



3 DETERMINANTE ZDRAVJA – DEJAVNIKI TVEGANJA



OKOLJE

3.7.2 ONESNAŽENOST ZRAKA – OZON

V letu 2019 so bile vrednosti ozona podobne kot v preteklih letih in nekoliko večje kot v letu 2018. Največje koncentracije so bile izmerjene med junijem in avgustom. Alarmna vrednost ni bila presežena na nobenem merilnem mestu. Opozorilna vrednost je bila presežena petintrideset krat (najpogosteje na Otlici, v Novi Gorici in Kopru). Dopustno število prekoračitev ciljne vrednosti za varovanje zdravja ljudi je bilo preseženo na merilnih mestih Nova Gorica, Koper, Otlica, Krvavec, Zavodnje in Sv. Mohor.

Povprečne letne koncentracije ozona v Sloveniji v zadnjih letih ne kažejo izrazitega trenda. Po velikih koncentracijah izstopata leti 2012 in 2013. Razlike v posameznih letih so posledice vremenskih razmer. Na večini merilnih mest, tudi na podeželju in v višjih legah, z izjemo tistih, ki so izpostavljena izpustom dušikovih oksidov zaradi prometa, je ciljna vrednost za varovanje zdravja ljudi običajno presežena. Onesnaženost zraka z ozonom ima v nasprotju z onesnaženostjo z delci izrazit regionalni značaj z velikim vplivom čezmejnega transporta.

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, oslavitvijo 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 ozona in njegovih predhodnikov iz Italije. V povprečju pa so največje izmerjene vrednosti na merilnem mestu na Krvavcu, kar je značilno za postaje v visokogorju.

V letu 2019 so bile urne koncentracije ozona najmanjše na merilnih mestih Murska Sobota-Rakičan ($149 \mu\text{g}/\text{m}^3$) in Zagorje ($157 \mu\text{g}/\text{m}^3$), največja je bila

na merilnem mestu Otlica ($204 \mu\text{g}/\text{m}^3$) in Koper ($192 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Največja povprečna letna koncentracija ozona, $95 \mu\text{g}/\text{m}^3$, je bila izmerjena na Krvavcu. Največja maksimalna dnevna 8-urna povprečna koncentracija, $196 \mu\text{g}/\text{m}^3$ je bila izmerjena na merilnem mestu Otlica, sledi Koper z $171 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ciljna vrednost (CV) je bila v letu 2019 presežena na vseh merilnih mestih. Na merilnih mestih Nova Gorica, Koper, Otlica, Krvavec, Zavodnje in Sv. Mohor je bilo preseženo tudi dovoljeno število preseganj CV. Po številu preseganj CV v desetletnem obdobju izstopajo merilna mesta na Krvavcu, Otlici, v Kopru in Novi Gorici. Opozorilna vrednost (OV) je bila v letu 2019 presežena na treh merilnih mestih DMKZ (5-krat v Novi Gorici, 4-krat v Kopru in 25-krat na Otlici) ter 1-krat na merilnem mestu Sv. Mohor dopolnilne merilne mreže. Alarmna vrednost (AV) v letu 2019 ni bila presežena. Tudi sicer je v Sloveniji AV za ozon presežena le izjemoma (Nova Gorica leta 2003, Otlica leta 2006, Koper leta 2007).

Iz praktičnih razlogov se za oceno izpostavljenosti in vplivov ozona na zdravje uporablja kazalec izpostavljenosti SOMO_{35} , ki se izračuna kot vsota preseganj največje dnevne 8-urne drseče srednje koncentracije ozona nad $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (ali 35 ppb) za vsak dan v obdobju enega leta in tako predstavlja kumulativno letno izpostavljenost ozonu. V zadnjem drsečem triletnem povprečju (2019) je vrednost kazalca SOMO_{35} največja na merilnih mestih Otlica, Koper in Nova Gorica in Otlica ($28 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{d.}$, $24 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{d.}$ in $20 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{d.}$). Doslej največje drseče 3-letno povprečje kazalca je bilo na vseh treh merilnih mestih izračunano v letu 2013 (obdobje 2011–2013).

3.7.2 Tabela 1: **Osnovni parametri za ozon** po merilnih mestih DMKZ in dopolnilne merilne mreže, Slovenija, 2019

Merilno mesto	Nadmorska višina (m)	% veljavnih podatkov	Leto C _p	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	299	99	44	168	-	-	162	19
Maribor Vrbanski pl.	280	99	54	164	-	-	145	19
Celje	240	99	44	170	-	-	162	17
Murska Sobota - Rakičan	188	96	53	149	-	-	141	20
Nova Gorica	113	98	52	189	5	-	168	42
Trbovlje	250	99	41	166	-	-	152	13
Zagorje	241	100	39	157	-	-	147	7
Hrastnik	290	100	53	163	-	-	157	18
Koper	56	99	70	192	4	-	171	44
Otlica	918	99	85	204	25	-	196	55
Iskrba	540	99	55	171	-	-	167	24
Krvavec	1.740	98	95	169	-	-	158	65
Dopolnilna merilna mreža								
<i>EIS-TE Šoštanj</i>								
Zavodnje	765	98	79	166	-	-	161	41
Velenje	389	99	49	162	-	-	149	14
<i>EIS TE Brestanica</i>								
Sv. Mohor	390	98	69	185	1	-	165	35
<i>MO Maribor</i>								
Pohorje	725	92	76	166	-	-	145	17

C_p – povprečna letna koncentracija

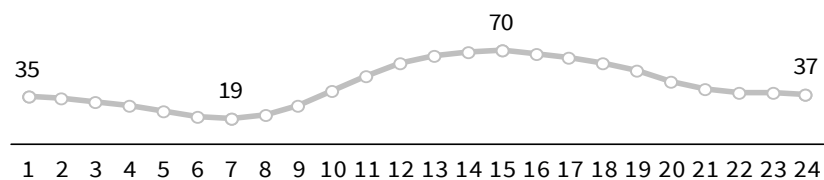
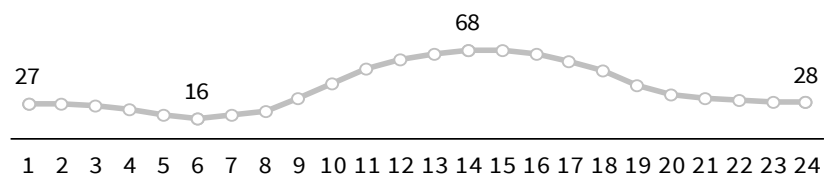
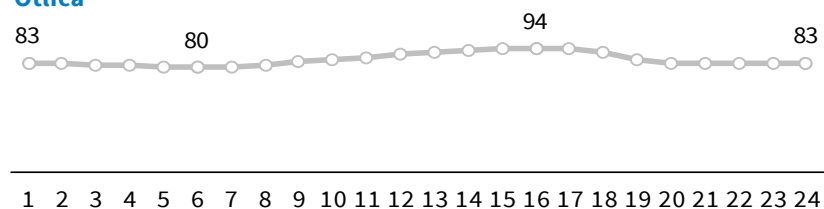
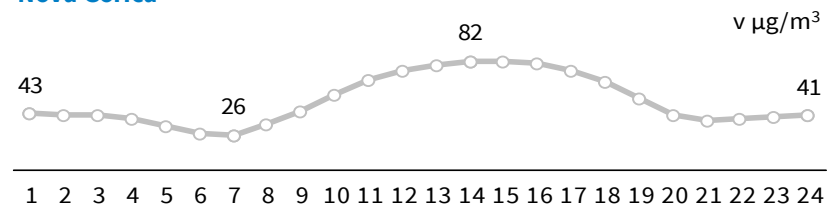
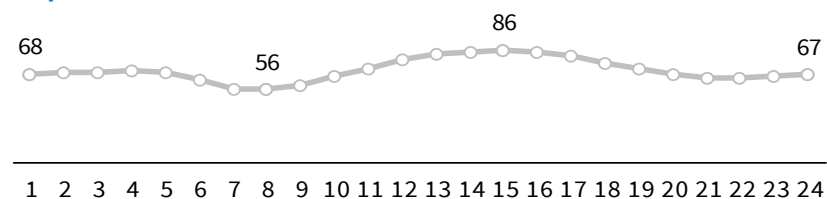
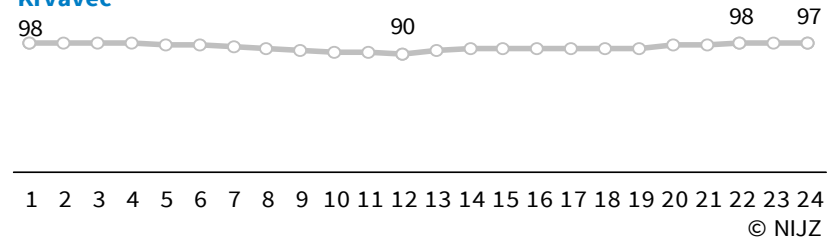
>OV – število preseganj opozorilne vrednosti

>AV – število preseganj alarmne vrednosti

>CV – število prekoračitev 8-urne ciljne vrednosti

Vir: ARSO

Državno mrežo za spremljanje kakovosti zraka (DMKZ) upravlja ARSO. V letu 2019 se je onesnaženost zraka z ozonom spremljalo na 12 merilnih mestih DMKZ in 4 merilnih mestih dopolnilne merilne mreže (termoelektrarne Toplarna Šoštanj in Brestanica ter Mestna občina Maribor).

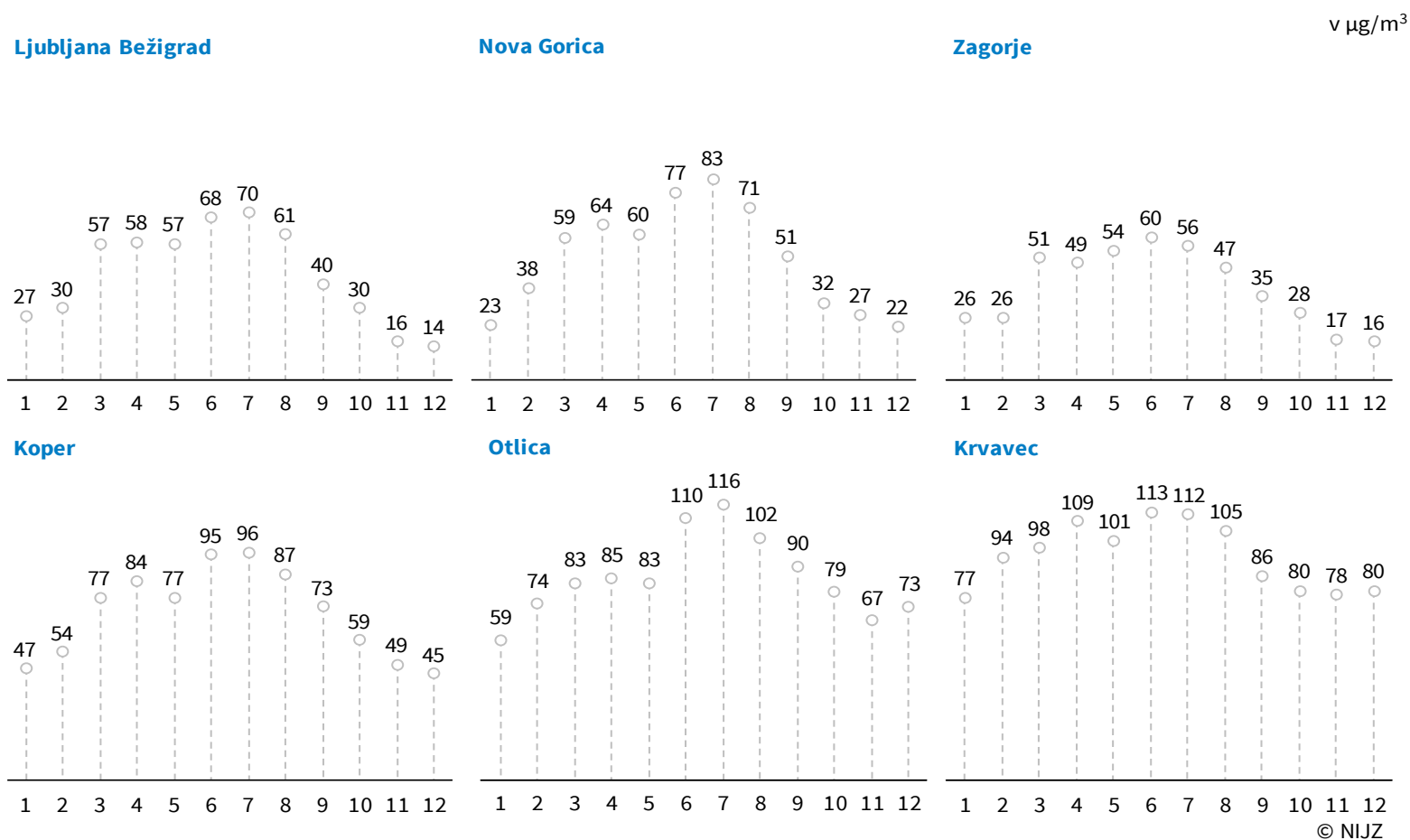
3.7.2 Slika 1: **Dnevni hod ozona** na nekaterih merilnih mestih DMKZ, Slovenija, 2019**Ljubljana Bežigrad****Zagorje****Otlica****Nova Gorica****Koper****Krvavec**

© NIJZ

Vir: ARSO

Na merilnih mestih v nižini nastopi izrazit maksimum med 14. in 15. 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 2: **Letni hod ozona** na nekaterih merilnih mestih DMKZ, Slovenija, 2019

Vir: 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 opozorilne vrednosti za ozon po merilnih mestih mreže DMKZ, Slovenija, 2010–2019

Merilno mesto	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Ljubljana Bežigrad	-	-	3	1	-	-	-	6	-	-
Nova Gorica	-	2	18	20	-	6	-	4	9	5
Zagorje	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Koper	2	4	13	22	-	9	-	5	1	4
Otlica	3	1	12	33	-	-	-	15	3	25
Krvavec	14	-	10	6	-	1	-	1	-	-
Trbovlje	-	-	1	-	-	-	-	4	-	-
Hrastnik ¹⁾	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-

¹⁾ Ukinjene meritve 1. 10. 2019

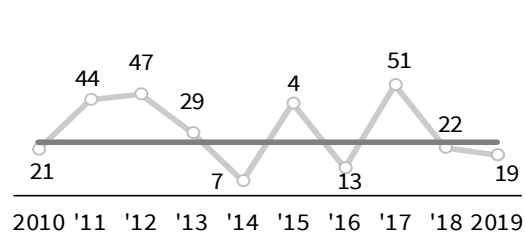
Vir: Preseganja opozorilne vrednosti za ozon v letu 2019, https://www.arso.gov.si/zrak/kakovost%20zraka/podatki/preseganja_1219slo.pdf, 11. 5. 2020

V obdobju 2010–2019 je bila opozorilna vrednost za ozon največkrat presežena na Primorskem, na merilnih mestih Otlica (skupaj 92 ur), Nova Gorica (skupaj 64 ur) in Koper (skupaj 60 ur). V posameznem letu je bila največkrat presežena na Otlici (leta 2013, 33 ur). Največ preseganj opozorilne vrednosti v opazovanem obdobju je bilo v letih 2012, 2013 in 2017. V letu 2019 je bilo 34 preseganj opozorilne urne vrednosti na treh merilnih mestih (Otlica, Koper in Nova Gorica).

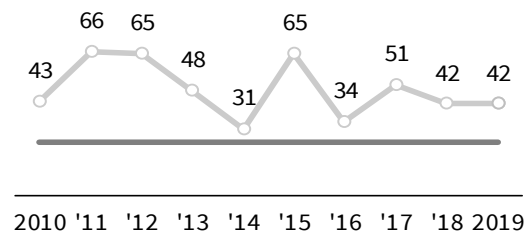


3.7.2 Slika 3: Število dni s preseženo ciljno vrednostjo za ozon na nekaterih merilnih mestih DMKZ, 2010–2019

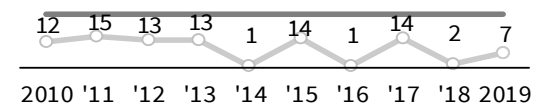
Ljubljana Bežigrad



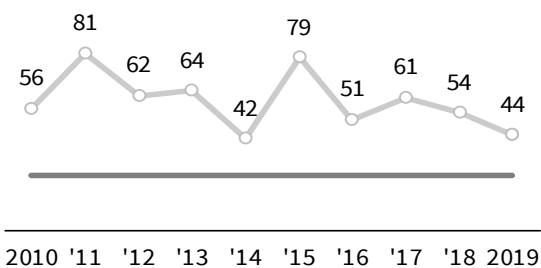
Nova Gorica



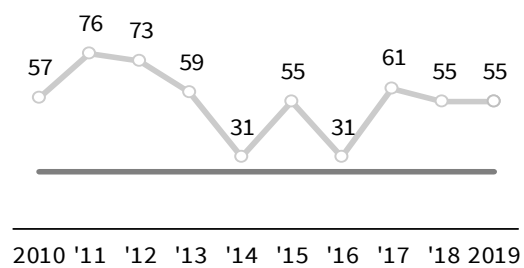
Zagorje



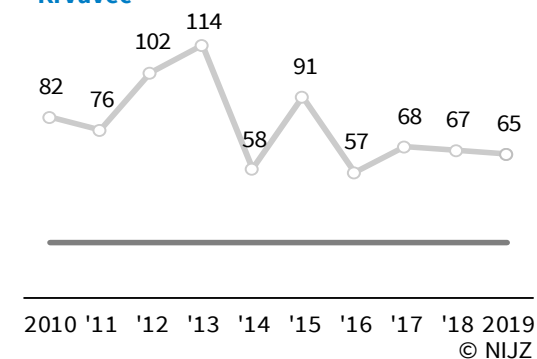
Koper



Otlica



Krvavec



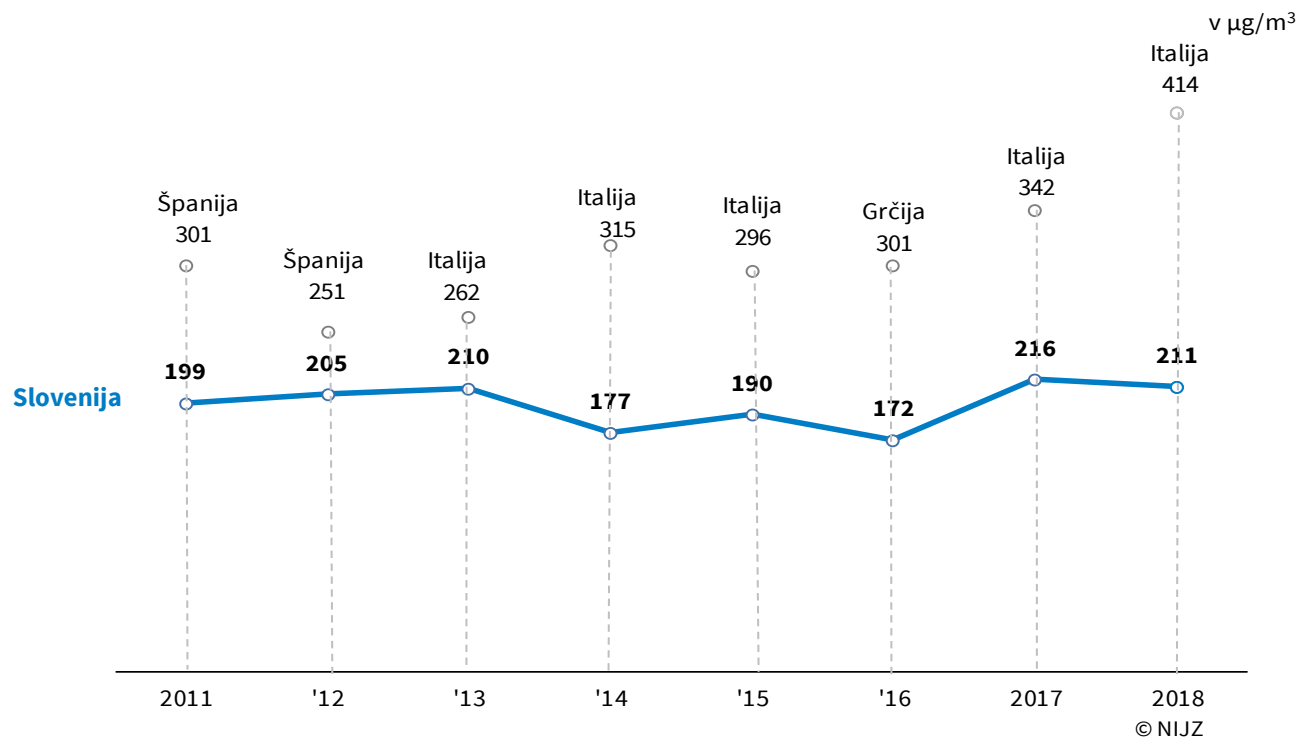
— Ciljna vrednost ne sme biti presežena več kot 25 dni v koledarskem letu triletnega povprečja.

Vir: Preseganja opozorilne vrednosti za ozon v letu 2019, https://www.arso.gov.si/zrak/kakovost%20zraka/podatki/preseganja_1219slo.pdf, 11. 5. 2020

V obdobju 2010–2019 je bila ciljna vrednost za ozon presežena na vseh merilnih mestih DMKZ, z izjemo 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.



MEDNARODNE PRIMERJAVE

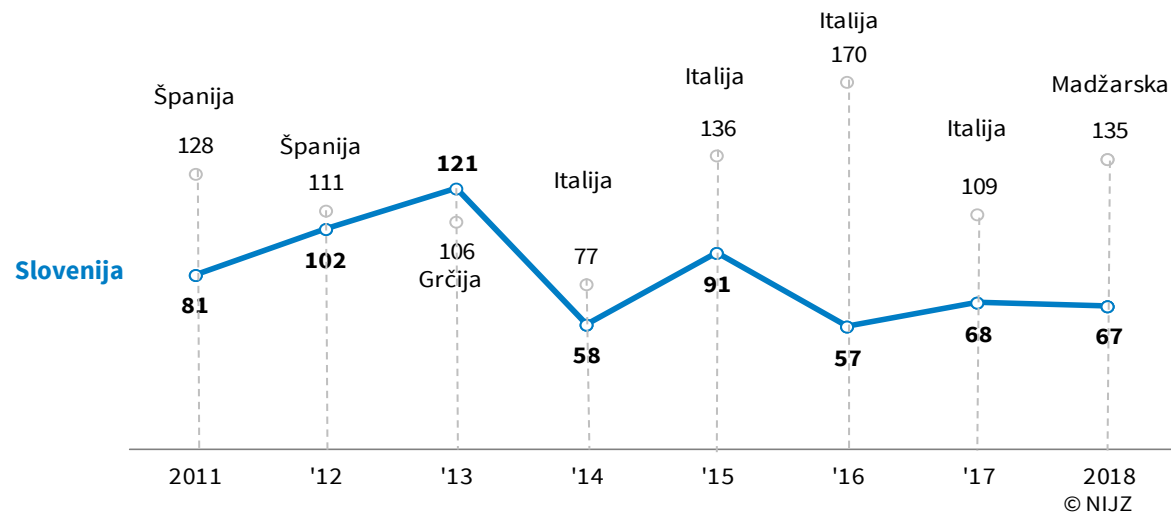
3.7.2 Slika 4: **Maksimalne urne koncentracije ozona**, Slovenija in EU, 2011–2018

Vir: EEA, <http://www.eea.europa.eu/themes/air/ozone>, 16. 09. 2020

V obdobju 2011–2018 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 $198 \mu\text{g}/\text{m}^3$. V istem obdobju so se drugod po Evropi maksimalne urne koncentracije ozona gibale med $251 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (2012) in $414 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (2018), v povprečju $310 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

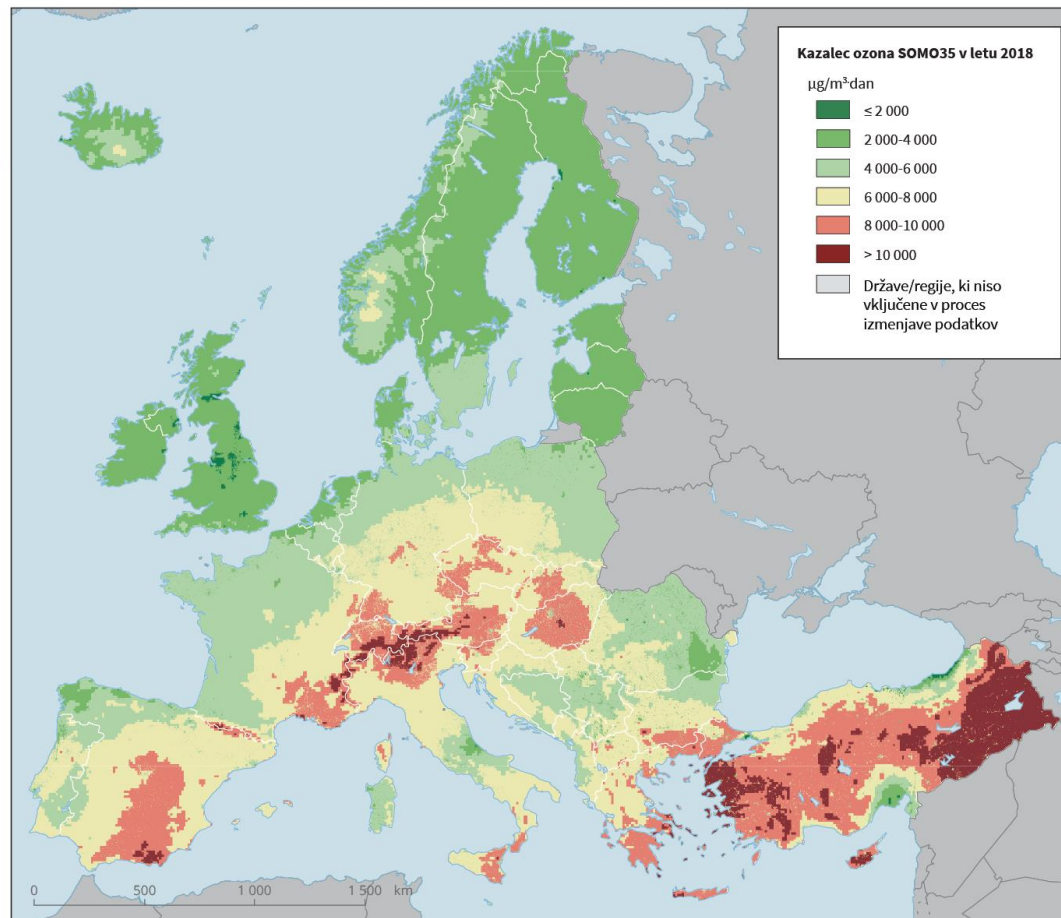


3.7.2 Slika 5: Število dni s preseženo ciljno vrednostjo za ozon, Slovenija in EU, 2011–2018



Vir: EEA, <http://www.eea.europa.eu/themes/air/ozone>, 16. 09. 2020

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 2011–2018 zabeleženih največ dnevni prekoračitve. 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 6: Kazalec izpostavljenosti, $SOMO_{35}$, države EU, EEC in države poročevalke EEA, 2018

Slika prikazuje izračunane koncentracije O_3 ($SOMO_{35}$), ki jih sporočajo države članice EU, pa tudi sodelujoče države evropskega gospodarskega prostora (EEC) in druge države poročevalke Evropski okoljski agenciji (EEA) v letu 2018. 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.

Vir: EEA, 2020, <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/o3-indicator-somo35-in-2>, 2. 11. 2020

Opomba: $SOMO_{35}$ 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 $SOMO_{35}$ 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 smisel prikaz drsečih 3-letnih povprečij vrednosti kazalca.



DEFINICIJE

Okrajšave in kratice	NAZIV	DEFINICIJA	DODATNA METODOLOŠKA POJASNILA	ANGLEŠKI IZRAZ
O ₃	Ozon	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 in je v prevelikih koncentracijah škodljiv za okolje in zdravje ljudi. V ozračju sta dve področji z večjo koncentracijo ozona in sicer:	Ozone
			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.	Stratospheric ozone
			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.	Tropospheric (ground-level) ozone
	Troposferski ozon	Troposferski ozon je sekundarno onesnaževalo.	V ozračju nastaja iz predhodnikov (dušikovih oksidov in lahkohlapnih ogljikovodikov) s kemijskimi reakcijami ob prisotnosti sončne svetlobe (fotokemična reakcija). Vir dušikovih oksidov je predvsem promet, lahkohlapne ogljikovodike 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



Okrajšave in kratice	NAZIV	DEFINICIJA	DODATNA METODOLOŠKA POJASNILA	ANGLEŠKI IZRAZ
DMKZ	Državna merilna mreža za spremljanje kakovosti zraka	V DMKZ so vključena merilna mesta Ljubljana Bežigrad, Maribor Vrbanski pl., Celje, Murska Sobota – Rakičan, Nova Gorica, Trbovlje, Zagorje, Hrastnik, Koper, Otlica, Iskrba, Krvavec.	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 v mesečnih in letnih poročilih ARSO.	National measurement network for air quality monitoring
SOMO₃₅	Kazalec izpostavljenosti ljudi ozonu	Kazalec SOMO ₃₅ je merilo za kumulativno letno izpostavljenost prebivalcev ozonu.	SOMO ₃₅ se izračuna kot vsota preseganj največjih dnevni 8-urnih drsečih srednjih koncentracij ozona nad 70 µg/m ³ (ali 35 ppb) v obdobju enega leta.	Sum of Ozone Means Over 35 ppb
MAX 1h	Največja urna koncentracija v letu	Največja urna koncentracija v letu je največja povprečna enourna koncentracija ozona v letu.		Maximum 1-hour concentration



Okrajšave in kratice	NAZIV	DEFINICIJA	DODATNA METODOLOŠKA POJASNILA	ANGLEŠKI IZRAZ
OV	Opozorilna vrednost	Opozorilna vrednost za ozon je 180 µg/m ³ za enourno povprečje.	<p>Opozorilna vrednost je raven onesnaženosti, pri kateri je potrebno takojšnje in sprotne 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.</p> <p>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.</p>	Information threshold
AV	Alarmna vrednost	Alarmna vrednost za ozon je 240 µg/m ³ za enourno povprečje.	<p>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.</p> <p>Ob preseganju alarmne vrednosti je treba izdati opozorilo o preseganju in pričakovanem trajanju takšne situacije ter izvesti ustrezne ukrepe. Obvestila pripravi in izda ARSO.</p> <p>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.</p>	Alert threshold



Okrajšave in kratice	NAZIV	DEFINICIJA	DODATNA METODOLOŠKA POJASNILA	ANGLEŠKI IZRAZ
CV	Ciljna vrednost	<p>Ciljna vrednost za varovanje zdravja ljudi znaša 120 µg/m³.</p> <p>V koledarskem letu je lahko največ 25 dni s preseženo ciljno vrednostjo, pri čemer se za izračun upošteva povprečje zadnjih treh let.</p>	<p>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 dnevno 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.</p> <p>Ciljna vrednost je raven onesnaženosti, ki mora biti dosežena z zmanjševanjem onesnaženosti v določenem roku, kjer je to mogoče doseči s predpisanimi ukrepi.</p> <p>Ciljna vrednost je določena z namenom, da se odpravijo škodljivi učinki na zdravje ljudi in okolje.</p>	Target value
MAX 8h	Največja dnevna osemurna povprečna vrednost	Največja dnevna osemurna drseča povprečna vrednost je največja v enem dnevno izmerjena osemurna koncentracija vseh osemurnih tekočih povprečij.	Osemurna tekoča povprečja se izračunajo, kot je opisano zgoraj.	Maximum daily 8-hour running mean
	Dnevni hod ozona	Dnevni hod ozona je značilno izrazito nihanje koncentracij ozona v dnevno.	Dnevni hod se prikaže z izračunanimi celoletnimi povprečji urnih koncentracij ozona za vsako uro v dnevno (od 1. do 24. ure). Dnevni hod za posamezno leto vključuje 24 vrednosti koncentracij ozona.	Diurnal cycle
	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



SEZNAM SLIK IN TABEL

SEZNAM SLIK

3.7.2 Slika 1: Dnevni hod ozona na nekaterih merilnih mestih DMKZ, Slovenija, 2019	3-4
3.7.2 Slika 2: Letni hod ozona na nekaterih merilnih mestih DMKZ, Slovenija, 2019	3-5
3.7.2 Slika 3: Število dni s preseženo ciljno vrednostjo za ozon na nekaterih merilnih mestih DMKZ, 2010–2019	3-7
3.7.2 Slika 4: Maksimalne urne koncentracije ozona , Slovenija in EU, 2011–2018.....	3-8
3.7.2 Slika 5: Število dni s preseženo ciljno vrednostjo za ozon , Slovenija in EU, 2011–2018.....	3-9
3.7.2 Slika 6: Kazalec izpostavljenosti, SOMO₃₅, države EU, EEC in države poročevalke EEA, 2018	3-10

SEZNAM TABEL

3.7.2 Tabela 1: Osnovni parametri za ozon po merilnih mestih DMKZ in dopolnilne merilne mreže, Slovenija, 2019	3-3
3.7.2 Tabela 2: Število preseganj opozorilne vrednosti za ozon po merilnih mestih mreže DMKZ, Slovenija, 2010–2019	3-6