



N I F E S

NASJONALT INSTITUTT  
FOR ERNÆRINGS- OG  
SJØMATTFORSKNING

## National Institute of Nutrition and Seafood Research (NIFES)

*Klimaendringar*

*– Funksjonelle genstudier for å utvikle laksediettar for framtida*

Sofie Remø



## YFF prosjekt: Lokale effekter av global oppvarming: Effekter av perioder med høgare vasstemperaturar for Atlantisk laks

**Dr. Ernst Morten Hevrøy (NIFES)**

**Dr. Pål Olsvik og Prof. Rune Waagbø**

**Stipendiatar: Sofie Remø og Vibeke Vikeså (Skretting)**

I samarbeid med:

Prof. Ivar Rønnestad, University of Bergen

Tom Hansen, Thomas Torgersen, Per Gunnar Fjelldal, Institute of Marine Research

Dong Han, Institute of Hydrobiology, the Chinese Academy of Sciences

Ass. Prof. Munetaka Shimizu, Hokkaido University

Prof. Ben Koop, University of Victoria

Dr. Christian Tipsmark, University of Arkansas

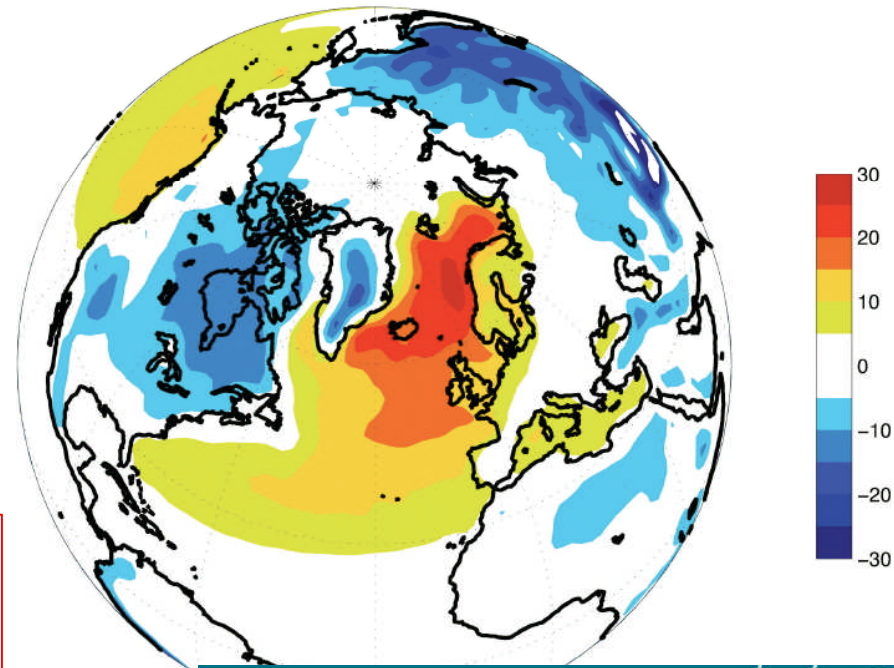


# Klimaendringar

Auka vass temperaturar i Noreg i sommarmånadane på Sør- og Vestlandet;  
- Registrert 3-5 veker med 18°C

Golfstraumen kan bli svakare, men sjø og luft temperatur er forventa å auke

**Korleis meistrar laksen perioder med høge vass temperaturar?**



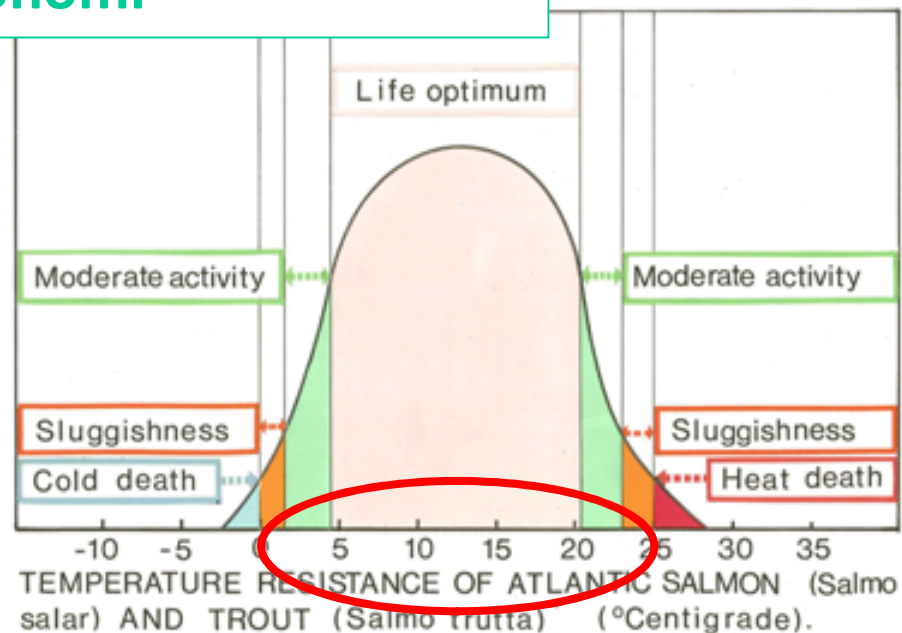
# Klimaendringar

For fisken resulterer høge vasstemperaturar i fleire fysiologiske konsekvensar:

- Redusert appetitt og vekst
- Auka dødelegheit
- Redusert immunforsvar
- Produksjonsrelaterte lidingar
- Lågare fôrutnytting

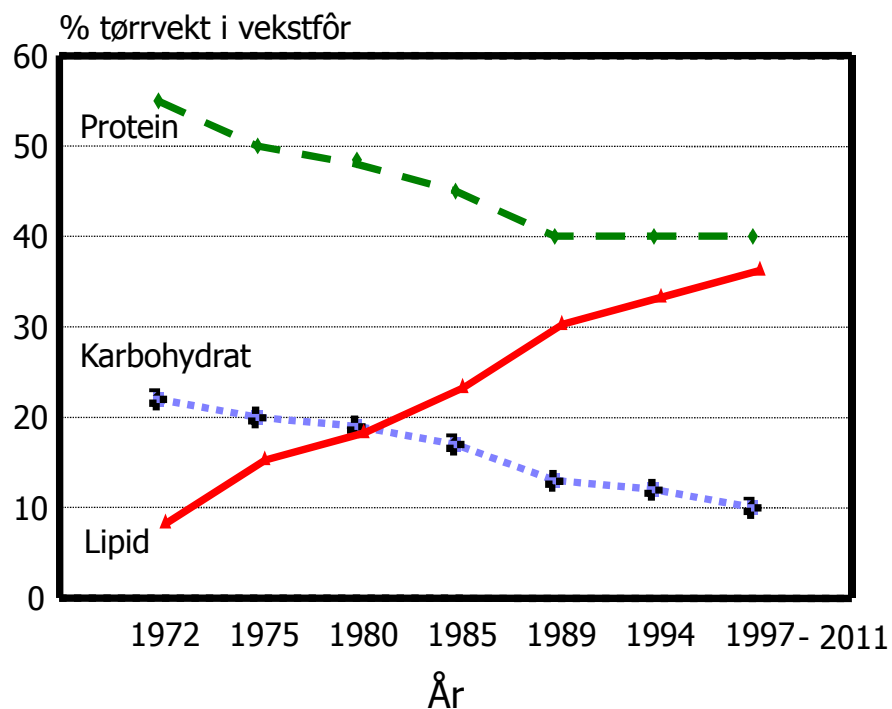
**Lokal miljøbelastning**

**Redusert produksjon;  
Redusert velferd;  
Økonomi**



## Fôrsamansetjing i dag

### Endringar dei siste tiår



### Problemstillingar rundt:

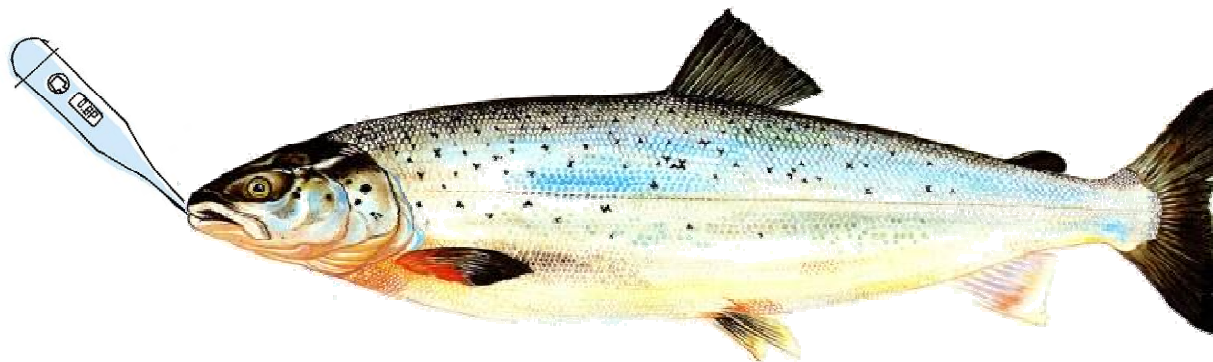
- Bærekraft og utbyting av tradisjonelle marine råvarer med t.d. planteråvarer og animalske biprodukt
- Sensitive perioder som smoltifisering, høgare og varierende vasstemperaturar
- Produksjonsrelaterte lidningar som t.d. katarakt, beindeforमित, tarmlidningar

## Mål og framgangsmåte

Målet er å danne eit vitenskapleg grunnlag for utvikling av fôr og produksjonsstrategiar som støttar ein sunn og bærekraftig produksjon av laks i periodar med høge vass temperaturar.



Undersøke dei underliggende biologiske prosessane som skjer i fisk utsett for høge temperaturar– den molekylære samanhengen mellom næringsstoff, fôrinntak og signalisering gjennom anabolske og katabolske hormon

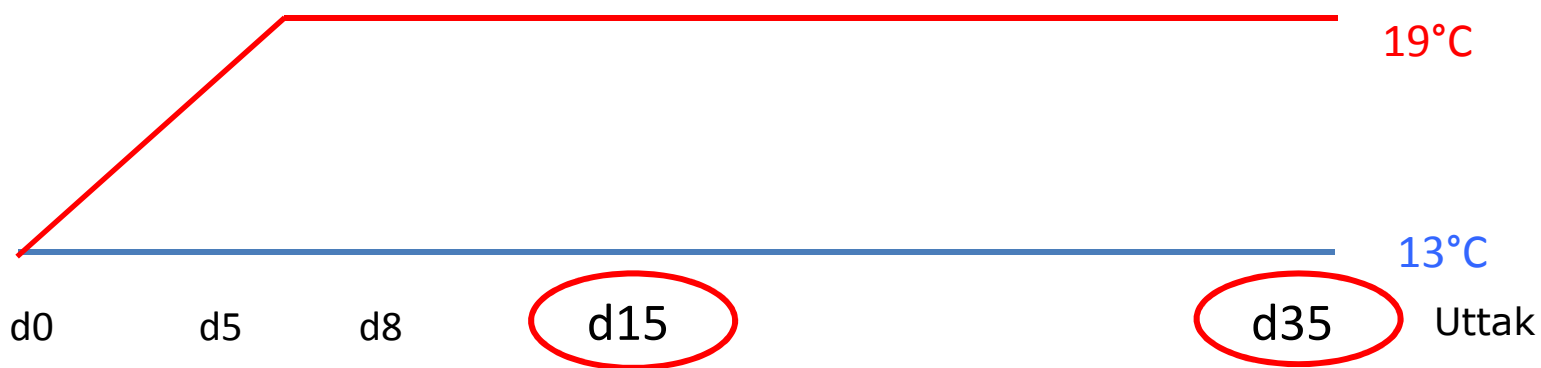


# Komparativt eksperiment

Undersøke meistring og toleranse ved høg temperatur

Laks  $101 \pm 2$  g og regnbogaure  $125 \pm 3$  g

Temperaturløse over 5 dagar - 30 dagar på  $19^\circ\text{C}$



**Tidleg respons**

**Sein respons**

**Leverprøver (n=12) nytta  
til mikromatrise studie**

# Mikromatrise som “oppdagingsplattform”

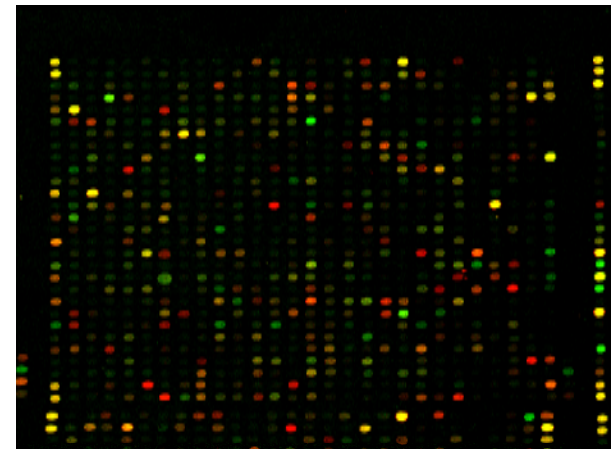
Kartlegging av gener og system som vert påverka av høg temperatur

Mikromatrise - (44k) cGRASP oligo array

Utført i samarbeid Professor Ben Koop og stipendiat Ben Sutherland ved  
Centre for Biomedical Research, University of Victoria, BC, Canada, våren 2011

Data-analyse er under arbeid

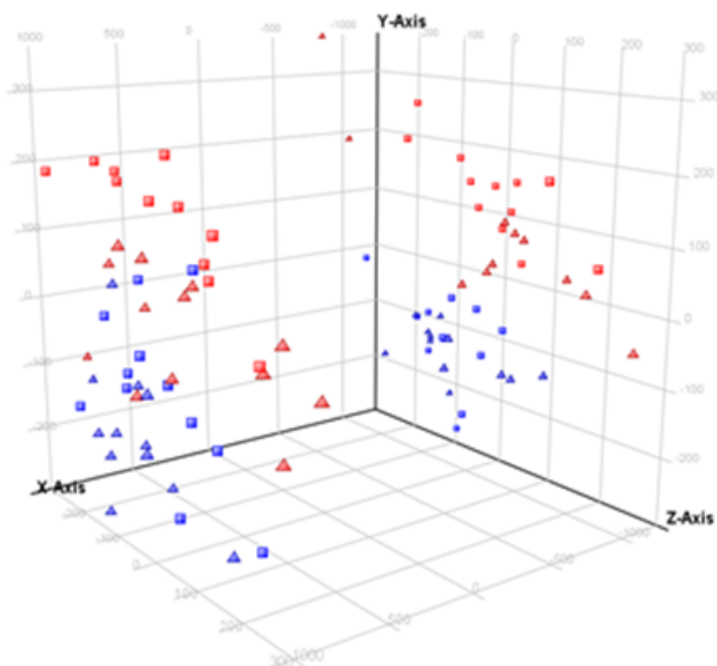
Resultat vil bli verifisert med RT-qPCR (NIFES)



# Mikromatrise

## Tidlege resultat:

Tydelege grupperingar i forhold til tid og temperatur



## Data analyser:

Fold change over 2, signifikant

### Laks 19°C vs laks 13°C:

Tidleg: 473 gen ulikt uttrykt

Seint: 246 gen ulikt uttrykt

### Aure 19°C vs aure 13°C:

Tidleg: 68 gen ulikt uttrykt

Seint: 264 gen ulikt uttrykt

# Mikromatrise

**Geneontology** – funksjonelle kategoriar  
Nytta til å identifisere gener av interesse

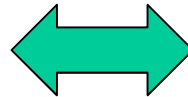
**Responсар:**

Immunsystem

Oksidativt stress responсар

Hormonregulering

Regulering av metabolisme



Informasjon blir kombinert med andre biologiske mål for å undersøke molekylære samanhengar mellom:

- Fôrinntak
- Vekst
- Endokrin regulering
- Utvikling av lidingar som auge- og beindeformitetar

Supplementere med proteomikk

# Metabolomics

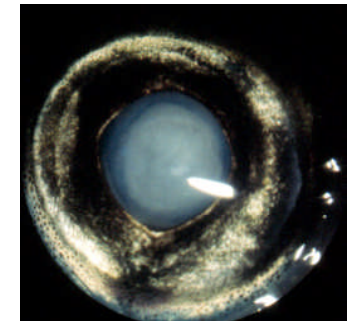


METABOLON

SERVICES BEYOND THE DATA...™

Laks hadde signifikant høgare insidens og alvorlegheitsgrad av katarakt enn aure

Mikromatrisestudier har identifisert tidlege og seine transkripsjonelle markørar hos laks (Trösse et al., 2009).



Utvider dette arbeidet gjennom samarbeid med Dr. Grace O'Maille frå Metabolon Inc., Durham, NC, USA;

**Analyse av metabolittar – meir fullstendig bilete av kva som skjer i linsa under kataraktutvikling og informasjon om kvifor laksen er meir sårbar**

# Next generation sequencing

**Subtraksjonshybridisering** (Clontech PCR Select™ kit)

Materiale frå tidlegare høg temp forsøk:

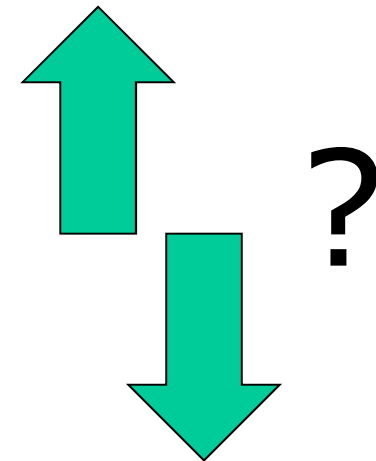
Voksen laks, 13°C og 19°C

**Det som er regulert:**

454 FLX sekvensering

Bioinformatikk ressursar (Bioportal, UiO; CBU, UiB)

**Identifisere aktuelle stress markørar**



Vi må kjenne laksen sitt behov for å få eit bærekraftig havbruk også på laksen sine premissar

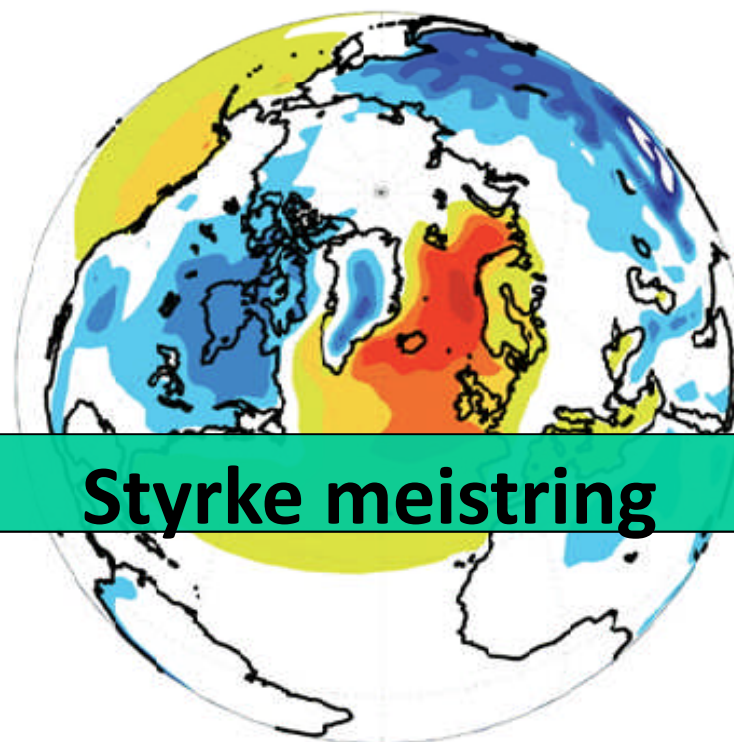


# Klimaendringar

Eit heilheitleg bilete danna av undersøkingar av gen, protein, metabolittar og kjemiske analyser  
– for å støtte utviklinga av laksediettar for framtida



Tilrettelagt fôr



**Styrke meistring**



Frisk og sunn laks