

Od gradskog otpada do biometana za utiskivanje u plinsku mrežu i promet u urbanim sredinama

Br. projekta: IEE/10/251



Upotreba biometana u gradovima: utiskivanje u plinsku mrežu i promet u Zagrebu/Hrvatskoj

ZAVRŠNO IZVJEŠĆE/SAŽETAK

WP 5 – Task 5.2/D 5.2

Siječanj 2014



Autori: Robert Bošnjak, Daniel Golja, Bruno Židov, Nijaz Dizdarević, Branka Jelavić, Energetski institut Hrvoje Požar, Croatia

Editor: Robert Bošnjak, Energetski institut Hrvoje Požar, Croatia

Kontakt: Robert Bosnjak
Energetski institut Hrvoje Požar
Savska cesta 163, pp141
10001 Zagreb, Croatia
tel: ++385 1 6326 105
fax: ++385 1 6040 599
rbosnjak@eihp.hr

UrbanBiogas projekt (Od gradskog otpada do biometana za utiskivanje u plinsku mrežu i promet u urbanim sredinama) je podržan od strane Europske komisije u okviru programa Inteligentna energija za Europu. Isključiva odgovornost za sadržaj ovog dokumenta je na autorima. Ni EACI niti Europska komisija nisu odgovorni za uporabu informacija sadržanih u dokumentu. Trajanje UrbanBiogas projekta je od svibnja 2011. do travnja 2014. godine (Broj ugovora IEE/10/251).



Co-funded by the Intelligent Energy Europe
Programme of the European Union

UrbanBiogas web-stranica: www.urbanbiogas.eu

Sadržaj

1	<i>Uvod</i>	4
2	<i>Osnovni pregled korištenja i opskrbe bioplinom i prirodnim plinom</i>	5
2.1	Proizvodnja i potrošnja bioplina u Republici Hrvatskoj i gradu Zagrebu	6
3	<i>Transport i distribucija plina</i>	9
3.1	Republika Hrvatska	9
3.2	Grad Zagreb	9
4	<i>Javni prijevoz u gradu Zagrebu</i>	13
5	<i>Tehnički zahtjevi za korištenje bioplina</i>	14
5.1	Utiskivanje u mrežu prirodnog plina	14
5.2	Javni prijevoz	15
6	<i>Ekonomska i organizacijska razmatranja</i>	19
6.1	Utiskivanje u mrežu prirodnog plina	19
6.2	Javni prijevoz	19
7	<i>Zakonodavni okvir za korištenje biometana</i>	20
7.1	Utiskivanje u mrežu prirodnog plina	20
7.2	Javni prijevoz	20
	<i>Reference</i>	22

1 Uvod

Radni paket 5 fokusira se i temelji na trećem koraku u ukupnom lancu od gradskog otpada do biometana (*eng. waste to biomethane*): na upotrebi samog biometana. Jezgra ovog radnog paketa je uspostava tzv. radnih skupina za diskusiju problematike korištenja biometana (*eng. Biomethane Use Task Forces*) u gradu Zagrebu te organizacija 4 sastanka istih.

Cilj je bio utvrditi, odnosno definirati najprikladnije tržište biometana u gradu Zagrebu. Navedeno je realizirano istraživanjem mogućnosti korištenja biometana kao biogoriva u prometu (stlačeni biometan - SBM) i utiskivanja u mrežu prirodnog plina. Definirani su problemi vezani uz mogućnost pristupa mreži prirodnog plina te su predložena odgovarajuća rješenja.

Konačni output radnog paketa 5 je koncept upotrebe biometana u gradu Zagrebu. Isti uključuje usporedbu prednosti i nedostataka utiskivanja biometana u mrežu prirodnog plina, odnosno korištenja istog kao goriva u prometu u gradu Zagrebu. Opisani su pravni i zakonski uvjeti koji vrijede kod utiskivanja biometana u mrežu, odnosno kod korištenja istog putem punionica u prometu. Konstruiran je prijedlog najboljih strateških rješenja u smislu ostvarenja održivog korištenja biometana.

2 Osnovni pregled korištenja i opskrbe bioplinom i prirodnim plinom

Prirodni plin se proizvodi iz 17 plinskih polja Panona i 9 plinskih polja Jadrana čime se podmiruje 78,1 posto domaćih potreba. Međutim, kada se u proračun uključi samo prirodni plin iz Jadrana koji pripada Hrvatskoj, domaćim prirodnim plinom je podmireno 69,9 posto ukupnih potreba. Više od polovice proizvodnje plina crpi se iz jadranskog podmorja dok najveći dio plina iz Panona dolazi iz ležišta Molve i Kalinovac, uz koja su izgrađena postrojenja za preradu i pripremu plina za transport – Centralne plinske stanice Molve I, II i III.

Transport prirodnog plina je regulirana energetska djelatnost koja se obavlja kao javna usluga i predstavlja osnovnu djelatnost tvrtke PLINACRO, koja je vlasnik i operator plinskoga transportnoga sustava.

U 2011. godini sustavom je transportirano 3,309 milijardi m³ prirodnog plina od čega 2,99 milijardi m³ od ulaza u transportni sustav do izlaznih mjerno-redukcijskih stanica te ostatak od 319 milijuna m³ do podzemnog skladišta plina Okoli. Tijekom 2011. godine na razini sustava je ostvaren najveći transport u iznosu od 13.581.207 m³/dan.

Republika Hrvatska će poticati proizvodnju i uporabu bioplina, domaću proizvodnju bioplinskih postrojenja te izgradnju distribuiranih izvora energije (iskoristivih za potrebe samih farmi, ali i lokalne zajednice) radi zbrinjavanja otpada iz poljoprivredne proizvodnje, smanjenja emisije stakleničkih plinova, ali i poticanja razvoja poljoprivrednih gospodarstva.

Republika Hrvatska Strategijom postavlja cilj da iz poljoprivredne proizvodnje u energetske svrhe iskoristi u 2020. godini ekvivalent od barem 20% ukupnih uvjetnih grla i da tako proizvede oko 2,6 PJ energije iz bioplina odnosno oko 100 milijuna m³ bioplina.

U Strategiji energetskog razvitka se navodi da će RH, zbog povoljnih učinaka na smanjenje emisija u okoliš, poticati uporabu stlačenog prirodnog plina (SPP) u prometu. Mjesto njegove uporabe jesu kamionski koridori (tzv. plave magistrale) i gradski autobusi, ali i automobilski promet. Primjena SPP-a u prometu otvara mogućnost u primjeni stlačenog biometana što će se posebno poticati, jer se time olakšava ispunjavanje obveze primjene obnovljivih izvora energije u prometu.

Danas je bioplin prepoznat u dijelu zakonodavstva koji opisuje biogoriva, ali se njegova proizvodnja ili korištenje u prijevozu ne potiče.

ZET (Zagrebački Električni Tramvaj) poduzeće je specijalizirano za prijevoz putnika na području grada Zagreba. Autobusni prijevoz podružnice ZET organiziran je na području Grada Zagreba i na području gradova Velika Gorica i Zaprešić, te općina Bistra, Luka, Stupnik i Klinča Sela. Cjelokupni autobusni promet odvija se na 129 dnevnih i četiri noćne linije te na 5 linija posebnog linijskog prijevoza.

Radnim danom u vremenima vršnih opterećenja u prometu se nalazi 279 autobusa. Na godinu autobusima ZET-a preveze se oko 94.000.000 putnika.

Vozni je park tipiziran i sastoji se od vozila marke MAN, Marbus, Mercedes Benz i Iveco, smještenih u garažama Podsused, Dubrava i Velika Gorica. Tijekom 2008. i 2009. godine nabavljeno je 214 niskopodnih autobusa, solo i zglobnih, od kojih se 60 koristi stlačenim zemnim plinom.

Od 2007. godine podružnica ZET kao pogonsko gorivo uvodi biodizel, a od 2009. vozi se i na stlačeni plin. Od 3. siječnja 2014. u pogonu je ZET-ova punionica stlačenog zemnog plina za autobuse, a smještena je u Pogonu autobusa Podsused.

Po planovima razvoja, autobusi će rabiti isključivo biogoriva što je velik doprinos javnoga gradskog prijevoza u Gradu Zagrebu smanjenju emisija stakleničkih plinova i onečišćujućih tvari.

2.1 **Proizvodnja i potrošnja bioplina u Republici Hrvatskoj i gradu Zagrebu**

Do izmjena Pravilnika i tarifnog sustava sredinom 2012. godine, izgrađeno je 11 postrojenja na bioplin ukupne instalirane snage od 10,135 MW_{el}. Od njih, 66% kogeneracija na bioplin koristi i proizvedenu toplinsku energiju u sklopu proizvodnog ciklusa na gospodarstvu. Novi tarifni sustav zahtjeva i korištenje dijela toplinske energije kako bi se ispunio uvjet minimalne ukupne učinkovitosti postrojenja od 50% godišnje. Posljedica ovih izmjena u dijelu zakonodavstva koji definira tržište električne energije iz OIE uvod je u stvaranje tržišta toplinske energije iz istih budućih da se temeljni zakonodavni dokumenti koji bi trebali poticati korištenje toplinske energije iz OIE očekuju od 2008. godine.

Trenutno se potiče proizvodnja električne energije iz bioplina putem zajamčene otkupne cijene (FIT) te postoji mogućnost korištenja nepovratnih sredstava za investiciju u rekonstrukciju i/ili izgradnju bioplinskog postrojenja kroz sredstva IPARDa (poljoprivredna politika). Navedene dvije poticajne mjere su međusobno isključive. Postoji mogućnost poticanja proizvodnje bioplina za potrebe prijevoza, ali poticajna stavka nije definirana.

Postojeće stanje korištenja toplinske energije iz kogeneracijskih postrojenja na bioplin je vrlo pozitivno, ali ostaje i činjenica da je samo nekolicina planiranih postrojenja razradila potrošnju toplinske energije.

Na području grada Zagreba trenutno su u funkciji dva bioplinska postrojenja (odlagalište otpada - 2 MW_{el} i otpadne vode – 2,5 MW_{el}).

Vezano uz potencijal proizvodnje biometana iz organskog otpada na području grada Zagreba, razvijena su četiri moguća scenarija.

Proizvodnja biometana temeljem referentnog scenarija prikupljanja otpada iznosit će između 1,1 i 6,95 milijuna m³ u 2020. godini. Količina biometana u minimalnom scenariju je oko 4 puta manja od očekivane potrošnje prirodnog plina u ZET-ovom javnom prijevozu. Količina biometana u maksimalnom scenariju zadovoljava potrebe od oko samo 2 posto finalne potrošnje prirodnog plina u gradu Zagrebu.

U sljedećim tablicama prikazan je godišnji potencijal proizvodnje biometana temeljem razvijenih scenarija.

Tablica 1. Proizvodnja bioplina i biometana - scenarij 1 (mil.Nm³/god)

Parametar	Godina	2011	2015	2017	2020
Bioplin proizvodnja	Mil.Nm ³ /god	0.19	1.07	1.41	2.04
Biometan proizvodnja		0.09	0.60	0.77	1.11

Tablica 2. Proizvodnja bioplina i biometana - scenarij 2 (mil.Nm³/god)

Parametar	2011-bazna god	2015	2017	2020
Bioplin proizvodnja	0.19	1.41	2.72	3.68
Biometan proizvodnja	0.09	0.85	1.63	2.21
Uključujući IBW (industrijski bio-otpad)				
Bioplin proizvodnja	0.19	3.85	5.22	6.24
Biometan proizvodnja	0.09	2.29	3.11	3.72

Tablica 3. Proizvodnja bioplina i biometana – scenarij 3 (mil.Nm³/god)

Parametar	2011-bazna god	2013	2015	2017	2020
Bioplin proizvodnja	0.19	1.84	2.63	2.99	3.41
Biometan proizvodnja	0.09	1.10	1.58	1.80	2.05
Uključujući IBW (industrijski bio-otpad)					
Bioplin proizvodnja	0.19	1.84	5.07	5.50	5.98
Biometan proizvodnja	0.09	1.10	3.02	3.28	3.57

Tablica 4. Proizvodnja bioplina i biometana - scenarij 4 (mil.Nm³/god)

Parametar	2011-bazna god	2015	2017	2020
Bioplin proizvodnja	0.19	4.56	9.12	9.12
Biometan proizvodnja	0.09	2.73	5.47	5.47
Uključujući IBW (industrijski bio-otpad)				
Bioplin proizvodnja	0.19	7.00	11.62	11.62
Biometan proizvodnja	0.09	4.18	6.95	6.95

U tablicama u nastavku prikazane su procjene mogućih scenarija satne proizvodnje bioplina/biometana, temeljene na pretpostavci da postrojenje godišnje ostvaruje 7.690 radnih sati.

Tablica 5. Satna proizvodnja bioplina i biometana - scenarij 1 (Nm³/h)

Parametar	2011	2015	2017	2020
Bioplin proizvodnja	25	139	183	265
Biometan proizvodnja	11	79	100	145

Tablica 6. Satna proizvodnja bioplina i biometana - scenarij 2 (Nm³/h)

Parametar	2011-bazna god	2015	2017	2020
Bioplin proizvodnja	19	184	354	478
Biometan proizvodnja	11	110	212	287
Uključujući IBW (industrijski bio-otpad)				
Bioplin proizvodnja	19	501	679	811
Biometan proizvodnja	11	298	405	484

Tablica 7. Satna proizvodnja bioplina i biometana - scenarij 3 (Nm³/h)

Parametar	2011-bazna god	2013	2015	2017	2020
Bioplin proizvodnja	19	239	342	389	444
Biometan proizvodnja	11	143	205	234	266
Uključujući IBW (industrijski bio-otpad)					
Bioplin proizvodnja	19	239	659	715	777
Biometan proizvodnja	11	143	393	426	464

Tablica 8. Satna proizvodnja bioplina i biometana - scenarij 4 (Nm³/h)

Parametar	2011-bazna god	2015	2017	2020
Bioplin proizvodnja	19	593	1,186	1,186
Biometan proizvodnja	11	356	711	711
Uključujući IBW (industrijski bio-otpad)				
Bioplin proizvodnja	19	910	1,511	1,519
Biometan proizvodnja	11	543	904	909

Proizvodnja biometana u scenariju 4 ukazuje na potencijal koji bi teoretski mogao zadovoljiti godišnje potrebe za gorivom voznog parka ZET-a. Ukoliko se isti potencijal promatra iz perspektive satnog opterećenja koji u definiranom scenariju iznosi 909 Nm³/h, dolazi se do zaključka kako navedena količina nije dovoljna da se zadovolji vršno opterećenje potreba za gorivom prije spomenutog voznog parka (potrebna količina iznosila bi oko 2700 Nm³/h).

Temeljem razvijenih scenarija zaključuje se da je punionica biometana tehnički neizvediva (nedovoljan kapacitet i činjenica već postojeće infrastrukture za opskrbljivanje voznog parka stlačenim prirodnim plinom). Iz navedenih razloga preporučuje se utiskivanje biometana u plinsku mrežu.

3 Transport i distribucija plina

3.1 Republika Hrvatska

Transport prirodnog plina je regulirana energetska djelatnost koja se obavlja kao javna usluga i predstavlja osnovnu djelatnost tvrtke PLINACRO, koja je vlasnik i operator plinskoga transportnoga sustava.

U 2011. godini sustavom je transportirano 3,309 milijardi m³ prirodnog plina od čega 2,99 milijardi m³ od ulaza u transportni sustav do izlaznih mjerno-redukcijskih stanica te ostatak od 319 milijuna m³ do podzemnog skladišta plina Okoli. Tijekom 2011. godine na razini sustava je ostvaren najveći transport u iznosu od 13.581.207 m³/dan.

PLINACRO raspolaže s 2.511 km cjevovoda, a u 2011. godini transport plina se odvijao putem 2.410 km plinovoda. Plin je u transportni sustav preuziman preko 10 priključaka na ulaznim mjernim stanicama. Od tih 10 priključaka, 8 je u funkciji prihvata plina iz proizvodnih polja na teritoriju Republike Hrvatske, dok su 2 priključka međunarodni i u funkciji su prihvata plina iz uvoznih dobavnih pravaca (Rusija, Slovenija, Italija, Mađarska).

Predaja plina iz transportnog sustava odvijala se putem 193 priključka smještenih na 157 izlaznih mjerno-redukcijskih stanica. Od navedenih priključaka njih 40 je u funkciji predaje plina industrijskim kupcima na transportnom sustavu, dok se putem 151 priključka plin predaje u distribucijske sustave. Transportni sustav omogućuje predaju plina na području 16 županija.

U Hrvatskoj je u 2011. godini poslovalo 36 tvrtki koje su se bavile distribucijom prirodnog plina. Duljina distribucijske plinske mreže za plin iznosi 18.149 km.

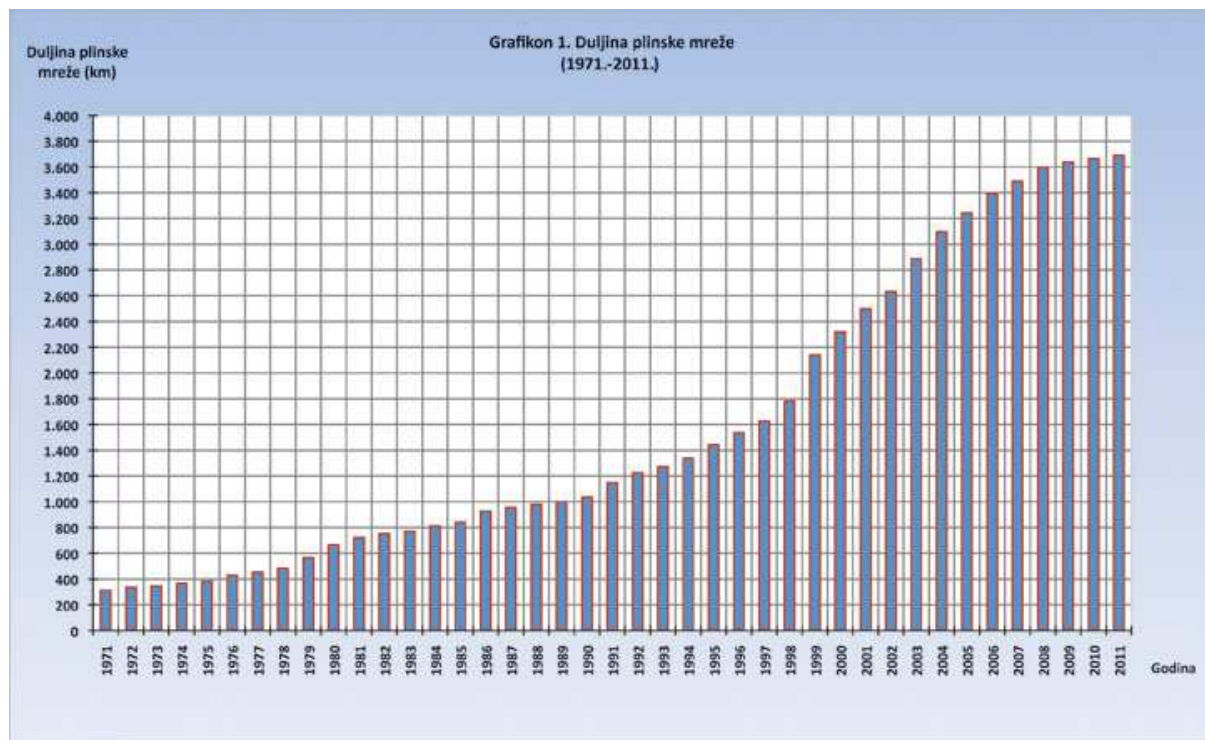
Visina novčane naknade za distribuciju plina i koncesiju za izgradnju distribucijskog sustava određuje se prema Uredbi o visini i načinu plaćanja naknade za koncesiju za distribuciju plina i koncesiju za izgradnju distribucijskog sustava („Narodne novine“, broj 27/2010) u iznosu od 0,5 do 1,5 posto od ostvarenog prihoda koncesionara, koji je on ostvario obavljanjem energetske djelatnosti distribucije plina u prethodnoj godini na području za koje se daje koncesija. Krajem 2011. godine HERA je donijela Pravilnik o naknadi za priključivanje na plinski distribucijski ili transportni sustav i za povećanje priključnog kapaciteta („Narodne novine“, broj 137/2011) kojim se uređuje stvaranje tehničkih uvjeta u distribucijskom ili transportnom sustavu, metodologija utvrđivanja naknade za priključenje na plinski distribucijski ili transportni sustav i za povećanje priključnog kapaciteta kao i raspolaganje priključkom. Pravilnik su dužni primjenjivati operator distribucijskog sustava i operator transportnog sustava, investitor ili vlasnik građevine koja se priključuje na distribucijski ili transportni sustav i izvođač priključka.

3.2 Grad Zagreb

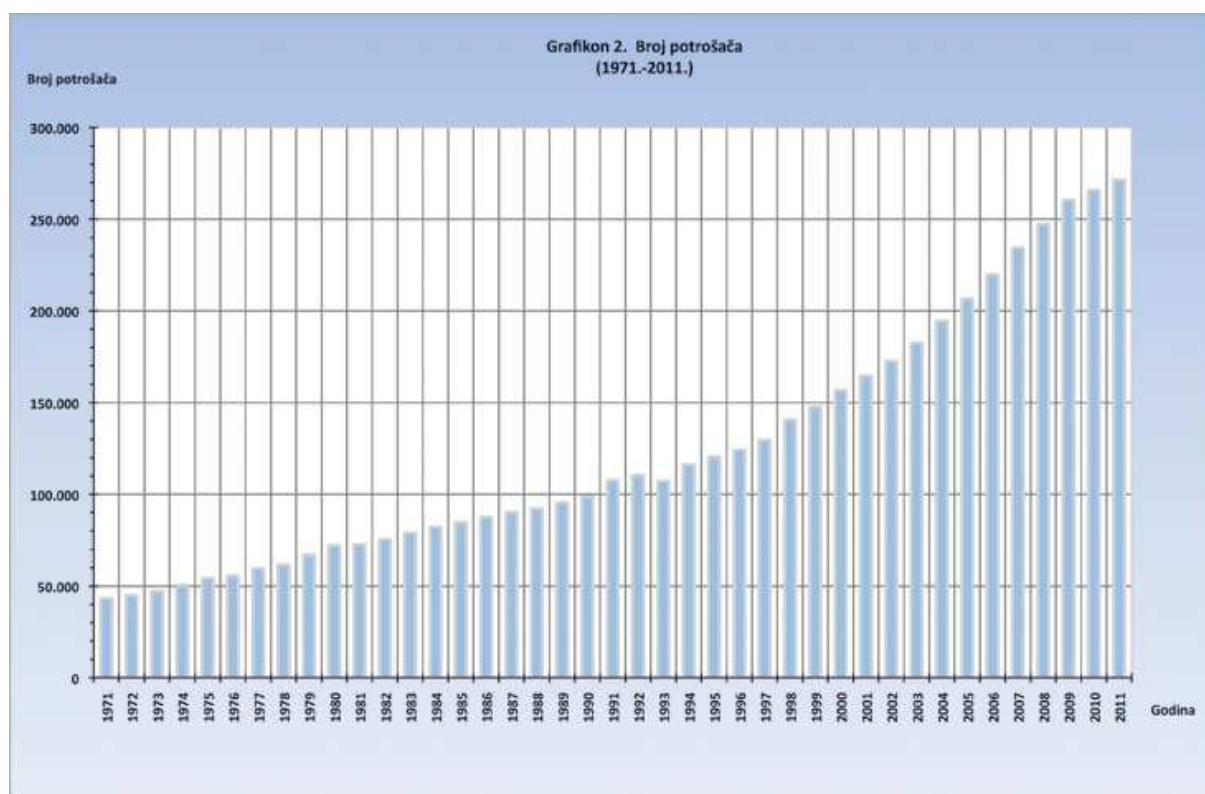
Gradska plinara Zagreb d.o.o. je energetska subjekt koji obavlja reguliranu energetska djelatnost distribucije plina. U stopostotnom je vlasništvu Zagrebačkog holding d.o.o. i tradicijom dugom 150 godina. Sukladno Zakonu o tržištu plina koji je usklađen s odredbama Direktiva Europske unije o zajedničkim pravilima unutarnjeg tržišta prirodnog plina 2003/55/EU tijekom 2008. godine u Gradskoj plinari Zagreb d.o.o. provedeno je pravno razdvajanje regulirane djelatnosti distribucije prirodnog plina od djelatnosti opskrbe plinom koja je tržišna djelatnost. Gradska plinara Zagreb d.o.o. kao operator distribucijskog sustava odgovorna je za vođenje, održavanje i razvijanje sigurnog, pouzdanog i učinkovitog distribucijskog sustava. Prema Zakonu o energiji energetska subjekti mogu obavljati energetska djelatnost temeljem dozvole koju izdaje Hrvatska energetska regulatorna agencija. Dozvolu za obavljanje energetske djelatnosti distribucije plina posjeduje od 29.01.2004. godine na razdoblje od 15 godina.

Od 1986. godišnja isporuka plina raste do 1993., kada je dosegnut apsolutni maksimum isporuke plina u povijesti plinare: 655.453.000 m³. Nakon toga slijedi smanjenje koje se ima

pripisati izdvajanju velikih toplana (TE-TO i EL-TO) iz distribucijskog sustava plinare. Od godine 1971. do 2011. plinska mreža se, uz neke oscilacije, prilično ujednačeno povećavala do 1997., a između 1998. i 2004. širila se naglo (oko 200.000 m godišnje, uz rekord od 356.000 m 1999. godine). Od 2005. do 2008. uslijedilo je razdoblje stabilizacije tijekom kojeg je godišnje povećanje iznosilo nešto više od 100.000 m, 2009. povećanje pada na 43.000 m, a nakon toga se stabilizira između 25.000 i 30.000 m godišnje. Krajem 2011. dosegnuta je ukupna duljina plinske mreže Gradske plinare Zagreb d.o.o. od 3.691.000 m. Slično se povećavao i broj potrošača: prilično ujednačen je uspon sve do 1997., kada je njihov broj dosegao 129.528. Od 1998. do 2009. bilježimo stalan nagli rast broja potrošača. Tijekom proteklih dviju godina broj potrošača povećava se ritmom od oko 5.000 novih potrošača godišnje. Krajem 2011. zabilježeno je 271.438 potrošača Gradske plinare Zagreb d.o.o.

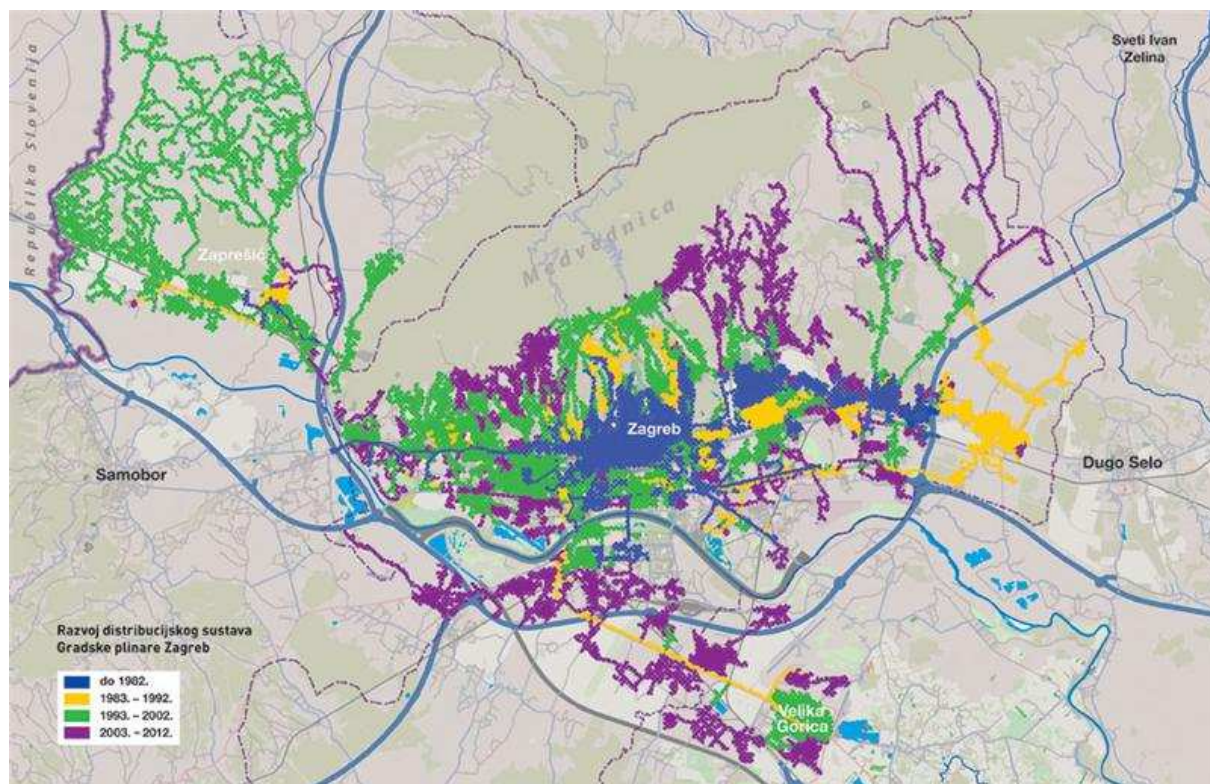


Slika 1. Duljina plinske mreže – Gradska plinara Zagreb d.o.o.



Slika 2. Broj potrošača – Gradska plinara Zagreb d.o.o.

Na karti u nastavku je prikazano širenje plinske mreže do 1982. godine (vidi kartu – tamnoplava boja), gdje se vidi da su urbana područja Zagreba i industrijske zone plinificirani. Do tada je ukupna duljina mreže iznosila 762.000 m s ukupno 34.945 potrošača. Između 1983. i 1992. mreža je produljena na 1.207.000 m, a ukupan broj potrošača iznosio je 110.264 (vidi kartu – žuta boja). Slijedilo je desetljeće tijekom kojega se ukupna duljina mreže više nego udvostručila i 2002. iznosila je 2.633.000 m, a na nju je bilo priključeno 172.617 potrošača (vidi kartu – zelena boja). Do kraja 2011. mreža je povećana na 3.691.000 m i 271.438 potrošača (vidi kartu – ljubičasta boja).



Slika 3. Razvoj distribucijskog sustava Gradske plinare Zagreb

Usklađivanjem zakonodavstva Republike Hrvatske s energetsom politikom Europske unije, područje energetike regulirano je kroz tri paketa mjera. Prvim paketom mjera 90-ih godina prošlog stoljeća odvojen je transportni sustav od ostalih djelatnosti i uvedena je obveza javne usluge. Drugi paket mjera potencirao je potrebu sigurne opskrbe prirodnim plinom i prekograničnu suradnju. Treći je paket mjera predvidio veću ulogu tržišnog regulatora (u Hrvatskoj: Hrvatska energetska regulatorna agencija), a važne su i odredbe o neovisnosti transportnog sustava, sustava skladištenja i distribucijskog sustava u odnosu na ostale djelatnosti. U okviru navedenog, 24. travnja 2008. osnovano je novo trgovačko društvo Gradska plinara Zagreb – Opskrba d.o.o. i ono je 1. srpnja 2008. preuzelo poslove nabave i opskrbe plinom krajnjih kupaca spojenih na plinski distribucijski sustav Gradske plinare Zagreb d.o.o., koja od 1. srpnja 2008. obavlja isključivo djelatnost distribucije plina na svom distribucijskom sustavu. Oba trgovačka društva u 100-postotnom su vlasništvu Zagrebačkog holdinga d.o.o.

4 Javni prijevoz u gradu Zagrebu

Autobusni prijevoz podružnice ZET organiziran je na području Grada Zagreba i na području gradova Velika Gorica i Zaprešić, te općina Bistra, Luka, Stupnik i Klinča Sela. Cjelokupni autobusni promet odvija se na 129 dnevnih i četiri noćne linije te na 5 linija posebnog linijskog prijevoza. Autobusnih je stajališta na mreži ZET-a 2.103, od toga 1.614 na području Grada Zagreba.

Radnim danom u vremenima vršnih opterećenja u prometu se nalazi 279 autobusa, subotom 186, a nedjeljom i blagdanom 120 autobusa. Na godinu autobusima ZET-a preveze se oko 94.000.000 putnika. Od 3. rujna 2007. godine, odlukom Gradskog poglavarstva Grada Zagreba, podružnica ZET organizira i prijevoz školske djece.

Vozni je park tipiziran i sastoji se od vozila marke MAN, Marbus, Mercedes Benz i Iveco, smještenih u garažama Podsused, Dubrava i Velika Gorica. Nova su vozila uglavnom niskopodna, zbog čega je javni gradski prijevoz pristupačan svim kategorijama korisnika. Tijekom 2008. i 2009. godine nabavljeno je 214 niskopodnih autobusa, solo i zglobnih, od kojih se 60 koristi stlačenim zemnim plinom. Početkom 2010. godine niskopodni autobusi čine 83 posto od ukupnog broja autobusa u voznom parku ZET-a.

Od 2007. godine podružnica ZET kao pogonsko gorivo uvodi biodizel, a od 2009. vozi se i na stlačeni plin. Od 3. siječnja 2014. u pogonu je ZET-ova punionica stlačenog zemnog plina za autobuse, a smještena je u Pogonu autobusa Podsused.

5 Tehnički zahtjevi za korištenje bioplina

5.1 Utiskivanje u mrežu prirodnog plina

Postoji nekoliko opcija koje se mogu razmatrati u kontekstu utiskivanja biometana u mrežu prirodnog plina.

Ekonomsko i financijski najskuplja opcija je utiskivanje u transportnu plinsku mrežu (50 bar). Trošak kompresije biometana na tu razinu je ekonomski neisplativ.

Visokotlačni distribucijski plinovod (6 bar) predstavlja zanimljivu opciju za priključnu točku, s obzirom da je razina izlaznog tlaka iz pojedinih procesa pročišćavanja bioplina jednaka razini tlaka u takvim plinovodima. Nadalje, volumen prirodnog plina je značajan u smislu veće potrošnje čak i za vrijeme ljetnih mjeseci.

Utiskivanje u distribucijsku mrežu srednjeg tlaka (3 bar) ili distribucijsku mrežu niskog tlaka (100 mbar) predstavlja možda najpraktičnije rješenje. Međutim, područje pokriveno takvim plinovodima mora biti dovoljno veliko da bi se osiguralo minimalno ljetno opterećenje, tj. potrošnja veća od izlazne struje biometana.

Sheme utiskivanja i monitoringa, ovisno o veličini proizvodnje biometana i o sigurnosnim zahtjevima, mogu varirati od jednostavnih injekcijskih sustava do onih kompleksnih. Jednostavni injekcijski sustav može se koristiti za utiskivanje biometana u distribucijski plinovod te troškovi izgradnje takvog postrojenja iznose od 120.000 do 160.000 EUR (bez kompresora).

Ovisno o tehnologiji za pročišćavanje bioplina i proizvodnju biometana, za samo utiskivanje u distribucijsku plinsku mrežu, postoji eventualna potreba za dodatnom kompresijom.

S obzirom na vrstu tehnologije, izlazni tlak varira te se kreće između 150 mbar (pranje aminima), 4-7 bar (adsorpcija s varijacijama tlaka) i 5-10 bar (pranje vodom pod pritiskom).

Korištenjem tehnologije pranja vodom pod pritiskom (*eng. water scrubber*) moguće je ostvariti ulaz u visokotlačnu distribucijsku plinsku mrežu bez potreba za dodatnom kompresijom.

U sklopu WP4 Proizvodnja bioplina i biometana na području grada Zagreba analizirane su moguće lokacije za proizvodnju biometana u gradu Zagrebu. Za svaku od lokacija napravljena je financijska analiza iz perspektive potrebnih investicija u priključak na transportnu i distribucijsku mrežu prirodnog plina. Rezultati analize prikazani su u tablicama u nastavku.

Tablica 9. Priključak na distribucijsku mrežu – duljine i investicije

LOCATION	Gas distribution network			Investment (EUR)			Total (EUR)	
	Middle/low pressure		High pressure	Middle/low pressure	High pressure	Connection	Middle/low pressure	High pressure
	length, m	diameter, mm	length, m					
Prudinec	4 324	225	5 215	432 400	778 320	140 000	572 400	918 320
Resnik	457	160	779	45 700	82 260	140 000	185 700	222 260
Markusevec	365	225	837	36 500	65 700	140 000	176 500	205 700
Dumovečki lug	5 380	110	2 908	538 000	968 400	140 000	678 000	1 108 400

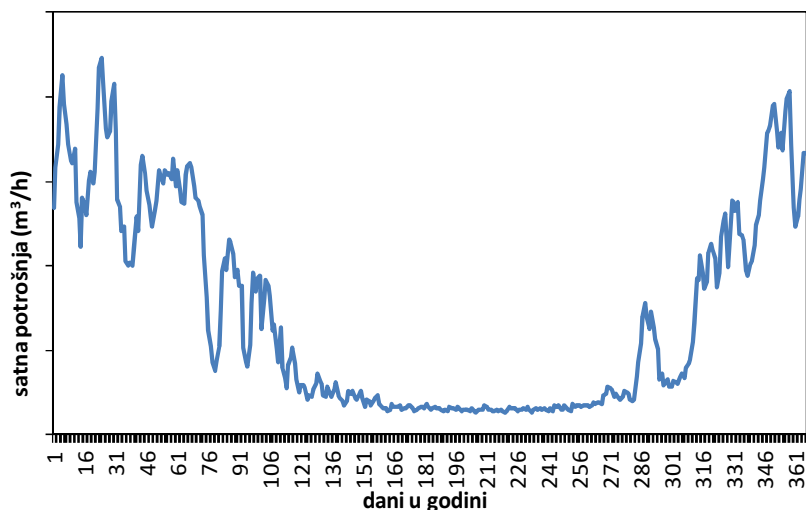
Tablica 10. Priključak na transportnu mrežu – duljine i investicije

LOCATION	Gas transmission network			Investment (EUR)		
	PRS	length, m	diameter mm	Pipeline	Connection	TOTAL
Prudinec	Zg Jug	8 407	500	2 522 100	250 000	2 772 100
Resnik	Zg Istok	1 848	250 - 300	554 400	250 000	804 400
Markusevec	Zg Istok	8 254	250 - 300	2 476 200	250 000	2 726 200
Dumovečki lug	Ivanja Reka	4 676	500 - 700	1 402 800	250 000	1 652 800

Investicije priključka na visokotlačni distribucijski plinovod, ovisno o lokaciji izgradnje postrojenja za proizvodnju biometana više su za 15 do 60 posto od investicija priključka na srednjetačni ili niskotlačni distribucijski plinovod.

Investicije priključka na transportni plinovod, ovisno o lokaciji postrojenja za proizvodnju biometana, više su za 2 do 15 puta od investicija priključka na distributivni plinovod.

S obzirom na rezultate ekonomske analize te kriterij najmanjih investicija, moglo bi se pretpostaviti da je priključenje na plinsku mrežu srednjeg ili nižeg tlaka najbolja opcija. Međutim, s obzirom na izrazito razvijen viskotlačni distribucijski plinovod grada Zagreba, koji opskrbljuje mrežu srednjeg i niskog tlaka gdje potrošnja ima „sezonsku“ karakteristiku (potrošnja u ljetnim mjesecima mogla bi biti niža od satne proizvodnje biometana), preporučuje se utiskivanje u visokotlačni distributivni plinovod te se preporučuje korištenje tehnologija adsorpcija s varijacijama tlaka ili pranje vodom pod pritiskom sa operativnim tlakovima iznad 6 bara.

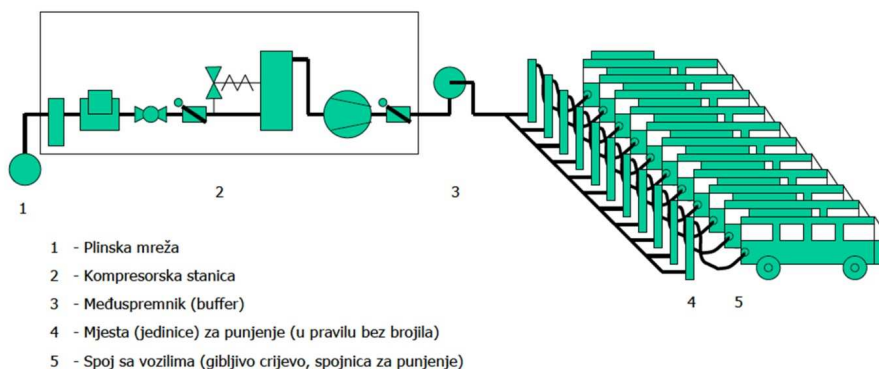


Slika 4. Dijagram godišnje potrošnje u kućanstvima

5.2 Javni prijevoz

Za punjenje vozila na prirodni plin postoje načelno dvije vrste punionica (za sporo i brzo punjenje).

Punionice za sporo punjenje – koriste koncepciju u kojoj kompresor, izravno spojen na plinsku mrežu komprimira prirodni plin i izravno puni visokotlačni spremnik u vozilu kroz fleksibilno (gibljivo) crijevo za punjenje. Vozilo ne smije biti pokrenuto za vrijeme procesa punjenja. U trenutku kad se dosegne potrebna razina tlaka, kompresor se automatski isključuje. Sporo punjenje se preporuča kod voznog parka u kojem se vozila vraćaju u središnju (centralnu) garažu gdje borave npr. tijekom noći, ili kod osobnih vozila uporabom tzv. kućnih punionica koje su spomenute u nastavku. Uobičajeno vrijeme punjenja iznosi 6 do 8 sati. Dakle, tijekom razdoblja izvan redovne dnevne uporabe vozila (osobna vozila, taksi vozila, autobusi, viličari, čamci itd...) se pune izravno.



Slika 5. Sporo punjenje vozila (u pravilu tijekom noći) izravno putem kompresora

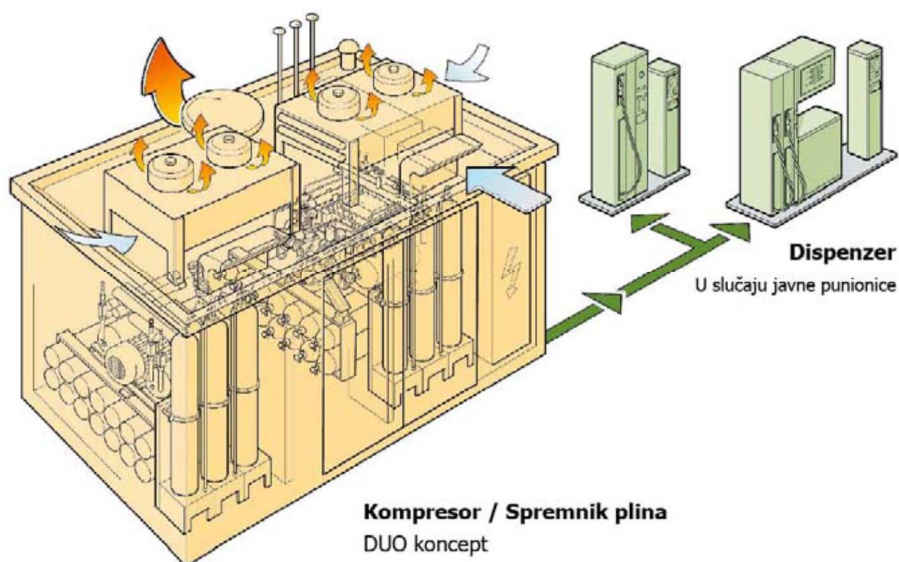
Brzo punjenje – stanica za brzo punjenje omogućava istu brzinu punjenja kao i u slučaju uporabe konvencionalnih goriva (dizelskog goriva i motornog benzina) od 3 do 7 minuta u slučaju osobnih i dostavnih vozila.

Prirodni plin je komprimiran do maksimalnog tlaka od 200 do 300 bar i pohranjen u spremničkom prostoru punionice. Na početku, kompresor puni bateriju visokotlačnih spremnika punionice. Kroz dispencer, vozilo se zatim puni stlačenim plinom u razdoblju od nekoliko minuta, što je usporedivo s trajanjem punjenja vozila na klasična motorna goriva (prirodni plin ili dizel). Ispražnjeni plin iz spremnika se zatim nadopunjuje pomoću kompresora. Kod brzog punjenja količina plina u spremniku vozila po završetku punjenja je do 20% manja u odnosu na sporo punjenje. Razlog je što prirodni plin koji ulazi u spremnik naglo podiže tlak i tlači i prirodni plin koji se već nalazi u spremniku. Temperatura u spremniku raste što ima za posljedicu smanjenje gustoće plina, osim u slučaju kad se brzim punjenjem puni potpuno prazan spremnik (tada temperatura na početku naglo pada što djelomično kompenzira kasniji porast temperature).

Kombinacija brzog i sporog punjenja može biti od interesa operatorima s velikim voznim parkom u kojima samo dio od ukupnog broja vozila potrebuje brzo punjenje. Na ovaj se način smanjuje potreban skladišni kapacitet (spremnički prostor) punionice (baterija spremnika) čime se snižavaju potrebni investicijski troškovi.

Kombinacija brzog i sporog punjenja se također može koristiti u slučaju kad nije moguće na početku projekta sa dovoljnom pouzdanošću procijeniti kako će brzo rasti potražnja za stlačenim plinom. Kapacitet punionice je moguće proširiti naknadno. Gradnjom punionice čiji je kapacitet moguće naknadno proširiti smanjuje se rizik ulaganja. Kombinacija brzog i sporog punjenja može se koristiti za zadovoljavanje različitih grupa korisnika npr. vanjski se korisnici koriste brzim punjenjem, dok se vlastita vozila tvrtke mogu sporo puniti tijekom noći.

Glavne komponente „klasične“ punionice za brzo punjenje su prikazane u nastavku. Osnovna razlika između punionice za brzo i sporo punjenje jest u tome što stanice za sporo punjenje nemaju visokotlačni skladišni prostor (baterije među spremnika) i uređaje za mjerenje količine isporučenog stlačenog plina (ako mjerenje plina i postoji, ono je obično na niskotlačnom ili srednjetačnom ulazu plina u kompresor) zbog čega su jeftinije.

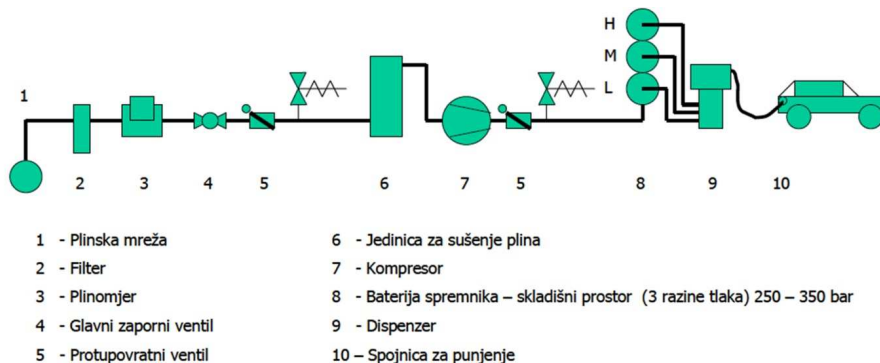


Slika 6. Punionica za brzo punjenje vozila stlačenim plinom

Nužno je da stanice za punjenje vozila stlačenim plinom imaju opremu koja sprečava ulazak kompresorskog ulja u spremnik vozila, osigurava da je plin bez vlage i bez nečistoća te da je razina sumpora u prirodnom plinu na prihvatljivoj razini.

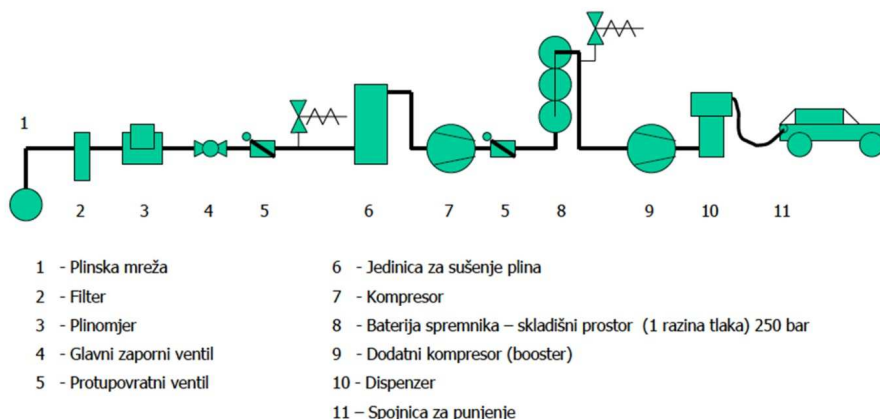
Načelno, na tržištu su danas dostupne slijedeće koncepcije punionica za brzo punjenje:

- Punionice za brzo punjenje s klipnim kompresorom i tri baterije spremnika s tri različite razine tlaka:



Slika 7. Punionice za brzo punjenje – klipni kompresor i skladišni prostor s tri baterije spremnika

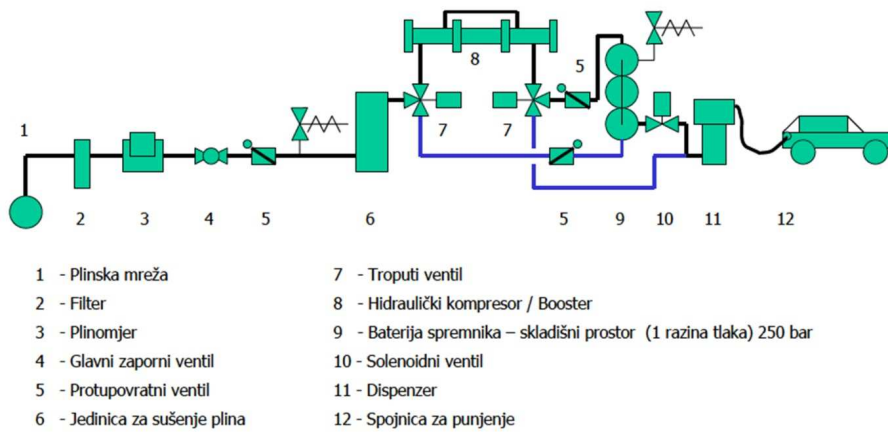
- Punionice za brzo punjenje s klipnim kompresorom, dodatnim kompresorom (booster-om) i baterijom spremnika s jednom razinom tlaka:



Slika 8. Koncept punionice za brzo punjenje s klipnim kompresorom, dodatnim kompresorom (booster-om) i baterijom spremnika s jednom razinom tlaka

Dodatni kompresor (booster) služi za dodatno dizanje razine tlaka i na taj način izbjegavanjem potrebe za uporabom spremnika s tri razine tlaka. Tlak na izlazu iz prvog kompresora ili baterije spremnika (s jednom razinom tlaka) predstavlja tlak na ulazu drugog kompresora (boostera). Osnovni cilj uporabe drugog kompresora (boostera) jest skraćivanje potrebnog vremena punjenja vozila. Odluka o uporabi drugog kompresora (boostera) ovisi o izvornom ulaznom tlaku kod prvog kompresora (tlak plinske mreže), željenom vremenu (punjenja) i broju vozila koja je potrebno opslužiti u jedinici vremena, te odnosu investicija u nabavku i troškova održavanja baterije spremnika s tri razine tlaka u odnosu na dodavanje drugog kompresora.

- Hidraulički kompresor s baterijom spremnika s jednom razinom tlaka:



Slika 9. Koncept punionice za brzo punjenje - hidraulički kompresor s baterijom spremnika s jednom razinom tlaka

Tzv. dinamički spremnici plina mogu smanjiti potreban kapacitet spremnika za brzo punjenje na punionici u odnosu na klasične statične visokotlačne spremnike, omogućavaju ravnomjernije punjenje vozila stlačenim plinom.

6 Ekonomska i organizacijska razmatranja

6.1 Utiskivanje u mrežu prirodnog plina

Potencijalni trošak biometana na priključku plinovoda ovisi o specifičnim troškovima skupljanja i procesuiranja otpada te o troškovima proizvodnje i pročišćavanja bioplina do razine biometana. S obzirom da je koncept definiran scenarijski, izračun troškova bioplina predstavlja kompleksan problem. U ekonomskim razmatranjima koristit će se specifične cijene u Njemačkoj uvećane za 30 posto (utjecaj tržišta u razvoju i nedostatak tehnologije). Troškovi biometana izračunati na takav način iznose od 0,5 do 0,7 kn/kWh.

Cijena transporta i utiskivanja plina u distribucijsku mrežu prirodnog plina će prema pojednostavljenoj metodi kalkulacije (povrat investicije u roku od 10 godina) za očekivanu proizvodnju bioplina iznositi od 0,007 do 0,035 kn/kWh (ovisno o scenariju proizvodnje te udaljenosti od lokacije do mreže plina).

U tablici u nastavku prikazani su troškovi investicije potrebne za utiskivanje biometana u mrežu distribucijskog plinovoda, s obzirom na definirane lokacije i scenarije.

Tablica 11. Troškovi utiskivanja biometana u distribucijsku mrežu plinovoda

LOCATION	Investment (kn)	Biomethane production (kWh)				Connection costs (kn/kWh)				
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	average
Prudinec	6 887 400	10 483 333	35 133 333	33 716 667	65 638 889	0.066	0.020	0.020	0.010	0.029
Resnik	1 666 950	10 483 333	35 133 333	33 716 667	65 638 889	0.016	0.005	0.005	0.003	0.007
Markusevec	1 542 750	10 483 333	35 133 333	33 716 667	65 638 889	0.015	0.004	0.005	0.002	0.007
Dumovečki lug	8 313 000	10 483 333	35 133 333	33 716 667	65 638 889	0.079	0.024	0.025	0.013	0.035

Cijena biometana na ulazu u distribucijsku mrežu prirodnog plina će iznositi između 0,51 i 0,74 kn/kWh. Gornja cijena je značajno viša od cijene prirodnog plina na ulazu u distribucijsku plinsku mrežu, koja iznosi od 0,24 do 0,37 kn/kWh.

6.2 Javni prijevoz

Provedena je detaljna ekonomska i financijska analiza upotrebe stlačenog prirodnog plina u prometnom sektoru na području grada Zagreba. Trošak gradnje, održavanja te operativni troškovi punionice, ovisno o kapacitetu i razini iskorištenosti, iznose između 0,06 i 0,14 kn/kWh.

Cijena distribucije plina u gradu Zagrebu iznosi 0,039 kn/kWh. Na temelju ulaznih indikatora, ukupna cijena biometana na izlazu iz stanice za punjenje iznosila bi između 0,61 i 0,91 kn/kWh, bez PDV-a. Spomenuta cijena u manjem iznosu niža je od cijene dizelskog goriva i benzina, ali u većem iznosu nešto je veća od cijena motornih goriva.

7 Zakonodavni okvir za korištenje biometana

7.1 Utiskivanje u mrežu prirodnog plina

U RH postoji krovni zakonodavni okvir za proizvodnju biometana iz bioplina i njegovo utiskivanje u plinsku mrežu kroz poštivanje važećih pravila koja proističu iz Zakona o tržištu plina (NN 40/07; 152/08; 83/09; 114/11).

Zakon o tržištu plina, navodi u prvom članku:

"(2) Pravila utvrđena ovim Zakonom i propisima donesenim na temelju njega primjenjuju se i na bioplin, plin iz biomase i druge vrste plina ako se te vrste plina mogu tehnički i sigurno transportirati kroz plinski sustav."

Mrežna pravila plinskog distribucijskog sustava (NN 50/09) dozvoljavaju (čl.3) umješavanje bioplina, plina iz biomase i drugih vrsta plina s prirodnim plinom, samo ako se te vrste plina mogu tehnički i sigurno dodavati u tok prirodnog plina te ako se dobivena smjesa plina može tehnički i sigurno distribuirati kroz distribucijski sustav. Bioplin ili smjesa plina treba odgovarati standardnoj kvaliteti prirodnog plina iz Priloga 1. Općih uvjeta za opskrbu prirodnim plinom. Umješavanje plina odobrava operator distribucijskog sustava. Operator distribucijskog sustava dužan je preuzeti u distribucijski sustav plin koji kvalitetom odgovara standardnoj kvaliteti plina iz Priloga 1. Općih uvjeta za opskrbu prirodnim plinom (čl.13).

Opći uvjeti za opskrbu prirodnim plinom (NN 43/09) svoje odredbe primjenjuju i na bioplin.

NKD 2007 (NN 58/2007) prepoznaje tri djelatnosti vezane za Proizvodnju plina; distribuciju plinovitih goriva distribucijskom mrežom (NKD 35.2) čime bi se proizvodnja biometana mogla registrirati kao zasebna djelatnost ili NKD 35.21 Proizvodnja plina.

Nedostaje dio provedbenih propisa koji bi omogućili jednostavan i transparentan put biometana do potrošača poput tehničkih uvjeta za utiskivanje biometana, pozitivna diskriminacija prema korištenju i/ili utiskivanju biometana u plinsku mrežu, plaćanje priključka i slično. Projekt IEE GreenGasGrids¹ pokušava dati sugestije za integraciju tržišta biometana u tržište prirodnog plina.

7.2 Javni prijevoz

Danas je bioplin prepoznat u dijelu zakonodavstva koji opisuje biogoriva, ali se njegova proizvodnja ili korištenje u prijevozu ne potiče.

Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o biogorivima za prijevoz (NN 145/2010), definira (članak 3., stavak 1., točka 1.):

"1. *biogorivo* je tekuće ili plinovito gorivo za pogon motornih vozila i brodova za potrebe prijevoza, proizvedeno iz biomase,

2. *biomasa* je biorazgradivi dio proizvoda, otpada i ostataka biološkog podrijetla iz poljoprivrede (uključujući tvari biljnoga i životinjskoga podrijetla), šumarstva i srodnih proizvodnih djelatnosti uključujući ribarstvo i akvakulturu, kao i biorazgradivi dio industrijskoga i komunalnoga otpada"

(...) u stavku 2. se navodi da se u smislu ovoga Zakona sljedeći proizvodi smatraju biogorivima (...):

"5. *bioplin* je plinovito gorivo koje se proizvodi od biomase i/ili od biorazgradivoga dijela otpada, koje se može pročistiti do kvalitete prirodnoga plina, da bi se koristilo kao biogorivo za umješavanje s prirodnim plinom ili generatorski plin."

¹ Više o projektu IEE GreenGasGrids može se naći <http://www.greengasgrids.eu/> ili na navedeni kontakt u EIHP-u.

Zakon potiče proizvodnju sljedećih biogoriva (članak 20.): (1) biodizel iz uljane repice, otpadnog jestivog ulja i lignoceluloznih sirovina; (2) bioetanol iz kukuruza, šećerne repe i lignoceluloznih sirovina (3) bioplina i (4) biometanol. Međutim, model poticanja je razvijen samo za biodizel i bioetanol.

Poticanje proizvodnje bioplina za potrebe prijevoza se može odrediti izmjenama Uredbe o poticanju proizvodnje biogoriva Vlade RH. Posebna se vrijednost bioplina kao biogoriva, ukoliko se proizvodi iz otpada, nalazi u njegovom dvostrukom vrednovanju kod ispunjenja nacionalnog cilja za OIE u prijevozu. Iz Nacionalnog akcijskog plana vidljivo je da će RH teško ispuniti zadani cilj iz vlastitih sirovina, pogotovo kada se uzmu ograničenja kroz kriterije održivosti u proizvodnji biodizela i bioetanol iz uljarica i škrobnih usjeva. Udio bioplina u prijevozu u Nacionalnom akcijskom planu se pojavljuje u 2016. godini (0,36 PJ) da bi u 2020. godini iznosio 0,62 PJ.

Pravilnikom o sustavima za opskrbu motornih vozila stlačenim prirodnim plinom (SPP-om), „Narodne novine“ broj 134/09, propisani su sigurnosno tehnički uvjeti pri projektiranju, izradi, sklapanju, postavljanju i provjeri sastavnih dijelova i sklopova koji čine tehničko-tehnološku cjelinu sustava za opskrbu motornih vozila stlačenim prirodnim plinom (u daljnjem tekstu SPP), kao i provedba mjera zaštite od požara i eksplozija na tom prostoru s obzirom na opskrbu tom vrstom plinskog goriva.

Ovim Pravilnikom propisuju se i sigurnosno tehnički uvjeti, provedba mjera zaštite od požara i eksplozija na prostoru postaje za opskrbu prijevoznih sredstava gorivom u dijelu koji s obzirom na posebne uvjete opskrbe plinskim gorivom na postaji nije uređen propisom o postajama za opskrbu prijevoznih sredstava gorivom.

Sustavom za opskrbu motornih vozila SPP-om, u smislu ovog Pravilnika, smatra se dio prostora na postaji za opskrbu prijevoznih sredstava gorivom na kojem je smješten sustav za opskrbu motornih vozila SPP-om i čini ga tehničko-tehnološka cjelina kojom se na lokaciji postaje obavlja punjenje spremnika vozila s pogonom na SPP, odnosno oprema kojom se na lokaciji postaje stlači, skladišti ili eventualno na drugi način dodatno priprema prirodni plin, te se u spremnik vozila isporučuje u stanju pogonskog goriva potrebnog za opskrbu motornih vozila s pogonom na SPP.

Ovaj Pravilnik propisuje da je sustav za opskrbu motornih vozila SPP-om, uključujući sve sastavne dijelove postaje za opskrbu motornih vozila SPP-om, od ulazne prirubnice na mjestu spoja sa dobavnim plinovodom do spojnice za punjenje vozila, sklop izveden u skladu s važećim propisima o tlačnoj opremi i hrvatskih normi vezanih za njihovu primjenu.

Ovim Pravilnikom propisuju se i sigurnosno tehnički uvjeti pri projektiranju, izradi, sklapanju, ugradnji i provjeri komponenata i sklopova sustava kojim se pune spremnici pod tlakom na vozilima do nazivnog (uobičajenog) tlaka punjenja od 20 Mpa (200 bar) pri temperaturi od 15 °C, a uvjeti se odnose na sustave za opskrbu motornih vozila SPP-om s ukupnim maksimalnim kapacitetom kompresora većim od 10 m³/h (rad unutar projektnih parametara sustava) i/ili s maksimalnim tlakom kompresora većim od 20 Mpa (200 bar).

Uvjeti propisani ovim Pravilnikom mogu se primijeniti i na sustave s višim tlakom punjenja uzimajući u obzir sigurnost rada komponenata, odnosno sigurnosne udaljenosti, mehaničku čvrstoću i provjeru sigurne ugradnje opreme pod tlakom.

Uvjeti propisani ovim Pravilnikom obuhvaćaju svu opremu ugrađenu u sustavu za opskrbu motornih vozila SPP-om počevši od ulazne prirubnice do izlaznog otvora na spojnici za punjenje (pipcu za punjenje), pripadajuće zgrade, odnosno objekte i prometne površine. Otvori na spojnicama za opskrbu SPP-om (pipcima) na postaji za opskrbu motornih vozila se smatraju kao krajnja točka na koju se odnose ovi uvjeti.

Uvjeti propisani ovim Pravilnikom primjenjuju se na jednak način i na postaje za opskrbu motornih vozila SPP-om s oznakama javne postaje za opskrbu motornih vozila gorivom (uslužna ili samoposlužna postaja) i na postaje s oznakama postaje za opskrbu motornih vozila gorivom s ograničenjem pristupa. Uvjeti propisani ovim Pravilnikom na taj način odnose se na sustave za opskrbu SPP-a na kojima se opskrba nudi kao posluživanje kupca

(servisna usluga – usluga servisa od strane radno sposobne osobe zaposlenika postaje) i na sustave na kojima je za to ponuđena samoposluga (self-service).

U nastavku je dan popis relevantnih i referentnih normi na kojima se temelji Pravilnik:

- ISO 14469-1:2004 (NGV standard)
- HRN EN 60079-10
- HRN EN 60079-14
- IEC 1340-4-1
- HRN EN 1127-1
- HRN EN ISO 13943
- HRN EN 13501-1: 2002 Klasifikacija građevinskih proizvoda i elemenata obzirom na ponašanje u požaru: Dio 1: Klasifikacija na osnovi reakcije na požar
- HRN EN 1364-1 Ispitivanje otpornosti na požar za nenosive elemente: Dio 1: Zidovi
- HRN EN 1364-2 Ispitivanje otpornosti na požar za nenosive elemente: Dio 2: Stropovi
- HRN EN 1365-1 Ispitivanje otpornosti na požar nosivih elemenata: Dio 1: Zidovi
- HRN EN 1365-2 Ispitivanje otpornosti na požar nosivih elemenata: Dio 2: Podovi i krovovi
- HRN EN 1366-1 Ispitivanje na požar servisnih instalacija: Dio 1: Kanali
- HRN EN 1366-2 Ispitivanje na požar servisnih instalacija: Dio 2: Protupožarne zaklopke
- HRN EN 1634-1 Ispitivanje otpornosti na požar vrata i elemenata za zatvaranje otvora

Pravilnik jasno i precizno klasificira zone opasnosti. Prostorni prikaz zona opasnosti pri tom odgovara u ovom Pravilniku opisanim i u praksi uobičajenim izvedbama sustava za opskrbu vozila SPP-om te odgovara minimalnim veličinama prostora koji se treba predvidjeti u fazi planiranja postavljanja sustava za opskrbu vozila SPP-om.

U slučaju primjene drugih tehnoloških rješenja koja nisu opisana ovim Pravilnikom primjenom norme HRN EN 60079-10 se prostor klasificira u odgovarajuće zone opasnosti od eksplozije, a obzirom na izvore ispuštanja tako ugrađenih uređaja i opreme.

U Republici Hrvatskoj su uvjeti kojima moraju udovoljavati uređaji i oprema na motornim vozilima za pogon vozila plinom te za ispitivanje uređaja i opreme za plin i njihovu ugradbu u motorna vozila, kao i uvjeti za servisne radionice u kojima se mogu ugrađivati uređaji i oprema za pogon motornih vozila plinom regulirani **Pravilnikom o uređajima i opremi za pogon motornih vozila plinom** („Narodne novine“ broj 102/09 i 22/10).

Reference

BRANKO VUK, AT ALL, ENERGY IN CROATIA 2011, ANNUAL ENERGY REPORT, ENERGY INSTITUTE HRVOJE POŽAR, ZAGREB, 2012

BILJANA KULIŠIĆ & BRANKA JELAVIĆ: IEE URBANBIOGAS. BIOGAS & BIOMETHANE PRODUCTION IN CITY OF ZAGREB .

PLINACRO GAS TRANSMISSION SYSTEM DATA, WWW.PLINACRO.HR

CERA, REPORT ON THE WORK OF THE CROATIAN ENERGY REGULATORY AGENCY

TARIFF SYSTEM FOR NATURAL GAS TRANSMISSION, WITHOUT THE AMOUNTS OF TARIFF ITEMS (OFFICIAL GAZETTE 134/11, 2/12)

TARIFF ITEMS FOR STORAGE OF NATURAL GAS ARE SET BY THE GAS STORAGE TARIFF (OFFICIAL GAZETTE 151/08, 13/09, 2/11)

DECISION ON TARIFF ITEMS IN THE TARIFF SYSTEM FOR NATURAL GAS DISTRIBUTION, WITHOUT TARIFF ITEMS (OFFICIAL GAZETTE 34/07, 47/07, 44/10, 13/12)

ZAGREB CITY GASWORKS VARIOUS DATA: [HTTP://WWW.PLINARA-ZAGREB.HR/](http://www.plinara-zagreb.hr/)

ZAGREB CITY GASWORKS SUPPLY VARIOUS DATA: [WWW.GPZ-OPSKRBA.HR](http://www.gpz-opskrba.hr)

DAVOR MATIĆ, STUDY OF IMPLEMENTATION OF NATURAL GAS MOTOR VEHICLES IN THE FLEET CITY MUNICIPAL CORPORATION, ENERGY INSTITUTE HRVOJE POŽAR, ZAGREB, 2006

ZAGREB ELECTRIC TRAM (ZET) VARIOUS DATA: [WWW.ZET.HR](http://www.zet.hr)

ELECTRIGAZ TECHNOLOGIES INC, FEASIBILITY STUDY – BIOGAS UPGRADING AND GRID INJECTION IN THE FRASER VALLEY, BRITISH COLUMBIA, 2008

VAN SCHOONHOVEN VAN BEURDEN G. (2004). REFUELLING TECHNOLOGY – GENERIC TRAINING 2004. INGENIEURBÜRO VAN SCHOONHOVEN I ENGVA

BOŠNJAK, ROBERT & VIDOVIĆ, DANKO. (SEPTEMBER 2012). IEE URBANBIOGAS. RESULTS OF THE SURVEY ON WASTE MANAGEMENT IN THE CITY OF ZAGREB . [WWW.URBANBIOGAS.EU](http://www.urbanbiogas.eu).

PODSUSED AND DUBRAVA CNG FILING STATIONS PUBLIC PROCUREMENT DATA

COUNCIL OF EUROPEAN UNION. (7. NOVEMBER 2011). ACCESSION TREATY: TREATY CONCERNING THE ACCESSION OF THE REPUBLIC OF CROATIA . 14409/1/11.

ENERGY INSTITUTE HRVOJE POŽAR. (2010). PROGRAMME FOR PROMOTING PRODUCTION AND UTILISATION OF BIOFUELS IN TRANSPORT FOR CITY OF ZAGREB - IN CROATIAN .

FRAUNHOFER. (JUNE 2012). IEE URBANBIOGAS. FINANCING BIOMETHANE PROJECTS . MATERIAL PROVIDED AT SEMINAR ON WASTE MANAGEMENT IN CROATIA:

FRAUNHOFER. (JUNE 2012). IEE URBANBIOGAS. BIOGAS UPGRADING TECHNOLOGY OVERVIEW . MATERIAL PRESENTED AT SEMINAR ON BIOGAS AND BIOMETHANE PRODUCTION FROM BIOWASTE:

IEE GRANT AGREEMENT, ANNEX I: DESCRIPTION OF THE ACTION. (2010). URBAN WASTE FOR BIOMETHANE GRID INJECTION AND TRANSPORT IN URBAN AREAS - URBANBIOGAS . CONTRACT: W: IEE/10251/S12.589020 URBANBIOGAS.

MINISTRY OF ECONOMY. (2010). NATIONAL ACTION PLAN TO ENCOURAGE THE PRODUCTION AND USE OF BIOFUELS IN TRANSPORT FOR THE PERIOD OF 2011- 2020: FOR CROATIA (SOURCE: MINISTRY OF ECONOMY, REPUBLIC OF CROATIA

OFFICIAL GAZETTE 65/09, 145/10, 26/11. (N.D.). LAW ON BIOFUELS FOR TRANSPORT.

OFFICIAL GAZETTE, 130/09. (N.D.). THE ENERGY DEVELOPMENT STRATEGY.

SPATIAL PLAN OF CITY OF ZAGREB.

GENERAL SPATIAL PLAN OF CITY OF ZAGREB

GAS MARKET ACT (OG 40/07, 152/08, 83/09, 114/11)

NETWORK GAS DISTRIBUTION SYSTEM RULES (OG 50/09)

GENERAL CONDITIONS OF ENERGY SUPPLY OF NATURAL GAS (OG 43/2009)

ENERGY ACT (OG 120/12)

SYSTEM REGULATION FOR THE SUPPLY OF MOTOR VEHICLES WITH COMPRESSED NATURAL GAS (OG 134/09),