

# Forebyggende tiltak - hvor godt virker de?

Magne Aldrin og Ragnar Bang Huseby  
Norsk Regnesentral

Lakselusstrategi Rogaland - Stavanger 31/10 2019



# Mulige tiltak

- Sonering som i dag i forhold til ikke-sonering
- Storsmolt 500g
  - på alle anlegg
  - på halvparten av anleggene
- Halvere påslag av kopepoditter første seks måneder
- Temperaturavhengig tiltaksgrense
- Redusert tiltaksgrense i desember
- Rask behandling ved overskridelse av tiltaksgrense
- Justering av soneinndelinga
- Eliminere smitte fra utvalgte anlegg

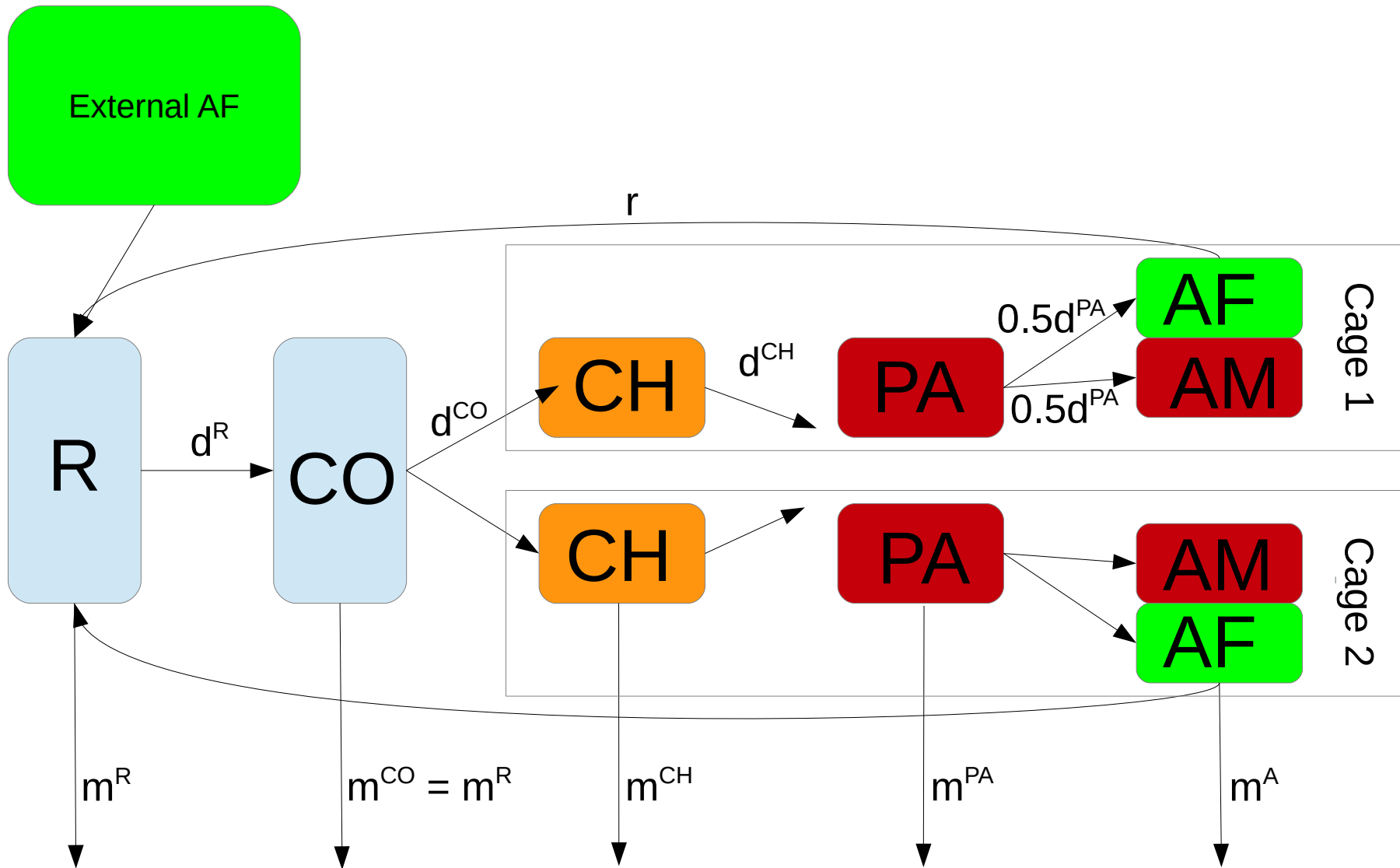
# Scenariosimulering - hva-hvis analyser

- Undersøker langtidseffekter av alternative tiltak ved hjelp av scenariosimulering eller hva-hvis analyser
- Bruker en populasjonsmodell for lus
- Simulerer eller etterligner virkeligheten
  - gjør ulike tiltak
  - beregner hvilken effekt disse har
- Kan gjøre eksperimenter på datamaskinen
  - billigere enn fullskala forsøk
  - kan kontrollere for andre ting som varierer samtidig
  - får svar raskt
- Ulempe: Basert på modell, ikke virkeligheten

# Populasjonsmodell

- Modellen beskriver hvordan lusebestanden endres over tid på et oppdrettsanlegg
- Holder oversikt over antall lus i ulike stadier i hver merd
- Temperaturavhengig utviklingstid fra ett stadium til det neste
- Egensmitte og ekstern smitte
- Modellparameterne tallfestet ved tilpasning til produksjonsdata fra 35 oppdrettsanlegg i Rogaland
  - 33 med utsett i 2015, 2016 eller 2017

# Populasjonsmodell forts.



# Eksternt smittepress - to varianter

- Smittepress fra naboanlegg beregnes som veid gjennomsnitt av produserte egg på naboanlegg
- Smittepress beregnet på to måter
  - Vektet med **sjøavstand fra/til** naboanlegg
  - Vektet med **midlere strømkontakt fra** naboanlegg
    - \* midlere strømkontakt fra A til B =  
strømkontakt i gjennomsnitt over 2013 og 2014,  
beregnet fra Proactimas hydrodynamiske modell

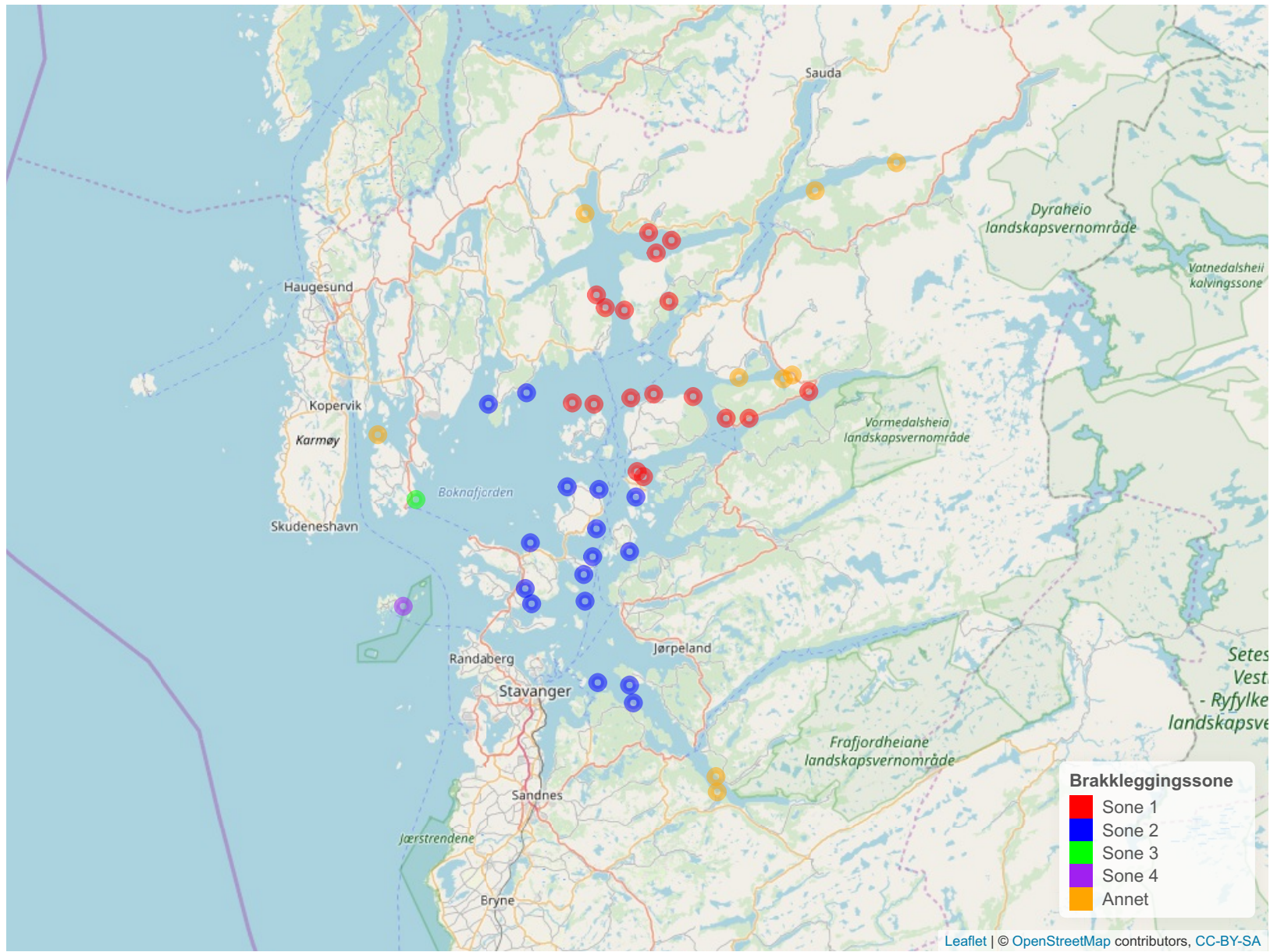
# Eksternt smittepress - to varianter forts.

- Har estimert en modell for hver type smittepress
  - Avstandsbasert smittepress gir best tilpasning til data
- Utfører scenariosimuleringer separat for hver type smittepress
  - Det gir ofte lignende resultater, men ikke alltid

# Sonestruktur i Rogaland fra og med 2017

- Sone 2, 16 anlegg, høstutsett 2017, 2019, osv.
- Sone 1, 17 anlegg, høstutsett 2018, 2020, osv.
- Sone 4, 1 anlegg, vårutsett 2018, 2020, osv
- Sone 3, 1 anlegg, vårutsett 2019, 2021, osv.
- + 9 diverse anlegg som inkluderer ordinære anlegg og stamfisk- og forskningsanlegg





# Hovedoppsett scenariosimulering

- 35 oppdrettsanlegg
- Simulerer fra sommer 2017 og 10 år framover
- Forenkling: Ingen rensefisk eller fórbehandling
- Temperatur som historisk
- Total produksjon opprettholdt
- Produksjonshistorie (vekt, antall) som i historiske data
- Lusenivå simuleres fra populasjonsmodellen
- Gjennomfører behandling når  
antall voksne hunnlus per fisk er over en tiltaksgrense
- Effekt av behandling: Umiddelbar dødelighet på 95%  
eller 50% for lus på fisken

- Varierer tiltaksgrense fra 0,02 til 2 voksne hunn lus/fisk, men fast innen hvert eksperiment
- Antar smittespredning basert på sjøavstand eller strømkontakt
- Tiltak mot lus varieres, dermed også lusenivå og smitte mellom anlegg
- Samme lusetiltak på de 35 anleggene
- Smitte fra “9” anlegg som historisk
  - 9 diverse anlegg valgt av ulike grunner både ordinære og stamfisk- eller forskningsanlegg
- Smitte fra anlegg utenom området som historisk

# Basisscenario

- Sonering
- Fast tiltaksgrense gjennom året, men maksimum 0,2 hunnlus per fisk i uke 16-21
- Normal smolt, som i historiske data
- Normal produksjonslengde, som i historiske data
- Behandling én dag etter overskridelse av tiltaksgrense
- Smitte fra anlegg inne i området holdes fast

# Vi ønsker

- Minst mulig lus
- Færrest mulig behandlinger

# Mål for lusenivå

- Gjennomsnittlig antall voksne hunnlus per fisk i produksjonsperioden
  - Lett å forstå
  - Kan være mindre relevant hvis vi sammenlikner scenarier med ulik produksjonsperiode (eks: storsmolt)
- Antall kopepoditter produsert totalt i produksjonsperioden
  - Mer relevant for forurensende utslipp
- De to mål gir omtrent samme resultat for våre eksperimenter

# Sammenlikning mellom scenarier

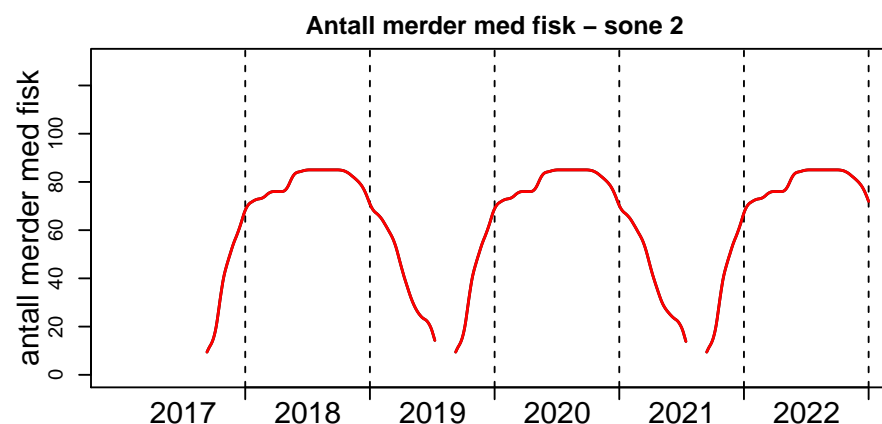
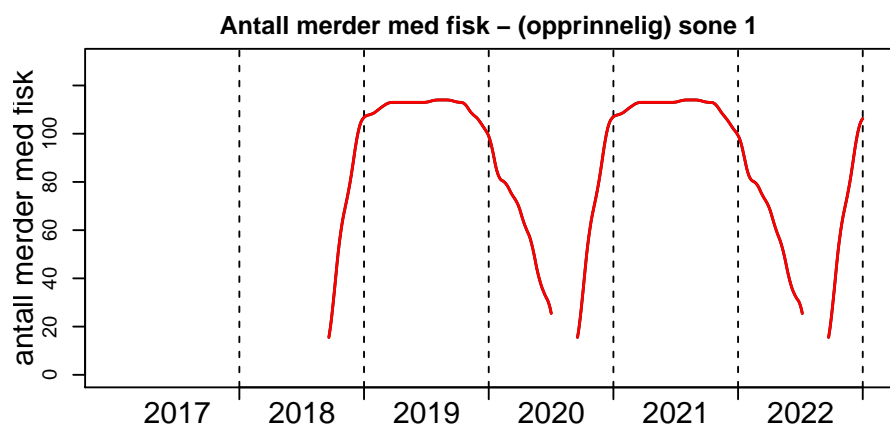
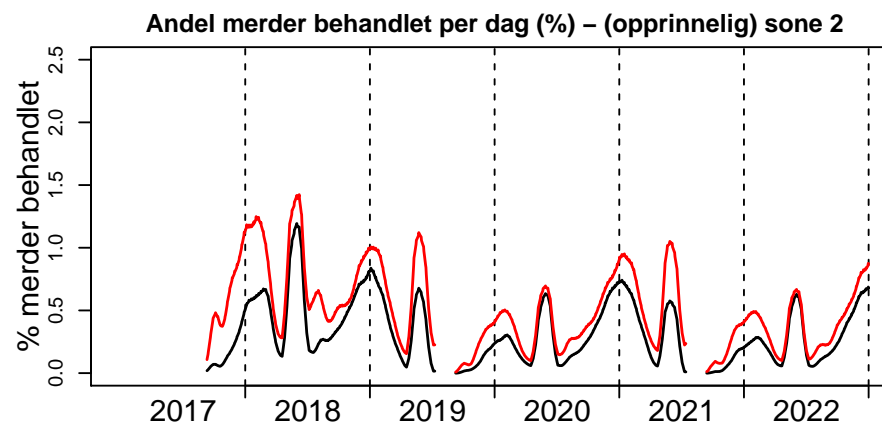
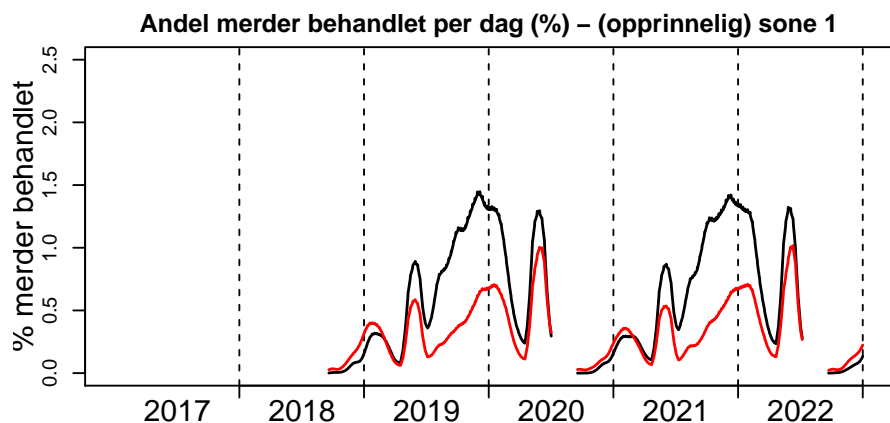
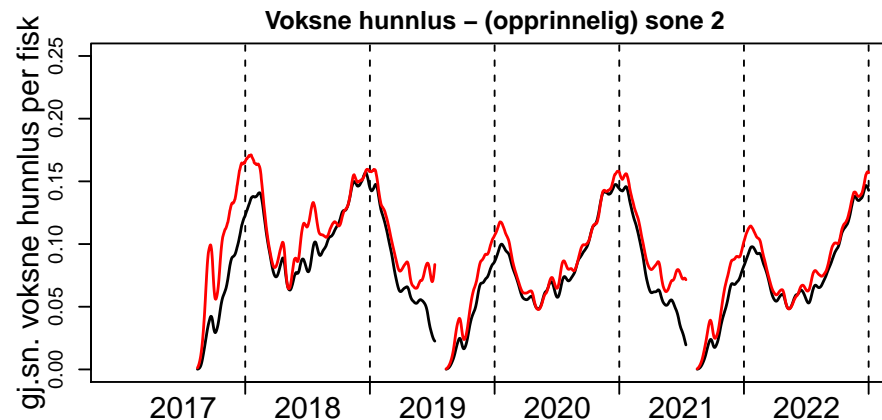
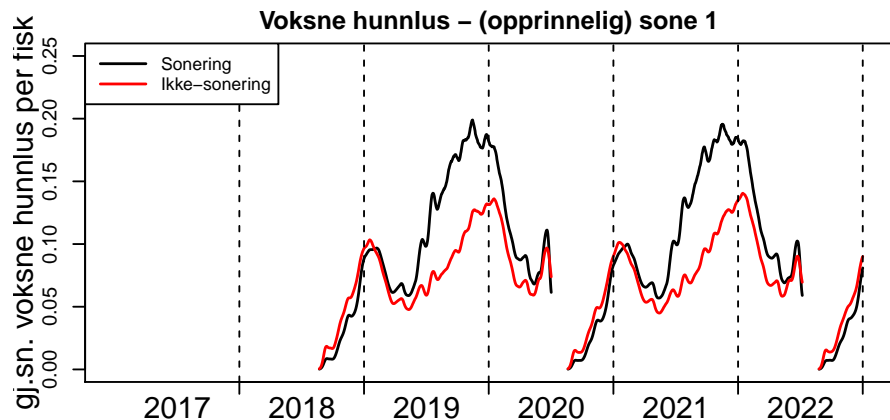
- Tidsplott av lusenivå og behandlingsbehov
- Plott av hvordan lusenivå og antall behandlinger varierer når tiltaksgrense varierer
- Prosentvis besparelse i antall behandlinger

# Sonering - ikke sonering

- Dagens sonestruktur (oppstart juli 2017) vs.
- Ingen sonestruktur
  - De samme produksjonsyklusene fra 2017-2027
    - \* dvs. utsett og slakt på samme tid, like mye fisk osv.
  - Men anleggene bytter lokasjon/geografisk beliggenhet tilfeldig seg imellom
    - \* Dvs. smitteforhold mellom anlegg endres

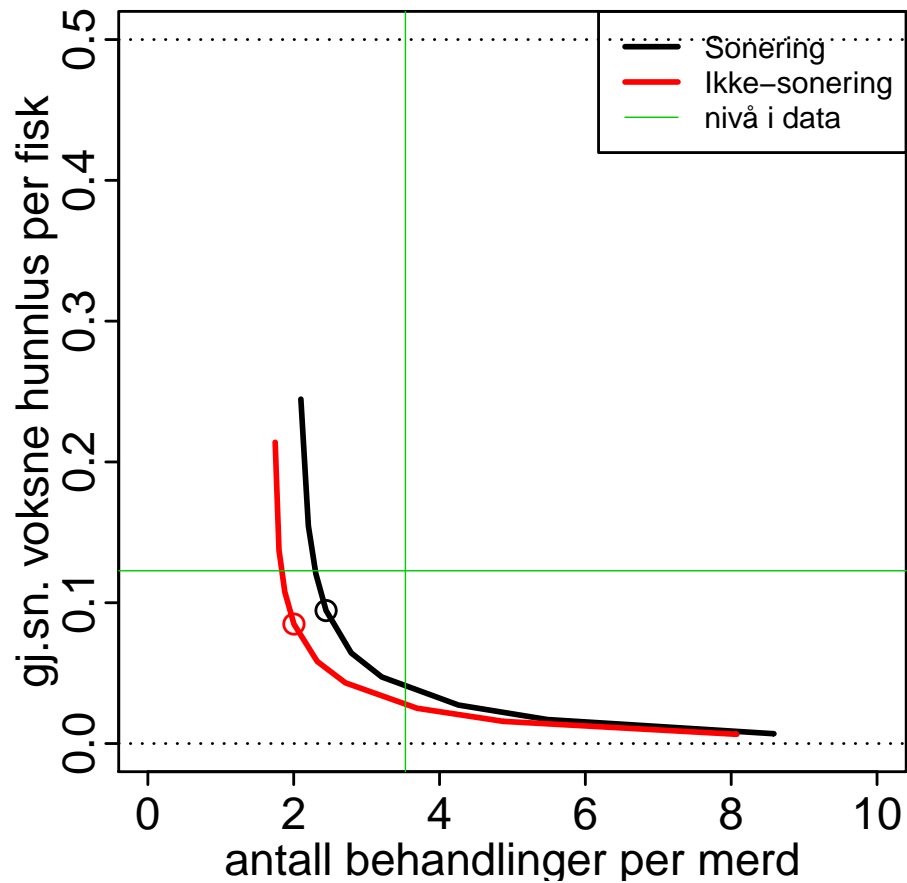


Sonering i forhold til ikke-sonering, smitte basert på midlere strømkontakt

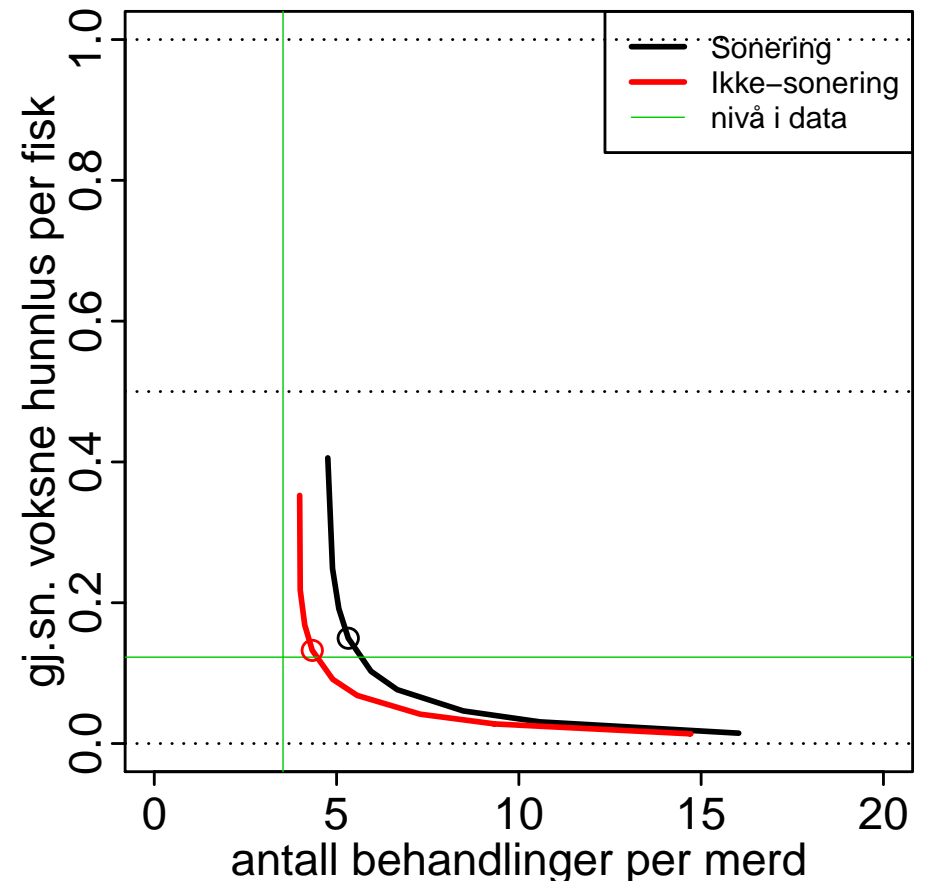


Sonering i forhold til ikke-sonering, smitte basert på midlere strømkontakt

### Behandlingsdødelighet=95%



### Behandlingsdødelighet=50%



# Konklusjon: Sonering/ikke sonering

Prosentvis besparelse ved å gå fra sonering til ikke sonering ved ulike antakelser:

Smitte basert på	Effekt behandling (%)	Sparte merd-behandlinger (%)
sjøavstand	95	17-20
strømkontakt	95	20-22
sjøavstand	50	20-22
strømkontakt	50	21-23

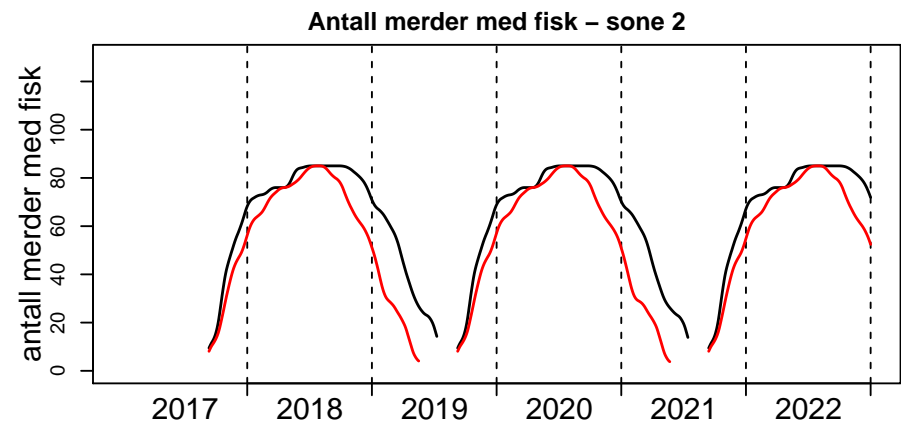
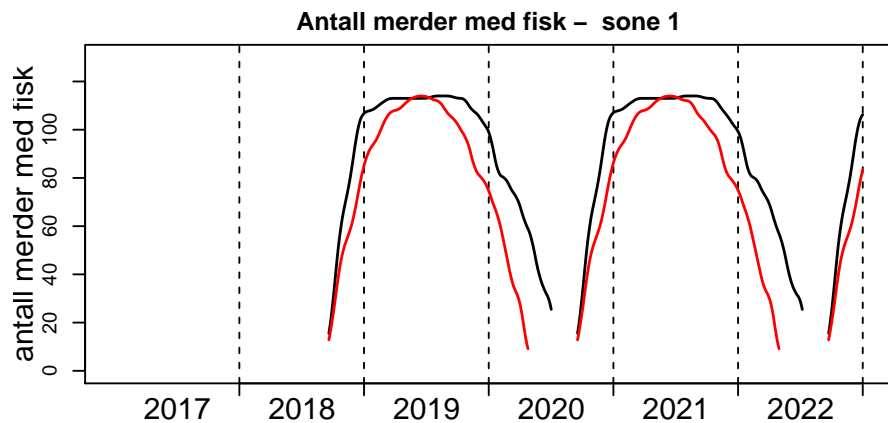
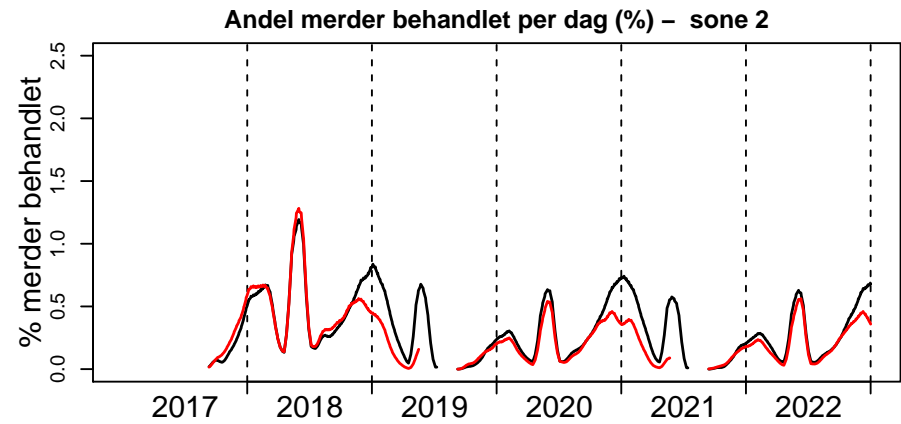
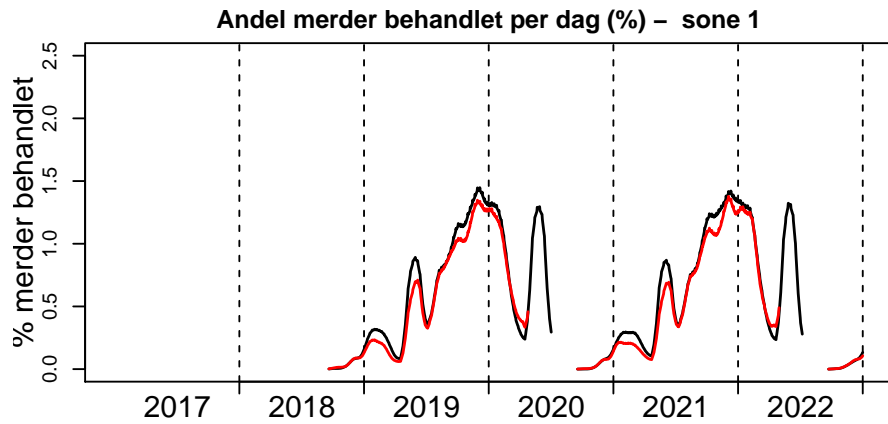
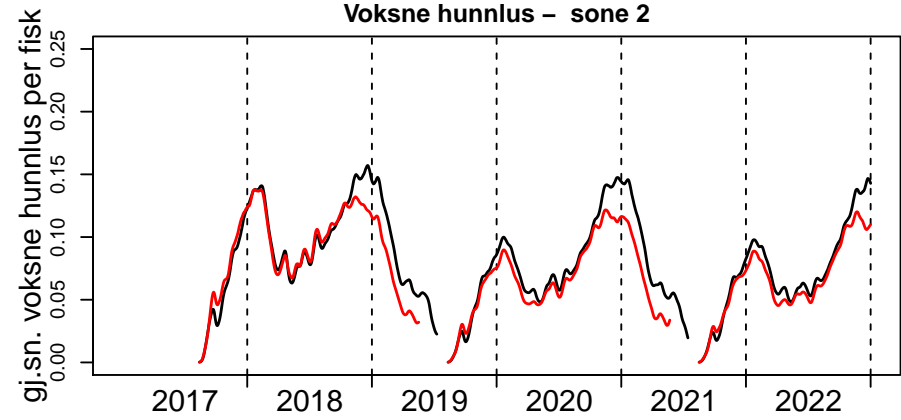
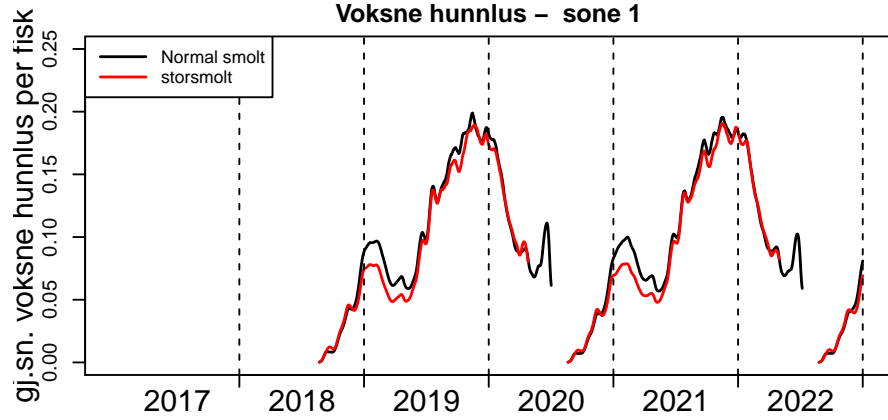
- I følge disse beregningene kan en ved å gå bort fra **dagens** sonering spare omkring 20% merdbehandlinger, hvis en velger å holde lusenivået på samme nivå som de siste år
- Effekt på andre sykdommer (PD o.a.) er ikke undersøkt

# Småsmolt/storsmolt

Øvrige scenarier er utført med sonering

- “Småsmolt”, smolt som normalt
- Storsmolt 500 g på alle anlegg, utsett omtrent på samme tid som normalt
  - for hvert anlegg finnes hvor mange dager det tar før “raskeste” merd har 500 g fisk
  - alle merder forskyves i tid så mange dager bakover
  - utsett når fisken i den enkelte merd er 500 g
- Storsmolt 500 g på halvparten anlegg

Normalsmolt i forhold til storsmolt, smitte basert på midlere strømkontakt



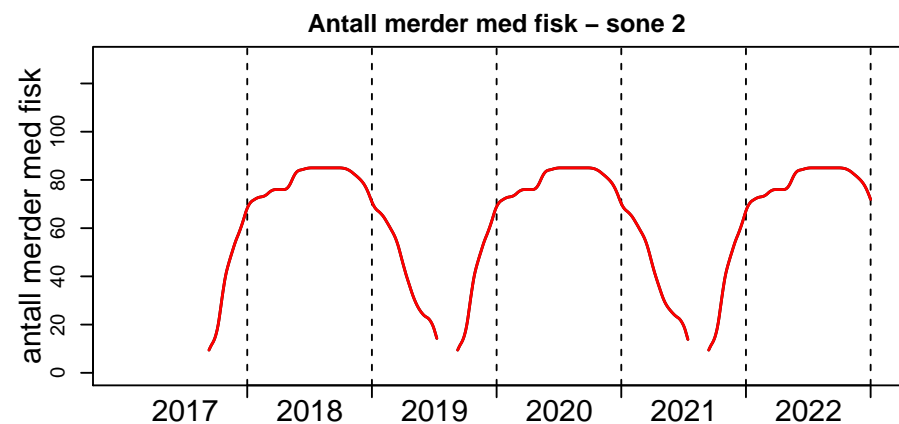
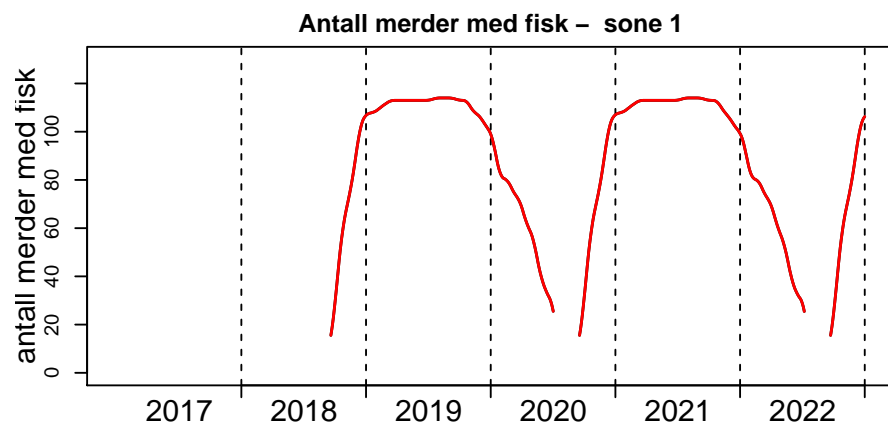
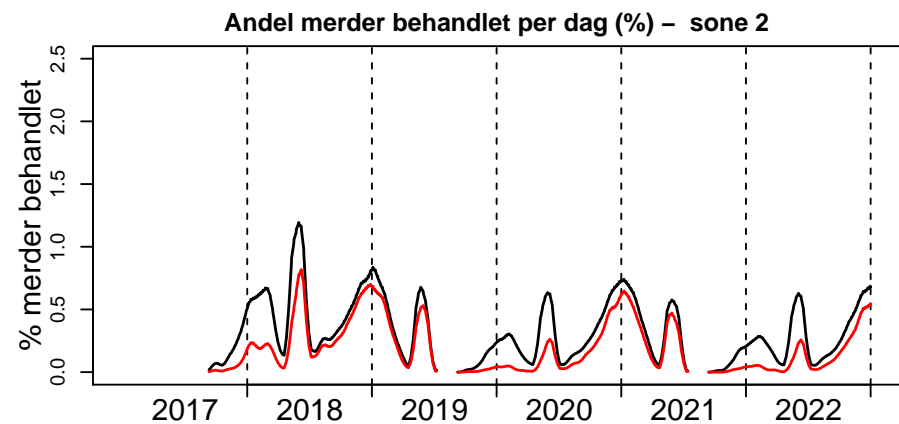
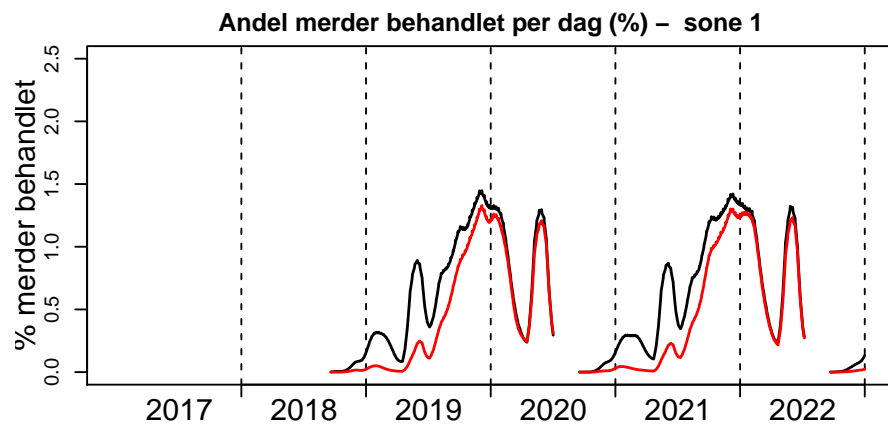
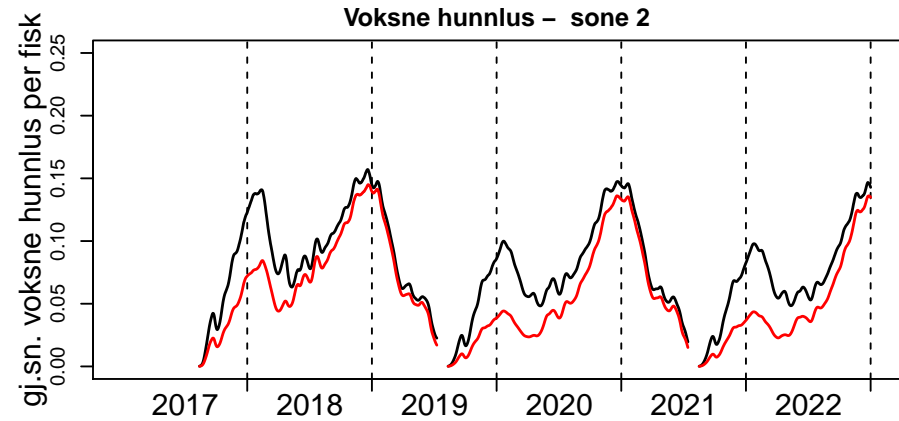
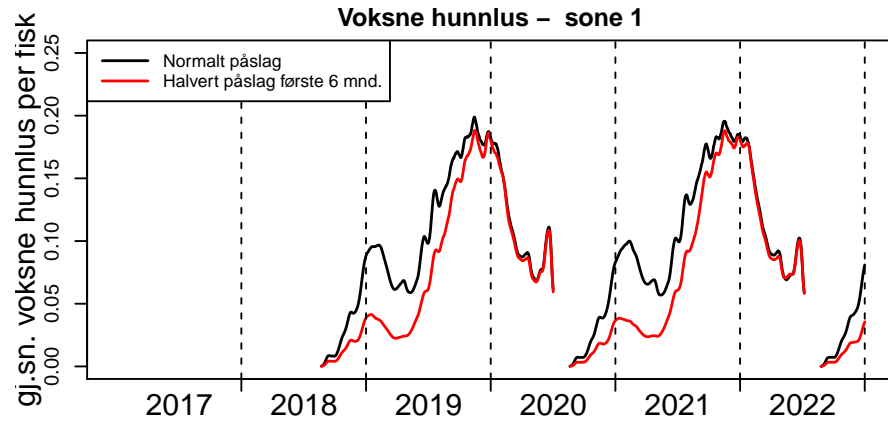
# Konklusjon: Småsmolt/storsmolt

- Hvis alle anlegg bruker storsmolt kan behandlinger reduseres med 35-50%
- Hvis 50% av anlegg bruker storsmolt kan behandlinger reduseres med 15-25%
  - hvis lusenivå på samme nivå som de siste år

# Halvert påslag første 6 mnd. i sjø

- Antar preventive tiltak som reduserer påslag av kopepoditter med 50% første 6 måneder, f.eks. luseskjørt
- En teoretisk øvelse for å anslå potensialet

Normalt i forhold til halvert påslag første 6 måneder i sjø, smitte basert på midlere strømkontakt





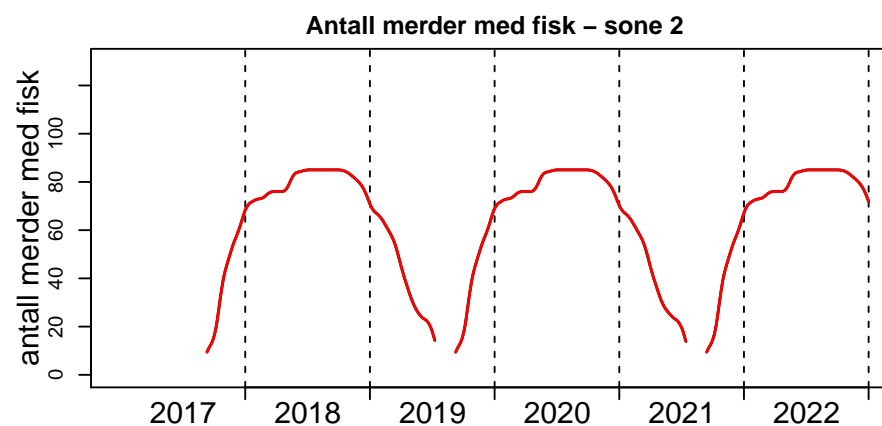
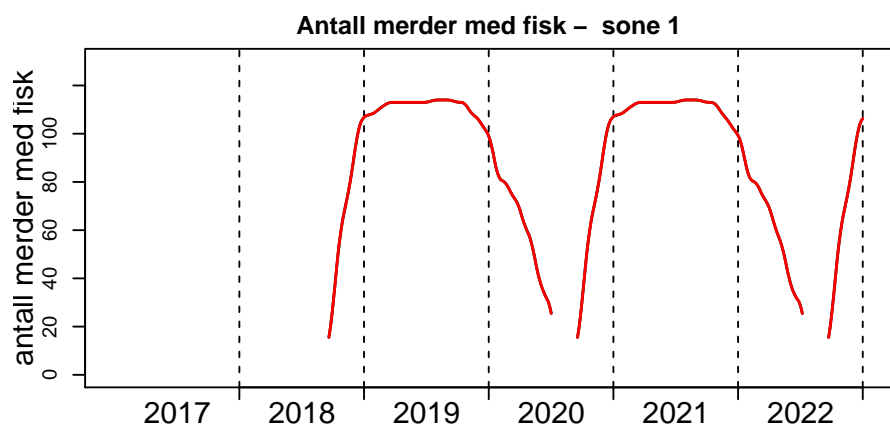
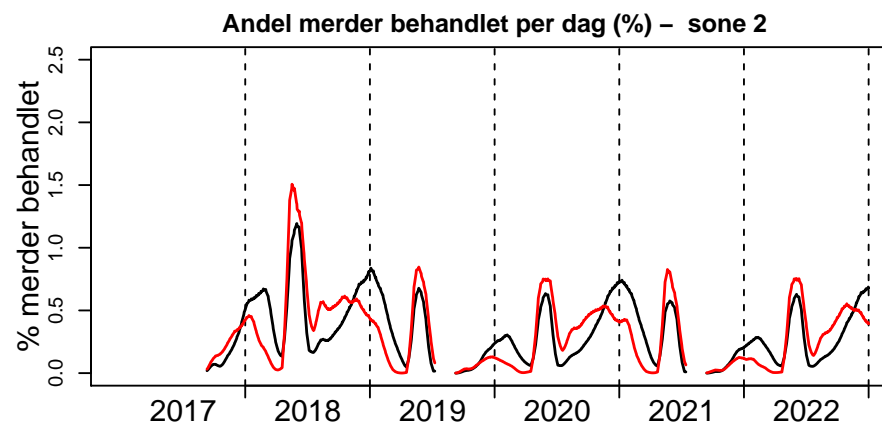
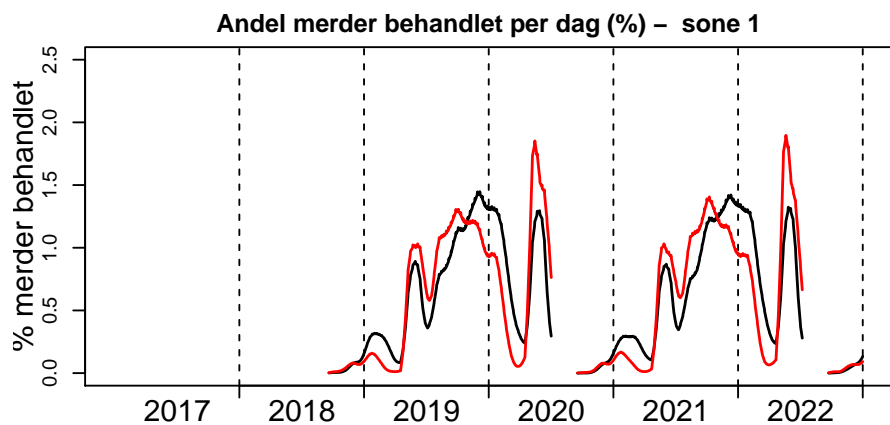
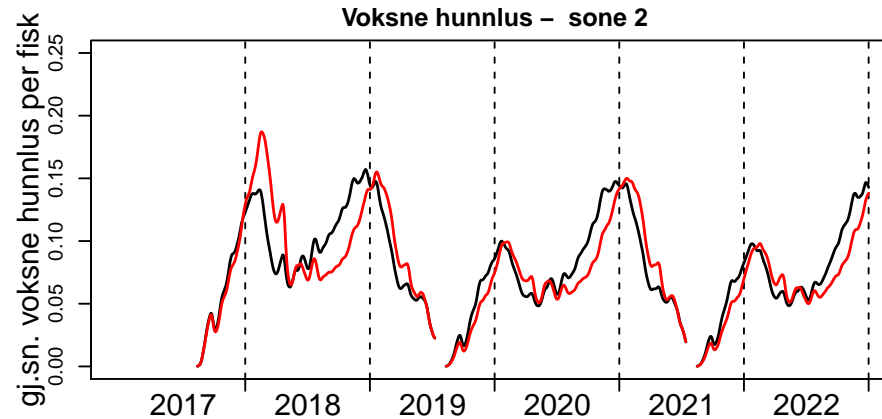
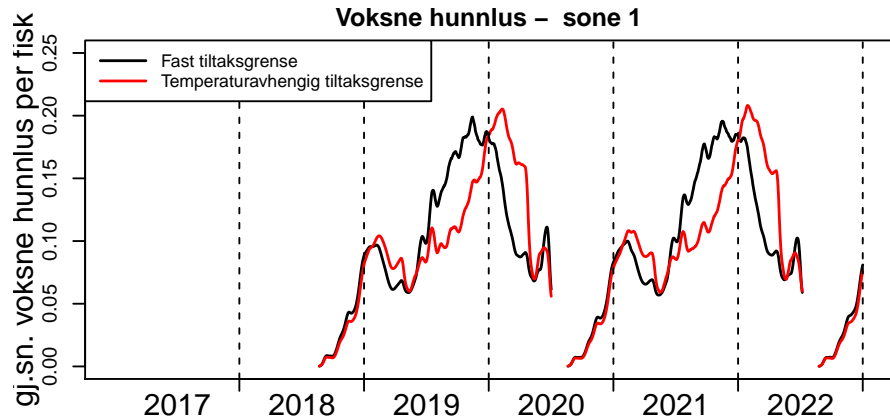
# Konklusjon: Halvert påslag første 6 mnd.

- Hvis en kan halvere påslag av kopepoditter første 6 måneder i sjø kan behandlingsbehovet reduseres med 40-60%
- Hvis en kan gjøre dette i kombinasjon med storsmolt på alle anlegg kan behandlingsbehovet reduseres med 70-90%

# Temperaturavhengig tiltaksgrense

- Høyere tiltaksgrense når det er kaldt, lavere når det er varmt
- reell grense = nominell grense \* 10/Temp
- Eks:
  - 0.3 lus ved 15 grader
  - 0.5 lus ved 9 grader
  - 0.9 lus ved 5 grader

Fast i forhold til temperaturavhengig tiltaksgrense, smitte basert på midlere strømkontakt



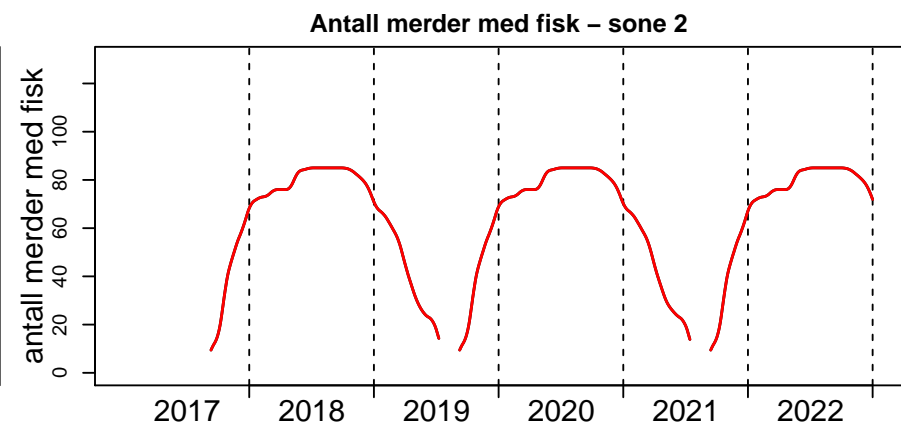
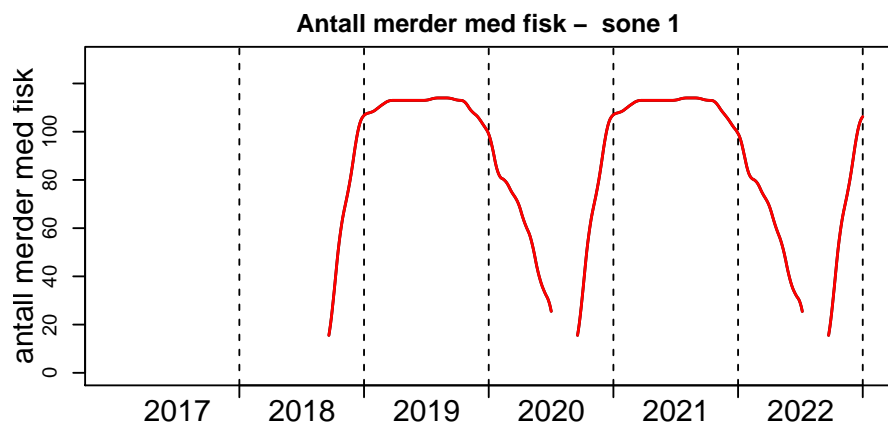
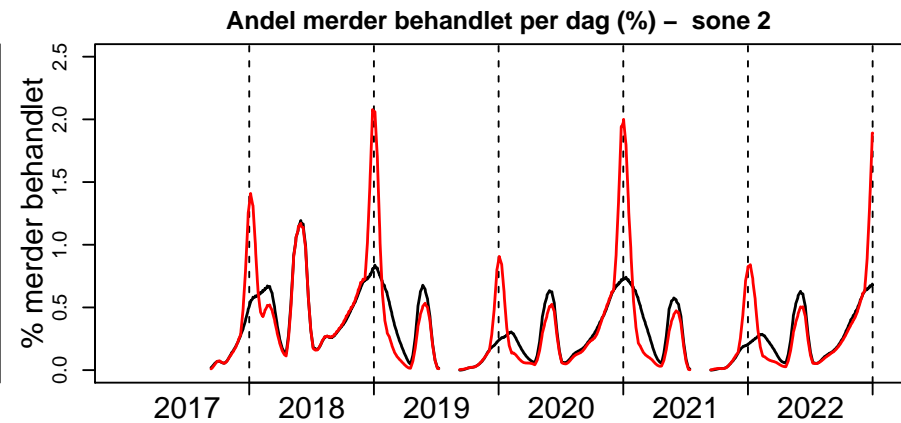
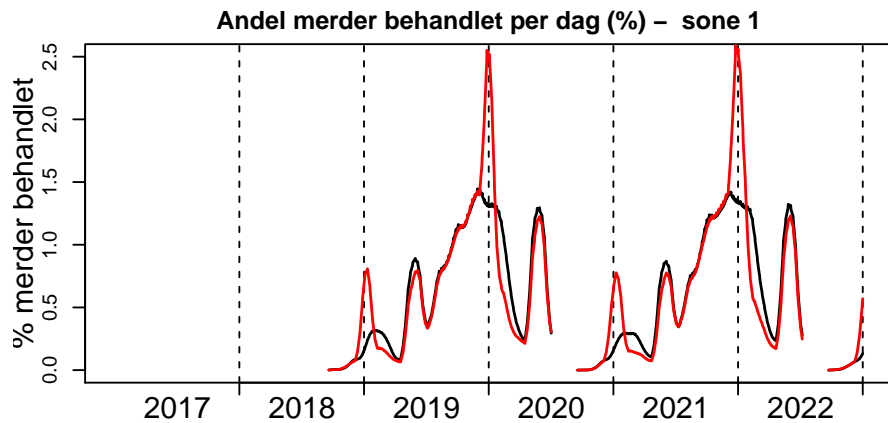
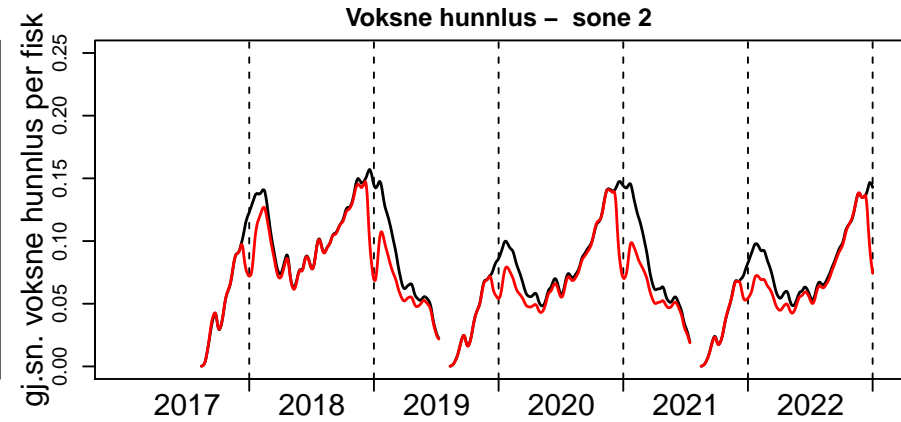
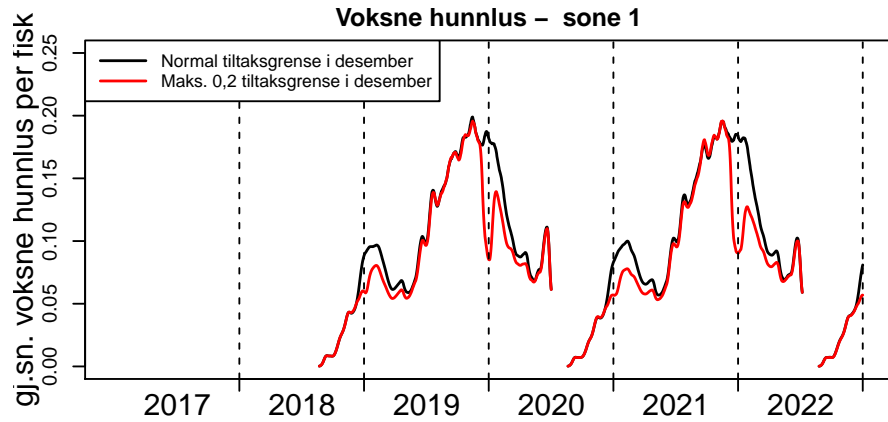
# Konklusjon: Temp.avhengig tiltaksgrense

- Med temperaturavhengig tiltaksgrense er gevinsten
  - 5-10% færre behandlinger
  - færre behandlinger når det er kaldt i vannet

# Lavere tiltaksgrense i desember

- Maksimalt 0.2 som tiltaksgrense i desember
- Alternativt halvert tiltaksgrense i desember

Normal i forhold til maks. 0,2 tiltaksgrense i desember, smitte basert på midlere strømkontakt



# Konklusjon: Lavere tiltaksgrense desember

- Gir 3-30% økt behov for behandling
- Redusert lusnivå varer ikke til våren

# Behandling 6 dager ekstra forsinket

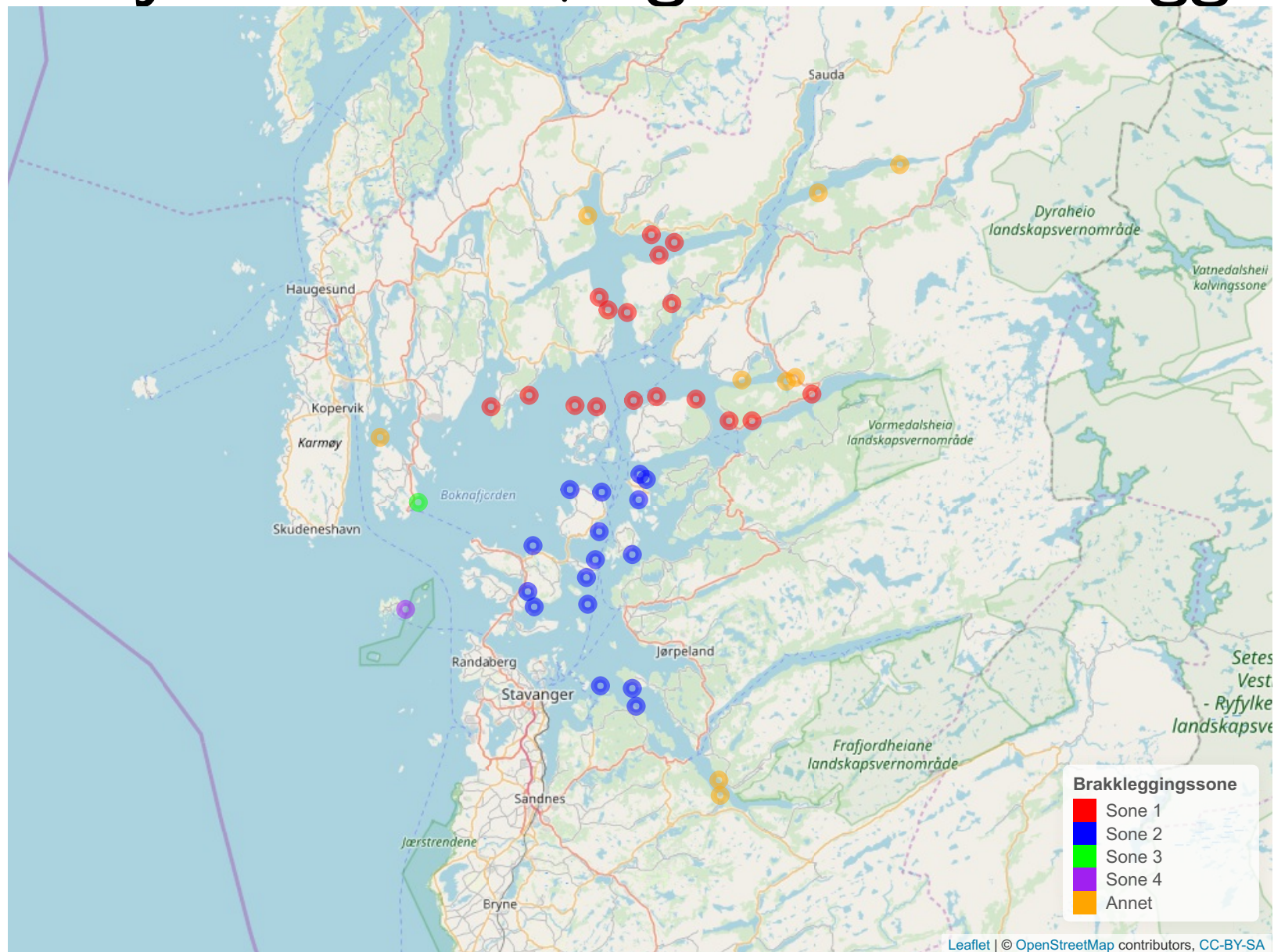
- Antakelse hittil: behandling 1 dag etter overskridelse av tiltaksgrense
- Antar alternativt behandling 7 dager etter overskridelse

Resultat:

- Om en lusebehandling forsinkes med 6 dager øker behandlingsbehovet med 10-15%
- Bør behandle så fort som mulig etter overskridelse
- Det kan lønne seg å være i forkant og bruke prognosemodeller



# Bytte sonetilhørighet for 4 anlegg



# Konklusjon: Bytte sonetilhørighet

- Bytte av sonetilhørighet for 4 utvalgte lokaliteter gir
  - 3-5% **færre** behandlinger hvis vi antar smittepress basert på sjøavstand
  - 4-5% **fler** behandlinger hvis vi antar smittepress basert på midlere strømkontakt
- Antakelser om smittespredning kan ha betydning for konklusjonen når vi betrakter lokalisering eller håndtering av helt konkrete anlegg

# Fjerne anlegg med mye nabokontakt

- Anlegg med stor kontakt med naboanlegg kan være spesielt viktig for spredning av smitte i et nettverk
- Vi fjerner 4 utvalgte anlegg og flytter produksjonen til øvrige anlegg
  - a) Fjerner de 4 anlegg som har størst **strømkontakt fra** andre anlegg
  - b) Fjerner de 4 anlegg som har minst **sjøavstand til/fra** andre anlegg

# Resultat: Fjerne anlegg med mye kontakt

- a) Fjerner 4 anlegg med størst **strømkontakt**
  - 8% **færre** behandlinger  
hvis vi antar smittepress basert på sjøavstand
  - 50% **færre** behandlinger  
hvis vi antar smittepress basert på strømkontakt
- b) Fjerner 4 anlegg med minst **sjøavstand**
  - 15% **færre** behandlinger  
hvis vi antar smittepress basert på sjøavstand
  - 10% **flere** behandlinger  
hvis vi antar smittepress basert på strømkontakt

# Konklusjon: Fjerne anlegg med mye kontakt

- Stort potensiale ved å fjerne/flytte anlegg med ugunstig beliggenhet, men det krever nøyaktig og pålitelig informasjon om lokale strømforhold

# Referanser

## Rapport:

Magne Aldrin og Ragnar Bang Huseby (2019).

Strategier for bekjempelse av lakselus en vurdering basert på scenariosimulering for Rogaland. Notat SAMBA/29/19, Norsk Regnesentral. Tilgjengelig på fhf.no

## Artikkel:

Magne Aldrin, Ragnar Bang Huseby, Audun Stien, Randi Nygaard Grøntvedt, Hildegunn Viljugrein og Peder Andreas Jansen (2017).

A stage-structured Bayesian hierarchical model for salmon lice populations at individual salmon farms - Estimated from multiple farm data sets.

Ecological Modelling, Vol. 359, p. 333-348.

## Rapport med oppdatert modell:

Magne Aldrin og Ragnar Bang Huseby (2019).

Re-estimering av populasjonsmodell for lakselus 2019. Notat SAMBA/28/19, Norsk Regnesentral. Tilgjengelig på fhf.no



# Takk for oppmerksomheten!

