



Suomen ilmastotavoitteet vuodelle 2050

Asko Vuorinen

2019

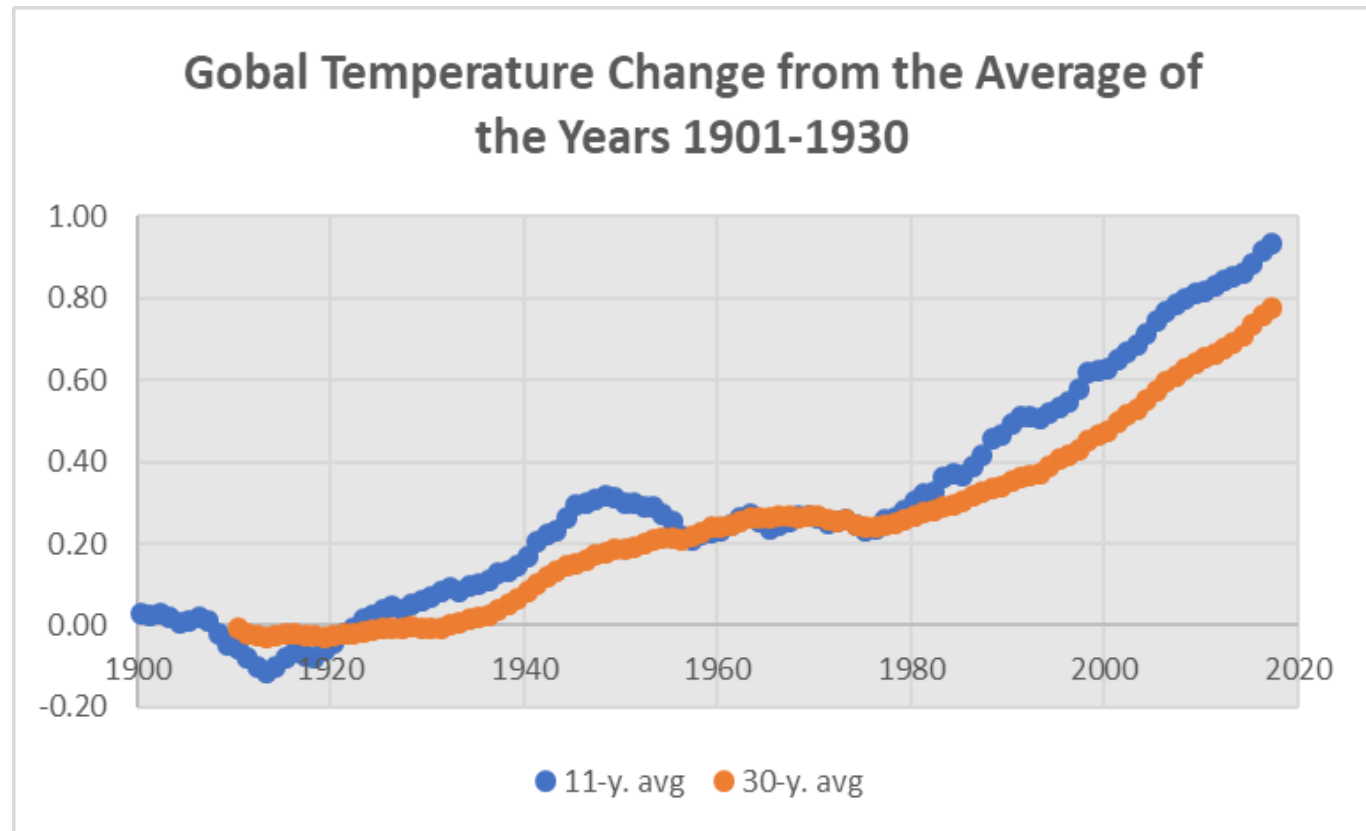
Sisällysluettelo

1. Mitattu lämpötilan nousu
2. Auringon aiheuttama lämpeneminen
3. Lämpenemisen mallintaminen
4. Suomen päästöt ja nielut
5. Toimenpideohjelma
6. Yhteenveto



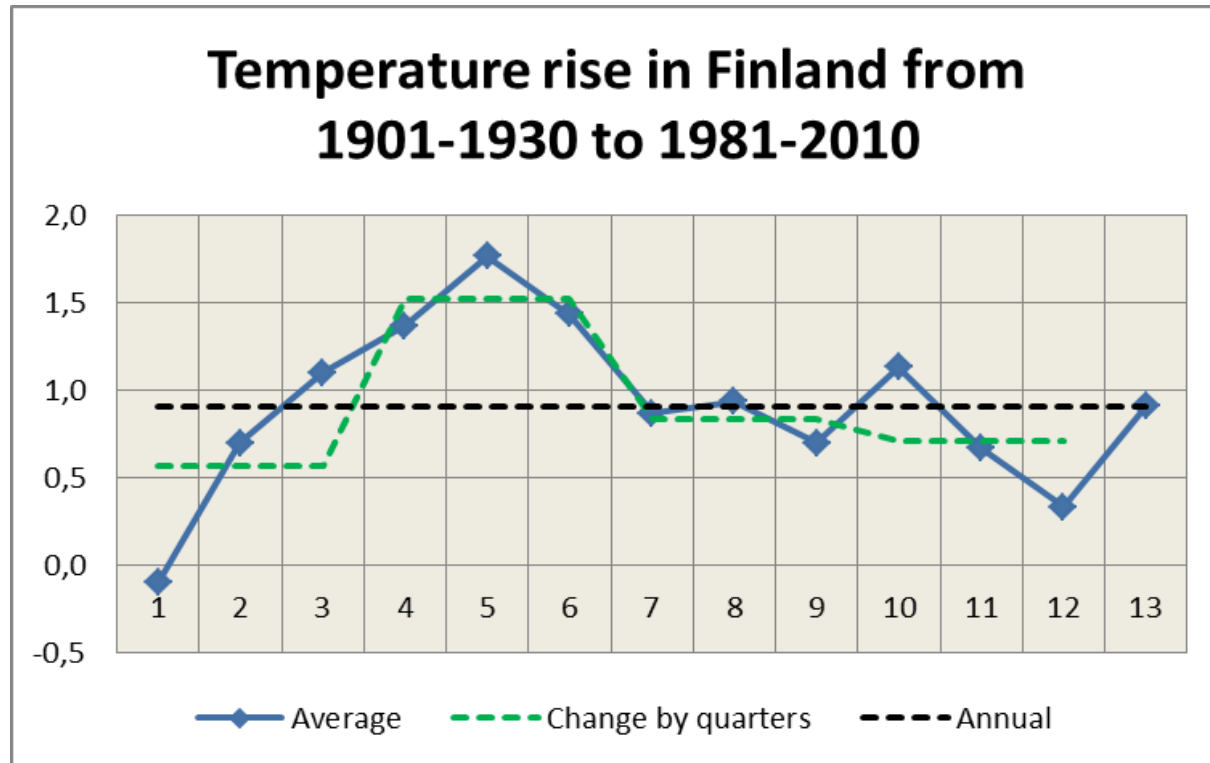
I. MITATTU LÄMPÖTILAN NOUSU

Lämpötilan nousu vuosista 1901-1930 maailmassa



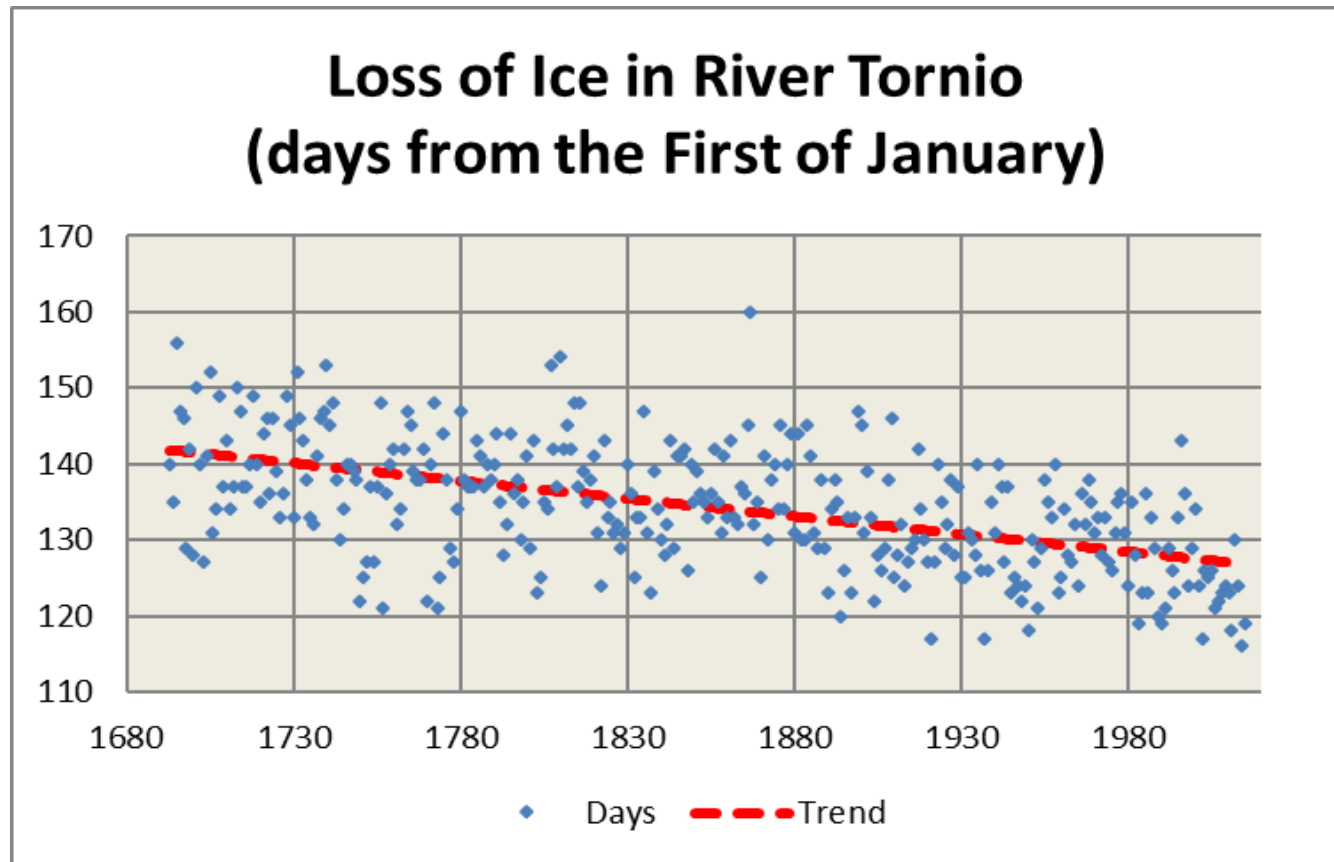
0.8 astetta vuosiin 1988-2017 mennessä (30 v. keskiarvo)

Lämpötilan nousu Suomessa vuosista 1901-1930

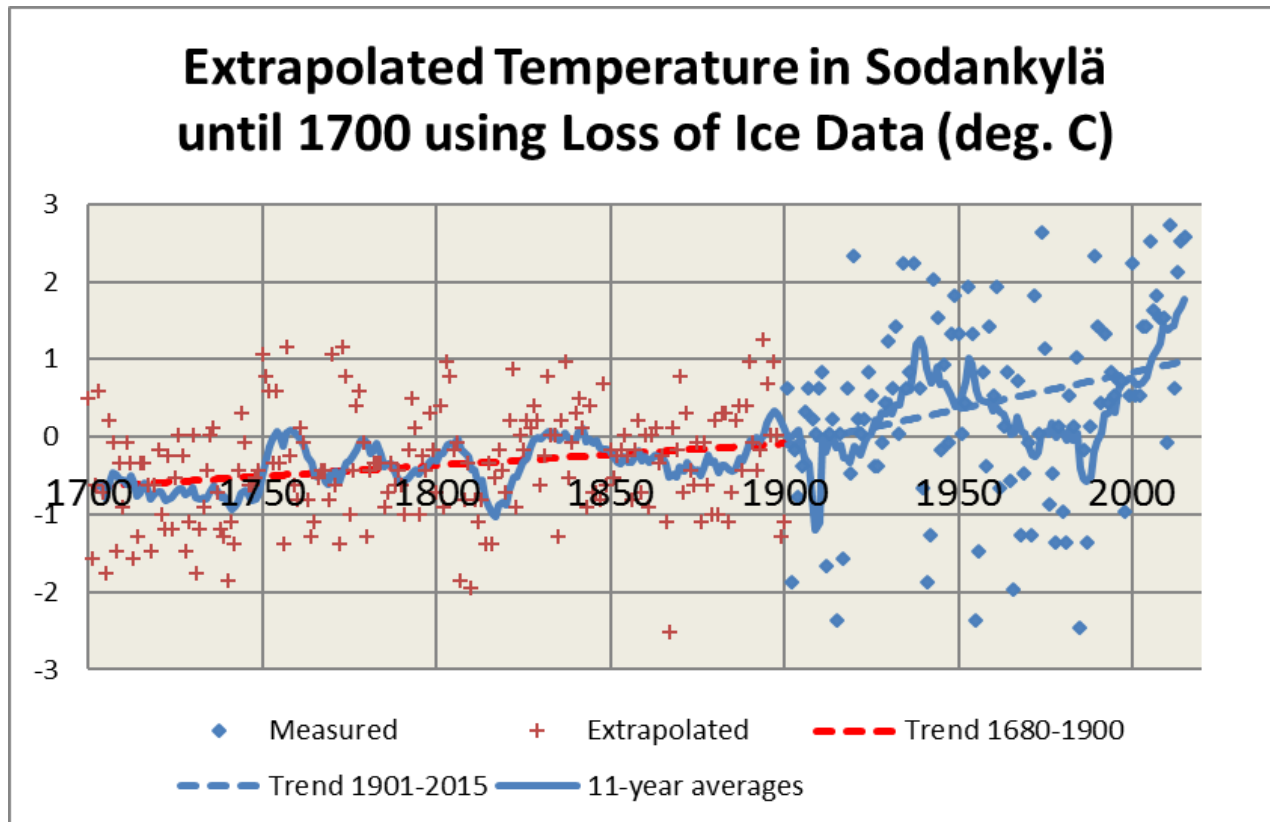


0.9 astetta vuosiin 1981-2010 mennessä (30 vuoden keskiarvo)

Tornionjoen jäiden lähtö aikaistunut



Tornion joen jäiden lähdöstä voidaan mallintaa lämpötila v. 1700

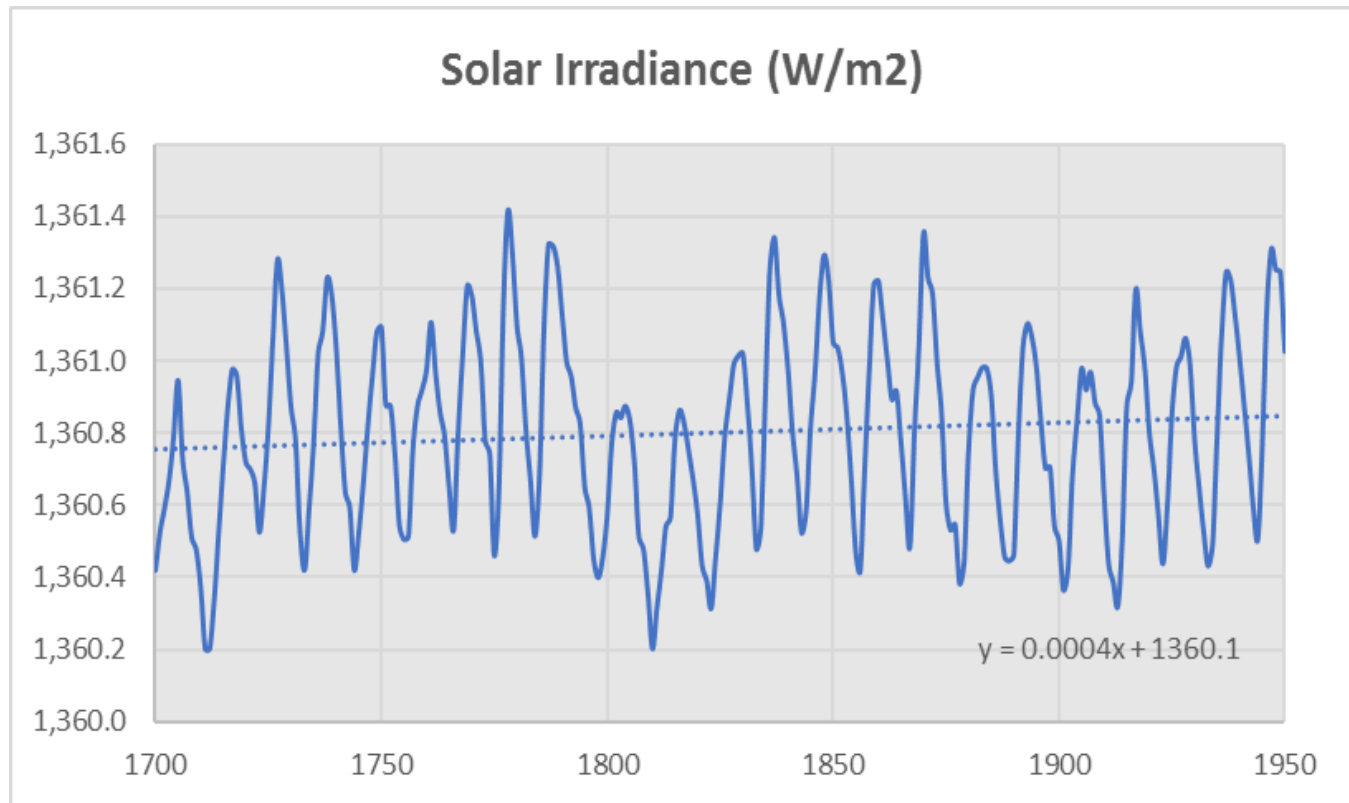


Sodankylän lämpötila on noussut vuodesta 1700 alkaen 1,7 – 2.5 astetta.

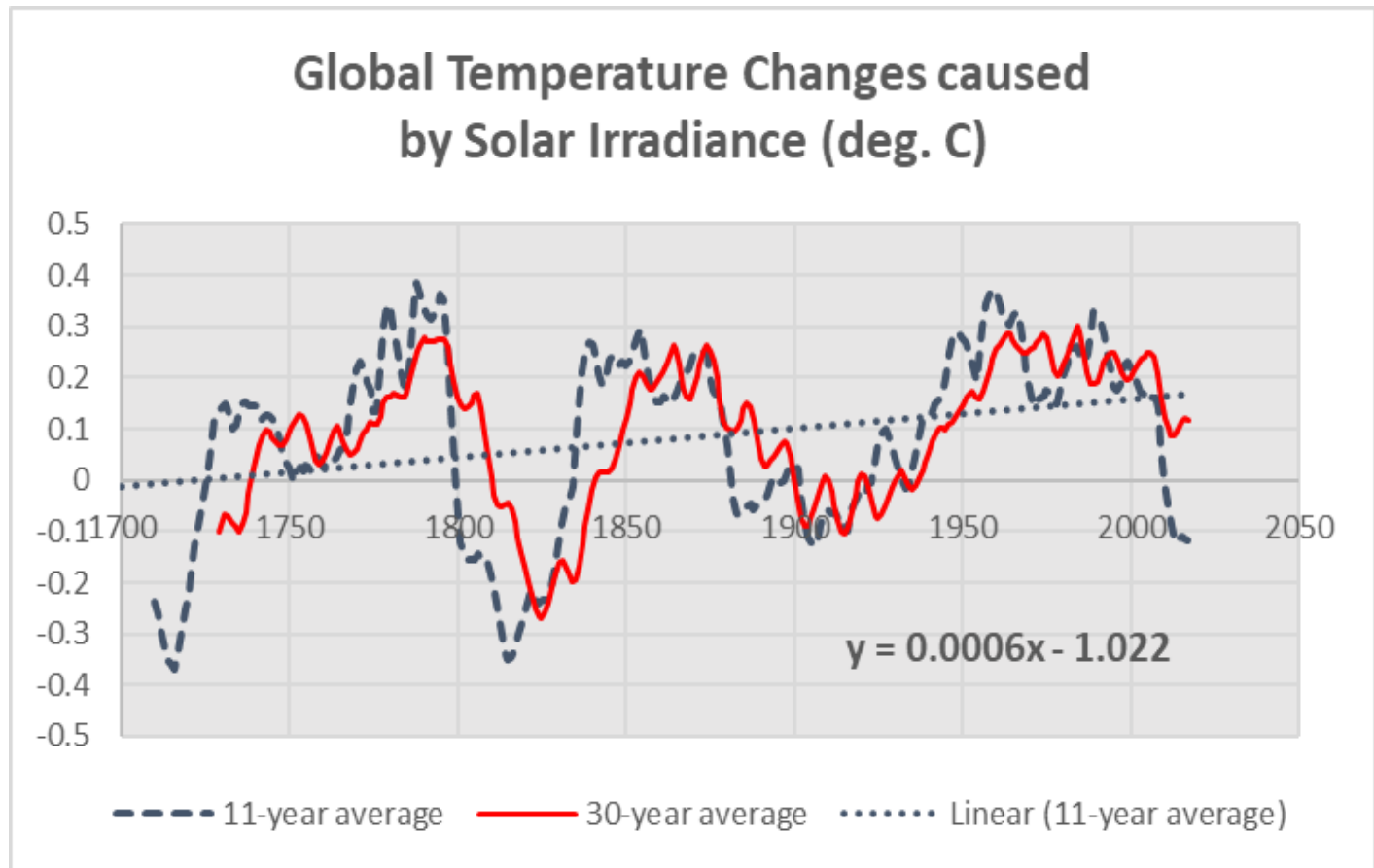


2.AURINGON AIHEUTTAMA LÄMPENEMINEN

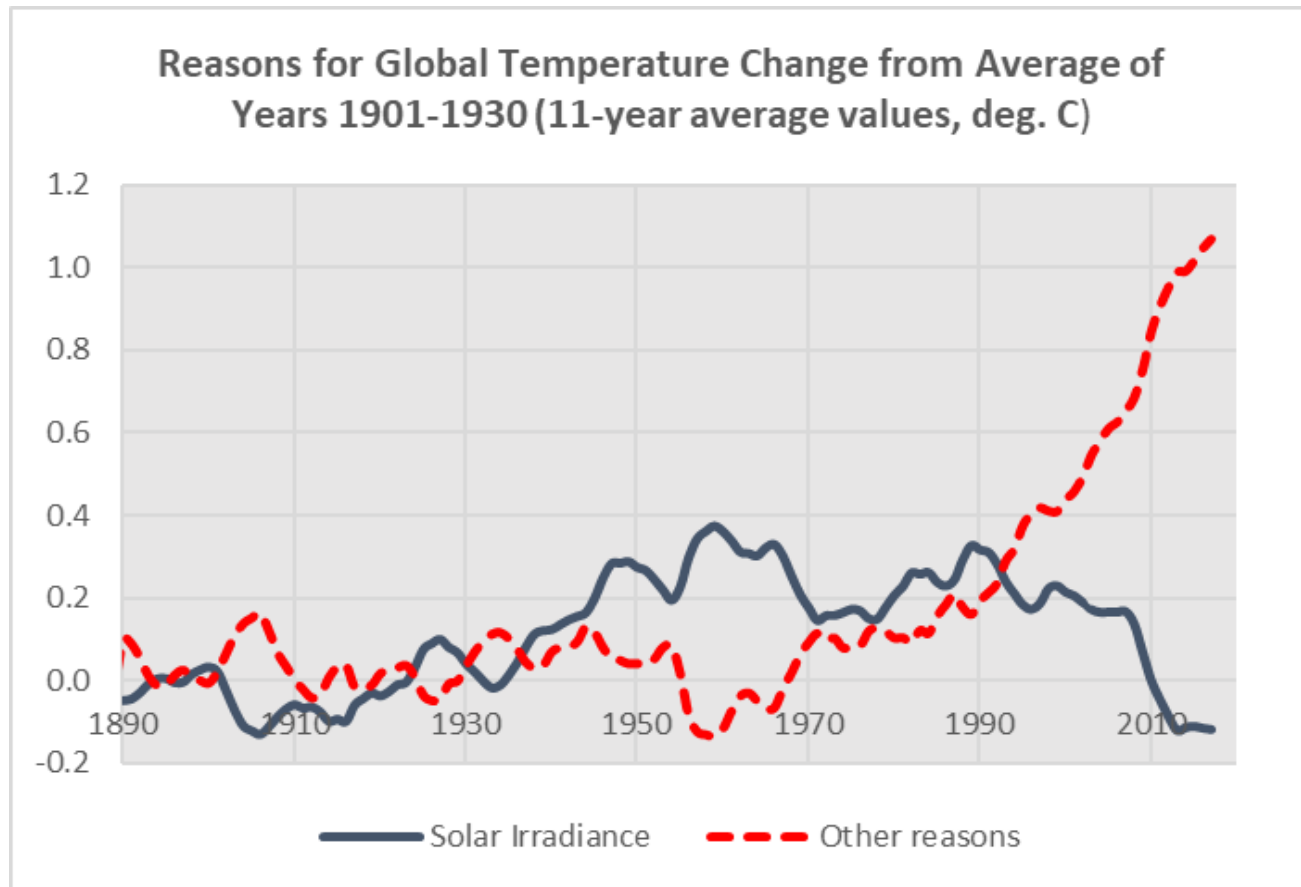
Auringon säteilyn vaihtelu



Auringon säteilyn vaihtelun aiheuttama lämpeneminen

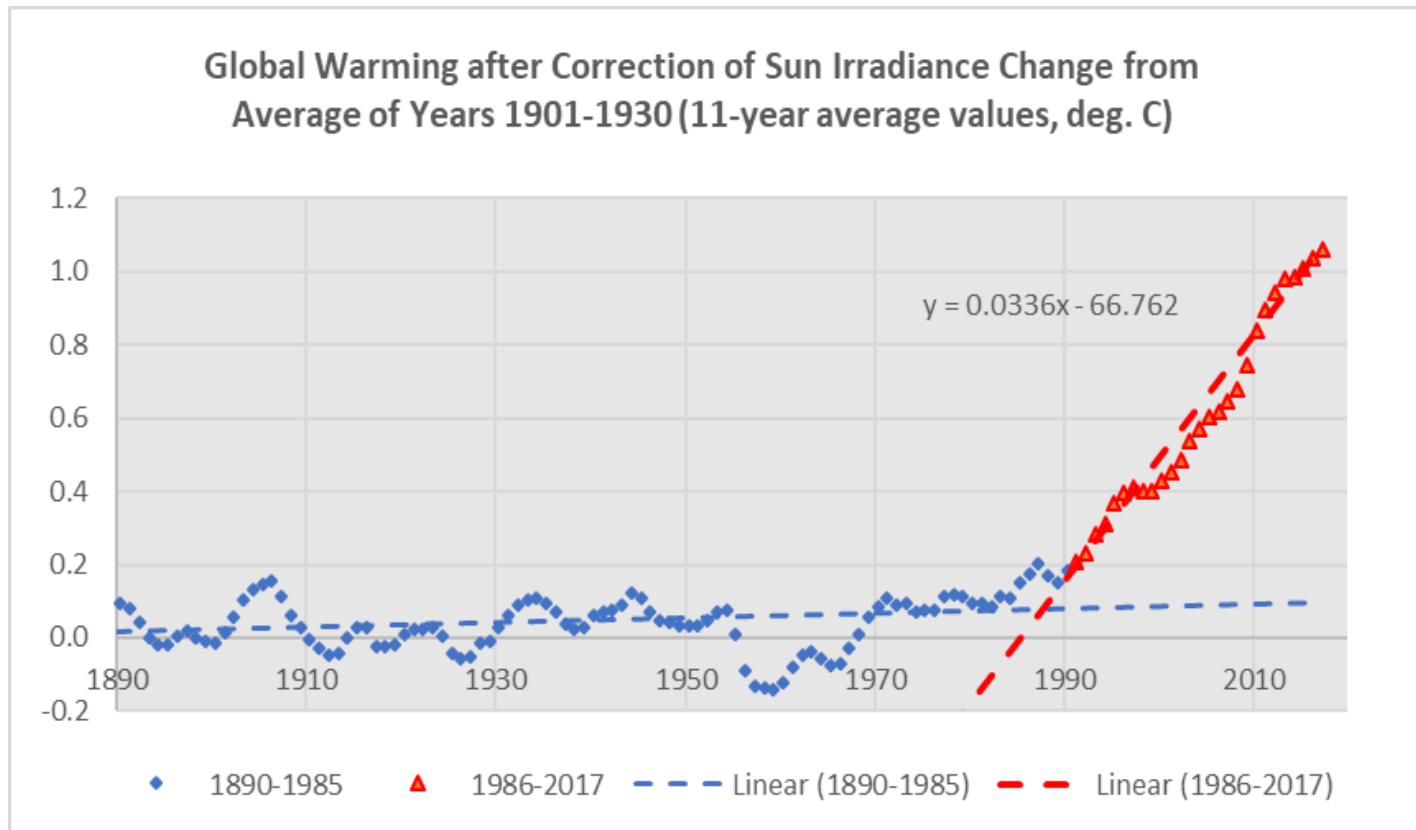


Muiden syiden aiheuttama lämpeneminen



Lämpeneminen on aiheutunut vuoteen 1990 asti pääasiassa auringon säteilyn vaihtelusta.

Muiden syiden aiheuttama lämpeneminen



Lämpötila noussut vuoden 1986 jälkeen 0,34 astetta 10 vuodessa



3. LÄMPENEMISEN MALLINTAMINEN

Lämpenemisen malli

$$dT = 1.23 \times dTSI + 4.61 \times \ln (C/292) - 0.30 \times \ln (E/22.57)$$

Missä

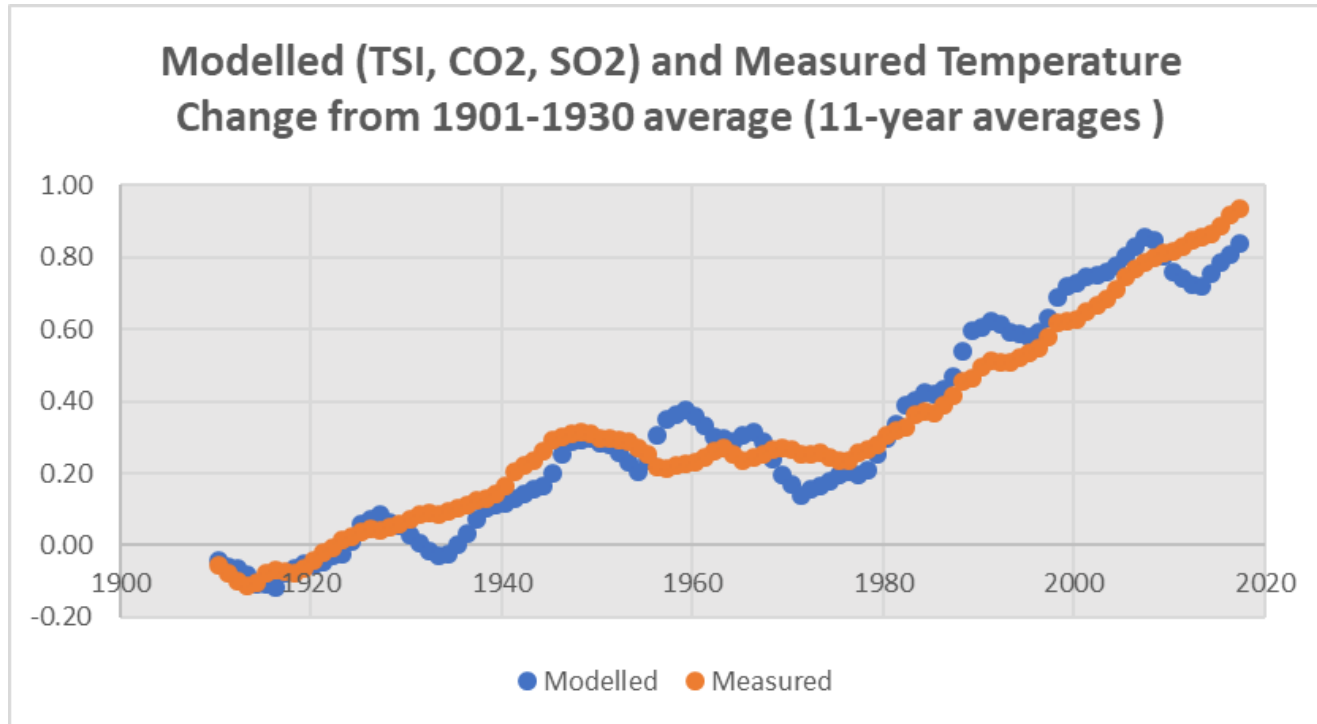
dTSI = auringon säteilyn vaihtelu (Total Solar Irradiance)

ln = luonnollinen logaritmi

C = ilmakehän CO₂-konsentraatio (ppm)

E = rikkidioksidiemissiot (SO₂-emissiot)

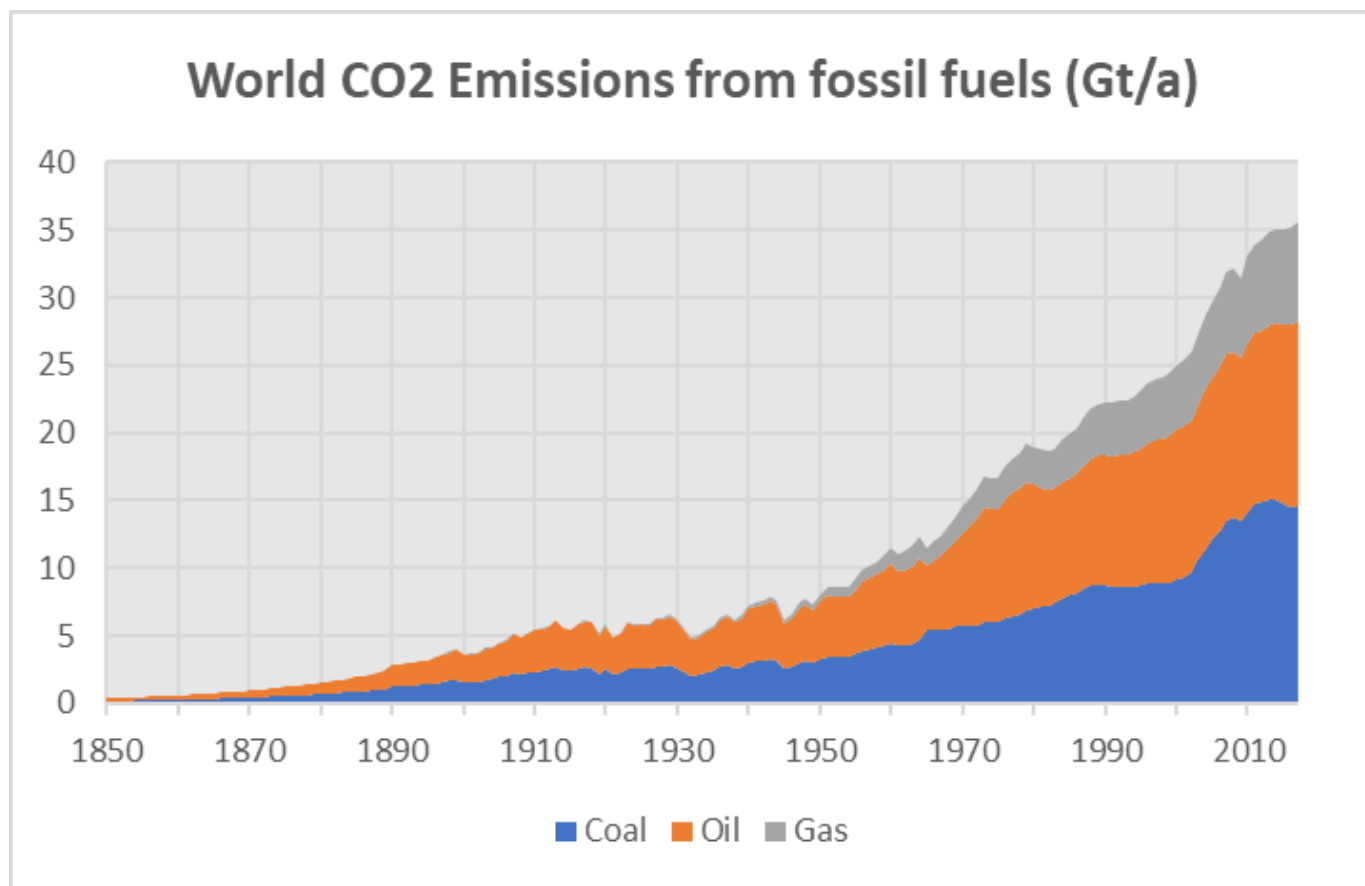
Lämpenemisen mallin vertailu mitattuun lämpötilannousuun



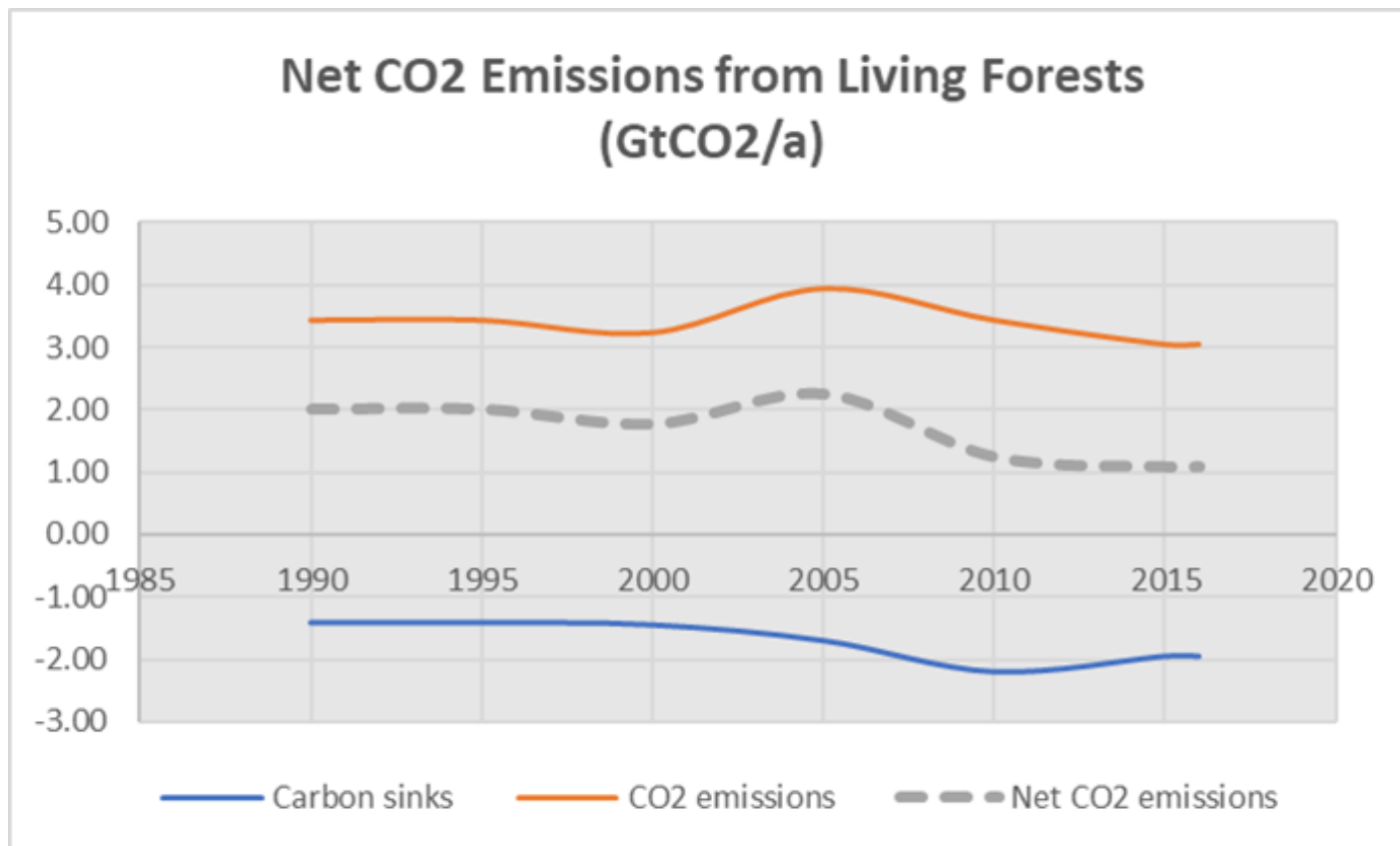
Vuoden 2017 lämpötilan noususta (0.9 astetta) selittää

- 1) CO₂ +1,5 astetta.
- 2) SO₂-emissiot - 0,5 astetta
- 3) auringon säteily TSI - 0,1 astetta

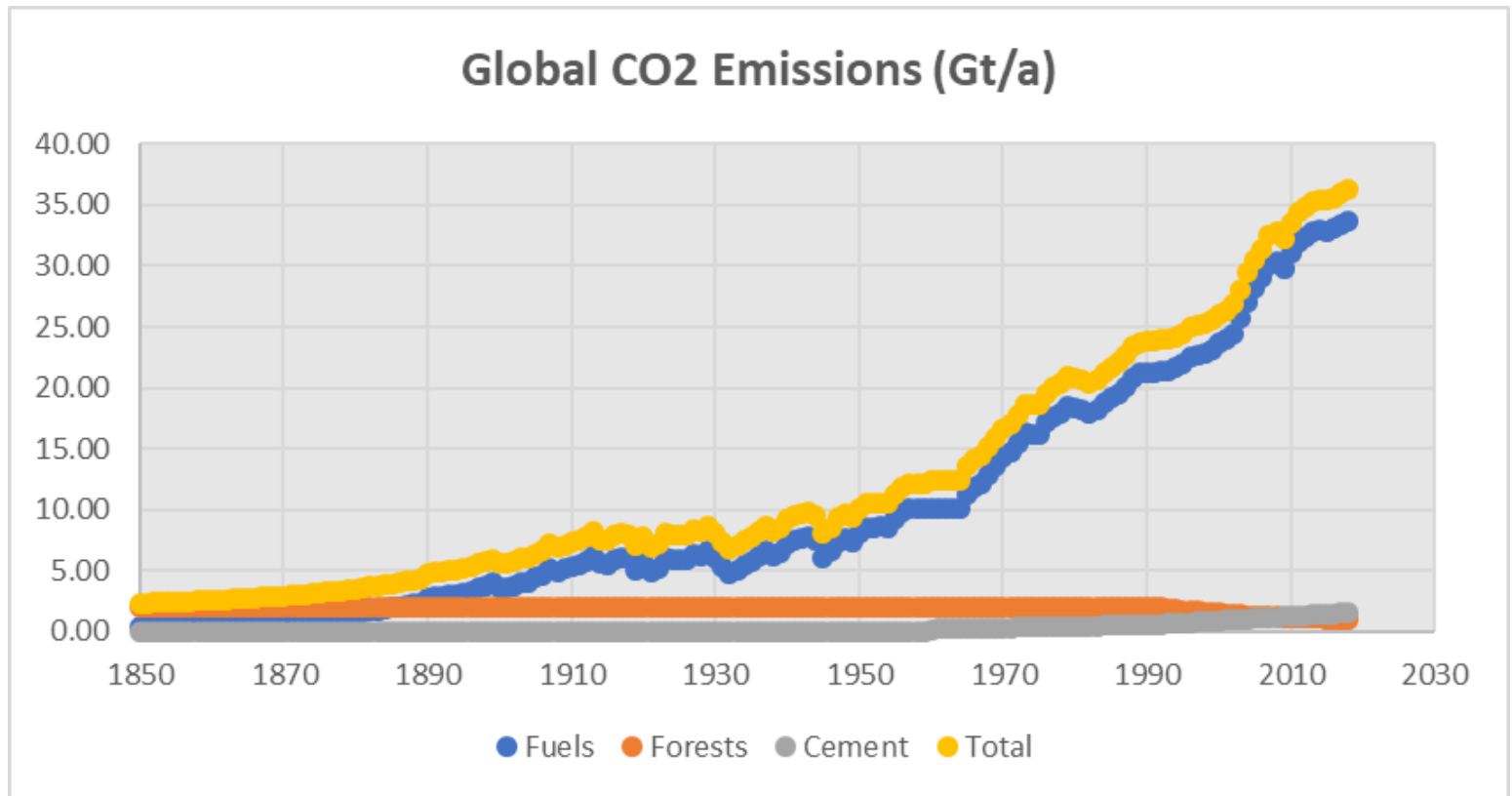
CO₂-päästöt fossiilisista polttoaineista



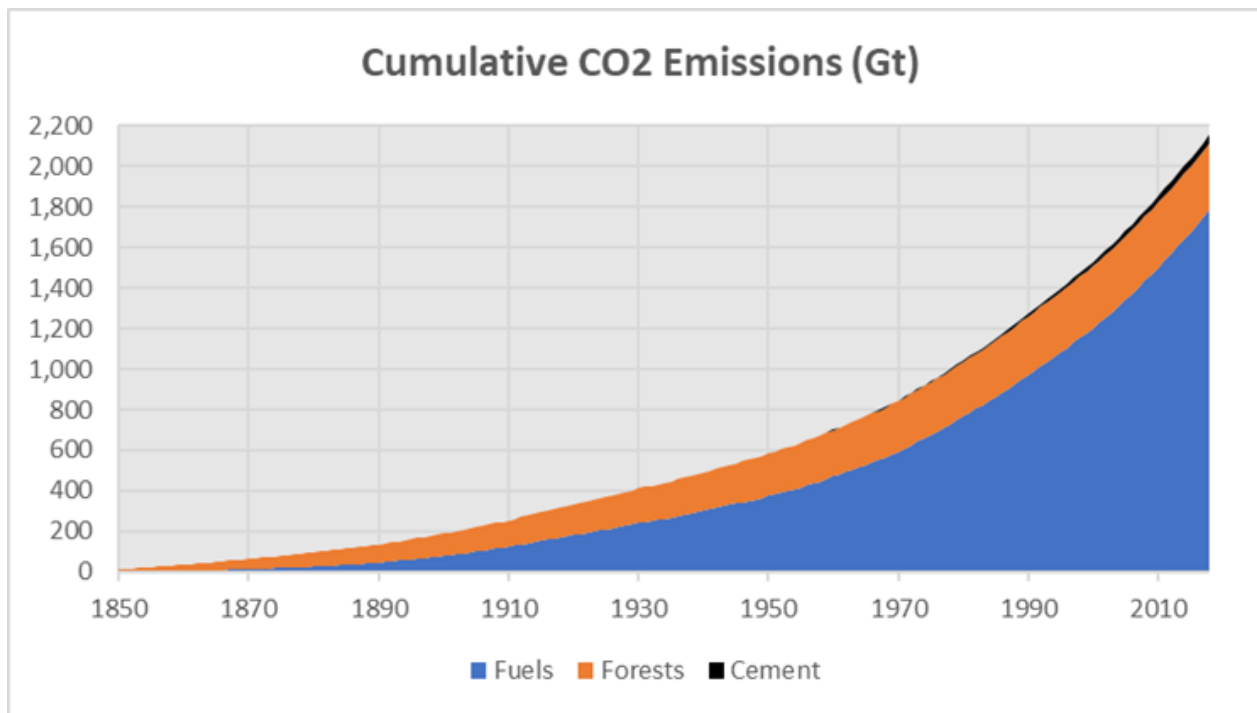
CO₂-päästöt metsistä



CO₂-päästöt yhteensä

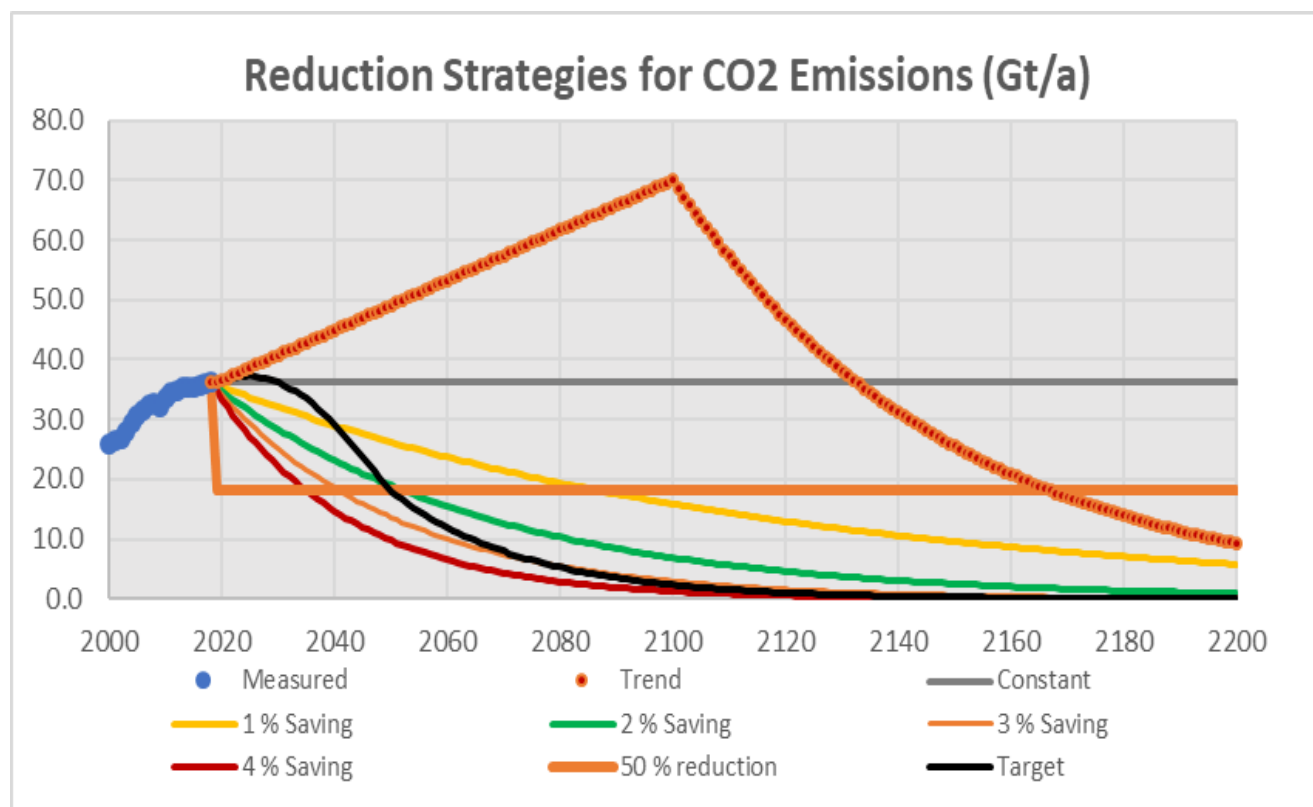


Kumulatiiviset CO₂-päästöt yhteensä

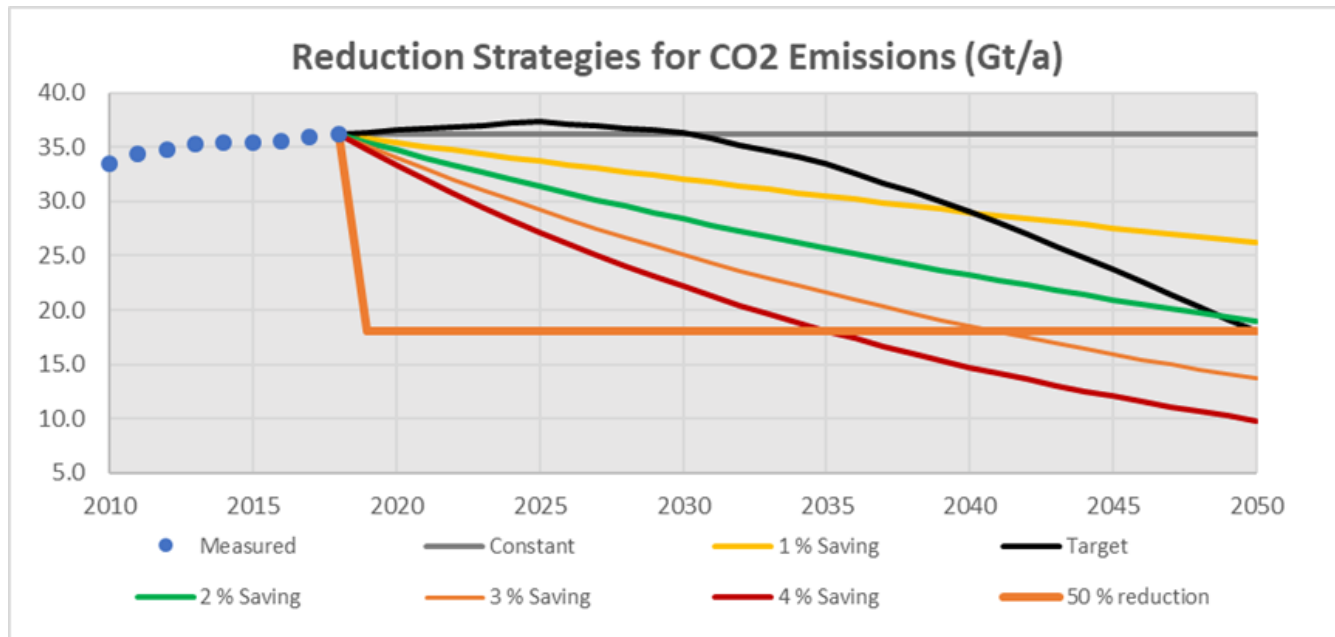


Tähän mennessä päästetty polttoaineista 1785 Gt ja metsistä 300 Gt ja sementin valistuksesta 40 Gt eli yhteensä 2100 Gt.

CO₂-päästöt eri skenaarioilla (Gt/a)

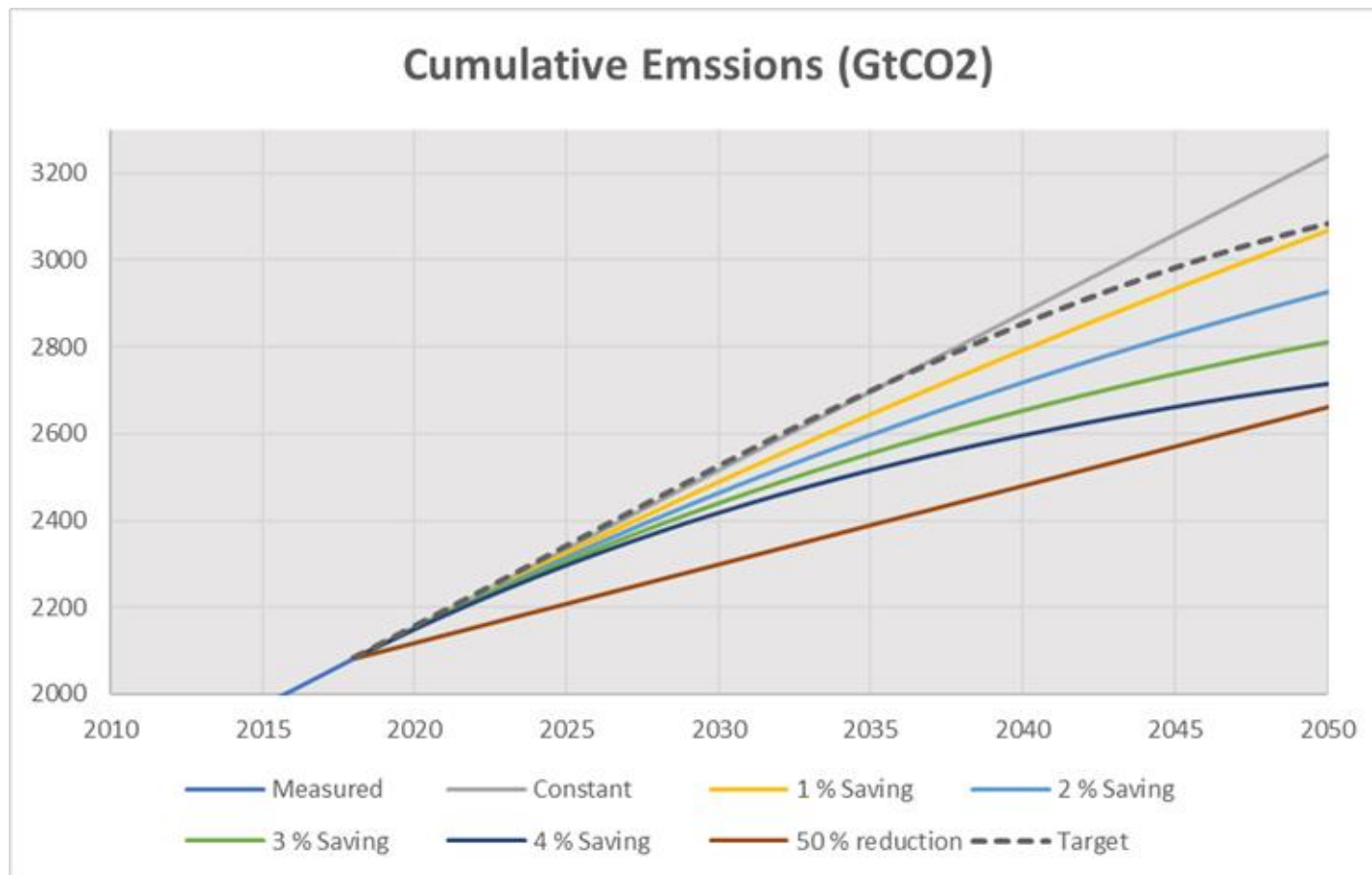


Emissiot vuoteen 2050 asti (GtCO₂/a)

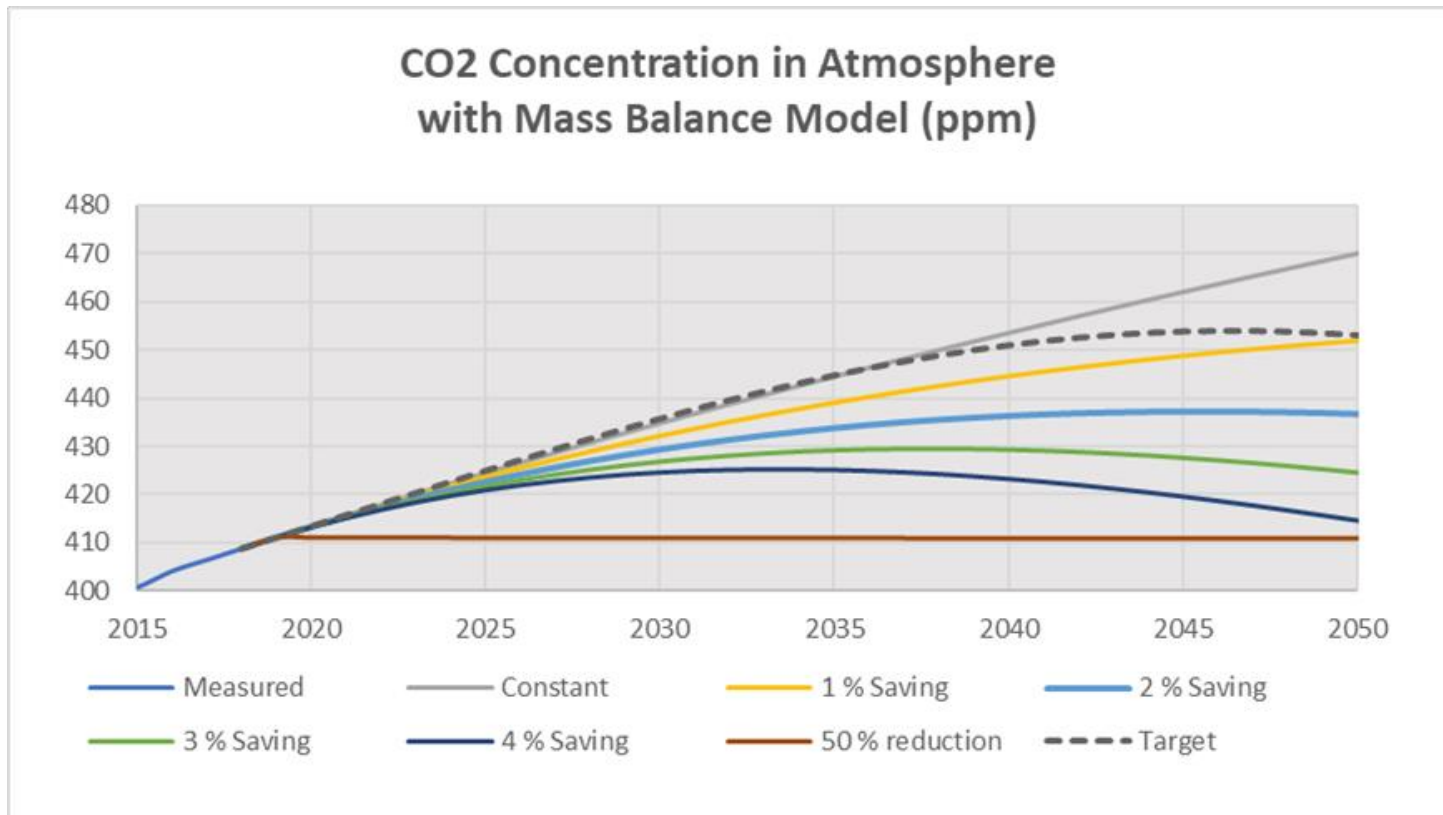


Target Plan: Emissiot kasvavat vuoteen 2025 asti (Musta käy)

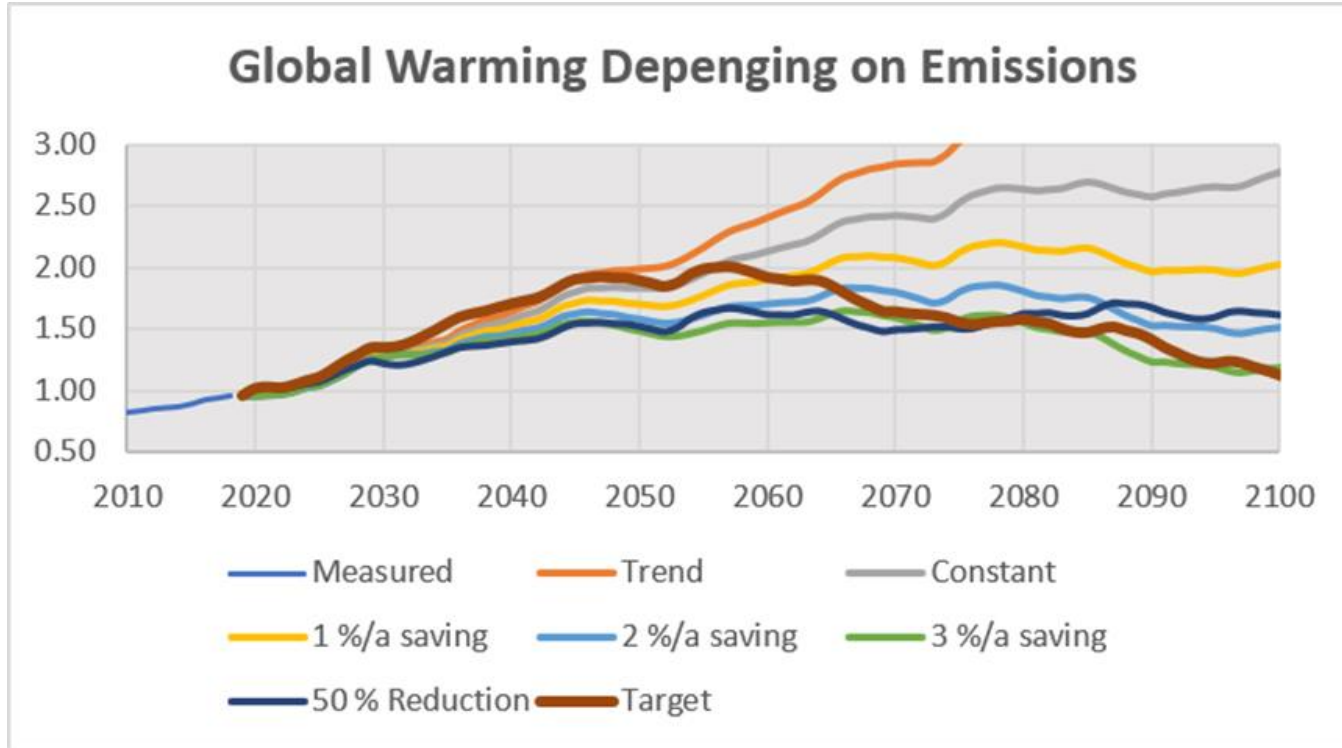
Kumulatiiviset CO₂-emissiot (Gt)



CO₂-konsentraatio (ppm)

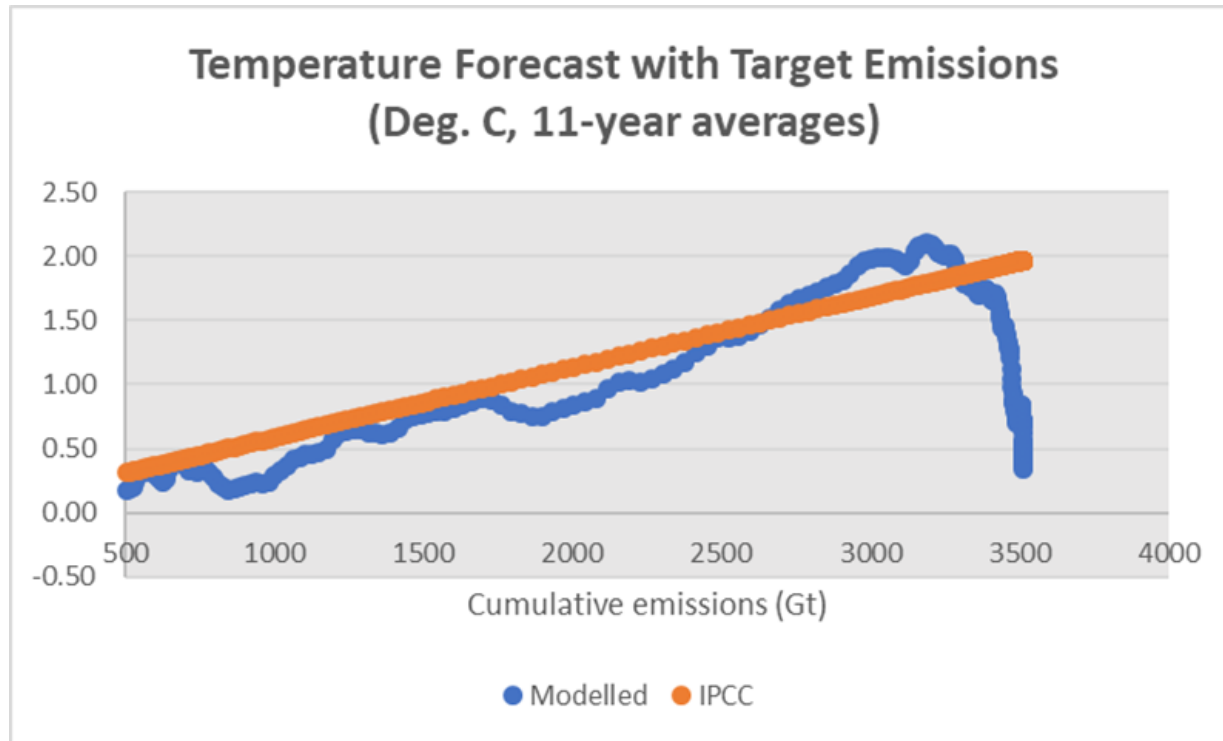


Lämpötilan nousu (astetta)



Lämpötilan nousu jää kahteen asteeseen, jos päästöjä vähennetään vähintään 2 % vuodessa tai tavoiteohjelman mukaisesti (Target Plan)

Lämpötilan nousee 2.0 astetta, jos kumulatiiviset CO₂-päästöt jäävät alle 3000 - 3500 Gt:iin

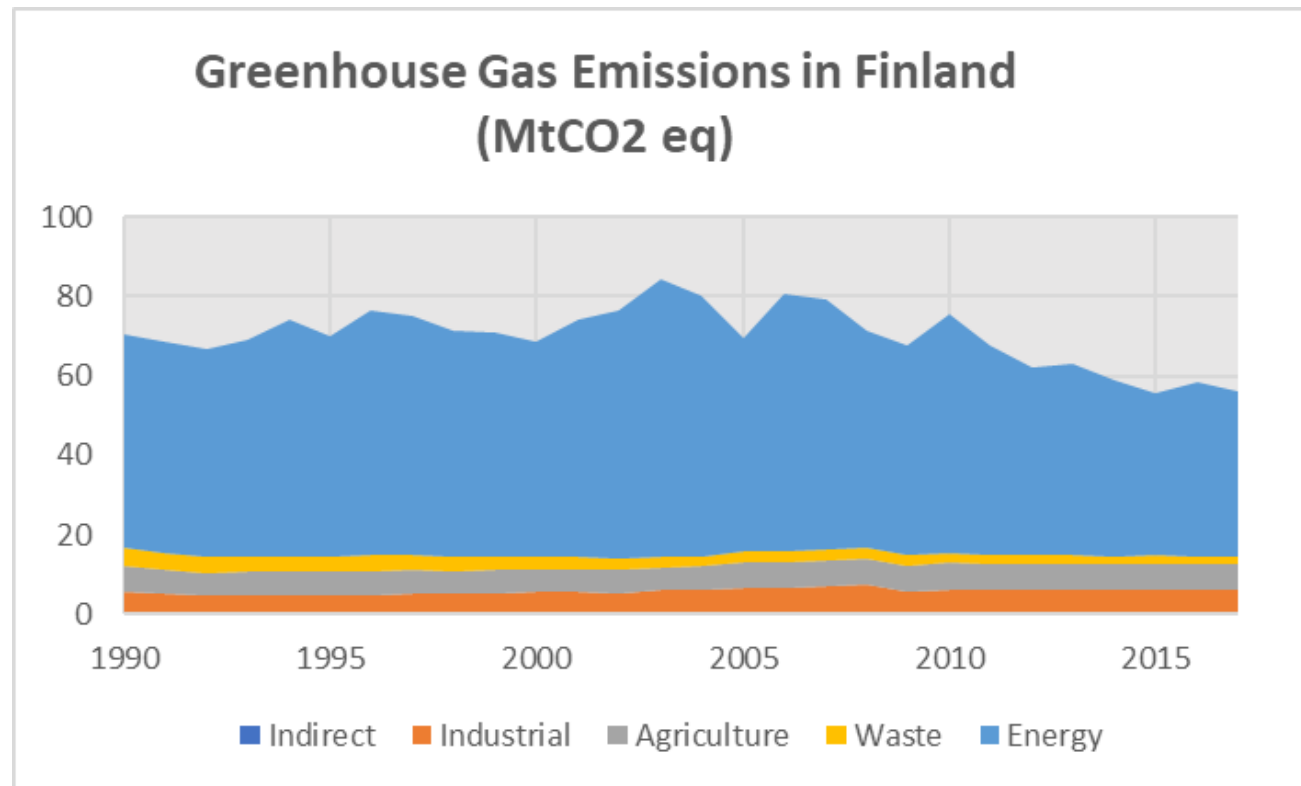


+ 2 C, kun päästöt ovat 3500 Gt (IPCC) tai
kun päästöt ovat 3000 Gt kirjan mallinnus



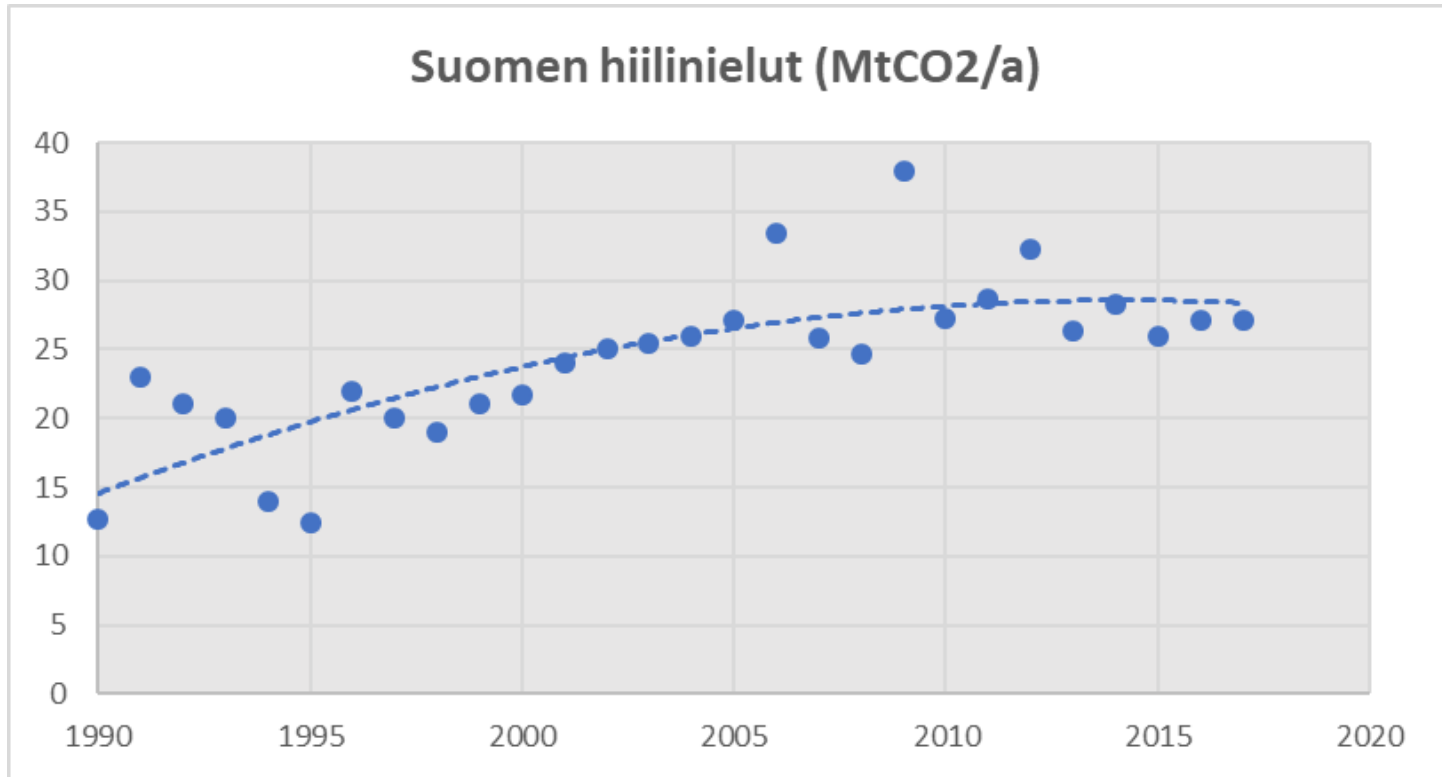
4. SUOMEN CO2- PÄÄSTÖT JA NIELUT

Suomen CO₂-päästöt



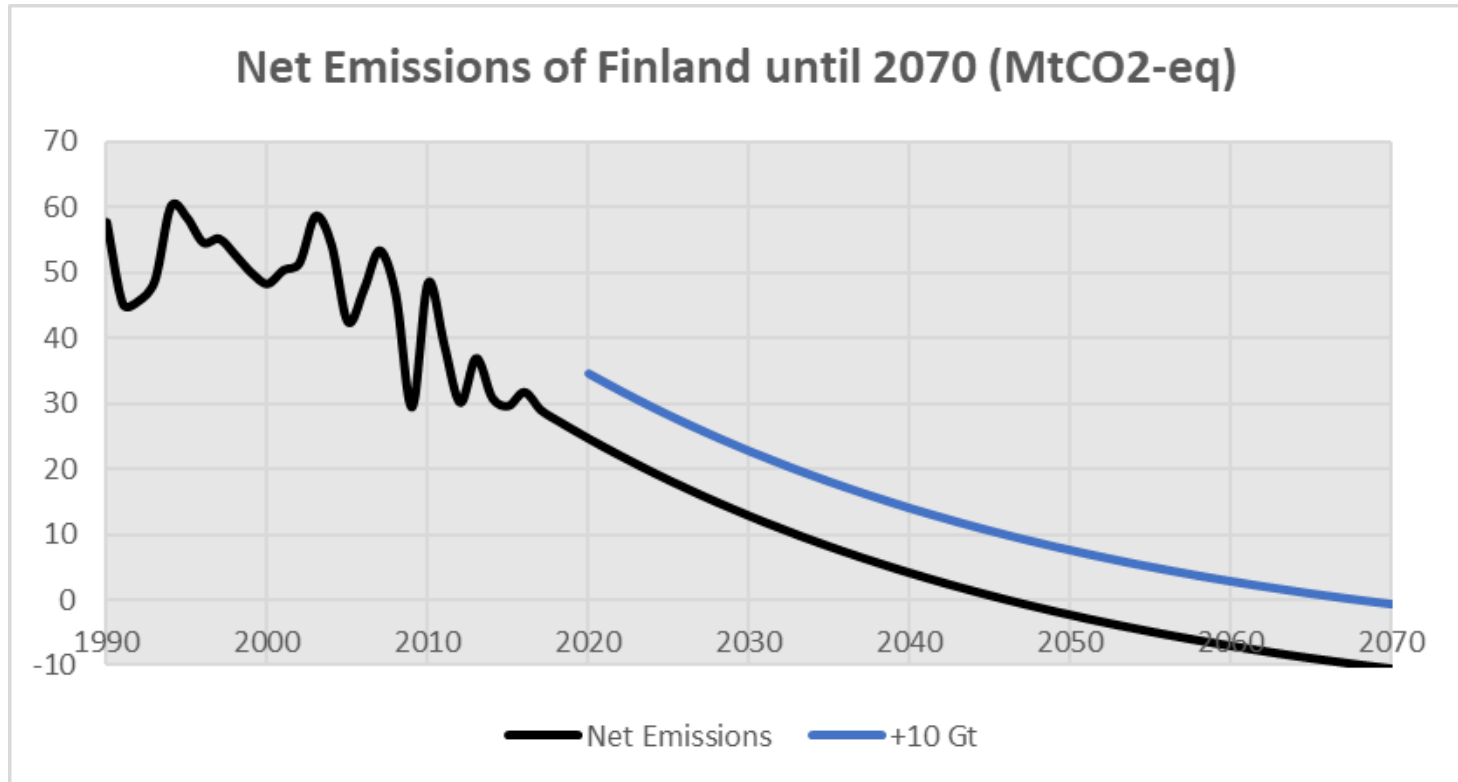
Kokonaispäästöt (CO₂-ekv.) pienentyneet vuoden 1990 arvosta 70 Mt/a arvoon 56 Mt/a vuonna 2017 eli n. 20 %. Energiantuotannon CO₂-päästöt ovat pienentyneet vastaavasti 54 Mt/a:sta 41 Mt/a:iin eli 24 %.

Hiilinielujen kehitys (MtCO₂/a)



Hiilinielut kasvaneet 15 Mt:sta 27 Mt:iin (2017). EU:n päätöksen mukaan nielut pidettävä samoina, mutta Suomi sai joustovaraa 10 Mt/a.

Nettopäästöjen kehitys (Mt/a)

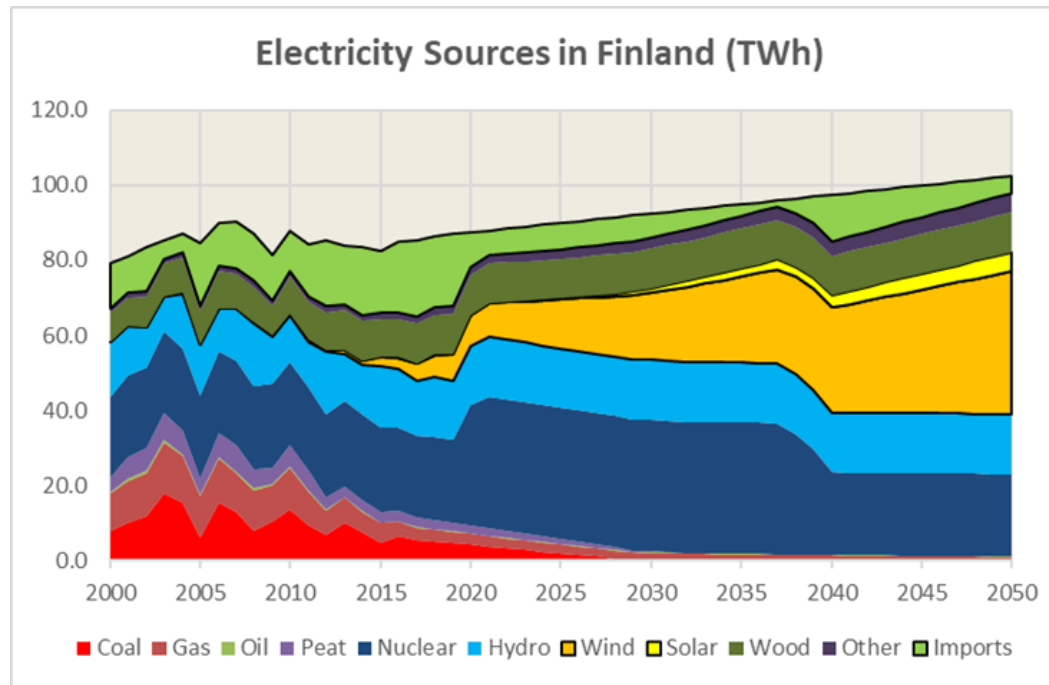


Nettopäästöt saadaan nollaan 2045, jos päästöjä vähennetään 3 % vuodessa ja hiilinielut pidetään nykyisinä (-27 Mt/a). 10 Mt jousto (hiilinielujen vähennys) tarkoittaisi, että Suomi olisi hiilineutraali vuonna 2070.



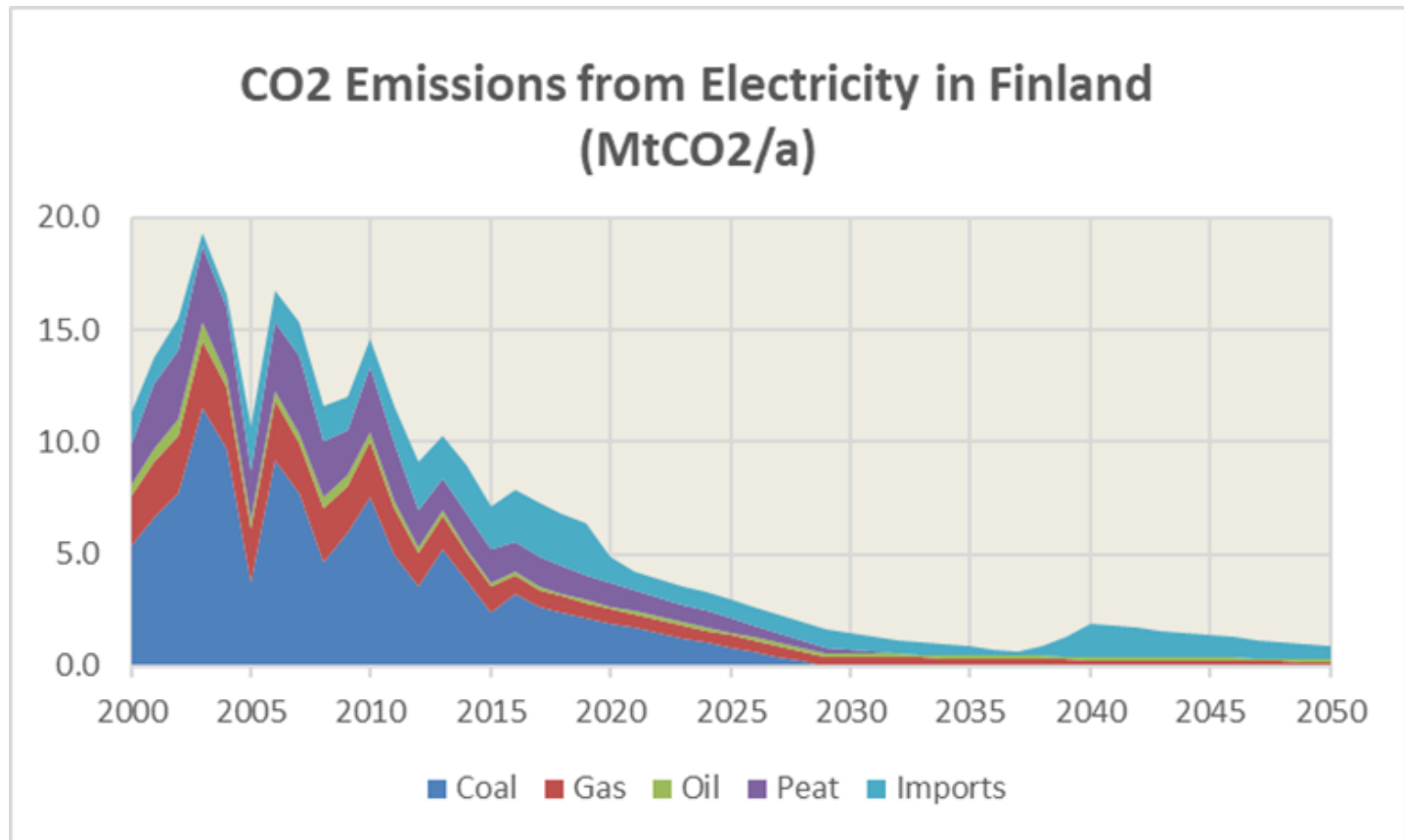
TOIMENPITEITÄ

Sähkön tuotanto puhdistuu



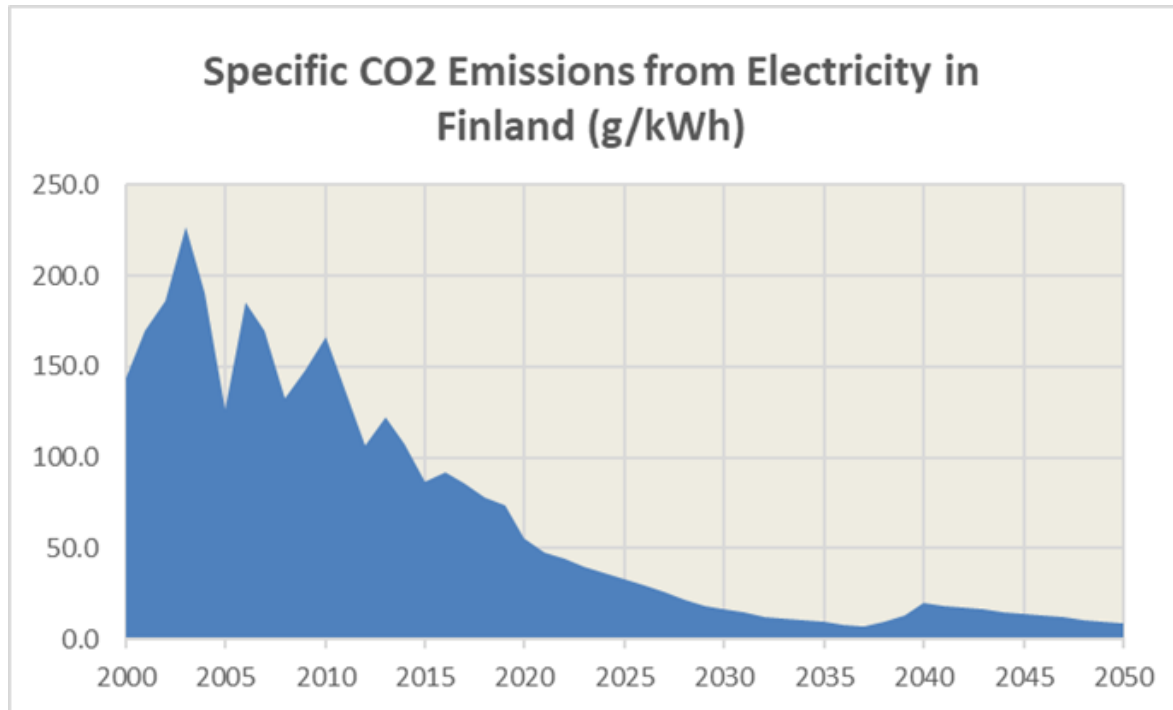
Olkiluoto 3 valmistuu, tuulivoimaa ja biovoimaa tulee lisää

Sähkön tuotannon CO₂-päästöt



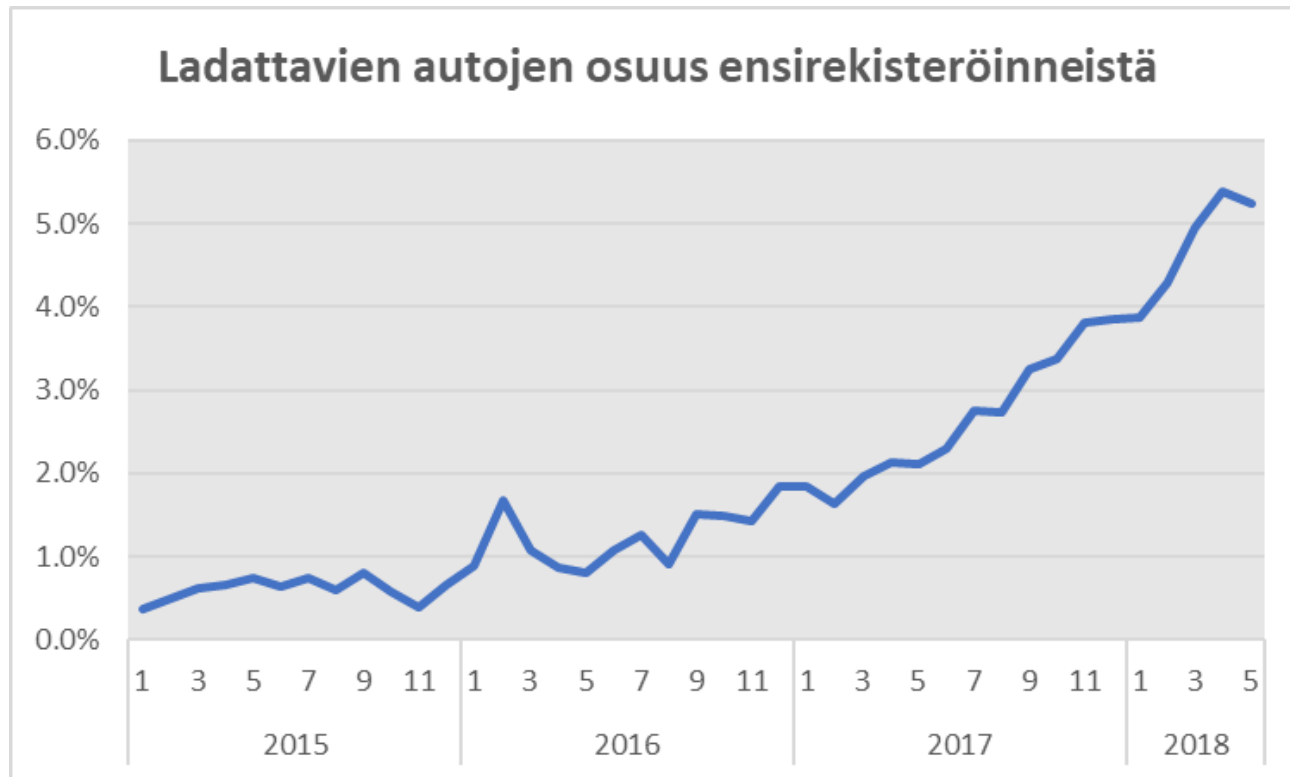
Fossiilivoima jää varavoimaksi vuoden 2030 jälkeen

Sähkön ominaispäästö



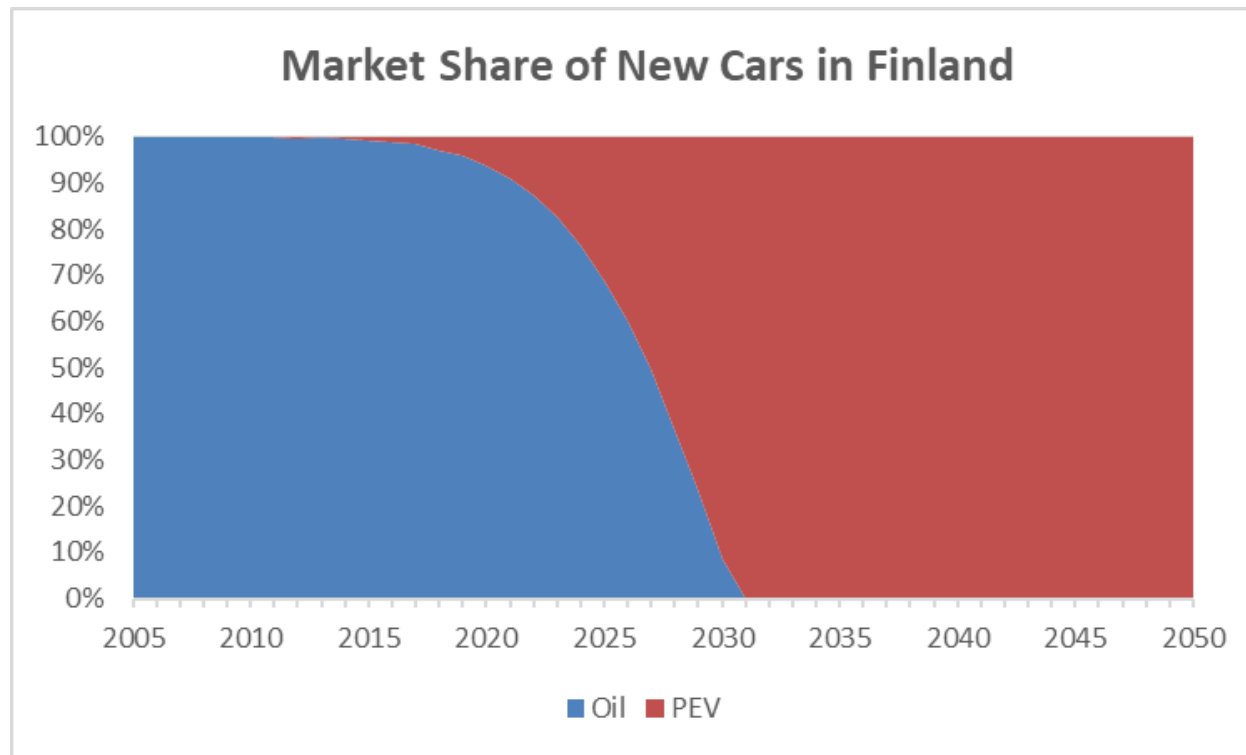
Ominaispäästö putoaa nykyisestä 100 g/kWh arvoon 25 g/kWh

Ladattavien autojen markkinaosuus uusista autoista



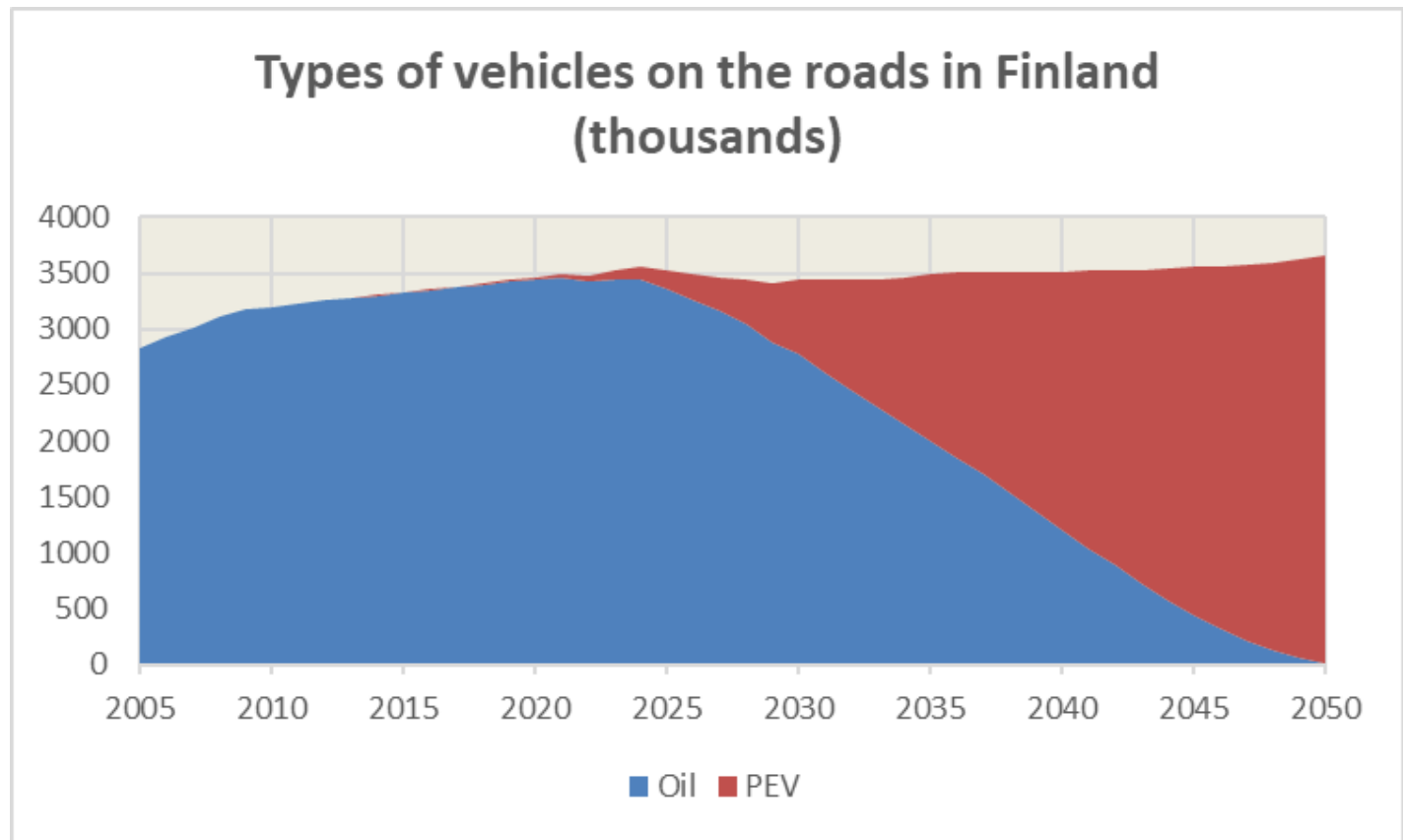
Suomi on tänä vuonna 5-8 % osuudella kymmenen joukossa maailmassa

Ladattavien autojen markkinaosuus uusista autoista



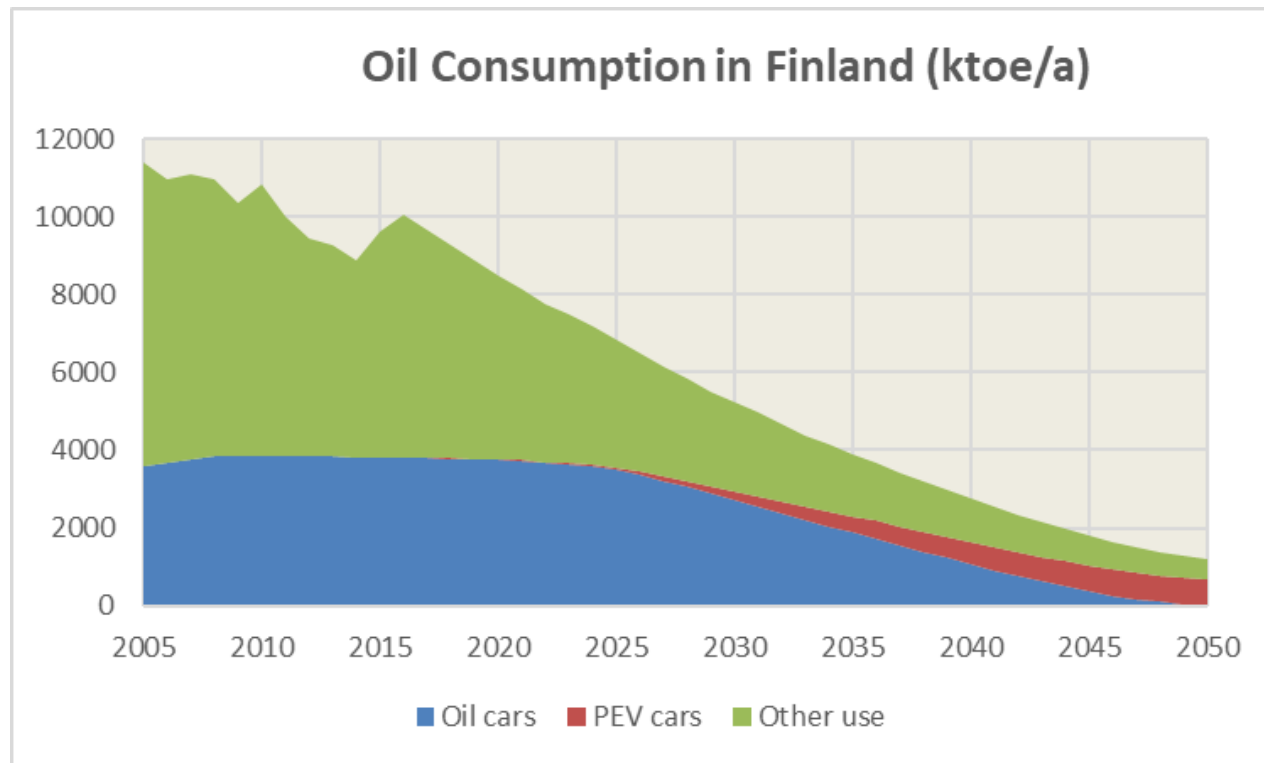
Uudet autot ovat ladattavia (PEV) vuoden 2030 jälkeen

Ladattavien autojen markkinaosuus liikenteessä olevista autoista



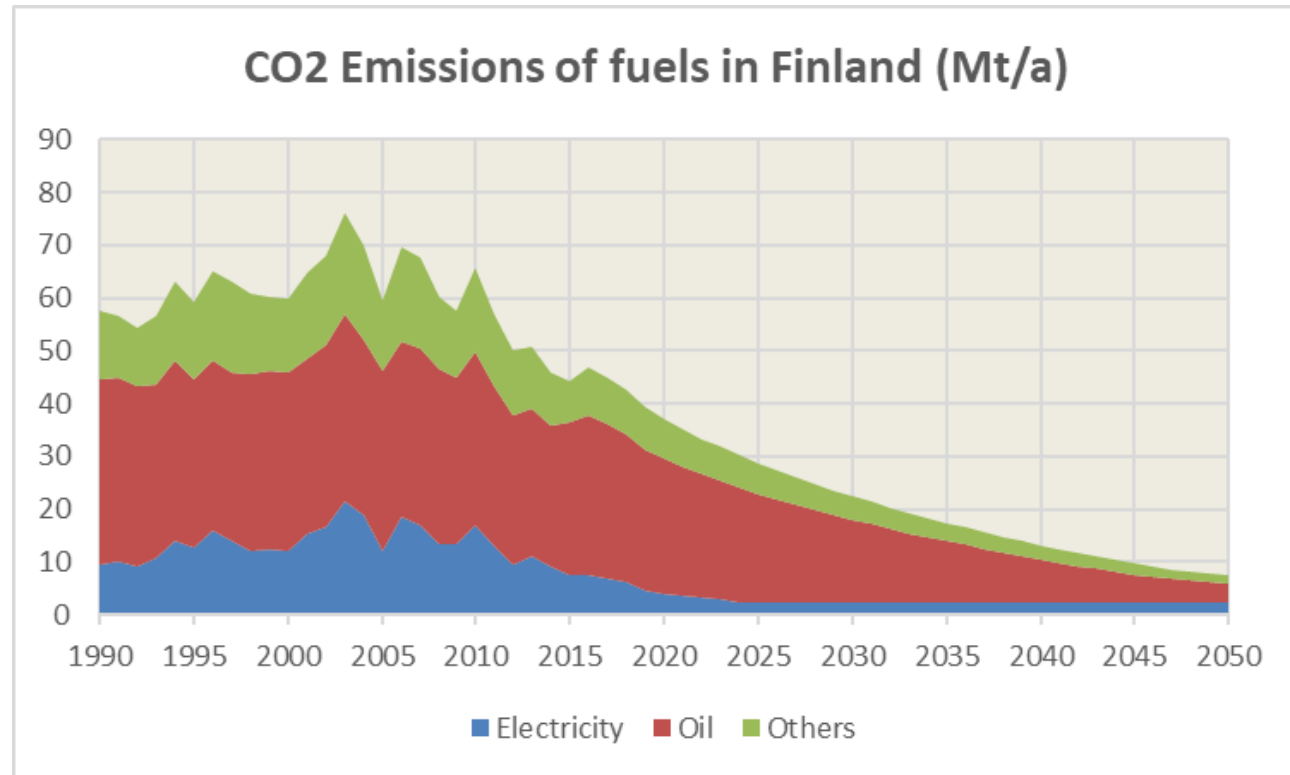
Ladattavia autojen (PEV) osuus nousee 100 %:iin vuonna 2050

Öljynkulutus laskee 88 % vuodesta 2017 (10 Mtoe -> 1.2 Mtoe)



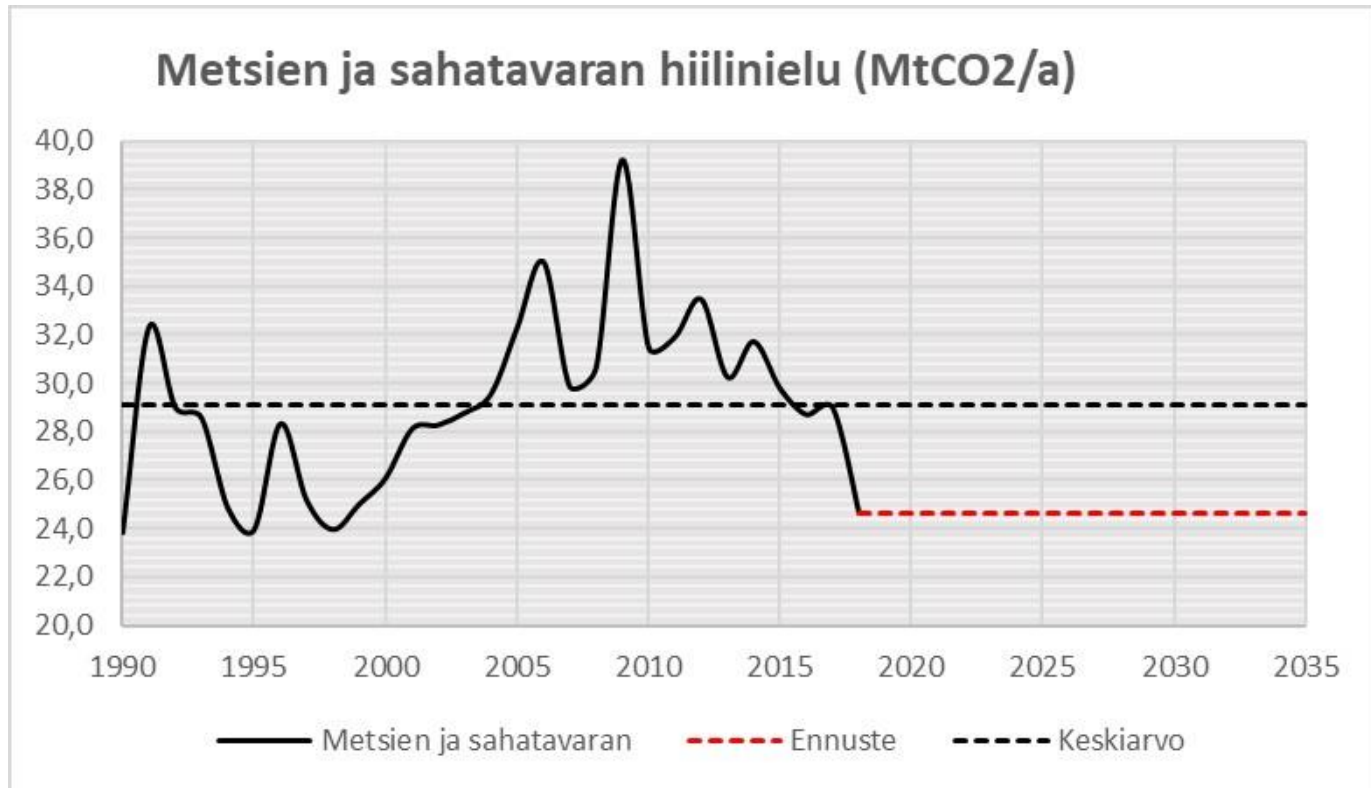
88 % vuodesta 2017 eli 6 % vuodessa

CO₂-päästöt laskevat 75 % vuodesta 1990 (Vuoden 2017 arvosta 41 Mt 5 %/a)



CO₂-päästöt ovat vuonna 2050 noin 8 Mt eli 1,3 t/asukas.
Yli puolet CO₂-päästöistä tulee öljystä tänään ja huomenna.

Hiilinielujen vähentyminen



Vuosien 1990-2018 keskiarvo 29 MtCO₂.
Vuoden 2018 arvo oli 24 MtCO₂ (-5 Mt)

Onko bioenergia hiilivapaata?

- Bioenergiaa tuotetaan 376 PJ eli 104 TWh vuodessa. Bioenergiaa varten tarvitaan 47 Mm³ puuta vuodessa (puolet poistumasta)
- Aiheuttako bioenergia hiilinielun pienenemisen?

Yhteenveto

- Lämpötilan nousu voidaan rajoittaa 2 asteeseen, jos maailman CO₂-päästöjä lasketaan 2 % vuodessa tai tavoiteohjelman mukaisesti (huippu 2025)
- Vuonna 2050 maailman CO₂-päästöt ovat 18 Gt/a eli 1.8 t/capita
- Suomelle 1.8 t/capita tarkoittaa 10 Mt v. 2050 ja päästöjä pitää vähentää 4 %/a

Toimenpiteet

1. Öljyn käyttö puolitetaan 2030 mennessä, poistamalla sähköautoilta auto- ja ajoneuvoveroista sekä nostamalla polttoaineiden CO₂-veroja
2. Metsien hiilinielu pidetään nykyisenä 24 MtCO₂ ja luovutaan uusista biopolttoaine- ja sellutehdasinvestoinneista
3. Suomen päästöt pudotetaan vuoteen 2050 mennessä pienemmäksi kuin 10 Mt CO₂ (1.8 t/asukas)