



Biogeenisen hiilidioksidin talteenoton mahdollisuudet

Bioenergia ry
Erika Laajalahti

Toukokuu 2024



Mitä ovat BECCU/Bio-CCU ja BECCS/Bio-CCS?

- Lyhenteet: CCS = Carbon Capture and Storage ja CCU = Carbon Capture and Utilisation
- BECCU/Bio-CCU: Biogeenisen hiilidioksidin talteenotto ja käyttö. Kemikaaleja, polttoaineita ja materiaaleja voidaan tuottaa ilman fossiilisia raaka-aineita ja siten vähentää päästöjä. Esimerkiksi synteettiset polttoaineet.
- BECCS/Bio-CCS: Biogeenisen hiilidioksidin talteenotto ja pysyvä varastointi geologisesti tai mineralisaation kautta. Yksi keskeisistä ratkaisuista, joilla voidaan poistaa hiilidioksidia ilmakehästä suuressa mittakaavassa lähivuosina.
- Biogeenisen hiilidioksidin käytön ja varastoinnin ratkaisuilla on erilaiset ilmastovaikutukset, arvoketjut ja markkinat. Molemmat tuottavat ilmastohyötyjä.

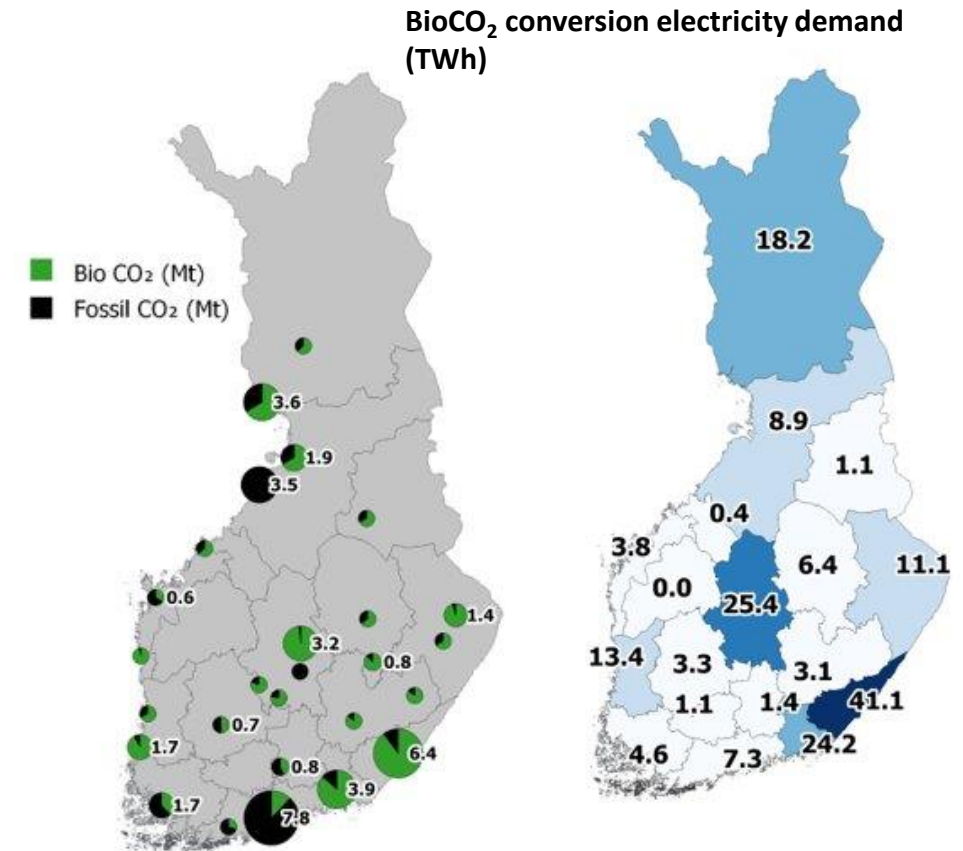


Suuret CO₂-pistelähteet Suomessa

- Suomessa syntyy vuosittain n. 28 Mt/a biogeenistä CO₂:ta suurista pistelähteistä (yli 100kt CO₂) teollisen puunjalostuksen ja energiantuotannon sivuvirtana.
- Noin puolet pisteistä rannikon lähellä.
- CCU:n alueellinen epäsuhta: uusiutuva energia vs. CO₂.
- Suomessa ei ole geologisia varastointipaikkoja. Lähimmät varastot DK ja NO alueella.



- Suomella on paljon kykyä toteuttaa sekä CCU- että CCS-hankkeita, maakunnittaisia eroja voi olla.
- CO₂-kuljetus vaatii valmistelua.
- Yhteistyökumppanit ja kansainvälinen yhteistyö ovat välttämättömiä!



Source: Hannu Karjunen, LUT, [Hygcel-project](#)

EU:ssa CCUS-politiikkakehitys muodostetaan lähivuosina, pohjaa luotu jo



European Green Deal > EU:n ilmastolaki

- EU:n tavoite: ilmastoneutraali 2050 ja nettonegatiivinen sen jälkeen

Maankäyttösektoria koskeva regulaatio (LULUCF)

- Kunnianhimoinen tavoite nettonielusta maaperän, metsien ja puutuotteiden osalta **-310 MtCO2 vuonna 2030**

Kestävien hiilenkiertojen tiedonanto – joulukuu 2021

- Tiekartta hiilinielujen edistämiseksi:
- **Hiiliviljelyn** tulisi edistää LULUCF-sektorin 2030 tavoitteen saavuttamista
- **Teknisten nielujen** tulisi tuottaa nielua - 5MtCO2 vuonna 2030

Hiilenpoistojen sertifiointikehikko (Carbon Removal Certification Framework, CRCF) – Marraskuu 2022

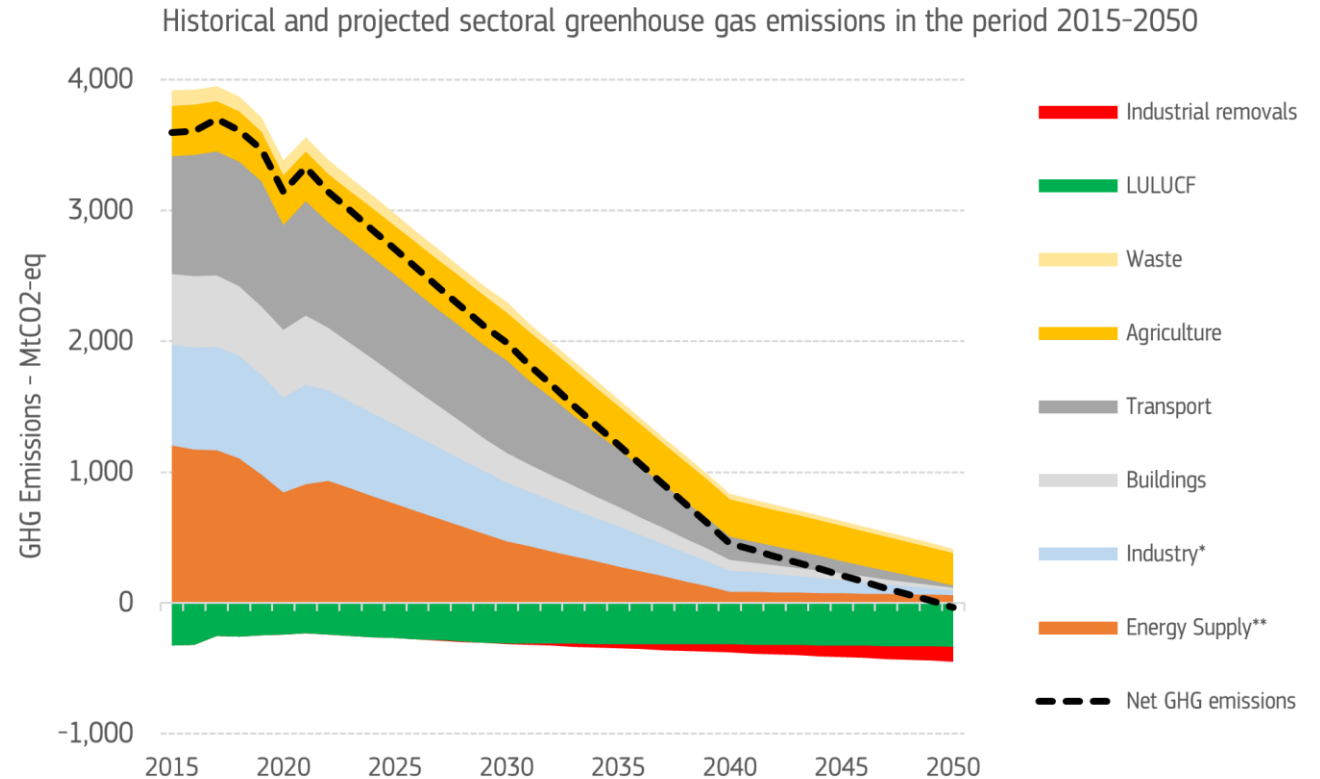
Nettonolla teollisuuden säädös (Net-Zero Industry Act (NZIA) – Maaliskuu 2023

Teollisen hiilenhallinnan tiedonanto (Industrial Carbon Management Strategy) (Helmikuu 2024)



EU:n 2040-tavoite

- Nettopäästövähennystavoite 90 % edellyttää:
 - Päästöt alle 850 MtCO₂.
 - Hiilinielut vähintään 400 MtCO₂ (ml. luonnon nielut ja tekniset nielut).



*Excluding non-BECCS industrial removals

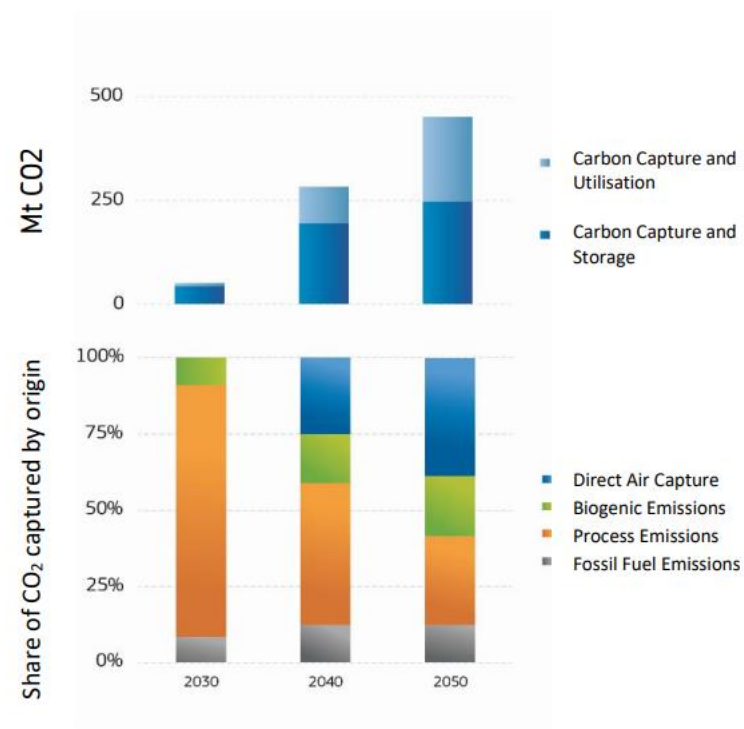
**Including bioenergy with carbon capture and storage (BECCS)

Tiedonanto teollisen hiilenhallinnan strategiasta (Industrial Carbon Management Strategy, ICM)



- Hiilidioksidin talteenotto, varastointi ja käyttö olennainen osa EU:n ilmastotavoitteiden saavuttamisesta 2030 alkaen. Tiedonanto keskustelun avaus.
- EU:n täytyy pystyä ottamaan hiilidioksidia talteen:
 - 2030: 50 Mt
 - 2040: 280 Mt
 - 2050: 450 Mt
- Pääpaino ratkaisujen välillä on geologisessa varastoinnissa, vaikka hiilidioksidin käyttö tuotteissa on nostanut painoarvoa, erityisesti synteettisten polttoaineiden osalta.
- CO₂-infrastruktuuri ja varastokapasiteetin laaja varmistaminen ovat EU:n ensisijaisia prioriteetteja. Pidemmän aikavälin tavoite EU:n yhteinen hiilidioksidimarkkina.
 - EU-laajuinen, avoin, useita kuljetusmuotoja käsittävä CO₂-infrastruktuuri edellytys markkinan syntymiselle.
 - Varastopotentiaalin laajempaan valjastamiseen panostetaan → Voisi edistää esim. Baltia / Etelä-Ruotsi -akselin varastoja, jotka kiinnostavia Suomen näkökulmasta. Myös varastojen luvitusprosessiin panostetaan.
 - Huom! [JRC julkaisi 2/2024 raportin CO₂-infran skenaarioista](#), Suomi ei mukana edes vuonna 2050.
- Biogeenisellä hiilidioksidilla on merkittävä rooli niin CCS- kuin CCU- ratkaisujen osalta.
- Suoraan ilmakehästä talteenotettavalle hiilidioksidille asetetaan erittäin korkeita odotuksia (vaikutusarviossa 100-200 Mt 2050 mennessä).

Figure 1: Volume of CO₂ captured for storage and utilisation in the EU (above chart) and share of the CO₂ captured by origin (below chart)¹³

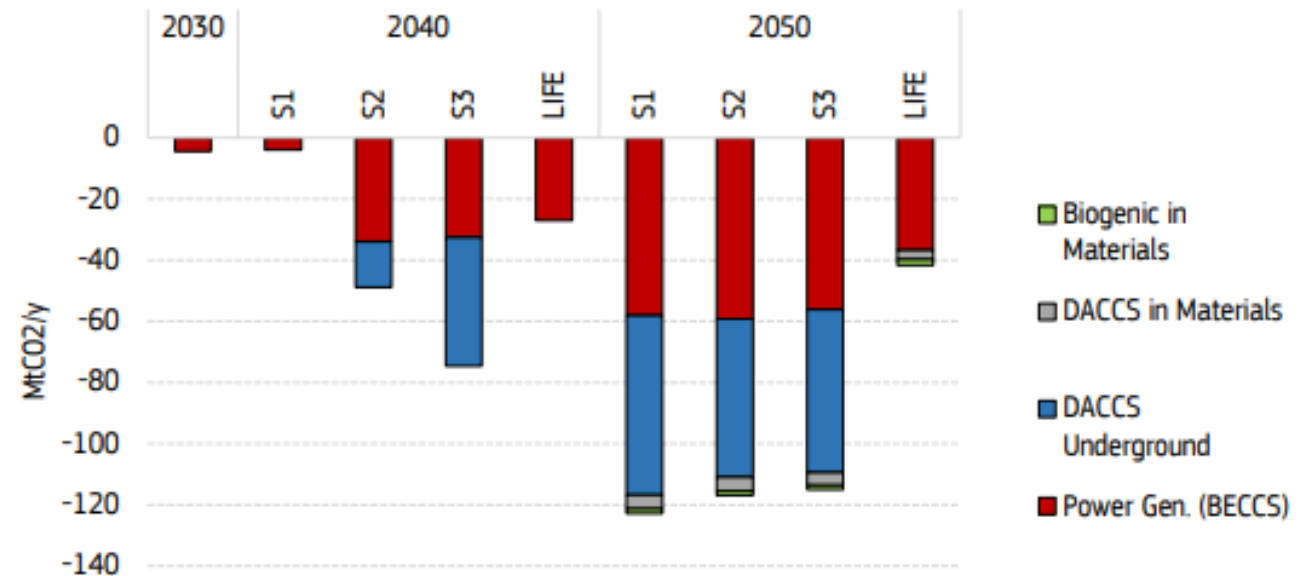




ICM: Tekniset nielut

- Ei toistaiseksi erillistä tavoitetta teknisille nieluille, vaan yhteinen 400 Mt tavoitetaso luonnon nielut + tekniset nielut. Komission vaikutusarvion puolella visio teknisten nielujen osuudesta: 75 Mt 2040 mennessä.
 - Mahdollisesti erilliset tavoitteet teknisille nieluille linjassa 2040 ja 2050-ilmastotavoitteen kanssa.
- Komissio tunnistaa keskeiseksi tavoitteeksi luoda markkinan teknisten nielujen tuottamille negatiivisille päästöille.
- Mahdollisesti eri teknisten nielujen keinoille eri tyyppisiä kannusteita, koska ratkaisut ovat niin kaukana toisistaan TRL ja kustannusten osalta. ETS:n nykyhinta ei kata hankkeiden kustannuksia, tarvitaan lisätukea.
- Komissio etsii vaihtoehtoja, joilla parhaiten luoda kannusteet joko olemassa olevan EU lainsäädännön (ETS) tai uuden instrumentin kautta.
 - ETS:n 2026 välitarkastelu mainitaan.
 - Uusi mekanismi? Hiilidioksidipankki? Vetypankista tuttua huutokauppamallia tullaan arvioimaan (2025 mennessä) myös hiilidioksidin talteenottohankkeiden tukemiseen.
- Aihepiirin tutkimus- ja innovaatiotoiminnan vauhdittaminen EU:n Horisontti-ohjelman ja Innovaatorahaston avulla.

Figure 2: Carbon removals by source and use



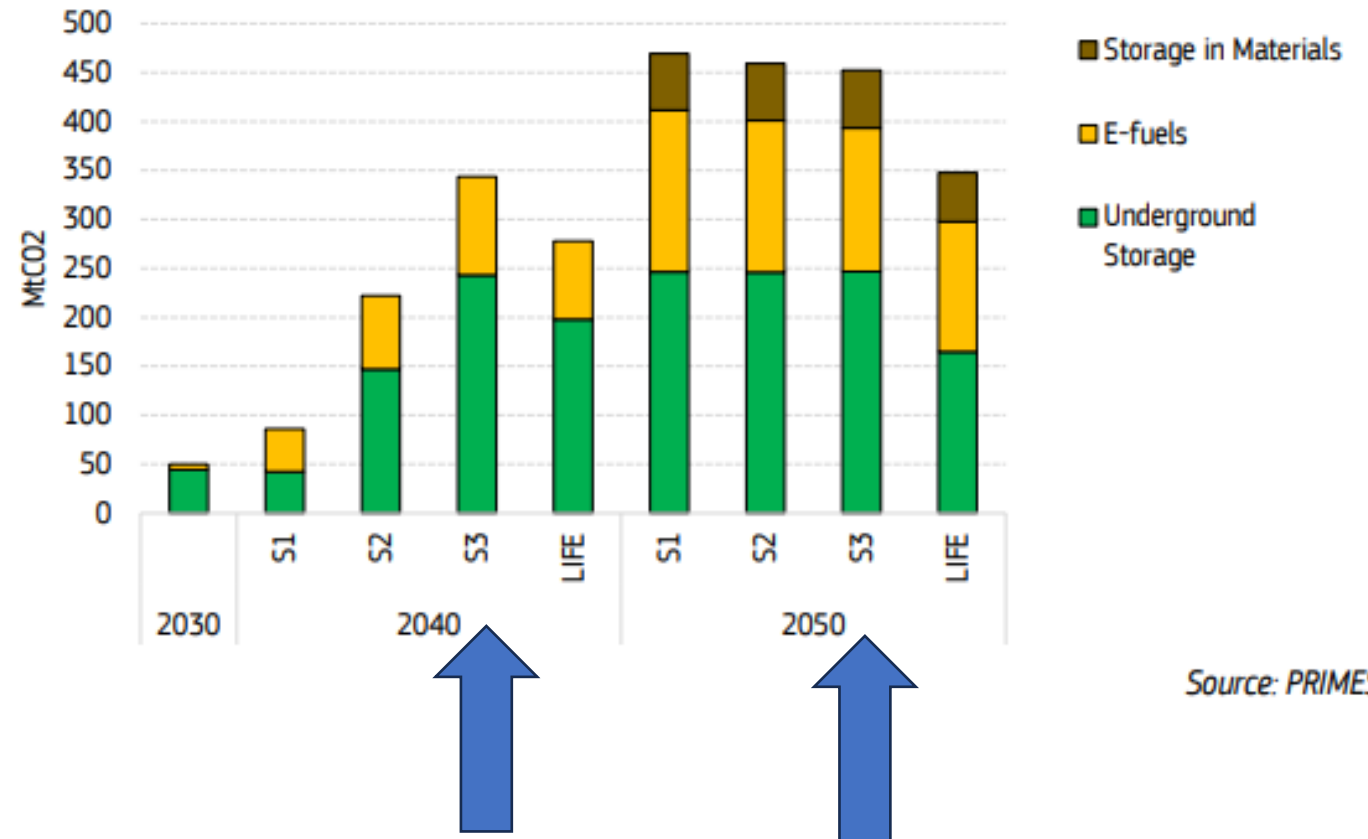
Source: PRIMES.



ICM: Hiilidioksidin käyttö tuotteissa

- Nykyisillä EU-säädöksillä kannustetaan hyödyntämään talteenotettua hiilidioksidia lyhtikäisiin tuotteisiin, kuten polttoaineisiin.
- Pysyvän varastoinnin tuotteille ollaan julkaisemassa päästökauppadirektiivin nojalla delegoitu säädös.
- Komissio pohtii laskentasaäntöihin liittyviä muutoksia, joita tultaneen esittämään päästökauppadirektiivin arvioissa 2026.
- Selkeä tarve sääntelykehikolle, joka ottaa huomioon eri tuotteiden elinkaaret ja muodostaa hintasignaali, joka kuvaa tuotteen ilmastovaikutusta.

Figure 10: Carbon Captured by end application



Source: PRIMES.



2040-tavoitteen vaikutusarvio & hiilidioksidin talteenotto

- **Päästövähennystavoite 90%:**
 - -75Mt tekniset nielut & - 317Mt LULUCF-nielu
 - 25 % kaikesta talteenotetusta hiilidioksidista teknisiin nieluihin.
- Huom! Oletetaan LULUCF-nielun olevan vahva.

Table 6: Industrial carbon capture and use

	2040			2050
	S1	S2	S3	S3*
Carbon Captured – MtCO2/year	86	222	344	452
By Source				
Industrial Processes	37	123	137	136
Power (fossil fuels)	26	41	32	55
Power (biomass) and DAC**	16	54	153	232
Biogenic (upgrade of biogas into biomethane)	7	4	22	30
By Application (use and storage)	86	222	344	452
E-fuels	43	75	101	147
Synthetic materials	0	0	0	59
Underground storage	42	147	243	247

Note: *S1 and S2 values for 2050 are similar to S3 and represented in more details in Annex 8. **Includes carbon for storage (DACCS) and use.

Source: PRIMES.

Table 7: **Industrial removals** and net LULUCF removals

	2040			2050
	S1	S2	S3	S3**
Gross GHG emissions (MtCO2-eq)	1273	943	748	411
Total Removals (MtCO2-eq)	-222	-365	-391	-447
Industrial Removals (MtCO2)	-4	-49	-75	-114
LULUCF net removals (MtCO2-eq)	-218	-316	-317	-333

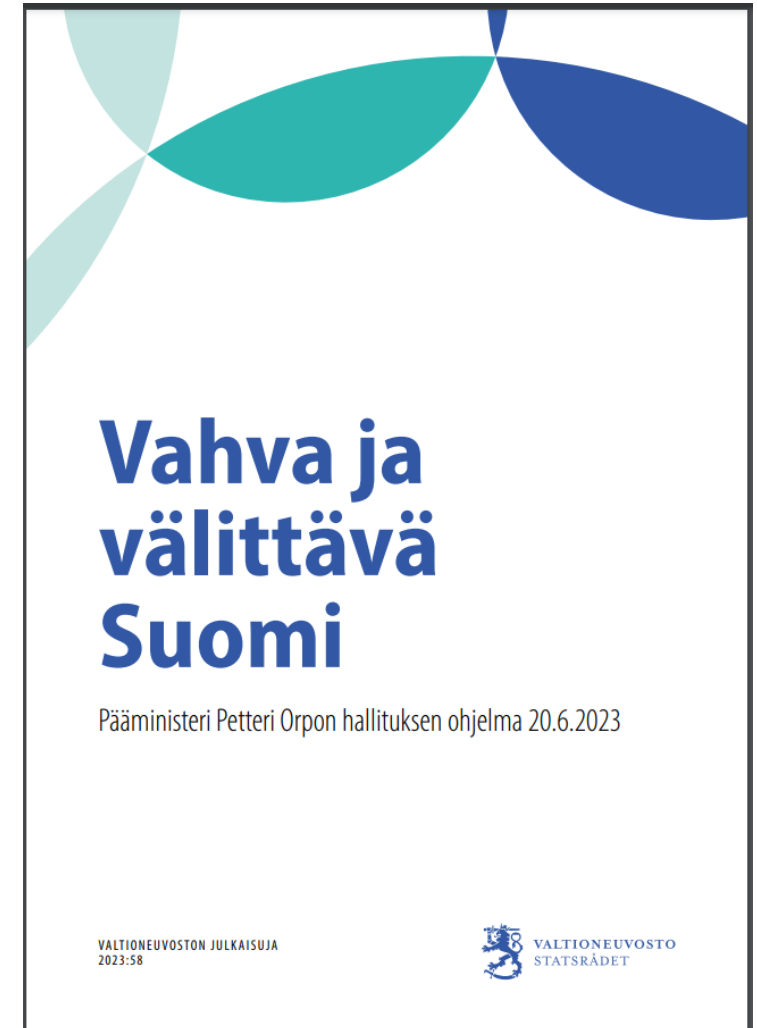
Note: **S1 and S2 values for 2050 are similar to S3 and represented in more details in Annex 8.

Source: PRIMES, GAINS, GLOBIOM.

Hallitusohjelma: Suomesta hiilidioksidin talteenoton kärkimaa?



- Uusi strateginen avaus Suomen ilmastopolitiikassa. Yksi ilmastopolitiikan painopisteistä.
- Hallituksen näkemyksen mukaan Suomella on luontainen biogeenisen hiilidioksidin talteenoton ja hyödyntämisen kilpailuetu.
- Hallitus asettaa tavoitteen teknisten nielujen käytölle merkittävässä määrin jo 2020-luvun kuluessa.
- BioCCU yhdessä vedyntuotannon lisäämisen kanssa luo alustan valmistaa erilaisia tuotteita (polttoaineita, kemikaaleja ja materiaaleja) kestävästä CO₂-lähteestä ja vähentää tätä riippuvuutta fossiilisista raaka-aineista. Näitä edistetään.
- Osana päästövelan lyhentämishjelmaa **hallitus selvittää ja ottaa käyttöön ohjauskeinot, joilla varmistetaan suurten teollisten lähteiden ilmakehään päätyvien hiilidioksidipäästöjen loppuminen 2035 mennessä** (koskee myös biogeenistä hiiltä). Riittävät kannusteet turvattava investoinneille: Selvityksen pohjalta otetaan käyttöön hiilidioksidin talteenottoon kannustava negatiivisten päästöjen huutokauppa tai vastaava mekanismi.
 - Mekanismin rahoituksessa hyödynnetään soveltuvin osin hiilensidontamarkkinoita.
- Puhtaan energian kärkihankkeille varattu 140 M€ koko hallituskaudelle.





Muita kansallisia CCUS-askelia

- Ilmastopaneeli perään kuuluttanut bio-CCUS edistämistä:
 - Hallituksen tulee luoda strategia negatiivisille päästöille ja asettaa niille tavoitteet.
 - Teknisten nielujen tarve 5-6 Mt 2035 hiilineutraaliustavoitteen saavuttamiseksi (huom! ml. lisätoimet muilla sektoreilla).
- Vedyn [periaatepäätös](#) 2/2023. Suomesta eurooppalainen johtaja vetytaloudessa koko arvoketjun osalta. Suomi tuottaa vähintään 10 % EU:n puhtaasta vedystä 2030 mennessä.
 - Suomen Kestävän kasvun ohjelmassa 150 M€ vedyn ja hiilidioksidin talteenoton ja käytön hankkeille (RRF-rahoitusta).
- Vihreän siirtymän hankkeiden [etusija lupakäsittelyssä](#) 2023-2026. CCUS-hankkeet mukana. Lisäksi vihreän siirtymän investointien kannalta keskeiset valitukset kiireellisinä hallintotuomioistuimissa 2023-2028.



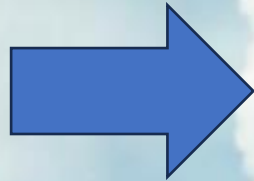
Bio-CCUS kehitys Suomessa

- Tutkimusta mm. P2X-hubeista, biogeenisen hiilidioksidin arvoketjuista, hiilidioksidin varastoinnista mineralisaation kautta.
- 13 julkistettua CCU-hanketta. Suurin osa hankkeista aikoo tuottaa synteettisiä polttoaineita raskaaseen liikenteeseen ja tähtää markkinoille 2020-luvun lopulla.
 - Projektien yhteenlaskettu biogeenisen hiilidioksidin tarve 1,3 Mt, pieni osa kokonaispotentialista.
- Toimijoiden mukaan on vielä mahdollista saada merkittäviä biogeenisen hiilidioksidin varastoinnin hankkeita 2030 mennessä. Varastointikapasiteetti ja toiminnan mahdollistava sääntely varmistettava nopeasti.
- Kansallinen strategia ja kannusteet tarvitaan viipymättä.
 - Hankkeiden läpimenoajat ovat pitkiä (6-7 vuotta). Jos talteenottohankkeita halutaan 2030 tienoilla, edistämistoimia tarvitaan nyt.



Otos julkisista hiilidioksidin talteenottohankkeista

Max. 1,3 Mt
bio-CO₂/a



- [Pori](#): 63 000 m³ bioetanolia, 22 000 t biometaania, 70 000 ligniiniä **CCU**
- [Pori](#): 300 raskaan ajoneuvon polttoaine, 10 miljoonaa litraa dieseliä vastaten **CCU**
- [Haapavesi](#): 65 000 t bioetanolia ja 11 000 t biometaania **CCU**
- [Ranua](#): 100 000 tn/a synt. Metanolia **CCU**
- [Kokkola](#): 400 000 (?) tn/a synteettistä metanolia **CCU**
- [Kerava](#): 12 000 t synteettistä metaania (käynnistys 2027) **CCU**
- [Lahti](#): 35 000 t synteettistä metaania (käynnistys 2027) **CCU**
- [Tampere](#): tavoite 12 000 – 35 000 t synteettistä metaania (käynnistys 2027) **CCU**
- [Mikkeli](#): tavoite 12 000 t synteettistä metaania (käynnistys 2027) **CCU**
- [Vaasa](#): 15 000 t synteettistä metaania (käynnistys 2026) **CCU**
- [Kotka](#): tavoite 35 000 t synteettistä metaania (käynnistys 2027) **CCU**
- [Joensuu](#): 30 – 50 MW teholla vedyn tuotantoa bio-CHP laitoksen yhteydessä. **CCU**
- [Porvoo](#): 120 MW vihreää vetyä Porvoon jalostamolla (tuotanto alkaa 2026?) **CCU**

CCU = Hankkeessa hiilidioksidin talteenotto ja hyötykäyttö



CO2-infrastruktuuri keskeinen tekijä hankkeiden kehittämisessä

- Infra ja logistiikka olennainen osa hankkeiden kehittämistä:
 - Alueellisia hubeja voidaan muodostaa perustuen CO2-lähteiden ja käyttökohteiden läheisyyteen.
 - Jaettu infrastruktuuri ja logistiikkaketju vähentää kustannuksia yksittäisille projekteille, jakaa riskejä ja lyhentää projektien läpimenoaikoja.
- CO2-terminaalien sijainnit määräytyvät CO2-lähteiden ja muun energiainfrastruktuurin (kuten sähköverkko, kaukolämpöverkot ja vetyverkot) sijaintien perusteella.
- Bioenergia ry:n koordinoima selvitys käynnissä VTT:n kanssa, toteutus kevään ja kesän 2024 aikana.
 - Suomen teollisten hiilidioksidilähteiden, hiilidioksiditerminaalien ja sisämaan välivarastojen näkymät. Kehitysskenaarioiden luominen siitä, millaisia CO2:n logistiset verkostot voisivat näyttää vuonna 2040.
 - Hiilidioksidin kuljetusvaihtoehdot ja niiden kustannukset. Yksikkökustannusarviomenetelmän määrittely ja soveltaminen.
 - Vaadittavien investointien arviointi kuljetusmuodon, infrastruktuurityypin ja kehitysskenaarioiden mukaan.

Bio-CCUS-ratkaisujen edistäminen



- Tällä hetkellä biogeenisen CO₂:n varastoinnista ei palkita EU:ssa, vaikka se luo negatiivisen päästön ja on siten ilmastoteko. Nykyisillä EU-säädöksillä kannustetaan hyödyntämään talteenotettua hiilidioksidia lyhytikäisiin tuotteisiin, kuten polttoaineisiin.
- Bioperäisten CCUS-järjestelmien yleistyminen edistää biomassaa jalostavien teollisuusalueiden kilpailukykyä.
- Hiilidioksidivaraston erilaiset pysyvyydet ja pysyvyyteen liittyvät riskit tulisi huomioida yhteiskunnan tukea koskevissa ratkaisuissa.
- Ratkaisu siitä, kannattaako CO₂ kierrättää tuotteeseen vai mahdollisesti siirtää ja varastoida tai tehdä molempia, tulisi jättää markkinoille
 - riippuu tuotteiden ja negatiivisten päästöjen arvon kehityksestä, joihin ei ole yhtä oikeaa vastausta
 - sijoittajilla myös erilaisia tavoitteita ja painotuksia
- Teknisten nielujen rahoitus vapaaehtoiselta hiilimarkkinalta edellyttää, että hankkeet voivat myydä poistoyksiköitä muille toimijoille (esim. Tanskan [Ørsted](#) ja Ruotsin [Stockholm Exergi](#)). Avainasemassa pre-2030 tilanteessa, kun EU-vetoista markkinamekanismia ei vielä ole, eikä kansalliseen tukimekanismiin ole tarpeeksi varoja (vrt. Ruotsissa BECCS:in käänteiselle huutokaupalle 3,3 miljardia euroa 2026-2045).



Kiitos!

erika.laajalahti@bioenergia.fi

+358 44 753 0700

twitter: @ErikaLaajalahti

[LinkedIn](#)

www.bioenergia.fi