

Ilmastolain tavoitteet ja täydentävät keinot niiden saavuttamiseksi

Johannes Lounasheimo, Fredric Mosley, Sampo Pihlainen,
Sampo Soimakallio, Laura Saikku, Ari Nissinen &
Tommi Ekholm (Ilmatieteen laitos)



Suomen ympäristökeskus
Finlands miljöcentral
Finnish Environment Institute

Sisällys

- Ilmastotavoitteiden tarkastelu
 - Pariisin ilmastopimus ja 1,5 asteen tavoite
 - EU:n tavoitteet
 - Kansallinen ilmastolaki ja Suomen nykyiset tavoitteet
 - Muiden maiden päästösitoumukset
 - Maankäyttösektorin rooli tavoitteissa
 - Teknologiset poistot
- Täydentävät keinot tavoitteiden saavuttamiseksi
 - Tarvittavien lisätoimien määrä
 - Päästökauppasektori
 - Taakanjakosektori
 - Maankäyttösektori
 - Hiilidioksidin talteenotto ja tekniset poistot
 - Kansainväliset joustot
 - Keinojen kustannusvaikuttavuus
- Yhteenveto



Ilmastotavoitteiden tarkastelu



Suomen ympäristökeskus
Finlands miljöcentral
Finnish Environment Institute

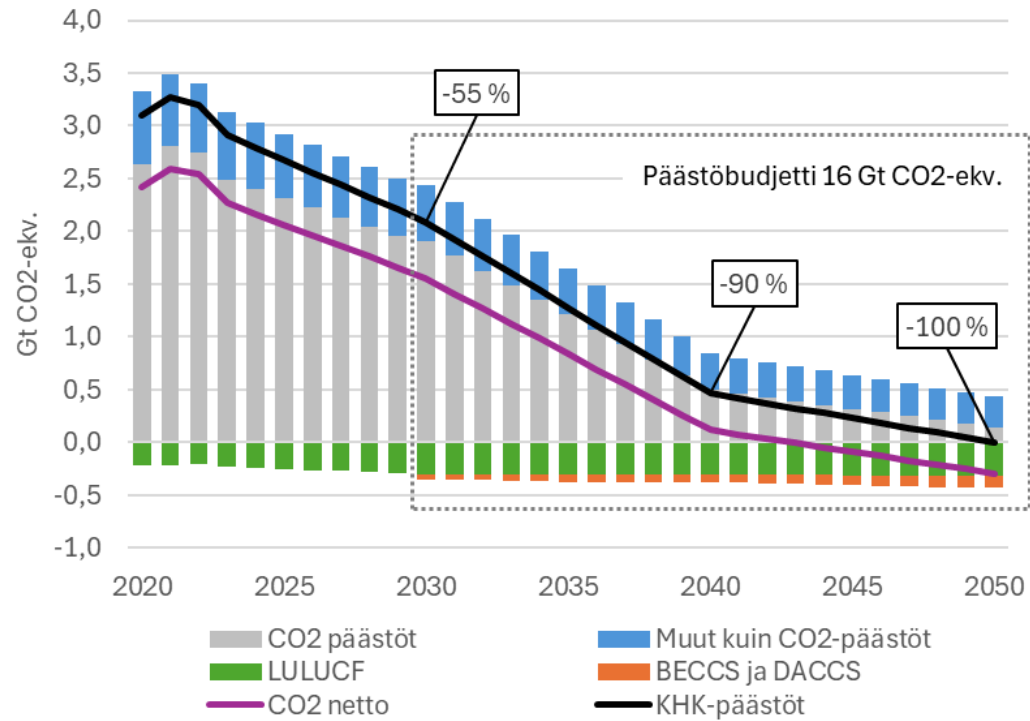
Pariisin ilmastositoumus ja 1,5 asteen tavoite

- 1,5 asteen raja on jo ylitetty vuonna 2024.
- Maapallon keskilämpötila nousee 2,1–2,8 astetta, vaikka maiden kaikki ilmastositoumukset (NDC:t) toteutuisivat.
- 1,5 asteen tavoitteessa pysyminen pidemmällä aikavälillä edellyttää, että kumulatiiviset päästöt eivät ylitä käytettävissä olevaa hiilibudjettia ei ylitetä, ja muiden kasvihuonekaasujen kuin CO₂:n päästöt puolitetaan vuoteen 2050 mennessä.
- Vuoden 2025 alussa 1,5 asteen hiilibudjetista on jäljellä 300 Gt CO₂ (tuoreempien arvioiden mukaan 90–170 Gt CO₂), joka on nykyisellä päästötasolla käytetty 7 vuodessa (2–4 vuodessa).
- 1,5 asteen skenaarioihin sisältyy runsaasti hiilidioksidin poistoa ilmakehästä. Raja ylitetään hetkellisesti, mutta hiilidioksidin talteenoton avulla maapallon keskilämpötilaa saataisiin laskettua tämän vuosisadan loppupuolella.
- Pienikin lämpötilan nousu lisää ilmastonmuutoksen haitallisia vaikutuksia, joista osa voi olla peruuttamattomia. Lisäksi CO₂-poistojen toteuttamiseen sisältyy teknologisia epävarmuuksia.
- Yhdenkään Pariisin sopimuksen osapuolen sitoumus ei ole riittävällä tasolla puolentoista asteen tavoitteen saavuttamiseksi.

EU:n tavoitteet

- EU:n ilmastolain nykyiset, sitovat tavoitteet: nettopäästöt -55 % vuonna 2030 vrt. 1990 ja -100 % vuonna 2050.
- Komissio on esittänyt 2040 välitavoitteeksi -90 % ja 2030–2050 päästöbudjetiksi 16 Gt CO₂ -ekv.
- Uusina joustomekanismeina ehdotetaan Pariisin sopimuksen artikla 6:n mukaisten päästövähennysyksiköiden hyödyntämistä vuosina 2036–2040 enintään 3 %-yksikköä tavoitteesta, teollisten poistojen integroimista päästökauppaan sekä sektorien välisten joustojen lisäämistä.
- Ehdotetut tavoitteet eivät ole erityisen kunnianhimoisia: baseline-arvion mukaan nettopäästövähennys olisi -88 % vuonna 2040, ja eri arvioissa EU:n globaalisti oikeudenmukainen päästöbudjetti olisi selvästi pienempi kuin nyt ehdotettu. Euroopan ilmastopaneeli suosittelee kv. päästöyksiköiden hyödyntämistä, mutta ei niiden sisällyttämistä osaksi EU:n tavoitteita.
- Tavoitteisiin pääsemiseksi päästövähennysvauhdin pitäisi kuitenkin kiihtyä nykyisestä ja LULUCF-nettonielu tulisi palauttaa noin tasolle 310 Mt CO₂ /a.
- Teollisten poistojen määrä on komission vaikutusarvioinnin tavoiteskenaariossa 75 Mt CO₂ /a vuonna 2040 ja 114 Mt CO₂ /a vuonna 2050. Tästä noin puolet on BECCS:ä ja puolet DACCS:a.
- Fossiilisen hiilidioksidin talteenotto teollisuusprosesseista ja energiantuotannosta kasvaa voimakkaasti tavoiteskenaariossa tasolle 168 Mt CO₂ /a vuonna 2040 ja pysyy tasaisena. Kaikesta talteenotetusta hiilidioksidista noin kolmannes käytettäisiin synteettisten polttoaineiden valmistukseen.
- CO₂ -päästöt ja poistumat saavuttavat tasapainon noin 2040-luvun puolivälissä ja muut kuin CO₂ -päästöt vähenevät tavoiteskenaariossa puoleen nykytasolta.

EU:n tavoitteet

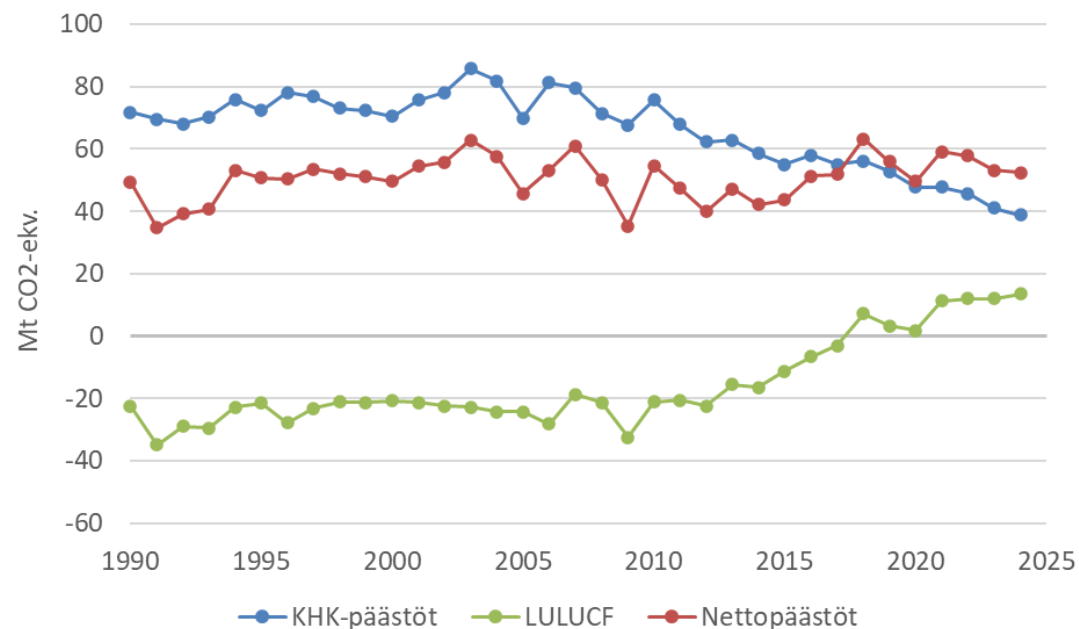


Kuva 1. EU-27:n toteutuneet päästöt 2020–2023 ja nykyisten tavoitteiden ja ehdotetun 2040 tavoitteen mukainen päästöpolku vuoteen 2050.

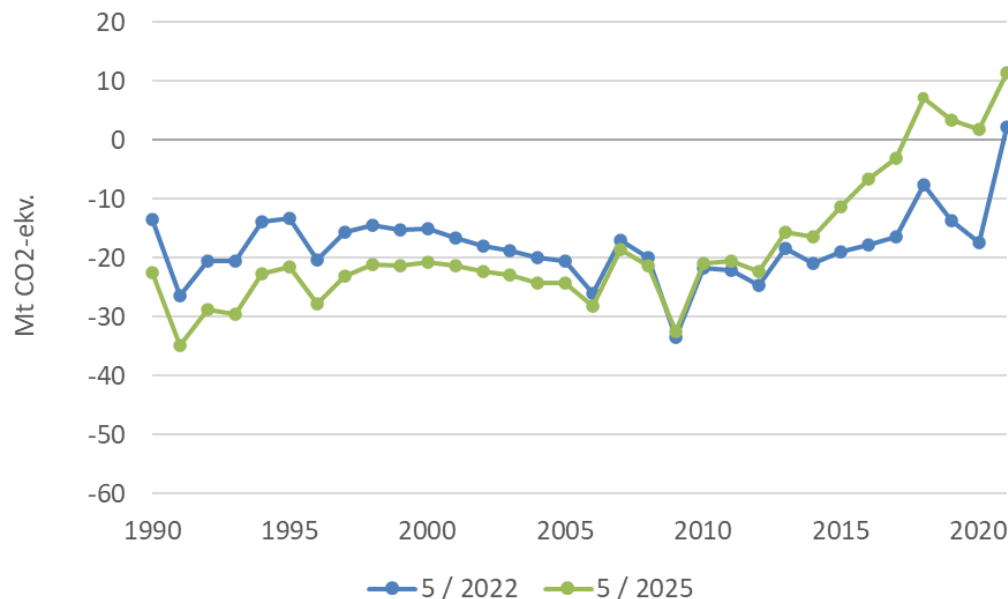
Kansallinen ilmastolaki ja Suomen tavoitteet

- Suomen ilmastolain nykyiset tavoitteet: hiilineutraalius viimeistään vuonna 2035 ja hiilinegatiivisuus tämän jälkeen. Muiden kuin LULUCF-päästöjen vähennys -60 % vuoteen 2030, -80 % vuoteen 2040 ja -90–95 % vuoteen 2050 mennessä, verrattuna vuoden 1990 tasoon. EU-lainsäädäntöön liittyvien velvoitteiden täyttyminen taakanjakosektorilla ja LULUCF-sektorilla.
- Hiilineutraalius- ja hiilinegatiivisuustavoite sisältävät implisiittisesti tavoitteen nielujen vahvistamisesta, mutta kansallisessa laissa ei aseteta määrällistä tavoitetta nieluille. Nielun määritelmä mahdollistaa teknologisten nielujen (BECCS, DACCS) hyödyntämisen kansallisen hiilineutraaliustavoitteen saavuttamisessa.
- Määrällinen nielujen vahvistamistavoite asetetaan ilmastolain mukaisessa maankäyttösektorin ilmastosuunnitelmassa (MISU), jossa tavoitellaan päästöjen vähentämistä ja vuotuisten nielujen vahvistamista 3 Mt:lla CO₂-ekv. vuoteen 2035 mennessä. Vertailutasoa tai -skenaariota (eli suhteessa mihin 3 Mt lisäys pitäisi tapahtua) ei ole määritelty.
- Uusimman kasvihuonekaasuinventaarion mukaan maankäyttösektori on ollut päästölähde vuodesta 2018 alkaen (kuva 2). Inventaariolaskentaan on tehty viime vuosina teknisiä korjauksia, jotka ovat kasvattaneet raportoituja päästöjä. LULUCF-nettopäästöjen viimeisen runsaan vuosikymmenen jatkunut trendi on kuitenkin ollut nähtävissä jo ennen ilmastolain voimaantuloa julkistetuissa tilastoissa (kuva 3).

Toteutunut päästökehitys



Kuva 2. Suomen kasvihuonekaasupäästöt 1990–2024. Vuosi 2024 on pikaennakko. KHK-päästöt tarkoittavat kasvihuonekaasuinventaarion mukaisia päästöjä ilman maankäyttösektoria. LULUCF tarkoittaa maankäyttösektorin päästöjen ja poistumien summaa.

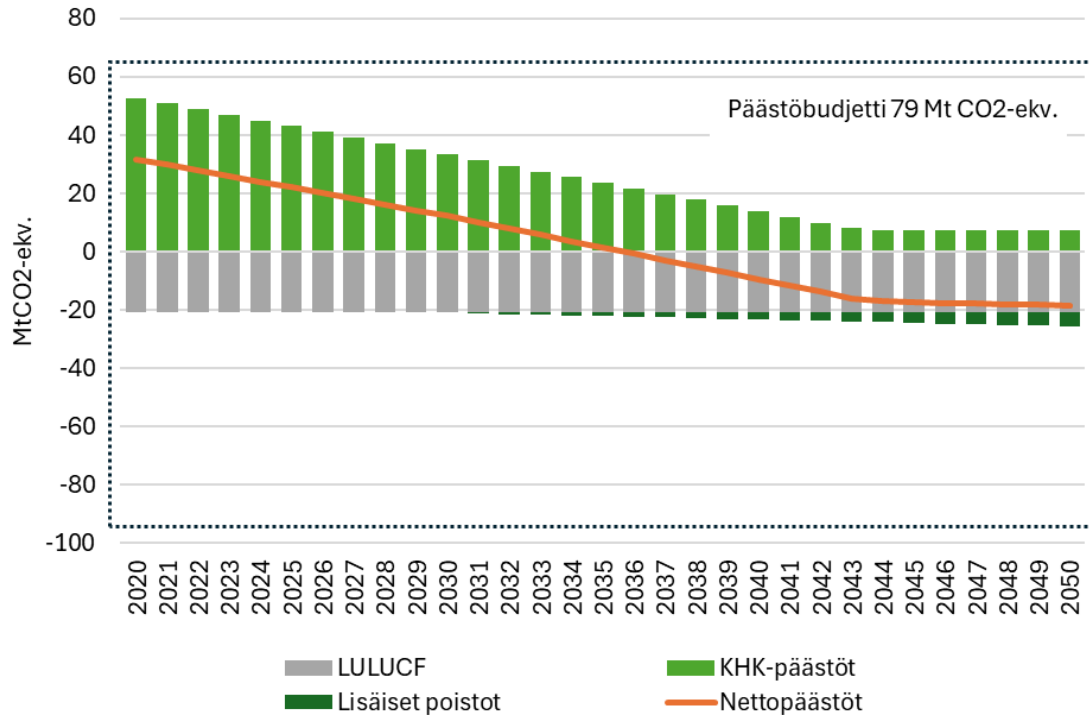


Kuva 3. Maankäyttösektorin nettopäästöt 1990–2021 vuosien 2022 ja 2025 tilastojulkaisuihin

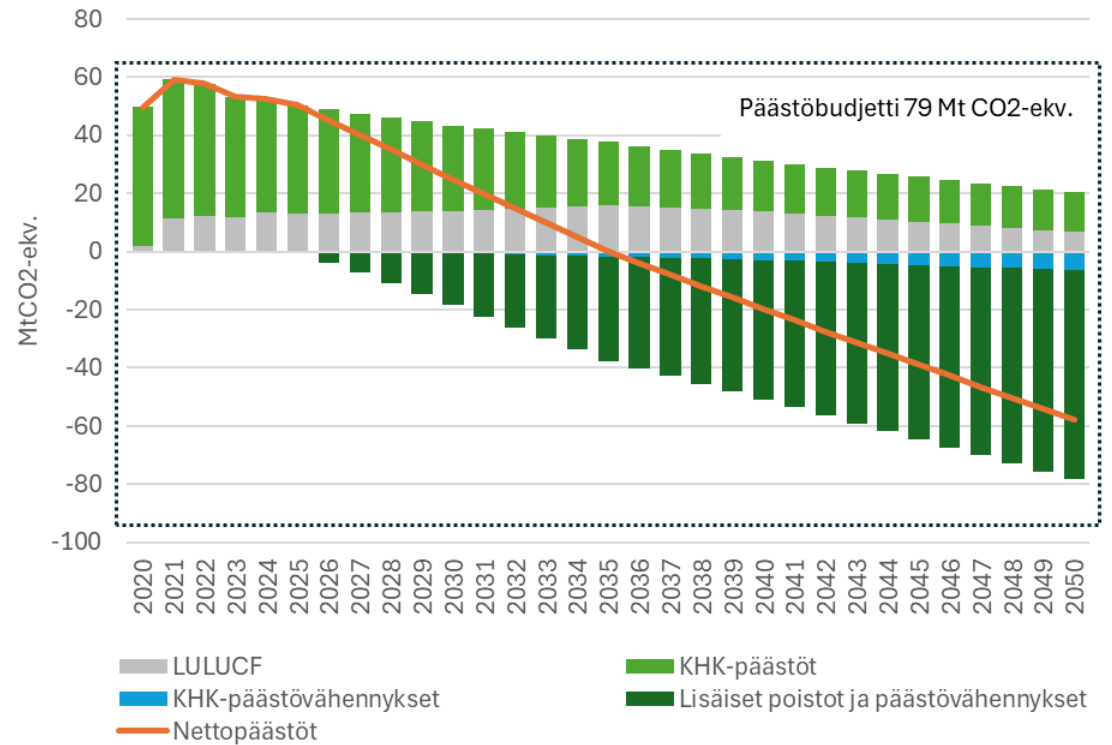
Ilmastolain tavoitteet nykytiedon valossa

- Ilmastolain tavoitteet ovat ajantasaisia, ja vastaavat ilmastonmuutoksen hillinnän riittävään tasoon, Pariisin sopimukseen ja EU-velvoitteisiin sekä Suomen mahdollisuuksiin ja vastuuseen toimia edelläkävijänä ilmastopolitiikassa. Päästövähennysprosentit ovat Suomen ilmastopaneelin suositusten mukaiset. Ne perustuvat Suomen oikeudenmukaiseen, maksukyvyn (BKT/henkilö) mukaan laskettuun, osuuteen globaalista 1,5 asteen hiilibudjetista (kuva 4).
- Päästökuilu hiilineutraaliuteen on vuonna 2035 KEITO-WEM-skenaariossa 38 Mt CO₂-ekv. ja KEITO-WAM:ssa 34 Mt CO₂-ekv. Uusia, kumuloituvia nettopäästöjen lisävähennyksiä tulisi siis toteuttaa joka vuosi vähintään 3,4 Mt:n edestä WAM-toimien päälle. Tämän jälkeen kansallisessa päästöbudjetissa pysymiseksi vuotuisia lisävähennyksiä tarvittaisiin hieman vähemmän (taulukko 1).
- IPCC:n AR 6:n (2022) mukainen päästöbudjetti 1,5 asteen lämpenemiselle on 1,5 asteen erikoisraportissa (2018) esitettyä suurempi. Vuoden 2025 alussa Suomen maksukyvyn mukainen budjetti on 46 Mt CO₂-ekv. (kuva 6). Suomen ilmastopaneeli käytti ilmastolain tavoitesuosituksen taustalaskelmissa 79 Mt:n CO₂-ekv. budjettia vuosille 2020–2050, joka on Suomen vuosien 2020–2024 päästöt huomioden tiukempi tavoite, kuin 46 Mt:n budjetti vuoden 2025 alusta (kuva 5).
- Vaikka hiilineutraaliusvuotta ja päästövähennystavoitteita ei kiinnitettäisi, ja globaali 1,5 asteen hiilibudjetti 2025–2050 jaettaisiin kaikille maailman maille tasan väkiluvun perusteella, tulisi Suomen toteuttaa runsaasti BECCS:iä sisältävässä WAM-skenaariossakin lisäisiä päästövähennyksiä lähes 2 Mt CO₂-ekv. joka vuosi vuoteen 2050 saakka (kuva 7, taulukko 1). Lisävähennysten kumuloituessa Suomen nettopäästöt olisivat vuonna 2050 tasolla -42 Mt CO₂-ekv.

Ilmastolain tavoitteet nykytiedon valossa

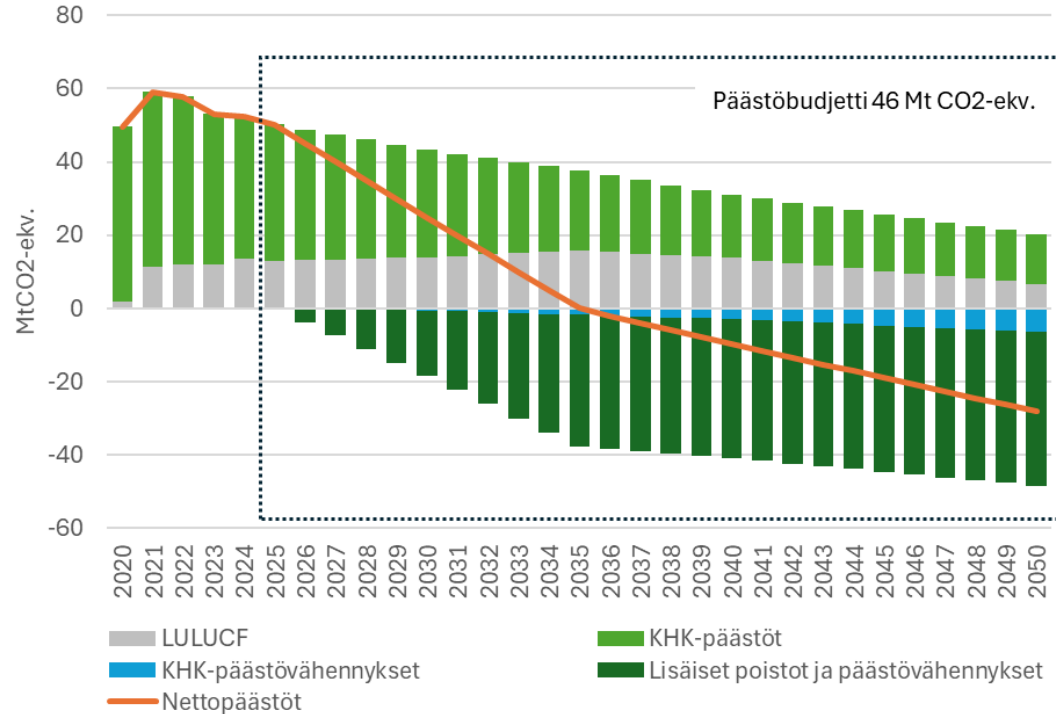


Kuva 4. Päästövähennysura, kun fossiilisten ja prosessiperäisten päästöjen vähennys 90 % ja hiilineutraalius saavutetaan vuonna 2035 (Ilmastopaneeli 2021).

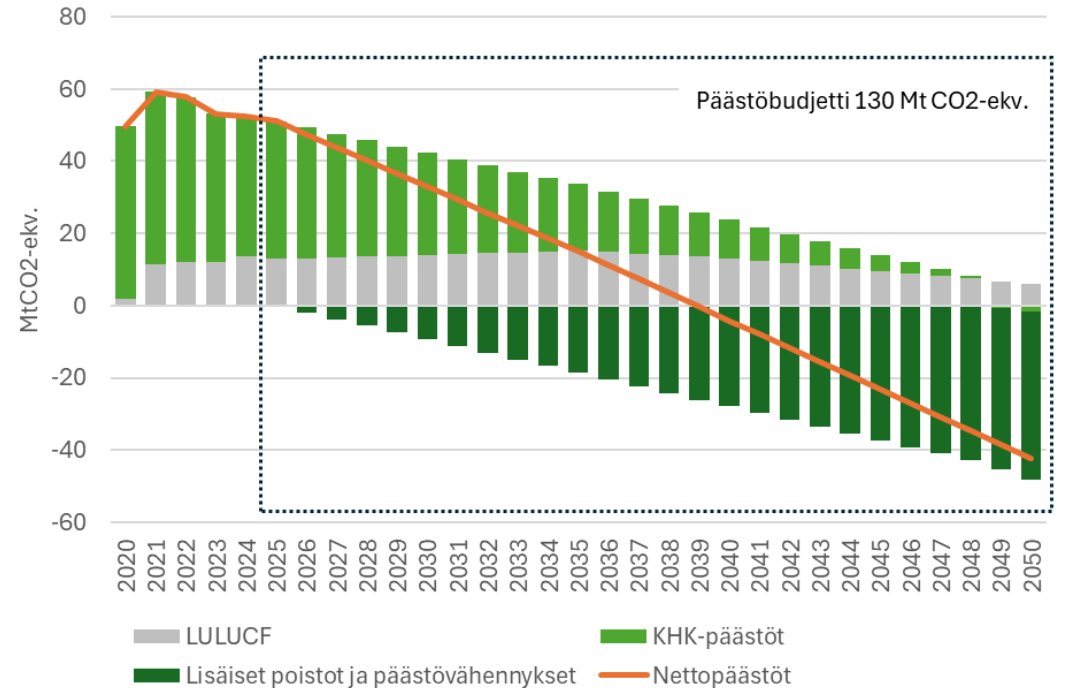


Kuva 5. Ilmastopaneelin suositusten mukainen ilmastolain tavoitteet toteuttava päästöura päivitetynä toteutuneilla päästöillä 2020–2024 ja KEITO-WEM-skenaarioiden päästöillä 2025–2050. KHK-päästövähennykset (vaaleansiniset pylväät) tarkoittavat ilmastolain muiden kuin LULUCF-päästöjen vähennystavoitteisiin vaadittavia lisävähennyksiä WEM-skenaarioon nähden. Lisäisillä nettopäästöjen vähennyksillä (tummanvihreät pylväät) päästäisiin hiilineutraaliuteen vuonna 2035 ja päästöbudjettiin 2020–2050.

Ilmastolain tavoitteet nykytiedon valossa



Kuva 6. Ilmastolain tavoitteet toteuttava päästöura vuoden 2025 tilanteeseen päivitettyinä. LULUCF- ja KHK-päästöt ovat KEITO-WEM-skenaarion mukaiset. Päästöbudjetti on laskettu Ilmastopaneelin menetelmällä Suomen maksukyvyyn mukaan IPCC:n AR 6:n 1,5 asteen (66 % todennäköisyydellä) globaalista hiilibudjetista. KHK-päästövähennykset (vaaleansiniset pylväät) tarkoittavat ilmastolain muiden kuin LULUCF-päästöjen vähennystavoitteisiin vaadittavia lisävähennyksiä WEM-skenaarioon nähden. Lisäisillä nettopäästöjen vähennyksillä (tummanvihreät pylväät) päästäisiin hiilineutraaliuteen vuonna 2035 ja päästöbudjettiin 2020–2050



Kuva 7. KEITO-WAM-skenaarion mukaiset päästöt ja tarvittavat lineaariset nettopäästöjen lisävähennykset (1,9 Mt CO₂-ekv./a), kun Suomen 2025–2050 päästöbudjetti määritellään tasajaon periaatteella.

Ilmastolain tavoitteet nykytiedon valossa

Taulukko 1. Globaalin 1,5 astetta (66 %) -skenaarion päästöbudjetin toteuttavat vuosittaiset, kumuloituvat lisäpäästövähennykset KEITO WEM- ja WAM-skenarioihin nähden jaksoilla 2025–2035 ja 2035–2050 eri globaalin päästöbudjetin jakoperiaatteilla, kansallisen ilmastolain tavoitteet huomioiden.

Globaalin päästö-budjetin allokatio	Ilmastolain tavoitteet	WEM (Mt CO ₂ -ekv./a)		WAM (Mt CO ₂ -ekv./a)		Hiilineutraaliuden saavuttamisvuosi		Päästö-budjetti 2025–2050 (Mt CO ₂ -ekv.)
		2025–2035	2035–2050	2025–2035	2035–2050	WEM	WAM	
Maksukyky	Kyllä	3,8	0,7	3,4	0,0	2035	2035	46
	Ei	2,6	2,6	2,1	2,1	2038	2038	46
Tasajako	Kyllä	3,8	0,0	3,4	-0,7	2035	2035	130
	Ei	2,4	2,4	1,9	1,9	2039	2039	130

Globaali päästöbudjetti (1,5 astetta 66 % todennäköisyydellä) 400 Gt CO₂ vuoden 2020 alussa (IPCC 2022) ja 197 Gt CO₂ vuoden 2025 alussa. Ilmastolain tavoitteet 'Kyllä' tarkoittaa, että nettopäästöt saavuttavat nollan vuonna 2035, ja päästöt ilman maankäyttösektoria ovat vuoteen 1990 verrattuna -60 % vuonna 2030, -80 % vuonna 2040 ja -90 % vuonna 2050.

Ilmastolain tavoitteet 'Ei' tarkoittaa, että päästövähennysuraa ei ole sidottu ilmastolain tavoitteisiin. Uusia päästövähennyksiä tehdään tasaisesti lisää joka vuosi skenaarion toimien päälle niin, että yhteenlasketut nettopäästöt = päästöbudjetti.

Ilmastolain tavoitteiden saavuttaminen

Taulukko 2. Muutos khk-päästöissä (ilman LULUCF-sektoria) KEITO WEM- ja WAM-skenaarioissa vuoteen 1990 verrattuna.

	2030	2035	2040	2045	2050
Ilmastolain tavoite	-60 %		-80 %		-90 %–95 %
KEITO WEM	-59 %	-70 %	-76 %	-78 %	-81 %
KEITO WAM	-61 %	-74 %	-85 %	-95 %	-102 %

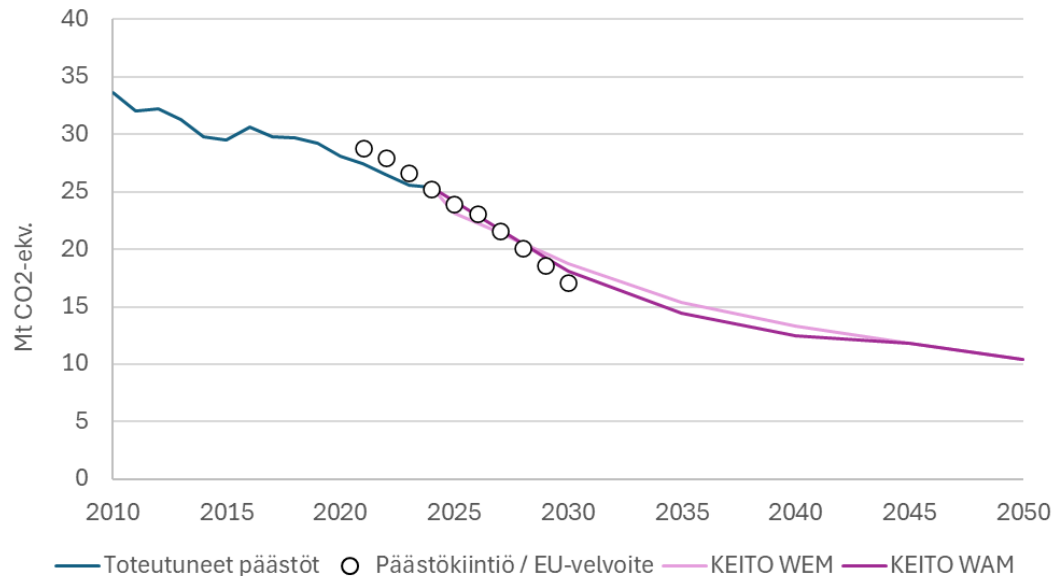
Taulukko 3. Nettopäästöt (Mt CO₂-ekv.) KEITO WEM- ja WAM-skenaarioissa sekä KEITO LTS-skenaarioissa BIZ (Markkinat edellä), FIN (Suomi edellä), PPL (Yhteiskunta edellä) ja ENV (Ympäristö edellä). Vuoden 2035 tilanne = päästökuilu hiilineutraaliuteen.

Skenaario	2030	2035	2040	2045	2050
KEITO WEM	43	37,7	31	26	20
KEITO WAM	42	33,7	24	13	4
LTS BIZ	37	25,7	11	1	-7
LTS ENV	18	-3,0	-20	-32	-42
LTS FIN	42	35,4	27	20	14
LTS PPL	29	16,1	1	-11	-20

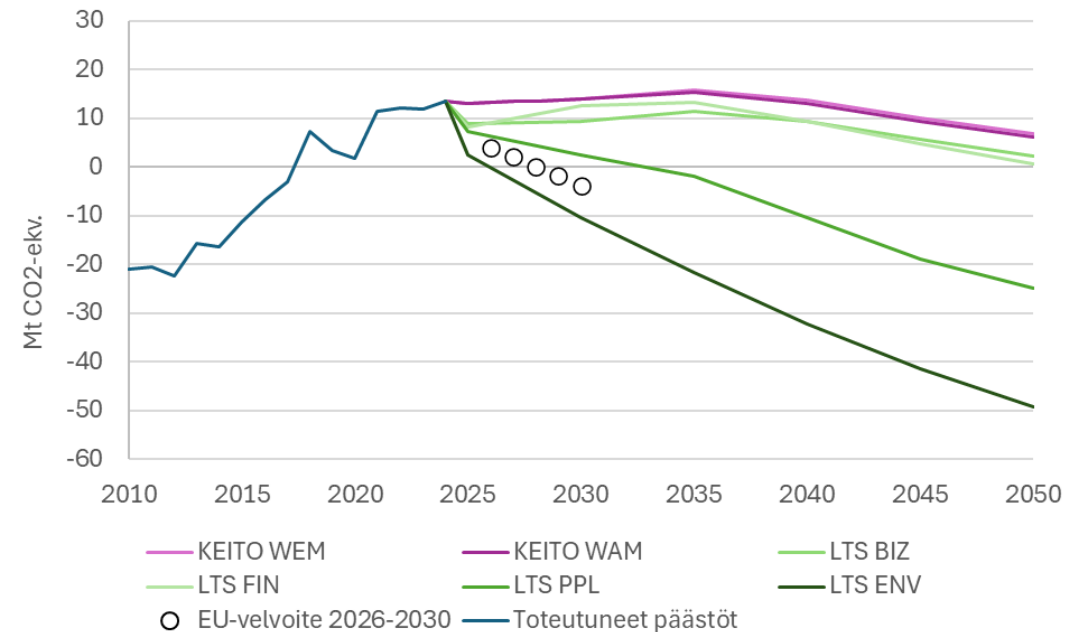
Ilmastolain tavoitteiden ja EU-velvoitteiden saavuttaminen

- Kaisu 3 -luonnoksen mukaan Suomi voisi saavuttaa taakanjakosektorin vuoden 2030 päästövähennysvelvoitteen, jos päästökauppasektorin joustoa sekä aiempien vuosien päästökiintiöiden alituksia voidaan hyödyntää täysimääräisesti. On kuitenkin todennäköistä, että maankäyttösektorille syntyy alijäämää, joka siirtyy taakanjakosektorin kannettavaksi EU:n taakanjakoasetuksen mukaisesti.
- Ensimmäisellä velvoitekaudella 2021-2025 LULUCF-alijäämää syntyy joka tapauksessa kymmeniä miljoonia CO₂-ekv.-tonneja, riippumatta lopullisista vuosien 2024 ja 2025 inventaariolaskennan tuloksista ja joustojen käyttömahdollisuuksista. Alijäämän hyvittäminen päästöyksiköitä hankkimalla on hinnaltaan ja saatavissa olevien yksikköjen suhteen erittäin epävarmaa.
- Niin ikään toisella LULUCF-velvoitekaudella 2026–2030 nielutavoitteista jäädään nykyisillä hakkuutasoilla selvästi ja alijäämää syntyy huomattavia määriä (kuva 9). Tilannetta vaikeuttaa entisestään se, että päästökiintiöiden ylitys 2026-2029 siirtyy kertoimella 1,08 vuoden 2030 päästöihin.
- Ilmastolain tavoitteet eivät ole eri skenaarioiden valossa toteutumassa hiilineutraaliuden, eikä myöskään EU-velvoitteisiin vastaamisen osalta. Tavoitteisiin pääseminen edellyttäisi selkeää suunnanmuutosta erityisesti maankäyttösektorilla.
- Myös Suomen oikeudenmukaisessa, vuoteen 2050 ulottuvassa hiilibudjetissa pysyminen vaatisi erittäin suuria nettopäästöjen lisävähennyksiä, riippumatta budjetin erilaisista jakoperusteista. Hiilineutraaliuden saavuttaminen vuonna 2035 vähentäisi kuitenkin merkittävästi lisätoimien tarvetta jaksolla 2035-2050.

Suomen EU-velvoitteet ja arvioitu päästökehitys



Kuva 8. Taakanjakosektorin toteutuneet päästöt, EU:n taakanjakoasetuksen mukaiset Suomen päästökiintiöt 2021–2030 (2026–2030 vahvistamatta) sekä päästökehitys KEITO WEM- ja WAM-skenaarioissa.



Kuva 9. Maankäyttösektorin toteutuneet nettopäästöt, EU:n LULUCF-asetuksen (2023/839) mukainen Suomen nieluvelvoite 2026–2030 sekä päästökehitykset KEITO WEM-, KEITO WAM- sekä KEITO LTS-skenaarioissa BIZ (Markkinat edellä), FIN (Suomi edellä), PPL (Yhteiskunta edellä) ja ENV (Ympäristö edellä)

Muiden maiden päästösitoumukset: UK

- **Ison-Britannian** tavoite on nettonolla vuonna 2050 sisältäen kaikki päästöt, mukaan lukien maankäyttösektori ja kv. lento- ja vesiliikenne. Ilman kv. liikennettä nettonolla tulisi saavuttaa vuonna 2048.
- Välitavoitteet ovat ilman kv. liikennettä -68 % 2030, -81 % 2035 ja -90 % 2040, kv. liikenteen kanssa -78 % 2035 ja -87 % 2040.
- Teknologisten nielujen rooli on eri arvioissa 1–10 % vuoden 1990 päästöistä.
- Ilmastonmuutoskomitean laatimassa nettonolla-päästöpolussa maankäyttösektori kehittyy nykyisestä lievästä päästöstä (0,8 Mt CO₂-ekv.) vuoden 2035 jälkeen nettonieluksi niin, että vuonna 2050 LULUCF-päästötase olisi noin -30 Mt CO₂-ekv. (4 % vrt. 1990).
- Kv. päästövähennysyksiköiden käyttöä ei ole kielletty, mutta tavoitteisiin on tarkoitus päästä kokonaisuudessaan kotimaisin toimin.
- Tähän mennessä päästöt ovat pudonneet noin puoleen vuoden 1990 tasosta.

Muiden maiden päästösitoumukset: Sveitsi

- **Sveitsin** nettonollatavoite 2050 kattaa Ison-Britannian tavoin kaikki päästöt.
- Varsinaiset nettopäästöjen vähennystavoitteet ovat vuoteen 1990 verrattuna -75 % vuodelle 2040 ja -89 % vuodelle 2050. Noin 7 Mt:n CO₂-ekv. jäännöspäästöt olisi tarkoitus kompensoida teknologisilla nieluilla.
- Keskipitkän aikavälin NDC-tavoitteet ovat -50 % vuonna 2030 ja -65 % vuonna 2035 (netto-päästöt, ilman kv. liikennettä). Vuoden 2030 tavoitteesta enintään yksi kolmasosa voidaan kattaa Pariisin sopimuksen artikla 6:n mukaisilla ITMO-yksiköillä. 2030–2035 päästövähennystoimien on määrä painottua enemmän kotimaahan.
- Toistaiseksi päästövähennysyksiköitä on siirretty erittäin vähän, mutta sopimuksia yksiköiden hankkimisesta on usean miljoonan tonnin edestä. Valtaosa on toteutumassa polttoaineiden jakeluyhtiöiden kautta.
- Maankäyttösektorin rooli on Sveitsissä pieni. Skenaarioissa pieni nettonielu kääntyy vuoteen 2040 mennessä pieneksi nettopäästökseksi.
- Vuoteen 1990 verrattuna Sveitsin nettopäästöt ovat pudonneet noin 15 %, ja ilman kv. liikennettä noin 20 %.

Muiden maiden päästösitoumukset: Norja

- **Norjan** päivitetyn ilmastolain mukaan päästövähennystavoitteet ovat vuoteen 1990 verrattuna -55 % vuoteen 2030 mennessä, -70–75 % vuoteen 2035 mennessä ja -90–95 % vuoteen 2050 mennessä.
- Toistaiseksi Norja on sitoutunut EU:n taakanjakosektorin ja LULUCF-sektorin maakohtaisiin tavoitteisiin, ja on myös mukana päästökaupassa.
- Mikäli keskipitkän aikavälin kansallisia, EU-velvoitteita kovempia tavoitteita ei saavuteta kotimaisin toimin ja EU-regulaation puitteissa, voidaan puuttuviin päästövähennyksiin hankkia kv. päästövähennysyksiköitä.
- Tavoitteet koskevat kaikkia khk-inventaarion päästöjä, ilman maankäyttösektoria. Lisäiset LULUCF-toimet hyväksytään kuitenkin tavoitteiden saavuttamiseksi, joskin niiden laskentametodologiaa ei toistaiseksi ole vahvistettu.
- Norjalla ei ole varsinaista nettonollatavoitetta. Maankäyttösektorin nielu on pienentynyt merkittävästi, mutta sen arvioidaan pysyvän tasolla, joka riittää nettonegatiivisiin päästöihin 2050 mennessä.
- Vuonna 2023 päästöt ilman maankäyttösektoria olivat vain 9 % pienemmät kuin vuonna 1990.
- ITMO-yksiköiden hankinnasta Norjalla on sopimus tällä hetkellä kuuden maan kanssa, mutta hankkeita ei toistaiseksi ole käynnistynyt.

Muiden maiden päästösitoumukset: Ruotsi

- **Ruotsin** tavoitteena on nettopäästötön yhteiskunta vuoteen 2045 mennessä, ja tämän jälkeen nettonegatiivinen.
- Kasvihuonekaasupäästöjen, ilman maankäyttösektoria ja kv. vesi- ja lentoliikennettä, vähennystavoite on vähintään 85 % vuoden 1990 tasosta. Loput 15 % (noin 11 Mt CO₂-ekv.) voidaan kattaa lisäisillä toimilla, kuten metsien hiilinieluja vahvistamalla, BECCS:llä tai ITMO-yksiköillä.
- On esitetty, että maankäyttösektorin toimet voisivat kontribuoida kansallisten ilmastotavoitteiden täyttymiseen vain, jos sektorin nettonielu ylittää vuosien 2016–2018 keskiarvon. Virallista linjausta asiasta ei ole tehty.
- Taakanjakosektorille Ruotsi on asettanut omat EU-velvoitetta kovemmat tavoitteet: -63 % vuonna 2030 ja -75 % vuonna 2040, vrt. 1990. 2030 tavoitteesta voisi kattaa lisätoimilla enintään 8 %-yksikköä (3,7 Mt CO₂-ekv.) ja vuoden 2040 tavoitteesta enintään 2 %-yksikköä (noin 1 Mt CO₂-ekv.).
- Kotimaan liikenteelle on erillistavoite -70 % vuoteen 2030 mennessä (vrt. 2010). Jakeluvelvoituksen laskeminen on nostanut voimakkaasti liikenteen päästöjä. Vuonna 2024 päästöt olivat vain 20 % vertailuvuotta pienemmät.
- WEM-skenaarion mukaan Ruotsi ei saavuta kansallisia tavoitteita eikä EU-velvoitteita.
- Vuonna 2024 päästöt (pl. LULUCF) olivat ennakkotietojen mukaan vähentyneet noin 33 % vuoteen 1990 verrattuna.
- Ruotsi on tehnyt toistaiseksi kuuden maan kanssa sopimuksen ITMO-yksiköiden hankkimisesta. Ghanassa on aloitettu kolme projektia, joista on odotettavissa arviolta 0,4 % osuus Ruotsin 2030 ESR-päästövähennystavoitteesta.

Muiden maiden päästösitoumukset: Itävalta

- **Itävallan** tavoitteena on ilmastoneutraalius vuonna 2040, jolloin päästöjen ja nielujen tulisi olla tasapainossa. Tavoite on kirjattu kahteen viimeiseen hallitusohjelmaan. Ilmastonsuojelulakia uudistetaan, ja tällä hetkellä näyttää siltä, että lakiin ei tule nettonollatavoitetta.
- Toistaiseksi päästöt ovat vähentyneet vuodesta 1990 alle 20 %. Maankäyttösektorin nettonielu on heikentynyt, ja kääntynyt nettopäästöksi vuonna 2023 (+7,5 Mt CO₂-ekv.).
- Kansallisen energia- ja ilmastosuunnitelman (NECP) skenaarioiden mukaan Itävalta pääsisi maankäyttösektorin vuoden 2030 EU-velvoitteeseensa (n. -5 Mt CO₂-ekv.). Laskelmat pohjautuvat vanhentuneisiin inventaariotietoihin.
- NECP:n mukaan taakanjakosektorin 2030 tavoitteesta (-48 % vrt. 2005) jäädään selvästi.
- Päästökuilu nettonollaan 2040 on WAM-skenaariossa yli 20 Mt CO₂-ekv.
- Hiilen talteenoton edistämiseksi on laadittu Carbon Management Strategie, mutta ei määrällisiä tavoitteita.
- Kansainvälisten joustojen käytöstä ei löydy tietoa.
- **Verrokkimailla** ei ole sitovia, määrällisiä erillistavoitteita teknologisille nieluille tai maankäyttösektorin nettonielulle (lukuun ottamatta EU-velvoitteita jäsenmaille).

Maankäyttösektorin rooli tavoitteissa

- IPCC:n 1,5 asteen skenaarioissa maankäyttösektorin globaalit päästöt ja poistumat saavuttavat nettonollan välillä 2029–2045.
- Päästövähennyksille, pysyville hiilidioksidin poistumille ja maankäyttösektorin väliaikaisille poistumille on ehdotettu eriytettyjä tavoitteita (mm. Europan ilmastopaneeli 2025). Ehdotuksissa ei ole eritelty, olisivatko erillistavoitteet joustamattomia vai joustavia.
- Eriytettyjä tavoitteita asetettaessa otettava huomioon, miten kustannusvaikuttavuus päästövähennysten, pysyvien poistumien ja väliaikaisten poistumien välillä toteutuu ja mitä tehdään tilanteessa, jossa jokin tavoitteista jää toteutumatta.
- Maankäyttösektorin erillisen tavoitteen pyrkimyksenä on sekä estää muiden sektoreiden päästöjen vuotamista maankäyttösektorille että pyrkiä pienentämään maankäyttösektorin nettopäästöjä ja vahvistamaan nettonieluja.
- Tulisiko maankäyttösektorin tavoitteen huomioida luonnolliset vaihtelut?
 - Voitaisiin esimerkiksi tarkastella tietyn aikavälin keskiarvoa yhden vuoden sijaan.
 - Vaihtoehtoisesti tavoite voitaisiin asettaa riittävän tiukaksi, jolloin jää puskuria esimerkiksi luonnon tuhoista johtuvalle oletettua huonommalle kehitykselle.
- Maankäyttösektorin nielu riippuu voimakkaasti metsien hakkuutasosta.
 - Voisiko metsien hakkuille asettaa enimmäismäärätavoitteen, jolloin maankäyttösektorin khk-tase olisi paremmin tiedossa?
- Voisiko kansallinen tavoite maankäyttösektorille ollakin hiilinielun sijaan hiilivaraston suuruudelle?
 - Hiilivarastotavoite kytkeytyisi yksiselitteisemmin pyrkimykseen varastoida hiiltä pois ilmakehästä.
 - Hiilivarastotavoite olisi vähemmän altis vuosittaisille vaihteluille ja käsitesekaannuksille (esim. bruttonielu vs nettonielu).
 - Hiilivarastotavoitteelle tulisi asettaa jokin tavoitevuosi, esim. 2035 tai 2050.

Teknologiset poistot ilmastotavoitteissa

- Hiilidioksidia voidaan poistaa ilmakehästä maankäyttösektorin nielujen lisäksi muihin teknologioihin pohjautuvilla keinoilla. Voimassa olevat IPCC:n kasvihuonekaasuinventaarion raportointiohjeet sisältävät ainoastaan biomassaperäisen hiilidioksidin talteenoton ja pysyvän varastoinnin (BECCS) sekä biohiilen, mutta ei merten alkalinisointia (Ocean Alkalinisation, OA), merten lannoitusta (Ocean Fertilisation, OF), nopeutettua rapautusta (Enhanced Weathering, EW) tai suoraan ilmasta tapahtuvaa hiilidioksidin talteenotto ja varastointia (Direct Air Carbon Capture and Storage, DACCS).
- Maiden ilmoittamiin NDC-tavoitteisiin voidaan sisällyttää BECCS ja biohiili, mutta toistaiseksi IPCC:n ohjeistuksen puuttuessa, on epäselvää, voidaanko muita teknologioita huomioida. Maat voivat kuitenkin kehittää kasvihuonekaasuinventaarion raportointikäytäntöjä, ja laskea teknisiä poistoja hyväksi omissa ilmastotavoitteissaan.
- Kansallisen ilmastolain tavoitteiden ja päästöjen ja poistumien hyväksi lukemisen ei tarvitse välttämättä olla linjassa EU:n ilmastovelvoitteiden kanssa, mikäli se on muutoin perusteltua. EU-velvoitteiden saavuttaminen on kuitenkin osa ilmastolain ja sen suunnittelujärjestelmän tavoitteita.
- EU:n voimassa oleviin päästökauppa-, taakanjako- tai maankäyttösektorin 2030 tavoitteisiin ei voi käyttää BECCS:ä tai muita teknologisia nieluja (pl. biohiili maankäyttösektorilla, mikäli se raportoidaan khk-inventaariossa).
- Euroopan komissio esitti heinäkuussa 2025 ehdottamassaan EU:n ilmastolain uudistuksessa hintaohjauksen asettamista kotimaisille pysyville hiilenpoistoille, esim. BECCS ja DACCS, jotta niillä voidaan kompensoida vaikeasti vähennettäviä jäännöspäästöjä.
- Asetus hiiliviljelyn ja pysyvien hiilipoistojen sertifiointista (Carbon Removals and Carbon Farming, CRCF) on mahdollisesti muodostumassa keskeiseksi osaksi EU:n ilmastolainsäädäntöä. Se määrittelee mitkä poistoteknologiat ovat tukikelpoisia ja millä kriteereillä ja menetelmillä hankkeen elinkaaripäästöt tulee arvioida. Haasteena on, että projektikohtaisella elinkaarianalyysimenetelmällä mitatut CRCF-yksiköt eivät välttämättä näy khk-inventaariossa, jolloin niitä ei voi laskea ilmastotavoitteisiin eikä myydä toiselle EU-jäsenmaalle.



Täydentävät keinot tavoitteiden saavuttamiseksi

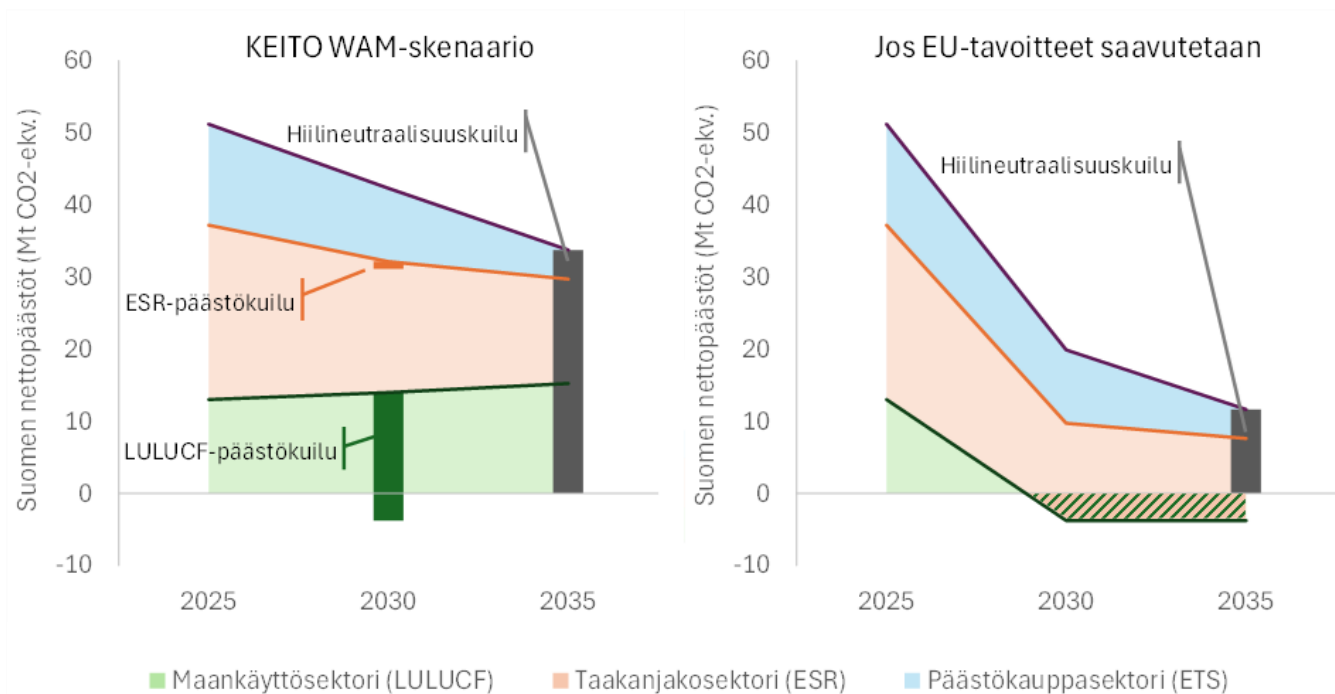


Suomen ympäristökeskus
Finlands miljöcentral
Finnish Environment Institute

Tarvittavien lisätoimien määrä

- Kuva 10 (vasen) esittää KEITO WAM-skenaarion mukaisen päästökehityksen vuoteen 2035, sekä skenaarion päästökuilun taakanjako- ja LULUCF-sektorin päästövelvoitteeseen vuodelle 2030 ja hiilineutraaliustavoitteeseen vuodelle 2035.
- Skenaariossa Suomella on huomattava päästökuilu LULUCF-sektorin 2030 velvoitteeseen ja hiilineutraaliustavoitteeseen. Päästökuilu vuoden 2030 ESR-velvoitteeseen on pieni ja skenaariossa saavutetaan kauden 2026–2030 kumulatiivinen tavoite.
- Todellisuudessa LULUCF sektorin päästökuilu olisi kuvassa esitettyä suurempi, sillä skenaarion mukaiset LULUCF-nettopäästöt eivät saavuttaisi sektorin velvoitteita myöskään vuosina 2026-2029, ja tältä kaudelta syntyvä vaje siirtyisi vuoden 2030 tavoitteeseen korotettuna kertoimella 1,08.
- Mikäli Suomi saavuttaisi vuoden 2030 EU-velvoitteet ja LULUCF-nettonielu pysyisi tämän jälkeen vuoden 2030 tasolla, päästökuilu 2035 hiilineutraaliustavoitteeseen olisi huomattavasti pienempi, kuin KEITO WAM-skenaariossa (kuva 10, oikea).
- Tarvittavat lisätoimet LULUCF-velvoitteen saavuttamiseksi ovat suuremmat, kuin ETS- tai ESR-sektorin päästöt KEITO WAM-skenaariossa vuonna 2030. Tämän suuruusluokkaeron vuoksi hiilineutraaliustavoite ei ole realistisesti saavutettavissa ilman merkittäviä lisätoimia LULUCF-sektorilla.
- EU:n asettamat sektori- ja jäsenmaakohtaiset velvoitteet 2040 saakka eivät vielä ole selvillä, mutta niiden ohjausvaikutus tulee vaikuttamaan 2030–2040 -päästötasoihin, sitä kautta hiilineutraalisuustavoitteen saavuttamiseen.
- **Johtopäätös:** Suomi ei saavuta 2030 LULUCF-velvoitetta eikä hiilineutraaliustavoitetta nykytoimilla ja suunnitelluilla lisätoimilla (KEITO WAM-skenaario). Mikäli Suomi kuitenkin saavuttaisi EU:n asettamat velvoitteet, myös hiilineutraalius olisi huomattavasti helpommin saavutettavissa, ja sitä varten vaadittava lisätoimien määrä olisi kohtuullinen. Tämä vaatisi merkittäviä lisätoimia etenkin LULUCF-nettopäästöjen vähentämiseksi vuoteen 2030 mennessä ja sen jälkeen.

Tarvittavien lisätoimien määrä



Kuva 10. Suomen päästökuilu ESR-, LULUCF- ja hiilineutraaliustavoitteen saavuttamiseksi KEITO WAM-skenaariossa (vasen), sekä hiilineutraaliustavoitteen päästökuilu, mikäli EU:n vuodelle 2030 asettamat kansalliset velvoitteet saavutettaisiin (oikea). Oikeanpuoleisessa kuvassa oletetaan, että vuoden 2030 EU-velvoitteet ESR- ja LULUCF-sektoreille saavutetaan, minkä jälkeen LULUCF-nettonielu pysyisi tasaisena ja ESR-päästöt vähenisivät edelleen WAM-skenaarion mukaisesti. LULUCF-sektorin nettonielun ja ESR-sektorin päästöjen päällekkäinen osa on kuvattu vihreä-oranssiviivoitetulla alueella.

Päästökauppasektorin lisätoimet

- Päästökauppa (ETS) on EU-tasoinen ohjauskeino. Mikäli yksittäinen jäsenmaa tekee lisätoimia sektorilla, lisätoimet vapauttavat päästokiintiöitä markkinoille, mikä mahdollistaa päästöjen nettomääräisen lisäyksen muualla EU:n alueella. Tämän vuoksi ei ole perusteltua lisätä päästövähennystoimia ETS:ssä muuten, kuin mikä on ETS:n hintaohjauksen mukaan taloudellisesti kannattavaa. Suomen hiilineutraaliustavoitteen saavuttamiseksi sektorilla voi kuitenkin tehdä lisätoimia.
- KEITO WAM:ssa 2035 päästöjä jäljellä 4,0 Mt teollisuudessa sekä öljynjalostuksessa, joihin lisätoimet voisivat kohdistua.
- Myös hiilen talteenotto olisi mahdollista, mitä on tarkasteltu tarkemmin jäljempänä.
- KEITO WAM:ssa ETS:n päästöoikeuden hinta 2035 noin 120 €/t. Lisätoimet olisivat oletettavasti tätä kalliimpia, tai muuten niitä tulisi jo käyttöön WAM:ssa ETS:n hintaohjausmekanismista johtuen.

Taakanjakosektorin lisätoimet

- Taakanjakosektorin (ESR) osalta Suomi olisi saavuttamassa kauden 2026–2030 kumulatiivisen velvoitteen nyt suunnitelluilla lisätoimilla (KEITO WAM-skenaario). Vaikkakin kumulatiivisesti määritelty velvoite saavutetaan, KEITO WAM-skenaario jää vuoden 2030 vuosikohtaisesta velvoitteesta 1,0 Mt:n verran. Hiilineutraaliustavoitteen saavuttaminen 2035 sekä EU:n kiristyvät ilmastovelvoitteet vuodelle 2040 edellyttävät myös päästövähennysten lisätoimia ESR-sektorille vuoden 2030 jälkeen.
- KEITO:ssa tunnistettu paljon lisätoimia, jotka ovat jo mukana WAM:ssa. Olemassa olevien ja lisätoimien avulla sektorin päästöt vähenevät noin 10 Mt vuosien 2025-2035 välillä.
- Lisätoimista suuri osa päästövähennyspotentiaaliltaan hyvin vähäisiä (< 0,1 Mt).
- Toimien kustannustaso on myös keskimäärin hyvin korkea, ja joillekin toimille sen on arvioitu olevan yli 2 000 €/t.
- Suurimmat jäljelle jäävät ESR-sektorin päästölähteet KEITO WAM-skenaariossa vuonna 2035 ovat maatalous (5,2 Mt CO₂-ekv.) ja liikenne (4,3 Mt CO₂-ekv.), mutta myös työkoneista (1,6 Mt CO₂-ekv.) ja jätteenkäsittelystä (1,1 Mt CO₂-ekv.) syntyy kohtuullinen osa sektorin kokonaispäästöistä (14,5 Mt CO₂-ekv.). Uusien toimien tulisi kohdistua näihin.
- ETS2-päästökauppajärjestelmä kattaa osan taakanjakosektorin päästöistä (mm. liikenne, työkoneet) vuodesta 2027 lähtien. Tämä luo hintaohjauksen kyseisille päästöille, kannustaen päästövähennystoimiin, joiden kustannukset alittavat ETS2:n päästöoikeuden hinnan. Komission ohjehinta vuodelle 2030 on 60 €/t CO₂.

Taakanjakosektorin toimia: liikenne

Toimi	Ilmasto- potentiaali	Kustannus- vaikuttavuus	Huomioita
Puhtaiden (sähkö) kuorma-autojen hankintatuet	Huono	Keskiverto	- Tekniikka uutta, joten vaikuttavampi toimi kuin henkilöautoille - <u>HEETRA-hankkeen</u> veroton kustannus - Potentiaali voi olla myös suurempi
Raskaan kaluston hankintatuet mikroyrityksille	Huono	Huono	- SCF-toimi
Romutuspalkkiokampanja	Huono	Huono	- SCF-toimi pienituloisille kohdennettuna - Kustannusvaikuttavuus > 1000 €/t
Konversiotuet (etanoli- tai kaasukäyttö)	Huono	Keskiverto	
Kävelyn ja pyöräilyn valtionavustus	Huono	Huono	- SCF-toimi
Alueellisen joukko- ja kutsuliikenteen kehittäminen	?	?	- SCF-toimi
Julkisen jakeluinfran tuet	Huono	Hyvä	
Taloyhtiöiden latausinfra-avustus	Huono	Huono	

Lähde: KAISU3 lisätoimet (WAM)

Ilmastopotentiaali (päästövähennys vuonna 2035):

- Hyvä: yli 1 Mt CO₂-ekv./v
- Keskiverto: 0,2–1 Mt CO₂-ekv./v
- Huono: alle 0,2 Mt CO₂-ekv./v

Kustannusvaikuttavuus:

- Hyvä: alle 50 € / t CO₂-ekv.
- Keskiverto: 50–150 € / t CO₂-ekv.
- Huono: yli 150 € / t CO₂-ekv

Taakanjakosektorin toimia: maatalous

Toimi	Ilmasto- potentiaali	Kustannus- vaikuttavuus	Huomioita
Maitokarjan jalostus (Ahvenjärvi 2022)	Keskiverto	Hyvä	- Parempi maitotuotos per lehmä
Nautojen NOP3-lisäaineluokinta (Ahvenjärvi 2022; MTK 2024)	Keskiverto	Keskiverto	- Noin 25 % vähennys märehkimisen CH ₄ -päästöistä
Typpilannoituksen väheneminen tai tarkentuminen (MTK 2024)	Keskiverto	?	- Mm. täsmäviljely ja palkokasvikierto; kustannukset epävarmat
Nautojen rypsipuristeruokinta (Maanavilja 2021, 4.2.3)	Huono	Huono	- Noin 5 % vähennys märehkimisen CH ₄ -päästöistä

Ilmastopotentiaali (päästövähennys vuonna 2035):

- Hyvä: yli 1 Mt CO₂-ekv./v
- Keskiverto: 0,2–1 Mt CO₂-ekv./v
- Huono: alle 0,2 Mt CO₂-ekv./v

Kustannusvaikuttavuus:

- Hyvä: alle 50 € / t CO₂-ekv.
- Keskiverto: 50–150 € / t CO₂-ekv.
- Huono: yli 150 € / t CO₂-ekv

Maankäyttösektorin lisätoimet

- Maankäyttösektorin (LULUCF) osalta Suomi ei olisi saavuttamassa vuoden 2030 tai kauden 2026–2030 velvoitteita nyt suunnitelluilla lisätoimilla (KEITO WEM sekä WAM-skenaario). Päästökaulu vuoden 2030 LULUCF-tavoitteeseen on 17,8 Mt.
- KEITO-hankkeessa maankäyttösektorin lisätoimet ovat vähäisiä, joten WEM ja WAM-skenaario ovat lähes yhtenevät.
- Maankäyttösektorilla tarvitaan huomattavasti lisätoimia sekä EU-velvoitteiden että hiilineutraaliustavoitteen saavuttamiseksi.
- Tärkeimmät maankäyttösektorin päästölähteet KEITO WAM-skenaariossa vuonna 2030 ovat metsämaa (9,2 Mt), viljelysmaa (5,9 Mt) ja kosteikot (1,7 Mt). Metsämaalla valtaosa bruttopäästöistä syntyy turvemaiden maaperästä (noin 14 Mt) minkä lisäksi puusto toimii nieluna (noin -7 Mt).
- Jäljempänä esitellään tarkemmin maankäyttösektorin mahdollisia lisätoimia.

Maankäyttösektorin toimia

Toimi	Ilmasto- potentiaali	Kustannus- vaikuttavuus	Ohjauskeinoja	Huomioita
Kiertoaikojen pidennys	Hyvä	Hyvä	- Päätehakkuukriteerit lakiin - Hiilitukijärjestelmä - HiiliMetso - Informaatio-ohjaus	- Tuhoriski vanhoissa kuusikoissa - Hakkuuvuoto nuorempiin metsiin?
Puuston kasvattaminen tiheämpänä	Hyvä	Hyvä	- Harvennuskriteerien tiukennus lakiin - Hiilitukijärjestelmä - Informaatio-ohjaus	
Metsälannoituksen lisääminen	Keskiverto - Hyvä	Hyvä	- METKA-tukien lisäys - Informaatio-ohjaus	- Negatiiviset vesistövaikutukset etenkin nitraattipohjaisissa lannoitteissa
Metsien suojelu	Hyvä	Ei arviota	- Valtion metsien suojelu - METSO-ohjelman rahoituksen lisäys	- Hakkuuvuoto muihin metsiin?
Turvemaametsien maaperän päästöjen vähennys	Hyvä	Ei arviota	- Kaikkien suometsäojitusten luvanvaraistaminen - Jatkuvaan kasvatukseen siirtymisen tuki - METKA-tukien lisäys	
Metsäkadon välttäminen	Hyvä	? - Hyvä	- Maankäytön muutosmaksu	- Kustannusvaikuttavuus riippuu maan vaihtoehtoiskustannuksesta
Metsitys	Huono	Keskiverto - Hyvä	- Metsitystuki	- Kustannusvaikuttavuus riippuu voimakkaasti siitä, mitä maata metsitetään
Turvemaapeltojen hoito	Keskiverto	Hyvä	- Kosteikkotuki - Nurmiviljelytuki	- Luokka sisältää paljon erilaisia toimia, esim. kosteikkoviljely

Toimien ilmastopotentiaali ja kustannusvaikuttavuus

- Ilmastopotentiaali (päästövähennys vuonna 2035):
 - Hyvä: yli 1 Mt CO₂-ekv./v
 - Keskiverto: 0,2–1 Mt CO₂-ekv./v
 - Huono: alle 0,2 Mt CO₂-ekv./v
- Kustannusvaikuttavuus:
 - Hyvä: alle 50 € / t CO₂-ekv.
 - Keskiverto: 50–150 € / t CO₂-ekv.
 - Huono: yli 150 € / t CO₂-ekv

Maankäyttösektorin toimien johtopäätökset

- Maankäyttösektorilla on löydettävissä useita toimia, joiden ilmastopotentiaali ja kustannusvaikuttavuus ovat molemmat hyviä.
- Toimien toteutumisen varmistamiseksi on kirjallisuudessa tunnistettu useita vaihtoehtoisia ohjauskeinoja.
- Potentiaalisimmat toimet liittyvät metsien käsittelyn muutoksiin, kiertoaikoja pidentämällä ja harvennuksia lieventämällä.
- Metsien käsittelyn muutoksia voidaan saada aikaan metsälakia päivittämällä ja ottamalla käyttöön taloudellisia kannustimia.
- Ilmastopotentiaalia on myös turvemaiden päästövähennyksissä, sekä metsissä että maatalousmailla.

Hiilidioksidin talteenotto ja tekniset poistot

Uusien teknologioiden käyttöönottoa voidaan vauhdittaa erilaisilla keinoilla

- Vuonna 2021 Komission julkaiseman Kestävä hiilen kierto -tiedonnon jälkeen hiilen talteenottoa ja teknisiä poistoja on edistetty usean aloitteen kautta (esim. Teollinen hiilenhallintastrategia, Nettonollateollisuutta koskeva säädös).
- Hallitusohjelman mukaan osana päästövelan lyhentämisohjelmaa selvitetään ja otetaan käyttöön ohjauskeinot, joilla varmistetaan suurten teollisuuslaitosten hiilidioksidipäästöjen loppuminen Suomessa vuoteen 2035 mennessä. Päästövelan lyhentämisohjelman keinoilla ei olla kuitenkaan pääsemässä tavoitteeseen. Hiilidioksidin talteenottoon, hyötykäyttöön ja poistoon liittyviä teknologioita ei ole toistaiseksi toteutettu laajassa mittakaavassa.
- Pohjoismaissa tukea on viime vuosina kohdistettu BECCS, CCS ja CCU tutkimus- ja pilottihankkeille sekä teollisuuden investointeihin. Ruotsin energiavirastolle on myönnetty yhteensä 3,3 miljardia €, josta 1,8 miljardia € on käytetty BECCS-hankkeeseen jonka tavoite on ottaa talteen ja varastoida 0,8 Mt CO₂/a. Tanskassa on varattu noin 5 miljardia € hankkeisiin, joiden arvioitu talteenottokapasiteetti on 2,9 Mt CO₂ vuonna 2030. Norjassa on panostettu erityisesti kuljetuksen ja varastoinnin arvoketjujen kehittämiseen.
- EU tukee hankkeita erilaisilla instrumenteilla. Innovaatorahasto (Innovation Fund) on rahoittanut vedyn tuotantoa Suomessa, ja Verkkojen Eurooppa (Connecting Europe Facility) on myöntänyt rahoitusta esim. hiilidioksidin kuljetuksen ja varastoinnin arvoketjujen kehittämiseen. Komissio valmistelee osto-ohjelmaa pysyville teknisille nieluille. Uusiutuvan energian direktiivi sekä erityisesti lento- ja meriliikenteelle suunnitellut asetukset vähähiilisten polttoaineiden käytöstä kannustavat lisäämään talteenotettuun hiilidioksidiin perustuvaa polttoaineiden tuotantoa (Renewable Fuel of Non-Biological Origin). Direktiivi suosii BECCU ja DACCU teknologioita, sillä fossiilisen hiilidioksidin käytölle sähkön tuotannossa ja kaikille ei-kestävän hiilidioksidin käytölle on asetettu takarajat 2035 ja 2040, jonka jälkeen ei-kestävästi tuotetun RFNBO:n poltto ei enää lasketa nollapäästöiseksi päästökaupassa.

Hiilidioksidin talteenotto ja tekniset poistot

EU-tason hintaohjausta suunnitellaan

- Nykytilanteessa päästökaupan piirissä olevat laitokset sekä Euroopan talousalueen sisäinen lentoliikenne ja meriliikenne joutuvat vuosittain palauttamaan kokonaispäästöjään vastaavan määrän päästöoikeuksia, vähennettynä sillä määrällä, joka on otettu talteen ja varastoitu pysyvästi.
- Jos laitoksessa poltettu biomassa täyttää uusiutuvan energian direktiivin (RED III) kestävyyskriteerit, luokitellaan päästö päästökaupassa nollapäästöiseksi, eikä kestävä biogeenisen hiilidioksidin talteenotto ja pysyvä varastointi vähennä palautettavien päästöoikeuksien määrää. Yli 95 % kestävää biomassaa vuosina 2019-2023 polttavat laitokset siirtyvät myös päästökaupan piiristä taakanjakosektorille vuonna 2026. Toisin sanoen mekanismi ei kannusta tuottamaan teknisiä poistoja.
- Direktiivi ei hyväksy varastointia tilapäisissä CCU-tuotteissa.
- Komissio on ehdottanut hintaohjausta pysyville teknisille poistoille, esim. BECCS:ille ja DACCS:ille, jotta näillä voitaisiin kompensoida vaikeasti vähennettäviä päästöjä. Esitys järjestelmän rakenteesta ja säännöistä tehdään vuonna 2026. Komissio on kerännyt palautetta sidosryhmiltä 2025 kesän aikana, ja yli 80 % vastaajista puoltavat CRCF-sertifioitujen pysyvien poistojen sisällyttämistä päästökauppaan.
- Iso-Britannia kehittää rinnakkaisesti omaa päästökauppaa, johon tullaan sisällyttämään tekniset poistot vuoteen 2029 mennessä. EU on sitoutunut kytkemään päästökauppajärjestelmät yhteen jollain tavalla.

Hiilidioksidin talteenottoon liittyviä toimia

Toimi	Ilmastopotentialiaali	Kustannusvaikuttavuus	Ohjauskeinoja	Muita vaikutuksia
Bioperäisen hiilidioksidin talteenotto ja pysyvä varastointi (BECCS)	Hyvä	Keskiverto	Hintaohjaus Suorat tuet Velvoitteet Verot	- Epäsuora maankäyttövaikutus ja energiankulutus
Hiilidioksidin talteenotto suoraan ilmasta ja pysyvä varastointi (DACCS)	Hyvä	Huono		- Korkea energiankulutus
Fossiilisen hiilidioksidin talteenotto ja pysyvä varastointi (CCS)	Hyvä	Ei arviota		- Polkuriippuvuus ja korkea energiankulutus
Hiilidioksidin hyötykäyttö (CCU)	Hyvä	Huono	Hintaohjaus Suorat tuet Velvoitteet Standardit	- Korkea energiankulutus

Arvioiden lähteet hyperlinkkeinä

- Bioperäisen hiilidioksidin talteenotolla on hyvä potentiaali Suomessa. Päästöjä voidaan hyödyntää tuotteissa tai viedä Tanskan ja Norjan varastoihin.
- Teknologioilla voidaan myös poistaa hiilidioksidia suoraan ilmasta (DACCS) tai vähentää jäännöspäästöjä teollisuusprosesseissa (CCS).
- Ilmastopotentialiaali ja kustannusvaikuttavuusarviot ovat riippuvaisia oletuksista hyötykäytön, varastoinnin ja kuljetusinfrastruktuurin kehityksestä.

Kansainväliset joustot: Artikla 6

Kansainvälisten päästövähennysyksiköiden käyttö hiilineutraalisuustavoitteen saavuttamiseksi

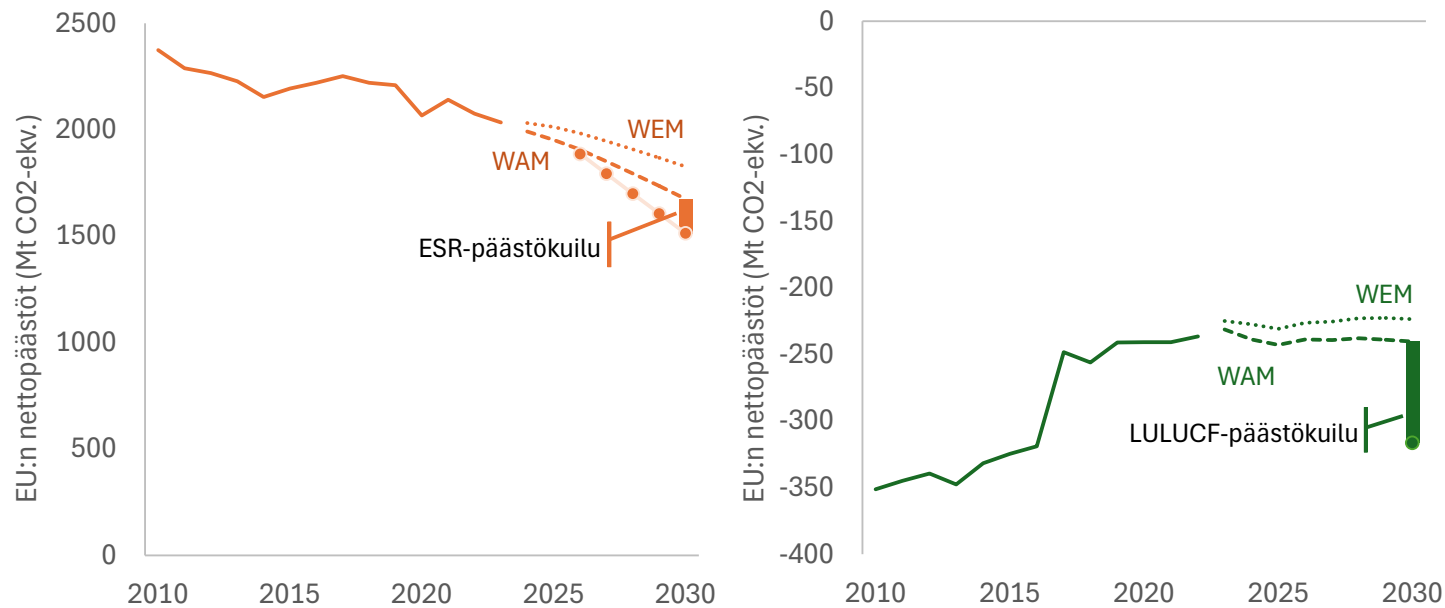
- Pariisin sopimuksen artikla 6 sisältää päästövähennysyksiköiden siirtoja kahden- tai monenvälisten sopimusten kautta (artikla 6.2) ja keskitetyn markkinamekanismin kautta (6.4).
- Kahdenvälisiä sopimuksia (A6.2) on solmittu eri maiden välillä 102 kappaletta, ja projekteja on käynnistynyt 162. Suurimmassa osassa hankkeista yksiköiden ostajana on Japani, vaikutus maan NDC:hen on kuitenkin erittäin pieni.
- Artikla 6.4:n keskitettyyn markkinamekanismiin on tulossa satoja miljoonia päästökrediittejä. Suuri osa näistä tulee vanhoista CDM-hankkeista, joiden tuottamien päästövähennysten lisäisyys on hyvin kyseenalainen.
- Kv. yksiköitä voidaan käyttää sellaisten kansallisten tavoitteiden saavuttamiseen, jotka ylittävät jäsenmaiden panoksen yhteiseen EU:n laajuiseen NDC:hen, eli esimerkiksi Suomen hiilineutraaliustavoitteen saavuttamiseksi.
- A6.4 markkinamekanismiin voisi olla tulossa uusien hankeilmoitusten ja CDM-hankkeiden siirtopyyntöjen perusteella päästöyksiköitä arviolta noin 3 % suhteessa globaaleihin päästöihin. Vastaavasti komissio esittää 2040 tavoitteen saavuttamisen joustoksi artikla 6 yksiköiden käyttöä 3 %-yksikön edestä. Molemmilla tavoilla arvioituna Suomen osuus olisi vuositasona noin 1,5 Mt CO₂-ekv.
- On oleellista pohtia mitkä ovat yksiköiden hankkimisen vaikutukset, ja tulisiko niille asettaa laadullisia ja määrällisiä rajoitteita, jos niitä käytetään hiilineutraaliustavoitteen saavuttamiseksi.
- Jos halvimmat päästövähennystoimet myydään ulkomaille, päästövähennysten marginaalikustannukset isäntämaan omien sitoumusten saavuttamiseksi voivat nousta merkittävästi.
- A6.2:n mukaisten ITMO-yksiköiden hankkimiseksi yhteistyö ja sopimusneuvottelut hankkeiden isäntämaiden kanssa tulisi käynnistää hyvissä ajoin. Kahdenväliset sopimukset voivat sisältää luotettavuutta lisääviä vaatimuksia.

Kansainväliset joustot: EU-velvoitteet

Jäsenmailta hankittavien päästöyksiköiden käyttö EU-tavoitteiden saavuttamiseksi

- EU:n ESR- ja LULUCF-velvoitteiden täyttämiseksi voidaan käyttää muilta EU-jäsenmailta hankittuja päästöyksiköitä, edellyttäen että myyjämaalla on kertynyt kyseiselle sektorille ylijäämää ja halukkuutta myyntiin on.
- ESR-velvoitteen osalta Suomella ei ole välttämättä tarvetta hankkia päästöyksiköitä. KEITO WAM-skenaarion mukaan Suomi sen sijaan alittaisi kumulatiivisen 2021–2030 tavoitteen suunnitelluilla lisätoimilla arviolta 1,5 Mt:llä CO₂-ekv. (pl. LULUCF-sektorilta mahdollisesti taakanjakosektorille siirtyvä vaje).
- EEA:n vuonna 2024 kokoaman arvion mukaan jäsenmaiden lisätoimiurat eivät riitä saavuttamaan ESR-velvoitteita unionin tasolla, minkä perusteella ESR-yksiköille tulisi olemaan kysyntää muilta jäsenmailta (kuva 11, vasen puoli). Arviossa ei ole kuitenkaan huomioitu joustoja (ns. one-off jousto ja yksiköiden pankitus), jotka voivat mahdollistaa velvoitteen saavuttamisen EU-tasolla.
- LULUCF-sektorilla Suomella on KEITO WAM-skenaarion mukaan kaudelle 2026–2030 huomattava päästökuilu, joka olisi periaatteessa mahdollista kattaa joko lisätoimilla tai muilta jäsenmailta hankittavilla yksiköillä. Yksiköiden hankkiminen ei kuitenkaan näytä käytännössä mahdolliselta, sillä EEA:n arvion mukaan EU on jäämässä huomattavasti vuoden 2030 LULUCF-velvoitteestaan (kuva 11, oikea puoli). Tämän perusteella jäsenmailla ei tulisi olemaan nettomääräisesti myytäviä yksiköitä, ts. niiden kysyntä ylittäisi huomattavasti tarjonnan. Tällöin voidaan myös olettaa, että yksiköiden hinta tulee olemaan huomattavan korkea.
- Jäsenmaatasolla tarkasteltuna moni LULUCF-sektorin osalta merkittävä maa (mm. Ruotsi, Espanja, Puola, Italia, Ranska, Saksa) jää selvästi omasta LULUCF-tavoitteestaan.
- Koska LULUCF-sektorin päästöyksiköiden hankkimismahdollisuutta voidaan pitää erittäin epävarmana vaihtoehtona, Suomen tulisi saavuttaa kansalliset LULUCF-velvoitteensa omin lisätoimin.

Kansainväliset joustot: EU-velvoitteet



Kuva 11. EU:n taakanjakosektorin (vasen) ja LULUCF-sektorin nettopäästöjen toteuma, WEM ja WAM-skenaariot, velvoitteet 2026–2030 -kaudelle sekä vuoden 2030 päästökuilu laskettuna WAM-skenaarioista.

Keinojen kustannusvaikuttavuus

- Energia- ja ilmastostrategian luonnos linjaa, että ”tavoitteisiin pyritään mahdollisimman kustannustehokkaalla, vaikuttavalla ja teknistaloudellisesti kestävällä tavalla.”
- Energia- ja ilmastostrategian sekä KAISU 3:n tueksi laadituissa pitkän aikavälin KEITO-skenaarioissa ei kuitenkaan raportoida kattavasti eri toimien kustannusvaikuttavuutta, minkä vuoksi Energia- ja ilmastostrategian linjauksen toteutumista ei voida todentaa.
- Päästökaupasektorilla WEM-skenaariossa ETS:n hinta noin 120 €/t vuonna 2035. Lisätoimet oletettavasti tätä kalliimpia, sillä muuten ne tulisivat jo käyttöön WAM:ssa johtuen ETS:n hintaohjausmekanismista.
- Taakanjakosektorille KAISU:ssa on arvioitu osalle liikenteen lisätoimista (romutuspalkkiokampanjat) yli 1 000 €/t CO₂ päästövähennyskustannus, joka on poikkeuksellisen korkea. Kustannusvaikuttavuuden mielessä näin kalliiden toimien toteuttaminen on kyseenalaista, esimerkiksi mikäli tätä kustannustasoa vertaa ETS:n päästöoikeuksien hintaan.
- Maankäyttösektorilla on useiden arvioiden mukaan lukuisia erittäin kustannusvaikuttavia toimia (kustannus alle 50 €/t CO₂) ja joilla on merkittävä päästövähennyspotentiaali (nettovaikutus yli 0,5 Mt/v). Näitä ovat mm. kiertoaikojen pidennys metsätaloudessa ja puuston kasvattaminen tiheämpänä, metsälannoituksen lisääminen ja metsäkadon välttäminen, jotka vaikuttaisivat metsämaan nettopäästöihin, sekä turvemaapeltojen hoito, joka vaikuttaisi viljelysmaan päästöihin.
- Näiden maankäyttösektorin toimien toteuttaminen olisi kustannusvaikuttavuudeltaan huomattavasti kannattavampaa kuin esimerkiksi usean taakanjakosektorille KEITO WAM:ssa suunnitellun lisätoimen, ETS:n lisätoimien tai hiilidioksidin talteenoton toteuttaminen.
- Mikäli LULUCF-sektorin velvoitteita ei täytetä, päästövähennystarve siirtyy taakanjakosektorille. Tämä kasvattaisi ilmastopolitiikan kustannuksia huomattavasti, johtuen yllä mainituista sektoreiden toimien kustannusvaikuttavuuden eroista.
- Kv. yksiköiden tulevista hinnoista ei ole arvioita. Sveitsin toistaiseksi solmimissa sopimuksissa hinta on ollut 31 €/t CO₂-ekv.

Yhteenveto

Yhteenveto

1/2

- Ilmastolain tavoitteet ovat ajantasaisia, ja vastaavat ilmastonmuutoksen hillinnän riittävään tasoon, Pariisin sopimukseen ja EU-velvoitteisiin sekä Suomen mahdollisuuksiin ja vastuuseen toimia edelläkävijänä ilmastopolitiikassa.
- Hiilineutraaliuden saavuttaminen 2035 edellyttää selkeää suunnanmuutosta erityisesti maankäyttösektorilla. Hiilineutraalius mahdollistaisi Suomen pysymisen oikeudenmukaisen hiilibudjetin rajoissa pidemmällä aikavälillä.
- Suomen nettonolla 2035 on verrokkimaita jonkin verran kunnianhimoisempi tavoite, mutta esimerkiksi Ison-Britannian päästövähennystavoitteet tai Ruotsin taakanjakosektorin velvoitteet ovat tiukempia kuin Suomessa.
- Erillinen maankäyttösektorin tavoite voisi estää muiden sektoreiden päästöjen vuotamista maankäyttösektorille ja edistää nettopäästöjen pienenemistä.
- Teknologiset nielut voivat olla osa kansallisia ilmastotavoitteita, ja ne tulevat myös EU:n tavoitteisiin vuoden 2030 jälkeen.
- Suomi ei saavuta 2030 LULUCF-velvoitetta eikä hiilineutraaliustavoitetta nykytoimilla ja suunnitelluilla lisätoimilla (KEITO WAM). Jos Suomi kuitenkin saavuttaisi EU:n asettamat velvoitteet, myös hiilineutraalius olisi huomattavasti helpommin saavutettavissa, ja sitä varten vaadittava lisätoimien määrä olisi kohtuullinen. Tämä vaatisi merkittäviä lisätoimia etenkin LULUCF-nettopäästöjen vähentämiseksi vuoteen 2030 mennessä ja sen jälkeen.
- Mikäli LULUCF-sektorin velvoitteita ei täytetä, päästövähennystarve siirtyy taakanjakosektorille. Tämä kasvattaisi kustannuksia huomattavasti.
- Maankäyttösektorilla useita toimia, joiden ilmastopotentiaali ja kustannusvaikuttavuus ovat hyviä
 - Potentiaalisimmat toimet: metsien kiertoaikojen pidentäminen ja harvennusten lieventäminen
 - Metsien käsittelyn muutoksia saadaan aikaan metsälakia päivittämällä ja ottamalla käyttöön taloudellisia kannustimia
 - Ilmastopotentiaalia on myös turvemaiden päästövähennyksissä, sekä metsissä että maatalousmailla

Yhteenveto

2/2

- KEITO WAM:ssa ETS:n päästöoikeuden hinta 2035 noin 120 €/t. Lisätoimet olisivat oletettavasti tätä kalliimpia, tai muuten niitä tulisi jo käyttöön WAM:ssa ETS:n hintaohjausmekanismista johtuen.
- Taakanjakosektorin lisätoimien päästövähennyspotentiaali on pieni ja kustannusvaikuttavuus yleisesti ottaen huono.
- Hiilen talteenottoa ja teknisiä poistoja ei ole toistaiseksi toteutettu laajassa mittakaavassa, mutta potentiaali on merkittävä. Hankkeiden toteutumiseen liittyy epävarmuutta, valmisteluihin voi mennä vuosia ja kustannusvaikuttavuus on huono. Taloudellisia kannustimia valmistellaan EU-tasolla. Ruotsissa ja Tanskassa CCSU-hankkeisiin kohdistetaan erilaisia tukia useiden miljardien eurojen edestä.
- Kansainvälisiä päästöyksiköitä voidaan käyttää Parisin sopimuksen mukaisesti ilmastotavoitteiden saavuttamiseen, EU:ssa niiden kansallisten tavoitteiden saavuttamiseen, jotka ylittävät jäsenmaiden panoksen yhteiseen EU:n laajuiseen NDC:hen, eli esimerkiksi Suomen hiilineutraaliustavoitteeseen.
- Kahdenvälisten sopimusten valmistelu vaatii runsaasti aikaa ja ilmastopotentiaali on pieni. Artikla 6.4:n keskitettyyn markkinamekanismiin on sen sijaan tulossa satoja miljoonia päästökrediittejä, joiden laatu on osin heikko. Realistista voisi olla kattaa enintään 3 % päästövähennystavoitteesta kv. yksiköillä. Yksiköiden siirtoja on tehty toistaiseksi hyvin vähän, ja niiden tulevista hinnoista ei ole arvioita.
- On oleellista pohtia mitkä ovat yksiköiden hankkimisen vaikutukset, ja tulisiko niille asettaa laadullisia ja määrällisiä rajoitteita. Jos halvimmat päästövähennystoimet myydään ulkomaille, päästövähennysten marginaalikustannukset isäntämaan omien sitoumusten saavuttamiseksi voivat nousta merkittävästi.
- LULUCF- tai ESR-yksiköiden hankkiminen EU-velvoitteisiin pääsemiseksi ei näytä mahdolliselta, sillä useat jäsenmaat jäävät merkittävästi omista tavoitteistaan eikä myytävää ole.



Suomen ympäristökeskus
Finlands miljöcentral
Finnish Environment Institute