

# Avlsarbeid og fiskehelse

Jørgen Ødegård  
Nofima Marin AS, Ås

# Hva er helse?

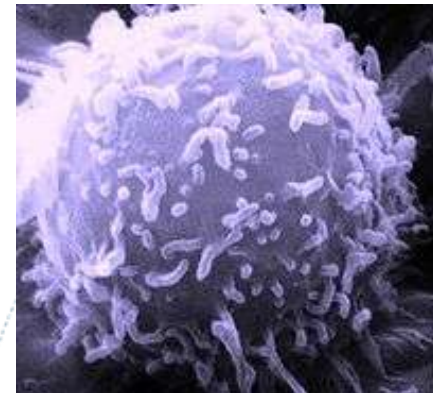
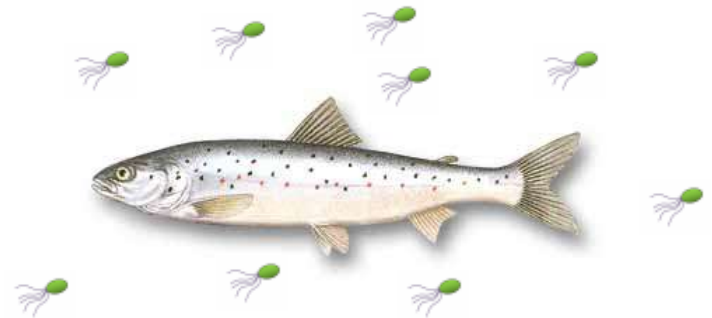
- Overlevelse i felt
  - Ofte ukjente og variable dødsårsaker
- Sykdomsresistens (virus/bakterie)
  - Overlevelse
  - Tid til død
  - Kroniske infeksjoner
    - Redusert tilvekst og kvalitet
- Parasitresistens
  - Overlevelse
  - Tid til død
  - Antall/tetthet av parasitter
- Deformiteter
- Stressmestring

# Overlevelse i felt

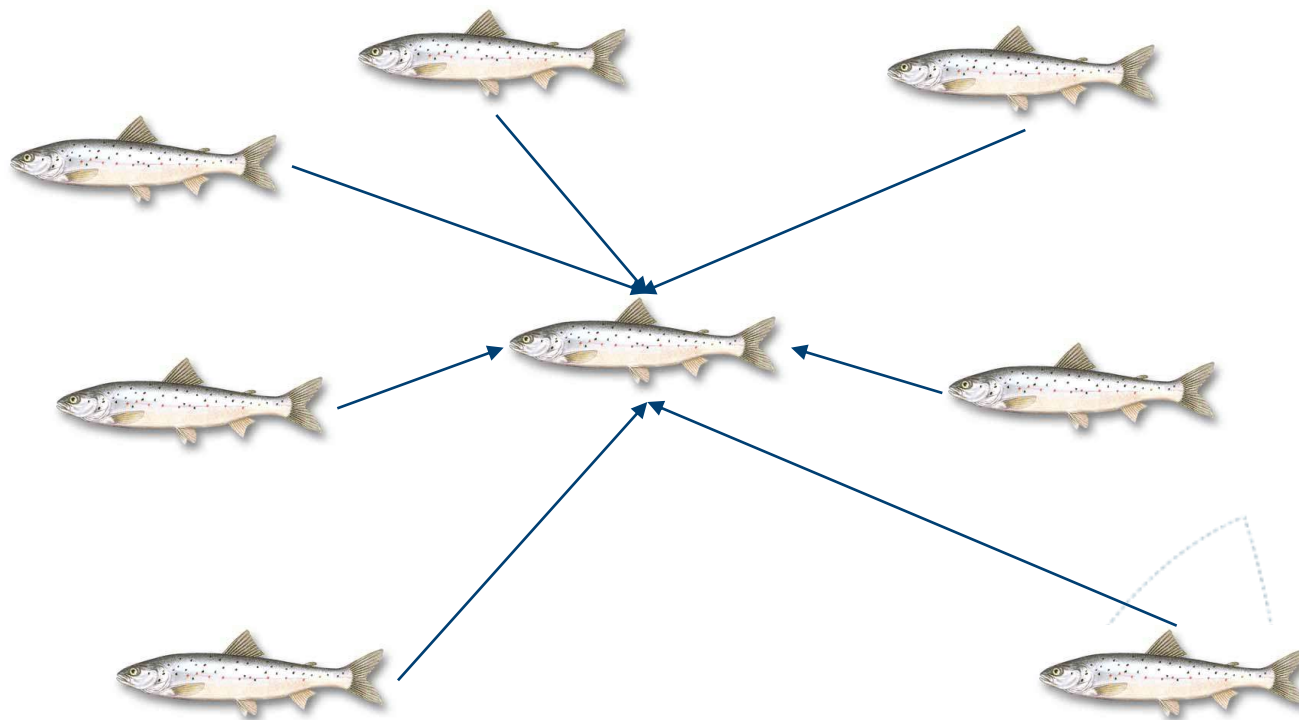
- Avl for bedre sykdomsresistens og robusthet har som målsetning å forbedre overlevelse i felt
  - Hvorfor ikke avle på dette direkte?
- Analyse av overlevelse i felt har imidlertid vist at:
  - Arvegrad er ofte lav
  - Genetiske korrelasjoner mellom ulike livs-stadier er ofte lav
  - Egenskapen er ikke stabil i tid og rom
    - Ulike årsaker til dødelighet
  - Tilfredsstillende resultater har stort sett kun blitt oppnådd dersom det er en enkelt sykdom som er hovedgrunn til dødelighet
    - Ofte høy korrelasjon til dødelighet i smitte-test
- Konklusjonen er derfor at overlevelse i felt er en dårlig egnet egenskap å drive avl på
  - Avl for bedre resistens mot enkeltsykdommer har mye større potensial

# Hva bestemmer sykdomsresistens?

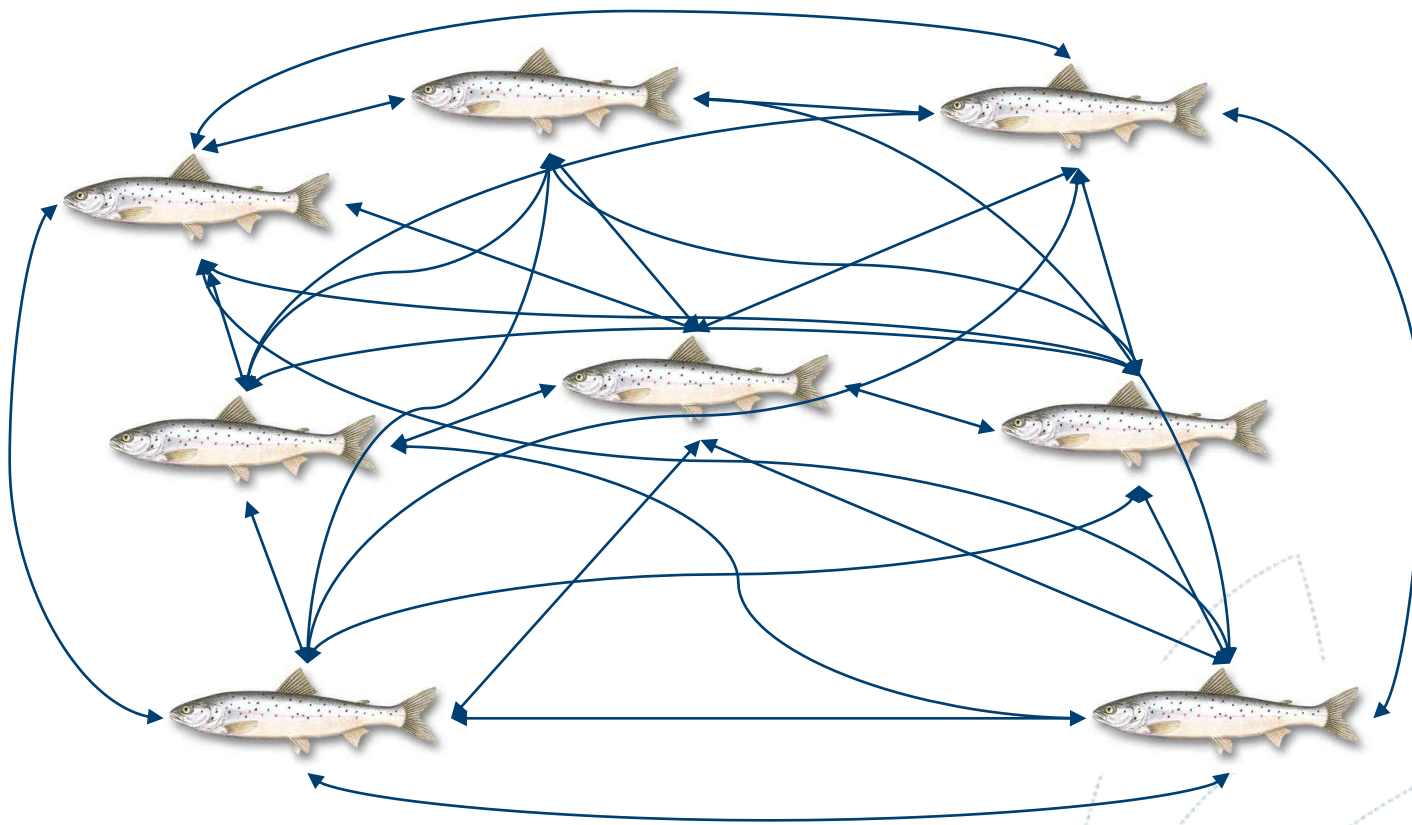
- Evne til å hindre smitte i å komme inn i kroppen
  - Slimlag, hud, gjeller, fordøyelseskanal
- Evne til å bekjempe smitte som kommer inn i kroppen
  - Uspesifikk immunitet
- Evne til å bekjempe en pågående infeksjon
  - Tilegnet immunitet
- Det kan være genetisk variasjon mellom dyr på alle disse nivåene



# Betydning av økt resistens for et enkelt individ



# Betydning av økt resistens i hele populasjonen



# Arvelighet - Bakteriesykdommer

Sykdom	Art	Arvegrad
Furunkulose (A. sal.)	Atlantisk laks	40-60%
	Røye	50%
Vibriose (V. ang.)	Atlantisk torsk	8-17%
ERM (Y. ruckeri)	Regnbueørret	42%
RTFS (F. psychr)	Regnbueørret	43%

# Arvelighet – Virussykdommer

Sykdom	Art	Arvegrad
ISA	Atlantisk laks	24-40%
IPN	Atlantisk laks	43-55%
PD	Atlantisk laks	21% (felt)
VHSV	Regnbueørret	57%
VNN (nodavirus)	Atlantisk torsk	75%
KHV	Vanlig karpe	79%



# Arvelighet – Parasittresistens

Parasitt	Art	Arvegrad
Lakselus (Caligus el.)	Atlantisk laks	22%
Lakselus (Lep. sal.)*	Atlantisk laks	7-31%
Amoebic gill disease	Atlantisk laks	40-49%
G. salaris	Atlantisk laks	32% (overlevelse)

\*Arvegrad avhenger av grad av lusepåslag, stort påslag gir høyere arvegrad

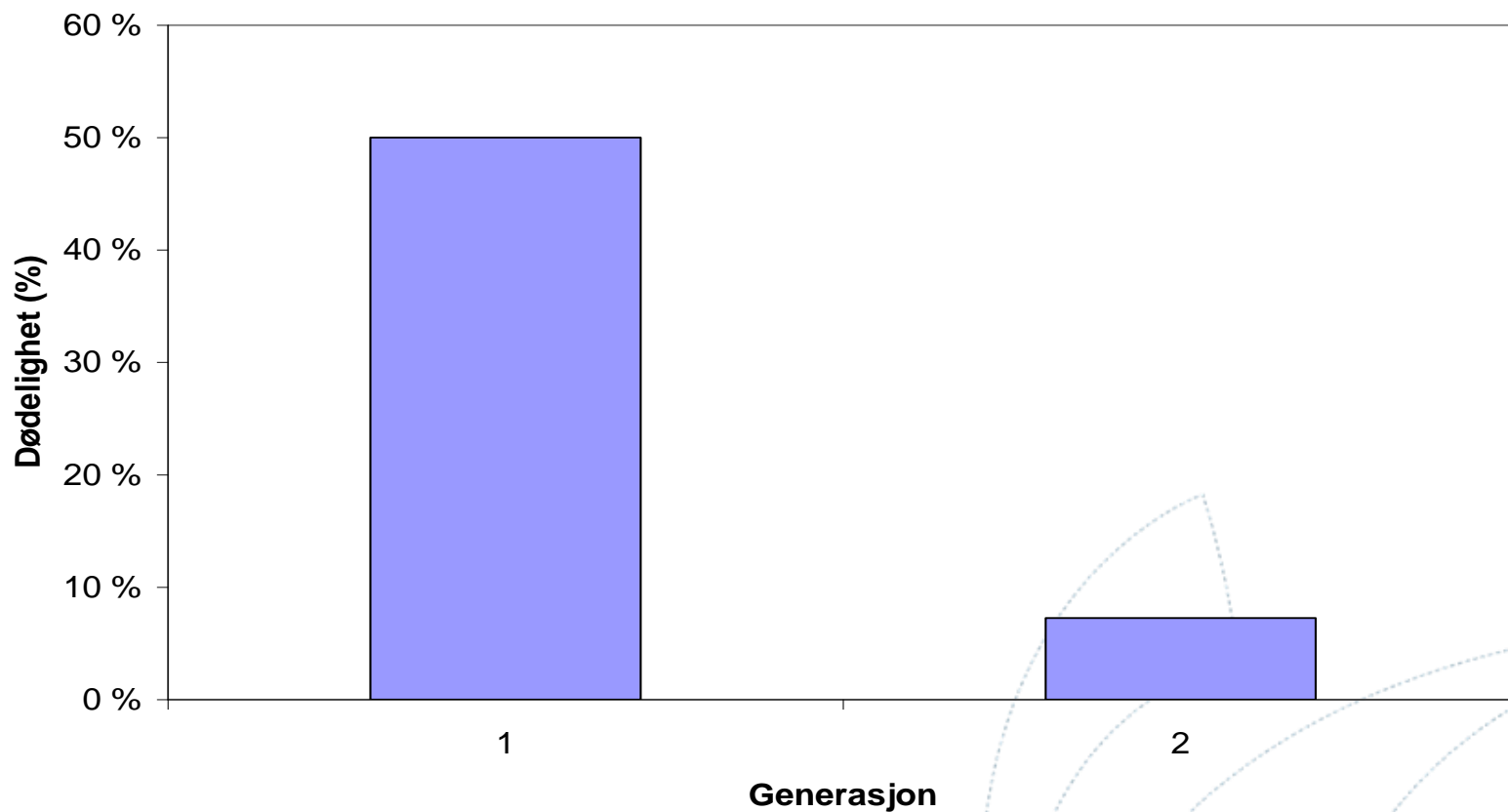
# Potensial for avlsfremgang for helseegenskaper

- Mange sykdommer har høyere arvegrad enn tilvekst
  - Dette betyr at det er store forskjeller mellom familier
  - MEN: Forskjellene mellom dyr innen familie er like store som forskjellene mellom familier

# Potensial for avlsfremgang for helseegenskaper

- Hva er potensialet for fremgang?
  - Sykdom med arvegrad på 50% (f. eks. IPN, furunkulose)
  - 50% dødelighet i første generasjon
- Hvilken fremgang forventes dersom en bruker de 5% beste dyrene i avl?
  - Urealistisk, men viser potensialet

# Genetisk forbedring av sykdomsresistens



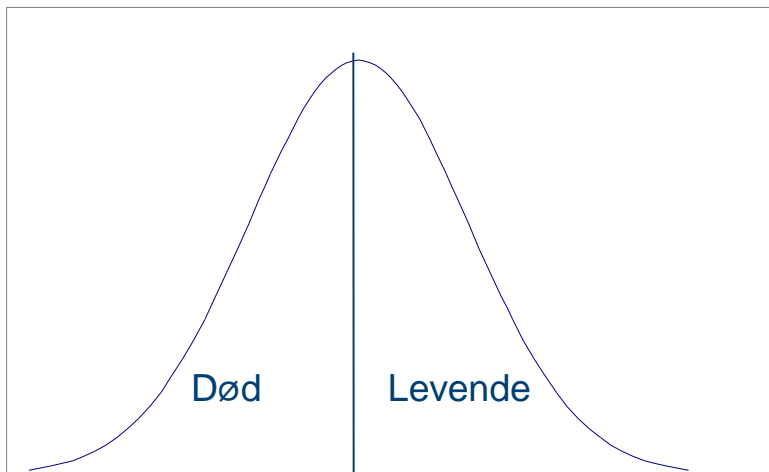
# Begrensninger

- Antall egenskaper
  - Ikke mulig å oppnå rask fremgang for mange egenskaper samtidig
  - Rask fremgang for en egenskap begrenser handlingsrommet for andre egenskaper
- Vaksinerer kan "kamouflere" genetisk forbedring
  - Genetisk forbedring av furunkuloseresistens har liten effekt så lenge en vaksinerer all fisk i felt

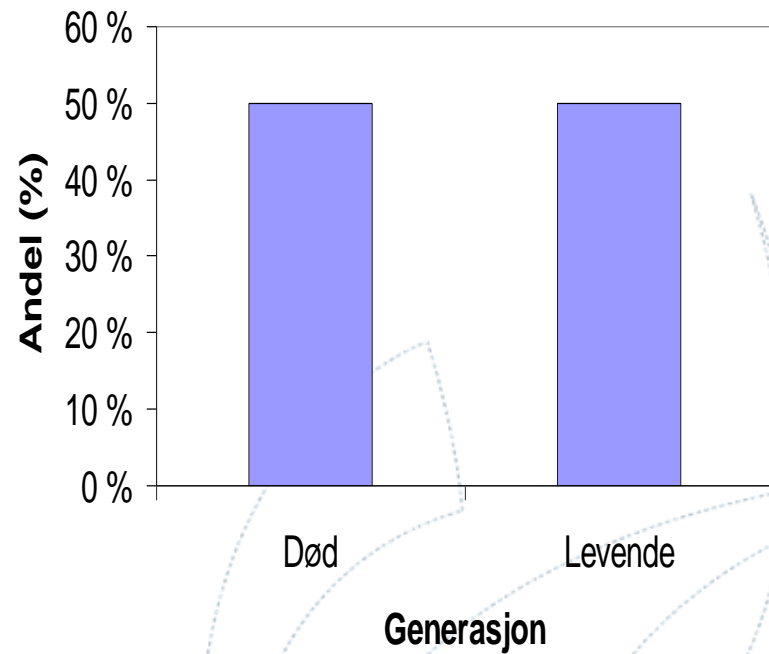
# Begrensninger

- De fleste sykdommer registreres som levende/død
  - Ikke mulig å se forskjell på svært god og middels fisk så lenge de overlever
  - Større familier kan rangeres nøyaktig, basert på gjennomsnittlig overlevelse

## Underliggende fordeling



## Observert fordeling



# Alternative mål på resistens

- Tid til død
  - Tar hensyn til hvor fort fisken dør, ikke bare om den dør
  - Forutsetter at tid til død og resistens er det samme
    - Ikke nødvendigvis riktig



# Begrensninger

- Av smittevern hensyn kan sykdomsresistens normalt ikke registreres på avlskandidater
  - Vurdert ut fra søsken
    - Familieutvalg
    - Tilfeldig utvalg innen familie
  - Vi vet ikke om avlsdyrene er over eller under familiens middel
- Betydelig raskere fremgang dersom en kunne bruke overlevende fisk i avl!

# Avl for økt parasittresistens

- Avl for økt resistens mot parasitter (lakselus, gyro, amøber) har en del fordeler i forhold til infeksjonssykdommer
  - Ofte mulig å fjerne parasitten etter testing
    - Testet fisk kan ofte brukes som foreldre
  - Ofte mulig å kvantifisere resistens mer nøyaktig enn levende/død
    - Tetthet av lus
  - Gitt høy arvegrad er rask avlsmessig fremgang mulig
    - Forutsetter at egenskapen får stor vekt i avlsmålet

# Genominformasjon og helseegenskaper

- Genominformasjon vil kunne gi individuelle avlsverdier for fisk som ikke selv er testet
- Gen-testing for viktige enkeltgener (IPN)
- ”Genomic selection”
  - Individuelle avlsverdier for alle dyr med markørdata, uavhengig om de er smitte-testet eller ikke
  - Krever ikke kunnskap om enkeltgener av stor betydning
  - Kostnader til genotyping er fortsatt begrensende for bruken
    - Det arbeides med muligheter for å redusere behovet for genotyping

# Tilvekst og helse

- Domestisering starter ofte med seleksjon for økt tilvekst
- Kan avl for økt tilvekst gi mindre robust fisk?
  - Dårlige erfaringer fra landbruket
    - For mye ressurser kan gå til tilvekst
  - Seleksjon for fisk som ”stjeler” ressurser fra andre (konkurransen)
    - Spesielt ved restriktiv fôring
- Kort tid etter domestisering vil økt tilvekst ofte gi roligere og mindre stresset fisk
  - Mer robust, tilpasning til oppdrettsmiljø
  - Mer energi til tilvekst
- Mange helseproblemer medfører redusert tilvekst
  - Lite sannsynlig at avl for tilvekst vil forverre slike egenskaper
- Innavl kan gi mer sensitiv fisk

# Finnes det en genetisk variasjon i generell robusthet?

- Motsetning mellom resistens mot virus og bakterier?
  - Tidlige studier indikerte dette
  - Ikke støttet av senere studier som viser liten eller ingen sammenheng
  - Ferske resultater tyder på en gunstig sammenheng dersom begge sykdommer testes med kohabitanter (ILA og furunkulose)
- Indikasjoner på gunstig sammenheng mellom ulike bakteriesykdommer (vibriose, furunkulose)
- Indikasjoner på gunstige korrelasjoner mellom ulike virussykdommer (ILA, IPN og IPN, PD)
- Indikasjoner på svakt gunstige korrelasjoner mellom tilvekst i felt og ulike infeksjonssykdommer
- Positive korrelasjoner mellom tilvekst og overlevelse i felt (karpe og tilapia)

# Konklusjon

- Visse indikasjoner på genetisk variasjon i generell robusthet
  - Tendens til gunstige genetiske sammenhenger mellom ulike ”robuste” egenskaper
  - Avl for bedre resistens mot en sykdom kan ha positiv effekt på flere sykdommer
  - MEN: Antakelig lite genetisk variasjon i generell robusthet
    - For svake sammenhenger mellom ”robuste” egenskaper
- Stor genetisk variasjon i resistens mot spesifikke sykdommer og parasitter
  - Avlsarbeidet begrenses ofte av:
    - At en ikke kan bruke testet fisk i avl
    - At resistens/helse måles som levende/død
  - Seleksjon for økt resistens mot lakselus har ikke disse begrensningene
  - Genomisk informasjon har potensial til å øke avlsfremgangen betydelig

# Konklusjon

- Avl for mange helse- og produksjonsegenskaper samtidig begrenser hastigheten i avlsfremgangen for hver enkelt egenskap
  - Avlsfremgangen blir tynt fordelt over mange egenskaper
- Spesialiserte linjer kan gi rask fremgang i enkelte egenskaper (og tilsvarende mindre i andre egenskaper)
  - Aquagen:
    - "Robust" rogn