



**INTERNACIONALNI UNIVERZITET TRAVNIK
U TRAVNIKU
EKOLOŠKI FAKULTET TRAVNIK U TRAVNIKU**

ZAVRŠNI RAD

**MONITORING KVALITETE ZRAKA GRADA
ZENICE PERIOD 2018 U OKVIRU EKOLOŠKE
BEZBJEDNOSTI**

Mentor :

Doc.dr.Mirano Jupić

Student:

Hana Beba T-06/15

Travnik, 2019. godine

Sadržaj

UVOD.....	1
1. EKOLOGIJA.....	3
2. METODOLOŠKI OKVIR RADA	6
3. ZRAK KAO PRIRODNI RESURS	7
4. ZAGAĐIVANJE ZRAKA I IZVORI ZAGAĐIVANJA.....	10
4.1. Pojam zagađivanja zraka	10
4.2. Izvori zagađivanja vazduha.....	11
4.3. Antropogeni izvori zagađenja zraka	15
4.4. Prirodni izvori zagađenja zraka	18
5. ZAGAĐUJUĆE MATERIJE U ZRAKU.....	20
5.1. Azotni oksidi	21
5.2. Sumpor-dioksid (SO_2)	22
5.3. Suspendovane (lebdeće) čestice	23
5.4. Dugotrajne organske zagađujuće materije	23
5.5. Ugljen monoksid.....	24
5.6. Isparljiva organska jedinjenja.....	24
5.7. Policiklični aromatični ugljikovodonici	25
5.8. Teški metali	26
6. MONITORING KVALITETA ZRAKA	28
6.1. Zagađivanje grada Zenice sa aspekta kvaliteta zraka.....	31
6.1.1. Osnovne karakteristike grada Zenice	31
6.2. Kvalitet zraka u Zenici.....	32
6.3. Stanje kvaliteta zraka u Zenici u toku 2018. godine.....	34
6.4. Pregled srednjih dnevnih koncentracija polutanata na mjernim mjestima u gradu Zenica u 2018. godini.....	39
6.5. Pregled srednjih dnevnih koncentracija lebdećih čestica (PM_{10} i $\text{PM}_{2.5}$) na mjernim mjestima u gradu Zenica za najzagađenije mjesec u 2018. godini.....	45
6.6. Uticaj saobraćaja na okoliš u Zenici.....	48
6.7. Zagađenje zraka i zdravlje čovjeka	50
7. ZAŠTITA ZRAKA OD ZAGAĐIVANjA	52
7.1. Mjere za smanjenje zagađenja i zaštitu vazduha.....	52
7.2. Registar emisija zagađujućih materija.....	53

7.3.	Značaj i uloga vegetacije u zaštiti od zagađenja zraka	53
8.	ZAKLJUČAK.....	55
9.	LITERATURA.....	57
	POPIS SLIKA I GRAFIKONA	58
	POPIS TABELA	59

UVOD

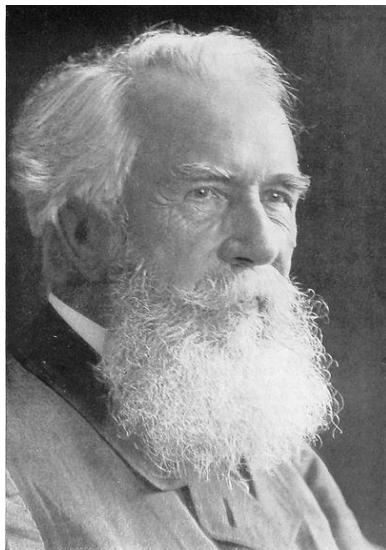
Zrak je mješavina gasova od kojih su neki u vrlo promjenljivom sastavu: azota ima 78,08%, kiseonika 20,95%, argona 0,93% i u vrlo malim količinama kriptona, ksenona, helijuma, neona i drugih. U promjenljivim količinama u zraku može biti i vodene pare, ozona, ugljen dioksida, radona i drugih. Sastav vazduha varira na različitim visinama. Pri većoj visini smanjuje se sadržaj kiseonika, a povećava se sadržaj vodonika. S naglim razvojem urbanizacije i industrijalizacije, velike količine otpadnih tvari svakodnevno se otpuštaju u atmosferu. Do zagađenja zraka dolazi u trenutku kada se procesi razgradnje štetnih tvari u atmosferi ne odvijaju dovoljno brzo, što uzrokuje njihovo akumuliranje, a zagađenje zraka nastaje kada koncentracije određenih zagađivača u zraku dosegnu razine koje uzrokuju njegovu toksičnost.¹ Zagađivači mogu ući u atmosferu kroz prirodne ili umjetne (antropogene) emisije, a razgrađuju se prirodnim procesima i u hidrološkom ciklusu. Početkom industrijske revolucije u 18. stoljeću zagađenje zraka postaje naročito izraženo. Za život na Zemlji najznačajniji je najbliži sloj Zemljinoj površini, troposfera, do visine od oko 12-15 km, u kojem se odvija život. Obezbeđuje osnovne uslove za život na Zemlji: kiseonik neophodan za disanje, ugljen-dioksid neophodan za biosintezu, azot neophodan za sintezu biljnih bjelančevina i sunčevu radijaciju, teemo zaključiti da je čist vazduh jako bitan za biljni i životinjski svijet. Zenica je grad u Zeničko-dobojskom kantonu, u srednjem dijelu Bosne i Hercegovine, koji se susreće sa velikim problemima oko zagađenog zraka. Zenica je poznat industrijski centar i ona spada u gradove sa teškom industrijom koji neracionalno zagađuju i uništavaju okolinu. Industrijska postrojenja nemaju upotpunosti riješen tretman otpadnih plinova (ograničava se samo emisija prašine), te se emituju velike količine polutanata koji vrše različite pritiske na sve komponente životne sredine. Najveće koncentracije su SO₂, NO_x, čestica PM10 i drugih polutanata. Osnovni problem je kvalitet zraka odnosno njegova zagađenost zbog različitih emisija; emisije čestica i SO₂, te pojave kritičnog zagađenja zraka na području Zanice; emisije iz saobraćaja, emisije iz različitih ložišta, sa divljih deponija, itd.

¹ https://hr.wikipedia.org/wiki/Plemeniti_plinovi - pristupljeno (23.03.2019)

Mada je mnogi redovno poistovjećuju sa teškom industrijom, Zenica je i grad muzike, teatra, likovnog stvaralaštva i drugih raznovrsnih umjetničkih djelatnosti. Teško zagađen vazduh u Zenici direktno ugrožava zdravlje ljudi, te negativno utiče na kvalitet zemljišta i vode, a samim tim i hrane koju mnogi uzgajaju u neposrednoj blizini. U završnom radu je dat osvrt na izvore zagađivanja zraka i zagađujuće tvari u zraku tj. razmotreni su načini djelovanja zagađenog zraka na ekosisteme i na čovjeka. Detaljno je prikazano stanje kvaliteta zraka u gradu Zenica za proteklu 2018. godinu. Istaknuta je spoznaja načina za smanjenje zagađenje zraka.

1. EKOLOGIJA

Ekologija je znanost koja proučava odnose među živim organizmima, kao i njihov utjecaj na okoliš u kojem obitavaju, te utjecaj tog okoliša na njih. Iako se razvila kao grana biologije, ekologija se, osim onih iz biologije, koristi i saznanjima iz hemije, fizike, matematike, te brojnih drugih prirodnih znanosti. Ovaj se pojam često nepravilno koristi pri opisivanju aktivnosti vezanih uz zaštitu prirode. Sama riječ dolazi iz grčkog oikos koji znači: okućica, dom, mjesto za život. Pojam ekologija prvi put je upotrijebio njemački zoolog Ernst Haeckel koji je pod pojmom ekologije smatrao "odnos živih organizama u dva pravca: prema njihovom organskom i neorganskom okolišu". Prvi je javno objavio u Berlinu njemački zoolog Ernst Haeckel 1866. godine u svojoj knjizi „Sveopća morfologija organizama“.



Slika 1. Ernst Haeckel²

Ekologija se često dijeli na autekologiju ili ekologiju pojedinih biljnih vrsta i sinekologiju ili ekologiju biljnih zajednica. Ekologija bilja najtješnje je povezana s drugim botaničkim disciplinama, kao što su geobotanika, fiziologija, genetika, morfologija, sistematika.

² https://en.wikipedia.org/wiki/Ernst_Haeckel - pristupljeno (23.03.2019.)

S obzirom na predmet istraživanja (biljke i biljne zajednice), ekologija bilja smatra se botaničkom i biološkom znanošću. No ekologija u cjelini ima izrazito interdisciplinarni karakter, jer proučava odnose biljaka i životinja prema vrlo raznolikim činiteljima živog i neživog okoliša. To su klimatski činitelji, edafski činitelji ili činitelji tla, utjecaji biljnoga i životinjskog svijeta, a u najnovije geološko doba sve više su izraženi i vrlo raznoliki posredni i izravni utjecaji čovjeka, tzv. antropogeni faktori. Iz toga slijedi da je ekologija usko povezana s drugim, u prvom redu prirodnim znanostima, kao što su klimatologija, pedologija, geologija i dr. Ekologija životinja proučava odnose životinja prema živoj i neživoj prirodi. Između životinja u prirodi postoji dio splet uzajamnih odnosa, tj. one žive u određenim zajednicama i na određenom staništu, izvan kojih je njihov opstanak nemoguć. Svaka promjena hemijskih, fizičkih i bioloških činitelja uzrokuje poremećaj dinamičke ravnoteže cijele zajednice. Tako je npr. promjena klime u prošlosti uzrokovala nestajanje jednih i pojavljivanje drugih vrsta. Ekologija životinja proučava i prilagođivanje životinjskih vrsta životnim okolnostima, tumači promjene u građi i funkciji pojedinih organa i u načinu života; ona istražuje značenje tih promjena u procesu evolucije životinjskih vrsta. Svojim proučavanjem obuhvata i izumrle vrste (paleoekologija), uzroke njihovog nestanka i činitelje koji uzrokuju današnju raširenost životinja na Zemlji. U novije doba sve je jasnije da se ekologija ne može ograničiti na izdvojeno proučavanje biljaka ili biljnih zajednica (fitocenoza), odnosno životinja i životinjskih zajednica (zoocenoza), već treba istraživati i više cjeline koje tvore funkcionalne jedinice biosfere. Ekologija čovjeka ili humana ekologija bavi se proučavanjem odnosa čovjeka i njegova okoliša. U novije se doba naglo razvija, jer je čovjek, kao glavni zagađivač prirode, tehnološkim razvojem i demografskom ekspanzijom jako povećao svoj utjecaj na okoliš, koji tako izmijenjen šteti njegovu zdravlju i ugrožava mu opstanak. Stanovništvo svijeta raste znatno brže od proizvodnje hrane, prirodni se izvori neracionalno troše, biosfera se svakim danom sve više zagađuje otpadnim tvarima, količina obradivog zemljišta se smanjuje. Zato danas razumni dio čovječanstva posvećuje veliku pozornost zaštiti i unapređenju svojega okoliša i biosfere. Moderni ekološki pokret smatra da je problem zaštite ljudskog okoliša jedno od osnovnih pitanja savremene civilizacije, povezan sa sudbinom ljudske vrste.³

³ <https://hr.wikipedia.org/wiki/Ekologija> - pristupljeno (23.03.2019)

Godine 1972. održana je u Stockholmu prva konferencija UN-a posvećena pitanjima ekološke krize i čovjekova okoliša, pošto je 1971. god. 2200 istaknutih znanstvenika iz 23 zemlje UN-u uputilo apel upozoravajući na »zajedničku, do sad neviđenu opasnost«. Zaključci konferencije iz 1972. sadržani su u Deklaraciji o načelima, u kojoj su (u 26 načela) izložene mјere koje bi se morale poduzimati radi zaštite čovjekova okoliša. Uz biološku ekologiju danas se razvijaju, služeći se biološkim modelima, još i socijalna ekologija, grana sociologije koja se bavi utjecajem okoline na ljudsko društvo ili pojedince, te ekološka ekonomija – grana ekonomije koja se bavi proučavanjem međuodnosa gospodarstva i okoline.

2. METODOLOŠKI OKVIR RADA

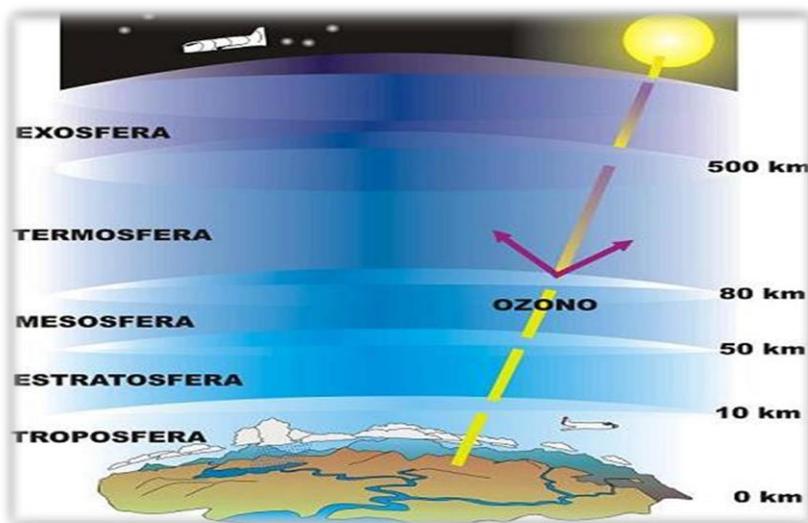
Imajući u vidu definisani problem i predmet istraživanja postavljena je osnovna hipoteza rada:

„Život u gradu Zenica je vezan za tešku industriju, a najviše zbog toga zrak u gradu Zenica je veoma zagađen. „

Navedena hipoteza bit će opravdana na osnovu istraživanja koja obrađuju ovu tematiku. Osnovni problem je kvalitet zraka odnosno njegova zagađenost zbog različitih emisija ; emisije čestica i SO₂ , te pojave kritičnog zagađenja na području grada Zenice;emisije iz saobraćaja. Postavljenu hipotezu najviše potvrđuje činjenica na osnovu provedenih kontinuiranih mjerena i ispitivanja zagađenost zraka u period januar – decembar 2018. godine može se zaključiti da je u gradu Zenica vrlo visoka zagađenost zraka sumpornim dioksidom, ukupnim lebdećim česticama.S tim u vezi , istaknuta je spoznaja načina za smanjenje zagađenja zraka.

3. ZRAK KAO PRIRODNI RESURS

Atmosfera (vazdušni omotač Zemlje) je sloj gasova koji okružuje planetu Zemlju i koji zadržava Zemljina gravitacija. Jedna je od četiri velike zemaljske sfere, pored hidrosfere, litosfere i ekosfere. Pored vode, zemljišta, flore i faune, vazduh je važan elemenat životne sredine i predstavlja vazdušnu sredinu koja okružuje zemaljsku kuglu. Temperatura, sloj vazduha (posebno prisustvo ozona) koji štiti površinu Zemlje od kosmičkog i drugog zračenja i obezbeđuje dovoljnu količinu kiseonika, voda, plodno tlo i sunčeva radijacije omogućili su raznovrstan i mnogobrojan život na planeti Zemlji. U XX vijeku, zbog ofanzivnog, jednostranog i nekontrolisanog tehnološkog razvoja, velikog iscrpljivanja prirodnih resursa, nekontrolisanog porasta stanovništva, kao i nedovoljnog znanja i ekološke etike, u prirodnu sredinu su emitovane ogromne količine otpadaka, degradirajući je. Na slici 2 prikazani su slojevi atmosfere. Za život na Zemlji najznačajniji je najbliži sloj Zemljinoj površini, troposfera, do visine od oko 12-15 km, u kojem se odvija život.



Slika 2. Slojevi atmosfere⁴

Vazdušni omotač Zemlje (atmosfera) dostiže do oko 970 km visine, nastao je nakon nastanka Zemlje oslobađanjem gasova iz Zemljine utrobe i različitim procesima na Zemljinoj kori i njena se masa procjenjuje na oko 56.000 gigatona. Prvi sloj atmosfere od 5,5 km visine ima više od polovine, a do 30 km oko 98,00% mase vazduha.

⁴ <https://ekospark.wordpress.com/> - pristupljeno (23.03.2019.)

Gornja granica atmosfere se gubi u kosmosu. Sastav čistog suvog vazduha je: 78,09% azota, 20,94% kiseonika, 0,934% argona, 0,033% ugljen-dioksida, 0,00182% neona, 0,00052% helijuma, 0,00015% metana, 0,00011% kriptona, 0,00005% vodonika, 0,00005% oksida azota i 0,000009% ksenona, što je prikazano u tabeli 1.

Tabela 1. *Sastav čistog suhog vazduha⁵*

KOMPONENTA	% vol	ppm	KOMPONENTA	% vol	ppm
Azot	78,09	780.900	Azot-monoksid	0,000025	0,25
Kiseonik	20,94	209.400	Vodonik	0,00005	0,5
Argon	0,93	9300	Metan	0,00015	1,5
Ugljen - dioksid	0,033	330	Azot-dioksid	0,0000001	0,001
Neon	0,0018	18	Ozon	0,000002	0,02
Helijum	0,00052	5,2	Sumpor-dioksid	0,00000002	0,0002
Kripton	0,0001	1	Ugljen-monoksid	0,00001	0,1
Ksenon	0,000008	0,08	Amonijak	0,000001	0,01

Uloga vazdušnog omotača Zemlje, odnosno atmosfere je izuzetno velika: snabdijeva živi svijet kiseonikom i ugljen-dioksidom bez kojih život na Zemlji ne bi bio moguć; ozonskim slojem štiti živi svijet od ultraljubičastih zraka; omogućava odvijanje meteoroloških pojava; omogućava kretanje vode u prirodi i sl. Vazduh, pored živog svijeta, vode, sunčevog zračenja, energije vjetra i energije plime i oseke spada u obnovljive prirodne resurse, koji se direktno koriste i imaju ogroman značaj, nasuprot drugoj grupi, neobnovljivim resursima, kao što su geološki resursi (mineralni resursi, rude metala, nemetala i energetski resursi, tj. ugalj, nafta i gas). Uprkos mogućnosti regeneracije, često se dešava da je stepen degradacije veći od intenziteta obnavljanja, te dovodi do narušavanja resursa, koji mogu biti vremenski ograničeni. Velike tečne i čvrste čestice, kao i jedinjenja mogu da se pojave u vazduhu kao zagađujuće materije (polutanti, kontaminanti).

⁵ Ilić. P.: Zagadživanje i kontrola kvaliteta vazduha u funkciji zaštite životne sredine, Nezavisni univerzitet, Banja Luka, 2013, str 7.

Pored zagađujućih materija koje se pojavljuju u urbanim sredinama (suspendovane čestice, sumpor-dioksid, oksidi azota, ugljen-monoksid, fotohemski oksidanti i ugljovodonici), atmosfera može da sadrži i specifične materije, koje emituju industrijska postrojenja (metan, vodonik-sulfid, policiklični aromatični ugljovodonici, polihlorovani bifenili, akrolein i razne druge materije). Najveći zagađivači vazduha su termoelektrane i toplane, industrija građevinskog materijala, hemijska industrija, rafinerije nafte, saobraćaj i stotine hiljada dimnjaka u posjedu domaćinstava koja se griju na ugalj.

4. ZAGAĐIVANJE ZRAKA I IZVORI ZAGAĐIVANJA

4.1. Pojam zagađivanja zraka

Svakim danom je životna sredina sve zagađenija različitim vrstama zagađenja uslijed stalnog razvoja industrije, saobraćaja i drugih djelatnosti kojima se čovjek bavi. Sve je manje neizmjenjene prirode, a zone čovjekove aktivnosti se sve više šire i u njima uslovi života i rada sve manje zadovoljavaju najosnovnije zahtjeve normalnog življena. Neke od rezultanti savremenog življena, koje dovode do kompleksnog oštećenja zdravlja, najviše u industrijski razvijenim i urbanim sredinama je zagađenje vazduha. Smanjenje zagađenja vazduha je dio napora koji se čini za poboljšanje uslova života i zaštite životne sredine. Zagađenje vazduha (aero-zagađenje) podrazumijeva prisustvo gasova i drugih sadržaja u vazduhu koji mu nisu svojstveni po prirodnom sastavu. Zagađivanje vazduha predstavlja direktno ili indirektno unošenje supstanci u vazduh od strane čovjeka što rezultuje takvim štetnim uticajima koji ugrožavaju ljudsko zdravljje, nanose štetu životnim resursima i ekosistemima, materijalnoj svojini i koji oštećuju ili utiču na razonodu i ostale vrste zakonskog korištenja životne sredine i može imati štetne posljedice na kvalitet životne sredine i zdravje ljudi. Ono zapravo predstavlja prenošenje štetnih prirodnih i sintetičkih materija u atmosferu kao direktna ili indirektna posljedica čovjekovog uticaja. Na slici 3 prikazano je zagađenje zraka koje je izazvano atropogenim uticajem zbog ljudske nepažnje.



Slika 3. Zagađenje zraka kao posljedica ljudske nepažnje⁶

⁶ https://hr.wikipedia.org/wiki/One%C4%8Di%C5%A1%C4%87avanje_zraka – pristupljeno (24.03.2019)

4.2. Izvori zagađivanja vazduha

Vazduh se smatra zagađenim ukoliko sadrži određene supstance u koncentracijama koje izazivaju štetne posljedice kod živih organizama, prije svega kod čovjeka⁷, slika 4. Zagađeni vazduh sadrži gasove, pare, dimove, prašine i druge materije iz različitih izvora, u količinama koje mogu da štetno utiču na zdravlje ljudi, životnu sredinu i materijalna dobra. Zagađenja mogu da nastanu pod uticajem fizičkih i bioloških promjena i mogu da mijenjaju hemijske i fizičke strukture životne sredine i tako utiču na ekosistem, a jedna promjena u ekosistemu dovodi lančano do drugih promjena.



Slika 4. Izvori zagađivanja zraka⁸

Zagađenje vazduha u urbanim sredinama se definiše kao pojava zagađujućih materija u vazduhu, čiji su izvori u samom gradu, ili se nalaze u bližoj okolini. Izvori zagađenja iz okoline se najčešće nalaze na pravcu dominantnih vjetrova. Ta zagađenja zavise od topografskih, demografskih, meteoroloških karakteristika, stepena

⁷ Ibraković. Dž.:Socijalna ekologija, Sarajevo, 2010, str 8.

⁸ kvaliteta-zraka.imi.hr – pristupljeno (26.03.2019.)

industralizacije i vrste industrije. Osim toga, zavisi od fizičko-geografskih uslova, veličine urbanog područja, blizine, vrste i površine vegetacijskog pokrivača i površinskih voda. Zagađivač je izvor koji dovodi do zagađenja, a to su najčešće termoenergetski objekti, industrijska postrojenja, saobraćaj i drugi izvori koji potiču iz ljudske aktivnosti (poljoprivredna djelatnost, zanatske djelatnosti, građevinarstvo, rudarstvo i sl.). Zagađivačem se mogu smatrati i prirodne pojave (npr. vjetrovi) koje zavise od klimatskih faktora i mogu da svojom aktivnošću stvore u vazduhu uslove zagađenja. Zagađujuće materije, odnosno supstance ili štetne materije predstavljaju gasovite materije, suspendovane čvrste čestice u relativno suhom ili vlažnom vazduhu (aerosediment, čađ, prašina), razne otrovne i opasne materije u zemljištu i vodi. U tabeli 2 prikazan je molekularni sastav i karakteristike glavnih zagađujućih materija u zraku.

Tabela 2. Molekularni sastav i karakteristike glavnih zagađujućih materija u zraku⁹

Zagađujuća materija	Sastav	Karakteristike
Sumpor-dioksid	SO ₂	Bez boje, u vodi rastvorljiv gas,oštrog mirisa
Čestice	promjenljiv	Čvrste čestice ili tečne kapljice uključujući isparavanje, dim prašinu i aerosoli
Azot-dioksid	NO ₂	Crnkastosmeđ gas, rastvorljiv u vodi
Ugljikovodici (i druga isparljiva jedinjenja)	promjenljiv	Mnogobrojna jedinjenja vodenika i gljika
Ugljen - monoksid	CO	Bez boje,mirisa i okusa,hemiski zagušljiv gas slabo rastvorljiv u vodi
Ozon	O ₃	Blijedoplavi gas , rastvorljiv u vodi, nestabilan
Vodonik - sulfid	H ₂ S	Bezbojan gas, vrlo neprijatnog mirisa na pokvarena jaja , slabo rastvorljiv u vodi
Fluoridi (npr. fluorovodonik HF)	promjenljiv	Oštar,bezbojan, rastvorljiv u vodi
Azot-monoksid	NO	Bezbojan gas, slabo rastvorljiv u vodi
Olovo	Pb	Metal, javlja se u raznim jedinjenjima sa različitim karakteristikama
Živa	Hg	Metal, javlja se u raznim jedinjenjima sa različitim karakteristikama

Zagađujuće materije mogu da budu u sva tri agregatna stanja i označavaju materiju čije ispuštanje u životnu sredinu utiče ili može uticati na njen prirodni sastav, osobine i integritet. Sistemizacija izvora zagađivanja vazduha se može izvršiti na osnovu različitih kriterijuma. Prema vrsti izvora zagađivanja vazduha podrazumijeva se podjela na antropogeno (vještačko) i prirodno. Antropogeno, koje je globalno i trajno, predstavlja najveći izvor zagađenja vazduha i rezultat je ljudske djelatnosti, odnosno aktivnosti i prirodno, koje se karakteriše ograničenim trajanjem i izraženom lokalnošću, npr. zagađenje vazduha izazvano vulkanima i požarima. Zagađenje vazduha se može posmatrati kao lokalno, regionalno i globalno. Lokalno podrazumijeva gradove i krupnije industrijske regije, regionalni prostor od nekoliko kilometara, pa i čitavi kontinent i globalno koje je karakteristično za cijelu atmosferu. Globalno zagađenje je posljedica lokalnog i uslovljeno je vazdušnim strujama kojima se zagađen vazduh iz jednih oblasti prenosi u druge, udaljene regije. Tada se govori o prekograničnom zagadenju. U tabeli 3 su prikazani zagađivači zraka kao i njihovi izvori.

⁹ <http://zrak.ekoakcija.org/content/koje-su-zagadjuuce-materije-u-zraku-stetne-po-zdravlige> - pristupljeno (26.03.2019.)

Tabela 3. Prirodni i antropogeni izvori zagađivanja zraka¹⁰

Gas	Izvor	
	Glavni antropogeni	Prirodni
Sumpor- dioksid (SO ₂)	Sagorijevanje uglja i nafte, topionice obojenih metala i crna metalurgija	Vulkani
Vodonik- sulfid (H ₂ S)	Hemijski procesi	Vulkani, biološka aktivnost u močvarama
Ugljen-monoksid (CO)	Sagorijevanje, motori sa unutrašnjim sagorijevanjem	Šumski požari I reakcije terpena
Azotni oksidi (NO _x)	Sagorijevanje	Bakterijska aktivnost u zemljištu, električno pražnjenje
Amonijak (NH ₄)	Obrada otpada	Biološko razlaganje
Azot- suboksid (N ₂ O)	Indirektno, korištenjem azotni đubriva	Biološka aktivnost u zemljištu
Ugljikovodici (CH)	Sagorijevanje, motori sa unutrašnjim sagorijevanjem, hemijski procesi	Biološki procesi
Ugljen- dioksid (CO ₂)	Sagorijevanje	Biološko razlaganje iz okeana

¹⁰ Ilić, P.:Zagađivanje i kontrola kvaliteta vazduha u funkciji zaštite životne sredine, Nezavisni univerzitet Banja Luka, 2013

4.3. Antropogeni izvori zagađenja zraka

Antropogeni izvori zagađenja vazduha, slika 5 podrazumijevaju zagađivanje izazvano od strane čovjeka. Oni obuhvataju mnogo širu oblast i mogu se podijeliti na pet grupa:

1. Zagađivanje vazduha termo i nuklearnim elektranama. Ova grupa podrazumijeva sve izvore zagađivanja u procesima transformisanja energije goriva u neki drugi oblik energije, prvenstveno transformisanje u toplotnu i električnu energiju. U ovu grupu spadaju: elektrane, toplane i kombinovana postrojenja.
2. Zagađivanje vazduha u industriji i poljoprivredi. Ova grupa obuhvata različite tehnološke operacije i procese kao što su u metalurgiji, hemijskoj i drugim industrijama.
3. Zagađivanje vazduha svim vrstama transportnih sredstava, tabela 4. Tu se obuhvataju sva zagađivanja prilikom sagorijevanja benzina, dizel-goriva, butana, vodonika i drugih pogonskih materija.¹¹



Slika 5. Antropogeni izvori zagađivanja zraka¹²

¹¹ Ibraković. Dž.:Socijalna ekologija, Sarajevo, 2010, str 10.

Tabela 4. Okolinska šteta od zagađujućih materija iz zraka- kod saobraćaja¹³

Zagađujuća Materija	Izvor/uzrok	Uticaj na			
		Ljud	vegetaciju	globalnu klimu	materijale
Ugljen-monoksid- CO	Nepotpuno sagorijevanje	Nedostatak oksigena, srce, cirkulacija, nervni system	Indirektni efekti stvaranjem ozona		
Ugljen-dioksid- CO₂	Sagorijevanje			Glavni staklenički gas	
Ugljikovodici	Nepotpuno sagorijevanje, karburacija, isparavanje	Neki su kancerogeni, prekursori ozona	Akumulacija u tlu, hrani, usjevima	Metan ima visok staklenički potencijal, vodeći je u stvaranju ozona	
Oksidi azota (NO_x)	Oksidacija N ₂ i N-komponenti u gorivu	Respiratorne iritacije i drugi problem	Zakiseljavanje tla i vode, prekomjerno hranjenje tla	NO ₂ ima visok staklenički potencijal	Erozija
Čestice, čad	Nepotpuno sagorijevanje, ulična prašina	Respiratorna oštećenja, sadrže različite toksične supstance, kancerogene	Smanjena asimilacija		Prljanje
Ozon nastao interakcijom sa drugim zagađujućim materijama	Fotohemijska oksidacija sa NO _x I ugljikovodicima	Respiratorna iritacija djeluje na pluća	Oštećenje lista i korijenja, smanjenje prinosa	Visok staklenički potencijal	Dekompozicija polimera

4. Zagađivanje vazduha sagorijevanjem otpadnih materija. Obuhvataju sve procese u kojima se zbog nagomilavanja raznih nepotrebnih materija i zauzimanja prostora vrši njihovo spaljivanje, bilo u posebnim pećima, bilo na otvorenom prostoru.

¹² <https://izvorizagadjenja.wordpress.com/2013/09/16/podela-zagadenosti/> - pristupljeno (26.03.2019.)

¹³ Lindov O.: Saobraćaj i zagadenje okoliša, Sarajevo , 2006, str 7.

5. Zagađivanje vazduha u svim ostalim djelatnostima. Pošto je zaista teško izvršiti klasifikaciju vještačkih izvora zagađivanja, ona je ovdje izvršena prema udjelu u opštem zagađivanju vazduha, pa ova zadnja grupa obuhvata sve procese koji nisu obuhvaćeni prethodnim, kao što su npr. procesi hemijskog čišćenja, štampanja, farbanja itd.

Prema načinu nastanka zagađujuće materije se dijele na primarne i sekundarne. Primarne zagađujuće materije potiču iz poznatih izvora (dimnjaka i dr.), ne raspadaju se lako i emituju se direktno u atmosferu. Kao primarne zagađujuće materije vazduha najčešće su jedinjenja ugljenika, sumpora, azota i halogena, zatim čvrste i kondenzovane čestice i radioaktivne materije. Jedinjenja sumpora, azota, ugljenika, najčešće se javljaju u vidu oksida. Primarne zagađujuće materije vazduha mogu se nalaziti u obliku čestica, tečnih ili čvrstih, malih dimenzija. Vazduh mogu da zagađuju različite partikule: dim, prašina, aerosol, čađ i izmaglica. Sastav sekundarnih zagađujućih materija vazduha je manje poznat. One nastaju fizičkohemijskim reakcijama. tj. sjedinjavanjem i međusobnim miješanjem prirodnih zagađujućih materija ili u interakciji sa prirodnim sastojcima vazduha, fotohemski smog, slika 6.



Slika 6. Fotohemski smog¹⁴

¹⁴ <https://www.slideshare.net/manikol/smog-54605565> pristupljeno - (26.03.2019.)

Najznačajnije sekundarne zagađujuće materije u vazduhu su jedinjenja sumpora, azota, ugljenika i ozon. Prema rasporedu izvora zagađenja vazduha postoje:

- Pojedinačni ili tzv. tačkasti izvori koji podrazumijevaju izolovane ili međusobno dovoljno udaljene izvore, tako da im prostor koji zagađuju nije isti. Pod ovom vrstom izvora podrazumijevaju se obično termoelektrane, rafinerije ili topionice pored kojih u okolini nema drugih postrojenja pa su one jedini izvor zagađenja u toj oblasti.
- Linijski raspoređeni izvori podrazumijevaju puteve tj. njihovu bližu okolinu, kojima se kreću transportna sredstva odnosno izvori zagađivanja.
- Površinski raspoređeni izvori podrazumijevaju veliki broj manjih izvora vazdušnog zagađenja, koji zagađuju istu zapreminu vazdušnog prostora. Primjer su gradovi, industrijski centri u kojima izvore čine npr. kotlovnice za grijanje, manje fabrike i sl.

4.4. Prirodni izvori zagađenja zraka

Prirodni izvori zagađenja vazduha su oduvijek prisutni u biosferi: raznošenje zemlje i pijeska, dim šumskih i stepskih pažara, vulkani, mineralni i termalni izvori, kosmička prašina, površine okeana i druge elementarne nepogode i za sada ih nije moguće kontrolisati. U tu grupu spadaju minerali, biljne, životinjske i mikrobijalne zagađujuće materije. Hemijske i fizičke osobine i štetnost pojedinih materija koje se oslobađaju iz prirodnih izvora su različite. U pojedinim zemljama, sa velikim izvořistima nafta, postoje dugogodišnji požari, koji neprestano traju i predstavljaju jedan od stalnih prirodnih zagađivača atmosfere, dok zagađenje vazduha vulanskom aktivnošću može biti povremenog, a ponekad i stalnog karaktera, jer vulkani u stanju mirovanja u atmosferu oslobađaju H_2S , CO i metan.¹⁵

¹⁵ Lindov O.: Saobraćaj i zagađenje okoliša, Sarajevo , 2006, str 15.

U prirodne izvore zagađivanja ubrajaju se: prašina nošena vjetrom, aeroalergeni (polen i ostali), čestice morske soli, dim, leteći pepeo i gasovi od šumskih požara, gasovi iz močvara, mikroorganizmi (bakterije i virusi), magla, vulkanski gasovi (metan, ugljovodonici, oksidi azota i dr.) i pepeo, prirodna radioaktivnost, meteorska prašina, prirodna isparenja i ozon nastao prilikom varnjenja. U tropskim šumama može doći do raspadanja organske materije, što izaziva pojavu različitih gasovitih jedinjenja, kao npr. metan, ketone, aldehyde i mnoge druge složene ugljovodonike, koji se emituju u atmosferu i učestvuju u stvaranju ozona. Šume četinara oslobađaju terpene, iznad močvara se šire isparenja H₂S i NH₃, sulfati i nitrati. Kako na prirodno zagađenje čovjek nema uticaja, potrebno je obratiti posebnu pažnju na antropogeno zagađivanje vazduha, odnosno atmosfere, jer visoke koncentracije zagađujućih materija, najčešće u gradovima, stvaraju ljudi i nije ih lako eliminisati iz životne sredine, kao što je to bio slučaj u predindustrijskom periodu. Na slici 7 prikazani su prirodni izvori zagađivanja zraka.



Slika 7. Prirodni izvori zagađivanja zraka¹⁶

Kao tipičan primjer prirodnog izvora zagađenja, na koje čovjek nema uticaja jesu erupcije vulkana. Pri erupciji vulkana El čikona (El Chichon) (Meksiko) 29 marta 1982. godine u atmosferu je dospjela velika količina pepela, kamena i vulkanske praštine. Direktno je u atmosferu dospjelo 40.000 tona HCl, što je uzrokovalo povećanje koncentracije za 40%. Istovremeno je u atmosferu dospjelo 20 miliona tona sumpor-dioksida, što je približno 10% godišnje emisije emitovane spaljivanjem uglja i nafte. čak i bez većih erupcija vulkani emituju znatne količine gasovitih jedinjenja.

¹⁶ <https://tosiceva.wordpress.com/izvori-zagadivanja/> - pristupljeno (26.03.2019.)

5. ZAGAĐUJUĆE MATERIJE U ZRAKU

Svaka djelatnost i aktivnost doprinosi zagađenju vazduha. Povećanjem industrijskih zagađenja, svakodnevne aktivnosti, kao upotreba vozila, korištenje automobila na gas, suho pranje i korištenje raznih boja u domaćinstvima, dovode do oslobođanja otrovnih gasova i čestica u vazduh. Glavne zagađujuće materije u zraku prikazane su u tabeli 5.

Tabela 5. Glavne zagađujuće materije u zraku¹⁷

ZAGAĐIVAČI	IZVORI	ZADRŽAVANJE U ZRAKU	ODVOD
Ugljen monoksid (CO)	nepotpuno izgaranje	0,1 - 3 god.	vezivanje na tlo, mikrobiološka oksidacija u CO ₃
Ugljen dioksid (CO ₂)	nepotpuno izgaranje, fermentacija, desorpcija iz tla i vode	2 - 10 god.	otapanje u vodi fotosinteza u biljkama
Sumpor - dioksid (SO ₂)	izgaranje, geotermički izvori	0 - 7 d.	vezanje na oborine oksidacija u sulfatne čestice
Sumpor- vodonik (H ₂ S)	geotermički izvor, raspad organskih tvari	0,1 - 2 d.	oksidacija u SO ₂
Dušični monoksid (NO)	izgaranje	4 - 5 d.	oksidacija u NO ₂
Dušični dioksid (NO ₂)	izgaranje	3 - 5 d.	vezivanje u oborine, oksidacija u nitratre
Amonijak(NH ₃)	biološki	0 - 2 d.	vezivanje u oborine, oksidacija
Ozon (O ₃)	sekundarni,fotohemiski procesi, električno izbijanje	0 - 3 d.	fotohemiski i katalizirani raspad u O ₂
Halogeni spojevi	geotermički izvor industrija	stotinjak godina	redukcija u organske halogene
Ugljikovodici	Naftna industrija, proizvodnja energije, transport, mikrobiološka razgradnja	2 god.	oksidacija u CO ₂ , vezivanje na tlo
Lebdeće čestice	električno izbijanje, industrija izgaranje	nekoliko dana	sedimentacija, otapanje
Radioaktivne tvari	akcidenti, nuklearna postrojenja	nekoliko dana	sedimentacija, raspad

¹⁷ Bedekovid G., Salopek B.: Zaštita okoliša (skripta), Zagreb, 2010,str16

Zagađujuće materije u vazduhu dijele se na osnovne i specifične. U osnovne zagađujuće materije obično se svrstavaju sumporni oksidi, azotni oksidi, ugljen-monoksid, suspendovane čestice, prizemni ozon. Pored osnovnih zagađujućih materija, u vazduh se svakodnevno, tokom cijele godine, emituju ogromne količine specifičnih zagađujućih materija u zavisnosti od vrste industrije i tehnološkog procesa rada. U ovu grupu spadaju dugotrajne (perzistentne) zagađujuće materije, policiklični aromatični ugljovodonici, organohlorni pesticidi, akrolein, amonijak, vodonik-sulfid, benzen,toluen, ksilen, teški metali idr.

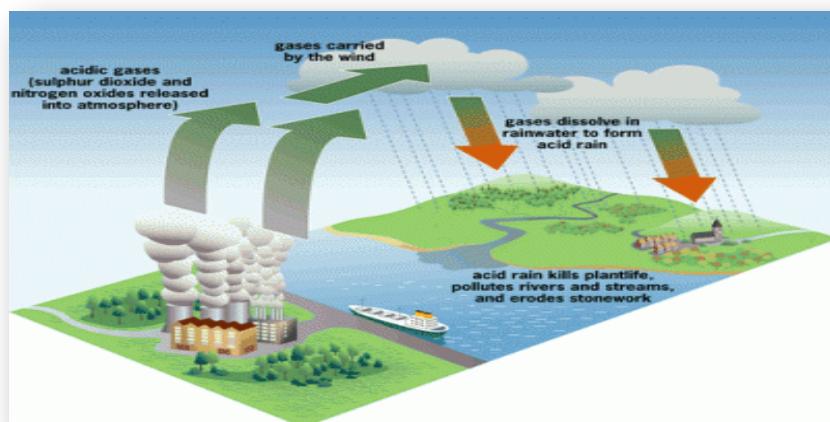
5.1. Azotni oksidi

Od azotnih oksida, izuzetno reaktivnih gasova, koji se javljuju u vazduhu kao zagađujuće materije najznačajniji su azot-monoksid (NO) i azot-dioksid (NO₂). Drugi poznati oksidi azota su azot-suboksid (N₂O), azot-trioksid (N₂O₃), azot-tetraoksid (N₂O₄) i azot-pentaoksid (N₂O₅), koji su prisutni u malim koncentracijama u atmosferi. Azot monoksid je gas bez boje i mirisa, slabo rastvorljiv u vodi. Nastaje kao primarni produkt sagorijevanja pri dovoljno visokoj temperaturi kao što je slučaj sa sagorijevanjem smjese vazduha i goriva u motorima sa unutrašnjim sagorijevanjem. Azot dioksid je gas crveno-naranđasto-smeđe boje sa karakterističnim mirisom. Pod uticajem sunčeve radijacije, azot- monoksid u atmosferi prelazi u azot-dioksid, koji je otrovan i smrtonosni zagađivač vazduha. S druge strane, azot-dioksid pod uticajem sunčeve radijacije i uz prisustvo olefinskih i drugih ugljovodonika ponovo se raspada na azot-monoksid i kiseonik. Izvor oksida azota je najčešće i izvor ugljovodonika koji utiču na fotolitički ciklus, odnosno na povećano stvaranje azot - dioksida iz azot-monoksida. Azot-dioksid doprinosi formiranju ozona i ima negativne efekte na kopnene i vodene ekosisteme. NO₂ u vazduhu može značajno doprinjeti povećanju efekata na životnu sredinu, kao što je stvaranje kisele kiše i eutrofizacija u priobalnim područjima. Eutrofizacija se događa kada u vodi dođe do povećanja nutrijenata, koji vode ka redukciji sadržaja kiseonika u vodi, stvarajući okruženje koje nije povoljno za ribe i druge životinje.¹⁸

¹⁸ Bedekovid G., Salopek B.: Zaštita okoliša (skripta), Zagreb, 2010,str 25.

5.2. Sumpor-dioksid (SO_2)

Sumpor-dioksid (SO_2), kao značajna zagađujuća materija, pripada grupi sumpornih oksida, koji nastaje iz goriva koja sadrže sumpor, npr. ugalj i nafta, koji sagorijevaju i kada se benzin ekstrahuje iz nafte ili kada se metali ekstrahuju iz rude. Emisija jedinjenja sumpor-dioksida drastično je veća u zimskom nego u ljetnom periodu, zbog sagorijevanja fosilnih goriva. Urbana i industrijska područja sadrže veće koncentracije ove zagađujuće materije. Sumpor-dioksid je bezbojan i nezapaljiv gas, zagušljivog mirisa. Ne stvara eksplozivne smjese. Teži je od vazduha i dobro se rastvara u vodi. Sumpor-dioksid ima jednostavnu konverziju u sumpornu kiselinu (H_2SO_4), te samim tim, putem kiselih kiša, slika 8, ima veoma štetno djelovanje na metale, razne materijale, vodene ekosisteme, vegetaciju i na zdravlje čovjeka. Sumporna kiselina je nestabilna i lako se ponovo razlaže na sumpor-dioksid i na vodu.



Slika 8. Nastanak kiselih kiša¹⁹

Jedinjenja sumpora, kao zagađujuće materije, emituju u atmosferu prirodni procesi uglavnom u vidu sumpor-vodonika i različiti industrijski i energetski procesi (antropogenog porijekla). Izvori sumpor-dioksida u prirodi su vulkanske erupcije iz kojih se emisija sumpora rasprostire globalno po cijeloj planeti.

¹⁹ <http://elviracavcic.weebly.com/nastanak-i-posljedice.html> - pristupljeno (26.03.2019.)

Doprinos ovog izvora u ukupnom zagađenju je mali, dok su u okeanima i na kopnu značajan izvor biološka razlaganja pod uticajem anaerobnih bakterija, kada se stvara velika količina sumpor-vodonika i u manjoj mjeri merkaptani, koji u dodiru sa kiseonikom iz vazduha stvaraju sumpor-dioksid.

5.3. Suspendovane (lebdeće) čestice

Suspendovane (lebdeće) čestice u vazduhu predstavljaju mješavinu organskih i neorganskih čvrstih čestica ili tečnih kapljica. Mogu da se definišu kao svaka dispergovana materija (bilo da se radi o tečnoj ili čvrstoj materiji), čiji su pojedini agregati veći od pojedinačnih molekula ($0,0002\text{ }\mu\text{m}$ u prečniku), ali i manji od $500\text{ }\mu\text{m}$. Zavisno od veličine, čestice u vazduhu se obično dijele na ukupne suspendovane čestice i suspendovane čestice (mikroskopske), koje se dijele na dvije frakcije PM_{10} i $\text{PM}_{2.5}$, a često i na tri frakcije PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$ i $\text{PM}_{0.1}$.

5.4. Dugotrajne organske zagađujuće materije

U posljednjoj deceniji XX vijeka dugotrajne (perzistentne, trajne, nerazgradive) organske zagađujuće materije (POPs), a posebno polihlorovani bifenili su naglašeni predmet istraživanja sa ciljem da se ispita sveprisutnost u okruženju, biohemski i toksični efekti, izloženost ljudi ovim zagađujućim materijama i procjena zdravstvenog rizika. Neki od ovih toksičnih materija ciljano su sintetisani u širokom spektru komercijalnih aplikacija zbog njihovih odličnih tehničko-tehnoloških, hemijskih i pesticidnih karakteristika. Postojane i veoma toksične materije kao što su dioksini i furani nastaju kao koprodukti sagorijevanja dugotrajnih organskih zagađujućih materija i obično se emituju u vazduh uglavnom iz dva izvora: industrije i transporta.²⁰

5.5. Ugljen monoksid

Ugljen-monoksid (CO) je jedan od najrasprostranjenijih zagađujućih materija u vazduhu. Bezbojan gas, bez mirisa i ukusa, nešto lakši od vazduha. Ugljen-monoksid doprinosi stvaranju prizemnog ozona. Zapaljiv je i gori svjetloplavim plamenom.

Ne potpomaže gorenje. Nastaje uslijed nepotpunog sagorijevanja fosilnih goriva u energetskim postrojenjima, automobilima i domaćinstvima i pri različitim industrijskim procesima. Čini najveći dio emisije izduvnih gasova automobila, a procjena je da se u svijetu godišnje oslobođi 20 miliona tona ugljen-monoksida iz transporta, koji je najveći izvor ove zagađujuće materije i značajno učestvuje u ukupnom zagađenju vazduha. Postoji korelacija između koncentracije CO i gustine saobraćaja. Značajni su i prirodni izvori ugljen-monoksida, čije su količine približno jednake količinama antropogenog porijekla. Najvažniji prirodni izvori ugljen-monoksida su alge u okeanima, morima i jezerima, ali nastaje i šumskim požarima, paljenjem trave i vulkanskim aktivnostima. U tabeli 6 prikazane su posljedice izlaganja i udisanja CO.

Tabela 6. Fiziološke posljedice udisanja CO²¹

Volumna koncentracije,%	ppm	Posljedice
0,01	100	Dozvoljeno izlaganje od nekoliko sati
0,04 – 0,05	400 – 500	Bez posljedica nakon jednog sata izlaganja
0,06 – 0,07	600 – 700	Neznatne posljedice nakon jednog sata
0,1 – 0,12	1 000 – 1 200	Nepovoljne, ali bezopasne posljedice nakon 1 sat
0,15 – 0,2	1 500 – 2 000	Opasno izlaganje duže od jednog sata
0,4 i više	4 000 i više	Opasno izlaganje i kraće od jednog sata

* ppm (parts per million) - broj (masenih/volumnih) dijelova na milion (10⁶) dijelova zraka

5.6. Isparljiva organska jedinjenja

Isparljiva organska jedinjenja su, sa stanovišta zagađenja vazduha, zagađujuće materije koje se nalaze u atmosferi i čine 8% emisije iz izduvnih gasova putničkih vozila.

²¹ <https://www.plivazdravlje.hr/aktualno/clanak/8704/Ugljicni-monoksid-nevidljivi-ubojica.html> - pristupljeno (27.03.2019.)

Mogu se pojaviti u gasovitoj fazi u vazduhu urbanih i industrijskih sredina. Isparljiva organska jedinjenja se sastoje od ugljovodonika i njihovih derivata koji se obrazuju i emituju prilikom sagorijevanja ili direktnim isparavanjem iz goriva. Emituju se u atmosferu kao prirodno nastali ugljovodonici i ugljovodonici antropogenog porijekla. Razlaganje VOCs u ljudskom organizmu može da dovede do formiranja karcinogenih materija. Usljed djelovanja sunčevih zraka, isparljiva organska jedinjenja se vezuju sa drugim zagađujućim materijama iz vozila, kao što je azot-dioksid, stvarajući sekundarnu zagađujuću materiju ozon.

5.7. Policiklični aromatični ugljikovodonici

Policiklični aromatični ugljovodonici predstavljaju veliku grupu organskih jedinjenja koja nastaju u svim procesima termičke razgradnje, tj. nepotpunog sagorijevanja organske materije, a zbog svoje postojanosti veoma dugo zaostaju u prirodi i dospijevaju u sve dijelove životne sredine: vazduh, zemlju, vodu, biosferu, prije svega vazduh. Ova jedinjenja iz vazduha sedimentacijom ili putem padavina dospijevaju u zemlju, vodenu sredinu, hranu i ljudski organizam. Izvori PAHs su procesi termičke razgradnje organske materije, a mogu biti antropogenog ili prirodnog porijekla. Postoji više od 100 različitih PAH-jedinjenja. Samo mala količina pojedinačnih PAH-jedinjenja se industrijski proizvodi, kao na primjer, naftalen, acenaften, fluoren, antracen i sl., i koriste se obično pri sintezi boja, plastifikatora, smola, farmaceutskih proizvoda ili u istraživačkom radu. Kreozot je u posljednjih 150 godina najčešće korištena materija koja sadrži PAH-jedinjenja (oko 2/3), a primjenjuje se za zaštitu drveta od insekata i biodegradacije zbog aktivnog biocidnog dejstva samih PAH-ova. PAH-ovi najčešće dospijevaju u organizam ljudi unošenjem hrane, udisanjem čestica kontaminiranog zemljišta ili prašine.²²

²² Ilić, P.; Zagadivanje i kontrola kvaliteta vazduha u funkciji životne sredine, Nezavisni univerzitet, Banja Luka, 2013.

5.8. Teški metali

Zagađenje toksičnim metalima, tabela 7, je postalo dramatično početkom industrijske revolucije, odnosno od 1900. godine, od kada predstavljaju izuzetan problem širom svijeta. Štetne materije koje zagađuju biosferu su, pored ostalog i toksični metali. Pod toksičnim metalima podrazumijevaju se tzv. teški metali. Oni obuhvataju metale koji imaju veliku specifičnu težinu i gustinu veću od 5 g/cm³. Među njima ima i neophodnih elemenata za biljke (Cu, Zn, Mn, Fe, Co i Mo) i onih koji, posebno pri većim koncentracijama, djeluju veoma toksično na njih (Cd, Pb, Ni i Cr). Navedeni elementi mogu se naći u zemlji, vodi i vazduhu, a njihova toksičnost, odnosno stepen štetnog dejstva na žive organizme zavisiće od njihove koncentracije, kao i uslova sredine u kojima se nalaze. Postojanje metala u životnoj sredini, odnosno vazduhu, a samim tim i u lancu ishrane, predstavlja rizik za ekosistem, pa i za ljudsko zdravlje. U vidu finih čestica prašine dospijevaju u atmosferu, odakle se talože u vodama i tlu. Kruženje teških metala u prirodi veoma zavisi o promjenama kojima ovi metali podliježu. Biljke imaju važnu ulogu u tom kruženju. Teški metali, najvećim dijelom preko biljaka ulaze u lanac ishrane u kom su, iako toksični, u manjoj koncentraciji neophodni za žive organizme. Veće koncentracije ovih zagađujućih materija se mogu očekivati pored autoputeva, industrijskih regiona i velikih gradova.

Tabela 7. Izvor teških metala i njihov uticaj na zdravlje²³

METAL	IZVOR EMISIJE	UTICAJ NA ZDRALJE
Kadmij (Cd)	Izgaranje ugljena, vađenje rude cinka, vodovodne cijevi, duhanski dim, proizvodnja električke opreme i lagure	Oboljenje srca i krvnih žila visok krvni pritisak i oštećenje bubrega. Najopasniji u obliku pare.
Oovo (Pb)	Automobilski ispušni plinovi (izgaranje benzina s dodatkom ollova), boja i pigmenti, izgaranje ugljena, proiz. bakterija.	Oštećenje mozga, anemija, oštećenje bubrega, nekontrolirano ponašanje, smrt.
Živa (Hg)	Izgaranje ugljena, električne baterije, razne industrije(proizvodnja papira,hemikalija...), rudarske aktivnosti.	Akutna i kronična trovanja, nervna razaranja i smrt.
Nikal (Ni)	Diesel gorivo, lož ulje, izgaranje ugljena, duhanski dim, hemikalijei katalizatori, čelik, nemetalne legure.	Rak pluća
Arsen (As)	Izgaranje ugljena i nafte, deterdženti, pesticidi, ostaci pri vađenju ruda, taljenje bakra, proizvodnja elektroničkih komponenti.	Otrovan, može izazvati rak, bronhitis.
Selen (Se)	Izgaranje ugljena, nafte i sumpora, neki papirnati proizvodi	Bitan element u malim konc.za čovjeka, povećane konc. mogu izazvati krvarenje zuba i karijes.
Bakat (Cu)	Prevlačenje metalom, industrijski i komunalni otpad, rudarske aktivnosti luženje minerala.	Nije jako toksičan za životinje, pri srednjim kon. otrovan za biljke i alge.
Molibden (Mo)	Ind.otpad , dodaci za rashladnu vodu.	Moguće otrovno djelovanje na životinje.
Mangan (Mn)	Metalne legure, sredstva za smanjenje dima u elektranama, može se koristiti umjesto ollova u benzinu kao antidetonacijski dodatak.	Bitan element u tragovima čovjeka, u povećanim koncentracijama može izazvati oštećenje živaca i štetno djelovati na bilje.

²³ <https://zdravljeza21vek.com/stetnost-teskih-metala-po-zdravlje-3/> - pristupljeno (04.04.2019.)

6. MONITORING KVALITETA ZRAKA

Istraživanja i praćenje kvaliteta vazduha u urbanim i industrijskim područjima je jedan od prvih zadataka ka rješenju, u većini zemalja svijeta, prisutnog problema zagađenja vazduha. Postoje dvije metode procjene zagađenja vazduha, a to su mjerjenje (monitoring) i simulacija, odnosno disperzionalno modelovanje. Svaka ima prednosti, ali i nedostataka, a ukoliko se primijene zajedno, predstavljaju izuzetan alat u procjeni kvaliteta vazduha na određenom lokalitetu. Monitoring kvaliteta životne sredine je jedna od aktivnosti koja je neophodna kao osnova za prikupljanje informacija o stanju životne sredine. Označava analitičko mjerjenje specifičnih bioloških, hemijskih i fizičkih parametara, koji se propisuju zakonom i podzakonskim aktima. Najčešće je definisan kao ekološki monitoring koji podrazumijeva informacioni sistem za praćenje, ocjenu i prognozu promjena stanja životne sredine, koji je izgrađen sa ciljem da se izdvoje antropogene komponente tih promjena iz zona prirodnih procesa. Sprovodi se u cilju dobijanja podataka o stanju kvaliteta vazduha koji mogu da posluže za dobijanje pouzdanih i kvalitetnih informacija o stanju životne sredine, definisanje mjera zaštite, identifikaciju zagađivača, donošenje adekvatnih i pravovremenih odluka, formiranje informacionog sistema, reagovanje u akcidentnim situacijama, definisanje prioriteta u upravljanju kvalitetom životne sredine i izvještavanje javnosti. Spoljašnje mjerjenje prizemnih nivoa koncentracija se najčešće naziva ambijentalni monitoring. Praćenje kvaliteta vazduha na nacionalnom nivou sprovode određene zemlje, dok praćenje na globalnom nivou vrše međunarodne organizacije, kao što su Svjetska zdravstvena organizacija (WHO) i Svjetska meteorološka organizacija (WMO). Kontrola kvaliteta vazduha vrši se mjeranjem nivoa zagađenosti vazduha osnovnim i specifičnim zagađujućim materijama porijekлом iz stacionarnih izvora (ložišta, industrija) i saobraćaja i upoređivanjem izmjerениh vrijednosti sa dozvoljenim koncentracijama zagađujućih materija u vazduhu.²⁴ Osnovni cilj kontrole kvaliteta vazduha je i utvrđivanje nivoa zagađenosti vazduha u prizemnom sloju atmosfere, ocjena uticaja zagađenog vazduha na zdravlje ljudi, životnu sredinu i klimu, praćenje promjene stanja zagađenosti u korelaciji sa lokalnim izvorima emisije, preduzimanje potrebnih mjera za zaštitu vazduha od zagađivanja, informisanje javnosti i identifikacije izvora zagađivanja. Proučavanje i praćenje kvaliteta vazduha u gradskim sredinama ima za cilj kontrolu i smanjenje sadržaja zagađujućih materija u vazduhu, u funkciji zaštite životne sredine.

²⁴ Ilić, P.; Zagadivanje i kontrola kvaliteta vazduha u funkciji životne sredine, Nezavisni univerzitet, Banja Luka, 2013.

Mjesto uzorkovanja vazduha treba da je pažljivo odabранo, tako da reprezentuje područje čiji kvalitet vazduha se određuje. Pošto se sastav vazduha mijenja sa visinom, neophodno je o tome voditi računa pri odabiranju visine na kojoj će se uzimati uzorak. Referentne monitoring metode za monitoring vazduha za sumpor-dioksid, azotne okside, suspendovanih čestica (PM_{10} i $PM_{2.5}$), olova, benzena, ugljen-monoksida i ozona moraju biti usaglašene sa Direktivom 2008/50/EC Evropskog parlamenta i Savjeta o kvalitetu ambijentalnog vazduha i čistijem vazduhu za Evropu. Na slici 9 prikazani su analizatori za SO_2 , NO_x , CO i O_3 .



Slika 9. Analizatori za sumpor dioksid, azotne okside, ugljen monoksid i ozon²⁵

Monitoring sistemi za praćenje kvaliteta vazduha se koriste za više namjena:

- Praćenje kvaliteta vazduha određenog područja radi sagledavanja stvarnog stanja kvaliteta vazduha i trendova njegovih promjena, a time i njegovog uticaja na biosferu i zdravlje ljudi,
- Praćenje uticaja zagađujućih materija na kvalitet vazduha ambijentalnog ili daljeg područja radi preduzimanja odgovarajućih preventivnih ili sanacionih mjera (termoenergetska postrojenja, pogoni hemijske procesne industrije, topionice metala i dr.),

²⁵ Ilić, P.; Zagadivanje i kontrola kvaliteta vazduha u funkciji životne sredine, Nezavisni univerzitet, Banja Luka, 2013.

- Praćenje prekograničnog uticaja emisije zagađujućih materija na kvalitet vazduha određenog područja, odnosno uticaja emitera zagađujućih materija koje su na većoj udaljenosti, a čije emitovane zagađujuće materije vazdušne struje donose na određeno područje,
- Sagledavanje osnovnog stanja kvaliteta vazduha radi planiranja novih postrojenja (emitera zagađujućih materija) u određenom području, odnosno sagledavanja kapaciteta lokalnog ekosistema za prihvatanje novih zagađujućih materija i njihov uticaj na bližu i dalju okolinu.

U posljednje vrijeme u svijetu se ovom načinu monitoringa posvećuje značajna pažnja i u Italiji su rađene biomonitoring studije procjene zagađenja vazduha putem praćenja diverziteta lišajeva u Đenovi, Trstu i Napulju, kao i u Sloveniji, u Šoštanju, na području uticaja termoelektrane, uz korištenje više metoda (SI i ICP-Forest). Rezultati iz Slovenije su ukazali na značaj vrste *Picea abies* (smreka), slika 10, kao bioindikatora SO_2 .



Slika 10. *Picea abies* (smreka) kao bioindikator sumpor-dioksida²⁶

²⁶ https://www.drevesnica.si/index.php?route=product/product&product_id=45759 – pristupljeno (04.04.2019.)

6.1. Zagađivanje grada Zenice sa aspekta kvaliteta zraka

6.1.1. Osnovne karakteristike grada Zenice

Zenica se nalazi u središtu Bosne i Hercegovine. Grad leži na 44 stepena geografske širine i 17 stepeni geografske dužine. Nadmorska visina gradskog područja Zenice je 312 metara, dok se u planinskim dijelovima općine kreće do 1304 metra, koliko je na Tvrtkovcu gdje je najviši vrh u gradu. Zenica ima centralni geografski položaj u Bosni i Hercegovini. Smještena je uz samu rijeku Bosnu. Nalazi se nedaleko od većih privrednih centara u Bosni i Hercegovini. Zenica je okružena planinama, brežuljcima i kanjonima. Na istočnoj strani su Klopačke stijene i Smetovi, na zapadnoj Zmajevac, Golubak, Volovska glava i Vučijak, Na sjevernoj Lisac, Vepar, Vrandučki kanjon i Vrandučka sutjeska (dužina 35 km- relativna visina do 700 m), a na južnoj Krčke stijene, Janjički vrh, Zvečaj i Lašvanska sutjeska dužine od 15 km. Kroz grad protiču rijeke: Bosna, Babina rijeka, Kočeva i Lašva. Tok rijeke Bosne na području grada ima dužinu 32 km. Zenica je poznat industrijski centar. U dosadašnjoj politici razvoja dominirale su bazne grane industrije (proizvodnja gvožđa, i čelika i rudarstvo). Eksploracija mrkog uglja u Zenici je otpočela 1880. godine, a proizvodnja čelika 1892. godine, prema tome možemo zaključiti da je zagađivanje okoline na području Zenice počelo još od prije ratnog doba. Na području grada više od jednog stoljeća zastupljene su razne proizvodne djelatnosti-metalurška proizvodnja i eksploracija uglja, metaloprerada, koje uzrokuju višestruke ekološke posljedice.²⁷ Nažalost povećana je zagađenost osnovnih izvora za život: zemljište, voda, zrak, šume itd. Sagledavanjem stanja u gradu Zenica osnovni ekološki problemi se manifestuju u sljedećim oblastima:

- Stanje kvaliteta zraka
- Nezaštićeni vodni resursi; onečišćenja
- Devastacija i kontaminacija tla; erozije i klizišta
- Velike količine nezbrinutog komunalnog i industrijskog otpada, te posebnih vrsta otpada (toksičnog otpada)
- Nedovoljno obnavljanje šumskih ekosistema i urbanog zelenila
- Uticaj privrednih i industrijskih aktivnosti na okoliš

²⁷ <http://www.zenica.ba/> - pristupljeno (06.04.2019.)

6.2. Kvalitet zraka u Zenici

Kvalitet zraka u Zenici je ugrožen zbog industrije koja je smještena u gradskoj kotlini, praktično u sam centar grada, zatim zbog saobraćaja, te individualnih ložišta tokom zimskog perioda. Registrovani su nepovoljni uslovi za održavanje kvaliteta zraka:

- velika emisija SO₂ i praštine, posebno praštine s visokim sadržajem teških metala (Cd, Pb, Zn...), organskih štetnosti (policiklični aromatski ugljikovodici), volatilni organski materija, nitroznih plinova, flourida, amonijaka i drugi štetnih materija;
- duboka kotlina sa slabim provjetravanjem (tako se polutanti zadržavaju u kotlini);
- epizode visoke zagađenosti zraka javljaju se u kasnu jesen i zimi, kada se u dane jako stabilnog stanja atmosfere s temperaturnim inverzijama, polutanti nagomilavaju u prizemnom sloju tako da u relativno kratkom roku dostignu alarmantno visoke koncentracije i tako ostaju dok ne nastupi promjena opće vremenske situacije i razbijanje temperaturnog inverzionog sloja;
- nepovoljan sadržaj osnovnih sirovina i goriva u tehnološkim procesima proizvodnje željeza i čelika i pripadajućim termoenergetskim postrojenjima (npr. ugljevi sa visokim sadržajem sumpor dioksida).

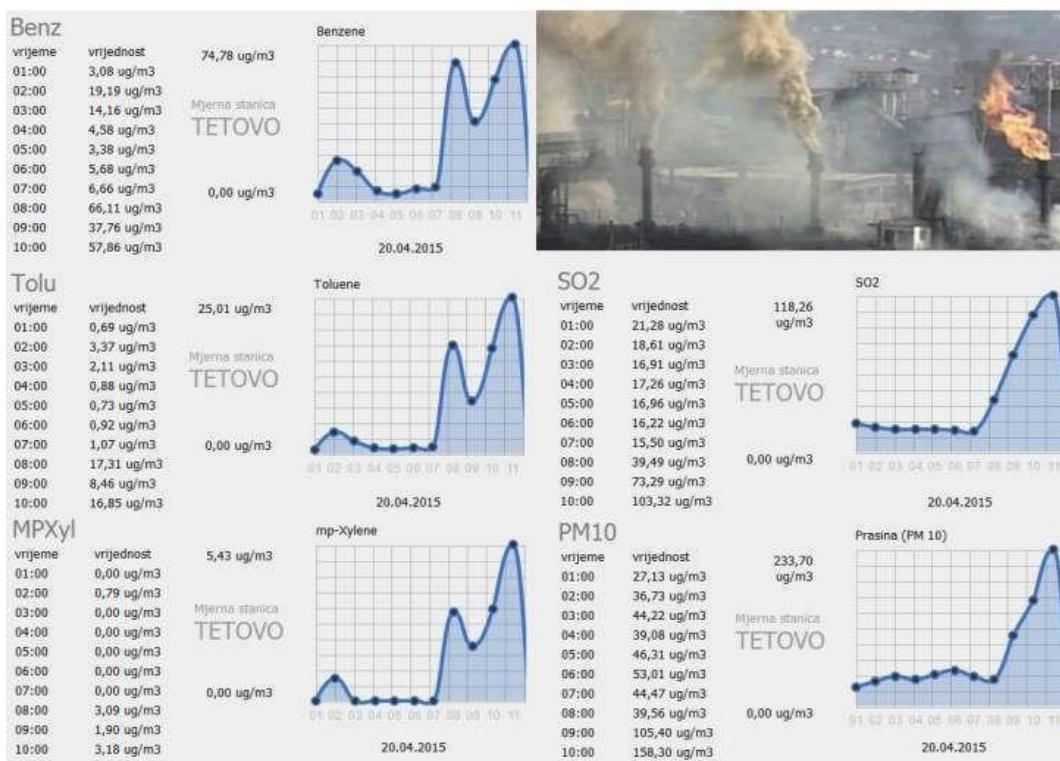
Prema tumačenju iz Pravilnika o graničnim vrijednostima kvaliteta zraka u FBIH, „Uzorci kvaliteta zraka u periodu praćenja slučajne (statističke) vrijednosti kvaliteta zraka se utvrđuju sa najmanje dva parametra:

- godišnjim prosjekom (aritmetička sredina) kvaliteta zraka na datoј lokaciji pravilno uzetih uzoraka zraka tokom cijele godine koji predstavlja parametar dugotrajnog djelovanja i ukupne ekspozicije/izloženosti receptora (ljudi, biljke i životinje, materijali) zraka sa primjesama zagađujućih materija;
- statističkim parametrom koji predstavlja visoke koncentracije u toku godine i koji je parametar kratkotrajnog djelovanja visokih vrijednosti koncentracija zagađujućih materija koje mogu izazvati akutna djelovanja na zdravlje.

Smatra se da vrijednosti kvaliteta zraka zadovoljavaju granične, odnosno ciljne vrijednosti kvaliteta zraka- CV, ukoliko obje vrijednosti (i godišnji prosjek i statistički parametar koji predstavlja visoke koncentracije) zadovoljavaju postavljene granice.“Mjerenje kvaliteta zraka vršena su u saglasnosti sa odredbama važeće zakonske regulative:

- Zakon o zaštiti okoliša i Zakon o zaštiti zraka FBIH (Sl. FBIH br. 33/03)
- Pravilnik o graničnim vrijednostima kvaliteta zraka (Sl. FBIH br. 12/05)
- Pravilnik o monitoringu kvaliteta zraka (Sl. FBIH br. 12/05).

Zenica je instalirala automatsku monitoring stanicu za praćenje kvaliteta zraka, koja je u funkciji od 2009. godine. Kanton je nabavio mobilnu stanicu za iste namjene tako da su se stekli uslovi za savremeniji monitoring kvaliteta zraka u Zenici. Već ranije je Metalurški Institut vršio mjerenje i drugih parametara kvaliteta zraka, kao što su lebdeće čestice, sediment i analize sadržaja lebdećih čestica i sediment, te i druge parametre zagađivanja zraka. I ovi rezultati su pokazali da je kvalitet zraka ugrožen i drugim parametrima, a posebno lebdećim česticama. Najnovija mjerenja automatskim monitoringom su potvrdila ove konstatacije i otkrila pojavu i drugih komponenti, posebno benzena, čije vrijednosti su alarmantne, što je prikazano na slici 11 na kojoj su prikazane koncentracije u mjesecu aprilu 2018. godine. Pokazatelji ukazuju na mnoge probleme kvaliteta zraka u Zenici, kojima treba posvetiti posebnu pažnju, a to se prije svega odnosi na stalno prisutne visoke koncentracije sitnih čestica prašine, svih frakcija, benzena, toluena i sl. Pored dominantne industrije, saobraćaj kao i emisija iz pojedinačnih kotlovnica, također predstavljaju značajan izvor zagađivanja zraka.



Slika 11. Koncentracije,benzena,toluen i xylen-a²⁸

6.3. Stanje kvaliteta zraka u Zenici u toku 2018. godine

U ovom dijelu godišnjeg izvještaja su tabelarno i grafički predstavljeni statistički pokazatelji rezultata monitoringa kvaliteta zraka na mjernim mjestima u Federaciji Bosne i Hercegovine. U tabelama su prikazani najznačajniji statistički pokazatelji - od ukupnog broja i obuhvata mjerena do maksimalno izmjerenih vrijednosti i broja prekoračenja propisanih graničnih i tolerantnih vrijednosti na pojedinim mjernim mjestima. Primjetno je da veliki broj stanica nema dovoljan obuhvat podataka u toku godine za ocjenu kvaliteta zraka u skladu sa propisima, što je najčešće rezultat nedostatka finansijskih sredstava operatera da obezbjede kvalitetno i pravovremeno održavanje i servisiranje mjernih uređaja. Ipak, postoji napredak u tom aspektu - u 2018. godini je izvršen veći broj mjerena nego u prethodnim godinama, a na nekoliko stanica je izvršen i kompletan servis i zamjena starih analizatora novim što bi trebalo da rezultuje značajnijim opsegom mjerena u 2019. godini.

²⁸ www.ekoforumzenica.ba- pristupljeno (30.06.2019.)

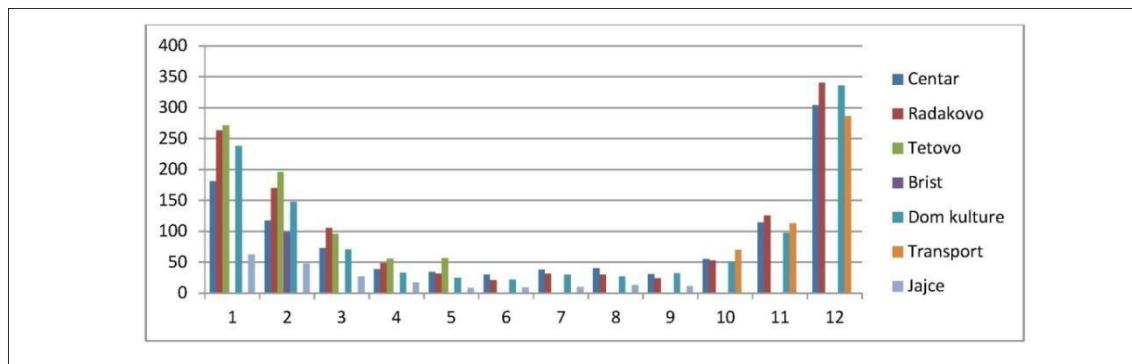
- *Sumpor dioksid u Zenici*

Najveće koncentracije su zabilježene tokom zimskih mjeseci od novembra do marta. Ovako visoke vrijednosti sumpor-dioksida na području istraživanog područja u zimskim mjesecima mogu se objasniti pored industrije u gradu i intenzivnim saobraćajem na ovom području, jer se ova zagađujuća materija ispušta kao sporedni produkat iz automobila, kao i da je u ovom periodu intenzivno loženje goriva koja sadrže sumpor, kao što je ugalj, te i manjeg broja privrednih objekata u gradu. U ovom području su zabilježene visoke vrijednosti sumpor-dioksida, te i poprilično visoka relativna vlažnost vazduha tokom analiziranog perioda, te zbog niza hemijskih reakcija u kojima se sumpor-dioksid pretvara u sumpornu kiselinu, može da utiče da se povećaju štetni efekti izazvani djelovanjem sumpor-dioksida na živi svijet.

- Kao posljedica zagađenja vazduha kiselih oksidima (SO_2 , SO_3 , NOH i dr.) i njihovog spajanja sa vodom nastaje fenomen „kisele kiše”. U širem smislu pod pojmom kisele kiše podrazumijevaju se kisele padavine: kiša, susnježica, snijeg, magla i izmaglica koje u sebi sadrže zagađujuće materije kisele prirode. Zagađivanje iz atmosfere može da dospije na površinu Zemlje i u obliku suhog taloga, a ne samo putem kiše.

U januaru 2018. godine u Zenici je izmjerena koncentracija SO_2 od oko $1.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$, što predstavlja tri puta veću koncentraciju SO_2 od dozvoljene.

Grafikon broj 1. Srednje mješevne koncentracije sumpor-dioksida (u $\mu\text{g}/\text{m}^3$) na stanicama u Zenici, Kaknju i Jajcu u 2018. godini²⁹

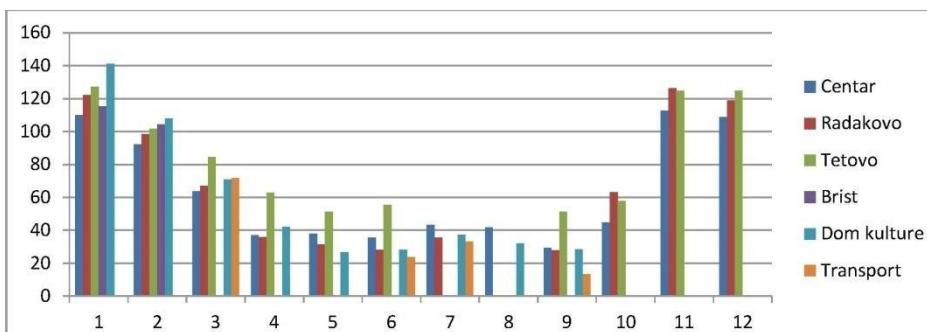


²⁹ <http://fhmzbih.gov.ba/latinica/index.php> - pristupljeno (08.04.2019.)

- *Lebdeće čestice u Zenici*

Prisutan je visok sadržaj željeza u lebdećim česticama, te kadmija, željeza i cinka u taložnom prahu. Gotovo na svim mjernim mjestima oko željezare utvrđen je porast kadmija i željeza u taložnom prahu u odnosu na prethodnu godinu, navodi se u izvještaju Instituta.

Grafikon broj 2. Srednje mjesecne koncentracije lebdećih čestica prečnika manjeg od 10 mikrometara PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) na stanicama u Zenici i Kaknju u 2018. godini.³⁰

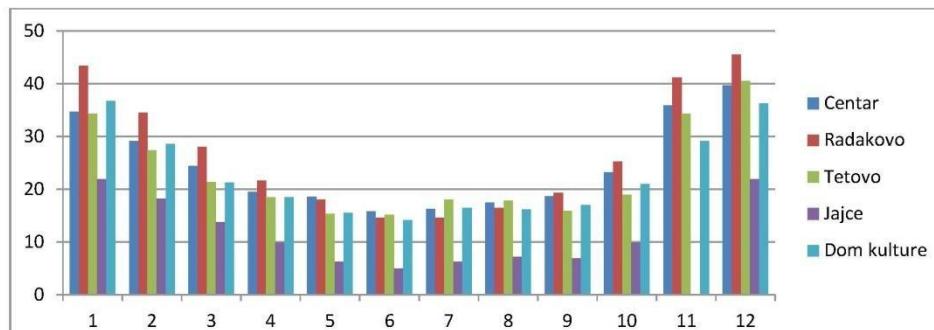


- *Azotni oksidi u Zenici*

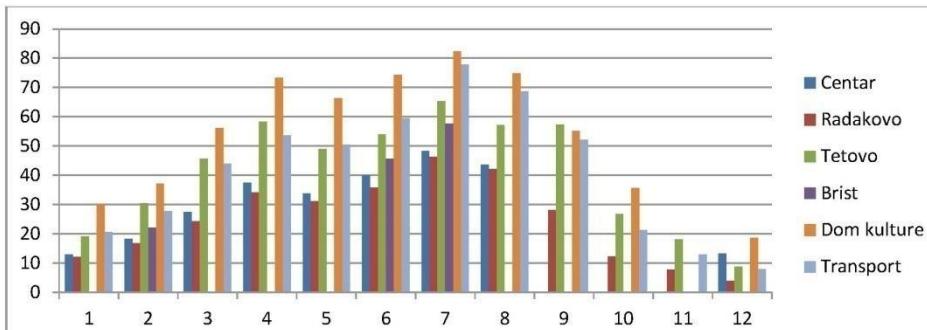
Od azotnih oksida, izuzetno reaktivnih gasova, koji se javljuju u vazduhu kao zagađujuće materije najznačajniji su azot-monoksid (NO) i azot-dioksid (NO₂). Drugi poznati oksidi azota su azot-suboksid (N₂O), azot-trioksid (N₂O₃), azot-tetraoksid (N₂O₄) i azot-pentaoksid (N₂O₅), koji su prisutni u malim koncentracijama u atmosferi. Koncentracije oksida azota se kreću u širokom koncentracionom rasponu zavisno od geografskog područja. Sadržaj oksida azota u urbanim sredinama je mnogo veći nego u neurbanim. Istraživanja su pokazala da variranja nivoa NO₂ dominantno zavise od ljudske aktivnosti u toku dana i meteoroloških uslova. Tako na primjer, koncentracije oksida azota u ranim jutarnjim časovima bez sunčeve insolacije su uglavnom konstantne. Kako tokom dana aktivnost stanovništva raste, u prvom redu se povećava frekvencija saobraćaja, koncentracija primarne zagađujuće materije azot-monoksida raste.

³⁰ <http://fhmzbih.gov.ba/latinica/index.php> - pristupljeno (08.04.2019)

Grafikon broj 3. Srednje mjesecne koncentracije azotnog dioksida ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) na stanicama u Zenici, Kaknju i Jajcu u 2018. godini³¹



Grafikon broj 4. Srednje mjesecne koncentracije ozona ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) na stanicama u Zenici i Kaknju u 2018. godini³²



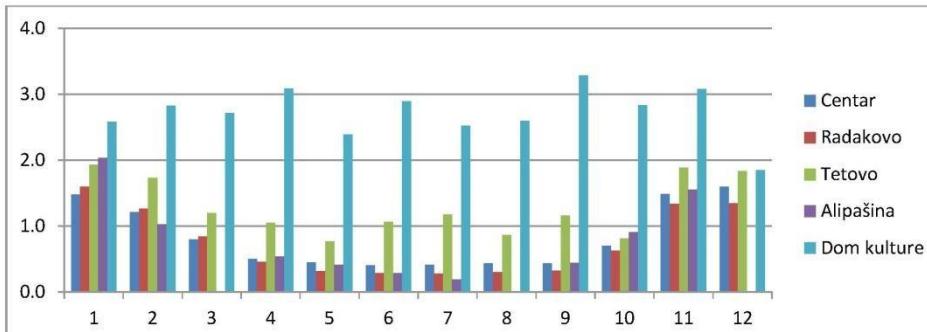
³¹ <http://fhmzbih.gov.ba/latinica/index.php> - pristupljeno (08.04.2019.)

³² <http://fhmzbih.gov.ba/latinica/index.php> - pristupljeno (08.04.2019.)

- Koncentracije ugljičnog monoksida

Na istraživanom lokalitetu najveći izvor zagađenja ugljen-monoksidom je najvjerojatnije sagorijevanje čvrstih goriva u domaćinstvima, jer su najveće koncentracije zabilježene u zimskim mjesecima. Količine ugljen-monoksida u urbanim područjima variraju u velikoj mjeri u zavisnosti od vremenskog perioda i lokacije. Pošto su glavni emiteri ugljen-monoksida motorna vozila, to i njegova koncentracija direktno zavisi od kretanja motornih vozila.

Grafikon broj 5. Srednje mjesecne koncentracije ugljičnog monoksida ($u \text{ mg/m}^3$) na stanicama u Zenici, Kaknju i Sarajevu u 2018. godini:



6.4. Pregled srednjih dnevnih koncentracija polutanata na mjernim mjestima u gradu Zenica u 2018. godini

U tabeli 8. prikazane su srednje dnevne koncentracije SO₂ na mjernim mjestima u gradu Zenica po mjesecima za 2018. godinu

Tabela 8. Srednje dnevne koncentracije SO₂ na mjernim mjestima u gradu Zenica po mjesecima za 2018. godinu

Grad i stanica	Zenica				
	Datum	Centar	Radakovo	Tetovo	Brist
1/1/2018	176	432	171		
1/2/2018	150	357	155		
1/3/2018	128	328	150		
1/4/2018	147	322	193		
1/5/2018	41	110	92		
1/6/2018	145	300	102		
1/7/2018	240	551	161		
1/8/2018	655	954	416		
1/9/2018	573	795	313		
1/10/2018	266	589	264		
1/11/2018	124	339	160		
1/12/2018	126	290	144		
1/13/2018	190	468	164		
1/14/2018	172	417	299	284	
1/15/2018	51	244	57	210	
1/16/2018	93	288	120	231	
1/17/2018	98	222	156	184	
1/18/2018	72	167	119	122	
1/19/2018	30	75	84	65	
1/20/2018	62	96	97	154	
1/21/2018	82	93	113	128	
1/22/2018	70	97	89	57	
1/23/2018	114	152	184	92	
1/24/2018	117	104	172	86	
1/25/2018	51	48	98	48	
1/26/2018	52	52	155	55	
1/27/2018	102	133	156	95	
1/28/2018	112	132	206	95	
1/29/2018	232	360	280	164	
1/30/2018	254	375	415	215	
1/31/2018	62	107	145	69	
Prosjek	154	290	175	131	

Grad i stanica	Zenica				
	Datum	Centar	Radakovo	Tetovo	Brist
2/1/2018	95	138	165	112	
2/2/2018	50	47	87	50	
2/3/2018	66	94	101	57	
2/4/2018	144	198	180	129	
2/5/2018	151	176	252	126	
2/6/2018	106	146	168	84	
2/7/2018	92	160	141	76	
2/8/2018	50	73	118	43	
2/9/2018	26	40	68	25	
2/10/2018	37	54	105	39	
2/11/2018	18	18	61	23	
2/12/2018	10	15	66	22	
2/13/2018	48	84	118	49	
2/14/2018	47	69	93	57	
2/15/2018	141	208	234	85	
2/16/2018	76	120	141	66	
2/17/2018	73	86	107	55	
2/18/2018	152	140	145	117	
2/19/2018	37	59	109	37	
2/20/2018	37	42	44	38	
2/21/2018	118	166	199	89	
2/22/2018	59	80	100	48	
2/23/2018	20	24	73	36	
2/24/2018	35	63	50	45	
2/25/2018	132	173	231	84	
2/26/2018	128	165	184	87	
2/27/2018	101	159	163	94	
2/28/2018	54	70	72	39	
Prosjek	75	102	128	65	

Monitoring kvalitete zraka grada Zenice period 2018 u okviru ekološke bezbjednosti

Grad i stanica	Zenica				
	Datum	Centar	Radakovo	Tetovo	Brist
3/1/2018	72	97	101	55	
3/2/2018	57	73	89	50	
3/3/2018	45	94	102	56	
3/4/2018	59	76	151	56	
3/5/2018	35	53	82	54	
3/6/2018	41	62	93	54	
3/7/2018	28	49	111	47	
3/8/2018	51	88	107	57	
3/9/2018	39	61	88	40	
3/10/2018	28	30	149	41	
3/11/2018	54	80	130	54	
3/12/2018	85	112	160	65	
3/13/2018	122	150	146	70	
3/14/2018	135	150	222	84	
3/15/2018	55	70	135	40	
3/16/2018	46	78	98	31	
3/17/2018	56	76	108	37	
3/18/2018	54	63	130	39	
3/19/2018	28	36	63	29	
3/20/2018	98	138	206	60	
3/21/2018	50	68	132	40	
3/22/2018	30	32	84	21	
3/23/2018	17	25	73	11	
3/24/2018	43	65	65	33	
3/25/2018	46	56	89	47	
3/26/2018	58	72	97	51	
3/27/2018	186	247	291	96	
3/28/2018	50	56	71	38	
3/29/2018	50	57	76	40	
3/30/2018	53	67	140	37	
3/31/2018	34	39	103	23	
Prosjek	58	78	119	47	

Grad i stanica	Zenica				
	Datum	Centar	Radakovo	Tetovo	Brist
4/1/2018	34	43	109	29	
4/2/2018	33	32	131	29	
4/3/2018	27	38	71	21	
4/4/2018	29	35	94	18	
4/5/2018	30	39	55	28	
4/6/2018	24	39	70	22	
4/7/2018	33	42	65	27	
4/8/2018	42	55	175	27	
4/9/2018	29	37	42	35	
4/10/2018	31	36	117	28	
4/11/2018	40	44	49	26	
4/12/2018	42	51	121	29	
4/13/2018	34	38	69	29	
4/14/2018	23	29	64	19	
4/15/2018	28	35	67	37	
4/16/2018	22	26	47	26	
4/17/2018	18	25	82	19	
4/18/2018		98	48		
4/19/2018	35	61	135		
4/20/2018	28	49	113	25	
4/21/2018	39	51	91	26	
4/22/2018	18	26	79	14	
4/23/2018	39	65	54	32	
4/24/2018	43	55	36	27	
4/25/2018	29	45	42	20	
4/26/2018	31	29	35	33	
4/27/2018	21	24	51	15	
4/28/2018	60	89	142	44	
4/29/2018	33	38	45	20	
4/30/2018	29	30	77	21	
Prosjek	32	43	79	26	

Monitoring kvalitete zraka grada Zenice period 2018 u okviru ekološke bezbjednosti

Grad i stanica	Zenica				
	Datum	Centar	Radakovo	Tetovo	Brist
5/1/2018	17	21	73	12	
5/2/2018	26	33	83	19	
5/3/2018	31	37	29	23	
5/4/2018	11	19	18	20	
5/5/2018	18	18	40	20	
5/6/2018	46	49	99	23	
5/7/2018	42	41	125	33	
5/8/2018	22	18	35		
5/9/2018	29	22	108		
5/10/2018	37	25	72		
5/11/2018	24	25	105		
5/12/2018	20	21	34		
5/13/2018	54	65	81		
5/14/2018	34	20	22		
5/15/2018	21	15	25		
5/16/2018	14	17	40		
5/17/2018	24	26	52		
5/18/2018	38	49	91		
5/19/2018	55	65	122		
5/20/2018	18	19	88		
5/21/2018	22	22	82		
5/22/2018	38	41	68		
5/23/2018	36	46	126		
5/24/2018	18	13	50		
5/25/2018	18	14	59		
5/26/2018	12	13	66		
5/27/2018	13	14	84		
5/28/2018	16	19	60		
5/29/2018	12	11	52		
5/30/2018	10	6	31		
5/31/2018	9	7	29		
Prosjek	25	26	66	21	

Grad i stanica	Zenica				
	Datum	Centar	Radakovo	Tetovo	Brist
6/1/2018	22	15	40		
6/2/2018	9	9	48		
6/3/2018	23	15	61	20	
6/4/2018	27	12	53	19	
6/5/2018	25	15	86	19	
6/6/2018	27	12	66	19	
6/7/2018	10	5	42	11	
6/8/2018	26	16	59	17	
6/9/2018	44	24	56	27	
6/10/2018	18	13	24	15	
6/11/2018	21	11	81	18	
6/12/2018	22	19		13	
6/13/2018	22	16		16	
6/14/2018	23	17		10	
6/15/2018	30	20	8	16	
6/16/2018	23	15	7	13	
6/17/2018	17	15	12	17	
6/18/2018	24	16	10	15	
6/19/2018	36	40	24	16	
6/20/2018	107	107	83	40	
6/21/2018	11	7	8	12	
6/22/2018	66	71	84	23	
6/23/2018	37	24	83	16	
6/24/2018	28	18	37	20	
6/25/2018	17	12	40	7	
6/26/2018	46	32	13	18	
6/27/2018	51	40	25	36	
6/28/2018	102	101	99	30	
6/29/2018	37	32	82	12	
6/30/2018	35	31	20	14	
Prosjek	33	26	46	18	

Monitoring kvalitete zraka grada Zenice period 2018 u okviru ekološke bezbjednosti

Grad i stanica	Zenica			
	Centar	Radakovo	Tetovo	Brist
7/1/2018	21	14	33	9
7/2/2018	35	28	97	10
7/3/2018	14	8	7	11
7/4/2018	40	36	110	17
7/5/2018	46	45	77	19
7/6/2018	31	16	34	19
7/7/2018	22	18	45	9
7/8/2018	18	17	20	7
7/9/2018	16	17	12	7
7/10/2018	49	24	63	22
7/11/2018	14	21	2	6
7/12/2018	14	9	16	6
7/13/2018	34	34	44	14
7/14/2018	57	52	62	18
7/15/2018	18	10	5	10
7/16/2018	32	23	20	17
7/17/2018	20	15	20	13
7/18/2018	19	10	18	12
7/19/2018	11	6	26	10
7/20/2018	70	82	100	32
7/21/2018	19	18	29	6
7/22/2018	45		42	18
7/23/2018	24		15	9
7/24/2018	16	10	13	12
7/25/2018	40	47	44	14
7/26/2018	54	76	46	18
7/27/2018	36	50	58	14
7/28/2018	14	11	39	6
7/29/2018	42	43	34	18
7/30/2018	21	14	38	9
7/31/2018	16	16	20	8
Prosjek	29	27	38	13

Grad i stanica	Zenica			
	Centar	Radakovo	Tetovo	Brist
8/1/2018	19	13	4	9
8/2/2018	28	38	36	12
8/3/2018	26	31	38	11
8/4/2018	56	74	55	16
8/5/2018	23	17	22	13
8/6/2018	22	21	3	11
8/7/2018	14	15	3	10
8/8/2018	23	16	17	12
8/9/2018	108	146	79	30
8/10/2018	58	61	47	22
8/11/2018	72	95	54	23
8/12/2018	111	112	102	35
8/13/2018	71	94	85	28
8/14/2018	84	68	37	34
8/15/2018	28	19	4	11
8/16/2018	17	10	8	14
8/17/2018	20	8	2	11
8/18/2018	43	55	75	12
8/19/2018	68	79	72	23
8/20/2018	58	57	82	24
8/21/2018	45	43	20	16
8/22/2018	45	51	52	15
8/23/2018	48	45	41	16
8/24/2018	21	13		16
8/25/2018	67	53		30
8/26/2018	77	103	88	32
8/27/2018	77	76	36	22
8/28/2018	20	14	3	15
8/29/2018	79	72	75	33
8/30/2018	54	45	76	24
8/31/2018	54	61	51	18
Prosjek	50	52	44	19

Monitoring kvalitete zraka grada Zenice period 2018 u okviru ekološke bezbjednosti

Grad i stanica	Zenica			
	Centar	Radakovo	Tetovo	Brist
Datum				
9/1/2018	29	37	10	19
9/2/2018	20	22	2	39
9/3/2018	17	11	2	19
9/4/2018	24	17	3	16
9/5/2018	32	27	8	22
9/6/2018	22	14	7	17
9/7/2018	33	23	12	18
9/8/2018	39	26	22	22
9/9/2018	43	38	44	17
9/10/2018	131	174	128	35
9/11/2018	74	97	70	21
9/12/2018	51	62	70	18
9/13/2018	32	31	37	15
9/14/2018	23	17	27	10
9/15/2018	23	16	4	15
9/16/2018	37	33	23	17
9/17/2018	27	15	7	13
9/18/2018	89	96	84	34
9/19/2018	157	210	89	39
9/20/2018	70	68	28	21
9/21/2018	125	138	69	34
9/22/2018	67	72	30	27
9/23/2018	31	18	22	16
9/24/2018	122	131	114	45
9/25/2018	78	67	83	37
9/26/2018	22	16	33	16
9/27/2018	16	14	16	13
9/28/2018	171	183	87	70
9/29/2018		185	70	33
9/30/2018		172	92	54
Prosjek	57	68	43	26

Grad i stanica	Zenica			
	Centar	Radakovo	Tetovo	Brist
Datum				
10/1/2018		190	86	50
10/2/2018	25	22	27	21
10/3/2018	39	27	18	20
10/4/2018	48	34	27	22
10/5/2018	49	42	25	13
10/6/2018	53	36	85	27
10/7/2018	70	82	91	22
10/8/2018	113		96	25
10/9/2018			132	30
10/10/2018			144	36
10/11/2018	235		164	
10/12/2018	113		117	
10/13/2018	137		111	
10/14/2018	161	109	162	
10/15/2018	63	36	52	
10/16/2018	33	19	32	
10/17/2018	52	33	38	
10/18/2018	40	15	65	
10/19/2018	151	106	117	
10/20/2018	218	189	231	
10/21/2018	300	192	206	
10/22/2018	68	47	39	
10/23/2018	90	70		
10/24/2018	68	45	81	
10/25/2018	64	47	86	
10/26/2018	83	47	64	
10/27/2018	50	45	49	
10/28/2018	86	60	93	
10/29/2018	121	81	142	
10/30/2018	95	59	103	
10/31/2018	90	56	83	
Prosjek	97	68	92	27

Grad i stanica	Zenica			
	Centar	Radakovo	Tetovo	Brist
Datum				
11/1/2018	129	92	134	
11/2/2018	285	234	308	
11/3/2018	333	269	358	
11/4/2018	167	122	128	
11/5/2018	44	46	71	
11/6/2018	41	34	65	
11/7/2018	40	28	47	
11/8/2018	118	77	84	
11/9/2018	203	143	120	
11/10/2018	223	181	225	
11/11/2018	166	120	346	
11/12/2018	226	155	356	
11/13/2018	120	92	166	
11/14/2018	121	102	140	
11/15/2018	170	197	157	
11/16/2018	124	171	141	
11/17/2018	112		113	
11/18/2018	140		121	
11/19/2018	181	126	92	
11/20/2018	172	94	93	
11/21/2018	287	138	196	
11/22/2018	271	202	288	
11/23/2018	518	310	375	
11/24/2018	512	268	324	
11/25/2018	258	158	226	
11/26/2018	136	72	105	
11/27/2018	196	139	271	
11/28/2018	317	201	709	
11/29/2018	128	155	308	
11/30/2018	161	239	182	
Prosjek	197	149	208	

Grad i stanica	Zenica			
	Centar	Radakovo	Tetovo	Brist
Datum				
12/1/2018	118	151	196	
12/2/2018	53	57	73	
12/3/2018	69	70	73	
12/4/2018	114	163	130	
12/5/2018	67	93	112	
12/6/2018	51	56	62	
12/7/2018	49	62	78	
12/8/2018	43	66	97	
12/9/2018	41	37	95	
12/10/2018	46	67	133	54
12/11/2018	110	158	172	69
12/12/2018	121	163	106	
12/13/2018	131	150	235	
12/14/2018	173	243	283	
12/15/2018	140	172	307	
12/16/2018	172	249	308	
12/17/2018	154	203	200	
12/18/2018	142	194	170	
12/19/2018	144	196	219	
12/20/2018	166	191	231	
12/21/2018	129	175	190	
12/22/2018	217	314	312	
12/23/2018	242	290	300	
12/24/2018	122	150	279	
12/25/2018	169	214	252	
12/26/2018	100	128	159	
12/27/2018	112	165	198	
12/28/2018	80	104	109	
12/29/2018	83	117	122	
12/30/2018	49	75	144	
12/31/2018	77	127	171	
Prosjek	112	148	178	62

6.5. Pregled srednjih dnevnih koncentracija lebdećih čestica (PM_{10} i $PM_{2.5}$) na mjernim mjestima u gradu Zenica za najzagađenije mjesecu 2018. godini.

U tabeli 9 prikazane su srednje dnevne koncentracije lebdećih čestica (PM_{10} i $PM_{2.5}$) u gradu Zenica za januar, februar, mart, oktobar, novembar i decembar 2018. godine.

Tabela 9. *Srednje dnevne koncentracije lebdećih čestica (PM_{10} i $PM_{2.5}$) u gradu Zenica za januar, februar, mart, oktobar, novembar i decembar 2018. godine¹⁰*

Grad i stanica	Zenica			
	Centar	Radakovo	Tetovo	Brist
Datum				
1/1/2018	155	183	141	159
1/2/2018	135	159	138	145
1/3/2018	121	145	143	145
1/4/2018	148	167	180	144
1/5/2018	18	22	52	36
1/6/2018	105	99	120	80
1/7/2018	83	77	84	79
1/8/2018	67	54	74	55
1/9/2018	64	54	61	52
1/10/2018	156	90	118	124
1/11/2018	118		143	106
1/12/2018	94		121	88
1/13/2018	102		107	85
1/14/2018	70	62	82	82
1/15/2018	71	93	53	76
1/16/2018	76	92	66	83
1/17/2018	77	82		73
1/18/2018	58	66		52
1/19/2018	22	27		28
1/20/2018	57	55		59
1/21/2018	62	70	104	76
1/22/2018	39	51	49	48
1/23/2018	86	95	111	83
1/24/2018	138	115	171	147
1/25/2018	42	38	42	55
1/26/2018	42		79	64
1/27/2018	93	135	107	90
1/28/2018	134	130	160	164
1/29/2018	203	196	198	179
1/30/2018	239		261	300
1/31/2018	45	95	51	59
Prosjek	94	94	112	97

Grad i stanica	Zenica			
	Centar	Radakovo	Tetovo	Brist
Datum				
2/1/2018	144		181	132
2/2/2018	116	83	95	128
2/3/2018	83	69	68	79
2/4/2018	134	144	119	128
2/5/2018	156	144	154	158
2/6/2018	95	111	110	79
2/7/2018	79	90	83	74
2/8/2018	66	60	133	64
2/9/2018	26	33	50	26
2/10/2018	37	36	64	39
2/11/2018	42	30	35	23
2/12/2018	30	24	31	35
2/13/2018	48	51	53	39
2/14/2018	46	55	67	65
2/15/2018	95	101	103	78
2/16/2018	79	89	99	73
2/17/2018	81	86	105	60
2/18/2018	164	144	191	126
2/19/2018	65	68	117	67
2/20/2018	52	44	36	51
2/21/2018	118	128	151	97
2/22/2018	79	75	84	92
2/23/2018	19	17	48	40
2/24/2018	40	44	39	58
2/25/2018	71	80	65	53
2/26/2018	88	94	93	75
2/27/2018	80	97	80	81
2/28/2018	47	55	43	58
Prosjek	78	76	89	74

Monitoring kvalitete zraka grada Zenice period 2018 u okviru ekološke bezbjednosti

Grad i stanica	Zenica			
	Centar	Radakovo	Tetovo	Brist
Datum				
3/1/2018	61		111	50
3/2/2018	56		79	65
3/3/2018	49		55	42
3/4/2018	62	57	74	77
3/5/2018	37	32	59	60
3/6/2018	43	45	72	62
3/7/2018	36	36	69	58
3/8/2018	52	61	46	67
3/9/2018	54	55	88	64
3/10/2018	38	31	73	61
3/11/2018	48	59	66	55
3/12/2018	77	91	112	76
3/13/2018	99	103	113	81
3/14/2018	101	97	112	80
3/15/2018	76	72	88	62
3/16/2018	43	55	61	25
3/17/2018	65	67	87	27
3/18/2018	58	67	83	34
3/19/2018	45	51	77	36
3/20/2018	64	58	83	51
3/21/2018	57	58	69	48
3/22/2018	42	39	56	24
3/23/2018	35	41	82	24
3/24/2018	33	40	50	22
3/25/2018	29	27	32	34
3/26/2018	55	54	73	69
3/27/2018	43	40	56	41
3/28/2018	41	32	45	40
3/29/2018	60	64	88	54
3/30/2018	62	57	89	40
3/31/2018	56	52	86	32
Prosjek	54	55	75	50

Grad i stanica	Zenica			
	Centar	Radakovo	Tetovo	Brist
Datum				
10/1/2018	55	57	65	48
10/2/2018	56	65	63	63
10/3/2018	60	67	62	48
10/4/2018	71	65	61	50
10/5/2018	65	68	58	51
10/6/2018	72	70	101	65
10/7/2018	66	67	82	51
10/8/2018	56		68	38
10/9/2018	57		84	38
10/10/2018	57		73	42
10/11/2018	68		44	51
10/12/2018	73		47	52
10/13/2018	73	96	132	48
10/14/2018	75	78	120	62
10/15/2018	73	67	83	68
10/16/2018	57	58	74	54
10/17/2018	32	33	49	28
10/18/2018	32	27	50	27
10/19/2018	45	52	59	36
10/20/2018	66	74	94	56
10/21/2018	85	92	105	82
10/22/2018	48	56	62	59
10/23/2018	39	50	61	48
10/24/2018	36	41	49	40
10/25/2018	33	36	54	61
10/26/2018	44	41	45	50
10/27/2018	40	37	36	64
10/28/2018	58	51	62	81
10/29/2018	87	82	108	86
10/30/2018	67	68	87	80
10/31/2018	63	69	63	70
Prosjek	58	60	71	55

Monitoring kvalitete zraka grada Zenice period 2018 u okviru ekološke bezbjednosti

Grad i stanica	Zenica			
	Centar	Radakovo	Tetovo	Brist
Datum				
11/1/2018	73	88	71	70
11/2/2018	110	142	151	102
11/3/2018	124	131	159	129
11/4/2018	74	76	100	92
11/5/2018	31	39	95	42
11/6/2018	41	43	59	35
11/7/2018	44	39	54	42
11/8/2018	76	79	74	64
11/9/2018	75	91	65	66
11/10/2018	92	110		83
11/11/2018	115	135		103
11/12/2018	150	170	198	123
11/13/2018	82	70		88
11/14/2018	59	80		42
11/15/2018	68	84	65	63
11/16/2018	65	82	106	71
11/17/2018	57	68	82	55
11/18/2018	55	66	57	49
11/19/2018	68	93	72	77
11/20/2018	87	102	95	75
11/21/2018	110	113	168	94
11/22/2018	111	145	153	111
11/23/2018	142	165	243	171
11/24/2018	186	189	264	218
11/25/2018	115	115	125	147
11/26/2018	80	79	66	72
11/27/2018	119	133	127	113
11/28/2018	139	174	150	138
11/29/2018	217	217	210	194
11/30/2018	278	237	270	265
Prosjek	101	112	126	100

Grad i stanica	Zenica			
	Centar	Radakovo	Tetovo	Brist
Datum				
12/1/2018	153	163	176	196
12/2/2018	58	39	37	66
12/3/2018	54	39	35	44
12/4/2018	81	81	57	76
12/5/2018	63	63	60	74
12/6/2018	47	36	49	49
12/7/2018	36	41	37	39
12/8/2018	32	37	62	37
12/9/2018	28	22	43	40
12/10/2018	38	36	54	40
12/11/2018	85	95	87	89
12/12/2018	85	115		84
12/13/2018	112			157
12/14/2018	148			174
12/15/2018	151			160
12/16/2018	221	230		232
12/17/2018	126	156		152
12/18/2018	102	131	107	97
12/19/2018	113	155	109	106
12/20/2018	164	187	162	157
12/21/2018	86	114	124	112
12/22/2018	115	155	123	120
12/23/2018	174	210	165	157
12/24/2018	152	173	182	185
12/25/2018	186	197		231
12/26/2018	62	76	78	112
12/27/2018	65	92	76	69
12/28/2018	51	57	62	79
12/29/2018		59	82	62
12/30/2018		49	69	78
12/31/2018	42	52	85	68
Prosjek	98	102	88	108

- Granična vrijednost za godišnji prosjek koncentracija sumpornog dioksida je $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, s tim da dnevni prosjek koncentracija od $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ne smije biti prekoračen više od 3 puta (3 dana) u jednoj kalendarskoj godini,
- Granična vrijednost za godišnji prosjek koncentracija ukupnih lebdećih čestica je $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$, s tim da dnevni prosjek koncentracija od $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ne smije biti prekoračen nijedan dan u toku jedne kalendarske godine. Na osnovu ovih podataka možemo zaključiti da je u naselju Tetovo zabilježeno 55 dnevnih i 230 satnih prekoračenja nivoa SO₂ (sumpordioksid), 83 dnevna prekoračenja PM10 (lebdećih čestica prašine). Nije puno bolje ni na preostala dva mjerna mesta, jer je u centru grada zabilježeno 46 satnih i 34 dnevna prekoračenja SO₂ i 55 dnevnih prekoračenja PM10. U Radakovu, najudaljenijem od industrijske zone grada i velikih zagađivača, mjerni uređaji su zabilježili čak 164 satna i 55 dnevnih prekoračenja SO₂ i 54 dnevna prekoračenja PM10.

6.6. Uticaj saobraćaja na okoliš u Zenici

Dobar kvalitet zraka je preduslov za zdravlje i dobrobit ljudi i ekosistema. Zagađeni zrak utiče na različite načine na zdravlje ljudi, ekosisteme i materijale. Atmosfera može djelovati kao sredstvo transporta zagađujućih materijala do udaljenih lokacija i drugih medija (kopno, voda). Zagađeni zrak u gradskim sredinama predstavlja izvor brojnih problema: zdravstvenih rizika uglavnom povezanih sa inhalacijom gasova, čestica, ubrzanim oštećenju građevina, oštećenjima historijskih spomenika i oštećenjima vegetacije unutar i u blizini gradova. Za pravilno rješavanje ovog problema neophodno je identificirati karakteristike kvaliteta zraka, izvore zagađivanja, i utvrditi koncentracije koje mogu imati negativne posljedice po okoliš. Glavni izvori zagađivanja zraka u gradskim sredinama su zagrijavanje stanova, industrijske aktivnosti i saobraćaj. Relevantne razlike u pojavi i učestalosti epizoda visoke koncentracije može biti povezan sa različitim lokalnim meteorološkim i topografskim uslovima. Zagađenost zraka u gradovima se može pogoršati uslijed nepovoljnih vremenskih uslova. Obzirom na uticaj na okolinu i zdravlje, produkti sagorijevanja motora sa unutrašnjim sagorijevanjem sadrži široku lepezu manje ili više otrovnih gasova. Bezopasni elementi izduva su oni sadržani u atmosferi kao što su kisik, azot i voda.

Nasuprot nabrojanim hemijskim elementima i jedinjenjima, kao otrovne može se označiti ugljenmonoksid (CO), ugljikovodonici (CH), sumpordioksid SO₂, azotne okside NO_x i čad. Zagađvanje zraka u velikim gradovima od motornih vozila postaje sve značajnije. Zbog toga se u svijetu, a u posljednje vrijeme i kod nas posvećuje posebna pažnja smanjenju zagađenja zraka uticajem na sam izvor, tj. vozilo i režim saobraćaja. Motori ugrađeni u vozilima, skoro isključivo pripadaju grupi motora sa unutrašnjim sagorijevanjem koji pri transformaciji hemijske energije u mehanički rad izbacuju u atmosferu produkte potpunog ili nepotpunog sagorijevanja. Pored izduvne cijevi na vozilu postoje i drugi izvori zagađenja, ali je ona ipak najznačajniji emiter i problemi vezani za nju su najkomplikovaniji i predstavljaju jedino pravo rješenje problema smanjivanja izduvnih gasova. Na količinu i sastav izduvnih gasova utiču različiti faktori: način stvaranja mješavine goriva i zraka, konstrukcioni parametri motora, tip i sastav goriva, prisustvo aditiva u gorivima i mazivima, itd. Učešće štetnih sastojaka u jedinici zapremine izduvnih gasova u prvom redu zavisi od ostvarenog odnosa benzina i zraka u toku pripreme procesa za sagorijevanje. Emisije izduvnih gasova iznad propisanih granica mogu biti uzrokovane:

- neispravnosću, ili dotrajalošću motora,
- neispravnosću ili dotrajalošću jednog od elemenata sistema za paljenje ili napajanje motora gorivom i
- neispravnim podešavanjem motora.

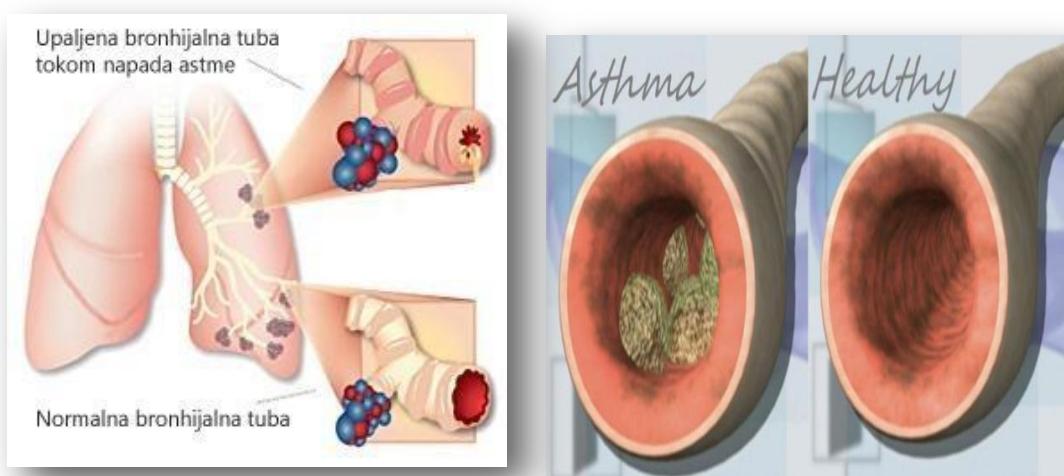
Porastom stanovništva i modernizacijom povećava se i broj motornih vozila te se u narednom periodu očekuje lošije stanje kvalitete zraka sa aspekta uticaja saobraćaja na zrak, kao jednog od izvora zagađivanja zraka na području grada Zenice. Prioritet djelovanja u provođenju zaštite i poboljšanja kvaliteta zraka u Zenici odnosno u cijeloj Bosni i Hercegovini u cilju očuvanja zdravlja ljudi, biljnog i životinjskog svijeta, kulturnih i materijalnih vrijednosti je smanjenje lokalnih zagađenja zraka. Prvo treba rješavati problem zagađenja česticama i sumpor-dioksidom, potom, kao prioritet dolazi smanjenje zagađenja iz saobraćaja i industrijskih postrojenja. Kao osnova za strategiju zaštite i poboljšanja kvaliteta zraka te provođenje mjera zaštite i poboljšanja kvaliteta zraka treba da služe podaci praćenja i utvrđivanja kvalitete zraka i izvora emisije.

Proračun emisije zagađujućih materija koji se emituju od cestovnog saobraćaja, odnosno cestovnih motornih vozila, uzrokovano je od specifične emisije koja zavisi od vrste cestovnog motornog vozila, vrste motora i godine proizvodnje, kao i od kvalitete goriva, te od veličine protoka, brzine i karakteristika cestovne saobraćajnice.

6.7. Zagađenje zraka i zdravlje čovjeka

Kako pojedine zagađujuće materije imaju toksično dejstvo, nakon unošenja u organizam čovjeka, mogu da izazovu oštećenja respiratornih i drugih organa. Brojna istraživanja su dokazala uticaj zagađenog vazduha u unutrašnjoj i vanjskoj sredini, na nastanak respiratornih oboljenja i drugih bolesti kod ljudi. Najuočljivije su posljedice povišenog zagadženja vazduha (naročito sumpor-dioksida i azotnih oksida) na smrtnost od akutnih oboljenja respiratornog sistema kod odraslih stanovnika i djece i akutnom pogoršanju stanja astmatičnih bolesnika. Sumpor-dioksid doprinosi stvaranju respiratornih bolesti, naročito kod djece i starijih osoba i pogoršava astmu i postojeće bolesti srca i pluća. Djeca i odrasli sa astmom su izuzetno osjetljivi na prisustvo sumpor-dioksida. Osnovni problem je ograničavanje, tj sužavanje bronhijalnih puteva, koji uzrokuju simptome teškog disanja, pritisak u grudima i kratak udisaj. Simptomi nastaju povećanjem koncentracije sumpor-dioksida, što dovodi i do ubrzanja disanja. Kada izlaganje prestane, plućne funkcije se vraćaju u normalno stanje za sat vremena. Kod povišenog nivoa, može izazvati teško disanje, napetost grudi i kratak udisaj kod ljudi koji nemaju astmu, slika 12. Dugoročna izloženost sumpor-dioksidu i suspendovanim česticama može izazvati respiratorne bolesti, promijeniti plućne odbrambene mehanizme i pogoršati postojeće kardiovaskularne bolesti. Povišene vrijednosti zagađenja vazduha dovode do smanjenja ventilacione funkcije pluća i kod zdrave djece. Zagađenje vazduha ugljen-monoksidom dovodi do povećanog oboljevanja srca i krvnih sudova, a on ima uticaja i na reakcije ponašanja zbog njegovih efekata na moždane strukture. Neki od parametara zagađenja (ozon, sumpor-dioksid, azotni oksidi) dovode do iritacije sluznicica, a svojim mirisima ometaju komfor stanovnika. Metali u atmosferi, naročito u urbanim sredinama, koji potiču od sagorijevanja goriva u motorima sa unutrašnjim sagorijevanjem, ili iz industrijskih postrojenja (olovo, arsen, kadmijum, živa i dr.) dovode do biohemiskih promjena kod stanovnika, a ponekada i do manifestacija njihovih specifičnih efekata.

U literaturi se navodi karcinogeno djelovanje zagađenja vazduha i ono se pripisuje radionukleidima i određenim hemijskim zagadjujućim materijama u vazduhu (akrilonitril, arsen, azbest, benzen, hrom, nikl, policiklički ugljikovodonici - naročito 3,4-benzopiren, radon, vinil-hlorid).



Slika 12. Otežano disanje oboljelih od astme³³

³³ <https://www.plivazdravlje.hr/bolest-clanak/bolest/191/Astma.html> - pristupljeno (10.04.2019.)

7. ZAŠTITA ZRAKA OD ZAGAĐIVANJA

7.1. Mjere za smanjenje zagađenja i zaštitu vazduha

Zaštita vazduha obuhvata zaštitu atmosfere u cjelini sa svim procesima, očuvanje strukture atmosfere i klimatskih obilježja. Vazduh mora biti zaštićen od opterećenja putem transmisije radioaktivnih, tečnih, gasovitih ili čvrstih materija ukoliko postoji opasnost da će štetno dejstvo uticati na kvalitet vazduha ili će se štetno odraziti na ljudsko zdravlje. Osnovna podjela mjera za smanjenje zagađenja na preventivne, sanacione i kontrolne. Preventivne (urbanističke) podrazumijevaju izmještanje željezničkih i autobuskih stanica i magistralnih saobraćajnica van stambenog dijela grada, izmještanje industrijskih objekata van centralnih dijelova grada i stambenih zona, obezbjeđivanje odgovarajuće širine saobraćajnica, izgradnja pješačkih zona, garaža i parkirališta, planiranje prostora za zelene površine i dr. Čistoća vazduha u naseljima se može sačuvati pravilnim planiranjem naselja i smišljenom lokacijom novih industrijskih objekata. Industrijska preduzeća treba postavljati tako da vjetrovi odnose prašinu od naselja, a po mogućnosti da je nikad ne nose nad naselje. Treba izbjegavati duboke, zatvorene kotline u kojima nema dovoljno vazdušnih strujanja i u kojima lako može da dođe do temperaturne inverzije. Sanacione mjere podrazumijevaju davanje prioriteta kretanju vozila javnog saobraćaja, ugradnja ekoloških semafora, upotreba gasa kao pogonskog goriva i pretvaranje jednog dijela grada u zonu bez motornih vozila. Kontrolne mjere obuhvataju obaveznu kontrolu emisije gasova pri tehničkom pregledu motornih vozila, stalna kontrola rada servisa za tehnički pregled, zabrana parkiranja teretnih vozila u gradu, proširenje mreže mjernih mjesta i redovno pranje gradskih saobraćajnica. Sem navedenih mjera značajne su i tehnološke mjere koje mogu pomoći smanjivanju količine čestica i drugih zagađujućih materija u naseljima.

7.2. Registar emisija zagađujućih materija

Jedan od prvih zadataka pri planiranju mreže praćenja kvaliteta vazduha je sakupljanje informacija o izvorima emisije zagađujućih materija u određenoj oblasti. Neophodno je sakupiti informacije o broju emitera, tipu, veličini i rasporedu (lokaciji), kao i o tipu, količini i kvalitetu goriva koje se koristi u toku godine, odnosno neophodno je napraviti registar (katastar, inventar, popis) emisije zagađujućih materija za određenu oblast. Registar predstavlja skup sistematizovanih informacija i podataka o zagađivačima medijuma životne sredine sa podacima o njihovoj lokaciji, proizvodnim procesima, karakteristikama, materijalnim bilansima na ulazima i izlazima sirovina, po luproizvoda i proizvoda, postrojenjima za prečišćavanje, tokovima otpada i zagađujućih materija i mjestu njihovog ispuštanja, tretmana i odlaganja. Registar izvora zagađivanja vazduha i registar ispuštanja i prenosa zagađujućih supstancije su polazni i osnovni i najznačajniji elemenat pri procjeni koncentracija zagađujućih materija u nekom području i elemenat strategije očuvanja kvaliteta vazduha.

7.3. Značaj i uloga vegetacije u zaštiti od zagađenja zraka

Vegetacija ima složenu ekološku funkciju biohemiskog kruženja materije. Pripada joj uloga transformatora energije na Zemlji i značajan je ekološki faktor, pogotovo u odnosu na životnu sredinu. Jedan od osnovnih vidova biljnog pokrivača i najizrazitijih ekosistema su šume. Raznovrsne su uloge šuma u životu čovjeka i funkcionisanju biosfere: zaštitna uloga šuma, uloga šuma u stvaranju komfornejih mikroklimatskih uslova, uloga šuma kao ionizatora vazduha, baktericidna, estetska vrijednost, rekreativna uloga šuma i dr. Šume su značajni izvori čistog vazduha, a njihova uloga nije zanemarivana ni u eliminaciji buke u životnoj sredini, gdje zeleni nasadi u gradovima mogu i za više od 20% ublažiti buku. Šumsko drveće proizvodi kiseonik, prečišćava i osvježava vazduh i smanjuje buku. Stablo divljeg kestena, staro 50 godina, može na lišću, u toku vegetacije, da zadrži 120 kg prašine i oko 80 kg aerosoli. Jedna razvijena stogodišnja bukva, slika 13, svakog sata apsorbuje 2,5 kg ugljen-dioksida, oslobođajući pritom otprilike 1,7 kg kiseonika.³⁴

³⁴ Ilić. P.; Zagadživanje i kontrola kvaliteta vazduha u funkciji životne sredine, Neovicni univerzitet, Banja Luka, 2013.

Njena dnevna proizvodnja može podmiriti potrebe za kiseonikom više od 60 ljudi. Hektar bukove šume može godišnje zadržati oko 70 t prašine, a da istovremeno proizvede oko 4000 kg kiseonika. Na drveću, žbunju i travi taloži se i do 72% suspendovanih čestica prašine i do 60% sumpor-dioksida. Zanimljivo je da se zaštitna uloga drveća ispoljava i u zimskom, bezlisnom periodu. Šuma se može nazvati plućima prostora, jer jedan hektar može profiltrirati 68 tona prašine, proizvesti 21 tonu kiseonika, uticati na klimu, filtrirati vodu i vezati velike količine vode čime sprečava bujice i poplave.



Slika 13. *Bukva kao prirodni prečišćivač vazduha³⁵*

³⁵ <https://www.plantea.com.hr/bukva/> - pristupljeno (05.05.2019.)

8. ZAKLJUČAK

- Promjene sastava zraka imaju neposredan utjecaj na život biljaka, životinja i ljudi, a zagađenja u zraku u bilo kojem obliku uzrokuju brojne nepoželjne efekte na čovjeka i okoliš. Zagađivanjem zraka ugrožava se cijeli živi svijet i esteske vrijednosti prirode, zbog čega rješavanje ovog problema zaslužuje izuzetnu pažnju. Zrak se mora zaštiti od daljeg zagađivanja.
- Na osnovu provedenih kontinuiranih mjerena i ispitivanja zagađenosti zraka u gradu Zenica u periodu januar – decembar 2018. godine može se zaključiti da je u gradu i dalje vrlo visoka zagađenost zraka sumpornim dioksidom, ukupnim lebdećim česticama. Granična vrijednost za godišnji prosjek koncentracija sumpornog dioksida je $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, s tim da dnevni prosjek koncentracija od $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ne smije biti prekoračen više od 3 puta (3 dana) u jednoj kalendarskoj godini.
- Granična vrijednost za godišnji prosjek koncentracija ukupnih lebdećih čestica je $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$, s tim da dnevni prosjek koncentracija od $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ne smije biti prekoračen nijedan dan u toku jedne kalendarske godine.
- 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.
- Na osnovu ovih podataka možemo zaključiti da je u naselju Tetovo zabilježeno 55 dnevnih i 230 satnih prekoračenja nivoa SO₂, 83 dnevna prekoračenja PM₁₀ lebdećih čestica prašine. Nije puno bolje ni na preostala dva mjerna mjesta, jer je u centru grada zabilježeno 46 satnih i 34 dnevna prekoračenja SO₂ i 55 dnevnih prekoračenja PM₁₀. U Radakovu, najudaljenijem od industrijske zone grada i velikih zagađivača, mjerni uređaji su zabilježili čak 164 satna i 55 dnevnih prekoračenja SO₂ i 54 dnevna prekoračenja SO₂ i 54 dnevna prekoračenja PM₁₀.

- Neophodno je nastaviti mjerena emisija štetnih materija na postojećim i na novim izvorima zagađivanja zraka u gradu Zenica. Krajnje je vrijeme da se pri registraciji vozila na stanicama za tehnički pregled vozila, obavezno vrši ispitivanje ispusnih dimnih plinova, uz eventualno isključenje iz saobraćaja. Takođe, neophodno je pojačati rad inspekcijskih organa na poslovima zaštite zraka od zagađivanja uz uvođenje oštrih kaznenih mjera.

9. LITERATURA

- [1] Ilić. P.:Zagađivanje i kontrola kvaliteta vazduha u funkciji zaštite životne sredine, Nezavisni univerzitet, Banja Luka, 2013. godine
- [2] Ibraković. Dž.:Socijalna ekologija (Hrestomatija), Sarajevo, 2010. godine
- [3] Lindov O.: Saobraćaj i zagađenje okoliša, Sarajevo, 2006. godine
- [4] Bedeković G., Salopek B.:Zaštita okoliša (skripta), Zagreb, 2010. Godine
- [5] Godišnji izvještaj o kvalitetu zraka u FBiH za 2018 godinu, Federalni hidrometeorološki zavod, Sarajevo
- [6] kvaliteta-zraka.imi.hr – pristupljeno 26.3.2019.
- [7] <https://ekospark.wordpress.com/> - pristupljeno 23.3.2019.
- [8] www.ekoforumzenica.ba- pristupljeno 30.06.2019.
- [9] https://hr.wikipedia.org/wiki/Plemeniti_plinovi - pristupljeno 23.03.2019.
- [10] https://en.wikipedia.org/wiki/Ernst_Haeckel - pristupljeno 23.03.2019.

POPIS SLIKA I GRAFIKONA

SLIKE:

Slika 1. Ernest Haeckel

Slika 2. Slojevi atmosfere

Slika 3. Zagadenje zraka kao posljedica ljudske nepažnje

Slika 4. Izvori zagađivanja zraka

Slika 5. Antropogeni izvori zagađivanja zraka

Slika 6. Fotohemski smog

Slika 7. Prirodni izvori zagađivanja zraka

Slika 8. Nastanak kiselih kiša

Slika 9. Analizatori za sumpor dioksid, azotne okside, ugljen monoksid i ozon

Slika 10. Picea abies (smreka) kao bioindikator sumpor-dioksida

Slika 11. Koncentracije, benzena, toluen i xylen-a

Slika 12. Otežano disanje oboljelih od astme

Slika 13. Bukva kao prirodni prečišćavač vazduha

GRAFIKONI:

Grafikon 1.: Srednje mjesecne koncentracije sumpordioksida (u $\mu\text{g}/\text{m}^3$) na stanicama u Zenici, Kaknju i Jajcu u 2018. Godini

Grafikon 2.: Srednje mjesecne koncentracije azotnog dioksida (u $\mu\text{g}/\text{m}^3$) na stanicama u Zenici, Kaknju i Jajcu u 2018. godini

Grafikon 3.: Srednje mjesecne koncentracije ozona (u $\mu\text{g}/\text{m}^3$) na stanicama u Zenici i Kaknju u 2018. godini

Grafikon 4.: Srednje mjesecne koncentracije lebdećih čestica prečnika manjeg od 10 mikrometara PM10 (u $\mu\text{g}/\text{m}^3$) na stanicama u Zenici i Kaknju u 2018. godini

Grafikon 5.: Srednje mjesecne koncentracije ugljičnog monoksida (u mg/m^3) na stanicama u

Zenici, Kaknju i Sarajevu u 2018. godini

POPIS TABELA

Tabela 1. Sastav čistog suhog vazduha

Tabela 2. Molekularni sastav i karakteristike glavnih zagađujućih materija u zraku

Tabela 3. Prirodni i antropogeni izvori zagađivanja zraka

Tabela 4. Okolinska šteta od zagađujućih materija iz zraka- kod saobraćaja

Tabela 5. Glavne zagađujuće materije u zraku

Tabela 6. Fiziološke posljedice udisanja CO

Tabela 7. Izvor teških metala i njihov uticaj na zdravlje

Tabela 8. Srednje dnevne koncentracije SO₂ na mjernim mjestima u gradu Zenica po mjesecima za 2018. Godinu

Tabela 9. Srednje dnevne koncentracije lebdećih čestica (PM₁₀ i PM_{2.5}) u gradu Zenica za januar, februar, mart, oktobar, novembar i decembar 2018. godine