



Indeks kakovosti zraka in njegov pomen pri varovanju javnega zdravja

Air quality index and its importance in protecting public health

Agnes Šömen Joksić,¹ Andrej Uršič,² Bojana Bažec,¹ Majda Pohar,³ Simona Perčič,⁴ Simona Uršič²

Izvleček

Spremljanje stanja oziroma monitoriranje kakovosti zunanjega zraka, ki ga na območju Evropske unije (EU) izvajajo državni organi v državah članicah, je eden učinkovitih ukrepov nadzora nad onesnaženostjo zraka. Ogromna količina tako zbranih podatkov ima lahko pri drugi strokovni javnosti, pri oblikovalcih politik in odločevalcih, še posebej pa v širši javnosti, učinek pozornosti odvratanja. S tem se lahko zelo zmanjša podpora preventivnim in ciljno usmerjenim ukrepom na področju spremljanja kakovosti zraka ter s tem zaščite javnega zdravja. Namesto objavljanja rezultatov meritev se zato za sprotno in nazorno obveščanje javnosti o stanju kakovosti zunanjega zraka uporablja kazalnik oz. indeks kakovosti zraka AQI (*angl.* Air Quality Index). Kazalnik je lahko razumljiv in enostavno dostopen, usmerjen pa je predvsem v to, da ljudem sporoča, kako naj se odzivajo na različne stopnje onesnaženosti zraka. Osnovno sporočilo AQI je, da se z naraščanjem onesnaženosti zunanjega zraka povečuje tveganje za javno zdravje. To se nazorno prikazuje z različnimi barvami, ki pripadajo posameznim stopnjam kakovosti zraka. V svetu obstajajo različne metode za izračunavanje in prikaz AQI. Ne glede na to pa je vsem skupen enoten koncept z barvno lestvico. Za zmanjšanje razlik na območju EU so nedavno uvedli enotni evropski AQI, ki smo ga prevzeli tudi v Sloveniji. Članek opisuje splošni pomen AQI, metodologijo izračunavanja in predstavitev ter njegovo sporočilnost in uporabo. Namen članka je približati AQI tudi zdravstvenim delavcem, da lahko poenostavljeno in priročno spremljajo trenutno (ali napovedano) kakovost zraka. Tako lahko morda ob epizodah slabše kakovosti zunanjega zraka predvsem ranljivim skupinam bolnikov svetujejo ustrezno samozaščitno ravnanje.

¹ Nacionalni inštitut za javno zdravje, Center za zdravstveno ekologijo, Koper, Slovenija

² Nacionalni inštitut za javno zdravje, Center za zdravstveno ekologijo, Celje, Slovenija

³ Nacionalni inštitut za javno zdravje, Center za zdravstveno ekologijo, Murska Sobota, Slovenija

⁴ Nacionalni inštitut za javno zdravje, Center za zdravstveno ekologijo, Ljubljana, Slovenija

Korespondenca / Correspondence: Agnes Šömen Joksić, e: agnes.somen@nijz.si

Ključne besede: indeks; kakovost zraka; onesnaženost; tveganje; javno zdravje

Key words: index; air quality; pollution; health risk; public health

Prispelo / Received: 11. 6. 2023 | **Sprejeto / Accepted:** 27. 4. 2024

Citirajte kot/Cite as: Šömen Joksić A, Uršič A, Bažec B, Pohar M, Perčič S, Uršič S. Indeks kakovosti zraka in njegov pomen pri varovanju javnega zdravja. *Zdrav Vestn.* 2024;93(7–8):289–98. **DOI:** <https://doi.org/10.6016/ZdravWestn.3464>



Avtorske pravice (c) 2024 Zdravniški Vestnik. To delo je licencirano pod Creative Commons Priznanje avtorstva-Nekomercialno 4.0 mednarodno licenco.

Abstract

One of the effective measures to control air pollution is monitoring the quality of the ambient (outdoor) air, which is subject to the European Union (EU) legislation and the member states' national legislation. The huge amount of data collected in this way can have a dissuasive effect on the professional public, policymakers, regulators, and especially on the general public, which can significantly reduce the support for preventive and targeted measures in the field of air quality monitoring and consequently the protection of public health. Instead of publishing the measurement results, the Air Quality Index (AQI) is used to inform the public on ambient air quality status in real-time. The basic message of the AQI is that as ambient air pollution increases, so does the risk to public health. The increase is illustrated by the different colours, each belonging to individual level of air quality. There are several methods or approaches of displaying AQI worldwide, but regardless, they all share the same concept, displaying a colour scale. In order to reduce differences in the EU area, a uniform European AQI was recently introduced, and it was also adopted in Slovenia. The article describes the general meaning of AQI, its calculations and presentation methodology, as well as its communication and application. The article aims to bring AQI closer to health professionals for simplified and convenient observation of current (or predicted) air quality. In this way, they may be able to advise appropriate self-protective behaviour during poor ambient air quality episodes, especially to vulnerable groups of patients.

1 Uvod

Onesnaženost zunanega zraka je globalni okoljski problem, ki pomembno vpliva na zdravje in vsako leto v svetu povzroči na milijone prezgodnjih smrti. V evropski regiji Svetovne zdravstvene organizacije (v nadaljevanju SZO) je bilo v letu 2019 onesnaženosti zunanega zraka mogoče pripisati 569.000 prezgodnjih smrti, samo povišanim koncentracijam delcev $PM_{2,5}$ pa je bilo izpostavljenih približno 97 % prebivalstva (1-3). Različne raziskave, povzete v dokumentu SZO (3), predstavljajo trdne dokaze vzročne povezanosti med izpostavljenostjo onesnaženosti zunanega zraka z delci $PM_{2,5}$ in umrljivostjo zaradi vseh vzrokov, z akutno okužbo spodnjih dihal, s kronično obstruktivno pljučno boleznijo (KOPB), z ishemično boleznijo srca, z rakom pljuč in z možgansko kapjo. Vse več dokazov kaže tudi vzročno povezanost med izpostavljenostjo onesnaževalom zunanega zraka in sladkorno boleznijo tipa II, umrljivostjo novorojenčkov zaradi nizke porodne teže in kratke nosečnosti ter obolevnostjo in umrljivostjo zaradi večjega števila bolezni, kot so Alzheimerjeva bolezen in druge nevrološke bolezni (3-6). Globalna ocena dejavnikov tveganja kaže, da je breme bolezni zaradi onesnaženosti zunanega zraka med prvimi 5 dejavniki od 87 ocenjenih dejavnikov in je enakovredno drugim pomembnim zdravstvenim tveganjem, kot sta nezdrava prehrana in kajenje (3). Bolezni, povezane z onesnaženostjo zunanega zraka, nimajo le pomembnega vpliva na zdravje posameznika in s tem na javno zdravje, temveč tudi na gospodarski in družbeni razvoj zaradi odsotnosti od dela in pouka (5).

Ne glede na to, da se je kakovost zraka v Sloveniji in tudi drugod v državah Evropske unije, v nadaljevanju

EU, v zadnjih desetletjih na splošno izboljšala (7,8), ravni onesnaževal zraka marsikje še vedno presegajo dovoljene vrednosti oz. standarde EU (9,10) ter smernice SZO (3). Onesnaženost zunanega zraka je pomemben javnozdravstveni problem tudi v Sloveniji (11). Za enostavnejše spremljanje kakovosti zraka se uporablja tako imenovani kazalnik oz. 'indeks' kakovosti zraka, v nadaljevanju AQI (*angl.* Air Quality Index). AQI je orodje, ki na preprost in učinkovit način strokovno in splošno javnost obvešča o trenutni oziroma pričakovani kakovosti zraka, hkrati pa priporoča, kako naj ljudje ob tem ravnajo, da bodo čim bolj zmanjšali izpostavljenost onesnaženemu zunanjemu zraku in s tem njegovim škodljivim učinkom na zdravje (12). Pomen ustreznega obveščanja javnosti se poudarja tudi v predlogu revizije direktive o kakovosti zraka in predstavlja pomembno podporo preventivnim in ciljno usmerjenim ukrepom na področju spremljanja kakovosti zraka in zaščite zdravja (13).

Namen tega prispevka je predstaviti posodobljeni slovenski indeks kakovosti zraka. Ta je bil pripravljen s ciljem poenotiti takratni slovenski AQI z evropskim AQI s ciljem približati zainteresirani strokovni in zlasti splošni javnosti razumevanje podatkov o stanju onesnaženosti zunanega zraka in na osnovi tega ustrezno preventivno ravnati za zaščito zdravja.

2 Splošno o indeksu kakovosti zraka

2.1 Pomen indeksa

Eden od učinkovitih ukrepov nadzora nad onesnaženostjo zunanega zraka je v skladu z zakonodajo na

območju EU redno spremljanje kakovosti zunanjega zraka oz. t. i. monitoriranje. V Sloveniji je pristojna institucija za monitoriranje kakovosti zunanjega zraka Agencija RS za okolje (v nadaljevanju ARSO) (14). Vsi številni podatki o meritvah so dostopni javnosti v realnem času oz. on-line, preko medijev, na spletnih straneh pristojnih institucij in lokalnih skupnosti, pa tudi končna urejena zbirka podatkov v obliki letnih poročil, okoljskih pregledov in analiz ter študij (7,8). Ta ogromna količina zbranih podatkov pa je lahko težava oz. ima obratni učinek pri drugi zainteresirani strokovni javnosti, pri oblikovalcih politik, odločevalcih, še posebej pa pri širši javnosti (15).

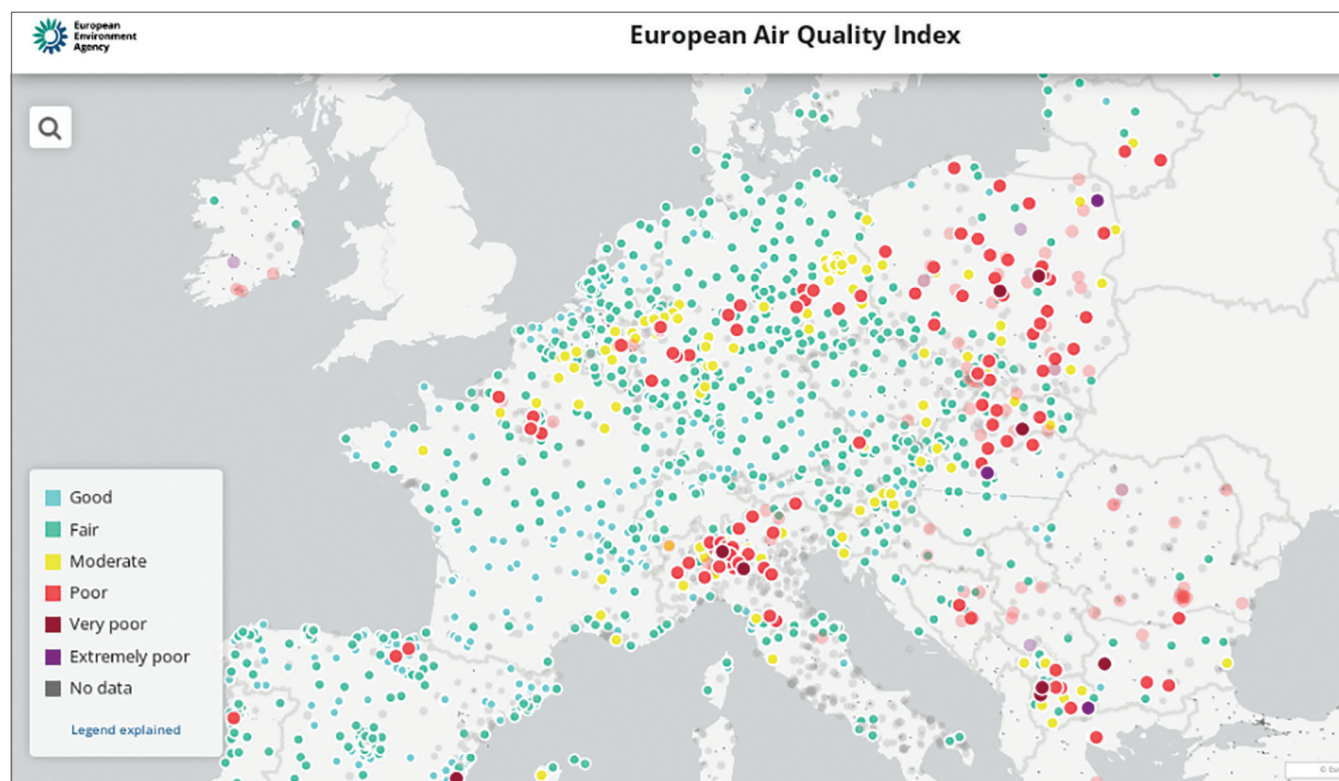
Potrebo po učinkovitem novem orodju za preprosto in bolj jasno sporočanje velikih količin podatkov o meritvah kakovosti zraka, vključno s sporočanjem ravni posameznih onesnaževal zraka ter s tem povezanih možnih zdravstvenih tveganj, je prva prepoznala Agencija ZDA za okolje (USEPA), ki je leta 1999 uvedla indeks kakovosti zraka oz. AQI (16). Sledila je uvedba uporabe AQI v globalnem smislu. Toda pristopi k izračunu AQI kakor tudi načini obveščanja javnosti s pomočjo AQI so se med državami po svetu (in tudi znotraj EU) razlikovali, kar je ustvarjalo določeno zmedo oz. dileme (17-21). Zaradi poenotenja sta na območju EU Generalni direktoriat Evropske komisije za okolje in Evropska agencija

za okolje, v nadaljevanju EEA (*angl.* European Environment Agency), razvila skupni evropski AQI (22).

2.2 Koncept AQI

AQI je po določenem algoritmu izračunana vrednost (indeks), ki pretvori številne in kompleksne podatke o meritvah kakovosti zraka v bolj razumljiv prikaz oziroma v številčno vrednost (vrednost indeksa) (12). Osnova za izračun so koncentracije posameznih onesnaževal zunanjega zraka, pri čemer se v smislu časovne izpostavljenosti upoštevajo bodisi urne koncentracije teh onesnaževal, bodisi utéženo 8-urno, 12-urno ali 24-urno drseče povprečje (12,17-22). Zaradi boljše preglednosti se vrednosti indeksa razvrščajo v več razredov, označenih z različnimi barvami, običajno tako, da se v smeri od zelene preko rumene in oranžne proti rdeči ali rjavi oziroma vijolični barvi kakovost zraka slabša. Barvni razredi predstavljajo različne stopnje kakovosti zraka, ki so ustrezno poimenovani. Pri tem je pomembno razlikovati sporočilni pomen AQI, ki ni orodje za preverjanje skladnosti s standardi kakovosti zraka ter ga tudi ni mogoče uporabiti v ta namen (22).

Na zaslonu (Slika 1) je prikazan enotni evropski AQI (22), kjer so razvidne različne stopnje kakovosti zraka (barvni razredi). Obiskovalce oz. uporabnike te spletne



Slika 1: Prikaz evropskega indeksa kakovosti zraka. Povzeto po spletni strani The European Environment Agency, EEA (22).

Health messages

The index bands are complemented by health related messages that provide recommendations for both the general population and sensitive populations. The latter includes both adults and children with respiratory problems and adults with heart conditions.

AQ index	General population	Sensitive populations
Good	The air quality is good. Enjoy your usual outdoor activities.	The air quality is good. Enjoy your usual outdoor activities.
Fair	Enjoy your usual outdoor activities	Enjoy your usual outdoor activities
Moderate	Enjoy your usual outdoor activities	Consider reducing intense outdoor activities, if you experience symptoms.
Poor	Consider reducing intense activities outdoors, if you experience symptoms such as sore eyes, a cough or sore throat	Consider reducing physical activities, particularly outdoors, especially if you experience symptoms.
Very poor	Consider reducing intense activities outdoors, if you experience symptoms such as sore eyes, a cough or sore throat	Reduce physical activities, particularly outdoors, especially if you experience symptoms.
Extremely poor	Reduce physical activities outdoors.	Avoid physical activities outdoors.

Slika 2: Priporočila za prebivalce v okviru evropskega indeksa kakovosti zraka, posebej za splošno populacijo in posebej za ranljive skupine prebivalstva (odrasli in otroci s težavami zaradi boleznih dihal ter odrasli z boleznimi srca in ožilja. Povzeto po spletni strani The European Environment Agency, EEA (22).

strani usmerjajo na naslednjo stran, ki je prikazana na Sliki 2. Ta priporoča prebivalcem, kako naj ob posamezni stopnji kakovosti zraka ravnajo, da se v onesnaženosti čim manj izpostavljajo. Priporočila so pripravljena posebej za splošno populacijo in posebej za ranljive skupine prebivalstva (odrasli in otroci s težavami oziroma z boleznimi dihal ter odrasli z boleznimi srca in ožilja (22). Evropski AQI se od aprila 2023 dalje v ustreznem prevodu uporablja tudi v Sloveniji (23).

Od leta 2021 je na voljo tudi spletna aplikacija za mobilne naprave z operacijskim sistemom Android ali iOS s prikazom ustrezno urejenih sprotih podatkov za celotno Evropo. Aplikacija zagotavlja vstopno točko do podatkov o kakovosti zraka z več kot 3.500 merilnih postaj v Evropi. Prebivalcem pomaga spremljati kakovost zraka tam, kjer se trenutno nahajajo (22).

2.3 Metodologija priprave indeksa kakovosti zraka

Evropski (in od aprila 2023 tudi slovenski) AQI je izračunan za 5 parametrov: delci PM_{10} in $PM_{2,5}$, ozon (O_3), dušikov dioksid (NO_2) in žveplov dioksid (SO_2) (22,23). Temelji na realnih in ažuriranih podatkih o koncentracijah teh parametrov, ki jih države članice EU sporočajo EEA, po potrebi pa jih dopolnjujejo modelirani podatki o kakovosti zraka iz službe Evropske unije Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS) (24). Osnova za povprečenje časa za NO_2 , O_3 in SO_2 so urne koncentracije, za PM_{10} in $PM_{2,5}$ pa se za izračun uporablja 24-urno drseče povprečje za zadnjih 24 ur (ob pogoju, da obstajajo vrednosti za vsaj 18 od 24 ur) (24). Razlog za izbiro 24-urnega povprečja temelji na znanstvenih dokazih o vplivih

kratkotrajne (24-urne) izpostavljenosti, povezane s škodljivimi učinki delcev na zdravje, pri kateri pa so lahko zlasti prizadete ranljive skupine posameznikov z astmo, koronarno srčno boleznijo, KOPB in drugimi kroničnimi boleznimi ter stanji (3,25). Pri tem se upoštevajo predvsem izsledki epidemioloških raziskav, in sicer ocenjeno relativno tveganje za povečano umrljivost, ki je povezana z izpostavljenostjo delcem $PM_{2,5}$ zaradi vsakega povečanja dnevne povprečne koncentracije delcev $PM_{2,5}$ za $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (3). Meritve 24-urnega povprečja so tudi osnova za pripravo večine predpisov in smernic za varovanje javnega zdravja pred kratkotrajno izpostavljenostjo delcem $PM_{2,5}$ in PM_{10} (3,9,26,27). Ob predpostavki linearnosti med funkcijami relativnega tveganja se tudi za izračun indeksa za ozon in NO_2 uporablja enako relativno tveganje kot pri delcih. Izračun indeksa za delce PM_{10} temelji na predpostavljenem konstantnem razmerju med PM_{10} in $PM_{2,5}$ 1 : 2, a ob upoštevanju, da velik delež (50–80 %) PM_{10} sestavlja frakcija $PM_{2,5}$ (3). Indeks za SO_2 pa dejansko odlikava mejne vrednosti, določene v Direktivi EU o kakovosti zraka (9). Opredelila pa jih je SZO v svojem poročilu o zdravstvenem tveganju zaradi onesnaženosti zraka v Evropi v okviru projekta HRAPIE (25).

3 Slovenski indeks kakovosti zraka

3.1 Kratek pregled razvoja

V Sloveniji je bil AQI prvič pripravljen konec leta 2016 v sodelovanju med strokovnjaki Nacionalnega inštituta za javno zdravje (NIJZ) in ARSO. NIJZ je takrat pripravil predlog razredov za AQI, povzet po vzoru Irske agencije za okolje (28), za izračun in objavo na spletni strani pa je poskrbel ARSO. Na NIJZ so bila po irskem vzoru pripravljena tudi priporočila za splošno javnost in posebej za ranljive skupine populacije. Takratni slovenski AQI se je v osnovi od sedanjega razlikoval po tem, da je v zimskem obdobju vključeval parametre delci PM_{10} , NO_2 in SO_2 , v poletnem obdobju pa je delce PM_{10} nadomestil ozon. Temu primerno so se ob menjavi sezone zamenjala tudi priporočila, ciljano oblikovana za delce PM_{10} oz. za ozon.

Kasneje se je izračun in zato tudi prikaz AQI nekajkrat spremenil, najprej zaradi spremembe meja razredov pri ozonu ter uvedbe dodatnega razreda, kasneje pa zaradi spremembe metodologije pri izračunu enega od parametrov (pri delcih PM_{10} je bilo namesto drsečega uvedeno utruženo (= ponderirano) 12-urno povprečje s poudarkom na vrednosti zadnjih treh ur. Zaradi uvedenih sprememb tudi uporaba priporočil za prebivalce, povzetih po irskem indeksu in prilagojenih razredom onesnaženosti iz prvotnega indeksa, ni bila več primerna. Od 2020 tako

priporočila prebivalcem niso bila več sestavni del AQI s takratne spletne strani ARSO, temveč so bili obiskovalci preusmerjeni na dokumente, ki jih je na svoji spletni strani objavljala NIJZ (29,30). Pri tem je treba poudariti, da se ta pristop ni ujemal s splošnim konceptom in sporočilnostjo AQI. V svojih dokumentih je NIJZ namreč predstavil problematiko vpliva onesnaženega zraka, natančneje delcev PM_{10} oz. ozona, na zdravje ljudi na splošno in precej bolj obsežno, torej ne v okviru kratkih in jedrnatih sporočil in priporočil, kot je to značilno za AQI. To je negativno vplivalo na odmevnost AQI, zlasti pa na primerjavo z ostalimi državami.

V zadnji različici prikaza razredov kakovosti zraka, veljavni pred poenotenjem z evropskim AQI (aprila 2023), so bile stopnje kakovosti zraka ponovno razvrščene v 4 razrede: (dobra, mejna, slaba in zelo slaba) ter označene z zeleno, rumeno, oranžno in rdečo barvo. Slovenski AQI je upošteval 12-urno povprečje utruženo in ne 24-urnega drsečega povprečja koncentracij delcev PM_{10} in $PM_{2,5}$. Z uveljavitvijo evropskega AQI je to postalo svojevrsten paradoks. Osnova za izračun tako evropskega kot slovenskega AQI so bili isti osnovni (surovi) podatki o onesnaženosti zraka, posredovani z avtomatskih merilnih postaj v Sloveniji, v evropskem in slovenskem pristopu pa so bili hkrati obdelani in prikazani po 2 različnih metodah. Zaradi lažje ponazoritve smo ta odstopanja v evropskem in takratnem slovenskem AQI (stanje aprila 2023) prikazali v Tabeli 1.

Iz Tabele 1 so razvidne razlike (odebeljene in poševne številke) v poimenovanju posameznih ravni (stopenj) kakovosti zraka in predvsem razlike v ravneh AQI za posamezno onesnaževalo znotraj določenega razreda. Razen za SO_2 , so razlike v ravneh AQI obstajale tudi znotraj posameznih navidezno primerljivih razredov, predvsem v razredu, ki pri evropskem AQI opredeljuje kategorijo »zmerno« (angl. »moderate«) onesnaženost zraka, pri slovenskem pa je bila to »mejna« kakovost zraka. Kot smo že omenili, pa izračun evropskega AQI za delce $PM_{2,5}$ in PM_{10} pri EEA temelji na 24-urnem drsečem povprečju koncentracij delcev $PM_{2,5}$ in PM_{10} , pri slovenskem pa se je za ta namen uporabilo 12-urno utruženo povprečje koncentracij. Nadalje je iz Tabele 1 razvidna razlika v številu razredov; evropski AQI upošteva 6 razredov, slovenski pa je upošteval 4, pri čemer sta bila prva dva razreda evropskega AQI (angl. »good« in »fair«) glede na koncentracije onesnaževal v slovenskem AQI združena v enoten razred, in sicer »dobra« kakovost zraka, medtem ko sta bila zadnja dva razreda evropskega AQI (angl. »very poor« in »extremely poor«) v slovenskem AQI, razen pri $PM_{2,5}$ in NO_2 , združena v razred »zelo slaba« kakovost zraka.

Tabela 1: Prikaz razlik med evropskim (22) in takratnim slovenskim indeksom kakovosti zraka: ravni posameznega onesnaževala v µg/m³ (stanje spomladi 2023).

PM ₁₀ ¹		PM _{2,5} ¹		O ₃		NO ₂		SO ₂	
Institucija / izračun in kakovost zraka		Institucija / izračun in kakovost zraka		Institucija / izračun in kakovost zraka		Institucija / izračun in kakovost zraka		Institucija / izračun in kakovost zraka	
EEA / 24-urno drseče povprečje	ARSO / 12-urno utruženo povprečje	EEA / 24-urno drseče povprečje	ARSO / 12-urno utruženo povprečje	EEA / urna koncentracija	ARSO / urna koncentracija	EEA / urna koncentracija	ARSO / urna koncentracija	EEA / urna koncentracija	ARSO / urna koncentracija
0-20		0-10		0-50		0-40		0-100	
GOOD ²	≤ 40	GOOD*	≤ 20	GOOD*	≤ 100	GOOD*	≤ 100	GOOD*	≤ 200
20-40	DOBRA	10-20	DOBRA	50-100	DOBRA	40-90	DOBRA	100-200	DOBRA
FAIR ²		FAIR		FAIR*		FAIR*		FAIR*	
40-50	41-75	20-25	21-40	100-130	101-180	90-120	101-200	200-350	201-350
MODERATE ²	MEJNA	MODERATE*	MEJNA	MODERATE*	MEJNA	MODERATE*	MEJNA	MODERATE*	MEJNA
50-100	76-100	25-50	41-80	130-240	181-240	120-230	201-400	350-500	351-500
POOR ²	SLABA	POOR	SLABA	POOR*	SLABA	POOR*	SLABA	POOR*	SLABA
100-150	> 100	50-75	> 80	240-380	> 240	230-340	> 400	500-750	> 500
VERY POOR ²	ZELO SLABA	VERY POOR*	ZELO SLABA	VERY POOR*	ZELO SLABA	VERY POOR*	ZELO SLABA	VERY POOR*	ZELO SLABA
150-1.200		75-800		380-800		340-1.000		750-1.250	
EXTREMELY POOR ²		EXTREMELY POOR*		EXTREMELY POOR*		EXTREMELY POOR*		EXTREMELY POOR*	

Legenda: EEA – angl. European Environment Agency; ARSO – Agencije RS za okolje.

¹ – Neposredna primerjava ni možna zaradi upoštevanja različnega povprečja.

², * – GOOD (= dobra), FAIR (= primerna), MODERATE (= zmerna), POOR (= slaba), VERY POOR (= zelo slaba), EXTREMELY POOR (= izredno slaba);

Odebeljene vrednosti – odstopanja v razredih; poševne številke – odstopanja v ravneh med slovenskim in evropskim indeksom kakovosti zraka.

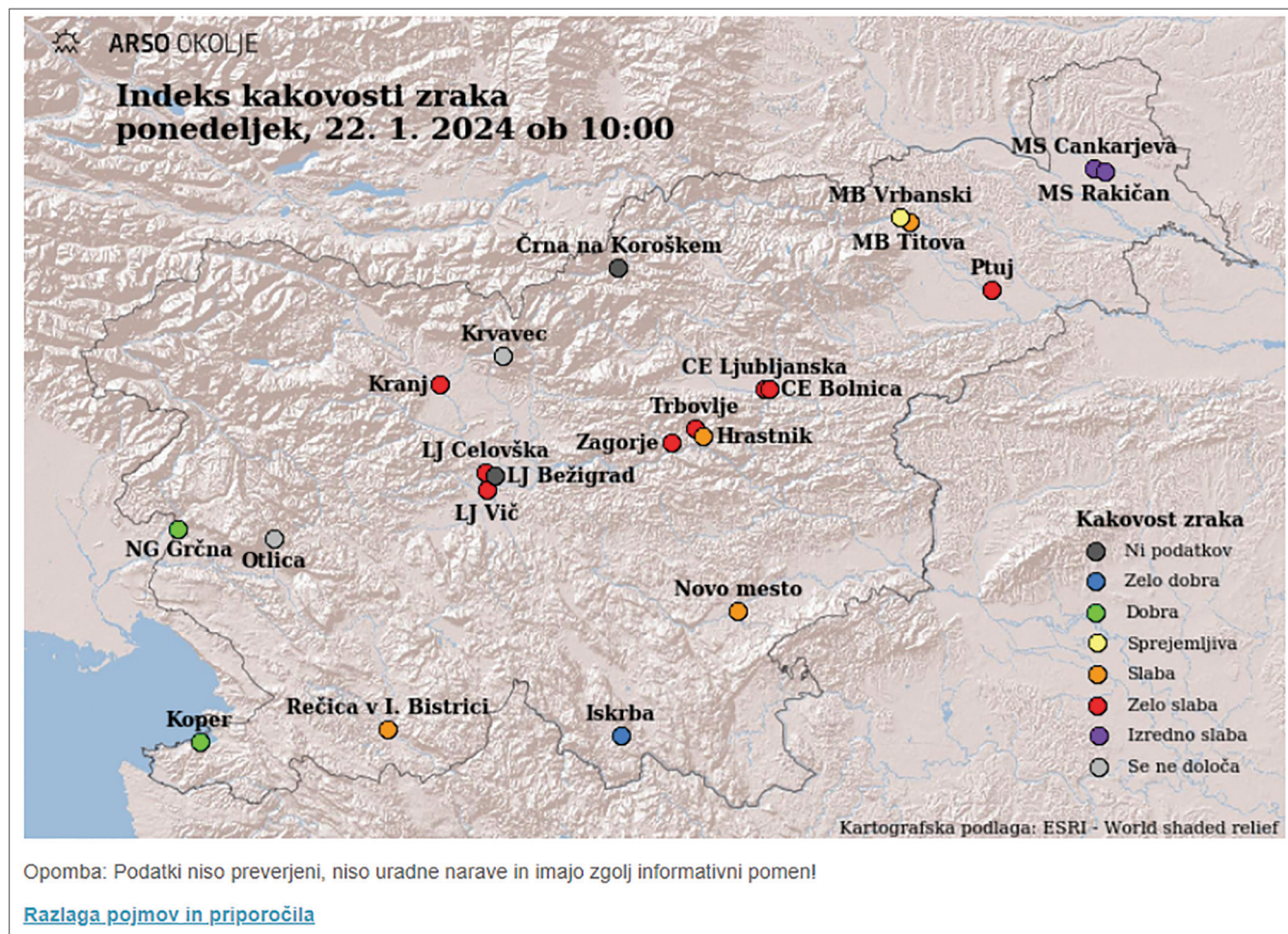
3.2 Trenutni slovenski indeks kakovosti zraka in uporaba

Po večletnih prizadevanjih strokovnjakov z obeh v prejšnji točki omenjenih institucij se od aprila 2023 na spletni strani ARSO objavlja posodobljen in z evropskim indeksom poenoten AQI (23), ki je prikazan na zajemu zaslona (Slika 3). AQI se izračuna na podlagi podatkov stalnih avtomatskih merilnih postaj v okviru Državne merilne mreže za spremljanje kakovosti zraka, v nadaljevanju DMKZ, po metodologiji EEA za 5 onesnaževal: delci PM_{10} , $PM_{2,5}$, NO_2 , SO_2 in O_3 . Na podlagi tega se izračunane vrednosti razvrstijo v 6 razredov: zelo dobra, dobra, sprejemljiva, slaba, zelo slaba in izredno slaba kakovost zraka, katerih imena so prevedena iz evropskega AQI (Tabela 1).

Slika 3 prikazuje interaktivno karto stalnih avtomatskih merilnih postaj DMKZ v Sloveniji, kjer stopnjo kakovosti zraka oziroma raven indeksa ponazarjajo barvne oznake. S klikom na posamezno merilno postajo se

odpre stran s podatki o onesnaženosti zraka na tej merilni postaji. Podatki se osvežujejo vsako uro. S klikom na povezavo Razlaga pojmov in priporočila se odpre stran s prikazom tabele posameznih razredov kakovosti oz. ravni indeksa in hkrati priporočila prebivalcem za ravnanje glede na trenutno stanje kakovosti zraka (Slika 4).

S prikazom AQI v okviru iste spletne strani, prikazane na Sliki 4, je uporabnikom, tako splošni kot strokovni javnosti, zelo olajšano spremljanje kakovosti zraka. Pomembno je, da ista spletna stran, poleg prikazanih podatkov, ljudem svetuje, da ves čas spremljajo in upoštevajo svoje počutje, kar je še posebej pomembno za ranljive skupine, katerim se prilagojeno vedenje svetuje pri manjši onesnaženosti zraka, kot to velja za splošno populacijo. Tako se lahko v vsakem trenutku na osnovi priporočil odločajo o ustreznem ravnanju za zaščito svojega zdravja. Kot je razvidno s Slike 4, je zagotovljena tudi povezava na spletno stran NIJZ, kjer sta objavljena prej omenjena splošna dokumenta o vplivih onesnaženega



Slika 3: Prikaz slovenskega indeksa kakovosti zraka. Povzeto po spletni strani Agencije RS za okolje, ARSO (23).

Indeks kakovosti zraka - razlaga pojmov in priporočila

Indeks kakovosti zraka se izračunava na podlagi ravni onesnaženosti s petimi onesnaževali: delci PM₁₀, PM_{2,5}, NO₂, SO₂ in O₃. Za vsako onesnaževalo se po metodologiji Evropske okoljske agencije, kot to prikazuje spodnja preglednica, vsako uro določi indeks oziroma razred kakovosti zraka. Možni razredi so: zelo dobra, dobra, sprejemljiva, slaba, zelo slaba in izredno slaba kakovost zraka. Skupni indeks določa onesnaževalo uvrščeno v razred z najslabšo kakovostjo zraka. Za O₃, NO₂ in SO₂ se pri izračunu upoštevajo zadnje urne ravni onesnaževal, v primeru delcev PM₁₀ in PM_{2,5} pa 24 urno drseče povprečje.

Pričakujemo, da bo v zimskem obdobju indeks kakovosti zraka praviloma določala raven delcev, poleti pa raven ozona. Ker na vseh merilnih mestih ne izvajamo meritev vseh onesnaževal, se kakovost zraka pozimi prikazuje samo za merilna mesta, kjer so na voljo meritve delcev, poleti pa za merilna mesta, kjer potekajo meritve ozona.

Indeks kakovosti zraka

Indeks kakovosti zraka je izračunan na osnovi ravni onesnaževal v µg/m³

Onesnaževalo/Kakovost zraka	● Zelo dobra	● Dobra	● Sprejemljiva	● Slaba	● Zelo slaba	● Izredno slaba
Delci, manjši od 2,5 µm (PM _{2,5})	0–10	10–20	20–25	25–50	50–75	75–800
Delci, manjši od 10 µm (PM ₁₀)	0–20	20–40	40–50	50–100	100–150	150–1.200
Dušikov dioksid (NO ₂)	0–40	40–90	90–120	120–230	230–340	340–1.000
Ozon (O ₃)	0–50	50–100	100–130	130–240	240–380	380–800
Žveplov dioksid (SO ₂)	0–100	100–200	200–350	350–500	500–750	750–1.250

Priporočila za ravnanje glede na Indeks kakovosti zraka, povzeto po EEA (EAQI)

Kakovost zraka	PRIPOROČILA ZA SPLOŠNO POPULACIJO	PRIPOROČILA ZA RANLJIVE SKUPINE**
Zelo dobra ●	Kakovost zraka je zelo dobra. Uživajte v svojih običajnih dejavnostih na prostem.	Kakovost zraka je zelo dobra. Uživajte v svojih običajnih dejavnostih na prostem.
Dobra ●	Uživajte v svojih običajnih dejavnostih na prostem.	Uživajte v svojih običajnih dejavnostih na prostem.
Sprejemljiva ●	Uživajte v svojih običajnih dejavnostih na prostem.	Razmislite o zmanjšanju intenzivnih dejavnosti na prostem, če občutite simptome.
Slaba ●	Razmislite o zmanjšanju intenzivnih dejavnosti na prostem, če občutite simptome, kot so vnete oči, kašelj ali vneta grlo.	Razmislite o zmanjšanju telesne dejavnosti, zlasti na prostem, še posebej, če občutite simptome.
Zelo slaba ●	Razmislite o zmanjšanju intenzivnih dejavnosti na prostem, če občutite simptome, kot so vnete oči, kašelj ali vneta grlo.	Zmanjšajte telesno dejavnost, zlasti na prostem, še posebej, če občutite simptome.
Izredno slaba ●	Zmanjšajte telesno dejavnost na prostem.	Izogibajte se telesni dejavnosti na prostem.

**Ranljive skupine: odrasli in otroci s težavami oziroma z boleznimi dihal ter odrasli z boleznimi obtočil

[Priporočila za prebivalce ob povišanih ravneh delcev](#)

[Priporočila za prebivalce ob povišanih ravneh ozona](#)

[Indeks kakovosti zraka Evropske okoljske agencije](#)

Slika 4: Prikaz razlage pojmov slovenskega indeksa kakovosti zraka. Povzeto po spletni strani Agencije RS za okolje, ARSO (23).

zunanjega zraka na zdravje (29,30). Oba dokumenta se vsako leto sproti posodobita in sta namenjena zainteresiranim posameznikom in strokovni javnosti za podrobnejšo seznanjanje z nekaterimi dejstvi na področju onesnaženosti zunanjega zraka in vplivov na zdravje.

Od septembra 2023 so na spletni strani ARSO pričeli tudi objavljati modelske napovedi indeksa kakovosti zraka za 2 dni vnaprej, kar omogoča javnosti ustrezno načrtovanje dejavnosti na prostem glede na pričakovano stopnjo kakovosti zraka (31). Do AQI za Slovenijo (in vse druge države v EU) je možno dostopati tudi s pomočjo prej omenjene aplikacije »European Air Quality Indeks«, ki jo je možno brezplačno naložiti na »pametni

telefon«, žal pa tam prikaz AQI ni dostopen v slovenskem jeziku.

4 Zaključek

V javnozdravstvenem kontekstu je za zmanjševanje bremena bolezni in preprečevanje zgodnje umrljivosti, povezane z onesnaženostjo zunanjega zraka (in okolja nasploh), med drugim zelo pomembno prizadevanje za odpravo, preprečevanje ali zmanjševanje izpostavljenosti neposrednim dejavnikom tveganja, v tem primeru onesnaževalom zunanjega zraka. Za to si med drugim prizadevajo predvsem javne institucije oz. državne agencije

s pomočjo indeksa kakovosti zraka, AQI. AQI je eno ključnih orodij za populacijski pristop s ciljem izboljšati zdravje prebivalstva in razumevanje pomena spremljati stanje kakovosti zraka. Osnovno sporočilo AQI je, da se z naraščanjem onesnaženosti zunanjega zraka indeks povečuje, s tem pa tudi tveganje za javno zdravje, kar se prikazuje z barvno lestvico.

Slovenija je pred kratkim prevzela poenoteni evropski AQI, ki prebivalcem pomaga spremljati kakovost zraka tam, kjer se trenutno nahajajo. Z enotnim AQI s priporočili za ravnanje prebivalcev na področju celotne EU se tako tudi v Sloveniji bolj približujemo uporabnikom, ki tako lažje razumejo in zato lahko tudi primerjajo izpostavljenost onesnaženemu zraku v različnih državah. Tako se lahko v vsakem trenutku informativno odločajo o ustreznem ravnanju za zaščito svojega zdravja, kjer koli se tedaj nahajajo. Na voljo je tudi spletna aplikacija za prikaz evropskega AQI za mobilne naprave

z operacijskim sistemom Android ali iOS s prikazom ustrezno urejenih sprotih podatkov za celotno Evropo, vendar le v angleškem jeziku.

AQI je poleg tega, da gre za pripomoček vsakdanjega življenja, primeren pripomoček tudi na strokovnem področju. Zdravnikom in drugim zdravstvenim delavcem omogoča enostavno spremljanje stanja trenutne (ali napovedane) kakovosti zraka. Tako so lahko bolj pozorni na učinke onesnaženega zraka pri svojih, zlasti ranljivih bolnikih in jim lahko dodatno svetujejo glede samozaščitnega ravnanja. Lokalnim oblastem in ostalim odločevalcem pa lahko AQI pomaga pri odločitvah za sprejem ukrepov za zmanjšanje onesnaževanja zunanjega zraka na lokalni ravni.

Izjava o navzkrižju interesov

Avtorji nimamo navzkrižja interesov.

Literatura

- Ritchie H. Air Pollution. Our World in Data. Oxford: Oxford Martin School; 2013 [cited 2023 Feb 3]. Available from: <https://ourworldindata.org/air-pollution>.
- World Health Organization. Air quality, key facts. Geneva: WHO; 2023 [cited 2023 Jun 22]. Available from: <https://www.who.int/europe/news-room/fact-sheets/item/air-quality>.
- World Health Organization. WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Geneva: WHO; 2023 [cited 2023 Feb 3]. Available from: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329>.
- Eze IC, Schaffner E, Fischer E, Schikowski T, Adam M, Imboden M, et al. Long-term air pollution exposure and diabetes in a population-based Swiss cohort. *Environ Int.* 2014 Sep;70:95–105. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2014.05.014> PMID: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24912113>
- Kelishadi R, Poursafa P. Air pollution and non-respiratory health hazards for children. *Arch Med Sci.* 2010 Aug;6(4):483–95. DOI: [10.5114/aoms.2010.14458](https://doi.org/10.5114/aoms.2010.14458) PMID: [22371790](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22371790)
- Manisalidis I, Stavropoulou E, Stavropoulos A, Bezirtzoglou E. Environmental and Health Impacts of Air Pollution: A Review. *Front Public Health.* 2020 Feb;8:14. DOI: [10.3389/fpubh.2020.00014](https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.00014) PMID: [32154200](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32154200)
- Agencija RS za okolje. Kakovost zraka-letna poročila. Ljubljana: ARSO; 2023 [cited 2023 Jul 13]. Available from: http://rte.arso.gov.si/zrak/kakovost%20zraka/poro%4c8dila%20in%20publikacije/kakovost_letna.html.
- The European Environment Agency. Air quality in Europe 2022. Report no. 05/2022. Copenhagen: EEA; 2022 [cited 2023 Jul 13]. Available from: <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2022>.
- European Parliament, Council of the European Union. Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe. Copenhagen: Council of the EU; 2022 [cited 2023 Jul 13]. Available from: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A32008L0050>.
- Uradni list Republike Slovenije. Uredba o kakovosti zunanjega zraka (Uradni list RS, št. 9/11, 8/15, 66/18 in 44/22 – ZVO-2). Ljubljana: UL RS; 2022 [cited 2023 Jul 13]. Available from: <https://pisrs.si/pregledPredpisa?id=URED5493>.
- Carli T, Otorepec P, Turšič J, Gabrijelčič Blenkuš M, Kukec A. Onesnaženost zunanjega zraka kot kontinuiran javnozdravstveni izziv. *Javno zdravje* 2021; 7: 1–9. DOI: [10.26318/JZ-2021-7](https://doi.org/10.26318/JZ-2021-7)
- The U. S. Environmental Protection Agency. Technical Assistance Document for the Reporting of Daily Air Quality – the Air Quality Index (AQI). EPA 454/B-18-007. Research Triangle Park: Office of Air Quality Planning and Standards; 2018 [cited 2023 Feb 3]. Available from: <https://www.airnow.gov/sites/default/files/2020-05/aqi-technical-assistance-document-sept2018.pdf>.
- European Commission. Proposal for a revision of the Ambient Air Quality Directives. Bruxelles: EC; 2022 [cited 2023 Jul 13]. Available from: https://environment.ec.europa.eu/publications/revision-eu-ambient-air-quality-legislation_en.
- Agencija RS za okolje. Program ocenjevanja kakovosti zraka za obdobje 2022-2024. Ljubljana: ARSO; 2022 [cited 2023 Jul 13]. Available from: <https://www.arso.gov.si/zrak/kakovost%20zraka/ocenjevanje%20kakovosti/Program%20ocenjevanja%20kakovosti%20zraka%202022-2024.pdf>.
- Suman. Air quality indices: A review of methods to interpret air quality status. *Mater Today Proc.* 2021;34(3):863–8. DOI: [10.1016/j.matpr.2020.07.141](https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.07.141)
- Salvador S, Salvador E. Air Quality Index (AQI). Presented at the Air Quality Communication Workshop. San Salvador: Acuerdo de cooperacion Usaid - CCAD; 2012 [cited 2023 Jul 13]. Available from: <https://www.epa.gov/sites/default/files/2014-05/documents/zell-aqi.pdf>.
- CITEAIR - Common Information to European Air; project Interreg IIIC. Bruxelles: European Parliament; 2016 [cited 2016 May 7]. Available from: https://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2004_2009/documents/dv/citeair/_citeair_en.pdf.
- Kanchan Gorai AK, Goyal PA. A Review on Air Quality Indexing System. *Asian J Atmos Environ.* 2015;9(2):101–13.
- Wu Y, Zhang L, Wang J, Mou Y. Communicating Air Quality Index Information: Effects of Different Styles on Individuals' Risk Perception and Precaution Intention. *Int J Environ Res Public Health.* 2021 Oct;18(19):10542. DOI: [10.3390/ijerph181910542](https://doi.org/10.3390/ijerph181910542) PMID: [34639842](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34639842)

20. Cromar K, Lazrak N. Risk communication of ambient air pollution in the WHO European Region: review of air quality indexes and lessons learned. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2023 [cited 2023 Feb 3]. Available from: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/365787/WHO-EURO-2023-6885-46651-67825-eng.pdf>.
21. European Topic Centre on Air and Climate Change. Indicators on Urban Air Quality - A review of current methodologies. ETC/ACC Technical Paper 2009/8. Geneva: EEA; 2023 [cited 2023 Feb 3]. Available from: https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-atni/products/etc-atni-reports/etcacc_tp_2009_8_urbanaqindicators.
22. The European Environment Agency. The European Air Quality Index. Geneva: EEA; 2021 [cited 2021 Nov 18]. Available from: <https://www.eea.europa.eu/themes/air/air-quality-index>.
23. Agencija RS za okolje. Kakovost zraka, indeks kakovosti zunanjega zraka. Ljubljana: Agencija RS za okolje; 2023 [cited 2023 Feb 3]. Available from: http://rte.arso.gov.si/zrak/kakovost%20zraka/podatki/amp/razlaga_pojmov.html.
24. Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS). The European Air Quality Index. Bruxelles: CAMS; 2023 [cited 2023 Feb 3]. Available from: <https://atmosphere.copernicus.eu/>.
25. World Health Organization. Regional Office for Europe. Health risks of air pollution in Europe – HRAPIE project. Copenhagen: WHO; 2023 [cited 2016 May 7]. Available from: https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0006/238956/Health_risks_air_pollution_HRAPIE_project.pdf.
26. The U. S. Environmental Protection Agency. National Ambient Air Quality Standards (NAAQS) for PM. Federal Register/Vol. 88, No. 18/2023. Proposed Rules. USA: U. S. EPA; 2023 [cited 2023 Jan 31]. Available from: <https://www.epa.gov/pm-pollution/national-ambient-air-quality-standards-naaqs-pm>.
27. Son JY, Bell ML. The relationships between short-term exposure to particulate matter and mortality in Korea: Impact of particulate matter exposure metrics for sub-daily exposures. *Environ Res Lett.* 2013;8:014015. DOI: [10.1088/1748-9326/8/1/014015](https://doi.org/10.1088/1748-9326/8/1/014015) PMID: [25580157](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25580157/)
28. The Environmental Protection Agency Ireland. Wexford: EPA IE; 2016 [cited 2016 May 7]. Available from: <https://airquality.ie/>.
29. Nacionalni inštitut za javno zdravje. Povišane ravni delcev PM₁₀ v zraku – priporočila za prebivalce. Ljubljana: NIJZ; 2021 [cited 2023 Feb 3]. Available from: <https://nijz.si/moje-okolje/zrak/povisane-ravni-delcev-pm10-v-zraku-priporocila-za-prebivalce/>.
30. Nacionalni inštitut za javno zdravje. Povišane koncentracije troposferskega ozona – priporočila za prebivalce. Ljubljana: NIJZ; 2021 [cited 2023 Feb 3]. Available from: <https://nijz.si/moje-okolje/zrak/povisane-koncentracije-troposferskega-ozona-priporocila-za-prebivalce/>.
31. Agencija RS za okolje. Modelska napoved indeksa kakovosti zraka (CAMx). Ljubljana: ARSO; 2021 [cited 2023 Oct 30]. Available from: http://www.arso.gov.si/zrak/kakovost%20zraka/podatki/kakovost_indeks.html.