

FORCeS



Funding received from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Programme under grant agreement No 821205.

Bolin Centre for  
Climate Research



# Luftföroreningar och klimat

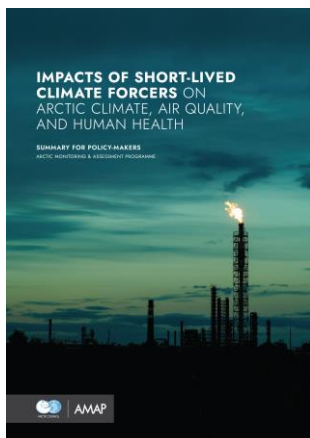
AMAP-SLCF-seminarium juni 2023

Annica M. L. Ekman

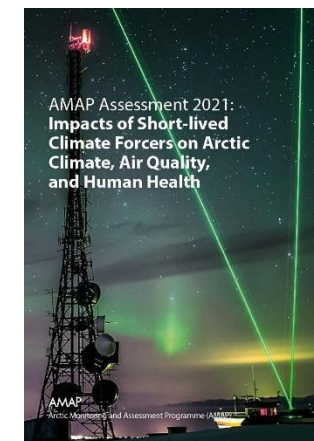
Stockholms Universitet

Arbetet har utförts av AMAPs klimatmodelleringsteam:

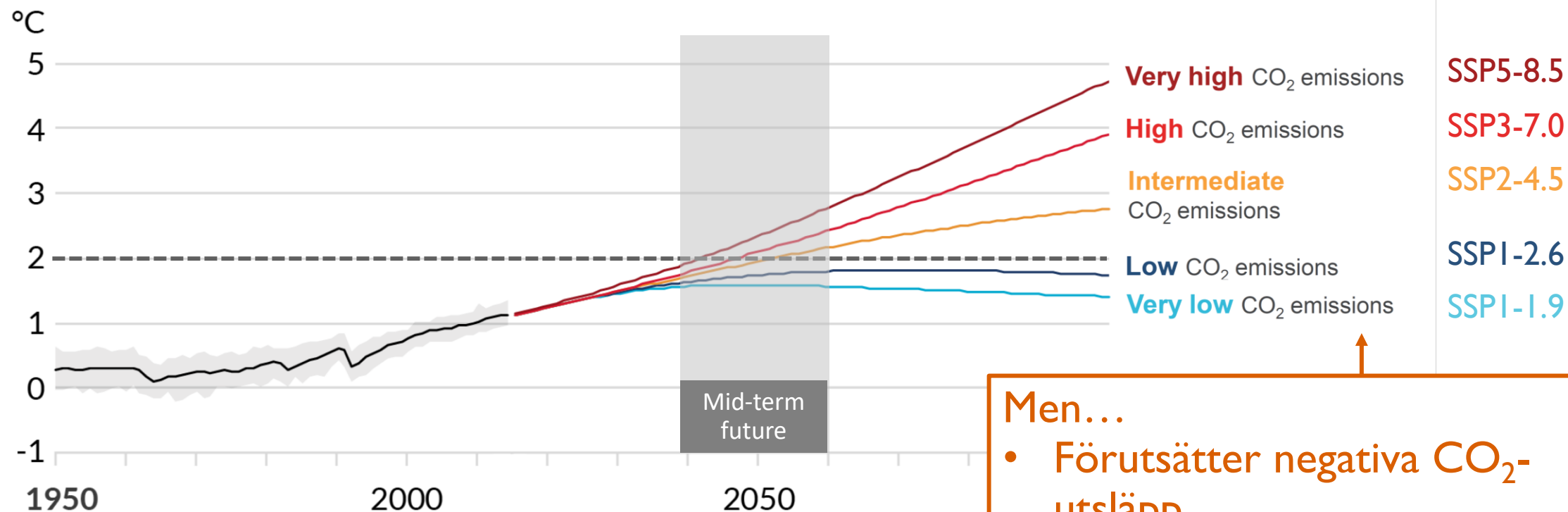
Srinath Krishnan, Maria Sand, Stephen R. Arnold, Mark G. Flanner, Hans-Christen Hansson, Ulas Im, Zbigniew Klimont, Naga Oshima, Steven T. Turnock, Knut von Salzen.



Arctic Monitoring and  
Assessment Program (AMAP)



# Jorden blir varmare



## Men...

- Förutsätter negativa CO<sub>2</sub>-utsläpp.
- Och det finns andra utsläpp än CO<sub>2</sub> – kortlivade klimatpåverkande ämnen (mestadels luftföroreningar)

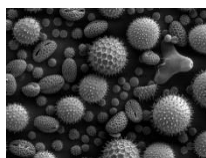
# Kortlivade klimatpåverkande ämnen (SLCF)

Kemiska ämnen med en kort omsättningstid i atmosfären som påverkar klimatet

Bolin Centre for  
Climate Research



	Ämne	Antropogena källor	Omsättningstid i atmosfären
<b>Mest kylande</b>	Aerosolpartiklar	Förbränning (fossila bränslen, biomassa).	~ dagar
<b>Värmande</b>	Metan	Boskap, risodling, utvinning av olja och naturgas.	~ 12 år
	Troposfäriskt ozon	Trafik, uppvärmning, raffinaderier.	~ veckor



# Antropogena aerosolpartiklar **kyler** i allmänhet klimatet, men en del **värmer**.

Bolin Centre for  
Climate Research



Sot (BC) från förbränning



Sot och organiskt kol  
från bränder



Sulfat från förbränning



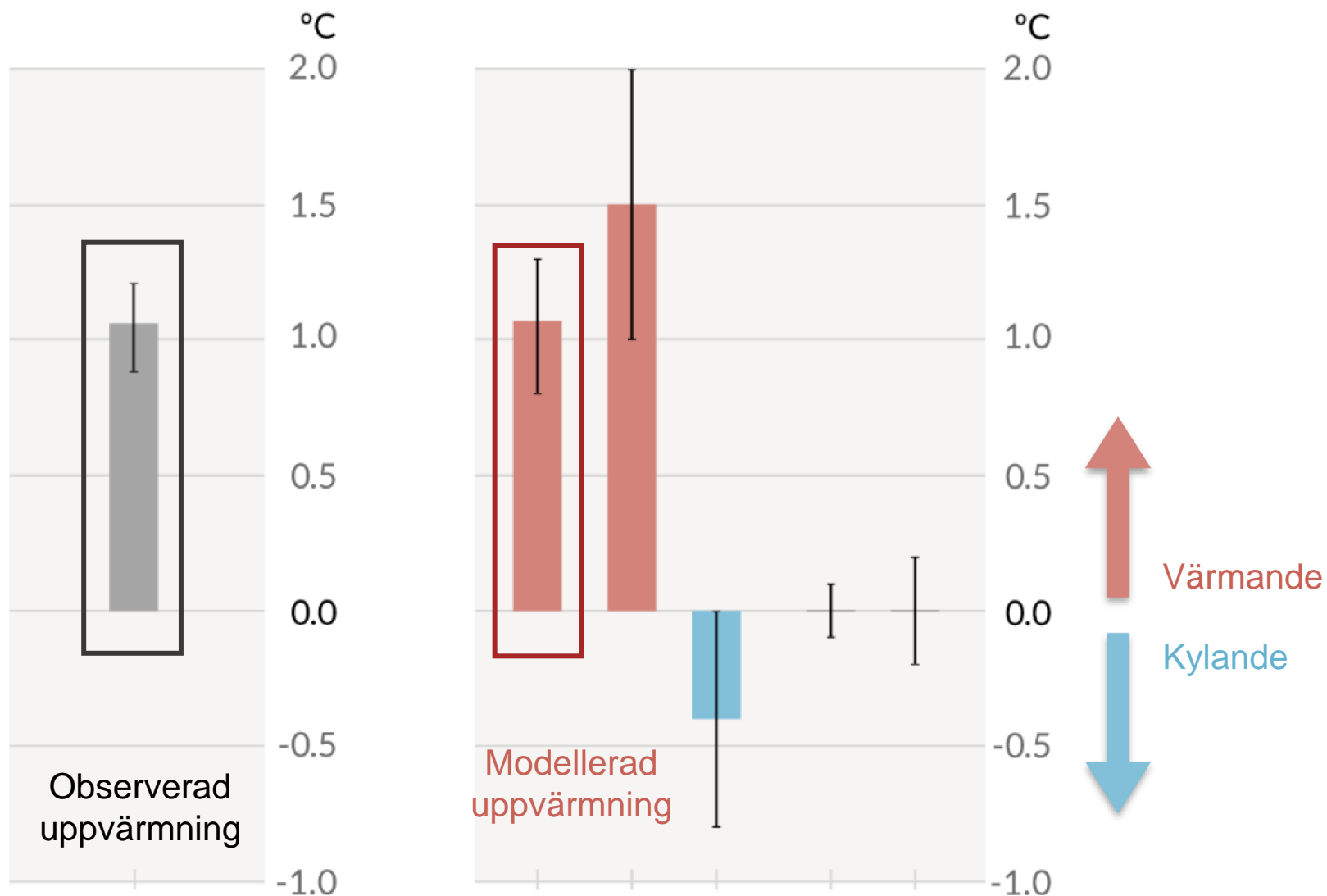
Nitrat från jordbruk



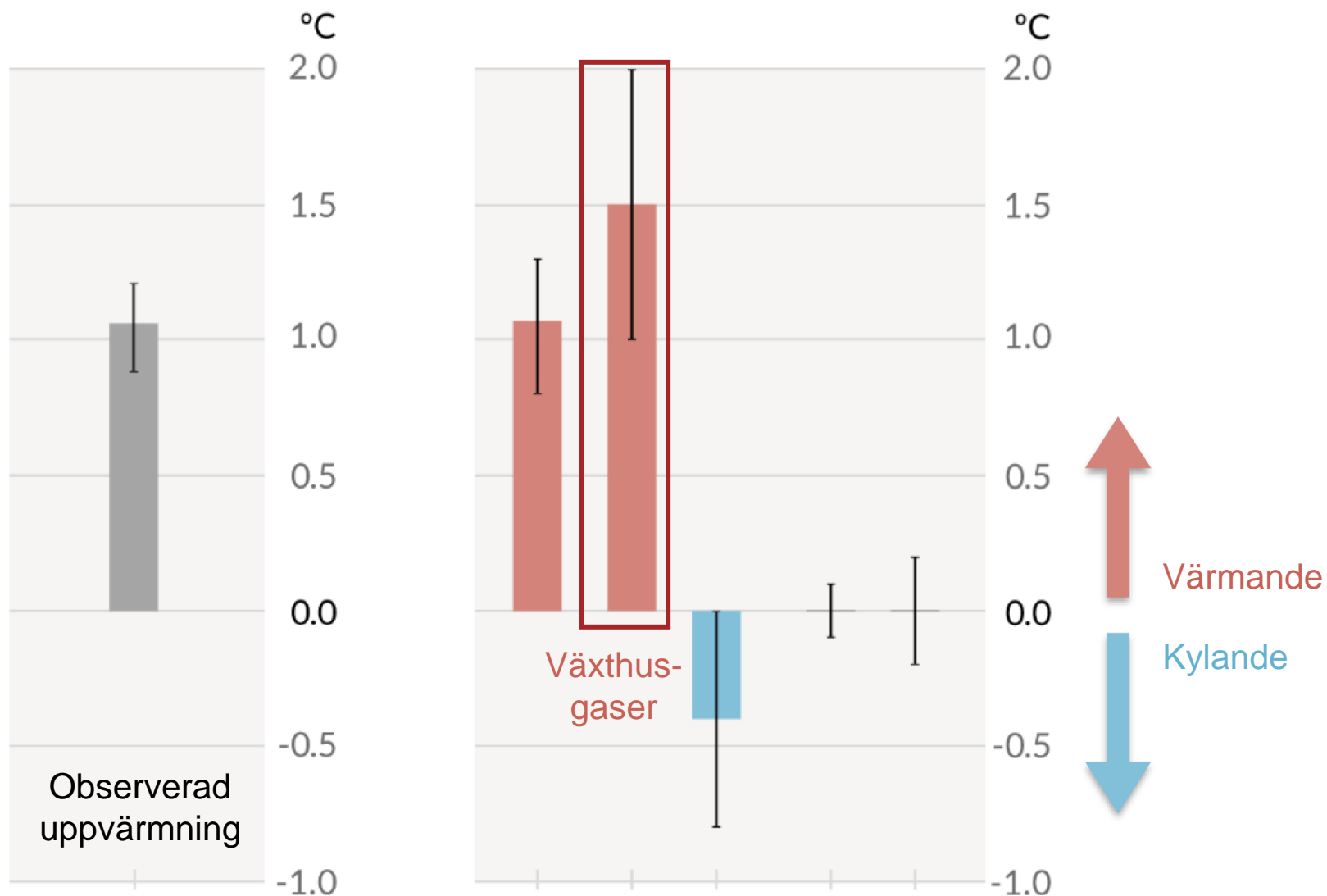
Värmande

Kylande

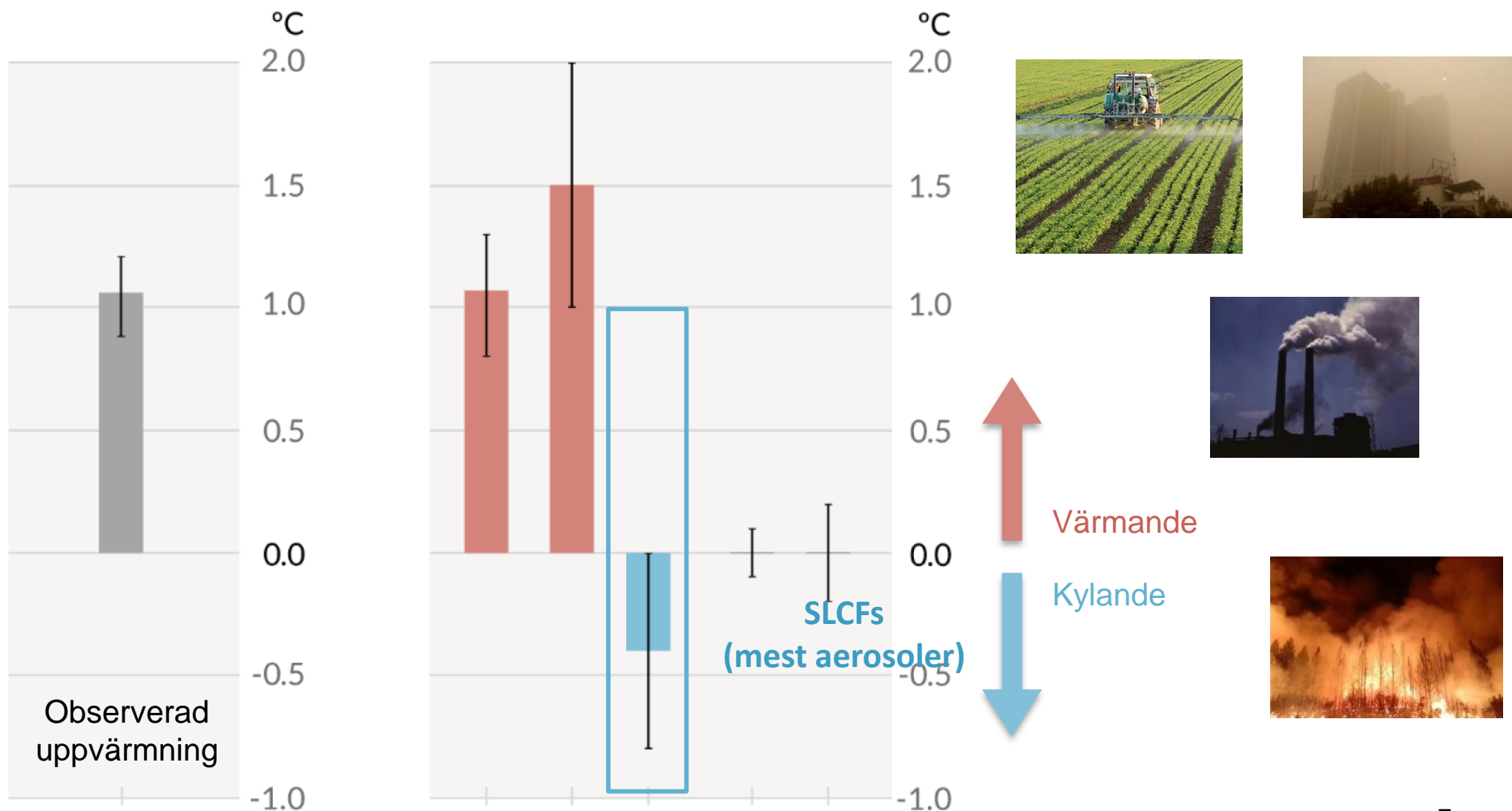
# Växthusgaser jämfört med luftföroreningar (2015)



# Växthusgaser jämfört med luftföroreningar (2015)



# Växthusgaser jämfört med luftföroreningar (2015)







## Vad händer i framtiden?

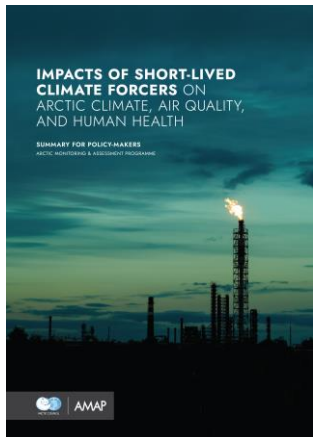
Jämfört modellkörningar med två framtida  
utsläppsscenarier av SLCF:

**CLE** – "current legislation" (minskat sulfat, små förändringar i  
sot och organiskt kol, något ökande  $\text{CH}_4$ )

**MFR** – "maximum feasible reduction" (kraftigt minskat sulfat,  
sot, organiskt kol och  $\text{CH}_4$ )

$\text{CO}_2$ -utsläppen är samma i alla simuleringar (följer SSP2-4.5)

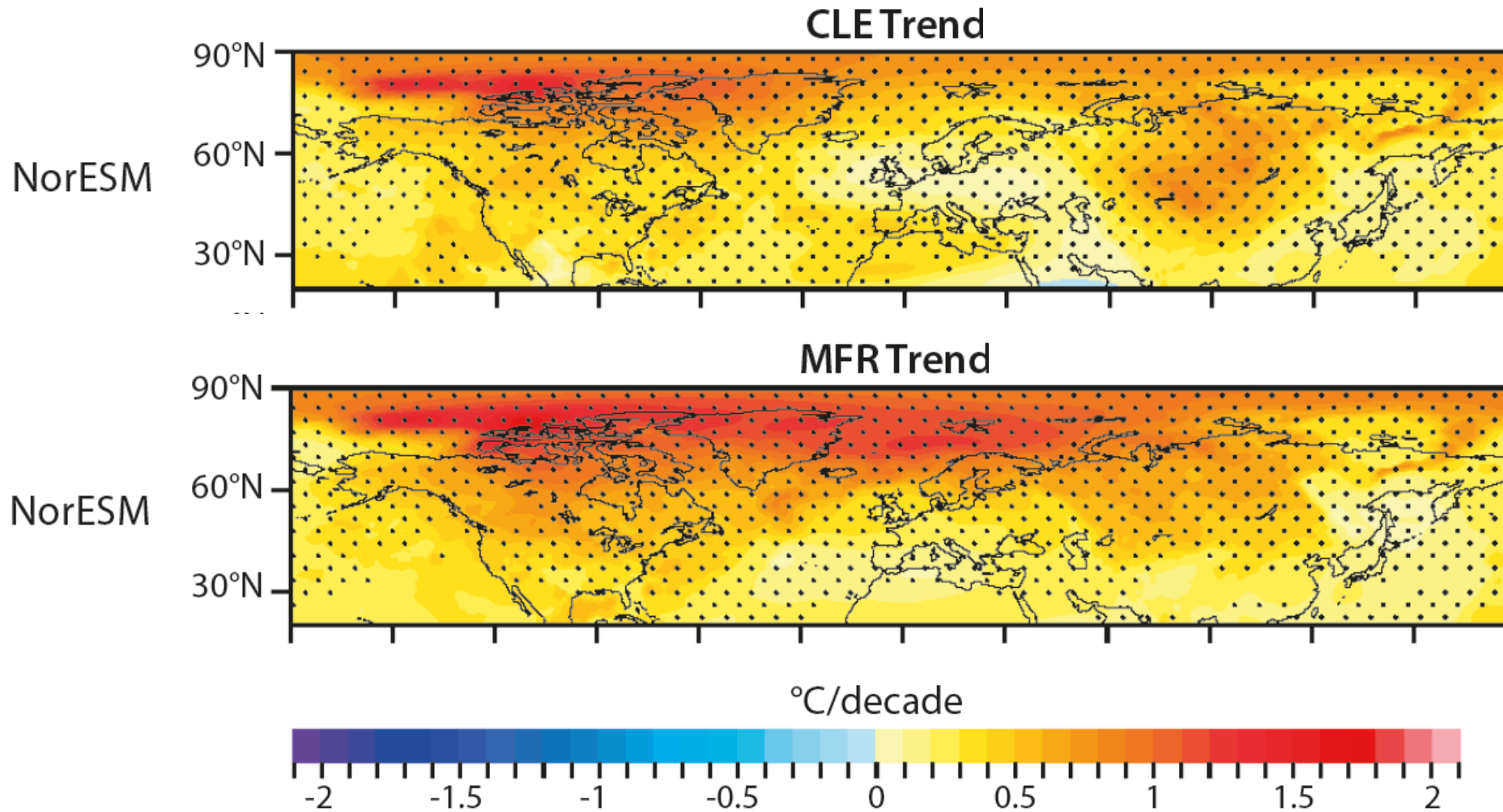
⇒ Skillnaden mellan MFR och CLE beror på SLCFs





# Temperatortrend vid markytan (2015-2050)

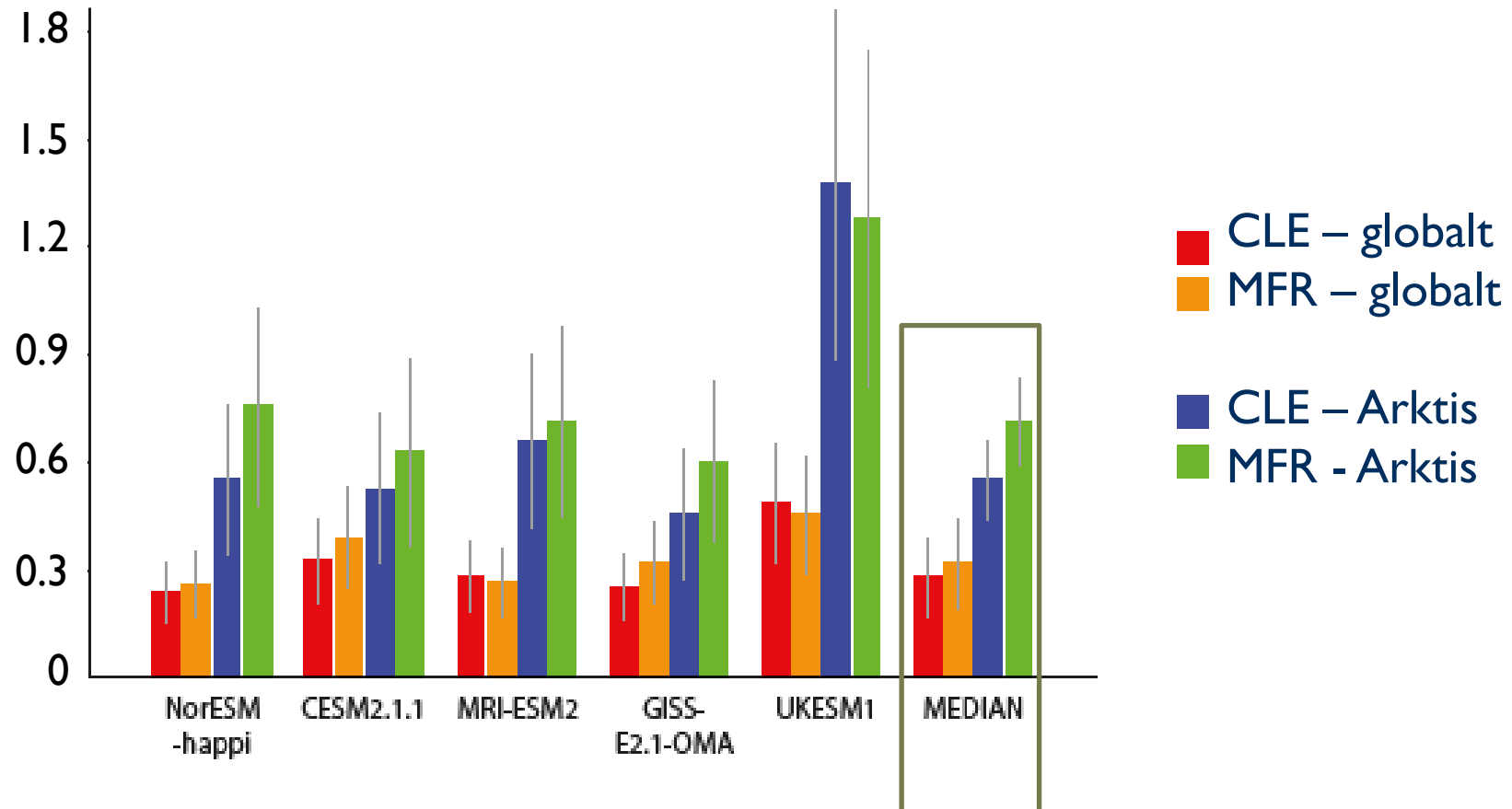
Bolin Centre for  
Climate Research



AMAP (in press)

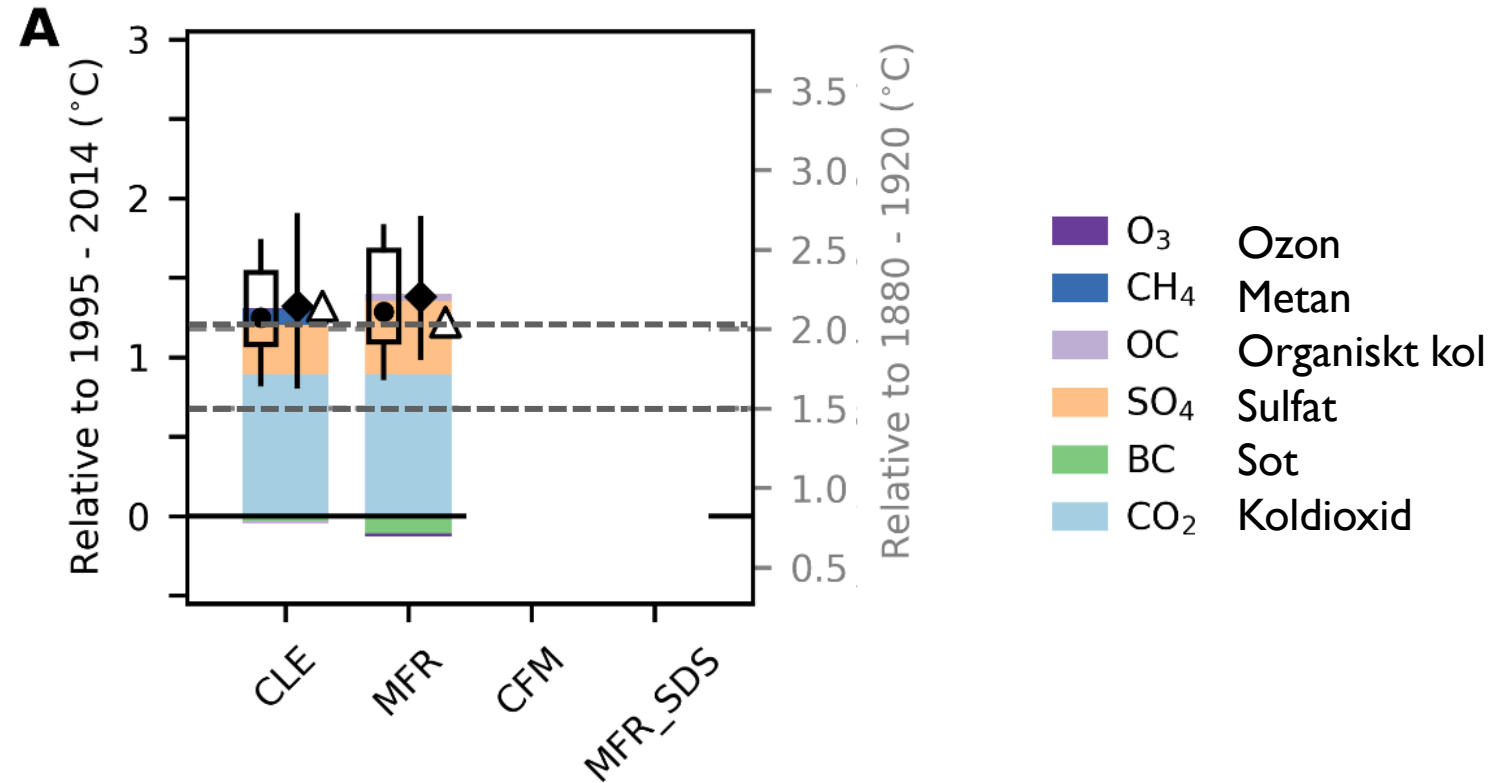
# Temperatortrend vid markytan 2015-2050

Temperatortrend [ $^{\circ}\text{C}/\text{dekad}$ ]



Liten påverkan från SLCF....?

# Global medeltemperaturförändring år 2050



- Den **totala uppvärmningen** ligger **över 2.0°C** i både CLE och MFR.
- **Sulfatminskningar** genererar en **global uppvärmning på ~0.3°C (CLE) och 0.5°C (MFR)**.
- Ingen tydlig skillnad i temperaturtrend mellan MFR och CLE eftersom **sulfatminskningarna** kompenseras av **minskningar av sot och metan** i MFR.

# Hur påverkar utsläppscenarierna **hälsan**?

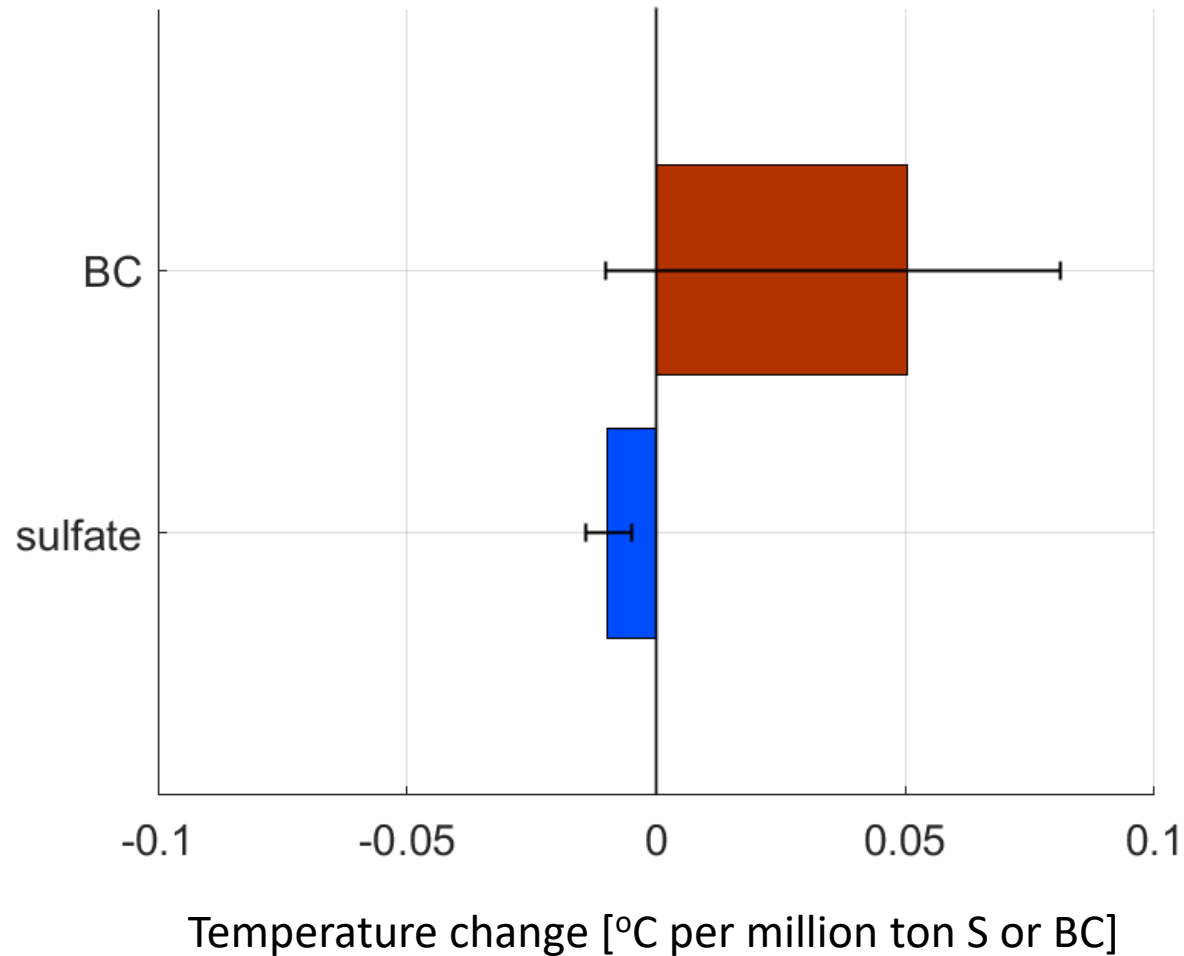
Bolin Centre for  
Climate Research



	<b>CLE 2030</b> Förtida dödsfall/år	<b>MFR 2030</b> Förtida dödsfall/år
Arktiska rådet: USA, Kanada, Norden, Ryssland	-66 000	-97 000
Arktiska rådet, observatörer: Kina, Indien, Sydkorea, Japan, flera EU-länder	-540 000	-880 000

# Vår utmaning: kan vi balansera förändringar i sulfat med sot (BC) och metan?

Bolin Centre for  
Climate Research



Temperaturförändring [°C]  
på **mellanbreddgrader**  
per miljon ton sulfat eller BC  
som släpps ut i **Europa**

Ett ton BC motsvarar fem  
ton sulfat

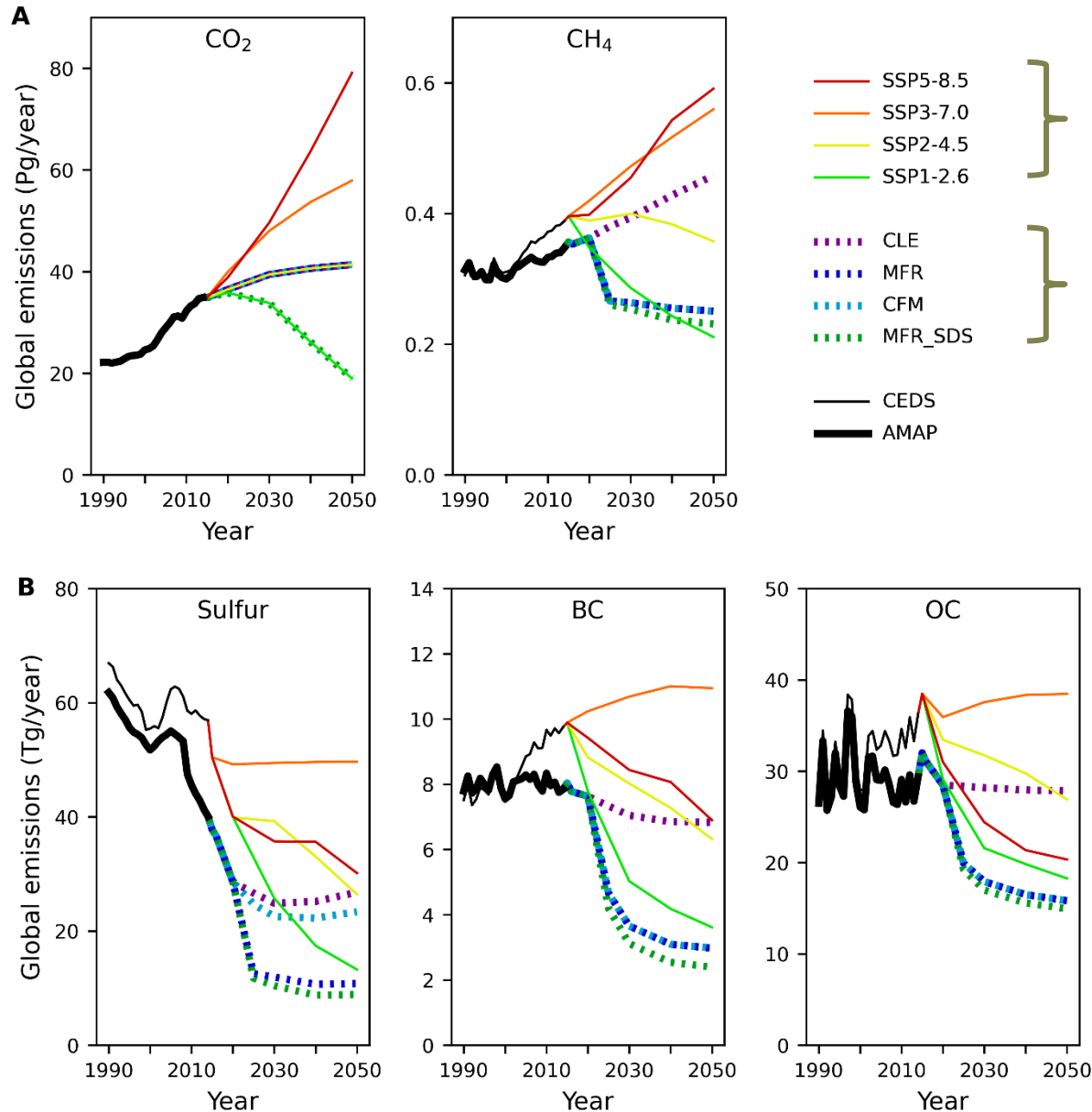
**Stora osäkerheter**

# Sammanfattning

- Kortlivade klimatpåverkande ämnen (“luftföroreningar”) både värmer (metan, ozon, sotpartiklar) and kyler (sulfatpartiklar och organiskt kol) klimatet.
- Aerosolpartiklar kyler i dagsläget klimatet med c:a  $0.5^{\circ}\text{C}$  (globalt medelvärde).
- Framtida minskningar av sulfatpartiklar:
  - Kommer värma klimatet globalt med  $\sim 0.3-0.5^{\circ}\text{C}$  år 2050 (CLE- och MFR-scenarier).
  - Kommer värma klimatet mer än koldioxid i närtiden (2030).
  - Kommer förbättra global luftkvalitet och global hälsa.
  - Måste kompenseras av simultana minskningar i metan, sot och – framförallt - koldioxid.



# Impact of past SLCF emission discrepancies?



“CMIP6 simulations”

“AMAP simulations”

**AMAP simulations (SLCF focus):**

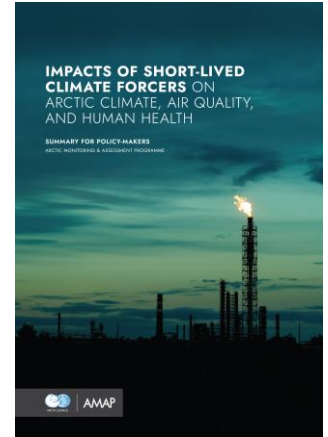
**CLE:** Current Legislation (~business as usual)

**MFR:** Maximum Feasible Reduction (strong reduction)

**CFM:** Climate Forcing Mitigation (reduce warming SLCFs)

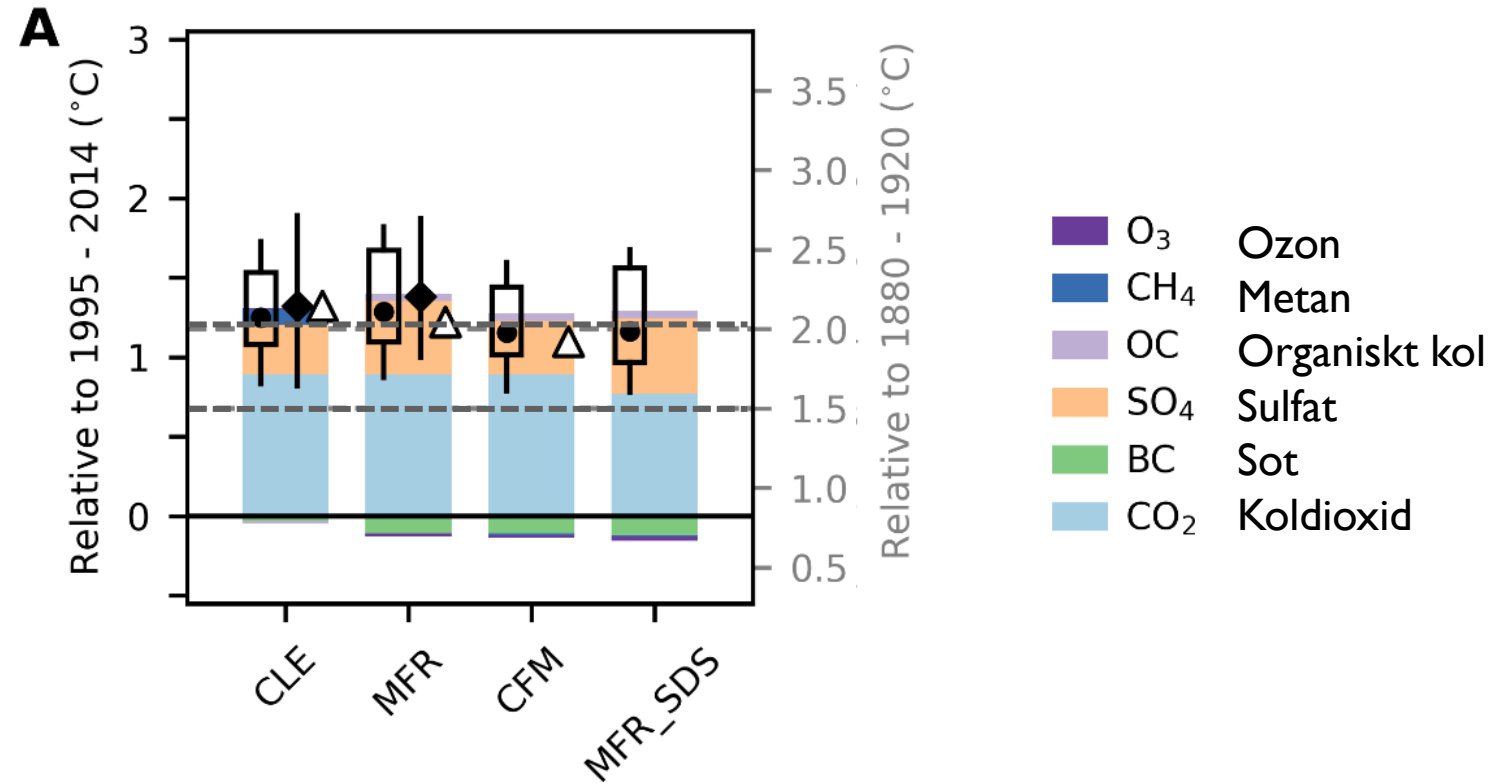
**MFR\_SDS:** Sustainable Development Scenario (reduce SLCFs and CO<sub>2</sub>)

CO<sub>2</sub> emissions follow SSP2-4.5 in all simulations except MFR\_SDS.





# Global medeltemperaturförändring år 2050



- Den **totala uppvärmningen** ligger **över 2.0°C** i både CLE och MFR.
- **Sulfatminskningar** genererar en **global uppvärmning på ~0.3°C (CLE) och 0.5°C (MFR)**.
- Ingen tydlig skillnad i temperaturtrend mellan MFR och CLE eftersom **sulfatminskningarna** kompenseras av **minskningar av sot och metan** i MFR.