



B&B  
VISOKA ŠOLA ZA TRAJNOSTNI RAZVOJ

Diplomsko delo visokošolskega strokovnega študija  
Program: Varstvo okolja

# **BIOMETAN - ALTERNATIVNI VIR ENERGIJE**

Mentor: mag. Muharem Husić, uni.dipl.ing.kem.teh.  
Lektorica: Mihaela Kocjančič, univ. dipl. slov.

Kandidat: Mitja Vladimir Bavdaž

Ljubljana, december 2018

## **ZAHVALA**

Zahvaljujem se mentorju mag. Muharem Husiću za izjemno podporo in pomoč pri pripravi in izvedbi diplomske naloge.

Zahvaljujem se tudi lektorici Mihaeli Kocjančič, ki je mojo diplomsko nalogo jezikovno in slovnično pregledala.

## IZJAVA

»Študent Mitja Vladimir Bavdaž izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom mag. Muharem Husića, uni.dipl.ing.kem.teh.«

»Skladno s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorski in sorodnih pravicah dovoljujem objavo tega diplomskega dela na spletni strani šole.«

Dne \_\_\_\_\_

Podpis: \_\_\_\_\_

## **POVZETEK**

V današnjem svetu, obremenjenem z mnogimi onesnaževalci, iščemo rešitve, ki bi prispevale k zmanjšanju onesnaževanja okolja. Največji onesnaževalec je živinoreja z izpustom metana v ozračje, drugi veliki onesnaževalec pa je promet (osebna vozila, tovorna vozila, ladijski promet, letalski promet). Ob iskanju alternativ klasičnim pogonskim gorivom se avtomobilski proizvajalci postopno preusmerjajo k sodobni tehnologiji, k vozilom na električni pogon kot rešitvi prihodnosti z nič emisijami. Ne bi pa smeli pozabiti, da sta proizvodnja in razgradnja električnih avtomobilov bolj obremenjujoča za okolje kot proizvodnja in razgradnja avtomobilov na klasična pogonska goriva. Pri elektrifikaciji prometa in masovni uporabi električnih vozil se kot šibka točka kaže tudi (ne)stabilnost električnega omrežja.

Ne kaže pa kot koristnega energenta brez premisleka odpisati metana ( $\text{CH}_4$ ) - biometana, nam bolj poznanega s kratico CNG (Compressed Natural Gas; stisnjen zemeljski plin), saj je sprejemljiv tudi z okoljskega vidika. Služi lahko kot alternativno pogonsko gorivo za promet pa tudi za pridobivanje elektrike in za ogrevanje. Spada v tako imenovan krožni cikel ali bolje rečeno krožno gospodarstvo. Večina metana je sicer nastala v daljni preteklosti z gnitjem organskih snovi pod vplivom mikroorganizmov v zraku ali močvirjih, lahko pa ga tudi sami proizvajamo. Bioplinarne so lahko svetla točka v iskanju alternativnega vira energije v krožnem gospodarstvu. Lep dokaz je Mestna občina Ljubljana s proizvodnjo biometana iz bioloških odpadkov. Uporabljajo ga v RCERO (Regijski center za ravnanje z odpadki).

## **KLJUČNE BESEDE**

- biometan
- bioplin
- CNG (Compressed natural gas)
- alternativni vir energije

## **ABSTRACT**

In today's world, which is struggling with environmental pollution, we search for solutions on how to contribute to reducing environmental impacts. The largest polluter is animal agriculture with its methane emissions and the second largest is traffic (private cars, trucks, maritime transport, air travel, etc.). When searching for alternatives to conventional motor fuels, car manufacturers are gradually turning towards modern technology and electric vehicles as the solution for a zero-emission future. However, it must not be overlooked that the manufacturing and decommissioning of electric cars have an even greater environmental impact than the manufacturing and decommissioning of cars running on conventional motor fuels. When speaking of electrification of transport and mass use of electric vehicles, a weakness can also be seen in the (in)stability of the electrical grid.

Methane (CH<sub>4</sub>) – biomethane, which we know best under the CNG abbreviation (compressed natural gas), therefore must not be overlooked as a useful energy source which is acceptable from the environmental aspect. Methane can be used as alternative fuel for transport as well as for the production of electricity and for heating. It is part of the circular economy. The majority of methane was formed in the distant past with the decomposition of organic matter by microorganisms in the air or swamps, while today's technology gives us the ability and knowledge to produce it ourselves. A good example is the Municipality of Ljubljana (MOL) with its production of biomethane from biodegradable waste, which is used in the Ljubljana Regional Waste Management Centre (RCERO). Biogas plants can be a bright spot in the search for alternative energy sources in the circular economy which have a major applicable value, utilisation rate, and added value.

## **KEYWORDS**

- biomethane
- biogas
- CNG (Compressed Natural Gas)
- renewable energy source

## KAZALO

1	UVOD .....	1
1.1	Predstavitev problema .....	1
1.2	Cilji naloge .....	1
1.4	Predpostavke in omejitve .....	2
1.5	Metode dela .....	3
2	EVROPSKA IN SLOVENSKA ZAKONODAJA .....	4
2.1	Evropska zakonodaja .....	4
2.2	Slovenska zakonodaja .....	7
3	BIOMETAN .....	9
3.1	Splošno o biometanu .....	9
3.2	Proces nastajanja biometana .....	10
3.3	Tehnologije fermentacije .....	12
3.4	Sušenje bioplina .....	14
3.5	Pregled uporabe bioplina v sloveniji .....	16
3.5.1.	Prevozna sredstva (avtomobili) .....	16
3.5.2	Bioplin/biometan za sproizvodnjo električne in toplotne energije v SLO .....	18
3.5.2.1	Primer dobre prakse .....	21
3.6.	Bioplin v EU (primerjava med SLO in EU) .....	24
4	UPORABA BIOMETANA .....	27
4.1.	Pregled stanja okolja .....	29
4.2.	Obremenjevanje okolja .....	31
4.3	izpusti biometana/diesel/bencin .....	35
5	PRIMERJAVA UPORABNOSTI BIOMETANA / DIESEL / BENCIN .....	37
5.1.	Stroški biometan/diesel/bencin – primerjava .....	38
5.2.	Prednosti uporabe bioplina/biometana .....	40
5.3	Slabosti uporabe biometana .....	45
6	ANKETA .....	46
7	ZAKLJUČEK .....	60
8	VIRI IN LITERATURA .....	62

## KAZALO SLIK

Slika 1:	Dokazane zaloge surove nafte petih največjih proizvajalk na svetu .....	2
Slika 2;	Proizvodnja nafte petih izbranih proizvajalcev surove nafte .....	3
Slika 3:	Shematični prikaz nastanka in uporabe biometana .....	10
Slika 4:	Polnilne postaje v Sloveniji .....	16
Slika 5:	Bioplinarna Lendava .....	23
Slika 6:	RCERO Ljubljana .....	23
Slika 7:	Bioplinarne v Sloveniji .....	24
Slika 8:	Kogeneracija proizvodnje elektrike in toplote .....	29
Slika 9:	Raba končne energije v Sloveniji leta 2016 .....	32
Slika 10:	Oskrba z energijo v Sloveniji 2017 .....	32
Slika 11:	Emisije CO <sub>2</sub> .....	33
Slika 12:	Emisije NO <sub>x</sub> po izvoru v Sloveniji, 2016 .....	34
Slika 13:	Digestat iz procesa anaerobne fermentacije .....	42
Slika 14:	Uporaba tekočega digestata kot gnojilo .....	42

Slika 15: Raztros tekočega digestata kot gnojilo.....	43
Slika 16: Življenjski cikel izkoriščanja bioplina/biometana.....	44
Slika 17: Grafični prikaz vprašanja 1.....	47
Slika 18: Anketno vprašanje 2.....	47
Slika 19: Anketno vprašanje 3.....	48
Slika 20: Anketno vprašanje 4.....	49
Slika 21: Anketno vprašanje 5.....	49
Slika 22: Anketno vprašanje 6.....	50
Slika 23: Anketno vprašanje 7.....	51
Slika 24: Anketno vprašanje 8.....	51
Slika 25: Anketno vprašanje 9.....	52
Slika 26: Anketno vprašanje 10.....	53
Slika 27: Anketno vprašanje 11.....	53
Slika 28: Anketno vprašanje 12.....	54
Slika 29: Anketno vprašanje 13.....	55
Slika 30: Anketno vprašanje 14.....	55
Slika 31: Dopolnilno vprašanja k vprašanju 14 – odgovor NE.....	56
Slika 32: Anketno vprašanje 15.....	56
Slika 33: Anketno vprašanje 16.....	57
Slika 34: Demografsko vprašanje 1.....	59
Slika 35: Demografsko vprašanje 2.....	59
Slika 36: Demografsko vprašanje 3.....	60
Slika 37: Demografsko vprašanje 4.....	60

## KAZALO TABEL

Tabela 1: Mejne koncentracije plinov (kakovost zraka).....	7
Tabela 2: Prednosti in slabosti diskontinuiranega in kontinuiranega postopka.....	13
Tabela 3: Sestava plina kmetijskih in čistilnih bioplinskih naprav.....	13
Tabela 4: Vsa registrirana vozila v Sloveniji leta 2017.....	17
Tabela 5: Letni pregled registriranih vozil s pogonskim gorivom CNG.....	18
Tabela 6: Bioplinarne na prebivalca.....	22
Tabela 7: Emisije v zrak z indeksi rasti.....	35
Tabela 8: Primerjava cen pogonskih goriv.....	38
Tabela 9: Primerjava pogonskih goriv.....	39
Tabela 10: Primerjava pridelave biogoriv na 1ha kmetijske površine.....	43
Tabela 11: Ali veste, kaj je biometan? n= 102.....	46
Tabela 12: Odgovori na druge vrste ogrevanja (Vir: lastni, anketno vprašanje november 2018).....	54
Tabela 13: Zakaj ne bi investirali v bioplinarno (Vir: lastni, anketno vprašanje november 2018).....	58

## **KRATICE IN AKRONIMI**

CNG: Compressed natural gas

LNG: Liquid natural gas

SZP: Stisnjen zemeljski plin

UZP: Utekočinjeni zemeljski plin

EU: Evropska Unija

WHO: World Health Organization (Svetovna zdravstvena organizacija)

MOP: Ministrstvo za okolje in prostor

OVE: Obnovljivi viri energije

EEA: European Environment Agency (Evropska okoljska agencija)

OVE: Obnovljivi Viri Energije

OVD: Okoljevarstveno dovoljenje

RCERO: Regijski center za ravnanje z odpadki

TGP: Toplogredni plini

SPTTE: Soproizvodnja toplote in elektrike



# 1 UVOD

## 1.1 PREDSTAVITEV PROBLEMA

V današnjem svetu, obremenjenem z mnogimi onesnaževalci, iščemo rešitve, ki bi prispevale k zmanjšanju onesnaževanja okolja. Največji onesnaževalec je živinoreja z izpustom metana v ozračje. Drugi največji onesnaževalec pa je promet (osebna vozila, tovorna vozila, ladijski promet, letalski promet). Ob iskanju alternativ klasičnim pogonskim gorivom se avtomobilski proizvajalci postopno preusmerjajo k sodobni tehnologiji, k vozilom na električni pogon kot rešitev prihodnosti z nič emisijami. Ob tem pa je dobro pomisliti, da sta proizvodnja in razgradnja električnih avtomobilov bolj obremenjujoča za okolje kot proizvodnja in razgradnja avtomobilov na klasična pogonska goriva. Pri elektrifikaciji prometa in masovni uporabi električnih vozil se kot šibka točka kaže tudi (ne)stabilnost električnega omrežja.

Ne kaže pa kot koristnega energenta brez premisleka odpisati metana ( $\text{CH}_4$ ) - biometana, nam bolj poznanega s kratico CNG (Compressed Natural Gas; stisnjen zemeljski plin), saj je sprejemljiv tudi z okoljskega vidika. Metan lahko služi kot alternativno pogonsko gorivo za promet, dodana vrednost bioplina/biometana pa je soprodukcija oziroma kogeneracija elektrike in toplote. Spada v tako imenovan krožni cikel ali bolje rečeno krožno gospodarstvo. Večina metana je sicer nastala v daljni preteklosti z gnitjem organskih snovi pod vplivom mikroorganizmov v zraku ali močvirjih, lahko in znamo pa ga tudi sami proizvajati. Lep dokaz je Mestna občina Ljubljana s proizvodnjo biometana iz bioloških odpadkov. Uporabljajo ga v RCERO (Regijski center za ravnanje z odpadki). Ne nazadnje je pravzaprav trajnostna, konkurenčna in varna energija tista, ki predstavlja enega izmed temeljnih stebrov sodobnega življenja ali sodobne civilizacije.

## 1.2 CILJI NALOGE

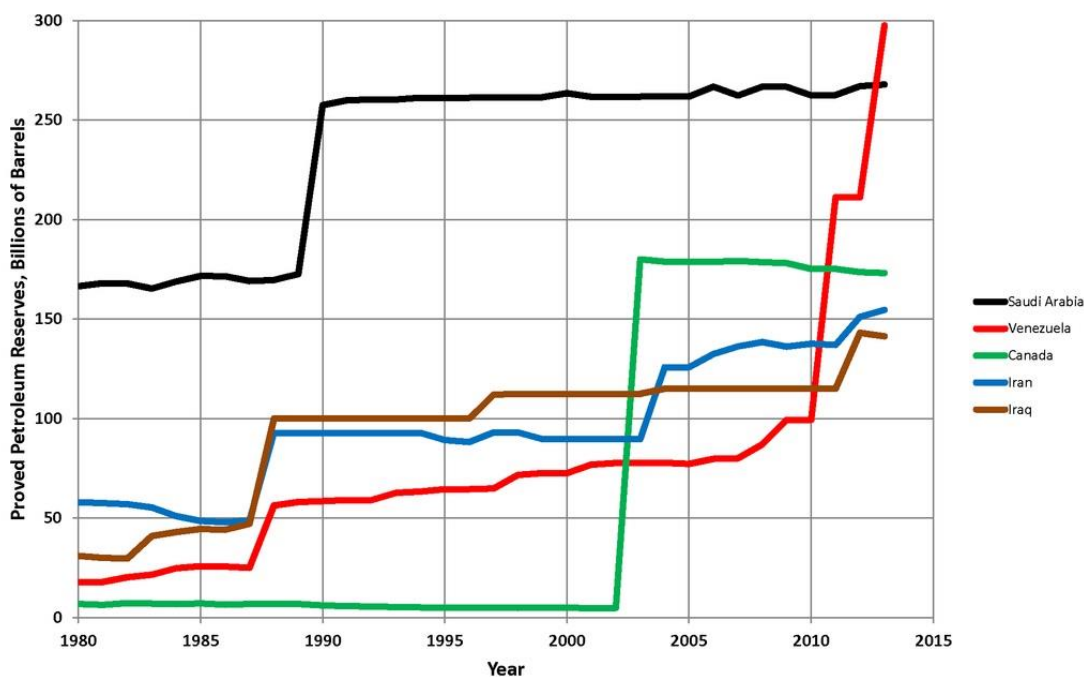
Cilj diplomske naloge je pokazati uporabnost biometana/bioplina kot alternativni vir energije. Biometan je lahko uporaben za več stvari (ogrevanje, pogonsko gorivo, pridobivanje električne energije). Prav tako je cilj v diplomski nalogi pokazati uporabnost biometana kot alternativni vir energije v krožnem gospodarstvu in varovanju okolja.

Rezultati naloge so pokazati:

- rešitve pri uporabi bioplina/biometana;
- načine zmanjševanja obremenjevanja okolja v prometu, pri pridobivanju elektrike in ogrevanju;
- možnost množične uporabe biometana ob pogoju, da se zavemo nevarnosti obremenjevanja okolja s fosilnimi gorivi.

## 1.4 PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE

Gre predvsem za onesnaževanje s fosilnimi gorivi, spodbujanje krožnega gospodarstva ter možnosti uporabe biometana. Problem današnjega sveta je uporaba fosilnih goriv, ki se ne zmanjšuje, pač pa povečuje, kar kažejo tudi podatki o zalogah nafte in količini načrpane količine surove nafte, kot je prikazano na sliki 1. Načrtovana uporaba električnih avtomobilov ima slabost, da sta proizvodnja in razgradnja tovrstnih vozil izjemno obremenjujoči za okolje. Problem električnih vozil je tudi stabilnost električnega sistema in dostopnost polnilnic ob množični uporabi. Zaradi tega bi rad pokazal, da je bioplín/biometan možen alternativni energent. Omejitve predstavljajo objektivne ovire, kot npr. morda težko dostopni podatki izpustih osebnih in tovornih vozil; bencin/diesel/biometan (CNG).



Slika 1: Dokazane zaloge surove nafte petih največjih proizvajalk na svetu

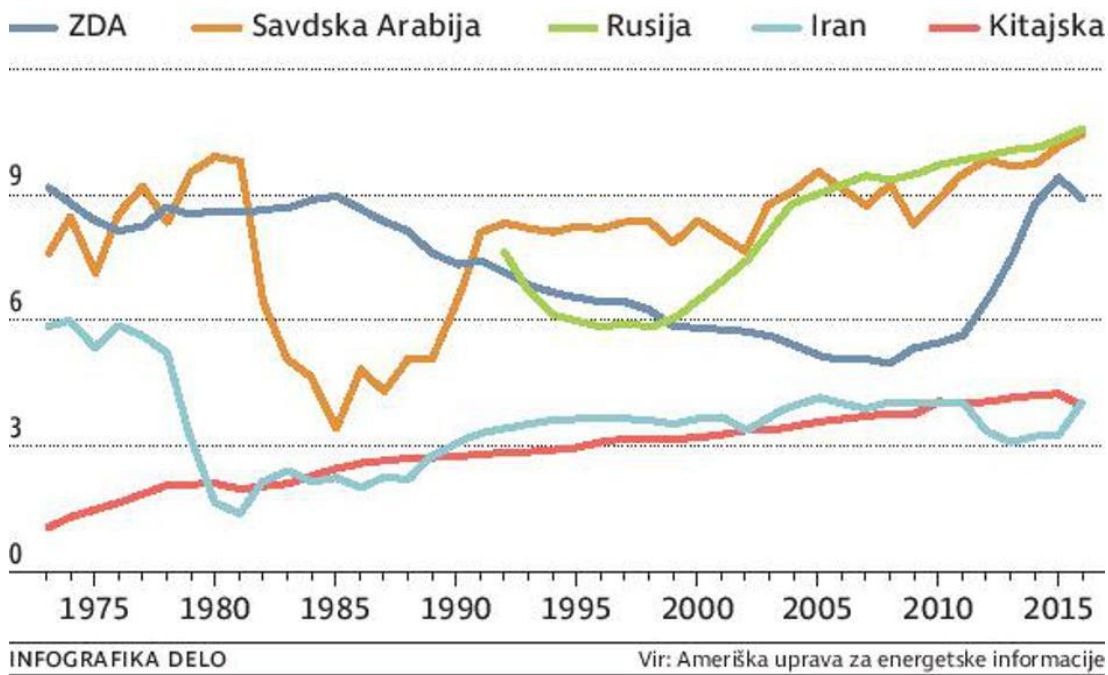
(Vir:

[https://sl.wikipedia.org/wiki/Naftne\\_rezerve#/media/File:Oil\\_Reserves\\_Top\\_5\\_Count\\_ries.png](https://sl.wikipedia.org/wiki/Naftne_rezerve#/media/File:Oil_Reserves_Top_5_Count_ries.png), 26.11.2018)

Slika 2 nam prikazuje izbrane proizvajalce nafte.

## Izbrani proizvajalci nafte

1973–2016, v milijonih sodčkov na dan



Slika 2; *Proizvodnja nafte petih izbranih proizvajalcev surove nafte*  
(Vir: <https://svetkapitala.delo.si/ikonomija/zakaj-opek-lahko-deluje-kot-kartel-4606>,  
26.11.2018)

## 1.5 METODE DELA

Za doseganje ciljev sem uporabil že opravljene raziskave vpliva biometana na okolje in raziskave razvoja tehnologij za uporabo biometana/bioplina in jih v teoretičnem delu tudi analiziral. Pridobil sem podatke o izpustih bencinskih, dieselskih in vozil na metan ter o vsebnosti izpustov in to primerjal s primerljivimi kategorijami vozil. Prav tako sem raziskal, koliko biometana lahko pridobimo iz organskih odpadkov, koliko ga porabimo pri ogrevanju in koliko pri pridobivanju elektrike. Analiziral sem uporabnost biometana kot energenta z vidika krožnega gospodarstva in varstva okolja. Pridobil sem podatke o spremljanju stanja okolja in vplivu uporabe fosilnih goriv ali uporabe biometana na okolje in zdravje ljudi. V samo diplomsko nalogo pa sem vključil tudi anketo, katere namen je bil pridobiti podatke anketirancev o tem, koliko se zavedajo in koliko uporabljajo alternativne vire energije ter ali so naklonjeni alternativnim virom energije.

## 2 EVROPSKA IN SLOVENSKA ZAKONODAJA

### 2.1 EVROPSKA ZAKONODAJA

Evropska Unija je vodilna sila zaščite okolja, saj se je med vsemi državami sveta okoljskih izzivov (podnebne spremembe, ohranjanje biotske raznovrstnosti, zaradi njenega zmanjševanje, preišljena uporaba naravnih virov, zmanjšanje količine odpadkov...) lotila z oblikovanjem okoljske politike ter s tem vzpodbudila reševanje okoljske problematike na nadnacionalnem nivoju. Gospodarska rast in blaginja, družbeni razvoj oziroma napredek na eni strani ter varstvo okolja na drugi strani so nedeljivo povezani in le ob skupnem napredku prispevajo k izboljšanju kakovosti življenja. Omenjeno prepričanje EU uresničuje s postavljanjem visokih okoljskih standardov, s spodbujanjem novih načinov dela in čistejših tehnologij in nadzorom implementacije teh tehnologij v državah članicah EU.

Z vstopom v EU leta 2004 je Slovenija prevzela njeno okoljsko politiko, prevzela pa je tudi druge standarde, s tem pa tudi odgovornost za njihovo uresničevanje. EU in številne evropske organizacije, npr.: EEA (European Environment Agency), skušajo okoljsko problematiko aktivno reševati z različnimi političnimi instrumenti. V zadnjih 40 letih je vzpostavila in sprejela več kot 200 pravnih aktov, opredelila pa je tudi razne strateške usmeritve. Nastali so različni dokumenti; od Kjotskega protokola, Lizbonske in Gotenburške strategije do Šestega okoljskega akcijskega plana in drugih dokumentov, ki so jih vzpostavili, dopolnjevali in jih še oblikujejo, še zlasti v zadnjih desetih letih. Ti dokumenti predstavljajo bogato okoljsko zakonodajo EU, ki pa je, tako po dokumentih in tudi uresničevanju le teh, tudi najmočnejša na svetu. Glavna problematika so podnebne spremembe. Le-te so posledica predvsem neprejšljene izrabe, porabe fosilnih energetskih virov energije, ki posledično vplivajo na kvaliteto voda, kvaliteto zraka in druge elemente, ki omogočajo naravno okolje (Evropska Unija – dejavnosti EU – Okolje, 2018).

Glavni dokumenti okoljske politike EU:

- Kjotski protokol
- Lizbonska in Gotenburška strategija (tudi strategija EU za trajnostni razvoj)
- Šesti okoljski akcijski program Evropske Skupnosti
- Evropska prostorsko razvojna perspektiva
- Podnebno – energetski sveženj

Temeljno načelo varstva okolja je usklajevanje vseh dejavnosti tako na naravnih kot tudi sonaravnih osnovah, ki so usmerjene v prihodnost razvoja. Potrebno je sistematično in intenzivno usmeriti raziskovanje naravo in pojave. S tem pa je

možno izbirati in nato tudi izvajati zaščitne ter razvojne ukrepe in projekte. Vsaka država je sama zase v prvi vrsti odgovorna za vzpostavitev in uvajanje nacionalnih okvirov okoljske politike. V minulih desetletjih pa so raziskovalci prišli do spoznanja, da je varovanje okolja v bistvu globalna odgovornost in da se okoljska problematika lahko učinkovito rešuje le na nadnacionalnem nivoju (Evropska Unija – dejavnosti EU – Okolje, 2018).

Emisije toplogrednih plinov in onesnaževanje je velik problem celega sveta. Onesnaževanje imamo dandanes resnično povsod okoli nas. Evropa se tega problema loteva sistematično s svojimi direktivami:

- **Direktiva 2009/28/ES** Evropskega parlamenta in Sveta, z dne 23. aprila 2009, o spodbujanju uporabe energije iz obnovljivih virov; spremembi in poznejši razveljavitvi direktiv 2001/77/ES in 2003/30/ES;
- **Direktiva 2003/30/ES** Evropskega parlamenta in Sveta, z dne 8. maja 2003, o pospeševanju rabe biogoriv in drugih obnovljivih goriv v sektorju prevoza;
- **Direktiva 2001/77/ES** Evropskega parlamenta in Sveta, z dne 27. septembra 2001, o spodbujanju proizvodnje električne energije iz obnovljivih virov energije na notranjem trgu z električno energijo;
- **Direktiva 2008/50/EC** Direktiva o čistem zraku in kakovosti zraka v EU;
- **Direktiva 2004/107/EC** Direktiva o težkih kovinah in policikličnih aromatičnih hidrokarbonatih in kakovosti zraka;
- **Državna pomoč N354/2009** - Podpora električni energiji, proizvedeni iz obnovljivih virov energije in proizvedeni v obratih za soproizvodnjo toplote in električne energije; **Uradni list Evropske unije**, z dne 26. november 2009. Odobritev državne pomoči v okviru določb členov 87 in 88 Pogodbe ES.

Direktive so nastajale predvsem zaradi onesnaženosti in pa tudi zavezanosti Evrope (EU) k izpolnjevanju Kjotskega protokola (ki se nanašajo na okvirno konvencijo Združenih narodov o podnebnih spremembah) ter nadaljnjih obveznostih Evropske skupnosti in mednarodnih obveznosti glede zmanjševanja emisij toplogrednih plinov po letu 2012. Niso samo tovarne (proizvodnja dejavnost) tiste, ki onesnažujejo okolje s svojimi izpusti. Velik delež ima tudi promet. V promet pa moramo všteti več vrst vozil oziroma transportnih sredstev; motorno kolo, osebno vozilo, kombinirano vozilo, tovorno vozilo, avtobuse, vlake, letala, ladje.

Direktive so usmeritev k ciljem in spodbuda za večjo uporabo javnega prometa in njegovo širitev. Gre za uporabo energetske učinkovitih tehnologij in uporabo obnovljivih virov energije v prometu. S tem lahko EU zmanjša svojo odvisnost od uvoza fosilnih goriv (nafta, zemeljski plin). Direktive se nanašajo predvsem na ukrepe v prometnem sektorju, kjer je zanesljivost oskrbe s fosilnimi gorivi tudi največja težava. Le - to pa vpliva na trg z gorivi (cena, distribucija) (Evropska Unija – dejavnosti EU – Okolje, 2018).

Onesnaževanje, ki se dandanes dogaja (industrija, promet), je pravzaprav vpeto v vse pore našega vsakdana. Saj če želimo po nakupih, uporabljamo, vsaj v večini primerov avtomobil, motor ali avtobus. In ravno ti, tako imenovani mali prispevki, so naš del k prispevanju onesnaženosti na globalni ravni. Prav tako ne smemo zanemariti dela življenjskega cikla izdelka, ki prepotuje pol sveta do končnega uporabnika, če vzamem primer Evropske Unije (EU). EU se je že pričela zavedati iz leta v leto večjega obremenjevanja okolja zaradi hitro rastočega potrošništva. Zaradi tega je EU v svojih okoljskih standardih ena izmed najstrožjih, če ne že najstrožja med državami po svetu. Okoljska politika spodbuja k ekološkemu poslovanju, varuje naravo, zdravje in kakovost življenja tako prebivalcev kot tudi živalskega sveta v EU. V EU razvijajo takšne integrirane politike, ki spodbujajo trajnostni okoljski okvir. Okoljske inovacije, tehnologije pa države EU lahko izvajajo in izvažajo. In to je lahko prednost EU pred ostalim svetom v današnjem času. Zapisano zakonodajo je seveda potrebno tudi izvajati in nadzirati. Okoljska politika EU to tudi omogoča. Evropa si prizadeva zaščititi naravne vire, zaustaviti izumiranje ogroženih vrst in habitatov. Eden takšnih pravnih okvirov je Natura 2000. To je omrežje 26.000 zaščitene naravnih območij, ki zajemajo skoraj 20 % površine EU in omogočajo soobstoj trajnostnih človeških dejavnosti. Omogočajo pa tudi obstoj redkih in ranljivih živalskih in rastlinskih vrst in njihovih habitatov (Evropska Unija – dejavnosti EU – Okolje, 2018).

Onesnaževanje voda in zraka ter kemikalije so med najpomembnejšimi okoljskimi vprašanji v EU. Politika EU želi ljudi zaščititi pred pritiski na okolje in nevarnostmi za njihovo zdravje in dobrobit:

- zagotoviti varno pitno vodo in kopalne vode;
- izboljšati kakovost zraka in zmanjšati hrup;
- zmanjšati ali odpraviti učinke škodljivih kemikalij.

EU pripravlja in uvaja okoljske politike in strategije o podnebnih spremembah ter igra vodilno vlogo pri mednarodnih pogajanjih o podnebjju. Zavezana je k zagotavljanju uspešnega uvajanja Pariškega sporazuma in sistema EU za trgovanje z emisijami (EU ETS). V zvezi s tem so se države EU zavezale k doseganju različnih ciljev v prihodnjih letih. Skupnost se zavzema za upoštevanje podnebnih vprašanj na drugih področjih (npr. promet in energija) in za spodbujanje uporabe nizkoogljicnih tehnologij in prilagoditvenih ukrepov (Evropska Unija – dejavnosti EU – Okolje, 2018).

Okoljska politika EU temelji na členih 11 in 191–193 Pogodbe o delovanju Evropske unije. V skladu s členom 191 je boj proti podnebnim spremembam izrecen cilj okoljske politike EU. Trajnostni razvoj je vseobsegajoč cilj EU, ki si prizadeva za

„visoko raven varstva in izboljšanje kakovosti okolja“ (3. člen Pogodbe o Evropski uniji, 2018).

V Tabeli 1 je razvidno, kakšne mejne koncentracije onesnaževal dovoljmeta EU in svetovna zdravstvena organizacija (WHO):

Direktive EU o kakovosti zraka				Smernice WHO	
Plin	Perioda	Max. Vrednost koncentracije		Koncentracija	
PM <sub>2,5</sub>	Dnevno			25 µg/m <sup>3</sup>	Ne več kot 3 zaporedne dni
PM <sub>2,5</sub>	Letno	25 µg/m <sup>3</sup>		10 µg/m <sup>3</sup>	
PM <sub>10</sub>	Dnevno	50 µg/m <sup>3</sup>	Ne sme preseči več kot 35 zaporednih dni na leto	50 µg/m <sup>3</sup>	Ne več kot 3 zaporedne dni
PM <sub>10</sub>	Letno	40 µg/m <sup>3</sup>		20 µg/m <sup>3</sup>	
O <sub>3</sub>	Max. 8h/dan	120 µg/m <sup>3</sup>	Ne sme preseči več kot 25 zaporednih dni na leto	100 µg/m <sup>3</sup>	
NO <sub>2</sub>	Dnevno	200 µg/m <sup>3</sup>	Ne sme preseči več kot 18 dni na leto	200 µg/m <sup>3</sup>	
NO <sub>2</sub>	Letno	40 µg/m <sup>3</sup>		40 µg/m <sup>3</sup>	

Tabela 1: Mejne koncentracije plinov (kakovost zraka)

(Vir: Evropska okoljska agencija. <https://www.eea.europa.eu/themes/air/air-quality-standards>, 15.8.2018)

## 2.2 SLOVENSKA ZAKONODAJA

Slovenska zakonodaja tudi govori o varovanju okolja, kakovosti zraka, ravnanju z odpadki, obnovljivih virih energije, radioaktivnimi odpadki, kar opredeljujejo različni dokumenti. Razdelimo jih lahko na tri vsebinske dokumente: zakonodajne (Zakon o varstvu okolja), programske (Nacionalni program varstva okolja) in implementacijske (razni ukrepi, pravilniki in predpisi). Vlogo pri oblikovanju, implementiranju in usklajevanju raznih dokumentov z zakonodajo EU ima Ministrstvo za okolje in prostor. Poleg ministrstva imamo v Sloveniji še druge organe: Agencija Republike Slovenije za okolje (ARSO), Inšpektorat Republike Slovenije za okolje in prostor (IRSOP), Uprava Republike Slovenije za jedrsko varnost in Geodetsko upravo Republike Slovenije (GURS). Poleg tega pa sta še dve delovni telesi: Slovenski komite za vprašanja spremembe podnebja in Medresorska skupina za podnebne spremembe. Za okolje pa pri nas skrbijo tudi različne nevladne organizacije, zveze društva,...

Krovni zakon okolja je Zakon o varstvu okolja. V slovenski zakonodaji so ravno tako uredbe. Znotraj tega pa so; smernice, podzakonski akti, ki natančno opredeljujejo

ravnanje z okoljem, da bi tudi v Sloveniji, po smernicah EU, zagotovili kakovost bivanja prebivalcev, rastlinskih in živalskih vrst ter njihovih habitatov.

Zakoni v Sloveniji, ki zajemajo področje okolja:

- Zakon o varstvu okolja
- Zakon o vodah
- Zakon o ravnanju z gensko spremenjenimi organizmi
- Zakon o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti
- Zakon o porabi sredstev dolgoročnih rezervacij za ekološko sanacijo
- Zakon o odpravi posledic naravnih nesreč
- Zakon o popotresni obnovi in spodbujanju razvoja v Posočju
- Zakon o ukrepih za odpravo posledic, preprečitev širjenja in ustalitev zemeljskih plazov večjega obsega
- Zakon o meteorološki dejavnosti
- Zakon o trajnem prenehanju izkoriščanja uranove rude in preprečevanju posledic rudarjenja v Rudniku urana Žirovski vrh
- Zakon o pogojih koncesije za izkoriščanje energetskega potenciala Spodnje Save
- Zakon o dimnikarskih storitvah
  
- Operativni programi (programi in načrti varstva okolja):
  - industrijske nesreče;
  - varstvo voda;
  - kakovost zraka;
  - podnebne spremembe;
  - odpadki;
  - hrup.

V okoljski zakonodaji pa imamo tudi Resolucijo o nacionalnem programu varstva okolja 2005 – 2012 (Ministrstvo za okolje in prostor (MOP), okoljska zakonodaja, 2018).

V Sloveniji sta od leta 2016 v veljavi Program ravnanja z odpadki in Program preprečevanja odpadkov Republike Slovenije, ki je v skladu z zahtevami Uredbe o odpadkih, Uredbe o ravnanju z embalažo in odpadno embalažo ter Uredbe o odlagališčih odpadkov. Program ravnanja z odpadki in Program preprečevanja odpadkov sta združena v operativni program Vlade RS za izpolnitev preprečevanja nastajanja odpadkov, zagotavljanje predpisanega ravnanja z odpadki in dosego ciljev ravnanja z odpadki za obdobje do leta 2020 oziroma 2030 (Program ravnanja z odpadki in program preprečevanja odpadkov Republike Slovenije, 2016).

Glavni namen operativnega programa je, da z njegovim izvajanjem Slovenija sledi strateškim usmeritvam evropskih politik, ki ob poudarjanju preprečevanja nastajanja



odpadkov dajejo prednost pripravi odpadkov za ponovno uporabo in njihovemu recikliranju pred energetske predelavo odpadkov, pri predelavi odpadkov pa prednost pred njihovim odstranjevanjem, če in kjer to predstavlja najboljšo možnost z vidika varstva okolja, ob upoštevanju tehnične izvedljivosti in ekonomske upravičenosti (Program ravnanja z odpadki in program preprečevanja odpadkov Republike Slovenije, 2016).

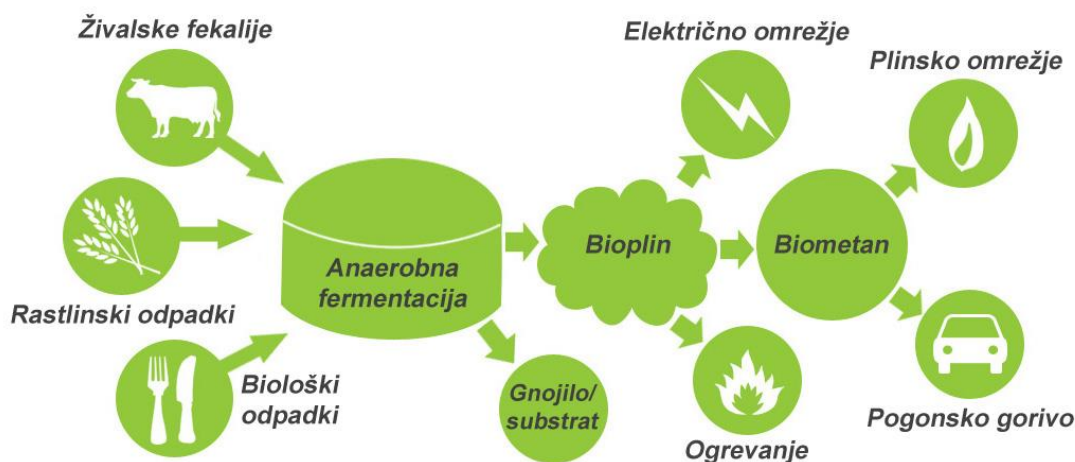
S tem okoljskim akcijskim programom se je EU zavezala, da bo še okrepila prizadevanja za varovanje našega naravnega kapitala, spodbujala nizkoogljično rast z učinkovito uporabo virov in inovacije ter varovala zdravje in dobro počutje ljudi, ob tem pa spoštovala naravne omejitve našega planeta. Poseben poudarek med prednostnimi cilji je tudi na spreminjanju odpadkov v vir z večjim preprečevanjem, ponovno uporabo in recikliranjem ter opuščanjem potratnih in škodljivih praks, kot je odlaganje na odlagališčih (Program ravnanja z odpadki in program preprečevanja odpadkov Republike Slovenije, 2016).

## **3 BIOMETAN**

### **3.1 SPLOŠNO O BIOMETANU**

V javnosti je velikokrat uporabljan termin bioplin. Vprašanje na tem mestu se poraja samo od sebe. Kaj je prav bioplin ali biometan, ali celo morda bioplin in biometan? V zadnjem obdobju, v katerem je vedno več govora o podnebnih spremembah in alternativnih gorivih, se velikokrat pojavi bioplin, ki postaja vse pomembnejši na področju izkoriščanja alternativnih virov energije, tudi za pridobitev alternativnega goriva. Najprej me je v nalogi zanimalo, kakšna je razlika med bioplinom in biometanom. Je morda v strukturi sami ali samo v samem terminu in le njeni uporabi v javnosti. Bioplin je namreč zmes plinov, ki nastane pri anaerobnem vrenju (brez prisotnosti kisika  $O_2$ ) v bioplinski napravi. Razkroj biomase in živalskih odpadkov poteka s pomočjo razkrojnih mikroorganizmov (bakterij). Lahko ga proizvajamo praktično iz vseh organskih materialov, ki vsebujejo zadovoljivo razmerje ogljika (C) in dušika (N). Produkti, ki nastanejo z anaerobnim vrenjem so nevarni za okolico, ker vsebujejo toplogredne pline. Največji delež plinov pri anaerobnem vrenju ima metan ( $CH_4$ ), ki ga uporabljamo kot gorivo, pri tem pa dobimo ogljikov dioksid ( $CO_2$ ) in vodo ( $H_2O$ ). S tem pa se zapre krog ogljikovega dioksida. Glede na to osnovno predelavo oziroma pridobivanje alternativnega vira energije bi lahko zaključili, da je besedna zveza bioplin enaka besedni zvezi biometan in pomenita isto stvar. Vendarle pa temu ni tako, saj obstaja razlika. Ta je v uporabnosti. Bioplin se lahko uporablja za pridobivanje elektrike in toplote, medtem ko se biometan uporablja za pogonsko gorivo in plinsko omrežje. Čiščenje bioplina poteka po različnih postopkih. Pomembno pri tem pa je da se izloči čim več neželenih in kvarnih primesi in se čim

bolj zviša vsebnost metana. Slika 3 nam prikazuje shematični prikaz nastajanja bioplina/biometana.



Slika 3: Shematični prikaz nastanka in uporabe biometana

(Vir: <http://www.kilifibackpackers.com/going-eco-distant-relatives/attachment/biogas-production-utility-process/>, 13.9.2018)

Razlika med bioplinom in biometanom je v tem, da je le-ta, očiščen do stopnje, ko lahko z njim nadomeščamo zemeljski plin. Biometan se od zemeljskega plina razlikuje le po načinu pridobivanja, kar ga uvršča med alternativne vire energije oziroma v shemo OVE (obnovljivi viri energije). Biometan se zelo dobro odreže v primerjavi z ostalimi biogorivi (bioetanol in biodiesel), saj se za ekvivalentno energijsko vrednost goriva potrebuje manj kmetijskih površin za pridelavo biomase (Pridobivanje in čiščenje bioplina, 2012).

### 3.2 PROCES NASTAJANJA BIOMETANA

Bioplin nastane z anaerobno razgraditvijo organske snovi (živalske fekalije, rastlinski material in biološki odpadki). Anaerobna razgraditev organskih snovi temelji predvsem na biokemičnih procesih, katerih nosilci so mikroorganizmi. Razgraditev poteka v treh stopnjah:

1. lažje prebavljiv in razgradljiv del organske snovi se ob pomoči encimov, ki jih izločajo bakterije, razgradi v manjše molekule (sladkorji, maščobe, aminokisliline, baze in minerali);
2. produkti prvostopenjske razgraditve resorbirajo bakterije in v vrsti procesov tvorijo produkte vrenja (maščobne kisline, alkohol, ogljikov dioksid);
3. iz produktov drugostopenjske razgraditve anaerobne metanske bakterije tvorijo metanogene snovi (pretvorba v metan in ogljikov dioksid).

Sama hitrost razgraditve organske snovi in reprodukcija mikroorganizmov sta odvisni od temperature. Metansko vrenje se lahko odvija v zelo širokem pasu oziroma razponu temperatur (5° - 65° C). Pri tem pa je najbolj pomembno, da je izbrana temperatura čim bolj konstantna, to pa zaradi tega, ker že zelo majhna temperaturna nihanja oziroma spremembe, vplivajo na hitrost nastajanja plina (Pridobivanje in čiščenje bioplina, 2012; Priročnik o bioplinu, 2010).

Pri procesu metanskega vrenja obstajajo tri optimalna temperaturna območja:

- psihofrilno vrenje 15° - 20° C;
- mezofilno vrenje 21° - 42° C;
- termofilno vrenje 48° - 55° C.

Pri tovrstnih vrenjih je zanimivo, da se z večanjem temperature hitrost nastajanja plina podvoji za vsakih 10° - 15° C, anaerobni (zadrževalni) čas pa se skrajšuje. Istočasno narašča tudi količina plina, ki ga lahko pridobimo iz določene količine substrata. Vsako od treh vrenj ima svoje prednosti, pa tudi slabosti. Na primer: termofilno anaerobno vrenje ima nekaj prednosti pred mezofilnim vrenjem. Čas trajanja procesa se skrajša, razgradnja substrata se poveča, bolje pa se uničijo patogeni mikroorganizmi, s tem pa je kakovost gnoja tudi boljša. Vendar pa je slaba stran tega postopka, potreba po večji količini toplotne energije in nujnost ohranjanja konstantne temperature, ker so termofilne bakterije veliko bolj občutljive na nihanja temperature kot pa mezofilne bakterije. Zaradi tovrstnega nihanja v temperaturi se lahko v proizvodnji plina število bakterij zmanjša tudi do 30 %. Če se pa temperatura zniža na 50° C ali še nižje, bo stopnja rasti termofilnih mikroorganizmov drastično padla in se lahko pojavi tveganje propada le – teh. Zato je prednost mezofilnega temperaturnega območja, prav v večjem dopustnem nihanju temperature do  $\pm 3^\circ \text{C}$ , kajti pri termofilnem temperaturnem območju je lahko le do  $\pm 1^\circ \text{C}$ . Pri termofilnem načinu delovanja je potrebno zagotoviti učinkovitejše mešanje zaradi boljšega prenosa mase in toplote. Poleg tega pa mora biti dotok substrata v digestor tudi bolj enakomeren med procesom oziroma med dnevom. Zaradi naštetih slabosti se v večini primerov izvaja in je tudi bolj v veljavi ali »uporabi« mezofilno vrenje (Pridobivanje in čiščenje bioplina, 2012; Priročnik o bioplinu, 2010).

Bioplinarne uporabljajo substrate. Na kmetijah je to najbolj pogosto gnojevka ali gnoj, kjer je je tudi največ. V večini primerov uporabljajo fermentacijske dodatke, kot so: odpadki pri predelavi zelenjave in hrane, obnovljive surovine, vse to pa z namenom, zato da bi izboljšali izkoristek bioplina iz naprave. Vse to je seveda v skladu s slovensko zakonodajo.

Na reprodukcijo mikroorganizmov ima pomemben vpliv razmerje med ogljikom in dušikom v masi, ki jo fermentiramo. Zaželeno razmerje je 1:10 – 1:16. Če je preveč ogljikovih hidratov glede na beljakovine, nastane manj metana ter več vodika in ogljikovega dioksida. Največ plina z visoko vsebnostjo metana dajejo maščobe,

manj pa beljakovine. Plin iz ogljikovih hidratov vsebuje znatno manj metana. Pri gnojevki, so izračuni pokazali, da pri reakcijski temperaturi 32° C, nastane od 0,80 – 1,00 m<sup>3</sup> plina/kg oziroma 0,40 – 0,60 m<sup>3</sup> plina/kg razpoložljive suhe organske snovi. Razlika v produkciji plina je posledica nesposobnosti mikroorganizmov, da razgradijo določene organske snovi (lignin) (Pridobivanje in čiščenje bioplina, 2012; Priročnik o bioplinu, 2010).

V digestatorju je čas zadrževanja substrata odvisen od več faktorjev: temperatura, stopnja mešanja, koncentracija organskih snovi v vhodnem substratu, prostorninska obremenitev digestatorja... Za popolno razgradnjo organske mase, bi bilo v teoriji potrebno zadrževati substrat v digestorju veliko časa. V praksi pa je potrebno izbrati najugodnejši čas zadrževanja. Gre torej za kompromis med zeleno stopnjo razgradnje organskih snovi ter tehnično izvedljivimi dimenzijami digestorja. Pri tistih digestorjih, ki so kontinuirani, pa se koncentracija substrata ne spreminja, kar pomeni da je proporcionalna prostorninski obremenitvi digestorja. V digestorju samem, pa je mešanje substrata izjemno pomembno, predvsem zaradi vidika enakomerne obremenitve celotne prostornine digestorja in hkrati tudi zaradi izenačene temperature v njem. Samo obremenitev digestorja je lahko organska (kg vnesene organske mase/kg bakterijske mase na dan) ali prostorninska (kg vnesene organske mase / m<sup>3</sup> digestorja na dan). (Pridobivanje in čiščenje bioplina, 2012; Priročnik o bioplinu, 2010).

### 3.3 TEHNOLOGIJE FERMENTACIJE

Glede na način dovajanja vhodnega substrata v digestorje pri pridobivanju biometana, poznamo dve vrsti oziroma dva tipa tehnoloških postopkov. To sta diskontinuirani ali šaržni postopek in kontinuirani postopek.

**Diskontinuirani postopek;** pri tem postopku vhodni substrat skupaj z določeno količino prevrete mase zapremo v digestor. Pri segrevanju do izbrane delovne temperature prične nastajati bioplin, ki se mu nato postopoma povečuje delež metana. Anaerobno vrenje v takšnih digestorjih traja od 40 – 100 dni ali pa, dokler ni dosežena določena stopnja razkroja organskih sestavin. Pri diskontinuirani proizvodnji so digestorji horizontalne ali vertikalne izvedbe narejeni iz kovine, armiranega betona ali plastike. Lahko jih postavimo v nadzemni ali pa v podzemni različici.

**Kontinuirani postopek;** pri tem postopku anaerobnega vrenja se digestor nenehno polni s svežim substratom. Istočasno pa se iz njega prazni določena količina predelanega substrata. Predelani substrat potuje v rezervoar, jamo ali laguno za zbiranje predelanega substrata. Od tam pa ga periodično prečrpavamo v cisterne za razvoz substrata in ga nato lahko raztrosimo na kmetijska zemljišča (stabilizirano gnojilo).

V tabeli 2 lahko vidimo prednosti in slabosti obeh postopkov:

	Prednosti	Slabosti
<b>Diskontinuirani postopek</b>	Majhni stroški	Velika prostornina digestorja
	Možnost uporabe substrata z višjo vsebnostjo suhe snovi (20 % in več)	Neizenačena količina in sestava bioplina
	Manjša nevarnost prehoda na kislinsko vrenje	Praznenje digestorja predstavlja kompliciran postopek
	Možen razkroj vlaknastih materialov brez mehanskega dela	
<b>Kontinuirani postopek</b>	Kratek retencijski čas substrata	Visoki stroški
	Količina in sestava bioplina sta konstantni	Potrebno je segrevanje digestorja
	Substrat se lahko transportira s pomočjo črpalk	Večja poraba energije
	Ni emisij smradu zaradi zaprtega sistema	Potrebno je pogosto mešanje

Tabela 2: Prednosti in slabosti diskontinuiranega in kontinuiranega postopka

(Vir:

[https://arhiv.kis.si/datoteke/File/kis/SLO/MEH/Biomethane/D\\_3.1.1\\_PUBLIKACIJA\\_TEHNOLOGIJE\\_CISCENJA\\_BIOPлина\\_V\\_BIOMETAN.pdf](https://arhiv.kis.si/datoteke/File/kis/SLO/MEH/Biomethane/D_3.1.1_PUBLIKACIJA_TEHNOLOGIJE_CISCENJA_BIOPлина_V_BIOMETAN.pdf), 22.9.2018)

V tabeli 3 lahko vidimo sestavo plina iz kmetijskih bioplinskih naprav in sestavo plina iz čistilnih bioplinskih naprav:

Primesi	Bioplin iz kmetijskih bioplinskih naprav	Bioplin iz čistilnih bioplinskih naprav
<b>Metan (CH<sub>4</sub>)</b>	60 – 70 %	55 – 65 %
<b>Ogljikov dioksid (CO<sub>2</sub>)</b>	30 – 40 %	35 – 45 %
<b>Vodik (H<sub>2</sub>)</b>	1 – 3 %	1 – 3 %
<b>Ogljikov monoksid (CO)</b>	< 1 %	< 1 %
<b>Dušik (N<sub>2</sub>)</b>	< 1 %	< 1 %
<b>Vodikov sulfid (HS<sub>2</sub>)</b>	10 – 2000 ppm	10 – 40 ppm

Tabela 3: Sestava plina kmetijskih in čistilnih bioplinskih naprav

(Vir: [http://www.kis.si/f/docs/Zakljuceni\\_projekti-pdf/D\\_4\\_1\\_SLOVENSKI\\_IZVLECEK\\_PREDSTAVITEV\\_NA\\_IZOBRAZEVANJU\\_PA.pdf](http://www.kis.si/f/docs/Zakljuceni_projekti-pdf/D_4_1_SLOVENSKI_IZVLECEK_PREDSTAVITEV_NA_IZOBRAZEVANJU_PA.pdf), 22.9.2018)

Za nastanek biometana je potrebna še faza čiščenja bioplina. Tej fazi bi lahko rekli tudi sodoben process ločevanja plinov. Iz leta v leto se tehnologije za pridobivanje metana in tehnologije čiščenje bioplina, vseskozi izpopolnjujejo. Gre za to, da se

tehnologije optimizirajo za točno določene pogoje. Izbira tehnologije čiščenja je precej odvisna od ekonomske upravičenosti, ki temelji na sestavi in količini neočiščenega bioplina. Odločitev o končnem cilju (čistosti biometana), je potrebno sprejeti v zgodnji fazi načrtovanja bioplinarne, saj so procesi: anaerobne digestije (psihofilno, mezofilno, termofilno območje), vrsti in načinu dovajanja substrata (ali gre za kontinuirani ali diskontinuirani postopek) pomembni za ekonomsko upravičenost, prav tako pa so pomembni pogoji okolja, v katerem bi bioplinarna delovala (Pridobivanje in čiščenje bioplina, 2012; Priročnik o bioplinu, 2010).

Čiščenje bioplina je postopek ločevanja plinov, katerega končni produkt je biometan s točno določenimi zahtevami, željami. Navadno se izloča CO<sub>2</sub>, ki ga je v bioplinu največ. Z odstranjevanjem CO<sub>2</sub> bioplinu najhitreje dvigamo energijsko vrednost. Potrebno ga je tudi osušiti in mu odstraniti razne druge primesi, ki nastanejo v procesu (kisik, dušik, vodikov sulfid, amoniak in siloksani...). Ločimo ga na biometan, ki ima visoko vsebnost metana, in preostali plin z visoko vsebnostjo ogljikovega dioksida (CO<sub>2</sub>). Pri čiščenju bioplina pa se moramo zavedati, da nobena tehnologija čiščenja ni popolna in najboljša. Pri tem procesu nastaja tudi odpadni plin, ki še vedno vsebuje manjši delež metana, ki ga poskušamo zmanjšati (Pridobivanje in čiščenje bioplina, 2012; Priročnik o bioplinu, 2010).

Čiščenje bioplina ima tri najpomembnejše dele ali faze:

- odstranjevanje žvepla;
- odstranjevanje ogljikovega dioksida;
- odstranjevanje vode.

Pri čiščenju bioplina pa gre tudi za odstranjevanje primesi in čiščenje odpadnega plina. Glede na uporabo, ločimo čiščenje za uporabo v kogeneracijskih napravah in čiščenje bioplina do faze biometana. Pomembno pa je, da bioplin osušimo in iz njega odstranimo žveplo. Voda in vodikov sulfid namreč tvorita žvepleno kislino (le-ta pa povzroča korozijo v cevovodih in v motorjih z notranjm izgorevanjem). Najbolj nujen proces faze čiščenja bioplina, je torej odstranjevanje vode in žvepla (Pridobivanje in čiščenje bioplina, 2012; Priročnik o bioplinu, 2010).

### **3.4. SUŠENJE BIOPLINA**

Proces pridobivanja bioplina se ne konča pri odpadnih plinih in fermentaciji, potrebno ga je potrebno tudi sušiti. Neočiščen bioplin po izhodu iz bioreaktorja vsebuje precej vodne pare, pri različnih tehnologijah, pa se vsebnost vodne pare z višanjem temperature tudi povečuje. Vodikov sulfid, ki je prav tako prisoten v neočiščenem bioplinu, skupaj z vodo tvori žvepleno kislino. Le-ta pa je izjemno korozivna in lahko povzroči okvare na motorju ter ostali opremi bioplinarne naprave. Tudi voda v bioplinu znižuje zmogljivosti motorja na kogeneracijski enoti, saj

prisotnost vodne pare v zgorevalnem prostoru motorja znižuje izkoristek. Pri tem procesu pa se težava lahko pojavi tudi zaradi nabiranja vode v ceveh, ki vodi do padca tlaka na filtru in zniža zmogljivost motorja na kogeneracijski napravi, saj mora ta stiskati tudi vodo (Pridobivanje in čiščenje bioplina, 2012; Priročnik o bioplinu, 2010).

Sušenje bioplina pa lahko poteka po različnih postopkih. Pregled tovrstnih tehnologij pokaže, da je najbolj pogost kondenzacijski postopek sušenja. To je proces, kjer z večanjem tlaka in nižanjem temperature bioplina voda kondenzira in jo lahko odstranimo. Bioplin se običajno komprimira do 12 barov. Tovrstni postopek je najbolj pogost, ker je nezahteven za ohlajanje bioplina, ki ga lahko napeljemo v plinovod pod zemljo. Slaba stran pa je, da s tem ne moremo v večini primerov dosegati zahtev za biometan. Kondenzacijski postopek pa zadošča za pridobivanje energije v kogeneracijskih enotah (Pridobivanje in čiščenje bioplina, 2012; Priročnik o bioplinu, 2010).

Če bi želeli pridobivati bioplin/biometan in ga nato dodajati v javno plinsko omrežje, pa je potreben boljši postopek sušenja, saj kvaliteto biometana predpisuje več evropskih regulativ. Uporabljamo filtracijski, adsorpcijski in absorpcijski postopki;

- pri adsorpcijskih postopkih največkrat uporabljamo  $\text{SiO}_2$ , lahko pa tudi aktivno oglje in molekularna sita. Adsorpcijske postopke oziroma procese ponavadi aplicira pri manjših in srednje velikih aplikacijah s proizvodnjo manj kot  $100.000 \text{ m}^3/\text{h}$  bioplina;
- pri absorpcijskem odstranjevanju vode se kot absorbent uporablja glikol ali trietilenglikol, ki poleg vode odstranita tudi ostale pline, ki spadajo med dolgo verižne ogljikovodike. Absorpcijske postopke oziroma procese uporabljamo za večje operacije, torej za proizvodnjo nad  $100.000 \text{ m}^3/\text{h}$  bioplina.

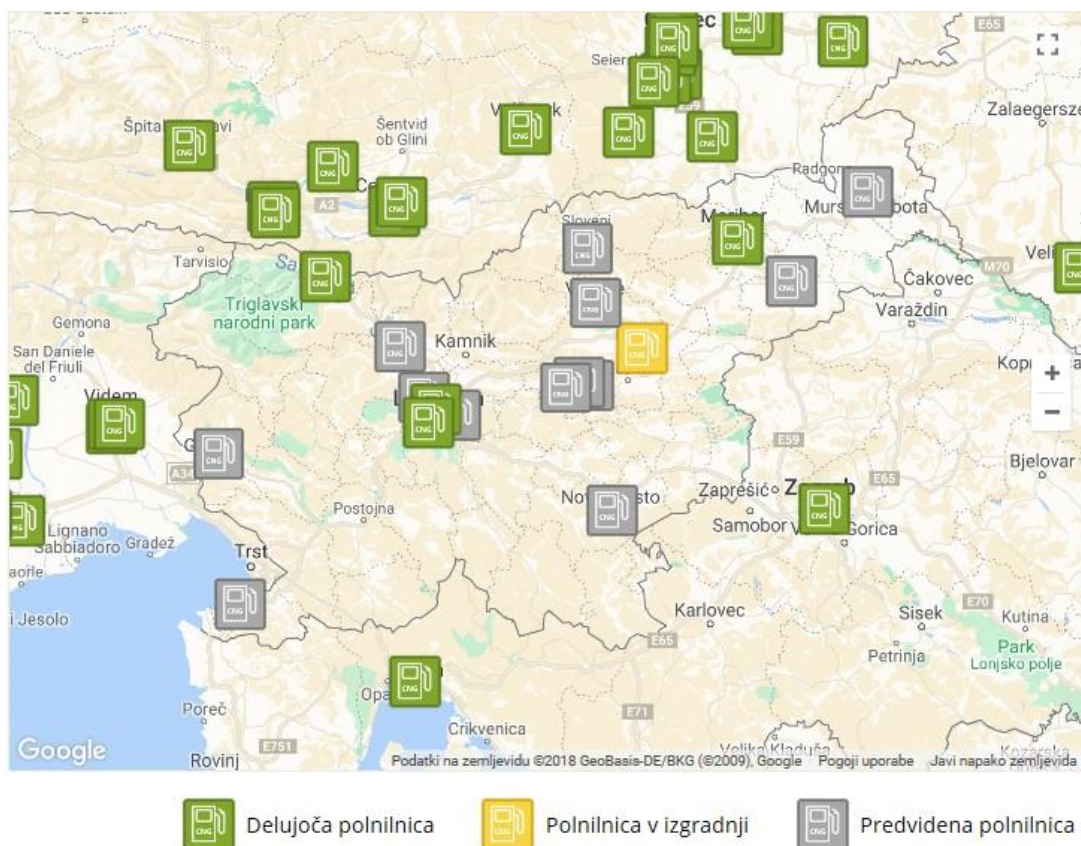
Če bioplinu, ki je sestavljen iz približno 60-70 % metana ( $\text{CH}_4$ ) in 30-40 % ogljikovega dioksida ( $\text{CO}_2$ ), odstranimo  $\text{CO}_2$ , dobimo plin, imenovan biometan, ki je po sestavi enak zemeljskemu plinu in ga lahko oddajamo v plinovodno omrežje ter ga nato uporabljamo v industriji, gospodinjstvih in transportu. Vendar pa postopek čiščenja prispeva k zvišanju stroškov proizvodnje bioplina, zato je pomembno, da se faza čiščenja optimizira tako, da je poraba energije čim manjša in da dosežemo visoko stopnjo učinkovitosti procesa. Danes že obstaja več tehnik čiščenja, ki se neprestano izboljšujejo. Vzporedno z njimi se razvijajo tudi nove tehnologije, ki imajo potencial v zmanjšanju investicijskih in obratovalnih stroškov (Petersson & Wellinger, 2008).

Najpogosteje se za odstranitev  $\text{CO}_2$  uporabljata tehniki absorpcije in adsorpcije. V uporabi sta tudi membranska separacija in kriogenska separacija (Persson et al, 2007).

### 3.5. PREGLED UPORABE BIOPLINA V SLOVENIJI

#### 3.5.1. Prevozna sredstva (avtomobili)

Uporaba biometana pri uporabi vsakdanji vožnji z avtomobili bi prinesla velike okoljske prednosti. Slovenija se premalo zaveda, da so alternativni viri energije, kot je to biometan, izjemen potencial pri zmanjševanju onesnaženosti. Vendar pa v Sloveniji ni razvejane infrastrukture za uporabo oziroma točenje biometana za osebne avtomobile. Tehnologija CNG je zrela za širok trg osebnih in tovornih vozil, pri čemer je na evropskih cestah 1 milijon takšnih vozil in približno 3.000 postaj za točenje goriva CNG. V Sloveniji je takšnih črpalk ali postaj izjemno malo – delujočih postaj imamo v Sloveniji le 4, v izgradnji 1, predvidenih za gradnjo pa 13. Tudi če seštejemo vse skupaj, ko bodo nekoč vse delovale jih bo 18, kar je seveda premalo za širši trg uporabe CNG v prevoznih sredstvih. V skladu s sprejeto strategijo na področju alternativnih goriv v prometu bodo do 31. decembra 2020 vzpostavljene javne dostopne polnilnice CNG (13 postaj). Poleg tega pa sta v načrtu dve dodatni polnilni mesti. Lahko pa najdemo uveljavljeno infrastrukturo polnilnih mest CNG v Italiji (1.186), Nemčiji (885), v Avstriji (172)... Slika 4 nam prikazuje delujoče in načrtovane polnilnice v Sloveniji.



Slika 4: Polnilne postaje v Sloveniji

(Vir: <https://www.zemeljski-plin.si/promet/polnilne-postaje>. 3.10.2018)



Vozila na SZP (CNG) imajo nizke vrednosti emisij nekaterih onesnaževal zunanjega zraka, zaradi tega podatka in prednosti, so se hitro uveljavila predvsem v mestnem javnem prometu (mestni avtobusi; v Ljubljani ima LPP 30 metanbusov). Vedno večja pa je tudi uporaba gospodarskih vozil na CNG. Optimirana vozila, ki jih poganja samo CNG, imajo lahko višjo energetske učinkovitost. »Konec leta 2016 je 53 % registriranih osebnih avtomobilov vozilo na bencin, 46 % na dizelsko gorivo in 1 % na utekočinjeni naftni plin (LPG). Število »bencinarjev« se je v primerjavi z letom 2015 zmanjšalo za 2 %, število »dizlov« pa povečalo za 6 %. Število osebnih avtomobilov na utekočinjeni naftni plin (LPG) in na stisnjeni zemeljski plin (CNG) ter na kombinacije z navedenima gorivoma se je povečalo za 10 %. Število osebnih avtomobilov na hibridni pogon se je povečalo za 40 %, število tistih na električni pogon pa za 59 %." (Vir: <https://www.stat.si/StatWeb/News/Index/6602>, 5.10.2018). Iz tega podatka lahko razberemo, da je sicer porast predelav ali novih nakupov vozil, ki jih poganja CNG, ne vemo pa oziroma iz podatkov se ne da razbrati, koliko je v porastu registracija vozil, ki uporabljajo CNG kot alternativno pogonsko gorivo. V tabeli 4 lahko vidimo, koliko je bilo registriranih vozil (vseh vozil) v letu 2018 v Sloveniji:

Vsa vozila po registracijah glede na pogon in gorivo (CNG)			
2017	CNG + bencin	osebni avtomobili in specialni avtomobili	225
		.osebni avtomobili	217
		..osebni avtomobili s prostornino do 1399 ccm	167
		..osebni avtomobili s prostornino 1400 - 2000 ccm	46
		..osebni avtomobili s prostornino večjo od 2000 ccm	4
		.specialni avtomobili	8
		avtobusi	83
		tovorna motorna vozila	113
		.tovornjaki	81
		.delovna motorna vozila	31
		.vlačilci	0
		.specialni tovornjaki	1

Tabela 4: Vsa registrirana vozila v Sloveniji leta 2017  
(Vir: <https://pxweb.stat.si/pxweb/Dialog/Saveshow.asp>, 5.10.2018)

V vsem letu 2017 je bilo v Sloveniji registriranih 421 motornih vozil, ki uporabljajo CNG kot alternativno pogonsko gorivo. Ta podatek je vzpodbuden, ni pa zadovoljiv, če vemo, da na plin predelamo tudi starejša vozila. Vendar pa je predelava vozil še vedno bolj naklonjena LPG kot pa CNG. V tabeli 5 je primerjava med leti prvič registriranih vozil na CNG v Sloveniji:

Vsa vozila po registracijah glede na pogon in gorivo (CNG) po letih		
CNG + bencin	2014	201
	2015	262
	2016	323
	2017	421

Tabela 5: Letni pregled registriranih vozil s pogonskim gorivom CNG

(Vir: <https://pxweb.stat.si/pxweb/Dialog/Saveshow.asp>, 5.10.2018)

Iz tabele je razvidno, da se v Sloveniji vendarle počasi zavedamo prednosti alternativnih pogonov, kot je CNG, saj ga lahko pridobivamo iz obnovljivih virov energije. Od leta 2014 beležimo vsako letno rast registriranih vozil s CNG kot alternativnim pogonskim gorivom. V povprečju zanaša letna rast **21,56 %**. Avtomobili bodo kmalu veliko pripomogli pri deležu čistejšje energije pri alternativnih pogonskih gorivih. Potrebno pa bo še več korakov v tej smeri.

### 3.5.2 Bioplin/biometan za soproizvodnjo električne in toplotne energije v SLO

Biometan kot energijski vir za pridobitev elektrike v Sloveniji sodi v program sonaravni transaktivni energetskega sistema OVE. Biometan in metan (plinsko gorivo) sta med štirimi sekundarnimi energenti za pridobivanje elektrike. Strategija OVE v Sloveniji ima veliko prednosti:

- omogočen je postopen in popoln prehod na domače obnovljive vire z uporabo sedanje infrastrukture in njene modernizacije;
- omogočen je zvezni prehod v družbo z obtokom ogljika iz biomase;
- omogoča veliko novih delovnih mest (zelena delovna mesta);
- omogoča uporabo domačih energijskih virov (premoga) za premagovanje prehodnega stanja;
- rešuje problem akumulacije sončne elektrike, saj imamo kemično akumulacijo v metanu in metanolu;
- omogoča razvoj visokih tehnologij pri pridobivanju, prenosu in uporabi elektrike iz OVE;

(CNVOS, Resolucija o energetskega konceptu Slovenije in krožno gospodarstvo – okrogla miza ZEG Gornja Radgona, 2018).

Bioplin je obnovljiv vir energije, ki ga pridobivamo v kontroliranem okolju bioplinarn z anaerobnim razkrojem različnih odpadnih organskih surovin. Prevladujoča sestavina bioplina je metan, ki je tudi nosilec energije ter po sestavi zavzema 50 – 75 % delež. Z ustreznimi postopki je možno iz bioplina odstraniti večji del nezaželenih sestavin, s čimer se delež metana poveča do vrednosti, primerljive s kemijsko sestavo zemeljskega plina. Tako obdelan bioplin imenujemo kar biometan ter je univerzalno uporaben na vseh področjih rabe zemeljskega plina. Lahko ga vključujemo v prenosno ali distribucijska omrežja zemeljskega plina, lahko ga uporabljamo kot pogonsko gorivo vozil in za proizvodnjo električne energije ter za potrebe lokalne energetske oskrbe.

Biometan predstavlja alternativni obnovljivi vir energije, ki ima ugoden vpliv na zmanjšanje emisij CO<sub>2</sub>, sočasno pa spodbuja gospodarno ravnanje z organskimi odpadki ter transformacijo v trajnostno naravnano in energetske vzdržno družbo (Agencija za energijo Republike Slovenije, 2018).

V Sloveniji se je v zadnjih nekaj letih pojavilo veliko polemik okoli bioplinarn in izkoriščanja bioplina, ki naj bi bilo upravičeno le ob upoštevanju okoljskega standarda – EOL 127. Deset let nazaj so bioplinarne in proizvodnja električne in toplotne energije iz bioplina predstavljale svetlo prihodnost. Predvsem marsikateremu kmetu zaradi vnosnih surovin. Dandanes pa je pogled na bioplinarne, zaradi njihovega neučinkovitega in nepravilnega upravljanja, popolnoma drugačen. Težave so v bistvu nastale že na samem začetku – pri umeščanju v prostor, nato se je nadaljevalo z nespretnim izbiranjem vhodnih surovin (predvsem pri vnašanju vhodnih surovin, ki niso bili v skladu z okoljskimi standardi). Drug dejavnik je bila slaba tehnologija, ki ponekod sploh ni bila ustrezna. Tovrstna dejanja in predelava pa je bila preveč moteča za ožjo in širšo okolico bioplinarne zaradi neprijetnega smradu. Zato so lokalni prebivalci zahtevali, da bioplinarne zaprejo. Te prakse pa ne bi smele biti vodilo v nizkoogljično družbo in boju proti onesnaževanju in zmanjševanju CO<sub>2</sub>. Bioplin ima v Sloveniji izjemno velik potencial za soproizvodnjo elektrike in toplote.

Napovedi za bioplinarne pa niso ravno vzpodbudne. Iz podatkov Ministrstva za infrastrukturo, naj bi bil delež bioplinarn in njihov delež pri soproizvodnji elektrike in toplote vse manjši. V skupnem deležu OVE v Sloveniji, naj bi v letu 2020 bioplin prispeval 2,4 % delež v vsem skupnem OVE. Leta 2030 pa le še 1,6 % delež. Zanimiv podatek, če vemo da je bioplin/biometan izjemno perspektiven. Po drugi strani pa drugi podatki kažejo, da se je izkoriščanje bioplina v zadnjih 10 letih znatno povečalo. Podatki kažejo, da je skupna moč v letu 2005 znašala 5 MW, leta 2015 pa 37 MW. Pri napovedih Ministrstva za infrastrukturo je potrebno upoštevati, kako bi bioplinarne »napajali«, koliko vhodnih surovin je na razpolago. Prav zato je napoved Ministrstva za infrastrukturo lahko realna, saj lahko pride do pomanjkanja vhodnih surovin. Prednostno bi lahko uporabljali ostanke in odpadke iz kmetijstva. Akcijski načrt OVE po navedbah ministrstva predvideva dva scenarija. Velik poudarek bo na

sončnih in vetrnih elektrarnah. Oba scenarija pa v letu 2030 upoštevata zelo zmerno rast zmogljivosti izkoriščanja bioplina. Za doseg cilja do leta 2020 bi morali ob drugih OVE, delujočih 43 MW moči iz bioplinarn, v letu 2030 pa 44 MW. Ta cilj zaradi omenjenih oziroma naštetih vzrokov ni dosegljiv. Razvoj bioplinarn v Sloveniji najbolj otežuje lokalno prebivalstvo, ki močno nasprotuje izgradnji bioplinarn, saj ljudje niso seznanjeni z vzroki, ki so v minulih letih botrovali slabim izkušnjam in negativnemu predznaku bioplinarn. V Sloveniji je po nekaterih podatkih trenutno 32 bioplinarn (vključujoč bioplinarne na deponijah). Po nekaterih ocenah pa jih tretjina ne deluje oziroma ne obratuje.

Uporaba vhodnih surovin je izjemno pomembna za obratovanje bioplinarne. Vsi negativni predznaki uporabe in delovanja bioplinarn izhajajo iz tega, ker je v preteklosti veliko bioplinarn uporabljalo koruzo za vhodno surovino. Samo po sebi to sicer ni nič spornega, težava pa je nastala, ko je te surovine pričelo primanjkovati, saj je za proizvodnjo 1 MW potrebnih 500 hektarjev kmetijskih površin. Zaradi te pomanjkljivosti je bil potreben uvoz iz sosednjih držav; nekateri upravljalci bioplinarn pa so pričeli nadomeščati vhodno surovino tudi z dvomljivimi substrati. Pričeli so uporabljati klavniške odpadke, blato komunalnih čistilnih naprav, industrijske odpadke, prepovedane odpadke iz tujine, skratka skorajda vse, kar se lahko uporabi za proizvodnjo bioplina. Na koncu pa še vse to konča na poljih kot gnojilo. Le – to pa lahko zaradi dvomljivih substratov in vhodnih surovin vsebuje tudi težke kovine, strupene snovi in patogene elemente. Kar pa uporabljamo za gnojilo, pa seveda konča nato tudi na naših mizah. Zaradi teh stvari je bioplinarna izjemno nepriljubljen OVE, hkrati pa je tudi tehnologija pripomogla, da je zaradi dvomljivih vhodnih surovin postalo stanje za okolico neznosno – smrad bioplinarn. Če gledamo akcijski načrt ministrstva, bi dosegli željeno raven bioplinarn (50 MW), le tako, da bi porabili pridelek s 25.000 hektarjev koruznih polj (kot energetska rastlina) za proizvodnjo elektrike iz bioplina.

Upravljalci bioplinarn zanemarjajo tudi okoljevarstvena dovoljenja. Inšpekcijski pregledi so pokazali nekatere nepravilnosti pri izvajanju določil okoljevarstvenega dovoljenja (OVD) glede vhodnih surovin.

Med ugotovljenimi nepravilnostmi so:

- neprimerno skladiščenje odpadkov pred predelavo;
- neizvajanje monitoringov emisij snovi v zrak;
- neizvajanje monitoringov kakovosti digestata (pregnitega blata);
- odvajanje snovi iz naprave v vodotoke;
- predelava odpadkov, za katere ni pridobljeno OVD;
- predelava prekomernih količin odpadkov, kot je določeno v OVD;
- čezmejno pošiljanje odpadkov – digestata brez ustreznih soglasij.

Inšpekcija preglede opravlja na podlagi prijav in v okviru rednega dela. V primeru bioplinarn, ki morajo pridobiti okoljevarstveno dovoljenje v skladu z Direktivo o industrijskih emisijah (IED zavezanci), so redni inšpekcijski pregledi v razmaku od enega do treh let. Ker v večini bioplinarn predelujejo odpadke, si morajo pridobiti okoljevarstveno dovoljenje.

### 3.5.2.1 Primer dobre prakse

Da pri proizvodnji bioplina ni vse tako črno, kaže praksa družbe Koto, kjer v predelavo v industrijsko termofilno bioplinarno prevzemajo biološko razgradljive odpadke v skupni količini 10.000 t/leto. Sem spadajo kuhinjski odpadki, živilski odpadki in ostali biološko razgradljivi odpadki, ki jih prevzemajo od povzročiteljev, zbiralcev iz trgovske in živilsko predelovalne industrije, kakor tudi od izvajalcev javnih služb. Na leto proizvedejo od 1,8 do 1,9 milijonov m<sup>3</sup> bioplina (3.800 in 4.000 MWh električne energije (MWe). Proizvedeni bioplin se kontinuirano izkorišča za proizvodnjo električne energije in toplote. Od leta 1999 pa imajo vzpostavljen certificiran sistem ravnanja z okoljem po standardu ISO 14001. Sprejeli so tudi okoljsko politiko družbe, h kateri so zavezani vsi zaposleni v družbi, okoljevarstvene zahteve pa prenašajo tudi na dobavitelje. Z dolgoročnimi partnerstvi skrbijo za reden dotok surovin, občasno pa prevzemajo tudi izločene živilske odpadke, kot je hrana s pretečenim rokom. V podjetju se ne srečujejo z nasprotovanjem lokalne javnosti zaradi bioplinarne. Imajo namreč zaprt sistem delovanja, kjer ne prihaja do emisij v ozračje. Urejeno imajo odsesavanje neprijetnih vonjav v biofilter, ki vsebuje snovi, s katerimi veže nase neprijeten vonj in ga nevtralizira. Redno izvajajo nadzor in terminsko opredeljene kontrole potencialnih kritičnih točk glede možnosti uhajanja neprijetnih vonjav v okolico. Pred dvema letoma so vzpostavili tudi on-line meritve. Leta 2012 so na pobudo Ministrstva za okolje in prostor sodelovali tudi v projektni skupini, ki je proučevala uveljavljanje predpisa o obvladovanju vonja v okolju, vendar to sodelovanje ni prineslo konkretnih rešitev (Zelena Slovenija, Revija EOL, 2018).

Menimo, da je umeščanje v prostor največja težava bioplinarn v prihodnosti, saj ima velik negativni predznak. Ta pa je nastal zaradi že omenjenih razlogov neupoštevanja OVD in hkrati neupoštevanja in uporabe novih tehnologij.

Ko govorimo o veliki perspektivnosti bioplina za pridobivanje elektrike, toplote in nenazadnje tudi za dodajanje v javni plinski sistem (plinsko omrežje) govorimo zaradi tega, ker velja za enega najbolj učinkovitih in okolju prijaznih energentov. Kurilna vrednost bioplina na m<sup>3</sup> je približno 6 kWh. Pri njegovem izgorevanju nastaja bistveno manj toplogrednih plinov, kot ga uporabljajo rastline za rast s fotosintezo, kjer proizvajajo kisik in porabljajo CO<sub>2</sub>. Bioplin pri izgorevanju razpade na ogljikov dioksid in vodno paro, prednost bioplina pa je v tem, da je pri njegovem izgorevanju CO<sub>2</sub> nevtralen, saj je v njem največ metana (tudi do 75 %). Vsi ti podatki pa nam

povedo, da se toplogredni učinek v primerjavi z neposrednimi emisijami metana v atmosfero zmanjša do 15x. Ta podatek pa je pomemben, saj je metan »vodilni« plin pri toplogrednih plinih.

V EU je proizvodnja bioplina najbolj razvita na Danskem, Nemčiji in Švici. V teh državah gre predvsem za sodobne naprave, ki služijo za proizvodnjo električne in toplotne energije. Preproste oblike bioplinarn poznajo tudi na Kitajskem in v Indiji, kjer s tem pridobivajo energijo za kuhanje in razsvetljavo.

V tabeli 6 je razvidno, koliko bioplinarn je v EU po državah glede na število prebivalcev.

Država	Toe/1.000 prebivalcev	Država	Toe/1.000 prebivalcev
Nemčija	29	Slovenija	5,9
Velika Britanija	26,7	Francija	4,9
Luksemburg	21	Grčija	4,3
Danska	18	Estonija	3,1
Avstrija	16,8	Švedska	3
Nizozemska	10,8	Madžarska	2
Irska	7,8	Poljska	1,6
Češka	7,6	Slovaška	1,6
Belgija	7,4	Portugalska	1,5
Španija	7,4	Litva	0,7
Finska	6,9	Ciper	0,2
Italija	6,9	EU	11,9

*Tabela 6: Bioplinarne na prebivalca*  
(Vir: Rižnar, 2012)

V tabeli vidimo, da ima Nemčija najbolj razvito vejo bioplinarn glede na število prebivalcev. Zanimivo je, da ima Luksemburg glede na svojo ozemeljsko majhnost in število prebivalcev zelo veliko bioplinarn. Slovenija je recimo v tem pogledu na 13 mestu. Sicer lahko rečemo, da je na zavidljivem mestu, vendar če pogledamo povprečje EU 11,9, ima Slovenija zelo velike možnosti za rast proizvodnje bioplina. Hkrati pa bi iz tega podatka lahko sklepali, da ima Slovenija tudi veliko možnost za pridobivanje alternativnih virov energije glede na svoj geo strateški položaj. Temu primerno pa bi morala slediti tudi razvojna politika. Medtem ko na dnu, Litva in Ciper ne razvijata bioplinarn, saj v tem verjetno ne vidita prihodnosti.

Na sliki 5 pa je Bioplinarna Lendava, ki trenutno velja za največjo v Sloveniji. Njeno obratovanje je negotovo, zaradi velikega neodobravanja lokalnega prebivalstva.



Slika 5: Bioplinarna Lendava

(Vir: <http://www.ecos.si/uploaded/slike/bioplinarna2.jpg>, 9.10.2018)

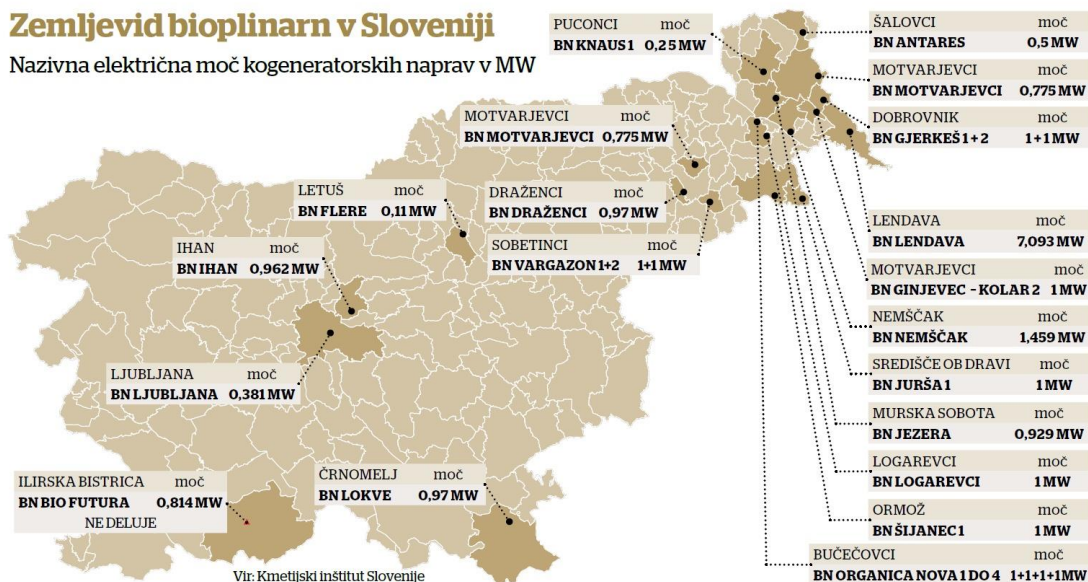
V osrčju Slovenije v Mestni občini Ljubljana (MOL), v RCERO-u (Regijski center za ravnanje z odpadki) vsako leto pridobijo približno 7.000 t komposta po obdelavi ločeno zbranih organskih, biorazgradljivih odpadkov, 17.000 MWh električne energije in 36.000 MWh toplotne energije iz pridobljenega bioplina v procesu (RCERO Ljubljana, 2018). Na sliki 6 je RCERO, kjer tudi proizvajajo bioplin/biometan ter soproizvodnjo toplote in električne energije.



Slika 6: RCERO Ljubljana

(Vir: [http://www.rcero-ljubljana.eu/upload/gallery/67/pogled\\_na\\_rcero\\_ljubljana\\_iz\\_zraka-3.jpg](http://www.rcero-ljubljana.eu/upload/gallery/67/pogled_na_rcero_ljubljana_iz_zraka-3.jpg), 9.10.2018)

Na sliki 7 so prikazane bioplinarne v Sloveniji, največje so v Prekmurju (BN Lendava in BN Organica).



Slika 7: Bioplinarne v Sloveniji

(Vir: <https://oe.finance.si/8811608>, dostopno 31.10.2018)

Vse te bioplinarne imajo nazivno moč 29 MW (vključuje večje in manjše kmetijske bioplinarne).

### 3.6. BIOPLIN V EU (PRIMERJAVA MED SLO IN EU)

Bioplin je v EU izjemno razvit. Počasi dobiva veljavo in se ga vedno bolj uporablja. Tako za ogrevanje, pridobivanje električne energije kot tudi pogonskega goriva. Povečanje deleža obnovljivih virov energije (OVE) je eden od najpomembnejših ukrepov za zmanjšanje emisij toplogrednih plinov in energetske odvisnosti. Mnogokrat sprašujemo, zakaj OVE še ni v tolikšni množični uporabi ali uporabi širšega trga. Bistven vzrok je cena proizvodnje. OVE so trenutno še vedno dražji od uporabe/proizvodnje fosilnih goriv. Podatki pa kažejo, da se ta razlika manjša. Seveda pa ni kriva samo cena, ampak tudi ozaveščanje, informiranje in ne nazadnje tudi znanje. Pri vseh kalkulacijah pa bi bilo dobro upoštevati tudi vpliv na okolje, se pravi stroške okoljske obremenitve. Investicije v OVE pomagajo izboljšati zanesljivost energetske dobave v EU, povečujejo delež doma proizvedene energije, omogočajo oblikovanje novih delovnih mest, pospešujejo regionalni razvoj in imajo pozitiven učinek na kakovost zraka. Zakonodajne obveze so zapisane v evropski direktivi o spodbujanju uporabe energije iz obnovljivih virov, sprejeti aprila 2009. S to sprejeto zakonodajo se je Slovenija zavezala k 20 % deležu OVE v primarni rabi



energije do leta 2020 (Direktiva 2009/28/ES o spodbujanju uporabe energije iz obnovljivih virov, 2009).

Premik energetskega vira od fosilnih goriv do OVE je mogoč z uporabo obstoječih tehnologij. V Evropi bioplin največ uporabljamo v kogeneracijskih enotah, kjer poteka sočasna proizvodnja električne in toplotne energije. V nekaterih državah Evrope (v Nemčiji, Avstriji, na Švedskem, v Švici) že imajo razvite sisteme in tudi uporabljajo tehnologije nadgradnje bioplina, ki ga nato dodajo v javno plinsko omrežje ali pa ga uporabljajo kot gorivo v motornih vozilih. Omenjene tehnologije in možnosti uporabe biometana v zadnjih letih tako vzbujajo vedno večje zanimanje (Persson et al, 2007).

V Avstriji je trenutno zgrajenih že več kot tristo bioplinarn, medtem ko jih v Nemčiji obratuje čez štiri tisoč. V Nemčiji je tehnologija nadgradnje bioplina že dobro poznana in poteka v več kot 30 bioplinarnah. V Avstriji je bila prva bioplinarna z možnostjo nadgradnje bioplina zgrajena leta 2005, načrtujejo in gradijo še nove (Austrian first feeding of upgraded biogas to the natural gas grid). V Sloveniji deluje manj bioplinarn kot v Nemčiji in Avstriji, vse pa so usmerjene v proizvodnjo električne in toplotne energije v sistemu kogeneracije. Največja je bioplinarna Nemščak v Prekmurju, ki kot surovine uporablja ostanke istoimenske prašičje farme. Na dan predelajo okoli 240 ton snovi živalskega in rastlinskega izvora, od tega 70 % svinjske gnojevke, 20 % koruzne silaže in 10 % drugih organskih snovi. S toplotno energijo, proizvedeno v kogeneracijski enoti, ogrevajo objekte bioplinarne in farmo Nemščak, električno energijo pa oddajajo v javno omrežje. Bioplinarna letno proizvede okoli 10 mio kWh električne energije, kar zadošča za porabo v okoli 2.500 do 3.000 gospodinjstvih. Naša država proizvodnjo električne energije iz bioplina podpira s shemo ugodnih subvencij. Ravno zaradi tega se v Sloveniji o nadgradnji bioplina pri nas sploh ne razmišlja resno. Vse študije izvedljivosti kažejo finančno daljše obdobje donosa naložbe. Posledično tudi zaradi tega, ker ni interesa, da bi biometan oddajali v plinsko omrežje. Avtomobilov oziroma prevoznih sredstev na CNG (osebni avtomobili, tovorna vozila, avtobusi) pa je v Sloveniji izjemno malo. Res pa je, da tudi ni veliko ponudbe na trgu, zato tudi ljudje ne vedo kakšne so prednosti uporabe CNG kot pogonskega goriva. Podobno velja za plinsko omrežje. Lokalna politika bi morala bolj vzpodbujati, da bi bioplinarne biometan dodajale v javno plinsko omrežje.

Ker se zemeljski plin in bioplin/biometan mešata, lahko bioplin/biometan po postopku čiščenja uvajamo neposredno v plinsko omrežje. To je velika prednost, saj z dodajanjem biometana v javno plinsko omrežje zagotovimo, da uporabniki za ogrevanje svojega doma ali za uporabo v industrijskih sistemih uporabljajo obnovljivo energijo. S tem pa skrbimo tudi za krožno gospodarstvo, ki je dolgoročni cilj EU.

S tem lahko v obstoječih in tudi novo nastajajočih strnjenih naseljih brez velikih investicij dosežemo 20 % povečanje deleža obnovljive energije, kar želi do leta 2020 uresničiti tudi Evropska Unija. Hkrati uvajanje bioplina v omrežje zagotavlja zanesljivejšo oskrbo, kar je pomembno z vidika odvisnosti od uvoza zemeljskega plina, ki v Evropi še vedno narašča. Zemeljski plin v državah EU predstavlja 25 % delež celotne porabe energije. Ker je bioplina eden izmed najprimernejših energentov za ogrevanje in tudi za proizvodnjo električne energije, je uvajanje bioplina kot OVE zelo realna in uresničljiva naloga (Persson et al, 2007).

Poznani so številni primeri dobrih praks uvajanja bioplina v plinsko omrežje. Vodilne evropske države na tem področju so Švedska, Švica, Nemčija in Francija. Omenjene države so razvile nacionalne tehnične standarde in postopke za uvajanje bioplina v plinsko omrežje. Standardi vsebujejo zahteve glede vsebnosti določenih sestavin plina, kot npr. žvepla, kisika in vode (Persson et al, 2007).

Naj navedemo primer dobre prakse uvajanja biometana v plinsko omrežje v Nemčiji. Zaradi številnih prednosti, ki jih ponuja uvajanje očiščenega bioplina v plinsko omrežje, si je nemška vlada postavila cilj, da bo 10 % nemškega povpraševanja po plinu zagotovila z bioplinom. Za doseg zastavljenega cilja je v načrtu postavitev približno 1500 bioplinarn, ki bodo očiščen plin uvajale v omrežje zemeljskega plina. Do konca leta 2008 je bilo zgrajenih 14 obratov, v letu 2009 je začelo obratovati 16 bioplinarn. Do konca leta 2009 je tako delovalo 32 naprav s skupnim tokom bioplina 22,730 m<sup>3</sup>/h, kar ustreza približno 2 % zastavljenega cilja (Klaas & Graf, 2009).

Projekt vodi DVGW (Deutsche Vereinigung des Gas und Wasserfaches/Nemško tehnično in znanstveno združenje za plin in vodo). Strokovnjaki združenja razvijajo tehnične in okoljske pogoje za pridobivanje bioplina, njegovo čiščenje in uvajanje v omrežje. Vidike kakovosti, varnosti in varstva okolja obravnavajo v več projektih in delovnih skupinah, standarde tako sproti revidirajo in razvijajo. V prvi fazi so analizirali vse dostopne podatke v zvezi s proizvodnjo, čiščenjem in injiciranjem bioplina ter oblikovali priporočila za načrtovane projekte. Ob upoštevanju trajnostnih vidikov so izvedli številne raziskave, izbrali najustreznejše tehnologije (čiščenje CO<sub>2</sub>), ocenili pomembne parametre delovanja (kakovost proizvedenega plina, povpraševanje po energiji). Namen raziskav je bil predvsem optimizacija celotnega procesa od pridobivanja surovin do nadgradnje in uvajanja v omrežje. Za surovine večina bioplinarn uporablja energetske rastline. Manjši delež surovin predstavljajo gnoj in ostanki hrane (Klaas & Graf, 2009).

Proizvodnja bioplina/biometana iz primerov kaže izjemno korist v evropskih mestih. Naj navedemo primer: v Strasbourgu so odprli prvo bioplinarno na odplake, imenovano Biovalsan, ki bo iz odplak predvidoma proizvajala 1,6 milijona m<sup>3</sup> metana na leto. Obrat s predelavo blata proizvaja bioplina, ki ga predela v biometan enake kakovosti, kot je zemeljski plin, in ga nato dovajajo v mestno plinsko omrežje

(plinovod). Omenjeni projekt bo z obnovljivim plinom lokalno ogreval več kot 5.000 domov. Ne nazadnje bioplin/biometan prispeva k zanesljivosti oskrbe s plinom v Evropi in k raznovrstnosti virov. Razvita tehnologija in obstoječa infrastruktura nam omogočata, da bomo slej ko prej v celoti morali začeti izkoriščati ta obnovljivi vir energije, če bomo hoteli izpolniti podnebne cilje. V Evropi trenutno deluje 15.000 obratov za proizvodnjo bioplina, pri čemer je proizvodnja samo v letu 2014 dosegla približno 15.000.000.000 m<sup>3</sup>. Proizvodnja bioplina najbolj narašča v Nemčiji, sledita ji Velika Britanija in Francija, ki sta tudi veliki proizvajalki bioplina. V zadnjem času se je tako število obratov za proizvodnjo bioplina v srednjeevropskih državah povečalo za 18 %.

## 4 UPORABA BIOMETANA

Glede na raziskave o zapiranju bioplinarn in odnosu ljudi do njih me je zanimalo, zakaj bi vlagali v bioplin. Ali je to res tako čisto, obnovljivo, dobrodošlo za prihodnost in predvsem, ali ima prihodnost kot obnovljivi vir energije? Ali lahko vlagamo v bioplin kot alternativni vir energije?

Bioplinarne se tudi razlikujejo glede na relativno velikost, funkcijo in lokacijo. Imamo več vrst naprav za anaerobno digestijo:

- družinske bioplinarne naprave (kategorija majhnih bioplinarn);
- bioplinarne naprave na ravni kmetije;
- centralizirane bioplinarne (bioplinarne naprave) združena sočasna digestija (kofermentacija);
- industrijske bioplinarne;
- proizvodnja deponijskega plina.

Uporabnost bioplina je velika, predvsem energetska, in je odvisna od narave vira in lokalnih potreb po določeni obliki energiji. Bioplin se uporablja za proizvodnjo toplote z neposrednim izgorevanjem, proizvodnjo električne energije z gorivnimi celicami ali mikroturbinami, kombinirano pridobivanje toplote in električne energije ali pa se uporablja kot pogonsko gorivo (biometan) (Priročnik o bioplinu, 2010).

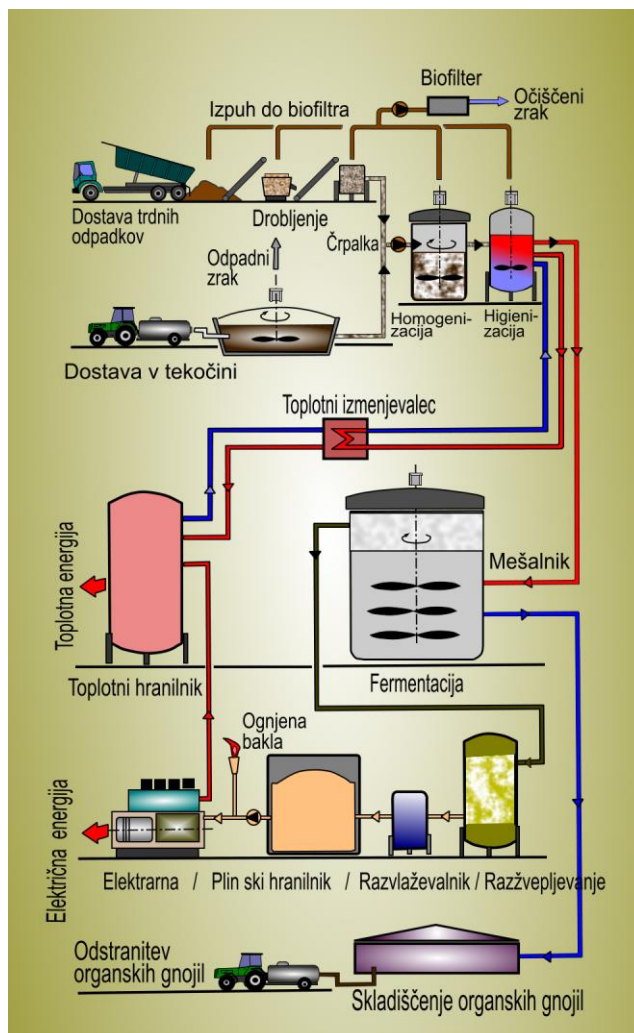
Najbolj prepoznavna oblika proizvodnje bioplina/biometana je soproizvodnja toplote in električne energije. Tovrstna soproizvodnja pa je tudi najbolj učinkovita za čim boljše izrabo bioplina za proizvodnjo energije. Pred pretvorbo za kombinirano pridobivanje toplote in električne energije je potrebno v procesu bioplin najprej osušiti. Naprava za soproizvodnjo toplote in električne energije ima do 90 % izkoristek in proizvede približno 65 % toplotne energije in približno 35 % električne energije. Pridobljeno oziroma proizvedeno električno energijo lahko uporabimo kot

pogonsko energijo za električne naprave kot so črpalke, nadzorni sistemi in mešalniki. Pomembno pri energetske in ekonomske učinkovitosti bioplinske naprave je izkoriščanje proizvedene energije. Običajno del toplote porabimo za ogrevanje digestorjev (procesna toplota), približno dve tretjini vse proizvedene energije pa lahko uporabimo za zunanje potrebe. Mnoge bioplinske naprave, npr.: v Nemčiji, so bile postavljene izključno za zadovoljevanje potreb po električni energiji, brez izkoriščanja toplote. Dandanes je za dobro ekonomičnost izkoriščanje toplote obvezno. Cene surovin (na primer pšenice) so narasle in za mnoge naprave samo prodaja električne energije za ekonomsko uspešnost ni dovolj. Novo postavljene bioplinske naprave morajo zato v načrtovanje vedno vključiti izkoriščanje toplote.

To lahko uporabimo za industrijske procese, kmetijske dejavnosti ali ogrevanje zgradb. Najbolj ustrezen porabnik toplote je industrija, saj jo potrebuje stalno, čez celo leto. Pomemben dejavnik za industrijsko uporabo je kakovost toplote (temperatura). Še ena možnost uporabe toplote bioplina pa je ogrevanje zgradb in stanovanj (mikro omrežje ali sistem daljinskega ogrevanja). Vendar je tukaj potreba po energiji pozimi precej večja kot v poletnem času. Toploto iz proizvodnje bioplina lahko uporabimo tudi za sušenje pridelkov in žagovine ali za ločevanje presnovljenega substrata. Ne nazadnje pa lahko toploto uporabimo tudi za kombinirane sisteme ogrevanja in hlajenja. Ta proces, znan iz domačega hladilnika, se uporablja za ohlajanje skladišč s hrano in hladilnice. Toplota je vložena energija, ki se pretvarja v hlad skozi proces absorpcije, pri čemer razlikujemo med adsorpcijskim in absorpcijskim hladilnim procesom. Prednost hlajenja z absorpcijo je majhna obraba zaradi majhnega števila mehanskih delov in majhna poraba energije v primerjavi s kompresijskimi napravami za hlajenje. Preizkušajo pa tudi uporabo sistema s kombinacijo ogrevanja in hlajenja v bioplinskih napravah (Priročnik o bioplinu, 2010).

Približno ena tretjina energije, ki jo vsebuje bioplin, se spremeni v električno energijo, okoli dve tretjini energije pa se spremenita v toplotno energijo (Jejčič & Poje, 2009). Izgube, ki se pojavljajo pri kogeneraciji, znašajo približno 10 %. Za delovanje bioplinske naprave je predvidena 5 % poraba celotne v kogeneraciji pridobljene električne energije. Električna energija gre v javno omrežje. Toplotno energijo delno izkoriščamo za fermentacijo, ki poteka pri stalni temperaturi okoli 40° C. Ostalo toplotno energijo lahko oddajamo v daljinski sistem oskrbe s toploto in se jo tako uporabi za ogrevanje stanovanjskih zgradb ali industrijskih procesov.

Soproizvodnja elektrike in toplote ali kogeneracija proizvodnje elektrike in toplote je prikazana na sliki 8:



Slika 8: Kogeneracija proizvodnje elektrike in toplote

(Vir: <https://www.instalater.si/prispevek/340/uporaba-bioplina-za-proizvodnjo-elektricne-energije-in-socasno-proizvodnje-toplote-spte>, 26.11.2018)

#### 4.1. PREGLED STANJA OKOLJA

Da bi lahko povzeli uporabnost, prednosti in slabosti bioplina/biometana, je najprej potrebno pregledati stanje okolja, saj se zaradi vse večje onesnaženosti soočamo z resnimi izzivi, kako TGP čimbolj zajezi oziroma zmanjšati njihov vpliv na globalno segrevanje. Vsaka država ima načrt, kako se spoprijemati s tem izzivom. Stanje okolja namreč pokaže, kako se izpusti v ozračje poznajo v obremenjevanju okolja, našega zdravja, ne nazadnje tudi kvalitete bivanja. Spoznali smo, da fosilna goriva ne morejo biti več vodilo za pogonska goriva, pridobivanje elektrike, toplote in

seveda ostalih proizvodov, kjer je potrebna nafta za proizvodnji proces. ARSO izdaja poročila o stanju okolja, kjer se lahko vidi, kako se okolje obremenjuje. S tem pa ko obremenjujemo okolje, obremenjujemo tudi sebe in ogrožamo lastno zdravje. Zaradi tega sta nas znanost in tehnologija privedla do tega, da smo pričeli odkrivati nove alternativne vire energije (vetrna energija, solarna energija, električna vozila, bioplin, biometan (CNG), LPG, gorivne celice). Bioplin/biometan je eden izmed teh alternativnih goriv, ki ima lahko veliko pozitivnih učinkov na okolje. Učinki so tako družbeni (zaposlovanje in s tem tudi višanje življenjskega standarda) kot tudi ekonomski (nove poslovne priložnosti, zaposlovanje).

V zadnjih nekaj desetletjih je EU sprejela veliko različne okoljske zakonodaje, za katero lahko danes trdimo, da je najizčrpnější sodobni sklop standardov na svetu. V tem obdobju se je raven varstva okolja v večini delov Evrope dokazljivo izboljšala. Te izboljšave so pretežno plod celovite okoljske zakonodaje, vzpostavljene v različnih evropskih državah. So podlaga za veliko neposrednih okoljskih, gospodarskih in družbenih koristi. Zaradi okoljskih politik je bil dosežen napredek pri vzpostavljanju trajnostnega zelenega gospodarstva. Poleg tega vključevanje okoljskih ciljev v sektorske politike, kakršne so kmetijska, prometna in energetska, zagotavlja finančne spodbude za varstvo okolja.

Naravnega kapitala v Evropi še ne varujemo, ohranjamo in krepimo v skladu z nameni, izraženimi v 7. okoljskem akcijskem programu EU. Zaradi zmanjšane onesnaževanja se je precej izboljšala kakovost zraka in vode v Evropi. Še naprej pa veliko zaskrbljenost vzbujajo slabitev tal, degradacija zemljišč in podnebne spremembe, ki ogrožajo pretok naravnih dobrin in storitev, na katerih temeljita gospodarska proizvodnja in blaginja v Evropi.

Glede učinkovite rabe virov in nizko ogljične družbe so kratkoročni trendi obetavnejši. Izpusti toplogrednih plinov so se v Evropi od leta 1990 zmanjšali za 19 %, čeprav se je gospodarska proizvodnja povečala za 45 %. Druge okoljske obremenitve v absolutnem pomenu prav tako niso več povezane z gospodarsko rastjo. Poraba fosilnih goriv se je zmanjšala, enako velja za izpuste nekaterih onesnaževal iz prometa in industrije. Novejši trendi kažejo, da se je skupna raba virov v EU od leta 2007 zmanjšala za 19 %, nastaja manj odpadkov, stopnja recikliranja pa se je zvišala v skoraj vseh državah (ARSO, Poročilo o okolju v Republiki Sloveniji 2017).

Nekateri znaki nakazujejo, da se naša gospodarstva približujejo mejam zmogljivosti okolja, v katerega so umeščena, ter da že čutimo nekatere učinke materialnih in okoljskih omejitev. Na to kažejo vse hujše posledice ekstremnih vremenskih pojavov in podnebnih sprememb, pa tudi pomanjkanje vode, suše, uničevanje habitatov, upadanje biotske raznovrstnosti in slabšanje kakovosti tal.

Pritiski na okolje, povezani s sedanjimi vzorci potrošnje in proizvodnje, nedvomno in vse bolj vplivajo na naše gospodarstvo in blaginjo. Po nekaterih ocenah stroški škode, ki jo zdravju in okolju povzročajo onesnaževala zraka iz evropskih industrijskih obratov, presegajo 100 milijard EUR na leto (EEA, 2014). Ti stroški pa niso le gospodarski, izraženi so tudi v krajši pričakovani življenjski dobi evropskih državljanov.

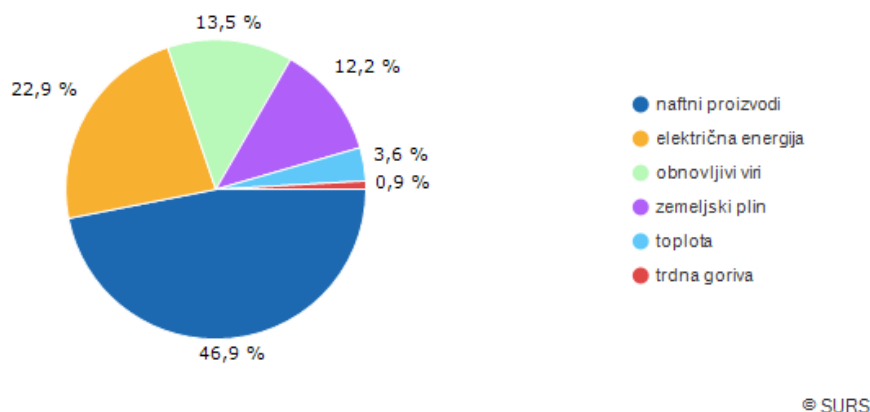
Kar zadeva škodljive vplive okolja na zdravje, se je kakovost pitne vode in kopalnih voda v zadnjih desetletjih bistveno izboljšala, manj pa je tudi nekaterih nevarnih onesnaževal. Kljub boljši kakovosti zraka pa njegova onesnaženost in obremenitev s hrupom še naprej pomembno vplivata na zdravje ljudi, zlasti na mestnih območjih. Leta 2011 naj bi drobni trdni delci ( $PM_{2.5}$ ) povzročili približno 430.000 prezgodnjih smrti v EU. Izpostavljenost hrupu iz okolja naj bi vsako leto prispevala k vsaj 10.000 prezgodnjim smrtim zaradi koronarne bolezni srca in možganske kapi. Čedalje večjo uporabo kemikalij, še zlasti v potrošniških izdelkih, pa povezujejo z opaženim večjim številom endokrinih bolezni in motenj (ARSO, Poročilo o okolju v Republiki Sloveniji 2017).

Napovedi glede okoljskih tveganj za zdravje ljudi v prihodnjih desetletjih so negotove, vendar na nekaterih področjih povzročajo zaskrbljenost. Tako naj napovedano izboljšanje kakovosti zraka ne bi zadoščalo, da bi preprečili nadaljnje škodljive vplive onesnaženega zraka na zdravje ljudi in okolje. Vpliv podnebnih sprememb na zdravje ljudi se bo poslabšal (ARSO, Poročilo o okolju v Republiki Sloveniji 2017).

## 4.2. OBREMENJEVANJE OKOLJA

Iz poročila o okolju Republike Slovenije 2017 je razvidno, da se obremenjevanje okolja zmanjšuje in to kljub gospodarski rasti v zadnjih letih. Tudi poraba fosilnih goriv se je zmanjšala, kar pomeni, da smo se ljudje in tisti, ki odločajo oziroma so na odločevalskih mestih, pričeli zavedati, da je alternativ energetskih virov vedno več. Vedno več pa jih nastaja, ker se tehnologija tudi naglo razvija. Tudi nova spoznanja v tehnologiji so vodila k temu, da smo razvijali tehnologije, ki omogočajo rabo alternativnih virov energije. Kljub temu da se poraba in onesnaževanje v EU zmanjšujeta, pa okolje ni nič manj obremenjeno. Saj EU ni dovolj, tu so še ZDA (ki ne spoštujejo ne Pariškega sporazuma niti Kjotskega protokola) ter Kitajska, Indija, Rusija, Brazilija, ki se bolj zavzemajo za gospodarsko rast in tudi za industrijo (proizvodnjo). Zato pa seveda vedno bolj onesnažujejo in obremenjujejo okolje z izpusti TPG. Emisije v zrak in raba končne energije ne kažeta, da bi se v Sloveniji približali zavezi uporabe alternativnih virov energije. V Sloveniji so še vedno nafta oziroma naftni proizvodi cenjeni in najbolj uporabljani. Trend pa se predvsem povečuje in ne zmanjšuje v prid alternativnim virom energije. Menimo, da bi bilo potrebno na tem področju narediti veliko več. Saj iz podatkov lahko vidimo, da smo

v situaciji status quo, iz katere pa ne znamo ali pa ne moremo preiti. Alternativni viri energije ponujajo veliko več kot pa sama nafta in naftni proizvodi. Slika 9 nam kaže rabo končne energije v Sloveniji leta 2016 (Statistični urad Slovenija, SURS, 2018).

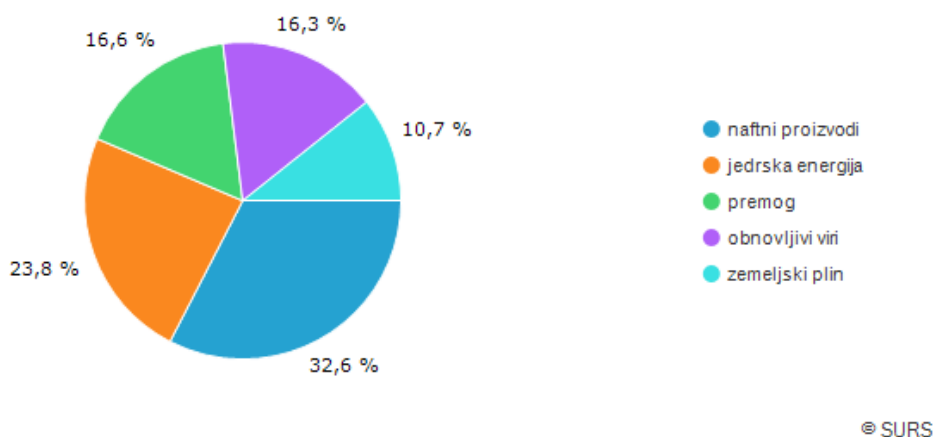


Slika 9: Raba končne energije v Sloveniji leta 2016

(Vir: <https://www.stat.si/StatWeb/News/Index/7001>, 20.10.2018)

Pri oskrbi z energijo smo še vedno preveč odvisni od nafte in pa jedrske energije (leta je seveda čista energija z vidika onesnaževanja okolja in izpustov TPG). Shema prikazuje, da smo v Sloveniji leta 2016 največ porabili energije pridobljene iz naftnih proizvodov (diesel, bencin, LPG, kurilno olje). Sledi električna energija. Obnovljivih virov pa je več kot zemeljskega plina, kar je vzpodbudno za prihodnost rabe končne energije v Sloveniji (Statistični urad Slovenija, SURS, 2018).

Slika 10 pa nam prikazuje oskrbo z energijo leta 2017.



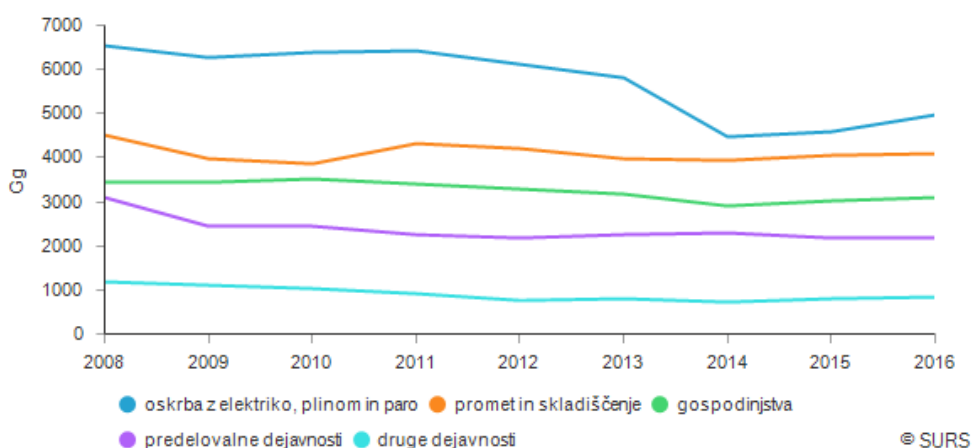
Slika 10: Oskrba z energijo v Sloveniji 2017

(Vir: <https://www.stat.si/StatWeb/News/Index/7412>, 20.10.2018)



Med obnovljive vire spada tudi bioplin/biometan. Biometan je v Sloveniji manj poznan kot alternativni vir energije. Z domačimi viri energije je Slovenija v letu 2017 zadovoljila 52 % potreb po energiji. Preostala potrebna količina je bila zagotovljena iz uvoza; oskrba z naftnimi proizvodi je bila v celoti iz uvoza. Še vedno pa smo v Sloveniji preveč odvisni od naftnih proizvodov in jedrske energije. To je sicer zaskrbljujoče, glede na to, da se tudi jedrski elektrarni življenjska doba izteka (Statistični urad RS, SURS, 2018).

Izpusti CO<sub>2</sub> so vidni na sliki 11:



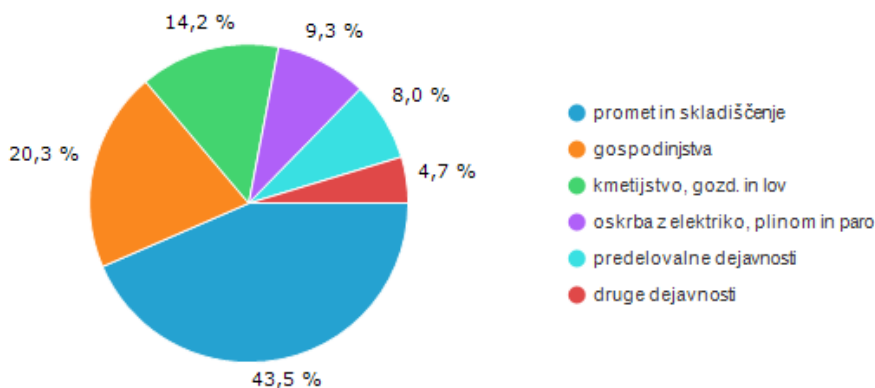
Slika 11: Emisije CO<sub>2</sub>

(Vir: <https://www.stat.si/StatWeb/News/Index/7637>, 20.10.2018)

Iz grafa je razvidno, da izpusti CO<sub>2</sub> v Sloveniji niso toliko v porastu kot se morda zdi na prvi pogled ali tako na občutek in morda medijsko »popularnost«. Vidi pa se, da so emisije konstantne, kar pomeni, da sektorji, v katerih se to meri/računa, niti nimajo porasta v svojih dejavnosti ali pa so morda bolj okoljsko osveščeni in jim to pri njihovem delu privarčuje sredstva in so lahko tudi iz tega naslova bolj konkurenčni. Le oskrba z elektriko, plinom in paro je bolj razgibana v emisijah CO<sub>2</sub> (velik padec med letoma 2013 in 2014, in so sedaj ponovno v porastu), kar pomeni, da je veliko prostora za izboljšanje in zmanjšanje emisij CO<sub>2</sub>. Enako bi lahko rekli, da velja za ostale sektorje/dejavnosti (promet in skladiščenje, gospodinjstva, predelovalne dejavnosti, druge dejavnosti). Te vrednosti so pa kljub vsemu še vedno zaskrbljujoče in jih je potrebno zmanjšati, saj narava enostavno ne more vsega tega akumulirati. Še posebej, če vemo da graf prikazuje slovenski prostor. Ko pa te vrednosti podamo na večje države, se to samo multiplicira in je rezultat emisij CO<sub>2</sub> izjemno zaskrbljujoč. Prav zaradi tega bi morale države in njihovi prebivalci biti osveščeni, da so alternativni viri energije veliko bolj prijazni do narave. Kar je pa najbolj pomembno, alternativni viri energije nekako sodijo v krožno gospodarstvo. To še posebej velja za bioplin/biometan.

Alternativni viri energije za pogonska goriva bi morala biti iz leto v leto bolj v ospredju. Ta trend se iz grafov v nalogi tudi vidi, vendar za opaznejši premik in zmanjševanje izpustov je potrebno še veliko dela in truda ter znanja, da bi to lahko dosegli in dali naravi tisto kar narava daje nam – življenje. Naravi moramo dati nazaj surovine, kot jih narava daje nam in iz katerih lahko ustvarjamo, in razvijamo človeško družbo – civilizacijo.

Ogljikov dioksid pa ni edini TPG, tu so tudi NO<sub>x</sub> (dušikovi oksidi), ki so škodljivi zdravju tako ljudi kot narave. V grafu se vidi, da je promet in skladiščenje največji onesnaževalec z dušikovimi oksidi. To gre predvsem na račun diesel motorjev, agregatov. Gospodinjstva pa so takoj za prometom in skladiščanjem. Spodnja slika prikazuje emisije NO<sub>x</sub> po svojem izvoru leta 2016 (Statistični urad Slovenija, SURS, 2018). Emisije NO<sub>x</sub> so razvidni na sliki 12.



© SURS

Slika 12: Emisije NO<sub>x</sub> po izvoru v Sloveniji, 2016

(Vir: <https://www.stat.si/StatWeb/News/Index/7637>, 21.10.2018)

Količina emisij CO<sub>2</sub> se je v letu 2016 glede na leto 2015 povečala za 3,8 %, količina emisij NO<sub>x</sub> pa za 4,5 %. Količine emisij trdnih delcev PM<sub>10</sub> so se v istem obdobju povečale za 2,8 %.

Glede na obremenjevanje okolja, lahko vidimo tudi porast vseh emisij v zrak, zmanjšanje je vidno le pri žveplovih oksidih in SF<sub>6</sub> razvidno v tabeli 7:

	2014	2015	2015 2014
	Gg		indeks
CO <sub>2</sub>	14.634,1	15.197,3	103,8
CO <sub>2</sub> iz biomase	2.972,9	3.044,1	102,4
N <sub>2</sub> O	2,6	2,7	101,9
CH <sub>4</sub>	84,3	85,8	101,8
HFC	346,5	353,6	102,0
PFC	15,7	19,8	125,7
SF <sub>6</sub>	17,5	17,4	99,7
NO <sub>x</sub>	41,2	43	104,5
SO <sub>x</sub>	5,7	5,1	89,0
NH <sub>3</sub>	180,0	18,3	101,9
NMVO	30,8	31,2	101,1
CO	104,7	107,4	102,7
PM <sub>10</sub>	13,6	14,0	102,8
PM <sub>2,5</sub>	11,9	12,2	102,7

Tabela 7: Emisije v zrak z indeksi rasti

OP.: Vrednosti HFC, PFC in SF<sub>6</sub> so izražene v ekvivalentih CO<sub>2</sub>.

(Vir: <https://www.stat.si/StatWeb/News/Index/7637>, 21.10.2018)

Iz zgornje tabele je razvidno, da se emisije povečujejo in so tovrstne meritve, ki prikazujejo porast izpustov emisij zelo zaskrbljujoče, saj je resnično potrebno zmanjšati emisije, ki so škodljive ne samo za okolje temveč tudi za ljudi. In ravno mi bi se morali zavedati, da je potrebno emisije zmanjšati, saj le tako lahko na daljši rok ali za mlajše generacije ne uničimo ne samo narave temveč tudi kakovost zraka, ki ga vdihavamo. Po teh podatkih bi nam, skrb in potencial alternativnih virov energije, morala biti prioriteta naloga razvojne politike.

### 4.3 IZPUSTI BIOMETANA/DIESEL/BENCIN

Da bi naredili primerjavo in morda pokazali na razliko med tremi pogonskimi gorivi, moramo najprej pregledati vrste izpustov posameznega goriva. Gre za izpuste TGP, proti kateremu se pravzaprav borimo in iščemo alternative tako pogonskih goriv kot tudi alternativne vire energije. Bioplin/biometan je alternativni vir energije in zaradi tega ga moramo primerjati s »klasičnimi«, fosilnimi gorivi.

**Izpusti diesel motorjev:**

- N<sub>2</sub> (v izpustu 67 % delež)
- CO<sub>2</sub> (v izpustu 12 % delež)
- H<sub>2</sub>O (v izpustu 11 % delež)
- O<sub>2</sub> (v izpustu 9 % delež)
- NO<sub>x</sub> (v izpustu 50 – 1000 ppm ali < 0,15 % delež)
- PM<sub>10</sub> in PM<sub>2,5</sub> (v izpustu 1 – 30 mg/m<sup>3</sup> ali < 0,045 % delež)
- CO (v izpustu 100 – 500 ppm ali < 0,045 % delež)

Najbolj obremenjujoč ali škodljiv plin, ki ga diesel motorji izpustijo, so dušikovi oksidi, ki so za zdravje izjemno škodljivi. To velja za najbolj kritičen onesnaževalec med motorji z notranjim izgorevanjem. Dušikovi oksidi so visoko aktivni z ozonom in igrajo pomembno vlogo pri nastajanju smoga.

**Izpusti bencinskih motorjev:**

- N<sub>2</sub> (v izpustu 71 % delež)
- CO<sub>2</sub> (v izpustu 14 % delež)
- H<sub>2</sub>O (v izpustu 13 % delež)
- NO<sub>x</sub> (v izpustu 1.000 – 2.000 ppm ali < 0,25 % delež)
- CO (v izpustu 1.500 – 3.000 ppm ali 1 – 2 % delež)

Izpusti bencinskih motorjev pa imajo še sledi raznih benzenov, hidrokarbonatov, žveplovega dioksida. V nekaterih delih je bencinski motor boljši pri izpustih (recimo trdih delcih), v nekaterih pa slabši (npr.: ogljikov monoksid in tudi večji delež ogljikovega dioksida).

Oba motorja, tako bencinski kot tudi diesel motor, sta motorja z notranjim izgorevanjem. Seveda pa predstavljene vrednosti predstavljajo vrednost v povprečni vrednosti. Motorji z večjo prostornino onesnažujejo oziroma izpustijo več deležev, motorji z manjšo prostornino pa manj.

**Izpusti biometana (CNG):**

- ne povzroča izpustov trdih delcev PM<sub>10</sub> in PM<sub>2,5</sub>;
- do 95 % manj izpustov dušikovih oksidov (NO<sub>x</sub>);
- do 25 % manj izpustov CO<sub>2</sub>.

Vožnja na biometan/CNG je okolju bistveno bolj naklonjena (okolju bolj prijazno), kot je vožnja z bencinskim ali diesel motorjem. Glede na izpuste in boja proti onesnaževanju, kjer ima promet in skladiščenje velik vpliv, je biometan/CNG odlična

alternativa, ki bi lahko postal tudi prva izbira pogonskega goriva. Največji porast avtomobilov na CNG in polnilnic s CNG je v Nemčiji, njihov cilj je, da bi leta 2020 bilo na nemških cestah preko 1,5 milijona vozil na pogon s CNG (Agencija za Energijo, AGENRS, 2018).

Biometan/CNG je primeren za izgorevanje tako v bencinskih kot tudi v diesel motorjih. Ponuja pa tudi zelo dobro alternativno rešitev pri zmanjševanju izpustov TPG. CNG pa ne smemo zamešati z LPG (utekočinjen naftni plin). Le-tega pridobivamo kot stranski produkt pri predelavi surove nafte in surovega zemeljskega plina.

Precej proizvajalcev vozil je že zaznalo perspektivnosti zemeljskega plina v prometu in ponujajo pestro ponudbo vozil, ki iz leta v leto raste. Uporabljene tehnične rešitve so preverjene in zagotavljajo visoko stopnjo varnosti uporabe. Tovarniško proizvedena vozila na plin so podvržena visokim standardom varnosti in kakovosti. Večina vozil na metan je opremljena tudi z rezervoarjem za bencin ali dizelsko gorivo. Takšno vozilo lahko uporablja obe vrsti goriva, kar povečuje domet prevožene poti in rešuje problem v primeru pomanjkljive infrastrukture polnilnic. Polnjenje rezervoarjev s stisnjenim zemeljskim plinom poteka prek standardiziranega priključka, podobno kot polnjenje bencina ali dizelskega goriva. V nekaterih državah EU je že precej razširjena uporaba vozil na stisnjen zemeljski plin, pri čemer prevladuje Italija. Na evropskih cestah je približno dva milijona vozil, ki kot gorivo uporabljajo zemeljski plin. Podatek se nanaša predvsem na uporabo stisnjenega zemeljskega plina, narašča pa tudi število tovornih vozil na utekočinjen zemeljski plin, ki jih je v Evropi okoli 2000 (Agencija za Energijo, AGENRS, 2018).

## **5 PRIMERJAVA UPORABNOSTI BIOMETANA / DIESEL / BENCIN**

Bioplin/biometan je zelo uporaben, skorajda vsestranski. Sodi med OVE in s svojimi značilnostmi v krožno gospodarstvo. Lahko služi kot pogonsko gorivo, ki je v kombinaciji z diesel ali bencinskim motorjem. Z bioplinom pa se lahko tudi ogrevamo in pridobivamo elektriko. Bioplinarne bi lahko v prihodnosti odigrale veliko vlogo pri pridobivanju elektrike in toplotne energije. Z očiščenim bioplinom pa dobimo biometan, ki služi kot pogonsko gorivo za avtomobile, lahka dostavna vozila, težja dostavna vozila in avtobuse (s tem bi lahko pokrili cestni promet oziroma sektor prometa). Biometana pa lahko tudi uporabljamo tudi za pogonsko gorivo skladiščnih prevoznih sredstev (viličarjev). Ker govorimo o CNG, lahko na tem mestu dodam še LNG (liquid natural gas – utekočinjen zemeljski plin UZP). LNG je v uporabi za težka tovorna vozila (tovornjake).

## 5.1. STROŠKI BIOMETAN/DIESEL/BENCIN – PRIMERJAVA

Pridobivanje katerikoli energije je povezano s stroški. Osredotočili se bomo predvsem na stroške končnega kupca kot prednost uporabe biometana kot alternativnega vira energije. Biometan (CNG) ima večjo prihodnost, potrebno je njegovo negativni predznak razumeti in predvsem prisluhniti njegovi veliki perspektivnosti in tehnologiji, ki omogoča bistveno bolj neoporečno proizvodnjo bioplina/biometana.

V obdobju, ko se nafta na svetovnih tržiščih draži, se ljudje vedno bolj obračajo k alternativni. Draginja sama pa je premajhen razlog, da bi alternativni viri množično zaživel. Potrebno je torej ozaveščanje, informiranje, izobraževanje, zakaj je alternativa boljša od uporabe fosilnih goriv. Ljudje ne bi smeli gledati le na finančne razloge, tu so še okoljski razlogi in kvaliteta samega bivanja. Gre dejansko za celovit proces, v katerem smo soodvisni drug od drugega. Seveda pa ima bioplin/biometan več prednosti kot slabosti.

V tabeli 8 je primerjava cen pogonskih goriv v Sloveniji na dan 19.11.2018.

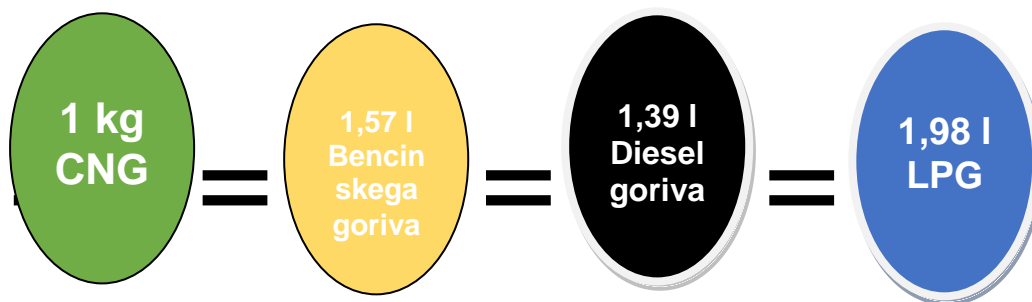
Gorivo	€/l
Bencin 95	1,269
Diesel	1,340
LPG	0,712
CNG	0,920 €/kg

Tabela 8: Primerjava cen pogonskih goriv

(Vir:

[http://www.mgert.gov.si/si/delovna\\_podrocja/notranji\\_trg/nadzor\\_cen\\_naftnih\\_derivatov/cene\\_naftnih\\_derivatov/](http://www.mgert.gov.si/si/delovna_podrocja/notranji_trg/nadzor_cen_naftnih_derivatov/cene_naftnih_derivatov/), 20.11.2018)

Iz tabele je razvidno, da je diesel trenutno najdražji energent pri pogonskih gorivih. LPG pa je v bistvu najcenejši. Vendar moramo vedeti, da je vrednost in cena pri CNG izražena v kilogramih. Da bi dobili dejansko pravo primerjavo cen in stroškovno popolnoma primerljivo situacijo, je potrebno najti skupni imenovalec pogonskih energentov. V spodnjem diagramu je primerjava energijske vrednosti posameznega energenta (Zemeljski plin, 2018):



Iz tega je videti, da je 1 kg CNG energijsko izjemno konkurenčen in zanimiv tudi širše. Primerjajmo goriva še po energijski vrednosti v tabeli 9:

	CNG	Bencin	Diesel	LPG
MPC	0,92 €/kg	1,269 €/l	1,340 €/l	0,712 €/l
Gostota (kg/dm <sup>3</sup> )		0,750	0,828	0,541
Spodnja kurilna vrednost (MJ/kg)	49,53	42,08	43,00	46,13
Cena na kg (€/kg)	0,92	1,99	1,86	1,41
Cena na MJ (€/MJ)	0,0186	0,0561	0,0442	0,0312
<b>Cena na kWh (€/kWh)</b>	<b>0,0664</b>	<b>0,2004</b>	<b>0,1579</b>	<b>0,1114</b>

*Tabela 9: Primerjava pogonskih goriv*

MPC – malo prodajna cena

V izračunu so upoštevane cene, z dne 20.11.2018

(vir: lastni)

Iz tabele je moč razvideti, da je CNG najugodnejši energent med pogonskimi gorivi, ima pa tudi najvišjo spodnjo kurilno vrednost. CNG ima najboljši izkoristek moči pogonskega goriva (Zemeljski plin, 2018).

Energijska vrednost 1 m<sup>3</sup> bioplina, s sestavo 60 % CH<sub>4</sub> in 40 % CO<sub>2</sub>, je enaka kot energijska vrednost 0.6 l ekstra lahkega kurilnega olja, 1.3 kg lesa, 5.9 kWh električne energije, 1 l alkohola, 0.7 kg premoga, 0.6 m<sup>3</sup> zemeljskega plina in 0.7 l bencina (Energap, 2018).

## 5.2. PREDNOSTI UPORABE BIOPLINA/BIOMETANA

### Prednosti bioplina:

- okoljske;
- ekonomske;
- družbeno – ekonomske;
- povečuje lokalne ekonomske potenciale;
- na podeželju zagotavlja delovna mesta;
- zvišuje regionalno kupno moč;
- spada med OVE;
- zmanjšuje emisije CO<sub>2</sub> in CH<sub>4</sub> (metana);
- električno energijo in toploto iz bioplina dobavljamo iz uskladiščene sončne energije v skladu s trenutnimi potrebami, neodvisno od letnega časa in natančno v predvidljivih količinah;
- omogoča smotno rabo opuščениh kmetijskih površin, z možnostjo izvajanja dodatne energetske dejavnosti. Kmetom ponuja dodatno ekonomsko oporno točko;
- povečuje dodano vrednost in s tem kupno moč podeželskih regij;
- zagotavlja dodatno delo domači industriji in obrti;
- omogoča zmanjšanje uporabe umetnih gnojil;
- oomembno prispeva k ohranjanju kulturne krajine;

Tako lahko zaključim, da proizvodnja bioplina omogoča koristi več sektorjem, hkrati pa proizvodnja bioplina izboljša življenjski standard. Če želimo bolje spoznati bioplin/biometan in njegove prednosti kot alternativni vir energije, je potrebno malce pogledati tudi širšo sliko preskrbe z energijo. Le-ta trenutno sestoji ali pa je odvisna od fosilnih goriv (nafta, premog, lignit, zemeljski plin). Tovrstni vir energije nastaja zelo dolgo časa – več milijonov let in zaradi tega velja za neobnovljiv vir energije, saj se fosilna goriva porabljajo hitreje kot pa nastajajo nove zaloge. Zaradi tega se svetova ekonomija, tehnologija obrača k alternativnim virom energije. Saj nova tehnologija ali alternativni viri energije pomenijo zmanjševanje rabe fosilnih virov energije v energetiki in pri transportu. Povečuje pa tudi trajno nacionalno oskrbo z energijo. Bioplin pa iz procesa anaerobne digestije lahko pomembno prispeva k varstvu in izboljšanju naravnih virov in okolja (Priročnik o bioplinu, 2010).

Največja prednost proizvodnje bioplina/biometana je, da zmanjšujemo tudi emisije metana (CH<sub>4</sub>) in didušikovega oksida (N<sub>2</sub>O) iz hrambe ter uporabe živinskega gnoja. Zmanjšati pa moramo tudi izpuste dušikovih oksidov iz diesel in bencinskih motorjev. Znano je, da je izpust metana v ozračje največji povzročitelj TPG. Izračunali so, da je količnik segrevanja ozračja metana 21-krat večji od količnika ogljikovega dioksida, didušikov oksid pa 310-krat večji od ogljikovega dioksida. Poleg tega je prednost tudi ta, da z uporabo bioplina nadomeščamo fosilna goriva iz proizvodnje energije in goriva za transport ter s tem zmanjšujemo emisije



toplogrednih plinov ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}_x$ ). S tem pa seveda prispevamo k zmanjševanju svetovnega segrevanja. Dodatna vrednost bioplina/biometana pa je tudi ta, da se lahko z uporabo bioplina/biometana drastično zmanjša odvisnost od uvoženih goriv. Poleg tega uporaba prispeva k energetskim in okoljskim ciljem EU. Ena glavnih prioritet energetske in okoljske politike EU je zmanjševanje učinkov globalnega segrevanja (zmanjševanje toplogrednih plinov – TGP). Evropski cilji za proizvodnjo energije iz obnovljivih virov energije (OVE), zmanjševanje emisij TGP in trajnostno obdelavo odpadkov temeljijo na obvezi članic EU, da sprejmejo ustrezne ukrepe za doseganje teh ciljev. Pri tem nam lahko pomaga proizvodnja in uporaba iz anaerobne digestije (Priročnik o bioplinu, 2010).

Biometan pa nima prednosti samo pri uporabi alternativnega vira energije kot pogonsko gorivo. Prednost uporabe biometana je tudi, da omogoča dodajanje v javno plinsko omrežje. Saj se v omrežju lahko prosto meša z zemeljskim plinom, ki je glavni vir plinskega omrežja. Dodan delež biometana pa lahko prodajamo kot obnovljiv vir (tako kot biodizel v diesel gorivu). Prednost dodajanja v javno omrežje se pokaže še pri odročnih bioplinskih napravah. Po znanih podatkih je veliko bioplinarn na kmetijah, večjih farmah ali čistilnih napravah, a so velikokrat oddaljene od večjih naselij ali mest. To pomeni, da težko izkoristimo vso presežno toplotno energijo, ki jo proizvedemo v kogeneracijskih enotah, kar zmanjša izkoristek bioplinskih naprav. V Sloveniji bi lahko to postala prednost pri dobavi plina iz plinskega omrežja, saj lastnih virov zemeljskega plina nimamo in ga moramo za zadoščanje vseh potreb uvažati (predvsem iz Rusije in Alžirije). Zanimiv podatek je, da je pri upoštevanju povprečne vrednosti metana v bioplinu (60 %), v Sloveniji letno na voljo približno 86 milijonov  $\text{m}^3$  biometana, ki ga pridelamo iz živalskih odpadkov (gnoja iz govedoreje, prašičereje in perutninarstva). Če pa upoštevamo še predelavo bioloških odpadkov z anaerobno fermentacijo, bi ta vrednost bila lahko postala tudi večja. Iz tega sklepamo, da ima bioplin/biometan izjemno lepo priložnost kot alternativni vir energije. Pri pogonskem gorivu pa je prednost uporabe biometana več kot očitna, predvsem iz vidika izpustov TGP. Tudi v Ljubljani je javno podjetje LPP (Ljubljanski potniški promet) v svoj vozni park dodalo 30 metanbusov. Ti avtobusi delujejo izključno na CNG, kar pomeni priložnost za uporabo čistega obnovljivega vira pogonskega goriva. Predvsem pa je to prednost in priložnost za prispevek k čistejšemu zraku v mestu (Priročnik o bioplinu, 2010).

Prednost biometana/bioplina pa ni samo ta. Namreč v proizvodnem procesu nastane tudi predelan substrat, ki pa se lahko uporabi za proizvodnjo gnojila (v tekoči obliki, saj je predelan substrat večinoma v tekoči obliki). Lahko pa ga s separatorjem ločimo na tekočo in suho fazo ter ga peletiramo (kompost) (Priročnik o bioplinu, 2010).

Na sliki 13 vidimo digestat, »proizveden« z anaerobno fermentacijo.



*Slika 13: Digestat iz procesa anaerobne fermentacije*

(Vir: [http://digestate.org/wp-content/uploads/2017/05/CCi-Newmarket-Finished-Compost\\_Commercial.jpg](http://digestate.org/wp-content/uploads/2017/05/CCi-Newmarket-Finished-Compost_Commercial.jpg), 24.10.2018)

Tega nato peletiramo – kompostiramo in ga kot takega lahko uporabimo na naših vrtovih, za cvetlične rastline, sajenje.

Na sliki 14 lahko vidimo, kako iz anaerobne fermentacije pridobimo tudi tekoče gnojilo.



*Slika 14: Uporaba tekočega digestata kot gnojilo*

(Vir: [www.consultare.hr/hr/galerija](http://www.consultare.hr/hr/galerija), 24.10.2018)

Na sliki 15 je razviden raztros tekočega digestata na njivi oziroma kmetijski površini.



Slika 15: Raztros tekočega digestata kot gnojilo  
(Vir: [www.consultare.hr/hr/galerija](http://www.consultare.hr/hr/galerija), 24.10.2018)

Bioplin ima veliko prednosti, ker je izjemno prilagodljiv element, primeren za različne namene, kot smo lahko že videli (plinsko omrežje, elektrika, gnojilo, pogonsko gorivo). Bioplin/biometan ima še eno zanimivo lastnost. Je tudi najboljšo sredstvo oziroma proizvod glede na učinkovitost izrabe kmetijskih površin za proizvodnjo biogoriv, ki jih pridobivamo iz energetskih kmetijskih rastlin. Spodnja tabela (slika) prikazuje, da 1ha kmetijske površine, kjer pridobivamo energetske rastline za proizvodnjo bioplina, zagotovi dovolj goriva za 67.600 km poti za povprečen osebni avtomobil. To pa presega razdalje, ki jih lahko dosežemo z ostalimi biogorivi pridelanimi na enaki površini (1ha), kar prikazuje tabela 10 (Priročnik o bioplinu, 2010).

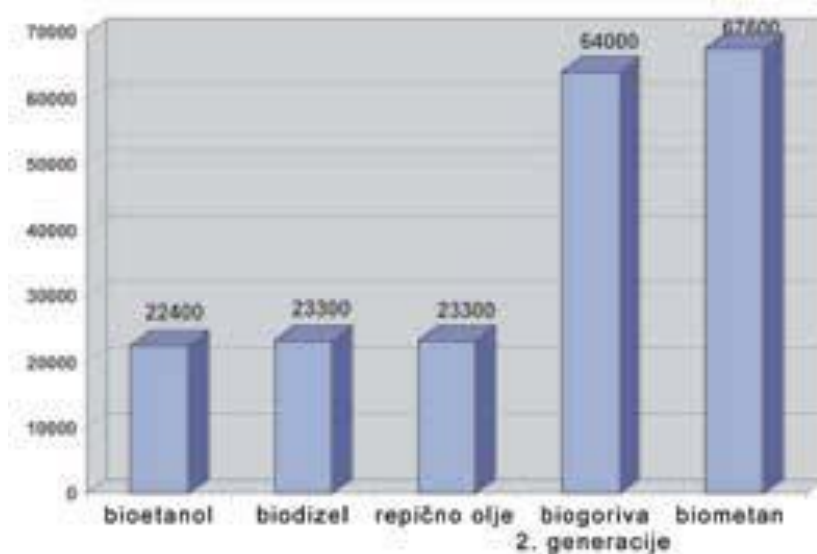


Tabela 10: Primerjava pridelave biogoriv na 1ha kmetijske površine  
(Vir: Priročnik o bioplinu, 24.10.2018)

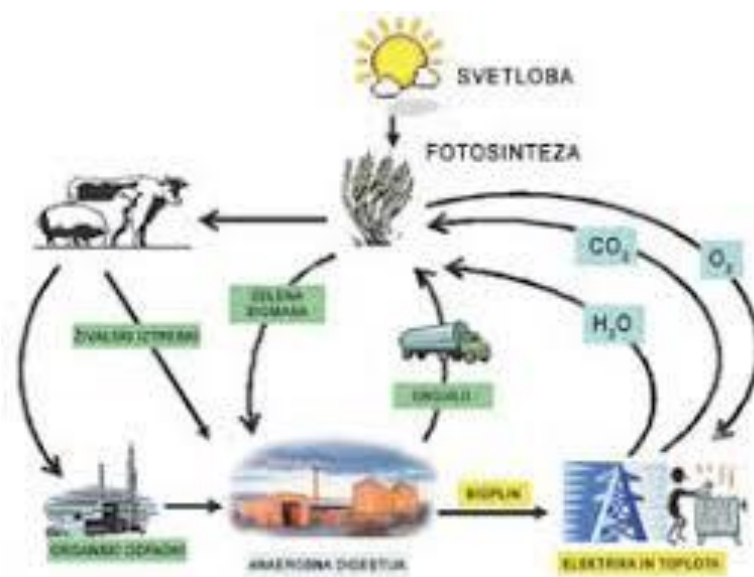
Poleg te pa ima bioplin še dodatno prednost, namreč v primerjavi z ostalimi biogorivi potrebuje najmanjšo količino vode v samem procesu. To je zanimiva prednost, če upoštevamo, da je marsikje po svetu veliko pomanjkanje vode. Bioplin/biometan spada v kategorijo krožnega gospodarstva in tako imenovan tokokrog hranil (Priročnik o bioplinu, 2010).

Poleg tega se za proizvodnjo bioplina uporablja veliko različnih surovin;

- živalski gnoj in gnojevka;
- ostanke pridelkov;
- organske odpadke iz mlekarn, prehrabene in kmetijske industrije;
- goščo iz odpadnih vod, organski del komunalnih trdnih odpadkov;
- organske odpadke iz gospodinjstev in gostinstva;
- energetske rastline.

Bioplin lahko zajamemo tudi iz deponije. V takšnem primeru govorimo o deponijskem plinu (Priročnik o bioplinu, 2010).

Slika 16 nam prikaže cikel bioplina/biometana.



Slika 16: Življenjski cikel izkoriščanja bioplina/biometana  
(Vir: Priročnik o bioplinu, 2010)

Očiščen bioplin (biometan) lahko dovajamo in distribuiramo prek omrežja za zemeljski plin, potem ko smo ga pod pritiskom stisnili in pripravili za dovajanje v plinovod. Po pravilih EU je dostop do plinovoda zagotovljen vsem oskrbovalcem z bioplinom (Smernice za odprtje plinovoda za bioplin in plin iz biomase: Evropski

parlament; 13. 03. 2001). Obstaja več prednosti uporabe plinovoda za distribucijo biometana. Pomembna prednost je ta, da plinovod povezuje mesto proizvodnje biometana, ki je navadno na podeželju, z gosteje poseljenimi področji, kar omogoča dobavo plina novim strankam. Tako je proizvodnjo bioplina na oddaljeni lokaciji mogoče povečati brez skrbi glede koriščenja presežka toplote (Priročnik o bioplinu, 2010).

Švedska, Švica, Nemčija in Francija, imajo standarde (sistemi overitev) za dovajanje bioplina v plinovod z zemeljskim plinom. Standardi, ki določajo omejitve za sestavine (žveplo, kisik, delci in rosišče), preprečujejo onesnaženje plinovoda in končne uporabe. Wobbejev indeks je bil postavljen, da bi se izognili vplivu na meritve plina in končne uporabe. V nekaterih primerih je deponijski plin težko izboljšati do sprejemljive kakovosti zaradi njegove visoke vsebnosti dušika. Izboljšan bioplin se lahko uporablja v napravah SPTe, postavljenih ločeno od same bioplinske naprave in blizu porabnikov toplote. To poveča izkoristek energije, saj ni izgub toplote. Za dovajanje v plinovod potrebuje bioplinska naprava le majhno enoto SPTe za potrebno procesno energijo ali bioplinski gorilnik (Priročnik o bioplinu, 2010).

Bioplinske naprave za dovod v plinovod z zemeljskim plinom delujejo na Švedskem, v Nemčiji, Avstriji, Nizozemski, Švici in Franciji. Glavne ovire za dovajanje biometana so visoki stroški za izboljšavo in povezavo s plinovodom. Dovajanje v plinovod je omejeno z lokacijo proizvodnje primerne biometana in naprav za izboljšavo, ki morajo biti blizu plinovoda z zemeljskim plinom (Priročnik o bioplinu, 2010).

### **5.3 SLABOSTI UPORABE BIOMETANA**

Pri biometanu se porajajo ali pa ostajajo še prenekatera vprašanja, ki se nanašajo na učinkovito rabo energije, emisije toplogrednih plinov, gojenje in dobavo substratov ter uporabo pregnite gošče kot stranskega proizvoda. Dobro bi bilo narediti primerjavo med energetske učinkovitostjo postopka nadgradnje bioplina in sočasno proizvodnjo toplotne in električne energije z direktno rabo proizvedenega bioplina v kogeneracijski enoti. Druga možnost je ugodna le v primeru, da so toplotni ponori na voljo v bližini bioplinarne. Za decentralizirano kogeneracijsko bioplinarno predvidevamo 85 % energetska učinkovitost (40 % električna energija, 45 % toplotna energija). Z upoštevanjem dveh različnih tlakov za injiciranje plina v omrežje so ugotovili 60 – 66,5 % učinkovitost. Tako lahko sklepamo, da je nadgradnja plina razumna alternativa v primeru, če v bližini bioplinske naprave ni možnosti za učinkovito izrabo toplote (Klaas & Graf, 2009).

### Slabosti bioplina/biometana:

- visoki investicijski stroški;
- dolg zagonski čas, preden začne obrat (bioplinarna) polno delovati;
- nemogoča odstranitev biološkega dušika in fosforja;
- proces je občutljiv na temperature;
- potrebno je konstantno ogrevanje fermentorja;
- fermentacija je močno občutljiva na onesnažila (težke kovine, cianidi,...);
- v bioplinu je lahko velika vsebnost korozivnega žveplovega dioksida;
- nevarnost ekspozije;
- smrad, če bioplinarna ne obratuje optimalno.

## 6 ANKETA

Namen spletne ankete je bil ugotoviti, akako ljudje poznajo bioplinarne, CNG in kaj jim pravzaprav pomeni. Še posebej sem spraševal ali so naklonjeni temu alternativnemu viru energije ali ne. Pridobiti sodelujoče pri anketi ni ravno lahko delo. Anketo sem pustil dostopno dobrih 20 dni v upanju, da bom nabral oziroma pridobil čim več anketirancev. Javila sta se 102 anketiranca. Rezultati so bili večinoma pričakovani, pri nekaterih odgovorih na vprašanja pa sem bil precej presenečen. Anketa je bila izdelana na odprtokodni spletni strain [www.1ka.si](http://www.1ka.si).

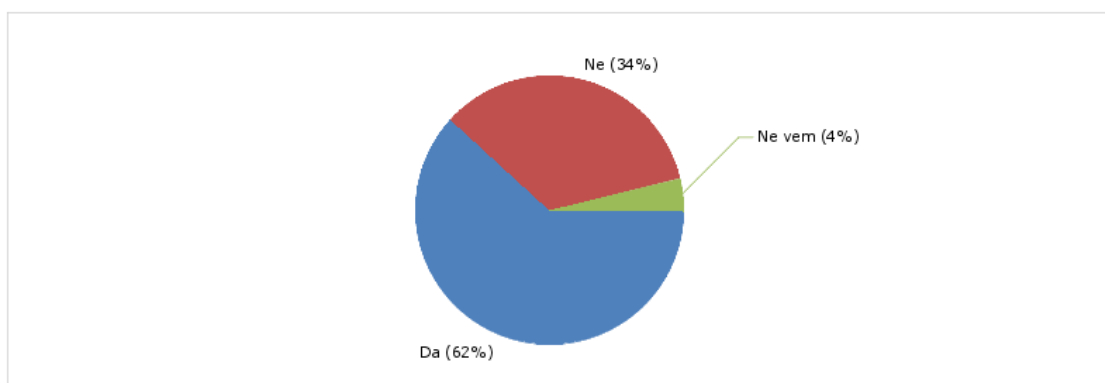
Tabela 11 prikazuje 1 vprašanje anketnega vprašalnika.

Q1	Ali veste, kaj je biometan?				
	Odgovori	Frekvenca	Odstotek	Veljavni	Kumulativna
	1 Da	63	62%	62%	62%
	2 Ne	35	34%	34%	96%
	3 Ne vem	4	4%	4%	100%
Veljavni	Skupaj	102	100%	100%	

Povprečje	1.4	Std. Odklon	0.6
-----------	-----	-------------	-----

Tabela 11: Ali veste, kaj je biometan? n= 102  
(Vir: lastni, anketno vprašanje november 2018)

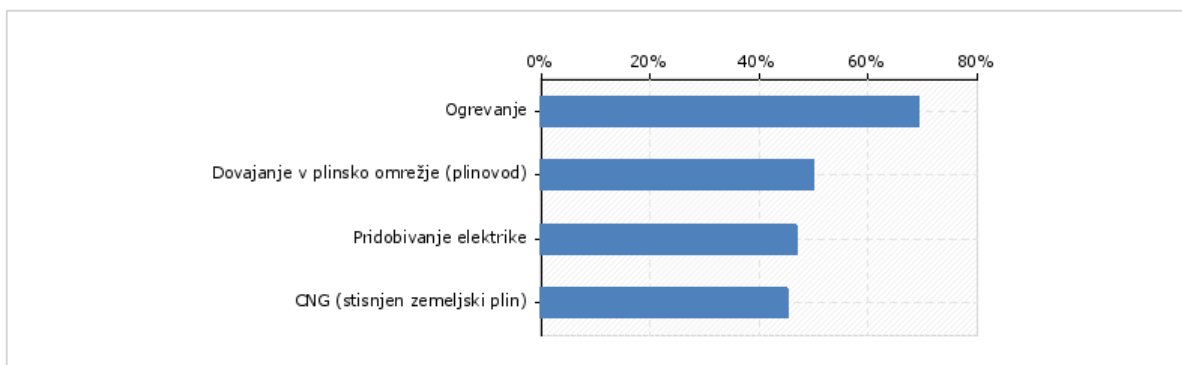
Slika 17 prikazuje grafični prikaz anketnega vprašanja 1.



**Slika 17: Grafični prikaz vprašanja 1**  
(Vir: lastni, anketno vprašanje november 2018)

Pri prvem vprašanju me je zanimalo, če anketiranci poznajo biometan. Na to sta odgovorila 102 anketirancev. 63 % jih je dejalo, da poznajo biometan, 34 % da ne vedo in 4 % je odgovorilo z ne vem. V uvodnem vprašanju se vidi, da večina ljudi pozna biometan ali pa je že slišalo zanj, kar je vsekakor zanimiv podatek, saj so ljudje osveščeni, kaj se lahko uporablja kot alternativni vir energije.

Slika 18 prikazuje prikaz anketnega vprašanja 2.

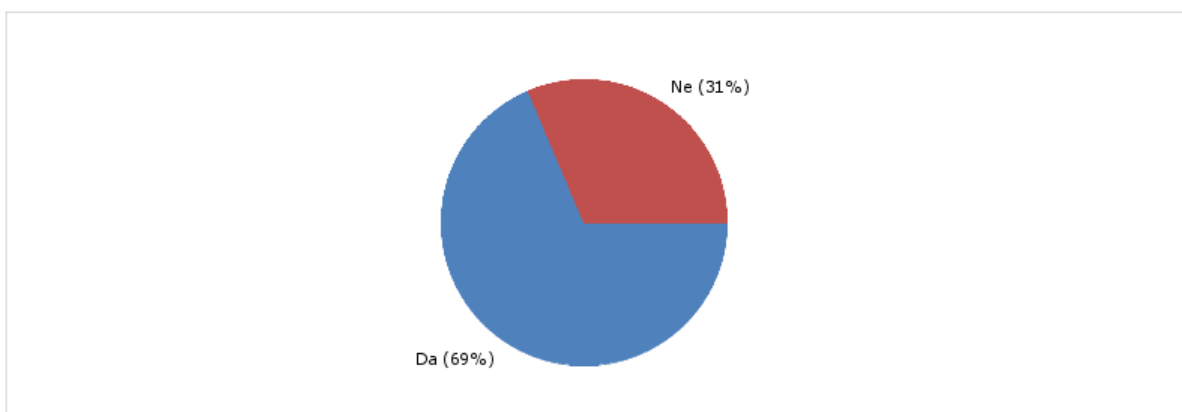


**Slika 18: Anketno vprašanje 2**  
**Ali veste, za kaj se uporablja biometan?** (n = 62)  
Možnih je več odgovorov  
(Vir: lastni, anketno vprašanje november 2018)

Pri drugem vprašanju sem ugotavljal, če anketiranci morda vedo za kaj se biometan uporablja. To vprašanje je bilo dodatno vprašanje, vezano na odgovor Da iz prvega vprašanja, če vedo kaj je biometan. Iz tega je razvidno koliko ljudi že poznajo kaj biometan je in zakaj se ga uporablja. 50 % jih je odgovorilo, da se ga uporablja za

plinovod (dovajanje v plinsko omrežje), 45 % pa kot pogonsko gorivo (stisnjen zemeljski plin - CNG). Večina (70 %) pa je odgovorila, da se biometan uporablja za ogrevanje. Tu sem želel ugotoviti, koliko ljudi pravzaprav pozna razliko med bioplinom in biometanom. Rezultat je pokazal, da razlike anketiranci ne poznajo. Še vedno je sivo polje pri ločevanju bioplina od biometana, kar kaže, da je še veliko prostora za ozaveščanje in učenje, kaj ta alternativni vir energije zmore oziroma koliko je dejansko uporaben.

Slika 19 prikazuje grafični prikaz anketnega vprašanja 3.



Slika 19: Anketno vprašanje 3

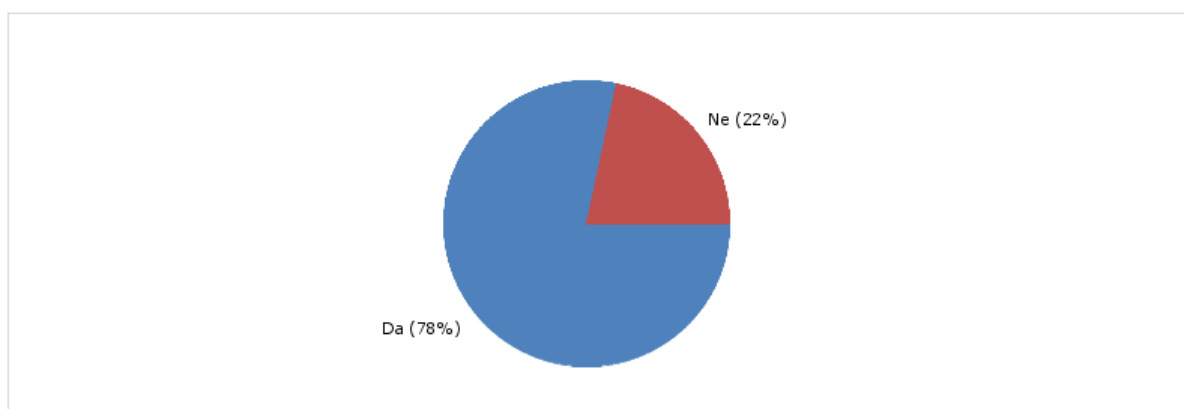
**Ali ste že slišali za bioplin, biometan (biplinarne)?** (n = 35)

(Vir: lastni, anketno vprašanje november 2018)

To vprašanje je bilo dodatno vprašanje k uvodnemu prvemu vprašanju. Nanj so odgovarjali tisti, ki so v prvem vprašanju odgovorili z NE (da ne poznajo biometana). Pri tem je večina (69 %) odgovorila, da so že slišali za bioplin, biometan ali biplinarne. 31 % pa jih je odgovorilo, da ni o tem slišalo nič.



Slika 20 prikazuje grafični prikaz anketnega vprašanja 4.



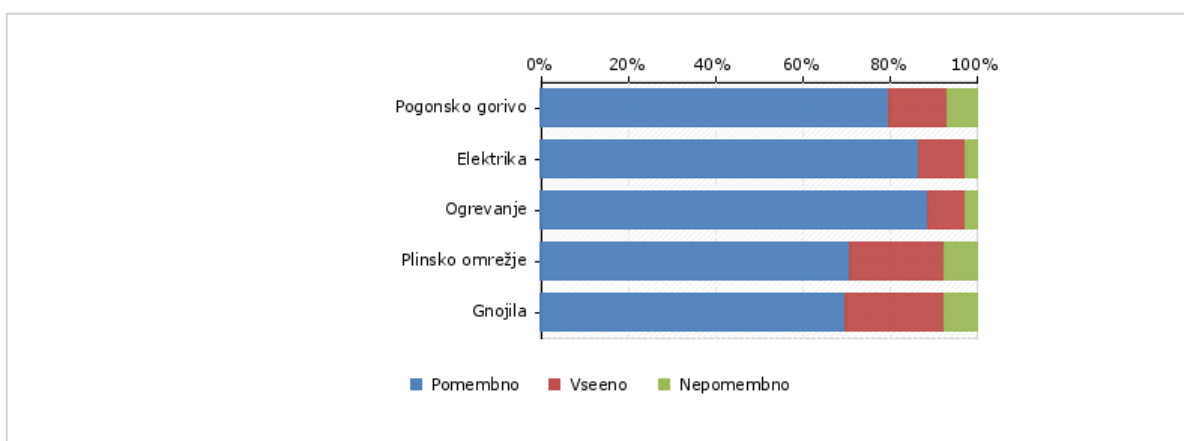
Slika 20: Anketno vprašanje 4

**Ste slišali, da se biometan lahko uporablja kot alternativni vir energije?** (n = 101)

(Vir: lastni, anketno vprašanje november 2018)

Pri tem vprašanju sem želel od anketirancev izvedeti, ali se biometan lahko uporablja kot alternativni vir energije. Anketiranci so suvereno odgovarjali z DA. Takšnih je bilo 78 %. Ta rezultat je vzpodbuden, saj pomeni, da so anketiranci okoljsko osveščeni in da vedo, da obstajajo alternativni viri energije. 22 % pa je takšnih, ki še niso slišali, da se biometan lahko uporablja kot alternativni vir energije. Po tem vprašanju sem ugotovil, da so ljudje osveščeni o uporabi alternativnih virov energije.

Slika 21 prikazuje grafični prikaz anketnega vprašanja 5.



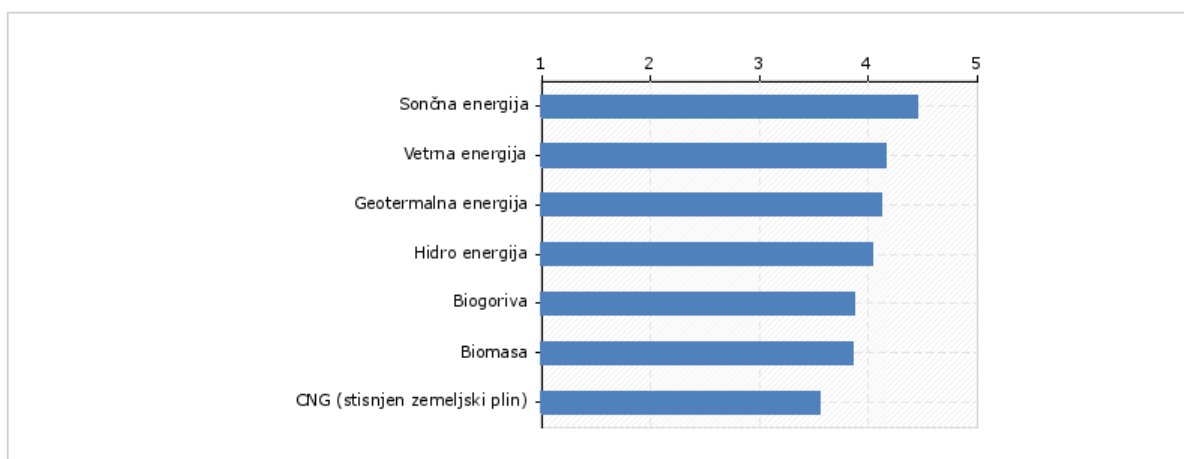
Slika 21: Anketno vprašanje 5

**Prosim, če razvrstite koliko je za vas pomembno, od kod se pridobivajo energenti?** (n = 90)

(Vir: Lastni, anketno vprašanje november 2018)

Pri petem vprašanju, sem spraševal po pomembnosti izvora energije. Glede na izvor energije je anketancem izjemno pomembno pri pogonskih gorivih, elektriki in ogrevanju. Pri plinu in gnojilih pa to ni tako zelo pomembno, čeprav lahko iz rezultatov sklepam da jim tudi to ni vseeno. Iz tega vprašanja lahko razberem, da anketiranci sledijo temu, da čim manj obremenjujejo okolje in da jim je mar zato, od energenti prihajajo in kako so proizvedeni. To jim je najbolj pomembno.

Slika 22 prikazuje grafični prikaz anketnega vprašanja 6.



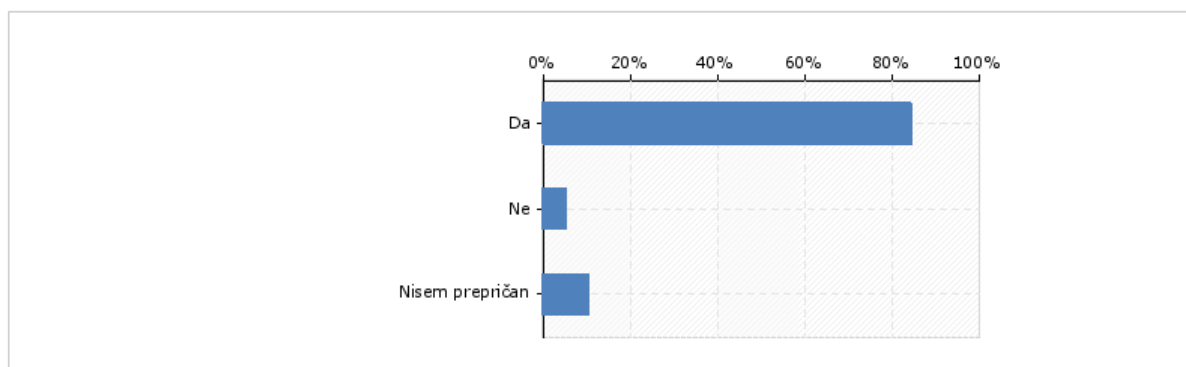
Slika 22: Anketno vprašanje 6

**Prosim, če označite od 1-5 koliko vam je pomemben alternativen vir energije (obnovljivi vir energije) (n = 89)**

(Vir: Lastni, anketno vprašanje november 2018)

V šestem vprašanju sem spraševal po pomembnosti alternativnih virov, in sicer, koliko je anketancem pomemben posamezni alternativni vir. Najbolj pomemben obnovljivi vir energije je anketancem sončna energija, najmanj pa CNG oziroma biometan. Kar je razumljivo, saj anketiranci niso niti točno vedeli kaj biometan pravzaprav je. Iz odgovorov se vidi, da jim je najbolj pomemben tisti obnovljivi vir, ki jim je najbolj poznan oziroma tisti, za katerega se splošno največ piše in govori.

Slika 23 prikazuje grafični prikaz anketnega vprašanja 7.



Slika 23: Anketno vprašanje 7

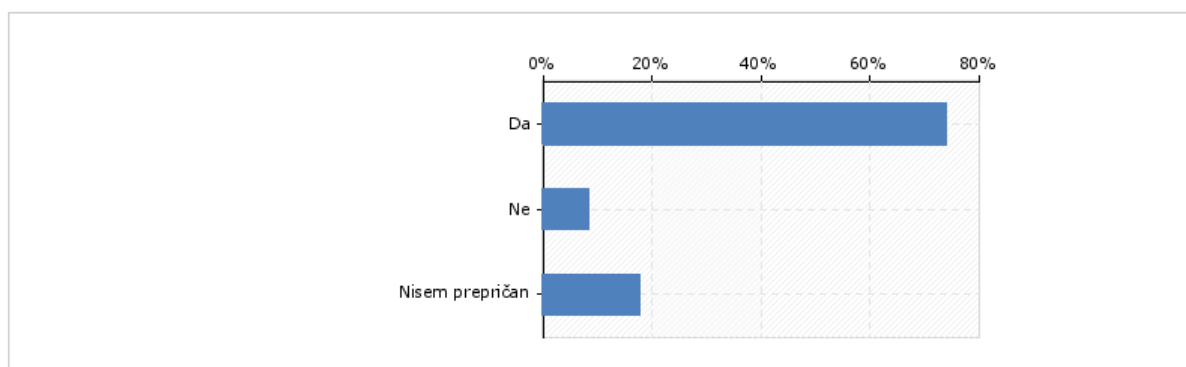
**Ali bi uporabljali katerikoli energent pridobljen iz obnovljivih virov energije?**

(n = 96)

(Vir: lastni, anketno vprašanje november 2018)

Pri tem vprašanju je bilo ključno, ali bi anketiranci bili pripravljeni uporabljati katerikoli obnovljivi vir energije. Zanimalo me je, ali je okoljevarstvo pri anketirancih moda ali dejansko zavedanje, da je dobro periti v sistem, ki je pozitivno naravnano do okolja. Več kot 80 % anketirancev bi uporabljalo energijo, ki je pridobljen iz obnovljivih virov. To govori v prid tudi CNG-ju (stisnjenemu zemeljskemu plinu).

Slika 24 prikazuje grafični prikaz anketnega vprašanja 8.



Slika 24: Anketno vprašanje 8

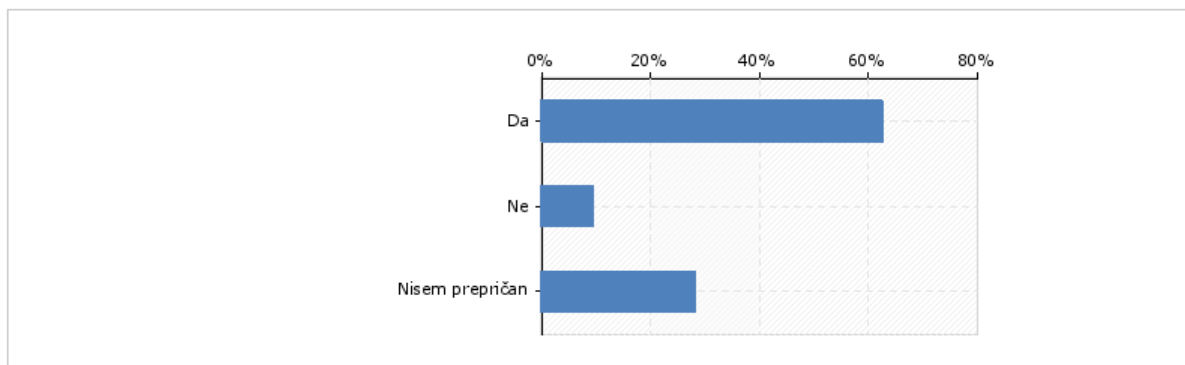
**Ali bi uporabljali bioplin za elektriko in ogrevanje?** (n = 96)

(Vir: lastni, anketno vprašanje november 2018)

Glede na moje raziskave in vedenje o bioplinu, sem želel od anketirancev pridobiti podatke, koliko bi jih bilo pripravljenih uporabljati bioplin za elektriko in ogrevanje. Tu sem dobil pričakovane rezultate, saj so anketiranci že v prejšnjih vprašanjih bili

naklonjeni alternativnim virom energije. Večina (75 %) bi bioplin uporabljalo za elektriko in ogrevanje. Pričakovan pa je tudi odgovor 20 % anketirancev, da niso prepričani, saj je to rezultat slabega glasu o bioplinarnah, ki je posledica slabega ravnanja v njih.

Slika 25 prikazuje grafični prikaz anketnega vprašanja 9.



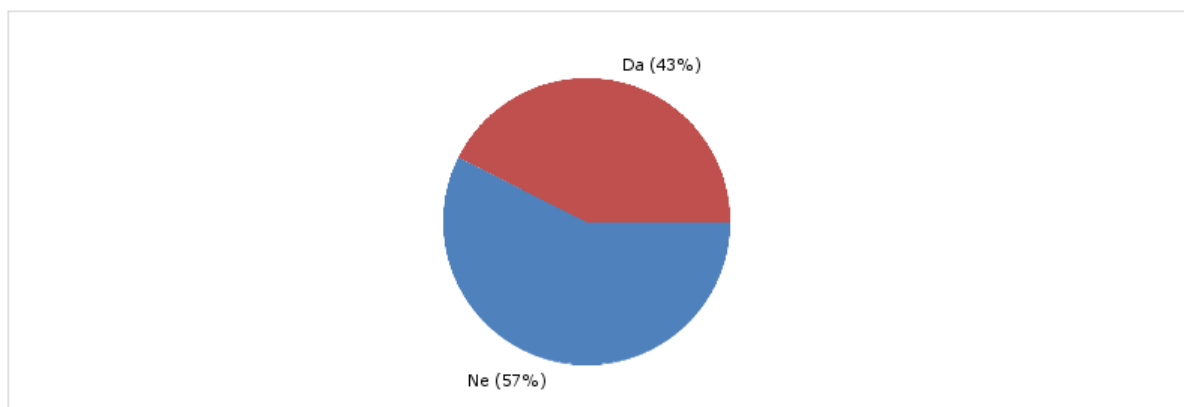
Slika 25: Anketno vprašanje 9

**Ali bi uporabljali CNG (stisnjen zemeljski plin) kot pogonsko gorivo in biometan za plinsko omrežje (plinovod)? (n = 96)**

(Vir: Lastni, anketno vprašanje november 2018)

Pri tem vprašanju sem želel izvedeti ali bi anketiranci uporabljali CNG kot pogonsko gorivo in v plinskem omrežju. Tudi tu sem dobil pričakovane rezultate, saj so anketiranci že v prejšnjih vprašanjih bili naklonjeni uporabi CNG. Slabih 65 % anketirancev je odgovorilo, da bi uporabljali CNG, kar kaže, da so zainteresirani za uporabo CNG. Nепrepričanih pa je dobrih 30 %. Tudi tu bi rekel, da je neprepričanost posledica slabega glasu o bioplinarnah.

Slika 26 prikazuje grafični prikaz anketnega vprašanja 10.



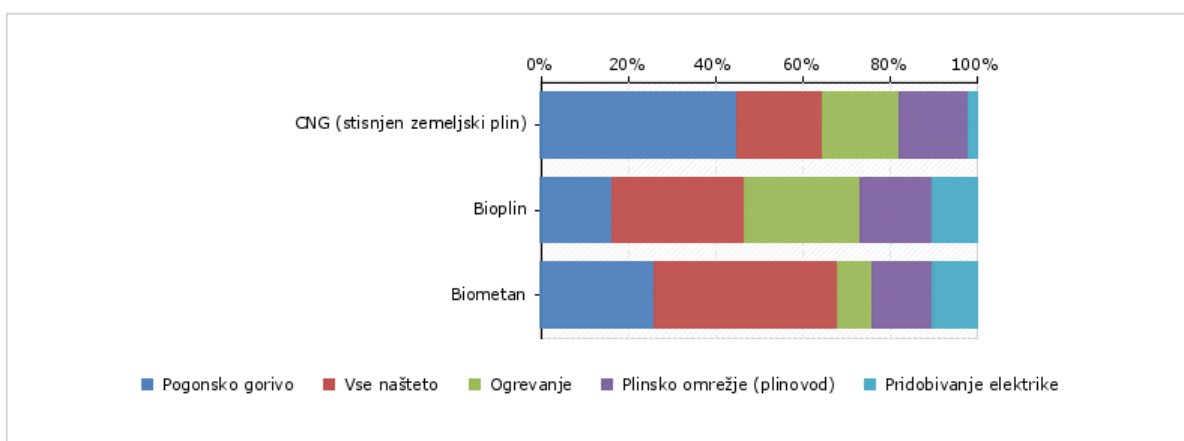
Slika 26: Anketno vprašanje 10

**Ali vam je CNG (stisnjen zemeljski plin) poznan?** (n = 94)

(Vir: lastni, anketno vprašanje november 2018)

Tu me je zanimalo, ali anketiranci vedo, kaj CNG je, ali pa so samo slišali zanj, kar je kazalo iz prejšnjih odgovorov. Več kot polovica je odgovorila, da jim CNG ni poznan. Ta rezultat mi pove, da se o CNG praktično ne govori, ljudje ne vedo, kaj je in kakšne prednosti ima in zakaj vse se ga lahko uporablja. Rezultat tudi pove, da je še veliko dela, da bi CNG postal širše prepoznaven po svojih prednostih in uporabnostih oziroma po svoji njegovi uporabni vrednosti.

Slika 27 prikazuje grafični prikaz anketnega vprašanja 11.



Slika 27: Anketno vprašanje 11

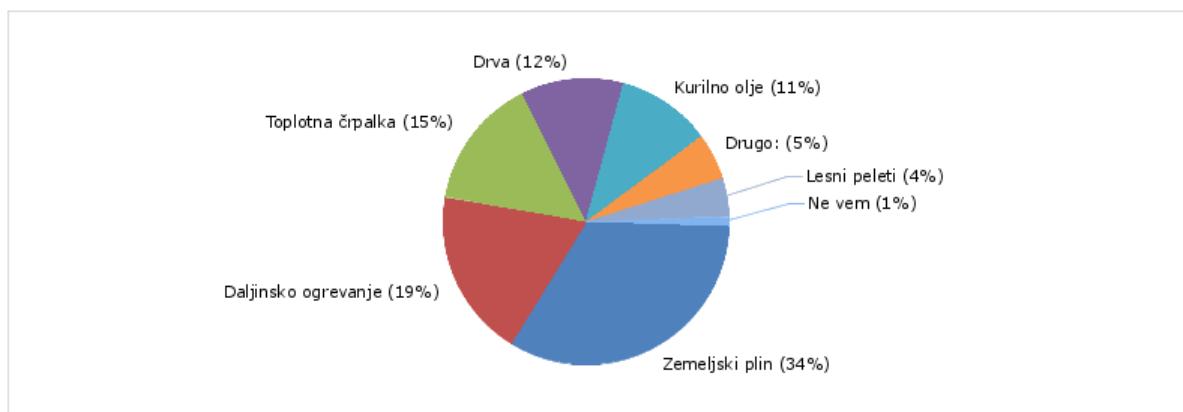
**Ali lahko v tabeli označite za kaj se posamezni energent uporablja?** (n = 51)

(Vir: lastni, anketno vprašanje november 2018)

Vedenje o bioplinu in biometanu se je pri tem vprašanju bolj razkrilo. Predvsem

postane jasno, koliko je bioplin poznan in koliko ni. Slabih 45 % anketirancev je vedelo, da se CNG uporablja kot pogonsko gorivo. Jih je pa (10 %) vedelo, da se bioplin uporablja za pridobivanje elektrike oziroma kogeneracijo elektrike in toplote. Ti raznoliki odgovori kažejo, da javnost bioplin/biometan zelo slabo pozna ali pa sploh ne ve zanj. Zelo malo pa jih ve, v čem je razika med biolinom in biometanom.

Slika 28 prikazuje grafični prikaz anketnega vprašanja 12.



Slika 28: Anketno vprašanje 12

**Kateri energent uporabljate za ogrevanje?** (n = 95)

(Vir: lastni, anketno vprašanje november 2018)

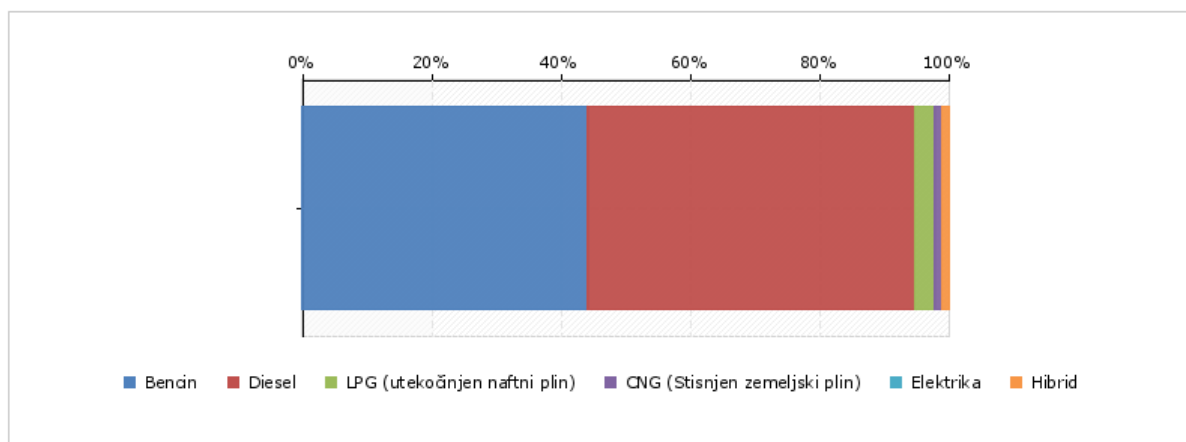
Vprašanje o vrsti uporabljanega energenta za ogrevanje sem postavil predvsem zato, ker sem želel izvedeti, koliko anketirancev se ogreva z zemeljskim plinom. 34 % anketirancev se ogreva z zemeljskim plinom, 19 % z daljinskim ogrevanjem, 15 % s toplotno črpalko, 12 % z drvmi, 11 % s kurilnim oljem, 4 % z lesnimi peleti, 1 % anketirancev pa ne ve, s čim se ogreva, ali pa jih to ne zanima. 5 % pa je odgovorilo drugo. Na podvprašanje drugo so bili odgovori naslednji (prikazani v tabeli 12):

Odgovori
Klima
Toplarna
utekočinjen naftni plin
zemeljski plin in drva
Drva

Tabela 12: Odgovori na druge vrste ogrevanja

(Vir: lastni, anketno vprašanje november 2018)

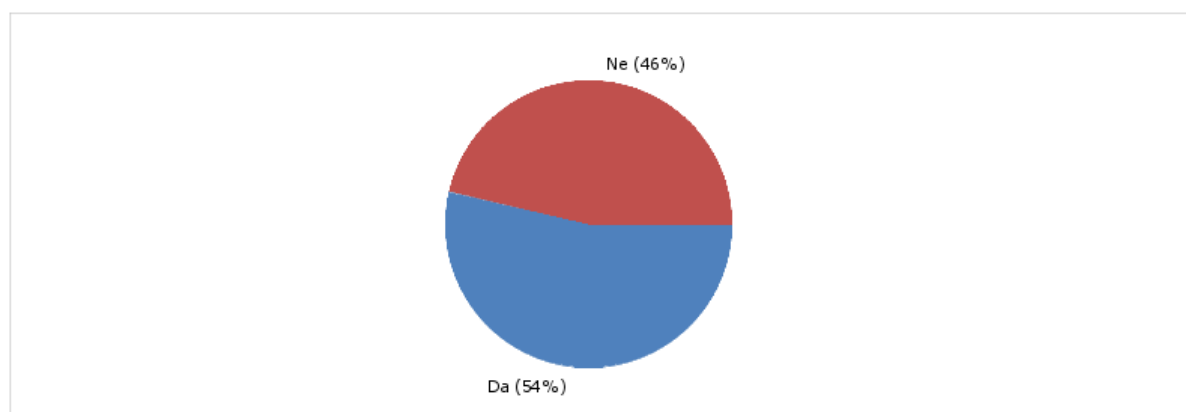
Slika 29 prikazuje grafični prikaz anketnega vprašanja 13.



*Slika 29: Anketno vprašanje 13*  
**Katero pogonsko gorivo uporabljate?** (n = 95)  
 (Vir: lastni, anketno vprašanje november 2018)

Želel sem izvedeti, kakšno je razmerje uporabe pogonskih goriv. Iz slike se vidi, da je več kot polovica anketirancev odgovorila, da uporablja diesel, manj kot 45 % pa bencin, manjši delež LPG, 1 % CNG 1 % hibrid, nihče od anketirancev pa ne uporablja elektrike za pogonsko gorivo.

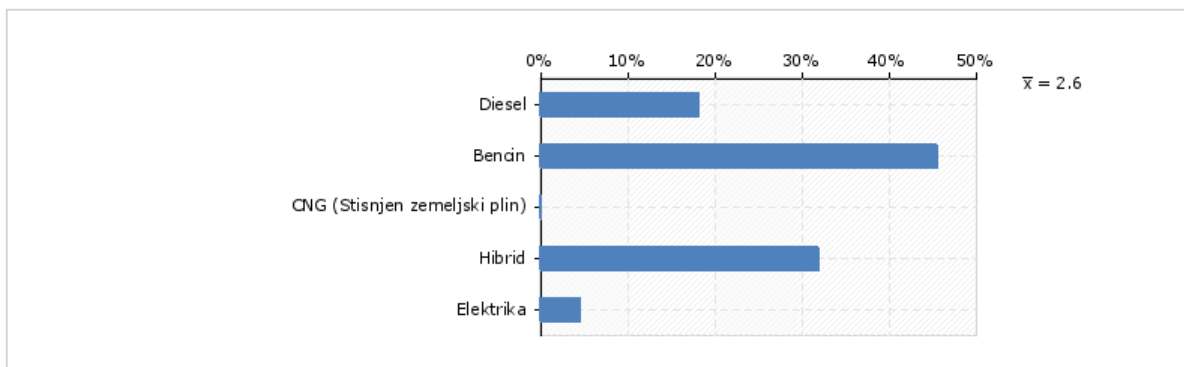
Slika 30 prikazuje grafični prikaz anketnega vprašanja 14.



*Slika 30: Anketno vprašanje 14*  
**Ali bi kupili avto na CNG (Compressed natural gas - stisnjen zemeljski plin)?**  
 (n = 95)  
 (Vir: lastni, anketno vprašanje november 2018)

V poznavanju in iskanju vprašanj in raziskovanju bioplina/biometana in slabega

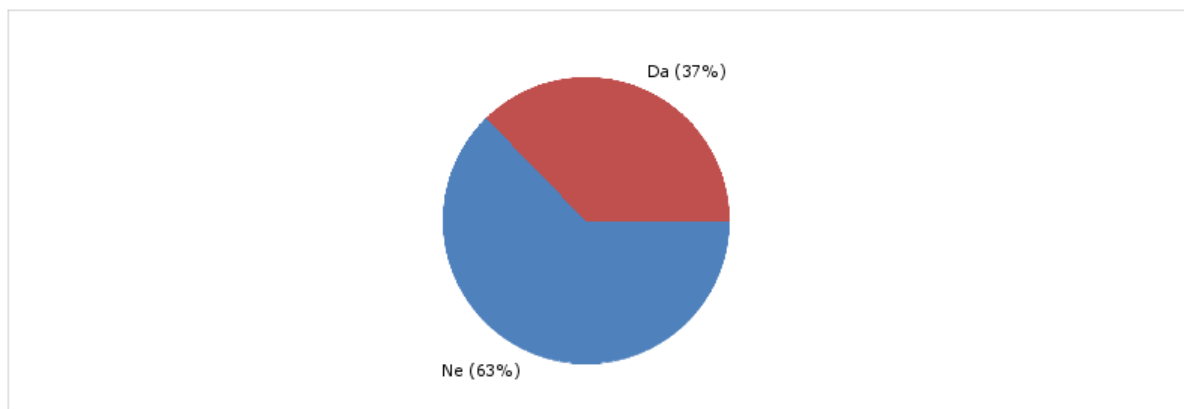
mnenja o bioplinarnah me je zanimalo tudi, ali bi anketiranci kupili avto s pogonom bencin/CNG. 54 % je odgovorilo z DA, 46 % pa z NE. To pomeni, da ima biometan (CNG) izjemne možnosti, saj je več kot polovica anketirancev pokazala interes za nakup avtomobila na CNG in s tem zavedanje o okolju prijaznih pogonskih gorivih. Slika 31 prikazuje grafični prikaz anketnega vprašanja 14 – odgovor NE.



*Slika 31: Dopolnilno vprašanja k vprašanju 14 – odgovor NE*  
**Na kakšen pogon boste kupili svoj naslednji avtomobil?** (n = 44)  
 (Vir: lastni, anketno vprašanje november 2018)

Tistim anketirancem, ki so pri vprašanju 14 odovorili z NE, sem postavil dodatno vprašanje, na kakšen pogon bo njihov naslednji avtomobil. Največ jih je odgovorilo bencin (45 %), nato diesel (slabih 20 %), večji delež je dobil hibrid (dobrih 30 %), na električni pogon le dobrih 5 %. CNG pa 0 %.

Slika 32 prikazuje grafični prikaz anketnega vprašanja 15.



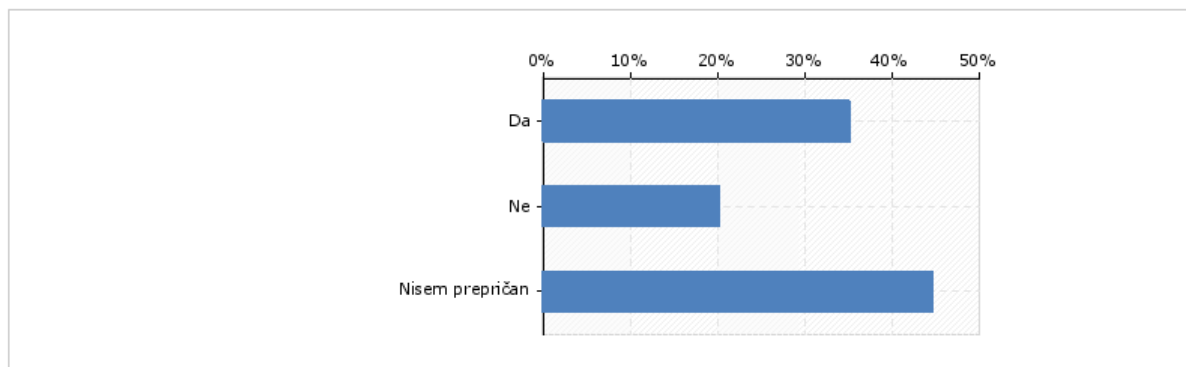
*Slika 32: Anketno vprašanje 15*  
**Ali bi investirali v bioplinarno?** (n = 94)  
 (Vir: lastni, anketno vprašanje november 2018)

Zanimalo me je, koliko anketirancev bi investiralo v bioplinarne. Rezultati so



pokazali, da večina (63 %) anketirancev ne bi investiralo. To si lahko razlagam bodisi iz finančnega (ni sredstev) bodisi iz vidika slabega glasu o bioplinarnah. 37 % anketirancev pa bi investiralo v bioplinarno. Ti so prepoznali vrednost bioplina/biometana.

Slika 33 prikazuje grafični prikaz anketnega vprašanja 16.



*Slika 33: Anketno vprašanje 16*

**Ali bi imeli bioplinarno v vašem kraju (okolišu)?** (n = 94)

(Vir: lastni, anketno vprašanje november 2018)

To vprašanje se navezuje na vprašanje 15. Predvsem me je zanimalo, ali so anketiranci pripravljene imeti bioplinarno v svojem okolišu. 45 % anketirancev ni prepričanih, da bi jo imeli v soseščini. 35 % bi jo imelo, 20 % pa ne. Kot je razvidno, večina anketirancev ni prepričana, da bi imela bioplinarno v svojem okolišu, to kaže, da so bioplinarne resnično na slabem glasu. Zaradi tega predvidevam je velik odstotek neprepričanih. Ozaveščanje bi zagotovo povečalo odstotek DA ali pa NE. Verjetno ne vedo nič o prednostih in slabostih o delovanju bioplinarn.

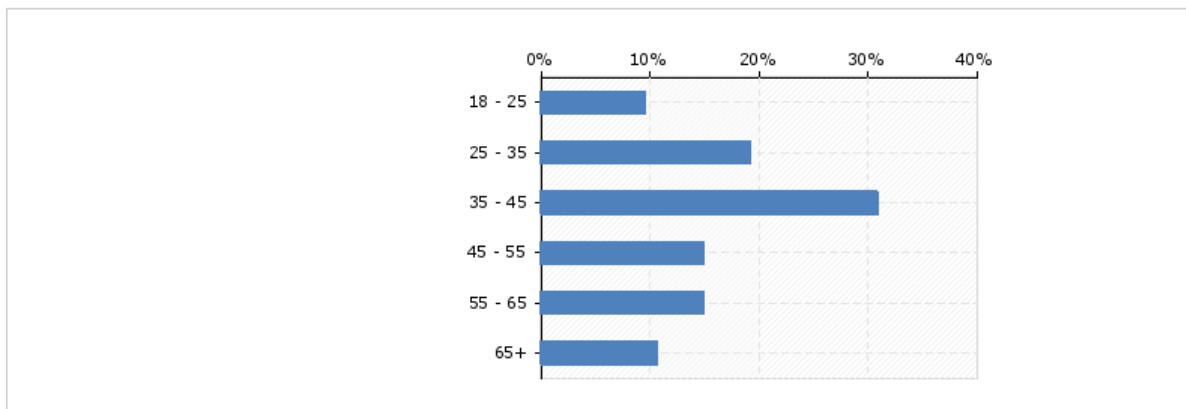
V tabeli 15 so odgovori pri podvprašanju oziroma odgovorov NE pri vprašanju 15:

ker je idilična hribovska vasica
smrad
odvisno od cene in investicije
ne spada v urbano mestno središče
onesnaževanje
ker ne vem, kaj to pomeni za okolje in kakovost življenja
smrad, slab nadzor
vprašanje smradu
zaradi negativnih vplivov na okolje

### **Zakaj ne?**

Tabela 13: Zakaj ne bi investirali v bioplinarno  
(Vir: lastni, anketno vprašanje november 2018)

Zadnja štiri vprašanja sem namenil predvsem demografskim karakteristikam anketirancev. Ti podatki povedo, kdo je anketo izpolnjeval oziroma kakšna struktura po starosti, izobrazbi in spolu. Največ anketirancev je bilo v starosti 35 – 45 let (nekaj več kot 35 %). Druga starostna skupina, ki sem jo v večini zajel je stara 25 – 35 let (nekaj manj kot 20 %). Najmanj pa jih je bilo starih 18 – 25 let (slabih 10 %), kar kaže, da mladi niso ravno navdušeni nad anketami ali pa jim tematika enostavno ni bila blizu ali jih to praktično ne zanima. Največ anketirancev je iz Ljubljane (60 %), slabih 20 % pa iz manjših krajev, kjer je manj kot 10.000 prebivalcev. Zanimivo pri tej anketi pa je, da nihče od anketirancev ni iz Maribora (0 %). Kar pomeni, da štajerske nisem zajel ali pa anketa ni prišla do ljudi s štajerskega konca. Večina anketirancev v večini višjo, visoko ali univerzitetno izobrazbo. Anketo je odgovarjalo več moških kot žensk, moških je bilo 58 %, žensk pa 42 %. Anketa je prinesla rezultate, ki sem jih po tihem pričakoval. In to z vidika lastnega raziskovanja bioplina/biometana. V Sloveniji je področje bioplina/biometana neznano in se o njem ne govori na veliko. Ne govori se o prednosti niti o slabostih. Uporabniška vrednost pa je tista, ki je popolnoma zamolčana. Slika 34 prikazuje grafični prikaz demografskega anketnega vprašanja 1.

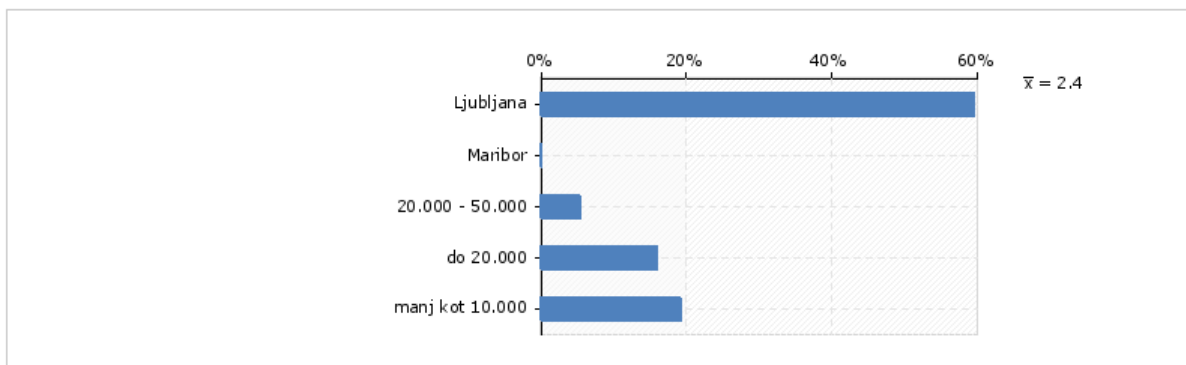


Slika 34: Demografsko vprašanje 1

**Koliko ste stari** (n = 94)

(Vir: lastni, anketno vprašanje november 2018)

Slika 35 prikazuje grafični prikaz demografskega anketnega vprašanja 2.

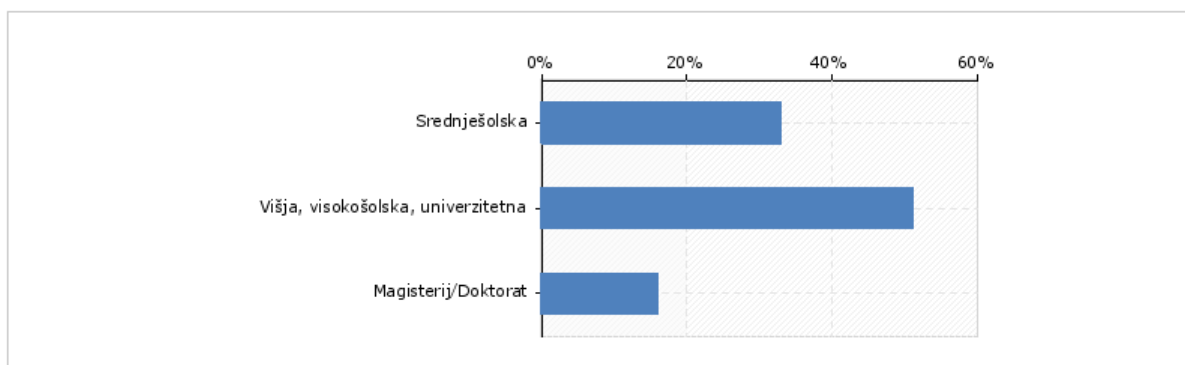


Slika 35: Demografsko vprašanje 2

**Vaš kraj bivanja (št. prebivalcev)** (n = 94)

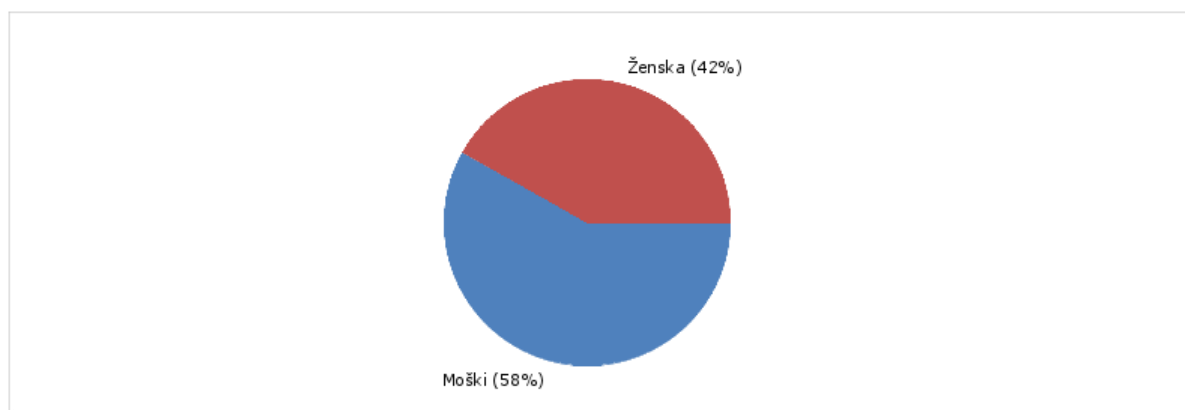
(Vir: lastni, anketno vprašanje november 2018)

Slika 36 prikazuje grafični prikaz demografskega anketnega vprašanja 3.



Slika 36: Demografsko vprašanje 3  
**Vaša izobrazba?** (n = 94)  
(Vir: lastni, anketno vprašanje november 2018)

Slika 37 prikazuje grafični prikaz demografskega anketnega vprašanja 4.



Slika 37: Demografsko vprašanje 4  
**Spol** (n = 93)  
(Vir: lastni, anketno vprašanje november 2018)

## 7 ZAKLJUČEK

Raziskovanje in odkrivanje bioplina/biometana je lahko zelo poučno, široko, globoko in zanimivo. Spoznanje uporabne vrednosti bioplina/biometana je lahko izjemno razsvetljujoče. Že v samem naslovu se poraja vprašanje, ali je bioplin/biometan pravzaprav pozabljen alternativni vir energije. Bioplinarne so v Sloveniji zelo na slabem glasu. Na slabem glasu pa so predvsem zaradi neznanja in nepravilnega ravnanja z njimi. Velikokrat lastniki vidijo samo dobiček in korist. Bioplinarne imajo

svojo vrednost in svojo perspektivo, ki pa morata biti seveda pravilno izkoriščena. Predvsem pa je potrebno z bioplinarno pravilno ravnati in uporabljati sodobno tehnologijo in jo nenehno posodabljeni in redno vzdrževati. Razlika med bioplinom in biometanom ljudem ni jasna. Bioplin je neočiščen plin surovin (živalskih in bio oziroma. organskih odpadkov), biometan pa je očiščen bioplin. Največja prednost in največja priložnost bioplinarne je v tem, da se lahko bioplinarno uporablja za kogeneracijo toplote in elektrike, za očiščen bioplin, ki preide v biometan, le-ta pa se lahko uporablja za pogonsko gorivo, lahko pa ga dodajamo v plinsko omrežje. V javnosti se kot alternativno pogonsko gorivo omenja elektrika, pozablja pa se na okolju prijaznejše pogonsko gorivo CNG. Pri elektrifikaciji je še veliko vprašanj, ki jih bo potrebno razrešiti (stabilnost omrežja, proizvodnja električnih avtomobilov in njihova razgradnja). Bioplinarne pa same po sebi dajejo rešitev in veliko neizkoriščene možnosti in so v okvirih recikliranja ali kroženja (cikla). Pri bioplinu pa ne smem zanemariti še dodano vrednost produkta digestata oziroma substrata. Le-ta je lahko tekoči ali pa trdni. Tu gre za vrednost gnojila, komposta. Na koncu lahko zaključim, da je bioplin/biometan v celoti "zapostavljen" alternativni vir energije. Omogoča nam tekoči in trdni substrat, kompost, elektriko, toploto, pogonsko gorivo in dodajanje v plinsko omrežje. In to bi morali v celoti izkoristiti v krožnem gospodarstvu. Ne nazadnje pa bioplinarna ustvarja tudi nova "zelena delovna mesta". Vsekakor je v prihodnje potrebno dati v prvi plan in izkoristiti tehnologijo, ki nam omogoča veliko stvari, predvsem pa dodane vrednosti.

## 8 VIRI IN LITERATURA

- Agencija Republike Slovenije za okolje (ARSO); dosegljivo, 15.10.2018 na naslovu [www.arso.gov.si](http://www.arso.gov.si)
- Agencija za energijo, dosegljivo, 22.11.2018 na [www.agen-rs.si](http://www.agen-rs.si)
- Biomethane (2012). Kaj je biometan? Dosegljivo, 12.6.2018 na naslovu <https://www.biomethane.org.uk/>
- Društvo za trajnostno energijo, dosegljivo, 22.11.2018 na [www.trajnost.si](http://www.trajnost.si)
- Ecos, dosegljivo, 22.11.2018 na [www.ecos.si](http://www.ecos.si)
- Engie (2017). Kaj je biometan? Dosegljivo, 12.6.2018 na naslovu <https://www.engie.com/en/businesses/gas/biogas/what-is-biomethane/>.
- Eurostat, dosegljivo, 22.11.2018 na [www.ec.europa.eu](http://www.ec.europa.eu) Ježič, V. Poje, T. Orešek, A. (2014). Bio-methane regions: technical brochure. Ljubljana: Kmetijski inštitut Slovenije
- Evropska Unija; dejavnosti EU. Okolje, dosegljivo, 15.9.2018 na naslovu [https://europa.eu/european-union/topics/environment\\_sl](https://europa.eu/european-union/topics/environment_sl)
- Ježič, V., Poje, T. (2009). Biogas Regions, Kmetijski inštitut Slovenije
- Ježič, V., Poje, T., Orešek A. (2012). Od bioplina do biometana, Kmetijski inštitut Slovenije
- Klaas, U., Graf, F. (2009). State of biogas injection to the gas grid in Germany
- Količ, I. (2015). Zgorevanje CNG v bencinskem motorju in vpliv na okolje v primerjavi s klasičnimi pogonskimi gorivi. Magistrsko delo, Maribor: Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo
- Ladanai, S., Vinterbaeck, J. (2009). Global Potential of Sustainable Biomass for Energy. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Energy and Technology
- Medved S., Novak P. (2000). Varstvo okolja in obnovljivi viri energije, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo
- Ministrstvo za okolje (okoljska zakonodaja), dosegljivo, 15.9.2018 na naslovu [http://www.mop.gov.si/si/zakonodaja\\_in\\_dokumenti/veljavni\\_predpisi/okolje/](http://www.mop.gov.si/si/zakonodaja_in_dokumenti/veljavni_predpisi/okolje/)
- Novak P. dr. (2018) Resolucija o energetskega konceptu Slovenije in krožno gospodarstvo?. Fakulteta za tehnologije in sisteme Novo mesto. Energotech, Ljubljana.
- Občina Jesenice, Jeko-in. (2010). Od zemeljskega plina do biometana. Jesenice: Enos

- Persson, M., Joensson, M., Wellinger, A. (2007). Biogas Upgrading to Vehicle Fuel Standards and Grid Injection, IEA Bioenergy
- Petersson, A., Wellinger, A. (2008). Biogas upgrading technologies – developments and innovations, IEA Bioenergy
- RCERO (Regijski Center za Ravnanje z Odpadki), dosegljivo, 9.10.2018 na naslovu <http://www.rcero-ljubljana.eu/objekti-rcero/objekti-za-predelavo-odpadkov>
- Statistični urad Republike Slovenije, dosegljivo, 18.10.2018 na naslovu [www.stat.si](http://www.stat.si)
- Tanja Mohorič et al. (2017). Akcijski načrt strateškega razvojno inovacijskega partnerstva na področju mobilnosti SRIP ACS+ Poslovno razvojna strategija 2017-2020. RS Ministrstvo za gospodarski razvoj in tehnologijo, EU Evropski skladi za regionalni razvoj
- Teodorita Al Sead et al. (2010). Priročnik o bioplinu. Agencija za prestrukturiranje energetike d.o.o.
- Vasić, Vasilije; Koletnik, Dejan; Zupančič, Gregor Drago (2011). Potencial bioplina v Sloveniji za oddajo in distribucijo v omrežje zemeljskega plina Strokovni članek v reviji EGES 2011 (1), 132 – 136.
- Zemeljski plin, dosegljivo, 22.11.2018 na [www.zemeljski-plin.si](http://www.zemeljski-plin.si)
- Zelena Slovenija, Revija EOL, dosegljivo, 7.10.2018 na naslovu <http://www.zelenaslovenija.si/revija-eol-/aktualna-stevilka/okolje/4465-izkoriscanje-bioplina-upraviceno-le-ob-upostevanju-okoljskih-standardov-eol-127>.