

Ilmasto muuttuu – onko mitään tehtävissä?

NEVANLINNA, HEIKKI (2008; toim.). *Muutamme ilmastoa – Ilmatieteen laitoksen tutkijoiden katsaus ilmastomuutokseen*. 237 s. Karttakeskus, Helsinki.

Yli sata vuotta sitten uskottiin yleisesti, että ilmasto on ainakin yksittäisen ihmisen elinaikana muuttumaton. Koko jääkauden jälkeisenä aikana sen epäiltiin vaihdelleen vain vähän. Kun 1920- ja 1930-luvuilla lämpötilojen havaittiin kohoavan selvästi, käsitykset muuttuivat. Jo tuolloin esitettiin lämpenemisen aiheutuvan hiilidioksidin lisääntymisestä ilmakehässä. Käsityksiä tarkistettiin kuitenkin, kun 1940-luvulla lämpötilojen todettiin kääntyneen laskuun. Viilenemistä kesti 1960-luvulle saakka, minkä jälkeen ilmasto on taas lämmennyt. Kasvihuoneilmion voimistumiseen liittyvä lämpötilojen kohoaminen on herättänyt viime aikoina mielenkiintoa ja ajoittain kiihkeääkin keskustelua. Vallitsevan käsityksen mukaan ilmasto muuttuu nyt nopeasti.

Ilmaston pelätään aiheuttavan monia peruuttamattomia muutoksia ja suuria inhimillisiä ja taloudellisia ongelmia jo lähitulevaisuudessa. Ennusteiden mukaan lämpötilat nousevat, jäätiköt sulavat, sademäärät lisääntyvät tietyillä alueilla ja toisaalla kiusaa paheneva kuivuus. Kohoava merenpinta uhkaa hukuttaa huomattavan osan matalalla sijaitsevista maa-alueista. Koska syynä nopeaan muutokseen pidetään ihmisen toimintaa, on alettu etsiä keinoja muutoksen estämiseksi tai ainakin jarruttamiseksi. Aihepiirin ympärillä työskennellyt valtaisa tutkijajoukko on tuottanut runsaasti tutkimuksia, joiden tulokset ovat olleet useimmiten hälyttäviä. Runsaan tiedon ja erilaisten mielipiteiden keskellä moni pohtii yhä, mikä on totuus ja mihin pitäisi uskoa.

Ilmatieteen laitos sai Suomen luonnonsuojeluliiton ympäristöpalkinnon vuonna 2008 ilmastomuutoksen ansiokkaasta tieteellisestä esittelystä. Pian palkinnon saamisen jälkeen Karttakeskus julkaisi tämän kymmenen Ilmatieteen laitoksen tutkijan ja tutkimuspäällikkö Heikki Nevanlinnan kirjoittaman teoksen. Suurelle yleisölle suunnatun teoksen tavoitteena on esitellä ymmärrettävästi tämän päivän tietämys ilmastomuutoksesta ja sen syistä. Kirjan sisältö perustuu hallitustenvälisen ilmastomuutospaneelin IPCC:n vuonna 2007 julkaisemaan laaja-alaiseen ilmastoraporttiin sekä eri tieteenalojen tutkimustuloksiin.

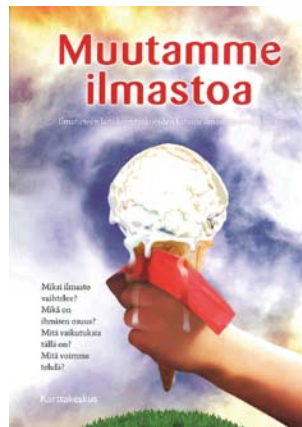
Teoksessa käsitellään aluksi ilmakehään ja ilmastoon liittyviä perustietoja. Lukija saa tietää, miksi stratosfäärin yläosassa lämpötila nousee lähelle nolaa, vaikka paljon alempana pakasta on 50 astetta. Syynä lämpöön on stratosfäärin otsonikerros, joka imee lähes kaiken aurion lähettämän ultraviolettisäteilyn ja lämmittää voimakkaasti ympäröiviä ilmakerroksia. Samalla se estää vahingollisen säteilyn pääsyn Maan pinnalle. Ylimpänä on termosfääriksi kutsuttu maapallon kuuma verho, jossa lämpötila voi nousta muutaman sadan kilometrin matkalla jopa tuhansiin asteisiin. Ilman olemattoman pienen ti-

heyden vuoksi lämpöenergiaa on termosfääriässä kuitenkin hyvin vähän.

Kirjassa valotetaan myös ilmaston lyhytaikaisia häiriöitä, kuten El Niño -ilmiötä ja Pohjois-Atlantin värähtelyä (NAO). Maapallon ilmastovyöhykkeet kuvataan lyhyesti, mutta Suomen ilmastolle on varattu kokonainen luku. Suomen keskilämpötilan kehitystä on seurattu mitaamalla vuodesta 1847 alkaen. Neljän havaintoaseman perusteella lasketussa aineistossa näkyvät muun muassa 1900-luvun alun ja viime vuosikymmenien lämpenemiset sekä 1800-luvun kylmyys. Yksittäiset vuodet voivat poiketa huomattavasti toisistaan. Jäätyvyydessä omaa luokkaansa oli Suurten nälkävuosien vuosi 1867, jonka keskilämpötila oli lähes neljä astetta vuosien 1971–2000 keskiarvoa alhaisempi. Kun lämpimin vuosi on pari astetta keskiarvoa korkeampi, on keskilämpötila vaihdellut koko havaintojaksolla liki kuusi astetta, eli kymmenkertaisesti viime vuosisadan keskimääräiseen lämpenemiseen verrattuna.

Ilmastomuutoksen moottorina toimivalle kasvihuoneilmionle on kirjassa varattu kokonainen luku. Ajatuksen kasvihuoneilmionle esitti ensimmäisenä ranskalainen fyysikko ja matemaatikko Joseph Fourier jo 1820-luvulla. Tänään tiedetään, että ilman kasvihuoneilmionle maapallon keskilämpötila olisi noin 33 astetta alhaisempi kuin nykyinen +15 celsiusastetta. Kasvihuonekaasujen molekyylit imevät lämpösäteilyä tietyillä aallonpituuksilla ja muuttavat saamansa energian uudelleen säteilyksi, josta osa palaa lämmittämään maan pintaa. Tärkein ihmiskunnan tuottamista kasvihuonekaasuista on hiilidioksidi, jonka määrän kasvua ja suhdetta hiilen kiertokulkuun käsitellään seikkaperäisesti. Myös muut kasvihuonekaasut ja pienhiukkaset esitellään ja niiden roolia kokonaissäteilypakteissa pohditaan. Kun kaikki ihmiskunnan positiiviset ja negatiiviset vaikutukset summataan yhteen, saadaan lämmitystä parhaan arvion mukaan 1,6 wattia neliömetrillä. Se on jokseenkin sama määrä kuin hiilidioksidin pakotevaikutus yksinään.

Ilmasto ja lämpötilat ovat vaihdelleet niin kauan kuin maapallo ja sen ilmakehä ovat olleet olemassa. Vaihtelua ja sen syitä tarkastellaan omassa luvussaan. Sen perusteella nykyinen ilmastomuutos tuntuu varsin vähäpätöiseltä menneisiin aikoihin verrattuna. On arvioitu, että Veiksel-jäätiköitymistien aikana maapallon keskilämpötila oli noin 6 astetta nykyistä alhaisempi. Liitukaudella noin 80–100 miljoonaa vuotta sitten oli puolestaan tavattoman lämmintä. Hirmuliskojen valtakaudella jäätiköt olivat sulaneet ja Etelänajan lähilakeilla kasvoi metsää. Jopa kymmenen astetta nykyistä korkeampi keskilämpötilojen vallitessa merivirrat siirsivät lämpöä napa-alueille, ja 4–5 kertaa nykyistä korkeampi ilmakehän hiilidioksidipitoisuus voimisti tehokkaasti kasvihuoneilmionle. Osa tuon ajan rehevästä biomasasta varastoitui maankuoreen fossiiliseksi polttoaineiksi, joihin sitoutunutta hiilidioksidia ihminen nyt vapauttaa ilma-



kehään kasvihuoneilmiota voimistaen. Liitukauden lämmintä vaihetta seurasi vähittäinen viileneminen, jonka vaikutuksesta Antarktiks peittyi jäätiköiden alle 10–20 miljoonaa vuotta sitten ja Grönlanti noin kaksi miljoonaa vuotta sitten.

Koska ilmastomuutosta ei voi tutkia laboratoriokeilla, on muutosta ja sen vaikutusta tuleviin lämpötiloihin selvitelty mallien avulla. Ilmastomuutosmallien tulosten keskiarvoina on ennustettu maapallon keskilämpötilojen kehitystä seuraavan sadan vuoden kuluessa. Ennusteet lupaavat yksiselitteisesti lämpenemistä. Kirjoittajat toteavatkin, että lämpeneminen on jo lähtenyt käyntiin ja jatkuu väijäämättä ainakin meidän elinaikamme ja kauemminkin. Ilmastomallien mukaan maapallon keskilämpötila kohoaa lähivuosikymmeninä noin 0,2 astetta kymmenessä vuodessa. Teoksen karttakuvien mukaan vuotuiset keskilämpötilat kohoaisivat tämän vuosisadan loppuun mennessä Suomessa 4–6 astetta, eli keskimääräistä enemmän. Talvisin lämpeneminen olisi voimakkaampaa kuin kesäisin. Mallitulosten perusteella näyttää siis siltä, että Etelä-Suomen ilmasto muistuttaa vuosisadan lopulla nykyisen Keski-Euroopan ja Lappi Etelä-Suomen ilmastoa.

Teoksessa käsitellään monipuolisesti myös ilmastomuutoksen seurauksia. Poikkeuksellisen nopea lämpötilan nousu tulee aiheuttamaan eliökunnalle sopeutusvaikeuksia ja uhkana on monien lajien häviäminen. Ihmiskuntaa uhkaa merenpinnan kohoaminen. Eri skenaariorien mukaan merenpinta kohoaa tämän vuosisadan loppuun mennessä kymmenillä senteillä, mikä voi aiheuttaa vakavia ongelmia maapallon alavimmilla alueilla. Vedennousun pelossa joitakin atollisaaria on jo alettu tyhjentää asukkaista, ja esimerkiksi Tuvalun saarivaltio on sopinut, että sen asukkaat voivat siirtyä Uuteen-Seelantiin, kun elämä saarilla käy mahdottomaksi. Ratkaisu on kuitenkin suurten mannerjäätiköiden käyttäytymisen. Ilmastomallien perusteella Etelämantereen lämpötilat pysyvät onneksi tulevaisuudessakin niin matalina, ettei jää sula laajemmin. Lisääntyvien lumisateiden ansioita jäätiköiden arvellaan pikemminkin kasvavan.

Teoksen loppuosassa annetaan tilaa myös ilmasto-skeptikoille, vaikka he eivät saa tekijöiltä paljon ymmärrystä. Epäilijöillä on lukuisia syitä ajatuksilleen. Kyseenalaiseksi voi asettaa käytetyt mittaustulokset tai mallilaskut, koska mallit ovat epätäydellisiä ja kaikkia prosesseja ei tunneta tai osata mallittaa. Kun säätäkään ei pystytä ennustamaan kuin viikoksi, kuinka sitten ilmastoa vuosisadoiksi? Jotkut kieltävät tyystin ihmisen vaikutuksen ja pitävät muutoksia luonnollisena vaihteluna. Epäillään myös, ettei muutos ole merkittävä ihmiskunnan kannalta, varsinkin kun aiemmin on ollut paljon suurempia muutoksia.

Lukijankin epäilyjä voi ruokkia se tosiasia, että lämpimimmistä vuodesta (1998) on kulunut jo kymmenen vuotta. Moni muistaa myös Kilpisjärven biologisen aseman johtajan Antero Järvisen taannoisen kirjoituksen, jonka mukaan mittauksiin perustuvat keskilämpötilat eivät ole Lapissa kohonneet viime vuosikymmenien aikana, vaikka juuri siellä muutoksen pitäisi olla voimakkainta. Vilkaistu Helsingin, Jyväskylän ja Sodankylän keskilämpökäyriin osoittaa myös, että 1930-luvun jälkeen muutos on ollut lähes olematonta, ja esimerkiksi Sodankylän selvästi lämpimin vuosi on edelleen 1930-luvulta. Jäinkin kaipaamaan hyviä esimerkkejä yksittäisistä havaintoasemista, joissa selvä lämpeneminen on nähtävissä. Jossainhan lämpenemisen odottaisi näkyvän selvästi, kun koko maapalloa koskevat keskiarvokäyrätkin nousevat.

Teos on sujuvasti kirjoitettu ja kuvitus selkeä ja havainnollinen. Tekijät ovat onnistuneet valottamaan ajan-kohtaista ja ihmiskunnan kannalta vakavaa ongelmaa monipuolisesti ja hyvin. Kirjassa neuvotaan myös, miten ilmastomuutosta voi hillitä ja miten tulevaan muutokseen on mahdollista sopeutua. Kirja sisältää vankkaa asiantietoa ja sopii myös niille, jotka ovat perehtyneet ilmastokysymyksiin pintapuolisemmin.

MATTI TIKKANEN
Maantieteen laitos,
Helsingin yliopisto