

**INSTITUT ZA MEDICINSKA ISTRAŽIVANJA I MEDICINU RADA  
ZAGREB**

**IZVJEŠTAJ**

**O MJERENJU KVALITETE ZRAKA NA IMISIJSKOJ MJERNOJ  
POSTAJI ZA PRAĆENJE KVALITETE ZRAKA JAKUŠEVEC  
(rujan - prosinac 2014. godine)**

**Zagreb, siječanj 2015.**

## **Jedinica za higijenu okoline**

**Predstojnica jedinice:** dr.sc. Gordana Pehnac dipl.ing.kem.

**Izveštaj izradila:** dr. sc. Gordana Pehnac, dipl.ing.kem.

**Suradnici:** dr. sc. Krešimir Šega, dipl.ing.fiz.  
Dr.sc. Ivan Bešlić, dipl.ing.fiz.  
Dr.sc. Silva Žužul, dipl.ing.kem.  
Silvije Davila prof. inform. i fiz.  
Ivana Jakovljević, dipl.ing.kem.teh.  
Jasmina Rinkovec, dipl.ing.kem.

**Tehnički suradnici:** Marija Antolak, Martina Šilović Hujic, Vjeran Dasović,  
Karmenka Leš Gruborović

**Statistička obrada i tehnička oprema:** Ana Filipec

**Naziv i adresa Naručitelja:** **EKONERG**  
**Institut za energetiku i zaštitu okoliša d.o.o.**  
**Koranska 5**  
**Zagreb**

**Broj narudžbrnice:** N5/I-02-0658/14 (veza: Okvirni sporazum br. 288/2014)

Broj izvještaja: IMI-P-343/2015

Izveštaj se sastoji od ukupno 19 stranica.

Predstojnica Jedinice za higijenu okoline:

Dr. sc. Gordana Pehnac, dipl. ing. kem..

Ravnateljica:

Dr. sc. Ana Lucić Vrdoljak, dipl. ing. med. biokem.

## UVOD

Na osnovi Narudžbenice tvrtke „EKONERG“, d.o.o. iz Zagreba provedena su mjerenja praćenja kvalitete zraka na odlagalištu otpada Jakuševac.

Mjerenja su provedena od 1. rujna do 31. prosinca 2014. godine. Određivane su svakodnevno 24-satne koncentracije merkaptana i gravimetrijski PM<sub>10</sub> frakcija lebdećih čestica. Tijekom 15 dana u jesenskom periodu, od 13. do 27. listopada u uzorcima PM<sub>10</sub> frakcije lebdećih čestica određivani su olovo, nikal, arsen i kadmij, dok su u razdoblju od 28. listopada do 13. studenog u uzorcima PM<sub>10</sub> frakcije lebdećih čestica određivane koncentracije policikličkih aromatskih ugljikovodika (PAU). Mjereni su slijedeći PAU: benzo(a)piren (BaP), fluoranten (Flu), piren (Pir), benzo(b)fluoranten (BbF), benzo(k)fluoranten (BkF), dibenzo(ah)antracen (DahA) i benzo(ghi)perilen (BghiP, indenopiren (IP), benzo(a)antracen (BaAnt) i krizen (Kri).

Izmjereni podaci interpretirani su prema Zakonu o zaštiti zraka (NN br. 130/2011, NN br. 47/2014) (1), Uredbi o razinama onečišćujućih tvari u zraku, NN br. 117/2012 (2), Pravilniku o praćenju kvalitete zraka, NN br. 3/2013 (3) i Pravilniku o uzajamnoj razmjeni informacija i izvješćivanju o kvaliteti zraka (NN br. 57/2013) (4).

## 2. MJERNA MREŽA

Ovdje su prikazani podaci o mjernoj mreži za ciljana mjerenja, popis onečišćujućih tvari i njihov ISO-kod prema Pravilniku o praćenju kvalitete zraka (3) i Pravilniku o uzajamnoj razmjeni informacija i izvješćivanju o kvaliteti zraka (4) i podaci o mjernoj postaji, sa svim njezinim karakteristikama, prema Pravilnicima (3,4).

### PODACI O MREŽI

1.1.	Naziv: Imisijska postaja	
1.2.	Krtica: S1	
1.3.	Tip mreže: lokalna mjerna mreža posebne namjene	
1.4.	Tijelo odgovorno za upravljanje mrežom:	
1.4.1.	Naziv	Zagrebački holding d.o.o., Podružnica ZGOS
1.4.2.	Ime odgovorne osobe	Marija Novosel, mag.kem.
1.4.3.	Adresa	Jakuševac bb
1.4.4.	Telefon	01/6421-512
	Fax	01/6429-651
1.4.5.	e-mail	marijadbk@zgh.hr
1.4.6.	Web adresa	www.zgos.hr

## POPIS ONEČIŠĆUJUĆIH TVARI – ISO-kod (ISO 7168-2: 1999.)

Redni broj	ISO-kod	Formula	Naziv onečišćujuće tvari	Mjerna jedinica	Vrijeme usrednjavanja
1.		R-SH	merkaptani	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	24 sata
2.	24	PM <sub>10</sub>	lebdeće čestice (<10 $\mu\text{m}$ )	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	24 sata
3.	19	Pb	olovo	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	24 sata
4.	80	As	arsen	$\text{ng}/\text{m}^3$	24 sata
5.	82	Cd	kadmij	$\text{ng}/\text{m}^3$	24 sata
6.	87	Ni	nikal	$\text{ng}/\text{m}^3$	24 sata
7.	P6	BaP	benzo(a)piren	$\text{ng}/\text{m}^3$	24 sata
8.		Flu	fluoranten	$\text{ng}/\text{m}^3$	24 sata
9.		Pir	piren	$\text{ng}/\text{m}^3$	24 sata
10.		BbF	benzo(b)fluoranten	$\text{ng}/\text{m}^3$	24 sata
11.		BkF	benzo(k)fluoranten	$\text{ng}/\text{m}^3$	24 sata
12.		DahA	dibenzo(ah)antracen	$\text{ng}/\text{m}^3$	24 sata
13.		BghiP	benzo(ghi)perilen	$\text{ng}/\text{m}^3$	24 sata
14.		IP	indeno(1,2,3-cd)piren	$\text{ng}/\text{m}^3$	24 sata
15.		BaAnt	benzo(a)antracen	$\text{ng}/\text{m}^3$	24 sata
16.		Kri	krizen	$\text{ng}/\text{m}^3$	24 sata

### Oznake i kratice upotrijebljene u tablicama

N- broj rezultata

C- srednja 24-satna koncentracija za navedeno razdoblje

GV- granične vrijednosti

CV - ciljne vrijednosti

## Mjerna postaja Jakuševac

### PODACI O POSTAJI

<b>1. Opći podaci</b>		
1.1.	Ime postaje	J1 – imisijska mjerna postaja u Jakuševcu
1.2.	Ime grada	Zagreb
1.3.	Nacionalni ili lokalni broj ili oznaka	
1.4.	Kod postaje	
1.5.	Ime stručne institucije koja odgovara za postaju	Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada
1.6.	Tijelo ili programi kojima se dostavljaju podaci	ZGOS, AZO
1.7.	Ciljevi mjerenja	Procjene utjecaja na zdravlje ljudi i okoliš
1.8.	Geografske koordinate	
1.9.	NUTS	
1.10.	Onečišćujuće tvari koje se mjere	ukupni merkaptani, PM <sub>10</sub> , Pb, Ni, As, Cd i PAU u PM <sub>10</sub>
1.11.	Meteorološki parametri	ne mjere se
1.12.	Druge informacije	
<b>2. Klasifikacija postaje</b>		
2.1.	Tip područja	
2.2.	Tip postaje u odnosu na izvor emisija	
2.3.	Dodatne informacije o postaji	
<b>3. Mjerna oprema</b>		
3.1.Naziv: Sekvencijalni sakupljač lebdećih čestica SEQ 47/50		
3.2. Analitička metoda ili mjerna metoda		
R-SH	Ručno sakupljanje	Analiza - spektrofotometrija
PM <sub>10</sub>	Automatsko sakupljanje	Analiza – gravimetrijska metoda HRN EN 12341
Pb, Cd, Ni, As u PM <sub>10</sub>	Automatsko sakupljanje	Analiza – spektrometrija masa induktivno spregnute plazme (ICP MS)
PAU u PM <sub>10</sub>	Automatsko sakupljanje	Analiza – tekućinska kromatografija visoke djelotvornosti uz fluorescentni detektor (HPLC-FD)
<b>4. Značajke uzorkovanja</b>		
4.1.	Lokacija mjernog mjesta	Nogometno igralište NK “Sava”
4.2.	Visina mjesta uzorkovanja	cca 10-15 m
4.3.	Učestalost integriranja podataka	dnevno za vrijeme intervala praćenja
4.4.	Vrijeme uzorkovanja	dnevno

## REZULTATI MJERENJA

U tablici 1 prikazane su granične vrijednosti za merkaptane s obzirom na kvalitetu življenja, odnosno dodijavanje neugodnim mirisom, u tablici 2 granične vrijednosti za PM<sub>10</sub> frakciju lebdećih čestica i olova u PM<sub>10</sub> frakciji lebdećih čestica s obzirom na zaštitu zdravlja ljudi i u tablici 3 ciljne vrijednosti za arsen, kadmij i nikal i benzo(a)piren u PM<sub>10</sub> frakciji lebdećih čestica s obzirom na zaštitu zdravlja ljudi.

Tablica 1 - Granične vrijednosti koncentracija onečišćujućih tvari u zraku s obzirom na kvalitetu življenja (dodijavanje mirisom)

Onečišćujuća tvar	Vrijeme usrednjavanja	Razina granične vrijednosti (GV)	Učestalost dozvoljenih prekoračenja
Merkaptani	24 sata	3 µg/m <sup>3</sup>	GV ne smije biti prekoračena više od 7 puta tijekom kalendarske godine

Tablica 2 - Granične vrijednosti koncentracija onečišćujućih tvari u zraku s obzirom na zaštitu zdravlja ljudi

Onečišćujuća tvar	Vrijeme usrednjavanja	Razina granične vrijednosti (GV)	Učestalost dozvoljenih prekoračenja
PM <sub>10</sub>	24 sata	50 µg/m <sup>3</sup>	GV ne smije biti prekoračena više od 35 puta tijekom kalendarske godine
	Kalendarska godina	40 µg/m <sup>3</sup>	
Olovo (Pb) u PM <sub>10</sub>	Kalendarska godina	0,5 µg/m <sup>3</sup>	

Tablica 3 - Ciljne vrijednosti za arsen, kadmij, nikal i benzo(a)piren s obzirom na zaštitu zdravlja ljudi

Onečišćujuća tvar	Vrijeme usrednjavanja	Ciljna vrijednost (CV)
Arsen (As) u PM <sub>10</sub>	Kalendarska godina	6 ng/m <sup>3</sup>
Kadmij (Cd) u PM <sub>10</sub>	Kalendarska godina	5 ng/m <sup>3</sup>
Nikal (Ni) u PM <sub>10</sub>	Kalendarska godina	20 ng/m <sup>3</sup>

Benzo(a)piren u PM <sub>10</sub>	Kalendarska godina	1 ng/m <sup>3</sup>
----------------------------------	--------------------	---------------------

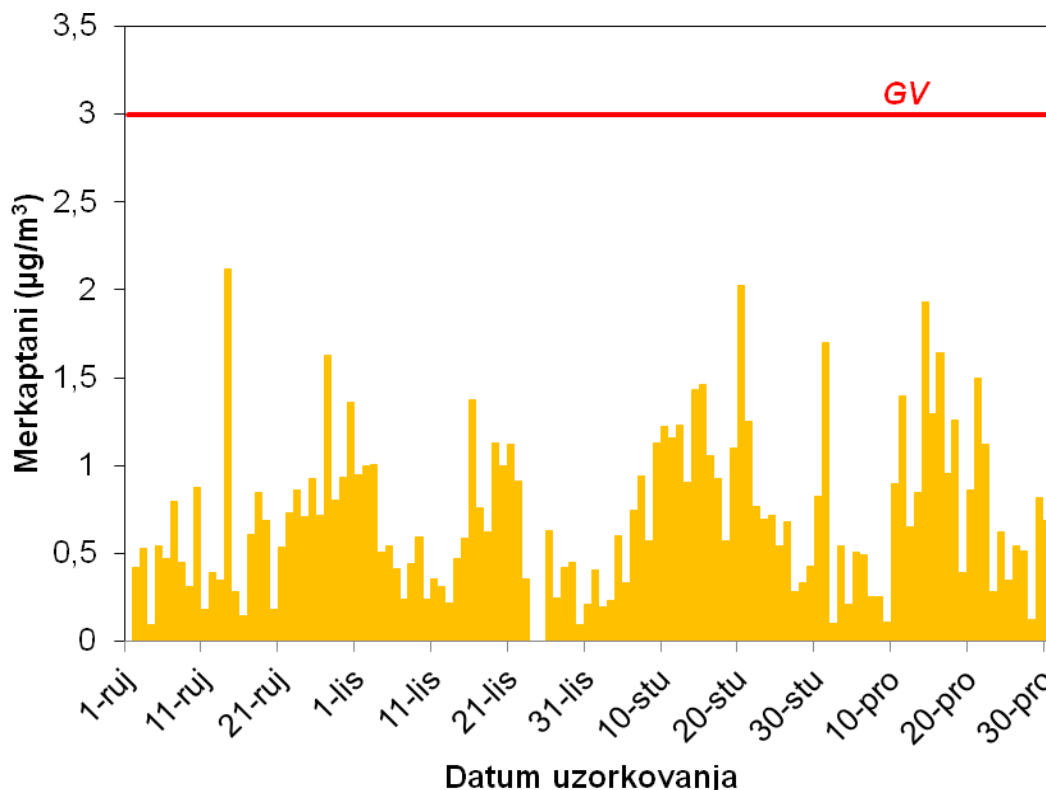
### Merkaptani

U tablici 4 prikazane su srednje vrijednosti i rasponi 24-satnih koncentracija merkaptana izmjereni od 1. rujna do 31. prosinca 2014. godine na imisijskoj mjernoj postaji u Jakuševcu.

Tablica 4 – Srednja vrijednost i rasponi 24-satnih koncentracija merkaptana (µg/m<sup>3</sup>) izmjereni od 1. rujna do 31. prosinca 2014. godine

Mjerna postaja	N	C	Raspon
Imisijska mjerna postaja Jakuševac	121	0,70	0-2,11

Na slici 1 prikazane su srednje 24-satne koncentracije merkaptana izmjerene na imisijskoj mjernoj postaji Jakuševac od 1. rujna do 31. prosinca 2014. godine.



Slika 1 - Kretanje srednjih dnevnih koncentracija merkaptana na mjernoj postaji Jakuševac od 1. rujna do 31. prosinca 2014. godine

Izmjerene koncentracije merkaptana bile su niske i nije dolazilo do prelaska GV za 24-satni uzorak.

### **PM<sub>10</sub> frakcija lebdećih čestica**

U tablici 5 prikazane su srednje vrijednosti i rasponi 24-satnih koncentracija PM<sub>10</sub> frakcije lebdećih čestica izmjerenih od 1. rujna do 31. prosinca 2014. godine na imisijskoj mjernoj postaji u Jakuševcu.

Tablica 5 – Srednja vrijednost i rasponi 24-satnih koncentracija PM<sub>10</sub> frakcije lebdećih čestica (μg/m<sup>3</sup>) izmjereni od 1. rujna do 31. prosinca 2014. godine

Mjerna postaja	N	C	Raspon
Imisijska mjerna postaja Jakuševac	119	32	4-79

U tablici 6 prikazana je učestalost pojavljivanja visokih 24-satnih koncentracija PM<sub>10</sub> frakcija lebdećih čestica.

Tablica 6 - Učestalost pojavljivanja visokih 24-satnih koncentracija PM<sub>10</sub> frakcija lebdećih čestica (50 μg/m<sup>3</sup>) tijekom razdoblja praćenja

Razdoblje praćenja	Broj pojavljivanja 24-satnih koncentracija PM <sub>10</sub> frakcije lebdećih čestica većih od GV (GV=50 μg/m <sup>3</sup> ) (GV ne smije biti prekoračena više od 35 puta tijekom kalendarske godine)	
	Broj dana	%
1. rujna do 31. prosinca 2014.	22	18,5

Datumi pojavljivanja 24-satnih koncentracija PM<sub>10</sub> frakcije lebdećih čestica većih od GV (50 μg/m<sup>3</sup>) prikazani su u tablici 7.



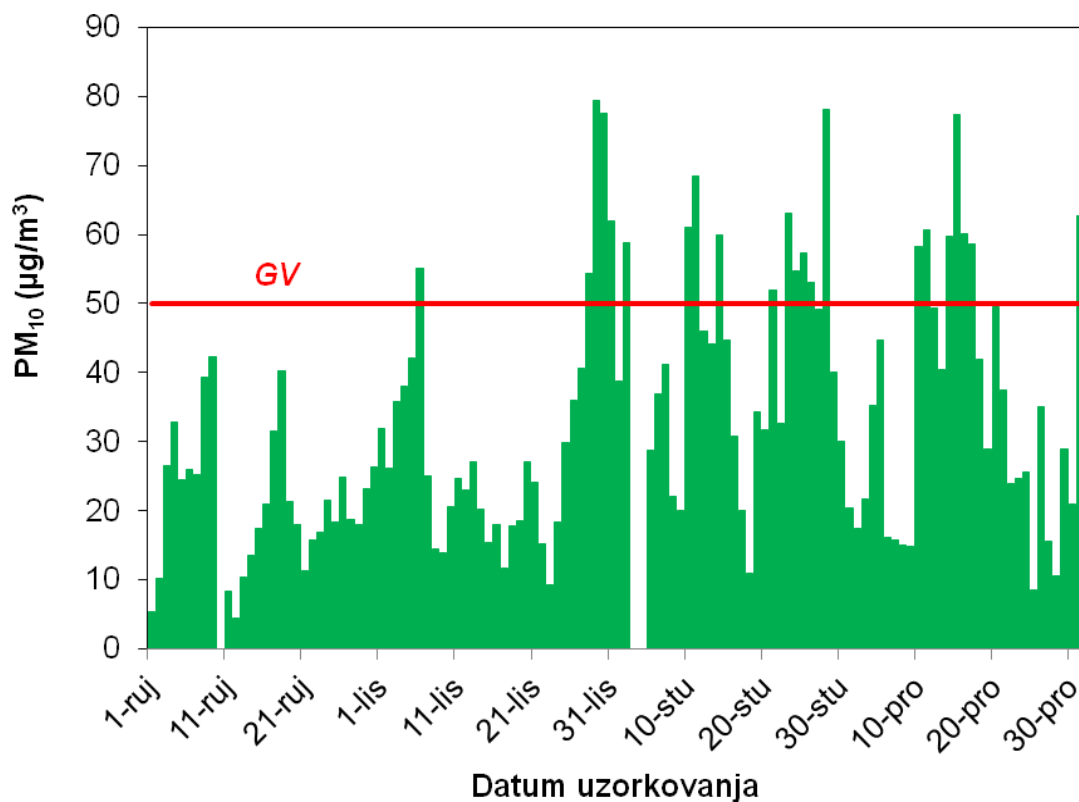
Tablica 7 – Datumi pojavljivanja 24-satnih koncentracija PM<sub>10</sub> frakcija lebdećih čestica većih od GV (50 µg/m<sup>3</sup>)

RUJAN												LISTOPAD												STUDENI											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19	20	13	14	15	16	17	18	19	20	21	13	14	15	16	17	18	19	20	21										
21	22	23	24	25	26	27	28	22	23	24	25	26	27	28	29	30	22	23	24	25	26	27	28	29	30										
29	30	31	29	30																															

PROSINAC											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19	20				
21	22	23	24	25	26	27	28				
29	30	31									

**Prekoračenje GV (22 dana)**

Kretanje srednjih 24-satnih koncentracija PM<sub>10</sub> frakcija lebdećih čestica za promatrano razdoblje prikazano je na slici 2.



Slika 2 - Kretanje srednjih dnevnih koncentracija PM<sub>10</sub> frakcije lebdećih čestica na mjernoj postaji Jakuševac od 1. rujna do 31. prosinca 2014. godine

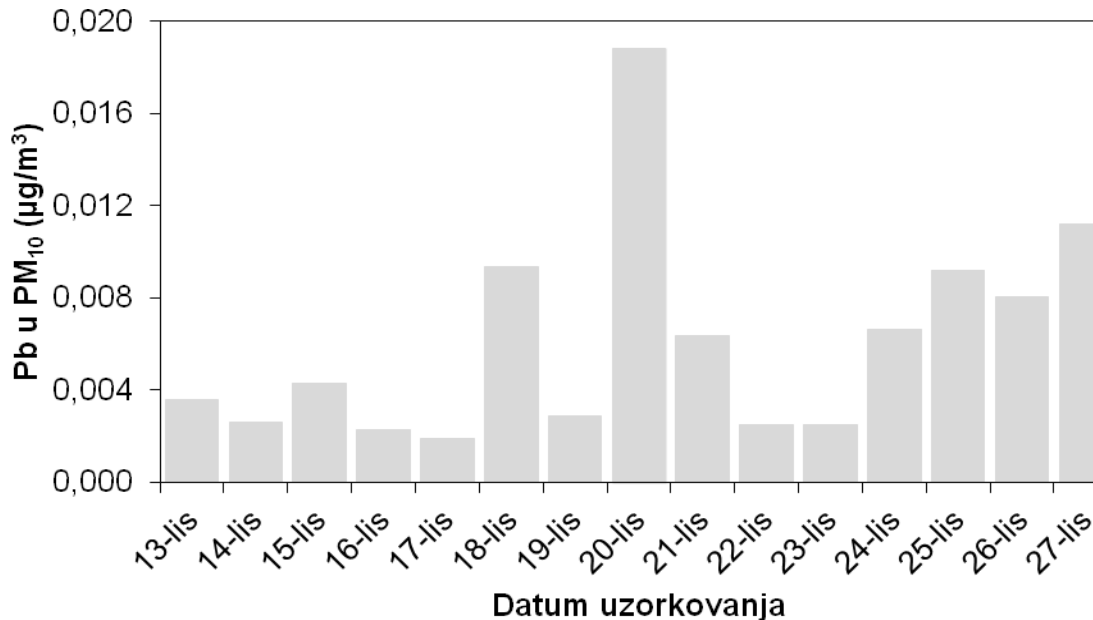
## Metali u PM<sub>10</sub> frakciji lebdećih čestica

U tablici 8 prikazani su rasponi 24-satnih koncentracija olova, arsena, kadmija i nikla izmjereni od 13. do 27. listopada 2014. godine na imisijskoj mjernoj postaji u Jakuševcu.

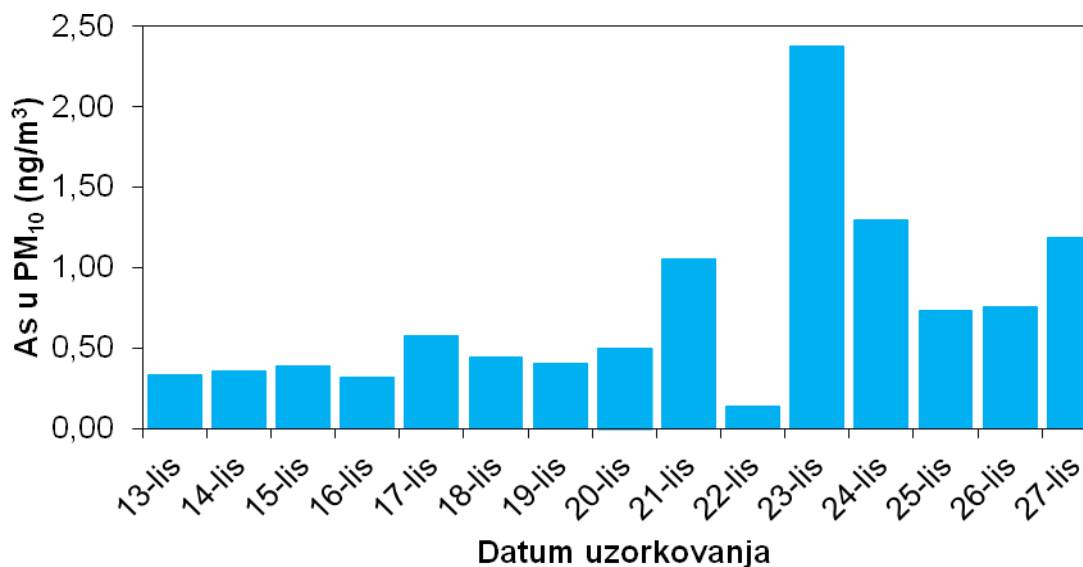
Tablica 8 – Rasponi 24-satnih koncentracija olova, arsena, kadmija i nikla izmjereni od 13. do 27. listopada 2014. godine na imisijskoj mjernoj postaji u Jakuševcu

Onečišćenje	N	Raspon
Pb u PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	15	0,002-0,019
As u PM <sub>10</sub> (ng/m <sup>3</sup> )	15	0,136-2,374
Cd u PM <sub>10</sub> (ng/m <sup>3</sup> )	15	0,043-0,571
Ni u PM <sub>10</sub> (ng/m <sup>3</sup> )	15	0-1,822

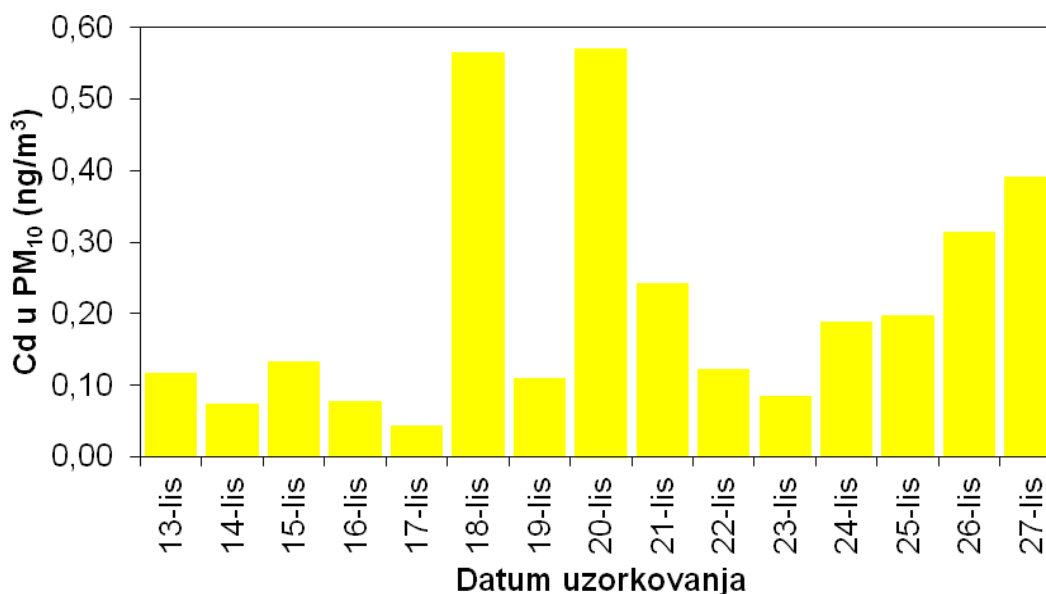
Na slikama 3-6 prikazane su srednje dnevne koncentracije metala u PM<sub>10</sub> frakciji lebdećih čestica izmjerene izmjereni od 13. do 27. listopada 2014. godine na imisijskoj mjernoj postaji u Jakuševcu.



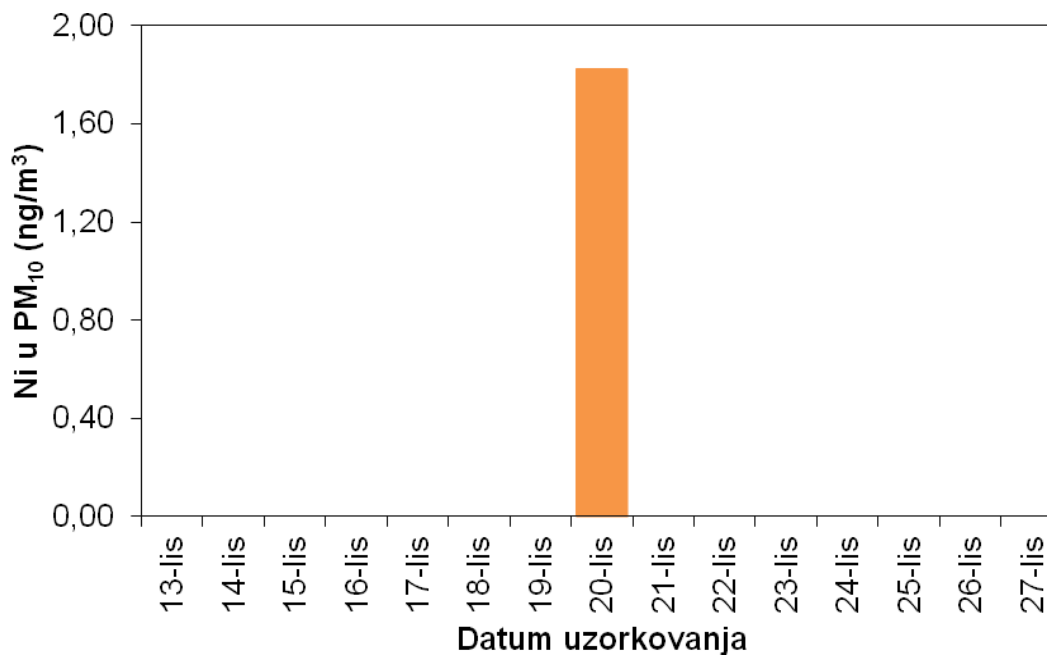
Slika 3 - Kretanje srednjih dnevnih koncentracija olova u PM<sub>10</sub> frakciji lebdećih čestica na mjernoj postaji Jakuševac od 13. do 27. listopada 2014. godine



Slika 4 - Kretanje srednjih dnevnih koncentracija arsena u PM<sub>10</sub> frakciji lebdećih čestica na mjernoj postaji Jakuševac od 13. do 27. listopada 2014. godine



Slika 5 - Kretanje srednjih dnevnih koncentracija kadmija u PM<sub>10</sub> frakciji lebdećih čestica na mjernoj postaji Jakuševac od 13. do 27. listopada 2014. godine



Slika 6 - Kretanje srednjih dnevnih koncentracija kadmija u PM<sub>10</sub> frakciji lebdećih čestica na mjernoj postaji Jakuševac od 13. do 27. listopada 2014. godine

Izmjerene koncentracije Pb, As, Ni i Cd u PM<sub>10</sub> bile su vrlo niske. Za metale su Uredbom o razinama onečiđujućih tvari u zraku (2) propisane jedino ciljne vrijednosti za vrijeme usrednjavanja od jedne godine pa se, zbog kratkog razdoblja uzorkovanja, dobiveni rezultati ne mogu uspoređivati sa CV.

## Policiklički aromatski ugljikovodici (PAU) u PM<sub>10</sub> frakciji lebdećih čestica

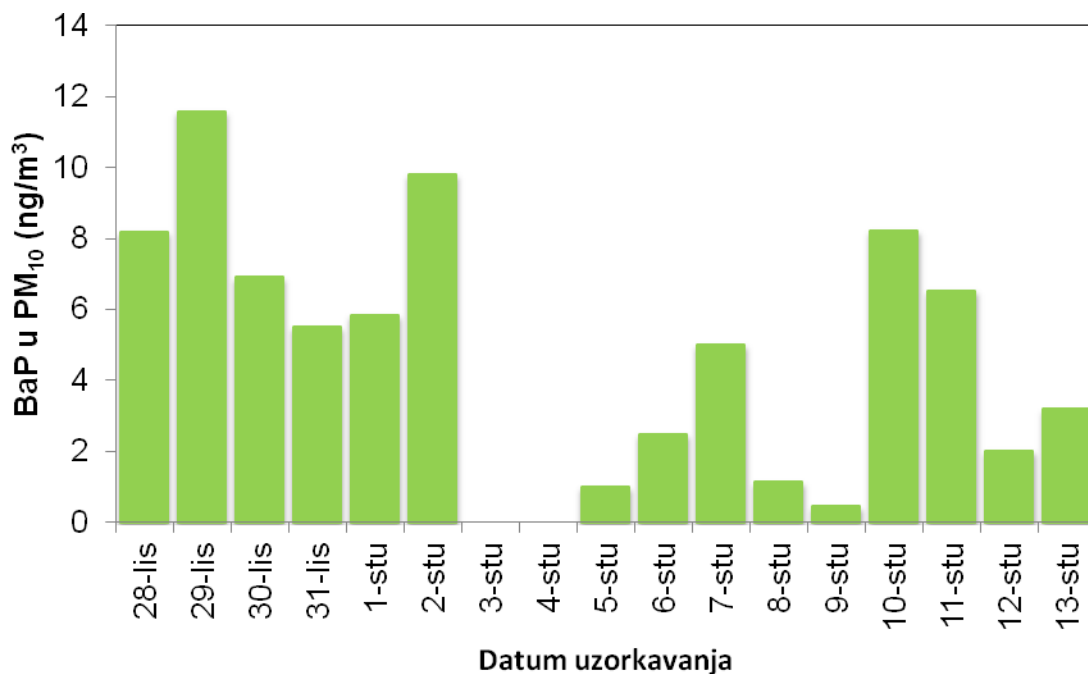
U tablici 9 prikazani su rasponi 24-satnih koncentracija PAU u PM<sub>10</sub> frakciji lebdećih čestica izmjereni od 28. listopada do 13. studenog 2014. godine na imisijskoj mjernoj postaji u Jakuševcu.

Tablica 9 – Rasponi 24-satnih koncentracija PAU u PM<sub>10</sub> frakciji lebdećih čestica (ng/m<sup>3</sup>) izmjereni od 28. listopada do 13. studenog 2014. godine

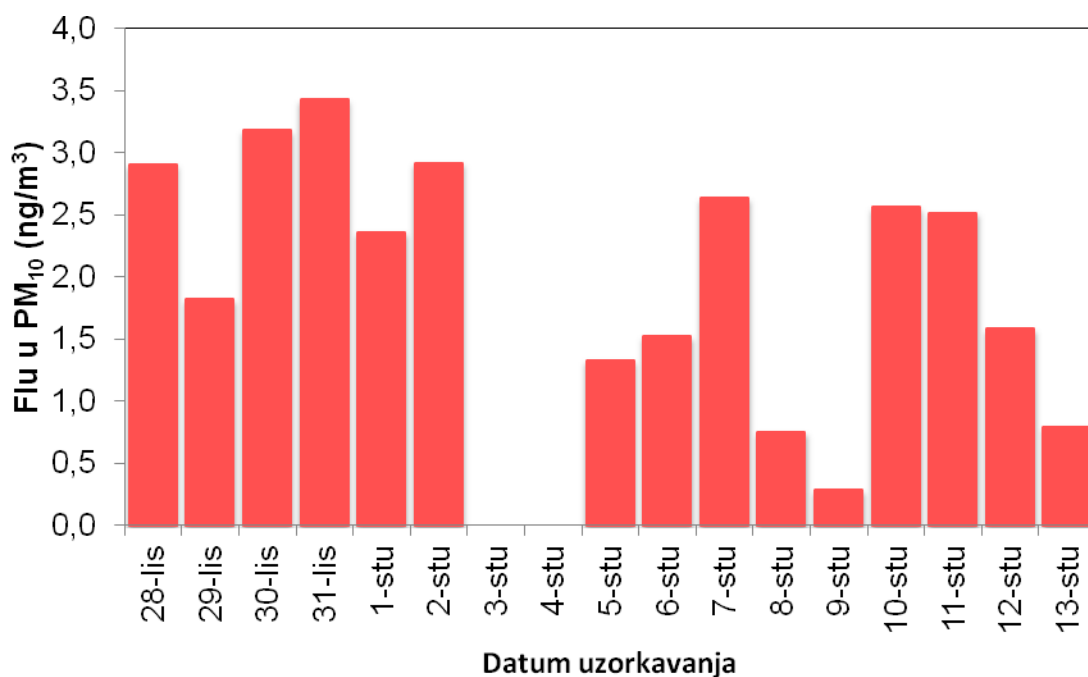
PAU	N	Raspon
BaP	15	0,452-11,592
Flu	15	0,287-3,429
Pir	15	0,303-4,098
BbF	15	0,532-9,245
BkF	15	0,218-4,194
DahA	15	0,080-3,290
BghiP	15	1,397-23,172
IP	15	0,507-6,600
BaAnt	15	0,206-4,563
Kri	15	0,324-6,703

N – broj rezultata

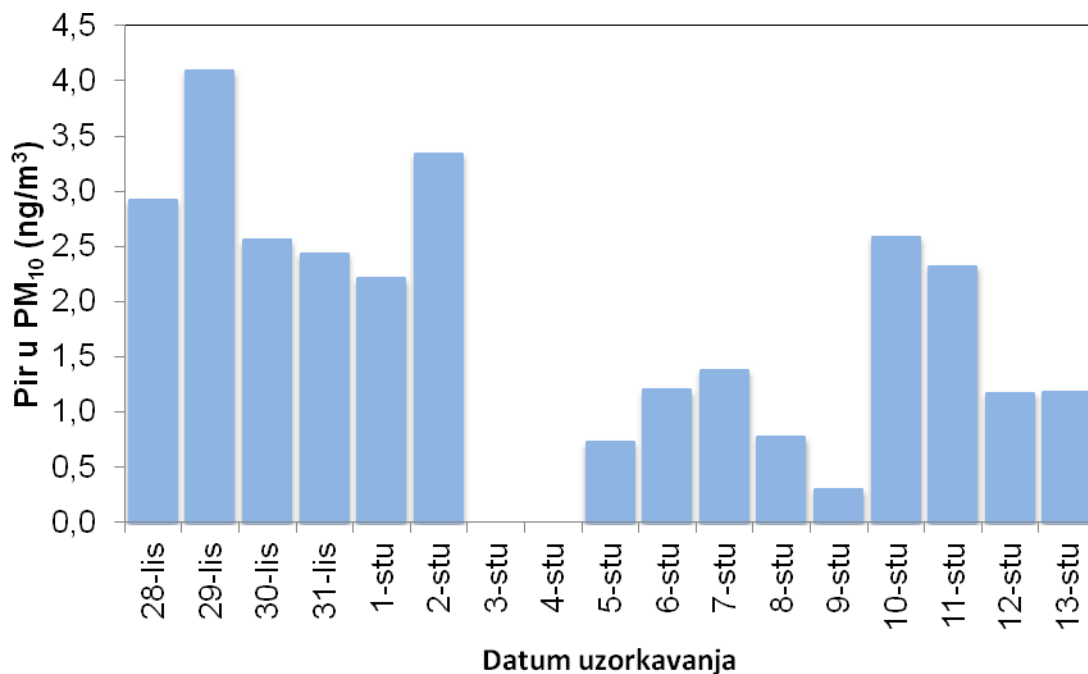
Na slikama 7-16 prikazane su srednje dnevne koncentracije PAU u PM<sub>10</sub> frakciji lebdećih čestica izmjerene od 28. listopada do 13. studenog 2014. godine na imisijskoj mjernoj postaji u Jakuševcu.



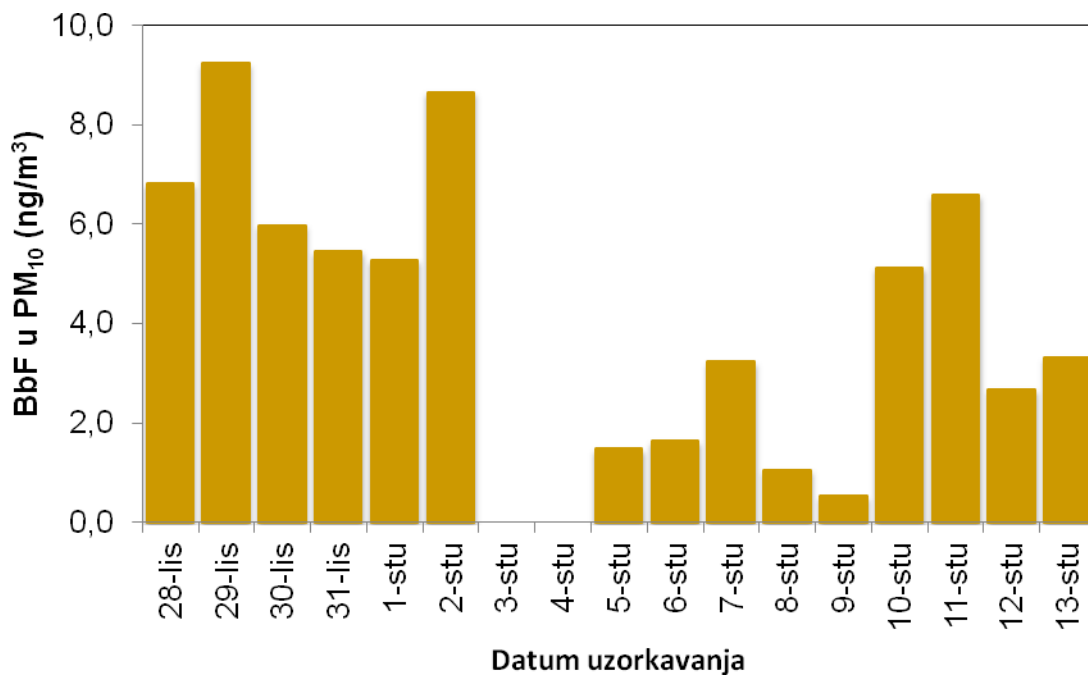
Slika 7 - Kretanje srednjih dnevnih koncentracija BaP u PM<sub>10</sub> frakciji lebdećih čestica na mjernoj postaji Jakuševac od 28 listopada do 13. studenog 2014. godine



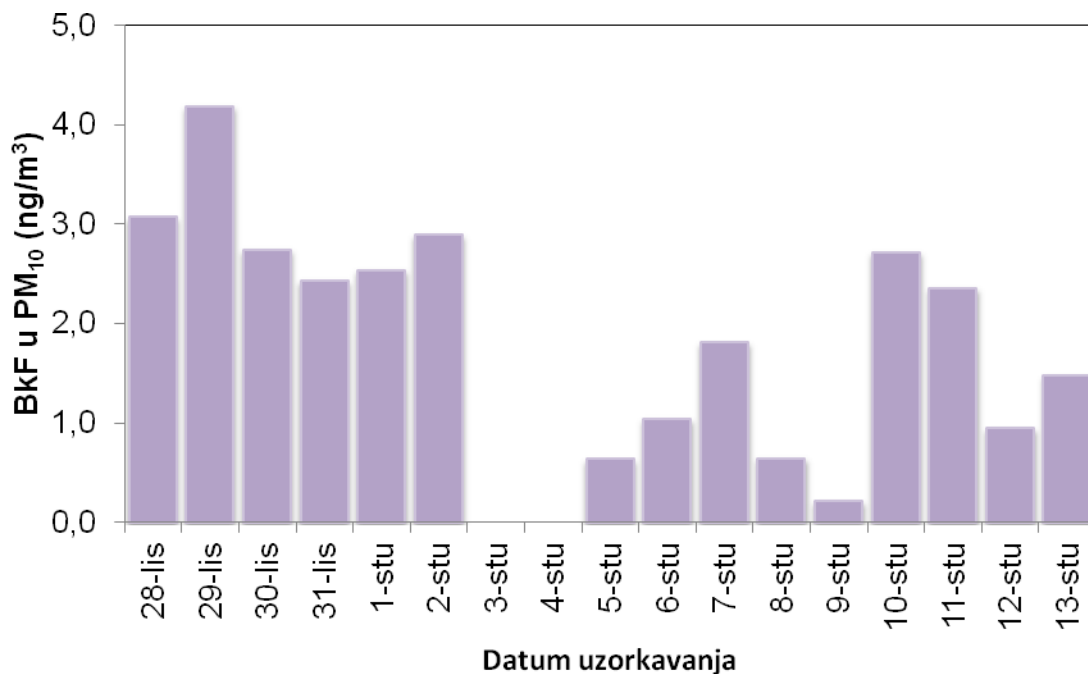
Slika 8 - Kretanje srednjih dnevnih koncentracija Flu u PM<sub>10</sub> frakciji lebdećih čestica na mjernoj postaji Jakuševac od 28 listopada do 13. studenog 2014. godine



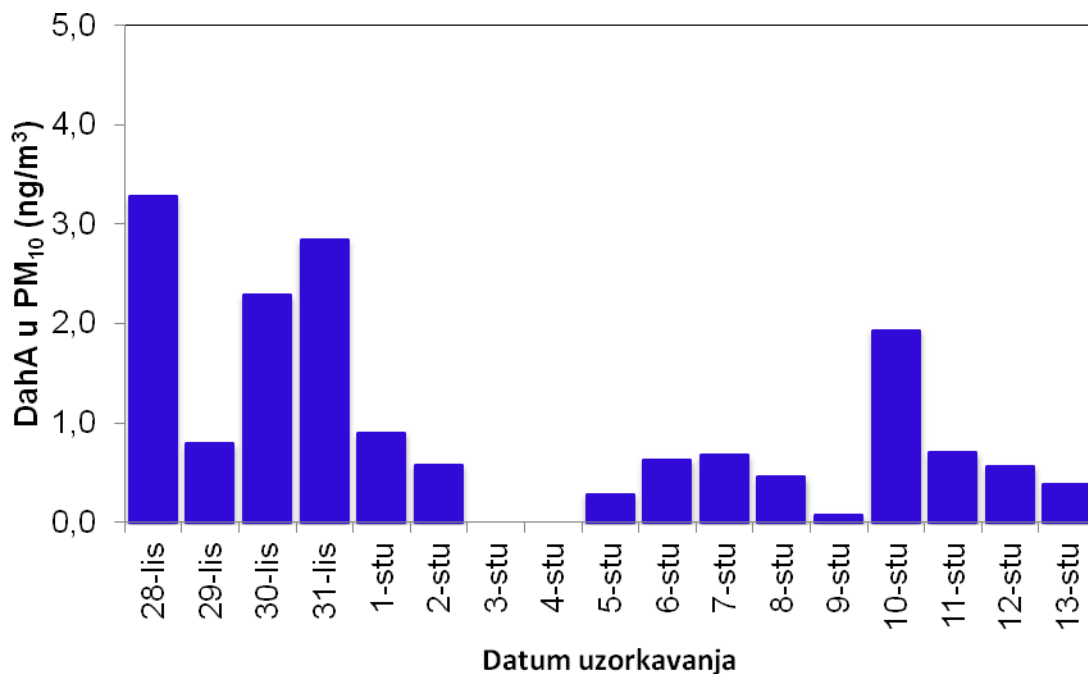
Slika 9 - Kretanje srednjih dnevnih koncentracija Pir u PM<sub>10</sub> frakciji lebdećih čestica na mjernejoj postaji Jakuševac od 28 listopada do 13. studenog 2014. Godine



Slika 10 - Kretanje srednjih dnevnih koncentracija BbF u PM<sub>10</sub> frakciji lebdećih čestica na mjernejoj postaji Jakuševac od 28 listopada do 13. studenog 2014. godine

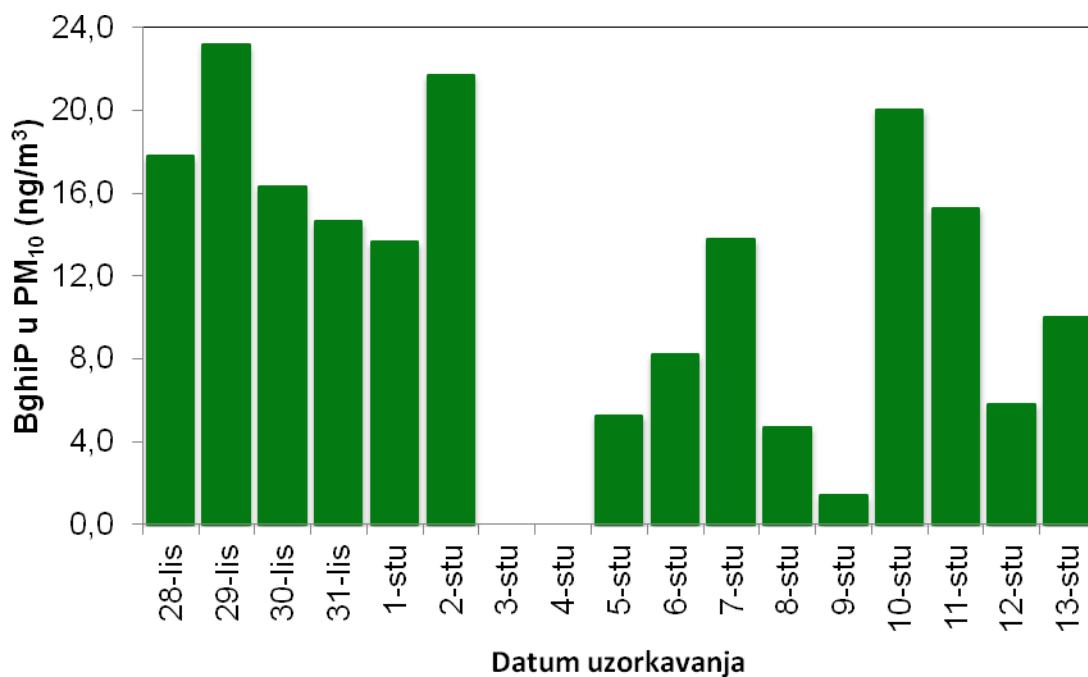


Slika 11 - Kretanje srednjih dnevnih koncentracija BkF u PM<sub>10</sub> frakciji lebdećih čestica na mjernoj postaji Jakuševac od 28 listopada do 13. studenog 2014. Godine

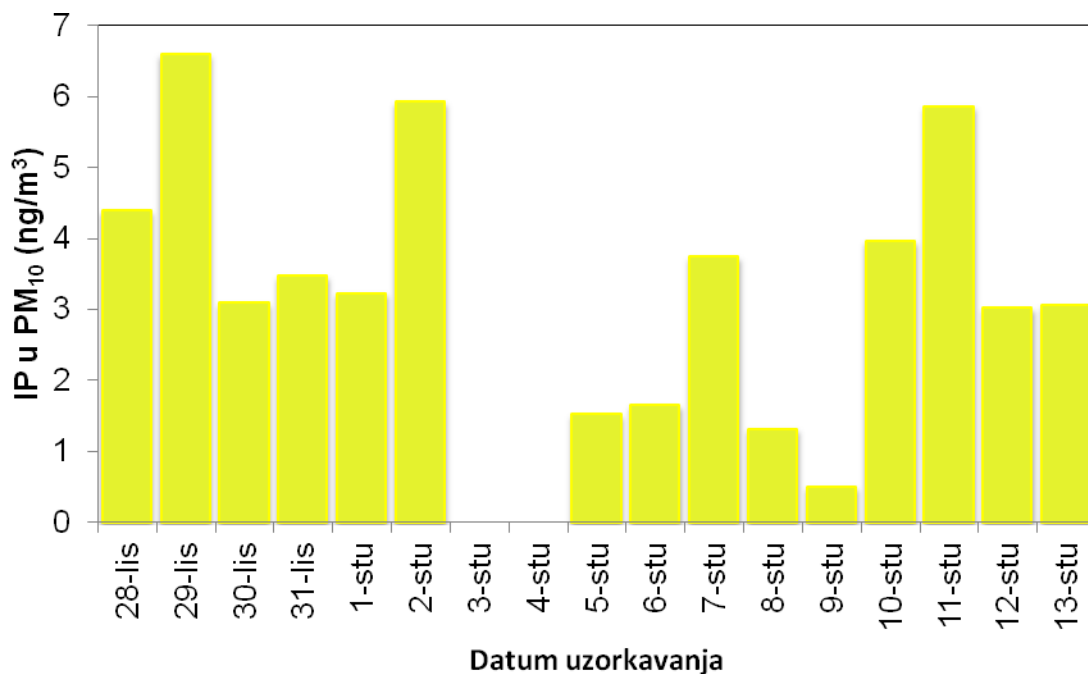


Slika 12 - Kretanje srednjih dnevnih koncentracija DahA u PM<sub>10</sub> frakciji lebdećih čestica na mjernoj postaji Jakuševac od 28 listopada do 13. studenog 2014. godine

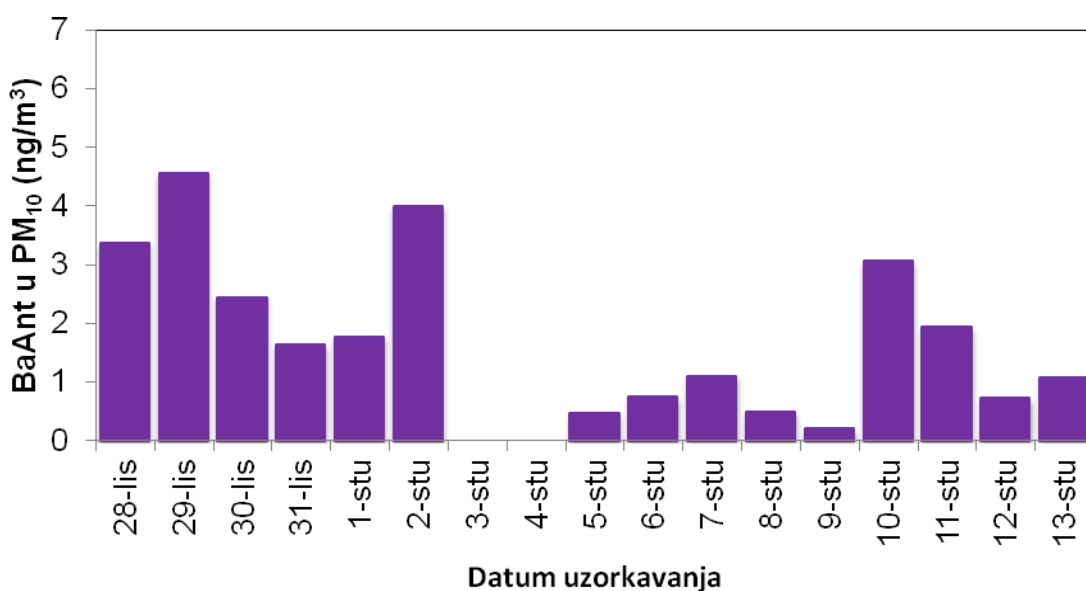




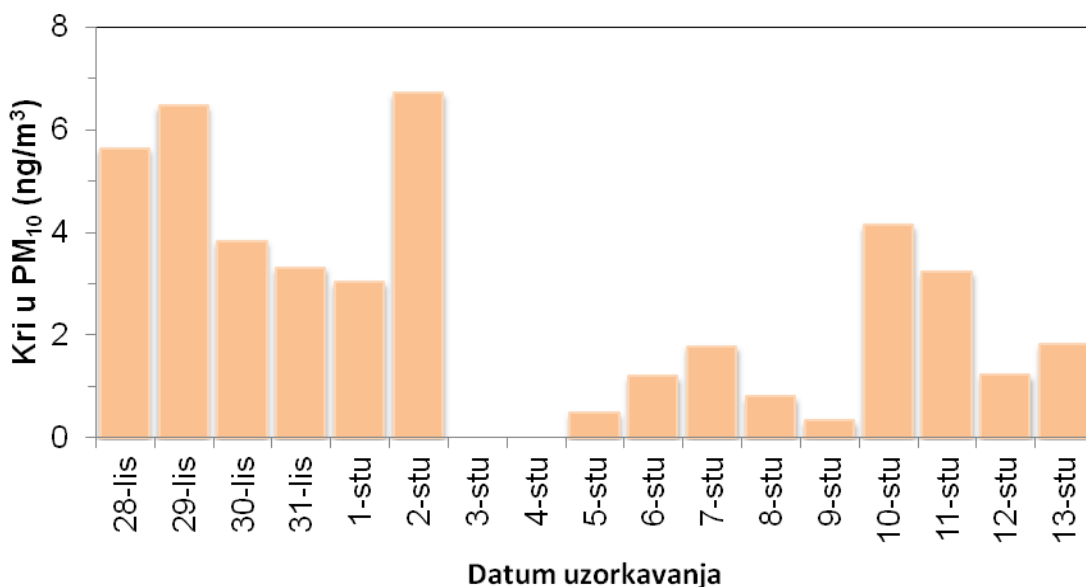
Slika 13 - Kretanje srednjih dnevnih koncentracija BghiP u PM<sub>10</sub> frakciji lebdećih čestica na mjernoj postaji Jakusevec od 28 listopada do 13. studenog 2014. Godine



Slika 14 - Kretanje srednjih dnevnih koncentracija BghiP u PM<sub>10</sub> frakciji lebdećih čestica na mjernoj postaji Jakusevec od 28 listopada do 13. studenog 2014. godine



Slika 15 - Kretanje srednjih dnevnih koncentracija BaAnt u PM<sub>10</sub> frakciji lebdećih čestica na mjernoj postaji Jakuševac od 28 listopada do 13. studenog 2014. godine



Slika 16 - Kretanje srednjih dnevnih koncentracija Kri u PM<sub>10</sub> frakciji lebdećih čestica na mjernoj postaji Jakuševac od 28 listopada do 13. studenog 2014. godine

Kod PAU Uredbom o razinama onečišćujućih tvari u zraku (2) propisana je ciljna vrijednost jedino za BaP dok se za ostale PAU ne može provesti ocjena kvalitete zraka. Ciljna vrijednost za BaP ( $1 \text{ ng/m}^3$ ) odnosi se na vrijeme usrednjavanja od jedne godine pa premda je tijekom promatranog razdoblja srednja vrijednost mjerenja iznosila  $5,2 \text{ ng/m}^3$ , zbog kratkog razdoblja uzorkovanja dobiveni rezultati ne mogu uspoređivati sa CV.

## ZAKLJUČCI

U razdoblju od 1.9. do 31.12.2014. godine na imisijskoj mjernoj postaji Jakuševac provedena su mjerenja merkaptana i  $\text{PM}_{10}$  frakcije lebdećih čestica.

Razine merkaptana u navedenom razdoblju bile su niske i nije dolazilo do prelaska GV za 24-satni uzorak te je kvaliteta okolnog zraka s obzirom na merkaptane zadovoljavala.

Srednja vrijednost koncentracija  $\text{PM}_{10}$  bila je  $32 \text{ } \mu\text{g/m}^3$  što je niže od GV za godišnji prosjek ( $40 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ ), a granična vrijednost za vrijeme usrednjavanja 24 sata bila je prekoračena tijekom 22 dana (dozvoljeno je 35 prekoračenja tijekom kalendarske godine) pa se može zaključiti da je u navedenom razdoblju kvaliteta zraka s obzirom na  $\text{PM}_{10}$  također bila zadovoljavajuća.

Provedena su mjerenja Pb, Cd, As, Ni u  $\text{PM}_{10}$  frakciji tijekom 15 dana u jesenskom razdoblju (13. - 27. listopada 2014). Izmjereni rezultati bili su vrlo niski. S obzirom na kratko razdoblje mjerenja dobiveni rezultati ne mogu uspoređivati sa ciljnim vrijednostima koje su propisane za vrijeme usrednjavanja od jedne godine.

Provedena su mjerenja PAU u  $\text{PM}_{10}$  frakciji od 15 dana u jesenskom razdoblju (28. listopada - 13. studenog 2014). Premda su razine BaP bile povišene, zbog kratkog razdoblja uzorkovanja dobiveni rezultati ne mogu uspoređivati sa CV koja je propisana za vrijeme usrednjavanja od jedne godine.

Ocjena kvalitete zraka za Pb, As, Ni, Cd i BaP u  $\text{PM}_{10}$  može se donijeti tek nakon što se provedu mjerenja od po 15 dana i kroz ostala godišnja doba.

## LITERATURA

1. Zakon o zaštiti zraka, Narodne novine br. 130/2011, Narodne novine br. 47/2014.
2. Uredba o razinama onečišćujućih tvari u zraku, Narodne novine broj 117/2012.
3. Pravilnik o praćenju kvalitete zraka, Narodne novine br. 3/2013.
4. Pravilnik o uzajamnoj razmjeni informacija i izvješćivanju o kvaliteti zraka, Narodne novine br. 57/2013.