

## 1. UVOD

Na osnovu zahteva MP/BS od 08.06.2005. godine Industrije motora Rakovica za merenje emisije štetnih materija iz proizvodnih pogona Livnice, Rudarski institut – Zavod za termotehniku, ventilaciju i zaštitu sredine, izvršio je merenje na pet emitera. Merenja su vršena u skladu sa Pravilnikom o graničnim vrednostima emisije, načinu i rokovima merenja i evidentiranja podataka ( Sl. Gl. RS br. 30/97).

Merenja su obavljena u periodu od 24.06. do 05.07.2005. godine.

## 2. PROGRAM MERENJA

Program merenja obuhvata sledeća postrojenja livnice, odnosno zagađujuće materije:

### 1. Topionica:

- koncentracija i emisija praškastih materija
- koncentracija i emisija teških metala (As, Pb, Ni, Cd, Mn, Zn)
- koncentracija i emisija štetnih gasova (dimetilamin, formaldehid, fenol)

Emiter : Ventilacioni otvor na krovu hale.

### 2. Završna obrada:

- koncentracija i emisija praškastih materija
- koncentracija i emisija teških metala (As, Pb, Ni, Cd, Mn, Zn)

Emiteri: Dva vodena filtra – turbeks.

### 3. Jezgrarnica:

- koncentracija i emisija praškastih materija
- koncentracija i emisija teških metala (As, Pb, Ni, Cd, Mn, Zn)
- koncentracija i emisija štetnih gasova (fenol, formaldehid, dimetilamin)

Emiter: Vodeni filter – turbeks.

### 4. Livnica:

- koncentracija i emisija praškastih materija
- koncentracija i emisija teških metala (As, Pb, Ni, Cd, Mn, Zn)
- koncentracija i emisija štetnih gasova ( dimetilamin, formaldehid, fenol)

Emiter: Vodeni filter – turbeks.

### 3. METODOLOGIJA MERENJA

Merenje koncentracije praškastih materija iz otpadnog vazduha vršeno je gravimetrijskom metodom prema smernicama VDI - 2066, izokinetičkim uzorkovanjem na izlazu iz vlažnih filtera - turbeksa aparaturom firme Ströhlein, kapaciteta 4 m<sup>3</sup>/h. Na ovaj način je dobijen reprezentativni uzorak praškastih materija. Protok vazduha kroz turbekse, potreban za određivanje emisije meren je na ulaznim kanalima turbeksa (mrežno u 12 tačaka po preseku). Na svakom emiteru su izvršena po tri nezavisna merenja koncentracije praškastih materija. Pojedinačna analiza na teške metale je urađena na uzorcima kod pogona Topionica i Završna obrada (emiter Turbeks - veliki), a zbog male količine uzorka na emiterima Turbeks – 555705, Turbeks - 555787 i Turbeks - mali na zbirnim uzorcima tri probe.

Emisiju štetnih materija iz pogona Topionica, u zatečenom stanju, nije bilo moguće meriti: postojeći zidni ventilatori (2 komada), po kapacitetu nisu zadovoljavali potrebe evakuacije gasova iz indukcionih peći, tako da su gasovi sa vazduhom (možda i većim delom) odlazili u atmosferu difuzno, kroz veliki broj otvora na vrhu proizvodne hale. Da bi se omogućilo regularno merenje, preduzete su sledeće mere:

- Pomenuti otvori su za vreme merenja prekriveni plastičnom folijom i
- Jedan ventilator je isključen, dok su na potisu drugog ventilatora, koji se nalazi iznad indukcionih peći, vršena merenja.

Ova "izolacija" nije u potpunosti eliminisala difuznu emisiju: procenjujemo da je oko 30 % gasova odlazilo u okolinu nekontrolisano.

Drugi problem predstavljalo je merenje kapaciteta ventilatora koji je ostao u pogonu: kako je to zidni ventilator, ne postoji merna staza za ispravno merenje protoka. A ne postoji ni dokumentacija o ugradjenom ventilatoru. Zato je za potrebe izrade ovog Izveštaja postupljeno na sledeći način:

Na osnovu dimenzija ventilatora (D = 710 mm) i broja obrtaja pogonskog elektromotora (n = 960 o/min), iz prospekta o ventilatoru identičnih karakteristika (Piller, Nemačka, tip 43760 AMO 710-6), očitano je njegov kapacitet od oko 11.000 m<sup>3</sup>/h. S obzirom na starost ugradjenog ventilatora (lopatice su delimično oštećene erozijom) i vidljivih naslaga na lopaticama, ovaj ventilator sigurno ima umanjeno kapacitet u odnosu na očitano vrednost iz ventilatorske karakteristike (prospekt Piller).

Ventilatorska karakteristika je data za gustinu vazduha od  $1,2 \text{ kg/m}^3$ , dok je gustina vazduha sa gasovima iz indukcione peći (oko  $40 \text{ }^\circ\text{C}$  i  $1000 \text{ mbar}$ ),  $1,1 \text{ kg/m}^3$ . To znači da je kapacitet ventilatora iz projekta, sveden na normalne uslove ( $0 \text{ }^\circ\text{C}$  i  $1013 \text{ mbar}$ ),  $8500 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Dakle, kada kapacitet iz projekta, umanjen usled pohabanosti (recimo  $10 \%$ ), na radnim uslovima  $40 \text{ }^\circ\text{C}$  i  $1000 \text{ mbar}$  preračunat na uslove  $0 \text{ }^\circ\text{C}$  i  $1013 \text{ mbar}$  uvećamo za  $30 \%$  ("difuzna emisija"), dobijamo da je ukupna emisija vazduha iz pogona topionica  $10.000 \text{ m}^3/\text{h}$  ( $0 \text{ }^\circ\text{C}$  i  $1013 \text{ mbar}$ ). Verovatno je ova vrednost precenjena, može se osporavati, ali je neophodna za kvalitativna zaključivanja o vrednostima emisija iz pogona Topionica.

Ovom izolacijom je, međutim, značajno poremećen proces uklanjanja otpadnih gasova iz pogona, jer se količina štetnih gasova (i praškastih materija), koja se u normalnom pogonu sistema ventilacije (sa dva ventilatora) otkisava sa ukupno  $2 \times 10.000 \text{ m}^3$ , sada preusmerava na samo jedan. To znači da se njihova koncentracija u otpadnom vazduhu veštački (samo za potrebe ovih merenja) povećava - udvostručava.

Kako se u redovnom pogonu ipak radi o dva nezavisna ventilatora-emitera, koji se uz to nalaze na različitim stranama objekta Topionice, opravdano je da se dobijena koncentracija (dobijena iz emisije od  $10.000 \text{ m}^3$  vazduha), prilikom tumačenja rezultata, preračunavanjem na  $2 \times 10.000 \text{ m}^3$ , umanjiti za  $50\%$ .

Koncentracija i uzorak praškastih materija su određeni u potpunosti u skladu sa propisima.

Sadržaj štetnih gasova u otpadnom vazduhu (predviđenih Programom) određen je u Laboratoriji GZZZ na uzorcima uzetim na emiterima određenih pogona. Štetni gasovi su apsorbovani u odgovarajućim rastvorima, merena je količina (protok) vazduha pomoću gasnog sata, mereni su parametri stanja vazduha (temperatura, pritisak). Uzorci su nakon merenja (svakodnevno) dostavljani u laboratoriju GZZZ.

**4. MERNI MESTA, VELIČINE I INSTRUMENTI**

Red broj	Merna veličina	Instrument
1	Podpritisak gasa u kanalu (Pa)	U-cev punjena vodom. Opseg merenja 0-400 mm. Podela 1 mm.
2	Temperatura gasa u kanalu (°C)	Termoelement NiCr-Ni, očitavanje na digitalnom instrumentu DT-I. Opseg merenja -63 do 1150 °C.
3	Dinamički pritisak na priključcima Prandtlove cevi (Pa)	Mikromanometar sa kosom cevi promenljivog nagiba.
	Razlika pritisaka na priključcima prigušnice (Pa)	Dužina lenjira 200 mm. Punjenje sa tečnošću gustine 800 kg/m <sup>3</sup> .
4	Podpritisak gasa ispred prigušnice (Pa)	U-cev punjena živom. Opseg merenja 0-400 mm. Podela 1 mm.
5	Količina prašine izdvojena iz delimične struje gasa (g)	Za izdvajanje prašine iz delimične struje gasa koristi se aparatura firme Strohlein kapaciteta 4 m <sup>3</sup> /h, a za merenje težine analitička vaga "Mettler". Merenje filter-čaura pre i posle ispitivanja.
6	Protok vazduha (m <sup>3</sup> )	Gasni sat – mokri: - Alex&Wright Co      0,1 - 240 l/h  Gasni sat – mokri: - VEB Junkalor      5 - 750 l/h  Gasni sat – suvi: - Ströhlein      0,01 - 15 m <sup>3</sup> /h  Rotametar      0 - 1,5 l/min, 1,2 kg/m <sup>3</sup>
7	Barometarski pritisak (mbar)	Laboratorijski barometar- aneroid

**5. REZULTATI ISPITIVANJA**

Izmerene vrednosti, rezultati laboratorijskih analiza i rezultati neophodnih proračuna dati su tabelarno.

MERENJE EMISIJE ŠTETNIH MATERIJA  
INDUSTRIJA MOTORA RAKOVICA  
Sektor LIVNICA  
Pogon: Završna obrada

- PRAŠKASTE MATERIJE -

Filter: Turbeks-vodeni (veliki)

Rb	VELIČINA	Dim	1	2	3
1.	Datum			27.06.2005.	
2.	Vreme uzorkovanja		8.38-9.18	10.36-11.16	11.28-12.08
3.	Barometarski pritisak	mbar		1005	
4.	Merenje protoka vazduha				
	– Podpritisak u kanalu	Pa	660	650	650
	– Temperatura u kanalu	°C	23,8	28	28,8
	– Srednja brzina	m/s	10,6	10,6	10,8
	– Protok – mereno	m <sup>3</sup> /h	27.700	27.400	28.000
	– Protok – (0 °C, 1013 mbar)	m <sup>3</sup> /h	24800	24.500	24.900
5.	Količina uzorkovanog vazduha	m <sup>3</sup>	2,05	2,18	2,16
6.	Izdvojena količina praškastih materija	mg	1.018	581	387
7.	Koncentracija praškastih materija na izlazu iz otprašivača	mg/m <sup>3</sup>	497	267	180
8.	Emisija praškastih materija	kg/h	12,33	6,55	4,48

MERENJE EMISIJE ŠTETNIH MATERIJA  
INDUSTRIJA MOTORA RAKOVICA  
Sektor LIVNICA  
Pogon: Završna obrada

- PRAŠKASTE MATERIJE -

Filter: Turbeks-vodeni (mali)

Rb	VELIČINA	Dim	1	2	3
1.	Datum			24.06.2005.	
2.	Vreme uzorkovanja		8.45-9.15	10.45-11.15	11.30-12.20
3.	Barometarski pritisak	mbar		1008	
4.	Merenje protoka vazduha				
	– Podpritisak u kanalu	Pa	127	137	128
	– Temperatura u kanalu	°C	20,8	21,4	23,9
	– Srednja brzina	m/s	4,7	4,3	4,6
	– Protok – mereno	m <sup>3</sup> /h	13.000	12.000	12.800
	– Protok – (0 °C, 1013 mbar)	m <sup>3</sup> /h	12.000	11.000	11.700
5.	Količina uzorkovanog vazduha	m <sup>3</sup>	0,77	1,29	1,55
6.	Izdvojena količina praškastih materija	mg	15	27,8	37,1
7.	Koncentracija praškastih materija na izlazu iz otprašivača	mg/m <sup>3</sup>	20	22	24
8.	Emisija praškastih materija	kg/h	0,24	0,24	0,28

MERENJE EMISIJE ŠTETNIH MATERIJA  
INDUSTRIJA MOTORA RAKOVICA  
Sektor LIVNICA  
Pogon: Jezgrarnica

- PRAŠKASTE MATERIJE -

Filter: Turbeks-vodeni, 555705

Rb	VELIČINA	Dim	1	2	3
1.	Datum			28.06.2005.	
2.	Vreme uzorkovanja		9.18-9.58	10.45-11.25	11.37-12.25
3.	Barometarski pritisak	mbar		1004	
4.	Merenje protoka vazduha				
	– Podpritisak u kanalu	Pa	1080	1080	1070
	– Temperatura u kanalu	°C	26,5	26,2	27,6
	– Srednja brzina	m/s	18,1	17,9	17,4
	– Protok – mereno	m <sup>3</sup> /h	64.400	63.900	61.900
	– Protok – (0 °C, 1013 mbar)	m <sup>3</sup> /h	57.500	57.100	55.100
5.	Količina uzorkovanog vazduha	m <sup>3</sup>	2,30	2,30	2,76
6.	Izdvojena količina praškastih materija	mg	16	14	20
7.	Koncentracija praškastih materija na izlazu iz otprašivača	mg/m <sup>3</sup>	7	6	7
8.	Emisija praškastih materija	kg/h	0,40	0,35	0,40

MERENJE EMISIJE ŠTETNIH MATERIJA  
INDUSTRIJA MOTORA RAKOVICA  
Sektor LIVNICA  
Pogon: Livnica

- PRAŠKASTE MATERIJE -

Filter: Turbeks-vodeni 555787

Rb	VELIČINA	Dim	1	2	3
1.	Datum			29.06.2005.	
2.	Vreme uzorkovanja		8.53-9.33	10.55-11.35	11.18-13.08
3.	Barometarski pritisak	mbar		1000	
4.	Merenje protoka vazduha				
	– Podpritisak u kanalu	Pa	910	920	940
	– Temperatura u kanalu	°C	26,9	29,7	31,2
	– Srednja brzina	m/s	15,0	15,6	15,9
	– Protok – mereno	m <sup>3</sup> /h	53.600	55.500	56.600
	– Protok – (0 °C, 1013 mbar)	m <sup>3</sup> /h	47.700	49.000	49.700
5.	Količina uzorkovanog vazduha	m <sup>3</sup>	2,59	2,58	3,23
6.	Izdvojena količina praškastih materija	mg	21	26,1	15,7
7.	Koncentracija praškastih materija na izlazu iz otprašivača	mg/m <sup>3</sup>	8	10	5
8.	Emisija praškastih materija	kg/h	0,39	0,50	0,24

MERENJE EMISIJE ŠTETNIH MATERIJA  
INDUSTRIJA MOTORA RAKOVICA  
Sektor LIVNICA  
Pogon: Topionica

- PRAŠKASTE MATERIJE -

Filter: nema

Rb	VELIČINA	Dim	1	2	3
1.	Datum		04.07.2005.	05.07.2005.	05.07.2005.
2.	Vreme uzorkovanja		12.19-13.10	8.36-9.38	11.04-12.38
3.	Barometarski pritisak	mbar	1001	997	997
4.	Merenje količine uzorkovanog vazduha - suvi gasni sat				
	- Početno stanje	m <sup>3</sup>	515,518	520,676	525,300
	- Završno stanje	m <sup>3</sup>	520,616	525,286	535,730
	- Razlika – količina uzorka vazduha	m <sup>3</sup>	5,098	4,610	10,430
	- Srednja temperatura	°C	36,9	38,4	43,7
	- Količina uzorka (0 °C, 1013 mbar)	m <sup>3</sup>	4,49	4,04	8,99
5.	Izdvojena količina praškastih materija	mg	255	383	159
6.	Koncentracija praškastih materija u vazduhu (0 °C, 1013 mbar)	mg/m <sup>3</sup>	57	95	18
7.	Protok vazduha kroz ventilator *	m <sup>3</sup> /h	10.000	10.000	10.000
8.	Emisija praškastih materija	kg/h	0,57	0,95	0,18

\* Usvojena vrednost kapaciteta ventilatora. Obrazloženje u tekstu.

MERENJE EMISIJE ŠTETNIH MATERIJA  
INDUSTRIJA MOTORA RAKOVICA  
Sektor LIVNICA  
Pogon: Završna obrada

- TEŠKI METALI U PRAŠKASTIM MATERIJAMA -

Filter: Turbeks-vodeni (veliki)

Rb	VELIČINA	Dim	1	2	3
1.	Datum		27.06.2005.		
2.	Vreme uzorkovanja		8.38-9.18	10.36-11.16	11.28-12.08
3.	Protok vazduha	m <sup>3</sup> /h	24.800	24.500	24.900
4.	Koncentracija praškastih materija	mg/m <sup>3</sup>	497	267	180
5.	Emisija praškastih materija	kg/h	12,3	6,55	4,48
6.	Arsen	ng/mg	18	17,2	19
		µg/m <sup>3</sup>	8,9	4,6	3,4
		mg/h	220	110	85
7.	Olovo	µg/mg	0,04	0,07	< 0,02
		µg/m <sup>3</sup>	20	19	< 4
		mg/h	490	460	< 90
8.	Kadmijum	ng/mg	< 0,02	< 0,02	< 0,02
		µg/m <sup>3</sup>	< 0,01	< 0,005	< 0,004
		mg/h	< 0,25	< 0,13	< 0,09
9.	Nikl	ng/mg	150	189,6	153,8
		µg/m <sup>3</sup>	74,6	50,6	27,7
		g/h	1,85	1,24	0,69
10.	Hrom	ng/mg	260	293,1	256,4
		µg/m <sup>3</sup>	129	78	46
		g/h	3,2	1,9	1,2
11.	Živa	ng/mg	7,0	12,1	9,2
		µg/m <sup>3</sup>	3,5	3,2	1,7
		mg/h	86	79	41
12.	Cink	µg/mg	0,1	0,2	0,3
		µg/m <sup>3</sup>	50	53	54
		g/h	1,2	1,3	1,3
13.	Mangan	µg/mg	2,7	3,0	2,9
		mg/m <sup>3</sup>	1,3	0,8	0,5
		g/h	33	20	13

MERENJE EMISIJE ŠTETNIH MATERIJA  
INDUSTRIJA MOTORA RAKOVICA  
Sektor LIVNICA  
Pogon: Završna obrada

- TEŠKI METALI U PRAŠKASTIM MATERIJAMA -

Filter: Turbeks-vodeni (mali)

Rb	VELIČINA	Dim	Prosek 1, 2, 3
1.	Datum		24.06.2005.
2.	Vreme uzorkovanja		8.45-12.00
3.	Protok vazduha	m <sup>3</sup> /h	11.500
4.	Koncentracija praškastih materija	mg/m <sup>3</sup>	22
5.	Emisija praškastih materija	kg/h	0,25
6.	Arsen	ng/mg	50
		µg/m <sup>3</sup>	1,1
		mg/h	12,6
7.	Olovo	µg/mg	0,13
		µg/m <sup>3</sup>	2,9
		mg/h	33
8.	Kadmijum	ng/mg	< 25
		µg/m <sup>3</sup>	< 0,5
		mg/h	< 6
9.	Nikl	ng/mg	250
		µg/m <sup>3</sup>	5,5
		mg/h	63
10.	Hrom	ng/mg	250
		µg/m <sup>3</sup>	5,5
		mg/h	63
11.	Živa	ng/mg	15
		µg/m <sup>3</sup>	0,33
		mg/h	3,8
12.	Cink	µg/mg	1,79
		µg/m <sup>3</sup>	39,4
		mg/h	450
13.	Mangan	µg/mg	2,5
		µg/m <sup>3</sup>	55
		mg/h	630

MERENJE EMISIJE ŠTETNIH MATERIJA  
INDUSTRIJA MOTORA RAKOVICA  
Sektor LIVNICA  
Pogon: Jezgrarnica

- TEŠKI METALI U PRAŠKASTIM MATERIJAMA -

Filter: Turbeks-vodeni 555705

Rb	VELIČINA	Dim	Prosek 1, 2, 3
1.	Datum		28.06.2005.
2.	Vreme uzorkovanja		9.18-12.25
3.	Protok vazduha	m <sup>3</sup> /h	55.600
4.	Koncentracija praškastih materija	mg/m <sup>3</sup>	7
5.	Emisija praškastih materija	kg/h	0,38
6.	Arsen	ng/mg	5
		µg/m <sup>3</sup>	0,035
		mg/h	1,95
7.	Olovo	µg/mg	0,17
		µg/m <sup>3</sup>	1,2
		mg/h	66
8.	Kadmijum	ng/mg	< 30
		µg/m <sup>3</sup>	< 0,2
		mg/h	< 12
9.	Nikl	ng/mg	< 165
		µg/m <sup>3</sup>	< 1,2
		mg/h	< 60
10.	Hrom	ng/mg	< 165
		µg/m <sup>3</sup>	< 1,2
		mg/h	< 60
11.	Živa	ng/mg	< 8
		µg/m <sup>3</sup>	< 0,06
		mg/h	< 3
12.	Cink	µg/mg	1,4
		µg/m <sup>3</sup>	9,8
		mg/h	540
13.	Mangan	µg/mg	0,25
		µg/m <sup>3</sup>	1,8
		mg/h	97

MERENJE EMISIJE ŠTETNIH MATERIJA  
INDUSTRIJA MOTORA RAKOVICA  
Sektor LIVNICA  
Pogon: Livnica

- TEŠKI METALI U PRAŠKASTIM MATERIJAMA -

Filter: Turbeks-vodeni 555787

Rb	VELIČINA	Dim	Prosek 1, 2, 3
1.	Datum		29.06.2005.
2.	Vreme uzorkovanja		8.53-13.08
3.	Protok vazduha	m <sup>3</sup> /h	48.900
4.	Koncentracija praškastih materija	mg/m <sup>3</sup>	8
5.	Emisija praškastih materija	kg/h	0,375
6.	Arsen	ng/mg	11,2
		µg/m <sup>3</sup>	0,09
		mg/h	4,5
7.	Olovo	µg/mg	1,1
		µg/m <sup>3</sup>	9
		mg/h	440
8.	Kadmijum	ng/mg	< 30
		µg/m <sup>3</sup>	< 0,24
		mg/h	< 12
9.	Nikl	ng/mg	< 160
		µg/m <sup>3</sup>	< 1,3
		mg/h	< 60
10.	Hrom	ng/mg	160
		µg/m <sup>3</sup>	1,3
		mg/h	60
11.	Živa	ng/mg	11,2
		µg/m <sup>3</sup>	0,09
		mg/h	4,5
12.	Cink	µg/mg	4,5
		µg/m <sup>3</sup>	36
		g/h	1,8
13.	Mangan	µg/mg	1,34
		µg/m <sup>3</sup>	10,7
		mg/h	530

MERENJE EMISIJE ŠTETNIH MATERIJA  
INDUSTRIJA MOTORA RAKOVICA  
Sektor LIVNICA  
Pogon: Topionica

- TEŠKI METALI U PRAŠKASTIM MATERIJAMA -

Filter: nema

Rb	VELIČINA	Dim	1	2	3
1.	Datum		04.07.2005.	05.07.2005.	05.07.2005.
2.	Vreme uzorkovanja		12.19-13.10	8.36-9.38	11.04-12.38
3.	Protok vazduha	m <sup>3</sup> /h	10.000	10.000	10.000
4.	Koncentracija praškastih materija	mg/m <sup>3</sup>	57	95	18
5.	Emisija praškastih materija	kg/h	0,57	0,95	0,18
6.	Arsen	ng/mg	41,8	45,8	53,1
		µg/m <sup>3</sup>	2,4	4,4	0,96
		mg/h	24	44	9,6
7.	Olovo	µg/mg	18,4	51,2	67,5
		mg/m <sup>3</sup>	1,0	4,9	1,2
		g/h	10	49	12
8.	Kadmijum	ng/mg	32,3	68,3	443,7
		µg/m <sup>3</sup>	1,8	6,5	8,0
		mg/h	18	65	80
9.	Nikl	ng/mg	509,8	342,1	218,7
		µg/m <sup>3</sup>	29	32	3,9
		mg/h	290	320	39
10.	Hrom	ng/mg	284,3	159,2	131,2
		µg/m <sup>3</sup>	16	15	2,4
		mg/h	160	150	24
11.	Živa	ng/mg	5,9	1,6	6,2
		µg/m <sup>3</sup>	0,34	0,15	0,10
		mg/h	3,4	1,5	1,1
12.	Cink	µg/mg	130,8	248,7	195,0
		mg/m <sup>3</sup>	7,5	24	3,5
		g/h	75	240	35
13.	Mangan	µg/mg	11,4	4,0	9,2
		mg/m <sup>3</sup>	0,65	0,38	0,17
		g/h	6,5	3,8	1,7

MERENJE EMISIJE ŠTETNIH MATERIJA  
INDUSTRIJA MOTORA RAKOVICA  
Sektor LIVNICA  
Pogon: Jezgrarnica

- SPECIFIČNE ZAGAĐUJUĆE MATERIJE - FENOLI -

Filter: Turbeks-vodeni, 555705

Rb	VELIČINA	Dim	1	2	3
1.	Datum			28.06.2005.	
2.	Vreme uzorkovanja		9-10-9.53	10.41-11.33	11.45-12.25
3.	Barometarski pritisak	mbar		1004	
4.	Protok vazduha	m <sup>3</sup> /h	57500	57.100	55.100
5.	Merenje količine uzorkovanog vazduha - mokri gasni sat				
	- Početno stanje	l	81,54	150,80	190,44
	- Završno stanje	l	150,79	190,43	232,20
	- Razlika – količina uzorka vazduha	l	69,25	39,63	41,76
	- Srednja temperatura	°C	28,5	32	32
	- Količina uzorka (0 °C, 1013 mbar)	l	59,7	33,5	35,3
6.	Izdvojena količina fenola u apsorpcionom rastvoru	µg	2,642	1,165	1,010
7.	Koncentracija fenola u vazduhu (0 °C, 1013 mbar)	µg/m <sup>3</sup>	44,3	34,8	28,6
8.	Emisija fenola u atmosferu	g/h	2,5	2,0	1,6

MERENJE EMISIJE ŠTETNIH MATERIJA  
INDUSTRIJA MOTORA RAKOVICA  
Sektor LIVNICA  
Pogon: Livnica

- SPECIFIČNE ZAGAĐUJUĆE MATERIJE - FENOLI -

Filter: Turbeks-vodeni, 555787

Rb	VELIČINA	Dim	1	2	3
1.	Datum			29.06.2005.	
2.	Vreme uzorkovanja		9.05-9.40	10.50-11.30	12.17-13.05
3.	Barometarski pritisak	mbar		1000	
4.	Protok vazduha	m <sup>3</sup> /h	47.700	49.000	49.700
5.	Merenje količine uzokovanog vazduha - mokri gasni sat				
	- Početno stanje	l	36,68	108,13	160,49
	- Završno stanje	l	108,13	160,49	230,05
	- Razlika – količina uzorka vazduha	l	71,45	52,36	69,56
	- Srednja temperatura	°C	24,5	26,5	28,3
	- Količina uzorka (0 °C, 1013 mbar)	l	62,7	45,5	59,8
6.	Izdvojena količina fenola u apsorpcionom rastvoru	µg	3,626	2,227	6,009
7.	Koncentracija fenola u vazduhu (0 °C, 1013 mbar)	µg/m <sup>3</sup>	57,8	49,0	100
8.	Emisija fenola u atmosferu	g/h	2,8	2,4	5,0

MERENJE EMISIJE ŠTETNIH MATERIJA  
INDUSTRIJA MOTORA RAKOVICA  
Sektor LIVNICA  
Pogon: Topionica

- SPECIFIČNE ZAGAĐUJUĆE MATERIJE - FENOLI -

Filter: nema

Rb	VELIČINA	Dim	1	2	3
1.	Datum		04.07.2005.	05.07.2005.	05.07.2005.
2.	Vreme uzorkovanja		12.19-13.10	8.36-9.38	11.04-12.38
3.	Barometarski pritisak	mbar	1001	997	997
4.	Protok vazduha	m <sup>3</sup> /h	10.000	10.000	10.000
5.	Merenje količine uzorkovanog vazduha - mokri gasni sat				
	- Početno stanje	l	566,14	628,00	847,74
	- Završno stanje	l	628,00	847,68	956,35
	- Razlika – količina uzorka vazduha	l	61,86	219,68	108,61
	- Srednja temperatura	°C	35,2	28,5	35
	- Količina uzorka (0 °C, 1013 mbar)	l	51,6	188,1	89,4
6.	Izdvojena količina fenola u apsorpcionom rastvoru	µg	6,397	9,583	16,139
7.	Koncentracija fenola u vazduhu (0 °C, 1013 mbar)	µg/m <sup>3</sup>	125	50,9	180
8.	Emisija fenola u atmosferu	g/h	1,3	0,51	1,8

MERENJE EMISIJE ŠTETNIH MATERIJA  
INDUSTRIJA MOTORA RAKOVICA  
Sektor LIVNICA  
Pogon: Jezgrarnica

- SPECIFIČNE ZAGAĐUJUĆE MATERIJE - FORMALDEHID -

Filter: Turbeks-vodeni, 555705

Rb	VELIČINA	Dim	1	2	3
1.	Datum			01.07.2005.	
2.	Vreme uzorkovanja		8.32-9.32	10.45-11.45	12.10-12.45
3.	Barometarski pritisak	mbar		997	
4.	Protok vazduha	m <sup>3</sup> /h	56.900	57.700	55.900
5.	Merenje količine uzokovanog vazduha - mokri gasni sat				
	- Početno stanje	l	381,42	426,13	479,50
	- Završno stanje	l	425,54	478,50	519,42
	- Razlika – količina uzorka vazduha	l	44,12	52,37	39,92
	- Srednja temperatura	°C	24,8	27	27,8
	- Količina uzorka (0 °C, 1013 mbar)	l	38,7	45,4	34,4
6.	Izdvojena količina formaldehida u apsorpcionom rastvoru	µg	2,044	3,17	1,589
7.	Koncentracija formaldehida u vazduhu (0 °C, 1013 mbar)	µg/m <sup>3</sup>	52,8	69,8	46,2
8.	Emisija formaldehida u atmosferu	g/h	3,0	4,0	2,6

MERENJE EMISIJE ŠTETNIH MATERIJA  
INDUSTRIJA MOTORA RAKOVICA  
Sektor LIVNICA  
Pogon: Livnica

- SPECIFIČNE ZAGAĐUJUĆE MATERIJE - FORMALDEHID -

Filter: Turbeks-vodeni, 555787

Rb	VELIČINA	Dim	1	2	3
1.	Datum			30.06.2005.	
2.	Vreme uzorkovanja		9.23-9.58	10.42-11.37	12.06-13.06
3.	Barometarski pritisak	mbar		996	
4.	Protok vazduha	m <sup>3</sup> /h	48.400	50.900	49.600
5.	Merenje količine uzokovanog vazduha - mokri gasni sat				
	- Početno stanje	l	282,65	298,00	341,56
	- Završno stanje	l	297,30	340,22	381,46
	- Razlika – količina uzorka vazduha	l	14,65	42,22	39,90
	- Srednja temperatura	°C	23,8	25,3	27,3
	- Količina uzorka (0 °C, 1013 mbar)	l	12,9	36,9	34,5
6.	Izdvojena količina formaldehida u apsorpcionom rastvoru	µg	1,838	3,136	2,202
7.	Koncentracija formaldehida u vazduhu (0 °C, 1013 mbar)	µg/m <sup>3</sup>	142	58	63,8
8.	Emisija formaldehida u atmosferu	g/h	6,9	4,3	3,2

MERENJE EMISIJE ŠTETNIH MATERIJA  
INDUSTRIJA MOTORA RAKOVICA  
Sektor LIVNICA  
Pogon: Topionica

- SPECIFIČNE ZAGAĐUJUĆE MATERIJE - FORMALDEHID -

Filter: nema

Rb	VELIČINA	Dim	1	2	3
1.	Datum		04.07.2005.	05.07.2005.	05.07.2005.
2.	Vreme uzorkovanja		12.19-13.10	8.40-9.40	11.07-12.34
3.	Barometarski pritisak	mbar	1001	997	997
4.	Protok vazduha	m <sup>3</sup> /h	10.000	10.000	10.000
5.	Merenje količine uzorkovanog vazduha - mokri gasni sat				
	- Početno stanje	l	41,01	82,66	129,62
	- Završno stanje	l	82,56	129,57	223,97
	- Razlika – količina uzorka vazduha	l	41,55	46,91	94,35
	- Srednja temperatura	°C	34,5	28,3	34
	- Količina uzorka (0 °C, 1013 mbar)	l	34,4	40,5	78,4
6.	Izdvojena količina formaldehida u apsorpcionom rastvoru	µg	9,285	9,942	20,096
7.	Koncentracija formaldehida u vazduhu (0 °C, 1013 mbar)	µg/m <sup>3</sup>	270	245	256
8.	Emisija formaldehida u atmosferu	g/h	2,7	2,5	2,6

MERENJE EMISIJE ŠTETNIH MATERIJA  
INDUSTRIJA MOTORA RAKOVICA  
Sektor LIVNICA  
Pogon: Jezgrarnica

- SPECIFIČNE ZAGAĐUJUĆE MATERIJE - DIMETILAMIN -

Filter: Turbeks-vodeni, 555705

Rb	VELIČINA	Dim	1	2	3
1.	Datum			01.07.2005.	
2.	Vreme uzorkovanja		8.32-9.32	10.45-11.45	12.10-12.45
3.	Barometarski pritisak	mbar		997	
4.	Protok vazduha	m <sup>3</sup> /h	56.900	57.700	55.900
5.	Merenje količine uzorkovanog vazduha - mokri gasni sat				
	- Početno stanje	l	38,34	122,46	178,98
	- Završno stanje	l	122,14	188,88	223,65
	- Razlika – količina uzorka vazduha	l	83,80	66,42	34,65
	- Srednja temperatura	°C	25	27,8	28,8
	- Količina uzorka (0 °C, 1013 mbar)	l	73,4	57,3	29,7
6.	Izdvojena količina dimetilamina u apsorpcionom rastvoru	µg	nije detektovano		
7.	Koncentracija dimetilamina u vazduhu (0 °C, 1013 mbar)	µg/m <sup>3</sup>	-	-	-
8.	Emisija dimetilamina u atmosferu	g/h	-	-	-

MERENJE EMISIJE ŠTETNIH MATERIJA  
INDUSTRIJA MOTORA RAKOVICA  
Sektor LIVNICA  
Pogon: Livnica

- SPECIFIČNE ZAGAĐUJUĆE MATERIJE - DIMETILAMIN -

Filter: Turbeks-vodeni, 555787

Rb	VELIČINA	Dim	1	2	3
1.	Datum			30.06.2005.	
2.	Vreme uzorkovanja		9.23-9.58	10.42-11.37	12.06-13.06
3.	Barometarski pritisak	mbar		996	
4.	Protok vazduha	m <sup>3</sup> /h	48.400	50.900	49.600
5.	Merenje količine uzorkovanog vazduha - mokri gasni sat				
	- Početno stanje	l	34,15	55,25	106,55
	- Završno stanje	l	55,03	106,39	138,35
	- Razlika – količina uzorka vazduha	l	20,88	51,14	31,80
	- Srednja temperatura	°C	24,3	25,5	27,5
	- Količina uzorka (0 °C, 1013 mbar)	l	18,3	44,7	27,5
6.	Izdvojena količina dimetilamina u apsorpcionom rastvoru	µg	2,4	nije detektovano	
7.	Koncentracija dimetilamina u vazduhu (0 °C, 1013 mbar)	µg/m <sup>3</sup>	130	-	-
8.	Emisija dimetilamina u atmosferu	g/h	6,4	-	-

MERENJE EMISIJE ŠTETNIH MATERIJA  
INDUSTRIJA MOTORA RAKOVICA  
Sektor LIVNICA  
Pogon: Topionica

- SPECIFIČNE ZAGAĐUJUĆE MATERIJE - DIMETILAMIN -

Filter: nema

Rb	VELIČINA	Dim	1	2	3
1.	Datum		04.07.2005.	05.07.2005.	05.07.2005.
2.	Vreme uzorkovanja		12.19-13.10	8.40-9.40	11.07-12.34
3.	Barometarski pritisak	mbar	1001	997	997
4.	Protok vazduha	m <sup>3</sup> /h	10.000	10.000	10.000
5.	Merenje količine uzokovanog vazduha - rotametar				
	- Protok na rotametu 1,2 kg/m <sup>3</sup>	l/min	1	1	1
	- Vreme uzorkovanja	min	51	60	87
	- Količina uzorka vazduha	l	51	60	87
	- Srednja temperatura	°C	35	28	35
	- Količina uzorka (0 °C, 1013 mbar)	l	44	53	75
6.	Izdvojena količina dimetilamina u apsorpcionom rastvoru	µg	nije detektovano		
7.	Koncentracija dimetilamina u vazduhu (0 °C, 1013 mbar)	µg/m <sup>3</sup>	-	-	-
8.	Emisija dimetilamina u atmosferu	g/h	-	-	-

## 6. KOMENTAR REZULTATA

Ispitivanja emisije štetnih materija iz Industrije motora Rakovica u Rakovici, sektori Livnica, izvršena su po nalogu Ministarstva za nauku i zaštitu životne sredine, a na zahtev IMR Rakovica. Merenja su obavljena u periodu od 24.06.2005. do 05.07.2005. godine, u smeni 7-14 časova, kada su pogoni u Livnici u radu. Celokupna proizvodnja Livnice je bila bazirana na radu jedne indukcione peći u Topionici, koja je radila sa kapacitetom 7-9 t/dan. Pri tome, šaržiranje peći odvijalo se u četiri turnusa, jedan u noćnoj smeni (kada merenja emisije nisu vršena) i tri u periodu kada su vršena merenja (7-14 h).

Rezultati merenja, laboratorijskih analiza i potrebnih proračuna dati su tabelarno, u tački 5. ovog Izveštaja. Ovde se navode ocene zadovoljenja/prekoračenja graničnih vrednosti emisije (GVE), saglasno Pravilniku o graničnim vrednostima emisije, načinu i rokovima merenja i evidentiranja podataka ( Sl. Gl. RS br. 30/97).

### 6.1. Praškaste materije

Koncentracija u emisiji i ukupna emisija praškastih materija data je u sledećoj tabeli:

Rb	Pogon	Dim	1	2	3
1.	Završna obrada - turbeks - mali	mg/m <sup>3</sup>	20	22	24
		kg/h	0,24	0,24	0,28
2.	Završna obrada - turbeks - veliki	mg/m <sup>3</sup>	<b>497</b>	<b>267</b>	<b>180</b>
		kg/h	12,33	6,55	4,48
3.	Jezgrarnice - turbeks 555705	mg/m <sup>3</sup>	7	6	7
		kg/h	0,40	0,35	0,40
4.	Livnica - turbeks 555787	mg/m <sup>3</sup>	8	10	5
		kg/h	0,39	0,50	0,24
5.	Topionica (po emiteru)	mg/m <sup>3</sup>	28	48	9
		kg/h	0,28	0,48	0,09
Granična vrednost koncentracije praškastih materija		mg/m <sup>3</sup>	20		
Granična vrednost emisije praškastih materija		kg/h	0,5		

Prekoračenje granične vrednosti emisije (GVE) izmereno je kod sva tri ispitivanja u pogonu završne obrade, turbeks - veliki.

Sadržaj teških metala u praškastim materijama ukazuje na propuste ulazne kontrole u periodu kada su vršena ispitivanja u Topionici.

Naime, prema tehnološkim zahtevima, kao ulazna sirovina mora se koristiti isključivo ugljenični čelik, a ispitivanjima je utvrđeno da se u sastavu šarže nalazio i olovo-cinkani otpad, što se vidi iz sastava praškastih materija (strana 14 ovog Izveštaja).

Iz ovog razmatranja se može zaključiti da bi se pojačanom kontrolom ulazne sirovine (između ostalog posebno olovo-cinkanog materijala) mogla smanjiti kako emisija praškastih materija, tako i sadržaj olova i cinka u njima.

## 6.2. Teški metali u praškastim materijama

Sadržaj svih teških metala u praškastim materijama koje se emituju u atmosferu, kod svih ispitivanih emitera, u svim ispitivanjima, značajno je niži od odgovarajućih vrednosti GVE. Izuzetak je sadržaj olova u emisiji iz pogona Topionice:

Pogon Topionica (po emiteru)	Dim.	1	2	3
Olovo	mg/m <sup>3</sup>	0,5	2,5	0,6
	g/h	5	25	6
Granična vrednost emisije	mg/m <sup>3</sup>		1	
	g/h		5	

Prilikom ispitivanja 2 registrovano je prekoračenje GVE (sadržaj olova u emisiji, u mg/m<sup>3</sup>), kao i ukupna emisija (g/h), dok je u probama 1 i 3 zahtev iz pravilnika Zadovoljen.

S obzirom na razmatranja uiz tačke 6.2. (ulazna kontrola), moglo bi se očekivati da bi ta mera dala pozitivne rezultate.

## 6.3. Specifične zagadjujuće materije

Merenjem sadržaja specifičnih zagadjujućih materija - fenola, formaldehida i dimetilamina - u emisiji iz svih ispitivanih emitera dobijene su vrednosti koje su značajno ispod GVE. Sve izmerene vrednosti ovih polutanata su na nivou µg/m<sup>3</sup>, dok su vrednosti GVE za njih 20 mg/m<sup>3</sup> - razlike su na nivou 2-3 reda veličina.

**Napomena:**

Ispitivanja koja su predmet ovog Izveštaja nisu mogla da obuhvate "difuznu emisiju" polutanata u gasnom stanju (fenol, formaldehid, dimetilamin) - ne može se isključiti i da jedan deo navedenih gasova odlazi u atmosferu sa vazduhom kroz mnogobrojne otvore na proizvodnim halama (ulazi, prolazi, prozori, lokalni mali ventilatori, krovni otvori za prirodnu ventilaciju...).

Ali s obzirom na nivoe izmerenih emisija (protok kroz turbekse 555705 i 555787, zbirno - proizvodne hale Jezgrarnice i Livnice su praktično jedinstven prostor - od oko 120.000 m<sup>3</sup>/h), mogući uticaj "difuzne emisije" na prednje zaključke može se zanemariti.

