



ZAVOD ZA ZDRAVSTVENO VARSTVO MARIBOR

Prvomajska ulica 1, 2000 Maribor

<http://www.zzv-mb.si>

INŠTITUT ZA VARSTVO OKOLJA

Telefon: (02) 4500170 Telefaks: (02) 4500227

E-pošta: ivo@zzv-mb.si

ID za DDV: SI30447046

Številka transakcijskega računa: 01100-6030926630

DAT: IVOTS/20/PR10MOM_letno2010.doc

Kakovost zraka v Mariboru - letno poročilo 2010

Maribor, marec 2011

Naslov: Kakovost zraka v Mariboru - letno poročilo 2010

Izvajalec: Zavod za zdravstveno varstvo
INŠTITUT ZA VARSTVO OKOLJA
Prvomajska ulica 1, 2000 MARIBOR
Št. transakcijskega računa: 01100-6030926630
ID številka za DDV: SI30447046

Naročnik: MESTNA OBČINA MARIBOR
Slovenska ulica 40
2000 MARIBOR

Evidenčna oznaka: 120-09/1579-10 / 13
Delovni nalog: pogodba št. 43000-3/2009 z dne 20.04.2010
Šifra dejavnosti: 20 – imisijski monitoring

Referenčni izvod: DA

Izvajalci naloge:
Vodja: mag. Benjamin Lukan, univ.dipl.fiz.

Sodelavci:
Uroš Lešnik, univ.dipl.inž.prom.
Pija Rep, univ.dipl.inž.kem.inž.
Bogdana Jeretin, univ.dipl.inž.kem.tehnol.
Marjana Babič, univ.dipl.inž.kem.inž.

Maribor, 31.03.2011

ODDELEK ZA FIZIKALNE MERITVE MARIBOR
Vodja:

mag.Benjamin Lukan, univ.dipl.fiz.



INŠTITUT ZA VARSTVO OKOLJA
Predstojnik:

mag. Emil Žerjal, univ.dipl.inž.kem.tehnol.

POVZETEK

Meritve kakovosti zraka v Mariboru in okolici so v letu 2010 potekale v okviru mestne in državne meritne mreže kakovosti zraka (DMKZ), ki jo upravlja Agencija RS za okolje, po programu, ki ga je potrdilo Ministrstvo za okolje in prostor. Ugotavljala so se vsa onesnaževala, ki jih zahteva naša zakonodaja: dušikov dioksid in skupni dušikovi oksidi, ozon, ogljikov monoksid, benzen, delci PM₁₀ in PM_{2,5}, benzo(a)piren in težke kovine v delcih PM₁₀ ter dodatno še meteorološki parametri. V tem letu smo prenehali meriti žveplov dioksid zaradi nizkih koncentracij v preteklem obdobju. Osnovno meritno mesto je Center, nič manj pomembna Tabor, Slivniško Pohorje (občina Hoče – Slivnica) in Vrbanski plato, dodatno pa še Laznica, Ruše in Miklavž (občina Miklavž na Dravskem polju). Merilne metode so bile usklajene z zahtevami zakonodaje in stanjem tehnike ter se glede na pretekla leta niso spremenile. Direktiva Evropskega parlamenta in Sveta z dne 21. maja 2008 o kakovosti zunanjega zraka in čistejšem zraku za Evropo še ni bila privzeta v naš pravni red. To poročilo vključuje uradne rezultate vseh izvedenih meritev kakovosti zunanjega zraka v letu 2010, njihovo primerjavo z normativnimi vrednostmi iz veljavne zakonodaje in druge značilnosti, ki iz rezultatov izhajajo.

Koncentracije ogljikovega monoksida, benzena in težkih kovin v delcih PM₁₀ so bile kot že leta prej ustrezne, brez preseganj normativnih vrednosti za zaščito zdravja, tudi trendi zniževanja v celotnem meritnem obdobju so še vedno opazni. Koncentracije dušikovega dioksida so bile sicer pod normativnimi vrednostmi, vendar v Centru nad zgornjim ocenjevalnim pragom, kar pomeni, da je njihovo spremljanje v okolju še potrebno; trendi gibanja koncentracij v celotnem meritnem obdobju so usmerjeni navzdol. Benzo(a)piren v delcih PM₁₀, ki je pokazatelj za rakotvorno tveganje policikličnih aromatskih ogljikovodikov, je bil v Centru nad mejno vrednostjo, na Taboru pa precej pod njo. Ciljna 8-urna koncentracija ozona v Centru in na Pohorju ni bila presežena večkrat kot je dovoljeno, medtem ko je na Taboru bila. Preseganja opozorilne in alarmne vrednosti za ozon se niso pojavljala. Rezultati v dosedanjih letih kažejo majhne spremembe, tako da je trend v Centru usmerjen nekoliko navzgor, na Pohorju pa navzdol. Koncentracije skupnih dušikovih oksidov so v Centru presegale normativne vrednosti za zaščito vegetacije, medtem ko so bile na Taboru pod njo, parameter AOT40, ki je merilo za ogroženost rastlin zaradi vsebnosti ozona v zunanjem zraku, je bil na Pohorju nad mejno vrednostjo, v Centru pa pod njo. Srednja letna vrednost delcev PM₁₀ v Centru in na Taboru ni presegala mejne letne vrednosti, medtem ko je bilo dovoljeno število preseganj mejne dnevne vrednosti prekoračeno. Dolgoročni trendi delcev so v Centru in na Taboru usmerjeni navzdol. Koncentracije delcev PM_{2,5} so bile v Centru in na Vrbanskem platoju pod ciljno vrednostjo iz nove direktive EU. Temperatura zraka je bila 1,5 °C nad dolgoletnim povprečjem 1961-1990 in 0,8 °C pod povprečjem zadnjih deset let.

Onesnaženost zraka je v zimskem času slabša za vsa onesnaževala razen za ozon, in zanje bi lahko rekli, da k nekim bolj ali manj stalnim koncentracijam ozadja kurišča, promet, industrija in drugi lokalni viri prispevajo dodatno onesnaženje, kar je v zimskem času še bolj očitno. Pri ozonu je razlog za višje poletne vrednosti v načinu njegovega nastanka, saj je sončno obsevanje pozimi bistveno šibkejše. O dodatnih podrobnostih o vplivnih virih je težko govoriti, saj katastra emisij za Maribor ni. Na kakovost zraka pomembno vplivajo tudi vremenska dogajanja, kar pa pri nas še ni raziskano.

Dnevni hodi za dušikove okside, ogljikov monoksid, benzen in delce kažejo, da je kakovost zunanjega zraka najboljša okoli 4. ure zjutraj, saj so takrat koncentracije absolutno najnižje. Še vedno se preko dneva pojavljata dva izrazitejša vrhova, ko je zrak najbolj onesnažen, vendar so razlike med njima vedno manjše. Dopoldan se vrh pojavi med 8. in 10. uro, popoldan pa okoli 19. ure. Potek ozona kaže, da je njegova vsebnost v zraku najnižja tik pred sončnim vzhodom, najvišja pa v času najbolj intenzivnega sončnega obsevanja, nekje med 13. in 17. uro, odvisno od letnega časa.

Obseg meritev je ustrezен in je nedvomno potrebno z njim nadaljevati, razen meritev ogljikovega monoksida in težkih kovin v delcih PM₁₀, ki se lahko opustita zaradi nizkih vrednosti v že daljšem časovnem obdobju. Prostorska razporeditev glavnih merilnih mest (Center, Vrbanski plato) je ustrezejša, kot predhodna s Taborom, saj pokriva ozko območja središča mesta in njegovo neposeljeno okolico-mestno ozadje. Dodatna merilna mesta za delce (Ruše, Laznica, Miklavž na Dravskem polju), ki smo jih uvedli letos, pokrivajo tudi gosto naseljena primestna območja in sosednje občine. Merilno mesto Pohorje za ozon predstavlja neobremenjeno podeželsko okolje na večji nadmorski višini. Rezultati meritev na različnih merilnih mestih v Mariboru in okolici vedno bolj kažejo na približno enako onesnaženost zunanjega zraka z večino onesnaževali, iz razlik pri delcih pa lahko bolje sklepamo na vplivne vire onesnaževanja zraka. Dodatno širjenje merilne mreže in obsega meritev je smisленo ob izvedbi ciljanih in/ali kratkotrajnih meritev in analiz.

Glede na povišane koncentracije delcev PM₁₀, O₃ in benzo(a)pirena v delcih PM₁₀ lahko pričakujemo škodljive učinke teh onesnaževal na zdravje izpostavljenih prebivalcev, vendar je ob tem potrebno poudariti, da prebivalci Maribora in okolice niso izpostavljeni večemu tveganju za okvare zdravja zaradi onesnaženosti zraka kot ostali prebivalci Slovenije v mestih ali ob prometnih cestah. Razen tega pa je tveganje iz leta v leto manjše, saj se z zniževanjem koncentracij znižuje tudi verjetnost škodljivih vplivov na zdravje. Za zagotavljanje boljše zdravstvene zaščite prebivalstva pred škodljivim delovanjem onesnaževal iz zraka si je potrebno prizadevati za še večje znižanje njihovih koncentracij, predvsem delcev.

KAZALO

	Stran
1 UVOD	7
2 MERILNA MESTA IN TRAJANJE MERITEV	8
3 METODOLOGIJA DELA.....	11
3.1 DUŠIKOVI OKSIDI IN OZON (MESTNA MERILNA MREŽA - TABOR).....	11
3.2 OZON (MESTNA MERILNA MREŽA - POHORJE).....	12
3.3 DELCI PM ₁₀ (NEREFERENČNA METODA).....	13
3.4 DELCI PM ₁₀ in/ali PM _{2,5} (REFERENČNA METODA).....	13
3.5 PREISKAVE DELCEV NA VSEBNOST BENZO(A)PIRENA V DELCIH PM ₁₀ (MESTNA MERILNA MREŽA)	14
3.6 PREISKAVE DELCEV NA VSEBNOST TEŽKIH KOVIN V DELCIH PM ₁₀ (MESTNA MERILNA MREŽA)	14
3.7 METODOLOGIJA MERITEV IN ANALIZ V DRŽAVNI MERILNI MREŽI (CENTER)....	15
4 ZAKONSKI OKVIR	17
5 REZULTATI MERITEV.....	20
5.1 DUŠIKOV DIOKSID IN SKUPNI DUŠIKOVI OKSIDI (CENTER).....	20
5.2 OZON (CENTER).....	21
5.3 OZON (POHORJE).....	22
5.4 DUŠIKOV DIOKSID, SKUPNI DUŠIKOVI OKSIDI, OZON (TABOR).....	23
5.5 DELCI PM ₁₀ in PM _{2,5} , TEŽKE KOVINE IN BENZO(A)PIREN V DELCIH PM ₁₀ TER TEŽKE KOVINE V PM _{2,5} (CENTER, VRBANSKI PLATO).....	24
5.6 DELCI PM ₁₀ in PM _{2,5} , TEŽKE KOVINE IN BENZO(A)PIREN V DELCIH PM ₁₀ (TABOR, LAZNICA, RUŠE IN MIKLAVŽ NA DRAVSKEM POLJU).....	27
5.7 OGLJIKOV MONOKSID (CENTER)	29
5.8 BENZEN (CENTER).....	29
5.9 TEMPERATURA ZRAKA (CENTER).....	30
6 ZNAČILNOSTI.....	31

6.1	DNEVNI HODI	31
6.2	MESEČNI HODI	37
6.3	DOLGOLETNI POTEKI KAKOVOSTI ZRAKA	44
6.4	PRIMERJAVA MED MERILNIMI MESTI V LETU 2010	59
6.5	ODVISNOST KAKOVOSTI ZRAKA OD TEMPERATURE	65
6.6	MOŽNI VPLIVI ONESNAŽENOSTI ZRAKA NA ZDRAVJE.....	67
7	SKLEPNE UGOTOVITVE	70
8	LITERATURA IN VIRI	79

1 UVOD

Meritve so najzanesljivejši pokazatelj stanja kakovosti zunanjega zraka na določenem območju. V Mariboru in okolici kvalitetne meritve potekajo že od leta 1978, z leti so se razvijale in dopolnjevale ter v letu 2010 dosegla stanje, ki je prikazano v tem poročilu.

Mestna občina Maribor je v skladu z veljavno zakonodajo uvrščena v poselitveno območje, na katerem so meritve obvezne. Spremljanje kakovosti zunanjega zraka je stalna naloga, ki poteka v okviru mestne meritne mreže v obsegu, dogovorjenem s pogodbami z mestno občino Maribor ter občinama Miklavž na Dravskem polju in Hoče – Slivnica. V Mariboru izvaja meritve kakovosti zunanjega zraka tudi Agencija RS za okolje (ARSO - MOP) iz Ljubljane v okviru državne mreže za spremjanje kakovosti zunanjega zraka (DMKZ). Meritve so potekale v skladu s Programom monitoringa kakovosti zunanjega zraka za Mestno občino Maribor za leto 2010.

Osnovni meritni mesti v letu 2010 v Mariboru sta bili Center v državni in Tabor v mestni meritni mreži. Ostala meritna mesta so namenjena ugotavljanju razporeditvi kakovosti zraka po mestnem in izvenmestnem območju. V letu 2010 so v Mariboru potekale meritve vseh onesnaževal, na katere se v skladu z zakonodajo nanašajo ukrepi za ohranjanje in izboljšanje kakovosti zunanjega zraka, razen žveplovega dioksida, katerega meritve je ARSO v letu 2010 ukinil zaradi (pre)nikzkih vrednosti:

- mestna meritna mreža je na meritnem mestu Tabor obsegala stalno ugotavljanje NO_2 , NO_x , O_3 , delcev PM_{10} v zraku ter analizo delcev PM_{10} na benzo(a)piren (B(a)P v PM_{10}) kot predstavnik poliaromatskih ogljikovodikov in težke kovine svinec, kadmijski arzen in nikelj (TK v PM_{10}). Meritve O_3 so potekale še na Pohorju, v občini Hoče - Slivnica.
- državna meritna mreža je na meritnem mestu Center obsegala stalne meritve NO_2 , skupnih dušikovih oksidov (NO_x), O_3 , PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$, ogljikovega monoksida (CO) in benzena (C_6H_6) v zraku ter analize na B(a)P in TK v PM_{10} ter TK v $\text{PM}_{2,5}$, v njenem sklopu je tudi meteorološka postaja, od merjenih parametrov navajamo le temperaturo zunanjega zraka.

Obseg meritov v mestni meritni mreži se je glede na leto 2009 spremenil. Merilnik Opsis na Taboru v letu 2010 ni več obratoval, v mesecu maju sta ga nadomestila referenčna meritnika ozona in dušikovih oksidov (NO_2 , NO_x , NO). V Centru so meritve delcev PM_{10} potekale tudi z nereferenčnim meritnikom, kateremu je bil dodan sistem FDMS, zaradi katerega ni bilo več potrebno uporabiti korekcijskega faktorja. Vendar so te meritve služile le prikazu trenutnega stanja obremenjenosti s prašnimi delci, za poročanje pa se uporabijo rezultati, pridobljeni z referenčno metodo. Meritve prašnih usedlin so nadomestile meritve delcev PM_{10} in $\text{PM}_{2,5}$ z referenčno meritno metodo na različnih lokacijah: Laznica, Ruše in Miklavž na Dravskem polju. Vse meritve iz meritnega mesta Tabor smo tudi na podlagi širše analize ARSO /10/novembra prestavili na lokacijo Vrbanski plato, kjer se izvajajo meritve že v okviru DMKZ, tako da je le to postal drugo reprezentativno meritno mesto za mestno meritno mrežo.

V nadaljevanju so zbrane podrobnosti o meritvah ter uradni pregledani rezultati iz mestne in državne meritne mreže. Rezultate meritov v državni meritni mreži so obdelali na ARSO. Podrobnejši rezultati so bili dostavljeni naročnikom v mesečnih poročilih, zato predstavljamo letne, sezonske in kratkotrajne vrednosti v povezavi z normativnimi vrednostmi, dnevne hode, večletne poteke in druge značilnosti, ki izhajajo iz teh rezultatov. V tem poročilu so zbrani in obdelani tudi ostali rezultati analiz iz državne mreže, ki jih v mesečnih poročilih ni bilo.

2 MERILNA MESTA IN TRAJANJE MERITEV

Podrobnejši podatki o merilnih mestih so v tabeli 2.1. Prostorsko je lega merilnih mest (stanje konec leta 2010) prikazana na sliki 2.1, za Ruše pa na sliki 2.2. Podatki o merilnih mestih glede na tip mesta in območja, njihovo značilnost in geografski opis so v tabeli 2.2.

Tabela 2.1: Merilna mesta: lokacija in parametri

Merilno mesto - naslov	Višina nad morjem in tlemi (m)	GKK y	GKK x	Parametri
Center – Titova cesta	266 + 4	550305	157415	O ₃ , NO _x , NO ₂ , PM ₁₀ (ref. in neref.), PM _{2,5} , C ₆ H ₆ , CO, TK in B(a)P v PM ₁₀ , TK v PM _{2,5} , temperatura zraka
Tabor – Tržaška cesta 26, meteorološka postaja	276 + 4	549846	155262	O ₃ , NO ₂ , PM ₁₀ (neref.), B(a)P in TK v PM ₁₀
Pohorje – Slivniško Pohorje 7, bolnišnica za pljučne bolezni	725 + 15	544682	148933	O ₃
Laznica – Laznica 34	287 + 1,5	544064	157308	PM ₁₀ , PM _{2,5}
Miklavž na Dravskem polju – Nad izviri 6, občina	258 + 1,5	554396	151110	PM ₁₀ , PM _{2,5}
Ruše – vodnjak Ruše I	302 + 1,5	539500	154865	PM ₁₀ , PM _{2,5}
Vrbanski plato – vodarna Mariborskega vodovoda	280 + 4	548452	158497	O ₃ , NO ₂ , PM ₁₀ (neref.), B(a)P in TK v PM ₁₀
Vrbanski plato – vodarna Mariborskega vodovoda	280 + 1,5	548482	158627	PM _{2,5} in TK v PM _{2,5}

Tabela 2.2: Merilna mesta: tip, značilnost in opis

Merilno mesto	Območje	Tip mesta	Tip območja	Značilnost območja	Geogr. opis
Center	SI M	T	U	RC	16
Tabor	SI M	T	U	RC	16
Pohorje	SI I	B	R	N	1
Ruše	SI I	B	S	RN	32
Laznica	SI M	B	S	RA	32
Vrbanski plato	SI M	B	S	A	16
Miklavž na Dravskem polju	SI I	T	S	RC	16

Legenda:

Tip mesta:
B – ozadje
T – promet

Tip območja:
U - mestno
S - predmestno
R – podeželsko

Značilnost območja:
R – stanovanjsko
C – poslovno
I – industrijsko
A – kmetijsko
N - naravno

Geogr. opis:
1 - gorsko
16 - ravnina
32 - razgibano



Slika 2.1: Merilna mesta za spremljanje kakovosti zraka v Mariboru v letu 2010



Slika 2.2: Merilno mesto za spremljanje stanja kakovosti zraka v Rušah v letu 2010 (1:10000)

Glede na leto 2009 je prišlo do sprememb lokacij merilnih mest. Merilno mesto za ugotavljanje delcev PM₁₀, NO_x in O₃ na Taboru je bilo preseljeno na lokacijo Vrbanski plato in je le nekaj deset metrov oddaljeno od stalnega merilnega mesta za ugotavljanje delcev PM_{2,5} z referenčno merilno metodo (DMKZ). Dodatna merilna mesta za ugotavljanje delcev PM₁₀ oziroma PM_{2,5} z referenčno merilno metodo so bila nadomestilo za meritve prašnih usedlin, ki so se izvajale v preteklosti: Laznica, ki je le nekaj metrov od prejšnjega, Ruše in Miklavž, ki sta popolnoma novi merilni mesti.

Pregled obsega meritov na posameznih merilnih mestih, ki je predstavljen v tem poročilu, je v tabeli 2.3.

Tabela 2.3: Merilna mesta: parametri in trajanje meritov

Merilno mesto	Parameter	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	avg	sep	okt	nov	dec
CENTER	NO ₂ , NO _x												
CENTER	O ₃												
CENTER	PM ₁₀												
CENTER	PM _{2,5} in TK v PM _{2,5}												
CENTER	B(a)P in TK v PM ₁₀												
CENTER	CO												
CENTER	C ₆ H ₆												
CENTER	temperatura												
TABOR	NO _x , NO ₂ , O ₃ ,												
TABOR	PM ₁₀ (neref.)												
TABOR	B(a)P in TK v PM ₁₀												
VRBANSKI PLATO	NO _x , NO ₂ , O ₃ ,												
VRBANSKI PLATO	PM ₁₀ (neref.)												
VRBANSKI PLATO	B(a)P in TK v PM ₁₀												
VRBANSKI PLATO	PM _{2,5} in TK v PM _{2,5}												
POHORJE	O ₃												
RUŠE	PM ₁₀ , PM _{2,5}												
LAZNICA	PM ₁₀ , PM _{2,5}												
MIKLAVŽ	PM ₁₀ , PM _{2,5}												

Legenda:

- obarvana polja pomenijo, da so meritve v tistem mesecu potekale
- neref. – meritve so potekale z nereferenčno merilno metodo

3 METODOLOGIJA DELA

Meritve kakovosti zraka so vedno določitve koncentracij onesnaževal v območju analitike sledov (red velikosti 10^{-6} - 10^{-9}), zato zahtevajo analitsko opremo z visoko selektivnostjo, občutljivostjo, natančnostjo in stabilnostjo. Onesnaževala NO_x, NO₂ O₃, neref. PM₁₀, CO in C₆H₆ se določajo s posebno merilno opremo, katere rezultati so koncentracije v realnem času (avtomatske meritve). Referenčne meritve PM₁₀ in PM_{2,5} potekajo 24 ur, rezultati so dnevne koncentracije, ki so na voljo šele po tehtanju vzorčenih filterov, kar traja lahko tudi več kot 14 dni. Za določitev TK in B(a)P v PM₁₀ so potrebne kombinacije vzorčevalnih in analitskih metod; rezultati so znani šele po zaključku analiz.

Rezultati avtomatskih meritev se beležijo v posameznem merilniku, po možnosti izračunajo povprečne vrednosti in avtomatsko, sproti, z osnovnim preverjanjem njihove ustreznosti prenašajo na ZZV in ARSO. ZZV posreduje vse podatke na MOM, ki jih predstavlja na svoji spletni strani: <http://www.maribor.si/podrocje.aspx?id=716&lok=2>. Rezultati meritev, ki jih izvaja ARSO, so prikazani na njihovi spletni strani: <http://www.arsogov.si/zrak/kakovost%20zraka/podatki/>.

3.1 DUŠIKOVI OKSIDI IN OZON (MESTNA MERILNA MREŽA - TABOR)

NO-NO₂-NO_x analizator Thermo Scientific, model 42i, deluje na principu kemoluminiscence. Dušikov oksid (NO) in ozon (O₃) medsebojno reagirata in proizvedeta dušikov dioksid (NO₂), pri tem pa se sprosti karakteristična svetloba (luminiscenca) z intenziteto, ki je premo sorazmerna koncentraciji NO: NO+O₃=>NO₂+O₂+hv.

Ker pa se v zraku nahajata tako NO kot NO₂, je potrebno najprej ves NO₂ spremeniti v NO z uporabo NO₂=>NO molibdenovega konverterja, segretega na 325 °C. Postopek meritve poteka v dveh fazah. Vzorčeni zrak je v merilnik speljan do ventila, ki izmenično spušča zrak direktno v reakcijsko komoro, v tem primeru se ugotavlja koncenteracija NO v vzorčenem zraku, ali preko NO₂=>NO konverterja, za ugotavljanje vseh dušikovih oksidov v vzorčenem zraku. Po drugi strani pa vstopi zrak v merilnik skozi pregrado, ki ga očisti in nato vodi skozi generator ozona, ki proizvede ozon za kemilumiscenčno reakcijo. V reakcijski komori ozon reagira z NO, pri čemer se proizvede NO₂, pri tem se pa s posebnim senzorjem zazna količina nastale svetlobe. Izračunajo se koncentracije NO in NO_x, ki se shranijo v spomin, razlika v koncentracijah se uporabi za izračun NO₂.

Merilno območje:

0 - 20 ppm (0 – 38 mg/m³)

Spodnja meja določljivosti:

< 0,40 ppb (< 0,75 µg/m³)

Linearnost:

± 1 % polne skale

Pomik ničle (24 ur):

< 0,40 ppb (< 0,75 µg/m³)

Stabilnost kalibracijske vrednosti:

< 1 % odčitka

Funkcijska kontrola merilnika poteka avtomatsko vsak dan, kalibracijo pa enkrat letno izvede ARSO s testnim plinom.

UV fotometrični analizator ozona Thermo Scientific, model 49i, kontinuirano analizira vsebnost O₃ v zraku. Delovanje bazira na UV absorpciji.

Molekule ozona v merilni celici absorbirajo UV svetlobo valovne dolžine 254 nm. Količina absorbirane svetlobe je neposredno povezana s koncentracijo ozona, kot to opisuje z Beer-Lambertov zakon. Analizator vsakih 10 s izmenično polni celico z vzorčenim in očiščenim zrakom in v obeh primerih meri povprečno svetlobno jakost, ki preide skozi zrak v celici. Razmerje med jakostjo svetlobe, ki preide skozi vzorčeni zrak in skozi zrak brez ozona, je osnova za izračun koncentracij ozona, kar naredi merilnik, izpiše na ekranu in shrani v spomin.

Tehnične karakteristike analizatorja:

<i>Merilno območje:</i>	0 - 200 ppm (0 – 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
<i>Spodnja meja določljivosti:</i>	< 1,0 ppb ($< 2 \mu\text{g}/\text{m}^3$)
<i>Linearnost:</i>	± 1 % polne skale
<i>Pomik ničle (24 ur):</i>	< 1.0 ppb ($2 \mu\text{g}/\text{m}^3$)
<i>Pomik ničle (7 dni):</i>	< 1.0 ppb ($2 \mu\text{g}/\text{m}^3$)
<i>Stabilnost kalibracijske vrednosti:</i>	< 1 % odčitka

Funkcijska kontrola merilnika poteka avtomatsko vsak dan, kalibracijo pa enkrat letno izvede ARSO s testnim plinom.

3.2 OZON (MESTNA MERILNA MREŽA - POHORJE)

UV absorpcijski analizator ozona Advanced Pollution Instrumentation Inc. (API), model 400, kontinuirano analizira vsebnost O_3 v zraku. Delovanje bazira na UV absorpciji.

Živosrebrna žarnica emitira UV svetlobo valovne dolžine 254 nm v stekleno merilno celico, kjer jo molekule ozona absorbirajo. Analizator vsakih 8 sekund izmenično polni celico z vzorčenim zrakom in z očiščenim zrakom in v obeh primerih meri povprečno svetlobno jakost, ki preide skozi zrak v celici. Razmerje med jakostjo svetlobe, ki pride skozi vzorčeni zrak in skozi zrak brez ozona, je osnova za izračun koncentracije ozona. Ta pa je odvisna še od drugih faktorjev. Temperatura vzorca in zračni pritisk vplivata na gostoto vzorca, ta spreminja število molekul ozona v cevi, kar vpliva na absorpcijo svetlobe. Za zmanjšanje tega vpliva analizator stalno meri temperaturo in pritisk ter za izračun koncentracije uporabi dejanske vrednosti. Na ugotavljanje ozona z UV absorpcijsko metodo lahko vplivajo drugi plini, ki prav tako absorbirajo svetlobo uporabljenе valovne dolžine. Analizator je bil uspešno testiran na zavračanje interferenčnih vplivov žveplovega dioksida, dušikovih oksidov, vode in metaksilena.

Tehnične karakteristike analizatorja:

<i>Merilno območje:</i>	0.1-10.000 ppb (0,2 – 20.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
<i>Spodnja meja določljivosti:</i>	< 0.6 ppb ($1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$)
<i>Linearnost:</i>	boljša kot 1 % polne skale
<i>Natančnost:</i>	0.5 % odčitka
<i>Pomik ničle (24 ur)*:</i>	< 1.0 ppb ($2 \mu\text{g}/\text{m}^3$)
<i>Pomik ničle (7 dni)*:</i>	< 1.0 ppb ($2 \mu\text{g}/\text{m}^3$)
<i>Stabilnost kalibracijske vrednosti*:</i>	< 1 % odčitka

*pri konstantni temperaturi in napetosti

Funkcijska kontrola merilnika poteka avtomatsko vsakih 6 dni, kalibracijo pa enkrat letno izvede ARSO s testnim plinom.

3.3 DELCI PM₁₀ (NEREFERENČNA METODA)

Za meritve koncentracij delcev v zraku z nereferenčno merilno metodo je uporabljen merilnik TEOM 1400a, ki deluje na principu mikrotehtanja.

Črpalka s stalnim pretokom sesa vzorec zraka skozi celotno pot. Velikost vzorčenih delcev je odvisna od izvedbe vzorčevalne glave; uporabljamo glavo za velikostno frakcijo delcev PM₁₀. Vstopni tok zraka se za vzorčevalno glavo loči na del, ki gre v dodatni vzorčevalni del (ACCU), v katerem so posebni filtri, ki jih naknadno analiziramo, in del, ki gre v merilnik. Tu se delci ustavijo prav tako na filtru (iz steklenih vlaken, obložen s teflonom). Filter se tehta vsaki dve sekundi, razlika med trenutno težo filtra in težo praznega filtra (začetna teža ob zamenjavi filtra) da skupno maso na filtru zadržanih delcev. Iz izmerjene mase delcev in stalnega pretoka skozi napravo določi enota za vrednotenje rezultatov trenutno koncentracijo delcev PM₁₀ v zraku. Tehtanje filtra poteka po principu TEOM (Tapered Element Oscillating Mikrobalance) – mikrotehtanje oscilirajočega elementa. Spreminjajoča masa steklenega elementa, ki je zaključen s filtrom, povzroči spremembo frekvence njegovega nihanja. Iz spremembe frekvence se določi sprememba mase elementa s filtrom.

Tehnične karakteristike merilnika:

Pretok vzorca:	3.0 l/min
Merilno območje:	vsaj 5-5000 µg/m ³
Spodnja meja določljivosti:	pod 5 µg/m ³

Enkrat letno se preverjata stalnost pretoka in koncentracija (z maso referenčnega filtra).

3.4 DELCI PM₁₀ IN/ALI PM_{2,5} (REFERENČNA METODA)

Delce PM₁₀ in/ali PM_{2,5} vzorčuje vzorčevalnik z nizkim volumskim pretokom (LVS). Vzročevana frakcija je odvisna od uporabljene vzorčevalne glave. Uporabljamo merilnike proizvajalcev Leckel (SEQ47/50) in Tecora (Skypost PM HV). Referenčna metoda za delce PM₁₀ je Določevanje frakcije PM₁₀ lebdečih trdnih delcev – Referenčna metoda in terenski preskusni postopek za potrditev ustreznosti merilnih metod, standard SIST EN 12341:2000. Referenčna metoda za delce PM_{2,5} je Referenčna gravimetrijska metoda za določevanje masne frakcije suspendiranih trdnih delcev z velikostjo PM_{2,5} - standard SIST EN 14907:2005. Velikost vzorčenih delcev je odvisna od izvedbe vzorčevalne glave. Merilnik zagotavlja stalni pretok skozi napravo. Vzorčenje poteka na filtri - uporabljajo se kvarčni filtri (Munktell) premera 47 mm. Masa delcev na filtru se določi s tehtanjem filtrov pred vzorčenjem in po njem. Natančnost tehtanja je 0,00001 g. Vzorčenje na posamezen filter poteka približno od 0.00 začetnega dne do 0.00 naslednjega dne.

Tehnične karakteristike merilnika:

Pretok vzorca:	2,3 m ³ /h
Merilno območje:	vsaj 1-5000 µg/m ³
Spodnja meja določljivosti:	pod 1 µg/m ³

Na vsake tri mesece se preverja pretok merilnika, pri merilnikih Tecora enkrat letno tudi s strani serviserja, ustreznost tehtnice pa pri vsaki seriji tehtanja.

3.5 PREISKAVE DELCEV NA VSEBNOST BENZO(A)PIRENA V DELCIH PM₁₀ (MESTNA MERILNA MREŽA)

Vstopni tok zraka se za vzorčevalno glavo nereferenčnega merilnika delcev TEOM loči na meritni del in del, ki gre v vzorčevalni del (ACCU), v katerem je 8 filtrov. S komandno enoto merilnika določimo datum in čas vzorčenja posameznega filtra, ki poteka s stalnim pretokom okoli 13,7 l/min. V primeru preobloženosti filtra ali padca pretoka zraka pod tolerančno mejo se vzorčenje prekine. Komandna enota beleži čas in volumen prečrpanega zraka. Za analizo so primerni vzorci, katerih čas vzorčenja je bil natančno 24 ur.

Določitev benzo(a)pirena na filtrih poteka z metodo visoko ločljive tekočinske kromatografije s fluorescenčnim detektorjem (HPLC-FLD) po standardu SIST ISO 16362:2005. Analitska metoda je v obsegu akreditacije ZZV Maribor po standardu SIST EN ISO/IEC 17025:2005, listina št. LP-014.

Spodnja meja vrednotenja za preiskave benzo(a)pirena v delcih PM₁₀ je v tabeli 3.1.

Tabela 3.1: Spodnja meja vrednotenja (Loq) - benzo(a)piren v delcih PM₁₀

Onesnaževalo	Spodnja meja vrednotenja - Loq	
	ng/vzorec	ng/m ³ (pri 20 m ³)
Benzo(a)piren	2	0,2

Kakovost se zagotavlja v sklopu akreditacije meritne metode.

3.6 PREISKAVE DELCEV NA VSEBNOST TEŽKIH KOVIN V DELCIH PM₁₀ (MESTNA MERILNA MREŽA)

Vstopni tok zraka se za vzorčevalno glavo nereferenčnega merilnika delcev TEOM loči na meritni del in del, ki gre v vzorčevalni del (ACCU), v katerem je 8 filtrov. S komandno enoto merilnika določimo datum in čas vzorčenja posameznega filtra, ki poteka s stalnim pretokom okoli 13,7 l/min. V primeru preobloženosti filtra ali padca pretoka zraka pod tolerančno mejo se vzorčenje prekine. Komandna enota beleži čas in volumen prečrpanega zraka. Za analizo so primerni vzorci, katerih čas vzorčenja je bil natančno 24 ur.

Določitev težkih kovin na filtru poteka z metodo induktivno sklopljene plazme z masno selektivnim detektorjem po standardu SIST EN 14902:2005. Analitska metoda je v obsegu akreditacije ZZV Maribor po standardu SIST EN ISO/IEC 17025:2005, listina št. LP-014.

Spodnja meja določanja in vrednotenja za preiskave težkih kovin v delcih PM₁₀ sta v tabeli 3.2.

Tabela 3.2: Spodnja meja določanja (Lod) in vrednotenja (Loq) - težke kovine v delcih PM₁₀

Onesnaževalo	Spodnja meja vrednotenja - Loq	
	μg/vzorec	ng/m ³ (pri 20 m ³)
Svinec	0,05	2,5
Kadmij	0,001	0,05
Nikelj	0,15	7,5
Arzen	0,03	1,5

Kakovost se zagotavlja v sklopu akreditacije meritne metode.

3.7 METODOLOGIJA MERITEV IN ANALIZ V DRŽAVNI MERILNI MREŽI (CENTER)

Na avtomatski merilni postaji v državni merilni mreži ugotavljajo kakovost zunanjega zraka in meteorološke parametre. Podatki o merilni opremi so v tabeli 3.3. Zaradi težav z merilno opremo lahko med letom pride do zamenjave določenega merilnika z drugim, prav tako ustreznim, ki uporablja referenčno metodo. Avtomatski merilniki so testirani po predpisih ameriške agencije za okolje (Environmental Protection Agency, EPA).

Tabela 3.3: Merilna oprema in metode merjenja za avtomatske meritve v mreži DMKZ

Parameter	Metoda	Instrument (Tip)	merilna n- gostovost (%)	Območje (mg/m ³)
SO ₂	UV fluorescencija molekul SO ₂	MLU Model 100A Sulphur dioxide Analyzer	15	0-2,8
NO _x	Kemoluminiscenca molekul NO ₂	MLU Model 200A Nitrogen Oxides Analyzer	15	0-2
O ₃	UV absorpcija	MLU Model 400 Ozone Analyzer	15	0-2,1
CO	IR absorpcija	MLU Model 300 Carbon Monoxide Analyzer	15	0-62
Delci PM ₁₀ PM _{2,5}	Oscilacijsko mikrotehtanje; referenčna gravimetrična metoda	TEOM 1400 A; LECKEL LVS3	25	
BTX	Plinska kromatografija	AIRMO BTX 1000 Analyzer	25 (benzen)	0-0,3

Princip delovanja merilne opreme za NO₂, NO_x, O₃ in delcev PM₁₀ in PM_{2,5} (referenčna in nereferenčna metoda) iz zgornje tabele je podrobneje opisan v predhodnih poglavjih, saj ARSO uporablja enako merilno opremo. Ostala merilna oprema (CO, benzen) uporablja referenčne metode. Dodatno opisujemo le FDMS sistem, ki je priključen na nereferenčni merilnik delcev PM₁₀ TEOM. FDMS (Filter Dynamics Measurements System) zagotavlja, da merilnik ugotavlja nehlapni in hlapni del; slednji se pri običajnem merilniku zaradi povišane temperature v merilnem delu sicer izgubi, kar se kompenzira z upoštevanjem korekcijskega faktorja.

Kalibracijo merilnikov s testnimi plini iz jeklenk ali s kalibratorjem opravljajo na merilni postaji najmanj dvakrat letno, vedno ob neustreznem rezultatu avtomatske funkcijalne kontrole in po takšnem posegu na merilniku, ki vpliva na njegovo občutljivost. Nereferenčni merilnik delcev PM₁₀ umerjajo še z referenčnim merilnikom. Funkcijalne kontrole merilnikov se izvedejo avtomatsko na vsakih 24 ur, izvajajo pa jih tudi ročno s testnimi plini iz jeklenk in s kalibratorjem. Rezultate vseh meritev beleži avtomatska postaja in izračuna povprečne polurne vrednosti. Po prenosu podatkov na ARSO podatke preverijo in obdelajo. Zajem vzorca zunanjega zraka je na strehi postaje, na višini okoli 4 m od tal. Vsi merilniki so testirani v Umerjevalnem laboratoriju ARSO, ki ima veljaven status referenčnega laboratorija za področje kakovosti zunanjega zraka, v predpisanih časovnih obdobjih v skladu z zakonodajo in standardi.

Senzorji za meteorološke parametre (hitrost in smer vetra, relativna vlažnost in temperatura zraka) so nameščeni na drogu nad merilno postajo.

Vzorčenje delcev PM₁₀ za analizo na težke kovine (svinec, arzen, nikelj in kadmij) in poliaromatske ogljikovodike (benzo(a)piren) poteka z referenčnim merilnikom 24 ur, vzorci se odvzemajo praviloma vsak drugi dan. Analiza vzorcev poteka v laboratoriju ARSO z

metodami, opisanimi v poglavjih 3.4 in 3.5. Spodnja meja določanja za preiskave delcev PM₁₀ je v tabeli 3.4.

Tabela 3.4: Spodnja meja določanja (Lod) - benzo(a)piren in težke kovine v delcih PM₁₀

Onesnaževalo	Spodnja meja določanja - Lod ng/m ³
<i>Svinec</i>	<1,5
<i>Kadmij</i>	<0,05
<i>Nikelj</i>	<1,1
<i>Arzen</i>	<0,18
<i>Benzo(a)piren</i>	<0,05

4 ZAKONSKI OKVIR

Rezultati meritev se vrednotijo v skladu z zahtevami veljavne zakonodaje:

- *Uredba o ukrepih za ohranjanje in izboljšanje kakovosti zunanjega zraka, Ur. l. RS št. 52/2002 (krovna uredba),*
- *Uredba o žveplovem dioksidu, dušikovih oksidih, delcih in svincu v zunanjem zraku, Ur. l. RS št. 52/2002, 18/2003, 121/2006 (uredba A),*
- *Uredba o benzenu in ogljikovem monoksidu v zunanjem zraku, Ur. l. RS št. 52/2002 (uredba B),*
- *Uredba o ozonu v zunanjem zraku, Ur. l. RS št. 8/2003 (uredba C),*
- *Uredba o arzenu, kadmiju, živem srebru, niklju in policikličnih aromatskih ogljikovodikih v zunanjem zraku, Ur. l. RS št. 56/2006 (uredba D),*
- *Odlok o varstvu zraka na območju občine Maribor, MUV št. 13/1998, 13/2009-razveljavitev (odlok),*
- *Pravilnik o monitoringu kakovosti zunanjega zraka, Ur. list RS št. 34/2008 (pravilnik)*
- *Direktiva 2008/50/ES Evropskega parlamenta in sveta z dne 21.maja 2008 o kakovosti zunanjega zraka in čistejšem zraku za Evropo.*

Mejne vrednosti po uredbah A, B, C in D iz tabele 4.1 veljajo od 1.1.2005. Letni mejni vrednosti za NO₂ in benzen veljata od 1.1.2010, prav tako ciljna osemurna vrednost za ozon, medtem ko ciljna letna vrednost za benzo(a)piren za leto 2013.

Tabela 4.1: Mejne vrednosti za varovanje zdravja ljudi po uredbah A, B, C in D

ONESNAŽEVALO	ENOTA	MEJNA VREDNOST			
		URNA MEJNA	ŠT	DNEVNA MEJNA	LETNA MEJNA
žveplov dioksid	µg/m ³	350	24	125	3
dušikov dioksid	µg/m ³	200	18		40
ozon	µg/m ³	120*	25		
delci PM ₁₀	µg/m ³			50	35
delci PM _{2,5}	µg/m ³				25***
benzen	µg/m ³				5
ogljikov monoksid	mg/m ³	10*			
benzo(a)piren	ng/m ³				1**
svinec	µg/m ³				0,5
arzen	ng/m ³				6**
kadmij	ng/m ³				5**
nikelj	ng/m ³				20**

ŠT dovoljeno število preseganj v koledarskem letu

* osemurna mejna vrednost

** letna ciljna vrednost

*** letna ciljna vrednost po direktivi 2008/50/ES

Mejna vrednost po uredbi A za varstvo rastlin v naravnem okolju za NO_x, ki je pričela veljati leta 2002, ter ciljna vrednost za varstvo rastlin za O₃ po uredbi C, ki je pričela veljati leta 2010, so v tabeli 4.2.

Tabela 4.2: Mejne vrednosti za varstvo rastlin

Onesnaževalo	Časovni interval merjenja	Mejna vrednost
skupni dušikovi oksidi	koledarsko leto in zimski čas	30 µg/m ³
ozon*	od maja do julija	18.000 (µg/m ³).h

* AOT40 se izračuna kot vsota razlik med izmerjeno urno koncentracijo in vrednostjo 80 µg/m³, vseh tistih urnih koncentracij, ki presegajo 80 µg/m³, in so izmerjene med 8. in 20. uro.

V tabeli 4.3 so alarmne vrednosti po uredbah A in C.

Tabela 4.3: Alarmne vrednosti po uredbah A in C

Onesnaževalo	Časovni interval merjenja	Alarmna koncentracija
dušikov dioksid	3 ure	400 µg/m ³
ozon	1 ura	240 µg/m ³

Opozorilna vrednost za ozon po uredbi C je v tabeli 4.4.

Tabela 4.4: Opozorilna vrednost koncentracije po uredbi C

Onesnaževalo	Časovni interval merjenja	Opozorilna koncentracija
ozon	1 ura	180 µg/m ³

Vrednosti spodnjega in zgornjega ocenjevalnega praga po uredbah so v tabelah 4.5 in 4.6.

Tabela 4.5: Vrednosti zgornjega ocenjevalnega praga

Onesnaževalo	Enota	URNA	URNA	DNEVNA	DNEVNA	LETNA
		mejna	ŠT	mejna	ŠT	mejna
žveplov dioksid	µg/m ³	-	-	75	3	12
dušikov dioksid	µg/m ³	140	18	-	-	32
dušikovi oksidi	µg/m ³	-	-	-	-	24
delci PM ₁₀	µg/m ³	-	-	30	7	14
ogljikov monoksid	mg/m ³	-	-	-	-	7
benzen	µg/m ³	-	-	-	-	3,5
svinec	ng/m ³	-	-	-	-	350
kadmij	ng/m ³	-	-	-	-	3,0
arzen	ng/m ³	-	-	-	-	3,6
nikelj	ng/m ³	-	-	-	-	14
benzo(a)piren	ng/m ³	-	-	-	-	0,6

Tabela 4.6: Vrednosti spodnjega ocenjevalnega praga

Onesnaževalo	Enota	URNA mejna	URNA ŠT	DNEVNA mejna	DNEVNA ŠT	LETNA mejna
žveplov dioksid	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	-	50	3	8
dušikov dioksid	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	100	18	-	-	26
dušikovi oksidi	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	-	-	-	19,5
delci PM ₁₀	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	-	20	7	10
ogljikov monoksid	mg/m^3	-	-	-	-	5
benzen	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	-	-	-	2,0
svinec	ng/m^3	-	-	-	-	250
kadmij	ng/m^3	-	-	-	-	2,0
arzen	ng/m^3	-	-	-	-	2,4
nikelj	ng/m^3	-	-	-	-	10
benzo(a)piren	ng/m^3	-	-	-	-	0,4

V letu 2008 je bila sprejeta Direktiva Evropskega parlamenta in Sveta z dne 21. maja 2008 o kakovosti zunanjega zraka in čistejšem zraku za Evropo /16/. Ta predpisuje letno ciljno vrednost za PM_{2,5}, ki je 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, medtem ko mejnih vrednosti za ostala onesnaževala ne spreminja. Bistveno se ne spreminjajo tudi druga določila v novi direktivi glede na obstoječo zakonodajo. Direktiva bi morala biti privzeta v slovensko zakonodajo v roku dveh let po sprejetju, vendar se to v letu 2010 še ni zgodilo.

Najmanjša časovna pokritost podatkov za neprekinjene meritve na stalnem merilnem mestu NO₂, NO_x, O₃, PM₁₀, benzena in CO je 90 %, za težke kovine je ta 50 % in za benzo(a)piren 33 %. Za indikativne meritve (meritve, ki se izvajajo manj pogosto, vendar izpolnjujejo druge cilje glede kakovosti podatkov) je najmanjša časovna pokritost za vsa onesnaževala 14 %. Vendar mora biti vzorčenje v takih primerih enakomerno razporejeno preko koledarskega leta.

5 REZULTATI MERITEV

Podrobnejši rezultati meritev so bili predstavljeni v mesečnih poročilih. V tem poglavju navajamo povprečne letne vrednosti, povprečne in najvišje vrednosti za posamezna merilna obdobja, kratkotrajne vrednosti, preseganja ter druge značilnosti kakovosti zraka v primerjavi z normativnimi vrednostmi. Vse posamezne izmerjene vrednosti so bile ponovno pregledane in preračunane, tako da so v nadaljevanju vsi podatki in rezultati uradni ter nadomeščajo podatke iz mesečnih poročil. Rezultati kontinuirnih meritev so pridobljeni iz polurnih oziroma urnih podatkov. Referenčne meritve delcev in njihove analize so dale dnevne (od 0:00 do 24:00 tekočega dne) koncentracije. Rezultati v posameznih tabelah, osenčeni z zeleno barvo, pomenijo, da ni bilo preseganj normativnih vrednosti, osenčeni z rdečo pa pomenijo preseganje. Poudarjena vrednost v tabeli pomeni preseganje predpisane kratkotrajne mejne vrednosti, vendar pa je za končno oceno merodajno le skupno število preseganj. »Zimski čas« se nanaša na mesece januar, februar, marec ter oktober, november in december v tekočem letu. »Poletni čas« predstavlja mesece april do september.

5.1 DUŠIKOV DIOKSID IN SKUPNI DUŠIKOVI OKSIDI (CENTER)

Meritve kakovosti zraka z dušikovimi oksidi (merijo se dušikovi oksidi skupno, dušikov monoksid in dušikov dioksid, navajata pa dušikov dioksid in skupni dušikovi oksidi) potekajo v Centru od leta 1992. Rezultati meritev za dušikov dioksid so v tabeli 5.1. Za vrednotenje rezultatov je bilo veljavnih 90 % urnih podatkov.

Tabela 5.1: Kakovost zraka z NO₂ - merilno mesto Center

Količina	Koncentracija v µg/m ³	
	Izmerjena	Mejna
Letna srednja vrednost	34	40
Zimski čas	41	
Poletni čas	28	
C ₁ max	174	200
Število preseganj C ₁	0	18

Mejna letna vrednost ni bila presežena. Preseganj mejne urne vrednosti v koledarskem letu ni bilo, prav tako ne alarmne vrednosti po uredbi A.

Rezultati meritev skupnih dušikovih oksidov so v tabeli 5.2. Za vrednotenje rezultatov je bilo veljavnih 93 % urnih podatkov.

Tabela 5.2: Kakovost zraka z NO_x - merilno mesto Center

Količina	Koncentracija v µg/m ³	
	Izmerjena	Mejna
Letna srednja vrednost	68	30
Zimski čas	91	30
Poletni čas	47	

Srednja letna koncentracija skupnih dušikovih oksidov in srednja vrednost samo v zimskem času sta bili nad mejno vrednostjo za varstvo rastlin.

5.2 OZON (CENTER)

Meritve vsebnosti ozona v zraku potekajo v okviru državne mreže v Centru od leta 1997. Za vrednotenje rezultatov je bilo veljavnih 94 % urnih podatkov. Rezultati so v tabeli 5.3.

Tabela 5.3: Vsebnost O₃ v zraku - merilno mesto Center

Količina	Koncentracija v µg/m ³	
	Izmerjena	Ciljna oz. Opozorilna*
Letna srednja vrednost	40	
Poletni čas	53	
C ₈ max	123	120
Število preseganj C ₈ ciljne	3	25
C ₁ max	135	180*
Število preseganj C ₁ opozorilne/alarmne	0 / 0	
AOT 40 (µg/m ³).h	6986	
AOT 40 (µg/m ³).h (2005-2010)	6534	18000

Ciljna 8-urna vrednost je bila presežena 2 dni v maju in 1 dan v aprilu, kar je skupaj manj od dovoljenih 25 preseganj v koledarskem letu. Opozorilna in alarmna vrednost po uredbi C nista bili nikoli preseženi. Povprečje parametra AOT 40 zadnjih petih let ne presega ciljne vrednosti za varstvo rastlin.

5.3 OZON (POHORJE)

Meritve vsebnosti ozona v zraku na Pohorju potekajo v okviru mestne merilne mreže od leta 1999. Za vrednotenje rezultatov je bilo veljavnih 96 % urnih podatkov. Rezultati so v tabeli 5.4.

Tabela 5.4: Vsebnost O₃ v zraku - *merilno mesto Pohorje*

Količina	Izmerjena	Koncentracija v µg/m ³ Ciljna oz. Opozorilna*
<i>Letna srednja vrednost</i>	71	
<i>Poletni čas</i>	82	
<i>C₈ max</i>	148	120
<i>Število preseganj C₈ ciljne</i>	25	25
<i>C₁ max</i>	152	180*
<i>Število preseganj C₁ opozorilne/alarmne</i>	0 / 0	
<i>AOT 40 (µg/m³).h</i>	15228	
<i>AOT 40 (µg/m³).h (2005-2010)</i>	18616	18000

Ciljna 8-urna vrednost je bila presežena skupno v 25 dneh (od aprila do julija, največ julija), kar ne pomeni preseganja najvišje dovoljene vrednosti. Opozorilna vrednost ni bila presežena, prav tako ne alarmna, obe po uredbi C. Povprečje parametra AOT40 zadnjih petih let je nekoliko nad ciljno vrednostjo za varstvo rastlin.

5.4 DUŠIKOV DIOKSID, SKUPNI DUŠIKOVI OKSIDI, OZON (TABOR)

Z optičnim merilnikom Opsis sta se ugotavljala NO₂ in O₃ v zraku že od leta 1995. Meritve so najprej potekale v Centru, lokacija Tabor pa je postala stalna lokacija mestne merilne mreže leta 1999. V letu 2010 smo opustili meritve s tem merilnikom in pričeli uporabljati referenčna merilnika, ki sta obratovala od maja do novembra. Nato se je merilno mesto preselilo na Vrbanski plato, za katerega pa rezultatov zaradi premajhne skupne časovne pokritosti ne prikazujemo, navajamo pa jih v poglavijih Primerjava med merilnimi mesti in Sklepne ugotovitve. V tabeli 5.5 so rezultati meritev za NO₂ (47 % veljavnih urnih podatkov), v tabeli 5.6 za NO_x (47 %) in v tabeli 5.7 za O₃ (50 %).

Tabela 5.5: Kakovost zraka z NO₂ - merilno mesto Tabor

Koncentracija v µg/m ³		
Količina	Izmerjena	Mejna
Letna srednja vrednost	12	40
Zimski čas	15	
Poletni čas	11	
C ₁ max	74	200
Število preseganj C ₁	0	18

Srednja letna koncentracija NO₂ je bila pod mejno letno vrednostjo. Mejna urna vrednost ni bila nikoli presežena, tudi preseganj alarmne vrednosti po uredbi A ni bilo.

Tabela 5.6: Kakovost zraka z NO_x - merilno mesto Tabor

Koncentracija v µg/m ³		
Količina	Izmerjena	Mejna
Letna srednja vrednost	22	30
Zimski čas	40	30
Poletni čas	18	

Srednja letna koncentracija skupnih dušikovih oksidov je bila pod mejno vrednostjo za varstvo rastlin, medtem ko je bila srednja vrednost samo v zimskem času nad njo.

Tabela 5.7: Vsebnost O₃ v zraku - *merilno mesto Tabor*

Količina	Izmerjena	Koncentracija v µg/m ³
		Ciljna oz. Opozorilna*
Letna srednja vrednost	58	
Poletni čas	65	
C ₈ max	158	120
Število preseganj C ₈ ciljne	28	25
C ₁ max	173	180*
Število preseganj C ₁ opozorilne/alarmne	0	
AOT 40 (µg/m ³).h	20909	
AOT 40 (µg/m ³).h (2005-2010)	/	18000

Ciljna 8-urna vrednost je bila presežena skupno v 28 dneh, izključno v poletnem času (maj - 4, junij - 6, julij - 17 in avgust - 1). Opozorilna vrednost ni bila presežena, prav tako ne alarmna, obe po uredbi C. Vrednost parametra AOT40 za leto 2010 je nekoliko nad ciljno vrednostjo za varstvo rastlin, povprečja za zadnjih pet let ne prikazujemo zaradi pomanjkanja podatkov v preteklih letih.

5.5 DELCI PM₁₀ IN PM_{2,5}, TEŽKE KOVINE IN BENZO(A)PIREN V DELCIH PM₁₀ TER TEŽKE KOVINE V PM_{2,5} (CENTER, VRBANSKI PLATO)

Meritve koncentracij delcev PM₁₀ v državni merilni mreži na merilnem mestu Center potekajo od leta 2001. V letu 2010 so bile meritve z merilnikom TEOM (z FDMS) namenjene le prikazu trenutnega stanja, zato rezultatov v poročilu ne navajamo. Istočasno so meritve potekale z referenčnim merilnikom, katerih rezultati so zbrani v tabeli 5.8. Za vrednotenje je bilo veljavnih 98 % dnevnih podatkov.

Tabela 5.8: Kakovost zraka z delci PM₁₀ (referenčna metoda) - *merilno mesto Center*

Količina	Izmerjena	Koncentracija v µg/m ³
		Mejna
Letna srednja vrednost	33	40
Zimski čas	42	
Poletni čas	23	
C ₂₄ max	127	50
Število preseganj C ₂₄	47	35

Vsebnost delcev PM₁₀ v zraku je bila v Centru pod mejno letno vrednostjo. Najvišja izmerjena dnevna vrednost je bila nad mejno dnevno vrednostjo, skupno število preseganj mejne

vrednosti je bilo 47, kar je nad dovoljeno vrednostjo v koledarskem letu. Vsa preseganja so bila v zimskem času (januar - 19, februar - 14, marec - 3, oktober - 2, november - 1, december - 8).

Meritve koncentracij delcev PM_{2,5} v državni merilni mreži potekajo na merilnem mestu Center od leta 2005 in na Vrbanskem platoju (mestno ozadje) od leta 2009. Rezultati meritev so v tabelah 5.9 in 5.10. Za vrednotenje rezultatov je bilo v Centru veljavnih 95 % in na Vrbanskem platoju 99 % dnevnih podatkov.

Tabela 5.9: Kakovost zraka z delci PM_{2,5} - *merilno mesto Center*

Koncentracija v $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Količina	Izmerjena	Ciljna
<i>Letna srednja vrednost</i>	24	25
<i>Zimski čas</i>	32	
<i>Poletni čas</i>	16	

Vsebnost delcev PM_{2,5} je bila v Centru pod ciljno letno vrednostjo.

Tabela 5.10: Kakovost zraka z delci PM_{2,5} - *merilno mesto Vrbanski plato*

Koncentracija v $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Količina	Izmerjena	Ciljna
<i>Letna srednja vrednost</i>	22	25
<i>Zimski čas</i>	30	
<i>Poletni čas</i>	13	

Vsebnost delcev PM_{2,5} je bila na Vrbanskem platoju pod ciljno letno vrednostjo.

Meritve vsebnosti težkih kovin svinec, kadmij, arzen in nikelj v delcih PM₁₀ so v okviru državne mreže potekale na merilnem mestu Center z vzorci iz referenčnega merilnika. Meritve potekajo od leta 2005 naprej. Rezultati meritev, prikazani kot letne povprečne vrednosti in najvišje izmerjene dnevne vrednosti, so v tabeli 5.11. V isti tabeli so v oklepaju tudi vsebnosti kovin v delcih PM_{2,5} (Center/Vrbanski plato), ki sicer nimajo mejne vrednosti. Vzorci za analizo so bili odvzeti v povprečju vsak drugi dan (skupno 182 vzorcev) in so bili enakomerno razporejeni skozi celo koledarsko leto (časovna pokritost 50 %).

Tabela 5.11: Vsebnost težkih kovin v PM₁₀ - merilno mesto Center in (vsebnost težkih kovin v PM_{2,5} – merilni mesti Center / Vrbanski plato)

Onesnaževalo	Koncentracija v ng/m ³		
	Letno povprečje	Najvišja dnevna	Ciljna letna vrednost
Svinec	11,7 (10,1 / 8,5)	63 (62 / 30)	500
Nikelj	3,1 (2,0 / 2,2)	16 (7,8 / 17)	20
Kadmij	0,28 (0,27 / 0,26)	4,9 (4,4 / 1,9)	5
Arzen	0,82 (0,69 / 0,65)	3,3 (2,8 / 3,3)	6

Srednja letna koncentracija posamezne kovine ni presegala posamezne ciljne vrednosti. Vsebnost kovin v delcih PM_{2,5} je absolutno nižja kot v delcih PM₁₀, le pri kadmiyu je praktično enaka. Srednje letne koncentracije arzena v delcih PM_{2,5} so na Vrbanskem platoju približno za 5 % nižje kot v Centru, svinca za 15 %, medtem ko so koncentracije niklja in kadmija podobne.

Meritve vsebnosti poliaromatskih ogljikovodikov v delcih PM₁₀, od katerih navajamo le koncentracije benzo(a)pirena, ki ima normativno vrednost, so potekale na merilnem mestu Center z vzorci iz referenčnega merilnika. Meritve so se pričele izvajati šele leta 2009. Vzorci so bili odvzeti v povprečju vsak drugi dan (skupno 182 vzorcev) in so bili enakomerno razporejeni skozi celo koledarsko leto (časovna pokritost 50 %). Rezultati, prikazani kot letna povprečna in najvišja dnevna vrednost, so v tabeli 5.12.

Tabela 5.12: Vsebnost benzo(a)pirena v PM₁₀ - merilno mesto Center

Onesnaževalo	Koncentracija v ng/m ³		
	Letno povprečje	Najvišja dnevna	Ciljna letna vrednost
Benzo(a)piren	1,08	8,8	1,0

Srednja letna koncentracija benzo(a)pirena je presegala ciljno letno vrednost.

5.6 DELCI PM₁₀ IN PM_{2,5}, TEŽKE KOVINE IN BENZO(A)PIREN V DELCIH PM₁₀ (Tabor, Laznica, Ruše in Miklavž na Dravskem polju)

Meritve koncentracij delcev potekajo v okviru mestne meritne mreže od leta 1989. Pred letom 2000 so se ugotavljali skupni lebdeči delci, nato pa delci PM₁₀. Merilno mesto v mestni meritni mreži Tabor obratuje od leta 2002. Rezultati meritve delcev PM₁₀, ki so v skladu z navodilom ARSO /12/ pomnoženi s faktorjem 1,3, so v tabeli 5.13. Za vrednotenje rezultatov iz mestne meritne mreže je bilo veljavnih 81 % urnih podatkov. Novembra je bilo merilno mesto preseljeno na Vrbanski plato, za katerega pa rezultate prikazujemo v poglavju Primerjava med meritnimi mesti.

Tabela 5.13: Kakovost zraka z delci PM₁₀ - merilno mesto Tabor

Količina	Koncentracija v µg/m ³	
	Izmerjena	Mejna
Letna srednja vrednost	31	40
Zimski čas	38	
Poletni čas	25	
C ₂₄ max	100	50
Število preseganj C ₂₄	38 (31)	35
C ₁ max	182	

Vsebnost delcev PM₁₀ v zunanjem zraku je bila na Taboru pod mejno letno vrednostjo. Najvišja izmerjena dnevna vrednost je bila nad mejno vrednostjo, skupno število preseganj mejne vrednosti je bilo v času meritve 31. Večina preseganj, kar 94 %, se je pojavila v zimskem času (januar - 14, februar - 11, oktober - 4), v poletnem času sta bili le dve prekoračitvi (po ena junija in septembra). Omenjamo pa še enkrat, da meritve v mesecih november in december niso potekale zaradi preselitve meritne postaje. Da bi dobili število prekoračitev, ki bi za Tabor veljalo preko celega leta, smo upoštevali povezavo z rezultati iz Centra. Tam so se pojavile prekoračitve v mesecih november (1) in december (8), korelacija s temi podatki glede na pretekle zimske mesece nam za Tabor da eno prekoračitev novembra in 6 decembra, skupaj v koledarskem letu pa 38 prekoračitev oziroma več od dovoljenih 35.

Meritve z referenčno meritno metodo v mestni meritni mreži so potekale celo leto 2010, vendar se je spremenjala lokacija meritve (Ruše, Laznica in Miklavž na Dravskem polju) kot tudi merjen parameter (PM₁₀ in PM_{2,5}). Rezultati so prikazani v tabeli 5.14: delež rezultatov glede na celotno koledarsko leto in povprečna vrednost v meritnem obdobju.

Primerjava z mejno oziroma ciljno vrednostjo je narejena le za delce PM₁₀ za Ruše in Miklavž, saj je bil izpolnjen cilj kakovosti zraka za indikativne meritve. Mejna letna vrednost na nobenem mestu ni bila presežena. Podrobnejša analiza rezultatov in primerjava z meritvami na ostalih meritnih mestih je v poglavjih Primerjava med meritnimi mesti in Sklepne ugotovitve.

Tabela 5.14: Kakovost zraka z delci PM₁₀ in PM_{2,5} - merilna mesta Laznica/Ruše/Miklavž

Merilno mesto	% podatkov	Koncentracija v µg/m ³		
		PM ₁₀	% podatkov	PM _{2,5}
Laznica	8	41	11	26
Ruše	22	14	12	10
Miklavž	15	34	7	22

Meritve vsebnosti težkih kovin svinec, kadmij, arzen in nikelj v delcih PM₁₀ so potekale na merilnem mestu Tabor do novembra, nato pa na Vrbanskem platoju. Meritve svinca in kadmija v delcih Mariboru potekajo že od leta 1992, niklja in arzena pa od leta 2001. Vzorci za analizo (skupno 56) so bili odvzeti v povprečju enkrat tedensko in so bili enakomerno razporejeni skozi vse leto (časovna pokritost 15 %). Rezultati meritev, prikazani kot povprečna letna in najvišja dnevna vrednost, so v tabeli 5.15.

Tabela 5.15: Vsebnost težkih kovin v delcih PM₁₀ - merilno mesto Tabor

Onesnaževalo	Letno povprečje	Koncentracija v ng/m ³	
		Najvišja dnevna	Ciljna letna vrednost
Svinec	<2,5	15	500
Nikelj	<7,5	12	20
Kadmij	0,07	0,70	5,0
Arzen	<1,5	7,1	6,0

Srednja letna koncentracija posamezne kovine ni presegala predpisane ciljne letne vrednosti.

Meritve vsebnosti benzo(a)pirena v delcih PM₁₀ so potekale na merilnem mestu Tabor do novembra, nato pa na Vrbanskem platoju. Meritve v Mariboru potekajo že od leta 1993. Vzorci za analizo (skupno 57 ali 16 % časa) so bili odvzeti v povprečju enkrat tedensko in so bili enakomerno razporejeni skozi vse leto. Rezultati meritev, prikazani kot povprečna letna in najvišja dnevna vrednost, so v tabeli 5.16.

Tabela 5.16: Vsebnost benzo(a)pirena v delcih PM₁₀ - merilno mesto Tabor

Onesnaževalo	Letno povprečje	Koncentracija v ng/m ³	
		Najvišja dnevna	Ciljna letna vrednost
Benzo(a)piren	0,36	2,2	1,0

Srednja letna koncentracija benzo(a)pirena ni presegala predpisane ciljne letne vrednosti.

5.7 OGLJIKOV MONOKSID (CENTER)

Meritve vsebnosti ogljikovega monoksida v zraku so že potekale med leti 1992 in 1997, ponovno pa so bile vzpostavljene leta 2003, vse v okviru državne merilne mreže v Centru. Za vrednotenje rezultatov je bilo veljavnih 94 % urnih podatkov. Rezultati so v tabeli 5.17.

Tabela 5.17: Kakovost zraka s CO - merilno mesto Center

Količina	Koncentracija v mg/m ³	
	Izmerjena	Mejna
Letna srednja vrednost	0,7	
Zimski čas	1,0	
Poletni čas	0,4	
$C_8 \text{ max}$	3,1	10
Število preseganj C ₈ mejne	0	

Preseganj mejne 8-urne vrednosti po uredbi B ni bilo v celotnem koledarskem letu.

5.8 BENZEN (CENTER)

Meritve benzena so vključene v državno mrežo na merilnem mestu Centru. Meritve v Mariboru potekajo že od leta 2005. Za vrednotenje rezultatov je bilo veljavnih 90 % podatkov. Rezultati so v tabeli 5.18.

Tabela 5.18: Vsebnost benzena v zraku - merilno mesto Center

Količina	Koncentracija v µg/m ³	
	Izmerjena	Mejna
Letna srednja vrednost	1,8	5
Zimski čas	2,7	
Poletni čas	0,9	

Preseganj mejne letne vrednosti ni bilo.

5.9 TEMPERATURA ZRAKA (CENTER)

Za pravilno razumevanje kakovosti zunanjega zraka je pomembno poznavanje njegove temperature v obravnavanem obdobju, saj temperatura zraka v povezavi z drugimi meteorološkimi faktorji vpliva na procese v atmosferi in s tem tudi na kakovost zraka. Meritve temperature zraka v okviru DMKZ potekajo v Mariboru že od leta 1997. Srednje mesečne temperature zraka na merilnem mestu Center so v tabeli 5.19. Veljavnih je bilo 100 % urnih podatkov.

Tabela 5.19: Srednje mesečne temperature zraka - *merilno mesto Center*

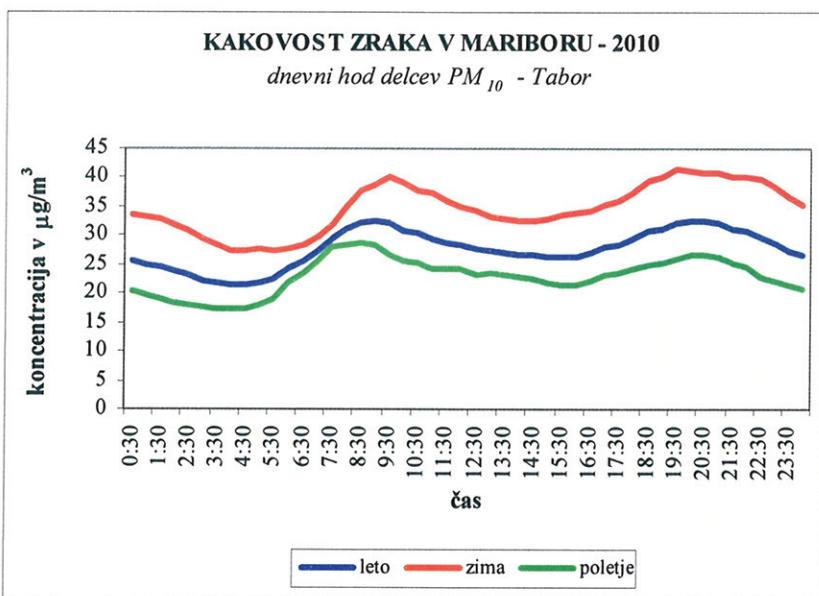
Mesec	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	avg	sep	okt	nov	dec	povp.
Temperatura (°C)	-1,1	1,9	6,9	11,8	16,5	20,6	23,7	20,6	14,8	9,4	8,3	0,6	11,2

6 ZNAČILNOSTI

Neprekinjene meritve v daljšem časovnem obdobju omogočajo spremljanje značilnih potekov kakovosti zraka v posameznih dnevih, mesecih, letnih časih ter ugotavljanje dolgoročnih potekov kakovosti zraka, kar imenujemo hodi. Prikaz časovne odvisnosti koncentracij v obliki hoda, ki ima običajno značilen potek za posamezno onesnaževalo, odraža dinamiko onesnaževanja zraka in nakazuje na možne vire. V tem poglavju so podrobnejše obdelane te značilnosti kakovosti zraka.

6.1 DNEVNI HODI

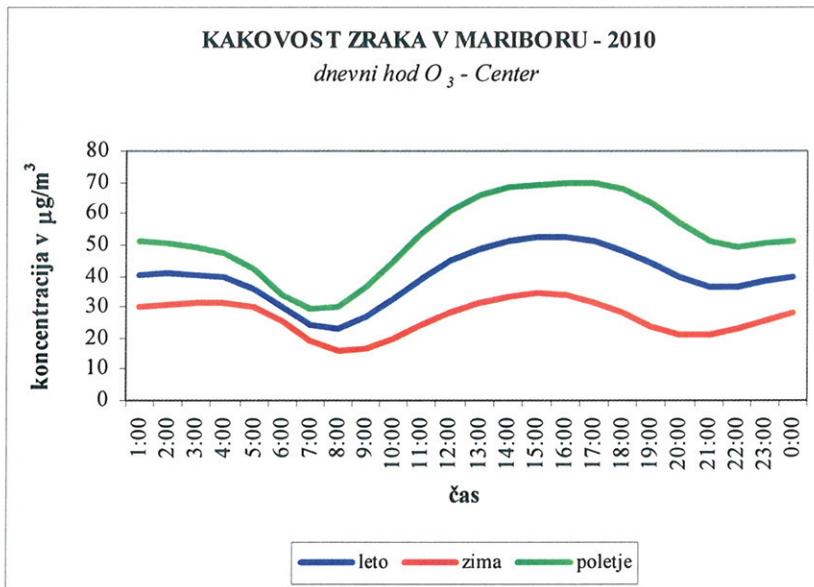
Dnevni hodi kažejo povprečen dnevni potek koncentracij posameznega onesnaževala v koledarskem letu ter posebej v zimskem in poletnem času. Dvourna drseča povprečja so izdelana za vsa merjena onesnaževala, ki se ugotavljajo kontinuirano na merilnih mestih Center, Tabor in Pohorje, in sicer iz urnih vrednosti, razen za delce PM₁₀ na Taboru, benzen v Centru in O₃ na Pohorju, ki so izračunani iz polurnih vrednosti. Hodi za merilno mesto Tabor se za delce PM₁₀ nanašajo na obdobje januar – oktober, za dušikov dioksid in ozon maj – oktober, za Vrbanski plato pa hodov ne prikazujemo. Dnevni hodi za celo leto, poletni (»poletje«) in zimski (»zima«) čas so prikazani na slikah 6.1 - delci PM₁₀ Tabor, 6.2 – ozon Center, 6.3 – ozon Tabor, 6.4 – ozon Pohorje, 6.5 - dušikov dioksid Center, 6.6 - dušikov dioksid Tabor, 6.7 - skupni dušikovi oksidi Center, 6.8 - ogljikov monoksid Center in na sliki 6.9 – benzen Center.



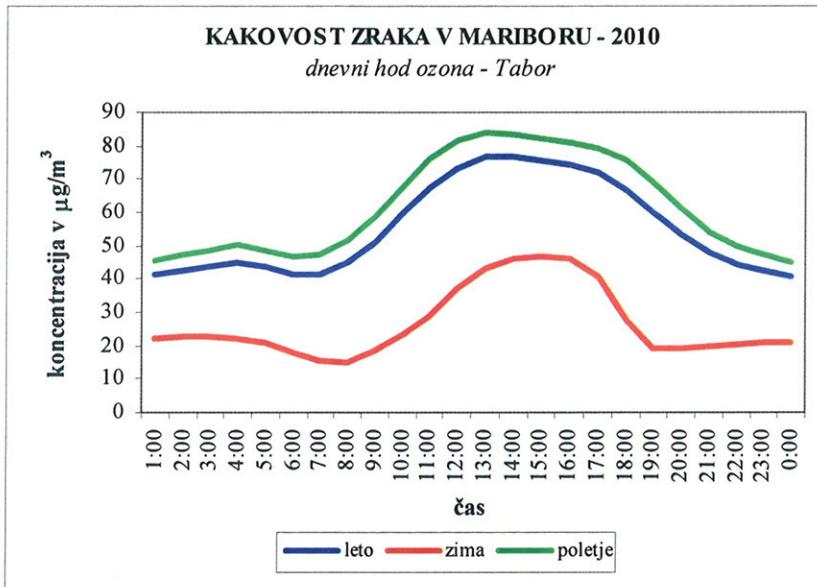
Slika 6.1: Dnevni hod koncentracij delcev PM₁₀, merilno mesto Tabor

Pri dnevnih hodih delcev PM₁₀ izstopata dva vrhova-jutranji in večerni. Dnevna hoda v zimskem in poletnem času sta zelo podobna in se bistveno ne razlikujeta od poteka za celotno leto. Konice so iz leta v leto manj izrazite. Jutranji vrh se v poletnem času pojavi prej kot v zimskem času, večerni vrh pa ne kaže takšnih razlik. Zanimivo je tudi, da v nočnem času, ko so

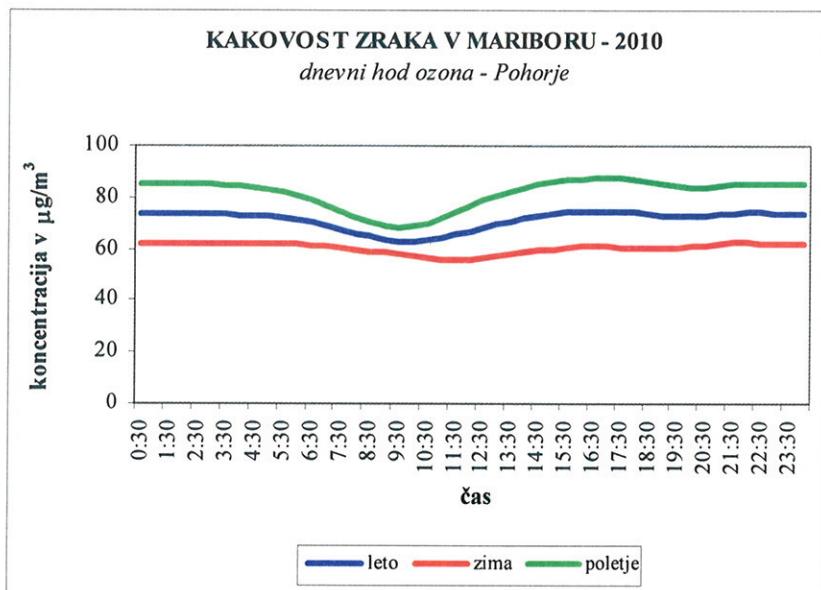
viri precej manj aktivni, koncentracije padejo, vendar je predvsem v zimskem času ta padec relativno majhen, kar nakazuje na visoke vrednosti ozadja.



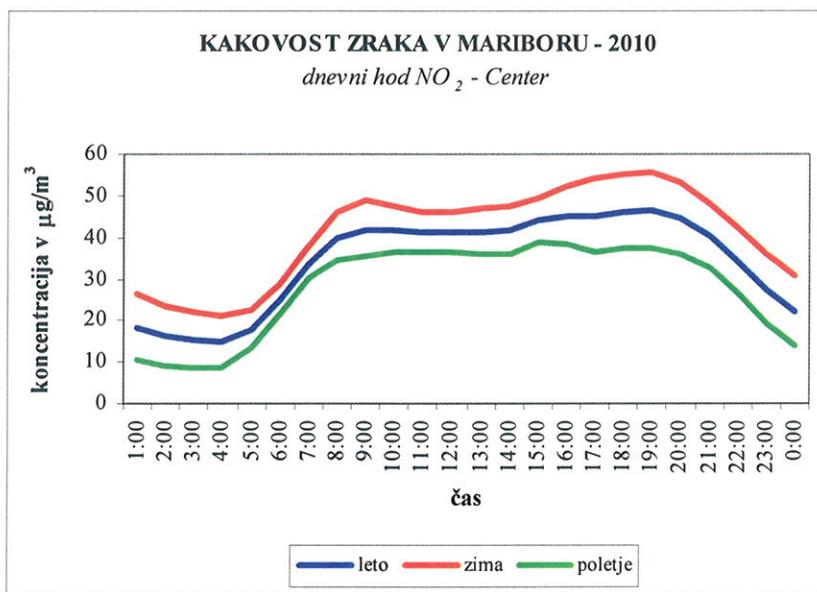
Slika 6.2: Dnevni hod koncentracij O_3 , merilno mesto Center



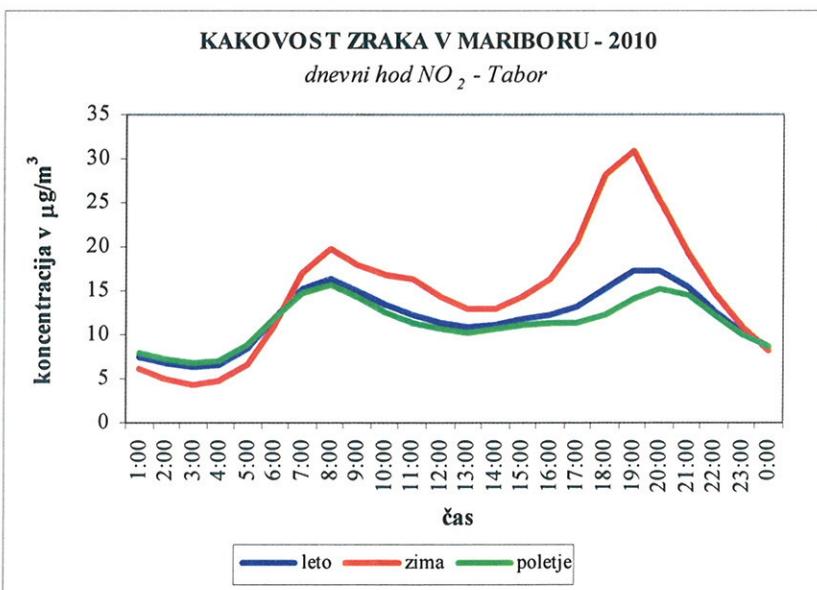
Slika 6.3: Dnevni hod koncentracij O_3 , merilno mesto Tabor

Slika 6.4: Dnevni hod koncentracij O₃, merilno mesto Pohorje

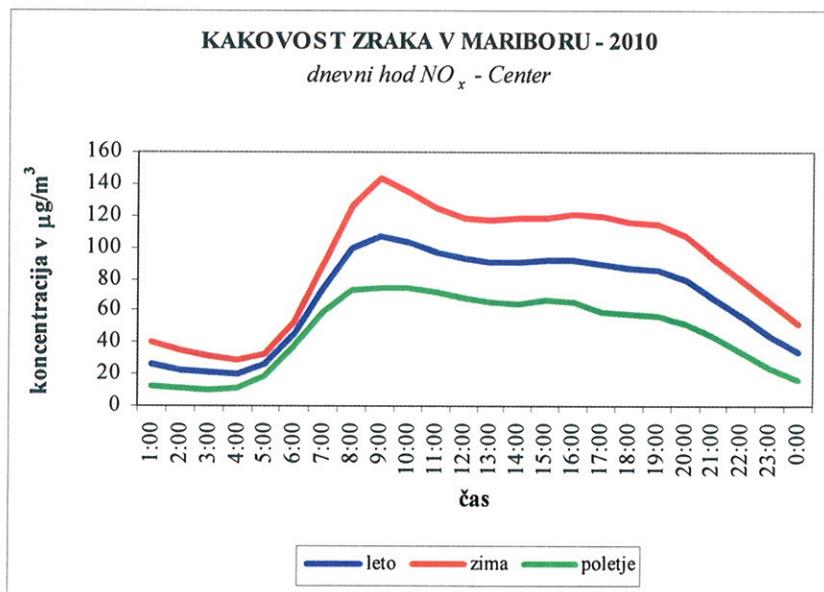
Dnevni hodi ozona na Taboru kažejo rahlo povišanje v zgodnjih jutranjih urah, povezano s spuščanjem onesnaženega zraka iz višjih zračnih plasti. Razpad ozona preko noči se nadaljuje in doseže najnižjo vrednost tik pred sončnim vzhodom. Vendar ponoči ves ozon ne razпадa, saj ni svežih emisij NO, tako da vrednosti ne padajo na nič. S sončnim vzhodom se prične tvorba ozona, ki doseže najvišjo vrednost v času najmočnejšega sončnega obsevanja, to je med 13. in 17. uro poleti oziroma okoli 15. ure pozimi. Z upadanjem jakosti sonca v popoldanskem času se znižuje stopnja nastajanja ozona, dodatno se že pričenja njegov razpad. Razlike med zimskim in poletnim časom v vrednostih in v času pojavljanja koničnih vrednosti so povezane z jakostjo sončnega obsevanja in s časom sončnega vzhoda oz. zahoda. Dnevni hodi na Taboru in v Centru kažejo podobne značilnosti, dnevni potek na Pohorju pa ni poudarjen, vrednosti so sicer absolutno višje, ker ozon zaradi pomanjkanja NO preko noči le počasi razpada, prav tako nastanek preko dneva ni izrazit, saj ni svežih emisij predhodnikov.



Slika 6.5: Dnevni hod koncentracij dušikovega dioksida, *merilno mesto Center*

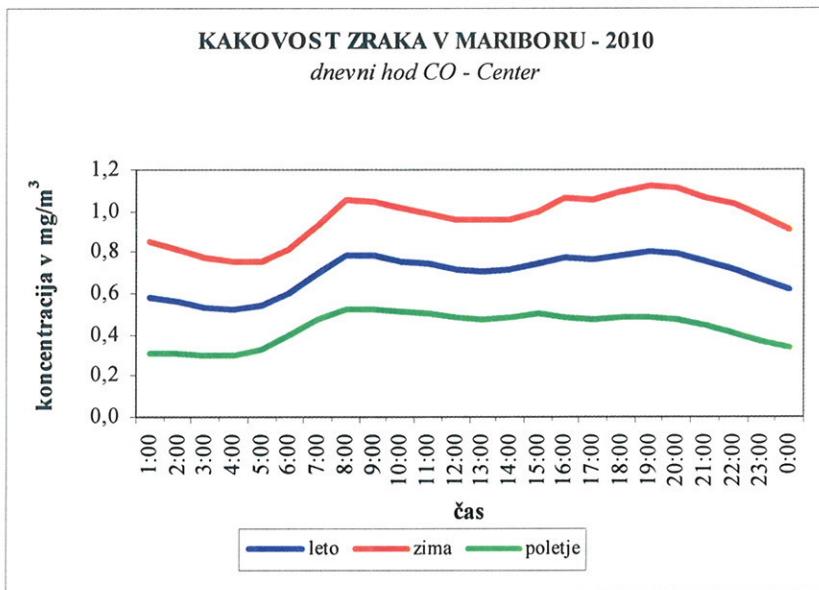


Slika 6.6: Dnevni hod koncentracij dušikovega dioksida, *merilno mesto Tabor*



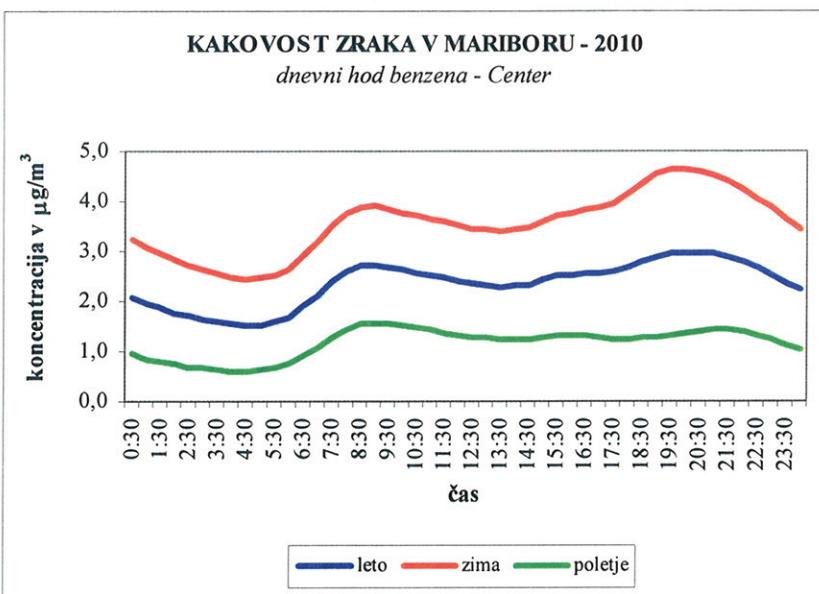
Slika 6.7: Dnevni hod koncentracij skupnih dušikovih oksidov, *merilno mesto Center*

Hodi NO₂ in NO_x kažejo nizke vrednosti v zgodnjem jutranjem času, ko so viri malo aktivni, te snovi pa so vpletene tudi v razpad ozona, kar pomeni njihovo porabo (vendar ne v celoti) in znižanje koncentracij, tako da le te ostanejo na nizkem nivoju ozadja. Naraščanje v jutranjem času je povezano s svežimi emisijami iz vplivnih virov (promet, kurišča), ki ga hitro po sončnem vzhodu prekine njihovo vključevanje v nastanek ozona. Nato sledi jutranja konica, povezana z aktivnostjo najpomembnejših virov (promet in kurišča). Preko dneva koncentracije malo upadejo, saj se očitno več dušikovih oksidov porabi za nastanek ozona, kot jih emitirajo viri. Proti večeru so koncentracije dušikovega dioksida najvišje v dnevu, še vedno so prisotne sveže emisije, vključevanje v nastanek ozona se preneha, saj je sončna svetloba že precej šibka. Po 19. uri se emisije znižujejo, saj se preostali dušikovi oksidi v zraku vključijo v razpad ozona. Hodi so izrazitejši v zimskem času, ko nastajanje ozona ni tako intenzivno.



Slika 6.8: Dnevni hod koncentracij ogljikovega monoksida, *merilno mesto Center*

Dnevni hod ogljikovega monoksida kaže praktično tri konice, ki so pa vse so malo izrazite. Jutranja konica je značilna za jutranje delovanje virov (kurišča in promet). V popoldanskem času se najprej pojavi kratkotrajna konica (pozimi nekoliko kasneje kot poleti), ki se nadaljuje v bolj izrazito večerno konico. Verjetno je dnevni hod tega onesnaževala najbolj povezan z gostoto prometa mimo merilnega mesta, sezonska razlika hodov pa z (ne)obratovanjem kurišč.



Slika 6.9: Dnevni hod koncentracij benzena, *merilno mesto Center*

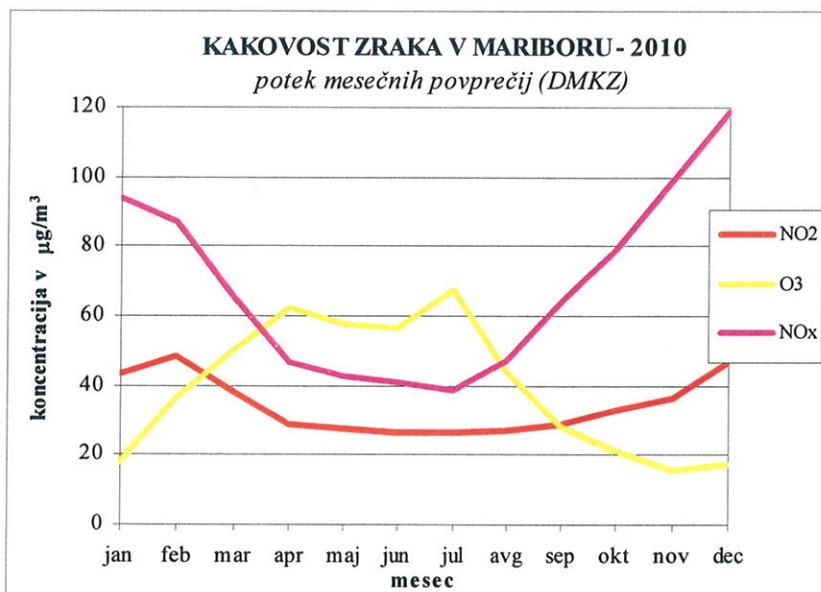
Potek benzena je zelo podoben ogljikovem monoksidu in delcem, le da se večerni vrh, ki je tudi tu najvišji, pojavlja nekoliko kasneje.

6.2 MESEČNI HODI

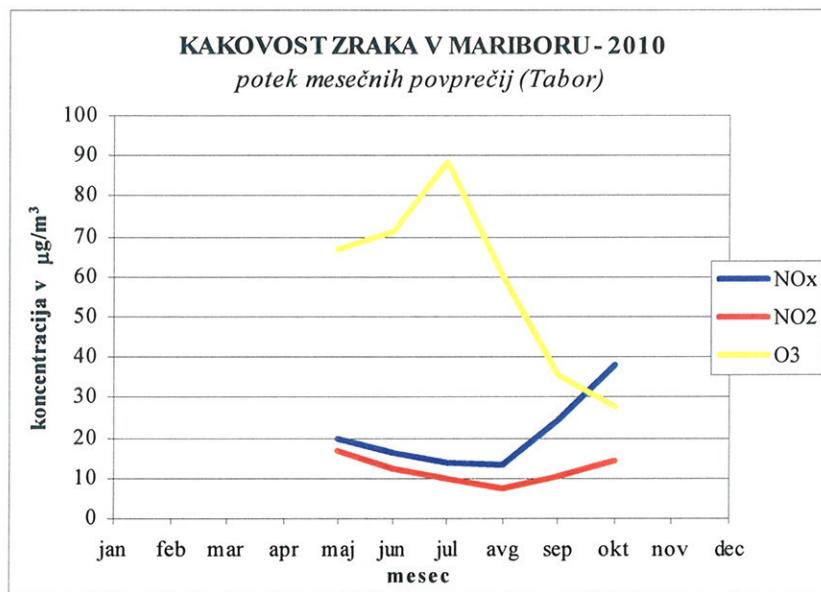
V tabeli 6.1 so srednje mesečne in najvišje kratkotrajne koncentracije NO₂, O₃ in PM₁₀, vse za Center. Grafično so mesečni hodi prikazani za NO₂, NO_x in O₃ na sliki 6.10 (Center) in 6.11 (Tabor), 6.12 za O₃ (Pohorje), 6.13 za PM₁₀ (Center in Tabor) in 6.14 PM_{2,5} (Center in Vrbanski plato), 6.15 benzo(a)piren v PM₁₀ (Center), 6.16 benzo(a)piren v PM₁₀ (Tabor/Vrbanski plato), 6.17 svinec in kadmij v PM₁₀ (Center), 6.18 svinec in kadmij v PM₁₀ (Tabor/Vrbanski plato), 6.19 nikelj in arzen v PM₁₀ (Center), 6.20 CO (Center) in na sliki 6.21 benzen (Center).

Tabela 6.1: Mesečne vrednosti (NO₂, O₃ in PM₁₀) - merilno mesto Center

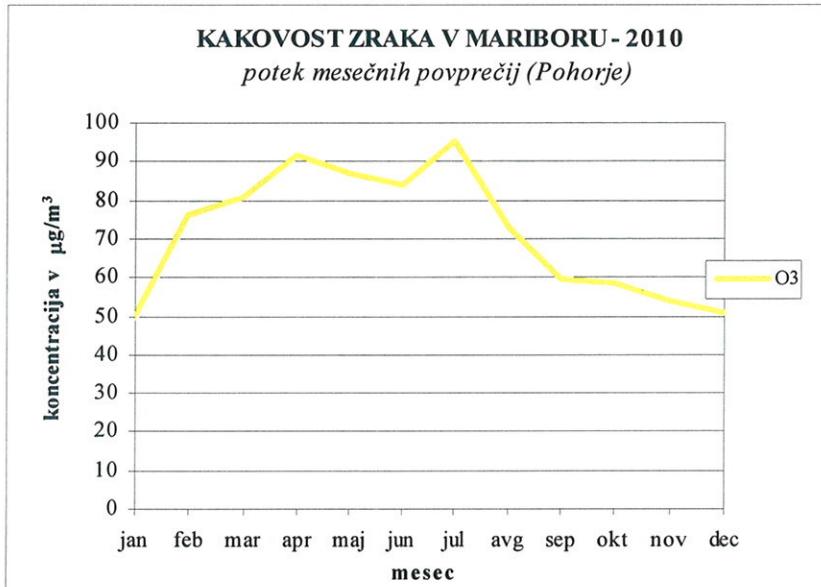
mesec	Koncentracija v $\mu\text{g}/\text{m}^3$						
	NO ₂		O ₃		PM ₁₀		
mesec	mesec	ura	mesec	8-ur	ura	mesec	dan
januar	43	111	18	68	74	57	119
februar	49	137	36	86	120	51	127
marec	38	130	50	101	106	34	60
april	29	102	63	121	133	33	48
maj	27	91	57	123	135	21	31
junij	26	111	57	109	124	20	42
julij	27	94	67	117	126	24	38
avgust	27	88	44	83	100	20	32
september	29	94	28	68	84	21	48
oktober	33	98	22	71	80	36	74
november	36	109	15	72	78	32	80
december	47	174	17	53	64	41	110



Slika 6.10: Mesečne koncentracije NO₂ in NO_x, O₃, merilno mesto Center

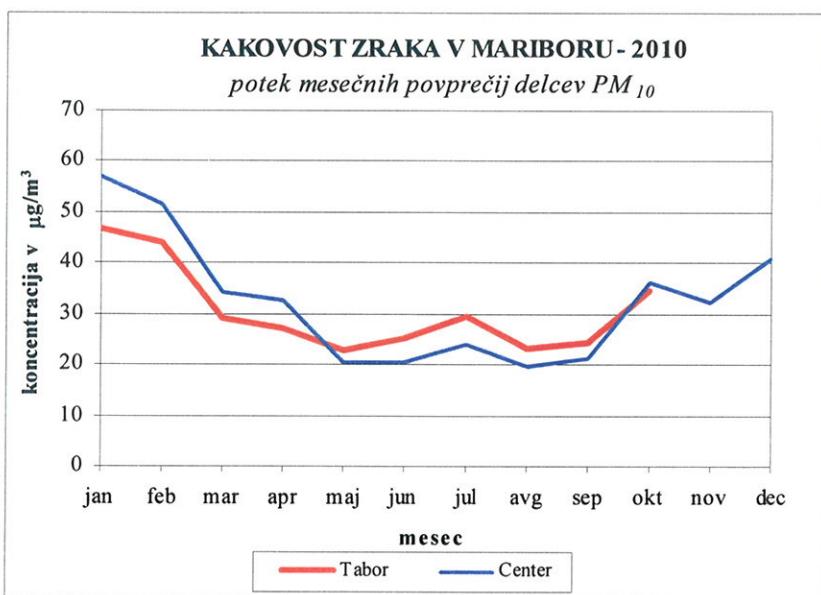
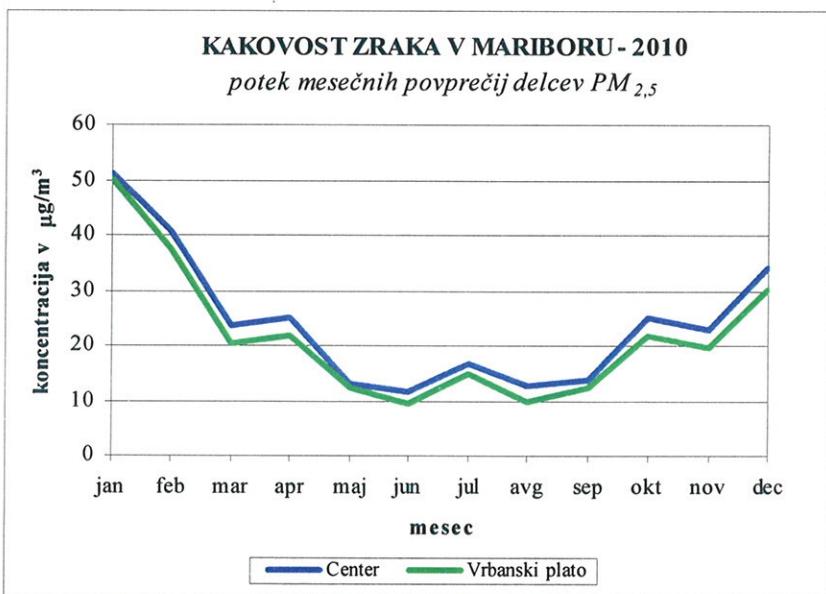


Slika 6.11: Mesečne koncentracije NO₂ in NO_x, O₃, *merilno mesto Tabor*

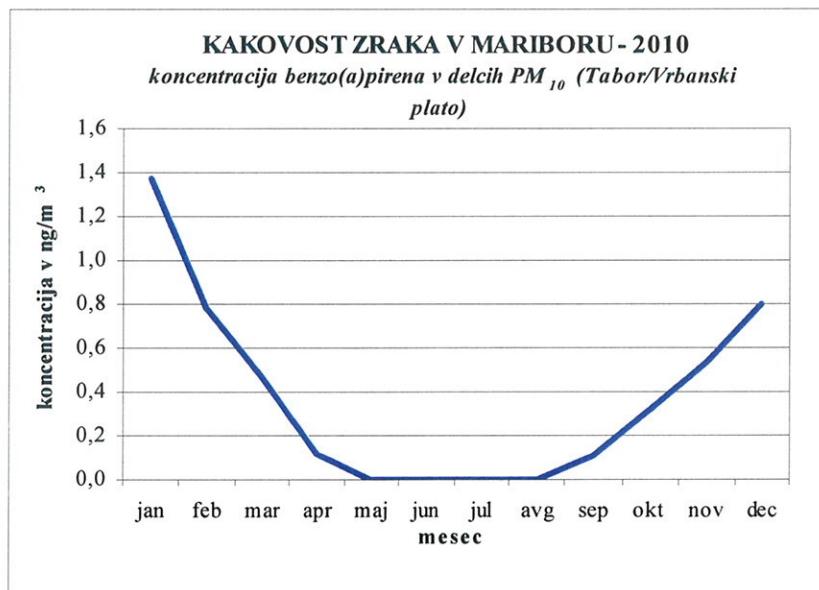


Slika 6.12: Mesečne koncentracije O₃, *merilno mesto Pohorje*

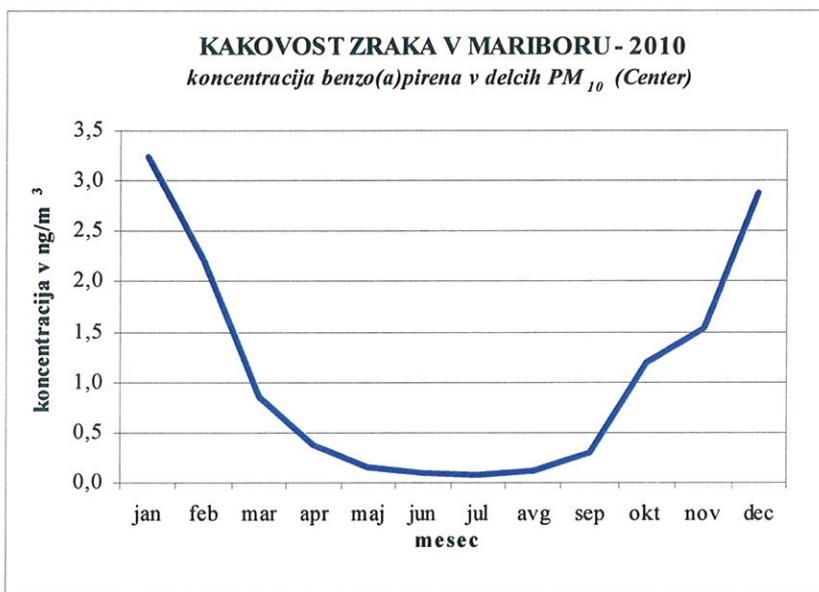
Srednje mesečne koncentracije NO₂ in NO_x kažejo značilen potek z višjimi vrednostmi v zimskem času, saj so nižje vrednosti poleti posledica sodelovanja pri nastanku ozona. Koncentracije O₃ so komplementarne dušikovim oksidom, z višjimi vrednostmi v poletnem ter nižjimi v zimskem času. Na koncentracije ozona, ki je fotokemijski oksidant, vplivajo seveda predhodniki (dušikovi oksidi in lahkoklapne organske spojine) ter v največji meri sončno obsevanje, ki je bolj intenzivno v poletnem času.

Slika 6.13: Mesečne koncentracije delcev PM₁₀, merilni mesti Center in TaborSlika 6.14: Mesečne koncentracije delcev PM_{2.5}, merilni mesti Center in Vrbanski plato

Potek srednjih mesečnih koncentracij delcev PM₁₀ in PM_{2.5} kaže višje vrednosti v zimskem kot v poletnem času na vseh merilnih mestih. Vzrok je v kuriščih, kot dodatnih virih delcev v zimskem času, v vremenski situaciji (dolgotrajnejše zadrževanje zračnih mas in s tem kopičenje onesnaževal v času visokega zračnega pritiska), verjetno tudi v daljinskem transportu onesnaženega zraka. Koncentracije PM_{2.5} sledijo vrednostim PM₁₀, kar je še posebej očitno v mesecih april, julij in oktober. V zimskem času je v Centru v delcih PM₁₀ kar 76 % delcev PM_{2.5}, v poletnem pa 70 %. Najnižje vrednosti delcev so se pojavljale junija in avgusta, daleč najvišje pa januarja.

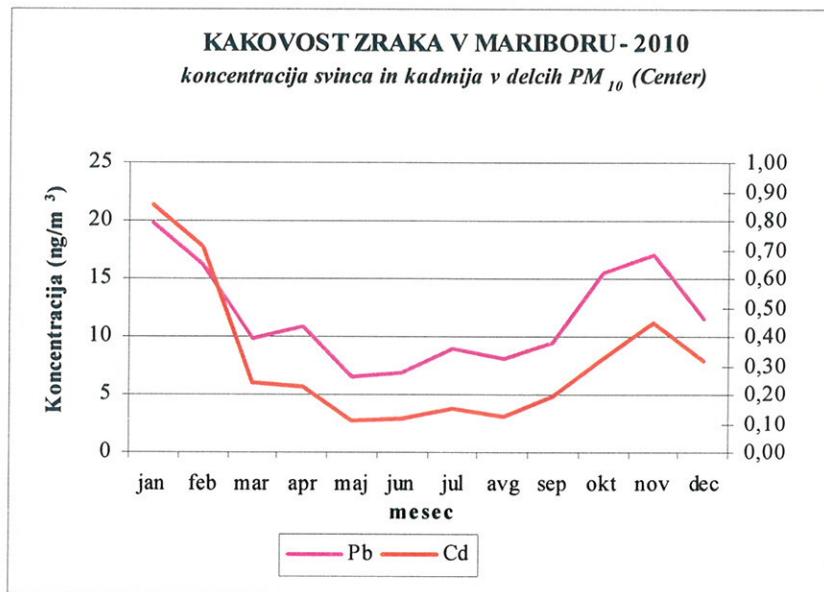


Slika 6.15: Mesečne koncentracije benzo(a)pirena v delcih PM₁₀, merilni mesti Tabor/Vrbanski plato

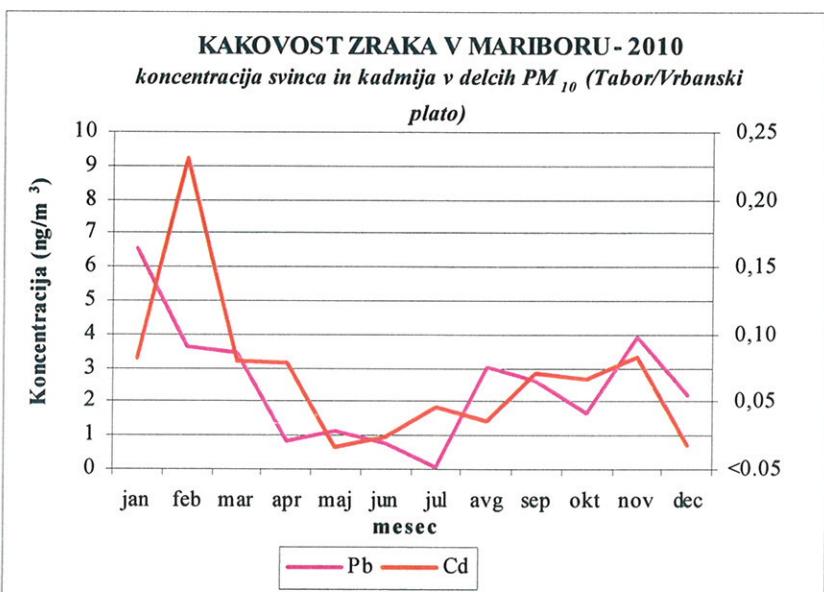


Slika 6.16: Mesečne koncentracije benzo(a)pirena v delcih PM₁₀, merilo mesto Center

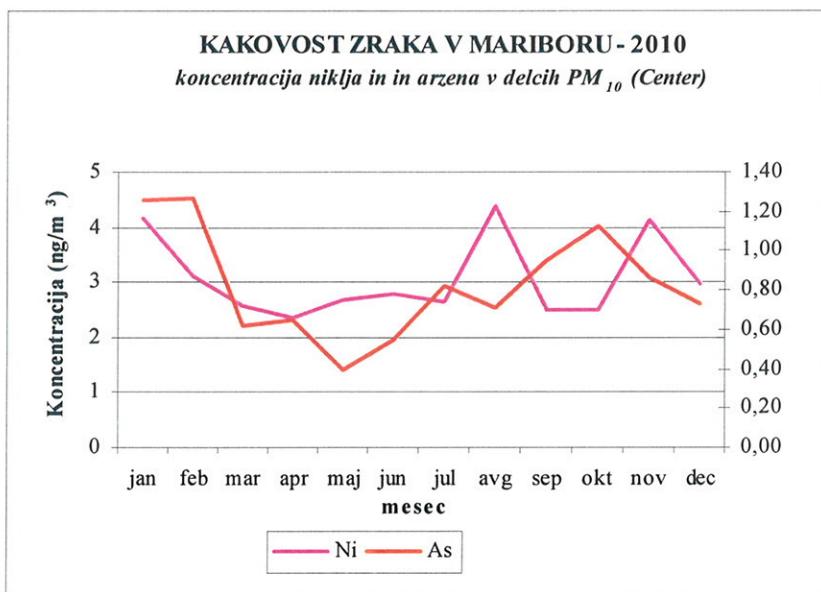
Benzo(a)pirena je v delcih PM₁₀ bistveno več v zimskem kot v poletnem času, kar kaže na prevladujoč vpliv kurišč in slabše zgorevanje goriv v vozilih. To velja za obe merilni mesti.



Slika 6.17: Mesečne koncentracije svinca in kadmija v delcih PM₁₀, merilno mesto Center

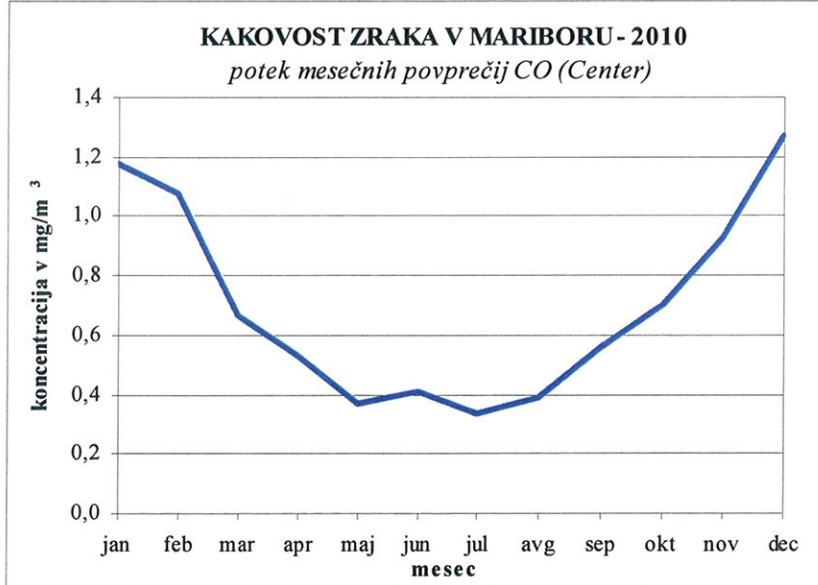


Slika 6.18: Mesečne koncentracije težkih kovin svinca in kadmija v delcih PM₁₀, merilni mesti Tabor/Vrbanski plato



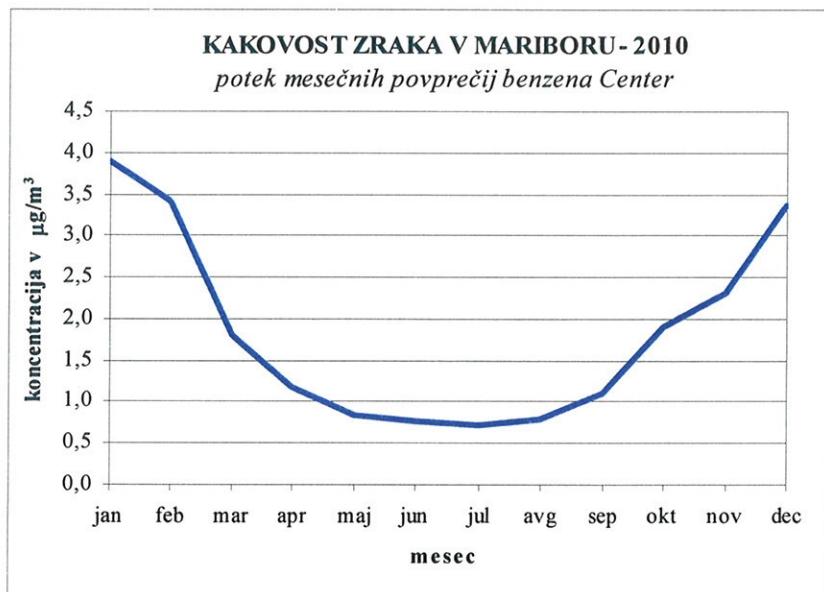
Slika 6.19: Mesečne koncentracije niklja in arzena v delcih PM₁₀, merilno mesto Center

Mesečne značilnosti koncentracij svinca in kadmija na Taboru in v Centru kažejo, da je njuna vsebnost v delcih pozimi precej višja kot poleti. Pri niklju in arzenu v Centru velja enako pravilo, s tem da so razlike manj očitne.



Slika 6.20: Mesečne koncentracije CO, merilno mesto Center

Ogljikovega monoksida je v povprečju dvakrat več v zimskem kot v poletnem času, kar kaže na prevladajoč vpliv kurišč in slabših zgorevalnih razmer v vozilih.



Slika 6.21: Mesečne koncentracije benzena, *merilno mesto Center*

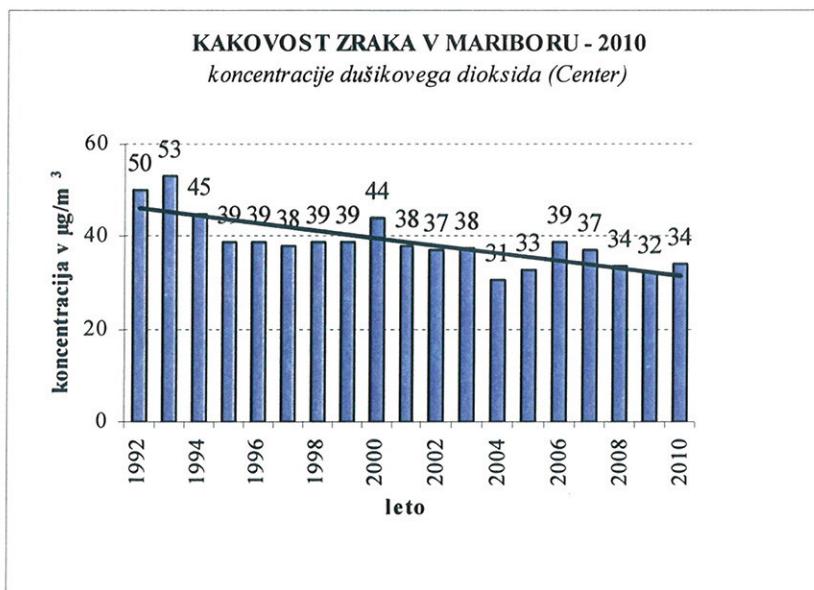
Meritve benzena v Centru kažejo bistveno višje koncentracije v zimskem kot v poletnem času, predvidevamo, da so razlogi enaki kot pri ogljikovem monoksidu, kot se je že pokazalo tudi pri dnevnih hodih.

6.3 DOLGOLETNI POTEKI KAKOVOSTI ZRAKA

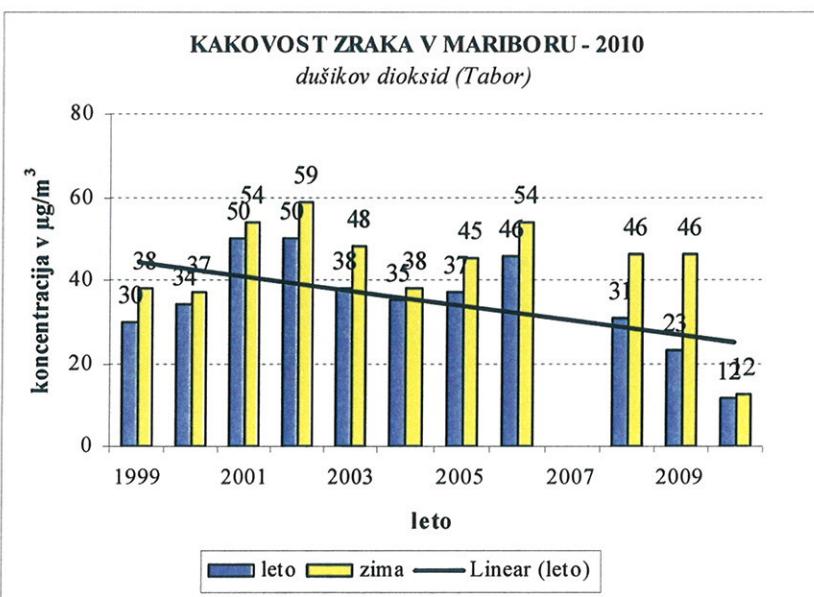
V tem poglavju prikazujemo dolgoletne poteke stanja kakovosti zraka z merjenimi onesnaževali tabelarično in na slikah, kjer je poudarjen tudi trend gibanja koncentracij.

6.3.1 Dušikovi oksidi

Srednje letne koncentracije NO₂ v Centru v letih 1992-2010 so na sliki 6.22, na sliki 6.23 pa so srednje letne vrednosti in povprečje v zimskem času za Tabor v letih 1999-2010.



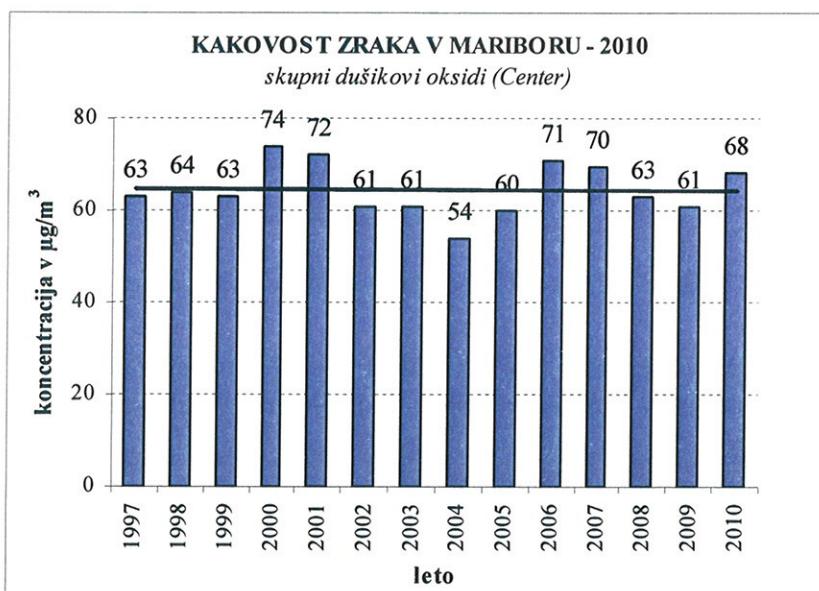
Slika 6.22: Dušikov dioksid 1992-2010, merilno mesto Center



Slika 6.23: Dušikov dioksid 1999-2010, merilno mesto Tabor

Najvišje koncentracije NO₂ so bile v Centru leta 1993, nato so se (z izjemo leta 2000) postopno zniževale in dosegle najnižjo vrednost leta 2004. Letno povprečje 2010 je bilo nekoliko više kot leta prej ter že od leta 2001 pod mejno letno vrednostjo. Na Taboru so nihanja bolj očitna, v letu 2010 je bilo izmerjeno najnižje povprečje do sedaj, tudi tu je zaznaven trend zniževanja koncentracij. Naj še enkrat opozorimo, da meritve na Taboru niso potekale celo leto, kar bi povprečje nekoliko dvignilo.

Slika 6.24 prikazuje potek srednjih letnih koncentracij skupnih dušikovih oksidov, izmerjenih od leta 1997 na merilnem mestu Center.

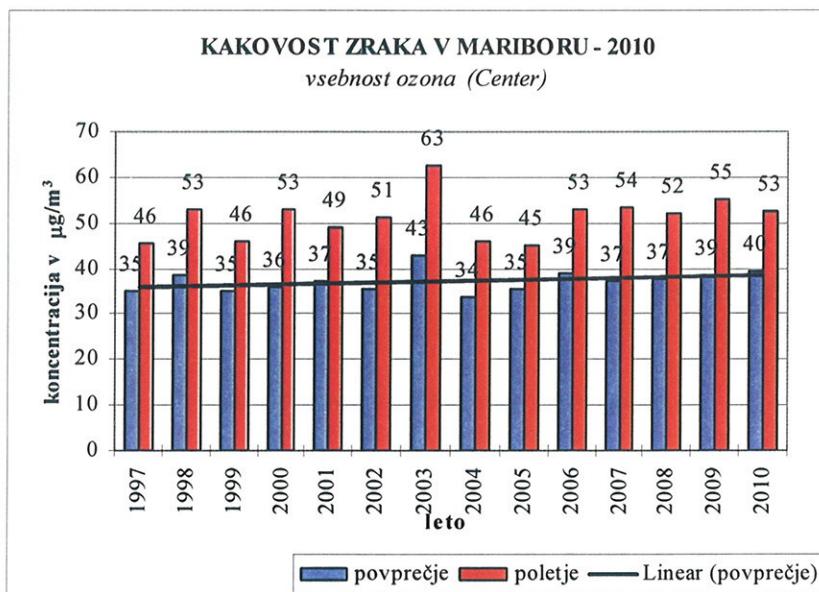


Slika 6.24: Skupni dušikovi oksidi 1997-2010, merilno mesto Center

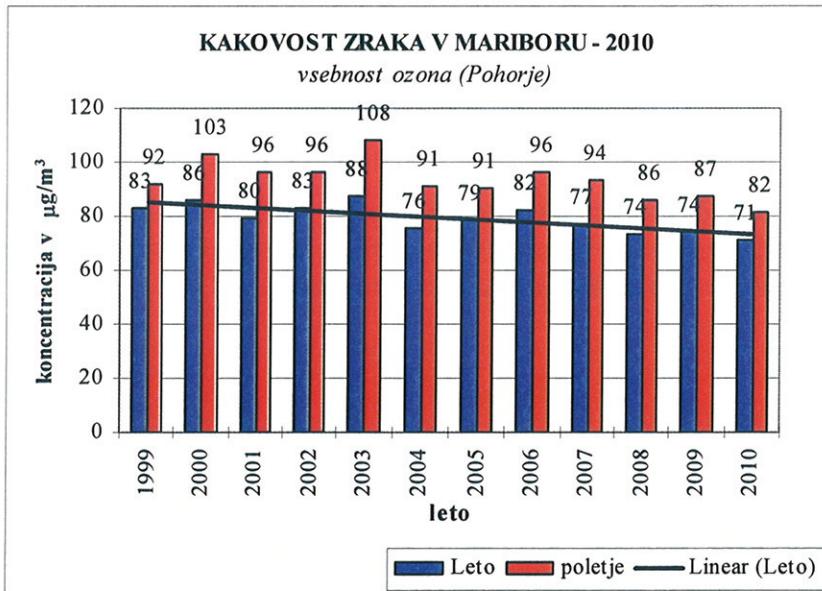
Linearni trend skupnih dušikovih oksidov v Centru je praktično ravna črta, vidi se, da koncentracije že od vsega začetka meritev nihajo okoli neke povprečne vrednosti, ki pa je nad mejno letno vrednostjo za varstvo rastlin v naravnem okolju.

6.3.2 Ozon

Meritve ozona v Centru potekajo že od leta 1995, na Pohorju pa od leta 1996, vendar se takrat niso izvajale celotno leto, stalne meritve v Centru pa so se pričele maja 1997. Na slikah prikazujemo srednje letne vrednosti in vrednosti v poletnem času skupaj z linearnim trendom letnih koncentracij za Center na sliki 6.25 in Pohorje na sliki 6.26. Za Tabor primerjave ne prikazujemo, saj so meritve v letu 2010 potekale prekratek čas, in še to predvsem poleti, pa tudi meritve v preteklih letih niso bile popolne.

Slika 6.25: Ozon 1997-2010, merilno mesto *Center*

Vsebnost ozona v zraku v Centru je bila leta 2010 najvišja doslej, tako da je trend usmerjen nekoliko navzgor. Vrednosti v poletnem času v zadnjih petih letih kažejo majhno odstopanje od povprečne vrednosti.

Slika 6.26: Ozon 1999-2010, merilno mesto *Pohorje*

Vsebnost ozona na Pohorju v poletnem času in v celotnem koledarskem letu je bila najnižja doslej, trend je usmerjen navzdol.

V tabeli 6.2 prikazujemo najvišje izmerjene urne vrednosti ozona v vseh letih meritev za vsa tri merilna mesta. Za Tabor za leta 2006-2009 koncentracij ne prikazujemo, saj je bilo na voljo premalo podatkov.

Tabela 6.2: Najvišje urne koncentracije ozona 1999-2010 – *merilna mesta Center, Tabor in Pohorje*

Leto	Najvišja urna koncentracija v $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	Center	Tabor	Pohorje
1999	131	166	159
2000	170	197	208
2001	140	196	182
2002	147	225	167
2003	160	173	185
2004	134	167	187
2005	131	147	160
2006	164	/	176
2007	154	/	157
2008	130	/	155
2009	148	/	152
2010	135	173	152

Najvišja izmerjena urna vrednost v tem letu je v Centru med najnižjimi doslej, na Taboru povprečna, na Pohorju pa enaka najnižji doslej.

Pokazatelj stanja kakovosti zraka z ozonom sta tudi števili preseganj ciljne 8-urne in opozorilne urne vrednosti po uredbi C, kar je za leta 2003 (pričetek veljavnosti uredbe C) do 2010 prikazano v tabeli 6.3 za vsa tri merilna mesta. V posameznem koledarskem letu je dovoljenih 25 preseganj ciljne 8-urne vrednosti. Za Tabor za leta 2006-2009 koncentracij ne prikazujemo, saj je bilo na voljo premalo podatkov.

Tabela 6.3: Število preseganj ciljne 8-urne in opozorilne urne koncentracije ozona 2003-2010 - merilna mesta Center, Tabor in Pohorje

Leto	Število preseganj					
	Center		Tabor		Pohorje	
	Ciljna 8-urna	Opozorilna urna	Ciljna 8-urna	Opozorilna urna	Ciljna 8-urna	Opozorilna urna
2003	19	0	41	0	185	2
2004	1	0	2	0	44	1
2005	0	0	0	0	55	0
2006	7	0	/	/	59	0
2007	4	0	/	/	52	0
2008	0	0	/	/	27	0
2009	4	0	/	/	19	0
2010	3	0	28	0	25	0

V Centru in na Pohorju že precej časa ni bilo preseganj opozorilnih vrednosti. Preseganja ciljne 8-urne vrednosti v Centru so že nekaj let le občasna, na Taboru je premalo podatkov za resne analize, medtem se prekoračitve na Pohorju kar znižujejo.

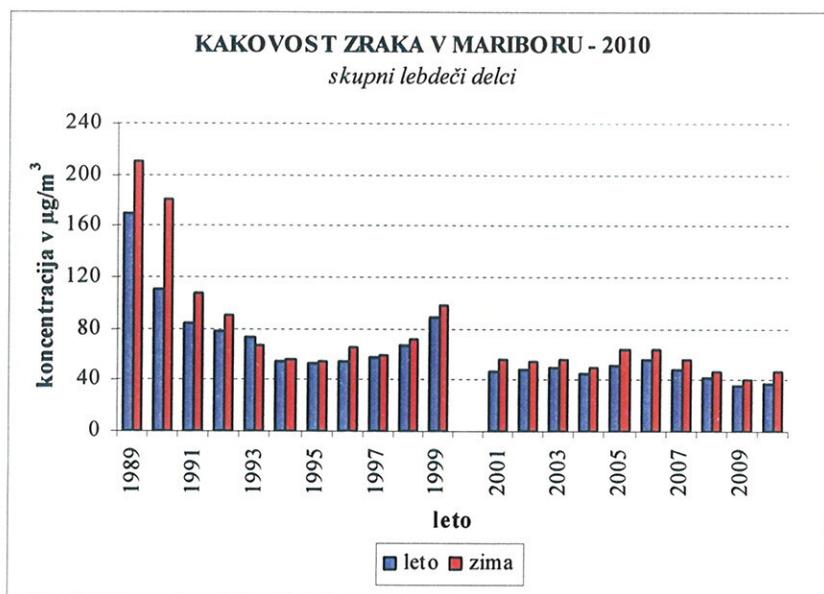
6.3.3 Delci

Gibanje srednje letne koncentracije skupnih lebdečih delcev in srednje koncentracije samo v zimskem času je za leta 1989 (začetek meritve) do 2010 prikazano v tabeli 6.4 in na sliki 6.27. Upoštevali smo meritve, ki jih je izvajal ZZV: merilno mesto je bilo do maja leta 2002 v Centru, nato pa na Taboru. Od leta 2000 naprej se ugotavljajo delci PM₁₀, zato smo rezultate teh meritve preračunali na skupne lebdeče delce z množenjem s faktorjem 1,2.

Tabela 6.4: Skupni lebdeči delci v Mariboru 1992-2010 - merilno mesto Center (ZZV)/Tabor

Onesnaževalo	Obdobje	Koncentracija v µg/m ³									
		1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Skupni lebdeči delci	Leto	78	74	54	52	54	58	67	89*	49*	47
	Zimski čas	91	67	56	55	66	59	72	98*	51*	55
Onesnaževalo	Obdobje	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
Skupni lebdeči delci	Leto	48	49	46	52	54	48	41	36	37*	
	Zimski čas	55	56	50	64	64	55	46	40	46*	

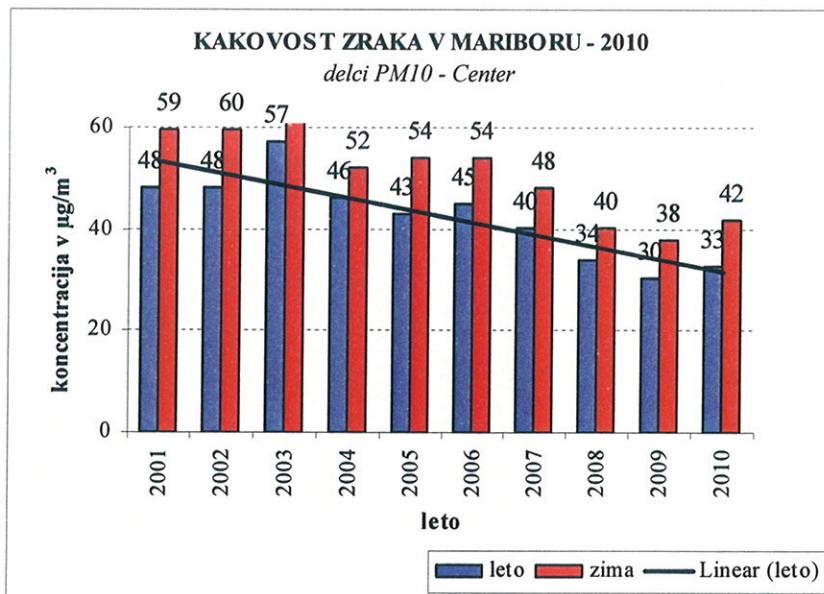
* ni bilo merjeno celo leto

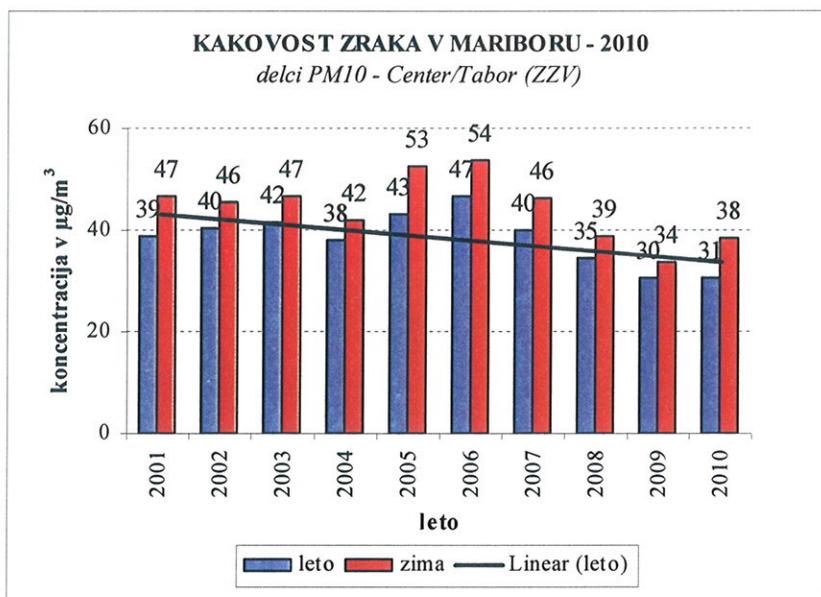


Slika 6.27: Skupni lebdeči delci 1989-2010, merilno mesto Center (ZZV)/Tabor

Iz slike je lepo razviden upad koncentracij skupnih lebdečih delcev od leta 1989. Koncentracije v letu 2010 so bile druge najnižje do sedaj.

Srednje letne in zimske koncentracije delcev PM₁₀ prikazujemo na slikah 6.28 (Center od leta 2001) in 6.29 (Tabor od leta 2003).

Slika 6.28: Delci PM₁₀ 2002-2010, merilno mesto Center

**Slika 6.29:** Delci PM₁₀ 2003-2010, merilno mesto Tabor

Koncentracije delcev PM₁₀ so bile v Centru in na Taboru druge najnižje v dosedanjem merilnem obdobju. Mejna letna vrednost na nobenem merilnem mestu ni bila presežena. Na obeh merilnih mestih se kaže precejšen upad vsebnosti delcev PM₁₀ v zraku od pričetka meritev.

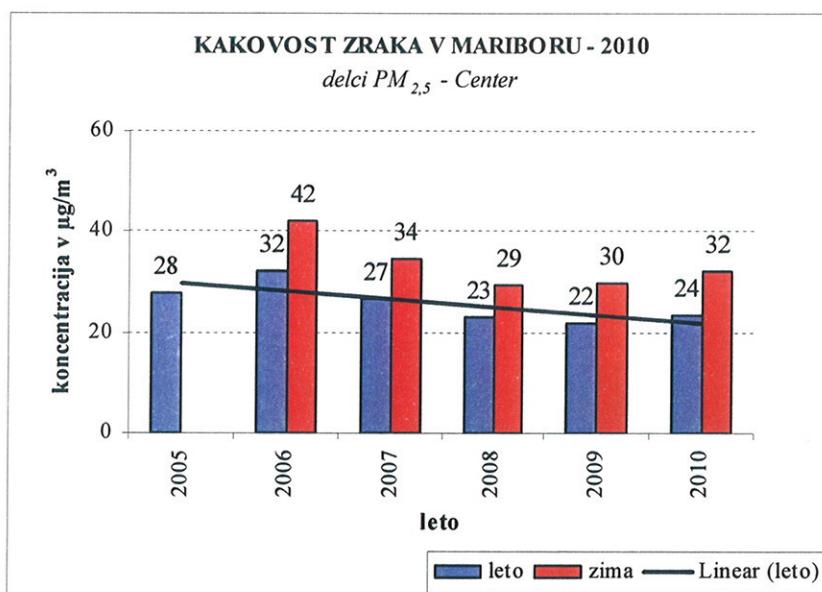
Število preseganj mejne dnevne vrednosti za delce PM₁₀ v letih 2001-2010 je prikazano v tabeli 6.5. V posameznem koledarskem letu je dovoljeno 35 preseganj.

Tabela 6.5: Število preseganj mejne dnevne vrednosti za delce PM₁₀ 2002-2010 - *merilni mesti Tabor in Center*

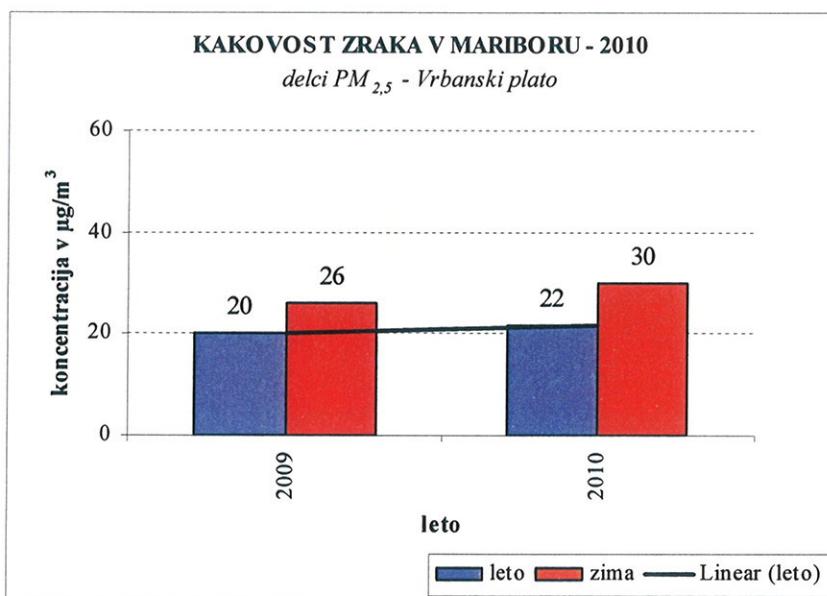
Leto	Število preseganj mejne dnevne vrednosti	
	Center	Tabor
2002	153	94
2003	185	76
2004	130	70
2005	103	111
2006	117	132
2007	95	94
2008	54	52
2009	35	24
2010	47	38 (31)

Na Taboru je bilo število preseganj mejne dnevne vrednosti v letu 2010 sicer pod dovoljenim, vendar če upoštevamo, da meritve v mesecih november in december niso več potekale, v Centru pa se je v tem času pojavilo kar 9 prekoračitev, bi bilo dovoljeno število prekoračitev ob celoletnih meritvah tudi na Taboru zelo verjetno preseženo. Število preseganj je bilo v Centru nad dovoljenim.

Potek srednjih letnih in zimskih vrednosti delcev PM_{2,5} je na sliki 6.30 za Center in 6.31 za Vrbanski plato.



Slika 6.30: Delci PM_{2,5} 2005-2010, merilno mesto Center

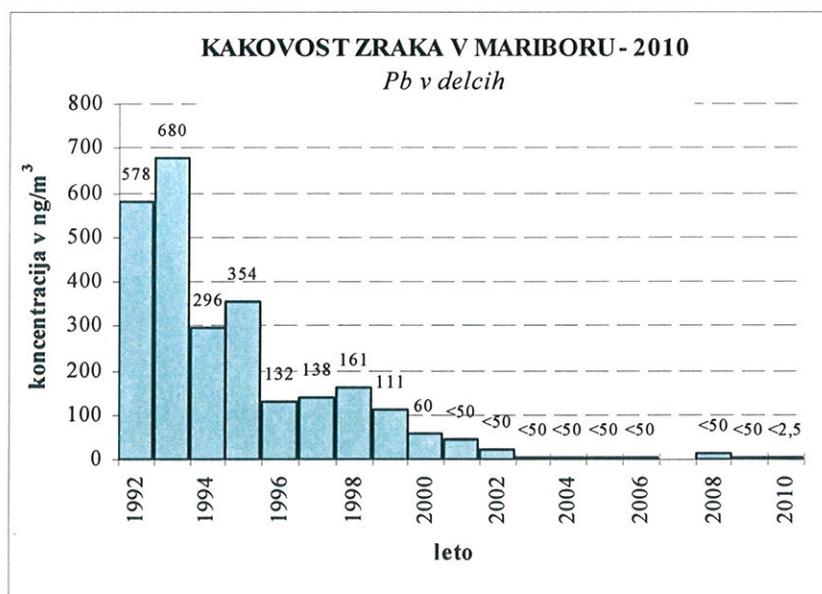


Slika 6.31: Delci PM_{2,5} 2009-2010, merilno mesto Vrbanski plato

Koncentracije delcev PM_{2,5} v Centru so bile leta 2010 višje kot pretekli dve leti, vendar se tudi pri tej frakciji delcev kaže upad koncentracij, na Vrbanskem platoju pa so bile koncentracije leta 2010 višje kot leto prej.

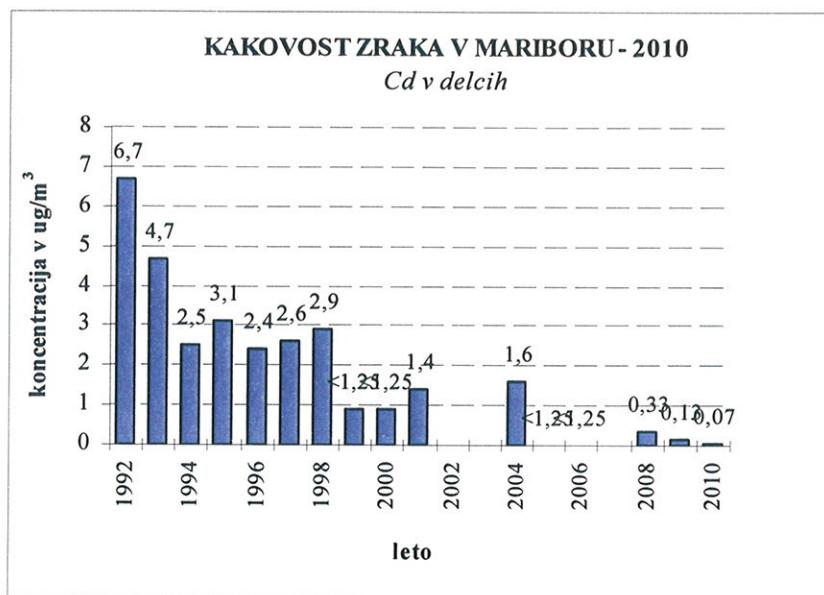
6.3.4 Težke kovine v delcih

Srednje letne koncentracije svinca v delcih so na sliki 6.32, kadmija 6.33, niklja 6.34, arzena pa na sliki 6.35. Meritve do leta 2000 se nanašajo na analizo v skupnih lebdečih delcih, kasneje pa v delcih PM₁₀.



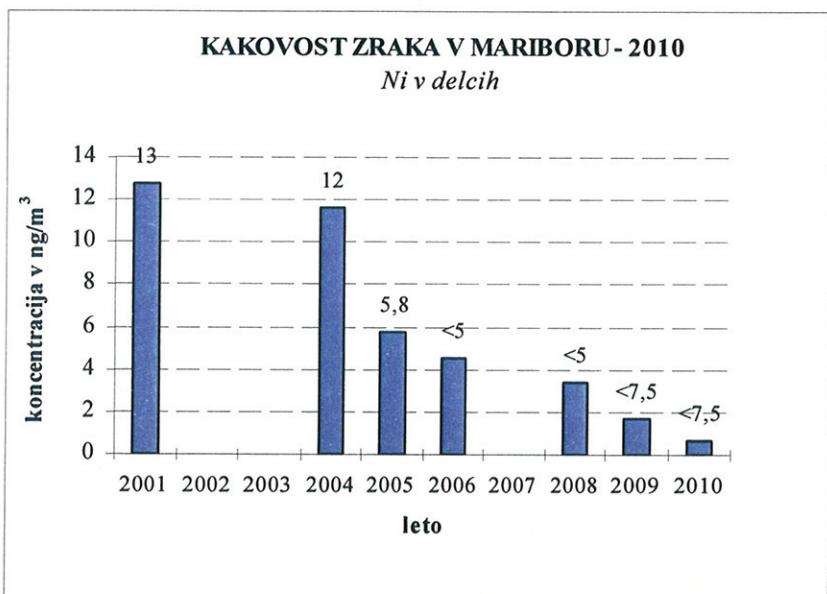
Slika 6.32: Svinec v delcih 1992-2010, merilna mesta Center (ZZV)/Tabor/Center (DMKZ)

Koncentracije svinca so bile nizke in pod ciljno vrednostjo 500 ng/m³, enako kot že precej preteklih let, kar je tudi povezano z opustitvijo svinca v pogonskih gorivih.



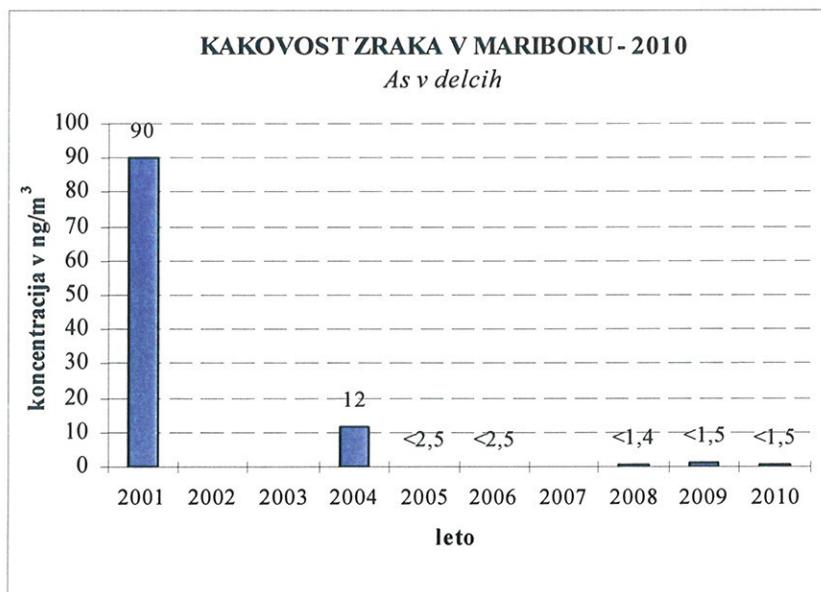
Slika 6.33: Kadmij v delcih 1992-2010, merilna mesta Center (ZZV)/Tabor/Center(DMKZ)

Tudi koncentracije kadmija so bile nizke in pod ciljno vrednostjo 5 ng/m³, kot že praktično od začetka meritev.



Slika 6.34: Nikelj v delcih 2001-2010, merilno mesto Center

Koncentracije niklja so bile pod ciljno letno vrednostjo 20 ng/m³, kot že celotno merilno obdobje.

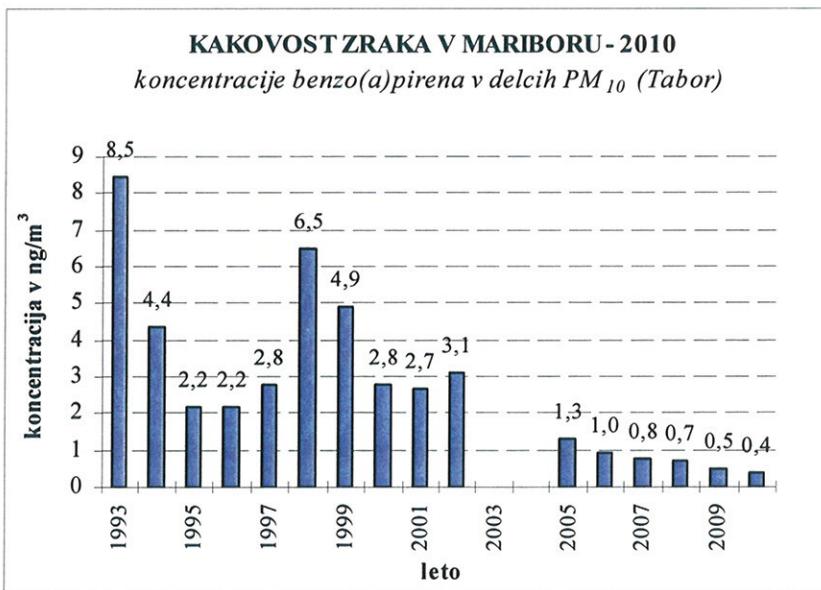


Slika 6.35: Arzen v delcih 2004-2010, merilno mesto Center (DMKZ)

Koncentracije arzena so bile nizke, nekaj zadnjih let pod mejo določanja in od leta 2005 tudi pod ciljno letno vrednostjo 6 ng/m^3 .

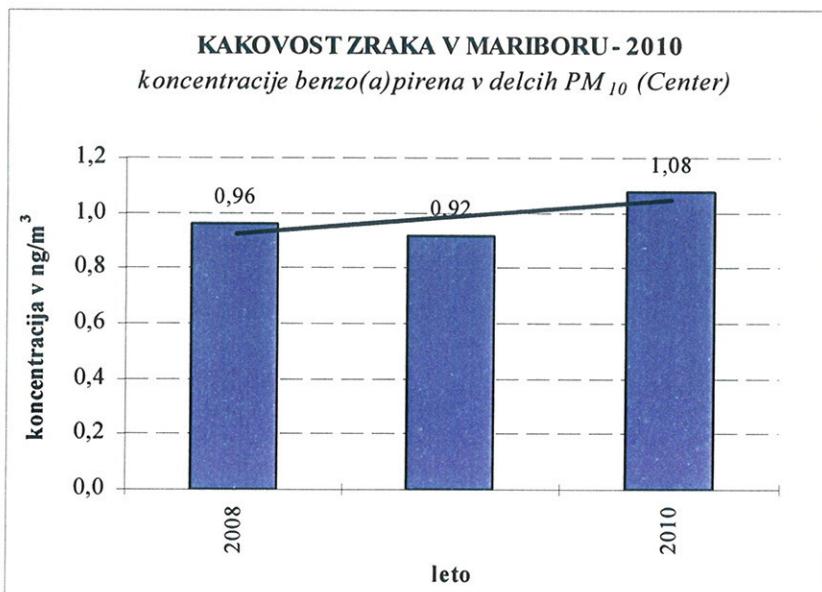
6.3.5 Benzo(a)piren

Poliaromatski ogljikovodiki (PAO) v delcih so se od leta 1993 do 2000 ugotavljali v skupnih lebdečih delcih v Centru (ZZV), kasneje v delcih PM_{10} na Taboru. Od leta 2005 poteka analiza le na benzo(a)piren kot tipičen predstavnik PAO, kar je prikazano na sliki 6.36.



Slika 6.36: Benzo(a)piren v delcih 1993-2010, merilno mesto Center (ZZV)/Tabor

Rezultati meritev benzo(a)pirena v Centru so prikazani na sliki 6.37.

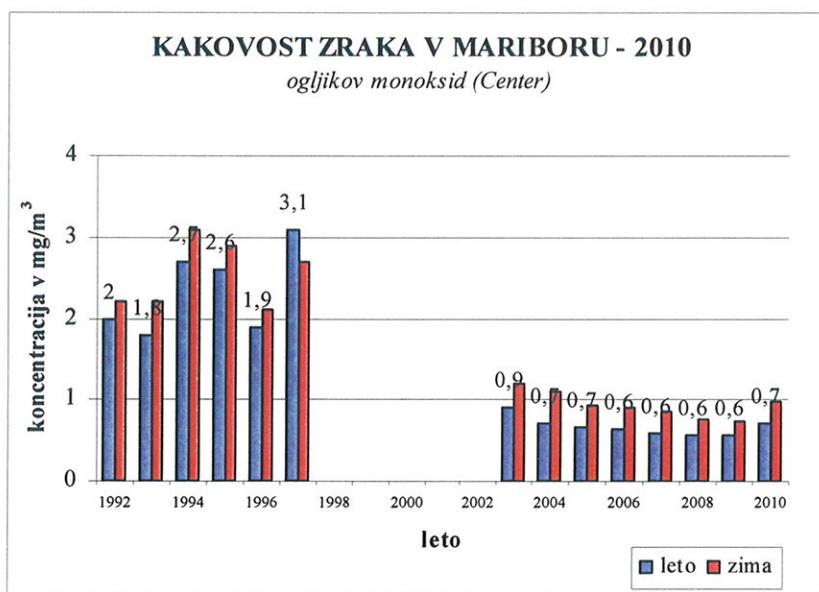


Slika 6.37: Benzo(a)piren v delcih 2008-2010, merilno mesto Center

Vsebnost benzo(a)pirena v delcih PM₁₀ je bila na Taboru leta 2010 najnižja doslej; jasno se kaže zniževanje vsebnosti te snovi v zraku, ki je že peto leto zapored pod ciljno letno vrednostjo. V Centru se je to onesnaževalo pričelo meriti šele v letu 2008. Vrednosti v zadnjih treh letih so bile približno enake, trend je usmerjen celo navzgor.

6.3.6 Ogljikov monoksid

Srednje letne koncentracije in koncentracije samo v zimskem času so za ogljikov monoksid in za merilno mesto Center v letih 1992-2010 prikazane na sliki 6.38. Rezultatov za leta 1998 do 2002 ni, saj meritve takrat niso potekale.

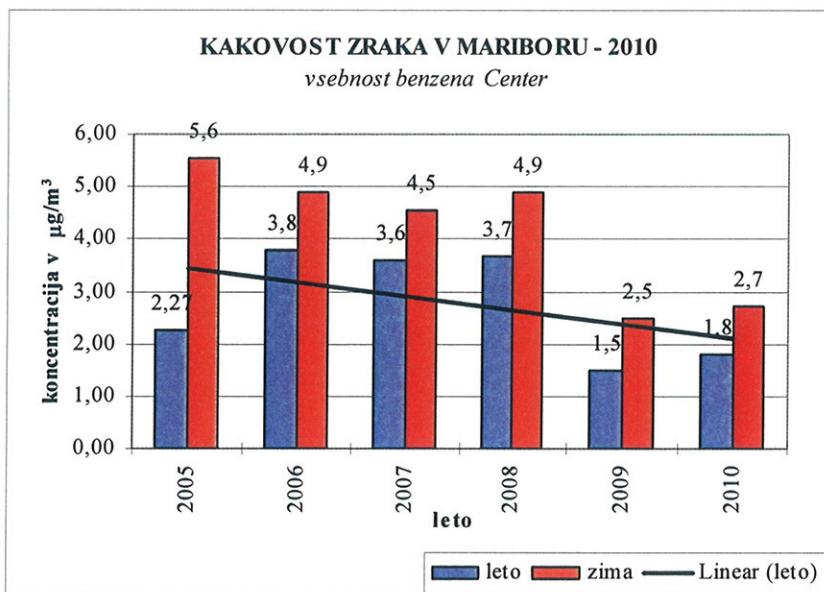


Slika 6.38: Ogljikov monoksid 1992-2010, merilno mesto Center

Kakovost zraka s CO je bila leta 2010 enako nizka kot že preteklih šest let.

6.3.7 Benzen

Uradni, vendar nepopolni rezultati meritev benzena v zunanjem zraku iz merilne postaje Center so bili prvič na voljo v letu 2005 in so skupaj z rezultati meritev v letih 2006 do 2010 prikazani na sliki 6.39.



Slika 6.39: Benzen 2005-2010, merilno mesto Center

Podatki kažejo, da je bilo benzena leta 2010 sicer nekoliko več kot leta 2009, vendar precej manj kot ostala leta, enako velja za povprečje v zimskem času. Sicer v letih 2005 in 2009 meritve v zimskih mesecih, ko so koncentracije običajno najvišje, niso potekale. Trend je usmerjen navzdol.

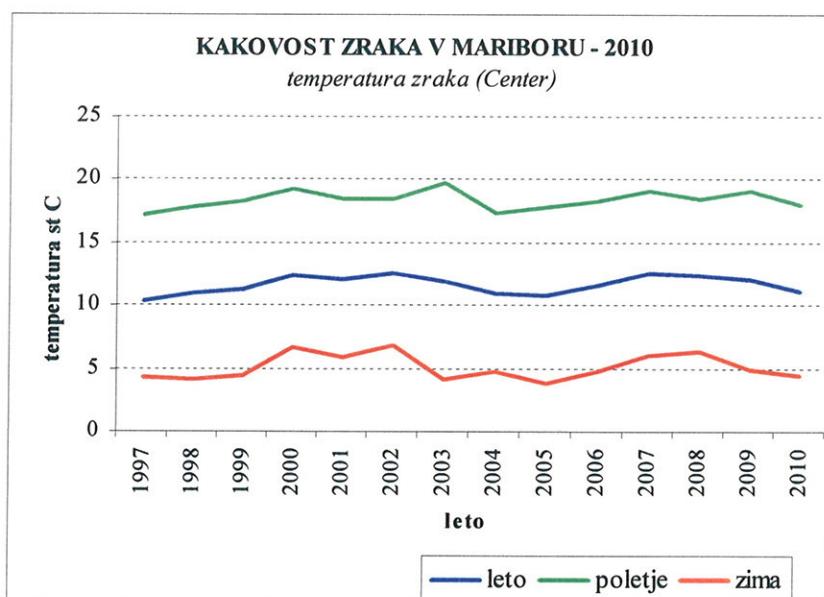
6.3.8 Temperatura zraka

Tudi meritve temperature potekajo že precej dolgo, tako da lahko opazujemo letne trende. Rezultati meritev temperature zraka na merilnem mestu Center za obdobje od leta 1992 do 2010 so samo za zimski čas in mesec januar prikazani v tabeli 6.6.

Tabela 6.6: Temperatura zraka 1992-2010 – merilno mesto Center

Obdobje	Temperatura (°C)									
	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Zimski čas				4,3	2,9	4,3	4,2	4,4	6,8	5,8
Januar	1,0	1,5	4,3	0,4	-1,5	-1,9	2,7	0,4	-0,2	2,3
Obdobje	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
Zimski čas	6,8	4,1	4,8	4,0	4,8	6,0	6,4	5,0	4,4	
Januar	-1,3	-1,0	-0,2	1,2	-2,6	5,3	3,6	-1,0	-1,1	

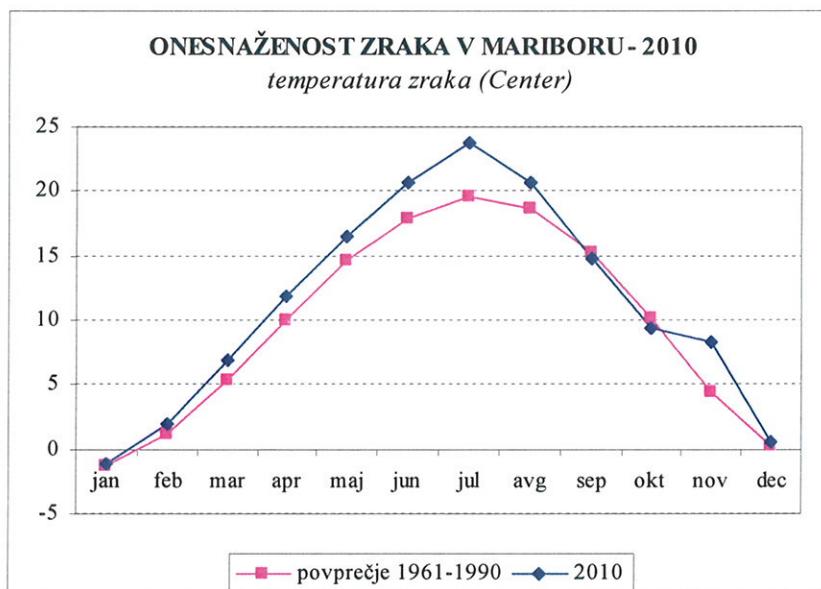
Na sliki 6.40 prikazujemo srednjo letno temperaturo zraka ter temperaturo v zimskem in poletnem času v letih 1997 do 2010. Podatki so iz merilnega mesta Center.



Slika 6.40: Temperatura zraka 1997-2010, merilno mesto Center

Srednja letna temperatura zraka je bila leta 2010 med nižjimi v obravnavanem merilnem obdobju, enako velja za srednji temperaturi v poletnem in zimskem času.

Odstopanje srednje mesečne vrednosti od dolgoletnega povprečja v klimatskem obdobju 1961–1990 je prikazano na sliki 6.41.

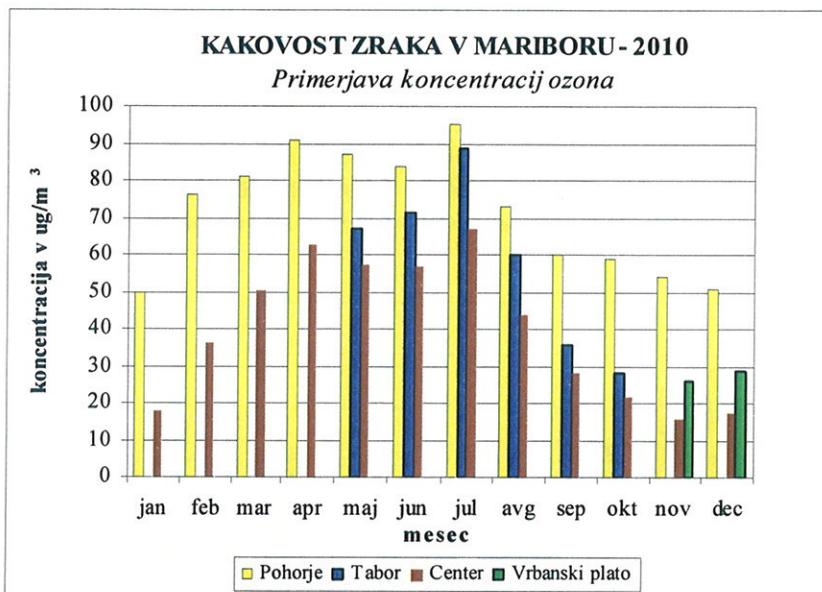


Slika 6.41: Odstopanje mesečne temperature zraka v letu 2010 od povprečja 1961-1990, merilno mesto *Center*

Srednja letna temperatura zraka v letu 2010 je bila za $1,5^{\circ}\text{C}$ višja kot v dolgoletnem povprečju 1961–1990, glede na povprečje v obdobju 2000-2009 pa je bilo leto 2010 hladnejše za $0,8^{\circ}\text{C}$. Vsi meseci v letu 2010 so bili toplejši kot je povprečje 1961-1990, le september in oktober sta bila nekoliko hladnejša.

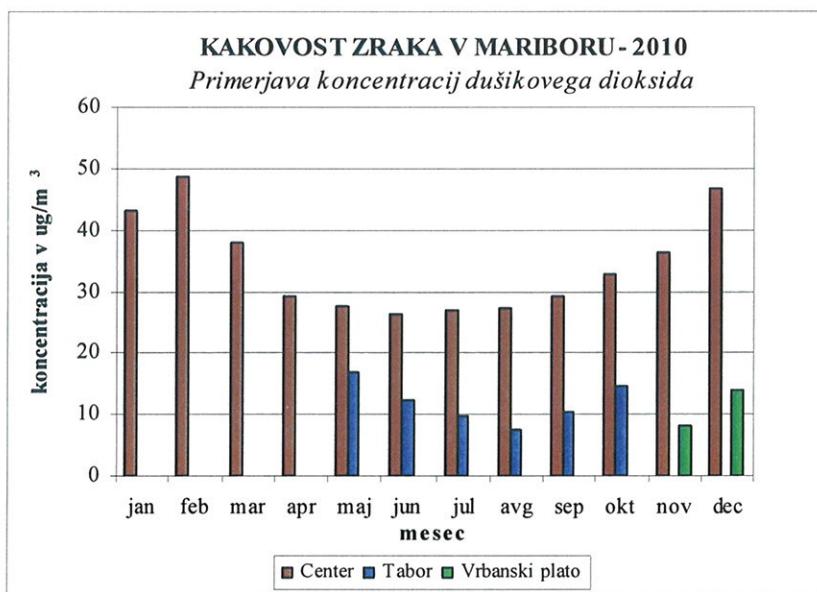
6.4 PRIMERJAVA MED MERILNIMI MESTI V LETU 2010

Meritve kakovosti zraka so potekale istočasno v okviru državne meritne mreže v Centru in v okviru mestne meritne mreže na meritnem mestu Tabor/Vrbanski plato z dušikovim dioksidom, skupnimi dušikovimi oksidi in ozonom, ta pa se je še dodatno ugotavljal na Pohorju. Meritve delcev PM_{10} so potekale v Centru, na Taboru in Vrbanskem platoju ter še na treh drugih lokacijah (Laznica, Ruše in Miklavž), meritve delcev $PM_{2,5}$ pa v Centru in na Vrbanskem platoju ter tudi na treh drugih lokacijah (Laznica, Ruše in Miklavž). Pri primerjavi rezultatov teh meritev, prikazani na naslednjih slikah, je potrebno upoštevati le obdobja, ko so meritve potekale sočasno. Primerjava potekov srednjih mesečnih vrednosti je na slikah 6.42 za O_3 (Pohorje, Tabor, Center in Vrbanski plato), 6.43 za NO_2 (Center, Tabor in Vrbanski plato), 6.44 za NO_x (Center, Tabor in Vrbanski plato), 6.45 za delce PM_{10} (Center, Tabor in Vrbanski plato), 6.47 za delce $PM_{2,5}$ (Center in Vrbanski plato), 6.49 za delce PM_{10} in $PM_{2,5}$ (Center), 6.50 za svinec (Center, Tabor/Vrbanski plato), 6.51 za kadmij (Center, Tabor/Vrbanski plato) in na sliki 6.52 benzo(a)piren v delcih PM_{10} (Center, Tabor/Vrbanski plato). Na sliki 6.46 za delce PM_{10} (Center, Tabor, Laznica, Miklavž in Ruše) in 6.48 za delce $PM_{2,5}$ (Center, Vrbanski plato, Laznica, Miklavž in Ruše) pa so prikazana povprečja le tistih dni, ko so meritve potekale na vseh meritnih mestih.



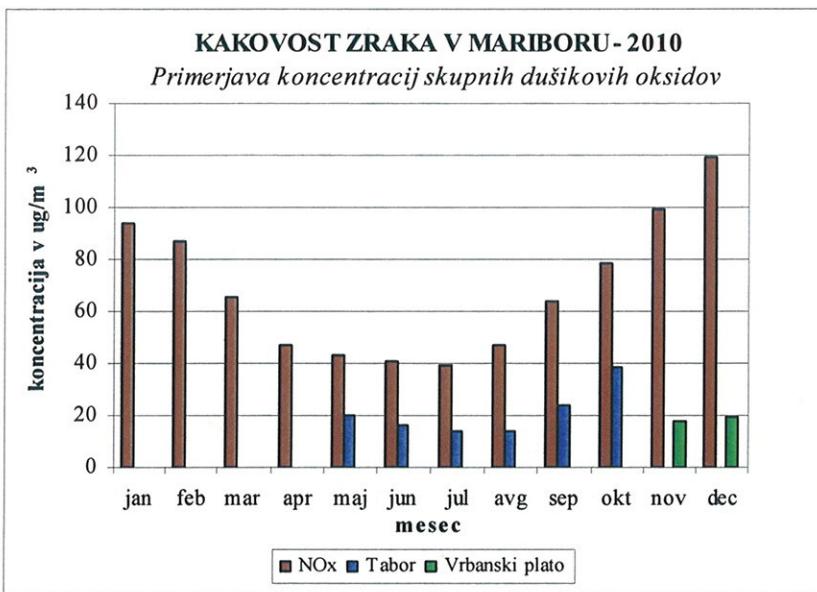
Slika 6.42: Vsebnosti O_3 , meritna mesta Pohorje, Center, Tabor in Vrbanski plato

Mesečni poteki ozona za vsa meritna mesta kažejo podobne osnovne značilnosti z najvišjimi vrednostmi v juliju in ostalih poletnih mesecih. Kot je bilo že navedeno, so koncentracije v Centru precej nižje kot na Pohorju, na Taboru so nad tistimi v Centru, na Vrbanskem platoju pa nižje kot na Pohorju, vendar višje kot v Centru.



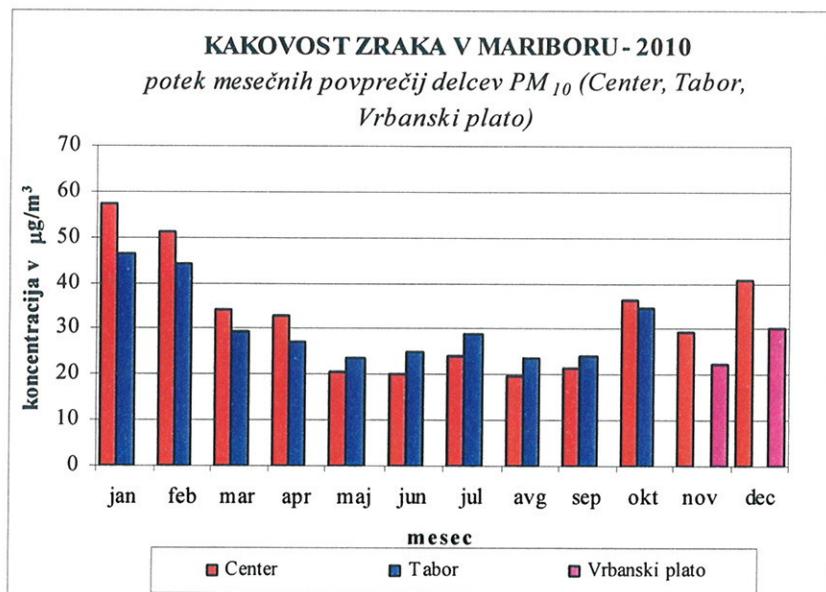
Slika 6.43: Koncentracije NO₂, merilna mesta Center, Tabor in Vrbanski plato

Tudi mesečni poteki dušikovega dioksida kažejo na vseh treh merilnih mestih podobne osnovne značilnosti z relativno nizkimi vrednostmi v poletnem času in najvišjimi v času najnižjih zunanjih temperatur. Koncentracije v Centru so višje kot na Taboru in Vrbanskem platoju.



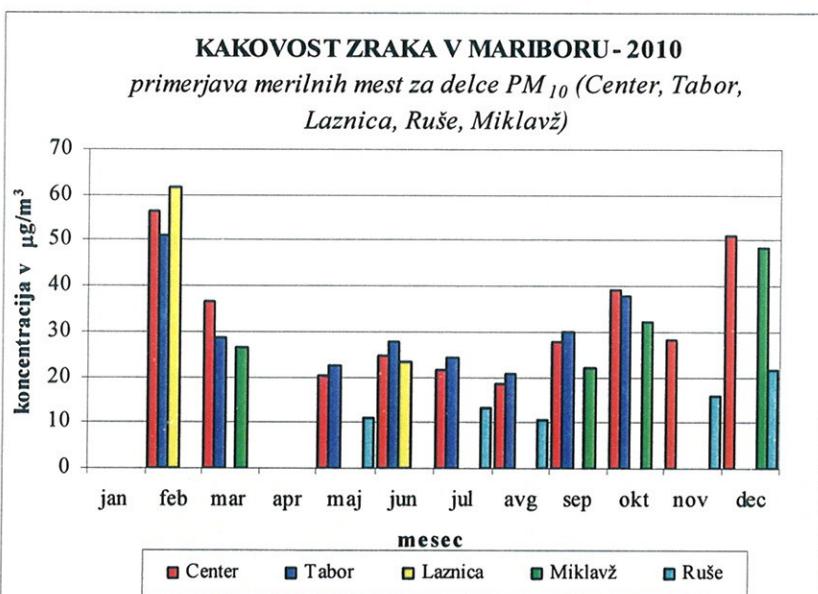
Slika 6.44: Koncentracije NO_x, merilna mesta Center in Tabor/Vrbanski plato

Tudi mesečni poteki skupnih dušikovih oksidov kažejo na vseh treh merilnih mestih podobne osnovne značilnosti z nižjimi vrednostmi v poletnem času in najvišjimi v času najnižjih zunanjih temperatur. Koncentracije v Centru so precej višje kot na Taboru in Vrbanskem platoju.



Slika 6.45: Kakovosti zraka z delci PM₁₀, merilna mesta Center, Tabor in Vrbanski plato

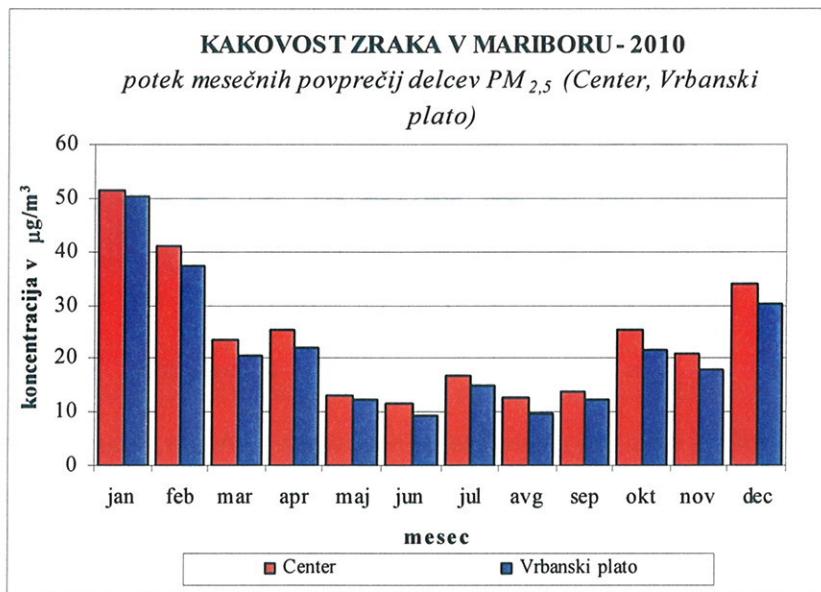
V povprečju sta Center in Tabor enako obremenjena z delci PM₁₀, v poletnem času Tabor nekoliko bolj kot Center (za 9 %), v zimskem pa Center bolj kot Tabor (za 11 %). Koncentracije na Vrbanskem platu so nižje kot v Centru.



Slika 6.46: Kakovosti zraka z delci PM₁₀, merilna mesta Center, Tabor, Laznica, Ruše in Miklavž na Dravskem polju

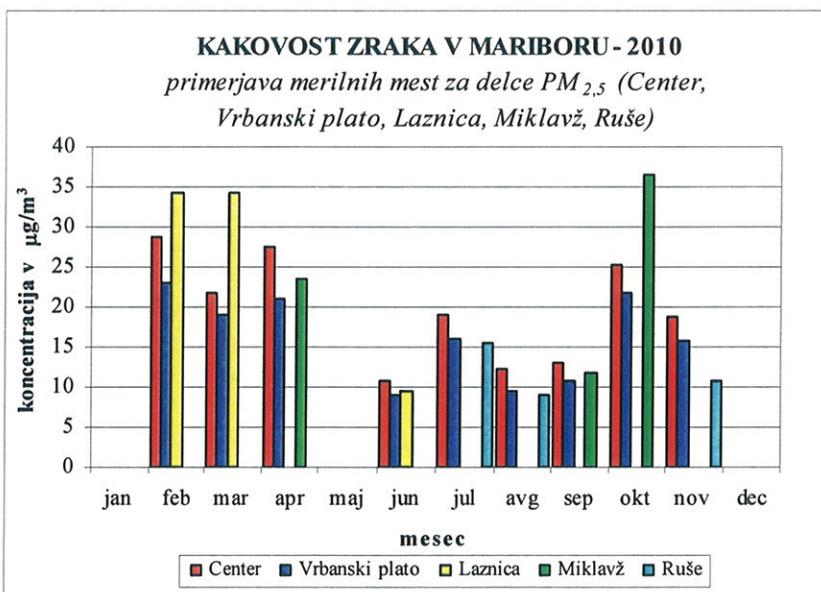
Rezultati za posamezna merilna obdobja kažejo, da je Laznica precej obremenjena z delci PM₁₀, saj so bile koncentracije v februarju najvišje, v juniju pa približno enake vrednostim v Centru in na Taboru. Razlog je lahko v lokalnih emisijah, bližini ceste ali poti onesnaženega zraka, ki bi lahko prihajal iz podjetij v Rušah. Meritve v Miklavžu so prav tako potekale v bližini precej prometnih cest kot v Centru in na Taboru, vendar so bile koncentracije nekoliko

nižje kot v Mariboru. Meritve so potekale tudi v Rušah, vendar so bile vrednosti daleč najnižje glede na preostala merilna mesta. Vzrok je lahko v lokaciji merilnega mesta, ki je precej proč od prometnic, zelo verjetno pa tudi izven običajne poti tokov zraka, ki prihaja iz podjetij v Rušah ali Mariboru.



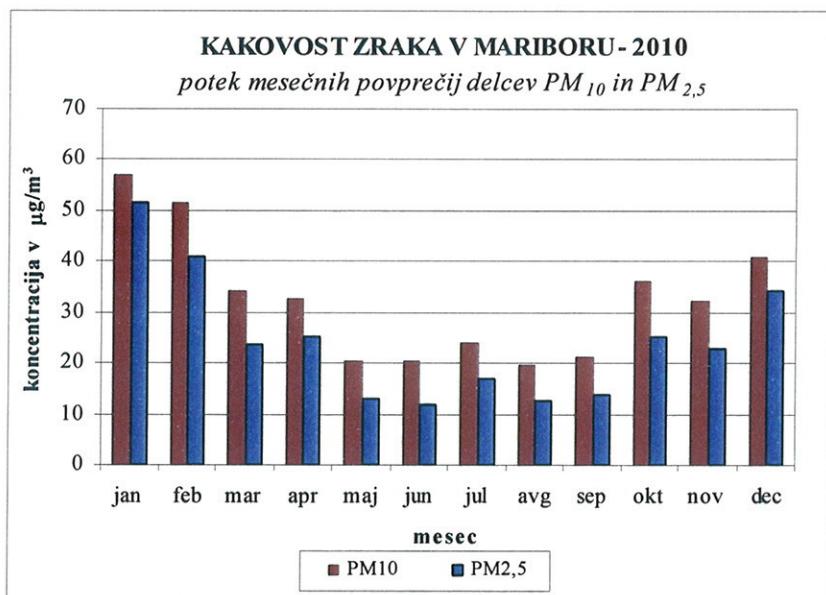
Slika 6.47: Kakovosti zraka z delci $\text{PM}_{2,5}$, merilni mesti Center in Vrbanski plato

Center je bolj obremenjen z delci $\text{PM}_{2,5}$ kot Vrbanski plato, kar velja za vse mesece v letu, preko celega leta za 9 %, samo poleti za 17 % in samo pozimi za 7 %.



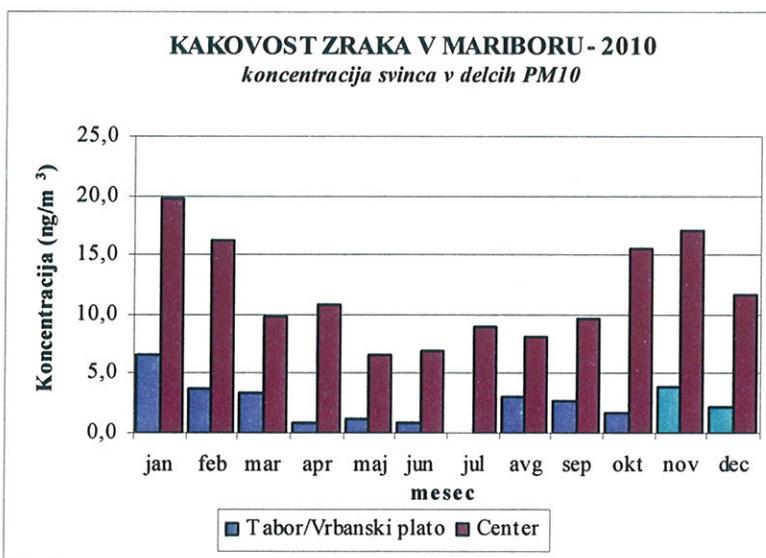
Slika 6.48: Kakovosti zraka z delci $\text{PM}_{2,5}$, merilna mesta Center, Vrbanski plato, Laznica, Miklavž na Dravskem polju in Ruše

Rezultati kažejo, da je Laznica v zimskem času precej bolj obremenjena z delci PM_{2,5} kot sta Center ali Vrbanski plato. V poletnem času so bile koncentracije na vseh treh mestih približno enako nizke. Koncentracije v Miklavžu so bile aprila in septembra nižje kot v Centru in višje kot na Vrbanskem platoju, oktobra pa celo precej najvišje izmed vseh merilnih mest. Meritve so potekale tudi v Rušah, vendar so bile vrednosti najnižje. Razlogi za takšno stanje na vseh merilnih mestih so lahko enaki, kot so predstavljeni pri delcih PM₁₀.



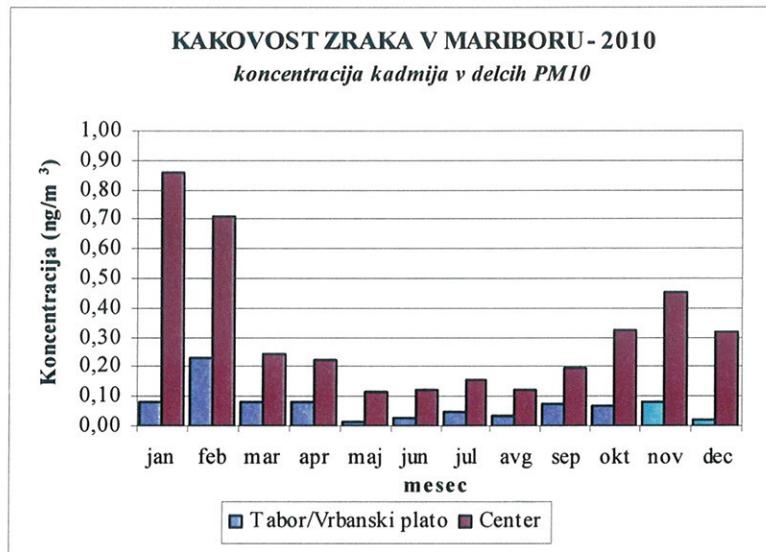
Slika 6.49: Mesečne koncentracije delcev PM₁₀ in PM_{2,5}, merilno mesto Center

Koncentracije delcev PM₁₀ v Centru so seveda višje kot PM_{2,5} in to za 31 % v poletnem in 44 % v zimskem času, kar je običajno za urbana okolja.



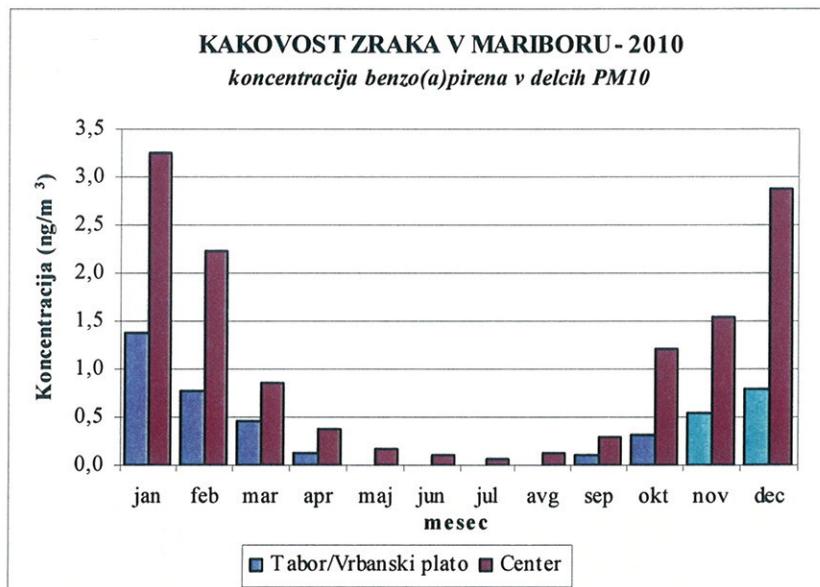
Slika 6.50: Kakovosti zraka s svincem v delcih PM₁₀, merilni mesti Center in Tabor/Vrbanski plato

Koncentracije svinca v delcih so precej višje v Centru kot na Taboru/Vrbanskem platoju.



Slika 6.51: Kakovosti zraka s kadmijem v delcih PM₁₀, merilni mesti Center in Tabor/Vrbanski plato

Koncentracije kadmija v delcih so precej višje v Centru kot na Taboru/Vrbanskem platoju.

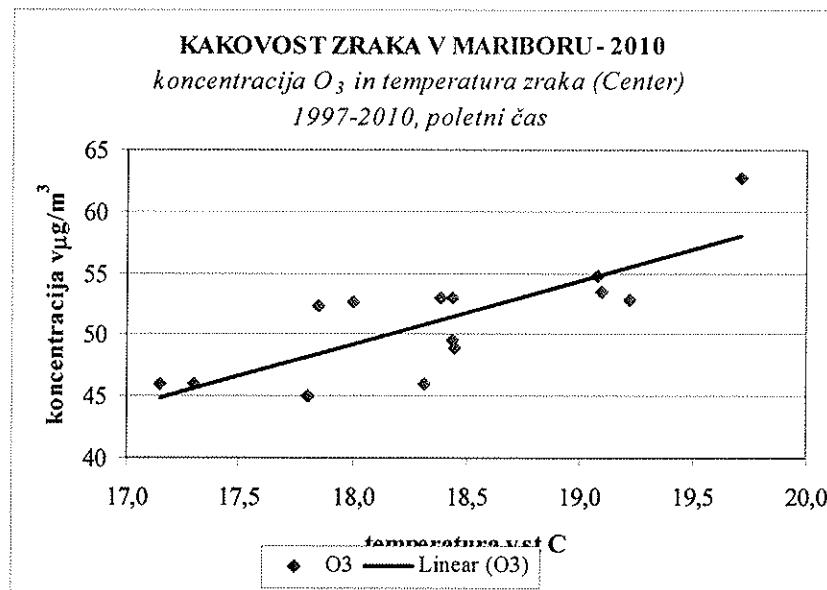


Slika 6.52: Kakovosti zraka z benzo(a)pirenom v delcih PM₁₀, merilni mesti Center in Tabor/Vrbanski plato

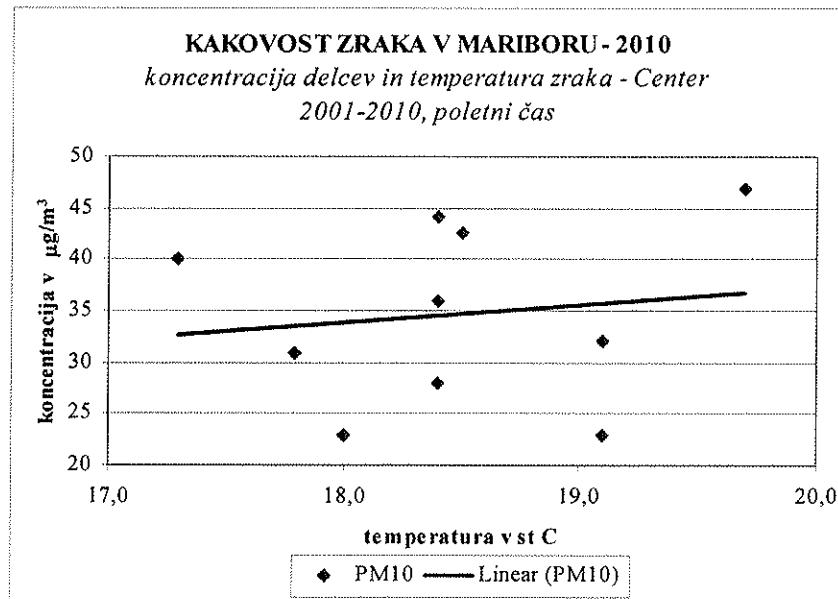
Center je bistveno bolj obremenjen z benzo(a)pirenom v delcih PM₁₀ v zimskem času in približno enako v poletnem času kot Tabor/Vrbanski plato.

6.5 ODVISNOST KAKOVOSTI ZRAKA OD TEMPERATURE

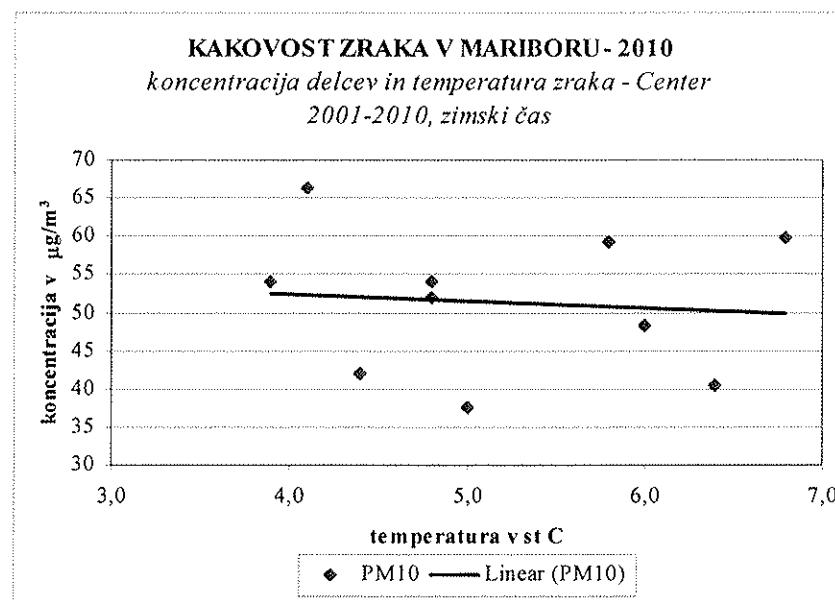
Nekatere slike v predhodnih poglavjih nakazujejo, da so koncentracije onesnaževal odvisne od temperature zraka. Srednje koncentracije O_3 v poletnem času v obdobju od 1997 do 2010 v povezavi s srednjo temperaturo zraka v istem obdobju so na sliki 6.53. Na sliki 6.54 so srednje koncentracije delcev PM_{10} in temperatura v obdobju 2001-2010 za merilno mesto Center za poletni čas in na sliki 6.55 za zimski čas.



Slika 6.53: Temperatura zraka in koncentracije O_3 1997-2010-poletni čas, merilno mesto Center



Slika 6.54: Temperatura zraka in koncentracije PM_{10} 2001-2010-poletni čas, merilno mesto Center



Slika 6.55: Temperatura zraka in koncentracije PM₁₀ v letih 2001-2010-zimski čas, *merilno mesto Center*

Iz trendne črte, ki povezuje koncentracij O₃ s srednjo temperaturo zraka v poletnem času, je razvidno, da je bila ob toplejših poletjih vsebnost ozona v zraku precej višja kot v hladnejših.

Pri delcih PM₁₀ se odvisnost ne kaže tako očitno, da pa se zaznati, da so povprečne koncentracije delcev le nekoliko odvisne od temperature zraka: v poletnem času višje temperature pomenijo višje koncentracije, enako nižje temperature v zimskem času.

6.6 MOŽNI VPLIVI ONESNAŽENOSTI ZRAKA NA ZDRAVJE

Čist zrak se smatra kot osnovni pogoj za zagotavljanje zdravja in dobrega počutja ljudi. O čezmerni onesnaženosti zraka na območju poselitve ali drugem območju govorimo, če raven onesnaženosti najmanj ene snovi iz priloge 3 krovne uredbe presega mejno vrednost ali dovoljeno število preseganj mejne vrednosti. Mejne vrednosti za varovanje zdravja in varstvo zavarovanih naravnih vrednot za posamezne snovi so določene z uredbami A, B, C in D in podrobnejše predstavljene v poglavju Zakonski okvir.

Onesnaženost zraka predstavlja pomembno grožnjo zdravju ljudi povsod po svetu, zato je Svetovna zdravstvena organizacija (WHO) na podlagi številnih opravljenih študij izdala prva priporočila za kvaliteto zraka, z namenom zmanjšati vpliv onesnaženosti zraka na zdravje ljudi, že leta 1987. Priporočila so bila kasneje večkrat dopolnjena v skladu z novimi znanstvenimi spoznanji. Glede na to, da študije niso uspele opredeliti varne meje onesnaženosti, ki ne bi povzročala škodljivih učinkov na zdravje človeka, mejne vrednosti ne zagotavljajo popolne zaščite zdravja človeka.

Glavni viri emisij onesnaževal, ki povzročajo onesnaženost zraka v Mariboru, so industrija in promet, v zimskem času tudi individualna kurišča in večje kotlovnice, podrobnosti pa na žalost niso poznane. Meritve kakovosti zraka v Mariboru so v letu 2010 dale sledeče rezultate.

Povprečna letna koncentracija **dušikovih oksidov** v Centru je bila $68 \mu\text{g}/\text{m}^3$, s precej višjimi vrednostmi v zimskem času. V zvezi z dušikovimi oksidi obstaja v slovenski zakonodaji le mejna letna koncentracija za varstvo rastlin v naravnem okolju ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Ravno tako tudi WHO /15/ ne predpisuje mejnih vrednosti za NO_x , zato ni mogoče ocenjevati njihove zdravstvene škodljivosti.

Merjene so bile tudi koncentracije **dušikovega dioksida**. Najvišja urna koncentracija v Centru je znašala $174 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (mejna urna vrednost po slovenski zakonodaji in tudi smernica WHO je $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$), kar pomeni, da ni bilo preseganj mejne urne vrednosti v koledarskem letu. Povprečna letna koncentracija je bila $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (mejna letna vrednost po slovenski zakonodaji $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, smernica WHO je enaka mejni vrednosti $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Na Taboru so bile izmerjene nižje koncentracije kot v Centru, še nižje pa na Vrbanskem platoju.

Številne kratkotrajne toksikološke študije na človeku so pokazale akutne škodljive učinke na zdravje po enourni izpostavljenosti koncentraciji dušikovega dioksida nad $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Najnižja urna koncentracija, pri kateri je prišlo do učinka na pljučno funkcijo pri astmatikih, je bila $560 \mu\text{g}/\text{m}^3$, povečano bronhialno odzivnost pa so opazovali že pri koncentracijah višjih od $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Na povišane urne vrednosti dušikovega dioksida v zraku so torej posebej občutljivi astmatiki, pri katerih se pri izmerjeni urni vrednosti do $174 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lahko pojavijo škodljivi učinki na pljučno funkcijo v smislu povečane bronhialne odzivnosti, vendar so malo verjetni.

Koncentracije **ozona** so bile merjene na merilnih mestih Center, Pohorje Tabor in Vrbanski plato. Najvišja 8 – urna koncentracija je bila v Centru $123 \mu\text{g}/\text{m}^3$, na Pohorju $148 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in na Taboru $158 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (ciljna 8 – urna vrednost po slovenski zakonodaji $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, smernica WHO – 8-urno povprečje je $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Vrednosti so bile občutno višje v poletnem kot v zimskem času. Ciljna 8 – urna koncentracija ozona je bila na merilnem mestu Center presežena

v treh dneh, na Pohorju 25 dni, kar je oboje manj od dovoljenih 25 preseganj v koledarskem letu, na Taboru pa 28 dni, kar je več kot je dovoljeno.

Toksičnost ozona se povečuje z višanjem koncentracije, s podaljševanjem časa izpostavljenosti in s povečevanjem fizične aktivnosti. Akutni učinki povišanih koncentracij ozona se kažejo z respiratornimi simptomi, slabšanjem pljučne funkcije, povečanjem bronhialne odzivnosti in vnetjem dihalnih poti. S študijami na mladih, zdravih prostovoljcih, ki so telovadili v kontroliranih pogojih, so dokazali prehodne spremembe pljučne funkcije in vnetja pri koncentracijah $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Do podobnih ugotovitev so prišli tudi pri opazovanju aktivnih otrok v poletnih taborih. Zaradi domneve, da so posamezniki v populaciji bolj občutljivi za škodljive učinke ozona na zdravje kot pa mladi, zdravi prostovoljci, je WHO priporočila mejno 8 - urno koncentracijo ozona $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Pri izmerjenih najvišjih 8-urnih vrednostih je v Centru verjetnost pojava škodljivih učinkov ozona na zdravje človeka majhna, vendar reverzibilnih sprememb pljučne funkcije pri občutljivih posameznikih ne moremo izključiti, njihova verjetnost je večja na Taboru in Pohorju.

Koncentracije **delcev PM₁₀** so bile relativno visoke. Srednji letni koncentraciji v Centru in na Taboru sta bili pod mejno letno vrednostjo $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, vendar nad priporočeno letno vrednostjo WHO $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Najvišja izmerjena srednja dnevna koncentracija je bila $127 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Center) ozziroma $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tabor) (mejna dnevna vrednost po slovenski zakonodaji $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, enako priporoča WHO). Skupno število preseganj mejne dnevne vrednosti je bila v Centru 47, na Taboru pa 40, kar je nad dovoljenim številom preseganj v koledarskem letu. Velika večina preseganj se je zgodila v zimskem času.

Škodljivi učinki visokih koncentracij delcev PM₁₀ na zdravje človeka se pojavljajo že pri koncentracijah, ki jim je izpostavljena populacija v mestih, tako v razvitih, kakor tudi v nerazvitih državah. Spekter škodljivih učinkov na zdravje je širok, prevladujejo škodljivi učinki na respiratorni in kardiovaskularni sistem. Prizadeta je vsa populacija, dovzetnost variira s starostjo in splošnim zdravstvenim stanjem. Tveganje za škodljive učinke narašča z večanjem koncentracije delcev PM₁₀, obstaja pa malo dokazov o obstoju mejne vrednosti, pri kateri ne pričakujemo škodljivih učinkov na zdravje, zato nobena mejna vrednost ne predstavlja popolne zaščite pred škodljivimi učinki delcev PM₁₀ na zdravje človeka. Epidemiološke študije kažejo pojav škodljivih učinkov tako pri kratkotrajni kot tudi pri dolgotrajni izpostavljenosti. Študije so pokazale povezavo med visokimi koncentracijami delcev PM₁₀ ter potrebo po uporabi bronhodilatatorjev, pogostnostjo kašla, simptomi prizadetosti spodnjega dela respiratornega trakta, hospitalizacijami zaradi respiratornih težav in povečano mortaliteto. Dve kohortni študiji, opravljeni v ZDA, kažeta na skrajšanje pričakovane življenjske dobe za več kot eno leto v okolju z visokimi koncentracijami delcev PM₁₀, glede na okolje z nizkimi koncentracijami delcev PM₁₀. Pri izmerjenih najvišjih povprečnih dnevnih koncentracijah delcev PM₁₀ lahko pričakujemo pojav škodljivih učinkov delcev PM₁₀ na zdravje izpostavljenih prebivalcev, zlasti prizadetost respiratornega trakta, pri čemer so bolj dovzetni starejši, otroci in bolniki s predhodnimi pljučnimi obolenji.

Podbne ugotovitve kot za delce PM₁₀ veljajo tudi za **delce PM_{2,5}**. Slednji delci so še bolj škodljivi za zdravje ljudi, saj med drugim prodrejo globlje v respiratorni sistem. Priporočilo WHO je $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ kot srednja letna vrednost in je strožje kot je ciljna letna vrednost EU ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$). V Mariboru so bile na vseh merilnih mestih povprečja nad priporočilom WHO in pod ciljno vrednostjo EU. WHO pa postavlja tudi kratkotrajno (dnevno) vrednost, ki je $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ki je bila v Mariboru kar pogosto presežena, predvsem v zimskem času.

V dnevnih vzorcih delcev PM₁₀ iz Centra in Tabora so se ugotavljale koncentracije **težkih kovin** (svinec, kadmij, arzen, nikelj) ter **vsebnost benzo(a)pirena**. Ciljna letna vrednost ni bila presežena za nobeno od kovin in za benzo(a)piren, zato ne pričakujemo škodljivih učinkov teh snovi na zdravje izpostavljenih prebivalcev.

Izmerjene koncentracije **ogljikovega monoksida** na merilni postaji Center so bile nizke. Najvišja 8-urna koncentracija je bila 3,1 mg/m³ (mejna 8-urna vrednost po slovenski zakonodaji in WHO 10 mg/m³). Glede na izmerjene najvišje 8-urne koncentracije ne pričakujemo škodljivih učinkov ogljikovega monoksida na izpostavljenе prebivalce.

Povprečna letna koncentracija **benzena** je dosegla 1,8 µg/m³ (mejna letna vrednost po slovenski zakonodaji 5,0 µg/m³).

Najbolj značilni škodljivi učinki dolgotrajne izpostavljenosti povišanim koncentracijam benzena v zraku so hematotoksičnost, genotoksičnost in kancerogenost. Kronična izpostavljenost benzenu lahko povzroči depresijo kostnega mozga s posledično leukopenijo, anemijo in/ali trombocitopenijo, kar vodi v pancitopenijo in aplastično anemijo. Hematološke efekte benzena so opazovali zlasti pri delavcih, izpostavljenih visokim koncentracijam benzena, zmanjšanje števila rdečih in belih krvničk se je pojavljalo pri povprečnih koncentracijah 120 mg/m³. Pri koncentracijah pod 32 mg/m³ ni bilo tovrstnih škodljivih učinkov benzena. Dokazana je bila genotoksičnost in mutagenost benzena in vivo tako pri živalih, kot tudi pri človeku, in sicer so se pojavljale kromosomske aberacije pri delavcih izpostavljenih povprečnim koncentracijam 4 – 7 mg/m³. Kancerogenost benzena je bila dokazana pri človeku in živalih. Opazovali so povečan pojav levkemije pri delavcih, izpostavljenih benzenu, pri miših in podghanah pa povečan pojav epitelialnih tumorjev. IARC uvršča benzen v skupino I kancerogenih snovi, kot kancerogenega za človeka, zato ne moremo postaviti povsem varne mejne vrednosti, pri kateri ni škodljivih učinkov za zdravje človeka. Glede na izmerjene povprečne koncentracije benzena hematotoksični, genotoksični in mutageni učinki benzena pri izpostavljenih prebivalcih niso verjetni, ne moremo pa izključiti kancerogenih učinkov benzena pri dolgotrajni izpostavljenosti, saj glede le-teh varne mejne vrednosti ni.

7 SKLEPNE UGOTOVITVE

Meritve kakovosti zraka so v letu 2010 potekale v okviru rednih pogodbenih obveznosti z mestno občino Maribor v mestni meritni mreži po Programu monitoringa kakovosti zunanjega zraka za Mestno občino Maribor za leto 2010, ki ga je potrdilo Ministrstvo za okolje in prostor. Program je obsegal tudi meritve izven območja mestne občine na podlagi pogodb z občinama Hoče-Slivnica in Miklavž na Dravskem polju. Letno poročilo enakovredno vključuje rezultate meritov kakovosti zraka iz državne meritne mreže (DMKZ), ki jo vodi Agencija RS za okolje iz Ljubljane, čeprav so ti rezultati objavljeni tudi v njihovem rednem letnem poročilu. V meritve v obeh mrežah so bila vključena naslednja onesnaževala: dušikovi oksidi (NO_x in NO_2), ozon (O_3), delci (PM_{10} in $\text{PM}_{2,5}$), ogljikov monoksid (CO), benzen (C_6H_6) ter težke kovine (Pb, Cd, Ni, As) in benzo(a)piren v delcih PM_{10} .

Meritve v državni meritni mreži so potekale na meritnih mestih Center in Vrbanski plato, v mestni meritni mreži pa na Taboru, Vrbanskem platoju, Pohorju, v Laznici, Rušah in Miklavžu na Dravskem polju. Meritni mesti Center in Tabor predstavljata mestno okolje, Laznica, Miklavž, Ruše in Vrbanski plato primestno, s tem, da sta slednji dve mesti precej oddaljeni od pomembnih virov onesnaževanja zraka (mestno ozadje). Obseg meritov se v državni mreži glede na pretekla leta ni spremenil, zaradi nizkih koncentracij se je le prenehral meriti žveplov dioksid, zaradi težav z delovanjem kontinuirnega meritnika delcev PM_{10} se navajajo le rezultati meritov z referenčnim meritnikom, kot je tudi zahteva zakonodaje. V mestni meritni mreži je bilo sprememb več. Zaradi slabega izplena meritov NO_2 in O_3 z optičnim meritnikom, ki tudi ni bil referenčna meritna metoda, sta se ti dve onesnaževali (dodatevno še NO_x) pričeli ugotavljati z referenčnima meritnikoma. V novembru se je ukinilo meritno mesto Tabor in nadomestilo z mestom Vrbanski plato, ki sedaj predstavlja drugo (prvo je Center) reprezentativno meritno mesto. V tem letu smo tudi ukinili meritve prašnih usedlin z analizami na težke kovine, ki smo jih nadomestili z meritvami delcev PM_{10} in $\text{PM}_{2,5}$ z referenčnim meritnikom, ki smo jih izvajali preko celega koledarskega leta na različnih lokacijah v okolini mesta (Laznica, Ruše in Miklavž). Te meritve so bile namenjene predvsem ugotavljanju prostorske razporeditve onesnaženosti zraka.

Praktično vsa meritna oprema in metode so referenčne, kot jih zahteva veljavna zakonodaja, le kontinuirne meritve delcev PM_{10} potekajo z opremo, za katero je dokazana skladnost z referenčno metodo. Za vsa merjena onesnaževala v državni mreži je bilo na voljo ustrezno število podatkov, le za meritve NO_2 , NO_x , O_3 in PM_{10} na Taboru potrebna pokritost zaradi že omenjenih razlogov ni dosežena. Rezultati meritov delcev PM_{10} na Taboru/Vrbanskem platoju so v skladu z navodilom ARSO /12/ pomnoženi s faktorjem 1,3, v Centru pa faktor ni upoštevan, saj je uporabljena referenčna meritna metoda. Vsi rezultati meritov v tem poročilu so ponovno preverjeni, so uradni rezultati za leto 2010 in nadomeščajo vse rezultate iz mesečnih poročil. Rezultate iz državne meritne mreže so posredovali iz Agencije RS za okolje, kjer so jih tudi obdelali in zanje tudi odgovarjajo.

Zakonski okvir se v letu 2010 ni spremenil. V letu 2008 je bila sprejeta Direktiva Evropskega parlamenta in Sveta z dne 21. maja 2008 o kakovosti zunanjega zraka in čistejšem zraku za Evropo /16/. Ta predpisuje letno ciljno vrednost za $\text{PM}_{2,5}$, ki je $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, medtem ko mejnih vrednosti za ostala onesnaževala ne spreminja. V slovensko zakonodajo ta direktiva še vedno ni bila privzeta.

Meritve koncentracij **dušikovega dioksida** so potekale na merilnih mestih Center, Tabor in Vrbanski plato. Srednja letna vrednost ni nikjer presegla mejne letne vrednosti. Najvišje koncentracije so bile v Centru, sledi Tabor in najnižje na Vrbanskem platoju. Preseganje mejne urne vrednosti se ni pojavilo nikoli, prav tako ne preseganje opozorilne in alarmne vrednosti. Srednja vrednost v zimskem času je višja kot v poletnem. Dnevni hod dušikovega dioksida kaže vrh v jutranjem času, kot posledica večje aktivnosti virov, kateremu sledi rahlo znižanje v dopoldanskem času zaradi sodelovanja pri tvorbi ozona, preko dneva se koncentracije ne spreminjajo bistveno, saj sta nastanek in razpad ozona blizu ravnovesja, v večernem času se pojavi drugi, intenzivnejši vrh, ki je posledica ponovnega delovanja virov in prenehanja fotokemijskih procesov v atmosferi. Srednja letna koncentracija dušikovega dioksida je bila v Centru med najnižjimi, na Taboru pa najnižja doslej, glede na potek srednjih letnih vrednosti od leta 1992 lahko še vedno govorimo o trendu upadanja na obeh merilnih mestih.

Srednja letna koncentracija **skupnih dušikovih oksidov** in tudi srednja vrednost samo v zimskem času v Centru sta nad mejno letno vrednostjo za varstvo rastlin v naravnem okolju. Trend letnih koncentracij v dosedanjem obdobju meritve ne kaže bistvenih sprememb glede na pretekla leta. Dnevni hod koncentracij skupnih dušikovih oksidov je podoben hodu dušikovega dioksida, s tem da so razlike med dnevnimi in nočnimi koncentracijami bistveno večje, prav tako med jutranjo (najvišjo) konico in vrednostmi preko dneva. Koncentracije so v zimskem času bistveno višje kot v poletnem. Sicer nepopolne meritve na Taboru in Vrbanskem platoju kažejo, da so koncentracije najvišje v Centru, kjer je tudi prisotnih največ virov, najnižje pa na Vrbanskem platoju, ki predstavlja mestno ozadje.

Meritve vsebnosti **ozona** v zraku so potekale na štirih merilnih mestih: v središču mesta (Center), na gosto naseljenem obrobu (Tabor), v okolju brez pomembnih virov onesnaževal (Vrbanski plato) in na višji legi, prav tako brez virov predhodnikov (Pohorje). Z uveljavitvijo uredbe C je za varovanje zdravja ljudi določena le ciljna 8-urna vrednost, ki je bila v Centru presežena tri dni, na Taboru 28 in na Pohorju 25 dni, več od dovoljenih 25 preseganj v koledarskem letu torej le na Taboru. Opozorilna urna vrednost in alarmna vrednost nista bili nikjer in nikoli preseženi. Meritve na Pohorju so pokazale bistveno višje koncentracije kot v Centru.

Parameter AOT40 je merilo za ogroženost rastlin zaradi vsebnosti ozona v zunanjem zraku. Povprečje zadnjih petih let v Centru ne presega ciljne vrednosti, na Pohorju pa je nad njo.

Vsebnost ozona je občutno višja v pomladnem in poletnem času zaradi močnejšega sončnega obsevanja, ki je sploh potrebno za njegov nastanek, kar je značilno za vsa merilna mesta. Dnevni hod ozona kaže najvišje vrednosti v popoldanskem času, ko zaradi prisotnosti intenzivne sončne svetlobe in predhodnikov (to je onesnaževal, ki pripomorejo k nastanku ozona: dušikovih oksidov in lahkoklapnih organskih spojin - VOC) prihaja do nastajanja viška ozona in ostalih fotokemijskih oksidantov. V nočnem času so koncentracije ozona zaradi reakcije z dušikovim oksidom (razpad ozona) na nizki ravni ozadja. Z NO_x in VOC obremenjen zrak je bolj prisoten v mestnem središču kot na obrobu (Tabor), vendar ga veter odnaša tudi izven območij nastanka. Fotokemijske reakcije, ki povzročijo presežek ozona, potekajo tudi še nekaj ur po emitiranju iz virov. To pomeni, da ozon nastaja tudi na območjih, kjer ni emisijskih virov onesnaževanja zraka. Ker na teh območjih v nočnem času zaradi pomanjkanja dušikovih oksidov ozon ne razpada, je njegova vsebnost v zraku lahko precej večja kot v mestu, kar tudi kažejo rezultati meritve na Pohorju.

Glavni vir predhodnikov ozona je cestni promet, ostali so še pri organskih snoveh bencinske črpalke, kemične čistilnice, barve in laki, industrija, k emisijam dušikovih oksidov pa dodatno največ prispevajo kurišča.

Rezultati meritev v dosedanjem merilnem obdobju kažejo, da je bila srednja letna vrednost na Pohorju najnižja, v Centru pa najvišja v dosedanjem merilnem obdobju, čeprav razlike glede na vrednosti v preteklih letih niso velike. Enak je tudi trend: na Pohorju navzdol in v Centru navzgor. Zgornja ugotovitev ne velja za najvišje izmerjene urne vrednosti in število prekoračitev ciljne 8-urne vrednosti, kjer se na obeh merilnih mestih opazi trend upadanja. Zniževanje vsebnosti ozona na Pohorju je znak, da se na širšem območju znižujejo emisije predhodnikov, ki so vključeni v nastanek ozona, kar je seveda dobro.

Težišče vseh meritev v letu 2010 je bilo zagotovo na ugotavljanju koncentracij **delcev PM₁₀** in PM_{2,5}. Osnovni merilni mesti za delce PM₁₀ v zraku sta bili Center in Tabor, kjer so se delci ugotavljali z referenčno in nereferenčno merilno metodo. Nereferenčna metoda je kontinuirna, kar pomeni, da so rezultati na voljo stalno in takoj, medtem ko z referenčno metodo določamo srednje dnevne koncentracije, katere so na voljo šele po nekaj dneh. V poročilu so obdelani in prikazani podatki za Center, dobljeni z referenčno metodo, ter podatki za Tabor, dobljeni z nereferenčno metodo. Srednja letna vrednost je na obeh mestih zelo podobna in pod mejno letno vrednostjo, medtem ko so bile v poletnem času koncentracije na Taboru višje kot v Centru. Koncentracije so pozimi precej višje kot poleti. Preseganj mejne dnevne vrednosti je bilo 47 v Centru in 38 (preračunano na celo leto) na Taboru, kar je več od dovoljenih 35 preseganj v koledarskem letu. Velika večina preseganj se je zgodila v zimskem času, še posebej izstopa mesec januar. Dnevni hod na Taboru ima dve konici (jutranjo in večerno), od katerih je v zimskem času višja večerna, v poletnem pa jutranja. Na koncentracije delcev PM₁₀ v zraku vplivajo razen glavnih virov (kurišča, promet in industrija) tudi širše vremenske razmere ter daljinski transport onesnaženega zraka. Dolgoročni trendi so v Centru in na Taboru usmerjeni navzdol, saj so bile v letu 2010 na obeh merilnih mestih izmerjene druge najnižje koncentracije doslej, kar velja tudi za število prekoračitev mejne dnevne vrednosti.

Meritve delcev PM₁₀ so potekale še na drugih lokacijah v okolici mesta in v sosednjih občinah, vendar so te glede ciljev kakovosti podatkov ustrezale indikativnim meritvam le v Rušah in Miklavžu na Dravskem polju, kjer povprečje v času meritev ni dosegalo mejne letne vrednosti. Izmerjenega števila prekoračitev ni možno neposredno primerjati z veljavno mejno vrednostjo, če pa bi upoštevali korelacijo z vrednostmi v Centru, bi lahko ugotovili, da bi bilo dovoljeno število prekoračitev preseženo v Laznici in Miklavžu, medtem ko bi bili v Rušah precej pod njo. Za tak način meritev smo se odločili tudi zato, da bi medsebojno primerjali dnevne koncentracije delcev PM₁₀, izmerjene v istih merilnih obdobjih na različnih mestih. To primerjavo je možno narediti za vsa merilna mesta, tudi za Laznico in Vrbanski plato, kjer so meritve potekale sorazmerno kratek čas in niso bile enakomerno razporejene preko koledarskega leta. Meritve v Laznici so dale v februarju višje vrednosti kot v Centru in na Taboru, junija pa so bile nižje, vendar z njimi primerljive. Miklavž je bil v vseh mesecih manj onesnažen kot Center in Tabor, vendar so bile razlike majhne. V Rušah so bile izmerjene precej nižje koncentracije kot na ostalih merilnih mestih. Vrbanski plato ima višje koncentracije kot Ruše, vendar nižje kot vse ostale lokacije.

Osnovni merilni mesti za ugotavljanje kakovosti zraka z **delci PM_{2,5}** sta bili Center in Vrbanski plato. Rezultati sledijo zakonitostim, opisanim pri delcih PM₁₀. Srednja letna vrednost je bila na obeh mestih nekoliko pod ciljno vrednostjo iz direktive EU, koncentracije so precej višje v

zimskem kot v poletnem času, razmerje $PM_{2,5}/PM_{10}$ je v Centru 0,73, Vrbanski plato (mestno ozadje) pa je bil v vseh mesecih manj onesnažen kot Center. Srednja letna koncentracija v Centru je bila višja kot pretekli dve leti, še vedno je trend usmerjen navzdol, na Vrbanskem platoju pa višja kot lani, ko so se te meritve sploh pričele izvajati.

Tudi meritve delcev $PM_{2,5}$ so potekale še na drugih lokacijah v okolici mesta. Primerjava njihovih koncentracij v istih merilnih obdobjih kaže, da so bile vrednosti v Lazzni februarja in marca precej višje kot v Centru in na Vrbanskem platoju, junija pa so bile z njimi primerljive. Miklavž je bil aprila in septembra manj onesnažen kot Center ter bolj kot Vrbanski plato, vendar so razlike majhne, v oktobru je bil celo najbolj onesnažena lokacija. V Rušah so bile izmerjene nižje koncentracije kot v Centru in na Vrbanskem platoju.

Koncentracije težkih kovin (**svinca, kadmija, arzena in niklja**) so se ugotavljale v dnevnih vzorcih delcev PM_{10} iz Centra in Tabora/Vrbanskega platoja ter delcev $PM_{2,5}$ iz Centra in Vrbanskega platoja. Izmerjene so bile zelo nizke koncentracije vseh štirih kovin, tako da ciljna letna vrednost za posamezno kovino v delcih PM_{10} ni bila presežena. Razmerje vsebnosti kovin v delcih PM_{10} in $PM_{2,5}$ kaže, da so kovine v zraku prisotne predvsem v manjši velikostni frakciji. Koncentracije vseh kovin so višje v zimskem času, onesnaženost je višja v Centru kot na Taboru oziroma na Vrbanskem platoju, kar je bilo bolj očitno v zimskem času. Vendar so razlike pri delcih $PM_{2,5}$ precej manjše kot pri delcih PM_{10} . Že precej časa so koncentracije kovin v delcih PM_{10} pod ciljnimi letnimi vrednostmi.

Vsebnost **benzo(a)pirena** v delcih PM_{10} je bila v Centru nad ciljno vrednostjo, na Taboru pa pod njo. PAO nastajajo pri nepopolnem zgorevanju v kuriščih in prometu, glede na bistveno višje vrednosti v zimskem času pa so kurišča zagotovo prevladujoči vir. Višje vrednosti v Centru kot na Taboru nakazujejo tudi na pomemben prispevek prometa. Dolgoletni potek na Taboru kaže na bistveno zniževanje vsebnosti tega onesnaževala v zunanjem zraku, saj so bile v letu 2010 izmerjene najnižje koncentracije doslej. Meritve v Centru potekajo šele tri leta, trend pa je za ta čas usmerjen navzgor.

Iz vseh rezultatov meritev prašnih delcev obeh velikostnih frakcij, benzo(a)pirena in težkih kovin v delcih je težko sklepati na vplivne vire; lahko so to sicer kurišča (koncentracije delcev PM_{10} , $PM_{2,5}$, kovin in PAO so v zimskem času višje kot poleti), promet (dnevni hod ima dva, s prometnimi konicami povezana vrhova), industrijski viri, gradbene dejavnosti (povišane vrednosti tudi v poletnem času) ter so lokalnega značaja (na primer delo na vrtu ali lokalna kurišča). Tudi kovine imajo podoben izvor, v največji meri so to kurišča, promet (svinec v gorivu, kadmij na vozilih: pločevina, katalizatorji), industrija, kmetijstvo in so lahko tudi naravnega, mineralnega izvora. Povezava koncentracij delcev z vremenskimi razmerami kaže, da so vrednosti nekoliko višje ob toplejših poletjih in hladnejših zimah.

Najbolj onesnaženo območje je Center, tako z delci PM_{10} in $PM_{2,5}$ kot s težkimi kovinami in PAO v delcih. Tabor, Miklavž in Lazzni predstavljajo poseljena območja, kjer so prisotni pomembni lokalni viri, kot so promet in kurišča, kaže pa se tudi vpliv drugih dejavnosti, ki niso nujno v neposredni bližini. Vrbanski plato predstavlja mestno ozadje, kamor se zrak, sicer kar razredčen, širi iz bolj onesnaženih območij mesta in primernih naselij, medtem ko je bila lokacija merilnega mesta v Rušah glede na rezultate meritev očitno izven območja vplivnih virov, pa tudi izven poti širjenja onesnaženega zraka iz teh virov, kar je glede na običajne smeri vetra v Dravski dolini tudi razumljivo.

Za zagotavljanje boljše zdravstvene zaščite prebivalstva pred škodljivim delovanjem delcev iz zraka si je potrebno prizadevati še za večje znižanje koncentracij delcev.

Ogljikov monoksid, merjen v Centru, ne predstavlja pomembnega onesnaževala, saj nobena izmerjena 8-urna vrednost v koledarskem letu ni presegala mejne vrednosti. Dnevni hod je podoben hodu delcev PM₁₀ z dvema konicama (jutranjo in večerno), s tem, da sta konici manj izraziti. Tega onesnaževala je bistveno več v zraku v zimskem kot v poletnem času, kar lahko pripisemo kuriščem in drugačnih zgorevalnih razmeram v vozilih. Koncentracije so bile enako nizke kot v dosedanjem merilnem obdobju, trend zniževanja vsebnosti CO v zadnjih letih ni več tako očiten.

Meritve vsebnosti **benzena** v zraku v Centru so pokazale, da mejna letna vrednost ni bila presežena. Dnevni hod je enak hodom ostalih onesnaževal, značilnih za promet in kurišča. V povprečju se kažejo bistveno višje vrednosti v zimskem kot v poletnem času. Opredelitve glavnih virov tega onesnaževala samo iz rezultatov meritev ni mogoča. V letu 2010 so bile izmerjene nizke koncentracije benzena, vendar više kot leto prej, trend zniževanja je še vedno očiten.

Temperatura zraka je pokazatelj širših vremenskih dogajanj, ki vplivajo na kakovost zraka, zato jo v poročilu tudi vedno navajamo. Leto 2010 je bilo nekoliko hladnejše kot so bila pretekla, glede na dolgoletno povprečje 1961-1990 sta bila le september in oktober hladnejša, julij pa toplejši za več kot 4 °C, kar se očitno kaže tudi pri vsebnosti ozona in delcev.

Vlada je izdala leta 2003 **Sklep o določitvi območij in stopnji onesnaženosti zaradi žveplovega dioksida, dušikovih oksidov, delcev, svinca, benzena, ogljikovega monoksida in ozona v zunanjem zraku**, Uradni list RS št. 72/2003, v katerem je odločila, da je območje mestne občine Maribor (SI M) poselitveno območje. Okoliške občine, med katerimi sta tudi občini Hoče – Slivnica in Miklavž na Dravskem polju, pa je razvrstila v območje Pomurja in Podravja (SI 1). Ta sklep določa tudi stopnje onesnaženosti zraka: tako SI M kot SI 1 spadata v II. stopnjo onesnaženosti zraka, kjer je raven onesnaženosti enega ali več onesnaževal višja od predpisane mejne vrednosti in nižja od vsote mejne vrednosti in vrednosti sprejemljivega preseganja. Ta razvrstitev je temeljila na čezmerni vsebnosti ozona, dušikovega dioksida in delcev PM₁₀ v tistem obdobju in je že nekoliko zastarella. Podlago za novejšo razvrstitev je dala Ocena onesnaženosti zraka /13/, izdelana v letu 2010 na podlagi izvedenih meritev v državni in drugih merilnih mrežah v obdobju 2005-2009. Ocena ravni onesnaženosti zunanjega zraka po posameznih merilnih mestih, ki so obravnavana v tem poročilu, je v tabeli 7.1.

Tabela 7.1: Ocena onesnaženosti zraka, po /13/

Merilno mesto	Območje	SO ₂	NO ₂	CO	O ₃	PM ₁₀	benzen	TK	B(a)P
Center	SI M	1	3	1		4	2	1	3
Tabor	SI M					4			
Pohorje	SI 1				4				

Legenda:

- 1 pod spodnjim ocenjevalnim pragom
- 2 med spodnjim in zgornjim ocenjevalnim pragom
- 3 med zgornjim ocenjevalnim pragom in mejno/ciljno vrednostjo
- 4 nad mejno/ciljno vrednostjo

Glede na v tem poročilu predstavljeni kakovost zraka v letu 2010 bi lahko območja meritev uvrstili v eno od treh stopenj onesnaženosti zraka, kot jih določa krovna Uredba o ukrepih za ohranjanje in izboljšanje kakovosti zunanjega zraka. V letu 2011 pa je bila sprejeta Uredba o kakovosti zunanjega zraka, Uradni list RS št. 9/2001, ki to razvrščanje ureja nekoliko drugače. Ocenjevanje in upravljanje kakovosti zraka na ozemlju Republike Slovenije se izvaja z razvrstitevijo posameznega območja in aglomeracije, ki sta enaka, kot jih je določala že stara uredba, v I. ali II. stopnjo onesnaženosti zraka:

- I. stopnja onesnaženosti zraka se določi, če raven onesnaževala presega mejne ali ciljne vrednosti ali če obstaja tveganje, da bo raven onesnaževala presegla alarmno vrednost
- II. stopnja onesnaženosti zraka se določi, če raven onesnaževala ne presega mejne ali ciljne vrednosti.

Pri določitvi območij s stopnjo onesnaženosti smo upoštevali povprečje zadnjih petih let, kjer so bili na voljo dolgoletni rezultati, drugače pa krajša povprečja:

Tabela 7.2: določitev stopnje onesnaženosti zraka, po Uredbi o kakovosti zunanjega zraka

Območje	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2,5}	Pb	O ₃	C ₆ H ₆	CO	B(a)P	Cd	As	Ni
SI M	II	I	II	II	II	II	II	II	II	II	II
SI M – Tabor	II	I	/	II	I	/	II	II	II	II	II
SI M – Vrbanski plato	/	/	II	/	/	/	/	/	/	/	/
SI 1 - Pohorje	/	/	/	/	I	/	/	/	/	/	/

Kot vidimo iz zgornje preglednice, je potrebno glede na dokazano škodljivost delcev okoljske naloge usmerjati k reševanju tega problema, saj se obe območji razvrščata v I. stopnjo zaradi čezmerne onesnaženosti zraka z delci PM₁₀, čeprav so bile leta 2010 srednje letne koncentracije pod mejnimi vrednostmi. Razvrstitev v I. stopnjo je tudi posledica visoke vsebnosti ozona v zraku izven mestnega središča in na višjih lokacijah. Ne glede na to, je potrebno izvajati ukrepe za izboljšanje in ohranjanje kakovosti zunanjega zraka z vsemi onesnaževali, in zagotoviti, da se obstoječa kakovost zraka z ostalim onesnaževali še izboljša oziroma pri onesnaževalih, ki sploh niso več problematična (žveplov dioksid, ogljikov monoksid, težke kovine), ohranja.

Ko govorimo o rezultatih meritev kakovosti zraka iz mesta Maribora (Center, Tabor), s tem mislimo tudi na druga bivalna okolja v naši neposredni bližini. Kot smo že pri delcih ugotovili, so koncentracije tudi ostalih onesnaževal najvišje (vendar nikakor ne čezmerne) v mestnem središču, ostala gosto poseljena območja mesta in okoliških občin pa dosti ne zaostajajo, medtem ko so obrobja mestnih območij, v katerih okolici ni vplivnih virov, so precej manj onesnažena. To seveda ne velja za ozon, katerega vsebnost je najnižja v mestnem središču, najvišja pa na bolj oddaljenih, neposeljenih območjih. Razlog temu so značilnosti njegovega nastajanja in razpada, saj fotokemijske reakcije intenzivneje potekajo tam, kjer je na voljo več predhodnikov ozona (onesnaževal), kar se seveda dogaja ravno v mestnih središčih. Seveda obstajajo lokalne razlike zaradi bolj ali manj gostega prometa, večje ali manjše porabe goriv za ogrevanje, gostote poselitve in prisotnosti takšnih ali drugačnih industrijskih virov. Na kakovost zraka pa ne vplivajo samo lokalni viri, temveč lahko zračne gmote prenašajo onesnažen zrak iz bližnje in daljne okolice (lokalni in daljinski transport), pa tudi vremenskim

razmeram se daje vedno večji pomen, saj vplivajo na naše kuirilne in vozne navade ter s tem spremenijo emisije snovi v zrak, vplivajo pa tudi na zadrževanje lokalno nastalega onesnaženega zraka na širšem območju mesta v daljšem časovnem obdobju. Seveda smo mnenja, da so meritve na območju sosednjih občin upravičene, saj dajo dopolnilni podatek k mestni kakovosti zraka in pregled nad kakovostjo zraka širšega območja.

Rezultati meritve kakovosti zraka, dolgoletni potek in trendi koncentracij onesnaževal služijo tudi za ugotavljanje ustreznosti merilne mreže. V skladu z določili krovne uredbe spada mestna občina Maribor med poselitvena območja, za katera so meritve kakovosti zraka obvezne. Nedopustno bi bilo zmanjšanje obsega meritve oziroma celo njihova opustitev iz finančnih ali drugih neracionalnih razlogov. Odločitev o tem mora temeljiti na analizi dolgotrajnih podatkov in določilih veljavne zakonodaje. Predstavljen obseg pokriva vsa onesnaževala, za katera se po krovni uredbi nanašajo ukrepi za ohranjanje in izboljšanje kakovosti zraka in imajo mejne ali ciljne vrednosti ter kot tak zagotavlja ustrezen pregled stanja kakovosti zraka. Obseg ne vključuje le žveplovega dioksida, katerega meritve so bile v skladu z zakonodajnimi zahtevami opuščene ravno zaradi nizkih vrednosti v preteklih letih.

V letu 2011 smo že pričeli z nekoliko drugačno organiziranostjo meritve delcev. Na podlagi predhodne analize rezultatov, ki jo analiza iz tega poročila le še potruje, smo se odločili, da meritve v Miklavžu potekajo neprekiniteno 6 mesecev, saj nam dajo ustrezejše in bolj primerljive rezultate, tako z mejnimi vrednostmi kot z vrednostmi iz drugih merilnih mest. Še vedno bo potrebno izvajati dodatne sistematičnejše meritve v drugih predelih mesta in okolici, vključno s primestnimi občinami. Vendar pa morajo meritve potekati v istem časovnem obdobju in obsegati enake parametre. Izkazalo se je, da je najpomembnejše podrobnejše poznavanje razporeditve koncentracij delcev PM₁₀, zato bodo meritve vključevale le njih. Na ta način bomo prišli do prostorske razporeditve onesnaženosti zraka, ki bo, podkrepljena s katastrom onesnaževalcev (virov onesnaževanja zraka), podlaga za ukrepe za izboljšanje kakovosti zraka. Te je nujno potrebno postaviti za zmanjšanje koncentracij delcev (PM₁₀ in PM_{2,5}), pa tudi benzo(a)pirena v delcih PM₁₀, dušikovih oksidov, benzena in ozona.

Meritve v letu 2010 kot tudi v preteklih letih kažejo, da ugotavljanje vsebnosti težkih kovin v delcih PM₁₀ na merilnem mestu Tabor ni več potrebno. Ker se je merilno mesto v celoti preselilo na Vrbanski plato, kjer so koncentracije delcev PM₁₀ še nižje kot na Taboru, se kovine tudi tam ne bodo ugotavljale. Drugače pa predlagamo nespremenjen obseg meritve in analiz tudi v prihodnjem letu s posebnim poudarkom na dodatnih lokacijah za meritve in analize delcev (PM₁₀ in/ali PM_{2,5}) ter benzo(a)pirena v delcih PM₁₀.

V poročilu zelo malo govorimo o virih, ki povzročajo predstavljeni kakovost zraka. Samo na podlagi meritve ni možno dovolj dobro opredeliti vplivnih virov; to bi lahko storili s podrobnejšim poznavanjem lokalnih emisijskih virov, klimatskih značilnosti širšega območja obdelave in ravni onesnaževal ozadja, ki je potrebno zaradi določitve prispevka daljinskega transporta. To naloge že izvajamo v okviru projekta PMinter, skupaj z MOM in Fakulteto za gradbeništvo ter partnerji iz Avstrije (mesto Celovec, avstrijska Koroško, avstrijska Štajerska in Tehniška univerza Gradec). Podrobnosti o tem projektu so doselgjive na njegovi spletni strani (www.pminter.eu). Rezultati projekta bodo tudi ukrepi za izboljšanje in ohranjanje kakovosti zunanjega zraka v Mestni občini Maribor kot tudi v njeni neposredni in širši okolici.

V celoti gledano lahko na osnovi opravljenih meritev kakovosti zraka v Mariboru v letu 2010 ocenimo, da so bile izmerjene le visoke vrednosti delcev PM₁₀. Petletni povprečji koncentracij delcev PM₁₀ in benzo(a)pirena sta pod mejnimi vrednostmi in nad zgornjim ocenjevalnim pragom, še vedno pa se kaže jasen trend zniževanja koncentracij. Koncentracije dušikovega dioksida so med spodnjim in zgornjim ocenjevalnim pragom, tudi tu je trend zniževanja očiten. Ozon občasno še vedno presega ciljno 8-urno vrednost, kar pa je posledica tudi visokih temperatur ter značilnosti nastanka oziroma razpada ozona, ne pa toliko lokalne onesnaženosti zraka z njegovimi predhodniki. Na podlagi meritev koncentracij skupnih dušikovih oksidov ni mogoče ocenjevati zdravstvene škodljivosti, saj obstaja le mejna vrednost za zaščito ekosistemov. Zaradi povišanih koncentracij delcev PM₁₀ in ozona lahko pričakujemo škodljive učinke teh onesnaževal na zdravje izpostavljenih prebivalcev, vendar je ob tem potrebno poudariti, da čezmerna onesnaženost zraka z omenjenimi onesnaževali ni posebnost mariborskega območja, ampak gre za sliko, značilno za mesta (delci) oziroma višje lokacije (ozon), kar potrjujejo tudi meritve na drugih merilnih mestih v Sloveniji in v tujini. Na podlagi tega lahko zaključujemo, da prebivalci mariborskega območja niso izpostavljeni večjemu tveganju za okvare zdravja zaradi onesnaženosti zraka kot ostali prebivalci Slovenije v mestih ali ob prometnih cestah.

Vsi rezultati in poročila so stalno dosegljivi na spletnih straneh ARSO (državna mreža kakovosti zraka) in Mestne občine Maribor (mestna in državna merilna mreža). Primerjava z ostalimi slovenskimi mesti je razvidna iz podatkov ARSO, primerjavo z ostalimi evropskimi mesti pa je možno slediti na spletni strani airqualitynow.eu, ki je nastala v sklopu sodelovanja Mestne občine Maribor v evropskem projektu CiteairII.

Ilustrativen prikaz izmerjenih vrednosti v letu 2010 s primerjavo z normativnimi vrednostmi ter rezultati meritev v dosedanjem merilnem obdobju je na slikah 7.1 in 7.2.

Slika 7.1: Pregled izmerjenih vrednosti v letu 2010 in usklajenosti z zakonodajo

Onesnaževalo	NO_2 letna /g/m ³	NO_2 urna /g/m ³	NO_x letna /g/m ³	O_3 8-urna št. preko	PM_{10} letna /g/m ³	PM_{10} dnevna št. preko	$\text{PM}_{2,5}$ letna /g/m ³	CO 8-urna mg/m ³	C_6H_6 letna /g/m ³	Pb v PM_{10} letna ng/m ³	Cd v PM_{10} letna ng/m ³	As v PM_{10} letna ng/m ³	Ni v PM_{10} letna ng/m ³	B(a)P v PM_{10} letna ng/m ³
Center	34	174	68	3	33	47	24	3,1	1,8	12	0,28	0,82	3,1	1,1
Tabor	12	74	22	28	31	38				<2,5	0,07	<1,5	<7,5	0,36
Pohorje				25										
Vrhanski plato								22						
mejna oz. ciljna*	40	200	30	25*	40	35	25*	10	5	500	5*	6*	20*	1*

Legenda:

- prekoračena mejna vrednost za zaščito zdravja
- prekoračena mejna vrednost za zaščito vegetacije
- prekoračen zgornji ocenjevalni prag
- prekoračen spodnji ocenjevalni prag
- pod spodnjim ocenjevalnim pragom
- pod mejno oz. ciljno vrednostjo, kjer ni ocenjevalnih pragov

Slika 7.2: Pregled usklajenosti z zakonodajo v letu 2010 – VAROVANJE ZDRAVJA LJUDI

Onesnaževalo	NO_2	O_3	PM_{10}	$\text{PM}_{2,5}$	CO	C_6H_6	Pb v PM_{10}	Cd v PM_{10}	As v PM_{10}	Ni v PM_{10}	B(a)P v PM_{10}
Center	↗	↗	↗	↗	↗	↗					
Tabor	↗	↗	↗				↗	↗	↗	↗	↗
Pohorje		↗									

8 LITERATURA IN VIRI

- 1) Občinski program varstva okolja za Maribor (OPVO za MB) 2008 do 2013, Mestna občina Maribor, Maribor, marec 2008
- 2) Zakon o varstvu okolja, Uradni list RS štev. 39/2006 in 70/2008 (ZVO-1-UPB1)
- 3) Kakovost zraka v Mariboru, letno poročilo 2009, ZZV Maribor 2010
- 4) Mesečna poročila o kakovosti zraka ZZV Maribor, januar - december 2010
- 5) Arhiv, interna poročila ZZV, Inštitut za varstvo okolja Maribor 1984 – 2010
- 6) Agencija RS za okolje: Onesnaženost zraka v Sloveniji, mesečna poročila 2010
- 7) Das Land Steiermark, Fachabteilung 17C, Luftgutemessungen in der Steiermark, Jahresbericht 2009 und Monatsberichte 2010
- 8) B. Lukan: Možnosti zmanjšanja vsebnosti ozona v zraku zaradi emisij vozil v prometu, magistrsko delo, Maribor 2003
- 9) Fine! Dust-Free, 2nd International Congress in Klagenfurt on Worthersee, 1 to 2 October 2009
- 10) Določitev novih merilnih mest v Ljubljani in Mariboru, Agencija RS za okolje, Ljubljana, marec 2009
- 11) »Aquella« Peggau Bestimung von Immissionsbeiträgen in Fenistaubproben, Das Land Steiermark, Bericht UA/AQPeggau 2008 72S, Graz, Oktober 2008
- 12) Dopis MOP – ARSO štev. 954-47/2004 z dne 17.12.2004
- 13) Ocena onesnaženosti zraka z žveplovim dioksidom, dušikovimi oksidi, delci PM₁₀, ogljikovim monoksidom, benzenom, težkimi kovinami (Pb, As, Cd, Ni) in policikličnimi aromatskimi ogljikovodiki (PAH) v Sloveniji za obdobje 2005-2009 /13/, Ljubljana 2010
- 14) Diplomsko delo Izračun emisij onesnaževal in toplogrednih plinov iz prometa v mestu Maribor, Saša Tandar, Univerza v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo
- 15) WHO Air Quality Guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide, global update 2005, Summarx of risk assessment, World Health Organization, 2006
- 16) Direktiva 2008/50/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 21. maja 2008 o kakovosti zunanjega zraka in čistejšem zraku za Evropo
- 17) Poročilo pilotnega projekta »Opredelitev virov delcev PM10 v Sloveniji«, Agencija RS za okolje, Ljubljana, november 2008
- 18) PM10 Datenanalyse, Grobabschätzung des PM10-Anteils von Verkehrs- und Hausbrandemissionen an Grazer Luftgutemessstationen, Das Land Steiermark, Bericht Nr- 01-2008, Graz Februar 2008

