



SUOMEN
ILMASTOPANEELI
The Finnish Climate
Change Panel

ILMASTOLAKIIN KIRJATTAVAT PITKÄN AIKAVÄLIN
PÄÄSTÖ- JA NIELUTAVOITTEET- ILMASTOPANEELIN
ANALYYSI JA SUOSITUKSET

ILMASTOPANEELIN JÄSENET:

ANTTI ARASTO, ARI EKROOS, JOUNI JAAKKOLA, SIRKKU JUHOLA, PAULA
KIVIMAA, HANNELE KORHONEN, JAREK KURNITSKI, JUKKA KÄYHKÖ, PETER
LUND, MARKKU OLLIKAINEN, HELI PELTOLA, KRISTIINA REGINA, JYRI
SEPPÄLÄ, ANNUKKA VAINIO, TIMO VESALA

Suomen ilmastopaneeli
Raportti 1/2021

ALKUSANAT

Sanna Marinin hallitusohjelman mukaisesti Suomen ilmastolakia uudistetaan. Lakia on tarkoitus päivittää siten, että tavoite hiilineutraaliudesta vuoteen 2035 mennessä toteutuu. Myös vuoden 2050 tavoite päivitetään ja lakiin lisätään hiilineutraaliuspolkua vastaavat päästövähennystavoitteet vuosille 2030 ja 2040. Ilmastolaki laajennetaan kattamaan myös maankäyttösektori sekä hiilinielujen vahvistaminen. Pyrkimyksenä on, että Suomi tekee oman osansa maailman keskilämpötilan nousun rajoittamiseksi 1,5 asteeseen.

Suomen ilmastopaneeli on analysoinut pitkän aikavälin mukaisia päästövähennyspolkuja ja niiden välitavoitteita nojautuen Pariisin ilmastopaneelin kirjattuun pyrkimykseen rajoittaa ilmaston lämpeneminen 1,5 asteeseen, ilmastotieteen uusimpaan tutkimukseen sekä näkemykseen kunkin maan globaalisti reiluun panokseen Pariisin ilmastopaneelin toteuttamisessa.

Nojaten tähän analyysiin Ilmastopaneeli esitti suosituksensa fossiilisten ja prosessiperäisten päästövähennysten ja maankäyttösektorin (*land use, land use change and forestry, LULUCF*) nettohiilinielun tavoitteiksi. Ilmastopaneeli toimitti ilmastolakityöryhmälle sekä ilmastoerityisavustajille ilmastopaneelistien hyväksymän muistion suosituksistaan 23.11.2020 ja täydensi sitä 28.12.2020. Ilmastopaneelin suositukset ja niiden perusteet esiteltiin ilmasto- ja energiapoliittisen ministeriryhmän kokouksessa 20.1.2021.

Helsingissä 1.2.2021

Suomen ilmastopaneeli

Viittausohje

Suomen ilmastopaneeli, 2021. Ilmastolakiin kirjattavat pitkän aikavälin päästö- ja nielutavoitteet – Ilmastopaneelin analyysi ja suositukset. Suomen ilmastopaneelin raportti 1/2021.

Lisätiedot: info@ilmastopaneeli.fi

Sisällys

Alkusanat	1
Päästö- ja nielutavoitteiden asettamisen lähtökohdista.....	3
Nettopäästöt ja fossiilisten sekä prosessiperäisten päästöjen vähentäminen	4
LULUCF-sektorin nettonielujen vaihtelu ja kehityssennusteet	7
Ilmastopaneelin suositukset Ilmastolain päästö- ja nielutavoitteiksi.....	11
Fossiilisten ja prosessiperäisten päästöjen vähentäminen.....	11
LULUCF-nettonielun kasvattaminen	11
Liite 1. Regressiomalli.....	12

TAUSTA

Sanna Marinin hallitusohjelman mukaisesti Suomen ilmastolakia uudistetaan. Lakia on tarkoitus päivittää siten, että tavoite hiilineutraaliudesta vuoteen 2035 mennessä toteutuu. Myös vuoden 2050 tavoite päivitetään ja lakiin lisätään hiilineutraaliuspolkua vastaavat päästövähennystavoitteet vuosille 2030 ja 2040. Ilmastolaki laajennetaan kattamaan myös maankäyttösektori sekä hiilinielujen vahvistaminen. Pyrkimyksenä on, että Suomi tekee oman osansa maailman keskilämpötilan nousun rajoittamiseksi 1,5 asteeseen.

Tässä muistiossa ilmastopaneeli tarkastelee pitkän aikavälin ja hiilineutraaliustavoitteen mukaisia päästövähennyspolkuja ja niiden välitavoitteita, sekä esittää tämän pohjalta suosituksensa fossiilisten ja prosessiperäisten päästöjen vähennysten ja maankäyttösektorin (land use, land use change and forestry, LULUCF) nettohiilinielun tavoitteiksi. Nettohiilinielussa huomioidaan kaikkien maankäyttöluokkien sekä puutuotteiden hiilivarastomuutokset ja päästöt. Maankäyttöluokkien hiilivarastomuutokseen vaikuttavat biologinen hiilensidonta (kuten puuston kasvu) ja kuolleen orgaanisen aineksen hajoaminen sekä biomassan poistaminen alueelta (kuten puuston korjuu hakkuiden seurauksena). Maankäyttösektorin ollessa hiilinielu maankäyttöluokkien ja puutuotteiden yhteinen hiilivarasto kasvaa. Kun hiilinielusta vähennetään ihmistoiminnan aiheuttamat maankäytön, maankäyttömuutosten, ja metsätalouden aiheuttamat dityppioksiidi- ja metaanipäästöt, saadaan maankäyttösektorin nettohiilinielu.

PÄÄSTÖ- JA NIELUTAVOITTEIDEN ASETTAMISEN LÄHTÖKOHDISTA

Pariisin ilmastopaneelin tavoitteena on rajoittaa maapallon keskilämpötilan nousu selvästi alle 2 asteen ja pyrkiä 1,5 asteeseen verrattuna esiteolliseen aikaan. Sopimus edellyttää, että osapuolet pyrkivät kääntämään globaalit päästöt laskuun mahdollisimman pian sekä saavuttamaan ihmisperäisten päästöjen ja poistumien tasapainon vuosisadan toisella puoliskolla. Kansainvälisen oikeuden näkökulmasta katsottuna Pariisin ilmastopaneelin sopimus ei ota kantaa yksittäisiltä mailta edellytetyyn kunnianhimon tasoon. Päästöjen vähentäminen perustuu kansallisesti määriteltäviin panoksiin, joiden kollektiivista riittävyttä arvioidaan viiden vuoden välein suhteessa Pariisin sopimuksen tavoitteisiin. Pariisin sopimuksen järjestelmä pyrkii varmistamaan, että kunkin maan panos on pitkällä tähtäimellä linjassa sopimuksen tavoitteiden kanssa.

Kansallisten panosten valintaa Pariisin sopimuksen mukaisessa prosessissa ohjaavat toisaalta maiden näkemykset niiden reilusta osuudesta ilmastotoimiin ja toisaalta näkemykset teknis-taloudellisesta kyvystä vähentää nettopäästöjä, eli leikata fossiilisia ja prosessiperäisiä kasvihuonekaasupäästöjä sekä voimistaa hiilen sidontaa teknologisten ja luonnon nettohiilinielujen avulla. Näkemys maan globaalisti oikeudenmukaisesta panoksesta tai kunnianhimon riittävydestä on luonteeltaan normatiivinen. Ilmastopaneeli on raporteissaan analysoinut eri oikeudenmukaisuuskriteerien (tasajaon periaate, maksukyvyyn periaate ja historiallisen vastuun periaate) vaikutuksia nettopäästöpolun valintaan.¹ Paneeli on perustanut omat suosituksensa maksukyvyyn periaatteeseen. Sen mukaan jokaisella ihmisellä on oikeus per capita -osuuteen hiilibudjetista, joka riippuu kyseisen maan per capita -bruttokansantuotteen suhteesta globaaliin keskiarvoon, jolloin vauraamman maan kansalaiset saavat pienemmän osuuden globaalista hiilibudjetista per capita. Maksukykyperiaate vastaa Tukholman ilmastopaneelin (1992) kirjattua kehittyneiden maiden suurempaa vastuuta ilmastomuutoksesta ja Pariisin sopimuksen (2015) vastaavaa korostusta (Artikla 4). Kriteeristä juontuvat päästövähennystoimet² ovat myös teknis-taloudellisesti toteuttamiskelpoiset.

Globaalin lämpötilan nousuun liittyy epävarmuuksia, jotka ilmenevät hiilibudjetista koskevana epävarmuutena. Hiilibudjetilla tarkoitetaan hiilidioksidipäästöjen yhteenlaskettua kumulatiivista enimmäismäärää, joka ihmiskunnalla on mahdollisuus päästää ilmakehään ilman, että ylitetään tavoitteeksi asetettua lämpötilanousua maapallolla. IPCC:n arvio vuonna 2018 jäljellä olevasta globaalista hiilibudjetista on 420 Gt

¹ Ilmastopaneelin raportti 7/2019. Saatavilla: https://www.ilmastopaneeli.fi/wp-content/uploads/2019/10/Finlands-globally-responsible-contribution_final.pdf.

² Seppälä, J., Savolainen, H., Sironen, S., Soimakallio, S. & Ollikainen, M., 2019. Päästövähennyspolku kohti hiilineutraalia Suomea - hahmotelma. Suomen ilmastopaneelin raportti 7/2019. https://www.ilmastopaneeli.fi/wp-content/uploads/2019/10/Suomen-p%C3%A4%C3%A4st%C3%B6v%C3%A4hennyspolku_final.pdf

CO₂, jos tavoitteena on rajoittaa 66 % todennäköisyydellä lämpötilan nousu 1,5 asteeseen.³ IPCC:n globaali hiilibudjetti sisältää osittain jo oletuksen tietynlaisista hiilinieluista, mutta ei kaikkia. IPCC:n hiilibudjetti on allokoitu vain CO₂-päästöille ottaen huomioon kuitenkin oletuksia muiden kuin CO₂-päästöjen kehitymisestä. Arvioidakseen Suomen osuutta globaalista ilmastobudjetista ilmastopaneeli soveltaa hiilibudjettia ottamalla huomioon hiilinielut ja kaikki kasvihuonekaasupäästöt.⁴ Laskennan lähtökohtana on IPCC:n esittämä globaali hiilibudjetti vuodelle 2018, josta vähennetään vuosien 2018 ja 2019 arvioidut päästöt. Laskemissa käytetty globaali hiilibudjetti on 336 Gt CO₂-ekv. vuodesta 2020 eteenpäin.

Suomen ilmastopaneelin arvioima Suomelle oikeudenmukainen nettopäästöjen tavoiteura perustuu 1,5 asteen tavoitteeseen tähtäävään yllä kuvattuun hiilibudjettisovellukseen, jossa päästövähennyspolku muodostuu fossiilisten ja prosessiperäisten päästöjen⁵ vähentämisestä, maankäyttösektorin nettohiilinielusta ja teknologisista nieluista. Teknologiset nielut viittaavat hiilidioksidin talteenottoon ja varastointiin pois hiilenkierrosta esimerkiksi öljy- ja kaasukenttien tyhjiin onkaloihin. Tällä hetkellä metsien nettohiilinielu on keskeisin ylläpidettävä nielu.

Ilmastopaneelin laskelmien mukaan globaalilla hiilibudjetilla ja maksukykyperiaatteella Suomen globaalisti oikeudenmukainen hiilibudjetti on 79 Mt vuosille 2020-2050. Nettopäästövähennystavoite vuoteen 2050 on 97-112 % vuoden 1990 tasosta, riippuen siitä kuinka nopeasti päästöt vähenevät nykypäivästä, mille tasolle päästövähennykset asettuvat lähestyttäessä vuotta 2050 ja kuinka paljon maankäyttösektorin nettohiilinielu ja teknologiset nielut kasvavat keskimääräisestä tasosta -21/-14 Mt CO₂-ekv. Ilmastopaneeli käyttää johdettua hiilibudjettia ainoastaan keinona johtaa päästövähennys- ja nielutavoitteet.

NETTOPÄÄSTÖT JA FOSSIILISTEN SEKÄ PROSESSIPERÄISTEN PÄÄSTÖJEN VÄHENTÄMINEN

Fossiilisten ja prosessiperäisten päästöjen mahdollisimman suuri ja nopea vähentäminen on Pariisin sopimuksen hengen mukaisesti ensisijainen tavoite kuluvaan vuosisadan ensimmäisellä puoliskolla. Teknologiset mahdollisuudet päästöjen vähentämiseen kasvavat koko ajan. Erityisesti energiantuotannossa, lämmityksessä ja teollisen energian käytössä päästöjen lähes täydellinen eliminointi on jo nykytilanteen valossa teknisesti mahdollista talouden rakenteen sähköistymisen avulla. Sähköntuotannon kustannusten laskun myötä päästövähennykset voidaan myös saavuttaa kohtuullisin kustannuksin. Tämä osaltaan perustelee korkeaa päästövähennystavoitetta suhteessa nettohiilinielutavoitteeseen. Ilmastopaneeli tarkastelee 90 % ja 95 % tavoitteita fossiilisten ja prosessiperäisten päästöjen vähentämiselle. Erityisesti 95 % vähennystavoite edellyttää, että energiajärjestelmässä, mukaan lukien liikenne, hyödynnetään täysimääräisesti kaikki päästöjen vähentämismahdollisuudet.

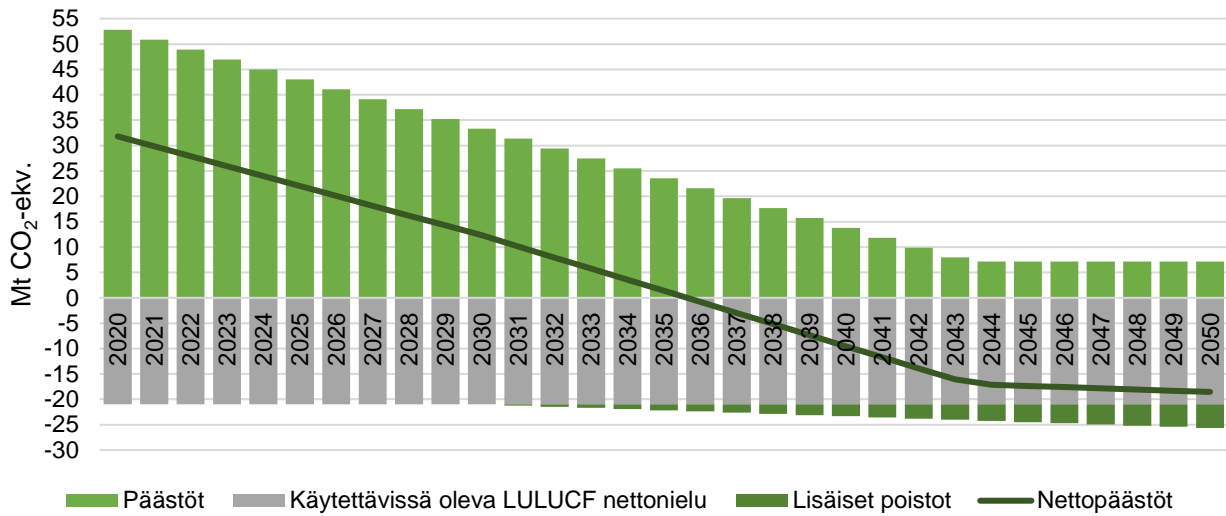
Kuvissa 1 ja 2 havainnollistetaan päästövähennyspolkua ja nettopäästöjen vähennystä, kun LULUCF-nettohiilinielulle on annettu kiinteä lähtötaso, -21 Mt CO₂-ekv., mikä vastaa keskimääräistä nettohiilinielua vuosina 1990 – 2018 Tilastokeskuksen tietojen mukaan. Kuvassa 1 päästövähennysprosentti on 90 % verrattuna vuoteen 1990. Suomi saavuttaa hiilineutraaliuden vuonna 2035, päätevuonna 2050 Suomen nettopäästöt ovat negatiiviset noin - 18,5 Mt CO₂-ekv., ja nielua on kasvatettu vuodesta 2030 tasaisesti noin - 4,7 Mt CO₂-ekv. lähtötasoa korkeammaksi, eli noin - 26 miljoonaan tonniin CO₂-ekv. Päästöjä jää jäljelle 7,2 Mt CO₂-ekv.

³ IPCC, 2018. Special Report on Global Warming of 1.5°C. Saatavissa: <https://ipcc.ch/report/sr15/>

⁴ Laskentatapaa ja siihen liittyviä piirteitä on kuvattu lähemmin ilmastopaneelin raportissa 7/2019. An Approach to Nationally Determined Contributions Consistent with the Paris Climate Agreement and Climate Science: Application to Finland and the EU. Saatavissa: https://www.ilmastopaneeli.fi/wp-content/uploads/2019/10/Finlands-globally-responsible-contribution_final.pdf

⁵ Prosessiperäisillä kasvihuonekaasupäästöillä tarkoitetaan tässä yhteydessä muita kuin fossiilisten polttoaineiden käytöstä aiheutuvia ihmisen toiminnan aiheuttamia kasvihuonekaasupäästöjä kuten F-kaasuja, metaania (CH₄) ja typpioksiduulia (N₂O), jotka ovat mukana päästökauppa- ja taakanjakosektorin päästövähennystavoitteissa.

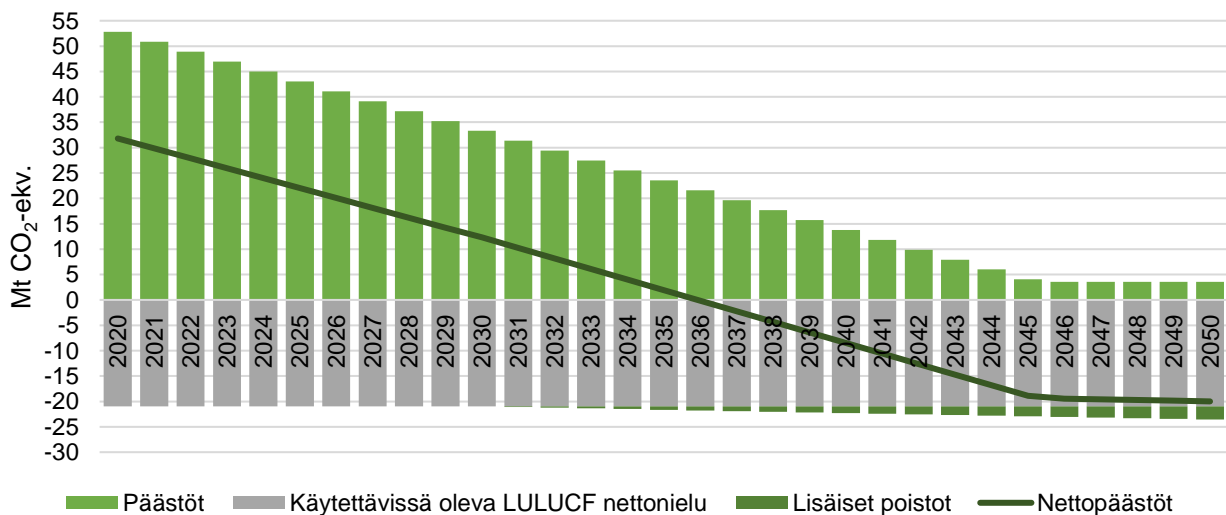
Fossiilisten ja prosessiperäisten päästöjen vähennys 90 %



Kuva 1. Päästövähennysura, kun fossiilisten ja prosessiperäisten päästöjen vähennys 90 %

Kuvassa 2 päästövähennysprosentti on nostettu 95 prosenttiin ja nielun oletetaan säilyvän edelleen tasolla -21 Mt CO₂-ekv. Hiilineutraalius saavutetaan vuonna 2035 ja päätevuonna 2050 lisäistä nielua tarvitaan aiempaa vähemmän eli noin -2,6 Mt CO₂-ekv. Suomen nettopäästöt ovat noin -20 Mt CO₂-ekv., eli päästövähennysprosentin kasvaessa paine nettonielun kasvattamiseen laskee. Päästöjä jää jäljelle ainoastaan 3,56 Mt CO₂-ekv.

Fossiilisten ja prosessiperäisten päästöjen vähennys 95 %



Kuva 2. Päästövähennysura, kun fossiilisten ja prosessiperäisten päästöjen vähennys on 95 %

Kuvissa 1 ja 2 ei ole otettu huomioon luonnon nielujen arviointiin liittyvää epävarmuutta, joka koskee ennen muuta maaperäpäästöjä.⁶ Epävarmuus on arvioitu noin 30 prosentiksi, joten mikäli epävarmuuden vaikutus halutaan eliminoida kokonaan, -21 Mt CO₂-ekv. netto nielu pienenee noin -14 Mt CO₂-ekv. tasolle. Mikäli tämä netto nielu otettaisiin laskennan lähtökohdaksi, ja fossiilisten ja prosessiperäisten päästöjen vähennysprosentit säilyisivät edelleen 90 ja 95 prosentissa, tarve kasvattaa luonnon ja teknologisia nieluja vuoden 2030 jälkeen olisi merkittävästi suurempi. Vuonna 2050 lisäisten poistojen tarve olisi 90 % vähennystasolla -15,5 Mt CO₂-ekv. ja 95 % vähennystasolla -11,8 Mt CO₂-ekv. Tarve kasvattaa nieluja olisi tällöin kolmin- ja nelinkertainen aiempaan verrattuna.

Kuvien 1 ja 2 analyysi Suomen globaalisti reilusta hiilibudjetista ja nettopäästöjen vähentämisestä perustuu oletukseen siitä, että LULUCF-nettonielu säilyy koko tarkastelujakson 2020-2050 keskimäärin tasolla -21 Mt CO₂. Tämän hetken arvion mukaan ainakaan 2020-luvulla tämä taso ei toteudu. Tilastotiedon ja vuoden 2019 tilastoennakon mukaan netto nielu on viime vuosina ollut selvästi alempi (2017: -15,7 Mt, 2018: -8,2 Mt, 2019: -14,7 Mt⁷), kuin nettopolkulaskelmissa hyödynnetty luku. -21 Mt keskiarvon saavuttaminen ei tämän hetken arvion mukaan vaikuta realistiselta lähivuosina netto nieluun vaikuttavien muutosten hitauden vuoksi. Lisäksi LULUCF-sektorilla on päästöjä, joita on vaikea vähentää kovin nopeasti.⁸ Huomionarvoista on myös, että EU:n LULUCF-politiikka mahdollistaa Suomen netto nielun pienenemisen tiettyyn määrään Suomelle myönnettyjen metsäjoustopojen käytön avulla.⁹ Hiilibudjetin mukaisessa päästövähennysurassa on siksi otettava huomioon se, että mitä alempana LULUCF-sektorin netto nielu on suhteessa tavoitennettotasaan -21 Mt CO₂, sitä suurempi päästövähennys tarvitaan mentäessä ajassa eteenpäin.

2040-luvun päästövähennyspotentiaalin osalta on vaikeaa arvioida sitä, saadaanko haastavimmat päästöt eliminoitua vuosikymmenen alku- vai loppupuolella. Tästä johtuen Ilmastopaneelin näkemys on, että päästöjä on vähennettävä vähintään 90 %, mutta pyrkien tasoon 95 % vuoteen 2050 mennessä. Tällä epävarmuudella on kuitenkin vaikutus koko kauden kumulatiivisiin päästöihin.

Koska LULUCF-nettonielu on todennäköisesti pienempi kuin hiilibudjettilaskelmassa käytetty nielu koko 2020-luvun ajan ja epävarmuus vallitsee päästövähennysten ajoituksesta 2040-luvulla, tämä on huomioitava päästövähennystavoitteiden asettamisessa, jotta Suomen globaalisti oikeudenmukainen panos ilmastonmuutoksen torjuntaan toteutuu. Kuva 3 hahmottaa hiilibudjetista johdetun nettopäästövähennyspolun muunnoksen tilanteessa, jossa LULUCF-nettonielu asteittain kasvaa arviosta nykytilasta (-16 Mt), mutta säilyy tavoitennettonielua alempana 2020-luvun ajan.

Kuvaan 3 on merkitty tavoitevuodet viiden vuoden välein ja vaaditut vähennykset: 2030 (60 %), 2035 (70 %) ja 2040 (80 %). 90 % päästövähennys on merkitty saavutettavan 2045. Tavoitevuosien välillä näkyy tarvittavaa päästökehitystä havainnollistava päästövähennyspolku. Erona kuviin 1 ja 2 on 2020-luvun pienempi netto nielu, korkeampi vuoden 2030 tavoite ja lievästi pienempi tarve lisäisille poistoille tultaessa vuoteen 2050. Kuvan 3 tulos johtaa samaan kumulatiiviseen päästömäärään kuin kuva 1, eli 79 Mt vuosina 2020-2050.

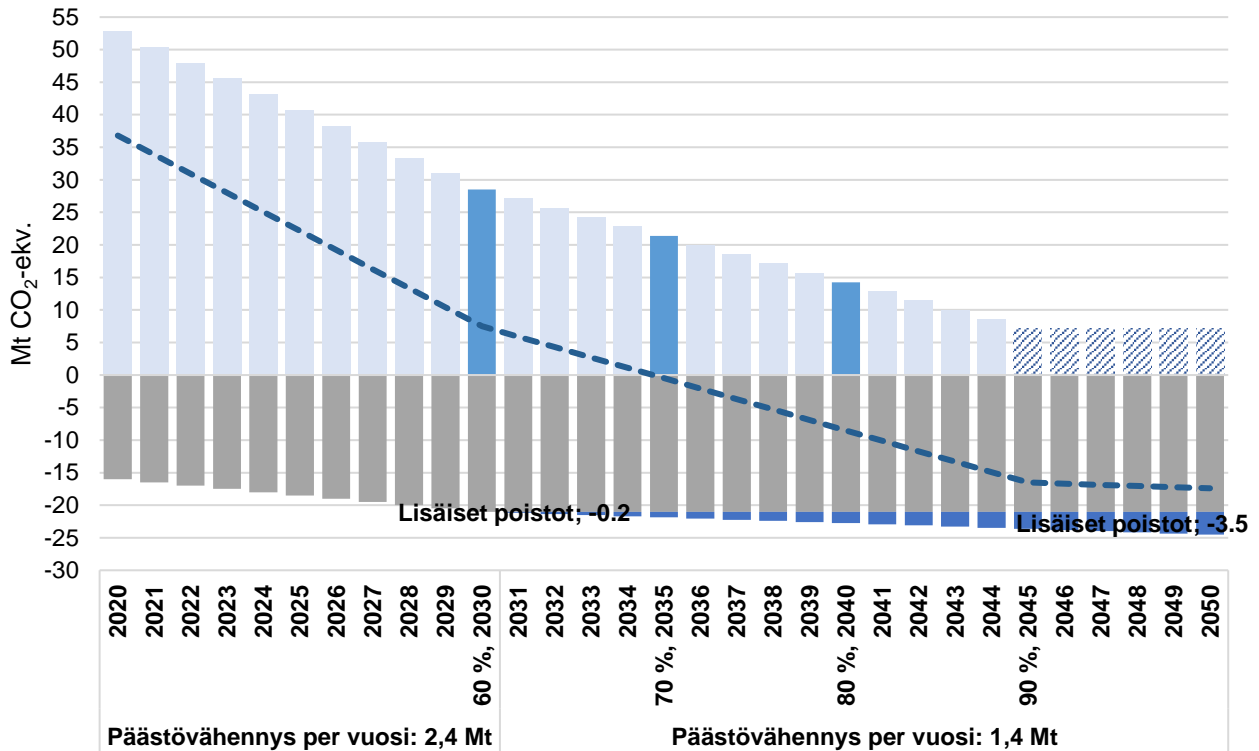
⁶ Luku 6.4.3 inventaarioraportissa: 'Uncertainty and time series' consistency, Greenhouse Gas Emissions in Finland 1990-2018, Draft National Inventory Report under the UNFCCC and the Kyoto Protocol, Submission to the European Union 15 January 2020. https://www.stat.fi/static/media/uploads/fi_nir_eu_draft_2018_2020-01-15.pdf

⁷ Tilastokeskus, Kasvihuonekaasujen inventaario

⁸ Suomen LULUCF-sektorin päästöt (pl. metsät) olivat vuonna 2018 noin 11,6 Mt CO₂.

⁹ EU:n LULUCF-asetus edellyttää Suomelta metsien ja puutuotteiden osalta tietyn suuruista netto nielua 2021-2030. Tämä vertailutaso on pian oletetusti voimaan astuvan delegoidun säädöksen perusteella vuosille 2021-2025 keskimäärin -29,4 Mt CO₂-ekv/v. Asetuksessa Suomelle on annettu mahdollisuus käyttää ns. metsäjoustopoja, jotka ovat noin 54 Mt CO₂ vuosille 2021-2030. Mikäli Suomi käyttää metsäjoustopoja, metsänielu voi jäädä metsäjoustopojen verran vertailutason alapuolelle sitoumuskauden aikana.

Päästöpolku, kun LULUCF-nettonielu alittaa tavoitenielun 2020-luvulla



Kuva 3. Suomen päästövähennyspolku vuosina 2020-2050, kun LULUCF-nettonielu on 2020-luvun ajan pienempi kuin tavoitenettonielu (-21 Mt).

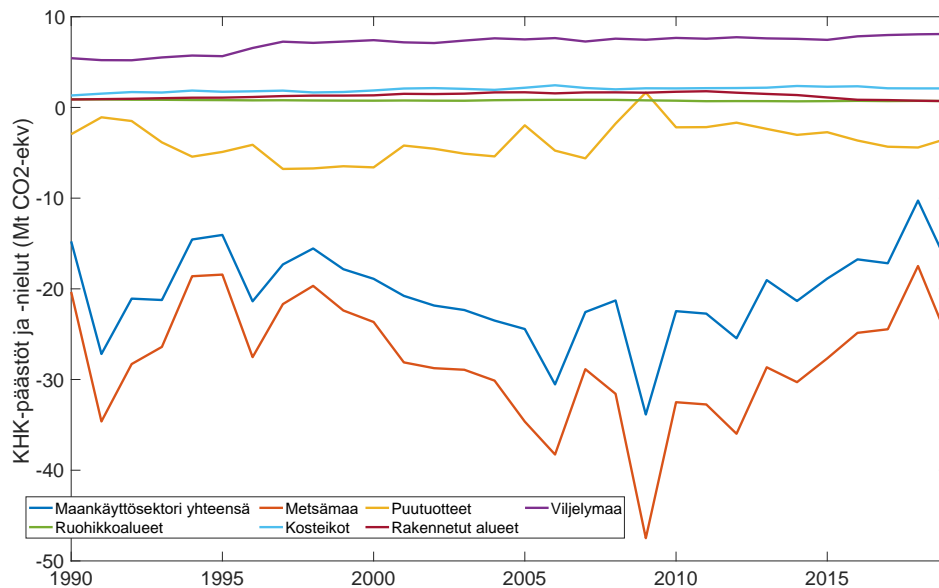
Kuvassa 3 sovelletaan porrastettua päästövähennyspolkua mentäessä kohti tavoitevuosia 2030, 2035 ja 2040, koska koko kauden 2020-2050 kumulatiiviset päästöt ja LULUCF-sektorin nettonielukertymät ratkaisevat jäljellä olevan hiilibudjetin. Jos päästövähennykset ovat lineaarista polkua pienemmät kauden alkuvaiheessa, niin päästövähennysten pitäisi olla lineaarista polkua suurempia kauden loppuvaiheessa. Sama pätee LULUCF-nettonieluun. Päästöjen ja nettonielujen yhteenlasketun kumulatiivisen hiilibudjetin tulisi olla korkeintaan kuvan 1 osoittama määrä vuosina 2020-2050.

LULUCF-SEKTORIN NETTONIELUJEN VAIHTELU JA KEHITYSENNUSTEET

Yllä esitetyn analyysin valossa maankäyttösektorin nettonielulla sekä mahdollisten teknologisten nielujen kehittämisellä on tärkeä sija sekä hiilineutraaliuden että vuoden 2050 tavoitteiden saavuttamisessa. Maankäyttösektorin nielu muodostuu puuston ja maaperän sekä puutuotteiden hiilivarastojen kasvusta. Kun näistä vähennetään ihmistoiminnan aiheuttamat maankäyttömuutosten, maankäytön ja metsätalouden aiheuttamat päästöt, saadaan maankäyttösektorin (LULUCF) nettonielu.

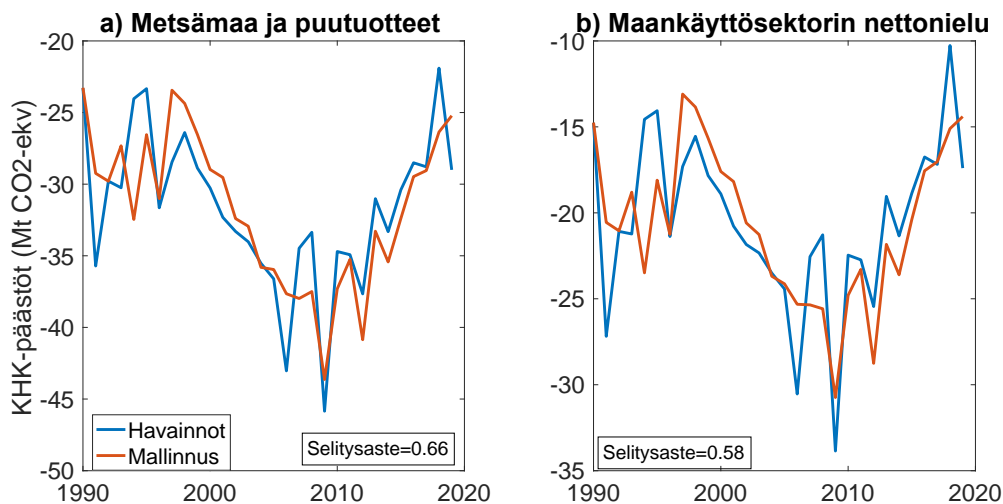
Kuva 4 esittää maankäyttösektorin kasvihuonekaasupäästöjen kehitystä vuosina 1990-2018. LULUCF-nettonielun vuotuinen vaihtelu seuraa lähes täysin metsämaan (eli puuston ja maaperän nielut/päästöt) nielun ja puutuotteenielyn vuotuista vaihtelua, joka puolestaan riippuu vuotuisten hakkuiden määrästä.¹⁰ Viljelysmaan päästöt ovat lievästi kasvaneet läpi koko tarkastelujakson pellonraivauksen myötä. Vuoden 2010 jälkeen metsämaan ja puutuotteiden nielu on kokonaisuudessaan vähentynyt lisääntyvien hakkuiden seurauksena.

¹⁰ Tässä muistiossa käytetään termiä "metsämaa" Tilastokeskuksen tarkoittamassa merkityksessä, jolloin se kattaa puuston ja maaperän nielut/päästöt.



Kuva 4. Maankäyttösektorin nielujen ja päästöjen kehitys vuosina 1990-2018 (Lähde: pxnet2.stat.fi; Tilastokeskus 2020¹¹)

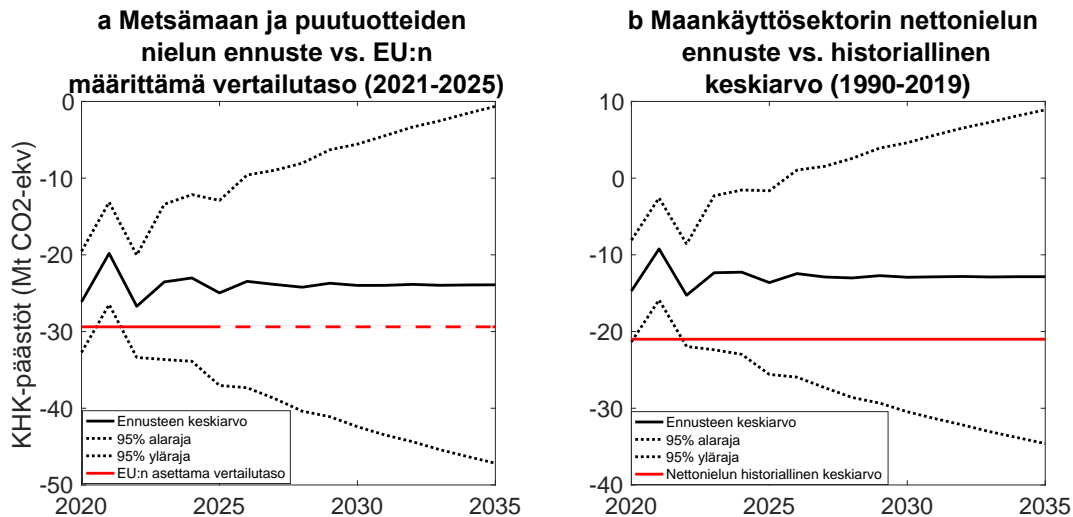
Tilastollisilla malleilla (ARIMA- ja regressiomallit) analysoitiin metsämaan ja puutuotteiden nielun vuotuista kehitystä. Kumpikin malli selittää hyvin nettonielun vuotuista vaihtelua, regressiomallin selitysasteen ollessa korkeampi kuin ARIMA-mallissa (ks. liite 1). Kuvan 5 ARIMA-malli selittää vuotuista nielua kolmen edellisen vuoden nielun avulla (autoregressiivinen integroitu liikkuvan keskiarvon (ARIMA(3,1,3)) malli). Malli perustuu aikasarjan autokorrelaatioon, sen sijaan että vuotuista vaihtelua selitettäisiin esimerkiksi vuotuisten hakkuiden avulla. Kuva 5 osoittaa, ARIMA-malli selittää metsämaan ja puutuotenielua sekä nettonielua suhteellisen hyvin.



Kuva 5. Metsämaan (eli puuston ja maaperän nielut/päästöt) ja puutuotteiden nielun ja maankäyttösektorin yhteenlasketun nettonielun aikasarjoihin sovitetut ARIMA-mallit ja havaitut aikasarjat

¹¹ Pxnet2.stat.fi: Tilastokeskuksen PxWeb-tietokannat: http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin_ymp_khki/statfin_khki_pxt_111k.px/ ja Tilastokeskus 2020: Suomen kasvihuonekaasupäästöt 1990–2019. ISBN 978–952–244–660–2 (pdf)

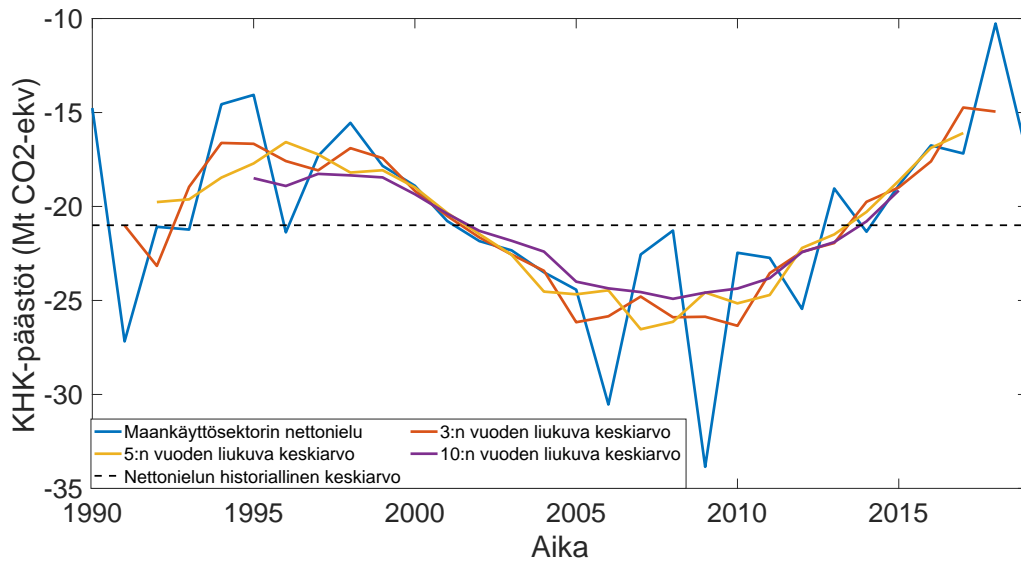
ARIMA-mallilla voidaan ennustaa metsämaan ja puutuotteenielun sekä nettonielun kehitystä. Kuviin 6a ja 6b on piirretty kummallekin ennuste vuoteen 2035 ja ennustetta vastaavat 95 % luottamusvälit. Kuvaan 6a on lisäksi sijoitettu EU:n Suomelle asettama metsien hiilinielun vertailutasoluku, jolla viitataan hoidetun metsämaan ja puutuotteiden nieluun, ja kuvaan 6b maankäyttösektorin nettonielun historiallinen keskiarvo, noin -21 Mt CO₂-ekv.



Kuva 6. Metsämaan (eli puuston ja maaperän nielut/päästöt) ja puutuotteiden nielun kehityksen ennuste. Punainen vaakaviiva kuvaa EU:n määrittämää vertailutasoa vuosille 2021-2025.

Kuvan 6a ennusteen mukaan metsämaan ja puutuotteiden nielu on alhaisempi kuin Suomen metsänielun vertailutaso. Kuvan 6b mukaan LULUCF-nettonielu vuoteen 2035 jää merkittävästi pienemmäksi kuin sen historiallinen keskiarvo. Esimerkiksi hiilineutraaliustavoitteen kannalta on syytä panna merkille, että vuonna 2035 LULUCF-nettonielu olisi vain -12,9 Mt CO₂-ekv. historiallisen keskiarvon (-21 Mt CO₂-ekv.) sijaan. Kyseessä on kuitenkin tilastollinen ennuste, eikä sen tarvitse välttämättä toteutua. Nielua voidaan myös vahvistaa ja maaperäpäästöjä vähentää. Ennusteeseen nähden nettonielun kasvattamisen tarve on keskimäärin runsaat 8 Mt CO₂-ekv. Nettonielun vahvistaminen vaatii aktiivisia ja kiireisiä politiikkatoimia, joilla luotaisiin toimivat kannustimet metsänomistajille, viljelijöille ja muille maanomistajille nieluun vahvistamiseen ja maaperäpäästöjen vähentämiseen.

Esitetyn nojalla on haasteellista laatia suositusta siitä, kuinka LULUCF-nettonielutavoite tulisi kirjata ilmastolakiin. Yhtä vaikeaa tai jopa vaikeampaa on arvioida, kuinka paljon nielutavoitetta voidaan rakentaa teknologisten nieluun varaan. Välitavoitteiden asettaminen nettonielulle on vielä haastavampaa. Tätä osoittaa kuva 7, joka tarkastelee mahdollisuutta asettaa nielulle liukuvaan keskiarvoon perustuvat välitavoitteet. Kuva 7 havainnollistaa 3, 5 ja 10 vuoden liukuvaa keskiarvoa. Nähdään kuitenkin, että vuosittainen nettonielun vaihtelu on niin suurta, ettei edes 10 vuoden liukuva keskiarvo pysty tasoittamaan aikasarjassa esiintyvää vaihtelua, koska vuosittainen vaihtelu metsämaan nieluissa on suurta ja sitä selittää pitkälti vuosittaisten hakkuiden vaihtelu (katso liite 1).



Kuva 7. Maankäyttösektorin nettonielun kuvaaminen erilaisin liukuvien keskiarvoin

Tilastollinen analyysi osoittaa, että maankäyttösektorin päästöt eivät ole käytännössä vähentyneet vuodesta 1990 ja viime vuosinen kotimaisten hakkuiden kasvattaminen on syönyt metsämaan hiilinielua. Kehityssuunnan pysäyttämiseen ja nielun vahvistamiseen on tarvetta etenkin ajatellen EU:n LULUCF-asetuksesta koituvia tulevia velvoitteita, joihin liittyy myös epävarmuutta esimerkiksi meneillään olevan EU:n ilmastopoliittikan päivityksen johdosta. Ilman selkeitä toimia metsäkadon pysäyttämiseksi ja turvemaiden päästöjen vähentämiseksi Suomen LULUCF-sektori tulee laskennalliseksi päästölähteeksi EU:n tilinpitojärjestelmässä.

Ilmastopaneeli katsoo, että Suomen tulisi ylläpitää vuonna 2035 vähintään se nettonielutaso, joka vastaa EU:n Suomelta edellyttämää keskimääräistä ”no debit rule” –mukaista nettonielutasoa vuosina 2021-2030 ilman metsäjoustoja. Nielun suuruusluokka voidaan arvioida seuraavasti. EU:n Suomelle vuosiksi 2021-2025 asettama metsämaan nettonielu puutuotteineen on -29,4 Mt CO₂-ekv./v ja se on olettavasti myös 2026-2030 asetettava taso. Kuten ilmastopaneeli on jo aiemmin korostanut, nykyisiä metsämaan ulkopuolisia maankäyttösektorin nettopäästöjä (11,6 Mt CO₂-ekv. vuonna 2018) tulisi vähentää metsäkadon (n. 3 Mt CO₂-ekv./v) verran, koska ne lasketaan täysmääräisesti päästöiksi EU:n LULUCF-tilinpitojärjestelmässä. Tämän summan (-29,4 + (11,6 – 3)) perusteella nettonieluvaatimus olisi -20,8 Mt CO₂-ekv., mikä vastaa hyvin Suomen maankäyttösektorin historiallista keskimääräistä nettonielua vuodesta 1990.

Sanotun nojalla ilmastopaneeli päättelee, että historiallinen nettonielu on toimivin lähtökohta LULUCF-nettonielun kehittymiselle ilmastopoliittikan näkökulmasta katsottuna. Vaikka tilastomalleilla ennustettu kehitys viittaa pienenevään nieluun, kehityksen suuntaan voidaan vaikuttaa aktiivisin toimin. Maaperäpäästöjen vähentämiseen on Suomessa runsaasti mahdollisuuksia, samoin metsäpinta-alan ja puuston sitoman hiilimäärän kasvattamiseen. Täten ilmastopaneeli päätyy suosituksessaan käyttämään nettonielun osalta arvoa -21 Mt CO₂-ekv. Jotta Suomen oikeudenmukainen päästövähennysura toteutuisi, tätä nettonielua tulee kasvattaa vuoden 2030-jälkipuoliskolta vuoteen 2050 sekä luonnon että teknologisten nielujen kautta.

Edellä esitetty LULUCF-sektorin nettonielutaso on ollut Ilmastopaneelin vuonna 2019 esittämän hiilineutraaliuteen tähtäävän päästöpolun taso vuosina 2030-2035. Vuoden 2030 päästövähennys vuoteen 1990 verrattuna oli hahmotelmassa arvioitu olevan noin -60 %. Tämä tulee todennäköisesti olemaan lähellä Suomen päästöille asetettavaa tavoitetasoa EU:n nostaessa vuoden 2030 päästötavoitteen kunnianhimoa. Vastaavasti paneelin hahmotelmassa vuoden 2035 päästövähennys oli -68 %, kun LULUCF-nettonielu oli noin -24 Mt CO₂-ekv./v. Mitä pienempi on LULUCF-nettonielu, sitä suurempi päästövähennys tarvitaan hiilineutraaliuden saavuttamiseksi. Vuoden 2040 päästövähennys oli -76 %, kun maankäyttösektorin nettonielu oli -28 Mt CO₂-ekv./v. Laskelmissa ei ollut erillistä arviota teknologisille nieluille.

ILMASTOPANEELIN SUOSITUKSET ILMASTOLAIN PÄÄSTÖ- JA NIELUTAVOITTEIKSI

Tässä raportissa esiteltyjen analyysien perusteella Ilmastopaneelin näkemys Suomen ilmastotavoitteista on seuraava:

Suomi sitoutuu hiilineutraaliuden saavuttamiseen vuoteen 2035 mennessä ja sen jälkeen nielujen avulla saavuttamaan negatiiviset päästöt. Fossiilisten ja prosessiperäisten päästöjen vähentäminen on määritetty lineaarisella aikauralla perustuen historialliseen LULUCF-nettonieluun -21 Mt CO₂-ekv./v. Nielua kasvatetaan luonnonnielun ja teknologisen nielun muodossa 2030-luvun jälkeen päästövähennystavoitteen mukaisesti. Mitä pidemmälle päästövähennyspolulla edetään, sitä enemmän nykyhetken valossa epävarmuutta liittyy sekä energiasektorin viimeisten päästöjen vähentämiskeinoihin että luonnon nielujen ylläpitoon. Näiden epävarmuustekijöiden johdosta Ilmastopaneeli esittää suosituksensa nettopäästövähennysten vähimmäistavoitteena, mutta korostaa, että kunnianhimoa tulee nostaa, jos siihen on mahdollisuuksia. Ilmastopaneelin konkreettiset suositukset ilmastolakiin kirjattavista tavoitteista ovat seuraavat.

Fossiilisten ja prosessiperäisten päästöjen vähentäminen

Suomi vähentää fossiilisia ja prosessiperäisiä päästöjä vuoden 1990 tasoon nähden seuraavasti

- vähintään 60 % vuoteen 2030. Tällöin päästöjä jää jäljelle korkeintaan 28 Mt CO₂-ekv.
- vähintään 70 % vuoteen 2035 ja saavuttaa samalla hiilineutraaliuden. Tällöin päästöjä jää jäljelle korkeintaan 21 Mt CO₂-ekv.
- vähintään 80 % vuoteen 2040 mennessä. Tällöin päästöjä jää jäljelle korkeintaan 14 Mt CO₂-ekv.
- vähintään 90 %, mutta pyrkien tasoon 95 % vuoteen 2050 mennessä. Tällöin päästöjä jää jäljelle korkeintaan 7 Mt, mutta pyrkien rajoittamaan päästöjen määrän korkeintaan tasolle 3,5 Mt CO₂-ekv.

LULUCF-nettonielun kasvattaminen

Suomen LULUCF-nettonielun tulee olla vähintään -21 Mt CO₂-ekv. vuonna 2035, jotta hiilineutraalius toteutuu. Hiilen nettonielua tulee kasvattaa vastaamaan vuoden 2050 hiileneutraaliustavoitetta maaperäpäästöjen vähentämisen, luonnon nielujen lisäämisen ja mahdollisen teknologisen nielun avulla.

Suomen LULUCF-nettonielun vuotuinen vaihtelu riippuu voimakkaasti hakkuiden vuotuisesta vaihtelusta, ja hakkuiden vaihtelu on suurta. Jos LULUCF-nettonielu laskee tavoitetasonsa alapuolelle hakkuiden kasvaessa, ei riitä, että nettonielu palaa entiselle tasolle, vaan nielutason laskun myötä vapautettu hiili tulee sitoa takaisin. Täten tulee huolehtia, että LULUCF-nettonielun vuotuinen vaihtelu vastaa keskiarvoisesti LULUCF-nielun tavoitetasoa.

LIITE 1. REGRESSIOMALLI

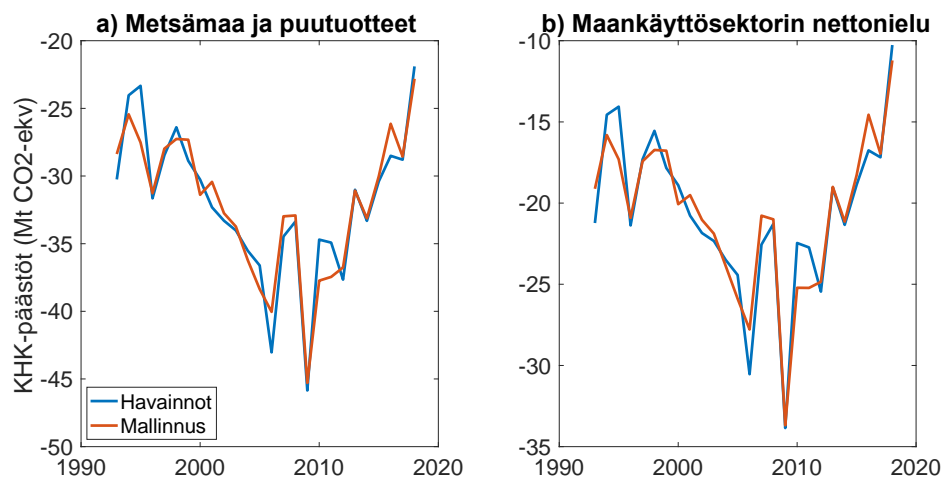
Metsämaan (eli puuston ja maaperän nielut/päästöt) ja puutuotteiden, sekä koko maankäyttösektorin nettonielun kehitystä voidaan mallintaa regressiomallilla, jossa selittävinä muuttujina ovat vuosittaiset hakkuut sekä pääpuutuotteiden tuonti (Taulukko A1). Malli estimoidaan käyttäen Eurostatin aineistoa.¹² Vuotuiset hakkuut ja puun tuonti selittävät hyvin nielujen vuotuista vaihtelua (Taulukko A1, Kuva A1). Regressiomallien selitysasteet ovat vielä korkeammat kuin vastaavien ARIMA-mallien selitysasteet. Mallin mukaan tukkipuun ja kuitupuun hakkuilla sekä kuitupuun tuonnilla on tilastollisesti merkittävä nieluja pienentävä vaikutus, kun taas energiapuun hakkuut, sekä paperin ja tukkipuun tuonti kasvattavat tilastollisesti merkitsevästi nieluja.

Taulukko A1. Regressiomallit, jotka kuvaavat vuosittaisen metsämaan nielun ja maankäyttösektorin nettonielun vaihtelua hakkuiden, tuonnin ja edellisen vuoden nielun funktiona. Nielut on aineistossa kuvattu negatiivisina kasvihuonekaasupäästöinä.

	Riippuva muuttuja	
	Metsämaan ja puutuotteiden nielu (tuhat tonnia CO ₂ -ekv.)	Maankäyttösektorin nettonielu (tuhat tonnia CO ₂ -ekv.)
Energiapuun hakkuut (tuhat m ³)	-3.196*** (0.867)	-2.790*** (0.770)
Tukkipuun hakkuut (tuhat m ³)	0.565* (0.314)	0.545* (0.282)
Kuitupuun hakkuut (tuhat m ³)	1.296*** (0.396)	1.355*** (0.356)
Kuitupuun tuonti (tuhat tonnia)	40.880*** (9.428)	34.476*** (8.428)
Paperin tuonti (tuhat tonnia)	-46.308*** (7.823)	-34.672*** (6.601)
Tukkipuun tuonti	-32.165*** (6.498)	-28.768*** (5.723)
Edellisen vuoden metsänielu (tuhat tonnia CO ₂ -ekv.)	-0.268* (0.128)	
Edellisen vuoden nettonielu (tuhat tonnia CO ₂ -ekv.)		-0.269** (0.114)
Vakio (tuhat tonnia CO ₂ -ekv.)	-49,474.590*** (5,619.953)	-42,279.710*** (4,745.988)
Havaintojen lkm.	26	26
Selitysaste (R2)	0.905	0.906
Mukautettu selitysaste (Adjusted R2)	0.868	0.870
Jäännöshajonta (df=18)	1,973.089	1,772.674
F tunnusluku (df=7; 18)	24.466***	24.896***

¹² Lähde: <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>

Huomioi: * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$



Kuva A1. Metsämaan (eli puuston ja maaperän nielut/päästöt) ja puutuotteiden nielun ja maankäyttösektorin yhteenlasketun nettonielun aikasarjoihin sovitetut regressiomallit ja havaitut aikasarjat