

Edin Brigić
Behram-begova medresa

EKOLOŠKI KVALITET ZRAKA U TUZLI

DOI: 10.58584/2490-3752.2022.8.7.109

SAŽETAK

Ovaj rad se temelji na istraživanju kvaliteta zraka pomoću bio indikatora, posebnih organizama flore i faune. U ekološkim istraživanjima, bioindikator su organizmi koji omogućavaju praćenje stanja kvaliteta životne sredine. Najpoznatiji bioindikator kvaliteta zraka su biljke lišajevi, a kvaliteta vode i zemljišta uglavnom alge i biljke mahovine. Bioindikator reaguje na promjene u životnoj sredini tako što mijenjaju svoje vitalne funkcije ili svoj hemijski sastav. Oni omogućavaju procjenu stanja okoliša u dužem vremenskom periodu. Lišajevi su upotrebljavani kao bioindikator kartiranjem svih vrsta prisutnih u određenim područjima Tuzle, uzorkovanjem pojedinačnih vrsta na tačno određenim lokalitetima. Pronađene su ukupno 23 vrste i dokazano da kvalitet zračne životne sredine u Tuzli direktno zavisi od ekoloških faktora koji vladaju na određenom staništu. Vrijednosti indeksa čistoće atmosfere ukazuju na prisustvo četiri zone. Zona I, s veoma lošim kvalitetom zraka i vrijednostima 0,0 za lokalitet Bukinje, do 9,5 za park u Tuzli. Zonu II odlikuje loša kvaliteta zraka s vrijednostima 15,6 Ljubače, a Husino 17,0. Zonu III odlikuje umjerena kvaliteta zraka s vrijednostima od 21,0 za Lipnicu i Dokanj, do 32,0 za Dobrnju. Zonu IV odlikuje dobra kvaliteta zraka s vrijednostima od 40,0 do 44,0 za Gornju Tuzlu i Obodnicu.

Ključne riječi: ekologija, zrak, lišajevi, bioindikator, okolina

Uvod

U današnje vrijeme se o ekologiji i ekološki održivom razvoju na planeti Zemlji često održavaju naučno-stručni skupovi, vode javne diskusije i rasprave koje mogu osjetiti i stanovnici našeg podneblja. Često se ističu brojni slučajevi ugrožavanja okoliša i pojave posljedica koje nastaju degradacijom i zagađivanjem životne sredine. Naročito je izražen problem narušavanje zračne životne sredine koja obuhvata životne oblasti kopna i mora. „Naučno je dokazano da prisustvo toksičnih materija u zraku predstavlja stalnu opasnost po zdravlje stanovništva.“ (Begić, 2000) Statističke analize pokazuju da je od svih ekoloških faktora koji djeluju na okoliš, antropogeni faktor, uticaj čovjeka najbrojniji i najizraženiji. O tome uticaju kazuje i Uzvišeni Allah u svojoj Knjizi: **Pojavio se nered na kopnu i moru zbog onog što čine ruke ljudi, da bi im On dao da iskuse dio onoga što su uradili, ne bi li se povratili.** (Kur'an, Ar-Rum:41) Najvažniji životni procesi koji se odvijaju u živim bićima u velikoj mjeri zavise od fizičko-hemijskih karakteristika zraka i njegovih mogućih promjena. Danas je aerozagađenje jedan od značajnijih ekoloških problema, naročito u urbanim sredinama. Urbanizacijom i industrijalizacijom je došlo do povećanja koncentracije polutanata u zraku, što uzrokuje niz štetnih efekata. „Čovjek plaća cijenu štete koju stoljećima nanosi okolini i prirodi.“ (Taslaman, 2011) Da bi se pravilno riješio ovaj problem, neophodno je identificirati karakteristike kvaliteta urbanog zraka, izvora aerozagađenja i utvrditi koncentracije polutanata u zraku koje mogu imati negativne posljedice po okoliš. U osnovi, sve metode koje se koriste za praćenje kvaliteta zraka mogu se svrstati u dvije grupe: fizičko-hemijske i biološke metode monitoringa. Fizičko-hemijskim metodama mogu se dobiti tačni podaci o prisustvu, distribuciji i emisiji polutanata, ali tako dobijeni podaci vrijede samo u određenom trenutku vremena. Zbog toga, danas sve više postoji potreba za biološkim monitoringom koji podrazumijeva upotrebu bioindikatora. Bioindikator su organizmi ili zajednice organizama koje reaguju na promjene u životnoj sredini tako što mijenjaju svoje vitalne funkcije ili svoj hemijski sastav. Tako bioindikator omogućavaju procjenu stanja okoliša i to u dužem vremenskom periodu. Lišajevi se upotrebljavaju kao bioindikator kartiranjem svih vrsta prisutnih u određenoj zoni ili uzorkovanjem pojedinačnih vrsta te mjerenjem polutanata koji se akumuliraju u biljkama. Lišajevi su građeni od algi i gljiva. Zahvaljujući svojoj građi i osobinama, lišajevi imaju specifične fiziološke odgovore na stres

izazvan aerozagađenjem pa su pouzdani bioindikatori. Istraživanja su pokazala da je raznovrsnost lišajeva mala u urbanim sredinama u odnosu na širu okolinu, dok u potpunosti odsustvuju u nekim industrijskim zonama, što je posljedica velikog zagađenja zraka. Ciljevi ovog rada su: istražiti prisutnost biljnih vrsta lišajeva na području Tuzle u 2018. godini, odrediti kvalitet i kvantitet biljnih vrsta na različitim lokalitetima istraživanog područja i utvrditi indeks čistoće atmosfere, kvalitetu zraka u Tuzli u različitim zonama za dugoročni period, upotrebljavajući biološke metode.

1. Materijal i metode rada

Materijal koji je upotrebljavan u ovom radu može se podijeliti na materijal neophodan za terenska istraživanja i materijal potreban u laboratorijskim uslovima. Za uzorkovanje vrsta lišajeva na terenu upotrijebljen je sljedeći materijal: topografske karte, terenski formulari, mreža za stablo za određivanje pokrovnosti biljnih vrsta, ručno povećalo, papirne vrećice i fotoaparati. Terenska istraživanja obuhvatila su 10 odabranih lokaliteta na području Tuzle. U urbanoj zoni istraživani lokaliteti su: park u Tuzli i Bukinje. U suburbanjoj zoni lokaliteti su: Lipnica, Dokanj, Slavinovići, Husino, Ljubače i Dobrnja. U izvanurbanoj zoni istraživani lokaliteti su: Gornja Tuzla i Donja Obodnica. Lišajevi su prikupljeni sa stabala vrsta drveća koja imaju slične osobine kore. (Türk & Wirth, 1975; Kricke, 2002) U laboratoriji za biologiju i hemiju u Behram-begovoj medresi izvršena je determinacija vrsta pomoću mikroskopa, ključeva i određenih hemikalija.



Slika 1. Prikaz istraživanih lokaliteta Tuzle

1. 1. Indeks čistoće atmosfere (IAP)

Izvršena je analiza indeksa čistoće atmosfere, *Index of Atmospheric purity* (IAP) vrijednosti za svaki lokalitet na osnovu postojećih podataka. Promjene koje se dešavaju u kvalitetu zraka imaju uticaj na organizme zato što biljne zajednice lišajeva reaguju na te promjene tako što mijenjaju strukturu svoje zajednice. Kartiranje svih vrsta prisutnih u određenoj zoni koristi se za istraživanje indeksa čistoće atmosfere. Metoda koja je korištena u ovom radu je metoda za procjenu stepena zagađenja atmosfere korištenjem lišajeva kao bioindikatora koju su razvili LeBlanc & Sloover (1970).

IAP se računa za svaki lokalitet prema sljedećoj formuli:

$$IAP = \sum_1^n \frac{Q \times f}{10}$$

gdje je: n - broj vrsta, Q - faktor pratećih vrsta i f - pokrovnost i frekvencija svake vrste.

Vrijednost Q predstavlja ekološki indeks za svaku vrstu i dobija se dodavanjem zajedno broja vrsta koje se pojavljuju s datom vrstom na lokalitetu i onda uzimanjem prosjeka sume svih lokaliteta gdje je vrsta prisutna. U ovom radu je korištena korigovana skala prema Johnson (1979), te je na osnovu IAP vrijednosti istraživano područje podijeljeno na zone (Tabela 1). Izrada karti sa zonama kvaliteta zraka na istraživanom području izvršena je upotrebom geografskog informacionog sistema (GIS) gdje su unose podaci o determinisanoj vrsti i njenoj brojnosti, odnosno pokrovnosti na određenom lokalitetu i stablu drveća. GIS baza podataka je urađena u MS Access programskom paketu. U toj bazi se nalaze bitni podaci o abiotičkoj i biotičkoj komponenti istraživanog područja. Također, informacije o kvantitativnoj prisutnosti, distribuciji i statusu lišajeva i njihovih zajednica su ugrađene u bazu podataka koja je povezana s odlikama u GIS slojevima. Baza podataka zajedno s geografskim informacionim sistemom čini aplikativni program razvijen za konzervaciju i upravljanje istraživanim područjem. Ova aplikacija predstavlja jedan dinamičan i interaktivan sistem koji omogućava ažuriranje informacija i statističku obradu podataka uz vizuelni prikaz pojedinačnih odlika. Svaka od ovih karakteristika je kreirana kao pojedinačni sloj na karti, s jednim slojem za svaku kategoriju informacija, što omogućava ugradnju podataka u sveobuhvatnu GIS bazu podataka.

„Geografski informacijski sistem (GIS) tek je u posljednjih desetak godina počeo da se intenzivnije koristi u istraživanjima vezanim za kartiranje lišajeva i analize efekata zagađenja zraka. Rezultati istraživanja ukazuju da se GIS može koristiti s velikim uspjehom za kartiranje lišajeva u urbanim područjima kao efikasan i relativno jeftin alat za biomonitoring koji integriše i analizira veliki broj prostornih ekoloških podataka.“ (Ulshöfer & Rosner, 2001)

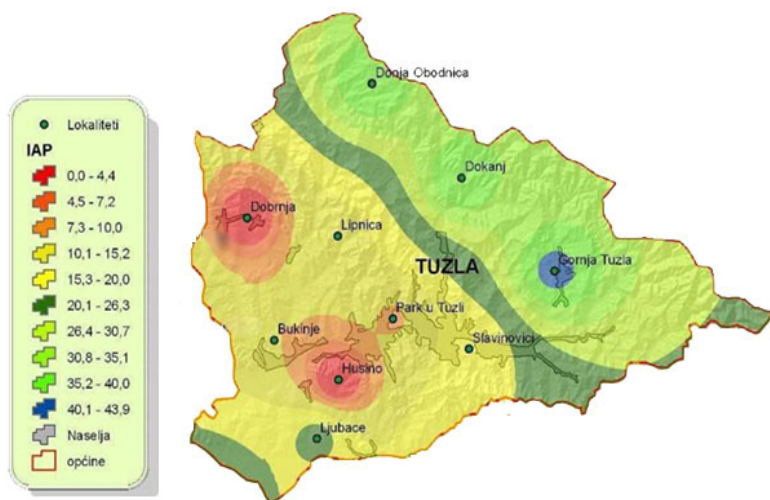
Tabela 1. Prikaz zona određenih na osnovu IAP vrijednosti (Johnson, 1979)

IAP VRIJEDNOSTI	IDENTIFICIRANA ZONA	KVALITET ZRAKA
0-9	Zona I	Veoma loš
10-19	Zona II	Loš
20-39	Zona III	Umjeren
40-69	Zona IV	Dobar
> 69	Zona V	Odličan

2. REZULTATI RADA I DISKUSIJA

Imajući u vidu razdaljinu lokaliteta od osnovnih izvora zagađenja zraka, klimatske prilike i odlike terena, izvršena je analiza dobijenih rezultata istraživanja. Pronađene su 23 biljne vrste lišajeva. Utvrđeno je da na području Tuzle i njene okoline postoje 3 grupe biljnih vrsta lišajeva: korasti, lisnati i žbunasti. Žbunaste vrste ovih biljaka prisutne su samo na lokalitetu Gornja Tuzla. Takve vrste ovih organizama su indikatori, pokazatelji dobrog kvaliteta zračne životne sredine. Prisutnost specifične flore i faune na određenom području je značajan pokazatelj kvaliteta, čistoće i stanja zračne životne sredine, zraka i kopnenih ekosistema. Biljne vrste lišajeva su registrovane na stablima različitog drveća, i to uglavnom: hrast, grab, jasen, lipa, bagrem, jabuka, šljiva, kruška, trešnja. U hijerarhiji biljne sistematike, određene biljke su determinisane do nivoa njihovog roda. Većina biljnih vrsta je određena pomoću atlasa za determinaciju. Na temelju prisustva određenih biljnih vrsta dobijene su i vrijednosti indeksa čistoće atmosfere koje su korištene za izradu karte kvaliteta zraka na području Tuzle (Slika 2). Prema IAP vrijednostima na istraživanom području Tuzle se mogu razlikovati četiri od mogućih pet zona. Zona V se odlikuje odličnim kvalitetom zraka, ali nije konstatovana ovim istraživanjima. Zona I se odlikuje veoma

lošim kvalitetom zraka s vrijednostima koje se kreću u rasponu od 0,0 za lokalitete Bukinje u urbanoj, do 9,5 za lokalitet park u Tuzli. Ova zona se odlikuje potpunim odsustvom lišajeva ili prisustvom samo jedne vrste: *Parmelia sulcata* Taylor. Zona II se odlikuje lošim kvalitetom zraka, a obuhvata lokalitete: Slavinovići (13,0), Ljubače (15,6) i Husino (17,0). Na ovim lokalitetima je konstatovano ukupno sedam vrsta lišajeva. Zona III se odlikuje umjerenim kvalitetom zraka. IAP vrijednosti u ovoj zoni variraju od 21,0 za lokalitet Lipnice i 22 za Dokanj, do 32,0 za lokalitet Dobrnja. Zona IV se odlikuje dobrim kvalitetom zraka, a dva lokaliteta iz ove zone su Gornja Tuzla i Donja Obodnica. Lokalitet Gornje Tuzle karakteriše najviši biodiverzitet lišajeva na području Tuzle.



Slika 2. Prikaz zona indeksa čistoće zraka na području Tuzle

Zaključak

Na području Tuzle i okoline potrebno je poštovati ekološke i druge mjere zaštite zračne životne sredine. Stanovništvo tuzlanskog područja treba da primjenjuje naučno-ekološke i moralne vrijednosti u svakodnevnom životu kako bi se sačuvale blagodati koje je Uzvišeni Allah podario čovjeku na Zemlji. Kvalitet zračne životne sredine u Tuzli direktno zavisi od ekoloških faktora koji vladaju na određenom

staništu. Dokazano je da je uticaj čovjeka, antropogenog faktora na životnu okolinu, ipak najizraženiji i najprisutniji. O tome govori i kur'anski ajet: **Pojavio se nered na kopnu i moru zbog onog što čine ruke ljudi.** U Tuzli su pronađene ukupno 23 biljne vrste lišajeva koje su pokazatelji kvaliteta zračne životne sredine. Najzastupljenije biljne vrste lišajeva na istraživanom području su: *Parmelia sulcata Taylor* koja je pronađena na 9 lokaliteta, te *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. i *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. na 7 lokaliteta. Najveći broj vrsta konstatovan je na lokalitetu Gornja Tuzla (18), dok na lokalitetu Bukinje nisu konstatovane vrste lišajeva što je rezultat djelovanja polutanata iz stacionarnih izvora zagađenja zraka, naročito Termoelektrane Tuzla. Analizom pronađenih biljnih vrsta i njihovih ekoloških i bioloških odlika dobijeni su rezultati procjene onečišćenja zraka na istraživanom području. Vrijednosti indeksa čistoće atmosfere ukazuju na prisustvo četiri zone. Zona I s veoma lošim kvalitetom zraka, s vrijednostima 0,0 za lokalitete Bukinje, do 9,5 za park u Tuzli. Zonu II odlikuje loš kvalitet zraka, s vrijednostima 13,0 za Slavinoviće, Ljubače 15,6 i Husino 17,0. Zonu III odlikuje umjeren kvalitet zraka s vrijednostima od 21,0 za Lipnicu i Dokanj do 32,0 za Dobrnju. Zonu IV odlikuje dobar kvalitet zraka, s vrijednostima od 40,0 do 44,0 za Gornju Tuzlu i Obodnicu Donju. U današnje vrijeme postoji sve veća potreba za biomonitoringom, biološkim praćenjem okoliša, kako bi se dobila potpunija slika stanja naše životne sredine. Istraživanja prisutnosti flore i faune kao bioindikatora u Tuzli i drugim područjima BiH trebalo bi češće obavljati, a dobijene podatke komparirati s podacima kvaliteta zraka koji su dobijeni fizičko-hemijskim metodama kako bi se na vrijeme poduzele adekvatne mjere zaštite kvaliteta čistog zraka i životne sredine u cjelini.

Literatura

1. Begić, S. (2000): *Ekologija, zrak, voda, tlo*, Tuzla, Kartonaža, Tojšići.
2. Johnson, D.W. (1979): *Air pollution and the distribution of corticolous lichens in Seattle*, Washington: Northwest Science 53, 257-258.
3. Kricke, R. (2002): Measuring bark pH. In: Nimis, P. L., Scheidegger, C. & Wolseley, P. A. (eds), *Monitoring with Lichens – Monitoring Lichens*, Dordrecht, Kluwer Academic Publishers: 333–336.

4. Le Blanc, F. & De Sloover, J. (1970): *Relation between industrialization and the distribution and growth of epiphytic lichens and mosses in Montreal*, Can. J. Bot. 48. 1485-1486.
5. Taslaman, C. (2011): *Kur'an nenadmašni fenomen*, Sarajevo: Dobra knjiga.
6. Türk, R. & Wirth, V. (1975): *Oecologia* 19, Würzburg: The pH dependence of SO₂ damage to lichens, 285–291.
7. Ulshöfer, J. & Rosner, H. J. (2001): *GIS-based analysis of lichen mappings and air pollution in the area of reutlingen*, Baden-Württemberg: Meteorologische Zeitschrift, 4. 261- 263.