

**PROVJERA ISPRAVNOSTI - KONTROLA SUSTAVA ZA  
KONTINUIRANO MJERENJE EMISIJE ONEČIŠĆUJUĆIH TVARI  
U ZRAK IZ ZAJEDNIČKOG DIMNJAKA  
PARNIH KOTLOVA 341-G-004 341-G-005  
NA POSTROJENJU ENERGANA,  
INA d.d. Rafinerija nafte Rijeka, Urinj bb, 51221 Kostrena**

***Nepokretni izvor emisija:***

***POGON ENERGANA***

**Izvor: Z3 i Z4 - zajednički dimnjak parnih kotlova  
341-G-004 i 341-G-005 na postrojenju Energana**

Zagreb, svibanj 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](mailto:metroalfa@metroalfa.hr)

Izveštaj broj: I-525-28-25-KM

Naručitelj: INA - INDUSTRIJA NAFTE d.d.  
Avenija Većeslava Holjevca 10  
10 000 Zagreb

Lokacija mjerenja: INA d.d. Rafinerija nafte Rijeka,  
Urinj bb,  
51 221 Kostrena

Vrsta mjerenja: Provjera ispravnosti (AST) - kontrola sustava za kontinuirano  
mjerenje emisija na nepokretnom izvoru emisija

Radni nalog: 525-2025

Narudžbenica broj: -

Datum mjerenja: 25.04.2025.

Datum izvještaja: 23.05.2025.

Ukupan broj stranica: 12

Svrha: Svrha kontrolnog mjerenje na nepokretnom izvoru 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: Petar Uremović, mag.ing.petrol.univ.spec.oecoing.  
Tehnički voditelj: Antun Smiljan, mag.ing.mech.  
Pomoćni ispitivač: Petar Maruna, mag.ing.geol.

Izveštaj izradio: Voditelj LME:  
Tehnički voditelj: M.P.  
Petar Uremović, mag.ing. petrol. univ.spec.oecoing.  Željko Keliš, dipl.ing.kem.ten.  
univ.spec.oecoing. 

**SADRŽAJ**

<b>1</b>	<b>DEFINIRANJE NALOGA</b> .....	<b>4</b>
1.1	NARUČITELJ .....	4
1.2	KORISNIK .....	4
1.3	NEPOKRETNI IZVOR NA KOJIMA SE OBAVLJA KALIBRACIJA .....	4
1.4	DATUM MJERENJA .....	4
1.4.1	<i>Datum prethodne kalibracije sustava za kontinuirano mjerenje</i> .....	4
1.5	PREDMET I OPSEG ISPITIVANJA .....	4
1.6	NOSITELJ NALOGA .....	5
<b>2</b>	<b>AUTOMATSKI MJERNI SUSTAVI (AMS)</b> .....	<b>6</b>
2.1	OSNOVNI PODACI O AUTOMATSKIM MJERNIM SUSTAVIMA (AMS) .....	6
2.2	INTERNA KONTROLA AUTOMATSKIH MJERNIH SUSTAVA .....	7
<b>3</b>	<b>REZULTATI MJERENJA</b> .....	<b>7</b>
3.1	RADNI UVJETI IZVORA EMISIJA ONEČIŠĆUJUĆIH TVARI U ZRAK .....	7
3.2	PRIKAZ REZULTATA MJERENJA .....	8
3.2.1	<i>Izvor: Z3 i Z4 - zajednički dimnjak parnih kotlova 341-G-004 341-G-005</i> .....	9
3.2.1.1	<i>Krute čestice - standardna referentna metoda</i> .....	9
3.3	SAŽETAK REZULTATA MJERENJA .....	10
<b>4.</b>	<b>ZAKLJUČAK</b> .....	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>PRILOZI</b> .....	<b>12</b>
5.1	PRILOG 1 – KOPIJE DOKUMENTACIJE ODRŽAVANJA AMS .....	12

# 1 DEFINIRANJE NALOGA

## 1.1 NARUČITELJ

INA - INDUSTRIJA NAFTE d.d., Avenija Većeslava Holjevca 10, 10 000 Zagreb

## 1.2 KORISNIK

INA d.d. Rafinerija nafte Rijeka, Urinj bb, 51 221 Kostrena

## 1.3 NEPOKRETNI IZVOR NA KOJIMA SE OBAVLJA KALIBRACIJA

Z3 i Z4 - zajednički dimnjak parnih kotlova 341-G-004 341-G-005 na postrojenju Energana

## 1.4 DATUM MJERENJA

Provjera sustava za kontinuirano mjerenje obavljena je 25.04.2025., u vremenu od 11:00 - 17:00 h.

### 1.4.1 Datum prethodne kalibracije sustava za kontinuirano mjerenje

04.06. - 06.06.2024. od tvrtke Metroalfa d.o.o., Izveštaj broj (I-718-28-24) - QAL2 test sustava za kontinuirano mjerenje emisija.

## 1.5 PREDMET I OPSEG ISPITIVANJA

Predmet naloga je kalibracija sustava za kontinuirano mjerenje emisije onečišćujućih tvari u zrak, na zajedničkom dimnjaku parnih kotlova 341-G-004 341-G-005 na postrojenju Energana. Sustav za kontinuirano mjerenje emisija mjeri sljedeće parametre, koji su bili predmet kalibracije:

**Nepokretni izvor - Z3 i Z4 - zajednički dimnjak parnih kotlova 341-G-004 341-G-005 na postrojenju Energana**

- emisijska koncentracija krutih čestica (u mg/m<sup>3</sup>),

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-417-28-25 RM.

## **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 koristi se SICK FLOWSIC 100 (Primopredajna jedinica FLSE100-H-AC 35SSTI). Senzor1-1323 8510, Senzor2-1323 8511.

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, SO<sub>2</sub> i O<sub>2</sub> koristi se uređaj ULTRAMAT 23, firma SIEMENS.

Metoda određivanja CO, NO i SO<sub>2</sub> je apsorpcija infracrvene svjetlosti, a za kisik elektrokemijski senzor.

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. Suhu 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 s 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 <sup>3</sup> )	0-450
NO	(mg/m <sup>3</sup> )	0-2000
SO <sub>2</sub>	(mg/m <sup>3</sup> )	0-13000
O <sub>2</sub>	% vol.	0-21
<b>Krute čestice</b>	<b>(mg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>0-486</b>
Volumni protok	(m <sup>3</sup> /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 vodi dnevnik. Tjedno se obavlja kontrola nule i spana na mjernom sustavu ULTRAMAT 23. 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.

Mjerenja za potrebe provjere AMS su obavljena dana 25.04.2025., u vremenu od 11:00 – 17:00 h.

Prilikom mjerenja proizvodnja se odvijala smanjenim kapacitetom od uobičajenog.

### UVJETI PROIZVODNJE TIJEKOM MJERENJA

Tablica 2. Potrošnja energenata i kapacitet za 25.04.2025

Prosječna potrošnja energenta za vrijeme trajanja mjerenja iznosila je:

Vrijeme	Kotao 341-G-004		Kotao 341-G-005	
	Loživo ulje (kg/h)	Loživi plin (m <sup>3</sup> /h)	Loživo ulje (kg/h)	Loživi plin (kg/h)
25.04.25. 11:00 - 17:00	0,0	0,0	1333,0	2183,6

Kotao 341-G-004 za vrijeme mjerenja nije radio.

Kotao 341-G-005 za vrijeme mjerenja radio „kombinirano“ tj. 2 plamenika radila su na loživi plin, a jedan plamenik na loživo ulje.

### 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

$D_i$  ..... razlika između izmjerene vrijednosti s SRM (Y) i izmjerene vrijednosti s AMS (Y')

$k_v$  ..... tabelarna vrijednost testa varijabilnosti

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

$t_{0,95}$  ..... tabelarna vrijednost testa ispravnosti kalibracijske funkcije

$Y_i$  ..... pojedina izmjerena vrijednost emisijskog parametra, izmjerena s SRM

$X_i$  ..... pojedina izmjerena vrijednost emisijskog parametra, izmjerena s AMS

$\sigma_0$  ..... propisana mjerna nesigurnost, izražena kao standardna devijacija

$S_D$  ..... standardna devijacija razlika parova (D) izmjerenih vrijednosti s SRM i AMS

### 3.2.1 Izvor: Z3 i Z4 - zajednički dimnjak parnih kotlova 341-G-004 341-G-005

#### 3.2.1.1 Krute čestice - standardna referentna metoda

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

<b>Automatski mjerni sustav (AMS):</b>	SICK DUSTHUNTER difuzija svjetlosti
<b>Standardna referentna metoda (SRM):</b>	HRN ISO 9096:2017

Broj uzorka	Datum mjerenja	Vrijeme mjerenja	AMS mg/m <sub>N</sub> <sup>3</sup>	SRM mg/m <sub>N</sub> <sup>3</sup>
1	25.04.2025	11:26-12:02	31,90	20,37
2	25.04.2025	12:26 -13:03	31,40	25,52
3	25.04.2025	13:26 -14:03	34,90	22,11
4	25.04.2025	14:26 -15:04	32,50	26,23
5	25.04.2025	15:26 -16:07	32,30	20,95
6	25.04.2025	16:26 -17:04	32,80	23,97
Prosjek			32,63	23,19
Minimum			31,40	20,37
Maksimum			34,90	26,23

Granična vrijednost emisije (GVE):	50	mg/m <sub>N</sub> <sup>3</sup>
Propisana mjerna nesigurnost (p):	30	%

#### TEST VARIJABILNOSTI:

$S_D \leq 1,5 * \sigma_0 * k_v$	<b>Zadovoljava</b>
$\sigma_0 = p * GVE / 1,96 =$	7,7
$k_v =$	0,9329
$1,5 * \sigma_0 * k_v =$	10,7
$S_D = (1/(N-1)*(sum(D_i-D_{sr})^2))^{0,5} =$	2,9

#### VALJANOST KALIBRACIJSKE FUNKCIJE:

$ABS ( D_{isr} ) \leq t_{0,95,(N-1)} * (S_D/(N)^{0,5}) + \sigma_0$	<b>Zadovoljava</b>
$t_{0,95,(N-1)} * (S_D/(N)^{0,5}) + \sigma_0 =$	10,0
$t_{0,95, (N-1)} =$	2,015
$ABS ( D_{isr} ) =$	9,4

**Komentar: Kalibracija AMS je prihvatljiva.**

### 3.3 SAŽETAK REZULTATA MJERENJA

Tablica 4: sažeti rezultati AST-testa na automatskom mjernom sustavu (AMS)

Parametar	Jed.	Granična vrijednost emisije	Zahtijevana mjerna nesigurnost	Kalibracijska funkcija (Y' = a + b*X)	Područje valjanosti kalibracijske funkcije	Test varijabilnosti	Valjanost kalibracijske funkcije	Ocjena
Z3 i Z4 - zajednički dimnjak parnih kotlova 341-G-004 341-G-005 na postrojenju Energana		GVE ili mjerno područje	p (%)	a                      b	$Y_{s,max} + 10\% * Y_{s,max}$	$S_D$ $1,5 * \sigma_0 * k_V$	ABS (Dist) $\sigma_0 + \left( \frac{(S_D / (N-1))^{0,95}}{N^{0,95}} \right)$	
Parametar								
Krute čestice	mg/mN <sup>3</sup>	50	30	-0,010                      1,006	49,9 mg/m <sup>3</sup>	2,9                      10,7	9,4                      10,0	Zadovoljava

Test varijabilnosti:

$$S_D \leq 1,5 * \sigma_0 * k_V$$

Valjanost kalibracijske funkcije:

$$ABS (D_{Ist}) \leq t_{0,95} * (N-1) * (S_D / (N-1)) + \sigma_0$$

## 4. ZAKLJUČAK

Obavljena je provjera sustava za kontinuirano mjerenje emisije onečišćujućih tvari u zrak iz nepokretnog izvora Z3 i Z4 - zajednički dimnjak parnih kotlova 341-G-004 341-G-005 na postrojenju Energana u INA d.d., Rafinerija nafte Rijeka, kalibrirane su funkcije automatskih mjernih sustava za kontinuirano praćenje emisije onečišćujućih tvari u zrak.

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

**Kontrola kalibracije automatskog mjernog sustava krutih čestica je prihvatljiva jer test varijabilnosti i valjanosti kalibracijske funkcije zadovoljava kriterije standarda HRN EN 14181:2014.**

## **5 PRILOZI**

### **5.1 PRILOG 1 – KOPIJE DOKUMENTACIJE ODRŽAVANJA AMS**