

3. DETERMINANTE ZDRAVJA - DEJAVNIKI TVEGANJA





3.7.2. ONESNAŽENOST ZRAKA – OZON

V letu 2022 so bile vrednosti ozona podobne kot v preteklih letih in nekoliko večje kot v letu 2021. Alarmna vrednost ni bila presežena na nobenem merilnem mestu. Opozorilna vrednost je bila presežena enajstkrat na merilnem mestu Koper, sedemkrat na merilnem mestu Otlica in trikrat na merilnem mestu Nova Gorica. Dovoljeno število preseganj (25) ciljne vrednosti za varovanje zdravja ljudi je bilo preseženo na merilnih mestih Nova Gorica, Koper, Otlica, Krvavec, Zavodnje, Sv. Mohor in Tezno.

Državno mrežo za spremljanje kakovosti zraka (DMKZ) upravlja Agencija Republike Slovenije za okolje (ARSO). V letu 2022 se je onesnaženost zraka z ozonom spremljalo na 11 merilnih mestih DMKZ in 5 merilnih mestih dopolnilne merilne mreže.

Povprečne letne koncentracije ozona v Sloveniji v zadnjih letih ne kažejo izrazitega trenda. Po velikih koncentracijah izstopa leto 2013. Razlike v posameznih letih so posledice vremenskih razmer. Največja dnevna 8-urna ciljna vrednost je zlasti v topli polovici leta presežena na večini merilnih mest, z izjemo tistih na prometnih lokacijah. Na prometnih merilnih mestih so koncentracije ozona manjše, ker ta hitro reagira z dušikovim oksidom iz izpušnih plinov. Povečane koncentracije ozona so značilne za vroče dni, ko so temperature dlje časa nad 30 °C.

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. Novejše raziskave 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.

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. V povprečju pa so največje izmerjene vrednosti na merilnem mestu na Krvavcu, kar je značilno za postaje v visokogorju.

Za varovanje zdravja ljudi je predpisana ciljna 8-urna vrednost 120 µg/m³, ki je lahko presežena največ petindvajsetkrat v koledarskem letu, kot povprečje zadnjih treh let. Ciljna vrednost (CV) je bila v letu 2022 presežena na vseh merilnih mestih. Na merilnih mestih, Nova Gorica, Koper, Otlica, Krvavec, Zavodnje, Sv. Mohor in Tezno je bilo preseženo tudi dovoljeno število 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 2022 presežena na merilnem mestu Koper (11-krat), na merilnem mestu Otlica (7-krat) in na merilnem mestu Nova Gorica (3-krat). Alarmna vrednost v letu 2022 ni bila presežena. Tudi sicer je v Sloveniji alarmna vrednost za ozon presežena le izjemoma.

Za oceno izpostavljenosti in vplivov ozona na zdravje se uporablja kazalec izpostavljenosti SOMO₃₅. V zadnjem drsečem triletnem povprečju (2019-2022) je bila vrednost kazalca SOMO₃₅ največja na Krvavcu, kjer so zaradi višje lege in ostalih posebnosti lokacije koncentracije ozona praviloma največje. 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, 2022*

Merilno mesto	Nadmorska višina (m)	% veljavnih podatkov	Leto Cp	1-urne koncentracije O ₃ v µg/m ³			8-urne koncentracije O ₃ v µg/m ³		
				MAX	>OV	>AV	MAX	>CV	
Merilna mreža DMKZ	Ljubljana - Bežigrad ¹⁾	299	71	38	161	-	-	145	14
	Maribor - Vrbanski	280	100	50	154	-	-	141	21
	Celje - bolnica	240	100	43	159	-	-	154	23
	Murska Sobota - Rakičan	188	100	47	152	-	-	143	24
	Nova Gorica - Grčna	113	100	54	183	3	-	175	67
	Zagorje	241	100	44	150	-	-	145	12
	Novo mesto	214	100	46	146	-	-	138	16
	Koper	56	100	71	219	11	-	191	66
	Otlica	918	99	89	188	7	-	175	75
	Iskrba	540	100	51	149	-	-	141	25
	Krvavec	1.740	100	94	169	-	-	166	71
Dopolnilna merilna mreža	EIS-TE Soštanj								
	Zavodnje	765	99	77	155	-	-	150	35
	Velenje	389	100	47	146	-	-	139	22
	EIS TE Brestanica								
	Sv. Mohor	390	96	42	186	1	-	159	37
	MO Maribor								
	Pohorje	725	99	75	152	-	-	142	24
Tezno	265	94	55	178	-	-	168	59	

Cp – povprečna letna koncentracija

>AV – število preseganj alarmne vrednosti

>CV – število prekoračitev 8-urne ciljne vrednosti

>OV – število preseganj opozorilne vrednosti

V letu 2022 so bile urne koncentracije ozona **najmanjše** na merilnem mestu Novo Mesto in Velenje (146 µg/m³), **največje** pa na merilnem mestu Koper (219 µg/m³).

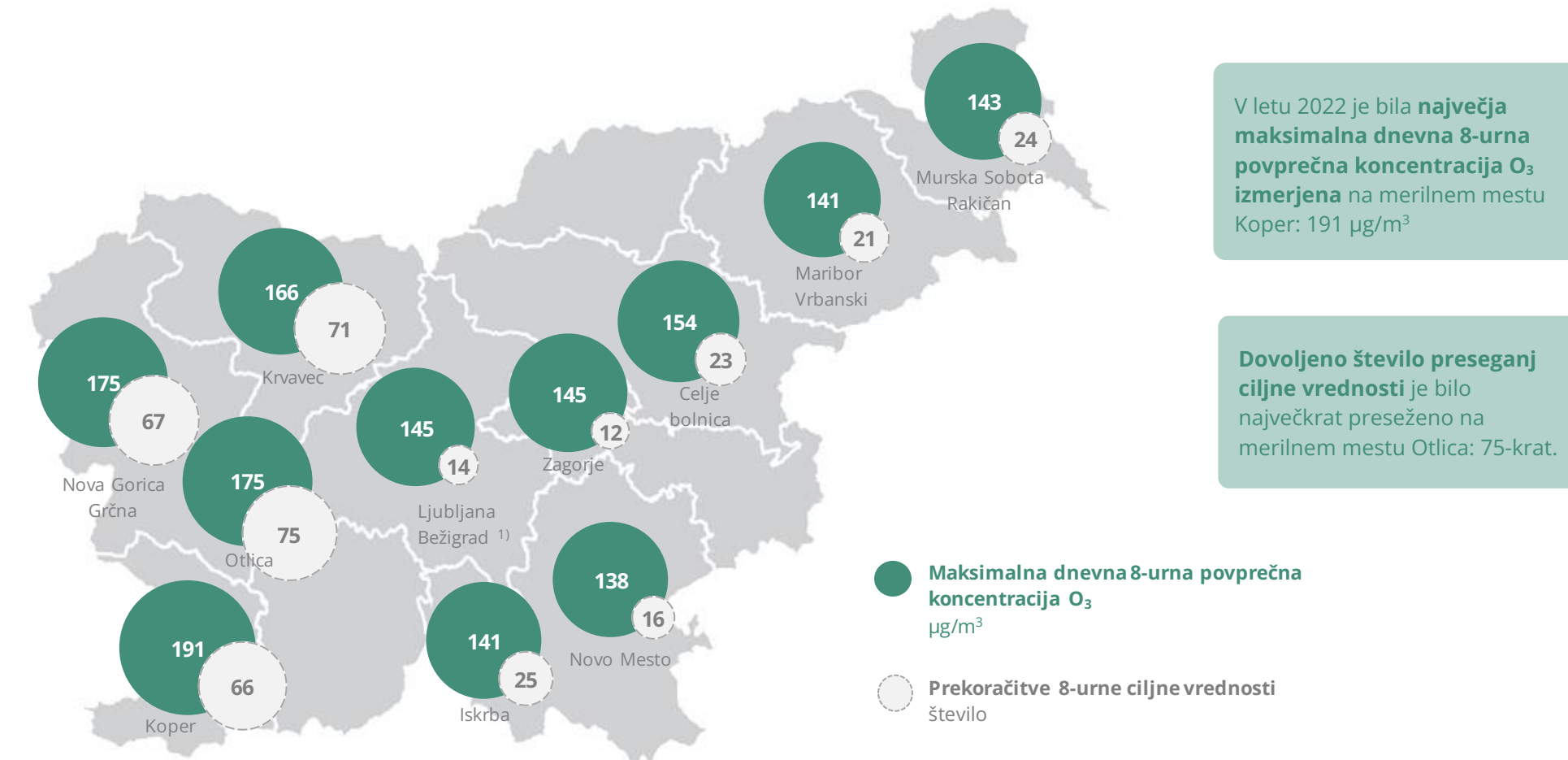
Največja povprečna letna koncentracija ozona, 94 µg/m³, je bila izmerjena na Krvavcu.

¹⁾ Podatki so zaradi prevelikega izpada meritev informativnega značaja.

Viri: ARSO



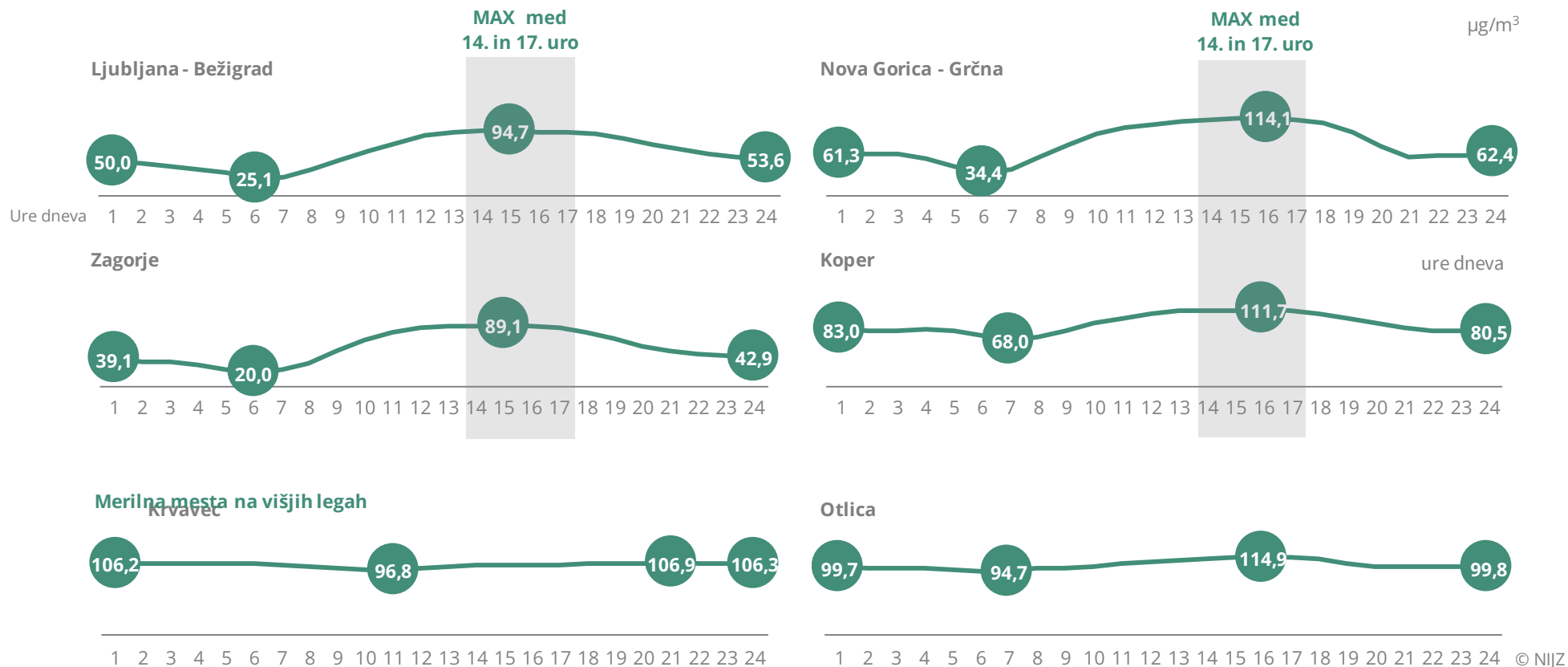
3.7.2. Slika 1: Največja maksimalna 8-urna koncentracija O₃ in število prekoračitev 8-urne ciljne vrednosti po merilnih mestih DMKZ, Slovenija, 2022



¹⁾ Podatki so zaradi prevelikega izpada meritev informativnega značaja.
 Viri: ARSO



3.7.2. Slika 2: **Dnevni hod ozona** na nekaterih merilnih mestih DMKZ, Slovenija, 2022



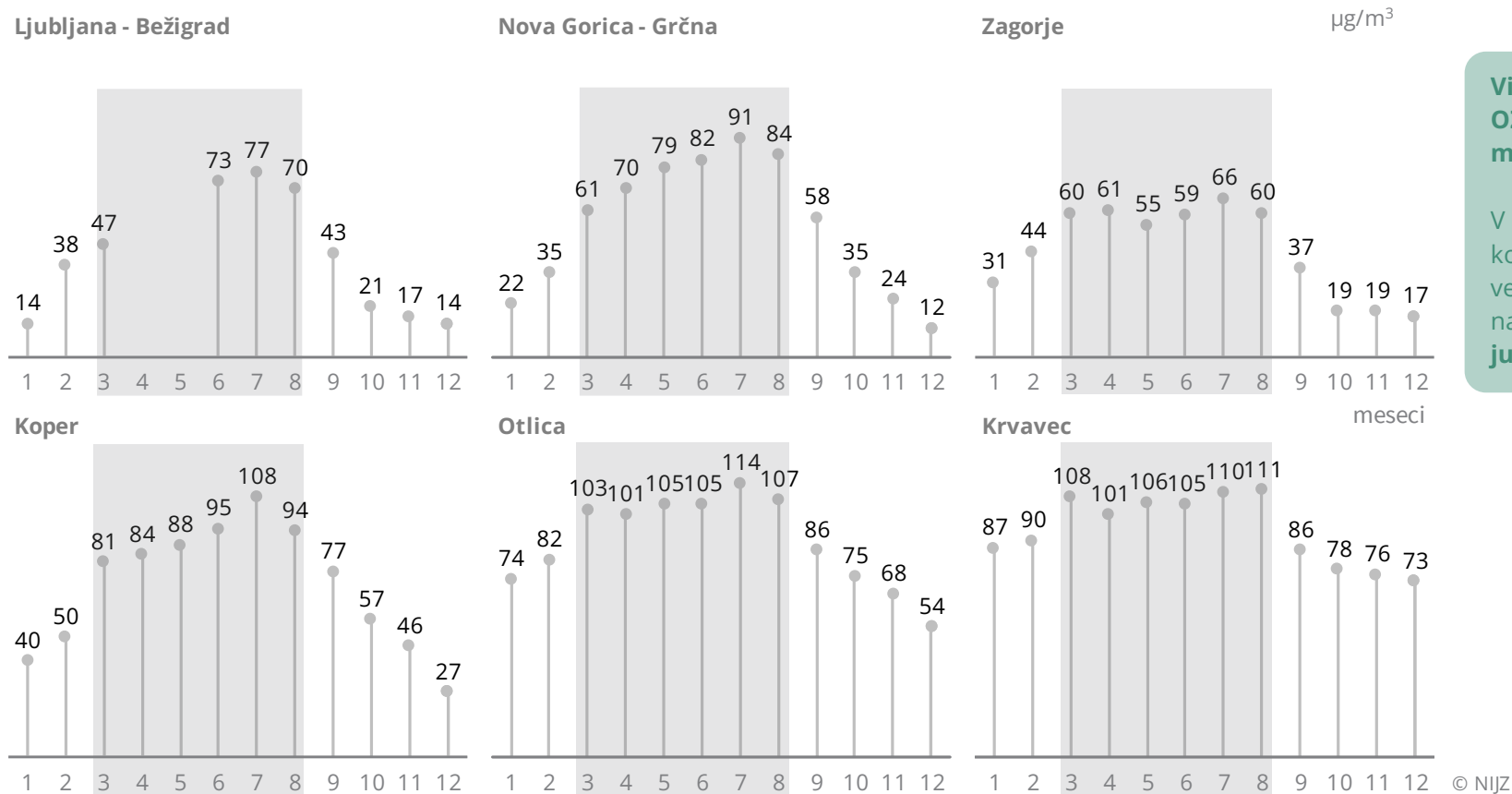
Viri: ARSO

Na merilnih mestih na nižjih nadmorskih legah nastopi izrazit maksimum med 14. 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 koncentracije ozona praviloma večje, dnevni hod pa je precej manj izrazit. To je sicer značilno za vsa merilna mesta v visokogorju 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 DMKZ¹⁾, Slovenija, 2022



Višje koncentracije OZONA v toplejših mesecih.

V letu 2022 so bile koncentracije ozona na večini merilnih mestih največje meseca **junija, julija in avgusta.**

¹⁾ Ljubljana Bežigrad – april, maj: merilnik v okvari
 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 koncentracije ozona poleti precej večje kot pozimi.



3.7.2. Tabela 2: **Število preseganj urne opozorilne vrednosti za ozon** po merilnih mestih mreže DMKZ, Slovenija, 2013–2022

Merilno mesto	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Ljubljana Bežigrad	1	-	-	-	6	-	-	-	-	-
Celje - bolnica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Murska Sobota - Rakičan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nova Gorica	20	-	6	-	4	9	5	2	3	3
Zagorje	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Novo mesto ¹⁾	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-
Koper	22	-	9	-	5	1	4	-	2	11
Otlica	33	-	-	-	15	3	25	-	-	7
Iskrba	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-
Krvavec	6	-	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 2013–2022 je bila opozorilna vrednost za ozon največkrat presežena na Primorskem, na merilnih mestih:

- Otlica (skupaj 83 ur),
- Koper (skupaj 54 ur),
- Nova Gorica (skupaj 52 ur).

Največ preseganj opozorilne vrednosti v opazovanem obdobju je bilo v letih 2013, 2017 in 2019.

V letu 2022 je bilo 11 preseganj opozorilne urne vrednosti na merilnem mestu Koper, 7 preseganj na Otlici in 3 preseganja v Novi Gorici.

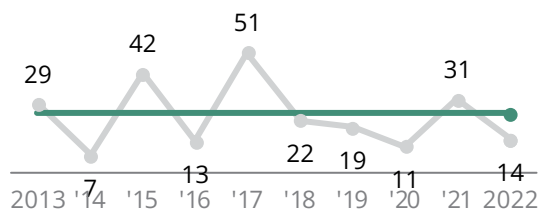
V posameznem letu je bila največkrat presežena na Otlici (33 ur leta 2013).



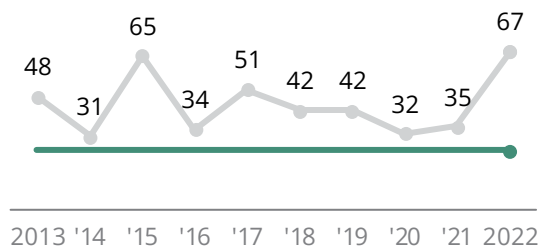
3.7.2. Slika 4: Število dni s preseženo ciljno vrednostjo za ozon na nekaterih merilnih mestih DMKZ, 2013–2022

število dni

Ljubljana Bežigrad¹⁾



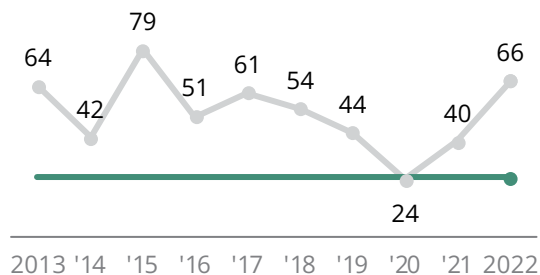
Nova Gorica Grčna



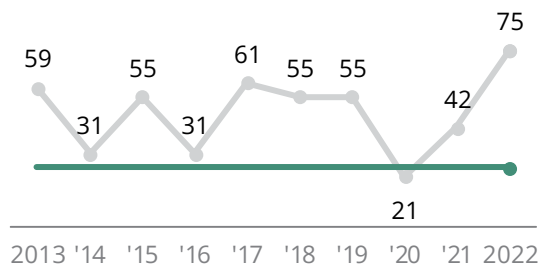
Zagorje



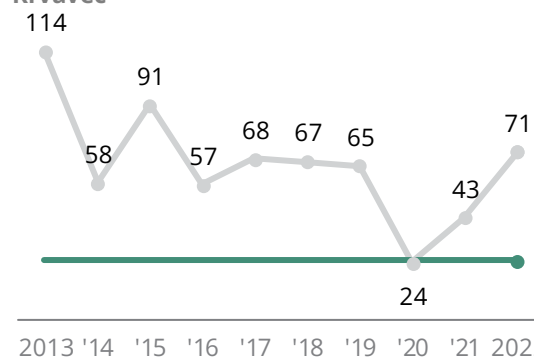
Koper



Otlica



Krvavec



© NIJZ

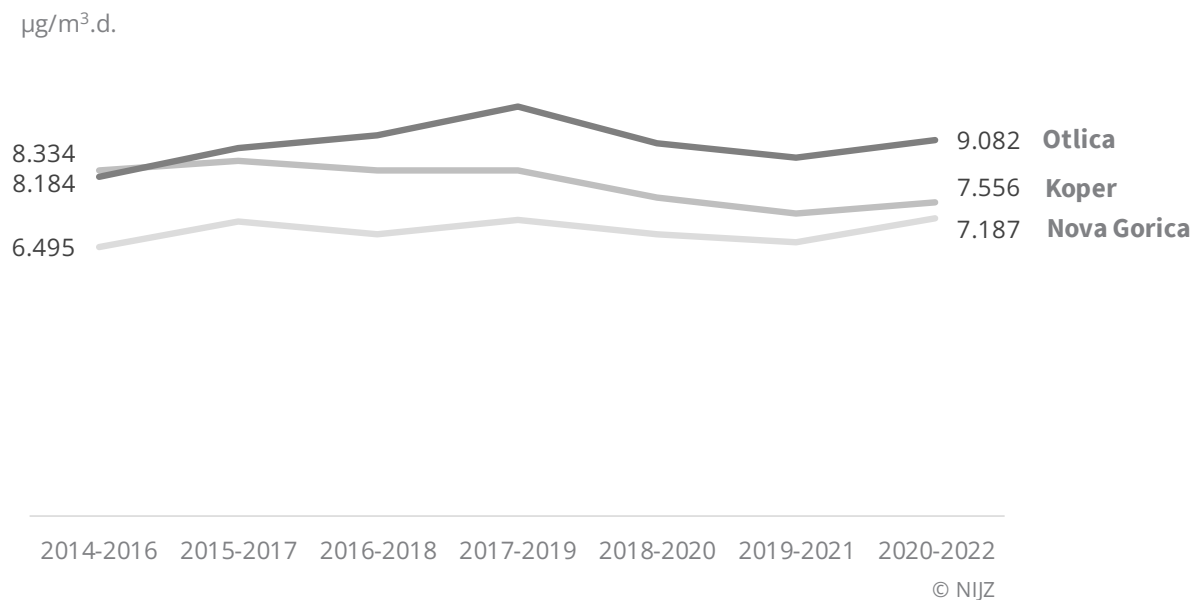
¹⁾ Podatki za leto 2022 so zaradi prevelikega izpada meritev informativnega značaja.
 Viri: ARSO

V letu 2022 je bilo dovoljeno število preseganj (25) ciljne vrednosti za ozon preseženo na vseh merilnih mestih DMKZ, z izjemo na merilnih mestih Ljubljana Bežigrad, zaradi premalo veljavnih meritev in Zagorja, ki je v neposrednem vplivnem območju izpustov iz prometa.

Koncentracije 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 3-letno povprečje kazalca SOMO₃₅** na merilnih mestih Otlica, Koper in Nova Gorica, 2014–2022



Viri: ARSO

Kazalec SOMO₃₅ in trend vrednosti v obdobju 2014–2022 kaže, da se onesnaženost zraka z ozonom na primorskem območju na merilnih mestih Koper zmanjšuje, na merilnem mestu Otlica in Nova Gorica pa povečuje.

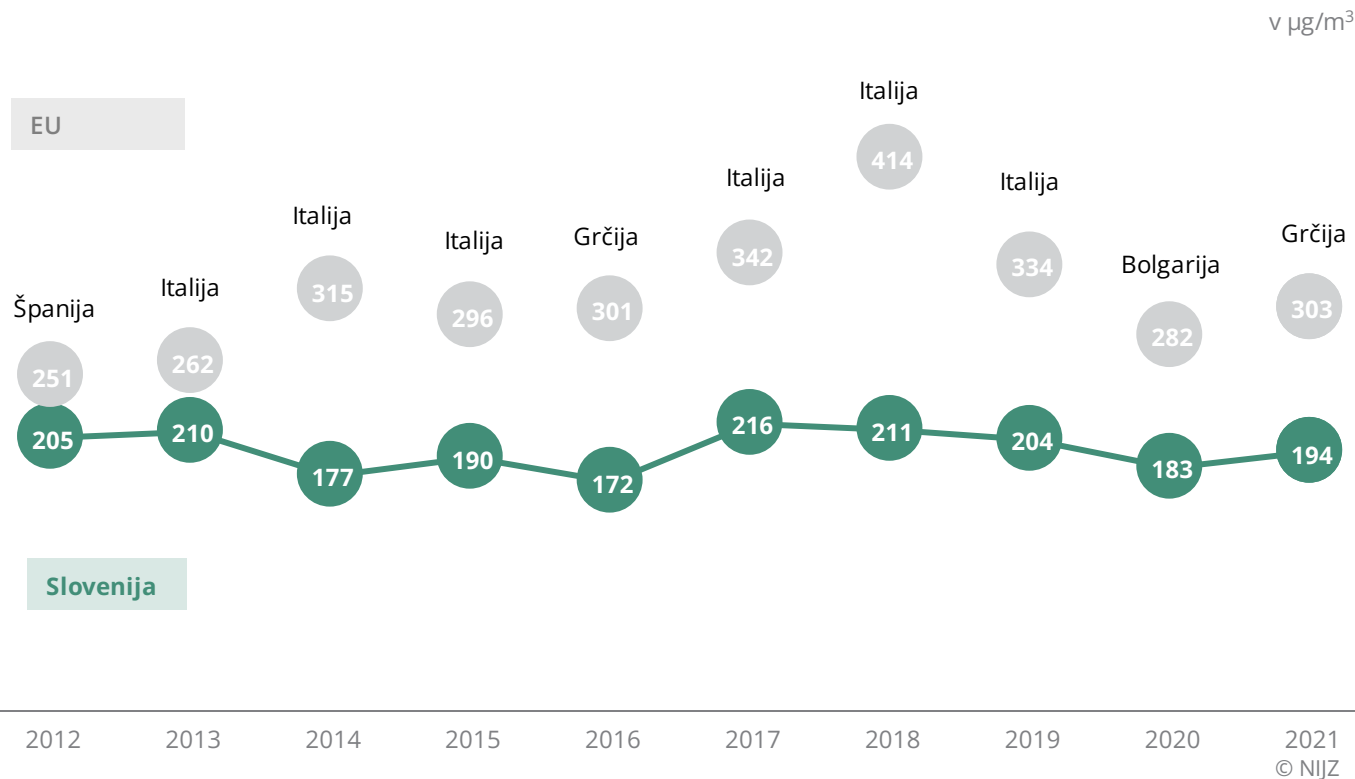
Največja drseča 3-letna vrednost kazalca SOMO₃₅:

- Otlica: 9.870 µg/m³.d. (v 3-letnem povprečju 2017–2019)
- Koper: 8.551 µg/m³.d. (v 3-letnem povprečju 2015–2017)
- Nova Gorica: 7.187 µg/m³.d. (v 3-letnem povprečju 2020–2022).



MEDNARODNE PRIMERJAVE

3.7.2. Slika 6: *Maksimalne urne koncentracije ozona, Slovenija in EU, 2012–2021*



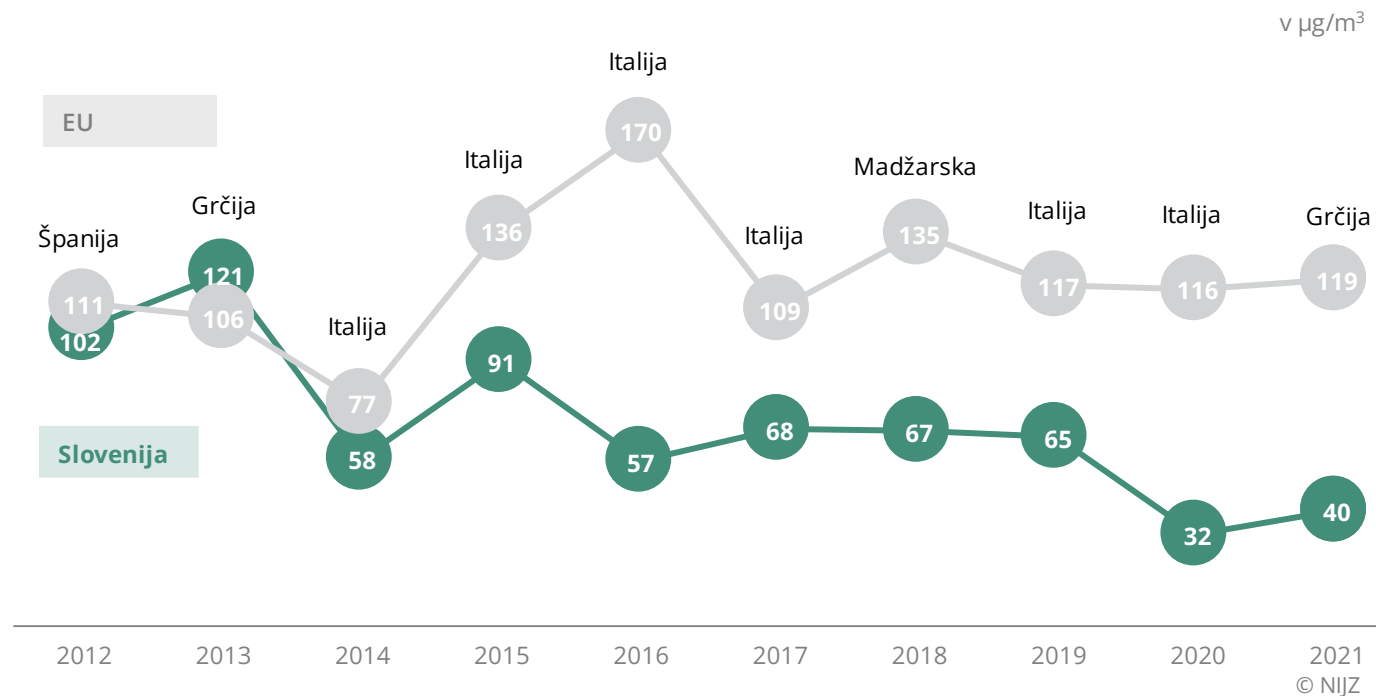
Viri: EEA, <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/airreporting-9>, 17.11.2023

V obdobju 2012–2021 so se v Sloveniji maksimalne urne koncentracije ozona gibale med $172 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (2016) in $216 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (2017), v povprečju $196 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

V istem obdobju so se drugod po Evropi maksimalne urne koncentracije ozona gibale med $251 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Španija, 2012) in $414 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Italija, 2018), v povprečju $310 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



3.7.2. Slika 7: Število dni s preseženo ciljno vrednostjo za ozon, Slovenija in EU, 2012–2021



Viri: EEA, <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/aqereporting-9>, 17.11.2023

Slika prikazuje število dni s prekoračeno ciljno vrednostjo za ozon v Sloveniji, in sicer v primerjavi s tisto državo v EU, ki je imela v obdobju 2012–2021 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, 2021



Slika prikazuje izračunane vrednosti kazalca SOMO₃₅.

Vrednosti kazalca so večje **v državah južne in jugovzhodne Evrope** v primerjavi z državami v severnih in severozahodnih 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.



DEFINICIJE

NAZIV	OKRAJŠAVA	DEFINICIJA	DODATNA POJASNILA	ANGL. IZRAZ
Alarmna vrednost	AV	Alarmna vrednost za ozon je 240 µg/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 povečanih koncentracij 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 povečanimi koncentracijami ozona.	Alert treshold
Ciljna vrednost	CV	Ciljna vrednost za varovanje zdravja ljudi znaša 120 µg/m ³ .	Izračuna se kot dnevna 8-urna drseča povprečna koncentracija 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 koncentracij ozona. V koledarskem letu je lahko največ 25 dni s preseženo ciljno vrednostjo, pri čemer se za izračun upošteva povprečje zadnjih treh let.	Target value
Dnevni hod ozona		Dnevni hod ozona je značilno izrazito nihanje koncentracij ozona v dnevu.	Dnevni hod se prikaže z izračunanimi celoletnimi povprečji urnih koncentracij ozona za vsako uro v dnevu (od 1. do 24. ure). Dnevni hod za posamezno leto vključuje 24 vrednosti koncentracij 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, Krvavec (stalna merilna mesta).	Agencija RS za okolje (ARSO) v okviru državne mreže izvaja meritve kakovosti zunanega zraka na različnih merilnih mestih po Sloveniji. Meritve izvajajo v skladu s predpisano zakonodajo, ki velja na področju kakovosti zunanega zraka in je usklajena z evropsko zakonodajo. Namen meritev je pridobiti informacije o kakovosti zunanega zraka in jih posredovati javnosti. Poleg meritev kakovosti zraka v državni mreži potekajo meritve tudi v dopolnilnih mrežah drugih izvajalcev. Vsi podatki so objavljeni v mesečnih in LP 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 koncentracij ozona med letom.	Letni hod ozona se prikaže z izračunanimi povprečnimi mesečnimi urnimi koncentracijami ozona vsakega meseca v letu. Letni hod ozona vključuje 12 vrednosti koncentracij 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 povečanih koncentracij 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 povečanimi koncentracijami ozona.	Information treshold



NAZIV	OKRAJŠAVA	DEFINICIJA	DODATNA POJASNILA	ANGL. IZRAZ
Ozon	O₃	Ozon je pri standardnih pogojih (temperatura 0° C, tlak 1013 hPa) plin blede modre barve.	<p>Molekulo ozona sestavljajo trije atomi kisika in je zelo nestabilna. Zaradi tega je ozon zelo reaktiven in je v prevelikih koncentracijah škodljiv za okolje in zdravje ljudi. V ozračju sta dve področji z večjo koncentracijo ozona in sicer:</p> <p>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.</p> <p>Ozon v plasti ozračja od tal do višine nekaj kilometrov nad površjem zemlje je troposferski oziroma prizemni ozon (ali »škodljiv« ozon). Troposferski ozon je lahko pri večjih koncentracijah v ozračju škodljiv za zdravje ljudi in okolja.</p>	<p>Ozone</p> <p>Stratospheric ozone</p> <p>Tropospheric (ground-level) ozone</p>
Troposferski ozon		Troposferski ozon je sekundarno onesnaževalo.	<p>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.</p> <p>Pri ljudeh poveča obolenost dihal in srca in umrljivost zaradi teh bolezni. Pri dolgotrajni izpostavljenosti lahko povzroči trajne spremembe oziroma poškodbe dihal.</p>	<p>Tropospheric ozone; ground -level ozone</p>



SEZNAM SLIK

3.7.2. Slika 1: Največja maksimalna 8-urna koncentracija O₃ in število prekoračitev 8-urne ciljne vrednosti po merilnih mestih DMKZ , Slovenija, 2022	4
3.7.2. Slika 2: Dnevni hod ozona na nekaterih merilnih mestih DMKZ, Slovenija, 2022	5
3.7.2. Slika 3: Letni hod ozona na nekaterih merilnih mestih DMKZ ¹⁾ , Slovenija, 2022	6
3.7.2. Slika 4: Število dni s preseženo ciljno vrednostjo za ozon na nekaterih merilnih mestih DMKZ, 2013–2022	8
3.7.2. Slika 5: Drseče 3-letno povprečje kazalca SOMO₃₅ na merilnih mestih Otlica, Koper in Nova Gorica, 2014–2022	9
3.7.2. Slika 6: Maksimalne urne koncentracije ozona , Slovenija in EU, 2012–2021	10
3.7.2. Slika 7: Število dni s preseženo ciljno vrednostjo za ozon , Slovenija in EU, 2012–2021	11
3.7.2. Slika 8: Kazalec izpostavljenosti SOMO₃₅ , države EU, EEC in države poročevalke EEA, 2021	12

SEZNAM TABEL

3.7.2. Tabela 1: Osnovni parametri za ozon po merilnih mestih DMKZ in dopolnilne merilne mreže , Slovenija, 2022	3
3.7.2. Tabela 2: Število preseganj urne opozorilne vrednosti za ozon po merilnih mestih mreže DMKZ, Slovenija, 2013–2022	7