

**PRELIMINARNA ANALIZA KVALITETA ZRAKA U ZENICI SA
STANOVIŠTA SADRŽAJA VOLATILNIH ORGANSKIH JEDINJENJA**

**PRELIMINARY ANALYSIS OF AIR QUALITY IN ZENICA FROM
THE POINT OF CONTENT OF VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS**

Prof. dr. sc. Farzet Bikić, dr. sci. Asim Ibrahimagić, Hasnija Berbić, dipl. ing. hem.
Univerzitet u Zenici, Fakultet za metalurgiju i materijale
Zenica, BiH

Mr. sc. Halim Prcanović
Univerzitet u Zenici, Metalurški institut „Kemal Kapetanović“
Zenica, BiH

Ključne riječi: benzen, toluen, etilbenzen, ksilen, aerozagađenje, godišnje doba, doba dana,
analiza BTEX

REZIME

U radu je predstavljena preliminarna analiza uticaja godišnjeg doba te doba dana na sadržaj benzena, toluena, etilbenzena i ksilena u zraku grada Zenice. Navedena analiza je izvedena na osnovu podataka o mjerenju koncentracija benzena, toluena, etilbenzena i ksilena preuzetih od Metalurškog instituta „Kemal Kapetanović“. Analizom zavisnosti koncentracija benzena, toluena, etilbenzena i ksilena (BTEX) u zraku o godišnjem dobu, za period novembar 2013. - oktobar 2014. godine, dobiveno je da su koncentracije navedenih jedinjenja u gradu Zenica u periodu kasne jeseni i zimskih mjeseci bile mnogo više nego u proljetnom i ljetnom periodu. Analizom zavisnosti koncentracija BTEX u zraku grada Zenice o dobu dana, dobiveno je da su koncentracije BTEX povećane u ranim jutarnjim satima i u popodnevnom periodu.

Key words: benzene, toluene, ethylbenzene, xylene, air pollution, season, time of day,
analysis of BTEX

SUMMARY

The paper presents preliminary analysis of the impact of the season and time of day on the content of benzene, toluene, ethylbenzene and xylene in the air of the city of Zenica. This analysis is carried out on the basis of data on the measurement of concentrations of benzene, toluene, ethylbenzene and xylene downloaded from the Metallurgical Institute „Kemal Kapetanović“. The analysis depending on the concentration of benzene, toluene, ethylbenzene and xylene (BTEX) in the air on the season, for the period November 2013 - October 2014, obtained that the concentrations of these compounds in Zenica during late fall and winter months were much higher than in the spring and summer. The analysis depending on the concentration of BTEX in the air of the city of Zenica on time of day, obtained that the concentration of BTEX increased early in the morning, and in the afternoon.

1. UVOD

Pod pojmom volatilnih organskih jedinjenja podrazumijevaju se ona organska jedinjenja koja se mogu pojaviti u gasovitoj fazi u zraku urbanih i neurbanih sredina. To su jedinjenja koja u svom molekulu imaju do 12 C atoma [1]. Jedinjenja sa molekulima koje sadrže više od 12 C atoma ne mogu se očekivati u gasovitoj fazi u atmosferi. Takva jedinjenja se mogu očekivati u vidu čestica. U grupu volatilnih organskih jedinjenja ubrajaju se: alkani, alkini, aromatski ugljikovodici, oksidovana jedinjenja, jedinjenja sa halogenim elementima, hlorom, nitrogenom a među najrasprostranjenija volatilna organska jedinjenja spadaju benzen, toluen, etilbenzen i ksilen, koji se zajedno označavaju skraćenicom BTEX. Benzen, toluen, etilbenzen i ksilen se svrstavaju u grupu volatilnih organskih jedinjenja koja mogu doprinijeti formiranju prizemnog ozona i fotohemijskog smoga, što može uzrokovati štete kod biljaka i materijala kao i zdravstvene probleme kod ljudi. Po ljudski organizam najopasniji od gore četiri navedena spoja je benzen. Benzen u organizam ulazi inhalacijom u obliku para i apsorpcija se uglavnom odvija u plućima, a pri direktnom kontaktu kože i tečnog benzena moguća je apsorpcija i kroz intaktnu kožu. Benzen u organizmu podliježe biotransformaciji u kojoj učestvuju brojne reakcije oksidacije, hidroksilacije i konjugacije. Za benzen je dokazano da posjeduje kancerogena svojstva [2]. Benzen, toluen, etilbenzen i izomeri ksilena pri sobnoj su temperaturi i atmosferskom pritisku bezbojne tekućine. Karakteristična su mirisa i imaju relativno nisku temperaturu vrelišta. Najznačajniji antropogeni izvori volatilnih organskih jedinjenja obuhvataju transportni i teretni saobraćaj, rafinerije nafte, energetske objekte, hemijsku industriju, tešku i obojenu metalurgiju, industriju metala i građevinskog materijala, farmaceutsku industriju, kopir aparate i štampače, duhanski dim i niz drugih [1, 3]. Pored izvora u industrijskim procesima, zagađenja spoljašnje sredine ksilenima i etilbenzenom su povezana sa proizvodnjom pesticida, hemikalija, deterdženata i boja [4]. Uprkos relativno niskim koncentracijama na globalnom nivou, uticaj volatilnih organskih jedinjenja na prirodnu sredinu je značajan i povezuje se sa klimatskim promjenama, jer ova jedinjenja učestvuju u fotohemijskim reakcijama u kojima nastaju slobodni radikali, gasovi staklene bašte (ozon) i sekundarni aerosoli.

2. EKSPERIMENTALNI DIO

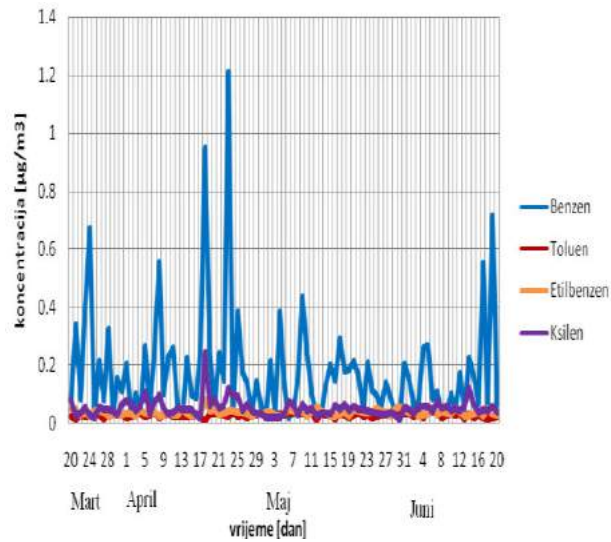
Na području grada Zenice, sa stanovišta volatilnih organskih jedinjenja, trenutno najznačajnije učešće u aerozagađenju imaju benzen, toluen, etilbenzen i ksilen, kao i niz drugih polutanata. Kontrola kvaliteta zraka u Zenici vrši se na tri stacionirane stanice a to su: Centar, Radakovo i Tetovo. U ovom radu su prikazani rezultati zavisnosti koncentracije benzena, toluena, etilbenzena i ksilena u zraku grada Zenice o godišnjem dobu, te o dobu dana. Navedene zavisnosti su izvedene na osnovu podataka o mjerenju koncentracija benzena, toluena, etilbenzena i ksilena preuzetih s Metalurškog instituta „Kemal Kapetanović“.

3. REZULTATI I DISKUSIJA

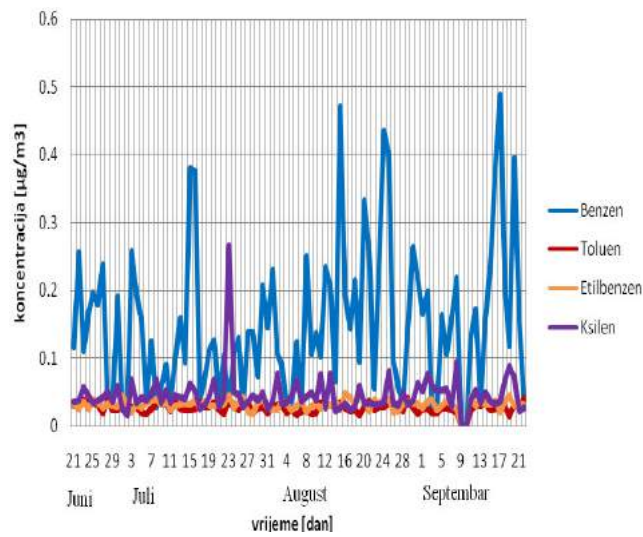
3.1. Zavisnost koncentracije benzena, toluena, etilbenzena i ksilena o godišnjem dobu

Kako bi se prikazalo kretanje koncentracije volatilnih organskih jedinjenja u zavisnosti od godišnjih doba, korišteni su podaci sa mjerne stanice „Centar“ u Zenici, u periodu od

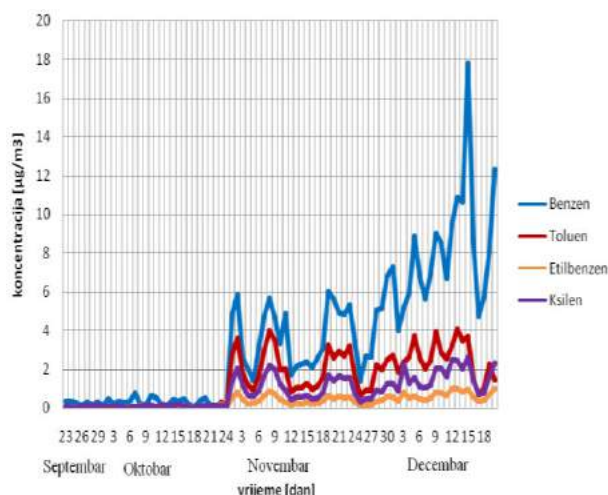
novembra 2013. do oktobra 2014. godine. Zavisnost koncentracija benzena, toluena, etilbenzena i ksilena od godišnjih doba prikazana je na slikama 1, 2, 3 i 4.



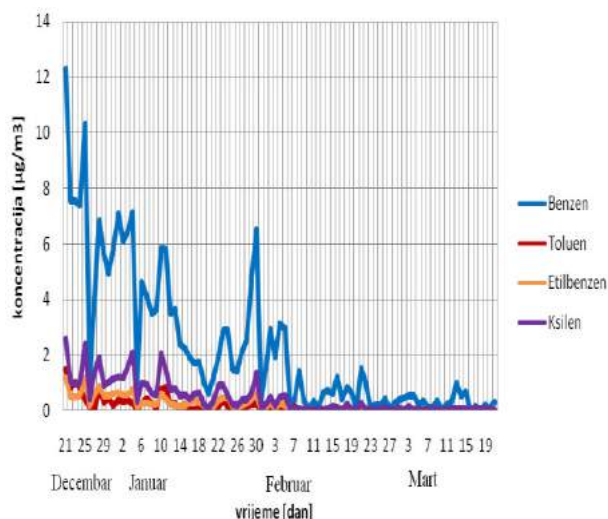
Slika 1. Prikaz koncentracija BTEX za period proljeća



Slika 2. Prikaz koncentracija BTEX za period ljeta



Slika 3. Prikaz koncentracija BTEX za period jeseni



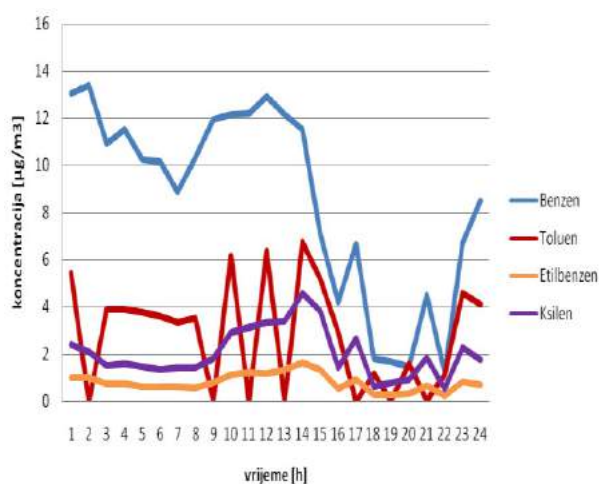
Slika 4. Prikaz koncentracija BTEX za period zime

Na osnovu zavisnosti koncentracija BTEX o godišnjem dobu, prikazanih na slikama 1., 2., 3. i 4. vidi se da su koncentracije ovih jedinjenja u periodu kasne jeseni i zimskih mjeseci bile mnogo više nego u proljetnom i ljetnom periodu. Maksimalna vrijednost koncentracije benzena u proljetnim mjesecima iznosila je $1,208 \mu\text{g}/\text{m}^3$, toluena $0,049 \mu\text{g}/\text{m}^3$, etilbenzena $0,081 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i ksilena $0,243 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dok su u ljetnim mjesecima izmjerene nešto manje vrijednosti koncentracija navedenih jedinjenja. Maksimalna koncentracija benzena izmjerena je u mjesecu decembru 2013. godine i iznosila je $17,799 \mu\text{g}/\text{m}^3$, toluena $4,066 \mu\text{g}/\text{m}^3$, etilbenzena $1,014 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i ksilena $2,641 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Slika 3). Prema preporukama EU godišnji prosjek za benzen iznosi $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [5]. Zbog nepotpunosti dostupnih rezultata, izračunavanje godišnjeg prosjeka za benzen nije moguće. Godišnji prosjek dobiven na osnovu ovih rezultata ne bi predstavljao stvarnu sliku zagađenosti zraka u Zenici s BTEX. Visoke koncentracije BTEX u zimskim mjesecima ukazuju na pojavu temperaturne inverzije koja se najčešće javlja u prizemnom atmosferskom sloju. Grad Zenica je geografski jedna zatvorena kotlina sa slabim ili nikakvim vjetrom. Zbog toga je često temperatura na dnu kotline niža nego na višim terenima, što onemogućava kretanje zračnih masa i prečišćavanje zraka. Hladniji zrak se zadržava na dnu kotline, jer je gušći i specifično teži i ne miješa se s višim slojevima

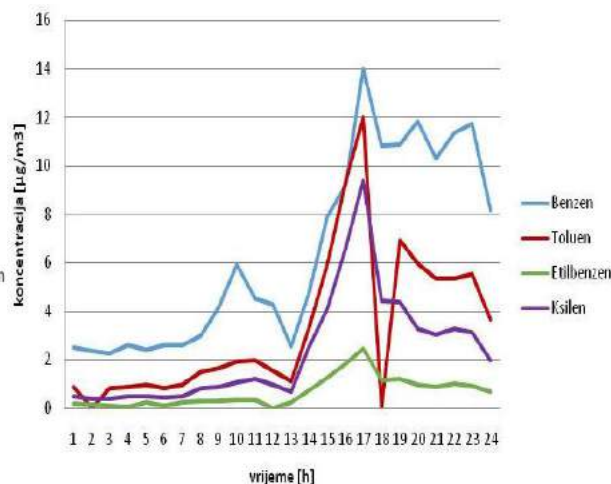
zraka. Na taj način dolazi do akumulacije svih zagađujućih materija u nižim slojevima, odnosno ostaju u toj kotlini [6].

3.2. Zavisnost koncentracije benzena, toluena, etilbenzena i ksilena o dobu dana

Na slikama 5. i 6. date su zavisnosti koncentracija benzena, toluena, etilbenzena i ksilena o dobu dana u gradu Zenica, naseljima Centar i Radakovo.



Slika 5. Zavisnost koncentracije BTEX o dobu dana (Zenica, Centar, 10.12.2013. g.)



Slika 6. Zavisnost koncentracije BTEX o dobu dana (Zenica, Radakovo, 10.01.2014. g.)

Koncentracije benzena, toluena, etilbenzena i ksilena rastu u ranom jutarnjem periodu od cca 07:00 do cca 11:00 sati a zatim postepeno opadaju. Koncentracije BTEX ponovo rastu od cca 14:00 sati da bi u periodu od cca 16:00 do cca 18:00 sati dostizale svoj maksimum (slike 5. i 6). Razlog tome jeste činjenica da je u naznačenim periodima porasta koncentracija BTEX, jutarnji i popodnevni period, saobraćaj u gradu najintenzivniji. Koncentracije benzena, toluena, etilbenzena i ksilena se tokom noći smanjuju na minimum. Međutim, povremeno povećanje koncentracija u noćnom periodu, kao i dnevne varijacije (slike 5. i 6.) mogu biti posljedica odvijanja tehnoloških procesa u industrijskim pogonima u blizini grada Zenice. Maksimalne dnevne koncentracije benzena, prikazane na slikama 5. i 6., značajno su veće od godišnjeg prosjeka koji je dat prema preporukama Evropske Unije za ovo kancerogeno jedinjenje, a koji iznosi $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

4. ZAKLJUČAK

Analizom zavisnosti koncentracija BTEX u zraku grada Zenice o godišnjem dobu, za period novembar 2013. - oktobar 2014. godine, dobiveno je da su koncentracije ovih jedinjenja u Zenici u periodu kasne jeseni i zimskih mjeseci bile mnogo više nego u proljetnom i ljetnom periodu. Visoke koncentracije benzena, toluena, etilbenzena i ksilena u zimskim mjesecima ukazuju na pojavu temperaturne inverzije koja se najčešće javlja u prizemnom atmosferskom sloju. Analizom zavisnosti koncentracija BTEX u zraku grada Zenice o dobu dana, dobiveno je da su koncentracije BTEX povećane u ranim jutarnjim satima i u popodnevnom periodu. Razlog tome jeste činjenica da je u ranim jutarnjim satima kao i u popodnevnom periodu saobraćaj u gradu Zenica najintenzivniji, a saobraćaj je jedan od ključnih emitera volatilnih organskih jedinjenja u atmosferu.

5. LITERATURA

- [1] Đuković, J.: Hemija atmosfere, Rudarski institut, Beograd, 2001.,
- [2] Stojanović O., Stojanović N., Kosanović Đ.: Štetne i opasne materije, Hemijsko - tehnološki priručnik, Rad, Beograd, 1984.,
- [3] Tuhtar, D.: Zagađenje zraka i vode, Svjetlost, Sarajevo, 1990.,
- [4] Stanković Srećko Č.: Doktorska disertacija „Model održivog upravljanja aerozagađenjem u urbanim sredinama“, Beograd, 2012. godina.,
- [5] Službene novine Federacije BiH, broj 33/03, „Pravilnik o graničnim vrijednostima emisije zagađujućih materija u zrak“.,
- [6] Pandžić Krešo: „Analiza meteoroloških polja i sustava“, Hinus, Zagreb, 2002.,
- [7] Podaci o rezultatima mjerenja zagađenja zraka u 2013. godini: Metalurški institut "Kemal Kapetanović".,
- [8] Podaci o rezultatima mjerenja zagađenja zraka u 2014. godini: Metalurški institut "Kemal Kapetanović".