

**POVIŠANE KONCENTRACIJE TROPOSFERSKEGA OZONA -
PRIPOROČILA ZA PREBIVALCE**

Maj 2015

Stopnja onesnaženosti zraka z ozonom ima lahko v poletnih mesecih pomembne vplive na zdravje ljudi. Splošna priporočila, ki veljajo za vroče, jasne, sončne dni, predvsem od meseca maja do vključno septembra oziroma ob povišanih koncentracijah ozona, so:

1. Prostore zračimo v jutranjih urah in delu dopoldneva.
2. Popoldne se zadržujemo v zaprtih prostorih, kjer so koncentracije ozona nižje. Koncentracije ozona so v dnevju najvišje med 12. in 16. uro, na Primorskem in ob Obali pa med 12. do 18. uro.
3. Izogibamo se fizičnim aktivnostim na prostem (tudi v hribih so poleti koncentracije ozona visoke). Aktivnosti na prostem izvajamo v jutranjih urah, ko so koncentracije ozona praviloma nižje.

Od meseca maja do septembra redno spremljamo [napovedi](#) in obvestila ARSO v zvezi z onesnaženostjo zunanjega zraka z ozonom.

Pri načrtovanju dnevnih aktivnosti na prostem upoštevamo dnevne [napovedi](#) maksimalnih urnih koncentracij ozona na spletnih straneh ARSO.

Priporočila veljajo za celotno populacijo, predvsem pa za ranljive skupine prebivalcev.

Podrobneje so priporočeni ukrepi glede na stopnjo onesnaženosti zraka z ozonom prikazani v Tabeli 1.

Tabela 1: Stopnja onesnaženosti zraka z ozonom, vplivi na zdravje in priporočeni ukrepi.

Indeks (stopnja) onesnaženosti	Koncentracija ozona v mikrogramih na kubični meter zraka ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Vpliv na zdravje	Priporočeni ukrepi
NIZKA	0 – 60	Kakovost zraka je zadovoljiva in onesnaženost ne predstavlja tveganja za zdravje oziroma je to majhno.	Ukrepi niso predvideni.
ZMERNNA	60 – 120	Kakovost zraka je sprejemljiva, vendar se lahko pri najbolj občutljivih posameznikih pojavijo prvi znaki težav v dihalnem sistemu.	Najbolj občutljivi posamezniki naj se umaknejo v notranje prostore. Koncentracije ozona so v notranjih prostorih praviloma nižje kot zunaj.
VISOKA	120 – 180	Pri občutljivih posameznikih, predvsem bolnikih s kroničnimi boleznimi dihal in krvnožilnega sistema, se lahko pojavljajo značilne težave, kot so oteženo dihanje, tesnoba v prsnem košu, kašljanje, pekoč občutek v očeh. Omenjeni učinki so možni tudi pri otrocih in starejših.	Občutljivi posamezniki naj se izogibajo gibanju in še posebej naporu na prostem. Zaščitimo otroke – umik v notranje prostore. Prostore zračimo v jutranjih urah, čez dan po nepotrebnem ne odpiramo oken in vrat.
ZELO VISOKA	nad 180	Težave lahko občutijo na splošno vsi, tudi ljudje, ki sicer nimajo posebnih težav. Lahko se pojavi oteženo dihanje, tesnoba v prsnem košu, kašelj, pekoč občutek v očeh. Še posebej so lahko prizadeti občutljivi posamezniki (bolniki, otroci in starostniki).	Omejimo gibanje na prostem. Prostore zračimo v jutranjih urah, čez dan ne odpiramo oken in vrat. V času zelo visokih koncentracij se izogibamo intenzivnim telesnim dejavnostim na prostem. Zunanje aktivnosti in dela izvajamo v jutranjih urah, ko so koncentracije ozona nižje. Koncentracije ozona so najvišje med 12. in 16. uro, na Primorskem in ob Obali pa med 12. do 18. uro.

Vir: ARSO 2014, EEA 2014, EPA 2014

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 »koristen« ozon)**. Nastaja naravno in 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 »škodljiv« ozon)**. Troposferski ozon je posledica emisij onesnaževal v zrak zaradi človekove dejavnosti in je v preveliki koncentraciji škodljiv za zdravje ljudi in okolja.

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. Koncentracije ozona so močno odvisne tudi od vremena. Višje so predvsem ob stabilnem jasnem vremenu z močnim sončnim sevanjem, visokimi temperaturami in šibkim vetrom, zlasti na območjih v bližini virov emisij predhodnikov ozona. Dež spere ozon in tudi njegove predhodnike iz ozračja, ob oblačnem vremenu pa prodre do tal nižja količina UV svetlobe, kar vpliva na manjšo intenziteto fotokemijskih reakcij, s katerimi nastaja ozon.

Na merilnih mestih, ki so izpostavljena prometu so koncentracije ozona nižje, ker ozon reagira z dušikovim monoksidom iz izpušnih plinov in razpade nazaj v običajni dvoatomni kisik. Na merilnih mestih na višjih legah ter na ruralnih območjih, kjer je neposredni vpliv predhodnikov ozona manjši, hkrati pa je sevanje sonca močnejše, so koncentracije ozona praviloma višje. To je značilno za vsa merilna mesta v visokogorju z odprtim reliefom in značilnostmi prostega ozračja, kakršno je v Sloveniji npr. merilno mesto na Krvavcu (1740 m n.v.).

Zaradi prenosa ozona in njegovih predhodnikov z zračnimi masami se onesnaženost lahko razširi tudi na podeželje oziroma druge oddaljene kraje.

Letni in dnevni hod ozona

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

Dnevni hod je značilen za nižje ležeča območja in se kaže z izrazitim maksimumom (pikom) koncentracije ozona med 14. in 15. uro (oziroma med 12. in 16. uro), ko je sončno sevanje močno in so temperature zraka najvišje. V dopoldanskem in pozno popoldanskem času ter ponoči pa so koncentracije ozona praviloma nižje.

Najvišje koncentracije troposferskega ozona so značilne za poletne mesece zaradi večjega vpliva sončnega sevanja in višjih temperatur zraka, zlasti v obdobju od maja do konca julija. V ostalem delu leta so koncentracije troposferskega ozona praviloma nižje. To je **letni hod** troposferskega ozona.

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.

Novejše raziskave so pokazale tudi sistemske 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:

1. Časa izpostavljenosti (večji učinek pri daljši izpostavljenosti);
2. Koncentracije ozona v zraku (večji učinek pri višjih koncentracijah ozona);
3. Fizične aktivnosti (večji učinek pri večji fizični obremenitvi).

Ranljive skupne ljudi

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

1. OTROCI
2. STAREJŠI LJUDJE
3. LJUDJE Z ASTMO, KRONIČNO OBSTRUKTIVNO PLJUČNO BOLEZNIJO (KOPB) IN BOLNIKI Z DRUGIMI KRONIČNIMI PLJUČNIMI BOLEZNIMI
4. LJUDJE Z BOLEZNIMI SRCA
5. VSI, KI SO FIZIČNO AKTIVNI NA PROSTEM (delavci v gradbeništvu, gozdarji, rekreativni športniki...)
6. NEKATERI BOLJ OBČUTLJIVI ZDRAVI POSAMEZNIKI

Vplivi ozona na okolje

Troposferski ozon je škodljiv tudi za zdravje okolja. 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

Ciljna vrednost (CV) za varovanje zdravja ljudi znaša 120 µg/m³ in se izračuna kot največja povprečna 8-urna drseča koncentracija ozona za vsak dan. V koledarskem letu je lahko največ 25 dni, ko največja 8-urna koncentracija ozona preseže ciljno vrednost.

Opozorilna vrednost (OV) znaša 180 µg/m³ in je definirana kot 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 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).

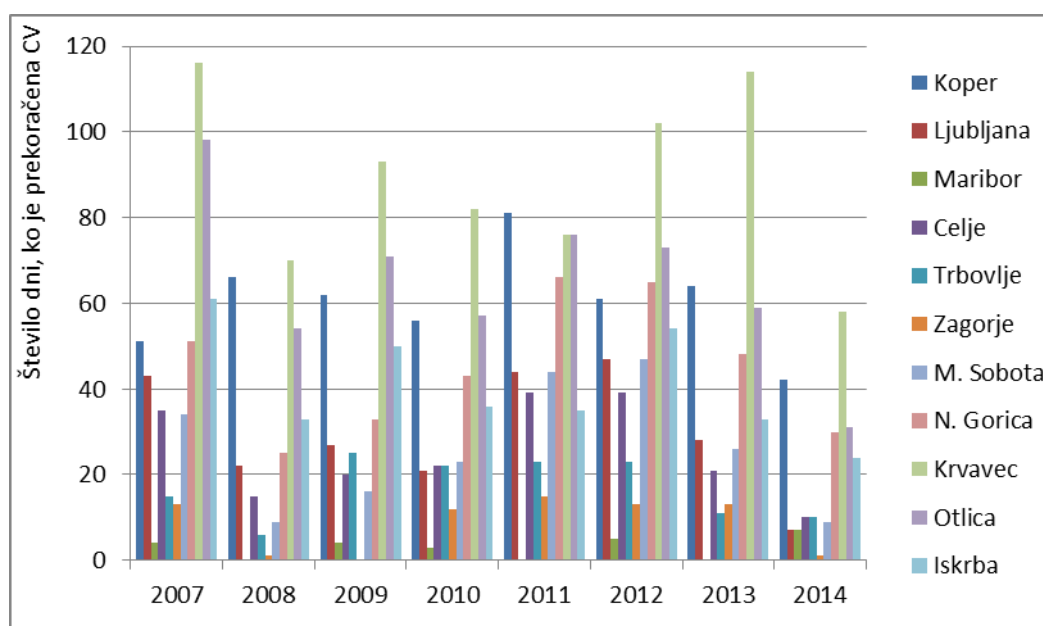
Napovedovanje koncentracij ozona - ARSO

Od aprila 2008 Agencija RS za okolje (ARSO) na svojih spletnih straneh objavlja tudi [napovedi](#) maksimalnih urnih koncentracij ozona. Računalniški model napovedovanja koncentracij ozona omogoča napoved najvišje urne koncentracije ozona za en dan vnaprej.

Onesnaženost zunanjega zraka z ozonom v Sloveniji

Slovenija spada (tako kot vsa južna Evropa) med območja z visokimi vrednostmi koncentracij 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.

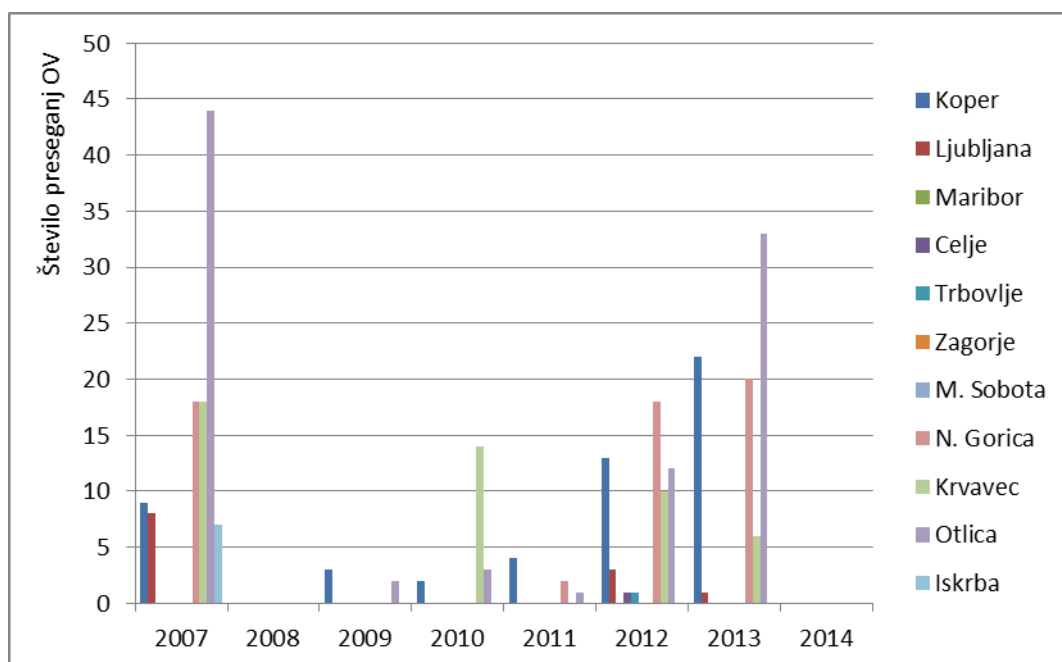
Na večini merilnih mest, tudi na podeželju in v višjih legah, z izjemo tistih, ki so izpostavljena izpustom dušikovih oksidov zaradi prometa, je običajno presežena ciljna vrednost za varovanje zdravja ljudi. Na sliki 1 je prikazano število preseganj ciljne vrednosti za ozon v obdobju od leta 2007 do leta 2014 na različnih merilnih mestih v Sloveniji.



Slika 1. Število preseganj ciljne vrednosti (CV) za ozon v različnih slovenskih krajih v obdobju od leta 2007 do 2014. Ciljna vrednost znaša $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in ne sme biti presežena več kot v 25 dneh v koledarskem letu (vir podatkov: ARSO)

Iz slike 1 je razvidno, da po številu preseganj ciljne vrednosti v prikazanem obdobju izstopajo merilna mesta na Kravcu Otlici, Kopru in Novi Gorici. V lanskem letu po število preseganj izstopajo Kravvec (58 preseganj CV), Koper (42 preseganj CV), Otlica (31 preseganj CV) in Nova Gorica (30 preseganj CV).

Na sliki 2 je prikazano število preseganj opozorilne vrednosti v različnih slovenskih krajih v obdobju od leta 2007 do 2014. V tem obdobju je bila OV največkrat presežena na Otlici (95 preseganj OV), v Novi Gorici (58 preseganj OV), v Kopru (53 preseganj OV) in na Kravcu (48 preseganj OV). Alarmna vrednost je bila v zadnjem desetletju v Sloveniji dosežena oziroma presežena le izjemoma. Največ preseganj OV v obravnavanem obdobju je bilo v letu 2007 in 2013. V letu 2014 na nobenem merilnem mestu OV ni bila presežena.



Slika 2. Število preseganj opozorilne vrednosti (OV) za ozon v različnih slovenskih krajih v obdobju od leta 2007 do 2014. 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)

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

Primorska in Obala

Na Primorskem in zlasti na Obali je zaradi ugodnejšega vremena in ostalih pogojev za nastanek ozona ter zaradi transporta ozona in njegovih predhodnikov iz severne Italije, onesnaženost zunanje zraka z ozonom večja kot na drugih območjih Slovenije.

Na raven onesnaženosti zunanje zraka z ozonom na celotnem območju S in J Primorske z Obalo pomembno vpliva tudi transport koncentracij ozona iz Padske nižine, ki je eno izmed območij v Evropi, kjer nastajajo največje količine ozona. Posledično je na tem območju večkrat presežena opozorilna vrednost, dvakrat pa je bila v preteklih letih presežena tudi alarmna vrednost za ozon (na Goriškem leta 2003 in 2006). Vsako leto je preseženo tudi dopustno število prekoračitev ciljne vrednosti za zaščito zdravja.

V državno mrežo za spremljanje kakovosti zraka (DMKZ) pri Agenciji RS za okolje (ARSO) sta v Severno Primorski regiji vključeni merilni mesti Nova Gorica in Otlica, na Obali pa merilno mesto Koper.

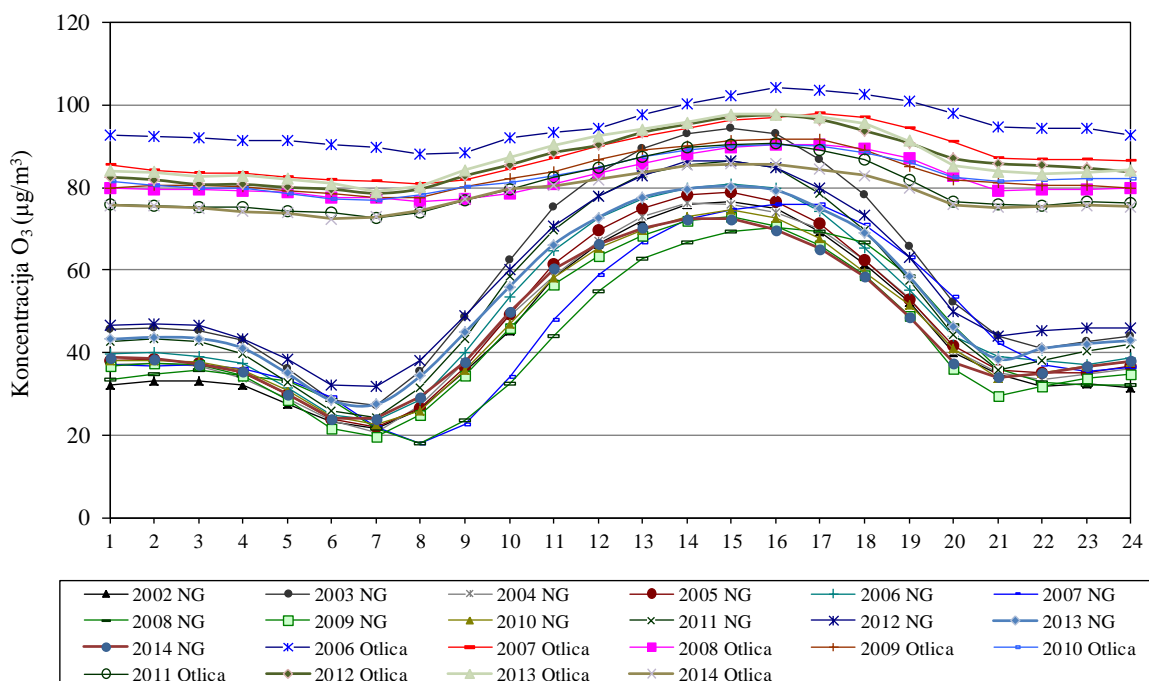
Onesnaženost zraka z ozonom na Primorskem in Obali ima lahko v poletnih mesecih pomembne vplive na zdravje ljudi.

Posebna priporočila veljajo za prebivalce območja Trnovsko-Banjške planote, kjer so koncentracije ozona v povprečju višje kot v nižjih legah na Goriškem. Prebivalcem tega območja svetujemo, da se v dneh s preseženimi opozorilnimi ali alarmnimi vrednostmi za ozon na merilnem mestu Otlica izogibajo fizičnim aktivnostim na prostem.

Dnevni hod ozona na Goriškem

Dnevni hod koncentracij troposferskega ozona na merilnem mestu Nova Gorica (113 m n.v.) in na merilnem mestu Otlica (918 m n.v.) je prikazan na sliki 3. Na merilnem mestu Nova Gorica je izrazit

maksimum med 14. in 15. uro oziroma med 12. in 16. uro, ko imajo prevladujoč vpliv sončno sevanje in višje temperature zraka. Na merilnem mestu Otlica, pa tako kot na vseh višje ležečih merilnih mestih, dnevno gibanje koncentracij ozona ni tako izrazito, te pa so tudi v povprečju višje kot na merilnem mestu Nova Gorica.



Slika 3: Dnevni hod troposferskega ozona na merilnem mestu Nova Gorica (2002-2014) in Otlica (2006-2014) (vir podatkov: ARSO)

Obveščanje javnosti na Primorskem in Obali - ARSO

Na NIJZ OE Nova Gorica in OE Koper smo v letu 2014 pripravili razširjeno e-mrežo obveščanja za Primorsko in Obalo, preko katere ARSO obvešča javnost o povišanih koncentracijah ozona in o preseganjih OV ali AV. V mrežo so vključene vse bolnišnice, zdravstveni domovi, vrtci, šole, domovi upokojencev in sicer za obveščanje občutljivih skupin prebivalstva, za obveščanje splošne javnosti pa so zbrani e-naslovi občin in medijev v S in J Primorski regiji.

Viri:

1. Agencija RS za okolje. Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2013. http://www.arso.gov.si/zrak/kakovost%20zraka/poro%C4%8Dila%20in%20publikacije/porocilo_2013.pdf
2. Agencija RS za okolje. Preseganja mejnih vrednosti za ozon v letu 2014. http://www.arso.gov.si/zrak/kakovost%20zraka/podatki/preseganja_1214slo.pdf
3. Agencija RS za okolje. Kazalci okolja. <http://kazalci.arso.gov.si/>
4. Agencija RS za okolje. Ozon naš zaščitnik in sovražnik. http://www.arso.gov.si/zrak/kakovost%20zraka/podatki/Ozon_clanek_2012.pdf
5. Agencija RS za okolje. Interaktivna karta napovedi ozona. <http://www.arso.gov.si/zrak/kakovost%20zraka/podatki/ozon.html>
6. World Health Organisation. WHO air quality guidelines global update 2005. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2005. http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0005/78638/E90038.pdf