



Izveštaj br. I-733-28-25-RM

**MJERENJE ZA POTREBE PROVEDBE QAL2 TESTA ZA SUSTAV
KONTINUIRANOG MJERENJA EMISIJA ONEČIŠĆUJUĆIH TVARI U ZRAK
IZ NEPOKRETNOG IZVORA TVRTKE ROCKWOOL ADRIATIC d.o.o.,
Poduzetnička zona Pićan Jug 130, Zajci, 52 333 Potpićan**

Nepokretni izvor emisija:

Izvor br. 1.: KUPOLNA PEĆ (oznaka – ispust br. 1.1.)

Zagreb, lipanj 2025.

Izveštaj se bez pismenog odobrenja ne smije reproducirati

Obrazac LME-O-110/izdanje 01

Izvođač –akreditirani
Ispitni laboratorij:

METROALFA d.o.o.
Laboratorij za mjerenje emisija i ispitivanje kvalitete zraka (LME)
Karlovačka 4L, 10000 Zagreb
Tel ++385 (01) 5555 740
e-mail: metroalfa@metroalfa.hr

Izveštaj broj: I-733-28-25 RM

Vlasnik izvora: ROCKWOOL ADRIATIC d.o.o.
Poduzetnička zona Pićan Jug 130, Zajci, 52 333 Potpićan

Lokacija: ROCKWOOL ADRIATIC d.o.o.
Poduzetnička zona Pićan Jug 130, Zajci, 52 333 Potpićan

Vrsta mjerenja: Mjerenja za potrebe provedbe QAL2 testa za sustav kontinuiranog
mjerenja emisija na nepokretnom izvoru emisija

Radni nalog: 733/2025

Narudžbenica broj: -

Datum mjerenja: 16. – 18.06.2025.

Datum izvještaja: 20.06.2025.

Ukupan broj stranica: 25

Svrha: Svrha mjerenja emisija onečišćujućih tvari u zrak na nepokretnom
izvoru je provedba QAL2 testa za sustav za kontinuirano mjerenje
emisija prema Pravilniku o praćenju emisija onečišćujućih tvari u zrak
iz nepokretnih izvora – daljem tekstu Pravilnik (N.N. br. 47/21).

Mjerenje obavili: Tehnički voditelj: Željko Keliš, dipl.ing.kem.tehn.,univ.spec.oecoing.

Tehnički voditelj: Antun Smiljan, mag.ing.mech.

Ispitivač: Luka Lučić, SSS

Ispitivač: Lovro Perković, SSS

Ispitivač: Edi Martinez, mag.ing.mech.

Izveštaj izradio:

Tehnički voditelj:

Željko Keliš, dipl.ing.kem.teh.

Voditelj LME:

Željko Keliš, dipl.ing.kem.teh.

M.P.
METROALFA d.o.o.
Zagreb, Karlovačka cesta 4L

SADRŽAJ

1	DEFINIRANJE NALOGA	5
1.1	NARUČITELJ.....	5
1.2	KORISNIK.....	5
1.3	NEPOKRETNI IZVOR NA KOJIMA SE OBAVLJA KONTROLNO MJERENJE.....	5
1.4	UREĐAJI	5
1.4.1	Izvor br. 1.: KUPOLNA PEĆ (oznaka – ispust br. 1.1.)	5
1.5	PREDVIĐENO VRIJEME MJERENJA	5
1.5.1	Datum zadnjeg mjerenja	5
1.5.2	Datum sljedećeg mjerenja	5
1.6	SVRHA MJERENJA	5
1.7	CILJ.....	6
1.7.1	Izvor br. 1.: KUPOLNA PEĆ (oznaka – ispust br. 1.1.)	6
1.8	MJERENE KOMPONENTE	6
1.8.1	Izvor br. 1.: KUPOLNA PEĆ (oznaka – ispust br. 1.1.)	6
1.9	DOGOVOR O MJERENJU	6
1.10	OSOBES KOJE SU SUDJELOVALE NA MJERENJU.....	6
1.11	SUDJELOVANJE DRUGOG ISPITNOG LABORATORIJA.....	7
1.12	TEHNIČKI ODGOVORNA OSOBA LME-A ZA PLAN MJERENJA, PROVOĐENJE MJERENJA I IZRADU IZVJEŠTAJA.....	7
1.13	TEHNIČKI ODGOVORNA OSOBA NARUČITELJA	7
2	OPIS IZVORA EMISIJE	8
2.1	TIP POSTROJENJA.....	8
2.2	OPIS TEHNOLOŠKOG PROCESA.....	8
2.3	LOKACIJA UREĐAJA I OPIS IZVORA EMISIJE.....	11
2.3.1	Lokacija	11
2.3.2	Izvor br. 1.: KUPOLNA PEĆ (oznaka – ispust br. 1.1.)	11
2.4	KORIŠTENI I OBRAĐENI MATERIJALI.....	11
2.5	VRIJEME KAD JE POSTROJENJE U RADU I KAD DOLAZI DO EMISIJE U ZRAK	11
2.5.1	Ukupno vrijeme rada.....	11
2.5.2	Vrijeme kad dolazi do emisije u zrak	11
2.6	UREĐAJI ZA ODVOĐENJE I SMANJIVANJE EMISIJE OTPADNIH PLINOVA	12
2.6.1.1	Izvor br. 1.: KUPOLNA PEĆ (oznaka – ispust br. 1.1.)	12
2.6.2	Uređaji za smanjivanje emisije onečišćujućih tvari	12
2.6.2.1	Izvor br. 1.: KUPOLNA PEĆ (oznaka – ispust br. 1.1.)	12
3	FUNKCIONALNI PREGLED AUTOMATSKOG MJERNOG SUSTAVA (AMS)	13
3.1	POLOŽAJ MJERNIH MJESTA I MJESTA ZA UZORKOVANJE	13
3.1.1	Izvor br. 1.: KUPOLNA PEĆ (oznaka – ispust br. 1.1.)	13
3.1.2	TEST HOMOGENOSTI.....	14
3.1.2.1	Test homogenosti - KUPOLNA PEĆ (oznaka – ispust br. 1.1.).....	14
3.2	OPIS MJERNE RAVNINE I MJERNE LINIJE S BROJEM MJERNIH TOČAKA	15
3.2.1	Izvor br. 1.: KUPOLNA PEĆ (oznaka – ispust br. 1.1.)	15
3.3	MJERNI OTVORI.....	15
3.4	RADNA PLATFORMA.....	15
3.4.1	Izvor br. 1.: KUPOLNA PEĆ (oznaka – ispust br. 1.1.)	15
3.4.2	Priključak struje	15
3.5	FOTOGRAFIJE MJERNIH MJESTA.....	16
4	MJERNE METODE I INSTRUMENTI	17
4.1	ODREĐIVANJE PARAMETARA STANJA OTPADNIH PLINOVA.....	17
4.2	EMISIJA ONEČIŠĆUJUĆIH TVARI U PLINOVITOM I PARNOM STANJU	17
4.2.1	Automatske mjerne metode	17

4.2.1.1	Parametri koji se mjere	17
4.2.1.2	Metode mjerenja.....	17
4.2.1.3	Automatsko uzorkovanje plinova - uređaj	17
4.2.1.4	Mjerno područje instrumenta	17
4.2.1.5	Karakteristike uređaja.....	18
4.2.1.6	Oprema za uzorkovanje	18
4.2.1.7	Korišteni testni plinovi za kontrolu automatskih uređaja	19
4.2.1.8	Vrijeme odaziva (t-90%)	19
4.2.1.9	Registriranje izmjerenih vrijednosti	19
4.2.1.10	Mjere osiguranja kvalitete	20
4.3	EMISIJA UKUPNE PRAŠKASTE TVARI	20
5	REZULTATI MJERENJA	21
5.1	ODSTUPANJE OD PLANA MJERENJA	21
5.2	UVJETI PROIZVODNJE TIJEKOM MJERENJA	21
6.	REZULTATI MJERENJA	22
6.1	IZVOR BR. 1.: KUPOLNA PEĆ (OZNAKA – ISPUST BR. 1.1.)	23
6.1.1	Analiza plinova O ₂ , - 16.06.2025.	23
6.1.2	Analiza plinova O ₂ – 17.06.2025.	24
6.1.3	Analiza plinova O ₂ – 18.06.2025.	25

1 DEFINIRANJE NALOGA

1.1 NARUČITELJ

ROCKWOOL ADRIATIC d.o.o.
Poduzetnička zona Pićan Jug 130, Zajci, 52 333 Potpićan

1.2 KORISNIK

ROCKWOOL ADRIATIC d.o.o.
Poduzetnička zona Pićan Jug 130, Zajci, 52 333 Potpićan

1.3 NEPOKRETNI IZVOR NA KOJIMA SE OBAVLJA KONTROLNO MJERENJE

Nepokretni izvor: KUPOLNA PEĆ (oznaka – ispust br. 1.1.)

1.4 UREĐAJI

1.4.1 Izvor br. 1.: KUPOLNA PEĆ (oznaka – ispust br. 1.1.)

1.5 PREDVIĐENO VRIJEME MJERENJA

Predviđeno vrijeme mjerenja je 16. – 18.06.2025. u vremenu od 07:00 h do 20:00 h.

1.5.1 Datum zadnjeg mjerenja

03. – 05.09.2024. od tvrtke Metroalfa d.o.o., Izvještaj broj (I-965-1-28-24-KM) – QAL2 sustava za kontinuirano mjerenje emisija.

1.5.2 Datum sljedećeg mjerenja

Prema Pravilniku - 2026. g.

1.6 SVRHA MJERENJA

Svrha mjerenja – za potrebe provedbe QAL2 testa prema za sustav kontinuiranog mjerenja emisija prema zahtjevima norme HRN EN 14181.

1.7 CILJ

1.7.1 Izvor br. 1.: KUPOLNA PEĆ (oznaka – ispust br. 1.1.)

Cilj mjerenja na ispustu odvodnog kanala je provjera emisije onečišćujućih tvari u zrak, a čije se vrijednosti za potrebe provedbe QAL2 testa prema za sustav za kontinuirano mjerenje emisija prema zahtjevima norme HRN EN 14181.

U okviru povremenih mjerenja mjere se sljedeći parametri:

- mjerenje parametara stanja otpadnih plinova (temperatura, tlak i vlažnost)
- mjerenje koncentracije onečišćujućih tvari u otpadnim plinovima
- izračun volumnog protoka otpadnih plinova
- izračun masenog protoka onečišćujućih tvari u otpadnim plinovima

1.8 MJERENE KOMPONENTE

1.8.1 Izvor br. 1.: KUPOLNA PEĆ (oznaka – ispust br. 1.1.)

Na ispustu će se obaviti mjerenje sljedećih parametara:

	broj mjerenja:
O ₂ (% vol.)	18

1.9 DOGOVOR O MJERENJU

Mjerenje će se obaviti u skladu s Narudžbenicom. Odgovorna osoba od strane naručitelja je Neven Vlačić, voditelj procesa kvalitete i ekologije.

1.10 OSOBE KOJE SU SUDJELOVALE NA MJERENJU

Tehnički voditelj: Željko Keliš, dipl.ing.kem.tehn.,univ.spec.oecoing.

Tehnički voditelj: Antun Smiljan, mag.ing.mech.

Ispitivač: Luka Lučić, SSS

Ispitivač: Lovro Perković, SSS

Ispitivač: Edi Martinez, mag.ing.mech.

1.11 SUDJELOVANJE DRUGOG ISPITNOG LABORATORIJA

Pri mjerenju neće sudjelovati drugi ispitni laboratorij.

1.12 TEHNIČKI ODGOVORNA OSOBA LME-a ZA PLAN MJERENJA, PROVOĐENJE MJERENJA I IZRADU IZVJEŠTAJA

Ime: Željko Keliš, dipl.ing.kem.tehn.,univ.spec.oecoing.
Telefon: 01/5555-736
e-mail: zeljko.kelis@metroalfa.hr

1.13 TEHNIČKI ODGOVORNA OSOBA NARUČITELJA

Ime: Neven Vlačić, voditelj procesa kvalitete i ekologije
Telefon: 052/858-544
e-mail: neven.vlacic@rockwool.com

2 OPIS IZVORA EMISIJE

2.1 TIP POSTROJENJA

Kupolna peć.

2.2 OPIS TEHNOLOŠKOG PROCESA

U Tvornici kamene vune se odvijaju procesi skladištenja i pripreme sirovina, veziva i goriva (koksa); proces proizvodnje Rockwool® te pakiranje i skladištenje gotovih proizvoda.

Investitor je nositelj kompletnog proizvodnog procesa proizvodnje Rockwool®, tj. definira tehnologiju proizvodnje i skladištenja kamene vune, transporta i skladištenja sirovina, goriva, veziva i komponenti veziva, te je i projektant glavne tehnološke opreme.

Osnovne sirovine za proizvodnju kamene vune su:

- eruptivne stijene (bazalt i diabaz),
- šljaka i/ili dolomit,
- cementni briketi koji sadrže otpadni materijal iz procesa.

Predviđeni maksimalni kapacitet je 125.000 tona/godini gotovog proizvoda odnosno količina sirovine od 165.000 tona/godinu.

Cementni briketi su jedna od komponenata sirovine za taljenje. Njihova svrha je recikliranje procesnog otpada kao i ispunjenje zahtjeva Europske Unije za određenim kemijskim sastavom vlakana. Briketi sadrže čvrsti otpad iz različitih dijelova procesa povezan cementom u specifični oblik. Otpadna vuna iz vrteće komore, istrošeni filtri vrteće komore, filtarski kolač i filtarski materijal od obrade procesne vode te dio otpadne vune iz postrojenja za recikliranje (otpaci od rezanja, otpašivanja te odbačeni proizvodi) čine glavnu komponentu briketa.

Također su sirovina za brikete prašina i sitniji dijelovi sirovina prosijani na vibracijskom situ ispod silosa.

Pripremljena sirovinska smjesa (sirovi kameni materijal, briketi i koks) doprema se transporterom u kupolnu peć. Pri punjenju sirovinskom smjesom kupona peć je u podtlaku, da bi se spriječio izlazak dimnih plinova u halu.

Nasipani sloj sirovinske smjese u kupolnoj peći mora biti takav je kroz njega omogućeno strujanje vrućeg zraka za izgaranje kao i nastalih dimnih plinova. To svojstvo nasipnog sloja osigurava se prosijavanjem ulazne sirovinske smjese, tj. tako su sitniji dijelovi i prašina istih odvojeni pri pripremi na vibracijskom situ.

Proces taljenja sirovine odvija se pri temperaturi od 1500 °C do 1900 °C. Kako bi se postigla potrebna temperatura taljenja koristi se koks kao gorivo i predgrijani, vrući zrak za izgaranje.

Vrući zrak potreban za izgaranje koksa se zagrijava u CO spaljivaču, a u kupolnu peć ulazi kroz prsten s mlaznicama. Vrući plinovi za izgaranje zagrijavaju materijal punjenja dok se podiže unutar kupole.

Punjenje kupolne peći sirovinskom smjesom je šaržno dok je opskrbljivanje strojeva za predenje kontinuiranim tekućom kamenom talinom.

Odvod za talinu je u normalnim uvjetima uronjen u tekuću talinu. Kontrolom kuta sifona, odvod taline prema stroju za predenje se može podesiti. Kut se podešava iz kontrolne sobe!

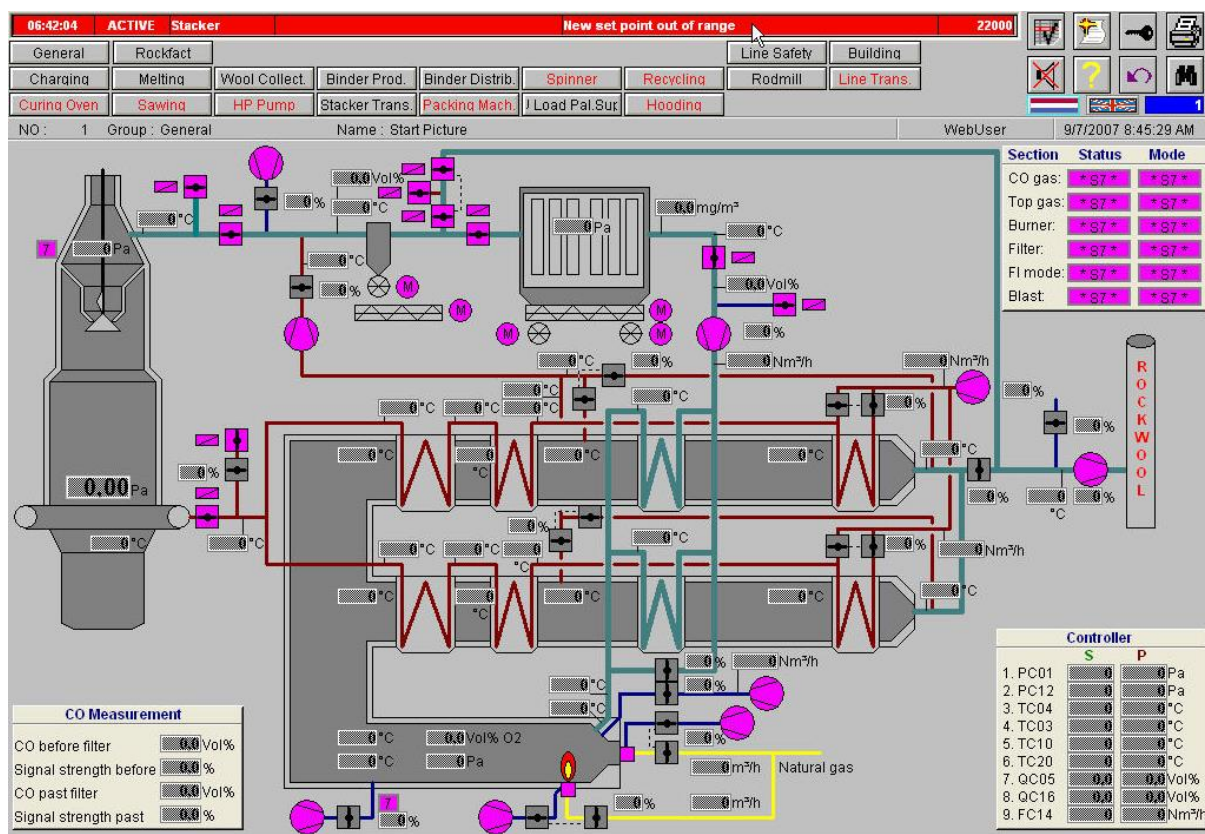
Kao nusprodukt izgaranja odnosno taljenja nastaju dimni plinovi. Dimni plinovi sadrže prašinu, leteći pepeo, CO₂, CO, H₂S, SO₂, NH₃ i NO_x.

Dimni plinovi se prije ispuštanja u okoliš kroz dimnjak, tretiraju u sustavu za naknadno izgaranje dimnih plinova iz kupolne peći. Prvo se teže čestice odvajaju u ciklonu, zatim dimovi prolaze kroz filter pepela pa u komoru sagorijevanja CO-a.

Kao nusprodukt taljenja sirovine nastaje i talina željeza koja se ne koristi u procesu proizvodnje Rockwool®. Talina željeza veće je gustoće ta se taloži na dnu kupolne peći. Povremeno je potrebno

nastalu talinu željeza ispustiti iz kupolaste peći. Pražnjenje (odvod) željeza se radi tako da se oksidnim kopljem napravi rupa na donjim vratima i u oblozi donjih vrata. Nakon pražnjenja, rupa se brtvi glinenim čepom na pneumatski pogon. Donja vrata se ne hlade vodom i stoga se mogu koristiti za odvajanje.

Ispod kupolne peći na koti 0.00 nalazi se tzv. *melt pit* odnosno prostor kojem je dno pokriveno slojem pijeska ili šljunka, u koji se ispušta talina željeza ili kompletni sadržaj peći u slučaju ekscerne situacije. Ispuštena talina se nakon toga hladi i poprima kruti oblik te se utovarivačem odvozi na privremeno odlagalište unutar kruga tvornice, a dalje se prodaje kao sekundarna sirovina.



Slika 1. Shema tretiranja dimnih plinova iz kupolaste peći

2.3 LOKACIJA UREĐAJA I OPIS IZVORA EMISIJE

2.3.1 Lokacija

Proizvodni proces za proizvodnju kamene vune je smješten u krugu tvornice Rockwool Adriatic d.o.o., Poduzetnička zona Pićan 1, Potpićan.

2.3.2 Izvor br. 1.: KUPOLNA PEĆ (oznaka – ispust br. 1.1.)

Otpadni plinovi se odводе u atmosferu preko odvodnog kanala sljedećih karakteristika:

2.3.2.1. Visina:	75,0 m
2.3.2.2. Promjer:	1,4 m
2.3.2.3. Površina	1,539 m ²
2.3.2.4. Gauss-Krugerove koordinate	
	X: 5006578
	Y: 5428698
2.3.2.5. Izgled izvora:	Odvodni kanal je spojen na odvodni kanal u dimnjaku - visina 75,0 m.
2.3.2.6. Broj izvora:	1

2.4 KORIŠTENI I OBRAĐENI MATERIJALI

Kao sirovina se koristi:

- eruptivna stijena (bazalt i diabaz),
- šljaka i/ili dolomit
- cementni briketi koji sadrže otpadni materijal iz procesa.

Kao gorivo se koristi koks.

Maksimalan kapacitet taljenja je 20,5 t/h.

2.5 VRIJEME KAD JE POSTROJENJE U RADU I KAD DOLAZI DO EMISIJE U ZRAK

2.5.1 Ukupno vrijeme rada

Planirano ukupno vrijeme rada je 24 h/dan, 5-7 dana u tjednu. Za cijelo vrijeme rada dolazi do emisije u zrak.

2.5.2 Vrijeme kad dolazi do emisije u zrak

Vrijeme kad dolazi do emisije je ukupno vrijeme rada od 24 h/dan, 5-7 dana u tjednu.

2.6 UREĐAJI ZA ODVOĐENJE I SMANJIVANJE EMISIJE OTPADNIH PLINOVA

2.6.1 Uređaji za odvođenje-odsis otpadnih plinova/zraka

2.6.1.1 Izvor br. 1.: KUPOLNA PEĆ (oznaka – ispust br. 1.1.)

Otpadni zrak se odvodi preko odsisnog kanala na koji su spojen vrećasti filter. Nakon vrećastog filtra je instaliran odsisni radijalni ventilator koji otpadne dimne plinove odvodi u centralni dimnjak visine 75 m.

Ventilator ima sljedeće karakteristike:

Količina zraka: 1245 m³/min.

Snaga motora: 200 kW

Broj okretaja: 1480 o/min.

Ukupni tlak: 6000 Pa

Temperatura plinova: 300 °C

2.6.2 Uređaji za smanjivanje emisije onečišćujućih tvari

2.6.2.1 Izvor br. 1.: KUPOLNA PEĆ (oznaka – ispust br. 1.1.)

FILTARSKA SEKCIJA PROIZVOĐAČA DEICHMANN – VREĆASTI FILTER

Godina proizvodnje	2007.
Radni protok	54760 m ³ /h
Radna temperatura	150 – 180 °C
Sadržaj O ₂	< 15 % vol
Sadržaj vlage u plinu	< 1 %
Rosište	60 °C
Sadržaj prašine na ulazu	7-10 g/m ³
Sadržaj prašina na izlazu	< 5 mg/m ³ efikasnosti >99,6 %.
Vrsta prašine	leteći pepeo
Ukupna filtarska površina	1628 m ²
Broj filtarskih komora	8 kom
Broj filtarskih vreća	864 kom
Dimenzije filtarskih vreća	119X5015 mm
Materijal filtarskih vreća	needlona NX/NX 554 as CS42/18 max. temp.220°C

Nakon filtriranja praškaste tvari otpadni plinovi se spaljuju u spaljivaču otpadnih plinova na oko 800 °C radi uklanjanja CO i H₂S.

3 FUNKCIONALNI PREGLED AUTOMATSKOG MJERNOG SUSTAVA (AMS)

3.1 POLOŽAJ MJERNIH MJESTA I MJESTA ZA UZORKOVANJE

3.1.1 Izvor br. 1.: KUPOLNA PEĆ (oznaka – ispust br. 1.1.)

Mjerno mjesto za mjerenje masenih koncentracija plinskih komponenata je napravljeno iza uređaja za otprašivanje i komore za izgaranje, na ravnom horizontalnom dijelu odvodnog kanala. U tom dijelu su otpadni plinovi homogenog sastava, koji omogućuje uzorkovanje otpadnih plinova u skladu s standardom za mjerenje plinskih komponenti (npr. HRN ISO 10396 za ekstraktivno uzorkovanje dimnih plinova za analizu plinskih komponenti). Na mjernom mjestu je odvodni kanal okruglog presjeka, unutarnjeg promjera 1,4 m. Na mjernom mjestu je postavljena sonda za uzorkovanje otpadnih plinova za automatsko uzorkovanje za potrebe sustava za kontinuirano mjerenje emisijskih koncentracija plinskih komponenata. Napravljeni su otvori koji služe za obavljanje usporednih mjerenja emisije onečišćujućih tvari u zrak s ručnim metodama.

Mjerno mjesto za mjerenje praškaste tvari, temperature i brzine otpadnih plinova je napravljeno u smjeru toka otpadnih plinova, u ravnom horizontalnom djelu odvodnog kanala na južnoj strani, pred priključkom odvodnog kanala u centralni dimnjak, na visini c 8 m od razine tla. Na mjernom mjestu je odvodni kanal okruglog presjeka, unutarnjeg promjera 1,4 m. Smetnju u protoku otpadnih plinova od mjerne ravnine predstavlja vertikalno-horizontalni zavoj, koji je udaljen 8 metara od mjerne ravnine. Sljedeća smetnja za mjernu ravninu je priključak odvodnog kanala u centralni dimnjak, koji je udaljen 5 metara od mjerne ravnine. Mjerni otvori su napravljeni tako, da je omogućeno mjerenje brzine u mreži točaka u dvije mjerne linije, koje su gledajući ulaz linija postavljene pod kutom od 90°.

Zahtjev norme HRN EN 15259 za navedenu površinu kanala zahtjeva mjerenje u 2 osi u 8 točaka na svakoj osi. Opće preporuke za mjernu ravninu prema navedenim normama su da nema ometajućih dijelova u dužini 5 hidrauličkih promjera do i iza mjerne ravnine. Prema normi HRN EN 15259 je napravljen test homogenosti otpadnih plinova u mjernoj ravnini. U tom dijelu su otpadni plinovi su homogenog sastava, te se uzorkovanje plinskih komponenata obavlja u bilo kojoj točki (utvrđeno testom homogenosti plinova), a ostali parametri (praškasta tvar, brzina strujanja i temperatura otpadnih plinova) se uzorkuju na 16 mjernih točaka.

Mjerno mjesto je tehnički uvjetovano i ne može se nigdje drugdje osigurati.

3.1.2 TEST HOMOGENOSTI

3.2.2.1 Test homogenosti - KUPOLNA PEĆ (oznaka – ispust br. 1.1.)

Test homogenosti otpadnih plinova u mjernoj ravnini

Os/točke	Dubina (m)	v_{grid} (m/s)	v_{ref} (m/s)	v_{grid}/v_{ref} %
1.1.	0,046	13,2	13,4	98,5
1.2.	0,147	13,2	13,4	98,5
1.3.	0,272	13,1	13,2	99,2
1.4.	0,452	13,5	13,3	101,5
1.5.	0,948	13,4	13,3	100,8
1.6.	1,128	13,3	13,2	100,8
1.7.	1,253	13	13,2	98,5
1.8.	1,354	13,2	13,4	98,5
2.1.	0,046	13,3	13,5	98,5
2.2.	0,147	13	13,1	99,2
2.3.	0,272	13,2	13,5	97,8
2.4.	0,452	13,5	13,4	100,7
2.5.	0,948	13,5	13,3	101,5
2.6.	1,128	13,4	13,3	100,8
2.7.	1,253	13,1	13,2	99,2
2.8.	1,354	13	13,2	98,5
Srednja vrij.		13,2	13,3	99,53
STD		0,18	0,12	
Broj mjerenja		16	16	
Stupnjeva slobode		15	15	
Test homogenosti				
Test vrijednost $(s_{grid}/s_{ref})^2$:		2,29		
F95%		2,40		
Otpadni plin		homogen		
Stdev pos		0,13		

STD	standardna devijacija
v_{grid}	brzina strujanja u određenoj točki
v_{ref}	brzina strujanja u fiksnoj točki
s_{grid}	standardna devijacija brzine strujanja - po točkama
s_{ref}	standardna devijacija brzine strujanja - u fiksnoj točki
Stdev pos	standardna devijacija $SQRT(s_{grid}^2 - s_{ref}^2)$
$t_{n-1;0,95}$	student t faktor
Upos	proširena nesigurnost ($Upos = t_{n-1;0,95} \cdot Stdev\ pos$)
Ud	dozvoljena proširena nesigurnost
$F/F95\% \leq 1$	plin homogen

3.2 OPIS MJERNE RAVNINE I MJERNE LINIJE S BROJEM MJERNIH TOČAKA

3.2.1 Izvor br. 1.: KUPOLNA PEĆ (oznaka – ispust br. 1.1.)

Oblik odvodnog kanala na mjernom mjestu:	okrugli
Unutrašnja dimenzija kanala (m)	1,4
Površina (m ²)	1,539
Udaljenost smetnje prije mjerne ravnine (m)	8,0
Udaljenost smetnje iza mjerne ravnine (m)	5,0
Udaljenost istrujnog otvora iza mjerne ravnine (m)	80
Broj mjernih linija	2
Broj mjernih točaka po mjernoj liniji	8

Broj mjernih linija i mjernih točaka u kojima se mjeri pojedini mjerni parametri

Redni Br.	Mjerena komponenta	Mjerne linije	Mjerne točke u metrima
1.	O ₂	Bilo koja točka	1,128

3.3 MJERNI OTVORI

Izvor ima 2 mjerna otvora te su pogodna za uzorkovanje onečišćujućih tvari i mjerenje brzine i temperature otpadnih plinova po točkama po mjernim linijama, tako da se pokrije cijela mreža mjerne ravnine.

Potreban broj linija za uzorkovanje je 2 linije. Svaka linija ima po 2 otvora.

3.4 RADNA PLATFORMA

3.4.1 Izvor br. 1.: KUPOLNA PEĆ (oznaka – ispust br. 1.1.)

Pokretna radna platforma je smještena na visini cca 8 m od razine tla uz horizontalni odvodni kanal. Radna platforma ima dvije radne površine od 4 m² (u 2 razine), te je su s nje lako dostupni mjerni otvori, a oko cijele radne platforme je zaštitna ograda, tako da je s aspekta uvjeta radne okoline sigurna.

Priključak za električnu struju (220 V) nalazi se u prostoriji u podnožju dimnjaka.

3.4.2 Priključak struje

Priključak za struju se nalazi se 15 m od mjernog mjesta.

3.5 FOTOGRAFIJE MJERNIH MJESTA

1. Kupolna peć



4 MJERNE METODE I INSTRUMENTI

4.1 ODREĐIVANJE PARAMETARA STANJA OTPADNIH PLINOVA

Navedeno se ne mjeri.

4.2 EMISIJA ONEČIŠĆUJUĆIH TVARI U PLINOVITOM I PARNOM STANJU

4.2.1 Automatske mjerne metode

4.2.1.1 Parametri koji se mjere

Kisik (O₂)

Navedeni parametri se mjere u točkama koje su opisane u poglavlju 3.2.

4.2.1.2 Metode mjerenja

Kisik (O₂)

Metoda: HRN EN 14789:2017 Emisije iz nepokretnih izvora – Određivanje volumne koncentracije kisika – Standardna referentna metoda: Paramagnetizam
Stationary source emissions – Determination of volume concentration of oxygen – Standard reference method: Paramagnetism (EN 14789:2017)

Mjerni princip: paramagnetizam

4.2.1.3 Automatsko uzorkovanje plinova - uređaj

Uređaj za automatsko uzorkovanje plinova CO, NO_x, SO₂, O₂

Proizvođač: Horiba
Tip: PG 350-EDR
Godina proizvodnje: 2023
Id. br.: 202

4.2.1.4 Mjerno područje instrumenta

HORIBA PG-350-EDR

Parametar	NO _x	SO ₂	CO	O ₂
Mjerni princip	Kemiluminiscencija	NDIR	NDIR	Paramagnetizam
Mjerno područje	0 – 25 ppm 0 – 50 ppm 0 – 100 ppm 0 – 250 ppm 0 – 500 ppm 0 – 1000 ppm 0 – 2500 ppm	0 – 50 ppm 0 – 200 ppm 0 – 500 ppm 0 – 1000 ppm 0 – 3000 ppm	0 – 60 ppm 0 – 200 ppm 0 – 500 ppm 0 – 1000 ppm 0 – 2000 ppm 0 – 5000 ppm	0 – 10 % 0 – 25 %

4.2.1.7 Korišteni testni plinovi za kontrolu automatskih uređaja

Nula plin: Vanjski zrak ako nije onečišćen komponentama koje se mjere ili ako je onda se koristi

Dušik (N₂)

Nula plin: Dušik 5.0
Proizvođač: Messer Croatia plin
Datum proizvodnje: 2025. godina
Sadržaj N₂: > 99,999 %
Certifikat: da

CO, NO, SO₂

Testni plin 2: Mješavina plinova CO,SO₂ i NO
Koncentracije: CO 950 ppm
NO 602 ppm
SO₂ 903 ppm
ostatak N₂
Tolerancija: 2 % rel.
Proizvođač: Messer Schweiz AG
Broj boce: 81577
Datum proizvodnje: 20.01.2025.
Garancija stabilnosti: 24 mjeseci
Certifikat: 56865118

CO₂, O₂

Testni plin 1: Mješavina plinova CO₂ i O₂ u dušiku
Koncentracije: CO₂ 15,02 % vol.
O₂ 5,02 % vol.
ostatak N₂
Tolerancija: 2 % rel.
Proizvođač: Messer Schweiz AG
Broj boce: 76489
Broj certifikata: 53686292
Datum proizvodnje: 17.03.2025.
Garancija stabilnosti: 24 mjeseca

4.2.1.8 Vrijeme odaziva (t-90%)

Pogledati u poglavlju 4.2.1.5. – Karakteristike uređaja

4.2.1.9 Registriranje izmjerenih vrijednosti

Izmjerene vrijednosti se snimaju na SD karticu, a dio podataka se ručno upisuje u propisane obrasce.

4.2.1.10 Mjere osiguranja kvalitete

Kisik (O₂)

Mjere osiguranja kvalitete su opisane u ispitnim postupcima i ispitnim radnim uputama LME koje su u skladu s standardom HRN EN 14789.

Ispitni postupci

LME-PI-02 Emisija iz stacionarnih izvora – Mjerenje CO, CO₂, SO₂, NO_x i O₂, automatska metoda

Ispitne radne upute:

LME-RI-10 Izračun mjerne nesigurnosti O₂ za radni postupak LME-PI-02 Emisija iz stacionarnih izvora – Mjerenje CO, CO₂, SO₂, NO_x i O₂, automatska metoda

LME-RI-16 Kalibracija i kontrola automatskog analizatora za mjerenje koncentracije plinova (O₂, CO, CO₂, NO i SO₂) Horiba PG-250

LME-RI-60 Uputa za rad s automatskim analizatorom za mjerenje koncentracije plinova (O₂, CO, CO₂, NO i SO₂) HORIBA PG 350-E

LME-RI-61 Uputa za rad s prijenosnim sistemom za pripremu plina M&C, TIP PSS-5, id.br. 158

LME-RI-40 Kontrola sistema za pripremu plinova PSS-5 i grijane glave sa crijevom PSP 4000-H

4.3 EMISIJA UKUPNE PRAŠKASTE TVARI

Navedeno se ne mjeri.

5 REZULTATI MJERENJA

5.1 ODSUPANJE OD PLANA MJERENJA

Nije bilo odstupanja u odnosu na predviđene uvjete navedene u Planu mjerenja.

5.2 UVJETI PROIZVODNJE TIJEKOM MJERENJA

Za dobivene podatke pod strane Naručitelja pod točkom, 5.2 koji mogu utjecati na rezultate mjerenja, Laboratorij za mjerenje emisija i ispitivanja kvalitete zraka (LME) nije odgovoran.

U vremenu mjerenja dan 16. - 18.06.2025. proizvodnja kamene vune je tekla prema uobičajenom kapacitetu, bez posebnih zastoja.

Prema podacima Naručitelja parametri proizvodnje i gustoća proizvoda u vrijeme mjerenja od 16. - 18.06.2025., bili su slijedeći:

Opis	Debljina (mm)	Gustoća (kg/m3)	Početak proizvodnje	Kraj proizvodnje
LC SWP 9 1000/1000/102 48ST/PAL	102	90	16.06.2025 01:51	16.06.2025 02:42
590.004.900 1910/1210/100 24 ST/PAL	100	75	16.06.2025 02:42	16.06.2025 04:04
Roof 50 PL/Dach 50 PL 120/2000/1200 10MW	120	120	16.06.2025 04:04	16.06.2025 05:21
FITROCK ENPL-234 (100) 120/1000/600 3/12	120	100	16.06.2025 05:21	16.06.2025 06:11
Spanrock S 2400/1200/126 18ST/PAL	126	90	16.06.2025 06:11	16.06.2025 07:41
Roof 50 PL/Dach 50 PL 140/2000/1200 9 MW	140	120	16.06.2025 07:41	16.06.2025 09:35
Roof 30 PL/Dach 30 PL 160/2000/1200 8/P	160	100	16.06.2025 09:35	16.06.2025 13:08
Steprock - C 1200/600/30 320ST/PAL	30	120	16.06.2025 13:08	16.06.2025 15:29
Dachrock 70/Dachrock 40/2000/1200 30 MW	40	156	16.06.2025 15:29	16.06.2025 16:21
Roof 30 PL/Dach 30 PL 60/1200/600 5/16P	60	100	16.06.2025 16:21	16.06.2025 17:22
Roof 50 PL/Dach 50 PL 100/1200/600 3/16P	100	120	16.06.2025 17:22	16.06.2025 19:14
SPANROCK M 103/2400/1203 26/P	103	100	16.06.2025 19:14	16.06.2025 20:15
SPANROCK TT 101/1200/1200 48ST/PAL	104	95	16.06.2025 20:15	17.06.2025 02:00
SPANROCK M 2400/1205/102 26ST/PAL	102	100	17.06.2025 02:00	17.06.2025 06:54
Spanrock M 101/2400/1210 22/P	101	100	17.06.2025 06:54	17.06.2025 08:04
Airrock HD 1200/443/50 96ST/PAL	50	70	17.06.2025 08:04	17.06.2025 09:05
MULTIROCK 35 140/1200/600 5/16P T	140	32	17.06.2025 09:05	17.06.2025 09:55
MULTIROCK 35 100/1200/600 8/16P T	100	32	17.06.2025 09:55	17.06.2025 11:53
MULTIROCK 35 50/1200/600 15/16P T	50	32	17.06.2025 11:53	17.06.2025 13:04
Solida 208 cp 1200/600/60 160ST/P	60	40	17.06.2025 13:04	17.06.2025 14:23
Solida 208 cp 1200/600/100 96ST/P	100	40	17.06.2025 14:23	17.06.2025 15:03
SPANROCK XL 1200/1200/101 48ST/PAL	101	120	17.06.2025 15:03	17.06.2025 16:36
SPANROCK M 2400/1205/102 26ST/PAL	102	100	17.06.2025 16:36	17.06.2025 20:01
Spanrock S 2400/1205/102 25ST/PAL	102	90	17.06.2025 20:01	17.06.2025 22:11
SPANROCK TT 101/1200/1200 48ST/PAL	104	95	17.06.2025 22:11	18.06.2025 00:54
SPANROCK TX 1200/1200/101 48ST/PAL	104	120	18.06.2025 00:54	18.06.2025 02:51
HARDROCK ENERGY P 2400/600/120 20ST	120	111	18.06.2025 02:51	18.06.2025 03:33
HARDROCK 1000 120/2000/1200 10MW	120	159	18.06.2025 03:33	18.06.2025 04:10
FLAT 70 P/DUROCK EXT 120/2000/1200 10MW	120	146	18.06.2025 04:10	18.06.2025 04:58
Flat 50/MonEP/Hard550 120/2000/1200 10MW	120	132	18.06.2025 04:58	18.06.2025 06:21
Spanrock TT 128/2400/1215 20/P	128	95	18.06.2025 06:21	18.06.2025 07:18
SPANROCK S 128/2400/1215 21P	128	90	18.06.2025 07:18	18.06.2025 08:40
FLAT70PL/DUROCK EX 130/2400/1200 10MW	130	145	18.06.2025 08:40	18.06.2025 10:54
HARDROCK ENERGY P 2400/600/140 18ST	140	109	18.06.2025 10:54	18.06.2025 11:38
Roof 50 PL/Dach 50 PL 150/2000/1200 8 MW	150	120	18.06.2025 11:38	18.06.2025 12:18
HARDROCK ENERGY PLUS 1200/600/160 32SL/P	160	107	18.06.2025 12:18	18.06.2025 13:06
220 PANN/AIR ND 1215/1220/40 64/P HALB	40	50	18.06.2025 13:06	18.06.2025 15:08
DUROCK ENERGY P 2400/600/80 32 ST	80	138	18.06.2025 15:08	18.06.2025 15:50
DUROCK ENERGY P 1200/600/80 64 ST/PAL	80	138	18.06.2025 15:50	18.06.2025 17:26
HARDROCK ENERGY PLUS 1200/600/80 64ST/P	80	119	18.06.2025 17:26	18.06.2025 19:43
HARDROCK ENERGY PLUS 1200/600/100 48ST/P	100	114	18.06.2025 19:43	18.06.2025 21:55
Roof 30 PL/Dach 30 PL 100/1200/600 3/16P	100	100	18.06.2025 21:55	18.06.2025 23:24
234 003 900 2300/1210/100 24ST/PAL	100	95	18.06.2025 23:24	19.06.2025 00:14

Ulaz sirovina i energenata u vrijeme mjerenja od 16. - 18.06.2025. u vremenu od 0 – 24 sata.

Dnevni prosjek	Koks t/dan	Briketi t/dan	Kamenje t/dan
16.06.2025.	53,008	264,479	229,531
17.06.2025.	51,659	274,969	226,829
18.06.2025.	50,748	264,546	230,365

6. REZULTATI MJERENJA

Emisijske koncentracije onečišćujućih tvari u zrak su izražene kao:

C_m koncentracija onečišćujućih tvari u otpadnom plinu pri normiranim uvjetima (0°C, 101,3 kPa, suhi plin).

C_{mO_2} koncentracija onečišćujućih tvari u otpadnom plinu pri normiranim uvjetima (0°C, 101,3 kPa, suhi plin) normirana na referentni kisik prema Rješenju.

EK emitirana količina onečišćujućih tvari u otpadnom plinu (kg/h ili g/h)

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

6.1 IZVOR BR. 1.: KUPOLNA PEĆ (oznaka – ispust br. 1.1.)**6.1.1 Analiza plinova O₂, - 16.06.2025.****Analiza plinova - O₂****Tablica br. 1**

Redni broj mjerenja			1	2	3	4	5	6
Datum:			16.06.2025.	16.06.2025.	16.06.2025.	16.06.2025.	16.06.2025.	16.06.2025.
Početak mjerenja			14,30	15,30	16,30	17,30	18,30	19,30
Kraj mjerenja:			15,00	16,00	17,00	18,00	19,00	20,00
Jedinica METODA								
Koncentracija O ₂	%	HRN EN 14789	8,89	7,45	8,53	8,81	8,65	8,51

6.1.2 Analiza plinova O₂ – 17.06.2025.**Analiza plinova - O₂****Tablica br. 2**

Redni broj mjerenja			7	8	9	10	11	12
Datum:			17.06.2025.	17.06.2025.	17.06.2025.	17.06.2025.	17.06.2025.	17.06.2025.
Početak mjerenja			10,40	11,40	12,40	13,40	14,40	15,40
Kraj mjerenja:			11,10	12,10	13,10	14,10	15,10	16,10
Jedinica METODA								
Koncentracija O ₂	%	HRN EN 14789	8,53	8,60	8,56	8,50	8,62	8,39

6.1.3 Analiza plinova O₂ – 18.06.2025.**Analiza plinova - O₂****Tablica br. 3**

Redni broj mjerenja			13	14	15	16	17	18
Datum:			18.06.2025.	18.06.2025.	18.06.2025.	18.06.2025.	18.06.2025.	18.06.2025.
Početak mjerenja			10,30	11,30	12,30	14,15	15,15	16,15
Kraj mjerenja:			11,00	12,00	13,00	14,45	15,45	16,45
Koncentracija O ₂	Jedinica	METODA						
	%	ISO 12039	8,37	8,46	8,54	8,75	8,48	8,23