

# Kirjallisuutta – Litteratur

## Muuttuuko ilmasto, ja mihin suuntaan?

KESKITALO, JORMA (2005). *Maapallon muuttuva ilmasto*. 255 s. Tammi, Helsinki.

Talven 2006 uutiset maailmalta kertoivat kylmän sään ja lumentulon koetelleen monia Aasian maita. Japanissa raivattiin monimetrisiä lumikinoksia, ja Intian pääkaupungissa Delhissä oli kylmintä 70 vuoteen. Kiinassa puolestaan armeija komennettiin apuun kylmyyden ja lumentulon vaikeutettua satojentuhansien asukkaiden elämää. Yksistään Xinjiangin maakunnassa evakuoitiin 100 000 ihmistä, kun pakkasen kipusi yli 40 asteeseen, ja lämpötilat olivat alimmillaan 20 vuoteen. Kylmyyden seurauksena ihmisiä kuoli niin Japanissa, Intiassa kuin Bangladeshissäkin.

Kylmyys piinasi myös Eurooppaa. Satoja ihmisiä kuoli tulipalopakkasissa ja lumimyrskyissä Ukrainassa, Tšekissä ja Puolassa. Kreikka hautautui lumeen, ja sadat kylät ja kaupungit olivat saarroksissa, kun auraskalustoa ei ollut riittävästi käytettävissä. Vaikka Suomessa tammikuun keskilämpötila oli hiukan keskimääräistä korkeampi, mahtui talveen myös kipakoita pakkasjaksoja Lapin yli 40 asteen paukkupakkasineen. Hyyttävän kylmyyden kourissa moni saattoi jo manata kasvihuoneilmiötä avuksi.

Olivatko nämä merkkejä ilmastossa tapahtuvista muutoksista? Millaisia nämä ilmastomuutokset ovat, mitkä ovat niiden syyt ja mihin suuntaan nyt ollaan menossa? Näitä kysymyksiä pohditaan filosofian tohtori, biologi Jorma Keskitalon teoksessa. Kirjassa esitetään tieteen tuloksia maapallon ilmastomuutoksista menneinä aikoina, kartoitetaan ihmisen osuutta nykyiseen ja tulevaan ilmastoon sekä pohditaan, mitä pitäisi tehdä. Unohdettu ei ole myöskään kriitikoiden näkemyksiä, joista tekijä on yrittänyt seloa varoitetuimmat tutkimustulokset ja väitteet. Kuuluuhan tieteen tekemiseen aina myös esitettyjen käsitysten asettaminen kysymyksen alaisiksi.

Ilmastomuutos on nykypäivän kuumiin ympäristökysymyksiin, josta keskustellaan, väitellään ja kirjoitetaan päivittäin. Moninaisen tiedon tulvaa seurattessa syntyy helposti käsitys, että lähes kaikki vähänkään poikkeavat sääilmiöt ovat seurausta kasvihuoneilmiön voimistumiseen liittyvästä ilmaston lämpenemisestä. Mittauksiin perustuvat globaalit lämpökäyrät osoittavat kiistatta ylöspäin, ja Nasan mukaan vuosi 2005 oli lämpimin sinä aikana, jolta kattavia mittaustuloksia on saatavilla. Aiemmasta vuoden 1998 ennätyksestä olikin ehtinyt vierähtää jo kuusi vuotta. Kun ennusteiden mukaan lämpenemisen pitäisi tuntua varsinkin pohjoisilla alueilla, on mielenkiintoista havaita, että esimerkiksi Helsingin ja Sodankylän vuoden keskilämpötiloja kuvaavissa lämpökäyryissä ei ole havaittavissa sanottavaa muutosta sitten 1930-luvun lopun ja 1940-luvun alun lämpimien vuosien. Helsingin vuotuinen keskilämpötilan ennätys on edelleen peräsin 1930-luvulta. On siis paikallaan, että jälleen kerrataan mitä asiasta nykyisin tiedetään, mitä on tapahtunut menneisyydessä ja millaiset ovat tulevaisuuden ennusteet.

Ilmastomuutoksessa sinänsä ei ole mitään järjestyttävää uutta ja ihmeellistä. Tiedossa on, että maapallon lämpötilat ovat vaihdelleet ja ilmastot muuttuneet läpi koko pitkän geologisen historian. Kylmiä, laajoihin jäätiköitymisiin johtaneita ilmastovaiheita ovat aina seuranneet suotuisimmat ajat, jolloin lämpötilat ovat välillä olleet nykyistä huomattavasti korkeampia. Tiedetään myös, että viimeisenkin jääkauden jälkeisellä ajalla on välillä ollut selvästi nykyistä lämpimämpää, ilman että ihmisellä olisi ollut siihen mitään osuutta, kuten tuskin 1930-luvun lämpenemiseenkään. Kysymys onkin lähinnä siitä, onko ihminen 1980-luvulta alkaneen lämpenemisen takana. Tuottamalla keinotekoisesti lisää kasvihuonekaasuja, ihmisen uskotaan voimistavan kasvihuoneilmiötä ja siten nostavan lämpötiloja maapallolla niin nopeasti, että seurauksena olisi vakavia ongelmia niin luonnolle kuin ihmisellekin.

Keskustelu ilmastomuutoksesta ei ole uutta. Jo 1900-luvun alkupuoliskon lämpimät vuosikymmenet herättivät ihmetystä siinä määrin, että muun muassa Suomen Maantieteellinen Seura järjesti vuonna 1951 symposiumin, jossa pohdittiin viimeaikaista ilmastovaihtelua ja sen vaikutuksia Suomessa. Seura palasi aiheeseen uuden vuosituhannen alussa 50 vuotta edellisestä symposiumista. Maailmanlaajuisesti aihepiiriin on paneutunut hallitusten välinen ilmastopaneeli IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), jonka YK perusti vuonna 1988. Se on asiantuntijaelin, jonka toimintaan osallistuu noin 2 500 tutkijaa. Ilmastopaneeli on koonnut mittavan aineiston tutkimustuloksista, jotka koskevat ilmaston lämpenemistä ja sen mahdollisia vaikutuksia. Paneelin tuottamat tulokset on julkaistu laajoina raportteina vuosina 1990, 1995 ja 2001. Seuraava on määrä julkaista vuonna 2007.

Ehkäpä eniten kohua on herättänyt Virginian yliopiston tutkijan Michael Mannin vuonna 1988 esittämä niin sanottu *jääkiekkomailateoria* viimeisen tuhatvuotisen ajan tapahtuneesta ilmastomuutoksesta. Teoria perustuu välillisiin havaintoihin kuten jääkairauksien, puiden vuosilustojen ja korallien isotooppianalyysien antamaan tietoon. Mannin teorian mukaan maapallon ilmasto pysyi hyvin vakaana 900 vuotta (mailan varsi), jonka jälkeen seurasi sadan vuoden nopea lämpeneminen 1900-luvulla (mailan lapa). Teoriaa on kritisoitu voimakkaasti ja viime aikoina on esitetty sen sisältävän oletuksia, jotka eivät ole yleisesti hyväksyttävissä. Joka tapauksessa IPCC:n viimeisen raportin sisältämän ennusteen mukaan maapallon keskilämpötila nousee vuoteen 2100 mennessä 1,4–5,8 astetta.

Tätä kritiikkiä epäilevät väittäen ilmastopaneelin yhteenvertaustietojen laatijoiden olevan epärehellisiä, valikoivan itselleen mieleisiä tutkimustuloksia ja hylkäävän muita sekä todeten, että mallit ovat kelvottomia johtopäätösten tekoon. Kriitikoista ehkäpä tunnetuin on tanskalainen Bjørn Lamborg, joka on todennut, että vaikka ilmasto lämpenisikin ihmisen toiminnan tuloksena, niin öljyn kallistuminen ja vaihtoehtoiset energiamuodot vaikutta-

vat siihen, että fossiilisten polttoaineiden käyttö vähenee väistämättä. Lamborgin mukaan onkin hyödyllisempää kamppailla maailman muita ongelmia vastaan.

Kirjassa paneudutaan aluksi kasvihuoneilmiön taustoihin. Jos kasvihuoneilmiötä ei olisi, maapallo olisi kylmä ja kolkko paikka, eikä nykyisen kaltainen elämä olisi täällä mahdollista. Vesihöyry ja muut kasvihuonekaasut pidättävät osan pitkäaaltoisesta lämpösäteilystä lämmittäen maapallon elinkelpoiseksi. Ihminen on noston erityisesti hiilidioksidin määrää, ja tällä uskotaan olevan lämpötiloja nopeasti nostava vaikutus. Fossiilisia polttoaineita käyttämällä ihminen palauttaa kiertoon sitä hiiltä, joka on varastoitunut kerrostumiin luonnon oman toiminnan vaikutuksesta. Hiiltä on varastoituneena myös Suomen maaperässä ja järvisedimenteissä yhteensä yli kaksinkertaisesti maamme metsien puustoon verrattuna.

Ilmasto on hyvin monimutkainen järjestelmä ja sen ominaisuuksiin vaikuttavat kaasukoostumuksen ohella myös valtameret ja mantereiden vesistöt, lumi- ja jääkentät, maa- ja kallioperä sekä elävä luonto. Maapallon aineen ja energian suuret kiertoliikkeet muodostavat kokonaisuuden, jota voi tekijän mukaan verrata suureen elävään organismiin. Järjestelmän tasapaino on kuitenkin häilyvä ja altis pitkäaikaisille muutoksille. Miten käy, jos voimistuvan kasvihuoneilmiön vaikutuksesta esimerkiksi Golf-virta pysähtyy ja napa-alueiden ikirouta alkaa sulaa vapauttaen nopeasti siihen sitoutunutta metaania. Lyhyellä aikavälillä vuodet voivat poiketa suurestikin toistaan, kun vaihtelevat tuulet ja virtaukset rytmittävät ilmastoa.

Välillä teoksessa selostetaan myös asioita, jotka eivät kovin kiinteästi ole yhteydessä nykyiseen ilmastomuutosta koskevaan keskusteluun. Tämä koskee esimerkiksi lukua, jossa käsitellään lähiplaneettojamme, ja kysymystä miksi Venus ja Mars ovat kuolleita planeettoja, vaikka ne sijaitsevat elämänvyöhykkeessä, jossa olosuhteet voisivat olla elämälle otollisia. Näin ei kuitenkaan ole, sillä kasvihuoneilmiö ryöstäytyi valloilleen Venuksessa ja Marsissa se hävisi kokonaan. Onkin vain monen onnekaan yhteensattuman tulosta, että olosuhteet maapallolla ovat pysyneet evoluution alusta pitäen niissä rajoissa, joissa elämä on mahdollista. Selostus hiilen kiertokulusta luonnossa yleensä ja Suomen ekosysteemien yleiskuvaus sisältävät myös osia, joilla on vain ohuelti yhteyttä kirjan pääteemaan.

Ilmastomuutosten historiaa käsittelevässä luvussa lähdetään liikkeelle maapallon syntyhetkistä toteamalla, että elämä syntyi kuumassa alkumeressä jo 3,8 miljardia vuotta sitten. Tämän jälkeen maapallon pinta on hitaasti viilentynyt, mutta varsinkin elämän esihistoriallisella ajalla lämpötilan vaihtelut ovat olleet voimakkaita. Myöhemmin aikoina monipuolistunut elävä luonto on osaltaan tasannut vaihteluita. Kuitenkin permikauden lopulla noin 250 miljoonaa vuotta sitten tapahtui erityisen voimakas ilmastomuutos, joka oli vähällä pyyhkiäistä

elämän jäljettämiin. Viimeisten kahden miljardin vuoden aikana maapallolla on ollut useita jääkausiaikoja, joiden tärkeimpänä syynä ovat olleet maan kiertoradan vaihtelut ja akselikulman huojumisliike. Niistä viimeisin alkoi yli kaksi miljoonaa vuotta sitten, ja toistaiseksi viimeisin jäätiköitymien päätyi runsaat 10 000 vuotta sitten. Tämän jälkeen ilmasto lämpeni nopeasti ja oli vuosituhansien ajan nykyistä lämpimämpi kunnes viileni jälleen. Viime vuosisadalla tapahtunutta lämpenemistä edelsi vielä viileä jakso, 1500-luvulta 1800-luvun puoliväliin kestänyt pieni jääkausi. Onko nyt vuorossa vielä ihmisen aiheuttama lämpöpiikki, ”superinterglasiaali”, ennen kuin ennustettu seuraava jäätiköityminen alkaa muutama tuhat vuoden päästä, jää nähtäväksi.

Keskitalon kirja on monipuolinen teos, joka taustoittaa ilmastomuutukseen liittyvää keskustelua asiantuntevasti. Esille tuodaan monia tutkimustuloksia ennusmerkeistä, jotka viittaavat ilmaston lämpenemiseen. Tekijän mukaan eteläiset lajit ovat siirtymässä kohti pohjoista tavalta, jossa ei ole kysymys yksittäisten lajien satunnaisista levinneisyysmuutoksista, vaan yleisestä ilmiöstä. Maapallo imee enemmän auringonsäteilyä kuin heijastaa pois nostaen lämpötilaa. Satelliittikuvien mukaan lumipeite on pienentynyt 1960-luvun lopulta lähtien kymmenen prosenttia ja pohjoisen tundran ikirouta on alkanut sulaa. Arktisen alueen lämpenemisen vaikutusraportin (ACIA) mukaan arktisten seutujen lämpötila on noussut kaksi kertaa nopeammin kuin koko maapallon keskilämpötila. Lukija olisi tullut vielä vakuuttuneemmaksi muutoksesta, jos sitä olisi havainnollistettu edes muutamalla mitattuun aineistoon perustuvalla esimerkillä. Niitä, kuten muutaakaan kuvitusta ei kirjasta kuitenkaan löydy.

Lopuksi tarkastellaan vielä tulevaisuuden näkymiä ja todetaan, että lähivuosisikymmenien ilmakedessä on hiilidioksidia yhä enemmän, vaikka päästöt vähenisivät. Tästä aiheutuu lämpeneminen, joka ennusteiden mukaan on voimakkainta arktisilla alueilla. Kun ilmastovyöhykkeet siirtyvät kohti pohjoista, seurauksena on ekosysteemeille sopeutumiso ongelmia ja sukupuuttoaaltoja. Sateet lisääntyvät yleisellä tasolla, mutta kuivuudesta jo nyt kärsivät alueet kuivuvat todennäköisesti entisestään. Merenpinnan nousu aiheuttaa myös vakavia ongelmia monilla alueilla, muttei Suomessa, jossa maannousu pienentää haittaa. Pohjanlahden alueella uutta maata paljastuu edelleen, koska maannousu voittaa siellä merenpinnan nousun. Muutenkin Suomi näyttäisi selviävän monia muita alueita paremmin, koska myös maatalous ilmeisesti hyötyy ilmastomuutoksesta ja talouselämä säilyttää kilpailukykyä sopeutumiso ongelmista huolimatta.

MATTI TIKKANEN

*Maantieteen laitos,  
Helsingin yliopisto*