

Regulatorni i strateški okvir za utiskivanje bioplina i biometana u transportne sustave Europske unije

Štimac, Maja

Master's thesis / Diplomski rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:169:954535>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-30**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering Repository, University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET
Diplomski studij naftnog rudarstva

**REGULATORNI I STRATEŠKI OKVIR ZA UTISKIVANJE BIOPLINA I
BIOMETANA U TRANSPORTNE SUSTAVE EUROPSKE UNIJE**

Diplomski rad

Maja Štimac

N380

Zagreb, 2023.

REGULATORNI I STRATEŠKI OKVIR ZA UTISKIVANJE BIOPLINA I BIOMETANA U
TRANSPORTNE SUSTAVE EUROPSKE UNIJE

Maja Štimac

Rad izrađen: Sveučilište u Zagrebu
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za naftno-plinsko inženjerstvo i energetiku
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb

Sažetak

U diplomskom radu dan je pregled stanja tržišta bioplina i biometana u Europskoj uniji, fokusirajući se na pitanja kao što su: trenutna i buduća ponuda i potražnja za bioplinom i biometanom te važeći zakonski, regulatorni i politički okviri i sustavi financijskih potpora koji se koriste u EU zemljama. Napravljena je usporedba i analiza odnosa između razvoja bioplina i biometana i nacionalnih političkih okvira u šest europskih zemalja. Svrha ovog rada je sveobuhvatna procjena uvjeta i mogućnosti za razvoj sektora bioplina i biometana u EU uz trenutno važeće zakone, regulative i instrumente politike s naglaskom na uvjete umješavanja bioplina i biometana u postojeće transportne sustave prirodnog plina. Prilikom istraživanja uzet je u obzir regulatorni i politički okvir za proizvodnju, transport i distribuciju bioplina i biometana, tržišna situacija (uključujući potencijal potražnje i ponude) te sustavi podrške proizvođačima.

Ključne riječi: bioplin, biometan, regulatorni okvir, utiskivanje, EU

Završni rad sadrži: 82 stranice, 10 tablica, 13 slika i 114 referenci.

Jezik izvornika: hrvatski

Pohrana rada: Knjižnica Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta, Pierottijeva 6, Zagreb

Mentori: Dr. sc. Daria Karasalihović Sedlar, redovita profesorica RGNf-a

Pomagao pri izradi/komentor: Ivan Smajla, mag. ing. petrol., asistent RGNf-a

Ocjenjivači: Dr. sc. Daria Karasalihović Sedlar, redovita profesorica RGNf-a

Dr. sc. Tomislav Kurevija, redoviti profesor RGNf-a

Dr. sc. Luka Perković, izvanredni profesor RGNf-a

REGULATORY AND STRATEGIC FRAMEWORK FOR BIOGAS AND BIOMETHANE INJECTION
INTO EUROPEAN UNION TRANSPORTATION SYSTEMS

Maja Štimac

Thesis completed at: University of Zagreb
Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering
Department of Petroleum and Gas Engineering and Energy
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb

Abstract

This thesis provides an overview of the state of the biogas and biomethane market in the European Union, focusing on issues such as current and future supply and demand for biogas and biomethane and the current legal, regulatory and policy frameworks and financial support systems used in EU countries. A comparison and analysis of the relationship between the development of biogas and biomethane and national political frameworks in six European countries was made. The purpose of this thesis is a comprehensive assessment of the conditions and opportunities for the development of the biogas and biomethane sector in the EU under currently valid laws, regulations, and policy instruments with an emphasis on the conditions for mixing biogas and biomethane into the existing natural gas transport systems. During the research, the regulatory and political framework for the production, transportation and distribution of biogas and biomethane, the market situation (including potential demand and supply), and support systems for producers were taken into account.

Keywords: biogas, biomethane, regulatory framework, injection, EU

Thesis contains: 82 pages, 10 tables, 13 figures and 114 references.

Original in: Croatian

Archived in: Library of Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering, Pierottijeva 6, Zagreb

Supervisors: Full Professor Daria Karasalihović Sedlar, PhD

Tech. assistance: Assistant Ivan Smajla

Reviewers: Full Professor Daria Karasalihović Sedlar, PhD
Full Professor Tomislav Kurevija, PhD
Associate Professor Luka Perković, PhD

SADRŽAJ

POPIS SLIKA	IV
POPIS TABLICA	V
POPIS KRATICA I JEDINICA	VI
1. UVOD	1
2. BIOPLIN	3
2.1. Biometan	4
3. REGULATORNI I POLITIČKI OKVIR ZA PROIZVODNJU BIOPLINA I BIOMETANA U ODABRANIM ZEMLJAMA EU	7
3.1. Politika bioplina u EU	7
3.2. Strateške uredbe EU-a	8
3.2.1. Nacionalni energetska i klimatski plan (<i>NECP</i>).....	9
3.2.2. Ažurirani energetska i klimatski propisi.....	10
3.2.3. Direktiva 2009/73/EZ	11
3.2.4. <i>REPowerEU</i> akcijski plan	12
3.2.5. PROJEKT BIOMETHAVERSE.....	14
4. TRŽIŠTE BIOPLINA I BIOMETANA U EU – TRENUTNO STANJE I RAZVOJNI POTENCIJAL	16
4.1. Trenutno stanje razvoja tržišta bioplina	16
4.2. Trenutno stanje razvoja biometana	18
4.2.1. Potencijal za razvoj proizvodnje biometana	20
5. BIOPLIN U TRANSPORTNOM SUSTAVU	22
5.1. Sastav bioplina	22
5.2. Distributivna mreža	23
5.2.1. Francuska	25
5.2.2. Italija	25
5.3. Utiskivanje u mrežu prirodnog plina	26
5.4. Bioplin i biometan u cestovnom i pomorskom prometu	27
5.4.1. <i>CBG i LBG</i>	28
5.4.2. Podrške za korištenje biogoriva u prometu.....	30
6. SUSTAVI ZA PODRŠKU U PROIZVODNJI BIOPLINA I BIOMETANA	31
6.1. Trenutna politika EU	31
6.2. Razvoj nacionalne politike bioplina	31

6.3. Opći okvir sheme potpore za biometan	35
6.3.1. Certificati biogoriva.....	36
7. SCHEME POTPORA U ODABRANIM ZEMLJAMA EU	38
7.1. Italija	38
7.1.1. Regulatorni okvir i shema subvencija za biometan	38
7.2. Švedska	43
7.2.1. Regulatorni okvir i shema subvencija.....	44
7.3. Slovenija.....	48
7.3.1. Bioplin u prometu	49
7.3.2. Razvoj sektora bioplina	49
7.4. Austrija	50
7.4.2. Mjere potpore za bioplin.....	52
7.4.3. Mjere potpore za biometan	53
7.4.4. Uredba o gorivima za prijevoz.....	54
7.4.5. Obveza zamjene i smanjenje emisije stakleničkih plinova (§5, §7).....	54
7.4.6. Naknadna obveza (§ 22 (1)).....	54
7.4.7. Nacionalni zakon o trgovanju certifikatima o emisijama	55
7.5. Njemačka	56
7.5.1. Sheme potpore za biometan	57
7.6. Francuska	59
7.6.1. Regulatorni okvir i shema subvencija.....	60
7.6.2. OSTALE VRSTE POTPORE.....	62
7.6.3. Uvjeti održivosti	62
7.7. Hrvatska	63
7.7.1. Regulatorni okvir i shema subvencija.....	63
7.7.2. Bioplin u prometu	64
8. PROCJENA REGULATORNIH PREPREKA	66
8.1. Gas for Climate	66
8.1.1. Nepostojanje dugoročnog regulatornog i pravnog okvira	66
8.1.2. Pravo na utiskivanje.....	66
8.1.3. Duljina postupka izdavanja dozvola	67
8.1.4. Nepostojanje nacionalnog registra biometana i sustava jamstva podrijetla.....	67
8.1.5. Nedosljedna primjena europskog standarda kvalitete plina	67
8.1.6. ERGaR koncept za upravljanje prekograničnim transakcijama biometana.....	68

9. ZAKLJUČAK.....	70
10. LITERATURA	72

POPIS SLIKA

Slika 2-1. Shematski prikaz proizvodnog procesa bioplina i biometana.....	4
Slika 2-2. Procesi dobivanja biometana	5
Slika 3-1. Udio ruskog uvoza fosilnih goriva u ukupnoj domaćoj potrošnji u Europi u 2019. godini.....	12
Slika 3-2. Kretanje cijene prirodnog plina od 2021. godine i nivelirana cijena energije biometana	13
Slika 4-1. Udio u proizvodnji bioplina članica EU27 u 2021. godini	16
Slika 4-2. Broj biometanskih postrojenja i proizvodnja biometana u EU od 2011. do 2021. godine	19
Slika 4-3. Potencijal proizvodnje biometana i glavni načini dobivanja u TWh u zemljama EU u 2050. godini.....	21
Slika 5-1. Udio biometanskih postrojenja priključenih na distribucijsku i transportnu mrežu u Europi u 2020. godini	24
Slika 5-2. Udio biometanskih postrojenja priključenih na distribucijsku i transportnu mrežu u Europi u 2021. godini	24
Slika 5-3. Broj <i>LBG</i> postrojenja i ukupni proizvodni kapacitet u TWh u Europi (2018.-2024.)	29
Slika 6-1. Glavne sheme potpore u državama članicama EU27.....	36
Slika 7-1. Koncept zelenog plina u Švedskoj	46
Slika 7-2. Prodane količine <i>LNG</i> /bio- <i>LNG</i> -a za transport u Švedskoj u GWh (2017.-2021.)	48

POPIS TABLICA

Tablica 4-1. Ukupan broj bioplinskih i biometanskih postrojenja u EU u razdoblju 2012.-2022. godine	16
Tablica 4-2. Usporedba proizvodnje i načina korištenja bioplina u analiziranim zemljama	17
Tablica 5-1. Sastav bioplina i prirodnog plina	22
Tablica 5-2. Standard kvalitete za utiskivanje biometana u plinsku mrežu u EU	26
Tablica 6-1. Usporedba politika bioplina u određenim zemljama EU	34
Tablica 7-1. Subvencije za pokrivanje troškova ulaganja	41
Tablica 7-2. Subvencije za proizvodnju biometana.....	42
Tablica 7-3. Iznos naknade ovisno o vrsti goriva.....	55
Tablica 7-4. Cilj povećanja proizvodnje biometana u 2023. i 2028. godini.....	60
Tablica 8-1. Specifikacije za biometan za utiskivanje u mrežu prirodnog plina u EU	68

POPIS KRATICA I JEDINICA

- ADEME – francuska agencija za okoliš i upravljanje energijom (franc. *Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie*)
- BImSchG – Savezni zakon o kontroli emisije (njem. *Bundes-Immissionsschutzgesetz*)
- BIP – Industrijski savez za biometan (engl. *Biomethane Industrial Partnership*)
- °C – Celzijev stupanj (engl. *degree Celsius*)
- CAP – Zajednička poljoprivredna politika (engl. *Common Agricultural Policy*)
- CH₄ – metan
- CO – ugljikov monoksid (ugljikov(II) oksid)
- CO₂ – ugljikov dioksid
- CBG – komprimirani biometan (engl. *Compressed Bio-Gas*)
- CNG – stlačeni prirodni plin (engl. *Compressed Natural Gas*)
- CEN – Europski odbor za standardizaciju (engl. *The European Committee for Standardization*)
- CEP – paket „Čista energija za sve Europljane” (engl. *Clean Energy for all Europeans Package*)
- CIC – potvrda o puštanju u uporabu biogoriva (tal. *Certificati di Immissione in Consumo di biocarburanti*)
- DVGW – njemačka udruga za plin i vodu (njem. *Der Deutsche Verein des Gas und Wasserfaches*)
- EAG – Zakon o proširenju obnovljivih izvora energije (njem. *Erneuerbaren Ausbau Gesetz*)
- EBA – Europska udruga za bioplin (engl. *European Biogas Association*)
- EEA – Europska agencija za okoliš (engl. *European Environmental Agency*)
- EEG – Zakon o obnovljivoj energiji (njem. *Das Erneuerbare-Energien-Gesetz*)
- EK – Europska komisija (engl. *European Commission*)
- eINa – elektronički sustav nadzora (njem. *elektronischer Nachhaltigkeitsnachweis*)
- ERGaR – Europski registar obnovljivog plina (engl. *European Renewable Gas Registry*)
- EU – Europska unija
- EU ETS – sustav trgovanja emisijama (engl. *Emissions Trading System*)
- FiT – feed-in tarifa (engl. *Feed-in Tariff*)
- FiP – feed-in premium (engl. *Feed-in Premium*)
- GC – zeleni certifikati (engl. *Green Certificate*)

GJ – giga džul (engl. *gigajoule*) = 10^9 J

Gken-V – Uredba o označavanju plina (njem. *Gaskennzeichnungsverordnung*)

GoO – jamstvo o podrijetlu (engl. *Guarantee of Origin*)

GSE – voditelj energetske usluga (tal. *Gestore dei Servizi Energetici*)

GWG – Zakon o plinskom gospodarstvu (njem. *Gaswirtschaftsgesetz*)

GWh – gigavatsat (engl. *gigawatt hour*)

H-plin – visoko kalorično gorivo (engl. *High calorific value gas – H-gas*)

H₂ – vodik

H₂O – voda

H₂S – sumporovodik

IEA – Međunarodna energetska agencija (engl. *International Energy Agency*)

KVO – Uredba o gorivima za prijevoz (njem. *Kraftstoffverordnung*)

L-plin – niskokalorično gorivo (engl. *Low calorific value gas – L-gas*)

LBG – ukapljeni biometan (engl. *Liquefied Bio Gas*)

LNG – ukapljeni prirodni plin (engl. *Liquefied Natural Gas*)

MJ – mega džul (engl. *megajoule*) = 10^6 J

mol % – SI jedinica za količinu tvari ($(1/N_A) * 6,02214076 \times 10^{23}$)

mg/m³ – mjerna jedinica za koncentraciju; miligram po metru kubnom (mg = 10^{-6} kg)

mgSi/m³ – miligram silicija po metru kubnom (mg = 10^{-6} kg)

MW – megavat (engl. *megawatt hour*) = 1000 W

N₂ – dušik

NECP – nacionalni energetske i klimatski plan (engl. *The National Energy and Climate Plan*)

NEHG – Nacionalni zakon o trgovanju emisijskim certifikatima (njem. *Nationales Emissionszertifikatehandelsgesetz*)

Nm³/h – volumni protok plina pri normalnim referentnim uvjetima (0 °C; 101,325 kPa) (engl. *Normal Cubic Metres Per Hour*)

NRRP – nacionalni plan oporavka i otpornosti (engl. *The National Recovery and Resilience Plan*)

NH₃ – amonijak

O₂ – kisik

OeMAG – Agencija za obradu obnovljive energije (njem. *Abwicklungsstelle für Ökostrom AG*)

OIE – obnovljivi izvori energije

ÖSG – Zakon o obnovljivoj električnoj energiji (njem. *Ökostromgesetz*)

PPE – Višegodišnji energetska program (franc. *Programmation Pluriannuelle de l'Énergie*)

PSD – ugovor o delegiranju javne službe (engl. *Public Service Delegation*)

RED – Direktiva o obnovljivoj energiji (engl. *Renewable Energy Directive*)

RNG – obnovljivi prirodni plin (engl. *Renewable Natural Gas*)

SEA – Švedska energetska agencija (engl. *Swedish Energy Agency*)

TWh – teravatsat (engl. *terawatt hour*)

UBA – Austrijska agencija za okoliš (njem. *Umweltbundesamt*)

WTW – metodologija za mjerenje ugljičnog otiska vozila “od izvora do kotača” (engl. *Well-to-Wheel*)

1. UVOD

Razvoj bioplina i biometana u različitim europskim zemljama vođen je inicijativama i propisima na nacionalnoj i regionalnoj razini. Sektor bioplina već osigurava 18,4 milijardi m³ obnovljivog plina Europi. Do 2050. mogao bi osigurati do 167 milijardi m³, pokrivajući 35-62 % potražnje za plinom (EBA, 2022). Obnovljivi plinovi, uključujući bioplin i biometan, postaju ključni u oblikovanju budućeg energetskeg miksa. Njihova će implementacija povećati europsku energetske sigurnost smanjenjem ovisnosti Europe o ruskom prirodnom plinu. Osim toga, znatno će doprinijeti integriranom sustavu nulte neto emisije do 2050. godine. U prosincu 2021. godine Europska komisija predstavila je prijedlog okvira EU za dekarbonizaciju tržišta plina, koji postavlja pravila koja će olakšati integraciju biometana u plinske mreže diljem Europe (European Commission, 2021). Proizvodnja biometana doživjela je značajan rast u posljednjem desetljeću i ovaj uzlazni trend nastavlja se s povećanjem broja postrojenja za biometan od gotovo 30 % u usporedbi s 2022. godinom. Europa je do travnja 2023. dosegla broj od ukupno 1322 postrojenja za proizvodnju biometana te već proizvodi više od 3,5 milijardi m³ biometana (EBA, 2023). Ovo je snažan pokazatelj o naporima industrije da poveća proizvodnju biometana i potakne daljnji razvoj kako bi dosegla cilj od 35 milijardi m³ do 2030. koji je predložila Europska komisija u planu *REPowerEU*.

Politike vezane uz biometan mogu biti vrlo različite u zemljama članicama EU, u rasponu od vrlo snažnog fokusa na korištenje u cestovnom prometu do toga da politike uopće nisu usmjerene na promet. Općenito, ranije je veći fokus bio na korištenju bioplina i biometana za proizvodnju električne i toplinske energije nego na biometanu kao gorivu za prijevoz. U nekoliko zemalja vidljiv je pozitivan trend korištenja biometana u prometu, kao strategija za ispunjavanje nacionalnih ciljeva i međunarodnih sporazuma o korištenju obnovljive energije i ublažavanju klimatskih promjena. U Europi je 2019. godine oko 17 % od ukupnog prodanog plina za vozila otpadalo na biometan te je on sve češća alternativa gorivu u europskim vozilima (Hörmann, 2020).

U 2016. godini, u odnosu na referentnu 1990. godinu, oko 27 % emisija stakleničkih plinova iz cestovnog prometa u EU otpadalo je na komercijalna teška vozila kao što su autobusi i kamioni. Očekuje se da će taj broj porasti na 32 % u 2030. godini (EEA HDV, 2023). U želji da smanji utjecaj klimatskih promjena i emisije čestica, sektor teškog transporta okreće se prema novim tehnologijama i jačanju infrastrukture za korištenje ukapljenog prirodnog plina (engl. *Liquefied Natural Gas - LNG*). To otvara priliku za rast

tržišta bioplina, posebno u obliku ukapljenog biometana (engl. *Liquefied Bio Gas - LBG*). Komprimirani biometan (engl. *Compressed Bio-Gas – CBG*) i *LBG* smatraju se dobrim rješenjima za teretni promet, a europski sektor biometana ima veliki proizvodni potencijal, podržan rastućom potražnjom. Ključnu prednost za razvoj sektora predstavlja odgovarajuća infrastruktura za punjenje goriva (Prussi et al., 2021).

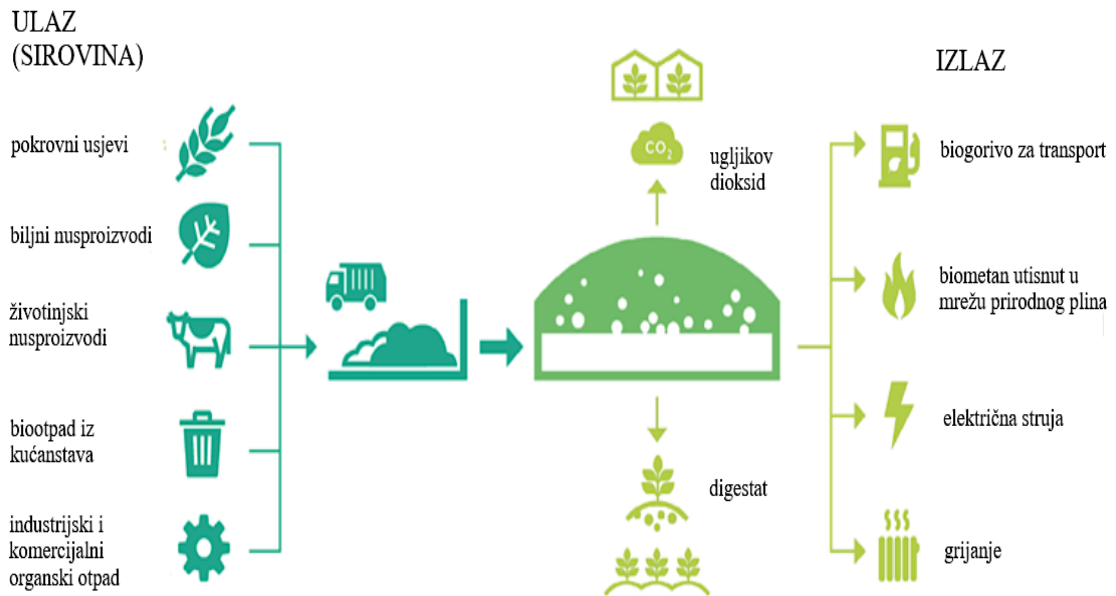
U diplomskom radu dan je pregled stanja tržišta bioplina i biometana u Europskoj uniji, fokusirajući se na pitanja kao što su: trenutna i buduća ponuda i potražnja za bioplinom i biometanom te važeći zakonski i regulatorni okviri i sustavi financijskih potpora koji se koriste u EU zemljama. Napravljena je usporedba i analiza odnosa između razvoja bioplina i biometana i nacionalnih političkih okvira u šest europskih zemalja. Svrha ovog rada je sveobuhvatna procjena uvjeta i mogućnosti za razvoj sektora bioplina i biometana u EU uz trenutno važeće zakone, regulative i instrumente politike s naglaskom na uvjete umješavanja bioplina i biometana u postojeće transportne sustave prirodnog plina. Prilikom istraživanja uzet je u obzir regulatorni i politički okvir za proizvodnju, transport i distribuciju bioplina i biometana, tržišna situacija (uključujući potencijal potražnje i ponude) te sustavi podrške proizvođačima.

2. BIOPLIN

Bioplin je vrsta obnovljive energije koja se najčešće proizvodi procesom anaerobne digestije, koji uključuje razgradnju organske tvari u nedostatku kisika od strane mikroorganizama. To je mješavina plinova, prvenstveno metana (CH_4) i ugljičnog dioksida (CO_2), zajedno s malim količinama drugih plinova kao što su dušik (N_2), vodik (H_2) i tragovi sumporovodika (H_2S). Sastav bioplina uglavnom je 50 - 60 % CH_4 i 30 - 50 % CO_2 , a sadrži i manje onečišćivače kao što su amonijak, spojevi sumpora i siloksani (Baena-Moreno et al., 2020).

Bioplin ima visoku kaloričnu vrijednost te može zamijeniti ugljen, naftu i prirodni plin, što također može pomoći u smanjenju emisija stakleničkih plinova. Kalorijska vrijednost bioplina određena je njegovim sadržajem CH_4 , dok prisutnost nečistoća (CO , CO_2 , N_2 , H_2O , H_2S , NH_3), čak i u tragovima, određuje njegovu kvalitetu i moguću eksploataciju (Capa et al., 2020). Kalorijska vrijednost bioplina (12-20 MJ/kg) niža je od one za metan (50-55 MJ/kg) i prirodni plin (42-55 MJ/kg) (Prato-Garcia et al., 2023).

Bioplin se obično proizvodi iz otpada ili nusproizvoda (sekundarni materijali), kao što su otpad od hrane, životinjski nusproizvodi (gnoj), poljoprivredni ostaci, otpadni mulj te industrijski i komercijalni organski otpad. Osim toga, koristi se nekoliko primarnih sirovina, uključujući različite vrste usjeva (Ammenberg et al., 2021). Proizvedeni bioplin izravno se koristi za proizvodnju električne i toplinske energije ili se može obraditi u „obnovljivi prirodni plin“, odnosno biometan (Pavičić et al., 2022). U zemljama u razvoju bioplin se koristi bez prethodne obrade za kuhanje, dok se u industrijaliziranim zemljama bioplin komprimira u biometan i koristi kao gorivo za automobile, autobuse ili kamione (Nguyen et al., 2021). Na Slici 2-1. prikazane su tipične sirovine koje se koriste za proizvodnju bioplina i biometana te njihove glavne primjene.



Slika 2-1. Shematski prikaz proizvodnog procesa bioplina i biometana (EBA, 2021)

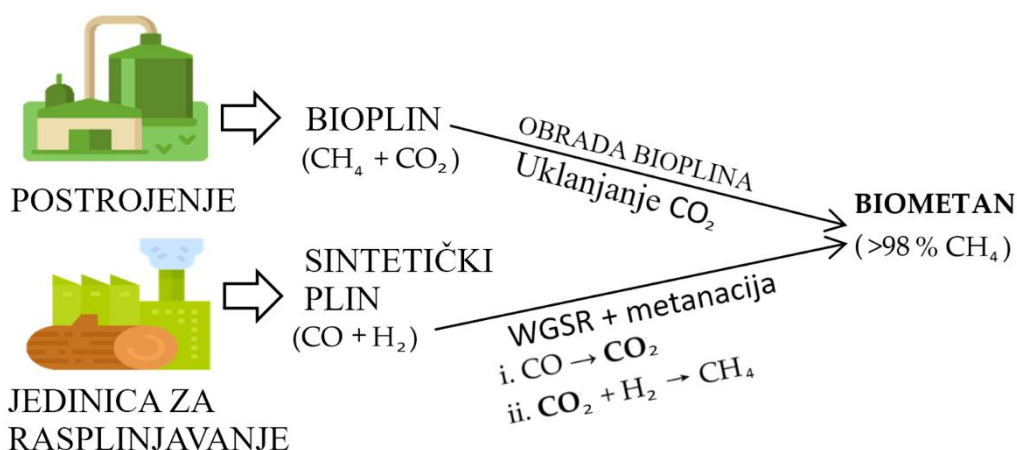
Strategija razvoja europskog bioplinskog sektora značajno se promijenila posljednjih godina zahvaljujući višim zahtjevima održivosti i smanjenju troškova proizvodnje kao glavnim pokretačima novih trendova u proizvodnji i korištenju bioplina (Brémond et al., 2021). U 2018. godini proizvedeno je oko 60 milijardi m³ bioplina, a glavni proizvođači su Europa (54 %), Azija (30 %) i Amerika (14 %) (WBA, 2020). Ovaj proizvodni kapacitet predstavlja oko 6 % potencijala proizvodnje bioplina iz usjeva, biomase, životinjskog gnoja i otpadnih voda (IEA, 2020). Iako bioplin pokriva 0,3 % primarne potrošnje globalne energije, moglo bi se njime zamijeniti 20 % potražnje za prirodnim plinom (IEA, 2020). Fiksni i operativni troškovi po jedinici proizvedene energije ovise o korištenoj tehnologiji i regiji u kojoj se projekt razvija (WBA, 2020). Prosječna cijena prirodnog plina je 0,23 USD/m³, međutim, bioplin je skuplji od prirodnog plina u nekim regijama (IEA, 2020). Prosječna cijena tehnologija proizvodnje bioplina je u rasponu 0,11–0,71 USD/m³. Očekuje se da će se do 2040. godine proizvesti više od 11 630 TWh bioplina uz proizvodne troškove ispod 0,33 USD/m³ (Prato-Garcia et al., 2023).

2.1. Biometan

Biometan, također poznat kao obnovljivi prirodni plin (engl. *Renewable Natural Gas – RNG*), je plin dobiven iz biomase i otpada s udjelom metana od najmanje 97 %. CO₂, H₂O, H₂S i druge nečistoće uklanjaju se tijekom proizvodnje biometana, ostavljajući

visokokalorični, čisti plin. Nakon dobivanja odgovarajuće kvalitete u sustavu za obradu bioplina, biometan je ekvivalentan prirodnom plinu i kompatibilan s postojećim motorima i infrastrukturom na prirodni plin. Biometan može zamijeniti tradicionalni prirodni plin te se stoga ili utiskuje u mrežu ili se može komprimirati (engl. *Compressed Bio-Gas – CBG*) za korištenje kao gorivo za transport (Baena-Moreno et al., 2020). Fleksibilan je energetske resurs koji se može koristiti za više namjena koristeći različite supstrate kao što su proizvodi i organske frakcije iz komunalnog čvrstog otpada. Njegova je uporaba uglavnom raširena u Europi, međutim, postoji značajan prostor za širenje na druge regije (Prussi et al., 2021).

Prema podacima Međunarodne agencije za energiju (engl. *International Energy Agency – IEA*) 2019. godine 90 % biometana proizvedenog u cijelom svijetu dobiveno je zahvaljujući procesu obrade bioplina (IEA, 2020). Biometan se također može dobiti putem rasplinjavanja biomase praćenog metanacijom sintetičkog plina ili pretvorbom CO₂ dobivenog iz biomase s H₂ u CH₄, (proces biometanacije). Primarni produkt rasplinjavanja je sintetički plin, smjesa ugljikovog(II) oksida (CO) i vodika (H₂), s tragovima metana i ugljikovog dioksida. Sintetički plin se može koristiti izravno za proizvodnju električne energije ili se dalje transformirati kako bi se povećao njegov udio metana. Opisani procesi dobivanja biometana prikazani su na Slici 2-2. Metode se razlikuju po tome koliki su gubici metana, koliko je energije utrošeno u obradi, kolika je „čistoća“ konačnih proizvoda i jesu li potrebne kemikalije ili posebna oprema.



Slika 2-2. Proces dobivanja biometana (Sulewski et al., 2023)

Primjena biometana kao zamjena za fosilna goriva ne zahtijeva ulaganje dodatnih resursa za razvoj nove infrastrukture. Postojeća plinska infrastruktura već je spremna za biometan.

To je ključno za ubrzavanje dekarbonizacije i pružanje pristupačne obnovljive energije za potrošače. Biometan se može lako skladištiti i proizvoditi, pomažući uravnotežiti opskrbu energijom iz povremenih obnovljivih izvora energije, poput sunca ili vjetra. Može se proizvoditi i trgovati njime unutar Europe, osiguravajući sigurnost opskrbe EU i izbjegavajući ovisnost o vanjskim dobavljačima (EBA, 2023).

Biometan na učinkovit način može utjecati na smanjenje emisija stakleničkih plinova iz prometa, koji predstavljaju 25 % ukupnih emisija u EU (De Angelis et al., 2021). Koristi se kao biogorivo u obliku zamjene za *CNG* ili *LNG*, nazvan *bio-CNG* ili *bio-LNG*. U prometu je visoko učinkovit kod smanjenja emisija stakleničkih plinova ako uzmemo u obzir puni ugljični otisak vozila (engl. *Well-to-Wheel - WTW*). Ovisno o korištenoj sirovini, biometan može imati čak i negativne emisije, što znači da se CO₂ zapravo uklanja iz atmosfere (EBA, 2023). Ukapljeni biometan može se koristiti u teškom cestovnom prometu i u pomorskom sektoru, koje je teško elektrificirati.

3. REGULATORNI I POLITIČKI OKVIR ZA PROIZVODNJU BIOPLINA I BIOMETANA U ODABRANIM ZEMLJAMA EU

3.1. Politika bioplina u EU

Iako su izravne ili neizravne politike vezane uz bioplin prisutne na različitim administrativnim razinama, od međunarodnih ugovora i ciljeva do lokalnih odluka o ulaganju, nacionalna je razina do sada bila dominantna sfera politike za razvoj bioplina (Gustafsson i Anderberg, 2022). Međunarodna klimatska politika potaknula je korištenje obnovljivih plinova kao što je bioplin. Sektor bioplina u EU zemljama pod utjecajem je EU direktiva i propisa o obnovljivim izvorima energije, o ublažavanju klimatskih promjena, o gospodarenju otpadom, o pročišćavanju otpadnih voda i o zaštiti okoliša, a nacionalni propisi moraju biti usklađeni sa zakonodavstvom EU (Gustafsson i Anderberg, 2022). U EU, nekoliko područja politike, posebno klima i okoliš, otpad i ruralni razvoj, podržavaju rješenja za bioplin. Ovisno o tome koja su područja u fokusu i koji se alati koriste u različitim zemljama, neki sveobuhvatni propisi EU također mogu biti važni za nacionalne politike bioplina. Opći propisi EU o državnim subvencijama ili javnoj nabavi temeljni su propisi, a energetske i ekološke propisi EU mogu podržavati ili ometati nacionalne sustave. Primjerice, naponi EU da se izbjegne korištenje usjeva za proizvodnju energije, što je posljednjih desetljeća integrirano u sve relevantne politike EU, u Njemačkoj su 2016. godine doveli do ukidanja potpore za energetske usjeve (Thrän et al., 2020). Zbog različitih preduvjeta u pogledu energetske sustava i poljoprivrednih sustava mogu postojati velike razlike u pogledu zakona, pravila i sustava podrške za bioplin u različitim zemljama. Također u savezima država poput Njemačke i Austrije, gdje sudske nadležnosti obuhvaćaju npr. pitanja otpada i vode, nacionalna razina dominira regulacijom bioplinskih rješenja, zbog posebnih odgovornosti u odnosu na energetske, prometne i regionalnu razvojnu politiku (Stürmer, 2017).

Nacionalno zakonodavstvo i politika postavljaju okvire za lokalne i regionalne politike. Unutar svoje razine, regije mogu surađivati i utjecati jedna na drugu, kao i primati potporu za razne projekte izravno iz programa EU. Regionalna i lokalna razina središnje su za provedbu politika s viših razina. Bez obzira temelji li se proizvodnja bioplina na poljoprivrednom otpadu, kanalizacijskom mulju ili organskom kućnom otpadu, obično se temelji na lokalnim resursima. Lokalni preduvjeti, te regionalne strategije i ulaganja često dovode do velikih razlika između različitih regija. U Švedskoj su regionalne i lokalne političke mreže; često s gradovima, javnim prijevozom i tvrtkama za otpad, važne za

ustrojenost lokalnih sustava transporta bioplina u nekoliko regija (Lundmark et al., 2021). Zbog svojih međusektorskih karakteristika, rješenja za bioplin pod utjecajem su politika unutar nekoliko administrativnih područja. Na nacionalnoj razini, bioplinskim rješenjima obično se bave dva ili više ministarstava ili druga vladina tijela, s različitim područjima odgovornosti. Pet administrativnih područja identificirana su kao najrelevantnija: okoliš i klima; energija; poljoprivreda, šumarstvo i regionalni razvoj; ekonomija i financije; te infrastruktura i promet (Gustafsson i Anderberg, 2022). Ministarstva i agencije za okoliš i klimu uključeni su u upravljanje bioplinom, uglavnom u vezi s upravljanjem organskim otpadom, rukovanjem digestatom i recikliranjem hranjivih tvari. U Švedskoj je Ministarstvo okoliša odgovorno za propise o potpori ulaganja, kojima upravlja Agencija za zaštitu okoliša zajedno s županijskim upravnim odborima.

Bioplin je imao središnje mjesto u planovima proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora u Njemačkoj (2000. – 2017.) i Italiji (2008. – 2017.) (Benato i Macor, 2019). Budući da je veliki udio proizvođača bioplina u tim zemljama pod ugovorima za proizvodnju električne energije, ona je i dalje važna, iako su se odgovarajući nacionalni planovi promijenili. Francuska stavlja sve veći fokus na utiskivanje biometana u plinsku mrežu. Preuzela je nacionalni cilj da 10 % korištenog prirodnog plina treba biti obnovljivo do 2030. godine, a po nekim predviđanjima udio se penje i do 30 % (GRDF, 2020). Poljoprivredni sektor je središnji za proizvodnju bioplina u zemljama poput Njemačke, Italije i Francuske gdje veliki udio proizvodnje dolazi iz poljoprivrednih supstrata. Sve je važniji i u Švedskoj gdje je proizvodnja bioplina iz poljoprivrednih supstrata do sada bila manje razvijena. Regionalni i ruralni razvoj je stalna tema i motiv za politike podrške bioenergiji u mnogim političkim dokumentima, posebno na razini EU (Gustafsson i Anderberg, 2022).

3.2. Strateške uredbe EU-a

Vanjsko okruženje značajno utječe na razvoj i trenutno stanje tržišta biometana. U Europskoj uniji direktive, uredbe, preporuke i strateški dokumenti određuju budući oblik obvezujućih pravnih akata (Terlouw et al., 2019). Europsko vijeće odobrilo je 12. prosinca 2019. ciljeve strategije **Europskog zelenog plana** (engl. *The European Green Deal*) (European Union, 2019) koji predlaže odmak od fosilnih goriva te je time ispunila svoje obveze prema **Pariškom sporazumu** kojim je zahtijevano smanjenje emisija stakleničkih plinova (United Nations, 2015). Početni korak prema provedbi ove strategije bilo je objavljivanje dokumenta Europske komisije u okviru paketa „**Čista energija za sve**

„Europljane“ (engl. *Clean Energy for all Europeans Package - CEP*) u studenom 2016. godine (European Commission, 2019). Jedna od osam komponenti paketa je **Direktiva (EU) 2018/2001 Europskog parlamenta i Vijeća od 11. prosinca 2018. o promicanju korištenja energije iz obnovljivih izvora** (engl. *Directive (EU)2018/2001 of the European Parliament and of the Council of December 11 2018 on the promotion of use of energy from renewable sources*) (European Union RED II, 2018). Direktiva, poznata kao **Direktiva RED II**, uspostavila je:

- cilj EU o udjelu obnovljivih izvora energije (OIE) u energetsom miks u 2030. godine na 32 % bruto konačne potrošnje energije (članak 3. stavak 1. točka 128.);
- ciljani udio OIE u EU u prometnom sektoru od 14 % (3,5 % naprednih biogoriva) (članak 25. stavak 1.);
- propise za potrošače energije;
- standardni skup pravila za korištenje obnovljive energije u svim sektorima;
- sustav jamstva podrijetla i
- kriterije održivosti bioenergije.

Za razvoj tržišta biometana, bitna odredba direktive je uvođenje obveznog cilja za udio OIE u prometnom sektoru. Udio obnovljivih izvora u potrošnji goriva u prometu trebao bi 2030. godine dosegnuti najmanje 14 %, uključujući 3,5 % iz „naprednih“ goriva (Zachmann et al., 2021).

3.2.1. Nacionalni energetske i klimatski plan (*NECP*)

2021. godine strateške pretpostavke **Europskog zelenog plana** uklopljene su u **Europski zakon o klimi** (engl. *European Climate Law*) koji utvrđuje pravno obvezujuće ciljeve za klimatsku neutralnost EU do 2050. godine i smanjenje emisija stakleničkih plinova od 55 % do 2030. godine (European Union, 2021). Ciljevi Unije za obnovljive izvore energije i energetske učinkovitost do 2030. izraženi su i dogovoreni na razini EU bez potpore obvezujućim ciljevima na nacionalnim razinama. Umjesto toga, uspostavljene su nove metode rada i novi instrumenti kako bi se omogućilo zajedničko postizanje ciljeva energetske unije. **Uredba o upravljanju** EU stvorila je jedinstveni sustav upravljanja energijom i klimom koji osigurava da EU i njezine države članice mogu zajedno planirati i kolektivno ispuniti ove ciljeve za 2030., kao i osigurati prijelaz na klimatski neutralno gospodarstvo. **RED II** i **Uredba o upravljanju** zahtijevaju od država članica da uspostave 10-godišnje integrirane **Nacionalne energetske i klimatske planove** (engl. *The National*

Energy and Climate Plans - NECP) za razdoblje od 2021. do 2030. godine (European Union, 2018).

Svaka država članica treba razviti opću viziju uloge biometana u svom energetsom sustavu i gospodarstvu za vremenske horizonte 2030. i 2050. godine, kao što je navedeno u **Akcijskom planu za biometan**. Viziju treba uključiti u 10-godišnji plan integriran u *NECP* države članice (Emprin et al., 2022). Italija je izrazila svoju nacionalnu viziju za biometan kroz **Nacionalni plan oporavka i otpornosti** (engl. *The National Recovery and Resilience Plan - NRRP*) koji je odobrila Europska komisija u kolovozu 2022. godine. Plan predstavlja viziju i nove smjernice za budućnost tržišta biometana te uključuje 4,5 milijardi EUR financiranja za potporu proizvodnji biometana u Italiji u skladu s nacionalnim ciljem od 2,3 milijarde m³ biometana do 2026. godine. Kao dio svoje strategije, Italija nastoji poboljšati učinkovitost postojećih poljoprivrednih bioplinskih postrojenja kao i razvoj novih pogona. Sukladno tome, ključni sektori krajnje uporabe uključuju industrijski, stambeni sektor grijanja i hlađenja te prometni sektor uz poticaj širenja uporabe biometana na druge sektore osiguravajući usklađivanje potražnje s proizvodnim potencijalima 2026. godine (Italia Domani, 2022). Francusko tržište bioplina i biometana potaknuto je uvođenjem prvog *FiT* sustava 2011. godine, zajedno s oslobođanjem od poreza za potrošnju bioplina i biometana. Broj instaliranih proizvodnih pogona naknadno je porastao s 3 jedinice u 2013. godini na 365 u 2021. godini. Sa zrelošću tržišta, u 2015. godini, vlada je započela proces revizije uvedenih mjera i izmjene *FiT* sustava (Sia Partners, 2022).

3.2.2. Ažurirani energetske i klimatske propisi

U skladu s ranijim najavama u kojima se naglašava potreba za revizijom postojećeg **Zakona o klimi**, 14. srpnja 2021. objavljen je paket „**Spremni za 55**” (engl. *Fit for 55*). Ovaj dokument daje osnovu za provedbu ažuriranog cilja EU o smanjenju emisija stakleničkih plinova za 55 % do 2030. godine (European Union Ff50, 2021). Paket sadrži zakonske prijedloge, direktive i druge izmjene i dopune propisa o „Ažuriranju EU sheme trgovanja emisijama; o infrastrukturama za alternativna goriva; o standardima emisija CO₂ za automobile i teretna vozila; o oporezivanju energije; o obnovljivoj energiji; o energetske učinkovitosti i dr.” Najznačajniji element paketa sa stajališta proizvođača obnovljive energije je predložena revizija **RED II direktive**. Nova revizija **Direktive o obnovljivoj energiji** (engl. *Renewable Energy Directive – RED*) pretpostavlja povećanje EU cilja obnovljivih izvora energije u energetske miksu na 40 % do 2030. godine i nove ciljeve na nacionalnoj razini (European Union RED II/1, 2021). Prema pretpostavkama uključenim u

nacrt direktive, distributeri goriva obvezni su isporučivati obnovljiva goriva i obnovljivu električnu energiju u količini koja će omogućiti postizanje smanjenja emisija stakleničkih plinova od najmanje 13 % do 2030. godine. U predloženoj Direktivi postavljeno je da udio „naprednih“ biogoriva (engl. *advanced biofuels*) i bioplina proizvedenih iz sirovina navedenih u **Dijelu A Dodatka IX. RED II** u energiji koja se isporučuje prometnom sektoru mora biti najmanje 0,2 % 2022., 0,5 % 2025. i 2,2 % 2030. godine. Odgovornost za postizanje ovih ciljeva dodijeljena je proizvođačima goriva. Uvođenje fleksibilnosti u tom pogledu omogućit će pojedinim državama članicama da izaberu najučinkovitija rješenja. Regulatorna također može pružiti priliku za poticanje daljnje upotrebe „naprednog“ biometana u prometnom sektoru.

3.2.3. Direktiva 2009/73/EZ

Nakon objave „**Spremni za 55**“, predstavljena je još jedna zakonodavna inicijativa, ključna za razvoj tržišta biometana. U prosincu 2021. godine Europska komisija najavila je novi paket prijedloga za izmjenu i dopunu EU **Direktive o zajedničkim pravilima za unutarnje tržište prirodnog plina (2009/73/EZ)**, koja je na pravnoj snazi od 2009. godine (European Commission, 2021). Najavljena revizija, poznata kao **Paket za dekarbonizaciju tržišta vodika i plina** (engl. *Hydrogen and Decarbonised Gas Market Package*), uključuje niz mjera za zamjenu prirodnog plina u energetske miks zemalja EU obnovljivim i niskougljičnim plinovima, vodikom i biometanom. Do danas, na implementaciju alternativa prirodnom plinu utječe nekoliko regulatornih prepreka, kao što je neuključenost u propise o sigurnosti mreže te nepovoljni pravni akti unutar prekogranične trgovine i razvoja infrastrukture (Nevzorova i Kutcherov, 2019). U tom kontekstu, Europska komisija je uvela reviziju dva pravna akta Europske unije:

– **Prijedlog Direktive Europskog parlamenta i Vijeća o zajedničkim pravilima za unutarnje tržište plinova iz obnovljivih izvora i prirodnih plinova i vodika COM(2021) 803 final** (European Commission, 2021).

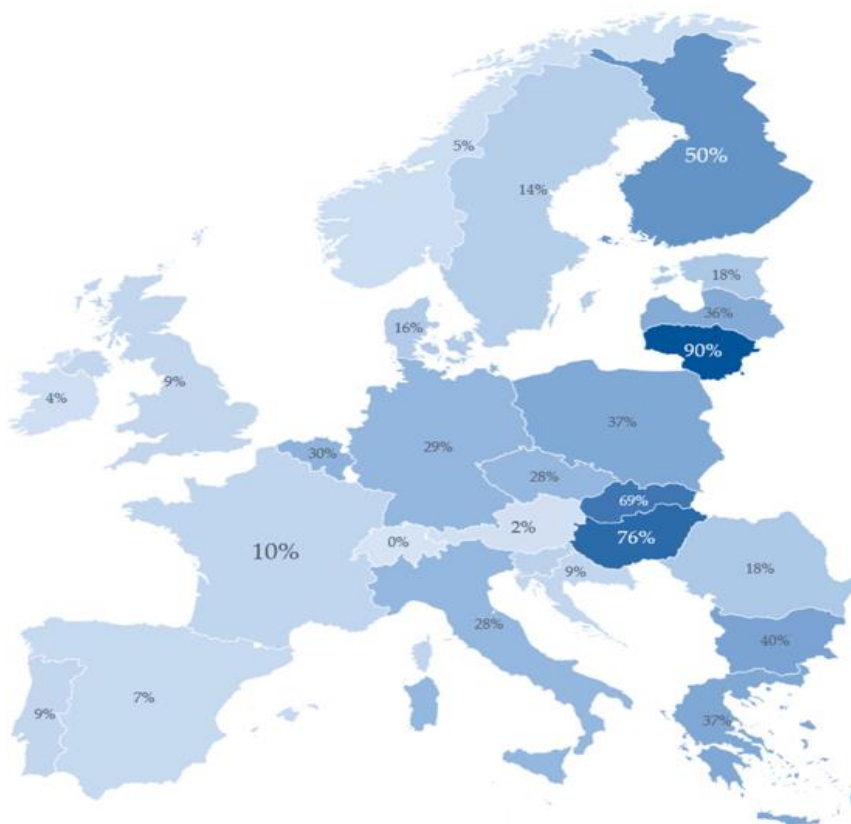
– **Prijedlog Uredbe Europskog parlamenta i Vijeća o unutarnjim tržištima plinova iz obnovljivih izvora i prirodnih plinova te vodika (preinaka), COM(2021) 804 final** (European Union UEP, 2021).

Prema predstavljenim pravnim aktima, biometan će biti uključen u definiciju prirodnog plina (**članak 2(1)**) i obnovljivog plina (**članak 2(2)**). Takvo rješenje bi standardiziralo status biometana kao nositelja energije s istim specifičnim svojstvima kao fosilni prirodni plin. Europska komisija predlaže obvezivanje država članica da dopuste pristup tržištu i

infrastrukturi obnovljivim plinovima i plinovima s niskim udjelom ugljika, bez obzira na vrstu priključka na instalaciju proizvođača (distribucijska, prijenosna mreža). Prema **članku 37. stavku 2. revizije Direktive**, operatori distribucijskih sustava neće imati pravo odbiti ekonomski i tehnički opravdane zahtjeve za priključenje novog proizvodnog postrojenja obnovljivih i niskougljičnih plinova.

3.2.4. *REPowerEU* akcijski plan

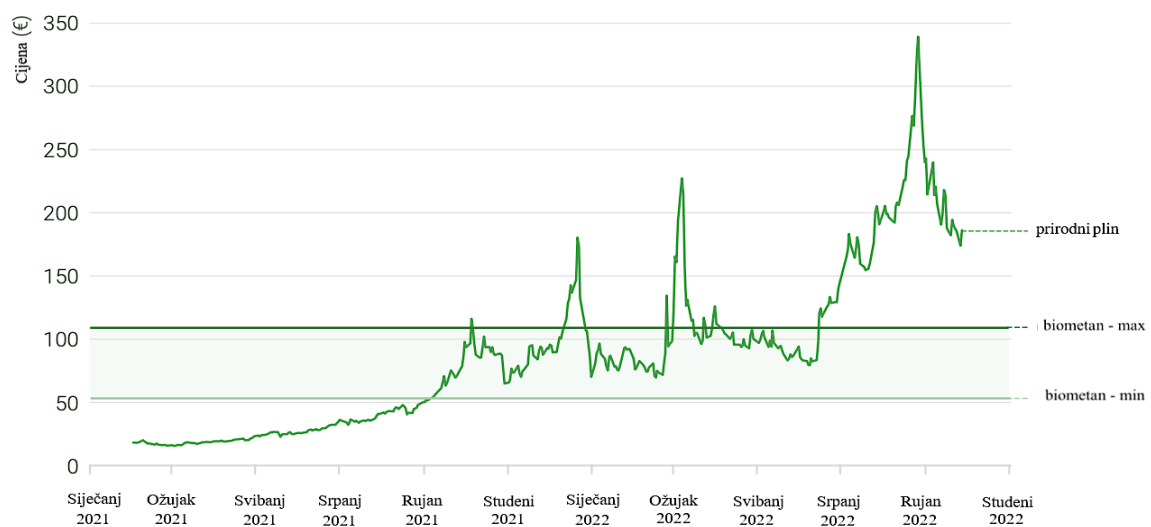
Eskalacija rusko-ukrajinske krize koja je rezultirala pojačanom vojnom akcijom u Ukrajini u veljači 2022. godine značajno je utjecala na europsko energetske tržište. To se smatra najvećom energetske krizom u Europi od 1973. godine (Raimondi i Bianchi, 2022). Aktualna geopolitika natjerala je vlasti europskih zemalja da redefiniraju svoje dosadašnje energetske politike. Zemlje članice EU su u velikoj mjeri ovisne o ruskim opskrbama prirodnim plinom te naftnim derivatima i čvrstim fosilnim gorivima. Donedavno je ruski prirodni plin činio veliki udio u uvozu energije u EU-27 sa 155 milijardi m³, što predstavlja 38 % ukupne potrošnje (Emprin et al., 2022). Razmjeri ovisnosti europskih zemalja o uvozu fosilnih goriva iz Rusije prikazani su na Slici 3-1.



Slika 3-1. Udio ruskog uvoza fosilnih goriva u ukupnoj domaćoj potrošnji u Europi u 2019. godini (Eurostat, 2020)

Kao odgovor na energetska krizu, EU je u svibnju 2022. godine objavila akcijski plan **REPowerEU** predviđajući mjere za diversifikaciju opskrbe EU fosilnim gorivima i naftnim derivatima i smanjenje njihove potražnje (EU REPowerEU, 2022). Plan također postavlja cilj smanjenja uvoza prirodnog plina za dvije trećine 2022. godine. Prema Europskoj komisiji, uvoz ruskog prirodnog plina smanjio se na 28 % u drugom tromjesečju (Q2) 2022., s udjelom uvoza preko plinovoda od 23 %, koji se dodatno smanjio na 10 % u kolovozu 2022 (European Commission, 2023). Potrošnja energije u Europi smanjena je 2022. u usporedbi s 2021. godinom kao rezultat uštede energije i ukupnog smanjenja potrošnje plina. Međutim, s vremenom se u tom razdoblju smanjila i domaća proizvodnja plina. Ovo naglašava da će Europa vjerojatno i dalje biti snažno ovisna o uvozu prirodnog plina u nadolazećim godinama. Ponovno pokretanje globalnog gospodarstva 2021. godine nakon pandemije *COVID-19* rezultiralo je brzim porastom potražnje za sirovinama poput prirodnog plina. Kao rezultat obje krize, cijene prirodnog plina porasle su više od devet puta s 20 €/MWh na oko 180 €/MWh između ožujka 2021. i ožujka 2022 (Alberici et al., 2023). To ugrožava konkurentnost europskih industrija.

Trenutačni troškovi proizvodnje biometana su od 55 do 110 €/MWh ovisno o sirovini, tehnologiji i veličini postrojenja, što je konkurentno u odnosu na trenutne cijene prirodnog plina. Kretanje cijene prirodnog plina od početka 2021. do studenog 2022. godine i nivelirana cijena energije biometana prikazana je na Slici 3-2. Budući da biometan proizveden u zemlji smanjuje potrebu za uvozom prirodnog plina, može izravno poboljšati energetska neovisnost i sigurnost Europe te ublažiti izloženost nestabilnim cijenama prirodnog plina.



Slika 3-2. Kretanje cijene prirodnog plina od 2021. godine i nivelirana cijena energije biometana (Alberici et al., 2023)

Jačanje napora u paketu „**Spremni za 55**“ (što je rezultiralo u 30 % smanjenju potražnje za prirodnim plinom i diverzificiranjem opskrbe) može pomoći pri ostvarivanju cilja smanjenja uvoza 155 milijardi m³ prirodnog plina iz Rusije do 2030. godine. Europska komisija istaknula je ključnu ulogu obnovljivih izvora energije u ovaj proces, posebno spominjući biometan. Biometan može izravno zamijeniti prirodni plin (npr. u industrijskom grijanju), ili na drugi način služiti kao zamjena za druga fosilna goriva (npr. u transportu) ovisno o krajnjoj primjeni čime se može ispuniti ambicija *REPowerEU*.

Jedan od ciljeva postavljenih u paketu je povećati proizvodnju biometana u državama članicama sa 17 na 35 milijardi m³ (166,1 na **341,9 TWh**) godišnje (European Union Ff50, 2021). To je jednako zamjeni oko 20 % uvoza ruskog prirodnog plina u 2020. godini. Cilj je moguće postići zahvaljujući **Akcijском planu za biometan (SWD/2022/230)** (engl. *Biomethane Action Plan*) sadržanom u *REPowerEU* koji pretpostavlja potporu razvoju tržišta biometana u državama članicama s dodatnih 37 milijardi EUR, poštujući kriterije dogovorene u **REDII** (European Union BAP, 2022). Ciljevi plana uključuju promicanje proizvodnje, korištenja i utiskivanja u mrežu; prilagodbu postojeće i razvoj nove infrastrukture za biometan putem EU plinske mreže; pružanje poticaja za pročišćavanje bioplina u biometan te veću dostupnost financiranja. Bitan element je i pretpostavka da će do 2024. godine biti potrebno odvojeno prikupljanje organskog otpada, što omogućuje povećanje održive proizvodnje biometana (na temelju otpada). Glavne utvrđene slabosti su nedostatak fokusa na prijevoz i prekograničnu trgovinu. Daljnji korak prema postizanju cilja potrošnje biometana od 35 milijardi m³ bila je uspostava **Industrijskog saveza za biometan** (engl. *Biomethane Industrial Partnership - BIP*) u rujnu 2022. Cilj *BIP*-a je smanjiti europsku ovisnost o prirodnom plinu iz Rusije povećanjem proizvodnje i korištenja biometana.

3.2.5. PROJEKT BIOMETHAVERSE

BIOMETHAVERSE (engl. *BIOMETH*ane uni*VERSE*) je projekt financiran od strane EU s ciljem diverzifikacije tehnologija za proizvodnju biometana u Europi te smanjenja troškova proizvodnje. 22 partnera iz devet europskih zemalja sudjeluje u projektu koji traje od 1. listopada 2022. do kraja ožujka 2027. godine. *BIOMETHAVERSE* projektom namjerava se povećati potencijal proizvodnje biometana u Europi. Tijekom proteklog desetljeća proizvodnja biometana je u stalnom porastu. Ukupna europska proizvodnja biometana u 2021. godini iznosila je 3,5 milijardi m³ i očekuje se da će se povećati u nadolazećim godinama i doseći 35 milijardi m³ do 2030. godine (EBA, 2022). Očekuje se da će se do tada

kroz *BIOMETHAVERSE* povećati trenutna proizvodnja biometana za 66 %. Ovo povećanje proizvodnje biometana moglo bi omogućiti uštedu od 113 Mt CO₂eq stakleničkih plinova u Europi. Cilj je također osigurati da biometan dosegne standarde kvalitete plinske mreže po pristupačnim proizvodnim cijenama, što omogućuje povećanje proizvodnje biometana u Europi. Danas se proizvodni trošak biometana kreće od 55 €/MWh do 110 €/MWh, ovisno o sirovini, tehnologiji i veličini postrojenja. Očekuje se da će projekt smanjiti troškove proizvodnje biometana za 44 % (EBA, 2023).

4. TRŽIŠTE BIOPLINA I BIOMETANA U EU – TRENUTNO STANJE I RAZVOJNI POTENCIJAL

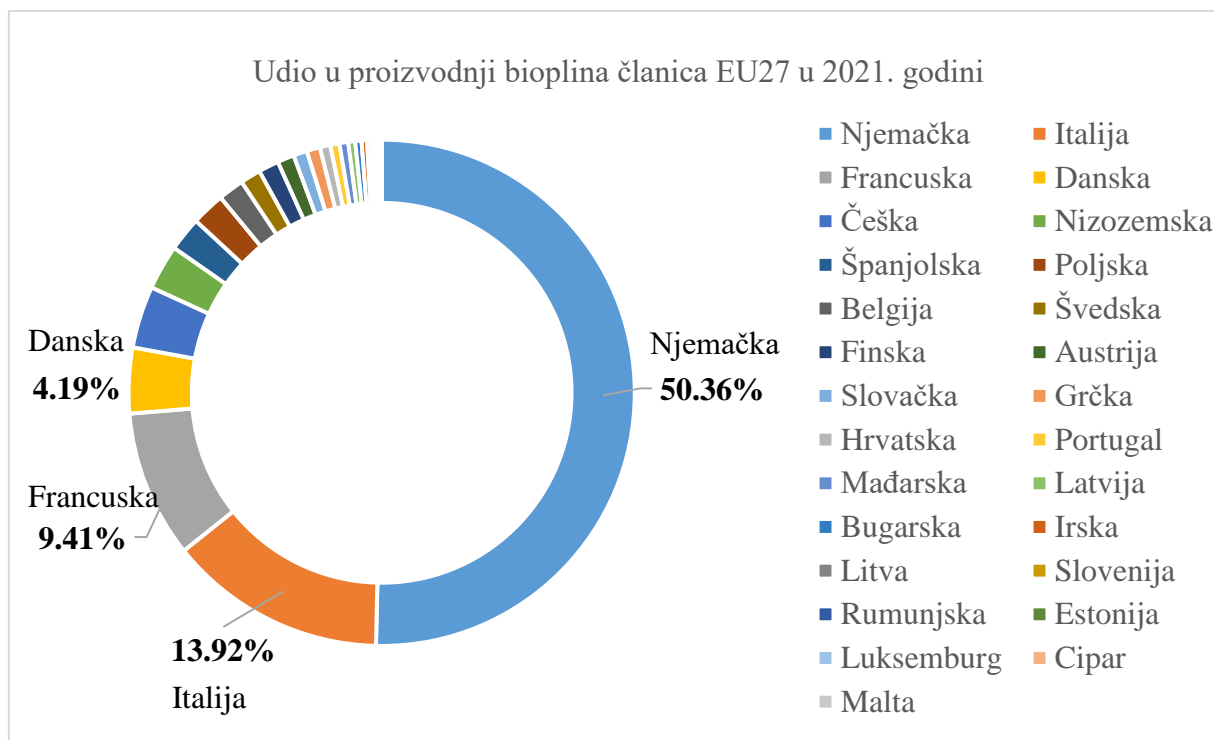
4.1. Trenutno stanje razvoja tržišta bioplina

U Tablici 4-1. prikazan je ukupan broj bioplinskih i biometanskih postrojenja u EU u proteklih deset godina. Iz tablice je vidljivo da je broj bioplinskih postrojenja značajno porastao s manje od 13 000 u 2012. godini na oko 20 000 u 2022. godini (EBA, 2022). Povećanje broja postrojenja prati i povećanje količine proizvodnje bioplina.

Tablica 4-1. Ukupan broj bioplinskih i biometanskih postrojenja u EU u razdoblju 2012.-2022. godine (prema Pavičić et al., 2022 i BiomethaneMAP, 2023)

Godina	2012.	2014.	2016.	2018.	2020.	2022.
Bioplinska postrojenja	12812	16834	17432	18943	~ 19000	~ 20000
Biometanska postrojenja	243	373	504	677	883	1222

Bioplinski barometar 2022. godine objavio je podatke o proizvodnji bioplina po zemljama članicama EU u 2021. godini (EurObserver, 2022), što je i grafički prikazano na Slici 4-1.



Slika 4-1. Udio u proizvodnji bioplina članica EU27 u 2021. godini (prema EurObserver, 2022)

Njemačka, Italija, Francuska i Danska vodeće su u proizvodnji bioplina u Europi. Analiza podataka iz izvješća pokazuje da se Njemačka ističe kao najvažniji proizvođač s oko 50 %, zatim Italija s oko 14 %, Francuska s oko 9 % te Danska s oko 4 % ukupnih količina bioplina u 2021. godini. Gotovo 60 % bioplina koristi se za proizvodnju električne energije (Banja et al., 2019). Njemačka ima puno veću ukupnu proizvodnju bioplina od svih ostalih zemalja. Italija ima drugu najveću proizvodnju, otprilike 1/5 njemačke proizvodnje. Međutim, s obzirom na veličinu populacije, razlike su manje drastične. Proizvodnja bioplina po glavi stanovnika Danske više je od polovice njemačke proizvodnje po glavi stanovnika. Švedska i Francuska imaju najmanju proizvodnju po stanovniku, manje od 1/5 proizvodnje u Njemačkoj.

Također postoje jasne razlike između različitih zemalja u načinu na koji se bioplin proizvodi i koristi (Tablica 4-2.). U mnogim zemljama EU, upotreba bioplina za proizvodnju električne energije i topline je prioritet, ali u Švedskoj, Norveškoj i Finskoj sve veći udio proizvedenog bioplina je obrađen i prilagođen za upotrebu u prometnom sektoru. Italija i Njemačka su uvele veliki broj stanica za gorivo na stlačeni prirodni plin (SPP, engl. *Compressed Natural Gas - CNG*) (NGVA, 2023). Sve zemlje osim Norveške, Švedske i Finske imaju nacionalne plinske mreže. Proizvodnja bioplina u analiziranim zemljama pokazuje prilično različite razvojne putove. U Njemačkoj, Italiji i Švedskoj posljednjih je godina došlo do prilično sporog razvoja, nakon dramatične ekspanzije prije desetak godina. Francuska je jedina zemlja koja ima vrlo stabilan kontinuirani rast proizvodnje, bez brzog širenja ili stagnacije (Gustafsson i Anderberg, 2022).

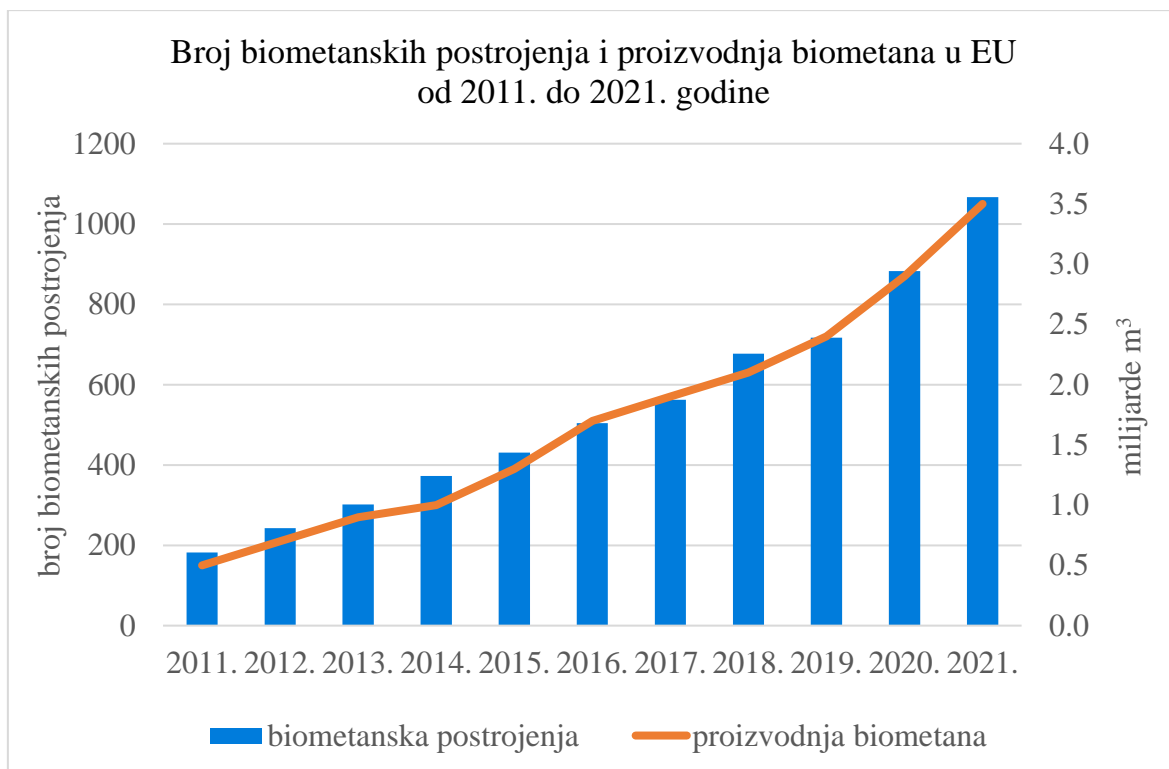
Tablica 4-2. Usporedba proizvodnje i načina korištenja bioplina u analiziranim zemljama (Gustafsson i Anderberg, 2022)

	Njemačka	Italija	Francuska	Švedska
Broj bioplinskih postrojenja	11 084	1 655	837	280
Proizvodnja bioplina, TWh/g	90,1	21,3	11,4	2,1
Proizvodnja bioplina, MWh/stanovniku	1,09	0,35	0,17	0,20

Razvoj proizvodnje bioplina, 5 god / 10 god	+10 %/ +100 %	+7 %/ +330 %	+50 %/ +150 %	+15 %/ +60 %
Glavne podloge	energetski usjevi, stajnjak	energetski usjevi, stajnjak	poljoprivredni suhi otpad, stajski gnoj	kanalizacijski mulj, otpad od hrane
% supstrata iz poljoprivrede	90 %	80 %	80 %	11 %
Plinska mreža	ima	ima	ima	ograničeno
Uloga bioplina	proizvodnja energije	gorivo za vozila (ranije: električna energija)	valorizacija poljoprivrednog otpada	obrada otpada i otpadnih voda, gorivo za vozila
Glavna uporaba bioplina	struja, grijanje, cestovni prijevoz	struja, grijanje, cestovni prijevoz	struja, grijanje	cestovni promet, industrija

4.2. Trenutno stanje razvoja biometana

Europska unija trenutno je najveći proizvođač biometana na svijetu te ima značajan potencijal za daljnji razvoj. Prvo postrojenje za proizvodnju biometana u Europi počelo je s radom u Ujedinjenom Kraljevstvu 2009. godine. Od tada se broj postrojenja za biometan značajno povećao, a u 2020. godini iznosio je gotovo 900 postrojenja. Proizvodnja biometana dosegla je 3 milijarde m³ (32 TWh), dok je ukupna proizvodnja bioplina iznosila 191 TWh u 2020. godini (Czekala et al. 2022). Postrojenja na biometan veća su od bioplinskih postrojenja, iako se gradi sve veći broj manjih postrojenja na biometan. Na Slici 4-2. prikazana je stopa razvoja proizvodnje biometana u EU od 2011. do 2021. godine.



Slika 4-2. Broj biometanskih postrojenja i proizvodnja biometana u EU od 2011. do 2021. godine (prema BiomethaneMAP, 2023)

Broj postrojenja za proizvodnju biometana u promatranom razdoblju povećao se gotovo pet puta, dok je proizvodnja biometana porasla šest puta. U 2020. godini proizvodnja biometana iznosila je 32 TWh, dok je 2011. bila manja od 5 TWh. Najnoviji podaci koje je izdala *EBA* također pokazuju da je u 2023. godini došlo do značajnog povećanja broja postrojenja te je u travnju 2023. godine bilo 1322 postrojenja (*BiomethaneMAP*, 2023). Trenutno se proizvodi biometan u 21 zemlji u Europi (*Motola et al.*, 2022). Najveći proizvođač biometana u Europi je Njemačka, gdje je 2021. godine proizvedeno 12,8 TWh biometana u 254 postrojenja za biometan. Najveći broj biometanskih postrojenja nalazi se u Francuskoj s 477 postrojenja, iako je u isto vrijeme Francuska u 2021. godini proizvela samo 4 TWh bioplina (*EBA*, 2022). Razlog tome je što u Francuskoj dominiraju mala postrojenja (*Jens et al.*, 2021). Po količini proizvedenog biometana, na drugom mjestu nakon Njemačke je Danska, koja proizvodi preko 5,6 TWh biometana i raspolaže s 50 postrojenja. Značajni europski proizvođači biometana, osim navedenih zemalja, su još Nizozemska i Italija, s proizvodnjom oko 2 TWh. Nešto manje biometana proizvedeno je 2021. godine u Švedskoj, gdje se nalazi 72 postrojenja biometana (*BiomethaneMAP*, 2023).

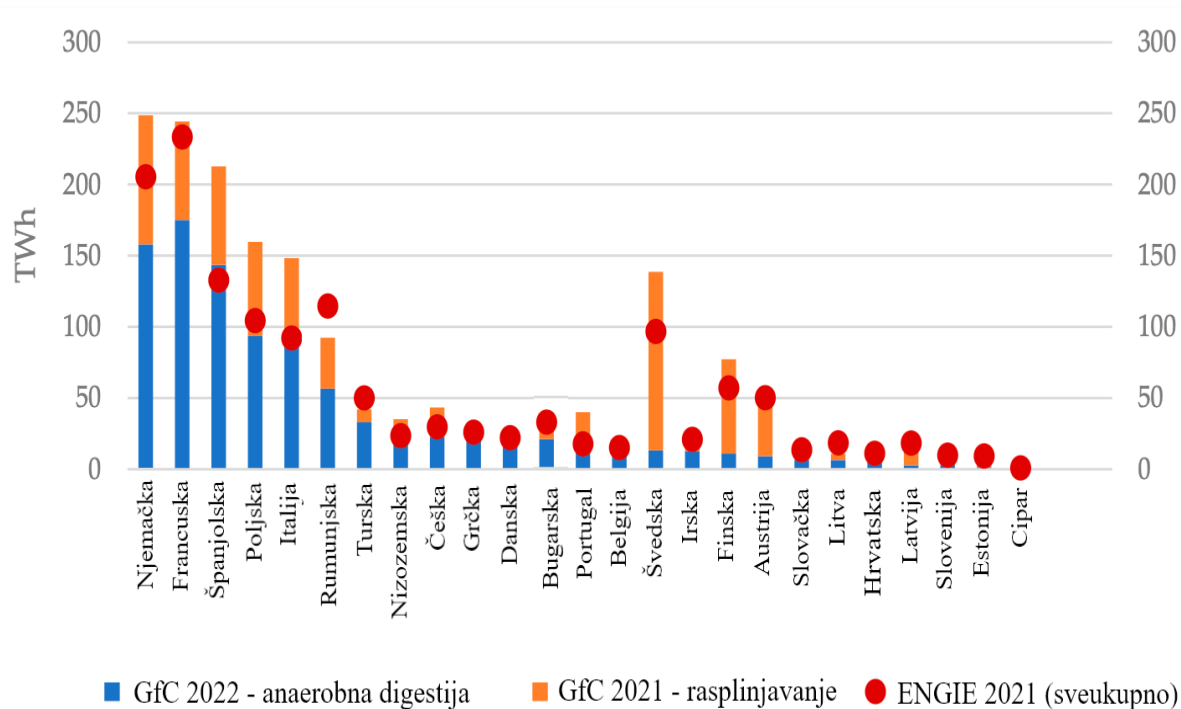
Proizvodnja biometana temelji se na različitim kategorijama organskog otpada, uključujući supstrate prve generacije kao što su ostaci iz poljoprivrede, posredne energetske

usjeve (uzgajani između dva glavna usjeva), biootpad, industrijski otpad iz sektora agroindustrije, stajsko gnojivo i zeleni otpad, industrijski otpad iz sektora agroindustrije te stočni gnoj (Birman et al., 2021). Do 2016. godine u strukturi biometanskih postrojenja energetske usjevi bili su primarna sirovina. Najznačajniji utjecaj imao je proizvodni model koji dominira u Njemačkoj, koja je ujedno i najveći proizvođač biometana i bioplina u EU. Promjene u ovom području povezane su s **Direktivom RED II**, prema kojoj biomasa za održivu proizvodnju bioplina ne bi trebala stvarati konkurenciju poljoprivrednom zemljištu koje se smatra namijenjenim proizvodnji hrane i stočne hrane. Za većinu biometanskih postrojenja instaliranih od 2018. godine osnovni supstrat su poljoprivredni ostaci, stajnjak i biljni ostaci (EBA, 2022). S druge strane, udio novih postrojenja koja koriste energetske usjeve kao primarni supstrat značajno se smanjio.

4.2.1. Potencijal za razvoj proizvodnje biometana

Dostupnost biomase može se smatrati presudnim čimbenikom koji određuje proizvodni potencijal bioplina i biometana. Na temelju procijenjenih pretpostavki o budućoj razini raspoložive biomase, udruženja poput *ENGIE*, *IEA*, *Gas for Climate* i *Eurogas* analizirala su potencijal proizvodnje biometana između 2030. i 2050. godine. Navedene procjene odnose se na ukupni metanski potencijal anaerobne digestije i rasplinjavanja. U većini slučajeva potencijal proizvodnje biometana za 2030. procijenjen je u rasponu od oko 350 do 460 TWh. U prognozama za 2050. godinu očekuje se da će razina proizvodnje biti oko 1000 do 1500 TWh. Može se zaključiti da će predviđena proizvodnja bioplina biti višestruko veća nego sada. U 2030. godini može se očekivati da će proizvodnja biti više od deset puta veća nego u 2020. godini kad je iznosila 32 TWh (EBA, 2022).

Neke od projekcija također procjenjuju potencijal proizvodnje biometana na razini pojedinih zemalja EU. Slika 4-3. prikazuje potencijal proizvodnje biometana u TWh te glavne načine dobivanja u 2050. godini u zemljama EU prema studiji *Gas for Climate* i *ENGIE* (Birman et al., 2021).



Slika 4-3. Potencijal proizvodnje biometana i glavni načini dobivanja u TWh u zemljama EU u 2050. godini (Sulewski et al., 2023)

Prema studijama, *Gas for Climate* i *ENGIE*, 2050. godine najveći proizvođači biometana bit će Njemačka i Francuska, čiji će ukupni udio iznositi oko 25-30 %. Značaj zemalja poput Španjolske i Poljske značajno će porasti, te će oni postati treći, odnosno četvrti proizvođači biometana u EU. Značajan razvojni potencijal također se vidi u zemljama poput Italije, Rumunjske i Švedske, ali u tom slučaju taj potencijal leži uglavnom u rasplinjavanju. Smanjit će se važnost Danske, koja već koristi mnogo veći dio svojih proizvodnih kapaciteta nego druge zemlje. Udio zemalja poput Njemačke, Francuske, Španjolske, Poljske i Italije premašuje 50 % proizvodnog potencijala 2050. godine. Najveći trenutni i budući proizvođači biometana su zemlje s najvećim izvorima biomase (Alberici et al., 2022).

5. BIOPLIN U TRANSPORTNOM SUSTAVU

5.1. Sastav bioplina

Bioplin se uglavnom sastoji od metana (CH₄, do 75 %) i ugljičnog dioksida (CO₂, do 50 %), dok vodik (H₂), dušik (N₂), vodena para i sumporovodik (H₂S) mogu biti prisutni u manjem udjelu. Sastav bioplina i njegova svojstva ovise o vrsti supstrata, vrsti postrojenja i uvjetima procesa. U Tablici 5-1. prikazana je usporedba sastava sirovog bioplina i prirodnog plina. Pojedinačni volumenski udjeli razlikuju se u manjoj mjeri ovisno o izvoru literature (Pavičić et al., 2022).

Tablica 5-1. Sastav bioplina i prirodnog plina (prema Pavičić et al., 2022)

	Volumni udio (%)		
	bioplin		prirodni plin
	Korbag et al., 2020	Moya et al., 2021	Thrän et al., 2014
Metan (CH₄)	50–75	55–70	83–98
Ugljikov dioksid (CO₂)	25–50	30–45	0–1,4
Voda (H₂O)	5–10	/ - 5	
Kisik (O₂)	< 2	0–3	
Dušik (N₂)	< 10	< 15	0,6–2,7
Amonijak (NH₃)	< 1	< 1 (0–100 ppm)	/
Vodik (H₂)	< 1	/	/
Vodikov sulfid (H₂S)	< 3	< 1 (0–10000 ppm)	/
Etan			< 11%
Propan			< 3 %

Osim navedenih tvari, mogu biti prisutni tragovi željeza, nikla, kobalta, selena, molibdena i volframa. Kemijski sastav bioplina također će odrediti proces koji treba primijeniti da bi se optimizirala njegova uporabna svojstva. Prisutnost CO₂ i N₂ negativno utječe na ogrjevnost vrijednost plina, dok CO₂, H₂S i vodena para stvaraju korozivne uvjete koji uzrokuju oštećenje opreme (Korbag et al., 2020).

Bioplin se može transportirati plinovodima do krajnjih korisnika i koristiti kao gorivo u transportu i energent za grijanje. Prije utiskivanja u plinsku mrežu, plin se mora pročistiti od kiselih plinova i dehidrirati da ne dođe do stvaranja korozije i oštećenja opreme. Da bi plin bio pogodan za transport plinovodom ili kao gorivo u transportu, metanski broj mora iznositi

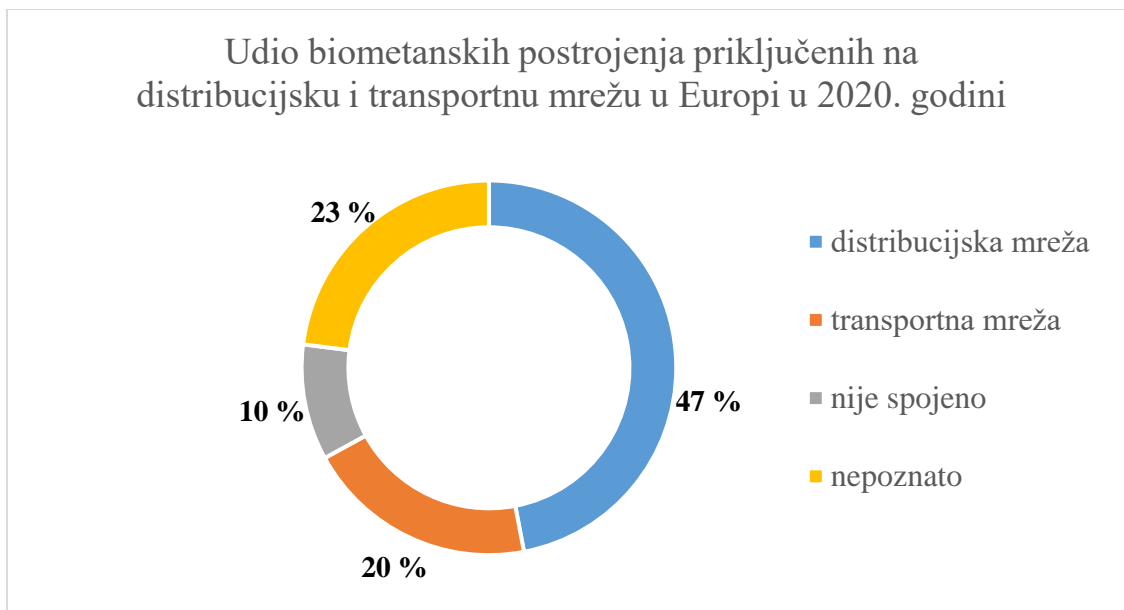
minimalno 70, a ugljikovog dioksida smije biti najviše 2,5 % u sastavu plina (NN 68/2023, 2023). Nakon 1. listopada 2025., u slučajevima kada se može dokazati da plin ne ulazi u instalacije osjetljive na povećane razine ugljikovog dioksida, kao što je podzemno skladište plina, dozvoljen je molarni udio ugljikovog dioksida do najviše 4 %. Na ulazima u plinski sustav i na interkonekcijama molarni udio kisika ne smije biti viši od 0,001 %, iskazano kao prosjek zadnja 24 sata. Također, u slučajevima kada se može dokazati da plin ne ulazi u instalacije osjetljive na povećane razine kisika, kao što je podzemno skladište plina, dozvoljen je molarni udio kisika do najviše 1 %. Gornja ogrjevna vrijednost Hg treba iznositi minimalno 10,96 kWh/m³, a maksimalno 12,75 kWh/m³. Iznimno, za ulaze u transportni sustav Republike Hrvatske iz proizvodnih pogona biometana, ulaze u distribucijski sustav iz proizvodnih pogona biometana, ulaze u zatvoreni distribucijski sustav iz proizvodnih pogona biometana, izlaze iz transportnog sustava u Republici Hrvatskoj, izlaze iz distribucijskog sustava i izlaze iz zatvorenih distribucijskih sustava, minimalna gornja ogrjevna vrijednost Hg iznosi 10,31 kWh/m³ (Izmjene i dopune općih uvjeta opskrbe plinom, NN 68/2023). Procesom obrade bioplina uklanjaju se štetni spojevi (H₂S, NH₃), a zatim i CO₂ kako bi se poboljšala kvaliteta bioplina, odnosno biometana (Moya et al., 2021).

5.2. Distributivna mreža

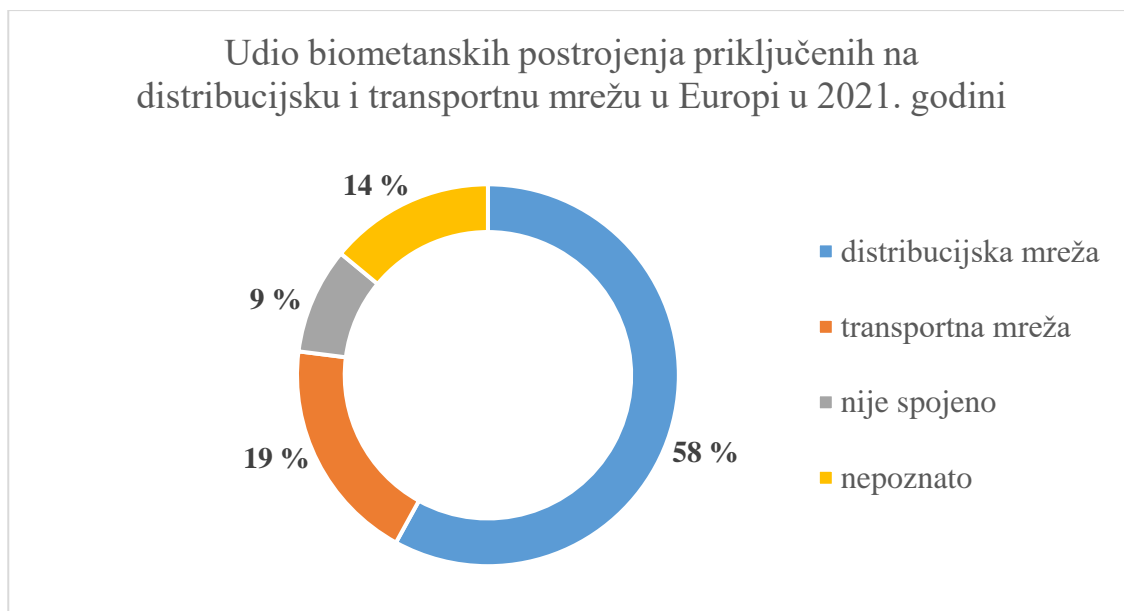
Plinska infrastruktura ima i nastaviti će igrati ključnu ulogu u sadašnjem energetsom sustavu EU. Trenutno se koristi za transport i distribuciju 25 % primarne potrošnje energije u EU ili oko 425 milijardi m³ prirodnog plina (Peters et al., 2020). Plin koji se transportira plinskom infrastrukturu pruža fleksibilan oblik energije koji se može skladištiti i koji se uglavnom koristi za grijanje zgrada i industrije, elektrane na plin i kemijsku proizvodnju.

Transport plina na velike udaljenosti odvija se preko plinovoda velikog promjera koji rade pod visokim tlakom (obično od 40 do 100 bara, ovisno o zemlji). Ova se mreža koristi za uvoz plina izvan EU i za međusobno povezivanje nacionalnih plinskih mreža država članica EU. Cjevovodi srednjeg tlaka (između 8 i 40 bara) koriste se za distribuciju plina u mrežu niskotlačnih distribucijskih mreža (do 16 bara) koje isporučuju plin krajnjim potrošačima. Prijenosna mreža sastoji se od oko 260 000 km visokotlačnih prijenosnih cjevovoda i srednjetačnih cjevovoda kojima upravlja oko 45 operatora transportnog sustava (OTS) (Peters et al., 2020). Razgranata mreža uglavnom niskotlačnih i nekih srednjetačnih mreža sastoji se od oko 1,4 milijuna km cjevovoda kojima uglavnom upravljaju operatori distribucijskih sustava (ODS).

Sva nova biometanska postrojenja priključena su na plinsku mrežu. Na Slikama 5-1. i 5-2. prikazan je udio biometanskih postrojenja priključenih na distribucijsku i transportnu mrežu u Europi u 2020. godini, odnosno u 2021. godini.



Slika 5-1. Udio biometanskih postrojenja priključenih na distribucijsku i transportnu mrežu u Europi u 2020. godini (prema EBA, 2021)



Slika 5-2. Udio biometanskih postrojenja priključenih na distribucijsku i transportnu mrežu u Europi u 2021. godini (prema EBA, 2022)

U 2020. godini 47 % biometanskih postrojenja bilo je spojeno na distribucijsku mrežu, dok se u 2021. godini udio povećao na 58 %. Što se tiče transportne mreže, udio bioplinskih postrojenja je u 2020. godini iznosio 20 %, dok se u 2021. godini smanjio na 19 %. Udio postrojenja koja nisu spojena na transportnu ili distribucijsku mrežu iznosio je 9 % u 2021. godini.

5.2.1. Francuska

Francuski zakon o *EGAlim*-u provodi postupak dijeljenja troškova kako bi se izbjeglo da jedan operator bioplina ili biometana preuzme na svoj trošak sve troškove nadogradnje mreže (obično prvi operater biometana koji se uključi). Nakon usvajanja francuskog zakona *EGAlim*, operatori plinskog sustava u Francuskoj procijenili su optimalno društveno-ekonomsko rješenje za povezivanje postrojenja za proizvodnju biometana na plinsku mrežu. Kao rezultat toga, izrađena je javno dostupna karta s najpovoljnijim područjima za povezivanje postrojenja za biometan na francusku plinsku mrežu (Emprin et al., 2022). Potrebna su i poboljšanja plinske mreže te su određene države članice EU omogućile dvosmjerni tok od transportne do distribucijske mreže i obrnuto. Do 2021. godine u funkciji bilo je 15 kompresorskih stanica za dvosmjerni tok u Danskoj, Francuskoj, Njemačkoj i Nizozemskoj, a 25 ih je još u izgradnji u Danskoj, Francuskoj i Belgiji. Stanice za dvosmjerni tok nisu uvijek nužne, ovisno o stupnju međupovezanosti u plinskoj mreži zemlje, što može smanjiti potrebu za kompresijom (Jens et al., 2021).

5.2.2. Italija

Integrirani nacionalni plan za energiju i klimu (NECP) iz 2019. godine daje prioritetnu ulogu obnovljivom plinu kako bi se postigli ciljevi utiskivanja biogoriva utvrđeni **Direktivom o promicanju korištenja energije iz obnovljivih izvora (RED II)** u Europskoj uniji. Ukupni teorijski potencijal, koji je izračunat s podacima ažuriranim do 2016., procjenjuje se na oko 6,2 milijarde m³ godišnje „obrađenog“ biometana (Pierro et al., 2021). Cilj talijanske vlade je utisnuti 2,3 milijarde m³ biometana u plinsku mrežu do 2026. godine, plus 1,1 milijardu m³ u transport unutar EU sljedeće generacije. Nacionalna federacija distributera i transporter metana (tal. *Federmetano*) predviđa potencijalnu proizvodnju od 8 milijardi m³ biometana do 2030. godine (D'Adamo i Sassanelli, 2022).

5.3. Utiskivanje u mrežu prirodnog plina

Utiskivanje u mrežu može se koristiti za distribuciju biometana kad postoji lokalna plinska mreža. Količina, dostupnost i standard plinske mrežne infrastrukture značajno varira diljem svijeta. Biometan mora ispunjavati zahtjeve kvalitete mreže u pogledu čistoće i tlaka. Ponekad je potrebna kompresorska jedinica za povećanje tlaka biometana prije nego što se utisne u mrežu ili dodavanje manje količine propana kako bi biometan odgovarao standardu kvalitete prirodnog plina (EN 16726:2015+A1:2018, 2018). Standard kvalitete za utiskivanje biometana u mrežu i korištenje kao goriva za vozila u EU prikazan je u Tablici 5-2.

Tablica 5-2. Standard kvalitete za utiskivanje biometana u plinsku mrežu u EU (prema EN 16726:2015+A1:2018, 2018)

Parametar	Mjerna jedinica	Granične vrijednosti			
		standardni uvjeti 15 °C / 15 °C		normalni uvjeti 25 °C / 0 °C	
		min.	maks.	min.	maks.
Relativna vlaga	-	0,555	0,700	0,555	0,700
Sadržaj sumpora	mg/m ³	-	< 20*	-	< 21*
Sumporovodik (H₂S)	mg/m ³	-	< 5	-	< 5
Merkaptani (RSH)	mg/m ³	-	< 6	-	< 6
Kisik (O₂)	mol %	-	< 0,001 ili 1%*	-	< 0,001 ili 1%*
Ugljikov dioksid (CO₂)	mol %	-	< 2,5 ili 4 %*	-	< 2,5 ili 4 %*
Metanski broj	-	65	-	65	-
Točka rosišta	°C	-	-8	-	-8

(*) Za neodorizirani sumpor u visokotlačnim mrežama i na interkonekcijskim točkama najveći prihvatljivi sadržaj sumpora za transport je 20 mg/m^3 , dok se za transport odoriziranog plina između visokotlačnih mreža može prihvatiti veća vrijednost sadržaja sumpora do 30 mg/m^3 . U slučajevima kada se može dokazati da plin ne ulazi u instalacije osjetljive na povećane razine kisika, kao što je podzemno skladište plina, dozvoljen je molarni udio kisika do najviše 1 %. Na ulazima u plinski sustav i na interkonekcijama molarni udio kisika ne smije biti viši od 0,001 %, iskazano kao prosjek zadnja 24 sata. U slučajevima kada se može dokazati da plin ne ulazi u instalacije osjetljive na povećane razine ugljikovog dioksida, kao što je podzemno skladište plina, dozvoljen je molarni udio ugljikovog dioksida do najviše 4 % (EN 16726:2015+A1:2018, 2018).

U većinu europskih standarda uključen je gornji Wobbe indeks, točka rosišta vode, te sastav plina u dopuštenim postocima metana (>78 do $>98,3$ %), ugljičnog dioksida ($<2,5$ do <7 %), vodika ($<0,2$ do <12 %) i kisika ($<0,5$ do <3 % suhog plina). Uključena su i ograničenja za nepoželjne spojeve poput sumporovodika ($<5 \text{ mg/m}^3$ to $<20 \text{ mg/m}^3$), sumpora ($<20 \text{ mg/m}^3$ to $<50 \text{ mg/m}^3$) i amonijaka (Keogh et al., 2022).

5.4. Bioplin i biometan u cestovnom i pomorskom prometu

Iako posljednja desetljeća karakterizira postupno smanjenje globalnih emisija CO_2 u većini sektora, cestovni je promet još uvijek iznimka: u 2020. godini emisije stakleničkih plinova u europskom prometu bile su 32 % veće u usporedbi s razinama iz 1990. godine (Transport and Env Report, 2023). Uz proizvodnju bioplina kao biogoriva može se povezati cijeli niz prednosti. Ipak, najviše se ističu koristi za okoliš koje se odnose na smanjenje emisija stakleničkih plinova u prometnom sektoru, općenito od 60 % do 80 % u usporedbi s benzinom. Bioplin se može pretvoriti u različita obnovljiva transportna goriva, tj. bio-CNG, ukapljeni bioplin, sintetički plin i benzin (Pavičić et al., 2022).

Bioplin se u mnogim zemljama sve više nadograđuje na stlačeni biometan (CBG), kao obnovljivu verziju stlačenog prirodnog plina (engl. *Compressed Natural Gas - CNG*) za upotrebu u automobilima i autobusima (Dahlgren, 2022). Tijekom posljednjih nekoliko godina, došlo je i do povećanog interesa za ukapljeni biometan (engl. *Liquefied Bio Gas - LBG*) za upotrebu u težim transportima umjesto ukapljenog prirodnog plina (engl. *Liquefied Natural Gas - LNG*). S tehničkog gledišta, fosilni prirodni plin može se lako zamijeniti za obnovljivi biometan, bilo kao komprimirani ili ukapljeni biometan.

Trenutačno je praksa korištenja biometana u cestovnom prometu vrlo ograničena, a Švedska je vodeća u Europi, iako postoji sve veći interes i politička podrška u mnogim

zemljama. U prosjeku, udio biometana u plinu za europska vozila je oko 17 %, a u nekim zemljama on doseže blizu 100 % (Hörmann, 2020). Procjene ukazuju na potencijalno eksponencijalno povećanje proizvodnje *LBG*-a u Europi. Za daljnji razvoj proizvodnje biogoriva, Europska unija zagovara drugu generaciju, tzv. „napredna“ biogoriva, koja se temelje na neprehrambenim usjevima ili nusproizvodima iz poljoprivrede i šumarstva. Biogoriva druge generacije trebala bi time postići značajne rezultate smanjenja utjecaja na okoliš u usporedbi s fosilnim gorivima.

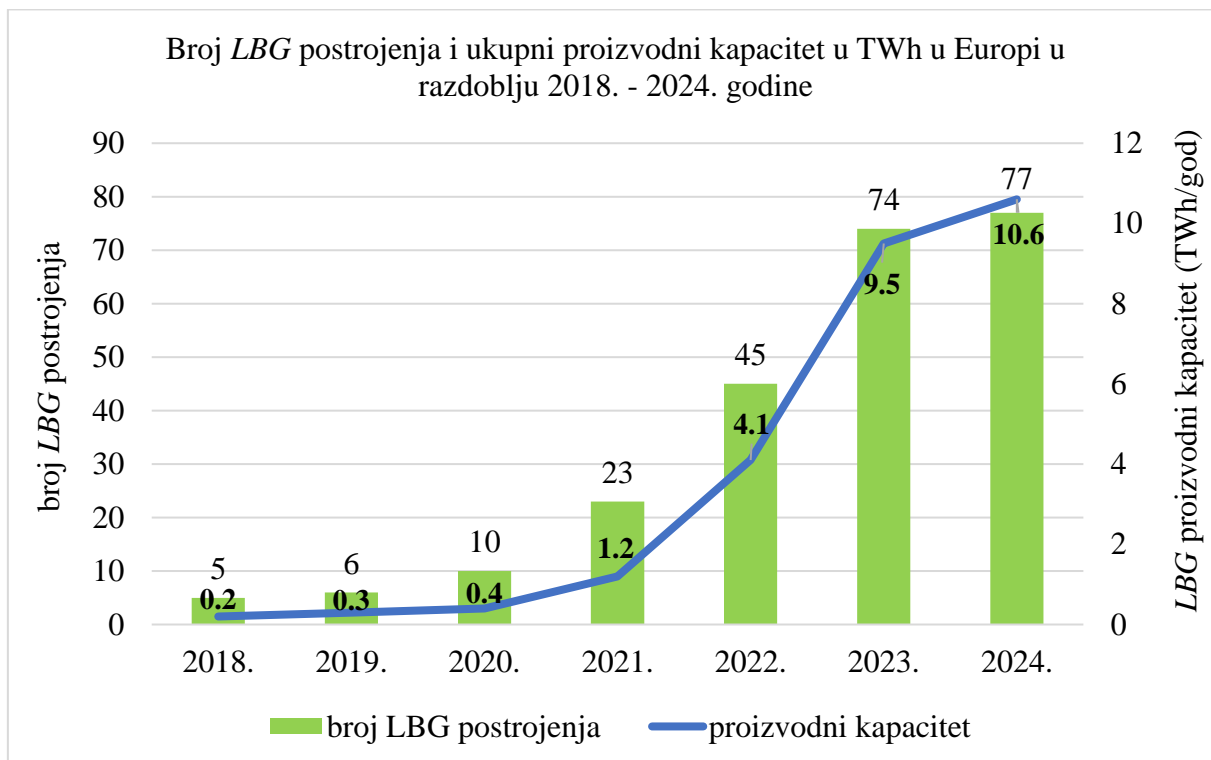
Utjecaj biometana kao transportnog goriva na okoliš procijenjen je u nekoliko studija. Hagos i Ahlgren (2018) usporedili su energetske bilance i emisije stakleničkih plinova prirodnog plina i biometana u cestovnom i pomorskom prometu, pokazujući da biometan može uvelike smanjiti emisije *Wheel to Wheel*-a unatoč većem unosu energije. Biometan može smanjiti emisije stakleničkih plinova za oko 500 kg CO₂eq po MWh u fazi životnog ciklusa u usporedbi s benzinom ili dizelom (Natividad Pérez Camacho et al., 2019). Kakav će biti utjecaj bio-*LNG*-a na okoliš uvelike ovisi o vrsti korištene sirovine, načinu proizvodnje potrebne električne energije i jesu li izračuni izvedeni prema *ISO* ili *RED* smjernicama. Iako postoje jasne ekološke prednosti za korištenje bio-*LNG*-a, teško je ekonomski se natjecati s cijenom *LNG*-a zbog viših specifičnih troškova proizvodnje. Kako bi bio-*LNG* mogao biti konkurentan s *LNG*-om i drugim fosilnim gorivima, vjerojatno će biti potrebna neka vrsta ekonomske potpore. Također bi bilo korisno ispitati mogućnost hvatanja i skladištenja ili korištenja CO₂ iz proizvodnje bioplina, te kakve bi učinke to moglo imati na okoliš i ekonomsku učinkovitost bioplinskih sustava (Gustafsson i Svensson, 2021).

5.4.1. *CBG* i *LBG*

U 2021. godini na 118 od 992 biometanska postrojenja proizvodio se *CBG* (EBA, 2022). *CBG* je plinovito gorivo koje se sastoji od najmanje 97 % metana i komprimirano je na oko 200 bara. Najbolji je kad se koristi na kraćim udaljenostima, a glavni problem je taj što zahtijeva veliki prostor za skladištenje energije. Međutim, ako se biometan ukapljuje (*LBG*), hlađenjem na 162 °C pri atmosferskom tlaku (101 325 Pa), potreban skladišni prostor bit će znatno manji. Za ukapljivanje biometana često je potreban dodatni korak gdje se biometan dodatno pročišćava. *LBG* se koristi za teška cestovna vozila, brodove i za industrijsku upotrebu u proizvodnji (Dahlgren, 2022).

Proizvodnja *LBG*-a u Europi ubrzano raste. Slika 5-3. prikazuje broj *LBG* postrojenja i ukupni proizvodni kapacitet u TWh u Europi u razdoblju 2018. - 2024. godine (prema EBA,

2022). U 2023. godini očekuje se da će se instalirani kapacitet postrojenja udvostručiti u odnosu na 2022. godinu te će iznositi 9,5 TWh. Predviđanja za 2023. i 2024. godinu temelje se na najavljenim razvojnim projektima. U Europi je 2018. godine bilo samo 5 aktivnih *LBG* postrojenja: jedna u Švedskoj, jedna u Norveškoj, jedna u Nizozemskoj i dvije u Ujedinjenom Kraljevstvu. Od tada njihov broj raste te je u 2022. godini bilo 45 *LBG* postrojenja.



Slika 5-3. Broj *LBG* postrojenja i ukupni proizvodni kapacitet u TWh u Europi (2018.-2024.) (prema EBA, 2022)

2015. godine u Švedskoj je proizvodnja *CBG*-a bila u rasponu od 0 do 108 GWh/godina po postrojenju (prosjeak je bio 17 GWh/godina). *LBG* zahtijeva veća proizvodna postrojenja od najmanje 50 GWh godišnje proizvodnje kako bi bila ekonomski isplativa (Dahlgren, 2022). Postojeća komercijalna *LBG* postrojenja također su najčešće na toj ljestvici, s godišnjom proizvodnjom 65-125 GWh. Švedska je činila 75 % ukupnog biometana korištenog kao transportno gorivo u EU tijekom 2015. godine (Scarlat et al., 2018). Najveće bioplinsko postrojenje proizvodi oko 100-120 GWh biogoriva godišnje, ali više od 90 % postrojenja proizvodi manje od 20 GWh (Dahlgren, 2022).

Sektor pomorskog prometa doživljava porast upotrebe *LBG*-a. Povećanje broja brodova na *LNG* omogućuje miješanje *LBG*-a, što će dodatno dekarbonizirati prometni sektor. U Frederikshavnu, u Danskoj, *Nature Energy* i *MAKEEN Energy* grade novo postrojenje za

ukapljivanje bioplina, Nordliq. Početak rada postrojenja očekuje se krajem ljeta 2023. godine, a planirana proizvodnja iznosit će 0,27 TWh/godišnje *LBG*-a (Nature Energy, 2022). Također, najavljeni su projekti implementacije *LBG bunkeringa* u velikim lukama diljem Europe poput Marseillea i Amsterdama.

5.4.2. Podrške za korištenje biogoriva u prometu

Švedska i Finska su među zemljama s najvećim udjelom mješavina biogoriva od oko 21 %. To je glavni razlog visokog udjela biogoriva u ukupnoj potrošnji energije u prometnom sektoru. Finska i Nizozemska također imaju relativno visoke zahtjeve za miješanjem biogoriva (20 % odnosno 17 %) (Dolge et al., 2023). Još jedan uspješan instrument koji se koristi u nekoliko zemalja s visokom upotrebom biogoriva je uvođenje posebnih sustava poreza na CO₂ za goriva. Princip je povećanje poreza na fosilna goriva i smanjenje poreza na biogoriva. Što je niži sadržaj CO₂ u biogorivima, veće su porezne olakšice. Primjena takvog mehanizma pomaže u povećanju ekonomičnosti biogoriva. Zemlje s visokim udjelom biogoriva u ukupnoj energetskej bilanci prometa promiču proizvodnju biogoriva u zemlji kroz niz instrumenata. Fokus je na proizvodnji „naprednih“ biogoriva, iako se korištene tehnologije u nekim slučajevima razlikuju.

Nekoliko zemalja aktivno promiče korištenje biometana u transportu. Švedska je vodeća, s biometanom koji čini oko 2 % ukupne potrošnje energije u transportu (Klackenberg, 2023). Za promicanje biometana obično se koristi kombinacija instrumenata politike. Najčešće su to subvencije za proizvodnju bioplina ili biometana (Njemačka, Danska, Finska, Italija), neoporezivanje biometana (Švedska i Finska) ili drugi porezni poticaji za proizvođače i korisnike biometana (Njemačka, Švedska, Nizozemska i Italija). Odobravanju se i različite *Feed-in* tarife za prijenos biometana (Njemačka, Danska, Finska, Italija i Nizozemska) kao i dodatno mehaničko miješanje biometana s fosilnim gorivima i subvencije za razvoj infrastrukture (Dolge et al., 2023).

Mnoge zemlje koje aktivno koriste biometan u prometu također podržavaju korištenje stlačenog prirodnog plina (*CNG*) u vozilima kroz različite političke instrumente. Glavni instrumenti promicanja *CNG*-a su subvencije za infrastrukturu krajnjih korisnika i smanjeni porezi. Vlade ponekad podržavaju i kupnju vozila na *CNG* (Italija, Nizozemska, Austrija i Hrvatska). I za korištenje biometana i *CNG*-a u prometu, najznačajniji napredak postignut je u zemljama koje aktivno promiču korištenje ovih goriva u javnom prijevozu i kamionima (npr. ograničavanjem emisija CO₂ kroz javnu nabavu) uz gore navedene instrumente.

6. SUSTAVI ZA PODRŠKU U PROIZVODNJI BIOPLINA I BIOMETANA

6.1. Trenutna politika EU

Proizvodnja biometana u trenutnim tržišnim uvjetima nije konkurentna zbog relativno niske cijene i dostupnosti prirodnog plina. Međutim, potreba za smanjenjem emisija CO₂ i, dugoročno gledano, dekarbonizacija gospodarstva daje temelj za potporu proizvodnji biometana (Fritsche i Gress, 2022). Države članice Europske unije imaju zakonsko pravo provoditi programe potpore za proizvođače obnovljive energije kako bi postigli ciljeve klimatske i energetske politike EU-a. Pravni temelj za uspostavu takvih mehanizama odredbe su **članka 107. stavaka 2. i 3. Ugovora o funkcioniranju Europe** (Angelidaki et al., 2019), kojima se pod određenim okolnostima dopušta miješanje države u unutarnje tržište EU-a. Detaljna pravila za javnu potporu sadržana su u Komunikaciji Europske komisije „**Smjernice o državnim potporama za klimu, zaštitu okoliša i energiju**” (engl. *Guidelines on State aid for Climate, Environmental Protection and Energy*) (na snazi od 1. siječnja 2022.) (European Union, 2022). Međutim, smjericama nije precizno definiran način na koji se koriste potpore bioplinu ili biometanu koji se utiskuju u mrežu, na koji način za transport te za proizvodnju električne energije. Stoga države članice mogu primijeniti različite mehanizme potpore, određujući vrijednost pomoći koju primaju unutar granica gore navedenih odredbi. Unatoč trajnoj pravnoj snazi gore navedenih akata, od 9. studenoga 2022. godine **Europska komisija** je privremeno omogućila provedbu programa potpore (EU State Aid, 2022). U smislu potpore za proizvodnju biometana, podržana postrojenja i dalje moraju ispunjavati kriterije održivosti navedene u *EU Direktivi o obnovljivoj energiji*.

6.2. Razvoj nacionalne politike bioplina

Razvoj nacionalne politike bioplina utječe na njegovu proizvodnju. U Njemačkoj, Italiji i Češkoj su razdoblja brzog rasta zaustavljena promjenama u dosadašnjim sustavima potpore, zbog čega je ulaganje u proizvodnju bioplina postalo manje privlačno (Gustafsson i Anderberg, 2022). U Njemačkoj, **Europska udruga za bioplin** (engl. *European Biogas Association - EBA*) kritizirala je izmjene i dopune nacionalnog **Zakona o obnovljivoj energiji** iz 2014. godine (njem. *Das Erneuerbare-Energien-Gesetz - EEG*), prema kojima velika bioplinska postrojenja više nisu ispunjavala uvjete za nove ugovore o podršci proizvodnji. Daljnje promjene u *EEG-u*, napravljene 2017. godine, dovele su do smanjenja broja bioplinskih postrojenja u Njemačkoj.

Različite vrste ekonomskih instrumenata koji se koriste za poticanje korištenja bioplina na neki su način povezani s područjem gospodarstva i financija, bilo da dolaze u obliku *feed-in* premija (*FiP*), *feed-in* tarifa (*FiT*) ili oslobađanja od poreza. Upravljanje i provedba takvih instrumenata, često se rješava ispod razine ministarstva. Na primjer, u Švedskoj, investicijskom potporom za bioplinska postrojenja upravlja **Agencija za zaštitu okoliša**, a potporom za smanjenje metana **Odbor za poljoprivredu**. U Njemačkoj je **Ministarstvo gospodarstva** odgovorno za **Nacionalnu direktivu o proizvodnji obnovljive energije, EEG**. U zemljama u kojima se biometan koristi kao gorivo za vozila (Švedska, Finska, Norveška), važne politike često su povezane s područjem prometa i infrastrukture. Dok se infrastruktura također može odnositi na distribuciju bioplina i biometana, pitanja mreže prirodnog plina mogu pripadati drugim administrativnim područjima.

U većini zemalja proizvođači dobivaju plaćanje prema fiksnom *FiT*-u, kada isporučuju električnu i toplinsku energiju; proizvedenu plinom ili bioplinom plinskim, toplinskim ili električnim mrežama ili industriji. Primljeni *FiT*-ovi često su diverzificirani za različite proizvođače prema skali proizvodnje ili sektora, ali su fiksni za određenog proizvođača tijekom definiranog dugoročnog razdoblja. Potpora proizvođačima u obliku prilično izdašnih *FiT*-ova koji su zajamčeni tijekom dugog vremenskog razdoblja stvorila je snažne poticaje za proširenje proizvodnje bioplina. Ova vrsta sustava dovela je do vrlo brzog rasta proizvodnje u Njemačkoj, Italiji i Češkoj, a nedavno i u Danskoj (Gustafsson i Anderberg, 2022). Takav sustav koji je izgrađen na izravnim plaćanjima rastućoj proizvodnji bez ograničenja proizvođača i proizvodnje može, ako je učinkovit, može dovesti do brzo rastućih troškova koje je teško podnijeti u državnim proračunima.

U Njemačkoj i Italiji reformirani su sustavi potpore kako bi se proračunski rashodi smanjili i učinili predvidljivijima. U Italiji je sustav potpore za bioplin uveden 2008. godine promijenjen 2013. godine, što je rezultiralo nepovoljnijim uvjetima za ulaganja u nova bioplinska postrojenja (Benato i Macor, 2019). U 2018. uveden je novi sustav potpore koji uključuje samo proizvodnju biometana za **cestovni promet**. U međuvremenu, mnoga postojeća bioplinska postrojenja još uvijek su ugovorena, prema prijašnjem sustavu podrške, za proizvodnju električne energije (Murano et al., 2021). Njemački **sustav potpore za proizvodnju obnovljive energije (EEG)** revidiran je nekoliko puta otkako je prvi put uveden 2000. godine. U ažuriranju *EEG*-a iz 2021. godine samo mala bioplinska postrojenja koja koriste veliki udio biootpada ili gnoja dobivaju *FiT*, dok za veća, proizvođači u sklopu natječaja moraju davati ponude za razinu potpore koja im je potrebna.

U Švedskoj je razvoj bioplina potaknut putem oslobađanja od poreza. Budući da porezna izuzeća ne uključuju državnu potrošnju, ona ne stvaraju proračunske komplikacije poput fiksnih tarifa bez strogih vremenskih ograničenja i iznosa koji su to obično činili. Između 2008. i 2014. godine proizvodnja bioplina i uporaba bioplina kao transportnog goriva u Švedskoj radikalno se proširila, ali je to širenje prekinuto kombinacijom promijenjenog oporezivanja automobila, niskih cijena nafte i neizvjesnosti oko sustava potpore. Glavni instrument za poticanje razvoja bioplina u Švedskoj do sada je bilo oslobađanje od poreza kada se prodaje kao gorivo za prijevoz, što je dominantna upotreba bioplina u zemlji. Ne postoji nikakva potpora proizvodnji, osim premije za digestiju gnojiva. Ova vrsta potpore za razvoj bioplina je trebala odobrenje EU komisije, koja je do 2020. godine bila odobrena samo na kratka razdoblja, do tri godine. To je sustav podrške učinilo vrlo kratkovidnim, privremenim i nestabilnim. Godine 2020. odobreno je oslobođenje od plaćanja poreza za bioplin, biometan i biopropan za razdoblje 2021. – 2030., čime je potpora potrošnji postala mnogo stabilnija i dugoročno predvidljivija. U posljednjih pet godina korištenje bioplina u Švedskoj je snažno poraslo; međutim, to nije rezultiralo odgovarajućim povećanjem proizvodnje bioplina u Švedskoj, već povećanjem uvoza iz Danske (Klackenberg, 2023). Danska je 2012. godine uvela investicijsku potporu za biopliniska postrojenja i *FiP* za utiskivanje biometana u plinsku mrežu. Razine ekonomske potpore znatno se razlikuju među zemljama, ali i unutar sustava potpore svake zemlje, ovisno o tome kako se bioplin proizvodi i za što se koristi, što je prikazano u Tablici 6-1.

Potpora za proizvodnju električne ili toplinske energije iz bioplina pretvorena je u ekvivalentnu potporu po MWh bioplina, uz pretpostavku učinkovitosti od 35 % (Gustafsson i Anderberg, 2022). Italija, Njemačka i Francuska imaju ili su imale relativno velike subvencije za bioplin. Stvarna vrijednost subvencija ovisi o investicijskim i proizvodnim troškovima u svakoj zemlji, kao i o razini cijena energije. Trošak proizvodnje biometana u Švedskoj u prosjeku iznosi 90 EUR/MWh (Gustafsson i Anderberg, 2022). Potrebno je još nadodati i dodatnu premiju za svu proizvodnju bioplina 20-45 EUR/MWh kako bi biometan bio konkurentan prirodnom plinu. Proizvodni trošak iznosi 80-100 EUR/MWh za biometan u Italiji, s potencijalom smanjenja kroz tehnološki razvoj (Eyl-Mazzega i Mathieu, 2019).

Prema propisima EU o državnim potporama, subvencije za obnovljive izvore energije ne smiju biti veće od razlike u troškovima u usporedbi s fosilnom alternativom (European Commission, 2003/96/EC). Stoga se veće subvencije mogu dati za bioplin iz supstrata čije je prikupljanje i obrada skuplji. Ovo je slučaj, npr. za stajski gnoj, što daje veće subvencije za proizvođače bioplina u mnogim proučavanim zemljama. Pri tome, biometan iz stajnjaka

i drugih oblika biootpada kvalificira se kao „napredno“ biogorivo, koje je prioritet u ciljevima EU-a o obnovljivom prijevozu (**Direktiva 2019/2001**), čineći ove supstrate privlačnijim posebno za proizvodnju goriva za vozila. U Tablici 6-1. navedene su glavne značajke politika za korištenje bioplina u određenim državama EU.

Tablica 6-1. Usporedba politika bioplina u određenim zemljama EU (prema Gustafsson i Anderberg, 2022)

	Njemačka	Italija	Francuska	Švedska
Ekonomске politike i instrumenti politike	investicijski zajmovi s niskim kamatama za bioplin	FiP/certifikati 65 EUR/MWh za biometan za transport	FiP 50-140 EUR/MWh za biometan	Oslobođenje od plaćanja poreza 3-30 EUR/MWh ; investicijska potpora do 50 % troškova
Regulatorne politike i instrumenti politike	Kvota smanjenja CO ₂ goriva; registar biometana; cilj 80 % obnovljive energije do 2050.	Kvota smanjenja CO ₂ goriva; registar biometana; cilj 10 % biogoriva u prometnom sektoru	Jamstva podrijetla za biometan; cilj proizvodnje 70 TWh bioplina do 2035.	Standard ekoloških vozila; zelene zone u gradovima; cilj proizvodnje 10 TWh do 2030.
Najvažnija administrativna područja	poljoprivreda, ekonomija i financije, okoliš	poljoprivreda, ekonomija i financije, okoliš	okoliš, poljoprivreda i regionalni razvoj, gospodarstvo i financije, energetika	okoliš, infrastruktura, poljoprivreda i regionalni razvoj, gospodarstvo i financije, energetika
Trajanje ekonomske potpore	10-20 godina	15-20 godina	15-20 godina	1 ili par godina

6.3. Opći okvir sheme potpore za biometan

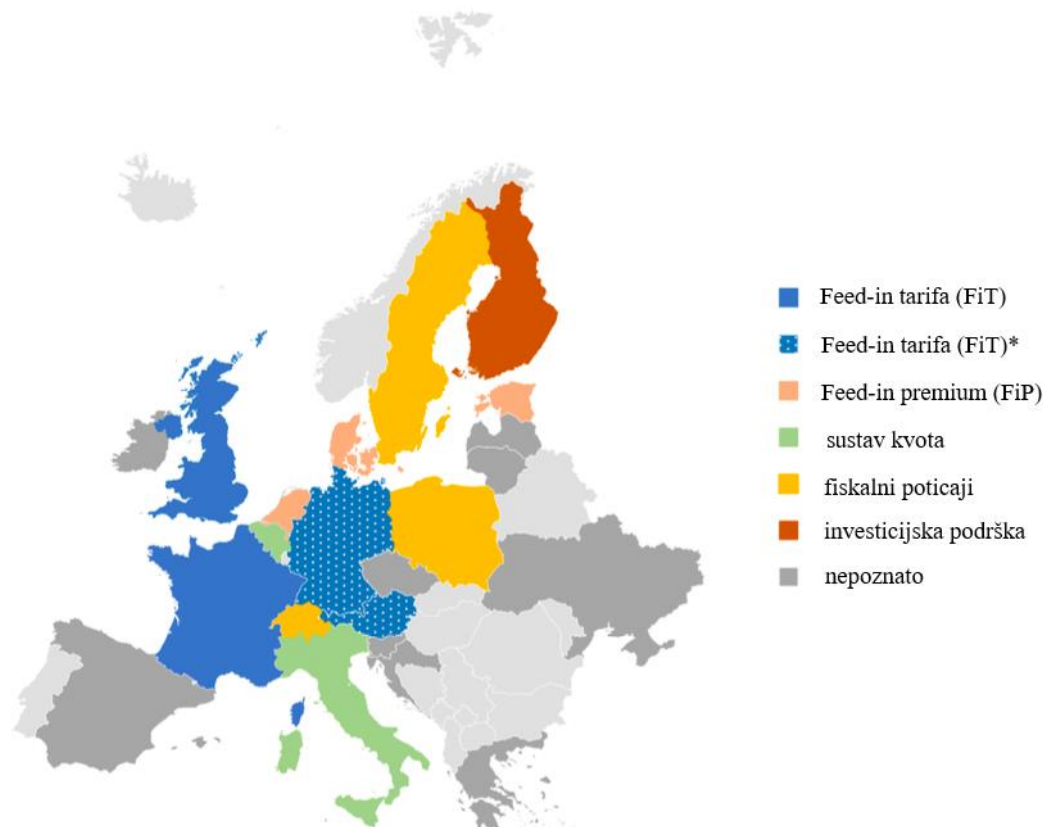
Sheme potpore za proizvodnju biometana mogu se podijeliti u investicijsku i operativnu podršku. Najčešći mehanizmi podrške koji se koriste u tu svrhu su sljedeći:

- **Feed-in Tariff (FiT)** - temeljena na specifičnoj naknadi po jedinici obnovljive energije. Tijela javne vlasti definiraju i jamče tarifu za određeno vremensko razdoblje. Uobičajene prednosti *feed-in* tarifa su dugoročni ugovori (često 10-20 godina), jamstvo pristupa mreži i cijene temeljene na troškovima proizvodnje (Couture et al., 2010);
- **Feed-in Premium (FiP)** - bonus koji se plaća iznad određene tržišne cijene po jedinici obnovljive energije. Osnova za izračun stope može biti procjena izbjegnutih vanjskih učinaka ili razlika u troškovima proizvodnje za određenu tehnologiju (EurObserver, 2014). Dva tipična dizajna *FiP*-a su stalna (fiksna i unaprijed određena) cijena ili tzv. klizna cijena koja dopušta varijacije premije kao funkcije prevladavajuće cijene;
- **Kvota/zeleni certifikati (engl. Green Certificate - GC)** - zelena energija se prodaje mreži po tržišnoj cijeni, dok proizvođač dobiva dodatni prihod od prodaje određene količine zelenih certifikata na tržištu (Couture et al., 2010);
- **Fiskalni poticaji** - obično se koriste kao dodatni sustav podrške u obliku poreznih izuzeća (npr. porez na ugljik) ili smanjenja poreza. Proizvođači zelene energije dobivaju naknadu za smanjenu konkurentnost tržišta i poticaj za razvoj tržišta zelene energije. Učinak ovisi o primjenjivoj poreznoj stopi (EurObserver, 2014);
- **Investicijska potpora** - fiksni iznos koji se dobiva zbog ulaganja u izgradnju postrojenja, a koji zadovoljava kriterije sheme potpore. Visina subvencije ne ovisi izravno o količinama obnovljive energije proizvedene tijekom životnog vijeka postrojenja (Decorte et al., 2020).

Sheme potpore također se mogu odnositi na fazu proizvodnog procesa, što je povezano s:

- dobivanjem sirovine - podrška za korištenje specifičnih supstrata (premijera za korištenje gnojiva);
- procesom proizvodnje (investicijska potpora, feed-in tarifa za plin);
- konačnom uporabom biometana - sustavi kvota u određenim sektorima, bonusi za korištenje plina u transportnom sektoru.

Na Slici 6-1. prikazane su glavne sheme potpore koje se koriste u državama članicama EU27.



Slika 6-1. Glavne sheme potpore u državama članicama EU27 (Decorte et al., 2020)

U Francuskoj, Njemačkoj i Austriji najzastupljenija je *Feed-in tarifa (FiT)*. U Danskoj i Nizozemskoj glavni je *Feed-in Premium (FiP)*, dok u Švedskoj, Švicarskoj i Poljskoj prevladavaju fiskalni poticaji.

6.3.1. Certifikati biogoriva

Neke vlade dobavljačima goriva za prijevoz nameću obvezne kvote biogoriva ili obveze smanjenja emisija stakleničkih plinova. Takve se obveze mogu ispuniti ili proizvodnjom/kupnjom/marketingom fizičkih količina biogoriva, kupnjom certifikata za biogorivo ili smanjenjem emisija stakleničkih plinova. Troškovi ovih potvrda uključeni su u cijenu goriva koju plaćaju krajnji potrošači (vozači), a ne država. Iz tog razloga, ovo nije izravna državna potpora proizvođačima, ali je ipak vrlo važan pokretač proizvodnje i razvoja tržišta biometana. U sustavima certifikata biogoriva, biometan je obično samo jedno od biogoriva i natječe se s tekućim biogorivima na tržištu certifikata. Zbog manjeg udjela biometana na ukupnom tržištu biogoriva, uzorci ponude/potražnje specifični za biometan imaju vrlo ograničen utjecaj na kretanje cijena certifikata biogoriva. Italija je izuzetak, gdje je vlada uvela poseban program za biometan.

Novi ciljevi udjela biogoriva utvrđeni u **RED II** trebali bi povećati buduću potražnju za certifikatima za biogoriva, uključujući one izdane za pošiljke biometana. Goriva su kvalificirana kao „napredna”, u skladu s **Dodatkom IX. Dio A RED II**, što se računa dvostruko prema ciljevima i sukladno tome dobivaju dva certifikata. Nekim od certifikata za biogoriva već se trguje na međunarodnoj razini, ali europsko tržište nije dovoljno zrelo za izradu pouzdanih prognoza cijena za izvozne certifikate.

U Njemačkoj je 2015. promijenjena uredba koja promiče upotrebu biogoriva. Obveza smanjenja stakleničkih plinova zamijenila je obvezu količinske kvote biogoriva. Prema kvoti, minimalna razina smanjenja emisija stakleničkih plinova u mješavini cestovnog goriva određena je na 6 % do 2025. godine. Dobavljači goriva koji to ne zadovolje, moraju platiti kaznu od 470 EUR po toni CO_{2eq} nepostignute uštede stakleničkih plinova (Pavlenko et al., 2019). Kazna određuje teoretsku gornju granicu tržišne cijene certifikata o emisiji stakleničkih plinova. Moguće je i da druge europske vlade slijede ovaj primjer i fokusiraju se na učinak smanjenja emisija stakleničkih plinova, a ne na udjele fizičkog volumena.

7. SCHEME POTPORA U ODABRANIM ZEMLJAMA EU

7.1. Italija

Italija kao jedna od zemalja s najvećom proizvodnjom bioplina u EU27, predstavlja drugo tržište bioplina u EU nakon Njemačke po broju postrojenja. U 2022. godini, imala je 2201 postrojenje za bioplin s kapacitetom od 1452 MW (GSE, 2022). Italija je kroz povijest podržavala razvoj bioplina sa svojom shemom potpore za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora zasnovanoj na *Feed-in* tarifi. Međutim, poticaji i financijski instrumenti, uvedeni **Uredbom o biometanu** iz 2018. za obradu bioplina u biometan, promijenili su trend. Trenutačna potpora proizvodnji električne energije privodi se kraju za postrojenja izgrađena prije kraja 2012. godine, a umjesto uvođenja novih poticaja, talijanska vlada namjerava izvršiti promjenu olakšavanjem prenamjene postojećih bioplinskih postrojenja u postrojenja na biometan. **Uredba (D.M. 02. ožujka 2018.)** donijela je snažan poticaj shemama potpore čime se povećao broj postrojenja povezanih s transportnom mrežom, potičući proizvodnju biometana za transport. Krajem 2022. u Italiji je bilo 28 postrojenja za proizvodnju biometana koja su proizvela 284 milijuna m³ biometana godišnje (Proietti et al., 2022). U nadolazećim godinama očekuje se pomak i brzi rast proizvodnje biometana, s obzirom na postizanje cilja proizvodnje u EU od 37 TWh godišnje u 2021. godini (EBA, 2022).

7.1.1. Regulatorni okvir i shema subvencija za biometan

Tijekom posljednjih 20 godina sektor bioplina u Italiji prošao je kroz radikalne promjene. Ranih devedesetih uvedena je prva službena subvencija, a zatim od 2008. do 2012. i dodatna **Feed-in tarifa (FiT)** (tal. *tariffa incentivante omnicomprensiva*) čime je ostvaren brzi rast broja bioplinskih postrojenja. *FiT* je jamčila velike subvencije (280 EUR/MWh) za proizvodnju obnovljive električne energije (Proietti et al., 2022). Od početka 2013. do kraja 2017. talijanska shema potpore bioplinu značajno se promijenila i investitori su je smatrali manje isplativom. Subvencije su tada smanjene i produžene s 15 na 20 godina, a odnose se na veličinu postrojenja (što je manje bioplinsko postrojenje, veća je subvencija) i na sirovinu (što je više nusproizvoda ili organskog otpada koji se koristi, to je veća subvencija). Također je uveden „**Registar**“ kao sustav rangiranja novih bioplinskih postrojenja i poseban bonus za povećanje toplinske energije i smanjenje udjela dušika u digestatu. Iako su se tada subvencije smanjile u usporedbi s početnim okvirom potpore, broj talijanskih bioplinskih postrojenja i njihova proizvodnja nastavili su rasti konstantnom stopom između 2013. i

danas, zahvaljujući **dekretu** od 6. srpnja 2012. i njegove naknadne izmjene i dopune. Ipak, dodjela poticaja takvog okvira bila je povoljna uglavnom za mala postrojenja, snage ispod 300 kW. Početkom 2018. talijanska vlada objavila je **dekret (02. ožujka 2018.)** kojim se potiče proizvodnja biometana s ciljem od 1,1 milijarde m³ biometana godišnje (European Union, 2017).

7.1.1.1. *Potvrda o puštanju u uporabu biogoriva - CIC*

Talijanski sustav potpore za proizvodnju energije iz biometana, odobren odlukom **Europske komisije** od 2. ožujka 2018. (European Union, 2017), predviđa dodjelu potpore samo za proizvodnju biometana koji se koristi u prometu. Program uvodi dvije opcije podrške. Sustav podrške temelji se na dodjeli **Potvrda o puštanju u uporabu biogoriva** (tal. *Certificati di Immissione in Consumo di biocarburanti - CIC*).

Voditelj energetske usluge (tal. *Gestore dei Servizi Energetici - GSE*) odgovoran je za upravljanje sustavom podrške te on dodjeljuje *CIC* dobavljačima goriva koji su obvezni na kvotu miješanja biogoriva. Budući da proizvođači biometana nemaju kvotu fosilnih goriva za potrošnju, takve certifikate proizvođači biometana mogu prodati onim subjektima (npr. dobavljačima goriva) koji puštaju neobnovljiva goriva u potrošnju, po fiksnoj ili minimalnoj cijeni. Kao osnovno pravilo, jedan *CIC* se dodjeljuje na svakih 10 GCal proizvedenog biometana i puštenog u potrošnju proizvođačima te na svakih 5 GCal („dvostruko računanje“) kada se biometan smatra „naprednim“ biometanom. Biometan se smatra „naprednim“ ako potječe iz specifičnih tipova biomase: organski dio čvrstog komunalnog otpada, gnojivo, poljoprivredni nusproizvodi, alge itd. (**Prilog 3 Ministarske uredbe** od 10. listopada 2014.).

Za „napredni“ biometan predviđena je posebna povoljna tarifa. Za prvih deset godina rada, na zahtjev proizvođača, *GSE* će povući „napredni“ biometan kroz distribucijsku mrežu po cijeni jednakoj tržišnoj cijeni plina (*MPGas*) smanjenoj za 5 %. *GSE* će priznati vrijednost odgovarajućeg *CIC*-a, dodjeljujući svakom certifikatu vrijednost od 375 EUR. Proizvođači „naprednog“ biometana također imaju mogućnost odabrati drugu vrstu subvencije: mogu samostalno prodati *CIC* i biometan za potrošnju u prometnom sektoru, bez intervencije *GSE*-a. Tada se poticaj podudara s vrijednošću odgovarajućeg *CIC*-a, koju *GSE* procjenjuje na 375 EUR (Eyl-Mazzega i Mathieu, 2019). Broj *CIC*-a, koji su subjekti obvezni imati, mora biti dovoljan da pokrije udio energije koji odgovara obvezi puštanja u potrošnju biogoriva, a koji se utvrđuje svake godine. Nakon ovog desetogodišnjeg razdoblja, proizvođač ima pristup uobičajenoj metodi vrednovanja *CIC*-a za preostalo razdoblje od zakona, i to

privatnom prodajom obveznicima. Kako bi pomogla *CIC* trgovinskom tržištu, **talijanska burza električne energije (IPEX)** mora uspostaviti organiziranu platformu za razmjenu koja bi trebala eliminirati probleme koje karakterizira trenutni *CIC* sustav razmjene.

Kroz *CIC* shemu, talijanska vlada trenutačno namjerava nastaviti s naporima razvijanjem upotrebe biometana izvan transporta, uz novu shemu potpore. *CIC*-ov program sudjelovao je u razvoju biometana za cestovni promet, s proizvodnjom od 0,6-0,7 milijardi m³/godišnje do kraja 2022., što omogućuje zamjenu 60-70 % fosilnog prirodnog plina koji se općenito koristi za pogon približno 1 050 000 talijanskih vozila na prirodni plin (Proietti et al., 2022). Već odobrenom talijanskom **Nacionalnom planu oporavka i otpornosti** iz 2021. godine (engl. *National Recovery and Resilience Plan - NRRP*), dodijeljeno je 191,5 milijardi EUR kako bi se doseglo 4 milijarde m³ biometana godišnje do 2026. godine (Mef Gov it, 2021).

7.1.1.2. Nova uredba o biometanu (2022.)

U 2023. godini regulatorni okvir u Italiji, za poticajne mjere usmjerene na razvoj sektora biometana i njegove potpore ulaganjima, podržava istodobno „**Uredbu o biometanu iz 2018.**” i novu talijansku **Uredbu o biometanu** (MD br. 340/2022). Talijanska vlada usvojila je **Uredbu** iz 2018. godine o „Promicanju uporabe biometana i drugih naprednih biogoriva u području prometa“ s rokom do **31. prosinca 2022.** Prema novoj izmjeni od 5. kolovoza 2022. (stupila na snagu 19. kolovoza 2022.), rok Uredbe je produžen te sada vrijedi i za postrojenja koja počnu s radom **do 31. prosinca 2023.**

Nova **Uredba o biometanu** od 15. rujna 2022., objavljena u *Narodnim novinama br. 251* i stupila na snagu 27. listopada 2022., vodit će i pratiti razvoj biometana koji se utiskuje u mrežu prirodnog plina i proizvodi **do kraja lipnja 2026. godine.** Zbog takvog okvira propisa koji se preklapa, postrojenja koja počnu s radom do 31. prosinca 2023. mogu se odlučiti ili za poticaje predviđene **Uredbom o biometanu** iz 2018. (pod uvjetom da ispunjavaju zahtjeve navedene u ministarskoj uredbi od 5. kolovoza 2022.) ili novijom **Uredbom.**

Nova talijanska **Uredba o biometanu** (MD br. 340/2022) uspostavlja mehanizme poticaja, dodjeljivanjem 1,73 milijardi EUR, a kombinira sredstva i reforme za dodatnu proizvodnju biometana. Poticajne tarife imaju procijenjeni proračun od 2,8 milijardi EUR tijekom 15-godišnjeg operativnog razdoblja (European Commission, 2022). Nove mjere imaju za cilj promicanje ulaganja u nova postrojenja ili prenamijenjena postrojenja (iz bioplina u biometan) i potiču razvoj biometana i njegovo utiskivanje u nacionalnu plinsku mrežu te korištenje u drugim sektorima osim prometa (npr. grijanje za industriju, tercijarni i

stambeni sektor). **Nova Uredba o biometanu** odnosi se na novoizgrađena postrojenja koja koriste poljoprivredne sirovine ili sirovine iz otpada, kao i na one koji obnavljaju poljoprivredne elektrane na bioplin. Kako bi se mogla koristiti potpora, uredba navodi obvezni rok (30. lipnja 2026.) za dovršetak radova povezanih s novom izgradnjom ili preinakom postrojenja. Subvencije će se dodjeljivati na temelju energetske kvota, putem natječajnih shema i uzimajući u obzir usklađenost s kriterijima održivosti **RED II**.

Članak 3. nove Uredbe o biometanu predviđa poticaje koji se sastoje od dva načina kompenzacije: **doprinos kapitalne potpore** (tal. *contributo in conto capitale*) uz **FiT**. Naknada za kapitalni doprinos pokriva do 40 % kapitalnog poticaja prihvatljivih troškova ulaganja za izgradnju ili prenamjenu postrojenja (Proietti et al., 2022). Kapitalni poticaj za pogon tipa A (poljoprivreda) i B (organski otpad) mora biti u skladu s vrijednostima navedenim u sljedećoj Tablici 7-1.:

Tablica 7-1. Subvencije za pokrivanje troškova ulaganja (Proietti et al., 2022)

Tip	m ³ /h	EUR/(m ³ /h) (nova)	EUR/(m ³ /h) (prenamijenjena)	%
A	< 100	33 000	12 600	40
	100-500	29 000	12 600	40
	> 500	13 000	11 600	40
B	-	50 000		40

Uredba je postavila *FiT* tarifu (tj. sveobuhvatnu tarifu) za postrojenja s proizvodnim kapacitetom jednakim ili manjim od 250 m³/h koja utiskuju biometan u mreže s obvezom priključenja treće strane. U ovom slučaju, dobivanje poticaja, uključujući ekonomsku vrijednost prodaje plina, kao i vrijednost jamstava podrijetla priznaje i isplaćuje *GSE*. Alternativno, poticaj je u obliku **Feed-in Premium (FiP)**. Takva premijska tarifa može se izračunati uzimajući u obzir referentnu tarifu (EUR/MWh) kako je navedeno za tip postrojenja A (poljoprivreda) i B (organski otpad), u sljedećoj Tablici 7-2., u skladu s metodama navedenim u **članku 7. i Dodatku 2. Uredbe o biometanu**. U ovom slučaju tarifna obveza proizlazi iz razlike između referentne standardne tarife, prosječne mjesečne cijene prirodnog plina i prosječne mjesečne cijene jamstva podrijetla, sustava koji služi za dokazivanje podrijetla korištenog obnovljivog plina.

Tablica 7-2. Subvencije za proizvodnju biometana (Proietti et al., 2022)

Tip	m ³ /h	EUR/(MWh)
A	< 100	115
	> 100	110
B	-	62

Na temelju **Uredbe o biometanu** iz 2018., dodatni iznos *CIC*-a ide za izgradnju novih:

- punionica za bio-*CNG* ili bio-*LNG*
- postrojenja za ukapljivanje biometana

Ako proizvođač snosi određeni udio infrastrukturnih troškova nove punionice ili postrojenja za ukapljivanje (najmanje 51 % pojedinačno ili zajedno s drugim proizvođačima), to će rezultirati povećanjem dodijeljenog *CIC*-a do 70 % troška izgrađene cjelokupne strukture ili najviše 600.000 EUR po punionici ili 1.200.000 EUR po postrojenju za ukapljivanje (Proietti et al., 2022). Ova shema nije primjenjiva na one koji su se odlučili za poticaje predviđene novom talijanskom **Uredbom o biometanu (MD br. 340/2022)**.

7.1.1.3. *Biometan za korištenje kao biogorivo*

Iako su se u Europi emisije CO₂ u atmosferu smanjile u posljednjih 25 godina, u prometnom sektoru dogodilo se suprotno. Prema podacima **Europske agencije za okoliš** (engl. *European Environmental Agency – EEA*), ostvaren je porast od 27 % u razdoblju od 1990. do 2021. (EEA, 2023). U Italiji je zabilježen isti trend. S ciljem smanjenja negativnih učinaka i kretanja prema modelu zelenog gospodarstva, održiva mobilnost brzo postaje strateški cilj Italije. Ukapljeni prirodni plin i ukapljeni biometan vjerojatno će biti alternativno gorivo dizelskom gorivu za teški transport u sljedećem desetljeću jer je to ekonomski i ekološki održivo rješenje. 2014. godine talijanska vlada uvela je prvu obvezu korištenja biogoriva u prometnom sektoru (Decorte et al., 2020). **Uredbom o biometanu** od 2. ožujka 2018. izmijenjene su obvezujuće kvote. Trenutno je potrebno postići ove ciljeve:

- **2021. godine = 9,0 %** biogoriva u odnosu na ukupnu količinu benzina i dizela puštenu u potrošnju; **1,5 %** naprednih biogoriva;
- **od 2022. godine = 9,0 %** biogoriva; **1,85 %** naprednog biogoriva.

Korištenje biometana u transportnom sektoru u Italiji je olakšano činjenicom da već postoje i infrastruktura i vozila na prirodni plin. Trenutno postoji oko 1,05 milijuna *CNG* vozila; oko 2.100 *LNG* kamiona; oko 1350 *CNG* punionica; 47 *LNG* punionica te oko 40.000 km

prijenosne i 250.000 km distribucijske mreže. Svake godine u Italiji se oko 1 milijarda m³ metana koristi u prometnom sektoru (Decorte et al., 2020). U Italiji biometan dobiva javne poticaje samo ako se koristi u prometnom sektoru kao biogorivo. Proizvođač može:

- proizvoditi „napredni“ biometan, utiskivati ga u mreže prirodnog plina i prodavati javnom tijelu *GSE* koje će ga dalje prodavati naftnim kompanijama;
- izgraditi jednu ili više novih punionica (izravno spojenih na bioplinsko postrojenje, opskrbu kamionima ili spojenih na plinsku mrežu) te
- ukapljivati biometan i prodavati ga na vlastitim punionicama ili na benzinskim postajama drugih tvrtki.

Ako biometan zadovoljava standarde kvalitete propisane zakonom, ne postoje ograničenja miješanja biometana i prirodnog plina. Troškovi priključenja na nacionalnu plinsku mrežu najvećim dijelom padaju na teret proizvođača biometana (Decorte et al., 2020). Troškovi se izračunavaju prema udaljenosti postrojenja za proizvodnju biometana od mreže prirodnog plina i prema tlaku isporuke. Proizvođači moraju o vlastitom trošku instalirati sustav kontrole kvalitete biometana. Operatori mreže osiguravaju, ako je potrebno, odorizaciju biometana.

7.1.1.4. *Mjere u budućnosti*

Kako bi se nastavio razvoj proizvodnje i korištenja biometana u Italiji u razdoblju 2023.-2026. godine, potrebno je:

- promovirati utiskivanje biometana u distribucijsku mrežu;
- modificirati europski standard CO₂ za vozila.
- povećati razinu pomoći za *CBG/LBG* kamione kroz npr. smanjenje cestarina na autocestama i kroz ekonomske subvencije za kupnju kamiona i
- uvesti poticaje za pretvorbu poljoprivrednih traktora i drugih strojeva s dizelskim motorom na biometan.

7.2. Švedska

Švedsko tržište biometana u velikoj je mjeri izvan mreže s nekoliko malih lokalnih i regionalnih mreža ili samostalnih bioplinskih postrojenja i punionica. U 2023. godini Švedska je imala 72 bioplinsko postrojenje (BiomethaneMAP, 2023). Infrastruktura plinovoda ograničena je na jugozapadni dio Švedske gdje je prijenosna mreža povezana s europskom plinskom mrežom preko Danske. Također postoji regionalna plinska mreža u

Stockholmu, pogonjena lokalno utisnutim bioplinom i isporučenim *LNG*-om. Značajan dio biometana u Švedskoj prevozi se cestom kao komprimirani plin i u maloj mjeri kao ukapljeni bioplin (*LBG*). Lokalne i regionalne plinske mreže dobivaju više pozornosti s ciljem povezivanja industrija, gradova i postrojenja za proizvodnju biometana s *LNG* terminalom na obali. Postoje neke velike industrije izvan mreže koje danas koriste *LNG*, zainteresirane za *LBG* u budućnosti.

Većina unaprijeđenog bioplina (74 %) koristi se za cestovni transport zbog povoljnog sustava podrške (Klackenberg, 2023). Tržište biometana kao transportnog goriva sada je prilično razvijeno u Švedskoj, ali uvelike ovisi o povećanim političkim poticajima i dugoročnim sustavima podrške za poduzimanje sljedećeg koraka budući da se količine ne povećavaju. Zabilježen je brzi porast uvoza biometana od 2016. godine s 0,2 TWh na 2,5 TWh u 2021. godini (Klackenberg, 2023). Uvoz, uglavnom subvencioniranog biometana iz Danske, smanjio je cijenu biometana i stoga je konkurentniji prirodnom plinu u sektorima gdje oslobađanje od poreza nije vrlo učinkovito, kao što je industrija. Od ukupne proizvodnje bioplina u Švedskoj (2,3 TWh), oko 1,4 TWh pretvoreno je u biometan 2021. godine. Oko 0,6 TWh od toga utiskuje se u plinsku mrežu povezanu s europskom plinskom mrežom i u plinsku mrežu Stockholma (Klackenberg, 2023). Ostatak se koristi lokalno ili u teškim vozilima do benzinskih postaja.

U Švedskoj su opći fiskalni poticaji u smislu visokog CO₂ i poreza na energiju na fosilna goriva i izuzeća od poreza za obnovljive izvore energije glavni pokretač dekarbonizacije od 1990-ih i još uvijek su glavni pokretač korištenja biometana, što se postiže shemama potpore ulaganjima u postrojenja i punionice. Neke druge politike, posebice u prometu, također potencijalno potiču biometan. Za sada ne postoji službena strategija ili ciljevi za biometan u Švedskoj, ali ambiciozni ukupni nacionalni ciljevi emisija stakleničkih plinova za 2030. i 2045. postavljeni su u **Zakonu o klimi**. Međutim, švedska industrija bioplina 2018. pokrenula je prijedlog **Nacionalne strategije za bioplin** s određenim ciljem korištenja bioplina od 15 TWh do 2030., od čega 12 TWh u prometnom sektoru i 3 TWh u industriji (Klackenberg, 2023).

7.2.1. Regulatorni okvir i shema subvencija

Novi **Zakon o klimi** iz 2018. godine postavlja dugoročne ambiciozne ciljeve za stakleničke plinove za 2030. i 2045. godinu:

- klimatski neutralan energetskektor 2045. godine;

- 63 % smanjenje emisija stakleničkih plinova u sektoru ETS izvan EU-a 2030. i 75 % 2040. u usporedbi s 1990.;
- 70 % smanjenja emisija stakleničkih plinova u domaćem prometu 2030. u usporedbi s 2010. godinom.

Vijeće za klimatsku politiku analizirat će trenutnu klimatsku politiku i davati preporuke svake godine. Vlada se također obvezuje predstaviti plan klimatske politike svake 4 godine. Glavna politika: Oslobođanje od poreza na temelju sadržaja biomase, dakle neovisno o tehnologiji (vrijedi za svu bioenergiju).

U prometu, glavno je oslobođanje od plaćanja CO₂ i poreza na energiju za biometan kao gorivo za prijevoz do kraja 2020. godine. Prirodni plin za prijevoz izuzet je od poreza na energiju i plaća se samo porez na CO₂. Stopa poreza na CO₂ 2023. iznosi ~ 24 €/MWh. Vrijednost izuzeća od poreza na biometan može se procijeniti s odgovarajućim porezom za benzin. Porez na CO₂ za benzin iznosi ~ 29 €/MWh, a porez na energiju ~ 34 €/MWh (Klackenberg, 2023).

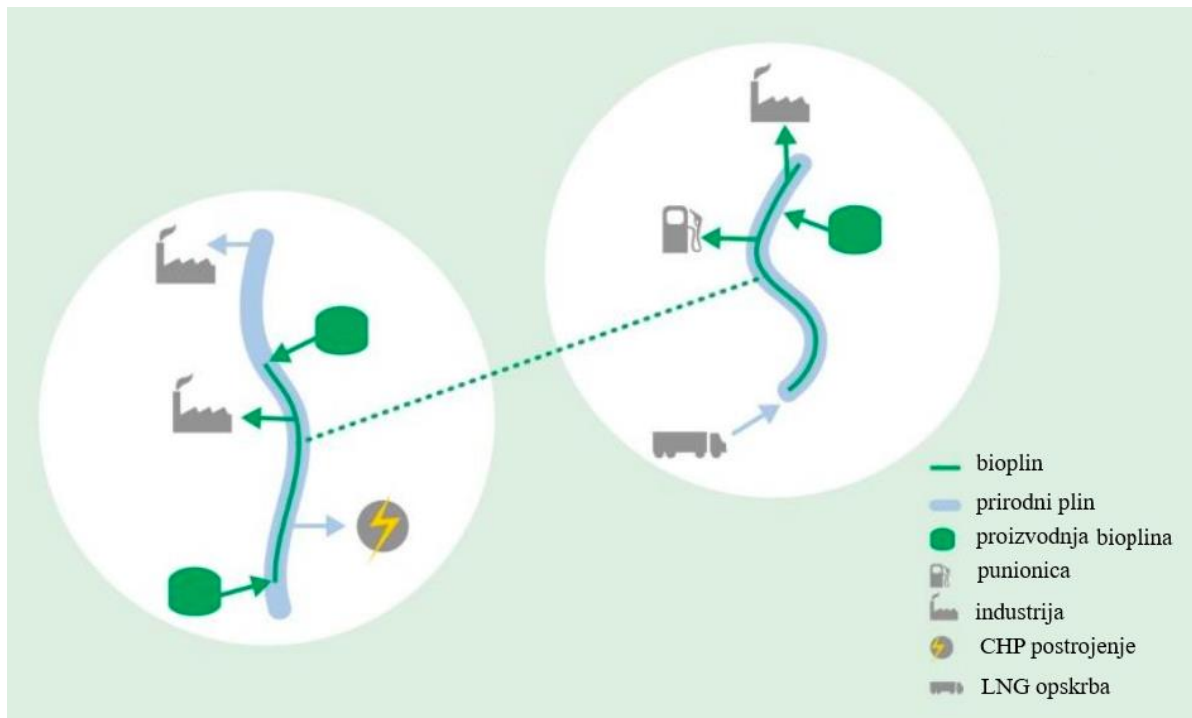
7.2.1.1. *Troškovi ulaganja u priključenje na mrežu*

Prilikom priključenja proizvodnje biometana na mrežu prirodnog plina, proizvođač biometana snosi trošak investicije priključenja. Ako proizvođač cjelokupnu investiciju plati priključkom, naknada za prijenos je nula. Alternativno, dio investicije plaća se kao naknada za priključenje, a primjenjuje se naknada za prijenos. Operator transportnog sustava posjeduje i upravlja minimalno priključkom i mjerenjem, ali također može preuzeti veću odgovornost za opremu za stlačivanje itd. Proizvođač je odgovoran za mjerenja kvalitete plina. Kod lokalnih/regionalnih mreža može postojati drugačiji postupak (ovisno o vlasniku mreže).

7.2.1.2. *Uredba o kriterijima održivosti, uravnoteženju mase u plinskim mrežama i prekograničnoj trgovini*

Koncept „zelenog“ plina omogućuje uravnoteženje mase u plinskim mrežama u porezne svrhe. U Švedskoj trenutno ne postoji registar bioplina ili neovisni sustav certificiranja, ali je od 2011. godine moguća bilanca mase za biometan u plinskim mrežama u poreznoj uredbi kao i u shemi kriterija održivosti (Decorte et al., 2020). Koncept „zelenog“ plina (Slika 7-1.) znači da korisnici biometana priključeni na plinsku mrežu ili u lokalnoj mreži mogu kupiti i zatražiti bilo koji udio biometana, iako je fizička mješavina prirodnog plina i biometana. Biometan iz plinskih mreža podliježe punom porezu na energiju i oslobođanju

od poreza na CO₂. O sadržaju biometana odlučuje se ugovorom o kupnji između korisnika i dobavljača, a dobavljač mora osigurati da je ista količina utisnuta u mrežu. Kapacitet prijenosa od točke utiskivanja stoga se mora rezervirati. Koncept „zelenog“ plina primjenjiv je i za uvozni i za domaći biometan, a moguć je i između plinskih mreža u Švedskoj koje nisu fizički povezane.



Slika 7-1. Koncept zelenog plina u Švedskoj (Decorte et al., 2020)

100 % biometan može se kupiti i zatražiti kao biometan iz plinske mreže ili lokalne plinske mreže putem načela masene bilance te kao takav ispunjava uvjete za izuzeće od poreza na energiju i CO₂ (Decorte et al., 2020).

7.2.1.3. RED kriteriji održivosti i prekogranična trgovina

Nacionalna shema kriterija održivosti **RED** regulirana je **Zakonom o održivosti (2010:598)** (Lag, 2010). Svi dobavljači biogoriva (uključujući biometan namijenjen prijevozu) da bi bili kvalificirani za izuzeće od poreza ili bili uključeni u druge sustave potpore moraju podnijeti zahtjev za **Odluku o održivosti** (šved. *Hållbarhetsbesked*) od strane **Švedske energetske agencije** (engl. *Swedish Energy Agency - SEA*). Odluka o održivosti dokaz je da su uspostavljene sve rutine potrebne u **RED-u** za usklađivanje s kriterijima održivosti, a sustav kontrole i stvarne količine redovito se provjeravaju

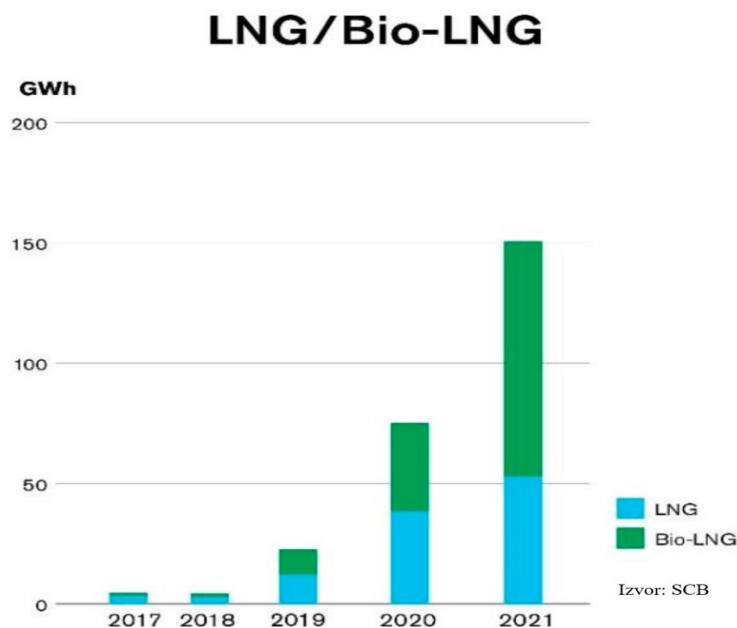
revizijama treće strane i *SEA*. Certifikacija prema **RED Voluntary Scheme** (*VS*) također je moguća da se stekne pravo na **Odluku o održivosti**. Za izvoz (koji je za sada vrlo ograničen) i uvoz biometana obično se koristi dobrovoljna shema certifikacije.

Kao i koncept zelenog plina u poreznoj regulativi, uravnoteženje mase priznaje se unutar švedskih nacionalnih plinskih mreža i lokalnih mreža, na temelju kupoprodajnih ugovora i dokaza o utiskivanju iste količine biometana u mreže. Od sredine 2017. godine, prekogranično uravnoteženje mase biometana u plinskoj mreži moguće je i u nacionalnoj shemi i putem *VS*-a. Uvozni biometan i domaći biometan tretiraju se na isti način.

7.2.1.4. *Biometan za korištenje kao biogoriva*

Tržište biometana kao transportnog goriva prilično je razvijeno u Švedskoj. Gotovo 90 % domaće proizvodnje biometana i 1/3 uvezenog biometana korišteno je za transport u obliku *CBG*-a u 2018. godini. Upotreba biometana u transportu brzo se povećavala do 2014. da bi se zadnjih godina stabilizirala na oko 1,6-1,7 TWh. Međutim, prosječni udio biometana nastavio je rasti i iznosio je 96 % u 2021. godini (Klackenberg, 2023). Biometan se prodaje kao mješavina *CNG/CBG* (šved. *Fordonsgas*), a udio biometana se razlikuje, ali nikada ne smije biti manji od 50 % *CBG*. Na mnogim postajama nudi se 100 % biometan.

Broj benzinskih postaja za *CBG* povećao se s manje od 20 u 2000. godini na oko 212 postaja na kraju 2021. godine, plus 60 privatnih postaja. Često je smješten na benzinskim postajama za više vrsta goriva, ali postoje i namjenske *CBG* postaje. Broj razvoja vozila na plin u istom se razdoblju povećao sa samo nekoliko stotina na ukupno 52 635 na kraju 2021. godine. Od toga su 2 766 bili autobusi (oko 18 % svih autobusa) i 1 426 kamiona (uključujući cca. 50 *LNG* kamiona), a ostalo osobni automobili i druga laka vozila (Klackenberg, 2023). Broj osobnih automobila na plin se nešto smanjio posljednjih godina, no broj teških vozila je u velikom porastu. Od 2018./2019. u tijeku su velika ulaganja u *LBG/LNG* teška vozila. Interes za ukapljeni biopljin je velik i tržište raste. Broj teških *LNG* vozila u Švedskoj brzo raste, što je također slučaj s brojem benzinskih postaja i prodanim količinama od 2017. do 2019. godine (Slika 7-2.).



Slika 7-2. Prodane količine LNG/bio-LNG-a za transport u Švedskoj u GWh (2017.-2021.) (Izvor SCB, 2023)

7.3. Slovenija

U Sloveniji ne postoji shema potpore za biometan niti proizvodnja biometana. Do sada je proizvodnja u Sloveniji ograničena samo na bioplin. U 2021. godini bila su aktivna 24 bioplinska postrojenja s instaliranim kapacitetom 27,2 MW (EBA, 2022). U Sloveniji je proizvodnja bioplina u 2021. godini iznosila oko 88 GWh, a trenutno je smanjena zbog financijskih problema većih bioplinskih postrojenja (Ślusarz et al., 2023).

Nacionalni energetska i klimatski plan Slovenije predviđa 10 % biometana i vodika iz obnovljivih izvora u prijenosnim i distribucijskim cjevovodnim sustavima čime se smanjuje korištenje fosilnih goriva i smanjuje ovisnost o uvozu goriva (NECP, 2020). **Zakon o promicanju obnovljivih izvora energije** primjenjuje se od 2021. i regulira važna područja u vezi s proizvodnjom biometana kao što su: potvrde o podrijetlu, registar potvrda itd. U prosincu 2021. donesen je novi **Zakon o opskrbi plinom** koji vrijedi od kraja siječnja 2022 (ZOP, 2023). Zakon regulira mnoga područja i pruža pravnu osnovu za utiskivanje biometana u cjevovodne sustave prirodnog plina.

7.3.1. Bioplin u prometu

Slovenski sektor bioplina ima potencijal u pogledu dostupnosti sirovina i potražnje za bioplinom (Bojnec i Papler, 2015). Unatoč bogatim resursima biomase i otpada, biogoriva u prometu zauzimaju samo 2 % (unatoč obaveznom cilju miješanja od 10,3 % u 2023. godini) (EPURE, 2023). Slovenija je preuzela u svoje pravne akte mnoge odredbe *RED II* Direktive koje se odnose na promet. Cilj im je postići 25 % ukupnog udjela obnovljivih izvora energije u svojoj bruto konačnoj potrošnji energije do 2030 godine. Dodatno, Slovenija je postavila zasebne ciljeve za bioplin od najmanje 2 % u 2026. i 6 % u 2030. godini. Trenutni zakonodavni okvir uključuje:

- **Zakon o poticanju korištenja obnovljivih izvora energije** iz srpnja 2021. (iz *RED II* Direktive)
- **Uredba o obnovljivim izvorima energije u prometu** iz prosinca 2021. (iz *RED II* čl. 25, 26 i 27.)
- **Uredba o kriterijima održivosti za biogoriva i emisije stakleničkih plinova iz goriva** iz ožujka 2021. (iz *RED II* iz čl. 29.)

Ciljevi za „napredna“ biogoriva postavljeni na 0,2 % u 2022., 1 % u 2025. i 3,5 % do 2030. godine (prema *RED II* čl. 25), a upotreba ostalih biogoriva i bioplina iz Priloga XI. B (*RED II*) u prometu ograničena je na 1,7 % do 2030. godine. Ciljevi za uključivanje obnovljivih izvora energije u promet mogu se postići korištenjem biogoriva (EPURE, 2023). Minimalni ukupni cilj miješanja biogoriva u prometu iznosi:

- najmanje 10,3 % u 2023.,
- najmanje 10,6 % u 2024.,
- najmanje 11,2 % u 2025.,
- najmanje 13,8 % u 2026.,
- najmanje 15,8 % u 2027.,
- najmanje 18,3 % u 2028. te
- najmanje 20,8% u 2029. i 2030. godini.

Trgovcima na malo goriva koji ne postignu zadani cilj bit će dopušteno nadoknaditi manjak bilo kojim viškovima u prethodne ili sljedeće 3 godine.

7.3.2. Razvoj sektora bioplina

Ciljevi neutralnosti ugljika te ciljevi smanjenja emisija za promet i poljoprivredu stvaraju prilike za razvoj sektora bioplina. Dobro osmišljen i ciljani politički instrument može ubrzati razvoj: subvencijama se može poboljšati profitabilnost, a raznim poticajima povećati

potražnja za krajnjim proizvodima. Sheme poticaja trebale bi biti predvidljivije i dugoročnije kako bi se potaknule nove investicije.

Za postizanje jačeg razvoja proizvodnje i korištenja bioplina definirani su kratkoročni ciljevi do 2025. godine. Na temelju novog zakonodavstva potrebni su neki dodatni koraci za uspješnu implementaciju stvarne proizvodnje biometana. *CAP* (engl. *Common Agricultural Policy*) predviđa subvencije za poljoprivredna bioplinska postrojenja, a ne za industrijska bioplinska postrojenja (otpad i drugi biorazgradivi otpad) (CAP, 2023). Potrebno je smanjiti vremena ishođenja dozvola za proizvodnju biometana koje su izuzetno dugotrajne i traju više godina. Budući da subvencije još nisu utvrđene na nacionalnoj razini (po ulaganju ili jedinici proizvedenog biometana), trenutačno postoji visok rizik ulaganja investitora, a time i duga razdoblja povrata. Cijena proizvodnje biometana posljednjih je godina viša od cijene prirodnog plina. Investitori očekuju financijske poticaje za proizvodnju plinovitih goriva poput biometana, kako je definirano **Nacionalnim zakonom o poticanju korištenja obnovljivih izvora energije** (ZSROVE), čime bi se povećala isplativost projekata proizvodnje biometana (ZSROVE, 2021).

Što se tiče registra potvrda, potrebno je pripremiti odgovarajuću proceduru i platformu za transparentno izdavanje i postupanje s potvrdama o podrijetlu i uskladiti je s drugim zemljama EU. Usklađivanje je ključno za slobodno tržište i povećanje proizvodnje i potražnje. Za biometan će se time osigurati poseban sustav jamstava podrijetla. Što se tiče sheme financijske potpore, potrebno je izraditi novu studiju koja će procijeniti i preporučiti vrstu i iznos financijske potpore za uspješan razvoj tržišta biometana. Treba procijeniti postojeće financijske mehanizme (subvencije) u drugim zemljama. Potrebno je istražiti scenarije različitih faza razvoja tržišta biometana. Za svaki scenarij potrebno je pripremiti odgovarajuće usvajanje financijske sheme tijekom godina do 2050. godine.

7.4. Austrija

U Austriji je prvo bioplinsko postrojenje instalirano 2005. godine, nakon čega su uslijedila druga postrojenja 2007. i 2008. godine. Danas u Austriji postoji 15 postrojenja za biometan te su sva postrojenja priključena na plinsku mrežu. Budući da ne postoji izravna shema subvencioniranja za opskrbu obnovljivim plinom, broj postrojenja tek se polako povećavao posljednjih godina i nije se dalje povećavao od 2017. godine (Proietti et al., 2022). Trenutačno ne postoje izravni nacionalni poticaji za proizvodnju biometana. Postoje *feed-in* tarife za obnovljivu električnu energiju iz bioplina, prema austrijskom **Zakonu o**

obnovljivoj električnoj energiji (njem. *Ökostromgesetz - ÖSG*). Neizravna potpora biometanu prvi je put isplaćena 2012. godine, prema konceptu utiskivanja biometana u mrežu uz mijenjanje vlasništva s operatora postrojenja za biometan na operatora postrojenja za elektrifikaciju koji osigurava obnovljivu električnu energiju. *FiT* se stoga plaća operateru postrojenja za elektrifikaciju, a ne operateru postrojenja za biometan. Krajem 2019. godine, prilagođen je austrijski porezni zakon koji omogućuje primanje porezne naknade za količine obnovljivog plina potrošene unutar Austrije za različite svrhe od 1. siječnja 2020. nadalje. Čeka se još **provedbena uredba** koja će specificirati postupke, kriterije kvalitete obnovljivih plinova i organizacije koje olakšavaju poreznu naknadu.

Bivša austrijska vlada objavila je inicijativu **#mission2030** kao svoju klimatsku i energetska strategiju (objavljena u svibnju 2018.) koja ocrtava vizije da Austrija postane klimatski neutralna. Definirani ciljevi također su sadržani u **Nacionalnom energetskom i klimatskom planu** objavljenom početkom 2020. godine (NECPa, 2019):

- do 2030. 100 % obnovljiva električna energija (nacionalno);
- do 2030. 45-50 % obnovljive energije u bruto finalnoj potrošnji energije;
- do 2030. cilj od 5 TWh obnovljivog plina (vodik, biometan, sintetički plin);
- razmatranje kvote ekološkog plina za dobavljače plina;
- fokus na energetska učinkovitost: potrošnju primarne energije smanjiti za 25-30 %.

Predviđa se potencijal bioplina od 20,3 TWh do 2040. godine, a ukupna potražnja za bioplinom do 2040. godine procjenjuje se na 89 TWh.

7.4.1.1. Nacionalni registri

AGCS Gas Clearing and Settlement AG, u svojoj ulozi koordinadora bilančne skupine za austrijsko tržište plina, upravlja **Registrom biometana** u Austriji od 2012., kao što zahtijeva austrijski **Zakon o obnovljivoj električnoj energiji** (*ÖSG*). Glavna je svrha stvoriti certifikate koje će prihvatiti nacionalna **Agencija za obradu obnovljive energije** (njem. *Abwicklungsstelle für Ökostrom AG - OeMAG*) koja upravlja državnim proračunom/shemom subvencija za obnovljivu električnu energiju.

Tri su različita registra ovlaštena za specifičnu svrhu primjene biometana:

- **AGCS Biomethane Registry** Austrija – izdavanje certifikata kao osnova za *FiT* za obnovljivu energiju,
- *eINa* - baza podataka Agencije za okoliš kao austrijski registar biogoriva,
- *GO* - baza podataka energetska regulatora *E-Control Austria*

Bilateralni sporazum između *AGCS Biomethan Register Österreich* i *dena Biogasregister Deutschland* (njemačka energetska agencija) utjecao je na razvoj europske sheme za prekograničnu razmjenu vlasništva certifikata o obnovljivom plinu, kojom upravlja Europski registar obnovljivog plina *ERGaR* (engl. *European Renewable Gas Registry*). *ERGaR Certificate of Origin Scheme* pokrenut je u lipnju 2021., a početkom 2022. registri iz Austrije, Njemačke, Nizozemske, Francuske, Švicarske, Danske, U.K., Irske i Litve povezali su svoja nacionalna tržišta. Time je tržišni obujam od oko 70 % količine proizvodnje biometana u Europi dostupan na jednom povezanom tržištu (ERGAR, 2023). Iako su austrijska strategija i sustav poticaja za obnovljive plinove u daljnjem razvoju, sudionici na tržištu pripremaju se za uspostavu europskog tržišta obnovljivih plinova kako bi se dodatno posvetili europskim i međunarodnim ciljevima zaštite klime.

7.4.2. Mjere potpore za bioplin

7.4.2.1. *Zakon o proširenju obnovljivih izvora energije (2021.)*

Mnoga biopliniska postrojenja, koja utiskuju obnovljivu električnu energiju u mrežu, počela su s radom između 2003. i 2005. To je podržano **Zakonom o obnovljivoj električnoj energiji** (njem. *Ökostromgesetz - ÖSG*) koji je dodijelio poticajnu *Feed-in* tarifu za obnovljivu energiju utisnutu u austrijsku električnu mrežu. Zakon je stupio na snagu 2012. godine i nekoliko puta je revidiran. Austrijski sektor bioplina uspješno je pregovarao o produljenju *FiT*-a kako bi se spriječilo zatvaranje većine operativnih bioplinских postrojenja u Austriji do 2019. godine. Tarife potpore utvrđene su odgovarajućim **Uredbama** o poticajnim tarifama za obnovljivu električnu energiju.

Zakon o proširenju obnovljivih izvora energije (njem. *Erneuerbaren Ausbau Gesetz - EAG*) iz 2021. godine promijenio je shemu subvencija za obnovljivu električnu energiju iz fiksnog sustava *feed-in* tarifa u sustav tržišnih premija. Postojeći ugovori o kupnji po tržišnoj cijeni ostaju na snazi do 31. prosinca 2030., odnosno ugovori koji su na snazi u trenutku stupanja na snagu **Zakona o proširenju obnovljivih izvora energije** ostaju nepromijenjeni do kraja 2030. godine. Tekući ugovori za poticajne tarife temeljene na **Zakonu o obnovljivoj električnoj energiji** neće biti zaustavljeni, već postupno ukinuti. Jasno je predviđen pomak s bioplinских postrojenja za proizvodnju električne energije na postrojenja za utiskivanje biometana.

7.4.3. Mjere potpore za biometan

7.4.3.1. *Zakon o proširenju obnovljivih izvora energije*

Početakom 2022. na snagu je stupio dugo očekivani **Zakon o proširenju obnovljivih izvora energije** (EAG, 2022). Zakonom se potiče prelazak s bioplina (proizvodnja obnovljive energije) na biometan (proizvodnja obnovljivog plina). Iako ne postoje izravne subvencije za proizvodnju obnovljivih plinova, postoje neki posebni poticaji za obnovljive plinove. Uvedena je investicijska potpora za prenamjenu bioplinskih kogeneracijskih postrojenja u postrojenja za proizvodnju biometana i za nova postrojenja za biometan. Vlada predviđa kvotu za zeleni plin za dobavljače plina. Provedba investicijskih subvencija bit će razdvojena kroz dva različita provedbena propisa. Provedbena uredba za postrojenja za obnovljivi plin je izvanredna. Investicijske subvencije se dodjeljuju kao doprinosi nadolazećim investicijskim troškovima i bit će prihvatljive za:

- novoizgrađena postrojenja za biometan - maksimalno 30 % doprinosa te maksimalna kvota financiranja od 15 milijuna EUR godišnje,
- za postrojenja za pretvorbu bioplina u biometan (za investicijske troškove priključka na plinsku mrežu) - maksimalno 45 % doprinosa te maksimalna kvota financiranja od 25 milijuna EUR godišnje.

7.4.3.2. *Zakon o plinskom gospodarstvu i jamstva podrijetla plina*

Jedan od zakona koji je doživio izmjene i dopune zbog **Zakona o proširenju obnovljivih izvora energije** je **Zakon o plinskom gospodarstvu** iz 2011. godine (njem. *Gaswirtschaftsgesetz – GWG*). Izmijenjena Uredba objavljena je 04. studenog 2022. Izmjene i dopune §129b, §129c, §130 – specifične za obnovljive plinove – tiču se pravila o otkrivanju podataka krajnjem potrošaču. Na godišnjem računu za svoje krajnje potrošače, opskrbljivači plinom moraju obavijestiti o podrijetlu plinova navodeći postotak sastava plina za vrste plina kao što su bioplin, deponijski plin, kanalizacijski plin i fosilni plin. Zahtjevi za označavanje podrijetla plinova moraju se dokazati **jamstvima o podrijetlu plina**.

Austrijski sustav za **jamstva o podrijetlu plina** sadržan je u §81-84 *Renewable Expansion Act*, §129b, §129c, §130 *Gas Economy Act* i **Uredbi o označavanju plina** (njem. *Gaskennzeichnungsverordnung - Gken-V*) iz 2019. godine. Ovi dijelovi zakona predstavljaju nacionalnu provedbu **članka 19. RED II**. Kao tijelo za izdavanje jamstava ili podrijetla i kao nadzorno tijelo za otkrivanje potrošača, ovlašten je austrijski energetske regulator **E-Control**.

7.4.4. Uredba o gorivima za prijevoz

Austrijska **Uredba o gorivima za prijevoz** (njem. *Kraftstoffverordnung - KVO*) na snazi je od 2012. godine i nekoliko je puta mijenjana. Među predmetnim temama su:

- specifikacije kvalitete goriva i njihove metode ispitivanja,
- održivo korištenje biogoriva,
- cilj supstitucije fosilnih s održivim biogorivima,
- korištenje naprednih obnovljivih izvora energije goriva,
- prihvatljivost biogoriva i drugih obnovljivih goriva,

KVO je mijenjan nekoliko puta. Ovo je od velike važnosti za sektor biometana jer je uključena kvota od 0,5 % za „napredno“ biogorivo, kao što je biometan.

7.4.5. Obveza zamjene i smanjenje emisije stakleničkih plinova (§5, §7)

Od 1. siječnja 2009. cilj supstitucije, u smislu sadržaja energije, iznosi 5,75 %, uključujući sva benzinska i dizelska goriva koji se prvi put stavljaju u slobodan promet ili se koriste u zemlji. Kako bi se postigao ovaj nacionalni cilj, sudionik na tržištu obvezan je zamijeniti najmanje 6,3 % udjela dizelskih goriva te najmanje 3,4 % udjela benzinskih goriva koje su pustili u slobodan promet u Austriji (NECPa, 2019).

Zahtjevi prihvatljivosti za biogoriva koja se računaju prema specifičnim i nacionalnim ciljevima biogoriva su:

- ublažavanje emisije stakleničkih plinova,
- primjena sustava za uravnoteženje mase,
- kriteriji održivosti,
- dokazi o održivosti prema potrebi potvrde te
- elektronička dokumentacija u **Austrijski registar biogoriva**.

Za rješavanje i praćenje uvjeta prihvatljivosti koristi se elektronički sustav nadzora pod nazivom *elNa* (njem. *elektronischer Nachhaltigkeitsnachweis*). **Austrijska agencija za okoliš** (njem. *Umweltbundesamt - UBA*) ovlaštena je i upravlja nacionalnim registrom za obnovljiva biogoriva.

7.4.6. Naknadna obveza (§ 22 (1))

Ako obveznik ne ispuni svoje obveze zamjene goriva, mora platiti iznos naknade. **Ministarstvo zaštite klime** će obavijestiti obveznika o njihovoj traženoj obvezi. Iznos naknade za obvezu je fiksna i prikazan u Tablici 7-3. (RIS, 2023).

Tablica 7-3. Iznos naknade ovisno o vrsti goriva (RIS, 2023)

Vrsta goriva	Trenutni propis	Predviđeni amandman
Benzin (EUR/GJ)	43	43
Dizel (EUR/GJ)	19	43
Napredna biogoriva (EUR/GJ)	19	43
Ublažavanje stakleničkih plinova (EUR/tona CO ₂)	15	600

Očekuje se izmjena i dopuna za prilagodbu Uredbe prema **Direktivi o obnovljivoj energiji** (preinaka), kako je priopćilo **Ministarstvo zaštite klime** u lipnju 2021. Glavni ciljevi izmjena i dopuna su:

- cilj supstitucije od najmanje 14 % krajnje potrošnje energije u prometnom sektoru do 2030. godine;
- postizanje smanjenja emisija stakleničkih plinova koje je odgovorno za nacionalni inventar stakleničkih plinova;
- podciljevi za **napredna biogoriva**: smanjenje upotrebe biogoriva iz uzgojene biomase i povećanje količine naprednih biogoriva na bazi otpada i ostataka u prometnom sektoru;
- povećanje cilja smanjenja emisija stakleničkih plinova (trenutno ~ 6 %) te
- povećanje sankcija kroz kompenzacijske naknade.

Za iznos naknade za cilj smanjenja stakleničkih plinova predlaže se povećanje na njemačku razinu od 600 EUR/tona CO₂. Ova prilagodba je neophodna kako bi se spriječio izvoz biogoriva na bazi otpada i ostataka proizvedenih u Austriji koliko god je to moguće i kako bi se promicala njihova uporaba u zemlji. U ostalim susjednim zemljama, poput Slovačke s 370 EUR/t CO₂ i Češke s 400 EUR/t CO₂, kazne su također znatno veće nego u Austriji.

7.4.7. Nacionalni zakon o trgovanju certifikatima o emisijama

Nacionalni sustav trgovanja emisijama orijentiran je na njemački sustav, kao najvažnijeg trgovinskog partnera. Tijekom faza I i II primjenjivat će se fiksne cijene do kraja 2025. godine, kada će faza III dovesti do tržišne faze:

- EUR/tona CO₂ u fazi I (1.7.2022. – 31.12.2023.)
 - Od siječnja 2023.: 35 EUR
- EUR/tona CO₂ u fazi II (01/2024 – 12/2025)
 - Od siječnja 2024.: 45 EUR

- Od siječnja 2025.: 55 EUR
- EUR/tona CO₂ u fazi III (od 01/2026): slobodno određivanje cijena odvija se u tržišnoj fazi, uzimajući u obzir razvoj na europskoj razini.

„Nacionalna emisijska jedinica” znači emisijska jedinica koja vlasniku daje pravo na emisiju jedne tone ekvivalenta ugljičnog dioksida unutar određenog razdoblja trgovanja Nacionalnog sustava trgovanja emisijama. Samo kupnja ili posjedovanje takvog certifikata omogućuje puštanje nositelja fosilne energije na slobodno tržište u Austriji. U **Prilogu I. Nacionalnog zakona o trgovanju emisijskim certifikatima** (njem. *Nationales Emissionszertifikate handelsgesetz - NEHG*) iz 2022. godine navedeni su fosilni nositelji energije (NEHG, 2022). Vezanjem cijene CO₂ uz distributera postiže se sinkronizacija s nametima za energiju - porezom na prirodni plin i nametima na ugljen. Korištenje biometana trebalo bi biti izuzeto od cijene CO₂ zahvaljujući povratu poreza na prirodni plin. Ovo predstavlja zanimljiv poticaj da cijene biometana budu konkurentne na tržištu plina/energije. Razmotrit će se sektori izvan EU *ETS* (engl. *Emissions Trading System*) sustava trgovanja emisijama, kao što je zgradarstvo, transport te dijelovi industrije gdje su važne svrhe primjene biometana. Međutim, isporuke energije postrojenjima koja podliježu EU sustavu trgovanja emisijama bit će izuzete iz nacionalnih cijena CO₂ kako bi se izbjeglo dvostruko naplaćivanje. Potreban je regulatorni okvir za izdavanje certifikata i novo dizajniran sustav trgovanja. Pojediniosti moraju biti definirane Provedbenom uredbom u suglasnosti s Ministarstvom financija i Ministarstvom zaštite klime.

7.5. Njemačka

Njemačka ima dugu tradiciju proizvodnje i korištenja biometana. Proizvodnja biometana započela je 2006. godine, kada je pušteno u rad prvo postrojenje za obradu bioplina u bavarskom Plieningu, u blizini Münchena (Proietti et al., 2022). Njemački programi potpore ne uključuju tarifu za biometan na ulazu u plinsku mrežu, niti izravno financiranje same proizvodnje biometana. Umjesto toga, nekoliko programa neizravne potpore ili obveza usmjereno je na povećanje udjela obnovljive energije (uključujući biometan) u proizvodnji električne energije, grijanju i mobilnosti. Najvažniji programi potpore uključuju proizvodnju energije iz biometana u kogeneracijskim jedinicama, biometan kao gorivo za vozila na prirodni plin te grijanje i hlađenje zgrada. Od 2017. promijenjen je sustav podrške — prijelaz s *Feed-in tarifa (FiT)* na dražbeni model „*pay-as-bid*“. U ovom modelu potpore na licitaciju

se moraju prijaviti svi subjekti zainteresirani za instaliranje bioplinskog postrojenja ili produljenje operativne podrške. Dražbu pobjeđuje svaki uzastopni ponuditelj dražbe koji je ponudio najnižu cijenu dok se ne postigne iznos ponude. U slučaju ponuda za isti iznos, ponovno je licitiran sustav manjeg kapaciteta. Ovom inicijativom počelo je razdoblje od 8 godina za ukidanje državne potpore bioplinu. Takve mjere imaju za cilj uvesti element nadmetanja između različitih proizvodnih tehnologija.

Proizvodnja bioplina u Njemačkoj značajno se povećala između 2011. i 2017. godine dosegnuvši više od 81 TWh u 2017. godini. Nakon prelaska s njemačkog *FiT*-a na sustav nadmetanja, proizvodnja bioplina počela je opadati te je pala na 71 TWh do 2020. godine (Sulewski et al., 2023). Uvedeni su specifični ciljevi rasta za različite tehnologije, što je novost u njemačkom sustavu podrške.

7.5.1. Sheme potpore za biometan

U sektoru biometana **Zakon o obnovljivim izvorima energije (EEG)** najvažniji je instrument financiranja. *EEG* je revidiran nekoliko puta otkako je prvi put uveden 2000. godine. Ne postoji izravna subvencija po kWh biometana isporučenog u mrežu. Prodajnom cijenom biometana između proizvođača/injektora i korisnika slobodno se trguje i u konačnici ovisi o mogućoj naknadi za *EEG*. Za korištenje biometana kao goriva trenutno postoji potpuno izuzeće od poreza na energiju i oporezivanja CO₂. Operateri benzinskih postaja mogu najjednostavnije ispuniti svoju obvezu postizanja minimalnih ušteda emisija stakleničkih plinova korištenjem biometana kao goriva. Svaki višak kažnjava se s naknadom od 470 EUR po toni CO_{2eq} (Pavlenko et al., 2019). Od velike važnosti za promicanje smanjenja stakleničkih plinova je **Savezni zakon o kontroli imisije** (njem. *Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG*). Propisi o kvoti stakleničkih plinova, koji su u njemu navedeni, na snazi su od 2015. godine i zamjenjuju **Zakon o kvotama za biogoriva**. Do tada je u Njemačkoj postojala energetska kvota, odnosno minimalna količina biogoriva morala se distribuirati u Njemačkoj ovisno o energetske sadržaju. Od 2015. uvedeno je i zakonsko smanjenje stakleničkih plinova. Njemačka već ima kvotu goriva temeljenu na smanjenju stakleničkih plinova. To bi trebalo porasti sa **6 %** danas na **25 %** 2030. godine. Proizvođači biometana mogu plasirati uštede stakleničkih plinova svojih goriva. Ovisno o bilanci stakleničkih plinova i cijeni kvote, mogući su prihodi između 5 i 15 ct/kWh.

7.5.1.1. *Uvjeti održivosti*

Relevantni zahtjevi proizašli su iz nacionalne provedbe **RED I** (od 2009.) i **RED II** (od 1. srpnja 2021. i 1. siječnja 2022.) te su implementirani **Uredbom o održivosti biogoriva** (njem. *Biokraft-NachV*). Dok su ranije samo postrojenja koja proizvode biometan za prometni sektor morala pružiti dokaze o održivosti, od 01. siječnja 2022. postoje i zahtjevi za postrojenja koja proizvode električnu (i toplinsku) energiju. Nova postrojenja i sva postrojenja u sektoru opskrbe električnom energijom/toplinom iznad 2 MW ukupne nazivne toplinske snage te sva postrojenja koja proizvode biometan za prometni sektor (u pogonu od 01. siječnja 2022) moraju postići minimalne uštede stakleničkih plinova od najmanje **60 %** u usporedbi na fosilna goriva za (Biokraft-NachV, 2021).

7.5.1.2. *Ukidanje smanjenja poreza*

Smanjenje poreza još je jedan učinkovit mehanizam potpore za povećanje iskorištavanja biometana. Porezni dužnik je u ovim slučajevima dobavljač biometana. Ako se biometan koristi za proizvodnju električne energije (tj. kogeneracijske jedinice) i proizvodnju topline (tj. kotlovi), porez na energiju iznosi 5,50 EUR/MWh. Za korištenje biometana kao pogonskog goriva za promet na energiju će do 31.12.2023. iznositi 13,90 EUR/MWh. Od tog datuma pa nadalje, porez će se postupno povećavati i iznositi će 31,80 EUR/MWh (Energiesteuergesetz, 2019). Razlog postupnog ukidanja ovog smanjenja poreza u prometnom sektoru je to što se očekuje da će nekoliko godina nakon uspostave smanjenja poreza tržište biti dovoljno zrelo da preživi i bez ove mjere.

7.5.1.3. *Biometan za korištenje kao biogoriva*

Biometan za tržište goriva distribuirat će se uglavnom preko *CNG* punionica povezanih s plinskom mrežom. U Njemačkoj postoji približno 900 *CNG* punionica, od kojih 250 osigurava udio biometana u *CNG*-u. Međutim, postoji i ograničen broj projekata posvećenih lokalnom opskrbi biometanom bez pristupa plinskoj mreži. Iskustvo prikupljeno u tim projektima pokazuje potrebu za poticanjem ulaganja kako bi se ubrzala uspostava takve vrste aplikacija. Zahtjevi za biometan kao transportno gorivo bit će postavljeni normom **DIN EN 16723-2:2017** „Prirodni plin i biometan za uporabu u transportu i biometan za utiskivanje u mrežu prirodnog plina - 2. dio: Specifikacija goriva za automobile; Njemačka verzija”, koji će biti implementiran u tehničke kodekse **Njemačke udruge za plin i vodu** (njem. *Der Deutsche Verein des Gas und Wasserfaches - DVGW*). Upotreba ukapljenog biometana u Njemačkoj kao transportnog goriva nije uspostavljena jer nedostaje regulatorni okvir.

7.5.1.4. Distributivna mreža

Proizvodnja biometana u Njemačkoj ima povlašteni pristup u usporedbi s domaćom proizvodnjom i uvozom prirodnog plina u svrhu promicanja energetske tranzicije. To se odnosi i na plinsku mrežu postrojenja za proizvodnju biometana i na utiskivanje biometana. Praktično, cjelokupna količina biometana proizvedenog u Njemačkoj bit će utisnuta u plinske mreže. Primjenjivat će se tehnički **kodovi DVGW G 262 i 260** kako bi se kvaliteta biometana prilagodila zahtjevima plinske mreže.

Troškovi utiskivanja biometana u plinsku mrežu dijelit će se između operatora postrojenja i operatora plinske mreže u omjeru 25 % / 75 %. Za postrojenja za proizvodnju biometana koja su udaljena manje od 1 km od plinske mreže, operator postrojenja za biometan plaća najviše 250.000 EUR za priključenje. Preostale troškove snosi operator plinske mreže. Ako je udaljenost veća od 10 km, dodatne troškove snosi operater postrojenja (Decorte et al., 2020).

7.6. Francuska

U Francuskoj je najbrže rastući sektor biometana u Europi. Trenutno postoji više od 1000 projekata u različitim fazama razvoja, s kombiniranim proizvodnim kapacitetom od 26 TWh/godišnje (EBA, 2022). Znatan rast francuskog tržišta biometana u velikoj je mjeri bio potaknut ciljem od 10 % obnovljivog plina koji je uveden u zakonodavstvo u kolovozu 2015. godine **Zakonom o energetskej tranziciji za zeleni rast** i shemom potpore u obliku **poticajnih tarifa** zajamčenih na 15 godina. Do kraja 2021. u Francuskoj je radilo 945 bioplinskih postrojenja i 365 biometanskih postrojenja (EBA, 2022). Do kraja 2022. broj aktivnih postrojenja za proizvodnju biometana dosegao je 514 (Biomethane MAP, 2023).

Ukupna proizvodnja bioplina u Francuskoj u 2021. iznosila je 6.083 GWh, a proizvodnja biometana u istoj godini iznosila je 4 337 GWh (EBA, 2022). Veliki udio francuske proizvodnje biometana proizlazi iz poljoprivrede. U Francuskoj je ograničeno korištenje energetskih usjeva za proizvodnju biometana. Unatoč tome, Francuska uspijeva proizvesti velike količine biometana iz poljoprivrednih ostataka i otpada, stajnjaka i međuusjeva.

Nova verzija **Višegodišnjeg energetskog programa** (franc. *Programmation Pluriannuelle de l'Énergie - PPE*) objavljena u travnju 2020. revidirala je ciljeve proizvodnje biometana za 2023. i 2028. godinu (Tablica 7-4.). U programu *PPE* naveden je cilj proizvodnje biometana 14 TWh u 2023. godini, od čega se 6 TWh utiskuje u mrežu te cilj proizvodnje 24 - 32 TWh u 2028. godini, od čega se 14 - 22 TWh utiskuje u mrežu. Cilj *PPE*-a je povećati udio bioplina na 7 % ukupne potrošnje plina u slučaju da se postigne

referentni Scenarij A, odnosno 10 % ako se postigne Scenarij B koji predviđa smanjenje troškova proizvodnje (PPE, 2020).

Tablica 7-4. Cilj povećanja proizvodnje biometana u 2023. i 2028. godini (PPE, 2020)

2016. godina	2023. godina	2028. godina Scenarij A	2028. godina Scenarij B
5,4 TWh od čega 0,4 TWh utisnuto	16 TWh od čega 6 TWh utisnuto	24 TWh od čega 14 TWh utisnuto	32 TWh od čega 22 TWh utisnuto

Prethodna **shema potpore za biometan (FiT)** revidirana je krajem 2020. godine. Nedavna energetska kriza istaknula je važnost biometana za sigurnost opskrbe energijom, a razvoj novih projekata mogao bi se povećati zahvaljujući potpori koje je nedavno dala država. Francuska industrija biometana zalaže se za cilj od 20 % obnovljivih plinova u potrošnji plina 2030. godine.

7.6.1. Regulatorni okvir i shema subvencija

Francuska je počela subvencionirati svoj sektor bioplina s „Poticajima za obnovljivu energiju (I)” 2001., vršeci revizije 2002., 2006., 2011. i 2016. godine. Razvoj povoljnog regulatornog okvira koji obuhvaća više od dva desetljeća znači da francuski sektor bioplina nastavlja kontinuirano rasti. Proizvođači bioplina u Francuskoj mogu dobiti subvencije od **Francuske agencije za okoliš i upravljanje energijom** (franc. *Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie - ADEME*), kao i od lokalnih vlasti za studije i ulaganja. Projekti su također oslobođeni lokalnih poreza (Proietti et al., 2022).

Za sektor biometana predviđene su iduće mjere potpore:

- *Feed-in* tarifa (od 2011.)
- Operativna podrška putem natječaja (od 2022.)
- Certifikat za proizvodnju biometana (bit će operativan od 2025./2026.)

Postrojenja za proizvodnju biometana u Francuskoj dobivaju *Feed-in* tarifu (*FiT*), koja je zajamčena 15 godina. *FiT* varira ovisno o veličini i vrsti sirovine, a može se dodati i premija za korištenje specifičnih sirovina, kao što je stajnjak.

U skladu sa smanjenom ambicijom proizvodnje biometana **Višegodišnjeg energetskeg programa** iz travnja 2020., *Feed-in* tarifa je revidirana te je smanjena u studenom 2020. godine:

A) Za utisnuti biometan s potpisanim ugovorom **prije** 23. studenog 2020.:

- zajamčena tarifa donesena je **Uredbom** 23. studenog 2011.;
- proizvođač dobiva *FiT* između 46 i 139 EUR/MWh, ovisno o veličini postrojenja i vrstama sirovina, tijekom 15 godina;
- *FiT* se izračunava na temelju referentne tarife i premije ovisno o korištenim inputima;
- referentna tarifa kreće se između 45 i 95 EUR/MWh za skladišta neopasnog otpada (odlagališta) i između 64 i 95 EUR/MWh za ostala postrojenja;

B) Za postrojenja za proizvodnju biometana za utiskivanje:

- i. Uz potpisan kupoprodajni ugovor nakon 23. studenog 2020. godine
- ii. Uz prognozu godišnje proizvodnje manje ili jednake 25 GWh/god (300 Nm³/h)

Revidirana poticajna tarifa primjenjuje se na temelju vladine **Uredbe** od 23. studenog 2020. i **Uredbe** od 13. prosinca 2021. Obje **Uredbe** daju ista pravila i uvjete za *FiT*, osim što Uredba iz 2021. godine uzima u obzir stopu inflacije na potpisom ugovora na 15 godina. Referentne tarife kreću se od 55 do 99 €/MWh za skladišta neopasnog otpada (odlagališta), te od 86 do 122 €/MWh za ostala postrojenja. U usporedbi s odredbama **Uredbe** iz 2011., smanjena je razina potpore za 6 - 15 %. *FiT* se smanjuje za 0,5 % svakog kvartala. Također se može smanjivati svakim tromjesečjem ako ukupan broj potpisanih ugovora premaši ciljani putanju Vlade.

7.6.1.1. *Operativna podrška putem natječaja (od 2022.)*

Sva postrojenja za proizvodnju biometana su prihvatljiva za natječaje koje organizira država, ali su prikladnija za postrojenja iznad 25 GWh/godišnje instaliranog kapaciteta. Najviša cijena jednaka je najnižoj cijeni novog *FiT*-a. Prvi natječaj očekuje se 2023. godine. Očekuje se da će natječaji 2023. podržati ukupno 1,6 TWh proizvodnje biometana.

7.6.1.2. *Certifikat za proizvodnju biometana (od 2025./2026.)*

Certifikati za proizvodnju bioplina, poznati i kao zeleni certifikati u drugim zemljama, stvorit će treći put financijske potpore. Ova shema stvara obvezu za dobavljače plina da proizvode ili kupuju biometan koji ne podržava država kako bi postupno integrirali udio

biometana u sve svoje ponude opskrbe plinom. To bi trebalo dovesti do dugoročnih ugovora s proizvođačima biometana. Očekuje se da će ovaj program biti operativan 2025./2026.

7.6.2. OSTALE VRSTE POTPORE

7.6.2.1. Jamstva podrijetla (*GoO*)

U Francuskoj postoji registar jamstava podrijetla (engl. *Guarantees of Origin – GoO*) koji dobro funkcionira. Operator plinske mreže u Francuskoj (franc. *Gaz Réseau Distribution France - GRDF*) od 2012. godine vodi registar jamstava podrijetla prema **ugovoru o delegiranju javne službe** (engl. *Public Service Delegation - PSD*) s francuskom vladom (Reizine, 2015). Trenutačni *PSD* traje do kraja 2023. godine. Krajem 2021. godine u registar *GoO* bila su upisana 53 dobavljača i 12 kupaca koji nisu bili dobavljači. Sljedeći *PSD* uključivat će otvaranje prema europskom tržištu biometana, omogućujući trgovcima da se nadmeću za *GoO*. Sve vrste postrojenja mogu izdati *GoO* (osim onih koje podržavaju certifikati za proizvodnju biometana), koje zatim mogu koristiti kupci i dobavljači u svrhu otkrivanja i dokazivanja obnovljivog podrijetla potrošenog plina. „Pravo na utiskivanje” postavlja nacionalni pristup operaterima mreže kako bi maksimizirali kapacitet utiskivanja za proizvodnju biometana.

7.6.2.2. Priključivanje na mrežu

Što se tiče priključivanja na mrežu, stvorena je obveza za mrežnog operatera da rješava zahtjeve proizvođača za priključenje čak i ako se oni nalaze izvan područja opskrbljenog plinom. Mrežni operateri mogu platiti do 60 % troškova priključka na mrežu. Mehanizam podjele troškova primjenjuje se za priključke na mrežu i tlačne stanice za koje se očekuje da će ih koristiti nova postrojenja koja će biti puštena u rad kasnije (Proietti et al., 2022).

Sustavno mapiranje budućih ojačanja mreže postavlja se na temelju potencijala biometana. Proizvođači biometana će morati platiti naknadu po MWh utisnutog biometana ovisno o potrebi za zajedničkim kompresorom ili ojačanjem mreže na njihovoj lokaciji (između 0,4-0,7 €/MWh). Do prosinca 2021. **Nacionalno regulatorno tijelo** potvrdilo je „planove za povezivanje na mrežu i jačanje“ za koje se očekuje da će dovesti do proizvodnje 33 TWh biometana.

7.6.3. Uvjeti održivosti

Uvjeti održivosti za biometan proizlaze iz **članka 29. RED II** i primjenjuju se po tim pravilima. Za sav utisnuti biometan, Francuska je država odlučila prenijeti *RED II* prag

smanjenja emisije stakleničkih plinova koji se primjenjuje na toplinu za sva proizvodna postrojenja: prag iznosi 70 % smanjenja emisije stakleničkih plinova za postrojenja puštena u rad nakon 1. siječnja 2021. i 80 % za postrojenja puštena u rad od 1. siječnja 2026. Ovo se ne odnosi na bio-*CNG* i bio-*LNG* koji se distribuiraju na licu mjesta ili cestovnim prijevozom.

Sva biometanska postrojenja kapaciteta većeg od 19,5 GWh godišnje moraju biti certificirana. Proizvođači će morati vratiti državnu potporu koju su primili (primjerice odgovarajući iznos *FiT-a*) za svaki proizvedeni necertificirani biometan. U Francuskoj do danas ne postoji nacionalna shema certificiranja. Francuski proizvođači biometana moraju koristiti dobrovoljne programe koje priznaje **Europska komisija**.

7.7. Hrvatska

Dok se Njemačka, Francuska i Italija ističu kao najveći proizvođači bioplina u Europi, većina zemalja je još u ranoj fazi razvoja. Jedna od njih je i Hrvatska. Prvo bioplinsko postrojenje u Hrvatskoj instalirane snage 1 MW počelo je s radom 2009. godine. Pet godina kasnije u Hrvatskoj je radilo već 10 bioplinskih postrojenja (Petraović-Tominac et al., 2020). Najveći porast broja bioplinskih postrojenja zabilježen je u razdoblju 2015. – 2018., kada je s radom počelo 20 novih bioplinskih postrojenja. Prema izvješću iz 2020. godine Hrvatskog operatora tržišta energije (HROTE), Hrvatska ima 41 bioplinsko postrojenja ukupne instalirane snage 45,9 MW (Pavičić et al., 2022). Prevladavaju elektrane instalirane snage 1 MW, a proizvodnja bioplina je tada iznosila 419 GWh. U 2023. godini aktivno su radila samo 23 bioplinska postrojenja s instaliranim kapacitetom 26 MW zbog povećanih cijena sirovina za proizvodnju (Energetika net, 2023).

7.7.1. Regulatorni okvir i shema subvencija

U nacrtu **Strategije energetskog razvoja Republike Hrvatske do 2030. godine s perspektivom do 2050. godine** (listopad 2019. godine) strateški ciljevi za sektor biometana nisu posebno navedeni. Nije navedeno koliko bi biometana trebalo biti u mješavini prirodnog plina ili njegov udio u transportu. Biometan i komprimirani biometan (*CBG*) se u tekstu kontinuirano spominju kao dio prirodnog plina. Općenito, prema prijedlogu **Strategije** koristit će se biometan, ali nije jasno definirano kada, gdje i koja je uloga.

Biometan nije uključen u sustav subvencija te je stoga potrebno uspostaviti programe potpore i uključiti ih u hrvatsko zakonodavstvo o bioplinau. Kad je riječ o sigurnosti opskrbe

i distribucije (poglavlje Sigurnost opskrbe energijom) navodi se da je potrebno diversificirati opskrbu plinom, obnoviti trase i povećati skladišta plina (Decorte et al., 2020). Plinska infrastruktura važna je za razvoj bioplinskog sektora npr. dostupnost plinovoda ili bioplinskih cjevovoda; postojeće skladište plina; infrastruktura za prirodni plin, stlačeni prirodni plin (*CNG*) ili ukapljeni prirodni plin (*LNG*) za vozila; i kvaliteta plina (Petračić-Tominac et al., 2020). Prema **Strategiji**, biometan bi trebao ići u plinsku mrežu i prodavati se s prirodnim plinom, no nije navedeno u kojoj mjeri i količinama. Izgradnja energetske infrastrukture za plin obuhvaća izgradnju cjevovoda za transport prirodnog plina i biometana te njihovo skladištenje. Nije konkretno navedeno koliko se biometana očekuje u mreži, niti koliko će to koštati. U razdoblju do 2030. godine u sektoru prometa naglasak će biti na izgradnji nove infrastrukture za korištenje ukapljenog prirodnog plina (*LNG*), stlačenog prirodnog plina (*CNG*) i *CBG*-a. U **Strategiji** nije naglašeno za što će se bioplin/biometan koristiti, niti kakav bi bio položaj „domaćeg“ biometana u odnosu na prirodni plin. Provedba odgovarajućih poticaja ključna je za daljnji razvoj tržišta bioplina i biometana.

7.7.2. Bioplin u prometu

U sektoru prometa, EU se složila postaviti zajednički cilj od 10 % za udio obnovljivih izvora energije (uključujući tekuća biogoriva, vodik, biometan, obnovljivu električnu energiju itd.) koji se koriste u prometu do 2020. godine. Republika Hrvatska ima 5,9 % udjela OIE u prometnom sektoru, daleko ispod prosjeka EU od 8,9 % (Šimić et al., 2022). U sektoru prometa udio vozila na alternativna goriva u Hrvatskoj još uvijek je relativno mali (manje od 3 %).

U Hrvatskoj su ukupne emisije stakleničkih plinova, nastale korištenjem goriva u prometu, porasle za 10,8 % od 2010. do 2019. godine te su doživjele su značajne fluktuacije u posljednjih deset godina. Emisije stakleničkih plinova značajno su porasle, ali su smanjenja ostvarena u tri razdoblja: 2010. – 2012., 2013. – 2014. i 2017. – 2018. godine (Dolge et al., 2023). Povećanje udjela OIE u ukupnoj potrošnji energije u prometu najviše je doprinijelo smanjenju emisija stakleničkih plinova. Međutim, ta poboljšanja nisu bila dovoljna da nadoknade povećanu potražnju za energijom zbog sve veće gospodarske aktivnosti koja je potaknula povećanje emisija stakleničkih plinova.

Trenutni zakonodavni okvir za biogoriva uključuje:

- **Zakon o biogorivima za prijevoz** (NN 65/2009, NN 145/2010, NN 26/2011, NN 144/2012, NN 14/2014, NN 94/2018, **NN 52/2021**) (na snazi od 22. svibnja 2021.) – prema *RED II* čl. 25, 26, 27 i 29. (ZBP, 2021)

- **Uredba o posebnoj naknadi za okoliš radi nestavljanja biogoriva na tržište** (NN 125/2020-3243) (donesena 5. studenog 2010.) – provedba kazni za neispunjavanje obaveza za miješanje.

Politika biogoriva i ciljevi dekarbonizacije uključuju određene ciljeve. Ciljevi za udio „naprednih“ biogoriva postavljeni na (prema *RED II* čl. 25):

- 0,3 % u 2023.,
- 0,6 % u 2024.,
- 1,0 % u 2025.,
- 1,3 % u 2026.,
- 1,7 % u 2027.,
- 2,1 % u 2028.,
- 2,7 % u 2029. i
- 3,5 % do 2030. godine.

Dobavljači goriva koji ne ispune svoje obveze miješanja ili ne uspiju smanjiti emisije u rasponu 0-2,0 % i 2,01-6,0 % dužni su platiti kaznu izračunatu na temelju količine koja nedostaje (EPURE, 2023). Biogoriva za potrebe prijevoza oslobođena su plaćanja trošarina.

Konkurentska prednost hrvatskog prometnog sektora je u visokom udjelu vozila na alternativna goriva u ukupnoj floti, visokoj kvaliteti prometnica te manjem broju sati provedenih u prometnim gužvama svake godine, što je pridonijelo održivosti prometnog sektora (Dolge et al., 2023). Iako je Hrvatska napredovala u razvoju infrastrukture za električna vozila, najnižu vrijednost ima za udio biogoriva u potrošnji energije u prometu. Osim toga, slaba provedba prometnih direktiva *EU*-a i nisko zadovoljstvo korisnika gradskog prijevoza negativno su utjecali na razvoj konkurentnog i održivog prometnog sektora u Hrvatskoj.

8. PROCJENA REGULATORNIH PREPREKA

8.1. Gas for Climate

„*Gas for Climate*“ (*GfC*) udruženje osnovano je 2017. godine kako bi se analizirala i stvorila svijest o ulozi obnovljivog plina i plina s niskim udjelom ugljika u budućem energetske sustavu, u skladu s ciljem Pariškog sporazuma. *GfC* se sastoji od jedanaest vodećih europskih tvrtki za transport plina (*DESFA, Enagás, Energinet, Fluxys Belgium, Gasunie, GRTgaz, Nordion, ONTRAS, OGE, Snam i Teréga*) i tri udruge za bioplin (*European Biogas Association, Consorzio Italiano Biogas i Njemačka udruga za bioplin*). U rujnu 2022. godine *GfC* je objavio Priručnik za nacionalne strategije za biometan (engl. *Manual for National Biomethane Strategies*). Priručnik podržava države članice u planiranju i postizanju nacionalnih strategija za biometan (Emprin et al., 2022). Glavni cilj je povećanje proizvodnje biometana. Kako bi se to postiglo, potrebno je identificirati glavne tehničke, ekonomske i regulatorne prepreke razvoju biometana. U nastavku su navedene neke od regulatornih prepreka.

8.1.1. Nepostojanje dugoročnog regulatornog i pravnog okvira

Potreban je dugoročni stabilni regulatorni okvir koji pokriva cjelokupni lanac vrijednosti biometana (od proizvodnje do krajnje upotrebe i nusproizvoda) kako bi se potaknuo razvoj tržišta biometana i zajamčila dugoročna sigurnost ulaganja. Da bi se podržali ciljevi **REPowerEU**-a, regulatorni i pravni okvir treba uključivati potporu za proizvodnju i korištenje biometana (umjesto potpore usmjerene na proizvodnju električne energije iz bioplina), potporu za mogućnost utiskivanja biometana u plinsku mrežu te potporu za razvoj projekata. Druge mjere potpore mogu uključivati druge bespovratne potpore, zajmove, oslobođenja od poreza ili jamstva za zajmove. Treba ponuditi financijsku potporu za proizvodnju bioplina, kao i za obradu biometana koji se može utisnuti u mrežu (*Biomethane Action plan, 2022*).

8.1.2. Pravo na utiskivanje

Neke zemlje članice imaju postojeće potpore kao što su *feed-in* tarife koje potiču proizvodnju i izravnu upotrebu bioplina. Potpore bi trebale poticati obradu na biometan i utiskivanje u plinsku mrežu kako bi se ostvarila najveća korist energetske sustava. Koncept „prava na utiskivanje“ jamči pristup plinskoj mreži za proizvodnju biometanskog postrojenja te sigurnije jamstvo prihoda operateru postrojenja, povećavajući isplativost projekta (*Biomethane Action plan, 2022*). Potrebno je uvesti regulatorni okvir kojim se svim

operaterima postrojenja za proizvodnju biometana daje pravo da se priključe na plinsku infrastrukturu i utisnu svoju proizvodnju izravno u mrežu. Ovom mjerom jamči se da se proizvedeni biometan može utisnuti u mrežu, čime se operaterima postrojenja osigurava siguran protok. Također nalaže lokalnom operateru plinskog sustava da poveže postrojenje za biometan na najisplativiji način (npr. cjevovod, kamioni).

8.1.3. Duljina postupka izdavanja dozvola

Skraćivanje trajanja postupka izdavanja dozvola ključno je za poticanje investitora i osiguravanje proizvodnje dovoljne količine biometana na vrijeme kako bi se ispunili ciljevi **REPowerEU**. U cijeloj Europi administrativni poslovi i dozvole potrebne za razvoj projekta proizvodnje bioplina ili biometana mogu uključivati nekoliko različitih tijela, a vrijeme potrebno za dobivanje traženih dozvola obično može biti u rasponu od 2 do 7 godina. Time se odgađa proizvodnja biometana te se povećavaju troškovi provedbe projekta i rizik da projekti ne dođu do konačne odluke o ulaganju (Emprin et al., 2022).

8.1.4. Nepostojanje nacionalnog registra biometana i sustava jamstva podrijetla

Neke države članice još nemaju uspostavljen sustav za bilježenje proizvodnje bioplina i biometana na svom području. To je potrebno za praćenje napretka prema cilju **REPowerEU**. Također, potreban je ekonomičan sustav za praćenje utiskivanja biometana u mrežu i potrošnje iz plinske mreže. Ti se ciljevi mogu postići provedbom nacionalnog registra biometana. Registar biometana, s jasnim sustavom jamstva podrijetla i u skladu s nadolazećom bazom podataka Europske komisije za obnovljiva tekuća i plinovita goriva, osigurava da se bilo koja količina biometana stavljena u mrežu može zatražiti samo jednom, bez obzira na to u kojem se sektoru krajnje upotrebe koristi. To također daje krajnjim korisnicima sigurnost o tome koliko biometana mogu tražiti (čak i ako ono što povuku iz mreže fizički nije biometan) i omogućuje tržištu da razvije mehanizme za osiguranje točnih podataka o korištenju biometana i povezanoj uštedi stakleničkih plinova.

8.1.5. Nedosljedna primjena europskog standarda kvalitete plina

Nedosljedna primjena postojećeg europskog *CEN* standarda (engl. *The European Committee for Standardization – CEN*) za prekograničnu kvalitetu plina (npr. različite prihvaćene razine sadržaja kisika na točkama interkonekcije) ometa prekograničnu trgovinu biometanom između država članica (Biomethane Action plan, 2022). Trenutno važeće specifikacije za biometan za utiskivanje u mrežu prirodnog plina navedene su u Tablici 8-1.

Tablica 8-1. Specifikacije za biometan za utiskivanje u mrežu prirodnog plina u EU (EN 16723-1:2016, 2016)

Parametar	Mjerna jedinica	Maksimalna granična vrijednost
Ukupni hlapljivi silicij (Si)	mgSi/m ³	0,3-1
CO	mol %	0,1
NH ₃	mg/m ³	10
Amini	mg/m ³	10

Usklađeni i ažurirani standardi kvalitete omogućit će fizičku trgovinu biometanom unutar EU, pa čak i izvan, s partnerskim zemljama, što pomaže u izgradnji razmjera tržišta. Europska komisija putem **Akcijskog plana za biometan i Paketa za dekarbonizaciju tržišta vodika i plina** iz prosinca 2021. podržava ažuriranje *CEN* standarda kvalitete plina kako bi se osigurao prekogranični protok biometana. U međuvremenu države članice trebaju procijeniti svoje postojeće standarde kvalitete plina i u suradnji sa susjednim zemljama osigurati da različiti standardi kvalitete plina ne stvaraju prepreku za utiskivanje biometana u mrežu. Trenutno je u fazi rasprave novi standard EN 17928-2:2023 sa specifikacijama za biometan za utiskivanje u mrežu prirodnog plina.

8.1.6. ERGaR koncept za upravljanje prekograničnim transakcijama biometana

Mnoge zemlje članice trenutno vode pilot ili imaju potpuno implementirane nacionalne registre biometana, uključujući Irsku, Italiju, Portugal, Francusku, Švicarsku, Njemačku, Austriju, Češku, Slovačku, Poljsku, Dansku, Estoniju, Latviju i Litvu. Osim toga, postoje inicijative kojima je cilj proširiti provedbu i funkcionalnost ovih registara. Jedan takav primjer je udruga **European Renewable Gas Registry (ERGaR)** koji predstavlja mrežu nacionalnih registara biometana te uspostavlja shemu dokumentacije i certifikata o podrijetlu kako bi se olakšala prekogranična trgovina biometanom i drugim obnovljivim plinovima. Za dobivanje nacionalnog certifikata za biometan, od proizvodnje do utiskivanja u plinsku mrežu, plin unutar zemlje izvoznice mora proći certificiranje kako bi se osiguralo da je u skladu s utvrđenim *RED* zahtjevima za održivost i uštedu stakleničkih plinova.

Od točke utiskivanja do povlačenja u zemlji uvoznici, takozvana „**ERGaR RED shema balance mase**“ (engl. *ERGaR RED Mass Balance scheme*) primjenjuje metodologiju

uravnoteženja mase (Emprin et al., 2022). To zahtijeva dokumentaciju o ulaznim i izlaznim količinama biometana, kako bi se osiguralo da se količine plina koje ulaze u mrežu prenose krajnjim korisnicima i obračunavaju prema ciljevima potrošnje obnovljive energije. Sustav uravnoteženja mase omogućuje da se biometan utisnut u plinsku mrežu fleksibilno povuče na drugu lokaciju, sve dok su ulazni i izlazni registri uključeni u shemu i plinska mreža je međusobno povezana. „**ERGaR RED shema bilance mase**“ i „**Transfer Hub**“ služe kao baza podataka za bilježenje transakcija i administriranje potvrda o dokazu o podrijetlu nakon usklađenosti.

Uravnoteženje mase biometana razlikuje se od procesa uravnoteženja volumena (energije) mrežnih operatera u industriji prirodnog plina. Uravnoteženje u plinskoj industriji odnosi se samo na uravnoteženje količina u transportu, dok uravnoteženje mase za biometan obuhvaća još i praćenje održive i obnovljive („zelene“) proizvodnje preko utiskivanja do povlačenja i upotrebe. Bilanca u plinskoj industriji počinje utiskivanjem i ne obuhvaća podrijetlo i proizvodnju biometana. Teži se uspostavljanju fizičke ravnoteže između utisnutog i povučenog volumena, uravnoteženju bilo kakvih prekida ili prekomjerne opskrbe unutar odgovarajućih područja uravnoteženja plina u svakoj zemlji te sigurnosti opskrbe svim krajnjim korisnicima. Fizičko uravnoteženje u sustavima transporta i distribucije prirodnog plina kontinuiranog je karaktera, a ravnoteža se mora postići u svakom trenutku. S druge strane, u slučaju biometana, ravnoteža između utisnutih i povučenih volumena (izraženih u energetske jedinicama) mora se uspostaviti unutar zadanog vremenskog okvira (Kovacs et al., 2022).

9. ZAKLJUČAK

Status tržišta bioplina i biometana u državama članicama i njihovi trenutni zakonodavni okviri nisu jedinstveni. Svaka država članica ima drugačiji pogled na subvencije i korištenje obnovljivih plinova. Sve više zemalja, poput Italije i Francuske, prelazi sa subvencija za bioplin na biometan. Veća je vjerojatnost da će proizvođači biometana postati neovisni o subvencijama nego proizvođači bioplina, budući da su krajnje primjene, a time i tržišne mogućnosti, šire. Neke zemlje provode tržišne sustave umjesto izravnih subvencija, npr. Njemačka provodi obveze kompanija da ispune ciljeve smanjenja emisija stakleničkih plinova postavljene europskim politikama za gorivo.

Različite zemlje implementirale su različite sheme subvencija za biometan. Najčešća shema potpore za biometan u Europi je *Feed-in* tarifa, a slijede je *Feed-in* premium i fiskalni poticaji. Sustavi kvota i podrška ulaganjima manje su popularni. U većini zemalja mjere potpore uvedene su s vrlo dugim vremenskim horizontom. *FiT*-ovi su fiksirani za nove proizvođače i proizvodna postrojenja na dugo vremensko razdoblje, često i 20 godina. Time su osigurani predvidivi prihodi i rokovi povrata te minimizirani rizici za nova ulaganja, što je ulaganja učinilo vrlo atraktivnim. No, ovakvi sustavi vežu buduće državne proračune i smanjuju prostor za nove inicijative. U zemljama poput Njemačke i Italije izdašni *FiT*-ovi koji su bili zajamčeni desetljećima ubrzali su razvoj, ali su i gomilani ogromni troškovi, što je dovelo do toga da su sustavi ili *FiT*-ovi reformirani s manje atraktivnim razinama potpore. Francuska ima isti vremenski okvir kao Njemačka i Italija, ali nije doživjela iste dramatične promjene tijekom posljednjih 20 godina. Švedska ima tradiciju puno kraćih vremenskih okvira u politici i sustavima potpore nego druge europske zemlje. Švedska proizvodnja bioplina stagnirala je unatoč stalno rastućoj potražnji, dijelom zbog sustava podrške koji se činio kratkovidnim i nepredvidivim. Trgovina plinom i certifikatima između Danske i Švedske pokazuje važnost političke interakcije unutar zemlje, a i interakcije između nacija i regija.

Države s dugoročnim ugovorima postigle su veću proizvodnju bioplina po glavi stanovnika. Međutim, vezanjem velikog broja svojih proizvođača bioplina na dugoročne ugovore za proizvodnju električne ili toplinske energije, znatno je otežan prijelaz na korištenje bioplina u drugim sektorima, poput cestovnog prometa. *CBG* i *LBG* jedine su dvije alternative koje se trenutno komercijalno proizvode iz bioplina i najvjerojatnije su opcije za korištenje bioplina u prometnom sektoru u bliskoj budućnosti.

Strategije i ciljevi, za razliku od mnogih sustava podrške proizvodnji energije, nisu regulirani ugovorom između države i bioplinskih tvrtki, što dopušta njihovu promjenu ili zamjenu uz kraći rok. Promjene u regulatornim politikama mogu potaknuti promjene u ekonomskim politikama koje se obično oblikuju kao dio šire strategije. Daljnji razvoj sektora bioplina i biometana zahtijeva infrastrukturne i zakonodavne prilagodbe kako bi se potaknuo budući rast proizvodnje i uporabe.

10. LITERATURA

1. ALBERICI, S., GRÄF, D., AURAND, M. 2023. *Beyond energy – monetising biomethane’s whole-system benefits*. The Netherlands: Guidehouse Netherlands B.V.
2. ALBERICI, S., GRIMME, W., TOOP, G. 2022. *Biomethane production potentials in the EU. Feasibility of REPowerEU 2030 targets, production potentials in the Member States and outlook to 2050*. A Gas for Climate report. The Netherlands: Guidehouse Netherlands B.V.
3. AMMENBERG, J., GUSTAFSSON, M., O’SHEA, R., GRAY, N., LYNG, K-A., EKLUND, M., MURPHY, J.D. 2021. *Perspectives on biomethane as a transport fuel within a circular economy, energy, and environmental system*. Paris, France: IEA Bioenergy Task 37, 2021:12.
4. ANGELIDAKI, I., XIE, L., LUO, G., ZHANG, Y., OECHSNER, H., LEMMER, A., MUNOZ, R., KOUGIAS, P. 2019. *Biogas Upgrading: Current and Emerging Technologies*. Biomass, Biofuels, Biochemicals: Biofuels: Alternative Feedstocks and Conversions Processes for Production of Liquid and Gaseous Biofuels. Elsevier Editora, 817–843.
5. BAENA-MORENO, F. M., SEBASTIA-SAEZ, D., WANG, Q., REINA, T. R. 2020. *Is the production of biofuels and bio-chemicals always profitable? Co-production of biomethane and urea from biogas as case study*. Energy Conversion and Management, 220, 113058.
6. BANJA, M., SIKKEMA, R., JÉGARD, M., MOTOLA, V., DALLEMAND, J.-F. 2019. *Biomass for energy in the EU – The support framework*. Energy Policy, 131, 215–228.
7. BENATO, A., MACOR, A. 2019. *Italian Biogas Plants: Trend, Subsidies, Cost, Biogas Composition and Engine Emissions*. Energies, 12(6), 979.
8. Biokraft-NachV. 2021. *Verordnung über Anforderungen an eine nachhaltige Herstellung von Biokraftstoffen (Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung - Biokraft-NachV)*. Bundesministerium der Justiz.
9. Biomethane Action Plan. 2022. *Commission Staff Working Document. Implementing the REPower EU Action Plan: Investment Needs, Hydrogen Accelerator and Achieving the Bio-Methane Targets*. Brussels: European Commission.
10. BiomethaneMAP. 2023. *Biomethane Map 2022 - 2023*. Brussels, Belgium: EBA.

11. BIRMAN, J., BURDLOFF, J., DE PEUFEILHOUS, H., ERBS, G., FENIOU, M., LUCILLE, P.-L. 2021. *Geographical Analysis of Biomethane Potential and Costs in Europe in 2050: Potential and Cost in 2050*. France: ENGIE.
12. BOJNEC, S., PAPLER, D. 2015. *Biogas energy development in Slovenia*. International Journey of Engineering, 11, 1584-2665.
13. BRÉMOND, U., BERTRANDIAS, A., STEYER, J.-P., BERNET, N., CARRERE, H. 2021. *A vision of European biogas sector development towards 2030: Trends and challenges*. J. Clean. Prod, 287, 125065.
14. CAPA, A., GARCÍA, R., CHEN, D., RUBIERA, F., PEVIDA, C., GIL, M.V. 2020. *On the effect of biogas composition on the H₂ production by sorption enhanced steam reforming (SESR)*. Renewable Energy, 160, 575–583.
15. COUTURE, T.D., CORY, K., KREYCIK, C., WILLIAMS, E. 2010. *Technical Report: A Policymaker's Guide to Feed-in Tariff Policy Design*. Colorado USA: NREL.
16. CZEKALA, W., JANCZAK, D., POCHWATKA, P., NOWAK, M., DACH, J. 2022. *Gases Emissions during Composting Process of Agri-Food Industry Waste*. Appl. Sci., 12(18), 9245.
17. D'ADAMO, I., SASSANELLI, C. 2022. *Biomethane Community: A Research Agenda towards Sustainability*. Sustainability, 14, 4735.
18. DAHLGREN, S. 2022. *Biogas-based fuels as renewable energy in the transport sector: an overview of the potential of using CBG, LBG and other vehicle fuels produced from biogas*. Biofuels, 13(5), 587-599.
19. DE ANGELIS, E., CARNEVALE, C., MARCOBERARDINO, G. D., TURRINI, E., VOLTA, M. 2021. *Low Emission Road Transport Scenarios: An Integrated Assessment of Energy Demand, Air Quality, GHG Emissions, and Costs*. IEEE Transactions on Automation Science and Engineering, 1–11.
20. DECORTE, M., TESSENS, S., FERNÁNDEZ, D., REPULLO, F., MCCARTHY, P., ORIORDAN, B., MAGGIONI, L., PIERONI, C., PROTAS, M., ROGULSKA, M., et al. 2020. *D6.1 Mapping the State of Play of Renewable Gases in Europe*. Regatrace.
21. DOLGE, K., BARISA, A., KIRSANOV, V., BLUMBERGA, D. 2023. *The status quo of the EU transport sector: Cross-country indicator-based comparison and policy evaluation*. Applied Energy, 334, 120700.
22. EBA. 2021. *EBA Statistical report 2021*. European Biogas Association. Brussels, Belgium: EBA.

23. EBA. 2022. *EBA Statistical report 2022*. European Biogas Association. Brussels, Belgium: EBA.
24. EMPRIN, L., TOOP, G., YORDANOVA, S., ALBERICI, S., CHIAR, J. 2022. *Manual for National Biomethane Strategies*. The Netherlands: Guidehouse Netherlands B.V.
25. EPURE. 2023. *Overview of biofuels policies and markets across the EU*. Brussels, Belgium: ePURE.
26. EU REPowerEU. 2022. *Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions REPowerEU Plan*. Brussels, Belgium: European Commission.
27. EurObserver. 2014. *Country Policy Profile Croatia. Log File of Changes in Support Policies as Compared to Latest Member State Progress Report*. Paris: EurObserver.
28. EurObserver. 2022. *21st annual overview barometer. The State of Renewable Energies in Europe*. Paris: EurObserver.
29. European Commission. 2019. *Clean energy for all Europeans*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
30. European Commission. 2003. *Council Directive 2003/96/EC restructuring the community framework for the taxation of energy products and electricity*. Official Journal of the European Union, L 283/51.
31. European Commission. 2021. *Directive of the European Parliament and of the Council on Common Rules for the Internal Markets in Renewable and Natural Gases and in Hydrogen*. Brussels, Belgium: European Commission.
32. European Commission. 2022. *State aid: Commission approves Italian scheme under Recovery and Resilience Facility to support biomethane production*. Brussels, Belgium: European Commission.
33. European Commission. 2023. *Quarterly report on European gas markets with focus on price developments in 2022*. Brussels, Belgium: Market Observatory for Energy, 15(4).
34. European Union. 2022. *Communication from the Commission - Guidelines on State Aid for Climate, Environmental Protection and Energy 2022*. Brussels, Belgium: European Commission.
35. European Union. 2019. *Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, The European Green Deal*. Brussels, Belgium: European Commission.

36. European Union. 2021. *Regulation (EU) 2021/1119 of the European Parliament and of the Council of 30 June 2021 Establishing the Framework for Achieving Climate Neutrality and Amending Regulations (EC) No 401/2009 and (EU) 2018/1999 ('European Climate Law')*. Brussels, Belgium: The European Parliament and the Council of The European Union.
37. European Union. 2018. *Regulation (EU) 2018/1999 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018 on the Governance of the Energy Union and Climate Action*. Brussels, Belgium: The European Parliament and the Council of the European Union.
38. European Union. 2017. *State Aid SA.48424 2017/N – Italy – Support Scheme for the Production and Distribution of Advanced Biomethane and Other Advanced Biofuels for Use in the Transport Sector*. Brussels, Belgium: European Commission.
39. European Union BAP. 2022. *Commission Staff Working Document Implementing the REPowerEU Action Plan: Investment Needs, Hydrogen Accelerator and Achieving the Bio-Methane Targets*. Brussels, Belgium: European Commission.
40. European Union Ff50. 2021. *"Fit for 55": Delivering the EU's 2030 Climate Target on the Way to Climate Neutrality*. Brussels, Belgium: European Commission.
41. European Union RED II. 2018. *Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018 on the Promotion of the Use of Energy from Renewable Sources. RED II*. Brussels, Belgium: European Parliament and the Council of the European Union.
42. European Union RED II/1 2021. *Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council Amending Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council, Regulation (EU) 2018/1999 of the European Parliament and of the Council and Directive 98/70/EC of the European Parliament and of the Council as Regards the Promotion of Energy from Renewable Sources, and Repealing Council Directive (EU) 2015/652*. Brussels, Belgium: European Parliament and the Council of the European Union.
43. European Union UEP. 2021. *Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on the Internal Markets for Renewable and Natural Gases and for Hydrogen (Recast)*. Brussels, Belgium: European Parliament and the Council of the European Union.

44. EU State Aid. 2022. *Communication from the Commission Temporary Crisis Framework for State Aid Measures to Support the Economy Following the Aggression against Ukraine by Russia*. Brussels, Belgium: European Commission.
45. EYL-MAZZEGA, M.-A., MATHIEU, C. 2019. *Biogas and Biomethane in Europe: Lessons from Denmark, Germany and Italy*. Paris, France: Études de l'Ifri , IFRI.
46. FRITSCHÉ, U.R., GRESS, H.W. 2022. *Renewable Gas-Deployment, Markets and Sustainable Trade. Summary Report of the IEA Bioenergy Intertask Project "Renewable Gas: Deployment, Markets and Sustainable Trade."* Paris, France: IEA Bioenergy.
47. GSE. 2022. *Rapporto Statistico 2020. Energia da fonti rinnovabili in Italia*. Rome, Italy: GSE.
48. GUSTAFSSON, M., ANDERBERG, S. 2022. *Biogas policies and production development in Europe: a comparative analysis of eight countries*. *Biofuels*, 13(8), 931-944.
49. GUSTAFSSON, M., SVENSSON, N. 2021. *Cleaner heavy transports – Environmental and economic analysis of liquefied natural gas and biomethane*. *Journal of Cleaner Production*, 278, 123535.
50. HAGOS, D.A., AHLGREN E. 2018. *A state-of-the art review on the development of CNG/LNG infrastructure and natural gas vehicles (NGVs)*. Technical report. FutureGas project - WP3 Gas for transport. Göteborg, Sweden: Chalmers University of Technology.
51. IEA. 2020. *Outlook for Biogas and Biomethane 2020. Prospects for Organic Growth*. World Energy Outlook Special Report. Paris, France: IEA Publications.
52. JENS, J., GRAF, D., SCHIMMEL, M. 2021. *Market state and trends in renewable and low-carbon gases in Europe*. A Gas for Climate report. The Netherlands: Guidehouse Netherlands B.V.
53. KEOGH, N., CORR, D., MONAGHAN, R.F.D. 2022. *Biogenic renewable gas injection into natural gas grids: A review of technical and economic modelling studies*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 168, 112818.
54. KLACKENBERG, L. 2023. *Biomethane in Sweden – market overview and policies*. Stockholm, Sweden: Energigas Sverige.
55. KORBAG, I., MOHAMED SALEH OMER, S., BOGHAZALA, H., et al. 2020. *Recent Advances of Biogas Production and Future Perspective*. *Biogas - Recent Advances and Integrated Approaches*. Intech Open.

56. KOVACS, A., DECORTE, M., CANCIAN, G. 2022. *D6.4 | Guidance for feasibility analysis covering biomethane investment projects – Europe*. Brussels, Belgium: EBA.
57. LUNDMARK, R., ANDERSON, S., HJORT, A., et al. 2021. *Establishing local biogas transport systems: Policy incentives and actor networks in Swedish regions*. Biomass and Bioenergy, 145, 105953.
58. MOTOLA, V., SCARLAT, N., HURTIG, O., BUFFI, M., GEORGAKAKI, A., LETOUT, S., MOUNTRAKI, A., JOANNY, G. 2022. *Clean Energy Technology Observatory: Bioenergy in the European Union – 2022 Status Report on Technology Development, Trends, Value Chains and Markets*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
59. MOYA, C., SANTIAGO, R., HOSPITAL-BENITO, D., LEMUS, J., PALOMAR, J. 2021. *Design of biogas upgrading processes based on ionic liquids*. Chemical Eng. J., 428, 132103.
60. MURANO, R., MAISANO, N., SELVAGGI, R. et al. 2021. *Critical Issues and Opportunities for Producing Biomethane in Italy*. Energies, 14(9), 2431.
61. NATIVIDAD PÉREZ-CAMACHO, M., CURRY, R., CROMIE, T. 2019. *Life cycle environmental impacts of biogas production and utilisation substituting for grid electricity, natural gas grid and transport fuels*. Waste Management, 95, 90-101.
62. NECP. 2020. *Integrated National Energy and Climate Plan of The Republic of Slovenia*. Ljubljana, Slovenija: Vlada Republike Slovenije.
63. NECPa. 2019. *Integrated National Energy and Climate Plan for Austria pursuant to Regulation (EU) 2018/1999 of the European Parliament and of the Council on the Governance of the Energy Union and Climate Action*. Austria: Federal Ministry, Republic of Austria.
64. NEVZOROVA, T., KUTCHEROV, V. 2019. *Barriers to the Wider Implementation of Biogas as a Source of Energy: A State-of-the-Art Review*. Energy Strategy Rev., 26, 100414.
65. NGUYEN, L., KUMAR, J., VU, M., MOHAMMED, J., PATHAK, N., COMMAULT, A., SUTHERLAND, D., ZDARTA, J., TYAGI, V., NGHIEM, L. 2021. *Biomethane production from anaerobic co-digestion at wastewater treatment plants: a critical review on development and innovations in biogas upgrading techniques*. Science of The Total Environment, 765, 142753.

66. PAVIČIĆ, J., NOVAK MAVAR, K., BRKIĆ, V., SIMON, K. 2022. *Biogas and Biomethane Production and Usage: Technology Development, Advantages and Challenges in Europe*. *Energies*, 15, 2940.
67. PAVLENKO, N., SEARLE, S., BALDINO, C. 2019. *Assessing the potential advanced alternative fuel volumes in Germany in 2030*. Working paper. Washington, USA: The International Council on Clean Transportation, 2019-17.
68. PETERS, D., LEUN, K., TERLOUW, W., TILBURG, J., BERG, T. et al. 2020. *Gas Decarbonisation Pathways 2020-2050*. The Netherlands: Guidehouse.
69. PETRAVIĆ-TOMINAC, V., NASTAV, N., BULJUBAŠIĆ, M., ŠANTEK, B. 2020. *Current state of biogas production in Croatia*. *Energy, Sustainability and Society*, 10(8).
70. PIERRO, N., GIOCOLI, A., DE BARI, I., AGOSTINI, A., MOTOLA, V., DIPINTO, S. 2021. *Potenziale Teorico di Biometano Avanzato in Italia*. Italy: ENEA.
71. PPE. 2020. *Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) 2019-2023. 2024-2028*. Paris, France: Ministère de la Transition écologique et solidaire.
72. PRATO-GARCIA, D., ROBAYO-AVENDAÑO, A., VASQUEZ-MEDRANO, R. 2023. *Hydrogen from natural gas and biogas: Building bridges for a sustainable transition to a green economy*. *Gas Science and Engineering*, 111, 204918.
73. PROIETTI, S., TESSENS, S., FOCROUL, D., USKOBOVÁ, L., OJA, A. et al. 2022. *D6.3 | Long-terms visions and roadmaps*. Rome, Italy: ISINNOVA.
74. PRUSSI, M., JULEA, A., LONZA, L., THIEL, C. 2021. *Biomethane as alternative fuel for the EU road sector: analysis of existing and planned infrastructure*. *Energy Strategy Reviews*, 33, 100612.
75. RAIMONDI, P., BIANCHI, M. 2022. *Energy Unity or Breakup? The EU at a Crossroads*. *IAI Commentaries*, 22(39), 2532-6570.
76. REIZINE, S. 2015. *Biomethane Injection in France*. Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie.
77. SCARLAT, N., DALLEMAND, J.-F., FAHL, F. 2018. *Biogas: Developments and perspectives in Europe*. *Renewable Energy*, 129(A), 457-472.
78. Sia Partners. 2022. *European Biomethane Benchmark*. Paris, France: Climate Analysis Center.
79. ŚLUSARZ, G., TWARÓG, D., GOŁĘBIEWSKA, B., CIERPIAŁ-WOLAN, M., GOŁĘBIEWSKI, J., PLUTECKI, P. 2023. *The Role of Biogas Potential in Building the Energy Independence of the Three Seas Initiative Countries*. *Energies*, 16(3), 1366.

80. STÜRMER, B. 2017. *Biogas – Part of Austria’s future energy supply or political experiment?* Renewable and Sustainable Energy Reviews, 79, 525–532.
81. SULEWSKI, P., IGNACIUK, W., SZYMAŃSKA, M., WAŚ, A. 2023. *Development of the Biomethane Market in Europe.* Energies, 16, 2001.
82. ŠIMIĆ, I., DOMINKOVIĆ CECELJA, I., TURKOVIĆ, M. et al. 2022. *Guide for the Development and Implementation of Renewable Energy Projects in Croatia.* Hrvatska: OIE Hrvatska.
83. TERLOUW, W., PETERS, D., VAN TILBURG, J., SCHIMMEL, M., BERG, T., CIHLAR, J., MIR, G. et al. 2019. *Gas for Climate. The Optimal Role for Gas in a Net Zero Emissions Energy System.* The Netherlands: Navigant Netherlands B.V.
84. THRÄN, D., BILLIG, E., PERSSON, T., DANIEL-GROMKE, J., PONITKA, J., SEIFFERT, M., BALDWIN, J., KRANZL, L., SCHIPFER, F., MATZENBERGER, J. et al. 2014. *Biomethane Status and Factors Affecting Market Development and Trade. A Joint Study by IEA Bioenergy Task 40 and Task 37.* Dublin, Ireland: IEA Bioenergy.
85. THRÄN, D., SCHAUBACH, K., MAJER, S., HORSCHIG, T. 2020. *Governance of sustainability in the german biogas sector - adaptive management of the Renewable Energy Act between agriculture and the energy sector.* Energy, Sustainability and Society, 10(1), 3.
86. Transport and Env Report. 2023. *Transport and Environment Report 2022. Digitalisation in the mobility system: challenges and opportunities.* EEA report. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
87. United Nations. 2015. *Paris Agreement.* Paris, France: United Nations Framework Convention on Climate Change.
88. WBA. 2020. *Global Bioenergy Statistics 2020.* Stockholm, Sweden: World Bioenergy Association.
89. ZACHMANN, G., HOLZ, F., ROTH, A., MCWILLIAMS, B., SOGALLA, R. et al. 2021. *Decarbonisation of Energy. Determining a Robust Mix of Energy Carriers for a Carbon-Neutral EU.* Luxembourg: European Parliament.

WEB IZVORI:

90. CAP. 2023. *The common agricultural policy at a glance.* European Commission. URL: https://agriculture.ec.europa.eu/common-agricultural-policy/cap-overview/cap-glance_en (23. srpnja 2023.)

91. EAG 2022. *Bundesrecht konsolidiert: Gesamte Rechtsvorschrift für Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz, Fassung vom 18.08.2023*. BGBl. I Nr. 233/2022. URL: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20011619> (18. kolovoza 2023.)
92. EBA. 2023. *About Biogas and Biomethane*. URL: <https://www.europeanbiogas.eu/about-biogas-and-biomethane/> (01. lipnja 2023.)
93. EEA. 2023. *EEA greenhouse gases — data viewer*. European Environment Agency. URL: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/data-viewers/greenhouse-gases-viewer> (15. srpnja 2023.)
94. EEA HDV. 2023. *Carbon dioxide emissions from Europe's heavy-duty vehicles*. European Environment Agency. URL: <https://www.eea.europa.eu/publications/carbon-dioxide-emissions-from-europes#:~:text=HDVs%20are%20responsible%20for%20around,have%20the%20largest%20HDV%20fleets> (15. srpnja 2023.)
95. EN 16726:2015+A1:2018. 2018. *CEN/TC 234 – Gas infrastructure*. URL: https://standards.cencenelec.eu/dyn/www/f?p=CEN:110:0:::FSP_PROJECT,FSP_ORG_ID:67274,6215&cs=16AEC1A8011D950D9E677EBCB0897530E (12. srpnja 2023.)
96. EN 16723-1:2016. 2016. *CEN/TC – 408. Natural gas and biomethane use in transport and biomethane for injection in the natural gas grid*. URL: https://standards.cencenelec.eu/dyn/www/f?p=CEN:110:0:::FSP_PROJECT,FSP_ORG_ID:59781,853454&cs=1BD5CC205308321FB1DED6B72E561EAA1 (12. srpnja 2023.)
97. Energetika net. 2023. HUPB: *Počelo je gašenje bioplinskih postrojenja u Hrvatskoj*. URL: <https://www.energetika-net.com/obnovljivi-izvori/hupb-pocelo-je-gasenje-bioplinskih-postrojenja-u-hrvatskoj> (16. lipnja 2023.)
98. Energiesteuergesetz. 2019. *Energy Duty Act (Energiesteuergesetz)*. URL: <https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/EN/Gesetze/Laws/2019-07-01-energy-duty-act.html> (19. srpnja 2023)
99. ERGAR. 2023. *The European Renewable Gas Registry*. URL: <https://www.ergar.org> (12. srpnja 2023.)
100. Eurostat. 2020. *Imports of fossil fuels 2019*. URL: https://ec.europa.eu/eurostat/cache/infographs/energy_trade/entrade.html#0?geo=SE&year=2021&language=EN&trade=imp&siac=C0000X0350-

- [0370&filter=top5&fuel=solid&unit=THS_T&defaultUnit=THS_T&detail=1&chart=pie](#) (13. lipnja 2023.)
101. GRDF. 2020. *Gaz Reseau Distribution France - Decouvrir les unities d'injection 2020*. URL: <https://www.grdf.fr/institutionnel/actualite/dossiers/biomethane-biogaz/unites-injection-gaz-vert> (15. srpnja 2023.)
102. HÖRMANN, R., 2020. *Europe: Already 17% Renewable Gas Used by the Mobility Sector in Europe*. URL: <https://www.ngva.eu/medias/already-17-renewable-gas-used-by-the-mobility-sector-in-europe/> (04. srpnja 2023.)
103. Italia Domani. 2022. *Italia Domani, the National Recovery and Resilience Plan*. URL: <https://www.italiadomani.gov.it/en/home.html> (19. srpnja 2023.)
104. Izmjene i dopune općih uvjeta opskrbe plinom NN 68/2023. 2023. *Izmjene i dopune općih uvjeta opskrbe plinom*. Narodne Novine. URL: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2023_06_68_1122.html (03. srpnja 2023.)
105. LAG. 2010. *Lag (2010:598) om hållbarhetskriterier för biodrivmedel och biobränslen*. URL: <https://www.riksdagen.se/sv/dokument-och-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/lag-2010598-om-hallbarhetskriterier-for-sfs-2010-598/> (4. kolovoza 2023.)
106. Mef gov it. 2021. *The National Recovery and Resilience Plan (NRRP)*. MEF. URL: <https://www.mef.gov.it/en/focus/The-National-Recovery-and-Resilience-Plan-NRRP/> (09. srpnja 2023.)
107. Nature Energy. 2022. *Green fuel for ships and trucks is available in Frederikshavn*. URL: <https://nature-energy.com/news/green-fuel-for-ships-and-trucks-is-available-in-frederikshavn> (07. kolovoza 2023.)
108. NEHG. 2022. *Initial information on the 2022 national emissions certificates trading law (NEHG 2022)*. URL: https://www.bmf.gv.at/en/topics/Climate-policy/initial_nehg_2022_en.html (4. srpnja 2023.)
109. NGVA. 2023. *Stations map*. URL: <https://www.ngva.eu/stations-map/> (27. lipnja 2023.)
110. RIS. 2023. *Bundesrecht konsolidiert: Gesamte Rechtsvorschrift für Kraftstoffverordnung 2012, Fassung vom 17.08.2023*. URL: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20008075> (19. srpnja 2023.)
111. SCB. 2023. *Deliveries of liquified natural gas and biomethane for transport, monthly values*. URL: <https://www.scb.se/en/finding-statistics/statistics-by-subject->

[area/energy/energy-supply-and-use/deliveries-of-natural-gas-and-biomethane-for-transport/pong/tables-and-graphs/deliveries-of-liquified-natural-gas-and-biomethane-for-transport-monthly-values/](#) (03. kolovoza 2023.)

112. ZBP. 2021. *Zakon o biogorivima za prijevoz*. URL:
https://www.zakon.hr/z/189/Zakon-o-biogorivima-za-prijevoz#google_vignette (13. srpnja 2023.)
113. ZOP. 2023. *Zakon o oskrbi s plini (ZOP)*. URL:
<http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=ZAKO8376> (22. srpnja 2023.)
114. ZSROVE. 2021. *Zakon o spodbujanju rabe obnovljivih virov energije*. URL:
<http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=ZAKO8236> (22. srpnja 2023.)

IZJAVA

Izjavljujem da sam ovaj rad izradila samostalno na temelju znanja stečenih na Rudarsko-geološko-naftnom fakultetu služeći se navedenom literaturom.



Ime Prezime



KLASA: 602-01/23-01/167
URBROJ: 251-70-12-23-2
U Zagrebu, 12.09.2023.

Maja Štimac, studentica

RJEŠENJE O ODOBRENJU TEME

Na temelju vašeg zahtjeva primljenog pod KLASOM 602-01/23-01/167, URBROJ: 251-70-12-23-1 od 03.07.2023. priopćujemo vam temu diplomskog rada koja glasi:

REGULATORNI I STRATEŠKI OKVIR ZA UTISKIVANJE BIOPLINA I BIOMETANA U TRANSPORTNE SUSTAVE EUROPSKE UNIJE

Za mentoricu ovog diplomskog rada imenuje se u smislu Pravilnika o izradi i obrani diplomskog rada prof. dr. sc. Daria Karasalihović Sedlar nastavnik Rudarsko-geološko-naftnog-fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Mentorica:

(potpis)

prof. dr. sc. Daria Karasalihović
Sedlar

(titula, ime i prezime)

Predsjednik povjerenstva za
završne i diplomske ispite:

(potpis)

Izv.prof.dr.sc. Luka Perković

(titula, ime i prezime)

Prodekan za nastavu i studente:

(potpis)

Izv.prof.dr.sc. Borivoje
Pašić

(titula, ime i prezime)