



**UNIVERZITET U ZENICI
METALURŠKI INSTITUT**

"Kemal Kapetanović"

ZENICA

ZAVOD ZA ZAŠTITU I EKOLOGIJU

IZVJEŠTAJ BR. 01/13-EKO

**O REZULTATIMA KONTINUIRANIH MJERENJA
ZAGAĐENOSTI ZRAKA U ZENICI ZA PERIOD OD
01.01.2012. DO 31.12.2012. GODINE**

Zenica, januar 2013. godine



UNIVERZITET U ZENICI

UNIVERSITY OF ZENICA

METALURŠKI INSTITUT "Kemal Kapetanović" ZENICA

ZAVOD ZA ZAŠTITU I EKOLOGIJU

IZVJEŠTAJ BR. 01/13-EKO

O REZULTATIMA KONTINUIRANIH MJERENJA ZAGAĐENOSTI ZRAKA
U ZENICI ZA PERIOD OD 01.01.2012 DO 31.12. 2012.GODINE

Naručilac : OPĆINA ZENICA

Ugovor br: 06/2012-NIR

Učesnici

na mjerenjima : Halim Prčanović, dipl.inž.maš.
Mirnes Duraković, dipl.inž.maš
Sanela Beganović, dipl. biolog
Senad Karić, teh.instrumentalac
Mirjana Halilović, hem.tehničar
Vinko Babić, met.tehničar
Kenan Bašić, el.tehničar

Rukovodilac Zavoda:

Halim Prčanović, dipl.inž.maš.

Direktor:

mr. Milenko Rimac, dipl.inž

Zenica, januar 2013. godine

SADRŽAJ

Strana

UVOD	1
1. METODE MJERENJA	1
2. KRITERIJI ZA OCJENU KVALITETA ZRAKA	1
3. REZULTATI MJERENJA I ISPITIVANJA	5
3.1 Zagađenost zraka sumpornim dioksidom u 2012. godini	5
3.1.1 Grafički prikaz koncentracija sumpornog dioksida na mjernim mjestima	5
3.2 Zagađenost zraka ukupnim lebdećim česticama (ULČ) u 2012. godini	9
3.2.1 Grafički prikaz koncentracija ukupnih lebdećih čestica (ULČ) na mjernim mjestima	9
3.3 Količine taložnog praha u 2012. godini	16
4. IZVORI ZAGAĐIVANJA ZRAKA	20
5. DISKUSIJA REZULTATA MJERENJA I ISPITIVANJA	20
5.1 Sumporni dioksid	20
5.2 Ukupne lebdeće čestice	21
5.3 Taložni prah	21
5.4 Nedostaci mjerenja	22
6. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA	24

UVOD

Od 1. januara do 31. decembra 2012. godine u Zenici su provedena slijedeća mjerenja i ispitivanja zagađenosti zraka:

- kontinuirano mjerenje koncentracije sumpornog dioksida (24-satni uzorci) na tri mjerna mjesta (Institut, Tetovo, Crkvice),
- kontinuirano mjerenje koncentracije ukupnih lebdećih čestica (24-satni uzorci) na dva mjerna mjesta (Institut, Tetovo),
- kontinuirano mjerenje količine taložnog praha na 13 mjernih mjesta (Institut, Centar, Raspotočje, Lukovo polje, Perin Han, Crkvice, Kamberović polje, Pehare, Ričice, D. Gračanica, Banlozi, Tetovo i Tetovo2),
- određivanje sadržaja olova, željeza, kadmija i cinka u odabranim uzorcima ukupnih lebdećih čestica i taložnog praha.

Na slici 1. prikazana su mjerna mjesta SO₂, ULČ i taložnog praha u Zenici.

1. METODE MJERENJA

Mjerenje koncentracije sumpornog dioksida u zraku (24-satni uzorci) provedeno je u skladu sa uslovima navedenim u Britanskom standardu br.1747. Mjerenje koncentracije ukupnih lebdećih čestica (24-satni uzorci) vršeno je prema njemačkim smjernicama VDI 2463, Blatt 4. Mjerenje količine taložnog praha (mjesečni uzorci) obavljeno je po metodi Bergerhoff-a. Analize sastava lebdećih čestica i taložnog praha vršene su standardnim metodama u hemijskom laboratoriju Metalurškog instituta.

2. KRITERIJI ZA OCJENU KVALITETA ZRAKA

Izmjerene koncentracije polutanata porede se sa graničnim vrijednostima koje su date u Pravilniku o načinu vršenja monitoringa kvaliteta zraka i definiranju vrsta zagađujućih materija, graničnih vrijednosti i drugih standarda kvaliteta zraka ("Sl.novine FBiH", br. 01/12) i one iznose:

- prosječna godišnja vrijednost za sumpor dioksid je 50 µg/m³, a koncentracija od 125 µg/m³ ne smije se prekoračiti više od 3 puta u jednoj kalendarskoj godini.
- prosječna godišnja vrijednost za ukupne lebdeće čestice je 90 µg/m³, a koncentracija od 250 µg/m³ ne smije biti prekoračena u toku jedne kalendarske godine.
- prosječna godišnja vrijednost za taložni prah je 200 mg/m²d, a period uzorkovanja je jedan mjesec a visoka vrijednost je 350 mg/m²d odnosi se na mjesec u godini sa najvišim vrijednostima depozicije/taloga
- prosječna godišnja vrijednost za sadržaj olova u taložnom prahu je 0,1 mg/m²d. Period uzorkovanja je jedan mjesec.

- prosječna godišnja vrijednost za sadržaj kadmija u taložnom prahu je 0,002 mg/m²d. Period uzorkovanja je jedan mjesec.
- prosječna godišnja vrijednost za sadržaj cinka u taložnom prahu je 0,4 mg/m²d. Period uzorkovanja je jedan mjesec.

U tabeli 1 date su: granične vrijednosti, gornja i donja granica ocjenjivanja, tolerantne vrijednosti i pragovi upozorenja / uzbune propisane Pravilnikom o načinu vršenja monitoring kvaliteta zraka i definiranju vrsta zagađujućih materija, graničnih vrijednosti i drugih standarda kvaliteta zraka (Sl. novine FBiH, broj 01/12)

U ovom izvještaju neka poređenja su urađena i prema starom pravilniku o graničnim vrijednostima kvaliteta zraka (Sl. novine FBiH, broj 12/05) radi poređenja rezultata mjerenja sa prethodnim godinama.

Tabela 1. Granične vrijednosti, gornja i donja granica ocjenjivanja, tolerantne vrijednosti i pragovi upozorenja / uzbune propisane Pravilnikom o načinu vršenja monitoring kvaliteta zraka i definiranju vrsta zagađujućih materija, graničnih vrijednosti i drugih standarda kvaliteta zraka (Sl. novine FBiH br.01/12)

Polutant	Vrijeme usrednjavanja	Granična vrijednost	Gornja granica ocjenjivanja ¹	Donja granica ocjenjivanja ¹	Granica tolerancije	Tolerantna vrijednost	Prag uzbune / upozorenja	Minimalna raspoloživost podataka
SO ₂	Jedan sat	350 ⁶ µg/m ³	-	-	135 ⁷ µg/m ³	485 ⁷ µg/m ³	500 ¹¹ µg/m ³	75%
SO ₂	Jedan dan	125 ⁸ µg/m ³	75 ² µg/m ³	50 ² µg/m ³	-	125 µg/m ³	-	75%
SO ₂	Godina	50 µg/m ³	-	-	-	50 µg/m ³	-	90%
NO ₂	Jedan sat	200 ⁹ µg/m ³	105 ³ µg/m ³	75 ³ µg/m ³	90 ⁷ µg/m ³	290 ⁷ µg/m ³	400 ¹¹ µg/m ³	75%
NO ₂	Jedan dan	85 µg/m ³	32 µg/m ³	26 µg/m ³	36 ⁷ µg/m ³	121 ⁷ µg/m ³	-	75%
NO ₂	Godina	40 µg/m ³	-	-	18 ⁷ µg/m ³	58 ⁷ µg/m ³	-	90%
CO	8-časovna	10 mg/m ³	7 ⁴ mg/m ³	5 ⁴ mg/m ³	5 ⁷ mg/m ³	15 ⁷ mg/m ³	-	75%
CO	Jedan dan	5 mg/m ³	-	-	9 ⁷ mg/m ³	10 ⁷ mg/m ³	-	75%
CO	Godina	3 mg/m ³	-	-	-	3 mg/m ³	-	90%
PM10	Jedan dan	50 ⁵ µg/m ³	35 ⁵ µg/m ³	25 ⁵ µg/m ³	22 ⁷ µg/m ³	72 ⁷ µg/m ³	-	75%
PM10	Godina	40 µg/m ³	28 µg/m ³	20 µg/m ³	7 ⁷ µg/m ³	47 ⁷ µg/m ³	-	90%
O ₃	8-časovna	120 ¹⁰ µg/m ³	-	-	-	-	240 / 180 ¹¹	75%
Benzen	Godina	5 µg/m ³	3.5 µg/m ³	2 µg/m ³	2.7 µg/m ³	7.7 µg/m ³	-	90%

NAPOMENA:

¹ Gornja i donja granica ocjenjivanja za zaštitu zdravlja ljudi.

² Vrijednosti propisane za dnevne prosjeke, i ne smije se prekoračiti više od 3 put u toku godine za SO₂

³ Vrijednosti propisane za jednočasovne prosjeke, i ne smije se prekoračiti više od 18 puta u toku godine za NO₂

⁴ Vrijednosti propisane za 8-časovne srednje vrijednosti i ne smiju se prekoračiti više od 18 puta u toku godine za CO

⁵ Vrijednosti propisane za dnevne srednje vrijednosti, i ne smije se prekoračiti više od 35 puta u toku godine za PM10

⁶ Vrijednost je propisana za jedno-časovne srednje vrijednosti i ne smije se prekoračiti više od 24 puta u jednoj kalendarskoj godini za SO₂

⁷ Vrijednosti su propisane u Prilogu X odjeljak B, i umanjene su za 10% za 2012. godinu, a kako je propisano važećim Pravilnikom

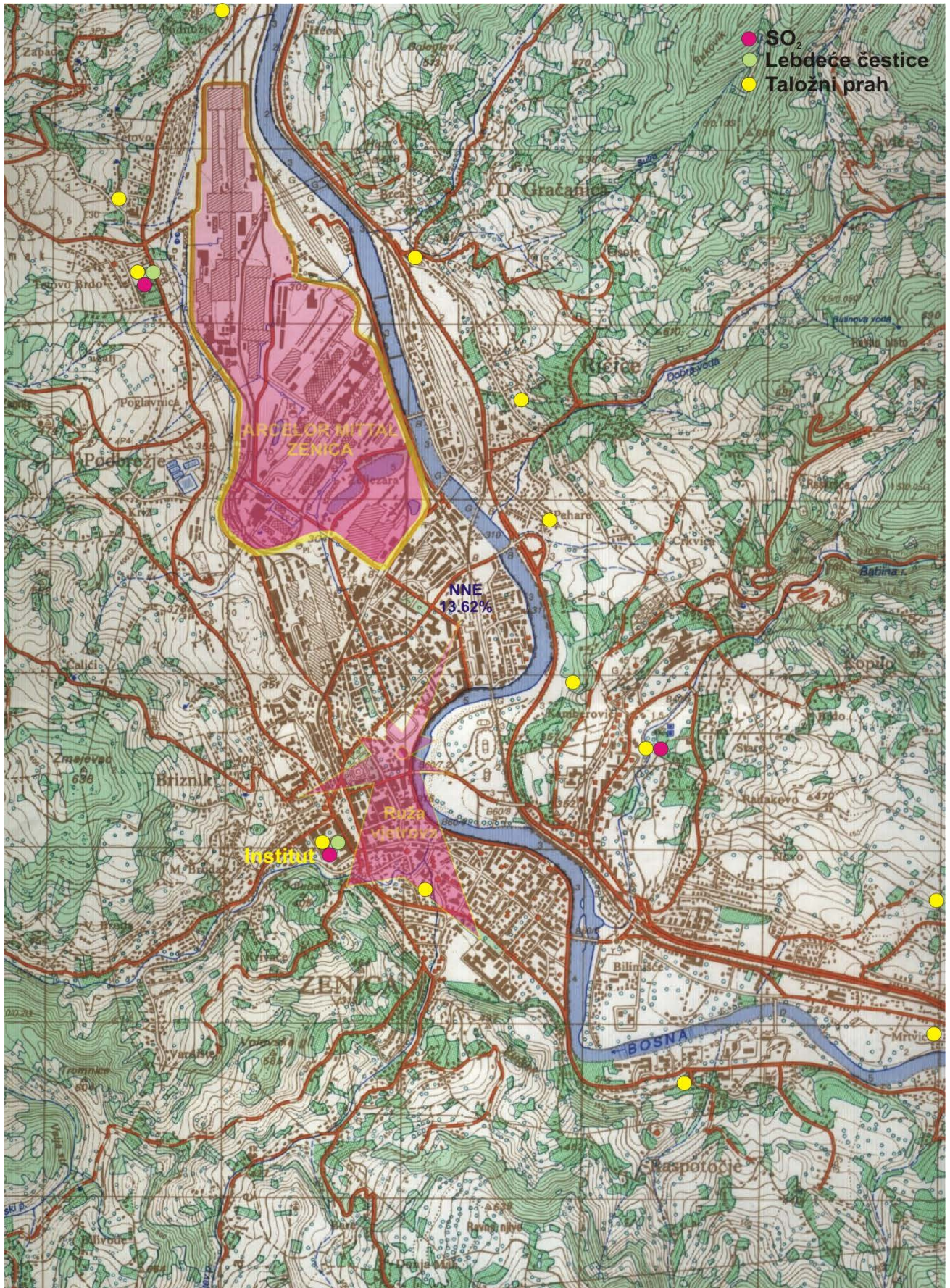
⁸ Vrijednosti su propisane za jednodnevne prosjeke, i ne smiju biti prekoračene više od 3 puta u jednoj kalendarskoj godini

⁹ Vrijednost je propisana za jedno-časovne srednje vrijednosti i ne smije se prekoračiti više od 18 puta u jednoj kalendarskoj godini za NO₂

¹⁰ Granična vrijednost je prema važećem pravilniku data kao dugoročni cilj izražena kao maksimalna dnevna osmočasovna vrijednost

¹¹ Koncentracije moraju biti prekoračene u najmanje tri uzastopna sata na lokacijama reprezentativnim za kvaliteta zraka na području čija površina nije manja od 100 km², ili u zonama ili aglomeracijama, ako je njihova površina manja.

Prilog VIII odjeljak B definira načine utvrđivanja prekoračenja gornje i donje granice ocjenjivanja



Slika 1. Mjerna mjesta SO₂, ULČ i taložnog praha u Zenici

3. REZULTATI MJERENJA I ISPITIVANJA

3.1. Zagađenost zraka sumpornim dioksidom u 2012. godini

U tabelama 2., 3. i 4. dati su obrađeni rezultati kontinuiranih mjerenja i ispitivanja zagađenosti zraka u Zenici za 2012. godinu i njihova ocjena prema Pravilniku o načinu vršenja monitoringa kvaliteta zraka i definiranju vrsta zagađujućih materija, graničnih vrijednosti i drugih standarda kvaliteta zraka ("Sl.novine FBiH", br. 01/12)

Tabela 2. Godišnji prosjek koncentracija SO₂ (24-satni uzorci)

Mjerno mjesto	Broj uzoraka	Godišnji prosjek (µg/m ³)	Granična vrijednost (µg/m ³)	Ocjena
Institut	363	162	50	Ne zadovoljava
Crkvice	366	117		Ne zadovoljava
Tetovo	366	152		Ne zadovoljava

Tabela 3. Broj prekoračenja dnevnih koncentracija SO₂

Mjerno mjesto	Broj uzoraka	Dozvoljeni dnevni prosjek* (µg/m ³)	Broj dana prekoračenja	Ocjena
Institut	363	125	186	Ne zadovoljava
Crkvice	366		146	Ne zadovoljava
Tetovo	366		194	Ne zadovoljava

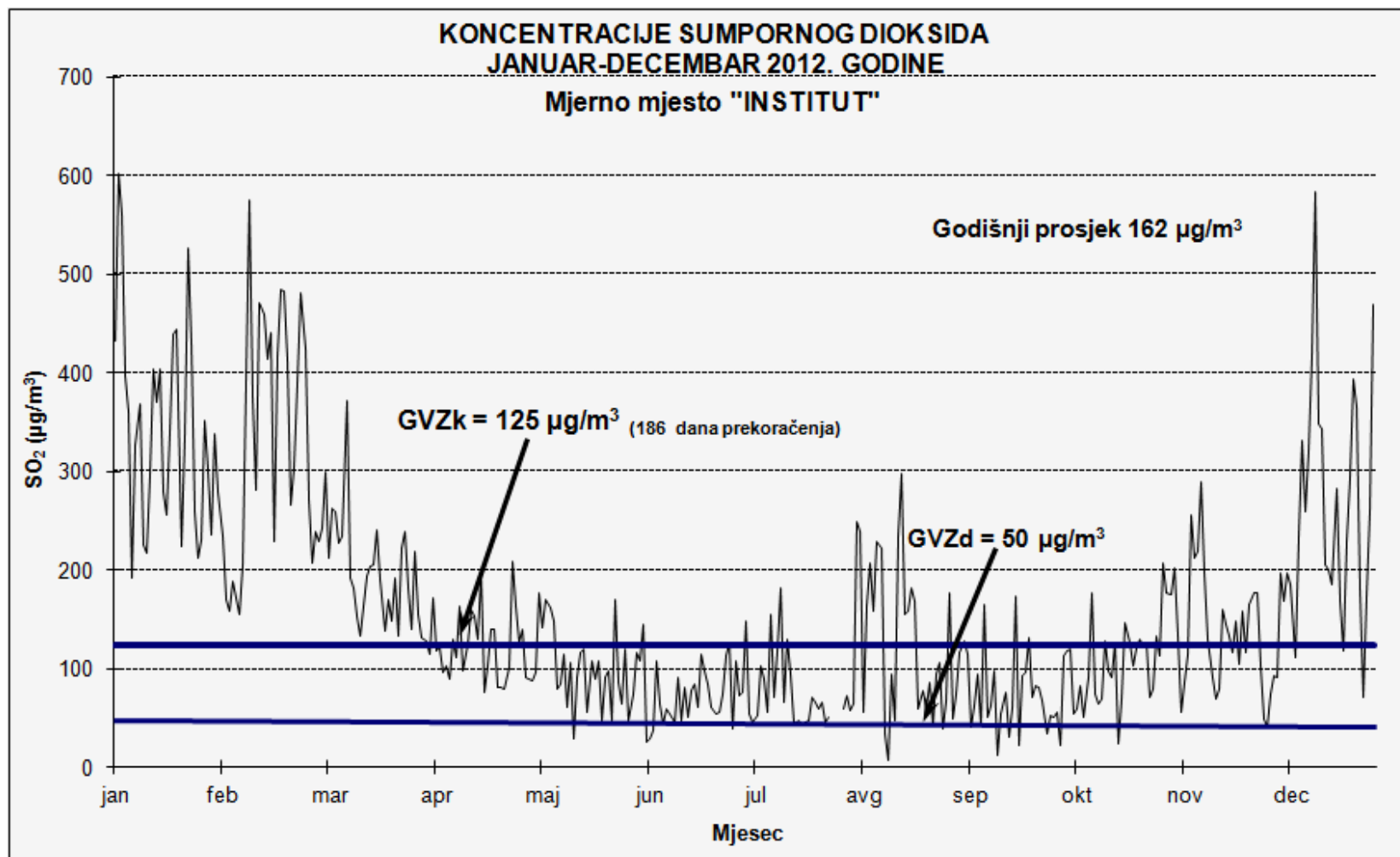
*Ne smije se prekoračiti više od tri puta u toku kalendarske godine

Tabela 4. Maksimalne koncentracije SO₂

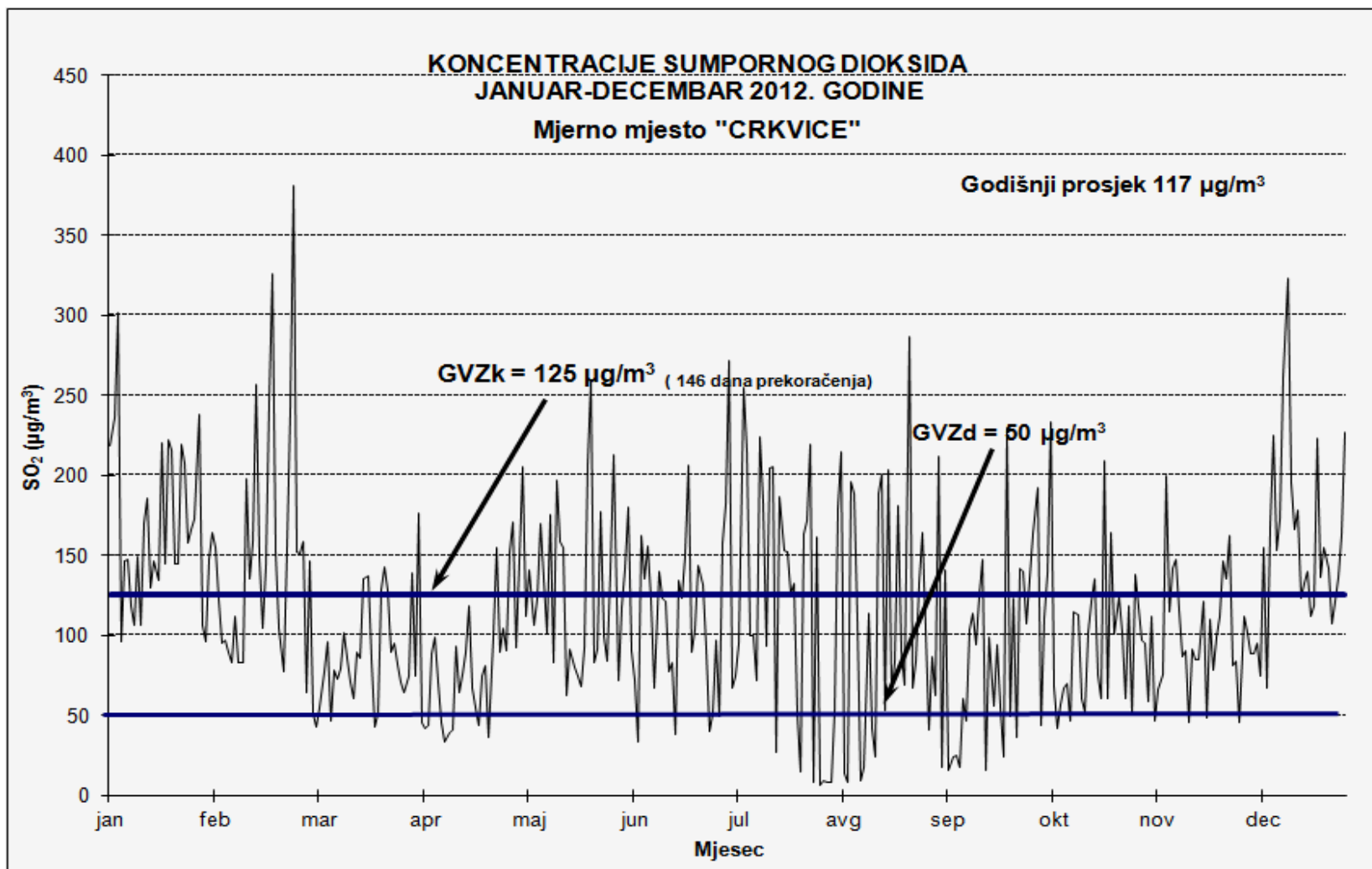
Mjerno mjesto	Broj uzoraka	Maksimalne koncentracije (µg/m ³)	Norma (µg/m ³)	Ocjena
Institut	363	603	600* Stara norma	Ne zadovoljava
Crkvice	366	381		Zadovoljava
Tetovo	366	526		Zadovoljava

3.1.1 Grafički prikaz koncentracija sumpornog dioksida na mjernim mjestima

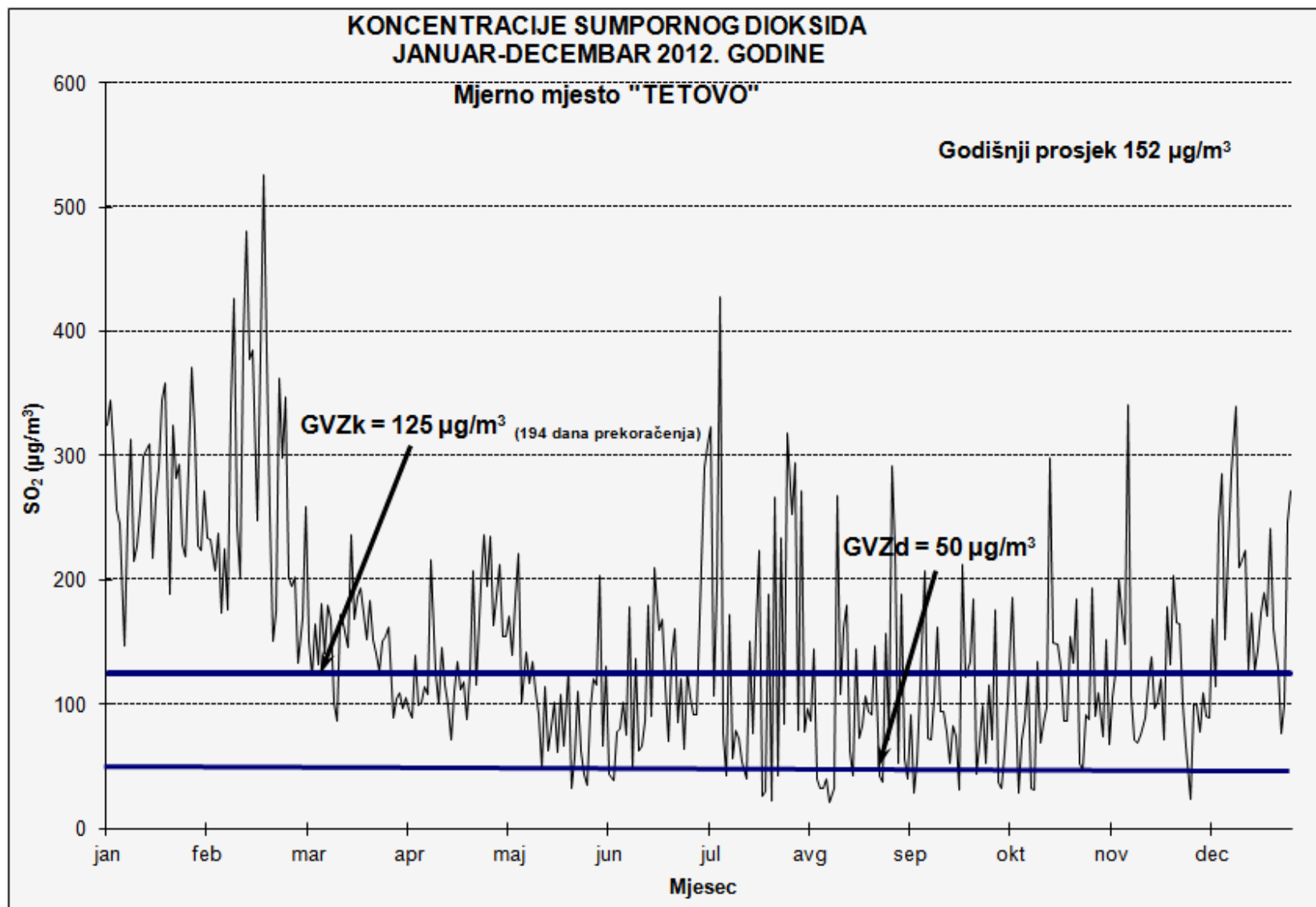
Na slikama 2., 3. i 4. grafički su prikazane koncentracije SO₂ na mjernim mjestima „Institut“, „Crkvice“ i „Tetovo“.



Slika 2. Dnevne koncentracije SO₂ za 2012. godinu na mjernom mjestu „INSTITUT“



Slika 3. Dnevne koncentracije SO₂ za 2012. godinu na mjernom mjestu „CRKVICE“



Slika 4. Dnevne koncentracije SO₂ za 2012. godinu na mjernom mjestu „TETOVO“

3.2. Zagađenost zraka ukupnim lebdećim česticama (ULČ) u 2012. godini

Zagađenost zraka ukupnim lebdećim česticama data je u tabelama 5., 6., 7 i 8, te slikama 5. i 6.

Tabela 5. Godišnji prosjek koncentracija ukupnih lebdećih čestica (24-satni-uzorci)

Mjerno mjesto	Broj uzoraka	Godišnji prosjek ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Granična vrijednost ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ocjena
Institut	357	105	90	Ne zadovoljava
Tetovo	364	145		Ne zadovoljava

Tabela 6. Broj prekoračenja dnevnih koncentracija ukupnih lebdećih čestica

Mjerno mjesto	Broj uzoraka	Dozvoljeni dnevni prosjek* ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Broj dana prekoračenja	Ocjena
Institut	357	250	16	Ne zadovoljava
Tetovo	364		40	Ne zadovoljava

*Ne smije biti prekoračen u toku kalendarske godine

Tabela 7. Maksimalne koncentracije ukupnih lebdećih čestica (24-satni uzorci)

Mjerno mjesto	Broj uzoraka	Maksimalne koncentracije ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Norma ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ocjena
Institut	357	855	600* Stara norma	Ne zadovoljava
Tetovo	364	648		Ne zadovoljava

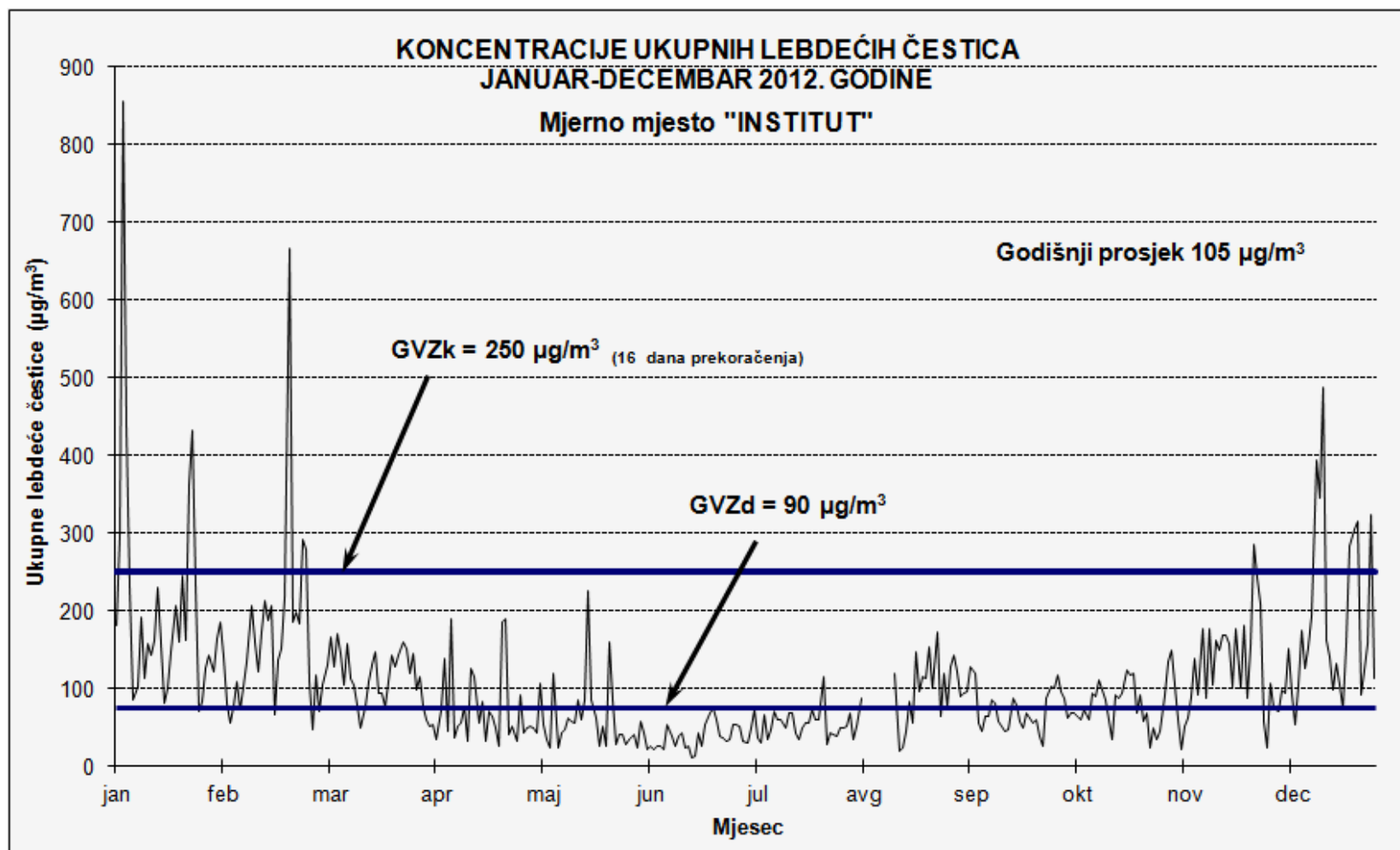
Tabela 8. Sadržaj olova, kadmija i željeza u ukupnim lebdećim česticama u 2012.godini

Mjerno mjesto	Olovo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Kadmij (ng/m^3)	Željezo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Institut	0,10	3,85	3,59
Tetovo	0,26	6,54	16,83
Dozvoljena prosječna godišnja vrijednost	2*	40*	-

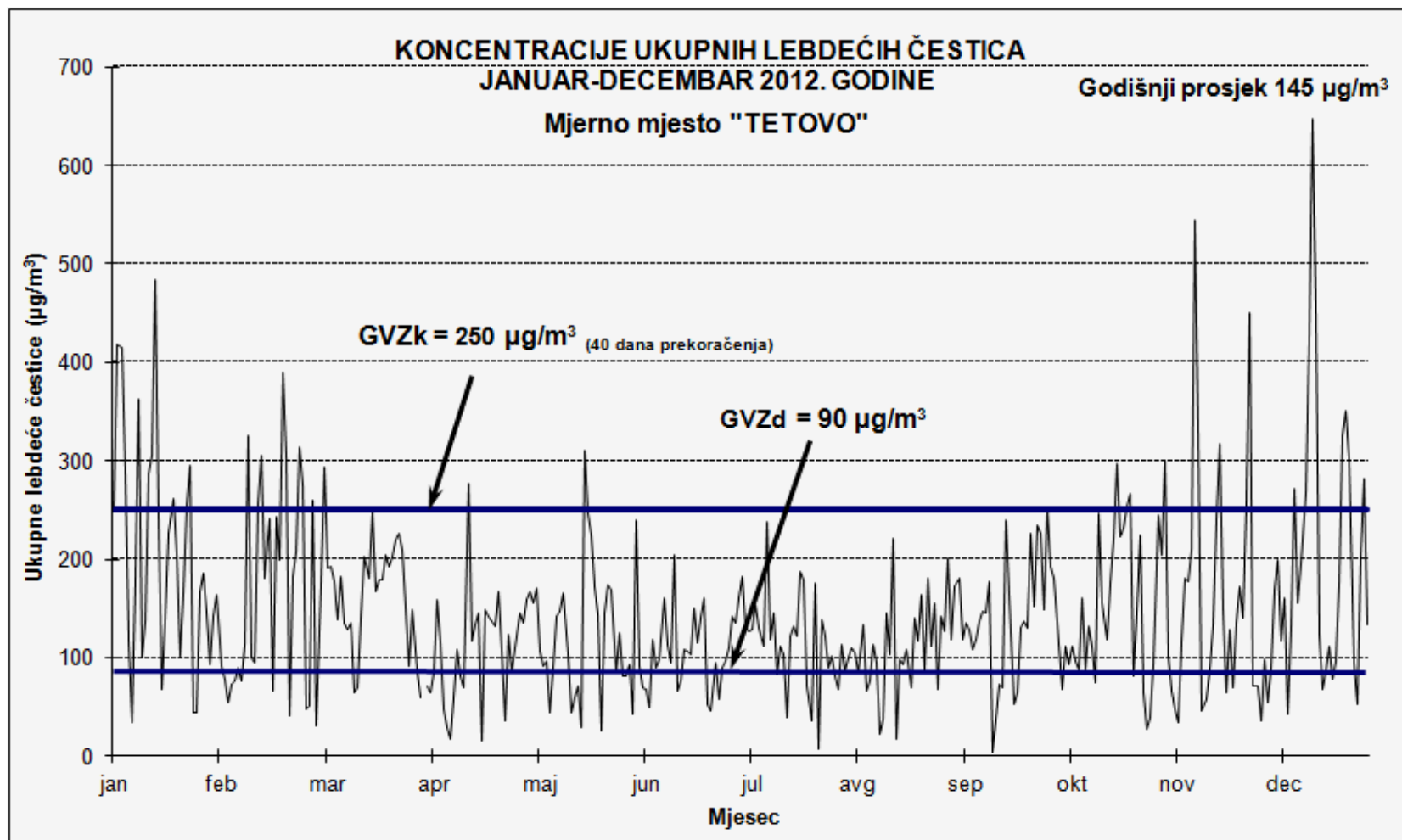
*Napomena: Dozvoljene prosječne godišnje vrijednosti navedene su u Pravilniku o graničnim vrijednostim kvaliteta zraka ("Sl.novine FBiH", br. 12/05)

3.2.1 Grafički prikaz koncentracija ukupnih lebdećih čestica na mjernim mjestima

Na slikama 5. i 6. grafički su prikazane koncentracije ukupnih lebdećih čestica na mjernim mjestima "Institut" i „Tetovo“.

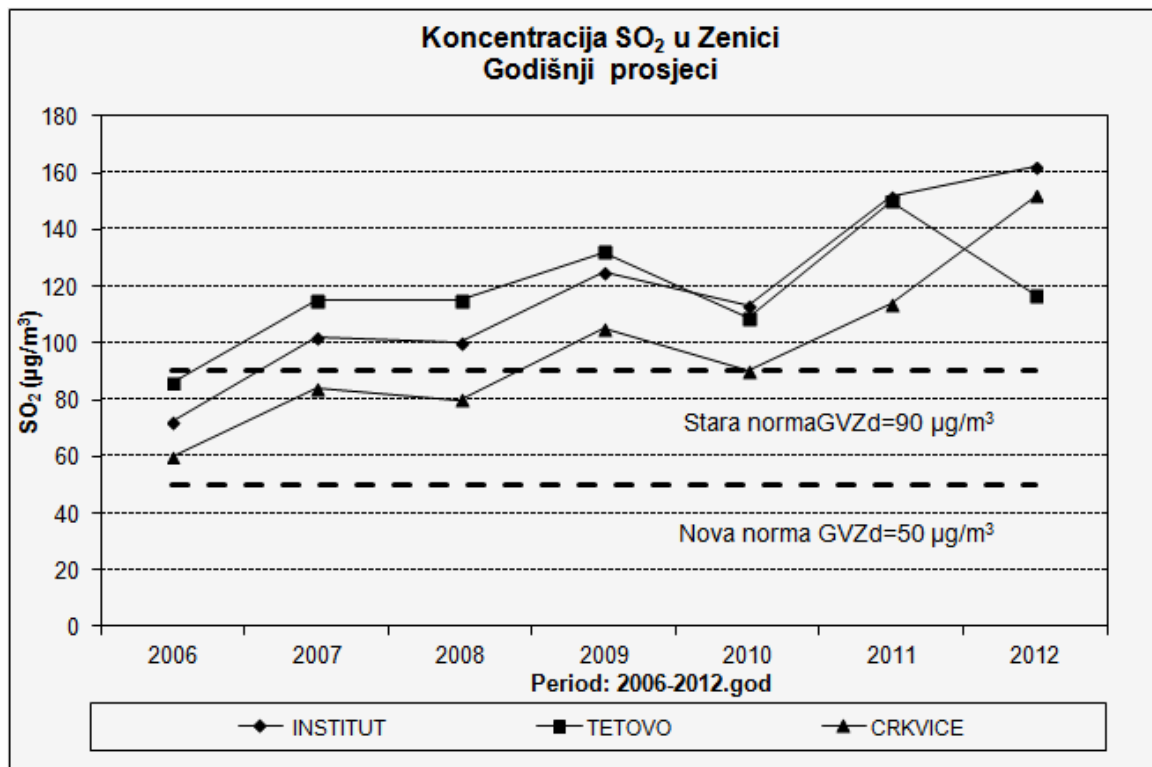


Slika 5. Dnevne koncentracije ukupnih lebdećih čestica za 2012. godinu na mjernom mjestu „INSTITUT“

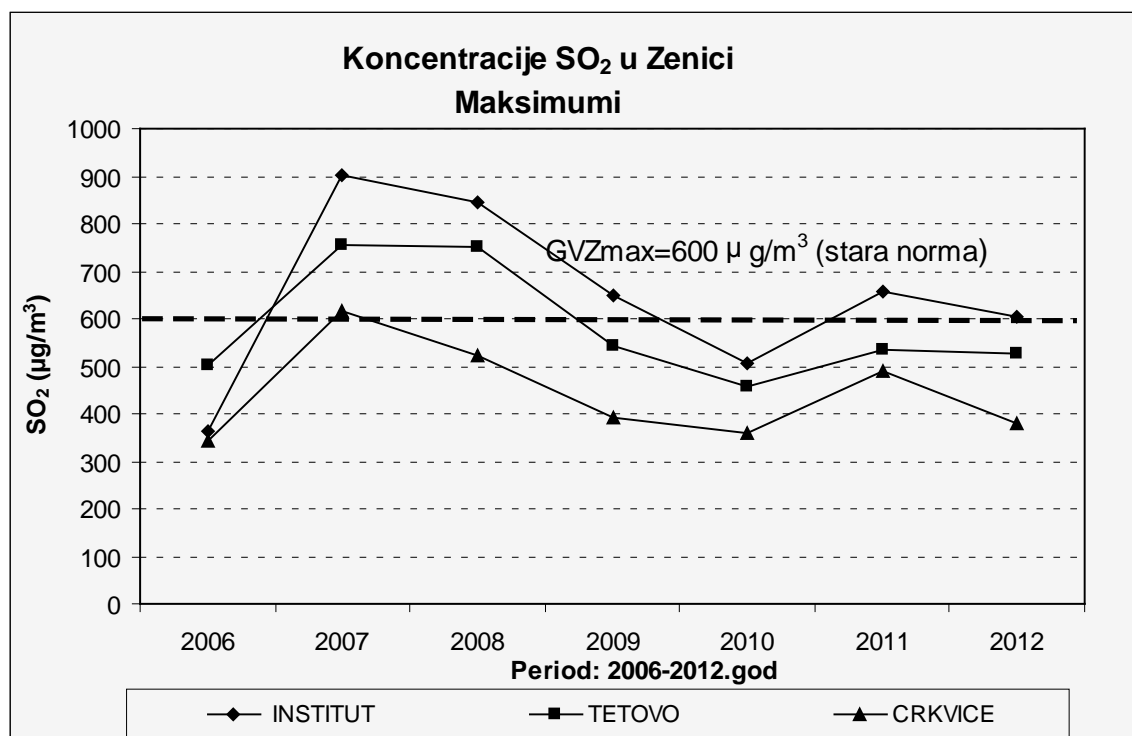


Slika 6. Dnevne koncentracije ukupnih lebdećih čestica za 2012. godinu na mjernom mjestu „TETOVO“

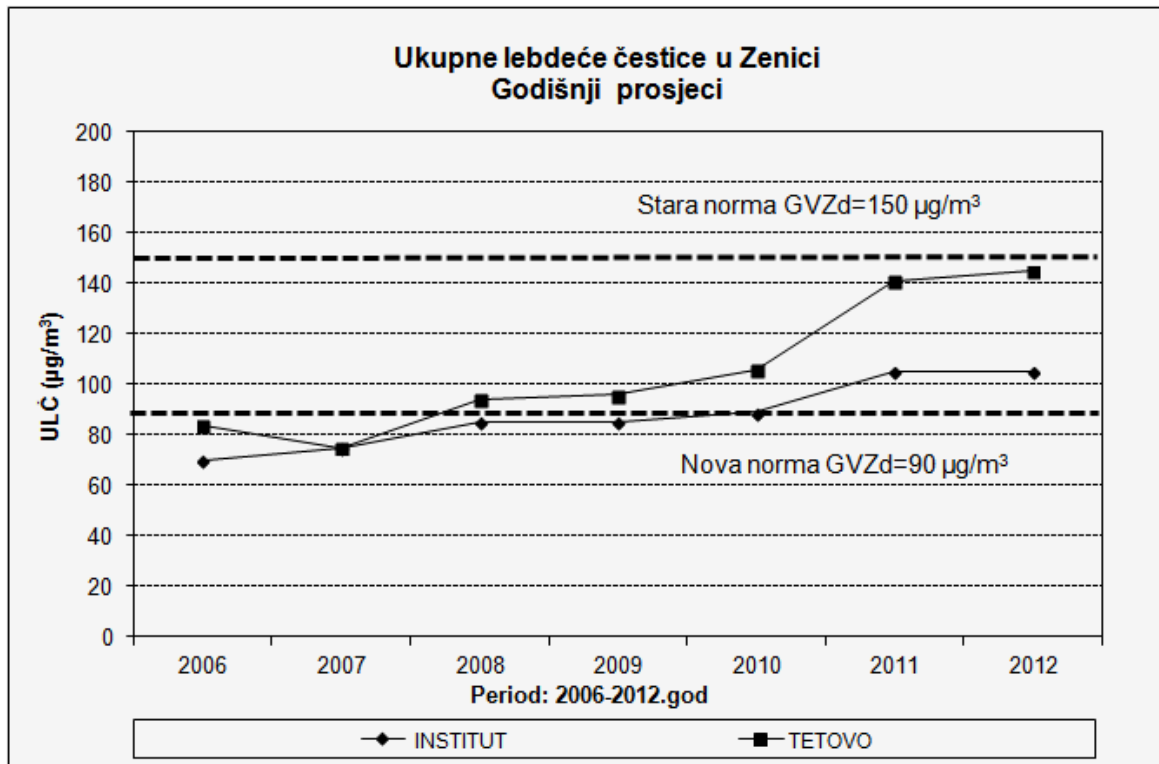
Na slikama 7. 8. 9. 10. 11. 12. i 13. dat je uporedan prikaz koncentracija sumpornog dioksida i ukupnih lebdećih čestica (prosjeci i maksimumi), te olova kadmija i željeza u ukupnim lebdećim česticama za period 2006-2012.godina. Slika 7. pokazuje porast prosječnih koncentracija sumpornog dioksida u posljednjih 7 godina.



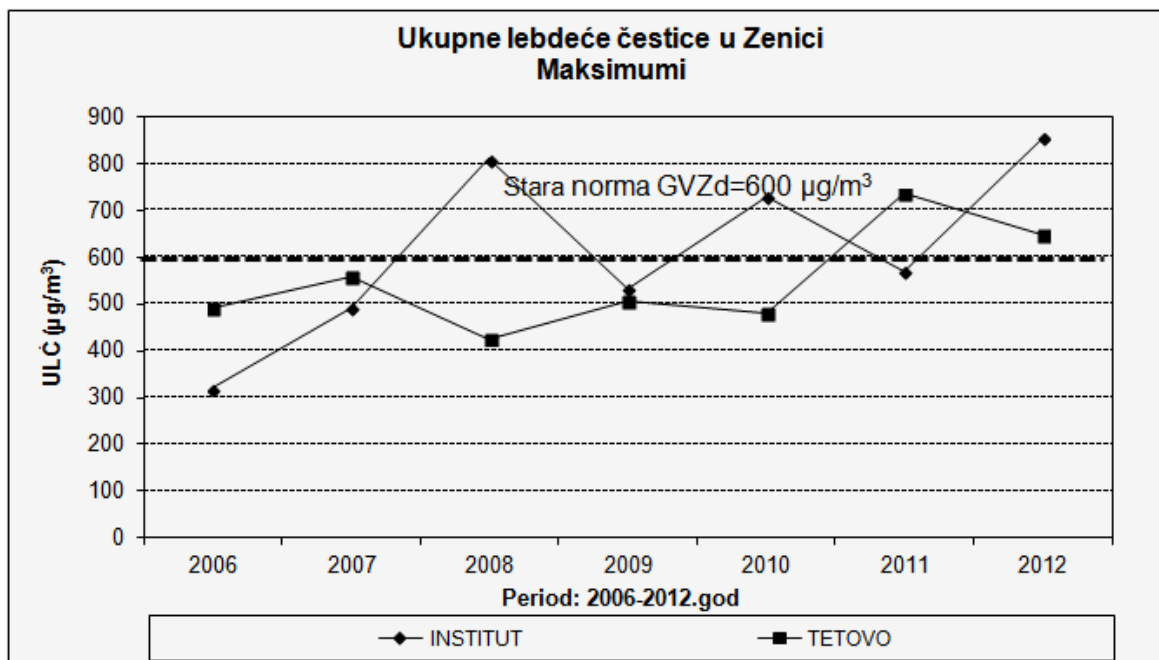
Slika 7. Godišnji prosjeci koncentracija SO₂ za period 2006-2012. godina



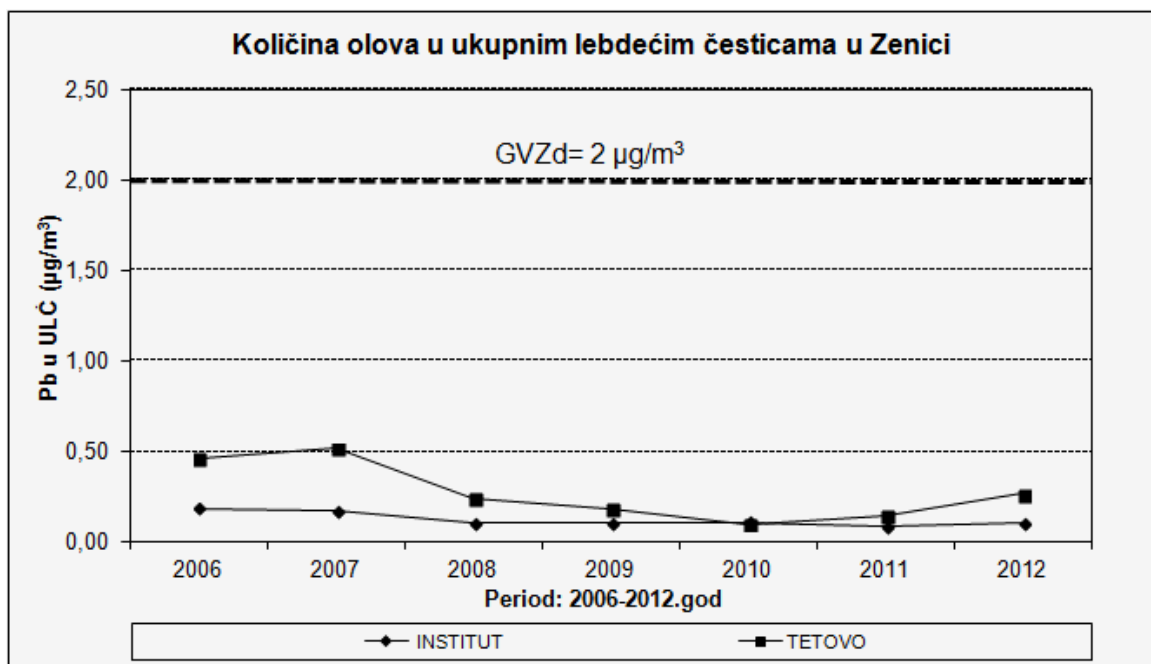
Slika 8. Maksimumi koncentracija SO₂ za period 2006-2012. godina



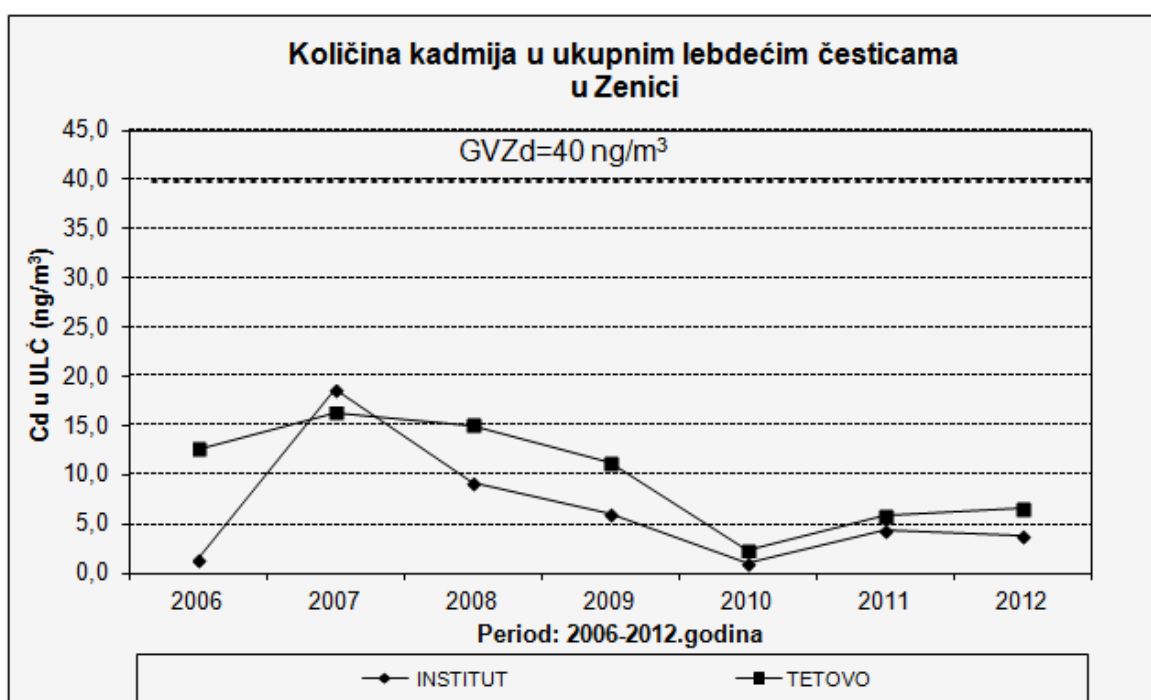
Slika 9. Godišnji prosjeci koncentracija ULČ za period 2006-2012. godina



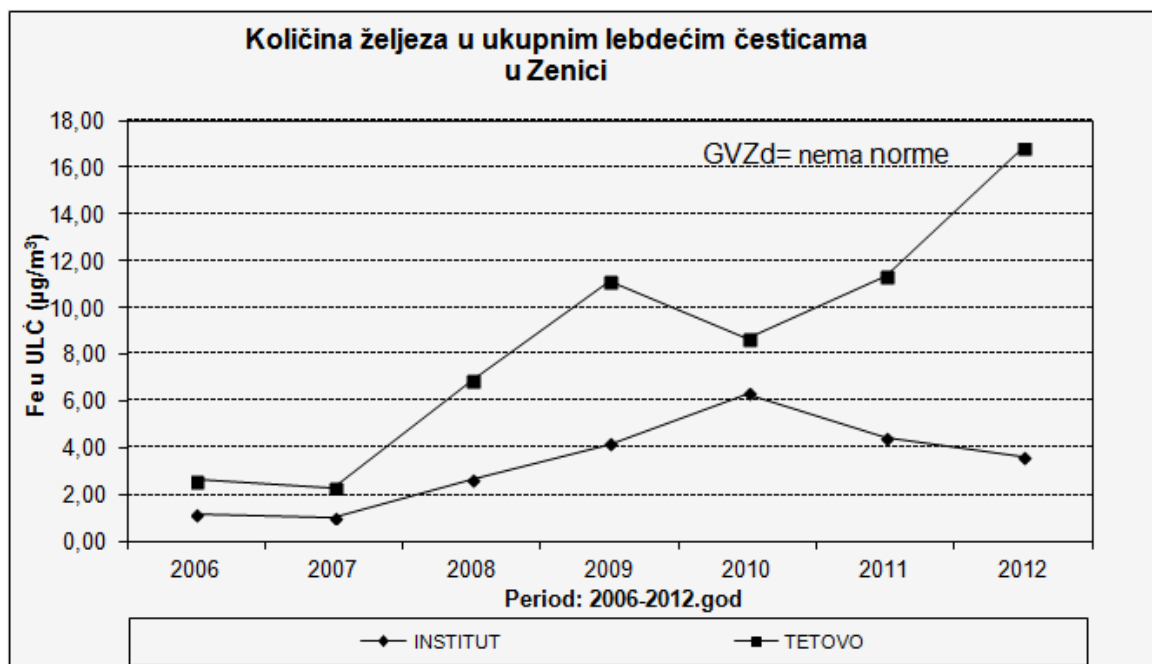
Slika 10. Maksimumi koncentracija ULČ za period 2006-2012. godina



Slika 11. Sadržaj olova u ULČ za period 2006-2012. godina



Slika 12. Sadržaj kadmija u ULČ za period 2006-2012. godina



Slika 13. Sadržaj željeza u ULČ za period 2006-2012. godina

3.3. Količine taložnog praha u 2012. godini

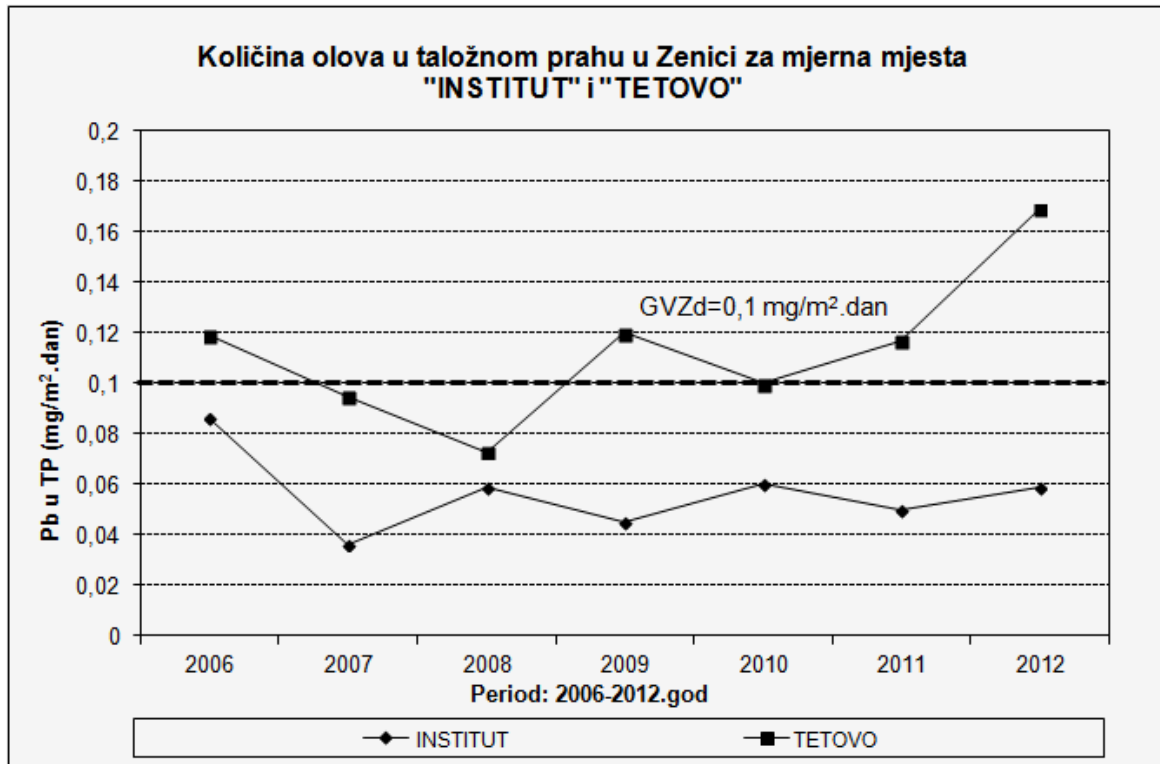
Količine taložnog praha date su u tabeli 8., a grafički predstavljene na slici 17.

Tabela 8. Količine taložnog praha, sadržaj olova, kadmija, željeza i cinka u taložnom prahu u 2012. godina

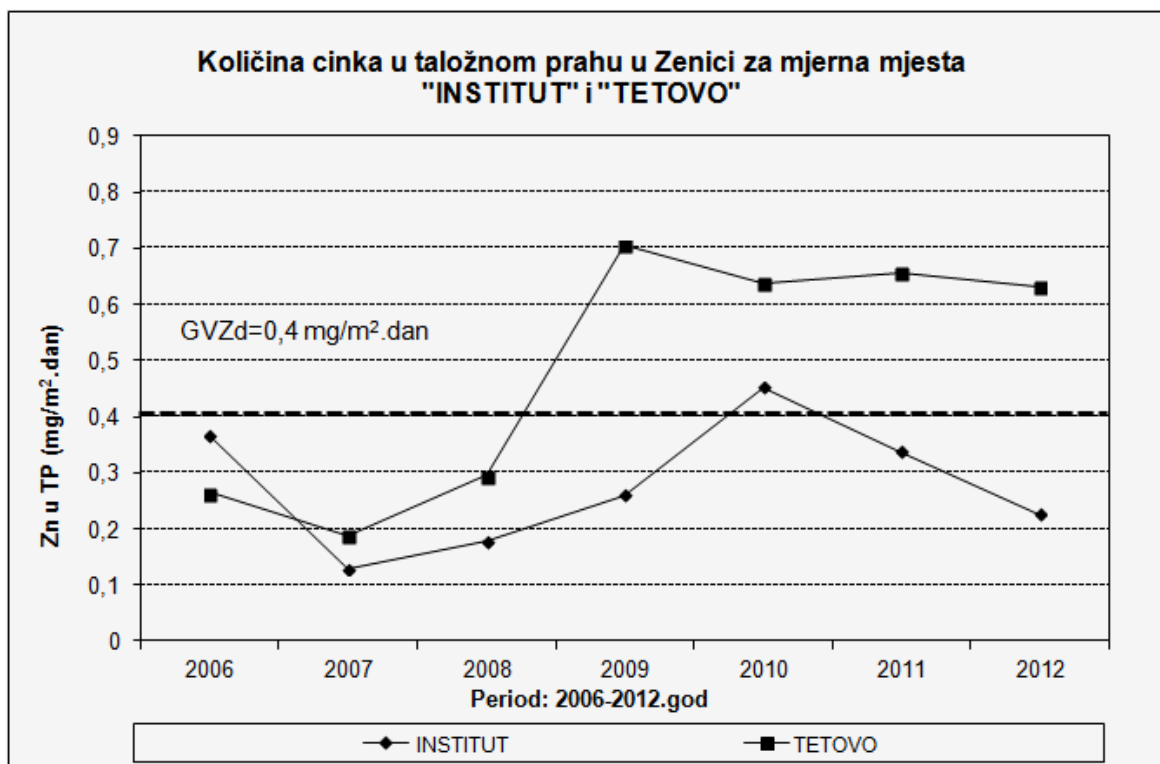
Mjerno mjesto	Taložni prah		Olovo	Kadmij	Željezo	Cink
	Prosjeak (mg/m ² .dan)	Maksimum (mg/m ² .dan)	Prosjeak (mg/m ² .dan)	Prosjeak (mg/m ² .dan)	Prosjeak (mg/m ² .dan)	Prosjeak (mg/m ² .dan)
Institut	204	406	0,059	0,0027	30,06	0,226
Centar	655	2298	0,208	0,0035	55,39	0,521
Raspotočje	143	237	0,032	0,0006	13,90	0,123
Lukovo polje	150	630	0,025	0,0008	8,09	0,121
Perin Han	100	195	0,075	0,0005	4,13	0,077
Crkvice	155	429	0,011	0,0001	7,14	0,096
Kamberović	85	174	0,024	0,0002	13,57	0,105
Pehare	149	319	0,041	0,0005	26,07	1,576
Ričice	322	734	0,057	0,0009	23,87	0,265
D. Gračanica	231	290	0,135	0,0018	63,30	0,241
Banlozi	237	337	0,458	0,0062	113,31	0,743
Tetovo	370	680	0,169	0,0055	42,92	0,633
Tetovo2	387	637	0,153	0,0052	49,89	0,699
Norma (period:godina)	200	350	0,1	0,002	-	0,4

Napomena: Tamni brojevi ukazuju na prekoračenje propisane granične vrijednosti zraka - GV za taložni prah. Zatomnjena polja u tabeli ukazuju na značajno prekoračenje norme.

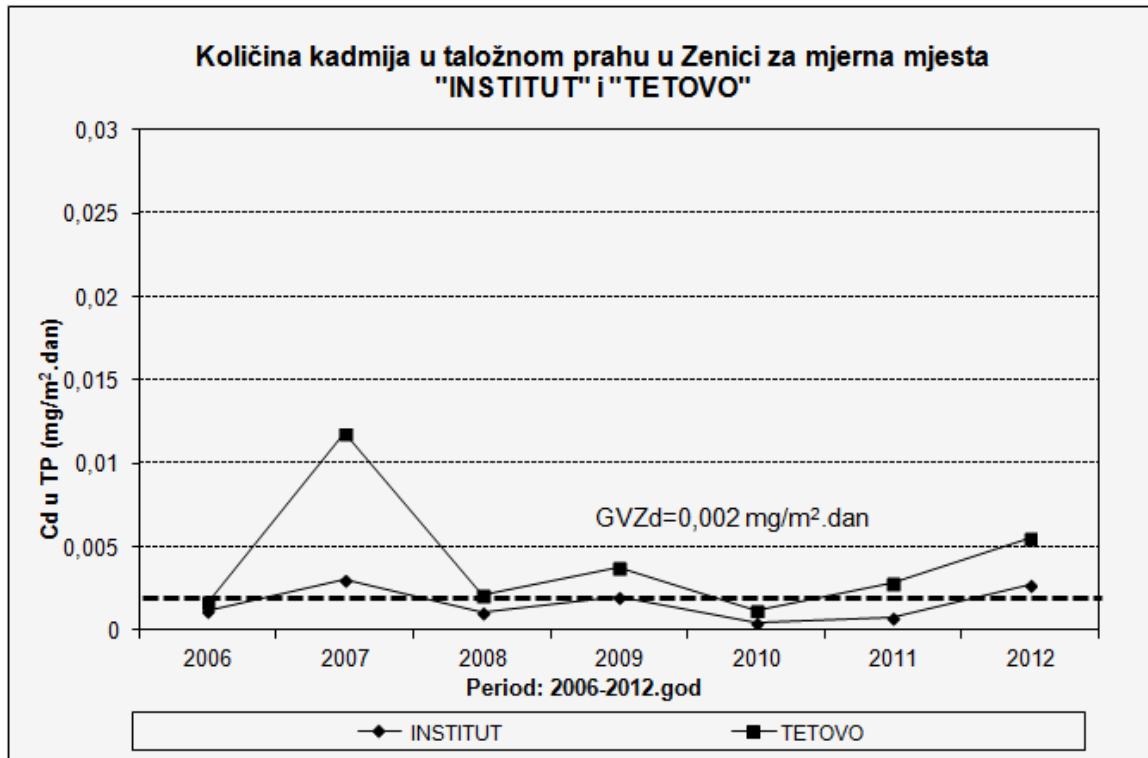
Na slikama 13. , 14. , 15. i 16. dat je uporedan prikaz sadržaja olova, kadmija, cinka i željeza u taložnom prahu za period 2006-2012. godina za mjerna mjesta „Institut“ i „Tetovo“.



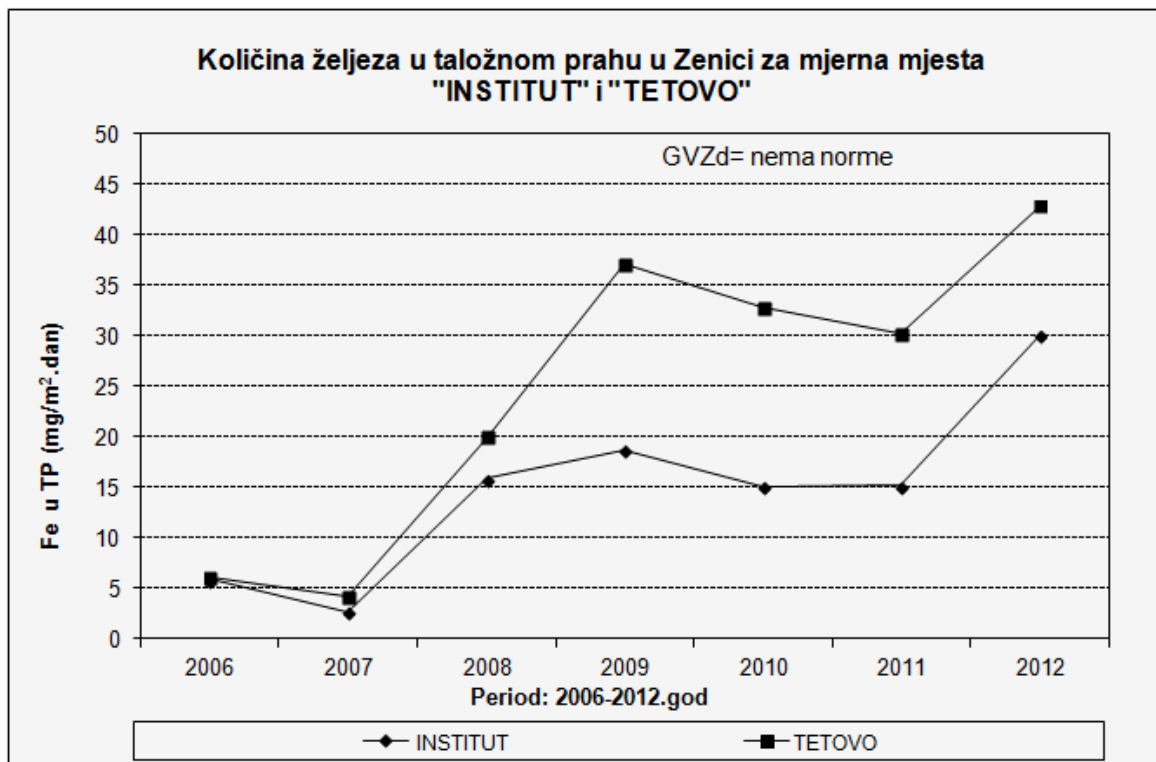
Slika 13. Sadržaj olova u taložnom prahu za period 2006-2012. godina



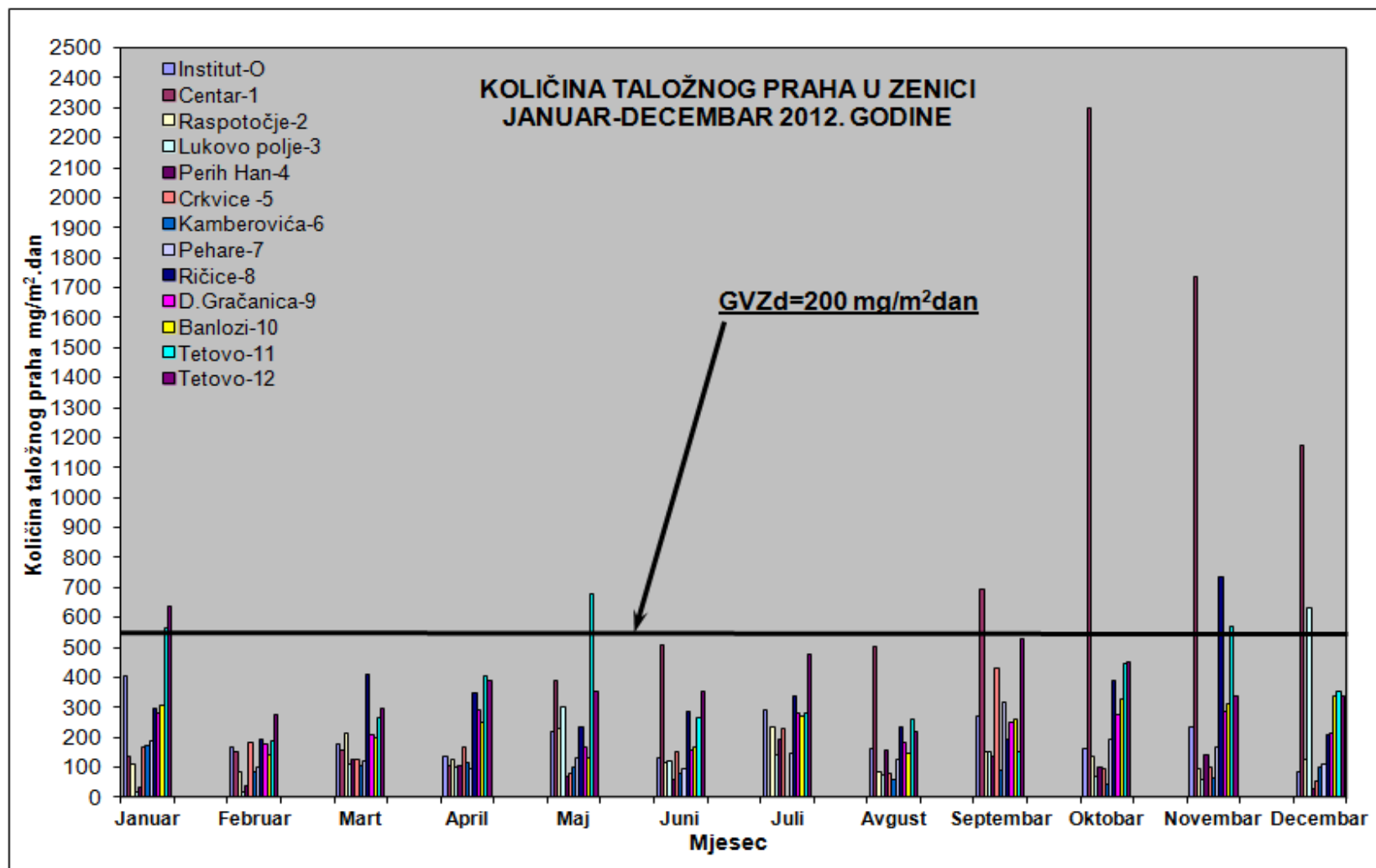
Slika 14. Sadržaj cinka u taložnom prahu za period 2006-2012. godina



Slika 15. Sadržaj kadmija u taložnom prahu za period 2006-2012. godina



Slika 16. Sadržaj željeza u taložnom prahu za period 2006-2012. godina



Slika 17. Količina taložnog praha u 2012. godini

Napomena: Taložni prah na mjernom mjestu „Centar“ u oktobru, novembru i decembru izrazito visoki zbog radova na GGM-u.

4. IZVORI ZAGAĐIVANJA ZRAKA

Pored industrijskih zagađivača u gradu Zenici prisutne su brojne male kotlovnice, koje kao energent koriste ugalj, a instaliraju se i nove kotlovnice u privrednim preduzećima. Ovom treba dodati veliki broj starih vozila bez ikakve kontrole izduvnih gasova i veliki broj malih kućnih ložišta. Mala kućna ložišta su uglavnom pozicionirana po padinskim dijelovima grada što je takođe nepovoljno, posebno u periodima stabilnog stanja atmosfere.

5. DISKUSIJA REZULTATA MJERENJA I ISPITIVANJA

5.1. Sumporni dioksid

Norme za kvalitet zraka u industrijsko-urbanim sredinama zahtjevaju da istovremeno budu ispunjena dva uslova:

1. uslov: prosječna dnevna koncentracije ne smije prelaziti $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ više od tri dana u toku kalendarske godine
2. uslov: prosječna godišnja vrijednost koncentracija sumpornog dioksida treba da bude manja od $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Kad se uporede norme i rezultati mjerenja u Zenici od januara do decembra 2012. godine uočava se da je najgora situacija bila na području mjernog mjesta „INSTITUT“

$$\bar{c} = 162 \mu\text{g}/\text{m}^3 \quad \text{Error! Bookmark not defined. } c_{98} = 483 \mu\text{g}/\text{m}^3 \\ c_{\text{max}} = 603 \mu\text{g}/\text{m}^3 .$$

Slično stanje je bilo i na području mjernog mjesta "TETOVO":

$$\bar{c} = 152 \mu\text{g}/\text{m}^3 \quad c_{98} = 383 \mu\text{g}/\text{m}^3 \quad c_{\text{max}} = 526 \mu\text{g}/\text{m}^3 .$$

Nešto bolja situacija je bila na području mjernog mjesta "CRKVICE":

$$\bar{c} = 117 \mu\text{g}/\text{m}^3 \quad c_{98} = 261 \mu\text{g}/\text{m}^3 \quad c_{\text{max}} = 381 \mu\text{g}/\text{m}^3 ,$$

ali je i to visoka zagađenost zraka sumpornim dioksidom.

U tabeli 9. dat je pregled broja prekoračenja dnevnih koncentracija SO_2 u proteklih 7 godina. Iz tabele se vidi da je broj prekoračenja dnevnih koncentracija SO_2 od $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (prema starom pravilniku SI.FBiH br. 12/05) na mjernim mjestima „INSTITUT“ i „TETOVO“ ostao na približno istom nivou, a na mjernom mjestu „CRKVICE“ je duplo manji.

Prema novom pravilniku (SI.FBiH broj 1/12) broj prekoračenja dnevnih prosjeka SO_2 od $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ u 2012. godini je veći u odnosu na 2011. na svim mjernim mjestima, jer su kriteriji za ocjenu kvaliteta zraka znatno strožiji.

Tabela 9. Broj prekoračenja dnevnih prosjeka koncentracija SO₂ u Zenici za period 2006-2012. godine

ZENICA	Broj dana prekoračenja dnevnih prosjeka SO ₂ od 240 µg/m ³			Broj dana prekoračenja dnevnih prosjeka SO ₂ od 125 µg/m ³		
	Institut	Crkvice	Tetovo	Institut	Crkvice	Tetovo
2006. godina	12	7	21	68	33	88
2007. godina	34	20	34	104	56	112
2008. godina	35	14	35	66	44	91
2009. godina	36	6	22	120	73	152
2010. godina	28	9	18	117	65	105
2011. godina	67	24	54	160	119	179
2012. godina	65	12	58	186	146	194
Propisi FBiH*	Dozvoljeno najviše 7 dana prekoračenja u kalendarskoj godini			Dozvoljeno najviše 3 dana prekoračenja u kalendarskoj godini		

* Stari pravilnik br. 12/05 - Tabela urađena da bi se mogli porediti brojevi dana prekoračenja u odnosu na prethodne godine. Prema novom pravilniku (SI.FBiH broj 1/12) broj dana prekoračenja je skoro 3 puta veći jer su dozvoljene visoke koncentracije dosta niže.

Na mjernom mjestu "Crkvice" je manji godišnji prosjek koncentracije sumpornog dioksida nego na mjernim mjestima "Institut" i "Tetovo". Maksimalne koncentracije su bile ujednačenije na mjernim mjestima "Institut" i "Tetovo" gdje su dostizale vrijednosti od 603 µg/m³ i 526 µg/m³.

Primjećeno je da su pokazatelji visokih koncentracija (maksimalne i c₉₈ vrijednosti) koncentracija sumpornog dioksida u 2012. godini nešto niže u odnosu na 2011. godinu na svim mjernim mjestima.

5.2. Ukupne lebdeće čestice

Norme za kvalitet zraka u industrijsko-urbanim sredinama zahtijevaju da istovremeno budu ispunjena dva uslova:

1. uslov: prosječna dnevna koncentracije ne smije prelaziti 250 µg/m³ u toku kalendarske godine
2. uslov: prosječna godišnja vrijednost koncentracija sumpornog dioksida treba da bude manja od 90 µg/m³

Zrak u Zenici nije prekomjerno zagađen ukupnim lebdećim česticama za razliku od sumpornog dioksida. Rezultati mjerenja pokazuju da je zagađenost zraka ukupnim lebdećim česticama na mjernom mjestu "Tetova" iznosila:

$$\bar{c} = 145 \mu\text{g}/\text{m}^3 \quad c_{98} = 418 \mu\text{g}/\text{m}^3, \quad c_{\text{max}} = 648 \mu\text{g}/\text{m}^3.$$

Na mjernom mjestu "Institut":

$$\bar{c} = 105 \mu\text{g}/\text{m}^3 \quad c_{98} = 362 \mu\text{g}/\text{m}^3, \quad c_{\text{max}} = 855 \mu\text{g}/\text{m}^3.$$

Upoređivanjem podataka za 2012. i 2011. godinu, na mjernim mjestima "Institut" i „Tetovo“ uočava se da su prosječne godišnje koncentracije ULČ ostale na približno istom nivou. Maksimalne koncentracije ULČ su u porastu na mjernom mjestu „Institut“ a u padu na mjernom mjestu „Tetovo“.

Međutim, to nisu značajne promjene da bi se moglo reći da je zagađenost zraka ukupnim lebdećim česticama u porastu ili padu. Svakako treba da se naglasi da je u 2012. godini, uočeno smanjenje sadržaja količine kadmija u uzorcima ukupnih lebdećih čestica na mjernom mjestu „Institut“, dok je sadržaj željeza, olova i kadmija na mjernom mjestu „Tetovo“ u blagom porastu.

U tabeli 10. dat je pregled broja prekoračenja dnevnih koncentracija ULČ u proteklih 7 godina. Iz tabele se vidi da je broj prekoračenja dnevnih koncentracija ULČ od 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (prema starom pravilniku SI.FBiH br. 12/05) na mjernim mjestima „INSTITUT“ i „TETOVO“ preko dozvoljene norme, a takođe se vidi da je broj prekoračenja u 2012. godini manji u odnosu na 2011. godinu.

Prema novom pravilniku (SI.FBiH broj 1/12) prema kojem ne smije biti prekoračenja dnevnog prosjeka od 250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ na oba mjerna mjesta znatno je prekoračena dozvoljena norma, a vidi se da je na mjernom mjestu "Tetovo" broj prekoračenja skoro 3 puta veću nego na mjernom mjestu "Institut".

Tabela 10. Broj prekoračenja dnevnih prosjeka koncentracija ULČ u Zenici za period 2006-2012. godina

ZENICA	Broj dana prekoračenja dnevnih prosjeka ULČ od 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		Broj dana prekoračenja dnevnih prosjeka ULČ od 250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
	Institut	Tetovo	Institut	Tetovo
Period mjerenja				
2006. godina	0	4	10	22
2007. godina	3	6	8	13
2008. godina	5	4	13	18
2009. godina	5	2	11	11
2010. godina	3	8	15	22
2011. godina	12	15	29	47
2012. godina	7	10	16	40
Propisi FBiH*	Dozvoljeno najviše 7 dana prekoračenja u kalendarskoj godini		Nije dozvoljeno da dnevni prosjek ULČ bude prekoračen u toku kalendarske godine	

Tabela 11. Sadržaj olova i kadmija u ULČ za period u 2006-2012.godini

Mjerno mjesto		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Norma GVZ
Olovo $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Institut	0,18	0,17	0,10	0,10	0,104	0,078	0,10	2*
	Tetovo	0,46	0,51	0,24	0,18	0,095	0,143	0,26	
Kadmij ng/m^3	Institut	1,4	18,6	9,28	6	0,985	4,41	3,85	40*
	Tetovo	12,6	16,3	15	11,2	2,275	5,87	6,54	

*Napomena: Dozvoljenje prosječne godišnje vrijednosti navedene su u Pravilniku o graničnim vrijednostim kvaliteta zraka ("Sl.novine FBiH", br. 12/05)

5.3. Taložni prah

Norme za kvalitet zraka u industrijsko-urbanim sredinama zahtijevaju da istovremeno budu ispunjena dva uslova:

1. uslov: prosječna godišnja vrijednost za taložni prah je $200 \text{ mg/m}^2\text{d}$, period uzorkovanja
2. uslov: visoka vrijednost je $350 \text{ mg/m}^2\text{d}$ odnosi se na mjesec u godini sa najvišim vrijednostima depozicije/taloga

Rezultati mjerenja pokazuju da je u periodu mjerenja 2012. godine na 7 mjernih mjesta (Institut, Centar, Ričice, D.Gračanica, Banlozi, Tetovo i Tetovo2) prekoračena norma za godišnji prosjek taložnog praha za industrijsko-urbane sredine. Može se konstatovati da je došlo do povećanja količine taložnog praha u odnosu na 2011. godinu. Najveća prosječna godišnja količina taložnog praha izmjerena je (ako izuzmemo mjerno mjesto „Centar“ koje je imalo maksimalnu količinu taložnog praha zbog radova na GGM-u) na lokaciji "Ričice" ($734 \text{ mg/m}^2 \text{ dan}$), i u porastu je u odnosu na mjerenja u 2011. godini ($304 \text{ mg/m}^2 \text{ dan}$).

Maksimalne količine taložnog praha su bile prekomjerne čak na sedam mjernih mjesta (Institut, Centar, Lukovo Polje, Crkvice, Ričice, Tetovo, Tetovo2).

Godišnji prosjek količine taložnog praha bilo je u dozvoljenim granicama na mjernim mjestima: "Raspotočje", "Lukovo polje", "Perin Han", "Crkvice", "Kamberović polje" i "Pehare".

Sadržaj kadmija, olova i željeza u taložnom prahu bio je veći u odnosu na prethodnu godinu na mjernom mjestu "Tetovo". Sadržaj cinka bio je u porastu na mjernim mjestima „Pehare“ ($1,576 \text{ mg/m}^2 \text{ dan}$), „Banlozi“ ($0,743 \text{ mg/m}^2 \text{ dan}$), „Tetovo“ ($0,633 \text{ mg/m}^2 \text{ dan}$) i „Tetovo2“ ($0,699 \text{ mg/m}^2 \text{ dan}$) u odnosu na prethodnu godinu. Poređenjem cinka u taložnom prahu na mjernim mjestima „Institut“ i „Tetovo“ u odnosu na 2011. godinu je manji.

Veliki sadržaj željeza u taložnom prahu prisutan je na mjernim mjestima u blizini željezare. Prisutnost sadržaja teških metala u zraku upozorava na oprezno konzumiranje voća i povrća sa ovih područja jer može narušiti čovjekovo zdravlje.

5.4. Nedostaci mjerenja

Trenutno se u Zenici obavljaju slijedeća kontinuirana mjerenja zagađenosti zraka:

- kontinuirano mjerenje koncentracije sumpornog dioksida (24-satni uzorci)
- kontinuirano mjerenje koncentracije ukupnih lebdećih čestica (24-satni uzorci)
- kontinuirano mjerene količine taložnog praha
- određivanje sadržaja olova, željeza i kadmija u odabranim uzorcima ukupnih lebdećih čestica i
- određivanje sadržaja olova, željeza i kadmija i cinka u odabranim uzorcima taložnog praha.

Mjerenja SO₂ i ULČ vrši se 24-satnim uzorcima koji nisu dovoljni za industrijske sredine sa diskontinuiranom proizvodnjom, jer se visoke satne koncentracije izgube u 24-satnom prosjeku.

Iskustva pokazuju da je u industrijskim sredinama potrebno mjeriti još i slijedeće zagađujuće materije u zraku:

- Lebdeće čestice manje do 2,5 μm (PM_{2,5}) i manje od 1 μm (PM₁),
- Aromatske ugljikovodike u lebdećim česticama (ULČ, PM₁₀, PM_{2,5} i PM₁),
- Volatilna organska jedinjenja (Benzol, Toluen, Etilbenzen i Ksilen),
- Teške metale u lebdećim česticama (As, Cr, Mn, Ni, Fe, Cd, Pb, Zn),
- Meteorološke parametre (brzina i smjer vjetra, vlažnost, temperatura),
- Teške metale u taložnom prahu (As, Cr, Mn, Ni, Fe, Cd, Pb, Zn).

To znači da se u Zenici na osnovu mjerenja dvije zagađujuće materije sa 24-satnim uzorkovanjem, ne može dati ukupna ocjena kvaliteta zraka. Za ocjenu kvaliteta zraka u Zenici treba mjeriti slijedeće zagađujuće materije:

- Sumpordioksid SO₂ (satne i 24-satni uzorci)
- Azotne okside (satne i 24-satni uzorci)
- Lebdeće čestice manje od 10 μm (PM₁₀), manje od 2,5 μm (PM_{2,5}) i manje od 1 μm (PM₁)
- Taložni prah
- Volatilne organske spojeve BTEX (Benzol, Toluen, Etilbenzen i Xilen)
- Aromatske ugljikovodike u ULČ, PM₁₀, PM_{2,5} i PM₁
- Teške metale (As, Cr, Mn, Ni, Fe, Cd, Pb, Zn) u lebdećim česticama i taložnom prahu
- Meteorološke parametre (brzine i smjer vjetra, vlažnost i temperatura zraka)
- Ugljični monoksid CO
- Ozon O₃

U toku 2012. godine izvršena su mjerenja azotnih oksida, lebdećih čestica PM₁₀, PM_{2,5} i PM₁, CO, O₃ i BTEX pomoću pokretnih laboratorija na pojedinim lokacijama i u kraćim vremenskim periodima (10 dana do mjesec dana). Ovi rezultati mogu poslužiti za orijentaciju jer je za ocjenu kvaliteta zraka potrebno kontinuirano mjeriti na jednom mjestu tokom cijele godine, s tim da najmanje 90% rezultata mora biti validno.

6. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Na osnovu provedenih kontinuiranih mjerenja i ispitivanja zagađenosti zraka u Zenici u periodu januar – decembar 2012. godine može se zaključiti:

1. U Zenici je i dalje vrlo visoka zagađenost zraka sumpornim dioksidom, ukupnim lebdećim česticama. Zabilježene su i visoke vrijednosti količina taložnog praha. Prisutan je visok sadržaj željeza u ukupnim lebdećim česticama te olova, kadmija i željeza u taložnom prahu.

Međutim, rezultati provedenih mjerenja dnevnih prosjeka zagađenosti zraka sumpornim dioksidom i ukupnim lebdećim česticama ne mogu biti osnova za ocjenu ukupne zagađenosti zraka u Zenici. Da bi se kvalitet zrak mogao ocjeniti potrebno je izvršiti i:

- kontinuirana mjerenja satnih prosjeka koncentracija sumpornog dioksida, ugljikovog monoksida, ozona i azotnih oksida na minimalno tri lokacije,
- kontinuirana mjerenja koncentracija lebdećih čestica manjih od 10 μm (PM10), lebdećih čestica manjih od 2,5 μm (PM2,5) i lebdećih čestica manjih od 1 μm (PM1),
- analize sadržaja teških metala (As, Cr, Mn, Ni, Fe, Cd, Pb, Zn) i policikličkih aromatskih ugljikovodika u lebdećim česticama PM10, PM2,5 i PM1 i
- kontinuirana mjerenja koncentracija volatilnih organskih jedinjenja (benzola, toluena, etil benzena i ksilena).

2. Godišnji prosjek koncentracije sumpornog dioksida ne zadovoljava graničnu vrijednost zagađenosti zraka od 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ na mjernim mjestima "Tetovo", "Institut" i „Crkvice“. Maksimalne dnevne koncentracije sumpornog dioksida su izmjerene u januaru i decembru 2012. godine

Broj dana sa koncentracijama većim od 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (dozvoljeno je da ova vrijednost bude prekoračena najviše 3 dana u toku kalendarske godine) iznosio je:

- | | | |
|--------------------------------|----------|---------------------|
| ➤ na mjernom mjestu "Tetovo" | 186 dana | (prekoračena norma) |
| ➤ na mjernom mjestu "Institut" | 194 dana | (prekoračena norma) |
| ➤ na mjernom mjestu "Crkvice" | 146 dana | (prekoračena norma) |

Prema tome, broj prekoračenja visokih koncentracija sumpornog dioksida bio je znatno veći od dozvoljenog. Takođe je došlo do porasta broja prekoračenja dozvoljene visoke vrijednosti od 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ u odnosu na 2011. godinu.

U 2012. godini zabilježen je i porast dnevnih prosjeka sumpornog dioksida na svim mjernim mjestima u odnosu na dnevne prosjeke sumpornog dioksida za 2011. godinu.

3. Godišnji prosjek koncentracija ukupnih lebdećih čestica ne zadovoljava graničnu vrijednost niti na jednom mjernom mjestu. Izmjerene maksimalne koncentracije ukupnih lebdećih čestica su iznosile:

- | | | |
|----------------------------|------------------------------|---------------------|
| ➤ mjerno mjesto "Institut" | 855 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | (prekoračena norma) |
| ➤ mjerno mjesto "Tetovo" | 645 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | (prekoračena norma) |

Broj dana sa koncentracijama većim od 250 mikrograma po kubnom metru zraka (nije dozvoljeno da dnevna koncentracija ukupnih lebdećih čestica bude prekoračena u toku kalendarske godine) iznosio je:

- na mjernom mjestu "Institut" 16 dana (prekoračena norma)
- na mjernom mjestu "Tetovo" 40 dana (prekoračena norma)

4. Sadržaj olova i kadmija u ukupnim lebdećim česticama je bio u granicama normi. Sadržaj željeza nije bitan za zagađenost zraka ali rezultati mjerenja pokazuju da je na mjernom mjestu „Tetovo“ povećan u odnosu na prošlu godinu što znači da je porastao uticaj željezare.
5. Prekoračenje godišnjih prosjeka taložnog praha je prisutno na 7 mjernih mjesta (Institut, Centar, Ričice, D.Gračanica, Banlozi, Tetovo i Tetovo2), a najviša prosječna koncentracija ovog sedimenta je zabilježena na mjernim mjestima u blizini željezare (ako izuzmemo mjerno mjesto „Centar“ koje je imalo maksimalnu količinu taložnog praha zbog radova na GGM-u): "Tetovo2" (387 mg/m² dan), "Tetovo" (370 mg/m² dan) i "Ričice" (322 mg/m² dan). Može se konstatovati da maksimalna količina taložnog praha ne zadovoljava norme na sedam mjernih mjesta (Institut, Centar, Lukovo Polje, Crkvice, Ričice, Tetovo, Tetovo2).

Zabilježeno je povećavanje sadržaja željeza u taložnom prahu na mjernim mjestima oko željezare u odnosu na prethodnu godinu. Sadržaj kadmija, olova i željeza u taložnom prahu bio je veći u odnosu na prethodnu godinu na mjernom mjestu "Tetovo". Sadržaj cinka bio je u porastu na mjernim mjestima „Pehare“, „Banlozi“, „Tetovo“ i „Tetovo2“ u odnosu na prethodnu. Poređenjem cinka u taložnom prahu na mjernim mjestima „Institut“ i „Tetovo“ u odnosu na 2011. godinu je manji.

Veliki sadržaj željeza u taložnom prahu prisutan je na mjernim mjestima u blizine željezare. Prisutnost sadržaja teških metala u zraku upozorava na oprezno konzumiranje voća i povrća sa ovih područja jer može narušiti čovjekovo zdravlje. U poređenju s normama količine taložnog praha bile su u dozvoljenim granicama na mjernim mjestima: "Raspotočje", "Lukovo polje", "Perin Han", "Crkvice", "Kamberović polje" i "Pehare".

6. Treba nastaviti mjerenja emisija štetnih materija na postojećim i na novim izvorima zagađivanja zraka u Zenici. Obratiti pažnju na sve veći broj malih kotlovnica koje se svakodnevno pojavljuju u gradu i prigradskim naseljima a naročito po padinskim djelovima grada. Krajne je vrijeme da se pri registraciji vozila na stanicama za tehnički pregled vozila obavezno vrši ispitivanje ispusnih dimnih plinova, uz eventualno isključenje iz saobraćaja.
7. Neophodno je pojačati rad inspekcijskih organa na poslovima zaštite zraka od zagađivanja, uz uvođenje oštrih kaznenih mjera.
8. Neophodno je što hitnije uspostaviti kompletan monitoring zagađenosti zraka sa fiksnim stanicama jer je potrebno ostvariti 90% validnih rezultata mjerenja na svakom mjernom mjestu, da bi se mogli porediti s normama za kvalitet zraka.

Pored toga potrebno je 5 godina kontinuiranih mjerenja da bi se na jednom mjernom mjestu mogao ocjeniti kvalitet zraka

9. Poznato je da su izvršena kontinuirana mjerenja satnih prosjeka koncentracija SO₂, NO/NO₂/NO_x, PM10, PM2,5, PM1, O₃ i CO pomoću mobilnih stanica čiji su rezultati dati u posebnim analizama, pa nema potrebe se se isti ponovo prezentiraju u ovom izvještaju.