

Risto Sievänen, Sampo Soimakallio ja Olli Salminen

## Metsät biotalouden raaka-aineena ja hiilinieluna

### **Biotalouden ennakoidaan lisäävän metsänhakuista**

**Y**htenä ratkaisuna raaka-aineiden kestävä käytön lisäämiseen on esitetty siirtymistä kohti biotaloutta. Se tarkoittaa uudistuvien biomassojen laajamittaista tuotantoa ja hyödyntämistä tuotteiden ja energian raaka-aineena. Biotaloudella pyritään edistämään Suomen taloutta ja työllisyyttä sekä suomalaisten hyvinvointia. Biotalouden ennakoidaan lisäävän puuraaka-aineen kysyntää ja sen seurauksena hakkuumääriä ja puun korjuuta metsistämme. Suomen puuntuotannon kannalta tämä on mahdollista, sillä nykyiset hakkuut alittavat suurimman kestävä tason reilusti. Metsät säilyvät laskelmien mukaan lisääntyvistä hakkuista huolimatta edelleen hiilinieluna eli ne sitovat hiiltä enemmän kuin metsien käytön takia hiiltä vapautuu.

Pelkkä metsien hiilinielun tarkastelu ei kuitenkaan kerro, miltä metsäbiomassan käyttö näyttää ilmahan näkökulmasta. Puun käyttöä lisäämällä voidaan korvata fossiilisia polttoaineita ja välttää sitä kautta päästöjä, mutta toisaalta puun korjuun lisääminen pienentää metsien hiilinielua. Viime vuosina näitä tekijöitä on tarkasteltu lukuisissa tutkimuksissa samanaikaisesti. Alessandro Agostinin ym. katsauksen mukaan metsien käytön lisääminen hakkuumääriä kasvattamalla näyttää pienentävän hiilinielua enemmän kuin fossiilisten polttoaineiden korvaamisesta saadaan päästövähennyksiä alle sadan vuoden tähtäyksellä. Suomessa muun muassa Maarit Kallio ym. ovat saaneet vastaavia tuloksia omassa tutkimuksessaan.

Tässä kirjoituksessa tarkastelemme lähemmin biotalouteen liittyvän metsäbiomassan käytön ilmastovaikutusta Risto Sieväsen ym. tekemien skenaarioaskelmien pohjalta. Arvioimme hakkuumäärien kasvattamisen aiheuttamaa metsien hiilinielun muutosta suhteessa metsästä korjatun biomassan mahdollistamaan hiilipäästöjen vähennykseen. Arvioimme kuinka tehokkaasti puubiomassan lisääntyvän käytön olisi vähennettävä hiilipäästöjä eri tuotteita korvattaessa, jotta lisääntyneen puunkorjuun seurauksena pienentynyt metsien hiilinielu ei johtaisi nettopäästöihin ilmakehään tarkasteltavassa ajanjaksossa. Kuvaamme puubiomassan käytön avulla vältettyä hiilipäästöä korvaushyötykertoimella, joka kuvaa tehokkuutta, jolla yksi yksikkö metsästä korjattua hiiltä korvaa fossiilista hiiltä kuten Sampo Soimakallio ym. ovat tutkimuksessaan tehneet.

### **Lisähakkuiden korvaavuusvaatimukset puun käytölle**

Skenaariolaskelmissa vuotuiset teollisuuspuun hakkuut vaihtelivat välillä 44–75 milj. m<sup>3</sup> ja energiapuun korjuumäärä välillä 18–25,5 milj. m<sup>3</sup>. Havainnollisuuden vuoksi arvioimme hakkuiden lisäämisen korvaavuusvaatimusta vertaamalla suurimpia hakkuutasoja matalimpaan tasoon.

Suomen metsiin kertyy laskelman tarkastelujaksona 2007–2047 matalimmalla puunkäyttötasolla (LOWBIO-) 620 milj. tonnia hiiltä ja suurimmalla kestäväällä puunkäyttötasolla (POT) 73 milj. tonnia (kuva 1). Hakkuukertymän hiilimäärä eli metsistä

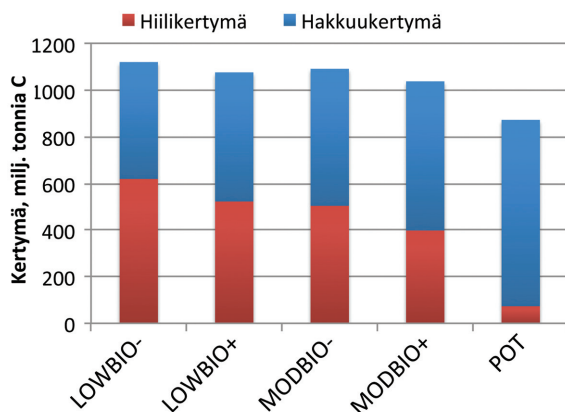
poistuva hiilimäärä on matalimmalla tasolla 502 milj. tonnia ja korkeimmalla 800 milj. tonnia. Muiden puunkäyttötasojen hiilikertymät ovat näiden välissä. Hakkuukertymän hiilimäärä on suurimmalla kestäväällä puunkäyttötasolla 298 milj. tonnia suurempi kuin matalimmalla tasolla (kuva 2). Hiilikertymä metsään on vastaavasti 547 milj. tonnia pienempi. Jotta suurin kestävä puunkäyttötaso (POT) ei kasvattaisi hiilen nettopäästöjä suhteessa matalimpaan käyttötasoon (LOWBIO-) verrattuna, metsästä korjattu lisähiilimäärä 298 milj. tonnia olisi pystyttävä hyödyntämään niin, että se korvaisi muiden raaka-aineiden käytön hiilipäästöjä hiilikertymän vähenemisen eli 547 milj. tonnin verran. Toisin sanoen yhdellä metsästä korjatulla hiilitonnilla olisi pystyttävä vähentämään hiilipäästöjä muualta suhteessa 547/298 eli 1,8-kertaisesti (siis korvaushyötökertoimen on oltava 1,8). Tällöin nettopäästöt eivät kasvaisi, mutta eivät vielä vähenisikään. Päästöjen vähentämiseksi ja ilmastomuutoksen hillitsemiseksi korvaamisen olisi oltava tätä tehokkaampaa.

Korvaavuusvaatimukset suhteessa matalimpaan hakkuutasoon ovat skenaariosta riippuen 1,3 (MODBIO-), 1,6 (MODBIO+) tai 1,8 (LOWBIO+). Hakkuiden ja energiapuukorjuun kohdentuminen vaikuttaa korvaavuusvaatimukseen. Esimerkiksi LOWBIO+ skenaariossa hakkuutaiteiden lisäksi korjattiin puuta energiaksi, mikä menetetyt kasvun vuoksi nostaa korvaavuusvaatimusta. Se vaihtelee siis välillä 1,3–1,8 hakkuuohjelmasta riippuen.

### Puun käytöllä saavutettavat korvaavuushyödyt

Puun käytöllä saavutetaan usein suurimmat ilmastohyödyt, kun puuta käytetään ensin korvaamaan energiaintensiivisiä mutta polttokelvottomia materiaaleja, kuten terästä ja betonia ja vasta elinkaarensa lopussa fossiilisia polttoaineita. Tällöin puun korvaushyötökertoimen voi olla suurempi kuin yksi, mutta usein kuitenkin pienempi kuin kaksi. Fossiilista energiaa korvattaessa puun korvaushyötökertoimet vaihtelevat yleensä välillä 0,5–1,0 riippuen puuenergian tuotannon hyötysuhteesta ja korvattavasta fossiilienergiasta.

Metsistä korjatusta puusta nykyisellään vain osa, lähinnä sahatavara, on mahdollista hyödyntää



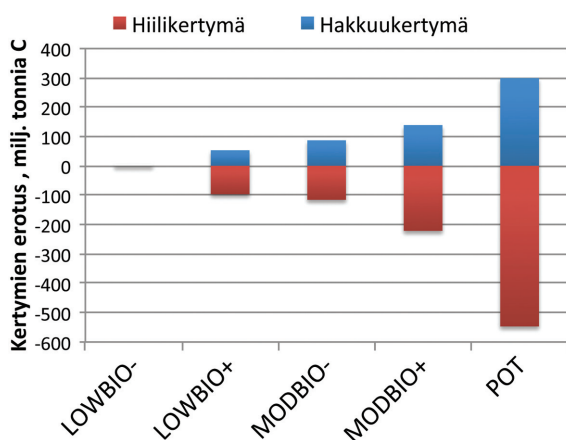
**Kuva 1.** Hiilen kertyminen metsien puustoon ja maaperään (Hiilikertymä) sekä hakkuissa metsistä korjattavaan puuhun (Hakkuukertymä) puunkäytön eri skenaarioissa kaudella 2007–2047. Skenaariotunnuksissa LOW, MOD ja POT viittaavat matalaan, kohtuulliseen ja korkeaan (suurin kestävä) hakkuutasoon sekä BIO- ja BIO+ tarkoittavat matalaa ja korkeaa energiapuukorjuumäärää.

siten, että fossiilisten polttoaineiden korvautumista voi tapahtua sekä puun materiaalikäytössä että puutuotteen elinkaaren lopussa myös energiakäytössä. Suurin osa lopputuotteiksi päätyvästä puusta mahdollistaa fossiilisten polttoaineiden korvaamisen suoraan tai epäsuorasti puun energiakäytössä. On myös huomioitava, että merkittävä osa metsistä korjatusta puusta kuluu lopputuotteiden jalostusprosesseissa. Puun käytön kokonaiskorvaushyöty muodostuu lopputuotteiksi päätyvän puun korvausmahdollisuuksista materiaaleina ja energiana. Kokonaiskorvaushyöty on todennäköisesti lähempänä kerrointa yksi kuin kaksi.

Suomen nykyisillä puunkäyttötavoilla ei yllä hakkuiden lisäämisen edellyttämiin korvaavuuksiin. Korvaavuuksien parantuminen olisi kuitenkin edellytys sille, että hakkuumäärien kasvattaminen ei lisäisi Suomen nettopäästöjä.

### Metsien käytön ilmastotehokkuudessa on parannettavaa

Kun siirtymisellä biotalouteen tavoitellaan myös vähähiilistä ja resurssitehokasta yhteiskuntaa, ovat sen ratkaisujen ilmastovaikutukset tärkeitä. Ilmasto-



**Kuva 2.** Hiilikertymien ero alimpaan puunkäyttöskenaarioon verrattuna.

sopimusten (Kioton pöytäkirja, toinen sitoumuskautsi vuoteen 2020 asti) näkökulmasta Suomen metsien hiilinielu on tavoitteen mukainen, jos se ylittää vertailutason (20,5 milj. tonnia CO<sub>2</sub> vuodessa) niin kuin nyt tapahtuu. Mikäli tämä laskentatapa on voimassa myös jatkossa, metsien hiilinielu tulee täyttämään sopimusten vaatimukset lähivuosikymmeninä. On kuitenkin huomattava, että laskelmiemme mukaan puunkäytön lisääminen johtaa nettopäästöjen lisääntymiseen muutaman vuosikymmenen aikavälillä. Jos ilmastopöytäkirjan velvoitteiden laskennassa siirrytään tulevaisuudessa kohti nettolaskentaa, muodostuu puun korjuun nielua pienentävä vaikutus päästörasitteeksi.

Analyysin pohjana olevat skenaariolaskelmat on tehty olettaen normaalit metsänhoitosuositusten mukaiset toimenpiteet. Hakkuita kohdennettaessa ei siis pyritty esimerkiksi optimoimaan hiilinieluaikutusta. Sen vuoksi laskelmiemme antavat korvaavuusvaatimukselle vain suuruusluokka-arvion. Ne kuitenkin osoittavat selvästi sen, että ilmastonäkökulmasta on tärkeää, että biotuotteiden raaka-aineen hankinnan, valmistuksen ja käytön ilmastovaikutuksia voidaan parantaa merkittävästi nykyisestä. On etsittäviä keinoja tuottaa puuraaka-ainetta biotalouden tarpeisiin niin, että metsien hiilinielu pienenee mahdollisimman vähän ja pitkäikäisten puutuotteiden hiilivarasto kasvaa mahdollisimman paljon, ja on kehitettävä tuotteita ja etsittäviä käyttötarkoituksia, joissa biotalouden tuotteet korvaavat ja vähentävät päästöjä muista tuotteista mahdollisimman tehok-

kaasti. Tämä edellyttää tutkimusta ja optimointia sekä metsien käsittelyssä että puutuotteiden valmistuksessa.

Analyysimme on perustunut verrattain lyhytaikaiseen tarkasteluun: mitä tapahtuu tästä eteenpäin muutamia vuosikymmeniä eri metsänkäsittelyvaihtoehtoilla. On hyvin mahdollista, että lähivuosikymmeniin ajoittuva metsäbiomassan käyttö vähentää nettopäästöjä pidemmällä aikavälillä, esimerkiksi satojen vuosien kuluessa. Näin tapahtuu, jos metsäbiomassaa käyttämällä on mahdollista korvata pysyvästi fossiilisia polttoaineita useiden kiertoaikeiden puitteissa. Metsien käytön ilmastovaikutukset näyttävät hyvin erilaisina lyhyen ja pitkän ajan tarkasteluissa. Kuinka yhdistää lyhyen ja pitkän aikavälin näkökulmat synergioiden ja kompromissien tunnistamiseksi, vaatii vielä lukuisia lisätutkimuksia.

## Kirjallisuus

- Agostini, A., Giuntoli, J. & Boulamenti A. 2013. Carbon accounting of forest bioenergy. Conclusions and recommendations from a critical literature review. JRC Technical Reports, Report EUR 25354 EN. Saatavissa: [http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC70663/eur25354en\\_online.pdf](http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC70663/eur25354en_online.pdf)
- Kallio, A.M.I., Salminen, O. & Sievänen, R. 2013. Sequester or substitute – Consequences of increased production of wood based energy on the carbon balance in Finland. *Journal of Forest Economics* 19: 402–415. DOI: 10.1016/j.jfe.2013.05.001
- Sievänen, R., Salminen, O., Lehtonen, A., Ojanen, P., Liski, J., Ruosteenoja, K. & Tuomi, M. 2014. Carbon stock changes of forest land in Finland under different levels of wood use and climate change. *Annals of Forest Science* 71: 255–265.
- Soimakallio, S., Saikku, L., Valsta, L. & Pingoud, K. 2016. Climate change mitigation challenge for wood utilization. The case of Finland. *Environmental Science & Technology* 50(10): 5127–5134.

■ erikoistutkija Risto Sievänen & vanhempi tutkija Olli Salminen, Luonnonvarakeskus, Vantaa; erikoistutkija Sampo Soimakallio, Suomen ympäristökeskus, Helsinki  
Sähköposti [risto.sievanen@luke.fi](mailto:risto.sievanen@luke.fi)

