



NORSK SENTER  
FOR BEREKRAFTIG  
KLIMATILPASSING

VESTLANDSFORSKING

## Havforsuring og havbruk

Halvor Dannevig, Forskingsleder, Vestlandsforsking

Presentasjon for Miljøseminar for akvakulturnæringen, Florø, 06.02.2020.

VESTLANDSFORSKING  
[www.vestforsk.no](http://www.vestforsk.no)

 SAMS

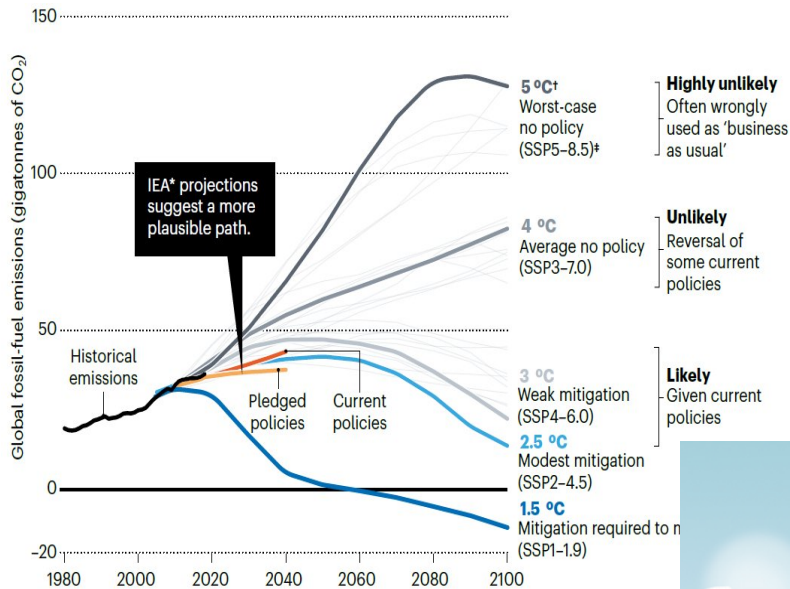
 NIVA

 NORD  
universitet

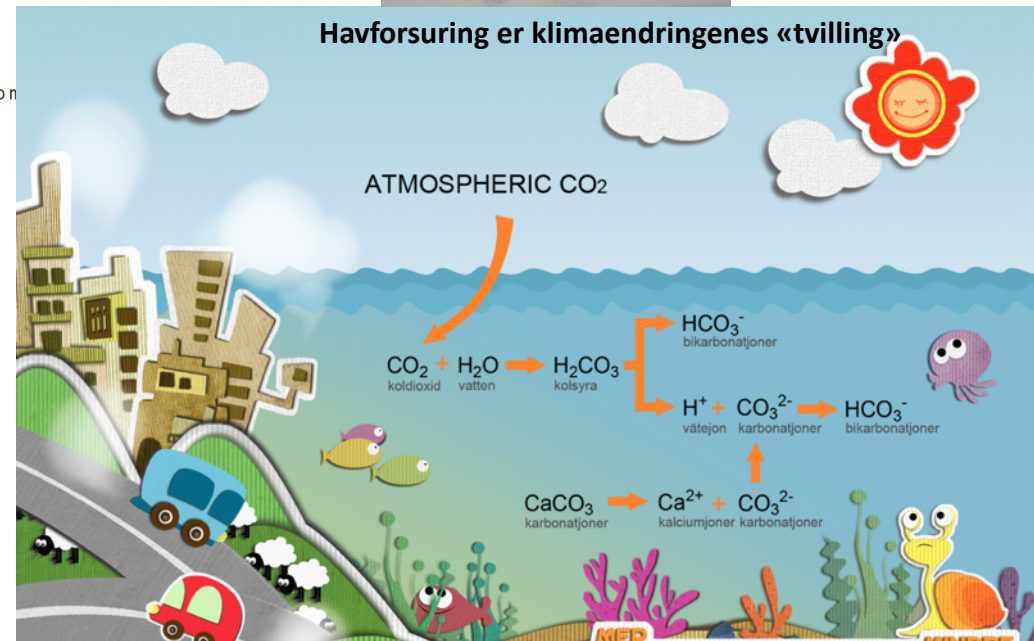
 NORADAPT

 The Research Council  
of Norway

# Økt CO<sub>2</sub> endrer havets kjemi



Hausfather and Peters, 2020



# Havforsuring

- Havforsuring (HF) (*lavere pH – endret alkalinitet*) endrer forutsetningene for liv i havet. Laveste pH på 25 mill. år.
- Samvirkning med klimaendringer (varmere hav) og andre påkjenninger (f. eks. utslipp av næringsalter)
- Dårligere vilkår for kalkdannende organismer
- Bedre vilkår for algevekst
- Mangler kunnskap om havforsuring og konsekvenser i kystsonen

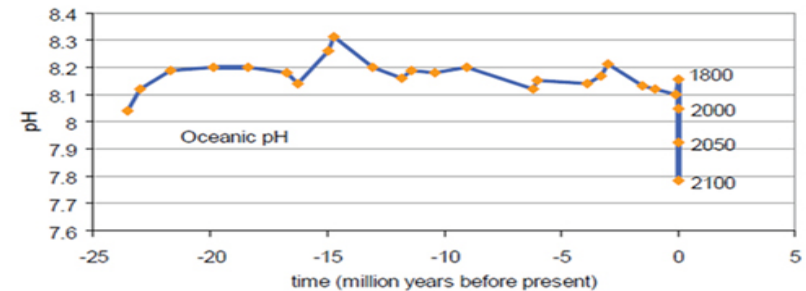
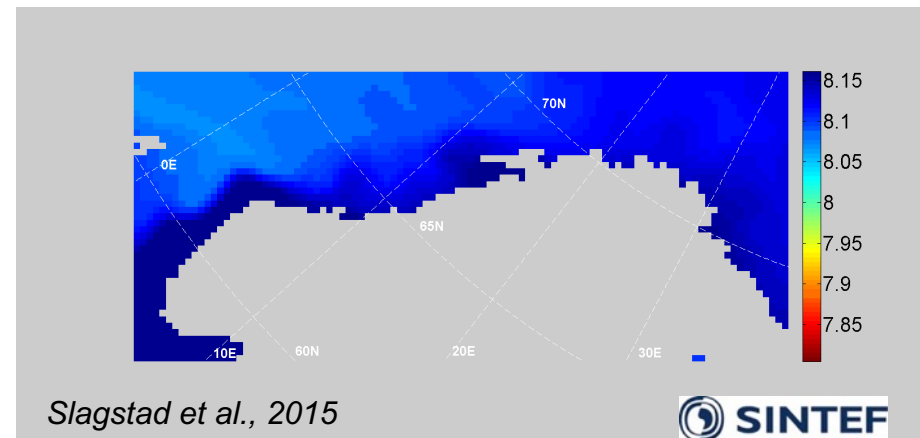


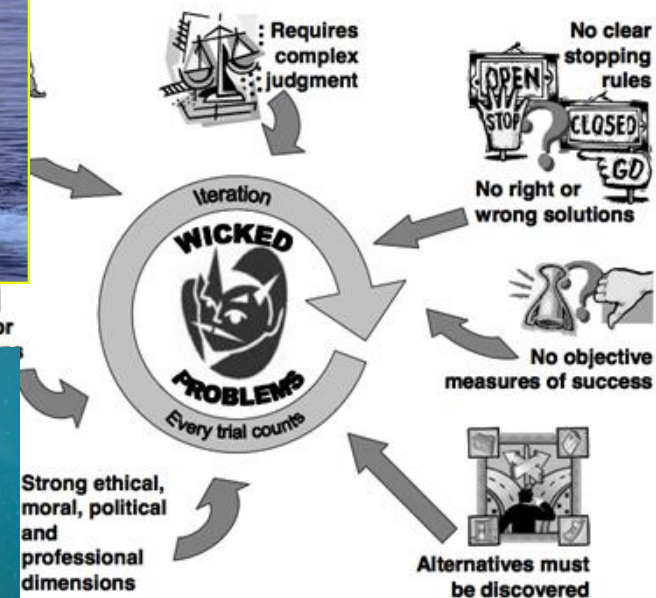
Figure 1. Past and contemporary variability of marine pH. Future predictions are model derived values based on IPCC mean scenarios (from Turley *et al.*, 2006. Cambridge University Press, 8, 65-70).



# Havforsuring er et gjenstridig miljøproblem

- «Usynlig»
- Store usikkerheter om konsekvenser
- Lite synlig kobling mellom årsak og effekt
- Mangler gode «bilder» som viser at dette er et problem
- Få eksempler på tiltak for tilpasning eller problemløsning.

Funtowitz and Ravetz 1994



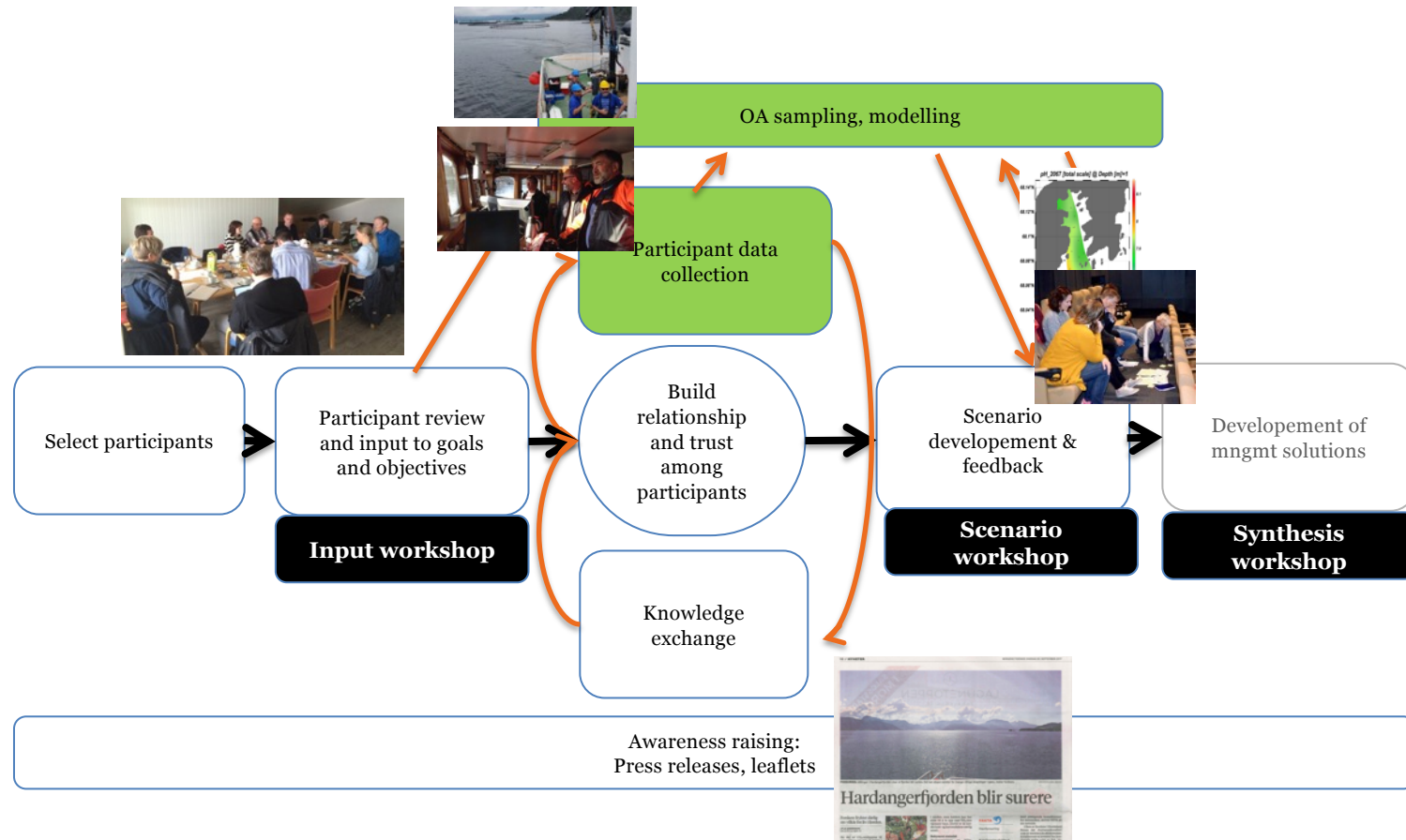
# ACIDCOAST-prosjektet (2014-2019)

- Tilpasning til havforsuring i kystsoneforvaltningen
- Tre case i Norge og Skottland
- Tverrfaglig
  - ▶ ny kunnskap om kystnær forvaltning målt og modellert
  - ▶ Samproduksjon av kunnskap med brukerpartnere
  - ▶ Analyse av hvordan kystnær havforsuring kan forvaltes



Havforsuringsmåling- og modellering er utført av Richard Bellerby og Philipp Wallhead, NIVA.

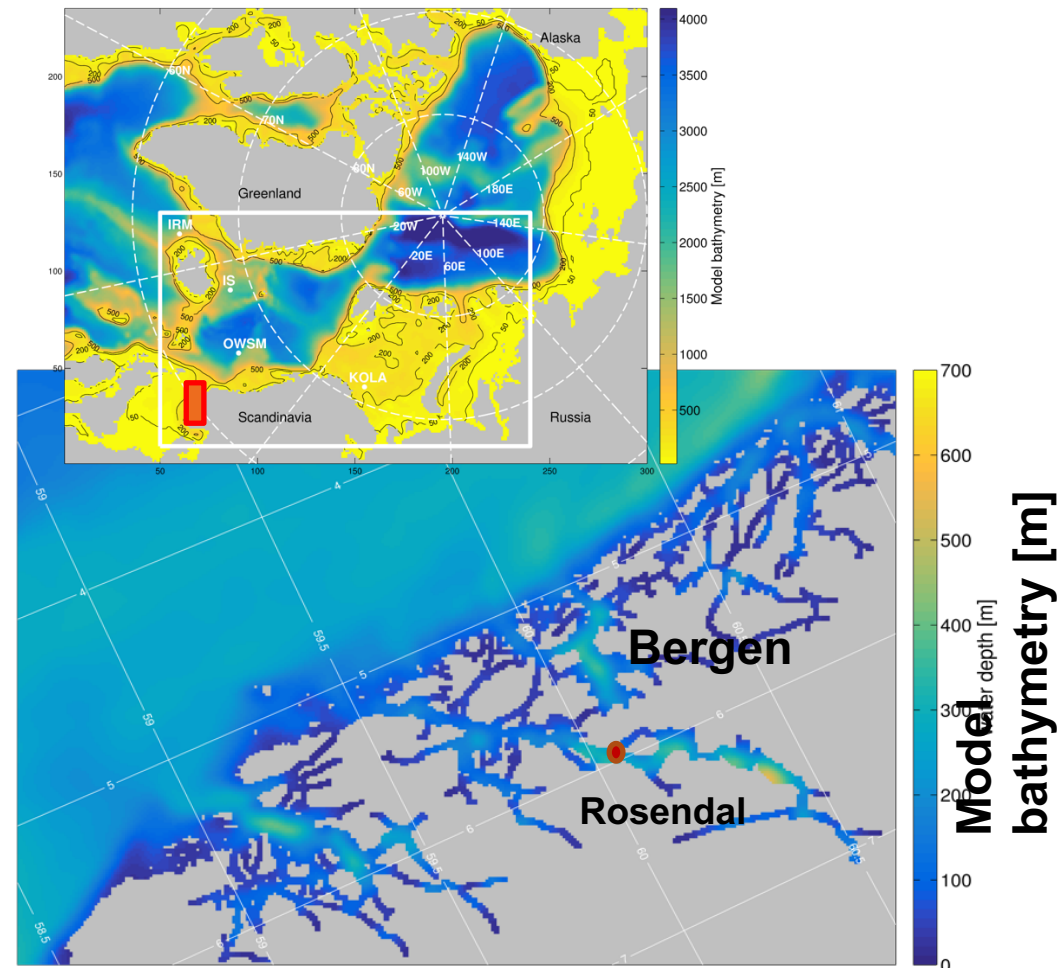
# Prosjekt med brukerinvolvering





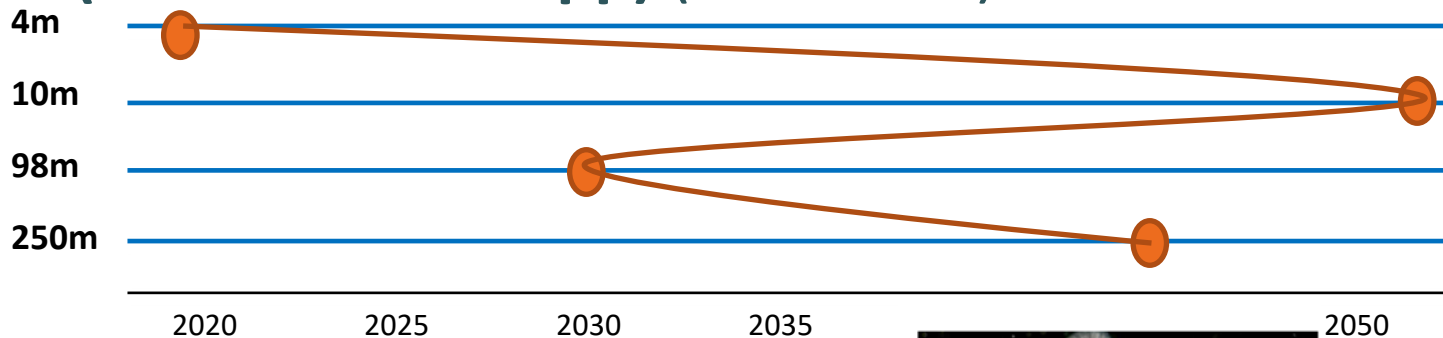
## Ny biogeo-kjemisk fjordmodell (ROHO800)

- New downscaling model covering the Rogaland-Hordaland area at 800 m resolution
- Combines ROMS physical model with ERSEM biogeo-chemical model (adapted for Nordic plankton species and extended to account for light spectral quality + cDOM interactions)

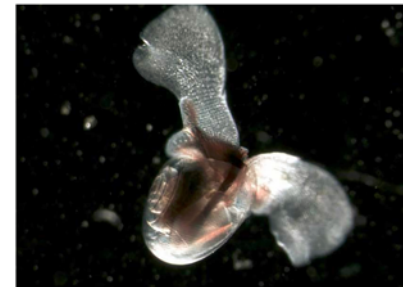
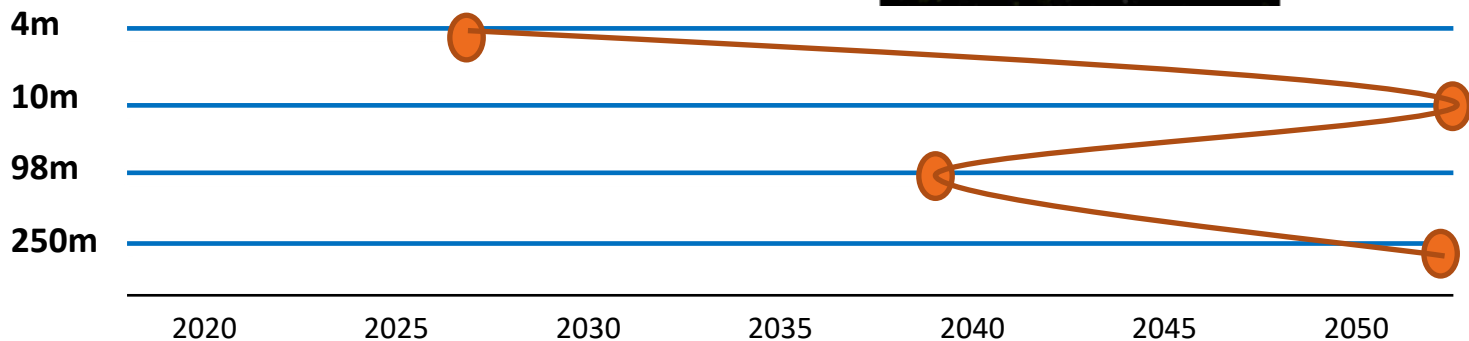


# Prosjeksjoner for Kvinnheradsfjorden – Aragonittmetning $\Omega_{ar}$

## $\Omega_{ar} < 1$ (kalkskall løses opp) (ROHO800)



## Ph < 7,8 (metabolisk stress)

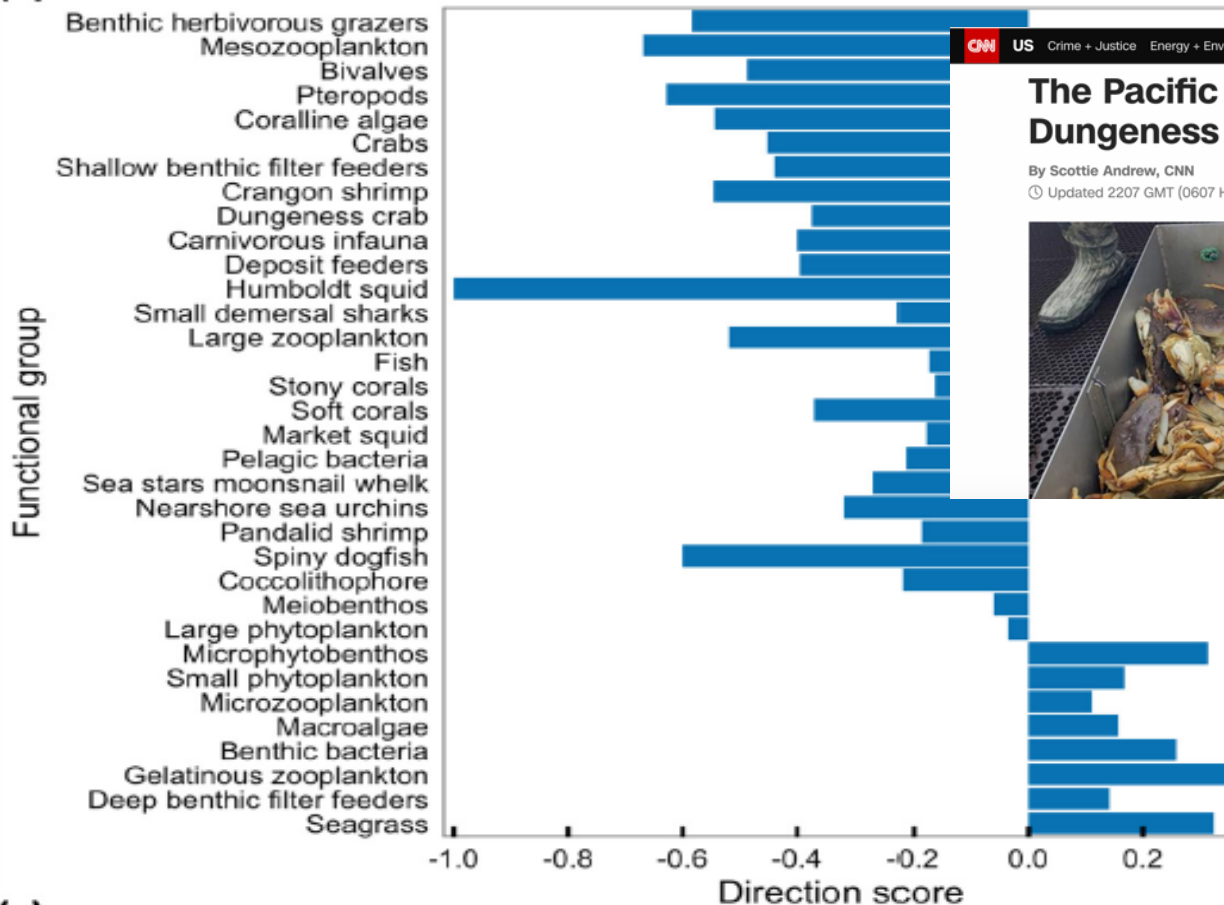




## Noen arter får bedre betingelser, andre svekkes.

(men endring i marine økosystem skyldes samvirkning med andre faktorer som oppvarming, lavere oksygeninnhold mm)

(a)



### The Pacific Ocean is so acidic that it's dissolving Dungeness crabs' shells

By Scottie Andrew, CNN

Updated 2207 GMT (0607 HKT) January 27, 2020



#### News & buzz

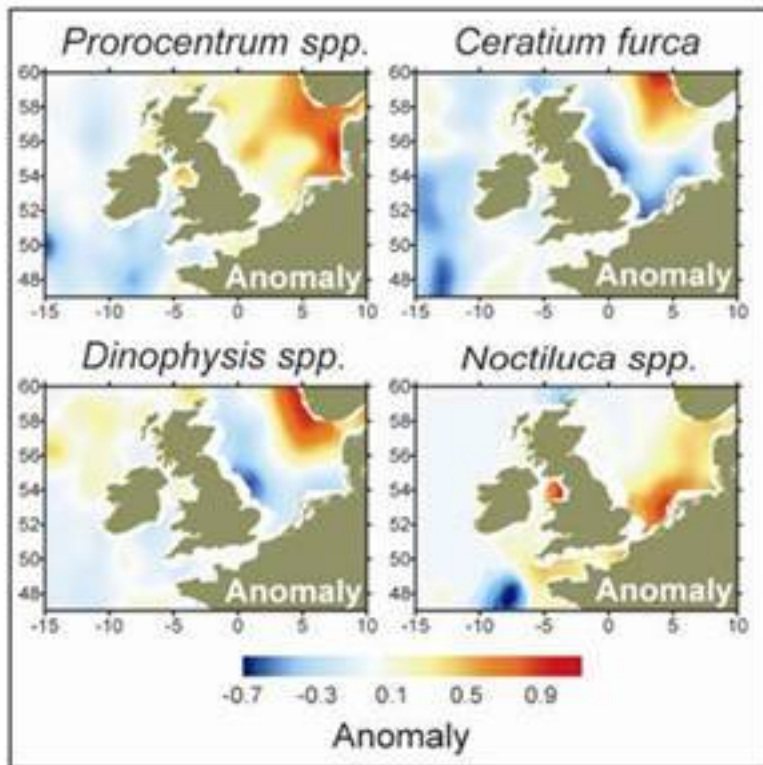
Patrick Mahomes predicted he Bowl in...

There's a pa History Mon Trump's...

(c)

# Endringer av miljøforhold åpner “vinduet” for opportunister: - Giftige alger, maneter...

Change in the long-term mean (1960-89) and post 1990s (1990-2002) distributions



Edwards, M., Johns, D.G., Leterme, S.C., Svendsen, E. and Richardson, A.J., 2006. Limnology and Oceanography, 51(2), 820-829.

## Mulige tiltak

- **Lokaltilpassede buffertiltak for å øke alkalinitet og øke pH**
  - ▶ F. eks kalking (i.e.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) med skjellsand laget av resirkulert sjømatavfall (gjøres i delstaten Washington)
- **Velge havbrukslokaliteter hvor det ikke er lokale forsuringskilder (ferskvann, næringstilførsel fra land)**
  - ▶ Unngå elvemunninger
  - ▶ Unngå nærhet til landbruk og industriutslipp av organisk materiale
  - ▶ Unngå steder med dårlig sirkulasjon
- **Få mer kunnskap om kystnær, lokal forsurening ved å legge inn havforsuringsparametre i overvåkingsprogram i regi av vannforvaltningen**
- **Ta hensyn til havforsuring i vannområdeforvaltningen (iht vanndirektivet).**

## Konsekvenser for havbruk

- **Havforsuring påvirker ikke laks i merder direkte**
- **Villaks kan påvirkes negativt gjennom næringskjeden**
- **Havforsuring virker sammen med andre klima- og miljøendringer kan bli en trussel på enkelte lokaliteter:**
  - ▶ Deoksyginering, algeopplomstring, hyppigere hetebølger, manetinvasjoner
- **Sukkertaredyrking kan motvirke forsuring lokalt**
  - ▶ Og tare vokser bedre i vann med mer CO<sub>2</sub>.

**Halvor Dannevig**

Halvor Dannevig, forskningsleder,  
Vestlandsforsking

Forskning viser at ...

### Surere hav gir giftigere alger

Algekatastrofen i nord er en advarsel: Klimaendringene gir surere hav, som kan gi giftigere alger. Men myndighetene kan gjøre noe med forsuringen, også lokalt.

🕒 1 min Publisert: 24.05.19 — 08.56 Oppdatert: 8 måneder siden

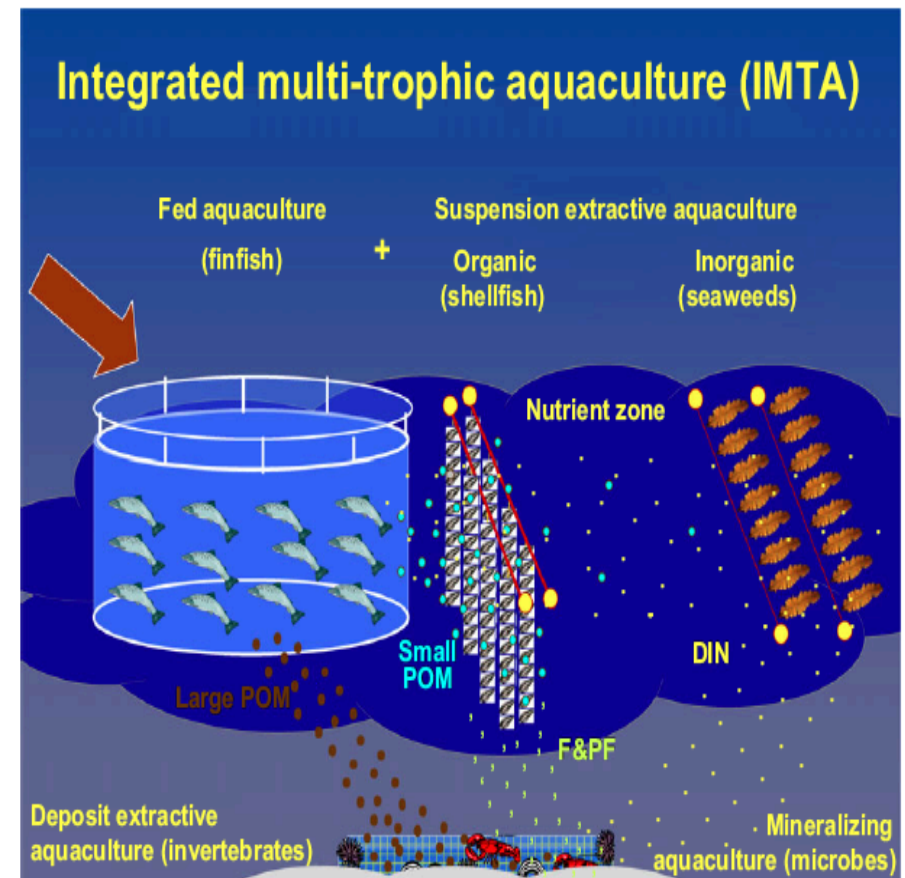




## Økosystem-tilnærming

### Integrert multi-trofisk havbruk

- Økt bufferkapasitet
- Økt motstandskraft i økosystemet
- Økt lønnsomhet



## Les mer:

### Forslag til politikk for forvaltning av havforsuring i norske kystfarvann

Halvor Dannevig, Thina Mohus, Kyrre Groven, Grete K. Hovelsrud,  
Aase Kristine Lundberg, Håkan Sandersen, Phillip Wallhead,  
Richard Bellerby og Are Johansen



Dannevig, H. K. Groven, A. K. A., Lundberg, G.  
Hovelsrud, R. Bellerby, P. Wallhead, M. Labriola.  
(Accepted) A framework for agenda-setting ocean  
acidification through boundary work. *Environmental  
Science and Policy*.



[www.havforsuring.no](http://www.havforsuring.no)  
[miljostatus.no](http://miljostatus.no)



Takk for meg!

Halvor Dannevig

[hda@vestforsk.no](mailto:hda@vestforsk.no)



Photo: Idun Husab



NORSK SENTER  
FOR BEREKRAFTIG  
KLIMATILPASSING

VESTLANDSFORSKING