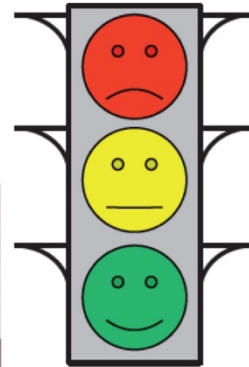
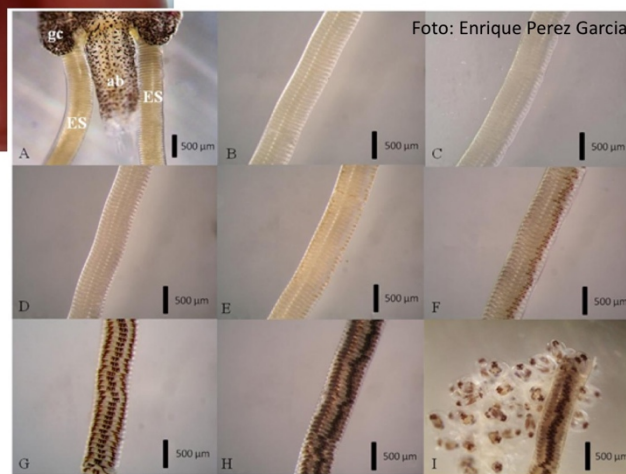


## Vurdering av lakselusindusert villfiskdødelighet per produksjonsområde



*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)

**Peder A. Jansen**, Seniorforsker ved Veterinærinstituttet (VI)

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

**Anja B. Kristoffersen**, Seniorforsker ved Veterinærinstituttet (VI)

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

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

**Ola Ugedal**, Seniorforsker ved Norsk Institutt for Naturforskning (NINA)

**Knut W. Vollset**, Forsker ved Uni Research Miljø

*Ekspertgruppens sekretær:*

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

## Innholdsfortegnelse

|   |          |
|---|----------|
| <b>Vurdering av lakselusindusert villfiskdødelighet per produksjonsområde</b>       | <b>1</b> |
| 1. <i>Bakgrunn og mandat</i>  | 3        |
| <i>Oppgaver for ekspertgruppen:</i>   | 3        |
| 2. <i>Metodebeskrivelse og datagrunnlag</i>   | 4        |
| 2.1. Nauplieproduksjon  | 5        |
| 2.2. Eggproduksjon per biomasse   | 5        |
| 2.3. Havforskningsinstituttets (HI) modellvurdering                                 | 6        |
| 2.4. Veterinærinstituttets (VI) modellvurdering                                     | 7        |
| 2.5. SINTEFs modellvurdering  | 7        |
| 2.6. Overvåkingsdata  | 7        |
| 3. <i>Forutsetninger og usikkerheter i vurderingen</i>                              | 8        |
| 3.1. Grenseverdier for infestasjonsnivå av lakselus på vill laksefisk               | 8        |
| 3.2. Vurdering av bestandsstatus ved estimering og evaluering av effekt av lakselus | 9        |
| 3.3. Grunnleggende forskjeller i migrasjonsatferd mellom laksefisk                  | 10       |
| 3.4. Mellomårlig variasjon og sesongutvikling                                       | 10       |
| 3.5. Usikkerhet i kildeleddet   | 11       |
| 3.6. Dødelighet i pelagiske stadier   | 11       |
| 3.7. Usikkerhet i Havforskningsinstituttets modellvurdering                         | 12       |
| 3.8. Usikkerhet i Veterinærinstituttets modellvurdering                             | 12       |
| 3.9. Villfisk og rømt oppdrettsfisk som bidragsyttere                               | 13       |
| 3.10. Usikkerhet om fiskens atferd, utvandningsruter og tidspunkt                   | 13       |
| 3.11. Skjevheter i fangst av laksefisk med ruse og garn                             | 13       |
| 3.12. Vaktbur   | 14       |
| 3.13. Tråling   | 14       |
| 4. <i>Vurdering av status i produksjonsområdene</i>                                 | 16       |
| Produksjonsområde 1: Svenskegrensa til Jæren  | 17       |
| Produksjonsområde 2: Ryfylke  | 17       |
| Produksjonsområde 3: Karmøy til Sotra   | 18       |
| Produksjonsområde 4: Nordhordland til Stadt   | 19       |
| Produksjonsområde 5: Stadt til Hustadvika   | 20       |
| Produksjonsområde 6: Nordmøre og Sør-Trøndelag                                      | 21       |
| Produksjonsområde 7: Nord-Trøndelag med Bindal                                      | 22       |
| Produksjonsområde 8: Helgeland til Bodø   | 22       |
| Produksjonsområde 9: Vestfjorden og Vesterålen                                      | 23       |
| Produksjonsområde 10: Andøya til Senja  | 23       |
| Produksjonsområde 11: Kvaløya til Loppa   | 23       |
| Produksjonsområde 12: Vest-Finnmark   | 24       |
| Produksjonsområde 13: Øst-Finnmark  | 24       |
| 5. <i>Konklusjoner</i>  | 24       |
| 6. <i>Veien videre</i>  | 25       |
| 6.1. Grenseverdiene bør oppdateres  | 25       |
| 6.2. Utvandningsruter og tidspunkt  | 25       |
| 6.3. Utvikling og validering av smoltmodeller                                       | 25       |
| 7. <i>Litteratur</i>  | 26       |
| 8. <i>Appendiks</i>   | 27       |
| Appendiks I Definisjoner og begrep  |          |
| Appendiks II Vassdragsoversikt og utvandringstidspunkt NINA                         |          |
| Appendiks III Fysisk miljø HI   |          |
| Appendiks IV Hydrodynamisk spredningsmodellering HI                                 |          |
| Appendiks V Smittepresskart HI  |          |
| Appendiks VI Virtuell smolt HI  |          |
| Appendiks VII Produksjon av lakselus i oppdrett VI                                  |          |
| Appendiks VIII Modellering SINTEF   |          |
| Appendiks IX Fangst og gjenfangst Rådgivende Biologer AS                            |          |

## 1. Bakgrunn og mandat

I produksjonsområdeforskriften (2017) er kysten delt inn i 13 produksjonsområder hvor bærekraftsindikatorer skal bestemme hvor stor produksjon man skal ha tillatte i oppdrettsanlegg. Disse produksjonsområdene er blant annet basert på minst mulig smitte av lakselus mellom områdene (Ådlansvik, 2015). Stortingsmeldingen Mld. St. 16 (2014-2015) legger til grunn at status innen hvert produksjonsområde skal i førsteomgang *kun* være basert på effekt av lakselus på vill laksefisk, det vil si økt dødelighet på utvandrende postsmolt laks, førstegangsutvandrende postsmolt sjørret og sjørøye, og på beitende sjørret 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 lusepåvirking. Styringsgruppen blir bedt om å opprette en ekspertgruppe for å evaluere lusepåvirking fra oppdrett på villfisk. I mandatet til ekspertgruppen heter det: «Ekspertgruppen for vurdering av lusepåvirking skal gjøre en overordnet analyse av all tilgjengelig kunnskap for å gi en beskrivelse av lakselusindusert villfiskdødelighet per produksjonsområde. Hovedvekten skal i 2017 legges på villaks. Ekspertgruppens arbeid skal bygge på dokumenterte data og resultater fra relevante forsknings-, overvåkings- og utviklingsprosjekter. Det skal spesielt redegjøres for usikkerheter i vurderinger, og dette skal angis for hver enkelt måleparameter».

I mandatet 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 (for eksempel populasjon) som blir brukt i rapporten. En mer detaljert diskusjon av disse begrepene og ekspertgruppens tolkninger er derfor gitt i appendiks I.

*Ekspertgruppen skal altså gjøre en overordnet analyse av lakseluspåvirking 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 fra preliminnære rapporter og disse er lagt ved i appendiks og sitert i teksten. Forfatterne av de preliminnære rapportene som er lagt ved som appendiks er ansvarlige for innholdet, ikke ekspertgruppen. Det vil være svært viktig at de preliminnære rapportene blir publisert, og spesielt at metodene og modellene som benyttes blir publisert i internasjonale tidsskrifter.*

*Ekspertgruppen er samstemt i alle konklusjoner og i vurdering av usikkerheter for de ulike produksjonsmetodene. Siden rapporten i all hovedsak er basert på 2016 data og flere av metodene som er benyttet i beregningen av smolt dødelighet er helt nye, må rapporten ansees som ett utkast til den endelige rapporten som vil foreligge i september 2017 og vil inkludere data fra både 2016 og 2017.*

### Mandatet og kommentarer til mandatet

#### **Oppgaver for ekspertgruppen:**

*Ekspertgruppen for vurdering av lusepåvirking skal gjøre en overordnet analyse av all tilgjengelig kunnskap for å gi en beskrivelse av lakselusindusert villfiskdødelighet per produksjonsområde. Hovedvekten skal i 2017 legges på villaks.*

*Ekspertgruppens arbeid skal bygge på dokumenterte data og resultater fra relevante forsknings-, overvåknings- og utviklingsprosjekter. Det skal spesielt redegjøres for usikkerheter i vurderinger, og dette skal angis for hver enkelt måleparameter*

*I mandatet fra styringsgruppen står det hva som forventes i rapporten:*

- *En oversikt over modeller og overvåkningsdata som inngår i analysen*
- *En beskrevet måte for å sammenstille modeller og overvåkningsdata til ett enhetlig bilde som kan brukes til å gi produksjonsområdene farge*
- *En kvantifisering og vurdering av lakselusindusert villfiskdødelighet innen de ulike NFDs produksjonsområder basert på tilgjengelige data om lakselus produsert i oppdrettsanlegg, lakseluspåslag på villfisk (fra overvåkningsprogram), artenes og populasjonenes atferd, og de ulike vassdragenes bidrag til den marine andelen av arten.*
- *Vurderingene skal baseres på den dødelighetsandelen som skyldes lakselus produsert i oppdrettsanlegg.*
- *Vurderingene av lakselusindusert dødelighet skal baseres på data fra 2016.*
- *Gi anbefaling til styringsgruppen om andre relevante forhold for handlingsregelen for vekst i oppdrettsnæringa (Trafikklyssystemet).*

Ekspertgruppen har gitt en beskrivelse av lakselusindusert dødelighet i de ulike produksjonsområdene basert på all tilgjengelig kunnskap.

Vurdering av usikkerheter har vært en viktig del av arbeidet i ekspertgruppen og i mandatet ønskes en vurdering av usikkerheten for hver enkelt måleparameter. Usikkerheter og forutsetninger for vurderingene er nøye vurdert og beskrevet i rapporten (f.eks. kapitel 3 og i vurdering av de enkelte produksjonsområdene). For noen parameter er det store mangler i dagens kunnskap (f.eks. er utvandringstidspunkt og utvandningsrute for de fleste elver ukjent). I tillegg er det i 2016 tråldata kun fra 2 fjordsystemer og det er ikke kjent hvilken elv trålfanget smolt kommer fra. Dette er forhold som gjør det svært usikkert å beregne lakselusindusert smolt dødelighet for hver enkelt elv, på det nåværende tidspunkt. Nye modellverktøy er utviklet for å gjøre slike beregninger men det er etter ekspertgruppen sitt syn for tidlig å presentere disse modellresultatene på elvenivå før man har bedre overvåkningsdata (f.eks. tråldata fra flere fjordsystemer der fanget smolt er sporet til elv) som kan gi grunnlag for å kvantifisere usikkerhetene i modellene.

## **2. Metodebeskrivelse og datagrunnlag**

Ved hjelp av spredningsmodellering har Havforskningsinstituttet beregnet potensiell smittedose mellom alle anlegg langs hele norskekysten (Ådlandsvik, 2015). Graden av utveksling mellom anleggene (konnektivitet) er lagt til grunn for naturlige klynger av anlegg. Klyngene, som danner grunnlaget for produksjonsområdene, er da konstruert slik at anleggene innenfor området har større utveksling seg i mellom enn anlegg mellom områder. I det opprinnelige forslaget ble kysten delt inn i 11 produksjonsområder, mens det i den endelige produksjonsområdeforskriften ble vedtatt 13 produksjonsområder (figur 1). Hovedforskjellen er at det sørligste og det nordligste området er delt i to.



**Figur 1.** Inndeling av kysten i 13 produksjonsområder

For å kunne svare på bestillingen om å gi en vurdering av status i alle produksjonsområdene, har ekspertgruppen valgt å inkludere all informasjon gruppen anser relevant (tabell 2), men verdien av denne informasjonen er vurdert fortløpende da usikkerhetene og dekningsgraden varierer betydelig mellom de ulike produksjonsområdene. I den følgende teksten lister vi opp alle kategorier av informasjon som ekspertgruppen har tatt hensyn til i sin vurdering av hver produksjonsområde. I teksten i hovedrapporten er det kun gitt en kort beskrivelse av disse dataene. For mer detaljert beskrivelse henviser vi til vedlagte appendiks for hver av de forskjellige kategoriene av informasjon.

## 2.1. Nauplieproduksjon

Antall nyklekte nauplier er beregnet på bakgrunn av innrapporteringer fra anleggene om: 1) antall voksne hunn/lus/fisk, 2) antall fisk og 3) vanntemperatur i 3m dyp, samt parametere gitt i Stien mfl. (2005). Appendiks IV Hydrodynamisk spredningsmodellering inneholder figurer som viser antall klekte egg per måned, for årene 2012 – 2016. Det er som forventet stor variasjon mellom de ulike områdene og figurene brukes først og fremst til å se på mellomårlig variasjon innen de ulike produksjonsområdene.

## 2.2. Eggproduksjon per biomasse

Disse tallene fremkommer ved først å summere rapportert månedlig antall fisk multiplisert med gjennomsnittsvekt, og dele på 12, for alle anlegg innen hvert produksjonsområde for hele 2016. Dette tallet uttrykker gjennomsnittlig stående biomasse for produksjonsområdene. Dernest ble produksjon av lakselus-egg for hver dag og alle aktive oppdrettsanlegg innen hvert produksjonsområde, beregnet for 2016. Eggproduksjonen ble beregnet i henhold til Stien mfl. (2005) på samme måte som nauplieproduksjonen. Til slutt ble eggproduksjonen delt på gjennomsnittlig stående biomasse. Enhetene for beregningene er egg i millioner per gjennomsnittlig biomasse i tonn innen produksjonsområdene. Denne variabelen må sees på som et relativt mål på produksjon av lus og indikerer i hvor stor grad oppdretterne i forskjellige områder greier å regulere og holde luseproduksjonen lav. Vår antagelse er at i områder med høy lokal tetthet vil også luseproduksjonen være høyere på grunn av høyere

lokalt smittepress, og dette vil reflekteres i denne enkle variabelen. Variabelen brukes til å sammenligne områder relativt til hverandre og deles opp i tre kategorier i forhold til naturlig oppdeling av dataene. Vi har definert disse som lav ( $<0,60$ ), moderat ( $0,6-1,0$ ), høy ( $>1,0$ ) selv om det ikke er slik at vi vet at lav eller høy kategori sier noe om at smitten til villfisk vil være høy eller lav.

### 2.3. Havforskningsinstituttets (HI) modellvurdering

Etter at naupliene er klekket ut i vannmassene opplever de temperatur, saltholdighet og strøm i den posisjonen de befinner seg. Basert på tilgjengelig kunnskap om biologi, atferd og dødelighet blir det beregnet hvordan lusene sprer seg i vannmassene, først som ikke-smittsomme nauplier og videre som smittsomme kopepoditter. Sluttproduktet er tetthet (antall per kvadratmeter) av smittsomme kopepoditter langs hele kysten en gang i timen. Kopepodittetthetskart (figur 7 i Appendiks IV) viser stor variasjon i tid og rom, med en klar tendens til oppsamling langs land, og i fronter og virvler. Det er også en kraftig økning utover våren/forsommeren (figur 6 i Appendiks IV).

Kopepodittetthetskartene gir et godt bilde på relative forskjeller innen et område, men kan være vanskelig å tolke i forhold til hvor og når lusemengden er så stor at den vil gjøre skade på de ville laksefiskene. Havforskningsinstituttet har derfor utarbeidet **to** avledede produkter som er en **tolkning** av kopepodittkonsentrasjonen. Det ene avledede produktet er *smittepresskart* der konsentrasjonen av kopepoditter er kalibrert mot lusedata observert på kultivert laksesmolt som har stått 2-3 uker i vaktbur i sjøen, beskrevet i Sandvik mfl. (2016) og Appendiks V. Det andre produktet er *virtuell smoltutvandring* der konsentrasjonen av kopepoditter er kalibrert mot lusedata observert på vill laksesmolt som er fanget med trål, som beskrevet i Appendiks VI.

#### *Kolonne: HI smittepress*

Havforskningsinstituttet sitt smittepress skal tolkes som at den villfisken som oppholder seg i områder med høyt smittepress i hele den angitte perioden smittepresskartet gjelder for, mest sannsynlig vil få på seg mer enn 10 lus, mens fisk som oppholder seg i område med lavt smittepress vil få på seg mindre enn en lus. I områder med middels smittepress vil den ville laksefisken få på seg mellom 1 og 10 lus.

Metoden for hvordan vi kommer fra horisontale smittepresskart til den integrerte verdien (rom og tid) i kolonne "HI smittepress" er beskrevet i Appendiks V. Verdien i kolonnen "HI smittepress" er satt på bakgrunn av en samlet vurdering: horisontalt smittepresskart, tidsutvikling og estimert dødelighet for hele området rundt datoene som er satt som den mest sannsynlige for smoltutvandringen.

#### *Kolonne: Virtuell smoltutvandring*

For å tallfeste hvor mange kopepoditter en postsmolt laks som svømmer gjennom den variable lusekonsentrasjonen får på seg, har vi laget en vandringsmodell som følger postsmolten fra elv til hav. Videre er antall lus på den virtuelle smolten kalibrert mot antall lus på trålfanget smolt. For å beregne dødelighet har man så benyttet terskelverdiene i tabell 1 (se under). Det er regnet ut en dødelighet for hver elv i produksjonsområdene. Den estimerte dødeligheten i de ulike elvene er brukt til å anslå om området som helhet har lav, middels eller høy dødelighet. En detaljert beskrivelse av metoden og resultat er gitt i Appendiks VI.

## **2.4. Veterinærinstituttets (VI) modellvurdering**

Veterinærinstituttets modellvurdering er basert på modellerte påslag av lakselus, og beregninger av prosentvis dødelighet som følge av påslagene, for alle lakseførende vassdrag i produksjonsområdene. Påslagene er påvirket av beregnet vandringsrute for fisk fra gitte vassdrag, vandringshastighet og smittepress justert i tid til angivelse av midlere utvandring av laksesmolt (50% utvandring; NINA vassdragsdata) for hvert vassdrag. Detaljert beskrivelse av beregningene er gitt i Appendiks VII. Det er lagt vekt både på beregnet forventet dødelighet og på et verste scenario der påslaget er justert etter tilfeldige effekter fra påslagsmodellen (Appendiks VII). Beregnet dødelighet på mindre enn 10% er vurdert til lav sannsynlighet for påvirkning, 10 - 30% til moderat sannsynlighet påvirkning og mer enn 30% til høy sannsynlighet for påvirkning av lakselus på dødelighet av vill laksesmolt.

## **2.5. SINTEFs modellvurdering**

Modellsystemet SINMOD inkluderer en konsentrasjonsbasert modell for pelagisk utvikling av lakselus og en modell for utvandring av postsmolt (se Appendiks VIII for mer informasjon). Spredning av luselarvene vil i dette systemet være avhengig av strøm og vertikal atferd. Utvikling fra nauplier til smittsomme kopepoditter er videre avhengig av temperatur. Utvandring av postsmolt er modellert som partikler som svømmer med strømmen ut av fjordsystemet, og påslag av lus er beregnet ut fra konsentrasjonsfeltet av smittsomme kopepoditter. Bidraget til SINTEF i denne rapporten er en vurdering av Romsdalsfjorden i område 5. Spredningskart av smittsomme kopepoditter og dødelighet beregnet ut i fra påslag på lus for postsmolt fra alle vassdragene ligger til grunn for vurderingen.

## **2.6. Overvåkingsdata**

I overvåkingsprogrammet brukes primært tre metoder for å kartlegge smittepresset på vill laksefisk; ruser og garn, vaktbur og tråling (Nilsen mfl. 2017). I kolonnen Sjørret rusefangst deles effekten inn i tre kategorier, høy, moderat og lav som referer til risiko for økt lakselusindusert dødelighet på >30%, 10-30% og < 10%. Vurderingen er basert på data innhentet fra garn og rusefangst i de ulike regionene. I disse undersøkelsene fanges det vill laksefisk hvor lus telles, og basert på tabellene (tabell 1) beregnes risiko før lakselusindusert dødelighet for hver av stasjonene. I tillegg innhentes påslagsdata fra vaktbur i enkelte fjorder (i 2016 Hardanger, Romsdal, Trondheimsfjorden og Namsen/Vika).

Det er i 2016 foretatt prøvafiske i alle produksjonsområdene. De undersøkte stasjonene er innen ett produksjonsområde delvis valgt ut i fra at den hydrodynamiske smitte modellen har indikert at dette er områder hvor det vil kunne utvikle seg høyere tetthet av smittsomme kopepoditter, og dette er da verifisert. Oftest er det også valgt områder med lav tetthet. Andre steder er stasjonene undersøkt for blant annet å opprettholde tidsseriene. Stasjonene er derfor ofte ikke tilfeldig valgt, og resultatene må tolkes sammen med tetthet av kopepoditter fra den hydrodynamiske smitte modellen. For å vurdere status basert på garn og rusefangst er derfor andelen av området som har høy tetthet av kopepoditter vurdert sammen med når og hvor denne tettheten er. Eksempelvis anses det mer problematisk med høy tetthet i ytre deler av fjorder enn indre da all fisken i fjorden må passere det ytre området, og høye tettheter under smoltutvandringen anses som mer problematisk enn senere. Vaktbur er brukt for ytterligere å forstå og verifisere fordelingen av kopepoditter. Det har også vært trålt etter utvandrende postsmolt av laks i Hardanger og Trondheimsfjorden. I tabell 2 er de ulike fangststasjonene i

periode 1 delt inn i 3 kategorier (lav, moderat og høy), og gjennomsnittet er beregnet og vist i tabellen under sjørret rusefangst kolonnen.

### 3. Forutsetninger og usikkerheter i vurderingen

#### 3.1. Grenseverdier for infestasjonsnivå av lakselus på vill laksefisk

En kunnskapsstatus av lakselusas effekter på ville laksefiskbestander er beskrevet i Karlsen mfl. (2016). Og vi har tatt utgangspunkt i denne for å evaluere effekten av lus på sjøoverlevelsen til villaks. I rapporten er det lagt stor vekt på laboratorium forsøk som forsøker å kvantifisere terskelverdier for belastning av lakselus på postsmolt av laks. Målsetningen med disse forsøkene har vært å fastslå hvor stor intensiteten må være for at lakselus forårsaker direkte dødelighet eller andre negative effekter på sin vert. Det er foretatt en gjennomgang av hvordan lakselusa fysiologisk sett påvirker sin vert og hvilke parametere luseinfeksjoner påvirker i eksperimentelle studier. Samlet sett danner dette kunnskapsgrunnlaget for fastsetting av nåværende grenseverdier i forvaltningen av våre villfiskbestander med hensyn til luseinfestasjoner.

Basert på best tilgjengelig kunnskap er det i Taranger mfl. (2012) foreslått følgende beregningsmåte for luseindeks på laksesmolt og førstegangsutvandrende sjørret og sjørøye < 150 g (tabell 1):

**Tabell 1.** Skjema for beregning av luseindeks for antatte effekter av lakselus på utvandrende laksesmolt og førstegangsutvandrende sjørret og sjørøye <150 g: Samplet deles prosentvis inn i infeksjonsgrupper med antatt forskjellig effekt på individ. Summen av alle gruppene gir estimert bestandsreduksjon (%), og klassifiseres så i henhold til Vitenskapelig Råd for Lakseforvaltning VRLs-definisjoner av liten (< 10 %), moderat (10-30 %) og stor (> 30 %) reduksjon i gytebestandsmål. 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/fiskevekt) | Andel av<br>populasjon (%) | Forventet dødelighet | Indeks |
|--|----------------------------|----------------------|--------|
| < 0,1                                      |                            | 0 %                  |        |
| 0,1 - 0,2                                  |                            | 20 %                 |        |
| 0,2 - 0,3                                  |                            | 50 %                 |        |
| > 0,3                                      |                            | 100 %                |        |
|  |                            |                      |        |

Det er også etablert en tabell for sjørret som har noe andre verdier (se appendiks I), men vi har hatt hovedfokus på laks i denne vurderingen og har hovedsakelig brukt disse grenseverdiene.

Det ble av ekspertgruppen relativt tidlig påpekt at denne tabellen bør gjennomgås og evalueres på nytt. Dette er både av hensyn til at den er meget avgjørende for estimatene av lakselusindusert dødelighet og fordi ekspertgruppen har påpekt svakheter med metodikken for å komme fram til grenseverdiene. For eksempel, i enkelte laboratorieforsøk er beregningene av luseindusert dødelighet benyttet på alle stadier av lus (fastsittende og bevegelige) mens i



andre forsøk er disse verdiene basert kun på de fastsittende stadiene. Vi vet at dødeligheten av lus fra fastsittende stadier til bevegelige stadier er anslagsvis 30-40%, slik at denne dødeligheten må hensyntas i kommende forsøk og beregninger. Et eksempel på dette er at man hos rusefanget laksefisk (hovedsakelig sjøørret) bruker alle disse stadiene i beregningene for luseindusert dødelighet mens man hos postsmolt av laks tatt i trål hovedsakelig foretar disse beregningene ut fra de fastsittende stadiene. I dette tilfellet kan sannsynligvis lusemengden på postsmolten være et overestimat sammenlignet med beregninger der man bruker alle lusestadiene til å beregne luseindusert dødelighet. Det har derimot ikke vært ekspertgruppens mandat å evaluere disse grenseverdiene, og vi besluttet derfor å bruke grenseverdiene som er beskrevet i Taranger mfl. (2012). I appendiks I gis en mer detaljert diskusjon rundt hvordan man har kommet fram til disse grenseverdiene, begrensningene og usikkerheten knyttet til denne tilnærmingen.

### **3.2. Vurdering av bestandsstatus ved estimering og evaluering av effekt av lakselus**

I teorien er det ikke nødvendig å ta hensyn til bestandsstatus for å evaluere lakselusindusert dødelighet for en kohort av laksesmolt som vandrer ut fra en elv. Ved utregning av hvor stor andel av fisken som dør er dette uavhengig av hvor mange som vandrer ut. Det viktigste i denne sammenhengen er fordelingen av lus på fisken i populasjonen. Dette kan regnes ut ved å ta et utvalg av fisken for så å evaluere hvor stor del av populasjonen som har dødelige antall lus. Utfallet av en påvirkning vil derimot avhenge sterkt av bestandsstatus. For eksempel hvis reduksjonen i fisk fører til at antall voksne laks som kommer tilbake er under gytebestandsmål (GBM), vil effekten ha en større negativ konsekvens for bestanden enn hvis gytebestandsmål uansett blir oppnådd med stor margin. En bestandsreduksjon som følge av lus vil imidlertid ha konsekvenser selv om gytebestandsmål oppnås fordi andelen av bestanden som kan høstes vil bli mindre. I Kvalitetsnormen for ville bestander av laks (2013) er vurdering av normalt høstbart overskudd et viktig kvalitetselement (Vitenskapelig råd for lakseforvaltning 2016).

På den andre side vil også antall fisk som kommer tilbake til elven være en indikator på om tilstanden for bestanden er bærekraftig. Bestander fra den samme regionen vil påvirkes i stor grad av de samme forholdene i havet (det vil si forhold etter de har forlatt kysten) slik at et avvik i enkelt bestander som ikke kan tilskrives noe annet enn lakselus kunne i teorien være en måte å evaluere effekten av lakselus. Dette er derimot svært komplisert fordi fisk fra forskjellige kohorter og bestander kommer tilbake etter forskjellige antall år i sjøen, vandrer ut på forskjellige tidspunkt, har forskjellige utgangspunkt i forhold til størrelse og utvikling og så videre. Vi mener allikevel at det er grunn til å ta bestandsstatus med i betraktning når man evaluerer en eventuell effekt av lakselus. For eksempel, i områder der man har sterke høstbare bestander, selv om modellestimatene tilsier at det er stor lakselusindusert dødelighet, så er dette åpenbart feil. Dette betyr ikke at lakselus er uten påvirkning på bestanden, men viser at modellen ikke reflekterer virkeligheten godt nok. På samme måte kan det motsatte skje der modellene indikerer lav påvirkning mens det samtidig er dårlig bestandsstatus. Slike situasjoner er derimot ofte mer komplekse ettersom det ikke nødvendigvis er en logisk kobling mellom at det er dårlig tilstand i gytebestanden og effekter av lus. Slike hensyn må man ta når man gir råd i forhold til påvirkning av lakselus. I Appendiks IX har man gjort et forsøk på å se på historiske fangststatistikk for elver på Vestlandet for å få et innblikk i hvordan lakselus kan ha påvirket noen utvalgte bestander historisk. I fremtiden vil det være aktuelt å utvide et slikt arbeid der man kobler bestandsstatus til de nye modellene som er framlagt i denne rapporten.

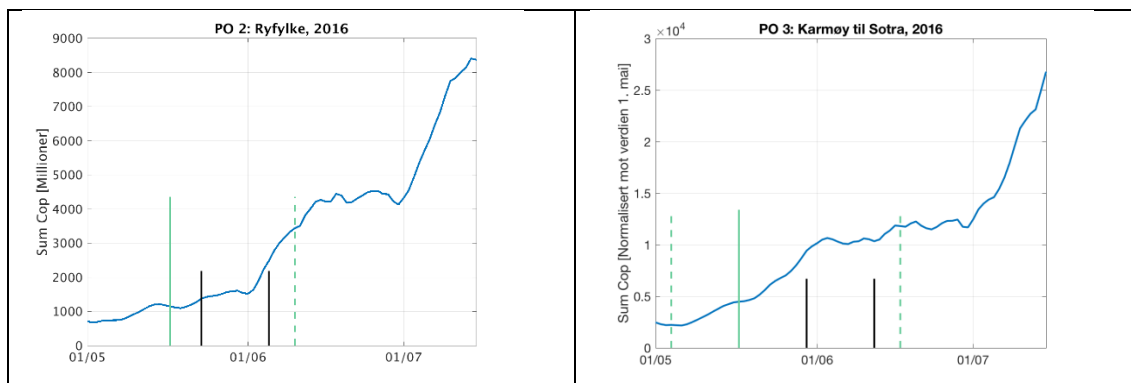
### 3.3. Grunnleggende forskjeller i migrasjonsatferd mellom laksefisk

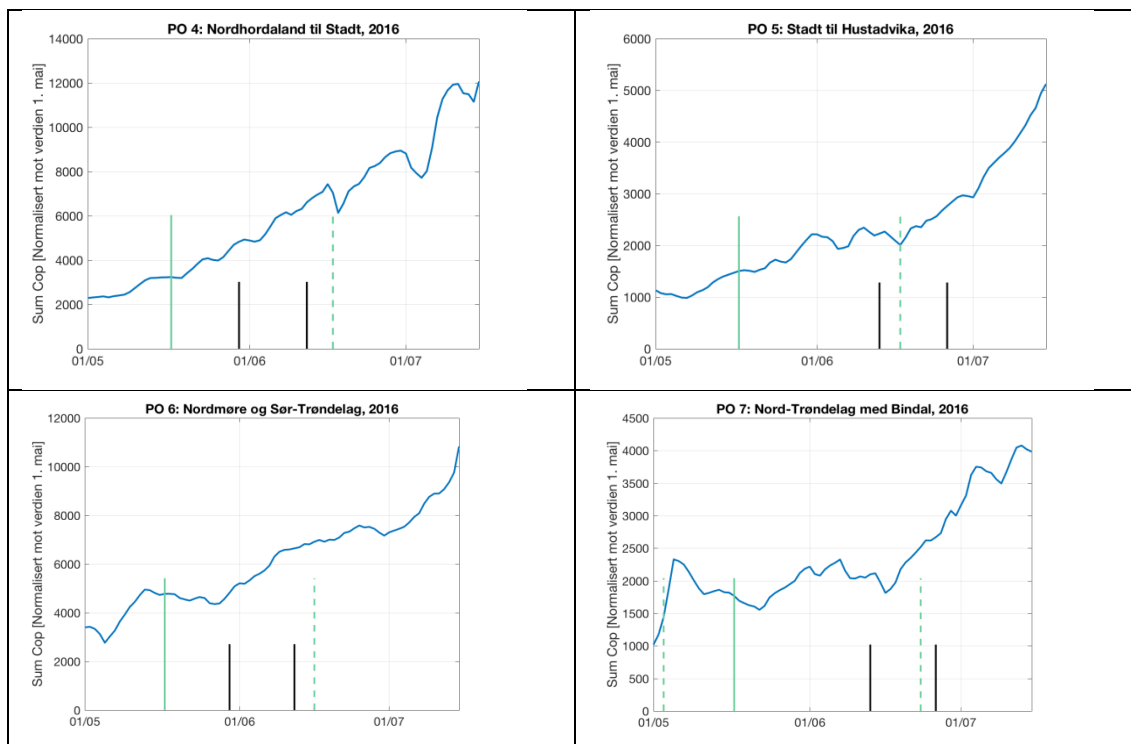
Laks vandrer direkte ut til det åpne havet fra elven for å returnere først om et eller flere år mens sjørret og sjørøye blir i fjordene og kystområdene under hele sitt sjøopphold. Vi finner mest lakselus i fjordene og kystområdene hvor oppdrettsanleggene er plassert (Serra-Llinares mfl. 2014, 2016). Derfor har disse tre artene en ulik sannsynlighet å bli smittet av lakselus. Laks er utsatt for lakselussmitte bare i noen få uker i kystnære strøk, mens sjørret og sjørøye kan bli eksponert for lakselussmitte i flere måneder. Antakelsen har derfor vært at sjørret og sjørøye er mer utsatt for lakselus enn laks. På den andre siden har både sjørret og sjørøye mulighet til å avluse seg ved å oppholde seg i områder med fersk- eller brakkvann, siden lakselus ikke tolererer lave saltholdigheter i lange perioder (Gravil 1996, Wright mfl. 2016). Laks derimot, har ikke mulighet til å kvitte seg med lusa ved hjelp av ferskvannseksposering ettersom den vandrer ut i havet. Laksen med sin spesialiserte vandringsatferd kan derfor være mer sårbar for høy eksponering av lus enn sjørreten. I tillegg kan laks bli smittet i åpent hav, men de studiene som foreligger tyder på at dette smittepresset er meget lavt (Jacobsen & Gaard 1997).

Hovedfokus i denne rapporten er utvandringsperioden til vill laksesmolt (april- august avhengig av område/elv), ettersom det går frem av bestillingen at hovedvekten skal legges på laks i denne omgangen. Vi vil likevel påpeke at sjørret vil kunne oppholde seg i kystnære områder i en mye lenger periode og at en andel av fisken vil oppholde seg i sjøen hele året. Dette er kanskje spesielt relevant for små kystnære populasjoner hvor habitatet i ferskvann om vinteren blir ulevelig fordi vannstanden blir for lav og/eller at habitatet fryser. Det er lite dokumentasjon på lusemengden på sjørret som oppholder seg i sjøen om vinteren i oppdrettsintensive områder. Et enkelt overvåkingsprogram i Sognefjorden tilsier derimot at det periodevis kan være betydelig mengder lus på sjørret, og betydelig høyere enn det man har observert om vinteren i oppdrettsfrie områder (Vollset & Barlaup 2014).

### 3.4. Mellomårlig variasjon og sesongutvikling

I alle produksjonsområder er det forholdsvis lite kopepoditter tidlig på våren, og mengden kopepoditter har en kraftig økning utover våren/forsommeren (figur 2). Variasjon/usikkerhet i tidspunktet for når smolten fra de ulike elvene vandrer mot havet vil for enkelte produksjonsområder være sammenfallende med det tidspunktet da antall kopepoditter øker mest. Tidsutviklingen av antall smittsomme kopepoditter innen hvert produksjonsområde gir derfor nyttig informasjon når usikkerheten i resultatet skal diskuteres.





**Figur 2.** Antall smittsomme kopepoditter summert over hele produksjonsområdet. Hel loddrett grønn linje viser tidspunkt for 50% utvandring, mens stiplede grønne linjer viser tidspunkt for første og siste utvandringsdato. Det kan ta opp til flere uker før smolten som vandrer ut når havet. De hele sorte linjene viser når feltarbeidet (garn/ruse) startet og ble avsluttet (Periode 1).

I produksjonsområde 2, 3 og 4 er det en kraftig økning i antall kopepoditter i løpet av utvandningsperioden. Dette medfører at usikkerheten i estimert dødelighet er stor på grunn av usikkerhet i utvandringstidspunkt. Overvåkingsdata må derfor tolkes i forhold til utvandringstidspunkt.

I produksjonsområde 5, 6 og 7 er kurven flatere, og dermed er også usikkerheten i estimert dødelighet mindre avhengig av utvandringstidspunkt. Overvåkingsdata kan av samme grunn betraktes som et sikrere mål på lusenivået i produksjonsområdet i løpet av smoltutvandningsperioden.

### 3.5. Usikkerhet i kildeleddet

Antall lakselus på oppdrettsfisk rapportert fra alle anleggene i Norge er viktig inngangsdata for alle modeller som beregner smittepress. Kvaliteten på de innrapporterte tallene påvirker i stor grad kvaliteten på modellresultatene. Dette gjelder både presisjon i selve tellingen og nøyaktig tidspunkt for denne (se avsnitt 1.2 i Karlsen mfl. 2016).

### 3.6. Dødelighet i pelagiske stadier

Kunnskap om naturlig dødelighet på de pelagiske stadiene (nauplier, kopepoditter) til lakselus er begrenset. I denne fasen er lakselus utsatt for predasjon på lik linje med andre planktonorganismer, og det kan forventes til dels stor romlig og temporær variasjon i predasjon og dødelighet (se avsnitt 1.3.2. i Karlsen mfl. 2016).

### **3.7. Usikkerhet i Havforskningsinstituttets modellvurdering**

Havforskningsinstituttets modellsystem er beskrevet i Ådlandsvik og Sundby (1994), Asplin mfl. (2014), Johnsen mfl. (2014), Johnsen mfl. (2016) og Sandvik mfl. (2016) inkludert validering av lakseluspåslag på smolt i vaktbur. Validering mot lus på garn og rusefanget fisk er under publisering og presentert i Appendiks IV. Metoden som er brukt for å komme fram til vurderingen i kolonnen HI smittepress er basert på et binært prediksjonssystem presentert i Sandvik mfl. (2016) og Appendiks V. Denne metoden inkluderer ikke informasjon om hvor fisken befinner seg på et gitt tidspunkt, men integrerer over et gitt tidsrom. Grenseverdiene for høyt og lavt smittepress er satt til gjennomsnittlig 10 lus per fisk som i flere publikasjoner er betraktet som dødelig for post-smolt av laks (definert som 100% dødelig) (Holst mfl. 2003, Finstad & Bjørn 2011). Grenseverdien for lavt smittepress er satt til gjennomsnittlig 1 lus, hvor vi med rimelig stor sannsynlighet kan si at det ikke er noen effekt av på dødelighet (definert som 0% dødelig). Dødeligheten i området med middels smittepress er ikke godt dokumentert derfor er det brukt 50% her. Grenseverdiene er valgt basert på tilgjengelig kunnskap, og vil bli justert når nye data kommer til. I Appendiks V er følsomheten for grenseverdien som fører til 100% dødelighet diskutert ved å la denne øke og avta med 25%. Usikkerheten til metoden, når det kommer til å anslå dødelighet for utvandrende smolt, er først og fremst tidspunktet for når smolten er i fjorden og dermed hvilken periode det skal integreres over. Siden smittepresset øker betydelig utover sommeren i alle produksjonsområdene vil dette gjelde for alle metoder.

Havforskningsinstituttets virtuelle smoltmodell er nyutviklet og inneholder en smitemodul som overfører modellert kopepodittfordeling til antall lus på utvandrende smolt (Appendiks VI). Metoden er lovende, men på grunn av lite tråldata på utvandrende smolt er kalibreringen usikker. Kun data fra to fjordsystemer er tilgjengelig så langt, men i løpet av 2017 skal flere fjordsystemer overvåkes. Kalibreringen er også sensitiv for opphavet til de smoltene som fanges i trålen. Siden man ikke vet hvilken elv disse kommer fra, blir ikke kalibreringen nøyaktig i modellen. Planen videre er å bruke genetiske metoder til å bestemme hvilken region smolten kommer fra. De beregnede dødelighetsestimaterne er følsomme for når smolten faktisk vandrer ut og formen på den antatte utvandringsskurven, om den vandrer samlet, i flere puljer eller jevnt over en lengre tidsperiode. Dette diskuteres videre i Appendiks VI.

### **3.8. Usikkerhet i Veterinærinstituttets modellvurdering**

Modellsystemet som benyttes til vurderingene av sannsynlighet for lusepåvirkning fra Veterinærinstituttet (Appendiks VII), er delvis basert på en tidligere utviklet modell for beregning av smittepress fra lus i oppdrettsanlegg (Kristoffersen mfl. 2014). Nyutviklet metodikk i modellsystemet er en påslagsmodell som benyttes til å beregne lusepåslag på utvandrende laksesmolt, samt vandringsruter for postsmolt fra 401 vassdragsutløp til hav. Den nye metodikken er beskrevet i Appendiks VII. Usikkerhetene knyttet til den nye metodikken er: 1. Forholdet mellom smittepress og påslag på burfisk for ulike år, områder og tidsperioder, versus påslag på utvandrende laksesmolt; 2. Tid for utvandring, utvandringssruter og svømmehastighet for postsmolt; 3. Skjematisk definisjon og terskelverdier for luseindusert dødelighet; og 4. Skalering av påslagsrate i forhold til alderssammensetning av luselarver (kopepoditter og chalimus) på fisk fra burforsøk. Disse usikkerhetene og mulige skjevheter i estimatene som usikkerhetene kan generere, er diskutert i Appendiks VII.

### **3.9. Villfisk og rømt oppdrettsfisk som bidragsytere**

I områder med få oppdrettsanlegg og mye villfisk kan lakselus på vill laksefisk bidra til det lokale smittepresset. Modeller som beregner smittepress ut ifra rapporterte lus på fisk i anleggene vil underestimere smittepresset i disse områdene. Se avsnitt 1.2.4. i Karlsen mfl. (2016). I Appendix I har vi også diskutert den teoretiske problemstillingen med å skille dødelighetsandelen som skyldes lus fra oppdrett og andre kilder av lus.

### **3.10. Usikkerhet om fiskens atferd, utvandningsruter og tidspunkt**

Fiskens atferd: Hovedsakelig oppholder postsmolten seg fra 1 til 3 meters dyp under utvandringen med sporadiske dykk ned til 6,5 meters dyp. Det er også en tendens til at postsmolten holder seg nærmere overflaten (<0,5 meters dyp) om natta. Slike forhold må derfor tas hensyn til når man vurderer risiko for lakseluspåslag gjennom postsmoltens utvandningsrute.

Utvandningsruter: Vi vet vi lite om postsmoltens vandringsruter gjennom fjorden og hvordan postsmolten sprer seg når den forlater fjorden og grunnlinja. Vandringshastighet i kombinasjon med vandringsavstand og utvandringstidspunkt kan brukes til å definere eksponeringstid og optimalt samplingstidspunkt for lakselus. Et viktig moment er derfor oppholdstiden til postsmolten i relevante fjord- og kyststrøk. Det er stor variasjon mellom individene mht. vandringshastighet men hastigheten ligger hovedsakelig i området mellom 0,8-1,5 kroppslengder per sekund. Variasjon mellom fjordsystemer pga. topografiske forskjeller vil også påvirke vandringshastighet og progresjon.

Tidspunkt for utvandring: Alle utvandningsforløp ble standardisert med utgangspunkt i tidspunkt for 25 % utvandring, med start 10 dager før og 50 % utvandring 10 dager etter. Den totale utvandningsperioden ble satt til å vare i 40 dager. En 40 dagers utvandningsperiode er sannsynligvis noe for lang i en god del tilfeller, i alle fall for mindre vassdrag med lite variasjon i fysiske forhold på lakseførende strekning. Dette vil innebære at risiko for dødelighet av lus kan bli overvurdert i tilfeller hvor mengde lus øker utover i sesongen. Størrelsen på en eventuell overvurdering vil avhenge av hvor godt samsvar det er mellom virkelig og antatt tidspunkt for hovedutvandring. På den andre siden kan også den totale utvandningsperioden i vassdrag være lengre enn 40 dager. I slike populasjoner vil risiko for dødelighet av lus kunne undervurderes i tilfeller hvor mengde lus øker utover i sesongen. Hvor stor andel av populasjonen som vandrer sent vil dermed være viktig for størrelsen på feilen i slike tilfeller. I appendix II går vi mer i detalj på disse problemstillingene.

De standardiserte utvandningsforløpene gjelder for år med middels utvandningsperiode. Vi har ikke kunnskap som tilsier at utvandringen av smolt i 2016 verken var spesielt tidlig eller spesiell sen med hensyn til tid på året.

### **3.11. Skjevheter i fangst av laksefisk med ruse og garn**

Alle redskaper som benyttes for å fange fisk er selektive, og kan påvirke utfallet av de målingene som foretas. Eksempelvis ser vi at maskevidden på garn ikke bare påvirker størrelsesfordelingen av fisken som fanges, men vil indirekte kunne påvirke antall lus da fisk kan skrape av seg lus på garnene (Barlaup mfl. 2013). Ruse har den fordel at fisken fanges levende, og at den ikke setter seg fast i garnmasker. Avskrapningen av lus er generelt mindre, og sammenligninger indikerer at antall lus på rusefanget fisk er høyere enn garnfanget.

Det er også en rekke tekniske problemstillinger knyttet til telling og sampling av lakselus som vi ikke har mulighet til å gå i detalj i her. Dette er for eksempel (1) ved innfrysing ser det ut til at de minste stadiene forsvinner i langt større grad enn de eldre (2) avhengig av landsdel er det en andel av lusen som sitter på fisken skottelus (*Caligus elongatus*) og ikke lakselus (3) usikkerheten i estimatene av lakselus på vill laksefisk vil avhenge sterkt av antall fisk fanget (4) størrelsen av fisken vil påvirke hvor representative de er for området de er fanget. Metodene som benyttes er derfor standardiserte for å redusere skjevheter dette vil medføre.

I tidligere risikovurderinger av oppdrett (jf. Svåsand mfl. 2016), har lakselus på sjørret mindre enn 150 gram fanget litt etter forventet smoltutvandring blitt brukt som en indikator på potensielle effekter på utvandrende laksesmolt. Dette er problematisk all den tid disse to artene har veldig forskjellig atferd. I et nylig ferdigstilt arbeid ble lakselusmitte på sjørret og laksesmolt fanget samtidig i trål de siste 10 årene studert for å evaluere hvor god en slik tilnærming er til å forutse mengder lus på laksesmolt (altså om det er en korrelasjon mellom lus på sjørret og laksesmolt). Studiet tilsier at det er en klar sammenheng mellom smittepresset på de to artene, men at det generelt sett er mindre lus på laksesmolt enn på sjørret. Vi vurderer det derfor slik at lakselus på sjørret ikke kan brukes til å direkte estimere *lakselusindusert dødelighet* på laksesmolt, men i tilfeller der det observeres store mengder lus på sjørret er dette en klar indikasjon på at også utvandrende laksesmolt er mer utsatt for lusesmitte i et gitt område.

### **3.12. Vaktbur**

Vaktburene er 1 m<sup>3</sup> lukkede merder hvor det settes inn 30 kultiverte laksesmolt som står ute og samler lus i 2-3 uker før de tas inn og antall lus telles. Burene er forankret på bunn, og henger fra blåser rett under overflaten. Undersøkelser indikerer at det er mest lus i de øverste vannlagene, og siden vill laksefisk oftest svømmer på 1-3 m dybde fanger burene opp smitte på denne dybden. Burene står normalt ganske nær land, og Havforskningsinstituttet og Sintef sine modeller indikerer at dette også er det området hvor det normalt samles mest lus. Det er gjort undersøkelser av variasjon i påslag av lakselus i burene ved å sette to og to bur sammen like ved siden av hverandre (50-100 m avstand) i indre og ytre deler av Hardangerfjorden i 2010, totalt 13 slike par. I 7 av disse parene var infestasjonen nær 0, mens de øvrige settene viste samme trend, men det var en signifikant forskjell i 4 av settene (Bjørn mfl. 2011). Årsaken til denne forskjellen kan skyldes lokale strømmer, begroing av bur som reduserer gjennomstrømmingen, ulik atferd til fisken i burene, at lus blir skrappt av, samt usikkerheter knyttet til tellingen da fisken må håndteres og derfor skremmes.

### **3.13. Tråling**

Det brukes en trål som er ca. 30 m bred og 2,5 m dyp. Denne er spesialutviklet slik at postsmolt laks føres inn i ett akvarium slik at en unngår avskraping av skjell og lakselus. Fisk som ikke fanges opp av denne mekanismen tas ikke med i vurderingene. I hvilken grad det allikevel skrapes av lus vil trolig avhenge av forholdene under tråling, og hvor lenge fisken står i trålen. Normalt tråles det der man forventer å fange laksefisk, og det tråles primært i de ytre delene av fjordene. Dette har imidlertid variert. Denne metoden fanger direkte opp hvor mye lus det er på den utvandrende laksesmolten. I løpet av 2017 vil en også prøve å inkludere metoder for å spore tilbake fra hvilken elv fisken kom fra.

I hvilken grad trålingen fanger opp ett representativt utvalg av fisken har vært diskutert. Postsmolten som svømmer ut av fjordene svømmer i små flokker som trolig brytes opp om natten da adferden er basert på visuelle signaler. Trålingen gjennomføres på dagtid. Det har vært kommentert at laksesmolt smittet med lus kan ha en avvikende atferd ved at de svekkes og at de derfor bryter stimstrukturen og at disse da lettere fanges i trålen enn fisk som ikke er infisert. Trålunnvikelse baserer seg da på evne til å oppfatte og svømme bort fra trållåpningen. Effekten av lus på laksens kritiske svømmehastighet (ett mål på maksimal svømmehastighet og utholdenhet) har vist at infisert laks har noe lavere verdier (Wagner mfl. 2003, 2008), og at det er en økende effekt også for de tidligste stadiene av lus med økende infeksjon (Bui mfl. 2016). Om de relativt små forskjellene har noen praktisk betydning i forhold til trålunnvikelse vites ikke. En redusert svømmeevne vil kunne medføre økt risiko for å miste kontakt med gruppen og derved øke risikoen for predasjon. Dette betyr at det er en mulighet for at fisk eksponert for ett lengre tidsrom blir underrepresentert i fangstene om disse fanges i ytre deler av fjordene.

Størrelsen på fisken påvirker dens svømmehastighet. Fisk som er svekket og ikke vokser kan derfor se for seg blir lettere fanget i en trål enn fisk i god kondisjon som har vokst gjennom dens vandring gjennom fjordene. Fisken som fanges med trål er i hovedsak ikke infisert, den infiserte fisken fanges oftere senere i sesongen. Vi antar at dette har sammenheng med det økende smittepresset som en ser langs kysten utover sesongen. For å kunne svare eksakt på fangbarheten av trål for ulike størrelser av laks må det gjennomføres egne undersøkelser, slike undersøkelser er ikke kjent for gruppen. Vi observerer dog at det er fanget ikke-infisert laks opp i 30 g størrelse i enkelte trålhal i Altafjorden.

#### 4. Vurdering av status i produksjonsområdene

Den overordnede analysen baserer seg på vurderingene som er oppsummert i tabell 2. Tabellen tar utgangspunkt i resultatene fra ulike modeller (HI og VI) og de observasjonene som er gjort i NALO 2016. Kunnskap om utvandringstidspunkt og utvandningsruter til laksesmolten vurderes så opp mot indikatorene i tabellen, og konklusjon og usikkerheten settes. Den største usikkerheten er i de fleste tilfeller knyttet til utvandningsrute og tidspunkt for utvandring av vill laksesmolt. Det er i de fleste tilfeller ukjent hvor laksesmolt fra en gitt elv vandrer ut i en fjord og de ulike rutene kan ha stor betydning for hvor stort smittepress fisken vil vandre igjennom. Variasjon i påvirkning mellom ulike deler av produksjonsområdet er også kommentert der dette er relevant. Fangstdata og gytebestandsmål er benyttet i enkelttilfeller i vurderingen og er da spesifisert i det aktuelle produksjonsområdet. Det er naturlig at disse data inngår i fremtidige vurderinger når data basert på tilbakevandring av voksen laks fra 2016-årsklassen av smolt blir tilgjengelig.

For hvert produksjonsområde er det gitt antall oppdrettsanlegg, antall elver, egg pr biomasse oppdrettslaks (antall egg i millioner/ tonn biomasse (gjennomsnittlig)) samt teoretisk smoltproduksjon av villaks i vassdragene.

**Tabell 2.** Resultat 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. Sjørret verdien er gjennomsnittet for de ulike stasjonene i periode 1. Tabellen må leses sammen med teksten for de ulike produksjonsområdene der usikkerhetene for vurderingen er fremhevet. VI har valgt å representere sin overordnede vurdering basert på best og verste scenario for snitt verdier av alle bestander i sin modellkjøring. Konklusjonen kan tolkes som en ekspertvurdering for at der en sannsynlig risiko for at mindre enn 10% (lav), 10-30% (moderat) og mer en 30% (høy) av vill laksesmolt i en region har en lakselusindusert dødelighet. HI smittepress: smittepresskart lus, HI Virtuelle smolt: modellert påslag av lus på utvandrende smolt. VI smittepress: modellert påslag av lus på utvandrende smolt. Sjørret rusefangst: Sjørret som proxy for laks i NALO. SINTEF's modell: modellert påslag av lus på utvandrende smolt (kun laget for produksjonsområde 5).

| Produksjons-områder | HI smittepress | HI Virtuell smolt | VI smittepress | Sjørret rusefangst | SINTEF's modell | Konklusjon |
|---------------------|----------------|-------------------|----------------|--------------------|-----------------|------------|
| 1                   | Lav            | Lav               | Lav            | Lav                |                 | Lav        |
| 2                   | Høy            | Høy               | Lav/Mod        | Moderat            |                 | Moderat    |
| 3                   | Høy            | Høy               | Mod/Høy        | Høy                |                 | Høy        |
| 4                   | Moderat        | Høy               | Lav/Mod        | Høy                |                 | Moderat    |
| 5                   | Moderat        | Moderat           | Lav/Mod        | Moderat            | Moderat         | Moderat    |
| 6                   | Moderat        | Moderat           | Lav/Mod        | Moderat            |                 | Moderat    |
| 7                   | Moderat        | Moderat           | Lav/Mod        | Moderat            |                 | Moderat    |
| 8                   | Moderat        | Lav               | Lav            | Lav                |                 | Lav        |
| 9                   | Lav            | Lav               | Lav            | Lav                |                 | Lav        |
| 10                  | Moderat        | Lav               | Lav            | Lav                |                 | Lav        |
| 11                  | Lav            | Lav               | Lav            | Lav                |                 | Lav        |
| 12                  | Lav            | Lav               | Lav            | Lav                |                 | Lav        |
| 13                  | Lav            | Lav               | Lav            | Lav                |                 | Lav        |



## Produksjonsområde 1: Svenskegrensa til Jæren

**Konklusjon:** Lav risiko for lakselusindusert villfiskdødelighet

| Antall anlegg | Antall elver | Egg pr biomasse | Smoltproduksjon |
|---------------|--------------|-----------------|-----------------|
| 13            | 38           | 0,33            | 2 182 000       |

Observasjonsdata viser lav dødelighet på ruse og garnfanget sjørret i tiden dekkende for smoltutvandringen. Modellresultater fra HI og VI viser lavt smittepress.

**Usikkerhet:** Alle modeller og overvåkingsdata viser samme resultat, konklusjonen anses derfor som meget sikker.

## Produksjonsområde 2: Ryfylke

**Konklusjon:** Moderat risiko for lakselusindusert villfiskdødelighet

| Antall anlegg | Antall elver | Egg pr biomasse | Smoltproduksjon |
|---------------|--------------|-----------------|-----------------|
| 46            | 18           | 0,86            | 438 000         |

Observasjonsdata viser moderat dødelighet på ruse og garnfanget sjørret i tiden som dekker smoltutvandringen. Egg per biomasse viser moderate utslipp. Antall klekte egg er høyere i 2016 enn i 2015 for perioden april til juli. Modellresultatene viser høy risiko (HI) og lav/moderat risiko (VI). Sjørret i området vurderes til å være moderat til høyt påvirket, men med stor usikkerhet.

Ruse/garnfangst av sjørret i Boknafjorden indikerer høy økt risiko for lakselusindusert dødelighet på sørsiden i Ytre Årdalsfjorden og på nordsiden ved Nedstrand. Modellen indikerer at områdene med et slikt forhøyet smittepress er geografisk begrenset, hvilket indikerer at den tiden den utvandrende smolten er eksponeres er av begrenset varighet. Av de store elvene er Figgjo, som ligger helt ved kysten trolig lite påvirket. Om fisken fra Suldalslågen går ut på nordsiden vil den trolig være moderat påvirket. Smolt fra Suldalslågen går trolig tidlig og slipper da mest sannsynlig unna økningen i lusesmitte i området fra andre uken i mai, selv om data indikerer at en andel av fisken kan gå en god del senere. Årdalselven er også ganske stor, men området med forhøyet smittepress smolten herifra går gjennom ser ut til å være begrenset.

**Usikkerhet:** Et område med stor variasjon i påvirkning. Utvandningsrute og utvandringstidspunkt for bestander i Boknafjordområdet/Ryfylke er avgjørende for påvirkning og her er kunnskapen begrenset og øker dermed usikkerheten i vurderingen. Helhetlig vurdering av området tilsier moderat risiko for luseindusert villfiskdødelighet fra oppdrett.

### Produksjonsområde 3: Karmøy til Sotra

**Konklusjon:** Høy risiko for lakselusindusert villfiskdødelighet

| Antall anlegg | Antall elver | Egg pr biomasse | Smoltproduksjon |
|---------------|--------------|-----------------|-----------------|
| 142           | 12           | 1,13            | 185 000         |

Observasjonsdata viser høy dødelighet på ruse og garnfanget sjørret i tiden dekkende for smoltutvandringen. Egg per biomasse viser høye utslipp. Modellresultatene viser høy risiko (HI) og moderat/høy risiko (VI).

I Hardangerfjorden er det åpenbart en gradient av effekt fra indre til ytre deler der de indre elvene er sterkt påvirket. En relativ unik problemstilling i Hardanger er at den meste produktive elven i fjordsystemet (Etne) ligger lengst ute med den korteste vandringsruten. Avhengig av metode og vektlegging blir Etne definert til å være lavt til moderat påvirket. Vår vurdering er derimot at dette produksjonsområdet i sin helhet må defineres som høyt påvirket. Dette er basert på at flere elver er definert til å bli høyt påvirket i både VI og HI sin modell kjøring. I tillegg viser smittepresskartene at det er en stor arealmessig utbredelse av områder med høyt smittepress. Dette bekreftes av vaktburene som i 2016 stod ute fra 12. mai, og de indikerte noe smittepress i siste halvdel av mai, og en betydelig økning i de ytre delene fra slutten av mai og smittepresset holdt seg utover juni. Overvåking av sjørret og i bur peker derfor i samme retning med til dels meget høye påslag av lus på sjørret og på laksesmolt i bur i områder hvor det har vært høy produksjon av oppdrettslaks. Tråldataene indikerer en økning i infestasjoner fra uke 21 (23. mai), men med fallende fangster.

Vi har også vektlagt bestandssituasjonen i denne vurderingen. Siden midten av nittitallet har mange elver i Hardanger (spesielt i de indre områdene) hatt meget dårlig bestandsstatus (Vollset mfl. 2014). Vi vurderer det sannsynlig at denne avvikende bestandssituasjonen, sett i forhold til andre bestander er drevet av høye nivåer av lakselus. Flere bestander har for øvrig vist en positiv tendens med et noe økt innsig de siste årene. Samlet er likevel vår vurdering at lakselusindusert villfiskdødelighet i dette området er høyt.

**Usikkerhet:** Lite data på utvandringstidspunkt og dermed usikkerhet knyttet til tidspunktet for utvandring er helt avgjørende for om laksen blir moderat eller høyt påvirket. Store deler av produksjonsområdet har høy risiko for påvirkning (Hardanger og Bjørnafjorden). Samtidig er det viktig å påpeke at den største elven (Etne) virker til å være mindre påvirket.

## Produksjonsområde 4: Nordhordland til Stadt

**Konklusjon:** Moderat risiko for lakselusindusert villfiskdødelighet

| Antall anlegg | Antall elver | Egg pr biomasse | Smoltproduksjon |
|---------------|--------------|-----------------|-----------------|
| 125           | 40           | 1,22            | 748 000         |

Observasjonsdata viser høy dødelighet på ruse og garnfanget sjøørret i tiden dekkende for smoltutvandringen. Egg per biomasse viser høye utslipp. Modellresultatene viser moderat risiko (HI) og lav/moderat risiko (VI).

I produksjonssonen er mønsteret at det er relativt store områder som virker å være upåvirket, mens enkelt områder som ser ut til å være sterkt påvirket. I Nordhordland (Hjeltefjorden og Masfjorden) er det områder med høyt smittepress. Dette reflekteres både i smittepresskart og lakselus på sjøørret. Hjeltefjorden er utvandringsruten til flere laksebestander fra Osterfjorden (inkludert Vosso), og dette smittepresset kan påvirke disse bestandene. Estimatene for effekter på disse elvene fra VI og HI spiker fra lavt til høyt. Årsaken til denne relativt lave kategoriseringen er fordi området med høyt smittepress er geografisk relativt begrenset. Vi vurderer derfor at det er en moderat sannsynlighet for påvirkning av laks i dette området. I Sognefjorden er det også relativ stor utbredelse av moderat påvirkning i det ytre fjordområdet. Dette reflekteres også i at de modellerte effektene på elvenivå er relativt høye både for VI og HI sine modeller. Her er noen av de viktigste elvene i produksjonsområdet (inkludert Lærdal). I vår kategorisering av produksjonsområdet legger vi derfor stor vekt på at det er en relativt høy sannsynlighet for at disse elvene er påvirket av lus i denne perioden.

**Usikkerhet:** Veldig stort produksjonsområde, enkelte mindre områder (Nordhordland, nordsiden av Sognefjorden) har høy risiko selv om området i sin helhet vurderes til å ha moderat risiko. Stor usikkerhet som avhenger av utvandringsruter.

## Produksjonsområde 5: Stadt til Hustadvika

**Konklusjon:** Moderat risiko for lakselusindusert villfiskdødelighet

| Antall anlegg | Antall elver | Egg pr biomasse | Smoltproduksjon |
|---------------|--------------|-----------------|-----------------|
| 36            | 44           | 1,21            | 529 000         |

Observasjonsdata viser moderat dødelighet på ruse og garnfanget sjøørret i tiden dekkende for smoltutvandringen. Egg per biomasse viser høye utslipp. Modellresultatene viser moderat risiko (HI), lav/moderat risiko (VI) og moderat risiko (Sintef).

Området strekker seg fra Stadt til Hustadvika. Fangst av sjøørret er foretatt i er Ørstafjorden, Storfjorden og Romsdalsfjorden. I første periode (uke 23-25) ble det funnet lus på nesten all undersøkt fisk i Ørstafjorden. I Storfjordssystemet ved Sykkylven var lusepåslaget noe lavere men ved Stordalsvika lengre inn i fjordsystemet ble det på samme tid registrert økt mengde lus på fisken. I Romsdalsfjorden ble det ved stasjonene Vatnefjord og Frænfjorden registrert moderat til høyt lusepåslag på fisken. Ved andre periode (uke 27-29) ble det funnet en generell økning i lusemengden på de ytre stasjonene på Sunnmøre. I Romsdalsfjordssystemet ble det også funnet en generell økning i periode 2.

I uke 21 viste spredningsmodellen til HI en spredt økning i kopepoditter. På Sunnmøre var det en økning i ytre Voldsfjord, ytre Hjørundfjorden og midtre del av Storfjordssystemet. I Romsdal var tettheten generelt lav med unntak av spredte forekomster rundt Otra og lokalt inne i Rødvenfjorden. Den modellerte tettheten av kopepoditter økte i store deler av området utover sesongen. Vaktburene i systemet de tre første ukene i juni indikerte relativt lavt smittepress.

Utbredelsen av det som defineres som moderat påvirkning i HI sine smittekart er relativt stor i produksjonsområdet gjennom smoltutvandringen, med enkelte områder med høyt smittepress (Voldsfjorden). Utbredelsen av smittepresset øker noe mot slutten av smoltutvandringen og videre utover sommeren. VI sin modell indikerer også at det er områder i indre og ytre deler av Romsdalsfjorden med relativt høyt smittepress, selv om disse virker å være geografisk avgrenset. Samtidig viser modellering fra smitemodellen til VI at i snitt er risikoen for smitte lav til moderat for bestandene. HI sin vurdering indikerer at mange bestander er lavt påvirket og en del bestander er moderat til høyt påvirket og vurderes derfor totalt sett til moderat. I dette området har også Sintef gjennomført sitt modelleringsarbeid og havnet på moderat risiko. I tillegg er egg per biomasse høyt for området. Samlet er vår vurdering at lakselusindusert villfiskdødelighet i dette området er moderat.

**Usikkerhet:** Usikkerheten i dette området er på lik linje med andre områder tidspunkt og utvandningsrute. Områder med høyt smittepress er geografisk relativt avgrenset, og dette fører til at det er vanskelig å være treffsikre med modellering og vurdering. Det at smittepresset stiger utover sesongen og at det er observert høye nivåer av lus på sjøørret utover i juni er også et element som fører til usikkerhet.

## Produksjonsområde 6: Nordmøre og Sør-Trøndelag

**Konklusjon:** Moderat risiko for lakselusindusert villfiskdødelighet

| Antall anlegg | Antall elver | Egg pr biomasse | Smoltproduksjon |
|---------------|--------------|-----------------|-----------------|
| 115           | 62           | 1,21            | 2 389 000       |

Observasjonsdata viser moderat dødelighet på ruse og garnfanget sjørret i tiden dekkende for smoltutvandringen. Egg per biomasse viser høye utslipp. Modellresultatene viser moderat risiko (HI) og lav/moderat risiko (VI).

Området her strekker seg fra Hustadvika i sør til fylkesgrensen mellom Sør- og Nord-Trøndelag i nord. Spredningsmodellen viste i forkant av feltarbeidet en vedvarende forhøyet tetthet av kopepoditter nord for Hitra og Frøya og langs kysten vest for Fosen. Det ble også observert spredte økninger sør for Hitra og nordover langs fastlandet mot utløpet av Trondheimsfjorden. Det ble observert en økning i den modellerte tettheten av kopepoditter, spesielt i den sørlige delen av området, utover i sesongen.

Ved første periode (uke 22-23) ble det funnet lus på praktisk talt all garn- og rusefanget sjørret, med til dels høye påslag av lus ved Agdenes. Ved Asserøy var snittvekta på sjørreten høy og lusepåslaget var noe lavere enn ved Agdenes. Ved Agdenes økte lusepåslagene kraftig i andre periode (dvs. høyere smittepress for fisk som vandrer ut sent) mens det ved Asserøy var omlag samme situasjon som i periode 1. Tråldata fra Trondheimsfjorden og Trondheimsleia hadde lave påslag av lakselus på laksesmolt. Dette er i samsvar med modellene som viser lavt smittepress i de trålte områdene. Vaktburene i systemet som stod ute i tre uker fra 6. juni viser lavt smittepress, men høyere påslag i Trondheimsleia og ved Tarva sammenlignet med Trondheimsfjorden. Siden en del av smolten fra dette området trolig svømmer ut i områder som har et høyere smittepress etter at de har passert overvåkningsstasjonene, anser vi det sannsynlig at lusepåslaget ender opp som høyere enn observasjonene tilsier. Sommert sett er påvirkning av lakselus på utvandrende smolt sannsynliggjort i dette produksjonsområde på grunn av lusepåslagene på sjørret, høye utslipp av egg i tiden som dekker utvandringen av smolt og høye utslipp av egg per stående biomasse. På denne bakgrunn kategoriserer vi dette produksjonsområdet med moderat risiko for lakselusindusert dødelighet.

**Usikkerhet:** Selv om trålfanget smolt viser lavt påslag, vurderes området til moderat risiko for lakseindusert villfiskdødelighet. Potensielt kan påvirkningen av lakselus være stor i de senere fasene av smoltutvandringen, særlig om utvandringsrutene passerer gjennom områder med høyt smittepress ved Hitra/Frøya. Sjørretdata fra periode 2 viser høye lakselusnivåer rundt Agdenesområdet gjennom flere år og sent utvandrende laksesmolt kan ha høy risiko for dødelighet rundt denne perioden. En stor del av Norges villaksproduksjon (om lag 20%) passerer dette området under utvandring, og vektlegges i risikovurderingen av dette området.

## Produksjonsområde 7: Nord-Trøndelag med Bindal

**Konklusjon:** Moderat risiko for lakselusindusert villfiskdødelighet

| Antall anlegg | Antall elver | Egg pr biomasse | Smoltproduksjon |
|---------------|--------------|-----------------|-----------------|
| 45            | 22           | 0,73            | 902 000         |

Observasjonsdata viser moderat dødelighet på ruse og garnfanget sjørret i tiden dekkende for smoltutvandringen. Egg per biomasse viser moderate utslipp. Modellresultatene viser moderat risiko (HI) og lav/moderat risiko (VI).

Undersøkelsene av sjørret i produksjonsområde 7 indikerer høy lakselusindusert dødelighet på stasjonene på begge sider av Vikna, liten i Namsenfjorden og moderat på sørsiden av denne. Undersøkelsen er gjennomført i ukene 24-26 (13/6-), mens utvandringen (50%) fra Namsen er estimert til 3 juni, og undersøkelsen er i tid rimelig godt overensstemmende med dette. Modellen indikerer ett område sør for Vikna med forhøyet lusepress. Dette området strekker seg noe sørover fra selve øygruppen. Data fra vaktburene ukene 21 til 24 som er dekkende for smoltutvandringen bekrefter relativt høyt smittepress i området. Kritisk for effekten i dette området er hvor smolten fra de store elvene (spesielt Namsen) faktisk går ut, og hvor lenge smolten er eksponert for et høyt smittepress. Utslippene av egg i dette produksjonsområdet er svakt økende i hele mai, og tidsrommet for når fisken går ut ser derfor ikke ut til å være så kritisk. Usikkerheten i om fisken fra Namsen faktisk går helt opp mot Vikna gjør at vi anser at det er moderat risiko for lakselusindusert dødelighet i dette området.

**Usikkerhet:** Stor usikkerhet knyttet til utvandringsruter, Namsen står for 70% av smoltproduksjonen i området. Usikkerheten her er knyttet til om smolten vandrer nær Vikna. Med en nordlig rute kan risiko for lakselusindusert dødelighet øke.

## Produksjonsområde 8: Helgeland til Bodø

**Konklusjon:** Lav risiko for lakselusindusert villfiskdødelighet

| Antall anlegg | Antall elver | Egg pr biomasse | Smoltproduksjon |
|---------------|--------------|-----------------|-----------------|
| 74            | 30           | 0,87            | 364 000         |

Observasjonsdata viser lav dødelighet på ruse og garnfanget sjørret i tiden dekkende for smoltutvandringen. Egg per biomasse viser moderate utslipp. Modellresultatene viser moderat risiko (HI) og lav risiko (VI).

**Usikkerhet:** Stort produksjonsområdet, moderat påvirkning i sør, mesteparten av området har lav risiko for påvirkning.

## Produksjonsområde 9: Vestfjorden og Vesterålen

**Konklusjon:** Lav risiko for lakselusindusert villfiskdødelighet

| Antall anlegg | Antall elver | Egg pr biomasse | Smoltproduksjon |
|---------------|--------------|-----------------|-----------------|
| 71            | 58           | 0,54            | 193 000         |

Observasjonsdata viser lav dødelighet på ruse og garnfanget sjøørret i tiden dekkende for smoltutvandringen. Egg per biomasse viser lave utslipp. Modellresultatene viser lav risiko (HI) og lav risiko (VI).

**Usikkerhet:** Lokalt høyt smittepress i Tysfjorden som er knyttet opp mot et enkeltanlegg, ellers lav risiko.

## Produksjonsområde 10: Andøya til Senja

**Konklusjon:** Lav risiko for lakselusindusert villfiskdødelighet

| Antall anlegg | Antall elver | Egg pr biomasse | Smoltproduksjon |
|---------------|--------------|-----------------|-----------------|
| 54            | 24           | 0,53            | 328 000         |

Observasjonsdata viser lav dødelighet på ruse og garnfanget sjøørret i tiden dekkende for smoltutvandringen. Egg per biomasse viser lave utslipp. Modellresultatene viser moderat risiko (HI) og lav risiko (VI).

**Usikkerhet:** Store deler av området har moderat risiko for påvirkning, men den største elven i området Målselv er upåvirket og bidrar derfor til at området totalt sett vurderes til å ha lav risiko.

## Produksjonsområde 11: Kvaløya til Loppa

**Konklusjon:** Lav risiko for lakselusindusert villfiskdødelighet

| Antall anlegg | Antall elver | Egg pr biomasse | Smoltproduksjon |
|---------------|--------------|-----------------|-----------------|
| 30            | 17           | 0,23            | 141 000         |

Observasjonsdata viser lav dødelighet på ruse og garnfanget sjøørret i tiden dekkende for smoltutvandringen. Egg per biomasse viser lave utslipp. Modellresultatene viser lav risiko (HI) og lav risiko (VI).

**Usikkerhet:** Stor sikkerhet for lav risiko.

## Produksjonsområde 12: Vest-Finnmark

**Konklusjon:** Lav risiko for lakselusindusert villfiskdødelighet

| Antall anlegg | Antall elver | Egg pr biomasse | Smoltproduksjon |
|---------------|--------------|-----------------|-----------------|
| 50            | 18           | 0,21            | 587 000         |

Observasjonsdata viser lav dødelighet på ruse og garnfanget sjøørret i tiden dekkende for smoltutvandringen. Egg per biomasse viser lave utslipp. Modellresultatene viser lav risiko (HI) og lav risiko (VI).

En del av Altafjorden (Skillefjord) hadde ett år moderat risiko for påvirkning under smoltutvandringen. I flere år har det blitt rapportert høy risiko for dødelighet på sjøørret i periode 2. Postsmolten i gode næringsår i nordlige fjorder kan ha lengre oppholdstid i fjorden noe som kan føre til at sent utvandrende laksesmolt får forhøyet risiko for dødelighet.

**Usikkerhet:** En del av Altafjorden har moderat risiko for påvirkning basert på registrert lus på sjøørret om sommeren. Lav risiko for produksjonsområdet i sin helhet men Altafjorden betegnes å ha moderat risiko.

## Produksjonsområde 13: Øst-Finnmark

**Konklusjon:** Lav risiko for lakselusindusert villfiskdødelighet

| Antall anlegg | Antall elver | Egg pr biomasse | Smoltproduksjon |
|---------------|--------------|-----------------|-----------------|
| 4             | 18           | 0,15            | 1 111 000       |

Observasjonsdata viser lav dødelighet på ruse og garnfanget sjøørret i tiden dekkende for smoltutvandringen. Egg per biomasse viser lave utslipp. Modellresultatene viser lav risiko (HI og VI).

**Usikkerhet:** Stor sikkerhet for lav risiko.

## 5. Konklusjoner

Ekspertgruppen har 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 2016. 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 produksjonssoner vil være viktig for å redusere usikkerhetene spesielt dersom 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 modellgrunlaget er nylaget og validering og kvalitetssikring i form av publisering vil være viktig.



## **6. Veien videre**

### **6.1. Grenseverdiene bør oppdateres**

Ekspertgruppen har påpekt at en problemstilling med de nåværende grenseverdiene er at de i liten grad differensierer mellom utviklingsstadium av lakselus. Dette er en svakhet ettersom det vi vet fra laboratorium at alle lus som setter seg på som kopepoditt ikke vil bli utviklet til preadulte og adulte stadier hvor de vil gjøre mest skade. Avhengig av når (altså på hvilket stadium) antall lus telles vil grenseverdiene overestimeres eller underestimeres. Eksempelvis, hvis antall lus som telles på fisken i laboratorium er kopepoditter vil antall preadulte lus som faktisk tar livet av en fisk være lavere enn den grenseverdien man regner ut. På lik linje hvis man beregner grenseverdiene i modellkjøringene fra HI eller VI er basert på antall modellerte kopepoditter som setter seg på fisken vil også lus på fisken være høyere enn det som til slutt ender opp som skadelige stadier (preadulte/adulte). I tillegg er alle publiserte forsøk gjort med kultivert smolt som er mye større og med bedre kondisjon, og har hatt et helt annet fôr og oppvekstmiljø. Vi anbefaler derfor at man gjennomgår tidligere laboratorieforsøk, oppdaterer med nye undersøkelser (spesielt på villsmolt) og i størst mulig grad prøver å standardisere dataene som trekkes ut fra hver publikasjon.

### **6.2. Utvandringsruter og tidspunkt**

Det er åpenbart fra gjennomgangen av modellkjøringer at noen av nøkkeldataene for om en elvebestand blir definert til å ha høy eller lav lakselusindusert dødelighet er tidspunktet smolten vandrer ut fra elven samt vandringsruten. Ekspertgruppen anbefaler derfor at det gjennomføres flere studier som kan gi oss bedre og mer detaljert data på nøkkelvassdrag i hvert produksjonsområde.

I de fleste områder av landet har vi begrenset kunnskap om tidspunkt og forløp til smoltutvandringen. Det er usikkerheter knyttet til hvor mye senere laksesmolt vandrer ut fra de indre vassdragene i ulike fjorder enn i kystnære vassdrag. Dette vil sannsynligvis ha stor påvirkning på modelleringsresultatene ettersom smolt fra de indre vassdragene har lange utvandringsruter. I områder hvor smolt fra slike vassdrag må vandre forbi områder med høy intensitet av oppdrettsanlegg er det disse populasjonene som blir sterkest påvirket av lusepåslag ifølge modellene. Det blir derfor viktig å få god dokumentasjon på utvandringstidspunkt i disse vassdragene i fremtidige studier.

### **6.3. Utvikling og validering av smoltmodeller**

Det er behov for å videreutvikle smoltmodellene og forbedre påslagsmodellene som overfører modellert smittepress til antall lus på fisken. I 2017 skal det tråles etter postsmolt i flere fjordsystemer. Dette vil forhåpentligvis gi et større datagrunnlag som kan brukes til å kalibrere modellresultatene. Samtidig er det viktig å ta i bruk genetiske metoder som kan bestemme hvilken region smolten kommer fra.

## 7. Litteratur

- Asplin, L., Johnsen, I. A., Sandvik, A. D., Albretsen, J., Sundfjord, V., Aure, J., Boxaspen, K. K. 2014. Dispersion of salmon lice in the Hardangerfjord. *Marine Biology Research*, 10: 216-225.
- Barlaup, B. T., Gabrielsen, S. E., Loyland, J., Schlappy, M. L., Wiers, T., Vollset, K. W., Pulg, U. 2013. Trap design for catching fish unharmed and the implications for estimates of sea lice (*Lepeophtheirus salmonis*) on anadromous brown trout (*Salmo trutta*). *Fisheries Research*, 139: 43-46.
- Finstad, B., Bjørn, P. A. 2011. Present status and implications of salmon lice on wild salmonids in Norwegian coastal zones. In: Jones, S., Barnes, R. (eds) *Salmon lice: an integrated approach to understanding parasite abundance and distribution*. Wiley-Blackwell, Oxford, p. 281-305.
- Gravil, H. R. 1996. Studies on the biology and ecology of the free swimming larval stages of *Lepeophtheirus salmonis* (Kroyer, 1838) and *Caligus elongatus* Nordmann, 1832 (Copepoda: Caligidae). Institute of Aquaculture, University of Stirling.
- Holst, J. C., Jakobsen, P., Nilsen, F., Holm, M., Asplin, L., Aure, J. 2003. Mortality of seaward-migrating post-smolts of Atlantic Salmon due to salmon lice infection in Norwegian salmon stocks. In: Mills (ed) *Salmon at the edge*. Blackwell Science, Oxford, p. 136-137.
- Jacobsen, J. A., Gaard, E. 1997. Open-ocean infestation by salmon lice (*Lepeophtheirus salmonis*): Comparison of wild and escaped farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *ICES Journal of Marine Sciences*, 54: 1113-1119.
- Johnsen, I. A., Fiksen, Ø., Sandvik, A. D., Asplin, L. 2014. Vertical salmon lice behavior as a response to environmental conditions and its influence on regional dispersion in a fjord system. *Aquaculture Environmental Interactions*, 5: 127-141.
- Johnsen, I. A., Asplin, L., Sandvik, A. D., Serra-Llinares, R. M. 2016. Salmon lice dispersion in a northern Norwegian fjord system and the impact of vertical movements. *Aquaculture Environmental Interactions*, 8: 99-116.
- Karlsen, Ø., Finstad, B., Ugedal, O., Svåsand, T. 2016. Kunnskapsstatus som grunnlag for kapasitetsjustering innen produksjonsområder basert på lakselus som indikator. Rapport fra Havforskningen, Nr. 14-2016, 139 s.
- Kristoffersen, A. B., Jimenez, D., Viljugrein, H., Grøntvedt, R., Stien, A., Jansen, P. A. 2014. Large scale modelling of salmon lice (*Lepeophtheirus salmonis*) infection pressure based on lice monitoring data from Norwegian salmonid farms. *Epidemics*, 9: 31-39.
- Nilsen, R., Serra-Llinares, R. M., Sandvik, A. D., Elvik, K. M. S., Asplin, L., Bjørn, P. A., Johnsen, I. A., Karlsen, Ø., Finstad, B., Berg, M., Uglem, I., Vollset, K. W., Lehmann, G. B. 2017. Lakselusinfestasjon på vill laksefisk langs norskekysten i 2016. Med vekt på modellbasert varsling og tilstandsbekreftelse. Rapport fra Havforskningen, Nr. 1-2017, 55 s.
- Sandvik, A. D., Bjørn, P. A., Ådlandsvik, B., Asplin, L., Skarðhamar, J., Johnsen, I. A., Myksvoll, M. S., Skogen, M. D. 2016. Toward a model-based prediction system for salmon lice infestation pressure. *Aquaculture Environmental Interactions*, 8: 527-542.
- 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.
- Serra-Llinares, R. M., Bjørn, P. A., Finstad, B., Nilsen, R., Asplin, L., 2016. Nearby farms are a source of lice for wild salmonids: a reply to Jansen et al. 2016. *Aquaculture Environmental Interactions*, 8: 351-356.
- Stien, A., Bjørn, P. A., Heuch, P. A., Elston, D. A. 2005. Population dynamics of salmon lice *Lepeophtheirus salmonis* on Atlantic salmon and sea trout. *Marine Ecology Progressive Series*, 290: 263-275.

- Svåsand, T., Karlsen, Ø., Kvamme, B. O., Stien, L. H., Taranger, G. L., Boxaspen, K. K. 2016. Risikovurdering norsk fiskeoppdrett 2016. *Fisken og Havet*, særnummer 2-2016, 190 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.
- Vitenskapelig råd for lakseforvaltning. 2016. Status for norske laksebestander i 2016. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 9, 190 s.
- Vollset, K. W., Skoglund, H., Barlaup, B. T., Pulg, U., Gabrielsen, S. E., Wiers, T., Skar, B., et al. 2014. Can the river location within a fjord explain the density of Atlantic salmon and sea trout? *Marine Biology Research*, 10: 268-278.
- Vollset, K. W., Barlaup, B. 2014. First report of winter epizootic of salmon lice on sea trout in Norway. *Aquaculture Environmental Interactions*, 5: 249-253.
- Wright, D. W., Oppedal, F., Dempster, T. 2016. Early-stage sea lice recruits on Atlantic salmon are freshwater-sensitive. *Journal of Fish Biology*. Akseptert.
- Ådlandsvik, B., Sundby, S. 1994. Modelling the transport of cod larvae from the Lofoten area. *ICES Marine Science Symposia*, 198: 379-392.
- Ådlandsvik, B., 2015. Forslag til produksjonsområder i norsk lakse- og ørretoppdrett. Rapport fra Havforskningen, Nr. 20-2015, 59 s.

## **8. Appendiks**

**Appendiks I Definisjoner og begrep**

**Appendiks II Vassdragsoversikt og utvandringstidspunkt NINA**

**Appendiks III Fysisk miljø HI**

**Appendiks IV Hydrodynamisk spredningsmodellering HI**

**Appendiks V Smittepresskart HI**

**Appendiks VI Virtuell smolt HI**

**Appendiks VII Produksjon av lakselus i oppdrett VI**

**Appendiks VIII Modellering SINTEF**

**Appendiks IX Fangst og gjenfangst Rådgivende Biologer AS**