

**Mr. Senad GUTIĆ, viši asistent**

*Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Tuzli*

*Odsjek: Geografija*

## **FIZIČKOGEOGRAFSKI FAKTORI KVALITETA ZRAKA U TUZLANSKOJ KOTLINI**

**Apstrakt:** Tuzla je jedan od gradova s najvećim antropopresingom na atmosferski kompleks u Europi. Zrak iznad urbanog dijela Tuzle je opterećen visokim vrijednostima polutanata, posebno sumpordioksidom i lebdećim česticama. Kao najveći zagađivači izdvajaju se industrija, saobraćaj i brojna manja individualna ložišta. Pored navedenih emitera, geografski položaj Tuzle, zajedno s vremenskim uvjetima i morfološkim odlikama, su značajni faktori kvaliteta zraka. Najveći dio urbanog dijela Grada Tuzla je geografski smješten u kotlini, koju u hladnijem dijelu godine odlikuju temperaturne inverzije. U ovakvim nepovoljnim meteorološkim uslovima, zbog nedostataka advekcije i slabe turbulencije zraka, polutanti se nagomilavaju do visine inverzionog sloja i dostižu visoke vrijednosti. U toplijem dijelu godine se, uglavnom, ne osjeća štetnost sadržanih polutanata u zraku.

**Ključne riječi:** fizičkogeografski faktori, kvalitet zraka, polutanti, temperaturne inverzije, Tuzlanska kotlina.

### **UVOD**

Nepobitna je činjenica da Tuzlu pritišće veoma zagađen zrak i da je, prema brojnim analizama, jedan od najzagađenijih gradova u Europi. Kvalitet zraka je naročito narušen u hladnijem dijelu godine, kada koncentracije sumpordioksida

(SO<sub>2</sub>) i lebdećih čestica (PM<sub>2,5</sub>) često dostižu visoke vrijednosti. Prema podacima stacionarnog monitoringa, uže gradsko jezgro je posebno opterećeno ovim polutantima (Gutić, 2015).

Istraživanja su dokazala da se prekoračenja graničnih vrijednosti, uslovljeno malim kapacitetom atmosferskog kompleksa Tuzlanske kotline, dešavaju isključivo u zimskom periodu pa se može pretpostaviti da, pored industrije, energetike i saobraćaja, snažan uticaj na smanjenje kvaliteta zraka ima veliki broj individualnih ložišta, smještenih po dnu i stranama kotline. Nažalost, još uvijek nema egzaktnih podataka o pojedinačnom doprinosu spomenutih emitera, odnosno nema jasnih i tačnih podataka o negativnom uticaju zagađivača na stanje i kvalitet života u Tuzlanskoj kotlini, uključujući i uticaj na biodiverzitet u promatranom okruženju. U odnosu na zimsko, razdoblje od ranog proljeća do rane jeseni karakteriše relativno zadovoljavajući kvalitet zraka. Dakle, na svim mjernim lokacijama koncentracije sumpordioksida (SO<sub>2</sub>), azotdioksida (NO<sub>2</sub>) i lebdećih čestica (PM<sub>2,5</sub>) imaju jasno izražen godišnji hod s minimumom u ljetnim i maksimumom u zimskim mjesecima. Provedenim istraživanjima došlo se do podataka da je danas stanje kvaliteta zraka u Tuzli bolje u odnosu na period do 1992. godine, ali nije došlo do značajnog poboljšanja u periodu od 2004. do 2017. godine.

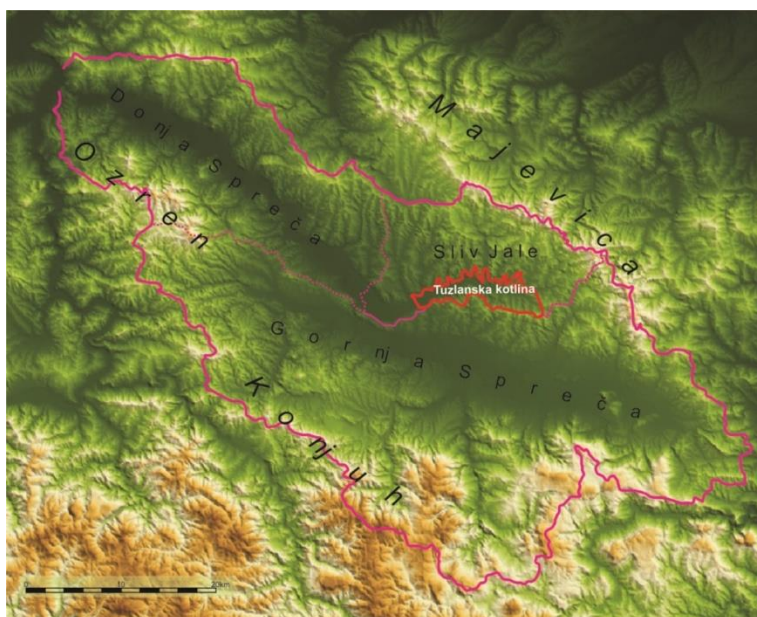
U prezentiranom radu objekat istraživanja su fizičkogeografske karakteristike Tuzlanske kotline u cilju istraživanja njihovog uticaja na kvalitet zraka koji je bitan ekološki faktor za očuvanje prirodnog naslijeđa ovog prostora. Pošlo se od pretpostavke da koncentracije polutanata zavise ne samo od intenziteta izvora zagađenja, nego su u direktnoj vezi sa fizičkogeografskim karakteristikama ovog područja, u prvom redu topografije i klimatskih (meteoroloških) uslova. Od klimatskih elemenata i pojava analizirani su samo oni koji primarno utiču na kvalitet zraka. S obzirom na kompleksnost predmeta istraživanja primijenjeno je više naučnih metoda. Tokom izrade navedenog rada korištene su uglavnom metoda analize i sinteze, statistička metoda, komparativna metoda i kartografska metoda. Izvršene su i terenske opservacije, a veliki broj informacija je dobiven metodom neposrednog posmatranja.

### ***GEOGRAFSKI POLOŽAJ***

Tuzlanska kotlina geografski pripada makroregiji Peripanonske Bosne, odnosno mezoregiji sjeveroistočne Bosne, a nalazi se između Panonske nizije na sjeveru i Dinarskog planinskog sistema na jugu. U regionalnogeografskom

pogledu navedeno područje pripada regiji Sjeverne Bosne, odnosno subregiji Sprečko-majevičkog kraja (Gutić, 2015).

Tuzlanska kotlina najvećim dijelom pružanja predstavlja riječnu dolinu Jale, desne pritoke Spreče. Kotlina je generalno izdužena pravcem istok-zapad, od naselja Požarnica do Šićkog Broda. Južnomajevičko pobrđe, koje se neotektonski izdiže na rubovima kotline, orografski zatvara ovo područje sa sjeverne, istočne i južne strane. Navedene padine predstavljaju gusto naseljene zone individualnog stanovanja: Mosnik, Crvene Njive, Kula, Brdo, Krojčica, Batva, Dragodol itd., koje, većim dijelom, nisu priključena na sistem daljinskog grijanja i time snažno utiču na smanjenje kvaliteta zraka iznad urbanog sistema Tuzle. Na zapadu, Tuzlanska kotlina se spaja sa sprečanskom tektonskom depresijom. U zapadnom dijelu Tuzlanske kotline smještena je TE "Tuzla", najveći energetski objekat u Bosni i Hercegovini, čiji je doprinos u ukupnoj emisiji prašine, sumpornih i azotnih oksida dominantan.



*Slika 1. Geografski položaj Tuzlanske kotline*

U geotektonskom smislu, Tuzlanska kotlina pripada Unutrašnjim Dinaridima, a u geomorfološkom pogledu ovo područje se nalazi u geomorfološkoj makroregiji "Gore, pobrđe, zavale i kotline sjeverne Bosne" (Lepirica, 2013). U klimatskom pogledu ispitivano područje pripada umjereno kontinentalnom klimatskom tipu, klasificirano po Köppenu kao Cfb klimat (umjereno topli vlažni klimat s toplim ljetom).

Na klimu ovog područja utiču kako panonski uticaji sa sjevera tako i uticaji sa brdskog i planinsko-kotlinskog juga i jugozapada. Naime, sa sjevera i sjeveroistoka Tuzla je okružena planinskim vijencem Trebovac-Majevice, sa zapada Ozrenom, sa jugozapada Konjuhom, sa juga Javorom, a sa jugoistoka Javornikom. Ovakvo planinsko okruženje je značajan klimatski modifikator, odnosno ima veliku ulogu u formiranju lokalnih klimatskih uslova, koji se manifestiraju u slaboj provjetrenosti, u nastanku lokalnih depresija, termičkih inverzija, veće maglovitosti, naročito u hladnijoj polovini godine po čemu je Tuzla prepoznatljiva u okolini (Smajić, 2005).

### ***Reljef***

U reljefnom pogledu, urbano područje Tuzle nalazi se u kotlinskom udubljenju, izduženom pravcem istok-zapad. Reljef Tuzlanske kotline je pretežno nizijsko-brežuljkastog karaktera (200-300 m n/v). Istaknuti reljefni oblici, ujedno sa najvećim nadmorskim visinama, ograničavaju ovo područje sa sjeverne, južne i istočne strane. To su zapravo južno eksponirane padine borano-rasjedne gorske morfostrukture Majevice, odnosno tzv. južnomajevičko pobrđe koje se neotektonski izdiže na rubovima ove kotline (Ilinčica, Gradina, Borić, Kicelj, Zapod, Ersko brdo, Bolinac, Trakića brdo itd). Kao i ostale sjevernobosanske kotline i Tuzlanska kotlina je egzogeomorfološki preoblikovana na pretežno erodibilnijim stijenama neogene starosti (Lepirica, 2013).

Složena geološka građa i tektonska struktura, praćeni brojnim egzogenim uticajima, uvjetovali su reljefni sadržaj koji karakteriše, ponegdje veoma uska aluvijalna ravan sa riječnim terasama rijeke Jale i njene najveće pritoke rijeke Soline te prostrani tuzlanski plato. Njega predstavljaju brojna morfološka uzvišenja koja se strmo izdižu iznad aluvijalne ravni navedenih vodotoka. Područje je uglavnom izdignuto u pravcu zapad-istok, blago je nagnuto prema jugu, a čini ga nekoliko dugačkih poprečnih potočnih dolina i kosa koje završavaju u dolini rijeke Jale. Geološka građa, reljefni sklop i geomorfološka evolucija su u interakcijskom odnosu omogućili formiranje normalne riječne doline na ovom prostoru (Smajić, Ahmetbegović, 2008).

Dno Tuzlanske kotline predstavljeno je prvom i drugom riječnom terasom i regulisanim koritom Jale. Širina njezinog dna u najnižem dijelu (200-205 m n/v) kod Šićkog broda iznosi oko 700 m, kod Drežnika oko 500 m, a kotlina je najuža između gradskih četvrti Mejdan i Kula na jugu i Tušanj i Borić na sjeveru. Uzvodno, kotlinsko dno se ponovo širi na nekih 400 m kod ušća Grabovog potoka u Jalu, a u krajnjem istočnom dijelu, kod Požarnice, širina dna iznosi između 250 i 300 m.

Kotlinske strane su morfogenetski oblikovane padinskim procesima bujičenja, jaružanja, puzanja i kliženja. Najveći problem predstavlja djelovanje kliznog procesa posebno u vrijeme obilnih kišnih padavina i topljenja sniježnog pokrivača. Na pojavu klizišta bitno utiče geološka građa jer na ovom području dominiraju klastični sedimenti s izmjenama propusnih i vododrživih stijena (Ahmetbegović, Stjepić Srkalović, Gutić, 2015).

Najvećim dijelom Tuzlanska kotlina predstavljena je antropogeno-tehnogenim reljefom urbanog naselja Tuzla. Ovaj tip reljefa fizički izražavaju stambeni objekti, industrijski i energetske objekti, asfaltne ceste, željezničke pruge, dalekovodi itd. Savremeni denudacijski procesi, mahom destruktivnog karaktera, su inicirani antropogeno-tehnogenim zahvatima (Lepirica, 2013).

S obzirom da je grad Tuzla geografski smješten u reljefnom udubljenju, izražena koncentracija polutanata, pored polucije iz emisionih zona, zavisi i od meteoroloških stanja atmosferskog kompleksa. Dakle, u periodima specifičnih meteoroloških uslova, ovo kotlinsko područje je prirodno predisponirano ka aerozagađenju, posebno u hladnijem dijelu godine.

## UTICAJ KLIMATSKIH ELEMENATA I POJAVA NA AEROZAGAĐENJE U TUZLANSKOJ KOTLINI

### *Vjetar*

Vjetar je važan klimatski element, jer od njegove brzine i intenziteta zavisi koncentracija i smjer rasprostiranja polutanata, pa se može smatrati osnovnim parametrom gradske klime. Također, vjetar djeluje i na ostale meteorološke elemente, kao što je temperatura zraka (miješanje toplijeg i hladnijeg zraka), čestina magle, padavine itd. (Šegota, Filipčić, 1996). Tuzlanska kotlina, kao i druge morfološke unutargorske depresije, slabije su provjetrene u odnosu na otvorene morfoforme, posebno npr. visoravni. Poznata je i činjenica da je u gradovima smanjena srednja godišnja brzina vjetra i povećana čestina tišina (periodi bez vjetra) u odnosu na njihovu okolicu, što negativno djeluje na disperziju polutanata.

**Tabela 1.** Čestice i brzine pravaca vjetra u Tuzlanskoj kotlini

Pravac	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C
%	11,2	17,5	5,8	4,9	3,9	13	8,7	4,3	30,6
m/s	1,5	1,4	1,3	1,6	1,8	2,0	1,6	1,3	

Izvor: Federalni hidrometeorološki zavod Sarajevo, 2018.

Na osnovu analize dostupnih meteoroloških podataka (tabela 1), može se uočiti da najveću učestalost javljanja na području Tuzlanske kotline ima sjeveroistočni vjetar, koji je zastupljen sa 17,5%, a najmanju južni vjetar sa svega 3,9%. Inače, godišnja učestalost tišina je dominantna i iznosi 30,6%. Snimljene ruže vjetrova na lokaciji meteorološke stanice "Tuzla", smještene na lokalitetu Bukovčić ( $\varphi = 44^{\circ}32' N$ ,  $\lambda = 18^{\circ}41' E$ , 305 m n/v), pokazuju da je prosječna brzina vjetra 1,5 m/s, što ukazuje da Tuzlanska kotlina ima veoma slabu provjetrenost. Pored pojačane emisije polutanata, koncentracija zagađujućih materija u zraku iznad Tuzlanske kotline je viša zimi u odnosu na ostala godišnja doba i zbog smanjene brzine vjetra te niske visine miješanja zraka, koja je određena pojavom temperaturne inverzije.

### ***Temperatura zraka (temperaturna inverzija)***

Uticaj temperature zraka na aerozagađenje je važan faktor. Na primjer, hoće li se gasovi iz dimnjaka ložišta, koji sadrže polutante, dizati nesmetano uvis i time na neki način smanjiti štetan efekat po životnu sredinu ili će se nakon izvjesne visine početi rasprostirati vodoravno, pa čak i slijegati prema tlu zavisi, prije svega, od stepena vertikalnog miješanja tog dijela atmosfere ili bolje rečeno o stvarnoj promjeni temperature zraka sa visinom. Ako je ona u usporedbi sa adijabatskom vrijednošću za vlažni zrak negativnija, dio toplog zraka koji struji naviše neće se brzo ohladiti da bi dostigao gustoću okolnog zraka, pa će se nastaviti dizati dalje. Sa aspekta aerozagađenja ovo je povoljna situacija jer se polutanti tako disperziraju visoko i daleko od izvora, pa ne mogu imati štetna dejstva neposredno oko izvorišta aerozagađenja.

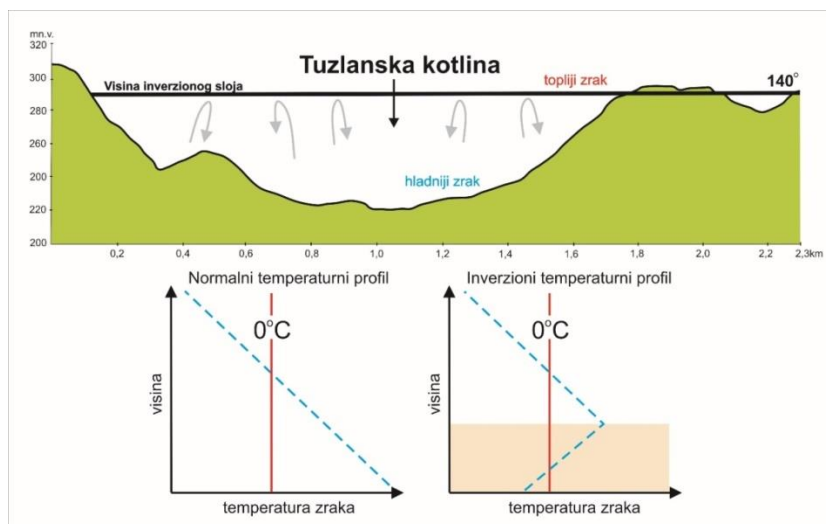
U stabilnim, anticiklonalnim, vremenskim uvjetima česta su atmosferska stanja u kojima su prizemni slojevi zraka hladniji u odnosu na više slojeve, tj. topliji zrak se nalazi iznad hladnijeg. Ovakvo stanje atmosfere naziva se inverzija temperature, temperaturna inverzija ili obrt temperature zraka. Uslovljena kotlinskom topografijom i mikroklimatskim karakteristikama područja, česta je pojava i u Tuzlanskoj kotlini, a veže se uglavnom za zimski period. Pojava i praćenje inverzije temperatura je značajna za klimu gradova, a sa aspekta aerozagađenja to je najteža situacija jer ne može doći do znatnije raspodjele polutanata te kvalitet zraka odstupa od vrijednosti kojima se definiše čist zrak.

Intromisioni, vrlo štetni, polutanti u inverzionom sloju dižu se samo do izvjesne visine i tamo ostaju ili se vraćaju u prizemne slojeve. Ako inverzija potraje duže, emitovani polutanti se akumuliraju i njihova koncentracija doseže takve razmjere koje su opasne za zdravlje stanovništva. Pod uticajem toplinskog zračenja zrak se na obroncima hladi i kao specifično teži od okolnog

klizi u kotlinu. U ovim meteo uslovima, najniži dijelovi Tuzlanske kotline, uz tok rijeke Jale, imaju niže temperature zraka, u odnosu na vrhove Ilinčice i uzvišenja južnomajevičkog pobrđa gdje temperatura zraka može biti viša za nekoliko stepeni Celzijusa. Lako je zaključiti da takvo vrijeme može biti neugodno hladno i zahtjevno u odnosu na potrošnju energije za zagrijavanje stambenih i radnih prostorija što pospješuje polutantsku koncentraciju. Temperaturna inverzija traje onoliko dugo dok se ne promijeni opća vremenska situacija. Poznato je da padavine, vjetar i temperatura predstavljaju najvažnije mehanizme uklanjanja polutanata iz atmosfere.

Inverzije mogu trajati više dana, pa čak i sedmica. Tako je npr. temperaturna inverzija u decembru 2015. god. u Tuzli trajala 20 dana. U ovom periodu zabilježene su visoke koncentracije polutanata. Samo na mjernoj stanici "BKC" koncentracije sumpordioksida su 138 puta prelazile utvrđenu satnu vrijednost za epizodu pripravnosti ( $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), 40 puta za epizodu upozorenja ( $440 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) te čak 20 puta za epizodu uzbune ( $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Prema analizi FHMZ Sarajevo, u ovom periodu zabilježena je najduža epizoda zagađenja, odnosno najduži broj uzastopnih dana sa zagađenim zrakom. Tek nakon značajnih promjena atmosferskih prilika, odnosno završetkom anticiklonalnog stabilnog vremena, polutanti su odnošeni daleko od emisionih zona zbog čega su se njihove koncentracije smanjile.

Također, dugotrajna temperaturna inverzija u drugoj polovini decembra 2013. godine za posljedicu je imala jednu od najdužih epizoda zagađenja zraka. Zbog povećanih koncentracija sumpordioksida proglašena je i epizoda uzbune za općinu Tuzla.



*Slika 2. Temperaturna inverzija u Tuzlanskoj kotlini*

Terenskim istraživanjem, na vertikalnom profilu od dna Tuzlanske kotline prema padinama majevičkog pobrđa, uočena je visina radijacionog inverzionog sloja, na oko 290 m (vidi sliku 2). Radi poređenja, u Sarajevu najveća koncentracija čvrstih polutanata produkuje se u gornjem inverzionom sloju na nadmorskim visinama od 700 m, na kojima se odloži više od 1 tone čvrstih polutanata za samo 10 dana. Ovaj podatak opovrgava hipotezu kako su kotlinske strane udobnije i zdravije za život u odnosu na kotlinska dna (Spahić, Ahmetbegović, 2016). To je potrebno istražiti i u Tuzlanskoj kotlini, uspostavljanjem monitoringa distribucije čvrstih polutanata i praćenjem meteoroloških parametara na nekoliko referentnih tačaka po horizontalnom i vertikalnom profilu.

Visina inverzionog sloja je bitna i zbog određivanja dimenzija industrijskih i drugih dimnjaka. Danas se visina dimnjaka prilagođava visini inverzionog sloja kako bi se ispušteni gasovi, pare i čestice mogli raspršivati na veće područje. Prema dostupnim podacima svi dimnjaci TE "Tuzla" premašuju visinu inverzionog sloja, što je sa aspekta aerogađenja pozitivno, jer se u ovim uslovima ispušteni polutanti ne zadržavaju u prizemnim slojevima.

### ***Magla i smog***

Radijacijske prizemne, odnosno orografske inverzije, karakteristične za Tuzlansku kotlinu, uglavnom prate pojave guste magle. Magla je prirodna pojava i nastaje kao posljedica stanja atmosfere i uzrokovana je kotlinskim i dolinskim reljefnim formama. Magla se obično pojavljuje u vrijeme stabilnih (anticiklonskih) vremenskih stanja, kada preovladava visok zračni pritisak, smanjena količina vlage u zraku i odsustvo advektivnog (horizontalnog ili vjetrovnog) miješanja zraka. Tako su magle u dolinama i kotlinama, bez urbanih sistema, prirodno "čiste".

***Tabela 2. Srednji broj dana sa maglom u Tuzlanskoj kotlini***

Mjesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Σ
Dani	8,2	5,5	3,6	1,8	3,5	2,1	2,1	3,8	6,2	8,6	7,7	8,7	62,0

*Izvor: Federalni hidrometeorološki zavod Sarajevo, 2018.*

Prosječna godišnja čestina dana sa pojavom magle u području Tuzlanske kotline iznosi 62 dana, što predstavlja 16,9% od godine, a period javljanja obuhvata cijelu godinu sa maksimumom u decembru, oktobru i januaru. U ovom periodu godine preovladavaju niske temperature zraka i povišena relativna vlažnost zraka. Ovo su izvanredni uslovi za stvaranje magle i oblaka stratusa, a što je opet uvjetovano anticiklonskim djelovanjem (Smajić, 2005). Za

objašnjenje prostorne raspodjele i vremenske promjenjivosti veličina koje utiču na postanak magle potrebno je dobro poznavati lokalne topografske uslove Tuzlanske kotline, a ne samo opću zakonitost.



*Slika 3. Smog u Tuzlanskoj kotlini-pogled sa Kicelja (Decembar, 2015)*

Zrak opterećen polutantima se miješa sa maglom i tako nastaje smog. Smog se izdiže do visine inverzionog sloja i čini dimnu zavjesu ili "kapu" iznad urbanih zona (vidi sliku 3). Nastaje u procesu sagorijevanja fosilnih goriva te od aeropolutanata i drugih čestica koji se nalaze u atmosferi. Magla otežava vertikalnu ekspanziju zraka i udaljavanje iz atmosfere grada štetnih polutanata koji su rastvoreni u kapljicama magle.

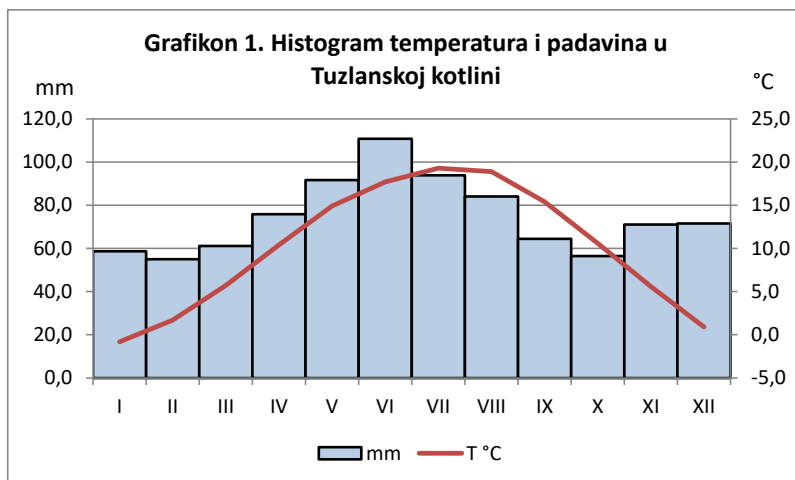
### ***Padavine***

Raspored padavina u toku jedne godine (pluviometrijski režim) važan je u procesima u kojima dolazi do transporta i transformacije stranih primjesa u atmosferi. Atmosferske padavine predstavljaju jednu vrstu filtera, jer se zahvaljujući njima na najbolji način, prirodnim putem, uklanjaju zagađujuće materije iz zraka.

S druge strane, padavine se mogu posmatrati i kao sredstvo kojim se zagađujuće materije mogu prenijeti u druge medijume životne sredine (tlo, vode), i kojim se njihov uticaj može proširiti na različite ekosisteme. Iz toga proističe i značaj praćenja sastava atmosferskih padavina, jer pruža uvid ne samo u stepen zagađenosti atmosfere, već i u kretanje i dalju sudbinu zagađujućih materija koje se u nju emituju.

Područje Tuzlanske kotline prosječno godišnje dobiva 894,3 mm padavina. Najviše padavina ima juni (110,8 mm), a najmanje februar (55,0 mm), oktobar (56,5 mm) i januar (58,6 mm). Ukoliko se posmatra raspored padavina po godišnjim dobima, upravo se u hladnijem dijelu godinu izluči najmanje padavina, svega oko 20%. Tuzlanska kotlina se nalazi u zoni kontinentalnog pluviometrijskog režima s maksimumom padavina u prijelaznom periodu kasnog proljeća i početka ljeta. Mjesečni prosjek padavina iznosi 74,5 mm, a

godišnje kolebanje visine padavina 55,8 mm. Ukupan broj dana s padavinama je 159.



## ZAKLJUČAK

Zajedničko djelovanje fizičko-geografskih faktora, najprije reljefa i meteoroloških karakteristika, pored veličine i distribucije izvora emisije štetnih polutanata u zimskom periodu, doprinose još većem zagađenju gusto naseljene Tuzlanske kotline. Iz navedenog je jasno da prirodni procesi prečišćavanja tankog atmosferskog sloja, u koji se unose velike količine aeropolutanata, nisu dovoljni pa se ovom problemu mora pristupiti na ozbiljan, naučno utemeljen i multidisciplinarnan način.

Evidentno je da Tuzla ima nepovoljan prirodno-geografski položaj koji stvara predispozicije za razvoj zagađenog zraka nižih slojeva atmosfere, posebno u hladnijem dijelu godine. Zbog toga se može očekivati da će Tuzla uvijek imati određen broj dana u godini u kojima će onečišćenje zraka biti povećano. Praćenjem meteoroloških uslova, odnosno poznavanjem učestalosti i vjerovatnoće pojave stagnantnih sistema visokog zračnog pritiska i temperaturnih inverzija, mogu se pouzdano prognozirati periodi povećanog zagađenja zraka, što omogućava blagovremeno angažovanje nadležnih institucija za poduzimanje odgovarajućih mjera. Također, razumijevanje interakcije između zagađenog zraka i klime Tuzlanske kotline, može biti korisno za prostorne planere da smanje negativan efekat aerozagađenja. Zagađenost zraka na lokalnom nivou ima svoj negativan efekat na živi svijet koji je dio prirodnog naslijeđa, ali i na kulturna i materijalna dobra.

S obzirom na to da se radi o problemu za čije rješavanje je potreban multidisciplinarni pristup, geografska i biološka, odnosno geoekološka komponentna i kompleksna istraživanja u tom smislu su neizbježna. Poznavanje svih fizičkogeografskih karakteristika ovog prostora važno je i nezaobilazno za razumijevanje problematike zagađenog zraka, jer svaka geografska sredina, tako i Tuzlanska kotlina, ima svoj kapacitet i prirodne samoregulatorne procese koji osiguravaju njen održivi razvoj.

### **LITERATURA I IZVORI**

1. Ahmetbegović, S., Stjepić Srkalović, Ž., Gutić, S. 2015: Poplave i klizišta na području grada Tuzla uzrokovani prirodnim nepogodama u 2014. godini, *Acta Geographica Bosniae et Herzegovinae*, Vol. 2. Br. 4., Udruženje geografa u Bosni i Hercegovini (GEOuBiH), Sarajevo, str. 43-54.
2. Ahmetbegović, S., Gutić, S. 2016: Stanje kvaliteta zraka u Lukavcu, Zbornik radova sa Naučne konferencije "Kulturno-historijsko i prirodno naslijeđe općine Lukavac", JU Javna biblioteka Lukavac i JU Zavod za zaštitu i korištenje kulturno-historijskog i prirodnog naslijeđa Tuzlanskog kantona, Lukavac, str. 644-658.
3. Gutić, S. 2015: Geoekološki aspekti upravljanja procesom proizvodnje u TE "Tuzla" u funkciji poboljšanja kvaliteta zraka, Magistarski rad, Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Tuzli, Tuzla.
4. Gutić S., Ahmetbegović S., Stjepić Srkalović Ž. 2016: Kvalitet zraka u Tuzli, *Acta Geographica Bosniae et Herzegovinae*, Vol. 3. Br. 5., Udruženje geografa u Bosni i Hercegovini (GEOuBiH), Sarajevo, str. 83-97.
5. Lepirica, A. 2013: Geomorfologija Bosne i Hercegovine, Sarajevo Publishing, Sarajevo.
6. Smajić S. 2005: Klimatske karakteristike Tuzle, Zbornik radova Prirodno-matematičkog fakulteta, Svezak Geografija, Godina II, Broj 2, Tuzla, str. 71-82.
7. Smajić, S., Ahmetbegović, S. 2008: Fizionomska diferencijacija sliva rijeke Jale, Zbornik radova Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta u Tuzli, Svezak Geografija, Godina IV-V, Broj 4-5, Tuzla, str. 219-228.
8. Spahić, M. 1999: Osnove geoekologije, Harfo-graf, Tuzla.
9. Spahić, M., Ahmetbegović, S. 2016: Vertikalna distribucija čvrstih polutanata u Sarajevu, *Acta Geographica Bosniae et Herzegovinae*, Vol. 3. Br. 6., Udruženje geografa u Bosni i Hercegovini (GEOuBiH), Sarajevo, str. 43-52.
10. Šegota, T., Filipčić, A. 1996: Klimatologija za geografe, Školska knjiga, Zagreb.

**Mr. Senad GUTIC**, Senior Assistant  
University of Tuzla  
Faculty of Science  
Section: Geography

### **PHYSICAL-GEOGRAPHIC FACTORS OF THE TUZLA'S BASIN AIR QUALITY**

**Abstract:** Tuzla is one of the cities with the largest anthropopression on the atmospheric complex in Europe. The air above the urban part of Tuzla is loaded with high values of pollutants, especially sulfur dioxide and particulate matter. Industry, traffic and many smaller individual fireboxes are the biggest polluters. In addition to the aforementioned broadcasters, the geographical location of Tuzla, together with the weather conditions and morphological characteristics, are significant factors for air quality. The largest part of the urban part of the City of Tuzla is geographically located in the basin, which is characterized by temperature inversions in the colder part of the year. In such adverse weather conditions, due to lack of advection and poor air turbulence, pollutants accumulate up to the height of the inversion layer and reach high values. In the warmer part of the year, the harmfulness of the pollutants contained in the air is generally not felt.

**Key words:** *physical-geographic factors, air quality, air pollutants, temperature inversion, Tuzla basin.*