

# Klimaendringer og konsekvenser for sykdomsbildet innen havbruk i Norge

*Klimamarin*

*Klimakonferanse for fiskeri- og havbruksnæringen*

*Trondheim, 4-5 juni 2014*

Edgar Brun



**Veterinærinstituttet**  
Norwegian Veterinary Institute

# Fiskeri og oppdrett på verdensbasis

- Det benyttes i dag nesten 600 ulike akvatiske dyrearter til oppdrettsformål på verdensbasis
- 55 millioner mennesker er engasjert oppdrett- og fiskerinæringen i primærleddet
- 660 - 820 millioner totalt (10-12% av verdens befolkning)



# Fiskeri og oppdrett på verdensbasis (millioner tonn)

	2006	2007	2008	2009	2010	2011
<b>Villfanget</b>						
Innland	9,8	10	10,2	10,4	11,2	11,5
Marint	80,2	80,4	79,5	79,2	77,4	78,9
<b>Oppdrett</b>						
Innland	31,3	33,4	36	38,1	41,7	44,3
Marint	16	16,6	16,9	17,6	18,1	19,3
<b>Totalt villfanget</b>	90	90,3	89,7	89,6	88,6	90,4
<b>Oppdrett</b>	47,3	49,9	52,9	55,7	59,9	63,6
<b>Totalt</b>	137,3	140,2	142,6	145,3	148,5	154,0

(kilde FAO 2012)



- Countries prone to natural disasters suffer seriously from production damage or losses caused by **floods, droughts, tropical storms** and, less frequently, earthquakes.
- In 2010, aquaculture in China suffered production losses of
  - 1.7 million tonnes (worth US\$3.3 billion) caused by diseases
  - 1.2 million tonnes from natural disasters,
  - 123 000 tonnes from pollution, etc.
- Disease outbreaks virtually wiped out marine shrimp farming production in Mozambique in 2011.

# Topp-ti produsenter, akvakultur (2010)

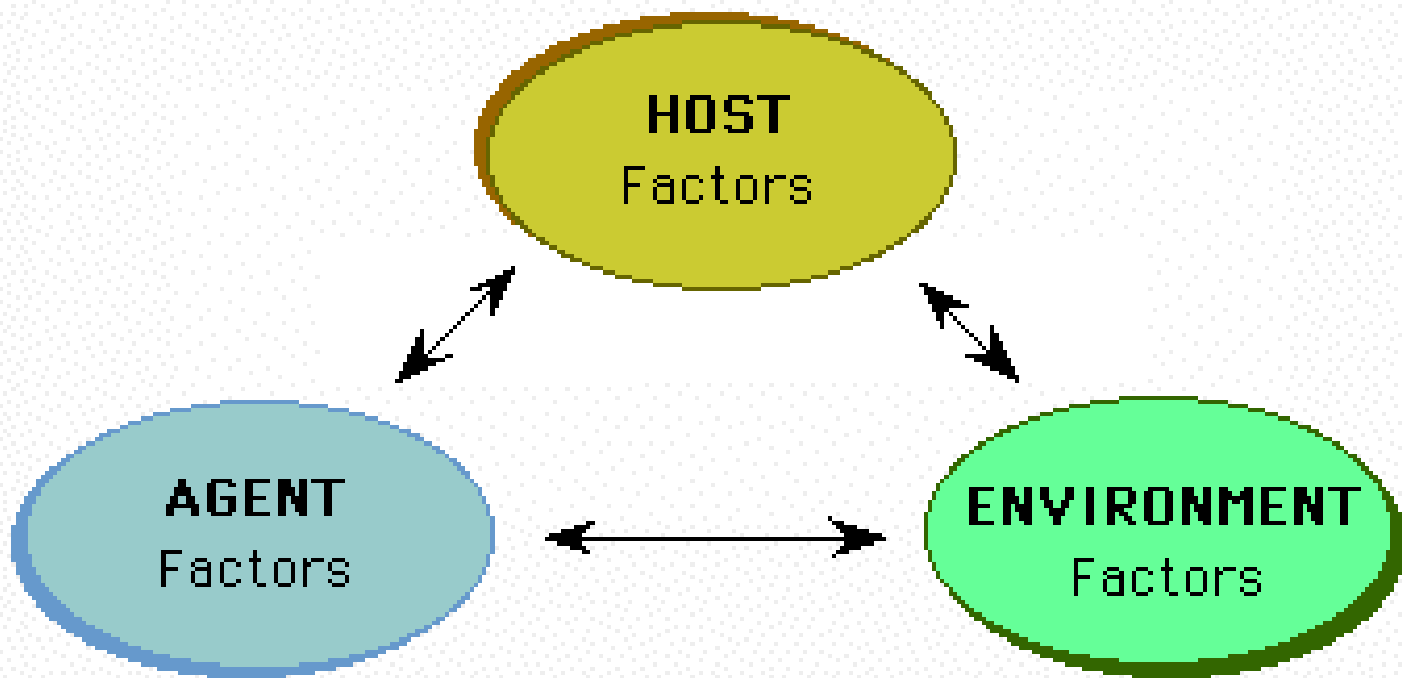
Land	Tonn	Prosent
Kina	36 734 215	61,35
India	4 648 851	7,76
Vietnam	2 671 800	4,46
Indonesia	2 304 828	3,85
Bangladesh	1 308 515	2,19
Thailand	1 286 122	2,15
Norge	1 008 010	1,68
Egypt	919 585	1,54
Myanmar	850 697	1,42
Filippinene	744 695	1,24
Andre	7 395 281	12,35

The total farmgate value of food fish production from aquaculture is estimated at US\$119.4 billion for 2010.

(kilde FAO 2012)

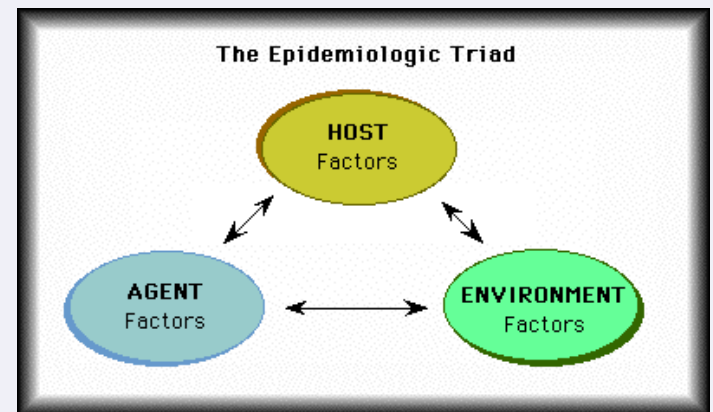


## The Epidemiologic Triad



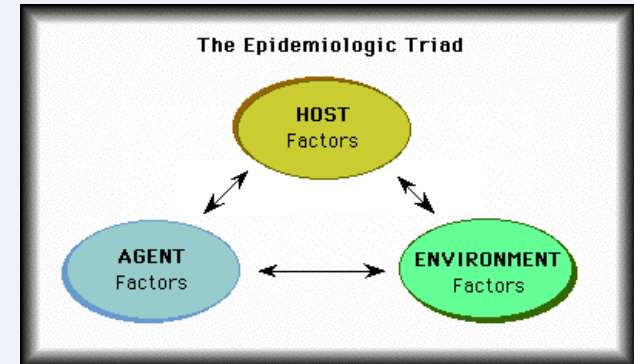
# Klima - miljø

- Oppdrett foregår i åpne /semiåpne systemer - er en del av det omkringliggende økologiske vannmiljøet
- Vannmiljøet påvirkes av bl.a. temperatur, nedbør, strømningsforhold, pH, salinitet og UV stråling
- Oppdrett og fiskeriene er følsomme for endringer i etablerte økosystemer
- I perioden 1980 til 2008 økte sjøtemperaturen i Lofoten med 1,27 grader (ca. 20 prosent).



# Miljø- vert; miljø - agens

- Akvatiske dyr i oppdrett er poikiloterme
- Fysiologiske og mikrobiologiske prosesser er temperaturavhengige

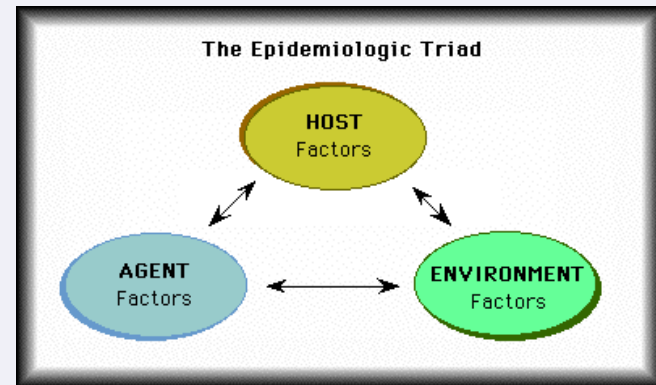


Art	Nedre grense	Øvre grense	Optimalt område
<i>Salvelinus alpinus</i>	0	19,7	6-15
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	0	27	9-14
<i>Salmo salar</i>	-0,5	25	13-17



# Klimaendringer kan påvirke

- Fysiologiske egenskaper
  - Geografisk distribusjon
  - Livssyklus
  - Immunologisk kapasitet
  - Virulens
- Interaksjonen vert- agens (-vektor)
- Økologisk balanse



# Geografisk distribusjon -verter

- Etablering av nye ville arter
  - Naturlig migrasjon fra sør og øst
  - Økt overlevelse (etablering) av blindpassasjerer i ballastvann
- Oppdrett (og etablering) av nye arter
  - Seabass (Havabbor)
  - Stør
  - Stillehavssøster (*Crassostrea gigas*)
  - Karpe
  - Akvariefisk



# Geografisk distribusjon -agens

- *Perkinsus marinus* - migrasjon nordover langs østkysten av Nord-Amerika de siste 20 årene pga økt vanntemperatur (vintertemperaturer)
- *Neoparamoeba perurans* - AGD (amøbegjellesykdom) ?
  - Temperatur
  - Salinitet





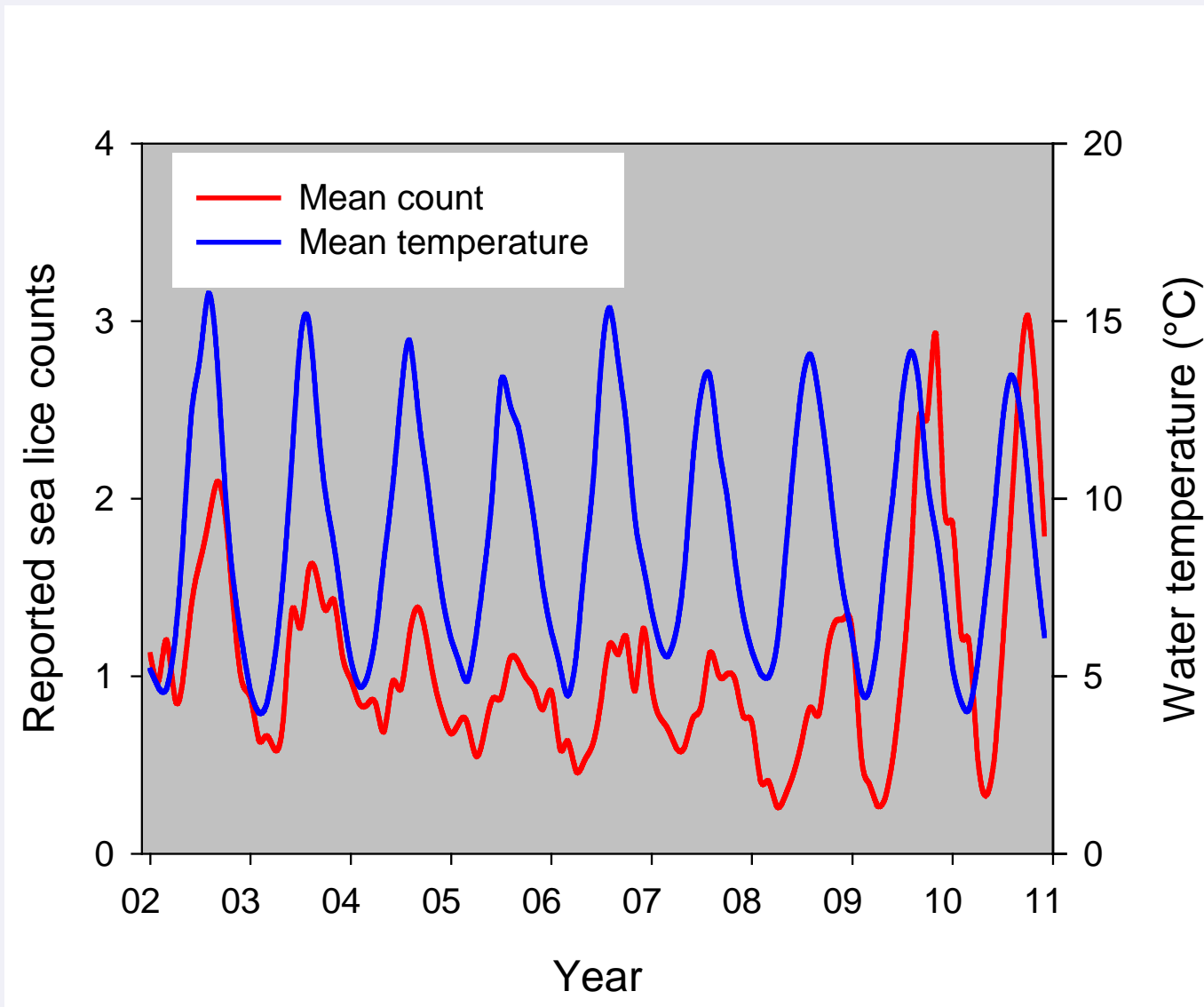
Det er ikke urimelig at vårt klima med lange vintre med til dels lave temperaturer representerer et miljø som i noen grad forhindrer etableringer nordover.

# Livssyklus for agens og temperatur

- Overlevelsestid i miljø for agens (og vektorer/mellomverter)
- Utviklingstid i miljøet
- Tilpasning til nye verter



# Modelskisse for produksjon av lakselus



# Immunologisk kapasitet og temperatur

- Laksefisk (vaksinering, dreisyke)
- Damsnegl (*Lymnaea stagnalis*, eksperimentelt)
- Koraller
  - Økt følsomhet for bakteriell infeksjon
  - Økt virulens hos infiserende bakterier
- Sel (utbrudd av «valpesykevirus»)



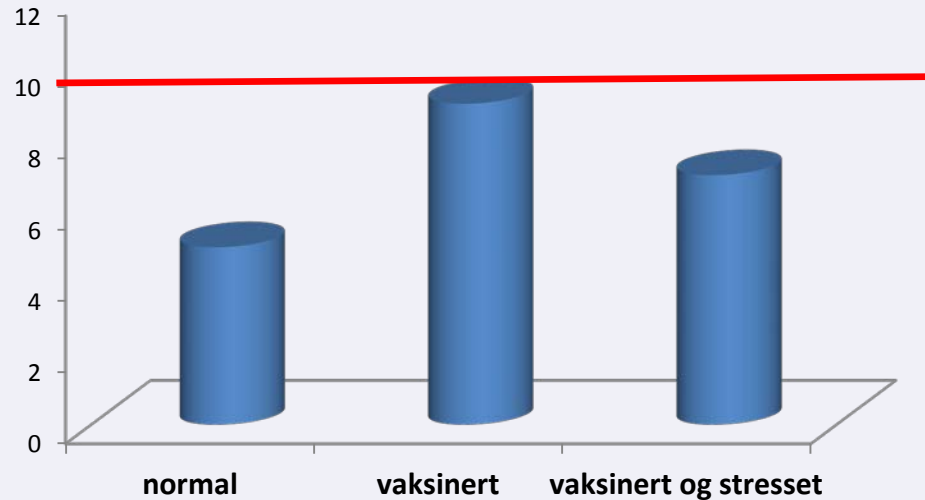
# Hva er en «temperaturøkning» ?

- Jevnt høyere temperaturer
  - Ulike effekt vinter / sommer
- Høyere vintertemperaturer vs høyere sommertemperaturer
  - Lave vintertemperaturer er «forebyggende»
- Økt periodisk variasjon og/eller døgnfluktusjon (puls)
- Influerer andre miljøvariabler (eks. oksygen, mikrobestatus, vertikale strømmer)

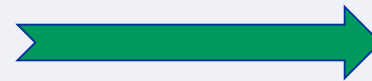




# Immunologisk kapasitet



Økt følsomhet for stress  
Redusert fysiologisk  
fleksibilitet  
Endret immunrespons  
Redusert vaksinebeskyttelse



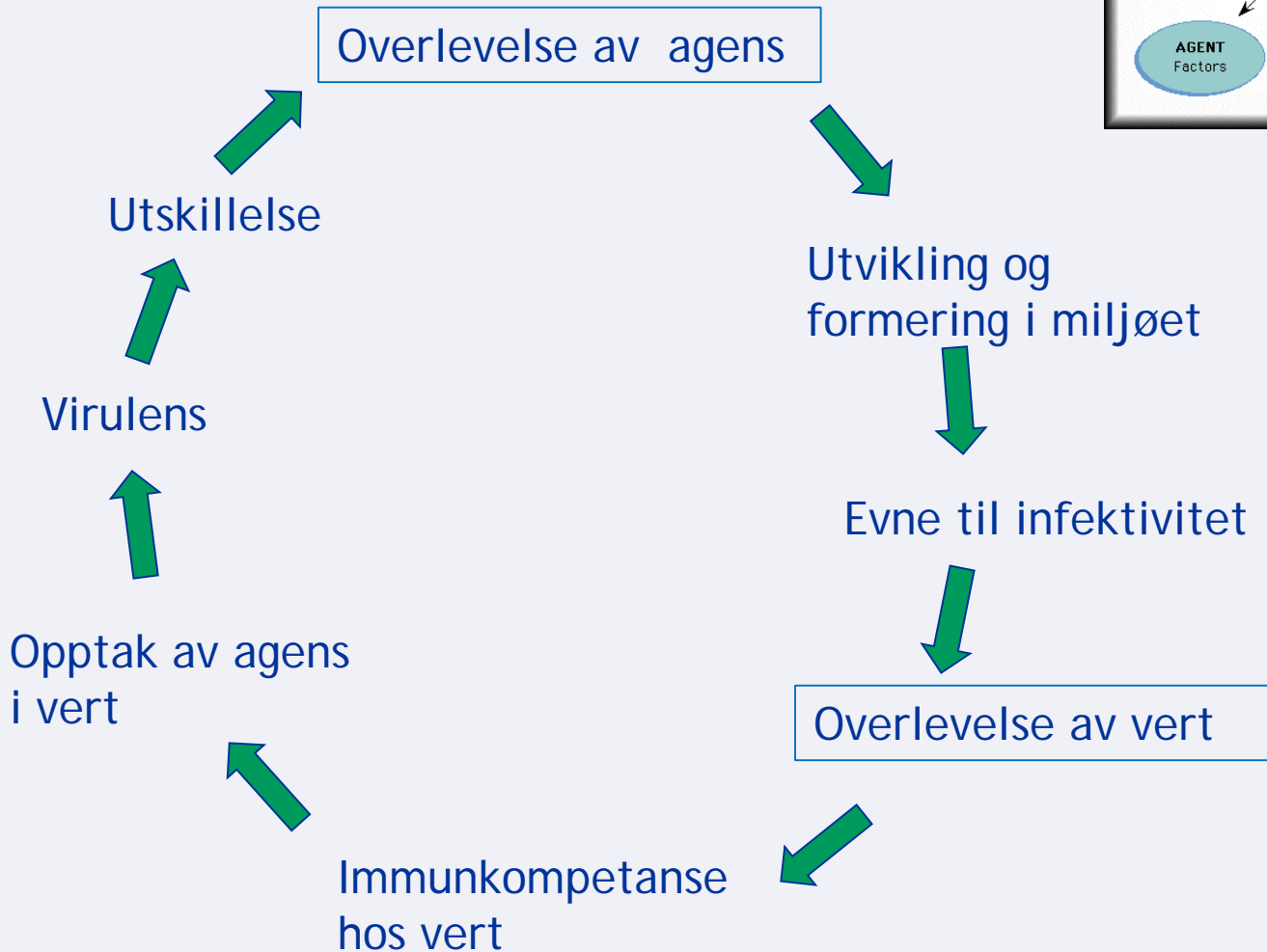
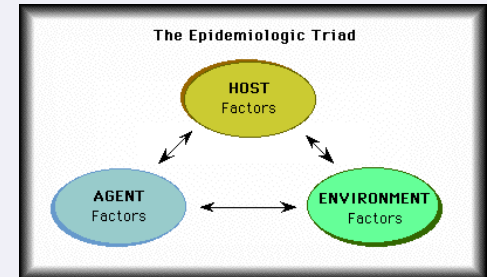
Økt  
mottakelighet  
for sykdom

# Virulens og temperatur

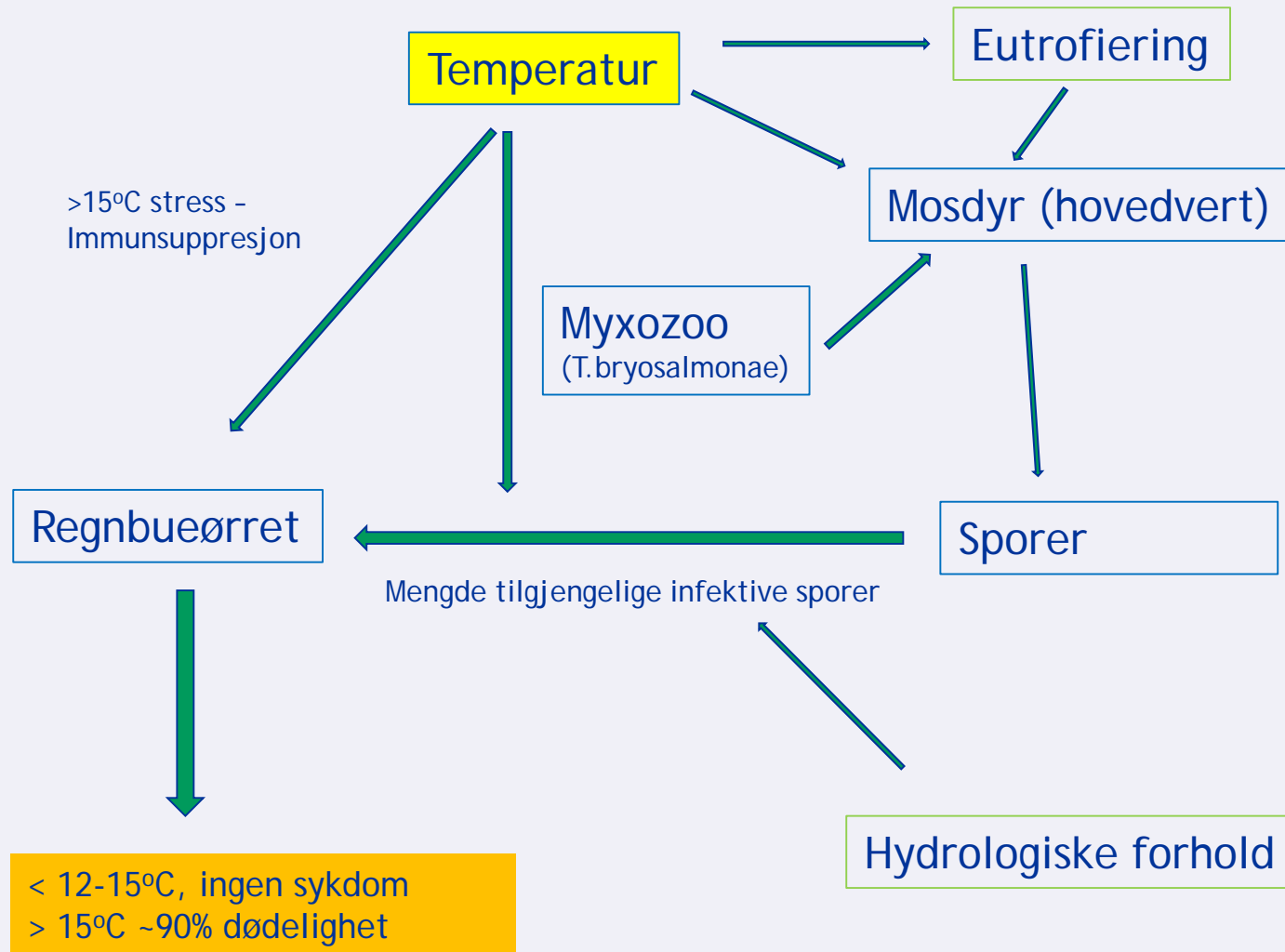
- Økt virulens hos smittestoffene
  - Virulensgener kan bli sterkere uttrykt ved høye temperaturer
    - Eks. *Vibrio shiloi*, *Falvobacterium columnare*
  - Nye virulente arter
- Økt evne til smitteoverføring



# Vert-agens interaksjon



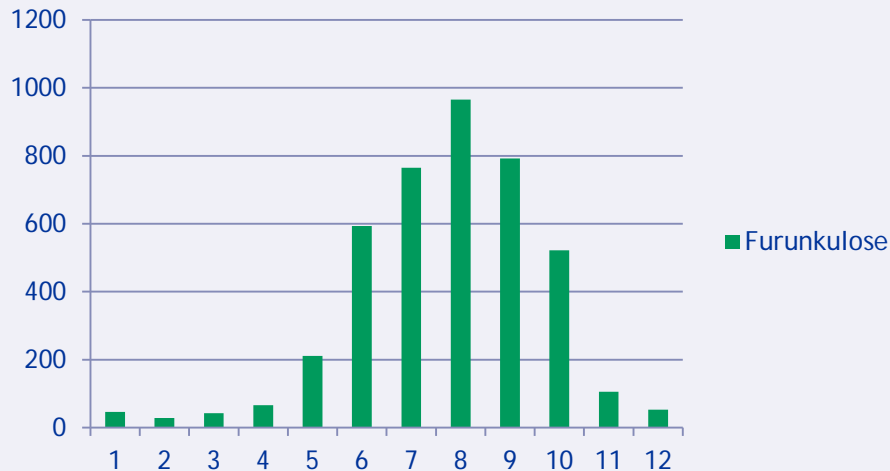
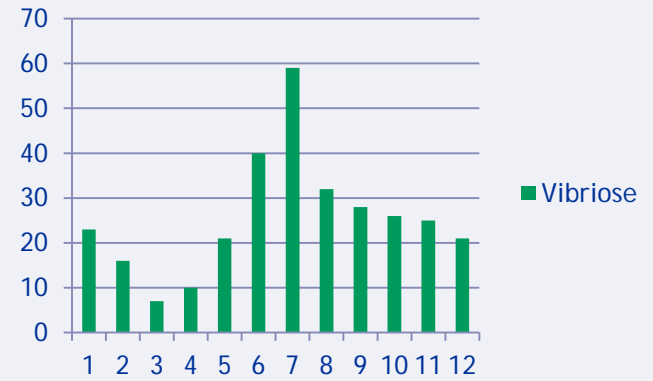
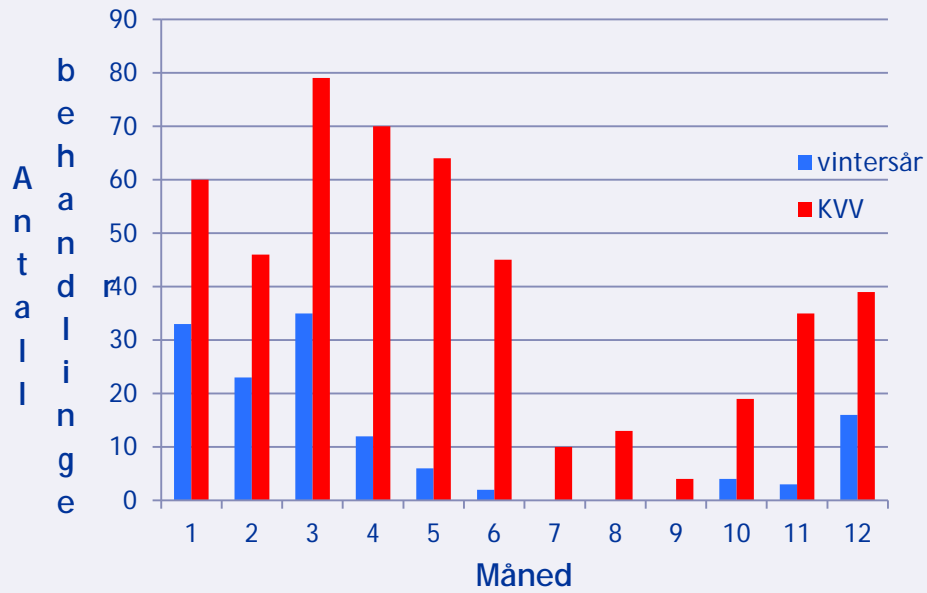
# PKD (proliferativ nyresyke)



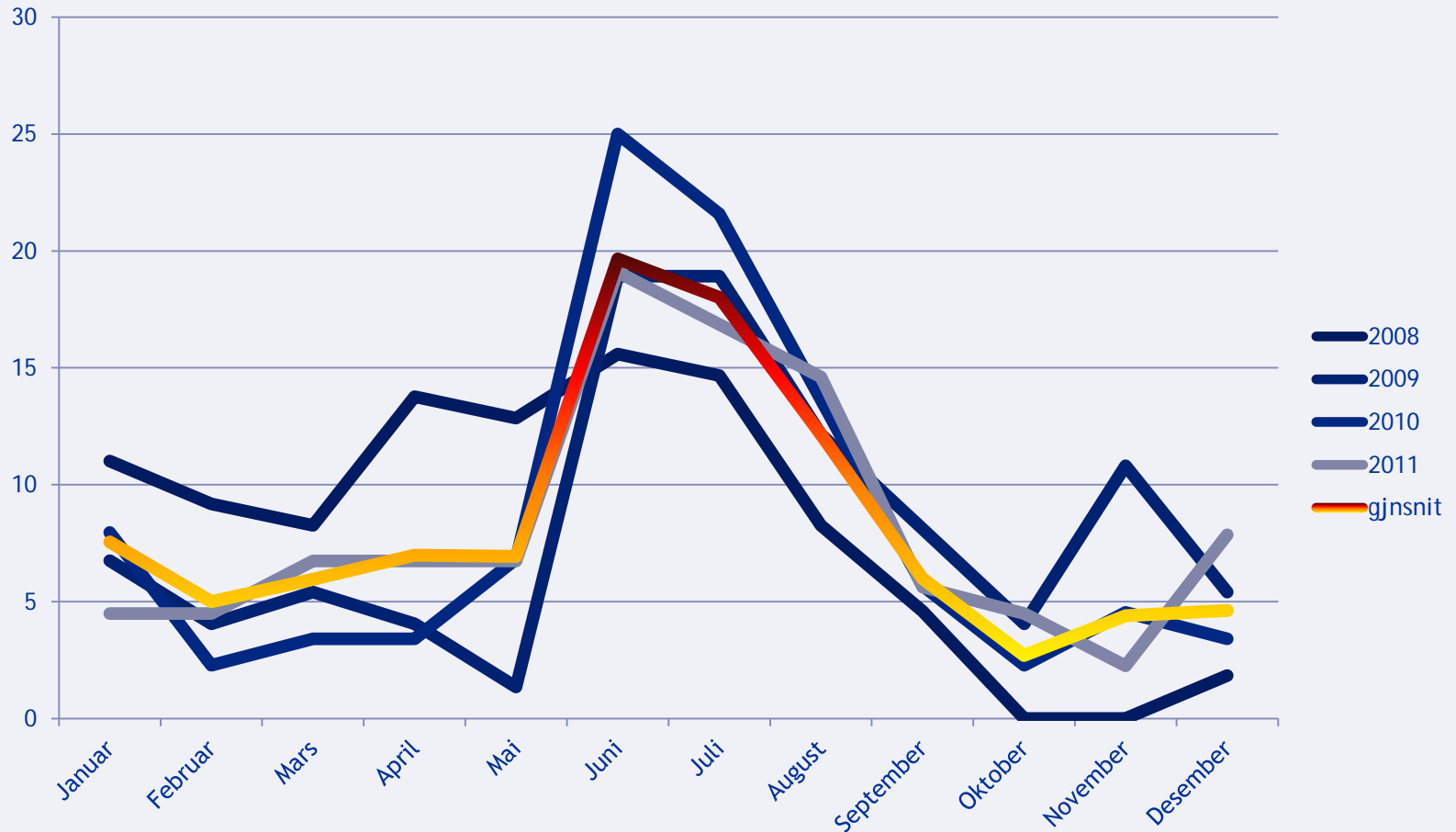
«Det er anslått at smoltproduksjonen i Åbjøravassdraget ble redusert med mellom 50 og 75 % som følge av PKD» (<http://www.vetinst.no/Faktabank/Proliferativ-nyresyke-PKD>)

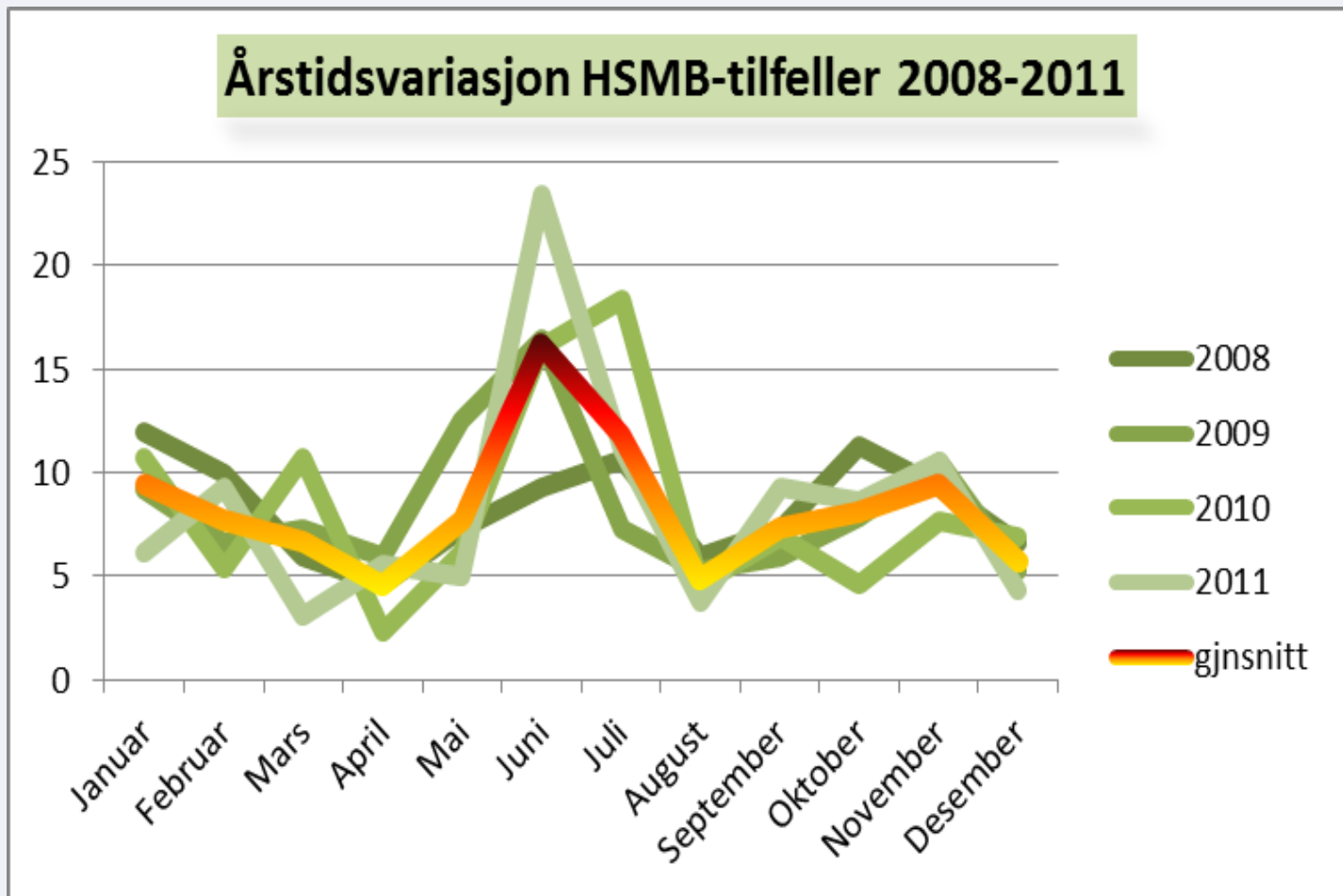


# Månedlig fordeling av antibakterielle behandlinger (1991 - 2000)



# Årstidsvariasjon for PD tilfeller 2018-2011





# Økende vanntemperatur og andre sykdommer

## ■ Ferskvannsparasitter

- Økt prevalens for *Ichthyophthirius multifiliis*, *Flavobacterium columnare*,
- Redusert prevalens for *Ichthyobodo necator*
- Ingen effekt for *Chilodonella* spp.

(Karvonen et al, Int J parast, 2010)

- Dreiesyke hos regnbueørret (*Myxobolus cerebralis*)
- Sopp (eks. saprolegnina i ferksvann)
- Parvicapsulose ?? Sverming av marin flerbørstemark; interaksjon flerbørstemark - myxozoo - fisk
- Gjelleinfeksjoner ?





# Adapting to temperature fluctuations

- Long-term changes vs shorter intervals
  - Ex. fungal infection (*Batrachochytrium dendrobatidis*) in amphibians
  - Infection degree associated with monthly variations
  - Long adaptation period in host
    - “Window of opportunity”



# Andre klimaeffekter

- Redusert pH i vann
  - Koralformasjoner
  - Skjelett og skalldannelse (muslinger, østers etc.)
  - Immunrespons (østers)
  - Gonadeutvikling



# Klima - helse - mat

Zoonoser;

- *Vibrio parahaemolyticus* i sjømat
- Økt forekomst av alger og biotoksiner
- Anisakis ?

Økologisk balanse;

- Bio-mangfold
  - Redusert diversitet - økt risiko for sykdom
    - "dilution effect"
  - Sykdom hos kjerne-organismer
- Kaskade-effekt



# Konsekvenser for norsk havbruk

- Det er mye vi ikke vet
- Marine mikrober utgjør 95% av biomassen i havet
  - Svært få er patogene for høyerestående organismer
- Marine mikrober sentrale for sirkulering av næringsstoffer i havet
- Synes å ha robuste årlige svingninger
- Kausalitet klimaendring - sykdom
  - multifaktorielle problemer
  - vanskelig å etterprøve, har noe eksempler



# Konsekvenser for norsk havbruk - slik den drives idag

- Parasittære sykdommer viser størst assosiasjon til temperaturendringer i sjø
  - Høyere vanntemperaturer gjennom vinteren
  - Ulik tilpasningshastighet for agens og vert
- Nye agens
- Økt grad av gjelleproblem
- Flere superinfeksjoner/økt smittepress
- Forsterket effekt av samspillende stressfaktorer
- Økt forekomst av zoonotiske problem



# Thank you for your attention



Hovedkilder;  
M.Gallana et al, Current zoology, 2013  
D.J. Marcogliese, Rev sci tech off int Epiz, 2008

