



D. Kučić Grgić*

Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije
Sveučilišta u Zagrebu
Marulićev trg 19, 10 000 Zagreb

Kvaliteta zraka u Republici Hrvatskoj

O nečišćenje zraka ozbiljan je zdravstveni problem u mnogim europskim gradovima uključujući i Hrvatsku. **Lebdeće čestice, dušikov dioksid i prizemni ozon** danas se smatraju trima onečišćujućim tvarima koje najviše utječu na ljudsko zdravlje. Prema procjeni Europske agencije za okoliš (EEA), izloženost sitnim lebdećim česticama uzrokovala je oko 417 000 slučajeva prerane smrti u 41 europskoj zemlji tijekom 2018. Oko 379 000 tih smrtnih slučajeva dogodilo se u EU-28, dok je 54 000 i 19 000 slučajeva prerane smrti uzrokovano dušikovim dioksidom (NO_2) odnosno prizemnim ozonom (O_3). Oko 90 % stanovnika europskih gradova izloženo je onečišćujućim tvarima u koncentracijama iznad razina kvalitete zraka koje se smatraju štetnima po zdravlje.

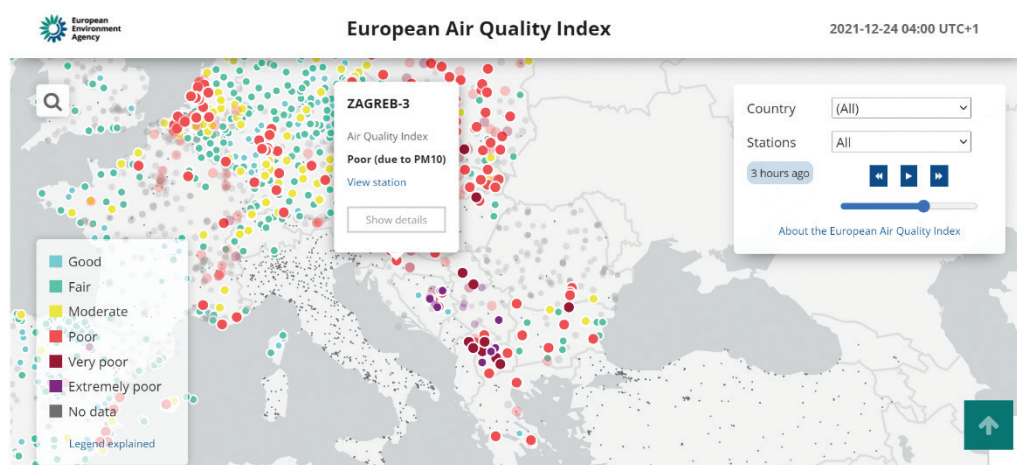
Onečišćujuće tvari prisutne u zraku uzrokuju imunosupresiju, odnosno dolazi do slabljenja imunološkog sustava, čime je povećana osjetljivost na tumore i infekcije. Također, štetno djeluju na respiratorni sustav uzrokujući astmu i bronhitis. Nedavna istraživanja ukazuju na to da djeca koja žive u područjima gdje je kontinuirano prisutan smog imaju nisku plućnu funkciju, deficit u razvoju pluća i povećan rizik od razvoja cjeloživotne astme.

Hans Bruyninckx, izvršni direktor Europske agencije za okoliš izjavio je: "Onečišćenje zraka nanosi štetu ljudskom zdravlju i ekosustavima. Prema postojećim standardima, veliki dijelovi populacije ne žive u zdravom okruženju. Da bi se osigurao održivi razvoj, Europa će morati pokazati ambicioznost i ostvariti više nego što je propisano postojećim zakonodavstvom."

Akcijski plan EU-a za nulto onečišćenje ima cilj smanjiti broj prijevremenih smrti uzrokovanih lebdećim česticama ($\text{PM}_{2,5}$) za

najmanje 55 % do 2030. u odnosu na razine iz 2005. godine. Između 2005. i 2019. broj preranih smrtnih slučajeva u EU-u koji se pripisuju $\text{PM}_{2,5}$ pao je za 33 %. Ako broj prijevremenih smrti nastavi padati ovom stopom, cilj od 55 % bit će postignut do 2032. na razini EU-a. U 2019. godini, kao i prethodnih godina, najveći broj umrlih po stanovniku zabilježen je u regijama Balkana (Bugarska i Srbija), gdje izgaranje krutih goriva uzrokuje visoke razine $\text{PM}_{2,5}$, a najmanji u skandinavskim regijama, gdje su razine $\text{PM}_{2,5}$ niže (slika 1). U razdoblju od 2019. do 2020. godine najčišći europski gradovi u pogledu kvalitete zraka bili su Umeå u Švedskoj, Tampere u Finskoj i Funchal u Portugalu, a najonečišćeniji Nowy Sacz u Poljskoj, Cremona u Italiji i Slavonski Brod u Hrvatskoj. *European Green Deal* poziva Europsku komisiju da revidira standarde kvalitete zraka EU-a kako bi ih više uskladila s najnovijim preporukama Svjetske zdravstvene organizacije (WHO) o kvaliteti zraka.¹

Europskim indeksom kvalitete zraka prikazuje se trenutačno stanje kvalitete zraka u Republici Hrvatskoj. On omogućava bolje razumijevanje trenutačnog stanja kvalitete zraka u mjestu u kojem živimo, radimo ili kamo putujemo. Indeks se temelji na vrijednostima koncentracije pet ključnih onečišćujućih tvari: lebdeće čestice (PM_{10} i $\text{PM}_{2,5}$), ozon (O_3), dušikov dioksid (NO_2) i sumporov dioksid (SO_2). Razina indeksa određena je najvišom izmjerenom koncentracijom jedne od pet onečišćujućih tvari u zraku. Prema podatcima Europske agencije za okoliš (slika 1) i Državnog hidrometeorološkog zavoda (DHMZ) (slika 2), na dan 24. 12. 2021. kvaliteta zraka u pojedinim dijelovima Hrvatske bila je vrlo loša (Koprivnica ($\text{PM}_{2,5} = 57,38 \mu\text{g m}^{-3}$), Kutina ($\text{PM}_{2,5} = 73,37 \mu\text{g m}^{-3}$), Osijek ($\text{PM}_{2,5} = 59,99 \mu\text{g m}^{-3}$), Zagreb ($\text{PM}_{2,5} = 55,74 \mu\text{g m}^{-3}$))



Slika 1 – Indeks kvalitete zraka u Europi (European Environment Agency, <https://www.eea.europa.eu/themes/air>)

* Doc. dr. sc. Dajana Kučić Grgić
e-pošta: dkucic@fkit.hr



Slika 2 – Kvaliteta zraka u Republici Hrvatskoj na dan 24. 12. 2021. (<http://iszz.azo.hr/iskzl/index.html>)

do iznimno loša (Slavonski Brod ($PM_{2,5} = 103,48 \mu g m^{-3}$)) upravo kao posljedica prisutnosti povećanih koncentracija $PM_{2,5}$ u zraku. Prema Uredbi o razinama onečišćujućih tvari u zraku NN 77/2020 granična vrijednost PM_{10} iznosi $50 \mu g m^{-3}$ i ne smije biti prekoračena više od 35 puta tijekom kalendarske godine, što pojedine mjerne postaje u Hrvatskoj ne zadovoljavaju. Primjerice, mjerna postaja Koprivnica-1 u 2021. imala je 49 prekoračenja, Kutina-2 49, Slavonki Brod-2 57 te Zagreb-3 62.² Prema Uredbi (NN 77/2020) granična vrijednost $PM_{2,5}$ iznosi $25 \mu g m^{-3}$, te su određene postaje također na mjesečnoj bazi prelazile navedeno ograničenje.

Poznato je da su koncentracije lebdećih čestica povećane u zimskim mjesecima zbog grijanja te u mjesecima intenzivne poljoprivredne aktivnosti. Naime, lebdećim česticama smatraju se čestice mješavina organskih i anorganskih čestica suspendiranih u zraku, koje dospjevaju u zrak izgaranjem fosilnih goriva, građevinskim radovima, poljoprivrednom aktivnošću, industrijskom proizvodnjom i sl. U lebdeće čestice ubrajaju se prašina, dim, aerosoli, oksidi metala, biljni materijali, a mogu biti u čvrstom i kapljevitom stanju. Na koncentraciju lebdećih čestica u zraku utječu atmosferski uvjeti, brzina vjetera, temperatura i vlažnost. Nadalje, na slici 3 možemo primijetiti da Hrvatska nema problema samo s povećanim koncentracijama lebdećih čestica nego i s povećanim koncentracijama prizemnog ozona i dušikova dioksida. Prema Uredbi o ozonu u zraku NN 133/2005 granična vrijednost O_3 je $110 \mu g m^{-3}$ i ne smije biti prekoračena više od 7 puta tijekom kalendarske godine. Prema dostupnim podatcima za 2020. godinu, možemo primijetiti da su postaje Međunarodna zračna luka Zagreb, Mirogojska cesta (Zagreb) i Peščenica (Zagreb) imale prekoračenje 10, 82 odnosno 31 put, a u 2021. godini su postaje Karlovac i Ksaverska cesta (Zagreb) imale prekoračenje od 128 odnosno 44 puta.²

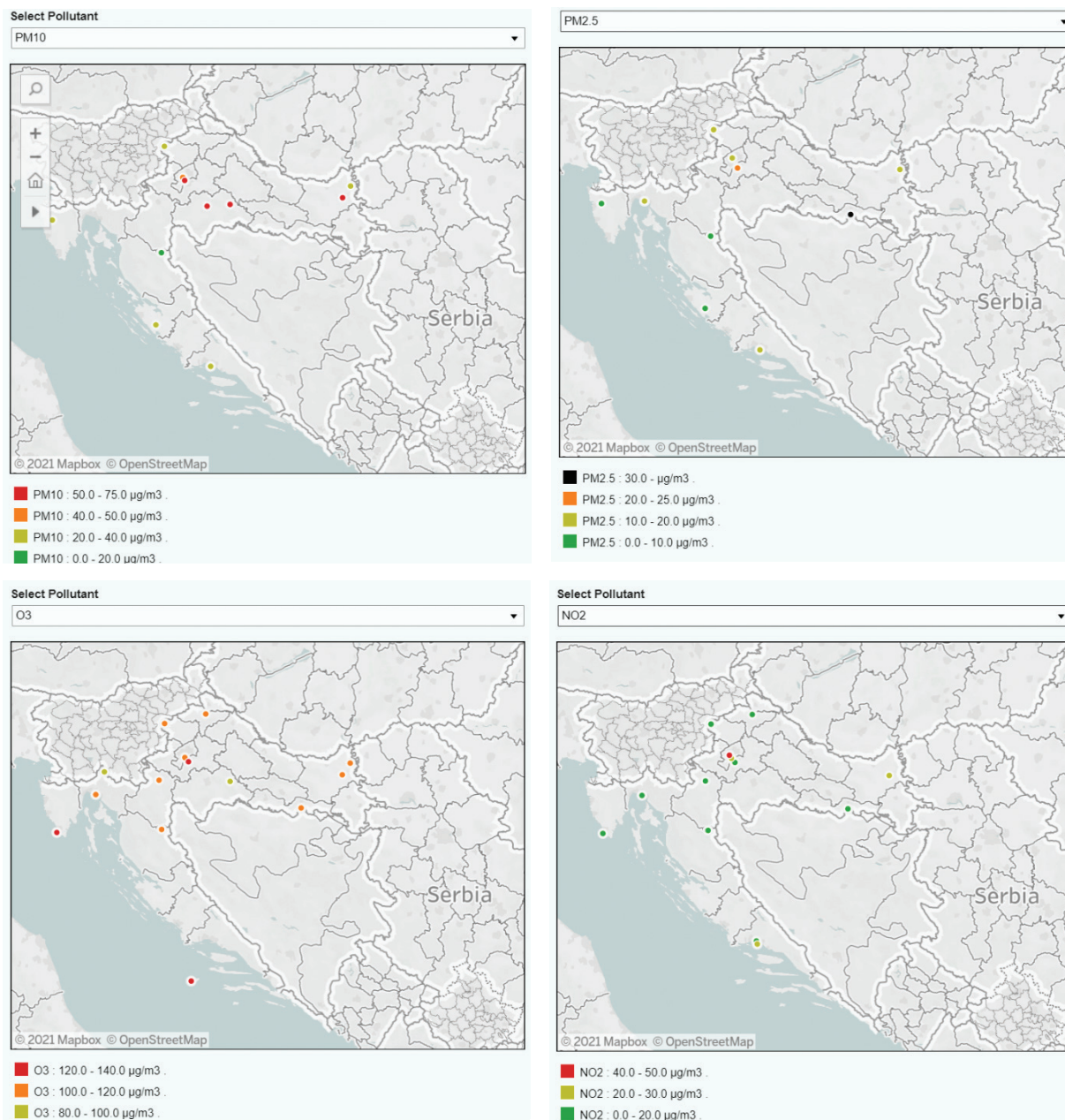
Međutim, Hrvatska radi na smanjenju prisutnih onečišćujućih tvari u zraku implementirajući u svoje zakone EU norme (obvezatna ulaskom u EU), te je, prema podatcima Europske agencije za okoliš, Hrvatska od 2005. do 2019. godine smanjila emisiju NH_3 za 21 %, NO_x za 40 %, $PM_{2,5}$ za 35 % i SO_x za 86 %.

Zanimljivost – Mikroplastika kao nosilac lebdećih čestica u zraku?

U novije doba sve češće se susrećemo s problematikom mikroplastike, kako u vodama tako i u tlu i zraku. Prema provedenim istraživanjima, mikroplastika se lako raspršuje u zrak zbog manjih veličina/duljina za razliku od makroplastike. Fragmenti i vlakna su prevladavajući oblici atmosferske mikroplastike. Nedavna istraživanja pokazala su da je mikroplastika sastavni dio lebdećih čestica te da se na nju adsorbiraju različite onečišćujuće tvari poput policikličnih aromatskih ugljikovodika (PAH) koji dodatno povećavaju štetni učinak po zdravlje čovjeka. PAH-ovi mogu uzrokovati iritaciju očiju i kože, koronarnu bolest srca, reproduktivne poremećaje, ali mogu i razviti karcinom respiratornog sustava, kardiopulmonalnu smrtnost i disfunkciju jetre. U prikupljenim uzorcima lebdećih čestica $PM_{2,5}$ 83 % uzoraka sadržavalo je mikroplastiku i to najviše PET-a 33 %, PE-a 29 %, najlona 22 %, PS-a 10 % i PP-a 6 %.³ Mikroplastika u rasponu od 0,1 do 10 μm može prodrijeti u organe, membrane poprečnih stanica, krvno-moždane barijere i placentu. Nadalje, rezultati studija *in vitro* s epitelnim i cerebralnim ljudskim stanicama pokazali su potencijalne citotoksične učinke mikro- (< 10 μm) i nanoplastike (40 – 250 nm) na ljudske stanice u smislu oksidativnog stresa. Mikroplastika također sadrži različite aditive (bisfenol A, ftalati) koji se mogu ispuštiti iz nje i postati potencijalna opasnost za biotu tijekom dugog vremena postojanja u okolišu.

ZAHVALA

Ovim putem zahvaljujemo Hrvatskoj zakladi za znanost, koja je u sklopu Primjena naprednih tehnologija obrade voda za uklanjanje mikroplastike IP-04-2019-9661 financirala znanstveno-istraživački rad.



Slika 3 – Kvaliteta zraka u Hrvatskoj s obzirom na koncentraciju lebdećih čestica (PM₁₀ i PM_{2,5}), ozona (O₃) i dušikova dioksida (NO₂) (<https://www.eea.europa.eu/themes/air/country-fact-sheets/2021-country-fact-sheets/croatia-1>)

Literatura

1. WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM_{2,5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide.
2. URL: <http://iszz.azo.hr/iskzl/preko.html> (pristup 24. 12. 2021.).

3. R. Akhbarizadeh, S. Dobaradaran, M. A. Torkmahalleh, R. Saeedi, R. Aibaghi, F. F. Ghasemi, Suspended fine particulate matter (PM_{2,5}), microplastics (MPs), and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in air: Their possible relationships and health implications, *Environ. Res.* **192** (2021) 110339, doi: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.110339>.