

# Održiva proizvodnja bioplina kao izvor biogenog CO2

---

**Jurišić, Vanja; Đumbir, Margareta; Špelić, Karlo; Kontek, Mislav; Grubor, Mateja; Matin, Ana**

*Source / Izvornik:* **58. hrvatski i 18. međunarodni simpozij agronoma : zbornik radova, 2023, 438 - 443**

**Conference paper / Rad u zborniku**

*Publication status / Verzija rada:* **Published version / Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:421811>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-19**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb](#)



# Održiva proizvodnja bioplina kao izvor biogenog CO<sub>2</sub>

Vanja Jurišić, Margareta Đumbir, Karlo Špelić, Mislav Kontek, Mateja Grubor, Ana Matin

University of Zagreb Faculty of Agriculture, Svetošimunska cesta 25, Zagreb, Croatia (vjurisic@agr.hr)

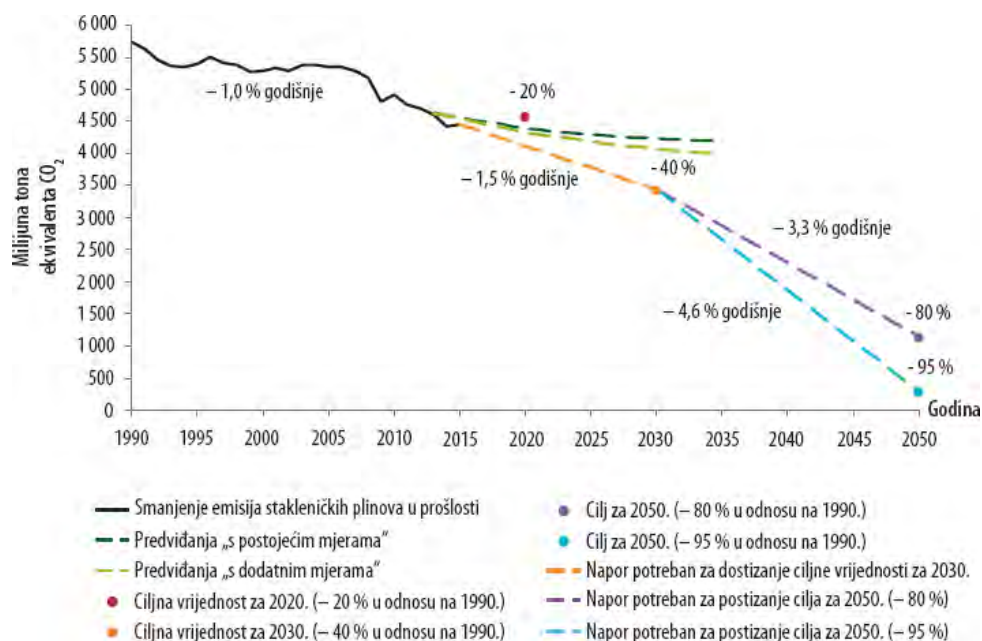
## Sažetak

Održiva biomasa imat će značajnu ulogu u ispunjenju cilja smanjenja emisija stakleničkih plinova do 2030. god., obuhvaćenog EU Zelenim planom (EK, 2019). Proizvodnja i korištenje biomase u proizvodnji biogoriva i/ili bioproizvoda može biti značajno s pozicije trgovanja emisijama stakleničkim plinovima (EU ETS). Prijedlog revizije direktive 2003/87/EK o sustavu trgovanja stakleničkim plinovima po prvi puta obuhvaća i kriterije održivosti biomase, uključujući proizvodnju i korištenje biogoriva. Cilj ovog rada bio je prikazati korištenje i skladištenje biogenog CO<sub>2</sub>, glavne načine njegova iskorištenja kao i tržišne mogućnosti. Sektor proizvodnje bioplina i biometana može osigurati tokove biogenog CO<sub>2</sub> koje je moguće koristiti u drugim sektorima industrije, ili za trajno ublažavanje negativnih emisija stakleničkih plinova.

**Ključne riječi:** biomasa, bioplin, EU ETS, održivost, klimatska neutralnost

## Uvod

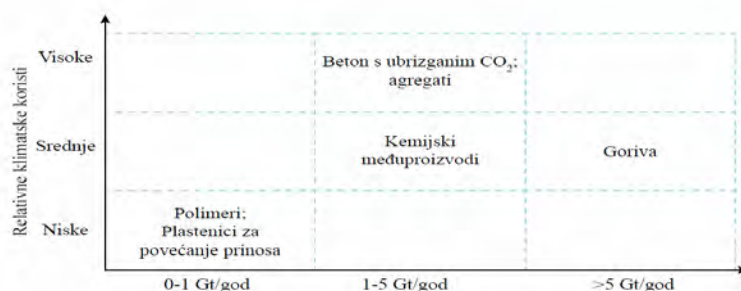
Već je dobro poznato da je jedan od načina smanjenja emisije stakleničkih plinova zamjena neobnovljivih s obnovljivim izvorima energije (OIE), budući se OIE smatraju kumulativno CO<sub>2</sub> neutralnima. Kumulativna CO<sub>2</sub> neutralnost obuhvaća ukupni vrijednosni lanac od proizvodnje sirovine i energije/biogoriva/bioproizvoda, izrade i postavljanja postrojenja pa sve do korištenja i zbrinjavanja ostataka nakon proizvodnje energije/biogoriva/bioproizvoda. Pod pojmom neutralnost, podrazumijeva se neutralnost prilikom pretvorbe OIE u iskoristiv oblik, odnosno pretpostavlja se da emisija CO<sub>2</sub> pri korištenju specifičnog OIE mora biti jednaka apsorpciji CO<sub>2</sub> prilikom procesa fotosinteze tijekom rasta biomase. Na Slici 1 grafički su prikazani trendovi, predviđanja i ciljevi u pogledu smanjenja emisija stakleničkih plinova u EU27 za razdoblje od 1990. god. do 2050. god.



Slika 1. Trendovi, predviđanja i ciljevi za smanjenje emisije stakleničkih plinova u EU do 2050. god. (Europski revizorski sud (2017))

Antropogene emisije CO<sub>2</sub> uglavnom su posljedica korištenja fosilnih goriva kao najvažnijeg globalnog izvora energije. Stoga bi uloga biomase u smanjenju CO<sub>2</sub> emisija mogla biti ključna iz razloga što je biomasa trenutno četvrti najznačajniji izvor energije u svijetu, odmah nakon ugljena, nafte i prirodnog plina (EBA, 2019). Pretpostavlja se da će povećana energetska učinkovitost i povećana proizvodnja obnovljive energije doprinijeti smanjenju emisija CO<sub>2</sub>, no prema IEA (2019), energetska učinkovitost i obnovljiva energija nemaju potencijal smanjenja globalnih emisija CO<sub>2</sub> do planiranih razina, odnosno 50-80 % do 2050. god. Očekivano smanjenje postići će se isključivo ukoliko se dobro gospodari s emisijama CO<sub>2</sub> na način da se one hvataju i recikliraju u obliku proizvoda dodane vrijednosti. Slika 2 prikazuje predviđeni utjecaj biomase kao sirovine u proizvodnji biogoriva i/ili bioproizvoda (odnosno proizvoda dodane vrijednosti) na klimatske promjene.

Slika 2. Teoretski potencijal i klimatske koristi CO<sub>2</sub> derivata



Slika 2. Teoretski potencijal i klimatske koristi različitih biogoriva i/ili bioproizvoda (EBA, 2019)

### Biogeni CO<sub>2</sub>

Biogeni CO<sub>2</sub> je CO<sub>2</sub> koji nastaje razgradnjom, digestijom ili izgaranjem biomase ili proizvoda dobivenih iz biomase i dio je prirodnog ciklusa ugljika. Apsorbiran u biomasi tijekom procesa fotosinteze, atmosferski CO<sub>2</sub> se, ovisno o vrsti pretvorbe i konačnoj upotrebi biomase, vraća u atmosferu ili u tlo u obliku biogenog CO<sub>2</sub>. Izvori biogenog CO<sub>2</sub> uključuju:

- izgaranje krutog, tekućeg i plinovitog goriva proizvedenog iz biomase,
- proces fermentacije do etanola,
- proces proizvodnje vina i piva,
- proces pročišćavanja bioplina u bioplinskoj industriji.

Kako bi se ostvarili ciljevi smanjenja emisija CO<sub>2</sub>, potrebno je razraditi modele recikliranja antropogenog CO<sub>2</sub>. Model hvatanja i iskorištenja ugljika (engl. *carbon capture and utilisation*, CCU) obuhvaća hvatanje emisija CO<sub>2</sub> za njegovo daljnje korištenje kao sirovine za proizvodnju goriva, materijala i kemikalija. Kada se u ovoj proizvodnji koristi biogeni CO<sub>2</sub> (bio-CCU) smanjuju se neto emisije CO<sub>2</sub> u atmosferu (EBA, 2019).

### Trajno uskladištenje biogenog CO<sub>2</sub>

Kada se biogeni CO<sub>2</sub> uhvati i trajno uskladišti u podzemnim geološkim skladištima poput iscrpljenih plinskih/naftnih polja, proces se naziva "*bio-carbon capture and storage*" (bio-CCS), i omogućuje trajno uklanjanje CO<sub>2</sub> iz atmosfere.

Biogeni CO<sub>2</sub> može se također dugotrajno uskladištiti u nekom proizvodu, poput građevinskog materijala ili plastike. Kada se ovakvo, dugotrajno skladištenje kombinira s upotrebom biogenog CO<sub>2</sub> za proizvodnju novih materijala kao što su bioproizvodi, proces se naziva "*bio-carbon capture, utilisation and storage*" (bio-CCUS) (EBA, 2019).

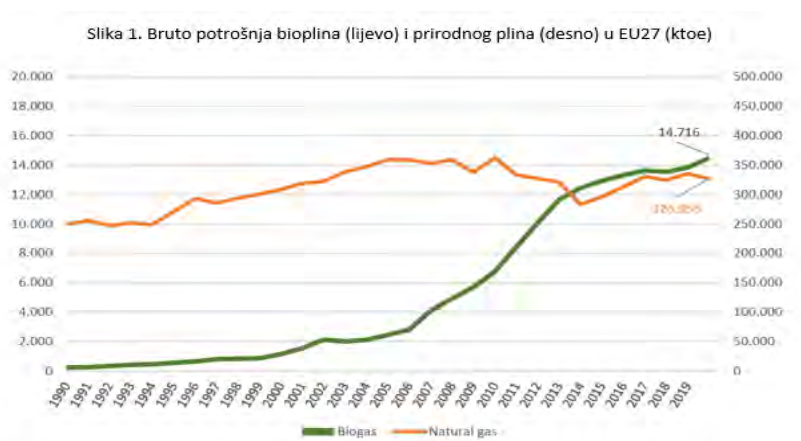
Budući da je za smanjenje globalnih emisija CO<sub>2</sub> do 2050. god. potrebno uključiti i druge opcije osim energetske učinkovitosti i upotrebe obnovljivih izvora energije, CCS, CCUS i njihove biološke verzije temeljene na biogenom CO<sub>2</sub> imaju ogroman potencijal. Strategija za smanjenje globalnih emisija CO<sub>2</sub> stoga bi trebala biti kombinacija:

- poboljšane energetske učinkovitosti,
- povećanja udjela OIE te
- globalne implementacije (bio)-CCS i (bio)-CCUS tehnologija.

Za razliku od fosilnog CCS-a, koji u najboljem slučaju smanjuje količinu novog CO<sub>2</sub> koji ulazi u atmosferu, bio-CCS ima potencijal uklanjanja CO<sub>2</sub> iz atmosfere, postižući negativne emisije (EBA, 2019).

### Proizvodnja bioplina i CO<sub>2</sub>

Vrijednosni lanac bioplina može proizvesti biogeni CO<sub>2</sub>, zajedno s ostalim nusproizvodima, u dva različita područja: (i) anaerobnoj digestiji i (ii) procesu uplinjavanja. Prema EBA-i (EBA 2021), proizvodnja bioplina i biometana u EU20 iznosila je 18 mlrd m<sup>3</sup> u 2020. god. Trenutno taj sektor dinamično raste, a procijenjeno je da se potencijal bioplina i biometana može povećati na 35 mlrd m<sup>3</sup> do 2030. god., što je ekvivalent 10 % potrošnje prirodnog plina u EU. Potencijal se procjenjuje na najmanje 95 mlrd m<sup>3</sup> do 2050. god., što bi moglo biti dovoljno za 30-40 % trenutne potražnje za plinom (Slika 3). Potencijal je još izvjesniji nakon što je, zbog energetske krize, Europska komisija u svibnju 2022. objavila priopćenje REPowerEU (EK, 2022) kojim se potiče povećanje proizvodnje bioplina i biometana za 20 % u državama članicama do 2030. god., s ciljem povećanja njihove energetske neovisnosti.



Izvor: Bioenergy Europe, 2022

Slika 3. Bruto potrošnja bioplina (lijevo) i prirodnog plina (desno) u EU27 (kt)

Kako bi modeli bio-CCS ili bio-CCUS osigurali uklanjanje ugljika iz atmosfere, proizvodnja bioplina mora biti ekološki održiva. Potencijal od 35 mlrd m<sup>3</sup> do 2030. i 95 mlrd m<sup>3</sup> do 2050. god. može se postići održivo, tj. korištenjem isključivo održivih sirovina u skladu sa zahtjevima aktualne RED II (EK, 2018). Kriteriji održivosti, prema direktivi RED II, primjenjuju se na biopliniska postrojenja kapaciteta većeg od 2 MW ukupne toplinske snage (ili 200 Nm<sup>3</sup> h<sup>-1</sup> instaliranog kapaciteta), a uključuju značajne uštede emisija stakleničkih plinova duž lanca opskrbe uz jamstvo da izvor biomase ima minimalni utjecaj na biološku raznolikost i kvalitetu tla. Usklađenost s takvim kriterijima neophodna je da bi se energija klasificirala kao obnovljiva te kvalificirala za financijsku potporu i da bi imala odobrenu nultu ocjenu prema EU sustavu trgovanja emisijama (EU ETS).

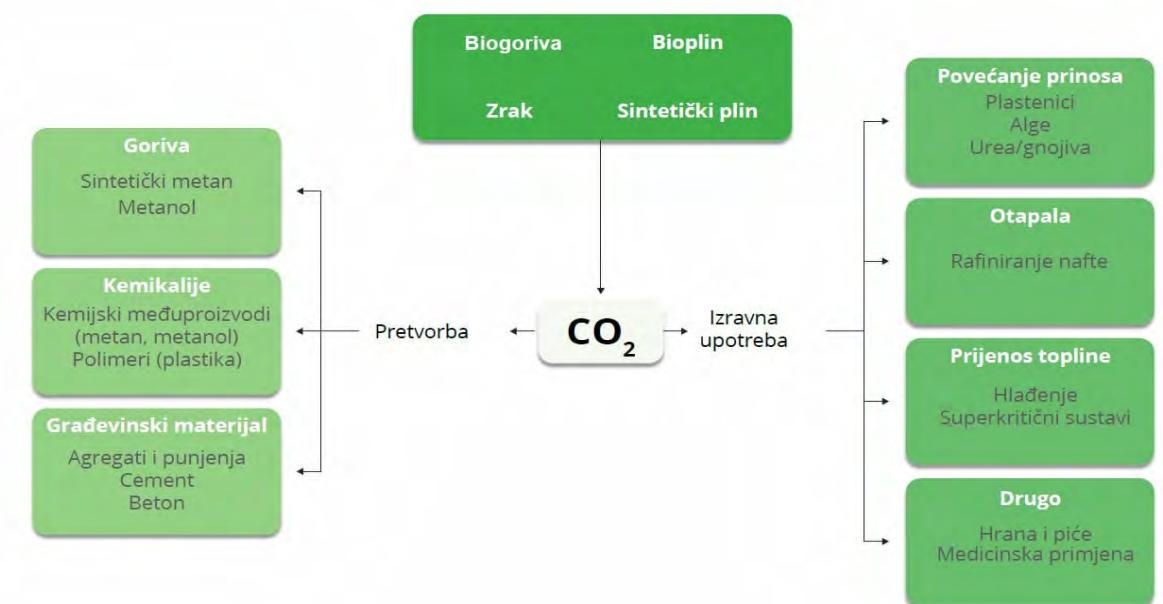
Bioplin i biometan se danas proizvode iz organskih materijala procesom anaerobne digestije. Organska tvar koja se koristi kao sirovina za bioplin i biometan izvor je organskog ugljika. Od 2013. god., broj novih biopliniskih postrojenja koja koriste prehrambene sirovine značajno se smanjio. Tržište se okrneulo prema poljoprivrednim ostacima, organskom komunalnom otpadu, industrijskim otpadnim vodama i kanalizacionom mulju. Od 2017. godine, gotovo da nijedno novo postrojenje nije projektirano za korištenje prehrambenih usjeva (tzv. sirovine prve generacije), a zahvaljujući trenutnim regulacijama u smjeru ublažavanja emisija stakleničkih plinova, ovaj će se trend nastaviti i u budućnosti.

### Hvatanje i iskorištenje biogenog CO<sub>2</sub>

Biogeni CO<sub>2</sub> iz procesa anaerobne digestije može se uhvatiti na nekoliko načina:

- tijekom procesa nadogradnje bioplina u biometan, CO<sub>2</sub> se hvata uz relativno niske troškove zbog svoje visoke čistoće,
- u bioplinskim postrojenjima opremljenim s kogeneracijskim motorima, CO<sub>2</sub> se može uhvatiti iz dimnih plinova tijekom izgaranja bioplina.
- proizvodnja biovodika iz sirovog bioplina, što predstavlja mogući treći model za hvatanje biogenog CO<sub>2</sub> (EBA, 2019).

Danas postoje različiti putovi iskorištenja CO<sub>2</sub> (Slika 4). Ti se procesi mogu podijeliti na (i) putove bez pretvorbe (izravno korištenje CO<sub>2</sub> kao sirovine) i (ii) putove s pretvorbom (što zahtijeva specifičnu obradu CO<sub>2</sub> prije iskorištenja).



Slika 4. Pojednostavljena klasifikacija načina korištenja CO<sub>2</sub> (EBA, 2019)

### EU sustav za trgovanje emisijama stakleničkih plinova (EU ETS)

Sustav Europske unije za trgovanje emisijama stakleničkih plinova, EU ETS (EK, 2003) jedan je od ključnih modela za ublažavanje klimatskih promjena i ujedno prvo tržište ugljika u svijetu. Danas sustav EU ETS obuhvaća tešku industriju i postrojenja za proizvodnju električne energije, kao i zračni prijevoz te u njemu sudjeluju sve države članice EU-a. S obzirom na dostupnu količinu biomase, sustav EU ETS bi trebao uključiti i sektor poljoprivrede i proizvodnju bioplina, budući da je poljoprivreda značajni globalni proizvođač stakleničkih plinova, a imajući na umu da je svrha ovog sustava pružiti učinkovit mehanizam za smanjenje emisija stakleničkih plinova do 2030. god., odnosno do 2050. god (EK, 2021).

Sustav za trgovanje emisijama stakleničkih plinova je najznačajniji primjer trgovanja s emisijama CO<sub>2</sub> koji danas djeluje u svojoj četvrtoj fazi, obuhvaća preko 11.500 postrojenja u 30 zemalja i pokriva približno 40 % ukupnih emisija u EU27. Utjecaj EU ETS sustava na okoliš može se procijeniti u odnosu na dva specifična primarna cilja:

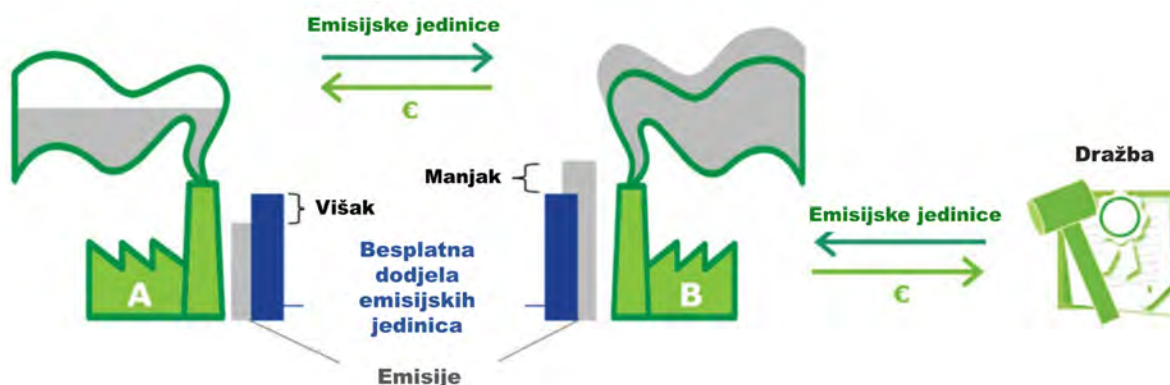
- učinkovito smanjenje emisija stakleničkih plinova,
- promicanje ulaganja u niskougljične tehnologije (EK, 2021).

Sustav djeluje po principu 'cap and trade' tj. ograničenja i trgovine, na način da se postavlja ograničenje ukupne količine specifičnih stakleničkih plinova koju mogu ispustiti postrojenja obuhvaćena sustavom. Ograničenje se s vremenom smanjuje pa na taj način dolazi do smanjenja ukupnih emisija. U okviru definiranih graničnih vrijednosti, postrojenja kupuju ili primaju dozvoljene emisije kojima mogu međusobno trgovati po potrebi. Ograničenje ukupnog



broja dozvoljenih emisijskih jedinica osigurava njihovu vrijednost. Na kraju svake godine, postrojenje je u obvezi opravdati svoje emisije, u protivnom se izriču visoke kazne (EK, 2015). U Republici Hrvatskoj penalizacija je sljedeća: ukoliko operator postrojenja ne preda do 30. travnja tekuće godine količinu emisijskih jedinica u Registar EU-a u količini koja odgovara verificiranoj ukupnoj emisiji stakleničkih plinova iz postrojenja u prethodnoj kalendarskoj godini, sukladno verificiranom izvješću, dužan je platiti naknadu u iznosu od 100 EUR po toni ekvivalenta CO<sub>2</sub> koju postrojenje ispusti, a za koju nije predalo emisijske jedinice. Drugi oblik penalizacije se odnosi na obveze koje su operateri dužni izvršiti prema Čl. 146. Zakona o zaštiti zraka (NN 127/19).

Na Slici 5 prikazan je sustav trgovanja emisijskim jedinicama na principu dvije tvornice A i B. U ovom slučaju, tvornici A je dodijeljeno više besplatnih jedinica nego li je potrebno za pokriće njezinih emisija, stoga može prodati taj višak ili ga zadržati. Tvornici B nije dodijeljeno dovoljno besplatnih emisijskih jedinica da bi se pokrile njezine emisije, stoga tvornica B mora kupiti razliku na dražbi ili neposredno od drugih operatera, ukoliko nema zalihu emisijskih jedinica od prijašnjih godina.



Slika 5. Prikaz rada sustava ETS na principu tvornice A i tvornice B (Europski revizorski sud, 2020)

#### Uključivanje poljoprivrednika u ETS

Poljoprivreda je, uz promet i kućanstva, najveći proizvođač stakleničkih plinova koji nije uključen u EU ETS sustav. Postoje mnogobrojni povoljni načini kako smanjiti emisije stakleničkih plinova u poljoprivredi, a neki od njih su: poboljšano upravljanje obradivim zemljištem i pašnjacima te obnova degradiranih tala. Dodatne mogućnosti su izgradnja postrojenja za proizvodnju biogoriva, poboljšana učinkovitost poljoprivredne proizvodnje i minimiziranje udaljenosti prijevoza (Brandt i Svendsen, 2010).

Uključivanje poljoprivrednika u EU ETS sustav može također imati pozitivan učinak na ukupne proizvedene emisije. Naime, iako uključivanje poljoprivredne proizvodnje neće imati značajan utjecaj na cijenu emisijskih jedinica zbog njezine relativno male količine u usporedbi s ukupnim emisijama, ono podrazumijeva veći volumen trgovanja emisijama CO<sub>2</sub>, što može rezultirati dobitkom u pogledu troškovne učinkovitosti. Međutim, na poticaje za razvoj i/ili implementaciju novih i čišćih tehnologija utječu buduće cijene emisijskih jedinica. Ukoliko će cijena emisijskih jedinica rasti, to će biti poticaj za tehnološka poboljšanja. Treba imati na umu da sudjelovanje u sustavu trgovanja pruža stalne poticaje da nove prakse budu financijski povoljnije i učinkovitije.

#### Zaključak

Korištenje biogenog CO<sub>2</sub> proizvedenog u bioplinskim postrojenjima će u skorije vrijeme u regulativi EU morati biti prepoznato u kalkulaciji emisija CO<sub>2</sub>, kako bi se stvorila potražnja za istim, uz istovremeno stvaranje europskog certifikacijskog okvira koji bi trebao omogućiti pouzdano izdavanje i trgovanje kreditima za uklanjanje biogenog ugljika. Zakonodavstvo EU-a (posljedično i RH) trebat će osigurati da se operateri bioplinskih postrojenja potaknu na ko-proizvodnju biogenog CO<sub>2</sub> kao proizvoda.

Osim toga, imajući u vidu lanac dobave biomase, uključivanje poljoprivrednika u sustav trgovanja emisijama CO<sub>2</sub> imalo bi pozitivan učinak na primarnu poljoprivrednu proizvodnju, budući bi poljoprivrednici imali prije svega financijski motiv za pronalazak održivijeg i kvalitetnijeg načina zbrinjavanja ostataka biomase te bi ujedno mogli prodavati CO<sub>2</sub> kredite kroz proizvedenu biomasu.

## Literatura

- Brandt S.U., Svendsen T.G. (2010). Should farmers participate in the EU ETS? Permit price, measurement and technology. <https://orgprints.org/id/eprint/17499/2/17499.pdf> (pristupljeno: 20.10.2022.)
- EBA (2019). Biogenic CO<sub>2</sub> from the biogas industry. EBA Working Group on Biogenic CO<sub>2</sub> Valorisation, European Biogas Association, Bruxelles, Belgija.
- EBA (2021). Statistical Report. European Biogas Association, Bruxelles, Belgija.
- EK (2003). COM 2003/87/EZ. Direktiva o uspostavi sustava trgovanja emisijskim jedinicama stakleničkih plinova. Europska komisija, Bruxelles, Belgija.
- EK (2015). Razvoj sustava EU ETS. [https://ec.europa.eu/clima/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/development-eu-ets-2005-2020\\_en](https://ec.europa.eu/clima/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/development-eu-ets-2005-2020_en) (pristupljeno: 20.10.2022.), Europska komisija, Bruxelles, Belgija.
- EK (2018). Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council on the promotion of the use of energy from renewable sources. Europska komisija. Bruxelles, Belgija
- EK (2019). COM 640 final. The European Green Deal. Europska komisija. Bruxelles, Belgija
- EK (2021). EU ETS Revision fo phase 4 (2021-2030). [https://ec.europa.eu/clima/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/revision-phase-4-2021-2030\\_en](https://ec.europa.eu/clima/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/revision-phase-4-2021-2030_en) (pristupljeno: 07.07.2022.), Europska komisija, Bruxelles, Belgija.
- EK (2022). REPowerEU COM 108. Europska komisija, Bruxelles, Belgija.
- Europski revizorski sud (2017). Mjere EU-a u području energije i klimatskih promjena, Luksemburg, Luksemburg.
- Europski revizorski sud (2020). Sustav EU-a za trgovanje emisijama: besplatne emisijske jedinice trebalo je dodjeljivati ciljanije, Luksemburg, Luksemburg.
- IEA (2019). Putting CO<sub>2</sub> to Use. Creating value from emissions. International Energy Agency.
- NN 127/19 (2019). Zakon o zaštiti zraka. Narodne novine, Hrvatska

# Sustainable biogas production as a source of biogenic CO<sub>2</sub>

## Abstract

Sustainable biomass will play a significant role in meeting the goal of reducing greenhouse gas emissions by 2030, included in the EU Green Deal (EC, 2019). The production and use of biomass in the production of biofuels and/or bioproducts can be significant from the point of view of greenhouse gas emissions trading (EU ETS). The proposed revision of the Directive 2003/87/EC on the greenhouse gas trading system for the first includes the time criteria for the sustainability of biomass, including the production and use of biofuels. The aim of this paper was to present the use and storage of biogenic CO<sub>2</sub>, the main ways of its utilization as well as its market possibilities. The biogas and biomethane production sector can provide flows of the biogenic CO<sub>2</sub> that can be used in other sectors of industry, or for permanent mitigation of negative greenhouse gas emissions.

**Keywords:** biomass, biogas, EU ETS, sustainability, climate neutrality