

# Potrošnja i korištenje bioplina – stanje razvoja u Hrvatskoj

## Biogas production and usage – state of development in Croatia

prof. dr. sc. Lidia Hrnčević  
 izv. prof. dr. sc. Vladislav Brkić  
 prof. dr. sc. Katarina Simon  
 Rudarsko-geološko-naftni fakultet  
 Sveučilište u Zagrebu

doc. dr. sc. Karolina Novak Mavar  
 Rudarsko-geološko-naftni fakultet  
 Sveučilište u Zagrebu  
 karolina.novak-mavar@rgn.hr



**Ključne riječi:** bioplin, biometan, obnovljivi izvor energije, anaerobna digestija.

**Keywords:** biogas, biomethane, renewable energy source, anaerobic dogestion.



### Sažetak

Bioplin, kao obnovljivi izvore energije, dobiva se iz biomase koja prolazi proces anaerobne digestije. Proces anaerobne digestije sastoji se od četiri faze: hidrolize, acidogeneze, acetogeneze i metanogeneze. Ulazni supstrat obično je mješavina različitih supstrata, kao što su stajnjak, gnojovka, organski kućni otpad, mulj iz postrojenja za pročišćavanje otpadnih voda, silaža itd. Prije procesa digestije, ulazni supstrat se oslobađa nečistoća i mehanički obrađuje. Anaerobna digestija proizvodi bioplin i digestat kao nusproizvode. Proizvedeni bioplin može se koristiti za proizvodnju električne i toplinske energije ili se može nadograditi u biometan. Osim što je u skladu s klimatski neutralnim ciljevima EU-a, proizvodnja i korištenje bioplina ima brojne prednosti u pogledu kružnog gospodarstva, sigurnosti opskrbe plinom, pozitivnog utjecaja na okoliš, te ruralnog razvoja. Njemačka, Velika Britanija, Francuska i Italija su najveći proizvođači bioplina u Europi, dok je korištenje bioplina u Republici Hrvatskoj još uvijek u ranoj fazi.



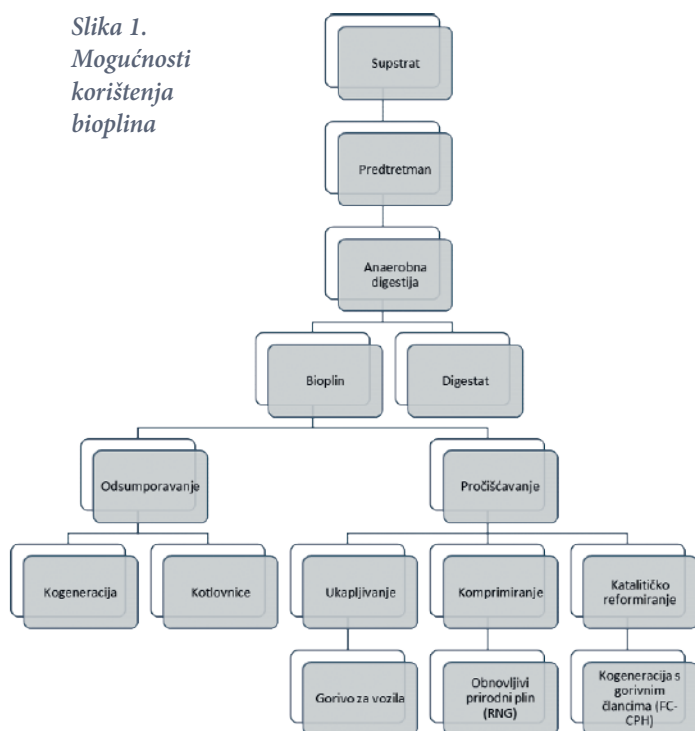
### Abstract

Biogas, a renewable energy source, is produced from biomass that undergoes an anaerobic digestion process. The anaerobic digestion process includes four phases: Hydrolysis, Acidogenesis, Acetogenesis and Methanogenesis. The input substrate is usually a mixture of different substrates, e.g. manure, slurry, organic household waste, sludge from wastewater treatment plants, silage, etc. Prior to the digestion process, the input substrate is freed from impurities and mechanically treated. Anaerobic digestion produces biogas and digestate as by-products. The biogas produced can be used to generate electricity and heat or upgraded to biomethane. The production and use of biogas is not only in line with the EU's carbon neutral goals, but also offers numerous benefits in terms of circular economy, security of gas supply, positive environmental impact and rural development. Germany, the United Kingdom, France and Italy are the largest biogas producers in Europe, while the use of biogas in the Republic of Croatia is still at an early stage.

## 1. Uvod

Iako su predviđanja velikih svjetskih organizacija da će i u 2050. godini fosilna goriva i dalje zauzimati značajni udio u ukupnoj potrošnji energije, države

Slika 1.  
Mogućnosti  
korištenja  
bioplina



članice Europske unije (EU) su usuglašene u ciljevima postizanja značajnog smanjenje emisija stakleničkih plinova, i to za minimalno 55% do 2030. godine, te ostvarenju klimatske neutralnosti do 2050. godine (Europska komisija, 2022). Politika dekarbonizacije energetskeg sektora oslanja se na različite tehnološke modele, koji povrh svega uključuju kaptiranje CO<sub>2</sub> prije ili nakon izgaranja fosilnog goriva, njegov transport i geološko skladištenje (Carbon Capture and Storage, CCS), zamjenu fosilnih goriva vodikom dobivenim elektrolizom vode ili proizvodnju metana iz obnovljivih izvora. Tu se otvara prostor za veće korištenje biogoriva, u vidu zamjene fosilnih energenata kod postojeće proizvodnje centraliziranih toplinskih sustava (CTS) obnovljivim izvorima te većeg udjela korištenja biogoriva u prometu.

Mogućnosti korištenja bioplina prikazuje Slika 1. Bioplin se, uglavnom, koristi u proizvodnji električne i toplinske energije, zasebno ili u kogeneracijskoj proizvodnji (engl. *Combined Heat and Power*, CHP). Pročišćavanjem do stupnja biometana, moguće ga je koristiti kao gorivo u transportu, ali i transportirati plinovodima do krajnjih korisnika i koristiti kao energent za grijanje (Scarlat i dr., 2018). Da bi plin bio pogodan za transport plinovodom u Republici Hrvatskoj, udio metana mora biti najmanje 85%, a ugljikovog dioksida najviše 2,5% (Opći uvjeti opskrbe plinom, NN 50/18, 88/19, 39/20, 100/21, 103/22).

Poznate su ekološke prednosti proizvodnje bioplina. Proizvodnjom bioplina anaerobnom digesti-

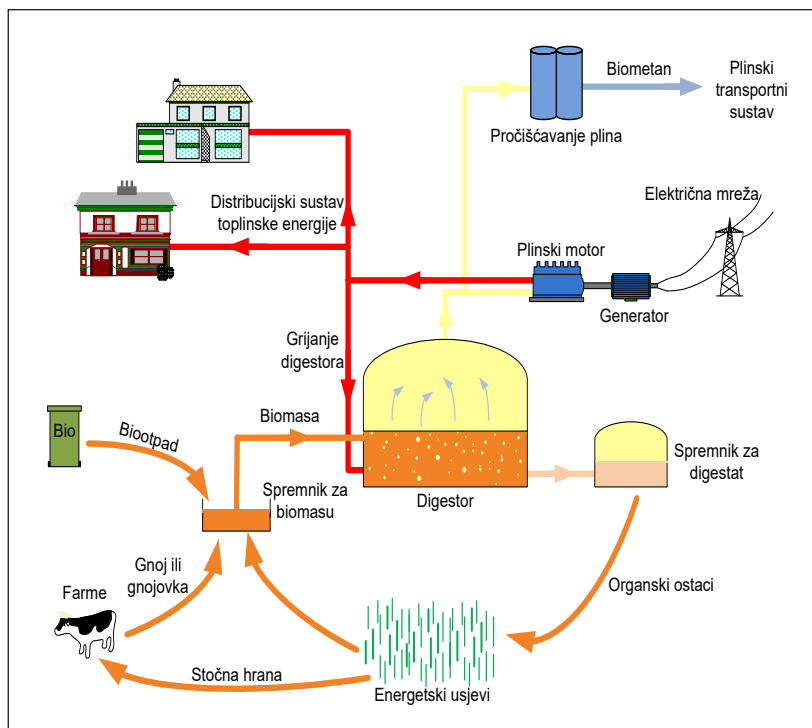
jom smanjuju se emisije metana i dušikovog oksida koje nastaju prilikom odlaganja i korištenja stajskog gnoja, a kroz supstituciju fosilnih goriva bioplinom u procesu proizvodnje energije te korištenjem istog kao pogonskog goriva, dolazi do značajnog smanjenja emisija CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> i N<sub>2</sub>O (Al Seadi i dr., 2008). Upotreba biogoriva pa tako i bioplina, uz gospodarske učinke u smislu povećanja sigurnosti opskrbe energijom i izvoznog potencijala te otvaranja novih radnih mjesta, pokazuje i cijeli niz socijalnih učinaka, kao što su povećanje kvalitete života, očuvanje okoliša i zdravlja, smanjenje napuštanja ruralnih područja i dr. (Domac, 2001). Postrojenje za proizvodnju bioplina nakon anaerobne razgradnje organske tvari proizvodi i digestat, gnojivo bogato dušikom, fosforom, kalijem i mikro nutrijentima (Al Seadi i dr., 2008).

Cilj rada je predstaviti proces proizvodnje bioplina te sagledati njegovu ulogu u postizanju dekarbonizacije europskog gospodarstva. Također, u radu je analiziran status bioplina u energetskeg miksu u Republici Hrvatskoj (RH), ali i mogućnosti njegove buduće proizvodnje i korištenja.

## 2. Anaerobna digestija kao osnova procesa proizvodnje bioplina

Smjesa bioplina u svom većinskom dijelu sadrži metan (50-75%) i ugljikov dioksid (25-50%) te u manjem dijelu vodik, dušik, vodenu paru i sumporovodik i dr. Sastav bioplina varira, ovisno o tipu biološkog supstrata, vrsti postrojenja i uvjetima procesa (Persson i dr., 2006; Korbag i dr., 2020; Moya i dr., 2021).

Bioplin se proizvodi u tehnološki vrlo jednostavnim postrojenjima, kao što su poljoprivredna bioplin-ska postrojenja, industrijska postrojenja za proizvodnju bioplina, postrojenja za obradu otpadnih voda ili postrojenja za obradu krutog komunalnog otpada. Slijedom navedenog, supstrat koji ulazi u bioplin-sko postrojenje je različit i uključuje stajski gnoj, otpad iz poljoprivrede, hortikulturne industrije, otpad od prerade drveta i proizvodnje ploča i namještaja, celuloze, papira i kartona, komunalni otpad, otpad iz uređaja za obradu otpada, gradskih otpadnih voda i pripremu pitke vode i vode za industrijsku uporabu, otpad iz klaonice, otpad iz ugostiteljstva, otpadna jestiva ulja i dr. Često, riječ je o kombinaciji više vrsta supstrata. Iako stajski gnoj i mulj iz otpadnih voda predstavljaju danas najčešći izvor ulazne sirovine (80%), za proizvodnju bioplina sve se više koristi komunalni i industrijski otpad. Takav heterogeni materijal prolazi



Slika 2. Shema proizvodnog procesa bioplina i biometana (izrađeno prema <https://planet-biogas.com/en/function-of-a-biogas-plant/#>)

postupak mehaničke predobrade s ciljem proizvodnje plina ujednačenog sastava i karakteristika. Mljevenjem i miješanjem ulazne sirovine, odnosno mehaničkom obradom, postiže se brža kemijska reakcija u digestoru zbog povećane dodirne površine supstrata s bakterijama, što rezultira povećanom učinkovitošću procesa. Ako je sadržaj suhe tvari u supstratu manji od 20%, koristi se mokra digestija. Visoki sadržaj lignina, celuloze i hemiceluloze u supstratu zahtijeva tretman predobrade (Al Seadi i dr., 2008)

Bioplinsko postrojenje sastoji se od dva dijela: digestora u kojem se dobiva bioplina te agregata za pretvorbu u električnu energiju (Slika 2). Optimizacija procesa odvija se uz podešavanje određenih parametara, kao što su veličina čestica supstrata, temperatura i pH vrijednost. Raspon pH vrijednosti kreće se od 5,5 do 8,5, s time da se bolji rezultati postižu kod viših vrijednosti. Prema istraživanjima, optimalna

temperatura iznosi 35°C. Duljina trajanja postupka anaerobne digestije ovisna je o temperaturi na kojoj se postupak odvija. Iako je opće pravilo da se s porastom temperature procesa povećava i proizvodnja bioplina te postiže kraće vrijeme retencije, takvi sustavi troše i više energije za održavanje temperature.

Supstrat se doprema u prihvatnu jedinicu, gdje se provodi kondicioniranje, a o sastavu supstrata ovisi i vrsta predobrade (mehanička, kemijska) (Kasinath i dr., 2021). Proces proizvodnje bioplina zove se anaerobna digestija. Anaerobna digestija odvija se kroz četiri faze (Slika 3). Hidroliza predstavlja prvu fazu digestije, u kojoj se kompleksne organske komponente, tj. masti, proteini i ugljikohidrati, rastavljaju na jednostavnije molekule, odnosno, aminokiseline, masne kiseline i šećere. Kemijske reakcije se odvijaju uz pomoć bakterija, unutar fermentora (digestora). Slijedi faza acidogeneze, u kojoj uz pomoć acidogenih



Slika 3. Procesne faze u proizvodnji bioplina anaerobnom digestijom (izrađeno prema Al Seadi i dr., 2008)

bakterija dolazi do razgradnje kemijski spojeva nastalih hidrolizom u metanogene spojeve, tj. vodik, alkohol, ugljikov dioksid, ugljične kiseline i amonijak. Acetogeneza i metanogeneza se često odvijaju paralelno. Tijekom acetogeneze nastaje ugljikov dioksid, vodik i octena kiselina, dok metanogeneza rezultira metanom (Al Seadi i dr., 2008).

Vrijeme zadržavanja sirovine u digestoru je između 40 i 60 dana, s time da se sirovina dodaje u jednakim razmacima, barem dva puta dnevno. U usporedbi s procesima aerobne razgradnje ili kompostiranja, u procesu proizvodnje bioplina generira se vrlo malo topline. Energija koja se nalazi u kemijskim vezama supstrata oslobađa se u obliku bioplina. Nastali bioplin je potrebno pročistiti od neželjenih spojeva poput vodene pare i sumpora kako bi se mogao upotrebljavati za daljnje procese. Proizvod anaerobnog procesa je i digestat, material visokih gnojidbenih vrijednosti, koji se dobije nakon aeriranja, cijedenja i sušenja tijekom nekoliko tjedana (Omerdić, 2020).

Neophodan dio bioplinskog postrojenja su spremnici, koji služe za privremeno skladištenje bioplina, odnosno digestata. Spremnik za bioplin može biti različito pozicioniran: kao jedinica koja se nalazi u sklopu fermentora, postavljena na njegovom vrhu ili može biti instaliran zaseban spremnik ukoliko se očekuje proizvodnja većih količina bioplina. U upotrebi su niskotlačni (od 0,05 do 0,5 mbar), srednjetačni (od 5 do 250 bar) i visokotlačni (do 300 bar) spremnici (Al Seadi i dr., 2008).

### **3. Status bioplina i biometana u Europskoj uniji**

Kao dio paketa „Čista energija za sve Europljane“, u prosincu 2018. godine, na snagu je stupila revidirana Direktiva o energiji iz obnovljivih izvora (Direktiva (EU) 2018/2001), koja ima za cilj zadržavanje statusa EU-a kao globalnog predvodnika na području korištenja obnovljivih izvora energije i posljedično, ispunjavanje preuzetih obveza smanjenja emisija stakleničkih plinova. Države članice morale su transponirati Direktivu u nacionalna zakonodavstva do lipnja 2021. godine. Direktivom utvrđen cilj za 2030. godinu obvezuje na postizanje minimalnog udjela od 32% energije iz obnovljivih izvora u konačnoj potrošnji energije, uz klauzulu o mogućoj reviziji istog do 2023. godine. Također, postavljen je cilj za udio obnovljivih goriva u prometu u iznosu od 14% do 2030. godine.

Nadalje, Europska komisija je krajem 2019. godine predstavila komunikaciju o Europskom zelenom

planu (Europska komisija, 2019), s vizijom postizanja klimatske neutralnosti Europe do 2050. godine, kroz osiguravanje opskrbe čistom, cjenovno pristupačnom i sigurnom energijom. Novi zakonodavni paket naziva „Spremni za 55%: ostvarivanje klimatskog cilja EU-a za 2030. na putu ka klimatskoj neutralnosti“ usvojen je 2022. godine. U okviru revizije Direktive o energiji iz obnovljivih izvora predlaže se povećanje obveznog udjela energije iz obnovljivih izvora u strukturi primarne potrošnje u EU-u na 40% do 2030. godine te uvođenje ciljeva na nacionalnoj razini (Europska komisija, 2022 a). Da bi već iduće godine, kao zakonodavna reakcija na rusku invaziju na Ukrajinu, planom REPowerEU (Europska komisija, 2022 b), bio izmijenjen zakonodavni paket o energiji s ciljem postupnog ukidanja ovisnost o ruskim fosilnim gorivima. U novoj je izmjeni predloženo povećanje obvezujućeg cilja za udio obnovljivih izvora energije u ukupnoj potrošnji potrošnje energije EU-a na 45% do 2030. U nastojanju diversifikacije i dekarbonizacije sektora prometa postavljen je cilj smanjenja intenziteta stakleničkih plinova goriva u prometu za 13% do 2030. godine, udjela naprednih biogoriva i bioplina u prometu od 2,2% do 2030. godine, uz međucilj od 0,5% do 2025.

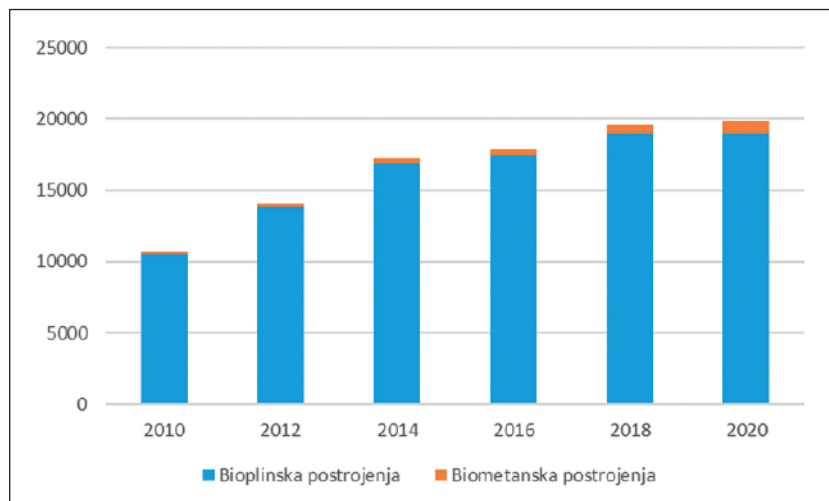
Nove strategije razvijene u okviru Europskog zelenog plana, kao što su Strategija EU za metan, Strategija za integraciju energetske sustava i Strategija „Od polja do stola“, daju bioplinu veliku ulogu (Europska komisija 2020 a-c; gustafson i Anderberg, 2022). U svjetlu niskougljične strategije, zadržavanje tržišta plina zahtijeva dekarbonizaciju prirodnog plina, koja između ostalog podrazumijeva i bioplin i biometan (Stern, 2019).

U proteklom desetljeću bioplinska industrija je porasla za 90%. Instaliran kapacitet na globalnoj razini dosegao je 120 GW u 2019. u usporedbi sa 65 GW u 2010., s europskim udjelom u proizvodnji većim od 70%. Prema Izvješću Europske udruge za bioplin za 2021. (EBA 2021), proizvodnja bioplina i biometana u Europi iznosila je 191 TWh u 2020. godini. Namjera je da se proizvedene količine udvostruče do 2030. i dosegnu 1000 TWh u 2050. godini. EU bilježi porast korištenja bioenergije, što je uglavnom posljedica veće uporaba bioplina nego čvrste biomase. Gotovo 60% bioplina koristi se za proizvodnju električne energije (Banja i dr., 2019; Ivanković, 2020).

Slika 4 prikazuje ukupan broj bioplinskih i biomehanskih postrojenja u EU u posljednjem desetljeću. Broj bioplinskih postrojenja povećao se s manje od 10 500 u 2010. na gotovo 19 000 u 2020. godini. Povećanje broja objekata je praćeno povećanjem proizvodnje bioplina.



Slika 4. Broj postrojenja za proizvodnju bioplina i biometana u Europi (izrađeno prema EurObserv'ER, 2019)



Prema izvješću „Barometar za bioplin“, organizacije Eurobserv'ER iz 2019. godine (EurObserv'ER, 2019), Njemačka, Velika Britanija, Francuska i Italija vodeće su u Europi u proizvodnji bioplina. Njemačka se ističe kao najvažniji proizvođač, uz udio od 44% ukupnih proizvedenih količina bioplina u 2018. godini. Ujedinjeno Kraljevstvo je sudjelovalo sa 17%, dok su Italija i Francuska imale udjele od 12%, odnosno 4%. Od ostalih zemalja, Češka i Danska pokazuju značajan pomak u proizvodnji.

Također, postoji i evidentan porast u postrojenjima za biometan. U posljednjem desetljeću broj postrojenja za biometan u Europi porastao je s 483 postrojenja u 2010. godini na 880 pogona aktivnih u 2020. godini, dosegnuvši proizvodnju od ukupno 32 TWh biometana u Europi. Trenutno postoji 18 zemalja proizvođača biometana u Europi, s time da Njemačka ima najveći udio biometanskih postrojenja (232), a slijedi Francuska (131) (EBA & GIE, 2020).

#### 4. Pozicioniranje bioplina u energetskom razvoju RH

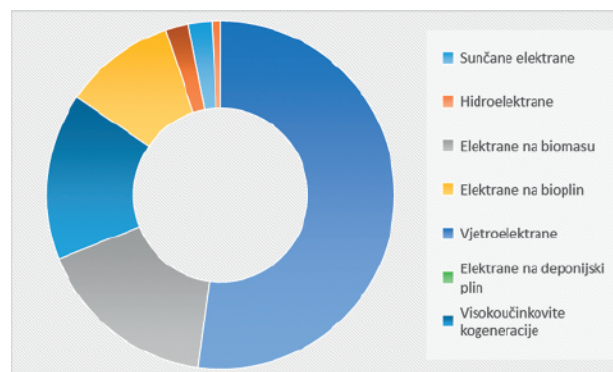
U RH se do sada bioplin uglavnom koristi za proizvodnju električne energije, a u ukupnom elektroenergetskom sektoru zauzima samo manji udio u proizvodnji, za razliku od drugih izvora poput vodnih snaga ili prirodnog plina.

Razvoj bioplinskih postrojenja u Hrvatskoj započnje 2012. godine, od kada se ukupna proizvodnja električne energije iz bioplina povećava u prosjeku za 10% godišnje. Prema izvještaju HROTE-a, „Sustav poticanja OIEIK u RH – godišnji izvještaj za 2021. godinu“, u evidenciji ukupnog broja sklopljenih ugovora bila su 42 potpisana ugovora za bioplinske elektrane, čija je ukupna instalirana snaga iznosila 46,9 MW. U

ukupnoj proizvodnji električne energije iz obnovljivih izvora, vjetroelektrane su činile najveći udio od 52,08%, a slijedila ih je biomasa s 16,95%, visokoučinkovita kogeneracija s 15,48%, te bioplin s 10,39% udjela u ukupnoj proizvodnji. Proizvodnja energije na bioplinskim postrojenjima iznosila je 363.016 MWh (Slika 5; HROTE, 2022).

Većina domaćih bioplinskih postrojenja smještena je u kontinentalnom dijelu Hrvatske. Sastav supstrata varira ovisno o raspoloživosti sirovina u blizini lokacija bioplinskih postrojenja, ali u najvećoj mjeri koristi se stajski gnoj (50-60%) te kukuruzna ili travna silaža (25-35%). Danas prevladavaju elektrane instalirane snage 1 MW. Velika postrojenja imaju i visoke troškove rada, a koncept budućeg razvoja bi trebao uključivati manje pogone na stočarskim farmama, tj. mikro bioplinska postrojenja prikladna veličini hrvatskih stočarskih OPG-ova (kapaciteta 10-50 kW).

Premda je energetska kriza izazvana ruskom invazijom na Ukrajinu intenzivirala potrebu za većom proizvodnjom bioplina, u Hrvatskoj se ne iskorištava potencijal. Sustav, temeljen na kružnom gospodarstvu



Slika 5. Udjeli proizvodnje električne energije u sustavu poticanja po tehnologijama u 2021. godini (izrađeno prema HROTE, 2022)

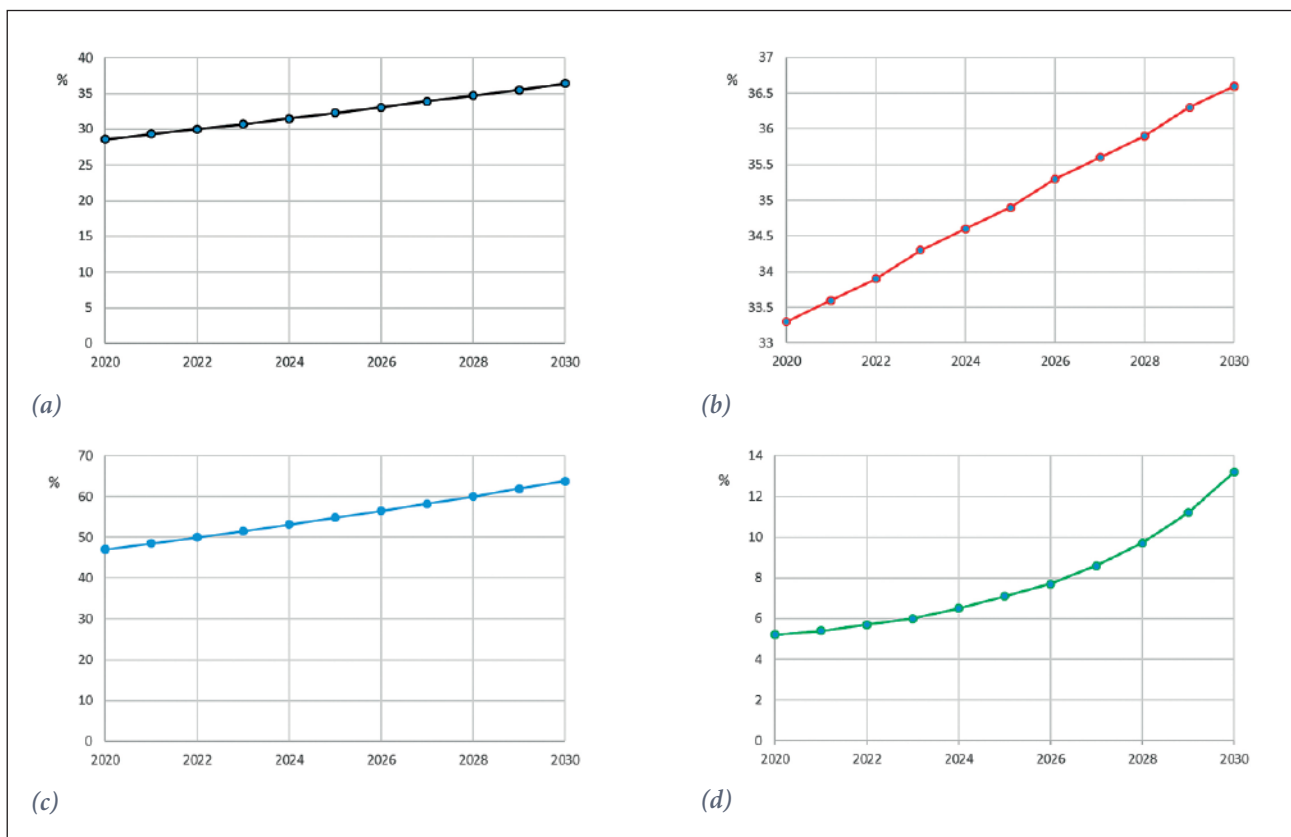
još uvijek nije zaživio u praksi, a bez postojanja jasnog smjera razvoja bioplinske industrije i dovoljno poticajne regulative koja bi proizvođačima pomogla prevladati poremećaje na tržištu, teško je očekivati napredak. Tako je recentno drastično poskupljenje proizvodnih sirovina rezultiralo raskidom ugovora i izlaskom više bioplinskih elektrana iz sustava poticaja (<https://oie.hr/>).

U Hrvatskoj je u pripremi „Strategija biogospodarstva do 2035. godine“, koja bi konačno trebala definirati viziju i strateške ciljeve razvoja biogospodarstva, a sve na načelima osiguranja sigurnosti hrane, održivog upravljanja prirodnim resursima, smanjenja ovisnosti o neobnovljivim izvorima energije i utjecaja na klimatske promjene. Bioplin, kao jedan od segmenata kružnog i održivog gospodarstva, trebao biti dio ove strategije.

U Hrvatskoj, većina komunalnog biootpada završi na odlagalištima. Prema „Izvešću o komunalnom otpadu za 2021. godinu“ iz komunalnog otpada u 2021. godini nastalo je ukupno 494.583 tona biootpada, a u 11 bioplinskih postrojenja anaerobnom digestijom prerađeno je samo 17.295 tona komunalnog otpada. Budući da odvojeno prikupljeni biootpad sadrži puno nečistoća, „Izvešće o komunalnom otpadu za 2021. godinu“

navodi isto kao razlog smanjenu količinu komunalnog biootpada koji se prerađuje u bioplinskim postrojenjima (Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, 2022).

„Integrirani nacionalni energetske i klimatski plan za Republiku Hrvatsku“, koji predstavlja osnovni nacionalni planski dokument energetske i klimatske politike, određuje putanju nacionalnog cilja za obnovljive izvore energije u prijevozu i putanju obveze stavljanja na tržište obnovljivih izvora energije u prijevozu za razdoblje od 2021. do 2030. godine, kao i za svako sljedeće desetljeće (Ministarstvo zaštite okoliša i energetike, 2019). Indikativnu putanju udjela OIE u prometu, električnoj energiji, te grijanju i hlađenju prikazuje Slika 6 a-c. Sudjelovanje OIE u prometu (Slika 6 d) podrazumijeva električnu energiju iz OIE, biogoriva, napredna biogoriva i bioplin. Ocijenjene doprinose tehnologija za dobivanje energije iz OIE prikazuje Slika 7 a-d. Korištenje biogoriva doprinijet će ostvarenju nacionalnog cilja od najmanje 13,2% obnovljivih izvora u neposrednoj potrošnji energije u prijevozu do 2030. godine, s time da maksimalni doprinos biogoriva proizvedenih iz kultura za proizvodnju hrane i krmiva ne može prijeći 7% u godišnjoj neposrednoj potrošnji energije (Zakon o biogorivima za prijevoz NN 65/09, 145/10, 26/11, 144/12, 14/14, 94/18, 52/21;



Slika 6. Indikativna putanja udjela u bruto neposrednoj potrošnji energije (a), grijanju i hlađenju (b), električnoj energiji (c) te u prometu (d) (izrađeno prema: Ministarstvo zaštite okoliša i energetike, 2019)

Pravilnik o mjerama za poticanje korištenja biogoriva u prijevozu NN 88/21; Integrirani nacionalni energetske i klimatski plan za Republiku Hrvatsku, 2019). Kao najvažnije mjere za poticanje korištenja energije iz biomase, propisane Planom ističu se mjere „POLJ-4: Anaerobna razgradnja stajskog gnoja i proizvodnja bioplina“, „POLJ-15: Sakupljanje i obrada poljoprivrednih nasada i ostataka za korištenje u energetske svrhe“ i „TR-13: Plan razvoja tržišta naprednih biogoriva“. Poticanje održivosti proizvodnje i uporabe biomase planira se provesti kroz mjeru „MS-11: Uspostava platforme za biogospodarstvo“. Nadalje, gledajući sektor gospodarenja otpadom („GO-5: Korištenje bioplina za proizvodnju biometana, električne energije i topline“), potencijal smanjenja emisije stakleničkih plinova odnosi se na smanjenje emisije metana nastalog anaerobnom razgradnjom biorazgradive frakcije otpada koji se koristi za proizvodnju električne energije i topline.

## 5. Diskusija i zaključak

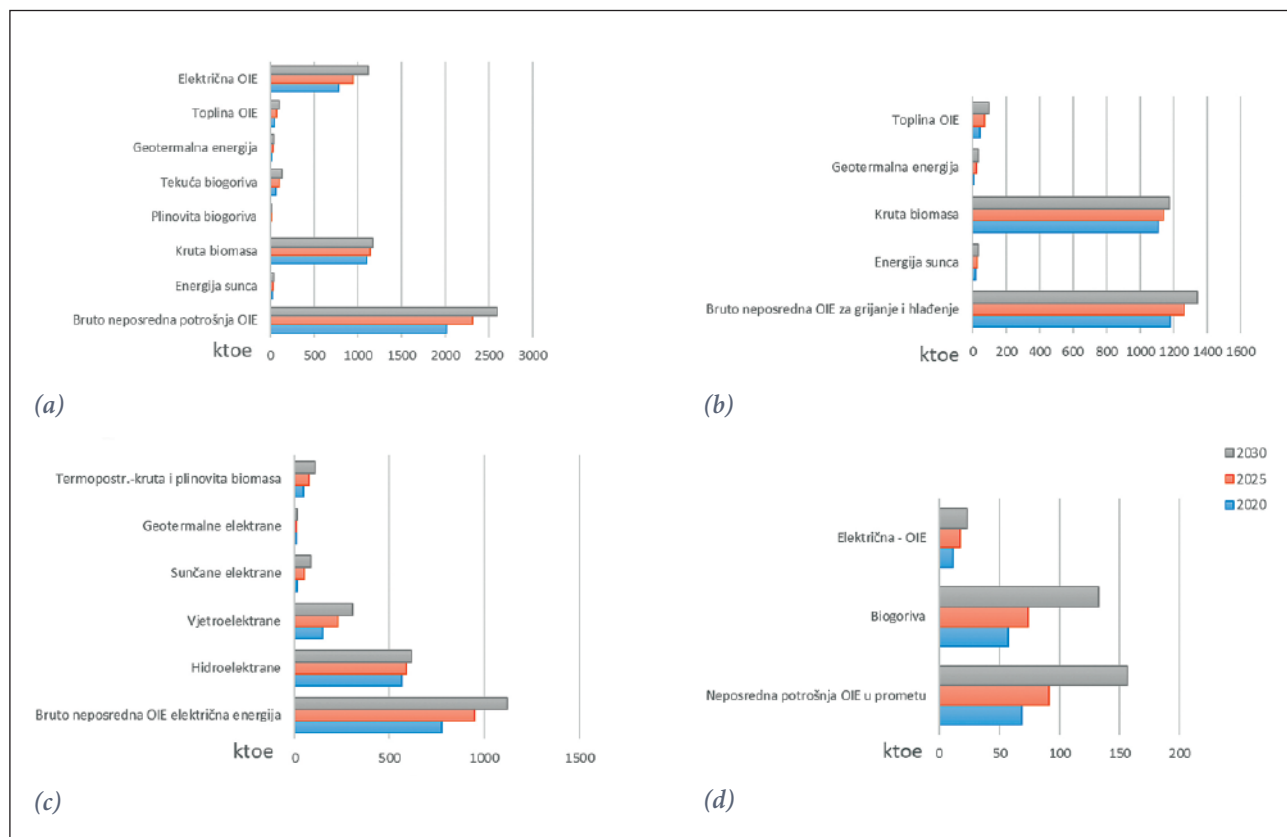
S obzirom na sve veću potrebu za diversifikacijom izvora energije i smanjenjem energetske ovisnosti, kao i činjenicu da se bioplin proizvodi iz različitih vrsta otpada te tako predstavlja potpuno održiv izvor energije,

Europska komisija kroz aktualni klimatsko-energetski regulatorni okvir nastoji povećati njegovu proizvodnju i korištenje u srednjoročnom i dugoročnom razdoblju.

Brojne ekološke i društvene koristi stoje na strani proizvodnje bioplina i biometana, a kao najznačajnija od njih ističe se negativni ugljični otisak. Međutim, višestruke prednosti bioplina obično se ne prepoznaju kao vrijednost, što rezultira visokom cijenom konačnog proizvoda, znatno višom od cijene fosilnog prirodnog plina.

Proizvodnja bioplina u Europi danas se odvija na oko 19.000 bioplinskih postrojenja i više od 700 postrojenja za proizvodnju biometana, na kojima je ukupno proizvedeno oko 19 Mtoe u 2018. godini. Prema izvješću EBA-e iz 2021. godine, europska proizvodnja biometana može doseći 95 milijardi m<sup>3</sup> do 2050. godine, što je gotovo četvrtina europske potrošnje prirodnog plina u 2020. godini.

Dok države članice EU-a sve više ulažu u bioplinску infrastrukturu i na taj način doprinose cirkularnoj ekonomiji, u Hrvatskoj se otpad minimalno koristi kao resurs za proizvodnju bioplina. Iako je proizvodnja bioplina u europskim zemljama u stalnom porastu, energija se uglavnom koristi za toplinsku i električnu energiju. Zarada od bioplina bila bi



Slika 7. Ocijenjeni doprinos tehnologija za OIE u: bruto neposrednoj potrošnji energije (a); grijanju i hlađenju (b), električnoj energiji (c) te u prometu (d) (izrađeno prema: Ministarstvo zaštite okoliša i energetike, 2019)

značajnija u slučaju da se bioplin pročišćava i do stupnja biometana. Budući da su recentni geopolitički odnosi doveli do nestabilnosti na tržištu prirodnog plina, što je rezultiralo vrlo visokim cijenama, isto bi moglo biti okidač za brže i značajnije uključivanje bioplina i biometana u budući energetska miks.

Dekarbonizacija europskog gospodarstva podrazumijeva proizvodnju i korištenje obnovljive i nisko-ugljične energije. Snažna politika i jasna regulatorna podrška za promicanje proizvodnje biometana ključni su za postizanje ovih ambicioznih ciljeva

## Literatura

1. ABANADES, S., ABBASPOUR, H., AHMADI, A., DAS, B., EHYAEI, M. A., ESMAEILION, F., ASSAD, M. E. H., HAJILOUNEZHAD, T., JAMALI, D. H., HMIDA, A., OZGOLI, H. A., SAFARI, S., ALSHABI, M., BANI-HANI, E. H.: A critical review of biogas production and usage with legislations framework across the globe. *Int. J. Environ. Sci.*, 2021, 19, 3377–3400.
2. AL SEADI, T., RUTZ, D., PRASSEL, H., M. KOTTNER, M., FINSTERWALDER, T., VOLKS, S., JANSSEN, R., KULUŠIĆ B., KOJAKOVIĆ, A.: Priručnik za bioplin. BiG>East Biogas for Eastern Europe, Intelligent Energy for Europe, Beograd, 2008, 160 p.
3. BANJA, M., JÉGARD, M., MOTOLA, V., SIKKEMA, R.: Support for biogas in the EU electricity sector—A comparative analysis. *Biomass Bioenergy*, 2019, 128, 105313.
4. DIREKTIVA (EU) 2018/2001 EUROPSKOG PARLAMENTA I VIJEĆA od 11. prosinca 2018. o promicanju uporabe energije iz obnovljivih izvora (preinaka), SL L 328/82, 21. 12. 2018., str. 21.
5. DOMAC, J.: Socijalno-ekonomski učinci primjene energije biomase. *Socijalna ekologija: časopis za ekološku misao i sociologijska istraživanja okoline*, 2001, 10, 171-181.
6. EurObserv'ER: The State of Renewable Energies in Europe, 2019. (<https://www.eurobserv-er.org/19th-annualoverview-barometer/>)
7. EUROPEAN BIOGAS ASSOCIATION (EBA): EBA Statistical Report 2021. EBA: Brussels, Belgium, 2022. (<https://www.europeanbiogas.eu/eba-statistical-report-2021/>)
8. EUROPEAN BIOGAS ASSOCIATION (EBA) & GAS INFRASTRUCTURE EUROPE (GIE). European Biomethane Map 2020. ([https://www.europeanbiogas.eu/wp-content/uploads/2020/06/GIE\\_EBA\\_BIO\\_2020\\_A0\\_FULL\\_FINAL.pdf](https://www.europeanbiogas.eu/wp-content/uploads/2020/06/GIE_EBA_BIO_2020_A0_FULL_FINAL.pdf))
9. EUROPSKA KOMISIJA: Europski zeleni plan, COM(2019) 640, Bruxelles, Belgija, 2019. (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52019DC0640>)
10. EUROPSKA KOMISIJA: Komunikacija o strategiji EU-a za smanjenje emisija metana, Bruxelles, Belgija, 2020 a. (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52020DC0663>)
11. EUROPSKA KOMISIJA: Energija za klimatski neutralno gospodarstvo: strategija EU-a za integraciju energetske sustava, COM(2020) 299, Bruxelles, Belgija, 2020 b. (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=COM:2020:299:FIN>).
12. EUROPSKA KOMISIJA: Strategija „od polja do stola“ za pravedan, zdrav i ekološki prihvatljiv prehrambeni sustav, COM(2020) 381, Bruxelles, Belgija, 2020 c. (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52020DC0381>)
13. EUROPSKA KOMISIJA: „Spremni za 55%“: ostvarivanje klimatskog cilja EU-a za 2030. na putu ka klimatskoj neutralnosti; COM(2021) 550, Bruxelles, Belgija, 2022a. (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A52021AE5481>)
14. EUROPSKA KOMISIJA: Plan REPowerEU, COM 2022/230, Bruxelles, Belgija, 2022 b. (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/HTML/?uri=CELEX:52022DC0230&from=EN>)
15. GUSTAFSSON, M., ANDERBERG, S.: Biogas policies and production development in Europe: A comparative analysis of eight countries. *Biofuels*, 2022, 1–14.
16. HRVATSKI OPERATOR TRŽIŠTA ENERGIJE (HROTE): Sustav poticanja OIEIK u RH – godišnji izvještaj za 2021. godinu, 2022.
17. IVANOVIĆ, M. Biogas in circular economy of the European Union. -In: Banovac, E., PUDIĆ, D. (eds.): 35th International Scientific & Expert Meeting of Gas Professionals, Hrvatska stručna udruga za plin, Proceedings, 2020, 236-247.
18. ARTICHOWICZ, W., REMISZEWSKA-SKWAREK, A., LUCZKIEWICZ, A.: Biomass in biogas production: Pre-treatment and codigestion. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2021, 50, 111509.



19. MINISTARSTVO GOSPODARSTVA I ODRŽIVOG RAZVOJA: Izvješće o komunalnom otpadu za 2021. godinu, KLASA: 351-02/22-99/24 URBROJ: 517-12-1-3-1-22-2, 2022, 159 p.
20. OMERDIĆ, N.: Anaerobnom digestijom do visokovrijednog organskog gnojiva. Hrvatske vode, 2020, 28, 43-50.
21. KASINATH, A., FUDALA-KSIAZEK, S., SZOPINSKA, M., BYLINSKI, H., ARTICHOWICZ, W., REMISZEWSKA-SKWAREK, A., LUCZKIEWICZ, A. Biomass in biogas production: Pretreatment and codigestion. Renew. Sustain. Energy Rev., 2021, 150, 111509.
22. KORBAG, I., OMER, S. M. S., BOGHAZALA, H., ABOUBAKR ABUSASIYAH, M. A.: Support for biogas in the EU electricity sector – A comparative analysis, 2020.
23. MOYA, C., SANTIAGO, R., HOSPITAL-BENITO, D., LEMUS, J., PALOMAR, J.: Design of biogas upgrading processes based on ionic liquids. Chemical Engineering Journal, 2021, 428, 132103.
24. PERSSON, M.; JONSSON, O.; WELLINGER, A.: Biogas upgrading to vehicle fuel standards and grid injection; IEA Bioenergy: Dublin, Ireland, 2006, 32 p. ([https://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2007/12/upgrading\\_report\\_final.pdf](https://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2007/12/upgrading_report_final.pdf))
25. SCARLAT, N., DALLEMAND, J. F., FAHL, F.: Biogas: Developments and perspectives in Europe. Renewable Energy, 2018, 129, Part A, 457-472.
26. STERN, J.: Narratives for Natural Gas in Decarbonising European Energy Markets. The Oxford Institute for Energy Studies: Oxford, UK, 2019, 32 p.
27. OPĆI UVJETI OPSKRBE PLINOM, „Narodne novine“ br. 50/2018, 88/2019, 39/2020, 100/2021, 103/2022.
28. ZAKON O BIOGORIVIMA ZA PRIJEVOZ, „Narodne novine“ br. 6520/2009, 145/2010, 26/2011, 144/2012, 14/2014, 94/2018, 52/2021.
29. PRAVILNIK O MJERAMA ZA POTICANJE KORIŠTENJA BIOGORIVA U PRIJEVOZU „Narodne novine“ br. 88/2021.
30. MINISTARSTVO ZAŠTITE OKOLIŠA I ENERGETIKE: Integrirani nacionalni energetska i klimatski plan za Republiku Hrvatsku, 2019, 241 p.

## Internetske stranice

1. <https://planet-biogas.com/en/function-of-a-biogas-plant/#>
2. <https://oie.hr/>