Näkökulmia luonnon ja teknisiin hiilinieluihin – rooli nollapäästöisessä taloudessa

O 32/2023 vp

10.11.2023

Sisältö

- Kontekstualisointia ja keskeisiä määritelmiä
- Talousnäkökulmia
- Ohjauskeinoista

Ilmastotavoitteet vaativat sekä päästövähennyksiä että nielujen vahvistamista;

Nieluilla ei voi korvata päästövähennyksiä;

Luonnon nieluja pitää vahvistaa. Tämän LISÄKSI tarvitaan teknisiä nieluja;

Teknisiin nieluihin liittyen määritelmissä on epämääräisyyttä;

Tekniset keinot, joihin sisältyy hiilidioksidin talteenottoa, hyötykäyttöä tai varastointia ovat ilmastovaikutuksiltaan erilaisia;

Päästöt ja nielut (mrd.tn hiilidioksidia, CO_2, 2012 - 2021)

4,5 mrd.tn, 11%



\+

35.2 mrd.tn, 89%



19,1 mrd.tn
Ilmakehä
48%



11,4 mrd.tn
maaekosysteemit
29%



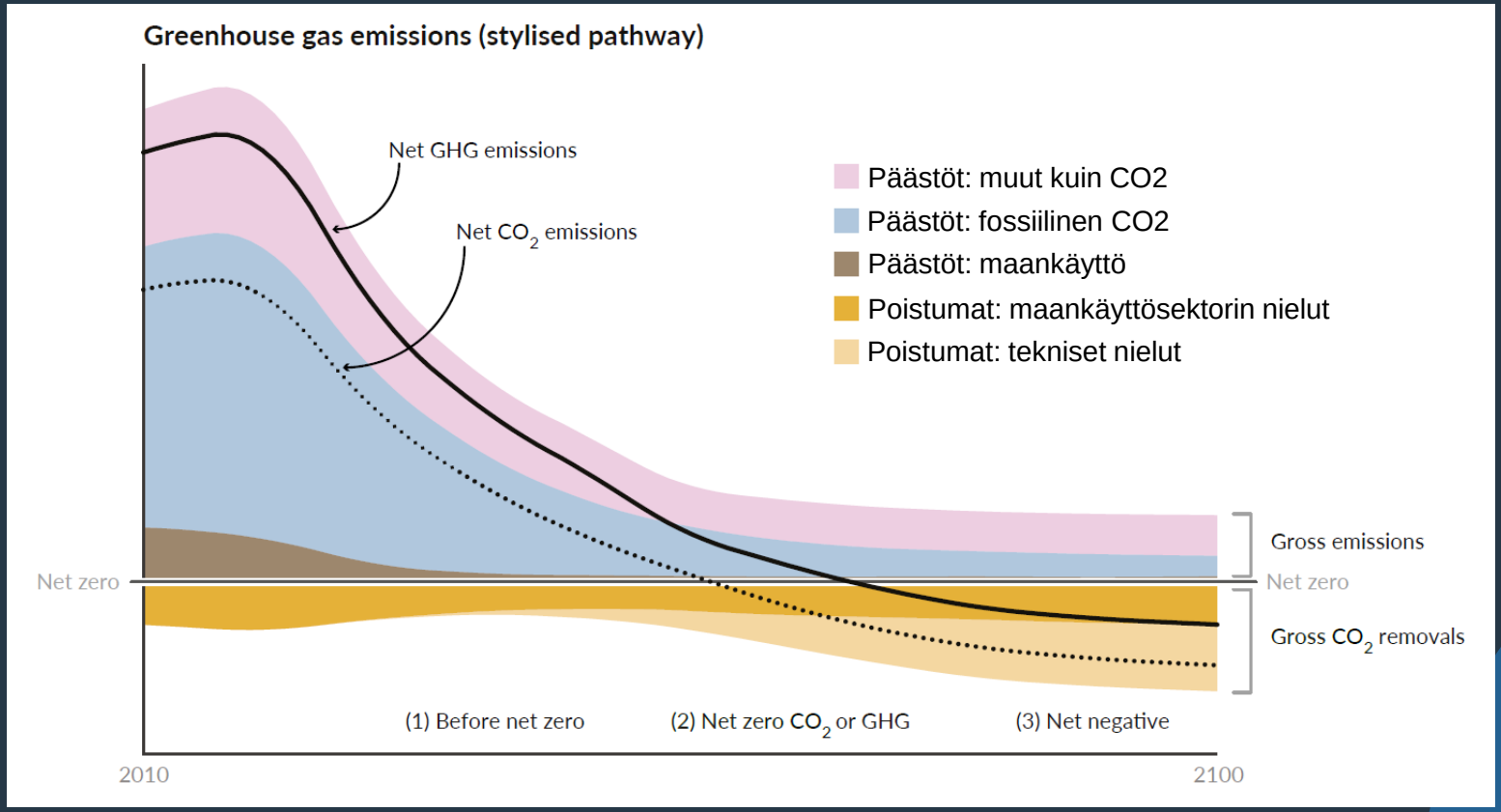
10,5 mrd.tn
Meret
26%



Friedlingstein et al. 2022

Konteksti: Hiilinielujen rooli IPCC 1,5C skenaarioissa

- Maankäyttösektori on tällä hetkellä globaalisti päästölähde => pitää kääntää merkittäväksi nieluksi
- Tämän LISÄKSI, vuosisadan jälkipuoliskolla tarvitaan teknisiä nieluja miljardeja tonneja vuosittain



Konteksti: Luonnon ja tekniset nielut kansallisessa ilmastolaissa

> ”ihmisen toiminnasta aiheutuvat kasvihuonekaasujen päästöt vähentyvät ja ***nielujen aikaansaamat poistumat*** kasvavat siten, että kasvihuonekaasujen ***päästöt ovat enintään yhtä suuret kuin poistumat*** viimeistään vuonna 2035 ja että ***poistumat kasvavat*** ja päästöt vähenevät edelleen myös sen jälkeen”

- Lain määritelmäsäännökseen (6 §) sisältyy nielun määritelmä, joka kattaa myös teknologiset nielut. Nettonielun laskennassa otetaan lain nojalla näin ollen huomioon luonnollisten nielujen lisäksi myös mahdolliset teknologiset nielut.
- Laissa ei aseteta tavoitteita esimerkiksi negatiivisille päästöille eikä säädetä siitä, missä määrin teknologisia nieluja voi tai tulee käyttää osana ilmastopolitiikkaa. Lain 2 §:n perusteluissa todetaan, että ”Tavoitteet on tarkoitus saavuttaa lähtökohtaisesti kotimaisin keinoin”.

Määritelmiä

- **Poistuma (*removals*) =** Anthropogenic removals as the withdrawal of greenhouse gases (GHGs) from the atmosphere as a result of deliberate human activities. (IPCC AR6 WGIII Report Glossary);
  - Vapaa käännös:
    - Ihmisperäiset/ihmisten aikaansaamat poistumat tarkoittavat kasvihuonekaasujen (KHK) poistamista ilmakehästä tarkoituksellisten ihmistoimien seurauksena.

- **Suomen ilmastolaissa***: ”**poistumalla*** sitä määrää kasvihuonekaasuja, jonka nielu sitoo ilmakehästä tietyssä ajassa.”

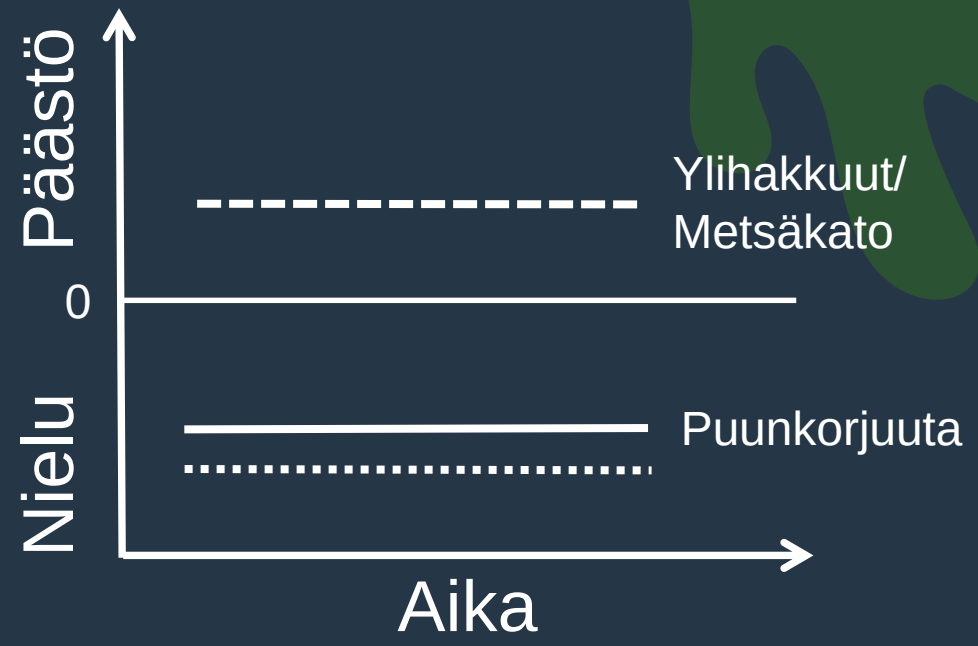
Lisää määritelmiä

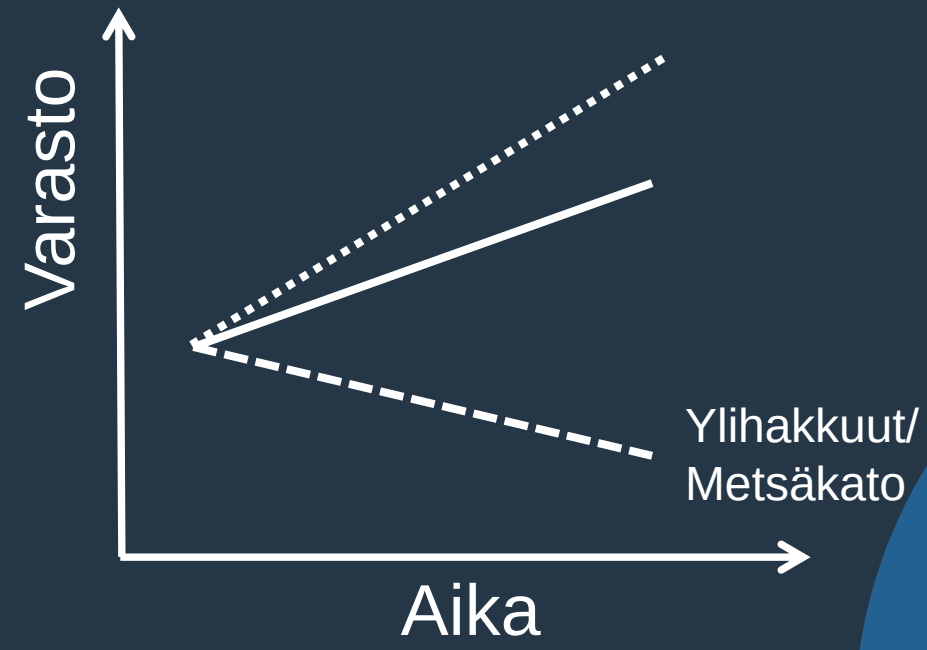
- **Suomen ilmastopaneeli:”** tuottaa teknologisten nielujen avulla negatiivisia päästöjä biogeenisistä savukaasuista.”

- **Tekninen/Teknologinen nielu ja negatiivinen päästö**
  - Ilmastopaneeli:
    - ” Teknologisilla nieluilla tarkoitetaan yleisesti ottaen hiilidioksidin talteenoton teknisiä menetelmiä savukaasuista tai suoraan ilmakehästä.”
    - ”Negatiivinen päästö tarkoittaa teknologisen nielun avulla saatua hiilidioksidin poistoa suoraan ilmakehästä tai bioperäisen hiilen poltosta pysyvään varastoon”
    - Vaihtoehtoinen määritelmä: ”Poistetaan kasvihuonekaasuja, pääasiassa hiilidioksidia, ihmisen kehittämillä teknisillä menetelmillä joko suoraan ilmakehästä tai teollisuuden biomassan käytöstä syntyvistä savukaasuista ja varastoidaan sidottu CO2 pysyvästi [vähintään vuosikymmeniksi].”
- **Biogeeninen päästö**
  - Kasvihuonekaasu (CO2, CH4), joka vapautuu biologisen materiaalin eli biomassan tai sen johdannaisten palaessa tai hajotessa. Esimerkkejä tästä ovat puun ja biologisen hajoamisen kautta syntyneen biokaasun palaessa vapautuva hiilidioksidi.

Metsien aikaansaama hiilinielu

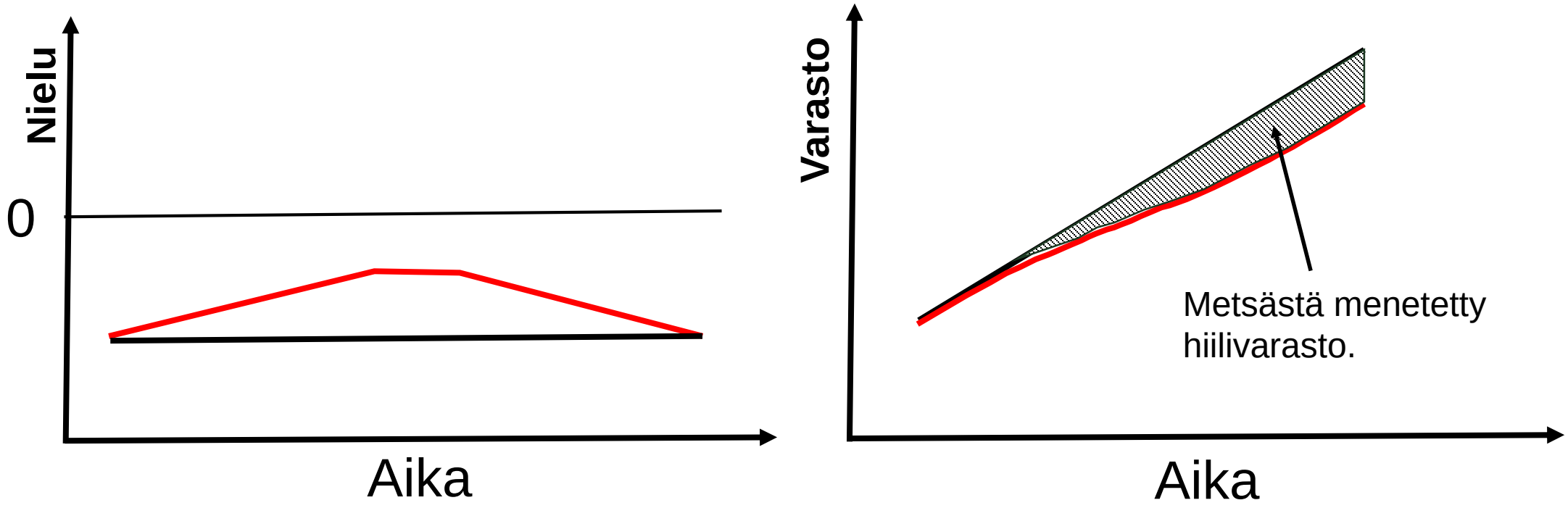
- Metsän hiilivarasto = Puustossa ja maaperässä oleva hiilimäärä.
- Hiilivarasto kasvaa, jos puiden yhteyttämisessä sitoma hiilimäärä on suurempi kuin vapautuva hiilimäärä (puiden hengitys, maaperäprosessit, hakkuut)
- Metsän hiilinielu = Metsän hiilivarasto kasvaa (puusto, maaperä, puusta valmistetut tuotteet)
- Hiilinielu ≠ Metsän kasvu
- Hiilinielu ≠ Puiden yhteytyksessä/kasvussa sitoma hiili





Ympäristöministeriö
Miljöministeriet
Ministry of the Environment

Hiilinielun palautuminen entiselle tasolle ei tarkoita ilmastovaikutuksen hiilineutraaliutta.



- Lisähakkuiden ilmastovaikutuksen takaisinmaksuaika vähintään kymmeniä vuosia.
- Takaisinmaksuaika riippuu valmistetuista tuotteista, metsän kasvunopeudesta jne.
- Ehto takaisinmaksulle on hiilinielun kasvaminen alkuperäistä suuremmaksi.

Talousnäkökulmia ja ohjauskeinoja

Tavoitteena hiilinielujen aikaansaamien poistumien kasvattaminen?

Teknisten nielujen teknis-taloudellinen potentiaali on merkittävä ja niiden tulee olla osa ratkaisua, mutta toteutustapa on ratkaisevaa ilmastovaikutusten kannalta;

Maankäyttösektorilla on useita tehokkaita hillintätoimia, joilla ei ole negatiivisia sivuvaikutuksia maaekosysteemeihin, ruokaturvaan, tai ilmastonmuutoksen sopeutumiseen;

Ilman näiden toimien laajamittaista käyttöönottoa on Pariisin ilmastosopimuksen mukaisten ilmastotavoitteiden saavuttaminen erittäin vaikeaa;

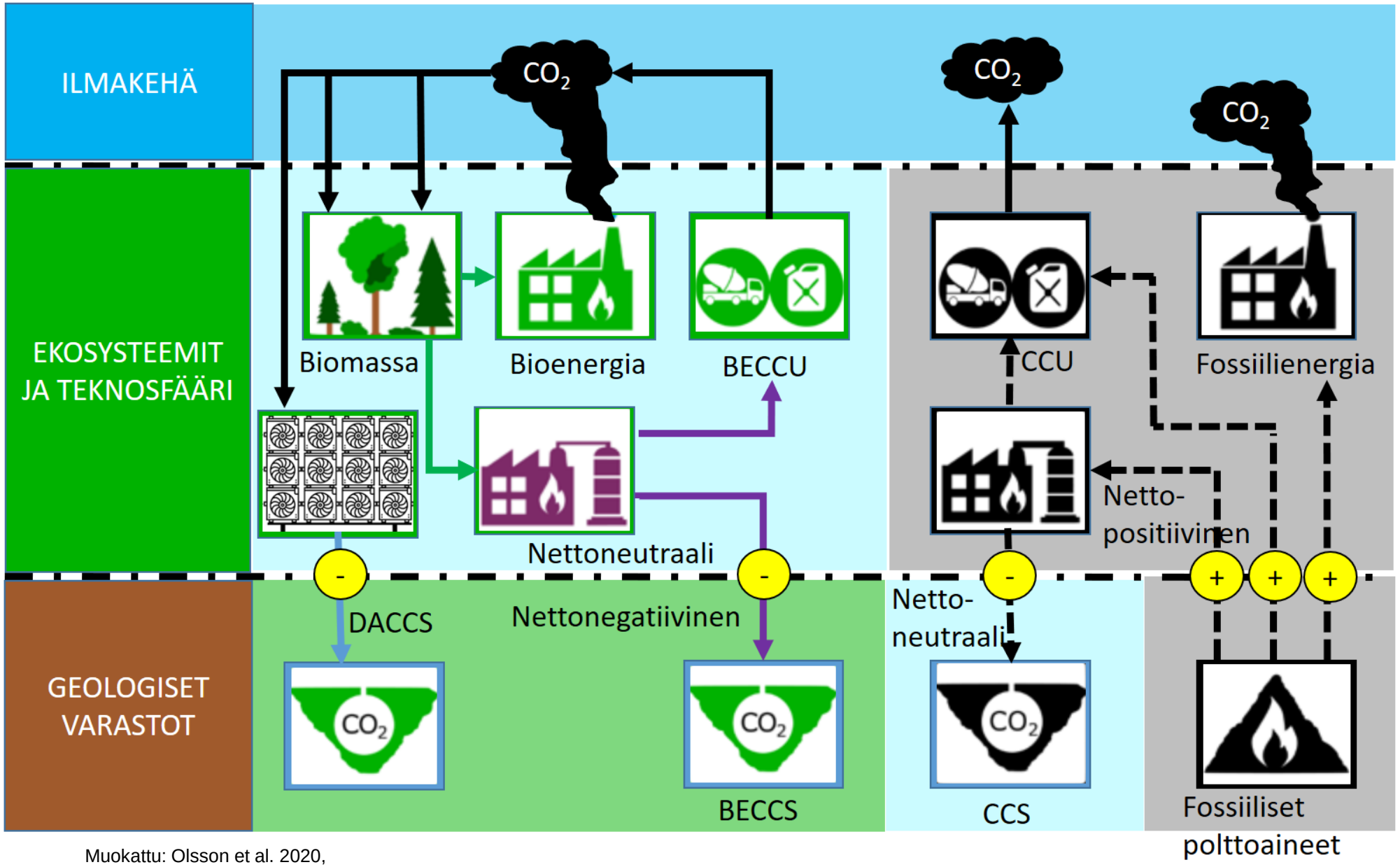
Toimien globaali potentiaali, kustannus/tCO_2, ja varastoinnin pysyvyys

Technology	Potentials	Costs	Storage duration
Afforestation/reforestation	0.5 - 10	0 - 50	Decades to centuries
BECCS	0.5 - 11	100 - 200	Millenia
Ocean alkalinization	1 - 100	14 - 500	Centuries
Enhanced weathering	2 - 4	50 - 200	Centuries
Biochar	0.3-6.6	30 - 120	Centuries
Modified patterns of agriculture	2 - 5	0 - 100	Years to decades
DACCS	5 - 40	100 - 300	Millennia

Table 1: Global potentials, in gigatonnes of CO_2 per year (estimate for 2050), and costs, in dollars of today's purchasing power per ton of CO_2, of relevant CDR technologies. Storage time for different CO_2 removal technologies is given by the half-life. Based on Smith (2006); Hiraishi et al. (2014); Hepburn et al. (2019); Woolf et al. (2021); Lehmann et al. (2021); Smith et al. (2023)

CESifo *Working Paper No. 10370, 2023*

Hiilivirrat ja -varastot



Muokattu: Olsson et al. 2020,
https://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2020/06/Deployment-of-BECCS-Value-Chains-IEA-Bioenergy-Task-40.pdf

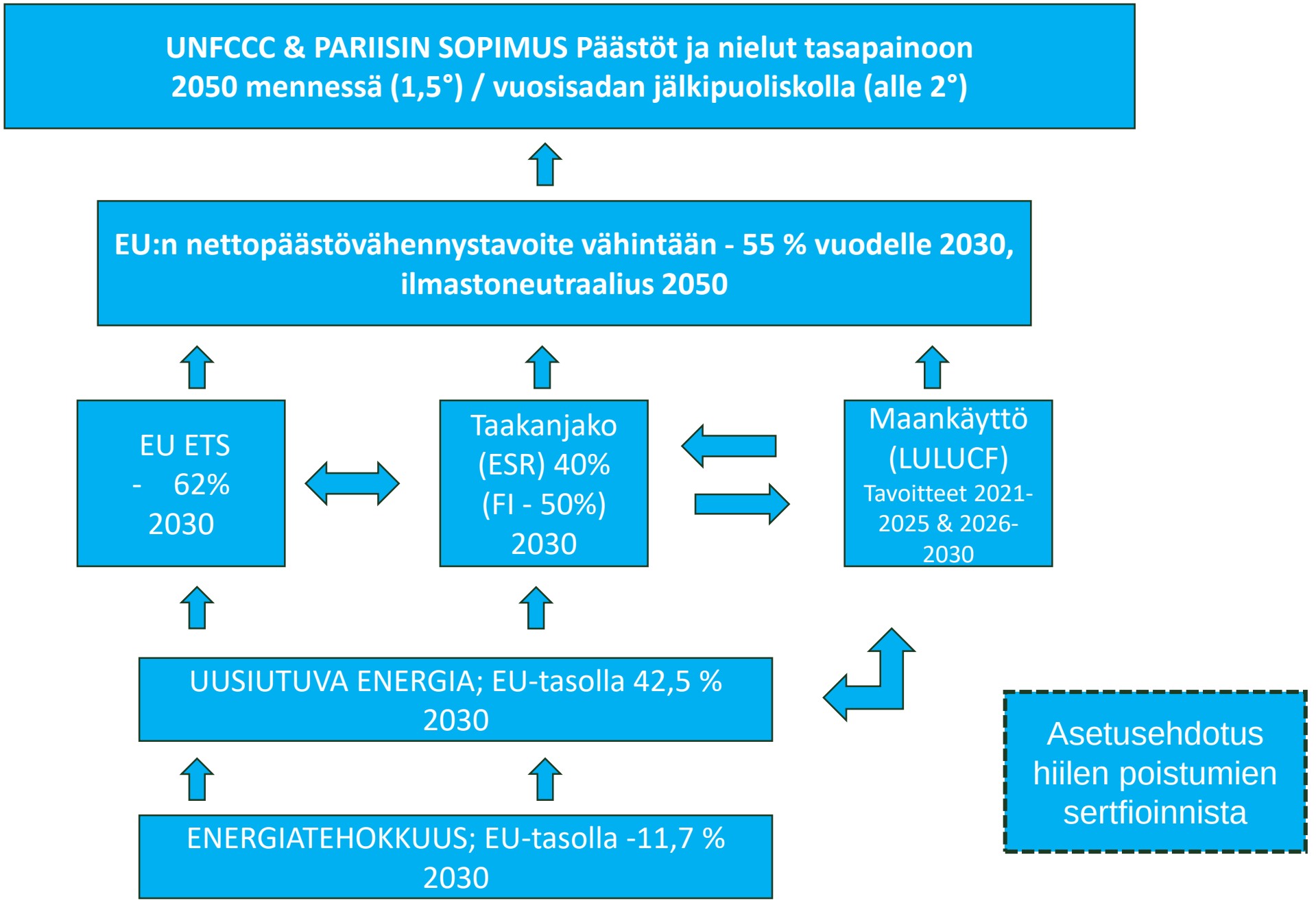
Teknisten nielujen potentiaali

GLOBAALI

- Skenaarioissa korkeimmat arviot BECCS:n kautta maailmanlaajuisesti tuotetusta bioenergiasta ovat yli 400 EJ vuodessa.
- Williamson 2016, Nature:
  - 2 °C lämpenemisen alapuolella pysyminen vaatisi 600 Gt CO2 poistamista ilmakehästä tämän vuosisadan aikana.
  - Vaatisi 430 – 580 milj.ha (20-30 kertaa Suomen metsien pinta-ala) kasvillisuutta, jonka tehtävänä toimia CO2 nieluna.
  - Korjataan, poltetaan ja CO2 otetaan talteen. JOKA VUOSI!
- Kestävä raja bioenergialle voisi olla noin 100 EJ vuodessa. Nykyinen tuotanto on noin 50 EJ vuodessa (Creutziget al. 2015, see also chapter 5 in IPCC sr1.5, 2018)

SUOMI

- VN TEAS- hankkeessa tehdyn arvion mukaan teollisuuden ja energiantuotannon bioperäiset päästöt olivat noin 24 Mt CO2ekv vuonna 2020
- Suomen tilanne poikkeuksellinen, koska uutta energiakasvien pinta-alaa ei tarvita, vaan nettonegatiivisia päästöjä voidaan saada aikaan sitomalla nykyisestä metsäteollisuudesta syntyvät biomassapohjaiset CO2-päästöt
- CO2-talteenotto sekä kuljetus ja varastointi vaatii merkittävää energian käyttöä, joka pitää huomioida päästölaskelmissa. Vaatii päästöttömän energiantuotannon merkittävää kehittämistä.
- Kytkös vihreän siirtymän vaatimaan energiamurrokseen ja vetytalouteen


UNFCCC & PARIISIN SOPIMUS Päästöt ja nielut tasapainoon 2050 mennessä (1,5°) / vuosisadan jälkipuoliskolla (alle 2°)
EU:n nettopäästövähennystavoite vähintään - 55 % vuodelle 2030, ilmastoneutraalius 2050
EU ETS - 62% 2030
Taakanjako (ESR) 40% (FI - 50%) 2030
Maankäyttö (LULUCF) Tavoitteet 2021-2025 & 2026-2030
UUSIUTUVA ENERGIA; EU-tasolla 42,5 % 2030
ENERGIATEHOKKUUS; EU-tasolla -11,7 % 2030
Asetusehdotus hiilen poistumien sertfioinnista

ETS kytkös teknisiin nieluihin

- Bioperäisen CO2:n (kun kestävyyskriteerit täyttyvät) päästökerroin EU ETS:ssä on nolla ja näin ollen näistä CO2-päästöistä ei tarvitse palauttaa päästöoikeuksia. Nykyisin päästöoikeuksia ei tarvitse palauttaa myöskään fossiilisesta CO2:sta, jos se on varastoitu CCS- direktiivin mukaisesti.
- CCS:n yhdistämiselle bioperäiseen CO2:n (BECCS) ei ole lisäkannustetta EU ETS:ssä.
- EU ETS:n jatkokehittämisessä voi nousta esiin miten päästöoikeuden hinnalla olisi mahdollista tukea hiilenpoistoa kuten BECCS- ja DACCS-projekteja.
  - EU ETS direktiivin mukaan komission tulee raportoida 31.7. 2026 mennessä Euroopan parlamentille ja neuvostolle miten negatiiviset päästöt voitaisiin ottaa huomioon ja kattaa päästökaupalla sekä liittää raporttiin tarvittaessa lainsäädäntöehdotus ja vaikutustenarviointi.
- Innovaatiorahaston kautta rahoitetaan jo nykyisellään hiilenpoisprojekteja. Innovaatiorahaston varat tulevat päästökaupan huutokaupoista.
- EU:lla on myös muita rahoitusinstrumenttejä hiilenpoistoprojektien tukemiseen eri kehitysvaiheissa (esim. Horizon Europe) ja CO2- infrastruktuurin kehittämiseen (esim. TEN-E)

Tarvitaan lisää ohjauskeinoja teknisille nieluille, sekä EU-tasolla että kansallisesti

VN TEAS –hankkeen “Carbon use and removal: prospects and policies” suosituksia mm.:

- Tavoitteen asettaminen negatiivisille päästöille kansallisessa ilmastolaissa
- Taloudellisia ohjauskeinoja koskeva selvitys ja mahd. ohjauskeinon käyttöönotto erityisesti teknisille ratkaisuille
  - Käänteiset huutokaupat
  - Verotus (tax credits)
- Vapaaehtoiset hiilimarkkinat
- Puitteita ja edellytyksiä luovia toimenpiteitä kuten
  - CCUS strategia
  - Valtioiden välinen sopiminen CO2:n varastoinnista ja kansallisen säädöskehikon arviointi sekä mahdollinen päivitys

Hallitusohjelma – tekniset nielut

”Hallitus valmistautuu riittäviin kannusteisiin investointien etenemiseksi. Selvityksen pohjalta otetaan käyttöön hiilidioksidin talteenottoon kannustava negatiivisten päästöjen huutokauppa tai vastaava mekanismi. Mekanismin rahoituksessa hyödynnetään soveltuvin osin hiilensidontamarkkinoita.”

Investointituki

Hallitusohjelman määräaikaisessa investointiohjelmassa Puhtaan energian Suomen kärkihankkeille varattu 140 miljoonaa euroa kohdistetaan investointiavustuksena hiilidioksidin talteenotto-, hyödyntämis- ja poistoratkaisujen kehityksen tukemiseen.

→Syksyn 2023 aikana selvitetty mahdollisuuksia hyödyntää nykyisiä rahoitusvälineitä tuen jakamiseen vs erillisen asetuksen valmistelu tuen jakamiseen.

→Rahoitusvälineen valinta ja valmistelu kevään 2024 aikana.

→Kärkihankerahan haun käynnistäminen ja tukipäätökset vuoden 2024 aikana.

Selvitys

Hallitusohjelman mukainen selvitys taloudellisista kannustinvaihtoehdoista hiilidioksidin talteenotto-, hyödyntämis- ja poistoratkaisujen käyttöönoton tukemiseksi.

→ Tarjouspyyntöluonnos valmis, mutta odottaa TUSE-rahoituksen varmistumista.

→Tavoitteena, että selvitys valmistuisi kevään 2024 aikana.

Ruotsi ja Tanska aktiivisina

	Ruotsi (perustuu Ruotsin energiaviranomaisen selvityksiin ja ehdotuksiin)	**Tanska**
Co2-tonnia per vuosi	2 miljoonaa (aluksi huutokauppa rajattu)	2,3 miljoonaa
Aikajänne	15 vuotta	15 vuotta
Valtiontuki hiilidioksidin talteenottoon, kuljetukseen ja varastointiin	n. 180-340 miljoonaa € per vuosi (1100-2000 SEK n. 90-170 € per co2-tonni)	3,5 miljardia € (tammikuussa 2023 komissio hyväksyi DK:n 1,1 miljardin euron valtiontuen, josta osa menee Orstedin bio-CHP-hankkeelle)
Esimerkkejä BECCS-hankkeista	Exergin Tukholman bio-CHP (800 000 co2 tonnia vuodessa) - EU:n innovaatiorahastosta 180 miljoonaa euroa investointiin - Käyttöön valtiontukea käänteisestä huutokaupasta (n. 72-136 miljoonaa per vuosi) ja vapaaehtoisilta hiilimarkkinoilta	Orstedin bio-CHP-laitoksia (430 000 co2-tonnia vuodessa) - Varastointisopimus Norjan kanssa; Northern Lights - Rahoitus perustuu osittain Microsoftin kanssa solmittuun 11-vuotiseen sopimukseen hankkeen tuottamista ilmastoyksiköistä (2,76 miljoonaa tonnia)

Vuoteen 2030 ulottuvalla aikauralla teknisten nielujen rooli on Suomen ilmastovelvoitteiden näkökulmasta epävarma;

HIISI-hankkeen WAM-skenaariossa investointeja CCS:n (ml BECCS) toteutui vuoden 2035 tienoilla. Vuonna 2050 CCS:n tuoma päästövähenemä oli kaikkiaan noin 9 Mt CO2ekv. Oletuksena oli, että myös BECCS:ille olisi EU- tason regulaatio ja markkina.

Ilmastopaneeli on koostamassa vuoden 2023 loppuun mennessä tutkimustietoa teknisten hiilinielujen tarkemmasta, realistisesta käyttöönottopotentiaalista, aikatauluista ja kustannuksista Suomessa. Hanke keskittyy bioperäisen hiilidioksidin teollisiin lähteisiin.

Maiden sitoumuksista Pariisin ilmastosopimuksessa (Nationally Determined Contributions, NDC) 25%:a ilmastonmuutoksen hillintätoimista perustuu **maankäyttösektorin** toimiin

Viivytys päästövähennyksissä maankäyttösektorin ulkopuolella lisää painetta voimakkaampiin maankäyttösektorin hillintätoimiin



grafiikka: Luke

Maankäyttösektorin nielut vaarassa – Suomessa, EU:ssa ja globaalisti

Useita erilaisia syitä!

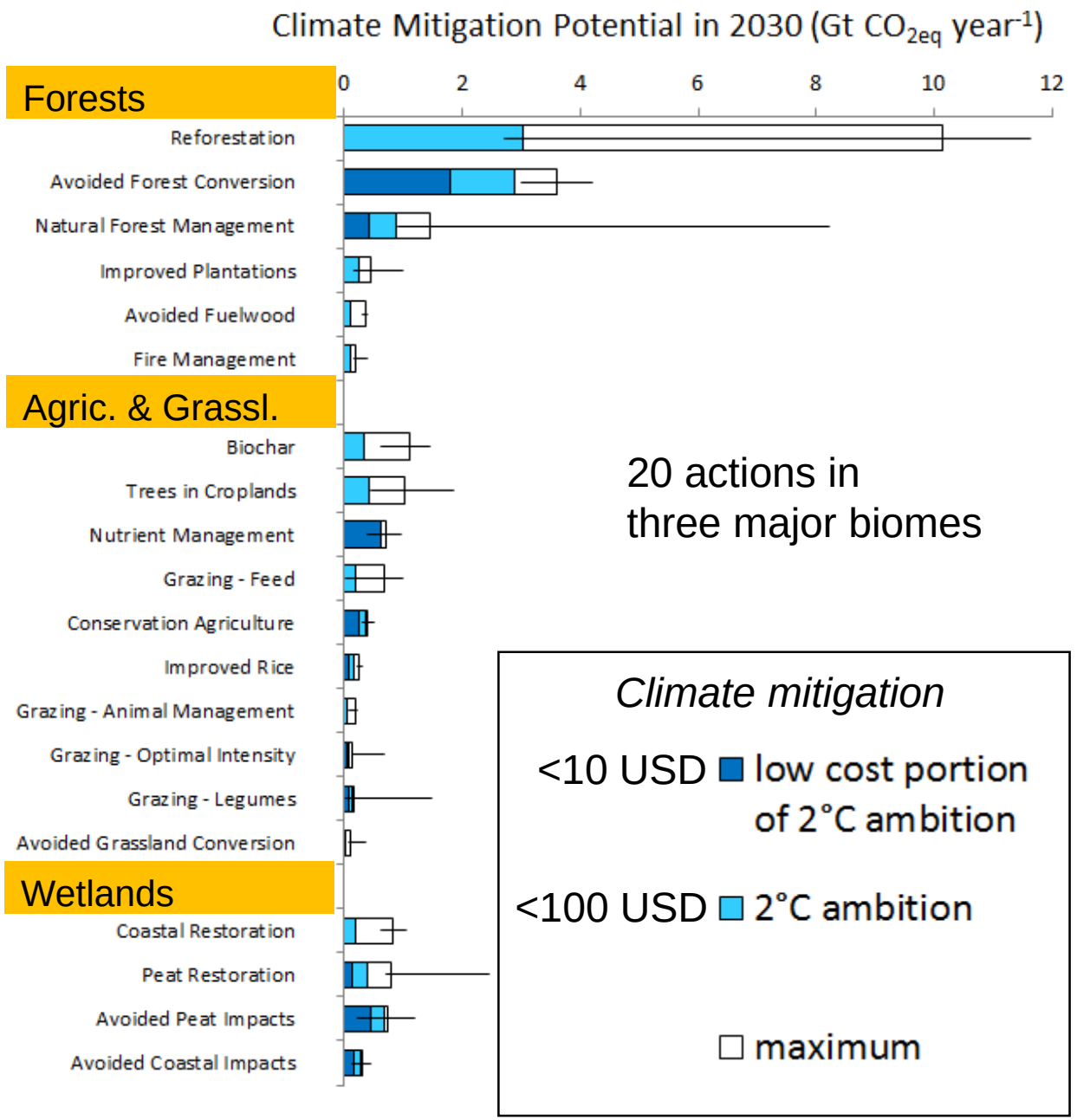
- Suomessa metsien kasvaneet hakkuut, metsien kasvun lasku ja turvemaiden lisääntyneet päästö ovat tärkeimmät syyt nielujen pienemiseen;

- In Russia, one third of forest area affected by fires turned into unproductive areas where natural reforestation is not possible within 2–3 life cycles of major forest forming species (i.e., 300–600 years).



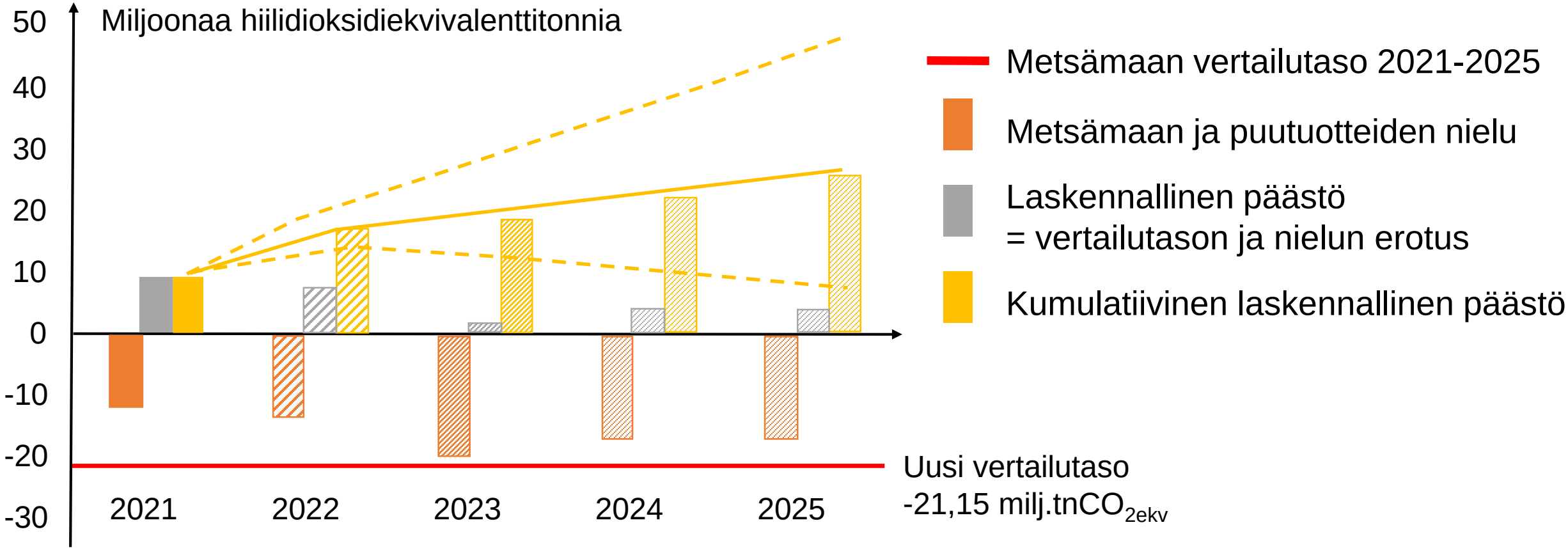
Natural Climate Solutions, NCS

- 1/3 tarvittavista globaaleista päästövähennyksistä vuoteen 2030 mennessä
- The estimate of land use sector total mitigation potential was 23,8 GtCO2eq year^{-1} net emission reductions through 2030
- Half of this total mitigation potential (i.e. 11.3 GtCO2eq year^{-1}) cost-effectively (<100 USD MgCO2e^{-1} y^{-1})



Griscom et al., 2017

Suomi/ Maankäyttösektorilla kauden 2021-2025 hiilinielu on kumulatiivisesti jäämässä jopa 50 miljoonaa CO2-ekvivalenttitonnia pienemmäksi kuin EU LULUCF-asetuksen vertailutaso



Maankäyttösektorin nieluvajeen seurauksena kustannuksia voi syntyä:

i) maankäyttösektorin korjaavista toimista;

ii) muilta jäsenmailta hankittavista nieluyksiköistä;

iii) mahdollisesta vajeen siirtymästä taakanjakosektorille, jolloin tarvitaan lisätoimia ko. sektorilla ja mahdollisesti joudutaan hankkimaan päästövähennysyksiköitä;

- Maankäyttösektorin ilmastosuunnitelman (MISU) tavoite (+ 3MtCO2ekv vuonna 2035) peräisin vuodelta 2020; Vastaako nykyiseen tilannekuvaan ja onko toimeenpano resursoitu?
- Uusia taloudellisia ohjauskeinoja sektorille?

  => hiilikorvausjärjestelmän (tuki ja vero) perusteet ja toteuttamisedellytykset, kuten tukien ja veron kohdentaminen, niiden suuruus, sekä toimeenpano?

Muutoksia ohjauskeinoihin?

- **Metsälaki ei ohjaa huomioimaan maankäyttösektorin ilmastovelvoitteita,** kiertoajat lyhentyneet ja harvennukset voimistuneet

  => LUKE:n metsälain ilmastoarvioinnin huomiointi?

- **Metsätalouden kannustinjärjestelmän tukien uudelleen kohdentamisella voidaan tehostaa hiilensidontaa ja monimuotoisuushyötyjä**

  => pienpuun keruutuen lakkauttaminen & taimikonhoidon ja nuoren metsän hoidon tukien edelleen supistamista ja näiden resurssien ohjaamista metsäluonnonhoidon ja ympäristötukeen?

  => mahdollisuudet tukea jatkuvaan kasvatukseen siirtymistä turvemailla?

  => mahdollisuudet tulosperusteisiin tukimuotoihin?

- **Maankäytön muutosmaksu?**

  => vaikutustenarviointi käynnissä

- **Maatalouden -29%:n päästövähennystavoitteen toimeenpano?**

  => EU:n yhteisen maatalouspolitiikan (YMP) ulkopuolisia kansallisia päästövähennystoimia?

  => kestävän ruokajärjestelmän tavoite- ja toimenpideohjelma?

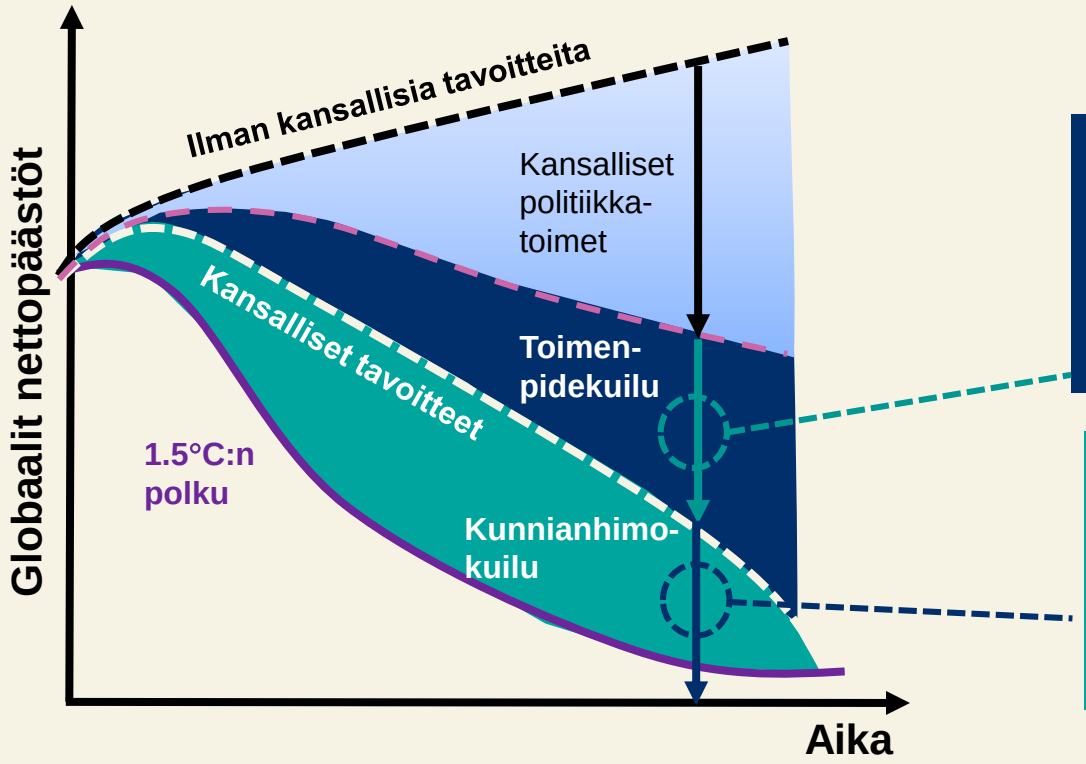
  => kasviproteiini- ja kosteikkoviljelyarvoketjujen kehittäminen esimerkiksi tulosperusteisten rahoitusmallien piloteilla?

  => maatalouspolitiikan ilmastovaikuttavuuden vahvistaminen tulevassa YMP:ssä (v.2028 =>)

Valtion metsien rooli nielutavoitteiden saavuttamisessa?

- Valtakunnan metsien 12. inventoinnin mittaustietojen tiedon mukaan valtion metsien hiilinielu oli kaudella 2014–2018 noin -12 miljoonaa tonnia hiilidioksidiekvivalenttia ($MtCO_2e$).
  - Vuoden 2022 pikaennakkotietojen mukaan koko Suomen metsien hiilinielu oli -10,1 $MtCO_2e$
- Koko Suomen metsien hiilinielusta valtion metsien osuus oli samaisella ajanjaksolla lähes puolet, noin 48 prosenttia.
- Valtion maiden puuston nielun suuruus vastasi reilua viidesosaa koko Suomen kasvihuonekaasupäästöistä vuonna 2018.
- Hiilinielusta 63 prosenttia oli monikäyttömetsissä ja 37 prosenttia suojelualueilla.

Vapaaehtoisilla ilmastotoimilla voi täydentää sitovia tavoitteita ja politiikkatoimia



Ilmastotukiväittämät
Hillintätulos lasketaan osaksi kansallisia ilmastotavoitteita
→ Tavoitteiden täyttämistä edistävä vaikutus

Kumoutumisväittämät
Hillintätulokset ylittävät kansallisten tavoitteiden tason
→ Toimijan omien päästöjen haittoja kumoava vaikutus

Lähde: Gaia (2023)

Onko meillä VISIO?
Maailma ja Suomi vuonna 2035?

- Konsulttiyhtiö BCG tunnistaa Suomessa viisi vihreän kasvun keihäänkärkeä, jotka tarjoavat 85-100 mrd euron kokonaisvientipotentiaalin vuonna 2035:
  - 1) Vihreää vetyä hyödyntävät ratkaisut, 2) Dekarbonisaatioteknologiat ja –palvelut, 3) Biopohjaiset tuotteet ja materiaalit, 4) Kiertotalouden akut ja vihreät metallit, 5) Nettopositiivinen asuminen.

- Nielutalouden tuottama arvonlisä Suomalaiselle yhteiskunnalle?
  - Kun hiilineutraalius on saavutettu… Mikä taso maankäyttösektorin nieluilla? Mitä oletetaan teknisten nielujen tasosta?
  - Mitä ohjauskeinoja tarvitaan, jotta vaadittava CDR toteutuu?
  - Mitä tällainen tarkoittaisi esim. metsäsektorille? Entä maataloudelle? Entä liikenteelle?



Ympäristöministeriö
Miljöministeriet
Ministry of the Environment