

POVIŠANE RAVNI TROPOSFERSKEGA OZONA

PRIPOROČILA ZA PREBIVALCE

Dokument:	POVIŠANE RAVNI TROPOSFERSKEGA OZONA - PRIPOROČILA ZA PREBIVALCE
Pripravil:	NIJZ-Center za zdravstveno ekologijo
	Verzija: 5 21.1.2025

Na povišane ravni ozona vplivajo predvsem vremenske razmere v poletnih mesecih, zato ima lahko onesnaženost zraka z ozonom v tem obdobju pomemben vpliv na zdravje ljudi.

Splošna priporočila, ki veljajo za vroče, jasne, sončne dni, predvsem od meseca maja do vključno septembra oziroma ob povišanih ravneh ozona:

- Redno spremljamo napovedi, podatke in obvestila ARSO v zvezi z onesnaženostjo zunanjega zraka z ozonom.
- Prostore zračimo v jutranjih urah in ponoči.
- Popoldne se zadržujemo v zaprtih prostorih, kjer so ravni ozona nižje. Ravni ozona so v dnevu običajno najvišje med 13. in 17. uro, ko je sončno sevanje močno in so temperature zraka najvišje.
- Izogibamo se telesni dejavnosti na prostem (tudi v hribih so poleti ravni ozona visoke). Dejavnosti na prostem izvajamo v jutranjih urah, ko so ravni ozona praviloma nižje.
- Pri načrtovanju dnevnih dejavnosti na prostem upoštevamo dnevne napovedi maksimalnih urnih koncentracij ozona, redno spremljamo urne koncentracije ozona in preverimo indeks kakovosti zraka na spletnih straneh ARSO.

Priporočila veljajo za celotno populacijo, posebej so navedena za ranljive skupine prebivalcev.

Priporočeni ukrepi glede na stopnjo onesnaženosti zraka z ozonom so podrobneje prikazani v Tabeli 1 in v sklopu Indeksa onesnaženosti zraka na spletni strani ARSO.

Tabela 1. Priporočila za ravnanje glede na kakovost zraka zaradi onesnaženosti z ozonom

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 vneto 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 vneto 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.

* **Opomba: odrasli in otroci s težavami oziroma obolenji dihal ter odrasli z obolenji srca in ožilja**

Vir: povzeto po Evropskem indeksu kakovosti zraka (EEA, 2024): <https://www.eea.europa.eu/themes/air/air-quality-index>

Dokument:	POVIŠANE RAVNI TROPOSFERSKEGA OZONA - PRIPOROČILA ZA PREBIVALCE
Pripravil:	NIJZ-Center za zdravstveno ekologijo
	Verzija: 5 21.1.2025

Ozon

Ozon (O₃) je pri standardnih pogojih (temperatura 0°C, tlak 1013 hPa) plin blede modre barve. Molekula ozona je sestavljena iz treh atomov kisika in je zelo nestabilna. Zaradi tega je ozon zelo reaktiven in v prevelikih koncentracijah škodljiv.

V ozračju sta dve plasti z večjo koncentracijo ozona in sicer:

1. Ozon v ozračju na višini okoli 20 km nad tlemi je **stratosferski ozon (ali »koristni« ozon), ki nastaja naravno. Stratosferski ozon** absorbira večino škodljivih ultravijoličnih (UV) žarkov v sončni svetlobi. S tem ščiti vso živo naravo, vključno s človekom.
2. Ozon v plasti ozračja od tal do višine nekaj kilometrov nad površjem zemlje je **troposferski ozon (ali »škodljivi« ozon)**. Troposferski ozon je posledica emisij onesnaževal v zrak predvsem zaradi človekove dejavnosti in reakcij teh ob močnejšem sončnem sevanju. V preveliki koncentraciji je škodljiv za zdravje ljudi in okolje.

Troposferski ozon

Troposferski ozon nastaja s kemijskimi reakcijami iz dušikovih oksidov in lahko hlapnih ogljikovodikov 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.

Snovem, iz katerih nastane ozon, pravimo predhodniki ozona. Ozon nastaja dokler je dovolj predhodnikov. Reakcije so bolj intenzivne, čim višja je temperatura zraka in čim močnejše je sončno sevanje, zato so koncentracije troposferskega ozona običajno najvišje poleti.

Dnevni in letni potek koncentracij ozona

Za onesnaženost zunanjega zraka z ozonom je značilno dnevno in letno gibanje (spreminjanje) koncentracij ozona oziroma **dnevni in letni potek**.

Dnevno spreminjanje koncentracij je značilno za nižje ležeča območja in se kaže z izrazitim maksimumom (pikom) koncentracije ozona med 13. in 17. uro, ko je moč sončnega sevanja največja in so temperature zraka najvišje. V dopoldanskem in pozno popoldanskem času ter ponoči pa so koncentracije ozona praviloma nižje.

Letno spreminjanje koncentracij ozona pa se kaže v tem, da so najvišje koncentracije troposferskega ozona značilne za poletne mesece zaradi večjega vpliva sončnega sevanja in višjih temperatur zraka. V ostalem delu leta so koncentracije troposferskega ozona praviloma nižje.

Vplivi ozona na zdravje ljudi

Ozon vdihujemo z zrakom, zato je poglavitna pot vstopa v telo preko dihal, ki jih ozon tudi najbolj prizadene. Mehanizmi poškodbe dihal z ozonom so zapleteni, vendar je osrednje dogajanje vnetje, ki je lahko akutno in prehodno, pri dolgotrajni izpostavljenosti pa lahko vnetje povzroči trajne strukturne patološke spremembe pljučnega tkiva oz. dihal.

V dihalih ozon povzroči tudi zmanjšanje pljučne funkcije, poveča odzivnost dihal, oslabi obrambni mehanizem dihal, povzroči poslabšanje astme.

Dokument:	POVIŠANE RAVNI TROPOSFERSKEGA OZONA - PRIPOROČILA ZA PREBIVALCE
Pripravil:	NIJZ-Center za zdravstveno ekologijo
	Verzija: 5 21.1.2025

Novejše raziskave so pokazale tudi systemske škodljive učinke ozona, ki se med drugim kažejo z vplivi na delovanje srca ter razvoj ateroskleroze. Ozon povezujejo z večjo obolevnostjo (dihala, obtočila-srce) in večjo umrljivostjo zaradi teh vzrokov.

Škodljivi učinki ozona so odvisni od:

- Časa izpostavljenosti (večji učinek pri daljši izpostavljenosti);
- Ravni ozona v zraku (večji učinek pri višjih koncentracijah ozona);
- Telesne dejavnosti (večji učinek pri večji telesni obremenitvi).

Ranljive skupine ljudi

Ozon škodljivo deluje na vse ljudi, še posebej pa so za njegove učinke ranljive naslednje skupine:

- Otroci.
- Starejši odrasli.
- Ljudje z astmo, kronično obstruktivno pljučno boleznijo (KOPB) in bolniki z drugimi kroničnimi pljučnimi boleznimi.
- Ljudje z boleznimi srca.
- Vsi, ki so fizično aktivni na prostem (delavci v gradbeništvu, gozdarji, rekreativni športniki...).
- Nekateri bolj občutljivi zdravi posamezniki.

Vplivi ozona na okolje

Troposferski ozon je škodljiv tudi za okolje. Škodljivo deluje na razmnoževanje in rast rastlin in s tem zmanjšuje pridelke. Lahko vpliva na sestavo ekosistemov, na zmanjšanje biotske raznovrstnosti ter zmanjšuje zajem CO₂ v rastlinah. Ozon škodljivo deluje tudi na različne materiale, kot so npr. plastika, guma, itd.

Ciljne, opozorilne in alarmne vrednosti za ozon*

Opomba: Navedene vrednosti so opredeljene v Uredbi o kakovosti zunanjega zraka (Uradni list RS, št. 9/11, 8/15, 66/18 in 44/22).

Ciljna vrednost (CV) za varovanje zdravja ljudi znaša 120 µg/m³ in se izračuna kot največja povprečna osem-urna drseča koncentracija ozona za vsak dan. Dovoljeno število preseganj CV je 25 dni v koledarskem letu, računano v drsečem povprečju treh let.

Opozorilna vrednost (OV) znaša 180 µg/m³ in je definirana kot **eno urna** koncentracija. OV je postavljena z namenom zaščititi prebivalstvo pred kratkotrajno izpostavljenostjo visokim koncentracijam ozona. Pri tako visoki koncentraciji je potrebno izdati opozorilo o preseganju in pričakovanem trajanju takšne situacije.

Z namenom zaščite zdravja je postavljena še **alarmna vrednost (AV)**, ki znaša 240 µg/m³ in je ravno tako definirana kot **eno urna** koncentracija. Pri tako visoki koncentraciji je potrebno poleg opozorila o preseganju in pričakovanem trajanju takšne situacije izvesti tudi določene ukrepe, npr. prepoved prometa. Opozorila pripravi in izda Agencija RS za okolje (ARSO).

Kot podpora ukrepom za doseganje ustrezne kakovosti zraka (za varovanje zdravja ljudi) veljajo tudi Smernice za kakovost zraka Svetovne zdravstvene organizacije (SZO), ki temeljijo na obsežni zbirki znanstvenih dokazov v zvezi z onesnaževanjem zraka in njegovimi posledicami za zdravje. Na podlagi znanih učinkov na zdravje smernice SZO, ki so bile posodobljene v septembru 2021 (več na:

Dokument:	POVIŠANE RAVNI TROPOSFERSKEGA OZONA - PRIPOROČILA ZA PREBIVALCE
Pripravil:	NIJZ-Center za zdravstveno ekologijo
	Verzija: 5 21.1.2025

<https://www.nijz.si/sl/nove-globalne-smernice-o-kakovosti-zraka-svetovne-zdravstvene-organizacije-szo> oziroma: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240034228>, tudi za ozon, kakor še za nekatera druga onesnaževala zraka, predvidevajo nižje še dopustne vrednosti. Decembra 2024 je začela veljati **nova Direktiva Evropskega parlamenta in Sveta o kakovosti zunanjega zraka in čistejšem zraku za Evropo**, s katero se bodo mejne vrednosti ključnih onesnaževal postopoma približevale ciljnim vrednostim, ki so navedene v Smernicah SZO.

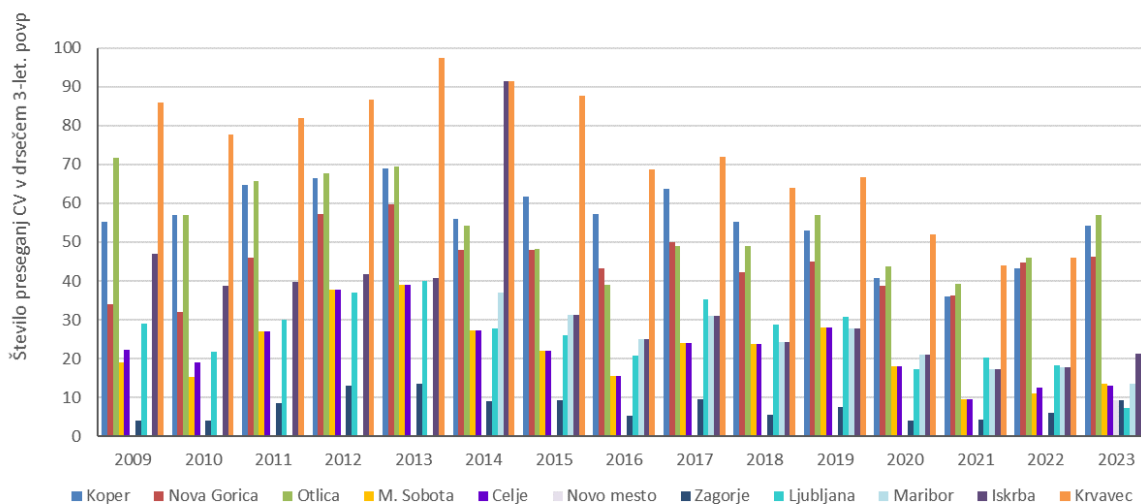
Onesnaženost zunanjega zraka z ozonom v Sloveniji

Slovenija (kot vsa južna Evropa) spada med območja z visokimi ravnmi ozona v zunanjem zraku. Povprečne letne koncentracije ozona v Sloveniji ne kažejo izrazitega trenda v zadnjih letih. Po visokih koncentracijah odstopata leti 2003 in 2006 zaradi več sončnega vremena in visokih temperatur zraka. 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 običajno presežena ciljna vrednost (CV) za varovanje zdravja ljudi.

V letu 2021 so bile meritve ozona ukinjene na merilni postaji Trbovlje, zato za to merilno postajo podatkov ne prikazujemo več. Na merilni postaji Hrastnik pa je ARSO meritve ozona ukinil že v letu 2020, uvedene pa bile so nove meritve ozona na merilni postaji Novo mesto. Za merilno postajo Novo mesto so podatki prikazani šele z letom 2021, slika 1. Zaradi premalo veljavnih meritev v letu 2022 so za merilno postajo Ljubljana Bežigrad podatki le informativni.

Na sliki 1 je prikazano število dni na različnih merilnih mestih v Sloveniji, ko je bila ciljna vrednost (CV) za ozon presežena (računano kot triletno drseče povprečje od leta 2007 do leta 2023, pri čemer 2009 predstavlja prvo triletno obdobje 2007-2009).

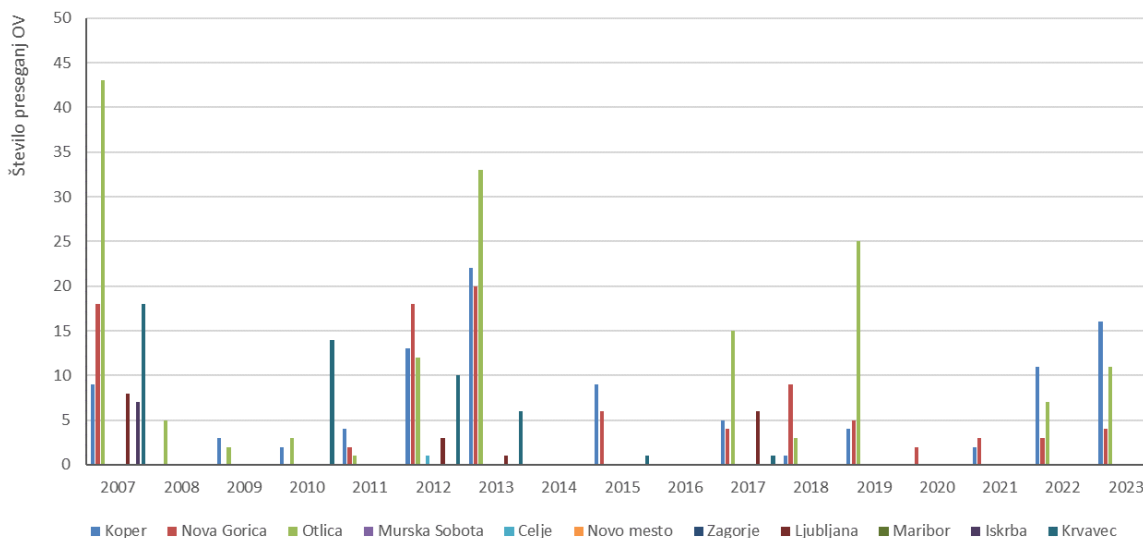


Slika 1. Število preseganj ciljne vrednosti (CV) za ozon v različnih slovenskih krajih v drsečem povprečju treh let za obdobje 2007–2023 (leto 2009 predstavlja prvo triletno obdobje 2007-2009). Ciljna vrednost znaša 120 µg/m³ in ne sme biti presežena več kot 25 dni v koledarskem letu, računano v drsečem povprečju treh let (vir podatkov: ARSO, 2024)

Dokument:	POVIŠANE RAVNI TROPOSFERSKEGA OZONA - PRIPOROČILA ZA PREBIVALCE
Pripravitel:	NIJZ-Center za zdravstveno ekologijo
	Verzija: 5 21.1.2025

Po številu preseganj CV izstopajo merilna mesta na Krvavcu, Kopru, Novi Gorici in Otlici. V zadnjem triletnem povprečju 2023 (obdobje 2021-2023) je bila CV presežena na merilnih mestih Koper (57 preseganj CV, Otlica (54 preseganj CV), Krvavec (50 preseganj CV),) in Nova Gorica (37 preseganj CV). Ciljna vrednost $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ne sme biti presežena več kot 25 dni v koledarskem letu, računano v drsečem povprečju treh let.

V letu 2023 je bilo 31 preseganj opozorilne vrednosti (OV) in sicer 16 preseganj je bilo v Kopru, 11 preseganj na Otlici in 4 preseganja v Novi Gorici. V opazovanem obdobju 2007–2023 je bilo skupaj največ preseganj OV na merilnih mestih Otlica (160 preseganj OV), Koper (101 preseganj OV), Nova Gorica (92 preseganj OV) in Krvavec (50 preseganj OV). Preseganj alarmne vrednosti v letu 2023 ni bilo in tudi sicer je bila v zadnjem desetletju ta v Sloveniji dosežena oziroma presežena le izjemoma. Število preseganj OV v različnih slovenskih krajih v obdobju od leta 2007 do 2023 je prikazano na sliki 2.



Slika 2. Število preseganj opozorilne vrednosti (OV) za ozon v različnih slovenskih krajih v obdobju od leta 2007 do 2023. Opozorilna vrednost znaša $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in je postavljena z namenom zaščititi prebivalstvo pred kratkotrajno izpostavljenostjo visokim koncentracijam ozona (vir podatkov: ARSO, 2024)

Več o kakovosti zunanjega zraka lahko najdete [tukaj](#).

Obveščanje javnosti o onesnaženosti zunanjega zraka z ozonom - ARSO

Agencija RS za okolje (ARSO) na svojih spletnih straneh objavlja napoved maksimalnih urnih koncentracij ozona ter tekoče urne in dnevne koncentracije ozona. Računalniški model napovedovanja koncentracij ozona omogoča napoved najvišje urne koncentracije ozona za en dan vnaprej.

NIJZ in ARSO sta vzpostavila prenovljeno prikazovanje podatkov o kakovosti zunanjega zraka – **Indeks kakovosti zraka**. Opredeljene so stopnje kakovosti zraka in opisana [priporočila](#) za ravnanje prebivalcev pri različnih stopnjah kakovosti zraka. V tabeli 1 je prikazan Indeks kakovosti zraka za onesnaževalo ozon.

Dokument:	POVIŠANE RAVNI TROPOSFERSKEGA OZONA - PRIPOROČILA ZA PREBIVALCE
Pripravil:	NIJZ-Center za zdravstveno ekologijo
	Verzija: 5 21.1.2025

NIJZ je pripravil tudi razširjeno e-mrežo obveščanja za celotno Primorsko (goriško in obalno-kraško statistično regijo), preko katere ARSO obvešča javnost o povišanih ravneh ozona in o preseganjih OV ali AV. V mrežo so vključene vse bolnišnice, zdravstveni domovi, vrtci, šole, domovi upokojencev in sicer za obveščanje ranljivih skupin prebivalstva. Za obveščanje splošne javnosti pa so zbrani e-naslavi občin in medijev v goriški in obalno-kraški statistični regiji.

Viri

1. Agencija RS za okolje (ARSO). Podatki DMKZ za leto 2023, osebna komunikacija, april, 2024.
2. Agencija RS za okolje (ARSO). Preseganja mejnih vrednosti za ozon v letu 2023. http://rte.arso.gov.si/zrak/kakovost%20zraka/podatki/preseganja_1223slo.pdf
3. Agencija RS za okolje (ARSO). Kazalci okolja. <http://kazalci.arso.gov.si/>
4. Agencija RS za okolje (ARSO). Interaktivna karta napovedi ozona. <http://www.arso.gov.si/zrak/kakovost%20zraka/podatki/ozon.html>
5. European Environment Agency (EEA). European air quality index, 2021. <https://www.eea.europa.eu/themes/air/air-quality-index>
6. United Nations Economic Commission for Europe (UNECE). Joint Task Force on the Health Aspects of Long-range Transboundary Air Pollution (7th : 2004 : Bonn, Germany) - UN. ECE. Executive Body for the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution.
7. WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Geneva: World Health Organisation, 2021. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329>.
8. Direktiva (EU) 2024/2881 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 23. oktobra 2024 o kakovosti zunanega zraka in čistejšem zraku za Evropo (prenovitev). https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202402881

Dokument se tekom let nadgrajuje. Pri njegovem nastajanju so sodelovali številni nekdanji in sedanji zaposleni na NIJZ (prej IVZ in ZZV).

Pri oblikovanju sedanje verzije smo sodelovali (po abecednem vrstnem redu):

Bojana Bažec, Matjaž Krošel, Simona Perčič, Majda Pohar, Andrej Uršič, Simona Uršič

Dokument:	POVIŠANE RAVNI TROPOSFERSKEGA OZONA - PRIPOROČILA ZA PREBIVALCE
Pripravil:	NIJZ-Center za zdravstveno ekologijo
	Verzija: 5 21.1.2025