

Lakselus spres med vannmassene og kan sitte på alle laksefisk i norske farvann. Den mest tallrike verten er imidlertid laks som finnes i oppdrettsanlegg. Her kan nivået kontrolleres med behandling, men man har ikke ennå tallfestet hvor mange lakselus som er for mange med tanke på mulig smitte til villfisk. I de siste årene har hva som skjer i fjorder kommet i fokus og det er opprettet nasjonale laksefjorder spesielt med tanke på å beskytte villaks (se Kapittel 1.16). Avhengig av hvor utløpet til elven er og lengden på fjorden utenfor, kan laksesmolt ha kort eller lang vei til havet. Trolig er det slik at jo lengre tid den tilbringer i området, jo mer lakselus vil smolten få.

Bengt Finstad

bengt.finstad@nina.no
Norsk institutt for naturforskning (NINA)

Karin Kroon Boxaspen

karin.boxaspen@imr.no

Lars Asplin

lars.asplin@imr.no

Øystein Skaala

oystein.skaala@imr.no

I Hardangerfjorden har det i tre år (2004–2006) vært gjort en sammenlignende studie hvor lakselus er blitt registrert på mulige verter i fjorden. Det vil si at det blir registrert lakselus på oppdrettsanlegg langs hele fjorden, på rømt laks og vill sjøørret i sjøen og på vill postsmolt av laks som er på vei fra elven til havet på denne tiden. Dette er en stor oppgave og ikke alltid overkommelig i alle fjordsystemer. Noen av disse resultatene blir oppsummert her.

Et av målene med dette prosjektet har vært å dokumentere og sammenligne infeksjonsnivå av lakselus på alle verter i et system samt å utvikle metoder som gir nøyaktig informasjon om infeksjonsnivået hos villfisk. En slik metode er utsett av smoltmerder. Utviklingen av en modell som viser hvordan lakseluslarver sprer seg i systemet er også et viktig verktøy for å kunne forutsi hvor lakselusene er uten tidkrevende registrering. En slik modell kan ha betydning når man skal planlegge lokalisering av oppdrettsaktivitet.

Prosjektet er utført i samarbeid med oppdretterne i Hardanger, representert med Hardanger fiskehelsenettverk. De har i samme periode hatt et spesielt fokus på å holde nivået av lakselus så lavt som mulig og har satt en selv pålagt lavere grense for avlusning sammenlignet med de nasjonale grenseverdiene.

1. Hvor har vi lus, og hvor mye er det?

Tråling etter villakssmolt med bifangst av sjøørret

Representativ fangst av villfisk kan være en utfordring generelt, men også når en vil registrere lakselus. De fleste metodene som tradisjonelt trål- og garnfiske vil gjerne forårsake skjelltap hos fisken, og eksterne parasitter som lakselus vil kunne falle av i tildels stort antall. Dette gir en feil i estimering av nivå som er uheldig. En spesialdesignet trål kalt Lift-up-system utviklet av Holst og Mc Donald (2000) med en kasse bakerst kan ta fisken levende opp på dekk. Dette har vært gjort i mai måned hvert år når den ville laksesmolten skal vandre fra elven til havet. Nivået av lakselus har ligget lavt (Tabell 1.17.1) sammenlignet med tilsvarende undersøkelser i Sognefjorden i tidligere år (Holst et al., sluttrapport).

Dersom registreringene er representative for villfisken, tyder resultatene på at andelen av smolt som nå dør på grunn av lakselus er lavere enn tidligere. Sjøørreten som holder seg lenger i fjorden ser ut til å samle opp mer lakselus. De fleste av sjøørretene er tildels større enn laksesmolten og tåler derfor litt høyere nivå av lakselus. Imidlertid viser undersøkelser at bare noen få lus medfører ubehag og et økt stressnivå hos postsmolten. Foreløpige undersøkelser på vill postsmolt antyder at når antall lus overstiger ca. ti vil fisken med stor sannsynlighet dø som et resultat av skadene den voksne lusa vil påføre laksen.

Fremdeles mye lus på sjøørret

For å få tall på infeksjonsnivået av lakselus på sjøørret, ble det fisket i følgende stasjoner i Hardangerfjorden i 2005 og 2006: Etnefjorden, Kvinnheradfjorden (to stasjoner: Dimmelsvik, Ænes), Kvam (to stasjoner: Vikøy, Mundheim) og Granvin. Det er typisk stor variasjon i infeksjonsgrad

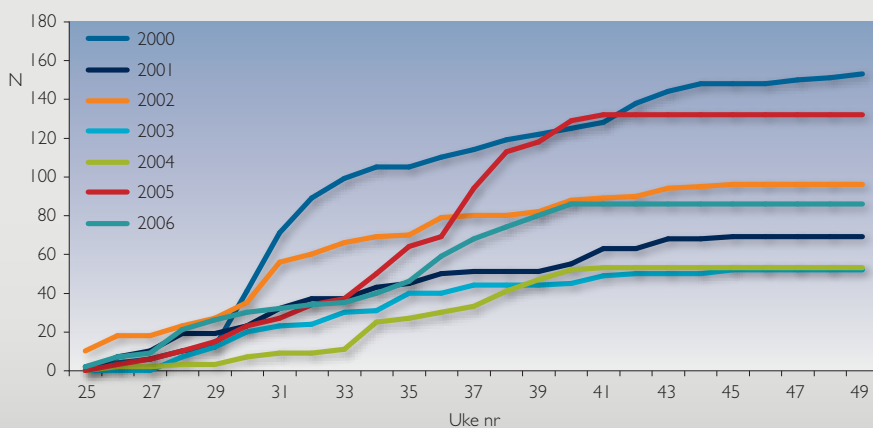
År	Antall laks fanget	Gj.snittlig lus/laks	Prevalens (%)	Antall ørret fanget	Gj.snittlig lus/ørret	Prevalens (%)
2004	149	1,5	27,5	34	6,4	76,5
2005	86	0,6	15,1	42	12,1	66,7
2006	122	1,9	48,4	189	25,1	95,2

Tabell 1.17.1

Nivået av lakselus på utvandrende vill postsmolt av laks og fanget sjøørret i årene 2004–2006. Gjennomsnittet er gitt som totalantallet av lakselus fordelt på alle fiskene som er fanget. Prevalens angir hvor stor del av prøvematerialet som har lakselus. *Level of salmon lice on Atlantic salmon post smolt and sea trout from 2004–2006. Infestation numbers given as abundance.*



Figur 1.17.1
Antall lakselus per sjørret i Kvinnheradsfjorden for 2005. Mer enn 39% av sjørreten hadde mer enn 20 lus. Number of salmon lice on the fish caught in Kvinnheradsfjorden in 2005. More than 39% of the fish had 20 salmon lice or more. Lakselusnivå på oppdrettsfisk.



Figur 1.17.2
Antall oppvandrende sjørret, registrert i fangstfellen i Guddalselven fra 2000 til 2006. Høyest antall ble registrert i 2000, noe som delvis kan skyldes sammenbrudd i lakseluspopulasjonen i fjordsystemet høsten 1997/våren 1998, og bedre overlevelse hos smoltårsklassen i 1998. Number of returning sea trout in the river Guddal from 2000 to 2006. The highest number was registered in 2000, probably due to the collapse of the salmon lice population in the Hardangerfjord autumn 1997–spring 1998 and thereby a better survival of the smolt year-class of 1998.

mellom individer. Eksempelvis hadde sjørreten i Kvinnheradsfjorden i juni 2005 fra 0 til 130 lus (Figur 1.17.1), og 40% av fisken hadde over 20 lus. Tilsvarende funn ble gjort i Etnesfjorden. I 2006 ble det fanget inn til sammen 93 sjørret, hovedsakelig fra sjøstasjonene Etnesfjorden, Dimmelsvik og Mundheim.

Fangstutbyttet har variert mye fra stasjon til stasjon på tross av betydelig innsats, og på tross av at stasjonene er valgt ut fra at de tidligere har vært gode lokaliteter for fiske etter sjørret. Eksempelvis var antall fisk per garnnatt (CPUE) i 2006 henholdsvis 0,63 (Dimmelsvik), 0,10 (Mundheim) og 0,06 (Vikøy). Fra Granvin har det ikke lyktes å fremskaffe et materiale på tross av innsats. Tilsvarende ble registrert i 2004 og 2005, med lav fangst per innsats i midtre og indre deler av fjorden, mens det ble registrert høyere fangst ved fangststasjonen ved Dimmelsvik. Dette underbygger oppfatningen av svekkete gytebestander i midtre og indre deler av fjordsystemet gjennom flere år.

I de tre årene prosjektet er blitt gjennomført har en gruppe av spesieltrenede lakselustellere reist rundt og talt lus på utvalgte

anlegg i hele Hardangerfjorden i perioden april til august. Totalt 20 anlegg med både små og store fisk har vært inkludert. Den nasjonale tiltaksgrensen har vært at man skal avluse når antallet overstiger 0,5 gravide hunnlus per fisk (eller to mobile lus). Hardanger fiskehelsenettverk har hatt selvpålagt reduksjon i denne grensen og har avluset på 0,3 gravide hunnlus per fisk. Ved hjelp av synkronisert behandling med Slice (reg. trademerk) rundt årsskiftet på smolten og badbehandling med pyretroider på den større fisken er dette nivået blitt opprettholdt. Enkelte oppdrettere i ytre del av fjorden er ikke med i Hardanger fiskehelsenettverk. Samtidig har mengden oppdrettslaks i Hardangerfjorden økt kraftig i de senere årene. Det er derfor ekstra viktig å klarlegge hvordan lakselusa påvirker bestandene av villaks og sjørret i Hardangerfjorden.

2. Andre metoder for å bestemme mengde og effekt av lakselus

Sjøoverlevelse hos ørreten fra Guddalselven

Det er villfiskbestandenes respons som vil være fasit på spørsmålet om man har oppnådd kontroll med lakseluspopulasjonen i en region. Siden vi kjenner antall utvandrende smolt og antall oppvandrende fisk

i Guddalselven i Hardangerfjorden, vet vi at mellomårsvariasjoner i antall gytefisk i stor grad skyldes variasjoner i sjøoverlevelse, når smoltproduksjonen er stabil fra år til år (Figur 1.17.2).

Smoltårsklassen på sjørret bestod i 2003 av 1 350 individer. Gjenfangst av denne årsklassen har vært: 0 individer (2003), 5 individer (2004), 27 individer (2005) og foreløpig 8 individer (2006). Til sammen gir dette 40 individer og en gjenfangst på ca. 3%. Siden merkekoder viser at flere individer er fanget mer enn ett år, er dette en overestimert av sjøoverlevelsen for denne årsklassen. Når vi ser på samlet overlevelse av 2004 og 2005 smoltårsklassene, er denne foreløpig 1,9% av 2 091 smolt. Totalt sett viser dette en unaturlig lav sjøoverlevelse, sammenlignet med undersøkelser foretatt i andre regioner.

Også i 2006 ble samtlige smolt av sjørret og laks på vei ut til sjøen registrert i fiskefellen. Antall smolt av sjørret var 861, og antall laksesmolt 837. Sammen med spesifikke sammenligninger av sjøoverlevelse hos fiskegrupper med og uten lusebeskyttelse, gir feltstasjonen oss viktig informa-

Foto: Bengt Finstad



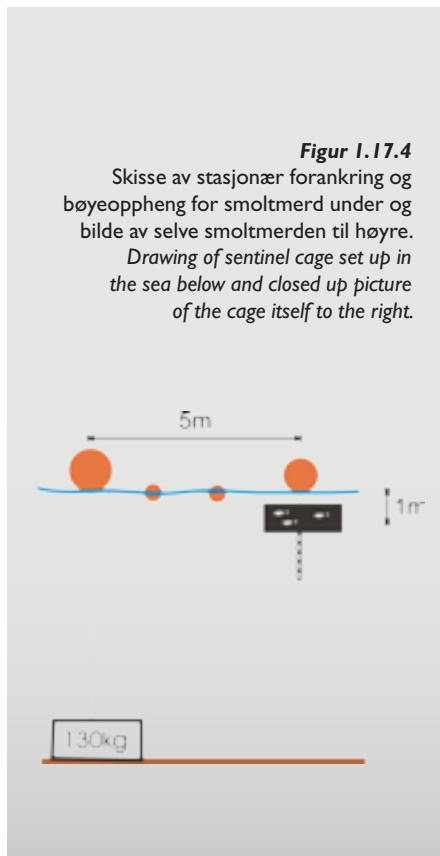
Figur 1.17.3
Sjørret infisert med lakselus.
A sea trout infected with salmon lice.

sjon om lakselus som dødelighetsfaktor og om tilstanden for villaks og sjørret i fjordbassenget.

Utslipp av behandlet og ubehandlet smolt

For å undersøke dødelighet forårsaket av lakselus på vill sjørret i Hardangerfjorden, ble villsmolten i Guddalselven både i 2004 og 2005 delt i to grupper, den ene ble badbehandlet med komponent EX mot lakselus, den andre gruppen ble brukt som kontroll. Begge grupper ble merket slik at gruppetilhørighet kan identifiseres ved gjenfangst i fiskefellen.

Gjenfangsten var unaturlig lav hos begge grupper. Gjenfangst av EX-behandlet fisk var imidlertid langt høyere enn gjenfangst av ubehandlede kontrollgrupper etter de to første sommeropphold i sjøen. Oppsummering av resultatene etter 2006-sesongen viser at gjenfangsten av EX-behandlet smolt er dobbelt så høy som gjenfangst av kontrollgruppene. Forskjellen i overlevelse hos de to gruppene er statistisk signifikant. Gjennomsnittsvikt ved gjenfangst i hele



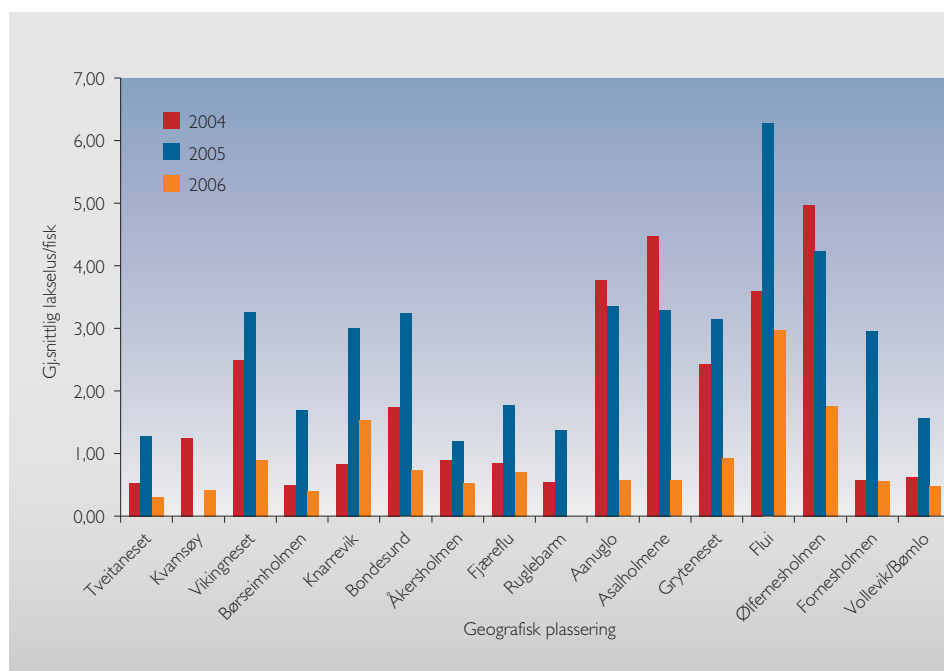
Figur 1.17.4
Skisse av stasjonær forankring og bøyepoppeng for smoltmerd under og bilde av selve smoltmerden til høyre.
Drawing of sentinel cage set up in the sea below and closed up picture of the cage itself to the right.



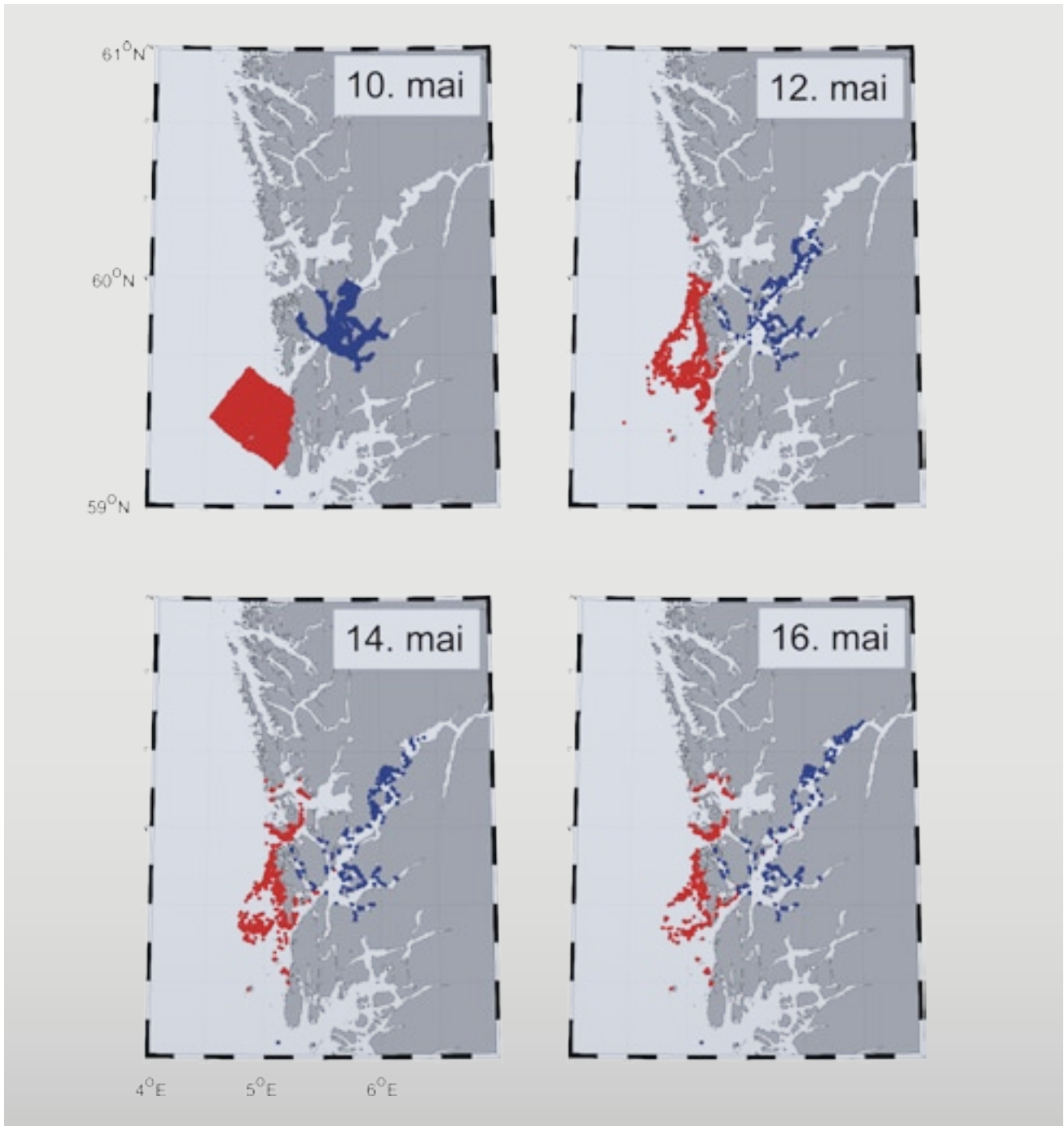
Foto: Karim K. Boxaspen

2005-materialet var 461 g for EX-behandlet smolt og 423 g for kontrollgruppen. Gjennomsnittslengde var 36 cm for begge grupper, og kondisjonsfaktor var derfor lavere for kontrollgruppen. Gjennomsnittlig vekt og kondisjon var imidlertid ikke signifikant forskjellig for de to gruppene. Siden komponent EX ikke forventes å gi 100% beskyttelse mot lus, og vi likevel har dobbelt så høy gjenfangstprosent på EX-behandlet smolt som på kontrollgrupper,

tyder resultatene på at lakselus tar livet av en betydelig andel, sannsynligvis mer enn 50%, av sjørreten i Hardangerfjordbassenget. En høy andel av fisken fanget i fiskefellen og i garnfangstene har blodige sår bak gattfinnen, noe som også er observert av fiskere. Siden dette er et område på fisken hvor konsentrasjonen av lakselus kan være høy, understreker det problemet med lakselus.



Figur 1.17.5
Gjennomsnittlig lakselusnivå i utsatte smoltmerder for årene 2004 til 2006 på de 16 samme lokalitetene. Lokaliteter innerst i fjorden ligger på venstre side i diagrammet mens lokaliteter ytterst i fjorden ligger til høyre.
Average number of salmon lice per fish in the 16 sentinel cages deployed through the length of the Hardanger fjord. The cages innermost in the fjord are placed to the left in the diagram and the outermost cages to the right.



Figur 1.17.6

Beregnet spredning av to grupper med lakselus i løpet av seks dager i mai 2001. Ett slipp er gjort inne i fjorden (blå), og ett ute ved kysten (rød). Denne perioden var preget av sørvestlig vind og transport av vann inn mot kysten og innover i fjordene.

Modelled dispersal of two groups of salmon lice larvae within a six-day period in May 2001 (blue within the fjord and red in the coastal water). This period had mostly wind from southwest and transport of water towards the coast and into the fjords.

Indirekte bestemmelse av antall lakseluslarver i sjøen

En indirekte metode for å bestemme hvor mye frittlevende lakselus som finnes i sjøen, er å bruke laksesmolt som feller for lusa. Lusefrie oppdrettssmolt blir satt ut i små smoltmerder (1 m Ø) som står stasjonært på de stedene som en vil sammenligne (Figur 1.17.4).

I Hardanger er det over alle tre årene totalt blitt satt ut 16 stasjonære smoltmerder på de samme geografiske posisjonene, fra

Tveitaneset innerst, og ut til Bømlo ytterst. Merdene har stått i ca. tre uker, fra midt i mai til begynnelsen av juni. Lakselusnivået varierer litt fra sted til sted og over år, men totalt sett ligger verdiene fra 0,31 lakselus per fisk til 6,27 lakselus per fisk (Figur 1.17.5).

Infeksjonsnivået som er registrert i testmerdene er i samme størrelsesorden som infeksjonsnivået vi har registrert ved tråling etter vill laksesmolt.

3. Kan vi forklare lakselusspredningen med modellering?

Målet for en modell er å kunne forklare hvordan og hvorfor lakseluslarvene sprer seg som de gjør under varierende forhold. Det er viktig å bygge en modell hvor målte data stemmer med hva modellen forteller deg. For å få dette til må vanntransporten være godt representert og en må ha biologiske data for lakselusenes vekst og atferd inn i modellen.

En modell som gir representative resultater for vanntransport, hydrografi og spredning av lakselus i fjord og kyststrøk må kunne beskrive den tildels kompliserte topografien. Det betyr at beregningspunktene for de ulike variablene må plasseres mindre enn ca. 1 km fra hverandre. Vi bruker en såkalt numerisk modell som beregner verdier i et tredimensjonalt gitter. Dette gitteret er som en mengde bokser som ligger inntil og oppå hverandre. Hver boks er kvadratisk med 800 m sider. I dypet varierer tykkelsen på boksene, fra noen få cm i overflatelaget til mange meter nedover i dypet.

Drivkreftene for denne modellen er veldig viktige. Særlig viser det seg at vinden må være realistisk, fordi den varierer mye innover fra kysten styrt av topografi som den er. Vi bruker derfor resultater fra en egen vindmodell (MM5, i samarbeid med Anne D. Sandvik på Bjerknessenteret). Det er også viktig at strømmen i kystområdet er godt beskrevet, og dette gjøres med separate havmodeller som til sammen dekker hele Nordsjøen.

Lakselusas bevegelse i modellen er begrenset til de øvre 10 m. Lakselusa forflytter seg horisontalt utelukkende som passivt drivende i strømmen. Vertikalt gis lakselusa en egenbevegelse for å simulere en døgnvandring i takt med lysforholdene og en unngivelse av vann med saltholdighet mindre enn ca. 24. Biologisk har lakselusa en begrenset livslengde siden den ikke spiser før den finner en vert. Den utvikler seg også fortere ved høyere temperatur. Dette er lagt inn i modellen.

En modell har allerede blitt testet for Sognefjorden, hvor dataene mellom år ga gode resultater. De viktigste resultatene fra disse eksperimentene er at: 1. Det er store variasjoner fra år til år pga. ulike strømforhold (i tillegg er det store forskjeller mellom år pga. forskjellig produksjon av lakselus), 2. Lakselus kan periodevis spres raskt i vannmassene, mange titalls kilometer i døgnet (eller de kan i perioder ligge helt i ro i dagevis – oftest avhengig av vindforholdene), 3. I løpet av den tiden lakselusene er fri i vannet og må finne en vert, kan de spres over store avstander – gjerne ut av en fjord og inn i nabofjorden.

En modell for spredning av lakselus i Hardangerfjorden er utviklet. Foreløpige simuleringer viser at det er stor spredning av lakselus i fjorden (Figur 1.17.6). Vi håper at vi med denne metodikken kan forklare den observerte forhøyede konsentrasjonen av lakselus i Etnesfjordområdet. En fortsettelse av Hardangerfjordprosjektet i tre år framover vil bl.a. være viet mer arbeid med denne type modellering (Figur 1.17.7).

Foto: Karin K. Boxaspen



Figur 1.17.7

Utsett av overflatedriftere med GPS posisjoneringsutstyr brukes til å studere lokale strømsystemer. Disse er med på forbedre og videreutvikle modellen. *Deployment of surface drifters with GPS position devices attached to study local current systems.*

Organisering av prosjektet

Denne artikkelen er en oppsummering av deler av The Hardangerfjord project (2004–2006) delfinansiert av Norges forskningsråd, Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond (FHF), AquaNet Canada og Direktoratet for naturforvaltning. Resultater fra Havforskningsinstituttets interne prosjekter på økologiske effekter av havbruk er også inkorporert. Deltagere har vært Bengt Finstad (koordinator) og Finn Økland fra Norsk institutt for naturforskning (NINA), Pål Arne Bjørn fra Fiskeriforskning (FF), Rune Stigum Olsen fra Hardanger fiskehelsenettverk (HFN), Lars Asplin, Karin Kroon Boxaspen og Øystein Skaala fra Havforskningsinstituttet, Gordon Ritchie fra Marine Harvest Technical Centre og Peter Andreas Heuch fra Veterinærinstituttet. Internasjonale deltakere har vært Scott McKinley og Kevin Butterworth fra University of British Columbia, Canada. Prosjektet blir videreført under Havbruksprogrammet (Norges forskningsråd, FHF) for perioden 2007 til 2009.

Salmon lice interactions between wild and farmed fish in the Hardanger fjord

We have conducted a three-year survey on estimating salmon lice levels on possible hosts in the Hardangerfjord system. Within the same time period the level of free living salmon lice larvae also have been estimated using sentinel cages with lice free farmed smolt as passive traps. A physical oceanographical model for dispersal of the larvae is under construction. The final aim of the project is to cooperate all the data into the model for further use in estimating dispersal of larvae under varying conditions.