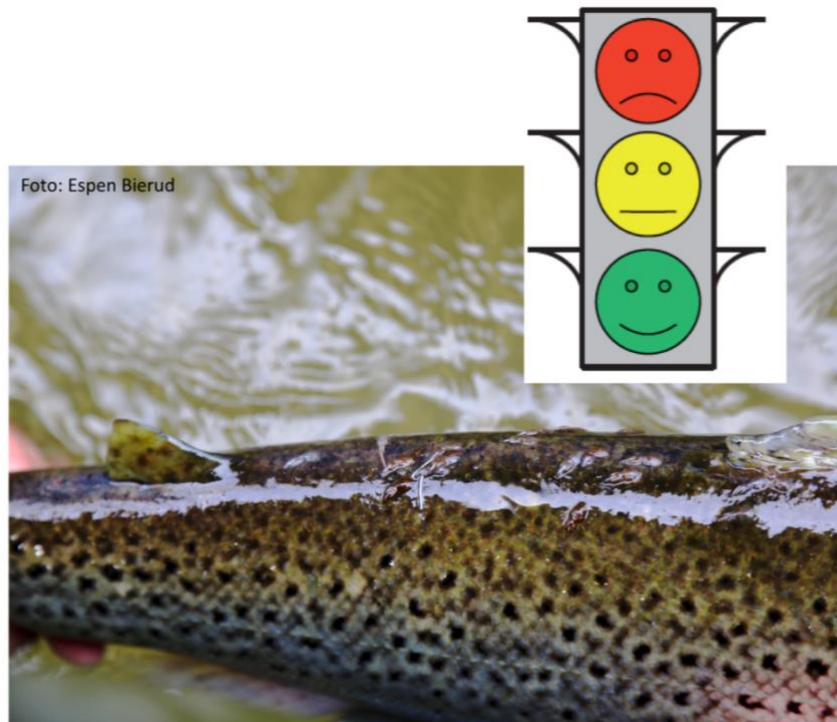


# Vurdering av lakselusindusert villfiskdødelighet per produksjonsområde i 2018



*Ekspertgruppens leder og redaktør:*

**Frank Nilsen**, *Professor ved Universitetet i Bergen*

*Ekspertgruppens medlemmer (alfabetisk):*

**Ingrid Ellingsen**, *Seniorforsker ved SINTEF Ocean AS*

**Bengt Finstad**, *Seniorforsker ved Norsk institutt for naturforskning (NINA)*

**Kari O. Helgesen**, *Forsker ved Veterinærinstituttet (VI)*

**Ørjan Karlsen**, *Seniorforsker ved Havforskningsinstituttet (HI)*

**Anne D. Sandvik**, *Seniorforsker ved Havforskningsinstituttet (HI)*

**Harald Sægrov**, *Forsker ved Rådgivende Biologer AS*

**Ola Ugedal**, *Seniorforsker ved Norsk institutt for naturforskning (NINA)*

**Knut W. Vollset**, *Forsker ved NORCE*

**Lars Qviller**, *Forsker ved Veterinærinstituttet (VI)*

*Ekspertgruppens sekretær:*

**Mari S. Myksvoll**, *Forsker ved Havforskningsinstituttet (HI)*

**Innholdsfortegnelse**

|  |          |
|--|----------|
| <b>Vurdering av lakselusindusert villfiskdødelighet per produksjonsområde i 2018</b> | <b>1</b> |
| 1. <i>Bakgrunn</i>   | 4        |
| 2. <i>Definisjoner og begreper</i>   | 6        |
| 3. <i>Vurdering av status i produksjonsområdene</i>                                  | 10       |
| Produksjonsområde 1: Svenskegrensa til Jæren   | 12       |
| Produksjonsområde 2: Ryfylke   | 13       |
| Produksjonsområde 3: Karmøy til Sotra  | 14       |
| Produksjonsområde 4: Nordhordland til Stadt  | 15       |
| Produksjonsområde 5: Stadt til Hustadvika  | 16       |
| Produksjonsområde 6: Nordmøre og Sør-Trøndelag                                       | 17       |
| Produksjonsområde 7: Nord-Trøndelag med Bindal                                       | 18       |
| Produksjonsområde 8: Helgeland til Bodø  | 19       |
| Produksjonsområde 9: Vestfjorden og Vesterålen                                       | 20       |
| Produksjonsområde 10: Andøya til Senja   | 21       |
| Produksjonsområde 11: Kvaløya til Loppa  | 22       |
| Produksjonsområde 12: Vest-Finnmark  | 23       |
| Produksjonsområde 13: Øst-Finnmark   | 24       |
| 4. <i>Konklusjoner</i>   | 25       |
| 5. <i>Litteratur</i>   | 26       |

## **Sammendrag**

Ekspertgruppen som vurderte lakselusindusert dødelighet i 2016 og 2017 er forespurt om å fortsette dette arbeidet i 2018 og 2019. To av ekspertgruppens medlemmer er nye for 2018 og 2019. Ekspertgruppen fikk mandatet fra styringsgruppen 3.oktober 2018 med kort tidsfrist for en vurdering for 2018. Årets rapport benytter seg av samme metodikk som ble brukt i 2016 og 2017, med en presisering av eventuelle endringer for 2018. På grunn av korte tidsfrister har man lagt vekt på de overordnede konklusjoner for de ulike produksjonsområdene.

Ekspertgruppen har i sin vurdering benyttet data fra NALO (nasjonalt overvåkningsprogram for lakselus), resultater fra modellert smittepress og resultater fra modeller som beregner smitte og dødelighet på vill laksesmolt.

Ekspertgruppen er samstemt i konklusjonene og i vurderingen av usikkerhetene i alle produksjonsområdene. I 2018 ble risikoen for lakselusindusert dødelighet satt til moderat for fire produksjonsområder (PO2, PO4, PO5 og PO7), høy risiko for lakselusindusert dødelighet ble satt i ett område (PO3) og i de øvrige åtte områdene ble risikoen for lakselusindusert dødelighet satt til lav (PO1, PO6, PO8, PO9, PO10, PO11, PO12 og PO13). Det er ikke gjort en trend analyse for de tre årene som til nå er vurdert, på grunn av for få datapunkter.

Framover mot rapporten i 2019 vil man ha nok tid til å kunne gjøre en gjennomgang av de teoretiske sidene ved arbeidet som leder frem til konklusjoner på lakselusindusert dødelighet for vill laksesmolt. Dette har ikke vært mulig for 2018 rapporten og de delene av rapporten er derfor i stor grad lik 2017 rapporten.

## 1. Bakgrunn

I produksjonsområdeforskriften (2017) er kysten delt inn i 13 produksjonsområder hvor bærekraftsindikatorer skal bestemme hvor stor produksjon man skal tillate i oppdrettsanlegg. Avgrensingen av produksjonsområdene er basert på minst mulig smitte av lakselus mellom områdene (Ådlandsvik, 2015). Stortingsmeldingen Mld. St. 16 (2014-2015) legger til grunn at status innen hvert produksjonsområde skal i første omgang *kun* være basert på effekt av lakselus på vill laksefisk. Det vil si dødelighet på utvandrende postsmolt av laks, førstegangsutvandrende postsmolt av sjøørret og sjørøye, og på beitende sjøørret og sjørøye som en konsekvens av smitte av lakselus fra oppdrettsanlegg. Andre bærekraftsindikatorer skal eventuelt tillegges vekt i fremtidige arbeid.

Nærings- og fiskeridepartementet (NFD) har i brev av 19. desember 2016 bedt om at Havforskningsinstituttet (HI), Veterinærinstituttet (VI) og Norsk institutt for naturforskning (NINA) oppnevner og etablerer en styringsgruppe for vurdering av lusepåvirkning. Styringsgruppen blir bedt om å opprette en ekspertgruppe for å evaluere lusepåvirkning fra oppdrett på villfisk. Ekspertgruppen leverte sin første rapport høsten 2017 (Nilsen mfl. 2017).

### **Mandatet og kommentarer til mandatet**

*Ekspertgruppen opprettes av styringsgruppen for to år av gangen fra og med 2018. Den skal settes sammen så bredt som mulig av personer med kompetanse på feltet og med evne til å gjøre en overordnet analyse av all tilgjengelig kunnskap, for å komme med en enhetlig anbefaling om lakselusindusert villfiskdødelighet per produksjonsområde. Størrelsen på gruppen må vurderes ut ifra hva som er hensiktsmessig. Ekspertgruppen rapporterer til styringsgruppen.*

*Ekspertgruppen skal innen 15. oktober hvert år utarbeide en statusrapport for lakseluspåvirkning i produksjonsområdene. Rapporten skal legge vekt på tilstanden knyttet til årets overvåkning, og samtidig se sammenhengen med foregående år og vurdere ev trender. Usikkerheten i vurderingene må komme tydelig fram. HI, VI og NINA dekker sine utgifter til dette arbeidet innenfor tildelte rammer. HI dekker i tillegg utgifter til de øvrige involverte parter innenfor sine rammer.*

### Spesielt for 2018-2019:

*Rapporten som leveres innen 15. oktober 2018 skal, som de foregående rapportene, legge hovedvekt på påvirkningen på villaks.*

*I tillegg skal ekspertgruppen utarbeide en kunnskapsoppdatering knyttet til sjøørret, som skal beskrive hva vi vet om lakseluspåvirkning fra oppdrett på sjøørret og hvilke konsekvenser slik påvirkning kan gi utslag i for sjøørretbestandene. Ekspertgruppen skal videre vurdere om vi har nok kunnskap til å gjøre tilsvarende vurderinger for sjøørret knyttet til lakseluspåvirkning som til nå er gjort for laks, og ev hvilke kunnskapshull som må tettes for å inkludere sjøørreten i en slik påvirkningsanalyse på sikt. Fristen for kunnskapsoppdateringen settes til 15. november.*

Ekspertgruppen har gjort en overordnet analyse av lakseluspåvirkning i de ulike produksjonsområdene på basis av all tilgjengelig kunnskap. Publiserte vitenskapelige artikler og offentlige rapporter er sitert der det er relevant. I tillegg har man benyttet seg av resultater og analyser fra data og modeller i tidsrommet 2016-2018, hvor det fra årene 2016 og 2017 er

egne rapporter tilgjengelig. For 2018 er resultatene ikke vedlagt som egne rapporter, men inkludert i denne rapporten.

I mandatet fra 2017 spesifiseres det at ekspertgruppen skal gi en vurdering av «lakselusindusert villfiskdødelighet» i hvert av de 13 produksjonsområdene, og at dødeligheten skal baseres på dødelighetsandelen som skyldes lakselus produsert i oppdrettsanlegg. Dette krever en klargjøring av ekspertgruppens tolkning av begrep som blir brukt i rapporten, en mer detaljert diskusjon er derfor gitt i kapittel 2. Ekspertgruppen har i 2018 fått 2 nye medlemmer. Arbeidet har vært befengt med svært korte tidsfrister og man har prioritert å bruke tiden på den overordnede analysen av de ulike produksjonsområdene. Det betyr at 2018 rapporten bygger på de samme forutsetningene og de samme analysene som 2017 rapporten (Nilsen mfl. 2017) med noen små justeringer som er omtalt i teksten.

Ekspertgruppen er samstemt i alle konklusjonene og i vurderingen av usikkerhetene for de ulike produksjonsområdene.

### **Oppdatering for 2018**

Som et ledd i arbeidet med å videreutvikle modellsystemet ble partikkelspredningsmodellen til HI omprogrammert til et mer fleksibelt system våren 2017. Den nye modellversjonen er fritt tilgjengelig på (<https://github.com/bjornaa/ladim>). Det har blitt utført en grundig sammenligning av resultatene fra ny og gammel versjon som viser at selv om resultatene er relativt like avviker de såpass mye at det var nødvendig med en recalibrering av smittepresskartet (ROC) og den virtuelle smoltmodellen. Dette er utført og resultatene er beskrevet i rapporten Myksvoll mfl. (2018a). Resultater som er vist i denne rapporten er laget etter ny kalibrering og kan derfor avvike noe fra tilsvarende resultater i de to foregående rapportene.

I en nylig publisert artikkel (Myksvoll mfl. 2018b) er det funnet god korrelasjon (Spearman rank korrelasjon på 0.71) mellom HI sin modellestimerte kopepodittkonsentrasjon og tidlige stadier av lakselus (kopepoditter og chalimus I+II) på villfisk fanget med garn og ruse. Studien omfatter data for 3 år (2015-2017) og teller 102 stasjoner og 5211 fisk.

De virtuelle smoltmodellene er også oppdatert, detaljerte beskrivelser kan finnes i Johnsen mfl. (2018) for HI sin modell og i Kristoffersen mfl. (2018) for VI sin modell.

## 2. Definisjoner og begreper

### Lakselusindusert dødelighet

*Lakselusindusert dødelighet* er et uttrykk som brukes vitenskapelig for å omtale den delen av dødeligheten som kan knyttes til parasitten (Krkošek mfl. 2011, 2013; Jackson mfl. 2013; Vollset mfl. 2015). Med uttrykket indusert menes altså at lakselusen er en del av årsaken til at fisken dør. Det er flere mål på overlevelse i epidemiologi (Dohoo mfl. 2010). De mest vanlige og relevante i kontekst av luseinduserte dødelighet på populasjonsnivå er *risikoforskjell* (RF), *relativ risiko* (RR) og *risikobidrag* (RB)

*Risikoforskjell* (RF) er den absolutte forandring i overlevelse i gruppen som er påvirket av lakselus versus gruppen som ikke er påvirket av lakselus. Det vil si hvis sjøoverlevelsen er naturlig 5 % og mens det i den påvirkede gruppen overlever 4 % vil RF bli  $5 - 4 = 1$  %.

*Relativ risiko* (RR) er det relative tallet mellom sjøoverlevelsen (eller risikoen) til en upåvirket og teoretisk sett den samme gruppen eksponert for lakselus. For verdiene gitt over ville RR blitt  $5\% / 4\% = 1,25$ . Den sier altså at det er 1,25 ganger større sannsynlighet at en gruppe med fisk som ikke er påvirket av lakselus overlever til sammenligning med gruppen som er påvirket av lakselus (gitt at alle andre faktorer er like).

*Risikobidrag* (RB) regner ut den relative reduksjonen (i prosent) i populasjonen som er påvirket av lakselus sammenlignet med den som ikke er påvirket. Dette kan regnes ut direkte fra sjøoverlevelsen som følger  $((5\% - 4\%) / 5\%) = 20\%$ . Denne sier altså at det vil returnere 20 % færre fisk tilbake til elven hvis lakselus påvirker en årsklasse relativt til hvis lakselus ikke hadde påvirkning. Det vil si at hvis det uten lus hadde returnert 1000 fisk ville det med lus returnert 800 fisk, eller hvis det uten lus hadde returnert 200 fisk ville det med lus returnert 160 fisk. I teorien er det denne verdien man ønsker å estimere ved å bruke lus på antall fisk og grenseverdier fra laboratorium (beskrevet under). Det er mange årsaker til at den estimerte *lakselusinduserte dødeligheten* ikke vil stemme overens med RB slik det er definert i teksten over.

### Grenseverdier for infestasjonsnivå av lakselus på vill laksefisk

I dag benyttes prosentvis innslag over en grenseverdi for en gitt lakselusdose (lus per gram fiskevekt) som en indikator for påvirkning av lakselus på vill laksefisk både i Havforskningsinstituttets (HI) risikovurdering (Taranger mfl. 2011) og i ”Kvalitetsnormer for laks - anbefalinger til system for klassifisering av villaksbestander” fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning (VRL) (Anon. 2011). VRL har avgrenset sin vurdering til utvandrende laksesmolt (postsmolt), mens HI også har inkludert sjøørret og sjørøye. Grenseverdiene er derfor noe forskjellige, selv om hovedtilnærmingene er lik. I mangel av noe bedre har likevel både HI og VRL valgt denne tilnærmingen som et første forsøk på å kvantifisere effekter, og dette er grunnlaget for en felles omforent vurdering som ble presentert i Taranger mfl. (2012) (se kapittel 3.3 i Taranger mfl. (2012) for ytterligere informasjon angående disse beregningene). Siden eksperimentelle forsøk indikerer ulike fysiologiske og økologiske effekter på smolt og modnende fisk, har man valgt å foreslå omforente grenseverdier for: 1) laksesmolt og førstegangsutvandrende sjøørret og sjørøye, og 2) modnende sjøørret og sjørøye. Basert på best tilgjengelig kunnskap er det i Taranger mfl. (2012) foreslått følgende beregningsmåte for luseindeks på laksesmolt og førstegangsutvandrende sjøørret og sjørøye  $< 150$  g (**Tabell 1**):

**Tabell 1.** Skjema for beregning av luseindeks for antatte effekter av lakselus på utvandrende laksesmolt og førstegangsutvandrende sjørørret og sjørøye <150 g: Samplet deles prosentvis inn i infeksjonsgrupper med antatt forskjellig effekt på individ. Indeks (% døde) for hver infeksjonsgruppe bestemmes ut fra best tilgjengelig kunnskap om forventet dødelighet innen infeksjonsgruppen. Summen av alle gruppene gir estimert bestandsreduksjon (%), og klassifiseres så i henhold til VRLs-definisjoner av liten (< 10 %), moderat (10-30 %) og stor (> 30 %) reduksjon i gytebestandsmål (GBM). Inndeling i infeksjonsgrupper og forventet dødelighet må regelmessig revurderes når ny kunnskap tilsier det. Verdier fylles inn og gir en estimert bestandsreduksjon ut fra andel av populasjon i hver infeksjonsgruppe.

| Infeksjonsgruppe<br>(antall lus/g)    | Andel av<br>populasjon (%) | Forventet dødelighet | Indeks |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------|--------|
| < 0,1                                 |                            | 0 %                  |        |
| 0,1 - 0,2                             |                            | 20 %                 |        |
| 0,2 - 0,3                             |                            | 50 %                 |        |
| > 0,3                                 |                            | 100 %                |        |
| <b>Estimert bestandsreduksjon (%)</b> |                            |                      |        |

Her er det antatt at dødeligheten vil være 100 % i gruppen > 0,3 lus per gram fiskevekt, 50 % i gruppen 0,2–0,3 lus per gram fiskevekt, 20 % i gruppen 0,1–0,2 lus per gram fiskevekt og 0 % i gruppen < 0,1 lus per gram fiskevekt.

Terskelnivåene referert til ovenfor (Taranger mfl. 2012, 2015; Serra-Llinares mfl. 2014) er basert på relativt få laboratorieforsøk, og verdiene må betraktes som veiledende og som førstegenerasjons indikatorverdi. I de fleste forsøk blir antall lus per gram fiskevekt beregnet ut fra alle stadier av lus. Vi vet at det er dødelighet hos lus fra kopepodittstadiet til de bevegelige stadiene der de fysiologiske konsekvensene for fisken inntreffer, men vi har ikke gode modeller for å anslå denne med sikkerhet. Påslagsintensiteten av lus blir sannsynligvis overestimert i noen tilfeller der det hovedsakelig er fastsittende stadier på den innsamlede fisken. Som påpekt av Taranger mfl. (2012) behøves det flere forsøk for videre verifisering og validering, gitt viktigheten av disse grensene. Dødelighet på laksefisk i naturen kan være høyere eller lavere enn det som registreres i laboratorieundersøkelser med sammenlignbare infestasjoner. Effektene av lakselus har vist seg å være mer alvorlige for postsmolt av laks som også er påvirket av andre faktorer, som for eksempel dårlig vannkvalitet (Finstad mfl. 2007). Videre kan svekket fisk i naturen utsettes for en økt predasjonsrisiko (Thorstad mfl. 2012), ha dårligere evne til selv å beite, dårligere vekst eller endret risikovillighet, og dette vil påvirke blant annet alder ved kjønnsmodning og investering i reproduksjon. Et redusert immunsystem kan derfor på lang sikt resultere i økt dødelighet på grunn av tilleggsfaktorer i naturen som fisken er beskyttet mot i laboratoriet, og dette kan ha betydning for fastsettelse av kritiske terskelnivå for dødelighet (Bjørn & Finstad 1997). På den andre siden kan imidlertid fisken ikke reagere atferdsmessig til lusepåslaget i laboratoriet, det vil si den kan ikke søke til avlusingsområder med lav saltholdighet. Det er derfor mulig at adaptiv atferd i naturen kan redusere dødeligheten i forhold til verdier funnet i laboratorieundersøkelser.

#### **Faktorer som påvirker populasjonsvekst men ikke dødelighet**

Vår oppgave som ekspertgruppe er å spesifikt vurdere lakselusindusert dødelighet. I teorien kan parasitter påvirke verten på måter som ikke er direkte dødelige, men allikevel kan påvirke

populasjonsveksten og evolusjonen til de forskjellige populasjonene. Det er utfordrende å kvantifisere slike effekter direkte, men det er argumentert i definisjonene av grenseverdiene at slike effekter er tatt høyde for (Taranger mfl. 2012). Vi argumenterer derfor for at vi ikke har andre muligheter å ta høyde for slike effekter enn å ta i bruk disse omforente grenseverdiene.

### **Hvordan tolker ekspertgruppen den estimerte luseindeksen**

Luseindeksen beskrevet over kan tolkes direkte som *lakselusindusert dødelighet*. Det er derimot flere problemstillinger med å regne ut en lakselusindusert dødelighet basert på enkle terskelverdier. En av hovedproblemstillingene er at vi vet at effekten av lus er kontekstavhengig. En studie av Vollset mfl. (2015) har vist at effekten av lus er direkte korrelert med den generelle overlevelsen i havet, slik at i år med dårlig overlevelse er effekten av lus stor, mens i år med god overlevelse er effekten av lus nesten ikke målbar. Grenseverdiene må altså sees på som dødelige i en sannsynlig kontekst (forhold i havet). Hovedproblemstillingen er at vi for en gitt smoltårsklasse (dvs. smolt som vandrer ut i sjøen samme år) ikke kan vite på forhånd hvordan andre forhold i sjøen som påvirker laksens overlevelse vil bli for denne årsklassen. Av den årsak vil grenseverdiene i noen tilfeller være overestimerer, mens i andre tilfeller underestimerer.

En annen problemstilling er selektiv dødelighet. Et eksempel på dette er størrelsesselektiv dødelighet (Peterson and Wroblewski, 1984). Ved å bruke grenseverdier for lakselusindusert dødelighet som er korrigert for størrelse vil det være de minste individene som har den største estimerte *lakselusinduserte dødeligheten*. Gitt at størrelsesselektiv dødelighet er en viktig mekanisme hos utvandrende laksesmolt vil det være slik at fisken som har høyest sannsynlighet for å dø av lakselus i utgangspunktet uansett hadde hatt en høyere sannsynlighet for å dø. Vi vet derimot lite om størrelsesavhengig dødelighet hos postsmolt av laks, dermed er det ikke mulig å beregne hva en slik effekt vil ha på estimatene våre (se Jonsson mfl. 2017).

### **Bestand, populasjon og populasjons kompleks**

Uttrykkene bestand og populasjon brukes om hverandre i norsk lakseforvaltning. I økologi brukes ofte bestand om populasjonsenheter det høstes på, mens populasjon brukes i mer vitenskapelig sammenhenger. Populasjon er også et rent statistisk uttrykk som omtaler et avgrenset antall individer. I det nye forvaltningssystemet er det lagt opp til at man skal beregne effekten av lakselus på vill laksefisk i sjø i et produksjonsområde. Innen hvert produksjonsområde er det flere populasjoner ettersom man forvaltningsmessig opererer med bestander av laks i hver elv. Dette betyr i praksis at for et produksjonsområde vil «populasjonen» faktisk bestå av flere populasjoner fra hver elv. I teorien kan man se for seg at man opererer med to «populasjonsdefinisjoner»: «produksjonsområdepopulasjon» og «elvepopulasjon». I biologisk sammenheng er ikke produksjonsområdepopulasjon en «ekte» populasjon, ettersom det egentlig kun er en konvensjon til bruk i forvaltningssystemet. I kunnskapsoppsummeringen fra 2016 (Karlsen mfl. 2016) ble ordet *populasjon* brukt for å uttrykke «*produksjonsområdepopulasjon*» og *bestand* for å uttrykke *elvepopulasjon*. Vi har kommet fram til at dette var forvirrende, og skapte unødvendig diskusjoner rundt begreps bruk. Vi har derfor valgt å gå tilbake til enkle termer der vi bruker «bestand» for elvepopulasjoner, og skriver at vi snakker om overordnet vurdering av bestander når vi snakker om «*produksjonsområdepopulasjon*».

Dette er en terminologisk pedagogisk problemstilling mer enn en biologisk problemstilling. Hovedproblemstillingen er hvordan man skal vektlegge de enkelte bestandene (eller



elvepopulasjonene) i en overordnet vurdering av produksjonsområdene (Vollset mfl. 2017). I praksis er det tre tilnærminger man kan se for seg når man skal regne ut populasjonseffekter av lakselusindusert dødelighet:

- A. *Føre var-tilnærming* – Utrekning av lakselusindusert dødelighet skjer kun på bestandsnivå slik at estimatet for et produksjonsområde baseres på den “verste” verdien fra en elv. Det vil si; hvis en elv kommer over grenseverdien for rødt så blir hele produksjonsområdet rødt.
- B. *Gjennomsnittstilnærming* – Utrekningen av lakselusindusert dødelighet enten ved at man regner ut hvor mange smolt av totalt antall smolt i et produksjonsområde som dør, eller at man tar snittverdien av alle elver for et område og baseres seg på det.
- C. *Vektet tilnærming* – Det siste forslaget er å vekte forskjellige elver basert på et sett med kriterier. Dette kan være størrelsen / smoltproduksjonen til elven, men også viktigheten av elven i forhold til politiske dokumenter (eksempelvis nasjonale laksefjorder). Eventuelt å legge vekt på oppnåelse av gytebestandsmål og sårbarhet i område.

I mandatet til ekspertgruppen er det ikke lagt opp til at ekspertgruppen skal ta hensyn til viktigheten av elvene i forhold til politiske dokumenter eller grad av sårbarhet. Dermed er den eneste muligheten vi har i dette dokumentet å framlegge utregninger som kan brukes til tilnærming A og B (se ovenfor). Hovedproblemstillingen med tilnærming A er derimot at det er knyttet stor usikkerhet til estimatene for hver enkelt elv. I tillegg legger vi stor vekt på empiriske data. Disse er ikke knyttet opp til bestandseffekter på elvenivå, men vil kun brukes til å si noe om den potensielle effekten på alle bestandene i et område. I praksis vil derfor vurderingen være en mellomting mellom tilnærming A og B. Vi legger stor vekt på den overordnede tilstanden i området basert på modellkjøringer og empiriske data, men vil i noen områder legge spesielt vekt på elver som kommer ut som spesielt påvirkede eller viktige for den totale fiskeproduksjonen i et område (slik som for eksempel Lærdalselva i Sognefjorden).

### 3. Vurdering av status i produksjonsområdene

Den overordnede analysen er oppsummert i tabell 2. Tabellene tar utgangspunkt i de observasjonene som er gjort i overvåkingsprogrammet NALO 2018 og resultatene fra HI og VI sine modeller. I teksten for produksjonsområdene bruker vi ordet indikator om de ulike kolonnetittlene fra disse to tabellene. Variasjon i påvirkning mellom ulike deler av produksjonsområdet er også kommentert der dette er relevant.

For hvert produksjonsområde er det oppgitt antall oppdrettsanlegg som rapporterte i perioden 1.april til 31. august, antall elver, samt teoretisk smoltproduksjon av villaks i vassdragene og andel av nasjonal smoltproduksjon i området.

#### Fremgangsmåte i vurdering av produksjonsområdene

Ekspertgruppen har gått igjennom indikatorene i tabell 2; *Trålfangst*, *Sjøørret ruse*, *Vaktbur*, *HI smittepress*, *HI virtuell smolt* og *VI virtuell smolt* i tillegg til eggproduksjon/biomasse og nauplieproduksjonen per måned som er vist i henholdsvis figur a) og b) under hvert produksjonsområde.

Usikkerheten er kategorisert til liten, middels eller stor. Usikkerheten i hovedkonklusjonen er vurdert til å være mindre i de områdene der indikatorene peker i samme retning og større der indikatorene peker i ulik retning. Datagrunnlaget for 2018 er tilsvarende det man hadde for 2017.

Ekspertgruppen vurderer at tråldata, rusefangst sjøørret og smoltbur har lavest usikkerhet (gitt en representativ dekning i tid og rom), at modellprodukter generelt har høyere usikkerhet og kunnskap om smoltbiologi (inkl. utvandningsruter og grenseverdier) er befattet med stor usikkerhet. Utover dette er ikke ekspertgruppen enig i ytterligere spesifisering i usikkerheten mellom de ulike modellproduktene, denne er derfor ikke oppgitt. Dette påvirker vurderingen av usikkerhet men ikke konklusjonene.

#### Tråldata

- Liten usikkerhet på dataene gitt en representativ dekning i tid og rom.

#### Rusefangst sjøørret

- Gode data på lusetellingene, men overføringsverdien til villaks er middels usikker.

#### Vaktbur

- Liten usikkerhet på dataene gitt en representativ dekning i tid og rom.

#### Eggproduksjon/biomasse og nauplieproduksjon (inngangsdata til modellene)

- Liten usikkerhet i antall klekte nauplier i de fleste produksjonsområdene, og middels usikkerhet i områdene med få anlegg.

#### Modeller

- I 2018 er modellene fra HI og VI brukt. De ulike modellerte data som er benyttet er: HI kalibrert smittepress (ROC), og virtuell smolt (HI, VI) som beregner lakselusindusert dødelighet på utvandrende laksesmolt fra ulike elver innen et produksjonsområde. VI sin modell er ikke kalibrert mot burdata for 2018 men data til og med 2017.

På tross av stor usikkerhet i grenseverdier for dødelighet og dermed absolutt dødelighetsnivå, brukes de virtuelle smoltmodellene til å vurdere relative forskjeller mellom år og områder, samt innad i områdene. Der de ulike smoltmodellene gir sammenfallende resultater avtar

usikkerheten. Det bemerkes imidlertid at usikkerheten er større på vassdragsnivå enn på nivå av produksjonsområder.

Det bemerkes også at alle modellproduktene benytter samme kildeledd, og derfor ikke representerer uavhengig informasjon i tabell 2. I mandatet for 2018 er det etterspurt en trendanalyse for produksjonsområdene. Med kun tre år med data er dette for lite til å kunne gjøre gode statistiske analyser og det er derfor utelatt. Figurer under produksjonsområdene er gitt for syv år og viser eventuelle endringer mellom årene.

**Tabell 2.** Resultater fra modeller og observasjoner i de ulike produksjonsområdene og ekspertgruppens overordnede konklusjon. Kategoriene (høy, moderat, lav) fra de ulike modellene og datakildene er en overordnet risikovurdering og representerer hele produksjonsområdet. Tabellen må leses sammen med teksten for de ulike produksjonsområdene der usikkerhetene for vurderingen er fremhevet. Usikkerheten er kategorisert i liten, middels og stor usikkerhet. VI har valgt å presentere sin overordnede vurdering basert på forventet og verste scenario for snittverdier av dødelighet for hele smoltproduksjonen i produksjonsområder i sin modellkjøring. Hovedkonklusjonen tolkes som en ekspertvurdering for at det er en sannsynlig risiko for at mindre enn 10% (lav), 10-30% (moderat) og mer enn 30% (høy) av vill laksesmolt i en region har en lakselusindusert dødelighet.

Trålfangst: Laksesmolt fanget med trål i utvalgte fjorder. Sjøørret ruse: Sjøørret som stedfortreder for laks i NALO. Vaktbur: Kultivert laksesmolt i små bur som dekker utvalgte fjorder i utvandningsperioden. HI smittepress: kalibrert smittepresskart lus. HI Virtuelle laksesmolt: modellert påslag av lus på utvandrende laksesmolt. VI virtuell laksesmolt: modellert påslag av lus på utvandrende laksesmolt.

**Tabell 2. Konklusjon for produksjonsområdene i 2018.**

| Prod. omr. | Trålfangst | Sjøørret ruse | Vaktbur | HI Smittepress | HI Virtuell smolt | VI Smolt modell | Konklusjon <sup>1</sup> |
|------------|------------|---------------|---------|----------------|-------------------|-----------------|-------------------------|
| 1          |            | Lav           |         | Lav            | Lav               | Lav             | Lav                     |
| 2          | Mod/Lav    | Høy           | Mod     | Høy            | Mod               | Lav**           | Mod                     |
| 3          | Mod        | Høy           | Mod     | Mod/Høy        | Høy               | Lav**           | Høy                     |
| 4          | Mod        | Høy           | Mod     | Mod            | Mod               | Lav**           | Mod                     |
| 5          | Lav        | Mod           | Lav     | Lav            | Mod               | Lav*            | Mod                     |
| 6          | Lav        | Mod           | Lav     | Lav            | Mod               | Lav**           | Lav                     |
| 7          |            | Mod           | Mod     | Mod            | Lav               | Lav**           | Mod                     |
| 8          |            | Lav           |         | Lav            | Lav               | Lav**           | Lav                     |
| 9          |            | Lav           |         | Lav            | Lav               | Lav*            | Lav                     |
| 10         |            | Lav           |         | Lav            | Lav               | Lav*            | Lav                     |
| 11         |            | Lav           |         | Lav            | Lav               | Lav             | Lav                     |
| 12         | Lav        | Lav           | Lav     | Lav            | Lav               | Lav             | Lav                     |
| 13         |            | Lav           |         | Lav            | Lav               | Lav             | Lav                     |

<sup>1</sup> Farger på rutene markerer liten, middels og stor usikkerhet

Spesifisering av usikkerheten for VI's konklusjoner

\* når forskjellen mellom forventet og verste scenario varierer mellom lav og moderat

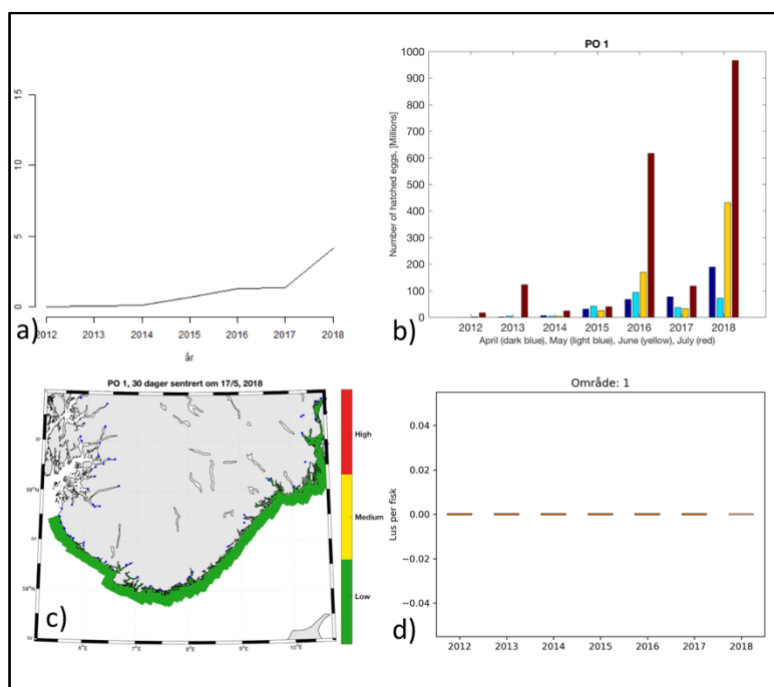
\*\* når forskjellen mellom forventet og verste scenario varierer mellom lav til høy

## Produksjonsområde 1: Svenskegrensa til Jæren

**Konklusjon:** Lav risiko for lakselusindusert villfiskdødelighet i 2018.

*Usikkerhet:* Liten usikkerhet for området i sin helhet. Har ikke data fra trålfangst og smoltbur. Øvrige indikatorer peker på lav risiko. Det skal imidlertid påpekes at det er observert noe forhøyede nivåer av lakselus på sjørretet i Flekkefjord. Denne stasjonen er plassert strategisk ettersom det er det eneste stedet i produksjonsområdet hvor det er høy konsentrasjon av oppdrettsanlegg. Vi anser ikke dette ene stedet til å være representativt for et større område.

|      | Antall anlegg | Antall elver | Smoltproduksjon       |
|------|---------------|--------------|-----------------------|
| 2016 | 10            | 38           | 2 182 000<br>(21,6 %) |
| 2017 | 8             |              |                       |
| 2018 | 8             |              |                       |



Figuren viser a) Eggproduksjon per biomasse, b) utslipp av klekte nauplier fra alle oppdrettsanlegget i PO, c) smittepresskart som viser områder med lavt (grønt), middels (gult) og høyt (rødt) smittepress, og d) lus per fisk estimert med HI sin smoltmodell vist som snitt av alle elvene i området.

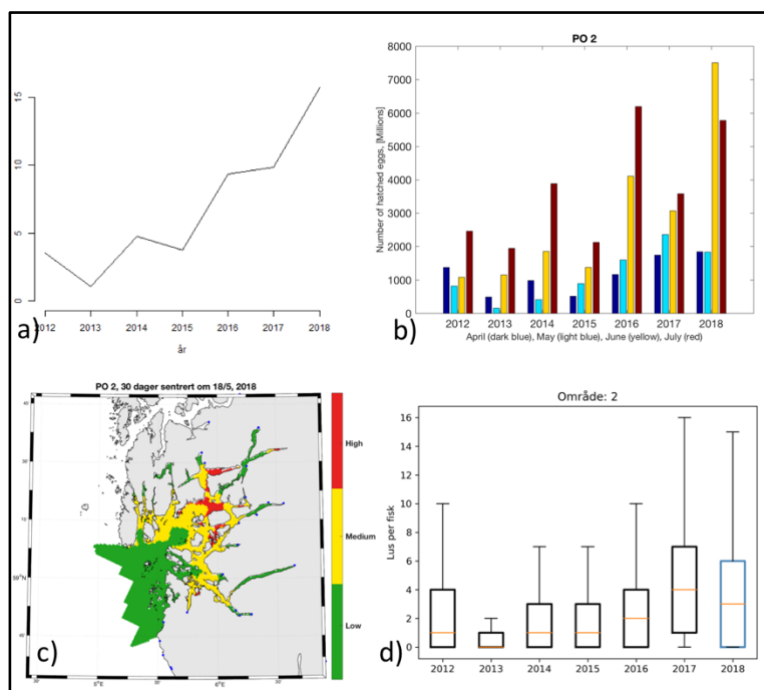
**Viktige elver:** Dette produksjonsområdet domineres av Numedalslågen med 21 % av teoretisk smoltproduksjon, og Bjerkreimsvassdraget og Mandalselva med hhv. 13 og 10 %.

## Produksjonsområde 2: Ryfylke

**Konklusjon:** Moderat risiko for lakselusindusert villfiskdødelighet i 2018.

*Usikkerhet:* Middels usikkerhet for området i sin helhet og mindre usikkerhet enn i 2017. Vi legger spesielt vekt på at utbredelsen av moderat til høyt smittepress er relativt stort og at det er sjørretstasjoner med høyt smittepress i periode 1 (Nedstrand) i områder med høyt smittepress. Smittepresset er høyt i nordlige deler av Ryfylkebassenget, og påvirker derfor sannsynligvis ikke bestandene sør i Ryfylke i så stor grad. Smoltbur støtter konklusjonen om moderat påvirkning. Ut fra smolttrålingen ser vi at smolten har moderate nivåer av lus i den viktigste utvandringssuken for laksesmolten i dette området og lave nivåer ellers.

|      | Antall anlegg | Antall elver | Smoltproduksjon    |
|------|---------------|--------------|--------------------|
| 2016 | 37            | 18           | 438 000<br>(4,3 %) |
| 2017 | 41            |              |                    |
| 2018 | 35            |              |                    |



Figuren viser a) Eggproduksjon per biomasse, b) utslipp av klekte nauplier fra alle oppdrettsanlegget i PO, c) smittepresskart som viser områder med lavt (grønt), middels (gult) og høyt (rødt) smittepress, og d) lus per fisk estimert med HI sin smoltmodell vist som snitt av alle elvene i området.

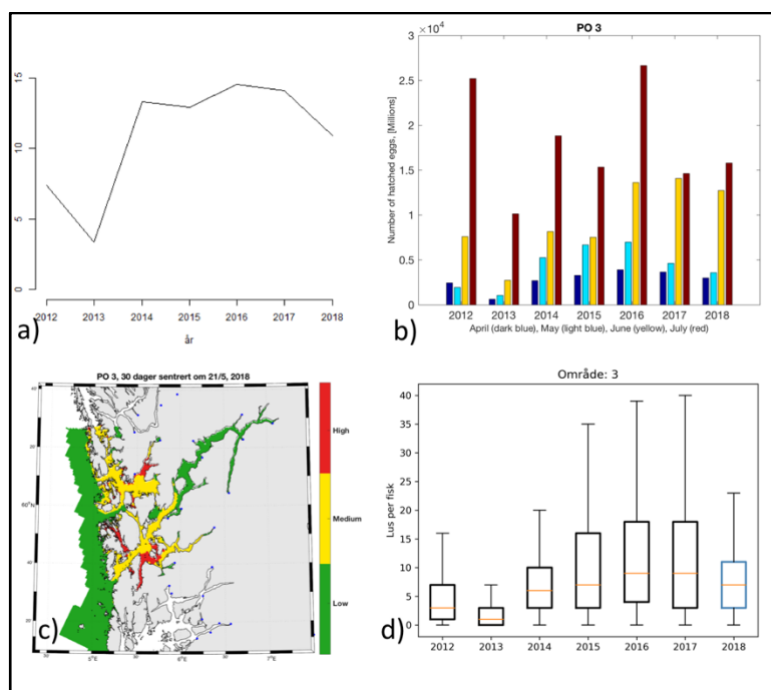
*Viktige elver:* Figgjo (kystvassdrag) har om lag 33 % av teoretisk smoltproduksjon i regionen og er lite berørt i henhold til de virtuelle smoltmodellene.

### Produksjonsområde 3: Karmøy til Sotra

**Konklusjon:** Høy risiko for lakselusindusert villfiskdødelighet i 2018.

*Usikkerhet:* Høy usikkerhet for området som helhet. Noe mindre lus på trålfanget smolt enn i 2017, men færre fisk fanget totalt. En liten reduksjon i smittepress og reduksjon i utbredelse av området med høyt smittepress kan indikere en viss forbedring i området fra 2017 til 2018. Mye lus på sjørretten peker i motsatt retning og gir høy usikkerhet for området. Elvene i indre deler av Hardanger representerer smolt som er mest utsatt på grunn av lang utvandringsrute, men smittepresset langs utvandringsruten til de indre bestandene er lavere i år enn i de foregående årene. Dette reflekteres i smittekartet og i de virtuelle smoltmodellene. Estimaten tilsier derimot at risikoen for dødelighet fremdeles kan være betydelig for disse indre bestandene. I tillegg er smittepresset høyt i utvandringsruten til smolten fra Etne som er en viktig bestand i dette området.

|      | Antall anlegg | Antall elver | Smoltproduksjon    |
|------|---------------|--------------|--------------------|
| 2016 | 125           | 12           | 185 000<br>(1,8 %) |
| 2017 | 115           |              |                    |
| 2018 | 119           |              |                    |



Figuren viser a) Eggproduksjon per biomasse, b) utslipp av klebte nauplier fra alle oppdrettsanlegget i PO, c) smittepresskart som viser områder med lavt (grønt), middels (gult) og høyt (rødt) smittepress, og d) lus per fisk estimert med HI sin smoltmodell vist som snitt av alle elvene i området.

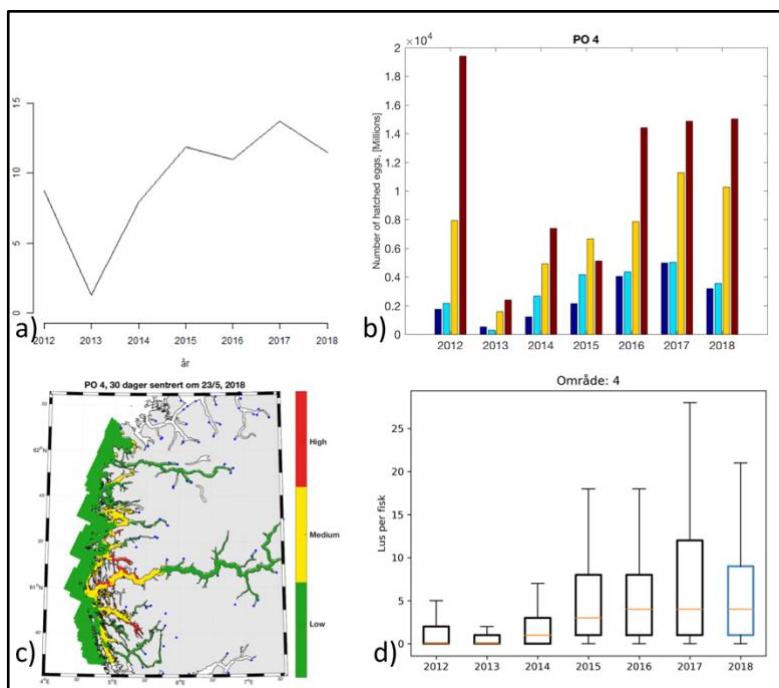
*Viktige elver:* Etne (midtre til ytre del av fjorden) har 30 % av teoretisk smoltproduksjon i dette området. Opo (innerst i Hardangerfjorden) og Oselva (kystnært) ligger begge på 15 % av teoretisk smoltproduksjon. Opo har ikke en funksjonell laksetrapp som gjør at produksjonen av laks fra dette vassdraget sannsynligvis er en god del lavere enn det teoretiske anslaget. Dette har imidlertid ikke noen effekt på den endelige konklusjonen for dette produksjonsområdet.

## Produksjonsområde 4: Nordhordland til Stadt

**Konklusjon:** Moderat risiko for lakselusindusert villfiskdødelighet i 2018.

*Usikkerhet:* Høy usikkerhet for området i sin helhet. Usikkerheten er hovedsakelig knyttet til at området dekker regioner med både høyt og lavt smittepress (heterogen utbredelse) og at indikatorene varierer fra høy til lav påvirkning. I Nordhordland og i ytre deler av Sognefjorden tilsier de empiriske dataene moderat til høyt smittepress avhengig av om man bruker sjøørret, smoltbur eller trålfanget laksesmolt. I nord (Nordfjord) tilsier dataene lavere smittepress. Dette sammenfaller med smittepresskartet. De virtuelle smoltmodellene tilsier lav til høy dødelighet (spesielt for smolt fra elver innerst i Sognefjorden) og totalt vurderes derfor hele området til moderat risiko.

|      | Antall anlegg | Antall elver | Smoltproduksjon |
|------|---------------|--------------|-----------------|
| 2016 | 100           | 40           | 748 000         |
| 2017 | 103           |              | (7,4 %)         |
| 2018 | 98            |              |                 |



Figuren viser a) Eggproduksjon per biomasse, b) utslipp av klekte nauplier fra alle oppdrettsanlegget i PO, c) smittpresskart som viser områder med lavt (grønt), middels (gult) og høyt (rødt) smittpress, og d) lus per fisk estimert med HI sin smoltmodell vist som snitt av alle elvene i området.

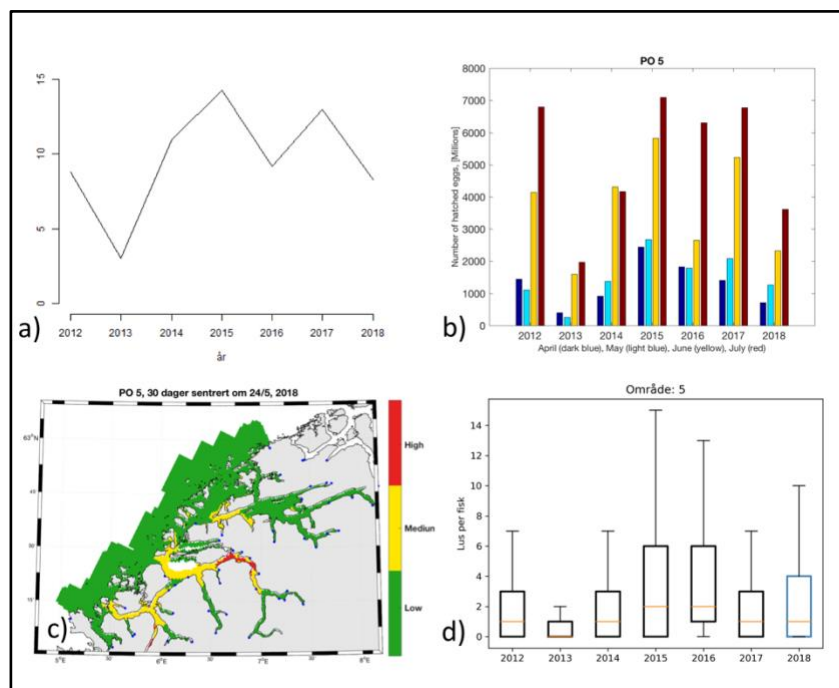
*Viktige elver:* Sør for Sognefjorden ligger Vosso (indre del av Osterfjorden) som har 10 % av teoretisk smoltproduksjon i produksjonsområdet. Lærdalselva (i indre Sognefjord) har 17 % av teoretisk smoltproduksjon. Nord for Sognefjorden er det Gaula og Nausta (begge indre) som har litt i underkant av 10 % av teoretisk smoltproduksjon og begge vassdragene har lav estimert dødelighet. Innerst i Nordfjord er Stryneelva den mest betydningsfulle (7 % av teoretisk smoltproduksjon).

## Produksjonsområde 5: Stadt til Hustadvika

**Konklusjon:** Moderat risiko for lakselusindusert villfiskdødelighet i 2018.

*Usikkerhet:* Middels usikkerhet for området i sin helhet. I likhet med PO4 er det heterogen utbredelse av smittepress i dette området, med et forhøyet smittepress i en flaskehals i Storfjorden (Sunnmøre). Dette reflekteres både på sjørrettfangst og smittepresskartet, og fører blant annet til at modellert dødelighet på virtuelle smolt er høy innerst i denne fjorden. Resten av området har derimot lavt smittepress. Dette reflekteres i observert lusepåslag på trålfanget smolt og i smoltbur i Romsdalsfjorden. Som helhet ansees derfor området til å ha en moderat risiko. Generelt er det også lite data fra sørlige deler med forhøyet smittepress og dette gir dermed økt usikkerhet.

|      | Antall anlegg | Antall elver | Smoltproduksjon    |
|------|---------------|--------------|--------------------|
| 2016 | 32            | 44           | 529 000<br>(5,2 %) |
| 2017 | 34            |              |                    |
| 2018 | 34            |              |                    |



Figuren viser a) Eggproduksjon per biomasse, b) utslipp av klekte nauplier fra alle oppdrettsanlegget i PO, c) smittepresskart som viser områder med lavt (grønt), middels (gult) og høyt (rødt) smittepress, og d) lus per fisk estimert med HI sin smoltmodell vist som snitt av alle elvene i området.

*Viktige elver:* Rauma (indre del av Romsdalsfjorden) har 20 % av teoretisk smoltproduksjon i dette produksjonsområdet, Eira (indre) og Oselva (ytre del av Romsdalsfjorden) har rundt 5 % hver. Ørsta (kystnært-midtre) og Valldal (indre del av Storfjorden) har henholdsvis 9 og 5 % av teoretisk smoltproduksjon.

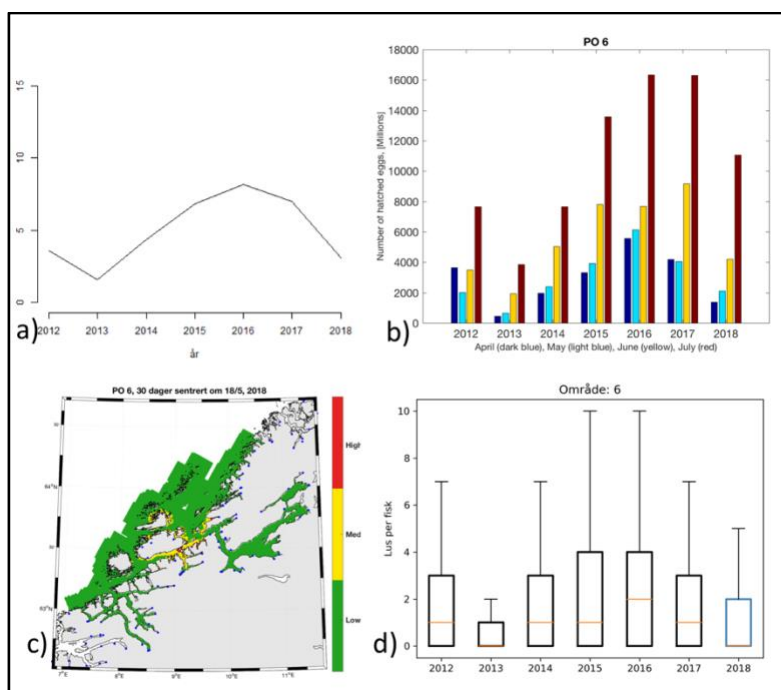


## Produksjonsområde 6: Nordmøre og Sør-Trøndelag

**Konklusjon:** Lav risiko for lakselusindusert villfiskdødelighet i 2018.

*Usikkerhet:* Middels usikkerhet for området i sin helhet. Smolt fra flere store vassdrag går ut gjennom Trondheimsfjorden og elvene her utgjør 72 % av total smoltproduksjon i dette produksjonsområdet. Totalt sett har dette produksjonsområdet opptil 25 % av Norges produksjon av laksesmolt, og mye lus i utvandringsruten kan få store konsekvenser. Generelt lavere smittepress i 2018, noe som gir lavere usikkerhet for området sammenlignet med 2017. Samtidig peker den virtuelle smoltmodellen til HI på noe forhøyet dødelighet i elvene i Trondheimsfjorden. Dette er sannsynligvis grunnet et moderat forhøyet smittepress rundt Agdenes som er en flaskehals for alle disse bestandene. Dette er derimot et relativt lite geografisk område og vi anser det derfor som usannsynlig at dette vil ha en stor effekt og setter usikkerhetene til middels.

|      | Antall anlegg | Antall elver | Smoltproduksjon       |
|------|---------------|--------------|-----------------------|
| 2016 | 101           | 62           | 2 389 000<br>(23,7 %) |
| 2017 | 108           |              |                       |
| 2018 | 100           |              |                       |



Figuren viser a) Eggproduksjon per biomasse, b) utslipp av klekte nauplier fra alle oppdrettsanlegget i PO, c) smittpresskart som viser områder med lavt (grønt), middels (gult) og høyt (rødt) smittpress, og d) lus per fisk estimert med HI sin smoltmodell vist som snitt av alle elvene i området.

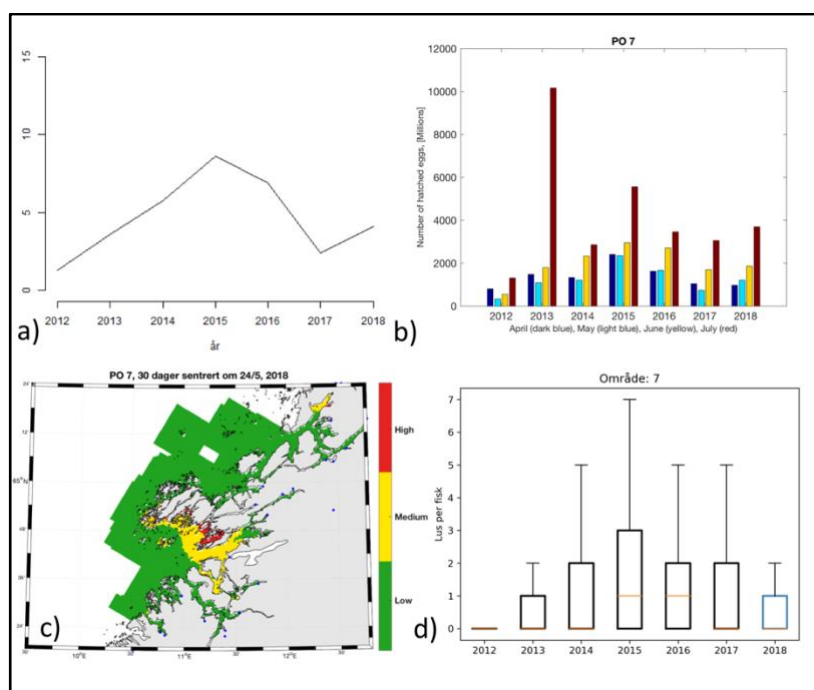
*Viktige elver:* Sør for Trondheimsfjorden har Surna og Driva (indre) med henholdsvis 7 og 5 % av teoretisk smoltproduksjon. I Trondheimsfjorden er det Orkla og Gaula (midtre) med henholdsvis 21 og 27 % av teoretisk smoltproduksjon samt Stjørdalselva og Verdalselva (indre) med henholdsvis 7 og 5 % av teoretisk smoltproduksjon. Elvene i Trondheimsfjorden har samlet sett 72 % av teoretisk smoltproduksjon for produksjonsområdet og om lag 18 % av hele landet.

## Produksjonsområde 7: Nord-Trøndelag med Bindal

**Konklusjon:** Moderat risiko for lakselusindusert villfiskdødelighet i 2018.

*Usikkerhet:* Middels usikkerhet for området i sin helhet. Årsaken til usikkerheten er knyttet til at det er et forhøyet smittepress midt i området sør for Vikna. I teorien kan fisken fra den største elven Namsen i dette området vandre gjennom dette høye smittepresset og dermed bli påvirket. Det er derimot lite data fra sjøørret (grunnet dårlig fangst) i dette området. Data fra smoltbur tilsier moderat smittepress. Generelt virker smittepresset i 2018 å være noe høyere enn i 2017.

|      | Antall anlegg | Antall elver | Smoltproduksjon    |
|------|---------------|--------------|--------------------|
| 2016 | 33            | 22           | 902 000<br>(8,9 %) |
| 2017 | 38            |              |                    |
| 2018 | 41            |              |                    |



Figuren viser a) Eggproduksjon per biomasse, b) utslipp av klekte nauplier fra alle oppdrettsanlegget i PO, c) smittepresskart som viser områder med lavt (grønt), middels (gult) og høyt (rødt) smittepress, og d) lus per fisk estimert med HI sin smoltmodell vist som snitt av alle elvene i området.

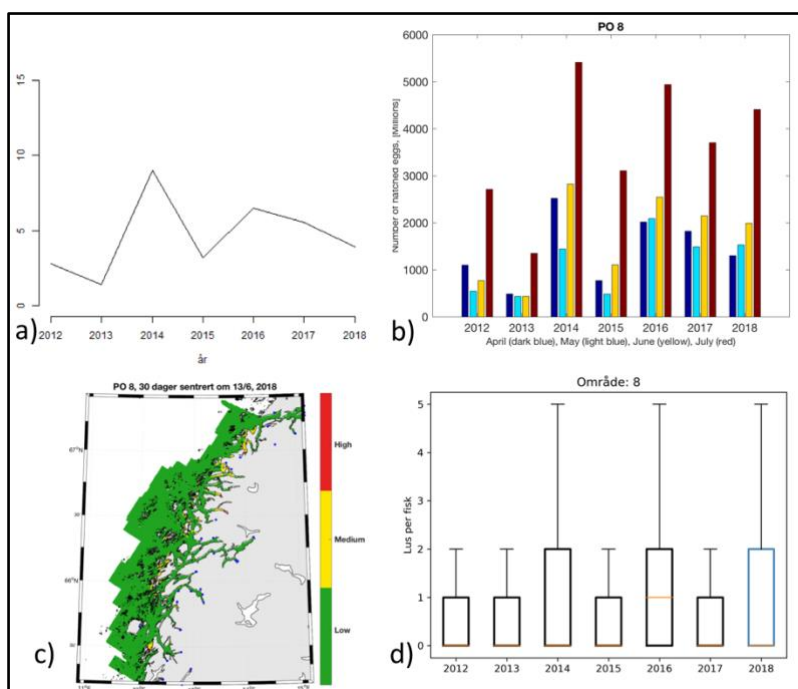
*Viktige elver:* Dette produksjonsområdet domineres av Namsen (indre) med 69 % av teoretisk smoltproduksjon samt Årgårdsvassdraget (indre) med 14 %.

## Produksjonsområde 8: Helgeland til Bodø

**Konklusjon:** Lav risiko for lakselusindusert villfiskdødelighet i 2018.

*Usikkerhet:* Liten usikkerhet for området i sin helhet. Har ikke data fra trålfangst og smoltbur, men øvrige indikatorer peker på lav påvirkning.

|      | Antall anlegg | Antall elver | Smoltproduksjon |
|------|---------------|--------------|-----------------|
| 2016 | 60            | 30           | 364 000         |
| 2017 | 60            |              | (3,6 %)         |
| 2018 | 69            |              |                 |



Figuren viser a) Eggproduksjon per biomasse, b) utslipp av klekte nauplier fra alle oppdrettsanlegget i PO, c) smittepresskart som viser områder med lavt (grønt), middels (gult) og høyt (rødt) smittepress, og d) lus per fisk estimert med HI sin smoltmodell vist som snitt av alle elvene i området.

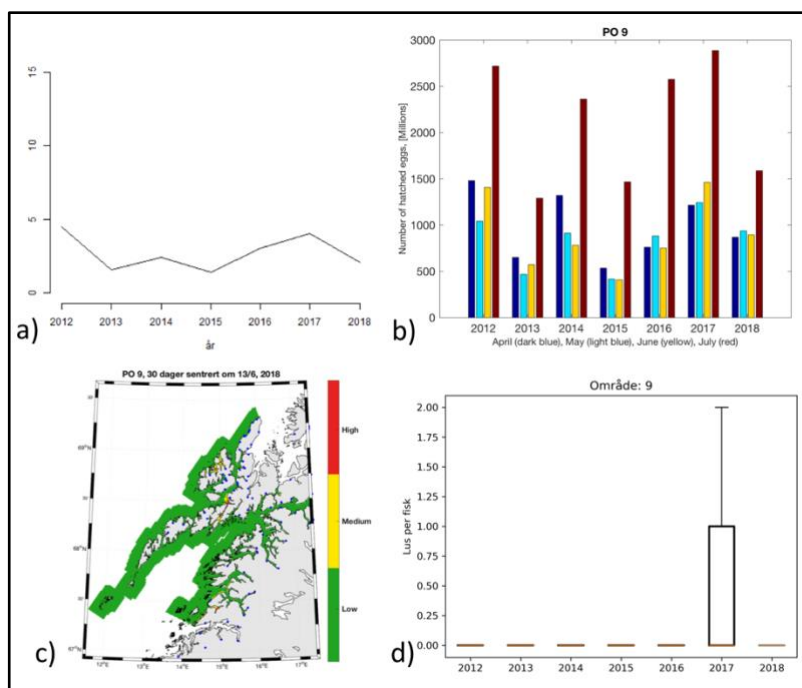
**Viktige elver:** Dette produksjonsområdet domineres av Vefsna (indre) og Fusta (indre) med henholdsvis 35 % og 7 % av teoretisk smoltproduksjon. Røssåga (indre) og Rana (indre) har videre 7 og 6 % av teoretisk smoltproduksjon, og lengre nord i området er det Beiarvassdraget (indre) og Saltdalselva (indre) med 7 og 9 % av teoretisk smoltproduksjon.

## Produksjonsområde 9: Vestfjorden og Vesterålen

**Konklusjon:** Lav risiko for lakselusindusert villfiskdødelighet i 2018.

*Usikkerhet:* Liten usikkerhet for området i sin helhet. Har ikke data fra trålfangst og smoltbur, men øvrige indikatorer peker på lav påvirkning.

|      | Antall anlegg | Antall elver | Smoltproduksjon    |
|------|---------------|--------------|--------------------|
| 2016 | 51            | 58           | 193 000<br>(1,9 %) |
| 2017 | 65            |              |                    |
| 2018 | 64            |              |                    |



Figuren viser a) Eggproduksjon per biomasse, b) utslipp av klekte nauplier fra alle oppdrettsanlegget i PO, c) smittepresskart som viser områder med lavt (grønt), middels (gult) og høyt (rødt) smittepress, og d) lus per fisk estimert med HI sin smoltmodell vist som snitt av alle elvene i området.

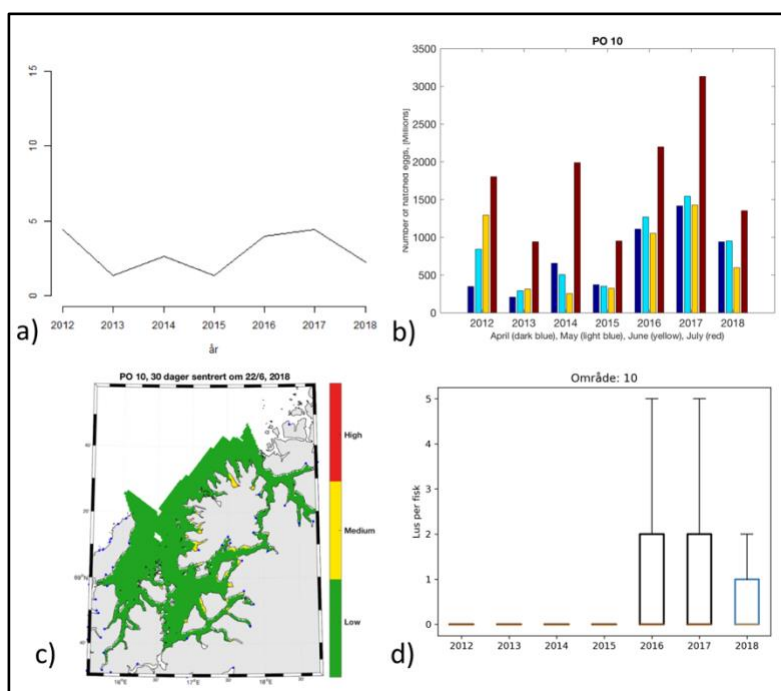
**Viktige elver:** Dette produksjonsområdet domineres av Buksnesvassdraget (kystvassdrag) i Vesterålen med 9 % av teoretisk smoltproduksjon. Skjoma (indre) har 8 % av teoretisk smoltproduksjon.

## Produksjonsområde 10: Andøya til Senja

**Konklusjon:** Lav risiko for lakselusindusert villfiskdødelighet i 2018

*Usikkerhet:* Liten usikkerhet for området i sin helhet. Har ikke data fra trålfangst og smoltbur, men øvrige indikatorer peker på lav påvirkning.

|      | Antall anlegg | Antall elver | Smoltproduksjon    |
|------|---------------|--------------|--------------------|
| 2016 | 46            | 24           | 328 000<br>(3,2 %) |
| 2017 | 47            |              |                    |
| 2018 | 45            |              |                    |



Figuren viser a) Eggproduksjon per biomasse, b) utslipp av klekte nauplier fra alle oppdrettsanlegget i PO, c) smittepresskart som viser områder med lavt (grønt), middels (gult) og høyt (rødt) smittepress, og d) lus per fisk estimert med HI sin smoltmodell vist som snitt av alle elvene i området.

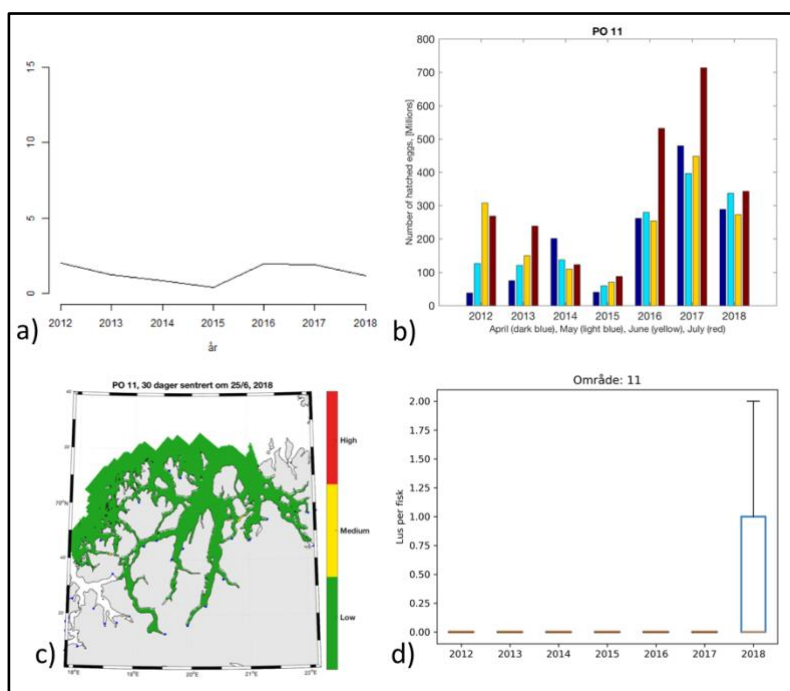
*Viktige elver:* Dette produksjonsområdet domineres av Målselva (indre) og Laukhelle med henholdsvis 38 og 8 % av teoretisk smoltproduksjon, i tillegg til Salangsvassdraget (kyst-midtre) med 16 % og Roksdalsvassdraget (kyst) med 10 %.

## Produksjonsområde 11: Kvaløya til Loppa

**Konklusjon:** Lav risiko for lakselusindusert villfiskdødelighet i 2018.

*Usikkerhet:* Liten usikkerhet for området i sin helhet. Har ikke data fra trålfangst og smoltbur, men øvrige indikatorer peker på lav påvirkning.

|      | Antall anlegg | Antall elver | Smoltproduksjon    |
|------|---------------|--------------|--------------------|
| 2016 | 27            | 17           | 141 000<br>(1,4 %) |
| 2017 | 30            |              |                    |
| 2018 | 27            |              |                    |



Figuren viser a) Eggproduksjon per biomasse, b) utslipp av klekte nauplier fra alle oppdrettsanlegget i PO, c) smittepresskart som viser områder med lavt (grønt), middels (gult) og høyt (rødt) smittepress, og d) lus per fisk estimert med HI sin smoltmodell vist som snitt av alle elvene i området.

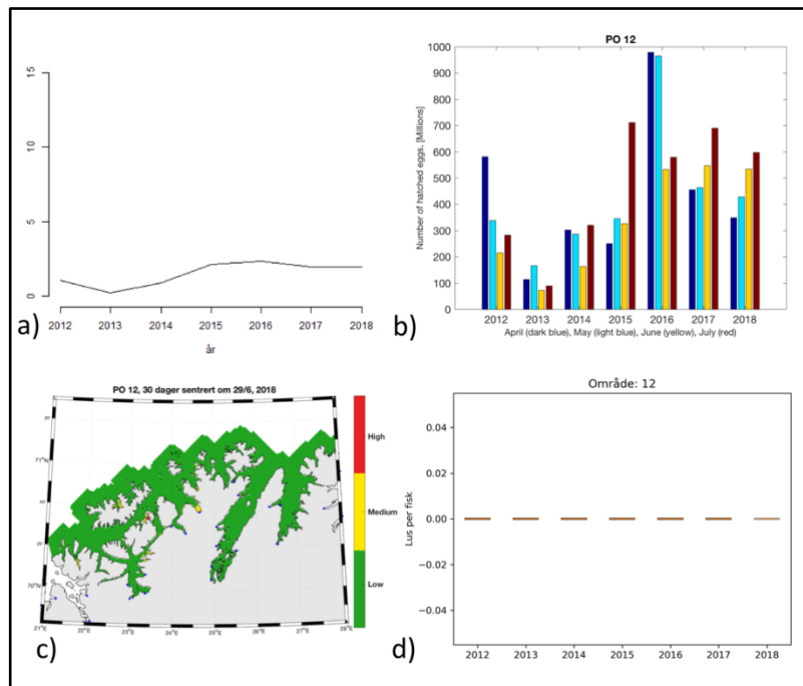
*Viktige elver:* Dette produksjonsområdet domineres av Reisavassdraget (kyst) med 41 % av teoretisk smoltproduksjon samt Skibotnvassdraget (Storfjorden indre) med 22 %.

## Produksjonsområde 12: Vest-Finnmark

**Konklusjon:** Lav risiko for lakselusindusert villfiskdødelighet i 2018.

*Usikkerhet:* Middels usikkerhet for området i sin helhet. Økningen i usikkerhet er knyttet til mer lus på sjøørret i området Skillefjord i 2018 sammenlignet med 2017.

|      | Antall anlegg | Antall elver | Smoltproduksjon |
|------|---------------|--------------|-----------------|
| 2016 | 39            | 18           | 587 000         |
| 2017 | 43            |              | (5,8%)          |
| 2018 | 45            |              |                 |



Figuren viser a) Eggproduksjon per biomasse, b) utslipp av klekte nauplier fra alle oppdrettsanlegget i PO, c) smittepresskart som viser områder med lavt (grønt), middels (gult) og høyt (rødt) smittepress, og d) lus per fisk estimert med HI sin smoltmodell vist som snitt av alle elvene i området.

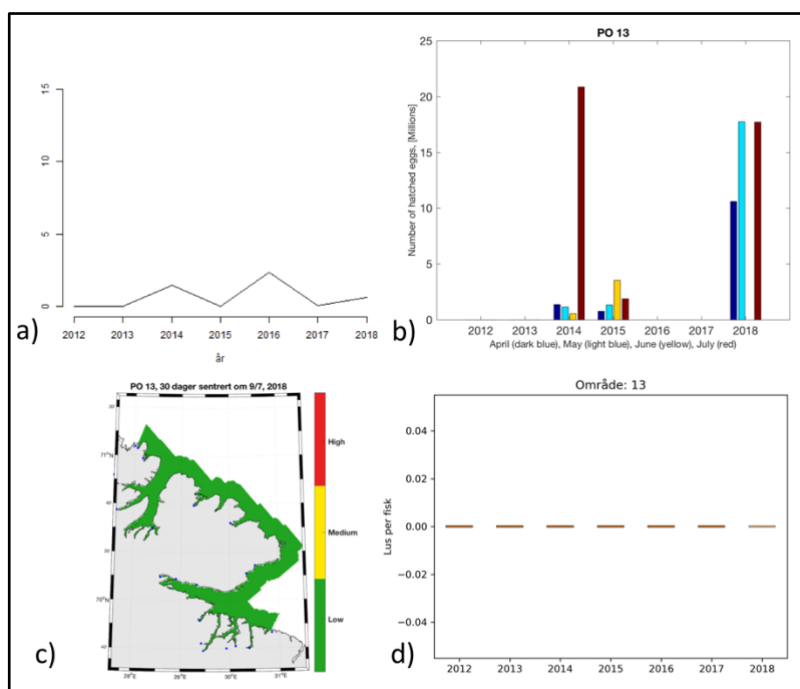
**Viktige elver:** Dette produksjonsområdet domineres av Altaelva (indre) med 60 % av teoretisk smoltproduksjon. Videre østover kommer Repparfjordelva (kyst-midtre) med 8 % og vassdragene i Porsangerfjorden der Lakselva, Børselva og Stabburselva har (alle indre) henholdsvis 10, 7 og 4 % av teoretisk smoltproduksjon.

## Produksjonsområde 13: Øst-Finnmark

**Konklusjon:** Lav risiko for lakselusindusert villfiskdødelighet i 2018.

*Usikkerhet:* Liten usikkerhet for området i sin helhet. Har ikke data fra trålfangst og smoltbur, men øvrige indikatorer peker på lav påvirkning.

|      | Antall anlegg | Antall elver | Smoltproduksjon       |
|------|---------------|--------------|-----------------------|
| 2016 | 2             | 18           | 1 111 000<br>(11,0 %) |
| 2017 | 3             |              |                       |
| 2018 | 3             |              |                       |



Figuren viser a) Eggproduksjon per biomasse, b) utslipp av klekte nauplier fra alle oppdrettsanlegget i PO, c) smittepresskart som viser områder med lavt (grønt), middels (gult) og høyt (rødt) smittepress, og d) lus per fisk estimert med HI sin smoltmodell vist som snitt av alle elvene i området.

**Viktige elver:** Dette produksjonsområdet domineres av Tanaelva med 79 % av teoretisk smoltproduksjon og utgjør i underkant av 10 % av Norges smoltproduksjon. Neiden, Laggo, Komag og Vestre Jakobselv er andre betydelige laksevassdrag men prosentandelen i regionen blir lav på grunn av Tanas dominans.



#### 4. Konklusjoner

For 2018 konkluderer ekspertgruppen med lav risiko for lakselusindusert dødelighet i 8 produksjonsområder (1, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13), moderat risiko for lakselusindusert dødelighet i produksjonsområde 2, 4, 5 og 7 og høy risiko for lakselusindusert dødelighet i ett område (3).

Det er knyttet noe usikkerhet til at PO3 er i høy risiko kategori. En liten reduksjon i smittepress og reduksjon i utbredelse av området med høyt smittepress kan indikere en viss forbedring i området fra 2017 til 2018. Mye lus på sjøørret peker i motsatt retning og gir høy usikkerhet for området. Estimatenes tilsier at risikoen for dødelighet fremdeles kan være betydelig for de indre bestandene. I tillegg er smittepresset høyt i utvandningsruten til smolten fra Etne som er en viktig bestand i dette området.

For 2017 konkluderte ekspertgruppen med lav risiko for lakselusindusert dødelighet i ti produksjonsområder (1, 2, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 og 13), moderat risiko for lakselusindusert dødelighet i ett produksjonsområde (5) og høy risiko for lakselusindusert dødelighet i to områder (3, 4). Konklusjonen om lav risiko i område 2 og 6 i 2017 har stor usikkerhet. Konklusjonen om lav risiko i område 7 og 10 i 2017 har middels usikkerhet. For områdene 1, 8, 9, 11, 12 og 13 har konklusjonen om lav risiko liten usikkerhet for 2017. Konklusjonen om moderat risiko for område 5 har middels usikkerhet. Konklusjonen om høy risiko i område 4 har middels usikkerhet mens konklusjonen om høy risiko i område 3 har liten usikkerhet.

Ekspertgruppen har for 2016 konkludert med lav risiko for lakselusindusert dødelighet på vill laksesmolt i syv produksjonsområder (1, 8, 9, 10, 11, 12, 13), moderat risiko for lakselusindusert dødelighet i fem produksjonsområder (2, 4, 5, 6, 7) og høy risiko for lakselusindusert dødelighet i ett produksjonsområde (3).

Konklusjonene er basert på resultater fra modeller og overvåkingsdata fra de respektive år, samt til dels en vurdering av tidsutviklingen i produksjonsområdet. De viktigste usikkerhetene er knyttet til utvandringstidspunkt og utvandningsrute for de ulike elvene, noe som kan ha betydelig effekt på hvor stort smittepress laksesmolten vil passere igjennom på veien ut av fjordene og kysten. Mer data på vill laksesmolt i flere produksjonsområder vil være viktig for å redusere usikkerhetene spesielt der fanget smolt kan spores tilbake til elv. I tillegg er det usikkerhet knyttet til terskelverdiene som blir benyttet for å estimere lakselusindusert dødelighet. En del av modellgrunnlaget er nyutviklet, validering og kvalitetssikring i form av publisering vil derfor være viktig.

## 5. Litteratur

- Anon. 2011. Vitenskapelig råd for lakseforvaltning Kvalitetsnormer for laks – anbefalinger til system for klassifisering av villaksbestander. Temarapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr. 1. 105 s.
- Bjørn, P. A. & Finstad, B. 1997. The physiological effects of salmon lice infection on sea trout post smolts. *Nordic J. Freshw. Res.*, 73: 60-72.
- Dohoo, I., Martin, W. & Stryhn, H. 2010. *Veterinary Epidemiologic Research*. 865 pp.
- Finstad, B., Kroglund, F., Strand, R., Stefansson, S. O., Bjørn, P. A., Rosseland, B. O., Nilsen, T. O. & Salbu, B. 2007. Salmon lice or suboptimal water quality - Reasons for reduced postsmolt survival? *Aquaculture*, 273: 374-383.
- Jackson, D., Cotter, D., Newell, J., McEvoy, S., O'Donohoe, P., Kane, F., McDermott, T. mfl. 2013. Impact of *Lepeophtheirus salmonis* infestations on migrating Atlantic salmon, *Salmo salar* L., smolts at eight locations in Ireland with an analysis of lice-induced marine mortality. *Journal of Fish Diseases*, 36: 273-281.
- Johnsen IA, Harvey A, Sandvik AD, Wennevik V, Ådlandsvik B, Karlsen Ø. (2018) Estimert luserelatert dødelighet hos postsmolt som vandrer ut fra norske lakseelver 2012-2017. *Rapport fra Havforskningen*, nr 28-2018. 59pp.
- Jonsson, B., Jonsson, M. & Jonsson, N. 2017. Influence of migration phenology on survival are size dependent in juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Can. J. Zool.*, 95: 581-587.
- Karlsen, Ø., Finstad, B., Ugedal, O. & Svåsand, T. (red.) 2016. Kunnskapsstatus som grunnlag for kapasitetsjustering innen produksjonsområder basert på lakselus som indikator. Rapport fra Havforskningen, Nr. 14-2016, 139 s.
- Kristoffersen, A.B., Qviller, L., Helgesen, K.O., Vollset, K.W., Viljugrein, H., Jansen, P.A. 2018. Quantitative risk assessment of salmon louse-induced mortality of seaward-migrating post-smolt Atlantic salmon. *Epidemics*. 23: 19-33.
- Krkošek, M., Connors, B. M., Ford, H., Peacock, S., Mages, P., Ford, J. S., Morton, A. mfl. 2011. Fish farms, parasites, and predators: implications for salmon population dynamics. *Ecological Applications*, 21: 897-914.
- Krkošek, M., Revie, C. W., Gargan, P. G., Skilbrei, O. T., Finstad, B. & Todd, C. D. 2013. Impact of parasites on salmon recruitment in the Northeast Atlantic Ocean. *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences*, 280.
- Myksvoll, M.S., Asplin, L., Sandvik, A.D., Johnsen, I.A., Ådlandsvik, B., Albretsen, J., Skarðhamar, J. 2018a. Modelling salmon lice copepodids along the Norwegian coast – comparing old and new particle tracking models. Rapport fra Havforskningen, Nr. XX-2018, 26 s. Havforskningsinstituttet.
- Myksvoll, M.S., Sandvik, A.D., Albretsen, J., Asplin, L., Johnsen, I.A., Karlsen, Ø., Kristensen, N.M., Melsom, A., Skarðhamar, J., & Ådlandsvik, B. 2018b. Evaluation of a national operational salmon lice monitoring system – from physics to fish. *PLoS ONE*, 13(7): e0201338
- Nilsen, F., Ellingsen, I., Finstad, B., Jansen, P.A., Karlsen, Ø., Kristoffersen, A.B., Sandvik, A.D., Sægvog, H., Ugedal, O., Vollset, K.W., Myksvoll, M.S. 2017. Vurdering av lakselusindusert villfiskdødelighet per produksjonsområde. Rapport fra ekspertgruppe for vurdering av lusepåvirkning.
- Peterson, I. & Wroblewski, J. 1984. Mortality rate of fishes in the pelagic ecosystem. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 41: 1117-1120.

- Serra-Llinares, R. M., Bjørn, P. A., Finstad, B., Nilsen, R., Harbitz, A., Berg, M. & Asplin, L. 2014. Salmon lice infection on wild salmonids in marine protected areas: an evaluation of the Norwegian 'national salmon fjords'. *Aquaculture Environmental Interactions*, 5: 1-16.
- Shephard, S., MacIntyre, C. & Gargan, P. 2016. Aquaculture and environmental drivers of salmon lice infestation and body condition in sea trout. *Aquaculture Environment Interactions*, 8: 597-610.
- Taranger, G. L., Svåsand, T., Madhun, A. S. & Boxaspen, K. K. 2011. Risikovurdering miljøvirkninger av norsk fiskeoppdrett 2010. *Fisken og Havet, særnr. 3-2010*, 93 s.
- Taranger, G. L., Svåsand, T., Bjørn, P. A., Jansen, P. A., Heuch, P. A., Grøntvedt, R. N., Asplin, L., Skilbrei, O., Glover, K. A., Skaala, Ø., Wennevik, V. & Boxaspen, K. K. 2012. Forslag til førstegangs målemetode for miljøeffekt (effektindikator) med hensyn til genetisk påvirkning fra oppdrettslaks til villaks, og påvirkning av lakselus fra oppdrett på viltlevende laksefiskbestander. *Fisken og Havet 13-2012*, Veterinærinstituttets rapportserie Nr. 7-2012.
- Taranger, G. L., Karlsen, Ø., Bannister, R. J., Glover, K. A., Husa, V., Karlsbakk, E., Kvamme, B. O., Boxaspen, K. K., Bjørn, P. A., Finstad, B., Madhun, A. S., Morton, H. C. & Svåsand, T. 2015. Risk assessment of the environmental impact of Norwegian Atlantic salmon farming. *ICES J. Mar. Sci.* 72: 997-1021.
- Thorstad, E. B., Whoriskey, F., Uglem, I., Moore, A., Rikardsen, A. H. & Finstad, B. (2012). A critical life stage of the Atlantic salmon *Salmo salar*: behaviour and survival during the smolt and initial post-smolt migration. *J. Fish Biol.*, 81: 500-542.
- Vollset, K. W., Krøntveit, R. I., Jansen, P. A., Finstad, B., Barlaup, B. T., Skilbrei, O. T., Krkošek, M., mfl. 2015. Impacts of parasites on marine survival of Atlantic salmon: a meta-analysis. *Fish and Fisheries*, 17: 714-730.
- Vollset, K. W., Dohoo, I., Karlsen, Ø., Halttunen, E., Kvamme, B. O., Finstad, B., Wennevik, V., mfl. 2017. Disentangling the role of sea lice on the marine survival of Atlantic salmon. *ICES Journal of Marine Science*, doi: 10.1093/icesjms/fsx104.
- Ådlandsvik, B., 2015. Forslag til produksjonsområder i norsk lakse- og ørretoppdrett. Rapport fra Havforskningen, Nr. 20-2015, 59 s. Havforskningsinstituttet.