

# Reduksjon av luseutvikling ved bedre bruk av eksisterende muligheter

Magne Aldrin, Norsk Regnesentral

Langs kysten 2017



# Norsk Regnesentral og akvakultur

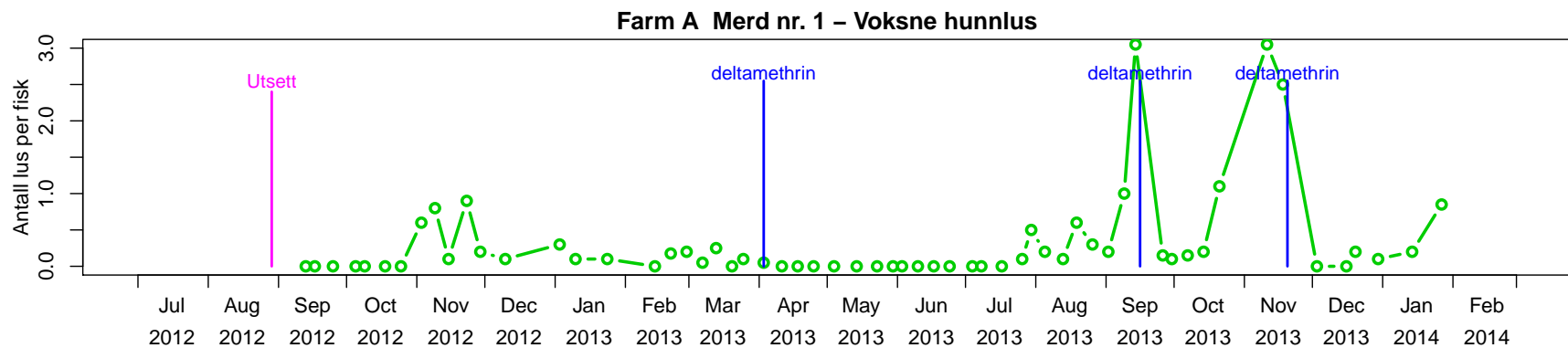
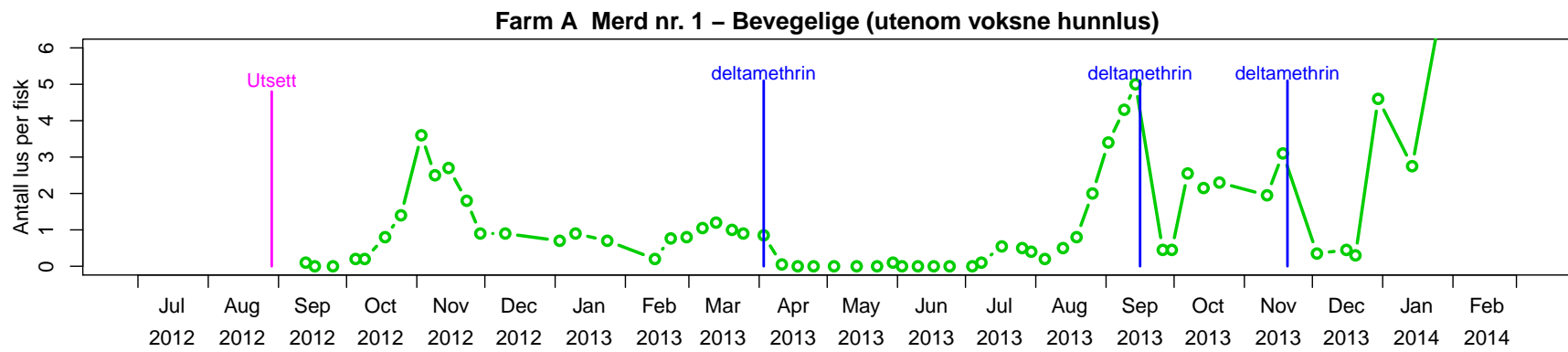
- Forskningsinstitutt i Oslo med 70 forskere innen statistisk modellering og informasjonsteknologi
- Finans, forsikring, togpassasjerer, prisprognoser, fotballprognoser ([vm.nr.no](http://vm.nr.no)), villfisk, ...
- Har arbeidet med akvakultur i 12 år
- Samarbeider nært med Veterinærinstituttet, men også med andre forskningsmiljøer og med næringsaktører

# Rett behandling til rett tid a)

- Mål:
  - Minst mulig lus
  - Med færrest mulig behandlinger og andre tiltak
- Hvor ofte bør vi telle lus?
- Hvor mange fisk bør telles?
- Bør vi behandle alle merder samtidig (anleggsvise strategi), eller bare de merder med mye lus (merdvis strategi)

# Rett behandling til rett tid b)

- Bør vi behandle
  - når det begynner å bli mange voksne hunnlus,
  - eller når det begynner å bli mange bevegelige lus?



# Rett behandling til rett tid c)

- Bør vi bruke prognosemetoder, slik at vi kan behandle basert på prognoser av framtidig lusenivå?
- Hvor mye kan vi vinne hvis vi kan produsere storsmolt i lukkede merder, og dermed la fisken være kortere i sjø?
- Hvor stor innblandingsprosent av rensefisk bør vi ha?
- Hvor mye kan vi vinne ved bruk av luseskjørt?

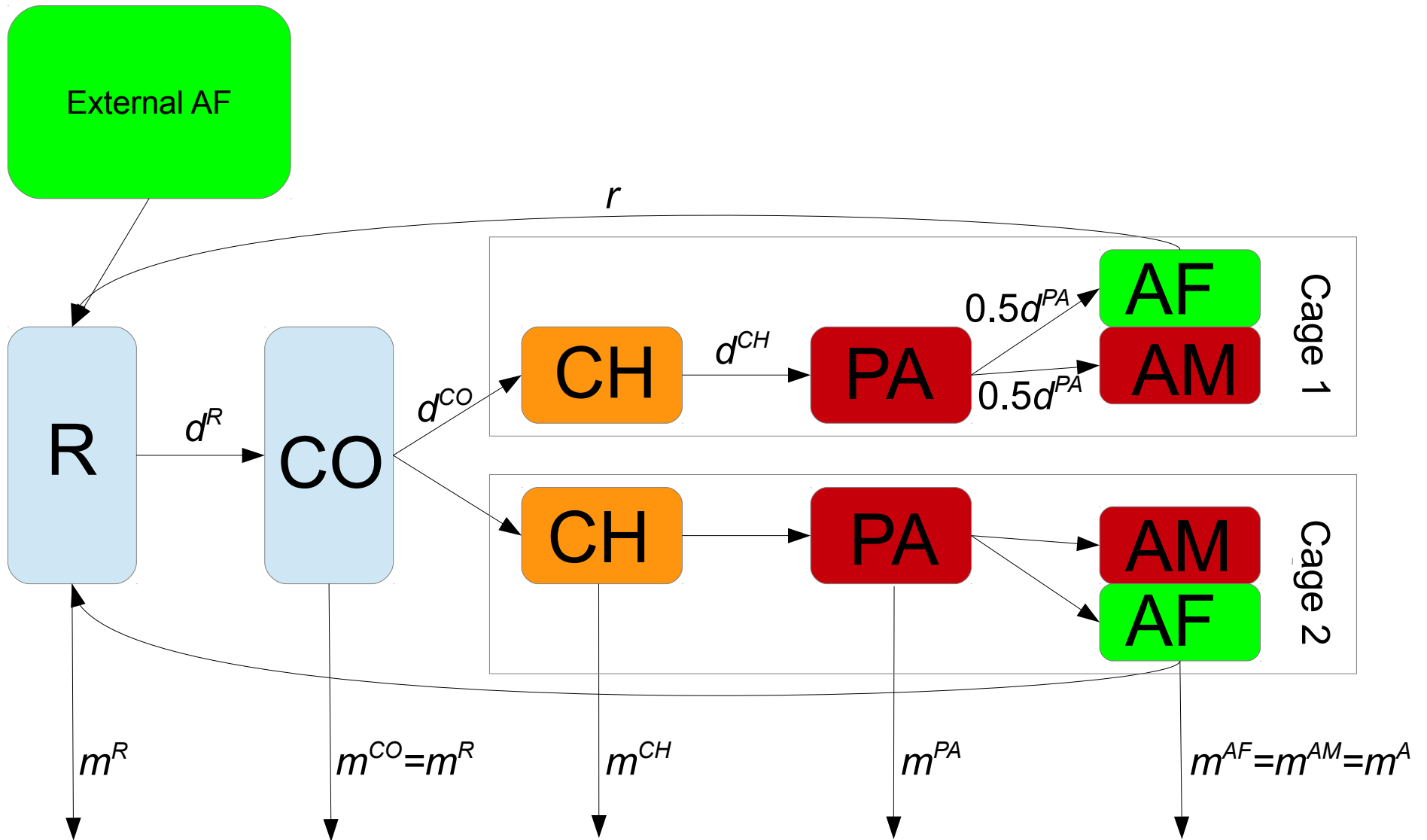
# Scenariosimulering - hva-hvis

- Undersøker dette 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 (matematisk laboratorium)
  - billigere enn fullskala forsøk
  - kan kontrollere for andre ting som varierer samtidig
  - får svar raskt

# Oversikt populasjonsmodell a)

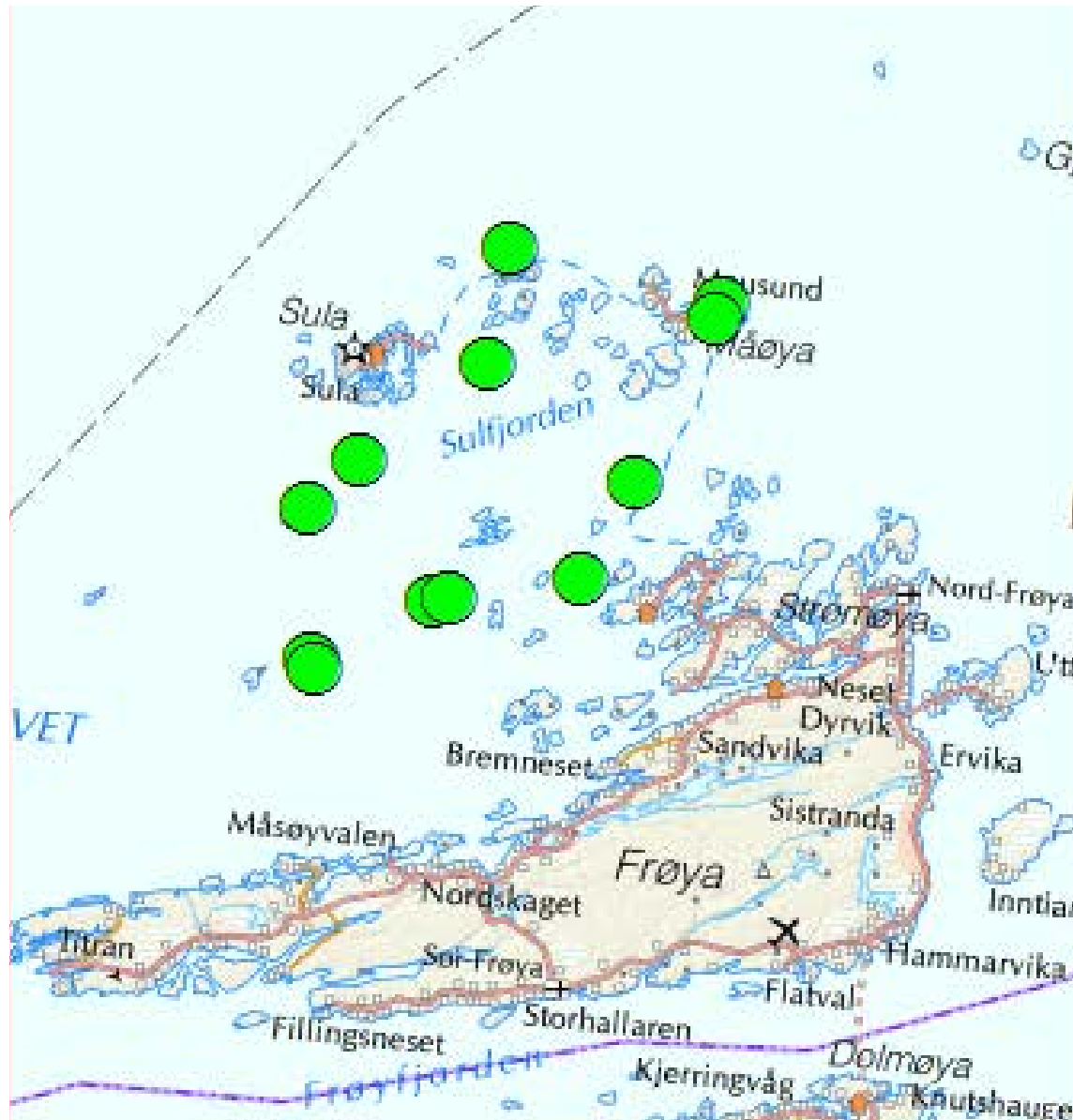
- Modellen beskriver hvordan lusebestanden endres over tid på et oppdrettsanlegg
- Holder oversikt over antall lus i ulike stadier i hver merd
- Temperaturavhengig utviklingstid fra ett stadium til det neste
- Egensmitte og ekstern smitte
- Modellparameterne tallfestet ved tilpasning til produksjonsdata fra 32 oppdrettsanlegg, samt laboratorieeksperimenter

# Oversikt populasjonsmodell b)





# Scenariosimulering Nord-Frøya



# Oppsett

- 12 oppdrettsanlegg
- Vårutsett 2013 - slakt sommer/høst 2014
- Produksjonshistorie ligger fast (med noen unntak)
- Rensefisk som i virkeligheten (med noen unntak)
- Lusenivå simuleres fra populasjonsmodellen
- Gjennomfører behandling når  
antall (voksne hunn)lus per fisk er over en tiltaksgrense
- Telleopplegg og lusetiltak varieres,  
dermed også lusenivå og smitte mellom anlegg
- Samme strategi for lusetiltak på de 12 anleggene
- Smitte fra anlegg utenom området ligger fast

# Luseforskriften

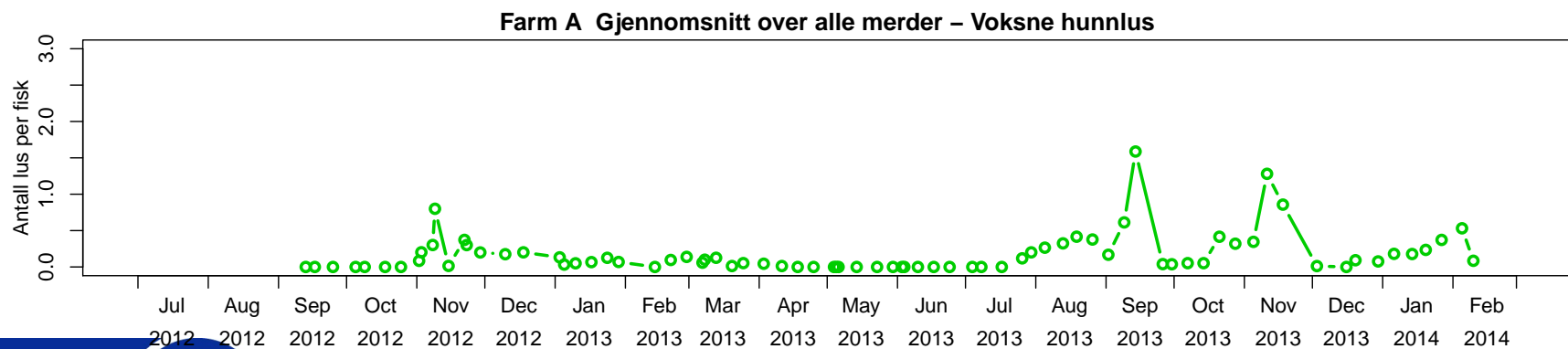
- Lakselus skal telles i hver merd minst hver uke (annenhver uke ved sjøtemperatur under 4°C)
- Det telles lus på minst 10 fisk i hver merd (minst 20 fisk i 7 uker om våren)
- “Normalkrav” at alle merder behandles samtidig (anleggsvise behandling) ved bruk av legemidler
  - Kan unnvikes, jfr. veileder fra Mattilsynet  
“Behandling mot lakselus i enkelte merder”
  - Bruk av ikke-medikamentelle metoder kan omfatte hele eller deler av anlegget

# Første scenario

- Behandling: Umiddelbar dødelighet på 95% for fastsittende og bevegelige lus
- Hver merd telles hver uke
- Telling på 10 fisk per merd
- Anleggsvis strategi
- Monitorering basert på voksne hunnlus
- Varierer tiltaksgrense fra 0,02 til 2 voksne hunnlus/fisk
- Beregner
  - lusenivå i gjennomsnitt over alle anlegg
  - antall behandlinger per merd

# Definisjon lusenivå

- For hvert anlegg:
  - beregner antall voksne hunnlus per fisk i gjennomsnitt over talte merder i hvert telletidspunkt
  - beregner maksimalverdi av disse over hele produksjonsperioden
- Beregner gjennomsnitt av dette over alle 12 anlegg
- Er relatert til luseforskriften
- Bør ligge lavere enn 0,5 voksne hunnlus per fisk, men var 2,0 i de virkelige dataene

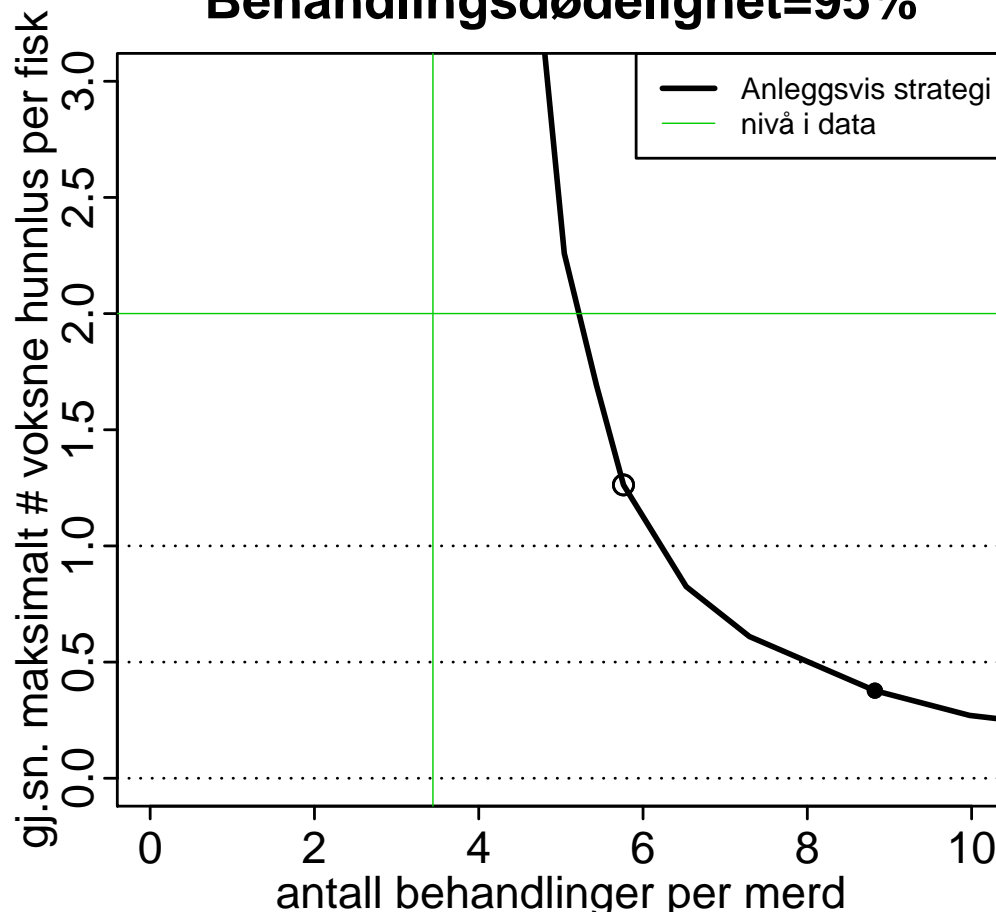


# Anleggsvise strategi

- Kurven framkommer ved å variere tiltaksgrensa
- Lav tiltaksgrense gir lavt lusenivå, men mange behandlinger

10 fisk per merd

**Behandlingsdødelighet=95%**

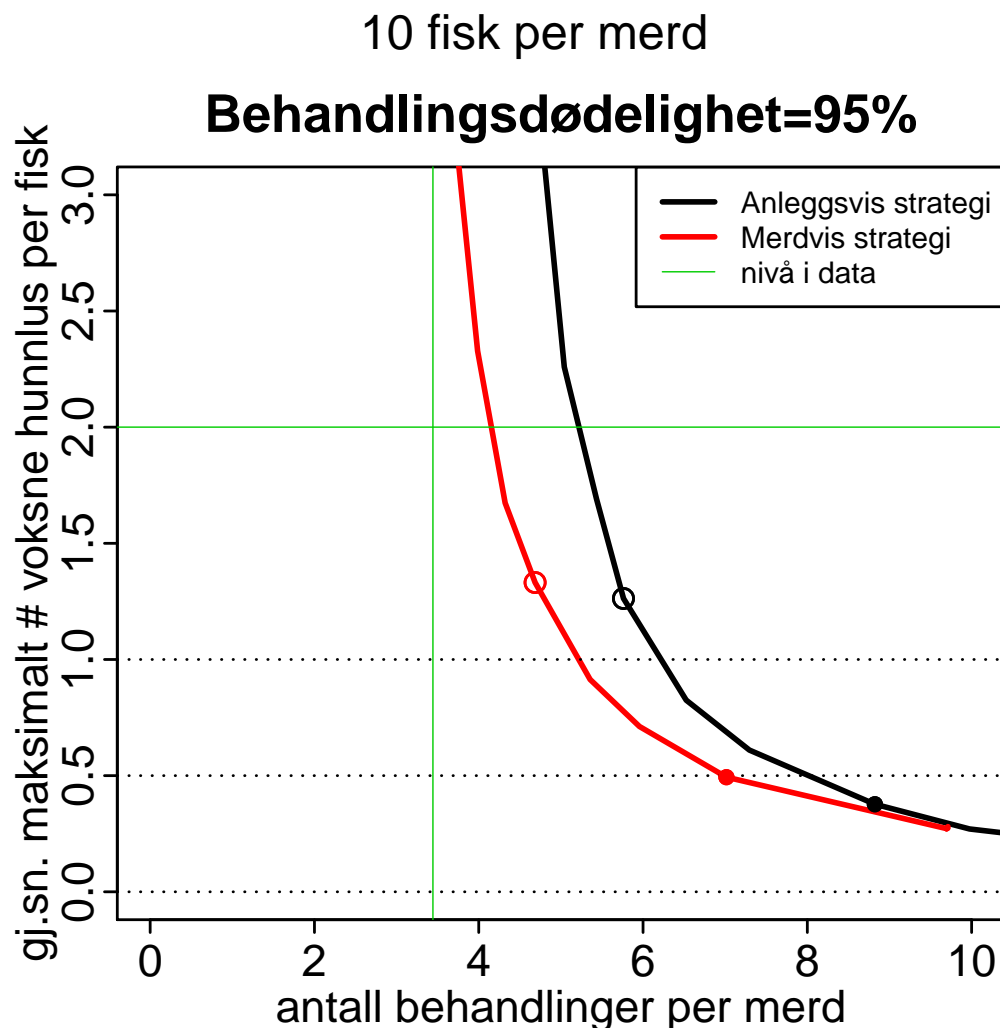


# Merdivis strategi

- Behandler bare de merdene hvor antall hunnlus per fisk er over tiltaksgrensa

# Merdivis eller anleggsviis strategi? a)

- Hver kurve framkommer ved å variere tiltaksgrense
- Kurve lavest og lengst til venstre er best





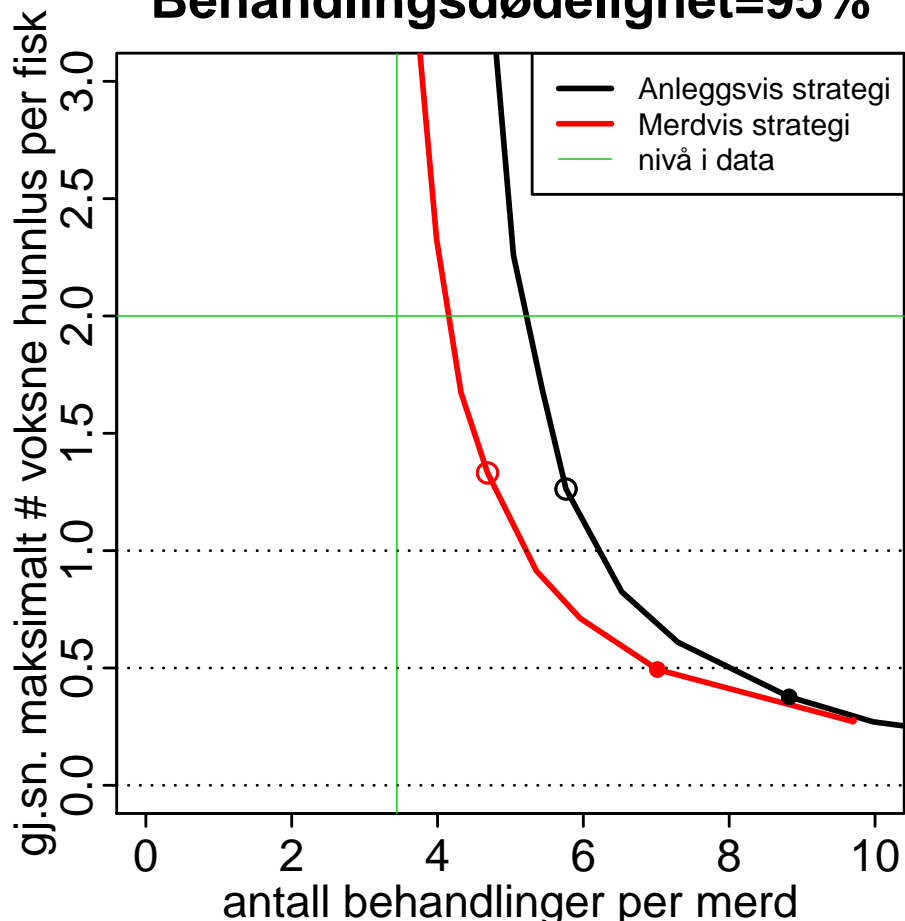
# Hva hvis behandlingen ikke er så effektiv?

- Gjentar eksperimentet,  
men antar at behandling gir 50% dødelighet

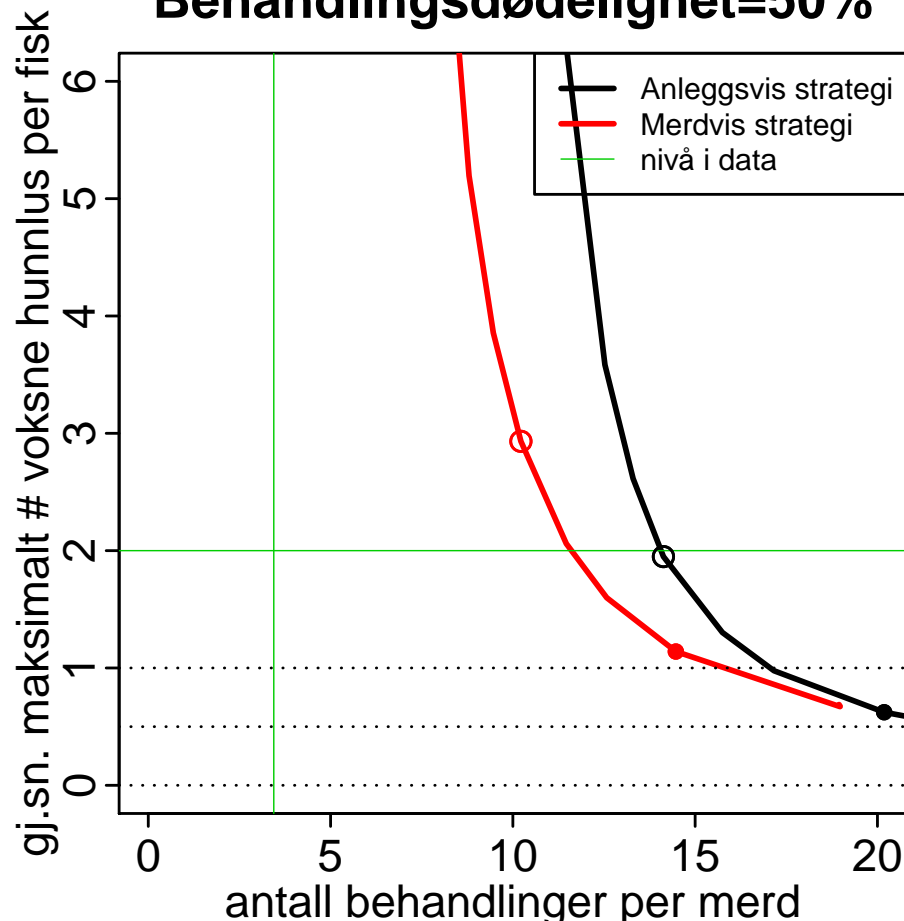
# Merdivis eller anleggsvi strategi? b)

Merdivis i forhold til anleggsvi strategi: 10 fisk per merd

### Behandlingsdødelighet=95%



### Behandlingsdødelighet=50%



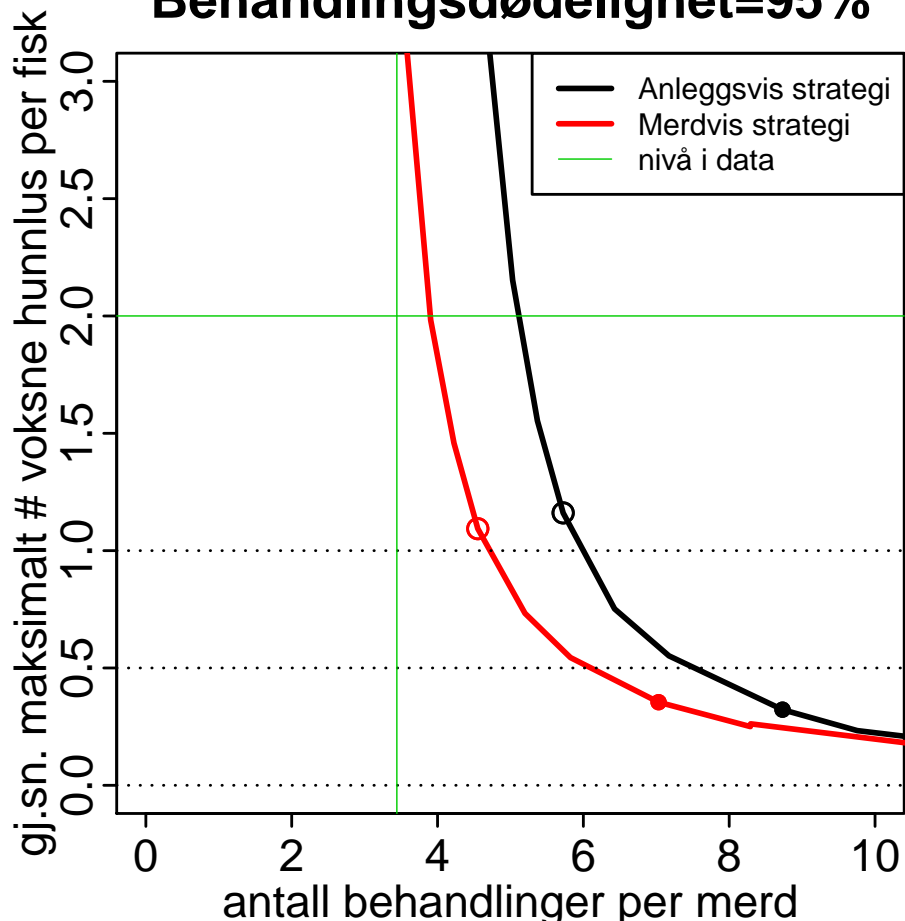
# Hva hvis vi teller flere fisk?

- Gjentar eksperimentet,  
men teller 20 fisk per merd

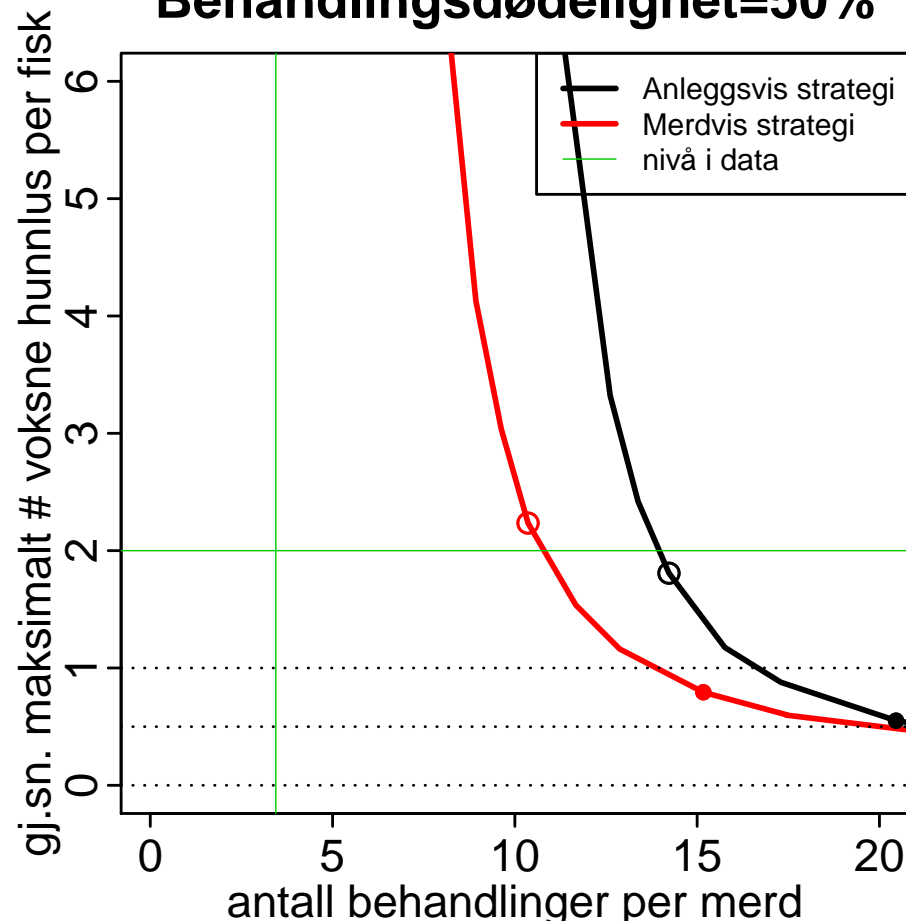
# Merdivis eller anleggsvi strategi? c)

Merdivis i forhold til anleggsvi strategi: 20 fisk per merd, hver uke

**Behandlingsdødelighet=95%**



**Behandlingsdødelighet=50%**



# Konklusjoner

- **Merdivis strategi** er mer gunstig enn anleggsviss strategi særlig hvis det telles på mange nok fisk
  - Ved **merdivis** strategi og tellinger på **20** fisk per merd kan antall behandlinger reduseres med 15-20% i forhold til en anleggsviss strategi hvor det telles 10 fisk per merd
- Ved å øke antall fisk som telles **fra 10 til 20** fisk per merd kan antall behandlinger reduseres med
  - ca. 10% ved en merdivis strategi
  - ca. 3% ved en anleggsviss strategi

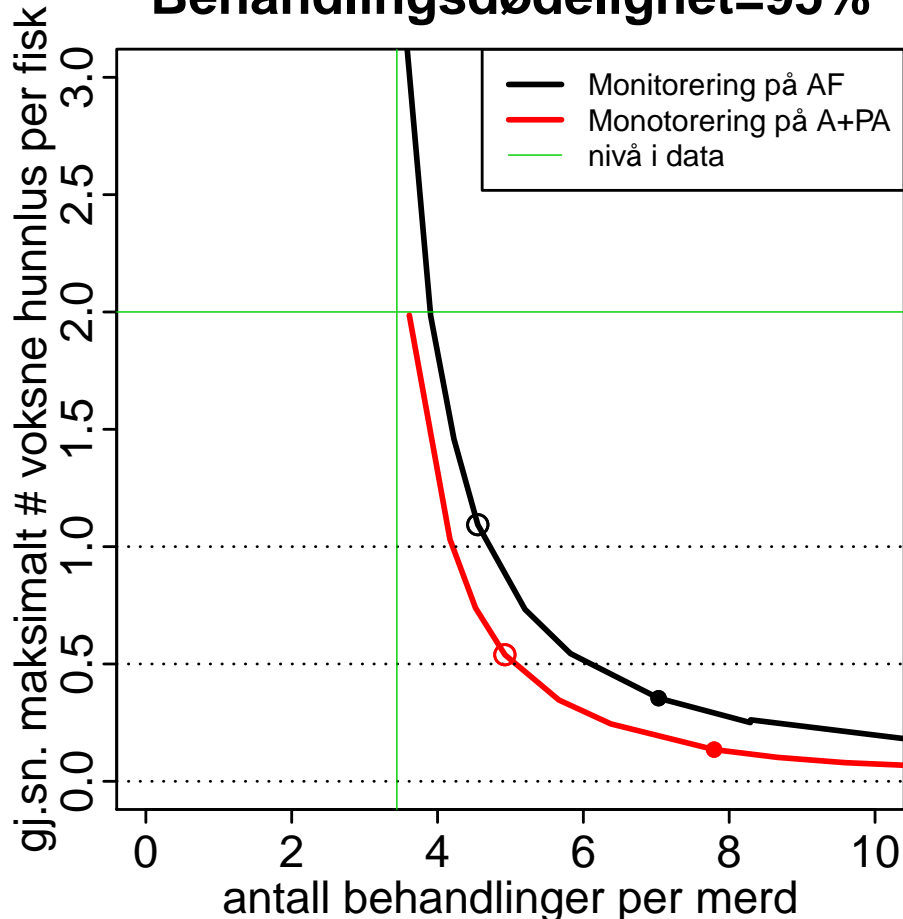
# Hva hvis vi monitorerer på alle bevegelige?

- Siden det er relativt få voksne hunnlus per fisk gir det stor telleusikkerhet
- Voksne hunnlus kommer til sist i lusas livssyklus
- Alternativ: Monitorere på alle bevegelige lus, dvs. behandle når sum av alle bevegelige, inkludert voksne hunnlus, er over en tiltaksgrense
- Gjentar eksperimentet, men monitorerer på alle bevegelige lus og femdobler tiltaksgrensa

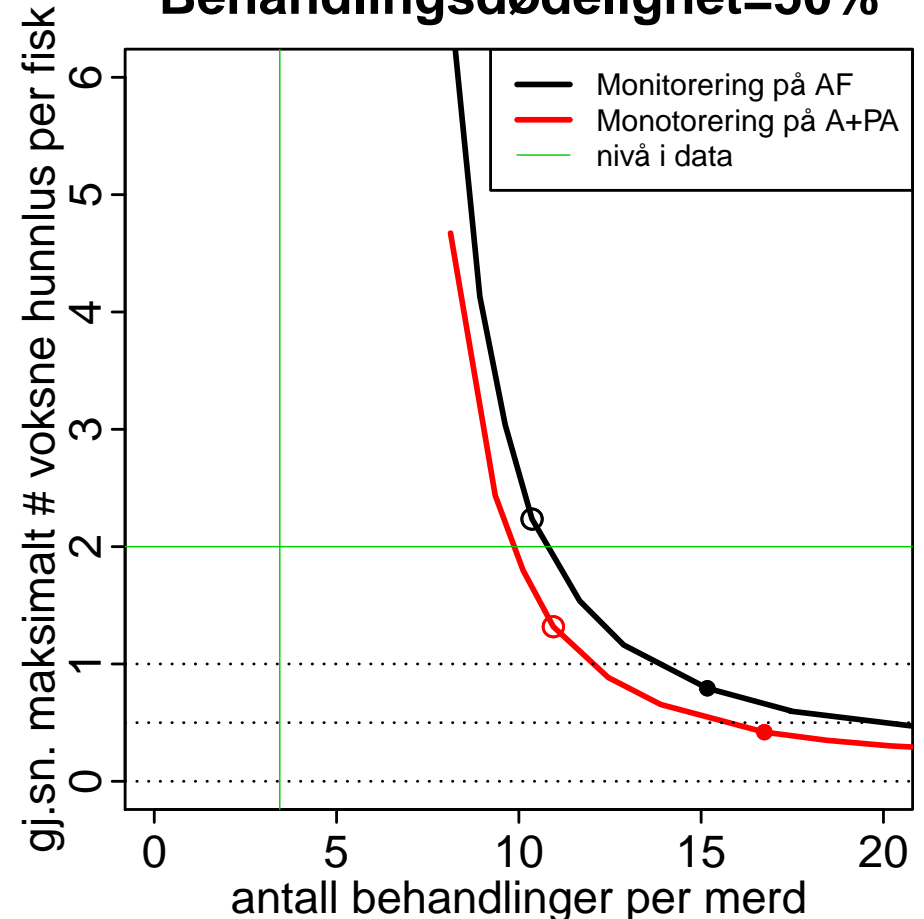
# Monitorering på P+A eller kun på AF?

Monitorering på A+PA i forhold til AF: telling av 20 fisk hver uke, merdvis

**Behandlingsdødelighet=95%**



**Behandlingsdødelighet=50%**

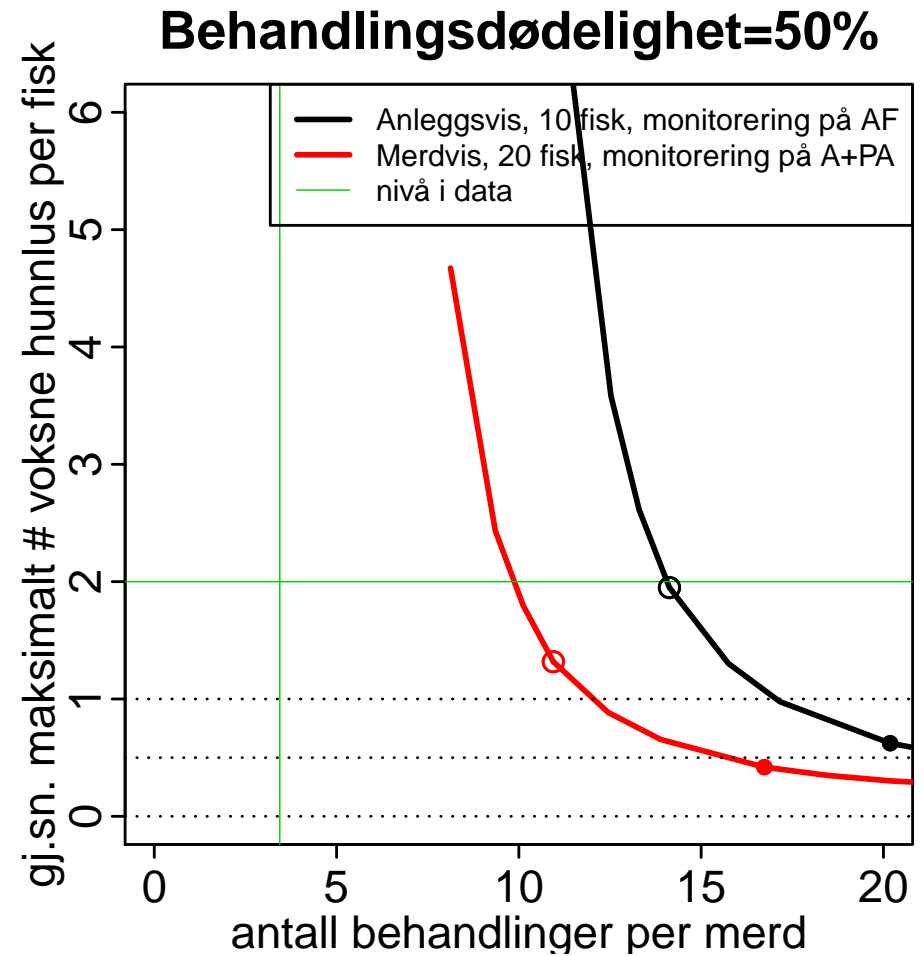
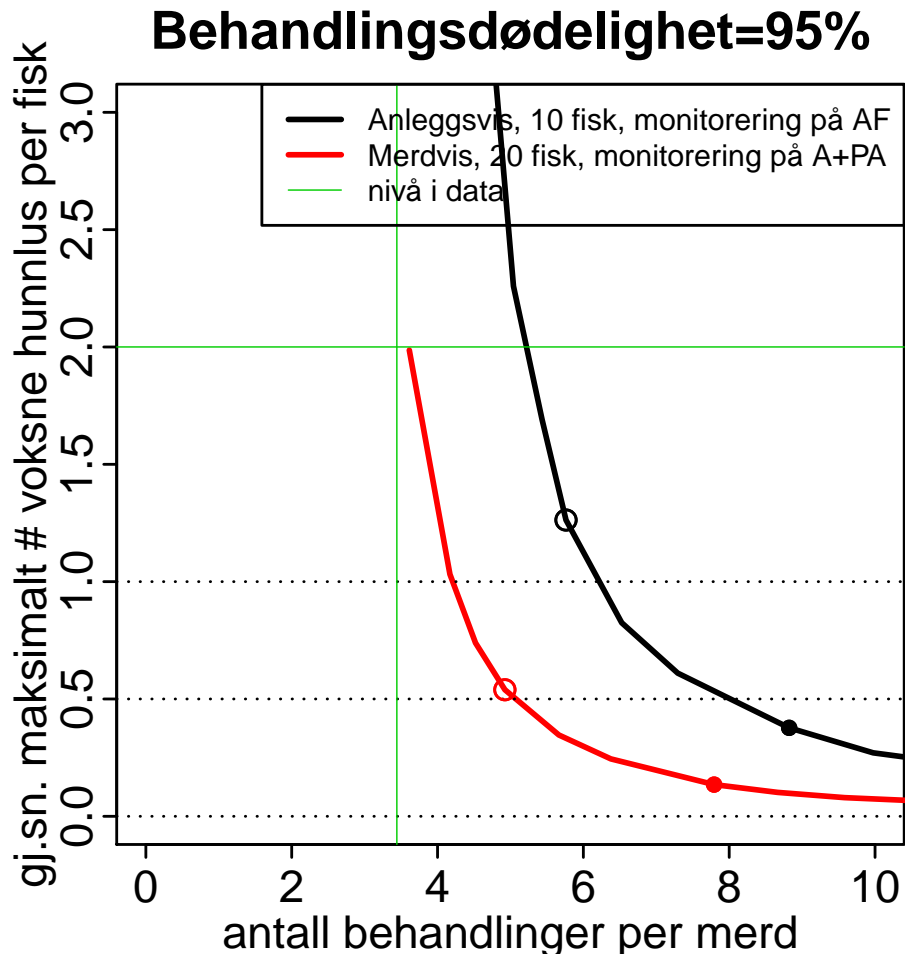


# Konklusjon ang. monitorering på A+PA

- Hvis det **monitoreres på alle bevegelige** lus i stedet for kun på voksne hunnlus, kan antall behandlinger reduseres med drøye 10%, både ved merdvis og ved anleggsvise strategi



# Totaleffekt av alle telle-tiltak



# Konklusjon alle telle-tiltak

- Ved å
  - monitorere på alle bevegelige lus
  - merdvis strategi
  - telle på 20 fisk mer merd
- kan antall behandlinger reduseres med om lag 30% i forhold til en minimumsstrategi (voksne hunnlus, anleggsvise, 10 fisk)
- En bør da behandle når antall bevegelige lus overstiger 0,5-2 lus per fisk

# Gevinst av å telle alle merder hver uke

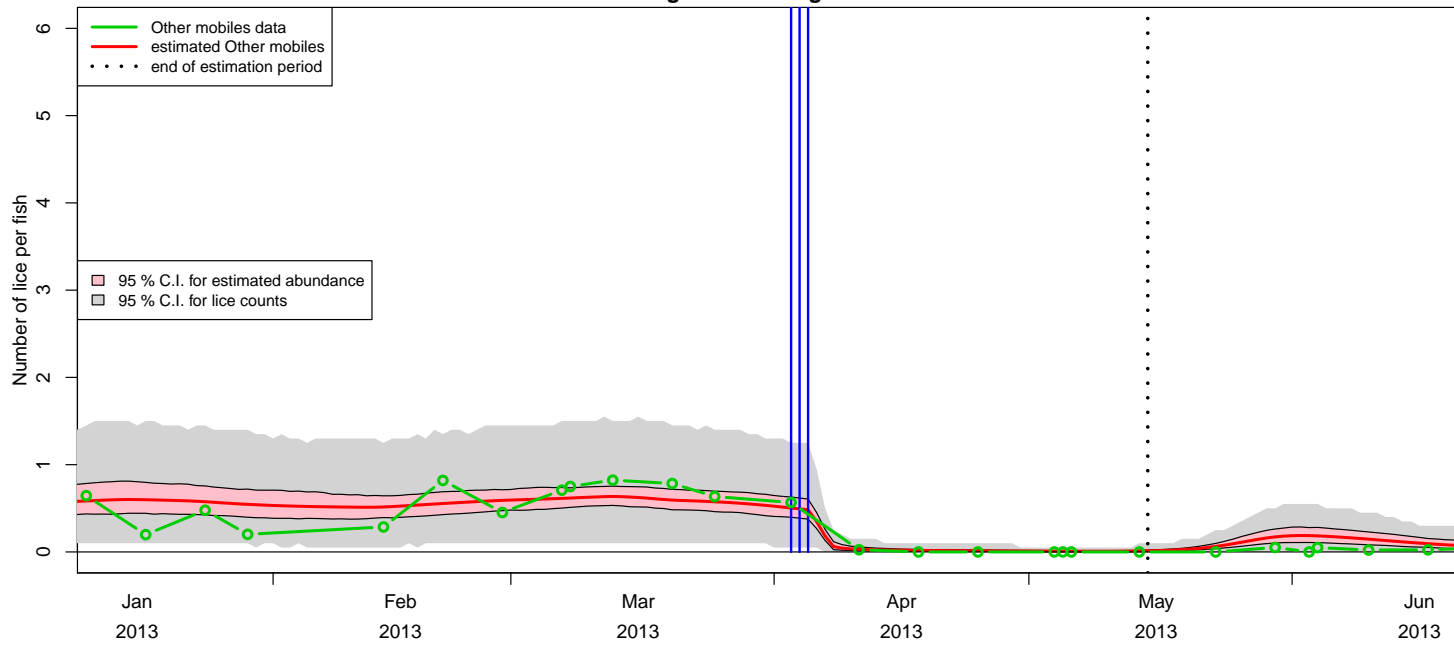
- Tidligere var det påbudt å telle halvparten av merdene hver uke
- Nå er det påbudt å telle *alle* merdene hver uke
- Ved merdvis strategi og telling på 20 fisk er gevinsten minst 10% færre behandlinger

# Bruk av prognoser for framtidig luseutvikling

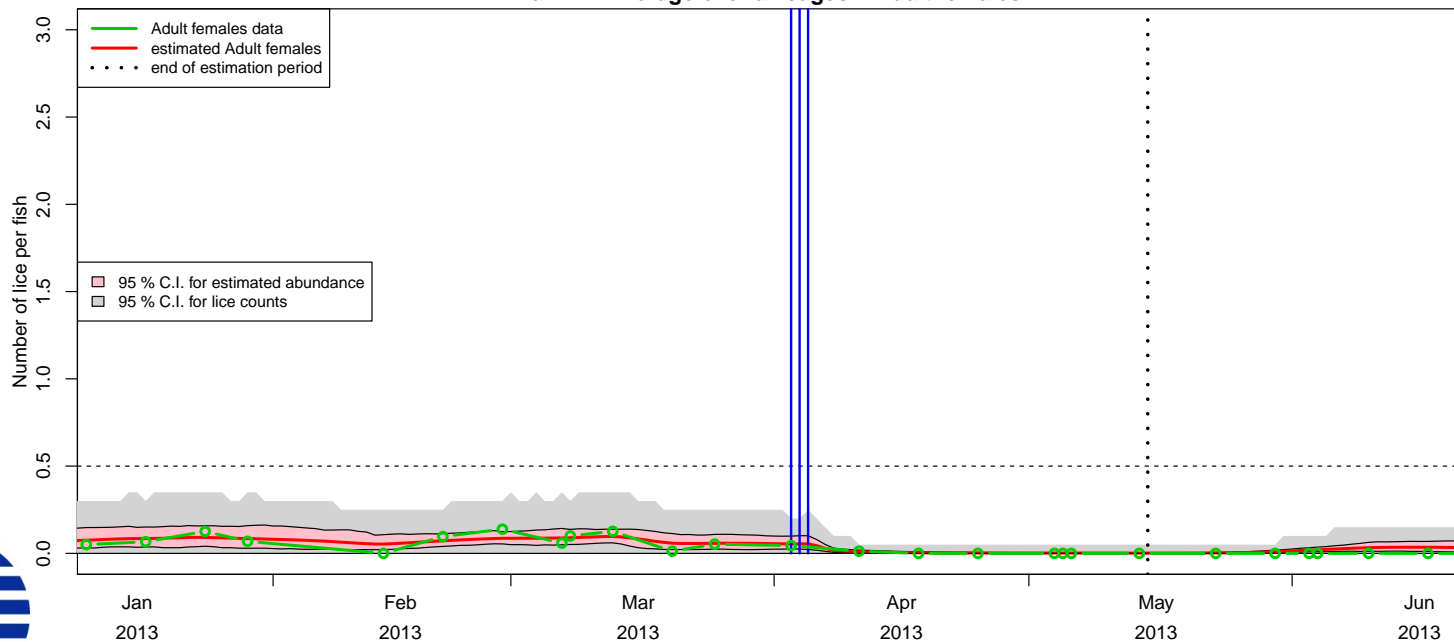
- Ved å bruke gode prognosemodeller kan en være mer i forkant enn ved kun å bruke lusetellinger, og dermed i enda større grad kunne sette i gang tiltak til rett tid
- Det finnes prognosemodeller i dag, og flere vil komme
- Veterinærinstituttets lusekalkulator er gratis tilgjengelig <http://apps.vetinst.no/lusekalkulator/>
- [laks.no/Sysla](http://laks.no/Sysla) 19/11: “Nå ser Watson lakselusen to uker før den kommer” Seafood Innovation Cluster
- Populasjonsmodellen vil også etter hvert bli tilgjengelig som prognosemodell

# Prognoser for anlegg A, snitt merder

Farm A Average over all cages – Other mobiles

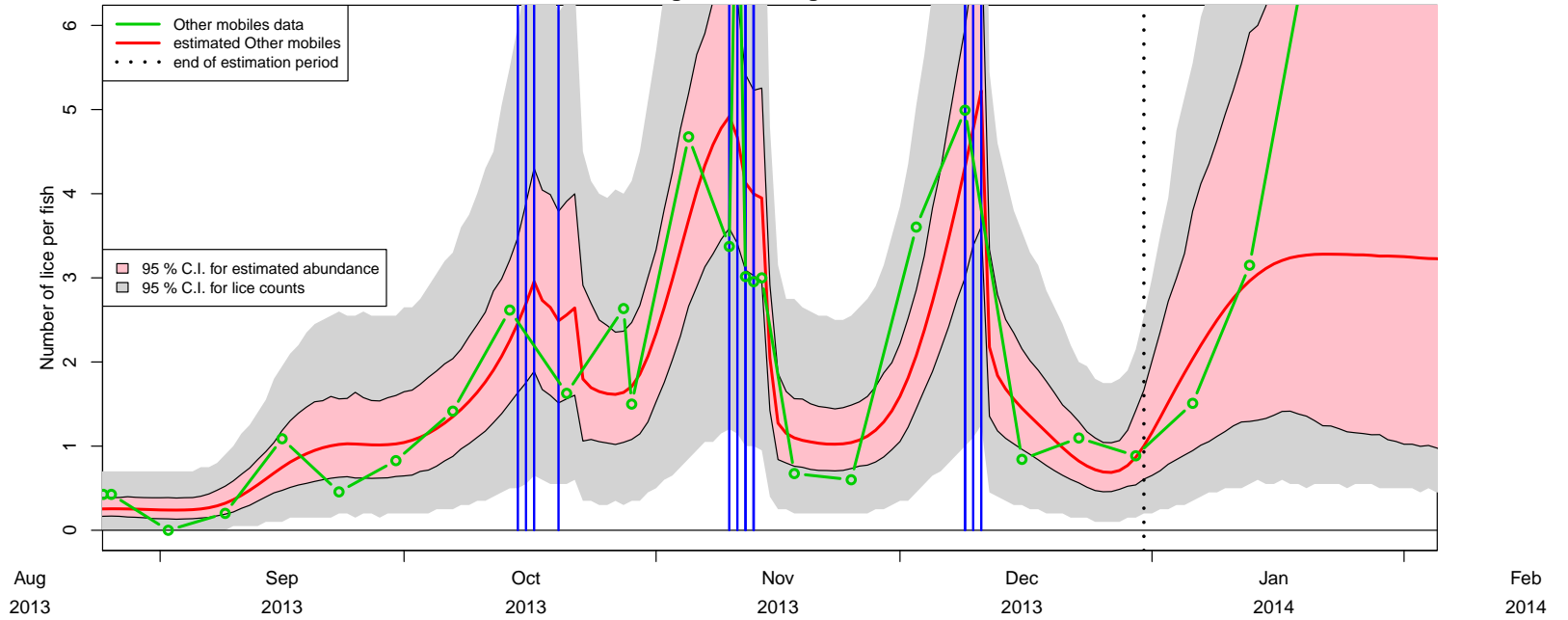


Farm A Average over all cages – Adult females

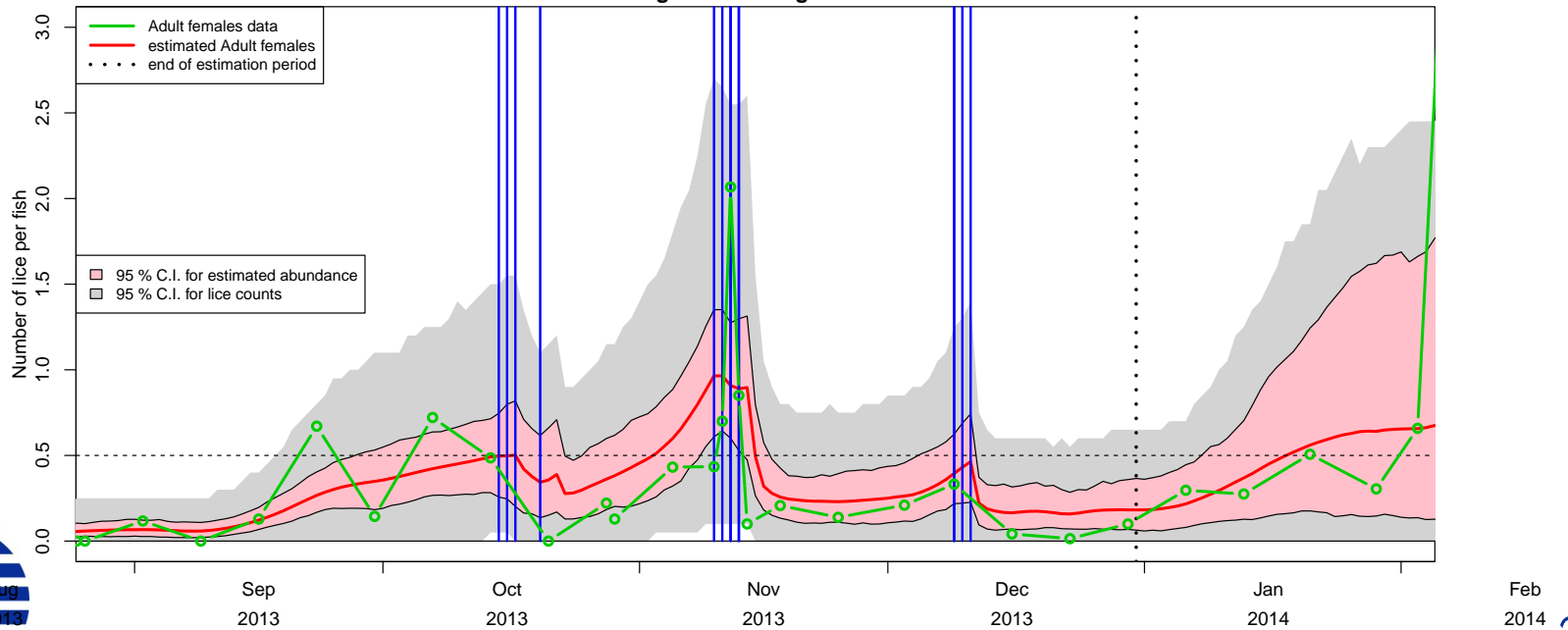


# Prognoser for anlegg D, snitt merder

Farm D Average over all cages – Other mobiles



Farm D Average over all cages – Adult females



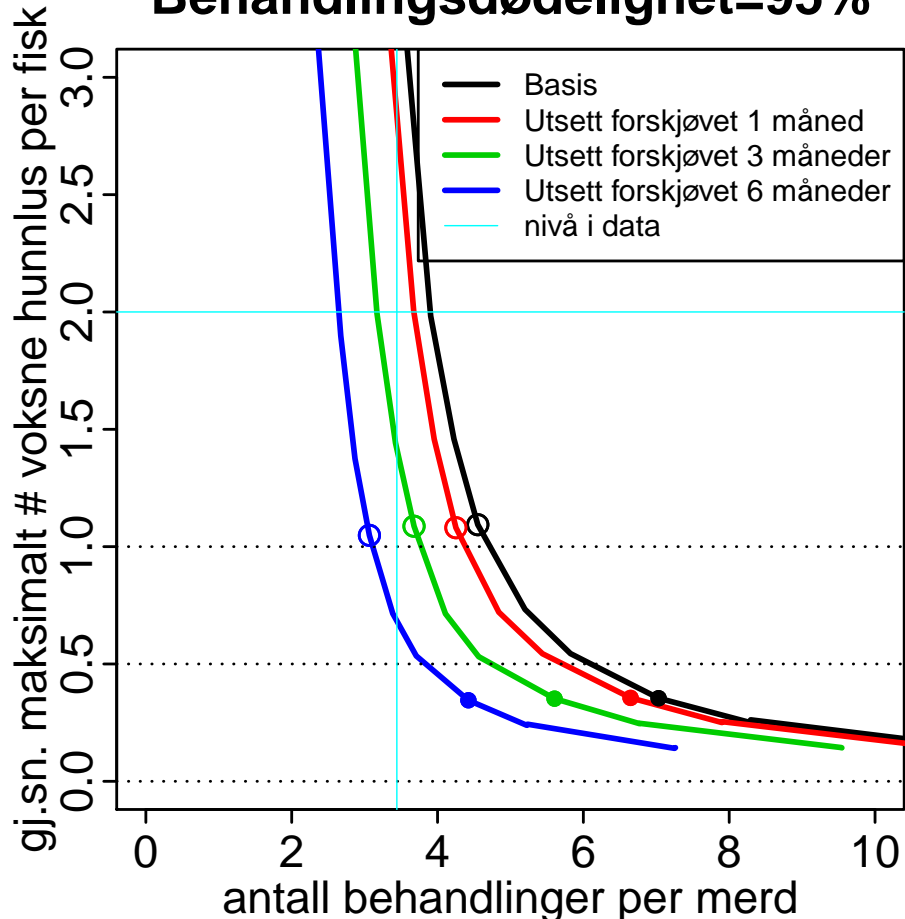
# Hva vi setter ut fisken som storsmolt?

- Anta vi kan produsere storsmolt i lukkede anlegg slik at utsettet i åpne merder skjer seinere
- Gjentar eksperimentet og setter ut fisken i åpen sjø
  - 1, 3 eller 6 måneder seinere enn normalt
  - og fisken som settes ut er tilsvarende større

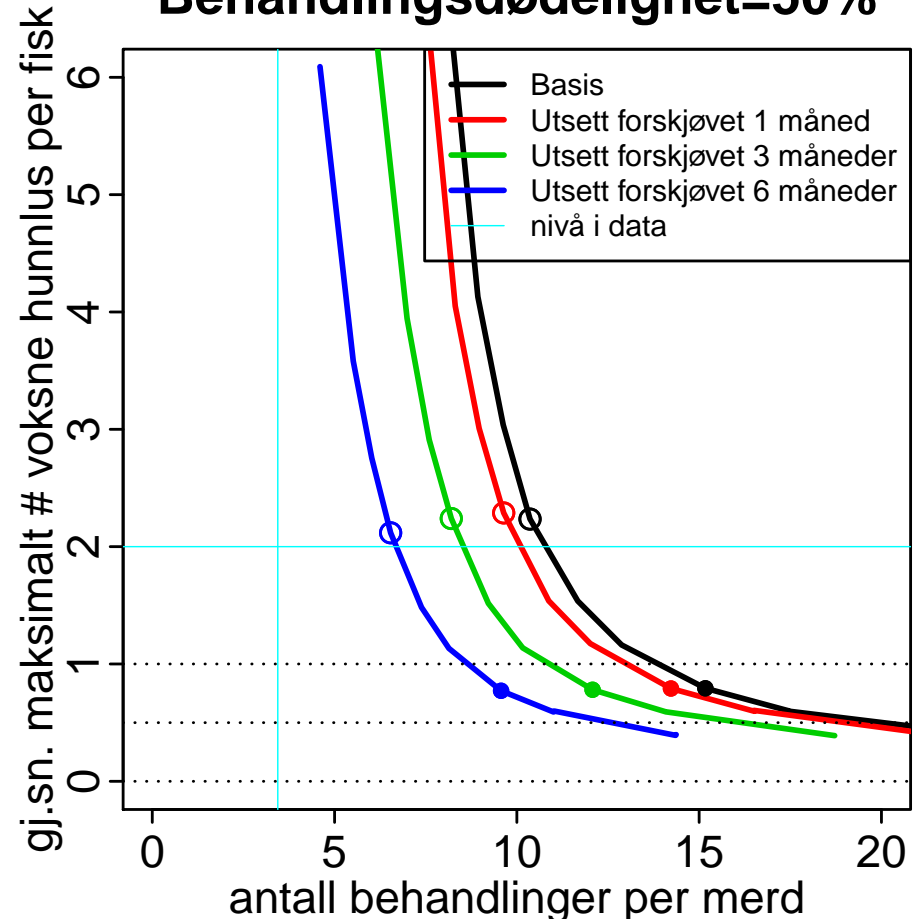
# Storsmolt - forsinket utsett

Forskjøvet utsett: merdvis, 20 fisk per merd, hver uke

## Behandlingsdødelighet=95%



## Behandlingsdødelighet=50%





# Konklusjon storsmolt - forsinket utsett

- Gevinst ved forsinket utsett av fisk med økt vekt
  - 1 måned forsinket utsett gir ca. 7% færre behandlinger
  - 3 måneder gir ca. 20% færre behandlinger
  - 6 måneder gir ca. 35% færre behandlinger

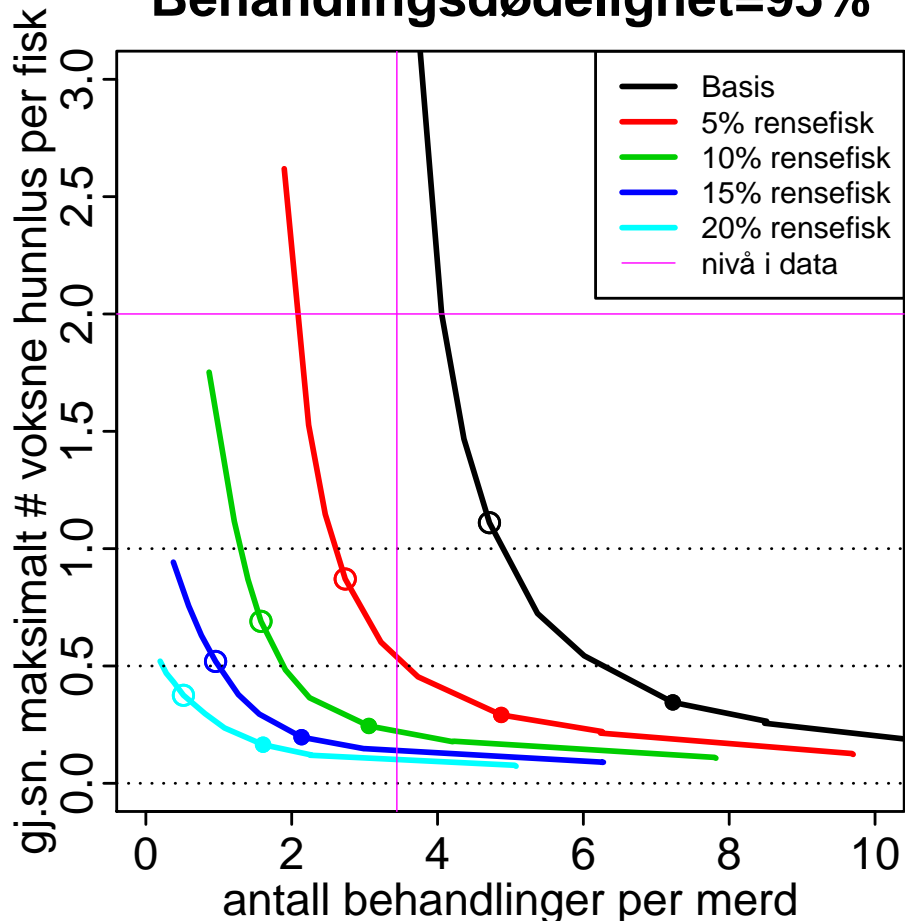
# Hvor mye rensefisk bør vi bruke?

- Hvor stor innblandingsprosent er nødvendig for å unngå behandlinger fullstendig?
- Gjør eksperiment med jevn innblandingsprosent under hele produksjonen
  - 5, 10, 15 og 20%
- Svært omtrentlige svar, kan avhenge av bl.a.
  - rensefisk-art
  - hvor flink oppdretteren er til å håndtere rensefisken
  - jevnlig påfyll av ny rensefisk

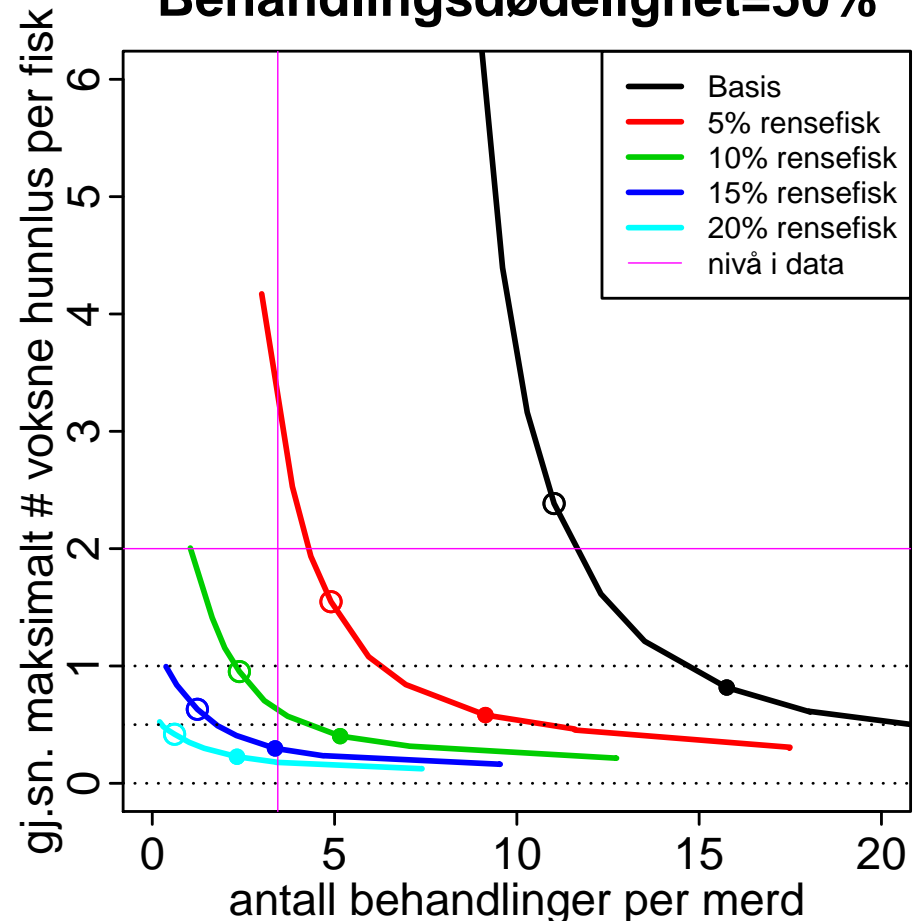
# Rensefisk

Rensefisk: merdvis, 20 fisk per merd, hver uke

## Behandlingsdødelighet=95%



## Behandlingsdødelighet=50%



# Konklusjon rensefisk

- 5% jevn innblanding gir ca. 50% færre behandlinger
- 10% jevn innblanding gir ca. 75% færre behandlinger
- 15% jevn innblanding gir ca. 95% færre behandlinger
- For å unngå behandlinger fullstendig må en opp mot 20% innblanding

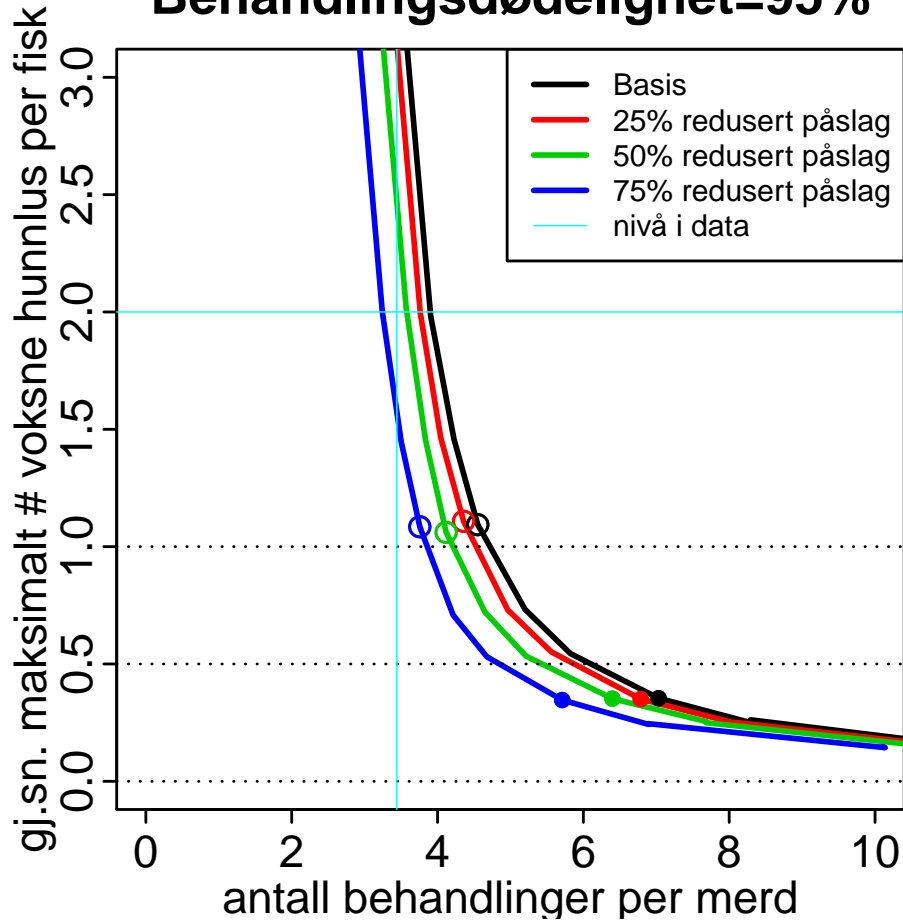
# Hvilken effekt har luseskjørt i det lange løp?

- Eksperimenter gjort av bl.a. Veterinærinstituttet tyder på at luseskjørt kan redusere påslag av lus utenfra med omkring 50% så lenge skjørtet er på
- Men skjørtet sperrer også lus inne i merda
- Derfor uklar effekt etter at det har kommet voksne hunnlus i merda
- Gjør eksperiment med luseskjørt i alle merder, hvor luseskjørt tas av en merd når en oppdager første hunnlus i merda
- Antar 25, 50 eller 75% redusert påslag

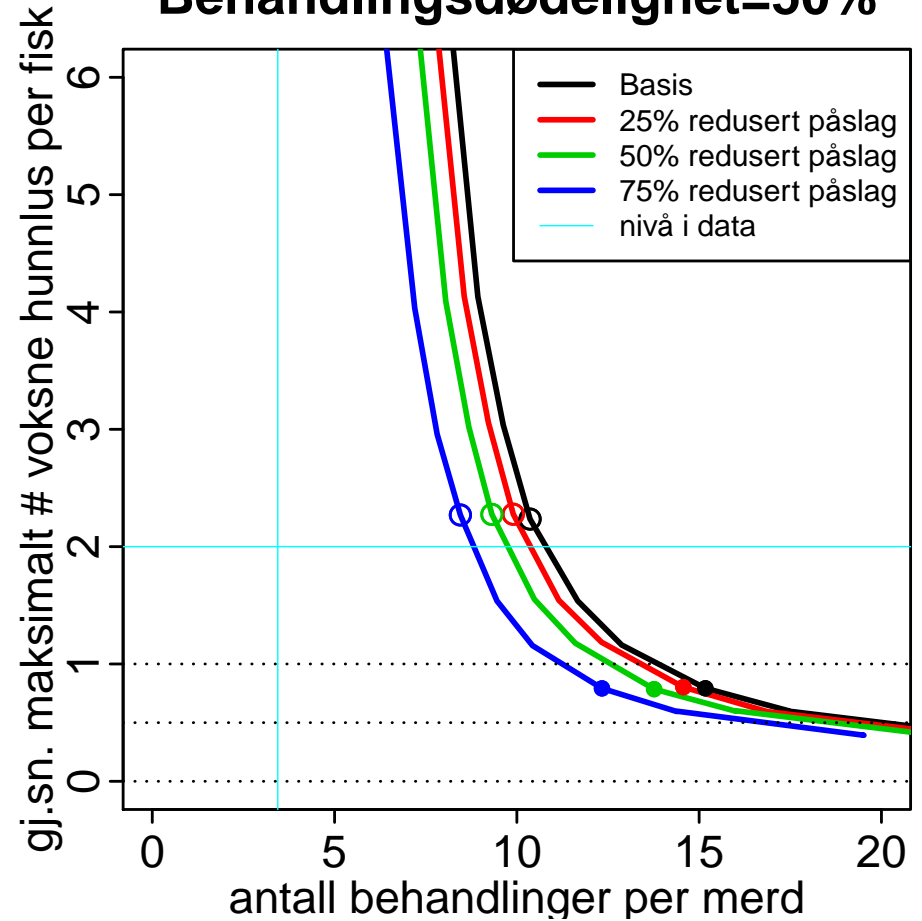
# Luseskjørt

Skjørt med redusert påslag inntil første AF: merdvis, 20 fisk per merd, hver uke

## Behandlingsdødelighet=95%



## Behandlingsdødelighet=50%



# Konklusjon luseskjørt

- Luseskjørt fram til første voksne hunn lus oppdages gir
- 4% færre behandlinger ved 25% mindre påslag
- 10% færre behandlinger ved 50% mindre påslag
- 18% færre behandlinger ved 75% mindre påslag
- Flere oppdrettere bruker luseskjørt lengre enn dette
  - Er utestengningseffekten større enn innestengningseffekten?

# Videre studier

- Pågående FHF-prosjekt med samme modell og data for Rogaland
- Pågående NFR-prosjekt med enklere modell og data for hele Norge
- Planlegger å studere effekten av
  - Sonering
  - Klumping av anlegg med branngater i mellom
  - Større, men færre anlegg
  - Replassering av “versting”-anlegg
  - Lavere tiltaksgrense på ettersommeren



# Referanser

Rapport:

Magne Aldrin og Ragnar Bang Huseby (2017).

Effekter av ulike strategier for bekjempelse av lakselus. Notat SAMBA/05/17, 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.

# Takk for oppmerksomheten!

