

Izazovi bioplinskog poslovanja tijekom energetske krize (2021. – 2023.)

Lari Hadelan¹, Matea Sokač², Magdalena Zrakić Sušac¹, Mateja Jež Rogelj¹, Neven Voća¹

¹Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, Zagreb (lhadelan@agr.hr)

²studentica diplomskog studija Obnovljivi izvori energije u poljoprivredi, Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

SAŽETAK

Bioplinska postrojenja značajna su sastavnica održivog energetskeg sustava. Rad analizira izazove s kojima se bioplinski sektor suočavao tijekom energetske krize u razdoblju 2021. – 2023. Ratna zbivanja u Ukrajini uzrokovala su značajan rast cijene kukuruzne silaže, što je negativno utjecalo na postrojenja koja ovise o toj sirovini. Kako bi ublažila povećane troškove, mnoga su postrojenja iskoristila povoljnije cijene energije na slobodnom tržištu te su napustila sustav poticaja Hrvatskog operatera tržišta energije (HROTE). Uz analizu sekundarnih izvora s podacima o tržišnim prilikama i državnom intervencionizmu tijekom krize, rad se temelji na intervjuu s predstavnikom bioplinskog sektora.

Ključne riječi: energetska kriza, obnovljivi izvori energije, bioplinsko postrojenje, intervju

UVOD

S razvojem svjetskog gospodarstva povećavaju se potrebe za resursima poput hrane, vode, infrastrukture, ali i energije. Čovječanstvo se i dalje u velikoj mjeri oslanja na tradicionalne fosilne izvore energije poput sirove nafte, željezne rude, lignita, ugljena i prirodnog plina. Tijekom povijesti fosilni su energenti značajno potaknuli gospodarski rast i poboljšali kvalitetu života, no zbog ekoloških posljedica njihove uporabe, nužno je provesti energetske tranzicije prema obnovljivim izvorima energije kao ekološki održivoj alternativu. Jedan od značajnijih obnovljivih izvora je i bioplin. Bioplin je plinski energent koji se proizvodi od biomase i od biorazgradivog

dijela otpada. U većini se zemalja EU-a bioplin pretežno koristi za proizvodnju struje i topline u toplanama. Bioplin pročišćen u biometan i skladišten u plinskoj mreži može se primijeniti kao idealno biogorivo (Krička i sur., 2006.).

Krajem 2023. godine u EU-u je bilo više od 20.000 bioplinskih postrojenja, od čega je oko 1.500 postrojenja za proizvodnju biometana. Europsko tržište postrojenja za bioplin procijenjeno je na 1,23 milijarde eura u 2024. i predviđa se da će dosegnuti 2,58 milijardi eura do 2033. godine, uz složenu godišnju stopu rasta (CAGR) od 8,6 % od 2025. do 2033. godine (Market Data Forecast, 2025.). Registar

obnovljivih izvora energije i kogeneracije te povlaštenih proizvođača (Registar OIEKPP) pri Ministarstvu gospodarstva je evidencija proizvodnih postrojenja u Hrvatskoj koja koriste obnovljive izvore energije. Prema ovom izvoru, u Hrvatskoj je u svibnju 2025. evidentirano 70 bioplinskih postrojenja, od čega je 55 električne snage 1 i više MWJ.

Energetska kriza 2022. godine, uzrokovana post koronakrizom, ratnim događanjima u Ukrajini te globalnom inflacijom, dovela je bioplinska postrojenja u nezavidan položaj. Jedan od najznačajnijih problema s kojima su se suočila postrojenja sirovinski oslonjena na žitarice, pretežito kukuruznu silažu, bio je rast

njihovih cijena 2022. godine u EU-u za 45 % (Eurostat, 2023.). Istovremeno, otkupna cijena struje koju je Hrvatski operator tržišta energije (HROTE) plaćao proizvođačima energije u sustavu poticaja, ostala je ista. Porastom operativnih troškova održivost postrojenja koja nisu diversificirala svoju sirovinsku osnovu postala je upitna.

Cilj rada je opisati utjecaj energetske krize 2022. godine na poslovanje bioplinskih postrojenja u Hrvatskoj, uz naglasak na utjecaj promjena cijena inputa, prvenstveno kukuruzne silaže, na njihovu poslovnu održivost.

MATERIJAL I METODE

U prvom dijelu predstavljen je teorijski okvir rada s prikazom osnovnih značajki bioplinskog sektora, dok je u drugom dijelu analiziran utjecaj energetske krize na poslovanje bioplinskih postrojenja te su prikazani rezultati empirijskog istraživanja provedenog putem intervjua. U teorijskom dijelu, uvidom u sekundarne izvore podataka kao što su stručna i znanstvena literatura te podaci sa specijaliziranih mrežnih stranica, opisuje se uloga bioplinskih postrojenja u energetskej strukturi Hrvatske. Primarni podaci prikupljeni su provedbom intervjua. U intervjuu je sudjelovao predsjednik Hrvatske udruge proizvođača bioplina te ujedno i jedan

od vlasnika bioplinskog postrojenja Bioel d.o.o. Intervju se sastojao od dvadeset i devet pitanja koja su vezana za opće podatke o vlastitom bioplinskom postrojenju, problemima s dobavom sirovina tijekom energetske krize, ograničavanju otkupne cijene energije od strane Vlade tijekom 2022. godine te perspektivama i izazovima za budućnost bioplinskih postrojenja u Hrvatskoj. Strukturirani intervju proveden je u rujnu 2024. godine, telefonskim putem. Trajao je 52 minute i 15 sekundi. Podaci dobiveni na ovaj način obrađeni su tematskom analizom.

REZULTATI I RASPRAVA

Bioplinska postrojenja u Hrvatskoj

Sve intenzivnije korištenje fosilnih izvora energije u kombinaciji sa stalnim porastom svjetske populacije, stvara potrebu za novim oblicima energije. Iako se smatra kako će u

2050. godini fosilna goriva i dalje zauzimati znatan udio u ukupnoj potrošnji energije, države članice Europske unije postavile su cilj kojim bi se dovelo do znatnog smanjenja

emisija stakleničkih plinova za minimalno 55 % do 2030. godine te postizanja klimatske neutralnosti do 2050. godine (Europska komisija, 2021.). Proizvodnja bioplina u bioplinskim postrojenjima postupkom anaerobne digestije posljednjih je godina dobila značajnu pozornost. Anaerobna digestija predstavlja biokemijski proces u kojem se djelovanjem različitih vrsta bakterija u anaerobnim uvjetima razgrađuju kompleksni organski spojevi. Kao rezultat anaerobne digestije nastaju bioplin i digestat (Horvatić i sur., 2013.). Od ukupne proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora u sustavu poticanja u Hrvatskoj je 2022. godine udio vjetroelektrana bio 57,5 %, elektrana na krutu biomasu 25,6 % dok su elektrane na bioplin proizvodile 10,3 % električne energije (Kulišić, 2024.).

Ulaskom Hrvatske u Europsku uniju 2013. godine, pristupom europskim fondovima te usklađivanjem s energetsom politikom Europske unije, dolazi do intenzivnijeg razvoja bioplinskih postrojenja. Značajan porast broja bioplinskih elektrana zabilježen je u razdoblju 2015. – 2018., kada je s radom započelo 20 novih bioplinskih elektrana, od čega je samo u 2017. godini potpisano 19 novih ugovora o otkupu električne energije s Hrvatskim operatorom tržišta energije (HROTE) (Petravić-Tominac i sur., 2020.). Prema podacima iz Registra OIEKPP-a, u Hrvatskoj je u svibnju 2025. evidentirano 70 bioplinskih postrojenja, od čega je 55 električne snage 1 i više MWJ. Najviše postrojenja nalazi se u Osječko-baranjskoj županiji u kojoj se proizvede i 28 % ukupne el. energije hrvatskih bioplinskih postrojenja (Tablica 1).

Tablica 1. Bioplinska postrojenja u Hrvatskoj, svibanj 2025.

Županija	Broj bioplinskih postrojenja	Električna snaga (MWJ)
Bjelovarsko-bilogorska županija	10	9,4
Grad Zagreb	1	2,0
Koprivničko-križevačka	7	8,8
Međimurska	3	1,2
Osječko-baranjska	21	21,6
Požeško-slavonska	2	4,0
Sisačko-moslavačka	1	0,1
Varaždinska	3	1,7
Virovitičko-podravska	6	8,0
Vukovarsko-srijemska	11	12,3
Zagrebačka	5	7,2
UKUPNO	70,0	76,2

Извор: Registar OIEKPP

Kukuruzna silaža u proizvodnji bioplina

Kako bi proces anaerobne digestije bio uspješan, potrebno je osigurati kvalitetne sirovine. Najčešće korištene kategorije supstrata su stajski gnoj i gnojnica, ostaci i nusproizvodi iz poljoprivredne proizvodnje, razgradivi organski otpad iz poljoprivredne i prehrambene industrije, organski dio komunalnog otpada i otpada iz ugostiteljstva, otpadni muljevi te energetske usjevi (Khaleel Jameel i sur., 2024.). U većini bioplinskih postrojenja u Hrvatskoj kukuruzna silaža je glavni supstrat za proizvodnju bioplina (Matin i sur., 2023.). Razlog tome je što kukuruzna silaža daje izuzetno velike prinose zelene mase, što znači da se može proizvesti velika količina energije (Gagro i Herceg, 2005.). Osim toga, Hrvatska ima dugu tradiciju uzgoja kukuruza, posebno u Slavoniji i središnjoj Hrvatskoj te je kukuruzna silaža već poznata sirovina u stočarstvu, što olakšava njezinu primjenu i za bioplin. Osim toga, proizvodnja bioplina pruža poljoprivrednicima alternativan izvor prihoda, diversificirajući njihove izvore zarade izvan tradicionalnih poljoprivrednih aktivnosti. Ova diversifikacija može povećati profitabilnost gospodarstva, osobito u regijama s povoljnim subvencijama ili politikama za obnovljive izvore energije (Pawlita-Posmyk i sur., 2022.).

Lajdova i sur. (2016.) navode da konkurentni odnos između korištenja kukuruzne silaže za proizvodnju bioplina i stočne hrane može dovesti do viših troškova stočne hrane za poljoprivrednike, što potencijalno može smanjiti učinkovitost stočarske proizvodnje i njezinu ekonomsku održivost. Korištenje kukuruzne silaže za proizvodnju bioplina izaziva zabrinutost u vezi sa sigurnošću opskrbe hranom, osobito u regijama gdje je kukuruz osnovna prehrambena kultura za ljude ili stočnu hranu. Do sličnih zaključaka dolazi

i Hutňan (2016.) dovodeći u pitanje održivost primjene kukuruzne silaže u proizvodnji bioplina jer konkurira prehrambenim resursima. Smatra da će silaža u tradicionalnim „kukuruznim regijama“ i ostati dominantan supstrat u bioplinskim postrojenjima, ali sugerira da se istraže alternative poput energetske kulture radi postizanja veće održivosti. Scholz i sur. (2016.) navode da prosječni procijenjeni udio kukuruzne silaže na poljoprivrednim površinama u Bavarskoj iznosi 4,5 % za proizvodnju bioplina i 7,2 % za potrebe govedarstva. Otprilike 40 % ukupne proizvodnje kukuruzne silaže u prosjeku se koristi u energetske svrhe. Energetske kulture (npr. Miskantus i Sudanska trava), kao optimalna solucija za zamjenu silaže, pogodne su za razvoj na marginalnim tlima, tj. tlima lošije kvalitete uz postizanje velikog prinosa u relativno kratkom vremenskom periodu, uz minimalnu gnojdbu i potrošnju vode (Simmons i sur. 2008.). Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja (2023.) ističe kako se održiva proizvodnja bioplina može postići zamjenom kukuruzne silaže poljoprivrednim energetske kulturama. Jedan od primjera je i iskorištavanje biootpada iz komunalnog otpada za proizvodnju električne i toplinske energije. Komunalni otpad se ne iskorištava dovoljno kao izvor biomase zbog nerazmjernog rasporeda kompostana i bioplinskih postrojenja, posebno u ruralnim područjima. Troškovi transporta biootpada na veće udaljenosti često ga čine neisplativim, a cijene odvojenog prikupljanja više su u odnosu na miješani otpad (Ministarstvo gospodarstva, 2023.). Takvi čimbenici, zajedno s nedovoljnom kvalitetom odvojenog biootpada, ograničavaju iskorištavanje ovog potencijala, čime se ujedno i produbljuje problem želje za potražnjom

alternativnih izvora sirovina kod proizvodnje bioplina. Razvijanje sustava koji će omogućiti korištenje alternativnih izvora sirovina može

značajno smanjiti ovisnost o kukuruznoj silaži.

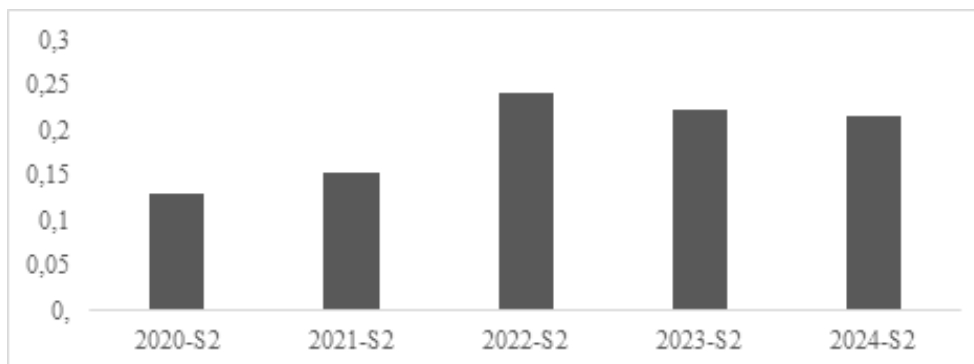
Energetska kriza 2022. godine i poslovanje bioplinskih postrojenja

Posljednja energetska kriza uzrokovana je nizom faktora poput nastojanja za smanjenjem emisija ugljičnih plinova, smanjenom proizvodnjom nafte za vrijeme pandemije koronavirusa i skokom potražnje nakon ponovnog otvaranja tržišta. Ipak, svoj je puni zamah postigla prekidom opskrbe energenata iz Rusije (Ozili i Ozen, 2023.).

U veljači 2022. godine započeo je oružani sukob na europskom kontinentu, kada je Ruska Federacija pokrenula vojnu invaziju na teritorij Ukrajine. Europska unija uvela je niz restriktivnih mjera koje obuhvaćaju sektore

financija, prometa, izvoza te izdavanja viza, pri čemu su najizraženije bile sankcije povezane s energetskim sektorom (Papunen, 2024.).

Tijekom energetskog šoka izazvanog postpandemijskim oporavkom i ruskom agresijom na Ukrajinu, došlo je do značajnog porasta tržišnih cijena električne energije u Europskoj uniji, uključujući i Hrvatsku (Grafikon 1). U pojedinim razdobljima, tržišna cijena električne energije višestruko je nadmašivala tarife koje su bioplinska postrojenja ostvarivala unutar sustava poticaja.



Grafikon 1. Cijene električne energije (EUR/kWh) za kućanstva na području EU27 – polugodišnji podaci

Izvor: Eurostat

Takva situacija predstavljala je prekretnicu u odnosu na prethodne godine, kada je model povlaštenog otkupa bio financijski povoljniji od tržišnog plasmana.

Bioplinske elektrane koje su prethodno sudjelovale u sustavu povlaštenog otkupa, kojim upravlja HROTE i koji se temelji na unaprijed definiranim tarifama, počele su preispitivati svoju tržišnu strategiju. U uvjetima viših tržišnih cijena, dio proizvođača zaključio je da

je ekonomski isplativije izaći iz sustava poticaja te električnu energiju prodavati izravno na tržištu – primjerice putem bilateralnih ugovora (Power Purchase Agreements – PPA) ili kroz trgovanje na organiziranim tržištima poput CROPEX-a.

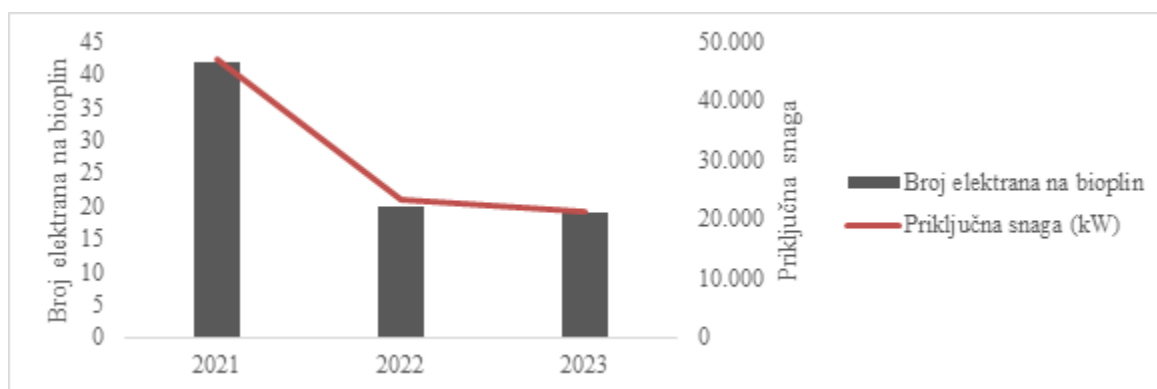
U 2022. godini u prosjeku su cijene električne energije na hrvatskoj burzi električne energije bile 2,4 puta više nego godinu ranije, što je iz sustava poticaja odvučilo 67 povlaštenih proizvođača obnovljivih izvora energije ukupno instalirane snage preko 376 MW. Posljedično, napuštanjem sustava poticaja, HROTE je ponekad energiju za podmirivanje dugoročnih obveza morao kupovati na burzi (HERA, 2023.).

Svojenapuštanjem poslovanja u sklopu HROTE sustava proizvođači bioplina opravdavaju su nastupom nepovoljnih financijskih okolnosti nastalih značajnim rastom cijena njihove osnovne sirovine – kukuruzne silaže. Prema navodu Marijana Cengera, predsjednika Hrvatske udruge proizvođača bioplina, nabavna

cijena kukuruzne silaže iznosila je 2021. godine 23,00 EUR/t, dok je sljedeće 2022. godine porasla na 55,00 EUR/t. U situaciji kada je vlada Uredbom o Zakonu o hitnoj intervenciji za rješavanje pitanja visokih cijena električne energije (NN, 156/22) fiksirala gornju granicu cijene proizvedene električne energije na 180 eura po MWh, vlasnici bioplinskih postrojenja bili su prisiljeni rast troškova proizvodnje kompenzirati višim prodajnim cijenama električne energije koju su ostvarivali izlaskom iz HROTE sustava i prodajom el. energije na slobodnom tržištu.

Iz danih podataka grafički prikazanih na Grafikonu 2., vidljivo je kako se u samo dvije godine broj elektrana na bioplin sa sklopljenim ugovorima s HROTE-om više no prepolovio.

Samo tijekom 2022. godine 22 elektrane na bioplin, ukupne priključne snage od 24.649 kW, raskinule su ugovor i prestale isporučivati energiju u okviru sustava poticanja (HROTE, 2023.).



Grafikon 2. Broj i ukupna priključna snaga povlaštenih proizvođača bioplina s ugovorima o otkupu električne energije

Izvor: HROTE (2024.)

Cijene električne energije na burzama poput CROPEX-a u 2023. i dalje su bile više nego u predpandemijsko vrijeme, ali značajno niže u odnosu na rekordne razine iz 2022. godine. Time je tržišna atraktivnost prodaje električne energije pala, osobito za male i srednje proizvođače poput bioplinskih postrojenja, koji nemaju veliku fleksibilnost niti mogućnost špekuliranja s cijenom.

Uredbom o izmjenama i dopuni Uredbe o otklanjanju poremećaja na domaćem tržištu energije iz ožujka 2024., određeno je kako se omogućuje povratak u sustav poticajnih cijena za ona bioplinska postrojenja koja su taj sustav napustila u razdoblju od 1. svibnja 2022. do stupanja na snagu Uredbe. Također su navedeni uvjeti povrata u sustav. U Gospodarsko-interesnom udruženju *Obnovljivi izvori energije*

Tematska analiza intervjua

Kako bi se dobio bolji uvid u stanje bioplinskog sektora u Hrvatskoj tijekom energetske krize 2022. godine, proveden je intervju. U intervju je sudjelovao Marijan Cenger, predsjednik Hrvatske udruge proizvođača bioplina te ujedno i jedan od vlasnika bioplinskog postrojenja Bioel d.o.o.

Poslovanje tijekom i nakon energetske krize

Tijekom energetske krize postrojenje je radilo s ogromnim gubicima više od godinu dana. Ispitanik navodi kako, unatoč gubicima, nisu smanjili proizvodnju i nastavili su raditi punim kapacitetom. Iako su mnoga bioplinska postrojenja imala poteškoća s nabavom sirovina, postrojenje je opstalo zahvaljujući vlastitoj ratarskoj proizvodnji gdje su, kako ispitanik navodi, žrtvovali dio ratarstva kako bi očuvali proizvodnju bioplina. Zadržali su sve radnike, ali je kriza iscrpila obrtni kapital koji su stvarali godinama. Planovi za

Hrvatske ističu kako je navedenim uredbama bioplinskim postrojenjima omogućeno da se vrate u sustav poticaja, ali da pritom dolazi do potencijalnog problema procjene i uvažavanja stvarnih nastalih troškova proizvodnje električne energije u razdoblju između prosinca 2022. i lipnja 2023. Vlasnici bioplinskih postrojenja htjeli su se vratiti u sustav, ali bi prema njihovim procjenama za ponovno sklapanje sporazuma morali izdvojiti više stotina tisuća eura, ovisno o veličini bioplinskog postrojenja. Za cijelu nastalu situaciju optuživali su birokraciju i pogrešnu procjenu, odnosno korištenje referentnih vrijednosti umjesto stvarnih troškova proizvodnje električne energije (OIEH, 2024.).

Intervju se sastojao od dvadeset i devet pitanja vezanih uz poslovanje vlastitog postrojenja, probleme s nabavom sirovina tijekom energetske krize, ograničenje otkupne cijene energije od strane HROTE-a tijekom 2022. godine te perspektive i izazove za budućnost bioplinskih postrojenja u Hrvatskoj.

Budućnost nakon krize su implementacija nove tehnologije uz preusmjeravanje dijela proizvodnje prema biometanu uz zadržavanje proizvodnje električne energije. Kako bi se povećala otpornost bioplinskih postrojenja na buduće energetske krize, ispitanik navodi da je potrebno poduzeti specifične korake kao što su smanjenje troškova, smanjenje udaljenosti dobavnih sirovina i proizvodnja energetskih kultura na što manjoj udaljenosti. Kao jednu od najvećih troškovnih stavaka u poslovanju, ispitanik navodi servis i održavanje postrojenja.

Troškovi održavanja postrojenja su visoki te je potreban uvoz dijelova iz europskih zemalja

uz otežan transport, a nedostatak kvalificirane radne snage predstavlja dodatan problem.

Izlazak bioplinskih postrojenja iz HROTE sustava

Bioplinsko postrojenje ispitanika ostalo je u sustavu HROTE-a, dok se ostali, kako ističe, nisu mogli nositi s gubicima te su i napustili sustav. Naglašava da je nepravovremena intervencija države u smislu davanja bonusa bioplinskim postrojenjima kako bi pokrili razliku u povećanju cijena sirovina dovela do izlaska mnogih postrojenja iz sustava HROTE-a. Kako

to nije doneseno pravovremeno, ističe kako se pružila prilika postrojenjima da potpišu ugovore na slobodnom tržištu te je to bio jedini spas za većinu bioplinskih postrojenja. Uz naknadu za plaćanje razlike od viška prihoda, bioplinskim postrojenjima je dopušten povratak u sustav HROTE-a.

Zakonski okvir poslovanja bioplinskih postrojenja

Bioplinsko postrojenje navedenog ispitanika već je devetu godinu u sustavu poticaja od strane HROTE-a. Ispitanik smatra da zakonodavni okvir u Hrvatskoj nije dovoljno poticajno usmjeren prema bioplinskim postrojenjima i ističe kako njime nije prepoznata važnost bioplina u razvoju poljoprivrede i prerađivačko-prehrambene industrije. Smatra kako je potrebno donijeti odluku da se kroz tržišne uvjete i dalje potiču bioplinska postrojenja na

barem deset godina kroz sustav premija nakon isteka ugovora putem feed-in tarifa (sustav zajamčenih cijena). Također, naglašava kako bi bilo korisno na više mjesta izgraditi više manjih postrojenja koja bi bila isključivo za bioplin. Ispitanik smatra kako bi se izgradnjom takvih postrojenja smanjila ovisnost o uvozu plina te pomoglo naftnim industrijama da ispoštuju svoje obveze prema Europi.

Sirovine u proizvodnji bioplina

Ispitanik navodi da se za njegovo postrojenje koriste razne sirovine, ovisno o dostupnosti na tržištu. Za vrijeme rada šećerane u Virovitici korišteni su nusproizvodi ove industrije, a trenutno su najvažnije sirovine predkulture poput raži i tritikale. U velikoj mjeri koriste i stajnjak s farmi peradi i tovnje junadi, a gnojovku dovoze s farme krava. Ispitanik naglašava da imaju vlastitu ratarsku proizvodnju, što im

pojednostavljuje dobavu sirovina. Ne oslanjaju se u prevelikoj mjeri na kukuruznu silažu te je plan i u budućnosti biti usmjeren na pretkulture i nusprodukte prehrambene industrije. S energetskim kulturama kao potencijalnom sirovinom nema većih iskustava, ali smatra kako će kombinacija ovih kultura sa žitaricama u budućnosti biti bitna stavka njihove opskrbe osnove.

Budućnost proizvodnje bioplina u Hrvatskoj

Ispitanik ističe kako se bez bioplinskog sektora neće uspjeti postići ciljevi zelenih

politika u energetici, posebice u proizvodnji biometana, kao što će se i vrlo teško bez

bioplinskog sektora u elektroenergetskom sustavu održati stabilnost u mreži zbog još većeg povećanja razvoja solara i vjetroelektrana. Naglašava kako bez razvoja bioplinskog sektora nema razvoja ni solara ni vjetroelektrana.

Energetska kriza 2022. godine pokazala se mjerodavnim testom otpornosti bioplinskih postrojenja u Hrvatskoj. Mnoga od njih pokazala su se nespremna suočiti se s naglim rastom cijena sirovina, što je rezultiralo različitim ishodima – od izlaska iz sustava HROTE-a do potpunog prestanka poslovanja. Kriza je jasno diferencirala postrojenja prema njihovoj učinkovitosti, pri čemu su ona s diversificiranom strukturom sirovina, poput postrojenja intervjuiranog proizvođača, bila sposobnija apsorbirati šokove na tržištu. Postrojenje sudionika intervjua, iako je zabilježilo poslovne gubitke u 2022. godini, nastavilo je s radom i ostalo unutar sustava HROTE-a.

Jedan od ključnih čimbenika neotpornosti bioplinskih postrojenja je oslanjanje na sirovine s visokim stupnjem volatilnosti cijena. Primjerice, cijene žitarica u Europskoj uniji 2022. godine porasle su prosječno 45 %, dok je cijena kukuruzne silaže u Hrvatskoj zabilježila dramatičan rast od čak 139 % u odnosu na prethodnu godinu. Ova situacija dodatno je naglasila važnost diversifikacije sirovina.

Oslanjanje na alternativne izvore poput mulja iz otpadnih voda, energetske kulture ili biootpada može značajno povećati otpornost i održivost bioplinskih postrojenja. Postrojenja koja su diversificirala svoje izvore pokazala su veću otpornost na cjenovne fluktuacije sirovina. Primjer toga je i intervjuirani proizvođač, koji se oslanja na vlastitu ratarsku proizvodnju i otpad prehrambene industrije, što je omogućilo stabilnije poslovanje unatoč tržišnim poremećajima.

Još jedan dobar primjer uspješnog poslovanja u kriznim godinama je bioplinsko postrojenje tvrtke Centralni uređaj za pročišćavanje otpadnih voda Grada Zagreba (CUPOVZ). Kao svoju osnovnu sirovinu ovo postrojenje koristi mulj iz komunalnih otpadnih voda. Bioplin se koristi u kogeneracijskom postrojenju za proizvodnju toplinske i električne energije, dok se višak električne energije predaje HEP-u, čime se dodatno povećava energetska učinkovitost postrojenja (Lovinčić i sur., 2015.).

Raznolikija struktura sirovinske osnove, osim što smanjuje financijske rizike, rješava i etičke dileme vezane uz kompeticiju bioplinskih postrojenja za poljoprivredne površine. Vochozka i sur. (2018.) ukazuju na važnost prelaska na sirovine poput komunalnog otpada, poljoprivrednog otpada i energetske kulture uzgajanih na marginalnim zemljištima, čime bi se smanjila konkurencija za zemljišta potrebna za proizvodnju hrane.

Ograničenje istraživanja predstavlja činjenica da se rad u velikoj mjeri oslanja na stavove Hrvatske udruge proizvođača bioplina. Za objektivniju analizu bilo bi korisno uključiti mišljenja predstavnika HROTE-a i neovisnih stručnjaka, koji bi mogli procijeniti jesu li proizvođači, zbog oslanjanja na cjenovno volatilne sirovine, dijelom odgovorni za svoje gubitke te jesu li neka postrojenja profitirala prodajom energije na slobodnom tržištu tijekom krize. Također, pitanje opravdanosti javnih sredstava za kompenzaciju gubitaka postavlja se u kontekstu postrojenja koja su svojevremeno napustila HROTE sustav kako bi iskoristila rast cijena na tržištu. Ova situacija otvara širu raspravu o državnoj intervenciji na energetskom tržištu, koje bi u idealnim uvjetima trebalo biti vođeno zakonima ponude i potražnje za što se zalaže Gordon (2008.) u svojem tekstu o uzaludnosti uplitanja državnih institucija u tržište nafte.

Bez inovativnih tehnoloških rješenja i prelaska na alternativne izvore sirovina, održivost bioplinskih postrojenja mogla bi biti ugrožena, što bi rezultiralo povećanim troškovima, smanjenom konkurentnosti te dodatnim pritiscima na prehrambeni

sektor. Balansiranje između energetske i prehrambene potrebe stoga ostaje ključan izazov u budućem razvoju bioplinskog sektora.

ZAKLJUČAK

Bioplin je jedan od najstabilnijih oblika obnovljivih izvora energije te ima značajnu ulogu u energetske miks EU-a i Hrvatske. Energetska kriza 2022. godine pokazala je ranjivost bioplinskog sustava, posebno u uvjetima nedovoljno diverzificiranih sirovinskih baza, pri čemu porast cijene glavnih sirovina dovodi u pitanje financijsku održivost postrojenja. Budući da svaka kriza predstavlja i priliku, ovaj rad nudi smjernice za dobavljačku strategiju vlasnika bioplinskih postrojenja

kako bi se povećala otpornost na nepovoljne tržišne uvjete. Također, analizirana je uloga državnih institucija, pri čemu se ukazuje na to da pretjerani intervencionizam, iako često proizlazi iz dobrih namjera, može dovesti do tržišnih distorzija. One se očituju u situacijama kada zaštićeni proizvođači iskorištavaju slabosti sustava u svoju korist ako im se za to ukaže prilika.

LITERATURA

Europska komisija (2021). „Spremni za 55%“: ostvarivanje klimatskog cilja EU-a za 2030. na putu ka klimatskoj neutralnosti.

Eurostat (2023). Agricultural annual prices in 2022 – first estimates, <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/w/DDN-20230112-1>

Gagro, M., Herceg, N. (2005). Utjecaj hibrida i gustoće sklopa na neka svojstva kukuruza za silažu. *Sjemenarstvo*, 22(1-2), 19-27.

Gordon, R. L. (2008). The Case against Government Intervention in Energy Markets. Policy analysis 628, Cato Institute

Horvatović, Z., Stojkov, M., Janković, Z., Topić, D., Golob, V. (2013). Bioplin i bioplinsko postrojenje Biogas and Biogas Power Plant.

Plin 13 - 11. skup o prirodnom plinu, toplini i vodi, 4. međunarodni skup o prirodnom plinu, toplini i vodi.

Hrvatska energetska regulatorna agencija - HERA (2023.). Godišnje izvješće 2022. https://www.hera.hr/hr/html/god_izv.html

Hrvatski operator tržišta energije. Sustav poticanja proizvodnje električne energije iz OIEiK-Godišnji izvještaj za 2023. <https://files.hrote.hr/files/PDF/OIEiK/GI%20OIEiK%202023.pdf>

Hutňan, M. (2016). Maize silage as substrate for biogas production. *Advances in Silage Production and Utilization*, 16, 173-96.

Khaleel Jameel M., Ahmed Mustafa M., Safi Ahmed H., Mohammed A., Ghazy H., Noori

- Shakir M., Mezher Lawas A., Mohammed S., Idan A., Mahmoud Z., Sayadi H., Kianfar E. (2024.). Biogas: Production, properties, applications, economic and challenges: A review. *Results in Chemistry*. 7: 101549
- Krička, T., Voća, N., Jukić, Ž., Janušić, V., Matin, A. (2006). Iskustva u proizvodnji i iskorištavanju obnovljivih izvora energije u Europskoj Uniji. *Krmiva: Časopis o hranidbi životinja, proizvodnji i tehnologiji krme*, 48(1), 49-54.
- Kulišić, B. (2024). Energetika: obnovljivi izvori energije. *Sektorske analize Ekonomskog instituta Zagreb*, preuzeto s <https://eizg.hr/userdocsimages/publikacije/serijske-publikacije/sektorske-analize/SA-Energetika-2024-2.pdf>
- Lajdova Z, Lajda L., Kapusta J., Bielik P. (2016.). Consequences of maize cultivation intended for biogas production. *Agricultural Economics-AGRICECON*. 62(12): 543-549. Nitra, Slovačka
- Lovinčić V, Sojčić M., Ganjto M., Sojčić M., Babić S., Rošić Ž., Alduk M. (2015.). Elaborat zaštite okoliša za ocjenu o potrebi procjene utjecaja zahvata na okoliš. EURCO d.d. Vinkovci
- Market Dana Forecast (2025). Europe Biogas Plant Market Size, Share, Trends, & Growth Forecast, preuzeto s <https://www.marketdataforecast.com/market-reports/europe-biogas-plant-market>
- Matin, A., Krička, T., Grubor, M., Kontek, M., Špelić, K., Tomić, I., & Jurišić, V. (2023). Mogućnost korištenja *Arundo donax* L. kao sirovine za proizvodnju bioplina obzirom na vrijeme žetve. 58. hrvatski i 18. međunarodni simpozij agronoma (pp. 449-454).
- Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja (2023.). *Energija u Hrvatskoj 2022*. https://mingo.gov.hr/UserDocsImages/slike/Vijesti/2022/Energija%20u%20HR%2022_WEB_%20Velika.pdf
- OIE Hrvatska (2024.). OIEH izvješće o elektroenergetskim prilikama u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2016. do 2023. godine i za 2023. godinu
- Ozili P., Ozen E. (2023.). Global energy crisis: impact on the global economy. *SSRN Electronic Journal Response*. 2-16
- Papunen A., (2024.). Economic impact of Russia's War on Ukraine. *European Council Response*. 5-7
- Pawlita-Posmyk, M., Wzorek, M., & Gono, R. (2022, June). Biogas and biomethane from animal waste for electricity production. *22nd International Scientific Conference on Electric Power Engineering (EPE)* (pp. 1-5). IEEE.
- Petravić-Tominac V., Nastav N., Buljubašić M., Šantek B.(2020.). Current state of biogas production in Croatia. *Energy, Sustainability and Society*. 10:8
- Scholz, L., Meyer-Aurich, A., & Kirschke, D. (2016). The Use of Silage Maize for Biogas Production – A Spatial Econometric Approach. <https://doi.org/10.52825/gjae.v6i3.2029>
- Simmons B.A., Loque D., Blanch H.W. (2008). Next-generation biomass feedstocks for biofuel production. *Renewable Energy*. 129: 457-472
- Uredba o izmjenama i dopuni Uredbe o otklanjanju poremećaja na domaćem tržištu energije, *Narodne novine*, br. 104/2024

Uredba o Zakonu o hitnoj intervenciji za rješavanje pitanja visokih cijena električne energije, Narodne novine, br. 156/2022.

Vochozka, M., Maroušková, A., Šuleř, P. (2018.). Economic, environmental and

moral acceptance of renewable energy: A case study—The agricultural biogas plant at Pěčín. *Science and Engineering Ethics*, 24, 299-305

The Challenges Facing Biogas Industry in the Energy Crisis (2021–23)

ABSTRACT

Biogas plants are an important component of a sustainable energy system. This paper analyzes the challenges faced by the biogas sector during the energy crisis in the period from 2021 to 2023. The war in Ukraine caused a significant increase in the price of corn silage, which negatively affected the plants that rely on this raw material. To mitigate the increased costs, many biogas plants took advantage of more favorable energy prices on the open market and exited the incentive system of the Croatian Energy Market Operator (HROTE). In addition to an analysis of secondary sources concerning the data on market conditions and state intervention during the crisis, the paper is based on an interview with a biogas-sector representative.

Keywords: energy crisis, renewable energy sources, biogas plant, interview