

Izveštaj o kontroli kvaliteta vazduha

UVOD

U cilju praćenja uticaja saobraćaja na kvalitet vazduha tokom 13 dana u novembru i decembru 2008. godine, izvršena su merenja koncentracije sumpor-dioksida (SO₂), čađi, prizemnog ozona (O₃), suspendovanih čestica uz određivanje sadržaja normiranih toksičnih metala (olovo-Pb, kadmijum-Cd, mangan-Mn i živa-Hg) i BTX-a (benzen, toluen i ksilen), na 4 merna mesta:

1. **Irig,**
2. **Iriški venac,**
3. **Petrovaradin i**
4. **Novi Sad.**

Merenja je izvršio Zavod za javno zdravlje Zrenjanin.

Karakteristike parametara

Sumpordioksid - U atmosferi se nalazi niz različitih oblika sumpora, počev od elementarnog preko različitih jedinjenja: sumpornih oksida (sumpordioksid i sumportrioksid), njihovih jedinjenja sa vodenom parom (sumporne i sumporaste kiseline), kao i soli ovih kiselina (sulfati i sulfiti) do hidrida sumpora (vodoniksulfid). Smatra se da 1/3 ukupnog sumpora u atmosferi potiče od sagorevanja fosilnih goriva (uglja i nafte). Velika količina sumpornih jedinjenja oslobađa se sagorevanjem pri proizvodnji energije, topljenjem ruda metala koje sadrže sumpor, kao i iz industrije celuloze i hartije, gde se oslobađaju velike količine vodonik-sulfida. Sumporni oksidi, naročito kada se emituju u vazduh zajedno sa čađi, u prisustvu vodene pare dovode do formiranja toksične magle (smoga) koja prouzokuje oštećenje plućnog parenhima. Prosečne godišnje koncentracije sumpordioksida u predelima koji su daleko od bilo kakvih čovekovih aktivnosti se kreće ispod 5 µg/m³, a urbanim sredinama od 20 - 100 µg/m³. Prema preporuci Ujedinjenih Nacija (UN) i Svetske zdravstvene organizacije (SZO), prosečna godišnja koncentracija sumpordioksida bi trebalo da bude ispod 40µg/m³.

Azotdioksid - U atmosferi postoji niz različitih azotnih jedinjenja: azotni oksidi, soli kiselina koje sadrže azot (nitrati i nitriti) i amonijak. Najveća količina azotnih oksida nastaje pri radu elektrana i motornih vozila koje za svoj rad koriste tečno gorivo, pri čemu se stvara visoka temperatura što izaziva reakciju između kiseonika i elementarnog azota iz vazduha, a čiji su produkti azotni oksidi.

Azot dioksid može da se veže za hemoglobin pri čemu se stvara oksiazohemoglobin koji onemogućava osnovnu funkciju hemoglobina - prenos kiseonika. Jedinjenja azota se danas ubrajaju u grupu vodećih karcinogena pluća, želuca i mokraćne bešike. Prosečna godišnja koncentracija azotdioksida u seoskim sredinama se kreće oko 5 µg/m³, a u gradovima od 20 do 90 µg/m³. Prema preporukama SZO, prosečna godišnja koncentracija azotnih oksida ne bi trebala da prelazi 30 µg/m³.

Čađ - Najčešće nastaje sagorevanjem organskih materija u ložištima iz domaćinstva. Posebno treba naglasiti sadržaj aromatičnih ugljovodonika u čađi: **benzo-a-piren, benzo-a-antracen, piren, flouranten**, koji nastaju pri sagorevanju masne faze fosilnih goriva. Benzo-a-piren je kancerogeno jedinjenje.

Prosečne godišnje koncentracije čađi se kreću oko 10 µg/m³ u seoskim sredinama i manje zagađenim područjima gradova, do 250µg/m³ u jako zagađenim predelima.

Prizemni ozon - Formira se u nižim slojevima atmosfere u prisustvu azotnih oksida, ugljovodonika i isparljivih organskih jedinjenja. Povišene koncentracije prizemnog ozona se najčešće javljaju u gradovima sa velikim intenzitetom saobraćaja. Tokom poslednje decenije koncentracije ozona su aproksimativno povećane za 1- 2%, tako da se koncentracija prizemnog ozona tokom letnjeg perioda kreće između 40 i 80 µg/m³. Očekivani zdravstveni efekti prema podacima SZO pri koncentraciji od:

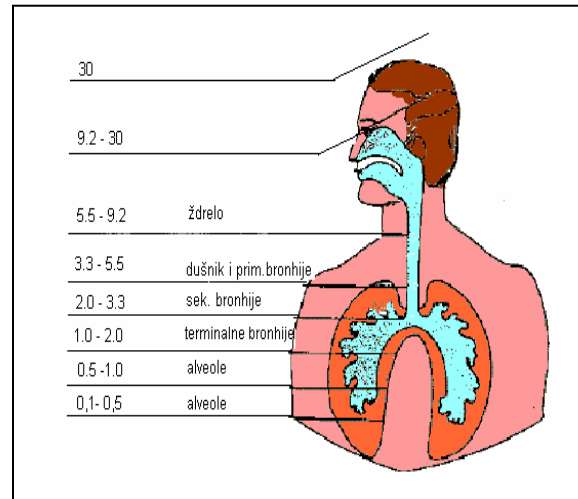
- 200 µg/m³ javlja se glavobolja, iritacija oka, opadanje plućne funkcije i fizičke kondicije
- 250 µg/m³ astmatični napadi

Suspendovane čestice – Pored čvrstih čestica, koje se javljaju pri sagorevanju (čad), prisutne su i fine čestice, veoma malih dimenzija i mase, koje se mogu istaložiti putem gravitacije. Dijametar navedenih čestica varira od 100 μm do 1 μm . Agencija za zaštitu životne sredine (Environmental Protection Agency-EPA) definiše suspendovane čestice u zavisnosti od dijametra na sledeće dve grupe: $\leq 10 \mu\text{m}$ (PM_{10}) i $\leq 2.5 \mu\text{m}$ ($\text{PM}_{2.5}$).

Uticao čestica na zdravlje ljudi zavisi od veličine same čestice. Dok se vreme zadržavanja krupnijih čestica u atmosferi meri danima, fine čestice ostaju u ambijentalnom vazduhu mnogo duže i budući da su lake, mogu se preneti na značajne udaljenosti. Čestice veće od 10 μm se zadržavaju u gornjim disajnim putevima - nosu, grlu i ždrelo, gde usled nadražaja, koji izazivaju, dolazi do pojačanog lučenja sluzi. Radom vibratornih dlačica, koje se nalaze na površini trepljastog epitela bronhija, sekret se zajedno sa česticama potiskuje na gore, da bi se finalno izbacio u spoljašnju sredinu kroz nosni ili usni otvor. Zbog navedenog, čestice krupnijeg dijametra ne predstavljaju toliko značajnu opasnost po zdravlje, koliko fine čestice (Slika 1). Fine čestice prodiru do najsitnijih dušičkih cevčica – bronhiola trećeg reda i alveola, gde se zadržavaju u sluzokoži.

Ukoliko je koncentracija suspendovanih čestica malog dijametra povećana tokom niza godina, može doći do pojave različitih plućnih bolesti kao što su: silikoza, azbestoza, oblici astme, bronhitisa i emfizema pluća. Posebno rizičnu grupu predstavljaju radnici izloženi finoj prašini u rudnicima, kamenolomima, pri proizvodnji stakla i keramike, sagorevanju iz visokih peći, cementarama i dr. Nejčešći simptomi su veoma otežano disanje uz pojavu sekreta, koga prati smanjen kapacitet pluća. Lečenje ovih bolesti je složeno i zavisi od stepena i stadijuma bolesti, tako da se mora voditi više računa o preventivi nego o lečenju.

BTX (benzen, toluen i ksileni) se ubrajaju u grupu isparljivih organskih komponenata VOC (Volatile Organic Compounds). Izvor: emisija iz proizvodnje, distribucije i upotrebe goriva. Glavni predstavnik ove grupe jedinjenja je **benzen**, koji je okarakterisan kao genotoksični kancerogen.



Slika 1.- Dubina prodiranja čestica u čovekov organizam u zavisnosti od veličine

Rezultati merenja:

1. Merno mesto Irig

Za merno mesto je odabran prostor koji se nalazi u blizini zgrade suda, odnosno u parku u centru naselja (uzorkovanje suspendovanih čestica). Izbor mernog mesta je definisan kao adekvatan za detektovanje zagađujućih materija (blizina saobraćajnice, pogodna ruža vetrova i sl.).

Za merno mesto odabran je nezaklonjen deo objekta bez visokog rastinja. Levak za uzorkovanje imisionog zagađenja je postavljen na visini od oko 3.0 – 3.5 m od tla. Uzorkovanje vazduha vršeno je u cilju praćenja sadržaja sumpordioksida, čađi, azotnih oksida i prizemnog ozona uređajima proizvođača PRO-EKOS tip AT-801x2 i AT-401x svakodnevno tokom 24-og perioda merenja od 11.-23. novembra 2009.godine, Uzorkovanje vazduha uređajem supelco air sampler se vršeno je radi određivanja sadržaja benzena, toluena i ksilena, koji su određeni u laboratoriji gas-hromatografski. Na navedenoj lokaciji uzorkovanje suspendovanih čestica vršeno je u blizini saobraćajnice uređajem za uzorkovanje suspendovanih čestica iz vazduha.



Slika a) Merno mesto za uzorkovanje sumpordioksida, čađi, azotnih oksida i prizemnog ozona



Slika b) suspendovanih čestica

Rezultati merenja:

<i>Koncentracija sumpordioksida nije bila viša od propisane GVI* (150 µg/m³).</i>		
Dnevni maksimum	69	µg/m ³ .
Minimalan dnevni sadržaj	9	µg/m ³ .
Prosečna mesečna vrednost	40	µg/m ³ .
<i>Koncentracija čadji je bila viša od propisane GVI (50 µg/m³) tokom 11 dana</i>		
Dnevni maksimum	191	µg/m ³ .
Minimalan dnevni sadržaj	20	µg/m ³ .
Prosečna mesečna vrednost	106	µg/m ³ .
<i>Koncentracija azotdioksida nije bila viša od dozvoljene GVI (85 µg/m³).</i>		
Dnevni maksimum	54	µg/m ³ .
Minimalan dnevni sadržaj	19	µg/m ³ .
Prosečna mesečna vrednost	43	µg/m ³ .
<i>Koncentracija suspendovanih čestica je bio viši od propisane GVI (120 µg/m³) tokom 12 dana</i>		
Dnevni maksimum	396	µg/m ³ .
Minimalan dnevni sadržaj	113	µg/m ³ .
Prosečna mesečna vrednost	236	µg/m ³ .
Sadržaj toksičnih metala u suspendovanim česticama nije bio viši od propisane granične vrednosti imisije.		
<i>Sadržaj prizemnog ozona nije bio viši od propisane vrednosti GVI (85 µg/m³).</i>		
Dnevni maksimum iznosi	7	µg/m ³ .
Minimalan dnevni sadržaj	1	µg/m ³ .
Prosečna mesečna vrednost	4	µg/m ³ .

*GVI-Granična vrednost imisije

Izmerene koncentracije **benzena**¹ nisu prelazile koncentraciju od 2,66 µg/m³.
 Izmerene koncentracije **toluena** nisu prelazile granične vrednosti (7.5mg/m³).
 Izmerene koncentracije **ksilena**² nisu prelazile koncentraciju od 0,002mg/m³. Detektovane koncentracije ksilena na ovom mernom mestu su u okviru propisanih vrednosti (EPA).

¹ U naseljenim područjima u kojima je prekoračena propisana granična vrednost benzena zbog postojećih izvora zagađivanja, to prekoračenje može iznositi najviše 5 µg/m³ (100%) do 2015. godine s tim da se svakih 12 meseci počev od 2006. godine smanjuje najmanje za po 0,5 µg/m³. (Pravilnik o dopunama pravilnika o graničnim vrednostima, metodama merenja imisije, kriterijumima za uspostavljanje mernih mesta i evidenciji podataka Sl. glasnik RS.19/2006.). Za 2008. godinu maksimalno dozvoljena koncentracija benzena iznosi 8.5 µg/m³. Detektovane koncentracije benzena u navedenom periodu, na ovom mernom mestu su u okviru propisanih vrednosti.

² Pod pojmom ksilen (xylene) smatra se smeša p-, m- i o-ksilena. Po klasifikaciji međunarodne agencije za istraživanje kancera (IARC) ksilen je svrstan u grupu 3, odnosno smatra se da nije humani karcinogen. EPA (Agencija za zaštitu životne sredine SAD) je propisala da Inhalaciona referentna koncentracija za ksilen iznosi 100 µg/m³. Zasnovana je na NOAEL -(no observed adverse effect level) od 50 ppm (217 mg/m³) i LOAEL (lowest observed adverse effect level) od 100 ppm (434 mg/m³). Svetska zdravstvena organizacija (WHO) nije propisala preporučenu (dozvoljenu) vrednost ksilena u ambijentalnom vazduhu, a koja bi bila odobrena od strane zemalja članica.

2. Merno mesto Iriški venac

Za merno mesto je odabran prostor koji se nalazi u objektu restorana pored benzinske pumpe. Izbor mernog mesta je odabran kao adekvatan za detektovanje zagađujućih materija-(blizina puta, pogodna ruža vetrova i sl.).



Slika a) Merno mesto za uzorkovanje sumpordioksida, čađi, azotnih oksida i prizemnog ozona i



Slika b) suspendovanih čestica na Iriškom vencu

Rezultati merenja

<i>Koncentracija sumpordioksida nije bila viša od propisane GVI (150 µg/m³).</i>		
Dnevni maksimum	37	µg/m ³ .
Minimalan dnevni sadržaj	6	µg/m ³ .
Prosečna mesečna vrednost	22	µg/m ³ .
<i>Koncentracija čadji je bila viša od propisane GVI (50 µg/m³) tokom 8 dana</i>		
Dnevni maksimum	139	µg/m ³ .
Minimalan dnevni sadržaj	2	µg/m ³ .
Prosečna mesečna vrednost	62	µg/m ³ .
<i>Koncentracija azotdioksida nije bio viši od dozvoljene GVI (85 µg/m³).</i>		
Dnevni maksimum iznosi	23	µg/m ³ .
Minimalan dnevni sadržaj	12	µg/m ³ .
Prosečna mesečna vrednost	17	µg/m ³ .
<i>Koncentracija suspendovanih čestica je bio viši od propisane GVI (120 µg/m³) tokom 6 dana.</i>		
Dnevni maksimum	308	µg/m ³ .
Minimalan dnevni sadržaj	43	µg/m ³ .
Prosečna mesečna vrednost	132	µg/m ³ .
Sadržaj toksičnih metala u suspendovanim česticama nije bio viši od propisane granične vrednosti imisije, izuzev sadržaja kadmijuma (Cd) za 1 dan (24.11.2008.) kada je izmerena koncentracija od 0,1 µg/m ³ (GVI=0,01 µg/m ³).		
<i>Koncentracija prizemnog ozona nije bio viši od propisane vrednosti GVI (85 µg/m³).</i>		
Dnevni maksimum	4	µg/m ³ .
Minimalan dnevni sadržaj	1	µg/m ³ .
Prosečna mesečna vrednost	2	µg/m ³ .

Izmerene koncentracije **benzena** nisu prelazile koncentraciju od 2,66 µg/m³.

Izmerene koncentracije **toluena** nisu prelazile granične vrednosti (7.5mg/m³).

Izmerene koncentracije **ksilena** nisu prelazile koncentraciju od 0,002mg/m³. Detektovane koncentracije ksilena na ovom mernom mestu su u okviru propisanih vrednosti (EPA).

3 Merno mesto-Novi Sad, Partizanska ulica

Za uzorkovanje svih parametara osim suspendovanih čestica odabran je prostor koji se nalazi u objektu prodavnice „Simpo“, ul. Partizanska br.18,. Uzorkovanje suspendovanih čestica se vršeno je u blizini objekta „Autoshop“-a, ul.Partizanska br.24, Novi Sad. Izbor mernog mesta je odabran kao adekvatan za detektovanje zagađujućih materija-(blizina puta, pogodna ruža vetrova i sl.).



Slika a) merno mesto za uzorkovanje suspendovanih čestica u Partizanskoj ulici u Novom Sadu



Slika b) Merno mesto za uzorkovanje sumpordioksida, čađi, azotnih oksida i prizemnog ozona u Partizanskoj ulici u Novom Sadu

Rezultati merenja:

<i>Koncentracija sumpordioksida nije bila viša od propisane GVI (150 µg/m³).</i>		
Dnevni maksimum	24	µg/m ³ .
Minimalan dnevni sadržaj	1	µg/m ³ .
Prosečna mesečna vrednost	13	µg/m ³ .
<i>Koncentracija čadji je bila viša od propisane GVI (50 µg/m³) tokom 3 dana.</i>		
Dnevni maksimum	81	µg/m ³ .
Minimalan dnevni sadržaj	8	µg/m ³ .
Prosečna mesečna vrednost	36	µg/m ³ .
<i>Koncentracija azotdioksida nije bio viši od dozvoljene GVI (85 µg/m³).</i>		
Dnevni maksimum	37	µg/m ³ .
Minimalan dnevni sadržaj	19	µg/m ³ .
Prosečna mesečna vrednost	26	µg/m ³ .
<i>Koncentracija suspendovanih čestica je bio viši od propisane GVI (120 µg/m³) tokom 12 dana.</i>		
Dnevni maksimum	981	µg/m ³ .
Minimalan dnevni sadržaj	115	µg/m ³ .
Prosečna mesečna vrednost	405	µg/m ³ .
Sadržaj toksičnih metala u suspendovanim česticama nije bio viši od propisane granične vrednosti imisije, izuzev sadržaja kadmijuma koji je bio viši tokom tri dana merenja (28.,29.11.2008. i 03.12.2008.) sa maksimaln izmerenom koncentracijom od 0,583 µg/m ³ .		
<i>Koncentracija prizemnog ozona nije bio viši od propisane vrednosti GVI (85 µg/m³).</i>		
Dnevni maksimum	4	µg/m ³ .
Minimalan dnevni sadržaj	1	µg/m ³ .
Prosečna mesečna vrednost	2	µg/m ³ .

Izmerene koncentracije **benzena** nisu prelazile koncentraciju od 2,66 µg/m³.

Izmerene koncentracije **toluena** nisu prelazile granične vrednosti (7.5mg/m³).

Detektovane koncentracije **ksilena** na ovom mernom mestu su bile, izuzev tokom jednod dana merenja kada je izmerena koncentracija od 0,117mg/m³, u okviru navedenih propisanih vrednosti (EPA).

4. Merno mesto – Petrovaradin, Beogradska ulica

Za merno mesto je odabran prostor koji pripada stambenoj zgradi, ul. Beogradska br.25 (u blizini Beogradske kapije), za uzorkovanje svih parametara osim suspendovanih čestica. Uzorkovanje suspendovanih čestica je vršeno u dvorištu vojnog kruga, u blizini Beogradske kapije u Petrovaradinu. Izbor mernog mesta je definisan kao adekvatan za detektovanje zagađujućih materija (blizina saobraćajnice, pogodna ruža vetrova i sl.).

Slika 4. Merno mesto za uzorkovanje sumpordioksida, čađi, azotnih oksida i prizemnog ozona u Petrovaradinu ulica Beogradska



Rezultati merenja

Koncentracija sumpordioksida nije bila viša od propisane GVI (150 µg/m³).		
Dnevni maksimum	48	µg/m ³ .
Minimalan dnevni sadržaj	3	µg/m ³ .
Prosečna mesečna vrednost	15	µg/m ³ .
Kkoncentracija čađi je bila viša od propisane GVI (50 µg/m³) tokom 1 dana.		
Dnevni maksimum	60	µg/m ³ .
Minimalan dnevni sadržaj	5	µg/m ³ .
Prosečna mesečna vrednost	22	µg/m ³ .
Koncentracija azotdioksida nije bio viši od dozvoljene GVI (85 µg/m³).		
Dnevni maksimum	19	µg/m ³ .
Minimalan dnevni sadržaj	7	µg/m ³ .
Prosečna mesečna vrednost	14	µg/m ³ .
Koncentracija suspendovanih čestica je bila viša od propisane GVI (120 µg/m³) tokom 3 dana.		
Dnevni maksimum	148	µg/m ³ .
Minimalan dnevni sadržaj	43	µg/m ³ .
Prosečna mesečna vrednost	87	µg/m ³ .
Sadržaj toksičnih metala u suspendovanim česticama nije bio viši od propisane granične vrednosti imisije, izuzev sadržaja kadmijuma za 1 dan (07.12.2008.), kada je izmerena koncentracija od 0,016 µg/m ³ .		
Koncentracija prizemnog ozona nije bio viši od propisane vrednosti GVI (85 µg/m³).		
Dnevni maksimum	3	µg/m ³ .
Minimalan dnevni sadržaj	1	µg/m ³ .
Prosečna mesečna vrednost	2	µg/m ³ .

Izmerene koncentracije **toluena** nisu prelazile granične vrednosti (7.5mg/m³).
Detektovane koncentracije **ksilena** na ovom mernom mestu pokazuju vrednosti veće od referentne inhalacione koncentracije koja iznosi 100µg/m³.

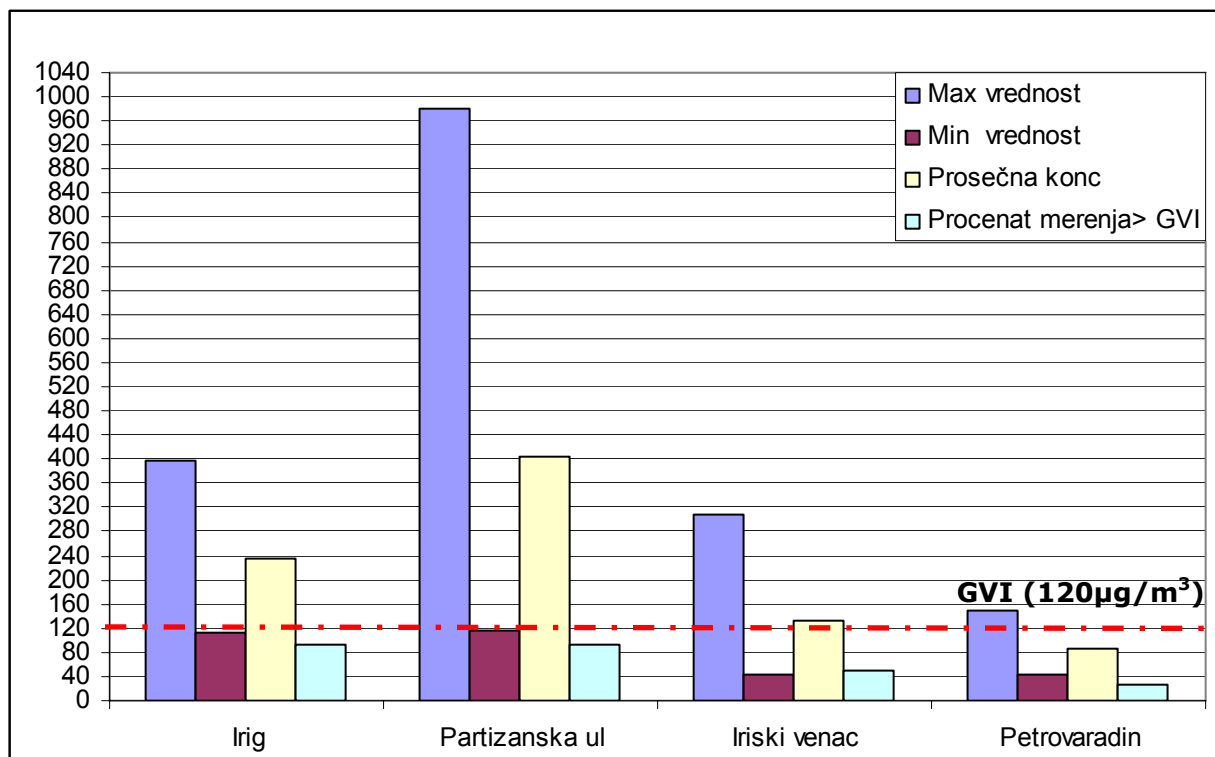
Zaključak:

Merenja su vršena tokom meseca novembra i decembra 2008. godine, **na prometnim ulicama u Irigu, na Iriškom vencu, Petrovaradinu i Novom Sadu**. Praćene su koncentracije sumpordioksida, čadji, azotdioksida, prizemnog ozona, suspendovanih materija i sadržaj toksičnih metala u njima, sadržaj benzena, toluena i ksilena.

Dobijene vrednosti analize ispitivanih uzoraka za sumpor-dioksid, azot-dioksid, ozon i toluena su u skladu sa propisima *Pravilnika o graničnim vrednostima, metodama merenja imisije, kriterijumima za uspostavljanje mernih mesta i evidenciji podataka, službeni glasnik Republike Srbije 54/92 i 30/99* za sadržaj graničnih vrednosti imisije zagađujućih materija za nastanjena područja tokom 24-časovnog uzorkovanja.

Koncentracije suspenovanih čestica su prekoračile GVI ($120\mu\text{g}/\text{m}^3$), na sva četiri merna mesta i to po 92% uzoraka na mernim mestima u Irigu i Partizanskoj lici, 52% uzoraka na Iriškom vencu i 25% uzoraka na mernom mestu u Petrovaradinu. Maksimalna izmerena koncentracija od $981\mu\text{g}/\text{m}^3$ izmerena je u Partizanskoj ulici (Grafik 1).

Od teških metala (olovo, kadmijum, mangan i živa) čiji je sadržaj određivan u suspendovanim česticama, samo su koncentracije kadmijuma prekoračile GVI ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) i to na mernim mestima Partizanska ulica (3dan), Iriški venac (1dan), Petrovaradin (1dan).



Grafik 1. Statistički rikaz rezultata o koncentracijama suspendovanih čestica

Koncentracije **benzena** su se kretale oko $2.66\mu\text{g}/\text{m}^3$. Detektovane koncentracije **ksilena** na ovom mernom mestu pokazuju vrednosti veće od referentne inhalacione koncentracije od $100\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Na osnovu sprovedenih merenja generalno se može zaključiti da saobraćaj značajno utiče na kvalitet vazduha u okolini mernih mesta.