

Izvještaj br. I-787-28-25-UM

**UMJERAVANJE SUSTAVA ZA KONTINUIRANO MJERENJE EMISIJE
(QAL2 TEST) ONEČIŠĆUJUĆIH TVARI U ZRAK IZ ISPUSTA
PROCESNE PEĆIH-001 (GENERATOR VODIKA 380)
INA d.d. Rafinerija nafte Rijeka,
Urinj bb, 51221 Kostrena**

Nepokretni izvor emisija:

Izvor br. 1.: PROCESNA PEĆ H-001 (GENERATOR VODIKA 380)

Zagreb, rujan 2025.

Izvještaj se bez pismenog odobrenja ne smije reproducirati

Obrazac LME-O-110b/izdanje 01

Izvođač –akreditirani
Ispitni laboratorij:

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

Izveštaj broj:

I-787-28-25-UM

Naručitelj:

STSI – Integrirani tehnički servisi d.o.o.
Lovinčićeva 4, 10000 Zagreb

Lokacija mjerenja:

INA d.d. Rafinerija nafte Rijeka
Urinj bb, 51221 Kostrena

Vrsta mjerenja:

Kalibracija sustava (QAL2 test) za kontinuirano mjerenje emisija na nepokretnom izvoru emisija

Radni nalog:

787-2025

Narudžbenica broj:

-

Datum mjerenja:

10.07. – 11.07.2025. i 14.07.2025.

Datum izveštaja:

05.09.2025.

Ukupan broj stranica:

29

Svrha:

Svrha mjerenja na nepokretnom izvoru je kalibracija sustava na uređajima za kontinuirano mjerenje emisija prema Pravilniku o praćenju emisija onečišćujućih tvari u zrak iz nepokretnih izvora (N.N. br. 47/21).

Tehnički voditelj:

Petar Uremović, mag. ing. petrol., univ. spec. oecoling.

Ispitivač:

Lovro Perković, sss.

Ispitivač:

Luka Lučić, sss.

Pomoćni ispitivač:

Edi Martinez, mag.ing.mech.

Tehnički voditelj:

Petar Uremović, mag. ing. petrol.,
univ. spec. oecoling.

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

LME - Laboratorij za mjerenje emisija

Voditelj

Željko Keliš, dipl. ing. kem. teh.,
univ. spec. oecoling.

SADRŽAJ

1	DEFINIRANJE NALOGA	4
1.1	NARUČITELJ.....	4
1.2	KORISNIK.....	4
1.3	NEPOKRETN IZVOR NA KOJEM SE OBAVLJA QAL 2 TEST.....	4
1.4	DATUM MJERENJA	4
1.4.1	Datum prethodne kalibracije sustava za kontinuirano mjerenje	4
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.....	8
3.2.1	DIMNJAK PROCESNE PEĆI H-001 (380 HGU)	9
3.2.1.1	Dušikovi oksidi (NO) – standardna referentna metoda.....	9
3.2.1.2	Ugljikov monoksid (CO) – standardna referentna metoda	12
3.2.1.3	Kisik (O ₂) – standardna referentna metoda.....	13
3.2.1.4	Sumpor (IV) oksid (SO ₂) – standardna referentna metoda.....	16
3.2.1.5	Krute čestice – standardna referentna metoda	17
3.2.1.6	Temperatura otpadnih plinova – standardna referentna metoda.....	20
3.2.1.7	Volumni protok otpadnih plinova – standardna referentna metoda	23
3.2.1.8	Tlak – standardna referentna metoda.....	26
3.3	SAŽETAK MJERENJA	27
4.	ZAKLJUČAK.....	28
5.	PRILOZI	29
5.1	PRILOG 1 – KOPIJE DOKUMENTACIJE ODRŽAVANJA AMS	

1 DEFINIRANJE NALOGA

1.1 NARUČITELJ

STSI – Integrirani tehnički servisi d.o.o., Lovinčićeva 4, 10000 Zagreb

1.2 KORISNIK

INA d.d. Rafinerija nafte Rijeka, Urinj bb, 51221 Kostrena

1.3 NEPOKRETNI IZVOR NA KOJEM SE OBAVLJA QAL 2 TEST

DIMNJAK PROCESNE PEĆI H-001 (HGU 380)

1.4 DATUM MJERENJA

Kalibracija sustava za kontinuirano mjerenje obavljena je od 10.07. – 11.07.2025. i 14.07.2025.

1.4.1 Datum prethodne kalibracije sustava za kontinuirano mjerenje

21. - 23.08. 2023. od tvrtke Metroalfa d.o.o., Izveštaj broj I-767-28-23-RM. Mjerenja za potrebe provedbe QAL2 testa za sustav kontinuiranog mjerenja emisija na nepokretnom izvoru emisija

1.5 PREDMET I OPSEG ISPITIVANJA

Predmet naloga je kalibracija sustava za kontinuirano mjerenje emisije onečišćujućih tvari u zrak, na dimnjaku procesne peći H-001 (HGU 380). Sustav za kontinuirano mjerenje emisija mjeri sljedeće parametre, koji su bili predmet kalibracije:

1. Nepokretni izvor: **DIMNJAK PROCESNE PEĆI H-001 (HGU 380)**

- emisijske koncentracije NO izraženog kao NO₂ (NO₂, u mg/m³_n),
- emisijska koncentracija ugljik (II) oksida (CO, u mg/m³_n),
- emisijska koncentracija sumpor (IV) oksida (SO₂, u mg/m³_n),
- koncentracija kisika u dimnim plinovima (O₂ u % vol.),
- emisijska koncentracija krutih čestica (u mg/m³),
- brzina strujanja otpadnih plinova (v u m/s; Q u m³/h)
- temperatura otpadnih plinova (T, u °C);

Kalibraciju sustava za kontinuirano mjerenje emisije smo obavili po postupku iz standarda HRN EN 14181:2014 (test QAL2) u sljedećim koracima:

- istovremeno paralelno mjerenje pojedinog parametra, sa standardnom referentnom metodom (SRM) i automatskim mjernim sustavom (AMS),
- usporedbom rezultata SRM i AMS, sa statističkom obradom po testu QAL2 (HRN EN 14181:2014),
- test varijabilnosti AMS-SRM (prema QAL2 testu).

Rezultati mjerenja i mjerna oprema koja je korištena za mjerenje emisija onečišćujućih tvari u zrak je navedena u izvještaju I-787-28-25RM.

1.6 NOSITELJ NALOGA

Tehnički voditelj: Petar Uremović, mag.ing.petrol., univ.spec.oecoing.

2. AUTOMATSKI MJERNI SUSTAVI (AMS)

2.1 OSNOVNI PODACI O AUTOMATSKIM MJERNIM SUSTAVIMA (AMS)

Za mjerenje koncentracija praškaste tvari koristi se uređaj SICK DUSTHUNTER T100 (DHT-T10 sender/receiver jedinica; DHT-R00 reflektor).

Mjerenje se obavlja in situ – difuzija svjetlosti. Podaci AMS koji se koriste u QAL2 testu su koncentracije vlažnog plina na realnim uvjetima tlaka i temperature (uvjetima temperature i tlaka u dimnjaku).

Za mjerenje protoka SICK FLOWSIC 100 (Primopredajna jedinica FLSE100-H-AC 35SSTI).

Mjerenje se obavlja in situ. Podaci AMS koji se koriste u QAL2 testu su protoci vlažnog plina normirani na tlak i temperaturu.

Za analizu CO, NO, SO₂ i O₂ koristi se uređaj ULTRAMAT 23 firma SIEMENS.

Metoda određivanja CO, NO i SO₂ apsorpcija infracrvene svjetlosti, a za kisik elektrokemijski senzor.

Za konverziju NO_x se koristi uređaj BUNOX 2+konverter firme BUHLER TECHNOLOGIES. Uređaji su smješteni u klimatiziranom kontejneru u podnožju dimnjaka peći. Otpadni plinovi se dovode do analizatora grijanom linijom čime je onemogućena kondenzacija. Analiza plinova se odvija na temperaturi od 180 °C (vlažni plin). Otpadni plin se hladi na 4 °C te se istovremeno odvaja vlaga, čija se količina ne mjeri. Suhi plinovi se odvođe u analizator.

Podaci AMS koji se koriste u QAL2 testu su koncentracije suhog plina normirane na tlak i temperaturu.

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

Tablica 1: Mjerna područja mjerenih parametara otpadnih plinova

Komponenta	Mjerne Jedinice	Mjerno područje
CO	(mg/m ³)	0-50
NO	(mg/m ³)	0-100
SO ₂	(mg/m ³)	0-200
O ₂	% vol.	0-21
Krute čestice	(mg/m ³)	0-200
Volumni protok	(m ³ /h)	0-1000000
Temperatura	(° C)	0-800

2.2 INTERNA KONTROLA AUTOMATSKIH MJERNIH SUSTAVA

Kontrola automatskog mjernog sustava će se obavljati prema protokolu QAL-3, opisanom u standardu EN 14181 »Stationary source emissions – Quality assurance of automated measuring systems«.

Mjerni sustav održava vlasnik u skladu s uputama proizvođača.

O redovnom i izvanrednom održavanju se ne vodi dnevnik. Na sustavu SICK (krute čestice) svaki sat se obavlja „autokalibracija“ (prema uputstvu proizvođača). Na svim automatskim mjernim sustavima serviseri su obavili servis prije provođenja QAL 2 testa, o čemu su dostavili servisne izvještaje.

3 REZULTATI MJERENJA

3.1. RADNI UVJETI IZVORA EMISIJA ONEČIŠĆUJUĆIH TVARI U ZRAK

Za dobivene podatke od naručitelja mjerenja pod točkom 3.1., koji mogu utjecati na rezultate mjerenja, laboratorij mjerenja emisija (LME) nije odgovoran.

U vremenu mjerenja za potrebe umjeravanja AMS-a dana 10.07. – 11.07.2025. i 14.07.2025.. proizvodnja se odvijala prema uobičajenom kapacitetu. A dnevna potrošnja energenata iznosila je:

Vrijeme	Prirodni plin (kg/h)	Otpadni plin sa PSA (kg/h)
10.07.2025.	*	*
11.07.2025.	*	*
14.07.2025.	*	*

3.2 PRIKAZ REZULTATA MJERENJA

U tabelama su emisijske koncentracije ukupne prašine i 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 DIMNJAK PROCESNE PEĆI H-001 (380 HGU)

3.2.1.1 Dušikovi oksidi (NO) – standardna referentna metoda

Automatski mjerni sustav (AMS): ULTRAMAT 23, firma SIEMENS

Standardna referentna metoda (SRM): prema HRN EN 14792:2017 – instrument Horiba PG 350-EDR

Tablica 2: Rezultati paralelnog mjerenja sa automatskim mjernim sustavom (AMS) i standardnom referentnom metodom (SRM)

NO																			Srednja vrijednost	Stand. Devijacija
Redni broj mjerenja	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
Datum mjerenja	10.07.2025.	10.07.2025.	10.07.2025.	10.07.2025.	10.07.2025.	10.07.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.		
Vrijeme	12:03	13:03	14:03	15:03	16:03	17:03	10:21	11:21	12:21	13:21	14:21	15:21	11:40	12:40	13:40	14:40	15:40	16:40		
	12:33	13:33	14:33	15:33	16:33	17:33	10:51	11:51	12:51	13:51	14:51	15:51	12:10	13:10	14:10	15:10	16:10	17:10		
AMS (mg/m ³)	39,9	41,1	40,5	38,0	37,6	40,5	39,1	40,4	41,2	44,5	41,8	42,4	35,8	36,2	41,4	39,2	34,9	35,0		
SRM (mg/m ³)	41,4	41,3	41,1	38,0	37,6	41,7	36,3	36,7	38,1	39,0	37,7	40,5	33,2	39,5	34,9	35,1	35,1	34,2		
Razlika (Di) - (mg/m ³)	1,5	0,2	0,7	0,0	0,0	1,1	-2,8	-3,7	-3,1	-5,5	-4,1	-1,9	-2,6	3,3	-6,5	-4,1	0,2	-0,8		
Z vrijednost (Zi)	1,16	0,67	0,84	0,60	0,58	1,01	0,48	0,80	0,58	1,48	0,97	0,12	0,39	1,85	1,87	0,94	0,65	0,27		
Z kritična vrijednost	2,65																			
Outlier	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	-1,6	2,7

Kalibracijska funkcija	
b=	0,961
a=	-0,010

Koeficijent korelacije (R ²)	0,924
Valjanost područja kalibracije: Ys,max + 10% * Ys,max (mg/m ³)	101,2

Tablica 3: Test varijabilnosti NOx

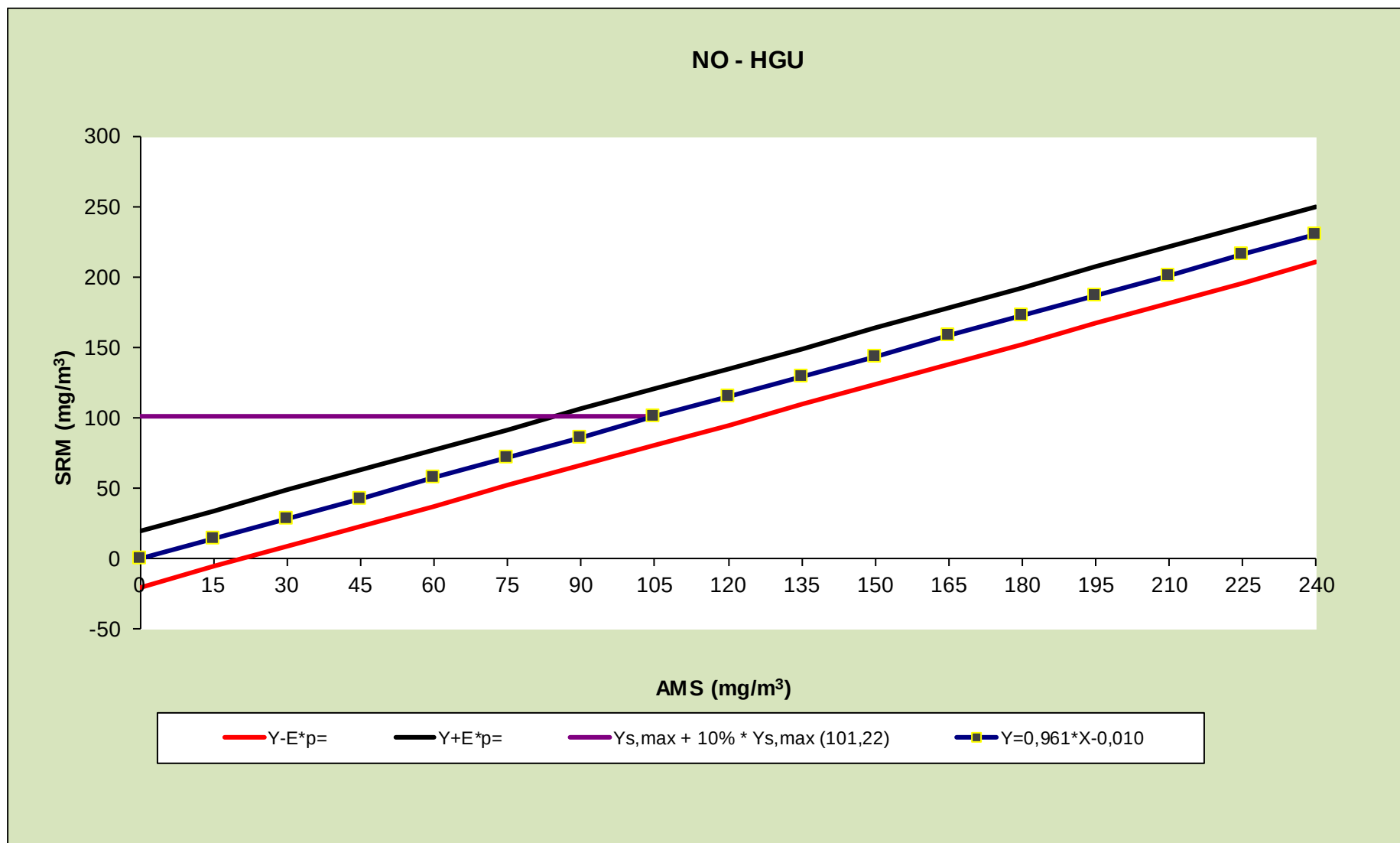
Dušikovi oksidi izraženi kao NO ₂																			Suma	Srednja vrijednost
Redni broj mjerenja	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
Datum mjerenja	10.07.2025.	10.07.2025.	10.07.2025.	10.07.2025.	10.07.2025.	10.07.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.		
Vrijeme	12:03	13:03	14:03	15:03	16:03	17:03	10:21	11:21	12:21	13:21	14:21	15:21	11:40	12:40	13:40	14:40	15:40	16:40		
	12:33	13:33	14:33	15:33	16:33	17:33	10:51	11:51	12:51	13:51	14:51	15:51	12:10	13:10	14:10	15:10	16:10	17:10		
AMS (mg/m _N ³)	84,69	86,08	85,92	81,49	80,41	81,00	84,62	84,62	85,76	92,02	87,54	89,36	74,17	75,03	84,29	80,77	72,42	72,63		
SRM (mg/m _N ³)	92,11	92,02	92,11	84,53	79,71	89,36	79,50	80,37	82,95	85,05	82,60	88,50	70,00	83,67	74,16	74,38	74,71	73,06		
Razlika (Di) - mg/m _N ³	7,4	5,9	6,2	3,0	-0,7	8,4	-5,1	-4,2	-2,8	-7,0	-4,9	-0,9	-4,2	8,6	-10,1	-6,4	2,3	0,4	-4,03	-0,22
Di-Dsr	7,6	6,2	6,4	3,3	-0,5	8,6	-4,9	-4,0	-2,6	-6,7	-4,7	-0,6	-3,9	8,9	-9,9	-6,2	2,5	0,7	0,00	
(Di-Dsr) ²	58,3	37,9	41,2	10,7	0,2	73,8	23,9	16,2	6,7	45,5	22,2	0,4	15,5	78,5	98,2	38,1	6,3	0,4	573,98	

Granična vrijednost emisije (GVE): 200 mg/m³
 Propisana mjerna nesigurnost (p): 10 %

TEST VARIJABILNOSTI:

$$\begin{aligned}
 S_D &\leq \sigma_0 * k_v && \text{Zadovoljava} \\
 \sigma_0 &= p * GVE / 1,96 = && 10,20 \\
 k_v &= && 0,9803 \\
 \sigma_0 * k_v &= && 10,00 \\
 S_D &= (1/(N-1) * (\sum(D_i - D_{sr})^2))^{0,5} = && 5,81
 \end{aligned}$$

Slika 1: grafički prikaz paralelnih mjerenja, uključujući valjanost područja kalibracije



3.2.1.2 Ugljikov monoksid (CO) – standardna referentna metoda

Automatski mjerni sustav (AMS): ULTRAMAT 23, firma SIEMENS

Standardna referentna metoda (SRM): prema HRN EN 15058:2017 – instrument Horiba PG 350-EDR

Tablica 4: Rezultati paralelnog mjerenja sa automatskim mjernim sustavom (AMS) i standardnom referentnom metodom (SRM)

CO																			Srednja vrijednost	Stand. Devijacija
Redni broj mjerenja	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
Datum mjerenja	10.07.2025.	10.07.2025.	10.07.2025.	10.07.2025.	10.07.2025.	10.07.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.		
Vrijeme	12:03	13:03	14:03	15:03	16:03	17:03	10:21	11:21	12:21	13:21	14:21	15:21	11:40	12:40	13:40	14:40	15:40	16:40		
	12:33	13:33	14:33	15:33	16:33	17:33	10:51	11:51	12:51	13:51	14:51	15:51	12:10	13:10	14:10	15:10	16:10	17:10		
AMS (mg/m³)	2,33	4,51	3,55	1,32	1,14	1,61	1,40	2,17	3,81	4,63	2,95	1,10	1,35	3,40	6,68	4,87	0,03	0,02		
SRM (mg/m³)	2,28	1,86	1,54	1,40	1,41	1,43	3,38	2,82	2,28	2,15	2,14	1,99	3,03	2,24	1,92	1,74	1,40	1,30		

Napomena:

S obzirom da su izmjerene vrijednosti SRM-a ispod mjernog područja metode HRN EN 15058:2017 (< 10,0 mg/m³), a najveća vrijednost AMS-a 6,68 mg/m³ nije moguće izraditi kalibracijsku krivulju.

3.2.1.3 Kisik (O₂) – standardna referentna metoda

Automatski mjerni sustav (AMS): ULTRAMAT 23, firma SIEMENS

Standardna referentna metoda (SRM): prema HRN EN 14789:2017 – instrument Horiba PG 350-EDR

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

Kisik																			Srednja vrijednost	Stand. Devijacija
Redni broj mjerenja	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	0,0	0,2
Datum mjerenja	10.07.2025.	10.07.2025.	10.07.2025.	10.07.2025.	10.07.2025.	10.07.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.		
Vrijeme	12:03	13:03	14:03	15:03	16:03	17:03	10:21	11:21	12:21	13:21	14:21	15:21	11:40	12:40	13:40	14:40	15:40	16:40		
	12:33	13:33	14:33	15:33	16:33	17:33	10:51	11:51	12:51	13:51	14:51	15:51	12:10	13:10	14:10	15:10	16:10	17:10		
AMS (% vol.)	8,49	8,32	8,48	8,62	8,57	7,71	8,45	8,32	8,23	8,16	8,30	8,40	8,19	8,20	7,94	8,11	8,19	8,19		
SRM (% vol.)	8,60	8,61	8,67	8,60	7,98	8,14	8,40	8,40	8,31	8,35	8,40	8,37	7,93	7,98	8,00	7,97	8,04	8,09		
Razlika (Di) - % vol.	0,1	0,3	0,2	0,0	-0,6	0,4	0,0	0,1	0,1	0,2	0,1	0,0	-0,3	-0,2	0,1	-0,1	-0,2	-0,1		
Z vrijednost (Zi)	0,48	1,29	0,85	0,08	2,54	1,85	0,19	0,34	0,38	0,82	0,47	0,13	1,14	0,96	0,26	0,62	0,64	0,44	0,0	0,2
Z kritična vrijednost	2,65																			
Outlier	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok		

Kalibracijska funkcija	
b=	1,001
a=	-0,010

Koeficijent korelacije (R ²)	0,986
Valjanost područja kalibracije: Ys,max + 10% * Ys,max (%)	9,5

Tablica 6: Test varijabilnosti O₂

Kisik																			Suma	Srednja vrijednost
Redni broj mjerenja	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
Datum mjerenja	10.07.2025.	10.07.2025.	10.07.2025.	10.07.2025.	10.07.2025.	10.07.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.		
Vrijeme	12:03	13:03	14:03	15:03	16:03	17:03	10:21	11:21	12:21	13:21	14:21	15:21	11:40	12:40	13:40	14:40	15:40	16:40		
	12:33	13:33	14:33	15:33	16:33	17:33	10:51	11:51	12:51	13:51	14:51	15:51	12:10	13:10	14:10	15:10	16:10	17:10		
AMS (%vol.)	8,49	8,32	8,48	8,62	8,57	7,71	8,45	8,32	8,23	8,16	8,30	8,40	8,19	8,20	7,94	8,11	8,19	8,19		
SRM (%vol.)	8,60	8,61	8,67	8,60	7,98	8,14	8,40	8,40	8,31	8,35	8,40	8,37	7,93	7,98	8,00	7,97	8,04	8,09		
Razlika (Di) - %vol.	0,1	0,3	0,2	0,0	-0,6	0,4	0,0	0,1	0,1	0,2	0,1	0,0	-0,3	-0,2	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,01	0,00
Di-Dsr	0,1	0,3	0,2	0,0	-0,6	0,4	0,0	0,1	0,1	0,2	0,1	0,0	-0,3	-0,2	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,00	
(Di-Dsr) ²	0,0	0,1	0,0	0,0	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,90	

Granična vrijednost emisije (GVE): 21 %
Propisana mjerna nesigurnost (p): 10 %

TEST VARIJABILNOSTI:

$$S_D \leq \sigma_0 * k_v$$
$$\sigma_0 = p * GVE / 1,96 =$$
$$k_v =$$
$$\sigma_0 * k_v =$$
$$S_D = (1/(N-1) * (\sum(D_i - D_{sr})^2))^{0,5} =$$

Zadovoljava

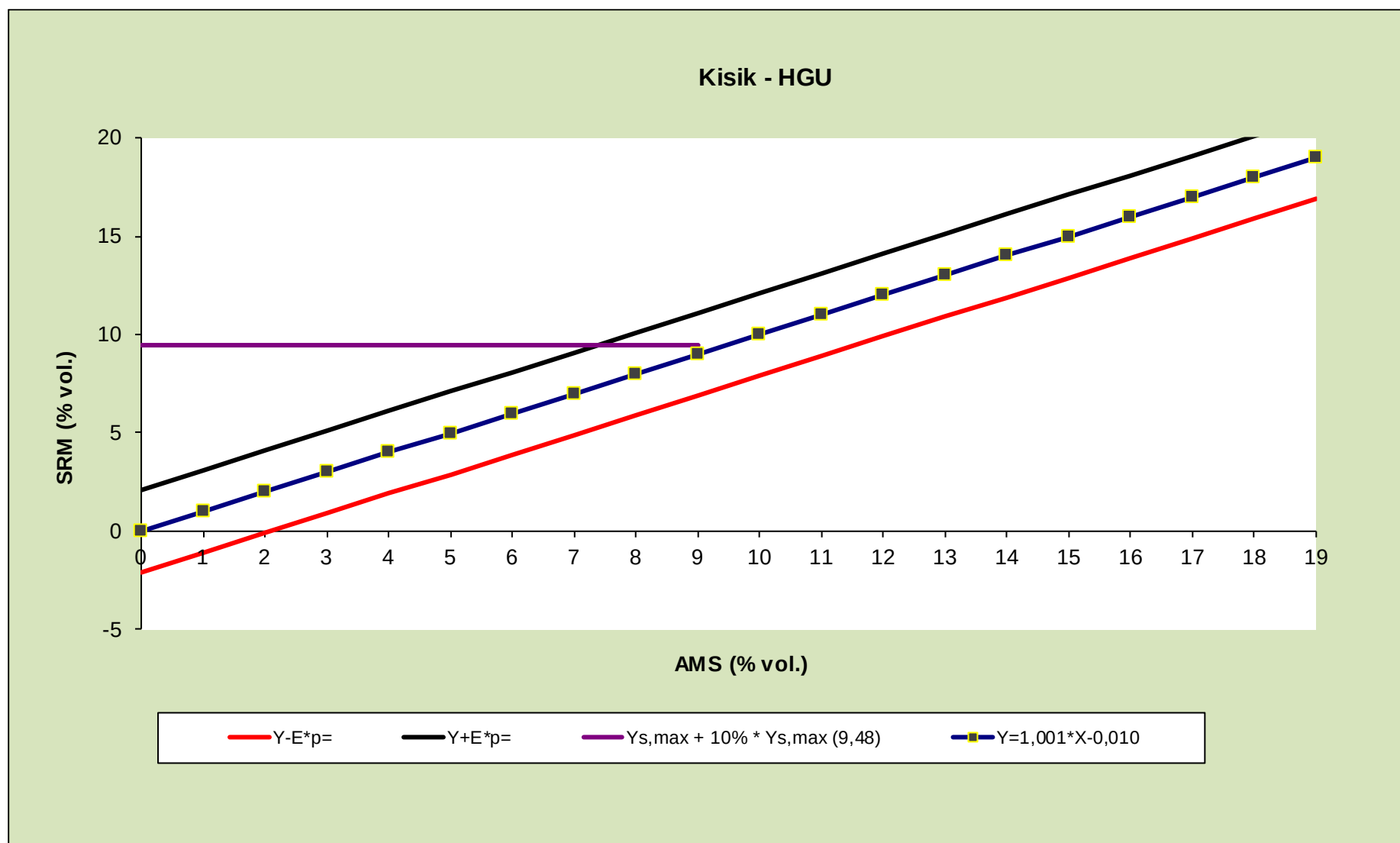
1,07

0,9803

1,05

0,23

Slika 2: grafički prikaz paralelnih mjerenja, uključujući valjanost područja kalibracije



3.2.1.4 Sumpor (IV) oksid (SO₂) – standardna referentna metoda

Automatski mjerni sustav (AMS): ULTRAMAT 23, firma SIEMENS

Standardna referentna metoda (SRM): prema HRN EN 14791 – referentna metoda

Tablica 7: Rezultati paralelnog mjerenja sa automatskim mjernim sustavom (AMS) i standardnom referentnom metodom (SRM)

SO2																			Srednja vrijednost	Stand. Devijacija
Redni broj mjerenja	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
Datum mjerenja	10.07.2025.	10.07.2025.	10.07.2025.	10.07.2025.	10.07.2025.	10.07.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.		
Vrijeme	12:03	13:03	14:03	15:03	16:03	17:03	10:21	11:21	12:21	13:21	14:21	15:21	11:40	12:40	13:40	14:40	15:40	16:40		
	12:33	13:33	14:33	15:33	16:33	17:33	10:51	11:51	12:51	13:51	14:51	15:51	12:10	13:10	14:10	15:10	16:10	17:10		
AMS (mg/m³)	1,6	3,9	4,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	4,5	1,8	0,1	0,0	3,5	13,7	8,3	0,0	0,0		
SRM (mg/m³)	2,9	2,9	2,8	2,4	2,8	2,9	3,1	3,2	3,3	2,6	4,0	2,7	2,9	3,2	3,1	3,5	2,9	4,3		

Napomena:

S obzirom da nema dovoljan broj pozitivnih vrijednosti AMS-a, a većina uzoraka SRM-a su malo iznad mjernog područja metode HRN EN 14791:2017 (0,5 mg/m³) nije moguće izraditi kalibracijsku krivulju.

3.2.1.5 Krute čestice – standardna referentna metoda

Automatski mjerni sustav (AMS): SICK DUSTHUNTER – difuzija svjetlosti

Standardna referentna metoda (SRM): prema HRN EN 13284/1:2017

Tablica 8: Rezultati paralelnog mjerenja sa automatskim mjernim sustavom (AMS) i standardnom referentnom metodom (SRM)

Krute čestice																			Srednja vrijednost	Stand. Devijacija
Redni broj mjerenja	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
Datum mjerenja	10.7.2025.	10.7.2025.	10.7.2025.	10.7.2025.	10.7.2025.	10.7.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.		
Vrijeme	12:03	13:03	14:03	15:03	16:03	17:03	10:21	11:21	12:21	13:21	14:21	15:21	11:40	12:40	13:40	14:40	15:40	16:40		
	12:41	13:44	14:41	15:41	16:42	17:49	11:00	12:00	13:00	14:01	15:00	16:00	12:18	13:17	14:18	15:18	16:18	17:20		
AMS (mg/m ³)	2,33	2,33	2,25	2,16	2,26	2,29	2,35	2,40	2,44	2,42	2,41	2,33	2,48	2,48	2,46	2,46	2,42	2,34		
SRM (mg/m ³)	1,11	1,07	0,96	0,98	1,07	1,11	1,19	1,17	1,19	1,16	1,21	1,19	1,18	1,22	1,13	1,08	1,10	1,07		
Razlika (Di) - mg/m ³	-1,22	-1,26	-1,29	-1,18	-1,19	-1,18	-1,16	-1,23	-1,25	-1,26	-1,20	-1,14	-1,30	-1,26	-1,33	-1,38	-1,32	-1,27		
Z vrijednost (Zi)	0,38	0,21	0,66	0,94	0,80	1,03	1,28	0,15	0,17	0,20	0,71	1,60	0,90	0,25	1,30	1,99	1,21	0,47		
Z kritična vrijednost	2,65																			
Outlier	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	-1,24	0,07

Kalibracijska funkcija	
b=	0,476
a=	-0,005

Koeficijent korelacije (R^2)	0,960
Valjanost područja kalibracije: Ys,max + 10% * Ys,max (mg/m ³)	3,21

Tablica 9: Test varijabilnosti

Krute čestice																			Suma	Srednja vrijednost
Redni broj mjerenja	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
Datum mjerenja	10.7.2025.	10.7.2025.	10.7.2025.	10.7.2025.	10.7.2025.	10.7.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.		
Vrijeme	12:03	13:03	14:03	15:03	16:03	17:03	10:21	11:21	12:21	13:21	14:21	15:21	11:40	12:40	13:40	14:40	15:40	16:40		
	12:41	13:44	14:41	15:41	16:42	17:49	11:00	12:00	13:00	14:01	15:00	16:00	12:18	13:17	14:18	15:18	16:18	17:20		
AMS (mg/m ³)	2,82	2,78	2,73	2,65	2,78	2,63	2,85	2,88	2,88	2,85	2,87	2,80	2,92	2,92	2,84	2,89	2,87	2,78		
SRM (mg/m ³)	2,84	2,75	2,48	2,51	2,61	2,75	3,01	2,97	2,97	2,92	3,06	3,00	2,86	2,98	2,77	2,65	2,87	2,62		
Razlika (Di) - mg/m ³	0,0	0,0	-0,3	-0,1	-0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	-0,1	0,1	-0,1	-0,2	0,0	-0,2	-0,14	-0,01
Di-Dsr	0,0	0,0	-0,2	-0,1	-0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	-0,1	0,1	-0,1	-0,2	0,0	-0,2	0,00	
(Di-Dsr) ²	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,35	

Granična vrijednost emisije (GVE): 5 mg/m³
 Propisana mjerna nesigurnost (p): 30 %

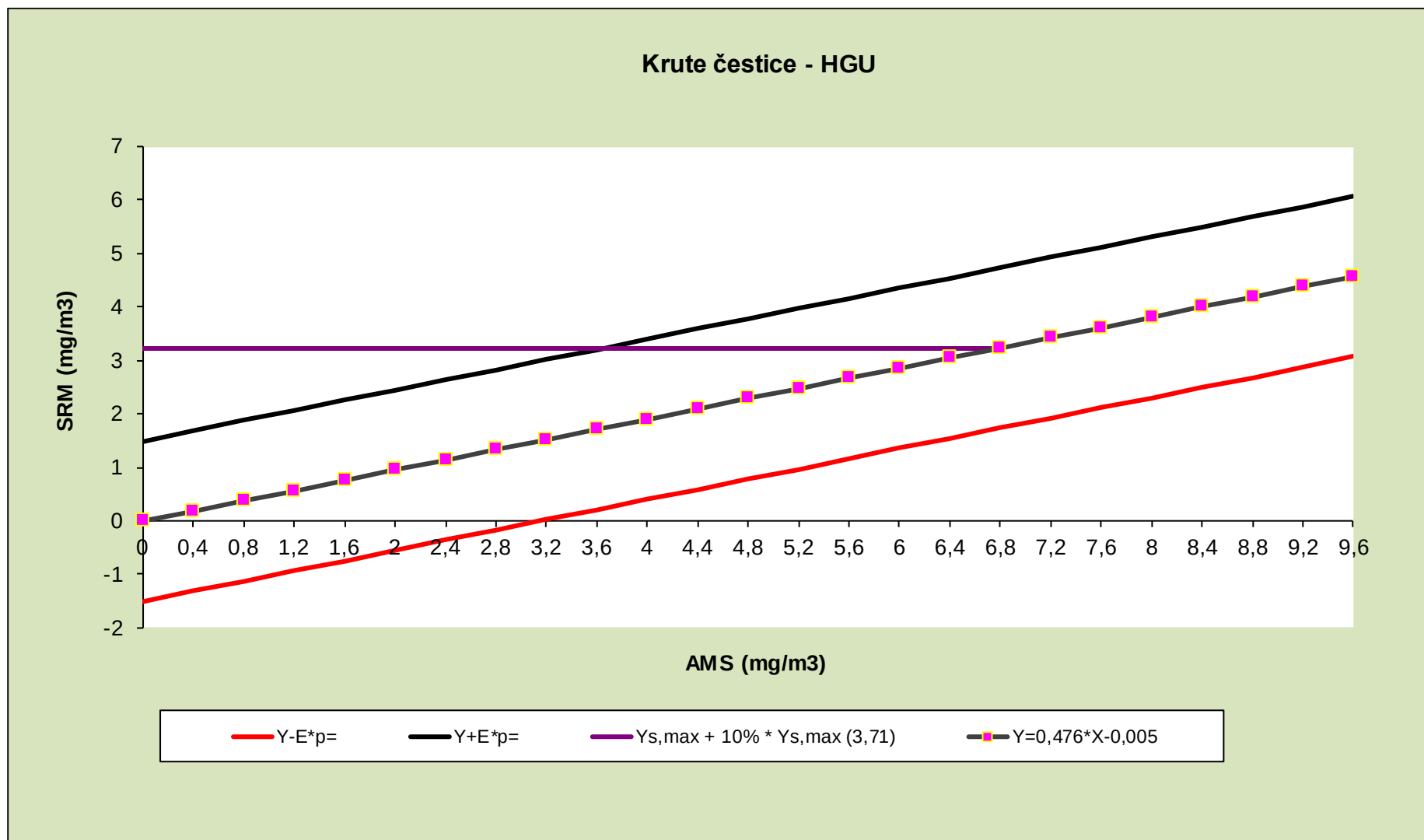
TEST VARIJABILNOSTI:

$$\begin{aligned}
 S_D &\leq \sigma_0 * k_v && \text{Zadovoljava} \\
 \sigma_0 &= p * GVE / 1,96 = 0,77 \\
 k_v &= 0,9803 \\
 \sigma_0 * k_v &= 0,8 \\
 S_D &= (1/(N-1) * (\sum(D_i - D_{sr})^2))^{0,5} = 0,14
 \end{aligned}$$

Napomena:

Koncentracija krutih čestica normirana je na tlak, temperaturu i vlagu. Za potrebe izračuna normiranih vrijednosti AMS-a i provedbu testa varijabilnosti tlak AMS-a je korigiran prema dobivenoj kalibracijskoj funkciji (b=1,144; vidi tablicu 14.). U EMIDATE sustavu u jednadžbu za izračun normiranih vrijednosti koncentracija krutih čestica potrebno je uvrstiti i korekcijski faktor za tlak.

Slika 3: grafički prikaz paralelnih mjerenja, uključujući valjanost područja kalibracije



3.2.1.6 Temperatura otpadnih plinova – standardna referentna metoda

Automatski mjerni sustav (AMS): termoelement u polju Pt-100 proizvođač ATM;

Standardna referentna metoda (SRM): prema HRN ISO 10780:1997

Tablica 10: Rezultati paralelnog mjerenja sa automatskim mjernim sustavom (AMS) i standardnom referentnom metodom (SRM)

Temperatura																			Srednja vrijednost	Stand. Devijacija
Redni broj mjerenja	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	1,5	0,3
Datum mjerenja	10.7.2025.	10.7.2025.	10.7.2025.	10.7.2025.	10.7.2025.	10.7.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.		
Vrijeme	12:03	13:03	14:03	15:03	16:03	17:03	10:21	11:21	12:21	13:21	14:21	15:21	11:40	12:40	13:40	14:40	15:40	16:40		
	12:41	13:44	14:41	15:41	16:42	17:49	11:00	12:00	13:00	14:01	15:00	16:00	12:18	13:17	14:18	15:18	16:18	17:20		
AMS (K)	441,5	441,1	441,3	441,4	441,8	442,4	442,1	442,1	442,0	442,3	441,8	441,9	442,0	441,9	442,0	442,3	442,5	443,0		
SRM (K)	442,7	442,7	442,8	443,2	442,8	443,3	443,4	443,8	443,6	443,3	443,4	443,2	443,4	443,5	443,8	444,2	444,6	443,8		
Razlika (Di) - K	1,1	1,5	1,5	1,8	1,1	0,9	1,3	1,7	1,6	1,0	1,6	1,4	1,3	1,6	1,8	1,9	2,1	0,8		
Z vrijednost (Zi)	1,02	0,19	0,04	0,94	1,23	1,74	0,57	0,58	0,37	1,50	0,46	0,36	0,45	0,25	0,91	1,27	1,87	2,16		
Z kritična vrijednost	2,65																			
Outlier	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok		

Kalibracijska funkcija	
b=	1,003
a=	-0,010

Koeficijent korelacije (R^2)	1,000
Valjanost područja kalibracije:	
$Y_{s,max} + 10\% * Y_{s,max}$ (K)	487,2

Tablica 11: Test varijabilnosti temperature plinova

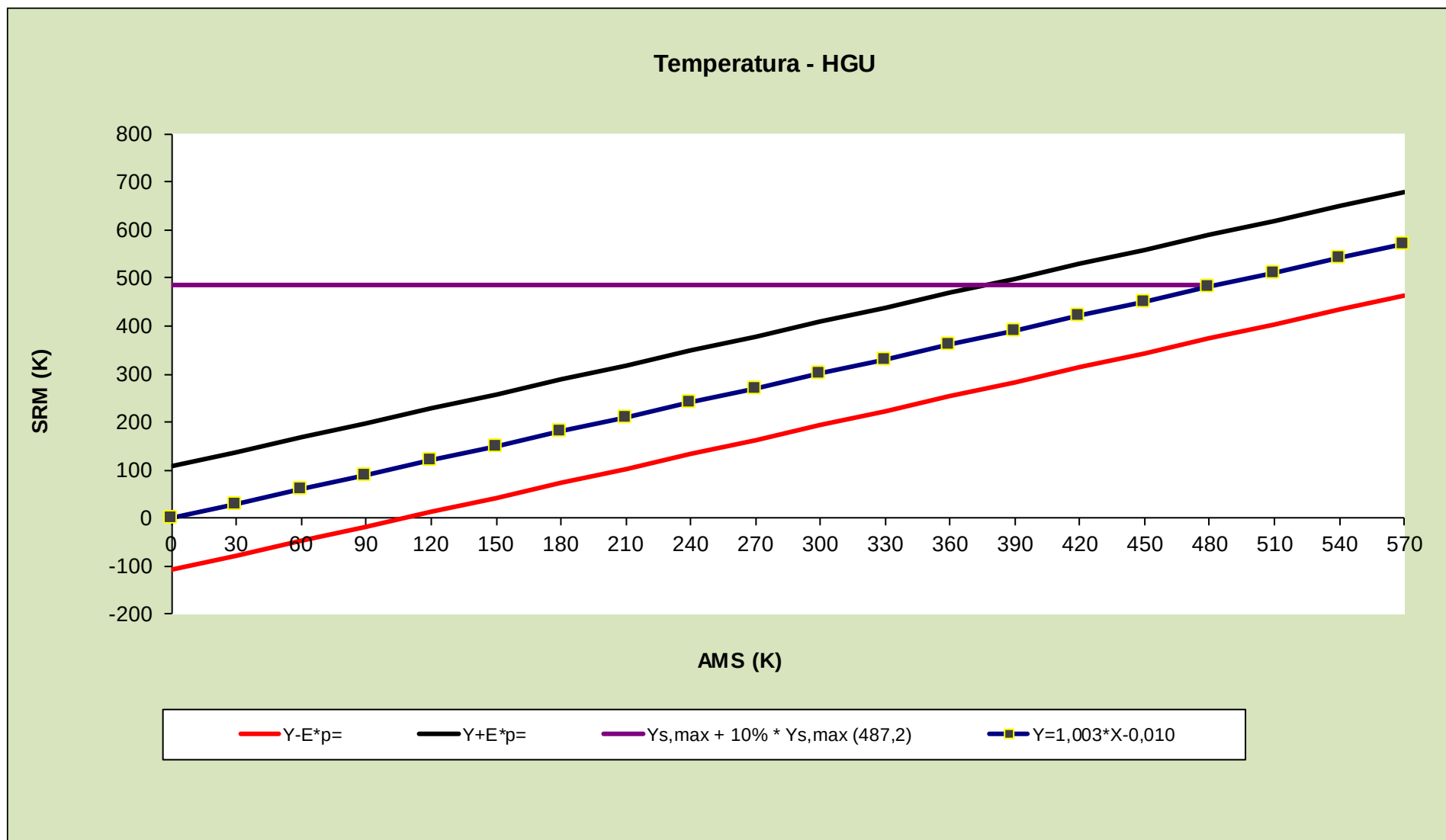
Temperatura																			Suma	Srednja vrijednost
Redni broj mjerenja	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
Datum mjerenja	10.7.2025.	10.7.2025.	10.7.2025.	10.7.2025.	10.7.2025.	10.7.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.		
Vrijeme	12:03	13:03	14:03	15:03	16:03	17:03	10:21	11:21	12:21	13:21	14:21	15:21	11:40	12:40	13:40	14:40	15:40	16:40		
	12:41	13:44	14:41	15:41	16:42	17:49	11:00	12:00	13:00	14:01	15:00	16:00	12:18	13:17	14:18	15:18	16:18	17:20		
AMS (K)	442,1	441,7	441,9	442,0	442,3	442,9	442,6	442,7	442,5	442,8	442,4	442,4	442,6	442,5	442,6	442,8	443,0	443,6		
SRM (K)	442,7	442,7	442,8	443,2	442,8	443,3	443,4	443,8	443,6	443,3	443,4	443,2	443,4	443,5	443,8	444,2	444,6	443,8		
Razlika (Di) - K	0,6	1,0	0,9	1,2	0,5	0,3	0,7	1,1	1,0	0,4	1,1	0,8	0,8	1,0	1,2	1,3	1,5	0,2	15,84	0,88
Di-Dsr	-0,3	0,1	0,1	0,4	-0,4	-0,5	-0,1	0,2	0,2	-0,5	0,2	-0,1	-0,1	0,1	0,3	0,5	0,7	-0,7	0,00	
(Di-Dsr) ²	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,3	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,4	0,5	2,27	

Granična vrijednost emisije (GVE): 1073 K
 Propisana mjerna nesigurnost (p): 2 %

TEST VARIJABILNOSTI:

$$\begin{aligned}
 S_D &\leq \sigma_0 * k_v && \text{Zadovoljava} \\
 \sigma_0 &= p * GVE / 1,96 = 10,95 \\
 & && k_v = 0,9803 \\
 & && \sigma_0 * k_v = 10,7 \\
 S_D &= (1/(N-1) * (\sum (D_i - D_{sr})^2))^{0,5} = 0,37
 \end{aligned}$$

Slika 4: grafički prikaz paralelnih mjerenja, uključujući valjanost područja kalibracije



3.2.1.7 Volumni protok otpadnih plinova – standardna referentna metoda

Automatski mjerni sustav (AMS): SICK FLOWSIC 100

Standardna referentna metoda (SRM): prema HRN EN ISO 16911-1:2013

Tablica 12: Rezultati paralelnog mjerenja sa automatskim mjernim sustavom (AMS) i standardnom referentnom metodom (SRM)

Volumni protok plinova																			Srednja vrijednost	Stand. Devijacija
Redni broj mjerenja	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
Datum mjerenja	10.7.2025.	10.7.2025.	10.7.2025.	10.7.2025.	10.7.2025.	10.7.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.		
Vrijeme	12:03	13:03	14:03	15:03	16:03	17:03	10:21	11:21	12:21	13:21	14:21	15:21	11:40	12:40	13:40	14:40	15:40	16:40		
	12:41	13:44	14:41	15:41	16:42	17:49	11:00	12:00	13:00	14:01	15:00	16:00	12:18	13:17	14:18	15:18	16:18	17:20		
AMS (m ³ /h)	360435	358304	357421	355148	362860	387956	371517	372918	371596	375074	370959	367729	424722	421460	422476	422016	423256	416845		
SRM (m ³ /h)	296255	288836	285094	288724	292970	284834	284031	287376	288775	284473	286947	287374	320437	321985	322560	320078	321905	320207		
Razlika (Di) - m ³ /h	-64180	-69468	-72327	-66424	-69890	-103122	-87486	-85542	-82821	-90601	-84012	-80355	-104285	-99475	-99916	-101938	-101351	-96638		
Z vrijednost (Zi)	1,56	1,18	0,98	1,40	1,15	1,22	0,10	0,04	0,23	0,32	0,15	0,41	1,30	0,96	0,99	1,13	1,09	0,75		
Z kritična vrijednost	2,65																			
Outlier	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok		

Kalibracijska funkcija	
b=	0,775
a=	-0,008

Koeficijent korelacije (R ²)	0,986
Valjanost područja kalibracije: Ys,max + 10% * Ys,max (m ³ /h)	206998

Tablica 13: Test varijabilnosti

Volumni protok plinova																			Suma	Srednja vrijednost
Redni broj mjerenja	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
Datum mjerenja	10.7.2025.	10.7.2025.	10.7.2025.	10.7.2025.	10.7.2025.	10.7.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.		
Vrijeme	12:03	13:03	14:03	15:03	16:03	17:03	10:21	11:21	12:21	13:21	14:21	15:21	11:40	12:40	13:40	14:40	15:40	16:40		
	12:41	13:44	14:41	15:41	16:42	17:49	11:00	12:00	13:00	14:01	15:00	16:00	12:18	13:17	14:18	15:18	16:18	17:20		
AMS (m _N ³ /h)	159952	158916	158221	156989	159772	170614	164194	165001	164496	165726	163926	162333	188180	186709	186900	186311	186129	182849		
SRM (m _N ³ /h)	168954	164736	162565	164451	166988	162117	161695	163307	164200	161844	163109	163345	182577	183445	183605	182004	182834	182117		
Razlika (Di) - m _N ³ /h	9002	5820	4344	7462	7216	-8497	-2499	-1693	-296	-3883	-818	1012	-5604	-3264	-3295	-4307	-3296	-732	-3327	-185
Di-Dsr	9187	6005	4528	7647	7401	-8312	-2314	-1509	-111	-3698	-633	1196	-5419	-3079	-3110	-4122	-3111	-547	0	
(Di-Dsr) ²	84401944	36054568	20506342	58474363	54771223	69087987	5354388	2275579	12261	13675065	400265	1431553	29365020	9480012	9673079	16994665	9676685	299275	421934274	

Granična vrijednost emisije (GVE): 1000000 m_N³/h

Propisana mjerna nesigurnost (p): 10 %

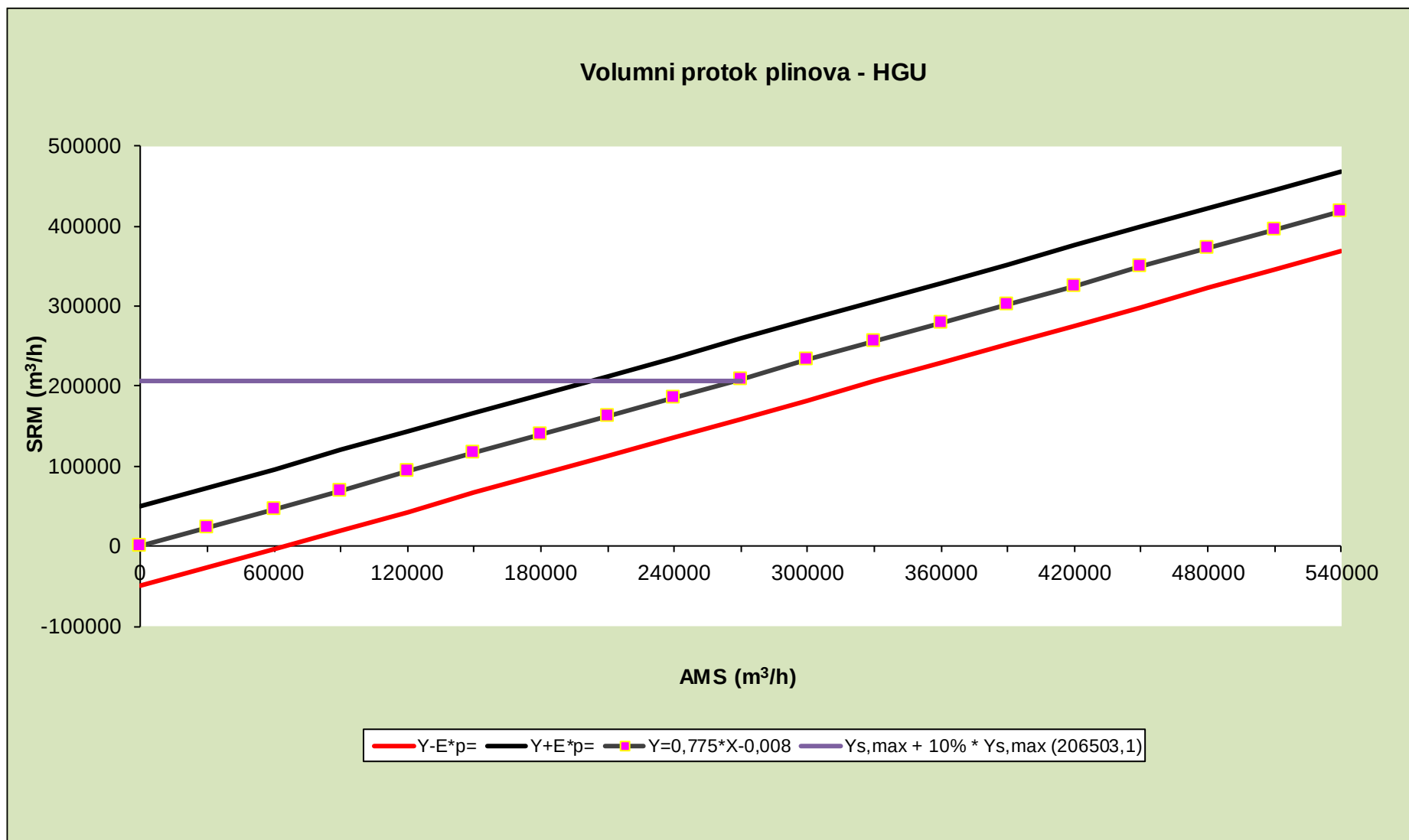
TEST VARIJABILNOSTI:

$$\begin{aligned}
 S_D &\leq \sigma_0 * k_v && \text{Zadovoljava} \\
 \sigma_0 &= p * GVE / 1,96 = && 51020,4 \\
 &&& k_v = 0,9803 \\
 &&& \sigma_0 * k_v = 50015,3 \\
 S_D &= (1/(N-1) * (\sum(D_i - D_{sr})^2))^{0,5} = && 4981,9
 \end{aligned}$$

Napomena:

Volumni protok je normiran na tlak, temperaturu i vlagu. Za potrebe izračuna normiranih vrijednosti AMS-a i provedbu testa varijabilnosti tlak s AMS-a je korigiran prema dobivenoj kalibracijskoj funkciji (b=0,995; vidi tablicu 15.). U EMIDATE sustavu u jednadžbu za izračun normiranih vrijednosti volumnog protoka potrebno je uvrstiti i korekcijski faktor za tlak.

Slika 5: grafički prikaz paralelnih mjerenja, uključujući valjanost područja kalibracije



3.2.1.8 Tlak – standardna referentna metoda

Automatski mjerni sustav (AMS): SITRANS P firma SIEMENS

Standardna referentna metoda (SRM): prema HRN EN ISO 16911-1:2013

Tablica 14: Rezultati paralelnog mjerenja sa automatskim mjernim sustavom (AMS) i standardnom referentnom metodom (SRM)

Tlak																			Srednja vrijednost	Stand. Devijacija
Redni broj mjerenja	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	-6	2
Datum mjerenja	10.7.2025.	10.7.2025.	10.7.2025.	10.7.2025.	10.7.2025.	10.7.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	11.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.	14.07.2025.		
Vrijeme	12:03	13:03	14:03	15:03	16:03	17:03	10:21	11:21	12:21	13:21	14:21	15:21	11:40	12:40	13:40	14:40	15:40	16:40		
	12:41	13:44	14:41	15:41	16:42	17:49	11:00	12:00	13:00	14:01	15:00	16:00	12:18	13:17	14:18	15:18	16:18	17:20		
AMS (hPa)	1025,4	1024,0	1022,3	1021,2	1018,0	1018,1	1022,5	1023,7	1023,9	1022,7	1021,7	1020,9	1024,9	1024,5	1023,4	1021,8	1018,3	1017,1		
SRM (hPa)	1017,1	1017,3	1017,2	1017,3	1016,7	1016,3	1016,2	1016,0	1016,0	1015,6	1015,1	1014,8	1017,6	1017,8	1017,6	1017,2	1017,0	1016,6		
Razlika (Di) - hPa	-8	-7	-5	-4	-1	-2	-6	-8	-8	-7	-7	-6	-7	-7	-6	-5	-1	0		
Z vrijednost (Zi)	1,22	0,48	0,19	0,73	1,89	1,67	0,33	0,95	1,02	0,69	0,47	0,21	0,77	0,51	0,12	0,43	1,87	2,26		
Z kritična vrijednost	2,65																			
Outlier	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok		

Kalibracijska funkcija	
b=	0,995
a=	0,100

Koeficijent korelacije (R^2)	1,000
Valjanost područja kalibracije:	
$Y_{s,max} + 10\% * Y_{s,max}$ (hPa)	1119,6

Napomena:

Tlak je pomoćni parametar za izračun normiranih vrijednosti. Kalibracijsku funkciju je potrebno primijeniti u jednadžbi prilikom normiranja vrijednosti u EMIDATE sustavu

3.3 SAŽETAK MJERENJA

Tablica 15: sažeti rezultati kalibracije automatskih mjernih sustava (AMS) na dimnjaku PROCESNE PEĆI H-001 (HGU 380)

DIMNJAK PROCESNE PEĆI H-001 (HGU 380)	Jed.	Granična vrijednost emisije (GVE) ili mjerno područje	Zahtijevana mjerna nesigurnost	Kalibracijska funkcija ($Y' = a + b \cdot X$)		Područje valjanosti kalibracijske funkcije	Test varijabilnosti		Ocjena
			p (%)	a	b		S _D	$\sigma_0 \cdot k_V$	
Parametar									
Dušikovi oksidi (NO _x)	mg/m _N ³	200	10	-0,010	0,961	101,2	5,81	10,00	Zadovoljava
Ugljikov monoksid (CO)	mg/m _N ³	175	10	-	-	-	-	-	Zadovoljava
Sumpor (IV) oksid	mg/m _N ³	35	30	-	-	-	-	-	Zadovoljava
Kisik (O ₂)	% vol.	21	10	-0,010	1,001	9,48	0,23	1,05	Zadovoljava
Krute čestice	mg/m _N ³	5	30	-0,005	0,476	3,21	0,14	0,8	Zadovoljava
Temperatura plinova	K	1073	2	0,010	1,003	487,2	0,37	10,7	Zadovoljava
Volumni protok plinova (Q _N)	m _N ³ /h	1000000	10	-0,008	0,775	207001	4982,0	50015,3	Zadovoljava
Tlak	hPa	1030	-	0,100	0,995	-	-	-	-

Crveno su označena mjerna područja s obzirom da za navedene parametre nema GVE

4. ZAKLJUČAK

U okviru kalibracije sustava za kontinuirano mjerenje emisije onečišćujućih tvari u zrak iz nepokretnog izvora DIMNJAK PROCESNE PEĆI H-001 (HGU 380) u INA d.d., Rafinerija nafte Rijeka, kalibrirane su funkcije automatskih mjernih sustava za kontinuirano praćenje emisije onečišćujućih tvari u zrak.

Umjeravanje podrazumijeva utvrđivanje kalibracijske funkcije, područje valjanost područja kalibracijske funkcije i test varijabilnosti po postupku HRN EN 14181:2014.

Kalibracije 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.

Za **ugljikov monoksid (CO)** nismo bili u mogućnosti izraditi kalibracijsku krivulju zbog preniskih vrijednosti očitavanja koncentracije na AMS-u i SRM-u (ispod akreditiranog područja). Iz tog razloga preporučamo paralelno mjerenje u uvjetima kada koncentracije ugljikovog monoksida (CO) budu iznad granice kvantifikacije SRM ($\text{CO} > 10 \text{ mg/m}^3$). Na temelju mjerenja u novim uvjetima će se izraditi kalibracijska krivulja. Do tada preporučamo i dalje primjenu postojeće kalibracijske krivulje.

Za **Sumpor (IV) oksid (SO₂)** nismo bili u mogućnosti izraditi kalibracijsku krivulju zbog nedovoljnog broja pozitivnih vrijednosti izmjerenih koncentracija AMS-a i vrijednosti SRM-a malo iznad mjernog područja metode HRN EN 14791:2017 ($0,5 \text{ mg/m}^3$). Iz tog razloga preporučamo paralelno mjerenje u uvjetima kada koncentracije SO₂ budu veće i konstantne. Na temelju mjerenja u novim uvjetima će se izraditi kalibracijska krivulja. Do tada preporučamo i dalje primjenu postojeće kalibracijske krivulje.

Novi baždarni pravci se upisuju u obliku

$Y=b \cdot X+a$ gdje je:

b – nagib pravca

a – odsječak kalibracijske funkcije

X – mjerni signal AMS uređaja

Rezultati kalibracije navedeni su u tablici 15.

5. PRILOZI

5.1 PRILOG 1 – KOPIJE DOKUMENTACIJE ODRŽAVANJA AMS