

RAPPORT 21/2005 • Utgitt november 2005

Risiko, forvaltning og bekjempelse av lakselusmitte på vill og oppdretta laksefisk

Pål Arne Bjørn, Trine Dale, Christian Koren, Dag Slagstad og Bengt Finstad

RAPPORT

ISBN-13 978-82-7251-571-2
ISBN-10 82-7251—571-7Rapportnr:
21/2005Tilgjengelighet:
Åpen

Tittel:

Risiko, forvaltning og bekjempelse av lakselusmitte på vill og oppdretta laksefisk

Dato:

29.11.2005

Antall sider og bilag:

25

Forskningssjef:

Arne Mikal Arnesen

Forfatter(e): Pål Arne Bjørn, Trine Dale, Christian Koren,
Dag Slagstad og Bengt Finstad

Prosjektnr.:

6342

Oppdragsgiver:

Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond

Oppdragsgivers ref.:

2002/006958/shs

3 stikkord:

Lakselus, smittespredning, bekjempelse

Sammendrag: (maks 200 ord)

Denne studien viser at oppdrettslokaliteter nær hverandre kan smitte hverandre med lakselus i liten grad, mens andre kan føre lakselusmitte over store avstander. Dette gjør det lettere å identifisere "hvem som smitter hvem". Man har dermed bedre mulighet til å identifisere områder som bør koordinere sin lusebekjempelse. Studien viser også at noen lokaliteter har et svært stort spredningspotensial. I vårt område er dette eksempelvis lokaliteter i nær kontakt med kyststrømmen. Disse bør underlegges et koordinert avlusningsregime. Denne studien viser også at noen lokaliteter hovedsakelig er utsatt for "egensmitte". I vårt område er dette eksempelvis lokaliteter i avgrensa sund eller fjorder. Slike lokaliteter bør ha spesiell fokus på lusedynamikk og struktur i eget anlegg og tilpasse behandlingsregimet i henhold til dette. Andre lokaliteter utsettes for et stort og kontinuerlig smittepress både gjennom egensmitte og fjernsmitte. Dette bør tas i betraktning når man vurderer ny oppdrettsvirksomhet, økning av eksisterende virksomhet og verneområder for villfisk. Denne studien viser at lusemengden på oppdrettsfisk er klart redusert fra 1997 og til 2000. Det samme er lusemengden på vill sjøørret, men infeksjonsnivået er fortsatt for høyt. Behandlingsregimet må derfor samordnes bedre slik at bekjempelsesmidlene i oppdrettsnæringa blir benyttet på en mer optimal måte enn i dag.

English summary: (maks 100 ord)

The method used in this study, makes it easier to identify "who's infecting who". This makes it easier to identify areas which should co-ordinate their measures against salmon lice. Results shows that some localities, often located close to the coastal current, can disperse lice over large areas. Others are mostly susceptible for "self-infection", while some are both susceptible for "long-distance" and "self-infection". This should be taken into consideration when deciding new farming sites, increase of existing production as well as protection areas for wild salmonids. Most important is, however, that measures in farms are co-ordinated and optimised.

INNHold

1	INNLEDNING.....	1
1.1	Bakgrunn	1
1.2	Presentasjon av resultater	2
2	RESULTATER.....	3
2.1	Modell for kyststrøm, fjordhydrografi og lakselusspredning.....	3
2.1.1	Kort beskrivelse av modellen.....	3
2.1.2	Simulert spredning av lakselus fra lokaliteter i Lofoten og Vesterålen 1999 og 2000; det grove bildet	5
2.2	Smittespredning mellom oppdrettslokaliteter; sammenstilling av simulerte og empiriske data.....	9
2.2.1	Eksempler fra området dekket av 160 m modell.	9
2.2.2	Eksempler fra området dekket av 800 m modell	13
2.2.3	Nærsmitte versus langstransportert smitte	16
2.3	Smittespredning fra oppdrett til vill sjørret og sjørøye; sammenstilling av simulerte og empiriske data.....	18
3	TILTAK MOT LUS; EVALUERING AV EKSISTERENDE TILTAK OG VEIEN VIDERE.....	24
3.1	Effekter av tiltak mot lakselus i perioden fra 1997 og frem til i dag	24
3.2	Veien videre; optimalisering av fremtidige tiltak.....	26
4	REFERANSER	27

1 INNLEDNING

1.1 Bakgrunn

Lakselus representerer i dag en viktig tapsfaktor i oppdrett av laksefisk, både nasjonalt og internasjonalt. Her i landet er de årlige tapene forårsaket av lakselus anslått til et sted mellom 300 og 500 millioner NOK. Problemet har vært økende de siste 10 år og synes å ha en klar sammenheng med veksten i oppdrettsnæringen (Heuch m. fl., 2005). I takt med denne utviklingen er det i økende grad også påvist lakselusepidemier i ville bestander av anadrom laksefisk (Tully m. fl., 1993, Birkeland og Jakobsen, 1994, Birkeland, 1996, Johnson m. fl., 1996, Grimnes m. fl., 1998, Bjørn m. fl., 2001ab, Tully og Nolan, 2002, Heuch m. fl., 2005). På nasjonalt plan er dette blitt et alvorlig problem for en rekke bestander av spesielt sjørøye og sjørøret, men også laksesmolt på utvandring og voksen laks på tilbakevandring er rapportert å være infisert i betydelig grad (Finstad m. fl., 1994, Finstad, 1995, 1996, Finstad og Grimnes, 1997, Grimnes m. fl., 1998, Holst & Jakobsen, 1998, Grimnes m. fl., 1999, Bjørn m. fl., 2001ab, Heuch m. fl., 2005).

Undersøkelser som er gjort under kontrollerte betingelser med post-smolt av både sjørøret, sjørøye og laks viser at lakselus kan påføre laksefisk alvorlige fysiologiske belastninger (Grimnes og Jakobsen, 1996, Grimnes m. fl., 1996, Bjørn og Finstad, 1997). Høye infeksjoner med lakseluslarver er vist å føre til kronisk forhøyede nivå av kortisol (Grimnes m. fl., 1996, Bjørn og Finstad, 1997, Finstad m. fl., 2000) og redusert immunokompetanse (Bjørn og Finstad, 1997). Etter hvert som larvene utvikler seg til mer patogene stadier inntreer det også osmoregulatoriske problemer, anemi og redusert vekst (Grimnes og Jakobsen, 1996, Grimnes m. fl., 1996, Bjørn og Finstad, 1997, Bjørn m. fl., 2001ab, Tully og Nolan, 2002, Heuch m. fl., 2005).

Tilsvarende forandringer er også dokumentert for vill sjørøret i ett oppdrettseksponert område i nordre Nordland (Vikbotten), og i enkelte tilfeller er 30-50 % dødelighet hos post-smolt (<150 gram) antatt som en direkte følge av infeksjonen (Bjørn m. fl., 2001b). I tillegg er det vist at høy infeksjon fører til kortere oppholdstid i sjøen, og dermed redusert vekst og kondisjon (Finstad & Grimnes, 1997; Birkeland og Jakobsen, 1997, Grimnes m. fl., 1998). Sjørøretens bruk av sjøen som beiteområde kan i verste fall miste sin betydning, og vi har indikasjoner på at bestander kan kollapse etter gjentatte år med høye lakselusinfeksjoner (Grimnes m. fl., 2000, Bjørn m. fl., 2001ab, Tully og Nolan, 2002, Heuch m. fl., 2005).

Kunnskap om lakselus på oppdrettslaks og villfisk, og smittesammenhengen mellom oppdretta- og mellom oppdretta- og vill laksefisk, er imidlertid fortsatt mangelfull (Anon, 1999, Heuch m. fl., 2005). Vi har i samarbeid med Norsk Veterinærinstitutt og Norsk Institutt for Naturforskning, arbeidet med å dokumentere infeksjonsintensitet og populasjonsdynamikk til lakselus ved 10 oppdrettsanlegg i Lofoten og Vesterålen (Johnsen, 2001). Vi har i tillegg registrert lakselusinfeksjonen hos vill sjørøret (15 vassdrag) i nordre Nordland og Troms (Heuch m. fl., 2001; Bjørn m. fl., 2000, 2001ab). De foreløpige resultatene indikerer at smittepresset både varierer mellom år (Heuch m. fl., 2001) og mellom anlegg (Johnsen, 2001). Resultatene tyder også på at det er en generell overensstemmelse i smittepress over tid på vill og oppdretta laksefisk, men at vill sjørøret utsettes for et betydelig høyere infeksjonspress enn oppdrettslaks, selv innenfor samme fjordsystem (Bjørn m. fl., 2000, Heuch m. fl., 2001). Sammenhengen mellom en *indeks for oppdrettseksponering*, og antatt

hovedstrømsretning antyder i tillegg at villfiskbestander nord av intensiv oppdrettsaktivitet befinner seg i særlig risiko for lakselusmitte (Bjørn m. fl., 2000, 2001a). Det er derfor mye som tyder på at i) infeksjonspresset varierer mellom år; ii) vill sjørret har en betydelig høyere risiko for infeksjon enn oppdrettslaks; iii) enkelte oppdrettslokaliteter har en betydelig høyere risiko for infeksjon enn andre og at iv) anlegg og regioner står i fare for å smitte hverandre.

Vår hypotese er at enkelte oppdrettslokaliteter og villfiskbestander løper spesielt høy risiko for lakselusmitte. Modellering av kyststrøm og fjordhydrografi sammen med detaljerte kunnskaper om lakselusinfeksjon på oppdretta og vill laksefisk over flere år, kan danne grunnlag for å modellere spredning av lus med vannstrøm og samt vurdere effektene av tiltak mot lakselus som næringen har iverksatt. Modell av kyststrøm, smittespredning og lokalisering av oppdrettsanlegg vil i tillegg danne grunnlag for ytterligere forskning på andre typer smitteagens; hvordan sprer de seg, hvor langt og hvor lenge. Denne typen kunnskap vil være svært viktig og helt grunnleggende for framtidig arealbruk (avstand mellom oppdrettslokaliteter m.m.) i oppdrettsnæringen.

1.2 Presentasjon av resultater

Arbeidet med dette prosjektet har bestått av flere mindre deler og har involvert mange personer/institusjoner. Mye av det empiriske datagrunnlaget er allerede offentliggjort i form av rapporter og delrapporter (Bjørn et al., 1999, 2000, 2001a, Koren 2002). Arbeidet i dette prosjektet med modellering av kyststrøm, fjordhydrografi og lakselusspredning i Lofoten og Vesterålen er i tillegg presentert som egne delrapport (Brørs og Slagstad 2004, Koren 2005).

I denne sluttrapporten vil vi koble data fra simuleringsmodellen med empiriske data fra rekken av undersøkelser på lakselusforekomst hos oppdrettsfisk og villfisk gjort i perioden 1998-2004 (se referanser ovenfor). Sluttrapporten blir dermed en oppsummering hvor hovedpunkter og konklusjoner presenteres og illustreres med figurer og tabeller fra tidligere rapporter og delrapporter. Avslutningsvis vil vi, basert på en samlet vurdering av det totale materialet, komme med noen konkrete råd om fremtidig bekjempelses- og lokaliseringstiltak både med hensyn på oppdretta og vill laksefisk. Hele sluttrapporten samt eksempler på animasjoner av lakselusspredning finnes på Fiskeriforsknings hjemmesider (<http://www.fiskeriforskning.no>).

2 RESULTATER

2.1 Modell for kyststrøm, fjordhydrografi og lakselusspredning.

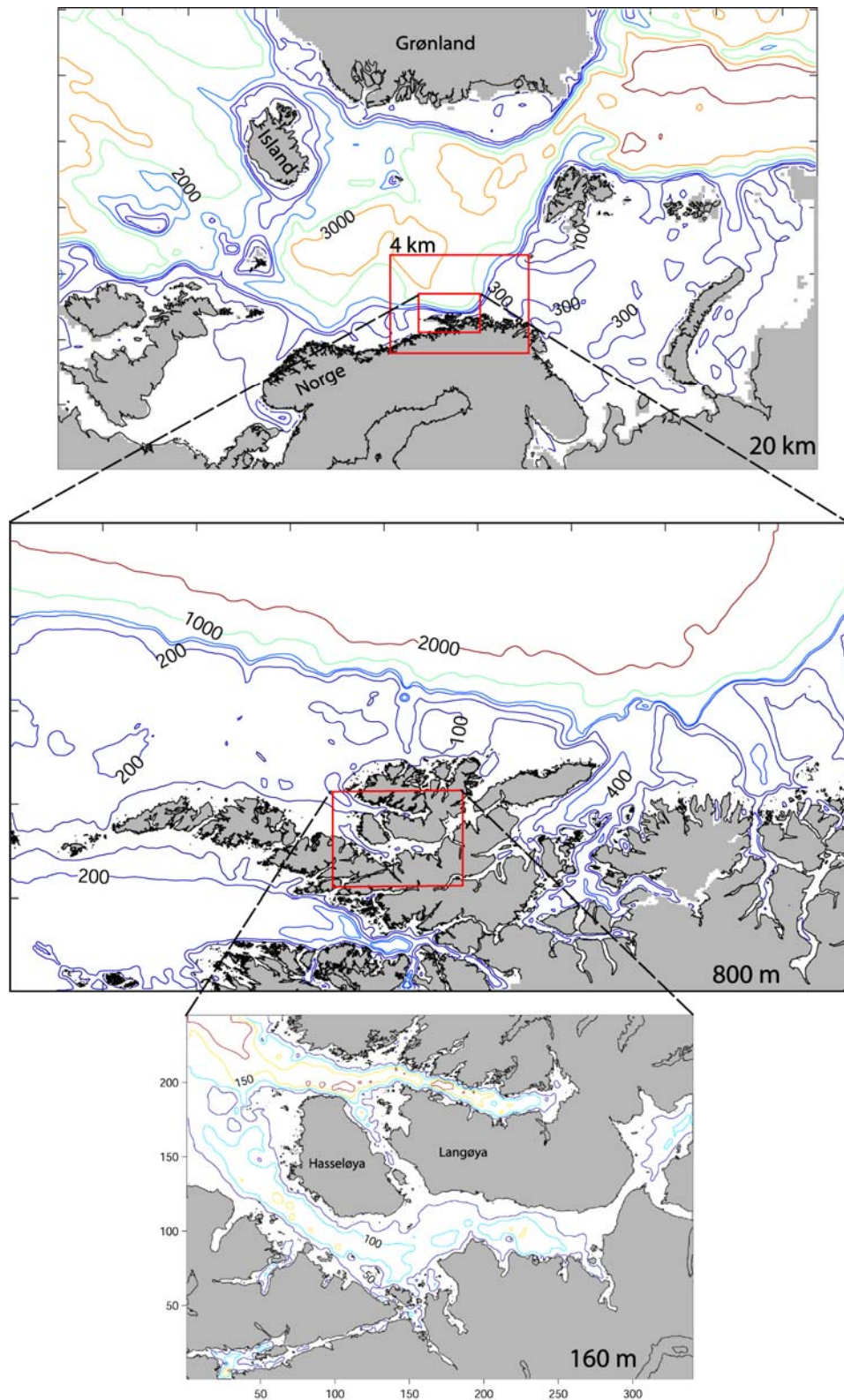
2.1.1 Kort beskrivelse av modellen

Beregningene er gjennomført med den tredimensjonale strømningsmodellen SINMOD. Utgangspunktet er en storskala modell (20 km rutestørrelse) som omfatter Norskehavet og Barentshavet (Fig 1). Denne modellen kjøres først og det lagres grensebetingelser for en nøstet modell med 4 km oppløsning som dekker en mindre del av Norskehavet fra og med Nordland til Nordkapp. Nøstet i 4 km modellen ligger vårt fokusområde, hvor strømnings og spredningsberegninger er gjennomført både i en regional modell med rutestørrelse 800 m, og en finmasket modell med rutestørrelse på 160 m. Den regionale modellen dekker Lofoten, Vesterålen og Senja og rekker et stykke utenfor kontinentalsokkelen. Den inkluderer også kyststrømmen. Den finmaskede modellen dekker fjordene rundt Hadseløya med indre del av Vesterålsfjorden, Eidsfjorden, Hadsselfjorden, nordre Raftsundet og Sortlandsundet (Fig 1).

Drivkreftene i modellen er vind og lufttrykk, varmekraft, luftfuktighet og ferskvannsavrenning. For drivkreftene brukes reelle data for tidsperiodene som er simulert, altså perioden april til august 1999 og 2000. Vind- og lufttrykksdata er hentet fra Meteorologisk Institutt sin hind-cast database. Varmekraft og luftfuktighet er beregnet fra data fra ulike værstasjoner i modellområdet. Initialverdier av salt og temperatur er hentet fra NODC World Ocean Atlas 1998 data (data stilt til rådighet på internett). Ferskvannstilførselen fra land er beregnet på grunnlag av midlere sesongvis avrenning.

Lakselus er modellert som partikler som beveger seg passivt i vannet. Partiklene settes ut på et gitt antall lokaliteter med et bestemt og fast tidsintervall. Lokalitetene hvor partiklene slippes ut i modellen ligger i områder med reelle oppdrettslokaliteter hvor vi også har empiriske data på luseforekomster. Posisjonen til alle partikler i systemet oppdateres for hvert tidsskritt i strømningsberegningen. Dette gjøres ved at partiklene forflyttes i henhold til den aktuelle strømhastigheten på stedet.

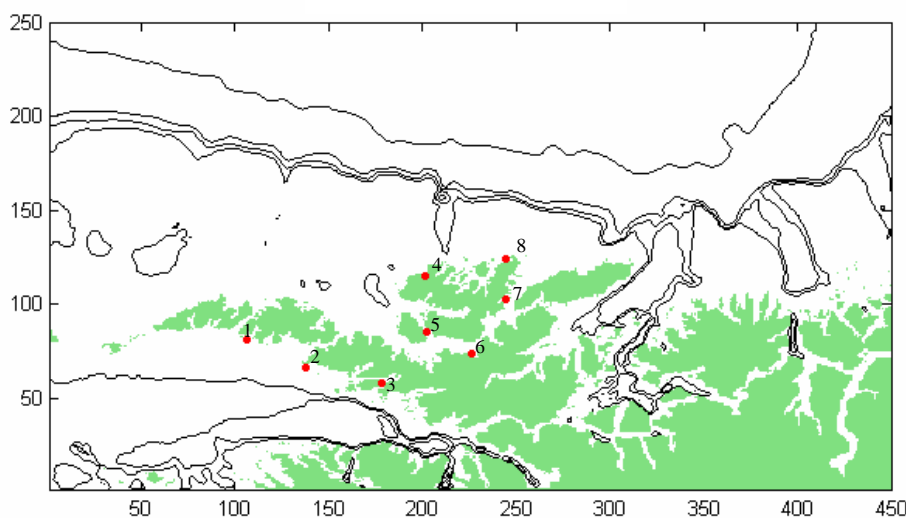
Når en partikkel har vært i systemet i én måned tas den ut. Dette er det grovt sett det tidsvinduet en antar at en lakselus har for å finne seg en vert. Utviklingen til lakselusa er imidlertid temperaturavhengig, noe som betyr at en måneds "infeksjonstid" kan ha vært noe for kort helt i starten av simuleringene, og motsatt noe for lang helt mot slutten av den simulerte perioden. Partiklene settes ut- og beveger seg hele tiden i en dybde på 4 m. I prinsippet kunne partiklene fulgt vertikalbevegelsen i vannet, men vi vet at lakselus posisjonerer seg aktivt i vertikalretningen (Heuch, 1995), og å anta passiv transport vertikalt ville trolig ikke vært riktig. Modellen er utførlig beskrevet i Brørs og Slagstad (2004).



Figur 1. Modellområde for storskala (regional) modell og næstede modeller. (Figuren hentet fra Brørs og Slagstad 2004).

2.1.2 Simulert spredning av lakselus fra lokaliteter i Lofoten og Vesterålen 1999 og 2000; det grove bildet

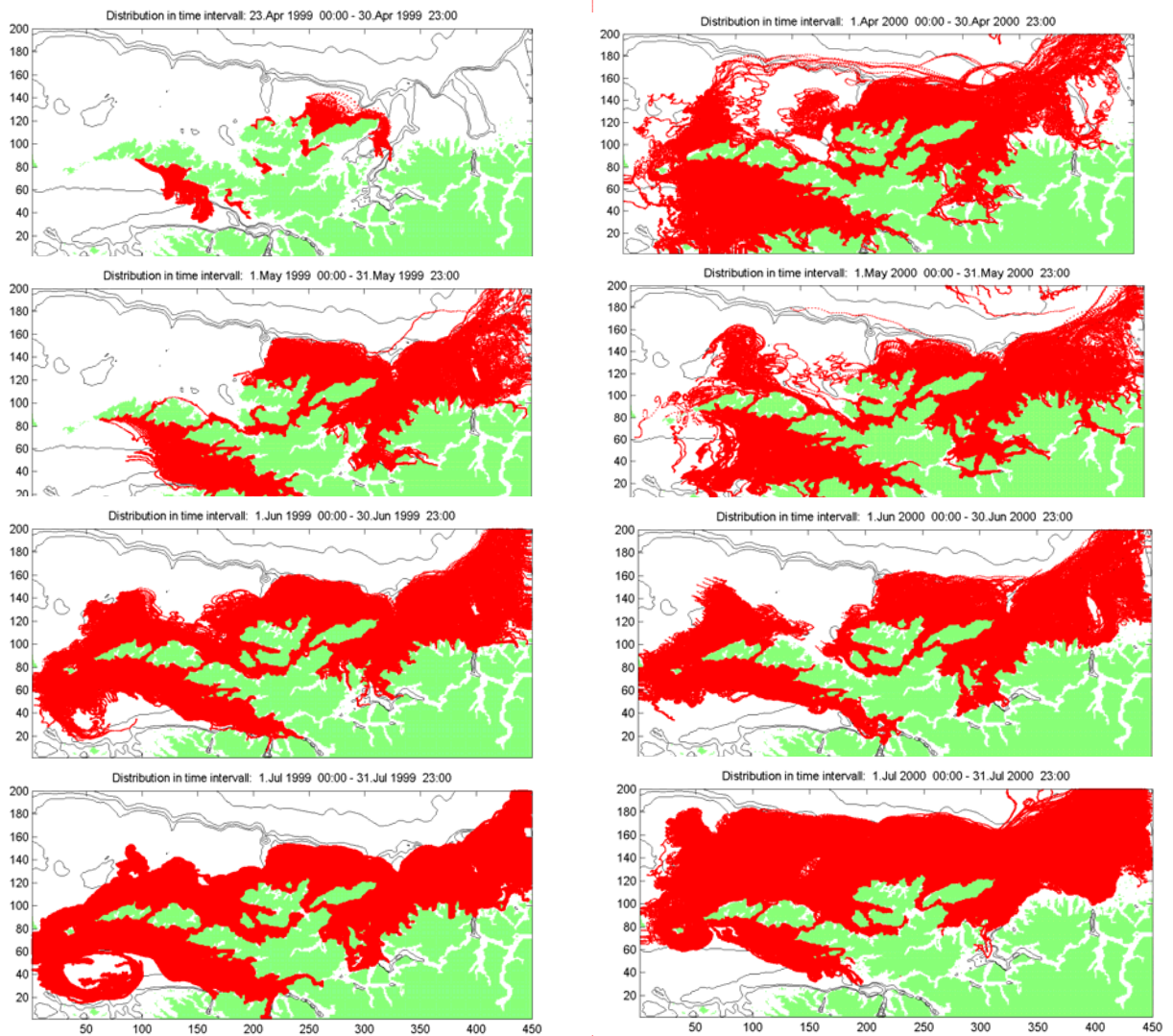
Inputdata i modellen er en kombinasjon av ”reelle” data (f.eks. vind og lufttemperatur) og ”tenkte” data (f.eks utslippsrate for lus). Resultatet fra simuleringene kan derfor ikke betraktes som en eksakt gjengivelse av virkeligheten i 1999 og 2000 men snarere som et eksempel på et av flere mulige scenarier som kunne ha oppstått under de forhold som rådet i 1999 og 2000. Modellsimuleringene gir imidlertid en mulighet til å avdekke storskala mønster, mønster det ofte er vanskelig å se ut fra punktmålinger. Simuleringene gir videre mulighet til å evaluere den relative betydningen av faktorer som virker på ulik skala.



Figur 2. Kart over området dekket av 800m modell. Røde prikker indikerer utslippslokalitetene brukt i simuleringene (Brørs og Slagstad 2004). I nærheten av utslippslokalitetene finnes reelle oppdrettslokaliteter, men deres eksakte posisjon er ikke markert.

Lakseluspartikler som slippes fra lokalitetene 1-8 (Fig 2) spres over svært store områder i perioden april-juli (Fig 3). Spredningen er lavest om våren og tiltar utover sommeren. Mønsteret er i store trekk det samme både i 1999 og 2000. Lus fra lokaliteter i ytre deler av Lofoten (1-2) spres til nordsiden av Lofotøyene samt innover i Vestfjorden. Lokaliteter lenger inne i Lofoten (lok 3) sprer primært lus innover i Vestfjorden. Ingen av lokalitetene i Lofoten ser ut til å i særlig grad spre lus inn i Ofotfjorden. Lus fra lokaliteter på yttersiden av Vesterålen (4, 7 og 8) sprer seg hurtig nordover med kystrømmen, og vi ser at lus fra disse lokaliteter har potensiale til å spre seg til Senja og tilhørende fjordstrøk i løpet av sin infektive periode. Lokalitetene 5 og 6 sprer hovedsakelig lus i tilstøtende fjordområder (Brørs og Slagstad, 2004).

Det er vanskelig å si hvor stabilt dette mønsteret er for en gitt lokalitet. Simuleringen av overflatstrømmene er sammenfallende med det generelle bildet av sirkulasjonen i området beskrevet tidligere (Brørs og Slagstad, 2004). Det er derfor grunn til å tro at det storskala bildet som modellen tegner av spredningsveiene, vil variere lite.



Figur 3. Røde felt viser områder som har hatt besøk av en partikkel sluppet fra en av lokalitetene 1-8. Venstre panel viser partikkelbesøk i månedene april – juli 1999, og høyre panel viser partikkelbesøk i samme periode i 2000 (Brørs og Slagstad 2004).

Simuleringene viser samtidig hvordan varierende vindforhold påvirker retning på overflatstrømmen. Et eksempel på dette kan sees ved å sammenlikne juni simuleringene de to årene (se figur 3). I juni 2000 ser man tydelig et område med lite lus nord for Vestvågøy, noe som trolig kan settes i sammenheng med innstrømming av overflatevann mot land. Dette innebærer at man lokalt må forvente noe år til år variasjon.

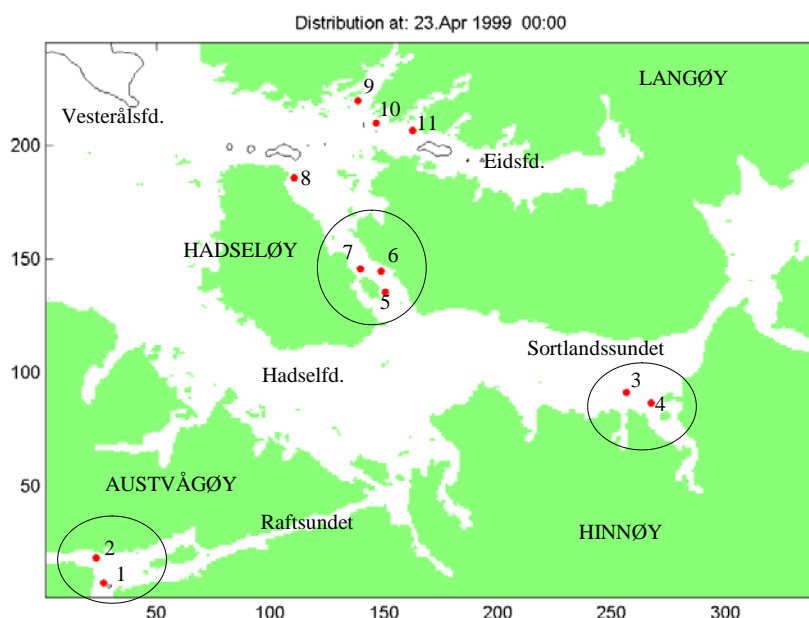
OPPSUMMERING

- Simuleringsmodellen viser at lakselus har et stort spredningspotensial under gitte forhold. Spesielt lokaliteter på yttersiden av Vesterålen sprer partikler ut i kyststrømmen med mulighet for transport inn i fjordsystemene lenger nord.

2.2 Smittespredning mellom oppdrettslokalteter; sammenstilling av simulerte og empiriske data

Spredningsdata fra modellen kombinert med empiriske data indikerer at "smitemønsteret" på en lokalitet ikke alene er en enkel funksjon av avstand til nærmeste lokalitet, men i betydelig grad også styres av topografi (indre fjordstrøk versus ytre fjordstrøk) og av vind og strømforhold. Detaljerte studier av prevalens, mengde og stadiefordeling av lakselus på utvalgte oppdrettslokalteter indikerer at noen lokaliteter smittes pulsvis, mens andre opplever en jevn tilgang på infektive stadier av lus og et gjennomgående høyt smittepress (Johnsen 2001).

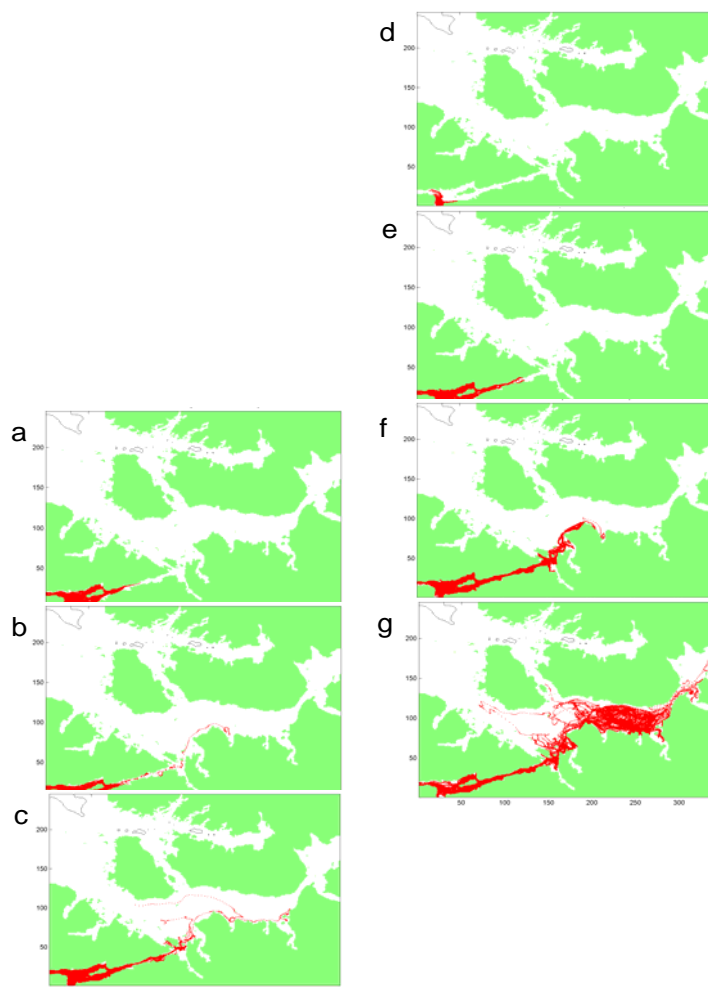
Simuleringene viser videre at noen lokaliteter kan spre lus over store områder og/eller mottar smitte fra store områder, mens andre i stor grad infiserer seg selv og påvirker/påvirkes lite av andre lokaliteter. Dette kan illustreres med eksempler både fra området dekket av 160m modellen (Fig 5), og fra området dekket av 800m modellen (Fig 2).



Figur 5. Kart over området dekket av 160 m modell. Røde prikker med tilhørende nummer viser beliggenhet for utslippslokalteter i simuleringene. Sorte sirkler indikerer områder hvor empiriske data er samlet inn. (Figur modifisert fra Brørs og Slagstad 2004).

2.2.1 Eksempler fra området dekket av 160 m modell.

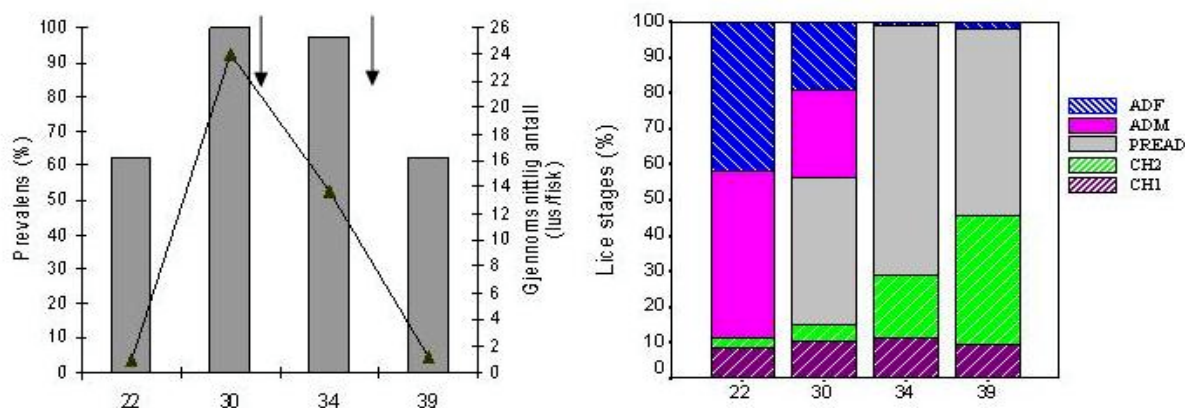
Lusepartikler fra Raftsundet (lokalitet 1)(Fig 5) spres i liten grad ut til Hadsselfjorden og Sortlandsundet i mars, april og mai (Fig 6). I denne perioden er spredningen begrenset til områder relativt nær utslippstedet. Animasjonen av modellsimuleringene i 160m modellen viser at partiklene som slippes fra lokalitetene i Raftsundet "flusher" frem og tilbake i sundet og ser ut til å ha relativt lang oppholdstid i sundet (Brørs og Slagstad, 2004).



Figur 6. Partikkelbesøk fra partikler sluppet fra lokalitet 1 i Raftsundet, i a) mai 1999, b) juni 1999, c) juli 1999, d) mars 2000, e) april 2000, f) mai 2000 og g) juni 2000 (Brørs og Slagstad 2004).

I juni og juli er det noe spredning av lusepartikler fra Raftsundet og ut i Hadsselfjorden og Sortlandsundet, graden av spredning til disse områdene varierer imidlertid mellom de to årene hvor den kraftigste spredningen ble beregnet i 2000. Lokaliteten i Raftsundet ser også ut til å motta relativt få partikler fra de andre lokalitetene, et mønster som fremkom i simuleringene både i 1999 og 2000 (Se figurer 4.20-4.26 i Brørs og Slagstad 2004). Lokaliteten i Raftsundet ser dermed ut til å i liten grad påvirke eller påvirkes av andre lokaliteter i perioden 1999-2000.

Data på forekomst og stadiefordeling av lus på oppdrettslokaliteten i Raftsundet (lokalisert innefor sirkelen markert i Fig 5) gir et bilde som stemmer godt med det man skulle forvente ut fra modell simuleringene. Bevegelige stadier av lus dominerte i perioden fra slutten av mai til slutten av september (Fig 7). Voksne lus dominerte de første ukene men ble knapt observert mot slutten av undersøkelsen. Fastsittende stadier ble imidlertid også observert gjennom hele perioden. Det er langt mellom samplingstidspunktene på denne lokaliteten og dermed noe usikkerhet knyttet til utviklingen. Det er imidlertid ingen ting som tyder at anlegget infiseres av noen store pulser av lus fra andre kilder, men at det snarere foregår en akkumulering av lus i anlegget med en jevn selv-infeksjon.

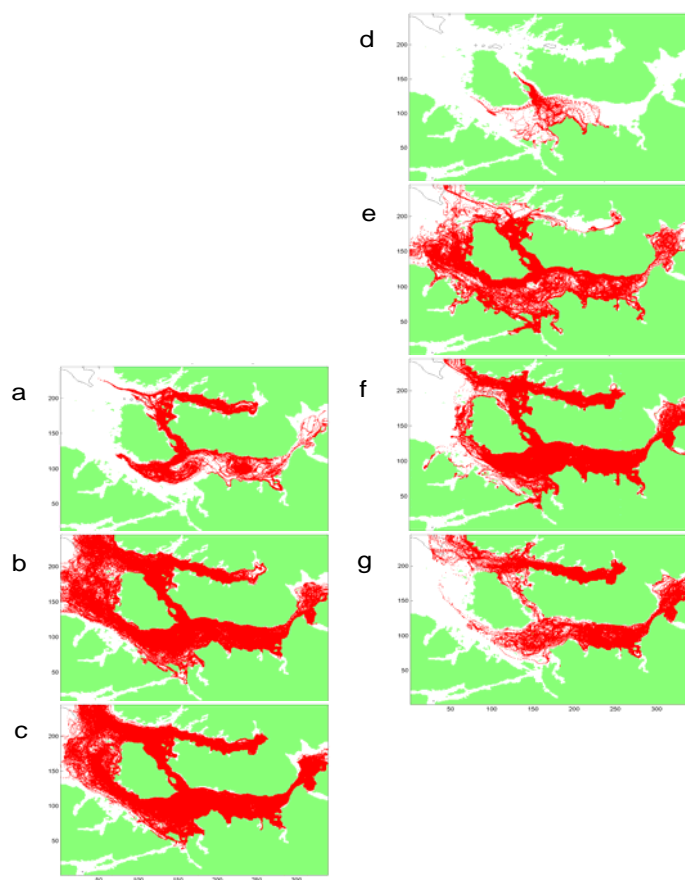


Figur 7. Prevalens (% , søyler), gjennomsnittlig (linje) forekomst av lakselus (lus/fisk)(*Lepeophtherius salmonis*)(venstre figur) og frekvens fordeling (%) av ulike utviklingsstadier (høyre figur) på oppdrettslokalitet i Raftsundet. Vertikale piler indikerer tidspunkt for avlusning. CH1 er yngre og CH 2 er eldre larver av lakselus, preadult er nesten voksne hunner og hanner, mens ADM og ADF er henholdsvis voksne hanner og hunner. X-aksene viser ukenummer (Figur modifisert fra Johnsen 2001).

Utslippslokalitet 5 (Fig 5) ligger mellom Hadseløya og Langøya i Hadselsundet. Lus fra denne lokaliteten sprer seg både inn Eidsfjorden og ut i Hadsselfjorden og Sortlandsundet. Dette mønsteret var tydelig både i 1999 og 2000 (Fig 8). Det samme mønsteret viste seg også for de andre lokalitetene i Hadselsundet (Fig 4.20-4.25 i Brørs og Slagstad 2004). Ved nordlig og nordøstlig vind kan det også spres partikler fra Hadselsundet ut på yttersiden av Vesterålen og ut i kyststrømmen (Fig 4.10 Brørs og Slagstad 2004).

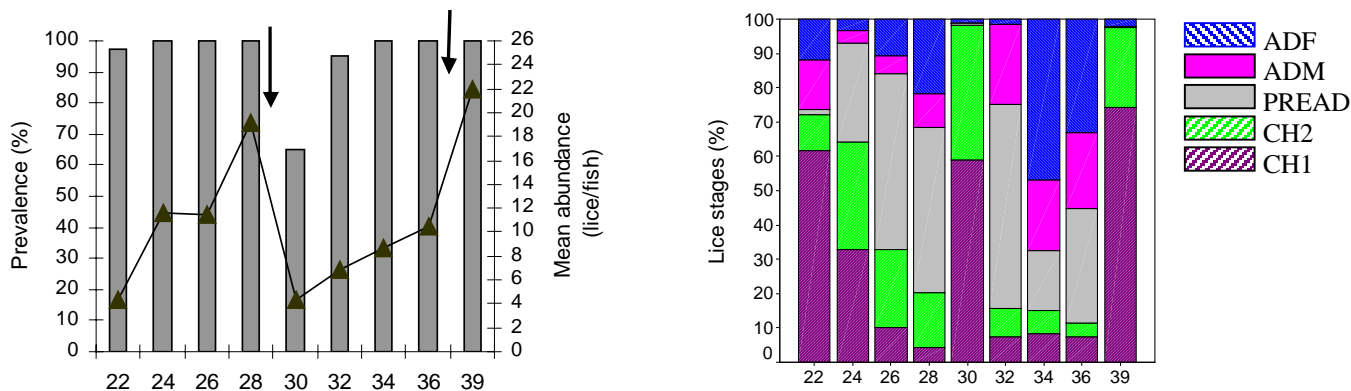
Lokaliteter i Hadselsundet ser ut til motta partikler både fra lokaliteter i Eidsfjorden (f.eks lok 10) og lokaliteter i Sortlandsundet (f.eks lok 3)(Fig 4.20-4.25 i Brørs og Slagstad 2004). Lokaliteten ser i mindre grad ut til å motta partikler fra Lofoten og utsiden av Vesterålen (Fig 4.10 i Brørs og Slagstad 2004). Sommert opp ser det ut til at lokaliteter i Hadselsundet har stort potensial for å spre lus til relativt store områder, og lokalitetene er selv utsatt for smittepress fra omliggende lokaliteter. Ser vi på animasjonen av modellsimuleringene i 160m modellen (Brørs og Slagstad, 2004) ser vi at partiklene har en lang oppholdstid i Hadselsundet, og at vannbevegelsene "flusher" partikler frem og tilbake i sundet. Dette gjør at lokaliteter i Hadselsundet, i tillegg til stort smittepress fra nærliggende lokaliteter i Eidsfjorden og Sortlandsundet, også i stor grad ser ut til å være utsatt for selv infeksjon. Data på forekomst og stadiefordeling av lus på den undersøkte oppdrettslokaliteten i Hadselsundet

(lokalisert innefor sirkelen markert i Fig 5) gir et bilde som stemmer godt med det man skulle forvente ut fra modell simuleringene.



Figur 8. Partikkelbesøk fra partikler sluppet fra lokalitet 5 i Hadselsundet, i **a**) mai 1999, **b**) juni 1999, **c**) juli 1999, **d**) mars 2000, **e**) april 2000, **f**) mai 2000 og **g**) juni 2000 (Brørs og Slagstad 2004).

Lokaliteten har høy prevalens og høy mengde lus per fisk, et mønster som er typisk for lokaliteter med høyt smittepress (Heuch m.fl., 2005). Vi ser også at økningen i mengden lus per fisk er hurtig i perioden mellom avlusningene (Fig 9). Selv om bevegelige stadier dominerer stadiesammensetningen hele perioden sett under ett, er det også en relativ jevn andel fastsittende stadier gjennom perioden. Dette tyder på at det er en jevnt høy tilgang på infektive stadier av lus på lokaliteten.

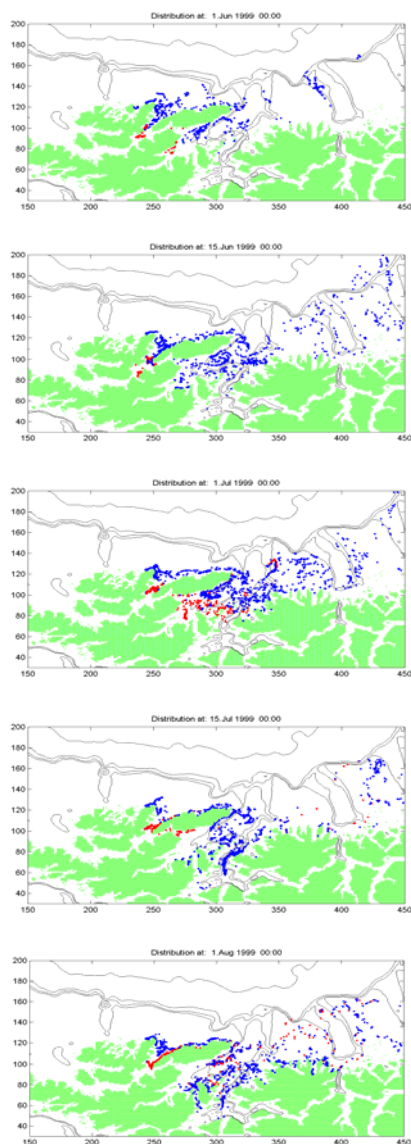


Figur 9. Prevalens (% , søyler), gjennomsnittlig forekomst (linje) av lakselus (lus/fisk)(*Lepeophtherius salmonis*)(venstre figur) og frekvens fordeling (%) av ulike utviklingsstadier (høyre figur) på oppdrettslokalitet i Hadselsundet. Vertikale piler indikerer tidspunkt for avlusing. (Figurer modifisert fra Johnsen 2001. Se Fig. 7 for detaljer.

2.2.2 Eksempler fra området dekket av 800 m modell

Lokaliteter i utslippsområdet (Lofoten og Vesterålen)

Utslippslokalitet 8 ligger eksponert til på utsiden av Langøya i Vesterålen (se Fig 2). Partikler fra denne lokaliteten spres seg hurtig nordover med kystrømmen. Fra kyststrømmen spres partiklene også innover fjordområdene lenger nord, eksempelvis innover Andfjord systemet og fjordene på yttersida av Senja (Fig 10). Animasjonen av modellsimuleringen viser at lokalitet 8 jevnlig mottar lave mengder partikler fra andre lokaliteter på yttersiden av Vesterålen, og utover i sesongen også partikler fra lokaliteter ytterst i Lofoten (lok 1 og 2). I lange perioder er imidlertid tettheten av partikler som transporteres sørfra lav (Brørs og Slagstad, 2004).

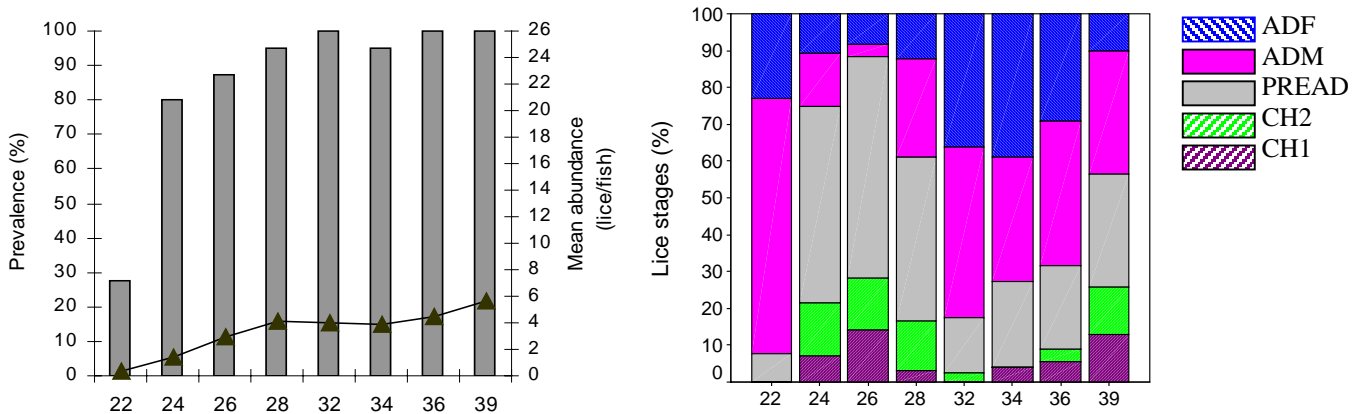


Figur 10. Posisjoner for lus sluppet fra lokalitet 7 og 8 ved angitte datoer i 1999 (1 juni, 15 juni, 1 juli, 15 juli og 1 aug). Røde symboler; partikler fra lokalitet 7, blå symboler; partikler fra lokalitet 8

Oppdrettslokaliteten som ligger i nærheten av utslippslokalitet 8 var den eneste av de undersøkte lokaliteter som ikke foretok noen avlusing i 1999. Den gir derfor et meget godt bilde av den "naturlige" utviklingen hos lus på oppdrettsfisk i området. Prevalensen på lokaliteten er lav i starten av undersøkelsesperioden og øker sakte men sikkert. Mot slutten av undersøkelsesperioden (uke 32-39) er prevalensen høy, mens abundansen er lav i hele perioden (Fig 11), noe som kjennetegner områder med lavt men vedvarende smittepress (Tingley m. fl., 1997). Stadiesammensetningen av lus indikerer også at fisken infiseres gjennom stort sett hele sesongen, uten tydelig pulser. Det ser derfor ut til at fisken utsettes for et kontinuerlig, men lavt smittepress (Fig 11), slik som forventet ut fra simuleringsmodellen.

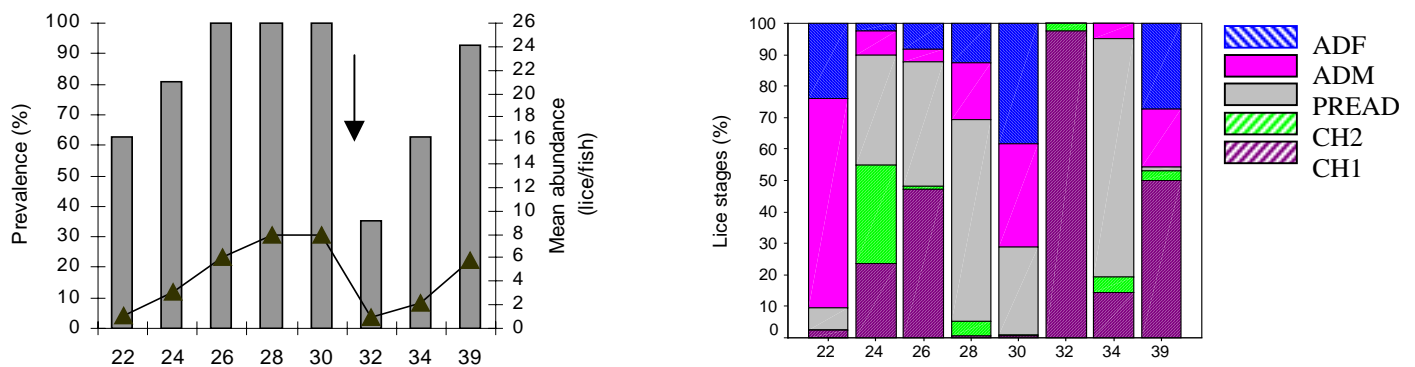
Utslippslokalitet 7, ligger i Gavlelfjorden i Vesterålen (Fig 2). Lokaliteten har noe av det samme spredningsmønsteret som utslippslokalitet 8. Det ser imidlertid ut til at færre partikler

spres nordover med kyststrømmen fra denne lokaliteten. Partikler fra lokalitet 7 spres, i likhet med lok 8, inn i Andfjordsystemet, men har i større grad spredningsvei gjennom Risøysundet. Lokalitet 7 ser ut til å motta partikler som kommer med kyststrømmen nordover, men spredningen fra kyststrømmen og inn Gavlefjorden ser ut til å foregå pulsvis (Brørs og Slagstad, 2004).



Figur 11. Prevalens (% , søyler), gjennomsnittlig (linje) forekomst av lakselus (lus/fisk)(*Lepeophtherius salmonis*)(venstre figur) og frekvens fordeling (%) av ulike utviklingsstadier (høyre figur) på oppdrettslokalitet på yttersiden av Langøya, Vesterålen. (Modifisert fra Johnsen 2001). Se figur 7 for detaljer.

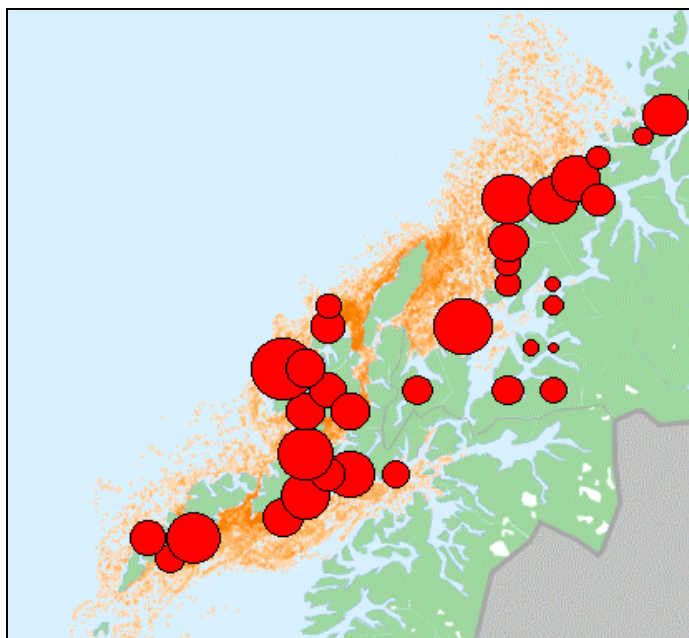
Empiriske data fra "vår" oppdrettslokalitet i Gavlefjorden viser et mønster i prevalens og abundans som likner det som ble observert på lokaliteten på yttersiden av Langøya i uke 22-30 (se Fig. 11). Abundansen steg imidlertid noe raskere her og avlusing fant sted i uke 30 (Fig 12). Stadiesammensetningen av lus tilsier at denne lokaliteten i større grad smittes i pulser, noe som er i samsvar med den variasjonen i partikkelinstrømning til lokaliteten vist i simuleringmodellen (Brørs og Slagstad, 2004).



Figur 12. Prevalens (% , søyler), gjennomsnittlig forekomst (linje) av lakselus (lus/fisk)(*Lepeophtherius salmonis*)(venstre figur) og frekvens fordeling (%) av ulike utviklingsstadier (høyre figur) på oppdrettslokalitet i Gavlefjorden, Vesterålen. (Modifisert fra Johnsen 2001). Se figur 7 for detaljer.

Studien til Johnsen (2001), består av totalt 8 lokaliteter, alle beliggende i Lofoten og Vesterålen. For å vurdere graden av sammenfall mellom simulerte data og empiriske data fra hele modellens dekningsområde, brukes data fra Koren (2002). Koren (2002) oppsummerer data over lusemengde på oppdrettsfisk fra Lofoten til Vest-Finnmark i perioden 1998-2000 (noe data er også med fra 1997). Basert på dette datamaterialet har Koren (2005) beregnet en størrelse kalt luseindeks. Luseindeksen representerer et estimat av forventet antall lus på laksen ved årsskiftet gitt at det ikke hadde vært foretatt noen avlusing på lokaliteten sommer eller høst. I de tilfeller hvor det var mulig å beregne luseindeks for flere lokaliteter innefor et mindre område ble disse slått sammen til en gjennomsnittsverdi.

Når man sammenstiller data for luseindeks (Koren, 2005) med fordelingen av partikler i henhold til simuleringsmodellen (Brørs og Slagstad, 2004) ser vi en betydelig grad av sammenfall (Fig 13). Områder med høy partikkelsannsynlighet (sterk oransje Fig 13) har gjennomgående høy luseindeks (store røde kuler). Selv om det er noen unntak, ser lokaliteter/områder med høy luseindeks ut til å ligge i ytre fjordstrøk i ”kontakt” med kysstrømmen.

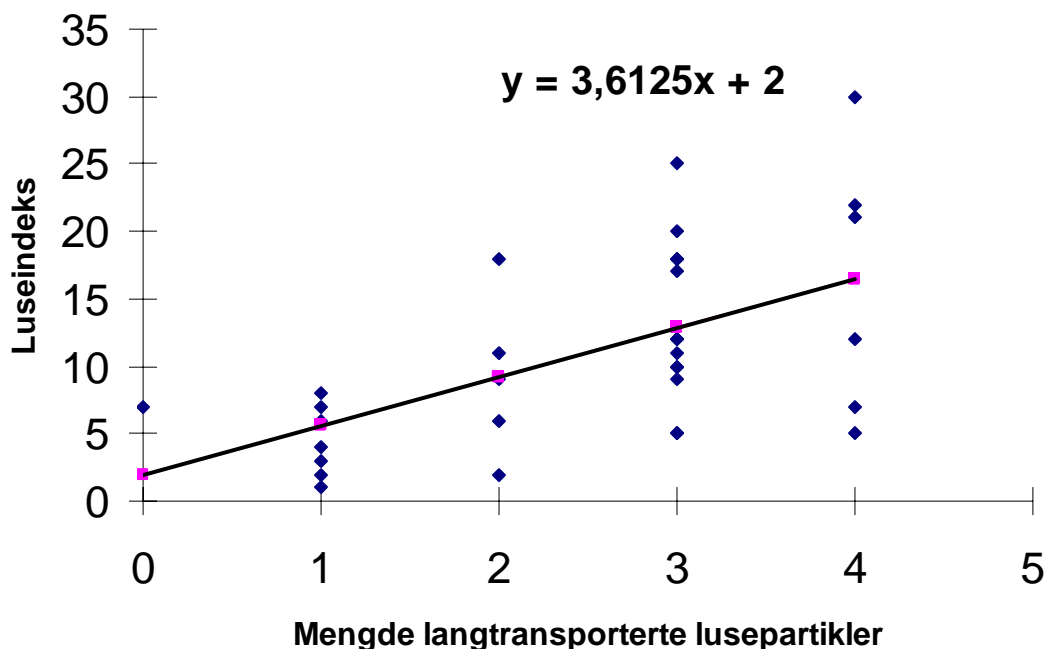


Figur 13. Figuren viser luseindeks (på tosomrig laks) på ulike lokaliteter/områder (røde kuler). Størrelsen på kulene øker med økende luseindeks. I bakgrunnen vises partikkel sannsynlighet i 1999 som oransje prikker. Figur hentet fra Koren (2005).

2.2.3 Nærsmitte versus langtransportert smitte

For anlegg lokalisert i Lofoten og Vesterålen, representerte den simulerte mengden lusepartikler fra modellen både smitte fra naboanlegg og fjernsmitte (langtransportert smitte). I og med at det i modellen ikke er noen utslippslokaliteter nord for Vesterålen (Fig 2), representerer den simulerte mengden lusepartikler på en gitt lokalitet nord for Vesterålen bare fjernttransportert smitte (altså smitte som tilføres fra Lofoten og Vesterålen). Ved å sammenlikne simulert mengde lusepartikler med empiriske data fra hele modellens område, har vi en mulighet til å vurdere den relative betydningen av fjernsmitte og nærsmitte.

Basert på data fra simuleringsmodellen beregnet Koren (2005) graden (anslått på en relativ skala fra 0-5) av langtransportert smitte i ulike områder av modellområdet. Mengde langtransportert smitte ble sammenholdt med den tidligere omtalte luseindeksen (se figur 13).



Figur 14. Figuren viser forholdet mellom mengden langtransporterte lusepartikler (hentet ut fra simuleringsmodellen) og luseindeks på oppdrettsfisk ($r^2=0.32$; $p<0.001$)(Figuren modifisert fra Koren 2005).

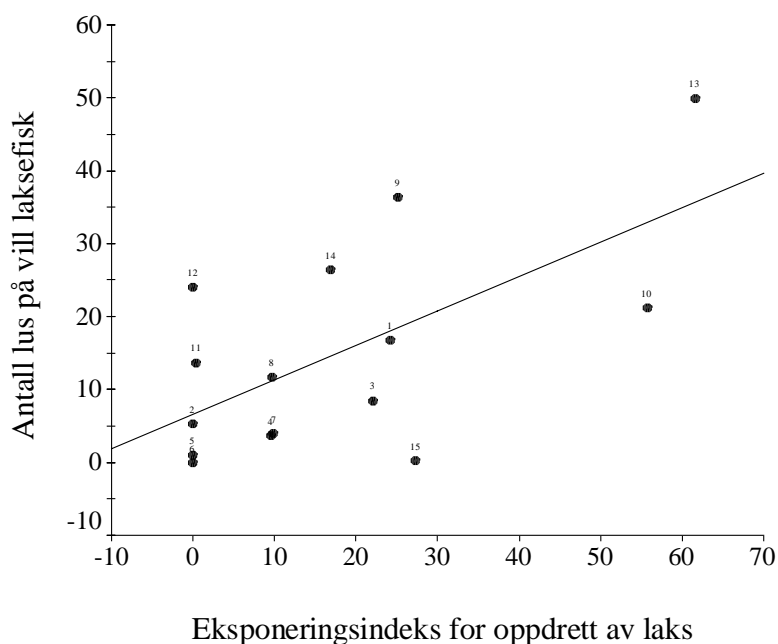
Det ser ut til å være en sammenheng mellom luseindeks og mengden langtransporterte lusepartikler; hvor omkring 30 % av variasjonen i luseindeks kan forklares med variasjon i innstrømming av lusepartikler som ikke er generert lokalt (Fig 14). Dette betyr at for en god del lokaliteter har smitte transportert inn i området utenfra en stor betydning for den resulterende lusesituasjonen på lokaliteten. I tillegg ga nærhet og høy grad av utveksling av vannmasser med kyststrømmen gjennomgående økt sårbarhet for langtransportert smitte (Koren 2005).

OPPSUMMERING

- Sammenstilling av empiriske og simulerte data viser at modellen trolig gir et godt bilde av hovedspredningsveiene for lusepartikler, men vil vanskelig kunne prediktere lusemengde/smitte i detalj på en gitt lokalitet.
- "Smittemønsteret" på en gitt lokalitet er ikke en enkel funksjon av avstand til nærmeste nabo lokalitet. Mønsteret styres i stor grad også av topografi (indre fjordstrøk versus ytre fjordstrøk), og av vind og strømforhold.
- Beliggenhet i forhold til strømbildet avgjør i stor grad om lokaliteten smittes jevnt eller pulsvist, hvorvidt den i stor eller liten grad påvirkes/påvirkes av andre lokaliteter, og til slutt hvorvidt den primært påvirkes av "egensmitte" eller "fjernsmitte".

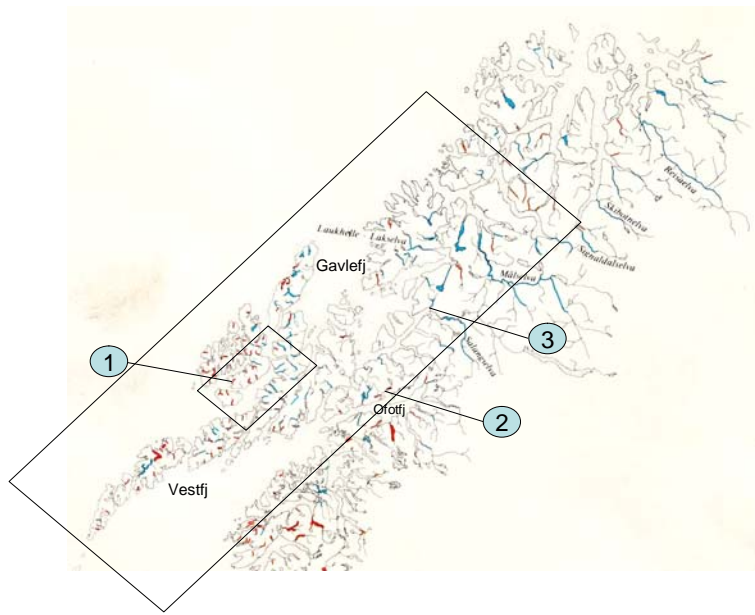
2.3 Smittespredning fra oppdrett til vill sjørret og sjørøye; sammenstilling av simulerte og empiriske data

Flere studier, både nasjonalt og internasjonalt, indikerer at det er en generell sammenheng mellom lakselusinfeksjon hos vill laksefisk og graden av eksponering for oppdrettsvirksomhet (Tully m. fl., 1993, Tully m. fl., 1999, Bjørn m. fl., 2001ab, Heuch & Moe 2001, Tully og Nolan, 2002, Gargan m.fl., 2003, Heuch m. fl., 2005). Bjørn m. fl. (2000, 2001a) utviklet en indeks for eksponeringsgrad, hvor sjørretlokaliteter ble klassifisert etter avstand til oppdrettsaktivitet. Eksponeringsindeksen forklarer en del (ca 33%) av variasjonen i forekomst av lakselus mellom ulike villfisk lokaliteter (Fig 15). Det imidlertid en del av variasjonen i luseinfeksjon, som ikke kan forklares med eksponeringsindeks. Enkelte lokaliteter er med andre ord mer infisert enn hva eksponeringsindeksen skulle indikere, og motsatt, noen anlegg er mindre infisert enn hva eksponeringsindeksen skulle tilsi. Dette tyder på at også faktorer utover avstand til nærmeste anlegg spiller en rolle. I følge Bjørn m. fl. 2001a kan viktige faktorer være mengden modne hunnlus i anleggene, grad av ferskvannstilrenning, temperatur og strømforhold. Modellsimuleringene viser klart at spredningspotensialet for lus er stort. Dette kan spesielt bety at sjørretlokaliteter som har en lav eksponeringsindeks likevel kan være utsatt for smitte fordi strømforholdene ligger til rette for effektiv spredning fra relativt fjerntliggende anlegg.



Figur 15. Graden av oppdrettseksponering mot abundans av lakselus på vill sjørret og sjørøye fra lokaliteter i Nordland, Troms og Finnmark sommeren 2000 ($r^2=0.33$; $p < 0.05$) (Figur hentet fra Bjørn m. fl., 2001a).

I perioden 1997-2003 er det samlet inn empiriske data fra til sammen 15 vassdrag i Finnmark, Troms og Nordland. Av disse ligger tre innenfor området hvor modellsimuleringene er "gyldige". Dette er Vikvassdraget i Hadsel (lok 1), Strandvassdraget i Evenes, heretter kalt Bogen (lok 2), og Løksa/Røyrbakkvassdraget i Salangen (lok 3)(Fig 16). Anvendes eksponeringsindeksen (Bjørn m. fl. 2001a) på disse lokalitetene kommer Bogen ut med en indeks på 0, Løksa med en indeks på 56, og Vik med en indeks på 61. Dette er henholdsvis den laveste og de høyeste indeksene fra de 15 undersøkt vassdragene (Bjørn m. fl., 2001a).

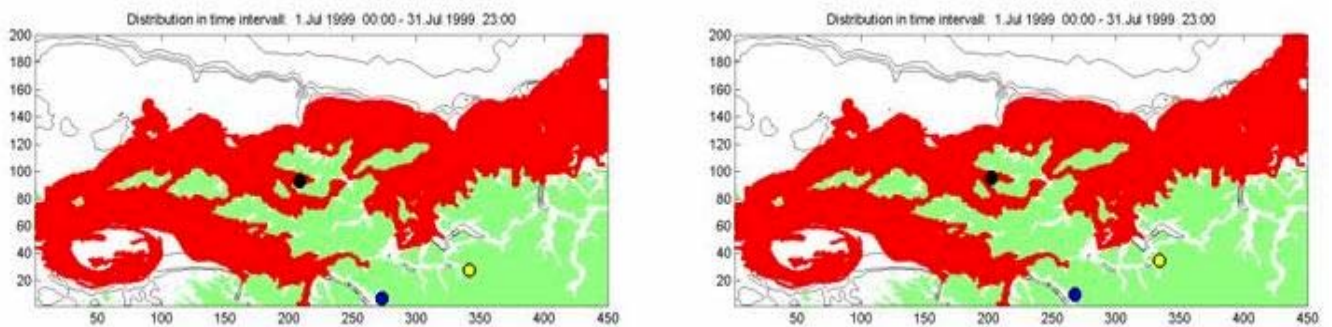


Figur 16. Figuren viser registrerte bestander av laks, sjøørret og sjørøye i Nordlige Nordland og Troms. Vassdrag med laks (evt. også sjøørret/sjørøye) er merket med blått, vassdrag med kun sjøørret/og eller sjørøye er merket med rødt (Kart hentet fra Halvorsen m. fl., 1991). Rektanglene markerer grensene for 800 og 160m modell. Nummererte piler viser vassdrag innenfor modellens dekningsområde hvor smittestatus på villfisk er undersøkt. Vik er vassdrag 1, Bogen er vassdrag 2 og Løksa/Røyrbakk er vassdrag 3.

Modellsimuleringene viser at det allerede fra mai måned gjennomgående er en høy mengde lusepartikler i farvannet rundt Vik (lok 1)(Fig 17, Figur 4.13 og 4.14 i Brørs og Slagstad 2004), og dette bildet forsterker seg utover sommeren (Fig 17). Stort sett påvirkes dette området av partikler fra nærliggende fjordområder, mens lite partikler ser ut til å komme fra yttersiden av Vesterålen eller fra Lofoten (Fig 4.11-4.13 i Brørs og Slagstad 2004). Animasjonene fra modellen indikerer at partiklene i tillegg har en lang oppholdstid i dette området (Brørs og Slagstad, 2004).

I Bogen (lok 2) derimot viser simuleringene svært lite lusepartikler (Fig 3, Fig 4.13 og 4.14 i Brørs og Slagstad 2004), også utover sommeren (Fig 17). Strømbildet i Ofotfjorden (Figur 4.7 og 4.8 i Brørs og Slagstad 2004) viser at overflatestrømmen overveiende har retning ut fjorden, noe som gjør at lite partikler bringes inn til Bogen. Simuleringene viser også at det er primært sørvestlig vind som presser vann innover i Ofotfjorden (Brørs og Slagstad, 2004). Under langvarig vind fra sørvest kan man imidlertid tenke seg at overflatevann presses inn i indre deler av Ofotfjorden, og mulighet for spredning av lusepartikler fra lokaliteter lenger ute i Vestfjorden er i teorien til stede (Slagstad pers medd).

Simuleringene i modellen tilsier dermed at man kan forvente stabilt høy luseinfeksjon på sjøørret i Vik, og tilsvarende, forvente lav infeksjon på sjøørret i Bogen.

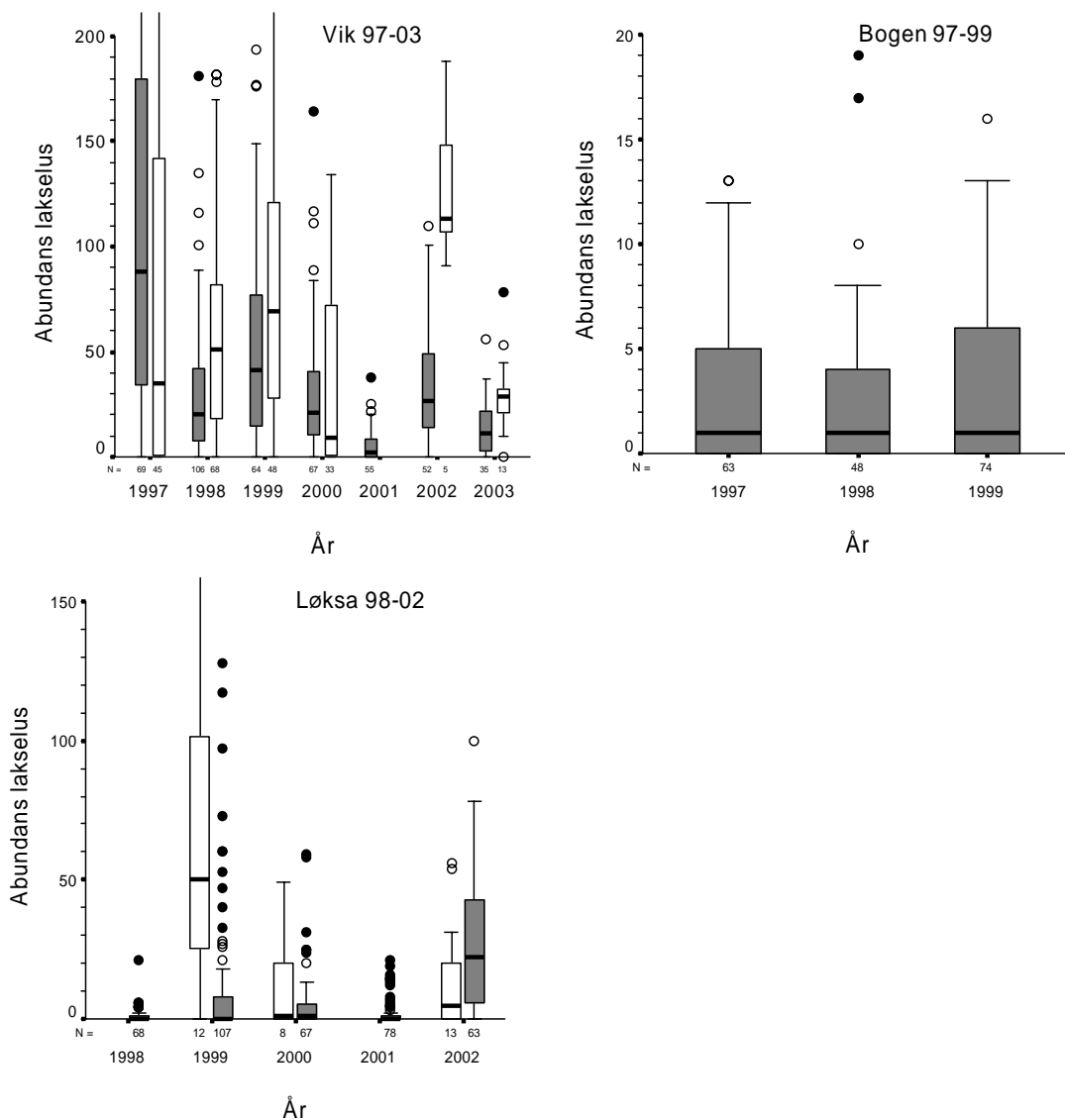


Figur 17. Partikkelbesøk i juli fra alle utslippslokaliteter (1-8 i fig 2) i 1999 (venstre figur) og 2000 (høyre figur). Villfisklokalitet Vik er merket med sort prikk, villfisklokalitet Bogen er merket med blå prikk, og villfisklokalitet Løksa/Røyrbakk er merket med gul prikk (Figur modifisert fra Brørs og Slagstad 2004).

De empiriske data fra Vik og Bogen viser at dette langt på vei er tilfellet (Fig 18). Selv om det var noe år til år variasjon, er lusemengden på villfisk i Vik en størrelsesorden høyere enn på villfisk i Bogen i undersøkelsesperioden (Fig 18). I Vik er også prevalensen (andelen infisert fisk) gjennomgående høyere enn i Bogen og viser i tillegg større sesong og år til år variasjon (Grimnes m. fl., 1998, 1999, 2000, Bjørn m. fl., 2001ab, 2002, 2003). Dette er et mønster som man kan forvente i områder med høyt smittepress (Heuch et al., 2005). Teoretiske beregninger har vist at det kan bli produsert store mengder lakseluseegg på enkelte av oppdrettsanleggene i Vikområdet (Bjørn m. fl. 2001a), mens det som nevnt ikke er oppdrettsanlegg i nærheten av Bogen.

Modellsimuleringene viser at det er lite partikler i området rundt Løksa/Røyrbakkvassdraget (Fig 3, Figur 4.13 og 4.14 i Brørs og Slagstad 2004). Bare basert på resultatene fra modellen skulle man dermed forvente en situasjon som liknet den vi ser i Bogen. I modellen er det imidlertid en viktig forskjell mellom Bogen og Løksa. Modellen har simulert utslipp fra områder med oppdrettsvirksomhet rundt Bogen, mens ingen partikler er sluppet fra anleggene rundt Løksa. For Løksa/Røyrbakkvassdraget viser simuleringene dermed graden av eksponering for fjernsmitte, mens modellen simulerer både fjern og nærsmitte for Vik og Bogen. Vi vet imidlertid at Løksa/Røyrbakkvassdraget har en høy eksponeringsindeks for oppdrettsvirksomhet (Bjørn m. fl., 2000, 2001a). Teoretiske beregninger har også vist at det kan bli produsert relativt store mengder lakseluseegg på enkelte av oppdrettsanleggene i nærheten av vassdraget (Bjørn m. fl. 2001a). Empiriske data viser likeledes et infeksjonsnivå som er betydelig høyere enn Bogen, men lavere enn Vik (Grimnes m. fl., 1998, 1999, 2000, Bjørn m. fl., 1999, 2000, 2001a, 2002, 2003). Det ser dermed ut til at anlegg i tilstøtende fjordområder utgjør det største smittepresset for villfisk i dette vassdraget. For lokalitetene Vik,

Bogen og Løksa/Røyrbakk er det dermed godt samsvar mellom eksponeringsindeks, simulert infeksjonsfare og empiriske data.



Figur 18. Abundans (middelverdi av lakselus hos all undersøkt fisk) av lakselus på vill sjørret og sjørøye i sjø (grå) og prematurt tilbakevandret (hvit) til ferskvann i årene 1997-2003 i Vikvassdraget, Bogen og Løksa/Røyrbakkvassdraget. Legge merke til at figurene har ulik skala på Y-aksen.

OPPSUMMERING

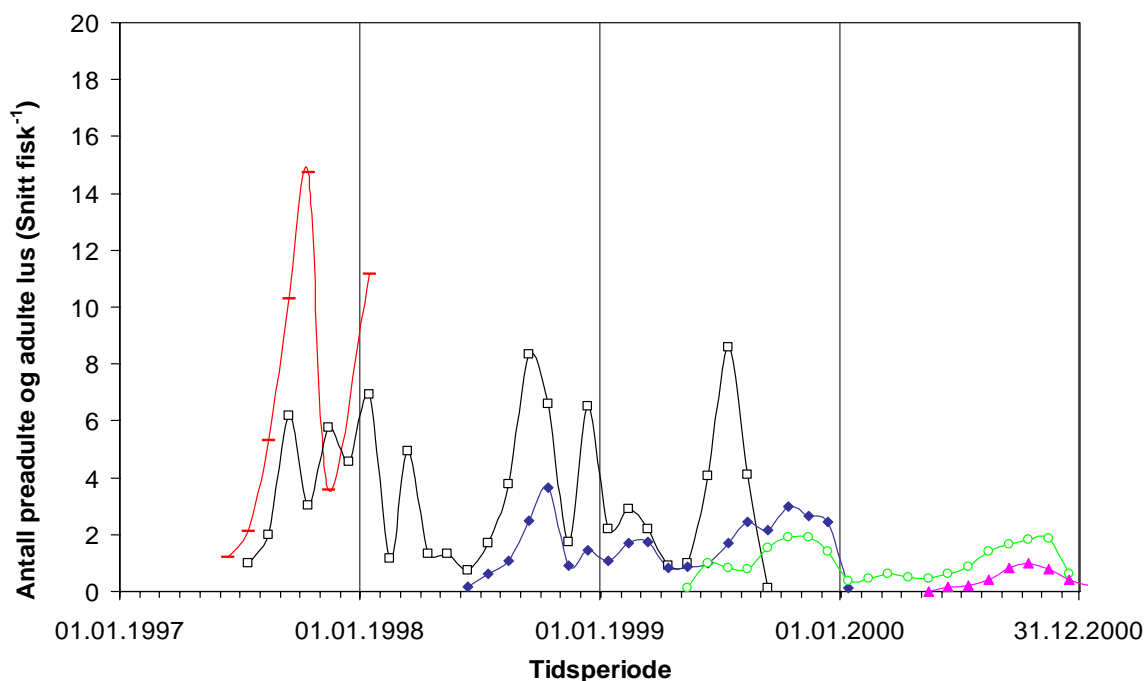
- Eksponeringsindeks sammen med modell vil gi en god prediksjon på smittepress i et område. Modellen tilfører muligheten til å dele smitte opp i to komponenter; ”nærsmitte og fjernsmitte” noe som ikke dekkes av eksponeringsindeksen.
- I det modellerte området ser det ut til at vassdrag i indre fjordområder primært er eksponert for smitte fra nærliggende anlegg og i mindre grad påvirkes av oppdrettsaktivitet i ytre områder (yttersiden av Vesterålen og Lofoten).

3 TILTAK MOT LUS; EVALUERING AV EKSISTERENDE TILTAK OG VEIEN VIDERE

3.1 Effekter av tiltak mot lakselus i perioden fra 1997 og frem til i dag

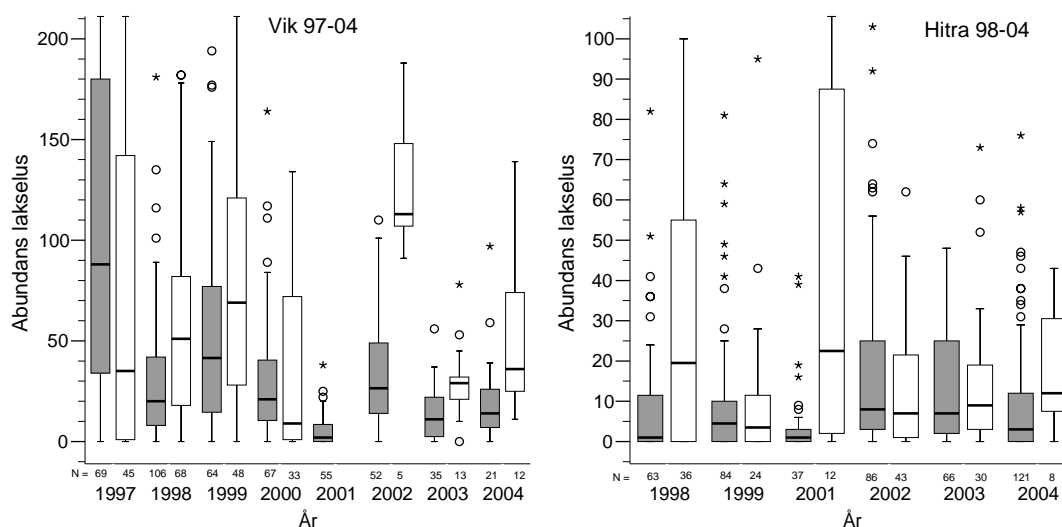
I Koren (2002) oppsummeres data over lusemengde på oppdrettsfisk fra Lofoten til Vest-Finnmark i perioden 1998-2000 (noe data er også med fra 1997). Oppdretterne har selv gjennomført registreringene i egne anlegg. Dette betyr at mange ulike personer har vært involvert og at det er betydelig variasjon i metodedetaljer, kvalitet og registreringshyppighet. Det er imidlertid et svært stort datamateriale (2289 feltregistreringer) hvor majoriteten av anleggene i området har deltatt. På tross av svakhetene i materiale mener vi at dette materialet gir et meget godt bilde av hovedtrekkene i lusesituasjonen på oppdrettslaks i denne perioden.

Data fra Koren (2002) er oppsummert i Figur 19. Figuren viser en klar reduksjon i lusemengde hos oppdrettsfisk gjennom den undersøkte perioden. Nasjonal Handlingsplan mot lus ble initiert i 1997 (Heuch m. fl., 2005). Det ble i tillegg lansert flere nye medikamenter mot lus på slutten av 1990 tallet. Disse ble tatt i bruk i hos de fleste oppdrettere. I tillegg har oppdretterne tatt lusebekjempelse seriøst og implementert nye driftshygeniske prinsipper etter hvert som de har kommet. Rutinemessig telling av lus i anleggene har gitt oppdretterne forbedret kontroll og gjort det mulig å være mer presis med gjennomføring av tiltakene. Effekten av de ulike tiltakene i anleggene er i så måte god.



Figur 19. Månedsvise gjennomsnitt av antall preadulte og adulte lus per fisk i Nordland; Troms og Finnmark. Data er delt opp i ulike årganger av laks. 96 årgang = røde fylte rektangler, 97 årgang = åpne kvadrater, 98 årgang = blå fylte romber, 99 årgangen = grønne åpne sirkler, 00 årgangen = rosa trekanter

Situasjonen hos vill sjøørret har vært overvåket fra 1997 og fram til 2004 i enkelte utvalgte indikatorsystemer (Grimnes m. fl., 1998, 1999, 2000, Bjørn m. fl., 1999, 2000, 2001ab, 2002, 2003, 2004, 2005). Et system med god dekning i tid er det tidligere omtalte Vikvassdraget i Vesterålen, og Straumsvassdraget på Hitra i Sør-Trøndelag (Fig 20). I Vik viser langstidsserien at infeksjonsnivået på vill sjøørret og sjørøye ble redusert fra ekstremåret 1997 til bunnåret 2001. Data fra 2002-2004 viser imidlertid igjen en økning, og synes å ha stabilisert seg på et for høyt nivå i forhold til Nasjonale mål (Heuch m. fl., 2005). Denne tendensen ser også ut til å gjelde for Hitra (Fig 20) og flere andre referansevassdrag; resultatene fra 2003 var gjennomgående nedslående (Bjørn m. fl., 2004), og det samme gjeldt for 2004 (Bjørn m. fl., 2005).



Figur 20. Abundans (middelværdi av lakselus hos all undersøkt fisk) av lakselus på sjøørret og sjørøye i sjø (grå) og prematurt tilbakevandret (hvit) til ferskvann ved overvåkningslokalitetene Vik i Vesterålen (venstre), og Hitra i Sør Trøndelag (høyre). Legg merke til ulik skala på y-aksen. (Figur modifisert fra Fig 6 Bjørn m. fl., 2005).

Nedgangen i mengden lus på fisk i oppdrettsanleggene resulterer altså bare delvis i en nedgang i mengden lus hos vill sjøørret. Sommert opp er det ingen sterke indikasjoner på at situasjonen hos vill sjøørret nærmer seg målet for Nasjonal handlingsplan om "ingen negativ effekt" på villfisk (Heuch m. fl., 2005). I Bjørn m. fl. (2004, 2005) og Heuch m. fl. (2005) diskuteres ulike årsaker til at målsetningen ikke nås. Skulle denne trenden vise seg å fortsette, kan det tyde på at vi ikke er i stand til å nå målsetningen om "ingen negativ effekt" på villfisk med dagens tiltak (Bjørn m. fl. 2004, 2005, Heuch m. fl., 2005). Selv om mengden lus per fisk i oppdrettsanleggene har gått ned, har vi hatt en økning i oppdrettsvirksomhet i samme periode og i noen områder, for eksempel Hitra og Vesterålen, er oppdrettsaktiviteten svært stor (Bjørn m. fl. 2004, 2005, Heuch m. fl. 2005). Den totale biomassen av laks i enkelte områder blir dermed så høy at man selv med gode tiltak i næringen og lav lusetall per fisk i anlegg ikke greier å redusere det totale infeksjonspresset på spesielt sjøørret til et bærekraftig nivå (Bjørn m. fl. 2001a, 2004, 2005, Heuch m. fl. 2005).

3.2 Veien videre; optimalisering av fremtidige tiltak

I de senere år har utviklingen av lusefôr ytterligere lettet bekjempelse av lakselus i oppdrett. I dag er lusefôr allerede i utstrakt bruk på liten fisk, og har også blitt brukt på større fisk (Anon, 2005). Det har i en årrekke vært jobbet med å utvikle en vaksine som skal gjøre oppdrettsfisken mindre egnet som vert for lus. Det ser imidlertid ut som en slik vaksine fortsatt ligger et godt stykke frem i tid, selv om resultatene er oppløftende (Frank Nilsen, Havforskningsinstituttet, Bergen, pers. medd.). Sommert opp ser det ut til at potensialet i eksisterende bekjempelsesmidler langt på vei er tatt ut og nye "vidundermidler" kan la vente på seg. Ytterligere forbedringer må derfor hovedsakelig oppnås gjennom mer optimal bruk av dagens bekjempelsesmidler. Resultatene fra denne studien peker på noen muligheter for å få dette til:

Denne studien viser at lokaliteter/områder nær hverandre i avstand kan ha liten påvirkning på hverandre når det gjelder utveksling av lus. I motsatt fall kan lokaliteter/områder med tilsynelatende betryggende avstand fra hverandre ha stor grad av utveksling. *Metoden som her er brukt gjør det lettere å identifisere "hvem som smitter hvem". Man har dermed bedre mulighet til å identifisere områder som bør koordinere sin lusebekjempelse.*

Denne studien viser at noen lokaliteter både har et betydelig større spredningspotensial, og en større risiko for å motta "fjernsmitte" enn andre. I vårt område er dette eksempelvis eksponerte kystlokaliteter i nær kontakt med kyststrømmen. *Lokaliteter som har et stort spredningspotensiale, bør derfor underlegges et koordinert avlusningsregime som dekker atskillig større områder enn i dag.*

Denne studien viser imidlertid også at noen lokaliteter hovedsakelig er utsatt for "egensmitte". I vårt område er dette eksempelvis lokaliteter i avgrensa sund eller fjorder, for eksempel Raftsundet. *Slike lokaliteter bør ha spesiell fokus på lusedynamikk og struktur i eget anlegg og tilpasse behandlingsregimet i henhold til dette.*

Denne studien viser at det er lokaliteter som er svært lite påvirket av den nåværende plassering og nivå av oppdrettsvirksomhet, og utsettes både for lite "egensmitte" og relativt lite "fjernsmitte". I vårt område er dette eksempelvis enkelte lokaliteter på yttersiden av Vesterålen. Andre lokaliteter utsettes for et stort og kontinuerlig smittepress både gjennom "egensmitte" og smitte fra tilstøtende fjordområder, og har også har relativt stort spredningspotensiale. I vårt område er dette eksempelvis lokaliteter i Hadselsundet, og gjelder både oppdrettslaks og vill sjøørret. *Dette bør tas i betraktning når man vurderer ny oppdrettsvirksomhet, økning av eksisterende virksomhet og verneområder for villfisk.*

Denne studien viser at lusemengden på oppdrettsfisk er klart redusert fra 1997 og til 2000 i nordre Nordland og Troms. Det samme er lusemengden på vill sjøørret, men infeksjonsnivået er fortsatt for høyt til at målet om "ingen negativ effekt" er oppnådd. *Behandlingsregimet bør derfor synkroniseres i henhold til resultatene i denne studien slik at bekjempelsesmidlene i oppdrettsnæringa blir benyttet på en mer optimal måte enn i dag. På denne måten kan det overordna målet i "nasjonal handlingsplan mot lakselus" om å redusere negative effekter av lus på oppdretta og vill laksefisk til et minimum bedre oppnås.*

4 REFERANSER

- Anon, 1999. Til laks å alle kan ingen gjera. Norges offentlige utredninger 1999:9. 297 s.
- Birkeland, K og Jakobsen, P. 1994. Omfanget av lakselus på vill laksefisk i fylkene Nordland, nord- og sør- Trøndelag, Møre og Romsdal, Sogn og Fjordane og Hordaland i 1993. Rapport til Direktoratet for Naturforvaltning. 14 s.
- Birkeland, K. 1996. Salmon lice, *Lepeophtheirus salmonis* Krøyer, infestation and implications for anadromous brown trout, *Salmo trutta*, L. Dr. scient thesis, University of Bergen.
- Birkeland, K og Jakobsen, P. 1997. Consequences of premature return by sea trout (*Salmo trutta*) infested with the salmon lice (*Lepeophtheirus salmonis* Krøyer): migration, growth and mortality. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 53: 2808-2813.
- Bjørn, P. A. og Finstad, B. 1997. The physiological effects of salmon lice infection on sea trout post smolts. Nordic J. Freshw. Res. 73: 60-72.
- Bjørn, P. A., Kristoffersen, R. og Finstad, B. 1999. Registrering av lakselus på vill sjøørret og sjørøye i Troms sommeren 1998. Rapport til Fylkesmannen i Troms. 15 s.
- Bjørn, P. A., Kristoffersen, R. og Finstad, B. 2000. Lakselus på vill sjøørret og sjørøye i Troms sommeren 1999. Rapport til Fiskehelse og Miljøgruppa i Troms. 34 s.
- Bjørn, P. A., Kristoffersen, R. og Finstad, B. 2001a. Registreringer av lakselus på laks, sjøørret og sjørøye i 2000. NINA oppdragsmelding 698. 40 s
- Bjørn, P. A., Finstad, B. and Kristoffersen, R. 2001b. Salmon lice, *Lepeophtheirus salmonis* Krøyer, in wild sea trout, *Salmo trutta* L., and Arctic char, *Salvelinus alpinus* (L.), in coastal areas near, and distant from salmon farms: seasonal abundance and effects of infection on fish physiology and mortality. Aquac. Res.
- Bjørn, P. A., Kristoffersen, R. og Finstad, B. 2002. Registreringer av lakselus på laks, sjøørret og sjørøye i 2000. NINA oppdragsmelding 737. 33 s
- Bjørn, P. A., Kristoffersen, R. og Finstad, B. 2003. Registreringer av lakselus på laks, sjøørret og sjørøye i 2000. NINA oppdragsmelding 789. 43 s
- Bjørn, P. A., Kristoffersen, R. and Finstad, B. 2004. Registreringer av lakselus på laks, sjøørret og sjørøye i 2000. NINA oppdragsmelding 853. 28 s
- Bjørn, P. A., Kristoffersen, R. og Finstad, B. 2005. Registreringer av lakselus på laks, sjøørret og sjørøye i 2000. NINA rapport 60. 27 s
- Brørs, B., og Slagstad, D. 2004. Modellering av kyststrøm, fjordhydrografi og lakselusspredning i Lofoten og Vesterålen. SINTEF Delrapport til Fiskeriforskning på prosjektet Risiko, forvaltning og bekjempelse av lakselusmitte på vill og oppdretta laksefisk. 47 s.
- Finstad, B., Johnsen, B. O. and Hvidsten, N. A. 1994. Prevalence and mean intensity of salmon lice, *Lepeophtheirus salmonis* Krøyer, infection on wild Atlantic salmon, *Salmo salar* L., postsmolts. Aquaculture and Fisheries Management, 25, 761-764.
- Finstad, B. 1995. Registrering av lakselus på laks, sjøørret og sjørøye. NINA Oppdragsmelding 356.

- Finstad, 1996. Registrering av lakselus på laks, sjøørret og sjørøye. NINA Oppdragsmelding 395
- Finstad, B. og Grimnes, A. 1997. Registreringer av lakselus på laks, sjøørret og sjørøye i 1996. NINA Oppdragsmelding 485.
- Finstad, B., Bjørn, P. A., Grimnes, A. and Hvidsten N. A. 2000. Laboratory and field investigations of salmon lice (*Lepeophtheirus salmonis* Krøyer) infestation on Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) postsmolts. *Aquac. Res.* 31. 1-9.
- Gargan, P. G., Tully, O., og Poole, W. R. 2003. Relationship between sea lice infestation, sea lice production and sea trout survival in Ireland, 1992-2001. I: Mills (redaktør), *Salmon at the Edge*. Blackwell Science, Oxford, s 119-135.
- Grimnes, A., and Jakobsen, P. 1996. The physiological effects of salmon lice (*Lepeophtheirus salmonis* Krøyer) infection on post smolt of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *J. Fish Biol.* 48: 1179-1194.
- Grimnes, A., Finstad, B., and Bjørn, P. A. 1996. Økologiske og fysiologiske konsekvenser av lus på laksefisk i fjordsystem. NINA Oppdragsmelding 351.
- Grimnes, A., Finstad, B., Bjørn, P. A., Tovslid, B. M., and Lund, R. 1998. Registreringer av lakselus på laks, sjøørret og sjørøye i 1997. NINA Oppdragsmelding 525
- Grimnes, A., Finstad, B., and Bjørn, P. A. 1999. Registreringer av lakselus på laks, sjøørret og sjørøye i 1998. NINA Oppdragsmelding 579.
- Grimnes, A., Finstad, B., and Bjørn, P. A. 2000. Registreringer av lakselus på laks, sjøørret og sjørøye i 1998. NINA Oppdragsmelding 634.
- Halvorsen, M., Kristoffersen, K. og Stensli, J. H. 1991. Utbredelse i ferskvann. Laks, sjøørret og sjørøye i Nord-Norge. *Ottar* 2-91. s 3-8.
- Heuch, P. A., 1995. Experimental evidence for aggregation of salmon louse copepodids, *Lepeophtheirus salmonis*, in step salinity gradients. *J. Mar. Biol. Assoc. U. K.* 75, 927-939.
- Heuch, P. A. og Mo, T. A. 2001. A modell of salmon louse production in Norway: effects of increasing salmon production and public management measures. *Dis. Aquat. Org.* 45, 145-152.
- Heuch, P. A., Finstad, B. og Bjørn, P. A. 2001. Lakselus-produksjon på oppdrettslaks og fritt svømmende laksefisk og skadevirkninger på lokale sjøørretbestander. Sluttrapport til NFR.
- Heuch, P. A., Bjørn, P. A., Finstad, B., Holst, J. C., Asplin, L. og Nilsen, F. 2005. A review of the Norwegian "National Action Plan Against Salmon Lice on Salmonids": The effects on wild salmonids. *Aquaculture* 246. 79-92.
- Holst, J. C. og Jakobsen, P. J. 1998. Dødelighet hos utvandrende postsmolt av laks som følge av lakselusinfeksjon. *Fiskets Gang* 8: 13-15.
- Johnson, S. C., Blaylock, R. B., Elphick, J. and Hyatt, K. D. 1996. Disease induced by the sea louse (*Lepeophtheirus salmonis*) (Copepoda: Caligidae) in wild sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) stocks of Alberni Inlet, British Columbia. *Can. J. Fish Aquat. Sci.* 53: 2888-2897.
- Johnsen, M. (2001). Infeksjonsintensitet, populasjonsdynamikk, og lakselus-produksjon på oppdrettslaks i Lofoten og Vesterålen. Hovedfagsoppgave i Fiskehelse, NFH.

- Koren, C. 2002. Registrering av lus på oppdrettslaks i Nord-Norge. Rapport til Fiskeridirektoratet, region Troms.
- Koren, C. 2005. Sammenhengen mellom overflatestrømmer som transporterer luselarver og mengden lakselus i oppdrettsanlegg. Fiskehelse Nord delrapport til Fiskeriforskning på prosjektet "Risiko, forvaltning og bekjempelse på vill og oppdretta laksefisk. 10 s.
- Tingley, G. A., Ives, M. J., og Russel, I. C. 1997. The occurrence of lice on sea trout (*Salmo trutta* L) captured in the sea off the East Anglian coast of England. ICES J. Mar. Sci. 54, 1120-1128.
- Tully, O., Poole, W. R., Whelan, K. F., Merigoux, S., 1993. Parameters and possible causes of epizootics of *Lepeophtheirus salmonis* Krøyer infesting sea trout (*Salmo trutta* L.) off the west of Ireland. I: Boxhall, G. A., Defaye, D. (redaktører). Pathogens of wild farmed fish: Sea Lice. Ellis Horwood Limited, Chichester, pp. 202 – 213.
- Tully, O., Gargan, P., Poole, W.R., Whelan, K.F., 1999. Spatial and temporal variation in the infestation of sea trout (*Salmo trutta* L.) by the caligid copepod *Lepeophtheirus salmonis* (Krøyer) in relation to sources of infection in Ireland. Parasitology 119, 41-51.
- Tully, O., and Nolan, D. T. 2002. A review of the population biology and host-parasite interaction of the sea louse *Lepeophtheirus salmonis* (Copepoda: Caligidae). Parasitology 124, 165-182.

ISBN-13 978 82-7251-571-2
ISBN-10 82-7251-571-7
ISSN 0806-6221