

RegClim

Regional Climate Development
under Global Warming
regclim.met.no



Havforskningsinstituttet



Nansen Senter for
Miljø og Fjernmåling



Universitetet i Oslo



Universitetet i Bergen



Meteorologisk institutt

Regional klimamodellering - tilgjengelige klimascenarier og videre planer

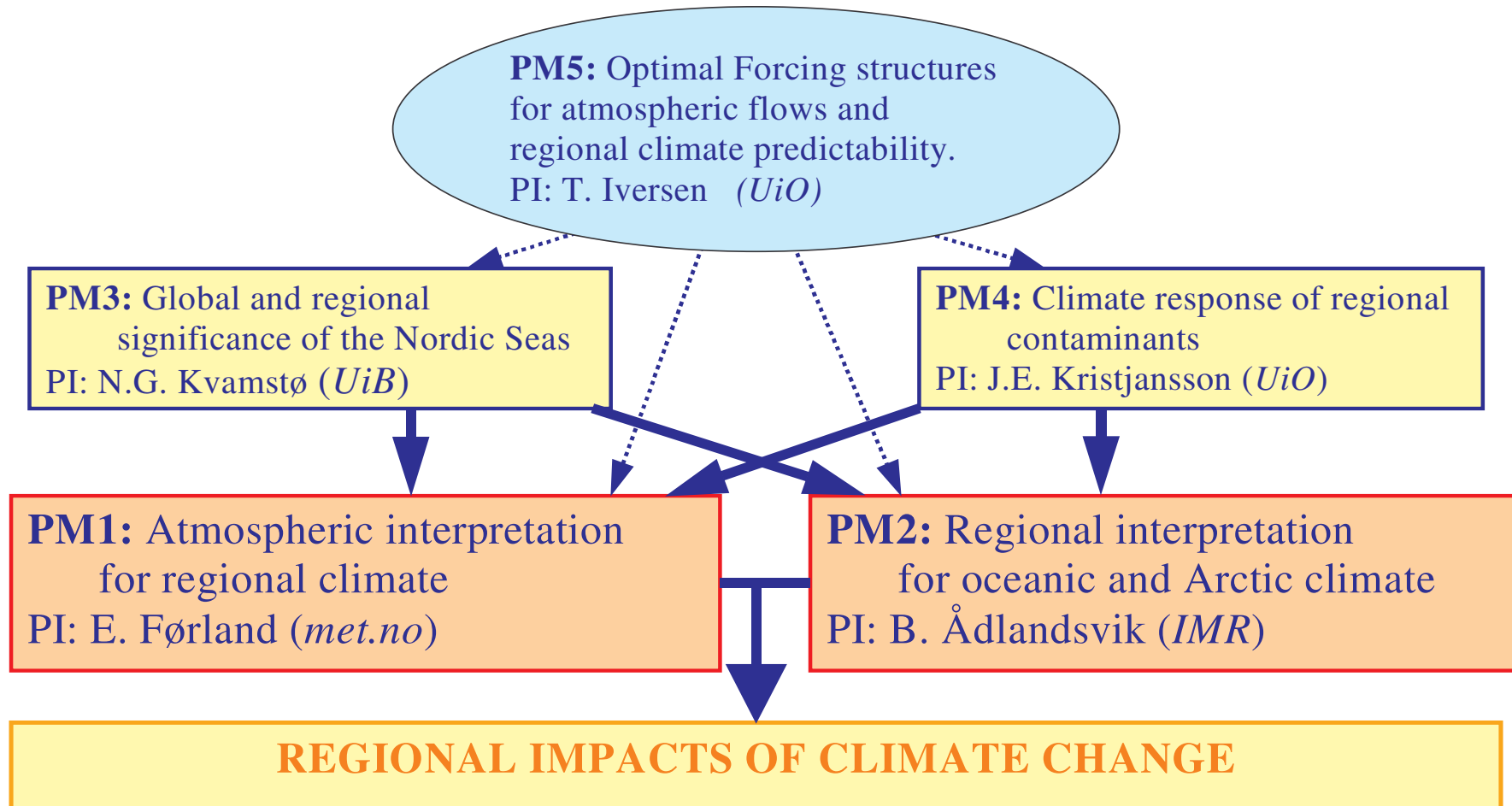
Inger Hanssen-Bauer, *met.no*

RegClim

Regional Climate Development
under Global Warming
regclim.met.no

Management: Prof. Trond Iversen (*UiO*), Manager
Prof. Sigbjørn Grønås (*UiB*)
Dr. Eivind Martinsen (*met.no*)
Dr. Magne Lystad (*met.no*), Secretary

Advisory Group:
Prof. U. Cubasch, Freie Universität Berlin
Prof. E. Källen, Stockholm Universitet



RegClim

Regional klimamodellering - tilgjengelige klimascenarier og videre planer

- Metoder
- Tilgjengelige scenarier
 - Oversikt over tilgjengelige scenarier
 - Eksempler på resultater
- Pågående arbeid og videre planer:
Stikkord:
 - Usikkerhet & risiko
 - Ytterligere tilrettelegging for virkningsstudier

RegClim

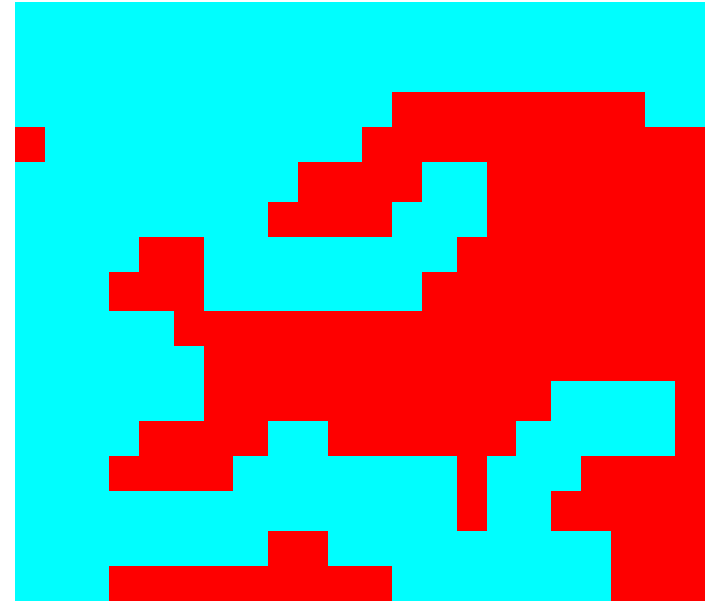
Nedskalering i RegClim PM1

Hvorfor?

- Den romlig oppløsningen er for dårlig i de globale scenariene vi har i dag.

Hvordan?

- Dynamisk nedskalering (regional modellering).
- Empirisk nedskalering (statistisk nedskalering).



RegClim

Kilder til usikkerhet

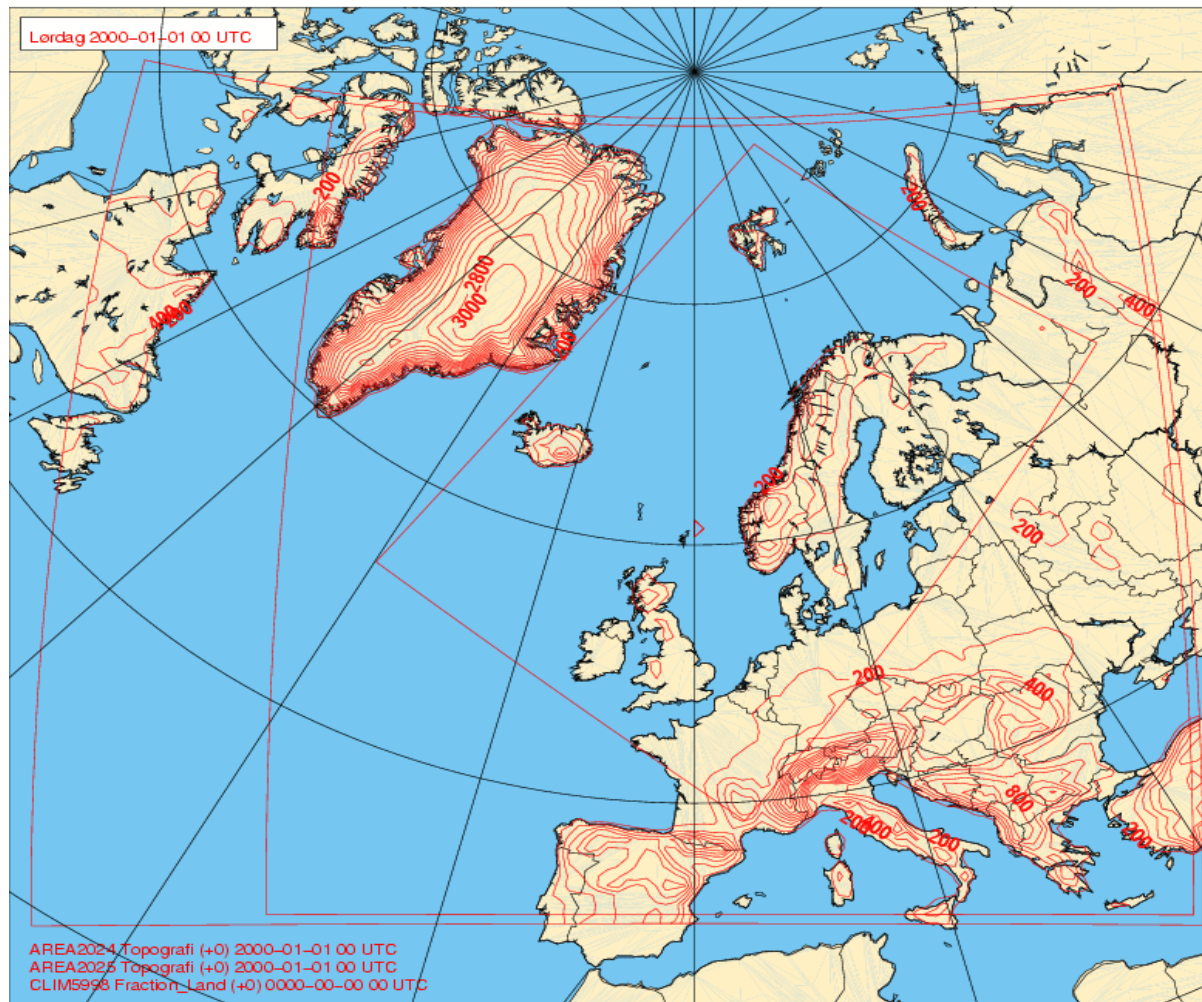
- Interne variasjoner i klima-systemet fører til naturlig uforutsigbar variabilitet
- Usikkerhet om endringer i klimapådriv:
 - Naturlige pådriv: Solstråling, vulkanaktivitet
 - Menneskeskapte utslipp av gasser og partikler
- Feil og mangler i klimamodellene:
 - Mangelfull kunnskap om pådriv og prosesser
 - Mangelfulle beskrivelser av prosesser
 - Dårlig oppløsning i de globale modellene
- Feil/mangler ved nedskaleringsteknikkene

RegClim



Dynamisk nedskalering:

HIRHAM domains 1-3, 55km resolution and 19 levels.





Scenarier fra dynamisk nedskalering

- "MPI": ECHAM4/OPYC3 GSDIO, IS92a
 - 1980-99 og 2030-49
 - 3 forskjellige domener
- "Hadley": HadAM3h, A2
 - 1961-90 og 2071-2100
 - Kun domene 3
- En rekke meteorologiske parametere er lagret med tidsoppløsning 6 timer i et 55x55 km grid



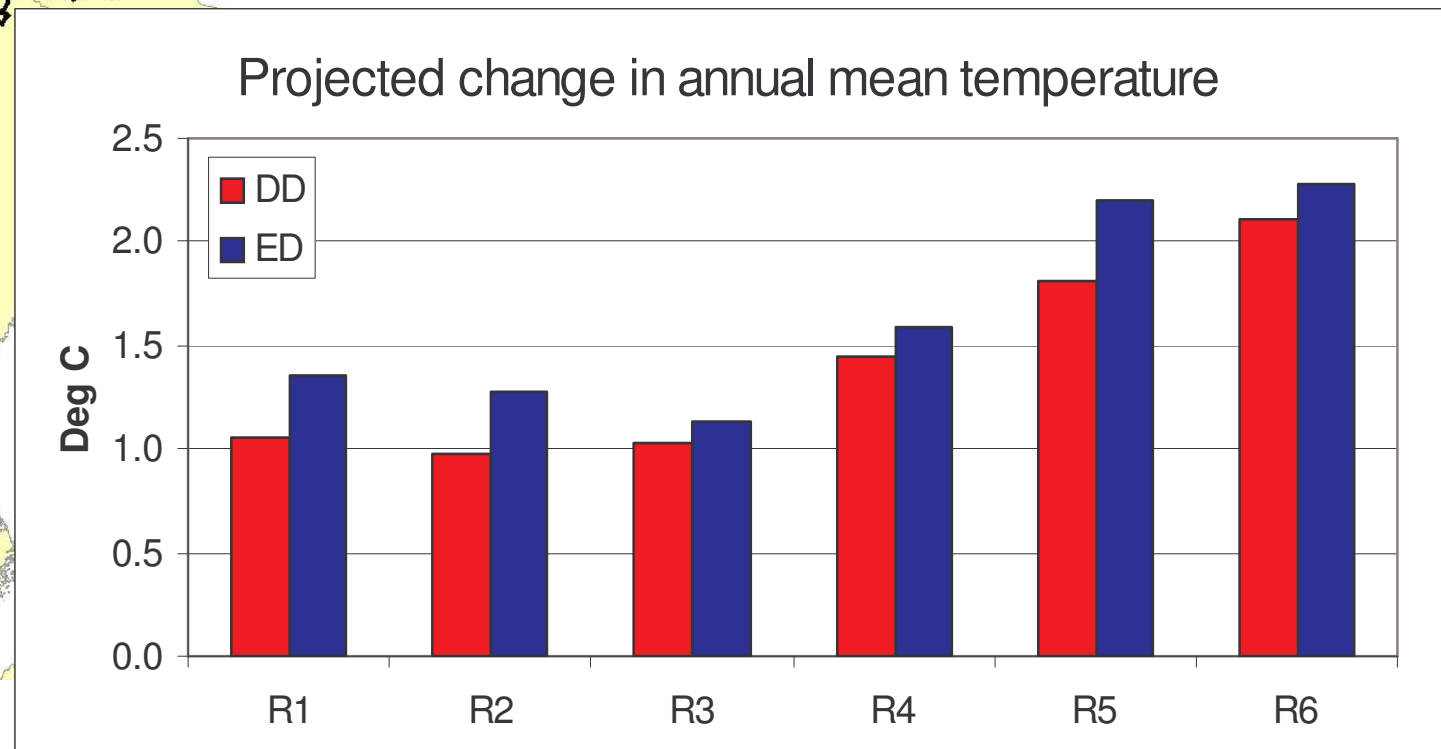
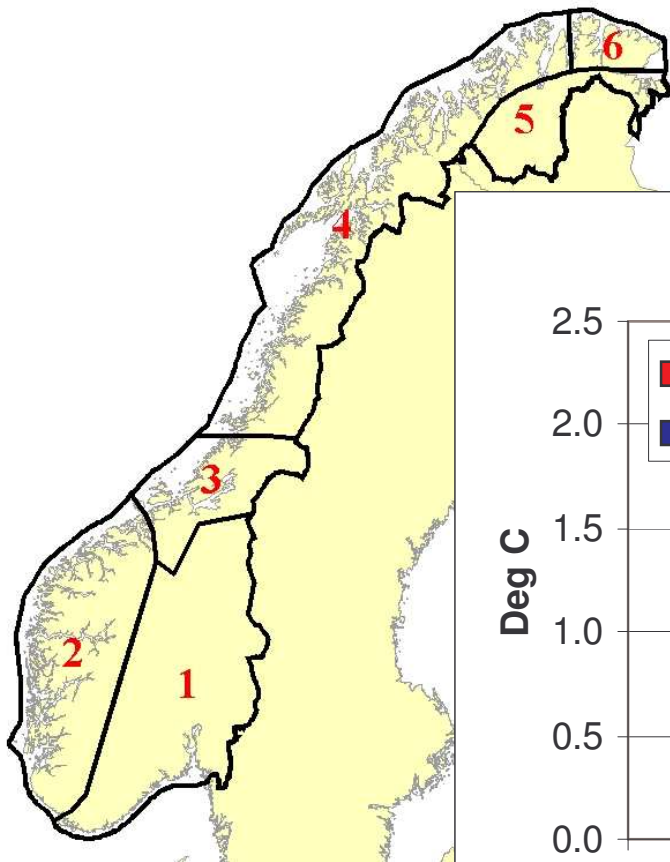
Scenarier fra empirisk nedskalering

- "MPI": ECHAM4/OPYC3 GSDIO, IS92a
 - Temperatur og nedbørscenarier for ca 50 norske stasjoner nedskalert for perioden 1860-2050
- "Multimodell-eksperimenter":
 - En rekke globale modeller er nedskalert for utvalgte stasjoner i Nord-Europa
 - Nedskaleringer er gjort med ulike valg av domene og prediktorer
- Scenariene er lagret som månedsverdier for utvalgte lokaliteter, delvis på nettet:
(<http://noserc.met.no/effect/>)

RegClim



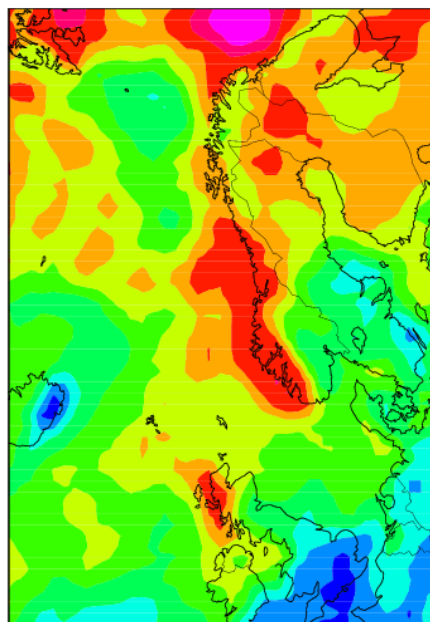
Projisert endring i årsmiddeltemperatur på 50 år: Resultater fra dynamisk og empirisk nedskalering av MPI



RegClim

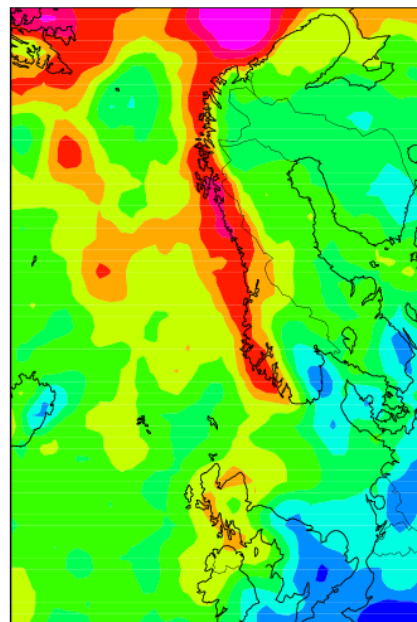


Prosentvis økning i høstnedbør -
dynamisk nedskalering av MPI med
forskjellige domenevalg



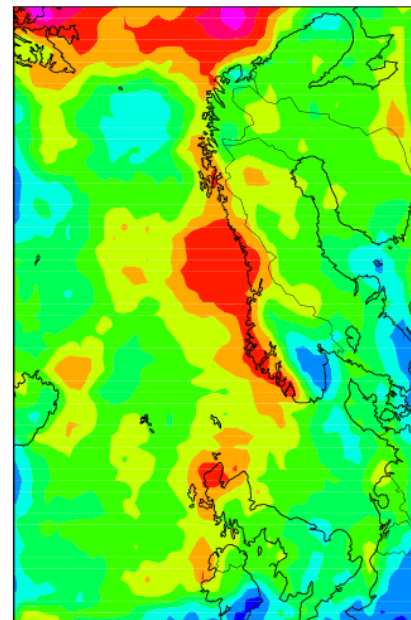
Autumn [domain 1]

Relative change in precipitation (%)

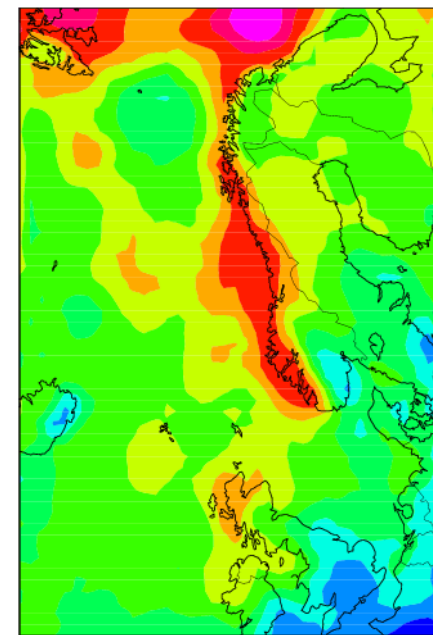


Autumn [domain 2]

Relative change in precipitation (%)

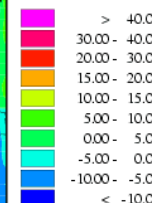
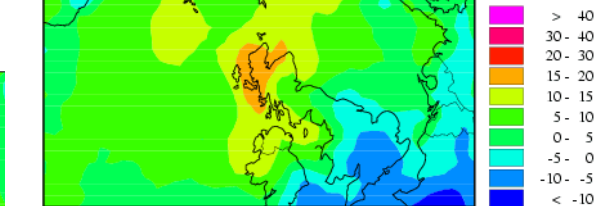


Relative change in precipitation (%)



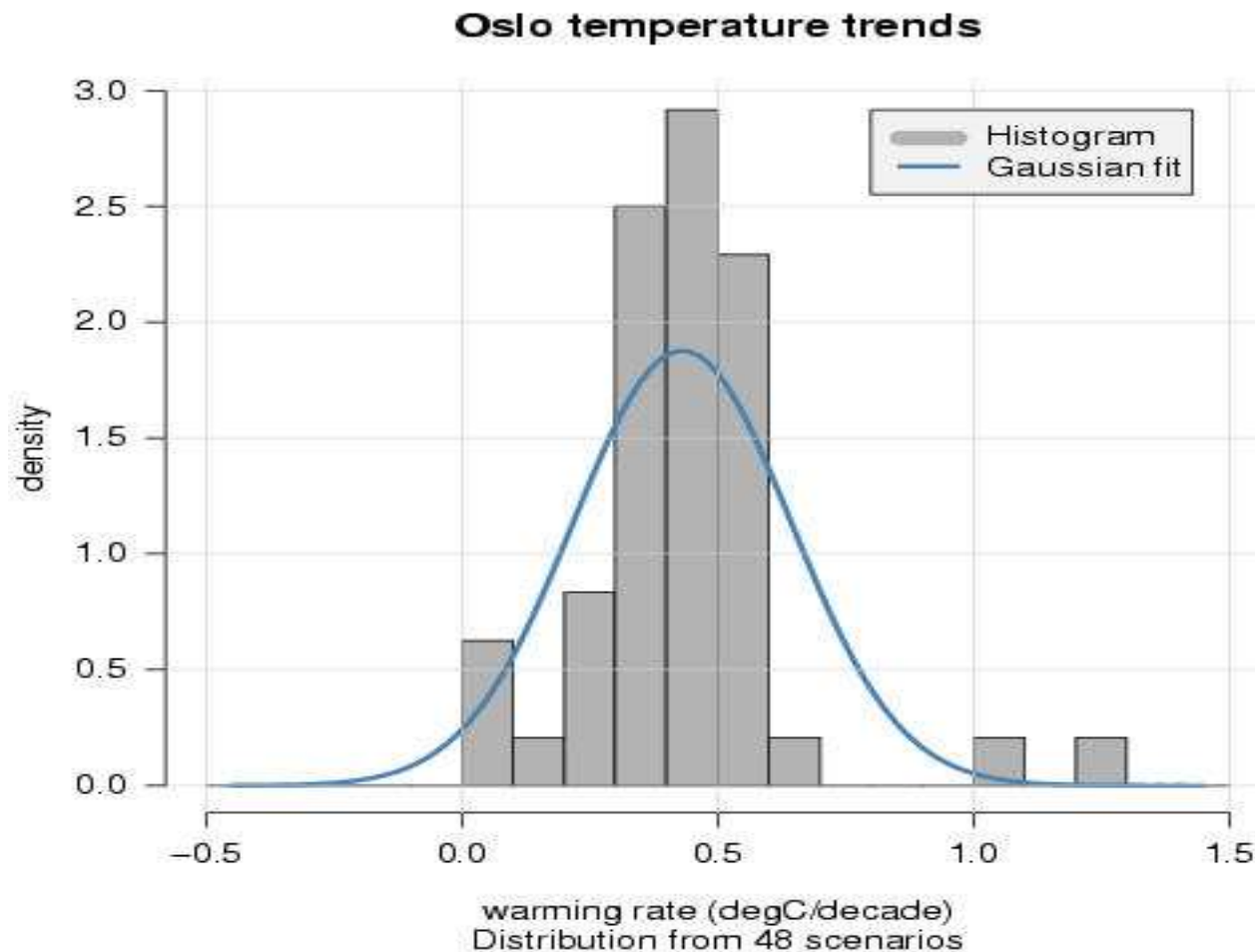
Autumn [average]

Relative change in precipitation (%)





Projisert oppvarming i Oslo i januar,
resultat fra 48 scenarier (17 globale modeller):
usikkerhet og risiko





Endring i lufttemperatur (°C/tiår) over Skandinavia ifølge MPI(IS92a) og Hadley(A2)

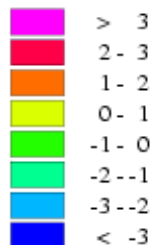
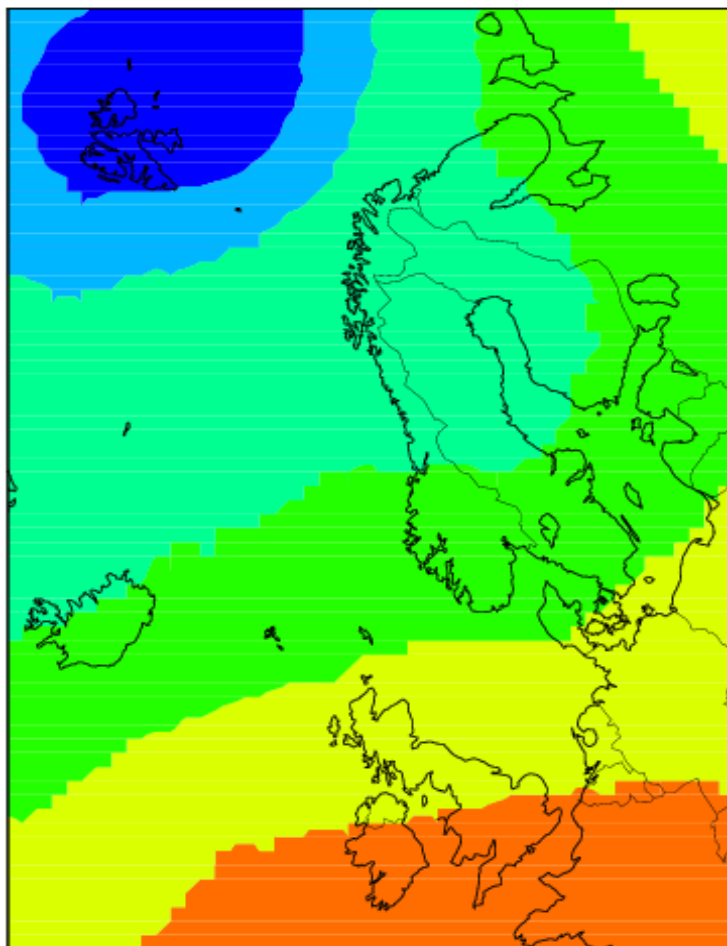
	MPI	Hadley
summer:	0.19	0.28
winter :	0.36	0.32
annual :	0.26	0.30



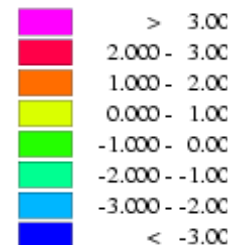
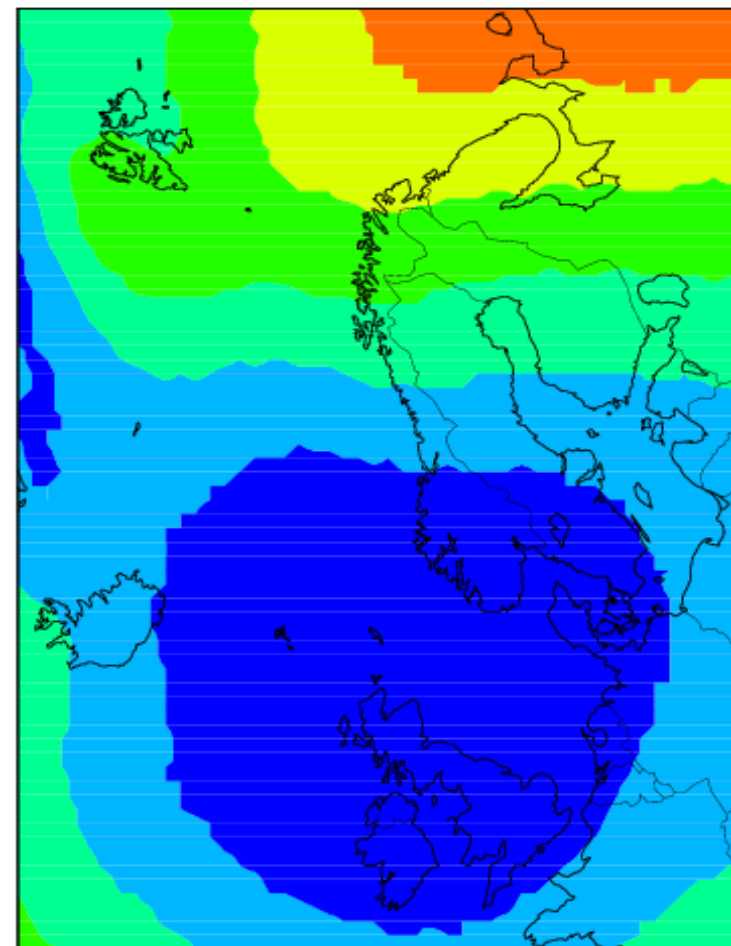
Projisert endring, lufttrykk vinter Ulike regionale typer av luftstrømmer

MPI (IS92a)

Hadlev (A2)



Mean sea level pressure response (hPa)



Mean sea level pressure response (hPa)

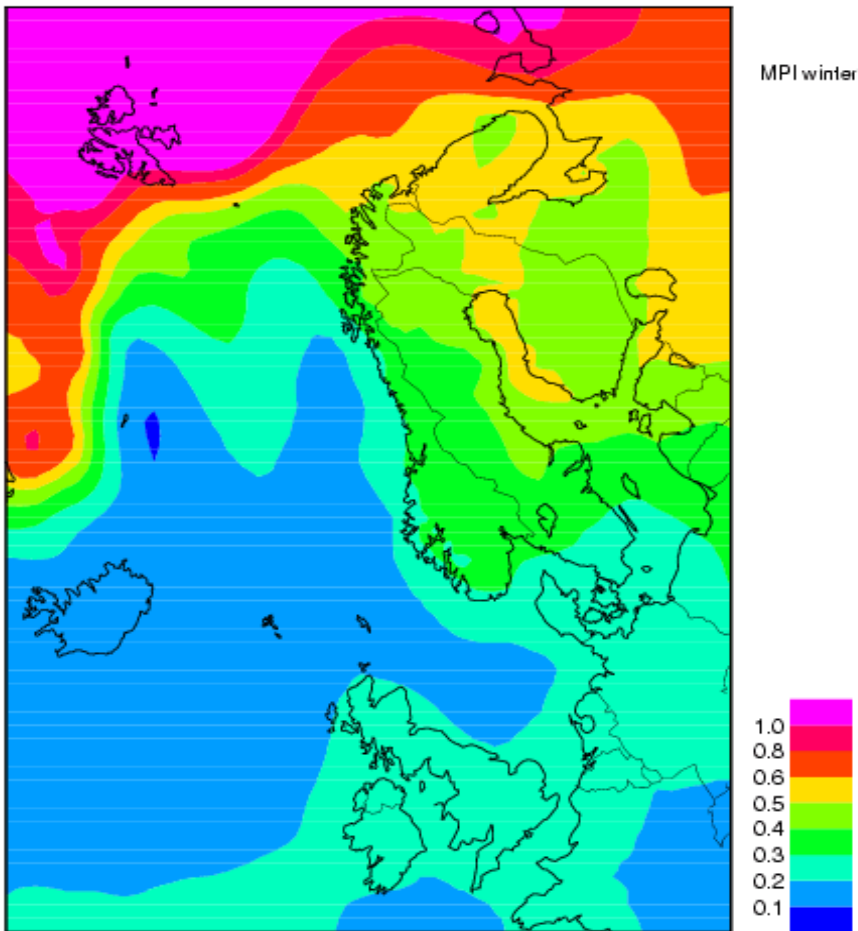
RegClim



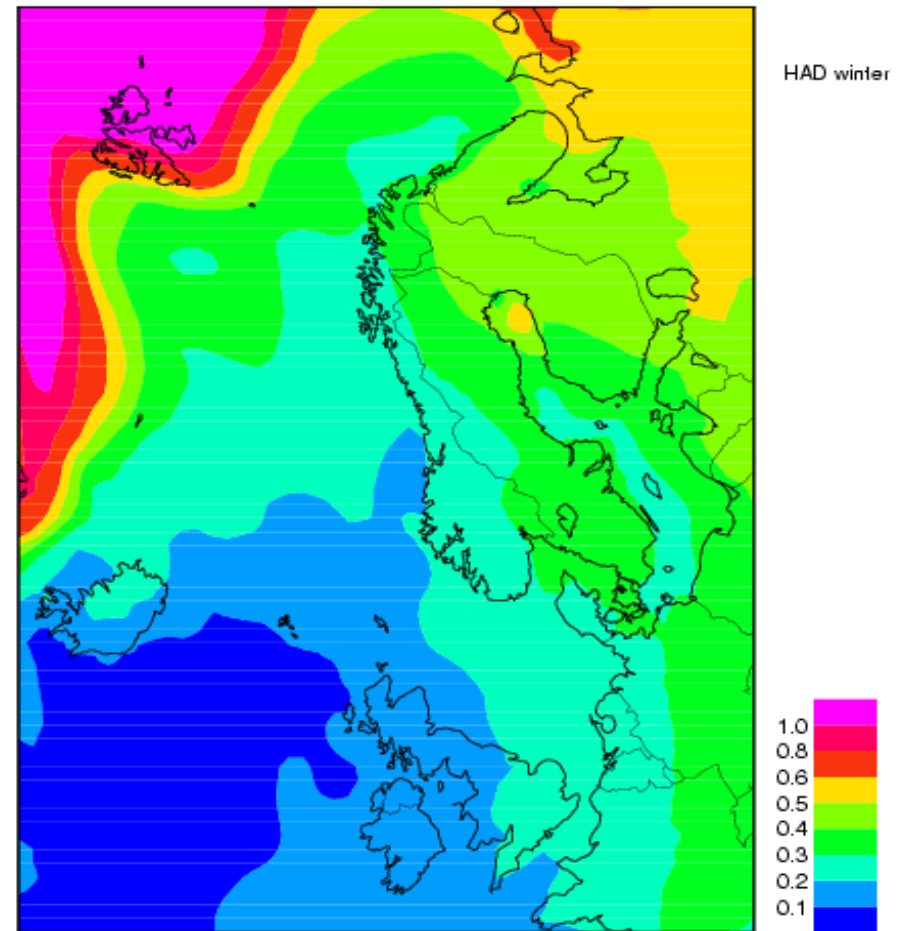
Projisert endring, vintertemperatur
Små forskjeller mellom beregningene

MPI (IS92a)

Hadley(A2)



Surface air temperature response (C/decade)

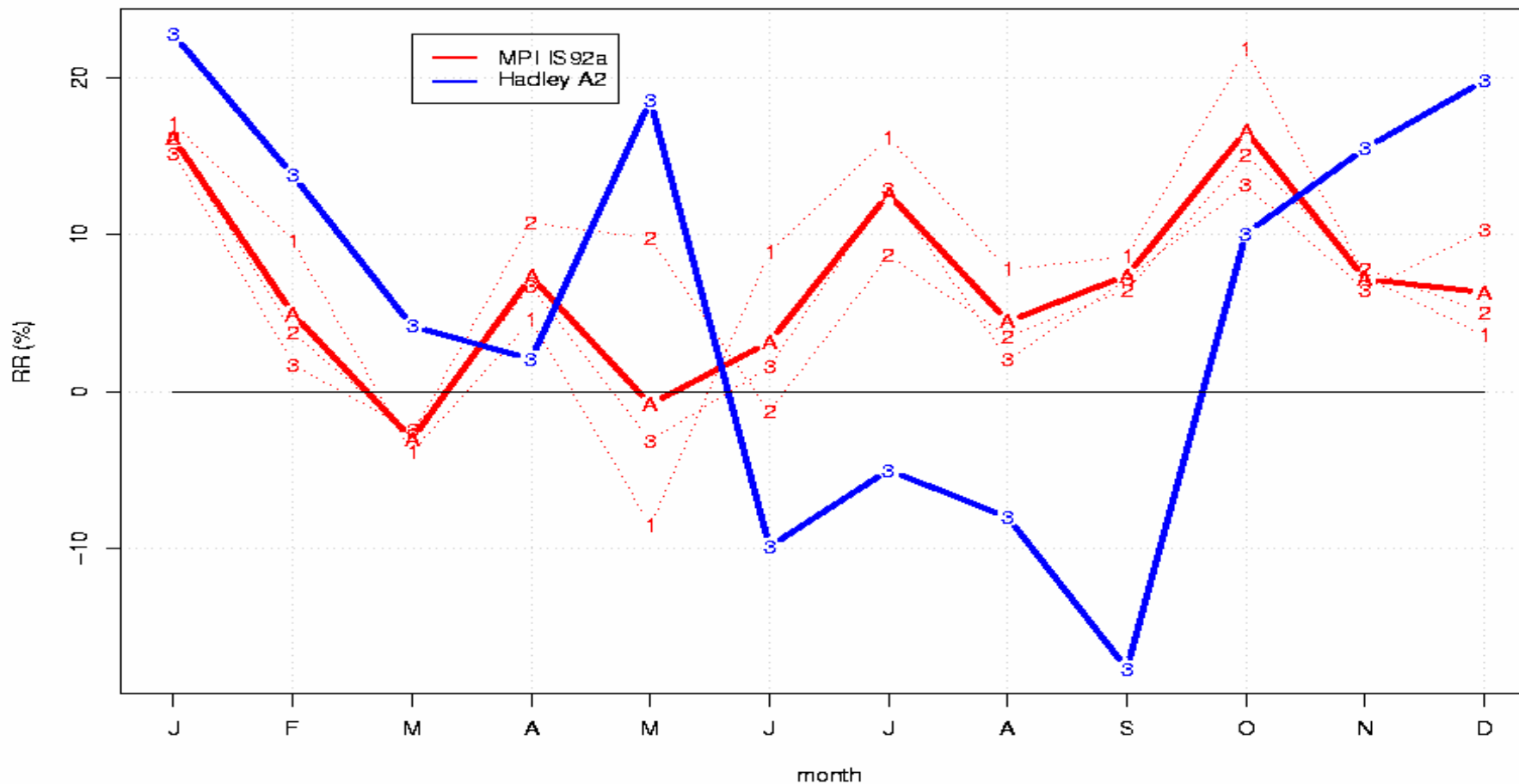


Surface air temperature response (C/decade)



Nedbør, dynamisk nedskalering: Større forskjeller enn for temperatur

Relative change in monthly precipitation for Scandinavian landareas

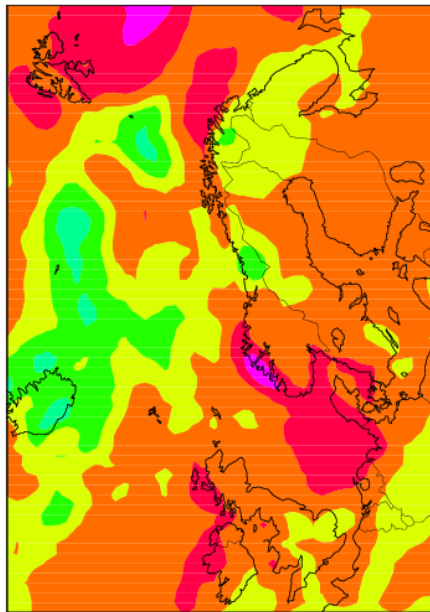


RegClim



Projisert endring, vinternedbør
sterk følsomhet for luftstrømmene

1

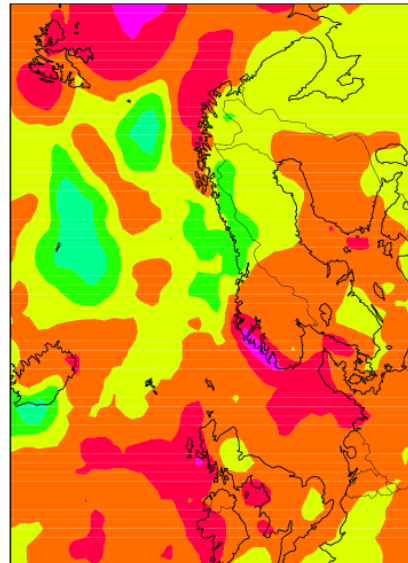


Precipitation response (mm/day) large area

MPI winter

MPI (IS92a)

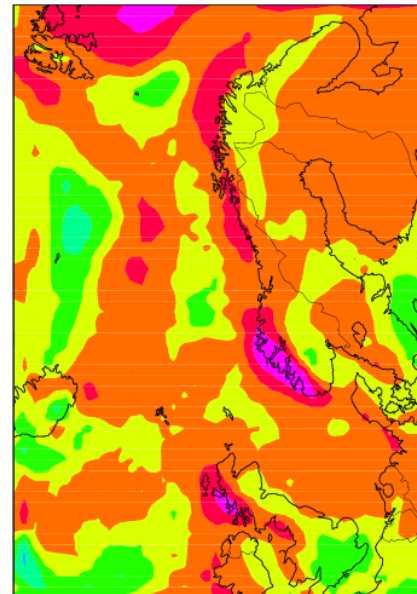
2



Precipitation response (mm/day) medium area

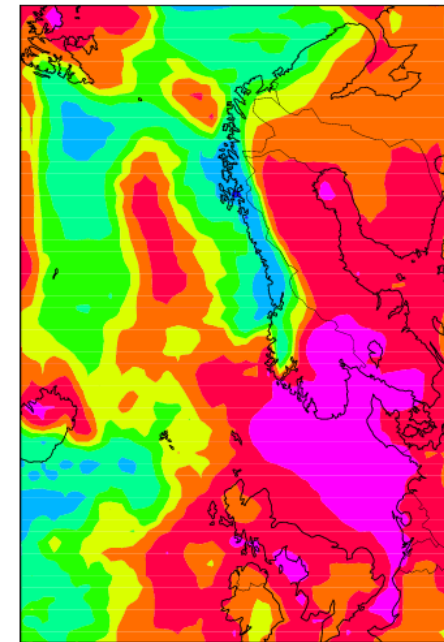
MPI Winter

3



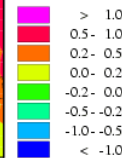
Precipitation response (mm/day)

Hadley(A2)



Hadley winter

MPI



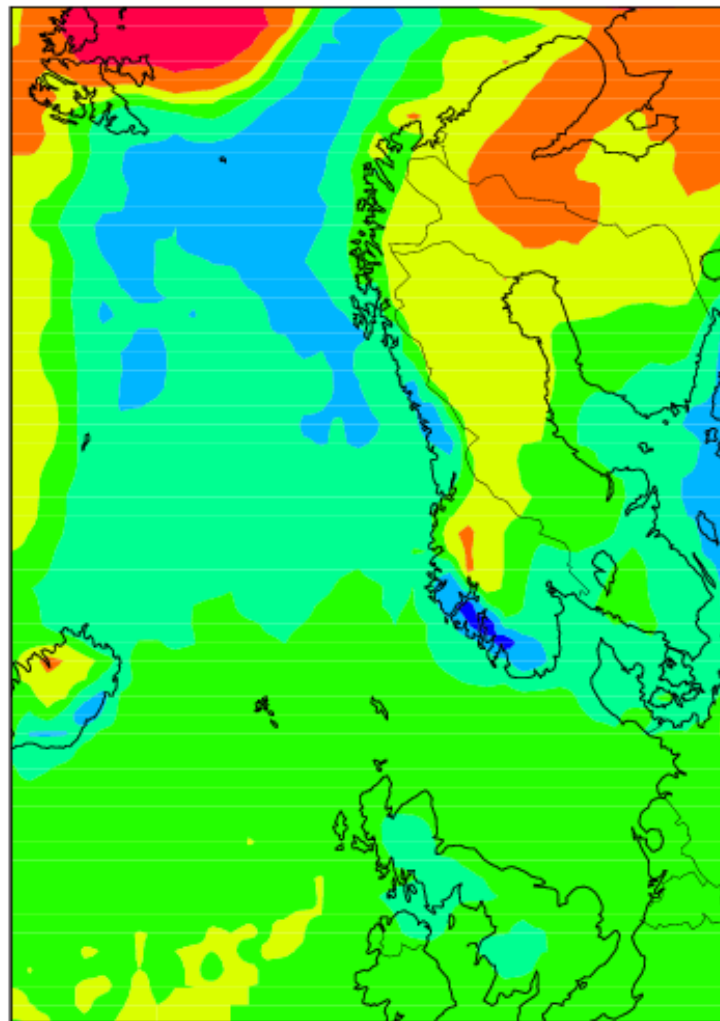
RegClim



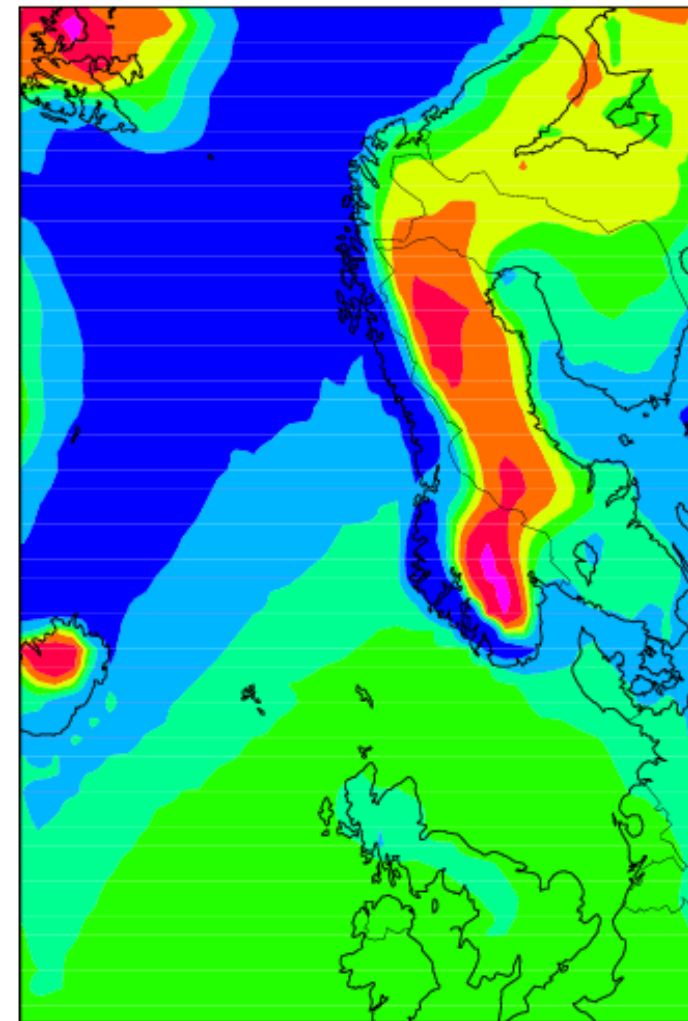
Projisert endring i snøfall, des-feb

MPI (IS92a)

Hadley(A2)



Snowfall response (mm)



Snowfall response (mm/day)

RegClim

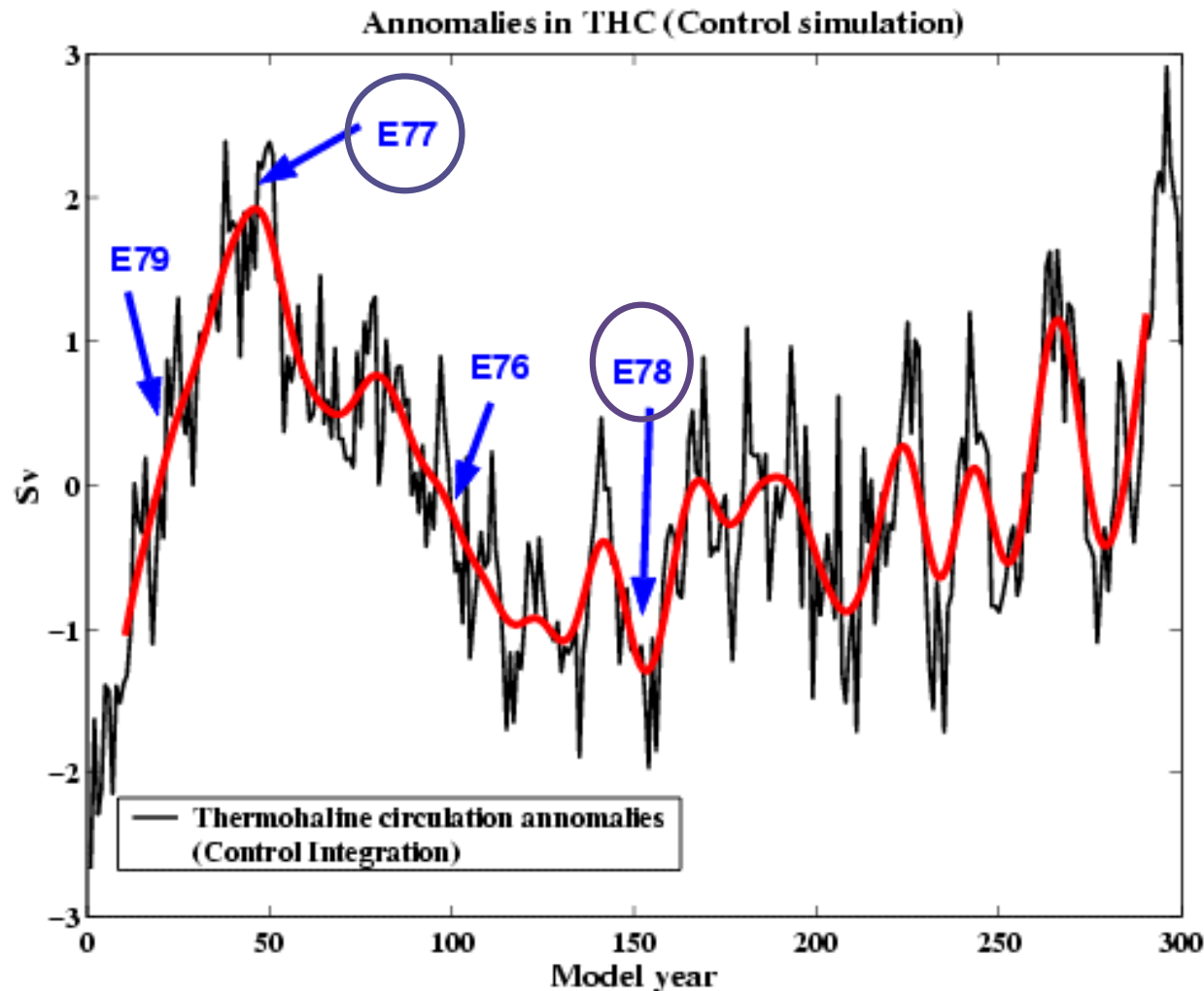
Oppsummering, nedskalerte scenarier

- Temperatur: MPI og Hadley gir i gjennomsnitt ganske lik temperaturøkning per tiår i Skandinavia. Modellene gir større temperaturøkning vinter enn sommer, større i innlandet enn ved kysten, større i nord enn i sør.
- Nedbør: Nedbørøkning senhøstes og vinter synes å være det mest robuste signalet. Lokalt er det til dels store forskjeller mellom MPI og Hadley.
- Snø: Begge modeller indikerer mindre snø i lavlandet, særlig langs kysten. I innlandet, særlig i fjellområder indikerer modellene risiko for økt snøfall om vinteren.
- Trykkfelt/atmosfærisk sirkulasjon: Store forskjeller mellom MPI og Hadley i projiserte endringer over Norge. Dette fører til forskjeller lokalt, særlig i nedbør og vindscenarier.

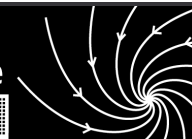
Hva skyldes forskjellene i atmosfærisk sirkulasjon?

PM3: BCM-kjøring 300 år: Vertikal omveltning av havvann i Atlanterhavet.
Fire beregninger med 1% økning av CO₂ per år fram til dobling er gjort ut fra ulike tilstander i Atlanterhavet: **Merk: E77=sterk og E78=svak "Golfstrøm"**.

THC_{MEAN}
= 17 Sv



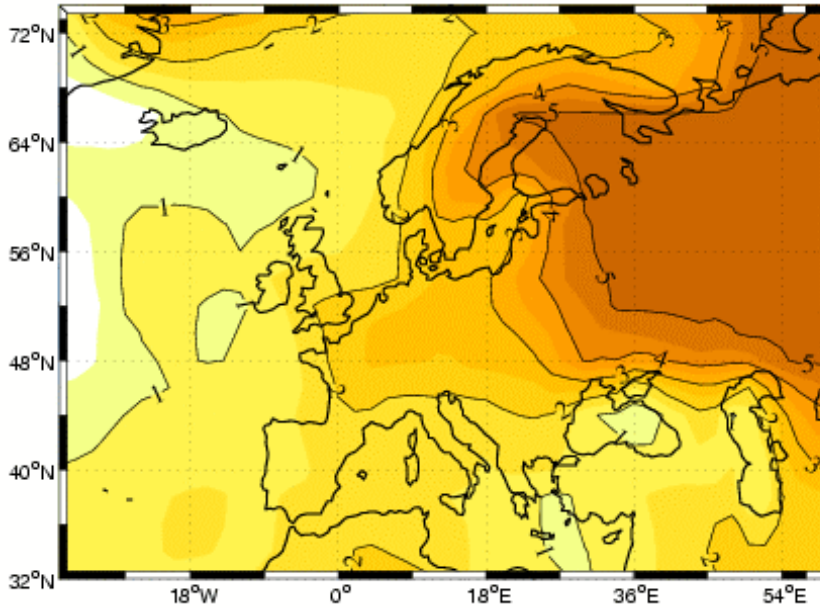
Kilde: Nils Gunnar Kvamstø og Asgeir Sorteberg



E77

Start fra sterk omveltning

”MPI-aktig”

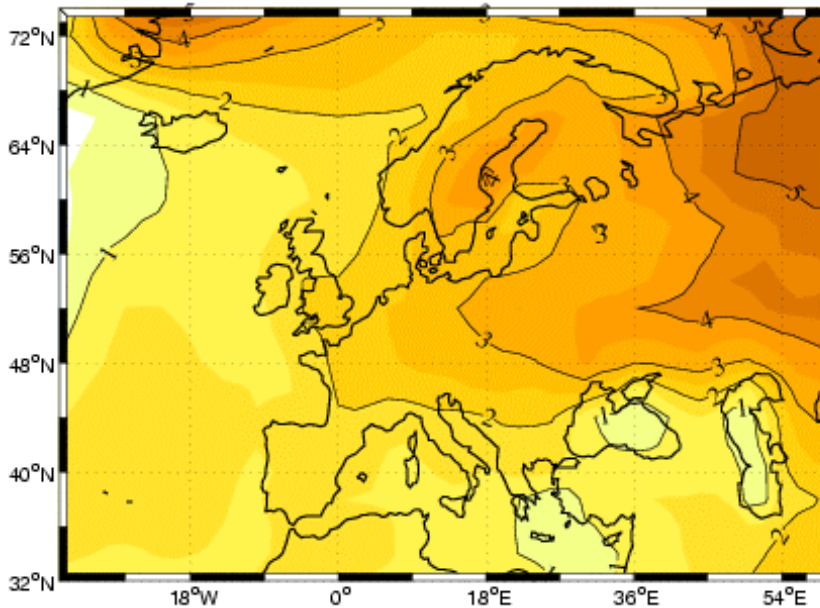


Vinter
delta T (°C)
Ved doblet
CO2

E78

Start fra svak omveltning

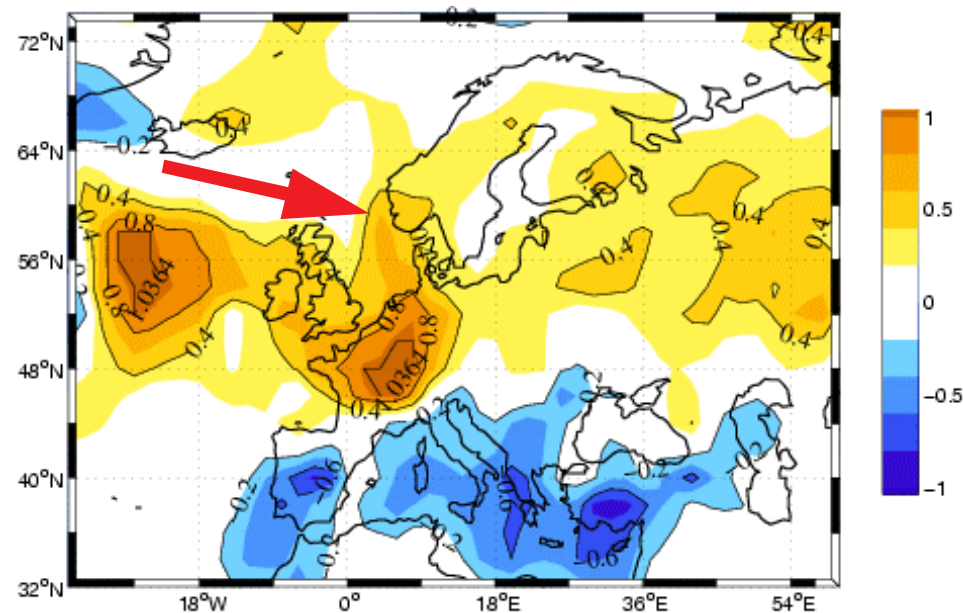
”Hadley-aktig”



E77

Start fra sterk omveltning

”MPI-aktig”

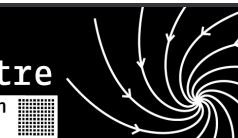
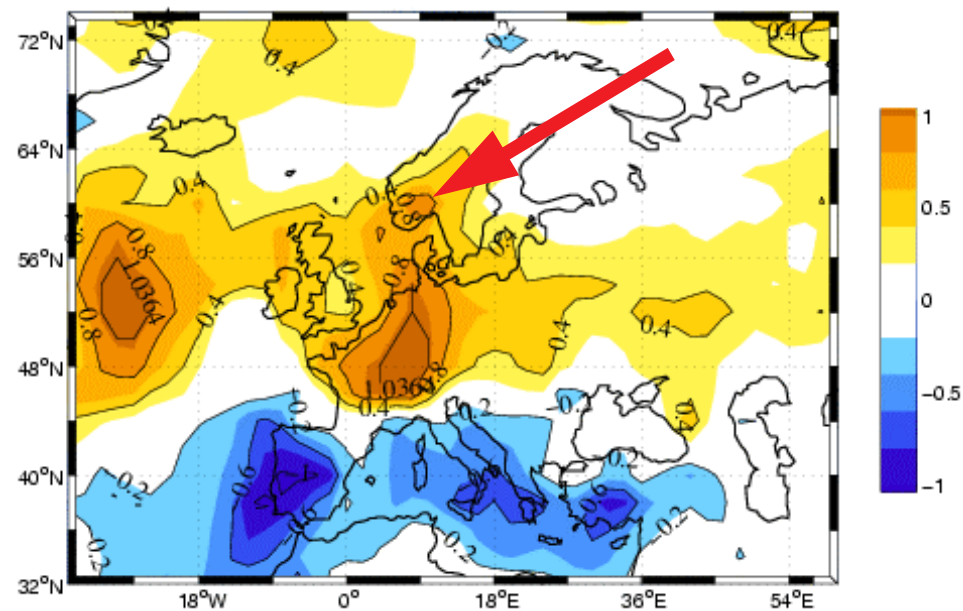


Vinter
delta nedbør
mm/døgn
Ved doblet CO2

E78

Start fra svak omveltning

”Hadley-aktig”



RegClim

Fase III: Pågående arbeid/videreplaner, PM1

Kvantifisere kilder til risiko og usikkerhet i ved å:

- nedskalere samme scenario fra ulike globale modeller (**usikkerhet i globale modeller**);
- øke tilfanget av nedskaleringer gjennom nordisk/europeisk samarbeid (**usikkerhet i regionale modeller**);
- empirisk kontra dynamisk nedskalering (**metodisk usikkerhet**);
- kartlegge **regional naturlig klimavariabilitet** ved å:
 - nedskalere "ensemblekjøringer" fra Bergen Climate Model (PM3) som fokuserer Atlanterhavets strømmer;
 - nedskalere globale scenarier fra Oslo GCM (PM4) som fokuserer aerosolers påvirkning;
 - nedskalere optimalt perturberte scenarier (PM5)

RegClim

Fase III: Pågående arbeid/videreplaner, PM1

Fremskaffe mest mulig av de scenariedata som etterspørres av "effekt-forskere":

- RCM med finere romlig oppløsning;
- empirisk/statistisk nedskalering av døgnverdier;
- utarbeide bedre metoder for å studere risiko for endrede frekvensfordelinger og ekstreme verdier av temperatur, nedbør og vind;
- bedre scenariene for endring i snøforhold;
- presentasjon av scenariedata via internett (<http://noserc.met.no/effect/>);
- utvikling av brukervennlig verktøy for empirisk/statistisk nedskalering.