

Oglekļa uztveršana un uzglabāšana – “modes tendency” vai iespēja?

Avoti: cleanenergywire.org, essd.copernicus.org, ipcc.ch, lmsp.lv

Oglekļa uztveršana un uzglabāšana (CCS) strauji iegūst milzīgu nozīmi Vācijā, Eiropas Savienībā un visā pasaulē kā būtisks klimata rīcības elements.

Šī tehnoloģija šķiet ērts risinājums klimata krīzei - CO₂ uztver no fosilā kurināmā izmantošanas elektrostacijās un rūpnīcās un uzglabā pazemē. Tomēr daudzi tās pielietojumi joprojām ir strīdīgi, jo izmaksas ir augstas, tehnoloģija nav pietiekami attīstīta un pastāv risks, ka uzmanība tiks novirzīta no tūlītējas emisiju samazināšanas. Šajā jautājumu un atbilžu sadaļā ir atbildes uz visbiežāk uzdotajiem jautājumiem par CCS, pamatojoties uz zinātnisko konsensu.

1. Kas ir oglekļa uztveršana un uzglabāšana (CCS)?

Oglekļa dioksīda uztveršanā un uzglabāšanā (CCS) CO₂ tiek uztverts no izplūdes gāzēm un pēc tam uzglabāts uz visiem laikiem. Šeit ir jāizdala divi pamatprincipi: vai oglekļa dioksīds tiek uztverts tieši liela mēroga rūpnīcās, vai CO₂ tiek filtrēts no gaisa pēc tam, neatkarīgi no tā, kur tas iepriekš radies (Erlach et al. 2022).

Klasiskā CCS metode ietver emisiju uztveršanu no fosilā kurināmā spēkstacijām vai lielām rūpniecības iekārtām, pirms tās nonāk atmosfērā. Šajā metodē CO₂ tiek uztverts pirms, laikā vai pēc attiecīgajiem sadegšanas vai ražošanas procesiem, izmantojot ķīmiskus procesus.

Pēc tam oglekļa dioksīds tiek transportēts pa cauruļvadiem, autocelļiem vai kuģiem un pēc tam uzglabāts ilgtermiņa uzglabāšanas vietās, piemēram, pazemē vai zem jūras. Šim nolūkam piemērotas ģeoloģiskas struktūras ir tukši naftas un gāzes rezervuāri vai sāls akviferi, kas ir porainu iežu slāņi ar sālsūdeni. Jo īpaši ASV un Kanādā saspiestu CO₂ ievada arī

gandrīz izsmeltos naftas un gāzes laukos, lai iegūtu atlikušos ogļūdeņražus, kas pazīstams kā “papildus naftas ieguve”.

Zemes garozā esošajos ģeoloģiskajos nogulumos oglekļa dioksīds tiek uztverts dažādos veidos: dažkārt tas ir izšķīdis pazemes sālsūdenī, ieslodzīts mazos vai lielākos dobumos vai veido ciešus savienojumus ar noteiktiem minerāliem klintīs. Mērķis vienmēr ir pēc iespējas ilgstoši nepieļaut CO₂ nokļūšanu atmosfērā.

Speciālistu diskusijās par klimata pētījumiem un (starptautisko) klimata politiku CCS tehnoloģija ietilpst vispārējā terminā “oglekļa pārvaldība”. Šīs jomas ir skaidri jānošķir, jo tām ir atšķirīgas piemērošanas jomas un tās var spēlēt atšķirīgas lomas klimata politikā un klimata aizsardzībā.

Carbon Management		
Fossil CO ₂ -Sources (Energy sources or process emissions)		Biomass and ambient air as source of CO ₂
CCU <i>Delaying of hard-to-abate emissions</i>	CCS <i>Reducing of hard-to-abate emissions</i>	CDR <i>Offsetting of residual emissions</i>

Infografika no: SWP-Aktuell 2023/A 30

Tradicionālā CCS (oglekļa uztveršana un uzglabāšana) tehnoloģija, kas uztver oglekļa dioksīdu no sadedzinātajiem fosilajiem kurināmajiem, ir viens no emisiju samazināšanas veidiem. Tādējādi tā var palēnināt CO₂ koncentrācijas pieaugumu atmosfērā. Otrs oglekļa pārvaldības elements ir “oglekļa uztveršana un izmantošana” (CCU). Arī šajā gadījumā CO₂ tiek uztverts (galvenokārt) no fosilajiem avotiem un pēc tam izmantots kā materiāls. Tomēr atkarībā no produkta oglekļa dioksīds parasti tiek sekvestrēts tikai uz laiku.

Trešā oglekļa pārvaldības joma ir “oglekļa dioksīda noņemšana” (CDR). Šajā sektorā ietilpst dažādas iespējas oglekļa dioksīda “noņemšanai” no atmosfēras, citiem vārdiem sakot, CO₂ koncentrācijas samazināšanai atmosfērā. No vienas puses, ir dabā balstīti risinājumi, piemēram, apmežošana vai purvu atjaunošana, un, no otras puses, ir divi īpaši tehnoloģiskie risinājumi CCS - oglekļa dioksīds tiek uztverts no biomasas sadedzināšanas (BECCS) vai iegūts tieši no gaisa (DACCS) un pēc tam ievadīts pazemē.

2. Kas ir BECCS?

Ir vēl viena CCS forma, kas pazīstama kā bioenerģija ar uztveršanu un uzglabāšanu (BECCS). Šajā procesā elektrostacijas neuzkrāj oglekļa dioksīdu no fosilā kurināmā, piemēram, ogļu vai dabasgāzes, sadegšanas, bet gan no biomasas, piemēram, koksnes šķeldas, sadegšanas. Sadegot atbrīvotais CO₂ tiek absorbēts no apkārtējā gaisa. Pastāvīgi uzglabājot šo oglekļa dioksīdu, BECCS nodrošinātu gāzes neto izdalīšanos no atmosfēras, kas ne tikai palēninātu globālo sasilšanu (tāpat kā tradicionālā CCS), bet ilgtermiņā varētu to pat apturēt.

Pētnieki ir vienisprātis, ka, lai sasniegtu Parīzes klimata nolīgumā noteikto globālās sasilšanas ierobežojumu 2 grādiem un jo īpaši 1,5 grādiem, ir nepieciešams noteiktā līmenī samazināt CO₂ emisijas atmosfērā. Pat ar stingru klimata aizsardzību daļas emisijas būs ļoti grūti vai neiespējami samazināt tieši pie avota (piemēram, lauksaimniecībā). BECCS vai DACCS formu izmantošana būtu daudzsoļa iespēja, lai kompensētu šīs atlikušās emisijas un galu galā sasniegtu “neto nulles” bilanci, kad siltumnīcefekta gāzu emisiju daudzums ir vienāds ar atmosfērā t.s. “izņemto apjomu.”

3. Kas ir DACCS?

Papildus parastajai CCS pašlaik pētniecības un attīstības posmā ir arī tiešā gaisa uztveršana un uzglabāšana (DACCS), kurā oglekļa dioksīdu neuztver elektrostacijās vai rūpniecības objektos, bet gan izdala no apkārtējā gaisa, izmantojot tiešo gaisa uztveršanu (DAC). Tas notiek neatkarīgi no tā, kur, kā un kad tas iepriekš nonācis atmosfērā. Tāpat kā CCS, uztvertais oglekļa dioksīds pēc tam tiek saspīests, transportēts un parasti uzglabāts ģeoloģiskos rezervuāros (arī Latvijā ir tāda iespēja, piemēram, Dobeles novadā, kur atrodas šim mērķim unikāls un atbilstošs ģeoloģiskais veidojums).

DACCS varētu izmantot, lai no atmosfēras vēlāk attīrītu emisijas no liela skaita salīdzinoši mazu atsevišķu avotu, piemēram, transporta vai lauksaimniecības. Tāpat kā BECCS, arī šī tehnoloģija tiek uzskatīta par “oglekļa neitrālu”, jo tās izmantošana rada kopējās neto negatīvās emisijas.

4. Kas ir oglekļa uztveršana un izmantošana (CCU)?

Kā alternatīva uzglabāšanai, uztvertais CO₂ var tikt izmantots arī tieši rūpnieciskos procesos, piemēram, ķīmiskajā rūpniecībā, lai ražotu vielu mēslošanas līdzekļiem, plastmasu vai sintētisko degvielu (pazīstama arī kā “e-degviela”). Šo tehnoloģiju sauc par oglekļa uztveršanu un izmantošanu (CCU). Pašlaik šī materiāla izmantošanas potenciāls joprojām ir neliels. Sestajā novērtējuma ziņojumā (IPCC 2022, AR6, 3. sējums, 6.4.2.5. nodaļa) IPCC sniedz aplēsi, ka tas ir 1–2 miljardi tonnu gadā, tomēr saskaņā ar IPCC potenciāls līdz gadsimta vidum varētu pieaugt līdz 20 miljardiem tonnu gadā, citiem vārdiem sakot, ļoti ievērojami. Tomēr, lai to sasniegtu, joprojām būtu nepieciešama dramatiskā tehnoloģiskā attīstība.

Tomēr dažas CCU iespējas prasa daudz enerģijas, kas, visticamāk, ierobežos iespējamo pielietojumu skaitu. Turklāt daudzos gadījumos šādā veidā ražotie produkti CO₂ neuzglabā pastāvīgi. Piemēram, sintētisko degvielu gadījumā CO₂ ātri atbrīvojas un parasti jau pēc dažām dienām vai mēnešiem nonāk atmosfērā. Pārstrādājot plastmasā, saistīšanās process ir ilgāks. Tomēr, ja šo plastmasu sadedzina atkritumu sadedzināšanas iekārtās, oglekļa dioksīds atkal nonāk atmosfērā. Jāatzīmē arī, ka materiālu izmantošanai CO₂ dažkārt ir nepieciešams ļoti augstā tīrībā vai ļoti augstā spiedienā. Piemēram, mēslošanas līdzekļu ražošanai nepieciešamās vielas ražošanai CO₂ ir nepieciešams nodrošināt 122 *bar* spiedienu un 99,9 % tīrību, kas kopumā ir ļoti liels un dārgs process.

5. Cik daudz CO₂ var uztvert CCS?

Līdz šim pasaulē ir uzglabāts ļoti maz oglekļa dioksīda. Saskaņā ar *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) klimata portālu, 2023. gadā tas bija aptuveni 0,045 miljardi tonnu gadā, kas atbilst aptuveni desmit miljonu automašīnu gada emisijām. Salīdzinājumam: saskaņā ar Global Carbon Budget ziņojumu, 2022. gadā cilvēka darbības rezultātā tika radīti 40,6 miljardi tonnu CO₂. Jāuzsver, ka 36,6 miljardi tonnu radās no fosilā kurināmā sadedzināšanas.

Tas nozīmē, ka tikai aptuveni viena tūkstošdaļa no ik gadus izdalītā oglekļa dioksīda pašlaik tiek uzglabāta, izmantojot tradicionālo CCS (oglekļa uztveršanas un uzglabāšanas) tehnoloģiju. Vēl sliktāk ir tas, ka liela daļa no šī daudzuma pašlaik ir saistīta ar uzlabotiem naftas ieguves procesiem, kas, no vienas

puses, rada papildu emisijas no fosilā kurināmā daudzumu sadedzināšanas un, no otras puses, vairs nebūs nepieciešami, kad naftas un gāzes ražošana tiks pakāpeniski pārtraukta.

CCS tehnoloģija līdz šim ir izmantota nedaudzās vietās dažās valstīs. IPCC sestajā novērtējuma ziņojumā minēts, ka 2022. gadā visā pasaulē komerciāli darbosies 28 rūpnīcas. Norvēģijā CCS mazākā apjomā darbojas jau vairāk nekā 25 gadus un CO₂ tiek uzglabāts zem Ziemeļjūras. Dānija tikko ir nodevusi ekspluatācijā savu pirmo rūpnīcu un plāno uzglabāt lielākus CO₂ daudzumus. ASV līdz šim ir ekspluatētas tikai rūpnīcas, kas izmanto CO₂, lai izspiestu atlikušo naftu un gāzi no ieguves laukiem. Pasaulē vienīgā strādājošā ogļu spēkstacija ar CCS tehnoloģiju atrodas Kanādas vidusdaļas provincē Saskačevānā.

Ir pieejami dažādu avotu sastādīti CCS iekārtu saraksti, daži no tiem saistīti ar nozari, citi, piemēram, no kritiski noskaņotajām nevalstiskajām organizācijām vai plašsaziņas līdzekļiem. Šajos sarakstos minēto rūpnīcu skaits un novērtējums dažos gadījumos ievērojami atšķiras:

- Global CCS Institute iekārtu datu bāze
- Eiropas CCS un CCU projektu saraksts *Zero Emissions Platform*
- Divpadsmit pasaules lielāko CCS projektu saraksts tiešsaistes žurnālā DeSmog

CCS potenciāls ir ievērojams. Tomēr saskaņā ar IPCC 2021./22. gada sestajā novērtējuma ziņojumā šīs tehnoloģijas ieviešana un attīstība pagātnē ir prasījusi daudz vairāk laika, nekā iepriekš tika pieņemts.

Vācijas zinātņu akadēmijas kopīgā dokumentā ir nonākušas pie ļoti līdzīga secinājuma: "Atsevišķie CO₂ uztveršanas, CO₂ transportēšanas un pazemes CO₂ uzglabāšanas (CCS) procesa posmi principā ir gatavi izmantošanai rūpnieciskā mērogā. Tomēr CCS tehnoloģijas attīstība un ieviešana tirgū pēdējos gados ir noritējusi daudz lēnāk, nekā tika prognozēts pirms pieciem līdz desmit gadiem." (Erlach et al. 2022)

Principā šī tehnoloģija ir dārga un energoietilpīga un uzglabāšanas vietas ir regulāri jāpārbauda un jāuztur, iespējams, pat gadsimtiem ilgi. Jāņem vērā arī tas, ka iekārtas ar CCS arī nav pilnīgi bez CO₂. Tā kā šī tehnoloģija palielina kopējo enerģijas patēriņu,

elektrostacijas, kurās tiek uztverts oglekļa dioksīds, sākotnēji rada vairāk CO₂. IPCC 2005. gada īpašajā ziņojumā par šo jautājumu minēts, ka CO₂ emisijas palielināsies par 10–40 % (SRCCS, kopsavilkums politikas veidotājiem). PPēc pašreizējā tehnoloģiju stāvokļa aptuveni 90 % no šīm emisijām var uztvert (Dods et al. 2021); praksē, saskaņā ar plašsaziņas līdzekļu ziņām, bieži vien mazāk. Pat ja paliek tikai desmit procenti CO₂ emisiju, piemēram, no ogļu spēkstacijām, tas joprojām ir milzīgs daudzums, un šādā veidā nevar panākt klimata neitralitāti. Pašlaik tiek veikti pētījumi, lai palielinātu efektivitāti. Taču tas, visticamāk, padarītu tehnoloģiju vēl dārgāku. No atlikušajiem 2 % CO₂ izmaksas strauji pieaug (Brandl et al. 2021).

6. Cik daudz CO₂ var no gaisa attīrīt ar BECCS vai DACCS?

Tikai BECCS un DACCS tehnoloģijas piedāvā iespēju pastāvīgi no atmosfēras izvadīt oglekļa dioksīdu, kas jau ir izdalījies pagātnē vai citur, tādējādi samazinot CO₂ saturu atmosfērā (un tādējādi arī zemes temperatūru). Ziņojumā *“The State of Carbon Dioxide Removal”* sniegts pārskats par oglekļa izvadīšanas no atmosfēras stāvokli; četri galvenie autori ir piedalījušies arī IPCC ziņojumu sagatavošanā. Ziņojumā norādīts, ka BECCS gadījumā uzglabāšana varētu palielināties no pašreizējiem 0,02 miljardiem tonnu CO₂ gadā līdz 0,03–0,2 miljardiem tonnu līdz 2030. gadam. Tiešas gaisa uztveršanas un oglekļa uzglabāšanas (DACCS) gadījumā kopējais daudzums varētu palielināties no pašreizējiem mazāk nekā 0,00001 miljardiem tonnu līdz pat 0,3 miljardiem tonnu gadā tajā pašā periodā. Tomēr pat šie palielinātie apjomi ir samērā mazi salīdzinājumā ar aptuveni 40 miljardiem tonnu CO₂, kas pašlaik tiek emitēti katru gadu.

Sestajā novērtējuma ziņojumā par 2021./2022. gadu IPCC min ievērojami lielākus skaitļus. Ilgtermiņā DACCS potenciāls vien ir no 5 līdz 40 miljardiem tonnu CO₂ gadā, kas nozīmē, ka ilgtermiņā no atmosfēras varētu tikt izvadīta ievērojama daļa emisiju, izmantojot CO₂ “noņemšanu”. Tomēr saskaņā ar IPCC šo potenciālu “galvenokārt ierobežo prasības attiecībā uz zemu oglekļa emisiju enerģiju un izmaksas”.

7. Cik daudz CO₂ pazemes uzglabāšanas jaudas reāli var izmantot?

Saskaņā ar IPCC datiem, teorētiski visā pasaulē ģeoloģiskās struktūrās var uzglabāt aptuveni 10 000 miljardu tonnu CO₂ (IPCC

2022, AR6, WG3, 6.4.2.5. nodaļa), kas atbilst aptuveni 250 gadu globālajām emisijām.

Lielākā daļa (80 %) no teorētiskajām uzglabāšanas jaudām atrodas tā sauktajos “sāls akviferos” – porainos iežu slāņos, kas satur sāli. Principā uzglabāšanai piemēroti ir arī izsmeltie naftas un gāzes krājumi. Šajā gadījumā CO₂ uzglabāšanai varētu izmantot esošo naftas un gāzes ieguves infrastruktūru.

Tomēr ne visi rezervuāri, kuros varētu uzglabāt CO₂, ir izmantojami praksē. Piemēram, spiediens būtiski piemērotā veidojumā var būt pārāk augsts, lai varētu ievadīt oglekļa dioksīdu. Potenciālās uzglabāšanas vietas var būt pārāk tālu no ražošanas vietām vai sasniedzamas tikai ar ļoti augstām papildu izmaksām. Tomēr uzglabāšanas potenciāls ir ļoti liels. IPCC par to raksta 3. darba grupas 2022. gada ziņojumā:

“Ne visas uzglabāšanas jaudas ir izmantojamas, jo ģeoloģiskie un inženiertehniskie faktori ierobežo faktisko uzglabāšanas jaudu līdz lielumam, kas ir mazāks par teorētisko potenciālu, kas joprojām pārsniedz CO₂ uzglabāšanas prasības līdz 2100. gadam, lai ierobežotu temperatūras izmaiņas līdz 1,5 °C” (IPCC 2022, AR6, WG3, 6.4.2.5. nodaļa).

Reāli, saskaņā ar IPCC, pasaulē varētu uzglabāt apmēram 1000 miljardus tonnu CO₂. Tomēr uzglabāšanas jauda atšķiras atkarībā no reģiona. Piemēram, Vācijā uzglabāšanai īpaši piemēroti ir izsmeltie dabasgāzes krājumi un dziļie sāls akviferi. Pirms dažiem gadiem divi Federālās ģeozinātņu un dabas resursu institūta pētnieki secināja, ka teorētiski vien Vācijas sāls akviferos varētu uzglabāt aptuveni 20 līdz 115 miljardus tonnu; tas nozīmē, ka vien Ziemeļvācijā varētu uzglabāt līdz 109 miljardiem tonnu CO₂. Salīdzinājumam, pēc Vācijas Federālās vides aģentūras datiem, 2022. gadā Vācijā tika emitēti aptuveni 0,66 miljardi tonnu CO₂. CDRmare projektā vairāki Vācijas jūras pētniecības institūti pašlaik pēta iespējas uzglabāt oglekļa dioksīdu ģeoloģiskajos veidojumos zem Ziemeļjūras. Saskaņā ar sākotnējām publikācijām, potenciāls ir vairāki miljardi tonnu. Līdz gadsimta beigām tur varētu uzglabāt aptuveni 30 miljonus tonnu CO₂ gadā.

Austrijā veiktajā pētījumā tika konstatēts, ka varētu uzglabāt līdz 0,12 miljardiem tonnu gāzes (Welkenhuysen et al. 2016), salīdzinot ar Austrijas Federālās vides aģentūras datiem par gada emisijām 0,08 miljardiem tonnu 2022. gadā. 2010. gadā Šveices

Federālās enerģētikas aģentūras pētījumā Šveices kapacitāte tika novērtēta apmēram 2,6 miljardiem tonnu CO₂ (Diamond et al. 2010), bet Federālās vides aģentūras dati liecina, ka gada emisijas ir apmēram 0,045 miljardi tonnu.

Tomēr kapacitātes aprēķināšanai izmantotās metodes ievērojami atšķiras. Tāpēc norādītās vērtības var uzskatīt tikai par orientējošām.

8. Cik dārga ir šī tehnoloģija?

Līdz šim visas CCS tehnoloģijas formas ir bijušas ļoti dārgas. Saskaņā ar IPCC datiem, oglekļa dioksīda uztveršana vietā, kur tas tiek izdalīts, pašlaik maksā vairāk nekā 50 ASV dolārus par tonnu CO₂. Saskaņā ar IPCC investīciju izmaksas ogļu vai gāzes elektrostacijā ar CCS ir gandrīz divas reizes augstākas nekā gadījumā, ja CCS netiek izmantota. Turklāt palielinās ekspluatācijas izmaksas un samazinās elektrostacijas efektivitāte, jo oglekļa dioksīda uztveršanai ir jāizmanto ievērojams enerģijas daudzums.

Ja uzglabāšanas vietas atrodas tālu no emisiju avotiem, rodas arī ievērojamas izmaksas gāzes transportēšanai uz uzglabāšanas vietu, nemaz nerunājot par izmaksām uzglabāšanas vietas ilgtermiņa uzturēšanai un drošībai. Vācijas pētniecības konsorcijs CDRmare runā par kopējām izmaksām no 150 līdz 250 eiro par tonnu CO₂, kas tiek ievadīts Ziemeļjūrā.

DACCS, kas ne tikai samazina CO₂ emisijas, bet arī no atmosfēras izvada siltumnīcefekta gāzes, ir vēl dārgāka. IPCC ziņojumā izmaksas (līdz gadsimta vidum) tiek lēstas no 100 līdz 300 dolāriem par tonnu CO₂. Ziņojumā par oglekļa dioksīda noņemšanas stāvokli minētas cenas - 780 dolāri 2020. gadā un 1200 dolāri 2021. gadā esošajām pilotiekārtām, kas faktiski darbojas. Vācijas Zinātņu akadēmija skaidri norāda augsto izmaksu iemeslus.

CO₂ veido tikai ļoti mazu gaisa daļu (tikai 0,04 % no tilpuma). Lai saražotu vienu kubikmetru CO₂ ir "jāfiltrē" vismaz 2500 kubikmetri gaisa. Vienai tonnai CO₂ tas atbilst aptuveni 1,27 miljoniem kubikmetru gaisa, pat ja tiek sasniegta simtprocentīga filtra efektivitāte." (Erlach et al. 2022)

Cenas, visticamāk, turpinās samazināties, attīstoties DAC tehnoloģijām un to ieviešanai. Tomēr nav skaidrs, vai, piemēram, elektroenerģijas ražošanas izmaksas ogļu vai gāzes elektrostacijās ar CCS vidējā vai ilgtermiņā spēs konkurēt ar elektroenerģijas ražošanas izmaksām no saules vai vēja enerģijas. Šie enerģijas ražošanas veidi jau tagad ir ievērojami lētāki, un to izmaksas, visticamāk, turpinās samazināties. Citiem vārdiem sakot, CCS rezultātā, visticamāk, palielināsies jau esošā cenu atšķirība starp atjaunojamajiem energoresursiem, kas parasti ir lētāki, un fosilā kurināmā spēkstacijām, kas vidēji ir dārgākas.

9. Kādi ir riski?

Vācijas zinātņu akadēmijas par šo tematu raksta: “Iespējamie riski ietver nelielas lokālas zemestrīces, sālsūdens pārvietošanos pazemē un tā iekļūšanu gruntsūdeņos, kā arī CO₂ noplūdi attiecīgajās vietās. Noplūdes rezultātā daļa CO₂ atgrieztos atmosfērā, kas samazinātu CO₂ uztveršanas efektivitāti. Daudzi eksperti uzskata, šie riski ir zemi pareizi īstenotos projektos un ar profesionālu riska pārvaldību piemērotās vietās.” (Erlach et al. 2022) IPCC pieņem, ka katru gadu izplūdis mazāk nekā 0,001 % no piemērotās struktūrās uzglabātā CO₂. Tādējādi, ja CCS tiek īstenota rūpīgi, tās riski ir samērā zemi.

Viena no problēmām tomēr ir tā, ka CCS izmantošanai nepieciešams daudz ūdens. Elektrostacijas, kas izmanto CCS, patērē par 25 līdz 200 procentiem vairāk ūdens nekā elektrostacijas bez CCS tehnoloģijas. Turpretim saules un vēja elektrostacijas darbības laikā praktiski nepatērē ūdeni.

Tas, ka CCS izmantošanai nepieciešams tik daudz ūdens, ir saistīts ar augstāku enerģijas patēriņu un nepieciešamību dzesēt iekārtas. CCS iekārtu būvniecība ļoti sausos reģionos (piemēram, ASV dienvidrietumos vai Dienvidaustrumāzijā) vai upēs, kurās pieaug zema ūdens līmeņa risks, varētu izraisīt elektrostaciju jaudas samazināšanu vai pilnīgu slēgšanu vasarā. Tomēr šo problēmu varētu mazināt, ja ūdens tiktu efektīvāk izmantots vai pārstrādāts.

Daudzos pētniecības projektos joprojām tiek pētīts, kā un vai CCS var droši izmantot lielā mērogā. Tomēr ir skaidrs, ka tādi pasākumi kā CO₂ uzglabāšana pazemē nav tik viegli atrisināms, ja rodas problēmas, kā piemēram, dabā balstīti risinājumi oglekļa dioksīda

sekvestrēšanai (IPCC 2022, AR6, WG3, kopsavilkums politikas veidotājiem, C.11.3).

10. Vai ir jēga izmantot CCS?

Šajā jautājumā ir jāapsver atsevišķi dažādie tehnoloģijas varianti, proti, CCS, no vienas puses, un BECCS un DACCS, no otras puses. Tomēr principā visas trīs tehnoloģijas ir nepieciešamas, lai mazinātu klimata pārmaiņas. Visi IPCC apsvērtie ceļi, lai ierobežotu globālo temperatūras paaugstināšanos zem 2 °C vai 1,5 °C, ietver dažādas CCS formas.

Pirmkārt, BECCS un DACCS tehnoloģijas, kas var no atmosfēras izvadīt CO₂. To varētu panākt arī ar dabā balstītiem risinājumiem, piemēram, plaša mēroga apmežošanas pasākumu īstenošanu. Tomēr jauni meži oglekļa dioksīdu neuzkrāj pietiekami. Klimata pārmaiņas strauji palielina mežu ugunsgrēku risku, apdraudot mežu potenciālu droši uzkrāt oglekli. Turklāt mežsaimniecības vai lauksaimniecības pasākumiem nepieciešamas milzīgas zemes platības, tāpēc to potenciāls ir ierobežots. Saskaņā ar IPCC ir būtiski svarīgas tehnoloģiskas metodes, kas darbojas kā oglekļa uzkrājēji, jo īpaši bioenerģija ar oglekļa uztveršanu un uzglabāšanu (BECCS) un tieša gaisa uztveršana un oglekļa uzglabāšana (DACCS).

Augsto izmaksu un lielo pūļu dēļ šo CCS veidu izmantošana ir iespējama tikai ierobežotā apjomā un nevar aizstāt emisiju samazināšanu ar citiem līdzekļiem. IPCC sestā novērtējuma ziņojuma 3. sējumā vispārīgi minēta oglekļa dioksīda noņemšana (CDR): "Oglekļa dioksīda noņemšana (CDR) ir nepieciešama, lai sasniegtu neto nulles CO₂ un siltumnīcefekta gāzu emisijas gan pasaules, gan valstu līmenī, kompensējot "grūti samazināmas" atlikušās emisijas [...] Kā daļa no ambiciozām mazināšanas stratēģijām pasaules vai valstu līmenī bruto CDR var pildīt trīs dažādas funkcijas, papildinot emisiju samazināšanu:

- samazināt CO₂ vai siltumnīcefekta gāzu emisijas neto daudzumu tuvākajā nākotnē;
- kompensēt "grūti samazināmas" atlikušās emisijas, piemēram, CO₂ no rūpnieciskās darbības un tālsatiksmes transporta vai CH₄ un slāpekļa oksīdu no lauksaimniecības, lai palīdzētu sasniegt CO₂ vai siltumnīcefekta gāzu emisijas neto daudzumu vidējā termiņā

- sasniegt neto negatīvas CO₂ vai siltumnīcefekta gāzu emisijas ilgtermiņā, ja to izmanto līmenī, kas pārsniedz gada atlikušās emisijas" (IPCC 2022, AR6, WG3, Box TS.10, Technical Summary).

Tāpēc IPCC uzskata, ka noteikti jāpaplašina CCS varianti, kas tiek uzskatīti arī par oglekļa piesaistītājiem (BECCS un DACCS).

Pētnieki ir vienprātis, ka vidējā un ilgtermiņā, lai sasniegtu klimata pārmaiņu mazināšanas mērķus, noteiktos rūpnieciskos procesos būs nepieciešama arī tradicionālā CCS, jo šos procesus nevar padarīt klimatneitrālus citā veidā vai to var izdarīt tikai ar lielām grūtībām. Piemēram, cementa ražošanā saskaņā ar IPCC nav alternatīvas CCS izmantošanai, ja ir jāsasniedz nepieciešamais emisiju samazinājums. Īpaši ilgtermiņā CCS un CO₂ materiāla izmantošana (CCU) IPCC scenārijos rūpniecības dekarbonizācijai ir izšķiroša nozīme, bet tikai kopā ar, piemēram, pāreju uz emisiju nesaturošu enerģiju, lielāku energoefektivitāti un pāreju uz aprites ekonomiku.

Pētniecība un attīstība CCS jomā pašlaik noris pārāk lēni, lai laikus nozīmīgi palēninātu globālo sasilšanu nepieciešamajā apjomā. Ziņojuma kopsavilkumā politisko lēmumu pieņemšanai IPCC raksta: "CCS ieviešanai pašlaik ir tehnoloģiski, ekonomiski, institucionāli, ekoloģiski, vides un sociāli kultūras šķēršļi. Pašreizējie CCS ieviešanas rādītāji pasaulē ir daudz zemāki nekā modelētajos scenārijos, kas paredz globālo sasilšanu ierobežot līdz 1,5 °C vai 2 °C. Šos šķēršļus varētu mazināt atbilstoši apstākļi, piemēram, politikas instrumenti, lielāks sabiedrības atbalsts un tehnoloģiskas inovācijas." (IPCC 2022, AR6, WG3, kopsavilkums politikas veidotājiem, C.4.6)

11. Vai CCS ir lietderīga fosilā kurināmā spēkstacijās?

Tādās valstīs kā Vācija, Austrija un Šveice CCS praktiski neietilpst zinātniskajās debatēs par enerģētikas nozari. Reti tiek apspriests jautājums, vai CO₂ uztveršana varētu būt risinājums gāzes spēkstacijām vai to varētu izmantot zila ūdeņraža ražošanā no dabasgāzes. Savukārt attiecībā uz ogļu elektrostacijām CCS vairs netiek nopietni apspriesta pētniecībā (atšķirībā no 2000. gadiem). Tas galvenokārt saistīts ar tehnoloģijas augstajām izmaksām un vāji attīstīto infrastruktūru. Atjaunojamo energoresursu izmantošanas paplašināšana pašlaik ir ievērojami lētāka un mazāk

sarežģīta. Turklāt lēmums pakāpeniski atteikties no ogļu elektroenerģijas ražošanas ir padarījis šo tematu novecojušu.

Tomēr dažās valstīs IPCC uzskata, ka CCS var veicināt pāreju uz klimata draudzīgāku energoapgādi, jo īpaši valstīs, kur atjaunojamā enerģija nav viegli pieejama. Tajā pašā laikā pieejamās uzglabāšanas iespējas varētu padarīt pievilcīgākas arī tādas metodes kā bioenerģija ar uztveršanu un uzglabāšanu (BECCS) un galu galā paātrināt fosilā kurināmā izmantošanas pakāpenisku izbeigšanu.

12. Kāda ir Eiropas Savienības nostāja par CCS/CCU?

CCS atgriežas Eiropā, jo bloks cenšas sasniegt klimata neitralitāti. Eiropas Komisija ir uzsvērusi oglekļa uztveršanas un uzglabāšanas (CCS) nozīmīgo lomu bloka klimata mērķu sasniegšanā. 2024. gada februārī tā publicēja priekšlikumu par Eiropas rūpnieciskās oglekļa pārvaldības stratēģiju, izklāstot pamatnostādnes oglekļa uztveršanai, transportēšanai, tirdzniecībai, pastāvīgai uzglabāšanai un izmantošanai kā pamatu ceļā uz klimata neitralitāti līdz 2050. gadam.

Komisija plāno izveidot “*vienotu Eiropas rūpnieciskā oglekļa pārvaldības tirgu*”, kura mērķis ir nākamajos gadu desmitos palielināt apjomus, lai līdz gadsimta vidum nodrošinātu atlikušo siltumnīcefekta gāzu emisiju uztveršanu un uzglabāšanu vai līdzsvarošanu, izmantojot CO₂ noņemšanu.

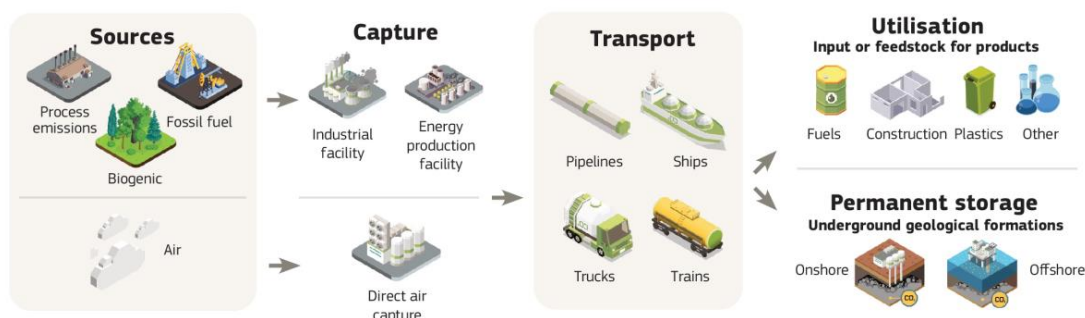
Kā daļu no sava ambiciozā priekšlikuma līdz 2040. gadam par 90 % samazināt siltumnīcefekta gāzu emisijas, Eiropas Komisija ir aicinājusi plašā mērogā ieviest CCS, kā galveno stimulu izmantojot pakāpeniski pieaugošo oglekļa cenu emisiju kvotu tirdzniecības sistēmā (ETS). Stratēģijā paredzēts līdz 2050. gadam uztvert 450 miljonus tonnu CO₂, no kuriem 250 miljoni tonnu tiks noglabāti pazemē.

Atlikušais uztvertais CO₂ tiks pārstrādāts sintētisko degvielu (e-degvielu) ražošanā tādās nozarēs kā aviācija, ķīmiskā rūpniecība un plastmasas ražošana, pakāpeniski aizstājot fosilā kurināmā oglekļa un radot ilgtspējīgus oglekļa ciklus. 2040. gada ietekmes novērtējumā teikts, ka līdz gadsimta vidum aptuveni 150 miljoni tonnu CO₂ tiks izmantoti e-degvielai un vēl 60 miljoni tonnu sintētiskajiem materiāliem, lai gan liela daļa šī oglekļa galu galā atkal nonāks atmosfērā.

Visā Eiropā turpina pieaugt interese par CCS. Saskaņā ar Globālā CCS institūta datiem, 2023. gada beigās 119 projekti atradās dažādās attīstības, būvniecības vai ekspluatācijas stadijās. Pašlaik četri projekti darbojas ES, Norvēģijā un Islandē. Vācijā ekonomikas ministrija norāda, ka šajā jomā vadošās ir tādas valstis kā Dānija, Nīderlande, Beļģija un Norvēģija, kurās tiek īstenoti progresīvi projekti, kurus varētu savstarpēji koordinēt.

Ziemeļjūras teritorijas joprojām ir vēlamākās vietas CO₂ uzglabāšanai ES, lai gan Dānija un Polija apsver arī uzglabāšanu uz sauszemes. Citas valstis, piemēram, Šveice, Zviedrija, Somija un Beļģija, ir izslēgušas uzglabāšanu uz sauszemes.

Neskatoties uz šo progresu, ES aktīvās uzglabāšanas jaudas joprojām ir niecīgas, un līdz šim ir veikti tikai izmēģinājuma testi. Piemēram, Dānijas projekts “Greensand” 2023. gada pavasarī demonstrēja CO₂ ievadīšanu izsmeltā tunelī. Plānots līdz 2025.–2026. gadam uzglabāt līdz 1,5 miljoniem tonnu gadā, palielinot šo apjomu līdz 8 miljoniem tonnu gadā līdz 2030. gadam.



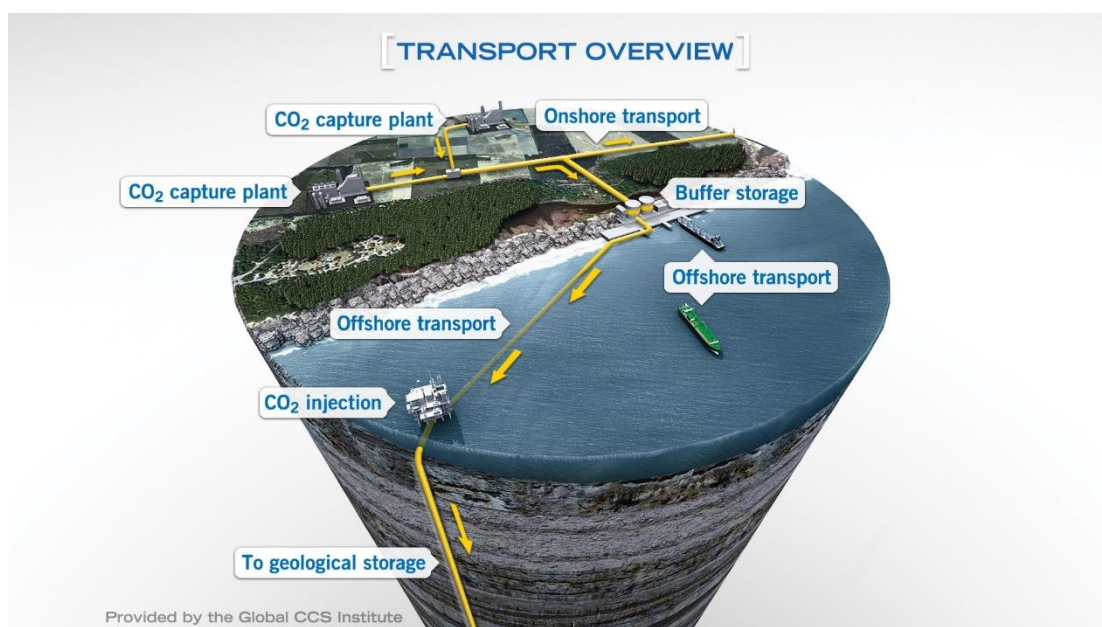
13. Vai CCS ir aizliegta Vācijā?

CCS Vācijā ir daļēji aizliegta, bet valdība strādā, lai pielāgotu tiesisko regulējumu, lai atvieglotu CCS un CCU tehnoloģiju piemērošanu valstī. Pašlaik regulējums ir sadrumstalots, un CO₂ uztveršanai, uzglabāšanai un transportēšanai ir atsevišķi noteikumi.

Uztveršana: Vācijā ir bijuši CCS pilotprojekti, piemēram, “Schwarze Pumpe” (“melnā sūkņa”) uztveršanas demonstrācijas rūpnīca Vācijas federālajā zemē Brandenburgā. Lai gan pašlaik Vācijā nav darbībā oglekļa uztveršanas rūpnīcu, saskaņā ar Federālo emisiju kontroles likumu jau tagad būtu iespējams saņemt nepieciešamo atļauju.

Uzglabāšana: Pašlaik Vācijā nav iespējams uzsākt CO₂ uzglabāšanas projektu. Valsts 2012. gada CO₂ uzglabāšanas likums, ar ko īstenoja ES minimālās prasības CO₂ uztveršanai, transportēšanai un uzglabāšanai, teorētiski atļāva ierobežotus pētījumus un izmēģinājuma projektus. Tomēr daudzas federālās zemes noteica reģionālus aizliegumus, un līdz likuma 2016. gada termiņam netika iesniegts neviens projekta pieteikums.

Transports: Pašlaik Vācijā liela apjoma CO₂ transportu kavē specializētas cauruļvadu infrastruktūras trūkums, tāpēc ir jāizmanto vilcieni, kravas automašīnas un kuģi. Valdība atzīst, ka novecojušas normas un tiesiskā nenoteiktība ir kavējušas šādas infrastruktūras attīstību, un ir apņēmusies veikt reformas. CO₂ transports ir regulēts ar uzglabāšanas likumu un papildus ar bīstamo kravu tiesību aktiem.



Valdība jau ir klasificējusi šo tehnoloģiju kā gatavību sasniegušu un drošu. Iepriekšējās valdības oglekļa pārvaldības stratēģijas projekts ir vērsts uz nozarēm ar grūti samazināmām emisijām, piemēram, cementa, kaļķa, pamata ķīmisko vielu ražošanu un atkritumu sadedzināšanu, kā arī uz lietojumiem, kur *“elektrifikācija vai pāreja uz ūdeņraža izmantošanu nav iespējama rentabli paredzamā nākotnē”*. CCS/CCU gāzes elektrostacijās arī būtu atļauta, bet nesaņemtu valsts atbalstu. Iepriekšējā valdība plānoja arī nodrošināt CO₂ uzglabāšanu rūpnieciskā mērogā gan zem jūras gultnes, gan ārvalstīs, bet ne uz sauszemes.

Jaunā valdība ir paziņojusi, ka turpinās centienus, lai CCS/CCU kļūtu iespējama Vācijā, un paredzams, ka tā savu darbu galvenokārt balstīs uz iepriekšējās Vācijas vadības izstrādātajiem likumprojektiem, kas tagad jāiesniedz atkārtoti parlamentā.

Pēc CCS lobēšanas organizācijas *Zero Emissions Platform (ZEP)* informācijas, pieci CCS/CCU projekti Vācijā varētu sākt darboties līdz 2030. gadam, ja tiks ieviesta atbalstoša politika un finanšu sistēma (situācija uz 2025. gada martu). Divos projektos CCS tiek izmantota rūpniecībā, bet citā tiek pētīta un izmēģināta CO₂ cauruļvadu infrastruktūra.

Vācijas ekonomikas ministrija uzsvēra, ka CCS/CCU izmantošanai jābūt saskaņā ar siltumnīcefekta gāzu samazināšanas mērķiem un 2045. gada klimata neitralitāti. Jautājumu un atbilžu sadaļā teikts, ka palielināšana līdz 2030. gadam šķiet reāla, ja likumdošanas grozījumi stāsies spēkā ātri.

14. Kāpēc šis teksts atspoguļo “zinātnisko konsensu”?

Zinātnieki ir uzkrājuši pārsteidzoši daudz konkrētu zināšanu par dažādu tehnoloģiju efektivitāti. To atklājumi ir atrodami, piemēram, IPCC sestajā novērtējuma ziņojumā, kas ir vairāk nekā 2000 lappuses garš.

Lai uzsvērtu, ka avotu izvēle ir būtiska šajā projektā, šajos jautājumos un atbildēs ir iekļauti avoti “akadēmiskā stilā”, lai atgādinātu lasītājiem, ka šī apkopojumā sniegtā informācija pēc iespējas precīzāk atspoguļo zinātnisko konsensu.

Nemot vērā šo mērķi, avoti ir sarindoti secībā, kurā daudz lielāka nozīme ir atbilstībai, nevis publikācijas datumam:

- 1) Ja vien iespējams, teksti balstās uz IPCC, kas sniedz ļoti uzticamus pētījumu stāvokļa kopsavilkumus un novērtējumus.
- 2) Otrā vietā ir vispusīgi metapētījumi (pētījumi, kuros novērtēti daudzi citi pētījumi), kā arī lielu pētniecības konsorcijs vai organizāciju sintēzes ziņojumi, kuros parasti piedalās plašs dalībnieku loks un notiek intensīvi pārskatīšanas procesi.
- 3) Tikai trešajā vietā apkopojumā ir izmantoti atsevišķi pētījumi, kas publicēti atzītos zinātniskajos žurnālos, kuri garantē

recenzēšanas procesu. Tas nozīmē, ka katru publikāciju pārbauda kompetenti speciālisti.

Šie jautājumi un atbildes, kā arī cita informācija, balstās informācijā, ko publicējis vācu valodā iznākošais projekts Klimafakten, kurus sarakstījuši žurnālisti un divkārti pārbaudījuši attiecīgie eksperti. Šo redakcionālo apkopojumu vadīja Cleanenergywire speciālists Toralfs Stauds, atbalstīja – Marga und Kurts Mollgārdi -Stiftungi un Deutsche Bundesstiftung Umwelt.