

Ilmastonmuutoksen monet kasvot

■ JUHANI KAKKURI

Ilmastonmuutos käytännössä. Hillinnän ja sopeutumisen keinoja. Toimittaneet Anna Virtanen ja Liisa Rohweder. Gaudeamus 2011.

”Ilmastonmuutos on vakava globaali uhka, jonka hillitseminen ja kielteisten vaikutusten vähentäminen vaativat maailmanlaajuisia toimintaa”, toteavat Anna Virtanen ja Liisa Rohweder toimittamansa ilmastonmuutoksia käsittelevän teoksen johdannossa. Muutos koskettaa heidän mukaansa kaikkia maapallomme asukkaita, sillä se vaikuttaa veden saantiin, ruoan tuotantoon, helleaaltojen lisääntymiseen ja elinympäristöihin yleisesti. Sillä on huomattavia vaikutuksia myös luonnonoloihin, elämän monimuotoisuuteen ja elämisen ehtoihin. Globaali talouskaan ei säästy sen vaikutuksilta. Hillintätoimet vaativat kansantalouksilta panostusta ja sijoittamista ilmasto-vastuulliseen liiketoimintaan sekä energiatehokkaan ja energiaa säästävän teknologian kehittämiseen – unohtamatta jo väistämättä tapahtuvan ilmaston lämpenemisen ennakointia ja sopeutumistoimia.

Virtasen ja Rohwederin toimittamassa kirjassa ilmastonmuutosta tarkastellaan monelta eri kannalta. Tekstistä tosin pistävät silmään jotkin sanahirviöt (kuten ilmastonmuutospaneeli, kasvi-

huonekaasupäästöt, kasvihuonekaasupäästötön, ilmastopolitiikan valtavirtaistaminen ja tulevaisuusskenaariot) ja niiden runsas käyttö paikoin lähes joka lauseessa.

Laajassa ja hyvin toimitetussa kirjassa on 13 lukua, joista ensimmäinen käsittelee kyseistä muutosta yleisellä tasolla. Toinen luku esittelee ilmasto- ja energiapoliittisia tavoitteita Suomessa, Euroopan unionissa ja globaalisti. Seuraavissa eri alojen asiantuntijat tarkastelevat ilmastonmuutosta ja sen vaikutuksia erityisesti Suomessa. Tarkastelun kohteina ovat myös kuntien, yritysten ja järjestöjen keinot ilmastonmuutoksen hillinnässä ja siihen sopeuttamisessa.

Teos esittelee myös innovatiivisia esimerkkejä yritysten toiminnasta sekä järjestöjen ja kansalaisaktivistien rooleja ja toimintaa ilmastotyössä. Viimeisessä luvussa Ilmatieteen laitoksen johtajistoon kuuluva Mikko Alestalo tarkastelee näiden eri toimijoiden näkökulmia ilmastonmuutoksen hillinnässä. Näistä Alestalo pitää epäilevää ilmastokeptikon näkökulmaa äärimmäisen vaarallisena, koska se tarjoaa muulle yhteiskunnalle mahdollisuuden tarttua siihen oljenkorteen, ettei mitään huolestuttavaa muutosta olisikaan tapahtumassa ja että elämä voi jatkua, kuten aina ennenkin.

Miten ja miksi ilmasto muuttuu?

Ilmatieteen laitoksen tutkija Kimmo Ruosteenoja käsittelee kasvihuoneilmiötä luonnonil-

miönä ja esittelee kasvihuonekaasusta tärkeimmät (joita ovat hiilidioksidi, metaani, dityppioksidi ja otsoni sekä luonnollista kasvihuoneilmiötä aiheuttava vesihöyry) sekä tarkastelee asiantuntevasti ilmastomalleja ja niiden ennustamia ilmastollisia muutoksia, jotka perustuvat hallitustenvälisen ilmastomuutospaneelin (IPCC:n) neljänteen arviointiraporttiin ja Ilmatieteen laitoksella tehtyihin laskelmiin. Kasvihuoneilmillä on hyvät ja huonot puolensa. Ilman sitä maapallomme keskilämpötila olisi reilusti pakkasen puolella, Ruosteenojan mukaan -18°C . Luonnollisen kasvihuoneilmion vaikutuksesta se on korkeampi, nykyisin noin $+15^{\circ}\text{C}$, mikä mahdollistaa nykymuotoisen elämän viihtymisen maapallolla. Viimeksi kuluneiden kahden vuosisadan aikana ihmiskunta on tuottanut ilmakehään hiilidioksidiä ja muitakin kasvihuonekaasuja vuosi vuodelta yhä enemmän. Maapallon keskilämpötila onkin niiden vaikutuksesta alkanut huolestuttavasti kohota.

Ilmaston lämpenemistä voidaan käsitellä ilmastomallien avulla. Suomessa ilmasto lämpenee niiden mukaan nopeammin kuin maapallolla keskimäärin, pessimistisimmän ennusteen mukaan lähes kuusi astetta kulumassa olevan vuosisadan loppuun mennessä, kun maapallon keskilämpötilan nousu samassa ajassa on vajaa neljä astetta. Talvet lämpenevät ennusteiden mukaan pohjoisilla leveysasteilla nopeammin kuin

kesät. Hellepäiviä on vuosisadan lopulla 3–4 kertaa niin paljon kuin nykyisin. Pakkaspäiviä on vastavasti vähemmän, samoin lunta, eikä Etelä-Suomessa vuosisadan loppupuolella enää ole pysyvää lumipeitettä. Lapissakin lunta on vain varsinaisina talvikuukausina.

Lämpenevä ilmasto aiheuttaa jäätiköiden sulamista. Pienet jäätiköt, joita on Islannissa, Kanadan arktisilla saarilla ja Huippuvuorilla sekä vuoristoissa eri puolilla maailmaa, voivat sulaa nopeammin kuin suuret jäätiköt. Monet niistä ovatkin viimeksi kuluneina vuosina olleet pienemään päin useilla alueilla, kuten Alaskassa ja Alpeilla, ja monet niistä ovat vaarassa hävitä kokonaan jo kulumassa olevan vuosisadan aikana. Tämä ei koske mannerjäätiköitä, sillä ne sulavat hitaasti. Esimerkiksi Grönlantia peittävän mannerjäätikön täydellinen sulaminen kestää vähintään vuosisatoja, joidenkin arvioiden mukaan jopa joitakin tuhansia vuosia. Mannerjäätiköiltä meriin valuvat sulamisvedet nostavat merenpintaa, eivät kuitenkaan kaikkialla yhtä paljon, sillä jäämassan siirtyminen jäätiköiltä meriin muuttaa maapallon painovoimakenttää, joka puolestaan muuttaa merenpinnan muotoa. Esimerkiksi Grönlantia peittävän mannerjäätikön huomattava sulaminen muuttaa painovoimakenttää siten, että merenpinta nousee Atlantin pohjoisosassa vähemmän kuin eteläosassa ja Tyynellä valtamerellä.

Monien ilmastomallien mukaan kesäjäät häviävät pohjoisilta meriltä kulumassa olevan vuosisadan loppuun mennessä käytännöllisesti katsoen kokonaan. Tämä koskee erityisesti Pohjoista jäämerta, joka voi muuttua Itämeren

kaltaiseksi, ainoastaan talvella jäätyväksi mereksi jo lähimpien vuosikymmenien aikana. Jääpeitteen sulaminen vaikuttaa haitallisesti paikalliseen luontoon ja voi saattaa monet jääpeitteestä riippuvaiset eläimet, kuten jääkarhut, sukupuuton partaalle.

Ilmastonmuutoksen vaikutukset Suomen luontoon

Luonnon monimuotoisuudella eli biodiversiteetillä tarkoitetaan lajien sisäistä perinnöllistä muuntelua, lajien runsautta ja elinympäristöjen monimuotoisuutta. Petteri Tolvasen ja Jari Luukkosen mukaan ilmastonmuutos on suuri uhka monimuotoisuuden säilymiselle, koska muutokset voivat olla niin nopeita, etteivät kaikki lajit ehdi niihin sopeutua, vaan ovat vaarassa taantua tai jopa kuolla sukupuuttoon. Tämä koskee myös jääkauden reliktinä Itämerellä ja Saimaalla elävää norppaa, jolle ilmaston lämpenemisestä johtuva lumipeitteen oheneminen ja jään vähentyminen on vaarallista, vaikuttaahan se olennaisesti pesimisen onnistumiseen. Arktisiin oloihin sopeutunut norppa tekee näet pesänsä jään päälle lumikinokseen tai merellä ahtojään suojaan. Paljaalle jäälle tai maalle syntyneillä norpan kuuteilla on sääolojen ja petojen takia huomattavasti pienempi mahdollisuus säilyä hengissä kuin lumipesän suojassa syntyneillä.

On mahdollista, että Suomessa viihtyvien eläinlajien lukumäärä kasvaa ilmastonmuutoksen myötä. Samanaikaisesti voivat jotkut Suomelle tyypilliset, jääkauden jälkeen tänne kotiutuneet lajit kuolla sukupuuttoon. Lämpenemisestä hyötyy etenkin linnusto, joka kasvaa usealla kymmenellä uudella lajilla.

Taantuvia lintulajejakin on, ainakin useat pohjoiset tunturi-, metsä- ja suolintulajit. Kalalajeista kuha kuuluu lämpimistä vesistä hyötyjiin, ja sen kannat ovatkin viime aikoina vahvistuneet sekä Itämerellä että monilla järvillämme.

Lämpötilan, sateisuuden ja vuodenaikojen rytmin muutokset voivat muuttaa puulajisuhteita Suomen metsissä. Havumetsävyöhyke siirtynee pohjoiseen päin, joidenkin laskelmien mukaan jopa 400–500 kilometriä, edellyttäen, että lämpötilat nousevat pysyvästi noin neljä astetta. Lehtipuiden arvellaan lisääntyvän kaikkialla Suomessa, ja jalojen lehtipuiden levinneisyysalue laajenee pohjoiseen päin, esimerkiksi tammi kasvaneen Oulun korkeudella viimeistään 2100-luvulla. Kuusen arvioidaan vähentyvän kulumassa olevalla vuosisadalla kaikissa Etelä-Suomen metsissä, Pohjois-Suomessa se sen sijaan lisääntyy. Mänty korvannee kuusen valtapuuna niukkaravinteisilla kasvupaikoilla, koivu taas ravinteikkailla alueilla.

Suomen pinta-alasta noin kolmannes on soiden peittämää. Siitä noin puolet on menetännyt luonnontilansa ojitusten myötä. Suoluntotyypistämme jopa puolet ovat uhanalaisia. Vaarassa ovat erityisesti korvet sekä letto- ja lähdesuot, joita on raivattu paljon maaja metsätalousmaaksi. Merkittävä osuus Euroopan aapasoiista sijaitsee Suomessa. Palsasuot ovat aapasoi, joita luonnehtivat ikiroutaiset turvekummut. Niitä on nykyisin vain pohjoisimmassa Lapissa. Palsat ovat arkoja ilmaston lämpenemiselle. Kun roudat sulavat, niissä olevat palsat häviävät Lapista kokonaan.

Ilmastonmuutoksella on tule-

vaisuudessa merkittäviä vaikutuksia kasvillisuuteen varsinkin Pohjois-Suomessa. Kun kesä- ja talvilämpötilat kohoavat, sademäärät kasvavat ja ilman hiilidioksidipitoisuus kohoaa, kasvien elinympäristöt muuttuvat. Lajistomuutokset ovat suurimmat tunturiluonnossa. Eräät arktiset lajit voivat tutkimusten mukaan sietää nykyistä korkeampiakin lämpötiloja, eräät lajit taas, nimittäin ne, jotka elävät sie-tokykynsä äärirajalla, voivat taantua tai jopa hävitä kokonaan Lapin luonnosta. Vahvasti taantuvia tunturikasvilajeja lienee koko Skandinaviassa 230 ja Suomessa 200.

Ilmastonmuutos ja talous

Hallitustenvälisen ilmastonmuutospaneelin mukaan ilmakehän lämpenemistä ei voida enää estää. Sitä voidaan ainoastaan hillitä. Vähimmäistavoitteena on rajoittaa kasvihuonekaasujen päästöjä niin paljon, ettei maapallon keskilämpötilan nousu ylitä kahta astetta.

Piia Aatola ja Markku Ollikainen pitävät ihmistä merkittävimpanä kasvihuonekaasupäästöjen aiheuttajana viimeksi kuluneen vuosisadan aikana. Elintasomme kasvu on heidän mukaansa perustunut erityisesti fossiilisen energian käyttöön, mikä on tuottanut ilmakehään valtavasti päästöjä. Vasta kansainvälisen ilmastopimuksen ja Kioton pöytäkirjan myötä osa maapallon maista, Pohjoismaat ensimmäisten joukossa, on aloittanut aktiivisen ilmastopoliittikan. Monet huomattavat kasvihuonekaasupäästöjä aiheuttavat maat eivät kuitenkaan ole asettaneet päästöille vähentämistavoitteita.

Ilmastonmuutoksen hillintä edellyttää globaalien päästöjen rajoittamista koskevan sopimuk-

sen solmimista. Kööpenhaminassa vuonna 2009 pidetty ilmastokokus osoitti, että tällaisen kaikkia maita sitovan sopimuksen aikaansaaminen on vaikea, jopa lähes mahdoton tehtävä. Syykin on ilmeinen, ilmastopimuksessa punoutuvat toisiinsa eri maille koituvat ilmastonmuutoksen haitat ja hillinnän kustannukset, teollistuneiden maiden kuormitushistoria ja kehitysmaiden sisäiset ongelmat sekä erilaiset käsitykset siitä, mikä on globaalisti oikeudenmukaista.

Ilmastonäkökulma kaikkiin päätöksiin

Matti Melasen ja Per Mickwitzin mukaan ilmastopoliittikan tavoitteena on pitää maapallon ilmastojärjestelmä siten vakaana, ettei ihmiskunta aiheuta siinä vaarallista häiriintymistä. Tämä tavoite on kirjattu YK:n ilmastopimukseseen. Toisena päämääränä on mahdollisimman hallittu sopeutuminen ilmaston joka tapauksessa tapahtuvaan muuttumiseen.

Ilmastopimusta täsmentävän Kioton pöytäkirjan ratifioineet maat ovat sitoutuneet kasvihuonekaasupäästöjen määrälliseen rajoittamiseen. Euroopan unioni, joka on Kioton pöytäkirjan osapuoli, on edelleen kohdentanut päästöjen vähennysvaatimukset jäsenvaltioilleen.

Pitkällä aikavälillä Suomen tulee vähentää kasvihuonekaasupäästöjään merkittävästi ja sopeutua samalla ilmaston lämpenemiseen. Päästöjen vähennykset ja sopeutuminen eivät kuitenkaan toteudu ilman poliittista ohjausta. Tarvitaan sekä kohdennettuja ilmastopoliittisia toimia että ilmastopoliittikan valtavirtaistamista.

Globaalit yhteiskunnalliset tulevaisuusvaihtoehdot

Osmo Kuusi tarkastelee ilmastonmuutokseen liittyviä yhteiskunnallisia vaikutuksia. Niitä on vuoden 2000 jälkeen selvitelty useiden tulevaisuusskenaarioiden avulla. YK:n aloitteesta käynnistetty *Millennium Ecosystem Assessment* on käyttänyt tulevaisuuskartoitukseen maailmanlaajuisia asiantuntijaverkostoa. Ennakoinnin lähtökohtana on ollut 34 eri puolilla maailmaa tehtyä arviointia tulevasta kehityksestä. Tämän vuosina 2001–05 toteutetun prosessin tarkoituksena on ollut arvioida globaalien ekosysteemin muutosten vaikutuksia ihmisten hyvinvointiin sekä luoda tieteellistä perustaa toimenpiteille, jotka edistävät ekosysteemien säilymistä ja käyttöä kestävällä tavalla. Vaikka skenaariot painottavat biosektoria, ne kuvaavat muutoksen mahdollisuuksia laajasti koko yhteiskunnassa.

Ilmastonmuutoksen sosiaaliset vaikutukset

Hallitustenvälisen ilmastonmuutospaneelin mukaan maapallomme keskilämpötila on noussut 0,74 celsiusastetta viimeksi kuluneen vuosisadan aikana. Itse asiassa 1900-luku on ollut lämpimin vuosisata ja 1990-luku lämpimin vuosikymmen tuhanteen vuoteen. Alkaneella vuosisadalla nousu voi ennusteiden mukaan olla 1,4–5,8 astetta. ”Millaisia sosiaalisia vaikutuksia siitä seuraa?”, kysyy Johanna Kohl kirjan kahdeksannessa luvussa:

Keitä ovat selviytyjät, keitä taas huono-osaiset? Onko vuoden 2030 huono-osainen se, joka asuu tiiviissä, mutta tulvivassa kaupunginosassa, jonka rakentamismääräyksissä ei ole huomioitu merenpinnan nousua? Vai

onko huono-osainen maanviljelijä, jonka sato pienenee uusien tuohohyönteisten ja ääri-ilmiöiden vuoksi? Entä ketkä ovat hyväosaisia? Onko heitä lainkaan muuten kuin hetkellisesti?

Brittiläisen ekonomistin Nicholas Sternin mukaan ilmastonmuutos aiheuttaa markkinoilla ennennäkemättömän häiriötilan, jolla on kohtalokkaat seuraukset maailmantaloudelle. Seurannaisvaikutukset ovat mittavia yhteiskunnallisia hajaannuksia ja kriisejä, kuten suursotia. Mikäli vastatoimia ilmastonmuutoksen torjumiseksi ei tehdä, bruttokansantuotteeseen voi tulla jopa 20 prosentin pysyvä lasku. Köyhiin ja huono-osaisiin vaikutukset kohdistuvat pahimmin usein jo pelkästään sen vuoksi, että ongelmien monikerroksisuus luo uusia taloudellisia ja sosiaalisia ongelmia.

Helppoja keinoja ei ole

Energia-ala on huomattavin kasvihuonekaasupäästöjen aiheuttaja kaikkialla maailmassa. Suomessa päästöt ovat globaalia keskiarvoa suurempia. Syynä on viileä ilmastomme ja maamme harva asutus. Lisäksi maassamme on runsaasti energiaa käyttävää teollisuutta, etenkin paperi- ja metalliteollisuutta.

Ville Satka ja Jukka V. Paatero esittelevät erilaisia energiantuotantoteknologioita ja esittävät tilastoja tämänhetkisistä päästöistämme, energiantuotannosta ja -kulutuksesta sekä tarkastelevat niitä seikkoja, jotka estävät päästöttömien energiaratkaisujen laajamittaisen käytön. Yhteenvedossa he toteavat, ettei Suomessa ole tarjolla yksinkertaista ratkaisua kasvihuonekaasupäästöttömään energiantuotantoon. Sitä kohti ollaan kuitenkin

kulkemassa monella eri rintamalla sekä hyödyntämällä uutta teknologiaa että tehostamalla vanhan käyttöä. Eniten potentiaalia on tuulivoiman lisärakentamisessa, biomassan energiakäytön lisäämisessä ja ydinvoiman maltillisessa hyödyntämisessä.

Yhteiskunnan näkökulmasta tarkasteltuna tärkeää ei kuitenkaan ole ainoastaan energiantuotanto, vaan myös energiankulutus. Monessa tilanteessa kasvihuonepäästöjä voidaan parhaiten vähentää energiankulutusta tehostamalla.

Kirjoittaja on professori ja täysinpalvellut Geodeettisen laitoksen yllöhtaja.