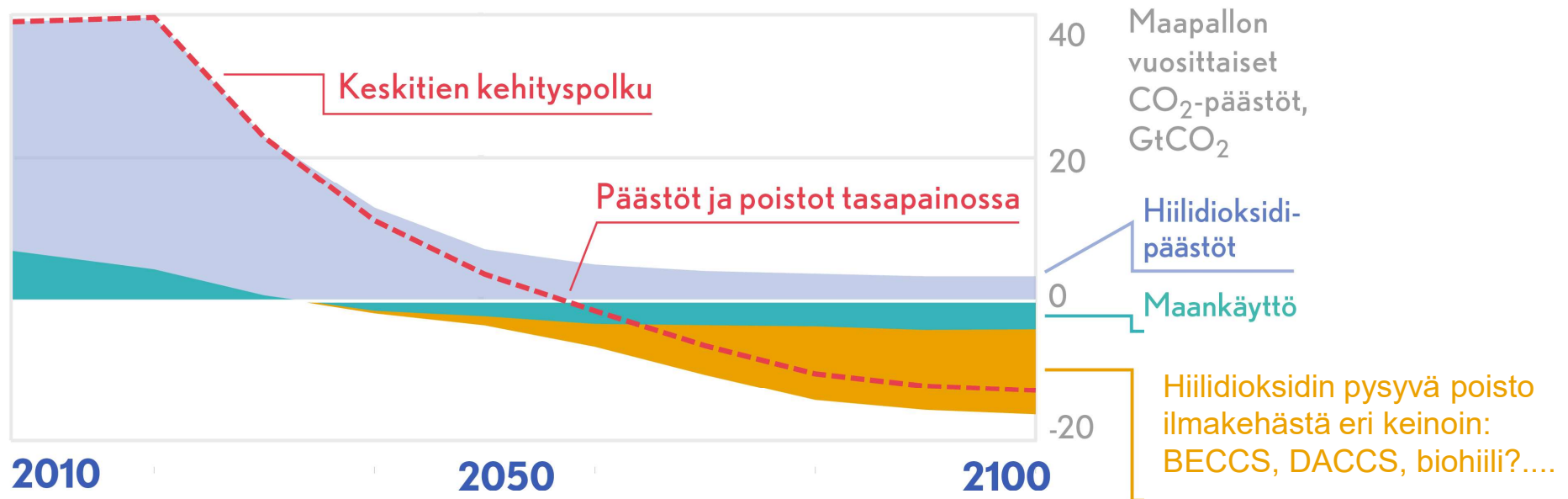


Teknologiset hiilinielut ja hiilidioksidin hyötykäyttö

**Kati Koponen VTT
Ympäristötiedonfoorumi & SDP
17.9.2025**

17/09/2025 VTT – beyond the obvious

1.5°C lämpenemistavoitteen saavuttamiseksi globaali hiilineutraalius tulisi saavuttaa vuosisadan puolivälissä – tämän jälkeen tarvitaan negatiivisia päästöjä



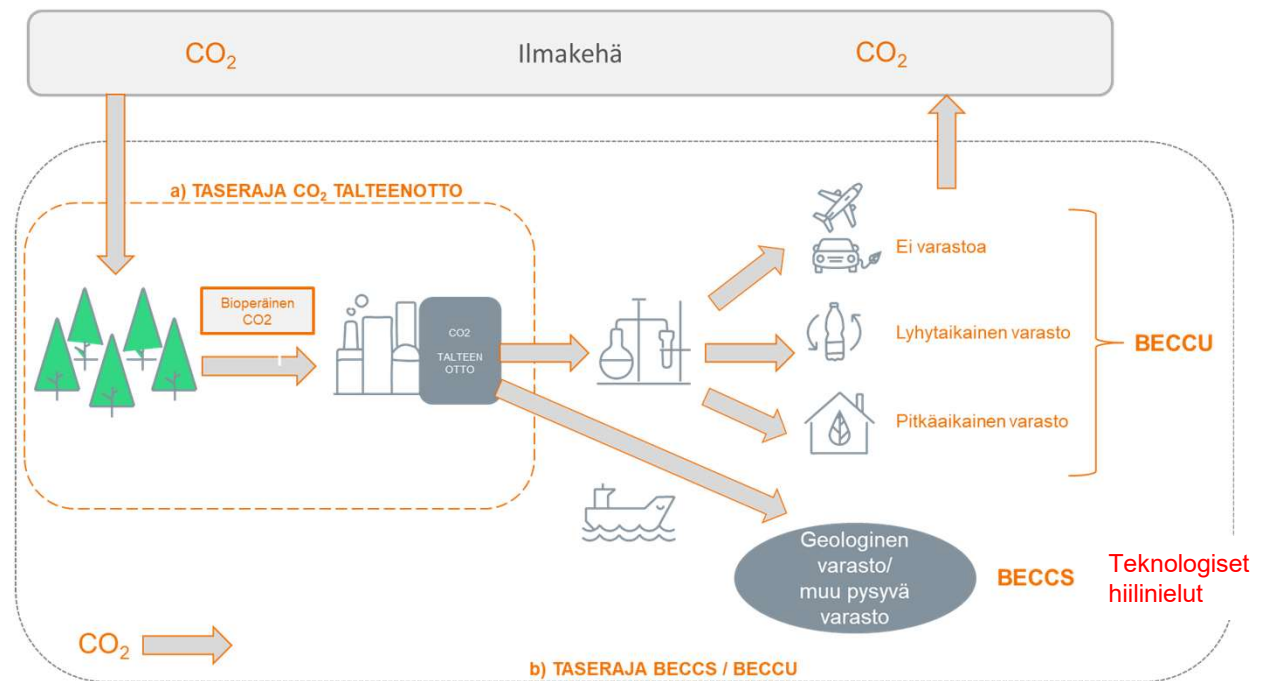
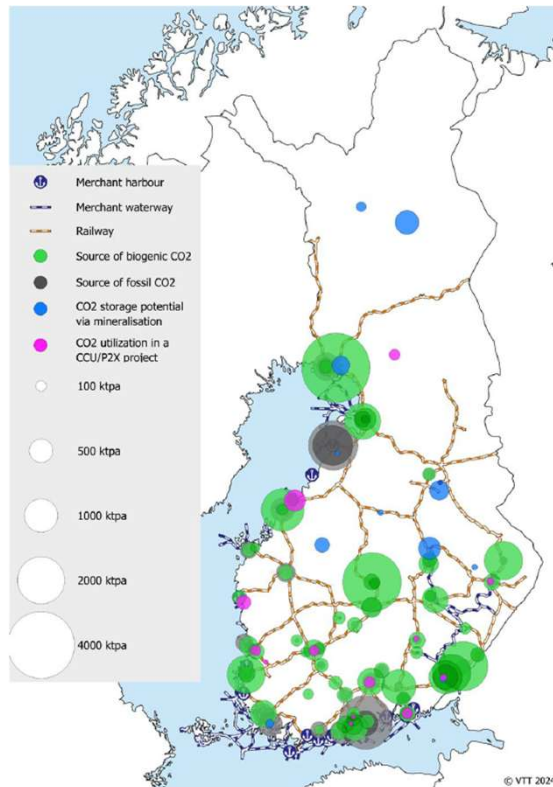
GtCO₂ = miljardia tonnia hiilidioksidia

Pohjautuu IPCC:n 1,5 asteen raportin tuloksiin. © Ilmatieteen laitos ja ympäristöministeriö, 2018. Ilmasto-opas.fi.



- **Sekä luonnonnieluja että teknologisia nieluja tarvitaan!**
- **Mitä enemmän päästövähennykset myöhästyvät, sitä enemmän hiilidioksidia tulee poistaa ilmakehästä.**

Bioperäisen hiilidioksidin hyötykäyttö (BECCU) ja varastointi (BECCS)

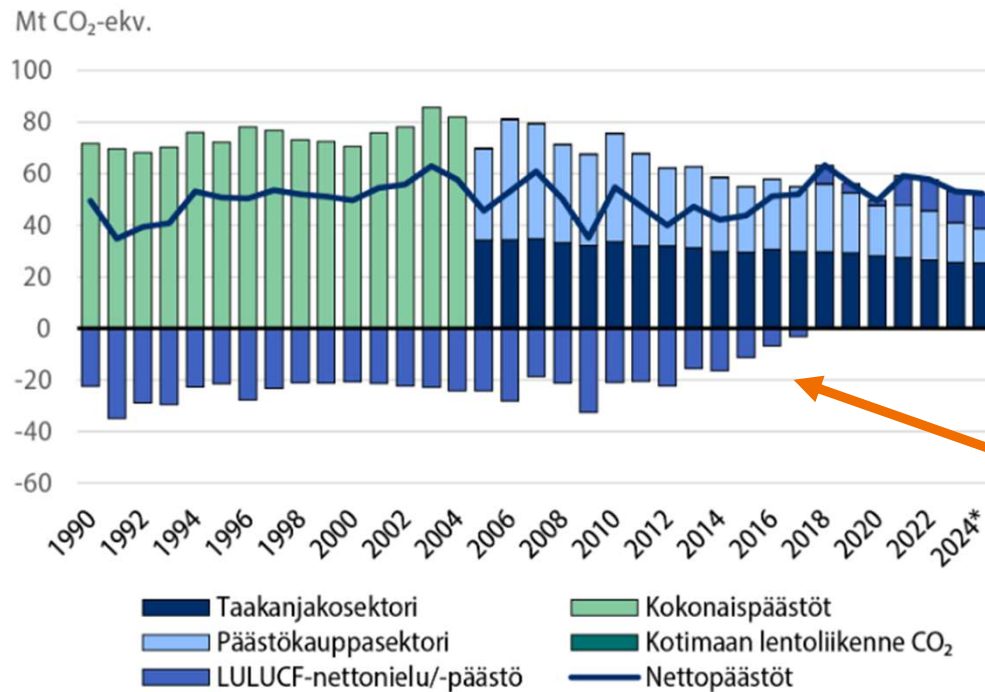


Kuva VTT (Koponen & Kujanpää 2025)

Kuva VTT (Kujanpää et al. 2024)

Data lähde: 2022 data of the European Pollutant Release and Transfer Register ([EEA 2023](#), julkaistu 12/2023), päivitetty käsin puuttuvan datan osalta.

Hiilidioksidin hyötykäytön ja poiston rooli Suomen ilmastotavoitteissa



← **BECCU: Bioperäisen hiilidioksidin hyötykäytön päästövähennykset korvaamalla fossiilisia polttoaineita (jos käytetään Suomen markkinalla)**

← **BECCS: teknologiset hiilinielut**

← **Metsänielujen tilanne → riski Suomen BECCS/BECCU hyväksyttävyydelle esim. EU-kestävyysskriteerien ja kv-rahoittajien silmissä**

Mitä hiilidioksidin poistaminen maksaa?

Table 4: Overview of CDR costs by technology (Witteveen et al. 2025)

CDR tech	Current cost of removal (EUR2023/tCO ₂)	Estimated cost of removal in 2030 (EUR2023/tCO ₂)	Estimated cost of removal in 2035 (EUR2023/tCO ₂)
Biochar	83-251	66-215	50-175
BECCS	172-314	167-261	163-228
Other BioCCS (unspecified)**	55-692	44-305	37-170
DACCS	462-1,256	288-567	201-402
In-situ mineralisation	168-747	132-141*	113-122*
Ex-situ mineralisation	232-747	195-400*	172-350*
Enhanced Rock Weathering (ERW)	94-740	94-250*	92-200*
Ocean-based CDR technologies	38-302	No data*	No data*

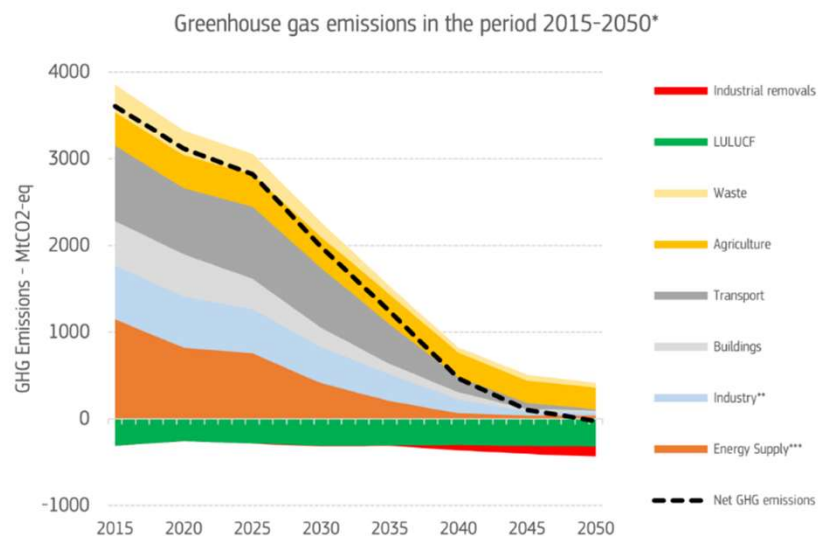
*Estimates on mineralisation and ocean-based CDR capacity are highly uncertain due to the early stage of the technology and limited available data on announced projects. Additionally, due to the high-level of uncertainty on estimated current capacities for both mineralisation approaches are estimated provided for both combined instead.

**BioCCS includes technologies such as bio-oil storage, biomass sinking and BECCS to fuel, as well as unspecified BECCS (both fuel and electricity/heat based BECCS).

- Teknologisten nielujen (BECCS) hinta Suomessa 120-240 €/tCO₂ ([Kujanpää et al. 2023](#), [Kujanpää et al. 2024](#))
- Vrt. maankäyttösektorilla ja maataloudessa on olemassa paljon päästövähennystoimia, joiden kustannus on 0-100 €/tCO₂ ([ESABCC 2025](#))
- [Ilmastopaneelin tietokooste maankäyttösektorin toimista](#)

[Lähde: An EU purchasing programme for permanent carbon removals - Publications Office of the EU](#)

EU:n 2040 ilmastotavoite ja hiilidioksidin poiston rooli



*Source: PRIMES, GAINS, GLOBIOM

**Excluding non-BECCS industrial removals

***Including Bioenergy with carbon capture and storage (BECCS)

Industrial removals: BECCS & DACCS

Table 7: Industrial removals and net LULUCF removals

	2040			2050
	S1	S2	S3	S3**
Gross GHG emissions (MtCO ₂ -eq)	1273	943	748	411
Total Removals (MtCO ₂ -eq)	-222	-365	-391	-447
Industrial Removals (MtCO ₂)	-4	-49	-75	-114
LULUCF net removals (MtCO ₂ -eq)	-218	-316	-317	-333

Note: **S1 and S2 values for 2050 are similar to S3 and represented in more details in Annex 8.

Source: PRIMES, GAINS, GLOBIOM.

- EU 2040 ilmastopolitiikka: mahdolliset erilliset tavoitteet päästövähennyksille, teknologisille nieluille ja maankäyttösektorille?

Pääviestejä

- Maankäyttösektorilla toteutettava kustannustehokkaita ilmastotoimia, LULUCF sektori käännettävä nielun puolelle
- Teknologisille hiilinieluille luotava kysyntä ja kannustimet
- Hiilidioksidin hyötykäyttö voi tuoda Suomelle uusia mahdollisuuksia, vaatii myös energiajärjestelmän muutosta

bey⁰nd

the obvious

Kati.Koponen@vtt.fi

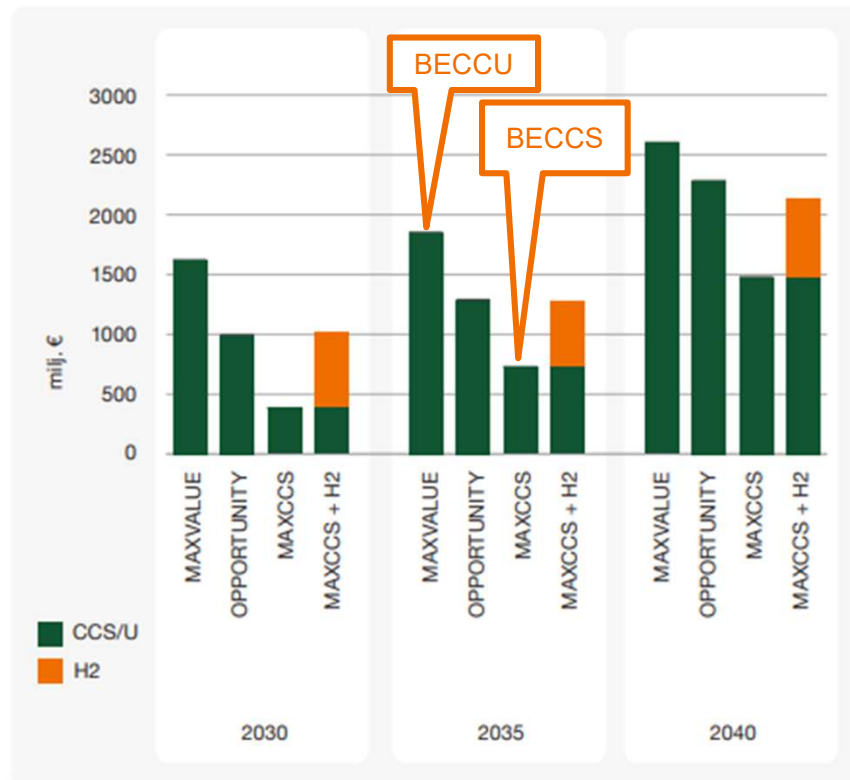
www.vtt.fi

Sanastoa

BECCS	Bioenergy with carbon capture and storage
BECCU	Bioenergy with carbon capture and utilisation
CDR	Carbon dioxide removal
DAC	Direct air capture (...for use or storage)
DACCS	Direct air carbon capture and storage
GHG	Greenhouse gas

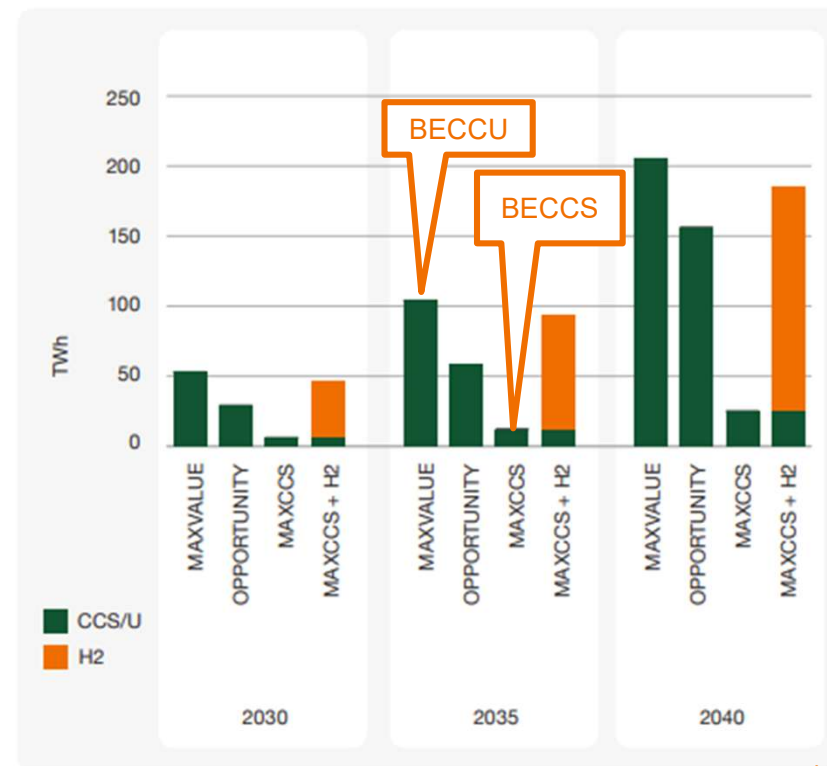
Bioperäisen hiilidioksidin hyötykäyttö vai varastointi?

Arvonlisäys:



Kuva 7. Vuotuiset arvonlisäykset skenaarioissa. Peruslaskelmassa voittomarginaali on 0 prosenttia.

Sähkön kulutus:



Kuva 9. Vuotuinen sähkönkulutus skenaarioissa (TWh).

Mistä tulot / rahoitus?

- Pysyvien hiilidioksidin poistojen (BECCS & DACCS) integrointi EU:n päästökauppaan?
- Kansalliset tukijärjestelmät, esim. Ruotsin käänteinen huutokauppa
- Investointituet (mutta tarvitaan myös hinta CO₂:lle)
- Vapaaehtoismarkkinat, globaalit jättiyritykset CO₂ poistojen ostajina
- Velvoitteet esim. fossiilisten tuottajille ostaa poistoja? (esim. [Carbon takeback obligation](#))
- EU:n osto-ohjelma hiilidioksidin poistoille?
 - **Uusi komission raportti:**
 - [An EU purchasing programme for permanent carbon removals - Publications Office of the EU](#)

Table 2: Purchasing programme initial policy options (stand-out features in bold)

	Objectives and mandate	Purchase method	Funding	Institutional structure
EU-Coordinated Buyers' Club	Mid-sized: • procure removal units • develop removals market	Competitive project tendering Reverse auction Flat-rate price	Primarily private funding (corporates purchasing CDR). EU provide operating costs and seed funding.	Public-private partnership, in form of financial fund implemented by public bank (e.g. EIB). • Medium autonomy • Medium capacities
EU Removals Fund	Mid-sized: • procure removal units • develop removals market	All purchase methods possible (except equity): Competitive project tendering Reverse auction Flat-rate price Carbon-contracts for difference	Own budget, endowed through multiple-year EU budget commitments	Public, agency housed within existing EU institution (e.g. Innovation Fund) or bank (e.g. EIB). • Medium autonomy • Medium capacities
Centralised purchasing platform	Narrow • procure removal units	All purchase methods possible (except equity)	Annual contributions from EU and Member State budgets (pay-as-you-go)	Public, housed within existing EU institution • Limited autonomy • Limited capacities
Investment vehicle	Mid-sized procure removal units develop removals market	All, especially equity investment	Initial endowment from public budget, multiplied through partnerships with private investors.	Public, independent financial fund within existing EU institution (EIB) • High autonomy • High capacities
Independent foundation	Mid-sized • procure removal units • develop removals market	All purchase methods possible (except equity)	Annual contributions from private companies and EU and Member State budgets	Private (non-profit), standalone independent institution • High autonomy • Moderate capacities
Carbon Central Bank	Very broad: • procure removal units • develop removals market • manage removals and carbon market	All purchase methods possible (except equity)	Own resource (ETS allowances/integration)	Public, standalone, independent institution • High autonomy • High capacities
Rule-based mechanism	Very narrow: • procure removal units (under strict rules) • manage carbon market and/or removal market	Rule-based approach , implemented through flat-rate or reverse auction	Annual contribution EU budget	Public, mechanism operated by government agency Limited autonomy Limited capacities

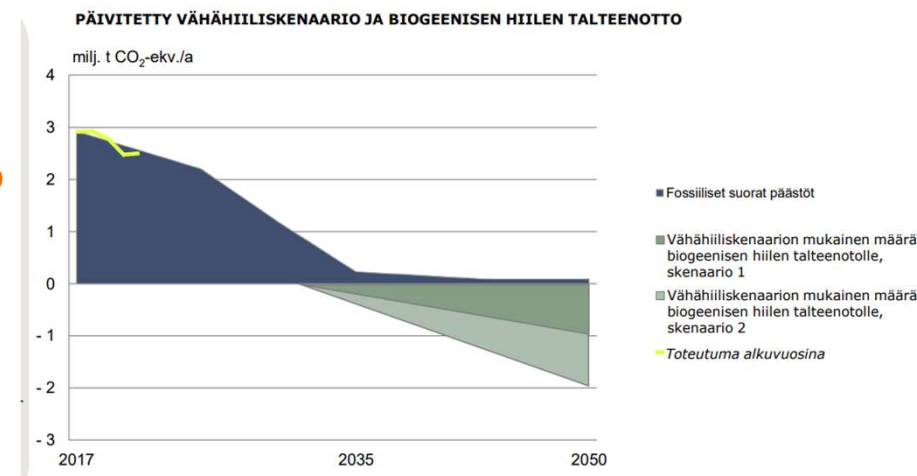


Teollisuuden vähähiilitiekartat

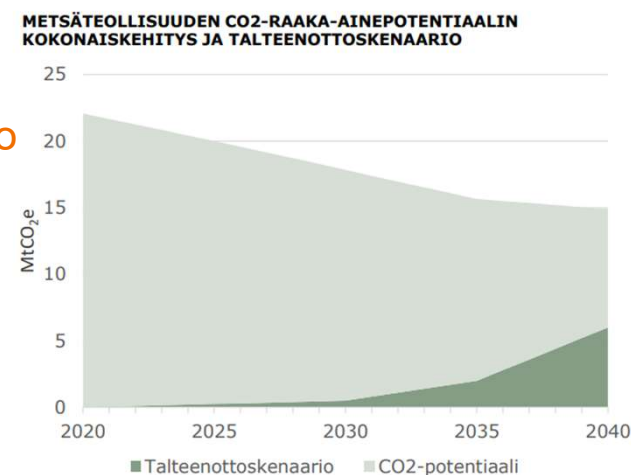
- Bioenergia ry:
 - Nyt suunnitteilla BECCU/S hankkeita 1,5 Mt/yr vastaava määrä.
 - Biohiilipotentiaali voisi olla 0,4Mt/yr 2030 mennessä.

- Metsäteollisuus ry:
 - Vähähiiliskenaario BECCS 0,2-0,4Mt/yr 2035 mennessä, 1-2Mt/yr 2050 mennessä
 - BECCUS-teollisuus skenaario: BECCS 1Mt/yr, BECCU 5Mt/yr 2040

Vähähiiliskenaario



BECCUS-skenaario



<https://tem.fi/vahahiilisysteikarttojen-paivittaminen>