ISPITNI IZVJEŠTAJ O ODREĐIVANJU KONCENTRACIJA CH_4, CO_2, O_2, H_2 i H_2S

»ODLAGALIŠTE OTPADA JAKUŠEVEC / PRUDINEC«

Izvor br. 1. Glavni ulazni cjevovod plinskog postrojenja za obradu odlagališnih plinova

NARUČITELJ:	Zagrebački holding d.o.o. Podružnica Čistoća, Radnička cesta 82 10 000 Zagreb
LOKACIJA MJERENJA:	Odlagalište otpada Jakuševec / Prudinec PLINSKO POSTROJENJE (MTEO Jakuševec) Sajmišna cesta 12 10 000 Zagreb
IZVOĐAČ MJERENJA:	Croteh d.o.o. Avenija Dubrovnik 15 10 020 Zagreb
OZNAKA DOKUMENTA:	IZ-L-26064.04
NARUDŽBENICA BR:	J-UN-2028-1081, Narudžbenica br. 2026-2323
DATUM MJERENJA:	22.09.2026.
DATUM IZVJEŠTAJA:	08.11.2026.
UKUPAN BROJ STRANICA:	12
SVRHA MJERENJA:	Određivanje sastava odlagališnog plina
MJERENJE OBAVILI:	Stipe Lipotica

Izvještaj odobrio

Anamarija Lončar, mag.ing.bioproc.

Voditelj Laboratorija za ekotehnologije

croteh d.o.o.
CENTAR ZA RAZVOJ ODRŽIVIH TEHNOLOGIJA
ZAGREB

1. PODACI O LABORATORIJU

Naziv i adresa:	CROTEH d.o.o., Laboratorij za ekotehnologije Avenija Dubrovnik 15, 10 020 Zagreb
Kontakt osoba:	Anamarija Herčeki, mag.ing.cheming
E-mail adresa kontakt osobe:	anamarija.havlicek@croteh.eu
Telefonski broj:	099/407-9571
Fax:	01/7773-883

2. PODACI O UZORKU

Naziv i adresa Naručitelja:	Zagrebački holding d.o.o., Podružnica čistoća, Radnička cesta 82, 10 000 Zagreb
Ugovor/Narudžba:	J-UN-2026-1081, Narudžbenica br. 2026-2323
Oznaka uzorka:	Nije primjenjivo
Metoda uzorkovanja:	Nije primjenjivo
Datum početka analize:	22.09.2026.
Datum završetka analize:	22.09.2026.
Datum Izvještaja	08.11.2026.
Datum sljedećeg mjerenja:	Između 20. i 30.10.2026.
Svrha mjerenja:	Određivanje sastava odlagališnog plina koji nastaje tijekom rada Odlagališta otpada Jakuševec

3. CILJ MJERENJA:

3.1. Izvor br. 1. Emisije iz odlagališta otpada

Cilj mjerenja je određivanje sastava odlagališnog plina koji nastaje tijekom rada Odlagališta otpada Jakuševec / Prudinec. Mjerenje koncentracije odlagališnih plinova obavljeno je na glavnom ulaznom cjevovodu plinskog postrojenja za obradu odlagališnih plinova. Na mjernom mjestu, mjerenje se vrši 3 puta. Ukupno je 1 mjerno mjesto.

U okviru mjerenja koncentracije odlagališnih plinova na ispustu se mjere sljedeći parametri:

Stanje plina	Broj mjerenja
Koncentracija metana – CH_4,	3
Koncentracija ugljikovog (IV) oksida – CO_2,	3
Koncentracija sumporovodika – H_2S.	3
Koncentracija kisika – O_2	3
Koncentracija vodika – H_2	3

3.2. DOGOVOR O MJERENJU

Mjerenje se obavlja u skladu sa zahtjevima Naručitelja i Narudžbenicom.

3.3. OSOBE KOJE ĆE SUDJELOVATI NA MJERENJU

Ispitivač: Stipe Lipotica, CROTEH

3.4. TEHNIČKI ODGOVORNA OSOBA LABORATORIJA ZA EKOTEHNOLOGIJE

Ime: Anamarija Lončar
Telefon: /
Fax: /
e-mail: anamarija.loncar@croteh.eu

3.5. TEHNIČKI ODGOVORNA OSOBA NARUČITELJA MJERENJA

Ime: Boris Dobrilović
Telefon: 091 4581 098
Fax: /
e-mail: boris.dobrilovic@zgh.hr

4. POPIS OSNOVNE ZAKONSKE REGULATIVE:

Mjerenje emisije onečišćujućih tvari obavlja se prema niže navedenim važećim zakonskim regulativama:

1. Zakon o gospodarenju otpadom (NN 84/21);
2. Plan gospodarenja otpadom u Republici Hrvatskoj za razdoblje 2023. - 2028. godine (NN 84/23);
3. Pravilnik o gospodarenju otpadom (NN 106/22);
4. Pravilnik o odlagalištima otpada (NN 04/23);
5. Zakon o zaštiti okoliša (NN 80/13, 153/13, 78/15, 12/18, 118/18);
6. Zakon o zaštiti zraka (NN 127/19, 57/22);
7. Pravilnik o praćenju emisija onečišćujućih tvari u zrak iz nepokretnih izvora (NN 47/21, 127/19);
8. Uredba o graničnim vrijednostima onečišćujućih tvari u zrak iz nepokretnih izvora (NN 42/21,NN 87/17).

5. SPECIFIKACIJA I OPIS MJERNOG MJESTA

5.1.1 Izvor br. 1. Glavni ulazni cjevovod plinskog postrojenja za obradu odlagališnih plinova

Mjerno mjesto za mjerenje sastava (koncentracije) odlagališnih plinova obavljeno je na vodoravnom dijelu glavnog ulaznog cjevovoda plinskog postrojenja. Na mjernom mjestu postoji jedan mjerni otvor koji je pogodan za određivanje sastava (koncentracije) odlagališnih plinova CH_4, CO_2, H_2S, O_2 i H_2. Na mjernom mjestu instaliran je okrugli odvodni kanal, dimenzija 0,250 m^2, ukupne površine presjeka 0,049 m^2. Mjerno mjesto nalazi se na visini od 1,0 u odnosu na razinu tla. Smetnja za mjernu ravninu je koljeno 0,21 m prije mjerne ravnine i koljeno 0,10 m iza mjerne ravnine.

6. LOKACIJA UREĐAJA I OPIS IZVORA EMISIJE

6.1.1 Izvor br. 1. Glavni ulazni cjevovod plinskog postrojenja za obradu odlagališnih plinova

Uzorkovanje i analiza odlagališnih plinova obavljeno je na glavnom ulaznom cjevovodu plinskog postrojenja za obradu odlagališnih plinova na odlagalištu otpada Jakuševec / Prudinec na adresi Sajmišna cesta 12 u Zagrebu. Određivanje sastava (koncentracije odlagališnih plinova)provedeno je na plinskom postrojenju (MTEO Jakuševec).

U slojeve otpada koji je ugrađen na pojedinim plohama sondiraju se perforirane cijevi koje prihvaćaju plin koji se stvara raspadanjem organske komponente otpada. Isti se kompresorima izvlači sustavom podzemnih plinovodnih cijevi i odvodi u stanicu za prikupljanje bioplina. Tu se odlagališni plin kontinuirano analizira i kontrolira se njegov kemijski sastav – kvaliteta. Kompresorima se tako izvučeni plin tlači i transportira prema potrošačima, prvenstveno prema plinskom motoru – generatorima za proizvodnju električne energije i predaje u sustav HEP-a. Preostala količina se termički obrađuje spaljivanjem na visokotemperaturinim plinskim bakljama.

Odlagališni plinovi u atmosferu odvode se kroz odvodni kanala niže navedenih karakteristika:

1. Visina odvodnog kanala	9,0 m
2. Promjer kanala:	0,250 m
3. Površina:	0,049 m^2
4. Gaus Krugerove koordinate:	X=462738,39; Y= 5069717,78
5. Izgled odvodnog kanala:	okrugao
6. Broj izvora:	1

7. VRIJEME KADA JE POSTROJENJE U RADU I KADA DOLAZI DO EMISIJE

7.1.1 Izvor br. 1. Glavni ulazni cjevovod plinskog postrojenja za obradu odlagališnih plinova

Do emisije odlagališnih plinova na nepokretnom izvoru dolazi za vrijeme anaerobne faze razgradnje koju karakterizira visok udio metana (CH_4) i ugljikovog dioksida (CO_2).

8. OPIS MJERNE RAVNINE I MJERNE LINIJE S BROJEM MJERNIH TOČAKA

8.1.1 Izvor br. 1. Emisije iz odlagališta otpada

Oblik odvodnog kanala na mjernom mjestu	okrugli
Unutrašnja dimenzija kanala	0,250
Površina (m^2)	0,049
Udaljenost smetnje prije mjerne ravnine (m)	0,021
Udaljenost smetnje iza mjerne ravnine (m)	0,010
Udaljenost istrujnog otvora iza mjerne ravnine (m)	6,7
Broj mjernih linija prema HRN EN 15259	
Broj mjernih linija	1 mjerna linija
Broj mjernih točaka	Ukupno je 1 mjerno mjesto

9. BROJ MJERNIH OTVORA I RADNA PLATFORMA

9.1.1 Izvor br. 1. Glavni ulazni cjevovod plinskog postrojenja za obradu odlagališnih plinova

Na vodoravnom dijelu ulaznog cjevovoda plinskog postrojenja za obradu odlagališnih plinova nalazi se jedan (1) mjerni otvor pogodan za određivanje koncentracije odlagališnih plinova metana (CH_4), ugljikovog dioksida (CO_2) i sumporovodika (H_2S), kisika (O_2) i vodika (H_2).

Mjerno mjesto dostupno je s razine tla te je s aspekta zaštite na radu sigurno.

10. ISPITNE METODE ZA ODREĐIVANJE KONCENTRACIJE ODLAGALIŠNIH PLINOVA

Ispitne metode za određivanje sastava odlagališnog plina ili bioplina temelje se na standardu: *„Performace for Handheld Emission Monitoring Systems (HEMs), Performance standard for stack emission monitoring, fugitive emissions, and landfill-gas bore-hole emissions, 2018.*

Onečišćujuća tvar	Naslov metode	Metoda ispitivanja
Sumporovodik (H_2S)	Emisije iz stacionarnih izvora- Određivanje CH_4, CO_2, i H_2S	Vlastita metoda / In – house method RU-7_1-3 izdanje / edition 5 03.11.2022.[1]
Metan (CH_4)	Emisije iz stacionarnih izvora- Određivanje CH_4, CO_2, i H_2S	Vlastita metoda / In – house method RU-7_1-3 izdanje / edition 5 03.11.2022.[1]
Ugljikov (IV) oksid (CO_2)	Emisije iz stacionarnih izvora- Određivanje CH_4, CO_2, i H_2S	Vlastita metoda / In – house method RU-7_1-3 izdanje / edition 5 03.11.2022.[1]
Kisik (O_2)	Emisije iz stacionarnih izvora- Određivanje CH_4, CO_2, i H_2S	Vlastita metoda / In – house method RU-7_1-3 izdanje / edition 5 03.11.2022.[1]
Vodik (H_2)	Emisije iz stacionarnih izvora- Određivanje CH_4, CO_2, i H_2S	Vlastita metoda / In – house method RU-7_1-3 izdanje / edition 5 03.11.2022.

11. ISPITNA OPREMA ZA ODREĐIVANJE KONCENTRACIJE ODLAGALIŠNIH PLINOVA

Za potrebe mjerenja sastava (koncentracije) odlagališnih plinova korišten je automatski uređaj sa niže navedenim karakteristika i mjerni područjem rada instrumenta.

Naziv uređaja	Proizvođač/serijski broj
Prijenosni mjerač sastava bioplina:	Drager/ARLJ-0049 – uređaj za detekciju i mjerenje koncentracije eksplozivnih toksičnih plinova i/ili para u atmosferi
Proizvođač:	Drager
Model:	X-am 7000
Serijski broj:	ARLJ-0049
Broj umjernice:	I-028/26

[1] *Akreditirana metoda, prilog potvrde o akreditaciji 1697*

Mjerno područje instrumenta i granica detekcije

Parametar	Sumporovodik	Metan	Ugljikov (IV) oksid	Kisik	Vodik
Mjerno područje instrumenta	**0-100 ppm 1,00 ppm**	**0-100% 1,00 %vol**	**0-100% 1,00 % vol**	**0,-25% 0,10 % vol**	**0-1000 ppm 5,00 ppm**
Granica detekcije	4,7 ppm	1,2 %	0,5 %	1,1 %	/
Mjerna nesigurnost U95	1,41 %	1,54 %	2,77 %	4,47 %	/

12. KORIŠTENI PLINOVI ZA KONTROLU AUTOMATSKOG MJERNOG UREĐAJA

Nula plin: Koristi se vanjski zrak. Ukoliko je kontaminiran tada se koristi niže navedena certificirana plinska smjesa.
Za kontrolu automatskog mjernog uređaja korišten je vanjski zrak, udaljen 10 km od lokacije mjerenja.

Dušik (N_2):	Nije primjenjivo
Proizvođač:	
Broj boce:	Nije primjenjivo
Datum proizvodnje:	Nije primjenjivo
Sadržaj dušika (N_2):	Nije primjenjivo
Certifikat plina:	Nije primjenjivo

Testni plin 2:

Plinovi: CH_4, CO_2, H_2S:	Nije primjenjivo
Plin 1	CH_4 50 %
Plin 2	CO_2 30 %
Plin 3	H_2S 100 ppm
Tolerancija:	Nije primjenjivo
Proizvođač:	Messer Fabrika Pančevo
Broj boce:	Nije primjenjivo
Datum proizvodnje plina:	08.12.2023.; 11.12.2023.; 26.12.2023.
Garancija stabilnosti:	Nije primjenjivo
Certifikat plina:	Nije primjenjivo
Broj certifikata:	772018; 12920350; D853177

12.1. Registriranje izmjerenih vrijednosti

Izmjerene vrijednosti pohranjuju se na unutarnju memoriju automatskog uređaja za mjerenje koncentracije odlagališnih plinova, a dio podataka upisuje se ručno na propisane obrasce.

13. MJERE OSIGURANJA KVALITETE:

Mjere osiguranja kvalitete opisane su ispitnim postupcima i ispitnim radnim uputama Laboratorija za ekotehnologiju koje su u skladu s „*Performance Standard for Handheld Emission Monitoring Systems (HEMs)*“

Ugljikov dioksid (CO_2)

Mjere osiguranja kvalitete opisane su u ispitnom postupku i ispitnim radnim uputama koje su u skladu s Standardom HEMs.

Ispitna Radna uputa:

RU-7/3-1 Ispitna radna uputa metode HEMs Emisije iz stacionarnih izvora- Određivanje CH_4, CO_2 i H_2S;

RU-7/1-3a Izračun mjerne nesigurnosti za određivanje sastava (koncentracije) plinova

Metan (CH_4):

Mjere osiguranja kvalitete opisane su u ispitnom postupku i ispitnim radnim uputama koje su u skladu s Standardom HEMs.

Ispitna Radna uputa:

RU-7/3-1 Ispitna radna uputa metode HEMs Emisije iz stacionarnih izvora- Određivanje CH_4, CO_2 i H_2S;

RU-7/1-3a Izračun mjerne nesigurnosti za određivanje sastava (koncentracije) plinova

Sumporovodik (H_2S):

Mjere osiguranja kvalitete opisane su u ispitnom postupku i ispitnim radnim uputama koje su u skladu s Standardom HEMs.

Ispitna Radna uputa:

RU-7/3-1 Ispitna radna uputa metode HEMs Emisije iz stacionarnih izvora- Određivanje CH_4, CO_2 i H_2S;

RU-7/1-3a Izračun mjerne nesigurnosti za određivanje sastava (koncentracije) plinova

14. PLANIRANI RADNI UVJETI PRILIKOM MJERENJA

14.1. Izvor br. 1. Glavni ulazni cjevovod plinskog postrojenja za obradu odlagališnih plinova

Za vrijeme mjerenja emisije onečišćujućih tvari postrojenje za proizvodnju bioplina radilo je uobičajenim kapacitetom te nije bilo odstupanja predviđenog Planom mjerenja.

15. IZJAVA O ODRICANJU ODGOVORNOSTI

Za dobivene podatke od strane Naručitelja pod točkom 14. koji mogu utjecati na rezultate mjerenja, Laboratorij za ekotehnologije nije odgovoran.

16. PREDMET ISPITIVANJA

Primarna zadaća aktivnog sustava otplinjavanja uređenog odlagališta otpada je kontinuirano-24-satno prikupljanje i termička obrada nastalog odlagališnog plina u cilju sigurnosti na odlagalištu i gradilištu za ljude i strojeve koji na njemu rade, za ljude koji žive u neposrednoj blizini, zaštita okoliša i zaštita od požara, a sekundarna zadaća je njegovo energetsko iskorištavanje za proizvodnju električne energije iz obnovljivog izvora energije (OIE).

PM - Plinska mreža - ima funkciju kontinuiranog prikupljanja nastalog odlagališnog plina iz tijela odlagališta-ugrađenog otpada i njegov transport do plinskog postrojenja, a trenutno se sastoji od:

- 137 trajna plinska zdenca s kontrolnim regulacionim ventilima, na završenim plohama u skladu s građevinskom dozvolom od 28.07.2000. godine.,
- oko 9,8 km mreže plinovoda s odvajačima kondenzata, sabirnih kondenznih šahtova i jama,
- 5 (pet) plinskih linija privremenog otplinjavanja, na radnim plohama 6/1 i 6/2 na kojima se obavlja dnevno odlaganje otpada.
- Količina prikupljanja odlagališnog plina iznosi oko 2.000 m^3/h.

PP - Plinsko postrojenje čine:

mTEO – mali Termoenergetski objekt (mE Jakuševec 1) sastoji se od:

- tri visoko temperaturne baklje s kompresorima (B1, B2, B3) 1.700 (m^3 plina/h)
- tri plinska motora s generatorima kapaciteta (GP1, GP2, GP3) 525 (m^3 plina/h/motoru)
- tri generatora ukupne električne snage (GP1, GP2, GP3) 3 MW

mE Jakuševec 2 (GP4) sastoji se od:

- jedan plinski motor s generatorom kapaciteta (GP4) 555 (m^3 plina/h)

Sustav čišćenja odlagališnog plina (SČOP) – čine jedinica za odvlaživanje-izdvajanje kondenzata i jedinica s aktivnim ugljenom za čišćenja plina i eliminiranje silicijevih spojeva i silikata štetnih za rad plinskih motora.

Sustav čišćenja zraka za izgaranje i ventilaciju (SČZ) – čini sustav nadograđeni sustav filtera za svaki plinski motor-generator u cilju eliminiranja čestica prašine u zraku za izgaranje i ventilaciju motor-generatorskog prostora, a time se povećava vrijeme rada i smanjenje obima i troškova održavanja plinskih motor-generatora.

U slojeve otpada koji je ugrađen na pojedinim plohama sondiraju se perforirane cijevi koje prihvaćaju plin koji se stvara raspadanjem organske komponente otpada. Isti se kompresorima izvlači sustavom podzemnih plinovodnih cijevi i odvodi u stanicu za prikupljanje bioplina. Tu se odlagališni plin kontinuirano analizira i kontrolira se njegov kemijski sastav – kvaliteta. Kompresorima se tako izvučeni plin tlači i transportira prema potrošačima, prvenstveno prema plinskom motoru – generatorima za proizvodnju električne energije i predaje u sustav HEP-a. Preostala količina se termički obrađuje spaljivanjem na visokotemperaturnim plinskim bakljama.

Uzorkovanje odlagališnih plinova izvršeno je na glavnom ulaznom cjevovodu plinskog postrojenja za obradu odlagališnih plinova lociranog na odlagalištu otpada Prudinec / Jakuševec – Zagreb.

17. OPIS, OZNAKE I FOTOGRAFIJE MJERNIH MJESTA

Uzorkovanje i analiza odlagališnih plinova obavila se na glavnom ulazu cjevovoda plinskog postrojenja za obradu deponijskih plinova lociranih na odlagalištu otpada Prudince /Jakuševec – Zagreb, na adresi Sajmišna cesta 12.

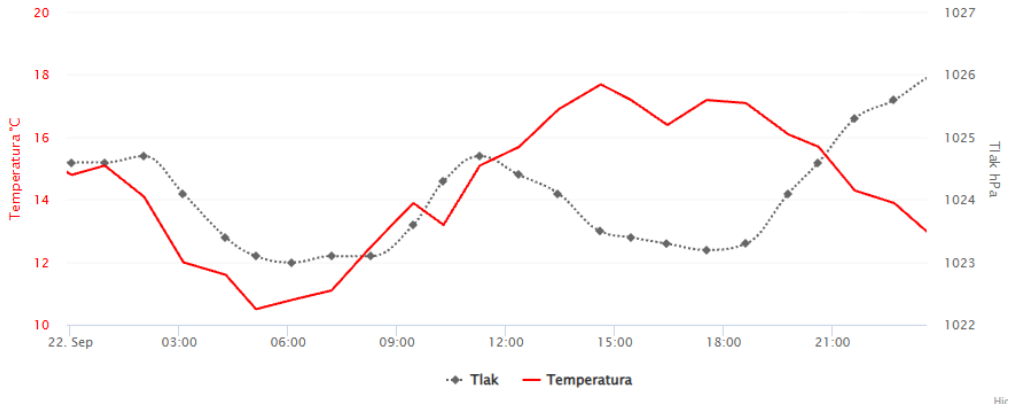
Na slici u nastavku prikazano je mjerno mjesto.



Slika 1. Plinsko postrojenje



Slika 2. Mjerno mjesto na Odlagalištu otpada Jakuševec



Slika 3. Vremensko stanje tijekom uzorkovanja

18. REZULTATI MJERENJA

Rezultati mjerenja odnose se isključivo na navedeni izvor onečišćenja i za radne uvjete ostvarene tijekom postupka mjerenja.

Emisijske koncentracije onečišćujućih tvari u zrak izražene su kao: volumni udio (%) i ppm.

18.1. Izvor br. 1. Glavni ulazni cjevovod plinskog postrojenja za obradu deponijskih plinova

Mjerno mjesto: Jakuševac, 22.09.2026., 11:43					
Gauss Kruger koordinate mjernog mjesta: x=462739, y=5069738					
Broj mjerenja / ***Parametar***	**Jedinica**	**1**	**2**	**3**	**Sr. vrijednost**
Temperatura zraka	°C	15,5	15,5	15,5	15,5
Tlak zraka	hPa	1024,4	1024,4	1024,4	1024,4
Ugljikov dioksid - CO_2	vol/%	33,0	35,0	36,0	34,7
Metan - CH_4	vol/%	53,7	53,7	53,7	53,7
Kisik - O_2	vol/%	1,87	1,80	1,81	1,83
Vodikov sulfid - H_2S	ppm	77,8	79,0	79,9	78,9
Vodik - H_2	ppm	474	467	482	474
Mjerno mjesto Jakuševac - zbirni prikaz rezultata mjerenja					
Parametar	**Jedinica**	**Min.**	**Max.**	**Sr. vrijednost**	
Ugljikov (IV) oksid - CO_2	vol/%	33,0	36,0	34,7	
Metan - CH_4	vol/%	53,7	53,7	53,7	
Kisik - O_2	vol/%	1,80	1,87	1,83	
Vodikov sulfid - H_2S	ppm	77,8	79,9	78,9	
Vodik - H_2	ppm	467	482	474	

19. ZAKLJUČAK

Nije primjenjivo.

-KRAJ IZVJEŠTAJA O ISPITIVANJU-