

Kuinka saan metsäni nielemään hiiltä

Sixten Korkman kirjoitti Hesarin blogissaan 17.9.2015, että suurin ongelmamme ei suinkaan ole talouden kilpailukyky tai valtion budjettialijäämä eikä edes nopeasti kasvanut pakolaisvirta. Suurin ongelmamme on ympäristön rasittuminen, etenkin ilmaston lämpeneminen fossiilisten polttoaineiden holtittoman käytön seurauksena. Nykyisin elävät tallaat sanovat ja myös uskovat rakastavansa lapsiaan ja lapsenlapsiaan. Toisaalta nykysukupolvi toimii tavalla, joka on jyrkässä ristiriidassa tämän väittämän kanssa. Omaa hyvinvointia ja kulutusta maksimoidaan keinoilla, jotka johtavat tulevien sukupolvien elämän hankaloitumiseen.

Merkittävin ilmaston lämpenemistä aiheuttava yhdiste on hiilidioksidi, jota syntyy mm. hengityksessä ja lahoamisessa tai kun puuta, bensaa ja kivihiiltä poltetaan. Ilmakehän hiilidioksidipitoisuus on jo 0.04 %, kun se ennen teollista vallankumousta oli 0.028 %. Lisäystä on siis ollut huimat 43 %.

Metsät ja meret ovat maapallon tärkeimmät hiilinielut. Näistä metsiin on helpompi vaikuttaa kuin meriin. Metsät sitovat yhteyttäessään hiiltä biomassaan. Kun metsästä hakatuista puista tehdään pitkäikäisiä tuotteita, puiden sitomaa hiiltä voidaan varastoida myös metsän ulkopuolelle, jopa ulkomaille. Osa karikkeen ja kuolleen puuaineksen hiilestä säilyy pitkiä aikoja metsämaassa. Kivennäismailla metsämaan hiilivarasto on 2–3-kertainen elävään puustoon verrattuna.

Biomassaan sitoutuu hiiltä vain niin kauan kuin biomassaa lisääntyy. Tämänkin jälkeen metsämaan hiilivarasto saattaa jatkaa hidasta kasvuaan, mutta tehokas hiilinielu metsä on vain silloin, kun biomassalla on tilaa kasvaa. Kun metsä lähestyy maksimaalista tiheyttään, hiilen sidonnan kannalta on viisasta hakata puustoa harvemmaksi ja varastoida hakattujen puiden hiili lautoihin ja parkettiin. Hakkuu tekee tilaa biomassan kasvulle.

Siellä missä puut kasvavat huonosti kasvupaikan karuuden, kasvukauden lyhyden tai maan vetisyyden vuoksi, sammalpeite kasvaa iloisesti paksuutta ja sitoo itseensä hiiltä. Kymmenen miljoonaa hehtaaria kasvuisaa rahkasammalta sitoo vuodessa pari miljoonaa tonnia hiiltä ja 8 miljoonaa tonnia hiilidioksidia. Päinvastoin kuin puuston kohdalla, ylärajaa ei ole vaan hiilen kertyminen jatkuu satoja tai jopa tuhansia vuosia, jollei ihminen pysäytä sammalen kasvua. Valitettavasti näin on tehty muutamalla miljoonalla hehtaarilla, minkä seurauksena turvekerros on paksuuntumisen sijasta ruvennut ohenemaan, ja hiilinielusta on tullut hiilen lähde.

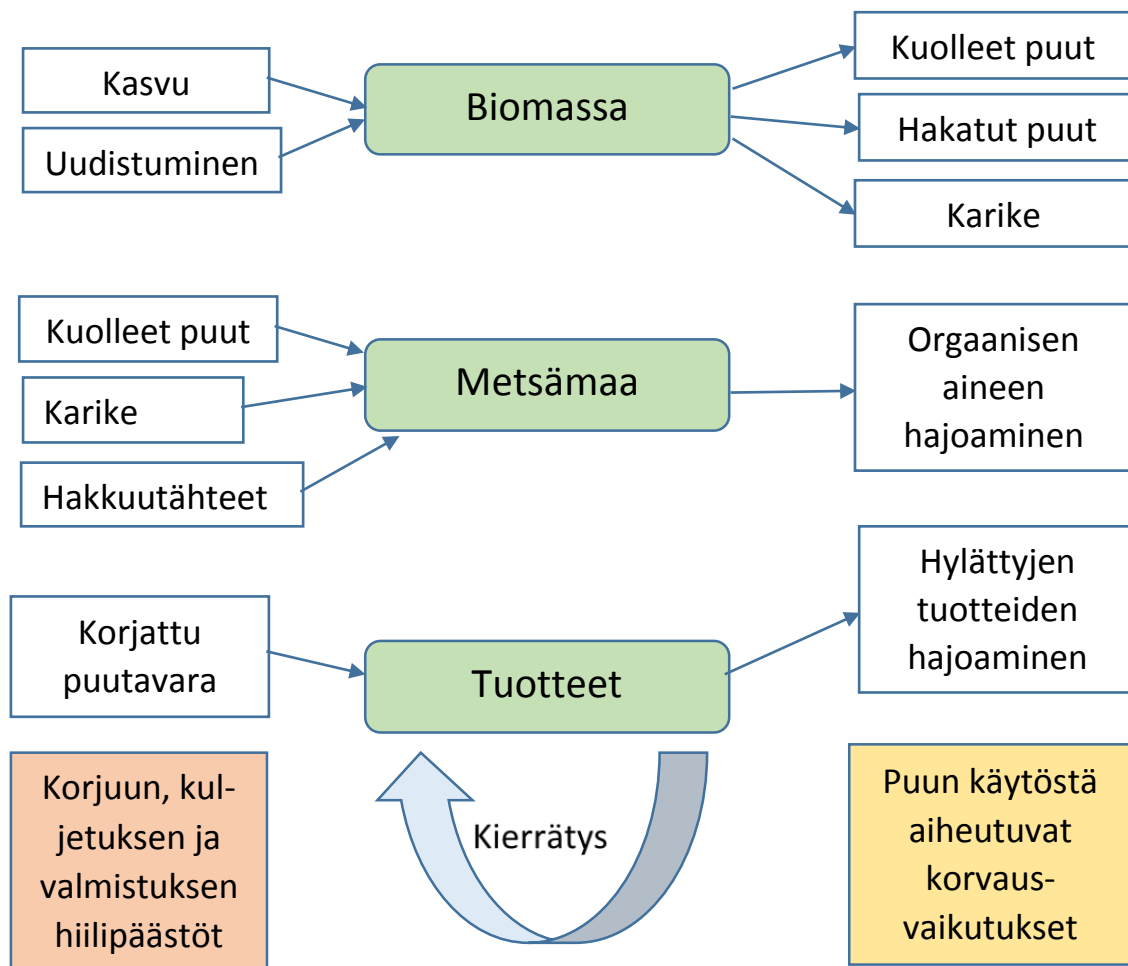
Hiilikauppa ja hiilivero

Metsään sidottu hiili, tai paremminkin metsittämisestä ja parantuneista käytänteistä johtuva hiilitaseen parannus, on periaatteessa myytävissä päästömarkkinoilla, vaikkakin kaupan käynnin organisointi on mutkallista. Hiilitonnin hinta noteerataan päivittäin talouslehdissä.

Se on viime aikoina ollut melko alhaalla, mutta nousua on odotettavissa, kun Yhdysvallat ja Kiina ovat viimein heränneet ilmastonmuutoksen torjumiseen.

Hiilikaupan vaihtoehtona tai lisänä voidaan käyttää hiiliveroa. Ruotsissa polttoöljyn ja kivihii-
len käytöstä maksetaan energia- ja hiiliveroa 2–3-kertaisesti Suomeen verrattuna. Päinvas-
toin kuin Suomessa, Ruotsissa ei veroteta nestemäisiä biopolttoaineita. Lukija päätelkään,
kumpi maa torjuu ponnekkaammin ilmaston muutosta.

Vaikka hiilensidonnasta ei saisikaan tuloa, lisääntynyt hiilen sidonta hillitsee silti ilmaston
muutosta. Metsän hiilitasetta on mahdollista parantaa kannattavuudesta tinkimättä. Kukapa
siis ei pyrkisi parantamaan metsänsä hiilitasetta käytäntöjä muuttamalla? Vastaus kuuluu: ei
juuri kukaan. Professorikuntaa myöten kerrotaan, että nykyinen tasaikäismetsätalous on hii-
litaseeltaan kaikkein parasta, vaikka sekä tutkimustulokset että vähäinen ajattelu osoittavat
vallitsevassa käytännössä monia heikkouksia.



Kuva 1. Metsän hiilitaseen laskennassa on otettava huomioon muutokset biomassan, metsämaan ja tuotteiden hiilivarastoissa, puunkorjuun, kaukokuljetuksen ja tuotteiden valmistuksen hiilipäästöt sekä ns. korvausvaikutukset (puun käytöstä aiheutuva päästöjen vähennys).

Hiilitase

Metsätalouden hiilitaseen laskemista ohjaavat kansainväliset standardit. Metsien sitomaa hiiltä on kolmessa varastossa: elävä puusto (tarkemmin: elävä biomassa), kuollut eloperäinen aines (metsämaan hiili) ja puusta valmistetut tuotteet. Hiilitasetta laskettaessa on otettava huomioon muutokset kaikissa kolmessa hiilivarastossa (kuva 1). Hakkuu ei siten välttämättä pienennä hiilitasetta, ainakaan välittömästi; elävän puun hiili ainoastaan muuttuu tuotteen hiileksi. Jos kuitenkin merkittävä osa hakattujen puiden hiilestä vapautuu nopeasti ilmakehään, hakkuu yleensä heikentää hiilitasetta.

Hiilitaseeseen on sisällytettävä myös puun korjuun, kaukokuljetuksen ja tuotteiden valmistuksen hiilipäästöt. Positiivisena tekijänä taseeseen voidaan sisällyttää ns. korvausvaikutukset eli puun käytöstä johtuvat hiilipäästöjen vähennykset. Puulla lämmittäminen vähentää fossiilisten polttoaineiden hiilipäästöjä, ja puurakentaminen vähentää rakennusteräksen ja sementin valmistuksen hiilipäästöjä. On laskettu, että yksi tonni riihikuivaa rakennuspuuta (2 m³) vähentää hiilidioksidipäästöjä keskimäärin 3,9 tonnia. Tätä blogia kirjoitettaessa tuon vähennyksen arvo päästökaupassa olisi 33 euroa, mutta se voi tulevina vuosina hyvinkin olla moninkertainen.

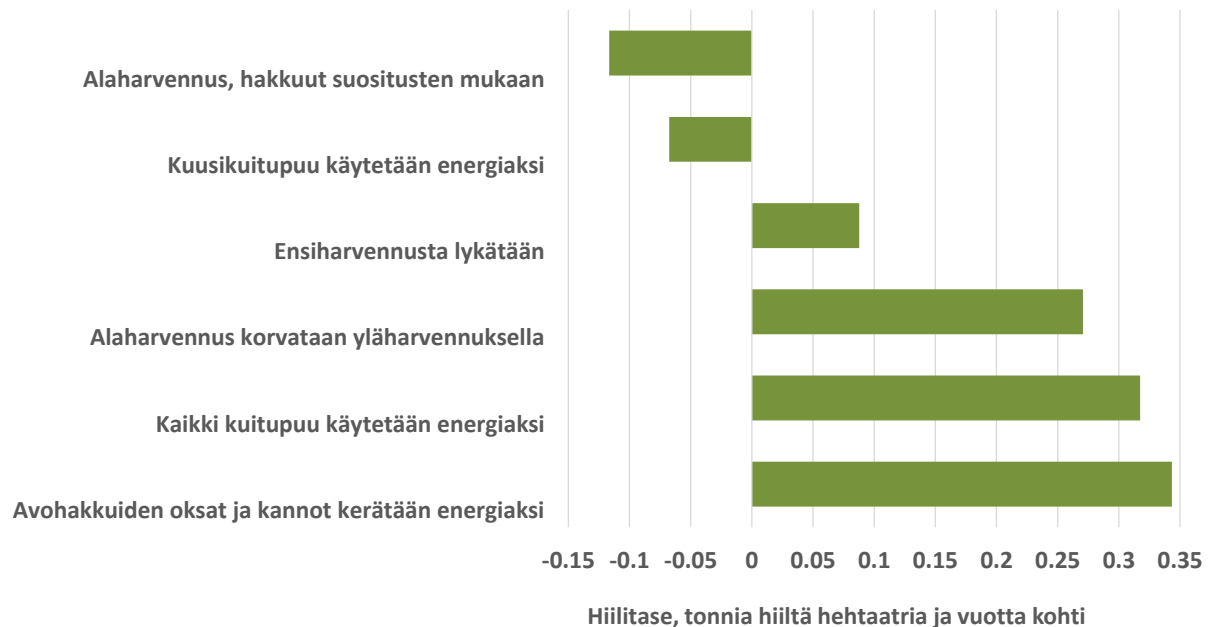
Eri puutavaralajien hiilitase

Puuta voidaan korjata mm. sahatukeiksi, massapuuksi tai energiapuuksi. Näistä sahapuu ja energiapuu ovat hiilitaseen kannalta paljon parempia kuin massapuu, koska sahatavaran ja energiapuun käyttö vähentää fossiilisten polttoaineiden käytöstä johtuvia päästöjä eikä tuotteiden valmistus kuluta suuria määriä energiaa. Sahapuun ja vanerin hiiltä voidaan myös varastoida pitkiksi ajoiksi rakenteisiin ja muihin tuotteisiin.

Kuitupuu sitä vastoin on hiilitaseeltaan huono puutavaralaji. Kuitupuusta valmistetuilla tuotteilla ei juuri ole korvausvaikutuksia, hiili ei säily tuotteissa kuin hetken, ja massateollisuus kuluttaa erittäin paljon energiaa. Kaikkein huonoin tuote on mekaaninen massa, jota valmistetaan kuusesta. Vaikka kemiallisen massan raaka-aineesta puolet käytetään energiaksi, kemiallinenkin massanvalmistus on silti hiilitaseeltaan selvästi huonompi vaihtoehto kuin mänty- ja lehtikuitupuun käyttäminen kokonaan energiaksi.

Hiilitaseen kannalta parhaaseen tulokseen päästäisiin, jos kaikki kuitupuu käytettäisiin energiaksi, ts. metsästä korjattaisiin vain saha- ja energiapuuta (kuva 2). Tämä ei tietenkään ole hyvä uutinen Suomen metsäteollisuudelle. Metsäteollisuus voi vaikuttaa ilmaston muutokseen vähentämällä mekaanista kuidutusta ja parantamalla massanvalmistusprosessien energiatasetta. Puusta valmistetuilla pakkausmateriaaleilla voidaan korvata öljypohjaisia materiaaleja, mikä voi parantaa massatuotteiden hiilitasetta. Kun puun kuiduista tehdään tekstiilien raaka-ainetta, kuten Uimaharjussa jo tapahtuu, voidaan vähentää puuvillan tuotantoa,

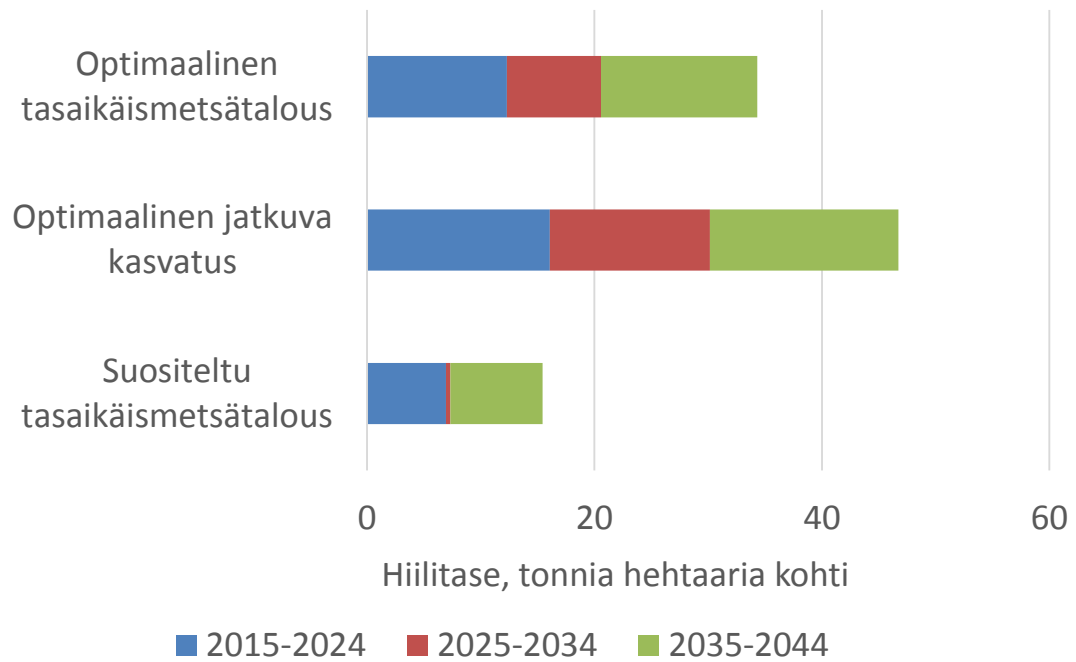
jonka ympäristötase on huono. Massa- ja paperiteollisuuden hiilitasetta voidaan parantaa myös vähentämällä paperin osuutta tuotevalikoimassa.



Kuva 2. Keinoja, joilla tasaikäismetsätalouden hiilitase saadaan nousuun. Ensiharvennusta kannattaa lykätä, alaharvennukset korvata yläharvennuksilla ja kuitupuu käyttää energiaksi. Kantojen ja hakkuutähteiden energiakäyttö parantaa hiilitasetta jonkin verran, jos kantojen nostosta aiheutuva hajotustoiminnan kiihtymistä ja oksien keruun aiheuttamia ravinnetappioita ei oteta huomioon. Tulokset on laskettu 1000 hehtaarin metsäalueelle ja 30 vuoden aikajänteelle. Positiivinen tase tarkoittaa, että metsätalous sitoo enemmän hiiltä kuin vapauttaa sitä.

Eri metsänkäsittelymenetelmien hiilitase

Edellisen perusteella sokea Reettakin näkee, että metsätalous, jossa korjataan mahdollisimman vähän kuitupuuta, on hiilitaseeltaan parasta. Jatkuvassa kasvatuksessa korjataan lähes yksinomaan tukkipuita, minkä vuoksi sen hiilitase on parempi kuin viime aikoina vallinneen avohakkuu-alaharvennus-metsätalouden hiilitase (kuva 3). Tasaikäisten metsien ensiharvennuksissa ja myöhemmissä alaharvennuksissa korjataan paljon kuiturunkoja, mikä johtaa hiilitaseen heikkenemiseen. Laskelmin on voitu osoittaa (kuva 2), että hiilitase paransi tuntuvasti, jos ensiharvennuksia ei tehtäisi ajallaan ja jos alaharvennukset korvattaisiin yläharvennuksilla.



Kuva 3. Eri metsänkäsitelymenetelmien hiilitase eräällä 150 hehtaarin metsätilalla, kun käytetään suositeltua tasaikäismetsätaloutta, hiilitaseen ja kannattavuuden kannalta optimaalista tasaikäismetsätaloutta tai hiilitaseen ja kannattavuuden kannalta optimaalista jatkuvaa kasvatusa.

Hiilitase paranisi edelleen, jos kuitupuu käytettäisiin energiaksi. Kuusikuitupuun käyttö energiaksi parantaa hiilitasetta 2,5-kertaisesti mänty- ja lehtikuidun energiakäyttöön verrattuna. Yksi kuutiometri energiaksi käytettyä kuusikuitupuuta parantaa hiilitasetta määrällä, joka on noin 60 % puun sisältämän hiilen määrästä. Tämän päivän päästöhinnolla energiakäytön ilmastohyöty olisi 6,6 €/m³.

Avohakkuu ja maanmuokkaus nopeuttavat metsämaassa olevan orgaanisen aineen hajomista ja sitä kautta hiilipäästöjä. Kun opiskelin metsänhoitajaksi Helsingin yliopistossa, minulle kerrottiin, kuinka mainioita eri maanmuokkausmenetelmät ovat nopeuttaessaan hajotustoimintaa ja ravinteiden kiertoa. Kantojen nostolla on sama vaikutus.

Valitettavasti nopeutunut hajotustoiminta merkitsee lisääntyneitä hiilipäästöjä. Toinen valittava asia on, että ravinteita vapautuu kaikkein eniten vuosina, joina puut tarvitsevat niitä kaikkein vähiten. Lisääntyneistä ravinteista hyötyvät heinät, horsmat ja vadelmat, joiden varjostus hidastaa puun taimien kasvua (kuva 4). Hyvän kasvun ja taimien elossaolon turvaamiseksi viljavan kasvupaikan taimikko pitää ruohota 2-3 kertaa, mistä aiheutuu kustannuksia. Sekä kannattavuuden että hiilitaseen kannalta olisi parempi, jos hajotustoiminta ei olisi vilkasta silloin, kun puuntaimet ovat pieniä.

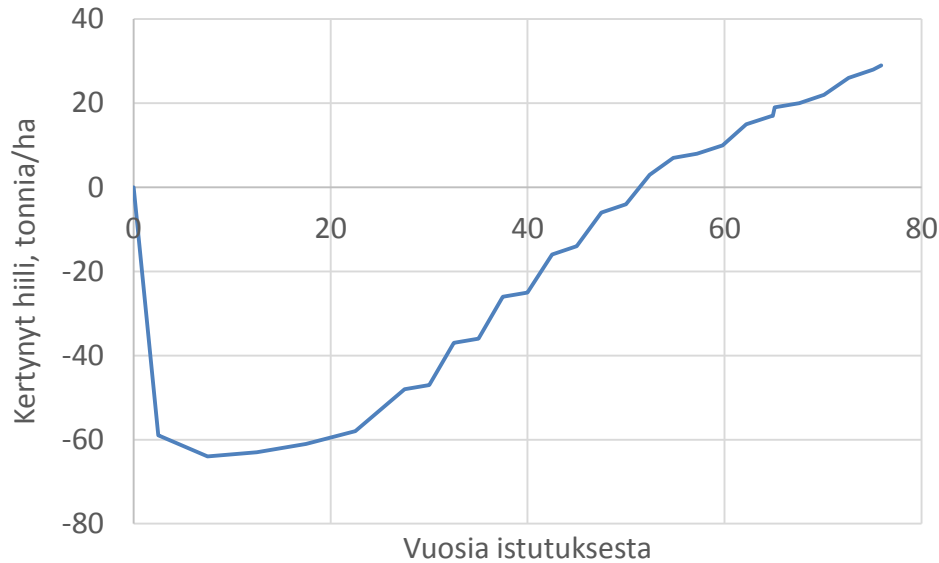


Kuva 4. Kirjoittajan omistama istutuskuusikko. Avohakkuun, hakkuutähteiden ja maanmuokkauksen ansiosta ravinteita vapautuu runsaasti horsman kasvuun. Samalla vapautuu hiiltä ilmakehään. Hiilen sitoutuminen istutettuihin kuusiin on äärimmäisen lähellä nollaa.

Nopeakasvuinen taimikko ei ole hiilinielu

Avohakatulla alueella ja taimikoissa on paljon hakkuutähteitä, mukaan lukien hakattujen puiden juuristot. Hakkuutähteet lahoavat, minkä seurauksena ilmakehään vapautuu hiilidioksidia. Vaikka taimet kasvaisivatkin nopeasti, taimikon biomassan kasvu on kuitenkin vaatimatonta varttuneempaan puustoon verrattuna. Biomassan kasvua ja taimikon hiilitasetta voitaisiin parantaa vähentämällä nopeakasvuisten lehtipuiden perkaamista havupuun taimien ympäriltä.

Avohakkuussa korjatuista puista tehdään ainakin osittain lyhytikäisiä tuotteita, joiden sisältämä hiili vapautuu käytön jälkeen ilmakehään, kun tuotteet hylätään ja ne hajoavat. Nuoreen taimikkoon liittyy siis hiilipäästöjä, jotka tapahtuvat taimikon ulkopuolella. Ne on kansainvälisten hiilistandardien mukaan kohdistettava siihen metsikköön, josta puut on korjattu.



Kuva 5. Kumulatiivinen hiilitase istutusmännikössä, kun otetaan huomioon hakkuutähteiden hajoaminen ja avohakkuupuista valmistettujen tuotteiden hiilitase (korjuun, kuljetuksen, valmistuksen ja tuotteiden hajoamisen hiilipäästöt sekä puun käytön korvausvaikutukset). Taimikko muuttuu hiilen lähteestä hiilinieluksi noin 20 vuoden iässä, kun käyrä kääntyy selvään nousuun. Kumulatiivinen tase on nollassa vasta 50 vuoden iässä.

Kun lasketaan yhteen puuston, orgaanisen aineen ja tuotteiden hiilitaseet, päädytään kuvan 5 mukaiseen hiilen sitoutumiseen. Avohakatulle alueelle istutettu taimikko on siis pitkään hiilen lähde. Vasta 20 vuoden iässä metsikkö muuttuu selväksi hiilinieluksi (käyrä kääntyy nousuun). Nollataso, jolloin metsikön sitoma hiilimäärä on yhtä suuri kuin metsikön siihenastiset hiilipäästöt, saavutetaan vasta 50 vuoden iässä.

Energiapuun korjuu ei juuri paranna hiilitasetta

Puun energiakäyttö vähentää fossiilisten polttoaineiden käytöstä aiheutuvia päästöjä. Kun kantoja ja juuria käytetään energiaksi, metsämaan hiilivarasto kuitenkin pienenee. Lopputuloksena on, että kantojen ja juurien energiakäytön vaikutus hiilitaseeseen on pyöreä nolla: maan hiilivaraston pienennys syö energiakäytön korvausvaikutukset. Ajan oloon tilanne paranee, koska maan hiilivaraston pienentyminen ensin hidastuu ja sitten pysähtyy. Täyteen hyötyyn päästään kuitenkin vasta reippaasti yli sadan vuoden päästä. Täyden hyödyn saavuttamiseen kuluu sama aika kuin mikä kuluu kantojen ja juurien täydelliseen hajoamiseen metsässä.

Oksien ja latvojen energiakäyttö on siinä mielessä kantojen käyttöä järkevämpää, että oksat hajoaisivat metsään jätettyinä melko nopeasti, vapauttaen hiilensä ilmakehään. Poltettaessa hiili vapautuu myös nopeasti, mutta fossiilisten polttoaineiden käytön vähenemisen myötä

hiilitase kuitenkin paranee. Ongelmana on, että oksien ja neulasten mukana metsästä vietään pois ravinteita, mikä hidastaa kasvua ja hiilen sitoutumista uusiin puusukupolviin. Ravinnetappioita voidaan korvata lannoituksella, mutta toisaalta lannoitteiden valmistus aiheuttaa hiilipäästöjä. Metsään kootut oksakat ovat toisinaan kuin komposteja, joissa puu lahoaa erittäin nopeasti. Tämä pienentää energiakäytön ilmastohyötyä, koska osa kuiva-aineesta on jo häipynyt taivaan tuuliin ennen kuin oksat pannaan uuniin.

Nuorten metsien energiapuuhakkuut ovat taloudellisesti kannattamattomia. Kannattavaan korjuuseen päästään, kun puiden annetaan kasvaa melko isoiksi ennen kuin ne korjataan. Vielä kannattavampaa on käyttää energiaksi puuta, joka korjataan pois metsästä tavanomaisten hakkuiden yhteydessä. Lisäkustannuksiltaan halvinta energiapuuta olisivat hakattujen tukkipuiden latvaosat (mukaan lukien kuituosa) ja sahauksen tähteet.

Timo Pukkala