

# Auringon osuus ilmastonmuutoksessa on vähäinen

■ Heikki Nevanlinna

Martti Tiuri toistaa kirjoituksessaan (s. 49–50) käsityksiään ilmastomalleista ja auringon aktiivisuuden vaikutuksesta niissä sekä väittää, että tiedeyhteisö ei ole ottanut auringon osuutta mukaan laskelmiinsa. Väitteet osoitettiin jo vääriksi Ilmatieteen laitoksen vastineessa *Suomen Kuvalehdessä* (18.12.2011 ja 8.1.2012).

Tiurilla ja eräillä suomalaisilla lustotutkijoilla on kestävä näkemys, että auringon osuus maapallon lämpenemiskeskityksessä 1900-luvulla ja aikaisempina aikoina olisi laskettavissa pinnallisten korrelaatiotarkastelujen perusteella ja jättämällä kaikki muut lämpötilaan vaikuttavat ilmakehän tekijät huomiotta. Alan kirjallisuudessa on kuitenkin kymmeniä monimuuttujatutkimuksia (esim. Benestad ja Schmidt, 2009), joissa lämpötilan vaihtelua on tutkittu paljon laajemman fysikaalisen tarkastelun pohjalta. Kun mukaan otetaan muut relevantit tekijät, kuten esimerkiksi kasvihuonekaasujen määrät, ilmakehän pienhiukkaset ja aerosolit, tulivuoritoiminta sekä merien ja ilmakehän energian vuorovaikutus (El Niño ja La Niña), auringon osuus lämpötilakehityksessä jää vähäiseksi, selvästi alle 15 %:iin lämpötilan muutoksessa. Se on kuitenkin erotettavissa omana muutossignaalinan varsinkin 1900-luvun alussa, mutta vähäisessä määrin 1900-luvun lopulla, jolloin auringon keskimääräinen aktiivisuus on ollut lähes vakio auringonpilkkujaksosta toiseen.

Auringon kokonaissäteilyn vaihtelut ovat mukana pitkän aikavälin ilmastomalleissa. Tällaisia tarkasteluja on tehty mm. Max Planck -instituutin kansainvälisessä Millennium-projektissa, jossa maapallon lämpötilan kehitystä on tutkittu viimeisen tuhannen vuoden ajalta, kun vaikuttavina agentteina on ollut ilmakehän oman dynamiikan lisäksi myös auringon säteilyn muutokset.

Auringon vaihteleva osuus ilmastonmuutoksissa on nähtävissä, mutta ei keskeisenä tekijänä (<http://www.mpimet.mpg.de>).

Olisi ollut toivottavaa, että kirjoittaja olisi jollain tavalla huomionut ja perustellut tämän ristiriidan esittämiensä tulosten sekä alan tiedeyhteisön saamien johtopäätösten välillä. Mikä on se tieteellinen ja empiirinen evidenssi, jolla Tiuri voi mitätöidä varsin vakuuttavan, laajan ja kvantitatiivisiin analyyseihin perustuvan julkaisuaineiston, jolla auringon aktiivisuuden osuus ilmastonmuutoksessa luokitellaan havaittavaksi, mutta ilmastolliselta merkitykseltään vähäiseksi?

Auringon kokonaissäteilyn muutokset tuottavat maapallolle vaihtelevan lisäenergian, joka auringonpilkkujen 11-vuotisessa vaihtelussa on noin promillen luokkaa. Siitä aiheutuva lämpötilan muutos on havaittavissa lämpötilan aikasarjoissa, mutta se on suuruusluokkaa 0,1 °C, kuten ilmastomallitkin osoittavat. Mukana on myös aktiivisuuteen liittyvä UV-säteilyn muutos, jonka vaikutukset jäävät pääosin stratosfääriin ja sitä ylempiin ilmakehän kerroksiin. Vielä pidemmän ajanjakson puitteissa, 1700-luvulta lähtien, auringon osuus maapallon lämpötilan nousussa jää myös vähäiseksi, alle 10 %:iin.

Muut auringon aktiivisuuden ilmentymät, kuten aurinkotuulen vaihtelut ja niihin liittyvät hiukkaspurkaukset jäävät vaikutuksiltaan pääasiassa maapallon ilmakehän ylimpiin kerroksiin. Tiuri on ottanut keskeiseksi vaikuttajaindikaattoriksi ns. *aa*-indeksin, joka kuvaa auringon hiukkastoiminnan vaikutusta maapallon magneettikentässä ja ionosfäärissä. Hänen mukaansa aurinkotuulen osuutta ei ole huomioon ilmastomalleissa. Tämä on luonnollista, koska ei ole osoitettu, että aurinkotuulella olisi vaikutusta ilmakehän alaosaan, jossa ilmastonmuutos

tapahtuu. Aurinkotuulen osuus ei ole kvantifioitavissa millään fysikaalisilla perusteilla.

Aurinkotuulen vaihtelut säätelevät maapallon ilmakehän ylimmissä kerroksissa tapahtuvaa avaruussäätä (kuten revontulia ja magneettisia myrskyjä), ei tavallista säätä eikä ilmastonmuutosta. *Aa*-indeksin 1900-luvulla havaittu kasvu ei aiheudu aurinkotuulen nopeuden kasvusta, vaan auringosta emittoituvan magneettikentän vahvistumisesta. Aurinkotuuli, maapallon saaman avaruuden kosmisen säteilyn säätelijänä ja pilvisyyden muutoksien väitettynä aiheuttajana, on edelleenkin täysin spekulatiivinen ja vailla tieteellistä ja empiiristä näyttöä (esim. Kulmala ym., 2010), vaikka kirjoittaja haluaa nähdä tämän tekijän oleellisena selittäjänä lämpötilan globaalimuutoksiin.

Auringon aktiivisuus oli poikkeuksellisen alhaisella tasolla ns. Maunderin pilkkuminimin aikoina vuosina 1650–1710. On arveltu, että tämä olisi aiheuttanut myös poikkeuksellista kylmyyttä maapallolla tai ainakin tietyillä rajoitetuilla alueilla. Tunnettujen auringon säteilymuutosten avulla on osoitettu, ettei aurinko tässä yksin riitä alentuneiden lämpötilojen selittäjäksi, vaan mukaan on otettava ilmakehän omat vaihtelut ja tulivuorten tuhkan viilentävä vaikutus.

Kvantitatiiviset laskelmat osoittavat, että nykyaikana tai tulevina vuosikymmeninä Maunderin minimin kaltainen auringon säteilyn vähenemä säätelee maapallon lämpötilan kehitystä vain hyvin pienellä osuudella (esim. Feulner, 2010), koska globaali lämpeneminen kasvihuonekaasujen päästöjen kautta jättää aurinkoperäisen lämpötilan laskun allensa.

Mitä tulee 2000-luvulla havaittuun lämpötilan kasvun hidastumiseen, niin sekin selittyy varsin selkeästi El Niño ja La Niña -vaihtelujen kautta. Taustalla vaikuttaa edelleen kasvihuonekaasujen kasvusta aiheutuva lämpötilan jatkuva globaali nousu (esim. Foster ja Rahmstorf,

2011). Mitään pitkäaikaista globaalia ilmaston viilenemistä ei siis ole odotettavissa.

Tiurin kirjoituksen vakavin puute on, että siinä tarkastellaan varsin yksipuolisesti ja tilastollisesti puutteellisesti vain auringon aktiivisuuden väitettyjä dominoivia vaikutuksia maapallon lämpenemiskehitykseen. Muut paljon tärkeämmät ilmakehän fysikaaliset mekanismit jäävät tarkastelun ulkopuolelle. Lisäksi Tiurin esittämät aurinkoperäiset tekijät ovat varsin spekulatiivisia ja niiltä puuttuvat tieteellinen perusta ja uskottavat fysikaaliset vaikutusmekanismit. Tulokset ovat ristiriidassa alan keskeisten tutkimustulosten kanssa. Tiurin näkemykset eivät ole uusia, vaan vastaavanlaisia väitteitä on esitetty jo vuosikymmenien ajan ilman, että tiedeyhteisön olisi niiden vuoksi muutettava keskeisiä ilmastomuutoksen aiheuttavia tieteellisiä perusteita.

Auringon aktiivisuuden osuus maapallon lämpötilassa ja ilmastomuutoksessa on tilastoin ja ilmastomallien kautta verifioitavissa, mutta sen osuus ei ole ollut keskeinen viimeksi kuluneiden noin tuhannen vuoden aikana eikä erityisesti nykyaikana ilmakehässä vaikuttavien antropogeenisten tekijöiden rinnalla.

## Lähteet

- Benestad, R. ja Schmidt, G., 2009. Solar trends and global warming. *J. Geophys. Res.*, 114.
- Feulner, G., 2011. Are the most recent estimates for Maunder minimum solar irradiance in agreement with temperature reconstruction? *Geophys. Res. Lett.* 38.
- Foster, G. ja Rahmstorf, S., 2011. Global temperature evolution 1979–2010. *Environmental Research Letters*, 6 (2011) 044022.
- Kulmala, M., ym., 2010. Atmospheric data over a solar cycle: No connection between galactic cosmic rays and new particle formation. *Atmos. Chem Phys.*, 10, 1885–1889.

**Kirjoittaja on geofysiikan dosentti.**