UNIVERSITY OF HELSINKI

https://helda.helsinki.fi

Ilmastopaneelin näkemykset pitkän aikavälin päästövähennystavoitteen asettamisessa huomioon otettavista seikoista : Ilmastopaneelin muistio asunto-, energia- ja ympäristöministeri Kimmo Tiilikaisen pyyntöön: Views of the Finnish Climate Panel on factors to be considered when seeting long-term emission reduction targets

Ollikainen, Markku Martti Olavi; Asikainen, Antti; Järvelä, Marja; Kanninen, Markku Tapani; Kopsakangas-Savolainen, Maria ...

2018

http://hdl.handle.net/10138/299430

Ollikainen, M M O, Asikainen, A, Järvelä, M, Kanninen, M T, Kopsakangas-Savolainen, M, Kulovesi, K, Lanki, T, Laukkanen, M, Liimatainen, H, Linnanen, L, Regina, K, Ratinen, I, Seppälä, J & Viisanen, Y 2018, Ilmastopaneelin näkemykset pitkän aikavälin päästövähennystavoitteen asettamisessa huomioon otettavista seikoista : Ilmastopaneelin muistio asunto-, energia- ja ympäristöministeri Kimmo Tiilikaisen pyyntöön . Suomen ilmastopaneeli.

Downloaded from Helda, University of Helsinki institutional repository. https://helda.helsinki.fi
This is an electronic reprint of the original article.
This reprint may differ from the original in pagination and typographic detail.
Please cite the original version.

SUOMEN ILMASTOPANEELI
The Finnish Climate Change Panel

Ilmastopaneelin muistio asunto-, energia ja ympäristöministeri Kimmo Tiilikaisen pyyntöön

ILMASTOPANEELIN NÄKEMYKSET PITKÄN AIKAVÄLIN PÄÄSTÖVÄHENNYSTAVOITTEEN ASETTAMISESSA HUOMIOON OTETTAVISTA SEIKOISTA

Suomen ilmastopaneeli
2018

Ilmastopaneelin muistio asunto-, energia- ja ympäristöministeri Kimmo Tiilikaisen pyyntöön

Ilmastopaneelin näkemykset pitkän aikavälin päästövähennystavoitteen asettamisessa huomioon otettavista seikoista

Ministeri Kimmo Tiilikainen pyytää, että Ilmastopaneeli antaisi riippumattoman näkemyksensä pitkän aikavälin päästövähennystavoitteen asettamisessa huomioonotettavista seikoista. Ministerin paneelille esittämät kysymykset ovat

1) Ottaen huomioon Suomen nykyiset pitkän aikavälin ilmastopolitiikan sitoumukset, mikä voisi olla riittävän kunnianhimoinen vuoden 2050 päästövähennystavoite Suomelle ottaen huomioon tämän hetken ilmastotieteellinen näkemys tarvittavista päästövähennyksistä Pariisin ilmastosopimuksen tavoitteiden saavuttamiseksi

2) Mikä on paneelin näkemys päästövähennystavoitteen asettamisen tarkkuudesta ja mahdollisista välietapeista? Onko epävarmuudet ja muut tekijät huomioon ottaen syytä harkita vaihteluväliin perustuvaa tavoitetta. Onko perusteltua määritellä jonkinlaista päästövähennyspolkua kohti vuoden 2050 tavoitetta?

3) Miten paneeli näkee hiilineutraalisuustavoitteen asettamisen osana päästövähennystavoitetta tai sen rinnakkaisena tavoitteena? Kuinka nämä tavoitteet voivat toimia koherentisti yhdessä?

4) Minkälainen rooli erilaisille joustokeinoille tulisi paneelin mukaan varata päästötavoitteen ja hiilineutraaliuden määrittelyssä? Kuinka paneeli näkee joustokeinojen aseman suhteessa kustannustehokkuuteen, riskien hallintaan sekä ilmastopolitiikan kunnianhimon nostamiseen?

5) Mitä muita seikkoja on paneelin käsityksen mukaan syytä ottaa huomioon pitkän aikavälin päästövähennystavoitteen asettamisessa?

Ilmastopaneelin vastausten lähtökohdista

Ilmastopaneeli toteaa, että ministerin esittämät kysymykset ovat luonteeltaan varsin perustavaa laatua ja kytkeytyvät tiiviisti toisiinsa. Tässä muistiossa Ilmastopaneeli pyrkii ennen muuta jäsentämään pitkän aikavälin suunnitelman laadintaan liittyviä keskeisiä teemoja ja tehtävien valintojen luonnetta, kun tarkastelun horisontti on pyynnössä määritelty 2050.

Paneeli on nähnyt hyödylliseksi luoda vastaustensa perustaksi lähestymistavan ja laskennan, joka mahdollistaa päästöjen ja nielujen tasapainoisen tarkastelun liittyneenä globaaleihin hiilibudjetteihin sekä vaihtoehtoisiin näkemyksiin siitä, mitä voisi pitää Suomen (ja EU:n) oikeudenmukaisena osuutena globaalien päästöjen vähentämisestä. Ilmastopaneeli tarkastelee Suomen vastuuta ja tavoitteita ottamatta huomioon Euroopan unionin mahdollisia tarkennuksia Unionin päästövähennyksiin, koska jokainen jäsenmaa voi harjoittaa niin halutessaan myös kunnianhimoisempaa politiikkaa kuin EU oikeudellisesti edellyttää, kuten Suomi parhaillaankin tekee. EU:n ilmastopolitiikan reunaehdot, kuten nielut ja joustomekanismit, sen sijaan otetaan huomioon.

Laskelmien lähtökohtana on Pariisin ilmastosopimus ja sen tavoite rajoittaa maapallon keskilämpötilan nousun selvästi alle 2 asteen ja pyrkiä 1,5 asteeseen verrattuna esiteolliseen aikaan. Sopimus edellyttää osapuolten pyrkivän kääntämään globaalit päästöt laskuun mahdollisimman pian sekä saavuttamaan päästöjen ja poistumien tasapaino vuosisadan toisella puoliskolla. Päästöjen leikkaaminen Pariisin ilmastosopimuksen alla

perustuu kansallisesti määriteltyihin panoksiin, joiden kollektiivista riittävyyttä arvioidaan viiden vuoden välein Pariisin sopimuksen tavoitteiden näkökulmasta. 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 fossiilisia ja prosessiperäisiä kasvihuonekaasupäästöjä ja edistää hiilen sidontaa ns. LULUCF-sektorilla (tästä eteenpäin maankäyttösektori). Näkemys globaalista oikeudenmukaisuudesta tai kunnianhimon riittävyydestä on luonteeltaan normatiivinen. Sitä voidaan systematisoida ja jäsentää kansallisen keskustelun pohjaksi käyttäen tieteellisessä kirjallisuudessa yleisesti sovellettuja oikeudenmukaisuuskriteerejä. Ilmastopaneeli on käyttänyt taustalaskelmissaan seuraavia usein sovellettuja oikeudenmukaisuuskriteereitä:

- Tasajaon periaate: jäljellä oleva globaali hiilibudjetti jaetaan tasan kaikkien maapallon asukkaiden kesken
- Maksukyvyn periaate: jokainen maa saa globaalista per capita hiilibudjetista osuuden maan päästövähennyskyvyn mukaan, kun sen mittarina toimii maan per capita bruttokansantuote; suurempi bruttokansantuote johtaa pienempään osuuteen per capital hiilibudjetista.
- Historiallisen vastuun periaate: jokainen valtio saa saman määrän per capita päästöjä, kun mukaan lasketaan menneet ja tulevat päästöt valitulla ajanjaksolla ja sen mukaisella globaalilla hiilibudjetilla

Toimeksiannossa pyydetyn vastausajan ja tehtävään saatujen resurssien puitteissa paneelilla ei ole ollut mahdollisuutta tehdä syvällistä selvitystyötä. Erityisesti tavoitteeseen liittyvien kustannusten ja syntyvien uusien mahdollisuuksien tarkasteluun ei ole ollut mahdollista paneutua näin lyhyessä ajassa, minkä vuoksi päästöjen vähentämisen välietapeista ei ole voitu muodostaa kustannustehokkuuteen perustuvia näkemyksiä.

Ilmastopaneelin vastaukset ministeri Tiilikaisen kysymyksiin

1. Riittävän kunnianhimoinen päästövähennystavoite vuodelle 2050 ilmastotieteen näkemyksen valossa ja Pariisin ilmastosopimuksen tavoitteiden saavuttamiseksi

Riittävän kunnianhimoisen tavoitteen asettaminen riippuu siitä, millaisena Suomi ja EU näkevät globaalista näkökulmasta oikeudenmukaisen vastuunsa, globaalin hiilibudjetin ja teknis-taloudelliset mahdollisuutensa vähentää päästöjään. Globaalin lämpötilan nousuun liittyy epävarmuuksia, jotka ilmenevät ilmastopolitiikan kannalta muun muassa hiilibudjetteja koskevana epävarmuutena. Paneeli raportoi laskentaosassa päästövähennystavoitteet erilaisille arvioille globaaleista hiilibudjeteista ja nettonielusta (laskentaosan taulukko 4). Hiilibudjetilla tarkoitetaan kasvihuonekaasujen yhteenlaskettua enimmäismäärää, joka ihmiskunnalla on mahdollisuus päästää ilmakehään ilman, että ylitetään tavoitteeksi asetettua lämpötilanousua maapallolla. Maankäyttösektorin (LULUCF) nettonielulla tarkoitetaan tilannetta, jossa maankäyttösektorin päästöt ovat hiilinielua pienemmät.

Päästövähennystavoitteet näyttävät jonkin verran erilaiselta riippuen siitä, mistä globaalin oikeudenmukaisuuden näkökulmasta asiaa tarkastellaan, tavoitellaanko globaalin lämpötilan rajoittamista 1,5 tai 2 asteeseen ja millaiseen globaalien hiilibudjettien vaihteluväliin ja nettonieluun laskelmat perustuvat.[1] Mikäli tavoitellaan globaalin lämpötilan rajoittamista 1,5 asteeseen, fossiilisia ja prosessiperäisiä päästöjä tulisi vähentää 100 % ja ylikin. Mikäli tavoitteena on globaalin lämpötilan pitäminen selvästi alle 2 asteessa, nykyisellä keskiarvonettonielulla (noin -27 Mt CO_2-ekv/v) päästövähennystavoite on 90 – 100 % maksukyvyn

[1] Muistiossa tarkastelun tasot ovat globaali ja kansallinen. Päästövähennysten osuutta ja sen oikeudenmukaisuutta aluekohtaisesti tai suhteessa toimialoihin ja eri väestöryhmiin Suomessa ei tarkastella.

ja historiallisen vastuun kriteerien valossa. Alhaisin päästövähennystaso saavutetaan tasajaon periaatteen ja nykyisen nielutason vallitessa (64 %). Mikäli Suomi kasvattaisi nettonielun nykyistä suuremmaksi, päästövähennystavoitteet vähenisivät. Hakkuiden ollessa kasvusuunnassa tämä ei kuinkaan ole odotettavissa (ellei hakkutavoitteista tingitä). Tehdyt laskelmat nykyisellä tai sitä pienemällä nettonielulla osoittavat yhtäpitävästi riippumatta hiilibudjetin suuruudesta ja valitusta oikeudenmukaisuuskriteeristä, että Suomen tulee vähentää fossiilisia päästöjä merkittävästi ja samalla ylläpitää merkittävää hiilinielua. Hiilinielun laskeminen nykytasolta johtaa kaikkien kriteerien valossa 85 – 100 % vähennystavoitteeseen fossiilisille ja prosessiperäisille päästöille.

Omien ja tieteellisessä kirjallisuudessa esitettyjen oikeudenmukaisuuslaskelmien valossa paneeli katsoo, että Suomen tulee nostaa päästövähennysten kunnianhimoa selvästi korkeammaksi kuin ilmastolain mukainen fossiilisten ja prosessiperäisten päästöjen 80 % vähentämistavoite. Kansallisia tavoitteita vuodelle 2030 tulisi tiukentaa ja saavuttaa hiilineutraalius pian sen jälkeen. Suomen päästöjen tulee olla merkittävästi pienemmät kuin hiilinielut lähestyttäessä vuotta 2050.

Tämä päätelmä on sopusoinnussa myös Pariisin sopimuksen 4.1 artiklan kollektiivisen tavoitteen kanssa, joka edellyttää maiden pyrkivän päästöjen ja poistumien tasapainoon vuosisadan jälkipuoliskolla, mikä osoittaa myös, miten tärkeää päästöjen vähentämisen ohella on merkittävä hiilinielu.

Ilmastopaneeli korostaa kuitenkin, että vuoden 2050 päästövähennystavoitteen asettaminen edellyttää avointa yhteiskunnallista keskustelua siitä, kuinka Suomen ja EU:n globaali vastuu tulkitaan ja erittäin huolellisia päästöjen ja nielun analyyseja, joissa otetaan huomioon hiilibudjettien epävarmuus ja arviot EU:n maankäyttösektorin politiikasta mukaan lukien metsänielun suuruus.

Ilmastopaneeli painottaa, että paneelin ehdottamassa ajattelutavassa (vähennystavoitteen määrittämisen lähtökohtana yhteiskunnassa yhteisesti hyväksytty näkemys globaalista oikeudenmukaisuudesta ja globaalit hiilibudjetit) ja paneelin esittämissä laskelmissa päästöt ja nielut määräytyvät ilmastopoliittisesti koherentilla tavalla, koska päästölaskenta kattaa kaikki relevantit päästöt, eli fossiiliset ja prosessiperäiset kasvihuonekaasupäästöt ja maankäyttösektorin nettopäästöt (hiilen vapautumisesta syntyvät päästöt ja luonnontieteelliset ilmakehän hiilidioksidia poistavat nielut).

2) Mikä on paneelin näkemys päästövähennystavoitteen asettamisen tarkkuudesta ja mahdollisista välietapeista? Onko epävarmuudet ja muut tekijät huomioon ottaen syytä harkita vaihteluväliin perustuvaa tavoitetta. Onko perusteltua määritellä jonkinlaista päästövähennyspolkua kohti vuoden 2050 tavoitetta?

Globaalien hiilibudjettien epävarmuus ja erityisesti arvioitu kansallinen nettohiilinielun suuruus vaikuttavat päästövähennystavoitteen suuruuteen. Maksukyvyn ja historiallisen vastuun periaatteiden valossa Suomen tulisi vähentää päästöjään vuoteen 2050 mennessä 90 - 120 % nykyisellä nettonielulla ja vielä enemmän, jos nielu on pienempi. Tasajaon periaate mahdollistaa pienemmät päästövähennystavoitteet. Mikäli nettonielu laskee nykytasosta tasolle -20Mt CO_2-ekv/v, noin 85 % vähennysvaatimus päästöihin muodostaa alarajan Suomen kunnianhimolle.

Ilmastopaneeli katsoo, että Suomen päästöjen vähentämisen tavoitteen tulee olla korkea ja sen vaihteluväli jää pieneksi. Tavoitteena tulisi olla 85 - 100 % vähennys fossiilisiin ja prosessiperäisiin päästöihin, ja tavoitetta tukemaan asetettaisiin vaihteluväliä vastaava maankäyttösektorin nettonielu.

Tavoitehaarukan ylärajan saavuttamisessa on perusteltua harkita Ruotsin tapaan myös vähennysten hankkimista erilaisten joustomekanismien kautta, mikäli kustannuspaineet nousevat merkittävän korkeiksi.

Vähennyspolun määrittäminen päästöjen vähennystavoitteen saavuttamiseksi on erittäin toivottavaa, koska se luo selkeän perustan julkishallinnon, yritysten ja kansalaisten päätöksenteon pohjaksi. Välitavoitteiden asettamiseen vaikuttaa merkittävästi se, kuinka päästöjen vähentämistä edistävien teknologioiden kustannustehokkuudet sekä nielun ylläpito kehittyvät. Teknologioiden (energiasektori) osalta kyse on lähinnä ajoituksesta, eli ennen muuta siitä, kuinka nopeasti energiamurros edistyy ja liikenteen vaihtoehtoiset käyttövoimat tulevat vallitseviksi. Kumpaakin voidaan ja tulee jouduttaa järkevällä politiikalla. Euroopan tiedeakatemioiden yhteistyöjärjestön EASAC:n mukaan hiilen talteenotto ja varastointi (CCS) ei ole kehittynyt toivotusti, joten hiilen sidonta maaperään ja puustoon korostuu käytössä olevana negatiivisten päästöjen edistämiskeinona. Hiilinielun suhteen tarvitaan mahdollisimman pian maankäyttösektorin politiikkaa, koska politiikan vaikutukset hiilinielun kehittymiseen näkyvät pitkällä viiveellä (hakkuiden muutoksia lukuun ottamatta), esimerkiksi vasta 10-20 vuoden aikajänteellä. Tärkeä välietappi päästövähennyspolun suunnittelussa on hiilineutraalius (tilanne, jossa päästöt ja nielut ovat yhtä suuret) ja jonka jälkeen mennään nettonegatiivisiin päästöihin.[2] Tästä keskustellaan seuraavassa kohdassa.

Käytettävissä olevassa ajassa ei ole ollut mahdollista tutkia lähemmin, millaiset edellytykset välietappien asettamiselle on. Suomen omien päätösten ohella Pariisin sopimuksen toteuttaminen ja EU:n oma ilmastolainsäädäntö määrittävät Suomelle sitovat välitavoitteet vuoteen 2030. Mainittakoon että esimerkiksi Isossa Britanniassa täsmällisenä välietappina viimeisin hyväksytty hiilibudjetti koskee aikaväliä, vuosia 2027-2032. Myös Suomen välietappien hahmottamisessa on kyse ensiksi 2030 tavoitteiden ja politiikan kunnianhimon tarkistamisesta sekä aikajaksosta 2030 - 2050, kun päätevuoden tavoitteet on asetettu. Tarve välietapeille on erityisesti keskeisimpien kuormittavien sektoreiden, energiantuotannon, prosessiteollisuuden, liikenteen ja lämmityksen saattamisessa mahdollisimman nopeasti hiilivapaaksi. Euroopan unionin jäsenvaltioille asettamat vähennystavoitteet ja niiden riittävyys tulee luonnollisesti arvioida osana tätä pohdintaa.

Välietappien strateginen pohdinta edellyttää nykyistä parempaa ymmärrystä niiden suurten muutosten luonteesta, jotka ovat käynnissä energian tuotannossa, liikenteessä, ruuantuotannossa ja palvelujen tarjonnassa sekä ihmisten kulutustottumuksissa ja arvomaailmassa.

Ilmastopaneeli katsoo, että ilmastonmuutoksen torjunnan edistäminen tehokkaasti ja kunnianhimoisesti edellyttää ratkaisuhakuisia, radikaaleja ja innovatiiviseen ajatteluun perustuvia tiekarttoja ja konkreettisia toimintaohjelmia.

3) Miten paneeli näkee hiilineutraalisuustavoitteen asettamisen osana päästövähennystavoitetta tai sen rinnakkaisena tavoitteena? Kuinka nämä tavoitteet voivat toimia koherentisti yhdessä?

Hiilineutraalisuus nostettiin kansalliseksi tavoitteeksi Keskipitkän aikavälin ilmastosuunnitelmassa. Tavoitteen luonteeseen ja tavoitevuoteen (2045) ei liittynyt laajempaa analyysia eikä pohdintaa tarvittavista keinoista sen saavuttamiseksi. Paneeli on pannut merkille, että myös monet kunnat ja kaupungit sekä yritykset ovat sittemmin asettaneet hiilineutraalisuustavoitteen, joskin usein ilman täsmällisempää pohdintaa käsitteen luonteesta.

Hiilineutraalisuus tarkoittaa yleisesti ottaen tilannetta, jossa kasvihuonekaasupäästöjen ja hiilinielujen tulisi olla tasapainossa eli ilmastonmuutos ei etene. Ilmastonmuutoksen hillinnässä tämä tulkinta on relevantti globaalisti lopullisena tavoitetilanteena. Ennen kuin maailma pääsee hiilineutraaliin tilaan, ilmakehään joutunee niin paljon kasvihuonekaasupäästöjä, että ne riittävät muuttamaan maapallon lämpötilan yli vaarallisiksi katsotun rajan ellei niitä saada ajoissa pois ilmakehästä. Ilmastotieteessä tälle ilmakehän kasvihuonekaasujen ylittymiselle on varattu sana ”overshoot”, jonka toteutuminen on otettu huomioon jo 1,5

[2] Ilmastopolitiikassa termi nettonegatiiviset päästöt viittaavat tilanteeseen, jossa ilmakehään joutuvien päästöjen lämmittävä vaikutus on pienempi kuin nielujen viilentävä vaikutus.

asteen lämpötilanousun rajoittamisskenaarioissa. Ainoa tapa kääntää maapallon lämpötilannousu Pariisin sopimuksessa todetulle vaarattomalle tasolle on kiirehtiä kasvattamaan jo 2020-luvulla negatiivisia päästöjä, joilla kompensoidaan fossiilisia päästöjä ja jo vuosisadan puolivälissä tulisi pyrkiä tilanteeseen, jossa aiheutetut kasvihuonekaasupäästöt ovat nettonieluja pienemmät.

Ilmastopaneeli katsoo, että päästövähennys- ja nielutavoitteet tulee asettaa tasapainoisesti ja nojaten yhteisesti muodostettuun käsitykseen Suomen globaalista vastuusta ja kansallisista mahdollisuuksista Pariisin sopimuksen mukaisten hiilibudjettien nojalla. Paneelin analyysin valossa hiilineutraalisuuden saavuttaminen ei riitä, vaan Suomi tarvitsee negatiivisia päästöjä rajoittaakseen omat (kumulatiiviset) päästönsä globaalisti reilulle tasolle.

Ilmastopaneeli katsoo, että hiilineutraalisuus on Suomen ilmastopolitiikan pitkän aikavälin politiikassa tärkeä välivaihe, mutta ei lopullinen tavoite.

Tehtyjen laskelmien valossa hiilineutraaliuden tavoitevuosi vaihtelee riippuen maankäyttösektorin nettonielusta, globaalista lämpötilatavoitteesta ja valitusta oikeudenmukaisuuskriteeristä. Historiallisen vastuun periaate, jossa globaalin vastuun tulkitaan alkavan ilmastopolitiikan syntymisen myötä vuodesta 1990, edellyttäisi Suomen olevan hiilineutraali jo vuonna 2030 kun tavoitteena on globaalin lämpötilan nousun rajoittaminen 1,5 asteeseen. Mikäli oikeudenmukaisuuskriteerinä on jäljellä olevan hiilibudjetin jakaminen tasan kaikkien maapallon asukkaiden kesken ja tavoitteena on rajoittaa lämpötilan nousu alle 2 asteen, hiilineutraalius tulisi saavuttaa vuonna 2044, mikä on laskelmien mukaan myöhäisin ajankohta hiilineutraaliuden saavuttamiseen. Tämä ajankohta on myös yhteensopiva Keskipitkän aikavälin ilmastosuunnitelmaan kirjatun vuositavoitteen 2045 kanssa. Tavoitteen saavuttaminen edellyttää nielusta riippuen 85 % - 100 % vähennystä fossiilisiin ja prosessiperäisiin kasvihuonekaasupäästöihin.

Suomella on mahdollisuus saavuttaa hiilineutraalius ja nettonegatiiviset päästöt metsien hiilinielujen ansiosta huomattavasti helpommin kuin vähämetsäisillä mailla.

4) Minkälainen rooli erilaisille joustokeinoille tulisi paneelin mukaan varata päästötavoitteen ja hiilineutraaliuden määrittelyssä? Kuinka paneeli näkee joustokeinojen aseman suhteessa kustannustehokkuuteen, riskien hallintaan sekä ilmastopolitiikan kunnianhimon nostamiseen?

Fossiilisten ja prosessiperäisten kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisprosentti nousee kaikissa globaaliin oikeudenmukaisuuteen perustuvissa ratkaisuissa varsin korkeaksi. Oletettavasti myös kustannukset päästöjen vähentämisen korkeilla tasoilla ovat merkittävät. Ne riippuvat teknologian kehityksestä ja yhteiskunnallisten muutosten nopeudesta ja voimakkuudesta tiellä kohti hiilivapaata yhteiskuntaa. Täten kustannuksiin sisältyy epävarmuutta.

Joustokeinoilla viitataan joko EU:n ilmastopolitiikan sisäisiin keinoihin, jotka kattavat eri sektoreiden (päästökauppa- taakanjako- ja LULUCF-sektorit) välisiä yksiköiden siirtoja ja päästötaseen vuosittaisten tilien välisiä siirtoja tai kansainvälisten mekanismien kautta hankittavia yksiköitä. Jälkimmäisten käyttö ei ole sallittua 2030 tavoitteiden saavuttamiseksi, mutta niitä voidaan käyttää tätä tiukempien kansallisten tavoitteiden saavuttamiseen. Oikein käytettynä joustokeinot voivat edistää ilmastopolitiikan kunnianhimoa ja jouduttaa hiilineutraaliuden saavuttamista. Esimerkiksi kansainväliset joustokeinot voidaan rajoittaa lyhyen tai keskipitkän aikavälin keinoiksi, joista asteittain siirrytään pelkästään kansallisiin toimiin. Suomi voisi aktiivisesti edistää kansainvälistä yhteistyötä ja tutkimusta kansainvälisistä joustokeinoista tavoitteena hiilineutraaliuden joustava ja kunnianhimoinen saavuttaminen.

Hiilivapaan energiatuotannon ja liikenteen toteuttaminen on oletettavasti lähitulevaisuudessa tehokkaan ilmastopolitiikan jouduttamana teknisesti ja taloudellisesti toteuttamiskelpoista, mikä tarkoittaisi yli 70 % vähennystä nykyisiin päästöihin. Myös prosessiteollisuudessa on käyttämättömiä mahdollisuuksia. Joustojen tarve voi syntyä erityisesti hankaluudesta vähentää päästöjä erilaisissa pienissä päästölähteissä ja osassa

maataloussektorin päästöjä. Näiltä osin joustojen käytöllä olisi tuskin merkittävää kunniahimoa rapauttavaa vaikutusta, mutta kustannuksia tasaava vaikutus.

Ilmastopaneeli katsoo, että kansainvälisen ilmastopolitiikan sallimat joustokeinot voisivat maankäyttösektorin ilmastopolitiikan ohella olla hyödyllisiä tasaamaan kustannuspaineita ja ajallisia jäykkyyksiä päästöjen vähentämisessä sekä edistämään ilmastopolitiikan kunnianhimoa. Joustokeinojen rajallinen, asteittain vähenevä käyttö voisi olla perusteltua erityisesti päästöjen korkeilla vähennystasoilla, kun Suomi lähestyy hiilineutraaliutta ja siirtyy kohti nettonegatiivisia päästöjä.

Toimeksiannon kiireellisyyden vuoksi paneeli ei ole voinut tuottaa arviota siitä, millaisia kustannuksia joustokeinoihin voisi liittyä ja millä kustannuksilla niihin olisi syytä turvautua.

5) Mitä muita seikkoja on paneelin käsityksen mukaan syytä ottaa huomioon pitkän aikavälin päästövähennystavoitteen asettamisessa?

Ilmastopaneeli on tarkastellut erikseen johtavatko edellä esitetyt näkemykset ja laskelmat Suomelle kohtuuttomiin tavoitteisiin. Erinomainen vertailumaa tätä tarkoitusta varten on Ruotsi, jolla on paljon metsäteollisuutta ja merkittävät metsävarat ja joka nojaa Suomen tavoin runsaaseen vesi- ja ydinvoimaan.

Vuonna 1990 Suomen ja Ruotsin kokonaispäästöt olivat likipitäen samat (Suomi 71,31 Mt ja Ruotsi 71,52 Mt CO_2-ekv), mutta vuonna 2016 Ruotsin päästöt olivat pienemmät kuin Suomen: Ruotsi 52,89 Mt ja Suomi 58,79 Mt CO_2-ekv. Ruotsin väkiluku on lähes kaksinkertainen verrattuna Suomeen, joten Ruotsin per capita päästöt ovat merkittävästi alhaisemmat kuin Suomen. Eurostatin mukaan vuonna 2015 fossiiliset päästöt per capita olivat Suomessa 10,5 t ja Ruotsissa 5,9 t CO_2-ekv. Nettonielu huomioiden CO_2-ekv päästöt olivat Suomessa 4,9 t per capita ja Ruotsissa 0,9 t per capita. Mainittakoon vertailun vuoksi, että EU:n keskiarvo per capita fossiilisista päästöistä oli 8,7 t ja kun nettonielu huomioidaan 7,9 t, eli Suomen fossiiliset päästöt per capita ovat suuremmat kuin EU:n keskiarvo.

Jos ilmastopolitiikan tavoitteena on rajoittaa lämpötilan nousu alle 2 asteen, Ruotsin tulisi vauraana valtiona vähentää päästöjää noin 100 %, jos noudatetaan BKT:n mukaista maksukykykriteeriä ja maankäyttösektorin nettonielu on -20 Mt CO_2-ekv/v. Ruotsin nettonielu on kuitenkin ollut -35 Mt CO_2-ekv/v, jolloin vaadittava päästöjen vähennysprosentti on 55 % ja Ruotsi olisi hiilineutraali vuonna 2046. Muilla oikeudenmukaisuuskriteereillä Ruotsille koituu selvästi alhaisemmat tavoitteet kuin Suomelle. Koska Ruotsin nettonielu on suuri, Ruotsin ilmastolain mukainen vaatimus 85 % päästöjen vähentämisestä ilman nieluja on selvästi tiukempi kuin Suomen ilmastolain mukainen 80 % vähennystavoite.

Vuodelle 2030 Suomen päästöjen vähennystavoite noudattaa EU:n meille asettamia tavoitteita.[3] Saksa on asettanut tavoitteekseen EU:n tavoitteita selvästi kunnianhimoisemman 55 % päästövähennyksen (ilman maankäyttösektoria) vuonna 2030 vuoden 1990 tasosta. Myös Hollanti ja Iso-Britannia valmistelevat pitkän aikavälin tavoitteitaan. Iso-Britannian tavoite vuoteen 2030 on 57 % vähennys fossiilisiin ja prosessipohjaisiin päästöihin.

Ilmastopaneeli katsoo, että Suomen ilmastopolitiikan kunnianhimon merkittävä nostaminen on yhteensopivaa niiden valintojen kanssa, joita ilmastopolitiikan osalta edistyneet eurooppalaiset valtiot ovat viime aikoina tehneet tai ovat tekemässä. Tehtyjen laskelmien perusteella ja oikeudenmukaisuuskriteeristä riippuen Suomen tavoite vuodelle 2030 olisi 44-66 % vähennys vuoden 1990 fossiili- ja prosessiperäisten päästöjen tasosta.

[3] Eurooppa-neuvosto hyväksyi vuonna 2014 EU:n tavoitteeksi vähentää kasvihuonekaasupäästöjä 40 % vuoteen 2030 vuoden 1990 tasosta. Tavoite saavutetaan vähentämällä päästöjä päästökauppasektorissa 43 % ja taakanjakosektorilla 30 % suhteessa 2005 perustasoon. Suomen taakanjakosektorille EU:n taakanjaossa asetettiin 39 % vähennystavoite.

Ilmastopaneeli haluaa lopuksi kiinnittää huomiota erityisesti kolmeen lisänäkökohtaan, jotka tulisi ottaa huomioon, kun pitkän aikavälin ilmastosuunnitelmaa valmistetaan.

Tietopohjaamme tulevasta teknologian ja maankäyttösektorin kehityksestä tulee vahvistaa. Tarvitaan lisähuomiota ja huolellista arviota koskien ilmastopolitiikan sosiaalisia vaikutuksia.

Teknologisen kehityksen suunta ja nopeus: Ilmastopolitiikan tueksi tuotetut vähähiilistä energianjärjestelmää koskevat skenaariot ovat vanhentuneet ja konservatiiviset. Ne olisi syytä uudistaa pikimmiten. Esimerkiksi käytetyt energian tuotantoa ja energiajärjestelmää koskevat kuvaukset ja laskelmat tulee uudistaa. Tulevia muutossuuntia edustavat muun muassa kaukolämpöön liittyvät uudet ratkaisut, kuten hajautettu lämmöntuotanto, tai lämmön tuotannon sähköistyminen. Myös koko sähköntuotantorakenne muuttuu. Paitsi että vaihtelevan tuotannon osuus kasvaa edelleen myös ydinvoiman rooli kasvaa merkittävästi. Jo nyt kirjallisuus antaa viitteitä siihen, että ydinvoiman tuotanto voi joustaa ja täten mahdollisesti jouduttaa tuuli- ja aurinkovoiman markkinoille tuloa. Tulevissa matalahiilisen yhteiskuntaan liittyvissä tiekarttatarkasteluissa on painotettava aiempaa enemmän uusien teknologioiden valmistumisen ja käyttöönoton aikataulun realistisuuden arviointia erityisesti Suomen olosuhteissa. Erillisen tarkastelun ansaitsee innovaatioiden rooli tulevaisuudessa: energiajärjestelmän syvällinen murros, raskaan teollisuuden, erityisesti teräksen ja sementin valmistuksen, saaminen hiilivapaaksi, ruuan tuotannon vallankumous, asumisen ja liikkumisen uudet ekologiset ratkaisut.

Maankäyttösektorin politiikka: hiilen sitomisen lisääminen metsiin ja viljelysmaihin: Ensimmäisenä toimijana maailmassa EU on ottanut maankäyttösektorin (LULUCF) osaksi ilmastopolitiikkaa. Valtiot vastaavat maankäyttösektorin päästöistä siinä tapauksessa, että maankäyttösektori osoittautuisi päästölähteeksi. Tämä korostaa tarvetta edistää voimakkaasti hiilensidontaa ja vähentää maaperäpäästöjä. Metsät, viljelysmaat ja ojitetut turvemaat sisältävät paljon potentiaalia päästövähennyksiin ja hiilen sidontaan. Maankäyttösektorille tulee luoda ilmastopolitiikka ja samalla tulee edistää toimia ja tutkimusta parhaiden keinojen löytämiseksi hiilen sidontaan.

Sosiaaliset vaikutukset: Ilmastonmuutoksella ja ilmastotoimilla on oikeudenmukaisuuteen liittyviä seurauksia ei vain globaalisti, vaan myös Suomessa. Ilmastotoimien tehostuessa Suomessa ainakin osa niistä voi vaikuttaa monien kansalaisten arkeen tuntuvammin kuin ilmastonmuutos itsessään lähimpinä tulevina vuosikymmeninä. Esimerkiksi liikenteen päästöjen vähentämisestä saattaa koitua alueellisesti erilaiset vaikutuksen kansalaisille. Ilmastotoimien sosiaalinen hyväksyttävyys, joka osin perustuu kokemukseen oikeudenmukaisuudesta, on tärkeää laajassa yleisössä ja strategisten toimijoiden kesken. Menestyksellinen ja tehokas ilmastopolitiikka edellyttää laajaa osallistumista ja omaa kokemusta vaikuttavasta osallisuudesta ilmastopolitiikan tavoitteiden asettelussa. Osallistava ilmastopolitiikka edellyttää avoimia vuorovaikutuskanavia, joissa eri toimijoiden pitkäjänteinen ja vaikuttava osallistuminen on mahdollista. Osallistamisen laatuun on kiinnitettävä huomiota enemmän kuin kanavien ja tapahtumien määrälliseen lisäämiseen. Ilmastotoimet aiheuttavat todennäköisesti monia suoria vaikutuksia mutta myös vaikutuksia monimutkaisten ketjujen kautta ihmisten ja instituutioiden arkeen. Näitä tulisi arvioida ennakoiden ja laaja-alaisesti ottaen huomioon taloudellisten ja teknologisten seikkojen ohella terveysvaikutukset ja vaikutukset laajemmin yhteisöjen ja yritysten toimintaedellytyksiin sekä ihmisten hyvinvointiin.

Helsingissä kesäkuun 4. päivänä 2018

Suomen Ilmastopaneeli

Markku Ollikainen, puheenjohtaja

Antti Asikainen

Marja Järvelä

Markku Kanninen

Maria Kopsakangas-Savolainen,

Kati Kulovesi

Timo Lanki

Marita Laukkanen

Heikki Liimatainen

Lassi Linnanen

Ilkka Ratinen

Kristiina Regina

Jyri Seppälä

Yrjö Viisanen

LASKENTAOSA. Suomen oikeudenmukainen vastuu globaalista ilmastopolitiikasta

Globaalin lämpötilan ja hiilidioksidiekvivalenttien päästöjen välisen yhteyden kautta voidaan määrittää globaali hiilibudjetti Pariisin sopimukseen sisältyville 2 asteen ja 1,5 asteen lämpötilatavoitteille. Hiilibudjetti kertoo, paljonko päästöjä vielä voidaan laskea ilmaan, jotta annettu lämpötilatavoite saavutetaan. CarbonBrief päivitti vuoden 2017 selvityksessä[4] IPCC:n vuoden 2011 hiilibudjettilaskelmat[5] kattamaan globaalit päästöt vuoteen 2016. Selvityksen mukaan globaali hiilibudjetti vuodesta 2017 eteenpäin on

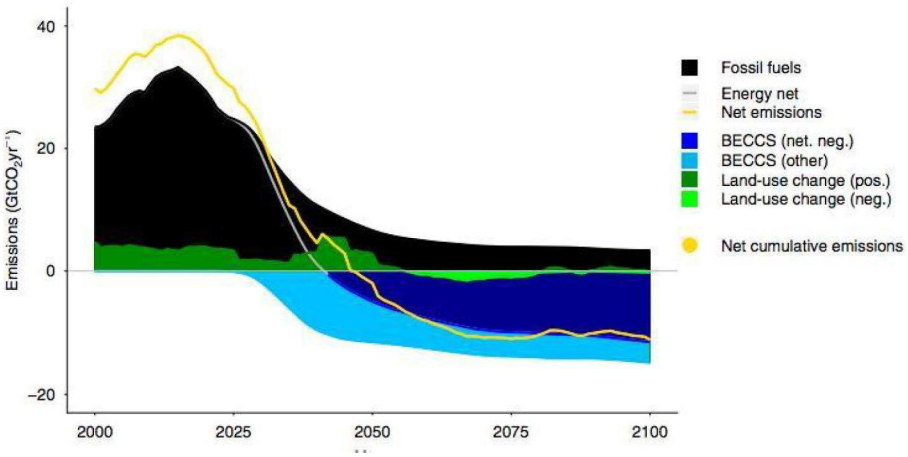
- **162 Gt CO_2-ekv**, jos tavoitteena on rajoittaa 66 % todennäköisyydellä lämpötilan nousu 1,5 asteeseen (312 Gt CO_2-ekv 50 % todennäköisyydellä)
- **762 Gt CO_2-ekv** jos tavoitteena on rajoittaa 66 % todennäköisyydellä lämpötilan nousu alle 2 asteen (1062 Gt CO_2-ekv 50 % todennäköisyydellä)

Hiilibudjettien määrittelyyn sisältyy kuitenkin paljon epävarmuutta ja todennäköisyyksiä, joten keskiarvon ohella on syytä tarkastella myös vaihteluväliä. Uusin tutkimus sisältää lukuisia uusia tieteellisiä arvioita globaaleista hiilibudjeteista (ks. liite kuva A1). Näissä pääosin vuonna 2018 ilmestyneissä julkaisuissa globaalin 1,5 lämpötilanousun estäminen 66 % todennäköisyydellä vaihtelee 67 - 693 Gt CO_2-ekv välillä.[6] Paneelin laskelmat perustuvat jatkossa yllämainittuihin arvioihin globaaleista hiilibudjeteista ja niitä täydennetään arvioiden vaihteluvälin tarkastelulla.

YK:n ympäristöohjelman vuosittaisen Emissions Gap –raportin[7] mukaan maiden Pariisin sopimuksen yhteydessä ilmoittamat kansallisesti määritellyt panokset kattavat vain noin kolmanneksen Pariisin sopimuksen tavoitteiden saavuttamiseen tarvittavista päästövähennyksistä (UNEP 2017. The Emissions Gap Report 2017. United Nations Environment Programme (UNEP), Nairobi). Tarve kunnianhimon nostamiseen on siten mitä ilmeisin. Tämä viesti tulee selvästi esiin myös syksyllä valmistuvan IPCC:n 1,5 asteen raportin luonnoksesta.

Tutkimusryhmä, joka määritteli aikanaan 2 asteen lämpötilanousun rajoittamiseen tähtäävän päästövähennyspolun (ns. RCP 2.6), luonnehtii hiilibudjetin merkitystä globaalin päästövähennyspolun avulla.[6] Päästövähennyspolulla globaali lämpötilan nousu pystytään rajoittamaan 1,5 asteeseen, edellyttäen että päästöt saadaan laskuun globaalisti 2020-luvulla, energian tuotannon nettopäästöt ovat nolla 2045 ja kokonaispäästöt ovat nolla 2050. Negatiivisia päästöjä, jotka siis poistavat ilmakehän CO_2-päästöjä, tulee alkaa kasvattaa vuonna 2025 kompensoimaan fossiilisia päästöjä. Keinoja negatiivisiin päästöihin ovat luonnon nielut, kuten metsät, sekä bioenergian hiilen talteenotto ja varastointi (BECCS). Jo vuonna 2045 negatiivisten päästöjen tulisi olla yhtä suuria kuin jäljellä olevien varsinaisten päästöjen. Siitä eteenpäin edetään nettonegatiivisten päästöjen maailmaan (kuva 1).

[4] CarbonBrief 2017. https://www.carbonbrief.org/analysis-four-years-left-one-point-five-carbon-budget
[5] IPCC 2011 AR5 Synthesis Report
[6] CarbonBrief 2018. https://www.carbonbrief.org/analysis-how-much-carbon-budget-is-left-to-limit-global-warming-to-1-5c
[7] UNEP 2017. The Emissions Gap Report 2017. United Nations Environment Programme (UNEP), Nairobi



Kuva 1. Hahmotelma globaalien CO_2-päästöjen ja negatiivisten päästöjen kehityksestä, jotta pystytään estämään 1,5 C asteen lämpötilanousu globaalisti (BECCS = bioenergian hiilen talteenotto ja varastointi).[8]

Ilmastotiede tarjoaa arviot hiilibudjettien suuruudesta ja päästöjen vähennystarpeesta globaalilla tasolla, mutta yksittäisten maiden ja maaryhmien osuuksien määrittely edellyttää taloudellista, oikeudellista, poliittista ja moraalista analyysia. Kansainvälisen oikeuden näkökulmasta Pariisin ilmastosopimus ei ota kantaa yksittäisiltä mailta edellytettyyn kunnianhimon tasoon. Siksi on aluksi syytä tarkastella, millaisia päätöksiä EU:ssa ja Suomessa on pitkän aikavalin suhteen tehty tähän mennessä.

EU ja Suomi pitkän aikavälin ilmastopolitiikan tavoitteista ja hiilineutraaliudesta

EU:n ja Suomen tähänastiset päätökset linjaavat ilmastopolitiikkaa seuraavasti. Euroopan unioni on sitoutunut vähentämään päästöjään vähintään 80 % vuoden 1990 tasosta. Eurooppa-neuvoston päätelmissä tavoitteeksi määritellään kunnianhimoisempi tavoiteväli: päästöjen vähentäminen 80 - 95 %. Suomi on myös ilmasto- ja tiekartassa 2050[9] linjannut tavoitteekseen vähentää kasvihuonekaasupäästöjään 80 - 95 % vuoteen 2050 mennessä. Suomen ilmastolakiin on kirjattu tavoitteeksi vähentää päästöjä vähintään 80 % vuoden 1990 tasosta. Laissa myös todetaan, että tavoitetta tarkistetaan ylöspäin, mikäli se on tarpeen ilmastotieteen tutkimuksen valossa. On huomattavaa, että nämä tavoitteet on asetettu fossiilisille päästöille. Sama koskee Ilmasto- ja tiekarttaa 2050, mutta siinä päästövähennyksissä käytettävälle bioenergialle ei ole esitetty päästövaikutuksia. Bioenergia on raportoitu nollapäästöisenä energiasektorilla. Maankäyttö, maankäytön muutos ja metsätalous (joista käytetään jäljempänä nimitystä maankäyttösektori) ovat tähän saakka olleet EU:n ilmastopolitiikan ulkopuolella, mutta bioenergian käyttö ilmenee puunkäytön myötä inventaariolaskennassa. Maankäyttösektori tulee vuodesta 2020 lähtien kiinteäksi osaksi EU:n ilmastopolitiikkaa EU:lla ja sen jäsenmailla on kuitenkin parhaillaan kansainvälisesti sovitut metsänhoidon päästöjen/nielujenvertailutasot Kioto II –sopimuksen puitteissa vuoteen 2020. Siinä Suomelle asetettu metsänhoidon vertailutaso puutuotteiden kanssa on -20,5 miljoonaa tonnia CO_2-ekv/v.

Maankäyttösektorin sääntely asettuu lopulliseen muotoonsa EU:ssa vuoden 2019 aikana, kun komissio tarkistaa ja hyväksyy jäsenmaiden vuoden 2018 aikana valmistelemat maakohtaiset metsämaan vertailutasot. EU:n nieluasetus asettaa maankäyttösektorille no debit -säännön, eli maankäyttösektori ei saa olla päästölähde, vaan nielujen tulee kattaa sektorin maaperäpäästöt ja mahdollisen metsäkadon päästöt. Mikäli maankäyttösektori kuitenkin on päästölähde, päästöt tulee kompensoida esimerkiksi päästövähennyksillä taakanjakosektorissa, hankkimalla nieluyksiköitä toisilta mailta tai löytämällä ratkaisut biomassojen käytöstä koituvien päästöjen varastointiin. On mahdollista, että EU kasvattaa metsänielutavoitetta tulevaisuudessa Pariisin ilmastosopimuksen hengessä, mutta tästä ei ole toistaiseksi päätöksiä.

[8] Van Vuuren, D.P., Stefest, E. ym. 2018. Alternative pathways to the 1,5 C target reduce the need for negative emission technologies. Nature.
[9] TEM 2014. Ilmasto- ja energiatiekartta 2050.

Suomen ilmastopolitiikan kunnianhimo

EU:n ja Suomen ilmastopolitiikan pitkän aikavälin tavoitteet päätettiin jo ennen Pariisin ilmastosopimusta, joten niiden tarkentamisen tarkastelu on tarpeen. Pariisin sopimus jättää runsaasti maakohtaista harkintavaltaa päästövähennysten suhteen. Sen kulmakiviä ovat muun muassa 2 ja 1,5 asteen tavoitteet, globaalien toimien riittävyyden säännöllinen tarkastelu, maakohtaisten toimien kunnianhimon säännöllinen korottaminen sekä kehittyneiden maiden suurempi vastuu ilmastotoimista. EU-mailla on Pariisin sopimuksen alla yhteinen tavoite, jonka jakautumisesta jäsenmaiden ja sektoreiden välillä päätetään tarkemmin EU:n sisällä.

EU:n ja Suomen pitkän aikavälin tavoitteiden tarkentamista voi lähestyä kysymällä, millainen juuri EU:n ja Suomen osuus Pariisin sopimuksen tavoitteiden edellyttämistä globaaleista hiilibudjeteista tulisi olla. Pariisin sopimus ei anna tähän selkeää oikeudellista vastausta, mistä syystä kysymykseen vastaaminen edellyttää normatiivista arvoihin perustuvaa tarkastelua. Eräs mahdollisuus kunnianhimon tarkasteluun on soveltaa jotain hyvin määriteltyä näkemystä siitä, mikä Suomen tai kunkin maan ”reilu” tai ”oikeudenmukainen” osuus globaaliin ilmastotyöhön on.

Tieteellisessä kirjallisuudessa on tutkittu useita mahdollisia oikeudenmukaisuusperiaatteita ja niistä johdettavia maakohtaisia (kumulatiivisten) päästöjen määriä, jotka ovat yhteensopivia globaalin hiilibudjetin kanssa. Näihin oikeudenmukaisuusperiaatteisiin kuuluvat esimerkiksi: kaikilla maapallon asukkailla on oikeus samoihin per capita -päästöihin, samaan ilmaston kuormitukseen (historialliset ja tulevat per capita -päästöt), päästövähennykset maiden maksukyvyn mukaan (BKT) tai maiden kehityspotentiaalien mukaan (käänteinen BKT). Vaikka käytetyt kriteerit ja myös tulokset kirjallisuudessa vaihtelevat, niistä tulee yhtenevä johtopäätös: *kaikkien kehittyneiden maiden tulee vähentää merkittävästi päästöjään ja tuottaa itse asiassa negatiivisia päästöjä*. Negatiiviset päästöt voidaan saavuttaa vain, jos luonnon nielut ovat suuremmat kuin päästöt tai mailla on käytössään biomassojen polttoon liittyvä hiilen varastointiteknologia. IPCC:n aiemmissa laskelmissa on annettu tärkeä rooli hiilin talteenotolle ja varastoinnille (CCS), mutta CCS ei ole kehittynyt toivotusti, mikä korostaa luonnonnielujen roolia negatiivisten päästöjen tuottamisessa.[10]

EU:n päästövähennyksen 80 % taso on omaksuttu Ison Britannian alun perin itselle asettamasta tavoitteesta tilanteessa, jolloin globaalien kasvihuonekaasupäästöjen ei uskottu kasvavan nykyisiin mittoihin. Se perustui oikeudenmukaisuuslaskelmaan, jonka mukaan kaikilla maapallon asukkailla on oikeus samaan henkilökohtaiseen päästömäärään. Tätä muistiota varten Ilmastopaneeli laski lähestymistavan havainnollistamiseksi, kuinka päästöjä ja nieluja voitaisiin tarkastella ilmastopolitiikan kannalta koherentisti kolmen oikeudenmukaisuuskriteerin valossa:

Esimerkkilaskelma 1: määritetään Suomen per capita kumulatiiviset päästöt vuoteen 2050 globaalien hiilibudjettien pohjalla, kun kaikilla maapallon ihmisillä on oikeus samoihin jäljellä oleviin päästöihin.

Esimerkkilaskelma 2: määritetään Suomen per capita kumulatiiviset päästöt vuoteen 2050 globaalien hiilibudjettien pohjalla, kun kaikilla maapallon ihmisillä on oikeus samoihin päästöihin niin menneisyydessä kuin tulevaisuudessakin (ns. historiallisen vastuun periaate).

Esimerkkilaskelma 3: määritetään Suomelle per capita osuus globaalista hiilibudjetista globaalin keskiarvoisen bruttokansantuotteen ja kansallisen bruttokansantuotteen suhteen perusteella. [11]

[10] EASAC policy report 35.

[11] Valitut oikeudenmukaisuuskriteerit eroavat toisistaan. Kriteeri 1 korostaa maailman kansalaisten tasavertaisuutta päästöjen vähentämisessä nykyhetkestä eteenpäin, kun taas kriteeri 2 ottaa huomioon kansankuntien eron myös niiden historiallisissa päästöissä. Kriteeri 3 ottaa puolestaan huomioon maiden varallisuuden ja rakenteen bruttokansantuotteen kautta. Täten kriteereitä voidaan kritisoida monestakin näkökulmasta. Esimerkiksi kaikille sama hiilibudjetti ei ole

Esimerkkilaskelmat tuottavat normatiivisen kriteerin, joiden valossa voidaan arvioida, kuinka hyvin ilmastolain vähintään 80 % vähennystavoite ja Eurooppa-neuvoston päätelmiin perustuva 80 – 95 % vähennys vuoteen 2050 mennessä vastaavat Suomen oikeudenmukaisena pidettävää osuutta. Varhaiset päätökset tavoitteista koskivat fossiilisia päästöjä; nielut tulevat mukaan ilmastopolitiikkaan vuoden 2020 jälkeen. Sen vuoksi laskelmaan sisällytetään myös maankäyttösektori, eli metsänielu ja maankäyttösektorin nettopäästöt. Näin nielut ja päästöt saadaan yhtäaikaiseen ja koherenttiin tarkasteluun annetun kriteerin valossa. Laskelmat nojaavat yllä raportoitujen CarbonBriefin hiilibudjettiarvioihin, jotka perustuvat IPCC:n viidennen arviointiraportin tietoihin ja lisälaskelmiin. Maankäyttösektorin nettopäästöt vaihtelevat suhdanneluonteisesti. Sitä ei seuraavissa laskelmissa voida ottaa huomioon, vaan sektorin nettonielu oletetaan vakioksi. Laskelmissa käytetään kahta vaihtoehtoista nettonielun kokoa havainnollistamaan nielun merkitystä. Nieluarvoina käytetään lukua -20 Mt, joka vastaa suunnilleen nykyistä vertailutasoa ja tätä pienempää lukua, -13 Mt. Luvut auttavat havainnollistamaan, kuinka nielun suuruus vaikuttaa kansallisiin päästöihin ja hiilineutraaliuden saavuttamiseen.

Esimerkkilaskelma 1: *Kaikilla mailla oikeus samaan päästömäärään tästä eteenpäin*

Globaalin hiilibudjetin jako per capita riippuu lämpötilatavoitteesta ja valitusta todennäköisyydestä, jolla tavoite saavutetaan. Tämän tarkastelun lähtökohta on CarbonBriefin päivitetyt hiilibudjettilaskelmat, jotka tähtäävät 2 ja 1,5 asteen lämpötilanousun estämiseen 66 % todennäköisyydellä. Kun tavoite on alle kahden asteen, kumulatiiviset päästöt per capita vuoteen 2050 saavat olla enintään **87,09 t**. Jos taas tavoite on 1,5 astetta, niin kumulatiiviset CO_2-ekv-päästöt per capita voivat olla vuoteen 2050 enintään **18,51 t**. Per capita -päästöt on laskettu odotetulla väestön keskiarvolla 2017-2050 ajanjaksolla, joka on 8,75 mrd. ihmistä.

Taulukko 1 auttaa vertaamaan näitä lukuja Suomen kumulatiivisiin päästöihin per capita, kun keskimääräiseksi väestömääräksi oletetaan 5,79 miljoonaa ja päästöjen oletetaan vähenevän lineaarisesti vuodesta toiseen ja nettonielulla on neljä vaihtoehtoista arvoa.

Taulukko 1. Vaihtoehtoisia päästövähennystavoitteita vuoden 1990 tasosta Suomelle vuoteen 2050

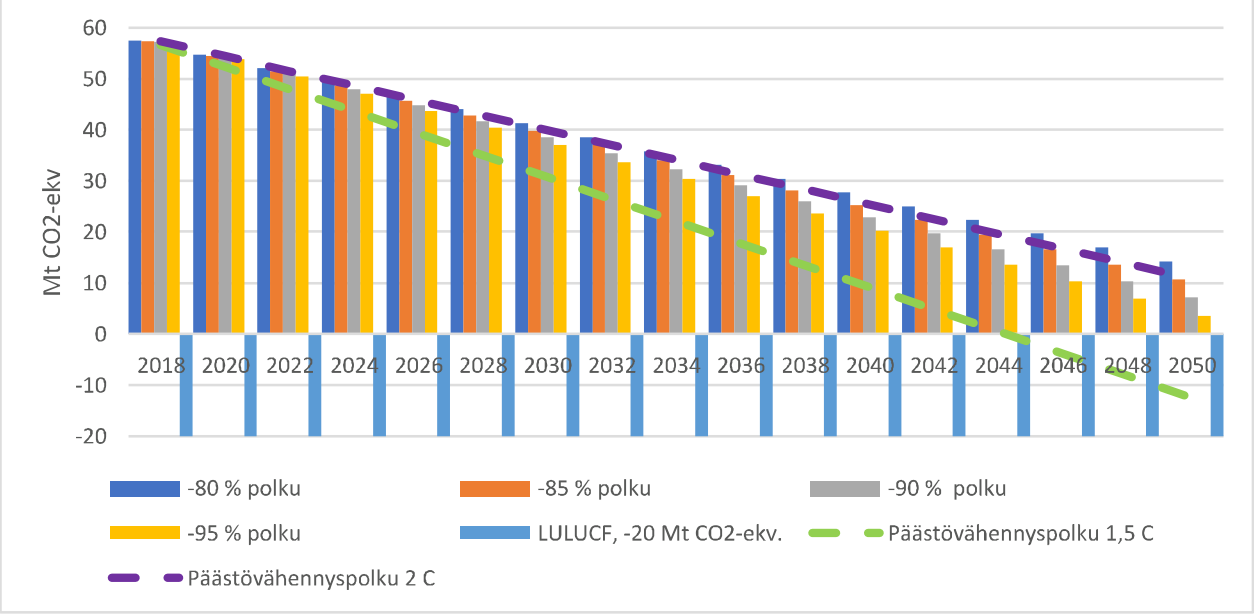
Suomen tavoitteet	**CO_2-ekv päästöt (Mt) vuonna 2050 koko Suomi**	**Kumulatiiviset päästöt per capita (t) vuoteen 2050, (nielua ei laskettu mukaan)**	**Kumulatiiviset päästöt per capita (t) vuoteen 2050 (Nettonielu -13 Mt CO_2-ekv/v mukana)**	**Kumulatiiviset päästöt per capita (t) vuoteen 2050 (Nettonielu -20 Mt CO_2-ekv/v mukana)**	**Kumulatiiviset päästöt per capita (t) vuoteen 2050 (Nettonielu -27 Mt CO_2-ekv/v mukana)**	**Kumulatiiviset päästöt per capita (t) vuoteen 2050 (Nettonielu -34 Mt CO_2-ekv/v mukana)**
-80 %	14,6	214,49	138,15	97,04	55,94	14,83
-85 %	10,70	204,02	127,68	86,57	45,47	4,36
-90 %	7,13	193,55	117,21	76,11	35,00	-6,10
-95 %	3,57	183,08	106,74	65,64	24,53	-16,57

sensitiivinen eroille maiden talouden rakenteessa, historiallisen vastuun periaate ei ota huomioon sitä, että eniten kuormittaneet maat ovat myös tuottaneet teknologisia ratkaisuja hiilestä irtaantumiselle. Tässä muistiossa ei ole tarkoitus arvioida tarkasteluun valittujen kriteereiden hyvyyttä, vaan katsoa johtavatko ne samankaltaiseen tai toisistaan selvästi eroaviin lopputuloksiin koskien Suomen oikeudenmukaista globaalia vastuuta.

Taulukko 1 osoittaa, että nielulla on suuri merkitys oikeudenmukaisen päästövähennystavoitteen kannalta. Ilman nielua Suomen per capita -päästöt ovat 95 % vähennystasolla kaksi kertaa suuremmat kuin valittuun kriteeriin perustuva oikeudenmukainen määrä, kun pyritään rajoittamaan maailman lämpötilanousu 2 asteeseen 66 % todennäköisyydellä. Jos tavoitteena on saavuttaa korkeintaan 1,5 asteen lämpötilanousu, ero on jopa yhdeksänkertainen oikeudenmukaiseen päästömäärään nähden.

Kun Suomen LULUCF- eli maankäyttösektorin nettonieluvaikutusten oletetaan olevan viimeaikaista alhaisempi (-20 Mt) vuosina 2017 - 2050, Suomi alittaa oikeudenmukaisen osuutensa tasan 85 % vähennystavoitteella 2 asteen tavoitteen oloissa. Ottamalla huomioon päästövähennystarpeen epävarmuudet, tästä tarkastelusta suosituksena olisi 85 - 90 % vähennystavoite fossiilisille päästöille ja maankäyttösektorille keskimääräinen -20 Mt CO_2-ekv/v nettonielu vuosille 2017 - 2050. Nettonielun merkittävä pieneneminen (-13 Mt) tekee oikeudenmukaisen osuuden saavuttamisen mahdottomaksi valituilla päästövähennystasoilla. Nielun kasvattaminen yli -20 Mt CO_2-ekv/v:n merkitsee, että Suomi saavuttaa oikeudenmukaisen osuutensa jopa alle 80 % päästövähennyksellä, kun tavoitteena on lämpötilan nousun pitäminen alle 2 asteessa.

Kuva 2 havainnollistaa esitettyä 1,5 ja 2 asteen lämpötilantavoitteen mukaisia päästövähennyksiä. Siihen on kuvattu lineaarinen päästöjen vähennyspolku valitulla kolmella päästövähennystavoitteella sekä 1,5 ja 2 asteen hiilibudjettien vaatima vähennyspolku nielun viitearvolla -20 Mt CO_2-ekv/v.



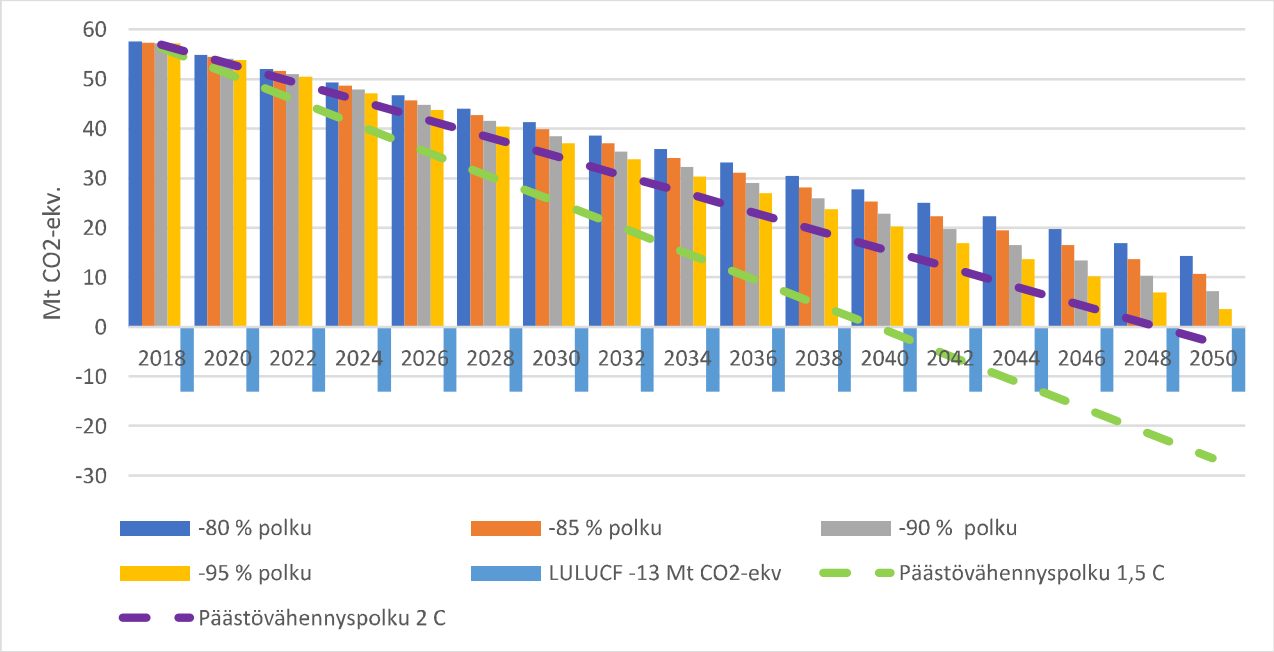
Kuva 2. Päästövähennyspolut 2017-2050, maankäyttösektori ja negatiiviset päästöt, kun maankäyttösektorin nieluksi oletetaan -20 Mt CO_2-ekv/v ja lähtökohtana on jäljellä olevan 1,5 tai 2 asteen tavoitebudjetin jakaminen per capita.

Kuva 2 osoittaa, että alle 2 asteen tavoitteessa oletettu maankäyttösektorin nielu (-20 Mt CO_2-ekv/v) riittää negatiivisiin päästöihin ilman että sitä tarvitsisi kasvattaa (violetti katkoviiva ja nielu). Hiilineutraalisuus saavutetaan vuonna 2044. Sen sijaan 1,5 asteen tavoite edellyttää, että nieluja aletaan kasvattaa vuodesta 2044 vuosittain vaaka-akselin ja (vihreällä merkityn) päästövähennyspolun mukaisen erotuksen verran. Hiilineutraalius tulisi saavuttaa jo vuonna 2035 ja vuonna 2050 negatiivisten päästöjen pitäisi olla noin -32 Mt CO_2-ekv (-20 Mt nettonielun lisäksi negatiivisia päästöjä noin -12 Mt), kuten kuvasta 3 ilmenee.

Maankäyttösektori näyttelee yllä olevissa analyysissä keskeistä roolia. Käytetyn LULUCF-nettonieluoletuksen taustalla on oletus, että maankäyttösektorin päästöt (viljelysmaat, nurmet, kosteikot ja

maankäytön muutokset) ja metsänielut puutuotteiden hiilensidontoineen asettuvat keskimäärin -20 Mt CO_2-ekv/v tasolle 2017-2050. Vuonna 2016 nettonieluvaikutus oli -23,9 Mt CO_2-ekv/v kun metsäkadon vaikutus otetaan huomioon. Tässä oletetaan, että joko biotalouden lisääntyvien hakkuiden tai hyönteis- ja myrskytuhojen seurauksena nettohiilinielu vähentyy nykytasosta.

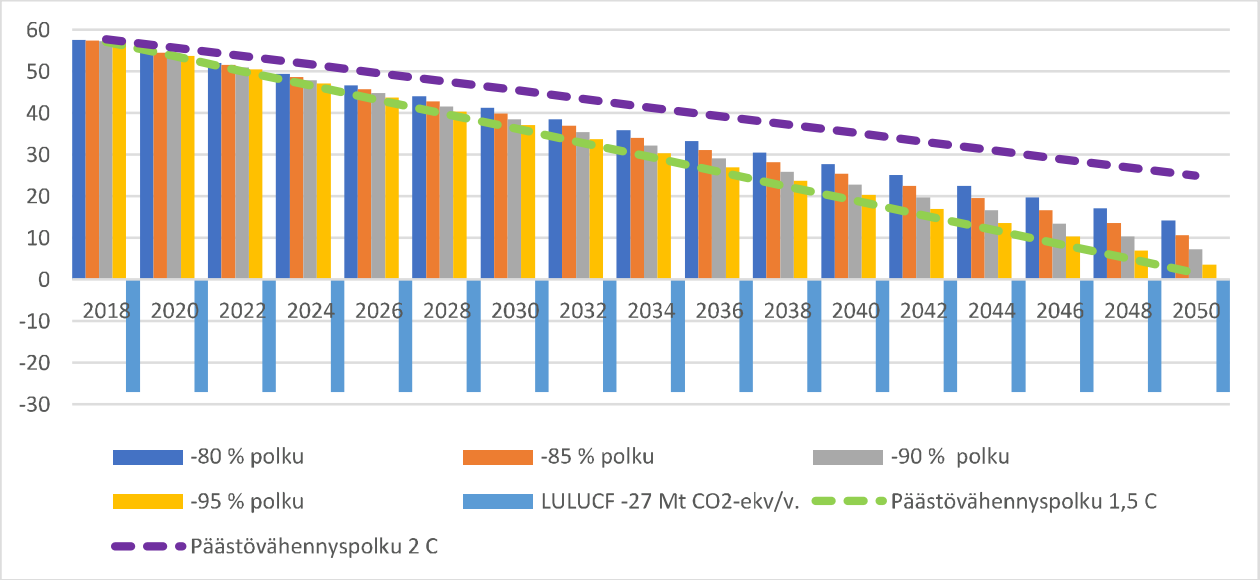
Nykyisin meneillään oleva hakkuiden lisääntyminen pienentää metsien nieluja merkittävästi, minkä takia maakäyttösektorin päästöjä on vähennettävä paljon, jotta esimerkkilaskelmissa käytetty -20 Mt CO_2-ekv/v maankäyttösektorin nettonielu toteutuisi keskimäärin aikavälillä 2017 - 2050. Jos maankäyttösektorin päästöjä ei pystytä vähentämään, niin metsien hiilinielujen puutuotteineen tulisi olla keskimäärin -33,5 Mt CO_2-ekv/v. Tämän nielutason ylläpito on epärealistinen. Jos maankäyttösektorin päästöt puolitetaan vuoden 2016 tasosta, hiilinielun ylläpitotaso vuosille 2017 - 2050 tulee olla keskimäärin -26,6 Mt CO_2-ekv/v. Tämä on edelleen hyvin haasteellista. (Liitteessä 1 havainnollistetaan graafisesti hallituksen tavoitetta 80 Mm^3 vuosihakkuista, kun nielun pienentyminen otetaan mukaan tarkasteluun.) Jos maankäyttösektorin päästöjä oletetaan olevan keskimäärin puolet vähemmän vuosina 2017-2050 kuin vuonna 2016 ja keskimääräinen metsien hiilinielu olisi sama kuin nykyinen Kioton metsien hoidon tavoitearvo puutuotenieluineen (-20,5 Mt CO_2-ekv/v), Suomen nettonielun tulisi olla keskimäärin -13 Mt CO2-ekv/v vuosina 2017-2050. Kuva 3 ottaa tämän nielun lähtökohdaksi ja havainnollistaa tarvittavat päästövähennyspolut hiilibudjeteissa pysymiseen.



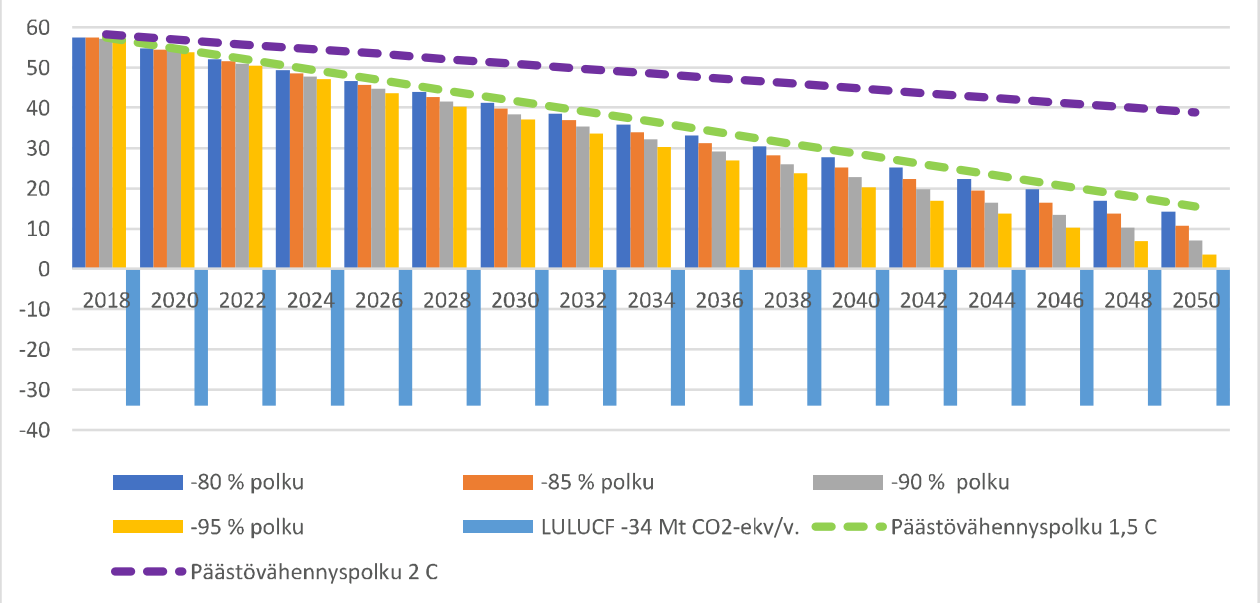
Kuva 3. Hiilibudjetin toteutumisen tavoiteurat (katkoviivat) ja päästövähennyspolut 2017-2050, maankäyttösektorin vaikutukset mukaan lukien ja negatiiviset päästöt, kun maankäyttösektorin nieluksi oletetaan **-13 Mt CO_2-ekv/v** ja lähtökohtana on jäljellä olevan hiilibudjetin jakaminen per capita ja tavoitteena on estää maapallon lämpötilanousu 1,5 tai 2 asteeseen.

Kuva 3 osoittaa selkeästi, miten paljon maankäyttösektorin nielun suuruus vaikuttaa vaadittaviin päästövähennystoimiin. Jos nielu olisi -13 Mt CO_2-ekv/v, 2 asteen budjetissa pysyminen vaatisi n. -3 Mt CO_2-ekv verran negatiivisia päästöjä vuonna 2050. 1,5 asteen tavoite vaatisi taas vuonna 2050 n. -26 Mt CO_2-ekv negatiivisia päästöjä nielun lisäksi, johtaen yhteensä n. -39 Mt CO_2-ekv/v negatiivisiin päästöihin.

Kuvat 4 ja 5 havainnollistavat suurempien nettonielujen (-27 Mt ja -34 CO2-ekv/v) vaikutusta.



Kuva 4. Hiilibudjetin toteutumisen tavoiteurat (katkoviivat) ja päästövähennyspolut 2017-2050, maankäyttösektorin vaikutukset mukaan lukien ja negatiiviset päästöt, kun maankäyttösektorin nieluksi oletetaan **-27 Mt CO2-ekv/v** ja lähtökohtana on jäljellä olevan hiilibudjetin jakaminen per capita ja tavoitteena on estää maapallon lämpötilanousu 1,5 tai 2 asteeseen.



Kuva 5. Hiilibudjetin toteutumisen tavoiteurat (katkoviivat) ja päästövähennyspolut 2017-2050, maankäyttösektorin vaikutukset mukaan lukien ja negatiiviset päästöt, kun maankäyttösektorin nieluksi oletetaan **-34 Mt CO2-ekv/v** ja lähtökohtana on jäljellä olevan hiilibudjetin jakaminen per capita ja tavoitteena on estää maapallon lämpötilanousu 1,5 tai 2 asteeseen

Jos nettonielu on -27 Mt ja tavoitteena nousun rajoittaminen alle kahden asteen hiilineutraalius saavutetaan kaikilla vähennysprosenteilla tarkastelujakson lopussa. Jos tavoitteena on lämpötilan nousun rajoittaminen 1,5 asteeseen hiilineutraalius saavutetaan jo 2036 ja loppukaudella tarvitaan negatiivisia päästöjä. Suuren nettonielun (-34 Mt CO2-ekv/v) päästöjen tarvitsee vähentää vain 44 % (2 asteen tavoite) tai 77 % (1,5 asteen tavoite).

Esimerkkilaskelma 2: *Maiden historiallisen vastuun periaate*

Kasvihuonekaasuista erityisesti hiilidioksidipäästöt ovat pitkäikäisiä, samoin niiden lämmittävä vaikutus. Tämä voidaan ottaa huomioon tarkastelemalla maiden historiallista vastuuta ilmakehään kertyneistä ja kertyvistä CO_2-ekv päästöistä. Yksi tapa määritellä historiallinen vastuu on laskea yhtäläiset päästökiintiöt hiilibudjetin puitteissa kaikille maailman asukkaille valitulle aikavälille. Tämä tarkoittaa, että jokaiselle maapallon asukkaalle on saman verran päästötilaa yli ajan, joten menneisyyden päästöt ovat pois tulevaisuuden päästöistä. Vastavuoroisesti, pienet historialliset päästöt oikeuttaisivat suurempaan osuuteen tulevaisuuden päästötilasta.

Historialliselle vastuulle on kirjallisuudessa esitetty erilaisia aikarajauksia. Jos halutaan korostaa koko historiallista vastuuta päästöissä, tarkasteluun voidaan valita hiilibudjetti per capita vuosille 1850-2050. Jos taas korostetaan, että ilmastonmuutoksen merkitys on ymmärretty vasta suhteellisen myöhään, tarkasteluun voidaan ottaa esimerkiksi 1990-2050 per capita hiilibudjetti. Seuraavassa tarkastellaan kumpaakin näistä vaihtoehdoista.

Vuosina 1850-2016 Suomen kumulatiiviset päästöt per capita olivat 505 t CO_2-ekv ilman maankäyttösektoria.[12] Samalla aikajaksolla globaali keskiarvo oli 258 t. Tällä ajanjaksolla kumulatiivinen hiilibudjetti per asukas on 2 asteen tavoitteella **331 t** ja 1,5 asteen tavoitteella **257 t**. Vuodesta 1990 vuoden 2016 loppuun Suomen kumulatiiviset per capita päästöt olivat **217 t** sisältäen hiilinielun, kun koko maailman vastaava luku oli **102** t.[13]

Taulukkoon 2 on laskettu kummallekin tarkasteluvälille Suomen kumulatiiviset per capita päästöt ja kokonaispäästöt historiallisen vastuun kriteerin mukaisesti. Ero taulukkoon 1 on merkittävä. Jos historiallinen vastuu kattaa ajan vuodesta 1850 eteenpäin, Suomi on jo nyt ylittänyt reilusti kumulatiiviset per capita budjettirajat. Tällä laskentatavalla Suomelle tulisi siten negatiivinen hiilibudjetti koko kaudelle 2017-2050. Vaikka historiallisen vastuun periaatetta sovellettaisiin vasta 1990 alkaen, olisi Suomen hiilibudjetti edelleen merkittävästi negatiivinen.

Taulukko 2. Suomen kumulatiiviset per capita (t CO_2-ekv) ja kokonaispäästöt (Mt CO_2-ekv) eri hiilibudjeteilla historiallisen vastuun periaatteen mukaan.

Valittu tarkasteluväli	Vuodet 1990-2050		Vuodet 1850-2050	
Valittu ilmastotavoite	1,5 tavoite	2 tavoite	1,5 tavoite	2 tavoite
Kumulatiiviset päästöt t CO_2-ekv per capita	-97	-28	-229	- 160
Kumulatiiviset päästöt Mt CO_2-ekv, Suomi	-561	-164	-1326	- 929

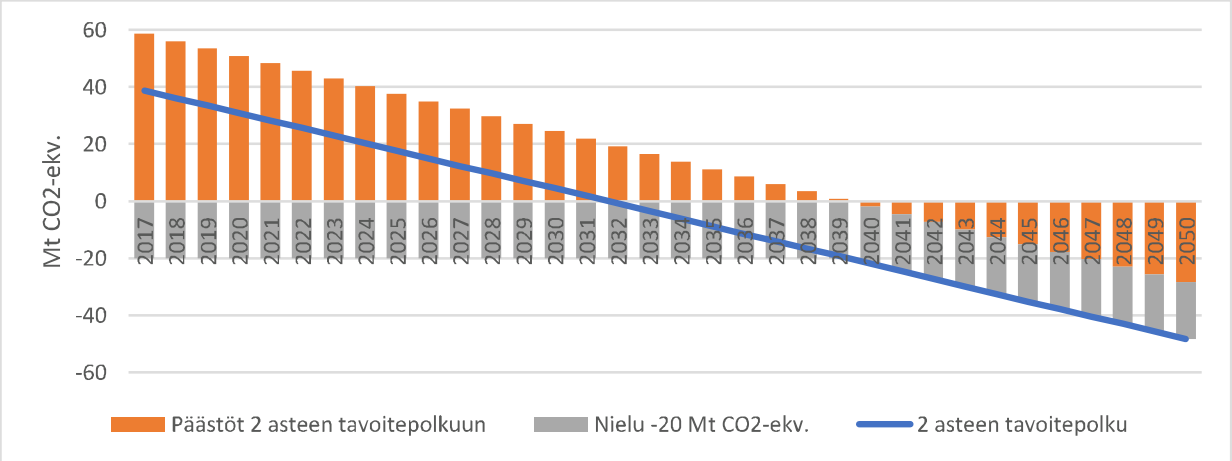
Tarvittavat vähennystoimet vastuun alkaessa vuodesta 1990 edellyttäisivät tämän laskelman mukaan päästöjen 2,6 Mt ja 3,3 Mt vuosittaista vähennystä, tarkoittaen aluksi päästöjen laskua ja sitten asteittaista nielun kasvua vastuuperiaatteen luonteen mukaan. Historiallisen vastuun periaate vuodesta 1850-2050 on käytännössä mahdoton toteuttaa, joten keskustelu kohdistetaan vastuuseen aikavälillä 1990-2050. (Liitteessä havainnollistetaan päästöjen aikauria 2 asteen tavoitteella, kun vastuu kattaa vuodet 1850-2050).

Kuva 6 havainnollistaa 2 asteen tavoitteen mukaista lineaarista päästövähennyspolkua vuosille 2017 - 2050, kun historiallisen vastuun tarkasteluväli on 1990 - 2050. Päästöjen pitäisi olla nolla vuonna 2039. Suomen

[12] Tiedot: Vuosille 1850-2012 Mattila, V. Pro gradu työ/ CAIT Climate Data Explorer. 2017. Washington, DC: World Resources Institute. Available online at: http://cait.wri.org; vuosille 2013-2016: Suomen virallinen tilasto (SVT): Kasvihuonekaasut [verkkojulkaisu].

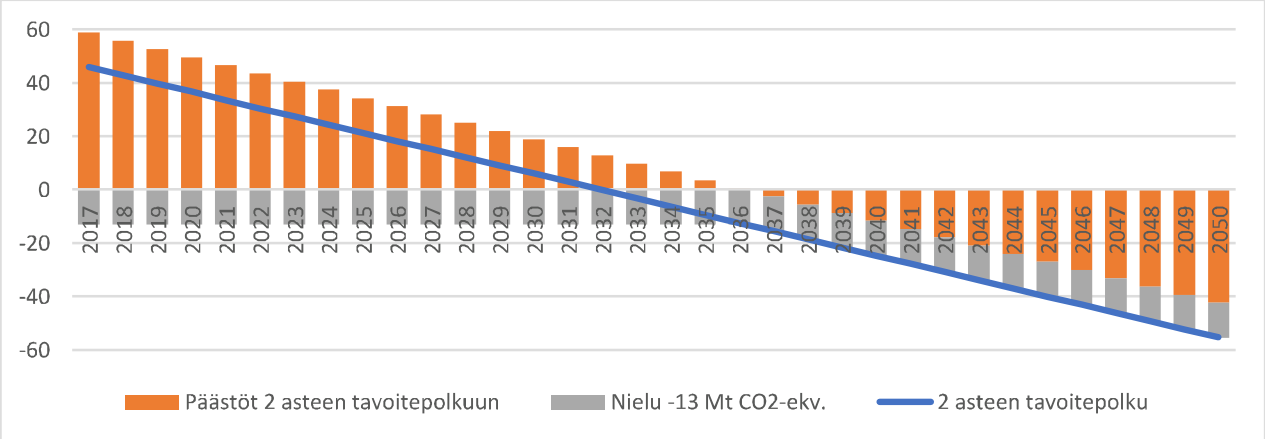
[13] Vuonna 2015 Suomen päästöt per capita olivat 4.86 t, Ruotsin 0.9 t kun EU:n keskiarvo oli 7.88 t. Kumulatiiviset päästöt per capita vuosina 1990 – 2015 ovat Suomi 235.50 t, Ruotsi 83.38 t ja EU:n keskiarvo 252.98 t.

tulisi olla hiilineutraali 2032 ja sen jälkeen tuottaa negatiivisia päästöjä. Käytettyä nielua tulee ryhtyä kasvattamaan vuodesta 2040 alkaen.



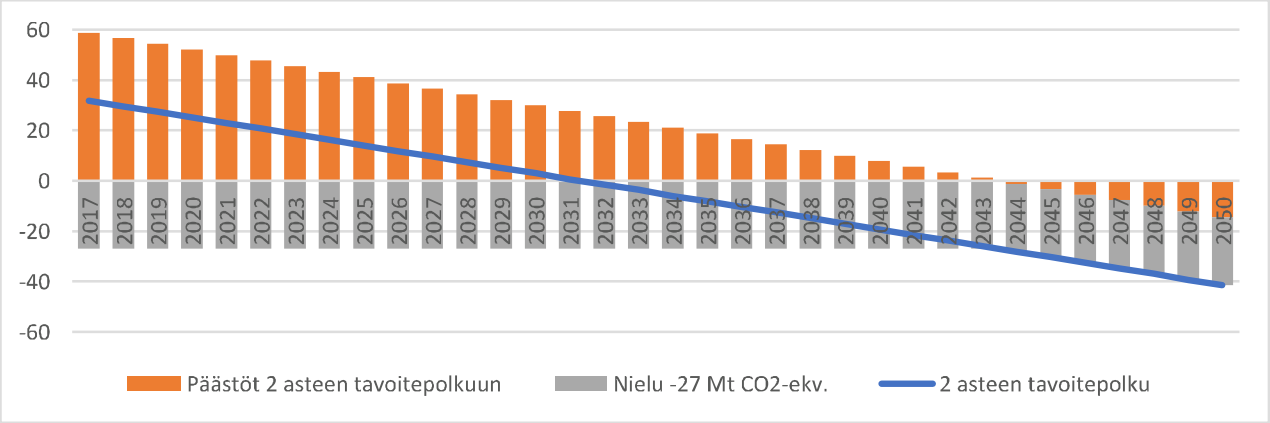
Kuva 6. Lineaarinen Suomen kokonaispäästöjen (Mt CO_2-ekv) vähennyspolku vuosille 2017-2050 kahden asteen hiilibudjetilla arvioituna, kun historiallisen vastuun periaatetta sovelletaan vuodesta 1990 lähtien, kun keskimääräinen nettonielu on **-20 Mt CO_2-ekv/v**.

Kun vastaavaa 2 asteen tavoitepolun tarkastelua tehdään -13 Mt CO_2-ekv/v nielulla (Kuva 7), vaadittava nettonegatiivisten päästöjen määrä kasvaa ja niiden tuottaminen aikaistuu vielä entisestään. Hiilineutraalius tulee saavuttaa samana vuonna kuin suuremmalla nielulla eli 2032, mutta negatiivisten päästöjen lisääminen olisi aloitettava jo 2037 vuoden 2040 sijaan.

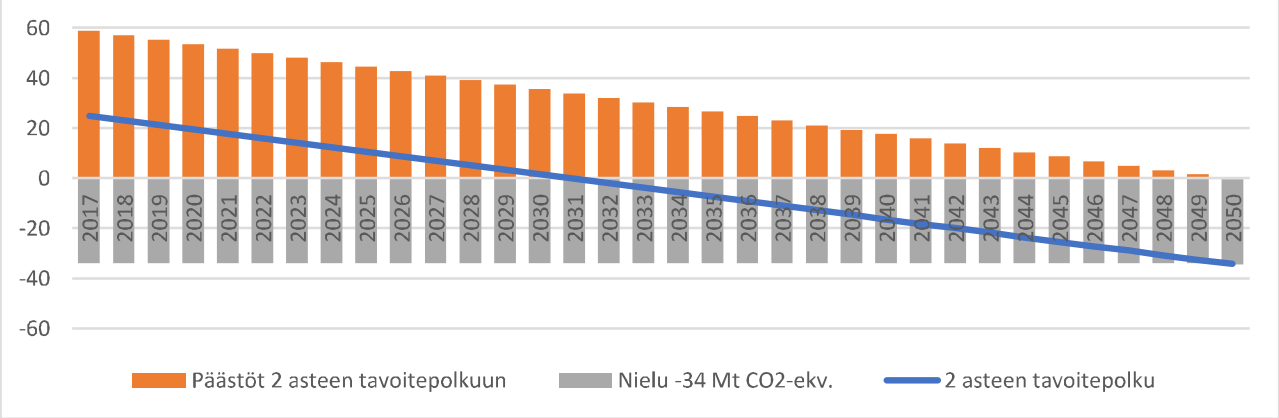


Kuva 7. Lineaarinen Suomen kokonaispäästöjen (Mt CO_2-ekv) vähennyspolku vuosille 2017-2050 kahden asteen hiilibudjetilla arvioituna, kun historiallisen vastuun periaatetta sovelletaan vuodesta 1990 lähtien, kun keskimääräinen nettonielu on **-13 Mt CO_2-ekv/v**.

Kuvat 8 ja 9 havainnollistavat suurempien nettonielujen (-27 Mt ja -34 CO2-ekv/v) vaikutusta.



Kuva 8. Lineaarinen Suomen kokonaispäästöjen (Mt CO_2-ekv) vähennyspolku vuosille 2017-2050 kahden asteen hiilibudjetilla arvioituna, kun historiallisen vastuun periaatetta sovelletaan vuodesta 1990 lähtien, kun keskimääräinen nettonielu on **-27 Mt CO_2-ekv/v**.



Kuva 9. Lineaarinen Suomen kokonaispäästöjen (Mt CO_2-ekv) vähennyspolku vuosille 2017-2050 kahden asteen hiilibudjetilla arvioituna, kun historiallisen vastuun periaatetta sovelletaan vuodesta 1990 lähtien, kun keskimääräinen nettonielu on **-34 Mt CO_2-ekv/v**.

Historiallisen vastuun tapauksessa nielujen kasvattamisen jälkeenkin Suomelta edellytetään yli 100 % päästöjen vähentämistä, kun tavoitteena on lämpötilan nousun rajoittaminen alle 2 asteen. Suomen tulisi saavuttaa hiilineutraalius jo 2031 ja 2032. Liitteessä esitetään vastaava havainnollistus 1,5 hiilibudjetilla ja 1990 alkaen sovellettavasta historiallisesta vastuusta. Siellä päästövähennysprosentit ovat vielä merkittävästi korkeammat.

Esimerkkilaskelma 3: *Hiilibudjetin jako maksukyvyn perusteella – BKT per capita*

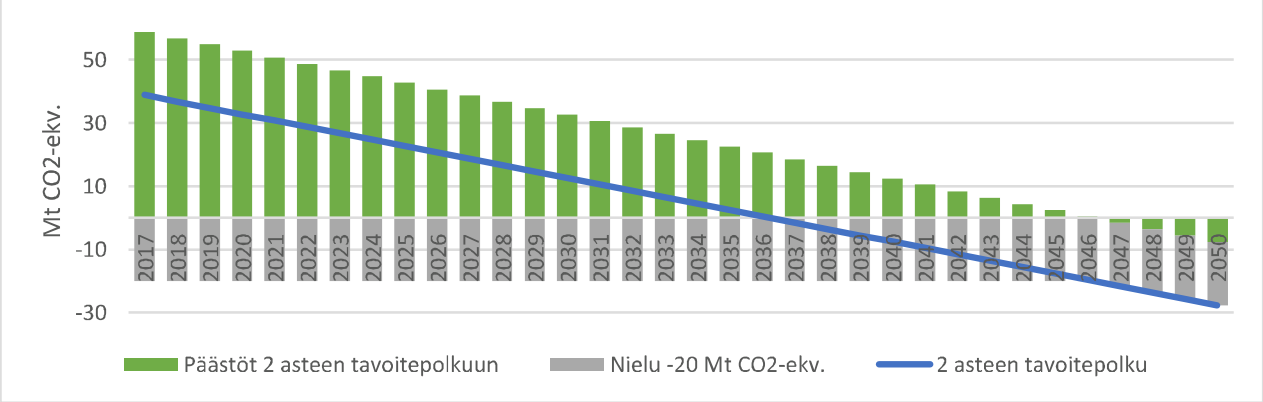
Bruttokansantuote per capita on mittari, jota on perinteisesti käytetty maiden maksukyvyn kuvaajana, joten sitä voidaan käyttää myös keinona kohdistaa globaali vastuu päästöjen vähentämisestä maiden kesken niin että suuremmat vähennystavoitteet kohdistuvat vauraammille talouksille ja vastavuoroisesti pienemmät kehittyville talouksille. Tämä periaate toteutuu, kun kukin maa saa osuuden per capita hiilibudjetista, joka saadaan, kun maailman keskiarvo per capita BKT jaetaan maan per capita BKT:lla.

Vuonna 2016 Suomen ostovoimakorjattu per capita BKT oli **$43 378** ja maailman keskiarvo oli **$16 217**.[14] Tästä saadaan Suomen per capita osuudeksi globaalista per capita päästöistä **16 217/43 378 = 0,37**. Tämä luku määrittää Suomen oikeudenmukaisen osuuden koko tarkastelukauden per capita päästöistä taulukkoon 3.

Taulukko 3. Suomelle oikeudenmukaiset kumulatiiviset hiilibudjetit vuosille 2017-2050 maksukyky-periaatteen mukaan

	1,5 asteen tavoite	**2 asteen tavoite**
Globaali keskiarvo per capita hiilibudjetille, t CO_2-ekv	18,51	87,09
Suomen osuus per capita hiilibudjetista	0,37	0,37
Suomen kumulatiivinen hiilibudjetti t CO_2-ekv per capita	6,92	32,56
Suomen kumulatiivinen hiilibudjetti Mt CO_2-ekv	40,08	188,50
Vaadittava päästöjen vähennysprosentti -20 Mt nielulla	123 %	111 %
Vaadittava päästöjen vähennysprosentti -13 Mt nielulla	143 %	130 %

Tämän oikeudenmukaisuusperiaatteen myötä Suomen hiilibudjetti on positiivinen, toisin kuin historiallisen vastuun perusteella jaettu budjetti, mutta pienempi kuin tasajakoperiaatetta sovellettaessa. Suomen maksukyvyn mukainen oikeudenmukainen osuus hiilibudjetista 2 asteen tapauksessa ja -20 Mt CO_2-ekv. nielulla johtaisi negatiivisten päästöjen tarpeeseen jo paljon ennen vuotta 2050. Jälleen havaitaan, että pienempi nielu (-13 Mt) nostaa merkittävästi päästövähennysprosenttia. Kuvat 10-13 havainnollistavat päästövähennyspolut 2 asteen lämpötilatavoitteen oloissa. Liitteestä löytyy vastaava analyysi 1,5 asteen tavoitteen tapauksesta.

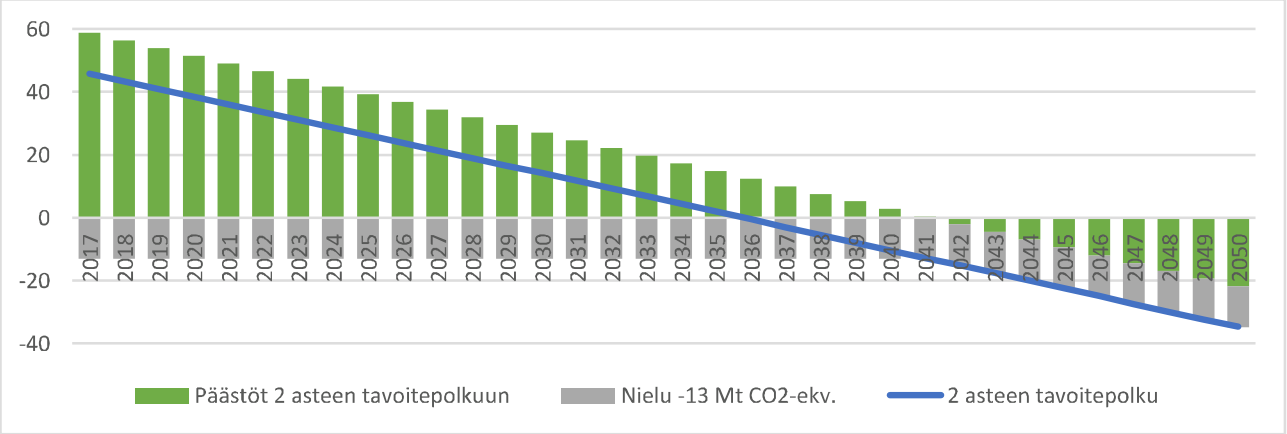


Kuva 10. Maksukykyperiaatteen mukainen hiilibudjetti, kun nettonielu on **-20 Mt CO_2-ekv/v**, kun tavoitteena on 2 asteen mukainen tavoitepolku.

Kuvan 10 mukaan Suomesta pitäisi tulla hiilineutraali vuoteen 2037 mennessä ja vuodesta 2047 alkaen Suomen tulisi ryhtyä kasvattamaan hiilinielua. Kuva antaa hyvän mahdollisuuden arvioida myös 2030 tavoitteita. Suomen päästöjen tulisi tuolloin olla noin 33 miljoonaa tonnia, eli tarvittaisiin yli 20 miljoonan tonnin vähennys päästöihin seuraavan 12 vuoden aikana.

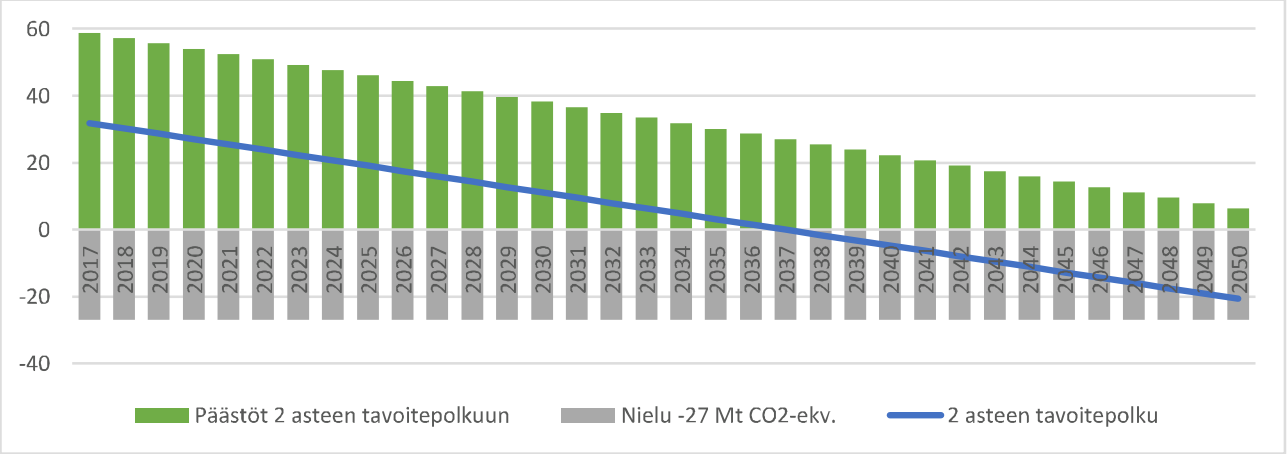
[14] Lähde BKT-luvuille: https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.PP.CD

Kuvassa 11 havainnollistetaan kuinka nettonielun pienentäminen (-13 Mt CO_2-ekv/v) vaikuttaa päästöihin ja hiilineutraaliuden saavuttamiseen. Päästöjen vähennysprosentti nousee erittäin korkeaksi yli 150 % ja hiilineutraalius tulisi saavuttaa jo 2032.

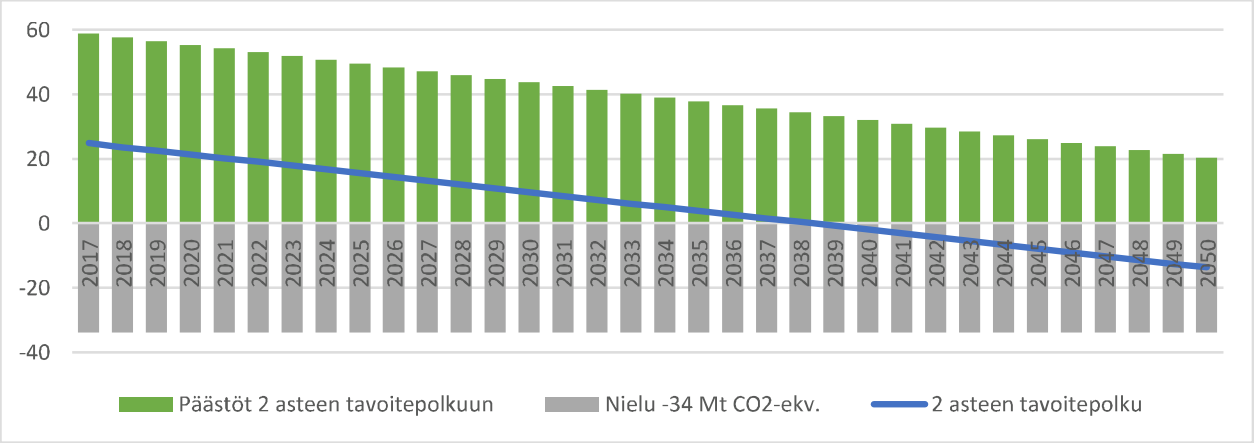


Kuva 11. Maksukykyperiaatteen mukainen hiilibudjetti, kun nettonielu on **-13 Mt CO_2-ekv/v**, kun tavoitteena on 2 asteen mukainen tavoitepolku.

Kuvat 12 ja 13 havainnollistavat jälleen suurempien hiilinielujen merkitystä.



Kuva 12. Maksukykyperiaatteen mukainen hiilibudjetti, kun nettonielu on **-27 Mt CO_2-ekv/v**, kun tavoitteena on 2 asteen mukainen tavoitepolku.



Kuva 13. Maksukykyperiaatteen mukainen hiilibudjetti, kun nettonielu on **-34 Mt CO_2-ekv/v**, kun tavoitteena on 2 asteen mukainen tavoitepolku.

Päästöjen vähennystavoitteiksi saadaan suurempien nielujen tapauksessa 90 % (nettonielu -27 Mt CO_2-ekv/v) ja 70% (nettonielu 34 Mt CO_2-ekv/v) ja hiilineutraalius tulisi saavuttaa jo 2030-luvun lopulla. Vuonna 2030 päästöt olisivat 40 Mt:n tienoilla.

Herkkyysanalyysia: globaalia hiilibudjettia koskevan epävarmuuden ja hiilinielun vaihtelun vaikutus lineaarisiin päästövähennyspolkuihin ja hiilineutraaliuden saavuttamiseen

Globaalin lämpötilan nousuun liittyy epävarmuuksia, jotka ilmenevät ilmastopolitiikan kannalta muun muassa hiilibudjetteja koskevana epävarmuutena. Edellä esitellyt laskelmat nojaavat päivitettyihin arvioihin IPCC:n määrittämistä globaaleista hiilibudjeteista. Seuraavassa katsotaan, kuinka tulokset muuttuvat, kun hiilibudjettien epävarmuus otetaan huomioon. Taulukko 4 ottaa lähtökohdaksi kuusi erilaista arviota vaihtoehtoisista globaaleista hiilibudjeteista ja kaksi vaihtoehtoista kansallisen hiilinielun tasoa ja esittää niistä johdetut päästöjen vähennysprosentit kunkin oikeudenmukaisuuskriteerin valossa. Globaalien hiilibudjettien vaihteluväli 0 – 500 Gt liittyy 1,5 asteen tavoitteeseen ja 700 – 1000 Gt 2 asteen tavoitteeseen. Historiallisen vastuun periaate vuoteen 1850 jätetään epärealistisena pois tarkastelusta. Taulukossa 4 esitetään myös kuhunkin periaatteeseen liittyen, milloin lineaarinen vähennyspolku johtaisi hiilineutraalisuuteen.

Taulukko 4. Herkkyysanalyysi tarvittavista päästövähennyksistä (%) kuudella erilaisella globaalilla hiilibudjetilla, neljällä erilaisella maankäyttösektorin nettonielulla ja valituilla

oikeudenmukaisuusnäkökulmilla.

	Globaali jäljellä oleva hiilibudjetti	Nielun koko	Tasajako		Maksukyky		Historiallinen vastuu 1990	
			Vähennys % vrt 1990	Hiilineutraalius saavutetaan	Vähennys % vrt 1990	Hiilineutraalius saavutetaan	Vähennys % vrt 1990	Hiilineutraalius saavutetaan
1,5 asteen tavoite	0 Gt		0.00		0 Mt		-668 Mt	
		-13 Mt	145%	2034	145%	2034	200%	2029
		-20 Mt	125%	2034	125%	2034	180%	2028
		-27 Mt	105%	2034	105%	2034	161%	2028
		-34 Mt	86%	2034	86%	2034	141%	2027
	162 Gt		107 Mt		40 Mt		-561 Mt	
		-13 Mt	136%	2035	141%	2034	191%	2030
		-20 Mt	116%	2035	122%	2035	171%	2029
		-27 Mt	97%	2036	102%	2035	152%	2028
		-34 Mt	77%	2037	83%	2035	132%	2027
	300 Gt		199 Mt		74 Mt		-469 Mt	
		-13 Mt	128%	2037	139%	2035	183%	2030
		-20 Mt	109%	2038	119%	2035	164%	2030
		-27 Mt	89%	2038	99%	2035	144%	2029
		-34 Mt	69%	2039	80%	2036	125%	2028
	500 Gt		331 Mt		124 Mt		-337 Mt	
		-13 Mt	117%	2039	135%	2035	173%	2031
		-20 Mt	98%	2040	115%	2036	153%	2031
		-27 Mt	78%	2042	95%	2036	133%	2030
		-34 Mt	59%	2045	76%	2037	114%	2029
2 asteen tavoite	762 Gt		504 Mt		189 Mt		-164 Mt	
		-13 Mt	103%	2042	129%	2036	158%	2032
		-20 Mt	83%	2045	115%	2037	139%	2032
		-27 Mt	64%	2049	90%	2038	119%	2032
		-34 Mt	44%	-	70%	2039	99%	2031
	1000 Gt		662 Mt		247 Mt		-6 Mt	
		-13 Mt	90%	2047	124%	2037	145%	2034
		-20 Mt	71%	-	105%	2038	126%	2034
		-27 Mt	51%	-	85%	2039	106%	2034
		-34 Mt	31%	-	65%	2041	86%	2034

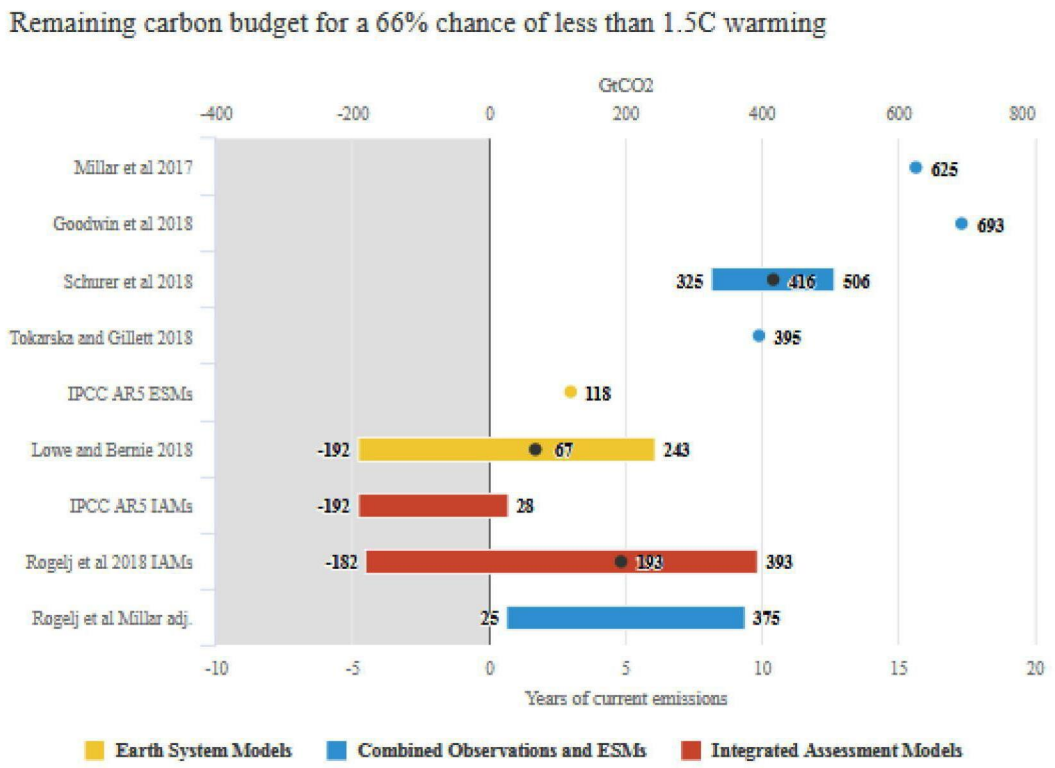
Taulukko 4 osoittaa, että hiilinielun koolla on suuri merkitys päästöjen vähentämistavoitteelle. Jos maankäyttösektorin nettohiilinielu on tasolla -13 Mt, niin päästövähennys jää alle 100 % vain tasajaon kriteerin valossa ja kun hiilibudjetti on kolmanneksen suurempi kuin IPCC:n mukaan arvioitu 2 asteen tavoitteen mukainen hiilibudjetti. Muiden kriteerien valossa päästövähennystavoite on aina 100 % tai sitä enemmän silloinkin, kun tavoitteena on alle 2 astetta. Jos hiilinielu on -13 Mt CO_2-ekv/v., niin korkeiden päästövähennystavoitteiden vuoksi hiilineutraalius saavutetaan hieman aikaisemmin kuin suuremman nielun oloissa. Jos ilmastopolitiikka tähtää alle 1,5 asteen, hiilineutraalius tulee saavuttaa jo ennen 2040-lukua (hiilibudjetit 0 - 500 Gt). Keskipitkän aikavälin ilmastosuunnitelman hiilineutraaliustavoite on saavutettavissa vuoteen 2045 mennessä tasajaon kriteerin ja 2 asteen tavoitteen yhdistelmänä. Mikäli nettonielu nostettaisiin tasolle -34 Mt, päästövähennystavoitteet laskisivat merkittävästi, mutta tämä vaihtoehto tuskin on realistinen. Taulukon 4 tietojen perusteella voidaan laskea, että nettonielun vuosittaisen tason pienentymisestä 1 Mt CO_2-ekv, seuraa noin kolmen prosenttiyksikön tiukentuminen vuoden 2050 vähennystavoitteeseen. Vastavuoroisesti, jos nielu on vuosittain 1 Mt CO_2-ekv enemmän, kevenee 2050 vuoden päästövähennystavoite noin 3 prosenttiyksikön verran.

Verrataan Suomelle johdettuja tavoitteita Ruotsiin. Ruotsi on kesäkuussa 2017 asettanut tavoitteekseen hiilineutraaliuden 2045, niin että päästövähennys kotimaisista lähteistä on vähintään -85 % vuoden 1990 päästötasosta. Vuonna 1990 Suomen ja Ruotsin kokonaispäästöt olivat likipitäen samat (Suomi 71,31 Mt ja

Ruotsi 71,52 Mt CO_2-ekv), mutta vuonna 2016 Ruotsin päästöt olivat pienemmät kuin Suomen: Ruotsi **52,89 Mt** ja Suomi **58,79 Mt** CO_2-ekv. Ruotsin väkiluku on lähes kaksinkertainen verrattuna Suomeen, joten Ruotsin per capita päästöt ovat merkittävästi alhaisemmat kuin Suomen. Siksi Ruotsille koituu selvästi alhaisemmat tavoitteet kuin Suomelle. Pyrittäessä kahden asteen tavoitteeseen (762 Gt) Ruotsille riittää 45 % päästövähennystavoite Suomen nielua vastaavalla nielulla, jos kriteerinä on tasajako, ja 29 % tavoite, jos kyseessä on historiallisen vastuun periaate. Vain maksukyvyn tapauksessa vähennysprosentti nousee lähelle 100 %. Huomionarvoista on, että muilla 2 asteen tavoitteen nieluilla Ruotsi voisi jopa lisätä päästöjään vuoden 1990 tasosta, jos kriteerinä on tasajako tai historiallinen vastuu. 1,5 asteen tavoitteella Ruotsin vähennysvaatimukset ovat suunnilleen EU:n tavoitteen mukaiset (välillä -80 – 100 %), mutta myös Ruotsille tulee negatiivisia päästöjä, jos nielu on samaa kokoluokkaa kuin Suomella ja kyseessä on tasajaon ja maksukyvyn mukaiset oikeudenmukaisuuskriteerit (laskelmat esitetty liitteen taulukossa A1).

Liite

A. Globaalia hiilibudjettia koskeva epävarmuushiilibudjeteista tieteellisessä kirjallisuudessa



Kuva A1. Viimeaikaisten tutkimusta näkemyksen globaalin hiilibudjetin suuruudesta, kun budjetti määritellään 66% todennäköisyydelle saavuttaa 1,5 asteen tavoite. **Lähde**: https://www.carbonbrief.org/analysis-how-much-carbon-budget-is-left-to-limit-global-warming-to-1-5c

B. Ruotsin päästövähennystavoitteet valittujen oikeudenmukaisuuskriteerien pohjalta

Ruotsi on kesäkuussa 2017 asettanut tavoitteekseen hiilineutraaliuden 2045, niin että päästövähennys kotimaisista lähteistä on vähintään -85 % vuoden 1990 päästötasosta. Hiilineutraaliuden ja negatiivisten päästöjen saavuttamiseksi voidaan käyttää luonnon nielujen lisäksi kansainvälisiä päästökompensaatioita.[15] Vuonna 1990 Suomen ja Ruotsin kokonaispäästöt olivat likipitäen samat (Suomi 71,31 Mt ja Ruotsi 71,52 Mt CO2-ekv), mutta vuonna 2016 Ruotsin päästöt olivat pienemmät kuin Suomen: Ruotsi **52,89 Mt** ja Suomi **58,79 Mt** CO2ekv. Ruotsin väkiluku on lähes kaksinkertainen verrattuna Suomeen, joten Ruotsin per capita päästöt ovat merkittävästi alhaisemmat kuin Suomen. Ruotsin metsänielun keskiarvo oli vuosina 1990-2016 -38 Mt CO_2-ekv/v.[16] Kioton metsähiilinielun viitearvo nykyiselle kaudelle on -41 Mt CO_2-ekv/v, kun se aiemmalla kaudella oli noin -35 Mt CO_2-ekv/v.[17] Taulukossa A1 esitetään oikeudenmukaisuuskriteerien mukaiset päästövähennykset Ruotsille, kun hiilibudjettien ja nielun koko vaihtelee.

[15] https://www.government.se/articles/2017/06/the-climate-policy-framework/
[16] Tiedot: Swedish Environmental Protection Agency, omat laskelmat
[17] https://unfccc.int/topics/land-use/workstreams/land-use--land-use-change-and-forestry-lulucf/forest-management-reference-levels

Taulukko B1. Ruotsin päästövähennystavoitteet vaihtoehtoisten hiilibudjettien ja nielun oloissa kolmen oikeudenmukaisuuskriteerin valossa

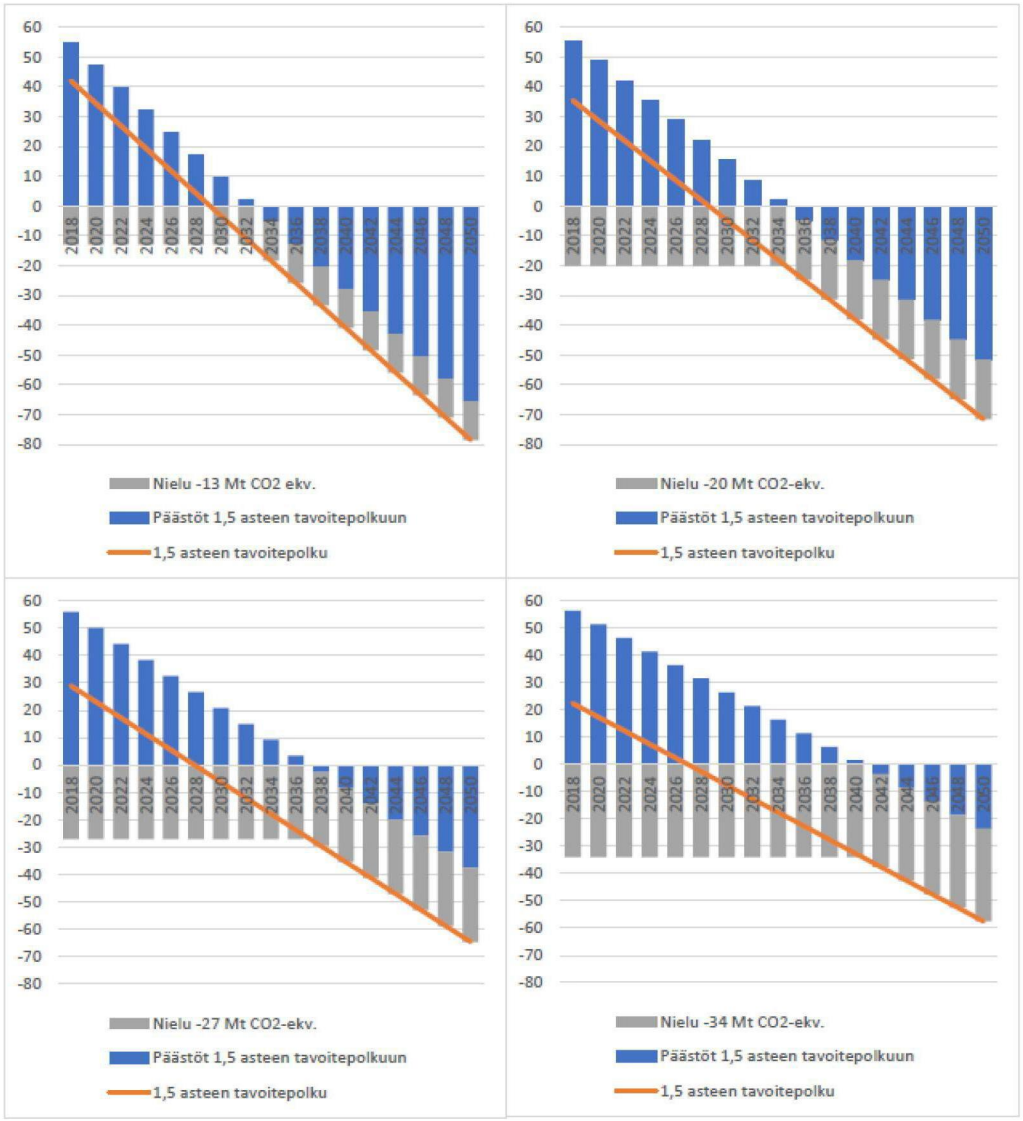
Globaali budjetti	Nielun koko	Tasajako		Maksukyky		Historiallinen vastuu v. 1990	
		Vähennys % vrt 1990	Hiilineutraalius saavutetaan	Vähennys % vrt 1990	Hiilineutraalius saavutetaan	Vähennys % vrt 1990	Hiilineutraalius saavutetaan
0 Gt	-41 Mt	-63 %	2034	-63 %	2034	-52 %	2040
	-35 Mt	-81 %	2033	-81 %	2034	-69 %	2038
	-20 Mt	-122 %	2034	-122 %	2034	-110 %	2036
162 Gt (1,5 asteen tavoite)	-41 Mt	-47 %	2045	-58 %	2036	-36 %	-
	-35 Mt	-64 %	2040	-75 %	2035	-53 %	2048
	-20 Mt	-106 %	2037	-116 %	2035	-94 %	2040
300 Gt	-41 Mt	-33 %	-	-53 %	2040	-22 %	-
	-35 Mt	-51 %	-	-71 %	2037	-39 %	-
	-20 Mt	-92 %	2041	-112 %	2036	-81 %	2046
500 Gt	-41 Mt	-13 %	-	-47 %	2046	-2 %	-
	-35 Mt	-31 %	-	-64 %	2040	-19 %	-
	-20 Mt	-72 %	-	-105 %	2037	-61 %	-
762 Gt (2 asteen tavoite)	-41 Mt	+13 %	-	-38%	-	+ 29 %	-
	-35 Mt	+5 %	-	-55 %	2046	+12 %	-
	-20 Mt	-46 %	-	-97 %	2039	-29 %	-
1000 Gt	-41 Mt	+36 %	-	-30 %	-	+53 %	-
	-35 Mt	+19 %	-	-48 %	-	+35 %	-
	-20 Mt	-22 %	-	-89 %	2042	-6 %	-

Ruotsille koituvat vähennystavoitteet poikkeavat Suomesta merkittävästi. Kahden asteen tavoitteen oloissa (762Gt) Ruotsille riittää 45 % päästövähennystavoite Suomen nielua vastaavalla nielulla, jos kriteerinä on tasajako ja 29 % tavoite, jos kyseessä on historiallisen vastuun periaate. Vain maksukyvyn tapauksessa vähennysprosentti nousee lähelle 100 %. Huomionarvoista on, että muilla 2 asteen tavoitteen nieluilla Ruotsi voisi jopa lisätä päästöjään vuoden 1990 tasosta, jos kriteerinä on tasajako tai historiallinen vastuu. 1,5 asteen tavoitteella Ruotsin vähennysvaatimukset on suunnilleen EU:n tavoitteen mukaiset (välillä -80 – 100 %), mutta Ruotsille tulee negatiivisia päästöjä, jos nielu on sama kuin Suomella ja kyseessä tasajaon ja maksukyvyn mukaiset kriteerit. Maksukykyperiaatetta sovellettaessa Ruotsin vähennystavoite tiukin, koska Ruotsin maksukykykerroin on 0,33 (vrt. Suomen 0,37) korkeamman per capita BKT:n takia. Tärkeä ero Suomen ja Ruotsin välillä on, että kun monissa tapauksissa Ruotsi saisi lisätä päästöjään, Suomi ei missään vaihtoehdossa voi lisätä päästöjään, vaan joutuu minimissään vähentämään ainakin 70 %.

C. Tavoitepolut ilmastopolitiikan tavoitteena on rajoittaa lämpötilan nouse 1,5 asteeseen

Kuvat C1 – C12 havainnollistavat päästövähennyspolkuja eri nettonielun arvoilla, kun globaali hiilibudjetti on 162 Gt. Kuvista voi arvioida päätevuoden päästöt, hiilineutraaliuden saavuttamisen ajankohdan.

Historiallinen vastuu 1990-2050



Maksukykykyyn (BKT) perustuva oikeudenmukaisuuskriteeri



D. Historiallisen vastuun periaatteen 1850-2050 mukaiset tavoitepolut, kun ilmastopolitiikan tavoitteena rajoittaa lämpötilan nouse alle 2 asteen

