

Musta hiili arktisella alueella

Kaarle Kupiainen (Erikoistutkija, FT)

Arctic Hour

Ympäristöministeriö, Aleksanterinkatu 7, Helsinki

28.5.2015, klo 8.30-9.30

Muiden ilmansaasteiden kuin musta hiilen ilmastovaikutuksista

- Musta hiili on kiinteä hiukkanen, joka muodostuu palamisessa
- Palamisen yhteydessä pääsee myös muita ilmansaasteita ja kasvihuonekaasuja
- Ilmansaasteiden ilmastovaikutuksia:
 - Osa lämmittää; SLCP:t = lyhytikäiset ilmastovaikutteiset ilmansaasteet (esim. musta hiili, metaani ja alailmakehän otsoni)
 - Osa heijastaa säteilyä pois ilmakehästä ja näin pääsääntöisesti viilentävät sitä (esim. rikkipäästöt, orgaaninen hiili)
 - Aerosolit, eli ilmakehän hiukkaset, ovat avainasemassa pilvienmuodostuksessa.
 - Vaikutusarvioissa tärkeitä huomioida kaikki prosessit

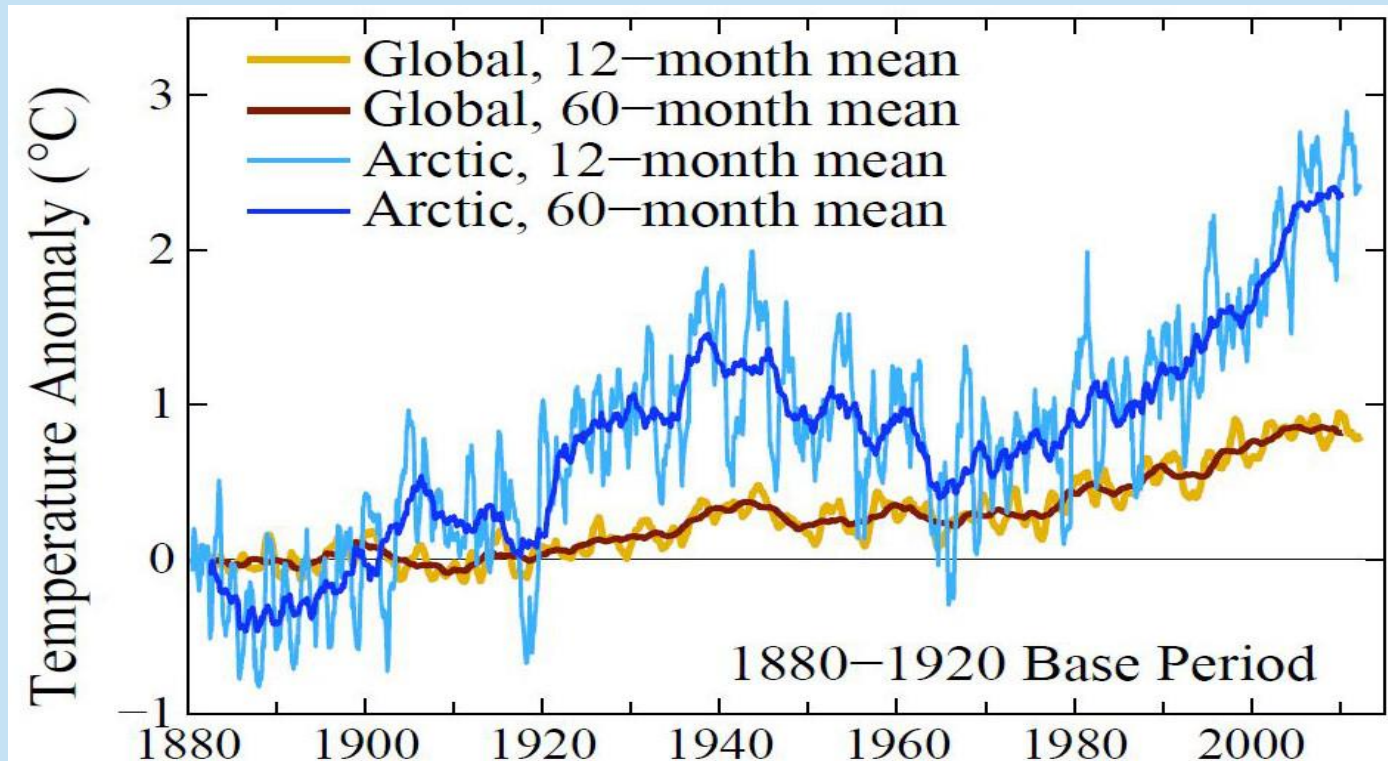
Musta hiili hiukkanen ”imee” (absorboi) näkyvää valoa ja lämmittää ympäristöään

- Ilmassa musta hiili absorboi auringon valoa ja lämmittää ilmakehää
- Lämmitysvaikutus tehostuu heijastavien pintojen (lumi- ja jää) yllä.
- Absorptiota tapahtuu myös lumen sisässä – musta hiili tummentaa lumipintoja ja kiihdyttää sulamista
- Musta hiilen elinikä ilmakehässä on lyhyt (päivistä viikkoon) verrattuna kasvihuonekaasuihin esim. CO₂



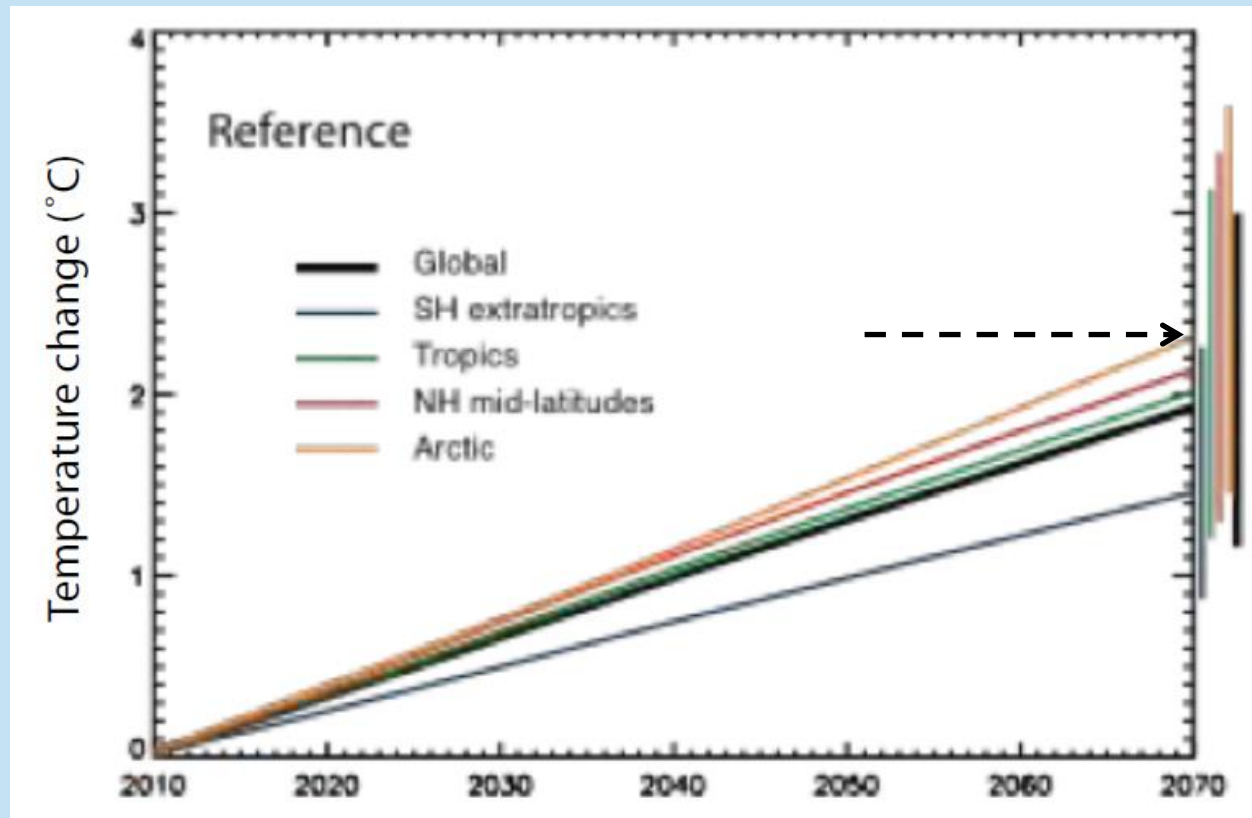
Kuva: Kokeellisesti tuotettuja musta hiili laskeumia MACEB projektin lumialbedo kampanjan aikana Sodankylässä (lähde: www.maceb.fi)

Arktinen alue on lämmennyt suhteessa enemmän kuin globaali kehitys



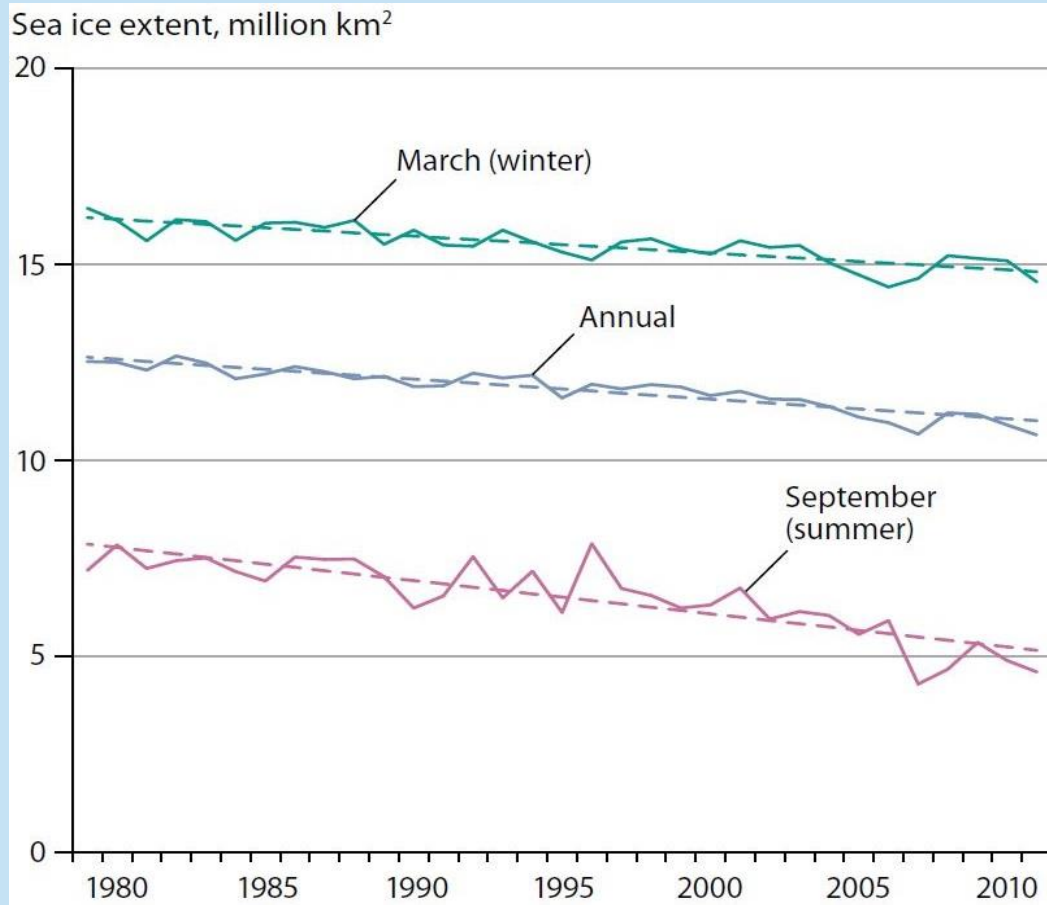
Source: Sato 2014.

Lämpenemisen on arvioitu jatkuvan mikäli ilmastonmuutoksen torjunnassa ei onnistuta



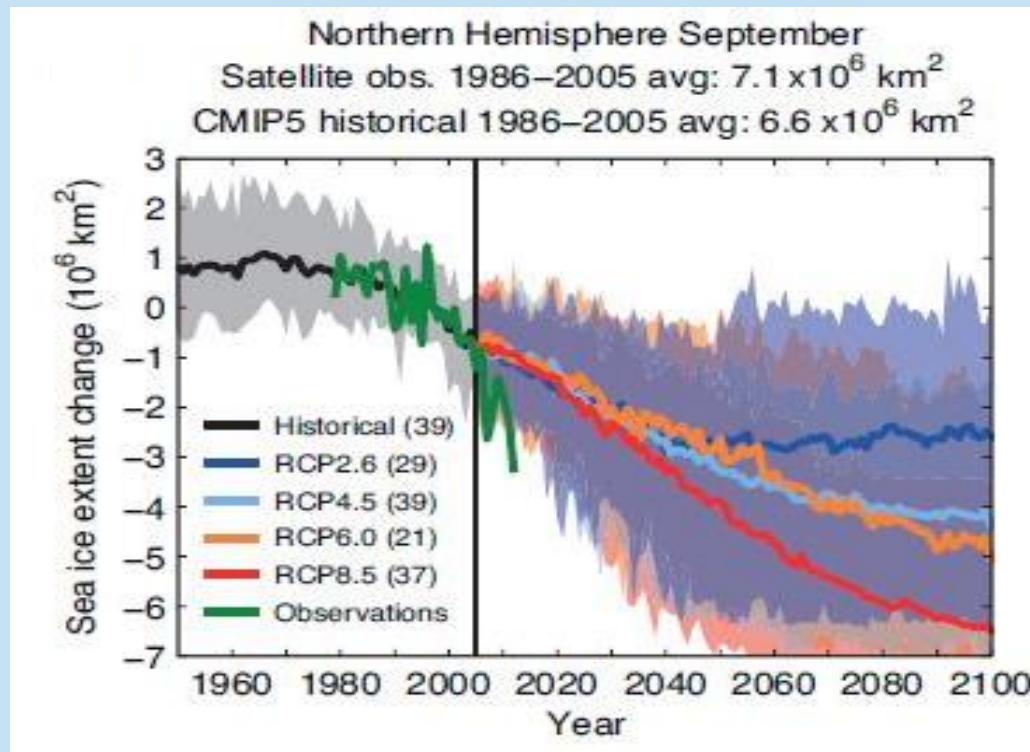
Lähde: UNEP/WMO 2011: Integrated Assessment of Black Carbon and Tropospheric Ozone

Arktinen jääpeitteisyys ja monivuotisen jään alue ovat pienentyneet



Lähde: AMAP, 2011

Jäätilanteen muutosten on arvioitu jatkuvan



Lähde: IPCC, 2013

Mikä rooli musta hiilellä on arktisessa lämpötilamuutoksessa?

Tuloksia AMAP 2015 arviointityöstä

AMAP tieteellinen työ - musta hiili ja SLCPt

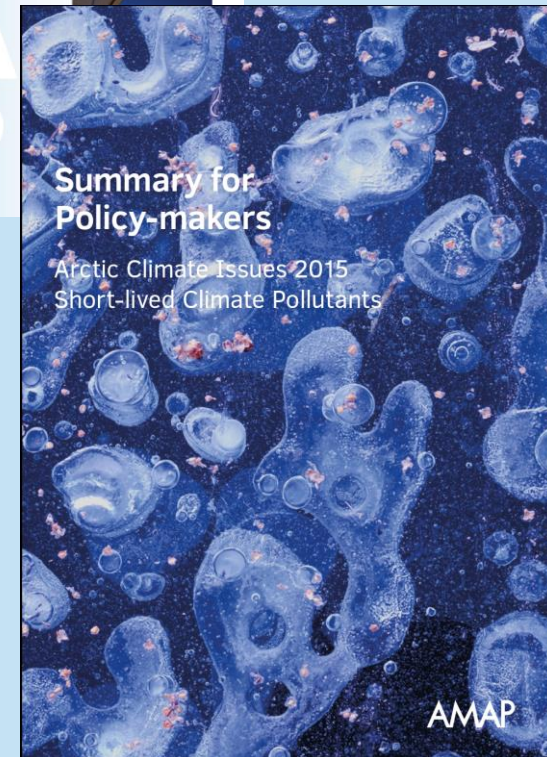
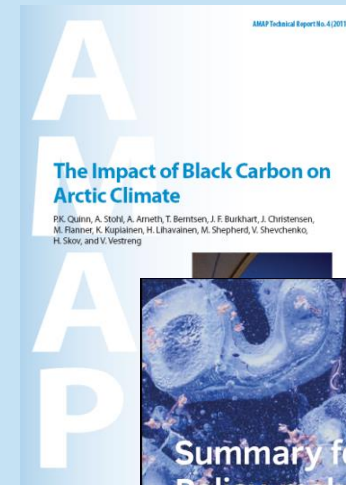
2009: AMAP asiantuntijaryhmä 2009: arvioreportti musta hiilen ilmastovaikutuksista

2011: Raportti koskien BC:n ja OC:n (päästöt, ilmastopakote).

2011: AMAP työ laajennettiin sisältämään alailmakehän otsonin ja muiden ilmansaasteiden ilmastovaikutusarviot arktiselle alueelle. AMAP perusti myös metaania koskevan ryhmän.

2015: Sarja raportteja tulossa

- Summary for policy makers. Arctic climate Issues 2015. Short-lived Climate Pollutants.
- Arctic climate Issues 2015. Short-lived Climate Pollutants.
- Technical report of the BC/O3 Expert Group
- Technical report of teh CH4 Expert Group



Musta hiili arktisessa ilmastomuutoksessa?

- Ilmakehän (troposfäärin) yläosassa oleva musta hiili lämmittää vain vähän tai jopa viilentää maan pintaa
- Lähellä maan pintaa ja lumessa oleva musta hiili lämmittää voimakkaasti maan pintaa
- Arktinen alailmakehä lämpenee merkittävästi arktisen alueen ulkopuolelta kulkeutuvan, lämmenneen ilman sekoittuessa arktiseen ilmamassaan

Musta hiilen vaikutus arktisen alueen lämpötilan muutokseen

- Hiilidioksidi merkittävin tekijä myös Arktisella alueella
- Musta hiili vastaa noin 20-25% Arktisen alueen lämpötilan noususta verrattuna esiteolliseen (Quinn et al. 2008, ACP; Koch et al. 2011, J. of Climate)

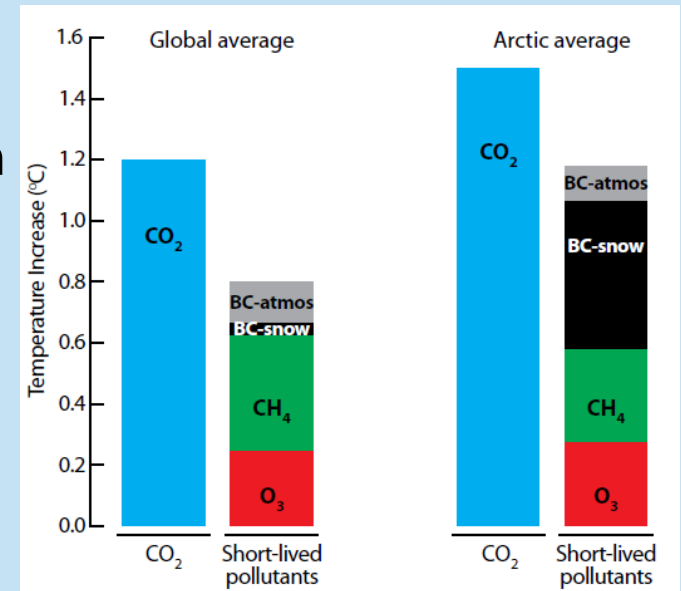
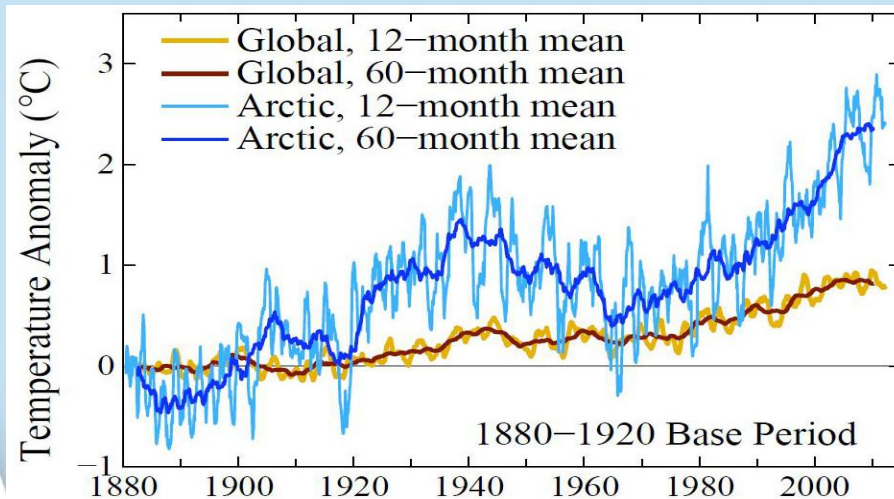
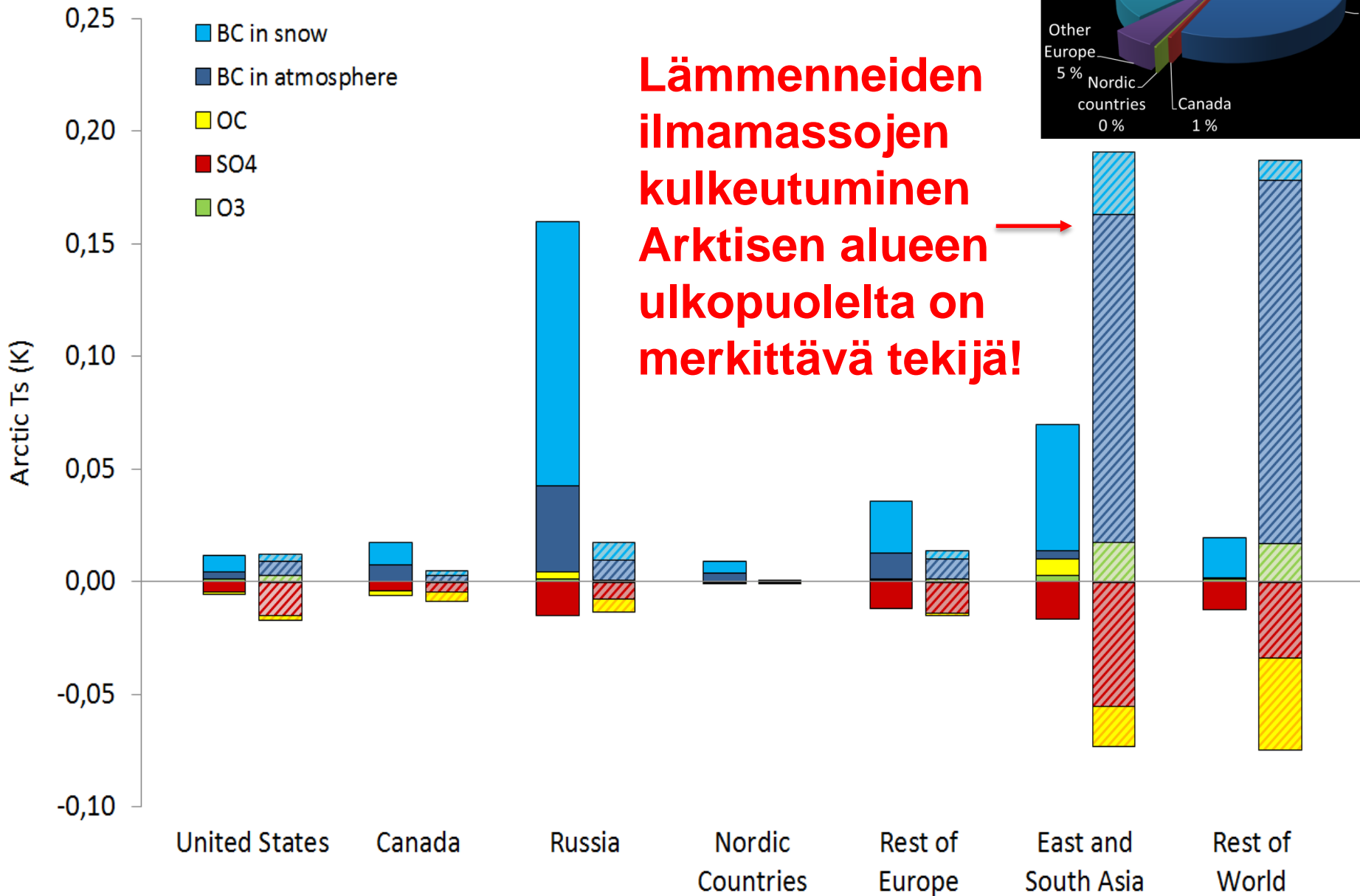
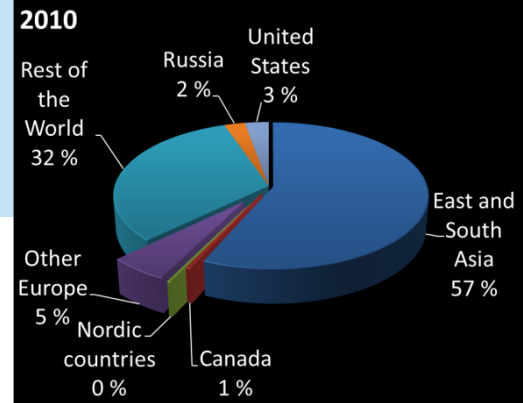


Figure 11. Annually averaged temperature increase for CO₂ and the short-lived warming pollutants relative to pre-industrial. Globally averaged values are shown on the left and Arctic averages on the right. Global values based on IPCC (2007). Arctic values based on Quinn et al. (2008). Note that cooling due to the short-lived pollutants is not included in this depiction. Such cooling may, although not necessarily, offset a portion of the warming (see discussion below).

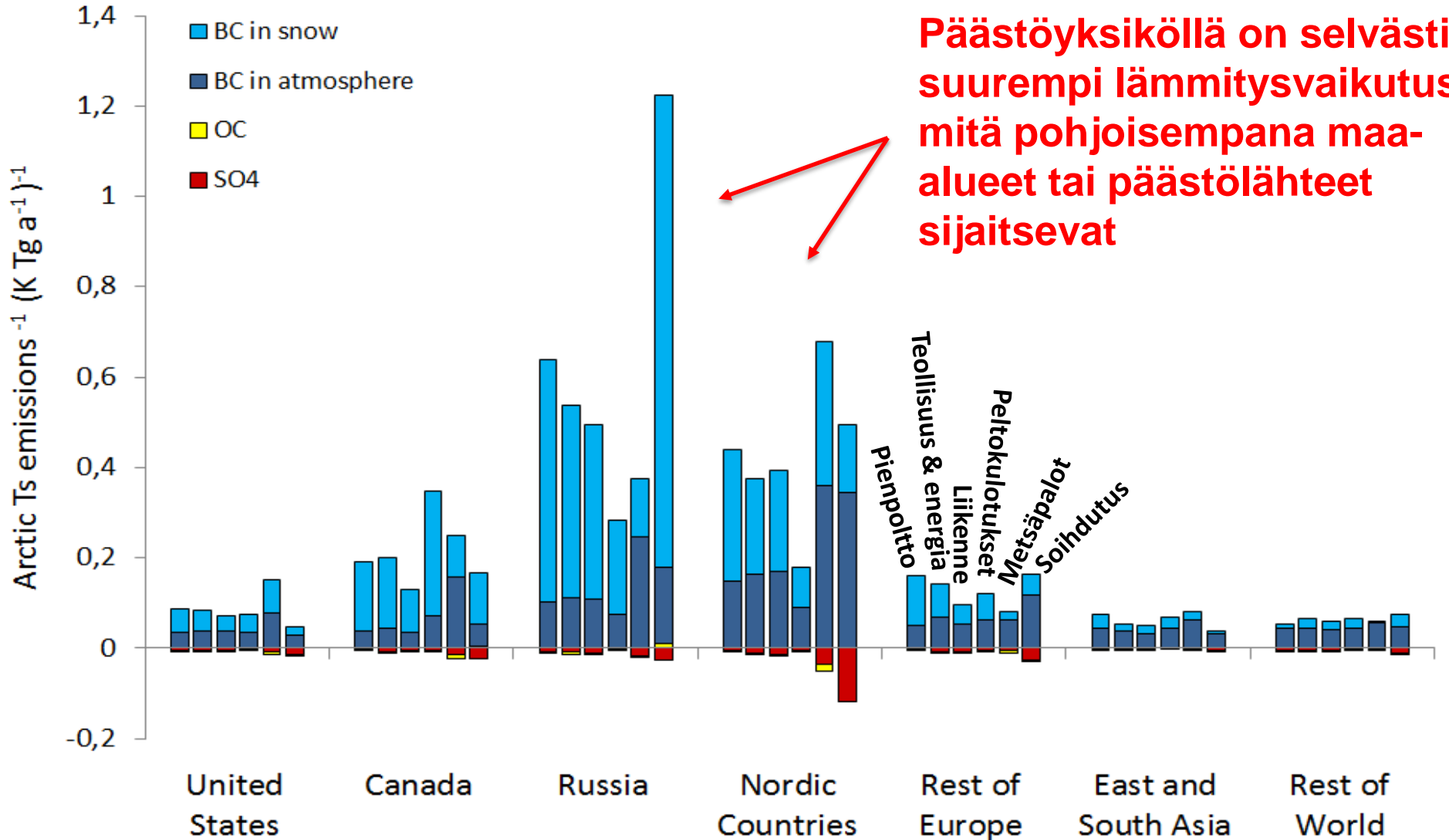
Quinn et al. 2008. ACP. Huom!
Kuvaajassa ei viilentäviä aineita!



**Lämmenneiden
ilmamassojen
kulkeutuminen
Arktisen alueen
ulkopuolelta on
merkittävä tekijä!**



Arktinen lämpötilamuutos per päästöyksikkö: °C/Tg per vuosi



Arktisella alueella tapahtuvia päästöjä – laivaliikenne ja soihdutus

- Arktisella alueella tapahtuvien päästöjen suhteellisen vaikuttavuuden takia niihin kannattaa kiinnittää huomiota
 - Nykypäästöt
 - Tulevaisuuden kasvupotentiaali?
- Arktinen laivaliikenne ei tällä hetkellä ole kovin merkittävä päästölähde, mutta on arvioita, joiden mukaan se voi jopa kymmenkertaistua 2050 mennessä
- Öljynporauksen yhteydessä tapahtuva soihdutus on jo nyt merkittävä musta hiilen päästölähde arktisella alueella

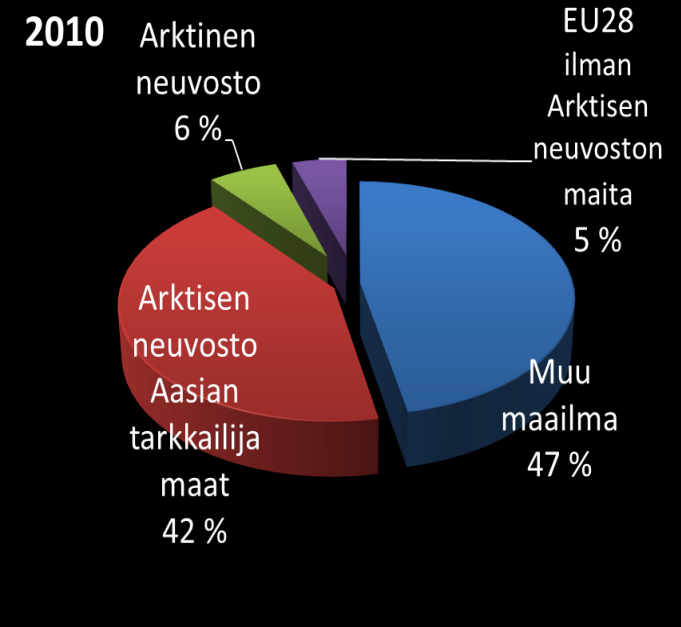
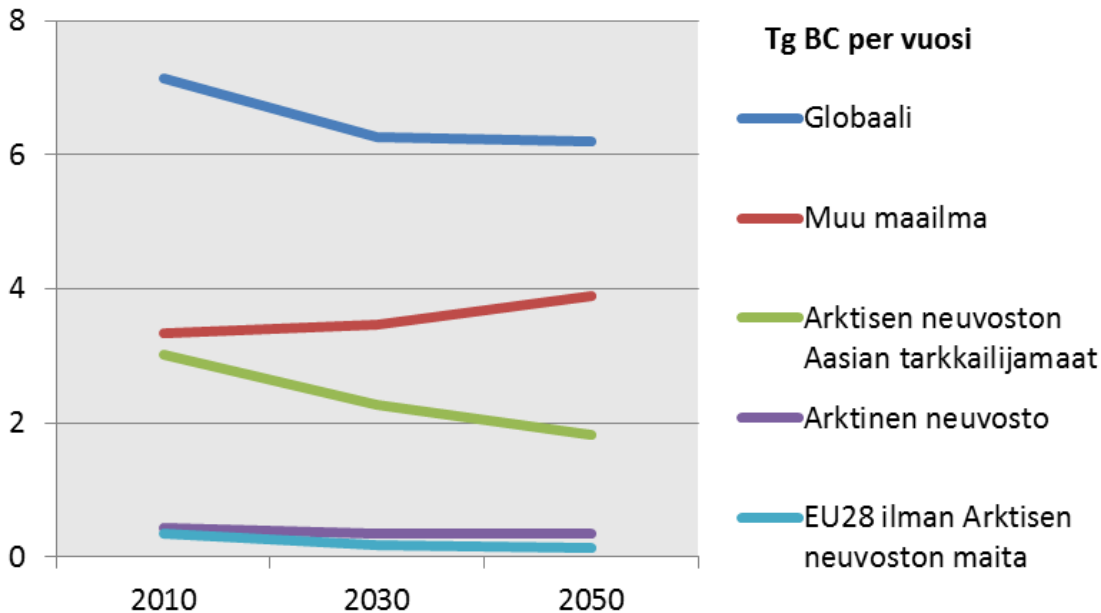


Kuvat: US EPA 2010 report to congress and Carbon Limits 2013 Associated Petroleum Gas Flaring Study...

Onko musta hiilen päästövähennyksillä mahdollista torjua arktisen ilmaston lämpenemistä?

Tuloksia AMAP 2015 arviointityöstä

Globaalit päästöt – arvioitu kehitys nykyainsäädännöllä

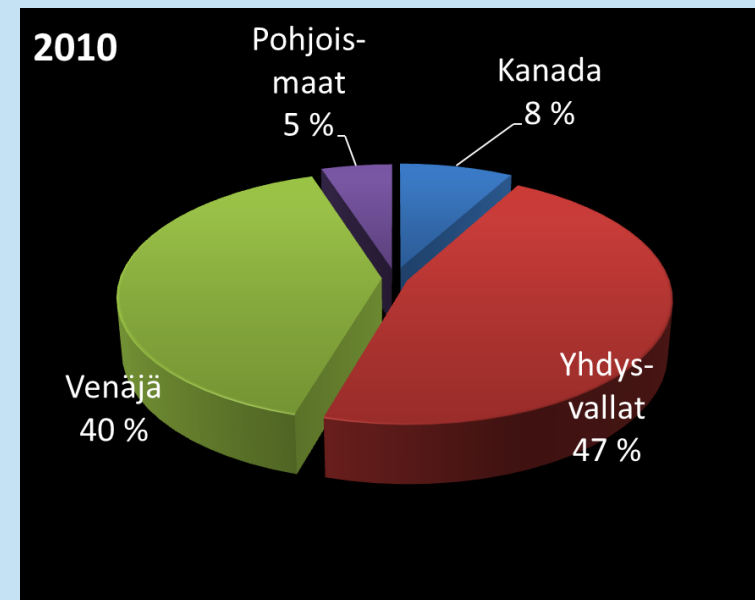
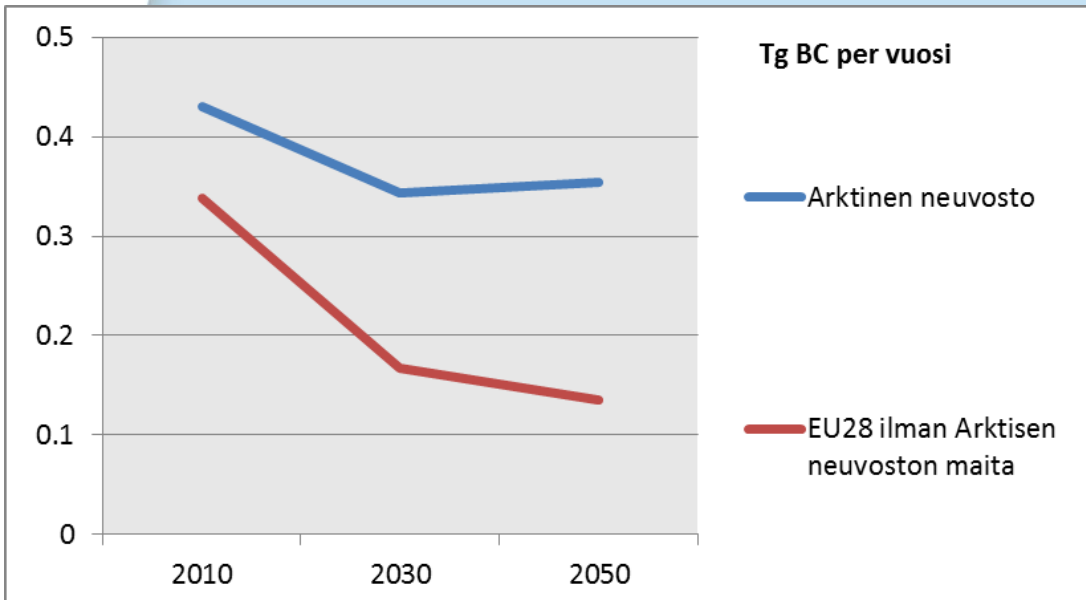


Lähde: IIASA-GAINS malli, ECLIPSE-aineisto

Tg (Teragrammaa) = 1 000 000 tonnia

- Globaalit päästöt (2010): kotitalouksien tulipesät ruoanlaitossa ja lämmityksessä (58%), liikkuvat lähteet (22%)
- Metsä- ja savannipalot 2.5 Tg per vuosi

Arktisen neuvoston päästöt – arvioitu kehitys nykyainsäädännöllä

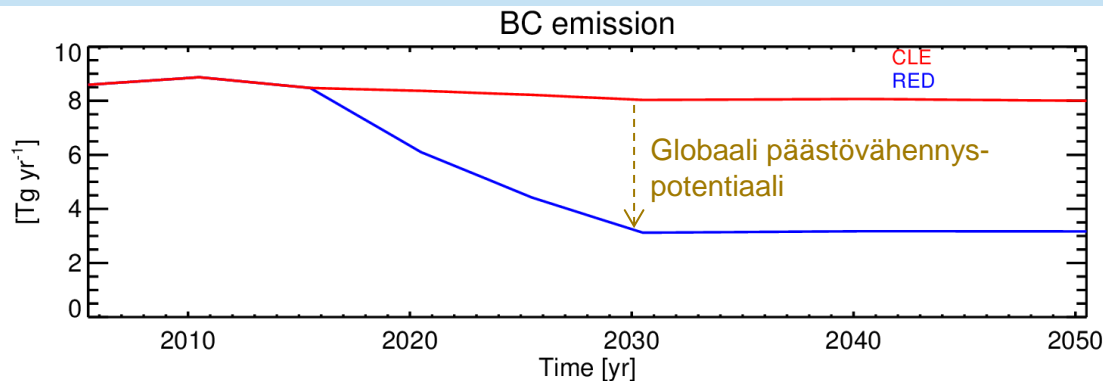


Lähde: IIASA-GAINS malli, ECLIPSE-aineisto

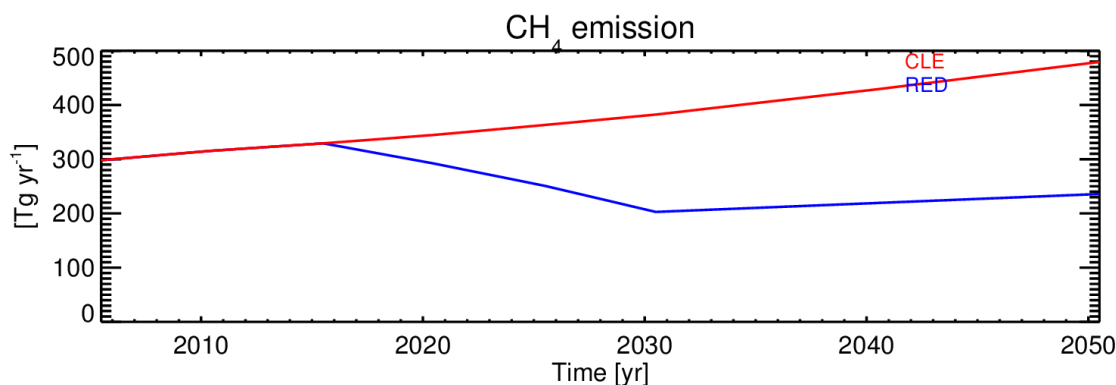
- Arktisen neuvoston päästöt 2010: liikkuvat lähteet (46%), kotitalouksien pienpoltto (19%), soihdutus (16%), kulotukset maataloudessa (9%)
- Nykylainsäädännöllä erityisesti liikennesektorin päästöt laskevat merkittävästi 2030

Millaiset lisäpäästövähennykset olisivat teknisesti mahdollisia? Globaali katsaus

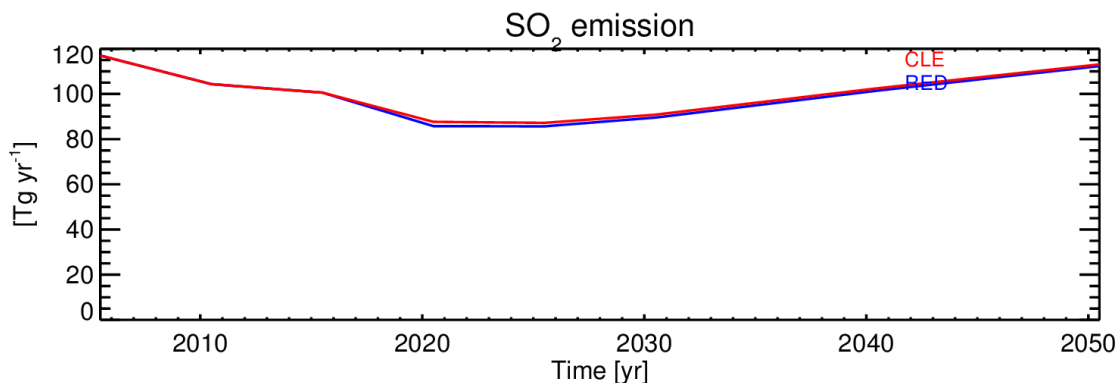
BC



CH₄



SO₂



Konstruointiin vähennys-skenaario, jossa päästövähennykset toteutetaan globaalisti 2030 mennessä, käyttäen olemassa olevia teknologioita (maksimi tekninen potentiaali)

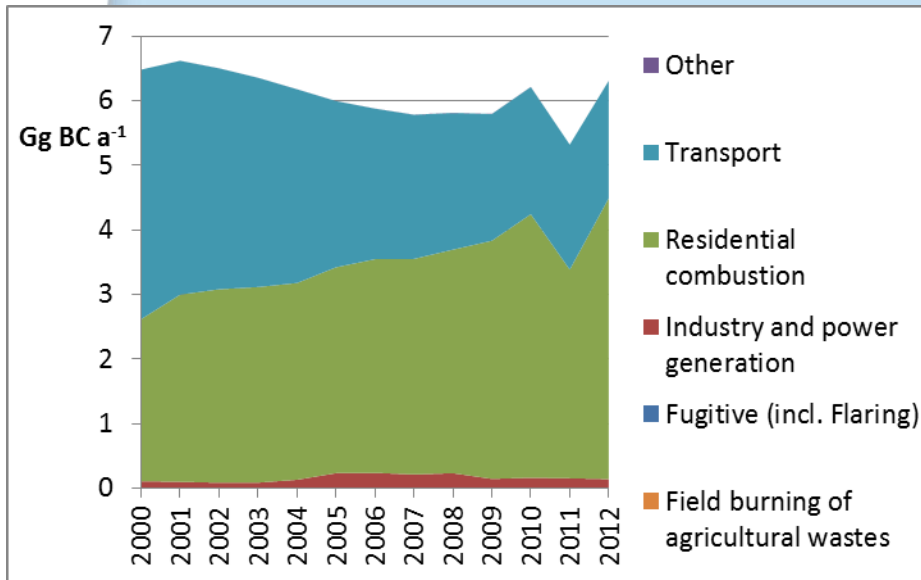
Päästövähennysvaihtoehdoista valikoitiin lyhytikästen aineiden ilmastovaikutuksia minimoivat toimet (neutraaleita CO₂ ja rikkipäästöille)

Globaalien päästövähennysten ilmastovaikutus arktisella alueella (AMAP)

- Musta hiilen vaikutus arktisen alueen lämpötilakehitykseen on arviolta 20-25%
- Arktiset maat ovat itse vastuussa noin 30% musta hiilen arktisesta ilmastovaikutuksesta (vrt. osuus globaaleissa päästöissä: 6%)
- Nykykehityksellä arktisen ilmaston odotetaan lämpenevän noin 2 °C 2050 mennessä
- musta hiilen päästövähennykset viilentäisivät arktista aluetta noin 0.25 °C (pl. metaani) 2050 mennessä
- Kaikkien SLCP päästövähennykset (ml. metaani) viilentäisivät noin puoli astetta 2050 mennessä
- Hiilidioksidi on merkittävin ilmastovaikuttaja myös Arktisella alueella

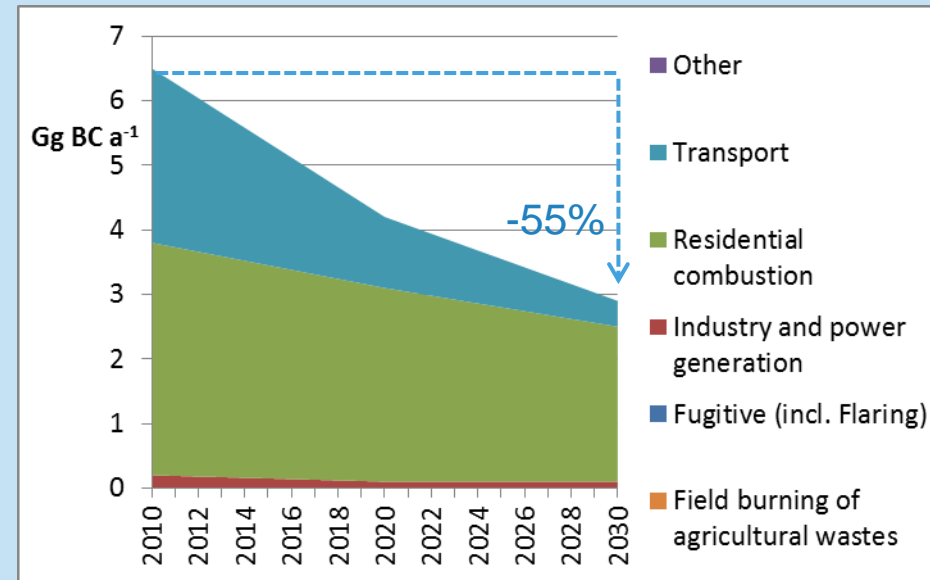
Musta hiili päästöt Suomessa nykylainsäädännöllä 2013 Energia- ja ilmastostrategian mukaan

2000-2012: CLRTAP inventaario



Päälähteet:
Liikenne
Puun pienpoltto

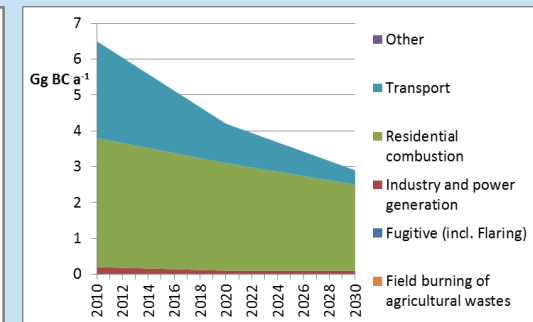
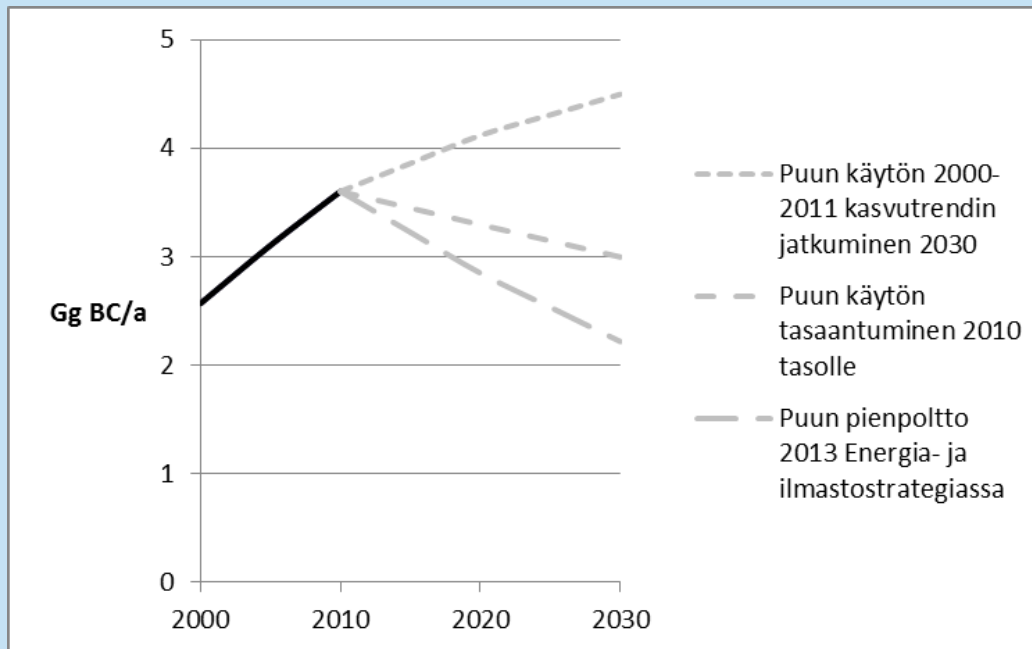
2010-2030: Energia- ja ilmastostrategian mukainen arvio päästöistä 2030 (SYKE-FRES malli)



Energia- ja ilmastostrategian kehityksen mukaiset päästöt vuonna 2030:
-55% 2010 tasosta
-46% 2015 tasosta
Toteutuuko pienpolton kehitys?

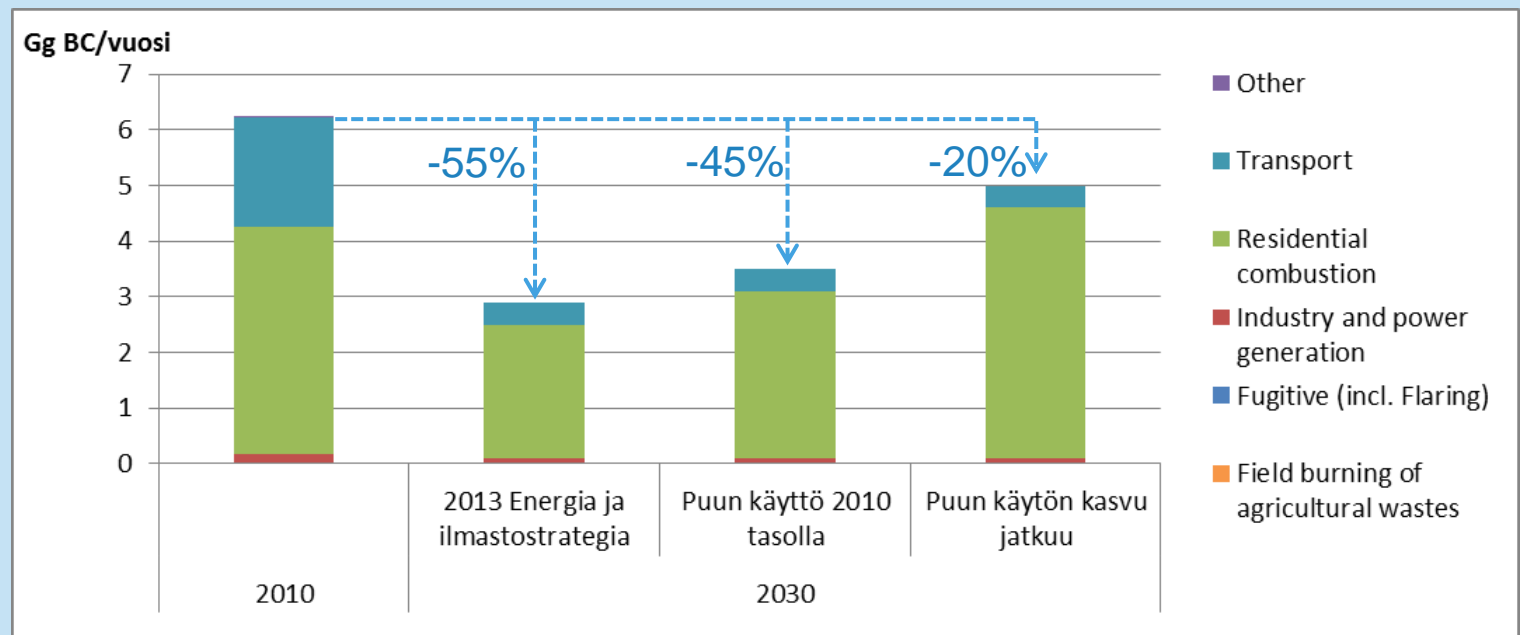
Musta hiili puun pienpoltosta – vaihtoehtoisia skenaarioita 2030 (ISPA-hanke)

- Liikenne-sektorilla ei 2030 enää yhtä suurta merkitystä kuin nykyään.
- Puun käytön kehittyminen avainasemassa päästötasojen kannalta tulevaisuudessa!
- Puun käytön tulevaisuusskenaariot?



Energia- ja Ilmastostrategian mukaiset BC päästöt 2010-2030

Suomen BC kokonaispäästöt 2010 ja 2030 eri puun käyttöskenaarioilla (ISPA perusurat)



Kiitoksia mielenkiinnosta!