



Strasbourg 6.2.2024
COM(2024) 62 final

**KOMISSION TIEDONANTO EUROOPAN PARLAMENTILLE, NEUVOSTOLLE,
EUROOPAN TALOUS- JA SOSIAALIKOMITEALLE JA ALUEIDEN
KOMITEALLE**

Kohti kunnianhimoista teollista hiilenhallintaa EU:ssa

1. Miksi EU tarvitsee teollisen hiilenhallintastrategian?

Euroopan unioni on sitoutunut saavuttamaan koko talouden laajuisen ilmastoneutraaliuden vuoteen 2050 mennessä ilmaston lämpenemisen rajoittamiseksi 1,5 asteeseen. Se on panemassa täytäntöön kattavaa poliittista kehystä päästöjen vähentämiseksi vähintään 55 prosentilla vuoteen 2030 mennessä, ja komissio on nyt luonut perustan seuraavan vuosikymmenen EU:n ilmastotavoitteille¹.

Näiden tavoitteiden saavuttaminen ja riippuvuutemme vähentäminen fossiilisista polttoaineista edellyttää määrätietoisia ilmastotoimia kaikilla talouden aloilla. EU:n teollinen hiilenhallintastrategia on jo itsessään tärkeä täydennys kasvihuonekaasupäästöjen hillitsemistoimille, jotka ovat ensi sijassa tarpeen. Maailmanlaajuisena edelläkävijänä EU:lla on mahdollisuus luoda taloudellinen etulyöntiasema teollisen hiilenhallinnan teknologiassa, mikä tarjoaa maailmanlaajuisia liiketoimintamahdollisuuksia.² Teollinen hiilenhallinta voi auttaa irrottamaan tuotantoprosessit hiilestä Euroopan talouden kannalta tärkeillä teollisuudenaloilla ja täydentää muita hiilestä irtautumista edistäviä toimia. Teollinen hiilenhallinta on näin ollen kestävän ja kilpailukykyisen eurooppalaisen talouden vankka ja tärkeä osatekijä.

Fossiilisten polttoaineiden kulutus energiakäytössä on vuonna 2040 arvioiden mukaan noin 80 prosenttia vähäisempää kuin vuonna 2021.³ Tämä vähennys saavutetaan kehittämällä ja integroimalla nopeasti uusiutuvia energialähteitä, kiertoa ja resurssitehokkuutta, teollista symbioosia, energiatehokkuutta, vaihtoehtoisia tuotantoprosesseja ja materiaalien korvaamista, ja hiilen uudelleenkäyttö edistää tätä merkittävää muutosta. Vähennystä edistää myös EU:n päästökauppajärjestelmän viimeisin uudistus, jonka nojalla teollisuuden päästöjä on vähennettävä nopeammin vuoden 2030 tavoitteen saavuttamiseksi ja jolla on otettu käyttöön uusi EU:n päästökauppajärjestelmä, joka kattaa tieliikenteen, rakennusten ja muiden alojen polttoaineiden käytöstä aiheutuvat hiilidioksidipäästöt.⁴ Joillakin aloilla fossiilisten polttoaineiden käyttö jatkuu kuitenkin vähäisenä edelleen vuonna 2040. Esimerkiksi liikennealalla käytetään öljyä, kun taas lämmitykseen ja teollisiin tarkoituksiin käytetään jonkin verran kaasua (mukaan lukien raaka-aineena). Tässä tiedonannossa todetaan, että teollisen hiilenhallinnan teknologiat ovat osa ratkaisua ilmastoneutraaliuden saavuttamiseksi vuoteen 2050 mennessä. Näitä teknologioita tarvitaan, jotta voidaan jatkaa hiilipäästöjen vähentämistä ja hallintaa teollisuusprosesseissa EU:ssa erityisesti silloin, kun lieventämisvaihtoehdot ovat rajalliset.

Lisätoimenpiteitä tarvitaan kuitenkin teollisten prosessien hiilipäästöjen vähentämiseksi ja hallitsemiseksi EU:ssa erityisesti silloin, kun muut hillitsemisvaihtoehdot ovat rajalliset.⁵ Tämän vuosikymmenen aikana keskitytään pääasiassa prosessipäästöistä peräisin olevan hiilidioksidin

¹ Tiedonanto *Securing our future – Europe’s 2040 climate target and path to climate neutrality by 2050 building a sustainable, just and prosperous society*, COM(2024) 63, jäljempänä ’EU:n vuoden 2040 ilmastotavoitetta koskeva tiedonanto’.

² Ks. *Edistyminen puhtaan energian teknologioiden kilpailukyvyssä*, COM(2023) 652 final.

³ Impact Assessment for the EU’s 2040 climate target Communication, SWD(2024) 63.

⁴ Tätä sovelletaan vuodesta 2027 alkaen; direktiivi (EU) 2023/959.

⁵ IPCC, 2022. ”Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change”; IEA, 2021. *Net Zero Roadmap A Global Pathway to Keep the 1.5 °C Goal in Reach*; ESABCC 2023. ”Scientific advice for the determination of an EU-wide 2040 climate target and a greenhouse gas budget for 2030–2050” ([linkki](#)).

talteenottoon sekä joihinkin fossiilisista ja biogeenisistä hiilidioksidilähteistä peräisin oleviin päästöihin (ks. kaavio 1). Luonnollisten hiilinelujen ja hiiliviljelyn⁶ lisäksi koko talouden ilmastoneutraaliuden saavuttaminen vuoteen 2050 mennessä edellyttää teollisuuden hiilenpoistoa biogeenisistä ja ilmakehän lähteistä jo ennen vuotta 2040, jotta voidaan tasapainottaa vaikeasti vähennettäviä päästöjä EU:ssa ja saavuttaa sen jälkeen tilanne, jossa päästöt ovat negatiiviset.

EU:lla on suhteellisen hyvä asema hiilidioksidin talteenottoteknologioissa sekä tutkimuksessa ja innovoinnissa, ja monet sen yritykset toimittavat käyttöön erilaisia talteenottoteknologioita kaupallisin ehdoin.⁷ Putkien asentamisen, laivanrakennuksen ja kaivonporauksen aloilla toimivien yritysten geologinen tietämys ja taitotieto ovat olennaisen tärkeitä hiilenhallintahankkeita kehitettäessä.

EU:lla on jo käytössä useita hiilidioksidin talteenottoa tukevia politiikkoja. EU:n on kuitenkin tehostettava toimiaan merkittävästi, jotta se voi hyödyntää koko taloudellisen potentiaalinsa EU:n vuoden 2040 ilmastotavoitetta koskevan tiedonannon⁸ tavoitteiden mukaisesti ja saavuttaa ilmastoneutraaliuden vuoteen 2050 mennessä. Nettonollateollisuutta koskevassa säädöksessä komissio on ehdottanut, että vuoteen 2030 mennessä voidaan varastoida geologisesti vähintään 50 miljoonaa tonnia hiilidioksidia vuodessa.

EU:n vuoden 2040 ilmastotavoitetta koskevaa tiedonantoa varten tehtyjen mallinnusten tulokset osoittavat, että vuoteen 2040 mennessä olisi otettava talteen noin 280 miljoonaa tonnia ja vuoteen 2050 mennessä noin 450 miljoonaa tonnia (ks. kaavio 1).⁹ Nämä tulokset tarjoavat puitteet teollisuuden ja muiden sidosryhmien kanssa käytäville jatkokeskusteluille näiden teknologioiden kehityspoluista. Vuoteen 2040 mennessä lähes puolet vuosittain talteen otettavasta hiilidioksidista olisi otettava talteen biogeenisistä lähteistä tai suoraan ilmakehästä. Tämä voisi poistaa hiiltä ilmakehästä merkittävällä tavalla ja toimia tärkeänä ilmastoneutraalina hiilen lähteenä erilaisissa teollisissa sovelluksissa ja kestävien polttoaineiden tuotannossa liikenteen vaikeasti vähennettävien päästöjen vähentämiseksi muun muassa ilmailussa ja merenkulkualalla, jossa hiilidioksidin talteenotto ja varastointi aluksilla on myös yksi tarkasteltava mahdollisuus.

Hanke on mittava. 50 miljoonan tonnin varastointi vuonna 2030 vastaa Ruotsin vuotuisia hiilidioksidipäästöjä vuonna 2022.¹⁰ Teollisuuden sidosryhmät ovat todenneet, että vuoteen 2030 mennessä ne voisivat ottaa Euroopassa talteen jopa 80 miljoonaa tonnia hiilidioksidia vuodessa, jos tarvittavat investointiedellytykset ovat olemassa.¹¹

⁶ Ks. tiedonanto *Kestävä hiilen kierto*, COM(2021) 800 final.

⁷ Yhteisen tutkimuskeskuksen puhtaan energiateknologian seurantakeskuksen (CETO) vuoden 2023 raportti hiilidioksidin talteenotosta ja varastoinnista: ([linkki](#)).

⁸ COM(2024) 63.

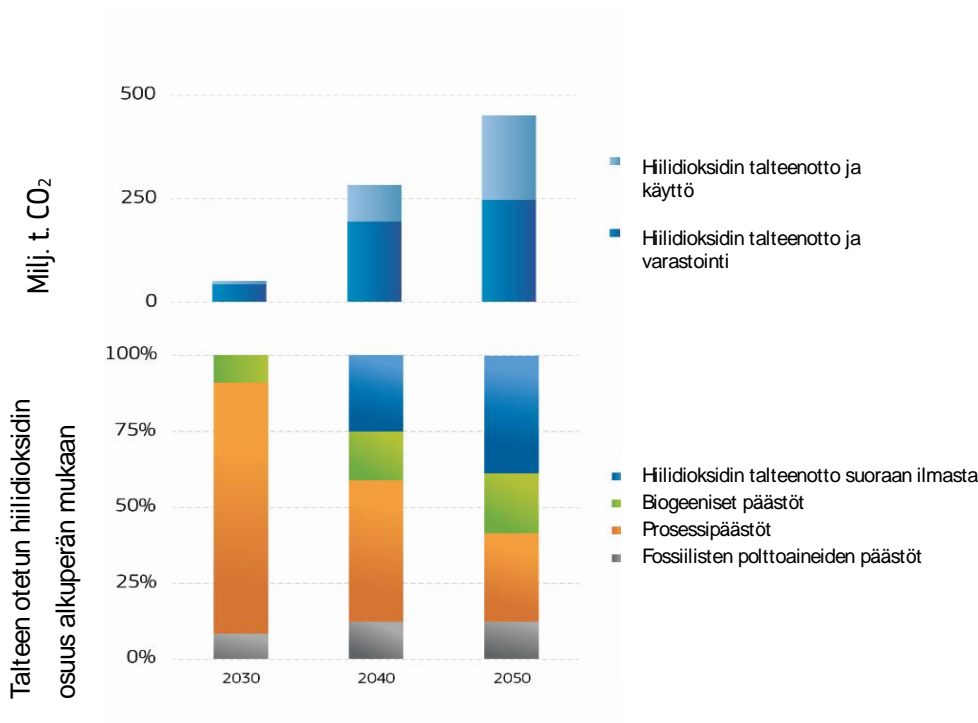
⁹ SWD(2024) 63.

¹⁰ Ruotsin kasvihuonekaasujen kokonaispäästöt olivat vuonna 2022 Eurostatin 2023:n mukaan 49,5 miljoonaa tonnia ([linkki](#)).

¹¹ CCUS-foorumien sidosryhmien koalition (teollisuus, kansalaisjärjestöt) laskelmien mukaan näissä hankkeissa ei ole tehty lopullisia investointipäätöksiä muun muassa hiilidioksidin arvoketjupalvelujen (kuljetus, varastointi)

Hiilidioksidin talteenotto on energiaintensiivinen prosessi¹², minkä vuoksi se myös vaatii voimanlähteekseen merkittävää lisäenergiaa, ja biogeenisen hiilen talteenotto edellyttää biomassan kestävä hankintaa. Lisäksi vaikka hiilidioksidin talteenoton ja varastoinnin sekä siihen liittyvien teollisuushankkeiden olisi kehityttävä ja toimittava kaupalliselta pohjalta, jonkin verran rahoitustukea tarvitaan siirtymäratkaisujen tarjoamiseksi erityisesti eurooppalaisten markkinoiden ja infrastruktuurin luomisen ensimmäisessä vaiheessa.

Kaavio 1: Varastointia ja käyttöä varten talteen otetun hiilidioksidin määrä EU:ssa (ylempi kaavio) ja talteen otetun hiilidioksidin osuus alkuperän mukaan (alempi kaavio)¹³



Tämän haasteen suuruus edellyttää EU:n laajuista teollista hiilenhallintastrategiaa, joka perustuu kolmeen teknologiaan:

puuttumisen ja taloudellisen tuen riittämättömyyden vuoksi, ks. CCUS:n visiota käsittelevä työryhmä, huhtikuu 2023 ([linkki](#)).

¹² Hiilidioksidin talteenotto prosessit kuluttavat yleensä 1–3 megawattituntia hiilidioksiditonnia kohti. Tiedot perustuvat asiakirjoihin IEA (2022) Direct Air Capture ja IEA (2023) The Oil and Gas Industry in Net Zero Transitions.

¹³ Tässä kaaviossa esitetyt luvut perustuvat EU:n vuoden 2040 ilmastotavoitetta koskevan tiedonannon (SWD(2024) 63) vaikutustenarvioinnin mallinnukseen. Talteen otetun, varastoidun ja käytetyn hiilidioksidin määrät sekä osuudet alkuperän mukaan määräytyvät skenaarioiden mukaan. Tässä kaaviossa ilmoitetaan skenaarioiden S2 ja S3 keskiarvoa edustavat arvot. Talteen otetun fossiilisen hiilidioksidin osuuden vähäinen kasvu vuonna 2040 johtuu hiilidioksidin talteenottolaitosten laajemmasta käyttöönotosta tilanteesta, jossa fossiilisten polttoaineiden kokonaiskäyttö voimalaitoksissa on vuonna 2050 huomattavasti vähäisempää.

- hiilidioksidin talteenotto ja varastointi (CCS): fossiilisista tai biogeenisistä lähteistä tai ilmakehästä peräisin olevat hiilidioksidipäästöt otetaan talteen ja siirretään pysyvästi ja turvallisesti geologisiin varastoihin
- hiilidioksidin poistaminen ilmakehästä: pysyvään varastoon viedään biogeenistä tai ilmakehän hiilidioksidia, ja se johtaa hiilen poistamiseen ilmakehästä
- hiilidioksidin talteenotto ja käyttö (CCU): teollisuus käyttää talteen otettua hiilidioksidia synteettisissä tuotteissa, kemikaaleissa tai polttoaineissa; aluksi käytetään kaikentyyppistä hiilidioksidia, mutta ajan mittaan käytön arvoketjujen strateginen keskittäminen biogeenisen tai ilmakehän hiilidioksidin talteenottoon tuottaa suurempia ilmastohyötyjä.

Hiilidioksidin siirtoinfrastruktuuri on keskeinen mahdollistava tekijä kaikille näille teknologioille. Jos talteen otettua hiilidioksidia ei käytetä suoraan paikan päällä, se on siirrettävä ja joko käytettävä teollisissa prosesseissa (esimerkiksi rakennustuotteissa, synteettisissä polttoaineissa, muoveissa tai muissa kemikaaleissa) tai varastoitava pysyvästi geologisiin muodostumiin.

Strategian tavoitteena on näin ollen koota yhteen eri politiikan osa-alueita sellaisen toimintaympäristön luomiseksi, joka mahdollistaa teollista hiilenhallintaa koskevien lähestymistapojen kehittämisen ja laajentamisen. Strategiassa kuvataan teollisen hiilenhallinnan tämänhetkinen tilanne, suunniteltu etenemissuunnitelma vuoteen 2050 asti, teollista hiilenhallintaa koskeva poliittinen kehys ja tarvittavat ennakoedellytykset teollista hiilenhallintaa koskevien lähestymistapojen tukemiseksi.

2. Teollisen hiilenhallinnan tilanne Euroopassa

EU:lla on jo useita politiikkoja, joilla tuetaan hiilidioksidin talteenottoa ja varastointia ja/tai käyttöä sekä niihin liittyviä infrastruktuuritarpeita. Vuodesta 2009 hiilidioksidin geologista varastointia on säännelty CCS-direktiivillä, jossa vahvistetaan lupasäännöt hiilidioksidin varastoinnin turvallisuuden ja ympäristötavoitteiden tinkimättömyyden varmistamiseksi ja säädetään vapaasta ja syrjimättömästä pääsystä infrastruktuuriin.¹⁴ Lisäksi hiilidioksidin kuljetushankkeita tuetaan tarkistetun TEN-E-asetuksen¹⁵ nojalla, ja nykyinen luettelo 14:stä yhteistä etua koskevasta hankkeesta tai keskinäistä etua koskevasta hankkeesta¹⁶ muodostaa 103 miljoonan hiilidioksiditonin suunnitellun kokonaiskapasiteetin vuodessa hyödyntäen neljää maissa sijaitsevaa varastointipaikkaa ja vähintään kahdeksaa merellä sijaitsevaa paikkaa.

EU:n päästökauppajärjestelmä¹⁷ on asettanut hiilidioksidipäästöille hinnan ja on vuodesta 2013 lähtien kannustanut hiilidioksidin talteenottoon pysyvää varastointia varten EU:ssa ja Euroopan talousalueella (ETA). EU:n päästökauppajärjestelmän uudistuksessa on hiljattain tehty useita muutoksia, joilla tuetaan teollista hiilenhallintaa, mukaan lukien hiilidioksidin siirron

¹⁴ Ks. direktiivin 2009/31/EY 21 artikla Siirtoverkon ja varastointipaikkojen käyttöoikeus.

¹⁵ Asetus (EU) 2022/869.

¹⁶ Yhteistä etua koskevat hankkeet ovat keskeisiä rajatylittäviä infrastruktuurihankkeita, jotka yhdistävät EU-maiden energijärjestelmät ([linkki](#)).

¹⁷ Direktiivi 2003/87/EY.

laajentaminen varastointia varten ja kannustimet synteettisten polttoaineiden käyttönotolle ilmailualalla. Lisäksi sellaisten päästöjen päästöoikeuksia, joita pidetään pysyvästi talteen otettuina ja käytettyinä, ei tarvitse palauttaa¹⁸, mikä tarjoaa päästöjen aiheuttajille enemmän mahdollisuuksia hiilidioksidin talteenottoon. EU:n innovaatorahastosta, joka on perustettu EU:n päästökauppajärjestelmän tuottamalla tuloilla, tuetaan jo hiilidioksidin talteenotto- ja varastointihankkeita, joiden laajuus on noin 10 miljoonaa tonnia hiilidioksidia vuodessa, niinkin pian kuin vuodesta 2027 alkaen.

Komissio asetti vuonna 2021 vuoteen 2030 ulottuvat tavoitteet, joiden mukaan vähintään 20 prosenttia EU:n kemianteollisuudessa raaka-aineena käytettävästä hiilestä on kestävää hiiltä ja vähintään 5 miljoonaa tonnia hiilidioksidia poistetaan ja varastoidaan pysyvästi.¹⁹ EU:n hiilenpoistojen koskevan sertifiointikehyksen²⁰, jonka lainsäätäjät pian hyväksyvät, odotetaan varmistavan sertifioidujen hiilenpoistojen tinkimättömyyden ympäristön kannalta.

Lisäksi ehdotetussa nettonollateollisuutta koskevassa säädöksessä²¹ tunnustetaan hiilidioksidin talteenotto ja varastointi strategisiksi nettonollateknologioiksi ja tuetaan hankkeiden käyttöönottoa sääntelytoimenpiteillä, mukaan lukien nopeutetuilla lupamenettelyillä. Ehdotukseen sisältyy myös tavoite, jonka mukaan EU:lla on vuoteen 2030 mennessä käytettävissä kapasiteettia varastoida vuosittain 50 miljoonaa tonnia hiilidioksidia. Lisäksi ehdotuksessa veloitetaan öljyn- ja kaasuntuottajat investoimaan näihin alkuvaiheen infrastruktuureihin ottaen huomioon alan erityinen taitotieto tällä alalla.

Näiden politiikkojen perusteella 20 jäsenvaltiota on jo sisällyttänyt teollisen hiilenhallinnan ratkaisuja kansallisten energia- ja ilmastosuunnitelmiansa luonnoksiin.²² Jäsenvaltiot ennustavat suunnitelmaluonnoksissaan, että vuonna 2030 otetaan vuosittain talteen jopa 34,1 miljoonaa tonnia hiilidioksidia, josta 5,1 miljoonaa tonnia biogeenisistä lähteistä.²³ Tämä on lähellä jäsenvaltioiden arvioimaa yhteenlaskettua injektointikapasiteettia, joka on 39,3 miljoonaa tonnia vuodessa vuonna 2030.²⁴ Toimitettujen kansallisten energia- ja ilmastosuunnitelmien luonnosten mukaan hiilidioksidi otettaisiin talteen pääasiassa prosessipäästöistä erityisesti sementin, teräksen ja maakaasun jalostuksen aloilla. Jäsenvaltiot asettavat etusijalle myös hiilidioksidin

¹⁸ Tähän sisältyy muuta kuin biologista alkuperää olevien uusiutuvien polttoaineiden tuotannossa ja käytössä käytetty hiilidioksidi.

¹⁹ COM(2021) 800.

²⁰ COM(2022) 672 final.

²¹ Ehdotus Euroopan parlamentin ja neuvoston asetukseksi Euroopan nettonollateknologiatuotteiden valmistusekosysteemiä vahvistavasta toimenpidekehiksestä (nettonollateollisuutta koskeva säädös), COM(2023) 161.

²² Jäsenvaltioilla on erilaisia painopisteitä: Saksa, Unkari, Liettua, Portugali (CCS ja CCU), Kypros, Tšekki, Tanska, Viro, Kreikka, Espanja, Ranska, Kroatia, Italia, Alankomaat, Romania, Ruotsi, Slovenia, Slovakia (CCS), Suomi, Luxemburg (CCU).

²³ Kesäkuun 30. päivään 2023 mennessä toimitettujen kansallisten energia- ja ilmastosuunnitelmien (NECP) luonnosten (COM(2023) 796 final) perusteella Belgia, Tšekki, Tanska, Ranska, Kreikka, Italia, Liettua ja Alankomaat suunnittelevat hiilidioksidin talteenottoa vuosittain jo vuodesta 2025 alkaen, yhteensä jäsenvaltiot suunnittelevat ottavansa vuoteen 2030 mennessä vuosittain talteen 34,1 miljoonaa tonnia hiilidioksidia, josta 5,1 miljoonaa tonnia biogeenisistä lähteistä peräisin olevaa hiilidioksidia.

²⁴ Kansallisten energia- ja ilmastosuunnitelmien luonnoksissaan vain Tanska, Italia ja Alankomaat ovat arvioineet vuonna 2030 käytettävissä olevan vuosittaisen hiilidioksidin injektointikapasiteetin, ja eräät muut jäsenvaltiot ovat parhaillaan suunnittelemassa tai toteuttamassa arviointeja mahdollisesta geologisesta kapasiteetistaan.

talteenoton sähköntuotannossa, erityisesti biomassasta, ja vähähiilisen vedyn tuotannossa. Muita kansallisiin energia- ja ilmastosuunnitelmiin sisältyviä hiilidioksidin talteenoton sovelluksia on jalostusalalla, jätteenpoltossa ja lämmöntuotannossa.

Seitsemän jäsenvaltiota on sisällyttänyt nämä teknologiat myös elpymis- ja palautumissuunnitelmiinsa. Tanskalla ja Alankomailla on jo toimivat kansalliset tukijärjestelmät hiilidioksidin talteenottoa varten, ja ne ovat nopeuttaneet toimia hiilidioksidin varastoinnin mahdollistamiseksi. Yhdessä Norjan ja Islannin kanssa Tanska ja Alankomaat tekevät urauurtavaa työtä hiilidioksidin geologisen varastoinnin toteuttamiseksi teollisessa mittakaavassa ja ovat havainneet kasvavaa kaupallista kiinnostusta sekä maalla että merellä tapahtuvaa varastointia koskeviin lupiin. Ranska, Saksa ja Itävalta kehittävät parhaillaan hiilenhallintaa koskevia strategioita.

Hiilidioksidin talteenoton ja käytön edistämiseksi perustettiin vuonna 2021 sidosryhmien vuoropuhelua tukeva CCUS-foorumi²⁵. CCUS-foorumin työryhmät ovat keskittyneet hiilenhallintamarkkinoiden kehittämistä koskeviin avainkysymyksiin: infrastruktuuriin (mukaan lukien hiilidioksidia koskevia teknisiä tietoja ja normeja käsittelevä asiantuntijaryhmä), kansalaisten näkemyksiin ja teollisuuskumppanuuksiin.²⁶ Komissio aikoo hyödyntää tätä foorumia edelleen teollista hiilenhallintaa koskevassa tulevassa työssä.

Teollista hiilenhallintaa tukevista politiikoista ja suunnitelluista hankkeista huolimatta Euroopassa on käynnissä vain vähän laajamittaisia hankkeita. Lisäksi tähän mennessä saatu kokemus tuo esiin useita haasteita, erityisesti

- vaikeudet elinkelpoisen liiketoimintamallin luomisessa, syinä muun muassa alkuinvestointien edellyttämä huomattava pääoma, hiilidioksidin tulevien hintojen epävarmuus ja tarve kiinnittää erityistä huomiota vähähiilisten tuotteiden kysynnän ja tarjonnan yhteensovittamiseen
- koko arvoketjun kattavan, laajan sääntelykehiksen puuttuminen, erityisesti teollisten hiilenpoistojen ja tiettyjen hiilidioksidin käyttökohteiden osalta
- ensimmäisten hiilen arvoketjujen rakentamiseen osallistuvien yritysten kohtaamat riskit hiilidioksidin liittyvissä eri arvoketjuissa, kuten vastuu vuodoista tai riittämätön kuljetus- tai varastointi-infrastruktuuri
- riittämätön koordinointi ja suunnittelu erityisesti rajatylittävissä yhteyksissä
- riittämättömät kannustimet yksityisille ja julkisille investoinneille teollisen hiilenhallinnan liiketoimintakelpoisuuden osoittamiseksi.

Yleisesti ottaen hallitusten on kaikkialla EU:ssa edelleen tarpeen tunnustaa hiilidioksidin talteenotto ja varastointi oikeutetuksi ja välttämättömäksi osaksi ratkaisua hiilestä irtautumiseksi.

Strategialla vastataan kuhunkin näistä haasteista käyttäen pohjana jo toteutettuja toimia ja kunnianhimoisemman eurooppalaisen teollisen hiilenhallinnan poliittisia ja taloudellisia perusteita.

²⁵ [Linkki.](#)

²⁶ [Linkki.](#)

3. Visio teollista hiilenhallintaa koskevasta eurooppalaisesta lähestymistavasta

Jotta teollisen hiilenhallinnan ratkaisuille voidaan luoda sisämarkkinat, jotka ovat keskeinen osa ilmastoneutraaliuden saavuttamista vuoteen 2050 mennessä, tarvitaan yhteinen lähestymistapa ja visio. Tämä tarkoittaa muun muassa kehystä, joka mahdollistaa liiketoiminnan ja investoinnit, ja sitä tukevia kunnianhimoisempia ja paremmin koordinoituja kansallisen tason politiikkoja sekä EU:n tasolla tapahtuvaa infrastruktuurin strategista suunnittelua, jota tuetaan tiiviillä yhteistyöllä EU:n ja kansallisten hallintojen sekä yritysten, kansalaisyhteiskunnan ja tutkimusyhteisöjen välillä.

Jotta tähän voidaan päästä, Euroopassa on toteutettava laajamittaisia hiilen arvoketjuja teollisen hiilenhallinnan eri vaiheiden tukemiseksi.

EU:n strategisena tavoitteena on vuoteen 2030 mennessä ottaa käyttöön vähintään 50 miljoonan tonnin vuotuinen hiilidioksidin varastointikapasiteetti²⁷ sekä siihen liittyvä siirtoinfrastruktuuri, joka koostuu putkista, aluksista, rautateistä ja kuorma-autoista eri liiketoimintavaihtoehtojen mukaan.

Uusiutuvan vedyn käyttöönottoa teollisuudessa ja liikenteessä koskevat vuoden 2030 tavoitteet kannustavat hiilidioksidin käyttöön metanolin ja sähköpolttoaineiden tuotannossa. Ensimmäisten hiilidioksidin infrastruktuurikeskusten ja teollisuusklustereiden odotetaan muodostuvan Eurooppaan. Ne palvelevat kansallisista ja EU:n rahoitusohjelmista tuettuja hiilidioksidin talteenottohankkeita, joista monet ovat riippuvaisia rajatylittävästä hiilidioksidin kuljetuksesta. Tässä hiilidioksidikuljetusten kehittämisen alkuvaiheessa suurin osa hiilidioksidikuljetuksista tehdään vaihtoehtoisilla kuljetusmuodoilla rannikolle ja sieltä merellä sijaitseviin varastoihin. Näiden hiilidioksidin infrastruktuurikeskusten muodostamisen lisäksi tällä hetkellä allekirjoitetaan ensimmäisiä hiilidioksidin talteenottoa ja varastointia koskevia kaupallisia ostosopimuksia erityisesti niiden teollisuuslaitosten osalta, joissa hiilidioksidin talteenoton kustannukset ovat suhteellisen alhaiset. Näihin keskuksiin tehtäviä investointeja helpotetaan uusilla EU:n laajuisilla hiilidioksidin siirtoinfrastruktuurin yhteentoimivuutta koskevilla säännöillä, mukaan lukien hiilidioksidia koskevilla vähimmäislaatumormeilla, joilla varmistetaan, että hiilidioksidi voi liikkua vapaasti ETA-alueella.

Vuoteen 2040 mennessä useimpien alueellisten hiilen arvoketjujen olisi oltava taloudellisesti kannattavia, jotta voidaan saavuttaa EU:n ilmastotavoitteet, jotka perustuvat hiilidioksidiin hyödykkeenä, jolla voidaan käydä kauppaa sen varastoimiseksi tai käyttämiseksi EU:n sisämarkkinoilla. Jopa kolmannes talteen otetusta hiilidioksidista voitaisiin käyttää. Nämä arvoketjut edellyttäisivät EU:n laajuista siirto- ja varastointi-infrastruktuuria, jossa putket olisivat tärkein siirtotapa, sekä kuljetusvaihtoehtoja. Infrastruktuuri mahdollistaa talteen otetun hiilidioksidin rajatylittävän siirtämisen joko varastointia tai käyttöä varten sääntely-ympäristössä, joka takaa kilpailukykyisten siirto- ja varastointipalveluiden syrjimättömän käyttöoikeuden. Vaikeasti vähennettävien hiilidioksidipäästöjen talteenotosta tulisi teollisuudessa normi, mukaan

²⁷ COM(2023) 161 final.

lukien kaikki teollisuuden prosessipäästöjen jäljellä olevat merkitykselliset lähteet. Vuoden 2040 kasvihuonekaasujen nettopäästöjen vähennystavoitteen saavuttamiseksi biogeenisen ja ilmakehän hiilidioksidin talteenottotasojen olisi jo oltava verrattavissa fossiilisen hiilidioksidin talteenottoon vuoteen 2040 mennessä ja lopulta ylitettävä kyseiset tasot (ks. kaavio 1).

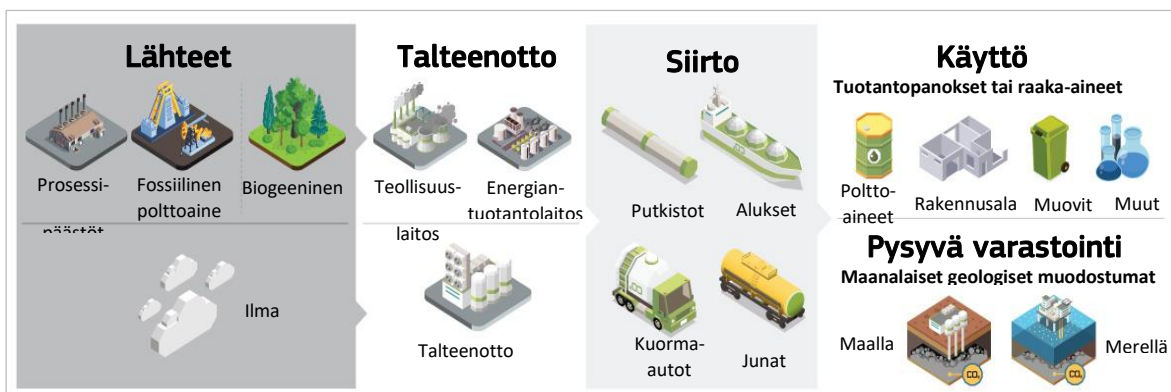
Vuoden 2040 jälkeen teollisen hiilenhallinnan olisi oltava erottamaton osa EU:n talousjärjestelmää, ja biogeenisestä tai ilmakehästä peräisin olevasta hiilestä olisi tultava hiilipohjaisten teollisten prosessien tai liikennepolttoaineiden pääasiallinen lähde. Kaikki jäljellä olevat fossiilipohjaiset hiilidioksidipäästöt olisi otettava talteen, ja negatiivisiin päästöihin pyrkiminen olisi liiketaloudellisesti selvästi kannattavaa.

Tämän hyvin toimivia ja kilpailukykyisiä talteen otetun hiilidioksidin markkinoita koskevan vision saavuttaminen edellyttää kumppanuutta teollisuuden ja jäsenvaltioiden kanssa sekä resursseja sellaisen johdonmukaisen poliittisen kehyksen kehittämiseksi, joka tarjoaa sääntelyvarmuutta ja kannustimia investoinneille hiilidioksidin talteenottoon, varastointiin ja käyttöön sekä hiilenpoistoihin. Nämä teknologiat ovat välttämättömiä ilmastoneutraaliuden saavuttamiseksi sekä siirto- ja varastointi-infrastruktuuriin kohdennettavien tehokkaiden investointien tukemiseksi.

4. Toimintapoliittisen kehyksen laatiminen teollisen hiilenhallinnan ratkaisujen käyttöönottamiseksi

Hiilidioksidipäästöjen talteenotto on yhteinen lähtökohta kaikille teollisen hiilenhallinnan teknologioille: hiilidioksidin talteenotolle ja varastoinnille (CCS), hiilenpoistoille sekä hiilidioksidin talteenotolle ja käytölle (CCU). Lisäksi hiilidioksidin paikallisen käytön ja varastoinnin lisäksi tarvitaan hiilidioksidin siirtoinfrastruktuuria, jotta voidaan ottaa eri teknologiat käyttöön ja luoda hiilidioksidin sisämarkkinat Eurooppaan.

Kaavio 2: Hiilidioksidin arvoketjun kuvaus



4.1 Siirtoinfrastruktuurin käyttöönotto hiilidioksidipäästöjen sisämarkkinoita varten

Hiilidioksidin siirtäminen on jo kaupallista toimintaa, mutta eri liikennemuodoilla ja paikallisverkoissa siirrettävät määrät ovat hyvin pieniä verrattuna teollisen hiilenhallinnan tuleviin tarpeisiin.

Hiilidioksidin talteenottajilla, hiilidioksidia käyttävillä yrityksillä ja varastointipaikkojen ylläpitäjillä pitäisi olla käytössään toimiva, rajatylittävä ja avoin hiilidioksidin siirtoverkko, koska tällaisia verkkoja ei tällä hetkellä säännellä EU:n tasolla. Kaikki hiilidioksidin siirtämisessä käytetyt liikennemuodot kuuluvat EU:n päästökauppajärjestelmän piiriin, mutta tässä yhteydessä on laadittava kirjanpito- ja vastuuvollisuus säännöt kaikkien liikennemuotojen päästöjä varten.

Jotta voidaan luoda markkinat, jotka vastaavat hiilidioksidin talteenoton ja varastoinnin, hiilidioksidin talteenoton ja käytön sekä teollisen hiilenpoiston kehittämisen tarpeisiin, tarvitaan merkittäviä investointeja. Komission tutkimuksessa arvioidaan, että hiilidioksidin siirtoverkko, mukaan lukien putki- ja laivakuljetus, voisi olla laajuudeltaan enintään 7 300 kilometriä ja sen käyttöönotto voisi maksaa enintään 12,2 miljardia euroa vuoteen 2030 mennessä. Verkko laajenisi noin 19 000 kilometriin ja kustannukset nousisivat 16 miljardiin euroon vuonna 2040.²⁸ Näin laajan siirtoverkon käyttöönotto ja tarvittavien investointien mobilisoiminen edellyttävät useiden haasteiden ratkaisemista.

Putkistot ovat monissa tapauksissa yleisin hiilidioksidin siirtovaihtoehto, mutta niiden rakentamisen alkupääomakustannukset ovat korkeat ja niiden toteutusajat ovat pitkät. Vuotta 2030 edeltävänä aikana hiilidioksidin kuljettaminen meritse on tärkeä vaihtoehto, mutta se edellyttää hiilidioksidin kuljetukseen erikoistuneiden alusten saatavuutta. Epävarmuus hiilidioksidin tulevasta määrästä, monimutkainen koordinointi arvoketjujen varrella ja pitkäkestoiset lupamenettelyt ovat merkittäviä esteitä, jotka heikentävät sijoittajien halukkuutta käynnistää hankkeita. Lisäksi laajamittainen rajatylittävä siirtoinfrastruktuuri edellyttää eri lähteistä ja eri tekniikoilla talteen otettujen hiilidioksidivirtojen käsittelyä käyttäen eri liikennevälineitä ja varastointipaikkoja, mikä edellyttää yhteentoimivuuden varmistamista.

Tulevaisuudessa tarvitaan hiilidioksidivirtojen laatuvaatimuksia, jotta vältetään markkinoiden pirstoutuminen.²⁹ Vaatimuksia laadittaessa olisi käsiteltävä muun muassa koostumusta, puhtautta, painetta ja lämpötilaa. Lisäksi tarvitaan yhteiset suuntaviivat, jotka koskevat hiilidioksidin varastointiluvissa hyväksyttävistä ”pienistä määriä [hiilidioksidivirtaan] liittyviä aineita, jotka ovat peräisin lähteestä tai talteenotto- tai injektointiprosessista”³⁰. Tämä tukisi oikeudenmukaisia markkinoita tasapainottamalla kustannustehokkuutta ja riskejä, sillä hiilidioksidipäästöjen erilaiset puhtaustasot aiheuttavat erilaisia kustannuksia, ja estäisi samalla merkittäviä ympäristöriskejä.

²⁸ Tätä strategiaa varten tässä esitetyt keskitasoiset arviot perustuvat vuoden 2040 mallinnuslukuuihin. Yhteisen tutkimuskeskuksen (JRC) kokonaistutkimuksessa arvioihin sisältyy myös 55-valmiuspaketin edellyttämä mallintaminen, joten ne voivat olla erilaisia. Tumara, D., Uihlein, A. ja Hidalgo González, I. Shaping the future CO₂ Transport Network for Europe, Euroopan komissio, Petten, 2024, JRC136709.

²⁹ An interoperable CO₂ transport network – towards specifications for the transport of impure CO₂ ([linkki](#)).

³⁰ Direktiivin 2009/31/EY 12 artiklan 2 kohdan mukaisesti.

Hiilidioksidin talteenottolaitokset, jotka eivät sijaitse teollisuuskeskusten ja varastointipaikkojen läheisyydessä, ja pienemmät päästöjen aiheuttajat, joiden hiilidioksidimäärät eivät ole riittävän suuria kiinnostaakseen liikenteenharjoittajia, ovat vaarassa jäädä kokonaan markkinoiden ulkopuolelle, mikä voisi merkittävästi horjuttaa hiilestä irtautumista. Tarvitaan erityisiä ratkaisuja, jotta voidaan vastata tällaisten laitosten ja haavoittuvien alueiden tarpeisiin ja lisätä niiden neuvotteluvoimaa verkonhaltijoiden suhteen sekä varmistaa oikeudenmukainen siirtymä, jossa ketään ei jätetä jälkeen.

Hiilidioksidipäästöjen sisämarkkinoiden luominen Euroopassa edellyttää siirtoinfrastruktuuria. Syrjimättömän, avoimen, läpinäkyvän, multimodaalisen ja rajatylittävän hiilidioksidin siirto- ja varastointi-infrastruktuurin kehittäminen edellyttää koordinoitua arvoketjun kaikissa osissa, sopimusten ja hintojen läpinäkyvyyttä sekä nopeita lupamenettelyjä.

Kun otetaan huomioon näiden markkinoiden potentiaalinen koko, jonka analyysityö³¹ osoittaa, tarvitaan erityiset toimintalinjaukset ja sääntelykehys, jotta voidaan optimoida markkinoiden kehittäminen ja varmistaa yhdenmukaisuus kaikkialla Euroopassa EU:n kilpailusääntöjen mukaisesti.

Infrastruktuuriin käytetyn pääoman hyötyjen optimoimiseksi tulevassa kehityksessä olisi myös tarkasteltava vuorovaikutusta sähkö-, kaasun- ja vetälojen kanssa sekä tulevan käyttämättömän kapasiteetin tarvetta, muun muassa kartoittamalla nykyisen infrastruktuurin mahdollinen käyttötarkoituksen muuttaminen ja uudelleenkäyttö hiilidioksidivirtoja varten. Tavoitteena on varmistaa järjestelmän integrointi ja edistää joustavuutta ja häiriönsietokykyä EU:n energiajärjestelmässä. Tällaisen EU:n laajuisen verkkosuunnittelun olisi perustuttava osallistavaan lähestymistapaan, kuten sähkö- ja kaasualoilla, joilla sidosryhmät antavat panoksensa kuulemisprosessien kautta. Varhaisessa vaiheessa toteutettavien (rajatylittävien) infrastruktuurihankkeiden tukemiseksi komissio aikoo harkita tiiviissä yhteistyössä teollisuuden kanssa eurooppalaisten koordinaattoreiden nimeämistä käsittelemään ongelmia, kuten erityisiä vaikeuksia tai viivästyksiä, ja antamaan tietoa tarkoituksenmukaisen sääntelykehysten kehittämisestä. CCUS-foorumi antaa tähän työhön panoksensa yhdessä Yhteisen tutkimuskeskuksen kanssa, joka tukee prosessia yleiseurooppalaisen hiilidioksidin siirtoinfrastruktuurin kehittämistä koskevalla työllään.³²

Komissio aikoo

- *aloittaa vuonna 2024 valmistelutyön mahdollista tulevaa hiilidioksidin siirtämistä koskevaa sääntelypakettia varten; sääntelypaketissa tarkastellaan muun muassa markkina- ja kustannusrakennetta, rajatylittävää integrointia ja suunnittelua, teknistä yhdenmukaistamista ja uuden infrastruktuurin investointikannustimia, kolmansien osapuolten pääsyä verkkoon, toimivaltaisista sääntelyviranomaisista, tariffisääntelyä ja omistussmalleja;*

³¹ Energy Transition Expertise Centren (EnTEC) tutkimus – EU regulation for the development of the market for CO₂ transport and storage ([linkki](#)).

³² Tumara, D., Uihlein, A. ja Hidalgo González, I. Shaping the future CO₂ transport network for Europe, Euroopan komissio, Petten, 2024, JRC136709.

- *vuodesta 2024 alkaen pyrkii valmistelemaan ehdotusta EU:n laajuisesta siirtoinfrastruktuurin suunnittelumekanismista yhteistyössä jäsenvaltioiden ja CCUS-sidosryhmäfoorumin kanssa. Verkon suunnittelua koskevan työn yhteydessä arvioidaan myös, missä määrin on mahdollista käyttää uudelleen olemassa olevaa infrastruktuuria tai muuttaa sen käyttötarkoitusta hiilidioksidin siirtoon ja varastointiin, kun tarkastellaan uusiutuviin kaasuihin liittyvien infrastruktuuritarpeiden priorisointia. Jos tällaisia mahdollisuuksia todetaan olevan, on selvítettävä, mitä sääntelymuutoksia tarvittaisiin;*
- *harkita vuodesta 2024 alkaen tiiviissä yhteistyössä teollisuuden kanssa eurooppalaisten koordinaattoreiden nimeämistä tukemaan (rajatylittävien) infrastruktuurihankkeiden varhaista kehittämistä;*
- *kehittää EU:n päästökauppajärjestelmän puitteissa päästölaskentaa koskevia kirjanpitosääntöjä, jotta mahdollistetaan kaikki hiilidioksidin kuljetusmuodot ja varmistetaan vastuuvollisuus vuotojen suhteen;*
- *tehdä yhteistyötä eurooppalaisten standardointielinten kanssa hiilidioksidivirtojen vähimmäisvaatimusten vahvistamiseksi, joita käytetään verkon käytösäännöissä ja joita sovelletaan kaikkiin teollisiin hiilenhallintaratkaisuihin, ja lisäksi harkita yhteistyössä jäsenvaltioiden kanssa "[hiilidioksidivirtaan] liittyviä aineita" koskevia suuntaviivoja infrastruktuurin ja varastojen eheyden varmistamiseksi;*
- *Kansainvälisen merenkulkujärjestön kautta edistää mahdollisesti tarvittavien hiilidioksidin turvallista merikuljetusta koskevien suuntaviivojen laatimista.*

4.2 Hiilidioksidipäästöjen talteenotto ja varastointi niiden ilmakehään vapauttamisen sijaan

Hiilidioksidin talteenottoon ja varastointiin kuuluu sovelluksia, joilla hiilidioksidi otetaan talteen ja varastoidaan pysyvästi. EU:n vuoden 2040 ilmastotavoitetta koskevan tiedonannon pohjaksi laaditun vaikutustendarvioinnin mukaan hiilidioksidin talteenotto ja varastointi on otettava laajamittaisesti käyttöön täydentämään muita hillintätoimia, jotta voidaan puuttua vaikeasti vähennettäviin päästöihin, erityisesti teollisuuden prosessipäästöihin, ja saavuttaa ilmastoneutraalius vuoteen 2050 mennessä.

Useimpien muiden teollisen hiilenhallinnan teknologioiden tavoin sen lähtökohtana on vaikeasti vähennettävien teollisuuden hiilidioksidipäästöjen talteenottaminen sen sijaan, että ne päästettäisiin ilmakehään. Päästökauppajärjestelmän hiilen hinta tarjoaa kannustimen fossiilisista polttoaineista ja teollisuuden prosessipäästöistä syntyvän hiilidioksidin talteenottamiselle. Tämän kannustimen odotetaan kasvavan viimeisimmän uudistuksen seurauksena, sillä päästökauppajärjestelmän päästökatto laskee edelleen tasaisesti, mikä luo hiilelle vahvan hintaodotuksen EU:ssa.

Teollisuusyritykset kaikkialla EU:ssa tarkastelevat parhaillaan strategisia vaihtoehtoja, joilla ne voisivat muuntaa tuotantoprosessinsa päästöttömiksi toiminnoiksi alentaakseen kustannuksia ja tarjotakseen markkinoille vähähiilisiä tai hiilettömiä lopputuotteita. Teollisuuden aloilla, joiden prosessipäästöjä on vaikea vähentää (esimerkiksi sementin valmistus), kehitetään yhä enemmän investointisuunnitelmia hiilidioksidin talteen ottamiseksi joko polttoaineiden/kemikaalien tuotantoa (CCU) tai pysyvää varastointia (CCS) varten.³³

Investointipäätökset riippuvat vähähiilisten tai hiilettömien lopputuotteiden markkinoiden kehittymisestä ja täyden hiilidioksidin arvoketjun saatavuudesta sisältäen talteenotto-, siirto-, käyttö- tai varastointipalveluja kilpailukykyisin hinnoin.

Komissio pyrkii perustamaan vuoteen 2026 mennessä EU:n hiilidioksidin aggregointialustan, jolla tuetaan hiilidioksidia talteenottavia yrityksiä hiilidioksidin arvoketjupalvelujen hankkimisessa. Tavoitteena on helpottaa varastojen kysynnän ja saatavuuden yhteensovittamista ajan ja sijainnin osalta ja samalla edistää varastojen toimitusvarmuutta määrän ja kohtuuhintaisuuden osalta.³⁴ Alusta voisi myös lisätä sopimusten ja hankintojen avoimuutta ja antaa siirto- ja varastointipalvelujen tarjoajille tietoa infrastruktuurin suunnittelusta. Tämä on erityisen tärkeää sellaisten hiilidioksidia talteenottavien yritysten kannalta, joilla on vähemmän neuvotteluvoimaa.

Hiilidioksidin talteenotto ja varastointi edellyttää hiilidioksidin talteenoton lisäksi sen pysyvää varastointia. Varastointipaikkojen kehittäminen injektointikapasiteettia koskevan vuoden 2030 tavoitteen saavuttamiseksi edellyttää lupaviranomaisten tukea ja vuoropuhelua niiden kanssa. Varastointilupien hakuprosessit ovat käynnissä vain neljässä jäsenvaltiossa³⁵, mutta kahdeksan jäsenvaltiota ennustaa, että vuosittain otetaan talteen yhteensä 15,2 miljoonaa tonnia hiilidioksidia jo vuodesta 2025 alkaen. Siksi on selvää, että hiilidioksidin varastointikapasiteettia on kiireellistä avata ennen vuotta 2030.³⁶

Tämä korostaa luvanhakijoiden ja toimivaltaisten viranomaisten varhaisen osallistumisen merkitystä strategisten nettonollavarastointihankkeiden valmisteluvaiheessa ja tuo esiin, että tarvitaan lisää taloudellisia kannustimia varastointikapasiteetin määrittämiseksi ja lisäämiseksi. On myös tärkeää, että kaikki jäsenvaltiot saattavat talteenottotarpeita ja varastointivaihtoehtoja

³³ Tähän sisältyvät yritykset, jotka ovat hakeneet tukea innovaatorahastosta. Ne aikovat ottaa talteen yhteensä yli 20 miljoonaa tonnia hiilidioksidia vuoteen 2030 mennessä.

³⁴ Verrattuna nesteytettyä maakaasua ja kaasua koskevaan AggregateEU-välineeseen, joka perustuu olemassa oleviin kaasumarkkinoiden infrastruktuureihin (esim. virtuaaliset kaupankäyntipisteet tai LNG-terminaalit), hiilidioksidialustan on noudatettava pidempiä aikatauluja, koska uusien hiilidioksidi-infrastruktuurien ja talteenottolaitosten käyttöönotto vie aikaa mutta vaatii myös sopimusvarmuutta.

³⁵ CCS-direktiivin viimeisimmästä täytäntöönpanokertomuksesta (COM(2023) 657 final) käy ilmi, että huhtikuusta 2023 lähtien kaksi kolmasosa jäsenvaltioista on sallinut hiilidioksidin varastoinnin alueellaan ja puolet niistä on käynyt keskusteluja rajatylittävästä yhteistyöstä, jonka tarkoituksena on varmistaa hiilidioksidivirrat suunniteltuihin varastointipaikkoihin ETA:ssa.

³⁶ Kansallisten energia- ja ilmastosuunnitelmien luonnosten (COM(2023) 796 final) perusteella Belgia, Tšekki, Tanska, Ranska, Kreikka, Italia, Liettua ja Alankomaat suunnittelevat hiilidioksidin talteenottoa vuosipohjalta jo vuodesta 2025 alkaen, ja kaikkiaan jäsenvaltiot pyrkivät ottamaan talteen vuosittain vuoteen 2030 mennessä yhteensä 34,1 miljoonaa tonnia hiilidioksidia, josta 5,1 miljoonaa tonnia biogeenisistä lähteistä.

koskevat analyysinsä päätökseen lopullisissa kansallisissa energia- ja ilmastosuunnitelmissaan komission suositusten mukaisesti.³⁷

Kriittisen hiilidioksidin varastointi-infrastruktuurin kehittämistä koskeva liiketoimintamalli ylittää välittömän tavoitteen vähentää teollisuuden päästöjä tulevina vuosikymmeninä, koska se voi edistää koko talouden negatiivisia päästöjä myös vuoden 2050 jälkeen. Ensimmäisessä vaiheessa jäsenvaltioiden olisi tunnustettava varastointipaikat ja niihin liittyvä talteenotto- ja siirtoinfrastruktuuri nettonollateollisuutta koskevan säädöksen mukaisiksi strategisiksi nettonollahankkeiksi ja tuettava niitä, jotta varmistetaan injektointikapasiteetin riittävä saatavuus vaikeasti vähennettäviä hiilidioksidipäästöjä varten. Tämä kannustaisi muodostamaan teollisen hiilenhallinnan arvoketjukulustereita, joiden tarkoituksena on koota yhteen alkuperäiset talteenottomäärät varastointipaikkainvestointeihin liittyvien riskien vähentämiseksi.

Varastointisijoittajien alkukustannusten alentamiseksi jäsenvaltiot voivat harkita yhdistävänsä rahalliset vakuudet, joita hiilidioksidin varastointitoiminnanharjoittajilta vaaditaan varastoidun hiilidioksidimäärän mukaan määräytyvinä maksuina, ottaen huomioon, että hiilidioksidin varastoinnin riskiaste on alhainen verrattuna esimerkiksi hiilivetyjen tuotantotoimiin.³⁸

Hiilidioksidipäästöjen vähentämistä koskevat yksityiskohtaiset etenemissuunnitelmat olisi suunniteltava ja pantava täytäntöön alakohtaisella tasolla ottaen huomioon teollisten prosessien monimutkaisuus. Teollisuuden CCUS-hankkeiden tiedonjakofoorumi on sopiva kanava alakohtaisille etenemissuunnitelmille, jos suunnitelmaan sisältyy teollisen hiilenhallinnan käyttö.

Vuoden 2040 ilmastotavoitetta koskevan vaikutustenarvioinnin mallinnuksen perusteella Euroopan talousalueella olisi lisättävä hiilidioksidin vuotuista injektointikapasiteettia geologiseen varastointiin vähintään 250 miljoonaa hiilidioksiditonniin vuodessa vuonna 2040.³⁹ Tätä varten EU:n on tunnistettava ja kehitettävä potentiaalista hiilidioksidin varastointikapasiteettiaan ja varmistettava, että hiilidioksidin siirto- ja varastointi-infrastruktuurin kapasiteettia laajennetaan vastaamaan teollisen talteenoton ja varastoinnin kasvaviin tarpeisiin vuoden 2030 jälkeen.

Sen vuoksi komissio käynnistää työn, jolla laaditaan EU:n laajuinen investointikartta mahdollisista hiilidioksidin varastointipaikoista. Arvioituaan tietotarpeita ja käytettävissä olevia henkilöresursseja ja muita resursseja komissio kokoaa hiilidioksidin maanalaisesta varastoinnista digitaalisen inventaarion, joka perustuu eurooppalaisten geologisten tutkimusten tuloksiin.⁴⁰

³⁷ Lisätietoja on kohdassa 2.5 ”Hiilidioksidin geologisen varastoinnin integroiminen” komission tiedonannossa *Ohjeet jäsenvaltioille vuosien 2021–2030 kansallisten energia- ja ilmastosuunnitelmien päivittämisestä* (2022/C 495/02).

³⁸ Direktiivin 2009/31/EY 19 artiklan mukaisesti jäsenvaltiot voivat päättää asiaankuuluvista järjestelyistä.

³⁹ EU:n vuoden 2040 ilmastotavoitetta koskevan tiedonannon (SWD(2024) 63) perustana olevan vaikutustenarvioinnin mallinnuksen tulokset osoittavat, että EU:n on vuoteen 2040 mennessä otettava talteen vuosittain 200 miljoonaa tonnia hiilidioksidia varastointia varten ja lisättävä vuotuista hiilidioksidin injektointikapasiteettia, jotta voidaan ottaa huomioon tavanomaiset huoltokatkot. Tämä vuotuinen injektointikapasiteetti edellyttää useiden gigatonniin yhteenlaskettua geologista varastointikapasiteettia ETA:ssa.

⁴⁰ Esimerkiksi hiilidioksidin varastointipotentiaalia Euroopassa koskevan hankkeen (CO2StoP-hanke) vuonna 2013 kehittämä ja Yhteisen tutkimuskeskuksen isännöimä eurooppalainen hiilidioksidin varastointia koskeva atlas ([linkki](#) on hyvä perusta, mutta se osoittaa myös, että tiedoissa on puutteita, jotka on korjattava.

Kullekin mahdolliselle varastointipaikalle nimetään 'varastointivalmiustaso' ja se yhdistetään julkisiin tietoihin, jotta voidaan nopeuttaa varastointikapasiteetin⁴¹ määrittämistä ja arviointia.

ETA:n geologisilla palveluilla olisi oltava tarvittavat resurssit, ja niiden olisi voitava koota yhteen kaikki saatavilla oleva maaperää koskeva tietämys. Mahdollisuuksien mukaan tähän olisi sisällyttävä teknisiä tietoja, kuten hiilivetyjen tuotantolaitoksista ja varhaisista hiilidioksidin varastointipaikoista saatuja seismisiä tietoja, näytteitä ja geofysikaalista toimintaa. Sijoittajien olisi voitava käyttää tätä atlasia mahdollisten varastointimahdollisuuksien tunnistamiseen osana hiilidioksidipäästöjen arvoketjuja.

Lisäksi hiilidioksidin varastoinnin lupamenettelyt on määriteltävä tarkasti ja niistä on tehtävä läpinäkyviä ja vertailukelpoisia kaikkialla EU:ssa. Komissio tukee jäsenvaltioita teollista hiilenhallintaa koskevien tunnustettujen strategisten nettonollahankkeiden toteuttamisessa, mukaan lukien toiminnanharjoittajien hiilidioksidin liittyvien arvoketjujen vastuurskeihin puuttumisessa.

Niiden strategisten sijoituspaikkojen perusteella, jotka tarjoavat ensimmäiset 50 miljoonaa tonnia vuotuista varastointikapasiteettia vuoteen 2030 mennessä, komissio laatii suuntaviivat hiilidioksidin varastoinnin lupamenettelyitä varten huomioiden sekä paikkakohtaisen joustavuuden että investointien ennustettavuuden helpottaakseen ja nopeuttaakseen hiilidioksidivarastoinnin käyttöönottoa.

Komissio aikoo

- *kehittää yhdessä jäsenvaltioiden kanssa viimeistään vuoden 2026 alkuun mennessä alustan hiilidioksidin siirto- tai varastointipalvelujen kysynnän arviointia ja kysynnän yhdistämistä varten, jotta hiilidioksidin toimittajat ja varastointi- ja siirtopalvelujen tarjoajat voidaan tuoda yhteen ja jotta voidaan taata sopimusten ja hankintojen avoimuus;*
- *pyrkii luomaan ja asettamaan saataville vuoden 2026 alkuun mennessä yhteistyössä ETA:n geologisten palvelujen kanssa mahdollisten hiilidioksidin varastointipaikkojen investointikartaston, joka perustuu yhteiseen varastointivalmiustasomalliin;*
- *kehittää teollisten CCUS-hankkeiden tiedonjakofoorumin avulla yhdessä toimialojen kanssa alakohtaisia etenemissuunnitelmia teollista hiilenhallintaa varten;*
- *laatia vuoteen 2025 mennessä yhdessä jäsenvaltioiden kanssa vaihteittaiset ohjeet hiilidioksidin varastointia koskevien strategisten nettonollahankkeiden lupamenettelyistä erityisesti seuraavien osalta:*
 - *vastuun siirtäminen toiminnanharjoittajilta takaisin toimivaltaisille viranomaisille ja siihen liittyvät rahallista vakuuta ja rahoitusmekanismia koskevat vaatimukset*
 - *lupamenettelyjen avoimuus ja riskiperusteiset lähestymistavat, joilla helpotetaan*

⁴¹ Jota koskevat tiedot voitaisiin asettaa saataville komission Energy and Industry Geography -laboratorion kautta ([linkki](#)).

varastointitoiminnanharjoittajien lopullisia investointipäätöksiä.

Jäsenvaltioiden pitäisi

- *sisällyttää päivitettyihin kansallisiin energia- ja ilmastosuunnitelmiin arvionsa talteenottotarpeista ja varastointikapasiteetista tai -vaihtoehtoista ja määrittää toimia, joilla tuetaan hiilidioksidin talteenoton ja varastoinnin arvoketjun käyttöönottoa;*
- *varmistaa, että niillä on vuoteen 2025 mennessä käytössään avoimet menettelyt, joiden avulla varastointiluvan hakijat voivat olla yhteydessä toimivaltaisiin viranomaisiin valmisteluvaiheen aikana;*
- *tukea vuodesta 2024 lähtien nettonollateollisuutta koskevan säädöksen mukaisten strategisten yhteistyöhankkeiden kehittämistä ja käyttöönottoa hiilidioksidin talteenoton, siirron ja varastoinnin täysimittaisten arvoketjujen luomiseksi, myös rajojen yli;*
- *antaa viimeistään vuoteen 2025 mennessä geologisille palveluilleen mahdollisuus toimittaa olemassa olevaa dataa ja tuottaa uutta dataa, jotta voidaan täydentää mahdollisten hiilidioksidin varastointipaikkojen ETA:n laajuista investointikartastoa.*

4.3 Hiilidioksidin poistaminen ilmakehästä

Teollisuuden hiilenpoistojen arvoketjuilla on keskeinen asema eurooppalaisessa ilmastolaissa vahvistetun hiilineutraaliustavoitteen saavuttamisessa.⁴² Jotta kasvihuonekaasupäästöjen nollanettopäästöt voidaan saavuttaa koko talouden laajuisesti vuoteen 2050 mennessä, EU saattaa tarvita hiilenpoistoja tasapainottaakseen noin 400 miljoonan hiilidioksidiekvivalenttitonnin verran jäännöspäästöjä aloilla, joilla päästöjä on vaikea vähentää, kuten maataloudessa, ilmailussa ja joillakin teollisuudenaloilla.⁴³ Luontopohjaisilla hiilenpoistoratkaisuilla on tässä keskeinen rooli, mutta ne eivät yksin riitä. Tavoitteen saavuttamiseksi tarvitaan myös teollisia hiilenpoistoja.

Teollisilla hiilenpoistoilla, jotka perustuvat hiilidioksidin talteenotto- ja varastointiteknologiaan, otetaan talteen hiilidioksidia suoraan ilmakehästä, jäljempänä 'DACCS', tai biogeenistä hiilidioksidia voimalaitoksista tai teollisuusprosesseista, jäljempänä 'BioCCS', ja varastoidaan se pysyvästi, toisin kuin ei-pysyillä poistoratkaisuilla, kuten uudelleenmetsittämisellä, hiilen sitomisella maaperään tai biopohjaisilla rakennusmateriaaleilla. Teollisten hiilenpoistojen kustannukset ovat kuitenkin korkeat, ja ne vaativat paljon energiaa (DACCS) tai luonnonvaroja (BioCCS), mikä voi aiheuttaa kestävyysliittyviä ongelmia, jos niihin ei puututa asianmukaisesti. Sekä pysyvien että ei-pysyvien hiilenpoistojen käyttöönotto edellyttää kannustimia, joissa otetaan huomioon niiden erityispiirteet.

⁴² Asetus (EU) 2021/1119.

⁴³ EU:n vuoden 2040 ilmastotavoitetta koskevan tiedonannon perustana oleva vaikutustenarviointi (SWD(2024) 63).

Teollisuuden hiilenpoistot eivät tällä hetkellä kuulu EU:n päästökauppadirektiivin, taakanjakoasetuksen⁴⁴ eivätkä maankäyttöä, maankäytön muutosta ja metsätaloutta (LULUCF) koskevan asetuksen⁴⁵ soveltamisalaan. Koska EU:n päästökauppajärjestelmässä ei tunnusteta negatiivisia päästöjä, biogeenisen ja ilmakehän hiilidioksidin talteenottoa ja varastointia ei tueta EU:n vaatimusten mukaisella hiilen markkinahinnalla, ja tällä hetkellä ainoa kannustin EU:n tasolla on innovaatorahasto. Tämän tyyppisiä toimia koskevat investointipäätökset nojautuvat tässä yhteydessä pääasiassa valtiontukeen tai vapaaehtoiisiin hiilimarkkinoihin. EU:n vapaaehtoinen hiilenpoistojen sertifiointikehys, jossa otetaan huomioon hiilenpoistotoimenpiteiden elinkaaren aikaiset päästöt, auttaa mobilisoimaan rahoitusta ja varmistaa samalla hiilenpoistojen ympäristötavoitteiden tunkimättömyyden, mutta komission on tärkeää arvioida, miten voidaan parhaiten tarjota kannustimia teollisille hiilenpoistoille voimassa olevassa EU:n lainsäädännössä tai uusien välineiden avulla.

Koska hiilenpoistot ovat keskeisessä asemassa pyrittäessä saavuttamaan vuoden 2040 tavoite ja ilmastoneutraalius vuoteen 2050 mennessä, hiilenpoistoja koskevien erityistavoitteiden asettamista voitaisiin tarvittaessa harkita EU:n kasvihuonekaasujen nettopäästöjen vähentämistä vuoteen 2040 mennessä koskevan yleisen tavoitteen mukaisesti.

Lainsäätäjät ovat jo antaneet komissiolle toimeksi arvioida vuoteen 2026 mennessä, voitaisiinko ilmakehystä poistettu, turvallisesti ja pysyvästi varastoitu hiilidioksidi ottaa huomioon ja sisällyttää päästökauppaan ja miten se voitaisiin tehdä.⁴⁶ Tämä on saavutettava kompensoimatta päästövähennyksiä ja varmistaen samalla ympäristötavoitteiden tunkimättömyys, erityisesti kun on kyse kestävästi hankitun biomassan käytöstä BioCCS:ssä.

Tämä voitaisiin toteuttaa joko sisällyttämällä teolliset hiilenpoistot EU:n päästökauppajärjestelmään (sisämarkkinat, joilla teollisten poistojen tuottaminen palautusvelvoitteiden noudattamiseksi on sallittua rajoituksin tai rajoituksetta) tai luomalla tällaisille poistoille erillinen vaatimusten noudattamista koskeva mekanismi, joka on suoraan tai välillisesti kytköksissä EU:n päästökauppajärjestelmään. Näin ollen tämä loisi hintaperusteisia kannustimia teollisten hiilenpoistojen tuottamiseen.

Aluksi yksi suurimmista haasteista olisi korjata nykyinen merkittävä ero vallitsevan hiilen hinnan ja niiden kustannusten välillä, joita teollisten ratkaisujen avulla tehtävästä hiilidioksidin poistamisesta aiheutuu. Joidenkin BioCCS-laitosten kustannukset eivät välttämättä ole paljon korkeammat kuin fossiilisten polttoaineiden talteenotosta ja pysyvästä varastoinnista ja prosessien hiilidioksidipäästöistä aiheutuvat kustannukset⁴⁷, mutta muuntyyppisten poistojen, kuten hiilidioksidin suoran talteenoton ja varastoinnin, osalta arvioidut tulevat kustannukset vaihtelevat 122 eurosta 539 euroon hiilidioksiditonnilta⁴⁸, mikä on selvästi

⁴⁴ Asetus (EU) 2023/857.

⁴⁵ Asetus (EU) 2018/841.

⁴⁶ Ks. direktiivin 2003/87/EY 30 artikla.

⁴⁷ Nykyisten arvioiden mukaan BECCS-menetelmän (varastointi mukaan luettuna) tulevat kustannukset ovat noin 52–134 euroa hiilidioksiditonnilta (alkuperäiset arviot Yhdysvaltain dollareina, 1 Yhdysvaltain dollari = 0,92 euroa). Teoksessa Bednar, Johannes & Höglund, Robert & Möllersten, Kenneth & Obersteiner, Michael & Tamme, Eve (2023). Hiilidioksidin poistamisen merkitys Pariisin sopimuksen pitkän aikavälin tavoitteen saavuttamisessa.

⁴⁸ Ks. edellinen alaviite.

päästökauppajärjestelmän nykyistä hintaa korkeampi. Integroiminen EU:n päästökauppajärjestelmän hinnoittelujärjestelmään saattaa näin ollen olla sellaisenaan riittämätön kannustin teollisille poistoille. Käyttöönoton alkuvaiheessa tarvitaan lisätukea teknologisen oppimisen nopeuttamiseksi ja kustannusten vähentämiseksi edelleen. Tässä yhteydessä olisi tärkeää tarkastella myös jäsenvaltioiden roolia teollisten hiilenpoistojen kehittämisessä.

Samalla on tärkeää nopeuttaa tutkimusta, kehittämistä ja demonstrointia, jotta voidaan edistää uusia hiilenpoistoteknologioita ja alentaa niiden kustannuksia. Koska erilaiset poistotekniikat ovat eri kehitysvaiheissa, kehityksen ohjaamiseksi tarvitaan räätälöityjä ohjelmia. Komissio käyttää olemassa olevia välineitään teollisten hiilenpoistoteknologioiden tukemiseen. Tarkemmin sanoen Horisontti Eurooppa -ohjelmassa keskitytään tehostamaan tutkimusta, jolla parannetaan poistoteknologioiden, erityisesti suoraan ilmakehästä talteenottavien teknologioiden, tehokkuutta ja toteutettavuutta sekä niiden kaupallistamista ja laajentamista markkinoille Euroopan innovaationeuvoston tuella. Innovaatorahastosta tuetaan edelleen puhtaita teknologioita hiilenpoistojen laajentamiseksi.

Komissio aikoo

- *arvioida hiilenpoistotarpeita koskevia yleisiä tavoitteita EU:n vuoden 2040 ilmastotavoitteen ja ilmastoneutraaliuden saavuttamista vuoteen 2050 mennessä koskevan tavoitteen ja negatiivisten päästöjen saavuttamista vuoden 2050 jälkeen koskevan tavoitteen mukaisesti;*
- *kehittää teollisia hiilenpoistoja koskevia toimintavaihtoehtoja ja tukimekanismeja, myös sen osalta, otetaanko ne huomioon EU:n päästökauppajärjestelmässä ja miten ne otetaan huomioon;*
- *edistää EU:n tutkimusta, innovointia ja varhaista demonstrointia uusien hiilidioksidia poistavien teollisuusteknologioiden osalta Horisontti Eurooppa -puiteohjelmasta ja innovaatorahastosta.*

4.4 Talteen otetun hiilidioksidin käyttö resurssina fossiilisten polttoaineiden korvaamiseksi teollisessa tuotannossa

Hiilidioksidin talteenotto ja sen kierrättäminen kehittyneiden synteettisten polttoaineiden, kemikaalien, polymeerien tai mineraalien tuottamiseksi on toinen tärkeä ja innovatiivinen osa teollisen hiilenhallinnan arvoketjua. Se edistää myös kiertotalousmallia, jonka merkitys kasvaa ilmastotoimia koskevassa kehityksessä vuoteen 2040 asti. Kemikaalien ja materiaalien tuotanto perustuu edelleen voimakkaasti fossiilipohjaisiin raaka-aineisiin, jotka korvataan asteittain vaihtoehtoisilla raaka-aineilla, kuten kestäväällä biomassalla, kierrätetyllä jätteellä ja talteen otetulla hiilidioksidilla.⁴⁹ Korvaamalla fossiilipohjaiset raaka-aineet hiilidioksidin talteenotto ja käyttö voi siten edistää päästöjen vähentämistä, energiavarmuutta ja EU:n riippumattomuutta.

⁴⁹ Kemianteollisuuden siirtymäpolku ([linkki](#)).

Lisäksi hiilidioksidin talteenotto ja käyttö edistää teollista symbioosia ja prosessien parempaa integrointia teollisuusklustereiden sisällä. Tätä varten hiilidioksidin talteenottoon ja käyttöön liittyvä infrastruktuuri olisi pantava täytäntöön hajautetusti siten, että teollisuuden päästölähteet yhdistetään tuotantolaitoksiin eri arvoketjuissa paikallisella tasolla, jolloin ei välttämättä tarvita laajaa hiilidioksidin siirtoinfrastruktuuria. Hiilidioksidin talteenotto ja käyttö edellyttää myös vedyn saatavuutta. Sen vuoksi hiilidioksidin talteenotto- ja käyttösovellusten ja vetyverkkojen väliset synergiat voivat olla keskeisessä asemassa hiilestä irtautumisen edistämisessä. Näiden hiilidioksidin käyttöteknologioiden hyötyjä ei kuitenkaan ole vielä täysin tunnustettu eikä myöskään niiden kykyä tarjota vaihtoehtoinen hiilen lähde fossiilisen hiilen korvaamiseksi tietyillä EU:n talouden aloilla, jotka ovat riippuvaisia hiilestä. Arvioitaessa kunkin hiilidioksidin talteenotto- ja käyttösovelluksen täyttä ilmastohyötyä fossiilipohjaisen tuotteen vaihtoehtona on otettava huomioon tämän energiantensiivisen prosessin energiankulutus.

Joitakin talteen otetun hiilidioksidin käyttötarkoituksia tuotteissa tuetaan lainsäädännöllä.⁵⁰ Näillä säännöillä kannustetaan ottamaan käyttöön hiilidioksidin talteenottoon ja käyttöön perustuvia polttoaineita fossiilisten polttoaineiden korvaamiseksi keskeisillä aloilla ja tarjotaan suojatoimia, joilla varmistetaan, että niillä saavutetaan vaaditut kasvihuonekaasupäästöjen vähimmäisvähennykset.

Päästökauppadirektiivissä säädetään vuosille 2024–2030 enintään 20 miljoonasta päästöoikeudesta, jotka jaetaan maksutta ilma-alusten käyttäjille muuta kuin biologista alkuperää olevien uusiutuvien polttoaineiden ja kestävien vaihtoehtoisten polttoaineiden käyttöön oton jäljellä olevan hintaeron kattamiseksi.⁵¹ ReFuelEU-ilmailua⁵² koskevissa säännöissä edellytetään myös, että muuta kuin biologista alkuperää olevat uusiutuvat polttoaineet kattavat vuodesta 2030 alkaen myös synteettiset polttoaineet, jotka on tuotettu uusiutuvalla energialla hiilidioksidin talteenoton ja käytön kautta. Vastaavasti FuelEU Maritime -asetuksella⁵³ otetaan käyttöön erityinen kannustinjärjestelmä, jolla tuetaan muuta kuin biologista alkuperää olevien uusiutuvien polttoaineiden käyttöön ottoa.⁵⁴ Tällaisten hiilidioksidin talteenottoon ja käyttöön perustuvien polttoaineiden käyttö tunnustetaan myös EU:n päästökauppajärjestelmässä, jotta vältetään hiilidioksidipäästöjen kaksinkertainen laskeminen.

EU:n päästökauppadirektiivin vuoden 2023 tarkistuksessa tunnustetaan myös hiilen varastoinnin pysyvyys tietyntyyppisissä tuotteissa. Komissio valmistelee parhaillaan delegoitua säädöstä, jossa määritellään edellytykset, joiden täytyessä pysyvä varastointi voidaan tunnustaa, jotta pysyvä hiilidioksidin talteenotto ja käyttö ja hiilidioksidin talteenotto ja varastointi voidaan saattaa tasavertaiseen asemaan päästökauppajärjestelmässä. EU:n päästökauppajärjestelmän kehyksen mukaisesti EU:n hiilenpoistojen sertifiointikehys antaa mahdollisuuden sertifioida sellaisten teollisten toimintojen tuottamat hiilenpoistot, joilla varastoidaan ilmakehästä talteen otettua tai biogeenistä hiiltä tuotteisiin tavalla, joka estää hiilen takaisin kulkeutumisen ilmakehään.

⁵⁰ Direktiivi (EU) 2018/2001 ja komission delegoitu asetus (EU) 2023/1185.

⁵¹ Direktiivin 2003/87/EY 3 c artiklan 6 kohta.

⁵² Asetus (EU) 2023/2405.

⁵³ Asetus (EU) 2023/1805.

⁵⁴ FuelEU Maritime -asetus sisältää myös uudelleentarkastelulausekkeen, joka koskee aluksilla tapahtuvan hiilidioksidin talteenoton ja väliaikaisen varastoinnin mahdollista sisällyttämistä asetukseen.

Tarvitaan kuitenkin lisätoimenpiteitä, jotta voidaan tunnistaa mahdolliset ilmastohyödyt, joita saadaan talteen otetusta hiilidioksidista peräisin olevan kestävästi hiilen käytöstä muissa sovelluksissa fossiilisen hiilen käytön sijaan. Kemianteollisuudessa talteen otettua hiilidioksidia voitaisiin käyttää raaka-aineena fossiilipohjaisten raaka-aineiden korvaamiseksi esimerkiksi polymeerien, muovien, liuottimien, maalien, pesuaineiden, kosmetiikan ja lääkkeiden valmistuksessa. Pelkästään kemianteollisuuden vuotuinen hiilenkysyntä Euroopassa on tällä hetkellä arviolta noin 125 miljoonaa tonnia eli noin 450 miljoonaa hiilidioksidiekvivalenttitonnia, josta yli 90 prosenttia on fossiilista hiiltä.⁵⁵

On ratkaisevan tärkeää edistää kestävästi hiilen kiertoa ja vähentää merkittävästi kemianteollisuuden riippuvuutta fossiilisista raaka-aineista sekä hyödyntää kestäviä hiilen lähteitä aloilla, joilla niitä eniten tarvitaan ja joilla voidaan saavuttaa suurin ilmastohyöty. Tämä voidaan toteuttaa tukemalla kiertotalouden mukaisia malleja, valjastamalla käyttöön kiertoon perustuva ja kestävä EU:n biotalous ja edistämällä talteen otetun hiilidioksidin käyttöä uutena hiilivarana ottaen samalla huomioon asiaan liittyvät energiatarpeet ja kustannushaasteet.

Jotta hiilidioksidin talteenottoon ja käyttöön liittyvillä teknologioilla voi olla merkittävä asema EU:n taloudessa, niiden käyttöönoton nykyiset rakenteelliset haasteet ja sääntelyesteet on tunnistettava ja niihin on puututtava. Hiilidioksidin talteenotolle ja käytölle on luotava kehys, jolla voidaan jäljittää useiden satojen miljoonien hiilidioksiditonniin lähde, kuljetus ja käyttö. Sillä olisi varmistettava ympäristötavoitteiden tunkimättömyys, mukaan lukien vastuuvollisuus hiilidioksidivuodoista, ja luotava hintakannustin, joka kuvastaa tarkasti ratkaisusta saatavaa ilmastohyötyä teollisen hiilenhallinnan koko arvoketjussa.

Tehokkaan ja toimivan kannustimen tarjoamiseksi kehyksen on perustuttava vankkaan ja avoimeen kirjanpitojärjestelmään, joka antaa kaikille arvoketjun toimijoille toimiinsa selkeän ja suoran kannustimen, joka ei ole riippuvainen muiden tuotantoketjun alku- tai loppupään toimijoiden toimista.

EU:n päästökauppajärjestelmän vuoden 2026 uudelleentarkastelussa arvioidaan useita kysymyksiä, kuten sitä, voidaanko EU:n päästökauppajärjestelmän kirjanpitojärjestelmällä varmistaa, että kaikki päästöt otetaan huomioon ja että kaksinkertaista laskentaa ei tapahdu, kun talteen otettua hiilidioksidia käytetään tuotteissa, joita ei katsota päästökauppajärjestelmän yhteydessä pysyviksi. Siinä arvioidaan, olisiko muista kuin pysyvistä hiilidioksidin talteenotto- ja käyttötuotteista ja polttoaineista mahdollisesti vapautuva hiilidioksidi otettava huomioon sen päästessä ilmakehään ('tuotantoketjun loppupään kirjanpito') vai silloin, kun hiilidioksidi otetaan talteen ('tuotantoketjun alkupään kirjanpito').

EU:n päästökauppajärjestelmän uudelleentarkastelussa vuonna 2026 arvioidaan myös mahdollisuutta sisällyttää yhdyskuntajätteen polttolaitokset EU:n päästökauppajärjestelmään ja mahdollisuutta sisällyttää siihen muita jätehuoltoprosesseja, erityisesti kaatopaikkoja, ottaen huomioon asiaankuuluvat kriteerit, kuten ympäristötavoitteiden tunkimättömyys ja

⁵⁵ Kähler, F., Porc, O. ja Carus, M. 2023. RCI Carbon Flows Report: Compilation of supply and demand of fossil and renewable carbon on a global and European level. Toimittanut: Renewable Carbon Initiative, toukokuu 2023. ([linkki](#)).

yhdenmukaisuus kiertotalouden ja jätedirektiivin tavoitteiden kanssa.⁵⁶ Siinä arvioitaisiin erityisesti, voisiko näiden alojen sisällyttäminen EU:n päästökauppajärjestelmään auttaa tunnustamaan ei-pysyvän hiilidioksidin talteenoton ja käytön keinoksi vähentää palautusvelvoitteita hinnoittelemalla päästöjä tuotantoketjun loppupäässä.

Kestävää hiilen kiertoa koskevassa tiedonannossa⁵⁷ asetettiin myös tavoite, jonka mukaan 20 prosenttia kemiallisissa ja muovituotteissa käytettävästä hiilestä on peräisin kestävästä, ei-fossiilisista lähteistä vuoteen 2030 mennessä. Tämän tavoitteen saavuttamiseksi tarvitaan toimia, joilla kehitetään yhdessä kemianteollisuuden kanssa tuotantoreittejä fossiilisen hiilen korvaamiseksi kestävällä hiilellä.

Näiden tavoitteiden saavuttaminen edellyttää tukea innovatiivisille teknologioille, joilla otetaan talteen hiilidioksidia ilmakehästä tai teollisuuden jätevirroista ja muutetaan se epäpuhtaudesta arvokkaaksi resurssiksi. Talteen otettu hiilidioksidi voidaan sitten muuntaa monenlaisiksi kestäviksi tuotteiksi, kuten polttoaineiksi, kemikaaleiksi tai mineraalimateriaaleiksi.

Tällaista tukea olisi oltava saatavilla teknologioille kaikilla teknologisen valmiuden tasoilla. Siinä olisi hyödynnettävä kokeellisen tutkimuksen Horisontti Eurooppa -puiteohjelmaa, Euroopan innovaationeuvostoa sellaisten hiilidioksidin talteenotto- ja käyttösovellusten osalta, jotka ovat jo saavuttaneet tietyn kypsyystason, ja innovaatorahastoa esikaupallisissa hankkeissa, joita voidaan laajentaa.

Komissio aikoo

- *arvioida yhdessä teollisuuden kanssa kysyntävaihtoehtoja, joilla lisätään kestävästi hiilen käyttöä resurssina teollisuuden aloilla, ottaen täysimääräisesti huomioon komission tuleva bioteknologia- ja biovalmistusta koskeva aloite;*
- *käyttää hiilidioksidin talteenottoon, käyttöön ja varastointiin liittyvien teollisten hankkeiden tiedonjakofoorumia kehittääkseen yhdessä toimialojen kanssa toimialakohtaisia etenemissuunnitelmia hiilidioksidin talteenotto- ja käyttötoimista;*
- *laatia johdonmukaisen kehyksen, jossa otetaan huomioon kaikki teollisen hiilenhallinnan toimet, jotka heijastavat tarkasti ilmastohyötyjä vastaavissa arvoketjuissaan, ja kannustetaan innovatiivisten ja kestävien hiilidioksidin talteenotto- ja käyttösovellusten käyttöönottoon ja poistetaan samalla esteitä.*

5. Suotuisan ympäristön luominen teolliselle hiilenhallinnalle

Jotta teollisen hiilenhallinnan koko potentiaali voidaan hyödyntää, on luotava suotuisat olosuhteet hiilen arvoketjun kaikkien osatekijöiden kehittämiseksi. Tämä edellyttää paitsi tarkoituksenmukaista sääntelyä myös investointeja ja rahoitusta sekä tutkimukseen ja

⁵⁶ Direktiivi 2008/98/EY.

⁵⁷ COM(2021) 800 final.

innovointiin että varhaiseen käyttöönottoon. Sijoittajien varmuus ja toimintamallien elinkelpoisuus edellyttävät myös yleistä ymmärrystä ja tietoisuutta teollisen hiilenhallinnan ratkaisuksista. Koska rajatylittävä ulottuvuus on ratkaisevan tärkeä teollisen hiilenhallinnan laajentamisen kannalta, tarvitaan kansainvälistä yhteistyötä, jotta voidaan maksimoida mahdollisuudet vähentää päästöjä Euroopassa ja sen ulkopuolella.

5.1 Investoinnit ja rahoitus puhtaaseen hiilidioksiidiin siirtymiseen

Ehdotettu nettonollateollisuutta koskevan säädöksen tavoite, joka on 50 miljoonan tonnin vuotuinen hiilidioksidin varastointikapasiteetti vuoteen 2030 mennessä, edellyttää noin 3 miljardin euron investointeja hiilen varastointilaitoksiin geologisten varastointipaikkojen sijainnista ja kapasiteetista riippuen.⁵⁸ Lisäksi komission kertomuksessa arvioidaan, että nettonollateollisuutta koskevan säädöksen tavoitteeseen liittyvien putkien ja alusten siirtoinfrastruktuurin investointitarpeet ovat noin 6,2–9,2 miljardia euroa vuoteen 2030 mennessä.⁵⁹ Lisäksi pistelähteistä talteen otettavien päästöjen talteenottokustannusten arvioidaan olevan 13–103 euroa hiilidioksiditonnilta toimialan, talteenottoteknologian ja hiilidioksidipitoisuuden mukaan. Teollisuuden sidosryhmien CCUS-foorumille laatimassa raportissa arvioidaan, että tällä hetkellä ilmoitettujen CCS-hankkeiden rahoitusvaje on 10 miljardia euroa vuoteen 2030 mennessä.⁶⁰

Vuoden 2030 jälkeisen ajanjakson osalta komissio arvioi, että EU:n vuoden 2040 ilmastotavoitetta koskevassa tiedonannossa asetettujen vuosien 2040 ja 2050 tavoitteiden saavuttamiseksi tarvittavat investoinnit hiilidioksidin siirtoinfrastruktuuriin nousevat 9,3–23,1 miljardiin euroon vuonna 2050.

Kasvavista investointitarpeista huolimatta CCUS-foorumin raportissa ennustetaan, että kaupallisesti elinkelpoiset markkinat alkavat muotoutua vuoden 2030 jälkeen, jolloin sijoittajat voivat saada kilpailukykyisen tuoton sijoittamalleen pääomalle EU:n hiilen hinnan perusteella. Hiilen hintasignaali EU:n päästökauppajärjestelmässä on keskeinen edellytys CCS-hankkeiden kaupalliselle kannattavuudelle, ja siinä on otettava huomioon toisaalta hiilidioksidin talteenotto-, siirto- ja varastointikustannukset ja toisaalta saman määrän hiilidioksidipäästöjen hinta.

Lisäksi investointien helpottamiseksi olisi otettava käyttöön tariffeja, uusia rahoitusvälineitä, takauksia ja riskivälineitä. Nämä investointitarpeet perustuvat viime kädessä EU:ssa talteen otetun hiilidioksidin ekstrapoloituun teoreettiseen markkinapotentiaaliin, joka on 360–790 miljoonaa tonnia hiilidioksidia. Tämä voisi tuottaa EU:n tulevalle hiilidioksidin arvoketjulle 45–

⁵⁸ SWD(2023) 68 final, Investment needs assessment and funding availabilities to strengthen EU's Net-Zero technology manufacturing capacity.

⁵⁹ Tumara, D., Uihlein, A. ja Hidalgo González, I. Shaping the future CO₂ transport network for Europe, Euroopan komissio, Petten, 2024, JRC136709.

⁶⁰ Näillä hankkeilla otetaan talteen yhteensä 80 miljoonaa tonnia hiilidioksidia. A Vision for Carbon Capture, Utilisation and Storage in the EU prepared for the European Union's CCUS Forum by the CCUS Vision Working Group, huhtikuu 2023 ([linkki](#)). Analyysi perustuu CCS-hankkeisiin käytävissä olevaan EU:n ja kansalliseen rahoitukseen sekä investointitarpeisiin, jotka pohjautuvat hankkeiden talteenotto-, siirto- ja varastointikustannusten nettonykyarvoon CATF:n eurooppalaisessa hiilidioksidin talteenotto- ja varastointitietokannassa.

100 miljardia euroa taloudellista kokonaisarvoa vuodesta 2030 alkaen ja auttaa luomaan 75 000–170 000 työpaikkaa.⁶¹

Vuoteen 2030 ulottuvalla kaudella on ratkaisevan tärkeää saada teollisen hiilenhallinnan ratkaisujen kehittämiseksi ja laajentamiseksi EU:n ja kansallisen tason lisätukea, myös investointeja tarvittavien taitojen kehittämiseen. Laatuun ensimmäiset teollisen hiilenhallinnan hankkeet ovat kalliita, ja lopulliset investointipäätökset riippuvat monista tekijöistä, kuten mahdollisuudesta yhdistää julkista ja yksityistä rahoitusta. Lisäksi tarvitaan koordinoitua tällaisten hankkeiden ja muiden sidosryhmien, erityisesti energia- ja liikennealan toimijoiden, välillä, jotta voidaan luoda perustaa lopullisille investointipäätöksille.

Siirtymävaiheen avustusten rahoitusmekanismit, kuten EU:n päästökauppajärjestelmän innovaatorahasto, ovat tällä hetkellä edelleen käytettävissä ja voivat osaltaan tarjota rahoitusta valittujen innovatiivisten laajamittaisten hiilidioksidihankkeiden käyttöönottoon. Tähän mennessä innovaatorahastosta on myönnetty EU:n päästökauppadirektiivin puitteissa tukea 26 laajamittaiselle tai pienimuotoiselle CCS- ja CCU-hankkeelle, kaikkiaan yli 3,3 miljardia euroa avustuksina.

Myös Verkojen Eurooppa -välineen energiaosio on keskeinen EU:n tukimekanismi rajat ylittävien energia- ja liikenneinfrastruktuurihankkeiden kehittämisessä. Verkojen Eurooppa -välineestä on tähän mennessä myönnetty noin 680 miljoonaa euroa yhteistä etua koskeville hiilidioksidihankkeille.⁶² Taloudellisesti kannattavien CCS- ja CCU-hankkeiden markkinapohjaista rahoitusta voidaan periaatteessa tukea myös InvestEU-rahastosta.⁶³

Lisäksi jäsenvaltiot voivat tukea hiilidioksidin talteenottoon tehtäviä investointeja käyttämällä elpymis- ja palautumistukivälinettä.⁶⁴ Teollisen hiilenhallinnan ratkaisuille myönnettävän valtiontuen osalta ilmastotoimiin, ympäristönsuojeluun ja energia-alalle myönnettävää valtiontukea koskeviin suuntaviivoihin⁶⁵ ja yleiseen ryhmäpoikkeusasetukseen⁶⁶ sisältyy edellytyksiä, joiden täytyessä CCS- ja CCU-investointeihin voidaan myöntää valtiontukea. Hiilidioksidin talteenotto ja varastointi sisältyy myös EU:n kestäväen rahoituksen luokitusjärjestelmään, joka on kehitetty ympäristön kannalta kestävinä pidettyjen taloudellisten toimintojen tunnistamiseksi ja määrittelemiseksi.⁶⁷ Euroopan investointipankki on sisällyttänyt

⁶¹ Komission yksiköiden valmisteluasiakirja SWD(2023) 219 final, Commission staff working document for a Regulation of the European Parliament and of the Council on establishing a framework of measures for strengthening Europe's net-zero technology products manufacturing ecosystem (Net Zero Industry Act), joka perustuu asiakirjaan "The potential of a European CCS marketed from a Danish perspective", Kraka Advisory, maaliskuu 2023.

⁶² Asetus (EU) 2021/1153.

⁶³ Koska CCS- ja CCU-hankkeet ovat luonteeltaan riskialttiimpia, InvestEU-rahaston tukema rahoituslaitosten rahoitus voisi täydentää muista EU:n tai kansallisista lähteistä saatavaa avustusrahoitusta tai sitä voitaisiin tarjota rahoitusta yhdistävinä toimina, joissa yhdistetään InvestEU-ohjelman ja muiden unionin ohjelmien varoja.

⁶⁴ Esimerkiksi Tanska ja Kreikka ovat sisällyttäneet hiilidioksidin talteenottohankkeita palautumis- ja elpymissuunnitelmiinsa. Tukivälineen puitteissa sovelletaan valtiontukisääntöjä.

⁶⁵ Komission tiedonanto (2022/C 80/01). *Vuoden 2022 suuntaviivat ilmastotoimiin, ympäristönsuojeluun ja energia-alalle myönnettävälle valtiontuelle.*

⁶⁶ Asetus 2014/651/EY.

⁶⁷ Asetus 2020/852/EY.

hiilidioksidin talteenoton ja varastoinnin 45 miljardin euron rahoituspakettiin, jolla tuetaan vihreän kehityksen teollisuussuunnitelmaa.⁶⁸

Hiilen hinnan ja teollisen hiilenhallinnan hankkeiden kustannusten välisen eron umpeen kuromiseksi jäsenvaltiot voivat harkita 'hiilen hinnanerosopimukseen' perustuvia järjestelmiä, joissa tuet kattavat hiilen viitehinnan ja hankkeen todellisia kustannuksia edustavan sovitun 'toteutushinnan' välisen eron.⁶⁹ Tämä tukimenetelmä tarjoaa hankkeiden kehittäjille ennakoitavissa olevan tulovirran ja on hyvä ratkaisu investointien riskien vähentämiseen.

Jotta laajamittaisissa strategisissa nettonollahankkeissa päästäisiin alkuvaiheesta eteenpäin, hiilen hintasignaali EU:n päästökauppajärjestelmässä on keskeinen tekijä, jolla CCS-hankkeista voidaan tehdä kaupallisesti kannattavia, kun otetaan huomioon yhtäältä hiilidioksidin talteenotto-, siirto- ja varastointikustannukset ja toisaalta hiilidioksidipäästöjen hinta.

Jos julkista tukea tarvitaan, innovaatorahaston mukainen EU:n laajuinen mekanismi voitaisiin kehittää yhteiseksi 'huutokauppa palveluna' -tukimekanismiksi, jonka avulla ETA-maat voisivat myöntää kansallisista talousarvioistaan tukea alueellaan sijaitseville hankkeille EU:n laajuisen huutokauppamekanismin perusteella. Näin voitaisiin nopeuttaa hankkeita sisämarkkinoilla ja yksilöidä kilpailukykyisimmät ja ympäristön kannalta tehokkaimmat hankkeet valtiontukisääntöjen mukaisesti ja niin, että kilpailevia kansallisia hankkeita on riittävästi. Tällä hetkellä testataan ensimmäistä tarjouskilpailumekanismia innovaatorahaston pilottihuutokaupassa, joka koskee uusiutuvan vedyn tuotantoa EU:ssa.⁷⁰ Osallistuakseen yhteisiin tukimekanismeihin maiden on noudatettava valtiontukien ilmoitusmenettelyä.⁷¹

Lisäksi akkujen ja vedyn onnistunut hyväksyminen Euroopan yhteistä etua koskeviksi tärkeiksi hankkeiksi, jäljempänä 'IPCEI-hanke', on osoittanut, että tiivis yhteistyö jäsenvaltioiden ja sellaisten yritysten kanssa, jotka haluavat toteuttaa kunnianhimoisia innovatiivisia tai avoimia infrastruktuurihankkeita, tuottaa hyviä tuloksia monimutkaisissa rajatylittävissä integroiduissa hankkeissa, jotka ovat tärkeitä, koska ne edistävät EU:n tavoitteita.

Komissio käynnisti lokakuussa 2023 Euroopan yhteistä etua koskevien tärkeiden hankkeiden yhteisen eurooppalaisen foorumin, jäljempänä 'JEF-IPCEI-foorumi', jossa keskitytään määrittämään ja priorisoimaan EU:n talouden strategisia teknologioita, jotka voisivat olla merkityksellisiä ehdokkaita tulevia IPCEI-hankkeita ajatellen.⁷² Jäsenvaltiot voivat sen vuoksi hyödyntää JEF-IPCEI-foorumiä, joka kokoaa yhteen jäsenvaltioiden ja komission yksiköiden asiantuntijoita ja joka toimii foorumina teollisen hiilenhallinnan alaan liittyvän mahdollisen IPCEI-hankkeen koordinoitulle ja läpinäkyvälle valinnalle ja suunnittelulle.

⁶⁸ EIP tukee vihreän kehityksen teollisuussuunnitelmaa 45 miljardin euron lisärahoituksella ([linkki](#)).

⁶⁹ Osa jäsenvaltioista on pannut täytäntöön hiilen hinnanerosopimuksiin perustuvia järjestelmiä, joilla tarjotaan kohdennettua ja tarpeellista tukea hiilestä irtautumista edistäville hankkeille, myös hiilenhallinnan käyttöönotolle, sovellettavien valtiontukisääntöjen mukaisesti.

⁷⁰ Ks. Competitive bidding: A new tool for funding innovative low-carbon technologies under the Innovation Fund, ([linkki](#)).

⁷¹ Yhteisten tukimekanismien lisäksi jäsenvaltioilla on edelleen mahdollisuus perustaa erillisiä tukijärjestelmiä valtiontukisääntöjen mukaisesti.

⁷² [Linkki](#).

Komissio aikoo

- *tehdä vuodesta 2024 alkaen yhteistyötä jäsenvaltioiden kanssa mahdollisen hiilidioksidin siirto- ja varastointi-infrastruktuuria koskevan IPCEI-hankkeen läpinäkyvässä ja koordinoitussa suunnittelussa JEF-IPCEI-foorumin kautta. Jotta prosessi voidaan aloittaa mahdollisimman pian, komissio aikoo käyttää nykyistä CCUS-foorumia hyvän koordinoinnin varmistamiseksi, aikataulun määrittämiseksi, edistymisen seuraamiseksi ja hankkeen vauhdin ylläpitämiseksi. Se aikoo harkita erityisen korkean tason forumin perustamista tekemään työtä vuoden 2030 jälkeen;*
- *arvioida vuoteen 2025 mennessä, ovatko tietyt hiilidioksidin talteenottolaitokset, kuten sementin tai kalkin tuotantolaitokset, saavuttaneet riittävän kypsyyssasteen ja voidaanko odottaa riittävää kilpailua, jotta hankeperusteisista avustuksista voidaan siirtyä markkinapohjaisiin rahoitusmekanismeihin, kuten innovaatorahaston palveluna järjestettäviin huutokauppoihin;*
- *tehdä vuodesta 2024 alkaen yhteistyötä Euroopan investointipankin kanssa CCS- ja CCU-hankkeiden rahoittamisessa;*
- *helpottaa teolliseen hiilenhallintaan liittyviä investointitarpeita vuosiin 2040 ja 2050 asti muun muassa hyödyntämällä julkista rahoitusta älykkäällä tavalla yksityisten investointien houkuttelemiseksi.*

5.2 Yleinen tietoisuus

Koska teollisen hiilenhallinnan infrastruktuurihankkeet ovat välttämättömiä Euroopan nettonollatavoitteen saavuttamiseksi ja koska ne tarvitsevat julkista rahoitusta ainakin käyttöönoton alkuvaiheessa, on olennaisen tärkeää, että jäsenvaltiot edistävät ja tukevat osallistavaa, tutkimustietoon perustuvaa ja avointa keskustelua kaikista teollisen hiilenhallinnan teknologioista. Lisäksi sosiaalisten sekä ympäristöä ja terveyttä koskevien suojatoimien varmistaminen on keskeisessä asemassa tuettaessa vastuullista täytäntöönpanoa ja kansalaisten sitoutumista. Viranomaisten, hankkeiden toteuttajien, kansalaisjärjestöjen ja kansalaisyhteiskunnan olisi voitava osallistua prosessiin ennen päätöksentekoa ja hankkeiden täytäntöönpanoa, niiden aikana ja niiden jälkeen. On olennaisen tärkeää ottaa kaikki sidosryhmät mukaan ennakoivasti, jotta kyseessä ei ole vain yksisuuntainen tiedotusprosessi, ja harkita paikallisväestön palkitsemista hiilenhallintainfrastruktuurin vastaanottamisesta paikkakunnalleen.

Jäsenvaltioiden olisi hiilestä irtautumista koskevien tavoitteidensa mukaisesti otettava mukaan kaikki teollista hiilenhallintaa koskevien strategioiden parissa työskentelevät sidosryhmät. Sen lisäksi, että tällaisissa keskusteluissa vauhditetaan kansallista vuoropuhelua teollisesta hiilenhallinnasta ilmastotavoitteiden yhteydessä, niissä olisi myös esitettävä teknologian ja sen soveltamisen tukemisen taloudelliset perusteet, niistä seuraavat mahdollisuudet ja kustannukset, turvallisuus- ja ympäristönäkökohdat ja -riskit sekä sääntelytoimet, joilla puututaan näihin huolenaiheisiin. Näitä keskusteluja olisi käytävä myös kansainvälisesti.

Komissio aikoo hyödyntää CCUS-foorumia ja muita komission foorumeja, kuten Euroopan unionin kestäväen energian teemaviikkoa, herättääkseen julkista keskustelua ja lisätäkseen yleistä ymmärrystä ja tietoisuutta teollisesta hiilenhallinnasta. Lisäksi se edistää julkista keskustelua kansallisella ja paikallisella tasolla jakamalla tietoja ja kokemuksia hankkeista, joita se tukee muun muassa innovaatorahastosta ja Euroopan laajuisista energiaverkoista.

Komissio seuraa yleistä mielipidettä teollisesta hiilenhallinnasta muun muassa Eurobarometri-tutkimusten avulla ja kannustaa jäsenvaltioita mittaamaan yleistä tietoisuutta kansallisella tasolla. Teollista hiilenhallintaa koskeviin EU:n tutkimusrahoitusohjelmiin sisältyy kansalaisten näkemyksiä koskevia aiheita.

Komissio aikoo

- *määritellä yhteistyössä jäsenvaltioiden kanssa hiilidioksidin siirto- ja varastointihankkeiden toimintaedellytykset, joilla voidaan palkita paikallisyhteisöjä hankkeiden vastaanottamisesta;*
- *lisätä yhteistyössä jäsenvaltioiden ja teollisuuden kanssa tietämystä, tietoisuutta ja julkista keskustelua teollisesta hiilenhallinnasta.*

5.3 Tutkimus ja innovointi

Investoinnit tutkimukseen ja innovointiin tuottavat huomattavia kustannussäästöjä. Sidosryhmät korostavat, että on olemassa selkeää innovointipotentiaalia, jota hyödyntämällä voidaan lisätä tehokkuutta, laskea kustannuksia ja parantaa integraatiota. Vuosina 2007–2023 komissio on investoinut yli 540 miljoonaa euroa innovatiivisiin CCUS-ratkaisuihin tutkimuksen ja innovoinnin puiteohjelmiansa (seitsemäs puiteohjelma, Horisontti 2020 ja Horisontti Eurooppa) kautta. Komissio jatkaa investointeja kaikkia teollisen hiilenhallinnan teknologioita, myös uusia ratkaisuita, koskevaan tutkimukseen ja innovointiin, jotta voidaan lisätä teknologioiden saatavuutta markkinoilla ja saavuttaa keskipitkän ja pitkän aikavälin tavoitteet.

Avoimeen dataan perustuva esinormatiivinen tutkimus voi edistää standardointityötä. Toistaiseksi ei ole esimerkiksi täydellistä käsitystä epäpuhtaan hiilidioksidin fyysisestä ja kemiallisesta käyttäytymisestä. Tutkimusta ja innovointia tarvitaan hiilidioksidin talteenottoteknologioiden (esimerkiksi puhdistuksen) optimoimiseksi edelleen ja niiden energiatehokkuuden parantamiseksi. Tästä syystä tarvitaan perustutkimusta, minkä lisäksi tarvitaan konsepteja kaikkien merkityksellisten epäpuhtauksien jäljittämiseksi tai seuraamiseksi. Tällaisissa tapauksissa tutkimuksen tekeminen edellyttää helposti saatavilla olevaa ja avointa dataa, jotta voidaan tukea standardoinnin komponentteja ja välttää liian tiukat rajoitukset.

Koska yhä useampia CCUS-hankkeita on tarkoitus käynnistää ennen vuotta 2030, on erittäin hyödyllistä yhdistää nämä teollisen mittakaavan hankkeet tiedonjakofoorumiin, jolla helpotetaan tietojen ja parhaiden käytäntöjen keräämistä ja jakamista hiilidioksidin talteenotto- ja varastointihankkeista ja niiden välillä EU:ssa. Innovaatorahasto on jo aloittanut tämän työn niiden hankkeiden kanssa, joille on myönnetty avustusta. Tietämyksen jakamisessa keskitytään

tällä hetkellä kokemuksiin siitä, miten lopulliset investointipäätökset voidaan tehdä, mukaan lukien talteenotto- ja varastointimäärien yhteensovittaminen, lupamenettelyt ja arvoketjujen välisiin riskeihin puuttuminen.

Tulevaisuudessa tietämyksen jakaminen kattaa talteenottoteknologiat, siirto- ja varastointi-infrastruktuurin, varastointipaikkojen ominaispiirteet, sääntelynäkökohdat, standardointitarpeet, rahoituksen saatavuuden ja sidosryhmien hallinnan. Tämä sisältää myös kokemukset, joita on saatu kansalaisten osallistumisesta sekä parhaista käytännöistä, jotka koskevat hankkeiden kehittäjien sekä paikallisten ja kansallisten viranomaisten kanssa käytyjä vuoropuheluita. Tiedonjakofoorumi on avoin kaikille hankkeille, jotka ovat valmiita jakamaan tietoja ja tekemään yhteistyötä paljastamatta kaupallisesti arkaluonteisia tietoja ja noudattaen täysimääräisesti sisämarkkinoiden kilpailusääntöjä.

Teollisuushankkeista saatuja kokemuksia olisi hyödynnettävä kansallisissa ja eurooppalaisissa tutkimus- ja innovointiohjelmassa, jotta voidaan kuroa umpeen osaamisvajeita ja nopeuttaa uusien teknologioiden kehittämistä.

Komissio aikoo

- *tukea uutta yhteistyö- ja tiedonjakofoorumia teollisuuden CCUS-hankkeita varten;*
- *jatkaa investoimista teollisen hiilenhallinnan teknologioita koskevaan tutkimukseen ja innovointiin, mukaan lukien prosessien energia- ja kustannustehokkuuden optimointi ja standardointia edistävä esinormatiivinen tutkimus.*

5.4 Rajatylittävä ja kansainvälinen yhteistyö

Skaalautuvien teollisen hiilenhallinnan järjestelmien onnistunut käyttöönotto on välttämätöntä myös maailmanlaajuisille kumppaneillemme, ja se on ratkaisevan tärkeää niitä koskevien Pariisin sopimuksen mukaisten tavoitteiden saavuttamiseksi. Esimerkiksi Yhdysvallat tukee Bipartisan Infrastructure -lakinsa avulla hiilidioksidin talteenottoa suoraan ilmasta, ja se on korottanut hiilidioksidin talteenoton ja pysyvän varastoinnin verohyvityksiä Inflation Reduction -lain nojalla. Yhdistynyt kuningaskunta julkaisi vuonna 2023 visionsa hiilidioksidin talteenotosta, käytöstä ja varastoinnista ja pyrkii kehittämään markkinat 20–30 miljoonan hiilidioksiditonin vuosittaiselle talteenotolle vuoteen 2030 mennessä.⁷³ EU:n teollisuudella on näin ollen maailmanlaajuiset liiketoimintamahdollisuudet. Yhteistyö muiden edelläkävijämaiden kanssa hiilen hinnoittelun ja arvoketjujen kustannusten vähentämiseksi tarjoaa myös mahdollisuuksia nopeuttaa kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistä maailmanlaajuisesti.

Samalla on näkyvillä selkeitä mahdollisuuksia rajatylittävään yhteistyöhön. Ensimmäinen kaupallinen rajatylittävä sopimus EU:ssa tuotetun hiilidioksidin talteenotosta ja siirtämisestä

⁷³ Valkoinen talo (2023), Clean Energy Economy: A Guidebook to the Inflation Reduction Act's investments in clean energy and climate action, tammikuu 2023. Department for Energy Security and net Zero (2023), Carbon Capture Use and Storage: A vision to establish a competitive market, joulukuu 2023.

varastoitavaksi Norjaan on jo allekirjoitettu.⁷⁴ Euroopan talousalueen (ETA) jäsenvaltioiden osalta täytäntöön pantu EU:n oikeudellinen kehys on asiaankuuluva sopimuspuolten välinen 'järjestely', jota tarkoitetaan jätteen ja muun aineen mereen laskemisen aiheuttaman meren pilaantumisen ehkäisemisestä vuonna 1972 tehtyyn yleissopimukseen vuonna 1996 liitetyn kansainvälisen pöytäkirjan, jäljempänä 'Lontoon pöytäkirja', 6 artiklan 2 kohdassa. Näin ollen kaikki hiilidioksidin siirtoverkkojen ja/tai hiilidioksidin varastointipaikkojen toiminnanharjoittajat hyötyvät täysimittaisesti EU:n oikeudellisesta kehyksestä, kun ne tuovat tai vievät talteen otettua hiilidioksidia ETA:n sisällä.

Toistaiseksi ainoa tapa laajentaa tällaiset hyödyt koskemaan ETA:n ulkopuolisia maita olisi käyttää varastointipaikkoja ETA:n päästökauppajärjestelmään liittyvän päästökauppajärjestelmän nojalla⁷⁵ ja sellaisen kehyksen puitteissa, joka tarjoaa EU:n CCS-direktiiviä vastaavat oikeudelliset takeet.

Sellaisissa kolmansissa maissa sijaitsevien hiilidioksidin varastointipaikkojen mahdollinen tuleva tunnustaminen, joilla ei ole ETA:n päästökauppajärjestelmään liittyvää päästökauppajärjestelmää, riippuisi siitä, onko olemassa vastaavat olosuhteet, joilla varmistetaan talteen otetun hiilidioksidin pysyvä ja ympäristön kannalta turvallinen geologinen varastointi. Tämä edellyttää kuitenkin, että varastointia ei käytetä hiilivetyjen talteenoton lisäämiseen ja että se johtaa päästöjen kokonaisvähennykseen. EU:n ehdokasmaat, jotka harkitsevat väliaikaisia hiilen hinnoittelujärjestelmiä – jos ne liittyvät päästökauppajärjestelmään – tarjoavat erityisen tervetulleita yhteistyömahdollisuuksia liittymistä edeltävänä aikana.

Kansainvälisesti Pariisin sopimuksessa edellytetään, että sopimuspuolet mittaavat kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistavoitteidensa edistymistä ja raportoivat siitä sekä ottavat huomioon kansallisesti määritellyn panoksensa. Tähän sisältyy raportointi hiilenpoistoista, jotka on saatu aikaan hiilinielujen ja muiden teollisen hiilenhallinnan toimien avulla. Päästöt ja poistumat tulee laskea ja ilmoittaa vain kerran ja vain yhden osapuolen toimesta kaksinkertaisen laskennan välttämiseksi.

Teollisen hiilenhallinnan toimien raportointi ilmastonmuutosta koskevan Yhdistyneiden kansakuntien puitesopimuksen, jäljempänä 'UNFCCC', mukaisissa kasvihuonekaasuinventaarioissa on keskeinen aihe, johon on puututtava. Erityistä huomiota olisi kiinnitettävä kansainvälisiin arvoketjuihin, joissa hiilidioksidi otetaan talteen, siirretään, varastoidaan tai käytetään eri maissa. Näitä ovat muun muassa EU:hun tuodut ja EU:ssa käytettävät CCU-pohjaiset polttoaineet sekä hiilenpoistojen kansainväliset arvoketjut esimerkiksi BioCCS- tai DACCS-toimissa. Hallitustenvälisellä ilmastonmuutospaneelilla (IPCC) on keskeinen rooli selkeiden suuntaviivojen ja menetelmien antamisessa, jotta UNFCCC:n kasvihuonekaasuinventaarioissa voidaan raportoida asianmukaisesti kaikentyyppisistä CCS- ja CCU-toimista sekä teollisista hiilenpoistotoimista.

Kansainvälinen yhteistyö on tarpeen myös, jotta voidaan maksimoida teollisen hiilenhallinnan mahdollisuudet hiilidioksidipäästöjen vähentämisessä maailmanlaajuisesti, esimerkiksi Mission

⁷⁴ Yara investoi hiilidioksidin talteenottoon ja varastointiin Sluiskilissa ja allekirjoittaa sitovan hiilidioksidin siirto- ja varastointisopimuksen Northern Lightsin kanssa ([linkki](#)).

⁷⁵ Direktiivin 2003/87/EY 25 artiklan mukaisella sopimuksella.

Innovation -hankkeen⁷⁶ puitteissa toteutettavan hiilidioksidin poistomission kautta. Erityisesti yhteisymmärryksen luominen siitä, miten hiilidioksidi varastoidaan pysyvästi pois ilmakehästä geologisiin muodostumiin tai kestäviin tuotteisiin, voisi auttaa nopeuttamaan ja laajentamaan hankkeita ja tekemään niistä taloudellisesti kannattavampia ja tehokkaampia.

EU:n olisi osallistuttava teollisuuden, tiedemaailman ja hallinnon sekä kansainvälisten organisaatioiden kanssa käytäviin kansainvälisiin keskusteluihin ja työpajoihin, jotka koskevat teollista hiilenhallintaa, jotta hiilidioksidipäästöjä voidaan vähentää maailmanlaajuisesti ja jotta EU:n yritykset voivat toimia kolmansien maiden markkinoilla. On myös tärkeää tehdä yhteistyötä kolmansien maiden kanssa sen varmistamiseksi, että kolmansien maiden markkinat, erityisesti julkisten hankintojen markkinat, pysyvät avoimina EU:n teollisuudelle ja teknologioille ja päinvastoin.

G7-ryhmä vahvisti, että vaikka kasvihuonekaasupäästöjen välitön, kestävä ja nopea vähentäminen on edelleen keskeinen painopiste, nollanettopäästötavoitteiden saavuttamiseksi on olennaisen tärkeää ottaa käyttöön hiilenpoistoprosesseja, joihin sisältyy vankkoja sosiaalisia ja ympäristöä koskevia suojatoimia, kuten luonnollisten nielujen, BioCCS:n ja DACCS:n vahvistaminen, jotta voidaan tasapainottaa sellaisten alojen jäännöspäästöjä, joilla ei todennäköisesti päästä kokonaan irtautumaan hiilestä. G7-ryhmä totesi myös, että hiilidioksidin talteenotto, käyttö ja kierrätys sekä hiilen talteenotto ja varastointi voivat olla tärkeä osa laajaa hiilestä irtautumiseen tähtäävien ratkaisujen valikoimaa, jonka avulla voidaan saavuttaa nollanettopäästöt vuoteen 2050 mennessä.

Komissio aikoo

- *pyrkii nopeuttamaan kansainvälistä yhteistyötä teollisen hiilenhallinnan toimien yhdenmukaisen raportoinnin ja kirjanpidon edistämiseksi, jotta ne otetaan tarkasti huomioon UNFCCC:n avoimuuskehyksessä;*
- *pyrkii varmistamaan, että hiilen kansainvälisissä hinnoittelukehyksissä keskitytään tarvittaviin päästövähennyksiin ja säädetään hiilenpoistoista päästöjen vähentämiseksi aloilla, joilla päästöjä on vaikea vähentää.*

6. Päätelmät

Jotta ilmastoneutraalius voidaan saavuttaa vuoteen 2050 mennessä ja jotta EU:n taloudella olisi kaikki keinot saavuttaa vuoden 2040 ilmastotavoite, EU:n on kehitettävä yhteinen ja kattava politiikka- ja investointikehys kaikkia teollisen hiilenhallinnan näkökohtia varten. Teollista hiilenhallintaa tarvitaan vaikeasti vähennettävien päästöjen hillitsemistoimien täydentämiseksi ja negatiivisten päästöjen saavuttamiseksi vuoden 2050 jälkeen.

⁷⁶ Hanketta johtavat Kanada, Yhdysvallat ja Saudi-Arabia, ja sen osallistujia ovat Euroopan komissio, Australia, Intia, Japani ja Norja ([linkki](#)).

Hiilidioksidin talteenottoon, siirtoon, käyttöön ja varastointiin liittyviä teknologisia ratkaisuja on saatavilla, mutta ne on otettava käyttöön kaupallisesti ja laajamittaisesti sekä hyödyntämällä niitä nykyisillä teollisuudenaloilla että käynnistämällä hiilidioksidin poistaminen ilmakehästä. Näitä ratkaisuja nykyisin käyttävät yritykset ovat kuitenkin havainneet, että hiilidioksidin talteenoton, varastoinnin ja käytön kustannukset ovat korkeat ja että markkinoilla on monitahoisia toimintapuutteita, joihin on puututtava soveltamalla yhdennettyä eurooppalaista lähestymistapaa teolliseen hiilenhallintaan.

Monet jäsenvaltiot ovat kartoittaneet teoreettisia geologisia varastointipaikkoja, mutta nämä paikat on nyt muutettava rahoituskelpoiseksi hiilidioksidin varastointikapasiteetiksi. Tämä edellyttää investointien lisäksi myös laajan yleisen käsityksen luomista siitä, että hiilidioksidin maanalainen varastointi voi olla luotettava ilmastoratkaisu ja kannattavaa liiketoimintaa. Se edellyttää myös hiilidioksidin siirtoinfrastruktuurin toteuttamista.

Kun hiilidioksidi otetaan talteen, siitä tulee arvokas hyödyke, erityisesti jos se otetaan talteen biolähteistä tai ilmakehästä. Sitä olisi käytettävä laajemmin valmistusprosesseissa, erityisesti kemikaaleissa ja muoveissa, joissa nykyisin käytetään raakaöljyä ja maakaasua, sekä kestävien polttoaineiden tuotannossa, jotta voidaan hillitä vaikeasti vähennettäviä liikenteen päästöjä.

Jotta EU:ssa voidaan luoda kunnianhimoista teollista hiilenhallintaa, tarvitaan tukea hankkeille, joissa käytetään näitä teknologioita ja jaetaan tietoa. Jäsenvaltioiden ja komission on tehtävä yhteistyötä kehittääkseen ja ottaakseen käyttöön poliittinen kehys, jota tarvitaan sijoittajien varmuuden lisäämiseksi, ja otettava lisäksi mukaan paikallisyhteisöt alueilla, joilla hiilidioksidin geologista varastointia voidaan käyttää talouden hiilestä irtautumiseen.

Kaikkien tällaisten ratkaisujen on ennen kaikkea tuotettava todellisia ja mitattavissa olevia hyötyjä kansalaisille, ympäristölle ja ilmastolle. Tämän strategian myötä teollinen hiilenhallinta on EU:lle perusteltu ja taloudellisesti lupaava tie kohti ilmastoneutraaliutta vuoteen 2050 mennessä. Sen nopea täytäntöönpano edellyttää komission, jäsenvaltioiden, teollisuuden, kansalaisryhmien, tutkimusyhteisöjen, työmarkkinaosapuolten ja muiden sidosryhmien yhteisiä toimia.