurderingsgrunnlag	54
4 KONKLUSJONER	56
5 REFERANSER	58

OPPSUMMERING

Prosjektets mål var å kvantifisere utslippene av uorganiske næringsalter fra oppdrettsanleggene til vannmassene i Nordmøre-regionen og å gjøre en effektstudie for å bestemme om utslippene hadde negative kjemiske og økologiske virkninger på det planktoniske økosystemet, i henhold til det europeiske vanddirektivet.

Utslipet av næringsalter fra hvert av lakseanleggene i regionen ble estimert basert på en massebalanseanalyse av "fôr-inn" og "fisk-ut" i perioden mai-september. De beregnede utslippene av uorganisk N (DIN) og P (DIP) fra anleggene i regionen økte fra mai til august og avtok deretter noe til oktober. De totale utslippene av DIN i august var i størrelse 350 tonn, mens utslippene av DIP var 27 tonn (N:P = 13).

Det ble etablert fire stasjoner for prøvetaking der intensjonen var at to av stasjonene (BA-stasjoner) skulle plasseres i områder der påvirkningen fra oppdrett var antatt å være minimal, mens de øvrige to stasjonene skulle plasseres i områder der påvirkningen ble antatt å være maksimal (PV-stasjoner).

Den gjennomsnittlige temperaturen i vannmassene (0 – 10 meter dyp) på stasjonene viste et maksimum i september på omkring 15°C og vintertemperaturer i overkant av 6°C. Saliniteten var relativt konstant omkring 30 ppt. Det var ingen systematiske forskjeller i temperatur og salinitet for bakgrunns- og påvirkede stasjoner. Alle målte næringssaltkonsentrasjoner og biomasser av planteplankton (klorofyll *a*) lå klart under grensene som OSPAR-kommisjonen har satt for Norge (2-4 µg litre⁻¹ av klorofyll *a*, med forhøyet nivå ved >4,5 µg litre⁻¹ for Nordsjøen). I Nordmøre regionen var verdiene jevnt <1 µg klorofyll *a* litre⁻¹. Næringssalttilførselen ved begge BA-stasjonene og PV1-Bremsnesfjorden var lavere enn bakgrunnsverdien målt i Hopavågen i Agdenes, mens PV2-Reiråklakken som lå nært to til tre større anlegg viste en noe høyere belastning, men denne var ikke signifikant høyere enn bakgrunnen fra Hopavågen (P>0,05). PV1 lå også i et anleggstett område, men verdien her var lav. Gjennomsnittbelastningen av DIN for regionen, vurdert basert på basis av de fire stasjonene, var 95 % av naturlig bakgrunn målt i Hopavågen, men var ikke signifikant lavere (P>0,05). Konklusjonen støttes av en svært lav midlere konsentrasjon av klorofyll *a* og POC, som reflekterer henholdsvis biomasse av planteplankton og biomasse av små planktonarter (<200µm). Dette viser at beitekjedene og det planktoniske økosystemet er fullt ut funksjonelt.

N:P forholdene i planteplanktonet, bereknet som PON:POP i partikulært materiale, støttet konklusjonen om at DIN var primært begrensende næringsalter for planteplanktonet. P:C og N:C forholdene i planteplanktonet og DIN:DIP forholdet i vannet var i overensstemmelse med denne konklusjonen. Dette indikerte at naturlige kilder av DIN og DIP var langt viktigere kilde for næringsalter enn de antropogene kildene fra oppdrett. Utslipet fra oppdrett hadde et DIN:DIP forhold på 13 µgN µgP⁻¹. Om dette utslippet var en hovedkilde av næringsalter ville det resultere i økte N:P verdier i planteplanktonet og fosfor ville tilslutt begrense planteplanktonet (når N:P > 7,2 µgN µgP⁻¹). Et skifte til P-begrensning ville ha betydd at tilførselen fra oppdrett var en hovedkilde for næringsalter til planteplanktonet.

En samlet konklusjon fra undersøkelsene, som var basert på flere metoder, var at konsentrasjonene av næringssalter, biomassen til planteplanktonet, tilstand vurdert basert på eksperimentene i Hopavågen og algefysiologiske indikatorer alle tilsa intakte økosystemer (tilstand: *Svært god*). Kjemiske tilstand og funksjonen til det planktoniske økosystemet var følgelig fullgod og ikke negativt påvirket.

SUMMARY

The objective of the project was to quantify emissions of inorganic nutrients from fish farms to water masses in the Nordmøre region and to undertake an impact study to determine if emissions had negative chemical and ecological effects on the planktonic ecosystem, in accordance with the European water directive.

The discharge rates of inorganic nutrients from the salmon farms in the region were estimated based on a mass balance analysis of "feed-in" and "fish out" in the period May-September. The estimated emissions of inorganic N (DIN) and P (DIP) from farms in the region increased from May to August and became slightly reduced again in October. The total emission of DIN in August was about 350 tonnes while the emission of DIP was 27 tonnes (N:P = 13).

Four stations for sampling were established. The intention was that two of the stations were located in areas believed to be minimally affected by aquaculture (BA-stations) while the other two stations were placed in areas where the influence was believed to be at a maximum (PV-stations).

The average temperature of the water masses (0-10 meters deep) at the stations showed a maximum of around 15°C in September and winter temperatures were slightly above 6°C. Salinity was relatively constant around 30 ppt. There were no systematic differences in temperature and salinity at background (BA) and more affected stations (PV). All measured nutrient concentrations and biomasses of phytoplankton (chlorophyll *a*) was clearly below the limits set by the OSPAR Commission for Norway (2-4 µg litre⁻¹ of chlorophyll *a*, with an elevated level >4.5 µg litre⁻¹ for the North Sea). In the Nordmøre region, the values were throughout <1 µg chlorophyll *a* litre⁻¹. The loading rate of nutrients at both BA-stations and at PV1-Bremsnesfjorden were lower than the background value measured in Hopavågen in Agdenes, whereas PV2-Reiråklakken, which was located close to 2 - 3 large fish farms, showed a slightly higher loading rate, although not significantly higher than the natural background rate in Hopavågen (P>0.05). PV1 was also located in an area of high farm density, but the nutrient loading rate there remained low. The average loading rate of inorganic nutrients of the region, estimated as the mean for the four sampling stations, was 95% of natural background measured in Hopavågen, but the value was not significantly lower (P>0.05). This conclusion is supported by low average concentrations of chlorophyll *a* and POC, reflecting phytoplankton biomass and

biomass of small plankton species ($< 200 \mu\text{m}$), respectively. This indicates that food chains and the function of the planktonic ecosystem were not affected negatively.

The N:P ratio of the phytoplankton, estimated as the PON:POP of the particulate material, supported the conclusion that DIN was the primary limiting nutrient of the phytoplankton. The P:C and N:C ratios of the phytoplankton and the ratio DIN:DIP of the water supported that conclusion. This indicated that natural sources of DIN and DIP were a far more important source of nutrients than the anthropogenic source from fish farming. The emissions from farming had a DIN:DIP ratio of $13 \mu\text{gP } \mu\text{gN}^{-1}$. If nutrients from fish farms had become the major source of nutrients, this would have resulted in increased N:P values in the phytoplankton and phosphorus would become their limiting nutrient (when $\text{N:P} > 7.2 \mu\text{gP } \mu\text{gN}^{-1}$). A shift to P-limitation would accordingly imply that the nutrient supply from fish farming was a primary source of nutrients of the phytoplankton.

An overall conclusion from the studies, based on several methods, was that the concentrations of nutrients, the biomass of phytoplankton, the ecological state evaluated based on the experiments in Hopavågen, and algal physiological indicators all indicated intact ecosystems of full integrity (state: Very good). The chemical and the functional state of the planktonic ecosystem were accordingly not negatively affected.

1 INNLEDNING

Det er en økende oppmerksomhet omkring velferds- og miljømessige aspekter av den globalt raskt voksende akvakulturnæringen (FAO 2006). Miljømessige forhold og ny internasjonal lovgivning, sammen med en økende konkurranse om plass i kystnære farvann, vil bli blant de bestemmende faktorene for utvikling av havbruk i Norge og andre europeiske kyststater i årene framover.

Norge har en velutviklet vitenskapelig basert praksis for forvaltning av organiske tilførsler til bunnlevende organismer i det såkalte bentiske (bunnlevende) økosystemet, de såkalte MOM-undersøkelsene, som i store trekk ble etablert av norske forskningsmiljøer (MOM, "Modelling-Ongrowing fish farms-Monitoring", Ervik et al. 1997). Det er ingen tilsvarende praksis for overvåkingen og forvaltningen av det pelagiske økosystemet. Mens næringsholdige partikler fra utslippene vil synke til bunnen, vil næringsstoffer i utslippene, som utgjør den største fraksjonen av nitrogenutslippene fra norsk fiskeoppdrett, primært påvirke det pelagiske økosystemet. Det er ikke etablert et allment akseptert vitenskapelig grunnlag for en kunnskapsbasert forvaltning av næringsstoffer i kystfarvann (Cloern 2001), slik at denne forvaltningen oftest er blitt basert på "føre-var-prinsippet". Dette er problematisk i forbindelse med implementeringen av EUs vannrammedirektiv og den norske tilpasningen i vannforskriften.

Det europeiske vanddirektivet legger opp til en såkalt "økosystembasert" forvaltning av kystfarvann og andre vannressurser (se Tett 2008 for en popularisert beskrivelse). Oppdrettsanleggene skal ses som en del av det marine økosystemet og håndteres på samme måte som andre utslipp. Den geografiske skalaen for forvaltningen er "økosystemet", som må ha en større regional utbredelse enn det enkelte oppdrettsanlegget. Direktivet krever vurdering av både *kjemisk* og *økologisk* tilstand i økosystemet. Stoffer som tilføres vannmassene og sedimenter defineres innen to kategorier som håndteres ulikt (se Tett 2008 for flere detaljer):

- Naturlig forekommende stoffer, herunder organisk stoff og næringsstoffer (*naturlige, biogene stoffer*).
- Stoffer som er fremmede for naturen, kalt syntetiske, herunder miljøgifter og mange legemidler (*naturfremmede miljøgifter*).

Den *kjemiske tilstanden* til økosystemene skal vurderes på bakgrunn av grenseverdier for konsentrasjonene til etablerte indikatorer ("Ecological Quality Standards", EQS-variabler). Direktivet aksepterer en mindre økning i konsentrasjonen av *naturlige* stoffer i forhold til den naturlige bakgrunns-konsentrasjonen i upåvirket kystvann. For de *naturfremmede* stoffene aksepterer direktivet i prinsippet ingen målbare økninger i konsentrasjoner. I praksis må det normalt aksepteres en liten økning over naturlig bakgrunn, fordi analysemetodene ofte er så fintfølede. Giftigheten av stoffet for mennesker og marine organismer vil nok i praksis være avgjørende for hva som vil bli akseptert. Økosystemets kjemiske tilstand med hensyn til begge stoffgruppene er akseptabel om konsentrasjonen av indikatorstoffene er lavere enn de satte EQS-grenseverdiene (se nedenfor).

Den *økologiske tilstanden* til økosystemet skal vurderes på bakgrunn av økosystemets struktur (biomasser og den biologiske diversiteten) og funksjon (organismenes aktivitet) (se Tett 2008). Den økologiske tilstanden skal i undersøkelser plasseres i én av fem mulige kategorier; *Svært god*, *God*, *Moderat*, *Utilfredstillende* eller *Dårlig*. Den økologiske tilstanden er akseptabel om kategorien er *Svært god* eller *God*. Det er ikke etablert troverdige og universelle vitenskapelig baserte indikatorer for diagnose av den økologiske tilstanden for de frie vannmassene eller for planktonsamfunnet (se nedenfor). På bakgrunn av at nesten all den biologiske aktiviteten i havet (>95 prosent) skjer i mikroorganismer, er det helt avgjørende å framskaffe faglig baserte indikatorer for økologisk tilstand i planktonsamfunnet.

Den økologiske tilstanden skal etter direktivet være mest avgjørende i vurderinger av utslipp av naturlig forekommende stoffer som er komponenter i det naturlige økosystemet. Om konsentrasjonen av et naturlig stoff som næringssalter (biogent) overskrider det man regner som naturlig bakgrunn, er det ikke å betrakte som et miljøproblem dersom stoffet ikke representerer en trussel mot økosystemet eller menneskers helse. Da bør grenseverdiene endres. EQS-grenseverdiene for konsentrasjoner av naturlige stoffer må derfor også reflektere en reell uakseptabel forringelse av økosystemets struktur og funksjon. En forhøyet konsentrasjon av et biogent stoff som ikke har noen påviselig økologisk betydning, kan ikke være nok. For naturfremmede miljøgifter kan overskredne EQS-grenseverdier i seg selv fordre handling selv om det ikke kan registreres endringer i økosystemets struktur og funksjon.

Prinsippene som i korthet er gjengitt ovenfor, er i overensstemmelse med de etablerte MOM-undersøkelsene for havbunnen. For de pelagiske vannmassene er det ikke etablert en lignende praksis. Dette grunner i at forskningen har hatt problemer med å etablere en klar vitenskapelig basis for forvaltningen av vannmassene (Merceron et al. 2002, Soto and Norambuena 2004, Maldonado et al. 2005, Dalsgaard og Krause-Jensen 2006). Det er viktig å etablere vitenskapelig baserte indikatorvariabler som kan gi informasjon om kjemisk tilstand og vitenskapelige kriterier som avspeiler økologisk tilstand til det pelagiske økosystemet. De kjemiske EQS-grenseverdien må settes slik at de reelt avspeiler en negativ økologisk tilstand og ikke bare for eksempel 50 prosent over naturlig bakgrunn.

Prosjektets definerte mål var:

- Å kvantifisere utslippene av uorganiske næringssalter fra oppdrettsanleggene til vannmassene i Nordmøre-regionen
- Å gjøre en effektstudie for å bestemme om utslippene hadde kjemiske og økologiske virkninger slik disse i prinsippet skal diagnosteres i henhold til det europeiske vanddirektivet.

Et overordnet og litt mer langsiktig mål er å bidra til en vitenskapelig basert forvaltningspraksis for norsk og europeisk kystvann. Vurderingen av resultatene gjøres basert på tidligere forskning ved NTNU, grunnleggende kunnskap om planktonalgers reaksjon på næringssalter og på relevante, publiserte arbeider (se Olsen et al 2006, 2007, 2012; Vadstein 2012). I en videre bearbeiding av resultatene skal transporten fra

utslippene fra anleggene i juni-september simuleres med SINMOD og resultatene sammenholdes med målingene av næringskonsentrasjoner og planteplanktonbiomasser som presenteres i denne rapporten.

2 MATERIALE OG METODE

2.1 Utslippsberegninger

Utslippet av næringsstoffkomponenter kan med god sikkerhet estimeres basert på massebalanseanalyser av "fôr-inn" og "fisk-ut" fordi lakseoppdretternes bransjeorganisasjon FHL fører en omfattende fylkesvis statistikk for bruk av fôr og produksjon av laks. Oppdretterne rapporterer månedlig fôrforbruk og produksjonsdata på merdnivå til det statlige systemet altinn.no. De største leverandørene av automatiserte fôringssystemer har slik rapportering som en del av det administrative systemet som oppdretterne bruker.

Balansen av N, P og energi (C) i en fisk kan uttrykkes ved Likning 1 (Figur 1):

$$(1) I = A + F = G + R + F$$

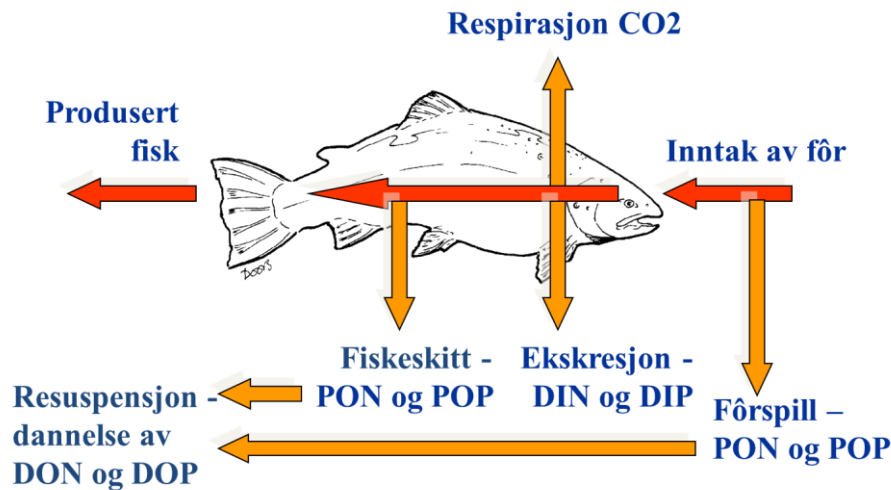
der I er inntaket av N, P eller C i føden, A er assimilert N, P eller C fra føden, eller opptak i selve kroppsvevet, F er utskillelsen av N, P og C i fiskeskitt, G er vekst uttrykt som N, P eller C akkumulert i biomasse, R er respirasjon av C og ekskresjon for N og P. Om tapet av fôr (T) er vesentlig kan det inkluderes i balansen som da blir:

$$(2) I = A + F + T = G + R + F + T$$

Likning 2 er representativ for et anlegg mens Likning 1 er representativ for et individ. Dødelighet kan om ønskelig også inkluderes på tilsvarende måte som for fôrspill.

Utslippshastigheten av ulike næringskomponenter (se nedenfor) kan estimeres for nasjonen, de enkelte fylkene eller for ett anlegg etter følgende generelle prosedyre:

- N:P:C forhold i fôr og fisk, må estimeres gjennom egne analyser og/eller tas fra litteratur, fôrbedrifter og andre kilder
- Data for bruk av fôr, representert ved I i Likning 1 og 2.
- Data for produksjon av fisk, representert ved G i Likning 1 og 2.
- Data for tap av fôr, representerer T i Likning 2, normalt 2-5 prosent hvorav 15 prosent kan antas å gå i løsning mens 85 prosent forblir i partikulær form (partikulært og løst organisk stoff, Tabell 1, se nedenfor)
- A kan estimeres basert på data om fordøybarhet av N (protein), P og C (energi) som blir spist ($A = AE \times I$, AE er fordøybarhet eller assimilasjonseffektivitet). Verdiene av fordøybarhet (assimilasjon) ligger i området 0,5-0,9 med laveste verdier for P.



Figur 1. Mekanismer for utskillelse av næringskomponenter av ulik form fra lakseoppdrett. (se Tabell 1 og 2).

- F kan bestemmes som I minus A , for N, P eller C
- 15 prosent av F antas å gå i løsning mens 85 prosent forblir i partikulær form (partikulært og løst organisk stoff, Tabell 1, se nedenfor)
- R kan bestemmes som A minus G , for N, P eller C

Viktige koeffisienter for fordøybarhet og CNP forhold i fisk og fôr som ble anvendt i beregningene er samlet i Tabell 1.

En mer detaljert beskrivelse av beregningene er gitt av Olsen & Olsen (2008) og Wang et al (2012). Dersom statistisk informasjon om bruk av fôr og produksjon av fisk er fragmentert, er en dynamisk modell som beskriver fiskens metabolisme, vekst og produksjon av avfall (f.eks. Fernandes et al. 2007) et alternativ til en enkel massebalanse-modell som er beskrevet ovenfor. Slike modeller er ikke så robuste, men kan som nevnt være nyttig når inn-data er mer fragmentert.

Den største usikkerheten knyttet til beregningen som er anvendt her vil være fordøybarhet, og spesielt fordøybarheten av fosforkomponenter i fôret (Hua & Bureau 2006, Sugiura et al. 2006). Fordøyeligheten av N kan settes lik den for protein som normalt måles og spesifiseres av fôrleverandøren. Verdien er følgelig ganske sikker (Anderson et al. 1995). Usikkerheten er primært knyttet til fordøyeligheten av andre N komponenter i fôret, som for eksempel nukleinsyrer.

Et annet usikkerhetspunkt er den andelen av fôret som tapes til omgivelsene. Fôrspillet i lakseoppdrettet var høyt tidligere, men med dagens kameraassisterte fôring hevdes det fra oppdrettere at forspillet er svært lite, kanskje noen prosent. Objektive data er ikke enkelt tilgjengelig for å dokumentere dette. Bruk av et høyere forspill (3% er normalt blitt anvendt) og lav fordøyelseeffektivitet (<85% av spist N) vil begge bidra til at modellen vil prediktere en høyere fraksjon av partikulært N og P i utslippet og et lavere utslipp av uorganiske næringsstoffer (Wang et al 2012).

2.2 Næringskomponenter

Næringsalter og organiske komponenter fra sjøbaserte oppdrettsanlegg kan grupperes i tre hovedgrupper (Tabell 2) som kan navngis i henhold til internasjonal vitenskapelig praksis i havforskning;

- Partikulært organisk N, P og C (henholdsvis PON, POP og POC)
- Løst organisk N, P og C (henholdsvis DON, DOP og DOC)
- Løst uorganisk N, P og C (henholdsvis DIN, DIP og DIC)

Det er primært N- og P-komponentene som vanligvis kan ha effekter på økosystemet og de forskjellige næringskomponenter vil ha innvirkning på ulike deler av det marine økosystemet (oppsummert i Tabell 2).

Løste uorganiske næringsalter som ammonium (NH_4) og fosfat (PO_4) skilles ut ved ekskresjon fra fisken og har et hovedfokus i rapporten. Uorganiske næringsalter vil ganske umiddelbart tas opp i planteplanktonet i de øvre vannlagene der det er gode lysforhold og fotosyntese. Da vil disse uorganiske næringssaltene anta en annen kjemisk form, de vil overføres fra uorganisk løst til partikulær form, som omfatter planteplankton og andre mikroorganismer (f. eks fra DIN til PON, som er N i små planktonorganismer som ikke synker fort ut av vannmassene).

Om mengdene av næringsalter som tilføres er store, og fortyningen av vannmassene lite effektiv, kan store utslipp av uorganisk næring resultere i uønskede blomstringer av planteplankton. Normalt vil vannet blandes effektivt i områder med lakseoppdrett slik at næringssaltene fortynnes raskt etter utslippet. Da vil næringssaltene normalt kunne stimulere den naturlige næringskjeden og tilslutt fiskeriene på en positiv måte.

Tabell 1. Koeffisienter for fordøybarhet og CNP forhold i fisk og fôr som ble anvendt i beregningen av utslipp (Wang et al 2012).

Variabel	Karbon	Nitrogen	Fosfor
Assimilasjonseffektivitet			
% av spist tørrfor	80	85	50
% av tørrstoff fisk	54	5.8	0.90
% av tørrstoff	61	7.4	0.70

Tabell 2. Karakteristika og skjebne av nærings komponenter fra lakseoppdrett.

Nærings-komponent	Akronym	Karakteristikk og skjebne
Partikulære næringsstoffer Partikulært organisk N, P og C	PON POP POC	<ul style="list-style-type: none"> • Hele fôrpellets, små til svært små partikler med opprinnelse i fôr, fiskeskitt eller påvekstorganismer i oppdrettsanlegg • Pellets og større partikler synker raskt til bunnen, blir spist av fisk/andre pelagiske eller bentiske organismer, eller de akkumulerer i sedimenter • Små partikler kan forbli i de åpne vannmasser. De kan spises av for eksempel maneter, skjell eller dyreplankton eller brytes ned av bakterier • Partiklene er ikke tilgjengelig for planteplankton og makroalger • Sedimentasjon og konsumering av partikler er relativt raske prosesser, dag(er)
Løste organiske Næringsstoffer. Løst organisk N, P og C.	DON DOP DOC	<ul style="list-style-type: none"> • Molekylære (inkludert partikler < 0,2 µm) nærings komponenter. • Ofte komplekse, stabile kjemiske forbindelser fra cellevegger og fiskeskitt-partikler. Ikke direkte tilgjengelig for planteplankton • Kan aggregere med partikler (marine snø) og synke, relativt langsom prosess
Løste uorganisk næringssalter. Løst uorganisk N, P og C, som er CO ₂ .	DIN (NH ₄) DIP (PO ₄) DIC (CO ₂)	<ul style="list-style-type: none"> • Uorganiske molekyler, mineralnæring for planter og dyr • Urea\ammonium (NH₄) og fosfat (PO₄) • Umiddelbart tatt av planteplankton, makroalger og bakterier. • Kan forårsake uønsket algeblomstring

2.3 Indikatorer (EQS-variabler)

Mulige indikatorer for kjemisk tilstanden til vannmassene i forbindelse med nærings saltutslipp kan med utgangspunkt i Tabell 2 være:

- DIN og DIP; disse er svært hyppig anvendt i overvåkning, men verdien som EQS-variabler er begrenset
- DON og DOP; sannsynligvis lite hensiktsmessige fordi komponentene er biologisk stabile
- PON og POP; lite anvendt, men trolig godt egnet
- Totalt N og Totalt P; i noen grad anvendt og trolig egnet

Utvalget av indikatorer for økosystemets tilstand er svært begrenset. Et utgangspunkt for å bestemme økologisk tilstand kan være:

- Planteplanktonbiomasse (målt som konsentrasjonen av klorofyll *a* og/eller partikulært organisk karbon, POC)
- Forhold mellom plante- og dyreplanktonbiomasse (dyreplanktonbiomasse målt som tørrstoff av planktontrekk)
- Sedimentasjonshastighet av N og P i dødt materiale (detritus)
- Sedimentasjon som andel av primærproduksjon, som da må måles med bio-optiske metoder, for eksempel fra satellitt.

Konsentrasjonen av klorofyll *a*, og i noen grad konsentrasjonen av POC, brukes ofte som eneste indikator for økologisk tilstand i vannmassene. En annen indikator er sammensetningen av tang- og taresamfunnet i strandsonen (fastsittende organismer), men denne indikatoren er ikke relevant for de frie vannmassene.

2.4 Prøvestasjoner

Basert på tidligere modellering av vannstrøm i regionen, kunnskap om oppdrettsanleggenes posisjoner og de generelle fysiske forholdene ble det valgt posisjoner for fire prøvestasjoner. Det var en intensjon at to av stasjonene (BA1 og BA2) skulle plasseres i områder der påvirkningen fra oppdrett var antatt å være minimal, mens de øvrige to stasjonene (PV1 og PV2) ble plassert i områder der påvirkningen ble antatt å være maksimal. Det er usikkert om plasseringen ble etter intensjonen, dette må tas i betraktning i vurderingen av resultatene.

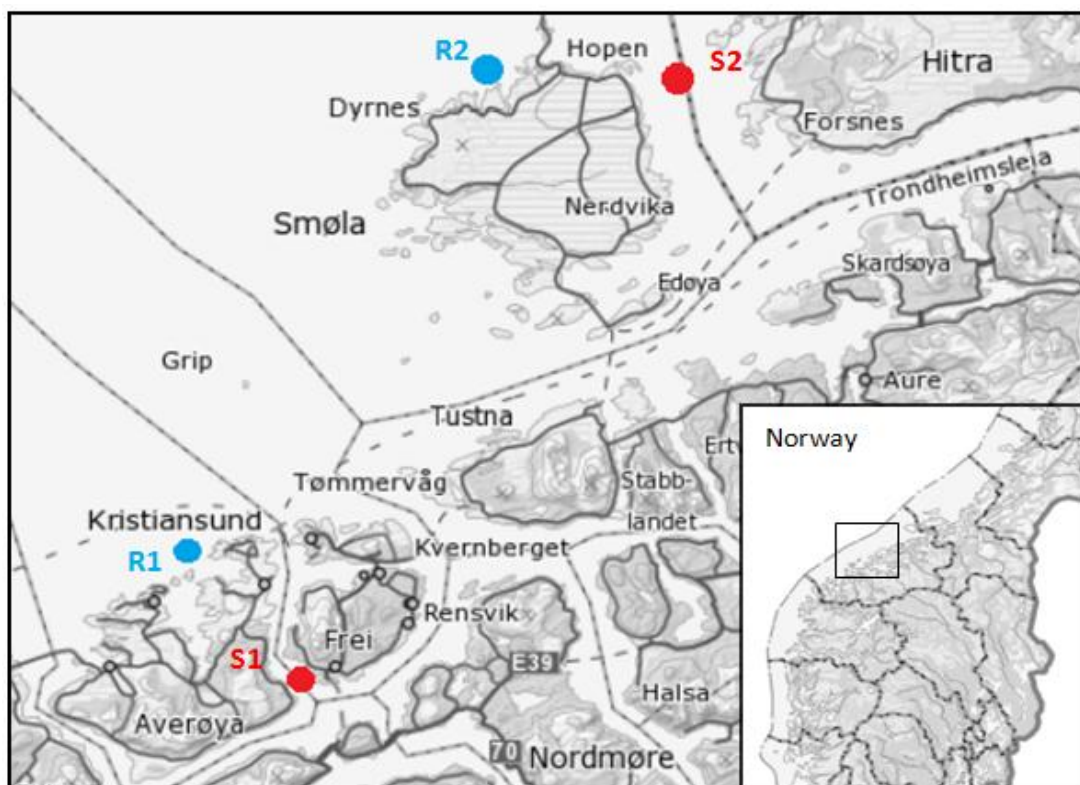
Prøvene ble tatt fra følgende fire stasjoner (se Figur 2):

BA1 - Raudeggflua (63,1037, 7,5271)

BA2 - Skjerjebåan (63,4158, 7,7009)

PV1 - Bremsnesfjorden (63,0111, 7,7430)

PV2 - Reiråklakken (63,4622, 8,1824)



Figur 2. Stasjoner for prøvetakning i Nordmøre-regionen. BA-stasjonene omfatter stasjonene Raudeggflua (BA1) og Skjerjebåan (BA2) som ble antatt å være minimalt påvirket av utslipp fra havbruk mens PV-stasjonene Bremsnesfjorden (PV1) og Reiråklakken (PV2) ble valgt som stasjoner som sannsynligvis var sterkere påvirket.

2.5 Prøvetakingsprogram og klargjøring av utstyr

Prøveuttak ved de fire stasjonene skjedde på følgende tidspunkt:

- Uke 23 - uke 39 (juni til og med september) - Hver uke, i alt 17 prøveuttak
- Oktober 2011 til og med februar 2012 – Hver måned, i alt 5 prøveuttak

Utstyr for prøvetaking ble anskaffet av Trondhjem biologiske stasjon (NTNU) og fordelt til prøvetagerne før oppstart. Etter hver prøvetaking ble alt utstyret skylt med rent springvann og tørket med åpne korker med aluminiumsfolie lagt løst over slik at vannet fikk dampe av før neste prøvetaking. Utstyret ble oppbevart skjermet for støv og annen påvirkning slik at det kunne anvendes direkte ved neste prøvetaking.

2.6 Uttak av vannprøve

En integrert vannprøve for 0 - 10 meter dyp ble tatt ut ved hjelp av plastslange (innvendig diameter på 25 mm, tjukkevegget, næringsmiddelkvalitet). Vannslangen hadde et lodd festet til den ene enden sammen med et tau av samme lengde som slangen og en propp festet til slangen med tau. I den andre enden var det også festet en propp med tau. Ved uttak av vannprøve ble slangen senket ned i vannmassene til

enden nådde 10 meter dyp (loddet sørget for at den sank). Proppen ble så satt inn i toppen av slangen, slangens nedre ende ble dratt opp med tauet og den andre proppen ble satt inn i nedre enden. Slangens innhold ble så overført til prøvebøtte. Det ble tatt to slike prøver som ble slått sammen. Følgende prøver ble tatt ut av prøvebøtta:

- Temperaturen i bøtta ble målt (håndkontakt med vannet måtte unngås).
- Planteplanktonprøve - 300 ml vannprøve ble tilsatt medisinflaske, med 3 ml sur Lugol tilsatt (sluttkonsentrasjon 1 %). Flasken ble merket og oppbevart mørkt ved romtemperatur/kjøling.

Det resterende vannet i bøtta ble helt over i brun kanne gjennom en trakt med 200 µm planktonduk for å fjerne store individer av dyreplankton (200 µm-filtrert). Prøvene i de brune kannene ble tatt til laboratoriet for videre behandling og analyse av næringsalter.

2.7 Bearbeiding av vannprøver i laboratoriet

Vannprøvene fra stasjonene ble bragt til laboratoriet i de brune kannene og umiddelbart bearbeidet videre. Sterkt lys (sollys) måtte unngås i hele prosessen.

Følgende prøver ble tatt ut av 200 µm-filtrert vannet i de brune kannene:

- #3 stk 100 ml hvite plastflasker merket med stasjonsnavn og dato ble fylt nesten helt opp og frosset
- 2-3 liter vann ble filtrert med sugokolbe gjennom et glødet GF-F filter (D = 47 mm). Filteret ble håndtert med pinsetter og måtte ikke gå tørt i løpet av filtreringen. Filteret ble umiddelbart lagt med «algesiden» opp i en petriskål som ble tapet igjen, pakket i aluminiumsfolie og frosset ved 18°C.

Følgende prøver av vannet som var filtrert med GF-F filteret (GF-F-vann) ble tatt ut fra sugokolben:

- #3 sentrifugerør ble fylt opp til ca 40 ml med GF-F-vann fra sugokolben, merket med prøvestasjon og dato og frosset ved 18°C.
- #3 100 ml hvite plastflasker ble fylt de nesten helt opp med GF-F-vann fra sugokolben, merket med stasjon og dato og frosset ved 18°C.

2.8 Analyser

Følgende kjemiske analyser ble gjennomført på GF-F-vann:

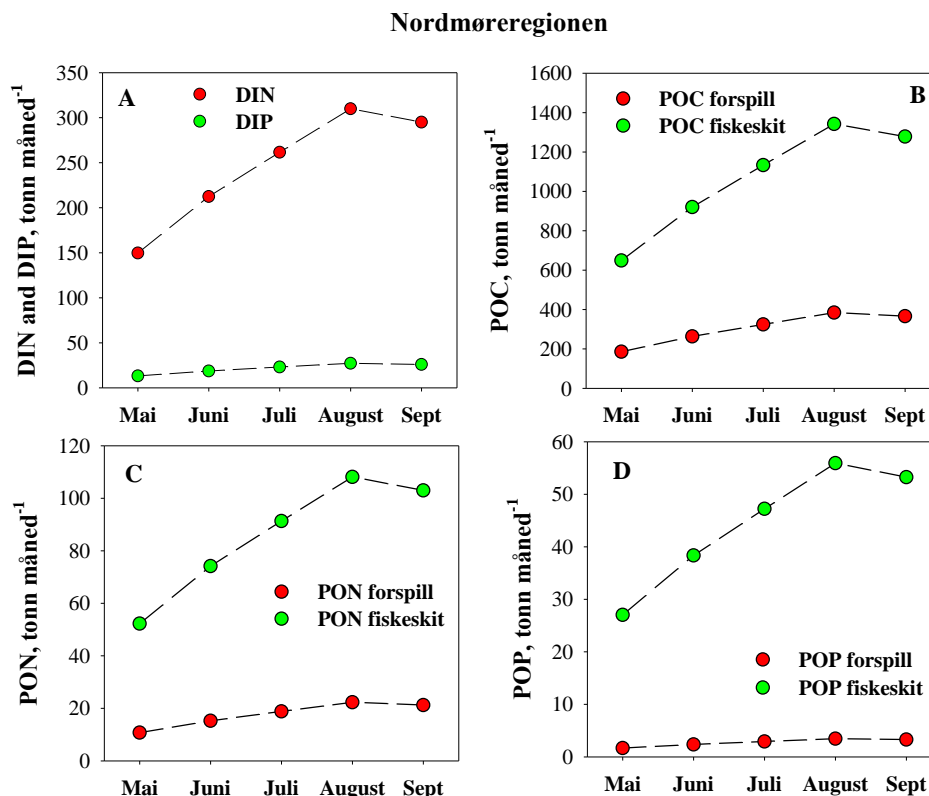
- Nitrat (NS-EN ISO 10301-1), ammonium (NS-EN ISO 14911) og totalt N (NS-4743) ble analysert i henhold til angitt norsk standard
- Fosfat (NS-4724) og totalt P (NS-4725) ble analysert i henhold til angitt norsk standard
- Klorofyll *a* (NS-4767) ble analysert i henhold til angitt norsk standard
- POC og PON (analysert med CHN-elementanalysator)

3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Utslipp av uorganiske stoff og næringsalter i Nordmøre regionen

Figur 3 viser beregnede utslipp av ulike uorganiske og organiske næringsstoffer fra hele Nordmøreregionen gjennom sommerperioden mai – september i 2011. Utslippene er nært koblet til fôringen og alle komponentene viser følgelig samme forløp. Utslippene økte jevnt fra mai til august og avtok deretter noe i august. Utslippene av POC, PON og POP fra fôrspill var gjennomgående lavere enn bidraget fra fiskeskitt. Rapporten videre fokuserer på utslippene av uorganiske næringsalter som vil kunne påvirke økosystemet i de frie vannmassene. Figur 3 vil gi imidlertid en antydning av størrelsen til utslippene av partikler som i all hovedsak vil synke til bunns.

Tabell 3 viser månedlige utslipp av DIN for anleggene i Nordmøre regionen. Noen anlegg har stor fôringsaktivitet mens noen har lavere. Utslippene er proporsjonale med forbruket av fôr. Solværet hadde de største utslippene, mens noen anlegg hadde svært beskjedne utslipp. De totale utslippene av DIN økte fra 167 tonn i juni til 346 tonn i august. Tabell 4 viser månedlige utslipp av DIP for anleggene i Nordmøre regionen, og variasjonene i tid og mellom anlegg ar tilsvarende dem for DIN.



Figur 3. Beregnede utslipp av uorganiske næringsalter (A: DIN og DIP) og partikulært organisk C (B), N (C) og P (D) som fiskeskitt og som fôrspill i hele Nordmøreregionen i perioden mai - september.

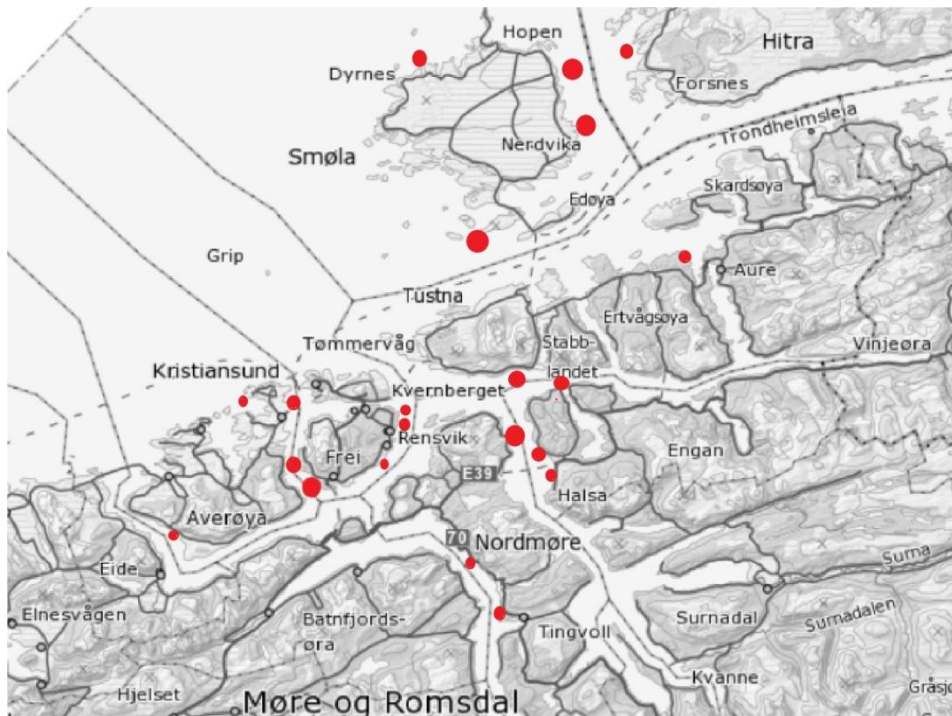
Tabell 3. Berechnet månedsvise utslipp av uorganisk N (DIN, ammonium/urea) fra anlegg i perioden mai til og med september (kg NH₄-N).

Lokalitetsnavn	Kartreferanser		Ammoniumtilførsel, kg NH ₄ -N per måned				
	N_GEOWGS84	Ø_GEOWGS84	mai	juni	juli	aug	sept
			19				
Solværet	63.255000	7.856933	604	31 217	44 548	40 100	39 709
Endresetbukta	63.030183	7.716150	3 991	6 759	11 248	24 696	27 363
Reiråklakken	63.450250	8.168853	8 314	21 894	26 889	39 685	39 773
			20				
Bremnessvaet	63.397950	8.214317	436	30 874	28 382	30 399	27 959
			12				
Halsbukta	63.077685	8.143622	959	20 629	25 653	30 781	28 201
			19				
Korsneset	63.142733	8.224933	852	23 564	28 943	23 237	13 346
Blomvikbugen	63.281766	8.453784	3 533	5 887	10 375	14 780	9 916
			13				
Segelråa	63.149745	8.128550	926	21 923	27 965	23 384	21 452
Leite	63.035983	7.678117	3 635	7 900	11 660	20 790	19 675
Hogsneset nord	63.099517	7.670333	2 341	2 996	3 413	9 110	12 630
Hjortholman	63.457733	7.856100	2 466	4 041	9 524	14 578	19 611
Gjelsøya	63.482617	8.280283	3 761	5 116	6 287	18 051	20 584
			17				
Storskjeret	63.269850	8.228283	023	23 719	23 272	13 096	0
Skåren	63.076733	8.193150	9 797	14 323	14 910	11 186	11 847
Hagahammaren	63.137767	8.030150	879	1 650	2 612	4 323	6 684
Bogen	63.077667	7.903450	681	1 402	2 266	3 589	4 297
Honnhammarvika	62.863367	8.157583	3 968	3 558	5 437	6 442	4 775
Villum	63.048950	8.216350	1 568	1 789	2 853	4 952	6 367
Hogsneset nord	63.099517	7.670333	1 647	2 053	3 166	7 794	8 197
Kornstad	62.960383	7.450150	8 838	4 278	0	0	0
Vikageilen	63.075783	7.906067	431	705	1 538	2 985	4 423
Hegerbergtrøa	62.883933	8.149917	225	93	450	595	820
Or	63.042092	7.849293	278	476	688	1 362	1 746
Merraberget	62.783800	8.278250	1 164	26	0	0	0
Sveggevika	63.087325	7.590048	5 873	304	0	0	0
		Totalt DIN, tonn mnd ⁻¹	167	237	292	346	329

Tabell 4. Berechnet månedsvise utslipp av uorganisk P (DIP, fosfat) fra anlegg i perioden mai til og med september (kg PO₄-P).

Lokalitetsnavn	Kartreferanser		Fosfertilførsel, kg PO ₄ -P per måned				
	N_GEOWGS84	Ø_GEOWGS84	mai	juni	juli	aug	sept
Solværet	63.255000	7.856933	1 546	2 462	3 513	3 162	3 132
Endresetbukta	63.030183	7.716150	315	533	887	1 948	2 158
Reiråklakken	63.450250	8.168853	656	1 727	2 121	3 130	3 137
Bremnessvaet	63.397950	8.214317	1 612	2 435	2 238	2 397	2 205
Halsbukta	63.077685	8.143622	1 022	1 627	2 023	2 427	2 224
Korsneset	63.142733	8.224933	1 566	1 858	2 283	1 832	1 053
Blomvikbugen	63.281766	8.453784	279	464	818	1 166	782
Segelråa	63.149745	8.128550	1 098	1 729	2 205	1 844	1 692
Leite	63.035983	7.678117	287	623	920	1 640	1 552
Hogsneset nord	63.099517	7.670333	185	236	269	718	996
Hjortholman	63.457733	7.856100	194	319	751	1 150	1 547
Gjelsøya	63.482617	8.280283	297	403	496	1 424	1 623
Storskjeret	63.269850	8.228283	1 343	1 871	1 835	1 033	0
Skåren	63.076733	8.193150	773	1 130	1 176	882	934
Hagahammaren	63.137767	8.030150	69	130	206	341	527
Bogen	63.077667	7.903450	54	111	179	283	339
Honnhammarvika	62.863367	8.157583	313	281	429	508	377
Vullum	63.048950	8.216350	124	141	225	391	502
Hogsneset nord	63.099517	7.670333	130	162	250	615	646
Kornstad	62.960383	7.450150	697	337	0	0	0
Vikageilen	63.075783	7.906067	34	56	121	235	349
Hegerbergtrøa	62.883933	8.149917	18	7	35	47	65
Or	63.042092	7.849293	22	38	54	107	138
Merraberget	62.783800	8.278250	92	2	0	0	0
Sveggevika	63.087325	7.590048	463	24	0	0	0
	Totalt DIP, tonn mnd ⁻¹		13. 2	18. 7	23. 0	27. 3	26. 0

Den relative størrelsen til utslippene av DIN er illustrert ved størrelsen til punktet for lokalisering i Figur 4. Det kan påpekes at utslippene omkring stasjon PV2 – Reiråklakken mellom Hitra og Smøla kan synes å være spesielt store.



Figur 4. Relativ størrelse til utslippene fra oppdrettsanleggene i Nordmøre regionen illustrert ved ulike punktstørrelser.

3.2 Temperatur og salinitet

Den gjennomsnittlige temperaturen i vannmassene på 0 – 10 meter dyp vist et lignende forløp ved alle prøvestasjonene, med et maksimum i september på omkring 15°C og vintertemperaturer i overkant av 6°C (Figur 5A). Saliniteten var relativt konstant omkring 30 ppt (Figur 5B). Det var ingen systematiske forskjeller i temperatur og salinitet for bakgrunns- og påvirkede stasjoner.

3.3 Konsentrasjon av næringsstoffer for hele prøveperioden

3.3.1 Uorganiske næringsstoffer

Laksen og alle andre dyr skiller ut uorganisk nitrogen som ammonium/urea, som kan spores i de øvre vannmassene som ammonium (NH_4) om tilførslene er større enn planteplanktonets forbruk. Konsentrasjonene av ammonium var gjennomgående lavere enn $10 \mu\text{g liter}^{-1}$ i sommerperioden, med en temporær økning omkring oktober i forbindelse med høstomrøringen og slutten av vekstperioden for planteplanktonet. Det var ikke noen klare systematiske forskjeller mellom bakgrunns- (BA, Figur 6A) og eksponerte stasjoner (PV, Figure 6B).

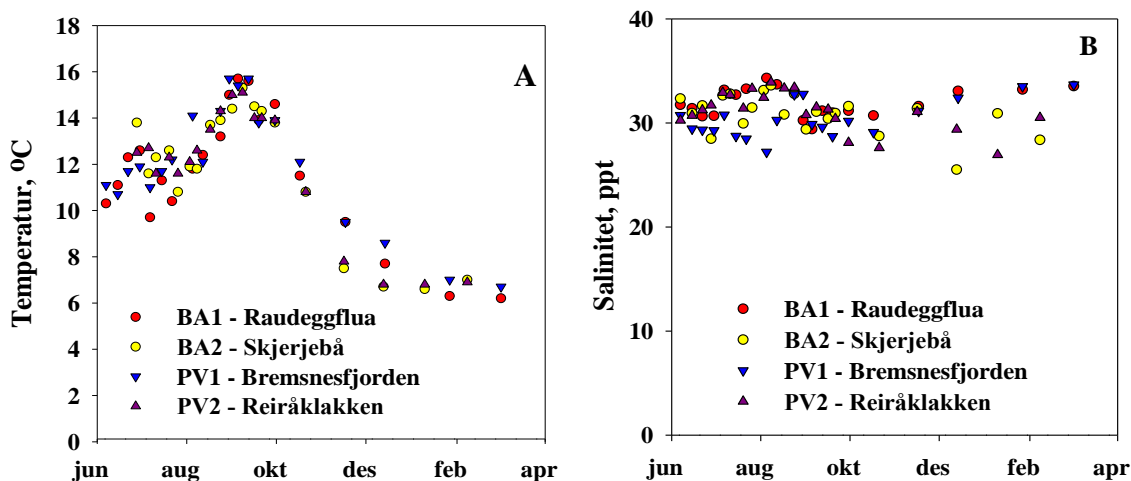
Konsentrasjonen av nitrat (NO_3) var gjennomgående lav i hele sommersesongen (juni-september) med et unntak av en høy verdi ved BA1 Raudeggflua (Figur 6CD). Nitrat er naturens gjødsel og tilføres de øvre vannmassene fra dypvann, eventuelt fra land. Den høye verdien skyldes sannsynligvis en lokal oppstrømning forårsaket av sterk vind. I lukkede fjorder kan økte nitratverdier være en følge av tilførsler fra landbruk (kunstgjødsel), men dette kan utelukkes for åpne kystlokaliteter som BA1.

Konsentrasjonen av nitrat økte til om lag $80 \mu\text{g liter}^{-1}$ ved alle stasjonene i vinterperioden, dette som en følge av høst-vinteromrøringen av vannmassene. Verdien er noe lavere enn dypvannskonsentrasjonen til nord-øst atlantisk kystvann (ca. $100\text{-}120 \mu\text{g NO}_3\text{-N liter}^{-1}$).

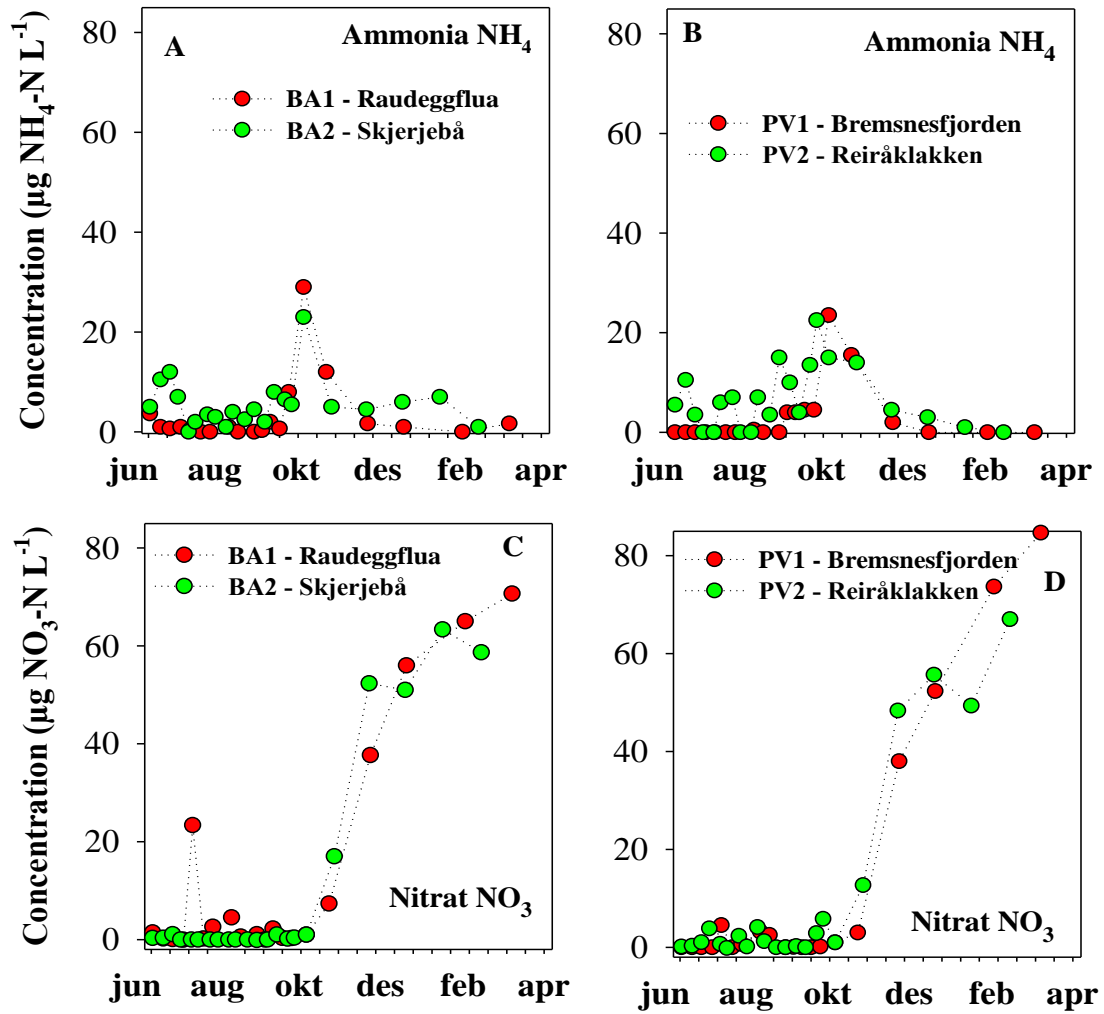
Figur 7 viser konsentrasjonene av fosfat på stasjonene gjennom hele sesongen. Fosfat skiller ut av alle dyr i vannmassene, men det tilføres også fra dypvann, da sammen med nitrat. Konsentrasjonene av fosfat var lave og relativt konstante i hele sommersesongen, og det var ingen tydelig forskjell mellom bakgrunns- (BA, Figur 7A) og eksponerte stasjoner (PV, Figure 6B). Oppstrømningen av dypvann i juli ved BA1 Raudeggflua (Figur 7C) kan spores også for fosfat, noe som tilsier en naturlig gjødslingshendelse, fordi fosfat og nitrat alltid må tilføres sammen fra dypvann. I høst/vinterperioden økte konsentrasjonene til om lag $15 \mu\text{g PO}_4\text{-P liter}^{-1}$, som er noe lavere enn dypvannskonsentrasjonene i nord-østlig atlantisk kystvann (ca. $18\text{-}20 \mu\text{g PO}_4\text{-P liter}^{-1}$).

3.3.2 Partikulære næringsstoffer (PON) og POP for hele prøveperioden

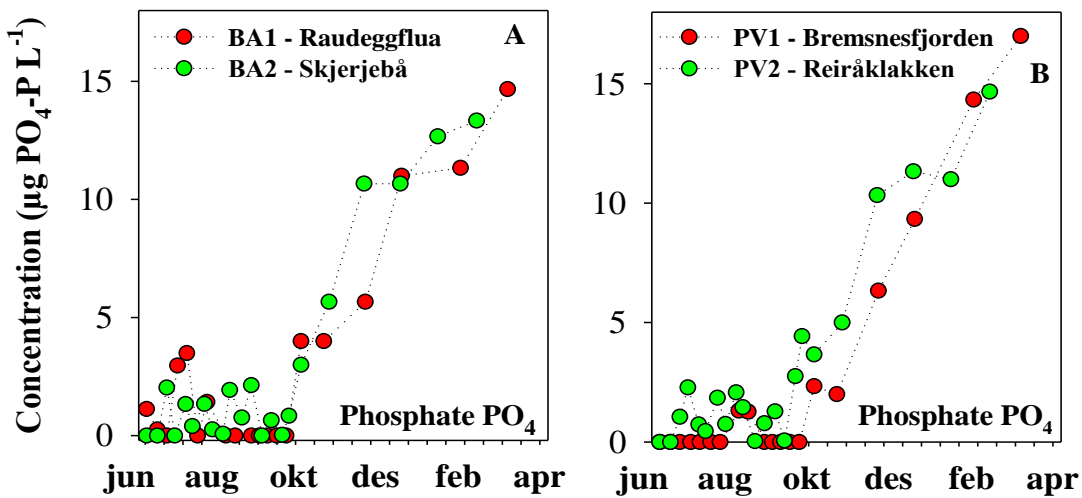
Uorganiske næringsalter som nitrat, ammonium og fosfat tas raskt opp i planteplanktonet fordi disse gjødslingsstoffene er essensielle for algenes vekst, på samme måte som de er for planter i landbruket. Næringsalter som tas opp i planktonalger og i den mikrobielle næringskjeden kan spores i partikulært N og P (PON og POP, henholdsvis). Konsentrasjonene av PON og POP var gjennomgående noe høyere i sommerperioden enn i høst/vinterperioden der planktonbiomassen er langt lavere enn om sommeren. De høyeste verdiene i sommerperioden var tilsvarende maksimalverdiene av uorganisk N (DIN, nitrat + ammonium, Figur 6) og uorganisk P (DIP, fosfat i Figur 7) i vinterperioden.



Figur 5. Temperatur (A) og salinitet (B) i prøvetatt vannvolum (0-10m) ved de fire prøvestasjonene.



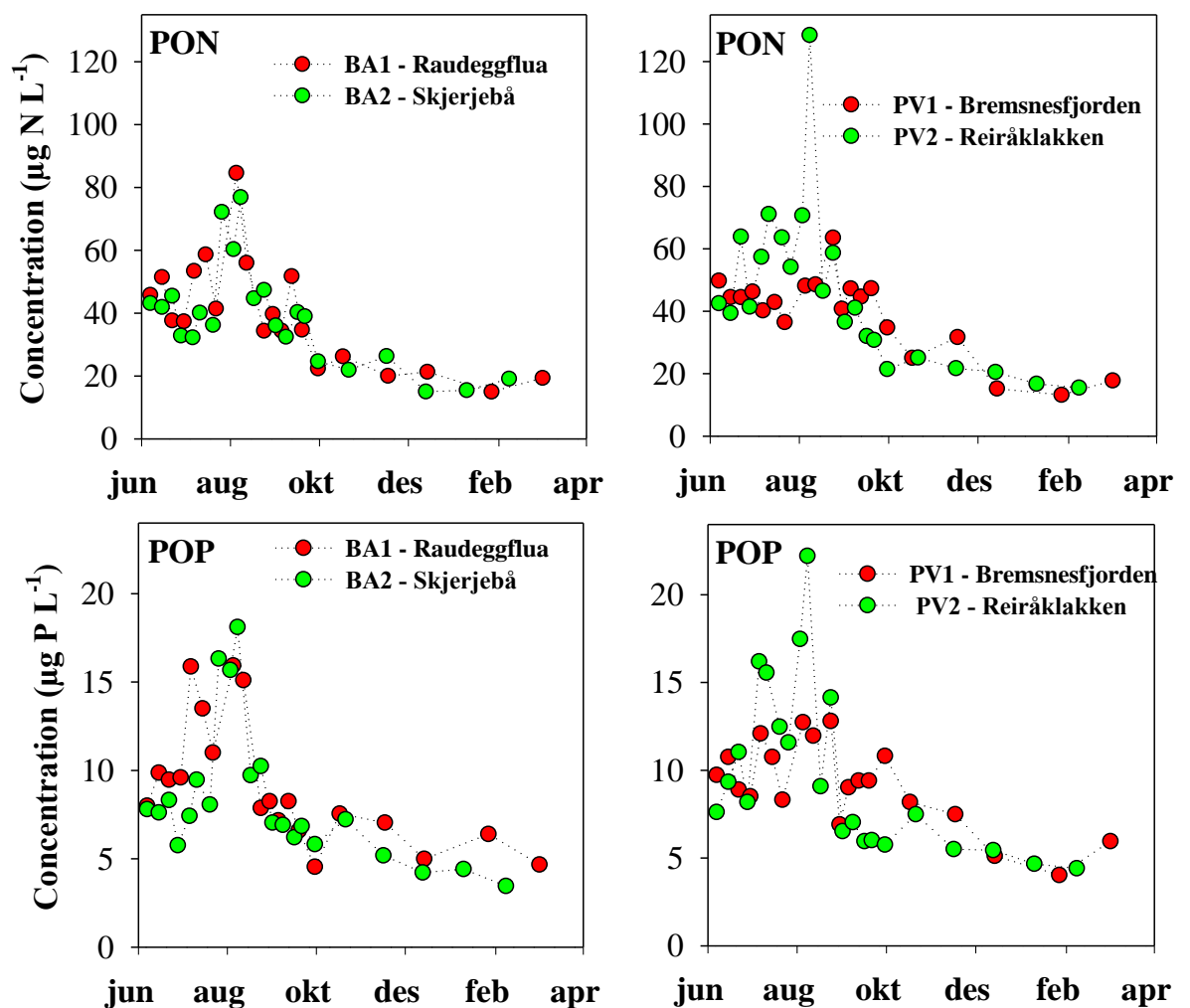
Figur 6. Konsentrasjonen av ammonium (NH₄-N) og nitrat (NO₃-N) ved bakgrunnsstasjoner (BA) og påvirkningsutsatte (PV) stasjoner. Skala for ammonium og nitrat er satt lik slik at det relative inntrykket mellom disse blir mest korrekt.



Figur 7. Konsentrasjonen av fosfat (PO₄-P) ved bakgrunnsstasjoner (BA) og påvirkningsutsatte (PV) stasjoner.

Konsentrasjonene av PON og POP var lignende for BA og PV stasjonene. De fleste verdiene av PON om sommeren varierte mellom 35 og 70 $\mu\text{g PON liter}^{-1}$, kanskje ble det registrert flere lavere verdier ved BA-stasjonene? Verdiene i høst/vinterperioden var like og flatet av like under 20 $\mu\text{g PON liter}^{-1}$. POP viste lignende variasjoner i tid, men forskjellene mellom BA og PV stasjonene var ikke merkbar. Konsentrasjonene flatet av omkring 5 $\mu\text{g POP liter}^{-1}$ i høst/vinterperioden.

Det ble registrert en høy verdi av PON i august som klart overskred den maksimale konsentrasjonen av uorganisk N i vinterperioden. Konsentrasjonen av POP økte samtidig og det kan derfor ikke avgjøres om tilførslene i forkant av denne hendelsen var naturlige eller antropogene (menneskeskapte).



Figur 8. Konsentrasjonen av partikulært organisk N og P (PON og POP, henholdsvis) ved bakgrunnsstasjoner (BA) og påvirkningsutsatte (PV) stasjoner.

3.4 Planktonbiomasse

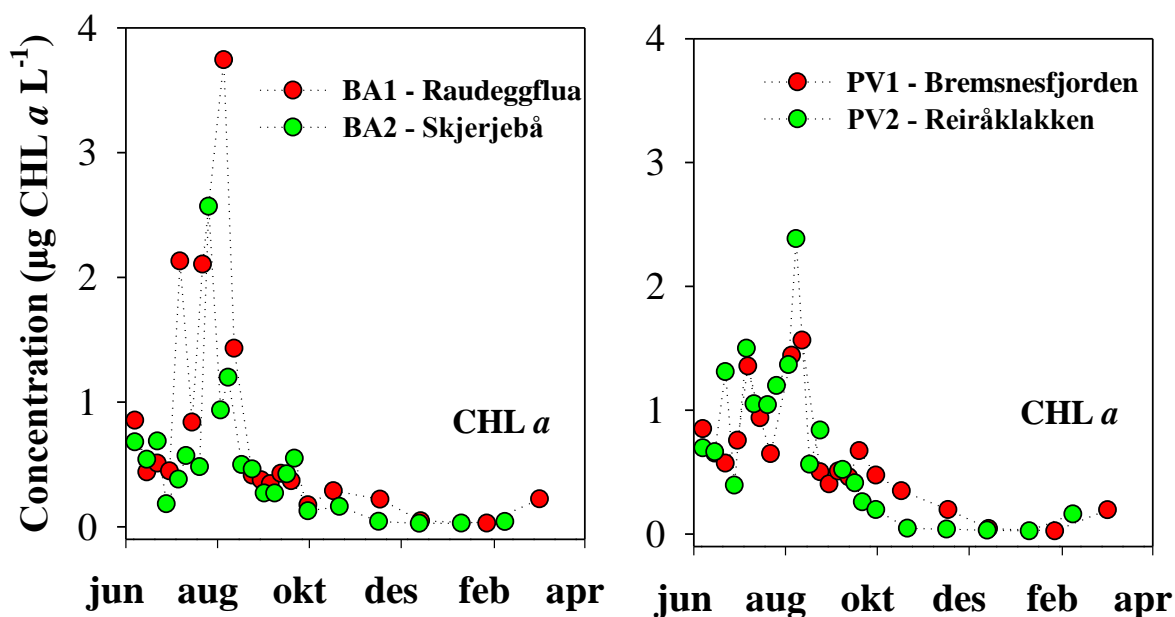
3.4.1 Klorofyll *a*

Konsentrasjonen av klorofyll *a* er anvendt som indikator for biomassen av planteplankton og for tilstanden til det pelagiske økosystemet. De målte klorofyll *a* konsentrasjonene viste samme forløp med tid, men med størst spredningen i verdier for BA-stasjonene i sommerperioden. Generelt kan det konkluderes at verdiene gjennomgående er lave og at variasjonen mellom stasjonene var liten, om den i det hele tatt var registrerbar. Høst/vinterverdiene var lave og like ved alle stasjonene.

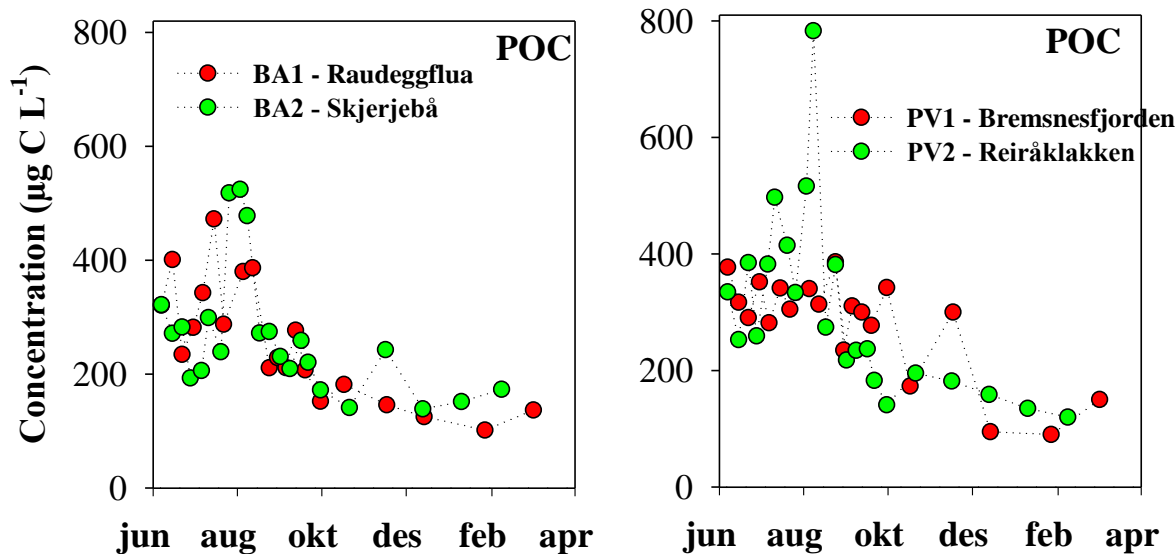
3.4.2 Partikulært karbon

Partikulært organisk karbon (POC) er en indikator for biomassen til mikroorganismer med lengde/bredde <200 μm i vannmassene. Planteplanktonet vil ofte dominere denne biomassen, men små arter av dyreplankton kan være dominante når klorofyll *a* konsentrasjonene er lave (<0.5 $\mu\text{g CHL } a \text{ liter}^{-1}$, høst/vinterperioden). POC kan også anvendes som indikator for økosystemets tilstand, men det er noe usikkert hva den viser.

Konsentrasjonene av POC viste gjennomgående et lignende forløp som de av klorofyll *a* med de fleste verdiene høyere enn 200 $\mu\text{g POC liter}^{-1}$ i sommerperioden. Kanskje ble det funnet flere lave verdier ved BA-stasjonene enn på PV-stasjonene i sommerperioden, men vinterverdiene var like og omkring 100 $\mu\text{g POC liter}^{-1}$.



Figur 9. Konsentrasjonen av klorofyll *a* (CHL *a*) ved bakgrunnsstasjoner (BA) og påvirkningsutsatte (PV) stasjoner gjennom prøveperioden.



Figur 10. Konsentrasjonen av Partikulært organisk karbon (POC) ved bakgrunnsstasjoner (BA) og påvirkningsutsatte (PV) stasjoner gjennom prøveperioden.

3.5 Gjennomsnittlige sommerverdier

I land som Norge kan næringsalter fra menneskeskapte kilder påvirke det planktoniske økosystemet i sommerperioden, mens det i perioden oktober til april/mai er overskudd av næringsalter fra naturlige marine kilder (dypvann). Det er følgelig i sommerperioden, her definert som juni – september, at det i teorien kan skje en uheldig miljøpåvirkning om utslippene er for store. Utenfor denne perioden er næringsalter i praksis biologisk nøytrale, de er ikke giftige og de vil på lengre sikt kunne stimulere naturlig produksjon og fiskerier på en positiv måte. En forvaltning av det pelagiske økosystemet, der planktonorganismer er sterkt dominerende for den biologiske aktiviteten, må følgelig fokusere på sommerperioden.

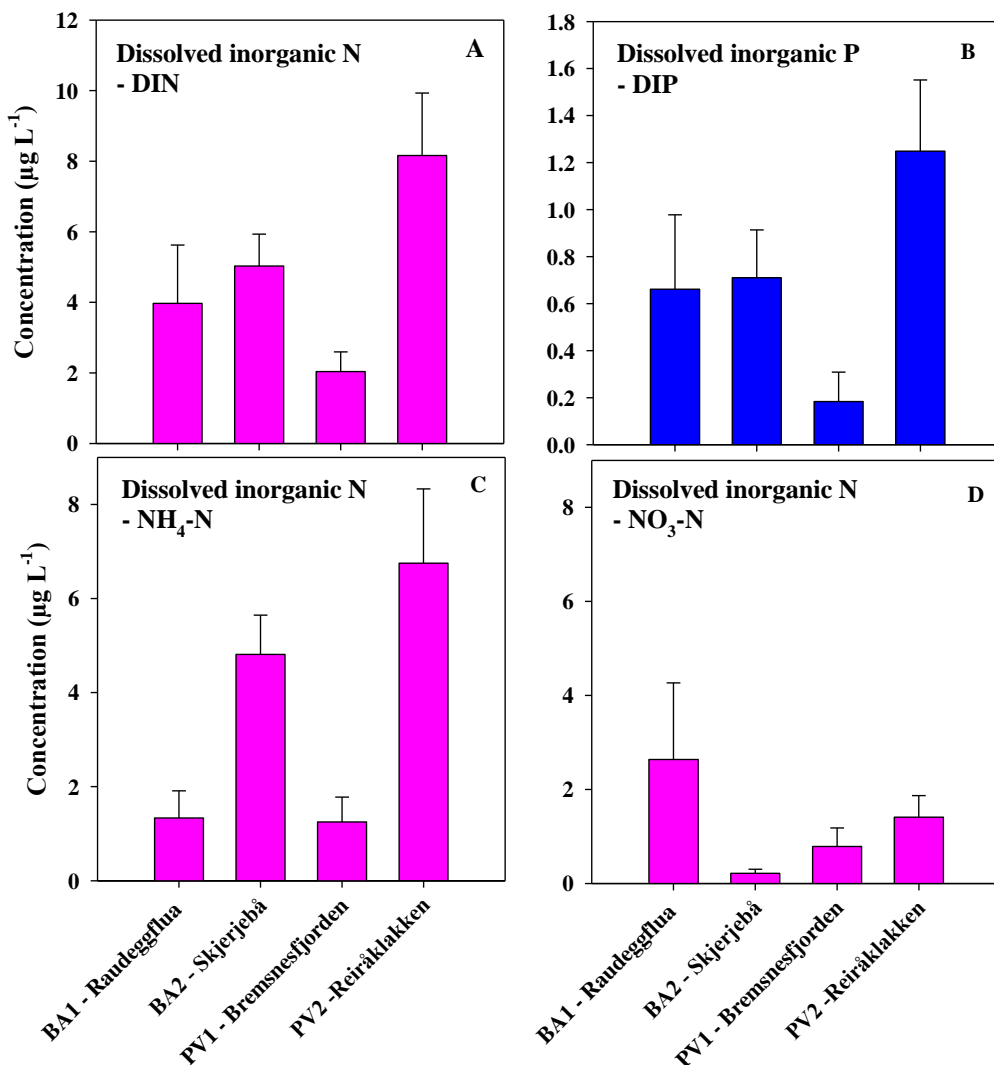
Når utslippene er svært store, slik de kan være i befolkningstette områder, kan utslippene resultere i kjemiske endringer også i vintervannet, med konsentrasjoner som overstiger naturens grenser. Da kan målinger utenfor sommerperioden også indikere kjemisk tilstand, men dette er normalt ikke aktuelt for åpne kystlokalteter som anvendes til oppdrett.

3.5.1 Uorganiske næringsalter

Figur 11 AB viser de gjennomsnittlige konsentrasjonene av DIN og DIP i sommerperioden (juni-september) for BA- og PV-stasjonene. Figur 11 CD viser gjennomsnittlige konsentrasjoner av ammonium og nitrat, som sammen utgjør DIN. Ammonium var hovedkomponenten av DIN ved BA2 Skjerjebåan og PV2 Reiråklakken ($P < 0.05$) mens konsentrasjonene av nitrat og ammonium var statistisk like ($P < 0.05$) ved BA1 Raudeggflua og PV1 Bremsnesfjorden. Det var følgelig ingen klar tendens til at de

antatt mest påvirkede PV-stasjonene hadde høyere konsentrasjoner av ammonium enn de minst påvirkede BA-stasjonene.

Konsentrasjonene av uorganiske næringsalter er hyppig anvendt som indikatorer for økosystemets kjemiske tilstand. De midlere konsentrasjonene av DIN og DIP i sommerperioden var gjennomgående lave i forhold til både analytiske og forvaltningsmessige grenseverdier. Det ble funnet signifikant lavere verdier av DIN og DIP på PV1 Bremsnesfjorden enn på de øvrige stasjonene. DIN var signifikant høyere på PV2 Reiråklakken enn på øvrige stasjoner, men dette var ikke tilfelle for DIP.



Figur 11. Gjennomsnittlige konsentrasjoner av Løst uorganisk N (DIN, summen av nitrat og ammonium) og P (DIP, samme som fosfat) gjennom sommerperioden (juni-september) med de spesifikke bidragene fra nitrat og ammonium til DIN (C og D) ved bakgrunnsstasjoner (BA) og påvirkningsutsatte (PV) stasjoner. Barrer viser 1SE.

Det generelle bildet er klart innenfor naturlig variasjon, med laveste verdier for PV1 Bremsnesfjorden som er relativt beskyttet for vind og som sannsynligvis har lavere tilførsel av næringsalter fra dypvann i sommerperioden. Konsentrasjonen av

uorganiske næringsalter reflekterer primært en balanse mellom tilførsler og forbruk av næringsalter i vannmassene. Konsentrasjonen kan variere over timer og graden av fysisk eksponering vil påvirke denne.

3.5.2 Partikulær næring

Den gjennomsnittlige konsentrasjonen av PON og POP for stasjonene i sommerperioden er vist i henholdsvis Figur 13 A og B. Konsentrasjonen av både PON og POP var høyest ved PV2 Reiråklakken og lavest ved BA2 Skjerjebåan. Forskjellen i verdier ved de fire stasjonene var ikke signifikant for POP, men heller ikke for PON ($P = 0,437$; Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks). Heller ikke en sammenligning av BA2 og PV2 viste signifikante forskjeller i PON ($P = 0,250$, Mann-Whitney Rank Sum Test). Det må følgelig konkluderes med at verdiene var like, dette til tross for at PV2 Reiråklakken tilsynelatende viste høyeste gjennomsnittsverdi.

3.5.3 Planktonbiomasse

Stasjon BA2 Skjerjebåan viste laveste gjennomsnittlige klorofyll a konsentrasjoner mens BA1 Raudeggflua viste høyeste verdier. Verdiene er svært lave, det var ingen signifikante forskjeller mellom stasjonene ($P = 0,260$; Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks), og klorofyllkonsentrasjoner $<1 \mu\text{g liter}^{-1}$ er klart under myndighetenes grenseverdier for kystvann.

Stasjon PV2 Reiråklakken viste høyeste konsentrasjoner av POC mens de øvrige stasjonene hadde nær den samme konsentrasjonen. Verdiene er normale for norsk kystvann og det var ingen signifikante forskjeller mellom stasjonene ($P=0,348$; Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks).

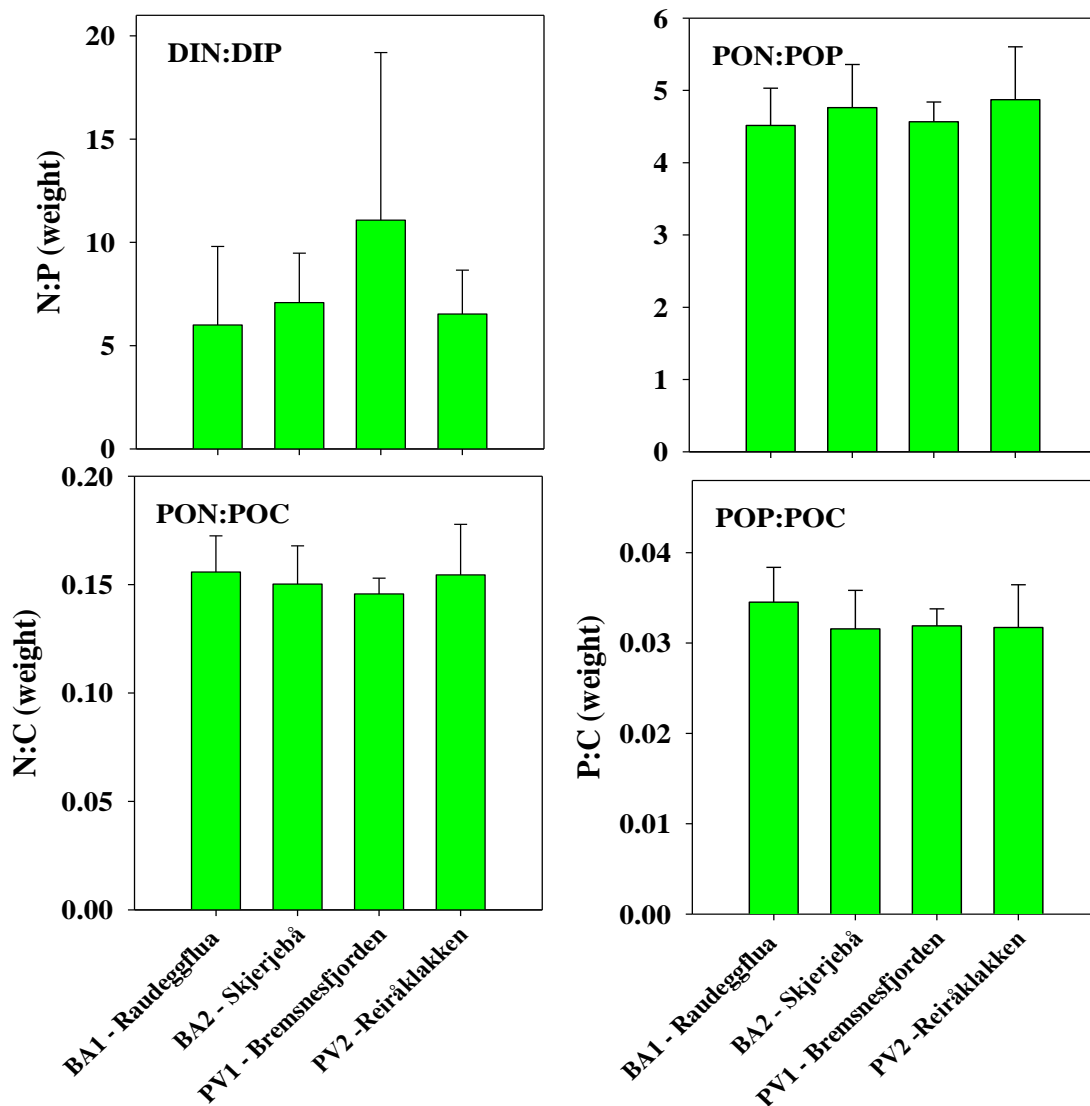
3.5.4 CNP-forhold

Det midlere N:P forholdet til uorganiske næringsalter ved stasjonene i sommerperioden (Figur 13A) var ikke signifikant forskjellig fra det naturlige forholdet i dypvann ($7,2 \mu\text{gN } \mu\text{gP}^{-1}$). Forholdet i utslippet fra lakseanlegg var $11-12 \mu\text{gN } \mu\text{gP}^{-1}$, som antyder et overskudd av DIN i forhold til DIP relativt til det som algene krever for å vokse. Dette indikerer at naturlige kilder av DIN og DIP er langt viktigere enn de antropogene, men dette er usikkert fordi konsentrasjonene av uorganisk er så labile i tid og rom (se ovenfor).

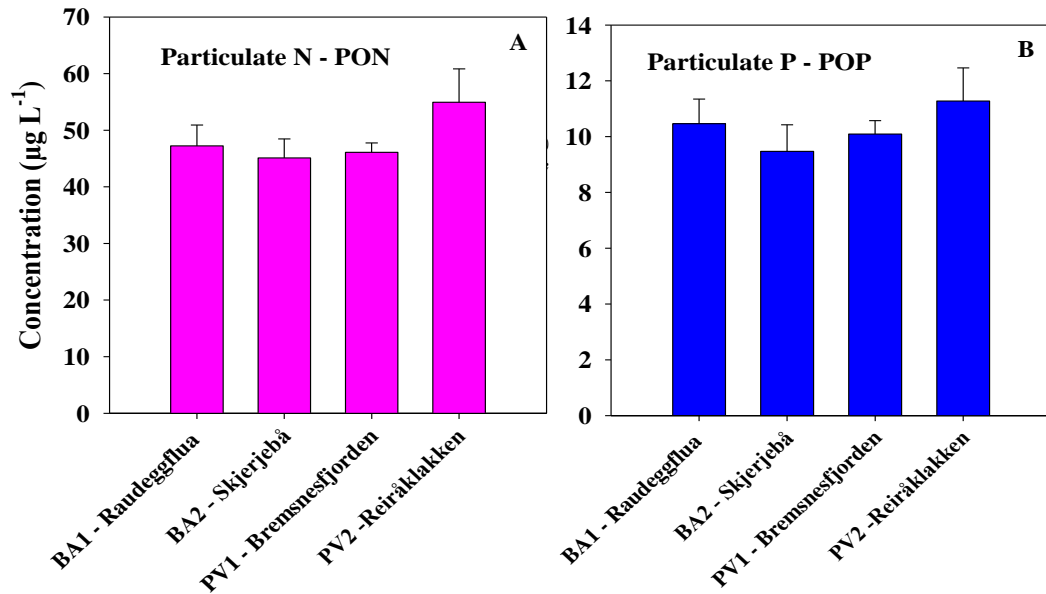
Det midlere N:P forholdet i planktonorganismene (PON:POP) var det samme ved alle stasjonene. Forholdet er en indikator for hvilket næringsalt som er begrensende for veksten til planteplanktonet. Plankton som vokser under DIN begrensning har et PON:POP $<7,2 \mu\text{gN } \mu\text{gP}^{-1}$, mens et forhold større kan indikere DIP begrensning. Figur 14B antyder et N:P forhold på $4-5 \mu\text{gN } \mu\text{gP}^{-1}$, noe som også antyder klar DIN begrensning av planteplanktonet.

N:C og N:P forholdene i partikulært materiale støtter konklusjonen om at DIN er primært begrensende næringsalt for planteplanktonet. Dette understreker og støtter den mer usikre konklusjonen basert på DIN:DIP forholdet om at planktonveksten i all hovedsak skjer basert på naturlige, marine kilder av DIN og DIP. Om utslippene fra oppdrett hadde vært vesentlige ville DIP tilslutt komme til å begrense planktonveksten fordi utslippene av DIN er relativt sett høyere enn de av DIP fra oppdrett. Dette ville ha

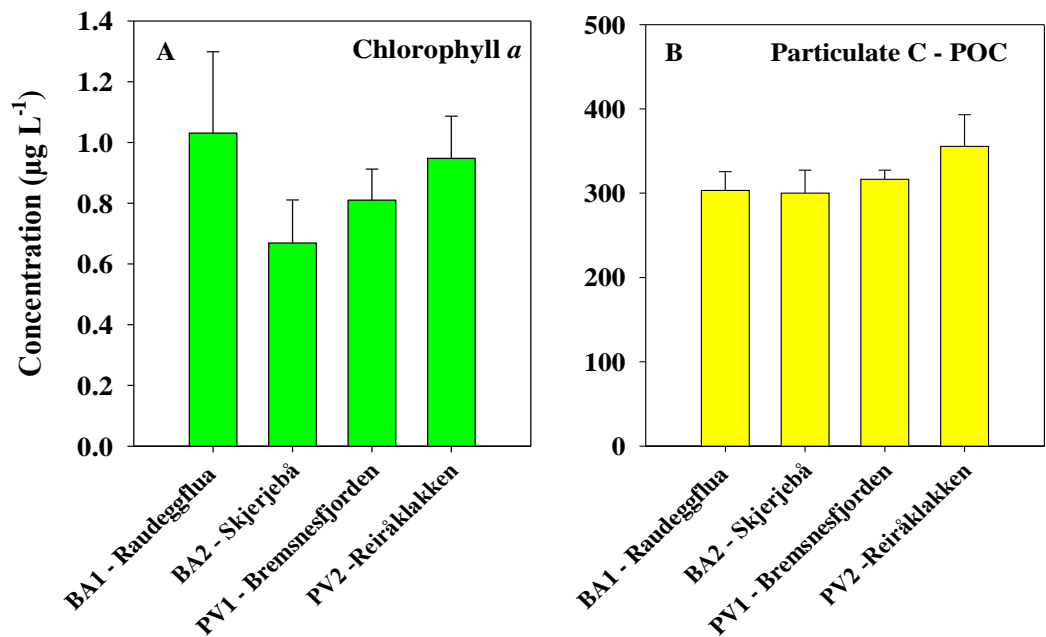
blitt reflektert gjennom et høyere PON:POP forhold ($>7,2 \mu\text{N } \mu\text{P}^{-1}$) og lavere POP:POC forhold enn det henholdsvis Figur 14B og D viser.



Figur 14. Gjennomsnittlige vekt-forhold mellom N og P i komponentene gjennom sommerperioden (juni-september) ved bakgrunnsstasjoner (BA) og påvirkningsutsatte (PV) stasjoner. Barrer viser 1SE.



Figur 12. Gjennomsnittlige konsentrasjoner av Partikulært organisk N (PON) og P (POP) gjennom sommerperioden (juni-september) ved bakgrunnsstasjoner (BA) og påvirkningsutsatte (PV) stasjoner. Barrer viser 1SE.



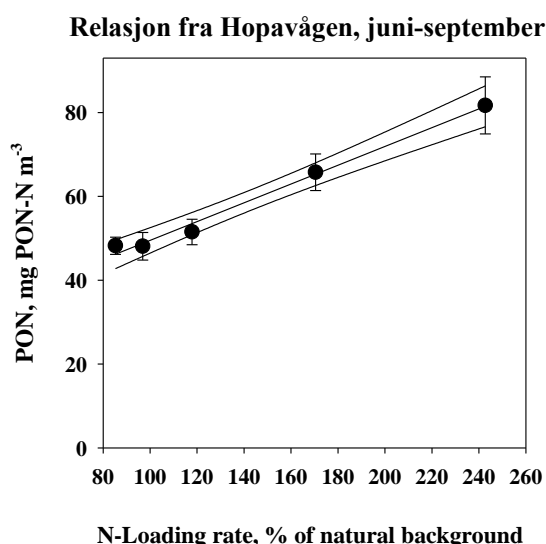
Figur 13. Gjennomsnittlige konsentrasjoner av klorofyll *a* (CHL *a*) og partikulært organisk karbon P (POC) gjennom sommerperioden (juni-september) ved bakgrunnsstasjoner (BA) og påvirkningsutsatte (PV) stasjoner. Barrer viser 1SE.

3.6 Vurderingsgrunnlag

Målet for undersøkelsen var å vurdere om næringsutslipp fra lakseoppdrett i Nordmørere regionen kan påvirke kjemisk og økologisk tilstand til det pelagiske (planktoniske) økosystemet i kystområdet på en negativ måte. Resultatene fra estimering av utslipp og fra målingene ved prøvestasjonene kan vurderes basert på følgende grunnlag:

- **Grenseverdier satt av miljømyndighetene** (OSPARCOM, Vannforskriften). Dette vil vurderes kort fordi grenseverdiene og det vitenskapelige konseptet for en slik vurdering som det europeiske Vanddirektivet krever (WFD) ikke er ferdig klarlagt.
- **Dose-respons relasjoner** fra gjødslingsforsøket i Hopavågen i Agdenes kommune, Sør-Trøndelag. Forsøkene har identifisert de mest effektive indikatorene og den kvantitative kjemiske og økologiske responsen på en økning i tilførsler av næringsalter slik Vanddirektivet krever.
- **Algefysiologisk indikatorer** basert på kunnskap om sammenhengen mellom tilgang på næringsalter og kjemisk sammensetning av mikroalgene. Kjemisk sammensetning av algene reflekterer deres ernærings situasjon og i tur hovedkilden av næringsalter (naturlig fra dypvann eller antropogen fra oppdrett).

Et hovedresultat fra gjødslingsforsøket i Hopavågen er vist i Figur 15. PON framstod klart som den beste indikatoren i forsøkene, og figuren viser sammenhengen mellom og tilførsel av DIN (nitrat + ammonium) og gjennomsnittlig konsentrasjon av PON i sommerperioden (ca 16 prøvedager, juni – september). DIN tilførselen er uttrykt som prosent av naturlig bakgrunn (100% , $4.0 \pm 0.4 \text{ mg N dag}^{-1} \text{ m}^{-3}$, se detaljer i figurtekst).



Figur 15. Gjennomsnittlig konsentrasjon av PON i sommerperioden (ca 16 prøvedager, juni – september) som funksjon av relativ tilførsel av DIN (nitrat + ammonium). DIN tilførselen er uttrykt som prosent av naturlig bakgrunn der 100% tilsvarer en tilførselsrate på $4.0 \pm 0.4 \text{ mg N dag}^{-1} \text{ m}^{-3}$. Barrer viser $\pm 1\text{SE}$ ($n = 16-18$), kurven er dratt med 95% konfidensnivå.

Av relasjonen i Figur 14 følger ligning (1):

$$(1) \%L_N = (\text{PON} - 27,1) / 0,224$$

Ligning 1 gir grunnlag for estimering av tilførselsrate av næringsalter til vannmassene basert på målinger av PON. Tilførselsraten er uttrykt som prosent av den naturlige tilførselen, og verdier over $100 \pm 10\%$ kan antas å være menneskeskapte.

Elementinnholdet i planktonalger i sjøvann er grunnlag for indikatorer for deres næringstilstand (Tabell 5). Det vil i praksis være en gråsoneromkring knekkpunktene, avstanden fra knekkpunktet må tas med i vurderingen. Målinger kan, basert på verdiene i Tabell 5, gi grunnlag for vurderinger om betydningen av naturlige og antropogene kilder av næringsalter fordi disse har svært ulikt forhold av nitrogen og fosfor (DIN:DIP, se ovenfor).

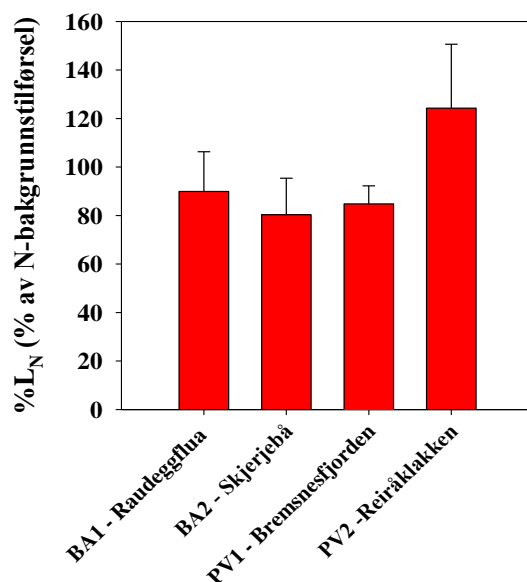
Tabell 5. CNP forhold i planktonalger, næringsstatus og indikasjon om vekstforhold.

Variabel og knekkpunkt	Indikasjon om næringsstatus og vekstforhold
N:C > 160-170 (mg mg^{-1})	Algene har tilstrekkelig med nitrogen og vokser raskt om andre faktorer er optimale
N:C < 160-170 (mg mg^{-1})	Algene viser tegn på mulig nitrogenbegrensning, dette vil implisere redusert veksthastighet
P:C > 25-30 ($\mu\text{g mg}^{-1}$)	Algene har tilstrekkelig med fosfor og vokser raskt om andre faktorer er optimale
P:C < 25-30 ($\mu\text{g mg}^{-1}$)	Algene viser tegn på mulig fosforbegrensning, dette vil implisere redusert veksthastighet
N:P > 7,2 (mg mg^{-1})	Nitrogen er i overskudd i forhold til fosfor
N:P < 7,2 (mg mg^{-1})	Fosfor er i overskudd i forhold til nitrogen

4 KONKLUSJONER

Grenseverdier satt av miljømyndighetene. Alle målte verdier av næringssaltkonsentrasjoner og biomasse av planteplankton (klorofyll *a*) ligger klart under grensene som OSPAR-kommisjonen har satt for Norge. For klorofyll *a* er normalverdiene satt til 2-4 $\mu\text{g CHL } a \text{ liter}^{-1}$, med forhøyet nivå ved $>4,5 \mu\text{g CHL } a \text{ litre}^{-1}$ for Nordsjøen. Det er ikke satt verdi for andre havområder (OSPAR Commission, 2005). Normalverdier for DIN og DIP er satt til henholdsvis 140 og 19 $\mu\text{g liter}^{-1}$, med DIN:DIP = 7,2. Dette er de vanligste indikatorene som anvendes av miljømyndighetene for vannmassene.

Dose-respons relasjoner. Næringssaltbelastningen ved begge BA-stasjonene og PV1 Bremsnesfjorden var lavere enn bakgrunnsverdien målt i Hopavågen, mens PV2 Reiråklakken antydte en noe høyere belastning, men ikke signifikant høyere enn bakgrunn fra Hopavågen ($P > 0,05$). PON var 24% høyere enn naturlig bakgrunn og stasjonen lå i nærheten av tre større anlegg. Det er god grunn til å tro at den høyere verdien reflekterer en reell påvirkning selv om påvirkningen er liten og ikke signifikant. PV1 ligger også i et anleggstett område, men næringssaltbelastningen her var lav. Gjennomsnittbelastningen for regionen, vurdert basert på gjennomsnittet for de fire stasjonene, var 95 % av naturlig bakgrunn målt i Hopavågen. Det må mer enn en dobling av naturlig bakgrunn på en regional skala for at en negativ økologisk effekt kan inntreffe, og den gjennomsnittlige næringssaltbelastningen utgjorde følgelig ingen trussel for det pelagiske økosystemet. Konklusjonen støttes av en svært lav midlere konsentrasjon av klorofyll *a* og POC, som reflekterer henholdsvis biomasse av planteplankton og biomasse av alle små planktonindivider ($<200\mu\text{m}$). Dette viser at beitekjedene er fullt ut funksjonelle og at det planktoniske økosystemet er fullt ut funksjonelt.



Figur 15. Beregnet relativ belastning av nitrogen ($\%L_N$) ved prøvestasjonene. Barrer viser 1SE for middelveiden ($n=16-18$). Gjennomsnittbelastning for de fire stasjonene var 95% av den naturlige bakgrunnen i Hopavågen, men den var ikke signifikant forskjellig fra denne ($P > 0,05$).

Algefysiologisk indikatorer N:P forholdet i partikulært materiale (PON:POP i planteplanktonet) støtter konklusjonen om at DIN er primært begrensende nærings salt for planteplanktonet slik også forholdet DIN:DIP indikerte. POP:POC forholdet i planteplanktonet er høyere enn grenseverdien og viser at planktonet er mettet med P. PON:POC forholdet ligger nedre kant av grenseverdien og antyder en om mulig svak N-begrensning. PON:POP forholdet er i dette tilfellet den sikreste indikatoren, og dette indikerer at naturlige kilder av DIN og DIP er langt viktigere kilde for nærings salter enn de antropogene kildene fra oppdrett, og de øvrige indikatorer støtter dette. Utslipet fra oppdrett har et DIN:DIP forhold på 11-12 $\mu\text{gN } \mu\text{gP}^{-1}$. Om dette utslippet var en hovedkilde av nærings salter for planteplanktonet ville det resultere i økte PON:POP og PON:POC verdier og fosfor kunne tilslutt komme til å begrense planteplanktonet (når $\text{N:P} > 7,2 \mu\text{gN } \mu\text{gP}^{-1}$). Et skifte til P-begrensning ville i dette tilfelle kunne ha betydd at tilførselene fra oppdrett var en hovedkilde for nærings salter.

En endelig konklusjon er at både konsentrasjonene av nærings salter og biomassen til planteplanktonet tilsa fullgod vannkvalitet. Den kjemiske tilstanden og funksjon til det planktoniske økosystemet var ikke negativt påvirket. Tilstanden ble vurdert ved tre uavhengige metoder, og alle metodene ga en entydig konklusjon.

5 REFERANSER

- Anderson JS, Lall SP, Anderson DM, McNiven MA. 1995. Availability of amino acids from various fish meals fed to Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture*. 138: 291-301.
- Cloern JE. 2001. Our evolving conceptual model of the coastal eutrophication problem. *Marine Ecology-Progress Series*. 210:223-253.
- Dalsgaard T, Krause-Jensen D. 2006. Monitoring nutrient release from fish farms with macroalgal and phytoplankton bioassays. *Aquaculture*. 256: 302-310.
- Ervik A, Hansen PK, Aure J, Stigebrandt A, Johannesen P, Jahnsen T. 1997. Regulating the local environmental impact of intensive marine fish farming. I. The concept of the MOM system (Modelling-Ongrowing fish farms-Monitoring). *Aquaculture* 158: 85-94.
- FAO 2006. The state of world fisheries and aquaculture. FAO Fisheries and Aquaculture Department, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. ISSN 1020-5489.
- Fernandes M, Leuer P, Cheshire A, Angove M. Preliminary model of nitrogen loads from southern bluefin tuna aquaculture. 2006. *Marine Pollution Bulletin* 2007. 54: 1321-1332.
- Hua K, Bureau DP. 2006. Modelling digestible phosphorus content of salmonid fish feeds. *Aquaculture*; 254: 455-465.
- Maldonado M, Carmona MC, Echeverria Y, Riesgo A. 2005. The environmental impact of Mediterranean cage fish farms at semi-exposed locations: does it need a re-assessment? *Helgoland Marine Research*. 59:121-135.
- Merceron M, Kempf M, Bentley D, Gaffet JD, Le Grand J, Lamort-Datin L. 2002. Environmental impact of a salmonid farm on a well flushed marine site: I. Current and water quality. *J. Appl. Ichthyol*. 18: 40-50.
- Olsen, Y, Agusti S, Andersen T, Duarte CM, Gasol P, Gismervik I, Heiskanen A-S, Hoell E, Kuuppo P, Lignell R, Reinertsen H, Sommer U, Stibor H, Tamminen T, Vadstein O, Vaqué D, Vidal M. 2006. A comparative study of responses in planktonic food web structure and function in contrasting European coastal waters exposed to experimental nutrient addition. *Limnol. Oceanogr*. 51: 488-503.
- Olsen Y, Andersen T, Gismervik I, Vadstein O. 2007. Protozoan and metazoan zooplankton-mediated carbon flows in nutrient-enriched coastal planktonic communities. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 331: 67-83. Olsen et al 2012
- Olsen Y, Tokle N, Vadstein O. 2012. Hvordan forvalte vannmassene? Om samspillet mellom nærings saltutslipp og det planktoniske økosystemet. I: Hersoug B og Johnsen JP (red), Kampen om plass på kysten. Interesser og utviklingstrekk i kystplanleggingen. Universitetsforlaget, ISBN 978-82-15-02024-2. 17 sider.
- Olsen Y, Olsen LM. 2008. Environmental impact of aquaculture on coastal planktonic ecosystems. In: *Fisheries for Global Welfare and Environment*, 5th World Fisheries Congress 2008, TERRAPUB, pp. 181–196.

- OSPAR Commission, 2005. Ecological Quality Objectives for the Greater North Sea with Regard to Nutrients and Eutrophication Effects. OSPAR Background Document on Eutrophication. ISBN 1-904426-71-9, Publication Number: 2005/229, pp. 33.
- Tett P. 2008. Fish Farm Wastes in the Ecosystem In: Holmer M, Black K, Duarte CM, Marbà N, Karakassis I (Eds.) *Aquaculture in the Ecosystem*. Springer Science+Business Media B.V. ISBN 978-1-4020-6809-6. pp. 1-46.
- Soto D, Norambuena F. Evaluation of salmon farming effects on marine systems in the inner seas of southern Chile: a large-scale mensurative experiment. *J. Appl. Ichtyol.* 2004; 20: 493–501.
- Sugiura SH, Merchant DD, Kelsey K, Wiggins T, Ferraris RP. Effluent profile of commercially used lowphosphorus fish feeds. *Environmental Pollution* 2006; 140: 95–101.
- Vadstein O, Andersen T, Reinertsen H, Olsen Y. 2012. Carbon, nitrogen and phosphorus resource supply and utilisation for coastal planktonic heterotrophic bacteria in a gradient of nutrient loading. *Marine Ecology Progress Series.* 447: 55-75.
- Wang X, Olsen LM, Reitan KI, Olsen Y. 2012. Discharge of nutrient wastes from salmon farms: environmental effects, and potential for integrated multi-trophic aquaculture. *Aquacult Environ Interact.* 2: 267–283.

Delrapport nr. 3

Modellering av strøm og utslipp av næringsalter, lus og virus i Nordmøre

Øyvind Knutsen, Ole Jacob Broch



SINTEF fiskeri og havbruk AS
Postboks 4762 Sluppen, 7465 Trondheim

INNHold

OPPSUMMERING	63
SUMMARY	64
1 INNLEDNING	65
2 METODE OG BESKRIVELSE AV SIMULERINGER	65
2.1 Simuleringer med passivt sporstoff og utslipp av næringssalt	67
2.2 Lakselus - partikler	68
3 RESULTATER OG DISKUSJON	69
3.1 Simuleringer med den hydrodynamiske modellen med passivt sporstoff	69
3.2 Simuleringer med den koblede hydrodynamisk-biologiske modellen	75
3.3 Lakselus	79
4 REFERANSER	84

OPPSUMMERING

Det 3D hydrodynamisk-biologiske modellsystemet SINMOD ble brukt til å undersøke spredning av næringssalter ($\text{NH}_4\text{-N}$) og lakselus fra 25 oppdrettslokaliteter på Nordmøre.

Utslippene av $\text{NH}_4\text{-N}$ ble simulert både som passivt sporstoff (dvs. konsentrasjoner uten noen andre egenskaper enn at de fortynnes og forflyttes) i et rent hydrodynamisk perspektiv og som faktisk ammonium som ble tatt opp av planteplankton. Simuleringene viste at konsentrasjonene av $\text{NH}_4\text{-N}$, både i egenskap av passivt sporstoff og som "aktivt" ammonium, generelt var høyere ved to lokaliteter (PV1 og PV2) som på forhånd var antatt å være mer påvirket av utslipp fra fiskeoppdrett enn ved to lokaliteter (BA1 og BA2) der man antok at påvirkningen var mindre. I tillegg viste modellsimuleringene at konsentrasjonene som følge av utslipp fra fiskeoppdrett var høye ved en lokalitet (kalt STN) i Vinjefjorden. Simuleringene med den koblede hydrodynamisk-biologiske modellen viste at både fysiske og biologiske prosesser bidro vesentlig til fortynning og opptak av ammoniumet som ble sluppet ut.

Utslippene av lakselus og virus fra hver lokalitet på Nordmøre viser at det er betydelig vannkontakt mellom nærliggende lokaliteter og at spredning av smittestoff fra lokalitet til lokalitet derfor er naturlig. I hovedsak går vanntransporten i øvre lag ut av fjordene og nordover med kyststrømmen, men vi ser fra spredningsfigurene at det også forekommer ikke-intuitiv spredning mot den generelle strømretningen. Dette vil være ekstra viktig om vinteren med kaldere vann som gjør at biologiske prosesser går saktere og levetiden blir lengre, ettersom denne spredningen tar litt tid.

SUMMARY

The 3D hydrodynamic-biological model system SINMOD was used to examine the distribution of nutrients (NH₄-N) and lice from 25 aquaculture sites in North Møre.

Release of NH₄-N was simulated with both passive tracer (ie concentrations without any properties other than that they are diluted and displaced) in a purely hydrodynamic perspective and with ammonium being taken up by phytoplankton. The simulations showed that the concentration of NH₄-N, both as a passive tracer and as "active" ammonium, generally was higher at two sites (PV1 and PV2) which was previously thought to be more affected by discharge from aquaculture than two sites (BA1 and BA2) where it was assumed that the effect was smaller. In addition, model simulations showed that concentrations as a result of discharges from aquaculture was high at one site (called STN) in Vinjefjorden. The simulations with the coupled hydrodynamic-biological model showed that both physical and biological processes contributed significantly to the dilution and absorption of released ammonia.

Release of sea lice and viruses from the localities in Nordmøre shows that there is significant exchange of water between adjacent sites and that the spread of pathogens between localities is therefore a result of natural processes. The main water currents in the upper layers flow out of the fjords and head north with the coastal currents, but our results show that the spread may also occur against the general flow direction. This will be especially important in the winter with colder water which slows down biological processes resulting in a longer lifespan of waterborne pathogens resulting in the possibility of greater proliferation.

1 INNLEDNING

Det har vært et formål å få etablert en dokumentasjon av miljøeffektene som en følge av oppdrettsaktiviteten på Nordmøre. Denne type dokumentasjon er en forutsetning for en saklig og rasjonell vurdering av dagens drift, og som et faglig grunnlag for en vurdering av hvordan næringen kan utvikle seg videre i regionen. Mye av samfunnsdebatten er basert på synsing og antagelser. Med en objektiv beskrivelse kan en flytte fokuset fra en diskusjon om virkelighetsbeskrivelsen, til konkrete tiltak innenfor de områdene hvor næringen har utfordringer. Disse simuleringene og diskusjonen av resultatene kan bidra til en mer opplyst debatt om akvakulturnæringen på Nordmøre.

2 METODE OG BESKRIVELSE AV SIMULERINGER

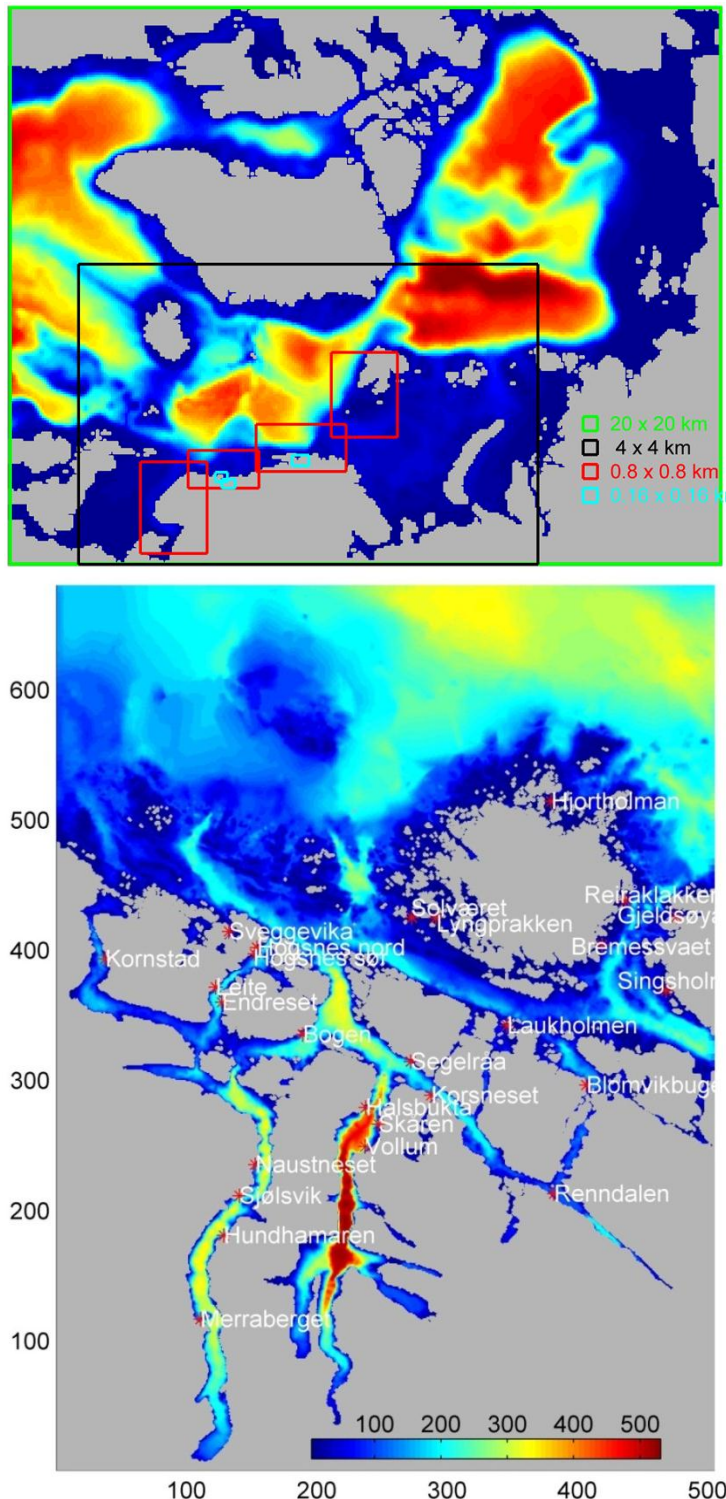
I arbeidspakke 2 og 3 er det brukt en numerisk modell, SINMOD (Slagstad & McClimans 2005, Wassmann *et al.* 2006), for å beregne strøm, spredning av næringssalter og drift av lus og virus i sjøen på Nordmøre. SINMOD er et nøstet 3D modellsystem som kobler fysiske og biologiske prosesser i havet. Det har vært under kontinuerlig utvikling og blitt brukt ved SINTEF i over 25 år.

En storskala modell med 20 km grid som dekker deler av Nordatlanten, de Nordiske hav og Arktis lager grensebetingelser til et mindre modellområde med 4 km oppløsning. Se figur 1. Denne modellen genererer videre grensebetingelser til et modellområde med 800 m oppløsning, som lager grensebetingelser til lokale modeller med 160 m oppløsning. Dette modellområdet er vist i figur 1, nederst. I dette modelloppsettet er det brukt 27 dybdelag, med største dyp på 531 m. ECMWFs ERA-Interim data (Dee *et al.* 2011) er brukt som atmosfærisk pådrag, mens elvedata og ferskvannsavrenning fra land ble hentet fra NVE.

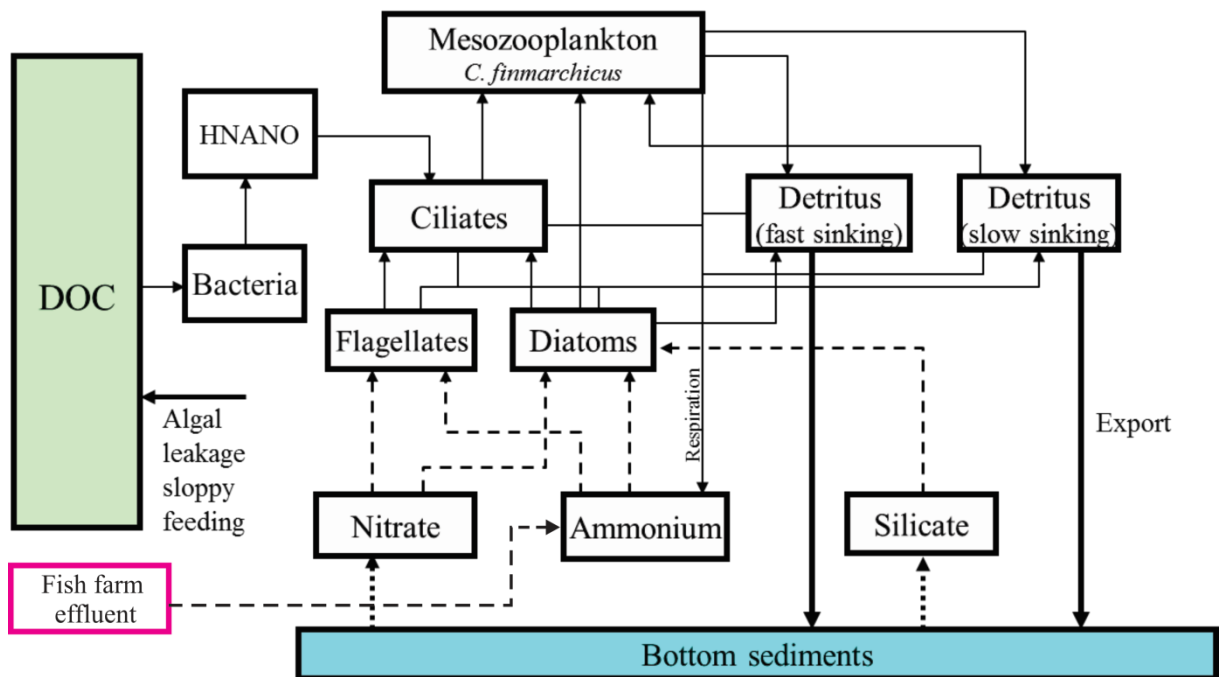
Det er sluppet ut næringssalter (ammonium) i modellen på lokalitetene markert i figur 1. Mengden ammonium som er sluppet ut er gitt av tabell 1 i rapporten fra NTNU. Mengden næringssalt fra en lokalitet blir fordelt i modellen utover én gridcelle på 160 x 160 m, og i dybden 5-15 m, da det antas at fisken normal ikke står helt i overflaten i merdene (Oppedel *et al.* 2011). Vi har brukt konstant utslippsrate innenfor hver måned, uten noen form for skalering/variasjon gjennom døgnet.

Det er også gjort simuleringer med den koblede hydrodynamisk-biologiske versjonen av SINMOD. En oversikt over den biologiske modellkomponenten er gitt i figur 2. Det brukes i alt 13 tilstandsvariable, som omfatter blant annet konsentrasjoner av to typer planteplankton (kiselalger og flagellater) og konsentrasjoner av næringssalter (nitrat, ammonium og silikat). Det at modellsystemet er koblet betyr at alle tilstandsvariablene, de biologiske så vel som de fysiske, påvirker hverandre og oppdateres (beregnes) i hvert tidsskritt i simuleringene.

I alle simuleringene med modellen i 160 m oppløsning er det brukt et tidskritt på 30 sekunder.



Figur 1. Øverst vises oversikt over den nøstede modellen som må kjøres i tre steg for å generere grensebetingelser til den lokale modellen på figuren underst. Rektanglene i figuren øverst og tallene nede i høyre hjørne viser områder som kjøres med den horisontale oppløsningen som tallene indikerer. Figuren underst viser den lokale modellen for Nordmøre med alle utslippslokalitetene indikert. Fargeskalaen viser dybde i meter. Tallene på aksene angir gridpunkt i modellen.



Figur 2. Strukturen bak den biologiske komponenten i SINMOD. Basert på Wassmann et al., 2006.

2.1 Simuleringer med passivt sporstoff og utslipp av nærings salt

Det er gjort tre simuleringer for å belyse spredningen av oppløst nærings salt fra lakseoppdrett:

1. En simulering med den hydrodynamiske modellen der oppløst nitrogen ($\text{NH}_4\text{-N}$) fra oppdrettsanleggene betraktes som et **passivt sporstoff**. Simulert periode: 5. mai til 1. oktober 2011.
2. En simulering med den koblede hydrodynamisk-biologiske modellen (fig. 2) **uten utslipp** av noen art. Simulert periode: 1. februar til 1. august 2011.
3. En simulering med den koblede hydrodynamisk-biologiske modellen med utslipp av $\text{NH}_4\text{-N}$ fra de impliserte oppdrettsanleggene. Simulert periode: 1. mai til 1. august 2011.

I **simulering 1** blir det passive sporstoffet fortennet utelukkende gjennom fysiske prosesser (adveksjon og diffusjon), og spesielt må man merke seg at det ikke blir nedbrutt på noen måte. En del av sporstoffet blir forflyttet ut gjennom kanten av modellområdet og kommer da ikke tilbake. Det er imidlertid brukt korrekte utslipp, og man får et bilde av utslippskonsentrasjonene slik de ville vært "uten noe liv i havet". Man får også et bilde av vanntransport i modellområdet og hvordan utslippene faktisk spres. Dog brukes det, på grunn av begrensninger i regneressurser, kun én modellvariabel til å beskrive utslippet fra alle de 25 lokalitetene. Man kan derfor ikke "følge" utslippet fra en enkelt lokalitet i denne simuleringen.

I **simulering 2** ble den koblede hydrodynamisk-biologiske versjonen av SINMOD brukt. Grensebetingelsene for biologi, akkurat som for fysikk, ble nøstet i en tre-trinns prosess (20 000 til 4000 til 800 til 160 m horisontal oppløsning). Som det fremgår av biologimodelloversikten i figur 1 er både NO_3 (nitrat) og NH_4 (ammonium) representert ved tredimensjonale variable. Det er ikke tilført nitrogen fra noen av oppdrettslokalitetene¹, og simuleringen gir dermed et bilde av de naturlige bakgrunnskonsentrasjonene av NO_3 og NH_4 i de ulike dypene i modellområdet.

Simulering 3 er en kombinasjon av de to første: her er den koblede modellen kjørt med utslipp av NH_4 fra de 25 oppdrettslokalitetene. I denne simuleringen blir ammonium tatt opp av planteplankton. Med andre ord blir utslippet fortynnet av både fysiske og biologiske prosesser.

En siste kommentar til simulering 1 og 3 er at utslippene er startet "brått" den 1. mai. Den første delen av simuleringen er dermed en oppkjøringsfase. Dette gjelder kanskje spesielt simulering 1, der hele feltet/variabelen for det passive sporstoffet har verdi 0 i begynnelsen.

2.2 Lakselus - partikler

Vi har gjort en simulering med utslipp av lus og virus som partikler for perioden fra 5. mai til 31. desember. I denne simuleringen slapp vi ut en lusepartikkel og en viruspartikkel fra hver lokalitet (se Figur 1) en gang per time. De to partikkeltypene antas å flyte fritt med strømmen. Lusepartiklene har i tillegg vertikal adferd og søker mot optimale forhold mellom dybde og saltholdighet i vannet, mens virus-partiklene ferdes helt fritt med vannmassene. Utslippsdybden er 2 m under overflaten. Med de 26 utslippspunktene i modellen så blir det sluppet ut 1248 partikler per dag eller mer enn 37000 per måned. Partiklene får beregnet ny posisjon hvert tidsskritt i modellen, altså blir de flyttet rundt hvert 30. sekund. Lagringen fra kjøringen er hver time, slik at i ettertid av kjøringen har vi én times oppløsning på partikkeldata.

¹ Det kommer et lite bidrag av NO_3 og NH_4 fra elvene i modellområdet.

3 RESULTATER OG DISKUSJON

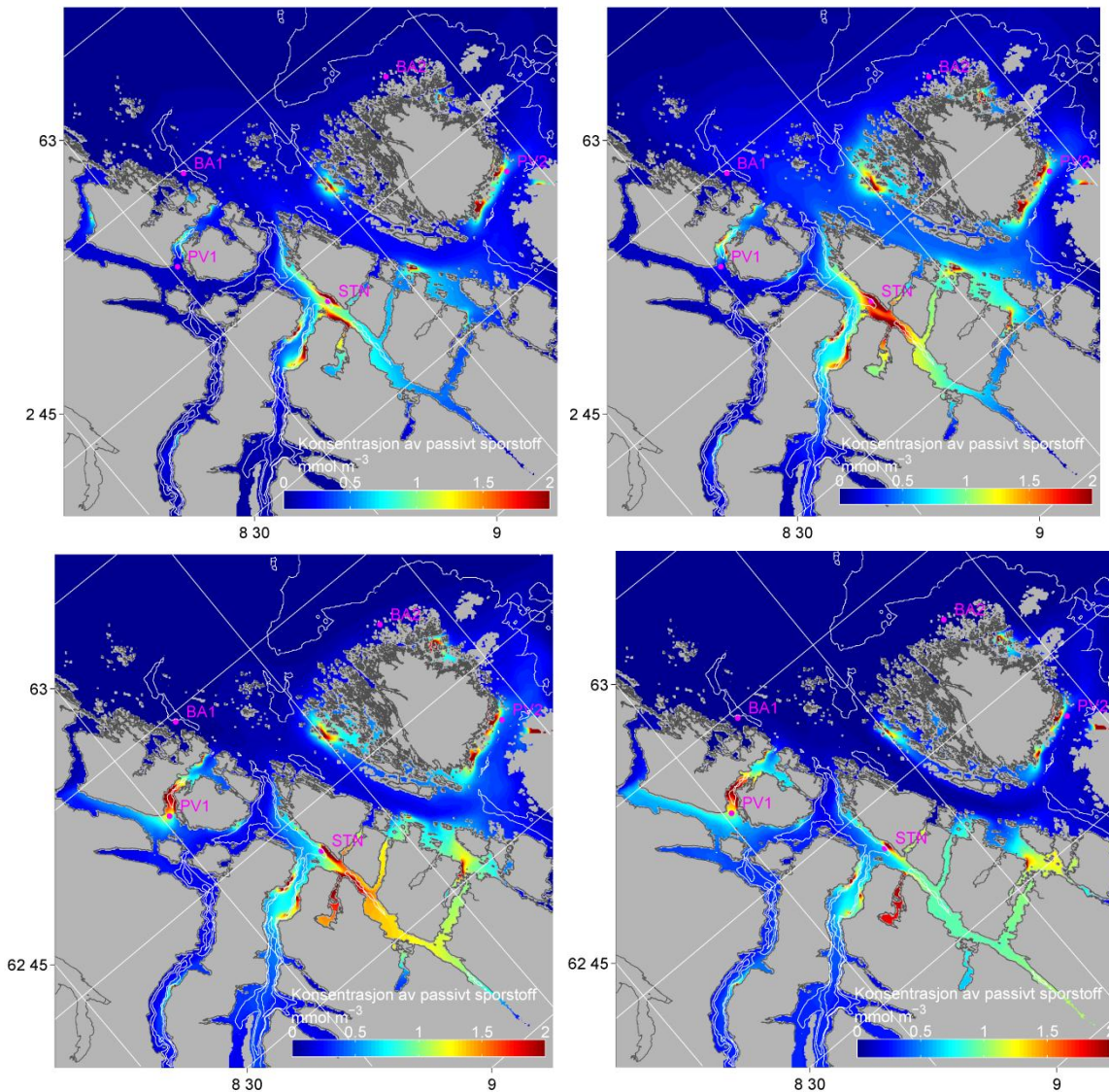
3.1 Simuleringer med den hydrodynamiske modellen med passivt sporstoff

Vi kommer til å fokusere på de fire lokalitetene BA1, BA2, PV1 og PV2, samt den nye lokaliteten "STN". Se figur 3.

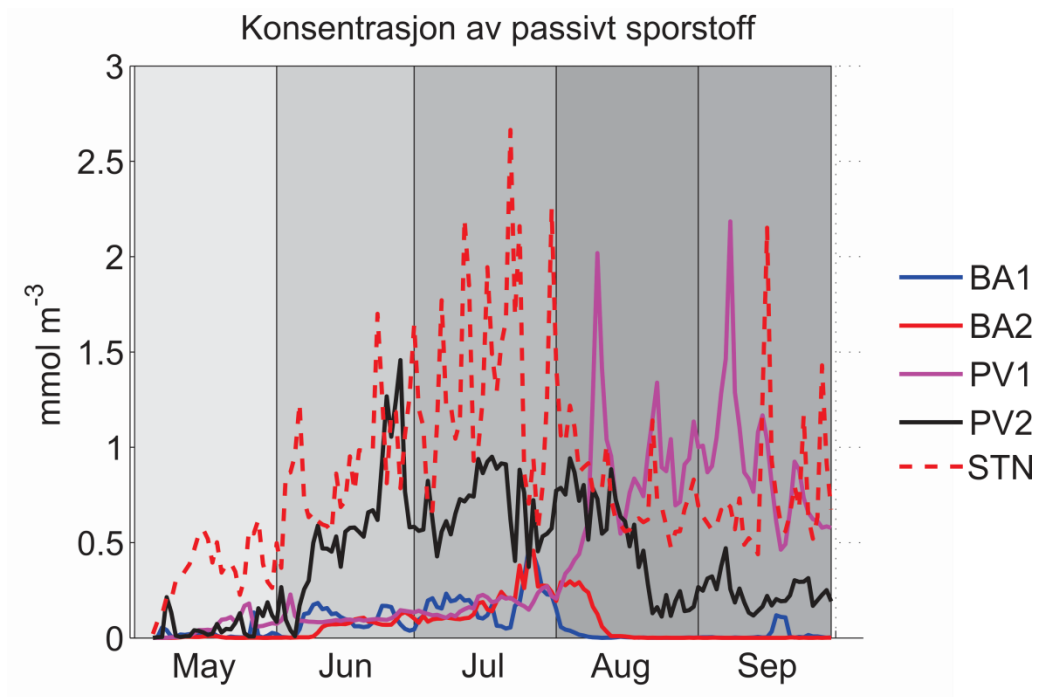
Konsentrasjonen av passivt sporstoff varierer betydelig med sted. Vi ser fra figur 3 at enkelte områder har relativt høye konsentrasjoner av passivt sporstoff, mens andre steder er nesten upåvirket. Snittkonsentrasjonene ser ut til å være jevnt over høyere i august enn de andre månedene. Dette var også den måneden da utslippene av $\text{NH}_4\text{-N}$ var antatt å være høyest. Konsentrasjonene er lave på stasjonene BA1 og BA2. Ved PV2 og STN, derimot, er de høye gjennom hele den simulerte perioden (juni-september). På stasjon PV1 er konsentrasjonene i snitt lave i juni og juli, mens de er høyere i august og september. Tabell 1 viser integrerte (0-10m) gjennomsnittskonsentrasjoner av passivt sporstoff ved de fem lokalitetene for juni-september.

Tabell 1. Integrerte gjennomsnittskonsentrasjoner av passivt sporstoff ved de fem lokalitetene for juni-september 2011. Benevnningen er $\mu\text{g l}^{-1}$. Tallene er avrundet.

	BA1	BA2	PV1	PV2	STN
Juni	1,3	0,8	1,5	7,8	12,3
Juli	2,7	2,5	2,4	9,5	18,5
August	0,3	1,2	10,9	6,9	11,8
September	0,2	3,3	13,1	3,3	10,5



Figur 3. Simulert gjennomsnittlig konsentrasjon av passivt sporstoff i juni (øverst til venstre), juli (øverst til høyre), august (nederst til venstre) og september (nederst til høyre) 2011 på 10 m dyp. Gjennomsnittet er regnet ut fra timesverdier. BA1 og BA2 er de to stasjonene som ble antatt å være lite påvirket av utslipp fra fiskeoppdrett, mens PV1 og PV2 er de to stasjonene som ble antatt å være påvirket. Vannmassene ved STN, som er valgt som en ny målelokalitet, ser ut til å være påvirket av utslipp fra fiskeoppdrett, med en gjennomsnittlig overflatekonsentrasjon på over 1 mmol m⁻³. De hvite kurvene er 200, 300 og 500 meters dybdekonturer. Fargeskaleringen, som er lik i de fire figurene, er valgt for å få frem en kontrast, slik at dypt rødt betyr "2 mmol m⁻³ eller høyere". Enkelte steder kan konsentrasjonene være vesentlig høyere enn 2 mmol m⁻³. Det må understrekes at bildene viser simulerte konsentrasjoner av passivt sporstoff, og at man ikke kan si noe spesifikt om vannkvalitet eller lignende på bakgrunn av dem. De sier imidlertid noe om hvor man kan forvente forhøyede konsentrasjoner av ammonium som følge av fiskeoppdrett.



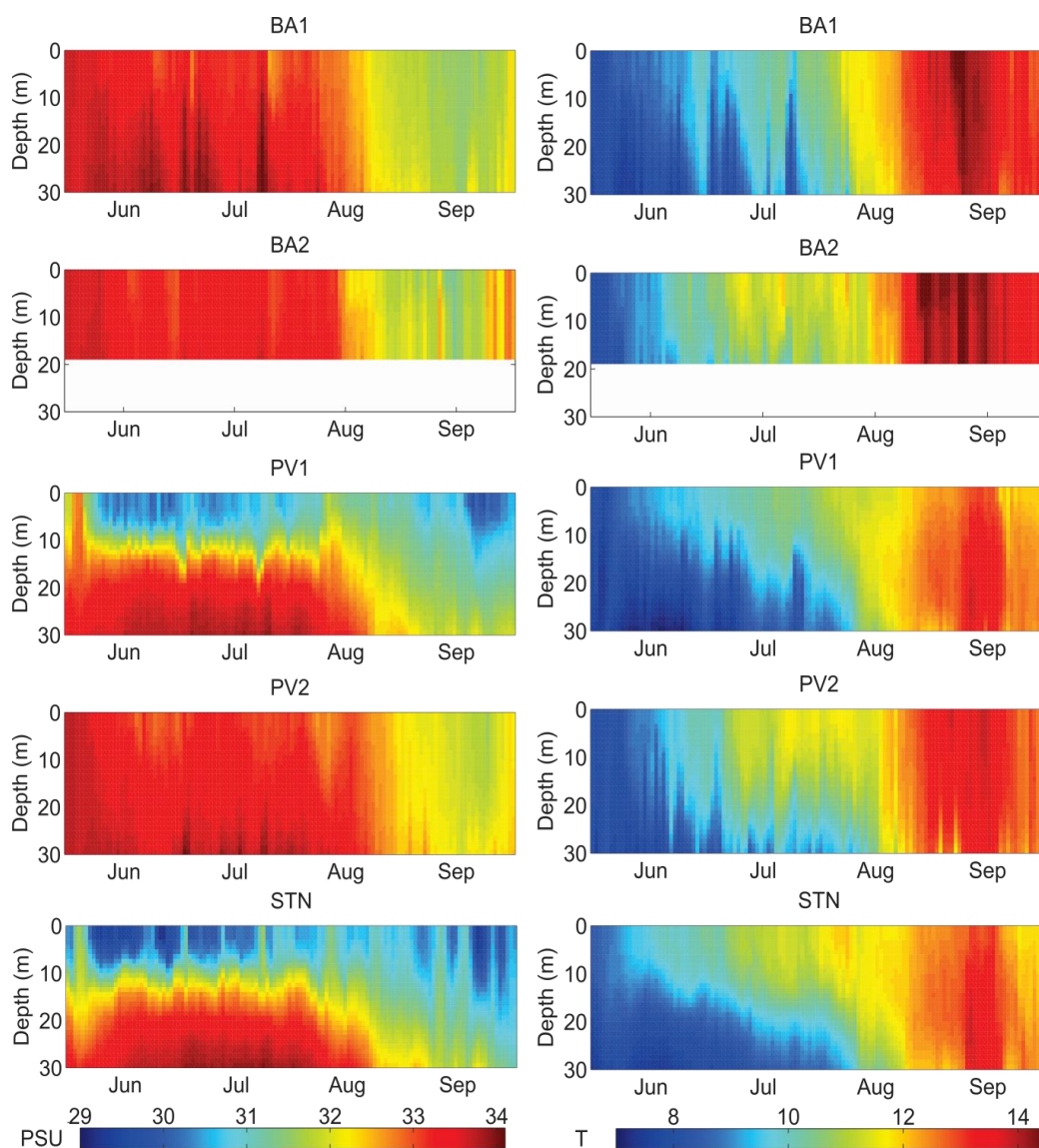
Figur 4. Daglige gjennomsnittsverdier for integrert konsentrasjon av passivt sporstoff på de fem stasjonene i figur 4. Gråfargen i bakgrunnen antyder totalutslipp av passivt sporstoff i den gjeldende perioden. Merk at konsentrasjonene er oppgitt i mmol m^{-3} .

Tidsvariasjonene ser vi tydelig i figur 4, som viser tidsserier for integrert (0-10m) konsentrasjon av passivt sporstoff ved de fem stasjonene. Konsentrasjonene ved PV2 og STN er klart høyere enn ved de andre stasjonene i juni og juli, mens det spesielt er ved stasjon PV1 og STN at konsentrasjonene er høyest i august-september. Ved stasjonene BA1 og BA2 er konsentrasjonene av passivt sporstoff lavest gjennom hele perioden. Det virker rimelig å anta vannmassene ved disse lokalitetene er påvirket av utslipp fra fiskeoppdrett i mindre grad enn de andre. Dette er imidlertid kun basert på konsentrasjoner av passivt sporstoff, og det sier i seg selv ingenting om *mengdene* eller *fluksene* av nærings salt som passerer gjennom stasjonene.

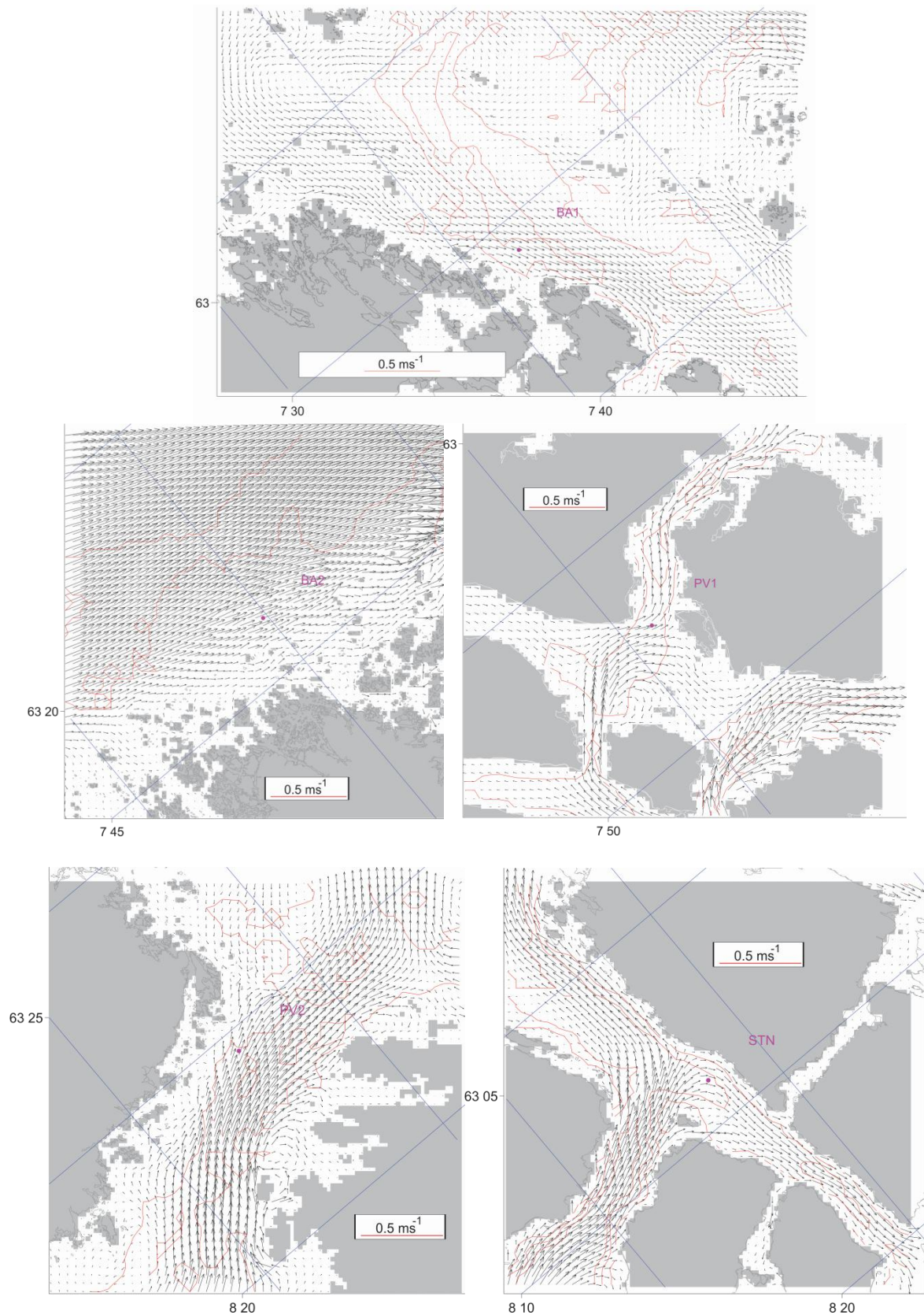
Med tanke på hvordan snittkonsentrasjonene av passivt sporstoff ved lokalitet PV1 endrer seg fra måned til måned, bør man passe på å overvåke/måle over et lengre tidsrom hvis man vil få et korrekt bilde av situasjonen ved en lokalitet.

Figur 5 viser temperatur- og saltholdighetsprofiler for de fem lokalitetene. Spesielt lokalitetene PV1 og STN er dominert av fjordvann/ferskere overflatelag enn de tre andre stasjonene. For øvrig ser vi også her hvordan forholdene endrer seg gjennom simuleringen.

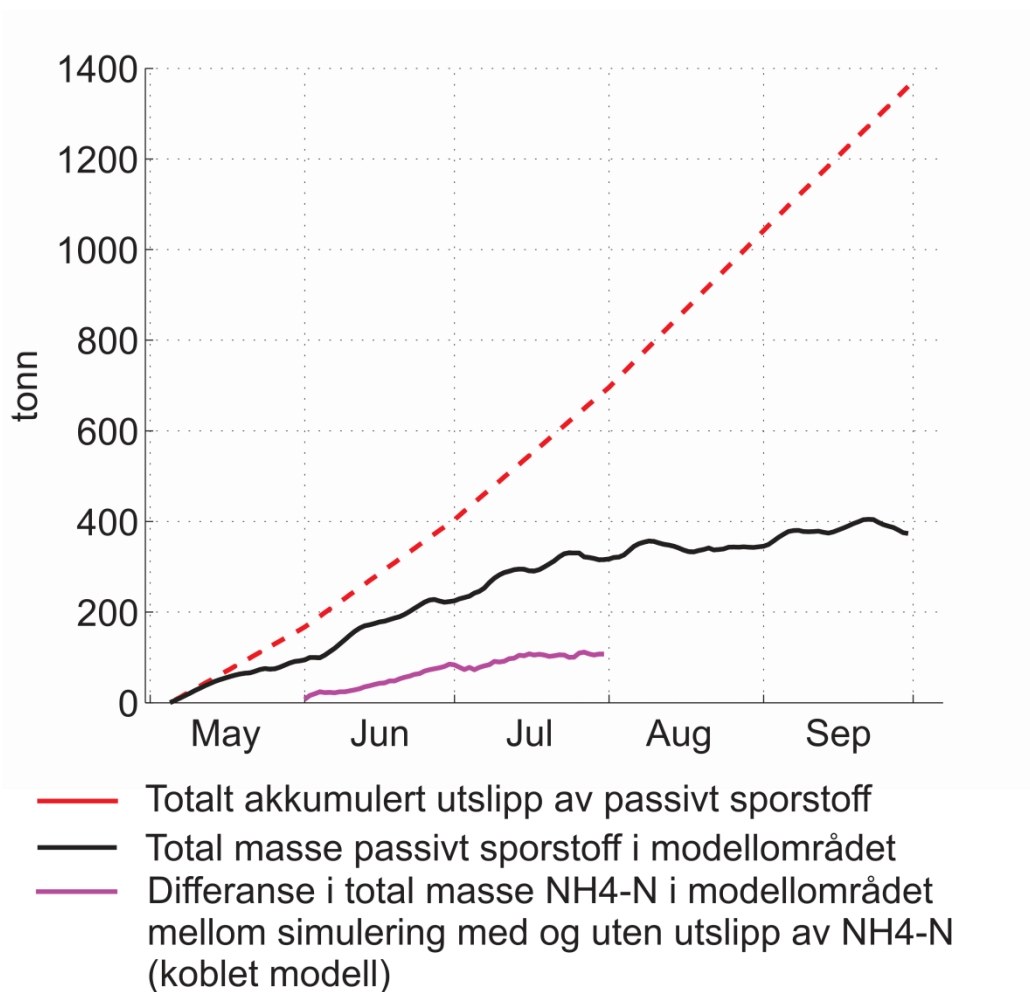
Figur 6 nedenfor viser gjennomsnittlig overflatestrøm i områdene rundt de fem stasjonene for juni-september 2011.



Figur 5. Salinitets- (til venstre) og temperaturprofiler (til høyre) for de fem stasjonene basert på daglige verdier fra simuleringene med den hydrodynamiske modellen.



Figur 6. Gjennomsnittlig overflatestrøm (med retning, "velocity") ved de fem lokalitetene for juni-september 2011. De sorte pilene peker i gjennomsnittlig strømretning, mens lengden deres angir strømfarten. De røde linjestykkene i hvit ramme antyder lengden på en pil som representerer gjennomsnittlig strømfart på $0,5 \text{ ms}^{-1}$. De røde kurvene angir 100, 200 og 300 m dybdekonturer.



Figur 7. Totalbudsjett for utslipp av $\text{NH}_4\text{-N}$ i hele modellområdet (ned til 250 m dyp). Den stiplede røde linjen viser den akkumulerte, totale mengden passivt sporstoff som ble sluppet ut i simulering 1 som funksjon av tid. Her tenker vi oss at det passive sporstoffet har samme atomvekt som nitrogen, slik at det representerer den total massen $\text{NH}_4\text{-N}$ som ble sluppet ut fra fiskeoppdrett i regionen fra mai til september 2011. Den heltrukne svarte linjen viser den totale massen passivt sporstoff i hele modellområdet gjennom den simulerte perioden. Differansen mellom den røde og svarte linjen gir oss den massen passivt sporstoff som er transportert ut av modellområdet. Den lille linjen viser differansen i total mengde $\text{NH}_4\text{-N}$ i modellområdet mellom simulering 3 (med utslipp) og simulering 2 (uten utslipp). Her er den koblede fysisk-biologiske modellen brukt, slik at det er tatt hensyn til opptak av $\text{NH}_4\text{-N}$ i plankton.

Startkonsentrasjonene av passivt sporstoff i simulering 1 var nødvendigvis 0 overalt. Den første delen av simuleringen må dermed betraktes som en oppkjøringsfase, og gir ikke et helt riktig bilde av normalsituasjonen, selv om det er interessant i seg selv å se hvordan sporstoffet gradvis spres i modellområdet. Vi ser dette i figur 4, der konsentrasjonene øker i begynnelsen av simuleringen på alle stasjonene.

Figur 7 viser et totalbudsjett for passivt sporstoff i hele modellområdet. Den stiplede, røde kurven viser akkumulert masse passivt sporstoff sluppet ut fra alle de 25 anleggene gjennom hele simuleringen. Her er det antatt at sporstoffet har samme atomvekt som nitrogen, og vi får dermed et totalbudsjett for utslipp av $\text{NH}_4\text{-N}$. Den sorte, heltrukne kurven viser total masse passivt sporstoff i modellområdet. Differansen mellom akkumulert utslipp av sporstoff og total mengde sporstoff i området (representert ved avstanden mellom den røde og sorte linjen) forteller oss hvor mye sporstoff som er transportert ut av modellområdet. Dersom den sorte kurven flater ut, har vi en slags balansesituasjon der mengden sporstoff som tilføres vannvolumet² er omtrent lik den mengden sporstoff som transporteres ut av modellområdet. Den sorte kurven flater ikke ut før i begynnelsen av august, og dermed må hele perioden fra 1. mai til begynnelsen av august betraktes som en oppkjøringsfase med tanke på total mengde sporstoff i modellområdet.

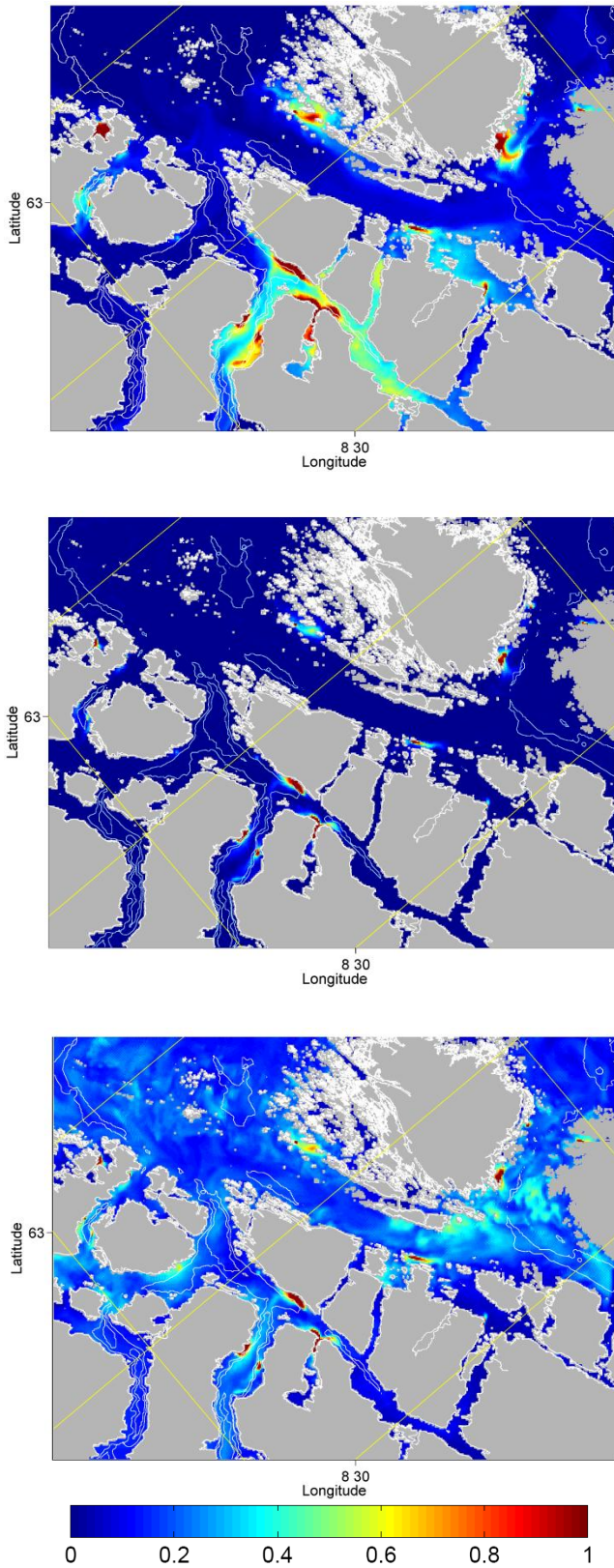
Det må understrekes at det her er snakk om et teoretisk balansenivå som utelukkende sier noe om fysisk fortykning og transport av sporstoffet. Ved endringer i utslippene, enten geografisk eller i mengde, vil balansenivået endre seg. Balansenivået vil også endre seg med strøm og dermed sesong. Det må også legges til at en del av det passive sporstoffet som blir transportert ut av området til 160 m-modellen i virkeligheten ville kunne ha kommet inn i modellområdet igjen, f. eks. ved at strømretningen skifter. Dette er det ikke tatt hensyn til. Det er heller ikke tatt hensyn til alle oppdrettslokalitetene i området.

3.2 Simuleringer med den koblede hydrodynamisk-biologiske modellen

Den lilla linjen i figur 7 er basert på de to simuleringene med den koblede hydrodynamisk-biologiske modellen (fig. 2). Den viser differansen i total mengde $\text{NH}_4\text{-N}$, i hele modellområdet, mellom simuleringene *med* og *uten* utslipp av $\text{NH}_4\text{-N}$ fra fiskeoppdrett. Verdiene på den lilla kurven er lavere enn verdiene på den sorte fordi den sorte kurven er basert utelukkende på fysisk fortykning, mens den lilla kurven i tillegg er basert på opptak og omsetning av $\text{NH}_4\text{-N}$ i planteplankton. Hvor mye høyere verdiene på den sorte enn den lilla kurven er, avhenger av det totale systemets evne til å ta opp og omsette $\text{NH}_4\text{-N}$.

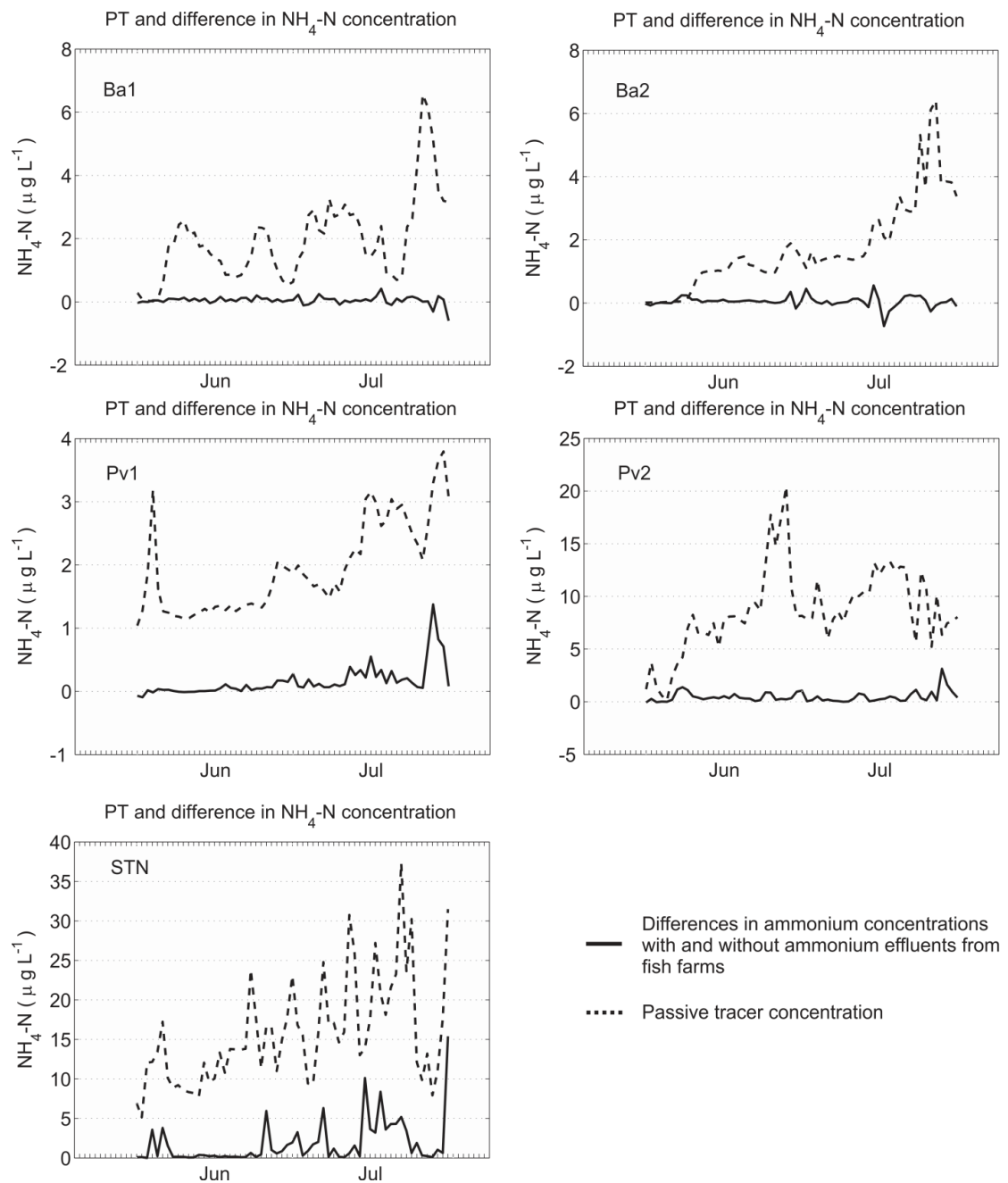
Forskjellen mellom konsentrasjoner av passivt sporstoff og differanse i ammoniumkonsentrasjon illustreres godt ved figur 8. Her er konsentrasjon av passivt sporstoff tegnet inn øverst, mens differansen i $\text{NH}_4\text{-N}$ med og uten utslipp er tegnet inn i midten. Bildet i midten av figur 8 sier altså noe om hvor mye høyere de *reelle* ammoniumkonsentrasjonene kan forventes å være med fiskeoppdrett enn uten. Nederst er det tegnet inn de totale konsentrasjonene av $\text{NH}_4\text{-N}$ med utslipp. Figur 7 er et øyeblikksbilde, altså situasjonen slik den var på 10 m dyp den 19. mai – i følge modellen.

² Det totale vannvolumet i modellområdet er omtrent 616 km^3 .



Figur 8. Den 19. mai, 10 m dyp. Øverst: konsentrasjon av passivt sporstoff. Midten: differanse mellom ammoniumkonsentrasjon med og uten utslipp. Nederst: ammoniumkonsentrasjon med utslipp. Fargeskalering er lik i de tre bildene (mmol m^{-3}).

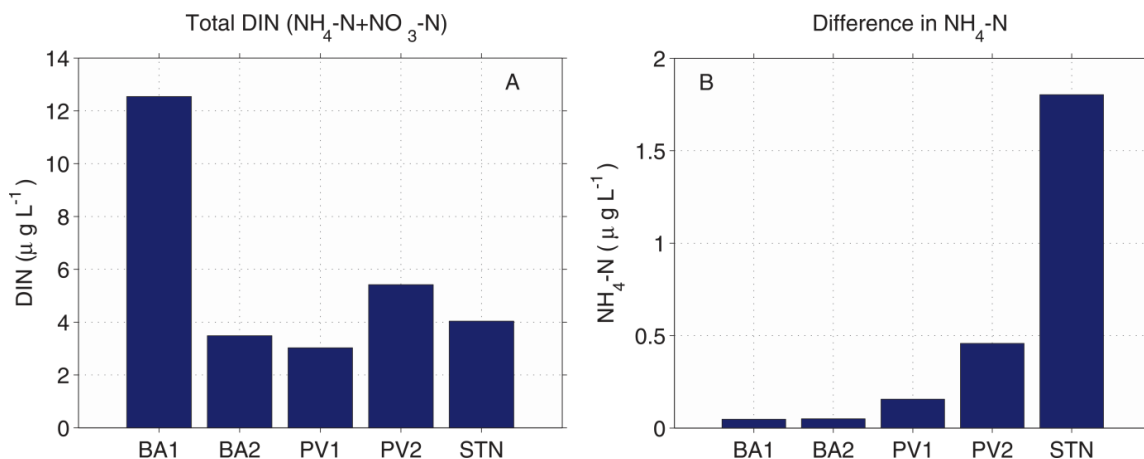
I figur 9 har vi sammenlignet konsentrasjoner av passivt sporstoff med differansen i $\text{NH}_4\text{-N}$ med og uten utslipp på de fem stasjonene (for juni og juli). Det er en stor forskjell i konsentrasjonene. Med andre ord tas mesteparten av nitrogenet som slippes ut opp av planteplankton.



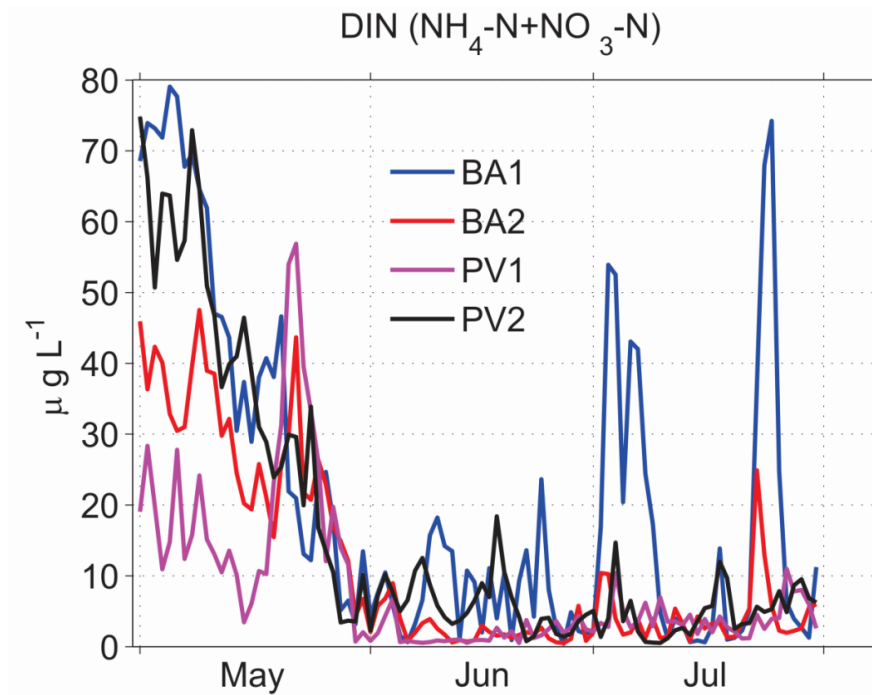
Figur 9: Stasjonsvise tidsserier (juni-juli) for passivt sporstoff (stiplet linje) og differansen i $\text{NH}_4\text{-N}$ mellom biologisimuleringen med og uten utslipp av $\text{NH}_4\text{-N}$ fra fiskeoppdrett.

Figur 10A viser integrerte (0-10m) gjennomsnittskonsentrasjoner av DIN ved de fem stasjonene over perioden juni-juli. Tilsvarende snittall (over perioden juni-september) fra målingene er presentert i NTNUs del av rapporten. Ved stasjon BA2, PV1 og PV2 gjør modellen det rimelig bra sammenlignet med målingene, mens den simulerte gjennomsnittsverdien for DIN ved BA1 er høyere enn den målte. Fra de tilsvarende tidsseriene i figur 11, ser vi at ved stasjon BA1, der samsvaret mellom modell og målinger er "dårligst", er det også størst variasjon i DIN-konsentrasjoner i juni og juli. De simulerte DIN-konsentrasjonene synker gjennom hele mai, og er generelt lave i juni og juli, men det er perioder med høyere DIN-konsentrasjoner ved BA1 (den blå kurven i figur 11). Hvis prøvetakning ikke gjennomføres kontinuerlig, er det mulig at man ikke får registrert innslag av høyere DIN-konsentrasjoner dersom disse forekommer over kortere tidsrom, som ved stasjon BA1 i figur 11. Man kan derfor heller ikke forkaste modellresultatene på grunnlag av en enkelt slik sammenligning mellom måling og modell. Det bør også tas med i betraktningen at søylene i figur 10 tar utgangspunkt i simuleringer for juni og juli, mens de tilsvarende målingene går over perioden juni-september.

I følge figur 10B er den gjennomsnittlige økningen i $\text{NH}_4\text{-N}$ -konsentrasjoner med utslipp fra oppdrettsanleggene høyere ved STN og PV2 enn ved BA1 og BA2. De totale DIN-konsentrasjonene er ikke høyere i samme grad (figur 10A).



Figur 10. A: Simulert integrert gjennomsnittskonsentrasjon av DIN (NO₃-N + NH₄-N) ved lokalitetene BA1, BA2, PV1, PV2 og STN for perioden juni-juli 2011. B: Gjennomsnittlig differanse i NH₄-N-konsentrasjoner ved de fem lokalitetene mellom simulering 3 og 2 for juni-juli 2011. Basert på integrerte konsentrasjoner. Søylene viser altså gjennomsnittlig økning i NH₄-N-konsentrasjoner ved de fem stasjonene når man tar i betraktning fysisk fortynning og biologisk opptak av nærings salt.

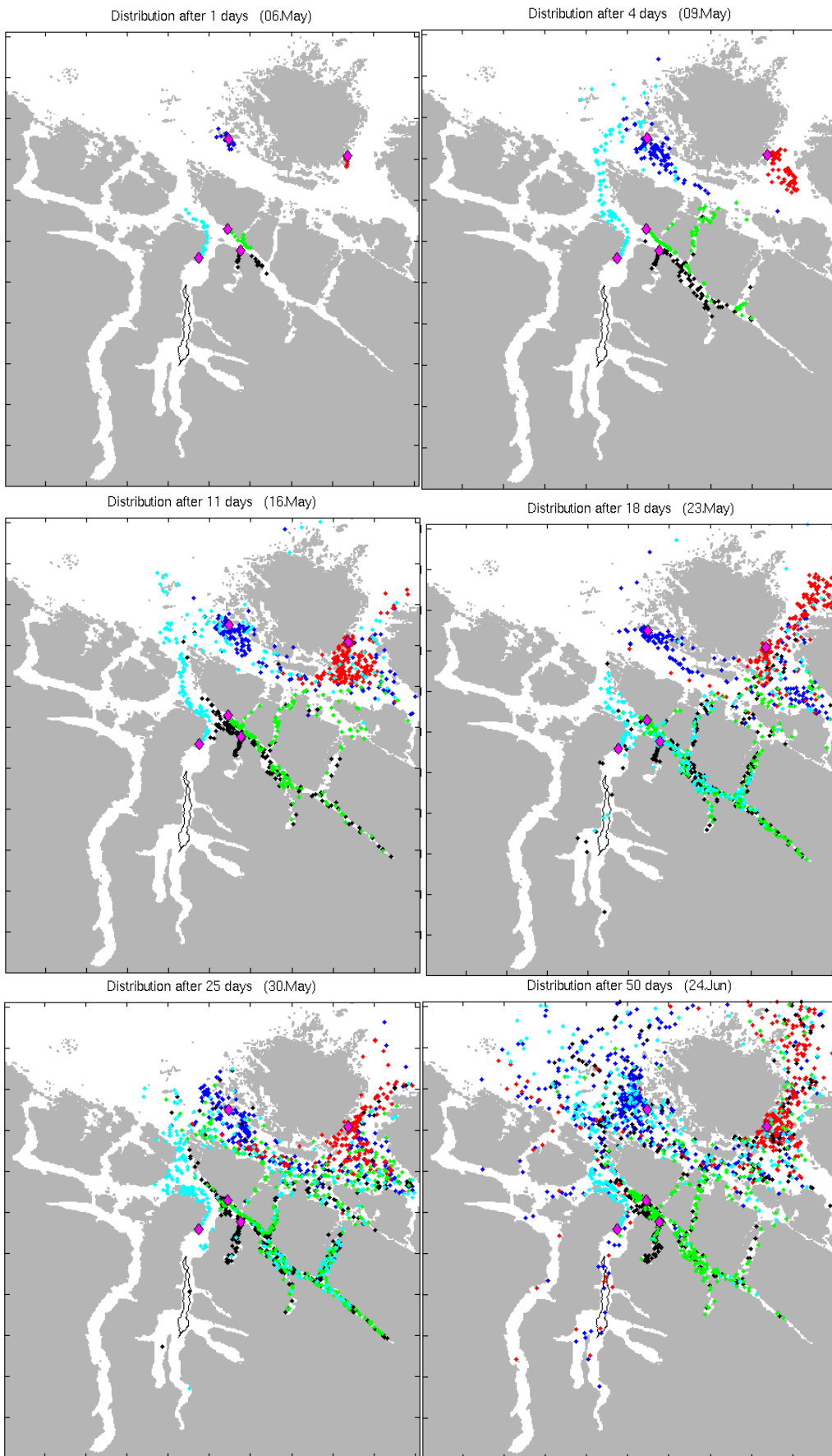


Figur 11. Simulerte, integrerte konsentrasjoner av DIN (i $\mu\text{g N L}^{-1}$) på stasjonene BA1, BA2, PV1 og PV2.

I tillegg til utslippene, opptak og fysisk fortykning av ammonium, kommer det et kontinuerlig bidrag som respirasjonsprodukter fra plante- og dyreplankton. Se figur 2. Fordi det er flere ikke-lineære prosesser involvert i vekst og opptak, i tillegg til adveksjon (forflytning) av vannmasser, er det ikke slik at differanse i total mengde eller konsentrasjon av NH_4 er proporsjonal med utslippet.

3.3 Lakselus

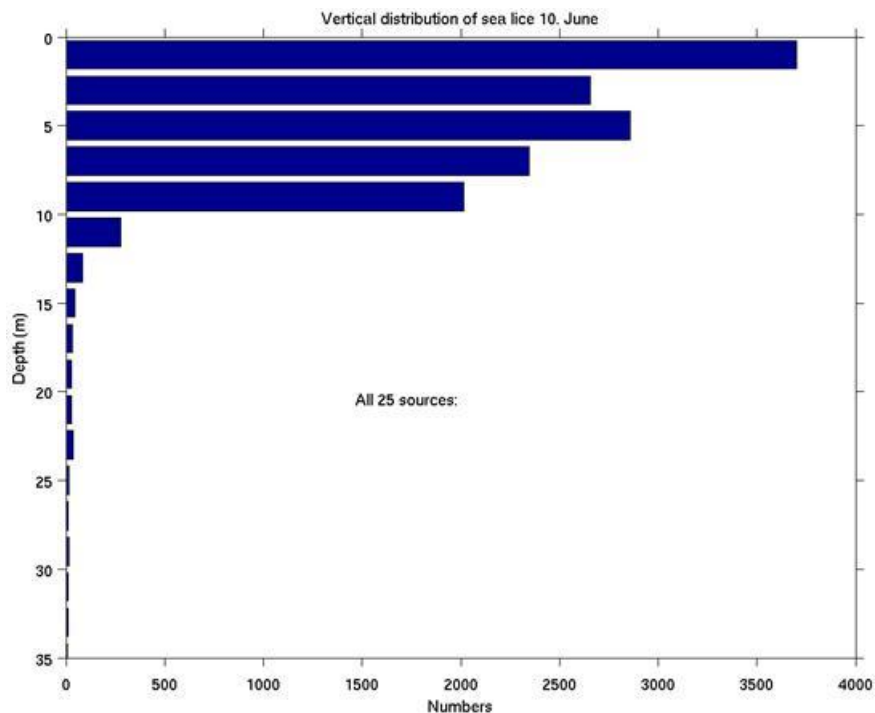
Det slippes ut mange partikler i modellen, og oversiktsbilder av partikkelspredningen blir fort uoversiktlig. I figur 12 er det derfor fokusert på lusespredningen fra de 5 største lokalitetene. Perioden er fra dag 1 til dag 50 med utslipp. Vi ser at fra Bremnessvaet (se kart med navn i figur 1) blir lusene hovedsakelig ført ut mellom Smøla og Hitra, som er den dominerende strømrretningen til Kyststrømmen i dette området. Tilsvarende blir lus fra Solværet ført med Kyststrømmen i Trondheimsleia forbi Smøla. Ettersom tiden går blir spredningen fra alle lokalitetene, men kanskje spesielt de to overnevnte, mer utydelig. På figuren etter 25 dager så er spredningen fra de tre lokalitetene inni fjordene for det meste konsentrert inni fjorden mens litt går nordover med Kyststrømmen. Etter 50 dager er det kommet mer variasjon i bildet med en del lus fra Bremnessvaet som har blitt transportert sørøstover i motsatt retning av Kyststrømmen og også innover i fjordene. Eksempelvis er det på dette tidspunktet flest lus fra de to lokalitetene på Smøla i Sunndalsfjorden, selv om disse lokalitetene ligger lengre vekk enn de tre lokalitetene som ligger inni fjorden litt lenger nord. Årsaken til at dette kan skje er gjerne en kombinasjon av svak kyststrøm, tidevann og vind.



Figur 12. Eksempel på spredning fra de 5 største lokalitetene

Vertikalfordelingen av lus er i utgangspunktet begrenset av at lusen får en oppoverrettet svømmehastighet hvis den kommer dypere enn 10 m. Likevel kan vannet blande lus lengre ned, og det tar litt tid før de kommer opp igjen. Denne grensen på 10 m er satt litt tilfeldig ettersom man ikke helt vet hvordan lusen er i naturen, men i samtale med andre lusemodellører virker dette som en kurant verdi (Salmon lice dispersion modelling work-shop, 24th May 2012, Institute of Marine Research, Bergen, Norway.)

Lakselus liker høy saltholdighet best, og hvis saltholdigheten kommer under 25 promille i modellen så begynner de å svømme nedover mot høyere saltholdighet. Figur 13 viser vertikal distribusjon av lus etter 5 ukers simulering.

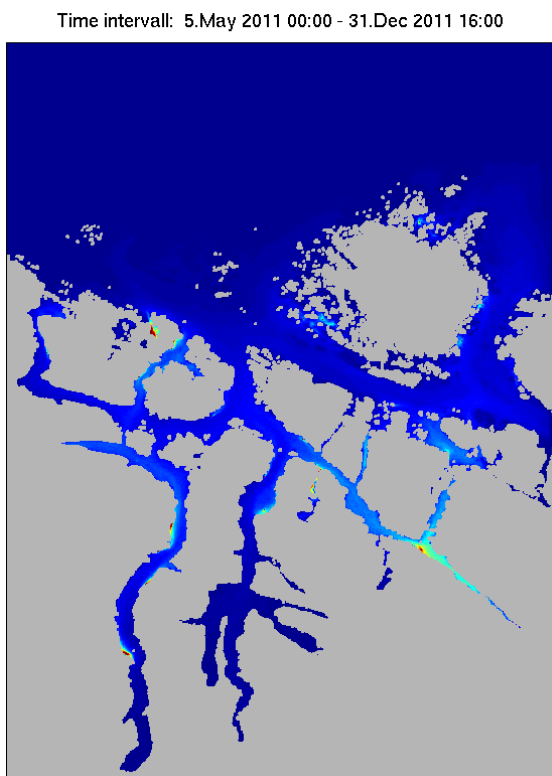
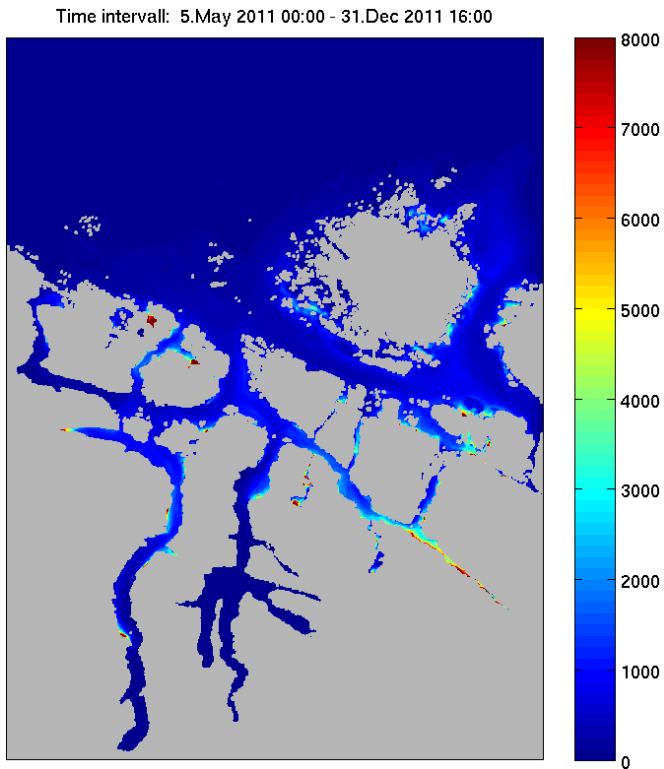


Figur 13. Vertikal distribusjon av lakselus i modellen etter ca 5 uker med utslipp av lus fra 25 lokaliteter.

Den vertikale adferden til lus gjør at spredningsmønsteret blir litt annerledes enn for de helt passive viruspartiklene i modellen. Figur 14 illustrerer dette. Det figuren viser er i hvor stor grad partikler oppholder seg i alle gridcellene i modellen. Det betyr at 1 partikkel i 10 timer i en gridcelle teller like mye som 10 partikler i 1 time i en gridcelle. Figuren er basert på utslipp fra 26 lokaliteter navngitt i figur 1, og akkumulert over hele simuleringsperioden på nesten 8 mnd.

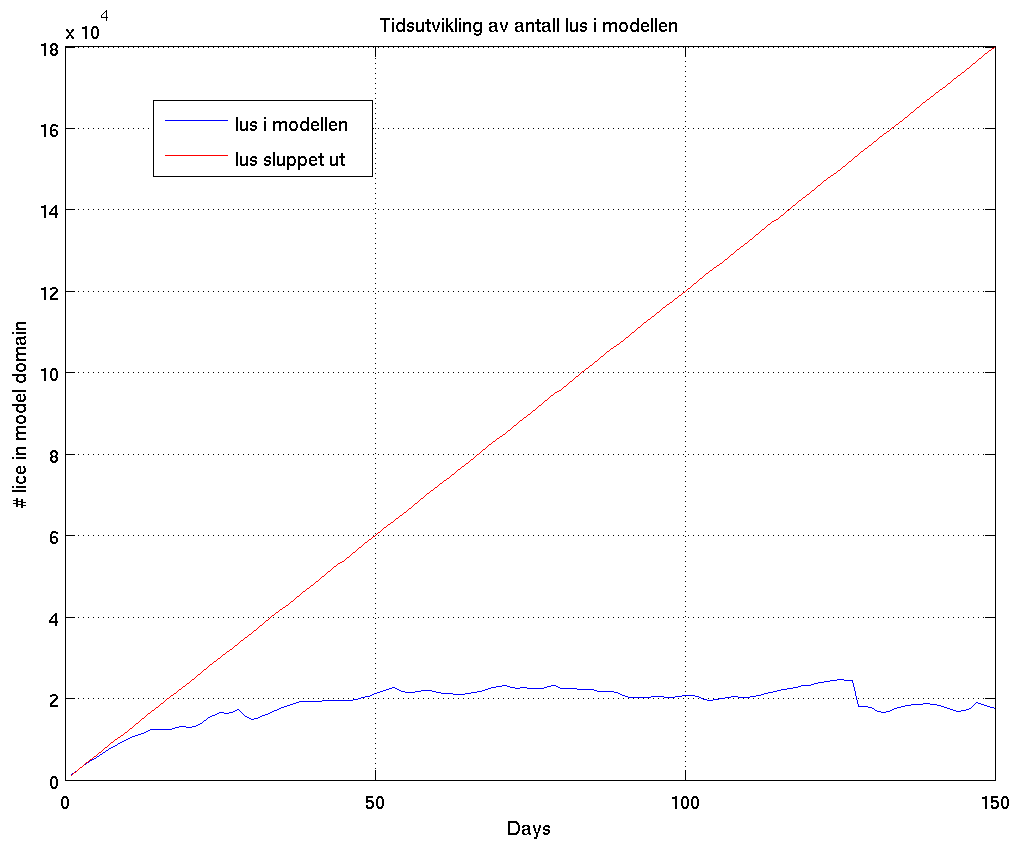
Vi ser at det hovedsakelig er store likheter, men legger merke til forskjellene. Lus er vist til venstre og virus til høyre. Fargeskalaen i midten er felles for begge figurene. Absoluttverdien er ikke viktig her for den er avhengig av utslippsmengden, men den relative fordelingen mellom områder sier noe om hvor man kan forvente å finne påvirkning fra oppdrettslokalitetene. Det ser ut som om virus blir jevnere fortennet enn lus som viser en mer flekkete fremtreden. Dette er nok relatert til at lus holder seg

nærmere overflaten og blir dermed mer vindutsatt. Det kan skape oppsamling i fjordarmer om vinden ikke går ut av fjorden.



Figur 14. Partikkelspredning fra 26 lokaliteter, lus til venstre og virus til høyre. Dette er en akkumulert oppholdstid for partikler for hver gridcelle i modellen.

Den konstante utslippsraten av lus i modellen gjør at det blir sluppet ut veldig mange lus ettersom tiden går. Likevel stiger ikke tallet på lus i modellområdet tilsvarende, for de eksporteres ut av modellen med strømmen. Figur 15 illustrerer dette for de første 150 dagene av simuleringsperioden. Antall lus i modellen stabiliserer seg etter omkring 50 dager på et nivå som tilsvarer ca to uker med utslipp. Dette forholdet mellom utslipp og hva som er igjen i modellen er selvfølgelig avhengig av lokaliseringen av utslippspunktene. Flere lokaliteter inni fjorder vil generelt øke antallet av lus som oppholder seg lengre i modellen før de blir eksportert.



Figur 15. Utvikling av antall lus i modellen i de første 150 dagene av simuleringsperioden.

4 REFERANSER

- Dee P, Uppala SM, Simmons AJ et al. 2011. The ERA-Interim reanalysis: configuration and performance of the data assimilation system. Q. J. R. Meteorol. Soc.137: 553-597.
- Oppedal F, Vågseth F, Dempster T, Juell JE, Johansson D, 2011. Fluctuating sea-cage environments modify the effects of stocking densities on production and welfare parameters of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). Aquaculture 315:361-368.
- Slagstad D and McClimans TA,2005. Modeling the ecosystem dynamics of the Barents Sea including the marginal ice zone: I. Physical and chemical oceanography. Journal of Marine Systems 58: 1-18.
- Wassmann P, Slagstad D, Riser CW and Reigstad M, 2006. Modelling the ecosystem dynamics of the Barents Sea including the marginal ice zone: II. Carbon flux and interannual variability. Journal of Marine Systems 59: 1-24

Delrapport nr. 4

Utvikling av villaks og sjøørretbestander på Nordmøre

Frode Staldvik



Kunnskapssenter for laks og vannmiljø
7801 Namsos

INNHOLD

OPPSUMMERING	89
SUMMARY	90
1 INNLEDNING	92
2 MATERIALE OG METODE	92
3 RESULTAT.....	94
3.1 Bestandstilstanden for laks.....	94
3.1.1 Påvirkningsfaktorer på laksesbestander	96
3.2 Bestandstilstanden for sjøørretbestander	97
3.2.1 Påvirkningsfaktorer på sjøørret	99
3.3 Gytebestandsmål og råd om beskatning	100
3.4 Sjøfiske på Nord-Møre.....	101
3.5 Elvefangst på Nord-Møre.....	102
3.5.1 Øvre Sæter i Surna	102
3.6 Rømt oppdrettslaks	103
3.6.1 Rømt oppdrettslaks i sjø.....	103
3.6.2 Rømt oppdrettslaks i vassdrag.....	104
3.7 Lakselus.....	104
3.8 Gyrodactylus salaris.....	105
3.9 Vassdragsregulering	105
3.10 Viktige lakse- og sjøørretvassdrag på Nord-Møre.....	106
3.10.1 Batnfjordelva	106
3.10.2 Bævra	106
3.10.3 Driva	106
3.10.4 Surna	107
3.10.5 Søya	107
3.10.6 Toåa.....	107
3.10.7 Usma	107
4 DISKUSJON.....	108
4.1 Rapportert fangst og lakseinnsig.....	108
4.2 Rømt oppdrettslaks	109
4.3 Lakselus.....	110
4.4 Gyrodactylus salaris.....	111
5 FORSLAG TIL OVERVÅKING.....	112
5.1 Overvåking av rømt oppdrettslaks	112
5.2 Overvåking av lakselus på viltlevende lakse og sjøørretbestander	112
6 KONKLUSJON	114
7 REFERANSER	115
8 VEDLEGG.....	117

OPPSUMMERING

Hovedmålet med arbeidspakke fire var fra starten av formulert slik "Få bedre oversikt over utviklingen av villaks- og sjøørretbestandene på Nord-Møre, og hvilke grad oppdrettsnæringen kan ha bidratt til denne utviklingen". Det ble tidlig poengtert at det med bakgrunn i eksisterende statistikk sannsynligvis ikke kunne konkluderes på siste ledd i målformuleringen.

Alle kommunene på Nord-Møre har vassdrag med laks og/eller sjøørret, såkalte anadrome vassdrag. Til sammen finnes det 71 anadrome vassdrag og Direktoratet for Naturforvaltning (DN) har vurdert tilstanden til 67 av bestandene i disse. Det er åpnet for fiske etter laks og sjøørret i 61 vassdrag og i alle 14 med selvreproduserende bestander av laks. Surna og Driva har begge status som nasjonale laksevassdrag. 14 av de anadrome vassdragene har utløp i en av de to nasjonale laksefjordene i regionen.

Møre og Romsdal er det fylket som er hardest rammet av lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* og fire vassdrag på Nord-Møre er smittet. Parasitten gir stor ungfiskdødelighet og har redusert den samlede smoltproduksjonen mye i regionen. Parasitten gjør at DN har karakterisert bestandene der som svært dårlig. Fem laksevassdrag i regionen er negativt berørt av vassdragsregulering.

Rømt oppdrettslaks er påvist både i sjøfangster og i vassdrag. Ved en overvåkingsstasjon på ytre kyst består omkring halvparten av fangstene av rømt oppdrettslaks. Observasjoner av mye rømt oppdrettslaks i Driva og Surna gjør at DN har vurdert alle de 14 laksevassdragene i regionen som sårbare og med restandeler av villaks på mellom 50 og 75 %. Vurderingen er gjort på bakgrunn av modeller og er ikke verifisert med genetiske analyser i de ulike vassdragene. Kvalitetssikret overvåking av andel rømt oppdrettslaks og overvåking ved hjelp av genetiske metoder bør settes i gang så raskt som mulig. Slik overvåking kan dokumentere om rømt oppdrettslaks reduserer lakseproduksjonen i vassdragene i regionen.

Det mangler systematiske lakselusundersøkelser i regionen. Resultater fra mindre undersøkelser i Sunndalsfjorden i 2008 og 2009 antydte imidlertid at infeksjonene i 2008 var på et slikt nivå at både individ og populasjoner kunne påvirkes negativt. I den nasjonale lakselusovervåkingen i 2011 ble det konkludert med at laksesmolten, i det minste den tidligvandrende, sannsynligvis unnslett smittepulser av lakselus. Rapporterte sjøørretfangster fra regionen var seks ganger høyere i toppåret 2000 enn i 2011. Dette synes å være en sterkere tilbakegang enn andre regioner. Lakselusmitte er foreslått som en negativ påvirkningsfaktor og bør overvåkes.

Vi anbefaler at ny overvåking gjennomføres i tråd med Taranger med flere (2012) sine nylig fremlagte forslag til førstegenerasjons målemetoder for miljøeffekt (miljøindikatorer) med hensyn til genetisk påvirkning fra oppdrettslaks til villaks, og påvirkning av lakselus fra oppdrett på viltlevende laksefiskebestander. Der foreslås det metoder for "varslingsindikatorer" og "verifiseringsindikatorer" for både genetiske påvirkning og effekter av lakselus på anadrome laksebestander.

SUMMARY

The principal aim of work package four was initially defined as follows: to obtain a better understanding of the development of wild salmon and sea trout stocks in Nord-Møre county and to assess the impact of fish farming on this development. We emphasized from the start – based on available statistics – that the probability of being able to draw firm inferences on the latter issue was limited. All municipalities in the Nord-Møre area support waterways with salmon and/or sea trout stocks, designated as *anadromous waterways*. The Directorate of Nature Management (DN) has assessed the situation for 67 of totally 71 anadromous waterways. Fishing for sea trout and salmon has been permitted in the Surna and Driva rivers, both of which are defined as national salmon waterways. 14 of the *anadromous waterways* discharge into the 2 national salmon fjords in the region.

Møre og Romsdal is the Norwegian county that is most severely affected by the salmon parasite *Gyrodactylus salaris*. 4 waterways in Nord-Møre are infected. The parasite affects the recruitment of juveniles and smolts and has deteriorated the situation for the salmon stocks in the region to a level characterized by DN as very poor. 5 anadromous waterways have been affected by hydroelectric power plant development which in turn has had a negative impact on smolt production and salmon fishing, and on sea trout stocks.

Salmon farm escapees have been found in sea and river fisheries. Over half of the salmon in one investigated off-shore catchment area were escaped farmed salmon. The high incidence of fish farm escapees in the Driva and Surna rivers has led DN to categorise all 14 anadromous waterways in the region as vulnerable with wild salmon comprising between 50 and 75% of the populations. These assessments are based on models and have not been verified by genetic analyses. Quantification of farmed salmon interference based on valid genetic methods should be implemented as soon as possible. Such surveillance may help to illuminate the impact of fish farm escapees on salmon production in the rivers in the region.

Systematic salmon louse monitoring has not been performed in this region. Results from limited surveys in the Sunndalsfjorden fjord in 2008 and 2009 indicate that salmon lice exert a negative impact both on individual fish and on fish populations. The national salmon louse survey conducted in 2011 concluded that at least the early smolt runs probably avoided high infective pressure pulses of sea lice. Reported sea trout catches for the region were six times higher in the peak year of 2000 compared to in 2011, thus giving reason for concern. A similar pattern has been seen in larger areas of western and central Norway, but appears to be more pronounced in Nord-Møre. Salmon louse infections are viewed as potentially detrimental and should be assessed more comprehensively.

We propose that first generation environmental impact parameter surveys are implemented according to Taranger et al. (2012) with focus on genetic influences of fish farm escapees on wild salmon stocks and effects of salmon louse infections on

wild salmonid populations. This approach includes both *alarm indicators* and *verification parameters* for both genetic impact assessments and effects of salmon louse infections on anadromous salmon populations.

1 INNLEDNING

I FHL Midtnorsk Havbrukslag sin prosjektbeskrivelse datert 31. august 2010 er mål for arbeidspakke 4 formulert slik **”Få bedre oversikt over utviklingen av villaks- og sjøørretbestandene på Nord-Møre, og hvilke grad oppdrettsnæringen kan ha bidratt til denne utviklingen”**. Det går videre fram at grunnlag for vurderinger vil være eksisterende innsamlet statistikk relatert til villaks. Ingen nye feltundersøkelser skal gjøres. På denne bakgrunn poengterte administrasjonen i KLV i en tilbakemelding 07.01.11 at vi sannsynligvis ikke kan konkludere på siste ledd i målformuleringen. Vi foreslo derfor samtidig tilleggsålet ”å foreslå undersøkelser egnet til å kvantifisere påvirkning fra lakseoppdrett”.

Lakseoppdrett kan påvirke villaks- og sjøørretbestandene både ved økologiske interaksjoner, spredning av lakselus, annen sykdomsspredning og for laks også genetiske interaksjoner (jf. for eksempel Jonsson med flere 2006). I arbeidspakke 4 omtales imidlertid kun de to faktorene; rømt oppdrettslaks og lakselus.

Det faglige grunnlaget for å betrakte rømt oppdrettslaks og lakselus som alvorlige trusselfaktorer for villaks og sjøørret tas ikke opp i rapporten. Derimot vektlegges vurderinger og beskrivelser av tilstand og utvikling til lakse- og sjøørretbestandene og viktige menneskeskapte påvirkningsfaktorer.

Rapporten er utarbeidet av administrasjonen i Kunnskapscenter for laks og vannmiljø.

2 MATERIALE OG METODE

Av Nord-Møres elleve kommuner har alle utløp av anadrome vassdrag, kun med unntak av Rindal kommune (figur 1). De ti kommunene er Aure, Averøy, Eide, Gjemnes, Halså, Kristiansund, Smøla, Sunndal, Surnadal og Tingvoll. For mer detaljerte kart over kommunene med inntegnede anadrome vassdrag se vedlegg 1.

I kommunene på Nord-Møre er det åpnet for fiske etter anadrom fisk i 71 vassdrag (jf. DN's hjemmeside; Bestemmelser for fiske etter laks, sjøørret og sjørøye i vassdrag, Forskriftstabell – fylkesvis og kommunevis gjennomgang i alfabetisk rekkefølge). Det finnes bestander av laks- og sjøørret fra de innerste fjordbunnene og helt ut på øyene Tustna og Smøla. DN har for 67 av disse 71 vassdragene vurdert tilstanden til laks og/eller sjøørretbestandene (kilde lakseregisteret, DN, oppdatert 2012). For 61 av de 71 vassdragene som er åpnet for fiske etter anadrom fisk har DN vurdert menneskeskapte påvirkningsfaktorer. Anadrome vassdrag med sjøørret er flest, og bare 14 av vassdragene er vurdert til også å ha selvreproduserende bestander av laks.



Figur 1. Anadrome vassdrag (røde punkt), Nasjonale laksevassdrag (røde stjerner) og Nasjonale laksefjorder (sterk blå farge) på Nord-Møre (Kilde: Lakseregisteret, Direktoratet for naturforvaltning (DN)).

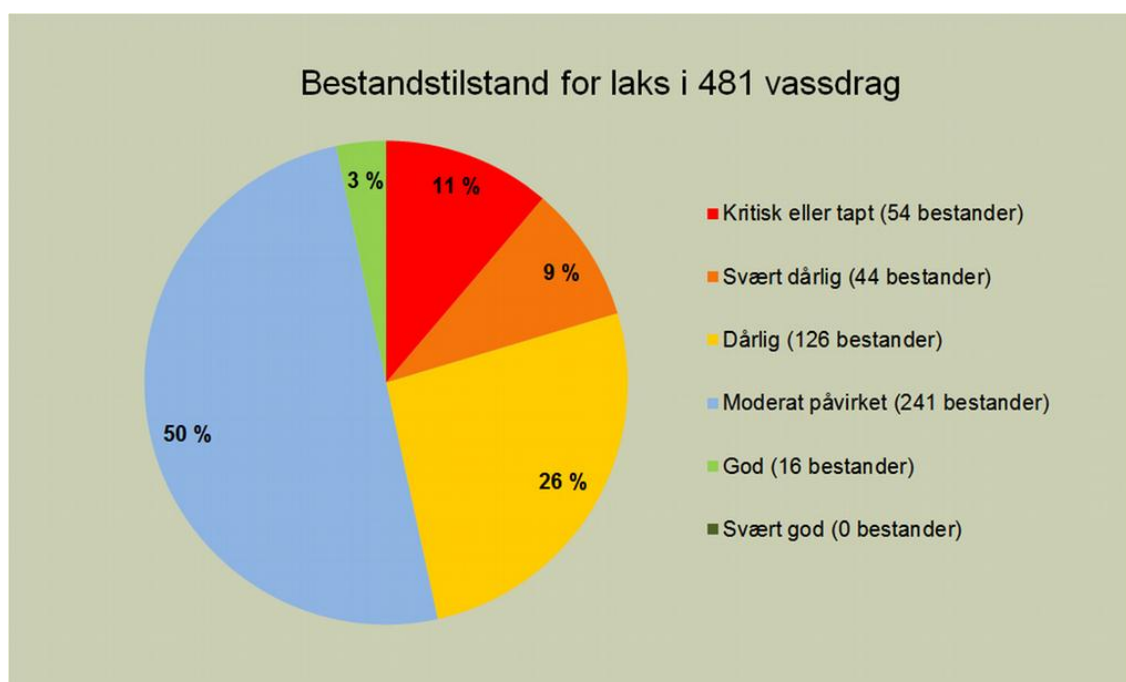
Stortinget har gitt laksebestandene i indre deler av både Sunndalsfjorden og Halsafjorden særskilt beskyttelse ved å gi disse fjordområdene status som Nasjonale laksefjorder. De to største laksevassdragene på Nordmøre, Driva og Surna, er gitt status som nasjonale laksevassdrag. 14 av de anadrome vassdragene har utløp i en av de to nasjonale laksefjordene.

Arbeidspakke 4 beskriver utvikling og tilstanden til bestander av villaks og sjøørret på Nord-Møre basert på offisiell fangsstatistikk, rapporter og vitenskapelige publiserte artikler. I tillegg er personer i regionen og forskere kontaktet i løpet av prosjektperioden.

3 RESULTAT

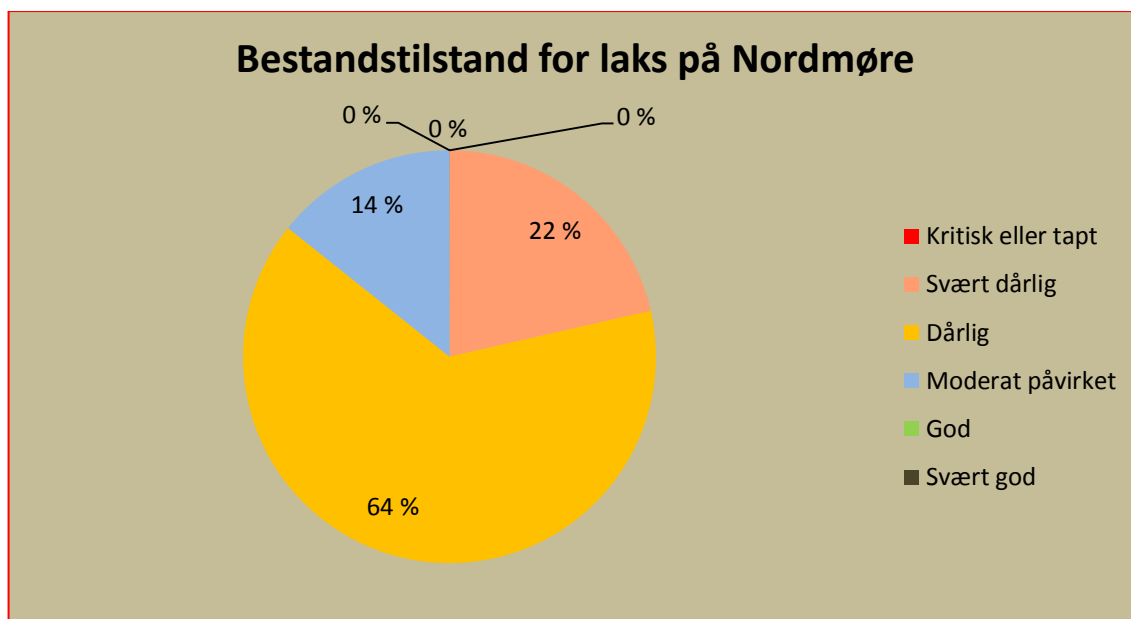
3.1 Bestandstilstanden for laks

Direktoratet for naturforvaltning (DN) har vurdert bestandstilstanden til laks i 481 vassdrag (figur 2) og de 14 bestandene på Nord-Møre er blant dem (jf. Villaksportalen, DN). Fangstatistikk, vitenskapelige undersøkelser og rapporter fra Vitenskapelige råd for lakseforvaltning oppgis som bakgrunn for vurderingene. For spesielle vurderinger av påvirkning fra rømt oppdrettslaks viser Villaksportalen til registreringer av rømt oppdrettslaks i et stort antall elver og modelleringer utført av Norsk institutt for naturforvaltning, med henvisning til NINA rapport 622 og NINA rapport 687.



Figur 2. DNs vurdering av bestandstilstanden for laks i norske laksevassdrag. Tilstanden er vist i en seksdelt skala fra kritisk eller tapt til svært god. (Kilde: Villaksportalen, DN).

DN vurderer verken noen av bestandene på Nord-Møre eller i resten av landet til å være i svært god tilstand (figur 3). 3 % av laksebestander i landet er vurdert som god, mens ingen på Nord-Møre er karakterisert som god. Moderat påvirket vurderes halvparten av landets bestander å være mens 14 % av de på Nord-Møre tilhører gruppen. Størst andel (64 %) av bestandene på Nord-Møre karakteriseres som dårlig, og ingen bestander vurderes å tilhøre gruppen kritisk eller tapt. I landet under ett vurderes 14 % av bestandene å være i tilstanden kritisk eller tapt. For beskrivelse av tilstandsinndelingen se tabell 2.



Figur 3. DN's vurdering av bestandstilstand for laks i vassdrag på Nord-Møre. Tilstanden er vist i en seksdelt skala fra kritisk eller tapt til svært god. (Kilde: Lakseregisteret, DN).

Tabell 1. Beskrivelse av bestandstilstanden for laks (Kilde: Villaksportalen, DN)

Beskrivelse av tilstandsinndelingen for laks	
Tilstand	Beskrivelse
Kritisk eller tapt	Vassdrag hvor bestanden anses som tapt på grunn av for liten gytebestand, eller hvor opprinnelig bestand har høy sannsynlighet for å gå tapt eller er tapt på grunn av vedvarende svært svært høy prosentandel rømt oppdrettslaks (beregnet gjennomsnitt over årene 1989-2009 er mer enn 35%).
Svært dårlig	Vassdrag hvor bestanden er truet og kan gå tapt hvis påvirkningen vedvarer eller øker. Gjelder for eksempel vassdrag med <i>G. salaris</i> eller med vedvarende meget høy prosentandel rømt oppdrettslaks (beregnet gjennomsnitt over årene 1989-2009 er 20-35 %).
Dårlig	Vassdrag hvor bestanden er sårbar og kan bli truet hvis påvirkningen vedvarer eller øker. Gjelder også vassdrag med vedvarende høy prosentandel rømt oppdrettslaks (beregnet gjennomsnitt over årene 1989-2009 er prosentandel rømt oppdrettslaks i bestanden på 8,7-20 %).
Moderat påvirket	Vassdrag med betydelig redusert høstbart overskudd, redusert ungfiskproduksjon (over 10 %) og/eller for liten gytebestand, eller vassdrag med vedvarende moderat prosentandel rømt oppdrettslaks (beregnet gjennomsnitt over årene 1989-2009 er 3,3-8,7 %).
God	Vassdrag hvor bestanden er hensynskrevende på grunn av påvirkning eller fordi bestanden er liten fra naturens side, eller med lav prosentandel rømt oppdrettslaks (beregnet gjennomsnitt over årene 1989-2009 er 1,6-3,3 %).
Svært god	Vassdrag med naturlig stor bestand og som er svært lite påvirket. Innslag av rømt oppdrettslaks er ikke observert eller er beregnet til under 1,5 % i gjennomsnitt over årene 1989-2009.

3.1.1 Påvirkningsfaktorer på laksesbestander

DN har vurdert elleve menneskeskapt påvirkningsfaktorer til å ha en bestemmende påvirkningsgrad på laksebestandene (Villaksportalen, DN). Størst andel utgjør lakselus 39 % og vassdragsregulering 23 % (tabell 2). Faktorene kan alene eller sammen med andre enten være avgjørende for tilstandsvurderingen eller kun være aktiv uten å være avgjørende for tilstandsvurderingen i hvert enkelt vassdrag. For påvirkningsfaktoren rømt oppdrettslaks se tabell 3.

Tabell 2. DNs vurdering av antall vassdrag i de forskjellige kategoriene basert på en samlet vurdering av de forhold som har betydning for bestandens eksistens og produksjon. Nasjonal oversikt. (Kilde: Villaksportalen, DN).

Påvirkningsfaktor	% av 481 vassdrag	Total	Tapt	Truet	Sårbar	Redusert	Spesielt hensynskrevende	Ikke spesielt hensynskrevende	Usikker kategoriplassering
Vassdragsreguleringer	23 %	110	23	9	11	52	11	0	4
Fysiske inngrep	12 %	56	7	3	14	25	5	0	2
Forsuring	9 %	42	14	2	19	5	1	0	1
Jordbruksstilsig	4 %	20	0	1	4	10	4	0	1
Forurensning	4 %	18	1	1	8	6	1	0	1
Gyrodactylus salaris	5 %	25	8	15	2	0	0	0	0
Lakselus	39 %	187	1	11	9	69	90	0	7
Overfiske	6 %	30	1	0	3	25	1	0	0
Ukjente faktorer	3 %	15	3	2	5	2	1	0	2
Andre forhold	6 %	29	1	3	3	10	8	0	4

Rømt oppdrettslaks er av DN vurdert å påvirke samtlige 340 villaksbestander negativt. Ingen bestander er derved i kategorien svært god (Tabell 3). 8 bestander er vurdert så sterkt påvirket av rømt oppdrettslaks at de er i en kritisk tilstand eller tapt.

Tabell 3. DNs vurdering for antall vassdrag i de forskjellige kategoriene basert på påvirkningsfaktoren rømt oppdrettslaks. Nasjonal oversikt. (Kilde: Villaksportalen, DN).

Påvirkningsfaktor	% av 481 vassdrag	Total	Kritisk truet eller tapt	Truet	Sårbar	Hensynskrevende	God	Svært god
Rømt oppdrettslaks	71 %	340	8	21	86	211	14	0

Gyrodactylus salaris påvirker de fire infiserte bestandene sterkt og gjør at de er i en kritisk tilstand (Lakseregisteret, DN) (Tabell 4). Lakselus (71 %) og vassdragsregulering (36 %) er imidlertid bestemmende for kategoriplassering for størst andel vassdrag.

Ingen laksebestander på Nord-Møre er vurdert til å være truet, kritisk truet eller tapt på grunn av rømt oppdrettslaks (tabell 5). Imidlertid antas rømt oppdrettslaks å påvirke bestandene i den grad at ingen er i kategoriene god eller svært god.

Tabell 4. DNs vurdering av 14 laksevasdrag på Nord-Møre i de forskjellige kategoriene basert på bestemmende påvirkningsfaktor (Kilde: Lakseregisteret, DN). Fordi bestander kan være påvirket av en eller flere faktorer som er bestemmende for kategori plassering overstiger summen av faktorer 100 %.

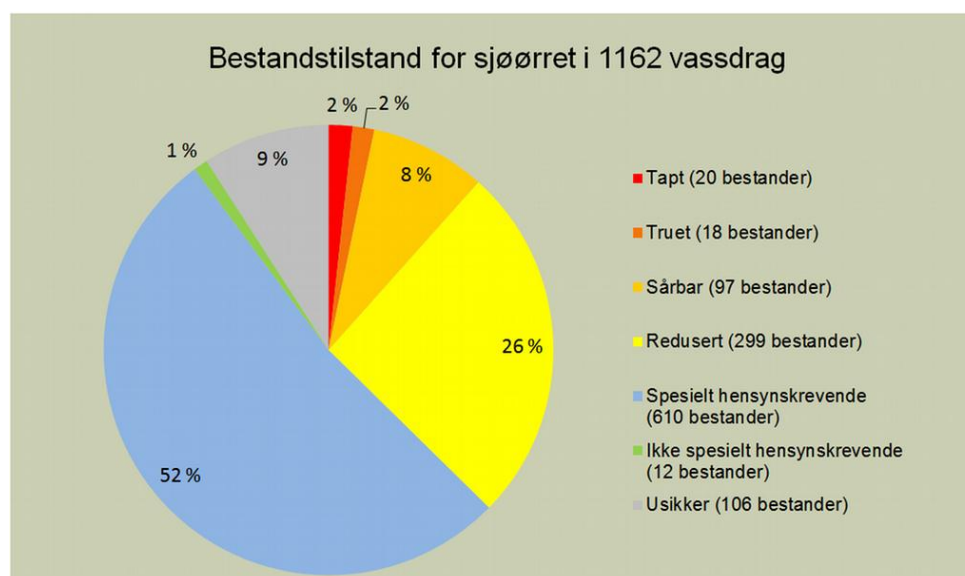
Påvirkningsfaktor, Bestemmende for kategori	% av 14 vassdrag	Total	Kritisk	Svært dårlig	Dårlig	Moderat påvirket	God	Svært god
Vassdragsregulering	36	5		1	4			
Fysiske inngrep	7	1			1			
Forsuring								
Jordbruksstilsig								
Forurensing								
<i>G. salaris</i>	29	4		4				
Lakselus	71	10		1	8	2		
Overfiske								
Ukjente faktorer								
Andre forhold	7	1			1			

Tabell 5. DNs vurdering for 14 vassdrag på Nord-Møre i de forskjellige kategoriene basert på påvirkningsfaktoren rømt oppdrettslaks (Kilde: Lakseregisteret).

Påvirkningsfaktor, Bestemmende for kategori	% av 14 vassdrag	Total	Kritisk truet eller tapt	Truet	Sårbar	Hensynskrevende	God	Svært god
Rømt oppdrettslaks	71	10	0	0	8	2	0	0

3.2 Bestandstilstanden for sjøørretbestander

DN har vurdert bestandstilstanden for sjøørret i 1162 vassdrag i landet (figur 4), inkl 67 vassdrag med sjøørretbestander på Nord-Møre.



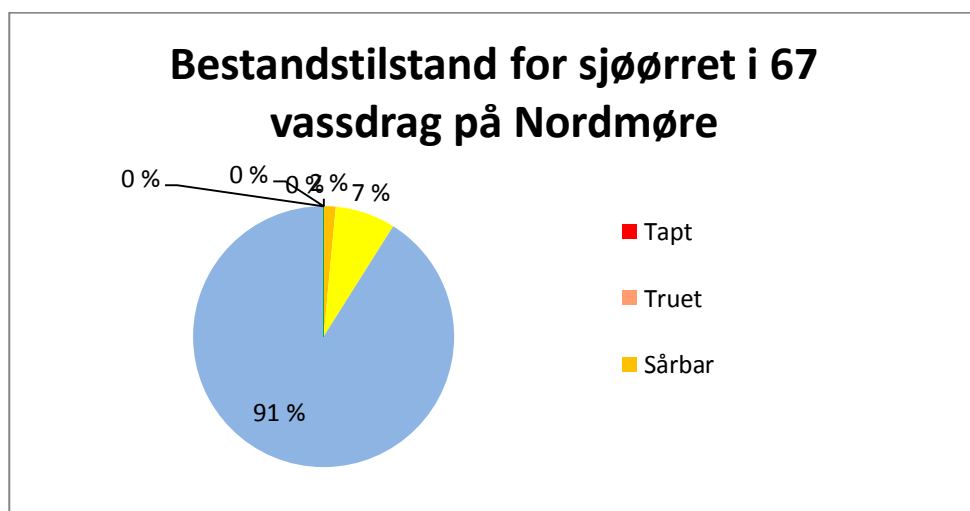
Figur 4. DNs vurdering av bestandstilstanden for sjøørret i norske laksevasdrag. Tilstanden er vist i en seksdelt skala fra kritisk eller tapt til svært god. (Kilde: Villaksportalen, DN).

Mer enn halvparten (52 %) av bestandene karakteriseres som spesielt hensynskrevende, den nest beste kategorien. Bare 1 % av bestandene er karakterisert i den beste kategorien; ikke spesielt hensynskrevende. 20 bestander, dvs 2 %, oppgis å være tapt. For beskrivelse av kategoriene se tabell 6.

Tabell 6. Beskrivelse av bestandstilstanden for sjøørret (Kilde: Villaksportalen, DN)

Kategori	Beskrivelse
Tapt bestand	Vassdrag hvor bestanden har gått tapt på grunn av menneskeskapte påvirkninger.
Truet bestand	Vassdrag hvor bestanden har en høy risiko for å gå tapt på grunn av menneskeskapte påvirkninger.
Sårbar bestand	Vassdrag hvor bestanden kan bli truet av menneskeskapte påvirkninger.
Redusert bestand	Vassdrag med betydelig redusert ungfiskproduksjon og/eller gytebestand på grunn av menneskeskapte påvirkninger.
Spesielt hensynskrevende bestand	Vassdrag hvor moderat økning av påvirkningen eller vedvarende påvirkning kan medføre plassering i lavere kategori.
Ikke spesielt hensynskrevende bestand	Vassdrag med bestand som ikke anses "spesielt hensynskrevende".
Usikker kategoriplassering	Vassdrag hvor bestandstilstanden er usikker.

DN vurderer 91 % av de 67 sjøørretvassdragene på Nord-Møre til å være i kategorien spesielt hensynskrevende (Figur 5). Ingen av bestandene vurderes å være tapt, truet eller i kategorien ikke spesielt hensynskrevende.



Figur 5. DNs vurdering av bestandstilstanden for sjøørret i vassdrag på Nord-Møre. Tilstanden er vist i en seksdelt skala fra kritisk eller tapt til svært god. (Kilde: Laksregisteret, DN).

3.2.1 Påvirkningsfaktorer på sjørret

DN vurderer lakselus til å ha avgjørende betydning for tilstanden for sjørretbestanden i 578 vassdrag, eller 50 % av alle vurderte bestander i Norge (tabell 7). Vassdragsregulering og fysiske inngrep i vassdrag oppgis å være avgjørende for tilstanden i henholdsvis 15 og 18 %.

Tabell 7. DNs vurdering av antall vassdrag i de forskjellige kategoriene basert på en samlet vurdering av de forhold som har betydning for bestandens eksistens og produksjon. Nasjonal oversikt. (Kilde: Villaksportalen, DN).

Påvirkningsfaktor	% av 1162 vassdrag	Total	Tapt	Truet	Sårbar	Redusert	Spesielt hensynskrevende	Ikke spesielt hensynskrevende	Usikker
Vassdragsreguleringer	15 %	177	8	3	18	99	41		8
Fysiske inngrep	18 %	214	15	11	57	74	45		12
Forsuring	4 %	47		2	18	5	10		12
Jordbrukstilsig	9 %	104	2	4	39	33	12		14
Forurensning	6 %	64	3	3	27	19	10		2
Gyrodactylus salaris	0 %								
Lakselus	50 %	578	4	6	12	127	383		46
Overfiske	1 %	11				10	1		
Ukjente faktorer	7 %	82	4	3	4	70	1		
Andre forhold	7 %	82		2	11	25	38		6

DN har vurdert menneskeskapte påvirkningsfaktorer for 61 av de 67 sjørretbestandene tilstanden er vurdert (tabell 8). Lakselus vurderes som den dominerende påvirkningsfaktor for tilstanden til sjørret på Nord-Møre og oppgis å være bestemmende for hele 98 % av vurderte bestander. Spesielt hensynskrevende bestander utgjør 90 % av bestandene der lakselus er bestemmende for kategorien.

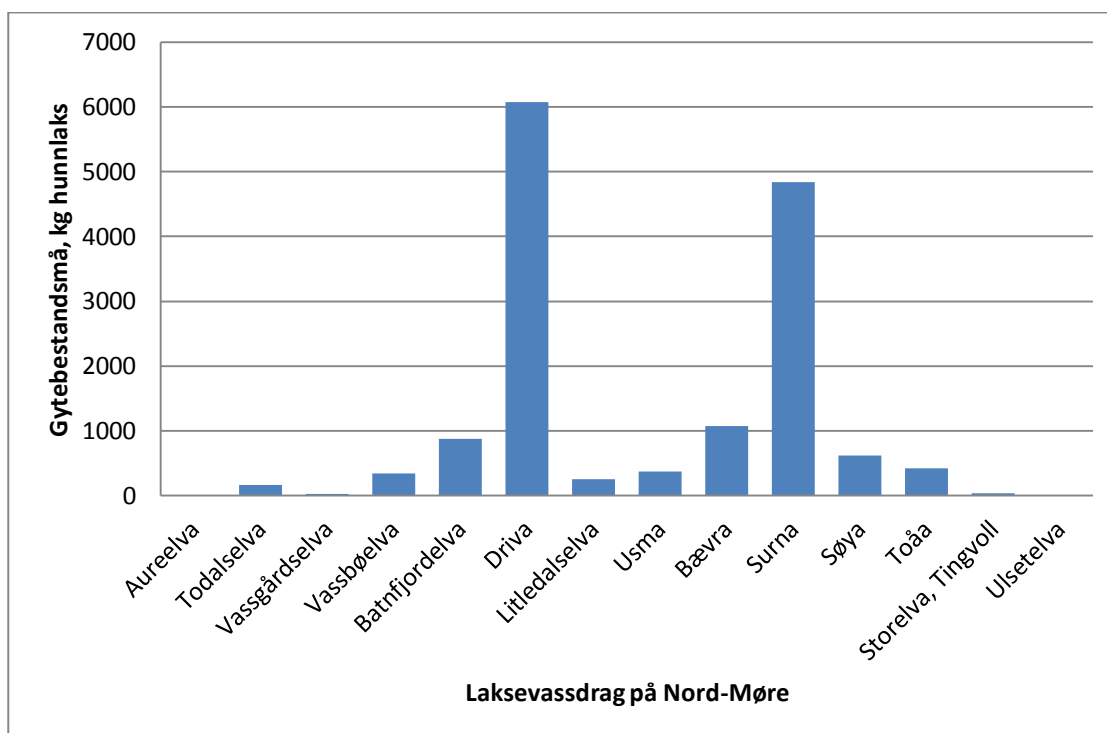
Tabell 8. DNs vurdering av 61 sjørretvassdrag på Nord-Møre i de forskjellige kategoriene basert på bestemmende påvirkningsfaktor (Lakseregisteret, DN). Fordi bestander kan være påvirket av en eller flere faktorer som er bestemmende for kategori plassering overstiger summen av faktorer 100 prosenten.

Påvirkningsfaktor, Bestemmende for kategori	% av 61 vassdrag	Total	Tapt	Truet	Sårbar	Redusert	Spesielt hensynskr.	Ikke hensynskr.	Usikker
Vassdragsregulering	20	12				4	8		
Fysiske inngrep	8	5			1		4		
Forsuring									
Jordbrukstilsig									
Forurensning									
<i>G. salaris</i>									
Lakselus	98	60			1	5	54		
Overfiske									
Ukjente faktorer									
Andre forhold	3	2							

3.3 Gytebestandsmål og råd om beskatning

Gytebestandsmål (GBM) kan beskrives som det antall kg hunner som må gyte i et vassdrag for at maksimalt antall smolt kan produseres hvert år. Metoden brukes i forvaltningen slik at fiske etter laks tilpasses hver enkelt bestand (Villaksportalen, DN). For nærmere beskrivelse av metoden se Hindar med flere 2007.

Det er utarbeidet GBM for 439 laksevassdrag i Norge og 14 av disse finnes på Nord-Møre (figur 6). Samlet GBM for disse 14 vassdragene er 15 117 kg hunnlaks. Størst er Driva med 6073 kg hunnlaks og deretter følger Surna med 4836 kg. GBM for disse to vassdragene utgjør ca 70 % av alle vassdragene på Nord-Møre og kan gi ett bilde på hvor dominerende stilling disse kan ha for produksjon av villaks i denne regionen. Vassdragenes potensial for å produsere smolt per arealenhet varierer imidlertid stort og det finnes ingen direkte sammenheng mellom gytebestandsmål og smoltproduksjon for vassdragene. For Surna alene er smoltproduksjonen beregnet til 164 786 individer per år (Hindar med flere 2007).



Figur 6. Laksevassdrag på Nord-Møre med gitt GBM. GMB for hvert vassdrag er angitt som gjennomsnittlig kg hunnlaks (Kilde: Anon 2010).

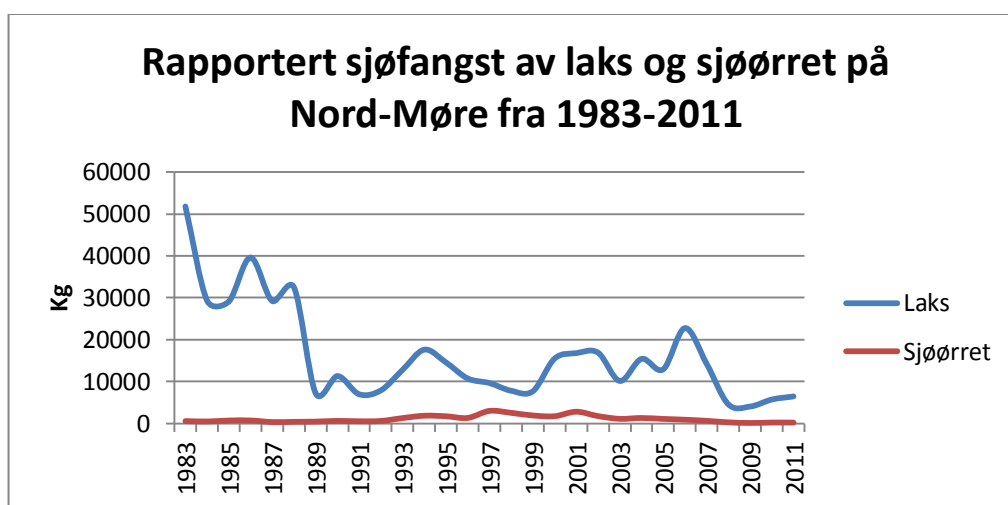
Vitenskapelig råd for lakseforvaltning har vurdert måloppnåelse av GBM og gitt råd om forvaltning for de fire vassdragene Vågsbøelva, Toåa, Sjøya og Surna (Tabell 9). GBM for Surna er oppfylt med gjennomsnittlig måloppnåelse for 2007 - 2010 på 136 %. Måloppnåelse i vassdrag der laks er infisert med *Gyrodactylus Salaris* ("gyro") blir ikke vurdert av rådet og det er årsak til at Driva er utelatt.

Tabell 9. Vitenskapelig råd for lakseforvaltning har vurdert måloppnåelse og gitt råd om beskatning for fire vassdrag på Nord-Møre (kilde: Anon 2011c)

	Gytebestandsmål (GBM) kg hunner	Gjennomsnittlig måloppnåelse 2007-2010	Råd om beskatning
Vågsbøelva	344	18 %	Beskatning bør reduseres svært mye for å sikre oppnåelse av GBM
Toåa	426	46 %	Beskatning bør reduseres svært mye for å sikre oppnåelse av GBM
Søya	828	19 %	Beskatning bør reduseres svært mye for å sikre oppnåelse av GBM
Surna	4836	136 %	Ikke nødvendig med ytterligere tiltak for å redusere beskatningen

3.4 Sjøfiske på Nord-Møre

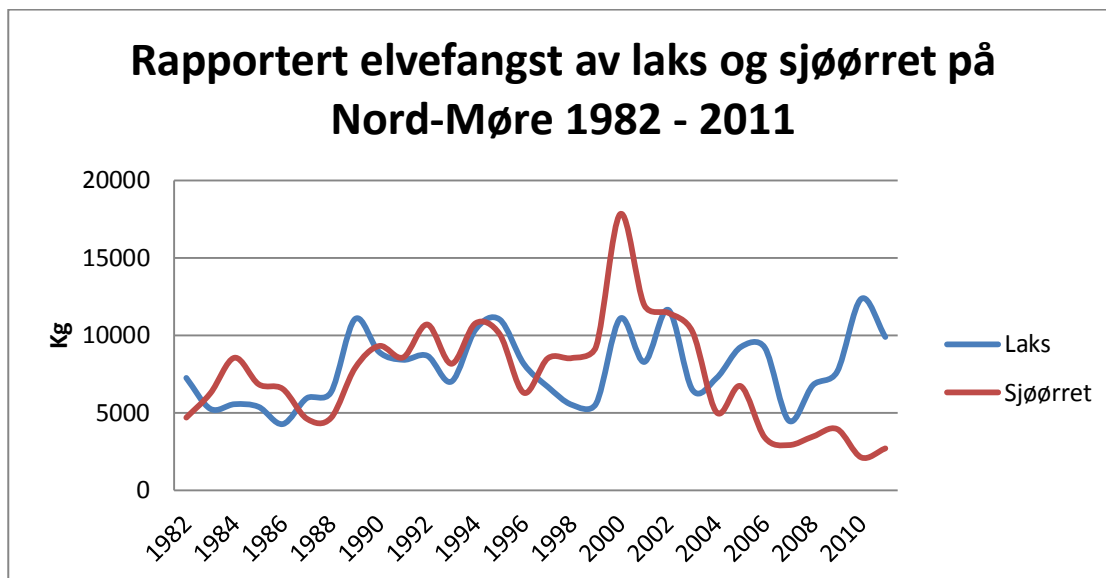
Forbudet mot drivgarnfiske i Norge fra 1989 var en viktig endring i reguleringene av laksefiske og er trolig årsak til at rapportert fangst av laks i sjøfiske brått falt fra rundt 30 tonn til rundt 10 tonn (figur 7). Innkorting i fisketid i sjø bidro trolig til ny dropp fra 2006. Statistikken, som inkluderer rapporter fra ytre kyststrøk og indre fjordområder, inneholder trolig også laks fra elver i andre regioner. Vitenskapelig råd for lakseforvaltning gir særskilte forvaltningsråd for ytre kyststrøk og fjordområder for Møre og Romsdal.



Figur 7. Rapporterte fangster av sjøørret og laks i sjøfiske på Nord-Møre i perioden 1983 – 2011 (Kilde: Statistisk sentralbyrå (SSB)).

3.5 Elvefangst på Nord-Møre

Størst fangst av sjøørret i perioden 1982 – 2011 ble rapportert i 2000 med ca 18 tonn (figur 8). Deretter har rapportert fangst gått kraftig tilbake og minst fangst ble rapportert i 2010 med ca 2,5 tonn. Rapporterte laksefangster i perioden var høyest i 2010 med ca 12,5 tonn.



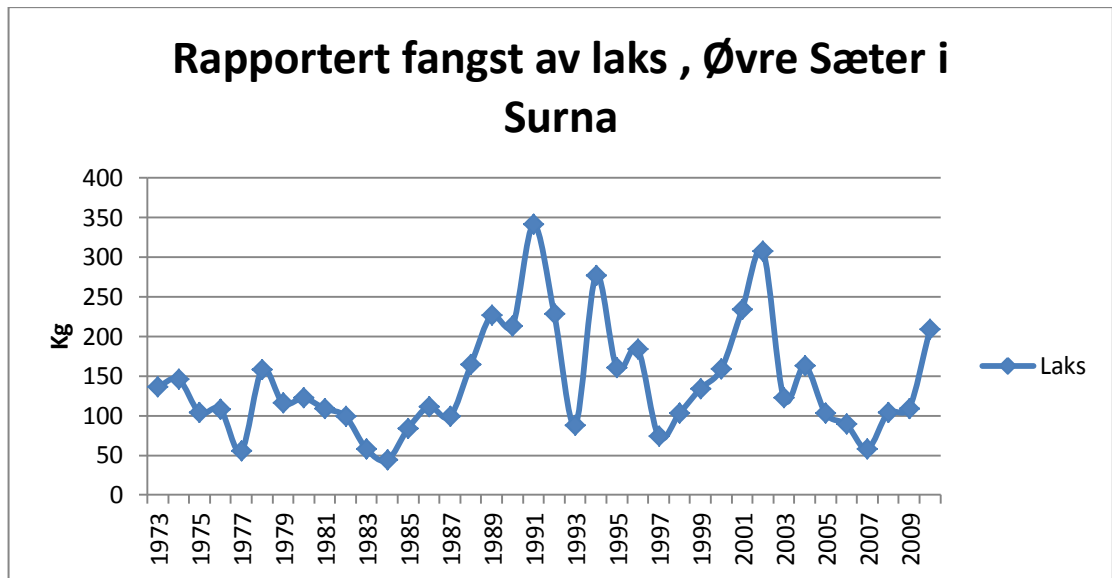
Figur 8: Rapporterte fangster av sjøørret og laks i elver på Nord-Møre i perioden 1983 – 2011 (Kilde: Lakseregisteret).

I kommunene på Nord-Møre er det åpnet for fiske etter anadrom fisk i 71 vassdrag. Av de 14 vassdragene som huser laksebestander finnes det fangstrapporter fra 12. Sjøøretfangster rapporteres fra 13 av de 71 vassdragene som er åpnet for fiske. Svært mange av vassdragene er små og fangstene påvirkes mye av vannføringen (Ove Eide pers. med. 2012.) Gjennomsnittlig laksefangst som er rapportert de siste ti årene (2002-2011) i vassdrag og år, der det finnes rapporter, varierer fra 20 kg til 4351 kg per år. Se vedlegg 1.

3.5.1 Øvre Sæter i Surna

Ved Øvre Sæter i Surna er det etter 1973 gjort nøyaktige nedtegnelser over fanget laks (Johnsen med flere 2011). Antall sportsfiskere har vært temmelig konstant og mange av de samme sportsfiskerne har vært deltagende i fisket fra år til år. I tillegg er den enkelte laks datofestet og materialet kan gi indikasjoner på hvor mye laks som har vært tilgjengelig på denne strekningen til ulike tider de enkelte år (Johnsen med flere 2011). Strekningen har imidlertid variert noe i utstrekning i ulike år slik at totalfangstene dermed ikke uten videre brukes som uttrykk for variasjon i fangstene i Surna mellom år (Edgar Landsem pers. med. i Johnsen med flere 2011).

Årlig registrert fangster på Øvre Sæter varierer mye, for eksempel ble nesten syv ganger mer laks registrert fanget i 1991 enn i 1984 (figur 9).

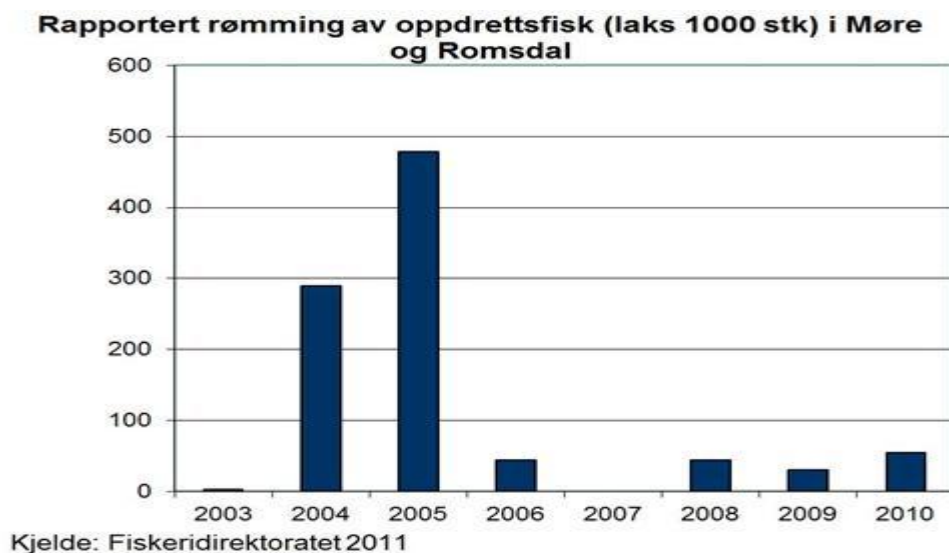


Figur 9: Laksefangst på Øvre Sæter i perioden 1973- 2010. Etter Johnsen med flere 2011.

3.6 Rømt oppdrettslaks

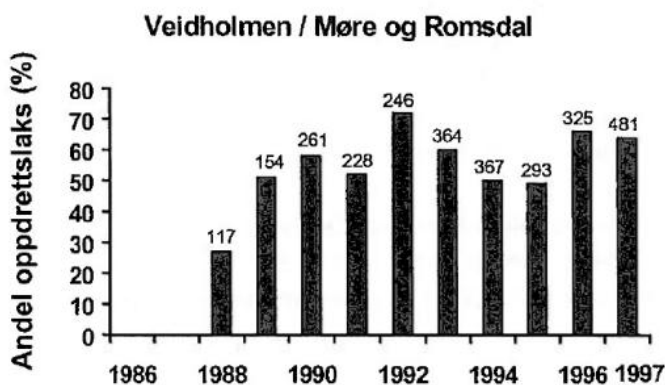
3.6.1 Rømt oppdrettslaks i sjø

I perioden 2002 til 2010 har lakseoppdrettere i Møre og Romsdal rapportert rømminger årlig, med unntak av i 2007 (figur 10). I toppåret 2005 ble ca 490 000 oppdrettslaks rapportert rømt ved en hendelse ved ett anlegg ved Tustna.



Figur 10. Rapportert rømming av oppdrettslaks i Møre og Romsdal i perioden 2003 – 2010.

Rømt oppdrettslaks er påvist i både sjøfangster (figur 11) og i vassdrag i regionen. Andel rømt oppdrettslaks i kilenotfangster ved Veidholmen ved Smøla ble for perioden 1988 til 1997 funnet av Lund 1998 å være fra ca 30 % til vel 70 %. Sjøfisket i ytre kyststrøk av Nord-Møre (lokaliteter på Nord-Smøla og Veidholmen) har vært overvåket for andel rømt oppdrettslaks årlig siden 1989. Årlig har minimum annenhver fisk vært rømt oppdrettslaks i dette området (Lund 1998). For perioden 1995 – 2006 stammet 1516 av de undersøkte 2766 laksene fra lakseoppdrett (Hansen med flere 2007).



Figur 11. Prosentandel rømt oppdrettslaks i fangstene på lokaliteten Veidholmen på kysten av Nord-Møre i årene 1988 – 1997 (Kilde: Lund 1998).

3.6.2 Rømt oppdrettslaks i vassdrag

Under stamfiske i Surna i 2010 ble det fanget 50 laks, 14 % av disse var rømt oppdrettslaks (Fiske 2011). Dette var den laveste andelen i perioden 2006-2011. Høyest var andelen under stamfiske i 2006 med 55,5 %. I Toåa ble det i 2006 fanget 31 laks under stamfiske og 67,7 % av disse var rømt oppdrettslaks (Fiske 2010).

Fra et materiale i Søya samlet inn i 1989 var 6 % av de 154 laksene rømt oppdrettslaks.

I skjellprøver fra sportsfiskefangster fra Bævra var andel rømt oppdrettslaks 7 % i 2008, 17 % i 2007, 9 % i 2006, mens det ikke ble funnet rømt oppdrettslaks i skjellprøvene fra sportsfisket i 2005, 2009 eller 2010 (Johnson med flere i 2011).

3.7 Lakselus

Ingen systematiske undersøkelser på vill laksefisk er rapportert fra de nasjonale laksefjordene Halsafjorden og Sunndalsfjorden, og heller ikke fra kysten av Nord-Møre. I 2007 og 2008 ble det etablert to overvåkingsstasjoner i Sunndalsfjorden (Bjørn med flere 2009). Overvåkingen var av begrenset omfang og stasjonen var kun tenkt brukt som referanser for den nasjonale overvåkingen. Ytterst i fjorden var 9 av de 10 undersøkte sjøørreter infisert med 28 lus i gjennomsnitt (Bjørn med flere 2009).

Berg med flere (2012) har imidlertid undersøkt sjøørret for lakselus i flere områder i den nasjonale laksefjorden Romsdalsfjorden. Lokaliteter både innenfor og utenfor Romsdalsfjorden er inkludert i et nasjonal lakselusovervåking på vill laksefisk, jf. Bjørn

med flere 2011. I den nasjonale lakselusovervåkingen er også en lokalitet nordvest på Hitra inkludert. Overvåkingen i nevnte områder skjer ved hjelp av garn og ruse og i praksis består derfor materialene av sjøørret.

Bjørn med flere (2011) oppsummerer lakselussituasjonen for vill laksefisk i 2010 og 2011 slik: "På Nordvestlandet (Storfjordsystemet ved Ålesund og Romsdalsfjordsystemet ved Molde) fant vi fra forholdsvis lite til moderate mengder lus på sjøørreten gjennom sommeren 2011. Enkelte lokaliteter hadde periodevis noe høyere infeksjon, og til dels også noe høyere enn i 2010. Totalt sett er imidlertid infeksjonen bare moderat forhøyet på undersøkelseslokalitetene på Nordvestlandet, og mye likt 2010 med relativt sein og gradvis infeksjonsøkning. Dette indikerer at laksesmolten kom seg ut av fjordene i Møre og Romsdal uten for mye lus, og at sjøørreten bare er moderat påvirket utover sommeren. Sannsynligheten for bestandsregulerende effekter av lus i 2011 i Møre og Romsdal vurderes derfor til å være lav på våren for laks og sjøørret (grønt) og moderat/usikker for sjøørret (gult) utover sommeren (Taranger med flere 2011)." Til dels høye infeksjoner ble imidlertid funnet på sjøørret ved Hitra utover sommeren (Bjørn med flere 2011).

3.8 Gyrodactylus salaris

Møre og Romsdal er det fylket som har hatt de største problemene med *G. salaris*. (Johnsen med flere 1999). Seks vassdrag på Nord-Møre ble i løpet av 1980-tallet smittet med parasitten. Elvene Bævra og Storelva er etter vellykkede rotenonbehandlinger erklært smittefrie. Vassdragene Batnfjordselva, Driva, Litledalselva og Usma har fremdeles parasitten.

Gjennomsnittlig dødelighet blant lakseunger i undersøkte vassdrag er beregnet til 86 %, med opptil 99 % dødelighet i de verst berørte bestandene (Johnsen med flere 1999).

GBM i de fire gyroinfiserte vassdrag er 7573 kg hunnlaks noe som utgjør ca halvparten av GBM for alle de 14 laksevassdragene på Nord-Møre (Anon 2010).

3.9 Vassdragsregulering

Driva, Ulvåa, Jordalselva og Litledalselva i Sunndal kommune, Surna, Toåa, Bævra, Rossåa og Todalselva i Surnadal kommune, Storelva, Skarselva og Rimstadelva i Tingvoll kommune og Angvikelva i Gjemnes kommune er alle vassdragsregulert med negativ effekt på bestander av anadrom laksefisk (Lakseregisteret, DN). For de viktigste vassdragene er det gitt pålegg om utsett av laksesmolt og lakseunger. Se nærmere beskrivelser under omtale av viktige lakse- og sjøørretvassdrag på Nord-Møre.

3.10 Viktige lakse- og sjøørretvassdrag på Nord-Møre

3.10.1 Batnfjordelva

Batnfjordelva ligger i Gjemnes kommune. Vassdraget har sitt utspring i en del småvatn vest for Åndalssetrene, og munner ut innerst i Batnfjorden. Nedbørfeltet er på 69 km². Laks og sjøaure kan gå opp ca. 11 km, men elva er en typisk flomelv som kan være nesten tørr i deler av sommeren. Ved kraftig regnvær flommer den imidlertid opp og fylles i løpet av kort tid, men når regnet gir seg går den tilbake til sin opprinnelige vannføring i løpet av et par døgn. Fiskeoppgangen og fisket er derfor svært avhengig av nedbørforholdene. Dette fører til store variasjoner i fangstene fra år til år, noe som framgår tydelig av den offisielle statistikken over laks- og sjøaurefiske (Johnsen med flere 1999).

3.10.2 Bævra

Bævra har utløp i den nasjonale laksefjorden Halsafjorden. Vassdraget er utnyttet til kraftproduksjon. Reguleringen ble iverksatt i 1963 og vann tilhørende 43 % av nedslagsfeltet ble overført til et kraftverk som ligger knapt 4 km ovenfor vassdragets utløp i sjøen. Regulanten er pålagt årlig utsett av 10 000 laksesmolt og 30 000 ensomrige lakseunger for å kompensere for tap av produksjonsområder som følge av reguleringen. *Gyrodactylus salaris* ble påvist i vassdraget i 1986 men ble etter to rotenonbehandlinger igjen erklært smittefri i 1994. Gjennomsnittlig årlig rapporterte laksefangster i perioden 1969 – 1987, før vassdraget ble smittet, var 385 kg. Etter friskmeldningen i 1994 og fram til 2011 var gjennomsnittet for årlig rapporterte laksefangst 87 kg. Gyroangrepet samt de behandlinger som har vært nødvendig for å utrydde parasitten, har hatt alvorlige virkninger på laksebestanden som det vil ta tid å rette opp (Johnson med flere i 2011b).

Rapporterte årlige sjøørretfangster var i gjennomsnitt før rotenonbehandlingen 33 kg (Johnson med flere i 2011b) og i årene fra friskmeldingen i 1994 og fram til 2011 67 kg.

3.10.3 Driva

Driva er kjent for sin storvokste bestand av sjøørret og i henhold til den offisielle fangststatistikken er det en tendens til at fangstene av sjøørret fikk et oppsving etter introduksjonen av *G. salaris*. (Bergan med flere 2012). Før vassdraget ble smittet var rapporterte fangster i årene 1971 – 1976 i gjennomsnitt 3 238 kg sjøørret per år. I løpet av de aller siste årene har imidlertid også sjøørretbestanden gått tilbake i Driva. Det samme har også skjedd med andre sjøørretbestander både på Vestlandet og i Trøndelag. Årsaken til dette er ikke kjent, men det er åpenbart at det ikke har noen sammenheng med parasittsituasjonen i Driva (Bergan med flere 2012). Det er pålegg om utsetting av 35 000 laksesmolt per år. På grunn av at laks i vassdraget er smittet med *G. salaris* er dette pålegget imidlertid omgjort til finansiering av bevaring av laksestammen i levende genbank på Haukvik. Hybrider mellom laks og ørret er påvist i Driva (Johnsen med flere 2005) og i naboelva Litledalselva (Solem med flere 2012). Hybrider er i Driva bare funnet blant fiskeunger og ikke hos tilbakevandrere og det kan bety lav sjøoverlevelse eller at de ikke finner tilbake til vassdraget (Johnsen med flere 2005).

3.10.4 Surna

Surna er et nasjonalt laksevasdrag med utløp i den nasjonale laksefjorden Halsafjorden. Surna er det vassdraget på Nord-Møre hvor det rapporteres størst fangster av både laks og sjøørret. I NOU 1999:9 ble vassdraget, basert på fangstrapporter, rangert som nr 12 av landets laksevasdrag med en gjennomsnittsfangst på vel 5 tonn per år. Vassdraget er utnyttet til vannkraftproduksjon. Reguleringene ble iverksatt i 1968 og berører vannføringen i ca 2/3 av den lakseførende strekningen i vassdraget. Dette har resultert i et redusert laksefiske (Johnsen med flere, 2011). Det er pålegg om årlige utsettinger av 35 000 2-års laksesmolt og 60 000 en-somrig yngel i Surna.

Rapporterte årlige sjøørretfangster de siste 10 årene er i gjennomsnitt 863 kg. Fangstene av sjøørret skal ha økt jevnt på 1990-tallet fram til 2002 og Surna var et betydelig sjøørretvasdrag i landsmålestokk. Fra og med 2003 begynte imidlertid fangstene å avta og årene 2004 -2010 kan karakteriseres som godt under middels (Johnsen med flere, 2011). I 2011 ble det rapportert 413 kg fanget sjøørret.

I årene 2002 – 2010 varierte andel rømt oppdrettslaks i sportsfisket i Surna mellom 2 og 11 % (Johnsen med flere, 2011).

3.10.5 Søya

Søya ligger i Surnadal kommune. Elva er lakse- og sjøørretførende i ca 10 km opp fra utløpet (Hvidsten og Johnsen 1990). Elva er sterkt kanalisert og på noen strekninger er elva steinsatt for å bedre oppvekstmuligheter for laks- og sjøørretunger (Hvidsten og Johnsen 1990). Det er også bygd lakseterskler som skal fungere som fiskeplasser (Hvidsten og Johnsen 1990). For perioden 2002 til 2011 ble det i gjennomsnitt årlig rapportert 174 kg fanget laks og 339 kg fanget sjøørret.

3.10.6 Toåa

Toåavassdraget har et naturlig nedbørsfelt på ca 251 km², og av dette er 44 km² overført til Driva i samband med Driva-utbygginga. Middels vannføring etter regulering er 6,4 m³/s på årsbasis, mens middels vannføring i sommermånedene er 12,4 m³/s (Bremset og Sæter 2010). Under drivtelling av gytefisk høsten 2010 observerte (Bremset og Sæter 2010) 119 gytelaks og 209 gytemoden sjøørret. Høsten 2009 observerte de under tilsvarende undersøkelse 51 gytelaks og 180 gytemoden sjøørret. Det er pålegg om utsett av 2000 smolt i Toåa.

3.10.7 Usma

Usma ligger i Sunndal kommune, og munner ut i Sunndalsfjorden, ca. 15 km vest for Driva. Nedslagsfeltet er på 140 km² og dekker fjellområdene mellom Eikesdalen og Sunndalsfjorden. Vassdraget er uberørt av reguleringer. Det er få større vatn i vassdraget og Usma må betegnes som en utpreget flomelv. Den er derfor forbygd på begge sider oppover langs hele dalen, og dessuten rettet ut og nærmest kanalisert over lange strekninger (Johnsen og Jensen 1985). Det ble i 1926 bygd fisketrapp med 11 kulper i den 4,8 m høge Fallfossen, ca 9 km fra utløpet. Trappa fungerer bra, slik at fisken kan gå helt til Jønnstadsetra, ca 15 fra sjøen.

Det er gitt opplysninger om alle anadrome vassdrag i vedlegg 1.

4 DISKUSJON

Direktoratet for naturforvaltning (DN) har vurdert tilstanden til landets laksevasdrag (Villaksportalen og Lakseregisteret oppdatert 2012). Jevnt over kan det synes som om tilstanden til laksebestandene på Nord-Møre er dårligere enn for landet som helhet. Tilstanden til 54 av de 481 laksebestandene i landet er vurdert til å være kritisk eller tapt. Ingen av de 14 vassdragene på Nord-Møre vurderes til å være i denne gruppen. I gruppen av bestander som er vurdert til svært dårlig er imidlertid andelen på Nord-Møre hele 22 %, og det er mer enn det dobbelte av denne gruppens andel på landsbasis (9 %). Også andelen av laksebestander som er vurdert som dårlig er langt høyere for laksebestandene på Nord-Møre enn for landet som helhet. Hele 64 % av bestandene på Nord-Møre tilhører denne gruppen. Halvparten av laksebestandene i landet er vurdert til moderat påvirket, mens på Nord-Møre er 14 % av bestandene i denne gruppen. En liten andel av bestander på landsbasis, og ingen på Nord-Møre, vurderes til å være god (3 %) og ingen i svært god tilstand. Dette betyr at tilstanden til 86 %, eller 12 av de 14 laksebestandene på Nord-Møre er vurdert til å tilhøre de tre dårligste av de seks tilstandsklassene. For landets laksebestander som helhet er andelen 47 %.

Årsaker bak bestandstilstanden for laks er ved siden av naturgitte forhold menneskeskapt påvirkningsfaktorer. Alle laksevasdrag på Nord-Møre er etter DNS vurdering påvirket av minst en menneskeskapt faktor med avgjørende betydning for bestandens eksistens og produksjon (Lakseregisteret, oppdatert 2012, DN). En større andel av laksebestandene på Nord-Møre er etter DNS vurdering så sterkt påvirket av vassdragsregulering og *G. salaris* at det har betydning for hvilke kategori de tilhører. Hele 65 % av laksebestandene på Nord-Møre er i en slik grad påvirket av disse to faktorene, mens på landsbasis er det 28 %. Påvirkningsfaktoren lakselus vurderes å være bestemmende kategori plassering for 71 % av laksebestandene på Nord-Møre, mens på landsbasis er det 39 %. DN vurderer påvirkningen fra rømt oppdrettslaks å være bestemmende for 71 % av bestandene på Nord-Møre, nøyaktig lik andelen som på landsbasis.

4.1 Rapportert fangst og lakseinnsig

Hele 124 laksevasdrag i Norge er stengt for fiske i 2012 (jf. DNS hjemmeside; Bestemmelser for fiske etter laks, sjørørret og sjørøye i vassdrag 2012, Forskriftstabell – fylkesvis og kommunevis gjennomgang i alfabetisk rekkefølge). Ingen av de 14 laksevasdragene på Nord-Møre er stengt for fiske. Det er åpnet for fiske etter både laks- og sjørørret i 71 vassdrag og i fire av disse er bestandstilstanden ikke vurdert. Dette kan bety at forvaltningen vurderer at en større andel av vassdragene på Nord-Møre likevel har høstbare overskudd en for landet som helhet.

Fangststatistikken for laks i Norge er beheftet med betydelig usikkerhet, men er under forbedring og under visse betingelser egnet for analyse av bestandsstatus og utviklingstrender i laksebestandene (Hindar 2011). Verken rapportert elvefangst av

laks på Nord-Møre (1982-2011) eller detaljerte nedtegnelser av laksefangst på elvestrekningen Øvre Sæter i Surna (1973 – 2010) synes å vise noen tydelig nedadgående trender. Det gjør imidlertid sjøfangstene av laks hvor rapportert fangst reduseres med bortimot 90 % i perioden 1983 – 2011. Og det til tross for at rømt oppdrettslaks inngår i rapportene. Ved Veideholmen utgjorde de i perioden 1988-2006 omkring halvparten av rapportert sjøfangst. Strengere reguleringer av sjøfiske i løpet av perioden har etter all sannsynlighet påvirket rapportert fangst i sjø mye.

En omfattende langtidsstudie av fangststatistikk fra 84 norske laksevasdrag fordelt i fem regioner og fra 48 vassdrag i to regioner i Skottland fant relative forskjeller i fangstutvikling regionene imellom (Vøllestad med flere 2008). Trenden var at fangstene relativt sett økte over tid i de fleste regionene. Unntak er fangstene i Vestlandsregionen, hvor Nord-Møre inngår, og for vestkysten av Skottland, der de relativt sett blir lavere. Vøllestad med flere (2008) foreslår at nedgangen skyldes at disse regionene har spesielt høy oppdrettsaktivitet.

Vitenskapelig råd for lakseforvaltning (VRL) sine beregninger for lakseinnsig til Vest-Norge viser en reduksjon på 85 % i perioden 1983-2010 og 59 % for Midt-Norge, hvor Nord-Møre inngår (Anon 2011c). VRL konkluderer med at på tross av flere påvirkningsfaktorer er det overveiende sannsynlig at økt smittepress fra lakselus og vedvarende høye innslag av rømt oppdrettslaks i bestandene er særlige viktige årsaker til spesielt lavt innsig til Vest-Norge.

4.2 Rømt oppdrettslaks

Rømt oppdrettslaks er påvist i flere vassdrag i regionen og, i det minste, noen av disse kan stamme fra rømminger fra anlegg i nærområdet. I skjellprøvematerialer fra stamfisket om høsten i perioden 2005 - 2010 fant man høye innslag av rømt oppdrettslaks (11 - 43 %) (Johnsen med flere 2011). Det svært høye innslaget i dette materialet fra 2006 (43 %), kan ha sammenheng med den historisk store rømmingen av oppdrettslaks ved Tustna i august 2005, en rømming som skjedde like utenfor fjordområdet til Surna og relativt nær elva (ca 35 km unna) (Johnsen med flere 2011). En simulert vinter rømming ved Honnhammervika, der oppdrettslaks ble merket med akustiske sendere, påviste imidlertid ingen oppvandring i lokale vassdrag i Sunndalsfjorden (Solem med flere 2012).

Basert på en såkalt gjennomsnittlig årsprosent for perioden 1989 – 2009 for andel rømt oppdrettslaks i Driva og Surna foreslår Diserud med flere (2012) at alle vassdragene i regionen kategoriseres som sårbare. Kategorien sårbar innebærer en modellert restandel av villaks mellom 50-75 % i vassdragene i regionen (Diserud med flere 2012). Taranger med flere (2012) fant imidlertid ikke tydelige genetiske endringer i foreløpige genetiske analyser av voksen Surna laks ved bruk av metoder for både SNP-markører og mikrosatelitter. Men de fant tegn til endring over tid i en eller to av måleparametrene. Den nye metoden for å studere SNP-markører kan skille mellom avkom fra villaks og avkom der en eller begge foreldrene er rømt oppdrettslaks. Metoden er beskrevet av Karlsson med flere (2011). Taranger med flere (2012) har i sine foreløpige analyser fra 21 vassdrag landet over ikke funnet noen sterk

sammenheng mellom andel rømt oppdrettslaks (årsprosent) og genetiske endringer. Likevel er prosent rømt laks i elven fremdeles en relativt enkel og rask indikator for å varsle risiko for genetisk endring i en elv (Taranger med flere 2012). Tilstanden må likevel verifiseres ved bruk av genetiske metoder (Taranger med flere 2012). Ideelt sett bør alle laksevassdrag overvåkes, men fordi det anses urealistisk kan overvåking av de 220 bestandene VRL gir forvaltningsråd for være utgangspunkt for et optimalt overvåkingsprogram (Taranger med flere 2012).

Hvorvidt rømt oppdrettslaks kan ha bidratt til redusert lakseproduksjon i de enkelte elvene på Nord-Møre er uavklart, men kan ikke utelukkes. De nye genetiske metodene for SNP-markører er imidlertid et viktig verktøy for å kunne måle hva rømt oppdrettslaks kan bety for lakseproduksjonen i forskjellige vassdrag (Sten Karlsson pers med). Analysemetoden er under utvikling og Taranger med flere 2012 venter at den kan gjøres operativ for forvaltningen tidligst sommeren 2013. Innsamling av prøver av parr og gytelaks bør likevel startes umiddelbart allerede fra sommeren 2012.

4.3 Lakselus

Lakselus på vill laksefisk er lite undersøkt på Nord-Møre. I 2007 og 2008 ble imidlertid sjøørret på to stasjoner i ytre deler av Sunnfjord undersøkt. Infeksjonen var betydelig høyere i 2008 enn i 2007 (Bjørn med flere 2009). I 2008 var infeksjonen på et slikt nivå at både individ og populasjon sannsynligvis kunne påvirkes negativt (Bjørn med flere 2009). Tidlig tilbakevandring av sjøørret er brukt som indikator på sterkt lusepress, for eksempel Jonsson med flere (2009). På Nord-Møre er det i flere elve- og bekkemunninger observert sterkt infisert sjøørret over flere år (Ove Eide pers med 2012).

Fangstene av sjøørret på Vestlandet var i 2008 nær halvert sammenlignet med de siste fem årene og inkluderes hele perioden etter toppåret i 2000 var tilbakegangen ennå sterkere (Jonsson med flere 2009). De mest aktuelle årsaksforholdene det ble pekt på var økosystemendringer i sjøen, lakselus, klimaendring og muligens fiskesykdommer. Rapporterte elvefangster av sjøørret på Nord-Møre viser samme trend, men i ennå sterkere grad enn for Vestlandet som helhet. VRL peker på økt lakselusinfeksjon som én sannsynlig årsak til bestandsnedgang i flere regioner (Anon 2011c). Også Taranger med flere (2010) mener det er risiko for at lakselusa kan ha bestandsregulerende effekter på sjøørret i Møre og Romsdal. Risikoen blir vurdert som moderat, mens risikoen vurderes som høy bl.a. i nabofylket i sør. DN vurderer lakselusa til å ha moderat påvirkning på 90 % av sjøørretbestandene på Nord-Møre.

Laksesmolten kom seg i 2011 trolig ut fjordene i Møre og Romsdal uten for mye lus, det indikerer målinger på sjøørret (Bjørn med flere 2011). Sannsynligheten for at lus hadde bestandsregulerende effekt for laks ble derfor vurdert som lav av Taranger med flere (2011). Synkrone avlusinger på våren kan de siste årene se ut til å ha forskjøvet økningen i infeksjonspresset til noe senere på sommeren og i det minste tidligvandrende laskesmolt kan ha unnsloppet de verste smittepulsene (Bjørn med flere 2011). Det er nå satt i gang studier som skal belyse tidspunkt for utvandring av

laksesmolt i Surna (Johnsen med flere 2011). Resultatene derfra vil kunne gi viktige bidrag for å vurdere om laksesmolten derfra unnslipper smittepulsene av lakselus.

4.4 Gyrodactylus salaris

Problemene med lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* er større i Møre og Romsdal enn i noe annet fylke (Johnsen med flere 1999). Hele seks laksevassdrag på Nord-Møre ble infisert i løpet av 1980-tallet. De to elvene Bævra og Stordalselva er behandlet med fiskegiften rotenon og de ble i 1994 erklært smittefrie. Rapporterte laksefangster er ennå lave i Bævra sammenlignet med før behandlingen og Johnsen med flere 2011 konkluderte med at parasitten og nødvendige behandlinger har hatt alvorlige virkninger på laksebestanden som det vil ta tid å rette opp.

Laksebestanden påvirkes sterkt negativt ved introduksjon av parasitten. Gjennomsnittlig dødelighet blant lakseunger i undersøkte "gyro-vassdrag" er beregnet til 86 %, med opptil 99 % dødelighet i de verst berørte bestandene (Johnsen med flere 1999). Produksjonen av laksesmolt i de fire gjenværende smittede vassdragene Batnfjordelva, Driva, Litledalselva og Usma er derfor trolig sterk redusert. Gytebestandsmålene for laksebestandene i disse fire vassdragene utgjør omkring halvparten av samlet gytebestandsmål for alle de 14 laksevassdragene på Nord-Møre. Det finnes ikke noen direkte sammenheng mellom gytebestandsmål og smoltproduksjon, til det er miljøforholdene i vassdragene for ulike. Likevel kan sammenligningen være et bilde som kan illustrere gyroens påvirkning på smoltproduksjonen i regionen Nord-Møre. I Driva er det rapportert gjennomsnittlig 776 fanget laks hvert år de siste ti årene til tross for at vassdraget er infisert. . Johnsen med flere 2005 fant at en stor andel av ungfisken i vassdraget var hybrider mellom laks og ørret, men de fant ingen hybrider blant gytefisk. Likevel er det sannsynlig at deler sportsfiskefangstene de siste årene består av hybrider (Ove Eide, pers. med. 2012).

5 FORSLAG TIL OVERVÅKING

Vi anbefaler at det prioriteres overvåking som kan supplere eller inngå som ledd i pågående eller foreslåtte nasjonale program. Det er viktig at det brukes standardiserte metoder ved innhenting av data (se Bjørn med flere 2011, Skilbrei med flere 2011 og Taranger med flere 2012).

Taranger med flere (2012) har gitt forslag til førstegenerasjons målemetode for miljøeffekt (effektindikatorer) med hensyn til genetisk påvirkning fra oppdrettlaks på villaks, og påvirkning av lakselus fra oppdrett på viltlevende lakse- og sjøørretbestander. Der foreslås det både med hensyn til rømt oppdrettlaks og lakselus varslingsindikatorer og verifiseringsindikatorer for effekter på anadrome laksefisk. Videre foreslås det overvåkingsprogram.

5.1 Overvåking av rømt oppdrettlaks

Andel rømt oppdrettlaks om høsten bør overvåkes i både Vågsbølva, Toåa, Søya, Driva og Surna. Med unntak av Driva gir VRL forvaltningsråd for disse vassdragene. Driva bør som nasjonalt laksevassdrag i tillegg inkluderes i et eget redusert overvåkingsprogram. Ideelt sett burde alle de 14 laksevassdragene på Nord-Møre inkluderes.

Andel rømt oppdresslaks i gytepopulasjonene foreslås av Taranger med flere (2012) som en relativt enkel og rask indikator for å varsle risiko for genetisk endring i elv. De anbefaler at det utarbeides en protokoll for innsamling av materiale, tettere kontakt og samarbeid mellom lokale, frivillige og forskningsmiljøer slik at denne delen av overvåking og innsamling av materiale profesjonaliseres og kvalitetssikres. Avhengig av hvilke nivå som finnes foreslår Taranger med flere (2012) at det umiddelbart settes i verk tiltak og eller eventuell verifisering av tilstand ved hjelp av genetiske metoder.

Genetisk overvåking bør, på bakgrunn av kunnskap om observasjoner av rømt oppdrettlaks i Surna og Driva, starte så raskt som mulig.

5.2 Overvåking av lakselus på viltlevende lakse og sjøørretbestander

Taranger med flere (2012) foreslår at eksisterende OK-program fra Mattilsynet fortsetter som en basisovervåking fram til 2016. Programmet overvåker lakselusinfeksjonen på vill laksefisk i alle fylkene langs norskekysten (for ytterligere informasjon se Bjørn med flere 2011). I dag finnes imidlertid ingen overvåkingsstasjoner på Nord-Møre og det finnes ingen detaljert informasjon som kan bidra til å dokumentere effekter. Taranger med flere (2012) hevder likevel at resultater fra OK-programmet sammenholdt med eksisterende kunnskap vil være tilstrekkelig til å gi en så presis vurdering som mulig av politiske bestemte bærekraftsmål. Videre vil det også være mulig å gi råd om behovet for ytterligere tiltak.

Taranger med flere (2012) skisserer et løp med mål om å utvikle og implementere et modellbasert verktøy for varsling og verifisering ved hjelp av fiske innen 2017.

Prosjektet laksefisk og luseovervåking i Romsdalsfjorden har vært et viktig supplement til den nasjonale lakseluseovervåkingen (Berg med flere 2012). For å begrense uttaket av sjøørret/laksesmolt ble det der tatt i bruk spesialkonstruerte ruser som fanget fisken levende og gjorde det mulig å gjøre merking-gjenfangst. Romsdalsfjorden omfattes av den nasjonale overvåkingen der sjøørret fanges med flytegarn. Berg med flere (2011) har evaluert de ulike metodene for overvåking og konkluderte med: *”For øyeblikket mener vi at en kombinasjon av telling i oppdrettsanlegg, et tilstrekkelig antall bur og direkte overvåking på vill laksefisk, kanskje helst med trål (laksesmolt) og ruse (sjøørret og sjørøye), er den mest velegnede metoden for å overvåke infeksjonspresset på vill laksefisk langs norskekysten”*.

For overvåking spesielt rettet mot postsmolt av laks anbefaler Vitenskapelig råd for lakseforvaltning at innsamling konsentreres til ytre deler av utvandningsruten slik at det faktiske infeksjonstrykket som fisken opplever blir best mulig representert (Anon 2011a).

Tilbakegangen i rapporterte fangster av sjøørret er sterkere for Nord-Møre enn for fylket og landsdelen som helhet. Smittepress fra lakselus kan være en påvirkningsfaktor og overvåking med metoder anbefalt av Berg med flere (2011) bør startes med mål om å dokumentere eventuelle sammenhenger. Utvandringstidspunkt for laksesmolt i Surna skal overvåkes. Overvåking av smittepress i ytre deler av utvandningsruten vil være viktig for mer presist å kunne vurdere om postsmolten unngår smitepulser av lakselus.

6 KONKLUSJON

- Tilstanden til laksebestandene på Nord-Møre er i følge Lakseregisteret (Direktoratet for naturforvaltning (DN)) gjennomgående dårligere enn for landet som helhet. Ingen bestander er imidlertid tapt og ingen elver er stengt for fiske.
- Lakseinnsiget til Midt-Norge kan i perioden fra 1983 – 2010 være redusert med hele 59 %.
- Fire av de 14 laksevasdragene på Nord-Møre er infisert med *Gyrodactylus salaris* og har sterkt redusert smoltproduksjon. Gytebestandsmålet (GBM) for laks i disse fire elvene utgjør hele halvparten av det samlede GBM for elvene i regionen.
- Fem laksevasdrag er berørt av vassdragsregulering. Det har gitt lavere naturlig smoltproduksjon og laksefangster. Som kompensasjon er regulantene er pålagt å sette ut lakseunger og smolt for å bidra til å øke gytebestander.
- Lakselus påvirker i følge DN laksebestandene i minst 10 av de 14 lakseelvene. Det gir en større andel enn for landet som helhet.
- Det mangler overvåking av lakselus på utvandrende laksesmolt. Overvåking på andre stasjoner i langs kysten av Møre og Romsdal antyder at påviste lakselusmengder enkelte år kan føre til økt dødelighet.
- Rømt oppdrettslaks påvirker i følge DN laksebestandene i minst ti av de 14 lakseelvene. Det gir den samme andelen som for landet som helhet.
- Det mangler relevante undersøkelser som kan dokumentere om rømt oppdrettslaks har hatt bestandsregulerende effekter i laksebestander på Nord-Møre. Modeller basert på resultater fra studier gjort i elvene Imsa og Burrishole og påvisning av rømt oppdrettslaks i Surna antyder likevel at rømt oppdrettslaks kan ha ført til genetiske endringer hos bestander i regionen. Foreløpige genetiske analyser av gytelaks i Surna kan vise tegn til genetiske forandringer over tid.
- Kvalitetssikret overvåking av andel rømt oppdrettslaks i alle laksevasdragene bør startes og i vassdrag med en viss andel rømt oppdrettslaks bør genetiske studier gjøres.
- Tilstanden til de 67 sjøørret bestandene i regionen er i følge DN gjennomgående bedre enn for landet som helhet. Ingen bestander vurderes som tapt eller truet.
- Lakselus vurderes av DN til å være den dominerende påvirkningsfaktoren for tilstanden til sjøørretbestandene på Nord-Møre. Lakselus påvirker moderat minst 90 % av bestandene.
- Det mangler systematisk overvåking av lakselus på sjøørret i regionen. Undersøkelser av nivåer av lakselus på et lite materiale sjøørret fanget i Sundalsfjorden antyder at lakselus i ett av de to årene undersøkelsen pågikk kan påvirke individer og populasjoner negativt.
- For dokumentasjon av lakselus på sjøørret må relevant overvåking startes i regionen.
- Rapporterte fangster av sjøørret er redusert mye siden 2000, og i sterkere grad enn Vest- og Midt-Norge som helhet. Lakselus kan være en av de bakenforliggende faktorene.

7 REFERANSER

- Anon. 2010. Status for norske laksebestander i 2010. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 2: 1-213.
- Anon. 2011a. Kvalitetsnormer for laks - anbefalinger til system for klassifisering av villaksbestander. Temarapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 1, 105 s.
- Anon. 2011b. Status for norske laksebestander i 2011. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 3, 285 s.
- Anon. 2011c. Vedleggsrapport med vurdering av måloppnåelse for de enkelte bestandene. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 3b, 566 s.
- Berg, M., Finstad, B., Kvalvik, A., Uglem, I., Bjørn, P.A. og Nilsen, R. 2012. Laksefisk og luseovervåking i Romsdalsfjorden. NINARapport 779. 43 s.
- Bergan, P. I, Skatvold, B., Magnussen, K., Forberg, K.-M., Rognes, A., Størset, L., Jenssen, L og Djupvik, E. 2012. Fiskesperre i Driva. Planbeskrivelse med teknisk plan og konsekvensutredning av miljø- og samfunnsinteresser. Sweco rapport. 93 s
- Bjørn, P.A., Finstad, B., Nilsen, R., Uglem, I., Asplin, L., Skaala, Ø., Boxaspen, K.K. og Øverland, T. 2009. Nasjonal lakselusovervåking 2008 på ville bestander av laks, sjøørret og sjørøye langs Norskekysten samt i forbindelse med evaluering av nasjonale laksevassdrag og laksefjorder. - NINA Rapport 447. 52 pp.
- Bjørn, P.A., Finstad, B., Asplin, L., Skilbrei, O., Nilsen, R., Serra Llinares, R.M. og Boxaspen, K.K. 2011a. Metodeutvikling for overvåking og telling av lakselus på villlevende laksefisk. Rapport fra Havforskningen 8. 58 s.
- Bjørn, P. A., Nilsen, R., Serra Llinares, R.M., Asplin, L., Boxaspen, K., K., Finstad, B., Uglem, I., Kålås, S., Barlaup, B., og Wiik Vollset, K. 2011b. Sluttrapport til Mattilsynet over lakselusinfeksjonen på vill laksefisk langs norskekysten i 2011.- Rapport fra Havforskningen 19. 34 s.
- Bremset, G. og Sæter, A.O. 2011. Fiskebiologiske undersøkingar i Toåa og Romåa hausten 2010. - NINA Rapport 723. 24 pp.
- Diserud, O. H., Fiske, P., og Hindar, K. 2010. Regionvis påvirkning av rømt oppdrettslaks på ville laksebestander i Norge. NINA Rapport 622. 40 s.
- Diserud, O.H., Fiske, P., og Hindar, K. 2012. Forslag til kategorisering av laksebestander som er påvirket av rømt oppdrettslaks - NINA Rapport 782. 32 s + vedlegg.
- Fiske, P. 2011. Rømt oppdrettslaks i prøver fra laksebestandene innsamlet høsten 2010. Notat til Fiskeridirektoratet. NINA. 5s.
- Hansen, L. P., Fiske, P., Holm, M., Jensen, A. J. og Sægrov, H. 2007. Bestandsstatus for laks 2007. Rapport fra arbeidsgruppe. Utredning for DN, 2007-2: 1-54 + 34 siders vedlegg.
- Hindar, K. 2011. Evaluering (review) av faktagrnnlaget om påvirkning mellom oppdretts- og villaks: Lakselus og genetikk, NINA. Del 1: Prosjekt lakselus – Vedlegg om laksestatistikk. Prosjektnummer FHF: 900578. Notat 14 s + 2 siders vedlegg.
- Hindar, K., Diserud, O., Fiske, P., Forseth, T., Jensen, A. J., Ugedal, O., Jonsson, N., Sloreid, S.-E., Arnekleiv, J. V., Saltveit, S. J., Sægrov, H. og Sættem, L. M. 2007 Gytebestandsmål for laksebestander i Norge. - NINA Rapport 226. 2007. 78 s.
- Hvidsten, N. A., og Johnsen, B.O. 1990. Virkninger på ungfisk og fiske ved biotopjusterende tiltak i Søya, Surnadal Kommune. NINA Oppdragsmelding 041. 20 s.
- Johnsen, B.O., Møkkelgjerd, P.I. og Jensen, A.J. 1999. Parasitten *Gyrodactylus salaris* på laks i norske vassdrag, statusrapport ved inngangen til år 2000. NINA Oppdragsmelding 617. 129 s.
- Johnsen, B. O., Hindar, K., Balstad, T., Hvidsten, N.A., Jensen, A.J., Jensås, J.G., Syversveen, M. og Østborg, G. (2005). Laks og *Gyrodactylus* i Vefsna og Driva. Årsrapport 2004. Norsk institutt for naturforskning. NINA Rapport 34. 33 s.
- Johnsen, B.O., Brabrand, Å., Jansen, P.A., Teien, H-C. & Bremset, G. 2008. Evaluering av bekjempelsesmetoder og *Gyrodactylus salaris*. Rapport fra ekspertgruppe. Utredning for DN 2008-7.
- Johnsen, B.O., Bremset, G. og Hvidsten, N.A. 2011. Fiskebiologiske undersøkelser i Bævra, Møre og Romsdal. Fagrapport 2011. - NINA Rapport 698. 70 s.

- Johnsen, B.O., Hvidsten, N.A., Bongard, T. og Bremset, G. 2011. Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Surna. Fagrappport 2011. - NINA Rapport 700, 117 s.
- Jonsson, B. (red), Boxaspen, K., Fiske, P., Gjerde, B., Poppe, T. og Wennevik, V. 2006. Interaksjoner mellom lakseoppdrett og villaks: Oppdatering av kunnskap etter NOU 1999:9. Kunnskapsserien for laks og vannmiljø 2. 80 s.
- Jonsson, B., Sægvog, H., Finstad, B., Karlsen, L.R., Kambestad, A., Langåker, R.M. og Gausen, D. (eds.) 2009. Bestandsutvikling hos sjøørret og forslag til forvaltningstiltak. - DN Notat 1-2009. 28 pp. Direktoratet for naturforvaltning (DN), Trondheim.
- Karlsson, S., Moen, T., Lien, S., Glover, K. A. og Hindar K. 2011. Generic Genetic. Differences between Farmed and Wild Atlantic Salmon Identified from a 7k Snp-Chip. *Molecular Ecology Resources* 11: 247-253.
- Lakseregisteret. Direktoratet for naturforvaltning. Oppdatert 2012. <http://dnweb12.dirnat.no/Lakseregisteret43/>
- Lund, R.A. 1998. Rømt oppdrettslaks i sjø- og elvefisket i årene 1989-97. - NINA Oppdragsmelding 556: 1-25.
- Solem, Ø., Hedger, R., Urke, H.A., Kristensen, T., Økland, F., Ulvan, E. og Uglem, I. 2012. Atferd hos rømt oppdrettslaks i Sunndalsfjorden - NINA Rapport 805, 23 s.
- NOU, 1999. Til laks åt alla kan ingen gjera? Norsges Offentlige utredning 1999. 297 s.
- Solem, Ø., Karlsson, S., Eide, O. og Johnsen, B.O. 2012. Kartlegging av ungfiskbestander i Litledalselva - NINA Rapport 824. 24 s.
- Skilbrei, O.T., Vølstad, J.H., Bøthun, G., og Svåsand, T. 2011. Evaluering av datagrunnlaget 2006–2009 for estimering av andel rømt oppdrettslaks i gytebestanden i norske elver. Forslag til forbedringer i utvalgsmetoder og prøvetakingsmetodikk. Rapport fra Havforskningsinstituttet Nr 7-2011. 38 s.
- Taranger, G.L., Boxaspen, K.K., Madun, A.S. og Svåsand, T. (red.) 2010. Risikovurdering miljøvirkninger av norsk fiskeoppdrett. Fisken og havet, særnummer 3-2010, 97 s.
- Taranger, G.L., Svåsand, T., Madhun, A.S. og Boxaspen, K.K. (red.) 2011. Oppdatering - Risikovurdering - miljøvirkning av norsk fiskeoppdrett, Fisken og havet, 3-2011. 99 s.
- Taranger, G.L., Svåsand, T., Bjørn, P. A., Jansen, P.A., Heuch, P. A., Grøntvedt, R. N., Asplin, L., Skilbrei, O., Glover, K., Skaala, Ø., Wennevik, V. og Boxaspen, K. K. 2012. Forslag til førstegenerasjons målemetode for miljøeffekt (effektindikatorer) med hensyn til genetisk påvirkning fra oppdrettslaks til villaks, og påvirkning av lakselus fra oppdrett på villlevende laksefiskbestander. Rapport fra Havforskningsinstituttet 13-2012. 40s.
- Villaksportalen. Direktoratet for naturforvaltning. 2012. <http://www.dirnat.no/villaksportalen/>
- Vøllestad, L.A., Hirst, D., og L'Abée-Lund, J.H. 2009. Divergent trends in anadromous salmonid populations in Norwegian and Scottish rivers. *Proceedings of the Royal Society B*, 276: 1021-1027.

8 VEDLEGG

Vedlegg 1: Kommuneneavn, vassdragskode, vassdragsnavn, fiskesesong (kilde: DN, lakseregisteret), gjennomsnittlig rapportert fangst siste ti år, av år der fangst er rapportert og gytebestandsmål (GBM) (kilde: SSB, DN, lakseregisteret, Anon 2010), DNs vurdering av bestandstilstand for laks (kilde: lakseregisteret), bestemmende påvirkningsfaktor (kilde: lakseregisteret), gjennomsnittlig % sannsynlighet for måloppnåelse fire siste år (kilde: Anon 2011), DNs vurdering av bestandstilstand for sjørret og bestemmende påvirkningsfaktor for sjørretbestand.

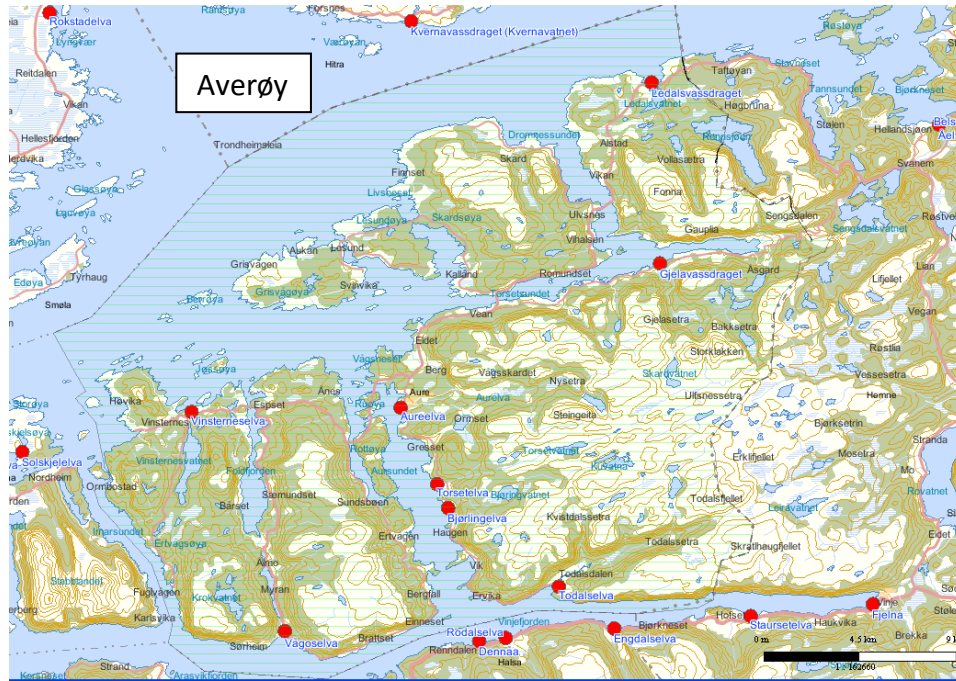
Kommune (utløp)	Vassdr. kode	Vassdrag	Fiske-sesong 2012	Fangst gjennomsnitt rapport, antall	Laks Tilstand	Laks best. Påvirkningsfaktor	GBM og snitt % sannsynlig for mål-oppnåelse 4 siste år	Sjørret tilstand	Sjørret best. Påvirkningsfaktor
Aure	113.8Z	Aureelva (Aure)	L:15.06-15.07 Ø:15.06-15.07	L=10 (2002) SJØ=5	Moderat påvirket	Lakselus/rømt oppdrettslaks	Gbm 5 kg	Spesielt hensynskrevende	Lakselus
Aure	113.71Z	Bjørtingelva	L:15.06-15.07 Ø:15.06-15.07		Ikke selvproduserende			Spesielt hensynskrevende	Lakselus
Aure	116.2Z	Gjela-vassdraget	L:15.06-15.07 Ø:15.06-15.07		Ikke selvproduserende			Spesielt hensynskrevende	Lakselus
Aure	114.32Z	Jørgenvåg-elva	L:15.06-15.07 Ø:15.06-15.07		-			-	
Aure	116.6Z	Ledals-vassdraget	L:15.06-15.07 Ø:15.06-15.07		Ikke selvproduserende			Spesielt hensynskrevende	Lakselus
Aure	114.33Z	Linnvåg-vassdraget	L:15.06-15.07 Ø:15.06-15.07		-			-	
Aure	114.212Z	Solskjeelva	L:15.06-15.07 Ø:15.06-15.07		-			-	
Aure	114.31Z	Storelva (Tustna)	L:15.06-15.07 Ø:15.06-15.07		-			-	
Aure	113.6Z	Todalselva	L:15.06-15.07 Ø:15.06-15.07	L =31 SJØ=41	Moderat påvirket	Lakselus/rømt oppdrettslaks	Gbm 164 kg	Spesielt hensynskrevende	Lakselus
Aure	113.72Z	Torseteelva	L:15.06-15.07 Ø:15.06-15.07		Ikke selvreproduserende			Spesielt hensynskrevende	Lakselus
Aure	114.1Z	Vinsternelva	L:15.06-15.07 Ø:15.06-15.07		Ikke selvreproduserende			Spesielt hensynskrevende	Lakselus
Aure	114.12Z	Vågoselva	L:15.06-15.07 Ø:15.06-15.07		Ikke selvreproduserende			Spesielt hensynskrevende	Lakselus
Averøy	110.33Z	Bae-elva	L:15.06-15.07 Ø:15.06-15.07	L=1 SJØ=15	Ikke selvproduserende			Spesielt hensynskrevende	Lakselus
Averøy	110.3Z	Bådsmannelva	L:15.06-15.07 Ø:15.06-15.07		Ikke selvproduserende			Spesielt hensynskrevende	Lakselus

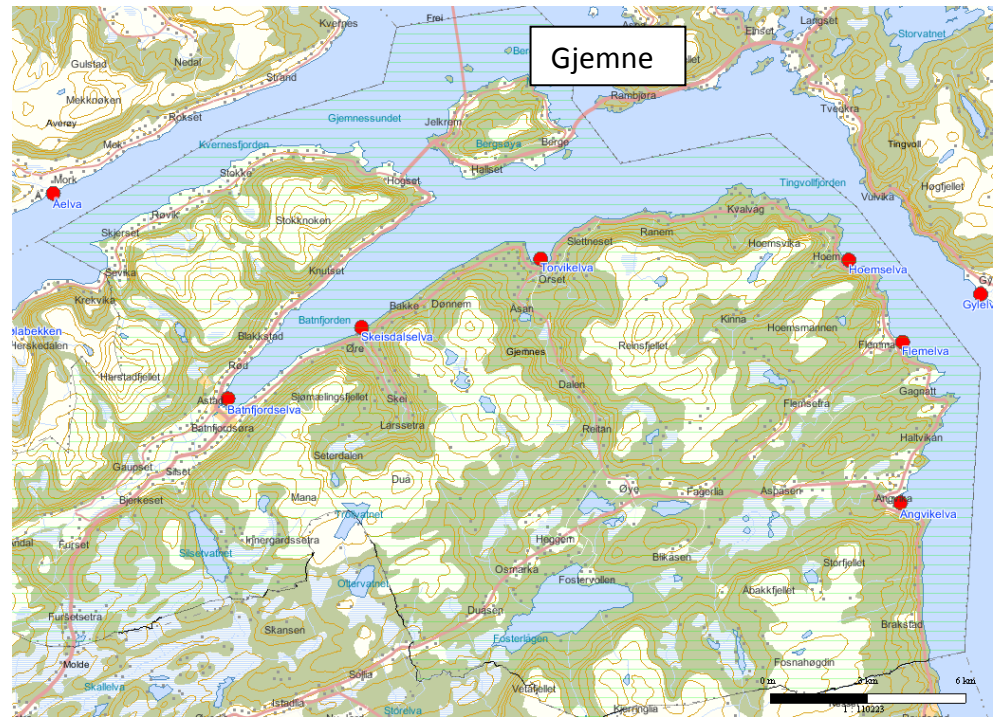
Averøy	110.21Z	Steinvikelva	L:15.06-15.07 Ø:15.06-15.07		Ikke selvproduserende			Spesielt hensynskrevende	Lakselus
Averøy	110.32Z	Utehimselva	L:15.06-15.07 Ø:15.06-15.07		Ikke selvproduserende			Spesielt hensynskrevende	Lakselus
Averøy	110.22Z	Åelva	L:15.06-15.07 Ø:15.06-15.07		Ikke selvproduserende			Spesielt hensynskrevende	Lakselus
Eide	108.22Z	Kjølabekken	L:15.06-15.07 Ø:15.06-15.07		Ikke selvproduserende			Spesielt hensynskrevende	Lakselus
Eide	108.1Z	Lyngstadvas sdraget	L:15.06-15.07 Ø:15.06-15.07		Ikke selvproduserende			Spesielt hensynskrevende	Lakselus
Eide (Fræna)	108.11Z	Sandblåstelva	L:15.06-15.07 Ø:15.06-15.07		Ikke selvproduserende			Spesielt hensynskrevende	----
Eide	108.221Z	Vassgårdselva	L:15.06-15.07 Ø:15.06-15.07	L=100 SJØ=37	Dårlig	Lakselus/rømt oppdrett	Gbm 30kg	Spesielt hensynskrevende	Lakselus
Eide	108.2Z	Vågsbølva	L:15.06-15.07 Ø:15.06-15.07	L=85 SJØ=298	Dårlig	Rømt oppdrettslaks	18% GBM 344 kg	Redusert	Lakselus
Eide	108.222Z	Ådalselva	L:15.06-15.07 Ø:15.06-15.07		Ikke selvproduserende			Spesielt hensynskrevende	Lakselus
Gjemnes	109.1Z	Angvikelva	L:15.06-15.07 Ø:15.06-15.07					Redusert	Vassdragsregulering/lakselus
Gjemnes	108.3Z	Batnfjordselva	L:01.06-31.08 Ø:01.06-31.08	L=70 SJØ=51	Svært dårlig	Gyro/lakselus	Gbm 875 kg	Spesielt hensynskrevende	Lakselus
Gjemnes	109.11Z	Flemelva	L:15.06-15.07 Ø:15.06-15.07		Ikke selvproduserende			Spesielt hensynskrevende	Lakselus
Gjemnes	109.111Z	Hoemselva	L:15.06-15.07 Ø:15.06-15.07					Spesielt hensynskrevende	Lakselus
Gjemnes	108.41Z	Skeisdalselva	L:15.06-15.07 Ø:15.06-15.07		Ikke selvproduserende			Spesielt hensynskrevende	Lakselus/andre fysiske inngrep
Gjemnes	108.4Z	Torvikelva	L:15.06-15.07 Ø:15.06-15.07		Ikke selvproduserende			Spesielt hensynskrevende	Lakselus/andre fysiske inngrep/+?
Halsa	113.22Z	Betnaelva	L:15.06-15.07 Ø:15.06-15.07		Ikke selvproduserende			Spesielt hensynskrevende	Lakselus
Halsa	113.422Z	Dalaelva	L:15.06-15.07 Ø:15.06-15.07					Spesielt hensynskrevende	Lakselus/andre fysiske inngrep
Halsa	113.511Z	Dennåa	L:15.06-15.07 Ø:15.06-15.07		Ikke selvproduserende			Spesielt hensynskrevende	Lakselus
Halsa	113.512Z	Engdalselva	L:15.06-15.07 Ø:15.06-15.07					Spesielt hensynskrevende	Lakselus
Halsa	113.2Z	Gammelsagelva	L:15.06-15.07 Ø:15.06-15.07		Ikke selvproduserende			Spesielt hensynskrevende	Lakselus
Halsa	113.41Z	Grytåa	L:15.06-15.07 Ø:15.06-15.07		Ikke selvproduserende			Spesielt hensynskrevende	Lakselus
Halsa	113.51Z	Rodalselva	L:15.06-15.07		Ikke			Spesielt	Lakselus

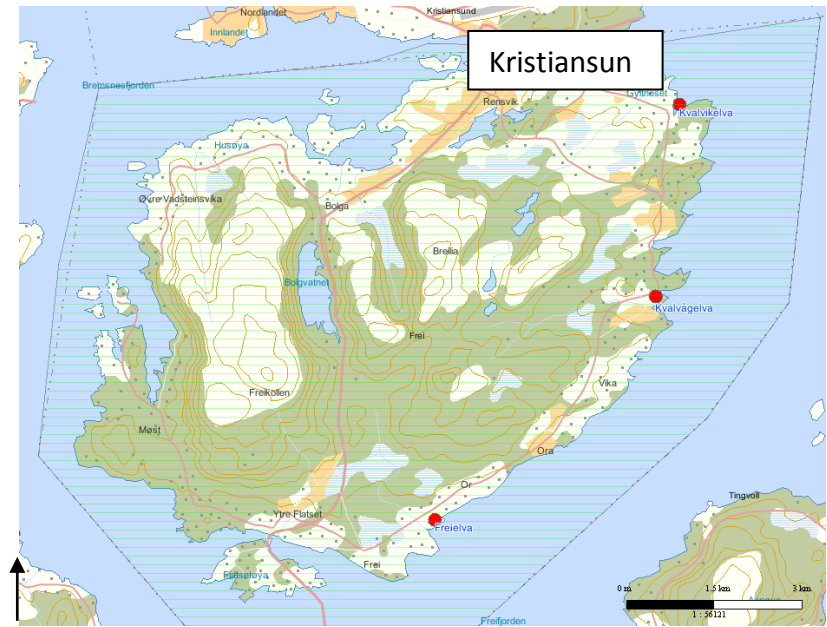
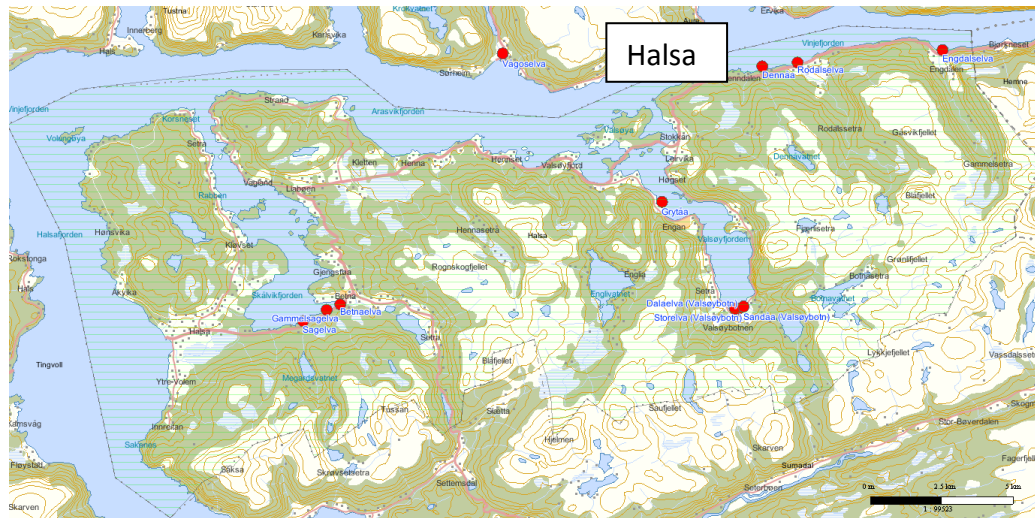
			Ø:15.06-15.07		selvproduserende			hensynskrevende	
Halsa	113.21Z	Sagelva	L:15.06-15.07 Ø:15.06-15.07					Spesielt hensynskrevende	---
Halsa	113.4Z	Sandåa	L:15.06-15.07 Ø:15.06-15.07		Ikke selvproduserende			Sårbar	Lakselus/andre fysiske inngrep
Halsa	113.42Z	Storelva	L:15.06-15.07 Ø:15.06-15.07					Spesielt hensynskrevende	Lakselus
Kristiansu nd	110.13Z	Freielva	L:15.06-15.07 Ø:15.06-15.07		Ikke selvproduserende			Spesielt hensynskrevende	Lakselus
Kristiansu nd	110.16Z	Kvalvikelva	L:15.06-15.07 Ø:15.06-15.07					Spesielt hensynskrevende	Lakselus
Kristiansu nd	110.12Z	Kvalvågrelva	L:15.06-15.07 Ø:15.06-15.07					Spesielt hensynskrevende	Lakselus
Smøla	115.2Z	Fuglvågvas draget	L:15.12-15.09 Ø:15.12-15.09					Spesielt hensynskrevende	Lakselus
Smøla	115.21Z	Hinnåa	L:15.12-15.09 Ø:15.12-15.09					Spesielt hensynskrevende	Lakselus
Smøla	115.3Z	Hopenvassd raget	L:15.12-15.09 Ø:15.12-15.09					Spesielt hensynskrevende	Lakselus
Smøla	115.211 Z	Lervikbekke n	L:15.12-15.09 Ø:15.12-15.09					Spesielt hensynskrevende	Lakselus
Smøla	115.1Z	Rokstadelva	L:15.12-15.09 Ø:15.12-15.09					Spesielt hensynskrevende	Lakselus
Sunndal	109.Z	Drivavassdr aget (hele)	L:01.06-31.08 Ø:01.07-31.08	L=776 SJØ= 1240	Svært dårlig	Gyro	GBM 6076	Redusert	Lakselus
Sunndal	109.3Z	Jordalselva	L:15.06-15.07 Ø:15.06-15.07					Spesielt hensynskrevende	Vassdragsregule ring/lakselus
Sunndal	109.5Z	Litledalselva	L:01.06-31.08 Ø:01.06-31.08	L=56 SJØ=336	Svært dårlig	Vassdragsreguleri ng/gyro	Gbm 252 kg	Spesielt hensynskrevende	Vassdragsregule ring/Lakselus
Sunndal	109.6Z	Oppdølselva (Sunndal)	L:15.06-15.07 Ø:15.06-15.07					Spesielt hensynskrevende	-----
Sunndal	111.5Z	Ulvåa	L:15.06-15.07 Ø:15.06-15.07		Ikke selvproduserende			Spesielt hensynskrevende	Vassdragsregule ring/lakselus
Sunndal	109.4Z	Usma	L:01.06-31.08 Ø:01.06-31.08	L=20 SJØ=144	Svært dårlig	Gyro	Gbm 370 kg	Spesielt hensynskrevende	Lakselus
Surnadal	112.4Z	Beleelva	L:15.06-15.07 Ø:15.06-15.07					Spesielt hensynskrevende	
Surnadal	112.3Z	Bævra	L:15.06-15.08 Ø:15.06-15.08	L=25 SJØ=60	Dårlig	Vassdragsreguleri ng/Lakselus/ rømt oppdrettslaks	Gbm 1074 kg	Redusert	Lakselus
Surnadal	111.72Z	Prestelva (Surnadal)	L:15.06-15.07 Ø:15.06-15.07					Spesielt hensynskrevende	-----

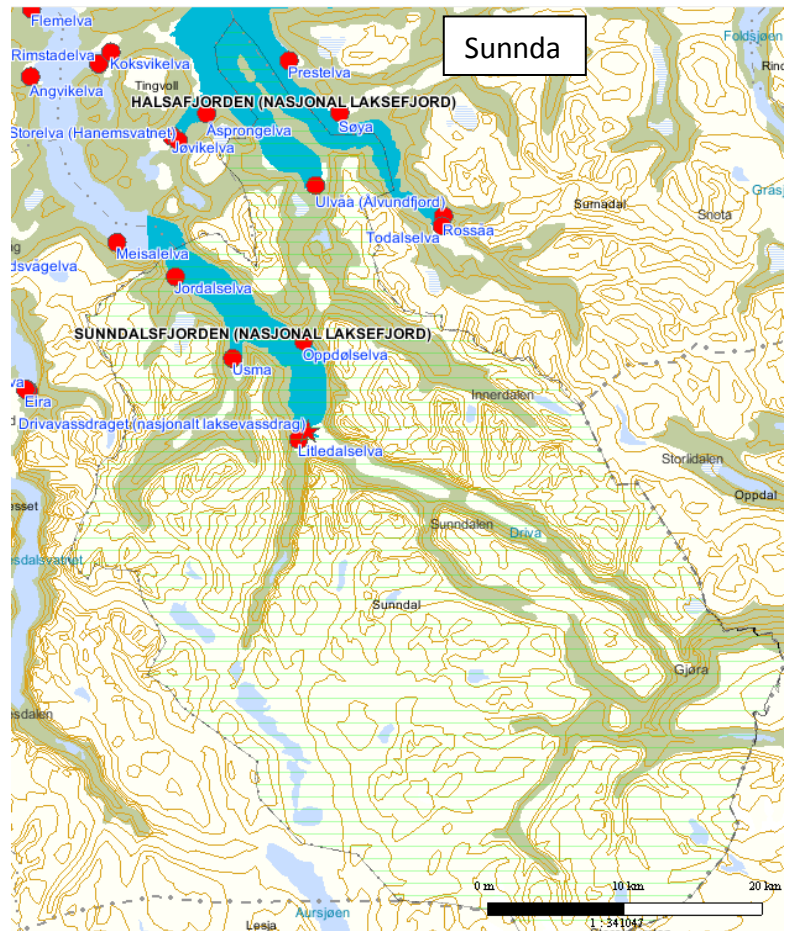
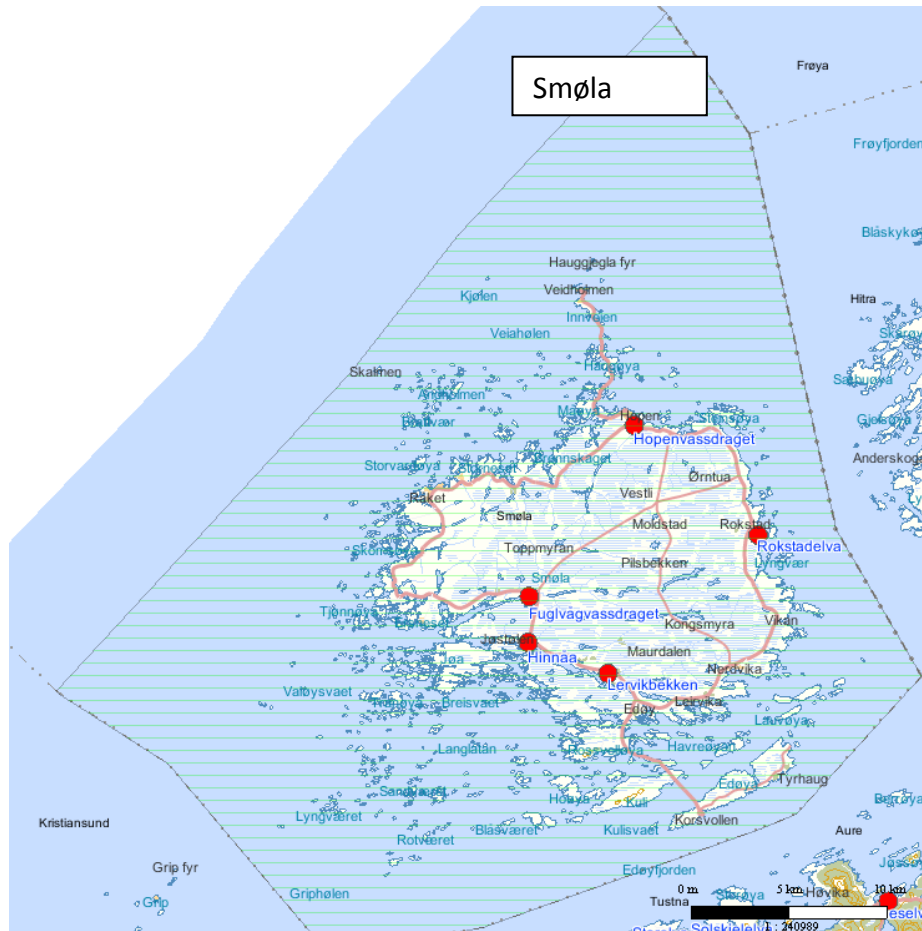
Surnadal	111.711 Z	Rossåa	L:15.06-15.07 Ø:15.06-15.07					Spesielt hensynskrevende	Vassdragsregulering
Surnadal	112.42Z	Settemdalselva	L:15.06-15.07 Ø:15.06-15.07		Ikke selvproduserende			Spesielt hensynskrevende	Lakselus
Surnadal	112.Z	Surna	L:01.06-31.08 Ø:01.06-31.08	L=998 SJØ=863	Dårlig	Vassdragsregulering Lakselus/rømt oppdrettslaks	136% GBM 4836kg	Redusert	Vassdragsregulering, lakselus
Surnadal	111.7Z	Søya	L:15.06-15.07 Ø:15.06-15.08	L=174 SJØ=393	Dårlig	Lakselus/rømt oppdrettslaks/ andre fysiske	19% GBM 621kg	Spesielt hensynskrevende	Lakelus/andre
Surnadal	111.Z	Todalselva (Surnadal)	L:15.06-15.08 Ø:15.06-15.08	L=87 SJØ= 285	Dårlig	Lakselus/rømt oppdrettslaks/ Vassdragsregulering	Gbm 426 kg	Spesielt hensynskrevende	Lakelus/andre
Tingvoll	109.7Z	Gylvelva	L:15.06-15.07 Ø:15.06-15.07					Spesielt hensynskrevende	Andre fysiske inngrep/lakselus/rømt laks
Tingvoll	111.412 Z	Jøvikelva	L:15.06-15.07 Ø:15.06-15.07					Spesielt hensynskrevende	Lakselus
Tingvoll	109.71Z	Koksvikelva	L:15.06-15.07 Ø:15.06-15.07					Spesielt hensynskrevende	Lakselus
Tingvoll	109.711 Z	Rimstadelva (Tingvoll)	L:15.06-15.07 Ø:15.06-15.07					Spesielt hensynskrevende	Vassdragsregulering/lakselus
Tingvoll	111.4Z	Storelva (Hanemsvatnet)	L:15.06-15.07 Ø:15.06-15.07		Dårlig	Vassdragsregulering/lakselus/rømt oppdrettslaks	Gbm 35 kg	Spesielt hensynskrevende	Vassdragsregulering/lakselus
Tingvoll	111.21Z	Strømosen	L:15.06-15.07 Ø:15.06-15.07		Ikke selvproduserende			Spesielt hensynskrevende	Lakselus
Tingvoll	111.31Z	Torjulelva	L:15.06-15.07 Ø:15.06-15.07					Spesielt hensynskrevende	
Tingvoll	111.2Z	Ulsetelva	L:15.06-15.07 Ø:15.06-15.07		Dårlig	Lakselus	Gbm 9 kg	Spesielt hensynskrevende	Lakselus
Tingvoll	111.3Z	Vågelva	L:15.06-15.07 Ø:15.06-15.07		Ikke selvproduserende			Spesielt hensynskrevende	Lakselus
Tingvoll	111.42Z	Åsprongelva	L:15.06-15.07 Ø:15.06-15.07		Ikke selvproduserende			Spesielt hensynskrevende	Lakselus

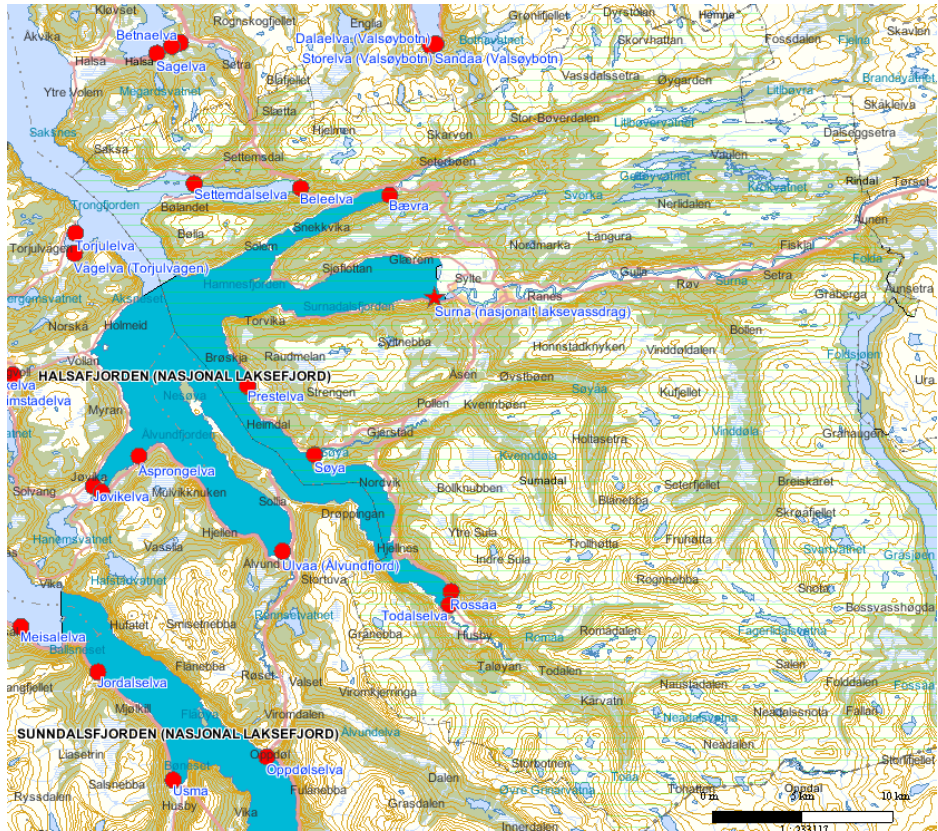
Vedlegg 2: Kart over kommuner på Nord-Møre med anadrome vassdrag. Røde punkter viser anadrome vassdrag. Røde stjerner Nasjonale lakevassdrag og skarp blå farge nasjonale laksefjorder (Kilde: Lakseregisteret, DN).



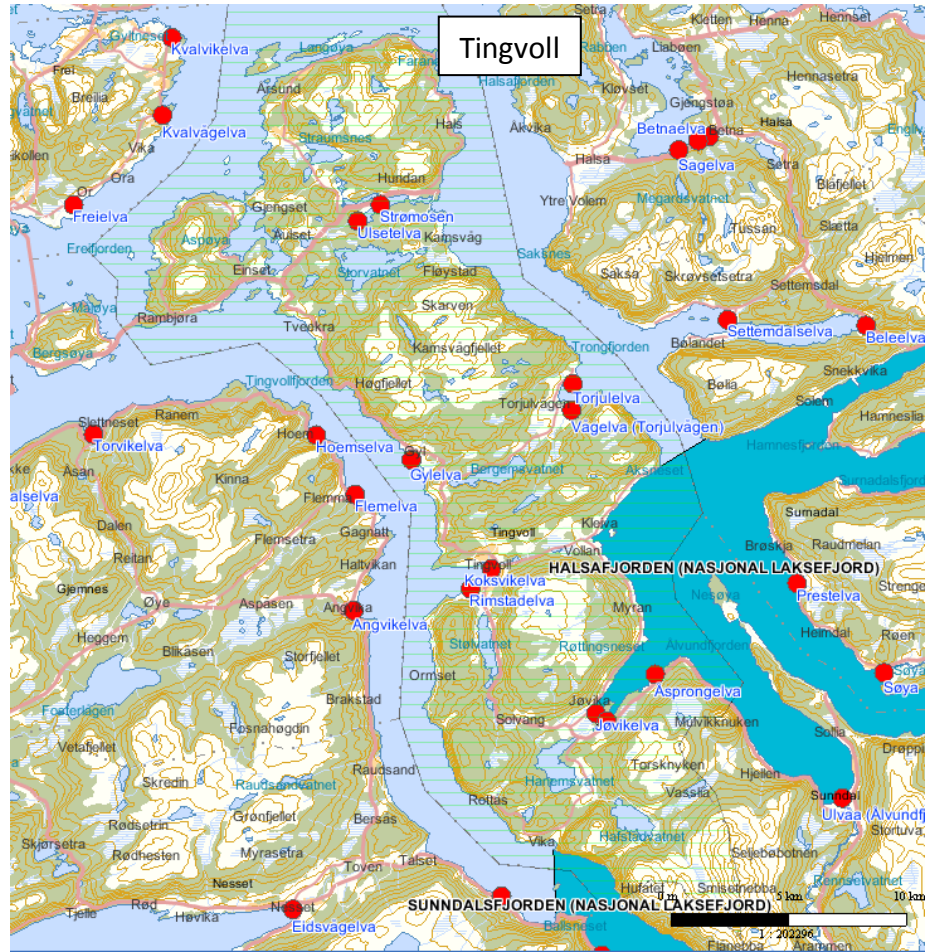








Surnadal



Delrapport nr. 5

Effekt på marin villfisk

Inge Fossen



Møreforskning Marin
Postboks 5075, 6021 Ålesund

INNHOOLD

OPPSUMMERING	129
SUMMARY	130
1 INNLEDNING	131
2 MATERIAL OG METODE	132
2.1 Datainnhenting.....	132
2.2 Deltagere	133
3 RESULTAT.....	134
3.1 Beskrivelse av situasjonen fra ulike kilder:	134
3.1.1 Fiskemottak:	134
3.1.2 Fiskere:	134
3.1.3 Tilbakemeldinger fra lokale fiskarlag:	134
3.1.4 Sportsfiskere/Turistfiske:	135
3.1.5 Andre aktører:.....	135
3.2 Registrert fiskeaktivitet rundt oppdrettsanlegg.....	137
4 DISKUSJON.....	139
4.1 Metode	139
4.2 Resultater.....	139
4.3 Fiske i tilknytning til anlegg.....	140
4.4 Andre forhold:.....	141
5 KONKLUSJON	142
6 REFERANSER	143
7 VEDLEGG.....	145
7.1 Spørreskjema for fiskere på Nordmøre	145
7.2 Skjema for fiskeaktivetsrapport.....	147

OPPSUMMERING

Som del av prosjektet Miljødokumentasjon Nordmøre søker denne arbeidspakken å beskrive hvilke påvirkninger oppdrettsaktivitet har på hvitfisk i regionen. Dette er gjort gjennom kontakt med fiskere, mottak, myndigheter og organisasjoner. Videre er fiskeaktivitet i nærheten av oppdrettsanlegg registrert for å kunne gi en første indikasjon om omfanget av dette.

Redusert kvalitet hos hvitfisk synes ikke å være et betydelig problem for kystfiskerne på Nordmøre. Meldte problemer er av lokal karakter, og omfanget synes å være redusert de siste årene. Mønstret støttes av ulike aktører som kjenner kystfisket godt.

På Nordmøre foregår det et direkte fiske opp mot oppdrettslokaliteter. Turistfiskere dominerer dette, men resultatene tyder på at det ukentlig leveres fisk fra yrkesfiskere som er fisket tett opp mot flere av oppdrettslokalitetene i regionen. Dette underbygger antagelsen om at kvalitetsreduksjonen i villfisk synes å være et begrenset problem på Nordmøre.

Arealbeslag og usikkerhet knyttet til mulige påvirkninger synes langt på vei å være en større utfordring for yrkesfiskerne i regionen.

SUMMARY

As part of the project “Environmental Documentation Nordmøre”, this work package describes the impact of aquaculture activities on whitefish in the region. This is done through contact with fishermen, landing facilities, authorities and organizations. Moreover, fishing activities near fish farms were registered in order to gain an indication on the extent of this.

Reduced quality of whitefish doesn't appear to be a significant problem for coastal fishermen in Nordmøre. Reported problems are local in nature, and the extent seems to have declined in recent years. The pattern supported by various parties who have good knowledge of the coastal fishery in this area.

In Nordmøre there is directed fishery close to aquaculture facilities. Tourist fishermen dominate this, but the results suggest that there are weekly deliveries of fish from commercial fishermen who are fishing close to the aquaculture facilities in the region. This supports the assumption that quality reduction in the wild seems to be a limited problem in Nordmøre.

Land seizures and uncertainty related to possible impacts seems to be a more serious challenge for the professional fishermen in the region.

1 INNLEDNING

Arbeidspakken er en av fem delprosjekter i prosjektet Miljødokumentasjon Nord-Møre. For nærmere beskrivelse av bakgrunnen for prosjektet, se sammenfattende del av denne rapporten.

Det er en kjensgjerning at oppdrettsanlegg i sjø tiltrekker seg villfisk, både i varme og tempererte farvann (Dempster et al., 2004; 2009). Undersøkelser gjort ved lakseoppdrett langs norskekysten har anslått mengden villfisk som aggregerer rundt et oppdrettsanlegg til å variere mellom 0,6-41 tonn (Dempster et al., 2009). Studien indikerer at det i snitt oppholdt seg om lag 10 tonn villfisk rundt hvert enkelt anlegg til enhver tid. I Ryfylke er det imidlertid gjort akustiske beregninger av seistimer på flere hundre tonn under enkelte anlegg (Sæther et al., 2012).

En rekke fiskearter er observert til å oppholde seg i umiddelbar nærhet til anleggene, i kortere eller lengre perioder. Blant de artene som opptrer hyppigst og oppholder seg lengst ved anleggene langs norskekysten er torskefisk som sei (*Pollachius virens*), torsk (*Gadus morhua*), og hyse (*Melanogrammus aeglefinus*). Av disse synes tosk og sei å være de artene som aggregeres tettest opp til anleggene. (Bjordal & Skar, 1992; Dempster et al., 2010; Sæther et al., 2012).

I løpet av det siste tiåret er det ved flere anledninger rapportert om fangst av villfisk (sei og torsk) med redusert kvalitet, hvor kvalitetsforringelsen er knyttet opp mot en effekt av at fisken har oppholdt seg i nærheten av oppdrettsanlegg over tid (Anon, 2009; Dempster et al., 2011; Fernandez-Jover et al., 2011; Fiskeridirektoratet, 2011). Spesielt har situasjonen i Ryfylke bidratt til å sette problemstillingen på dagsorden (Anon, 2009; Fiskeridirektoratet, 2011). Her var kvaliteten på sei i fjordbassenget så dårlig at mottakene stoppet mottak av denne. Situasjonen i Ryfylke har bedret seg de siste årene, og problemer av lignende omfang er ikke rapportert fra andre steder i Norge (Fiskeridirektoratet, 2011; Sæther et al., 2012).

Rapportert kvalitetsforringelsen på slik fisk er i hovedsak knyttet opp til at den er feitere enn annen villfisk, har stor lever, og kan lukte fra fôr når den blir sløyd. Økte glykogenlager i muskulaturen, som omsettes til melkesyre ved død, gjør at fisken kan få en bløtere tekstur i kjøttet. (Otterå et al., 2007).

En eksperimentell studie konkluderte med at villfanget sei fôret på laksefôr, i 8 måneder, resulterte i høyere kondisjonsfaktor og leverindeks sammenlignet med villfisk og sei fôret på torskefôr. Utover dette var det små forskjeller i smak og utseende mellom de ulike gruppene. (Otterå et al., 2008). Det er med andre ord ikke gitt at villfisk som spiser fôr får redusert kvalitet. Her er det flere faktorer som spiller inn og det er så langt ikke gjennomført detaljerte studier i den sammenheng, se også Otterå et al. (2008), Fernandez-Jover et al. (2011) og Sæther et al. (2012).

Sei som vandrer mellom ulike anlegg i et fjordsystem kan potensielt fungere som en smittekilde for patogener som deles både av laks og sei (Uglem et al., 2009). Det har imidlertid også blitt antydnet at oppdrettsanleggene langs kysten kan ha en positiv effekt for villfiskbestander, gjennom å fungere som "skjul", gi økt kondisjon og reproduksjonsevne til lokale villfiskbestander (Dempster et al., 2011).

Som det er vist ovenfor er det mange problemstillinger og mulig vinklinger på utfordringer knyttet til interaksjoner mellom oppdrett og villfisk. Blant næringsutøvere og menigmann er det også ulike oppfatninger knyttet til betydningen slike interaksjoner kan ha lokalt. I arbeidspakke 5 har vi valgt å **fokuserer på å anskueliggjøre i hvilken grad oppdrettsanlegg faktisk påvirker ulike fiskeinteresser på Nordmøre**. I denne omgang er det tatt utgangspunkt i de **observerbare effektene**, med hovedfokus på de interessene som utnytter hvitfisk forekomstene i nærmiljøet. **Her inngår i førsterekke yrkesfiskere, men også turist- og sportsfiskere.**

2 MATERIAL OG METODE

2.1 Datainnhenting

Beskrivelsen av i hvilken grad fisk som beiter og påvirkes av tilstedeværelse nært oppdrettsanlegg faktisk påvirker ulike fiskeinteresser er basert på informasjon om fiskeaktivitet og hvordan aktører i nærområdene oppfatter situasjonen. Her avgrenses dette ytterligere til å fokusere på de to mest sentrale artene sei og torsk.

For å komme fram til en god beskrivelse av situasjonen ble følgende plan for informasjonsinnhenting utarbeidet:

Mottak: Alle aktuelle fiskemottak på Nord-Møre er kontaktet. De ble spurt om hvordan de opplever situasjonen? Om de har registrert forekomst av fisk med redusert kvalitet som følge av påvirkning fra oppdrettsanlegg? Om dette har resultert i reduserte priser til noen av fiskerne ved noen anledning.

Fiskere: En håndfull fiskere fordelt i ulike områder av Nord-Møre er oppringt for å danne et førsteinntrykk av situasjonen.

- Et spørreskjema ble utarbeidet for fiskerne for å få kvantitative mål på eventuelle utfordringer (Vedlegg 1).
 - o Skjemaet er sendt ut gjennom Fiskarlaget til alle lokallag i regionen.
 - o Skjemaet delt ut til vel 30 deltagere på "Fiskarmøtet i Kristiansund" 18 mai 2011, i regi av Møre og Romsdal Fiskarlag.
 - o Etter manglende tilbakemelding fra fiskerne, ble spørsmålene revidert og rettet direkte til begge kontaktpersonene i hvert av de seks lokale fiskarlagene (Aure & Tustna, Averøy, Sør-Smøla, Kristiansund og Frei, Gjemnes & Tingvoll, og Smøla Fiskarlag).

Oppdrettere: Et skjema ble utarbeidet for registrering av fiskeaktivitet i umiddelbar nærhet av ferdselsgrensen (+ 60 m) til oppdrettslokalitetene (Vedlegg 2). Skjemaet ble formidlet til alle selskapene, hvor målsettingen var å framskaffe informasjon om omfanget av fiske ved lokalitetene. Her søker en å beskrive fiskeaktivitet som skjer fordi eller på tross av at oppdrettsanleggene ligger der de ligger. Registreringen utgjorde oppdretternes egeninnsats i arbeidspakken.

Andre aktører: Under prosjektperioden har en ved ulike sammenhenger vært i kontakt med ulike aktører fra offentlige myndigheter til sportsfiskere og andre som har erfaringer, oppfatninger og meninger om temaet. Blant disse er:

- Fiskeridirektoratet , ved Ole-Einar Jakobsen, (januar 2012)
- Fylkesmannen Møre og Romsdal, ved Jan Ivar Eikeland (januar, 2012)
- Møre og Romsdal Fiskarlag, ved Lars Erik Hopmark (2011).
- Naturvernforbundet, ved Øystein Folden (oktober 2011)
- Norges Jeger og Fiske Forbund 's lokallag i Kristiansund, Aure og Averøy og Fylkeslaget (2011)
- Norges Kystfiskarlag avdeling Nordmøre (2011)
- Råfisklaget avdeling Kristiansund, ved Jan Erik Strøm og Julian Vangen (februar 2012)
- Sportsfiskere og dykkere.

2.2 Deltagere

Møreforskning Marin, ved Inge Fossen: Ansvarlig for gjennomføring og rapportering.

Oppdrettsselskapene (AquaGen, Lerøy Hydrotech, Lerøy Midnor, Marine Harvest, Måsøval, Salmar), gjennom rapportering av fiskeaktivitet rundt sine lokaliteter i regionen. Følgende Lokaliteter hadde fisk i anlegget og bidro med rapportering av fiske aktivitet: Hjortholmen, Hogneset, Hønsvika, Korsneset, Ohr, Rendalen, Skåren, Solværet, og Hegerberget (?).

3 RESULTAT

3.1 Beskrivelse av situasjonen fra ulike kilder:

3.1.1 Fiskemottak:

Alle fiskemottak som mottar leveranser fra kystfiskeflåten er kontaktet. Tilbakemeldingen baserer seg på tilbakemeldinger fra Løvold Ole AS, Johnsen Edward AS og Lindås TH AS. Ingen av mottakene opplevde/hadde erfaring med at kvalitetsforringelse av fangstene knyttet til at fisk hadde holdt seg i nærheten av oppdrettsanlegg var noe problem. Ingen hadde opplevd reduserte utbetalinger eller høyere vrakandel i den forbindelse. To av anleggene nevnte imidlertid at de hadde hørt snakk om at fiskerne unngikk enkelte områder til visse tider, men uten at de hadde inntrykk av at dette var problematisk. Det omtalte området ligger for øvrig ikke på Nordmøre.

3.1.2 Fiskere:

Intervju:

En innledende intervjurunde med 5 kystfiskere som opererer i ulike deler av Nordmøre ble gjennomført for en første beskrivelse av situasjonen. De 5 fiskerne opererte vesentlig i kystområdene ytre Konstadfjord, Konstadfjorden/Gjemnes, Follfjorden, og områdene rundt/utenfor Grip. Alle fiskerne nevnte at de har opplevd å få fisk med pellets i magen, og to fiskere mente at dette også hadde redusert kvaliteten på enkelte individer. Alle nevnte at problemene hadde blitt redusert de siste årene, og at en sjeldent traff på "pelletsei" andre steder enn nært oppdrettslokalitetene. Ingen anså dette som den største utfordringen knyttet til oppdrettsnæringen. Flere pekte på at de gjerne skulle sett at anleggene ikke ble plassert på gode fiskeplasser, selv om et par stykker også nevnte at det nå står mer fisk inne i fjordene hele året, enn det det gjorde før oppdrettsnæringen etablerte seg der inne.

Spørreskjema:

Det er så langt ikke returnert noen spørreskjema fra fiskere.

3.1.3 Tilbakemeldinger fra lokale fiskarlag:

Spørreskjemaet som ble sendt fiskerne ble tilpasset noe og sendt de lokale fiskarlagene. Her følger en oppsummering av 4 tilbakemeldinger, også her framgår de lokale forskjellene tydelig.

På spørsmål om hvor ofte lokale fiskere opplever kvalitetsreduksjoner som kan relateres til oppdrettsaktivitet svarer en få ganger, to svarer månedlig og en svarer oftere. Kvalitetsreduksjonen synes i hovedsak å være knyttet til pellets i magen, stor lever, og bløtt kjøtt. På spørsmål om hvordan utviklingen har vært de siste årene svarer tre at den har økt noe mens en svarer at problemet er markert avtagende.

På spørsmål om hvordan de tror oppdrettsaktiviteten påvirker mengden fisk i lokalområdet svarer to at den har virket positivt og de to andre tror den har virket negativt. På spørsmål om anslag over eventuell verdireduksjon knyttet til kvalitetsreduksjon, svarer alle inntil noen prosenter av totalverdi per år. Videre var det også enighet om at usikkerheten knyttet til mulige påvirkninger var en betydelig kilde for bekymring.

På spørsmål knyttet til hvordan havbruksnæringen har påvirket hverdagen til kystfiskerne og hvordan de oppfatter sameksistensen med oppdrettsnæringen tenderte de fleste mot en negativ oppfattelse av dette. Videre ble arealbruk nevnt som et sentralt punkt det bør jobbes mer med for å finne gode løsninger i framtiden.

3.1.4 Sportsfiskere/Turistfiske:

Det er ikke gjennomført en strukturert utspørring av sportsfiskere. Blant de vi har vært i kontakt med har de fleste opplevd eller hørt om noen som har fisket fisk som trolig har stått ved oppdrettsanlegg (pellets i magen) og som av den grunn er blitt ansett som uspiselig (lukt og eller konsistens).

3.1.5 Andre aktører:

Bidrag fra andre aktører som på ulike måter er knyttet opp til omtalte problemstilling. Kursiv tekst er en kortversjon av deres tilbakemelding angående erfaringer med temaet villfisk vs oppdrettsvirksomhet.

Fylkesmannen Møre & Romsdal, ved Jan Ivar Eikeland, seksjonsleder (januar 2012, epost):

«Det har vore ein del klager på dette temaet opp gjennom åra (hovedsakelig lengre sør i fylket), men mindre i det siste. Generelt i forhold til omfanget av oppdrett av laks i vårt fylke, er det lite klager på dette temaet. Dette samsvarer med dei funna du viser til i e-posten.» I det som er formidlet fylkesmannen går det også fram at det er markerte lokale forskjeller.

«Vi hadde gjerne sett at det vart gjort ei meir konkret vurdering av kvalitet på marin villfisk i nærområda til oppdrettsanlegg ved fanging av fisk. Problemet kan vere større enn antatt, då det kan hende at yrkesfiskarar og fritidsfiskarar sluttar å fiske på kjente fiskeplassar grunna etablering av oppdrettsanlegg og heller drar til andre fiskeplassar enn ein brukte tidlegare.»

Fiskeridirektoratet, ved Ole-Einar Jakobsen (januar 2012, e-post)

Ingen spesielle problemer knyttet til dette med kvalitetsreduksjon. Det kan nok være noe lokal variasjon, men synes ikke å kunne karakteriseres som et betydelig problem i regionen.

Råfisklaget Kristiansund, ved Jan Erik Strøm og Julian Vangen (februar 2012, møte)

Råfisklaget er ventet å ha god oversikt og kjennskap til ulike forhold som innvirker på kvalitet og prissetting av fisk. De er kjent med at det nå synes å være problemer knyttet til kvalitet på sei ved Rørvik. Utover dette er de ikke kjent med at det er et spesielt aktuelt problem på Nordmøre. Tidligere var det et kjent fenomen at det ble levert sei av varierende kvalitet ved noen mottak, men slike henvendelser synes å være sjeldnere nå. Hvorvidt dette skyldes at fiskerne holder seg borte fra problemområder eller at færre fisk av dårlig kvalitet finnes i området, vites imidlertid ikke.

Møre og Romsdal Fiskarlag, ved leder Lars Erik Hopmark (2011, møte).

Lite direkte erfaring med faktiske påvirkninger knyttet til kvalitet. Spesielt interessant i problemstillingen med tanke på mulig påvirkning av kysttorsk bestanden.

Naturvernforbundet, ved Øystein Folden (2011, epost):

«Når eg snakker med folk er pellets og villfisk eit tema. Det er tydeleg at ein del har klare oppfatningar av korleis tamfiskhaldet har påverka sei og torsk.....

Men det er ei anna side som vi i Naturvernforbundet har vore opptatt av. Ved ein del medisinerer får tamfisken karantenetid. Kva då med fisken som står under mærene? Og korleis held ein orden på dei som treng karantene og dei som ikkje treng?.....

I praksis, viss ein skal ta dette alvorleg, vil tamfiskproduksjonen ta meir plass enn berre mæra og fortøyingane. Ein må også rekne med havområde som er såpass store at ein kan legge ned fiskeforbod slik at folk ikkje får i seg medisin dei ikkje skal ha. Då er det truleg ikkje så mykje fritidsfiske igjen i fjordane våre.»

Sportsfiskere og fritidsdykkere:

Felles for disse er at de i utgangspunktet er veldig kritiske med tanke på den mulige påvirkningen havbruksvirksomhet kan ha på villfiskbestandene, og i den sammenheng er spørsmålene mange. Alle sportsfiskerne har selv erfart eller hørt om andre som har fått sei med pellets i magen, og som luktet vondt og eller hadde bløtt kjøtt. Dykkere var godt kjent med at store og fete torsk kan observeres ved noen oppdrettsrelaterte lokaliteter.

Tilbakemeldingene fra de ulike aktørene synes å samsvare godt med det bildet som er tegnet fra de ulike næringsaktørene. En finner villfisk i nærheten av oppdrettsanlegg som er påvirket i form av økt tilgang på mat. Det mest tydelige tegnet er at disse individene, i første rekke torsk og sei, har en økt kondisjonsfaktor, gjerne i form av større lever en normalt. Økt glykogenlagre omsettes til melkesyre ved fangst og kan resultere i at fiskekjøttet oppfattes som bløtt. Enkelte mener at påvirkningen er så stor at fisken oppfattes å være uspiselig. Observerte problemer synes i all hovedsak å være av lokalt omfang.

3.2 Registrert fiskeaktivitet rundt oppdrettsanlegg

Totalt er det rundt 45 lokaliteter for laks på Nordmøre. Av lokalitetene som var i drift under perioden registrerte 9 lokaliteter fiskeaktivitet i 1 eller flere av månedene i perioden fra februar 2011 til og med mars 2012 (Tabell 1).

Fiskeaktivitet ved lokaliteter ble registrert i til sammen 1265 døgn. I perioden ble 257 fartøy registrert som fisket tett opptil disse lokalitetene (Tabell 2, Tabell II). I hovedsak domineres disse av turister (ca 75% av båtene). Men det er også et innslag av yrkesfiskere (20 %), mens relativt få sportsfiskere ble observert (Tabell II, Tabell III).

Det var betydelig forskjell i fiskeaktivitet ved ulike lokaliteter, fra ingen registreringer over flere måneder til opp mot et titalls båter på en dag ved andre. De lokalitetene med flest registreringer ligger gjerne i nærheten av båtutleie fasiliteter, som ofte benyttes av utenlandske turister. Med tanke på sports og turistfiske kan en anta at det fiskes mer i sommermånedene, mens det for yrkesfiskere ble observert en noe jevnere fordeling utover året (Tabell II).

Tabell 1. Antall registrerte fartøy per måned for hver av lokalitetene som har rapportert fiskeaktivitet.

År Lokalitet \ mnd	<u>2011</u>												<u>2012</u>				
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3			
1		0	4	6	1		0										11
2				8	8	8	6										30
3							0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4				0													0
5	4	0						0	1								5
6		2	2														4
7				50	39	29	33	5									156
8		0	0	0	0	0	0										0
9								2	4	20	7	11	4	3			51
	4	2	6	64	48	37	39	7	5	20	7	11	4	3			257

Tabell 2. Antall observasjoner av fartøyer med henholdsvis turister, yrkesfiskere og sportsfiskere fordelt på måned og år.

År	Mnd	Antall fartøy		
		Turist	Yrkesfisker	Sportsfisker
2011	2	0	1	3
	3	0	0	2
	4	3	1	2
	5	64	0	0
	6	47	1	0
	7	34	2	1
	8	39	0	0
	9	5	2	0
	10	0	4	1
	11	0	20	0
	12	2	5	0
	2012	1	0	11
2		0	4	0
3		0	3	0
Totalsum		194	54	9

Tabell 3. Antall og andel fartøy innen hver kategori, samt en beregning av gjennomsnittlig andel døgn som ble besøkt av fartøy fra ulike grupper.

	Yrkesfisker	Sportsfisker	Turistfiskere	Samlet
Antall fartøy (% av antall)	54 (21%)	9 (4%)	194 (75%)	257
(Antall fartøy / 1265) %	4,3	0,7	15,3	20,3

4 DISKUSJON

4.1 Metode

Denne studien forsøker å belyse mulige utfordringer produksjonen av laks har på vill villfisk på Nordmøre, og i førsterekke sei og torsk. For å gjøre dette baserer arbeidet seg på ulike aktørers erfaring med denne problematikken. På den måten referer dette til de indirekte effektene en eventuell påvirkning på fisk rundt merdene har. Styrken ved en slik tilnærming er at effekten en eventuell påvirkning har på annen menneskelig aktivitet kommer til syne. Samtidig som en får dekket større geografisk- og tematisk-område og et bredere tidsmessig aspekt. På den måten er dette en kostnadseffektiv angrepsvinkling. Utfordringen er imidlertid at faktiske biologiske påvirkninger og eventuelle langtidseffekter her ikke beskrives i detalj. Dette er det viktig å ta hensyn til i den videre diskusjonen.

I en slik «setting» spiller yrkesfiskere en sentral rolle. De er på sjøen store deler av året og kjenner de lokale forholdene godt. Skulle det være betydelige påvirkninger av lokale villfisk bestander vil også yrkesfiskerne merke dette, da de har direkte økonomiske interesser av bestandene. Med tanke på dette hadde det vært ønskelig med en bredere tilbakemelding fra denne gruppen. Gjennom direkte intervju med noen fiskere og bred overenstemmelse i tilbakemeldingene fra andre aktører er resultatene i rapporten ventet å gi en dekkende beskrivelse av hvordan påvirkning av villfiskbestandene er på Nordmøre.

Fiskeaktivitet som skyldtes tilstedeværelse av oppdrettsanlegget, eller ble gjennomført på tross av anleggene, ble registrert på flere av oppdrettslokalitetene. Målsettingen med dette var både å få en indikasjon på hvem og hvor ofte det ble fisket i umiddelbar nærhet av oppdrettsanleggene. Slik informasjon kan gi et innblikk i omfanget av fisket, men også hvilke grupper som fisker eller unngår å fiske nært lokalitetene. Kunnskapen åpner for å indikere mulige tiltak som eventuelt kan iverksettes om det skulle være markerte utfordringer knyttet til for eksempel kvalitet på sei.

4.2 Resultater

I denne studien har vi ikke kunnet finne alvorlige indirekte følger på villfisk som sei og torsk som et resultat av oppdrettsaktivitet på Nordmøre. Det ser ut til å være en god overenstemmelse i signalene fra de ulike aktørene, om at det ikke synes å være betydelige problemer i denne retning. De som har opplevd mulig påvirkning sier at problemene er av lokal karakter, og at direkte relaterte utfordringer muligens har avtatt noe i senere tid (se også Fiskeridirektoratet (2011) og Sæther et al. (2012)). Det bør nevnes at tilbakemeldingene fra noen av de lokale fiskarlagene tegnet et noe mørkere bilde av situasjonen mens fraværet av respons både fra fiskere og flere naturvern-lag lett kan oppfattes som om problemet ikke står høyt oppe på

aktualitetslisten. Basert på et samlet inntrykk av tilbakemeldingene og andre studier ventes konklusjonene her å være godt forankret.

Generelt sett er det imidlertid en mangel på detaljerte studier som ser på mulige biologiske eller helsemessige langtidseffekter. Mange av studiene representerer lokale øyeblikks beskrivelser som vanskelig kan brukes til å trekke generelle slutninger. Når det er sagt er det ingen signaler som tyder på at slike utfordringer gjør seg gjeldende.

Det er lite som tyder på at tilstedeværelse av villfisk rundt oppdrettslokaliteter har betydelig miljømessige eller helsemessige utfordringer. Redusert kjøttkvalitet på sei er observert, men omfanget er generelt svært begrenset (Otterå et al. 2008; Sæther et al., 2012). Utover dette spekulerer noen studier om denne ekstra tilførte næringen og forekomster av fiskefrie soner i tilknytning til anleggsstrukturer kan ha en positiv effekt på kystbestandene av torsk og sei (Maurstad & Bjørn, 2007; Dempster et al., 2011; Sæther et al., 2012). Indikasjoner som er i tråd med signaler fra enkelte kystfiskere.

I forbindelse med at villfisk beiter på fôr og oppholder seg rundt merdene, er det også stilt spørsmål til hvorvidt det kan være helsemessige utfordringer knyttet til å spise fisk som kan være påvirket av ulike toksiner som benyttes i oppdrettsnæringen, for eksempel gjennom medikamenter, fôr, impregneringer og lignende. Her er kunnskapen begrenset, men det er lite som tyder på at toksiner som benyttes i oppdrettssammenheng resulterer i skadelige mengder av disse stoffene i villfisk (Bustnes, et al. 2010; 2011). I et arbeid fra Langford, et al. (2011) fant de imidlertid urovekkende høye konsentrasjoner av avlusningsmidler (diflubenzuron og teflubenzuron) blant annet i ulike krepsdyr inntil 1 km fra oppdrettsanlegg. Det er usikkert hvorvidt disse nivåene kan ha påvirket ulike lokale krepsdyrbestander. Funnene indikerer at en fremdeles ikke kjenner alle forhold knyttet til dagens driftsmønster og videre arbeid bør ta hensyn til dette. I den sammenheng skal det legges til at det i Norge ikke synes å være registrert noen helsemessige effekter på personer i den forbindelse.

4.3 Fiske i tilknytning til anlegg

Registreringen av fiskeaktivitet i nærheten av oppdrettslokalitetene viste at aktiviteten varierte betydelig mellom ulike lokaliteter. De fleste observasjonene ble gjort av turistfiskere. Spesielt ved noen av lokalitetene i nærheten av overnattingssteder med båtutleie, hadde hyppige registreringer av fiskeaktivitet i nærheten av lokalitetene. Det var også sporadiske registreringer av yrkesfiskere som satte garnlenker helt oppunder oppdrettsanleggene. Dette ble observert ved ca 4 % av alle registrerte døgn. Er tallene registrert her representative for lokalitetene på Nordmøre, leveres det i gjennomsnitt flere ganger i uken fisk til lokale mottak som er fisket nært opp til oppdrettslokaliteter. Hadde kvalitetsforringelse vært et betydelig problem ville det trolig vært færre fiskere som hadde satt garnlenkene nært oppdrettsanleggene.

Felles for aktørene som fisker ved anleggene er at de ikke anser kvaliteten på fisken som et problem. Noe som også er i tråd med andre studier som indikerer at det skal relativt store fôrmengder til før hvitfisk får en endret kvalitet eller smak på kjøttet

knyttet til dette (Otterå et al., 2008; Sæther et al., 2012). Ulike studer viser også at fisk som står nært anleggene også gjerne beiter andre byttedyr som tiltrekkes installasjonene (Sæther et al., 2012 og referanser i denne). Utgangspunktet for at en finner betydelige fiskeansamlinger rundt anlegg er sammensatt og skyldes en kombinasjon av at faste installasjoner gir skjul for småfisk og andre organismer, kombinert med tilstedeværelse av fisk og det som måtte være av laksefôr og økt forekomst av bunndyr tiltrekker seg andre fiskearter (se også Carroll et al. 2003; Kutti & Olsen 2007; Hansen et al., 2012).

4.4 Andre forhold:

Gytevandring hos torsk

Det er en generell bekymring blant fiskere knyttet hvorvidt tilstedeværelse av oppdrettsanlegg på noen måte påvirker gytevandring av torsk langs hele kysten. I den anledning er det spekulert i om hvorvidt for eksempel lukt kan påvirke vandringsmønstret uten at tydelige resultater er har framkommet. (Svåsand et al. 2004; Maurstad et al. 2007; Sæther et al. 2007, Bjørn et al., 2009). Vi vet at torsk ofte tiltrekkes anlegg, men betydelige negative konsekvenser er så langt ikke beskrevet.

Beslagleggelse av areal

Oppdrettsanlegg beslaglegger relativt små areal, men i noen tilfeller viktige lokale fiskeplasser. For ulike fiskeinteresser oppfattes dette som et problem.

Usikkerhet knyttet til mulige negative konsekvenser

Gjennom et vedvarende negativt fokus fra media er det dannet det en generell usikkerhet knyttet til mulige negative konsekvenser oppdrettsnæringen kan ha på ulike villfiskinteresser. Også blant legfolk kan en kanskje spore at dette ført til en generell negativ holdning til oppdrett. Mye tyder på at dette er en større utfordring både for ulike fiskeinteresser og oppdrettsnæringen selv, enn det redusert kvalitet på hvitfisk synes å være på Nordmøre.

Fangst og mellomlagring av villfisk ved oppdrettsanlegg

Et nylig avsluttet prosjekt vurderer muligheten for en vinn-vinn situasjon, hvor fiskere samarbeider med oppdretter for fangst av villfisk ved oppdrettsanlegg som interessante. I sammendraget skriver de følgende: «*Kostnadseffektiv fangst (med teiner) kan bare foregå innenfor fiskeforbudssonen (100 metersgrensen). Villfisken har generelt god kvalitet som følge av skånsom fangst, og den er i liten eller ingen grad påvirket av oppdrettsaktiviteten, slik at råstoffet ikke har noen begrensinger for bruk i markedet. Den kan omsettes levende eller inngå som råvare i enhver videreforedling.*», se Sæther et al. (2012) for utdypende kommentarer.

5 KONKLUSJON

Det rapporteres om utfordringer knyttet til kvalitet på hvitfisk, torsk og sei, på Nordmøre. Yrkesfiskerne har ulike oppfatninger om omfanget av dette, men de fleste indikerer at det kan dreie seg om at noen prosenter av fangsten i enkelte områder kan ha dårlig kvalitet. Signalene er imidlertid ikke entydige og flere hevder også at oppdrettsaktiviteten har resultert i mer fisk inne i fjordene hele året sammenlignet med tidligere.

Mønstret støttes av ulike aktører som kjenner kystfisket godt og det er en gjennomgående oppfatning av at lokale utfordringer knyttet til kvalitet er redusert i senere tid.

På Nordmøre foregår det et direkte fiske opp mot oppdrettslokaliteter. Turistfiskere dominerer i antall båter (75 %). Indikasjonene tyder på at det ukentlig leveres fisk fra yrkesfiskere som er fisket tett opp mot flere av oppdrettslokalitetene i regionen. Dette underbygger antagelsen om at kvalitetsreduksjonen i villfisk synes å være et begrenset problem på Nordmøre.

Arealbeslag og usikkerhet knyttet til mulige påvirkninger synes langt på vei å være en større utfordring for yrkesfiskerne i regionen, enn det kvalitetsforringelse synes å være. Et nylig avsluttet prosjekt åpner for at det kan eksistere direkte vinn-vinn forhold mellom oppdretter og kystfiskere gjennom samarbeid (Sæther et al., 2012).

6 REFERANSER

- Anon. 2009. Sluttrapport NFR Farmfishery (på engelsk). Short report on results to NRC "Matprogrammet" 2009: Capture based aquaculture around fish farms: developing a small scale fjord fishery (NRC contract 178306). 4s.
- Bjordal Å., Skar A.B. 1992. Tagging of saithe (*Pollachius virens* L.) at a Norwegian fish farm: preliminary results on migration. ICES Councl Meet Pap 1992/G:35
- Bjordal Å., Johnstone A.D.F. 1993. Local movements of saithe *Pollachius virens* L. in the vicinity of fish farm cages. ICES Marine Sci Symp., 196: 143–14
- Bjørn P. A., Uglem I., Kerwath S., Sæther B-S., Nilsen R. 2009. Spatiotemporal distribution of Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) with intact and blocked olfactory sense during the spawning season in a Norwegian fjord with intensive salmon farming. *Aquaculture* 286; 36–44
- Bustnes J.O., Lie E., Herzke D., Dempster T., Bjørn P.A., Nygård T., Uglem I. 2010. Salmon farms as a source of organohalogenated contaminants in wild fish. *Environmental Science and Technology*. 44: 8736-8743.
- Bustnes J.O., Nygård T., Dempster T., Ciesielski T., Munro Jenssen B., Bjørn P.A., Uglem I. 2011. Do salmon farms increase the concentrations of mercury and other elements in wild fish? *Journal of Environmental Monitoring*. 13: 1687-1694
- Carroll M. L., Cochrane, S., Fieler R., Velvin, R., and White P. 2003. Organic enrichments of sediments from salmon farming in Norway: environmental factors, managements practices, and monitoring techniques. *Aquaculture* 226: 165-180.
- Dempster T., Sanchez-Jerez P., Bayle-Sempere J.T., Kingsford M.J. 2004. Extensive aggregations of wild fish at coastal sea-cage fish farms. *Hydrobiologia* 525, 245–248.
- Dempster T., Sanchez-Jerez P., Fernandez-Jover D., Bayle-Sempere J., Nilsen R., Bjørn P. A., Uglem I. 2011. Proxy Measures of Fitness Suggest Coastal Fish Farms Can Act as Population Sources and Not Ecological Traps for Wild Gadoid Fish. *PLoS ONE* 6(1): e15646. doi:10.1371/journal.pone.0015646.
- Dempster T., Sanchez-Jerez P., Uglem I., Bjørn P. A. 2010. Species-specific patterns of aggregation of wild fish around fish farms. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 86: 271–275.
- Dempster T., Uglem I., Sanchez-Jerez P., Fernandez-Jover D., Bayle Sempere J., Nilsen R., Bjørn P.A. 2009. Coastal salmon farms attract large and persistent aggregations of wild fish: an ecosystem effect. *Marine Ecology Progress Series*. 385, 1–14.
- Fiskeridirektoratet. 2011. Sameksistens er mogleg. www.fiskeridir.no/fiske-og-fangst/aktuelt/2011/04112/sameksistens-er-mogleg
- Fernandez-Jover D., Martinez-Rubio L., Sanchez-Jerez P., Bayle-Sempere J. T., Lopez Jimenez J. A., Martínez Lopez F. J.; Bjørn P. A., Uglem I., Dempster T. 2011. Waste feed from coastal fish farms: A trophic subsidy with compositional side-effects for wild gadoids. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 91: 559-568.
- Hansen P. K., Husa V., Bannister R. (2012). Fiskeoppdrett påvirker hardbunnssamfunn. *Fisken og havet*, særnr. 1-2012, side 28-30.

- Kutti K., Olsen S. A. 2007. Oppdrett stimulerer dyreliv i havet. Kyst og havbruk 2007. Fisken og havet, særnr. 2-2007, kapittel 3.12.2, side 195-197.
- Langford K. H., Øxnevad S., Schøyen M., Thomas, K.V. 2011. Kartlegging av veterinærlegemidler brukt i akvakultur – diflubenzuron og teflubenzuron. Environmental screening of veterinary medicines used in aquaculture – diflubenzuron and teflubenzuron. NIVA-rapport 6133-2011. 51 s.
- Maurstad A., Dale T., Bjørn P. A. 2007. You wouldn't spawn in a septic tank, would you? Human Ecology. 35; 601-610.
- Otterå H., Karlsen Ø., Slinde E., Olsen R. E. 2008. Kvalitet på sei ved oppdrettsanlegg – ein eksperimentell studie. Fisken og havet. 2/2008. 24s.
- Svåsand T., Bjørn P. A., Dale T., Ervik A., Kupka Hansen P., Juell J-E., Karlsen Ø., Michalsen K., Skilbrei O., Sæther B-S., Taranger G. L. 2004. Effekter av lakseoppdrett på gyteadfærd til vill torsk 2002-2003. Vedlegg til sluttrapport NFR 151245/120 Effekter av lakseoppdrett på gyteadfærd til vill torsk 21s.
- Sæther B.S., Løkkeborg S., Humborstad O-B., Tobiassen T., Hermansen Ø., Midling, K. Ø. 2012. Fangst og mellomagring av villfisk ved oppdrettsanlegg. Nofima Rapport 8/2012. 36s.
- Uglem I., Dempster T., Bjørn P. A., Sanchez-Jerez P., Økland F. 2009. High connectivity of salmon farms revealed by aggregation, residence and repeated movements of wild fish among farms. Mar Ecol Prog Ser. 384: 251-260.

7 VEDLEGG

7.1 Spørreskjema for fiskere på Nordmøre

Gjelder bare fiskere som har drevet kystnært fiske utenfor Nordmøre.

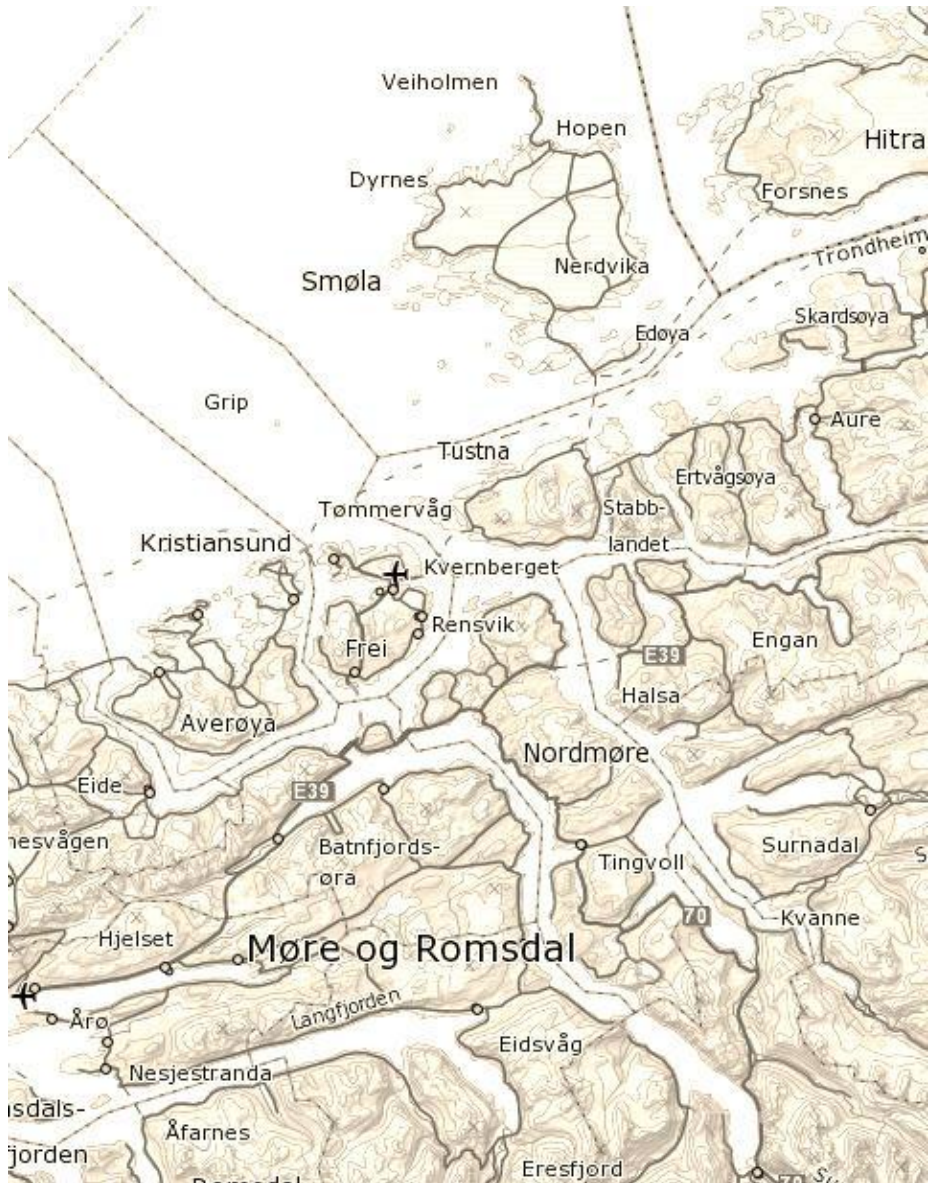
Undersøkelsen er del av prosjektet Miljødokumentasjon Nordmøre som søker å kartlegge miljøpåvirkningen fra havbruksnæringen på Nordmøre. Utfylt skjema returneres Møreforskning Marin, ved Inge Fossen, Industriveien 18, 6517 Kristiansund. Eller på e-post til inge@mfaa.no All informasjon vil bli behandlet konfidensielt.

Kryss av for det som passer

1. På hvilket blad er du registrert Blad A Blad B
2. Hvilke fiskeri har du drevet på Nordmøre de siste årene:
Garn Line Jukse Fiske etter leppefisk annet spesifiser: _____
3. Har du opplevd redusert kvalitet i fangstene av torsk eller sei som direkte følge av oppdrettsaktivitet?
Nei Bare ved få anledninger per år Sesongmessig Månedlig Oftere
4. Hva har du eventuelt opplevd?
Fisken har: mage full av pellets Stor lever Bløttkjøtt Endret lukt Smak Annet:
5. Hvordan har hyppigheten av denne typen påvirkning utviklet seg de siste 5-10 årene?
Markert avtagende Avtagende Uendret Økende Markert økende
6. Hva mener du om påstandene:
 - Jeg tror oppdrettsaktivitet har påvirket mengden fisk i fjordene Negativt Ingen påvirkning Positivt
 - Jeg har opplevd verdireduksjon på fangst på grunn av kvalitetsforringelse som en følge av oppdrettsaktivitet: Nei Inntil noen prosent av totalverdi per år mer enn 5% totalt
 - En viktig utfordring med tanke på oppdrettsaktivitet er arealet næringen beslaglegger: Enig Verken eller Uenig
 - Fangstratene i fisket jeg har bedrevet de siste 20 (eventuelt.....årene) har gjennomgående gått Ned vært uendret Opp
 - Er det riktig å si at usikkerheten knyttet til mulige påvirkninger er blant de største bekymringene for fiskeinteressene? Ja både og Nei
7. Samlet sett, hvordan har havbruksnæringen påvirket din hverdag som fisker Negativt ingen påvirkning Positivt
8. Hvordan stiller du deg til havbruksnæringen på generell basis.
Svært negativ Negativ Nøytral Positiv Svært positiv
Vend

9. Hva er etter din mening de mest sentrale forholdene det bør jobbes videre med å kartlegge i denne sammenheng?

10. Marker hvor du har bedrevet fiske, som ligger til grunn for de svarene du har gitt her, ved å ringe inn ett eller flere områder.



Legge gjerne ved ytterligere kommentarer/observasjoner:

Takk for hjelpen – både delrapporten fra arbeidet som fokuserer på villfisk og den endelige prosjektrapporten vil gjøres tilgjengelig på internett i løpet av vinteren 2011/2012.

7.2 Skjema for fiskeaktivitetsrapport

Miljødokumentasjon Nordmøre

Fiskeaktivitetsrapport

Lokalitet: _____

Måned/år: _____

Fiskeaktivitet registreres som antall båter som har fisket innenfor ca 60 m av lovlig distanse fra anlegget

En **yrkesfisker** er definert som en som leverer fangsten til et mottak

Dokumenter gjerne spesielle hendelser eller båter som opptrer hyppig, gjerne i form av bilder

Dato	Fiskeaktivitet (antall båter)	Turist, Sports eller Yrkesfisker	Kommentarer (redskap, eventuelle bilder som er tatt, varighet observasjoner evt fiske, osv)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			

Utfylte skjema returneres til inge@mfaa.no, eller per post til Møreforsking, Industriveien 18, 6517 Kristiansund N.
For eventuelle spørsmål kontakt Inge på 99639431 eller inge@mfaa.no

