

**PROVJERA ISPRAVNOSTI - KONTROLA SUSTAVA ZA KONTINUIRANO
MJERENJE EMISIJE ONEČIŠĆUJUĆIH TVARI U ZRAK IZ ISPUSTA U
PROIZVODNJI KAMENE VUNE TVORNICE ROCKWOOL ADRIATIC d.o.o.**

Nepokretni izvori emisija:

**1. Nepokretni izvor - mjerno mjesto br. 2.: KUPOLNA PEĆ (oznaka –
ispust br. 1.1.)**

Zagreb, srpanj 2025.

Izvještaj se bez pismenog odobrenja ne smije reproducirati

Izvođač –akreditirani
Ispitni laboratorij:

METROALFA d.o.o.
Laboratorij za mjerenje emisija i ispitivanje kvalitete zraka (LME)
Karlovačka 4L, 10 000 Zagreb
Tel ++385 (01) 5555 740
e-mail: metroalfa@metroalfa.hr

Izveštaj broj:

I-717-1-28-25-KM

Naručitelj:

ROCKWOOL ADRIATIC d.o.o.
Poduzetnička zona Pićan 1, 52 333 Potpićan

Lokacija mjerenja:

ROCKWOOL ADRIATIC d.o.o.
Poduzetnička zona Pićan 1, 52 333 Potpićan

Vrsta mjerenja:

Provjera ispravnosti - kontrola sustava za kontinuirano mjerenje emisija na nepokretnom izvoru emisija – Kupolna peć

Radni nalog:

717/2025

Narudžbenica broj:

-

Datum mjerenja:

18.06.2025.

Datum izvještaja:

23.07.2025.

Ukupan broj stranica:

17

Svrha:

Svrha kontrolnog mjerenja na nepokretnim izvorima je provjera ispravnosti kalibracije na uređajima za kontinuirano mjerenje emisija prema Pravilniku o praćenju emisija onečišćujućih tvari u zrak iz nepokretnih izvora (N.N. br. 47/21)

Mjerenja obavili:

Tehnički voditelj: Željko Keliš, dipl.ing.kem.teh., univ.spec.decoing.

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.

M.P.

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

Voditelj LME:

Željko Keliš, dipl.ing.kem.teh.

SADRŽAJ

1	DEFINIRANJE NALOGA	4
1.1	NARUČITELJ.....	4
1.2	KORISNIK.....	4
1.3	NEPOKRETNI IZVORI NA KOJIMA SE OBAVLJA KONTROLNO MJERENJE	4
1.4	DATUM MJERENJA	4
1.4.1	<i>Datum prethodne kalibracije sustava za kontinuirano mjerenje</i>	<i>4</i>
1.5	PREDMET I OPSEG ISPITIVANJA.....	4
1.6	NOSITELJ NALOGA.....	5
2	AUTOMATSKI MJERNI SUSTAVI (AMS)	6
2.1	OSNOVNI PODACI O AUTOMATSKIM MJERNIM SUSTAVIMA (AMS).....	6
2.2	INTERNA KONTROLA AUTOMATSKIH MJERNIH SUSTAVA	7
3	REZULTATI MJERENJA	8
3.1	RADNI UVJETI IZVORA EMISIJA ONEČIŠĆUJUĆIH TVARI U ZRAK	8
3.2	PRIKAZ REZULTATA MJERENJA.....	9
3.2.1	<i>Nepokretni izvor - mjerno mjesto br. 1.: KUPOLNA PEĆ.....</i>	<i>10</i>
	<i>(oznaka – ispušt br. 1.1.)</i>	<i>10</i>
3.2.1.1	Sumpor (IV) oksid – automatska referentna metoda.....	10
3.2.1.2	Kisik – standardna referentna metoda	Error! Bookmark not defined.
3.2.1.3	Sadržaj vodene pare – standardna referentna metoda	11
3.2.1.4	Dušikovi oksid kao izraženi NOx – standardna referentna metoda	12
3.2.1.5	Ukupna praškasta tvar – standardna referentna metoda	13
3.3	SAŽETAK MJERENJA.....	15
4	ZAKLJUČAK.....	16
7	PRILOZI	17
7.1	PRILOG 1 – REZULTATI ANALIZA	Error! Bookmark not defined.
7.2	PRILOG 2 – DOKUMENTACIJA OPERATERA	17

1 DEFINIRANJE NALOGA

1.1 NARUČITELJ

ROCKWOOL ADRIATIC d.o.o.
Poduzetnička zona Pićan 1, 52 333 Potpićan

1.2 KORISNIK

ROCKWOOL ADRIATIC d.o.o.
Poduzetnička zona Pićan 1, 52 333 Potpićan

1.3 NEPOKRETNI IZVORI NA KOJIMA SE OBAVLJA KONTROLNO MJERENJE

1.) Nepokretni izvor – mjerno mjesto br. 2.: KUPOLNA PEĆ (oznaka – ispust br. 1.1.)

1.4 DATUM MJERENJA

Kontrola sustava za kontinuirano mjerenje obavljena je od 30. i 31.08.2023.

1.4.1 Datum prethodne kalibracije sustava za kontinuirano mjerenje

31.05. – 02.06.2022. i 24. – 26.08.2022. od tvrtke Metroalfa d.o.o., Izveštaji broj (I-524-1-13-22 i I-524-5-13-22) – QAL2 na sustavu za kontinuirano mjerenje emisija.

1.5 PREDMET I OPSEG ISPITIVANJA

Predmet naloga je kontrola kalibracije sustava za kontinuirano mjerenje emisije onečišćujućih tvari u zrak iz nepokretnih izvora, a koji su ugrađeni 2007. g. na ispustima proizvodnje kamene vune u tvornici Rockwool Adriatic d.o.o., u Pićanu.

Sustavi za kontinuirano mjerenje na pojedinim ispustima mjere sljedeće parametre, koji su bili predmet kalibracije:

1. Nepokretni izvor - mjerno mjesto br. 2.: KUPOLNA PEĆ (oznaka – ispust br. 1.1.):

- emisijske koncentracije sumpornog dioksida (SO_2 , u $\text{mg}/\text{m}_\text{N}^3$),
- emisijske koncentracije dušikovih oksida izraženih kao NO_x (NO_x , u $\text{mg}/\text{m}_\text{N}^3$),
- kisik (% vol.),
- sadržaj vodene pare (% vol.),
- emisijske koncentracije praškaste tvari ($\text{mg}/\text{m}_\text{N}^3$).

Kontrolu kalibracije sustava za kontinuirano mjerenje smo obavili po postupku iz standarda HRN EN 14181:2014 (metoda AST) u sljedećim koracima:

- paralelna (istovremena) mjerenjima pojedinog parametra primjenom standardne referentne metode (SRM) i automatskog mjernog sustava (AMS),
- usporedba rezultata SRM i AMS - statistička obrada rezultata mjerenja primjenom AST testa prema normi HRN EN 14181:2014,
- AST test podrazumijeva test varijabilnosti i valjanost kalibracijske krivulje primijenjene na AMS-u temeljem prošlog umjeravanja AMS-a.

Rezultati mjerenja i mjerna oprema koja je korištena za mjerenje emisija onečišćujućih tvari u zrak je navedena u izvještaju I-717-1-28-23 RM Rockwool Adriatic.

1.6 NOSITELJ NALOGA

Ime: Željko Keliš, dipl.ing.kem.teh., univ.spec.oecing.
Telefon: 01/5555-736
Fax: 01/5555-735
e-mail: zeljko.kelis@metroalfa.hr

2 AUTOMATSKI MJERNI SUSTAVI (AMS)

2.1 OSNOVNI PODACI O AUTOMATSKIM MJERNIM SUSTAVIMA (AMS)

Uzorak otpadnih plinova za mjerenje plinskih komponenata automatsko ekstraktivno uzorkovanje kroz sondu za uzorkovanje iz bor-silikatnog stakla. Na vanjskoj strani odvodnog kanala je namješten filter od staklenih (SiO_2) vlakana, zagrijan na temperaturu $200\text{ }^\circ\text{C}$, iznad temperature rosišta plinova. Dalje se zagrijani plin na $200\text{ }^\circ\text{C}$ vodi kroz zagrijano crijevo, koje je od PTFE dužine 15 m, unutarnjeg promjera 4 mm. Plin se u vlažnom stanju vodi u analizator zagrijan na $200\text{ }^\circ\text{C}$. Protok plinova kroz sistem za uzorkovanje je minimalno 250 l/h.

Cirkonijeva sonda se koristi za mjerenje koncentracije kisika u otpadnim plinovima.

Mjerni sustav PSI Flowmeter (pito cijev) se koristi za mjerenje protoka, PT100 za mjerenje temperature otpadnih plinova.

Način uzorkovanja i pripreme otpadnog plina je usklađen sa normom HRN ISO 10396:2008 Emisije iz stacionarnih izvora - Uzorkovanje za automatizirano određivanje emisijskih koncentracija plinova za trajno instalirane mjerne sustave. Prije umjeravanja AMS je obavljen „Functional test“.

Tablica 1: prikaz mjernih područja automatskih mjernih sustava

Mjerni sustav	Komponenta	Mjerne Jedinice	Mjerno područje
<i>ABB ACF5000</i>			
	CO	(mg/m^3)	0-4000
	NO	(mg/m^3)	0-2000
	NO ₂	(mg/m^3)	0-1000
	SO ₂	(mg/m^3)	0-5000
	CO ₂	(% vol.)	0-30
	HF	(mg/m^3)	0-6
	HCl	(mg/m^3)	0-90
	Amonijak	(mg/m^3)	0-230
	H ₂ O	(% vol.)	0-20
<i>Cirkonijeva sonda (ZrO₂)</i>			
	O ₂	(% vol.)	0-25
<i>PSI Flowmeter</i>			
	Brzina strujanja	(m/s)	0-30
<i>PT100</i>			
	Temperatura	($^\circ\text{C}$)	-250 do 600
<i>DURAG D-R 320</i>			
	Praškasta tvar	(mg/m^3)	0-100

2.2 INTERNA KONTROLA AUTOMATSKIH MJERNIH SUSTAVA

Kontrola automatskog mjernog sustava se obavlja prema protokolu QAL-3, opisanom u standardu EN 14181 »Stationary source emissions – Quality assurance of automated measuring systems« Mjerni sistem održava vlasnik u skladu s uputstvima proizvođača. O redovnom i izvanrednom održavanju se vodi dnevnik.

Održavanje uređaja *ABB ACF5000 i DURAG D-R-320* na kupolnoj peći se obavlja prema uputama proizvođača.

Automatsko nuliranje AMS-a se obavlja svaki dan u 9:00 sati.

3 REZULTATI MJERENJA

3.1 RADNI UVJETI IZVORA EMISIJA ONEČIŠĆUJUĆIH TVARI U ZRAK

Naredni podaci u poglavlju su dobiveni od naručitelja mjerenja, koji odgovara za točnost istih.

U vremenu mjerenja dan 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 18.06.2025., bili su slijedeći:

Opis	Debljina (mm)	Gustoća (kg/m ³)	Početak proizvodnje	Kraj proizvodnje
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 18.06.2025. u vremenu od 0 – 24 sata.

Dnevni prosjek	Koks	Briketi	Kamenje
	t/dan	t/dan	t/dan
18.06.2025.	50,748	264,546	230,365

Datum/vrijeme	Doziranje veziva (l/h)
18.06.2025. 10,00-13,15	3885

3.2 PRIKAZ REZULTATA MJERENJA

U tablicama su emisijske koncentracije plinova pri pogonskim uvjetima.

Opis simbola:

AMS ...automatski mjerni sustav

SRM...standardna referentna metoda (mjerni sustav - Metroalfa)

GVE ...granična emisijska vrijednost

D_irazlika između izmjerene vrijednosti s SRM (Y) i izmjerene vrijednosti s AMS (Y')

k_vtabelarna vrijednost testa varijabilnosti

p.....propisana mjerna nesigurnost, izražena kao dio mjerne emisijske vrijednosti (%MEV)

$t_{0.95}$ tabelarna vrijednost testa ispravnosti kalibracijske funkcije

Y_ipojedina izmjerena vrijednost emisijskog parametra, izmjerena s SRM

X_ipojedina izmjerena vrijednost emisijskog parametra, izmjerena s AMS

σ_0 propisana mjerna nesigurnost, izražena kao standardna devijacija

S_Dstandardna devijacija razlika parova (D) izmjerenih vrijednosti s SRM i AMS

3.2.1 Nepokretni izvor - mjerno mjesto br. 1.: KUPOLNA PEĆ (oznaka – ispušt br. 1.1.)

3.2.1.1 Sumpor (IV) oksid – automatska referentna metoda

Tablica 2: Rezultati provedenih mjerenja s automatskim mjernim sustavom (AMS) i automatskom referentnom metodom (SRM)

Parametar: SO_2 (mg/m_N³) (normiziran na 8% kisika)

Automatski mjerni sustav (AMS): ABB ACF5000

Standardna referentna metoda (SRM): HRN ISO 7935
uzorkovanje/analiza: HORIBA PG 350E

Broj uzorka	Datum mjerenja	Vrijeme mjerenja	AMS mg/m _N ³	SRM mg/m _N ³
1	18.06.2025.	10:30-11:00	1851,6	1791,1
2	18.06.2025.	11:30-12:00	1802,5	1775,4
3	18.06.2025.	12:30-13:00	1783,6	1761,9
4	18.06.2025.	14:15-14:45	1717,1	1685,9
5	18.06.2025.	15:15-15:45	1756,0	1749,5
6	18.06.2025.	16:15-16:45	1696,0	1698,9
Prosjeck			1767,8	1743,8
Minimum			1696,0	1685,9
Maksimum			1851,6	1791,1

Granična vrijednost emisije (GVE): 1700 mg/m_N³

Propisana mjerna nesigurnost (p): 20 %

TEST VARIJABILNOSTI:

$$\begin{aligned}
 S_D &\leq 1,5 * \sigma_0 * k_v & \text{Zadovoljava} \\
 \sigma_0 &= p * \text{GVE} / 1,96 = & 173,47 \\
 k_v &= & 0,9329 \\
 1,5 * \sigma_0 * k_v &= & 242,7 \\
 S_D &= (1/(N-1) * (\sum(D_i - D_{sr})^2))^{0,5} = & 22,04
 \end{aligned}$$

VALJANOST KALIBRACIJSKE FUNKCIJE:

$$\begin{aligned}
 \text{ABS} (D_{isr}) &\leq t_{0,95} * (N-1) * (S_D/(N)^{0,5}) + \sigma_0 & \text{Zadovoljava} \\
 t_{0,95} * (N-1) * (S_D/(N)^{0,5}) + \sigma_0 &= & 191,60 \\
 t_{0,95} &= & 2,015 \\
 \text{ABS} (D_{isr}) &= & 24,02
 \end{aligned}$$

Komentar: Kalibracija AMS je prihvatljiva.

3.2.1.2 Sadržaj vodene pare – standardna referentna metoda

Tablica 3: Rezultati provedenih mjerenja s automatskim mjernim sustavom (AMS) i automatskom referentnom metodom (SRM)

Parametar: Vodena para (% vol.)

Automatski mjerni sustav (AMS): ABB ACF5000

Standardna referentna metoda (SRM): HRN EN 14790
Adsorpcija - Gravimetrija

Broj uzorka	Datum mjerenja	Vrijeme mjerenja	AMS (% vol.)	SRM (% vol.)
1	18.06.2025.	10:30-11:00	8,32	8,29
2	18.06.2025.	11:30-12:00	8,32	8,40
3	18.06.2025.	12:30-13:00	8,24	8,13
4	18.06.2025.	14:15-14:45	8,55	8,57
5	18.06.2025.	15:15-15:45	8,55	8,65
6	18.06.2025.	16:15-16:45	8,44	8,30
Prosjeak			8,40	8,39
Minimum			8,24	8,13
Maksimum			8,55	8,65

Granična vrijednost emisije (GVE): 20 % vol.

Propisana mjerna nesigurnost (p): 30 %

TEST VARIJABILNOSTI:

$$\begin{aligned}
 S_D &\leq 1,5 * \sigma_0 * k_v && \text{Zadovoljava} \\
 \sigma_0 &= p * GVE / 1,96 = && 3,06 \\
 k_v &= && 0,9329 \\
 1,5 * \sigma_0 * k_v &= && 4,28 \\
 S_D &= (1/(N-1) * (\sum(D_i - D_{sr})^2))^{0,5} = && 0,10
 \end{aligned}$$

VALJANOST KALIBRACIJSKE FUNKCIJE:

$$\begin{aligned}
 ABS(D_{isr}) &\leq t_{0,95(N-1)} * (S_D / (N)^{0,5}) + \sigma_0 && \text{Zadovoljava} \\
 t_{0,95(N-1)} * (S_D / (N)^{0,5}) + \sigma_0 &= && 3,14 \\
 t_{0,95} &= && 2,015 \\
 ABS(D_{isr}) &= && 0,01
 \end{aligned}$$

Komentar: Kalibracija AMS je prihvatljiva.

3.2.1.3 Dušikovi oksid kao izraženi NO_x – standardna referentna metoda

Tablica 4: Rezultati provedenih mjerenja s automatskim mjernim sustavom (AMS) i automatskom referentnom metodom (SRM)

Parametar: NO_x (mg/m_N³) (normiziran na 8% kisika)

Automatski mjerni sustav (AMS): ABB ACF5000

Standardna referentna metoda (SRM): HRN EN 14792
uzorkovanje/analiza: HORIBA PG 350E

Broj uzorka	Datum mjerenja	Vrijeme mjerenja	AMS mg/m _N ³	SRM mg/m _N ³
1	18.06.2025.	10:30-11:00	306,4	290,9
2	18.06.2025.	11:30-12:00	321,5	306,1
3	18.06.2025.	12:30-13:00	322,9	308,1
4	18.06.2025.	14:15-14:45	255,0	241,0
5	18.06.2025.	15:15-15:45	269,7	258,0
6	18.06.2025.	16:15-16:45	321,9	306,6
Prosjek			299,6	285,1
Minimum			255,0	241,0
Maksimum			322,9	308,1

Granična vrijednost emisije (GVE): 500 mg/m_N³

Propisana mjerna nesigurnost (p): 20 %

TEST VARIJABILNOSTI:

$$S_D \leq 1,5 * \sigma_0 * k_v \quad \text{Zadovoljava}$$

$$\sigma_0 = p * GVE / 1,96 = 51,02$$

$$k_v = 0,9329$$

$$1,5 * \sigma_0 * k_v = 71,4$$

$$S_D = (1/(N-1) * (\sum(D_i - D_{sr})^2))^{0,5} = 1,48$$

VALJANOST KALIBRACIJSKE FUNKCIJE:

$$ABS (D_{isr}) \leq t_{0,95} * (N-1) * (S_D / (N)^{0,5}) + \sigma_0 \quad \text{Zadovoljava}$$

$$t_{0,95} * (N-1) * (S_D / (N)^{0,5}) + \sigma_0 = 52,24$$

$$t_{0,95} = 2,015$$

$$ABS (D_{isr}) = 14,44$$

Komentar: Kalibracija AMS je prihvatljiva.

3.2.1.4 Ukupna praškasta tvar – standardna referentna metoda

Tablica 5: Rezultati provedenih mjerenja s automatskim mjernim sustavom (AMS) i standardnom referentnom metodom (SRM)

Parametar: Praškasta tvar ($\text{mg}/\text{m}_\text{N}^3$)

Automatski mjerni sustav (AMS): DURAG D-R 320

Standardna referentna metoda (SRM): HRN EN 13284/1

Broj uzorka	Datum mjerenja	Vrijeme mjerenja	AMS	SRM
1	18.06.2025.	10:50-11:25	0,16	0,50
2	18.06.2025.	11:50-12:25	0,17	0,53
3	18.06.2025.	12:50-13:25	0,32	0,70
4	18.06.2025.	14:10-14:45	0,30	0,65
5	18.06.2025.	15:10-15:45	0,26	0,65
6	18.06.2025.	16:10-16:45	0,17	0,51
Prosjeck			0,23	0,59
Minimum			0,16	0,50
Maksimum			0,32	0,70

Granična vrijednost emisije (GVE): 20 $\text{mg}/\text{m}_\text{N}^3$
 Propisana mjerna nesigurnost (p): 30 %

TEST VARIJABILNOSTI:

$$\begin{aligned}
 S_D &\leq 1,5 * \sigma_0 * k_v && \text{Zadovoljava} \\
 \sigma_0 &= p * \text{GVE} / 1,96 = && 3,06 \\
 k_v &= && 0,9329 \\
 1,5 * \sigma_0 * k_v &= && 4,3 \\
 S_D &= (1/(N-1) * (\sum(D_i - D_{sr})^2))^{0,5} = && 0,02
 \end{aligned}$$

VALJANOST KALIBRACIJSKE FUNKCIJE:

$$\begin{aligned}
 \text{ABS} (D_{\text{isr}}) &\leq t_{0,95(N-1)} * (S_D/(N)^{0,5}) + \sigma_0 && \text{Zadovoljava} \\
 t_{0,95(N-1)} * (S_D/(N)^{0,5}) + \sigma_0 &= && 3,08 \\
 t_{0,95} &= && 2,015 \\
 \text{ABS} (D_{\text{isr}}) &= && 0,361
 \end{aligned}$$

Komentar: Kalibracija AMS je prihvatljiva.

3.2.1.5 Temperatura plinova – standardna referentna metoda

Tablica 6: Rezultati provedenih mjerenja s automatskim mjernim sustavom (AMS) i standardnom referentnom metodom (SRM)

Parametar: Temperatura otpadnih plinova (K)

Automatski mjerni sustav (AMS): PSI-2 back Purge

Ser.no.: PSI-2 0466, PCB s/n: PSI-2bcp-RevA 04; Probe s/n: PSI-2 0806

Standardna referentna metoda (SRM): HRN EN ISO 16911-1

Pitot cijev sa termokopijom - tip K - Zambelli

Broj uzorka	Datum mjerenja	Vrijeme mjerenja	AMS (K)	SRM (K)
1	18.06.2025.	10:50-11:25	564,5	559,2
2	18.06.2025.	11:50-12:25	568,7	563,8
3	18.06.2025.	12:50-13:25	561,7	556,8
4	18.06.2025.	14:10-14:45	553,0	548,4
5	18.06.2025.	15:10-15:45	554,3	549,5
6	18.06.2025.	16:10-16:45	567,8	562,8
Prosjek			561,7	556,8
Minimum			553,0	548,4
Maksimum			568,7	563,8

Granična vrijednost emisije (GVE): 873 K (mjerno područje)

Propisana mjerna nesigurnost (p): 2 %

TEST VARIJABILNOSTI:

$$S_D \leq 1,5 * \sigma_0 * k_v \quad \text{Zadovoljava}$$

$$\sigma_0 = p * GVE / 1,96 = 8,91$$

$$k_v = 0,9329$$

$$1,5 * \sigma_0 * k_v = 12,47$$

$$S_D = (1/(N-1) * (\sum(D_i - D_{sr})^2))^{0,5} = 0,24$$

VALJANOST KALIBRACIJSKE FUNKCIJE:

$$ABS (D_{isr}) \leq t_{0,95} * (N-1) * (S_D/(N)^{0,5})) + \sigma_0 \quad \text{Zadovoljava}$$

$$t_{0,95} * (N-1) * (S_D/(N)^{0,5})) + \sigma_0 = 9,10$$

$$t_{0,95} = 2,015$$

$$ABS (D_{isr}) = 4,91$$

Komentar: Kalibracija AMS je prihvatljiva.

3.3 SAŽETAK MJERENJA

Tablica 11: sažeti rezultati kalibracije automatskih mjernih sustava (AMS)

Parametar	Jed.	Granična vrijednost emisije	Zahtijevana mjerna nesigurnost	Kalibracijska funkcija ($Y' = a + b \cdot X$)		Područje valjanosti kalibracijske funkcije	Test varijabilnosti			Valjanost kalibracijske funkcije		Ocjena
		GVE ili mjerno područje	p (%)	a	b	$Y_{s,max}$	S_D	$1,5 \cdot \sigma_0 \cdot k_V$	ABS (Disr)	$t_{0,95} \cdot (N-1) \cdot (S_D/(N)^{0,5})) + \sigma_0$		
Kupolna peć												
Sumporov dioksid (SO ₂)	mg/m _N ³	1800	20	-15,221	0,9426	1977 mg/m ³	22,04	242,7	24,02	191,60	Zadovoljava	
Oksidi dušika izraženi kao NO _x	mg/m _N ³	500	20	-0,010	0,954	377,3 mg/m ³	1,48	71,4	14,44	52,24	Zadovoljava	
Sadržaj vlage	% vol.	20	30	-0,010	0,991	11,7 % vol.	0,10	4,28	0,01	3,14	Zadovoljava	
Temperatura plinova	K	873	2	0,902	0,993	652 K	0,24	12,47	4,91	9,10	Zadovoljava	
Praškasta tvar	mg/m ³	20	30	-0,012	1,224	1,3	0,02	4,3	0,36	3,08	Zadovoljava	

* - odnosi se na m_N³/h

- Crveno su označena područja mjerenje obzirom da za navedene parametre nema GVE.

Test varijabilnosti:

$$S_D \leq 1,5 \cdot \sigma_0 \cdot k_V;$$

Valjanost kalibracijske funkcije:

$$ABS(D_{isr}) \leq t_{0,95(N-1)} \cdot (S_D/(N)^{0,5})) + \sigma_0$$

4 ZAKLJUČAK

Obavljena je provjera sustava za kontinuirano mjerenje emisije onečišćujućih tvari u zrak iz nepokretnih izvora (Nepokretni izvor - mjerno mjesto br. 2.: KUPOLNA PEĆ (oznaka – ispust br. 1.1.) u proizvodnji kamene vune u tvornici Rockwool Adriatic d.o.o.

Tijekom provjere bile su provjerene kalibracijske funkcije automatskih mjernih sustava za kontinuirano praćenje emisije onečišćujućih tvari u zrak.

Kontrolno mjerenje podrazumijeva test kalibracijske funkcije i test varijabilnosti po normi HRN EN 14181:2014.

Kalibracije parametara automatskih mjernih sustava, koji su bili predmet kontrole kalibracije, su prihvatljive jer test varijabilnosti i test valjanosti kalibracijske funkcije zadovoljavaju kriterije iz standarda HRN EN 14181:2014.

7 PRILOZI

7.1 PRILOG 1 – DOKUMENTACIJA OPERATERA

MESSER 
Gases for Life
Fabrika Pančevo

Korisnik: **Messer Croatia Plin d.o.o.**

Adresa: **Industrijska 1**

Mesto: **10290 Zaprešić, Croatia**

Datum punjenja: 16.05.2024.

Broj boce: 7437H

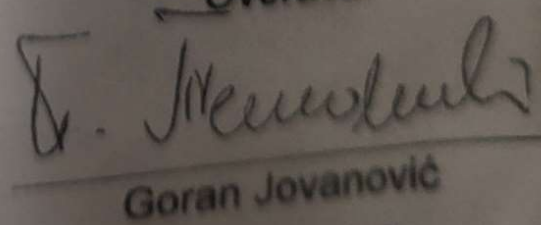
Pritisak punjenja (bar): 150

Temperatura skladištenja (°C): -10°C do 50°C

Komponenta	Zahtev	Sadržaj	JM
Azot-monoksid	800	805	mg/m ³
Sumpor-dioksid	4000	4011	mg/m ³
Ugljen-monoksid	200	203	mg/m ³
Azot		Ostatak	

Datum izdavanja: 21.06.2024.

Overava:


Goran Jovanović
Šef laboratorije

MESSER

Gases for Life

Fabrika Pančevo

Korisnik: **Messer Croatia Plin d.o.o.**Adresa: **Industrijska 1**Mesto: **10290 Zaprešić, Croatia**

Datum punjenja:	23.05.2024.
Broj boce:	D591897
Pritisak punjenja (bar):	150
Temperatura skladištenja (°C):	-10°C do 50°C

Komponenta	Zahtev	Sadržaj	JM
Azot-dioksid	120	120	mg/m ³
Sintetički vazduh		Ostatak	

Datum izdavanja: 08.07.2024.

Overava:

Stefan Mišić

Inženjer kontrole kvaliteta

51660
20.07.23.

MESSER
Gases for Life
Fabrika Pančevo

Korisnik: Messer Croatia Plin d.o.o.
Adresa: Industrijska 1
Mesto: 10290 Zaprešić, Croatia

Datum punjenja:	07.07.2023.
Broj boce:	12824487
Pritisak punjenja (bar):	150
Temperatura skladištenja (°C):	-10°C do 50°C

Komponenta	Zahtev	Sadržaj	JM
Kiseonik	2,1	2,1	% vol
Azot		Ostatak	

10.07.2023.

100 91 304
O₂ 2,1 %



SERVICE MEASUREMENT AND ANALYTICS

Mehrkomponenten FTIR Analysensystem ACF5000

WARTUNGSPROTOKOLL

ABB AG

Process Automation - Measurement & Analytics
Service & Ersatzteile
Brown-Boveri-Strasse 3
2281 W. Neudorf, AT

Tel: +43 (0) 1 6029 6888
E-Mail: analytics@abb.com

Startdatum: 12.08.2024
Enddatum: 12.08.2024

Einsatzdaten

ABB Techniker	Auftraggeber	Einsatzort / Anlage
Marco Wieser marco.wieser@at.abb.com	Name: Rockwool Adriatic d.o.o. Anschrift: Poduzetnička zona Plićan Jug 130 HR - 52333 Potpićan, Croatia Bestellnr.: PD 4504619482 Auftragsnr.: AB 248626391	Name: Rockwool Adriatic d.o.o. Anschrift: Poduzetnička zona Plićan Jug 130 HR - 52333 Potpićan, Croatia Anlage: ACF 5000 / EMI-Melting Plineva 2, CUPOLA F-Nr.: 3.476080.4

Tätigkeitsbericht

Wartung: ☒ A ☐ B ☐ C

1/3

Mechanische Überprüfung

Gesamtanlage	Sichtkontrolle Schrank und Schrankumgebung	☒ Ja	☐ Nein	☐ nicht relevant
	Dichtheitskontrolle	☒ Ja	☐ Nein	☐ nicht relevant
Gasentnahmesonde	Temperaturkontrolle	☒ Ja	☐ Nein	☐ nicht relevant
	Filter gereinigt	☒ Ja	☐ Nein	☐ nicht relevant
	Filter getauscht	☐ Ja	☒ Nein	☐ nicht relevant
	O-Ringe gewechselt (FFKM)	☐ Ja	☒ Nein	☐ nicht relevant
Massgasleitung	Temperaturkontrolle	☒ Ja	☐ Nein	☐ nicht relevant
	Leitung gespült	☒ Ja	☐ Nein	☐ nicht relevant
ASP-Block	Verschleißteile getauscht	☐ Ja	☒ Nein	☐ nicht relevant
O2-Sensor	ZrO2 Sensor ausgetauscht	☐ Ja	☒ Nein	☐ nicht relevant
FID	Detektor getauscht	☐ Ja	☒ Nein	☐ nicht relevant
Klimatisierung / Belüftung	Funktionskontrolle	☒ Ja	☐ Nein	☐ nicht relevant

Justierung

FTIR	Spektrale Kalibrierung durchgeführt	☐ Ja	☒ Nein	☐ nicht relevant
	Initial-Referenz aufgenommen	☐ Ja	☒ Nein	☐ nicht relevant
	FDV-Charakterisierung durchgeführt	☐ Ja	☒ Nein	☐ nicht relevant
	alle Komponenten mit Gasen/Lösungen justiert	☐ Ja	☒ Nein	☐ nicht relevant
	Überprüfung der Kalibrierwerte mit Prüfgas	☒ Ja	☐ Nein	☐ nicht relevant
	Überprüfung der Kalibrierwerte mit der Validiereinheit	☒ Ja	☐ Nein	☐ nicht relevant
	Linearisierung aller Komponenten durchgeführt	☐ Ja	☒ Nein	☐ nicht relevant
	Linearitätskontrolle durchgeführt	☐ Ja	☒ Nein	☐ nicht relevant
O2 Sensor	Justage am Null- und Endpunkt durchgeführt	☐ Ja	☒ Nein	☐ nicht relevant
	Überprüfung der Kalibrierwerte mit Prüfgas	☐ Ja	☒ Nein	☐ nicht relevant
	OE-Korrektur durchgeführt	☐ Ja	☒ Nein	☐ nicht relevant
	Trägergasabgleich durchgeführt	☐ Ja	☒ Nein	☐ nicht relevant
FID	Justage am Null- und Endpunkt durchgeführt	☐ Ja	☒ Nein	☐ nicht relevant
	Überprüfung der Kalibrierwerte mit Prüfgas	☐ Ja	☒ Nein	☐ nicht relevant
	O2 Korrektur am Endpunkt durchgeführt	☐ Ja	☒ Nein	☐ nicht relevant
	Nicht-lineare O2 OE am Nullpunkt überprüft	☐ Ja	☒ Nein	☐ nicht relevant
	Trägergasabgleich durchgeführt	☐ Ja	☒ Nein	☐ nicht relevant
Allgemein	Justierprotokoll erstellt	☒ Ja	☐ Nein	☐ nicht relevant

WARTUNGSPROTOKOLL | ACF5000

1 von 5



SERVICE MEASUREMENT AND ANALYTICS

Mehrkomponenten FTIR Analysensystem ACF5000 **WARTUNGSPROTOKOLL**

ABB Process Automation - Measurement & Analytics Service & Ersatzteile Brown-Kover-Strasse 1 2262 Wt. Neudorf, AT	Tel: +43 (0) 1 9229 6888 E-Mail: analytics.service@at.abb.com	Startdatum	12.08.2024
		Enddatum	12.08.2024

Einsatzdaten

ABB Techniker	Auftraggeber	Einsatzort / Anlage
Marco Wieser marco.wieser@at.abb.com	Name: Rockwool Adriatic d.o.o. Anschrift: Poduzetnička zona Pičan Jug 130 HR - 52333 Potpićan, Croatia Bestellnr.: PD 4504629482 Auftragsnr.: AB 248626391	Name: Rockwool Adriatic d.o.o. Anschrift: Poduzetnička zona Pičan Jug 130 HR - 52333 Potpićan, Croatia Anlage: ACF 5000 / EMI-Melting Plinova 2, CUPOLA F-Nr.: 3.476080.4

Tätigkeitsbericht

2/3

Automatic Adjustment Functions

Referenz:	Automatische Referenz aktiviert/angepasst	☒ Ja	☐ Nein	☐ nicht relevant
	Intervall:	wöchentlich	Wochentag:	Montag
	Startzeit:	22:57		
Automatic Adjustment Check (AAC)	AAC mit Validierad aktiviert/angepasst	☐ Ja	☒ Nein	☐ nicht relevant
	Intervall:	wöchentlich	Wochentag:	Montag
	Startzeit:	22:57		
Q2 Sensor	Automatische Q2 Justage aktiviert/angepasst	☐ Ja	☒ Nein	☐ nicht relevant
	Intervall:	wöchentlich	Wochentag:	Montag
	Startzeit:	22:57		
Fidas 24	Automatische TOC Justage aktiviert/angepasst	☐ Ja	☒ Nein	☐ nicht relevant
	Intervall:	wöchentlich	Wochentag:	Montag
	Startzeit:	22:57		

Allgemeines

FTIR	Kontrolle der T90 Zeit	☐ Ja	☒ Nein	☐ nicht relevant
		Sek		
Signalkontrolle zum Messwertrechner	Kontrolle der Analogmeskreise	☐ Ja	☒ Nein	☐ nicht relevant
	Kontrolle der Statussignale	☐ Ja	☒ Nein	☐ nicht relevant
	Kontrolle der Messwerte	☐ Ja	☒ Nein	☐ nicht relevant
	Bus-Kommunikation überprüft	☐ Ja	☒ Nein	☐ nicht relevant
Signalkontrolle vom/zum PLS	Kontrolle der Analogmeskreise	☐ Ja	☒ Nein	☐ nicht relevant
	Kontrolle der Statussignale	☐ Ja	☒ Nein	☐ nicht relevant
	Kontrolle der Messwerte	☐ Ja	☒ Nein	☐ nicht relevant
	Bus-Kommunikation überprüft	☐ Ja	☒ Nein	☐ nicht relevant
Host-Unit	Software-Updates durchgeführt	☐ Ja	☒ Nein	☐ nicht relevant
	Datensicherung erstellt	☐ Ja	☒ Nein	☐ nicht relevant



SERVICE MEASUREMENT AND ANALYTICS

Mehrkomponenten FTIR Analysensystem ACF5000		WARTUNGSPROTOKOLL	
ACF 5000 Process Automation - Measurement & Analytics Service & Ersatzteile Bismarck-Str. 1 22611 Wietzenhagen, AT		Startdatum 12.08.2024	
Tel: +43 (0) 6 60 29 0800 E-mail: analytical.service@at.abb.com		Enddatum 12.08.2024	

Einsatzdaten		
ABB Techniker	Auftraggeber	Einsatzort / Anlage
Marco Wieser marco.wieser@at.abb.com	Name: Rockwool Adriatic d.o.o. Anschrift: Poduzetnička zona Pićan Jug 130 HR - 52333 Potpićan, Croatia Bestellnr.: PO 4504619482 Auftragsnr.: AB 248626391	Name: Rockwool Adriatic d.o.o. Anschrift: Poduzetnička zona Pićan Jug 130 HR - 52333 Potpićan, Croatia Anlage: ACF5000 / EMI-Melting Pfinova 2, CUPOLA F-Nr.: 34760804

Tätigkeitsbericht		3/3
Remote Verbindung		
Fernwartungszugriff	Funktion geprüft	☐ Ja ☒ Nein ☐ nicht relevant
Wasserstoffüberwachung		
H2 Sensor	H2-Sensor kalibriert	☐ Ja ☒ Nein ☐ nicht relevant
	Funktion geprüft	☐ Ja ☒ Nein ☐ nicht relevant

Einstellwerte			
	IstWert [bar]	IstWert [bar]	IstWert [g/h]
Druck Messgasereingang		Druck Instrumentenlufteingang -J85	5,5
Druck Messgasausgang		Druck Injektorluft -J96	4,5
Druck Brennluft FID		Druck Verbrennungsluft -J86	1,2
Druck Brenngas FID		Druck Nullluft -J88	2,0
		Durchfluss Messgas	
		Durchfluss Spülgas -S83	325
		Flammentemperatur Fidas	

Kommentare
Clogged measuring tube detected. This blockage was repaired and the injector was repaired. After this a new reference for the FTIR was performed and with the ACC testroutine the values confirm.

Unterschrift ABB Servicetechniker



SERVICE MEASUREMENT AND ANALYTICS

ADJUSTMENT REPORT

General data

ABB Engineer	Customer	Site
Marco Wieser	Name: Rockwool Adriatic d.o.o.	Name: Rockwool Adriatic d.o.o.
marco.wieser@at.abb.com	Address: Poduzetnička zona Plićan Jug 130 HR - 52333 Potpićan, Croatia	Address: Poduzetnička zona Plićan Jug 130 HR - 52333 Potpićan, Croatia
Date	Order No.: PO 4504619482	Project: ACF5000 / EMI-Melting Plićnova 2, CUPOLA
12.08.2024	ABB Job no.: AB 248626391	F-No.: 3.476080.4
		Check with Testgases and Solutions

Components	H ₂ O	CO	NO	SO ₂	CO ₂	NO ₂	NH ₃	HCL	HF	N ₂ O	O ₂
Unit	Vol %	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	Vol %	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	Vol %
Meas. Range	0... 40	0... 250	0... 1000	0... 5000	0... 30	0... 150	0... 60	0... 75	0... 15	0... 100	0... 25
Zero											
Set Point	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,10
Meas. Value	0,00	0,30	0,00	0,00	0,00	-0,30	0,00	0,00	-0,03	-0,40	2,14
Deviation [%]	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	-0,20	0,00	0,00	-0,20	-0,40	0,18
Bottle No.	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2
Producer	Linde	Linde	Linde	Linde	Linde	Linde	Linde	Linde	Linde	Linde	Linde
Validity											
Lin. 1											
Set Point											
Meas. Value											
Deviation [%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Lin. 2											
Set Point											
Meas. Value											
Deviation [%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Lin. 3											
Set Point	13,50										
Meas. Value	13,40										
Deviation [%]	-0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Lin. 4											
Set Point											
Meas. Value											
Deviation [%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Span											
Set Point	30,45	203,00	805,00	4011,00	24,25	120,00	120,00				20,95
Meas. Value	30,30	200,00	803,00	4003,00	24,76	121,00	118,30				21,05
Deviation [%]	-0,37	-1,20	-0,20	-0,16	1,70	0,67	-2,83	0,00	0,00	0,00	0,40
Validation Unit	H2O	CO	NO	SO2	CO2	NO2	NH3				Instr. Air
Bottle No.		1101737009	D713052	D713052	12780507	D591897	4503131135				
Cal. Liquid		Testgas	Testgas	Testgas	Testgas	Testgas	Testgas				
Producer	IAS	Linde	Messer	Messer	Messer	Messer	Messer				
Validity		14.03.2026	45491,00	45491,00	16.05.2025	8.07.25	25.06.25				



SERVICE MEASUREMENT AND ANALYTICS

ADJUSTMENT REPORT

General data

ABB Engineer	Customer	Site
Marco Wieser	Name: Rockwool Adriatic d.o.o.	Name: Rockwool Adriatic d.o.o.
marco.wieser@at.abb.com	Address: Poduzetnička zona Plićan Jug 130 HR - 52333 Potpićan, Croatia	Address: Poduzetnička zona Plićan Jug 130 HR - 52333 Potpićan, Croatia
Date	Order No.: PO 4504619482	Project: ACF5000 / EMI-Melting Plićnova 2, CUPOLA
12.08.2024	ABB Job no.: AB 248626391	F-No.: 3.476080.4
		Check with Validation Wheel

Components	H ₂ O	CO	NO	SO ₂	CO ₂	NO ₂	NH ₃	HCL	HF	N ₂ O	O ₂
Unit	Vol %	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	Vol %	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	Vol %
Meas. Range	0... 40	0... 250	0... 1000	0... 5000	0... 30	0... 150	0... 60	0... 75	0... 15	0... 100	0... 25
Zero											
Set Point	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Meas. Value	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09
Deviation [%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,36
Bottle No.											
Producer	Inst. Air	Inst. Air	Inst. Air	Inst. Air	Inst. Air	Inst. Air	Inst. Air	Inst. Air	Inst. Air	Inst. Air	Inst. Air
Validity											
Lin. 1											
Set Point											
Meas. Value											
Deviation [%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Lin. 2											
Set Point											
Meas. Value											
Deviation [%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Lin. 3											
Set Point											
Meas. Value											
Deviation [%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Lin. 4											
Set Point											
Meas. Value											
Deviation [%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Span											
Set Point	32,00	200,00	800,00	4000,00	24,00	120,00	48,00	60,00	12,00	80,00	20,96
Meas. Value	32,15	199,30	800,00	3987,00	24,17	120,30	48,10	60,10	12,05	79,90	20,96
Deviation [%]	0,37	-0,04	0,00	-0,66	0,37	0,20	0,17	0,13	0,33	-0,10	0,00
Validation Unit											
Bottle No.											
Cal. Liquid	ACC 4	ACC 5	ACC 2	ACC 2	ACC 1	ACC 5	ACC 2	ACC 1,5	ACC 4	ACC 5	
Producer											
Validity											