



## Endringer i havmiljøet – hva skjer med naturmangfoldet?

Frode B. Vikebø

frovik@imr.no

Institute of Marine Research

# Innhold

Tematisk inndeling;

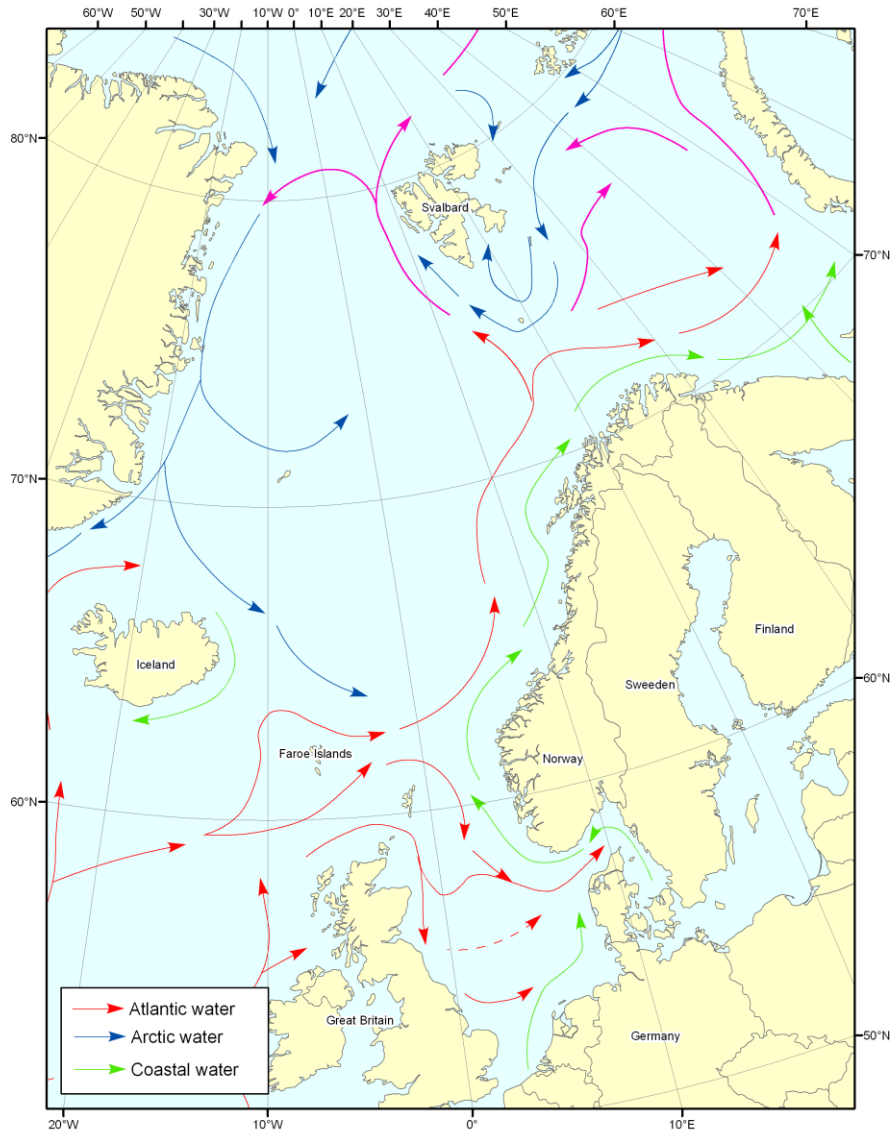
- Marint miljø, status, variabilitet, endring
- Måleplattformer og instrumenter
- Numeriske modeller for marint miljø og marine organismer

# Status, variabilitet og endring

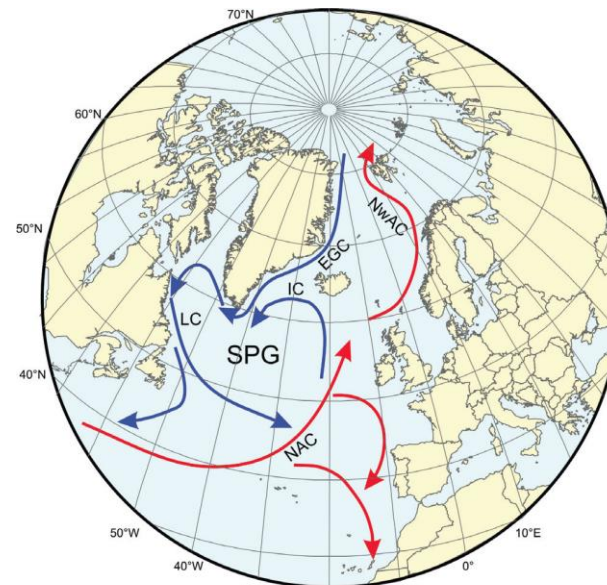




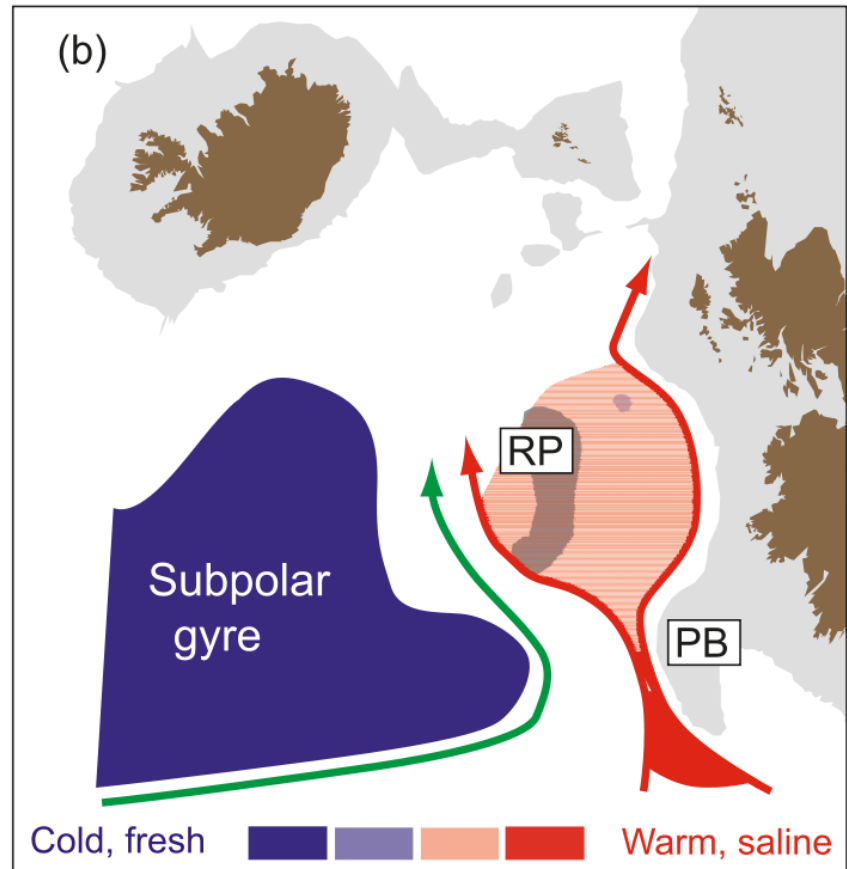
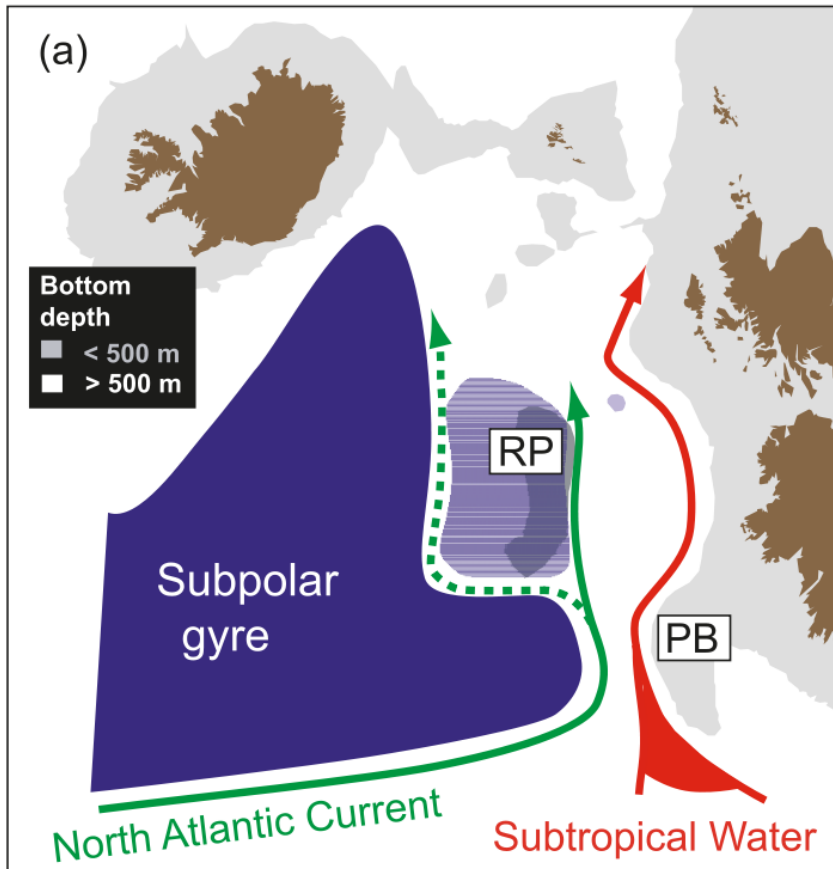
# Havsirkulasjon i Nord-Atlanteren



- Domineres av nordgående Atlantisk vann og sørgående Arktisk vann.
- Om lag 8 Sverdrup Atlantisk vann strømmer nord langs den Norske sokkelen.
- Avgir varme til atmosfæren og bidrar til at lufttemperaturen er om lag 10°C høyere enn breddegradsgjennomsnittet.



# Den subpolare gyren utvides og trekkes sammen...

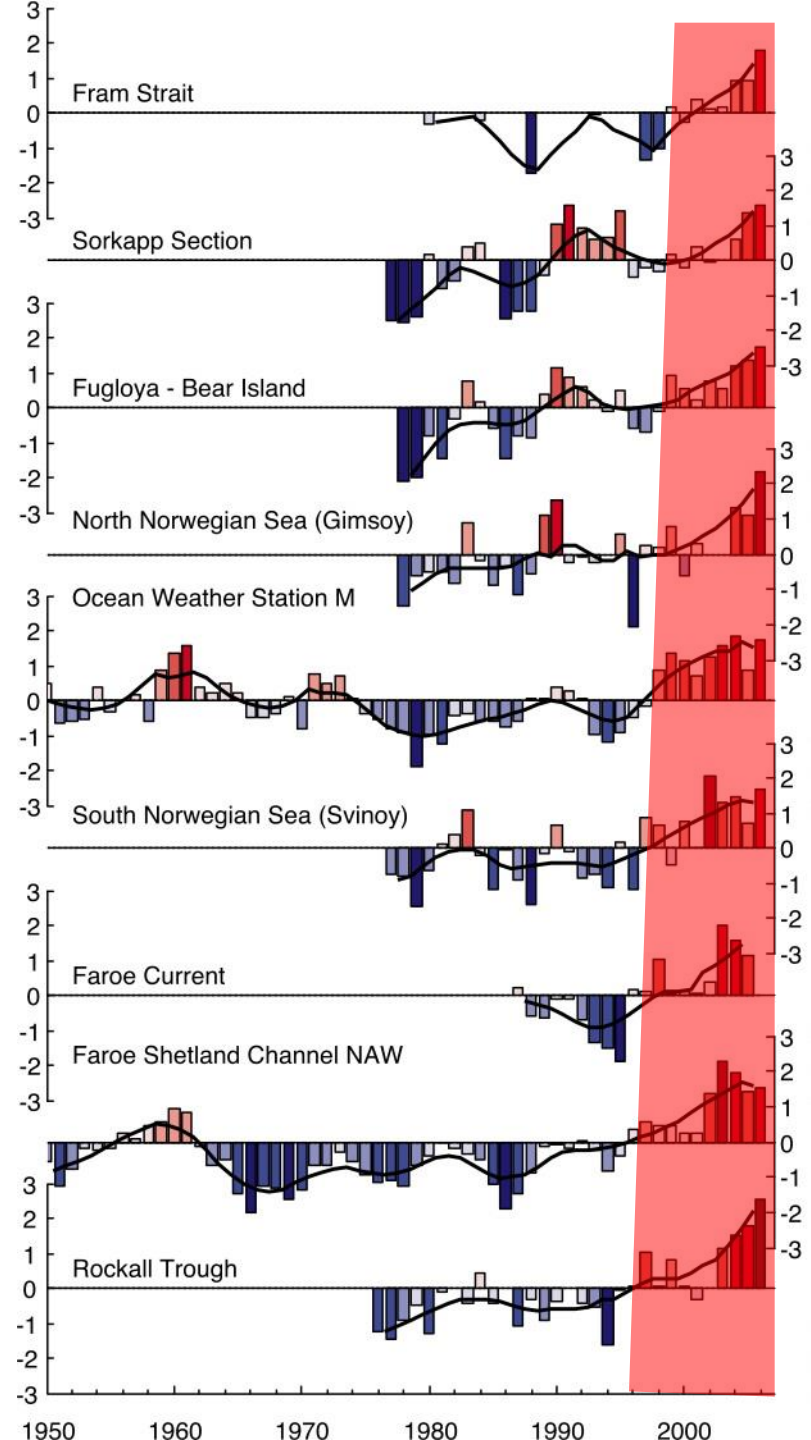


- Styrken av den subpolare gyren påvirker klima i våre havområder.
- Svakere gyre tillater mer Atlantisk vann inn i våre havområder.
- Temperatursignalet ser vi igjen helt til polhavet med en forsinkelse.

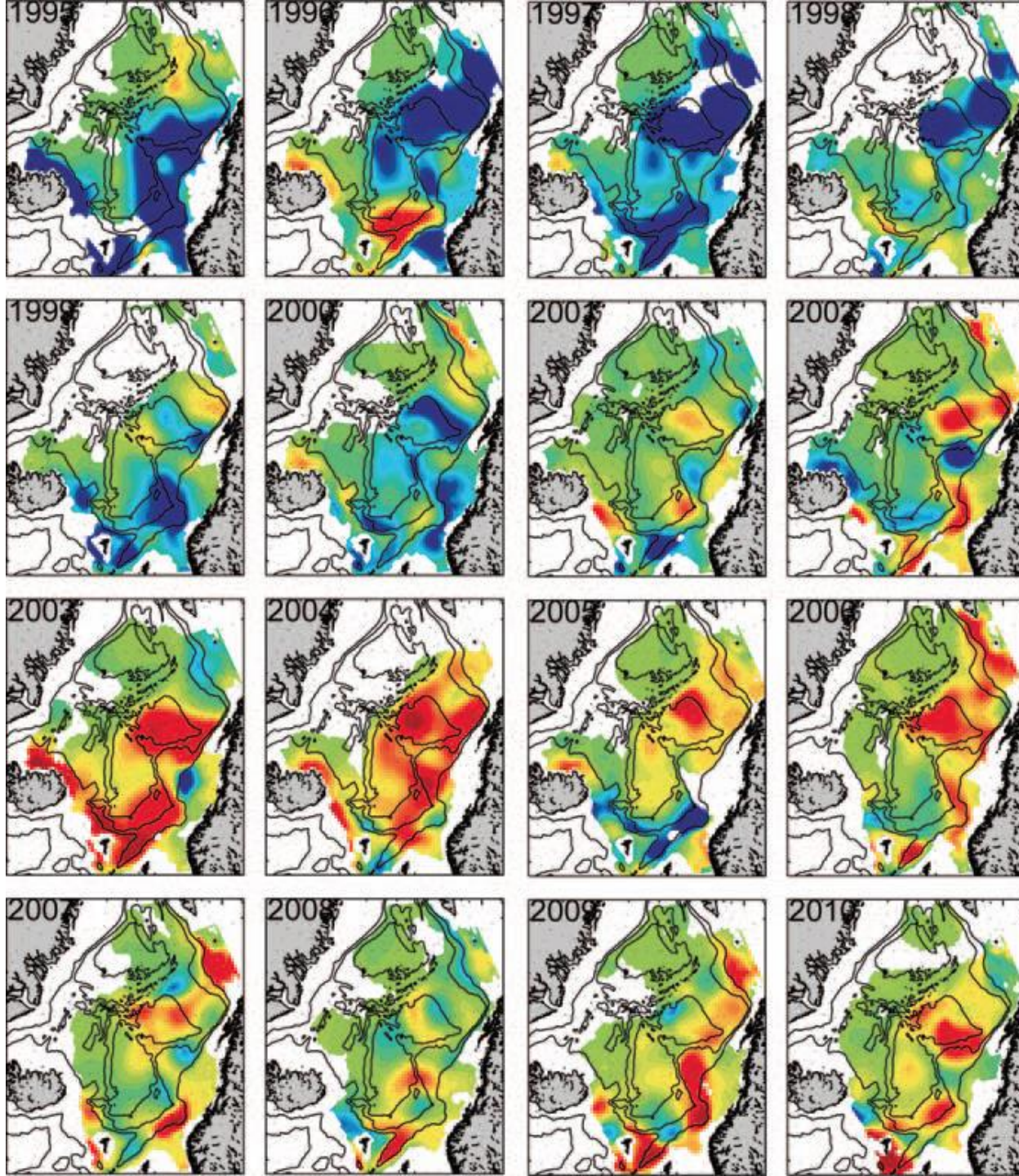
...og påvirker temperaturen i de Nordiske hav



Holliday et al. 2008







## Varmeinnholdet i de nordiske hav

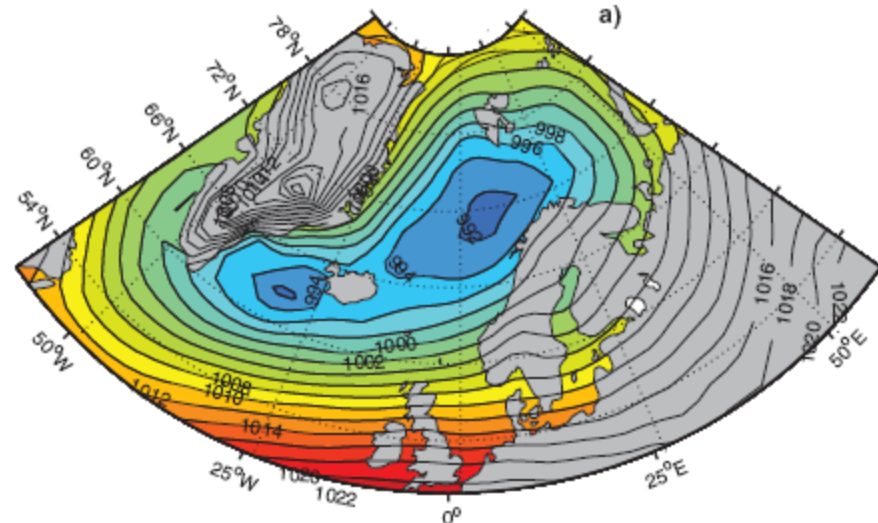
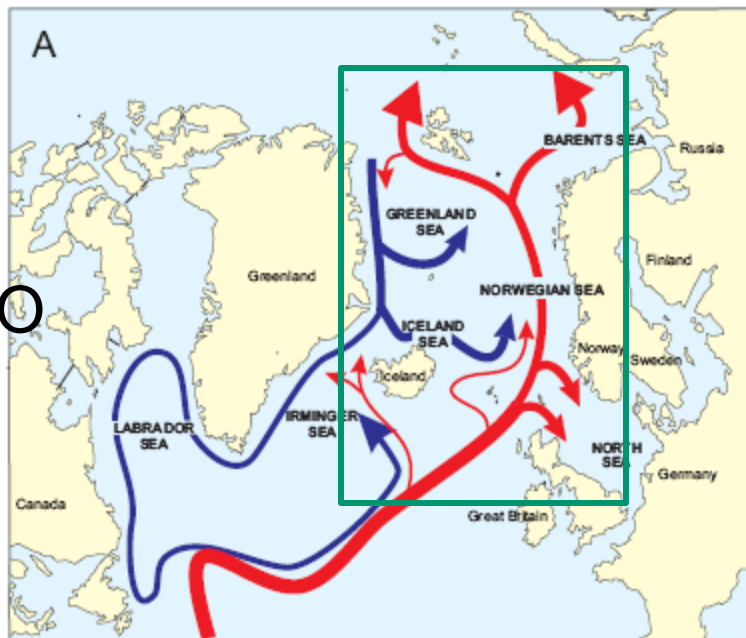
- Havet har mye høyere tetthet enn atmosfæren og dermed større varmekapasitet
- Havet har derfor mye langsommere svingninger enn atmosfæren.
- Dette gir grunnlag for å predikere hovedtrekkene i temperaturlandskapet hvorpå regional variabilitet opptrer.





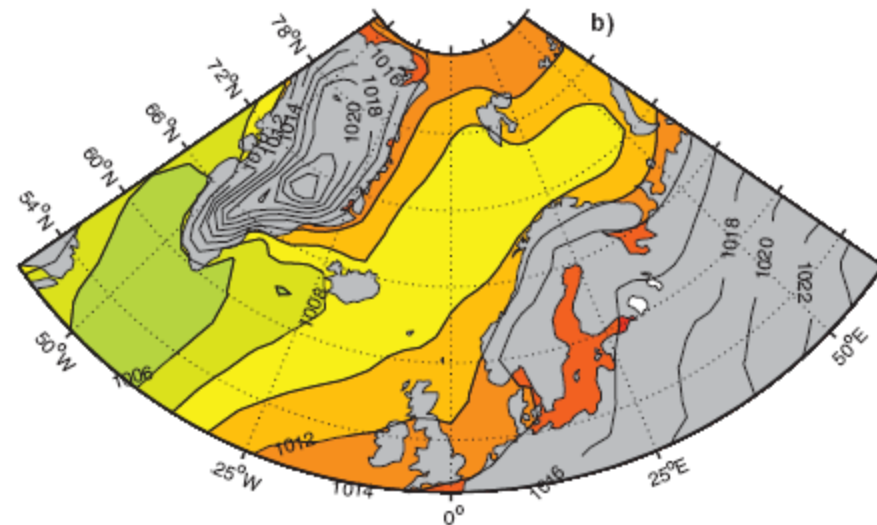
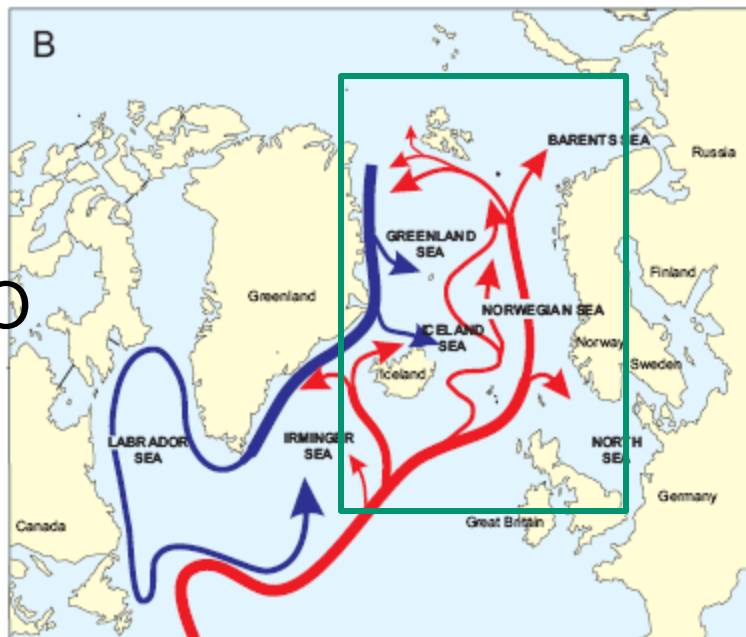
# Høy NAO

Slp diff.  
Island-Azorene



# Lav NAO

Slp diff.  
Island-Azorene

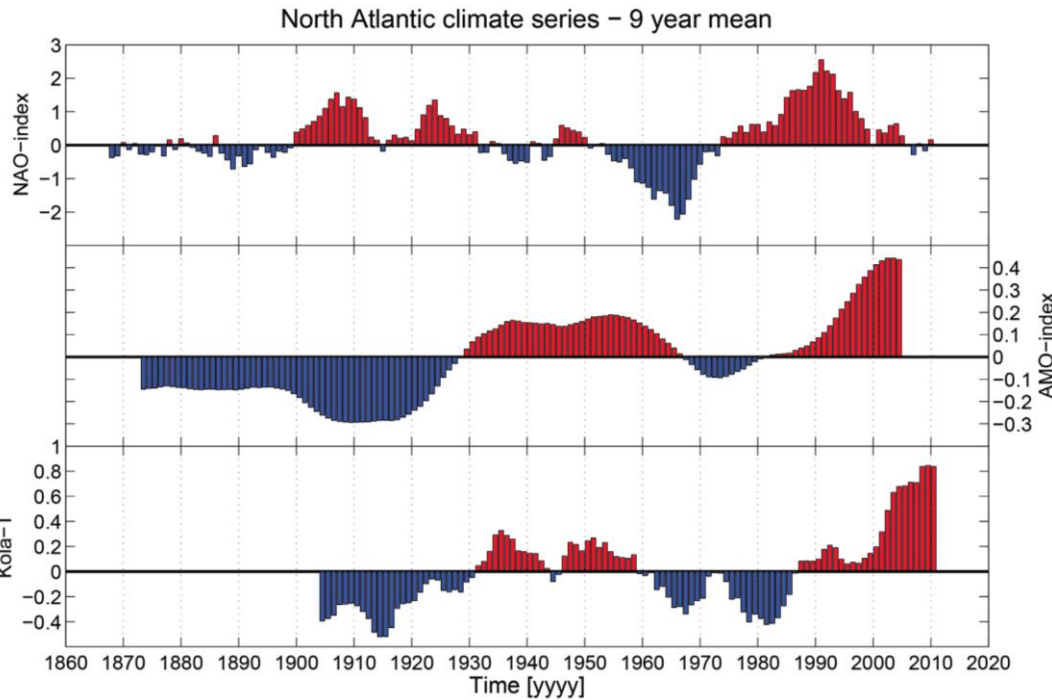


Fra *The Norwegian Sea Ecosystem*,  
2014, ed. Skjoldal.

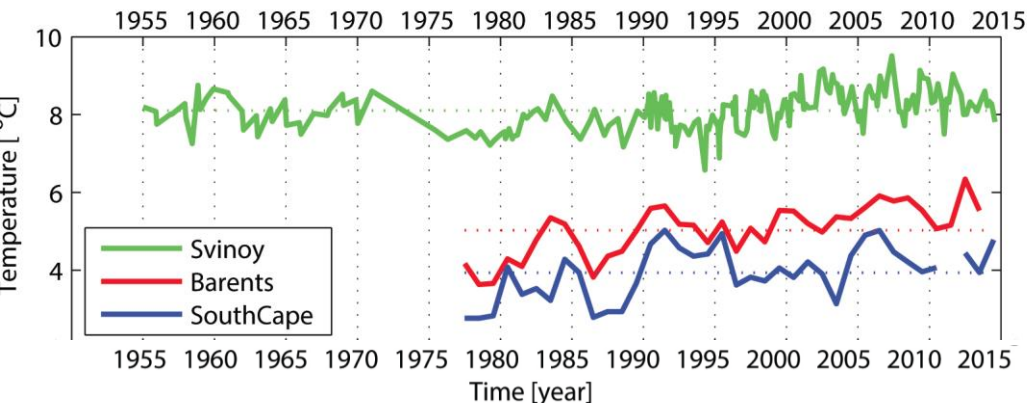




# Naturlig variabilitet



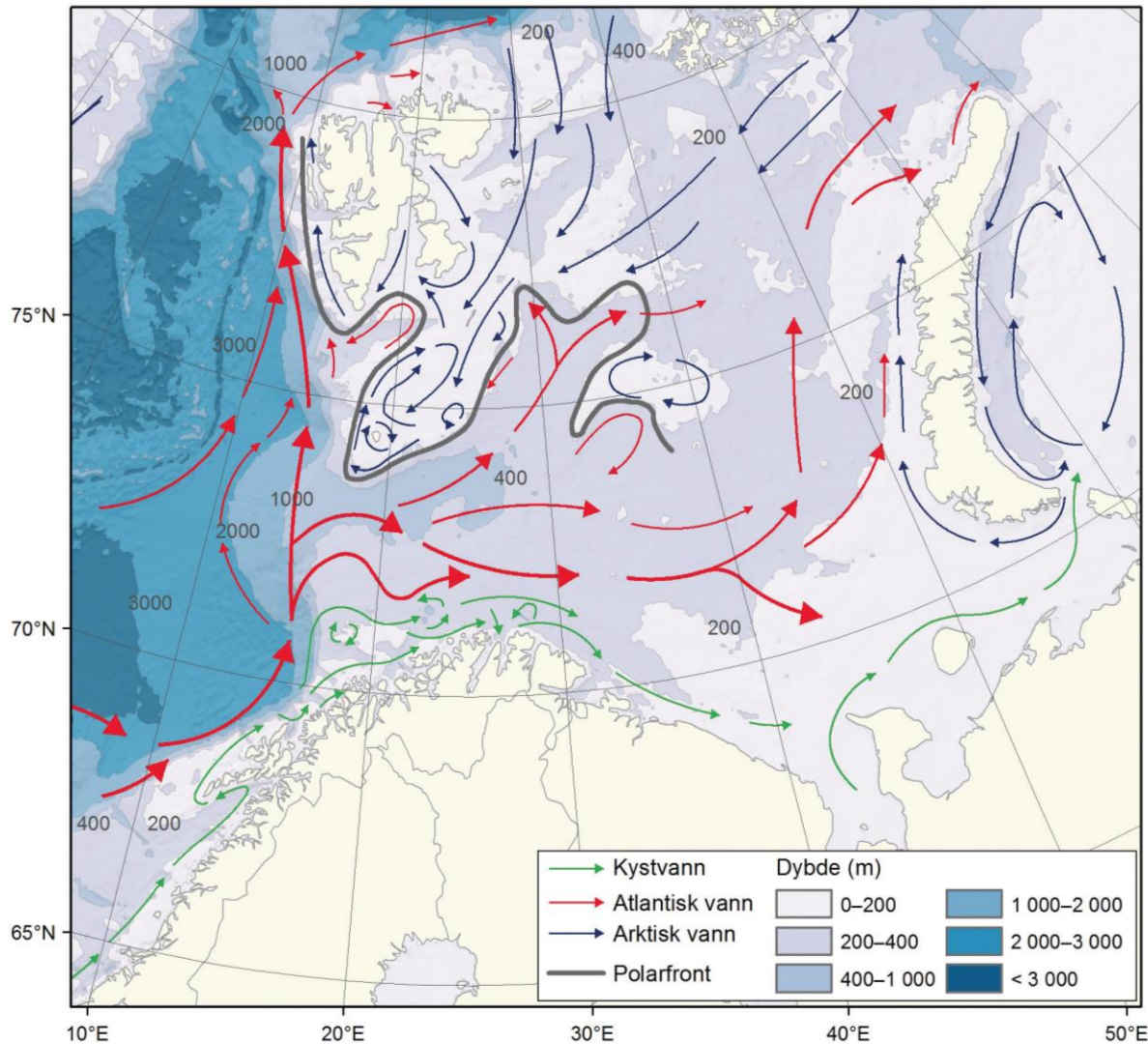
- NAO: gjenspeiler styrken på atmosfærisk transport av varme fuktige luftmasser mot Norge.
- AMO: overflatetemperatur i nordatlanteren.
- Kola-T: temperatur i Kola-snittet i Barentshavet mellom 0-200m dyp (Pinro, Murmansk).
- Tyder på at NAO endres i forkant av AMO og Kola-T.



- Temperaturmålinger i kjernen av Atlantisk vann gjennom ulike snitt fra Norskekysten ved om lag 62°N til Barentshavsåpningen i sørvest.
- Norskehavet når temperaturtoppen noen år før Barentshavet.



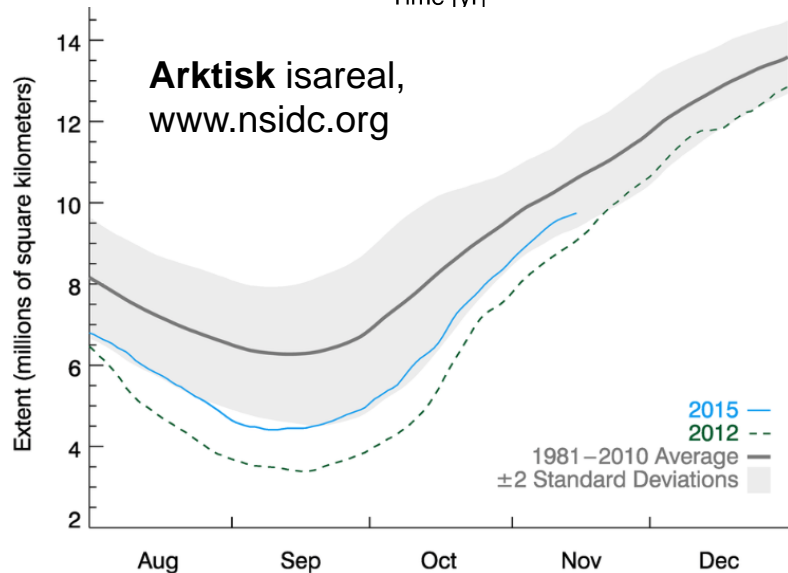
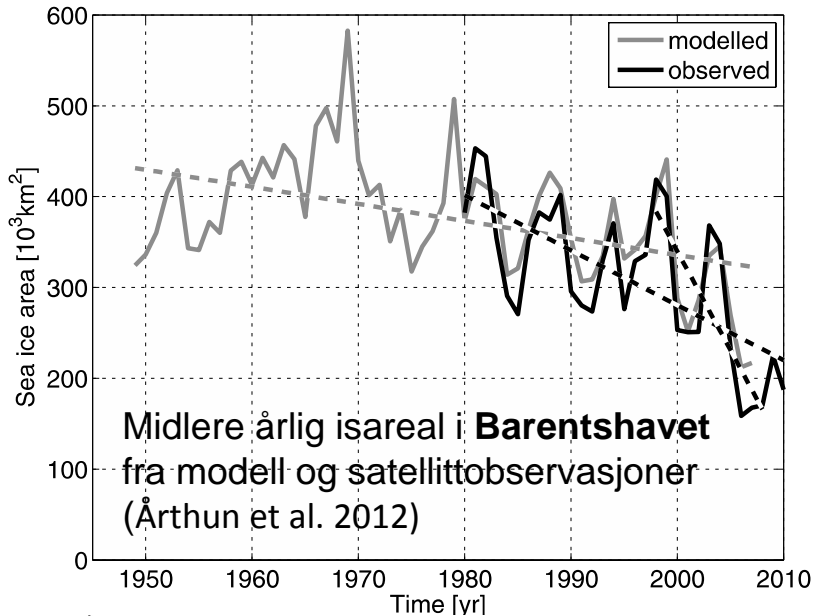
# Barentshavet



- Grunt sokkelhav
- Strømmer inn omlag 2 Sverdrup Atlantisk vann i sørvest, samt øst for Svalbard.
- Atlantisk vann går gjennom Barentshavet og bidrar jevntstort til Polhavet med grenen gjennom Framstredet.
- I tillegg strømmer det inn 1.8 Sverdrup kystvann langs Norskekysten.
- Atlantisk vann møter Arktisk vann langs Polarfronten, som er markant i vest og variabel i øst.



# Arktisk is

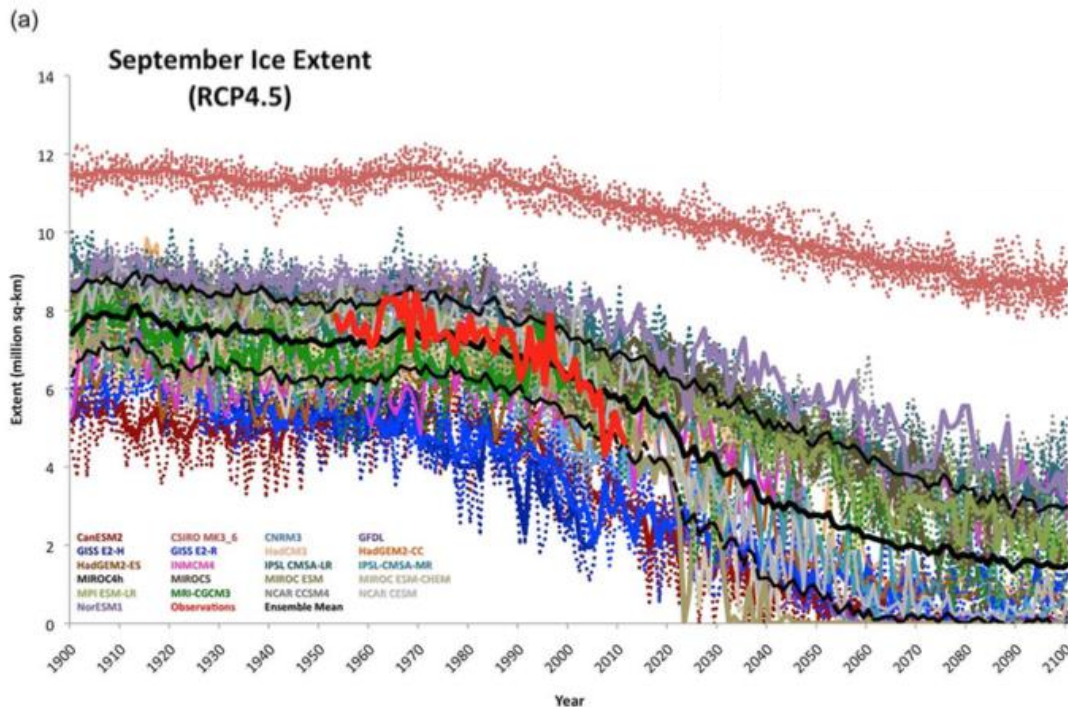


- Midlere årlig isutbredelse i Arktis redusert med 11.8% fra 1979-2012
- Større reduksjon i september og mindre i mars
- I Barentshavet har isutbredelsen avtatt mest om vinteren.
- I tillegg er det en betydelig reduksjon i istykkelse og andel flereårsis i Arktis
- Siste IPCC rapport viser videre reduksjon i Arktisk isdekke basert på globale klimamodeller, men spredningen blant modellene er store.





# Fremtidig Arktisk is i klimamodeller



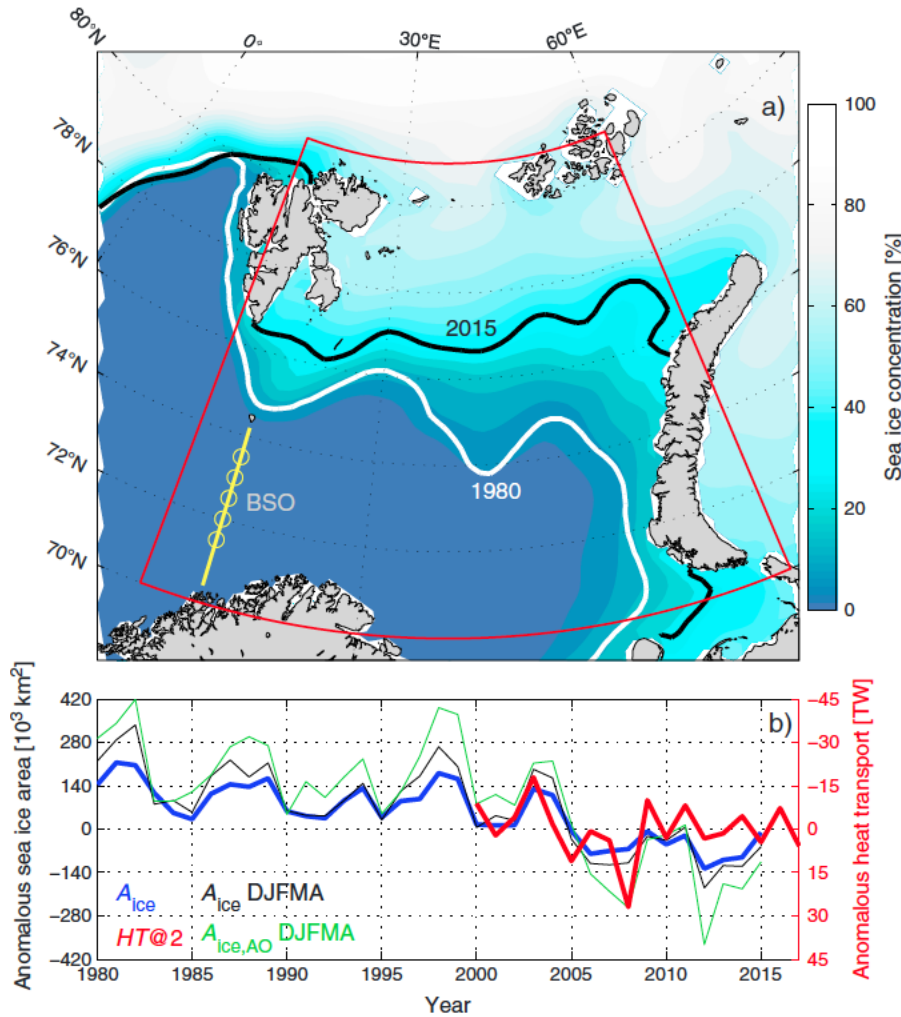
- Tydelig nedgang i alle klimasimuleringene
- Noen gir isfritt Arktis allerede i løpet av et 10-år, mens andre ikke gir isfritt Arktis i det hele tatt.
- Ensemble-middelet følger observert trend godt.

Time-series of modeled (colored lines) and observed (solid red line) September sea ice extent from 1900 to 2100. All 56 individual ensemble members from 20 CMIP5 models are included as dotted colored lines, with their individual model ensemble means in solid color lines. The multi-model ensemble mean is based on 38 ensemble members from 17 CMIP5 models (shown in black), with  $\pm 1$  standard deviation shown as dotted black lines.

Stroeve et al. 2012



# Kan vi varsle ismengde i Barentshavet?

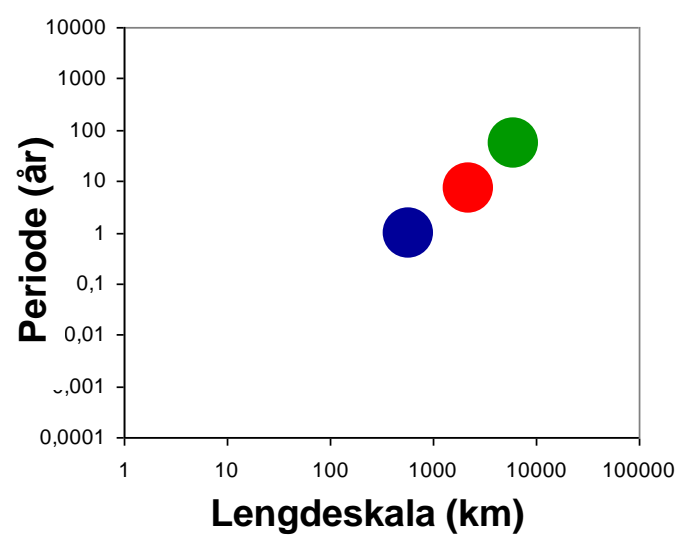


Onarheim et al. 2015

- Årlig (juli-juni) avvik i isareal for Arktis (grønn kurve) og Barentshavet (blå kurve) basert på satellitt.
- Observert varmetransport med Atlantisk vann inn i Barentshavet forklarer om lag 50% av variasjonen i isutbredelse 2 år i forkant.
- Samtidig vindmønster er mye av årsaken til at samvariasjonen ikke er bedre.
- Onarheim et al. (2015) varsler at isutbredelsen i Barentshavet vinteren 2016 vil bli litt mindre enn for 2015.



# Naturlig variabilitet i Nordatlanteren

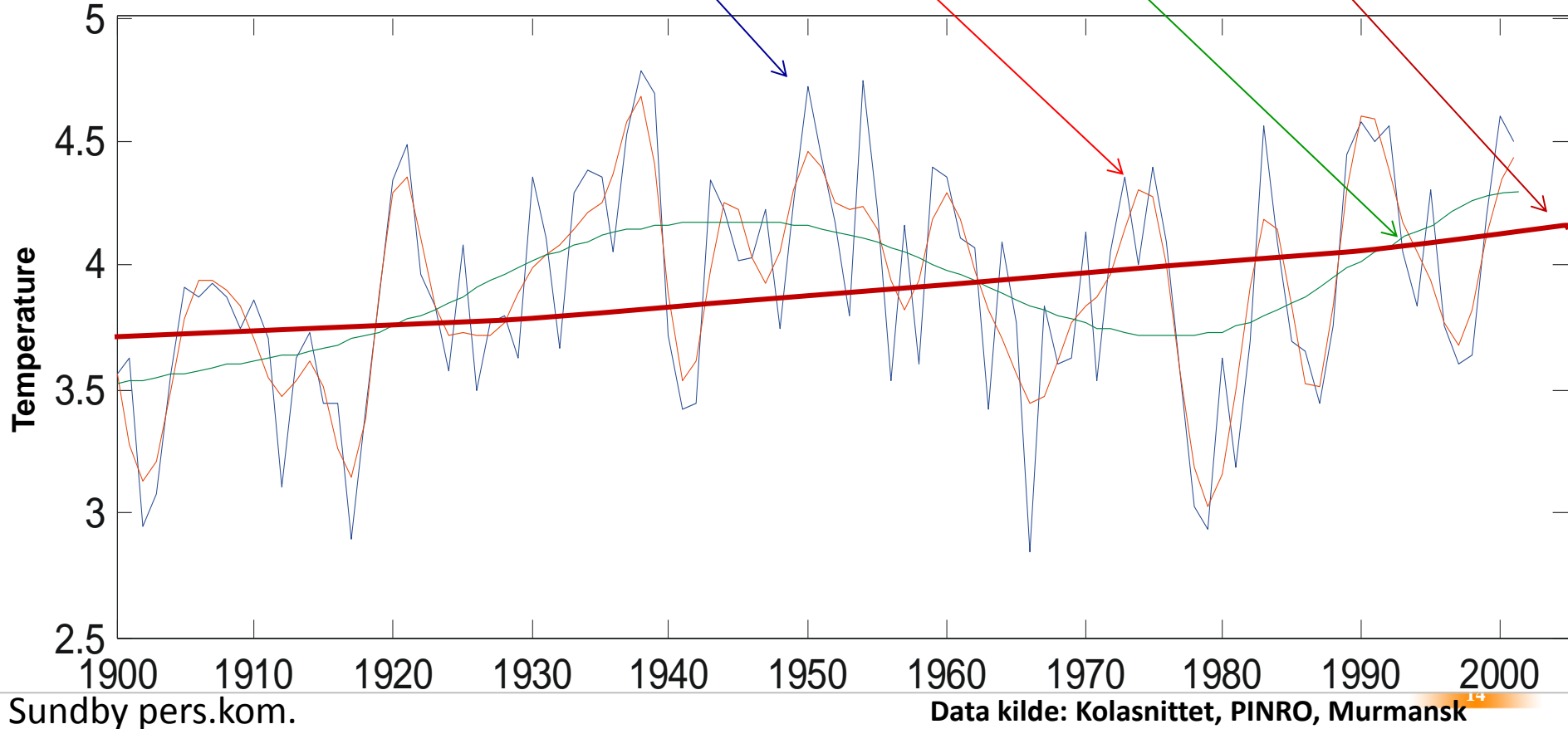


Mellomårlig

Dekadisk

Multidekadisk

Global klimaendring





# Observasjoner



# Forskningsfartøy

## TOKTOVERSIKT 2010

FARTØY	TOKTDØGN
G.O. Sars	272
Johan Hjort	255
G.M. Dannevig	192
Håkon Mosby	234
Dr. Fridtjof Nansen	304
Hans Brattström	214
Fangst	180
Jan Mayen	72
Leiefartøy	368
<b>SUM</b>	<b>2 091</b>



**G.O. SARS**  
BYGGEÅR: 2003  
4067 BRT.  
77,5 M



**JOHAN HJORT**  
BYGGEÅR: 1990  
1828 BRT.  
64,4 M



**G.M. DANNEVIG**  
BYGGEÅR: 1979  
171 BRT.  
27,9 M



**HÅKON MOSBY**  
BYGGEÅR: 1980  
701 BRT.  
47,2 M

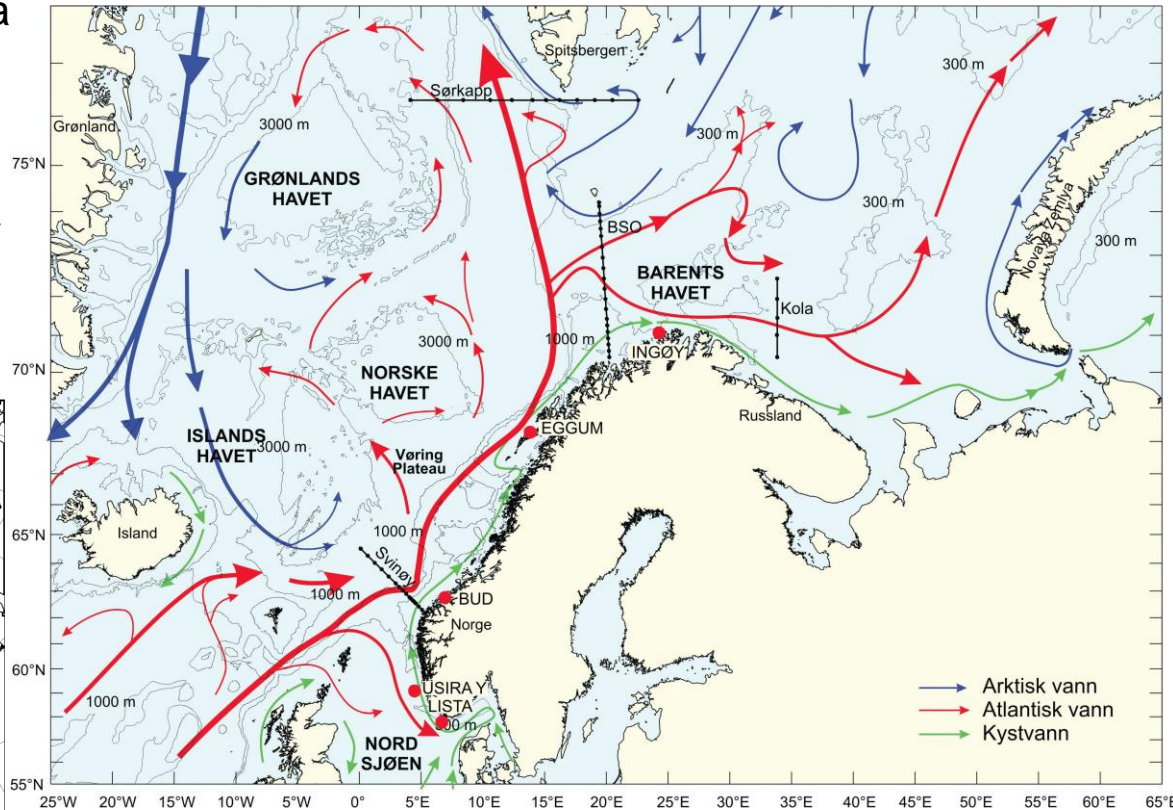
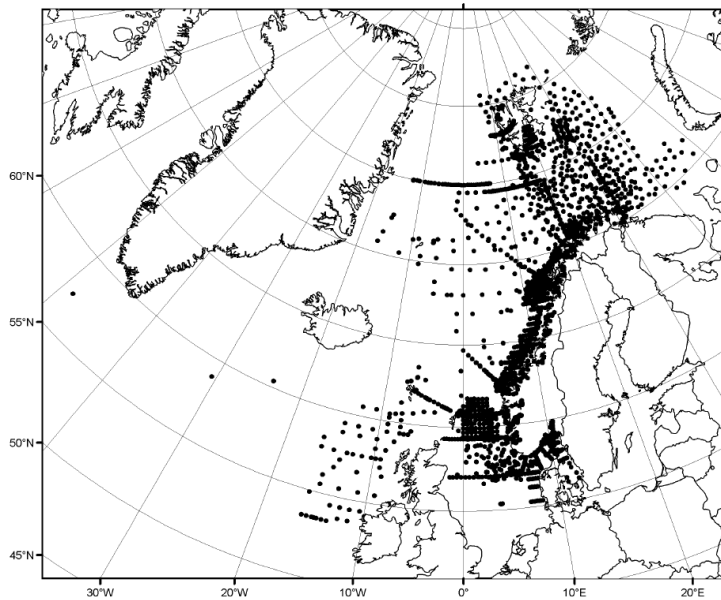


**DR. FRIDTJOF NANSEN**  
BYGGEÅR: 1993  
1444 BRT.  
56,8 M  
EIER: NORAD



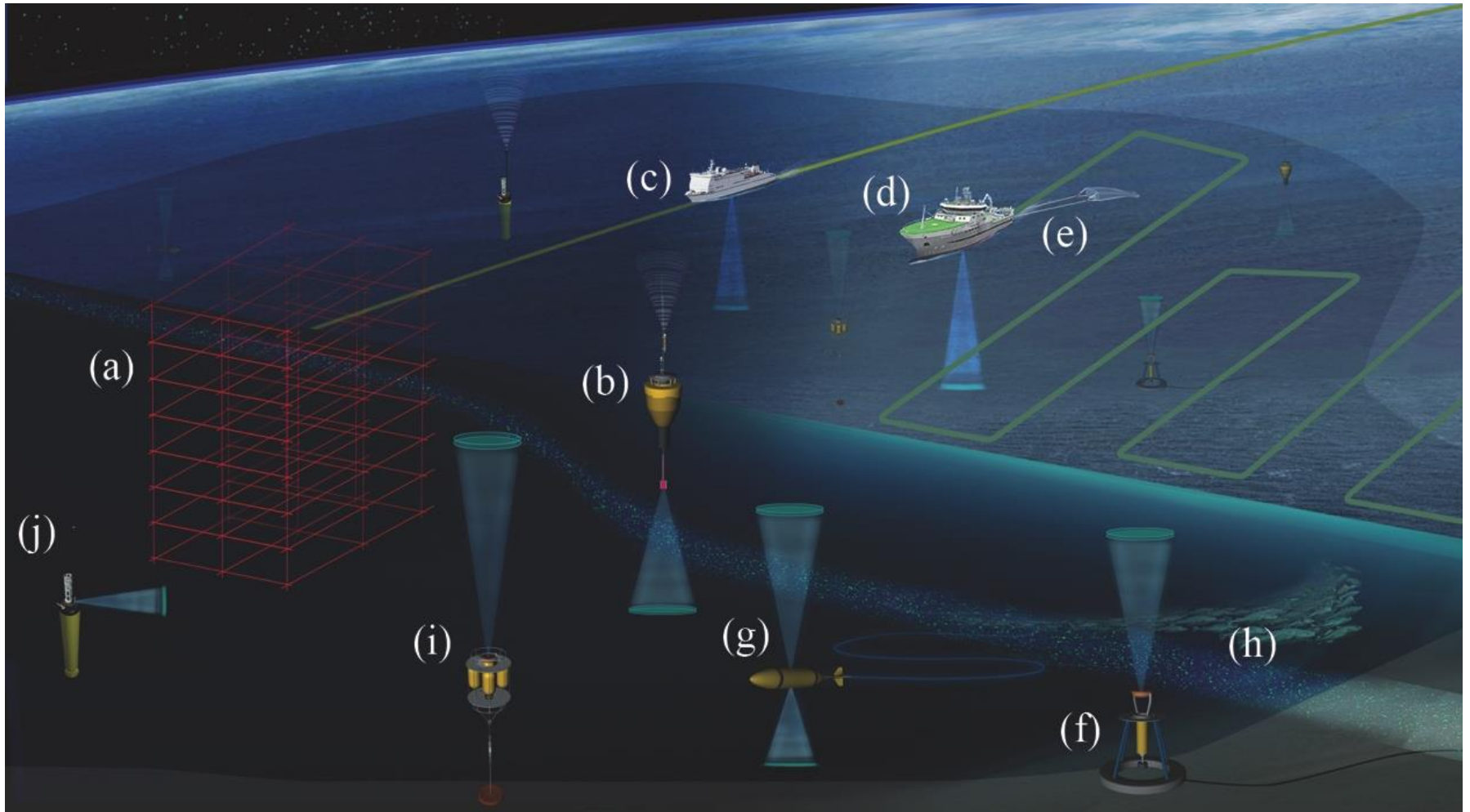
# Observasjoner

- Regelmessige observasjoner fra faste snitt og stasjoner
- I tillegg kommer regelmessig dekning i variable posisjoner i forbindelse med overvåkning av marine arter.





# Observasjonsplattformer



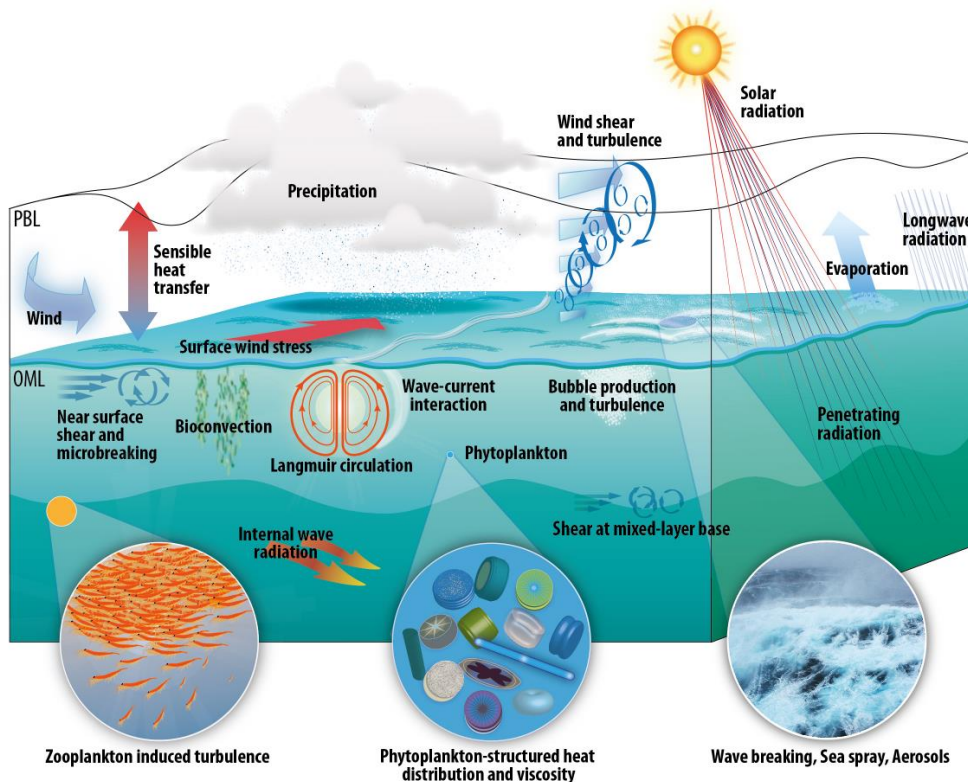
a) Observasjonsgitter, b) Drivbøye, c) Ships-of-opportunity, d) Forskningsfartøy, e) Trål, f) Kablet havobservatorie, g) AUV eller glider, i) Strømrigg, j) Profilerende drivbøye, h) Biota som undersøkes.

# Biofysisk modellering



# Nødvendige modeller

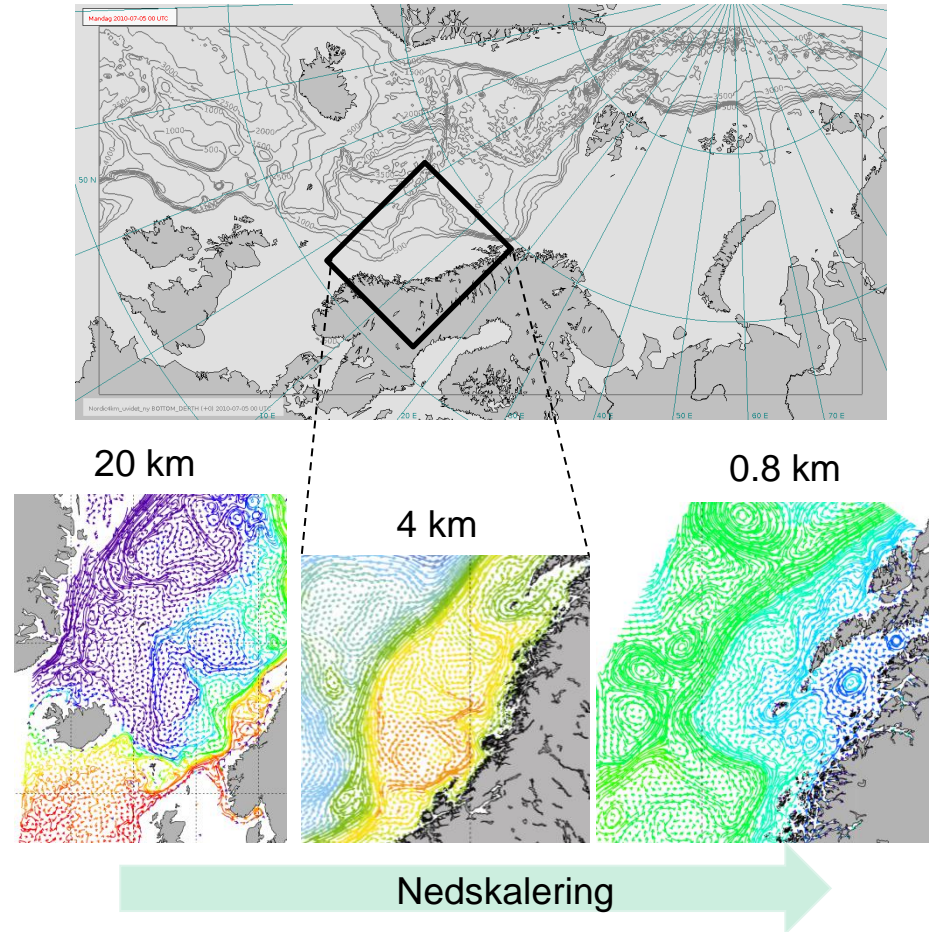
- Regional havmodell som løser opp fysiske prosesser på relevante romlige og temporære skalaer



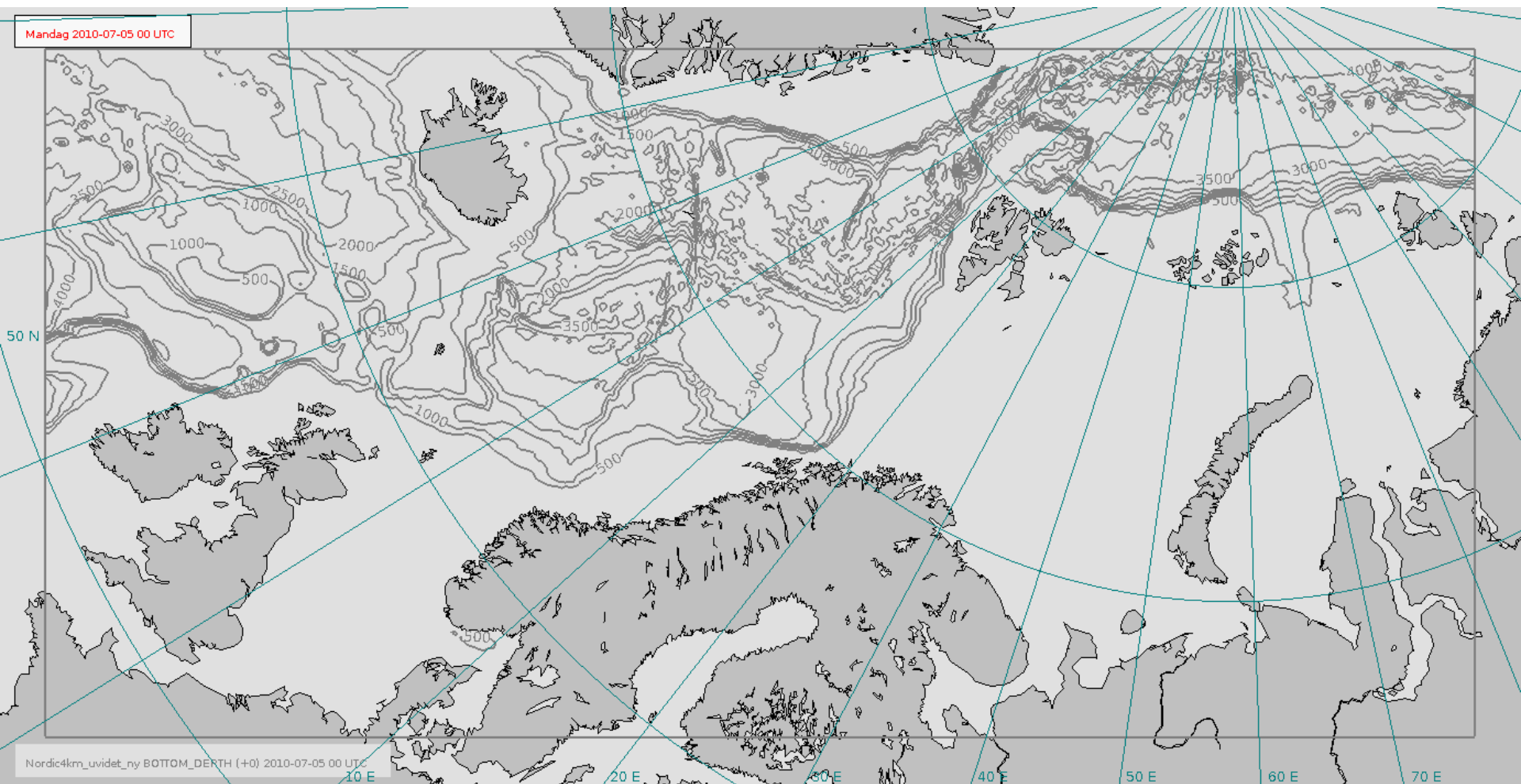


# Havklima – observert og modellert

- Etablering av modellarkiv muliggjør undersøkelser av klimavariabilitet og konsekvenser for marine ressurser
- Kan oppskalere effekter på marine arter avdekket i lab/kar til populasjonsnivå ved kobling til biofysiske modeller



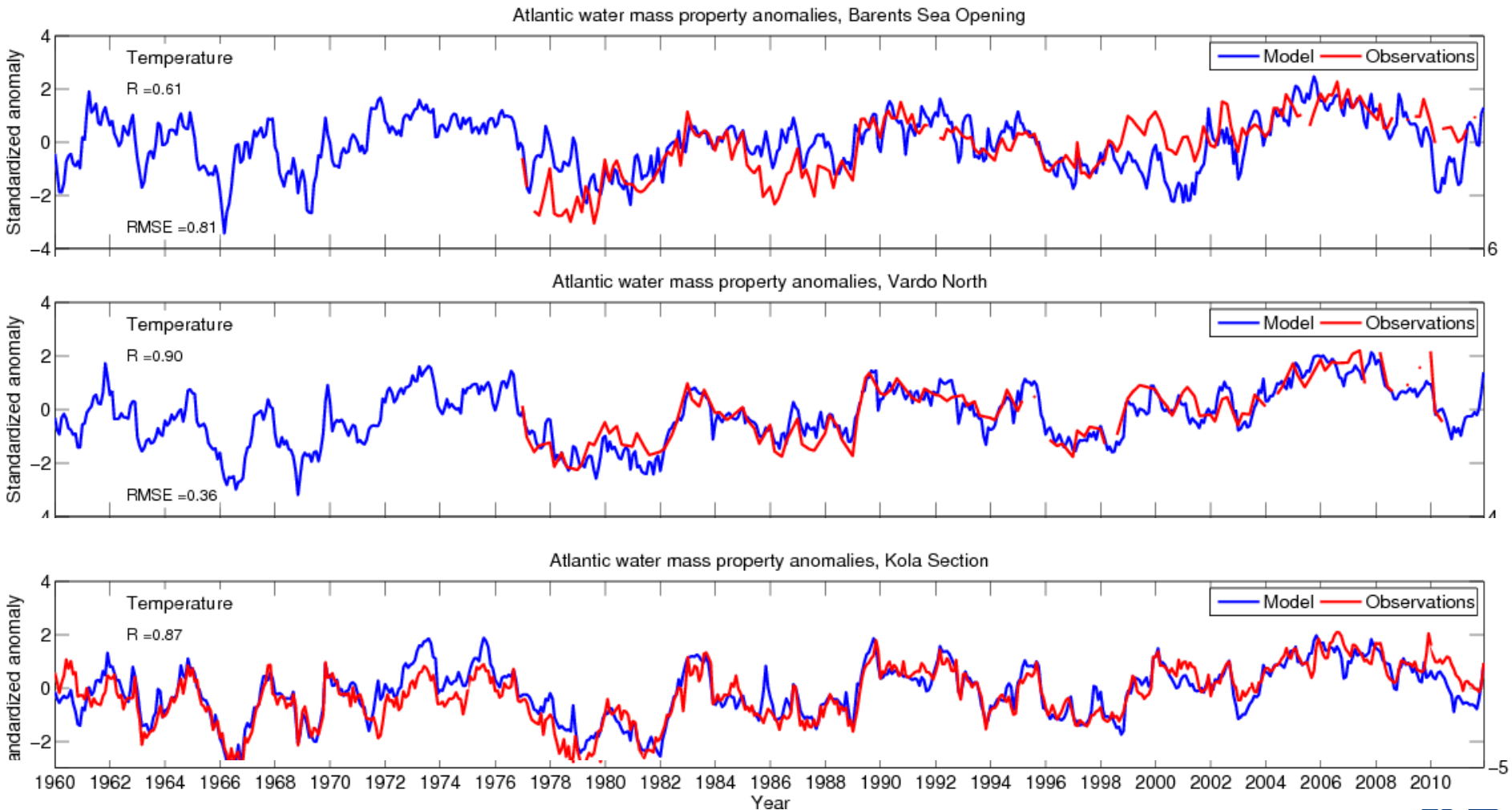
# ROMS modellarkiv for perioden 1958 – i dag



**4x4 km oppløsning, døgnmidler, 32 lag,  
kontinuerlig oppdatering hvert kvartal.**



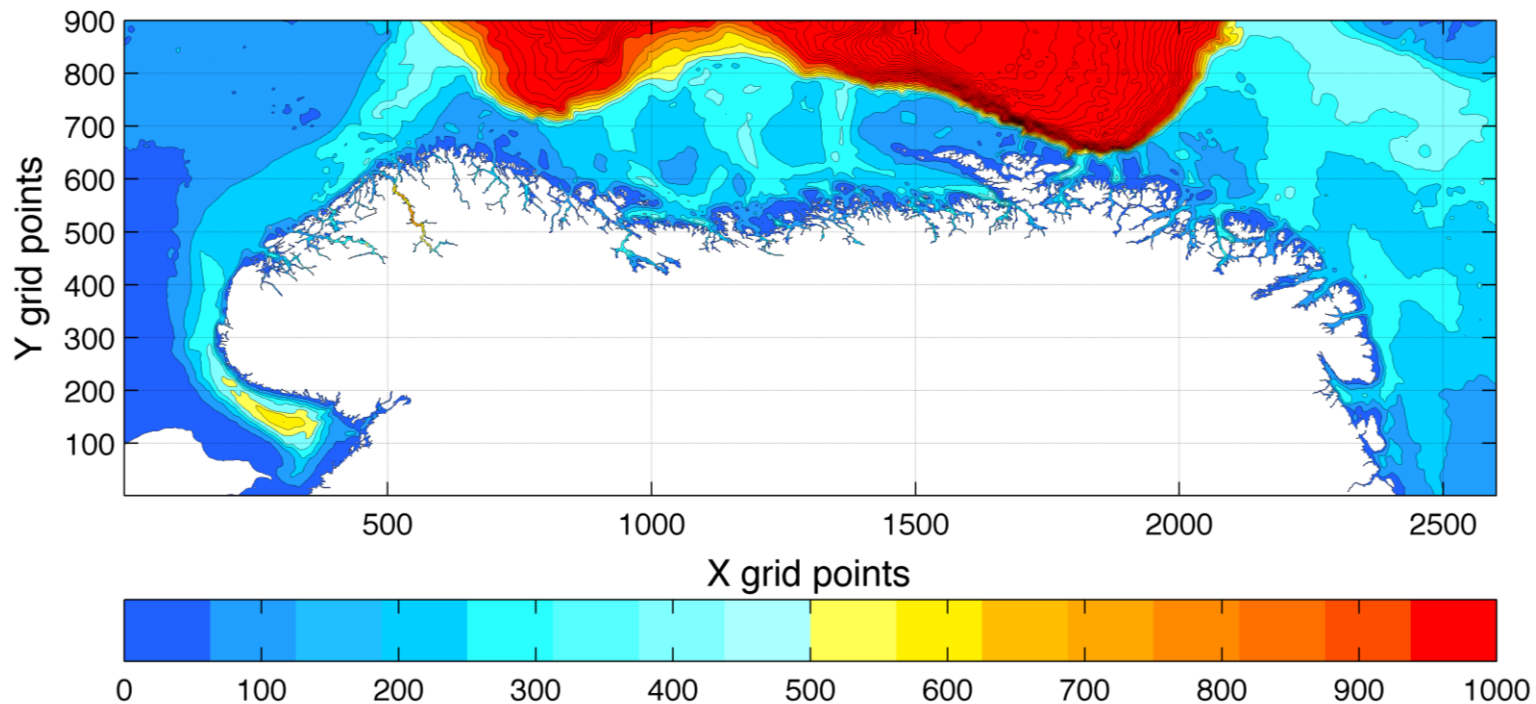
# Temperatur anomalier 1958-2011





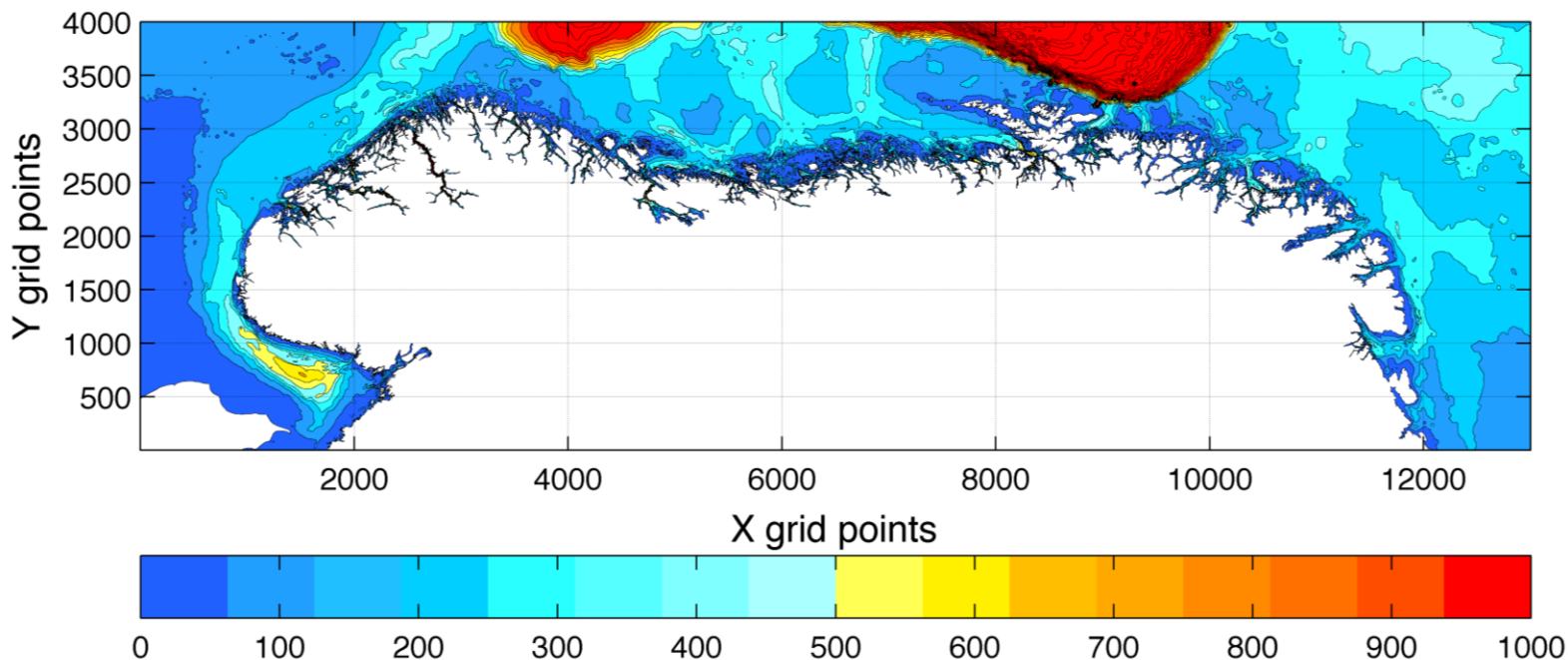
# NorKyst800

- Hele NorKyst800-domenet kjøres nå sammenhengende fra januar 2005 – til idag (skal være ferdig i mars 2016)
- Bruker SVIM-4km langs de åpne rendene og til initialisering
- Skrive timesverdier av strøm og overflatehevning til fil, samt døgnmidler av hydrografi
- Kjøres operasjonelt av MET.



# NorFjords160

- Subdomener med 160 m oppløsning kjøres ved behov for delområdet av Norkyst800.
- IMR har kortere arkiver (2-3 måneder) for omtrent hele Norskekysten
- Kan startes for nytt delområde og periode på kun få minutter ved akutte hendelser
- Tilsvarende er tilgjengelig for Svalbard.



# Forskningsfronten innen havmodellering

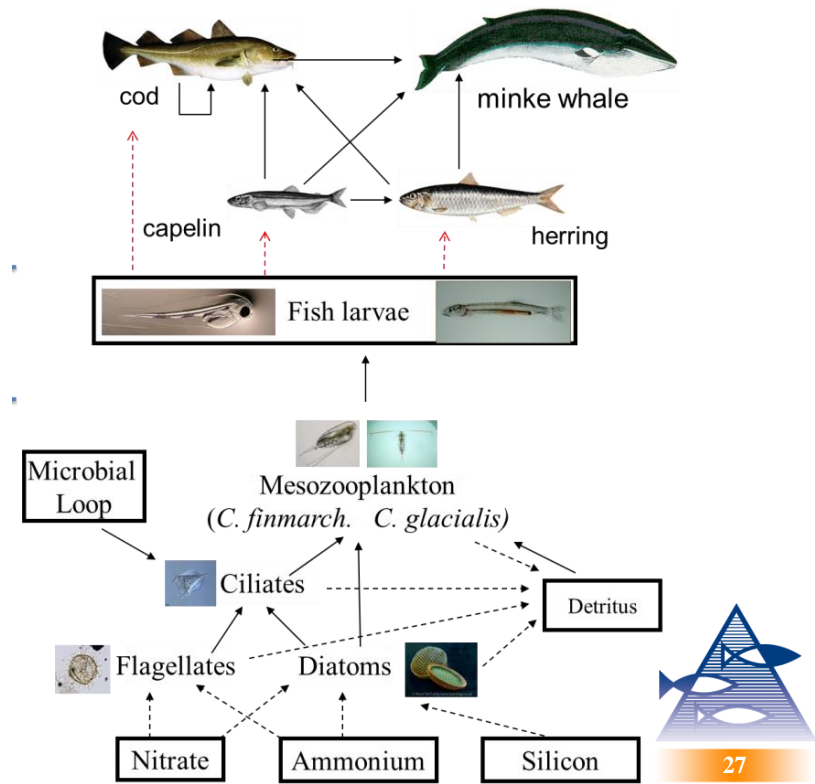
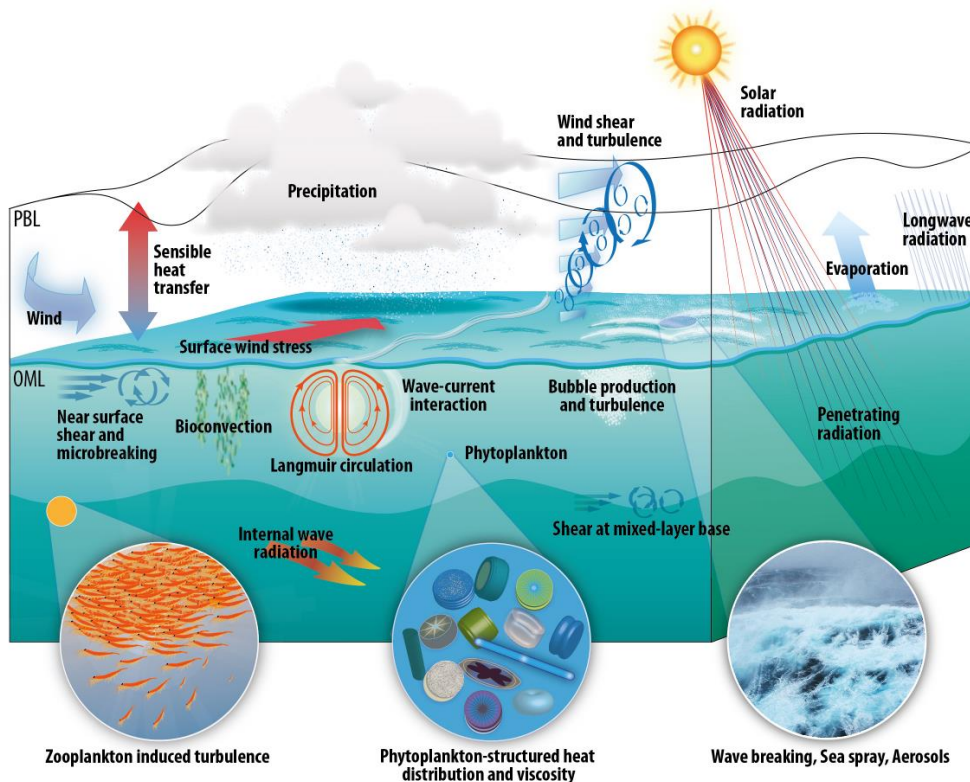
- Dataassimilering i høyoppløselige regionale havmodeller
- Dekadeprediksjoner av havmiljøet
- Multiple realiseringer av havmodell med perturbasjoner
- Nøsting gjennom multiple gitre eller endelig elementmodeller

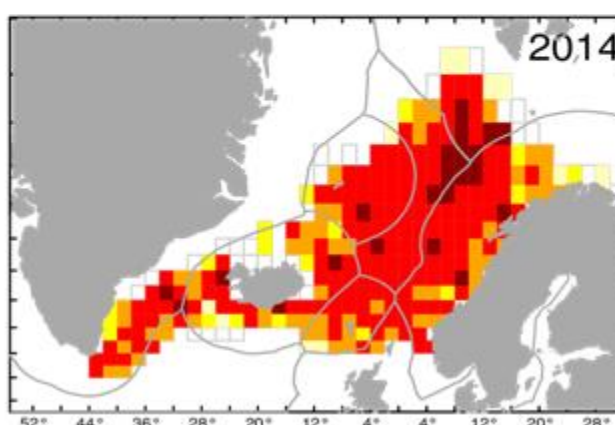
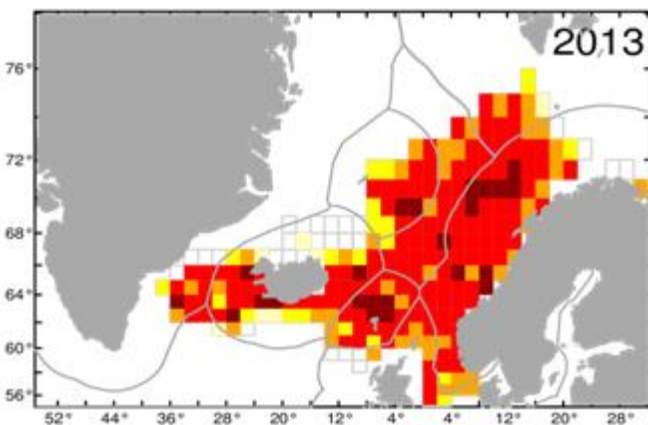
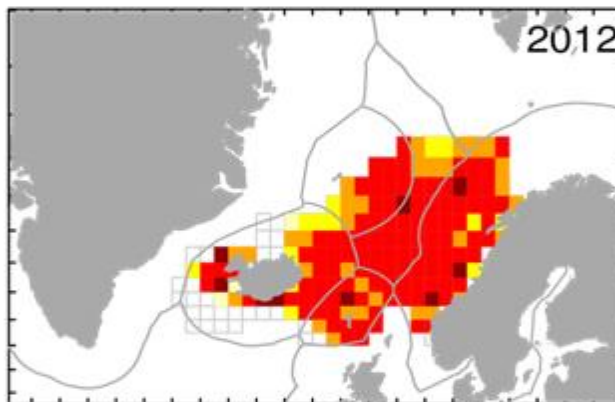
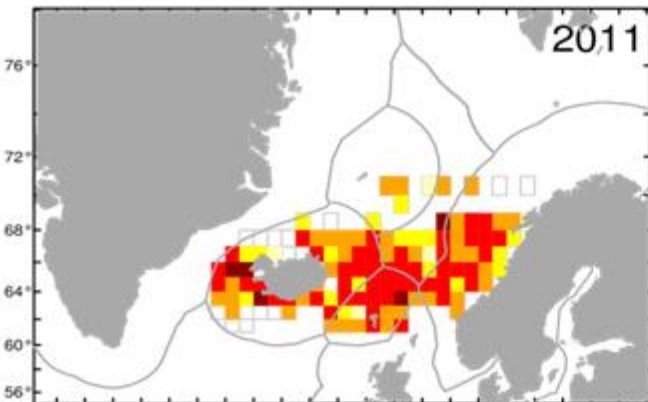
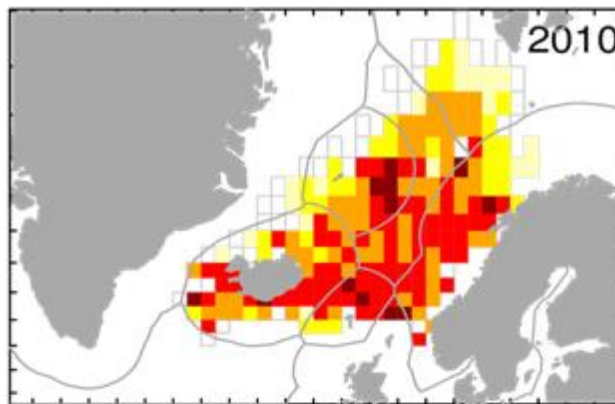
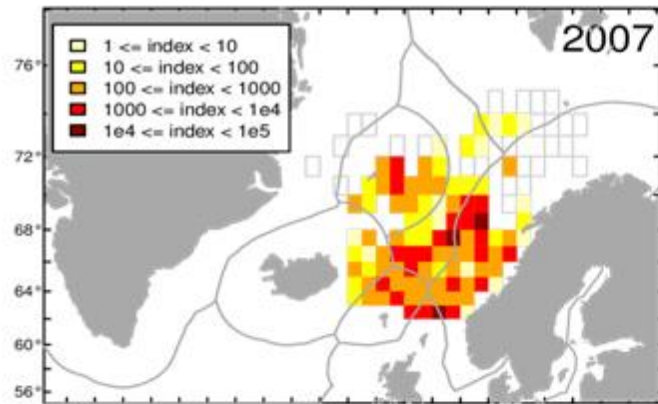




# Nødvendige modeller

- Regional havmodell som løser opp fysiske prosesser på **relevante romlige og temporære skalaer**
- Individbasert biofysisk modell for aktuelle arter og stadier, og trofiske interaksjoner mellom byttedyr og predator





# Økt makrell- utbredelse 2007-2014



- Varmekjære arter trekker nord som respons til temperaturendringer, bestandsstørrelse og byttedyrutbredelse.
- Konsekvenser for arter som får sitt habitat invadert.



# God forvaltning og gunstig miljø for Norskarktisk torsk

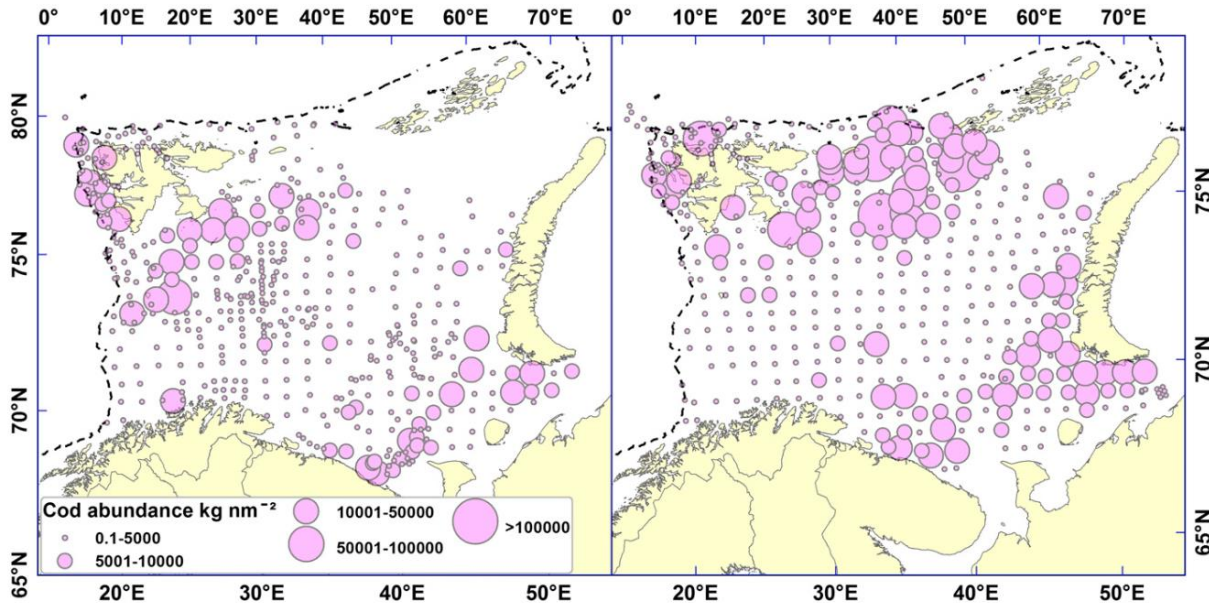
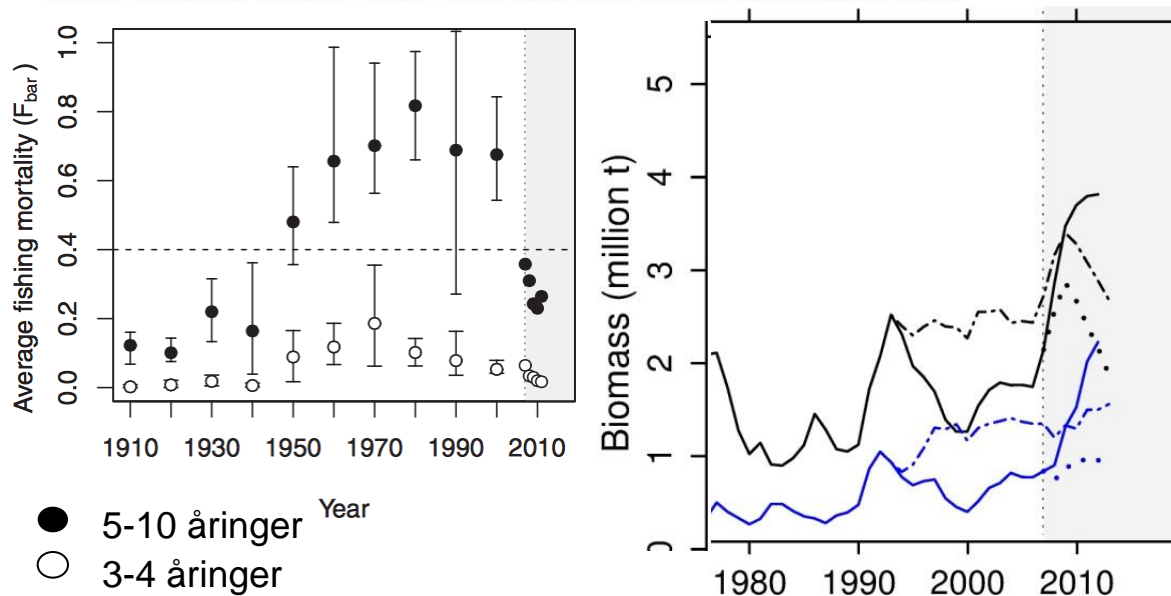


Fig. 3. In recent times, cod have expanded to the northernmost edge of the BS. Distribution of cod catches (kilograms per square nautical mile) from bottom trawls during the (A) 2007 and (B) 2012 autumn ecosystem surveys. Dashed line indicates 500-m bathymetry contour.

- Norskarktisk torsk ekspanderer nordøstover med økende bestand og temperaturer
- Endrede høstingsregler med lavere fiskedødlighet bidrar til å sikre solid bestandsstørrelse.



## Total bestand Gytebestand

Grått felt: innføring av forvaltningsregel (HCR)

### ”Økosystembasert forvaltning”:

Analyser av observasjoner og modellsimuleringer viser at den historisk høye torskebestanden er et resultat av gunstige miljøbetingelser og forvaltning (Kjesbu et al. 2014)

Kjesbu et al. 2014







**Takk for oppmerksomheten!**

# Sømløs partikkelsporing over multiple gitre – Norkyst800 + 160m

Jon Albretsen, IMR



# Svalbard modeller

- Svalbard800-modellen er kjørt for perioden januar 2005 til juli 2010.
- Bruker Arctic-4km langs de åpne rendene og til initialisering.
- Døgnmidler skrevet til disk.
- A4 og S800 dokumentert i Hattermann et al. in review.
- Kongsfjorden-160m er også kjørt for samme periode og med samme randbetingelser og initialisering.

