

3. DETERMINANTE ZDRAVJA- DEJAVNIKI TVEGANJA





3.7.2. ONESNAŽENOST ZRAKA – OZON

V letu 2023 so bile letne ravni ozona na večini merilnih mest podobne kot letu 2022. Alarmna vrednost ni bila presežena na nobenem merilnem mestu. Opozorilna vrednost je bila presežena šestnajstkrat na merilnem mestu Koper, enajstkrat na merilnem mestu Otlica in štirikrat na merilnem mestu Nova Gorica. Ciljna vrednost je bila presežena na vseh merilnih mestih. Dovoljeno število preseganj (25) ciljne vrednosti za varovanje zdravja ljudi je bilo preseženo na merilnih mestih Nova Gorica, Koper, Otlica, Krvavec in Ljubljana Bežigrad.

Državno mrežo za spremljanje kakovosti zraka (DMKZ) upravlja Agencija Republike Slovenije za okolje (ARSO). V letu 2023 se je onesnaženost zraka z ozonom spremljalo na 11 merilnih mestih DMKZ in 5 merilnih mestih dopolnilne merilne mreže.

Povprečne letne ravni ozona v Sloveniji v zadnjih letih ne kažejo izrazitega trenda. Razlike v posameznih letih so posledice vremenskih razmer. Povprečne letne ravni so bile najvišje na merilnem mestu na Krvavcu in Otlici, kar je značilno za višje ležeča merilna mesta.

Onesnaženost zraka z ozonom je največja na Primorskem (merilna mesta Nova Gorica, Otlica, Koper), predvsem zaradi vpliva ugodnih vremenskih razmer in transporta onesnaženega zraka iz Italije. Povišane ravni ozona so značilne za vroče dni, ko so temperature dlje časa nad 30 °C. Na prometnih merilnih mestih so ravni ozona nižje, ker ta hitro reagira z dušikovim oksidom iz izpušnih plinov.

Kratkoročna (nekaj ur ali dni) ali dolgoročna (več mesecev ali let) izpostavljenost ljudi ozonu lahko povzroči številne škodljive strukturne, funkcionalne in biokemijske spremembe v dihalnem sistemu, ki so povezane z zmanjšanjem pljučne funkcije, povečanjem odzivnosti dihal, oslabitvijo obrambnega mehanizma dihal in poslabšanjem astme. Novejša raziskava so pokazale tudi sistemske škodljive učinke ozona, med drugim vplive na delovanje srca, razvoj ateroskleroze, zaradi učinka kopičenja pa tudi vpliv na večjo obolevnost in umrljivost zaradi bolezni dihal in srčno žilnih bolezni.

V trenutno veljavni zakonodaji (Uredba o kakovosti zunanjega zraka Ur. list RS, št. 9/11, 8/15, 66/18 in 44/22) je za varovanje zdravja ljudi predpisana ciljna

vrednost (največja dnevna 8-urna srednja vrednost) 120 µg/m³, ki je lahko presežena največ petindvajsetkrat v koledarskem letu, pri čemer se za izračun upošteva povprečje zadnjih treh let. Ciljna vrednost (CV) je bila v letu 2023 presežena na vseh merilnih mestih. Na merilnih mestih Nova Gorica, Koper, Otlica in Krvavec je bilo več kot 25 preseganj CV.

Za varovanje zdravja ljudi sta predpisani tudi urna opozorilna (180 µg/m³) in alarmna vrednost (240 µg/m³). Opozorilna vrednost je bila v letu 2023 presežena na merilnem mestu Koper (16-krat), na merilnem mestu Otlica (11-krat) in na merilnem mestu Nova Gorica (4-krat). Alarmna vrednost v letu 2023 ni bila presežena. Tudi sicer je v Sloveniji alarmna vrednost za ozon presežena le izjemoma.

Od decembra 2024 v Evropski uniji velja nova Direktiva Evropskega parlamenta in Sveta o kakovosti zunanjega zraka in čistejšem zraku za Evropo, ki za ključna onesnaževala v zraku, tudi za ozon, predpisuje nižje še dopustne vrednosti. Z njimi se približuje mejnim vrednostim, ki so navedene v Smernicah Svetovne zdravstvene organizacije. Države članice morajo novo direktivo prenesti v svoj pravni red v dveh letih.

Za oceno izpostavljenosti in vplivov ozona na zdravje se uporablja kazalec izpostavljenosti SOMO₃₅. V zadnjem drsečem triletnem povprečju (2021-2023) je bila vrednost kazalca SOMO₃₅ največja na Krvavcu, kjer so zaradi višje lege in ostalih posebnosti lokacije ravni ozona praviloma najvišje. Večje vrednosti kazalca SOMO₃₅ so izračunane tudi na merilnem mestu Otlica z značilnostmi lokacije na višji legi in podeželskega ozadja primorskega območja (SIP) ter na poseljenih območjih na merilnih mestih Koper in Nova Gorica.



3.7.2. Tabela 1: *Osnovni parametri za ozon po merilnih mestih DMKZ in dopolnilne merilne mreže, Slovenija, 2023*

Merilno mesto		Nadmorska	% veljavnih	Leto	1-urna raven O ₃ v µg/m ³			dnevna 8-urna srednja vrednost O ₃ v µg/m ³	
		višina (m)	podatkov		Cp	MAX	>OV	>AV	MAX
Merilna mreža DMKZ	Ljubljana - Bežigrad	299	100	46	169	-	-	160	20
	Maribor - Vrbanski	280	99	51	161	-	-	150	9
	Celje - bolnica	240	100	44	152	-	-	143	11
	Murska Sobota - Rakičan	188	99	48	146	-	-	142	12
	Nova Gorica - Grčna	113	99	51	190	4	-	178	37
	Zagorje	241	100	41	150	-	-	142	7
	Novo mesto	214	100	45	154	-	-	144	5
	Koper	56	100	72	202	16	-	192	57
	Otlica	918	99	87	196	11	-	180	54
	Iskrba	540	100	52	142	-	-	132	10
	Krvavec	1.740	100	92	160	-	-	148	50
Dopolnilna merilna mreža	EIS-TE Šoštanj								
	Zavodnje	765	98	76	154	-	-	142	18
	Velenje	389	100	49	153	-	-	141	11
	EIS TE Brestanica								
	Sv. Mohor	390	99	67	149	-	-	143	8
	MO Maribor								
	Pohorje	725	98	75	134	-	-	131	3
Tezno	265	99	45	141	-	-	136	4	

Cp – povprečna letna raven

>AV – število preseganj alarmne vrednosti

>CV – število prekoračitev ciljne vrednosti

>OV – število preseganj opozorilne vrednosti

Viri: ARSO.

V letu 2023 so bile urne ravni ozona:

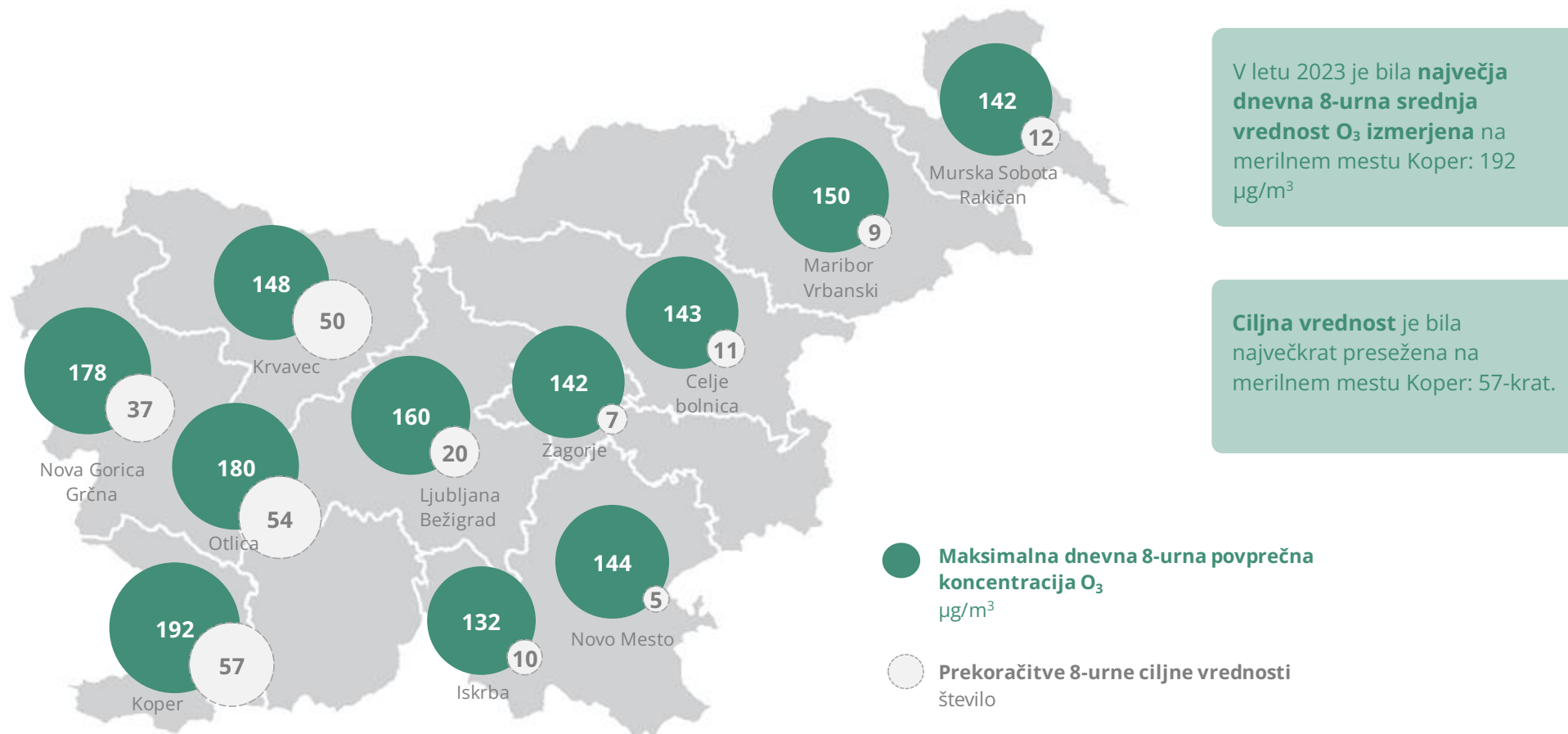
- **najnižje** na merilnem mestu Pohorje (134 µg/m³),

- **najvišje** pa na merilnem mestu Koper (202 µg/m³).

Najvišja povprečna letna raven ozona, 92 µg/m³, je bila izmerjena na Krvavcu.



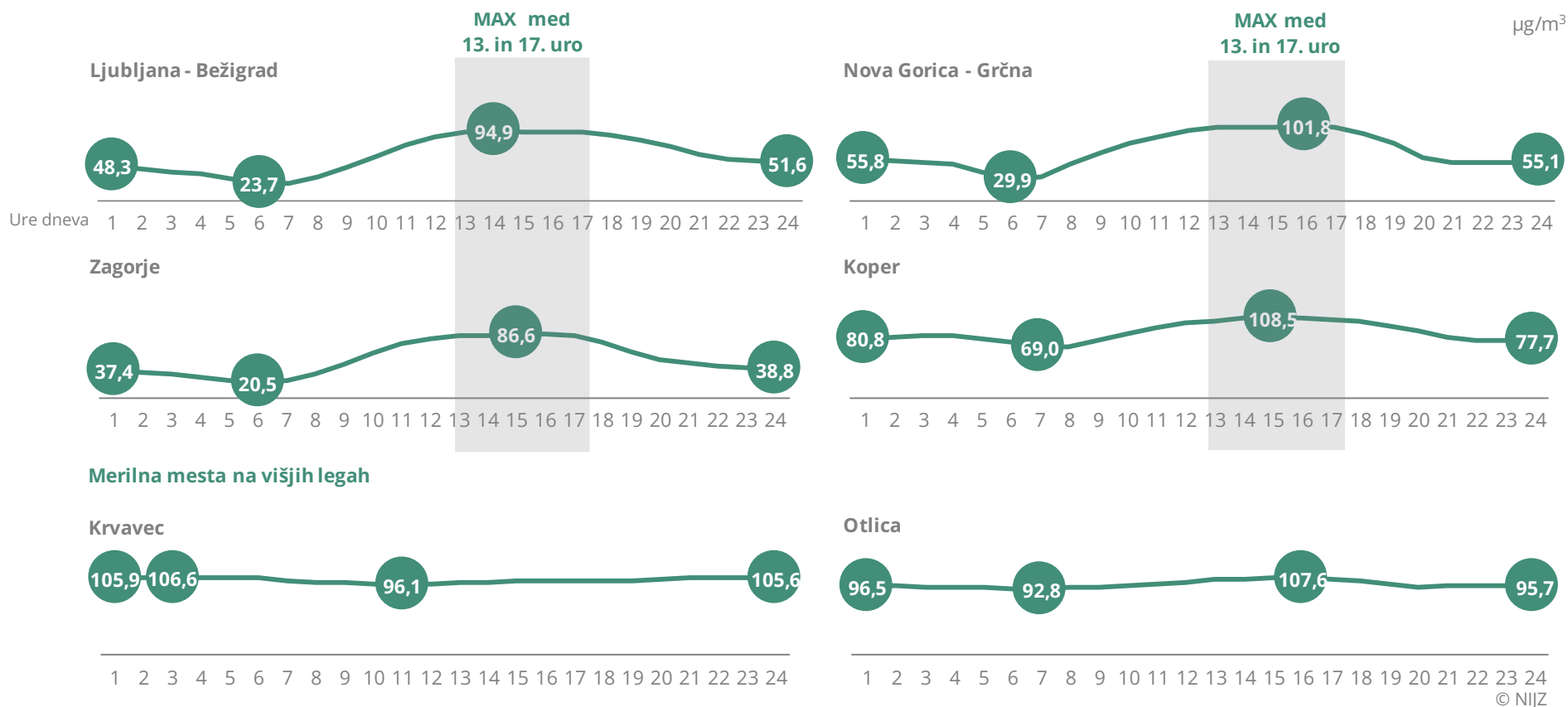
3.7.2. Slika 1: **Največja dnevna 8-urna srednja vrednost O₃ in število prekoračitev ciljne vrednosti po merilnih mestih DMKZ, Slovenija, 2023**



Viri: ARSO.



3.7.2. Slika 2: Dnevni hod ozona na nekaterih merilnih mestih DMKZ, Slovenija, april - september 2023



Viri: ARSO.

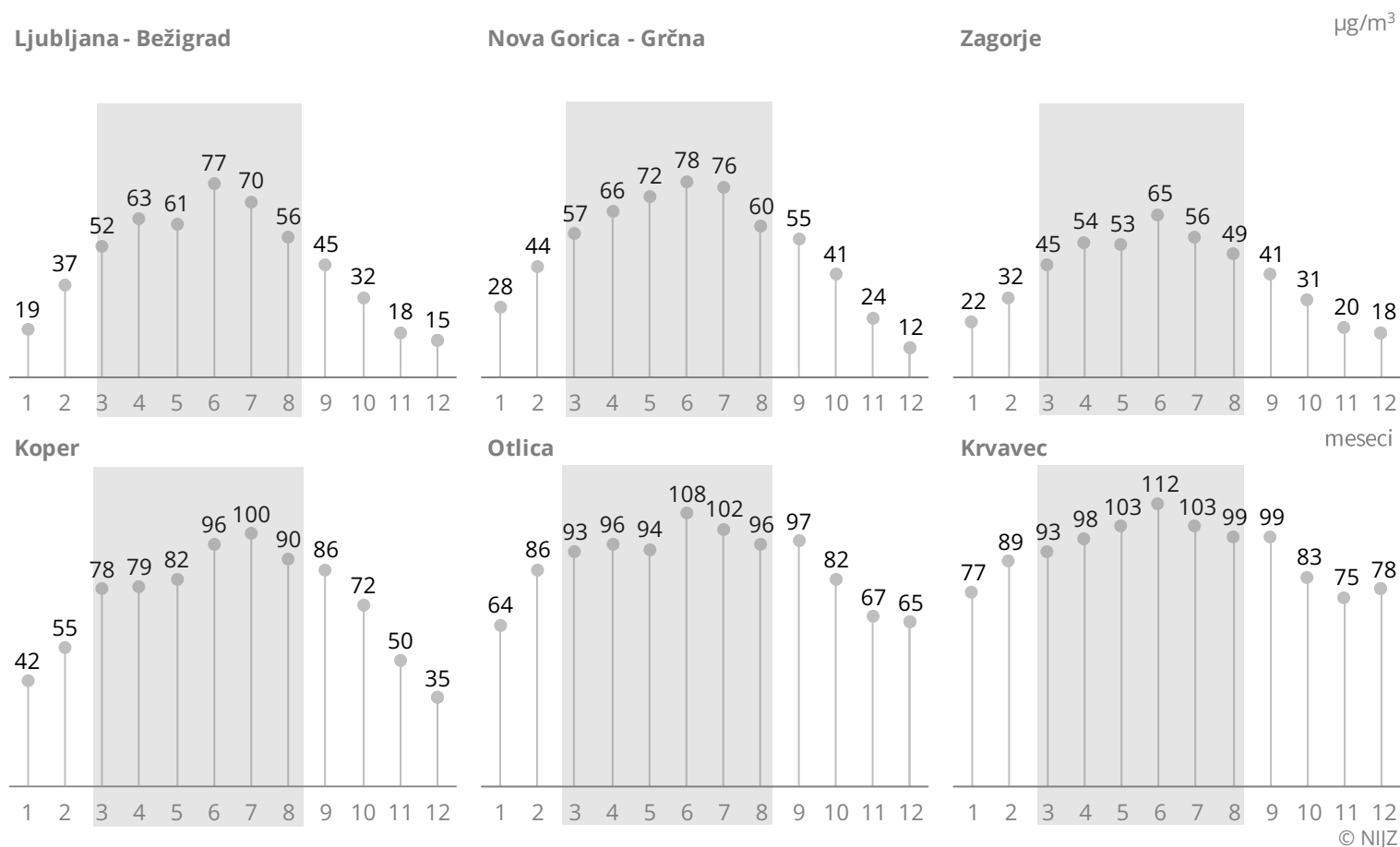
Na merilnih mestih na nižjih nadmorskih legah nastopi izrazit maksimum med 13. in 17. uro, ko je sončno obsevanje močno in so temperature zraka najvišje.

Na merilnih mestih na višjih legah ter na ruralnih območjih, npr. na Krvavcu (1.740 m nadmorske višine) in na Otlici (918 m nadmorske

višine) so ravni ozona praviloma višje, dnevni hod pa je precej manj izrazit. To je sicer značilno za vsa merilna mesta z višjo nadmorsko višino z odprtim reliefom in značilnostmi prostega ozračja, kjer je neposredni vpliv predhodnikov ozona manjši, hkrati pa je sevanje sonca močnejše.



3.7.2. Slika 3: **Letni hod ozona** na nekaterih merilnih mestih DMKZ, Slovenija, 2023



Višje ravni OZONA v toplejših mesecih.

V letu 2023 so bile ravni ozona na večini merilnih mest najvišje **junija in julija**.

Viri: ARSO.

Onesnaženost zraka z ozonom ima značilen letni hod. Zaradi ugodnejših pogojev za nastanek ozona (vpliv sončnega obsevanja in višjih temperatur zraka na kemijske reakcije, pri katerih nastaja) so ravni ozona poleti precej višje kot pozimi.



3.7.2. Tabela 2: **Število preseganj urne opozorilne vrednosti za ozon po merilnih mestih mreže DMKZ, Slovenija, 2014–2023**

Merilno mesto	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Ljubljana Bežigrad	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-
Celje - bolnica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Murska Sobota - Rakičan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nova Gorica - Grčna	-	6	-	4	9	5	2	3	3	4
Zagorje	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Novo mesto ¹⁾	-	-	-	-	-	-	*	-	-	-
Koper	-	9	-	5	1	4	-	2	11	16
Otlica	-	-	-	15	3	25	-	-	7	11
Iskrba	-	-	-	-	-	-	*	-	-	-
Krvavec	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-

* Premalo veljavnih podatkov

¹⁾ Junija 2020 so na novo uvedene meritve ozona v Novem mestu, v letu 2021 pa prvič celoten niz meritev na tem merilnem mestu.

Viri: ARSO.

V obdobju 2014–2023 je bila opozorilna vrednost za ozon največkrat presežena na primorskem, na merilnih mestih:

- Otlica (skupaj 61 ur),
- Koper (skupaj 48 ur),
- Nova Gorica (skupaj 36 ur).

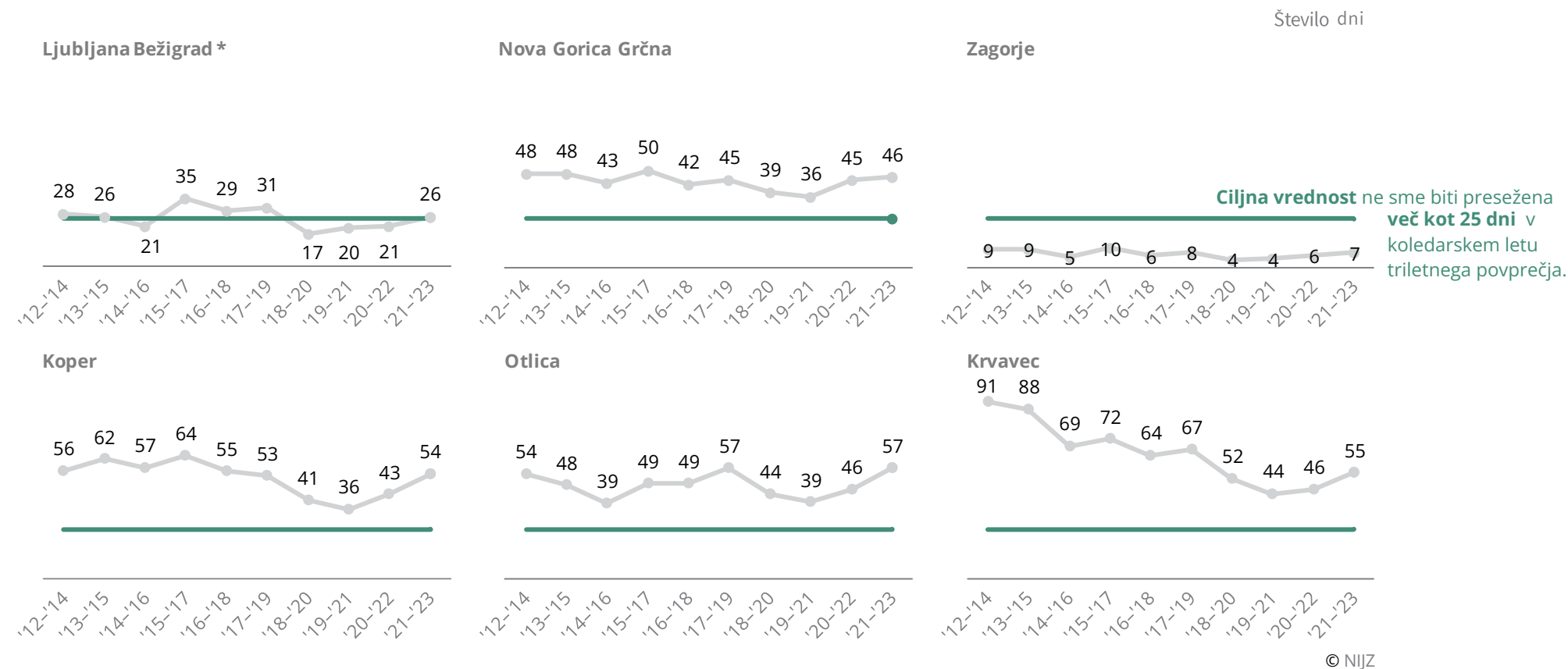
V posameznem letu je bila največkrat presežena na Otlici (25 ur leta 2019).

Največ preseganj opozorilne vrednosti v opazovanem obdobju je bilo v letih 2017, 2019 in 2023.

V letu 2023 je bilo 16 preseganj opozorilne urne vrednosti na merilnem mestu Koper, 11 preseganj na Otlici in 4 preseganja v Novi Gorici.



3.7.2. Slika 4: Število dni s preseženo ciljno vrednostjo za ozon v triletnem povprečju, na merilnih mestih DMKZ, triletna obdobja od 2012–2014 do 2021–2023



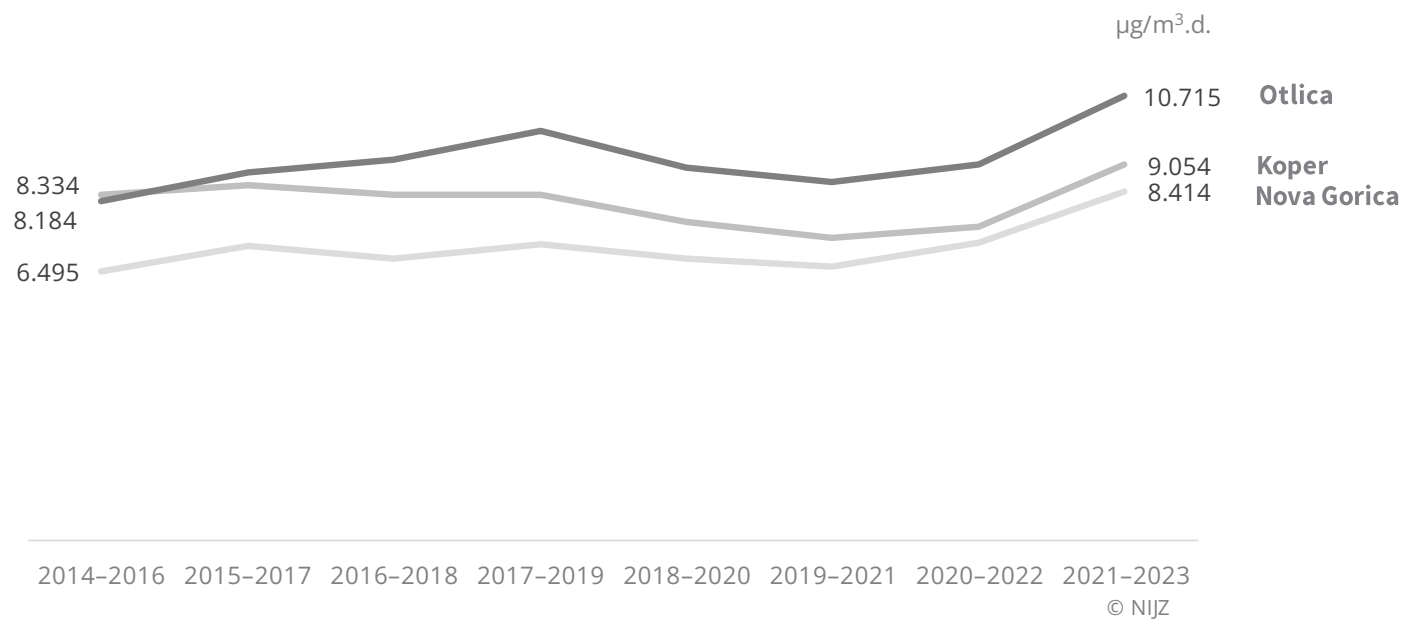
*) Podatki za leto 2022 so zaradi prevelikega izpada meritev informativnega značaja.
Viri: ARSO.

V zadnjem triletnem obdobju 2020–2023 je bilo dovoljeno število preseganj (25) ciljne vrednosti za ozon preseženo na vseh merilnih mestih DMKZ prikazanih na sliki 4, z izjemo na merilnem mestu Zagorje, ki je v neposrednem vplivnem območju izpustov iz prometa.

Ravni ozona so namreč na merilnih mestih, ki so izpostavljena prometu, praviloma manjše zaradi reakcije ozona z dušikovim oksidom v izpušnih plinih.



3.7.2. Slika 5: **Drseče triletno povprečje kazalca $SOMO_{35}$ na merilnih mestih Otlica, Koper in Nova Gorica, 2014–2023**



Viri: ARSO.

Kazalec $SOMO_{35}$ in trend vrednosti v obdobju 2014–2023 kaže, da se **onesnaženost zraka z ozonom zadnja triletna obdobja na vseh merilnih mestih povečuje.**

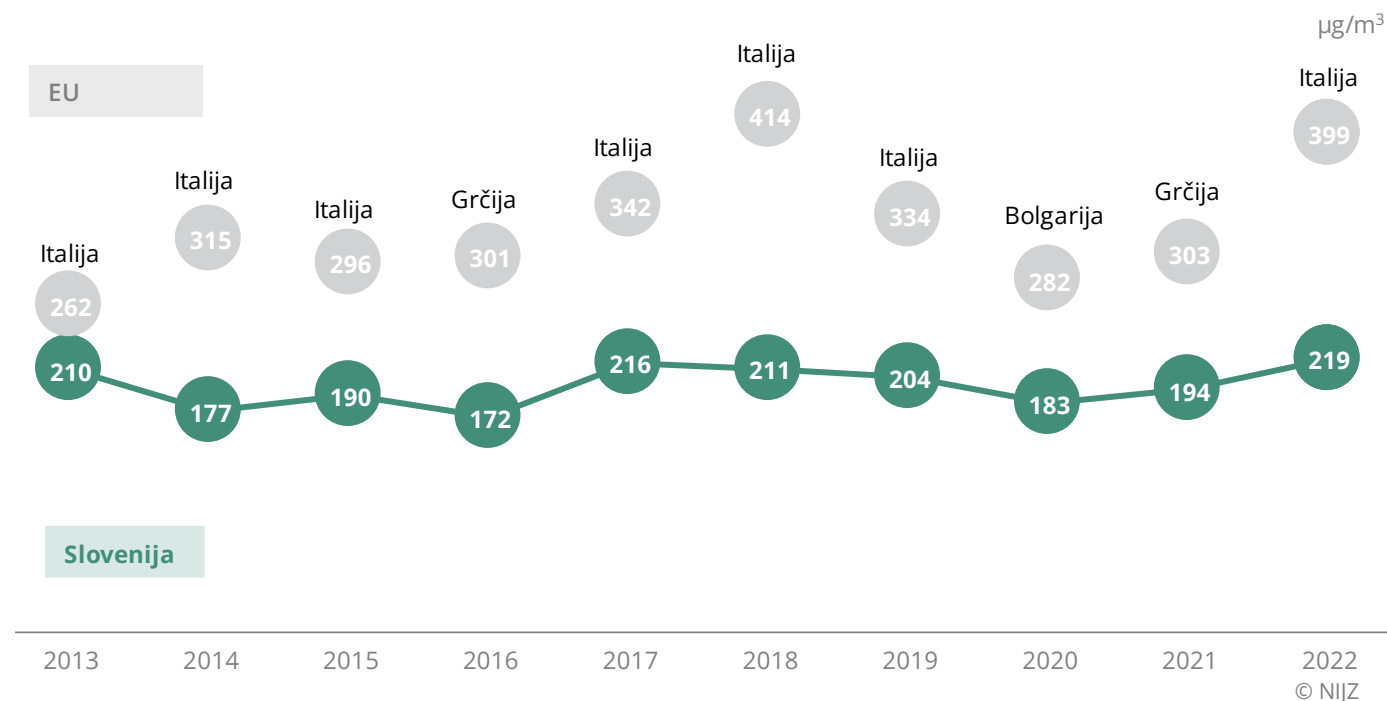
Največja drseča 3-letna vrednost kazalca $SOMO_{35}$:

- Otlica: 10.715 µg/m³.d. (v 3-letnem povprečju 2021–2023)
- Koper: 9.054 µg/m³.d. (v 3-letnem povprečju 2021–2023)
- Nova Gorica: 8.414 µg/m³.d. (v 3-letnem povprečju 2021–2023).



MEDNARODNE PRIMERJAVE

3.7.2. Slika 6: **Maksimalne urne ravni ozona**, Slovenija in EU, 2013–2022



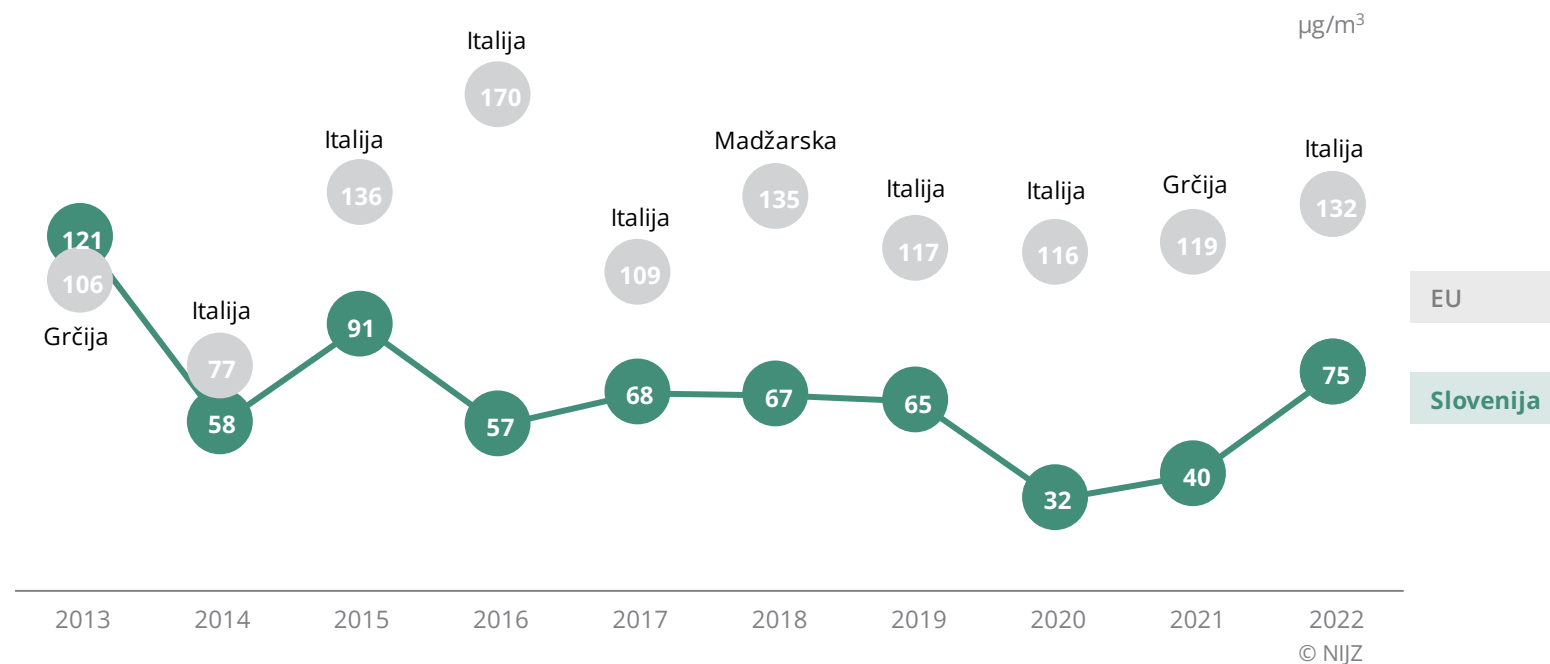
Viri: EEA, <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/aqereporting>, 9, 27. 11. 2024.

V obdobju 2013–2022 so se v Sloveniji maksimalne urne ravni ozona gibale med 172 µg/m³ (2016) in 219 µg/m³ (2022), v povprečju 198 µg/m³.

V istem obdobju so se drugod po Evropi maksimalne urne ravni ozona gibale med 262 µg/m³ (Italija, 2013) in 414 µg/m³ (Italija, 2018), v povprečju 325 µg/m³.



3.7.2. Slika 7: Število dni s preseženo ciljno vrednostjo za ozon, Slovenija in EU, 2013–2022



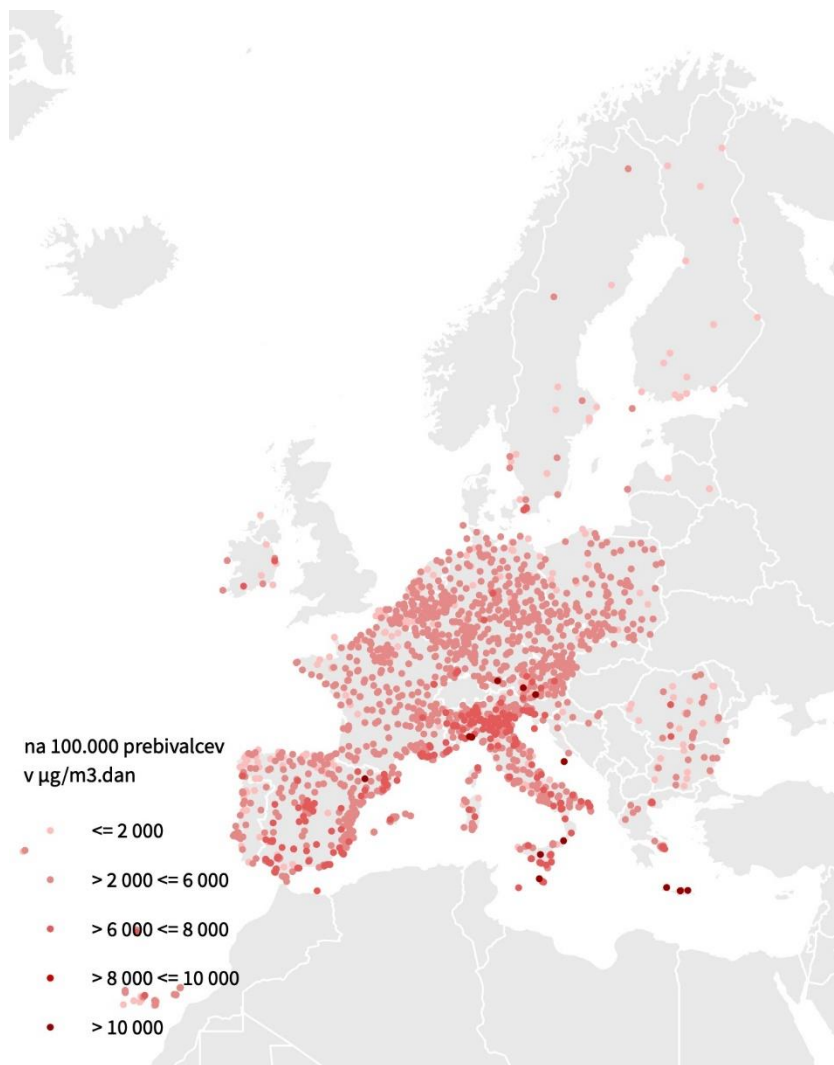
Viri: EEA, <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/aqereporting>, 9, 27. 11. 2024.

Slika prikazuje število dni s prekoračeno ciljno vrednostjo za ozon v Sloveniji v obdobju 2013–2022, in sicer v primerjavi s tisto državo v EU, ki je imela v posameznem letu zabeleženih največ dni s preseženo CV za ozon.

Poudariti velja, da je prikazana velika onesnaženost zraka z ozonom v Sloveniji tudi posledica relativno velikega deleža meritev na merilnem mestu Krvavec, kjer so koncentracije ozona praviloma večje.



3.7.2. Slika 8: **Kazalec izpostavljenosti SOMO₃₅**, države EU, EEC in države poročevalke EEA, 2022



Slika prikazuje izračunane vrednosti kazalca SOMO₃₅.

Vrednosti kazalca so večje **v državah južne Evrope** v primerjavi z državami v severnih območjih, kjer so vrednosti kazalca redko večje od 4.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{d}$.

Večje vrednosti se bolj pogosto kot v nižinah pojavljajo tudi **v goratih predelih južno od 50 stopinj geografske širine**.

Opomba: SOMO₃₅ je izražen kot populacijsko uravnotežena koncentracija v skladu z metodologijo ETC/ACM (2018) in tam navedenimi referencami, in ne samo na osnovi rezultatov meritev na merilnih mestih za spremljanje kakovosti zraka. Vrednost kazalca SOMO₃₅ je odvisna od meteoroloških in naravnih pogojev (nastanka ozona pri fotokemičnih reakcijah v atmosferi), od regionalnih značilnosti in reprezentativnosti lokacije merilne postaje, kjer se izvajajo meritve in od razpoložljivosti ostalih podatkov. Zato je smiseln prikaz drsečih 3-letnih povprečij vrednosti kazalca.

Viri: <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/maps-and-charts/air-quality-statistics-dashboards>, 29. 11. 2024.



DEFINICIJE

NAZIV	OKRAJŠAVA	DEFINICIJA	DODATNA POJASNILA	ANGL. IZRAZ
Alarmna vrednost	AV	Alarmna vrednost za ozon je $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ za enourno povprečje.	Alarmna vrednost je raven onesnaženosti, pri kateri je treba zagotoviti takojšnje ukrepe za varovanje zdravja ljudi in okolja. Alarmna vrednost se določi pri kritični ravni onesnaženosti, nad katero že kratkotrajna izpostavljenost pomeni tveganje za zdravje ljudi. Ob preseganju alarmne vrednosti je treba izdati opozorilo o preseganju in pričakovanem trajanju takšne situacije ter izvesti ustrezne ukrepe. Obvestila pripravi in izda ARSO. V obdobju povišanih ravni troposferskega ozona v zraku izda priporočila za prebivalce tudi NIJZ, in sicer običajno konec maja. Priporočila, ki so objavljena na spletni strani NIJZ, vsebujejo kratka navodila za prebivalce, kako naj ravna v dneh s povišanimi ravni ozona.	Alert treshold
Ciljna vrednost	CV	Ciljna vrednost za varovanje zdravja ljudi znaša $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$.	Izračuna se kot dnevna 8-urna drseča povprečna raven ozona za vsak dan na podlagi urnih povprečij, pri čemer je prvo osemurno tekoče povprečje v dnevu povprečje v času od 17. ure prejšnjega dne do vključno 1. ure tekočega dne in zadnje tekoče osemurno povprečje v času od 16. ure do vključno 24. ure tekočega dne. Pri izračunu se upošteva le 8-urna tekoča obdobja, ki imajo zabeleženih najmanj 6 povprečnih urnih ravni ozona. V koledarskem letu triletnega povprečja je lahko največ 25 dni s preseženo ciljno vrednostjo.	Target value
Dnevni hod ozona		Za dnevni hod ozona je značilno izrazito nihanje ravni ozona v dnevu.	Dnevni hod se prikaže z izračunanimi povprečnimi dnevnimi urnimi ravni ozona za vsako uro v dnevu (od 1. do 24. ure). Dnevni hod za posamezno leto vključuje 24 vrednosti ravni ozona.	Diurnal cycle
Državna merilna mreža za spremljanje kakovosti zraka	DMKZ	V DMKZ so vključena merilna mesta Ljubljana Bežigrad, Maribor Vrbanski pl., Celje, Murska Sobota – Rakičan, Nova Gorica, Koper, Zagorje, Novo mesto, Iskrba, Otlica, Kravavec (stalna merilna mesta).	Agencija RS za okolje (ARSO) v okviru državne mreže izvaja meritve kakovosti zunanjega zraka na različnih merilnih mestih po Sloveniji. Meritve izvajajo v skladu s predpisano zakonodajo, ki velja na področju kakovosti zunanjega zraka in je usklajena z evropsko zakonodajo. Namen meritev je pridobiti informacije o kakovosti zunanjega zraka in jih posredovati javnosti. Poleg meritev kakovosti zraka v državni mreži potekajo meritve tudi v dopolnilnih mrežah drugih izvajalcev. Vsi podatki so objavljeni dnevno in v letnih poročilih ARSO.	National measurement network for air quality monitoring



NAZIV	OKRAJŠAVA	DEFINICIJA	DODATNA POJASNILA	ANGL. IZRAZ
Kazalec izpostavljenosti ljudi ozonu	SOMO₃₅	Kazalec SOMO ₃₅ je merilo za kumulativno letno izpostavljenost prebivalcev ozonu.	Za oceno izpostavljenosti in vplivov ozona na zdravje se uporablja kazalec SOMO ₃₅ . Izračuna se kot vsota preseganj največje dnevne 8-urne drseče srednje koncentracije ozona nad 70 µg/m ³ (ali 35 ppb) za vsak dan v obdobju enega leta in predstavlja kumulativno letno izpostavljenost ozonu.	Sum of Ozone Means Over 35 ppb
Letni hod ozona		Letni hod ozona je značilno nihanje ravni ozona med letom.	Letni hod ozona se prikaže z izračunanimi povprečnimi mesečnimi urnimi ravnmi ozona vsakega meseca v letu. Letni hod ozona vključuje 12 vrednosti ravni ozona.	Seasonal cycle
Največja urna koncentracija v letu	MAX 1h	Največja urna koncentracija v letu je največja povprečna enourna koncentracija ozona v letu.		Maximum 1-hour concentration
Največja dnevna osemurna povprečna vrednost	MAX 8h	Največja dnevna osemurna drseča povprečna vrednost je največja v enem dnevu izmerjena osemurna koncentracija vseh osemurnih tekočih povprečij.	Osemurna tekoča povprečja se izračunajo, kot je opisano zgoraj.	Maximum daily 8-hour running mean
Opozorilna vrednost	OV	Opozorilna vrednost za ozon je 180 µg/m ³ za enourno povprečje.	Opozorilna vrednost je raven onesnaženosti, pri kateri je potrebno takojšnje in sprotno informiranje in opozarjanje prebivalstva o prekoračitvi, ker že kratkotrajna izpostavljenost tolikšni količini ozona v zraku pomeni tveganje za zdravje posebej občutljivih skupin prebivalstva. Obvestila pripravi in izda ARSO. V obdobju povišanih ravni troposferskega ozona v zraku izda priporočila za prebivalce tudi NIJZ, in sicer običajno konec maja. Priporočila, ki so objavljena na spletni strani NIJZ, vsebujejo kratka navodila za prebivalce, kako naj ravnajo v dneh s povišanimi ravnmi ozona.	Information threshold



NAZIV	OKRAJŠAVA	DEFINICIJA	DODATNA POJASNILA	ANGL. IZRAZ
Ozon	O₃	Ozon je pri standardnih pogojih (temperatura 0° C, tlak 1013 hPa) plin blede modre barve.	Molekulo ozona sestavljajo trije atomi kisika in je zelo nestabilna. Zaradi tega je ozon zelo reaktiven. Visoke ravni ozona so škodljive za okolje in zdravje ljudi. V ozračju sta dve področji z višjimi ravni ozona in sicer: Ozon na višini okoli 20 km nad tlemi je stratosferski ozon (ali »koristen« ozon), ki nastaja naravno. Stratosferski ozon absorbira večino škodljivih ultravijoličnih (UV) žarkov v sončni svetlobi. S tem ščiti vso živo naravo, vključno s človekom. Ozon v plasti ozračja od tal do višine nekaj kilometrov nad površjem zemlje je troposferski oziroma prizemni ozon (ali »škodljiv« ozon). Visoke ravni troposferskega ozona v ozračju so lahko škodljive za zdravje ljudi in okolja.	Ozone Stratospheric ozone Tropospheric (ground-level) ozone
Troposferski ozon		Troposferski ozon je sekundarno onesnaževalo.	V ozračju nastaja iz predhodnikov (dušikovih oksidov in lahkih ogljikovodikov) s kemijskimi reakcijami ob prisotnosti sončne svetlobe (fotokemična reakcija). Vir dušikovih oksidov je predvsem promet, lahkih ogljikovodikov pa v ozračje prispevajo gospodinjstva, industrija, promet, bencinske črpalke, kemične čistilnice in v znatni meri tudi naravni viri. Pri ljudeh poveča obolevnost dihal in srca in umrljivost zaradi teh bolezni. Pri dolgotrajni izpostavljenosti lahko povzroči trajne spremembe oziroma poškodbe dihal.	Tropospheric ozone; ground-level ozone



SEZNAM SLIK

3.7.2. Slika 1: Največja dnevna 8-urna srednja vrednost O₃ in število prekoračitev ciljne vrednosti po merilnih mestih DMKZ, Slovenija, 2023	4
3.7.2. Slika 2: Dnevni hod ozona na nekaterih merilnih mestih DMKZ, Slovenija, april - september 2023	5
3.7.2. Slika 3: Letni hod ozona na nekaterih merilnih mestih DMKZ, Slovenija, 2023	6
3.7.2. Slika 4: Število dni s preseženo ciljno vrednostjo za ozon v triletnem povprečju, na merilnih mestih DMKZ, triletna obdobja od 2012–2014 do 2021–2023	8
3.7.2. Slika 5: Drseče triletno povprečje kazalca SOMO₃₅ na merilnih mestih Otlica, Koper in Nova Gorica, 2014–2023	9
3.7.2. Slika 6: Maksimalne urne ravni ozona, Slovenija in EU, 2013–2022	10
3.7.2. Slika 7: Število dni s preseženo ciljno vrednostjo za ozon, Slovenija in EU, 2013–2022	11
3.7.2. Slika 8: Kazalec izpostavljenosti SOMO₃₅, države EU, EEC in države poročevalke EEA, 2022	12

SEZNAM TABEL

3.7.2. Tabela 1: Osnovni parametri za ozon po merilnih mestih DMKZ in dopolnilne merilne mreže, Slovenija, 2023	3
3.7.2. Tabela 2: Število preseganj urne opozorilne vrednosti za ozon po merilnih mestih mreže DMKZ, Slovenija, 2014–2023	7