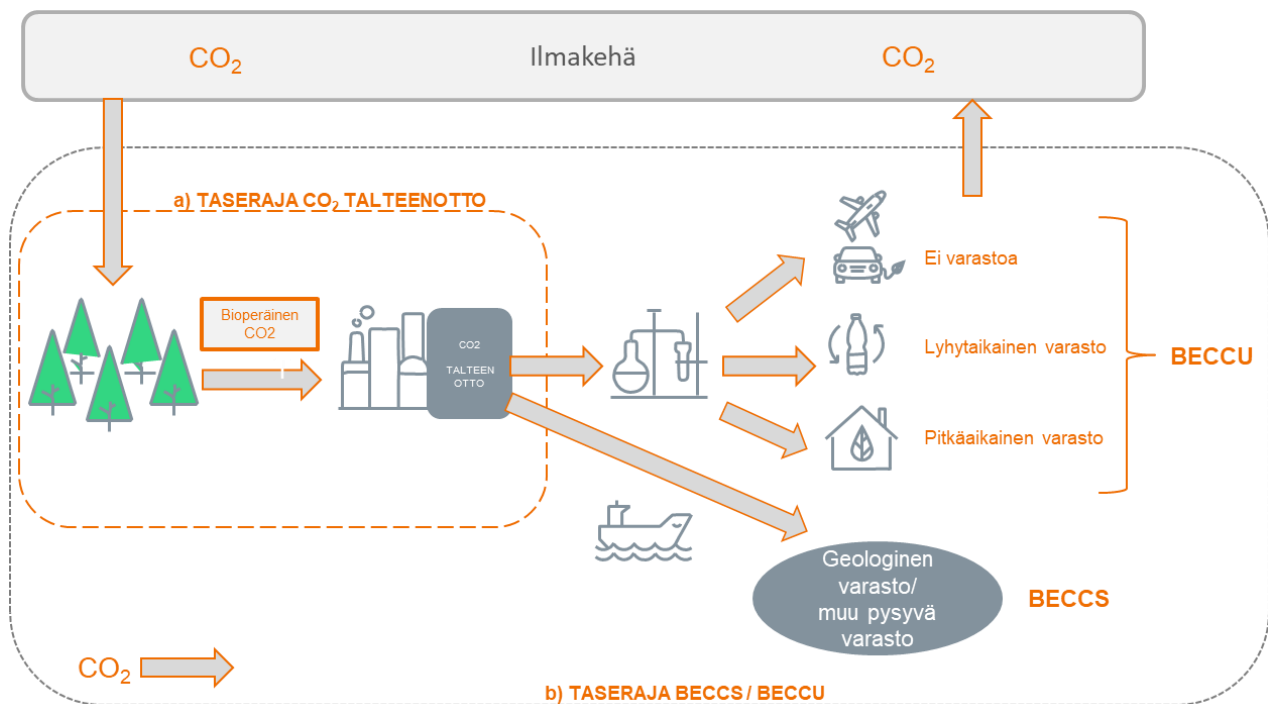


ASIAKASRAPORTTI

VTT-CR-00188-25



Hiilidioksidin talteenoton, hyödyntämisen ja poiston kansallisen kannustimen arviointikriteerit

Kirjoittajat: Kati Koponen
Lauri Kujanpää

Luottamuksellisuus: VTT Public

Versio: 15.4.2025



Raportin nimi: Hiilidioksidin talteenoton, hyödyntämisen ja poiston kansallisen kannustimen arviointikriteerit	
Asiakkaan nimi, yhteyshenkilö ja yhteystiedot Työ- ja elinkeinoministeriö, Juhani Tirkkonen	Asiakkaan viite VN/36170/2024
Projektin nimi Hiilidioksidin talteenoton, hyödyntämisen ja poiston kansallisen kannustimen arviointikriteerit	Projektin numero/lyhytnimi Tulppauskriteerit
Tiivistelmä Euroopan Unionin (EU) ja Suomen ilmastotavoitteiden saavuttaminen vaatii hyvin todennäköisesti sekä hiilidioksidin (CO₂) hyötykäyttöä että poistamista ilmakehästä. Petteri Orpon hallituksen hallitusohjelmaan on kirjattu, että hallitus selvittää ohjauskeinoja, joilla voidaan edistää hiilidioksidin talteenottoa Suomessa. Selvityksen pohjalta otetaan käyttöön hiilidioksidin talteenottoon kannustava negatiivisten päästöjen huutokauppa tai vastaava mekanismi. Kannustinjärjestelmälle on valtion vuoden 2025 talousarvioesityksessä varattu 140 M€ sitoumusvaltuuksille. Tässä raportissa selvitetään bioperäisen hiilidioksidin talteenotolle, hyödyntämiselle ja poistolle soveltuvia arviointikriteerejä, joilla tukea hakevia hankkeita voitaisiin vertailla. Työssä keskitytään erityisesti seuraaviin tilaajan kanssa määriteltymiin kysymyksiin: Hiilidioksidin talteenoton, hyödyntämisen ja poiston erilaiset mahdolliset hanketyypit ja niiden potentiaali Suomessa; Arviointikriteerien perusteet, ja miten ne vaikuttavat eri hankkeisiin; Mitä olemassa olevia kriteerejä voidaan mahdollisesti soveltaa (EU säätely); Millaiset kriteerit voisivat soveltua hiilidioksidista valmistetuille muovituotteille; Millä aikataululla tukipäätöksen jälkeen voidaan edellyttää hiilidioksidin talteenottoa? Raportissa esitellään hiilidioksidin talteenottoteknologioita, mahdollisia hyötykäyttöhankkeita, sekä julkisiin tietoihin pohjautuen Suomessa vireillä olevia hankkeita. Lisäksi käydään läpi mahdollisia kriteerejä, joilla hankkeita voitaisiin arvioida. Kriteerit voisivat osaltaan pohjautua EU:n jo olemassa olevaan säätelystä, kuten uusituvan energian direktiiviin (RED 3), sen kestävyyskriteereihin ja delegoituihin säädöksiin. Lisäksi raportissa esitellään erityisesti hiilidioksidin talteenotolle, hyötykäytölle ja varastoinnille soveltuvia kriteerejä. Nämä kriteerit liittyvät hankkeiden teknologisiin ominaisuuksiin, resurssitehokkuuteen sekä ilmastohyötyihin. Raportissa hahmotellaan myös aikataulua tyypilliselle talteenottohankkeelle. Lisäksi tehdään lyhyt katsaus Ruotsin hiilidioksidin varastoinnille käynnistämän tukijärjestelmän ehtoihin.	
Espoo 15.4.2025 Laatija Kati Koponen, Erikoistutkija	Tarkastaja Antti Arasto, Tutkimusalueen päällikkö
Confidentiality VTT Public	
VTT:n yhteystiedot Kati Koponen, kati.koponen@vtt.fi	
Jakelu (asiakkaat ja VTT) Tilaaaja, VTT:n julkaisupalvelu	
VTT:n nimen käyttäminen mainonnassa tai tämän raportin osittainen julkaiseminen on sallittu vain Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.	



Hyväksyminen

TEKNOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS VTT OY

Päivämäärä:	15.4.2025
Allekirjoitus:	Signed by: <i>Antti Arasto</i> 2A76EA44E1614BC...
Nimi:	Antti Arasto
Asema:	Tutkimusalueen päällikkö



Alkusanat

Suomessa suunnitellaan kansallisen kannustinjärjestelmän luomista bioperäisen hiilidioksidin talteenotolle, hyödyntämiselle ja poistolle. Tässä raportissa arvioidaan mahdollisuuksia asettaa arviointikriteerejä tukea hakeville hankkeille. Raportissa käydään läpi jo olemassa olevaa säätelyä, mahdollisia hiilidioksidin talteenoton, hyödyntämisen ja poiston hankkeita, sekä niille soveltuvia arviointikriteerejä eri näkökulmista. Raportti on laadittu Työ- ja elinkeinoministeriön toimeksiantona tammi-maaliskuun 2025 aikana. Hankkeen toteutuksesta vastasivat erikoistutkija Kati Koponen ja tiimipäällikkö Lauri Kujanpää. Työn ohjauksesta ministeriössä vastasivat Juhani Tirkkonen, Eleonoora Elittä ja Tuula Savola. Raportissa esitetyt johtopäätökset ja ehdotukset ovat tekijöiden omia, eivätkä välttämättä edusta kannustinjärjestelmän toimeenpanosta vastaavien viranomaisten näkemyksiä.

Espoossa 15.4.2025

Tekijät



Sisällysluettelo

Alkusanat	3
1. Johdanto	5
2. Tavoite	6
3. Kannustinjärjestelmän periaatteet	6
3.1 Tarjouskilpailu	6
3.2 TEM:n selvitys tarjouskilpailuista 2016	8
3.3 Ruotsin käänteisen huutokauppajärjestelmän periaatteet	9
4. Hiilidioksidin talteenoton, hyödyntämisen ja poiston hanketyypit	10
4.1 Hiilidioksidin talteenoton teknologiat	10
4.2 Hiilidioksidin hyötykäyttö	12
4.3 Hiilidioksidin poistaminen ilmakehästä	14
4.4 Kustannusten jakautuminen arvoketjussa	15
4.5 Vireillä olevat hankkeet	16
5. Mahdolliset investointitukikriteerit	17
5.1 Tuen tavoitteen määrittely	17
5.2 Voimassa oleva EU säättely	17
5.3 Mahdolliset arvotuskriteerit ja vaikutukset eri hanketyyppeihin	20
5.3.1 Ilmastovaikutuksiin liittyvät kriteerit	20
5.3.2 Talouteen ja teknologiaan liittyvät kriteerit	23
5.3.3 Energia- ja resurssitehokkuuteen liittyvät kriteerit	25
6. Aikataulu tukipäätöksen jälkeen	26
7. Johtopäätökset	27
Lähdeviitteet	29

Liite 1. Vireillä olevat hankkeet



1. Johdanto

Euroopan Unionin (EU) ilmastotavoitteiden saavuttaminen vaatii sekä hiilidioksidin (CO₂) hyötykäyttöä että poistamista ilmakehästä. Tämä käy ilmi EU komission vaikutusarviosta vuoden 2040 ilmastotavoitteiden asettamiseksi (EC 2024a). Komissio suosittaa vuodelle 2040 90 % nettopäästövähennystavoitetta (EC 2024b), ja vaikutusarvion päästöskenaarioissa toteutuu merkittävä määrä sekä hiilidioksidin hyötykäyttöä että poistoa ilmakehästä jo vuonna 2040. Arvion mukaan vuoteen 2040 mennessä olisi otettava talteen noin 280 miljoonaa tonnia hiilidioksidia ja vuoteen 2050 mennessä noin 450 miljoonaa tonnia hiilidioksidia. Lisäksi komissio on julkaissut teollisen hiilenhallinta strategian (Industrial Carbon Management Strategy, EC 2024c) kiihdyttämään talteenotto- ja varastointiratkaisujen kehitystä ja käyttöönottoa.

Myös Suomen 2035 hiilineutraaliustavoitteen saavuttamista arvioivissa skenaarioissa (PEIKKO-WEM, Koljonen ym. 2024) toteutuu hiilidioksidin hyötykäyttöä. Parhaillaan käynnissä olevan KEITO-hankkeen alustavissa WAM-skenaarioissa toteutuu sekä hiilidioksidin hyötykäyttö että pysyvä poisto ilmakehästä (Koljonen ym. 2025). Suomen hiilineutraaliustavoitteen saavuttamiseksi päästökilun kattaminen vaatii myös hiilidioksidin poistoa ilmakehästä (Kujanpää ym. 2023a). Suomessa on merkittävä potentiaali bioperäisen hiilidioksidin hyödyntämiselle sekä poistolle, sillä vuonna 2023 bioperäiset päästöt teollisuuden yli 0,1 Mt lähteistä olivat noin 30 Mt vuodessa (Kujanpää ym. 2023a, Mäkikouri ym. 2024).

- Bioperäisen hiilidioksidin hyötykäytöllä (BECCU: bioenergy carbon capture and utilisation) tarkoitetaan hiilidioksidin talteenottoa ja hyödyntämistä erilaisiksi tuotteiksi, kuten polttoaineiksi, kemikaaleiksi, polymeereiksi tai rakennustuotteiksi. Hyötykäytön avulla voidaan vähentää päästöjä, mikäli hiilidioksidista valmistetut tuotteet korvaavat fossiilista alkuperää olevia tuotteita, ja BECCU-tuotteiden elinkaariset päästöt ovat alhaisemmat kuin korvattavien tuotteiden päästöt.
- Bioperäisen hiilidioksidin poistolla ilmakehästä (BECCS: bioenergy carbon capture and storage) tarkoitetaan hiilidioksidin pysyvää poistamista ilmakehästä varastoimalla se talteenoton jälkeen pysyvään varastoon, kuten geologisiin muodostelmiin tai mineralisoimalla. Hiilidioksidin pysyvä poisto ilmakehästä on välttämätöntä nettonollatavoitteen sekä Pariisin sopimuksen tavoitteiden saavuttamiseksi, ja poistoja tarvitaan kompensoimaan vaikeimmin vähennettävissä olevia päästöjä sekä historiallisia päästöjä (Allen ym. 2024, IPCC 2022). Suomessa käytetään usein termiä ”tekniset nielut” tai ”teknologiset nielut” viittaamaan BECCS:n avulla tehtävään hiilidioksidin poistoon ilmakehästä.

Petteri Orpon hallituksen hallitusohjelmaan on kirjattu seuraavaa: ”Suomella on metsäteollisuuden ja bioenergian käytön takia luontainen puuperäisen hiilidioksidin talteenoton ja hyödyntämisen kilpailuetu. Hallitus asettaa tavoitteen teknisten nielujen käytölle merkittävässä määrin jo 2020-luvun kuluessa. Osana päästövelan lyhentämishjelmaa hallitus selvittää ja ottaa käyttöön ohjauskeinot, joilla varmistetaan suurten teollisten lähteiden ilmakehään päätyvien hiilidioksidipäästöjen loppuminen 2030-luvun puoleenväliin mennessä. Hallitus valmistautuu riittäviin kannusteisiin investointien etenemiseksi. Selvityksen pohjalta otetaan käyttöön hiilidioksidin talteenottoon kannustava negatiivisten päästöjen huutokauppa tai vastaava mekanismi. Mekanismin rahoituksessa hyödynnetään soveltuvien osien hiilensidontamarkkinoita.”

Hiilidioksidin talteenottoa, hyödyntämistä ja poistoa voidaan EU- ja kansallisella tasolla edistää taloudellisilla ohjauskeinoilla tai säätellyllä. Taloudellisia ohjauskeinoja ovat mm. erilaiset investointituet, kannustinjärjestelmät tai verotus. Tässä raportissa keskitytään kannustinjärjestelmään, jolle on valtion vuoden 2025 talousarvioesityksessä varattu 140 M€ sitoumusvaltuuksille. Valtuutta saa käyttää: 1) teknisten nielujen hankkeiden investointiavustukseen,



2) bioperäisen hiilidioksidin talteenoton ja hyödyntämisen kannustimeen tai 3) teknisten nielujen edellyttämän infrastruktuurin edistämiseen.

2. Tavoite

Tässä raportissa selvitetään bioperäisen hiilidioksidin talteenotolle, hyödyntämiselle ja poistolle suunnitteilla olevan kansallisen kannustinjärjestelmän arviointikriteerejä. Työssä keskitytään erityisesti seuraaviin tilaajan kanssa määriteltäviin kysymyksiin:

- Hiilidioksidin talteenoton, hyödyntämisen ja poiston erilaiset mahdolliset hanketyypit ja niiden potentiaali Suomessa
- Arviointikriteerien perusteet:
 - Tuleeko talteenotetun bioperäisen hiilidioksidin jatkokäytölle/varastoinnille asettaa kriteerejä ja millaisia nämä voisivat olla?
 - Miten kriteerit vaikuttavat erilaisiin hankkeisiin?
 - Mitä olemassa olevia kriteerejä voidaan mahdollisesti soveltaa (olemassa oleva EU sääätely)?
 - Millaiset kriteerit voisivat soveltua hiilidioksidista valmistetuille muovituotteille?
- Millä aikataululla tukipäätöksen jälkeen voidaan edellyttää hiilidioksidin talteenottoa?

3. Kannustinjärjestelmän periaatteet

3.1 Tarjouskilpailu

Kannustinjärjestelmää suunnitellaan toteutettavan tarjouskilpailuna bioperäisen hiilidioksidin talteenottoon liittyville investoinneille. Tuen myöntämiseen sovellettaisiin yleisen ryhmäpoikkeusasetuksen (RPA, (EU) 651/2014 ja muutosasetuksen (EU) 2023/1315) ehtoja. Lisäksi tukiohjelman suunnittelussa tulisi huomioida mahdollisten uusien tilapäisten valtiontukipuitteiden hyödyntäminen.

Yleinen ryhmäpoikkeusasetus asettaa erityisiä ehtoja, joita tuettavien hiilidioksidin talteenottohankkeiden tulee toteuttaa. Näitä ovat esimerkiksi:

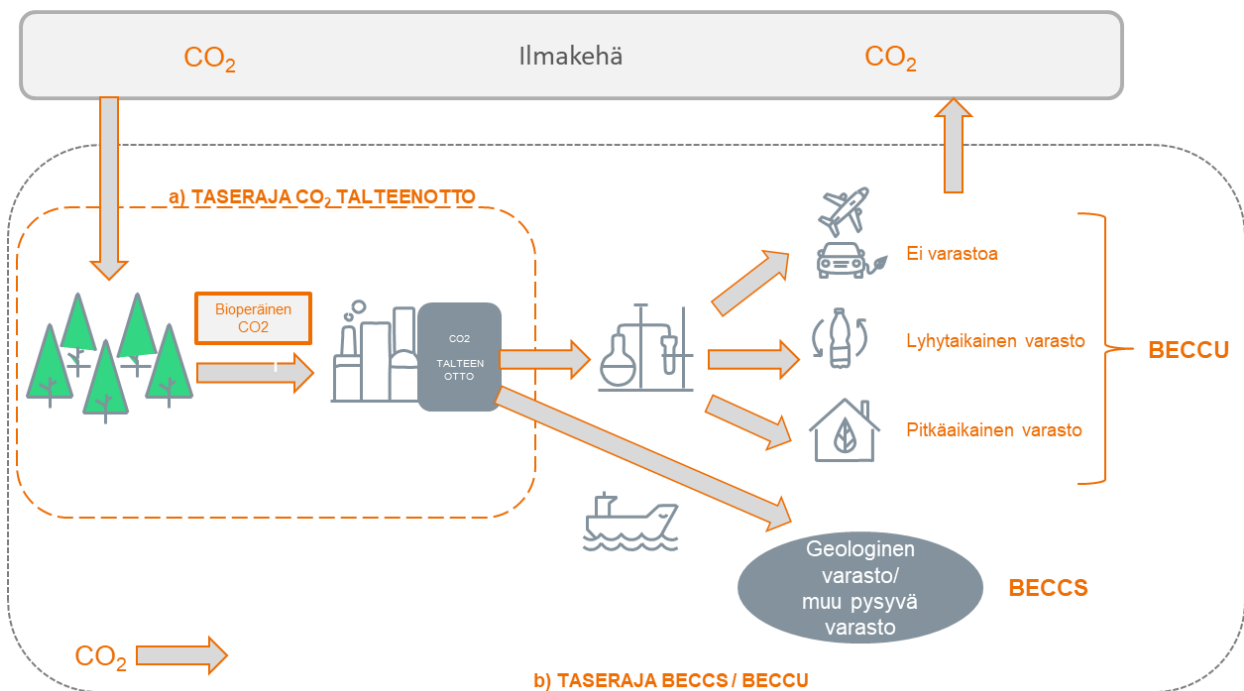
- Hiilidioksidin talteenotto ja/tai kuljetus, mukaan lukien CCS- tai CCU-ketjun yksittäiset osat, on yhdistettävä täydelliseksi CCS- ja/tai CCU-ketjuksi;
- Investointihankkeen nettonykyarvon sen elinkaaren aikana on oltava negatiivinen. Hankkeen nettonykyarvon laskennassa on otettava huomioon vältetty hiilidioksidipäästöjen kustannukset;
- Tukikelpoisia kustannuksia ovat ainoastaan ne ylimääräiset investointikustannukset, jotka aiheutuvat hiilidioksidin talteenotosta hiilidioksidia tuottavasta laitoksesta

(teollisuuslaitoksesta tai voimalaitoksesta) tai suoraan ilmasta sekä talteen otettujen hiilidioksidipäästöjen puskurivarastoinnista ja kuljetuksesta.

Ryhmäpoikkeusasetuksen tukiehdoissa CCS ja CCU määritellään seuraavasti:

- RPA 131 a. 'hiilidioksidin talteenotolla ja varastoinnilla' tai 'CCS:llä' tarkoitetaan teknologioita, joiden avulla voidaan ottaa talteen teollisuuslaitosten päästämää hiilidioksidia, prosessiperäiset päästöt mukaan luettuina, tai ottaa sitä talteen suoraan ilmasta, kuljettaa sitä varastointipaikkaan ja injektoida sitä soveltuviin maanalaisiin geologisiin muodostumiin pysyvää varastointia varten;
- RPA 131 b. 'hiilidioksidin talteenotolla ja käytöllä' tai 'CCU:lla' tarkoitetaan teknologioita, joiden avulla voidaan ottaa talteen teollisuuslaitosten päästämää hiilidioksidia, prosessiperäiset päästöt mukaan luettuina, tai ottaa sitä talteen suoraan ilmasta ja kuljettaa sitä hiilidioksidin kulutus- tai hyödyntämispaikkaan täysimääräisesti käytettäväksi.

Tuki voisi kohdistua bioperäisen hiilidioksidin talteenotolle (Kuvan 1 taseraja a), mutta myös bioperäisen hiilidioksidin jatkokäytölle tai varastoinnille voitaisiin asettaa laadullisia tai määrällisiä kriteerejä. Yleisen ryhmäpoikkeusasetuksen mukaan hiilidioksidin talteenotto on yhdistettävä täydelliseksi CCS- tai CCU-ketjuksi. Siksi olisi harkittava, kuinka hiilidioksidin hyödyntäminen tai varastointi voidaan osoittaa uskottavasti esimerkiksi (aie)sopimuksilla. Tuen kohdentamisen hiilidioksidin talteenotolle voidaan nähdä edistävän teknologianeutraaliutta, eli tuen myöntäjä ei ota etukäteen kantaa siihen, tuleeko hiilidioksidi hyötykäyttää vai varastoida pysyvästi.



Kuva 1. Hiilidioksidin talteenoton, hyötykäytön ja poiston taserajat.

Tukiehdoissa todetaan myös, että investointihankkeen nettonykyarvon sen elinkaaren aikana on oltava negatiivinen, ja että hankkeen nettonykyarvon laskennassa on otettava huomioon vältetyt hiilidioksidipäästöjen kustannukset. Vältetyllä hiilidioksidipäästön hinnalla on tässä tulkittu tarkoitettavan esimerkiksi vältettyä päästöoikeuden hintaa, mikä ei kuitenkaan päde talteenotetun



bioperäisen hiilidioksidin tapauksessa, koska sille ei tarvita päästöoikeuksia (mikäli RED-direktiivin kestävyyskriteerit täyttyvät). Olisi harkittava, tarvitaanko tukiohjelmalle myös jonkinlainen valvonta- ja takaisinperintä-menetelmä (ns. claw-back mekanismi), jos kannattavuus muuttuu ja ehto ei toteudu.

Investointihankkeen nettonykyarvo voidaan määrittää alla olevan yhtälön periaatteen mukaisesti:

$$Nettonykyarvo_{(investointihanke)} = \sum_{n=0}^N \frac{K_n}{(1+r)^n}$$

jossa:

- N on tarkastelujaksojen lukumäärä,
- r on diskonttaukseen käytettävä korko,
- K_n on hankkeen nettokassavirta tarkastelujaksolla n , ts. $K_n =$
*vältetyt (CO_2) kustannukset $_n$ + muut tulot $_n$ – kiinteät kustannukset $_n$ –
muuttuvat kustannukset $_n$*
- investointihanke koostuu hiilidioksidin talteenotosta, kuljetuksesta ja välivarastoinnista sekä (aie)sopimuksella esitettävästä varastoinnista tai hyötykäytöstä,
- *vältetyt (CO_2) kustannukset $_n = 0$* , koska kyseessä on bioperäinen CO_2 .

$Nettonykyarvo_{(investointihanke)} < 0$, jotta tukea tarvitaan hankkeen toteuttamiseksi.

3.2 TEM:n selvitys tarjouskilpailuista 2016

Mahdollisen tarjouskilpailun suunnittelussa voitaisiin soveltuvin osin hyödyntää TEM:n vuonna 2016 julkaisemaa laajaa selvitystä erilaisista tarjouskilpailumalleista uusiutuvalle energialle (TEM 2016). Raportissa vertaillaan erilaisia tarjouskilpailumalleja (suljettu, laskeva tai nouseva tarjouskilpailu sekä niiden yhdistelmiä) ja mallien etuja ja haasteita. Selvityksessä suljettu tarjouskilpailu nähdään yksinkertaisimpana toteuttaa, ja houkuttelevana laajemmalle joukolle hankekehittäjiä. Sen myös todetaan toimivan, vaikka kilpailua on vähemmän. Näistä syistä se voisi mahdollisesti olla paras vaihtoehto myös BECCS- ja BECCU-hankkeille suunniteltavan tarjouskilpailun / investointituen tapauksessa.

Suljetulla tarjouskilpailulla tarkoitetaan mallia, jossa hankekehittäjät tekevät tarjouksen tukitasosta ($€/tCO_2$), jolla ovat valmiita toteuttamaan tietyn määrän talteenottoa (tCO_2). Tarjouskilpailun voittavat hinnoittavat alimmat tarjoukset, joilla tarjouskilpailulle asetettu kapasiteettitavoite saadaan täyteen. Tukitaso voi määräytyä seuraavasti:

- Tarjouskilpailun voittaneet saavat tarjouksensa mukaisen tukitason;
- Tarjouskilpailun voittaneet saavat saman tukitason, joka on korkein hyväksytty tarjous;



- Tarjouskilpailun voittaneet saavat saman tukitason, joka on alin hylätty tarjous.

Tarjouskilpailuihin liittyy strategisten tarjousten riski (esim. toimijaa tarjoaa todellisia kustannuksia matalampaa tai kalliimpaa tarjousta, riippuen tarjouskilpailumallista).

TEM (2016) Raportissa hahmotellaan myös kilpailutuksen suunnittelua, kuten hankekehittäjiä ja hankkeita koskevia edellytyksiä, tarjouksia koskevia reunaehdoja, strategisten tarjousten riskejä sekä tarjouskilpailun voittaneen hankkeen toteutumista. Nämä ovat soveltuvien osin hyödynnettävissä myös BECCS- ja BECCU-hankkeille.

Energiaviraston toteuttama uusiutuvan sähkön preemiojärjestelmä vuonna 2018 perustui TEM:n 2016 tekemään selvitykseen (Energiavirasto 2018). Myös preemiojärjestelmän toteuttamisperiaatteita voisi mahdollisesti soveltuvien osin soveltaa BECCS- ja BECCU-hankkeille. Tilanne eroaa kuitenkin vuoden 2018 tilanteesta uusiutuvan sähkön tuotannon hankkeiden toteuttamiseksi, sillä BECCS- ja BECCU-teknologioita ei ole toistaiseksi vielä toteutettu laajassa mittakaavassa, kun taas uusiutuvan sähkön tuotantoteknologiat olivat vuonna 2018 jo kypsiä, ja kokemusta erityyppisistä hankkeista oli kertynyt paljon. Lisäksi uusiutuvan sähkön tuotantoprosessit ovat yksinkertaisempi kokonaisuus kuin hiilidioksidin talteenotto ja varastointi. BECCS- ja BECCU-hankkeiden todellinen kustannus on vaikeammin arvioitavissa toimijoille, ja epävarmuutta voivat tuoda esimerkiksi ensimmäiseen sovelluskohteeseen liittyvät tekniset haasteet, tuotteiden kysynnän epävarmuus, monimutkaiset toimitusketjut, sekä hiilidioksidin kuljetus- ja varastointilogistiikkaan liittyvät epävarmuudet.

3.3 Ruotsin käänteisen huutokauppajärjestelmän periaatteet

Ruotsissa on 2024 käynnistetty käänteinen huutokauppa BECCS-hankkeille, ja ensimmäinen huutokauppakierros toteutettiin syksyllä 2024. Ruotsin käänteiseen huutokauppaan hyväksytään aluksi ainoastaan BECCS-hankkeita, joissa hiilidioksidi varastoidaan geologisiin, pysyviin varastoihin (Energimyndigheten 2024). Kauppaan voivat osallistua yritykset, jotka talteenottavat, kuljettavat sekä geologisesti varastoivat bioperäistä hiilidioksidia. Talousvaikeuksissa olevat yritykset eivät voi hakea tukea. EU komissio on hyväksynyt Ruotsin tukiohjelman päätöksessään [SA.107009](#).

Ruotsin huutokauppajärjestelmän [hakuehtoja](#) ovat esimerkiksi:

- Tukea voi hakea kustannuksille, jotka liittyvät vähintään 50 000 tonnin bioperäistä hiilidioksidia varastointiin vuodessa.
- Hakijan tulee määritellä tarvittavan tuen määrä per hiilidioksiditonni Ruotsin kruunuina sekä kertoa kustannukset, jotka liittyvät talteenottoon, kuljetukseen ja varastointiin.
- Hakijan tulee selvittää saamansa muut julkiset tuet, sekä muut tuet ja rahoitus projektille.
- Hakijan tulee kertoa varastoitavan hiilidioksidin suunniteltu määrä.
- Hakija, jonka tarjous yhdessä muun julkisen tuen kanssa per tonni varastoitua hiilidioksidia on halvin, saa tukea.
- Tukea maksetaan, kun toimija voi osoittaa dokumentoidusti varastoidun hiilidioksidin määrän. Tukea ei makseta laitoksen rakennusvaiheessa.
- Tuettujen projektien pitää pystyä varastoimaan hiilidioksidia geologisesti kolmen vuoden kuluessa tukipäätöksestä.
- Tukea maksetaan aikaisintaan vuodesta 2026 alkaen, yhteensä 15 vuoden ajan, enintään vuoteen 2046 asti.
- Tukijärjestelmällä tuetaan kestävä bioperäisen hiilidioksidin varastointia. Kestävyys voidaan osoittaa lain ([2010:598](#)) kestävyyskriteerien mukaisesti.



- Jos laitokselta tulee sekä bioperäisiä että fossiilisia hiilidioksidipäästöjä, on toimijan pystyttävä osoittamaan näiden osuudet.
- Yritykset, jotka saavat tukea, voivat myös myydä saman määrän negatiivisia päästöjä vapaaehtoismarkkinalla. Heidän tulee kuitenkin sopia ostajan kanssa, että ostaja raportoi ostamiensa negatiivisten päästöjen myötävaikuttavan Ruotsin ilmastotavoitteisiin. Lisäksi negatiivisia päästöjä ei voida raportoida muiden maiden ilmastotavoitteissa, ellei niitä ole siirretty Pariisin sopimuksen Artikla 6 mukaisesti vastaanottajamaalle.
- Jos hiilidioksidin varastoinnin todellinen kustannus on yli 20 % alhaisempi kuin hakemuksessa mainittu kustannus, tukea tarkistetaan alaspäin. Myöhemmin summaa voidaan taas korottaa maksimissaan alkuuperäiselle tukitasolle.

Ruotsin järjestelmä on luotu ainoastaan BECCS-hankkeille, joten se ei ole suoraan sovellettavissa Suomeen, jossa tuen suunnitellaan kohdistuvan hiilidioksidin talteenottoon. Ruotsin hakuehtona on vähintään 50 000 tonnia bioperäisen CO₂ varastointi. Suomessa suunnitteilla olevien hankkeiden kapasiteetti näyttää olevan osittain myös alhaisempi (ks. luku 4.4), joten Ruotsin kokokriteeri on mahdollisesti liian korkea osalle potentiaalisista tuen hakijoista. Ruotsin ehtona on myös, että tuetun projektin pitää pystyä varastoimaan hiilidioksidia kolmen vuoden kuluessa tukipäätöksestä. Tämä on tiukka aikatauluvaatimus, ja tarkoittaa käytännössä, että tuettavan hankkeen pitää olla jo pitkälle edennyt tukipäätöksen hetkellä (ks. luku 6).

Ruotsissa syksyllä 2024 järjestetyn käänteisen huutokaupan voitti Stockholm Exergin pitkälle edennyt BECCS-hanke, jossa on tavoitteena ottaa talteen ja varastoida 0,8 Mt hiilidioksidia vuosittain Tukholmassa sijaitsevalta CHP-laitokselta¹. Hiilidioksidin kuljetus ja varastointi järjestetään yhteistyössä [Northern Lights](#) hankkeen kanssa. Stockholm Exergi on lisäksi saanut investointitukea EU:n Innovaatorahastolta sekä myynyt hiilidioksidin poistoja Microsoftille, eli hanke toteutetaan julkisen ja yksityisen rahoituksen yhdistelmällä. Hankkeesta tehtiin investointipäätös maaliskuussa 2025².

4. Hiilidioksidin talteenoton, hyödyntämisen ja poiston hanketyypit

VTT on selvittänyt mahdollisia hiilidioksidin hyötykäyttökohteita sekä hiilidioksidin poistoa ilmakehästä useissa aiemmissa selvityksissä sekä tutkimushankkeissa (esim. Kujanpää ym. 2024, Kujanpää ym. 2023a, Kujanpää ym. 2023b, Kärki ym. 2018). Tässä tuodaan tiivistetysti esille eri hyötykäyttömahdollisuuksia sekä Suomessa mahdollisesti kiinnostavat hanketyypit. Apuna on käytetty myös Elinkeinoelämän keskusliiton vihreiden investointien dataikkunaa, sekä Bioenergia Ry:n bio-CCUS karttaa.

4.1 Hiilidioksidin talteenoton teknologiat

Polton jälkeinen hiilidioksidin talteenotto (post-combustion carbon capture) on menetelmä, jossa hiilidioksidi otetaan talteen savukaasuista sen jälkeen, kun polttoaine on poltettu. Tämä menetelmä on erityisen hyödyllinen olemassa olevissa voimalaitoksissa ja teollisuuslaitoksissa, koska se voidaan lisätä nykyisiin prosesseihin. Kaupallisissa ratkaisuissa hiilidioksidin erotus perustuu usein absorptioon. Tällöin hiilidioksidi otetaan talteen kemiallisilla liuoksilla, kuten amiineilla. Tämä on yleisin menetelmä polton jälkeisessä talteenotossa ja sovellettavissa myös hiilidioksidin erotukseen

¹ <https://www.stockholmexergi.se/nyheter/stockholm-exergi-tilldelas-medel-i-auktion-om-statligt-stod-for-bio-ccs/>

² <https://beccs.se/news/stockholm-exergi-to-build-one-of-the-worlds-largest-facilities-for-removing-carbon-dioxide-from-the-atmosphere/>



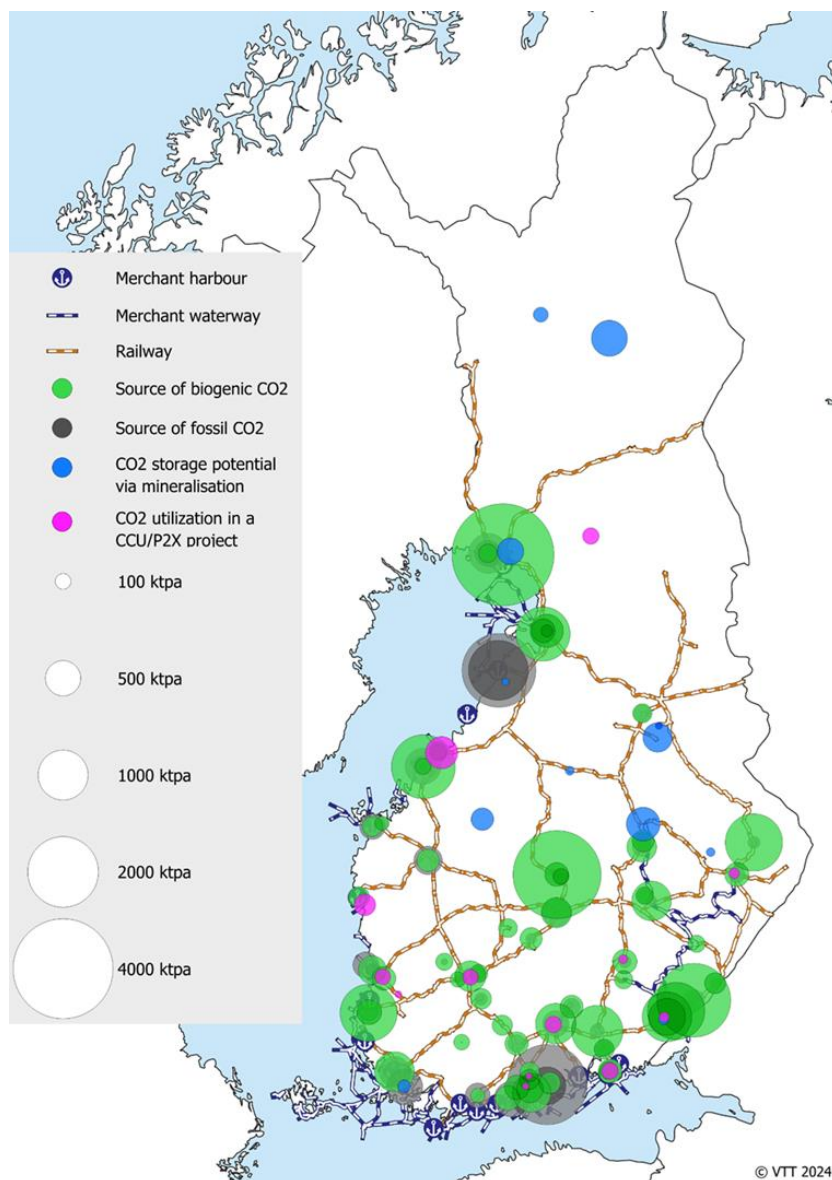
muiden kuin polttoprosessien päästöistä. Talteenoton lisääminen nykyisiin voimalaitoksiin ja teollisuuslaitoksiin vaatii muutoksia mm. lämpöintegrointiin hiilidioksidin pesuliuoksen regeneroinnin energiantarpeen vuoksi. Amiineihin perustuvat absorptiomenetelmät ovat erittäin tehokkaita ja voivat poistaa suuren osan (yli 90%, Brandl ym. 2021) hiilidioksidista savukaasuista. Hiilidioksidin pitoisuus talteenotto prosessin syötteessä vaikuttaa prosessin energiankulutukseen ja tehokkuuteen. Amiinien lisäksi myös kaliumkarbonaatin käyttöön perustuvat erotusprosessit soveltuvat BECCS- ja BECCU-laitoksiin.

Hiilidioksidin talteenotto voidaan toteuttaa useista bioperäisistä lähteistä. Suomessa merkittävimpiä bioperäisen hiilidioksidin pistelähteitä ovat metsäteollisuuden sellutehtaat. Muita merkittäviä lähteitä ovat jätteenpoltto ja bioenergian tuotanto, jossa biomassan poltosta syntyy bioperäistä CO₂:ta (kuva 2). Jätteenpolttolaitosten savukaasut sisältävät karkeasti yhtä suuren osan bioperäistä ja fossiilista hiilidioksidia, millä on taloudellisia vaikutuksia talteenottohankkeille. Jätteenpolttolaitosten tapauksessa bioperäisen hiilidioksidin osuus talteenotetusta savukaasusta tulee olla määriteltävissä, sillä vain tämä osuus voidaan huomioida BECCS/BECCU-arvoketjuun. Bioperäistä hiilidioksidia voidaan talteenottaa myös teollisuusprosesseista, kuten bioetanolin tuotannosta. Lisäksi biokaasulaitosten päästöt tarjoavat potentiaalisia bioperäisiä lähteitä talteenotolle. Näissä lähteissä hiilidioksidin pitoisuudet ovat suuria, mikä laskee talteenoton kustannuksia merkittävästi.

Vaihtoehtoisesti hiilidioksidia voidaan poistaa suoraan ilmakehästä Direct Air Capture (DAC) teknologialla. Tämä menetelmä käyttää kemiallisia prosesseja, kuten absorptiota tai adsorptiota, joissa hiilidioksidi sitoutuu kemiallisiin liuoksiin tai kiinteisiin aineisiin. Ilmasta talteenoton haasteina ovat energiankulutus, tilan tarve, teknologian alhaisempi kypsyys sekä korkeat kustannukset. DAC-hankkeita ei toistaiseksi olla sisällyttämässä Suomen kannustinjärjestelmään.

Suurin talteenotto potentiaali Suomessa on selluteollisuuden soodakattiloiden savukaasuista. Metsäteollisuuden laitosten bioperäiset CO₂-päästöt olivat vuonna 2022 yhteensä 18,1 MtCO₂ (Tilastokeskus, 2025). Savukaasuja lähteenä käyttävien talteenotto laitosten mahdollinen kokoluokka on suurimpien laitosten osalta yli miljoona tonnia vuodessa. Prosessipäästöjen ja mädätysprosessien talteenotto laitosten, joissa talteenotto olisi taloudellisempaa korkean pitoisuuden ansiosta, kokoluokat ovat Suomessa merkittävästi pienempiä, alle 100 ktCO₂/vuosi.

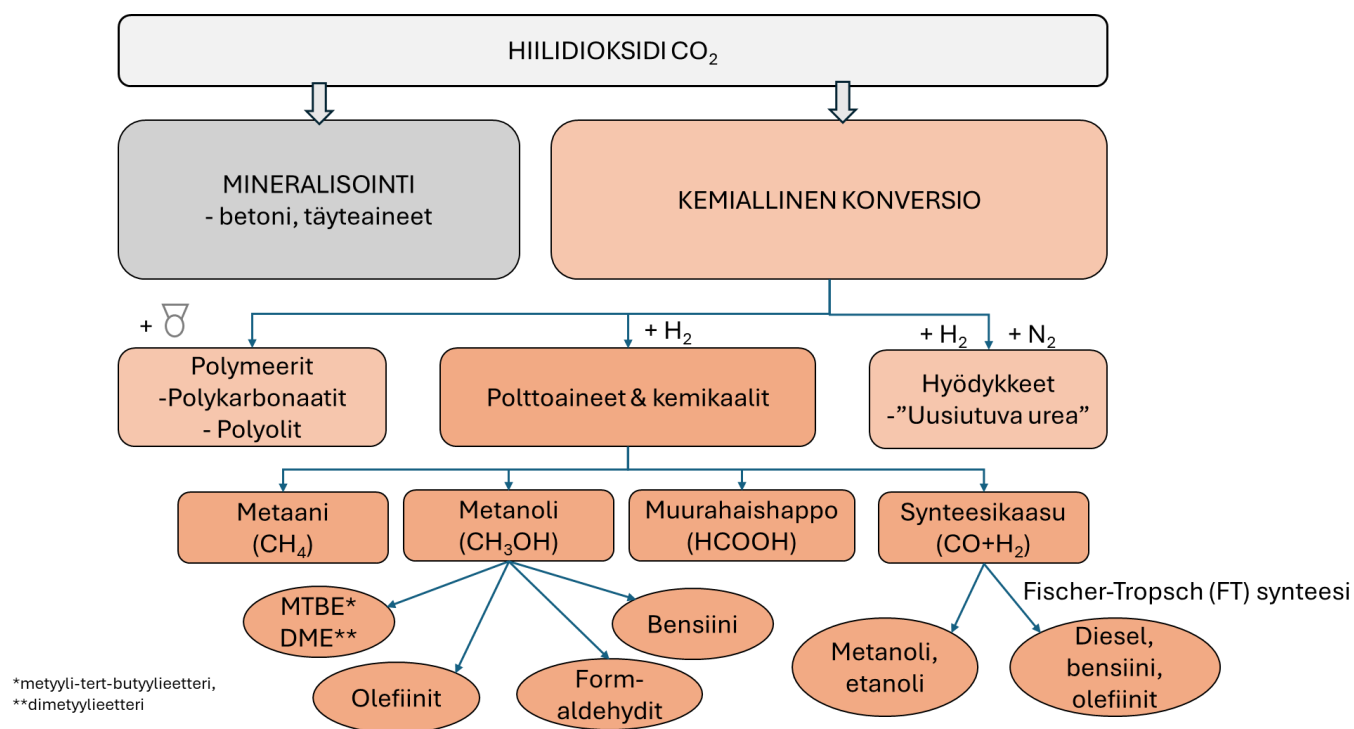
Talteenoton kustannuksiin vaikuttavat skaalaedun sekä hiilidioksidin pitoisuuden lisäksi talteenotetun kaasun puhtausvaatimukset, sillä hiilidioksidin käsittely ja puhdistaminen lisää kustannuksia. Käytännössä hiilidioksidin laatuvaatimukset ovat korkeimpia tapauksissa, joissa vaaditaan laivakuljetusta matalassa lämpötilassa ja paineessa kiintoaineen muodostumisen välttämiseksi. Geologista varastointia varten Suomesta talteenotettu hiilidioksidi jouduttaisiin laivaamaan Pohjanmeren alueelle. Myös esimerkiksi maantie ja raidekuljetuksissa vaaditaan vähintään elintarvikelaatua kuljetettavalta kaasulta, jotta kaluston käytölle ei jouduta asettamaan rajoitteita vaarallisten epäpuhtauksien takia. On mahdollista, että talteenotto laitosten yhteydessä tapahtuvan hyötykäytön tapauksessa, ml. hiilidioksidin sitominen betonituotteisiin ja keinokiviaineksiin, voitaisiin käyttää alempaa laatuvaatimusta hiilidioksidille kustannusten laskemiseksi.



Kuva 2. Kartalla näkyvät bioperäisen hiilidioksidin lähteet Suomessa, joissa hiilidioksidin talteenottoa voitaisiin mahdollisesti toteuttaa. (Kuva Bioenergia Ry:n raportista Kujanpää ym. 2024)

4.2 Hiilidioksidin hyötykäyttö

Hiilidioksidin hyötykäytölle on monia erilaisia mahdollisuuksia, joissa CCU-tuotteet voivat korvata fossiilisia vaihtoehtoja tai tuottaa pysyviä hiilivarastoja mineralisoinnin avulla. Hyötykäyttövaihtoehtoja on kuvattu kuvassa 3. Tukimekanismi voisi CCU:n osalta kohdistua hiilidioksidin kemialliseen konversioon sekä mineralisointiin.



Kuva 3. Hiilidioksidin hyötykäytön mahdollisuudet (kuva muokattu Kärki ym. 2018). Mineralisointi johtaa pysyvään CO₂ varastoon, kemiallinen konversio useimmiten lyhytaikaiseen varastoon (CCU).

Keväällä 2024 VTT teki selvityksen CCUS-mahdollisuuksista Suomessa teollisuusliitoille (Mäkikouri ym. 2024). Hankkeessa hahmoteltiin esimerkiskenaariota siitä, mitkä voisivat olla merkittävimpiä CCU-tuotteita Suomessa, ja miltä niiden tuotantopotentiaali voisi näyttää vuosina 2030–2040. Tulokset on esitelty taulukossa 1.



Taulukko 1. VTT:n skenaarioita CCUS-tuotteille (Mäkikouri ym. 2024).

	Tuotanto vuodessa (Megatonnia / vuosi)		
	2030	2040	2050
CCU-polttoaineet			
Sähkölaitteet lentoliikenteessä	0	0,1	1
Sähkömetanoli	0,05	0,2	0,6
Tieliikenteen polttoaineet (diesel moottorit)	0,05	0,1	0,2
Tieliikenteen polttoaineet (Otto-moottorit)	0,05	0,1	0,1
Kemikaalit ja materiaalit			
Polymeerit	0	0,05	0,2
Epäorgaaniset täyteaineet	0,1	0,2	0,4
Betoni ja täyteaineet	0,02	0,06	0,24

On odotettavissa, että ensimmäiset BECCU-laitokset tuottavat e-metanolia sekä tieliikenteen sähköpolttoaineita (ks. luku 4.4). Lentoliikenteelle asetettujen merkittävien sähköpolttoainevelvoitteiden vuoksi lentopolttoaineista voi tulla merkittävin tuote 2040 jälkeen. Sähköpolttoaineiden tuotantoa rajoittaa CO₂:n saatavuuden lisäksi merkittävä energiantarve vedyntuotannossa, joka vaatii investointeja uusiutuvan sähkön tuotantoon ja mahdollisesti vedyn varastointiin. Yhden miljoonan hiilidioksiditonni (Mt CO₂) jalostaminen uusiutuvan vedyn kanssa synteettiseksi kemikaaleiksi tai polttoaineiksi vaatii sähköä n. 4–5,5 TWh, pois lukien talteenoton energiantarve (Mäkikouri ym. 2024).

4.3 Hiilidioksidin poistaminen ilmakehästä

Hiilidioksidin poistossa talteenotettu hiilidioksidi on varastoitava pysyvästi pois ilmakehästä geologisiin muodostelmiin tai sidottava materiaaleihin, joista hiilidioksidi ei palaudu ilmakehään materiaalin käytöstä, kierrätyksestä tai hävittämisestä riippumatta (mineralisaatio). Suomen tapauksessa hiilidioksidin poisto suuressa mittakaavassa vaatii nykykäsityksen valossa siirtoinfrastruktuurin talteenottolaitoksilta satamiin sekä laivakuljetuksen Suomen ulkopuolelle. Lähimmät potentiaaliset geologiseen varastointiin soveltuvat alueet sijaitsevat eteläisen Itämeren sekä Pohjanmeren alueilla. Suomessa hiilidioksidin pysyvään varastointiin on mahdollisuuksia pienemmässä mittakaavassa rakennustuotteissa, joihin hiilidioksidi sitoutuu karbonaatteina, sekä kaivosjätteitä ex-situ mineralisoimalla, joskin jälkimmäisen teknistaloudellinen kypsyys vaatii vielä tutkimuspanostuksia. Myös mahdollisuuksia in-situ mineralisointiin maaperässä oleviin CO₂:n kanssa reagoiviin kerrostumiin on kartoitettu, mutta teknologista tai kaupallista soveltuvuutta Suomessa ei ole todennettu.

Suomessa on suuri BECCS- ja BECCU-potentiaali merkittävän metsäteollisuussektorin sekä bioenergian tuotannon takia. Vuonna 2022 Suomen teollisuuslaitokset päästivät yhteensä 45 MtCO₂ vuodessa, josta 30,1 MtCO₂ oli bioperäistä. VTT:n tuottamassa raportissa (Kujanpää ym. 2024) tunnistettiin yhdeksän potentiaalista alueellista CO₂-keskittymää, joiden avulla voitaisiin kerätä vuodessa 25,2 MtCO₂ joko hyötykäyttöön tai geologista varastointia varten. Näistä 21 Mt on bioperäistä. Tarkastelussa oletettiin aluekohtaiset skaalaetuja maksimoivat hiilidioksidin logistiikkajärjestelmät ja verkostot, joissa keskimääräiset kuljetuskustannukset geologiseen varastointiin vaihtelivat 40–60 €/tCO₂ välillä, riippuen skenaariosta ja kuljetuskapasiteetista. Hyötykäyttöön keskittyvien keskusten kuljetuskustannukset olivat merkittävästi alhaisemmat kuin varastointiin keskittyvien keskusten kustannukset, vaihdellen välillä 20–33 €/tCO₂. Kuljetusinfrastruktuurin investointikustannukset geologista varastointia korostavassa skenaariossa

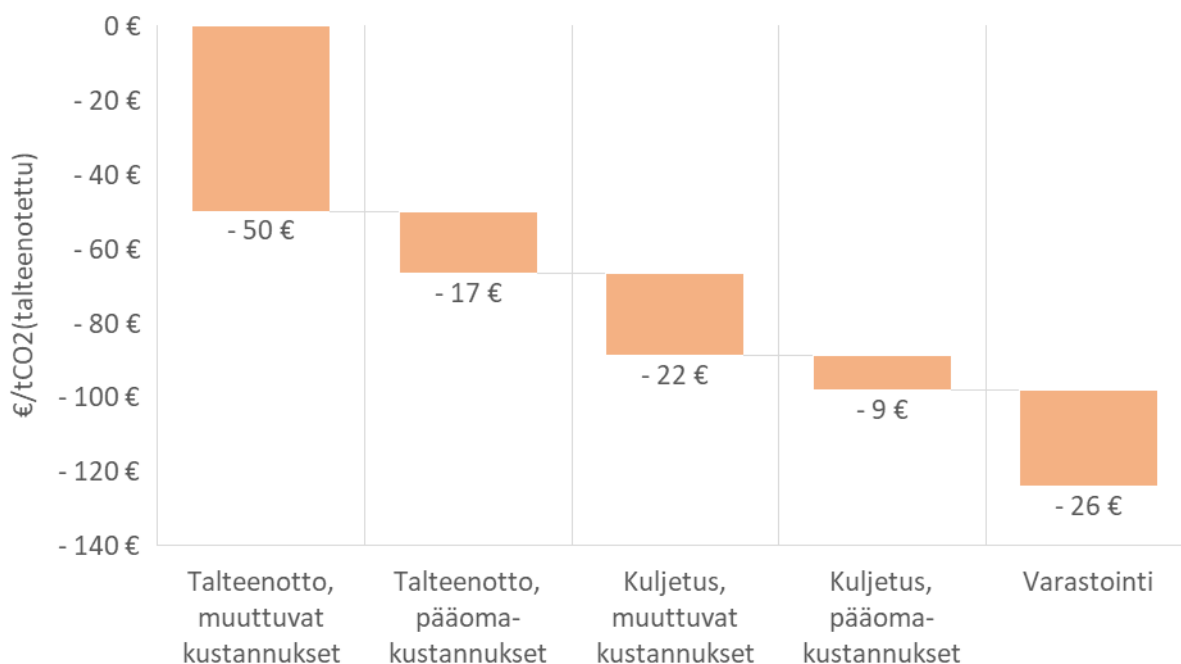


olivat 4,7 miljardia euroa (n. 260 miljoonaa euroa 1 MtCO₂/vuosi talteenottokapasiteettia kohden). Vastaavat investointikustannukset hyötykäyttöön keskittyvässä skenaariossa olivat puolestaan alhaisemmat, eli 3,7 miljardia euroa (n. 190 miljoonaa euroa 1 MtCO₂/vuosi talteenottokapasiteettia kohden).

4.4 Kustannusten jakautuminen arvoketjussa

Tässä luvussa esitetään VTT:n laskelmiin pohjautuvat esimerkit siitä, miten kustannukset hankkeissa voisivat jakautua talteenoton sekä hiilidioksidin kuljetuksen ja varastoinnin välillä (BECCS) sekä tuotantoketjun eri vaiheissa (BECCU). Laskelma pohjautuu kirjallisuudesta kerättyyn prosessidataan ja Kujanpää ym. (2023a, 2024) raporteissa käytettyyn metodiin. Arvioidut kustannukset voivat olla alhaisempia, kuin todellisten ensimmäisten BECCS/BECCU-hankkeiden kustannukset.

BECCS-esimerkissä kuviteltu esimerkkilaitos sijaitsee rannikkoalueella, siltä talteenotetaan hieman alle 3,7 Mt hiilidioksidia vuodessa, ja kuljetus geologiseen varastoon tapahtuu laivalla. Esimerkissä kokonaiskustannus on arvioitu olevan 124 € per tonni varastoitua hiilidioksidia. Kustannusten jakautuminen on esitetty kuvassa 4.

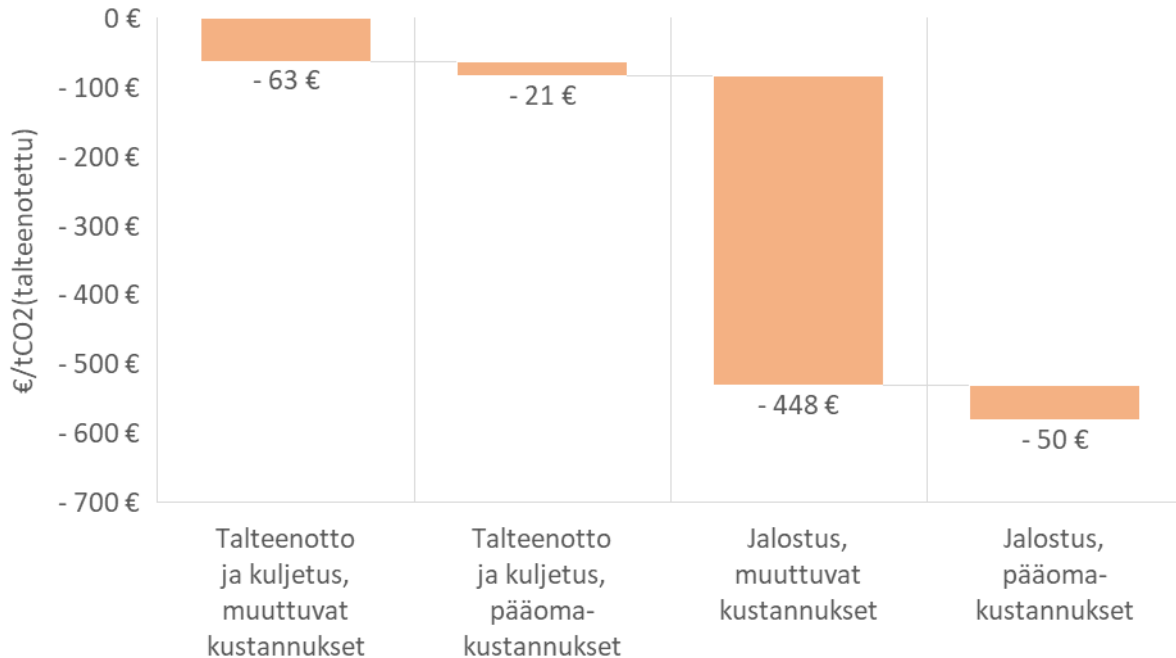


Kuva 4. Esimerkki kustannusten jakautumisesta BECCS-arvoketjussa, jossa talteenotetaan 3,7 Mt hiilidioksidia vuodessa ja kuljetetaan se Suomesta Pohjanmeren alueelle varastointivaksi (lähde: VTT:n oma laskelma).

BECCU-esimerkissä talteenotettavan hiilidioksidin määrä on pienempi, 0,5 MtCO₂ vuodessa, ja hiilidioksidi jalostetaan vedyn kanssa sähköpolttoaineiksi samalla laitosalueella. Tällöin hiilidioksidia ei ole tarve kuljettaa pitkiä etäisyyksiä. Sähköpolttoainetuotannon kustannukset talteenotettua hiilidioksiditonnia kohtaan, 582 €/tCO₂, ovat BECCS-tapaukseen verrattuna korkeammat erityisesti vedyntuotannon energiankulutuksen takia (Kuva 5). Kustannukset olisivat vertailukelpoisempia päästövähennykseen kohdistettuna. Päästövähennyksen kustannuksen arvioimiseksi vaaditaan vähimmillään tieto korvattavan tuotteen päästöstä (esim. RED direktiivin fossiilisten polttoaineiden vertausarvo), sekä mahdollisen sivutuotelämmön hyötykäytöstä ja päästövaikutuksesta. Laskentaesimerkissä ei ole huomioitu sähköpolttoaineista ja mahdollisesta sivutuotelämmöstä



(BECCU) saatavia tuloja. Myöskään BECCS:n osalta ei ole huomioitu mahdollisia pysyviä hiilidioksidin poistoista saatavia tuloja.



Kuva 5. Esimerkki kustannusten jakautumisesta BECCU-arvoketjussa, jossa talteenotetaan 0,5 Mt hiilidioksidia vuodessa ja jalostetaan sähköpolttoaineeksi. Jalostus sisältää prosessissa vaaditun vedyn tuotannon (lähde: VTT:n oma laskelma).

Hiilidioksidin talteenoton kustannukset metsäteollisuuden soodakattiloiden savukaasuista ovat kirjallisuuteen pohjautuen luokkaa 70–100 €/tCO₂ (Kujanpää et al 2023a). Pääomakustannusten suuruus amiinipesuun perustuvissa fossiilisen hiilidioksidin talteenottohankkeissa on laitostyyppistä riippuen karkeasti 15–20 €/tCO₂ (Roussanaly et al 2018), energiakustannusten vastatessa suurinta osaa kustannuksista. Yleistäen kustannusarvioita Suomen teollisuuden laitoksiin, pääomakustannusten osuudeksi hiilidioksidin talteenoton yksikkökustannuksista voidaan karkeasti olettaa 25% perustuen Roussanaly et al (2028), Ho et al (2010) sekä Kujanpää et al (2023a).

4.5 Vireillä olevat hankkeet

Vireillä olevia BECCU- ja BECCS-hankkeita on listattu sekä Bioenergia Ry:n ”[Hankkeet kartalla: Bio-CCUS & biohiili](#)” palvelussa sekä Elinkeinoelämän keskusliiton [Vihreiden investointien dataikkunassa](#). Bioenergia Ry:n listaus vireillä olevista BECCU/BECCS-hankkeista löytyy tämän raportin liitteestä 1.

Useimmat vireillä olevat hankkeet keskittyvät hiilidioksidin hyötykäyttöön (BECCU). Suurimmassa osassa hankkeita on tavoitteena sähköpolttoaineiden tuotanto (esim. nimikkeillä: e-methanol, e-methane, power-to-gas, synthetic fuels, synthetic aviation fuels). Kaksi hanketta tähtää bioperäisen hiilidioksidin talteenottoon ja kuljetukseen geologisesti varastoitavaksi. Myös mineralisaatioon liittyviä hankkeita on suunnitteilla. Hankkeiden volyymeista ei ole kattavaa tietoa, mutta volyymit vaihtelevat listauksen mukaan välillä 12 000–400 000 tonnia polttoainetta vuodessa. Hankkeiden etenemisestä ei myöskään ole kattavaa tietoa, ja osa hankkeista on vasta suunnitelmia, kun osa on jo luvitusvaiheessa. Suunnitellut käynnistysvuodet vaihtelevat välillä 2024–2031.



5. Mahdolliset investointitukikriteerit

5.1 Tuen tavoitteen määrittely

Jotta tukikriteerit voidaan määritellä tarkoituksenmukaisesti, on tärkeää määritellä tuen tavoite. Tuen tavoitteen selkeä määrittely auttaa tarkoituksenmukaisen tukijärjestelmän luomisessa ja helpottaa toimijoiden valmistautumista tarjousten jättämiseen (Fridahl ym. 2024). Tuen tavoitteena voidaan nähdä esimerkiksi hiilidioksidin talteenoton pilotointi Suomessa, investointien kiihdyttäminen, tai hiilidioksidin hyötykäytön edistäminen. Toisaalta tuen tavoitteena voidaan nähdä ilmastomuutosta hillitsevien toimien lisääminen, kannustimen luonti hiilidioksidin poistoille, tai Suomen ilmastotavoitteiden saavuttamisen tukeminen. Myös resurssitehokkuutta voitaisiin käyttää tukikriteerinä.

5.2 Voimassa oleva EU säättely

EU:n jo voimassa olevaa säättelyä on mahdollista osittain hyödyntää tukikriteereinä. Näitä ovat esimerkiksi:

- [Päästökauppadirektiivi](#): Direktiivi 2003/87/EY kasvihuonekaasujen päästöoikeuksien kaupan järjestelmän toteuttamisesta Euroopan unionissa
- [RED2](#): Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (EU) 2018/2001, uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian käytön edistämisestä (uudelleenlaadittu)
- [RED3](#): Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (EU) 2023/2413, direktiivin (EU) 2018/2001, asetuksen (EU) 2018/1999 ja direktiivin 98/70/EY muuttamisesta uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian käytön edistämisen osalta sekä neuvoston direktiivin (EU) 2015/652 kumoamisesta
- [DA1184](#): Delegated act on RFNBO production rules
- [DA1185](#): Delegated act on GHG methodology for RFNBO's
- Päästökaupassa pysyviksi määritellyt tuotteet: Komission delegoitu asetus. C(2024) 5294 final, [Annex](#): Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2003/87/EY täydentämisestä niiden vaatimusten osalta, joiden perusteella kasvihuonekaasujen katsotaan olevan pysyvästi kemiallisesti sitoutuneita tuotteeseen
- Euroopan parlamentin ja neuvoston [direktiivi 2009/31/EY](#) hiilidioksidin geologisesta varastoinnista

Taulukossa 2 käydään läpi, miltä osin näitä säädöksiä voitaisiin soveltaa tukikriteereinä. Esimerkiksi CCU-polttoaineiden tulisi täyttää RED-direktiivin kestävyyskriteerit, jotta ne ovat tukikelpoisia. Myös bioenergiailaitosten tulisi täyttää RED:n kestävyyskriteerit. BECCU-muovituotteiden osalta ei toistaiseksi löytynyt EU säättelyä, jota voitaisiin vastaavasti suoraan käyttää tukikriteerien määrittelyyn.



Taulukko 2. Soveltuvat EU kriteerit eri hanketyypeille

Tuote	Kriteeristö
BECCU yhdistettynä sähkö-polttoaineiden tuotantoon (tie-, laiva- ja lentoliikenteen polttoaineet)	RED-kestävyyskriteerit: laadulliset kriteerit biomassan alkuperälle, laskennalliset kriteerit bioenergian kasvihuonekaasupäästöille, 70 tai 80 % päästövähennysrajat, energiasivutuotteiden huomioinnin ehdot, jne. RED määritelmä RFNBO = “renewable fuels of non-biological origin” eli ”muuta kuin biologista alkuperää olevilla uusiutuvilla polttoaineilla” tarkoitetaan nestemäisiä ja kaasumaisia polttoaineita, joiden energiasisältö on peräisin muista uusiutuvista energialähteistä kuin biomassasta RED 70 % päästövähennysvaatimus RFNBO-polttoaineille verrattuna fossiiliseen vertailukohtaan. Tarkemmat ohjeistukset päästölaskentaan: - DA 1184 ”Kokonaan uusiutuvan sähkön” määritelmä: RFNBO:n valmistuksessa käytetty sähkö voidaan katsoa kokonaan uusiutuvaksi ja nollapäästöiseksi, mikäli se täyttää DA 1184 annetut kriteerit (esim. lisäisyys, ajallinen ja alueellinen korrelaatio) - DA 1185 Khk-laskentasäännöt: valmistusketjun elinkaaripäästöt huomioidaan kokonaisuudessaan, sisältäen hiilidioksidin talteenotosta aiheutuvat päästöt. Hyväksytyt hiilidioksidin lähteet. Energiasivutuotteiden huomioinnin ehdot.
BECCU-kemikaalit	ei vastaavia voimassa olevia kriteerejä
BECCU lyhytikäiset muovit	ei vastaavia voimassa olevia kriteerejä
BECCU pitkäikäiset rakennustuotteet / BECCU-betoni	C(2024) 5294 final vaatimukset, joiden perusteella kasvihuonekaasujen katsotaan olevan pysyvästi kemiallisesti sitoutuneita tuotteeseen. Liitteessä on annettu lista tuotteista, joihin hiilidioksidin katsotaan olevan pysyvästi kemiallisesti sitoutuneena: Epäorgaaniset karbonaatit, joita käytetään seuraavissa rakennustuotteissa: a) karbonoidut kiviainekset, joita käytetään mineraalipohjaisissa rakennustuotteissa joko sitomattomina tai sidottuina; b) sementin, kalkin tai muiden rakennustuotteissa käytettävien hydraulisten sideaineiden karbonoidut ainesosat; c) karbonoitu betoni, myös betonielementit, lattiatiliet tai kevytbetoni; d) karbonoidut tiilet, laatat tai muut muuraustuotteet.
BECCS	RED-kestävyyskriteerit: laadulliset kriteerit biomassan alkuperälle, laskennalliset kriteerit bioenergian kasvihuonekaasupäästöille 70 tai 80 % päästövähennysrajat, energiasivutuotteiden huomioinnin ehdot, jne. ETS direktiivi 2023/959: Biomassan nollapäästöisyys Direktiivi 2009/31/EY: Geologiseen varastointiin kohdistuvat kriteerit

Näiden lisäksi EU on hyväksynyt [asetuksen 2024/3012](#) pysyvää hiilenpoistoa, hiiliviljelyä ja hiilen varastointia tuotteisiin koskevasta unionin sertifiointikehyksen perustamisesta (ns. CRCF-asetus). Myös CRCF-asetuksen hyödyntäminen tukikriteerien muotoilussa voisi tulla kysymykseen. Sertifiointikehyks on toistaiseksi vapaaehtoinen. Siihen liittyen tullaan antamaan delegoidut asetukset eri hiilenpoistomenetelmien sertifiointimenetelmistä, ja BECCS:iä koskevaa menetelmää odotetaan



ensimmäisten joukossa, mahdollisesti jo kesällä 2025. CRCF-asetuksen kriteeristö koskee tuotetun hiilenpoiston laatua, lisäisyyttä, varaston ajallista kestoa sekä kestävyyttä.

Artiklan 2 määritelmiä:

- 'Pysyvällä hiilenpoistolla' tarkoitetaan mitä tahansa käytäntöä tai prosessia, jolla tavanomaisissa olosuhteissa ja asianmukaisia hallintakäytäntöjä käyttäen otetaan talteen ja varastoidaan ilmakehästä peräisin olevaa tai biogeenistä hiiltä useiden vuosisatojen ajan, mukaan lukien hiilen sitominen pysyvästi kemiallisesti tuotteisiin, ja jota ei ole yhdistetty tehostettuun hiilivedyn talteenottoon³;
- 'Hiilen varastoinnilla tuotteisiin' tarkoitetaan mitä tahansa käytäntöä tai prosessia, jossa ilmakehästä peräisin olevaa tai biogeenistä hiiltä otetaan talteen ja varastoidaan vähintään 35 vuoden ajan pitkäkestoisiin tuotteisiin, joka mahdollistaa varastoidun hiilen seurannan paikan päällä ja joka on sertifioitu koko seurantajakson ajalta.

Artiklan 4 laatukriteerejä:

1. Pysyvällä hiilenpoistotoimella on tarjottava pysyvä hiilenpoiston nettohyöty, joka kvantifioidaan seuraavan kaavan mukaisesti:

$$\text{Pysyvä hiilenpoiston nettohyöty} = CR_{\text{perusura}} - CR_{\text{yhteensä}} - GHG_{\text{liittyvät}} > 0,$$

jossa:

- a) CR_{perusura} on hiilenpoistojen määrä perusuran yhteydessä;
- b) $CR_{\text{yhteensä}}$ on toimen hiilenpoistojen määrä yhteensä;
- c) $GHG_{\text{liittyvät}}$ on lisäys toimen toteuttamiseen kohdennettavissa olevista suorista ja epäsuorista kasvihuonekaasupäästöistä toimen koko elinkaaren aikana, mukaan lukien epäsuora maankäytön muutos, joka lasketaan tarvittaessa niiden protokollien mukaisesti, jotka sisältyvät kansallisia kasvihuonekaasuinventaarioita koskeviin IPCC:n vuoden 2006 ohjeisiin ja kyseisten IPCC:n vuoden 2006 ohjeiden mahdollisiin täsmennyksiin.

Hiilen varastointi tuotteeseen määritellään samalla yhtälöllä. Komissio aikoo määritellä vakioitun perusuran sertifiointimenetelmistä annettavissa delegoiduissa säädöksissä. Perusuralla tarkoitetaan "business-as-usual" tilannetta, johon toteutettua toimea verrataan.

Pysyvää hiilenpoistoa tai hiilen varastointia tuotteisiin määriteltäessä on otettava huomioon epävarmuustekijät varoivaisuusperiaatteen ja "tunnustettujen tilastollisten lähestymistapojen" mukaisesti. Toiminnanharjoittajan on osoitettava, että toimella varastoidaan hiiltä pysyvästi tai pyritään varastoimaan hiiltä pitkällä aikavälillä (Artikla 6).

Artikla 8: Toiminnanharjoittajan on käytettävä sovellettavaa sertifiointimenetelmää laatukriteerien täyttämiseksi. Sertifiointimenetelmällä on:

- a) varmistettava hiilenpoistojen ja maaperäpäästöjen vähennysten perusteellisuus ja läpinäkyvyys;
- b) edistettävä luonnon monimuotoisuuden ja ekosysteemien suojelua ja ennallistamista;
- c) osaltaan varmistettava unionin ruokaturva ja vältettävä maakeinottelu;

³ Viittaa esimerkiksi tehostettuun öljyn talteenottoon (enhanced oil recovery) jossa hiilidioksidia pumpataan öljylähteisiin erottamaan vaikeasti talteenotettava öljy.



- d) otettava huomioon viljelijöiden ja metsänomistajien ja -hoitajien, erityisesti pienimuotoista toimintaa harjoittavien toiminnanharjoittajien, kilpailukyky unionissa kestäväällä tavalla;
- e) edistettävä biomassan kestävyttä direktiivin (EU) 2018/2001 29 artiklassa säädettyjen biopolttoaineiden, bionesteiden ja biomassapolttoaineiden kestävyyskriteerien ja kasvihuonekaasupäästöjen vähennyksiä koskevien kriteerien mukaisesti;
- f) varmistettava, että kansalliset viranomaiset soveltavat biomassan kaskadikäyttöperiaatetta johdonmukaisesti direktiivin (EU) 2018/2001 3 artiklan 3 kohdan mukaisesti;
- g) varmistettava biomassan raaka-aineiden kestävämmän kysynnän välttäminen;
- h) minimoitava toiminnanharjoittajille, erityisesti pienimuotoista toimintaa harjoittaville toiminnanharjoittajille, aiheutuva hallinnollinen ja taloudellinen taakka sekä säilytettävä sertifiointiprosessi mahdollisimman yksinkertaisena ja helppokäyttöisenä;
- i) varmistettava, että vapautumistapauksiin puututaan asianmukaisilla vastuumekanismeilla, kuten yhteisillä puskureilla tai etukäteisvakuutusmekanismeilla, ja viimeisenä keinona yksiköiden suoralla mitätöinnillä.

Näistä kriteereistä Suomen BECCS- ja BECCU-hankkeiden kannalta oleellisia ovat erityisesti b, e, f ja g. Nämä liittyvät metsäbiomassan käytön kestävyyskriteereihin BECCS- ja BECCU-prosessien CO₂:n raaka-aineena.

5.3 Mahdolliset arvotuskriteerit ja vaikutukset eri hanketyyppeihin

Jos BECCU- ja BECCS-hankkeita halutaan arvottaa hiilidioksidin jatkokäytön suhteen, voivat kyseeseen tulla erilaiset kriteerit hankkeiden vertailemiseksi. Kriteerien tulisi heijastaa tukijärjestelmän tavoitteita. Alla on luokiteltu mahdollisia arviointikriteerejä tuen tavoitteen mukaisesti. Mikäli kriteeri eroaa BECCS/BECCU-tuotteelle tai esimerkiksi sähköpolttoaineille tai muovituotteille, on kriteeriä eritelty tuotteittain. Taulukoissa arvioidaan myös kriteerien vaikutusta erityyppisiin hankkeisiin.

5.3.1 Ilmastovaikutuksiin liittyvät kriteerit

Jos tukijärjestelmän tavoitteena on ilmastovaikutusten hillintä, hiilidioksidin jatkokäyttöön tai varastointiin liittyvän kriteerin tulisi arvioida projektin tehokkuutta ilmastotoimena. Myös ilmastotoimien suhteen voidaan nähdä erilaisia tavoitteita, kuten ilmastomuutoksen kustannustehokas hillintä, Suomen ilmastotavoitteiden/ EU-velvoitteiden saavuttaminen, tai hiilidioksidin poistojen tukeminen EU:n tuki-instrumentin puuttuessa. Hiilidioksidin hyötykäytölle sähköpolttoaineisiin EU:ssa on luotu kysyntää esimerkiksi [RED3](#), [ReFuelEU Aviation](#) ja [FuelEU Maritime](#) -sääteläillä, mutta hiilidioksidin poistoille ei toistaiseksi ole kannustinta. Ilmastovaikutusten arviointi ei kuitenkaan ole välttämättä yksiselitteistä, ja yksittäinen teknologiavertailun mahdollistava kriteeri voi jättää huomioimatta epäsuoria vaikutuksia tai sektorien välisiä kytkentöjä (esim. ETS1, ETS2, LULUCF).



Taulukko 3. Ilmastovaikutuksiin liittyviä mahdollisia kriteerejä

ILMASTO-tavoite & kriteerit	Mahdollinen vaikutus hankkeisiin
<u>Ilmastotoimien kustannustehokkuus</u> BECCS: kustannus € / tonni poistettua CO₂ BECCU: kustannus € / tonni vältetty CO₂ päästö BECCU:n kustannus per vältetty päästö vaatii oletusta fossiilisen korvattavan tuotteen päästöstä, esim. sähköpolttoaineilla RED2:n fossiilinen referenssiarvo. BECCU-muoveilla vertailuarvo tulisi määritellä kirjallisuudesta (esim. Eionet report, arvot Ecoinvent LCA tietokannasta). Lisäksi tarvittaisiin päätös siitä, miten mahdollisia sivutuotteita kohdellaan (esim. saako mahdollisen elektrolyysin ylijäämälämmön tulot ottaa mukaan laskelmaan, miten hyötykäyttö toteutuu eri vuodenaikoina (esim. lämmön tarve kesällä), ja miten hyötykäyttö todistetaan).	BECCU- ja BECCS-hankkeet vertautuvat toisiinsa kustannustehokkuuden perusteella. Vertailu vaatii toimijoilta yksityiskohtaisia laskelmia. Molempien hankkeiden kustannuksiin liittyy paljon epävarmuutta. Kujanpää ym. 2023 arvioivat BECCS-hankkeet ilmastohyötyjen kannalta kustannustehokkaammiksi, mutta eivät ottaneet mahdollisia BECCU:n sivutuotehyötyjä huomioon. BECCS-hankkeiden kustannustehokkuus paranee merkittävästi skaalaedun myötä (Kujanpää ym. 2024), jolloin yksittäisten BECCS-hankkeiden voidaan odottaa olevan rahoitukseltaan BECCU-hankkeita suurempia.
<u>Suomen ilmastotavoitteiden / EU-velvoitteiden täyttäminen</u> BECCS:n avulla tehdyt poistot (tCO₂) voidaan laskea ”negatiivisina päästöinä” Suomen päästöinventaarissa. Negatiivisten päästöjen tuottaminen edistäisi siten Suomen hiilineutraaliustavoitteen saavuttamista. BECCU: Hankkeissa tuotetut tuotteet käytetään markkinaehtoisesti Suomessa tai Suomen ulkopuolella. Mikäli tuote (esim. sähköpolttoaine) käytetään Suomessa, päästövähennys näkyy liikenteen päästöjen vähenemisenä. Mikäli sähköpolttoaine käytetään ulkomailla, ei hanke välttämättä suoraan auta Suomen ilmastotavoitteiden saavuttamisessa. BECCU-muovituotteiden tapauksessa päästövähennys näkyisi Suomessa, mikäli fossiilisen muovin tuotanto vastaavasti vähenisi Suomessa. Suomessa mineralisoimalla tuotetut pitkäikäiset tuotteet voitaisiin käsitellä samoin kuin BECCS.	Jos kriteerinä olisi suoraan tukea Suomen ilmastotavoitteiden/EU-velvoitteiden saavuttamista BECCS-hankkeiden hyöty säilyy kotimaassa, ellei sitä Pariisin sopimuksen Artikla 6 mekanismilla siirretä muun maan khk-inventaariin (vrt. Ruotsin järjestelmä). BECCU:n osalta on epäselvempää, missä tuote käytetään. Toisaalta esim. sähköpolttoaineiden edistäminen vaikuttaisi todennäköisesti pitkällä aikavälillä positiivisesti Suomen ilmastotavoitteiden saavuttamiseen. Hankkeilla on myös epäsuoria vaikutuksia, esim. energiajärjestelmävaikutusten kautta. Suurin energiajärjestelmään vaikuttava tekijä on mahdollisen vedyntuotannon sähköntarve ja hukkalämmön tuotanto BECCU-hankkeilla ja energiankulutus hiilidioksidin talteenotossa. Samalla tulisi lisäksi huolehtia, ettei BECCS/BECCU-tuki lisää metsien hakkuita, tai estä hakkuumäärien mukauttamista kestäväälle tasolle, mikä osaltaan taas vaikeuttaisi Suomen maankäyttösektorin velvoitteiden ja



	ilmastotavoitteiden saavuttamista (ks. myös resurssitehokkuuskriteerit).
<u>Hiilidioksidin poistojen tukeminen / Ilmastotoimen lisäisyys</u> BECCS: Toistaiseksi EU:ssa tai Suomessa ei ole tukijärjestelmää tai kysyntämekanismia hiilidioksidin poistolle ilmakehästä. Tuki kohdistuisi BECCS:lle ja loisi Suomeen kannustimen hiilidioksidin poistoille. BECCU: tuki tulisi kohdistaa tuotteisiin, jossa hiilidioksidi varastoituisi pysyvästi mineralisoimalla. CCU:n avulla tuotetuille sähköpolttoainetuotteille on jo kannustimena EU:n luoma kysyntä esim. RED ja Refuel EU Aviation, sekä Suomen jakeluvetoite.	Jos kriteerinä olisi tukea hiilidioksidin poistoja, tuki kohdistuisi BECCS:iin (vrt. Ruotsin järjestelmä) ja muu BECCU kuin pysyvä varastointi mineralisoimalla ei saisi tukea.
<u>Hiilivaraston pysyvyyteen liittyvä kriteeri</u> Arviointikriteeri voisi liittyä hiilivaraston pysyvyyteen tuotteessa. Kriteerinä voisi olla esim. minimivuosisimäärä.	BECCS: Pysyvä hiilivarasto geologisella varastoinnilla (tuhansia vuosia) BECCU, esim. betoni: Pysyvä hiilivarasto mineralisoimalla (tuhansia vuosia) BECCU-sähköpolttoaineet: ei varastoa BECCU-muovituotteet: varaston pysyvyys vaihtelee, kriteerinä voisi olla esim. CRCF asetuksen 35 vuotta, mikäli haluttaisiin tukea pitkäikäisiä tuotteita. Lyhytikäisten BECCU-tuotteiden ilmastohyötyä voisi mahdollisesti verrata lyhytikäisistä puutuotteista satavaan ilmastohyötyyn esim. khk-inventaarissa (HWP, harvested wood products).



5.3.2 Talouteen ja teknologiaan liittyvät kriteerit

Tukijärjestelmän tavoitteena voisi olla hiilidioksidin talteenoton kustannustehokkuus, taloudellista lisäarvoa lisäävän toiminnan tukeminen Suomessa tai teknologiakehityksen edistäminen. Taulukossa 4 on hahmoteltu mahdollisia tukikriteerejä tähän.

Taulukko 4. Talouteen ja teknologiakehitykseen liittyviä mahdollisia kriteerejä

TALOUELLINEN/TEKNOLOGINEN-tavoite & kriteerit	Mahdollinen vaikutus hankkeisiin
<u>Hankeen kypsyys ja riskit</u>	
Suunnitelmien ja luvituksen tilanne	Kriteerien tavoitteena olisi ohjata tukea pienimmän riskin ja suurimman toteutumismahdollisuuden hankkeisiin.
Investointipäätöksen ja toteutuksen aikataulu	
Rahoitustilanne	Kriteerit suosivat jo pidemmällä kehityksessä olevia hankkeita.
CO ₂ Off-take (aie)sopimukset	Riskiä hankkeiden toteutumatta jäämisestä voidaan vähentää toimivilla tuen uudelleenallokointisäännöillä.
<u>CO₂ talteenoton kustannus</u>	
€ / tonni talteenotettu CO ₂	Eroja hankkeiden välillä voi syntyä, riippuen talteenotettavan CO ₂ :n pitoisuudesta savukaasussa, hankkeen volyymistä sekä CO ₂ :n puhtausvaatimuksesta.
Investointikustannus / tonni talteenotettu CO ₂	
<u>Kuljetuksen, jalostuksen/varastoinnin kustannus</u>	
€ / tonni talteenotettu CO ₂	BECCU-hankkeilla on mahdollisesti vähäisempi CO ₂ kuljetustarve.
Investointikustannus / tonni talteenotettu CO ₂	
<u>Tuotteista saatavat tulot</u>	
BECCS: € / tonni poistettua CO ₂	BECCS-hankkeista ei tällä hetkellä ole helppo saada tuloja, tulonlähteenä toimii ainoastaan vapaaehtoismarkkina.
BECCU: € / tonni tai m ₃ tuotetta	
<u>Hyödyttääkö investointi CO₂ arvoketjua / hubeja</u>	
Edistääkö investointi mahdollisen CO ₂ arvoketjun / hubin luomista Suomessa, esim. edistämällä tarvittavan CO ₂ siirtoinfran syntymistä?	Molemmat BECCS- ja BECCU-hankkeet voisivat edistää arvoketjujen ja yhteiskäyttöisen infran syntymistä, mikäli ne sijoittuvat muiden hiilidioksidilähteiden, satamien, tms. läheisyyteen.



<u>Hankkeen innovatiivisuus ja kaupallinen potentiaali</u> Edistääkö hanke uuden teknologian kehitystä ja käyttöönottoa vai hyödyntääkö esim. jo kaupallisesti saatavilla olevaa teknologiaa? EU:n innovaatorahaston rahoitus hankkeelle: kyllä/haettu/evätty, €	BECCS-teknologiat ovat usein jo kaupallisesti kypsempiä. BECCU-ketjuissa on mahdollisesti vielä enemmän uutta teknologiaa.
<u>Sopivuus / hyödyt / haasteet ympäröivälle energiajärjestelmälle / teollisuudelle</u> Hankkeen lisäarvo ympäröivälle energiajärjestelmälle / teollisuudelle, esim. syntyykö sivutuotelämpöä ja voidaanko se hyödyntää? Tulovirrat sivutuotteista, €	CO₂:n talteenotto on energiantensiivistä ja voi vähentää esim. myytävissä olevan sähkön määrää laitokselta. BECCU-hankkeissa mahdollinen vedyntuotannon vaikutus paikalliseen sähkön kysyntään on lisäksi tätä suurempi. BECCU-hankkeissa sivutuotelämmön syntyminen on mahdollista vedyn elektrolyysissä. Sivutuotelämmön hyödyntäminen pitäisi osoittaa ja voi vaihdella eri vuodenaikoina.
<u>Investoinnin aluetaloudelliset vaikutukset</u> Investoinnin työllisyysvaikutukset tms.	Alueelliset taloudelliset/työllisyys vaikutukset voivat olla epävarmoja ja vertailukelpoisuudeltaan haastavia käyttää kriteerinä kilpailevien hankkeiden kesken.
<u>Talteenottohankkeen elinikä</u> Kuinka kauan hankkeen arvioidaan olevan toiminnassa, vuosia.	Tuen hyöty pitkällä aikavälillä.
<u>Vähimmäismäärä talteenotetulle bioperäiselle CO₂:lle</u> Talteenotettu CO₂ määrä, tonnia bioperäistä CO₂:sta (vrt. Ruotsin järjestelmän minimikoko hankkeille)	BECCS-hankkeet hyötyvät isosta skaalasta, joten ne ovat mahdollisesti talteenottokapasiteetiltaan suurempia kuin BECCU-hankkeet. Jos talteenotto tapahtuu jätteenpolton yhteydessä, vain osa talteenotetusta hiilidioksidista on bioperäistä. Tällöin tulee raportoida talteenotetun bioperäisen osuus päästöstä. (vrt. Ruotsin järjestelmä).



5.3.3 Energia- ja resurssitehokkuuteen liittyvät kriteerit

Tukijärjestelmällä voitaisiin tavoitella myös energia- ja resurssitehokkuuden kannalta tehokasta lopputulosta. Tällöin kriteereinä voisivat olla esimerkiksi energian tai biomassan kulutukseen liittyvät tekijät.

Taulukko 5. Energia-/resurssitehokkuuteen liittyviä mahdollisia kriteerejä

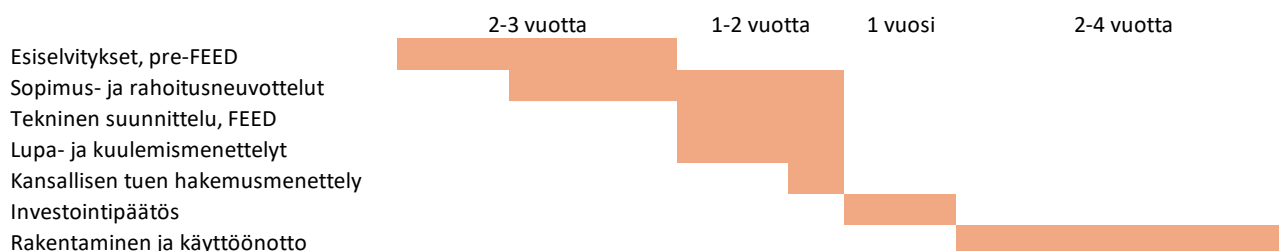
TEHOKKUUS-tavoite & kriteerit	Mahdollinen vaikutus hankkeisiin
<u>Kulutettu energia per talteenotettu CO₂</u> MWh / talteenotettu CO₂, sisältäen laitoksella tapahtuvan hiilidioksidin puhdistuksen ja muun jatkokäsittelyn ml. paineistuksen siirtoa tai välivarastointia varten.	Talteenotossa kulutettu energia voi vaihdella esim. CO₂ puhtausvaatimuksen mukaan. CCS-direktiivi vaatii puhdasta CO₂:sta, ja geologisissa varastoissakin on puhtausvaatimuksia. CCU:ssa puhtausvaatimus riippuu sovelluskohteesta, mineralisaatioon soveltuisi ehkä myös vähemmän puhdas CO₂. Pienissä arvoketjuissa saattaisi kelvata vähemmän puhdas CO₂.
<u>Kulutettu energia per lopputuote</u> BECCS: MWh / tonni poistettua CO₂ BECCU: MWh / tonni tai m³ tuotetta BECCU: MWh / tonni tuotteeseen sitoutunutta hiiltä CO₂ ekv	BECCS-hankkeissa energiaa kuluu hiilidioksidin talteenottojärjestelmään. BECCU-hankkeissa, joissa hyödynnetään vetyä, energiankulutus per tuotettu yksikkö nousee usein korkeaksi. BECCS- ja BECCU-hankkeiden vertailukelpoisuus paranee, jos energiankulutusta mitataan tuotteeseen sitoutunutta ja varastoitua hiiliyksikköä kohden.
<u>Biomassan kulutuksen kasvu laitoksella / energiatuotteen väheneminen</u> BECCS: MWh biomassaa/ tonni poistettua CO₂ BECCU: MWh biomassaa / tonni tai m³ tuotetta BECCU: MWh biomassaa / tonni vältetty CO₂ päästö	CO₂ talteenotto voi lisätä biomassan kulutusta laitoksella, sillä talteenotto kuluttaa energiaa. Vaihtoehtoisesti talteenotto voi vähentää energiatuotteiden syntymistä. Kriteerillä haettaisiin alhaisimman häviön tapausta. BECCS- ja BECCU-hankkeiden vertailukelpoisuus paranee, jos biomassan kulutusta mitataan tuotteeseen sitoutunutta ja varastoitua hiiliyksikköä kohden. Biomassan käytön tarkoituksellinen/ylimääräinen lisääminen ainoastaan talteenottoa varten voitaisiin myös rajoittaa kriteereillä. Tällöin tulisi kuitenkin määritellä tarkemmin se, miten ehtoa sovelletaan,



	sillä biomassan käytön määrä laitoksilla saattaa vaihdella muista syistä vuosittain.
Tuotteen kierrätettävyys	
BECCU-muovituotteet: Pystyykö valmistettua muovituotetta/polymeeria kierrättämään?	BECCU-muovituotteilta voisi edellyttää kierrätettävyttä (mekaaninen, kemiallinen, biohajoavuus, hyödynnettävyys vastaavana tuotteena tai alempilaatuisena materiaalina). Kriteerin tarkoituksena olisi kartoittaa, ovatko suljetut/monitoroidut hiilenkierrot tuotteissa mahdollisia.

6. Aikataulu tukipäätöksen jälkeen

Hiilidioksidin talteenotto- ja varastointihankkeen toteuttaminen kestää esisuunnittelusta käyttöönottoon n. 5–10 vuotta. Toteutusaikatauluun vaikuttaa hankkeen tekninen haastavuus, sijainti, sekä varastointi- ja kuljetusmahdollisuuksien tilanne. Hankkeen päävaiheet on esitetty kuvassa 6, mukaillen pääosin GCCSI:n arviota (2022). Esiselvitysten ja toteutettavuustutkimusten kesto on 2–3 vuotta, joiden aikana tarkastellaan hankkeen taloudellisuutta, sijaintia, ja teknistä toteutettavuutta. Jos hanke perustuisi vielä valmistelemattomaan geologiseen varastointiin, aloitettaisiin varastoalueen tutkimuslupamenettely välittömästi. Tapauksesta riippuen myös aie- ja sopimusneuvottelut varastoinnista sekä poistoyksiköiden toimituksista aloitetaan esisuunnitteluvaiheessa. Geologisen varastoinnin todentamiseen ja lupamenettelyyn varattava aika olisi n. 5 vuotta. Toteutettavuustutkimuksia seuraava FEED-vaihe, sisältäen tarkan teknisen suunnittelun, kestää myös 1–2 vuotta, jonka aikana käynnistetään talteenottolaitoksen ja kuljetusinfrastruktuurin lupamenettelyt, ml. ympäristöluvan hakeminen. Investointipäätöstä voidaan odottaa vuoden sisällä teknisen suunnittelun päättymisestä lupapäätöksistä sekä vaadittavista sopimusneuvotteluista riippuen. Myönteistä investointipäätöstä seuraava rakennusvaihe kestää 2–4 vuotta, sisältäen hankinnat ja käyttöönoton.



Kuva 6. Arvioitu hiilidioksidin talteenoton, käytön tai poiston hankkeen toteutusaikataulu. Kuva ei erittele mahdollisen geologisen varastoinnin lupa- ja tutkimusaikaa.

Julkisen tuen hakemusmenettelyt suoritetaan teknisen suunnittelun aikana. Olettaen investointipäätöstä 12 kuukauden sisällä kansallisen tuen myöntämisestä, tuettava laitos olisi edellä mainituin oletuksin käynnissä n. 3–5 vuoden päästä tukipäätöksestä. Aikatauluun vaikuttaa investointipäätöksen nopeus sekä hankekohtaiset laajuuteen ja haastavuuteen liittyvät tekijät. Aikataulu on yhtä suuntaa näyttävä sekä hiilidioksidin poisto- että hyötykäyttöhankkeille. Tämä arvio



perustuu siihen, että talteenottolaitoksien ja hyötykäyttölaitoksien suunnittelu- ja rakennusaikataulut voidaan olettaa samankaltaisiksi, ja varastoinnin sekä kuljetusratkaisun toteutuksen voidaan olettaa sopivan esitettyyn aikatauluun.

Käytännön esimerkkinä aikataulun toteutumisesta voidaan tarkastella Stockholm Exergin BECCS-hankkeen toteutumista. Hankkeen suunnittelu on aloitettu 2019. Se voitti Ruotsin käänteisen huutokaupan syksyllä 2024, ja investointipäätös tehtiin maaliskuussa 2025. Hiilidioksidin talteenoton ja varastoinnin tulisi Ruotsin käänteisen huutokaupan ehtojen mukaan alkaa kolmen vuoden kuluessa tukipäätöksestä.

7. Johtopäätökset

EU:n ja Suomen ilmastotavoitteiden saavuttaminen vaatii hyvin todennäköisesti sekä hiilidioksidin hyötykäyttöä että poistamista ilmakehästä. Petteri Orpon hallituksen hallitusohjelmaan on kirjattu, että hallitus selvittää ja ottaa käyttöön ohjauskeinoja hiilidioksidin talteenoton tukemiseksi. Kannustinjärjestelmälle on valtion vuoden 2025 talousarvioesityksessä varattu 140 M€ sitomusvaltuuksille. Valtuutta saa käyttää: 1) teknisten nielujen hankkeiden investointiavustukseen, 2) bioperäisen hiilidioksidin talteenoton ja hyödyntämisen kannustimeen tai 3) teknisten nielujen edellyttämän infrastruktuurin edistämiseen. Kannustinjärjestelmää suunnitellaan toteutettavan tarjouskilpailuna bioperäisen hiilidioksidin talteenottoon liittyville investoinneille. Tuen myöntämiseen sovellettaisiin yleisen ryhmäpoikkeusasetuksen (RPA, (EU) 651/2014 ja muutosasetuksen (EU) 2023/1315) ehtoja.

Tuen kohdentamisen hiilidioksidin talteenotolle voidaan nähdä edistävän teknologianeutraaliutta, eli tuen myöntäjä ei ota etukäteen kantaa siihen, tuleeko hiilidioksidi hyötykäyttää vai varastoida pysyvästi. Elinkeinoelämän keskusliiton ja Bioenergia Ry:n mukaan Suomessa on suunnitteilla useita hiilidioksidin höytykäyttöön tähtääviä hankkeita, joissa on tarkoituksena valmistaa niin sanottuja sähköpolttoaineita (BECCU). Suunnitteilla on myös hiilidioksidin geologiseen varastointiin tai mineralisaation tähtääviä hankkeita (BECCS). Tässä raportissa on hahmoteltu bioperäisen hiilidioksidin talteenotolle, hyödyntämiselle ja poistolle suunnitteilla olevan kannustinjärjestelmän mahdollisia arviointikriteerejä, joiden avulla hankkeita voitaisiin vertailla.

Olemassa olevan EU säätelyn puitteissa löytyy useita säädöksiä, jotka ovat soveltamiskelpoisia BECCS- ja BECCU-hankkeiden arviointiin. Esimerkiksi talteenottolaitosten bioenergian tulisi olla RED-direktiivin kestävyyskriteerien mukaista, sähköpolttoaineiden tulisi täyttää EU:n delegoitujen asetusten DA1184 ja DA1185 kriteerit, ja mineralisoinniksi katsottaisiin direktiivissä 2003/87/EY määritelty hiilidioksidin kemiallinen sitoutuminen tuotteisiin. Sen sijaan BECCU-muovituotteille ei toistaiseksi löytynyt vastaavaa soveltuvaa EU sääntelyä. Raportissa käydään lyhyesti läpi myös Ruotsin tukijärjestelmää BECCS-hankkeille. Koska Ruotsin tukijärjestelmä keskittyy vain BECCS-hankkeiden tukemiseen, se ei suoraan sovellu malliksi Suomelle, jossa tuki on tarkoitettu kohdistaa hiilidioksidin talteenottoon.

Jotta tukikriteerit voidaan määritellä tarkoituksenmukaisesti, on tärkeää määritellä tuen tavoite. Tuen tavoitteena voidaan nähdä esimerkiksi hiilidioksidin talteenoton pilotointi Suomessa, investointien kiihdyttäminen, tai hiilidioksidin hyötykäytön edistäminen. Toisaalta tuen tavoitteena voidaan nähdä ilmastomuutosta hillitsevien toimien lisääminen. Myös resurssitehokkuutta voitaisiin käyttää tukikriteerinä. Raportissa on pohdittu erilaisia kriteerejä, joilla BECCS- ja BECCU-hankkeita voisi vertailla riippuen kannustinjärjestelmän tavoitteesta. Kriteerit liittyvät hankkeiden taloudelliseen ja teknologisiin ominaisuuksiin (kustannukset, innovatiivisuus, hyödyt/vaikutukset ympäröivälle energiajärjestelmälle, hankkeen toteutettavuus, jne.), resurssitehokkuuteen (esim. energian tai biomassan tarve per talteenotettu hiilidioksidi) sekä ilmastohyötyihin (esim. ilmastomuutoksen



hillinnän kustannustehokkuus, Suomen ilmastotavoitteiden saavuttaminen, hiilidioksidin poistojen tukeminen).

Raportissa hahmotellaan myös aikataulua tyypilliselle talteenottohankkeelle. Tyypillisesti hiilidioksidin talteenotto- ja varastointihankkeen toteuttaminen kestää esisuunnittelusta käyttöönottoon n. 5–10 vuotta. Toteutusaikatauluun vaikuttaa hankkeen tekninen haastavuus, sijainti, sekä varastointi- ja kuljetusmahdollisuuksien tilanne. Julkisen tuen hakemusmenettelyt suoritettaisiin teknisen suunnittelun aikana. Olettaen investointipäätöstä 12 kuukauden sisällä kansallisen tuen myöntämisestä, tuettava laitos olisi arvion mukaan käynnissä n. 3–5 vuoden päästä tukipäätöksestä.

Suomen tukijärjestelmän määrittelyn yhteydessä olisi tarpeen selventää myös se, miten tarjouskilpailun yhteydessä suhtaudutaan muihin rahoitusmahdollisuuksiin. Sallitaanko esimerkiksi BECCS:n tapauksessa hiilidioksidin poistojen myynti myös vapaaehtoismarkkinoille, ja millä ehdoilla. Esimerkkinä voidaan mainita Ruotsissa Stockholm Exergin maaliskuussa 2025 tekemä investointipäätös suuren mittaluokan BECCS-laitoksesta, joka on tarkoitus rahoittaa EU:n investointituen, Ruotsin käänteisen huutokaupan sekä vapaaehtoismarkkinoille myytyjen hiilidioksidin poistojen yhdistelmänä.



Lähdeviitteet

Allen ym. 2024. Geological Net Zero and the need for disaggregated accounting for carbon sinks. Nature. <https://doi.org/10.1038/s41586-024-08326-8>

Brandl P., Bui M., Hallett J. P., Mac Dowell N., 2021. Beyond 90% capture: Possible, but at what cost?, International Journal of Greenhouse Gas Control, Volume 105, 2021, 103239, ISSN 1750-5836, <https://doi.org/10.1016/j.ijggc.2020.103239>

EC 2025. DRAFT communication from the Commission. Framework for State Aid measures to support the Clean Industrial Deal (Clean Industrial Deal State Aid Framework) https://competition-policy.ec.europa.eu/document/download/45b532ce-53fb-4907-975c-79edaa31a166_en?filename=2025_CISAF_draft_EC_communication.pdf

EC 2024a. Commission Staff Working Document Impact Assessment Report Part 1 Accompanying the Document Communication From the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions Securing our future Europ's 2040 climate target and path to climate neutrality by 2050 building a sustainable, just and prosperous society <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52024SC0063>

EC 2024b. Communication from The Commission to The European Parliament, The Council, The European Economic and Social Committee and The Committee of The Regions Securing our future Europ's 2040 climate target and path to climate neutrality by 2050 building a sustainable, just and prosperous society COM/2024/63 final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2024%3A63%3AFIN>

EC 2024c. Industrial Carbon Management Strategy (COM/2024/62). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM:2024:62:FIN>

Energiavirasto 2018. Preemiojärjestelmä <https://energiavirasto.fi/preemiojarjestelma>

Energimyndigheten 2024. Investerings- och driftstöd för bio-CCS. 21.8.2024. <https://www.energimyndigheten.se/4a4227/globalassets/utlysningar/investerings--och-driftstod-for-bio-ccs/fullstandig-utlysningstext-stodsystem-bio-ccs.pdf>

Fridahl ym. Potential and goal conflicts in reverse auction design for bioenergy with carbon capture and storage (BECCS). Environmental Sciences Europe (2024) 36:146 <https://doi.org/10.1186/s12302-024-00971-0>

GCCSI 2022. Global Status of CCS in 2022. Global CCS Intitute. Available : [Global-Status-of-CCS-2022 Download.pdf](https://www.globalccsinstitute.com/publications/global-status-of-ccs-2022/)

Ho M.T., Allinson G.W., Wiley D.E. 2011. Comparison of MEA capture cost for low CO2 emissions sources in Australia, International Journal of Greenhouse Gas Control, Volume 5, Issue 1, 2011, Pages 49–60, ISSN 1750-5836. Saatavilla: <https://doi.org/10.1016/j.ijggc.2010.06.004>

IPCC 2022. IPCC AR6 WG III. Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Shukla ym. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA. doi: 10.1017/9781009157926



Koljonen ym. 2025. KEITO-laskelmien alustavia tuloksia. KEITO-sidosryhmätillaisuus 29.1.2025. <https://hiilineutraalisuomi.fi/download/noname/%7BC794092B-E341-498F-9F1F-1B242088EAA6%7D/183460>

Koljonen ym. 2024. Baseline scenarios for energy and climate policy package towards zero emissions. 20 Jun 2024, 190 p. (Finnish Government publications; No. 2024:26) <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/165717>

Kujanpää ym. 2024. Outlook of CO2 logistics in Finland for CCUS. Public Summary report. https://www.bioenergia.fi/wp-content/uploads/2024/10/PUBLIC-SUMMARY-REPORT-CO2-LOGISTICS_Bioenergiary-VTT-04-10-2024.pdf

Kujanpää ym. 2023a. Teknologisten hiilinielujen mahdollisuudet ja niiden edistäminen Suomessa. Suomen ilmastopaneelin raportti 5/2023. <https://ilmastopaneeli.fi/hae-julkaisuja/teknologisten-hiilinielujen-mahdollisuudet-ja-niiden-edistaminen-suomessa/>

Kujanpää ym. 2023b. Carbon dioxide use and removal- Prospects and policies. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2023:19. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-197-1>

Kärki ym. 2018. BioCO₂. Uutta kestäväää liiketoimintaa bioperäisestä hiilidioksidista - Kooste projektin päätuloksista. <https://projectsites.vtt.fi/sites/BioCO2/www.vtt.fi/sites/BioCO2/PublishingImages/tiedotteet/BioCO2%20kooste.pdf>

Mäkikouri ym. 2024. Assessment of the CCUS potential in Finland. 21 Aug 2024, Teknologiateollisuus ry. 181 p. (VTT Asiakasraportti; No. VTT-CR-00468-24). [Assessment of the CCUS potential in Finland](#)

RPA, (EU) 651/2014. Commission Regulation (EU) No 651/2014 of 17 June 2014 declaring certain categories of aid compatible with the internal market in application of Articles 107 and 108 of the Treaty Text with EEA relevance. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2014/651/oj/eng>

Roussanaly S., Anantharaman R., Lindqvist K. Hagena B. 2018. A new approach to the identification of high-potential materials for cost-efficient membrane-based post-combustion CO₂ capture. Sustainable Energy & Fuels, Issue 6, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1039/C8SE00039E>

TEM 2016. Uusiutuvan energian tukijärjestelmien kehittämistyöryhmän loppuraportti. 16/2016. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/74933/TEMjul_16_2016.pdf

Tilastokeskus 2025. Ilmapäästöt toimialoittain, 2008-2022. https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__tilma/statfin_tilma_pxt_11ig.px/



Liite 1. Suunnitteilla olevat BECCU/BECCS-hankkeet Bioenergia Ry:n ”[Hankkeet kartalla: Bio-CCUS & biohiili](#)” palvelusta.

City	Operator	Technology type	Phase	Source of information
Äänekoski	Veolia Services Suomi	Biomethanol	In construction	https://yle.fi/a/3-11651531
Haapavesi	Nordfuel	2. generation biofuels		https://nordfuel.fi/biojalostamo/
Haapavesi	Nordfuel + Liquid Wind + Puhuri	BECCU		https://yle.fi/a/74-20064441
Harjavalta	P2X Solutions + Qpower	Power-to-H, CCU/BECCU		https://www.epressi.com/tiedotteet/energia/tyot-alkoivat-p2x-solutionsin-vihrean-vedyn-laitoksen-tontilla-harjavallassa.html
Joensuu	Savon Voima + P2X Solutions	Power-to-H / BECCU / synthetic methane		https://savonvoima.fi/vihrean-vedyn-laitos-joensuuhun/
Jyväskylä	Alva-yhtiöt + Nordic Generation Fuels	BECCU / synthetic fuels		https://www.jyvaskyla.fi/uutinen/2024-06-04_keljonlahdelle-kaavailtu-vihrean-teollisuuden-hanke-tekisi-voimalaitoksen-hukasta-hyotya
Kokkola	Aliceco Energy + TEH2 + Kokkolan Energia	BECCU / e-metanol		https://yle.fi/a/74-20060254
Kotka	Ren-Gas + Kotkan Energia	Power-to-Fuel, BECCU/CCU		https://yle.fi/a/3-12380591
Lahti	Ren-Gas + LahtiEnergia	BECCU		https://www.lahtienenergia.fi/ajankohtaista/suomen-suurimman-vetytalouskeskittymän-toteutettavuussuunnittelu-alkaa-lahdessa/
Mikkeli	Ren-Gas + ESE	BECCU / Power-to-Gas		https://mikkeli.fi/2022/02/01/ese-ja-nordic-ren-gas-allekirjoittivat-yhteistyösopimuksen-yli-100-miljoonan-euron-vetyinvestoinnin-toteutettavuussuunnittelu-alkaa-mikkelissa/
Pori	Bioenergo	BECCU		https://bioenergo.fi/fi/etusivu/
Pori	Ren-Gas + Porin Prosessivoima	Power-to-Fuel, BECCU/CCU		https://ren-gas.com/ajankohtaista/porin-kaanaaseen-suunnitellaan-mittavaa-investointia-vihrean-vedyn-ja-uusiutuvan-kotimaisen-kaasun-tuotantoon/
Tampere	Ren-Gas + Tampereen Energia (Tammervoima)	BECCU/CCU		https://www.sahkolaitos.fi/blogiarkisto/kaukolammon-hiilijalanjalki-pienenee-kun-tammervoiman-co2-paastot-otetaan-hyotykayttoon/
Tampere	Tampereen Energia	BECCS		https://www.sahkolaitos.fi/blogiarkisto/hiilidioksidin-talteenottoa-tutkinut-selvitys-ohjaa-kohti-ilmastoposiitivista-energiantuotantoa/
Vaala	Vetyalfa	Hydrogen / synthetic fuels	Land use planning	Vaalan vihreän vedyn jalostamon kaavoitusaloite hyväksytty – Vetyalfa
Vaasa	Westenergy	CCU / Power-to-Gas		https://westenergy.fi/synteettisen-metaanin-tuotanto-kaynnistymassa-westenergylla-2025/
Vantaa	Vantaan Energia	BECCS	Preliminary planning	https://www.vantaanenergia.fi/vantaan-energian-hiilidioksidin-talteenottohanke-etenee/
Rauma	Metsä Group + ANDRITZ	BECCU	Pilot summer 2025	https://www.metsagroup.com/fi/uutiset-ja-julkaisut/tiedotteet/2024/metsa-group-ja-andritz-kaynnistavat-uraauurttavan-selvityksen-puupohjaisen-hiilidioksidin-talteenotosta/
Kemi	Metsä Group + ANDRITZ	BECCU	Planning	https://www.metsagroup.com/fi/uutiset-ja-julkaisut/tiedotteet/2024/metsa-group-ja-andritz-kaynnistavat-uraauurttavan-selvityksen-puupohjaisen-hiilidioksidin-talteenotosta/
Kerava	Keravan Energia + Nordic Ren-Gas	BECCU / renewable fuels	EIA and permitting	https://ren-gas.com/projekti/kerava/
Oulu	P2X Solutions + Oulun Energia	BECCU / CO2 utilization		https://p2x.fi/hanke/
Pori	Port of Pori + Pori city + Wega Group	CO2-terminal		https://www.pori.fi/uutinen/etusivun-uutiset/porin-kaupunki-ja-porin-satama-oy-selvittavat-teollisen-mittaluokan-co2-terminaalin-rakentamista-poriin/26/06/2024/
Hollola	Carbonaide	CO2 mineralization to concrete		Carbonaide rakentaa Hollolassa maailman ensimmäistä hiilinegatiivisen betonin teollista pilot-tuotantolinjastoa - Betoni-lehti
Imatra	Norsk-e-Fuel	Synthetic aviation fuel utilizing captured biobased CO2 and hydrogen	Planning	Norjalaisyhtiö suunnittelee jätti-investointia Imatralle – uudenlaisen lentopolttoaineen tehdas toisi yli 100 työpaikkaa Etelä-Karjala Yle
Rovaniemi	Vetyalfa	Hydrogen / synthetic fuels	The zoning initiative accepted 2024	Rovaniemi, Meltaus hybridihanke – Vetyalfa
Kemijärvi	Vetyalfa	Hydrogen / synthetic fuels	The zoning initiative and EIA 2025	Kemijärvi, Lähtelämpalo – Vetyalfa



Sastamala	Kemira Chemicals	Renewable synthetic methane		Kemira Chemicalsin tehtaalle Äetsään suunnitteilla jätti-investointi: Valtiolta vireillä lähes 24 miljoonan tuki - Alueviesti
Siikalatva	Rantsilan Metaani	A biogas plant with biogas upgrading and carbon dioxide capture	Construction starting 2025	Suomen suurin nurmea pääsyötteenä käytävä biokaasulaitos Rantsilaan
Naantali	Turun Seudun Energiantuotanto Oy + Liquid Wind	BECCU / e-methanol		https://www.liquidwind.com/news/liquid-wind-partners-with-turun-seudun-energiantuotanto-oy-for-the-establishment-of-an-efuel-facility-in-finland
Nokia	Freija AS	BECCU / e-methane	EIA and permitting	https://www.epressi.com/tiedotteet/talous/norjalainen-energiayhtio-freija-as-suunnittelee-euroopan-suurimpiin-lukeutuvan-polttoaineen-tuotantolaitoksen-rakentamista-nokialle.html
Rauma	Norsk-e-Fuel + Fortum + Port of Rauma	Synthetic aviation fuel utilizing captured biobased CO2 and hydrogen		https://www.norsk-e-fuel.com/articles/expandingintofinland

Certificate Of Completion

Envelope Id: D0B7C7FE-C486-46F8-82F7-65F5DF3E94C4		Status: Completed
Subject: VTT-CR-00188-25_TEM_tulppaustuki		
Source Envelope:		
Document Pages: 33	Signatures: 1	Envelope Originator:
Certificate Pages: 2	Initials: 0	Anne Räsänen
AutoNav: Enabled		Tekniikantie 21, Espoo
Envelopeld Stamping: Enabled		.. . P.O Box1000, FI-0204
Time Zone: (UTC+02:00) Helsinki, Kyiv, Riga, Sofia, Tallinn, Vilnius		Anne.Rasanen@vtt.fi
		IP Address: 130.188.17.15

Record Tracking

Status: Original 15 April 2025 14:37	Holder: Anne Räsänen Anne.Rasanen@vtt.fi	Location: DocuSign
Status: Original 17 April 2025 16:05	Holder: Christina Vähävaara Christina.Vahavaara@vtt.fi	Location: DocuSign

Signer Events

Antti Arasto
antti.arasto@vtt.fi
Vice President
VTT Technical Research Centre of Finland Ltd
Security Level: Email, Account Authentication
(None), Authentication

Signature

Signed by:

2A78EA44E1614BC...
Signature Adoption: Pre-selected Style
Using IP Address: 130.188.17.15

Timestamp

Sent: 15 April 2025 | 16:06
Viewed: 17 April 2025 | 08:51
Signed: 23 April 2025 | 15:13

Authentication Details

SMS Auth:
Transaction: 2df04fbb-961c-46b5-9cd0-aaaae609e620d
Result: passed
Vendor ID: TeleSign
Type: SMSAuth
Performed: 17 April 2025 | 08:51
Phone: +358 40 0159052

SMS Auth:
Transaction: 765ac9ed-0c22-4671-99bb-b0d1aa037071
Result: passed
Vendor ID: TeleSign
Type: SMSAuth
Performed: 23 April 2025 | 15:12
Phone: +358 40 0159052

Electronic Record and Signature Disclosure:
Not Offered via Docusign

In Person Signer Events

Signature

Timestamp

Editor Delivery Events

Status

Timestamp

Agent Delivery Events

Status

Timestamp

Intermediary Delivery Events

Status

Timestamp

Certified Delivery Events

Status

Timestamp

Carbon Copy Events

Status

Timestamp

Witness Events

Signature

Timestamp

Notary Events

Signature

Timestamp

Envelope Summary Events	Status	Timestamps
Envelope Sent	Hashed/Encrypted	15 April 2025 16:06
Certified Delivered	Security Checked	17 April 2025 08:51
Signing Complete	Security Checked	23 April 2025 15:13
Completed	Security Checked	23 April 2025 15:13
Payment Events	Status	Timestamps