

# LÄMPÖTILAN VUOROKAUTISEN VAIHTELUN TULEVAT MUUTOKSET ILMASTOMALLIEN PERUSTEELLA

Vuorokauden ylimmän ja alimman lämpötilan erotuksen tulevia muutoksia arvioitiin samojen maailmanlaajuisten ilmastomallien avulla, joitten pohjalta oli aikaisemmin laadittu arvioita mm. keskilämpötilojen tulevasta muutoksista. Samoja malleja (ns. CMIP5-mallit) käytettiin myös IPCC:n v. 2013 ilmestyvän 5. arviointiraportin pohjana. Yksi näistä malleista ei tosin antanut lainkaan tietoa alimmista ja ylimmistä lämpötiloista, ja kahdessa muussa mallissa vuorokautiset lämpötilavaihtelut olivat paljon voimakkaampia kuin mitä on havaittu. Sen takia tässä raportissa esitettävät arviot perustuvat 25 mallin tuloksiin.

Mallituloksista laskettiin vuorokauden ylimmän ja alimman lämpötilan erotuksen muutos suhteessa perusjaksoon eli vuosien 1971–2000 keskiarvoon.

Tulevaa ilmastoa tarkastellaan kahden RCP-kasvihuonekaasuskenaarion perusteella:

- RCP4.5: Ilmastopolitiikan osittainen onnistuminen. CO<sub>2</sub>:n päästöt kasvavat aluksi hie- man mutta kääntyvät laskuun v. 2040 tienoilla. Vuosisadan loppupuolella pitoisuuden kasvu taittuu noin 2 x teollistumista edeltävälle tasolle.
- RCP8.5: Pyrkimys päästöjen rajoittamiseen kokee täydellisen haaksirikon. CO<sub>2</sub>:n pääs- töt kasvavat nopeasti, kolminkertaistuen vuoteen 2100 mennessä. CO<sub>2</sub>:n pitoisuus ko- hoaisi tuolloin yli kolminkertaiseksi teollistumista edeltävään aikaan verrattuna. Pitoi- suus kasvaisi nopeasti vielä vuoden 2100 jälkeenkin.

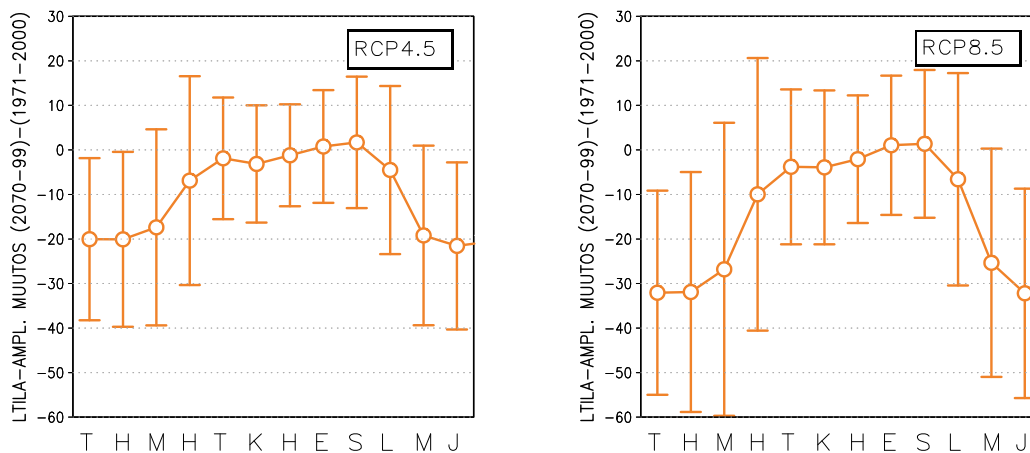
Myös mm. metaanin päästöt ovat suurempia RCP8.5- ja pienempiä RCP4.5-skenaariossa.

Työn vastuuhenkilönä toimi Kimmo Ruosteenoja Ilmatieteen laitokselta. Tässä esiteltävät laskelmat on tehty v. 2013 touko- ja elokuun välisenä aikana.

Laskentatekniikasta ym. on kerrottu tällä sivustolla aikaisemmin ilmestyneessä verkkorapor- tissa ( [Maailmanlaajuisiin ilmastomalleihin perustuvia lämpötila- ja sademääräskenaarioita](#)).

## MUUTOKSET VUODEN ERI KUUKAUSINA

Kun tutkitaan kaikkien 25 mallin keskimäärin ennustamaa muutosta, vuorokaudensisäiset lämpötilanvaihtelut näyttäisivät Suomessa selvästi vaimenevan talvipuolella vuotta. Vaimennus on suurinta jouluihelmikuussa: RCP4.5-skenaarion perusteella 20 %, RCP8.5-skenaarion mukaan jopa 30 % luokkaa sadassa vuodessa. Eri mallien antamat tulokset poikkeavat kylä toisistaan melko paljon, mutta silti talvikuukausina muutoksen etumerkkiä voidaan pitää melko varmana. Toukokuusta syyskuuhun ylimpien ja alimpien lämpötilojen erot sen sijaan näyttäisivät pysyvän lähes ennallaan.

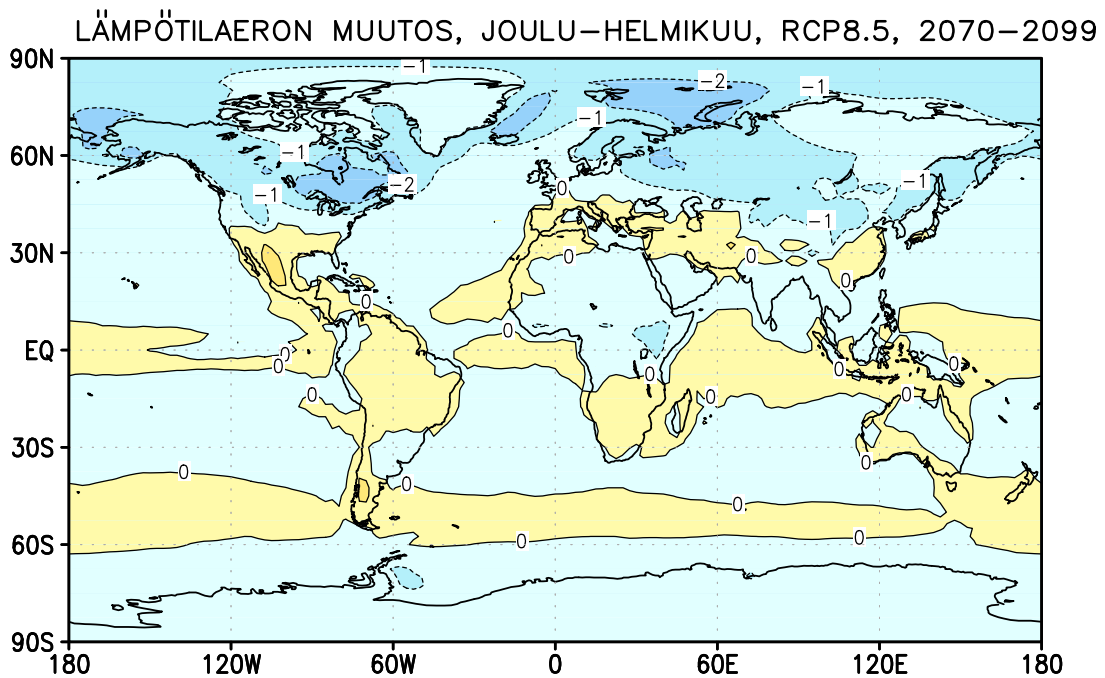
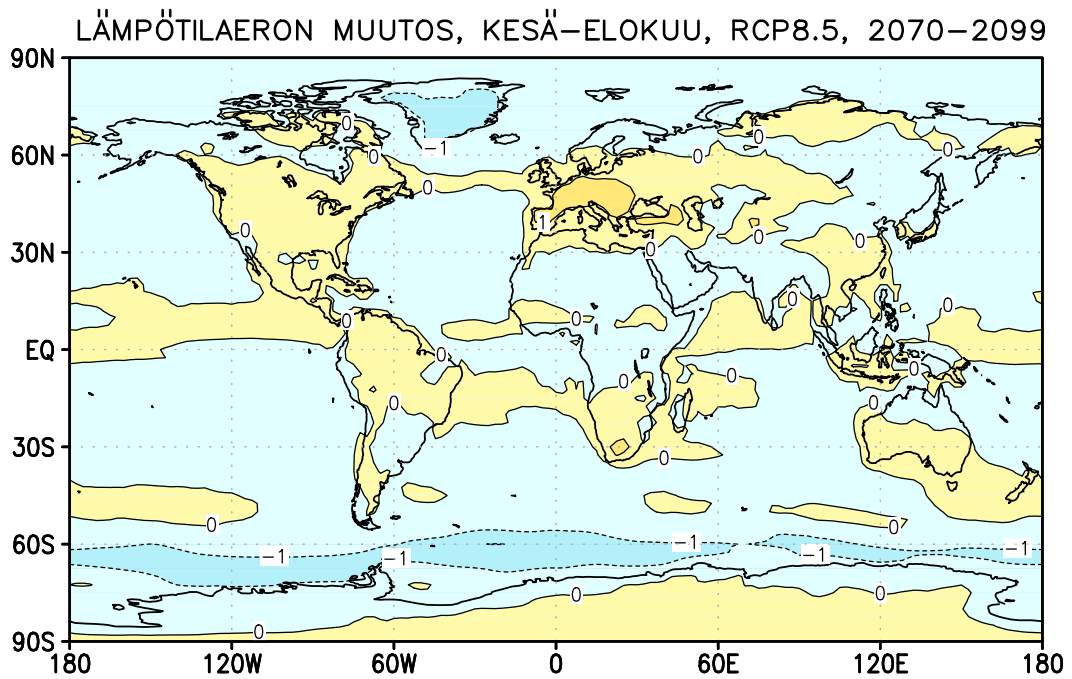


**Kuva 1. Vuorokauden ylimmän ja alimman lämpötilan erotuksen muutos (prosentteina) Suomessa vuoden eri kuukausina siirryttäessä jaksosta 1971–2000 jaksoon 2070–2099. Käyrä esittää 25 maailmanlaajuisen ilmastonmuutosmallin tulosten keskiarvoa ja pystyjanat mallituloksista laskettua 90 % todennäköisyysväliä. Vasemmanpuoleinen kuva edustaa RCP4.5-, oikeanpuoleinen RCP8.5-skenaariota.**

## MUUTOKSET ERI PUOLILLA MAAPALLOA

Mallien simuloimat vuorokautisten lämpötilanvaihtelujen muutokset koko maapallon mitassa on esitetty kuvassa 2. Kuva esittää sadan vuoden aikana tapahtuvia muutoksia ja perustuu RCP8.5-skenaarioon. Huomattakoon, että tässä kuvassa muutos on ilmaistu asteina eikä prosentteina (kuten kuvassa 1), jotta eri alueitten vertailu helpottuisi.

- Suurimmassa osassa maailmaa vuorokauden alimmat ja ylimmät lämpötilat näyttäisivät kohoavan suunnilleen yhtä paljon, eikä vuorokauden sisäinen lämpötilanvaihtelu kasva tai vähene kuin enintään asteen.
- Merkittävää vuorokautisen lämpötilavaihtelun kasvua, reilun asteen verran, on luvassa Keski- ja Etelä-Euroopassa kesällä. Juuri näillä samoilla alueilla myös auringonsäteilyä saadaan kesällä tulevaisuudessa nykyistä enemmän. Aurinkoisempi ja selkeämpi säätyyppi suosii suuria yö- ja päivälämpötilojen eroja.
- Pohjoisilla maa-alueilla vuorokautiset lämpötilanvaihtelut taas vaimentuvat talvisin. Tämä liittyy osaksi pilvisempään säätyyppiin, joka on omiaan tasoittamaan yö- ja päivälämpötilojen välisiä eroja. Toinen selittävä tekijä on säänvaihteluihin liittyvien lämpötilanvaihtelujen heikkeneminen, jollaista ollaan todettu esiintyvän jo aikaisempien mallisukupolvien tuloksissa. Pohjoisilla alueilla varsinkin pimeimpinä talvikuukausina auringon säteilyn synnyttämä lämpötilan säännöllinen vuorokautinen vaihtelu on nimitäin aika pientä. Iso osa vuorokaudensisäistä lämpötilavaihteluistakin liittyy tuolloin sään vaihteluihin.
- Keskilämpötilat kohoavat tämän skenaarion mukaan maapallon manneralueilla yleensä 4–10 asteella, joten näihin lukemiin verrattuina vuorokausivaihtelun muutokset eivät ole isoja.



**Kuva 2.** Vuorokaudensisäisen lämpötilanvaihtelun ennustettu muutos (asteina) RCP8.5-skenaarion mukaan siirryttäessä jaksosta 1971–2000 jaksoon 2070–2099. Kuvat on esitetty erikseen kesä-elokuulle ja jouluihelmikuulle. Muutos kuvaa 25 ilmastomuutosmallin tulosten keskiarvoa.