Eduskunnan ympäristövaliokunta 13.3.2024

Asia: O 32/2023 vp Näkökulmia luonnon ja teknisiin hiilinieluihin – rooli nollapäästöisessä taloudessa

Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy kiittää mahdollisuudesta lausua liittyen luonnon ja teknologisiin hiilinieluihin. VTT keskittyy lausunnossaan erityisesti teknologisiin hiilinieluihin todeten kuitenkin, että luonnon hiilinielujen vahvistaminen on ilmastotavoitteiden saavuttamisen näkökulmasta ensiarvioisen tärkeää sekä usein myös taloudellisesti edullisempaa kuin teknologisten hiilinielujen tuottaminen.

Lausunto on jaoteltu seuraaviin osioihin, ympäristöministeriön taustamateriaalin mukaisesti:

- Konteksti ja keskeisiä määritelmiä
- Talousnäkökulmia ja potentiaali Suomessa
- Ohjauskeinot

Lausunto pohjaa erityisesti VTT:n Ilmastopaneelille loppuvuodesta 2023 toteuttamaan julkaisuun ”Teknologisten hiilinielujen mahdollisuudet ja niiden edistäminen Suomessa”, sekä VTT:n koordinoiman EU Horizon 2020 NEGEM tutkimus- ja innovaatiohankkeen tuloksiin.

Konteksti ja keskeisiä määritelmiä

Hallitustenvälinen ilmastonmuutospaneeli IPCC on viimeisimmässä raportissaan (IPCC AR6, WG3, 2022) tuonut esille tarpeen dramaattisille ja välittömille päästövähennystoimille, jotta globaalin keskilämpötilan nousun rajaaminen 1,5 asteeseen olisi mahdollista tällä vuosisadalla. IPCC:n 1,5 asteen päästövähennysskenaarioiden mukaisesti ihmisen aikaansaamien hiilidioksidipäästöjen ja -poistumien tulee olla yhtä suuret kuluvan vuosisadan puolivälissä ja vuosisadan jälkipuoliskolla poistumien tulisi olla päästöjä suuremmat, eli hiilidioksidia tulisi poistaa ilmakehästä enemmän kuin sinne päästetään (IPCC 2022). Hiilidioksidin poistolla ilmakehästä voidaan kompensoida niitä päästöjä, joita on muilla keinoilla hyvin vaikeaa tai kallista vähentää. Lisäksi hiilidioksidin poistoa tarvitaan palauttamaan ilmasto 1,5 asteen lämpenemisuralle, jos hiilidioksidin pitoisuus ilmakehässä on väliaikaisesti noussut liian korkealle tasolle (ns. overshoot) (IPCC 2022). Hiilidioksidia voidaan poistaa ilmakehästä lisäämällä ja vahvistamalla luonnon, kuten metsien ja maaperän, hiilinieluja, sekä toisaalta teknologisin keinoin.

Teknologisella hiilinielulla tarkoitetaan sitä, että ilmakehästä fyysisesti poistetaan hiilidioksidia ja varastoinaan se pysyvästi niin, ettei hiilidioksidi enää pääse takaisin ilmakehään.

1) Keskeinen teknologia tähän on bioperäisen hiilidioksidin talteenotto metsä- tai muun biomassan poltosta yhdistettynä hiilidioksidin pysyvään varastointiin geologisesti tai mineraaleihin sitouttamalla (bioenergy with carbon capture and storage, BECCS). Teknologinen hiilinielu toteutuu, kun biomassa on kasvaessaan sitonut ilmakehästä hiilidioksidia, joka otetaan talteen biomassan polton savukaasuista, ja varastoidaan pysyvästi. Keskeistä BECCS-teknologian käyttöönotossa on varmistaa biomassan kestävä alkuperä sekä vaikutusten minimoiminen luonnon hiilinieluihin.
2) Hiilidioksidia voidaan poistaa myös suoraan ilmakehästä talteenottamalla se kemiallisin prosessein ja varastoimalla se pysyvästi (direct air capture and storage, DACCS). DACCS-teknologia kuluttaa kuitenkin paljon energiaa, joka tulisi tuottaa päästöttömästi. DACCS:lla ei myöskään saavuteta muita kuin ilmastohyötyjä tosin kuin BECCS:n avulla, jolloin samalla tuotetaan energiaa.
3) Kolmas merkittävä teknologiaan pohjautuva hiilidioksidin poistokeino on biomassan muuntaminen pyrolyysin kautta biohiileksi. Biohiilen raaka-aineina voidaan käyttää jäte- ja sivuvirtoja, ja tuotetta voidaan käyttää esimerkiksi maatalouden maanparannusaineena, jolla on viljelyyn monia hyviä ominaisuuksia. Hiilivarastona biohiilen pysyvyys riippuu muun muassa aineen kemiallisista ominaisuuksista, kuten vedyn ja hapen määristä suhteessa orgaaniseen hiileen. Näihin voidaan vaikuttaa tuotantoprosessia optimoimalla.

BECCS- ja DACCS-teknologioihin liittyy hiilidioksidin pysyvä geologinen varastointi syvällä maankuoressa sijaitseviin hiekkakiven tai suolaveden muodostelmiin sekä ehtyneisiin öljy- ja kaasuesiintymiin. Hiilidioksidi voidaan myös mineralisoida kiviaineiksi.

Edellä mainituin tavoin ilmakehästä poistettua hiilidioksidia on mahdollista myös hyötykäyttää esimerkiksi synteettisten polttoaineiden valmistukseen tai varastoida lyhyt- tai pitkäikäisiin tuotteisiin, kuten muoveihin (carbon capture and utilisation, CCU). Synteettiset polttoaineet tai muut lyhytikäiset tuotteet eivät kuitenkaan voi toimia teknologisina hiilinieluina, sillä hiilidioksidi vapautuu niistä nopeasti takaisin ilmakehään. Sen sijaan ne voivat tuottaa päästövähennyshyötyjä, mikäli tuotteiden elinkaariset päästöt ovat matalammat kuin niiden vertailutuotteilla (esim. fossiilinen polttoaine). Jos CCU:lla tuotetaan pitkäikäisiä tuotteita, kuten rakennusmateriaaleja, niitä voisi mahdollisesti ajatella teknologisina hiilinieluina, mutta varaston pysyvyyden tulisi olla lähempänä sataa kuin kymmentä vuotta. Tilannetta voisi peilata puurakentamiseen, jossa bioperäinen hiili varastoituu rakennusmateriaaleihin.

Fossiilisen hiilidioksidin talteenotto ja varastointi ei tuota teknologisia hiilinieluja, sillä se ei poista ilmakehästä hiilidioksidia, vaan ainoastaan estää hiilidioksidin pääsyn ilmakehään. Fossiilisen hiilidioksidin talteenotto on kuitenkin yksi tärkeä ilmastonmuutoksen hillintäkeino esimerkiksi niille teollisuuden prosesseille, joissa fossiilisten päästöjen vähentäminen on muuten teknisesti hyvin vaikeaa tai kallista. Sen sijaan fossiilisen hiilidioksidin talteenoton ja varastoinnin ei tule toimia keinona pidentää nojaamista fossiilisiin polttoaineisiin.

Konteksti Suomessa

Ilmastovuosikertomus 2023 näyttää selkeästi, kuinka LULUCF-sektorin nielun pieneneminen aiheuttaa suuria haasteita päästä Suomen hiilineutraaliustavoitteeseen 2035 mennessä sekä EU:n asettamaan LULUCF-sektorin tavoitteeseen vuodelle 2030. Tämän päästövajeen (l. päästökuilun) kattaminen taakanjakosektorin toimilla on hyvin vaikeaa, ellei mahdotonta. Esimerkiksi VN TEAS HIISI -hankkeen laskelmissa oletettiin päinvastaisesti, että LULUCF-sektorin hiilinieluja voitaisiin hyödyntää taakanjakosektorilla (ns. LULUCF-jousto), mikä nykytiedon valossa ei olisi mahdollista ja siten kasvattaa entisestään taakanjakosektorin päästötavoitteen haasteellisuutta. Nielujen kasvattamiseksi LULUCF-sektorilla on Suomessa tunnistettu useita kustannustehokkaita toimia (esim. Maankäyttösektorin ilmastosuunnitelmassa, MISU), joiden toteutusta tulisi tällä hallituskaudella vahvasti ja suunnitelmallisesti edistää.

Pääministeri Orpon hallitusohjelma on nostanut keskusteluun teknologiset hiilinielut Suomen nielujen kasvattamiseksi. Suomessa olisi mahdollisuuksia yhdistää nykyisiin biomassaa käyttäviin CHP-laitoksiin, sellu- ja paperiteollisuuden laitoksiin tai muihin biojalostamoihin hiilidioksidin talteenotto ja pysyvä varastointi. Teknologisilla hiilinieluilla ei kuitenkaan voida vastata EU:n LULUCF-sektorin nielutavoitteeseen 2030.

Potentiaali Suomessa

BECCS-potentiaali Suomessa liittyy erityisesti olemassa oleviin bioenergia- ja sellu- ja paperiteollisuuden laitoksiin (Kujanpää et al. 2023). Suomella on merkittävää potentiaali BECCS-teknologian käyttöön, sillä Suomessa syntyi vuonna 2021 noin 28 Mt bioperäisiä hiilidioksidipäästöjä[1]. Bioperäisen hiilidioksidin lähteistä merkittävimmät ovat metsäteollisuus (19,6 Mt_{bio}), lämpövoimalaitokset ja muut polttolaitokset (8,0 Mt_{bio}) sekä jätteenpoltto (0,6 Mt_{bio}). Teknis-taloudellinen potentiaali BECCS:n toteuttamiseen on kuitenkin merkittävästi tätä alhaisempi.

Hiilidioksidin geologiseen varastointiin perustuvien teknologisten hiilinielujen kustannus kattaa hiilidioksidin talteenoton, paineistuksen, kuljetuksen ja varastoinnin. BECCS:n toteuttamisen yksikkökustannus vaihtelee talteenottokohteesta riippuen nykyarvion mukaan noin 120—240 €/tCO_2 välillä (arvio kustannuksista kaupallisella laitoksella vuoden 2030 tienoilla). Kustannukseen vaikuttaa

[1] Ympäristöministeriön taustamateriaalissa ”biogeeninen hiilidioksidi”.

esimerkiksi se, kuinka suuri hiilidioksidin pitoisuus savukaasussa on, kuinka isosta laitoksesta on kysymys ja sijaitseeko laitos rannikolla vai sisämaassa. Kustannusten arviointiin liittyy haasteita, koska BECCS-investointeja vastaaviin kohteisiin ei ole vielä toteutettu, eikä hiilidioksidin kuljetus- ja varastointi-infraa ole vielä tarvittavassa mittakaavassa olemassa (Kujanpää et al. 2024).

Suomessa ei ole hiilidioksidin pysyvään varastointiin soveltuvia geologisia muodostumia, kuten syvällä sijaitsevia suolavesikerrostumia tai tiiviin kerroksen sulkemaa huokoista kallioperää. Potentiaalisimmat varastoalueet löytyvät todennäköisesti Pohjanmeren alueelta, ja vaativat näin hiilidioksidin laivakuljetusta. Geologisen varastokapasiteetin rajoitettu määrä voi muodostaa merkittävän pullonkaulan, jonka poistamiseksi Suomessa tulisi alkaa valmistella huomattavasti aktiivisemmin hiilidioksidin talteenotto- ja varastointihankkeita (Kujanpää et al. 2024).

Ilmastopaneelin selvityksessä ei tutkittu biohiilen tuotannon potentiaalia hiilen pysyvässä varastoinnissa Suomessa, jota olisi hyvä selvittää erikseen. DACCS-teknologiaa tutkitaan VTT:llä, ja siihen saattaisi liittyä synergiahyötyjä osana tulevaa vähäpäästöistä energiajärjestelmää. DACCS-teknologian kustannukset ovat kuitenkin toistaiseksi hyvin korkeat, suuruusluokkaa 500-600 €/tCO_2 ja asiantuntijoiden arviot kustannusten tulevasta kehityksestä vaihtelevat (Reiner et al. 2023). On realistista olettaa, ettei kustannus lyhyellä aikavälillä laske alle 300 €/tCO_2. Kuitenkin, komission vaikutusarvio vuoden 2040 ilmastotavoitteista näkee DACCS-teknologian tarpeellisena jo ennen vuotta 2040.

Tukimekanismit

Teknologisten hiilinielujen tuottamiseksi ei Suomessa ole tällä hetkellä suoria taloudellisia kannustimia, lukuun ottamatta vapaaehtoisia päästömarkkinoita. Tukimekanismin selvitystyö tulisi käynnistää pian, jos hankkeita halutaan toteuttaa 2030-luvun alkupuolella. (Kujanpää et al. 2023)

Ruotsi on ottamassa käyttöön bioperäisen hiilidioksidin talteenotto- ja varastointihankkeille käänteisen huutokaupan, eli tarjouskilpailun, jossa tukea maksetaan sille toimijalle, joka tuottaa nieluja halvimmalla. Ruotsin energiaviranomaiselle on myönnetty huutokauppaa varten yhteensä 36 miljardia kruunua (noin 3,3 miljardia €) vuosien 2026–2046 väliselle jaksolle. Ruotsissa kaupalla tavoitellaan noin 3-10 MtCO_2 vuosittaista nielua vuoteen 2045 mennessä. Käytössä on korkeintaan 1,7 miljardia kruunua vuodessa (noin 144 M€/vuosi), ja tuki jaetaan yhdessä tai useammassa huutokaupassa. Vastaava tarjouskilpailuun perustuva tukijärjestelmä voisi olla mahdollinen myös Suomessa. Järjestelmät hyödyt toteutuisivat erityisesti tilanteessa, jossa huutokauppaan osallistuisi useita toimijoita.

……..

VTT näkee, että teknologisia hiilinieluja tarvitaan 2030-luvulta alkaen, ja niiden rooli Suomen ilmastopolitiikassa on syytä määritellä selkeästi. Teknologiset hiilinielut tulee toteuttaa tiukkojen päästövähennysten sekä luonnon hiilinielujen kasvattamisen rinnalla, eli täydentävänä toimena. Myös EU komission tiedonanto 2040 ilmastopolitiikasta (COM(2024) 63 final) ja sen tueksi laadittu vaikutusten-arviointi tukevat näitä näkökulmia.

Espoossa 9. helmikuuta 2024

Kati Koponen
Senior Scientist
Scenario planning to carbon-neutrality

Antti Arasto
Vice President
Industrial energy and hydrogen

Lähteet:

IPCC (2022). IPCC AR 6 WG3: Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [P.R. Shukla, J. Skea, R. Slade, A. Al Khourdajie, R. van Diemen, D. McCollum, M. Pathak, S. Some, P. Vyas, R. Fradera, M. Belkacemi, A. Hasija, G. Lisboa, S. Luz, J. Malley, (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA. doi: 10.1017/9781009157926 https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/

Kujanpää, L., Koponen, K., Linjala, O., Mäkikouri, S., Arasto, A. 2023. Teknologisten hiilinielujen mahdollisuudet ja niiden edistäminen Suomessa. Suomen ilmastopaneelin raportti 5/2023. https://www.ilmastopaneeli.fi/wp-content/uploads/2023/12/ilmastopaneelin-raportti-5-2023-teknologisten-hiilinielujen-mahdollisuudet-ja-niiden-edistaminen-suomessa.pdf

Reiner et al. 2023. Final Report on Expert Elicitation for NETPs. NEGEM deliverable 5.4. https://www.negemproject.eu/wp-content/uploads/2023/08/NEGEM_D5.4-Expert-elicitation.pdf