39. Međunarodni kongres
o procesnoj industriji
Negotin, 3. i 4. jun 2026.

Originalni naučni rad https://doi.org/10.24094/ptk.026.1.305

Ključne reči:
PM2.5; kvalitet vazduha; EU Direktiva 2024; prekoračenje graničnih vrednosti; Srbija

PRIMENA NOVE EU DIREKTIVE O KVALITETU VAZDUHA I PROCENA PREKORAČENJA PM2.5 U SRBIJI: IMPLIKACIJE NA GODIŠNJU KLASIFIKACIJU ZAGAĐENJA

Key words:
PM2.5; air quality; EU Directive 2024; limit value exceedance; Serbia

APPLICATION OF THE NEW EU AIR QUALITY DIRECTIVE AND ASSESSMENT OF PM2.5 EXCEEDANCES IN SERBIA: IMPLICATIONS FOR ANNUAL AIR POLLUTION CLASSIFICATION

Aleksandar MADŽAREVIĆ*
** aleksandar.madzarevic@rgf.bg.ac.rs*
Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd
ORCID: 0000-0002-8997-1393

Miroslav CRNOGORAC
Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd
ORCID: 0000-0002-8078-2684

Filip MILETIĆ
Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd
ORCID: 0000-0001-5402-5818

Ovaj rad analizira implikacije primene nove EU Direktive o kvalitetu vazduha iz novembra 2024. godine na stanje kvaliteta vazduha u Srbiji, sa posebnim fokusom na suspendovane čestice PM2.5. Direktiva po prvi put uvodi dnevnu graničnu vrednost od 25 µg/m³, uz dozvoljeno maksimalno 18 dana prekoračenja u toku jedne kalendarske godine. Cilj istraživanja je da prikaže kako bi izgledala klasifikacija kvaliteta vazduha u Srbiji kada bi se ovi kriterijumi odmah primenili na dostupne podatke sa automatskih mernih stanica. Analiza podataka za januar 2026. godine pokazuje da je u velikom broju gradova već tokom prvog meseca premašen dozvoljeni godišnji limit od 18 dana sa prekoračenjem dnevne koncentracije PM2.5. U pojedinim urbanim sredinama zabeleženo je prekoračenje tokom svih 31 dana, što bi prema novim pravilima značilo da je vazduh za celu godinu ocenjen kao zagađen. Rezultati ukazuju da problem nije ograničen na pojedinačne lokalitete, već je široko rasprostranjen i obuhvata različite regione zemlje. Rad naglašava značaj usklađivanja nacionalnog zakonodavstva sa evropskim standardima, kao i potrebu za sistemskim merama smanjenja emisija iz sektora grejanja, saobraćaja i industrije. Zaključuje se da bi primena strožih kriterijuma dovela do realnijeg sagledavanja stanja i mogla poslužiti kao snažan podsticaj za unapređenje politika zaštite vazduha i javnog zdravlja u Srbiji.)

This paper analyzes the implications of the new EU Air Quality Directive adopted in November 2024 for air quality assessment in Serbia, with a particular focus on fine particulate matter (PM2.5). For the first time, the Directive introduces a daily limit value of 25 µg/m³ for PM2.5, allowing a maximum of 18 exceedance days per calendar year. The aim of this study is to evaluate how air quality in Serbia would be classified if these criteria were immediately applied to data obtained from the national automatic monitoring network. The analysis of data for January 2026 indicates that in numerous cities the annual limit of 18 exceedance days was surpassed within the first month of the year. In several urban areas, exceedances were recorded on all 31 days, which, under the new EU standards, would result in the classification of air quality as polluted for the entire year. The findings demonstrate that the issue is not limited to isolated locations but is geographically widespread, affecting cities of different sizes and regions across the country. The paper highlights the importance

of harmonizing national legislation with updated European standards and emphasizes the need for systemic emission reduction measures in the residential heating, transport, and industrial sectors. It is concluded that the adoption of stricter criteria would provide a more realistic assessment of air quality conditions and could serve as a strong policy driver for improving air protection strategies and safeguarding public health in Serbia.

1. Uvod

Kvalitet vazduha predstavlja jedan od najznačajnijih izazova savremene politike zaštite životne sredine, posebno u urbanim sredinama u kojima su koncentrisani izvori emisija iz saobraćaja, industrije i individualnih sistema grejanja. Intenzivna urbanizacija, rast broja vozila, kao i značajna upotreba fosilnih goriva u energetskom i sektoru domaćinstava doprinose povećanju koncentracija zagađujućih materija u atmosferi. Posledice ovakvog zagađenja ne odražavaju se samo na stanje životne sredine, već imaju i značajne negativne efekte na javno zdravlje, ekonomiju i kvalitet života stanovništva. Posebnu pažnju u savremenim istraživanjima i politikama zaštite vazduha imaju suspendovane čestice prečnika manjeg od 2.5 mikrometara (PM2.5) [1, 2]. Ove čestice su dovoljno male da mogu prodreti duboko u respiratorni sistem, dopreti do alveola u plućima, a u određenim slučajevima čak i ući u krvotok. Zbog toga su povezane sa povećanim rizikom od respiratornih i kardiovaskularnih bolesti, uključujući hronične bolesti pluća, srčane udare i povećanu stopu prerane smrtnosti. Veliki broj epidemioloških studija pokazuje da dugotrajna izloženost povišenim koncentracijama PM2.5 predstavlja jedan od najvažnijih faktora rizika za zdravlje stanovništva u urbanim sredinama [3].

U cilju smanjenja negativnih uticaja zagađenja vazduha, Evropska unija kontinuirano unapređuje regulatorni okvir koji definiše granične vrednosti za ključne zagađujuće materije u ambijentalnom vazduhu. U novembru 2024. godine usvojena je nova Direktiva o kvalitetu vazduha, kojom se uvode strožiji standardi za praćenje i kontrolu koncentracija zagađujućih materija, sa ciljem postepenog približavanja preporukama Svetske zdravstvene organizacije [1]. Ova direktiva predstavlja važan korak ka unapređenju zaštite zdravlja građana i smanjenju negativnih efekata zagađenja na životnu sredinu. Jedna od ključnih novina direktive odnosi se na suspendovane čestice PM2.5, za koje je po prvi put definisana dnevna granična vrednost od 25 $\mu g/m^3$, uz maksimalno dozvoljenih 18 dana prekoračenja u toku kalendarske godine. Uvođenje ovog kriterijuma omogućava preciznije praćenje kratkotrajnih epizoda zagađenja koje su često povezane sa zimskim periodom i povećanom potrošnjom energenata za grejanje. Istovremeno, ovakav pristup omogućava realnije sagledavanje izloženosti stanovništva povišenim koncentracijama čestica tokom godine [1,3].

S obzirom na to da Srbija teži harmonizaciji svog zakonodavstva sa propisima Evropske unije, analiza potencijalnih posledica primene ovih standarda ima veliki značaj za planiranje budućih politika zaštite vazduha. Iako su određeni koraci već preduzeti u pravcu unapređenja sistema monitoringa i upravljanja kvalitetom vazduha, u brojnim urbanim sredinama i dalje se beleže česte epizode povišenih koncentracija suspendovanih čestica, naročito tokom zimskog perioda. Posebno je važno sagledati kako bi nova pravila uticala na klasifikaciju kvaliteta vazduha u domaćim urbanim sredinama, kao i na procenu učestalosti prekoračenja dozvoljenih koncentracija. Cilj ovog rada je da analizira stanje kvaliteta vazduha u Srbiji u odnosu na kriterijume nove evropske direktive, sa posebnim fokusom na koncentracije PM2.5 i učestalost prekoračenja dnevnih graničnih vrednosti. Analiza se zasniva na podacima sa automatskih mernih stanica i ima za cilj da prikaže kako bi izgledala klasifikacija kvaliteta vazduha u Srbiji ukoliko bi se novi evropski kriterijumi primenili na postojeće podatke. Rezultati istraživanja mogu doprineti boljem razumevanju trenutnog stanja, ali i poslužiti kao osnova za definisanje efikasnijih mera za smanjenje emisija i unapređenje kvaliteta vazduha u budućnosti.

2. Pregled literature

Kvalitet vazduha i posebno koncentracije suspendovanih čestica PM2.5 predstavljaju jedan od najvažnijih izazova savremene politike zaštite životne sredine. Veliki broj istraživanja ukazuje da su fine čestice povezane sa povećanim rizikom od respiratornih i kardiovaskularnih bolesti, kao i povećanom stopom mortaliteta u urbanim sredinama. Zbog toga su međunarodne organizacije i regulatorna tela poslednjih decenija značajno pooštrila standarde za praćenje i kontrolu ovih zagađujućih materija.

Evropska unija već duži niz godina razvija regulatorni okvir za upravljanje kvalitetom vazduha kroz Direktivu o ambijentalnom vazduhu. Najnovija revizija ovog zakonodavstva doneta je 2024. godine i predstavlja značajan korak ka usklađivanju evropskih standarda sa preporukama Svetske zdravstvene organizacije. Novom direktivom uvode se strožiji granični nivoi za ključne zagađivače, uključujući suspendovane čestice PM2.5 i PM10, azot-dioksid i druge zagađujuće materije [1]. Posebno značajna promena odnosi se na PM2.5, za koje je uvedena nova dnevna granična vrednost od 25 μg/m³ koja ne sme biti prekoračena više od 18 dana tokom kalendarske godine. Istovremeno je planirano smanjenje godišnje granične vrednosti sa 25 μg/m³ na 10 μg/m³ do 2030. godine. Prema izveštajima Evropske agencije za životnu sredinu, koncentracije PM2.5 u Evropi pokazuju dugoročni trend opadanja, ali i dalje predstavljaju značajan zdravstveni rizik. U 2023. godini mali procenat mernih stanica premašivao je postojeće EU granične vrednosti, dok je znatno veći broj stanica i dalje prelazio preporučene vrednosti Svetske zdravstvene organizacije, koje su znatno strože. Istraživanja takođe ukazuju da su epizode visokih koncentracija PM2.5 često povezane sa lokalnim izvorima emisija i nepovoljnim meteorološkim uslovima [1, 2]. U urbanim sredinama značajan doprinos zagađenju daju individualna ložišta na čvrsta goriva, drumski saobraćaj i određeni industrijski procesi. Tokom zimskog perioda, temperaturne inverzije i slaba cirkulacija vazduha mogu dodatno pogoršati kvalitet vazduha i dovesti do kratkotrajnih, ali intenzivnih epizoda zagađenja. Posebnu pažnju u naučnoj literaturi privlači pitanje usklađivanja nacionalnih politika sa evropskim standardima u zemljama koje se nalaze u procesu pristupanja Evropskoj uniji. U tim zemljama, uključujući države Zapadnog Balkana, zagađenje vazduha često predstavlja ozbiljniji problem nego u većem delu Evropske unije, pre svega zbog strukture energetskog sektora, zastupljenosti individualnih sistema grejanja i sporije modernizacije industrije.

U tom kontekstu, analiza potencijalnih efekata primene novih evropskih standarda na postojeće podatke o kvalitetu vazduha predstavlja važan istraživački pravac. Takve analize omogućavaju procenu koliko su trenutne koncentracije zagađujućih materija udaljene od budućih regulatornih ciljeva, kao i identifikaciju ključnih sektora u kojima su potrebne dodatne mere za smanjenje emisija. Brojna istraživanja potvrđuju da je zagađenje vazduha jedan od vodećih globalnih faktora rizika po zdravlje stanovništva. Analize sprovedene u okviru Global Burden of Disease Study pokazuju da dugotrajna izloženost finim suspendovanim česticama PM2.5 značajno doprinosi povećanju mortaliteta i učestalosti respiratornih i kardiovaskularnih oboljenja na globalnom nivou [4]. Prema procenama predstavljenim u časopisu The Lancet, ambijentalno zagađenje vazduha svake godine uzrokuje milione prevremenih smrti širom sveta, pri čemu PM2.5 predstavlja jedan od najznačajnijih pojedinačnih faktora rizika [3, 4]. Dalja istraživanja naglašavaju da su zdravstveni efekti zagađenja vazduha posebno izraženi u regionima sa intenzivnom upotrebom fosilnih goriva i nedovoljno razvijenim sistemima kontrole emisija [5, 6]. Rezultati novijih analiza takođe ukazuju da i relativno male promene u dugoročnim koncentracijama PM2.5 mogu imati značajan uticaj na javno zdravlje, što dodatno naglašava značaj strožih regulatornih standarda i efikasnih politika upravljanja kvalitetom vazduha [7].

3. Potreba, regulatorni okvir i nova EU Direktiva o kvalitetu vazduha

Zagađenje vazduha predstavlja jedan od najozbiljnijih ekoloških i javno zdravstvenih problema u Srbiji. Dugoročna merenja koncentracija suspendovanih čestica ukazuju da se u brojnim urbanim sredinama redovno beleže vrednosti koje značajno premašuju preporučene smernice za kvalitet vazduha. Posebno su izražene epizode povećanih koncentracija PM2.5 tokom zimskog perioda, kada kombinacija intenzivnog korišćenja čvrstih goriva u individualnim ložištima, emisija iz saobraćaja i nepovoljnih meteoroloških uslova dovodi do akumulacije zagađujućih materija u prizemnom sloju atmosfere. Prema procenama World Health Organization, dugotrajna izloženost povišenim koncentracijama finih suspendovanih čestica značajno povećava rizik od respiratornih i kardiovaskularnih bolesti, dok zagađenje vazduha predstavlja jedan od vodećih faktora rizika za preranu smrtnost u Evropi [2]. U zemljama Zapadnog Balkana ovaj problem je dodatno izražen zbog strukture energetskog sektora, značajne upotrebe uglja i čvrstih goriva u domaćinstvima, kao i sporijeg procesa modernizacije industrijskih postrojenja i sistema grejanja. U poređenju sa državama članicama Evropske unije, zemlje Zapadnog Balkana beleže znatno veće koncentracije suspendovanih čestica u ambijentalnom vazduhu. Analize koje objavljuje European Environment Agency pokazuju da iako se kvalitet vazduha u Evropi postepeno poboljšava zahvaljujući strožim regulativama i tehnološkim unapređenjima, značajan deo stanovništva i dalje je izložen koncentracijama PM2.5 iznad preporučenih vrednosti Svetske zdravstvene organizacije. Ovaj problem je posebno izražen u regionu jugoistočne Evrope, gde su koncentracije čestica često višestruko veće od vrednosti koje se smatraju bezbednim za zdravlje ljudi. U tom kontekstu, Srbija se svrstava među zemlje sa izraženim epizodama zimskog zagađenja, što ukazuje na potrebu za sistemskim merama koje obuhvataju energetsku tranziciju, modernizaciju sistema grejanja i unapređenje politika upravljanja kvalitetom vazduha.

Politika Evropske unije u oblasti zaštite vazduha kontinuirano se razvija sa ciljem smanjenja negativnih uticaja zagađenja na zdravlje ljudi i životnu sredinu. Nova Direktiva o kvalitetu vazduha iz 2024. godine predstavlja značajan korak ka usklađivanju evropskih standarda sa preporukama Svetske zdravstvene organizacije [1, 2]. Jedna od ključnih novina direktive odnosi se na strože kriterijume za suspendovane čestice PM2.5. Pored postojećih godišnjih graničnih vrednosti, uvedena je i dnevna granična vrednost od 25 μg/m³ [1]. Direktiva takođe ograničava broj dana u toku godine kada ova vrednost može biti prekoračena na najviše 18 [1].

Ovakav pristup omogućava preciznije praćenje kratkoročnih epizoda zagađenja, koje često imaju najveći uticaj na zdravlje stanovništva. Istovremeno, postavlja se znatno veći izazov za države koje se suočavaju sa čestim epizodama visokih koncentracija čestica tokom zimskog perioda. Za zemlje koje se nalaze u procesu pristupanja Evropskoj uniji, uključujući Srbiju, ovi standardi predstavljaju važan referentni okvir za unapređenje nacionalnog zakonodavstva i sistema upravljanja kvalitetom vazduha.

4. Metodologija istraživanja i rezultati analize

4.1. Metodološki pristup

U ovom radu analizirani su podaci o koncentracijama PM2.5 sa automatskih mernih stanica u Srbiji. Podaci obuhvataju dnevne vrednosti koncentracija za januar 2026. godine, što omogućava procenu učestalosti prekoračenja u odnosu na kriterijume nove evropske direktive. Metodološki pristup zasniva se na sledećim koracima:

- prikupljanje dnevnih koncentracija PM2.5 sa dostupnih automatskih stanica,
- identifikacija dana u kojima je koncentracija prelazila 25 μg/m³,

– poređenje broja prekoračenja sa maksimalno dozvoljenim godišnjim limitom od 18 dana,
– analiza prostornih obrazaca zagađenja u različitim gradovima Srbije.

Posebna pažnja posvećena je proceni koliko brzo se dostiže godišnji limit prekoračenja ukoliko se kriterijumi nove direktive primene na postojeće podatke [1, 8].

4.2. Rezultati analize

Rezultati analize pokazuju da je u velikom broju gradova u Srbiji već tokom januara 2026. godine premašen dozvoljeni godišnji limit od 18 dana sa prekoračenjem dnevne koncentracije PM2.5. U pojedinim urbanim sredinama zabeležena su prekoračenja tokom gotovo svih dana u mesecu, odnosno čak 31 dan. Ukoliko bi se primenili kriterijumi nove evropske direktive, to bi značilo da je dozvoljeni godišnji limit prekoračenja iscrpljen već tokom prvog meseca godine.

Ovakav rezultat ukazuje na ozbiljan problem epizodnog zagađenja tokom zimskog perioda, koji je uglavnom povezan sa:

– intenzivnim korišćenjem individualnih sistema grejanja,
– nepovoljnim meteorološkim uslovima,
– emisijama iz saobraćaja,
– lokalnim industrijskim izvorima.

Analiza takođe pokazuje da problem nije ograničen na nekoliko izolovanih lokaliteta, već da se javlja u različitim regionima Srbije, što ukazuje na sistemsku prirodu problema. U tom kontekstu nastavak rada se fokusirao na izbor 4 grada iz različitih regiona Republike Srbije koji će opisati situaciju sa primenama kriterijuma nove EU direktive na godišnji limit prekoračenja zagađenja PM2.5 česticama.

4.3. Studija slučaja

Za potrebe ukazivanja na sistematsku prirodu problema odabrana su 4 grada na oprečnim stranama sveta, u različitim regionima, sa drugačijim demografskim, geografskim, topografskim i klimatskim odlikama to su Negotin, Užice, Vranje i Sombor.

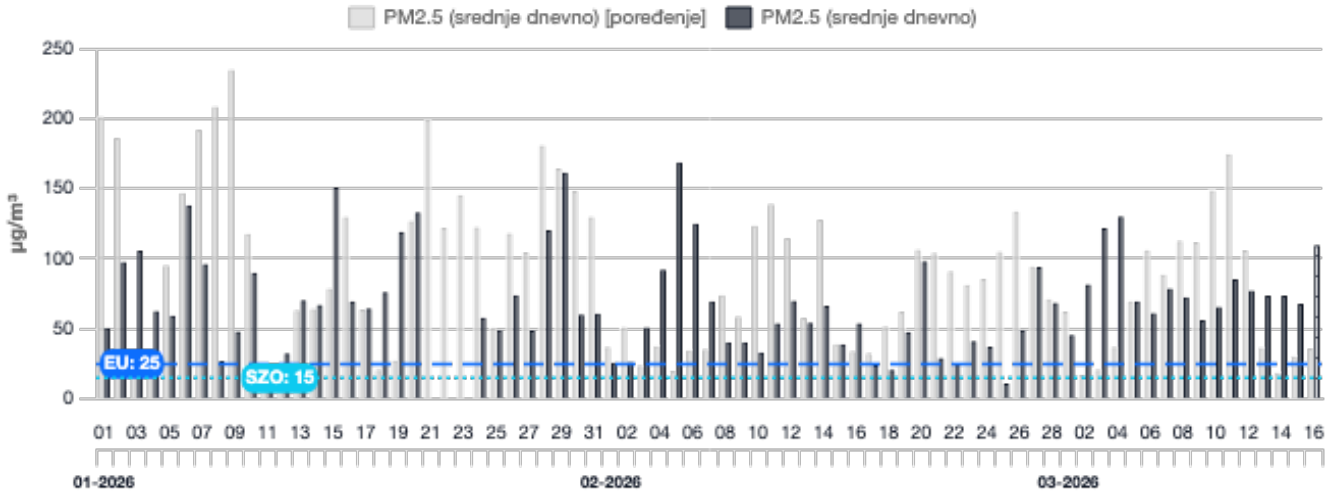
5. Negotin

Grad Negotin nalazi se u istočnoj Srbiji, u blizini granice sa Rumunijom i Bugarskom, i predstavlja administrativni, privredni i kulturni centar Borskog okruga. Poznat je po bogatoj istoriji, ali i po vinogradarstvu i proizvodnji vina, što ga čini jednim od značajnijih vinarskih regiona u Srbiji. U blizini Negotina nalazi se i hidroenergetski sistem Đerdap na Dunavu, koji ima veliki značaj za energetiku zemlje. Grad se nalazi na nadmorskoj visini od oko 42 m i ima umereno-kontinentalnu klimu sa izraženim temperaturnim oscilacijama. U poslednje vreme, Negotin se suočava sa izazovima u oblasti kvaliteta vazduha, posebno u zimskom periodu, usled individualnih ložišta i meteoroloških uslova koji pogoduju zadržavanju zagađenja. Rezultati analize su prezentovani u okviru Tabele 1 i Slika 1. i 2 [8].

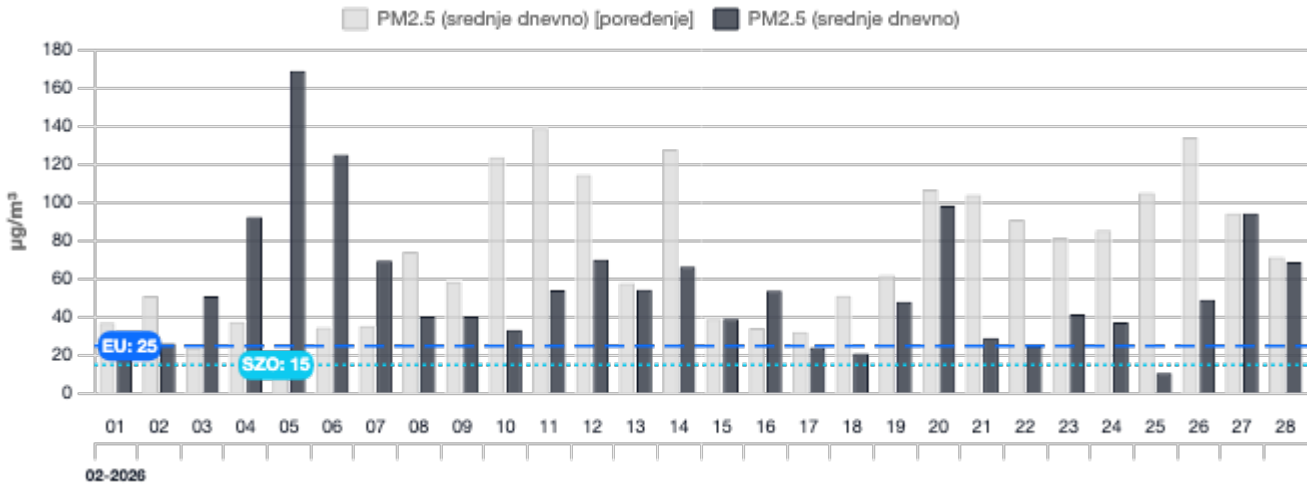
Tabela 1. Poređenje izmerenih ekstrema emisija PM2,5 u gradu Negotinu [8]

Negotin	***2025***	***2026***
Period	01-01-2025 - 16-03-2025.	01-01-2026. - 16-03-2026.
Raspoloživost podataka %	99,9	94,3
Minimum PM2.5 µg/m³	12,2	11,0
Srednja vrednost PM2.5 µg/m³	90,2	69,7
Maksimum PM2.5 µg/m³	234,8	168,7
EU 2025 prekoračenje	**67**	**68**
SZO prekoračenje	**74**	**71**

Primećena je razlika srednje vrednosti emisija PM2,5 od 22,8% više u 2025. godini.



Slika 1. Emisija PM2,5 u prvih 75 dana 2025. i 2026. godine za grad Negotin [8]



Slika 2. Emisija PM2,5 u februaru 2025. i 2026.godine za grad Negotin [8]

6. Užice

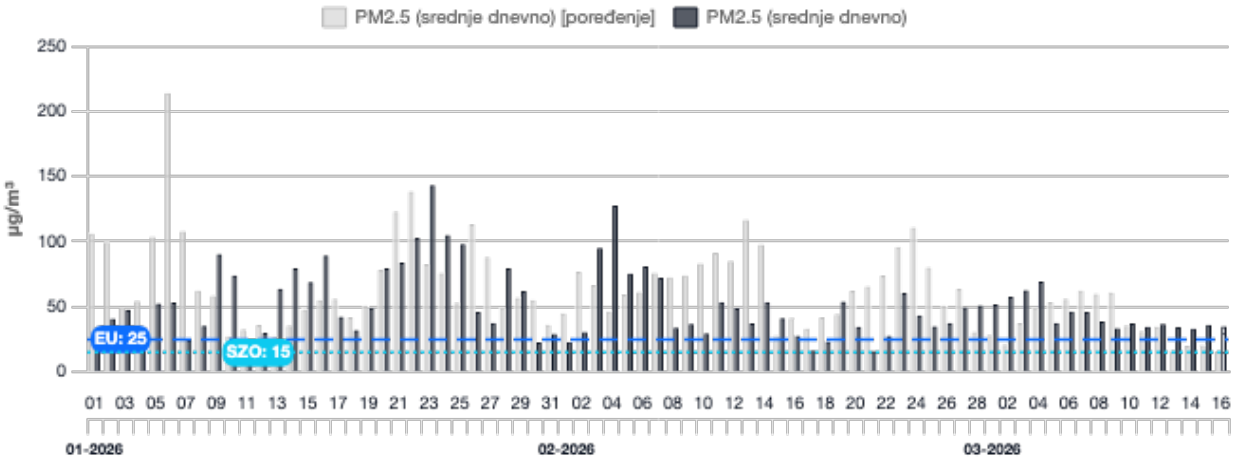
Grad Užice je grad u zapadnoj Srbiji smešten u dolini reke Đetinje i predstavlja administrativni, privredni i kulturni centar Zlatiborskog okruga. Grad ima bogatu istoriju koja seže još u srednji vek, a posebno je poznat po industrijskom razvoju tokom 20. veka. U njegovoj blizini nalaze se značajni turistički lokaliteti poput Zlatibor i Tara. Užice je takođe poznato po staroj hidroelektrani na Đetinji, jednoj od najstarijih u Evropi koja je i dalje u funkciji. Danas grad predstavlja važan regionalni centar sa razvijenim obrazovnim, zdravstvenim i kulturnim institucijama. Užice se nalazi na nadmorskoj visini od oko 411 m, u dolini reke Đetinje, i ima umereno-kontinentalnu klimu sa relativno hladnim zimama i toplim letima. U tabeli 2 je prikazan poredbeni rezultat za prvih 75 dana merenja u poslednje 2 godine, sa ekstremno visokim brojem dana prekoračenja limita zagađenja.

U okviru slike 3 i 4 se nalaze dijagrami koji grafički prezentuju uporedni rezultat emisija PM2,5, kao i iste vrednosti za februar 2025. i februar 2026. godine [8].

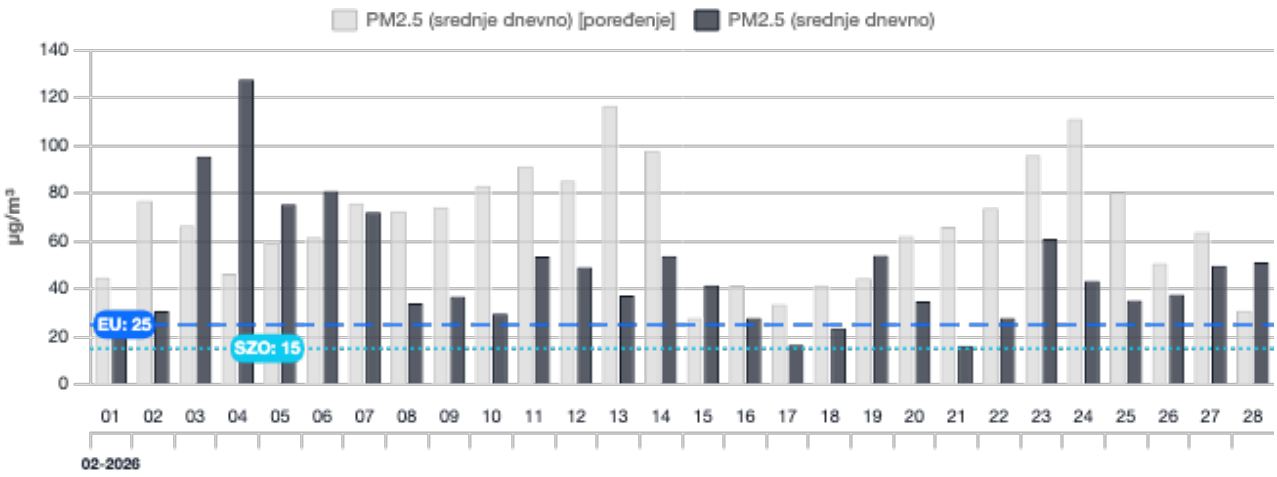
Tabela 2. Poređenje izmerenih ekstrema emisija PM2,5 u gradu Užicu [8]

Užice	***2025***	***2026***
Period	01-01-2025 - 16-03-2025.	01-01-2026. - 16-03-2026.
Raspoloživost podataka %	100	99,9
Minimum PM2.5 µg/m³	15,4	16,2
Srednja vrednost PM2.5 µg/m³	62,9	51,5
Maksimum PM2.5 µg/m³	214	143,3
EU 2025 prekoračenje	**70**	**68**
SZO prekoračenje	**75**	**75**

Primećena je razlika srednje vrednosti emisija PM2,5 od 18,1% više u 2025. godini.



Slika 3. Emisija PM2,5 u prvih 75 dana 2025. i 2026. godine za grad Užice [8]



Slika 4. Emisija PM2,5 u februaru 2025. i 2026.godine za grad Užice [8]

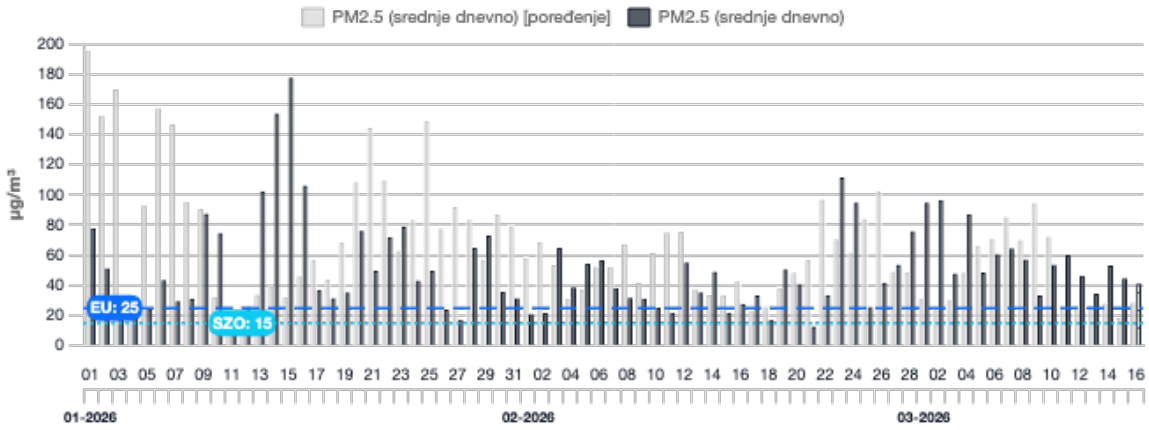
7. Vranje

Grad Vranje smešten je na krajnjem jugu Srbije i predstavlja administrativni, ekonomski i kulturni centar Pčinjskog okruga. Vranje ima bogatu kulturnu tradiciju i poznato je po specifičnom južnjačkom duhu, ali i po razvoju tekstilne i drvne industrije. Grad se nalazi u kotlini okruženoj planinama, na nadmorskoj visini od oko 480 m, što utiče na njegovu umereno-kontinentalnu klimu sa toplim letima i hladnijim zimama. Geografski položaj doprinosi povremenom zadržavanju zagađujućih materija u vazduhu, posebno tokom zimskih meseci. U analizama kvaliteta vazduha uočavaju se povremena prekoračenja koncentracija PM čestica, što ukazuje na potrebu za unapređenjem sistema upravljanja životnom sredinom (Tabela 3., Slika 5 i 6.) [8].

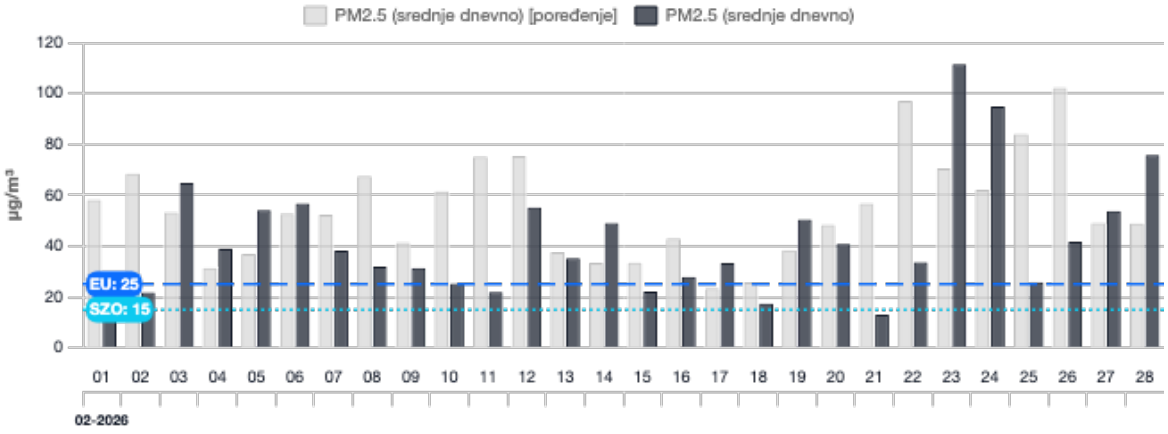
Tabela 3. Poređenje izmerenih ekstrema emisija PM2,5 u gradu Vranju [8]

Vranje	***2025***	***2026***
Period	01-01-2025 - 16-03-2025.	01-01-2026. - 16-03-2026.
Raspoloživost podataka %	100	100
Minimum PM2.5 µg/m³	18,3	13,0
Srednja vrednost PM2.5 µg/m³	66,1	51,9
Maksimum PM2.5 µg/m³	195,7	177,5
EU 2025 prekoračenje	**72**	**64**
SZO prekoračenje	**75**	**74**

Primećena je razlika srednje vrednosti emisija PM2,5 od 21,4% više u 2025. godini.



Slika 5. Emisija PM2,5 u prvih 75 dana 2025. i 2026. godine za grad Vranje [8]



Slika 6. Emisija PM2,5 u februaru 2025. i 2026.godine za grad Vranje [8]

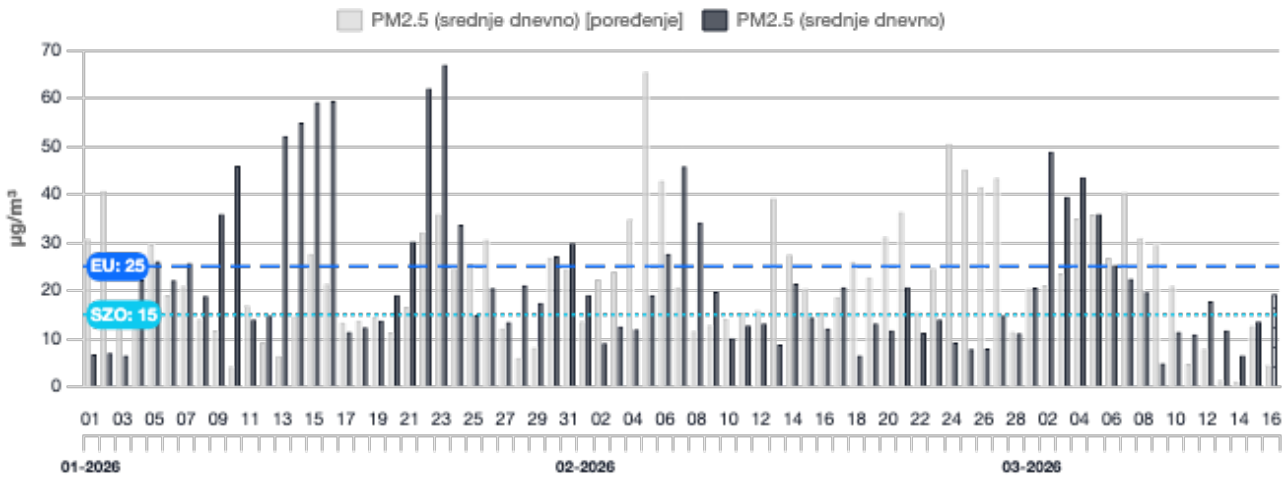
8. Sombor

Grad Sombor nalazi se u severozapadnom delu Srbije, u Autonomnoj Pokrajini Vojvodini, i predstavlja administrativni centar Zapadnobačkog okruga. Poznat je po svojoj bogatoj kulturnoj baštini, zelenilu i karakterističnoj urbanističkoj strukturi. Sombor je tradicionalno orijentisan ka poljoprivredi i prehrambenoj industriji, uz razvijen sektor usluga. Grad se nalazi na nadmorskoj visini od oko 89 m, u ravničarskom području, sa umereno-kontinentalnom klimom i izraženim uticajem vetrova. Iako nema tešku industriju, kvalitet vazduha može biti narušen tokom grejne sezone zbog emisija iz individualnih ložišta. Praćenje koncentracija PM čestica ukazuje na sezonske varijacije i potrebu za dodatnim merama zaštite životne sredine (Tabela 4, slike 7. i 8.) [8].

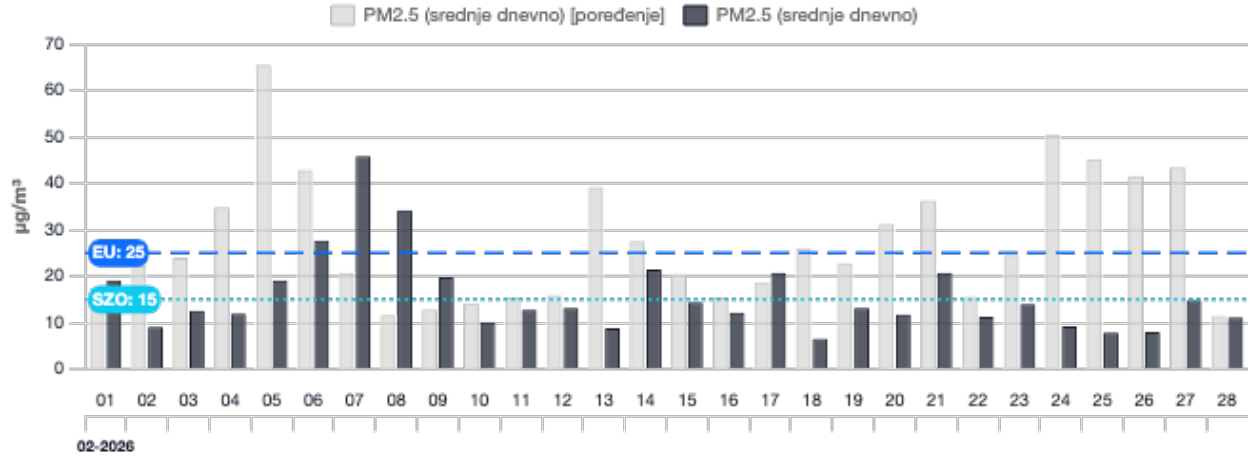
Tabela 4. Poređenje izmerenih ekstrema emisija PM2,5 u gradu Somboru [8]

Sombor	*2025*	*2026*
Period	01-01-2025 - 16-03-2025.	01-01-2026. - 16-03-2026.
Raspoloživost podataka %	99,8	99,6
Minimum PM2.5 µg/m³	1,2	21,9
Srednja vrednost PM2.5 µg/m³	22,3	21,9
Maksimum PM2.5 µg/m³	65,4	66,9
EU 2025 prekoračenje	**27**	**22**
SZO prekoračenje	**50**	**39**

Primećena je razlika srednje vrednosti emisija PM2,5 od 1,5% više u 2025. godini.



Slika 7. Emisija PM2,5 u prvih 75 dana 2025. i 2026. godine za grad Sombor [8]



Slika 8. Emisija PM2,5 u februaru 2025. i 2026.godine za grad Sombor [8]

9. Diskusija i zaključak

Rezultati sprovedene analize ukazuju na izrazito nepovoljno stanje kvaliteta vazduha u Srbiji u kontekstu primene nove EU Direktive o kvalitetu vazduha iz 2024. godine. Posebno je značajno da je u velikom broju analiziranih urbanih sredina dozvoljeni godišnji limit prekoračenja dnevnih koncentracija PM2.5 iscrpljen već tokom januara 2026. godine. Ovakav nalaz potvrđuje da problem zagađenja vazduha u Srbiji nije sporadičan, već ima sistemski karakter i zahteva sveobuhvatan pristup rešavanju.

Analiza podataka iz različitih gradova, uključujući Negotin, Užice, Vranje i Sombor, pokazuje da su epizode povećanih koncentracija PM2.5 prisutne u različitim geografskim i klimatskim uslovima, što dodatno potvrđuje širinu problema. Iako postoje razlike u intenzitetu zagađenja, zajednički imenitelj su dominantni izvori emisija, pre svega individualna ložišta na čvrsta goriva, saobraćaj i lokalni industrijski izvori. Tokom zimskog perioda, nepovoljni meteorološki uslovi, poput temperaturnih inverzija i slabe cirkulacije vazduha, dodatno pogoršavaju situaciju i doprinose akumulaciji zagađujućih materija. Uvođenje dnevne granične vrednosti za PM2.5 omogućava preciznije sagledavanje kratkotrajnih epizoda zagađenja, koje imaju značajan uticaj na zdravlje stanovništva. Međutim, primena ovih kriterijuma istovremeno otkriva značajan jaz između trenutnog stanja i budućih regulatornih zahteva. Ovi rezultati ukazuju na potrebu za ubrzanom implementacijom mera koje obuhvataju unapređenje energetskog sektora, modernizaciju sistema grejanja i jačanje politika upravljanja kvalitetom vazduha. Bez sistemskih promena, dostizanje evropskih standarda ostaje ozbiljan izazov.

Posebno je značajno naglasiti da problem zagađenja vazduha u Srbiji ima izraženu sezonsku komponentu, pri čemu su zimski meseci kritični zbog povećane potrošnje energenata za grejanje. Dominantni izvori emisija, uključujući individualna ložišta, saobraćaj i industriju, zahtevaju ciljane politike i investicije usmerene ka smanjenju emisija. U tom kontekstu, energetska tranzicija, povećanje energetske efikasnosti i prelazak na čistije izvore energije predstavljaju ključne pravce delovanja. Harmonizacija nacionalnog zakonodavstva sa evropskim standardima predstavlja ne samo obavezu u procesu evropskih integracija, već i priliku za unapređenje kvaliteta života stanovništva. Primena strožih kriterijuma omogućava realnije sagledavanje problema i može poslužiti kao snažan podsticaj za donošenje efikasnijih politika zaštite životne sredine.

Konačno, na osnovu sprovedene analize može se zaključiti da bi primena nove EU Direktive o kvalitetu vazduha imala značajne implikacije na klasifikaciju kvaliteta vazduha u Srbiji. Ovakva situacija ukazuje na potrebu za hitnim i sistemskim merama u cilju unapređenja kvaliteta vazduha i zaštite javnog zdravlja. Unapređenje kvaliteta vazduha zahteva koordinisano delovanje svih relevantnih sektora, uključujući energetiku, saobraćaj, industriju i lokalne zajednice. Samo integrisanim pristupom moguće je postići održive rezultate i obezbediti zdraviju životnu sredinu za buduće generacije. Ipak, treba napomenuti da se zaključci temelje na jednom zimskom periodu i da je za sveobuhvatnu procenu potrebna dugoročnija serija podataka, čime bi analiza koja je predmet istraživanja bila kompleksnija, verodostojnija i kredibilnija.

10. Zahvalnica/Acknowledgement

*Prikazani rezultati su deo istraživanja koje se sprovodi u okviru projekta „Forward-Looking Framework for Accelerating Households' Green Energy Transition – FF GreEN“ koji se realizuje sredstvima Fonda za nauku Republike Srbije (grant br. 4344).

The presented results are part of the research supported by the Science Fund of the Republic of Serbia (#Grant No. 4344), Forward-Looking Framework for Accelerating Households' Green Energy Transition - FF GreEN.

*Приказани резултати су део истраживања финансирано по Уговору о реализацији и финансирању научноистраживачког рада НИО у 2026. години бр. 451-03-34/2026-03/200126, Министарсво науке, технолошког развоја и иновација Републике Србије (Contract on realization and financing of scientific research of SRI in 2026, No.451-03-34/2026-03/200126, Ministry of Science, Technological Development and Innovation of Republic of Serbia).

11. References

[1] *** European Parliament and Council, D*irective (EU) 2024/2881 on ambient air quality and cleaner air for Europe*, Official Journal of the European Union, Brussels, 2024.

[2] *** World Health Organization, WHO Global Air Quality Guidelines: Particulate Matter (PM2.5 and PM10), Ozone, Nitrogen Dioxide, Sulfur Dioxide and Carbon Monoxide**,** Geneva, 2021

[3] **Cohen, A. J., et al. (2017),** Estimates and 25-year trends of the global burden of disease attributable to ambient air pollution: An analysis of data from the Global Burden of Disease Study 2015, *The Lancet, 389* (10082), 1907–1918., https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)30505-6

[4] *** GBD 2019 Risk Factors Collaborators. (2020), Global burden of 87 risk factors in 204 countries and territories, 1990–2019: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019, The Lancet, 396(10258), 1223–1249., https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30752-2

[5] **Landrigan, P. J., et al. (2018),** The Lancet Commission on pollution and health, *The Lancet, 391* (10119), 462–512, https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32345-0

[6] **Fuller, R., et al. (2022),** Pollution and health: A progress update, *The Lancet Planetary Health, 6(* 6), e535–e547, https://doi.org/10.1016/S2542-5196(22)00090-0

[7] *** GBD 2019 Air Pollution Collaborators. (2021), Health effects of ambient air pollution: Global estimates of mortality and disease burden from the Global Burden of Disease Study 2019., Environmental Research, 202, 111–124., https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111

[8] ******* Aplikacija xEco Vazduh (2026), "eXtreme ECOlogy" - Ekstremna ekologija - Evropski Indeks kvaliteta vazduha, dostupno na: https://xeco.info/xeco/vazduh/