

Tuomo Kalliokoski

## Ilmastonmuutos ja biotalous – Metsäsektorilla vaaditaan paradigman muutosta



Metsien kestävä käyttö biotalouden aikana

### Megatrendit biotalouden ajureina ja biotalouden tavoitteet

Käynnissä oleva ilmastonmuutos ja samanaikaisesti niukkenevat resurssit asettavat ennen kokemattoman haasteen teollistuneiden yhteiskuntien rakenteille. Katastrofaalisen ilmastonmuutoksen torjumiseksi meidän pitäisi katkaista riippuvuutemme uusiutumattomiin resursseihin. Erityisesti fossiilisten polttoaineiden käyttöä pitäisi vähentää kiireesti. Tästä ehkä paras esimerkki on kivihiili, jota resurssinäkökulmasta on vielä runsaasti saatavilla, mutta ilmastonmuutoksen torjumiseksi siitä pitäisi päästä eroon. Väestön- ja kulutuksen kasvun myötä uhkaa kuitenkin myös resurssiniukkuus. Esimerkiksi konventionaalisen öljyn tuotantohuippu on jo todennäköisesti ohitettu ja modernin maatalouden ja ruokahuollon perustana olevasta fosforista on tulossa pula. YK:n arvion mukaan vuonna 2030 maailmassa tarvitaan 50 prosenttia nykyistä enemmän ruokaa, 45 prosenttia enemmän energiaa ja 30 prosenttia enemmän vettä. YK:n raportin luvut eivät suinkaan edusta suurimpia tieteellisestä kirjallisuudesta löytyviä ennusteita resurssien tarpeen kasvusta.

Gloaali kilpailu resursseista on siis tiukkennassa entisestään ja samaan aikaan meidän pitäisi muuttaa yhteiskuntiemme perusrakenteita onnistuaksemme pääsemään eroon fossiilisiin energianlähteisiin perustuvasta elämäntavastamme. Tähän ongelmakenttään ratkaisua haetaan biotaloudesta. Biotaloudeksi eri tilanteissa kutsuttuja toimia tulisi-

kin tarkastella tämän tavoitteen kautta. Ilman julkilausuttua tavoitteen määrittelyä on myös toimien mielekkyyttä mahdotonta arvioida.

Suomen biotalousstrategian mukaan: ”Biotaloudella tarkoitetaan taloutta, joka käyttää uusiutuvia luonnonvaroja ravinnon, energian, tuotteiden ja palvelujen tuottamiseen. Biotalous vähentää riippuvuutta fossiilisista luonnonvaroista, ehkäisee ekosysteemien köyhtymistä sekä luo uutta talouskasvua ja uusia työpaikkoja kestävä kehityksen periaatteiden mukaisesti.”

Biotaloutta voi siis tarkastella esimerkiksi sen avaamien työllisyysnäkökulmien kautta. Tässä kirjoituksessa näkökulma on kuitenkin ilmastonmuutos ja kuinka meidän tulisi tätä biotalouden murrosta tulkita ilmastonmuutoksen torjunnan ja sopeutumisen lähtökohdista. Metsien on todettu monessa yhteydessä olevan Suomen tärkein resurssi biotalouden näkökulmasta. Yllä esitetystä lähtökohdasta nousee tulkinta, että metsäbiomassaan perustuvan biotalouden mielekkyyttä pitää verrata esimerkiksi energiantuotannossa biotalouden muihin vaihtoehtoihin kuten aurinko- ja tuulienergiaan.

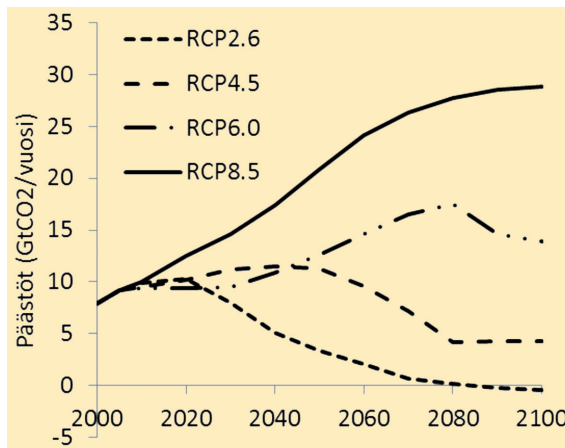
Miten ilmastonmuutos tulee vaikuttamaan Suomen metsien kehitykseen ja sitä kautta biotalouden reunaehtoihin? Entä miten meidän tulisi käyttää metsäresurssiamme, jotta biotalouden kestävyysperiaatteen mukaisesti toimisimme kestävästi myös ilmakehän näkökulmasta?

## Mikä ilmastonmuutos – erilaiset tulevaisuudet

Tulevaisuus riippuu tehdyistä toimista. IPCC:n viidennessä arviointiraportissa esitetään RCP-skenaariot (Representative Concentration Pathways), joilla pyritään kuvaamaan mahdollisia päästökehityspolkuja.

IPCC:n skenaario nimeltä RCP2.6 on paras kuviteltavissa oleva tilanne. Päästöt saataisiin nykyiseltä tasolta jyrkkään laskuun lähes välittömästi ja vuosisadan viimeisellä neljänneksellä oltaisiin hiilinegatiivisia (kuva 1). Toisin sanoen ilmakehästä sidottaisiin enemmän hiilidioksidia kuin mitä sinne päästettäisiin. Tämä on myös ainoa RCP skenaario, jossa lämpötilan nousu jää kohtuullisella todennäköisyydellä alle kahden asteen vuosisadan loppuun mennessä. Toteutuakseen tämä skenaario vaatisi mm. OECD maiden energia- ja teollisuussektoreiden kuluvan vuosisadan nettohiilidioksidipäästöjen olevan negatiivisia ja merkittävien päästörajoitteiden tulisi astua voimaan jo ennen vuotta 2020. Useat ilmastotieteilijät ovat kuitenkin sitä mieltä, että tämä skenaario ei ole enää mahdollinen, vaan globaali keskilämpötila tulee nousemaan enemmän kuin kaksi astetta. Ilmastonmuutoksen vaikutuksilta ei missään tapauksessa tässä skenaariossa vältytä, sillä lämpenemisen vaikutukset kestävät satoja vuosia, vaikka päästöt leikattaisiin nollaan tänään.

Toinen ääripää skenaarioissa on RCP8.5, joka käytännössä jatkaa nykyistä kehitystrendiä. Tehdyt lupaukset hiilidioksidipäästöjen rajoittamisesta jäävät toteutumatta, minkä seurauksena hiilidioksidipäästöt kolminkertaistuvat vuoteen 2100 mennessä ja jatkavat nopeaa kasvua sen jälkeenkin. Globaali keskilämpötila nousee 50 prosentin todennäköisyydellä yli neljä astetta. Näin voimakas lämpeneminen johtaa huomattavaan epävarmuuden kasvuun ennustetuissa vaikutuksissa. Pahimmillaan tämä skenaario johtaa koko ilmastojärjestelmän muuttumiseen, minkä vaikutuksia on käytännössä mahdoton ennustaa. Äärimmäiset sääilmiöt lisääntyisivät ja nykyisistä jäätiköistä sulaisi 35–85%, mikä johtaisi lähes metrin merenpinnan nousuun vuoteen 2100 mennessä. Tätä IPCC:n arviota merenpinnan noususta pidetään ennusteiden alarajalla olevana. Näissä ennusteissa ei ole huomioitu takaisinkytkentämekanismia, kuten Siperian ikiroudan sulamista, jotka suurella



**Kuva 1.** Päästöjen kehitys IPCC:n eri RCP (Representative Concentration Pathways) skenaarioissa. RCP2.6 skenaarion mukainen päästöjen vähentäminen mahdollistaisi kohtuullisella todennäköisyydellä globaalin keskilämpötilan nousun pysymisen kahden asteen alapuolella. Tällä hetkellä globaalit päästöt vastaavat RCP8.5 kehitysuraa.

todennäköisyydellä ajaisivat ilmastonmuutoksen ylittämään neljän asteen globaalin keskilämpötilan nousun. Tällainen muutos voisi ylittää paitsi fyysikaalisten ja biologisten myös sosiaalisten järjestelmien sopeutumiskyvyn. Yhteiskunnat nykymuodoissaan eivät siis välttämättä tällaiseen muutokseen pystyisi sopeutumaan. Äkillisen ilmastonmuutoksen mahdollisuuttakaan ei voida geologisten löydösten valossa sulkea pois. Menneinä aikakausina ilmasto on useaan kertaan lämmennyt tai kylmennyt useita asteita vain vuosikymmenessä eri puolilla maailmaa. Tällaiset tapahtumat ovat yleensä olleet seurausta jääkausien sulamisjaksoihin liittyvien jääpatojen äkillisestä murtumisesta, jolloin valtavat makean veden massat ovat purkautuneet mereen ja vaikuttaneet merivirtoihin. Tällaisia tapahtumia löytyy mm. nuoremmalta Dryaskaudelta.

Ensimmäiset analyysit maiden Pariisin ilmastokokouksen alla tekemistä hiilipäästöjen rajoittamislupauksista osoittavat, että vuoteen 2030 mennessä päästöt eivät saavuta kehityspolkuja, jolla pysyttäisiin alle kahden asteen lämpenemisessä. Lisäksi on syytä pitää mielessä, että havaittu ilmastonmuutos ja eritoten sen vaikutukset ovat edenneet nopeammin kuin mitkään skenaariot tai mallit ovat ennustaneet. Erityisesti Grönlannin jääpeitteen ja arktisen meri-

jään sulamisnopeus on yllättänyt tutkijat.

Aiemmin kieroon katsotun, mutta nyt jo valtavirran tutkimusalaksi noussut ilmastonmuokkaus-tutkimus tullee olemaan yhä suuremman mielenkiinnon kohteena tulevina vuosikymmeninä. Ilmastonmuokkauksen vaikutuksia ja kerrannaisvaikutuksia esimerkiksi metsiin osana biosfääriä on nykytietämyksellä mahdoton ennustaa. Tämän hetkisen käsityksen mukaan alueelliset vaikutukset esimerkiksi monsuunisateiden muuttumisen myötä voisivat olla katastrofaalisia.

### **Ilmastonmuutos Suomessa – vaikutus metsien kasvuun ja kehitykseen**

Ilmastomallien ennusteiden mukaan vaikka globaalisti pystyttäisiin pysymään kahden asteen lämpenemisen alapuolella, niin korkeilla leveysasteilla kuten Suomessa tuo raja tulee rikkoutumaan kirkaasti. Lievinkin ilmastonmuutoskenaario tuottaa ilmastomallien keskiarvona kolmen asteen nousun Suomen keskilämpötilaan vuosisadan loppuun mennessä. Todennäköisimmin lämpötilan nousu asettuu Suomessa 4–10 asteen haarukkaan. Sateisuus tulee lisääntymään useilla kymmenillä prosenteilla. Yksittäisen maan ennusteet sisältävät kuitenkin huomattavia epävarmuuksia. Jos atlanttisissa merivirroissa tapahtuu ennakoitua nopeampia muutoksia, voi lämpenemiskehitys poiketa paljonkin tämän hetkisistä ennusteista.

Tulevaisuus näyttäisi tuovan metsiemme kasvulle olosuhteet, jotka kiihdyttäisivät puiden kasvua merkittävästi nykyisestä. Lisääntynyt ilmahan hiilidioksidi tehostaisi yhteyttämistä ja lisääntynyt lämpö pidentäisi kasvukautta. Lisääntynyt sadanta turvaisi puiden vesitaloutta, jos sateisuuden ajoittumisessa ei tapahtuisi vielä suurempia muutoksia. On kuitenkin mahdollista, että kasvukauden aikaisten kuivien jaksojen määrä lisääntyy ja kesto pitenee, mikä haastaa ainakin osaa puulajeja.

Eri mallitustutkimusten mukaan kasvan lisääntyminen vaihtelee välillä 5–75%. Laaja vaihteluväli osoittaa kasvun muutoksen suuruuden riippuvan voimakkaasti tutkimusten taustaoletuksista, erityisesti siitä, mitä ympäristötekijöitä mallinnuksessa on huomioitu. Metsien hiilensidonnan potentiaali näyttäisi siis tulevaisuudessa kasvavan, eli metsät

sitoisivat aikaisempaa enemmän hiilidioksidia ilmakehästä. Ilmastonmuutoksen pitemmän aikavälin vaikutusten ennustaminen on kuitenkin erittäin epävarmalla pohjalla. Uusimpien tutkimusten valossa on mahdollista, että mallit yliarvioivat ilmastonmuutoksen aikaansaamaa metsien kasvun kiihtymistä, koska niissä ei ole huomioitu maaperän typen vaikutusta, eikä puiden sopeutumista korkeampaan hiilidioksidipitoisuuteen. Tutkimuksiin pohjautuen uskaltanee ennustaa, että lähivuosikymmeninä Suomen metsien hiilinielu on kasvussa, jos hakkuut pidetään nykytasolla ja häiriöt metsissä eivät lisäänty. Tällä aikajänteellä hiilinielun kasvu on seurausta erityisesti metsien vallitsevasta ikäluokkarakenteesta.

Pitkällä aikavälillä kuitenkin myös boreaaliset metsät voivat olla vaaravyöhykkeessä. Jos ilmastonmuutos jatkuu nykyisellä vauhdilla, puuston kasvun lisäys voi tyrehtyä lisääntyviin hyönteistuhoihin, metsäpaloihin ja myrskyvahinkoihin. Laajat metsätuhot Kanadassa osoittavat, että tähän mahdollisuuteen ei pidä suhtautua kevyesti. Metsänhoidossa metsäekosysteemien häiriönsietokyvyn ylläpito pitäisi huomioida nykyistä tietoisemmin. Konkreettisesti tämä tarkoittaisi pyrkimystä turvata monimuotoisuus entistä paremmin myös talousmetsissä. Ekofysiologiseen tutkimukseen pohjaten voi myös ennustaa nopeakasvuisten lehtipuiden hyötyvän havupuita enemmän muuttuvista ympäristöolosuhteista. Lehtipuiden korkeampi yhteytyksen optimilämpötila ja suurempi joustavuus yhteytystuotteiden käytössä puun eri ositteiden kasvattamiseen tuo niille tämän kilpailuedun. Usean latvuskerroksen omaavat sekametsät tulisi näin ollen asettaa kasvatustavoitteeksi vastauksena muuttuviin ympäristöolosuhteisiin ja lisääntyviin tuhoriskeihin.

### **Metsien rooli ilmastonmuutoksen torjumisessa ja siihen sopeutumisessa**

Metsien ilmastovaikutustutkimukset ovat perinteisesti keskittyneet hiileen. Metsäalueiden on arvioitu sitovan noin neljänneksen maailman hiilidioksidipäästöistä, kun Suomessa metsät sitovat vuosittain n. 30–60% hiilidioksidipäästöistä. On mahdollista, että tämä metsien ilmastopalvelu menetetään, jos maapallon lämpötila nousee 2,5 astetta tai enemmän verrattuna esiteolliseen aikaan. Tämän suoran

vaikutuksen lisäksi pitää hiililaskennassa huomioida puusta valmistettujen tuotteiden korvausvaikutukset, eli kuinka puuta käytetään korvamaan fossiilisiin polttoaineisiin perustuvaa tuotantoa (esim. energia) ja tuotteita (esim. betoni ja teräs rakentamisessa).

Hiilen tarkastelu ei kuitenkaan kerro koko totuutta metsien ja ilmakehän vuorovaikutuksesta.

Viimeisen vuosikymmenen aikana on myös yhä enenevässä määrin tutkittu metsien muita ilmasto-vaikutuksia. Näitä ovat nk. metsien biofysikaaliset vaikutukset, aerosolit ja albedo. Aerosolit ovat ilman pienhiukkasia ja albedo kuvaa jonkin kappaleen kykyä heijastaa siihen osuvaa säteilyä. Metsät tuottavat haihtuvia hiiliyhdisteitä (VOC), jotka vaikuttavat aerosolien muodostumiseen. Aerosolit vähentävät maapallon pinnan lämpösäteilyä sekä vaikuttamalla pilvien muodostumiseen että suoraan heijastamalla saapuvaa säteilyä takaisin avaruuteen. Toisaalta metsät lisäävät maapallon pinnan lämpösäteilyä sitomalla itseensä suuremman osan saapuvasta säteilystä kuin aukeat alueet, tämä on nk. albedovaikutus.

Metsänhoidolla vaikutetaan sekä aerosolien muodostumiseen että metsien albedoon aukkojen määrää, ikärakennetta ja puulajisuhteita muuttamalla. Alustavien tutkimustulosten perusteella metsien viilentävä vaikutus kasvaa kun kasvupaikan rehevyys lisääntyy. Karummilla kasvupaikoilla nykyilmastossa havumetsien aerosoli- ja albedovaikutus lähes kumoavat toisensa. Nettovaikutus kiertoajan yli on siis lähes sama kuin mikä metsään, maaperään ja puutuotteisiin sitoutuneella hiilidioksidilla yksinään. Ravinteikkaimmilla kasvupaikoilla myös havupuiden viilentävä aerosolivaikutus kasvaa, mutta erityisesti lehtipuumetsiköillä on nykyilmastossa suurempi vaikutus aerosolien muodostumiseen ja toisaalta niiden albedovaikutus on lähempänä aukeaa niittyä kuin havupuilla.

Näiden alustavien mallinnustulosten mukaan kun huomioidaan sekä kokonaishiilivaikutus että biofysikaaliset vaikutukset havupuut viilentävät ilmastoa vähemmän kuin lehtipuut, vaikka erityisesti kuusimetsiin sitoutuu kiertoajan aikana enemmän hiilidioksidia. Albedon ja aerosolien nettovaikutuksen ero havu- ja lehtipuumetsiköiden välillä tulee ilmastonmuutoksen seurauksena kasvamaan entisestään. Tulvassa ilmastossa on mahdollista, että lehtimetsien aikaansaama viilentävä aerosolivaikutus jopa ylittää hiilidioksidivaikutuksen metsikkötasolla.

Kun metsien käsittelyn ilmastovaikutusta tarkastellaan maatasolla nykyisestä Suomen metsien rakenteesta lähtien, niin hakkuiden lisääminen nykyisestä ei näytä perustellulta ilmastosyistä, jos aikajänteenä käytetään vuotta 2050. Metsien hakkuiden lisääminen nykytasosta lämmittää ilmastoa ja hakkuiden vähentäminen viilentää ilmastoa tällä aikavälillä, jos puutuotteiden korvausvaikutuksia ei huomioida laskelmissa. Kun nykyisen puutuoteportfolion mukaiset korvausvaikutukset huomioidaan erot pienenevät eri hakkuuskenaarioiden välillä, mutta viilentävimmän ilmastovaikutuksen tuottaa edelleenkin matalimman hakkuutaso skenaario. Jotta biotalouden nimissä tehdyt lisähakkuut palvelisivat myös ilmastotavoitteita, pitäisi lisähakkuista saadulla puulla pystyä korvaamaan nykyistä enemmän energiantensiivisistä tuotantoa ja paljon päästöjä tuottavia pitkäkestoisia tuotteita, kuten betonia ja terästä rakentamisessa.

### Metsäsektorin paradigman muutos

Megatrendien näkökulmasta on selvä, että me ehdottomasti tarvitsemme biotalouden kaltaisen yhteiskunnallisen murroksen, jos haluamme ratkaista fossiilitalouden aikaansaamat ongelmat. Biotalous tulisikin nähdä yhteiskunnallisena rakennemuutoksena, joka kaikilla tasoilla muuttaa toimintamalleja vastaamaan paremmin kestäväen kehityksen periaatteita. Kuten edellä jo totesin, biotalouden toimien mielekkyyttä tulisi arvioida tämän tavoitteen kautta.

Sellu ja paperiteollisuuden nousujen ja laskujen voidaan sanoa ohjanneen Suomen metsäsektorin kehitystä pidempään jo kuin viimeisen puolen vuosisadan ajan. Metsäteollisuuden uudet investoinnit mm. Äänekoskelle on haluttu tulkita biotalouden aikakauden airueina. Ratkaistavat ongelmat ovat kuitenkin sellaista kertaluokkaa, ettei biotalouden näkemys, jossa olennaiseen rooliin nostetaan perinteisen sellun tuotannon sivuvirtojen hyödyntäminen ole kestäväällä pohjalla. Tällaisella ajattelulla emme tule näkemään tarvitsemaamme muutosta.

Myöskään metsäbiomassaan pohjautuvan bioenergian käytön lisääminen ei näyttäydä mielekkäänä ilmastonmuutoksen torjunnan näkökulmasta boreaalisella vyöhykkeellä pitkistä takaisinmaksuajoista johtuen. Energiantuotannossa 20 vuoden aikajän-

teellä kantojen hiilipäästöt ovat hiilivelman vuoksi vain 25–35% pienemmät kuin kivihiilellä. Hakkuutahteet (oksat ja latvukset) sen sijaan ovat hiilitaseeltaan merkittävästi fossiilisia polttoaineita parempi vaihtoehto 50 vuoden tarkastelussa, pieniläpimittaiset oksat jo huomattavasti lyhyemmälläkin aikajänteellä. Metsähakkeen käyttö on Suomessa lisääntynyt noin miljoonasta kuutiometristä vuonna 2000 reiluun 8 miljoonaan kuutiometriin vuonna 2014. Tavoitteena Suomen Ilmasto- ja energiastrategiassa on kasvattaa metsähakkeen käyttöä 13,5 miljoonaan kuutiometriin vuoteen 2020 mennessä. Lisäksi biomassapohjaisten biopolttoaineiden käyttöä halutaan lisätä selvästi nykyisestä. Bioenergian ja biopolttoaineiden tuotanto pitäisi suunnata yhteiskunnan jätevirtojen maksimaaliseen hyödyntämiseen, mikä vähentäisi painetta käyttämään metsäpohjaista biomassaa energiantuotannossa.

Puupohjainen kuitu on mahtava materiaali. Sen käyttö esimerkiksi puuvillan korvaamiseen maailman tekstiiliteollisuudessa on erittäin kiinnostava ja lupaava biotalouden konkreettinen esimerkki. Puuhun pohjautuvien kuitujen käyttö biokomposiittimateriaaleissa on myös nopeasti kehittyvä alue, jonka voi nähdä tukevan ilmastotavoitteita. Esimerkkinä mainittakoon vaikka komposiittilevyt autoteollisuudessa, joissa hiilikuidut on korvattu ligniiniin pohjautuvilla ratkaisulla. Nanoselluloosan käyttömahdollisuuksissa vain mielikuvitus tuntuu olevan tällä hetkellä rajana, mutta konkreettiset esimerkit ovat vielä pääasiassa kehitysasteilla.

Ilmastotavoitteita tukevan metsäpolitiikan suureksi linjaksi voidaan kuitenkin määrittää, että metsien ja puun käytön tavoitteena pitäisi olla kehittää mahdollisimman pitkäkestoisia tuotteita. Tästä esimerkkinä Suomessa pitäisi pystyä luomaan puurakentamiselle myös muualla kuin pientalosektorilla uusi markkina, koska parhaat ilmastohyödyt saadaan korvaamalla paljon energiaa kuluttavia ja paljon päästöjä tuottavia materiaaleja. Ilmastonmuutoksen torjunnan vaatimalla aikajänteellä tämä ei onnistu markkinaehtoisesti, vaan tarvitaan valtiovalan voimakasta ohjausta. Jos tässä ei onnistuta olisi ilmaston kannalta parempi vaihtoehto jopa vähentää hakkuita nykyisestä, jotta metsien hiilinielu ei ainakaan pienene nykyisestä. Mutta puuhun pätee samat lainalaisuudet kuin muihinkin biopohjaisiin raaka-aineisiin kuten puuvillaan. Käytön mittakaava

on kestävämmällä pohjalla. Meidän pitää sisäistää ajatus, että fossiilisiin resursseihin energia on pakattu niin tehokkaaseen muotoon, ettei nykyisen kaltaista kulutuskulttuuria voida mitenkään yllä pitää biopohjaisiin materiaaleihin perustuvalla tuotannolla.

## Lopuksi

Jotta biotalous toteuttaisi myös ilmastotavoitteita, pitäisi kulutuksen vähentäminen nostaa biotalouden pääteemaksi. Päästöt ja talouskasvu ovat historiallisesti seuranneet toisiaan. Ilmastonmuutos on talouskasvun ulkoisvaikutusten huomiotta jättämisen seurausta. Tätä asetelmaa on kovin vaikea nähdä horjuttavan ainakaan biomassapohjaisen biotalouden keinoin. Jatkuva talouskasvu yhtä aikaa ilmastonmuutoksen torjunnan ja resurssien kestävä käytön kanssa on lähtökohtaisesti ristiriitainen tavoite. Biotalouden uusissa investoinneissa pitäisi keskittyä energian säästämiseen ja uusiutumattomien luonnonvarojen kulutuksen vähentämiseen. Uusiutuvien luonnonvarojen käytön tulisi täyttää kestävyyskriteerit myös ilmaston kannalta. Biomassapohjainen bioenergia tulisi nähdä lyhyen välivaiheen ratkaisuna, joka tukee siirtymistä pois fossiilitaloudesta yhdessä kestävämpien uusiutuvien energianlähteiden (aurinko-, tuuli- ja aaltoenergia) kanssa.

Muutos fossiilitaloudesta biotalouteen ei kuitenkaan tapahdu hetkessä ja sen vuoksi uusiin biotalouden avauksiin pitää lähtökohtaisesti suhtautua positiivisesti, mutta ei kuitenkaan kritiikittömästi. Myös Äänekosken sellutehtaan kaltaisia biotalousinvestointeja pitää tulkita biotalouden kestävyystavoitteen näkökulmasta.

Tieteen yhtenä tehtävänä voidaan nähdä osoittaa politiikan ristiriidat tieteellisten tosiasioiden kanssa. Suomen Energia- ja ilmastostrategiassa todetaan, ettei tavoitteeksi asetettuun 80–95% hiilipäästöjen vähentämiseen päästä, jos keskeiset biomassajakeet eivät säily päästöttöminä, tai hiilidioksidin sitomis- ja varastointimenetelmät kaupallistu. Luonnontieteen näkökulmasta metsäbioenergia ei strategian aikajänteellä, vuosi 2050, ole päästöttöntä. Ilmakehän näkökulmasta olennaista ei ole pystymmekö pääsemään poliittisiin tavoitteisiin, vaan todelliset ilmakehään tapahtuvat päästöt. Tästä näkökulmas-

ta metsäsektorilla tarvittaisiin kokonaan uudenlaista ajattelua, jotta biotalousinvestoinnit eivät palvelisi biotalouden tavoitteista ainoastaan työllisyyttä ja talouskasvua.

Biotalouden suuri kysymys on, riittääkö meillä aika yhteiskunnalliseen rakennemuutokseen, jotta onnistumme ilmastomuutoksen torjumisessa? Vai täytyykö meidän hyväksyä ajatus, että torjunnassa on epäonnistuttu? Pariisin ilmastoneuvottelut ovat viimeinen mahdollisuus poliittisen järjestelmän uskottavuuden näkökulmasta. Jos kansainvälistä riittävän voimakasta sitovaa sopimusta ei saada aikaiseksi ovat nyt nähdyt pakolaisvirrat vain kevyttä alkusoittoa tuleville vuosikymmenille.

### Kirjallisuutta

- Boyd, R., Stern, N. & Ward, B. 2015. What will global annual emissions of greenhouse gases be in 2030, and will they be consistent with avoiding global warming of more than 2°C? Centre for Climate Change Economics and Policy. [http://www.lse.ac.uk/GranthamInstitute/wp-content/uploads/2015/05/Boyd\\_et\\_al\\_policy\\_paper\\_May\\_2015.pdf](http://www.lse.ac.uk/GranthamInstitute/wp-content/uploads/2015/05/Boyd_et_al_policy_paper_May_2015.pdf)
- IPCC, 2013: Climate Change 2013. The physical science basis. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Lunkka, J.P. 2009. Maapallon ilmastohistoria. Gaudeamus. 286 s.
- New, M., Liverman, D., Schroder, H. & Anderson, K. 2011. Four degrees and beyond: the potential for a global temperature increase of four degrees and its implications. *Philosophical Transactions of the Royal Society A* 369: 6–19. doi: 10.1098/rsta.2010.0303
- Partanen, R., Paloheimo, H. & Waris, H. 2013. Suomi öljyn jälkeen. 300 s.
- Seppälä, R., Buck, A. & Katila, P. (toim.). 2009. Adaptation of forests and people to climate change – a global assessment report. IUFRO World Series Volume 22. Helsinki. 224 s.

TEM. 2014. Suomen biotalousstrategia, kestäväää kasvua biotaloudesta. 30 s.

UNEP. 2014. The emissions gap report. 88 s.

van Vuuren, D.P., Stehfest, E., Den Elzen, M.G.J., Deetman, S., Hof, A., Isaac, M., Klein Goldewijk, K., Kram, T., Mendoza Beltran, A. & Oostenrijk, R. 2011. RCP2.6: Exploring the possibility to keep global mean temperature change below 2°C. *Climatic Change* 109: 95–116. doi: 10.1007/s10584-011-0152-3

YK. 2012. Resilient people, resilient planet: a future worth choosing. 100 s.

■ Tutkija Tuomo Kalliokoski, Helsingin yliopisto,  
Metsätieteen laitos  
Sähköposti [tuomo.kalliokoski@helsinki.fi](mailto:tuomo.kalliokoski@helsinki.fi)