



## AKTUALNOSTI IZ ZNANOSTI I INDUSTRIJE

### Hvatanje i skladištenje ugljika: perspektive i izazovi budućnosti

Međuvladin panel o klimatskim promjenama (IPCC) istaknuo je da će tehnologije za hvatanje i skladištenje ugljika (CCS) biti ključan faktor u ublažavanju klimatskih promjena. No ostaje pitanje koliki doprinos CCS može realno ostvariti te koliki su tehnološki i infrastrukturni troškovi takvih rješenja?

Međuvladin panel o klimatskim promjenama (IPCC) upozorio je da će bez brzog i značajnog smanjenja emisija stakleničkih plinova te postizanja nulte neto emisije do 2050., realizacija postavljenog cilja kojim bi se globalno zatopljenje zadržalo unutar 1,5 °C biti ozbiljno ugrožena. "Veliki kapaciteti za hvatanje i skladištenje ugljika (CCS) bit će nužni," tvrdi Stuart Jenkins, istraživač klimatskih promjena sa Sveučilišta Oxford. Naglašava kako je sad ključno vrijeme za početak ulaganja u CCS tehnologiju ne bi se smanjio rizik te doprinijelo smanjenju emisija stakleničkih plinova do 2040.

U ožujku 2023. Europska komisija usvojila je Zakon o industriji s nultom neto emisijom (engl. *Net Zero Industry Act* – [https://single-market-economy.ec.europa.eu/industry/sustainability/net-zero-industry-act\\_en](https://single-market-economy.ec.europa.eu/industry/sustainability/net-zero-industry-act_en)), kojim je hvatanje, uporaba i skladištenje ugljika (CCUS) prepoznato kao jedna od osam ključnih strateških tehnologija za ostvarenje klimatskih ciljeva EU-a. Zakon predviđa razvoj kapaciteta za skladištenje 50 milijuna tona CO<sub>2</sub> godišnje do 2030.

U Ujedinjenom Kraljevstvu političari sve više prepoznaju važnost CCS tehnologije. U prosincu 2023. objavljen je službeni dokument, koji mapira razvoj konkurentnog tržišta za CCUS tehnologiju. Istaknuto je da Ujedinjeno Kraljevstvo raspolaže sa 78 milijardi tona kapaciteta za skladištenje CO<sub>2</sub> ispod Sjevernog mora. Predstavljeno je osam projekata s financijskom podrškom do 20 milijardi funti, uz prijedlog da će vlada tijekom prvog desetljeća subvencionirati razvoj tržišta za skladištenje CO<sub>2</sub>, s ciljem postizanja kapaciteta od 30 milijuna tona do 2030.

U Sjedinjenim Američkim Državama Kongresni ured za proračun je u prosincu 2023. izvijestio da postojeća mreža od 15 postrojenja za hvatanje ugljika ima kapacitet hvatanja svega 0,4 % godišnje emisije CO<sub>2</sub>. No s dodatnim 121 postrojenjem koji su u fazama izgradnje ili razvoja taj bi kapacitet mogao narasti na 3 % godišnje emisije. U razdoblju od 2011. do 2023. uloženo je više od 5 milijardi dolara u istraživanje i razvoj CCS tehnologije, a Zakon o ulaganjima u infrastrukturu i zapošljavanju iz 2021. osigurao je dodatnih 8 milijardi dolara za CCS programe u razdoblju od 2022. do 2026.

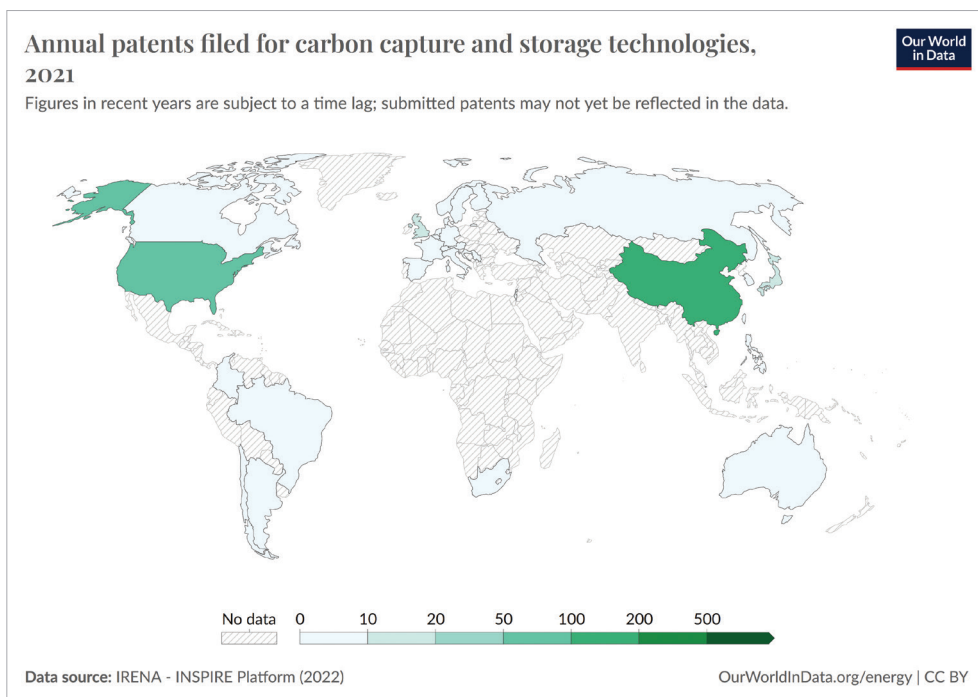
Iako CCS pristup generalno ima podršku, postoje sumnje u vezi s ekonomičnošću i stvarnim doprinosom ovog pristupa. Pojedini stručnjaci smatraju da bi troškovi implementacije CCS tehnologije mogli biti ekonomski neodrživi, a jednim od ključnih izazova smatraju nedostatak široke primjene velikih količina CO<sub>2</sub>. Trenutačno se na industrijskoj razini CO<sub>2</sub> uglavnom upotrebljava u poboljšanom izvlačenju nafte, gdje se ubrizgava u naftna polja da bi se povećala eksploatacija. Inicijative poput Flue2Chem, u suradnji s organizacijama kao što su SCI i Unile-

ver, nastoje stvoriti novi lanac vrijednosti kojim bi se industrijski otpadni plinovi pretvarali u održive sirovine za potrošačke proizvode. Nadalje, analiza iz prosinca 2023., koja se bavila procenom troškova postizanja cilja ograničenja globalnog zatopljenja na 1,5 °C, pokazala je kako bi čak i minimalno oslanjanje na CCS zahtijevalo znatno proširenje kapaciteta. Podijeljeni su i stavovi o učinkovitosti CCS tehnologije pa brojni istraživači smatraju da vlade moraju napustiti ideju CCS-a kao univerzalnog rješenja te usmjeriti napore i prema razvoju i implementaciji drugih pristupa.

Ipak, neki stručnjaci stajališta su da CCS zapravo još ni nije dobio pravu priliku za dokazivanje. "Zabilježen je određen napredak, no nismo realizirali dovoljno projekata niti prikupili dovoljno iskustva s implementacijom u velikom opsegu da bismo smanjili troškove," tvrdi prof. David sa Sveučilišta Cambridge. Tehnologija CCS-a suočavala se s brojnim neuspjesima u prošlosti. "Još 2007. europske su vlade pristale na prijedlog Europske komisije o izgradnji 12 demonstracijskih CCS uređaja, no do 2015. godine nijedan od tih projekata nije dobio građevinsku dozvolu", kaže Chris Davies, direktor CCS Europe i bivši europarlamentarac koji je radio na zakonodavstvu vezanom uz CCS tehnologiju. "Glavni razlog za nedostatak broj projekata je manjak političke volje", dodaje Davies. Zagovornici CCS tehnologije smatraju da je sad ključno vrijeme za stjecanje praktičnih iskustava. "Nismo uspjeli znatno povećati količinu ugljika koju hvatamo i skladištimo, no to je primarno neuspjeh politike, a ne tehnologije", navodi Stuart Jenkins sa Sveučilišta Oxford. Prema njegovom mišljenju, ako želimo ispuniti ciljeve smanjenja emisija do 2050., hitno moramo saznati koja je stvarna uloga CCS-a. Trenutačno privatne tvrtke nemaju dovoljno poticaja za samostalno financiranje CCS-a; stoga su potrebne obveze u obliku plaćanja ili subvencije u obliku poreznih olakšica. Na primjer, australska je vlada naložila primjenu CCS tehnologije na plinskom polju Gorgon, uz financijsku potporu od 60 milijuna dolara, dok su ukupni troškovi projekta procijenjeni na oko 2 milijarde dolara. Cijena emisija ugljika u Europi iznosi oko 70 €/t, ali prema Chrisu Daviesu, da bi CCS bio ekonomski održiv, ta cijena trebala bi se približiti 200 €/t (iako neki procjenjuju da je stvarna granica bliže 100 €/t). Davies predviđa da bi industrije poput cementare mogle bi već početkom 2030-ih plaćati desetke milijardi eura za svoje emisije, što bi ih potaknulo na primjenu CCS-a. No da bi to bilo izvedivo, potrebna je značajna financijska podrška vlada. "Za pokretanje CCS-a potrebni su financijski mehanizmi poticanja od strane nacionalnih vlada, jer su rizici u suprotnom preveliki", zaključuje Davies.

### Zašto su troškovi tehnologije hvatanja i skladištenja ugljika i dalje visoki?

Visoki troškovi tehnologije hvatanja i skladištenja ugljika u velikoj mjeri rezultat složenosti same tehnologije. Proces hvatanja CO<sub>2</sub> iz koncentriranih izvora, kao što su cementare ili elektrane, oslanja se na gotovo stoljetni postupak u kojem se upotrebljava tekuće aminsko otapalo za apsorpciju CO<sub>2</sub> iz dimnih plinova. Tekući apsorber se zatim zagrijava da bi se oslobodio plin. CCS postrojenje predstavlja kompleksno inženjersko rješenje koje ekstrahira CO<sub>2</sub> plin i pumpa ga u podzemne rezervoare. Realno, teško je postići visoke razine učinkovitosti u procesu koji uključuje pomicanje tekućina i plinova kroz cijevi s ventilima i klipovima, što otežava smanjenje troškova vađenja nafte. Također, ne postoji velika potreba za CCS tehnologijom u elektranama jer



već postoje jeftiniji načini za pružanje čiste i pouzdane električne energije, kao što su tehnologije vezane uz iskorištenje energije vjetrova i sunca. U mnogim slučajevima izgradnja nove solarne elektrane isplativija je od održavanja plinske elektrane. U 2022. godini uhvaćeno je svega 50 milijuna tona CO<sub>2</sub>, te bi postizanje očekivanog učinka CCS-a bilo potrebno povećanje kapaciteta do 50 puta u roku od svega 25 godina.

Zagovornici CCS-a često za nedostatan razvoj kapaciteta krive sporost vladinih reakcija, naglašavajući potrebu za regulativnim okvirom koji bi osigurao povjerenje investitora. Unatoč tome, danas ipak postoje značajni CCS projekti. Polja Sleipner i Snøhvit u Norveškoj su u funkciji od 1996., odnosno 2008., akumulirajući zajedno više od 20 milijuna tona CO<sub>2</sub>. Iako su ova *offshore* polja bila podložna opsežnim ispitivanjima, ona se danas suočavaju s poteškoćama. Na polju Snøhvit skladište je počelo pokazivati znakove "odbacivanja" CO<sub>2</sub>, dok se na polju Sleipner pohranjeni plin podizao te naposljetku ostao zarobljen u plicem sloju u stijenama iznad skladišta. U Australiji Chevron ima najveći svjetski CCS sustav u sklopu objekta za ukapljeni prirodni plin Gorgon. CO<sub>2</sub> se uzima iz *offshore* plinskih ležišta i pumpa u ogromni pješčenjak 2 km ispod otoka Barrow. Chevron je bio obavezan injektirati barem 80 % CO<sub>2</sub> iz plinskih polja koja opskrbljuju njegovu tvornicu. Ekstrakcija plina započela je 2017., ali je CCS imao tehničkih problema te od kolovoza 2019. ne postiže očekivane ciljeve. U srpnju 2023. lokalni list WA Today izvjestio je da se očekuje manji volumen injektiranog CO<sub>2</sub> u 2023. nego u 2022. godini, što je potvrđeno u članku Financial Timesa iz studenoga 2023., koji navodi da je smanjenje skladištenja CO<sub>2</sub> uzrokovano problemima s tlakom zbog viška vode u rezervoarima. Chevron navodno planira riješiti te probleme u sljedećih nekoliko godina. Nizozemska i Danska napreduju s CCS-om zahvaljujući trenutnoj pozitivnoj političkoj volji.

Gordon Hughes, ekonomski stručnjak sa Sveučilišta u Edinburgu, smatra da je CCS iznimno skup za naknadnu ugradnju u postojeće objekte, što ga čini još manje privlačnim za primjenu u postojećim elektranama na ugljen. Bogatije zemlje postepeno prelaze na čišći plin za proizvodnju energije, pa su elektrane na ugljen uglavnom koncentrirane u Kini, Indiji, Indoneziji i Rusiji. "Te zemlje ne osjećaju pritisak za smanjenje emisija ugljika i nisu zainteresirane za povećanje troškova proizvodnje energije da bi uhvatile ugljik", ističe Hughes. "Uvozeći robu proizvedenu u Kini i Indiji, Europa i Sjeverna Amerika zapravo prebacuju svoje emisije CO<sub>2</sub> na zemlje koje nemaju regulatorne barijere za smanjenje emisija CO<sub>2</sub>", ističe tehnološki konzultant Peter Reineck, ujedno osnivač Energetske grupe SCI.

Brojni stručnjaci smatraju kako financiranje zajedničke izgradnje infrastrukture više industrija može doprinijeti uspjehu. Primjerice, projekt Humber Zero u North Lincolnshireu uključuje suradnju elektrane, čeličane, kemijskog parka i rafinerije nafte, pri čemu će se CO<sub>2</sub> injektirati u geološke strukture na dubini od 3 km ispod morskog dna.

Stuart Jenkins sa Sveučilišta Oxford smatra da će uvođenje vladinih regulacija za hvatanje CO<sub>2</sub> koji nastaje uporabom fosilnih goriva biti ključno za uspjeh te CCS tehnologije. U suradnji s Mylesom Allenom, također sa Sveučilišta Oxford, razvio je prijedlog regulative prema kojem bi dobavljači goriva bili obvezni pohraniti određeni postotak CO<sub>2</sub> sadržanog u prodanim proizvodima. U početku bi taj postotak mogao biti nizak, primjerice 10 %, što bi imalo ograničen utjecaj na cijene goriva. Spomenuta regulativa trebala bi se primjenjivati i na uvoz goriva i drugih proizvoda da bi se osigurali ravnotežni uvjeti za sve dobavljače. Zahtijevala bi postupno povećanje cijena proizvoda s visokim udjelom ugljika, pri čemu bi dodatni trošak bio namijenjen trajnom skladištenju emisija CO<sub>2</sub>.

Izvor: <https://www.soci.org>