

# Modeller – grunnlag til å dele inn landet i produksjonsområder

Havforskningsinstituttet foreslår å dele kysten inn i elleve produksjonsområder for lakseoppdrett. Målet er å hindre smitte av lakselus mellom områdene. Smitteveier mellom anlegg er kartlagt ved hjelp av en strømmodell og en partikkelbasert spredningsmodell.

BJØRN ÅDLANDSVIK | bjorn@imr.no

Våren 2015 la Nærings- og fiskeridepartementet fram stortingsmeldingen “Forutsigbar og miljømessig bærekraftig vekst i norsk lakse- og ørretoppdrett” (Meld. St. 16 2014-2015). Her innføres produksjonsområder som enhet for forvaltning av næringen. Miljøtilstanden innenfor et produksjonsområde vil avgjøre om produksjonen i området skal økes, holdes på samme nivå eller reduseres. Næringens største miljøproblem ved siden av rømming er effekten av lakselus på ville bestander av laks, sjøørret og sjørøye. Lakselussituasjonen brukes derfor som miljøindikator. Det er viktig at produksjonsområdene blir store nok til at smitte av lakselus i all hovedsak holdes innen området, samtidig som de er små nok til at de ikke kan deles opp i mindre områder som er smittemessig isolert fra hverandre. Siden lakseluslarver transporteres lenger i sjø enn de fleste andre smittestoffer, vil slike områder for lakselus også fungere for annen smitte. Havforskningsinstituttet har fått i oppdrag å komme med et forslag til slik områdeinndeling, og har etter grundige analyser kommet fram til at det er elleve områder langs kysten som har naturlige grenser med tanke på lakselus.

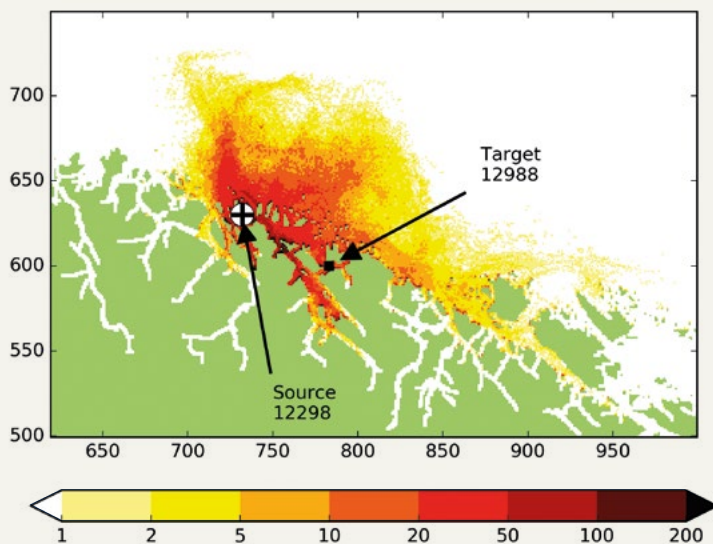
## Litt om lakselus

Lakselus er en hoppekreps som har flere stadier i løpet av livssyklusen. Størstedelen av tiden lever den som parasitt på

laksefisk. Lusas egg er knyttet til mora i form av eggstrenger. Etter at eggene har klekket, har lusa noen stadier der de driver fritt i vannmassene som en del av planktonet. Lusa er ikke smittsom i starten av livet, men når den har utviklet seg til kopepoditt-stadiet kan den feste seg på en laksefisk. Hvor fort lusene utvikler seg fra egg til smittsom- og videre til voksen lus, er avhengig av temperatur, utviklingen går raskere ved høye temperaturer. Det smittsomme stadiet varer fra omtrent 50 til 150 døgngreder (dvs. 5 til 15 dager ved temperatur på 10 °C). Dødeligheten er høy, og ved slutten av dette stadiet dør alle lus som ikke har funnet seg en vert. Denne lange perioden der lusene driver i sjøen før de kan feste seg til en fisk, gjør at lakselus kan smitte over store avstander, gjerne 100 km eller mer.

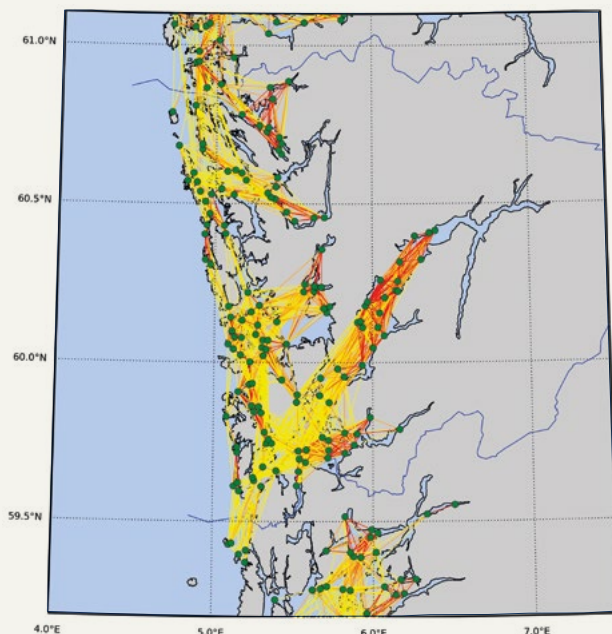
## Modeller

For å beskrive detaljert hvordan noe spres i sjøen er man avhengig av detaljert beskrivelse av strømmen. Dette kan man bare få fra en strømmodell. Ved hjelp av en slik modell, NorKyst-800, har Havforskningsinstituttet utviklet en modell for spredning av lakselus. Modellsystemet er brukt til å kartlegge potensiell dose av infektive lakseluslarver fra alle anlegg. Figur 1 viser smittespredningen fra et tilfeldig anlegg i Giske på Sunnmøre. Den sorte firkanten viser et lite område rundt et annet anlegg lenger nord, og vi kan

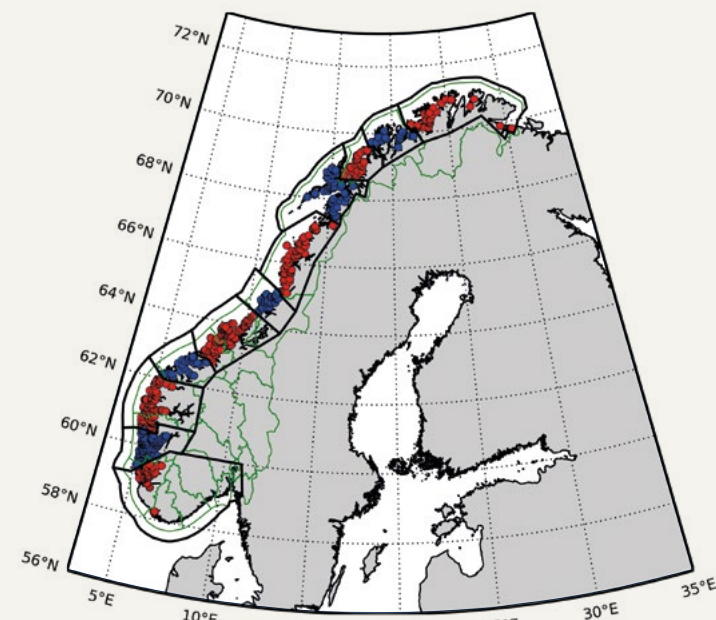


Figur 1. Modellert spredning av infektive lakseluslarver fra et anlegg i Giske på Sunnmøre (markert med svart pluss på hvit runding) med smittedose til et anlegg i Romsdal.

Modelled dispersion of infectious salmon lice larvae from a fish farm at Sunnmøre and a target farm at Romsdal.



**Figur 2. Nettverk av oppdrettsanlegg i Hordaland. Gule streker viser sterk smittekobling mellom anleggene, oransje og røde streker viser enda sterkere kobling. Network of fish farms in Hordaland. Yellow lines indicate strong infection pressure with orange and red lines for even stronger pressure.**



**Figur 3. Havforskningsinstituttets forslag til 11 produksjonsområder (svarte streker). Fylkesgrensene er inntegnet i grønt. Figuren viser også de 591 anleggene som leverte data om lakselus i 2014. Fargene skifter mellom rødt og blått for å bedre illustrere områdene. Suggested production zone structure from the Institute of Marine Research (in black). The green domains are the counties. Also shown in alternating red and blue colours are the 591 fish farms that delivered data on salmon lice in 2014.**

beregne hvor mye av smittedosen fra det første anlegget som påvirker det andre. Dette er gjort for alle par av anlegg, og resultatet kalles en *influensmatrise*. Den inneholder informasjon om hvordan strømforholdene bestemmer spredningen av lakselusmidte mellom anleggene. Dette kan illustreres på ulike måter. Figur 2 viser for eksempel de sterkeste koblingene mellom anlegg i Hordaland. Den illustrerer at anleggene i Nordhordland er sterkere knyttet nordover mot Sogn enn sørover mot Hardanger, det beste skillet er ved Sotra. Figuren viser også at anleggene i Sunnhordland er smittemessig isolert fra anleggene i Rogaland sør for Karmøy. En viktig anvendelse av influensmatrisen er å vurdere ulike forslag til områdeinndeling ved å beregne eksport av smitte mellom områdene.

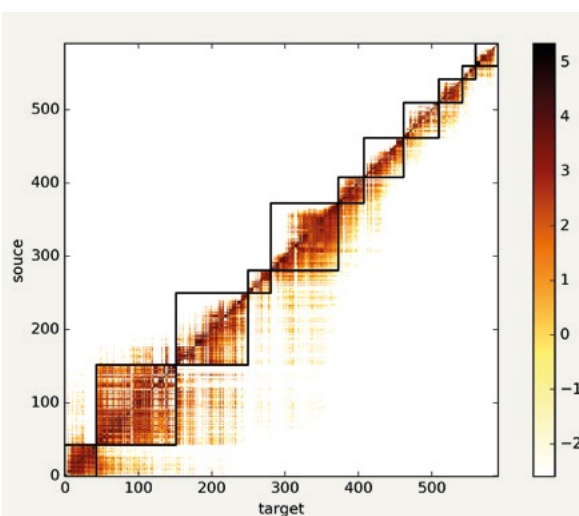
### Områdeinndeling

Klyngeanalyse er en samling statistiske metoder som blant annet kan finne den beste oppdeling basert på en influensmatrise. Vi har brukt en slik metode til å dele alle anleggene langs kysten og i fjordene inn i 15 klynger. Noen av klyngene blir svært små og inkluderes i naboområdene. På denne måten får vi fram et forslag på elleve produk-

sjonsområder som vist i figur 3. Influensmatrisen sortert på disse områdene er vist i figur 4. Områdene er avgrenset av svarte ruter langs diagonalen. Den viser at disse områdene fungerer godt når det gjelder å innkapsle smitten samtidig som områdene er sammenknyttet. Faktisk kommer minst 97 % av de infektive lakseluslarvene i hvert område fra det samme området. Noen av områdegrensene er naturgitte slik som Stad og Hustadvika. På Vestlandet der tettheten av anleggene er stor, vil alternative oppdelinger gi vesentlig dårligere resultat. Nordover er det alternative oppdelinger som også gir brukbar eksportstatistikk.

### Models – a framework for establishing production zones in aquaculture

Institute of Marine Research (IMR) has proposed a structure of 11 production zones for farming of salmon and trout in Norway. Using a hydrodynamic current model, particle tracking has been used to map potential contagion rates of salmon lice between fish farms. The results are collected in an influence matrix. This matrix is used to evaluate different proposed zone structures. IMR's proposal is produced by applying cluster analysis to the influence matrix and subsequent incorporation of some small clusters into their neighbour zones.



**Figur 4. Influensmatrisen for den foreslåtte områdeinndelingen. De horisontale linjene gir smittedose fra et anlegg, mens vertikalen gir smittedose på et anlegg. De svarte rutene langs diagonalen gir områdene, sortert fra sør til nord. Fargeskalaen er logaritmisk, en økning på én enhet tilsvarer en tidobling av dosen. The influence matrix from the suggested production zone structure. The rows represent contagion from a farm and the columns contagions on a farm. The black squares show the zones, sorted from south to north. The colour scale is logarithmic.**