

Johanna Pohjola

# Hiilinielut ja ilmastososopimuksen kustannukset



**I**lmastonmuutoksen ja metsäsektorin suhde on kaksisuuntainen. Ilmastonmuutos vaikuttaa metsien kasvuun ja toisaalta metsäsektori vaikuttaa ilmastomuutokseen, sillä se on sekä hiilen sitoja että päästöjen aiheuttaja. Tässä tarkastellaan jälkimmäistä aihepiiriä.

## Päästövähennystarve ja nielut Suomessa

Suomen on Kioton pöytäkirjan ja EU:n taakan mukaan vähennettävä kasvihuonekaasupäästönsä vuoden 1990 tasolle vuosien 2008–2012 aikana, mikäli pöytäkirja ratifioidaan. Kasvihuonekaasupäästöjen on arvioitu lisääntyvän 90 miljoonaa hiilidioksiditonniin vuonna 2010, joten Suomen on vähennettävä päästöjä noin 15 miljoonaa tonnia. Kaikkia päästövähennystoimia ei ilmeisesti kuitenkaan tarvitse tehdä kotimaassa, sillä Kioton sopimus sisältää ns. joustomekanismeja.<sup>1</sup> Metsäteollisuuden tuotannon aiheuttamat hiilidioksidipäästöt olivat Metsäteollisuus ry:n arvion mukaan noin 8 miljoonaa tonnia vuonna 1999, joka vastasi 15 prosenttia Suomen hiilidioksidipäästöistä.

Nielujen roolista päästötavoitteen saavuttamisessa oli tarkoitus sopia Haagin ilmastokokouksessa. Nielun laskentatapoja ja määritelmiä käsitellään tarkemmin aiempaan Timo Karjalaisen artikkelissa.

<sup>1</sup> Joustomekanismeja ovat kansainvälinen päästökauppa, projekti-kohtainen yhteistoteutus käytännössä teollisuusmaiden ja siirtymätalouksien välillä sekä puhtaan kehityksen mekanismi eli projekti teollisuusmaan ja kehitysmaan välillä.

Jos nieluiksi lasketaan vain metsäpinta-alan muutoksen kautta syntyneet hiilivarannon muutokset, tulisi niistä Suomelle lisärasite. Sen sijaan jos tarkastellaan metsien kokonaishiilivaraston muutosta, olisivat Suomen metsät huomattava nielu. Ensimmäisellä sopimuskaudella vuosina 2008–2012 nielun arvioidaan olevan 3–10 milj. tonnia hiilidioksidia hakuista riippuen (MMM työryhmämuistio 2000). Vaikka laaja nielumääritelmä hyväksyttäisiinkin, nielut eivät toisi Suomelle niin suurta apua päästötavoitteen saavuttamisessa, kuin edellä olevista luvuista voisi päätellä, sillä ensimmäisellä sopimuskaudella nieluja ei todennäköisesti hyvitettäisi täysimääräisesti.

## Hiilinielut puuttuneet kustannuslaskelmista

Metsäntutkimuslaitoksen hankkeessa ”Metsien hiilinielu ja Kioton sopimuksen toteuttamisen taloudelliset kustannukset” arvioidaan mm. Kioton pöytäkirjan toteuttamisen taloudellisia vaikutuksia Suomelle ja muille maille kun hiilinielut otetaan huomioon yhtenä sopeutumismekanismina. Laskelmat suoritetaan globaalilla ns. numeerisen yleisen tasapainon mallilla. Globaalia mallia tarvitaan vaikka oltaisiin kiinnostuneita vain vaikutuksista Suomelle. Koska hiilinieluja ei toistaiseksi ole otettu huomioon arvioitaessa Kioton pöytäkirjan taloudellisia vaikutuksia, ovat globaalien mallien tuottamat arviot päästömaksun suuruudesta sekä maailmanmarkkinahintojen ja -kysyntöjen muutoksista tältä osin puutteellisia. Täten niitä ei voi käyttää Suomen

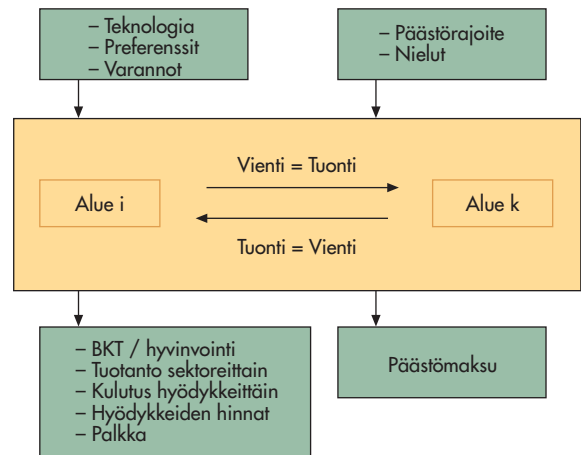
mallin lähtötietoina. Lisäksi Suomen paperiteollisuudella on markkinavoimaa lopputuotemarkkinoilla, joten globaalimallin käyttö on tästäkin syystä perusteltua.

Numeerinen yleisen tasapainon malli on kokonaistaloudellinen malli, joka käsittää talouden kaikki sektorit. Se pystyy siis kuvaamaan sektorien väliset vuorovaikutukset, kerrannaisvaikutukset, panosten ja hyödykkeiden korvaamisen toisiltaan sekä tulojen ja tuotannon muutoksen aiheuttamat kysyntävaikutukset. Yksittäiset sektorit, kuten metsäsektori, on kuitenkin yleensä kuvattu karkeasti. Kokonaistaloudellisen mallin avulla voidaan arvioida, miten päästörajoite saavutetaan kansantalouden tasolla kustannustehokkaasti. Lisäksi tuloksena saadaan tarvittavan päästömaksun suuruus. Metsäsektori on toistaiseksi mallitettu yksinkertaisesti. Täten malli poikkeaa metsäsektorimalleista, jotka sisältävät mm. useita puu-, massa- ja paperilajeja sekä tuotantoprosesseja. Koska Suomen metsäsektori on merkittävä energiankäyttäjä ja tuotantoprosessit eroavat energiaintensiivisyydeltään, metsäsektorin mallitusta tullaan jatkossa kehittämään metsäsektorimallien suuntaan.

### Metsäsektorin ja nielujen kuvaaminen tutkimuksessa käytettävässä mallissa

Suomelle asetettu päästötavoite ei tarkoita, että jokainen toimiala, kuten esimerkiksi metsäteollisuus, vähentäisi päästönsä vuoden 1990 tasolle. Jos päästöt vähennetään kustannustehokkaasti, viimeisen vähennetyksen päästöyksikön hinta on sama kaikille toimijoille. Tällöin sektorikohtaiset vähennysmäärät riippuvat siitä, kuinka paljon vähentäminen maksaa kullakin sektorilla.

Metsäteollisuus voi vähentää päästöjään muuttamalla tuotantorakennetta ja tuotantoteknologiaa. Tuotantoa voitaisiin ensinnäkin siirtää paperin valmistuksesta puurakentamiseen ja huonekalujen valmistukseen. Lisäksi päästöjä voitaisiin vähentää siirtymällä mekaanisiin massoihin perustuvasta paperista selluloosapohjaisiin papereihin. Ongelmana on kuitenkin, että Suomen on vaikea kilpailla puuintensiivisissä tuotteissa Aasian ja Latinalaisen Amerikan maiden kanssa. Tuotantorakenteen muuttaminen on pitkän aikavälin keino, joka aiheuttaa sopeu-



Kuva 1. Globaalimallin kokonaistaloudellisen mallin rakenne.

tumiskustannuksia. Rakenteelliset muutokset ovat kuitenkin tarpeellisia, jos päästöjä on vähennettävä merkittävästi. Tämä edellyttää toki muutoksia myös kulutustottumuksissa. Energiatoteutuksen parantaminen alentaa myös päästöjä tuotettua yksikköä kohden. Vaikka energiatoimitus on jo viime vuosikymmeninä parantunut, on merkittäviä säästämismahdollisuuksia vielä olemassa ainakin pitkällä tähtäyksellä.

Ilmastonmuutos on globaali ilmiö, joten sen hillitsemisen on tapahduttava kansainvälisesti. Päästöjen vähentäminen muuttaa tuotantokustannuksia eri maissa eri verran ja vaikuttaa siten kilpailukykyyn ja ulkomaankauppaan. Maakohtaiset erot johtuvat sekä eroista päästövähennysmäärässä että päästövähennyskustannuksissa.

Tutkimuksessa käytettävä malli sisältää 11 maata/maaryhmää sekä 11 tuotantosektoria. Suomen metsäteollisuuden tärkeimmät kilpailija- ja ostajamaat eli Ruotsi, Saksa, Iso-Britannia, Kanada sekä USA on kuvattu erillisinä maina. Metsäsektori on jaettu kolmeen osaan: metsätalouteen, massa- ja paperiteollisuuteen sekä puutavarateollisuuteen. Mallissa voidaan siis osittain tarkastella tuotantorakenteen muutosta metsäsektorin sisällä. Mallin rakenne esitetään kuvassa 1. Jokaisen maan tai maaryhmän osalta on kuvattu tuotantoteknologia sektoreittain, edustavan kuluttajan preferenssit, talouden varannot, päästöt sekä ulkomaankauppa. Tuotantoteknologiat eroavat sektoreittain ja maittain panosten kustan-

nusosuuksien ja korvausmahdollisuuksien suhteen. Teknistä kehitystä ei sen sijaan ole mallitettu.

Eri alueet on kytketty toisiinsa kauppavirtojen avulla. Markkinaosuuksiin vaikuttavat hintasuhteiden muutokset sekä ulkomaankaupan joustot. Esimerkiksi Saksassa tuontipaperin ja kotimaassa tuotetun paperin osuudet riippuvat niiden hintasuhteesta ja substituutiojoustosta. Tuontipaperi puolestaan jaetaan eri alueilla, kuten Suomessa ja Ruotsissa, tuotettuun paperiin, joiden markkinaosuudet riippuvat samaten hintasuhteista ja joustosta. Mitä pienemmiksi joustot oletetaan, sitä vähemmän muutoksia kaupan rakenteissa ja siten esim. Suomen vientikysynnässä tapahtuu. Pienillä joustoilla voidaan kuvata mallista puuttuvien tekijöiden kuten kuljetuskustannusten vaikutusta.

Nieluja voidaan Suomessa lisätä mm. kiertoajan pidentämisen ja lannoittamisen avulla. Jos nieluja halutaan käyttää aktiivisena ilmastopolitiikan välineenä, tarvitaan ohjauskeinoja. Keskustelussa ovat olleet esillä nielusertifikaattien liittäminen päästökauppaan tai tuen maksaminen sidotusta hiilestä. Lisäksi fossiilisten polttoaineiden käytön rajoittaminen voi vaikuttaa nieluihin. Jos energiakustannusten nousu alentaa massa- ja paperiteollisuuden tuotantoa ja siten puun käyttöä, nielu kasvaisi tältä osin. Toisaalta jos energiakustannukset nousevat suhteessa puukustannuksiin, energiaa voitaisiin korvata puulla esim. siirtymällä selluloosapohjaisempiin papereihin. Tällä olisi puolestaan nielua pienentävä vaikutus.

Tutkimuksen ensimmäisessä vaiheessa nielujen suuruudet arvioidaan mallin ulkopuolella. Tästä luonnollisesti seuraa, että laskelmissa nielujen lisäämiseksi ei ole kannustinta. Lisäksi nielujen oletetaan olevan vuoden 1995 tasolla vuonna 2010. Jatkossa nielut on tarkoitus mallittaa ja asettaa niille ohjauskeino. Tällöin malli vertaa päästöjen vähentämisen ja nielujen lisäämisen kustannustehokkuutta päästötavoitteen saavuttamisessa ja valitsee edullisimman yhdistelmän. Lisäksi voidaan tarkastella nielujen ja päästövähennyksen vuorovaikutusta. Koska nielujen mallitus on vaikeaa, mallin ulkopuoliset arviot saattavat kuitenkin olla luotettavampia.

Siirtymätalous- ja erityisesti kehitysmaissa toteutettavien metsityshankkeiden on arvioitu olevan edullisia energiajärjestelmän päästövähennyshankkeisiin verrattuna. Jos ne hyväksyttäisiin Kioton

pöytäkirjaan, teollisuusmaiden päästövähennyskustannukset alentuisivat selvästi.<sup>2</sup> Tässä tutkimuksessa ei kuitenkaan toistaiseksi oteta huomioon nieluja puhtaan kehityksen mekanismin (CDM) hankkeina tai yhteistoteutushankkeina (JI).

Mallin tuloksena saadaan vaikutukset metsäsektorin tuotantojen ja hintojen lisäksi bruttokansantuotteeseen, hyvinvointiin, muiden sektorien tuotantoihin, kulutukseen, muihin hintoihin ja palkkaan.

### **Kokonaishiilivaraston muutoksiin perustuvien nielujen hyvittämisellä merkittävä vaikutus joidenkin maiden kustannuksiin**

Laskelmissa verrataan eri hiilinielumääritelmien vaikutusta Kioton pöytäkirjasta aiheutuviin kustannuksiin eri maille. Koska tulokset ovat vielä hyvin alustavia, esitetään tässä ainoastaan vaikutusten suuruusluokkia ja suuntia. Tarkasteltavat vaihtoehdot nielujen osalta ovat:

- i) nieluja ei oteta huomioon
- ii) metsäpinta-alan muutoksiin perustuvat nielut (Art. 3.3)
- iii) 10 prosentin hyvitys metsien kokonaishiilivaraston muutoksesta (UNFCCC10%)
- iv) 30 prosentin hyvitys metsien kokonaishiilivaraston muutoksesta (UNFCCC30%)

Kuten edellä todettiin, metsien kokonaishiilivaraston muutosta ei ilmeisesti voida hyvittää kokonaan. Koska mahdollisen hyvitysosuuden on arvioitu olevan pieni, tarkasteltavaksi on valittu 10 ja 30 prosentin osuudet.

Lisäksi päästökaupan osalta tarkastellaan kahta vaihtoehtoa:

- a) päästöt vähennetään kansallisin toimin (CO<sub>2</sub>-vero)
- b) rajoittamaton Annex I -maiden välinen päästökauppa (ml. kuuma ilma)

Laskelmissa käytetyt eri määritelmien ja hyvitysosuuksien mukaiset nielut ja vaaditut päästövähennysmäärät esitetään taulukossa 1 osalle mallissa tar-

<sup>2</sup> Pelkästään nielujen lisäämiseen tähtäävät metsittämisshankkeet voivat kuitenkin uhata kohdemaiden sosiaalisesti ja ekologisesti kestävästä kehitystä ja aiheuttaa siten kustannuksia.

**Taulukko 1.** Kasvihuonekaasupäästöt ja nielut, miljoonaa hiilidioksiditonna.

	Päästöt v. 2010 <sup>a</sup>	Päästövähennys- tarve	Nielu Art. 3.3 <sup>b</sup>	Nielu UNFCCC10% <sup>c</sup>	Nielu UNFCCC30% <sup>c</sup>
Kanada	764	-199	5,5	3,0	9,0
Suomi	90	-15	-0,3	1,5	4,5
Ruotsi	82	-8	0,2	3,5	10,5
Iso-Britannia	660	-23	3,1	1,1	3,3

- a Kanada: Canada's emissions outlook: an update (<http://climatechange.gc.ca>)  
Suomi: Kasvihuonekaasujen vähentämistarpeet ja -mahdollisuudet Suomessa, luonnos 5.10.2000. <http://www.vn.fi/ktm>  
Ruotsi: Förslag till Svensk Klimatstrategi, Klimatkommittens betänkande, SOU 2000:23.  
Iso-Britannia: Report under Council Decision 1999/296/EC for a monitoring mechanism of Community greenhouse gas emissions, Commission of the European Communities, COM(2000)749 final.
- b Liski ym. (2000) pl. Kanada, joka laskettu saman periaatteen mukaan.
- c Perustuvat maiden Ilmastositimusten sihteeristölle ilmoittamaan tietoihin (<http://www.unfccc.de>)

kasteltavista maista. Metsien kokonaishiilivaraston muutosten mukaisten nielujen on oletettu pysyvän vuoden 1995 tasolla. Metsäpinta-alan muutoksiin perustuvat nielut on puolestaan arvioitu vuosille 2008–2012<sup>3</sup> (Liski ym. 2000). Artiklan 3.3 mukaiset, metsäpinta-alan muutoksiin perustuvat nielut ovat useimmissa teollisuusmaissa pieniä suhteessa päästövähennykseen. Nielut kokonaishiilivaraston muutoksena määriteltynä ovat puolestaan joissakin maissa merkittäviä. Ruotsissa nielu olisi huomattavasti suurempi kuin vaadittu päästövähennys. Vain 10 prosentin hyvityskin nielusta vastaisi Ruotsissa noin puolta vaaditusta päästövähennyksestä. Suomessa 10 prosentin hyvitys vastaisi kymmenesosaa vaaditusta päästövähennyksestä.

Artiklan 3.3 mukaiset nielut tai lähteet jäävät mallissa tarkasteltavissa maissa pieniksi päästövähennykseen verrattuna, joten niiden mukaan ottaminen ei luonnollisesti juurikaan vaikuta kansantaloudellisiin kustannuksiin. Sen sijaan kokonaishiilivaraston muutosten mukaan ottamisella tietyllä osuudella on merkittäviä vaikutuksia joidenkin tarkasteltavien maiden kustannuksiin. Jos päästöt olisi vähennettävä kotimaassa, kymmenen prosentin hyvitys alentaisi kustannuksia jonkin verran Suomessa ja selvästi Ruotsissa. Kolmenkymmenen prosentin hyvitysosuus alentaisi Suomen päästömaksua kolmanneksella. Ruotsin ei puolestaan tarvitsisi vähentää päästöjään lainkaan.

Annex I -maiden välinen päästökauppa alentaisi selvästi ilmastositimusten kustannuksia. Kansainvälisen päästökaupan tapauksessa päästömaksu eli päästöluvan hinta on kaikkialla sama. Nielujen merkitys vähenee kun päästökauppa sallitaan. Kansainvälisen päästöluvan hinta alenisi vajaat 15 %, jos kokonaisnielusta hyvitettäisiin 30 prosenttia. Ruotsista tulisi päästölupien nettomyyjä.

Energiajärjestelmämallien mukaan päästövähennyksen rajakustannukset ovat Ruotsissa korkeammat kuin Suomessa. Toisaalta Ruotsin päästövähennystarve on pienempi. Lisäksi Ruotsin metsäteollisuus maksaisi huomattavasti vähemmän päästömaksua tuotettua paperitonna kohden, sillä sen käyttämän energian hiili-intensiivisyys on selvästi alempi kuin Suomessa sähkön tuotannon perusteella valtaosin ydin- ja vesivoimaan. Laskelmien mukaan Kioton pöytäkirjasta seuraisikin Ruotsin metsäteollisuudelle kilpailuetua Suomen metsäteollisuuteen verrattuna. Nielujen mukaan ottaminen kokonaishiilivaraston muutoksena parantaisi edelleen Ruotsin metsäteollisuuden asemaa Suomen metsäteollisuuteen verrattuna. Jos joustomekanismien käyttö kuitenkin sallitaan, päästömaksu voi jäädä niin alhaiseksi, että myös vaikutukset kilpailuasemaan ovat vähäiset.

Laajojen nielumääritelmien mukaanottoa ensimmäiselle sopimuskaudelle on vastustettu mm. siksi, että joidenkin maiden ei tarvitsisi vähentää päästöjään juuri ollenkaan. Jatkossa nielut voitaisiin kuitenkin ottaa huomioon jo maakohtaisia päästökiihtiöitä asetettaessa. Jos päästötavoite asetet-

3 Kyseessä on ns. Business As Usual -skenaario, jossa ei ole kannustimia nielujen lisäämiseksi.

taisiin suoraan nettopäästöille, keskeiseksi kysymykseksi nousisi nielujen kehitys tulevaisuudessa. Ongelmiksi jäisivät kuitenkin edelleen nielujen mittaamiseen liittyvä epävarmuus ja ihmistoiminnan vaikutuksen erottaminen.

### Lähteet

Liski, J., Karjalainen, T., Pussinen, A., Nabuurs, G.-J. & Kauppi, P. 2000. Trees as carbon sinks and sources in the European Union. *Environmental Science & Policy* 3: 91–97.

MMM Työryhmämuistio 2000:5. Ilmastopimuksen ja Kioton pöytäkirjan metsien hiilivarastoja ja nieluja käsittelevän työryhmän muistio.

■ VTL Johanna Pohjola, Metla, Helsingin tutkimuskeskus. Sähköposti johanna.pohjola@metla.fi