

ONESNAŽENOST ZRAKA V LETU 2015

Air pollution in year 2015

Tanja Koleša

Kakovost zraka je pomemben element stanja okolja in ima velik vpliv na zdravje in počutje ljudi. V preteklosti je bil z vidika onesnaženosti največji problem žveplov dioksid. Koncentracije žvepla so, po uvedbi goriv z majhno vsebnostjo žvepla in po izvedenih ukrepih v termoelektrarnah in industriji, močno padle. Sedaj je v Sloveniji najbolj pereč problem onesnaženost zraka z delci PM_{10} in ozonom.

Izpusti delcev v Sloveniji so predvsem rezultat močno razširjene uporabe lesa v zastarelih kurilnih napravah gospodinjstev. Visoke koncentracije so posledica tudi neugodnih vremenskih razmer v slabo prevetrenih kotlinah in dolinah celinske Slovenije, kjer lahko še posebej ob pogostih in izrazitih temperaturnih inverzijah že manjša gostota izpustov povzroči čezmerno onesnaženost zraka. Preseganja dnevnih mejnih vrednosti so večinoma omejena na hladni del leta, ko so meteorološke razmere za razredčevanje izpustov najbolj neugodne, hkrati pa zrak onesnažujejo male kurilne naprave. Isti vzroki neugodno vplivajo tudi na koncentracije drugih onesnaževal kot so dušikovi oksidi in benzen, čeprav pri teh onesnaževalih v Sloveniji nimamo preseganj mejnih vrednosti. Obratno je z ozonom, ki ga je poleti največ. Ozon nastane s kemijskimi reakcijami ob prisotnosti sončne svetlobe. Kemijske reakcije so tem intenzivnejše, čim višja je temperatura in čim močnejše je sončno sevanje.

Leto 2015 je bilo daleč najtoplejše, odkar spremljamo na osnovi instrumentalnih meritev izračunano svetovno povprečje. Poleg tega je bila v celotnem letu količina padavin izjemno majhna. Zaradi stabilnega vremena je bila predvsem oktobra, novembra in decembra zelo pogosta temperaturna inverzija, ki neugodno vpliva na razredčevanje izpustov in posledično so bile v tem obdobju visoke koncentracije delcev PM_{10} in tudi nekaterih drugih onesnaževal.

Onesnaženost zraka z **delci PM_{10}** je bila leta 2015 večja kot leto poprej. Dopustno število preseganj dnevne mejne vrednosti za delce **PM_{10}** (35) je bilo preseženo na osmih merilnih mestih v urbanem okolju, leta 2014 pa le na štirih merilnih mestih. Največ 85 preseganj je bilo leta 2015 izmerjenih na merilnem mestu Ljubljana Center. Leta 2014 je bilo na tem merilnem mestu 55 preseganj mejne dnevne vrednosti. Sledijo Celje Gaji (76 preseganj), Celje (70 preseganj), Zagorje (70 preseganj), Trbovlje (50 preseganj), Murska Sobota Rakičan (47 preseganj), Ljubljana Bežigrad (43 preseganj) in Novo mesto (40 preseganj). Na merilnih mestih Ljubljana Biotehniška fakulteta in Maribor Center je bilo število preseganj 34, kar je tik pod dovoljenim pragom. Na lokaciji Iskrba, ki predstavlja naravno ozadje, v letu 2015 nismo zabeležili niti enega preseganja dnevne mejne vrednosti. Letna mejna vrednost ni bila presežena na nobenem merilnem mestu. Iz grafa 2 je vidno, da so bile povprečne letne koncentracije leta 2015 višje kot leta 2014.

Za delce **$PM_{2.5}$** je predpisana mejna vrednost kot letno povprečje, ki od začetka meritev ni bila presežena na nobenem merilnem mestu. Zaradi neugodnih vremenskih razmer so bile povprečne letne koncentracije delcev $PM_{2.5}$ leta 2015 na vseh merilnih mestih višje kot leta 2014. Najvišjo povprečno letno koncentracijo $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ smo izmerili na merilnem mestu Ljubljana Biotehniška fakulteta. Na prometnem merilnem mestu Maribor Center je bila povprečna letna koncentracija $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Mejna vrednost je leta 2015 znašala $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Koncentracije **ozona** so višje v letih s toplejšimi in sončnimi poletji, kakršno je bilo tudi poletje 2015. Takrat so ugodni pogoji za nastanek tega onesnaževala, ki nastaja s kemično reakcijo ob prisotnosti sončne svetlobe in predhodnikov ozona (dušikovih oksidov in organskih spojin). V Sloveniji je zrak z ozonom najbolj onesnažen na Primorskem in Obali ter v višje ležečih krajih. Do prekoračitev opozorilne urne vrednosti je prišlo julija in avgusta na petih merilnih mestih. Največ devet prekoračitev opozorilne

ure vrednosti je bilo zabeleženih v Kopru. Do prekoračitev je prišlo še šestkrat v Novi Gorici, štirikrat na Sv. Mohorju in po enkrat na Krvavcu in Kovku. Ciljna 8-urna koncentracija pa je bila prekoračena povsod.

Najvišje koncentracije ozona in tudi največ prekoračitev urne opozorilne vrednosti je bilo zabeleženih od 10. do 24. julija, ko je bilo najdaljše obdobje brez padavin. V tem času je bilo nad našimi kraji šibko polje visokega zračnega tlaka s šibkimi vetrovi in zelo visokimi temperaturami, kar so ugodni pogoji za nastanek visokih koncentracij ozona.

Koncentracije **dušikovega dioksida (NO_2)**, so najvišje na merilnih mestih izpostavljenim cestnemu prometu, ker je promet glavni vir dušikovih oksidov. Čezmerna onesnaženost je običajno problem večjih mest in aglomeracij. V zadnjih letih je bila prekoračena mejna letna vrednost za varovanje zdravja le na najbolj prometnem merilnem mestu Ljubljana Center, povsod drugod pa mejna vrednost ni bila presežena. Leta 2015 je bila povprečna letna koncentracija dušikovega dioksida tudi na merilnem mestu Ljubljana Center ($36 \mu\text{g}/\text{m}^3$) pod mejno vrednostjo ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Dnevna mejna vrednost ni bila presežena nikjer. Slika 5 prikazuje trend povprečnih letnih koncentracij dušikovega dioksida na merilnih mestih DMKZ.

Za **dušikove okside (NO_x)** je zaradi vpliva na rastlinje določena mejna vrednost kot povprečna letna koncentracija na za to reprezentativnih merilnih mestih. Koncentracije so bile, tako kot prejšnja leta, na reprezentativnih merilnih mestih pod mejno vrednostjo.

V letu 2015 je bilo za **žveplov dioksid (SO_2)** izmerjeno le eno preseganje urne mejne vrednosti na merilnem mestu Šoštanj, ki spada pod vplivno območje Termoelektrarne Šoštanj. Za vsako merilno mesto je dopustno 24 preseganj urne mejne vrednosti. Letna in dnevna mejna vrednost nista bili preseženi nikjer. Graf 6 prikazuje, da so se od začetka meritev povprečne letne koncentracije žveplovega dioksida močno zmanjšale. Na merilnih mestih DMKZ (ARSO) so koncentracije do leta 2007 padale, nato pa so se ustalile na zelo nizki ravni. Na izmerjene koncentracije na merilnih mestih v okolici termoelektrarn Trbovlje (TET) in Šoštanj (TEŠ) je močno vplivala uvedba odžvepljevalnih naprav. Tudi v oklici teh dveh objektov so se koncentracije ustalile na zelo nizki ravni.

Koncentracije **ogljikovega monoksida** so bile tako kot prejšnja leta precej pod mejno vrednostjo na vseh merilnih mestih, kjer se izvajajo meritve. Najvišja 8-urna koncentracija je bila v letu 2015 izmerjena na merilnem mestu Ljubljana Bežigrad in je znašala četrtno mejne vrednosti.

Benzen merimo na treh merilnih mestih: Ljubljana Bežigrad, Ljubljana Center in Maribor Center. V letu 2015 ni bila presežena letna mejna vrednost na nobenem od teh merilnih mest. Največji vir benzena je promet, zato so po pričakovanjih najvišje koncentracije tega onesnaževala izmerjene na najbolj prometnem merilnem mestu Ljubljana Center, kjer je koncentracija dosegla približno polovico mejne vrednosti.

Poročilo smo sestavili na podlagi začasnih, še ne dokončno preverjenih podatkov iz državne merilne mreže za spremljanje kakovosti zraka (DMKZ) Agencije Republike Slovenije za okolje (ARSO) in iz drugih merilnih mrež. Rezultatov kemijske analize delcev PM_{10} in $\text{PM}_{2,5}$ za leto 2015 še nimamo, zato bodo ti podatki objavljeni v letnem poročilu *Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2015*, ki bo kot vsako leto objavljeno tudi na spletni strani ARSO.

Poročilo je sestavljeno na podlagi podatkov iz naslednjih merilnih mrež:

Merilna mreža	Podatke posredoval in odgovarja za meritve
DMKZ	Agencija Republike Slovenije za okolje (ARSO)
EIS TEŠ, EIS TET, EIS TEB, TE-TO Ljubljana, OMS Ljubljana	Elektroinštitut Milan Vidmar
MO Maribor	Zavod za zdravstveno varstvo Maribor – Inštitut za varstvo okolja
EIS Anhovo	Služba za ekologijo podjetja Anhovo
Občina Medvode	Studio Okolje, Ljubljana

LEGENDA:

DMKZ	Državna merilna mreža za spremljanje kakovosti zraka
EIS TEŠ	Ekološko informacijski sistem termoelektrarne Šoštanj
EIS TET	Ekološko informacijski sistem termoelektrarne Trbovlje
EIS TEB	Ekološko informacijski sistem termoelektrarne Brestanica
MO Maribor	Merilna mreža Mestne občine Maribor
EIS Anhovo	Ekološko informacijski sistem podjetja Anhovo
OMS Ljubljana	Okoljski merilni sistem Mestne občine Ljubljana
TE-TO Ljubljana	Okoljski merilni sistem Termoelektrarne Toplarne Ljubljana

Oznake pri preglednici / legend to table:

% pod	odstotek veljavnih podatkov / percentage of valid data
Cp	povprečna letna koncentracija / average yearly concentration
max	maksimalna koncentracija / maximal concentration
>MV	število primerov s preseženo mejno vrednostjo / number of limit value exceedances
>OV	število primerov s preseženo opozorilno vrednostjo / number of information threshold exceedances
>AV	število primerov s preseženo alarmno vrednostjo / number of alert threshold exceedances
>CV	število primerov s preseženo ciljno vrednostjo / number of target value exceedances
AOT40	vsota [$\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{ure}$] razlik med urnimi koncentracijami, ki presegajo $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$, in vrednostjo $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in so izmerjene med 8.00 in 20.00 po srednjeevropskem zimskem času. Po <i>Uredbi o kakovosti zunanjega zraka, (Ur.l. RS 9/11)</i> se vsota računa od 5. do 7. meseca. Mejna vrednost za varstvo rastlin je $18.000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$.
*	premalo veljavnih meritev; informativni podatek / less than required data; for information only

Območje/ site characteristics:

U–mestno/urban, B–ozadje/background, T–prometno/traffic, R–podeželsko/rural, NC–primestno/near city, I–industrijsko/industrial, REG–regionalno/regional

Mejne, alarmne in dopustne vrednosti koncentracij v $\mu\text{g}/\text{m}^3$, leto 2015:

Limit values, alert thresholds, and allowed values of concentrations in $\mu\text{g}/\text{m}^3$, year 2015:

Onesnaževalo	1 ura / 1 hour	3 ure / 3 hours	8 ur / 8 hours	Dan / 24 hours	Leto / Year
SO ₂	350 (MV) ¹	500 (AV)		125 (MV) ³	20 (MV)
NO ₂	200 (MV) ²	400 (AV)			40 (MV)
NO _x					30 (MV)
CO			10 (MV) (mg/m^3)		
Benzen					5 (MV)
O ₃	180(OV), 240(AV), AOT40		120 (CV) ⁵		40 (CV)
Delci PM ₁₀				50 (MV) ⁴	40 (MV)
Delci PM _{2,5}					25 (MV)

¹ – vrednost je lahko presežena 24-krat v enem letu

² – vrednost je lahko presežena 18-krat v enem letu

⁵ – vrednost je lahko presežena 25-krat v enem letu

³ – vrednost je lahko presežena 3-krat v enem letu

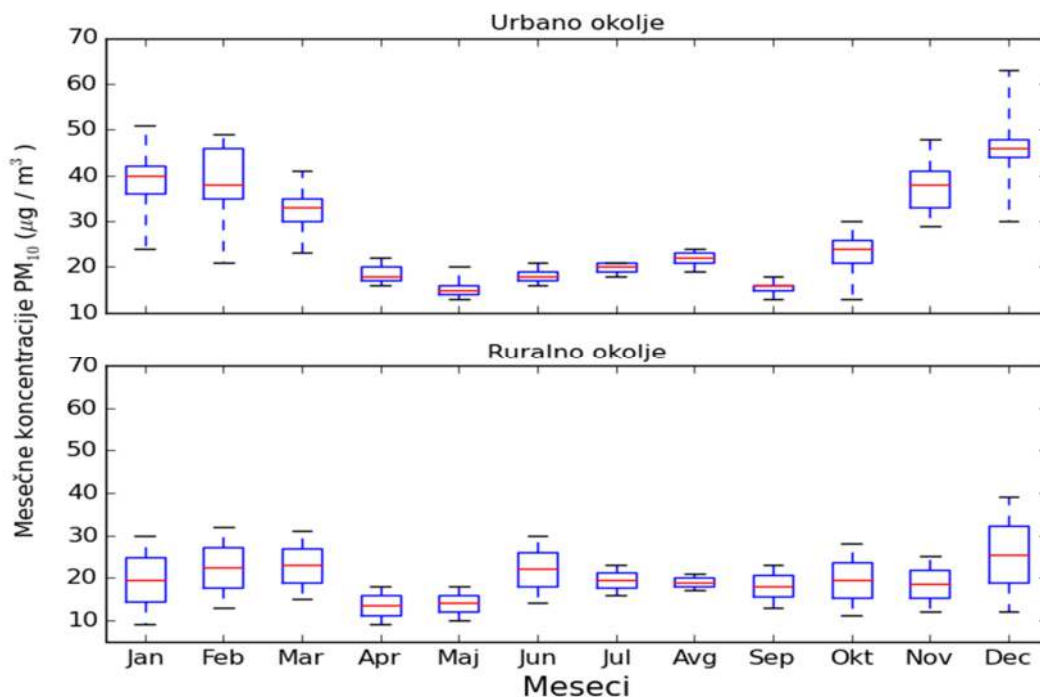
⁴ – vrednost je lahko presežena 35-krat v enem letu

Krepki rdeči tisk v tabeli 1 označuje prekoračitev mejnih koncentracij oz. prekoračeno število letno dovoljenih prekoračitev koncentracij.

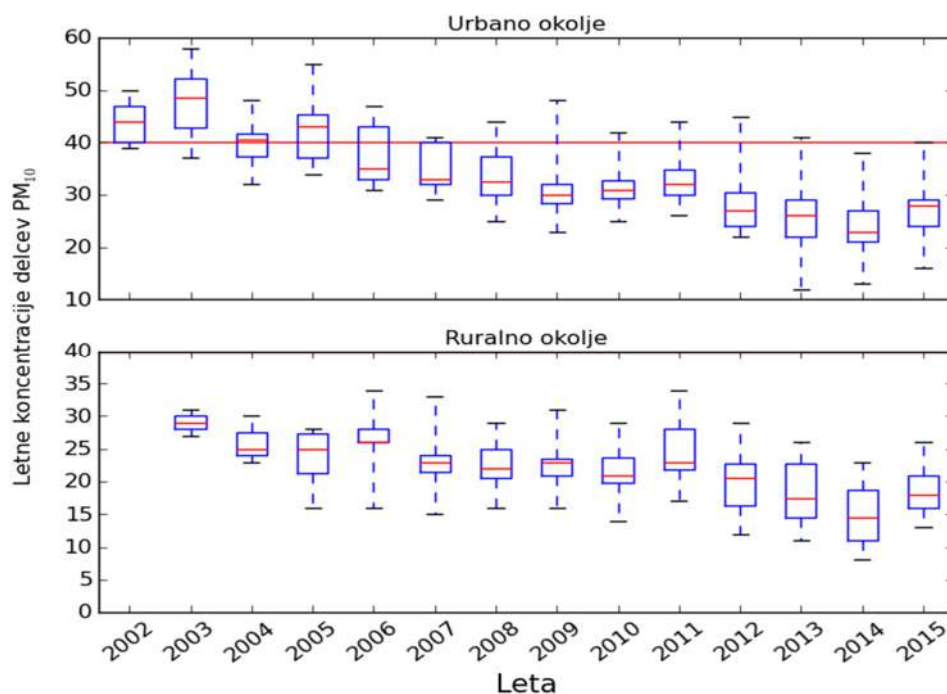
Bold red print in table 1 indicates the exceedances of the limit concentrations or the exceeded number of the annually allowed exceedances.

Preglednica 1. Pregled koncentracij različnih onesnaževal (presežene mejne vrednosti so v rdečem tisku), leto 2015
 Table 1. Overview of concentrations of different pollutants (exceedances of limit values are in red), year 2015

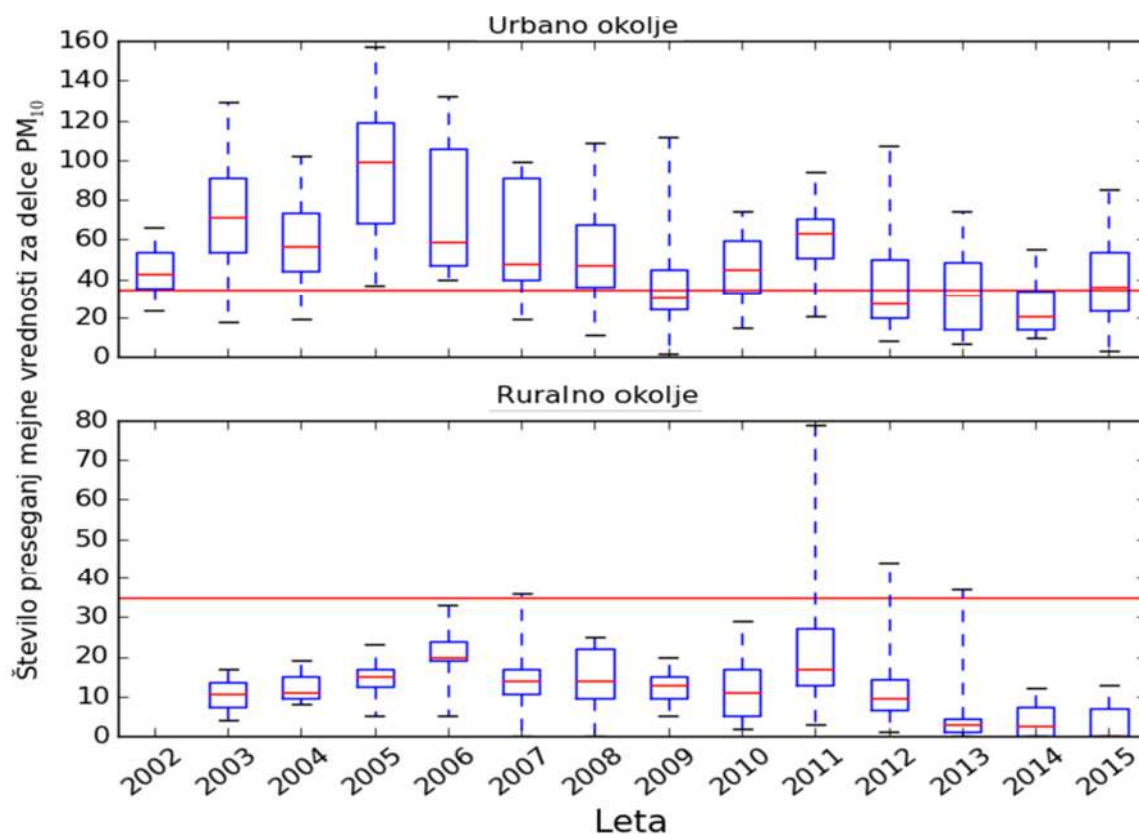
Merilno mesto / Site		Tip območja/ tip mer. mesta site characteristics	Delci PM ₁₀			Delci PM _{2.5}	Ozon O ₃			Dušikov dioksid NO ₂		Dušikovi oksidi NO _x	Žveplov dioksid SO ₂				Ogljikov monoksid CO	Benzen C ₆ H ₆
			leto/ year Cp (µg/m ³)	leto/ year max (µg/m ³)	24 ur/ 24hours >MV		1 ura/ 1 hour >OV	8 ur/ 8 hours >CV	AOT µg/m ³ ·h	leto/ year Cp (µg/m ³)	1 ura/ 1 hour >MV		leto/ year Cp (µg/m ³)	zima/ winter Cp (µg/m ³)	1 ura/ 1 hour >MV	24 ur/ 24hours >MV	8 ur/ 8 hours Cmax (mg/m ³)	leto/ year Cp (µg/m ³)
OMS Ljubljana	Ljubljana Center	U/T	40	107	85					36	0	72	2	3	0	0		2,8
DMKZ	Ljubljana Bežigrad	U/B	28	114	43		0	41	22339	30	0	56	4	4	0	0	2,4	1,3
	Ljubljana Biotehniška f.	U/B	27	117	34	22												
	Maribor Center	U/T	28	104	34	21				31	0	69					1,9	1,6
	Maribor Vrbanski plato	U/B				19	0	53	24524									
	Kranj	U/B	26	100	17													
	Novo mesto	U/B	29	113	40													
	Celje	U/B	32	142	70		0	28	15941	29	0	67	5	5	0	0		
	Trbovlje	S/B	29	90	50		0	21	15446	18	0	33	6	5	0	0	2,3	
	Hrastnik	S/B	24	67	22		0	32	20022				4	3	0	0		
	Zagorje	U/T	32	115	70		0	14	11245	25	0	53	3	5	0	0		
	Murska Sobota – Rakičan	R(NG)/B	29	124	47		0	31	18448	13	0	19						
	Nova Gorica	U/B	24	88	24		6	64	31299	22	0	43						
	Koper	U/B	23	113	28		9	79	39784	17	0	22						
	Krvavec	R(REG)/B					1	90	36028								0,3	
	Velenje	U/B	22	65	9													
	Iskrba	R(REG)/B	13	38	0	10	0	36	21043									
	Otlica	R(REG)/B					0	54	29112									
EIS-TEŠ	Šoštanj	S/I											4	5	1	0		
	Topolšica	S/B											5	3	0	0		
	Veliki Vrh	R(REG)/I											4	4	0	0		
	Zavodnje	R(REG)/I					0	61	50693	7	0	8	2	3	0	0		
	Velenje	U/B					0	29	33568				3	4	0	0		
	Graška Gora	R(REG)/I											4	3	0	0		
	Pesje	S/B	24	64	10								6	7	0	0		
EIS-TET	Škale	S/B	17	43	0					8	0	10	5	5	0	0		
	Kovk	R(REG)/I	13	41	0		1	83	77938	8	0	9	6	6	0	0		
	Dobovec	R(REG)/I	12	37	0					3	0	3	6	6	0	0		
	Kum	R(REG)/B											4	4	0	0		
	Ravenska vas	R(REG)/I											6	6	0	0		
TE-TO Ljubljana	Prapretno		21	49	0													
	Vnajarje	R(REG)/I	16	51	1		0	64	44764	9	0	9	4	3	0	0		
MO Maribor	Maribor Vrbanski plato	U/B	21	80	3					19	0	23						
MO Maribor	Maribor Pohorje	R(REG)/B					0	62	23429									
MO Celje	AMP Gaji		35	118	76					23	0	46	5	6	0	0		
EIS TEB	Sv. Mohor	R(REG)/B					4	61	47713	7	0	7	5	5	0	0		
Afarge Cement	ZelenaTrava		16	71	1					18	0	23	5	4	0	0		0,1
EIS ANHOVO	Morsko	R(REG)/I	18	97	7													
	Gorenje Polje	R(REG)/I	20	93	10													



Slika 1. Potek povprečnih mesečnih koncentracij PM₁₀ na merilnih mestih merilne mreže DMKZ po mesecih v letu 2015. Prikazane so najnižje in najvišje letno povprečje na skupini merilnih mest, oba kvartila in mediana.
Figure 1. Average monthly PM₁₀ concentrations measured at the DMKZ monitoring sites. For each month the maximal and minimal averages, both quartiles and median values are shown.

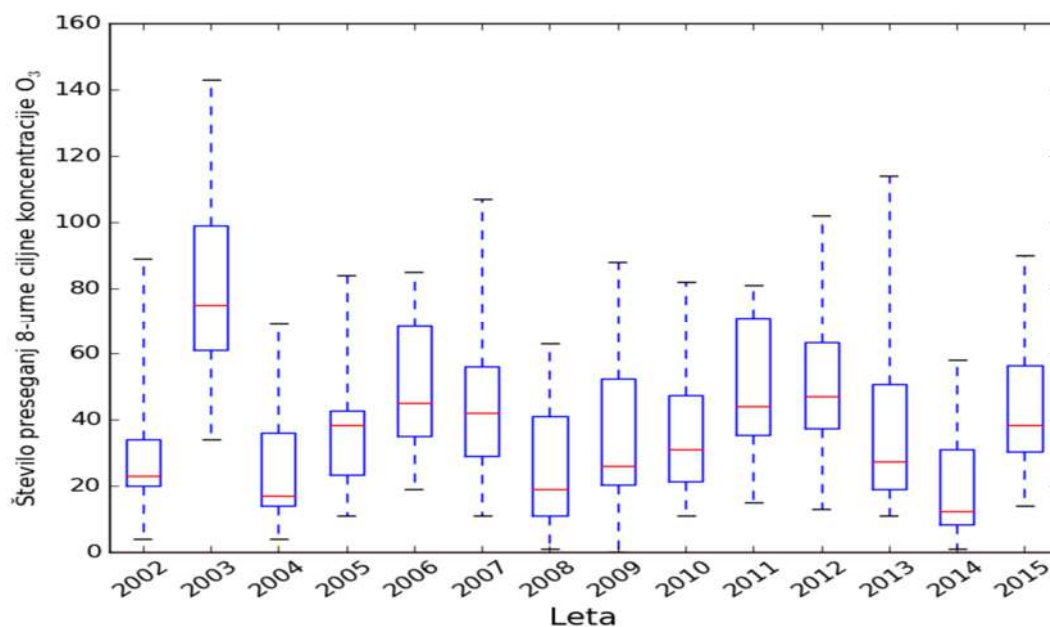


Slika 2. Porazdelitev povprečnih letne koncentracije PM₁₀ na merilnih mestih urbanega in ruralnega okolja. Prikazane so najnižje in najvišje letno povprečje na skupini merilnih mest, oba kvartila in mediana.
Figure 2. Distribution of yearly average concentrations measured at urban and rural monitoring sites. Maximal and minimal yearly averages, both quartiles and median values are shown.



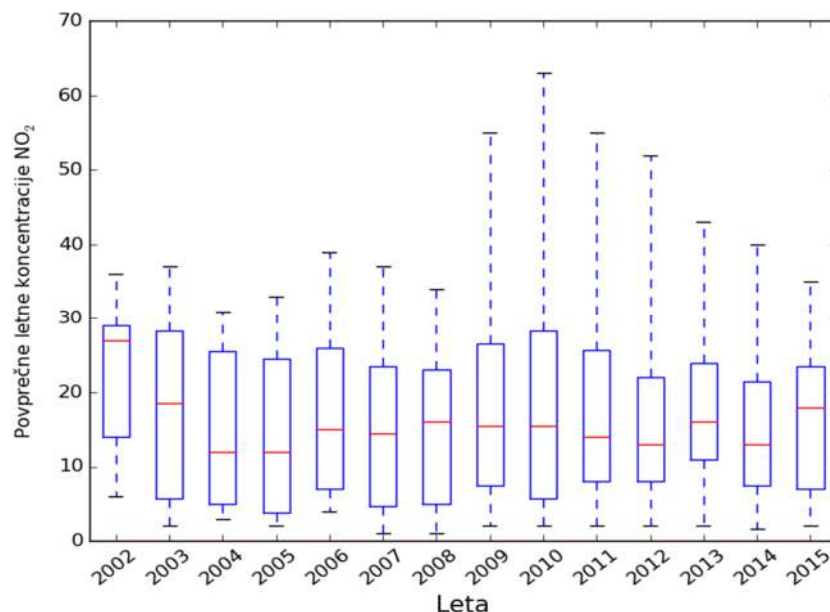
Slika 3. Porazdelitev števila preseganj dnevne mejne vrednosti za delce PM₁₀ po letih. Prikazane so najvišje in najnižje število preseganj, oba kvartila in mediana.

Figure 3. Distribution of the number of yearly exceedances at urban and rural monitoring sites. The maximal and minimal number of exceedances both quartiles and the median values are shown.



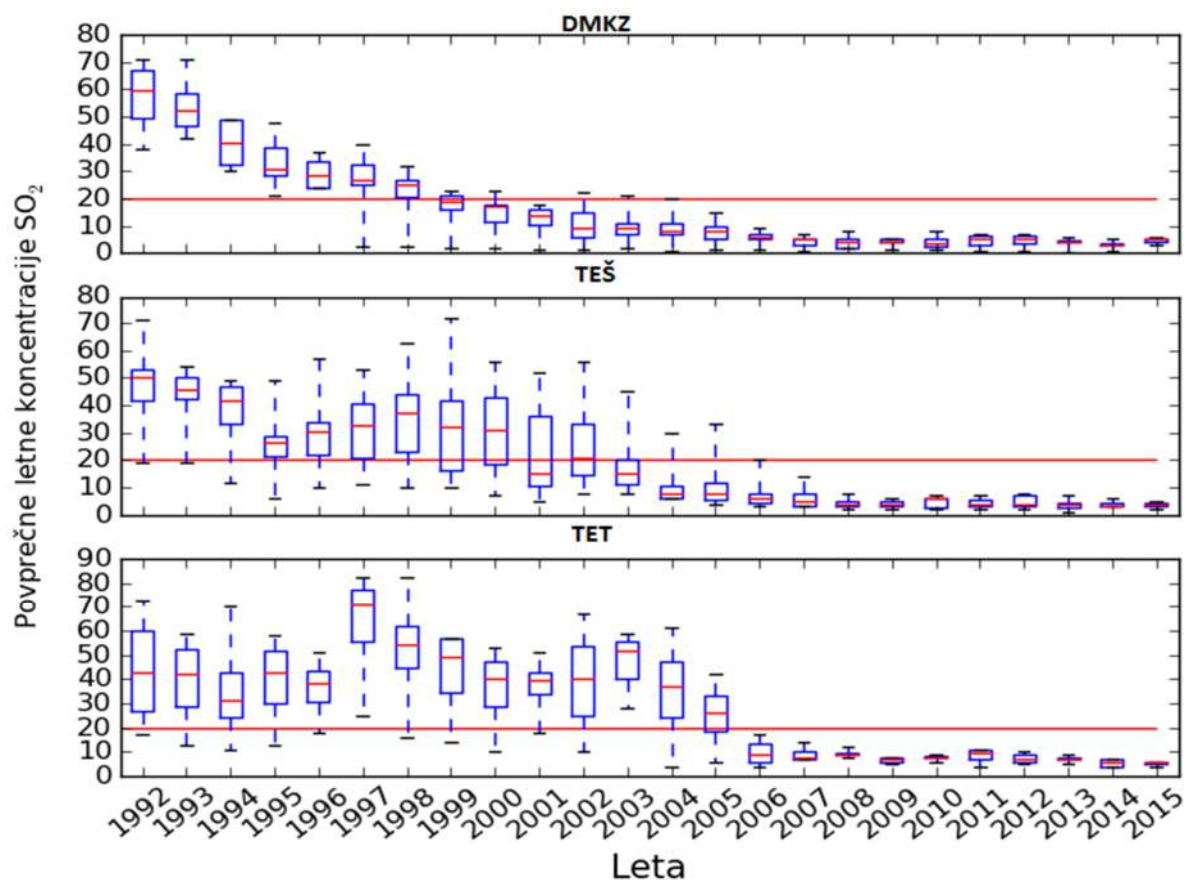
Slika 4. Porazdelitev preseganj 8-urne ciljne koncentracije ozona. Prikazane so najnižje in najvišje število preseganj, oba kvartila in mediana za posamezno leto.

Figure 4. Distribution of the number of exceedances of the maximum daily eight-hour mean at DMKZ monitoring sites. Maximal and minimal number of exceedances of the maximum daily eight-hour mean, both quartiles and median values are shown.



Slika 5. Porazdelitev povprečnih letne koncentracije NO_2 za posamezna leta. Prikazane so najnižja in najvišja letna koncentracija, oba kvartila in mediana za posamezno leto.

Figure 5. Distribution of yearly average NO_2 concentrations. Maximal and minimal yearly averages, both quartiles and median values are shown.



Slika 6. Porazdelitev povprečnih letne koncentracije SO_2 na merilnih mestih ARSO-DMKZ in merilnih mestih v okoli TET, TEŠ in TET za posamezna leta. Prikazane so najnižja in najvišja letna koncentracija, oba kvartila in mediana.

Figure 6. Distribution of yearly average concentrations measured at DMKZ (ARSO), TEŠ and TET monitoring sites. Maximal and minimal yearly averages, both quartiles and median values are shown.

SUMMARY

Air pollution in Slovenia in 2015 was higher than in 2014. The increase is the most evident in particulate matter PM₁₀ and in ozone. The reason were unfavourable weather conditions with longer periods of stable weather with temperature inversions in October, November and December and warm and sunny periods in July and August.

Exceedences of the daily limit PM₁₀ concentration were above the allowed annual number of 35 at eight sites in the interior Slovenia. The highest number was again measured at the hot traffic spot of Ljubljana Center (85 exceedences, followed by the AMP Gaji (76 exceedences), Celje (70 exceedences), Zagorje (70 exceedences), Trbovlje (50 exceedences), Murska Sobota- Rakičan (47 exceedences), Ljubljana Bežigrad (43 exceedences), and Novo mesto (40 exceedences). The individual heating is the major source of air pollution during winter. The annual limit value for PM₁₀ as well as for PM_{2,5} was not exceeded at any measuring sites.

Ozone in 2015 exceeded the target 8-hour value at all stations, while the 1-hour information threshold was exceeded 9-times at Koper, 6-times at Nova Gorica, 4-times at Sv. Mohor and once at the higher altitude stations Krvavec and Kovk.

Concentrations of nitrogen oxides were low. The yearly limit value and the daily limit value of nitrogen dioxide was not exceeded anywhere.

The hourly limit value for sulphur dioxide was once exceeded at Šoštanj. Sulphur dioxide concentrations have been low in the last years.

Concentrations of benzene and carbon monoxide were far below the limit values.