

”HiiliMetso” -malli Suomen metsien hiilensidonnan vahvistamiseksi

Olli Tahvonen (prof.) ja Vesa-Pekka Parkatti (MMT),

Metsätieteiden osasto, Taloustieteen osasto, Helsingin yliopisto

16.3.2023

Maankäyttösektorin kääntyminen päästölähteeksi ja metsien hiilinielujen aleneminen uhkaavat Suomen tavoitetta saavuttaa hiilineutraalisuus vuonna 2035 ja Suomen mahdollisuuksia saavuttaa maankäyttösektorin EU:n LULUCF velvoitteet kaudella 2021-2025. Epäonnistuminen EU velvoitteissa saattaa edellyttää päästöyksiköiden ostoa muilta EU-mailta tai päästöjen vähentämistä taakanjakosektorilta. Molemmat vaihtoehdot voivat aiheuttaa suuria kustannuksia (20-150€ per tCO₂).

Tutkimusryhmässämme 30 vuoden aikana julkaistujen tutkimusten mukaan (Liite) metsien hiilinielun vahvistamisen kustannukset metsänhoidollisilla toimenpiteillä ovat varsin alhaisia. Laskennallisesti selkeintä on arvioida hiilinielun lisäämisen vaikutus puuntuotannon arvoon, kun alkutilana on päätekakkuun jälkeinen paljas maa. Tästä on teoreettisesti perustelluin ja empiirisesti yksityiskohtaiseen malliin perustuva esimerkki taulukossa 1, joka koskee mäntyhehtaaria Keski-Suomessa (Parkatti et al. 2023). Maksimoitaessa hiilinielun ja puuntuotannon yhteenlaskettua arvoa (yli äärettömän pitkän kiertoaikojen ketjun) kun hiilen hinta on 20€ per CO₂, puuntuotannon arvo alenee 259€ ja hiilinielun nykyarvo kasvaa 26 tCO₂ yksikköä eli kustannukset ovat ~10€ per tCO₂. Puun pitkän aikavälin tarjontaa hiilinielun vahvistaminen hieman kasvattaa kiertoajan pidentymisen seurauksena.

Taulukko 1. Mäntyhehtaari, Keski-Suomi, (kasvupaikka kuivahko kangas, korko 3%)

Hiilen hinta per tCO ₂	Puuntuotannon arvo €/ha	Hiiliyksiköiden nykyarvo tCO ₂	Puun tarjonta m ³ ha ⁻¹ a ⁻¹	Optimikiertoaika vuosia
0€	1721	161	4.71	90
20€	1462	187	4.76	110

Havaitaan edelleen, että kun tavoitteena on vain puuntuotannon nykyarvon maksimointi, hiilinielun nykyarvo ylittää metsähehtaarin puuntuotannollisen arvon, kun hiilen hinta per tCO₂ on yli 10.7€. EU:n ETS hiilen markkinahinta on tällä hetkellä noin 100€. Tällä hiilen hinnalla (marginaalisen) metsähehtaarin arvo hiilinieluna on noin 10 kertainen verrattuna hehtaarin puuntuotannolliseen arvoon.

Kansainvälisessä ja kotimaisessa tutkimuksessa on metsien hiilensidonnan vahvistamiseksi esitetty useita erilaisia kannustinmalleja. Näiden mallien lähtökohtana on julkisista varoista metsänomistajille maksettavat korvaukset metsän tuottamista hiilensidontayksiköistä ja metsänomistajilta perittävät maksut hakkuiden aiheuttamasta hiiliyksiköiden vapautumisesta. Tälle lähtökohdalle perustuvat mallit ovat tarpeettoman monimutkaisia, seurannaltaan raskaita ja valtiontaloudelle kalliita. Taulukon 1 esimerkissä metsänomistajalle suunnattu koko hiilinielusta maksettava kannustin maksaisi 20€×187=3740€ ha⁻¹. Sama kannustinvaikutus voidaan kuitenkin aikaansaada maksamalla vain lisäisestä hiilensidonnasta, jolloin kustannukset ovat alhaisemmat eli

$20\text{€} \times 26 = 520\text{€ ha}^{-1}$. Kuitenkin metsäomistajalle hiilinielun vahvistamisesta aiheutuvat kustannukset olisivat vain 259€ ha^{-1} .

Korkeiden kustannusten lisäksi tuotettujen hiiliyksiköiden korvaamiseen perustuvien kannustimien ongelmana on hiilensidonnan kannalta haitalliset kannustinvaikutukset, joiden seurauksena metsänomistajille syntyy kannustin suorittaa päätehakkuu ennen tukijärjestelmän käyttöönottoa. Huonosti onnistuneista hiilinielujen kannustinjärjestelmistä on kansainvälisiä esimerkkejä Uudesta Seelannista, Kaliforniasta ja Kanadasta. Ongelmana ovat olleet vinoutuneet kannustimet, monimutkaisuus ja metsän käyttöä koskevat 100 vuoden sitoumukset.

Hiilinielujen vahvistamiseksi on mahdollista palauttaa vuonna 2014 poistetut minimikiertoajat metsälainsäädäntöön. Tämän seurauksena kustannukset hiilinielujen vahvistamisesta kohdistuisivat ensisijaisesti metsänomistajille. Lisäksi myös tämä vaihtoehto tuottaa kannustimen päätehakata metsiä ennen uuden lainsäädännön voimaantuloa, jolloin nettovaikutus voisi hyvinkin olla hiilinielujen aleneminen.

HiiliMetso -malli metsien hiilinielujen vahvistamiseksi

Etelä-Suomen metsien suojeluohjelmassa Metsossa metsänomistajille korvataan metsien siirtämisestä puuntuotannon ulkopuolelle (määräaikaisesti tai pysyvästi) aiheutuvat puunmyyntitulojen menetykset. Metso –ohjelma on saanut laajaa hyväksyntää sekä metsäomistajien että eri eturyhmien taholta. Vastaavalla tavalla olisi mahdollista vahvistaa myös metsien hiilinieluja ja ”HiiliMetso –malli” voisi perustua seuraaville lähtökohdille:

- Osallistuminen HiiliMetsoon olisi vapaaehtoista ja siihen voi ilmoittaa metsiä, joiden ikä vastaa tai on korkeampi kuin Tapion hyvän metsänhoidon ohjeiden päätehakkuuikä.
- Metsänomistajille korvataan **seuraavan päätehakkuun** lykkäämisestä (esimerkiksi 10 vuotta) aiheutuvat kustannukset.
- Korvattaessa vain kiertoajan pidentämisestä aiheutuvat kustannukset, on järjestelmä valtiontaloudelle oleellisesti halvempi kuin hiiliyksiköiden tuottamiseen perustuvat kannustimet.
- Kustannuksia voi edelleen alentaa esittämällä ohjelma metsänomistajille tarjouskilpailuna.
- Informaatio metsänomistajien ja viranomaisten välillä voidaan hoitaa vastaavasti kuin nykyisissä metsäkäyttöilmoituksissa.
- Valtiolle aiheutuvaa kustannusrasitusta voidaan kontrolloida vastaavasti kuin Metso-ohjelmassa.

On huomattava, että HiiliMetso –mallissa hiilinettonielua kasvatetaan viivästyttämällä vain seuraavaa päätehakkuuta, kun taas teoreettisesti puhdasoppisessa mallissa hiilen positiivisen hinnan seurauksena metsänhoidon ajoitus ja harvennusten intensiteettiä muutetaan pysyvästi. Seuraavan päätehakkuun viivästyksen kustannuksia emme ole vielä laskeneet.

Markkinatason metsämallin perusteella kiertoaikojen pidentäminen 5-20 vuotta aiheuttaa lyhyen aikavälin reaktion aleneman puun tarjontaan ja nousun puun hintaan. Pitkällä aikavälillä vaikutus voi olla päinvastainen, kun suurempi metsävaranto ja pidemmät kiertoajat kasvattavat päätehakkuista saatavaa kuutiomäärää (Tahvonen and Rautiainen 2017). Lyhyen aikavälin jonkinasteinen nousu puun hinnassa voi lisätä lyhyen aikavälin hakkuita ohjelman ulkopuolisissa

metsissä. Vaikutuksen voi kuitenkin olettaa olevan pieni ja markkinatason mallin hypoteesi on, että tämä ”hiilivuoto” ei voi kokonaan eliminoida ohjelman aikaansaamaa hiilinielujen lisäystä. Vastaavaa ”hiilivuotoa” ei voida täysin sulkea pois minkään vapaaehtoisen kannustinmallin yhteydessä. Nykyisen Metso –suojeluohjelman kohdalla mitään hiilivuotoon verrattavaa hakkuiden lisäystä ohjelman ulkopuolisissa metsissä ei ole tullut esille.

Osa ohjelmaan liitetyistä metsistä voi olla metsiä, joita ei muista syistä olla päätehakkaamassa eli tältä osin korvattavat hiilinielut eivät ole aidosti lisäisiä. Vastaava huomautus voidaan esittää myös Metso-ohjelman ja kaikkien vapaaehtoisten kannustinmallien yhteydessä. MetsoHiili –mallin implementointi tarjouskilpailuna osittain eliminoisi tätä ongelmaa.

Voi olla vaikeaa ennakoida kuinka suuri kiinnostus ohjelmaan liittymisellä metsänomistajien taholta syntyisi mutta jos kustannusarviot EU:n LULUCF ohjelman sitoumusten toteutumattomuudesta ovat oikeansuuntaisia (20-150€ per tCO₂), niin kaikki nieluyksiköt, jotka ohjelmalla voidaan synnyttää alentavat LULUCF ohjelman velvoitteista valtiolle tulevaa kustannusta.

Soveltamalla yksityiskohtaisia metsävarojen taloudellis-ekologisia malleja (Tahvonen et al. 2022, Parkatti et al. 2023) voidaan tehdä arvioita kiertoaikojen pidentämisen kustannuksista ja aikaansaatuja hiiliyksiköiden määrästä eri pääpuulajeille, eri kasvupaikoilla ja eri lämpösummavyöhykkeillä.

Liite: Tutkimuksia metsien käytöstä ja hiilinielujen optimoinnista Suomen olosuhteissa:

Parkatti, V.P, Suominen, A., Tahvonen, O. and Malo, P. Economics of timber production and carbon sinks in boreal rotation forestry, University of Helsinki, manuscript 2023.

Korhonen, S. and Tahvonen, O. Simple optimization of wood production and carbon sinks. *Available at SSRN 4369252*, 2023.

Tahvonen, O., Suominen, A., Malo, P., Viitasaari, L. and Parkatti, V.P. Optimizing high-dimensional stochastic forestry via reinforcement learning, *Journal of Economic Dynamics and Control*, 145 (2022): 104553.

Malo, P., Tahvonen, O., Suominen, A., Beck, P. and Viitasaari, L. Reinforcement learning in optimizing forest management. *Canadian Journal of Forest Research*, 51(10), 1393-1409, 2021.

Parkatti, V.P., Tahvonen, O. Viskari, T. and Liski, J. Including soil alters the optimization of forestry with carbon sinks. *Canadian Journal of Forest Research*, in print, 2023.

Parkatti, V.P. and Tahvonen, O. Economics of multifunctional forestry in the Sámi people homeland region. *Journal of Environmental Economics and Management*, 110, 2021 102542, 2021.

Assmuth, A., Rämö, J. and Tahvonen, O. Optimal carbon storage in mixed-species size-structured forests. *Environmental and Resource Economics*, 79.2: 249-275, 2021.

Assmuth, A., Rämö, J. and Tahvonen, O.: Economics of size-structured forestry with carbon storage. *Canadian Journal of Forest Sciences*, 48: 11–22, 2018.

Tahvonen, O. and Rautiainen, A.: Economics of forest carbon storage and the additionality principle. *Resource and Energy Economics* 50: 124-134, 2017.

Assmuth, A. and Tahvonen, O.: Optimal carbon storage in even- and uneven-aged forestry. *Forest Policy and Economics*, 93-100, 2018.

Pihlainen, S. O. Tahvonen, and S. Niinimäki. Economics of timber and bioenergy production and carbon storage in Scots pine stands. *Canadian Journal of Forest Research*, 2014, 44(9), 1091-1102.

Niinimäki S, Tahvonen O, Mäkelä A and Linkosalo T: On the economics of Norway spruce stands and carbon storages. *Canadian Journal of Forest Research* 43: 637-648, 2012.

Tahvonen O: Net national emissions, CO₂ taxation and the role of forestry. *Resource and Energy Economics* 17: 307-315, 1995.