



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/PR08MOM_letno2008

Kakovost zraka v Mariboru - letno poročilo 2008

Maribor, marec 2009

Naslov: Kakovost zraka v Mariboru - letno poročilo 2008

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
Urad za komunalno, promet, okolje in prostor
Sektor za varstvo okolja in ohranjanje narave
Slovenska ulica 40
2000 MARIBOR

Delovodniška številka: 20/288-08
Delovni nalog: naročilnica št. 1 z dne 16.01.2008
pogodba št. 43000-1/2008 120005 MOM z dne 9.6.2008
okvirni sporazum št. 43000-47/2008 z dne 2.10.2008

Šifra dejavnosti: 20 – imisijski monitoring

Referenčni izvod: **DA**

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

Sodelavci: Marjana Babič, univ.dipl.inž.kem.inž.
Pija Rep, univ.dipl.inž.kem.inž.
Uroš Lešnik, univ.dipl.inž.prom.
Mihael Žiger, univ.dipl.fiz.

Maribor, 27.03.2009

ODDELEK ZA FIZIKALNE MERITVE

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

INŠTITUT ZA VARSTVO OKOLJA

Predstojnik:
Stanko Brumen,univ.dipl.inž.kem.inž.,spec.

POVZETEK

Meritve kakovosti zraka v Mariboru in okolici so v letu 2008 potekale po ustaljenem programu v okviru mestne in državne merilne mreže kakovosti zraka (DMKZ), ki jo upravlja Agencija RS za okolje. Ugotavljala so se vsa onesnaževala, ki jih zahteva naša zakonodaja: žveplov dioksid, dušikov dioksid in skupni dušikovi oksidi, ozon, ogljikov monoksid, benzen, delci PM_{10} in $PM_{2,5}$, benzo(a)piren in težke kovine v delcih PM_{10} , prašne usedline z analizo na težke kovine ter dodatno še meteorološki parametri. Osnovno merilno mesto je Center, dodatna Tabor, Slivniško Pohorje (občina Hoče – Slivnica), Vrbanska, Tezno, Laznica in Skoke (občina Miklavž na Dravskem polju). Obseg meritev se je glede na leto 2007 nekoliko povečal: benzo(a)piren in težke kovine v delcih PM_{10} so se ugotavljali v Centru in na Taboru, optični merilnik na Taboru je deloval od meseca maja naprej. Merilne metode so usklajene z zahtevami zakonodaje in stanjem tehnike ter se glede na pretekla leta niso spremenile. Pri lokacijah meritev je prišlo le do manjše prestavitve vzorčevalnika za prašne usedline na Skokah. V letu 2008 ni bilo sprememb slovenske zakonodaje. Sprejeta je bila Direktiva Evropskega parlamenta in Sveta z dne 21. maja 2008 o kakovosti zunanjega zraka in čistejšem zraku za Evropo, ki nadomešča krovno in prve tri hčerinske direktive. Slovenija te direktive še ni privzela v naš pravni red. Nova direktiva ne prinaša bistvenih sprememb glede na obstoječo zakonodajo. To poročilo vključuje uradne rezultate vseh izvedenih meritev kakovosti zunanjega zraka v letu 2008, njihovo primerjavo z normativnimi vrednostmi iz veljavne zakonodaje in druge značilnosti, ki iz teh rezultatov izhajajo.

Koncentracije žveplovega dioksida, ogljikovega monoksida, težkih kovin v delcih PM_{10} , prašnih usedlin in kovin v njih so bile kot že leta prej ustrezne, brez prekoračitev normativnih vrednosti za zaščito zdravja, tudi trendi zniževanja v celotnem merilnem obdobju so še vedno opazni. Koncentracije dušikovega dioksida, benzena in benzo(a)pirena (ta je pokazatelj za rakotvorno tveganje policikličnih aromatskih ogljikovodikov) so bile sicer pod normativnimi vrednostmi, vendar nad zgornjim ocenjevalnim pragom, tako je njihovo zniževanje še potrebno. Trendi gibanja koncentracij teh onesnaževal v celotnem merilnem obdobju so ali usmerjeni navzdol ali pa ne kažejo bistvenih sprememb. Vsebnost ozona v zraku je v Centru v skladu z zakonodajo, medtem ko je bila ciljna osemurna vrednost na Pohorju presežena večkrat, kot je dovoljeno. Preseganja opozorilne in alarmne vrednosti se niso pojavile nikoli. Rezultati v dosedanjih letih kažejo majhne spremembe, tako da težko govorimo o očitnih trendih vsebnosti ozona. Koncentracije žveplovega dioksida niso presegale normativne vrednosti za zaščito vegetacije, medtem ko so bili skupni dušikovi oksidi v Centru in parameter AOT40 na Pohorju, ki je merilo za ogroženost rastlin zaradi vsebnosti ozona v zunanjem zraku, nad njimi. Delcev PM_{10} , ugotavljajo se v Centru in na Taboru, je bilo v zraku več kot dovoljujejo predpisi, saj je bilo na obeh mestih preseženo dovoljeno število prekoračitev mejne dnevne vrednosti, medtem ko srednja letna vrednost tokrat prvič ni presegala mejne letne vrednosti. Dolgoročni trendi delcev pa so v Centru in na Taboru usmerjeni navzdol. Koncentracije delcev $PM_{2,5}$ so bile pod ciljno vrednostjo iz nove direktive EU. Temperatura zraka je bila precej nad dolgoletnim povprečjem 1961-1990 in tudi nad povprečjem zadnjih nekaj let.

Koncentracije večine onesnaževal so bile višje v zimskem času, ko na njihovo pojavljanje v zunanjem zraku v splošnem najbolj vplivajo kurišča, promet prispeva največji delež v poletnem času. Potrebno je opozoriti na pomembnost virov emisij organskih snovi (bencinske črpalke, uporaba barv, lakov in topil, gospodinjstva...) zaradi nastajanja ozona ter virov prašnih delcev (industrija, gradbene aktivnosti...) na koncentracije delcev PM_{10} in $PM_{2,5}$,

prašnih usedlin ter težkih kovin v delcih in prašnih usedlinah. Onesnaženost zraka je visoka v jutranjem in večernem času, vmes nekoliko nižja, najnižja pa preko noči. Na kakovost zraka v dnevnem in letnem času pomembno vplivajo tudi vremenska dogajanja. O dodatnih podrobnostih je težko govoriti, saj katastra emisij za Maribor ni, pa tudi podrobnejše študije, ki kažejo povezavo z vremenskimi dogodki, se še niso izdelovale.

Obseg meritev je ustrezen in je nedvomno potrebno z njim nadaljevati. Prostorska razporeditev merilnih mest je ustrezna, saj ne pokriva samo ozkega območja mesta, temveč tudi njegovo gosto poseljeno okolico s sosednjimi občinami. Rezultati meritev na različnih merilnih mestih v Mariboru in okolici vedno bolj kažejo na približno enako onesnaženost zunanjega zraka z večino onesnaževali. Kljub temu bo potrebno širiti merilno mrežo še na druga poseljena območja mesta in njegove okolice, da se zgornja domneva dokaže.

Glede na povišane koncentracije delcev PM_{10} in O_3 lahko pričakujemo škodljive učinke teh onesnaževal na zdravje izpostavljenih prebivalcev, vendar je ob tem potrebno poudariti, da prebivalci Maribora in okolice niso izpostavljeni večjemu tveganju za okvare zdravja zaradi onesnaženosti zraka kot ostali prebivalci Slovenije v mestih ali ob prometnih cestah. Z zniževanjem koncentracij pa se znižuje tudi verjetnost škodljivih vplivov na zdravje.

KAZALO

1	UVOD.....	7
2	MERILNA MESTA IN TRAJANJE MERITEV.....	8
3	METODOLOGIJA DELA	11
3.1	OZON (POHORJE).....	11
3.2	OPTIČNI MERILNIK - OPSIS.....	12
3.3	DELCI PM ₁₀	12
3.4	PREISKAVE DELCEV NA VSEBNOST BENZO(A)PIRENA V DELCIH PM ₁₀ (Tabor).....	13
3.5	PREISKAVE DELCEV NA VSEBNOST TEŽKIH KOVIN V DELCIH PM ₁₀ (TABOR).....	13
3.6	PRAŠNE USEDLINE IN TEŽKE KOVINE V NJIH.....	14
3.7	METODOLOGIJA MERITEV IN ANALIZ V DRŽAVNI MERILNI MREŽI (CENTER).....	14
4	ZAKONSKI OKVIR	16
5	REZULTATI MERITEV	19
5.1	ŽVEPLOV DIOKSID (CENTER).....	19
5.2	DUŠIKOV DIOKSID IN SKUPNI DUŠIKOVI OKSIDI (CENTER).....	20
5.3	OZON (CENTER).....	21
5.4	OZON (POHORJE).....	22
5.5	ŽVEPLOV DIOKSID, DUŠIKOV DIOKSID, OZON (TABOR).....	23
5.6	DELCI PM ₁₀ in PM _{2,5} , TEŽKE KOVINE IN BENZO(A)PIREN V DELCIH PM ₁₀ (CENTER).....	24
5.7	DELCI PM ₁₀ , BENZO(A)PIREN IN TEŽKE KOVINE V DELCIH PM ₁₀ (TABOR).....	26
5.8	PRAŠNE USEDLINE (MARIBOR, MIKLAVŽ).....	28
5.9	OGLJIKOV MONOKSID (CENTER).....	29
5.10	BENZEN (CENTER).....	30
5.11	TEMPERATURA ZRAKA (CENTER).....	31

6	ZNAČILNOSTI	32
6.1	DNEVNI HODI	32
6.2	MESEČNI HODI	37
6.3	DOLGOLETNI POTEKI KAKOVOSTI ZRAKA	42
6.4	PRIMERJAVA MED MERILNIMI MESTI V LETU 2008	59
6.5	ODVISNOST KAKOVOSTI ZRAKA OD TEMPERATURE.....	63
6.6	MOŽNI VPLIVI ONESNAŽENOSTI ZRAKA NA ZDRAVJE.....	65
7	SKLEPNE UGOTOVITVE	69
8	LITERATURA IN VIRI	78

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 2008 dosegle stanje, ki je prikazano v tem poročilu.

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

V letu 2008 so potekale meritve naslednjih onesnaževal: žveplov dioksid (SO_2), dušikovi oksidi (NO_x in NO_2), ozon (O_3), delci (PM_{10} in $\text{PM}_{2,5}$), benzo(a)piren (B(a)P) kot predstavnik poliaromatskih ogljikovodikov in težke kovine (TK) v delcih PM_{10} , prašne usedline (PU) in težke kovine (TK) v PU, ogljikov monoksid (CO) in benzen (C_6H_6):

- mestna merilna mreža je na merilnem mestu Tabor obsegala stalno ugotavljanje delcev PM_{10} v zraku ter približno enkrat tedensko odvzem dnevnih vzorcev PM_{10} z analizo na B(a)P in TK. To mesto sovpada z merilno potjo optičnega merilnika Opsis za ugotavljanje SO_2 , NO_2 in O_3 . Štiri merilna mesta za ugotavljanje PU in TK v njih so na območju mestne občine Maribor (Tabor, Laznica, Vrbanska in Tezno) in eno v občini Miklavž na Dravskem polju (Skoke). Meritve O_3 so potekale še na Pohorju, v občini Hoče - Slivnica.
- državna merilna mreža je na merilnem mestu Center obsegala stalne meritve SO_2 , NO_2 , NO_x , O_3 , PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$, CO in C_6H_6 v zraku ter približno vsak drugi dan odvzem dnevnih vzorcev PM_{10} z analizo na B(a)P in TK, v njenem sklopu je tudi postaja za meteorološke parametre, od katerih se v tem poročilu navaja temperatura zunanjega zraka.

Osnovno merilno mesto za ugotavljanje kakovosti zraka v Mariboru je Center v državni merilni mreži, merilno mesto Tabor v mestni merilni mreži pa je bilo drugo reprezentativno mesto. Ostala merilna mesta so namenjena ugotavljanju razpršenosti kakovosti zraka. Na obeh merilnih mestih skupaj so potekale meritve vseh onesnaževal, na katere se v skladu z zakonodajo nanašajo ukrepi za ohranjanje in izboljšanje kakovosti zunanjega zraka.

Zastavljen obseg meritev v mestni merilni mreži se je glede na leto 2007 celo nekoliko povečal. Optični merilnik na Taboru je v letu 2008 obratoval od meseca maja. Vzorčenja delcev PM_{10} in analiza na TK in B(a)P so potekali na Taboru in v Centru. V Centru so meritve delcev PM_{10} potekale z referenčno in nereferenčno metodo. Nereferenčna metoda je uporabljena zaradi takojšnjega prikaza rezultatov in možnosti njihovih analiz. Koncentracije delcev PM_{10} z nereferenčno metodo so v skladu z /12/ na Taboru pomnožene s faktorjem 1,3, v Centru z 1,19 v zimskem in 1,0 v poletnem času.

V nadaljevanju so zbrani podatki o merilnih mestih in metodah ter uradni pregledani rezultati meritev iz mestne in državne merilne mreže. Rezultate meritev v državni merilni mreži so obdelali na ARSO. Podrobnejši rezultati so bili dostavljeni naročnikom v mesečnih poročilih, zato tu predstavljamo letne, sezonske in kratkotrajne vrednosti v povezavi z normativnimi vrednostmi, dnevne hode, večletne poteke in druge značilnosti, ki izhajajo iz teh rezultatov. V mesečnih poročilih ni bilo rezultatov za B(a)P in TK v PM_{10} iz merilnega mesta Center (DMKZ), ki so tu podrobneje zbrani in obdelani.

2 MERILNA MESTA IN TRAJANJE MERITEV

Mreža merilnih mest za spremljanje kakovosti zraka je glede na pretekla leta ostala nespremenjena. Podrobnejši podatki o merilnih mestih so v tabeli 2.1. Prostorsko je lega merilnih mest (stanje konec leta 2008) prikazana na sliki 2.1. Podatki o merilnih mestih glede na tip mesta in območja, njegovo značilnost in geografski opis so v tabeli 2.2.

Tabela 2.1: Merilna mesta: lokacija in parametri

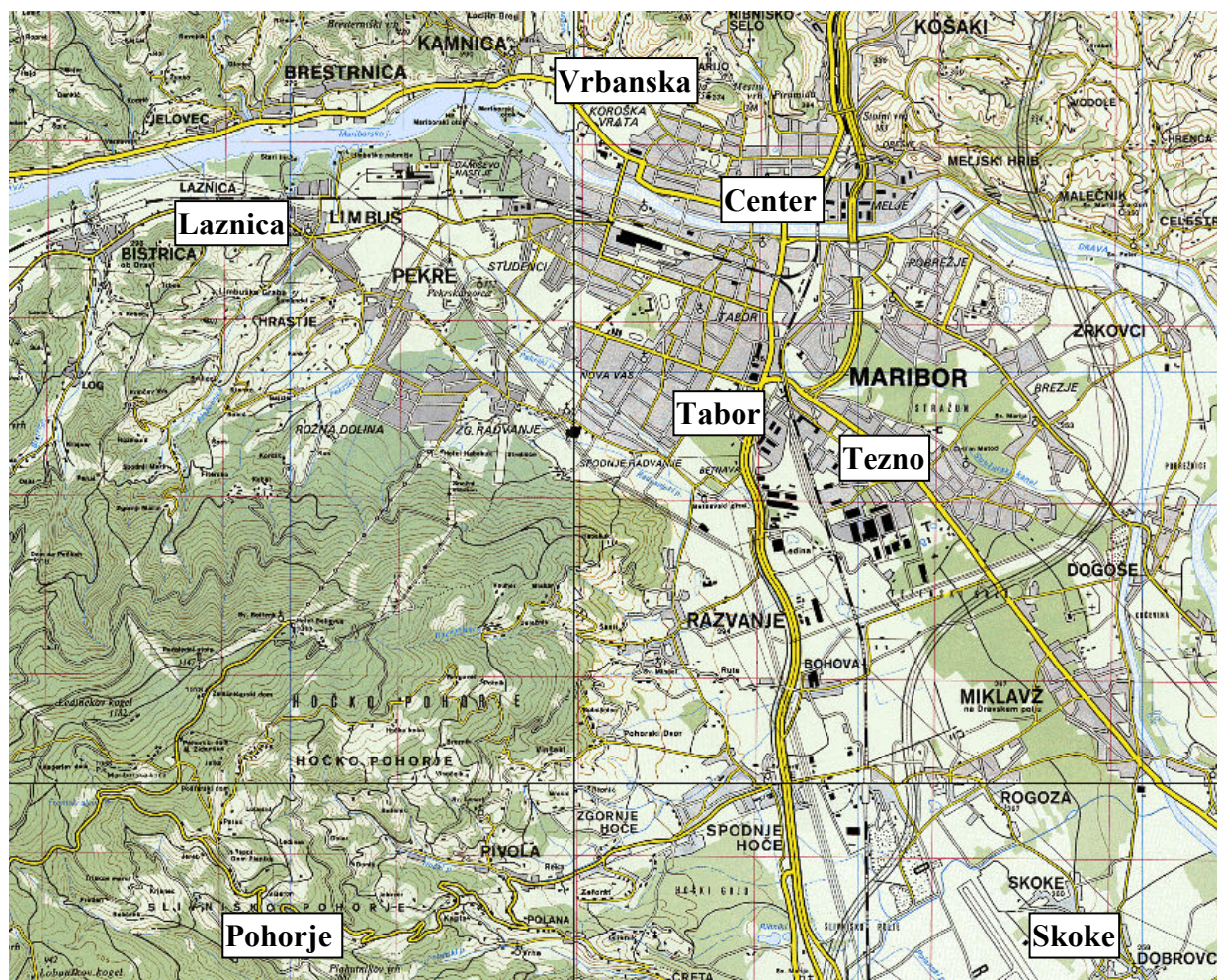
Merilno mesto - naslov	Višina nad morjem in tlemi (m)	GKK y	GKK x	Parametri
Center – Titova cesta	266 + 4	550305	157415	SO ₂ , O ₃ , NO _x , NO ₂ , PM ₁₀ , PM _{2,5} , C ₆ H ₆ , CO, TK in B(a)P v PM ₁₀ , temperatura zraka
Tabor – Jadranska cesta 28 - Tržaška cesta 14	275 + 15 – sprejemnik 276 + 8 - oddajnik	549665 549880	154927 155381	SO ₂ , O ₃ , NO ₂ ,
Tabor – Tržaška cesta 26, meteorološka postaja	276 + 4	549846	155262	PM ₁₀ , B(a)P in TK v PM ₁₀ , PU, TK v PU
Pohorje – Slivniško Pohorje 7, bolnišnica za pljučne bolezni	725 + 15	544682	148933	O ₃
Tezno – Prvomajska ulica 1, Zavod za zdravstveno varstvo	275 + 1	551005	154909	PU, TK v PU
Laznica – Laznica 34	290 + 2	544101	157326	PU, TK v PU
Vrbanska – vodarna Mariborskega vodovoda	280 + 1	548466	158577	PU, TK v PU
Skoke – Letališka cesta 6	264 + 1	553603	149320	PU, TK v PU

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 1	B	R	N	1
Tezno	SI M	T	U	RCI	16
Laznica	SI M	B	S	RA	32
Vrbanska	SI M	B	S	RA	16
Skoke	SI 1	B	R	RA	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 2008

Glede na leto 2007 ni bilo pomembnejših sprememb v lokacijah merilnih mest, le lokacija Skoke je bila preseljena nekaj metrov severovzhodno zaradi gradnje novih stanovanjskih objektov na parceli, kjer je stal vzorčevalnik.

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

Tabela 2.3: Merilna mesta: parametri in trajanje meritev

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

Legenda: obarvana polja pomenijo, da so meritve v tistem mesecu potekale

3 METODOLOGIJA DELA

Meritve kakovosti zraka so vedno določitev koncentracij onesnaževal v območju analitike sledov (red velikosti 10^{-6} - 10^{-9}), zato zahtevajo analitsko opremo z visoko selektivnostjo, občutljivostjo, natančnostjo in stabilnostjo. Onesnaževala SO_2 , NO_x , NO_2 , O_3 , PM_{10} , CO in C_6H_6 se določajo s posebno merilno opremo, katere rezultati so koncentracije v realnem času (avtomatske meritve). Referenčne meritve PM_{10} in $\text{PM}_{2,5}$ potekajo 24 ur, rezultati so na voljo šele po tehtanju vzorčevalnih filtrov, kar traja tudi več kot 14 dni. Za določitev PU, TK v PU in PM_{10} ter B(a)P v PM_{10} pa so potrebne kombinacije vzorčevalnih in analitskih metod; rezultati so znani šele po zaključku analiz.

Rezultati avtomatskih meritev se beležijo v posameznem merilniku, izračunajo povprečne polurne vrednosti in avtomatsko, sproti, z grobim preverjanjem njihove ustreznosti prenašajo na ZZV in ARSO. Od ZZV gredo podatki z avtomatskim prenosom na MOM in so predstavljeni na njihovi spletni strani: <http://www.maribor.si/podrocje.aspx?id=435>. Rezultati meritev, ki jih izvaja ARSO, so prikazani na njihovi spletni strani: <http://www.arso.gov.si/zrak/kakovost%20zraka/podatki/>.

3.1 OZON (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. Svetloba iz žarnice vstopi v stekleno celico, ki se izmenično polni z vzorčenim zrakom in zrakom brez ozona. To svetlobo molekule ozona absorbirajo. Analizator ponovi merilni cikel, ki ga sestavljata polnjenje celice z vzorčenim zrakom in merjenje povprečne svetlobne jakosti po absorpciji ter polnjenje celice z očiščenim zrakom in merjenje povprečne svetlobne jakosti, vsakih 8 sekund. 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 uporabljene valovne dolžine. Analizator pa je bil uspešno testiran na zavračanje interferenčnih vplivov žveplovega dioksida, dušikovih oksidov, vode in meta-ksilena.

Tehnične karakteristike analizatorja:

<i>Merilno območje:</i>	0.001-10.000 ppm
<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
<i>Pomik ničle (7 dni)*:</i>	< 1.0 ppb
<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.

3.2 OPTIČNI MERILNIK - OPSIS

Optični merilnik Opsis, proizvajalca Opsis AB Švedska, deluje na principu diferenčnih optičnih absorpcijskih spektrov (DOAS) in lahko kontinuirano meri koncentracije SO₂, NO₂, O₃, benzena, p-ksilena in toluena.

Sistem za merjenje in analizo onesnaževal v zunanjem zraku Opsis AR 500 sestavljajo oddajnik EM 110, sprejemnik RE 110 in optični analizator AR 500. Oddajnik je visokotlačna ksenonova žarnica, ki stalno oddaja praktično paralelni snop svetlobe. Porazdelitev valovnih dolžin te svetlobe je zvezna v ultravijoličnem, vidnem in infrardečem spektru, razen nekaj vrhov v vidnem območju. Sprejemnik »ujame« svetlobo in jo vodi po optičnem vlaknu v analizator. Svetloba vstopi najprej v spektrometer, v katerem mrežica ukloni svetlobo na ozke pasove valovnih dolžin. Uklonjena svetloba se projicira na hitro se gibajočo režo pred detektorjem fotopomnoževalke, ki detektira izbrani del spektra. Ta sistem gibajočih se rež omogoča snemanje spektra vseh valovnih dolžin ločeno, čeprav je uporabljen en sam detektor, in optimiranje na določeno komponento, s poudarkom na občutljivosti in motečih onesnaževalih. Narejenih je približno 100 posnetkov na sekundo. Vsako onesnaževalo meri določen čas, zbrane podatke računalnik ovrednoti, medtem pa se prične postopek za meritev naslednjega onesnaževala. Digitalizirani spekter, spravljen v večkanalnem spominu, obdela računalnik na principu primerjave absorpcijskih spektrov, ki vsebujejo t.i. prstne odtise onesnaževal.

Tehnične karakteristike merilnika:

<i>Merilno območje:</i>	0-500 ppb
<i>Spodnja meja določljivosti:</i>	1 ppb (razdalja 500 m in čas vzorčenja 60 s)

Kalibracija merilnega sistema je bila izvedena leta 2004.

3.3 DELCI PM₁₀

Merilnik TEOM 1400a je namenjen neprekinjenim meritvam koncentracij delcev v zraku na principu mikrotehtanja – nerefrenčna metoda.

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 filtri, ki jih je možno naknadno analizirati, 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 (Tapped Element Oscilating 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:

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

Enkrat letno se preverja stalnost pretoka in koncentracijo (z maso referenčnega filtra).

3.4 PREISKAVE DELCEV NA VSEBNOST BENZO(A)PIRENA V DELCIH PM₁₀ (TABOR)

Vstopni tok zraka se za vzorčevalno glavo merilnika delcev TEOM loči na merilni 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.

Vzorčenje delcev in določitev benzo(a)pirena na filtru z metodo visoko ločljive tekočinske kromatografije s fluorescenčnim detektorjem (HPLC-FLD) potekata 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)
<i>Benzo(a)piren</i>	2	0,1

3.5 PREISKAVE DELCEV NA VSEBNOST TEŽKIH KOVIN V DELCIH PM₁₀ (TABOR)

Vstopni tok zraka se za vzorčevalno glavo merilnika delcev TEOM loči na merilni 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.

Vzorčenje delcev in določitev težkih kovin na filtru z metodo induktivno sklopljene plazme z masno selektivnim detektorjem potekata 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)
<i>Svinec</i>	0,05	2,5
<i>Nikelj</i>	0,04 (Lod)	2 (iz Lod)
<i>Kadmij</i>	0,001	0,05
<i>Arzen</i>	0,03	1,5

3.6 PRAŠNE USEDLINE IN TEŽKE KOVINE V NJIH

Koncentracije prašnih usedlin določamo po priporočilih nemških smernic VDI 2119 Bl.1: Meritve prašnih padavin - Pregled in VDI 2119 Bl.2: Meritve prašnih padavin - Določitev prašnih padavin s plastičnimi ali steklenimi posodami (Bergerhoffova metoda). Na merilnih mestih so postavljena stojala s plastičnimi posodami, prostornine okoli 2 litra ter z znanim premerom zgornje odprtine, v katerih se nabirajo tekoče in trdne padavine. Čas vzorčenja je okoli 1 mesec.

Priprava laboratorijskega vzorca prašnih usedlin poteka po VDI 2119 Bl.2. Pri prašnih usedlinah ugotavljamo njihovo maso in jih analiziramo na vsebnost težkih kovin: cink, kadmij in svinec.

Analitski postopek za množino prašnih usedlin je po VDI 2119 Bl.2: po izparevanju sušimo pri 105 °C. Nato vzorec razklopimo s kislinsko mešanico HNO₃/HCl po modificirani metodi VDI 2267 Bl.4. Raztopino po razklopu filtriramo skozi filtrni papir moder trak. Vzporedno delamo slepi vzorec. Koncentracijo svinca, kadmija in svinca izmerimo z metodo induktivno sklopljene plazme in masno selektivnim detektorjem. Predpisa: VDI 2267 Bl.4 in ISO 17294-2.

Spodnja meja vrednotenja za preiskave prašnih usedlin na težke kovine je v tabeli 3.3.

Tabela 3.3: Spodnja meja vrednotenja (Loq) - prašne usedline

Onesnaževalo	Spodnja meja vrednotenja - Loq	
	$\mu\text{g}/\text{vzorec}$	$\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{dan}$
<i>Množina</i>	1000	10000
<i>Svinec</i>	0,1	1
<i>Kadmij</i>	0,01	0,1
<i>Cink</i>	1,0	10

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 3.4. 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 3.4: Merilna oprema in metode merjenja za avtomatske meritve v mreži DMKZ

Parameter	Metoda	Instrument (Tip)	merilna ne-gotovost (%)	Območje (mg/m ³)
SO ₂	UV fluorescenca 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

Kalibracijo merilnikov s testnimi plini iz jeklenk ali s kalibratorjem napravijo na merilni postaji najmanj dvakrat letno, vedno ob neustreznem rezultatu avtomatske funkcijske kontrole in po takšnem posegu na merilniku, ki vpliva na njegovo občutljivost. Merilnik delcev PM₁₀ umerjajo z referenčnim merilnikom. Funkcijske 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.

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

Delce PM₁₀ in PM_{2,5} vzorčujeta vzorčevalnika z nizkim volumskim pretokom (LVS) Leckel – referenčna metoda po standardu SIST EN 12341:2000. Uporabljajo kvarčne filtre premera 47 mm. Pretok skozi vzorčevalnik je 2,3 m³/h. Koncentracijo delcev določijo s tehtanjem iz razlike v masi pred in po vzorčenju ter iz pretoka zraka. Vzorčenje na posamezen filter poteka vsak dan od 0.00 do 0.00 naslednjega dne.

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 odzemajo praviloma vsak drugi dan. Analiza vzorcev je potekala v laboratoriju ARSO z metodami, opisanimi v poglavjih 3.4 in 3.5.

Spodnja meja določanja za preiskave delcev PM₁₀ je v tabeli 3.5.

Tabela 3.5: Spodnja meja določanja (Lod) - benzo(a)piren in težke kovine v delcih PM₁₀

Onesnaževalo	Spodnja meja določanja - Lod ng/m ³
<i>Svinec</i>	<i>1,27</i>
<i>Nikelj</i>	<i>3,26</i>
<i>Kadmij</i>	<i>0,13</i>
<i>Arzen</i>	<i>0,73</i>
<i>Benzo(a)piren</i>	<i>0,018</i>

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 arzeniu, 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 (odlok).
- Pravilnik o monitoringu kakovosti zunanjega zraka, Ur. list RS št. 34/2008 (pravilnik).

Mejne vrednosti po hčerinskih uredbah A, B, C in D iz tabele 4.1 veljajo od 1.1.2005. Letni mejni koncentraciji za NO₂ in benzen pričneta veljati 1.1.2010, do takrat veljata mejni vrednosti, zvišani za sprejemljivo preseganje, imenovani tudi dopustna vrednost, ki se vsako leto spremenita. Ciljna osemurna vrednost za ozon je postavljena za leto 2010, ciljna letna vrednost za benzo(a)piren pa za leto 2013.

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

Onesnaževalo	Enota	Mejna vrednost					
		URNA		DNEVNA		LETNA	
		mejna	ŠT	mejna	ŠT	mejna	dopustna
žveplov dioksid	µg/m ³	350	24	125	3		
dušikov dioksid	µg/m ³	200	18			40	44
delci PM ₁₀	µg/m ³			50	35	40	
svinec	ng/m ³					500	
benzen	µg/m ³					5	6,0
ogljikov monoksid	mg/m ³	10*					
ozon	µg/m ³	120**	25				
arzen	ng/m ³					6***	
kadmij	ng/m ³					5***	
nikelj	ng/m ³					20***	
benzo(a)piren	ng/m ³					1***	

dopustna dopustna vrednost je mejna, zvišana za sprejemljivo preseganje, in velja v letu 2008
ŠT dovoljeno število preseganj v koledarskem letu
***** osemurna mejna vrednost
****** osemurna ciljna vrednost
******* letna ciljna vrednost

Mejni vrednosti po uredbi A za varstvo rastlin v naravnem okolju za NO_x in varstvo ekosistemov za SO₂, ki sta pričeli veljati leta 2002, ter ciljna vrednost za varstvo rastlin za O₃ po uredbi C, ki bo pričela veljati šele leta 2010, so v tabeli 4.2.

Tabela 4.2: Mejne vrednosti za varstvo rastlin oz. ekosistemov (SO₂)

Onesnaževalo	Časovni interval merjenja	Mejna vrednost
skupni dušikovi oksidi	koledarsko leto in zimski čas	30 µg/m ³
žveplov dioksid	koledarsko leto in zimski čas	20 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
žveplov dioksid	3 ure	500 µg/m ³
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, vrednosti za uvajanje opozoril po odloku pa v tabeli 4.5.

Tabela 4.4: Opozorilna vrednost koncentracije po uredbi C

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

Tabela 4.5: Opozorilne vrednosti koncentracij po odloku

Onesnaževalo	Časovni interval merjenja	Opozorilna koncentracija
žveplov dioksid (pri PM ₁₀ < 200 µg/m ³)	3 ure	400 µg/m ³
žveplov dioksid in delci PM ₁₀ (pri PM ₁₀ > 200 µg/m ³)	3 ure	600 µg/m ³
dušikov dioksid	3 ure	350 µg/m ³
ozon	3 ure	200 µg/m ³
ogljikov monoksid	3 ure	20 mg/m ³

V Uradnem listu RS številka 66/07 je bila objavljena *Uredba o prenehanju veljavnosti Uredbe o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih snovi v zraku, Ur. list RS št. 73/1994*, ki med drugim razveljavlja tudi mejne vrednosti za koncentracije prašnih usedlin in težkih kovin v njih. Ne glede na razveljavitev stare uredbe smo zaradi kontinuirnosti rezultatov ugotavljali prašne usedline tudi v letu 2008. Mejne vrednosti za prašne usedline iz te razveljavljene uredbe smo poimenovali referenčne koncentracije, prikazane so v tabeli 4.6, in jih v tem poročilu tudi uporabljamo za oceno stanja.

Tabela 4.6: Referenčne koncentracije za prašne usedline in težke kovine v njih

Onesnaževalo	Časovni interval merjenja		
	Enota	mesec	leto
skupna masa prašnih usedlin	mg/m ² .dan	350	200
svinec v prašnih usedlinah	µg/m ² .dan		100
kadmij v prašnih usedlinah	µg/m ² .dan		2
cink v prašnih usedlinah	µg/m ² .dan		400

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 µg/m³, medtem ko mejnih vrednosti za ostala onesnaževala ne spreminja. Bistveno se ne spreminjajo tudi druga določila v novi direktivi glede na obstoječo zakonodajo. Direktiva mora biti privzeta v slovensko zakonodajo v roku dveh let po njenem sprejetju.

5 REZULTATI MERITEV

Podrobnejši rezultati meritev so zbrani v mesečnih poročilih. V tem poglavju navajamo povprečne letne vrednosti, povprečne in najvišje vrednosti za posamezna merilna obdobja, kratkotrajne vrednosti, prekoračitve 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. Rezultati v posameznih tabelah v poudarjenem tisku pomenijo prekoračitev normativne vrednosti. »Zimski čas« se nanaša na mesece januar, februar, marec ter oktober, november in december v tekočem letu, »zimski čas (2007/08)« ki bi ga lahko imenovali tudi kurilna sezona, pa pomeni čas od 1.10.2007 do 31.3.2008. »Poletni čas« predstavlja mesece april do september.

5.1 ŽVEPLOV DIOKSID (CENTER)

Žveplov dioksid je bil včasih značilno onesnaževalo v zraku mestnih in primestnih območij in se sistematično ugotavlja že od leta 1978. Zadnja leta so vrednosti nizke in ne presegajo več mejnih dnevne in urne koncentracije. Rezultati meritev za merilno mesto Center so v tabeli 5.1. Za vrednotenje rezultatov je bilo veljavnih 91 % urnih podatkov.

Tabela 5.1: Kakovost zraka z SO₂ - merilno mesto Center

Količina	Koncentracija v µg/m ³	
	Izmerjena	Mejna
<i>Letno povprečje</i>	2,1	20
<i>Zimski čas</i>	3,7	20
<i>Zimski čas (2007/08)</i>	3,7	20
<i>Poletni čas</i>	1,3	
<i>C₂₄ max</i>	22	125
<i>Število prekoračitev C₂₄</i>	0	3
<i>C₁ max</i>	32	350
<i>Število prekoračitev C₁</i>	0	24

Rezultati kažejo, da srednja letna vrednost in srednji vrednosti v zimskem času tudi tokrat niso presegali mejne koncentracije za varstvo ekosistemov. Nobena izmerjena dnevna in urna koncentracija nista presegali mejne dnevne oziroma urne vrednosti za varovanje zdravja ljudi. V tem letu ni bilo prekoračitev opozorilne vrednosti po odloku in alarmne vrednosti po uredbi A.

5.2 DUŠIKOV DIOKSID IN SKUPNI DUŠIKOVI OKSIDI (CENTER)

Meritve kakovosti zraka z dušikovimi oksidi (merijo se dušikovi oksidi skupno, dušikov monoksid in dušikov dioksid, navajajo pa dušikov dioksid in skupni dušikovi oksidi) potekajo v Centru od leta 1992. Rezultati meritev za dušikov dioksid so v tabeli 5.2. Za vrednotenje rezultatov je bilo veljavnih 91 % urnih podatkov.

Tabela 5.2: Kakovost zraka z NO₂ - *merilno mesto Center*

Količina	Koncentracija v µg/m ³	
	Izmerjena	Mejna/Dopustna
<i>Letno povprečje</i>	34	40 / 44
<i>Zimski čas</i>	39	
<i>Poletni čas</i>	29	
<i>C₁ max</i>	133	200
<i>Število prekoračitev C₁</i>	0	18

Dopustna letna vrednost ni bila presežena, prav tako ne mejna. Preseganj mejne urne vrednosti v koledarskem letu ni bilo, prav tako ne opozorilne vrednosti po odloku in alarmne vrednosti po uredbi A.

Rezultati meritev skupnih dušikovitih oksidov so v tabeli 5.3. Za vrednotenje rezultatov je bilo veljavnih 91 % urnih podatkov.

Tabela 5.3: Kakovost zraka z NO_x - *merilno mesto Center*

Količina	Koncentracija v µg/m ³	
	Izmerjena	Mejna
<i>Letno povprečje</i>	63	30
<i>Zimski čas</i>	84	30
<i>Poletni čas</i>	44	

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

5.3 OZON (CENTER)

Meritve vsebnosti ozona v zraku potekajo v okviru državne mreže v Centru od maja leta 1997. Za vrednotenje rezultatov je bilo veljavnih 95 % urnih podatkov. Rezultati so v tabeli 5.4.

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

Količina	Koncentracija v $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
	Izmerjena	Ciljna oz. Opozorilna*
<i>Letno povprečje</i>	37	
<i>Poletni čas</i>	52	
<i>C₈ max</i>	118	120
<i>Število prekoračitev C₈ ciljne</i>	0	25
<i>C₁ max</i>	130	180*
<i>Število prekoračitev C₁ opozorilne/alarmne</i>	0 / 0	
<i>AOT 40 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).h</i>	5385	
<i>AOT 40 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).h (2004-2008)</i>	5694	18000

Prekoračitve ciljne 8-urne vrednosti se niso pojavljale. Opozorilna in alarmna vrednost po uredbi C ter opozorilna vrednost po odloku niso bile nikoli presežene. Povprečje AOT 40 zadnjih petih let ne presega ciljne vrednosti za varstvo rastlin.

5.4 OZON (POHORJE)

Meritve vsebnosti ozona v zraku potekajo v okviru mestne merilne mreže na Pohorju od leta 1999. Za vrednotenje rezultatov je bilo veljavnih 97 % urnih podatkov. Rezultati so v tabeli 5.5.

Tabela 5.5: Vsebnost O₃ v zraku - *merilno mesto Pohorje*

Količina	Koncentracija v $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
	Izmerjena	Ciljna oz. Opozorilna*
<i>Letno povprečje</i>	74	
<i>Poletni čas</i>	86	
<i>C₈ max</i>	143	120
<i>Število prekoračitev C₈ ciljne</i>	27	25
<i>C₁ max</i>	155	180*
<i>Število prekoračitev C₁ opozorilne/alarmne</i>	0 / 0	
<i>AOT 40 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).h</i>	17951	
<i>AOT 40 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).h (2004-2008)</i>	20860	18000

Ciljna 8-urna vrednost je bila presežena skupno v 27 dneh (od aprila do avgusta, največ julija) Opozorilna vrednost po uredbi C ni bila presežena, prav tako ne opozorilna po odloku in alarmna po uredbi C. Povprečje vrednosti AOT40 zadnjih petih let je nad ciljno vrednostjo za varstvo rastlin.

5.5 ŽVEPLOV DIOKSID, DUŠIKOV DIOKSID, OZON (TABOR)

Z optičnim merilnikom Opsis že od leta 1995 ugotavljamo SO₂, NO₂ in O₃ v zraku. Meritve so najprej potekale v Centru, lokacija Tabor pa je postala stalno merilno mesto mestne merilne mreže leta 1999. V tabeli 5.6 so (nepopolni) rezultati meritev za SO₂, v tabeli 5.7 za NO₂, rezultatov za O₃ pa ne navajamo, saj ni bilo dovolj ustreznih rezultatov. Za SO₂ je bilo veljavnih 36 % podatkov, za NO₂ pa 57 %.

Tabela 5.6: Kakovost zraka z SO₂ - merilno mesto Tabor

<i>Količina</i>	Koncentracija v µg/m ³	
	<i>Izmerjena</i>	<i>Mejna</i>
<i>Letno povprečje</i>	6	20
<i>Zimski čas</i>	9	20
<i>Zimski čas (2007/08)</i>	/	20
<i>Poletni čas</i>	5	

Srednja letna koncentracija SO₂ in koncentracija samo v zimskem času nista presegali mejne vrednosti za varstvo ekosistemov.

Tabela 5.7: Kakovost zraka z NO₂ - merilno mesto Tabor

<i>Količina</i>	Koncentracija v µg/m ³	
	<i>Izmerjena</i>	<i>Mejna/Dopustna</i>
<i>Letno povprečje</i>	31	40 / 44
<i>Zimski čas</i>	41	
<i>Poletni čas</i>	24	
<i>C₁ max</i>	140	200
<i>Število prekoračitev C₁</i>	0	18

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

5.6 DELCI PM₁₀ in PM_{2,5}, TEŽKE KOVINE IN BENZO(A)PIREN V DELCIH PM₁₀ (CENTER)

Meritve koncentracij delcev PM₁₀ v državni merilni mreži na merilnem mestu Center potekajo od leta 2001. Rezultati meritev delcev PM₁₀, ki so v skladu z navodilom ARSO /12/ pomnoženi s faktorjem 1,19 v zimskem in 1,0 v poletnem času, so v tabeli 5.8. Za vrednotenje rezultatov je bilo veljavnih 98 % urnih podatkov.

Tabela 5.8: Kakovost zraka z delci PM₁₀ - *merilno mesto Center*

Količina	Koncentracija v µg/m ³	
	Izmerjena	Mejna
<i>Letno povprečje</i>	34	40
<i>Zimski čas</i>	40	
<i>Poletni čas</i>	28	
<i>C₂₄ max</i>	125	50
<i>Število prekoračitev C₂₄</i>	54	35
<i>C₁ max</i>	372	

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 prekoračitev mejne vrednosti je bilo 54, kar je več od dovoljenih 35 v koledarskem letu. Večina prekoračitev (91 %) se je pojavila v zimskem času (januar-marec, oktober-december). Opozorilna vrednost po odloku (z SO₂) ni bila presežena.

Meritve koncentracij delcev PM₁₀ v zraku z referenčno metodo je pokazala praktično enake vrednosti kot so navedene zgoraj: srednja letna vrednost 35 µg/m³ in število prekoračitev mejne dnevne vrednosti 52.

Meritve koncentracij delcev PM_{2,5} v državni merilni mreži potekajo šele od leta 2005. Merilno mesto za odvzem dnevnih vzorcev je Center. Rezultati meritev so v tabeli 5.9. Za vrednotenje rezultatov je bilo veljavnih 95 % podatkov.

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

Količina	Koncentracija v µg/m ³	
	Izmerjena	Ciljna
<i>Letno povprečje</i>	23	25
<i>Zimski čas</i>	29	
<i>Poletni čas</i>	17	

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

Meritve vsebnosti težkih kovin svinec, kadmij, arzen in nikelj v delcih PM₁₀ so potekale na merilnem mestu Center v okviru državne mreže. Vzorci za analizo so bili odvzeti v povprečju vsak drugi dan (skupno 162 vzorcev) in so bili enakomerno razporejeni skozi vse leto (časovna pokritost 44 %). Rezultati meritev, prikazani kot letne povprečne vrednosti in najvišje izmerjene dnevne vrednosti, so v tabeli 5.10.

Tabela 5.10: Vsebnost težkih kovin v PM₁₀ - *merilno mesto Center*

Onesnaževalo	Letno povprečje	Koncentracija v ng/m ³	
		Najvišja dnevna	Ciljna letna vrednost
<i>Svinec</i>	13,9	37	500
<i>Nikelj</i>	3,5	19	20
<i>Kadmij</i>	0,38	2,6	5
<i>Arzen</i>	1,2	5,2	6

Srednja letna koncentracija posamezne kovine ni presegala posamezne ciljne vrednosti.

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 v okviru državne mreže. Vzorci za analizo so bili odvzeti v povprečju vsak drugi dan (skupno 162 vzorcev) in so bili enakomerno razporejeni skozi vse leto (časovna pokritost 44 %). Rezultati meritev, prikazani kot letna povprečna in najvišja dnevna vrednost, so v tabeli 5.11.

Tabela 5.11: Vsebnost benzo(a)pirena v PM₁₀ - *merilno mesto Center*

Onesnaževalo	Letno povprečje	Koncentracija v ng/m ³	
		Najvišja dnevna	Ciljna letna vrednost
<i>Benzo(a)piren</i>	0,96	5,6	1,0

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

5.7 DELCI PM₁₀, BENZO(A)PIREN IN TEŽKE KOVINE V DELCIH PM₁₀ (TABOR)

Meritve koncentracij delcev potekajo v okviru mestne merilne mreže od leta 1989. Pred letom 2000 so se ugotavljali skupni lebdeči delci, za tem pa delci PM₁₀. Merilno mesto v mestni merilni mreži Tabor obratuje od leta 2002. Rezultati meritev delcev PM₁₀, ki so v skladu z navodilom ARSO /12/ pomnoženi s faktorjem 1,3, so v tabeli 5.12. Za vrednotenje rezultatov iz mestne merilne mreže je bilo veljavnih 99 % podatkov.

Tabela 5.12: Kakovost zraka z delci PM₁₀ - *merilno mesto Tabor*

Količina	Koncentracija v µg/m ³	
	Izmerjena	Mejna
<i>Letno povprečje</i>	35	40
<i>Zimski čas</i>	39	
<i>Poletni čas</i>	30	
<i>C₂₄ max</i>	115	50
<i>Število prekoračitev C₂₄</i>	52	35
<i>C₁ max</i>	311	

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 prekoračitev mejne vrednosti je bilo 52, kar je več od dovoljenih 35 v koledarskem letu. Večina prekoračitev, kar 85 %, se je pojavila v zimskem času (januar-marec, oktober-december).

Meritve vsebnosti benzo(a)pirena v delcih PM₁₀ so potekale na merilnem mestu Tabor. Vzorci za analizo (skupno 51) so bili odvzeti v povprečju enkrat tedensko in so bili približno enakomerno razporejeni skozi vse leto (časovna pokritost 14 %). Rezultati meritev, prikazani kot povprečna letna in najvišja dnevna vrednost, so v tabeli 5.13.

Tabela 5.13: Vsebnost benzo(a)pirena v PM₁₀ - *merilno mesto Tabor*

Onesnaževalo	Koncentracija v ng/m ³		
	Letno povprečje	Najvišja dnevna	Ciljna letna vrednost
<i>Benzo(a)piren</i>	0,70	3,8	1,0

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

Meritve vsebnosti težkih kovin (svinec, kadmij, arzen in nikelj) v delcih PM₁₀ so potekale na merilnem mestu Tabor. Vzorci za analizo (skupno 52) so bili odvzeti v povprečju enkrat tedensko in so bili približno enakomerno razporejeni skozi vse leto (časovna pokritost 14 %). Rezultati meritev, prikazani kot povprečna letna in najvišja dnevna vrednost, so v tabeli 5.14.

Tabela 5.14: Vsebnost težkih kovin v PM₁₀ - *merilno mesto Tabor*

Onesnaževalo	Koncentracija v ng/m ³		
	Letno povprečje	Najvišja dnevna	Ciljna letna vrednost
<i>Svinec</i>	13,5	98	500
<i>Nikelj</i>	3,4	17	20
<i>Kadmij</i>	0,33	5,1	5,0
<i>Arzen</i>	<1,4	6,2	6,0

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

5.8 PRAŠNE USEDLINE (MARIBOR, MIKLAVŽ)

Meritve prašnih usedlin z analizami na tri težke kovine svinec, kadmij in cink že kar nekaj časa potekajo na petih stalnih lokacijah v mestni merilni mreži, prikazanih na sliki 2.1. Zaradi načina meritev so rezultati izraženi kot mesečne vrednosti. Odvzeti so bili vsi vzorci, rezultati za maso prašnih usedlin so na voljo za 58 mesečnih vzorcev ali 97 %, za koncentracije svinca in kadmija vseh 60 vzorcev, za koncentracije cinka pa za 56 mesečnih vzorcev ali 93 %. V tabeli 5.15 so povprečne letne in najvišje mesečne vrednosti (le za maso prašnih usedlin) za vsa merilna mesta.

Tabela 5.15: Kakovost zraka s prašnimi usedlinami – merilna mreža Maribor, Miklavž

Merilno mesto	Usedline-letno (mg/m ² .dan)		Usedline-mesec (mg/m ² .dan)		Svinec (µg/m ² .dan)		Kadmij (µg/m ² .dan)		Cink (µg/m ² .dan)	
	srednja	referen	najvišja	referen	srednja	referen	srednja	referen	srednja	referen
	letna	čna	mesečna	čna	letna	čna	letna	čna	letna	čna
Tezno	111	200	215	350	<10	100	0,2	2	123	400
Tabor	87	200	207	350	<10	100	0,2	2	87	400
Laznica	64	200	236	350	<10	100	0,2	2	47	400
Vrbanska	47	200	227	350	<10	100	1,0	2	33	400
Skoke	63	200	179	350	<10	100	0,2	2	80	400

Izmerjene mesečne koncentracije mase prašnih usedlin niso nikoli presegale referenčne mesečne vrednosti. Povprečje vseh meritev na nobenem merilnem mestu ne presega referenčne letne koncentracije. Najnižja srednja letna vrednost je bila na Vrbanski, sledijo Skoke, Laznica in Tabor, medtem ko je bila na Teznu najvišja.

Koncentracije težkih kovin (svinec, kadmij in cink) v prašnih usedlinah na nobenem merilnem mestu niso presegale posamezne referenčne letne vrednosti. Najvišje koncentracije cinka so bile izmerjene na Teznu, vsa merilna mesta so bila malo obremenjena s svincem, pri kadmiju precej izstopa Vrbanska.

5.9 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 mreže v Centru. Za vrednotenje rezultatov je bilo veljavnih 92 % podatkov. Rezultati so v tabeli 5.16.

Tabela 5.16: Kakovost zraka s CO - *merilno mesto Center*

Količina	Koncentracija v mg/m ³	
	Izmerjena	Mejna
<i>Letno povprečje</i>	0,6	
<i>Zimski čas</i>	0,8	
<i>Poletni čas</i>	0,4	
<i>C₈ max</i>	2,1	10
<i>Število prekoračitev C₈ mejne</i>	0	

Prekoračitev mejne 8-urne vrednosti po uredbi B ni bilo nikoli. Tudi preseganj opozorilnih vrednosti po odloku ni bilo.

5.10 BENZEN (CENTER)

Meritve benzena so vključene v državno mrežo na merilnem mestu Centru. Za vrednotenje rezultatov je bilo veljavnih 80 % podatkov. Rezultati so v tabeli 5.17.

Tabela 5.17: Vsebnost benzena v zraku - *merilno mesto Center*

Količina	Koncentracija v $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
	Izmerjena	Mejna/Dopustna
<i>Letno povprečje</i>	3,8	5 / 6,5
<i>Zimski čas</i>	5,1	
<i>Poletni čas</i>	2,3	

Prekoračitve dopustne in mejne letne vrednosti ni bilo.

5.11 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. Srednje mesečne temperature zraka na merilnem mestu Center so v tabeli 5.18. Veljavnih je bilo 100 % podatkov.

Tabela 5.18: Srednje mesečne temperature zraka - *merilno mesto Center*

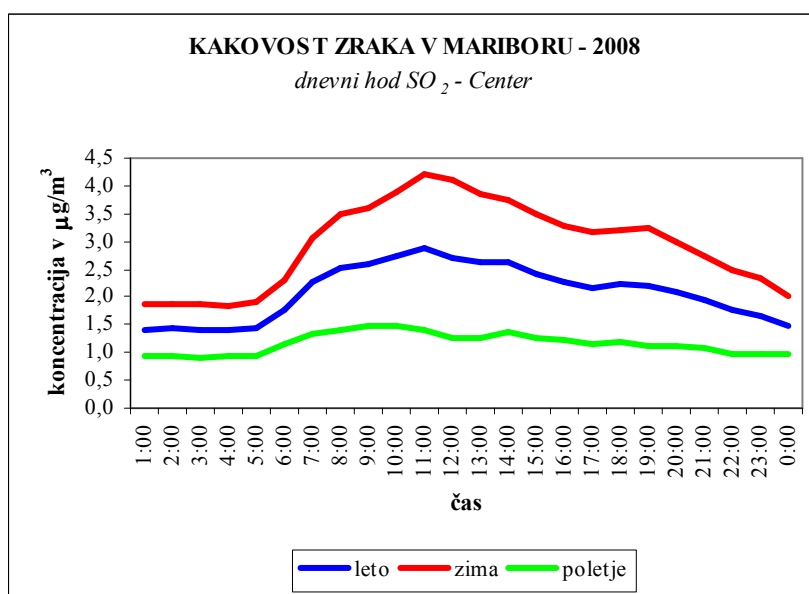
Mesec	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	avg	sep	okt	nov	dec	povp.
<i>Temperatura (°C)</i>	3,6	5,3	7,1	12,1	17,9	20,8	22,0	21,7	15,9	12,7	7,0	2,5	12,4

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 tudi 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 podrobneje obdelani ti vidiki kakovosti zraka.

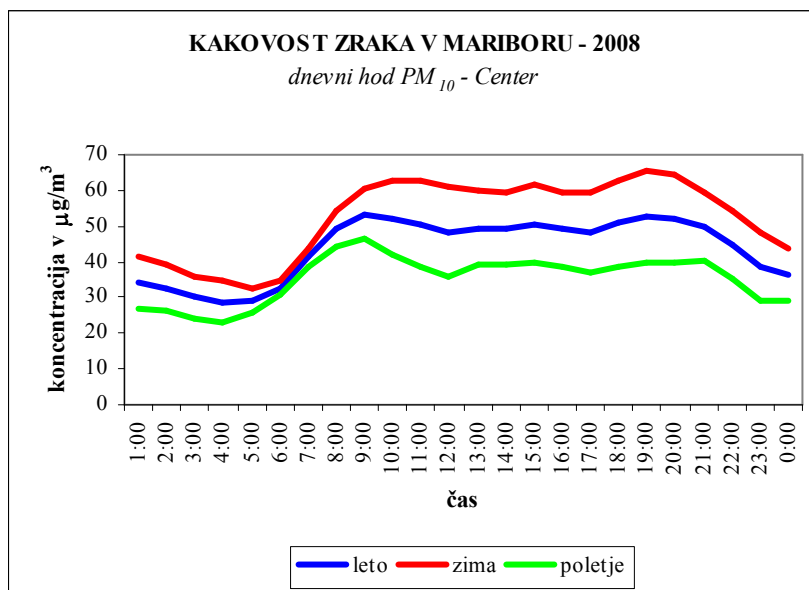
6.1 DNEVNI HODI

Dnevni hodi kažejo povprečen dnevni potek koncentracij posameznega onesnaževala v letu, zimskem in poletnem času. Izdelani so za vsa merjena onesnaževala, ki se ugotavljajo kontinuirano, in sicer za merilno mesto Center iz urnih koncentracij, za merilno mesto Pohorje in Tabor pa iz polurnih izmerjenih vrednosti. Dnevni hodi za celo leto in dodatno še za poletni (»poletje«) in zimski (»zima«) čas so prikazani na slikah 6.1 - žveplov dioksid Center, 6.2 - delci PM₁₀ Center, 6.3 - delci PM₁₀ Tabor, 6.4 – ozon Center, 6.5 – ozon Pohorje, 6.6 - dušikov dioksid Center, 6.7 - skupni dušikovi oksidi Center in 6.8 - ogljikov monoksid Center.

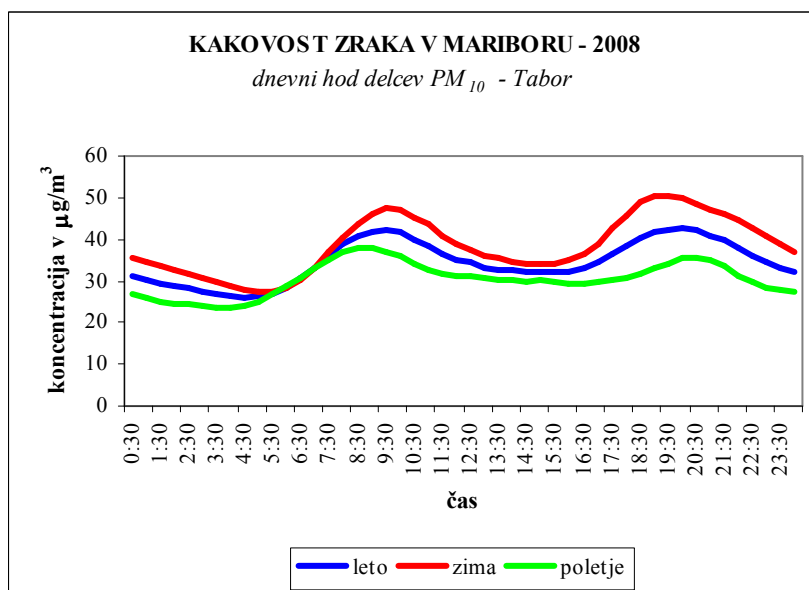


Slika 6.1: Dnevni hod urnih koncentracij žveplovega dioksida, merilno mesto Center

Dnevni hod žveplovega dioksida postaja vedno bolj netipičen, z le eno izrazito konico, ki je iz jutranje postala dopoldanska. Hod v poletnem času kaže manj izrazito konico kot v zimskem času.

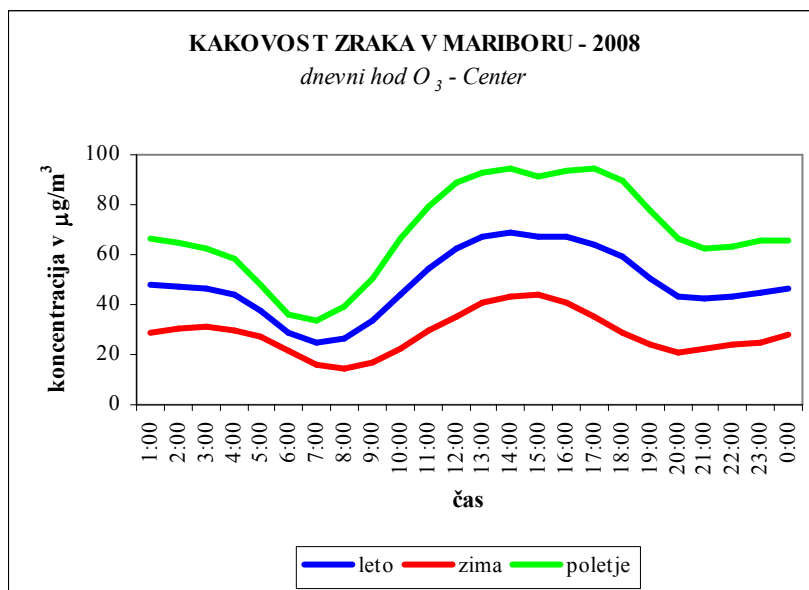
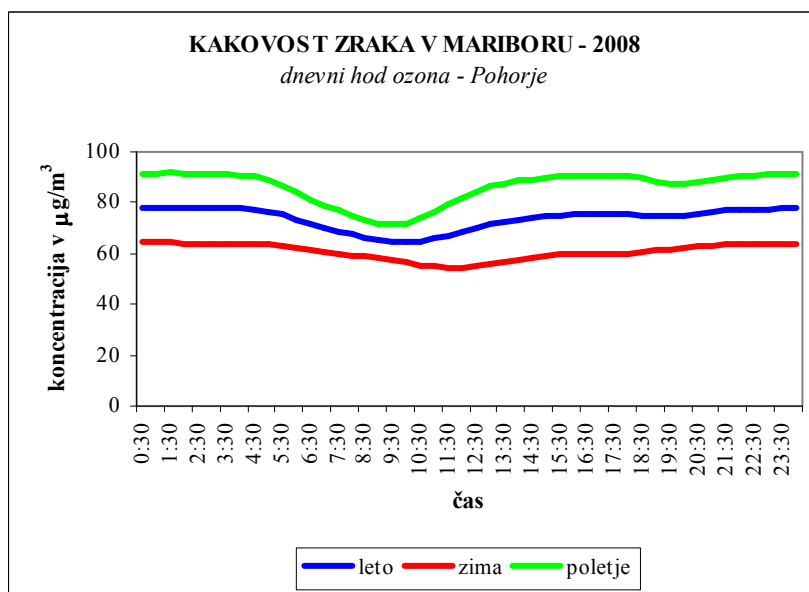


Slika 6.2: Dnevni hod urnih koncentracij delcev PM₁₀, merilno mesto Center

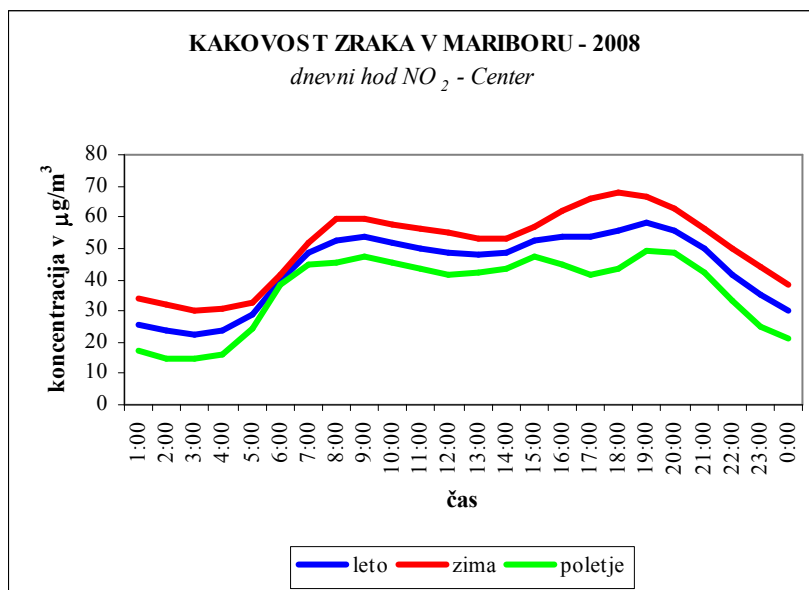


Slika 6.3: Dnevni hod polurnih koncentracij delcev PM₁₀, merilno mesto Tabor

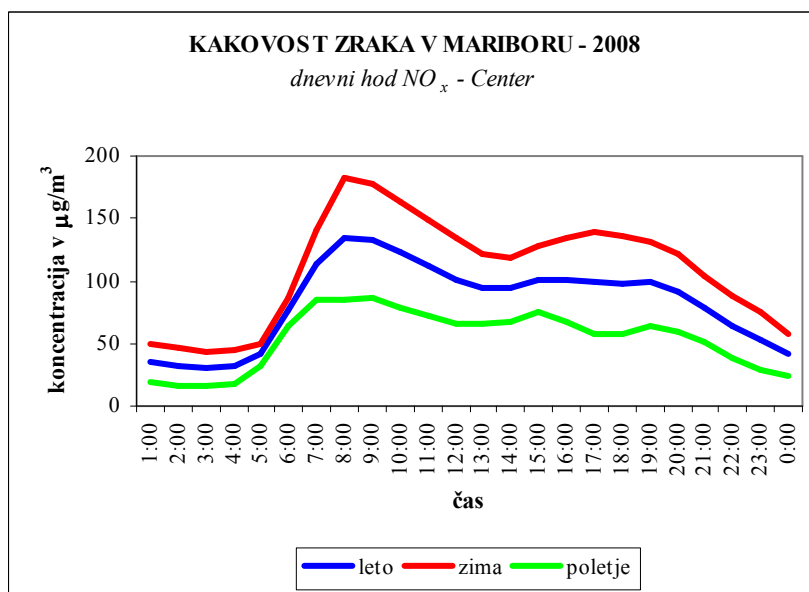
Na slikah, ki prikazujejo dnevne hode delcev PM₁₀, izstopata dva vrhova. Dnevna hoda v zimskem in poletnem času sta zelo podobna. Konice na Taboru so bolj izrazite. Zanimivo je tudi, da v nočnem času, ko so viri precej manj intenzivni, koncentracije bistveno ne padejo.

Slika 6.4: Dnevni hod urnih koncentracij O₃, merilno mesto CenterSlika 6.5: Dnevni hod polurnih koncentracij O₃, merilno mesto Pohorje

Dnevni hodi ozona v Centru kažejo rahlo povišanje v zgodnjih jutranjih urah, ki je povezano s spuščanjem onesaženega zraka iz višjih zračnih plasti. Razpad ozona preko noči se nadaljuje in doseže najnižje vrednosti tik pred sončnim vzhodom. Vendar pa ozon popolnoma ne razpade, saj ni svežih emisij NO_x. S sončnim vzhodom se prične tvorba ozona, ki doseže najvišjo vrednost v času največje intenzitete sončnega obsevanja, to je med 12. in 17. uro poleti oziroma okoli 14. do 15. ure pozimi. Z upadanjem jakosti sonca se znižuje nastajanje ozona, dodatno se že pričinja njegov razpad. Dnevni potek na Pohorju je malo poudarjen, vrednosti so višje, saj ozon zaradi pomanjkanja dušikovih oksidov preko noči ne razpade. Razlike med zimskim in poletnim časom v vrednostih in v času pojavljanja koničnih vrednosti so povezane s časom sončnega vzhoda in zahoda ter intenziteto sončnega obsevanja.



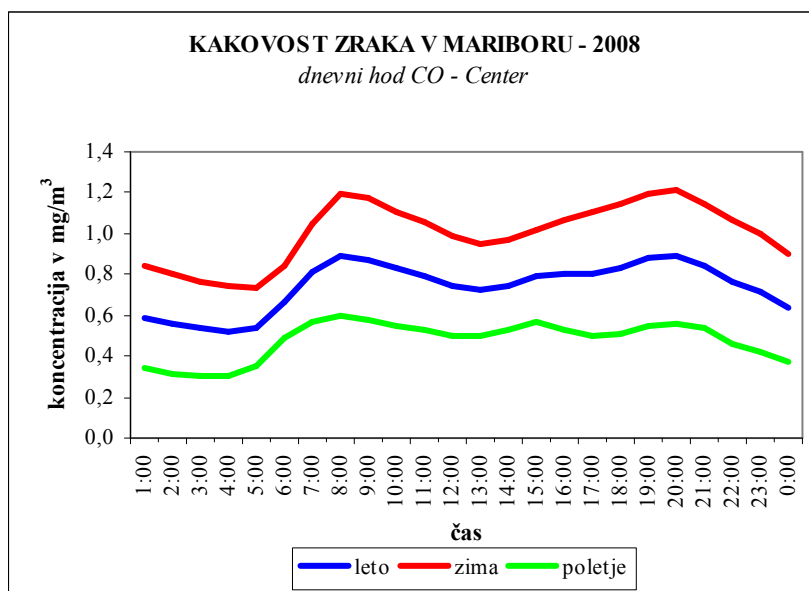
Slika 6.6: Dnevni hod urnih koncentracij dušikovega dioksida, *merilno mesto Center*



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

Hodi koncentracij NO₂ in NO_x kažejo nizke vrednosti v jutranjem času, ko so viri malo aktivni, te snovi pa so vpletene tudi v razpad ozona, kar pomeni njihovo porabo. Naraščanje koncentracij v jutranjem času je povezano s svežimi emisijami iz vplivnih virov (promet, kurišča). Upad koncentracij v dopoldanskem času (hitro po sončnem vzhodu) je posledica vključevanja dušikovitih oksidov v nastanek ozona. Preko dneva so koncentracije relativno stalne, saj sta količina nastalih dušikovitih oksidov in njihova poraba za razpad ozona blizu ravnovesja. Pozno popoldne so koncentracije dušikovega dioksida najvišje v dnevu, še vedno so prisotne njihove intenzivne emisije, vključevanja v nastanek ozona pa je vedno manj, saj je sončna svetloba že precej šibka. Po 19. uri se emisije občutno znižujejo, preostali dušikovi oksidi v zraku se vključijo v razpad ozona, tako da koncentracije pričenjajo upadati. Vsi

dušikovi oksidi se ponoči ne porabijo za razpad ozona, tako da koncentracije ostanejo na nizkem nivoju ozadja. Hodi so izrazitejši v zimskem času, ko vključevanje v nastanek ozona ni tako intenzivno.



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

Dnevni hod ogljikovega monoksida kaže tri konice. Jutranja je značilna za jutranje delovanje virov (kurišča in promet), pojavljata pa se tudi najmanj izrazita popoldanska in poleti najbolj izrazita večerna konica, ki sta značilni za kasnejše obratovanje virov. Verjetno je potek tega onesnaževala najbolj povezan z gostoto prometa mimo merilnega mesta, sezonska razlika hodov pa je povezana z (ne)obratovanjem kurišč.

Če združimo dnevne hode za žveplov dioksid, dušikove okside, ogljikov monoksid in delce (ozon ima povsem drugačen potek), lahko zaključimo, da je kakovost zunanjega zraka najboljša zgodaj zjutraj, pozimi nekje med 4. in 5. uro in poleti uro prej, saj so takrat koncentracije vseh onesnaževal absolutno najnižje.

Jutranja konica se pojavlja v zimskem času med 8. in 9. uro, v poletnem času pa eno uro prej. Pri žveplovem dioksidu se je konica premaknila na 11. uro. V tem jutranjem času je zrak absolutno najbolj onesnažen z NO_x in SO_2 (poleti in pozimi) oziroma PM_{10} in CO (poleti).

Večerna konica pomeni absolutno največjo onesnaženost zraka pozimi z NO_2 , PM_{10} , in CO ter v poletnem času z NO_2 . Ta večerna konica se pojavlja okoli 19. ure. Razlike med večerno in jutranjo konico pa niso tako velike.

V času med jutranjo in večerno konico je kakovost zraka z delci, dušikovimi oksidi in ogljikovim dioksidom boljša za okoli 20 % glede na najvišjo vrednost.

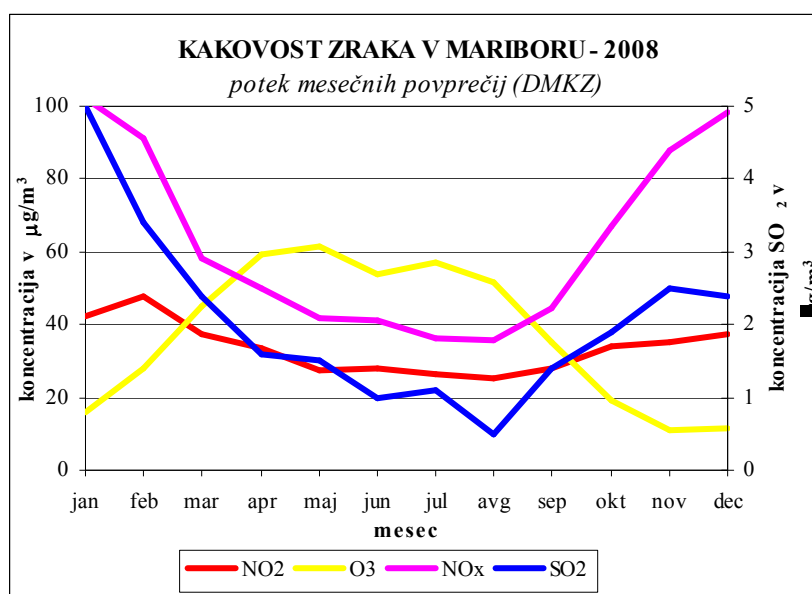
Potek ozona je komplementaren poteku dušikovih oksidov, kar pomeni, da so v času najvišje vrednosti ozona vrednosti NO_2 in NO_x najnižje ter obratno. To se pojavlja pri najintenzivnejši sončni svetlobi, nekje okoli 15. ure, vrh pa je širši v poletnem kot v zimskem času.

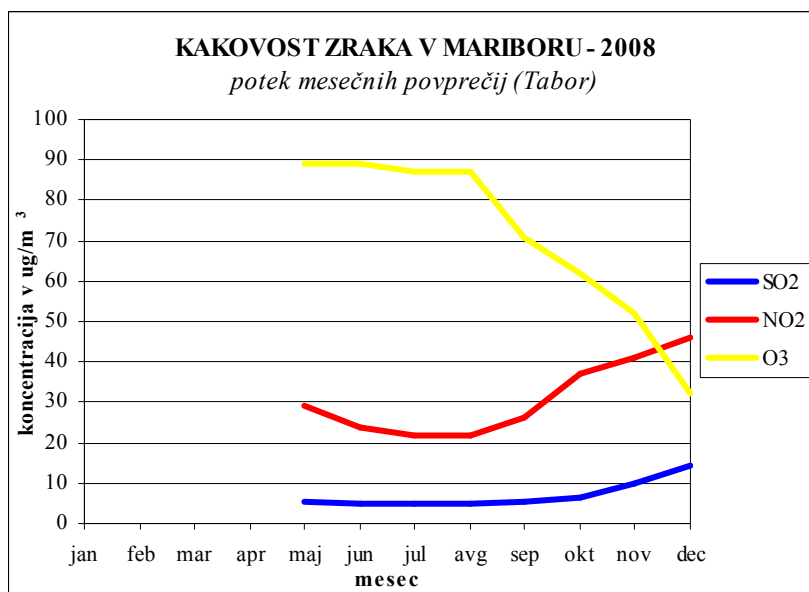
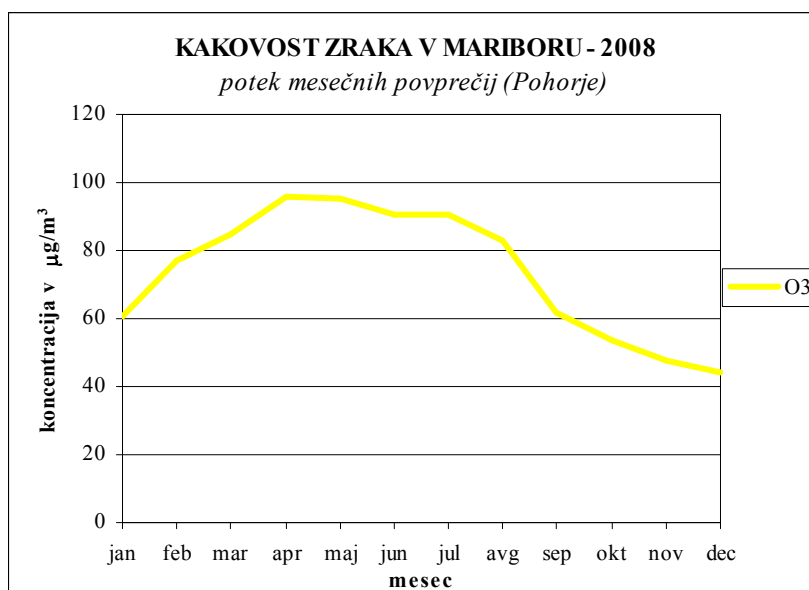
6.2 MESEČNI HODI

V tabeli 6.1 so srednje mesečne in najvišje kratkotrajne koncentracije SO₂, NO₂, O₃, PM₁₀ (Center) in prašnih usedlin (povprečje vseh merilnih mest). Grafično so mesečni hodi prikazani na slikah 6.9 za SO₂, NO₂, NO_x in O₃, (Center), 6.10 za SO₂, NO₂ in O₃ (Tabor), 6.11 za O₃ (Pohorje), 6.12 za PM₁₀ in PM_{2,5} (Center in Tabor), 6.13 za benzo(a)piren v PM₁₀ (Center in Tabor), 6.14 za prašne usedline (vsa mesta), 6.15 za CO (Center) in 6.16 za benzen (Center).

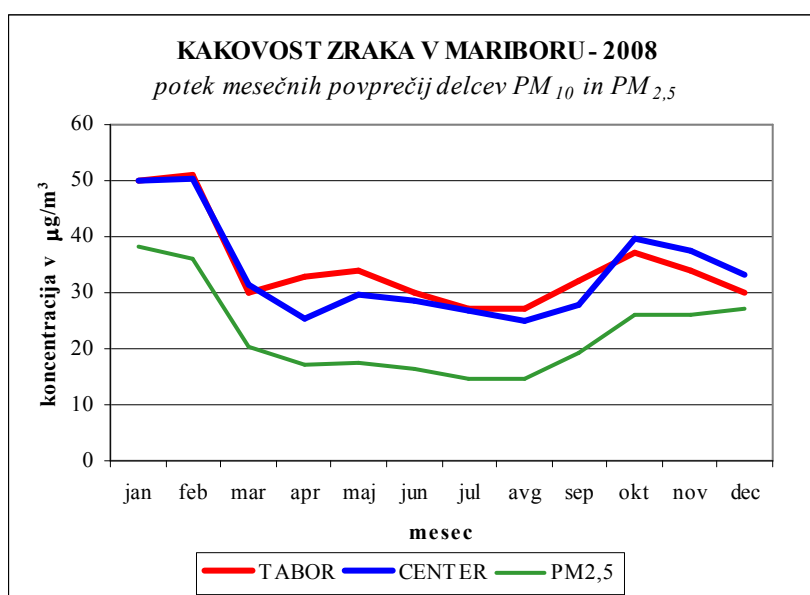
Tabela 6.1: Mesečne vrednosti - merilno mesto Center (SO₂, NO₂, O₃ in PM₁₀) in merilna mreža Maribor, Miklavž (PU)

mesec	Koncentracija v $\mu\text{g}/\text{m}^3$									mg/m ² .dan	
	mesec	dan	ura	mesec	ura	mesec	8-ur	ura	mesec	dan	mesec
januar	5,0	22	32	42	84	16	65	76	50	125	75
februar	3,4	6,6	12	48	133	28	72	91	50	86	83
marec	2,4	4,2	9,0	37	106	45	101	107	32	57	55
april	1,6	2,9	7,1	34	103	60	118	124	25	37	96
maj	1,5	3,4	4,7	27	77	61	109	119	30	77	62
junij	1,0	3,3	4,5	28	86	54	108	114	28	45	68
julij	1,1	2,4	3,7	26	79	57	115	130	27	47	174
avgust	0,5	1,7	3,2	25	75	51	103	119	25	43	77
september	1,4	3,4	6,9	28	82	35	83	107	28	52	30
oktober	1,9	3,7	6,9	34	78	19	58	79	40	59	84
november	2,5	5,2	8,0	35	88	11	55	63	38	66	44
december	2,4	5,0	9,8	37	90	11	48	61	33	64	34



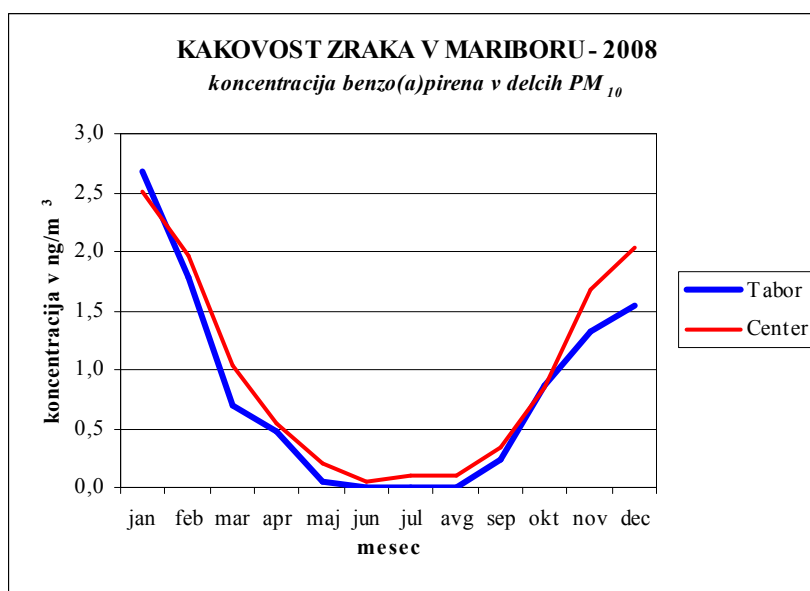
Slika 6.9: Mesečne koncentracije SO₂, NO₂, NO_x in O₃, merilno mesto CenterSlika 6.10: Mesečne koncentracije SO₂, O₃ in NO₂, merilno mesto TaborSlika 6.11: Mesečne koncentracije O₃, merilno mesto Pohorje

Srednje mesečne koncentracije SO₂ kažejo značilen potek z višjimi vrednostmi v zimskem času. Najvišje vrednosti so v najhladnejših zimskih mesecih, saj so glavni vir tega onesnaževala še vedno kurišča. Poteka koncentracij NO₂ in NO_x kažeta podobne značilnosti, s tem da so nižje vrednosti poleti dodatno posledica sodelovanja pri nastanku ozona. Koncentracije O₃ so komplementarne dušikovim oksidom, z višjimi koncentracijami v poletnem ter nižjimi v zimskem času. Na koncentracije ozona, ki je fotokemijski oksidant, vplivajo seveda predhodniki (dušikovi oksidi in lahkohlapne organske spojine) ter v največji meri sončno obsevanje, ki je bolj intenzivno v poletnem času.



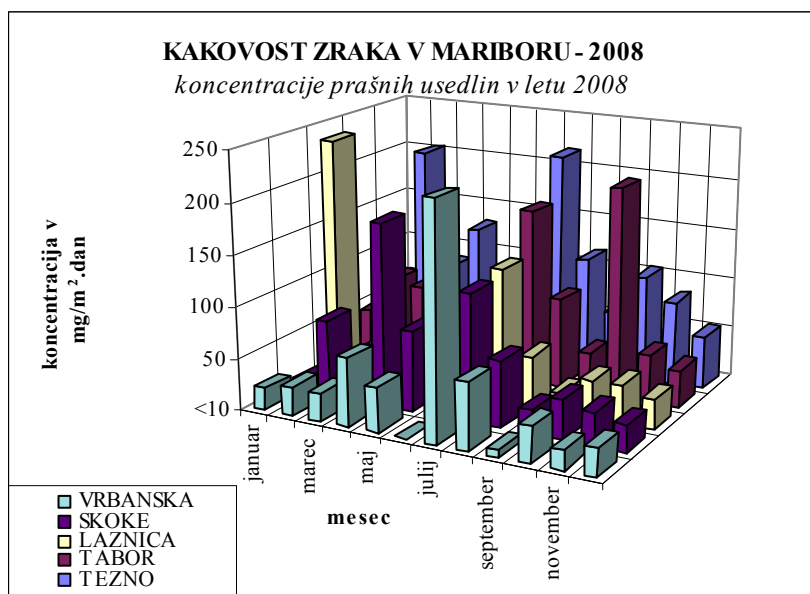
Slika 6.12: Mesečne koncentracije delcev PM₁₀ in PM_{2,5}, merilni mesti Center in Tabor

Potek srednjih mesečnih koncentracij delcev PM₁₀ in PM_{2,5} kaže višje vrednosti v zimskem kot v poletnem času na obeh merilnih mestih. Vzrok temu je v kuriščih in v vremenski situaciji (dolgotrajnejša zadrževanja onesnaženega zraka v času situacij z visokim zračnim pritiskom). Koncentracije PM_{2,5} sledijo vrednostim PM₁₀. V zimskem času je v delcih PM₁₀ kar 71 % delcev PM_{2,5}, v poletnem pa 61 %. Najnižja vrednost delcev se je pojavila avgusta.



Slika 6.13: Mesečne koncentracije benzo(a)pirena v delcih PM₁₀, merilni mesti Center in Tabor

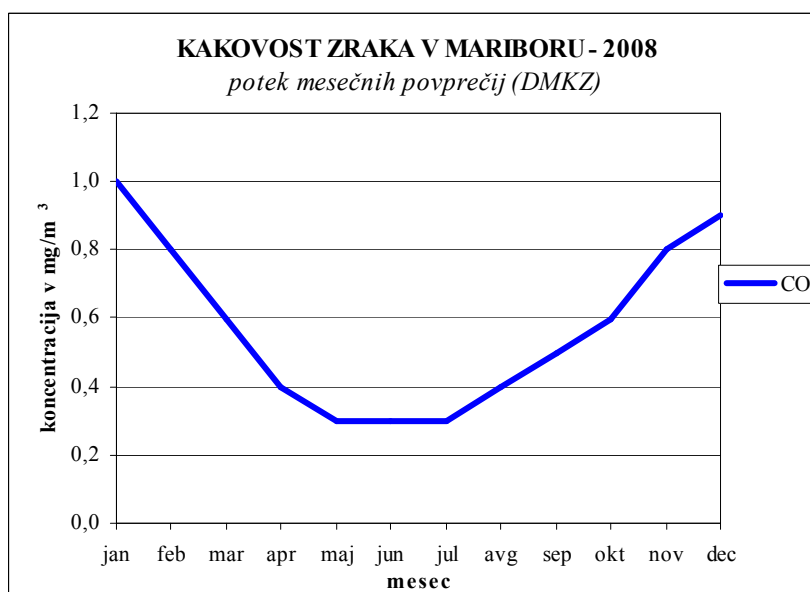
Benzo(a)pirena je v delcih PM₁₀ bistveno več v zimskem kot v poletnem času, kar kaže na prevladujoč vpliv kurišč in slabšega zgorevanja v vozilih.



Slika 6.14: Mesečne koncentracije prašnih usedlin, merilna mreža Maribor, Miklavž

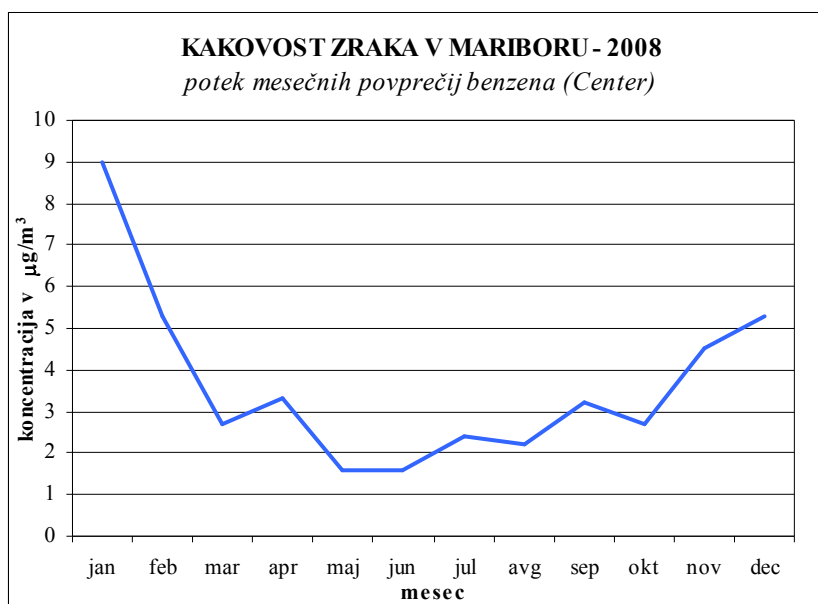
Prašnih usedlin je v splošnem več v poletnem času. Najvišje vrednosti so bile maja, avgusta in julija, najnižje pa decembra, februarja, oktobra in septembra. V okolju se pojavljajo tudi delci, ki jih veter dviguje s cestišč, gradbišč, kmetijskih površin ter delci organskega izvora (deli insektov in rastlin), kar je bolj izrazito v poletnem oziroma sušnem času, razen tega pa te meritve zajemajo večje delce kot meritve delcev PM_{10} .

Mesečne koncentracije težkih kovin v prašnih usedlinah na posameznih merilnih mestih, ki na slikah niso prikazane, kažejo, da razlik med poletnim in zimskim časom praktično ni.



Slika 6.15: Mesečne koncentracije CO, merilno mesto Center

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



Slika 6.16: Mesečne koncentracije benzena, *merilno mesto Center*

Meritve benzena v Centru kažejo višje koncentracije v zimskem kot v poletnem času, tako kot je bilo to razloženo že pri ogljikovem monoksidu.

Mesečne značilnosti koncentracij težkih kovin v delcih PM_{10} ne prikazujemo, saj niso najbolj očitne, vseeno lahko iz potekov razberemo, da je vsebnost vseh kovin v delcih pozimi višja. To velja za obe merilni mesti, s tem da so razlike očitnejše na Taboru.

Na podlagi mesečnih hodov koncentracij onesnaževal lahko pridemo do naslednjih zaključkov.

V zimskem času so koncentracije vseh onesnaževal višje kot v poletnem času, razen ozona in prašnih usedlin. Pri ozonu je razlog v načinu njegovega nastanka, saj je sončno obsevanje pozimi bistveno šibkejše. Prašne usedline so delci prahu, običajno večjih dimenzij ($>30 \mu\text{m}$), ki niso neposredno posledica emisij iz nepremičnih ali premičnih virov, temveč jih dviguje veter s tal ali pa so deli rastlin, kar se pogosteje dogaja pri višjih temperaturah in bolj sušnem vremenu. Za ostala onesnaževala bi torej lahko rekli, da k nekim bolj ali manj stalnim koncentracijam ozadja v zimskem času dodatno prispevajo kurišča in promet, saj so zgorevalne razmere v motorjih pri nižjih zunanjih temperaturah nekoliko slabše.

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.

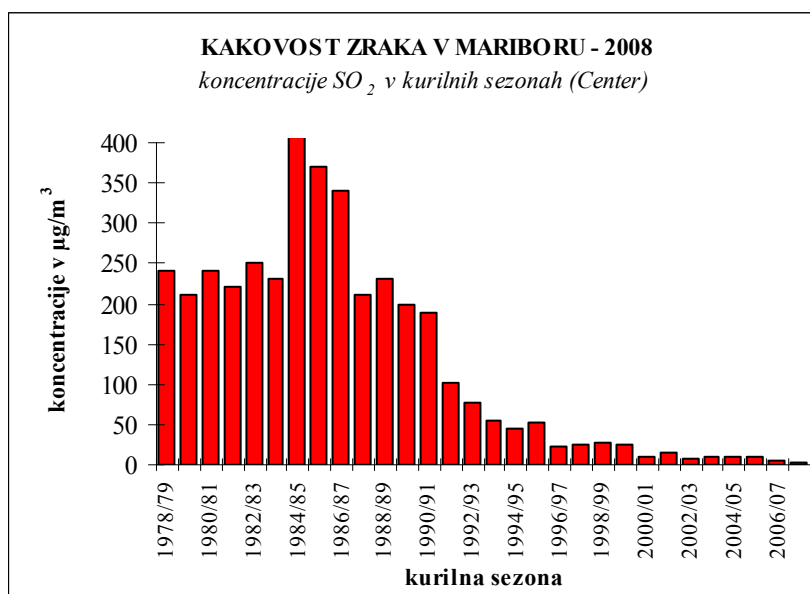
6.3.1 Žveplov dioksid

Srednje letne koncentracije žveplovega dioksida in koncentracije v zimskem času od leta 1978 so prikazane v tabeli 6.2, na slikah 6.17 in 6.18 za Center ter na sliki 6.19 za Tabor.

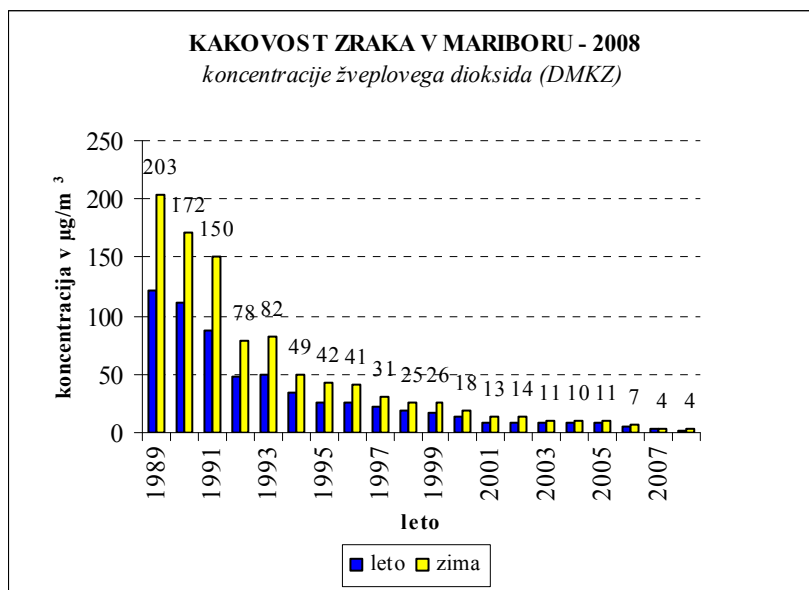
Srednja letna koncentracija žveplovega dioksida in srednja koncentracija samo v zimskem času v Centru in na Taboru so bile še nižje kot pretekla leta. Mejna vrednost za varstvo ekosistemov $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ni bila presežena že od sprejetja uredbe A (2002). Razlog je lahko tudi relativno visoka temperatura zraka, kar je razvidno iz tabele 6.3.

Tabela 6.2: Žveplov dioksid 1989-2008 - *merilno mesto Center*

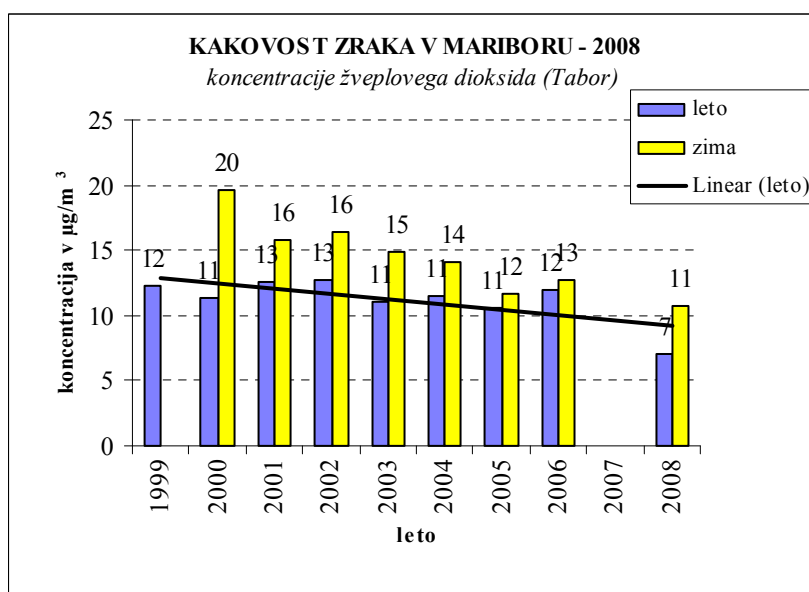
		Koncentracija v $\mu\text{g}/\text{m}^3$									
Obdobje	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	
<i>Leto</i>	121	112	87	48	49	34	26	26	22	18	
<i>Zimski čas</i>	203	172	150	78	82	49	42	41	31	25	
Obdobje	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	
<i>Leto</i>	17	13	9	8	9	8	8	5	3	2	
<i>Zimski čas</i>	26	18	13	14	11	10	11	7	4	4	



Slika 6.17: Žveplov dioksid v zimskem času 1978-2008, *merilno mesto Center*



Slika 6.18: Žveplov dioksid 1989-2008, merilno mesto Center



Slika 6.19: Žveplov dioksid 1999-2008, merilno mesto Tabor

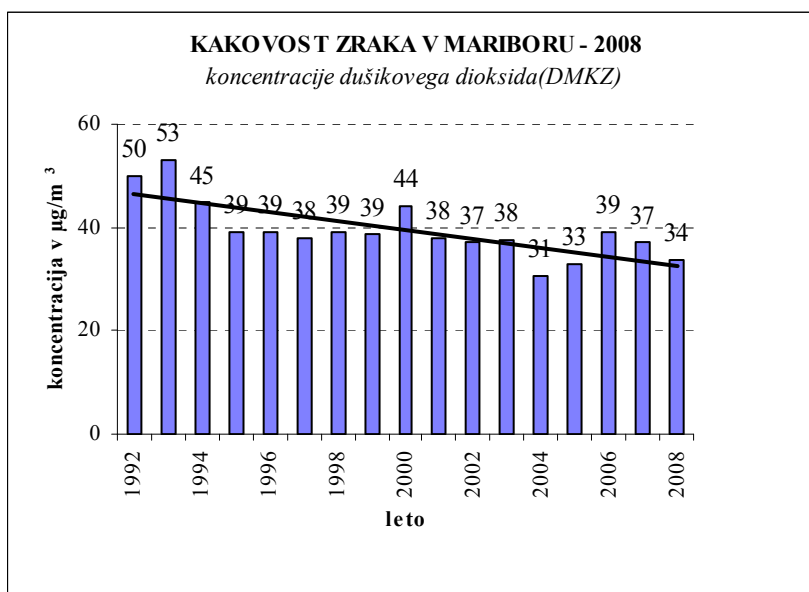
Tabela 6.3: Temperatura zraka 1992-2008 – merilno mesto Center

		Temperatura (°C)									
Obdobje		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			
Zimski čas		6,8	4,1	4,8	4,0	4,8	6,0	6,4			
januar		-1,3	-1,0	-0,2	1,2	-2,6	5,3	3,6			

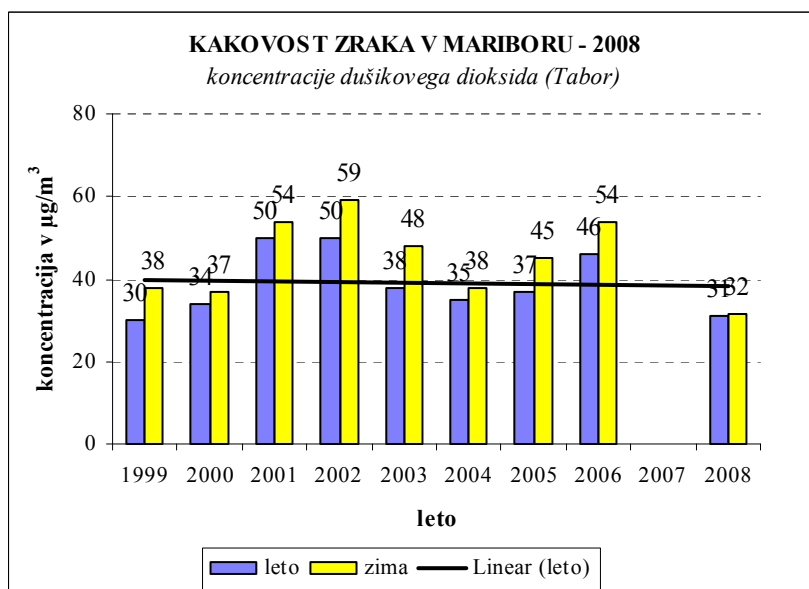
Vsi rezultati meritev koncentracij žveplovega dioksida še vedno potrjujejo pravilnost dolgoročnih usmeritev pri zmanjševanju emisij iz kurišč s sanacijo zraka (širjenje toplovodnega in plinovodnega omrežja), ki še vedno poteka.

6.3.2 Dušikovi oksidi

Srednje letne koncentracije dušikovega dioksida v letih 1992-2008 so na sliki 6.20 za merilno mesto Center in še z vrednostmi v zimskem času v letih 1999-2008 na sliki 6.21 za merilno mesto Tabor. Rezultati na merilnem mestu Center za leto 1998 so za optični merilni sistem, saj je bilo za meritve s klasičnim merilnikom (DMKZ) na voljo premalo veljavnih podatkov. Na obeh slikah je prikazan tudi linearni trend letnih koncentracij.



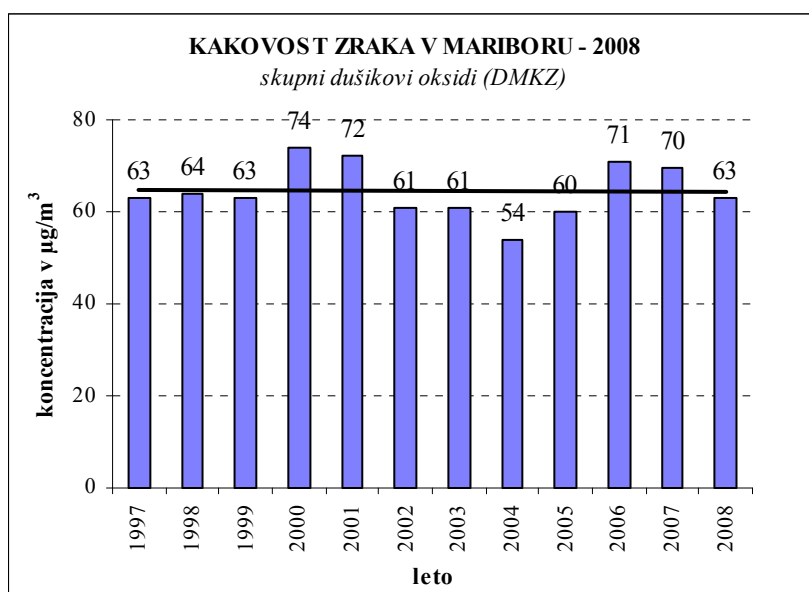
Slika 6.20: Dušikov dioksid 1992-2008, merilno mesto Center



Slika 6.21: Dušikov dioksid 1999-2008, 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 2008 je bilo nižje kot v letih 2006 in 2007, na ravni leta 2005 ter že od leta 2001 pod mejno letno vrednostjo. Na Taboru so nihanja bolj očitna, v letu 2008 je bilo izmerjeno drugo najnižje povprečje do sedaj, zaznaven pa je trend zniževanja koncentracij.

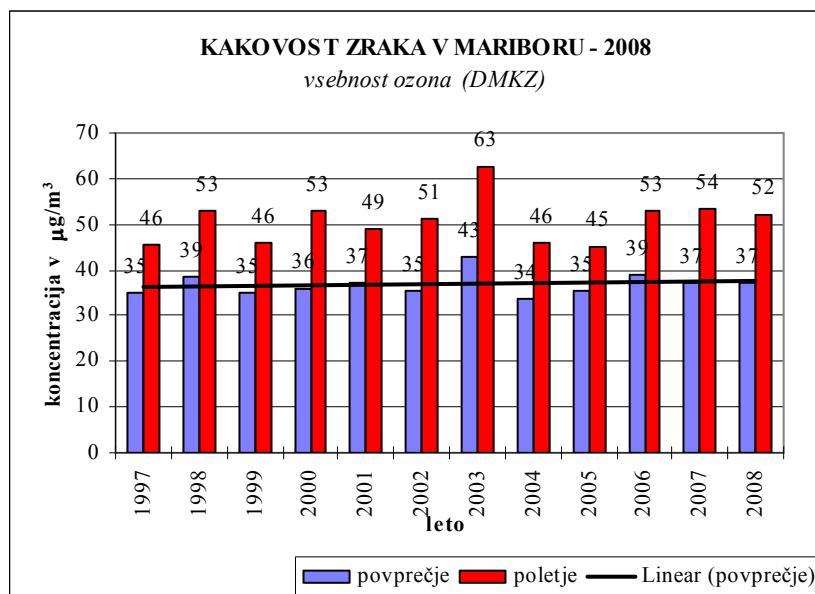
Slika 6.22 prikazuje potek srednjih letnih koncentracij skupnih dušikovih oksidov, izmerjenih od leta 1997 na merilnem mestu Center. Linearni trend je praktično vodoravna črta, kar pomeni, da koncentracije od leta 1997 nihajo okoli neke povprečne vrednosti, ki pa je nad mejno letno vrednostjo za varstvo rastlin v naravnem okolju.



Slika 6.22: Dušikovi oksidi 1997-2008, merilno mesto Center

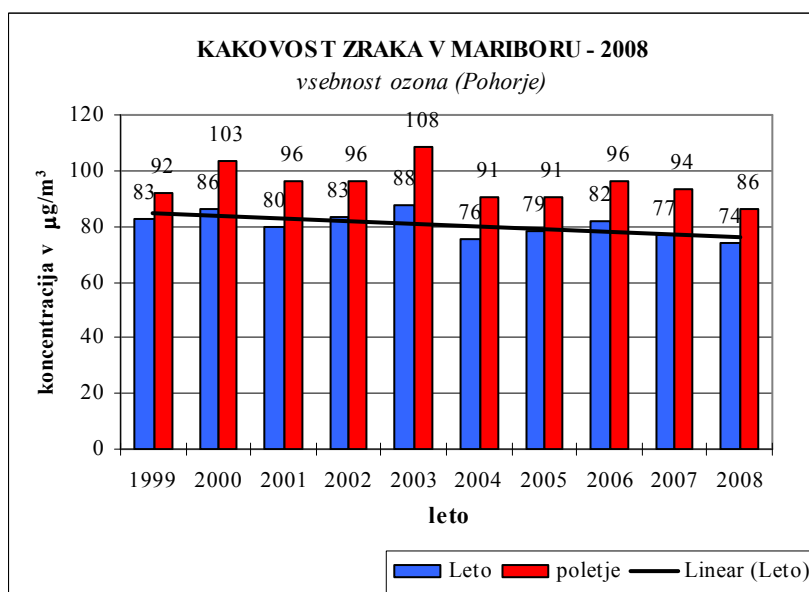
6.3.3 Ozon

Meritve ozona v Centru potekajo že od leta 1995, na Pohorju in/oziroma na Teznu pa od leta 1996, vendar se takrat niso izvajale celotno leto. Stalne meritve v Centru (DMKZ) so se pričele maja 1997. Na slikah prikazujemo srednje letne vrednosti in vrednosti v poletnem času skupaj z linearnim trendom letnih koncentracij za merilno mesto Center na sliki 6.23 in za Pohorje na sliki 6.24.



Slika 6.23: Ozon 1997-2008, merilno mesto Center

Vsebnost ozona v zraku v Centru je bila leta 2008 med povprečnimi. Letne vrednosti in vrednosti v poletnem času od leta 1997 kažejo majhno odstopanje od povprečne vrednosti, tako da je trend praktično ravna črta.



Slika 6.24: Ozon 1999-2008, merilno mesto Pohorje

Vsebnost ozona na Pohorju je bila najnižja doslej, trend je usmerjen rahlo navzdol.

V tabeli 6.4 prikazujemo najvišje urne vrednosti ozona v vseh letih meritev. Za Tabor podatkov za leto 2006-2008 ne prikazujemo, saj je bilo na voljo premalo podatkov.

Tabela 6.4: Najvišje urne koncentracije ozona 1999-2008 - *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

V letu 2008 najvišji izmerjeni vrednosti v Centru in na Pohorju sta najnižji doslej.

Pokazatelj stanja kakovosti zraka z ozonom sta tudi števili prekoračitev ciljne 8-urne in opozorilne urne vrednosti po uredbi C, kar je za leta 2003 (pričetek veljavnosti uredbe C) do 2008 prikazano v tabeli 6.5. V posameznem koledarskem letu je dovoljenih 25 prekoračitev ciljne 8-urne vrednosti. Za Tabor podatkov za leto 2008 ne prikazujemo.

Tabela 6.5: Število prekoračitev ciljne 8-urne in opozorilne urne koncentracije ozona 2003-2008 - *merilna mesta Center, Tabor in Pohorje*

Leto	Število prekoračitev					
	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

V Centru in na Pohorju že nekaj let zapored ni bilo prekoračitev opozorilnih vrednosti. Prekoračitev ciljne 8-urne vrednosti v Centru v letu 2008 ni bilo več, medtem ko je bilo število

prekoračitev na Pohorju v letu 2008 najnižje doslej, vendar še vedno nekoliko več kot je dovoljeno v koledarskem letu.

Iz vseh zgornjih prikazov vsebnosti ozona v zraku lahko sklepamo, da se v povprečju stanje giblje nekje okoli stalne vrednosti brez občutnih gibanj navzgor ali navzdol.

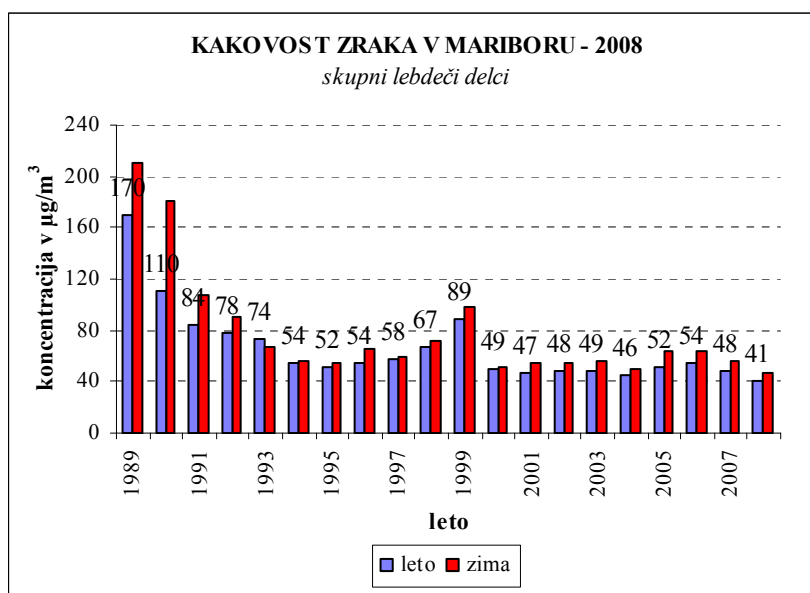
6.3.4 Delci

Gibanje srednje letne koncentracije in koncentracije samo v zimskem času za skupne lebdeče delce je za leta 1989 (začetek meritev) do 2008 prikazano v tabeli 6.6 in na sliki 6.25. 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 meritev preračunali na skupne lebdeče delce s faktorjem 1,2.

Tabela 6.6: Skupni lebdeči delci v Mariboru 1992-2008 - merilno mesto Center (ZZV)/Tabor

		Koncentracija v $\mu\text{g}/\text{m}^3$									
Onesnaževalo	Obdobje	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			
Skupni lebdeči delci	Leto	48	49	46	52	56	48	41			
	Zimski čas	55	56	50	64	64	55	46			

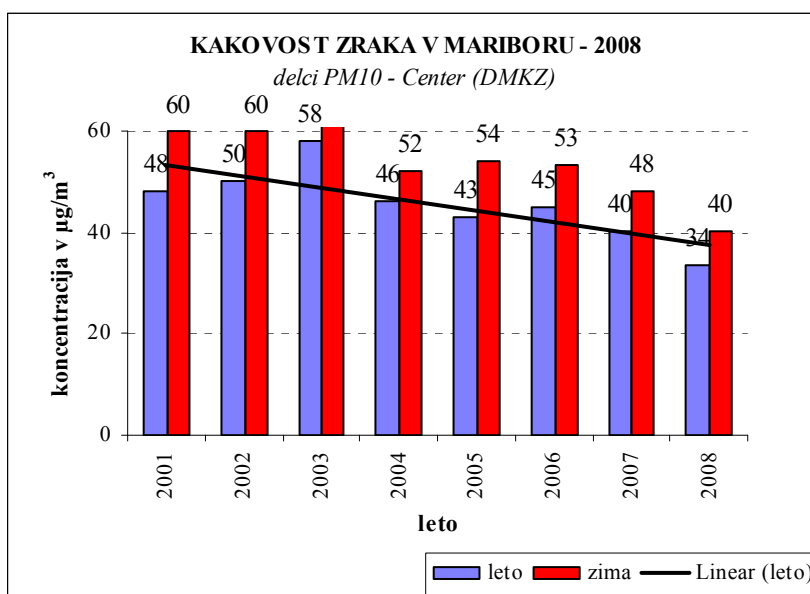
* ni bilo merjeno celo leto



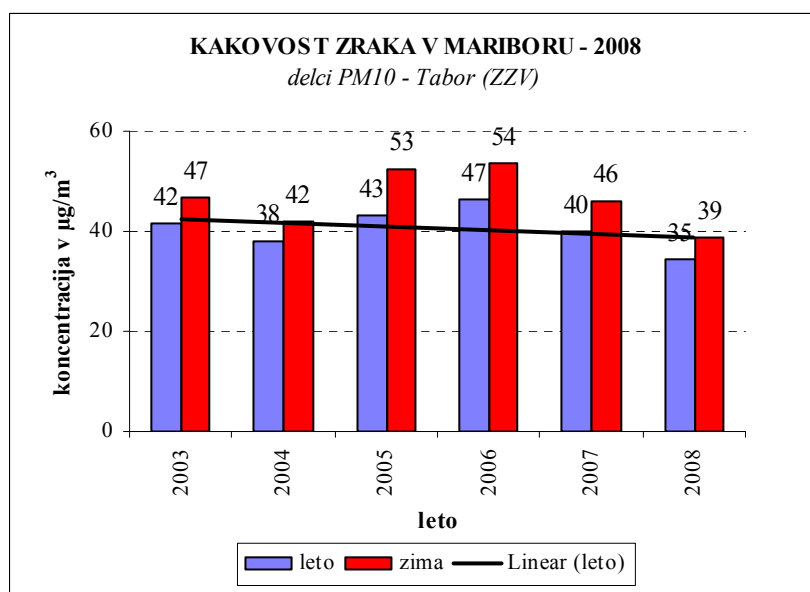
Slika 6.25: Skupni lebdeči delci 1989-2008, merilno mesto Center (ZZV)/Tabor

Iz slike je lepo razviden upad koncentracij skupnih lebdečih delcev od leta 1989. Koncentracije v letu 2008 so bile najnižje do sedaj.

Rezultate meritev delcev PM₁₀ prikazujemo na slikah 6.26 (Center od leta 2001) in 6.27 (Tabor od leta 2003).



Slika 6.26: Delci PM₁₀ 2002-2008, merilno mesto Center



Slika 6.27: Delci PM₁₀ 2003-2008, merilno mesto Tabor

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

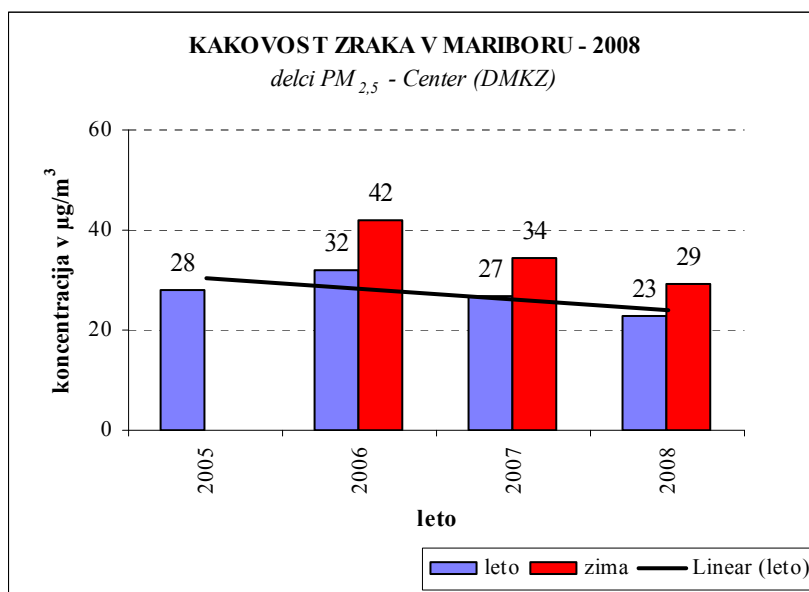
Število prekoračitev mejne dnevne vrednosti za delce PM₁₀ v letih 2001-2008 je prikazano v tabeli 6.7. V posameznem koledarskem letu je dovoljeno 35 prekoračitev.

Tabela 6.7: Število prekoračitev mejne dnevne vrednosti za delce PM₁₀ 2002-2008 - *merilni mesti Tabor in Center*

Število prekoračitev mejne dnevne vrednosti		
Leto	Center	Tabor
2002	153	94
2003	185	76
2004	130	70
2005	103	111
2006	117	132
2007	95	94
2008	54	52

Na Taboru in v Centru je bilo število prekoračitev mejne dnevne vrednosti v letu 2008 bistveno nižje kot pretekla leta, čeprav še vedno nad dovoljenim številom.

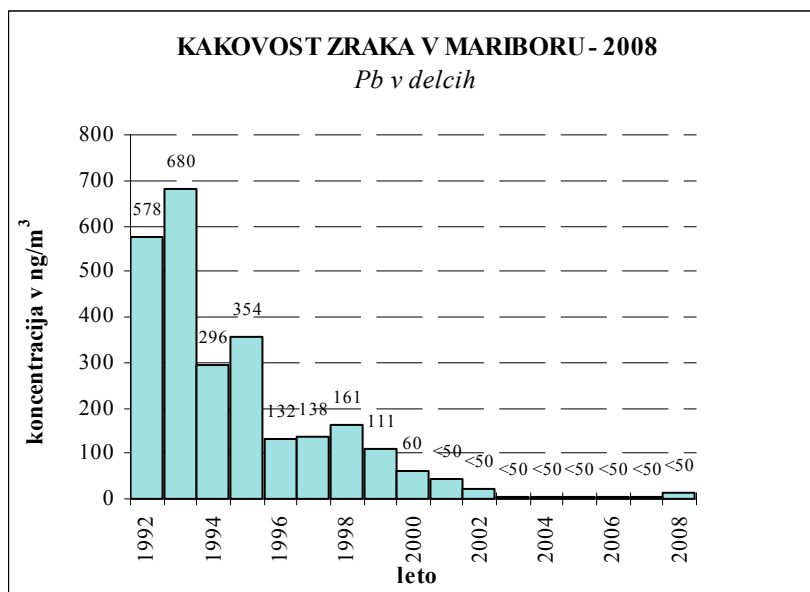
Potek srednjih letnih vrednosti in vrednosti v zimskem času za delce PM_{2,5} je na sliki 6.28.

**Slika 6.28:** Delci PM_{2,5} 2005-2008, *merilno mesto Center*

Koncentracije delcev PM_{2,5} so bile leta 2008 najnižje doslej, tudi pri tej frakciji delcev se kaže upad koncentracij.

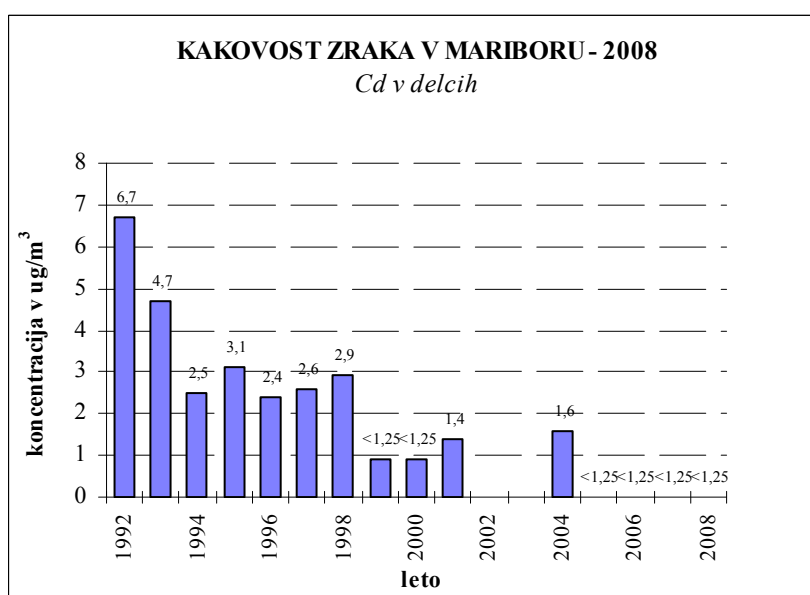
6.3.5 Težke kovine v delcih

Srednje letne koncentracije svinca v delcih so na sliki 6.29, kadmija 6.30, niklja 6.31, arzena pa na sliki 6.32. Meritve do leta 2000 se nanašajo na analizo skupnih lebdečih delcev, kasneje pa delcev PM₁₀. Do sredine leta 2002 je bilo merilno mesto Center (ZZV), 2003 na Taboru, podatki za leta 2004 do 2008 so iz meritev v državni merilni mreži (Center).



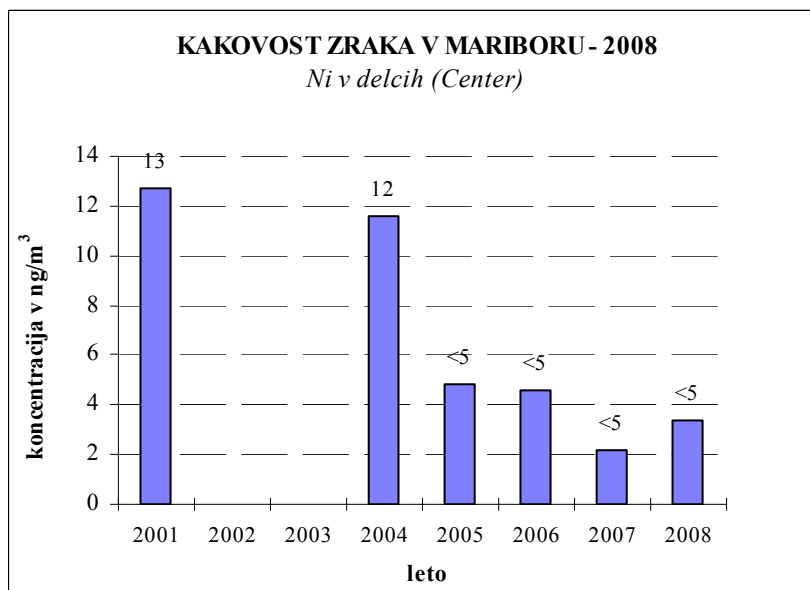
Slika 6.29: Svinec v delcih 1992-2008, merilna mesta Center (ZZV)/Tabor/Center (DMKZ)

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



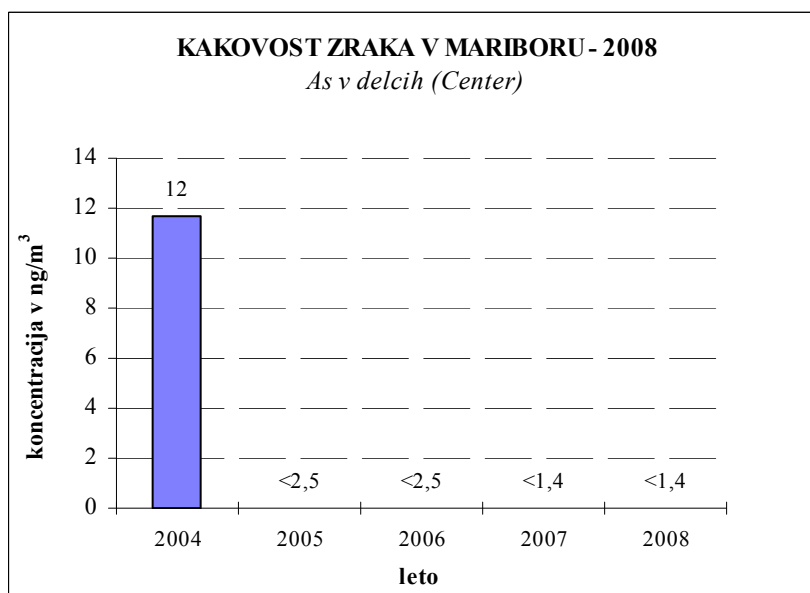
Slika 6.30: Kadmij v delcih 1992-2008, merilna mesta Center (ZZV)/Tabor/Center(DMKZ)

Tudi koncentracije kadmija so bile nizke, pod spodnjo mejo določanja in pod ciljno vrednostjo 5 ng/m^3 .



Slika 6.31: Nikelj v delcih 2001-2008, merilno mesto Center

Koncentracije niklja so bile pod ciljno letno vrednostjo 20 ng/m^3 .



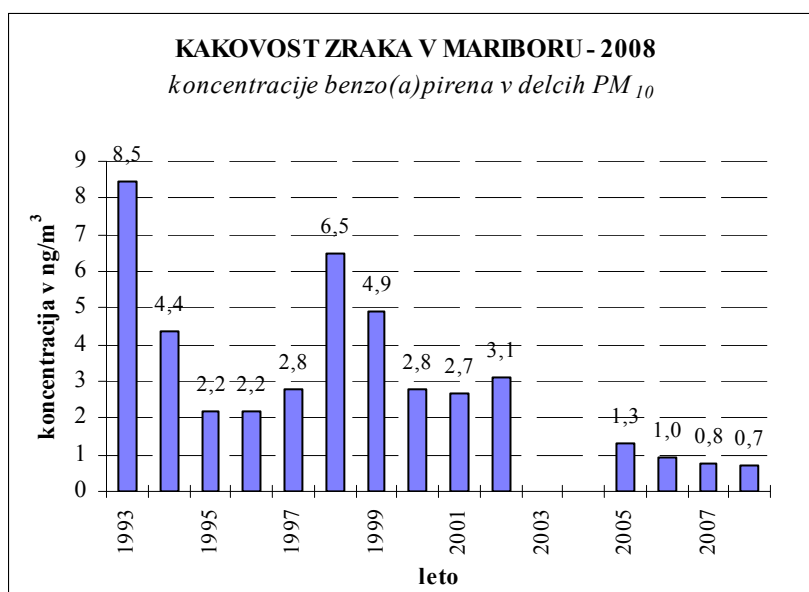
Slika 6.32: Arzen v delcih 2004-2008, merilno mesto Center (DMKZ)

Koncentracije arzena so bile nizke, kot že zadnjih nekaj let pod mejo določanja in pod ciljno letno vrednostjo 6 ng/m^3 .

Vsebnost kovin v delcih torej ne presega ciljnih vrednosti, še več, vse srednje koncentracije kovin so bile v letu 2008 pod mejo vrednotenja.

6.3.6 Benzo(a)piren

Poliaromatski ogljikovodiki (PAO) v delcih so se od let 1993 do 2000 ugotavljali v skupnih lebdečih delcih v Centru (ZZV), kasneje v delcih PM₁₀ na Taboru. Leta 2003 in 2004 analize niso potekale. Od leta 2005 naprej poteka le analiza benzo(a)pirena kot tipičnega predstavnika PAO. Slika 6.33 prikazuje povprečne letne vrednosti v celotnem dosedanjem merilnem obdobju.



Slika 6.33: Benzo(a)piren v delcih 1993-2008, merilno mesto Center (ZZV)/Tabor

Vsebnost benzo(a)pirena v delcih PM₁₀ je bila leta 2008 najnižja doslej; jasno se kaže zniževanje vsebnosti te snovi v zraku, ki je že tretje leto zapored pod ciljno letno vrednostjo.

6.3.7 Prašne usedline

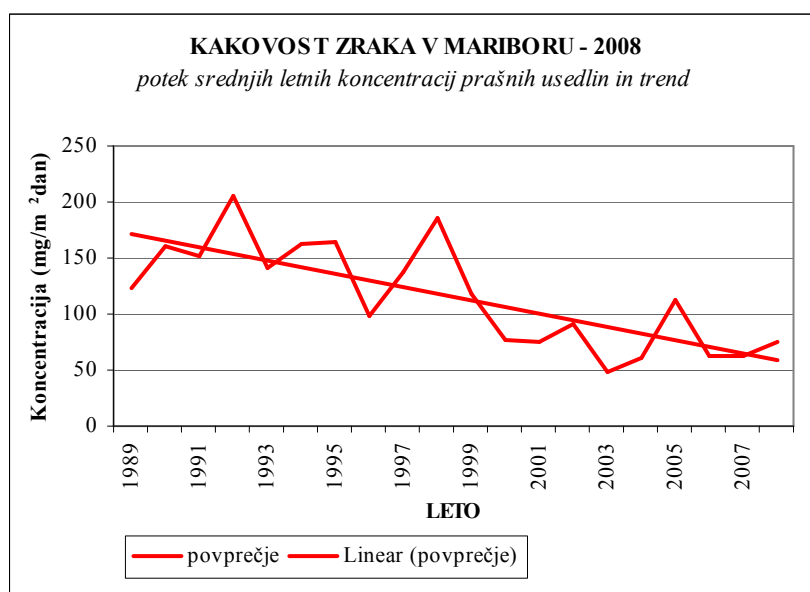
V tabeli 6.8 so srednje letne koncentracije prašnih usedlin po merilnih mestih v letih 1989-2008.

Tabela 6.8: Prašne usedline 1989-2008 - merilna mreža Maribor, Miklavž

Merilno mesto	Koncentracija v mg/m ² .dan									
	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Tezno	100	150	250	155	125	80	70	100	75	140
Tabor	190	280	160	210	240	390	380	165	300	300
Laznica	160	220	140	200	120	60	90	80	90	180
Vrbanska	110	90	140	200	190	180	200	80	150	100
Skoke	60	60	65	260	30	110	80	65	65	210
Povprečje	145	145	150	190	130	140	170	100	130	205

Merilno mesto	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Tezno	100	100	73	75	67	66	142	136	106	111
Tabor	150	130	100	150	45	61	145	48	66	87
Laznica	65	40	80	81	44	74	92	33	40	64
Vrbanska	60	64	65	80	41	48	35	32	46	47
Skoke	210	50	53	69	44	68	144	66	58	63
Povprečje	120	80	80	92	48	64	114	63	63	74

Potek letnega povprečja merilnih mest je skupaj z linearnim trendom prikazan na sliki 6.34. Do sredine leta 2002 je bilo merilno mesto Tabor dejansko v Centru, merilno mesto Vrbanska pa do sredine leta 2003 v Bresternici.



Slika 6.34: Prašne usedline in linearni trend 1989-2008, povprečje vseh merilnih mest

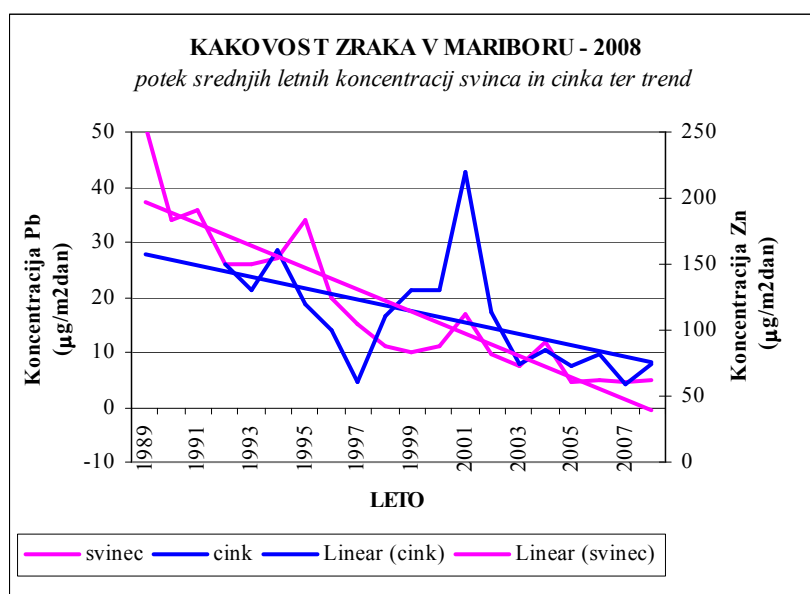
V letu 2008 so bile izmerjene relativno nizke koncentracije prašnih usedlin, pod referenčno letno vrednostjo, kar potrjuje splošen trend izboljševanja kakovosti zunanjega zraka. Najvišje koncentracije so bile na Teznu; kar lahko pripišemo prometnici v bližini. Z najnižjimi vrednostmi spet izstopajo Vrbanska, Laznica in Skoke.

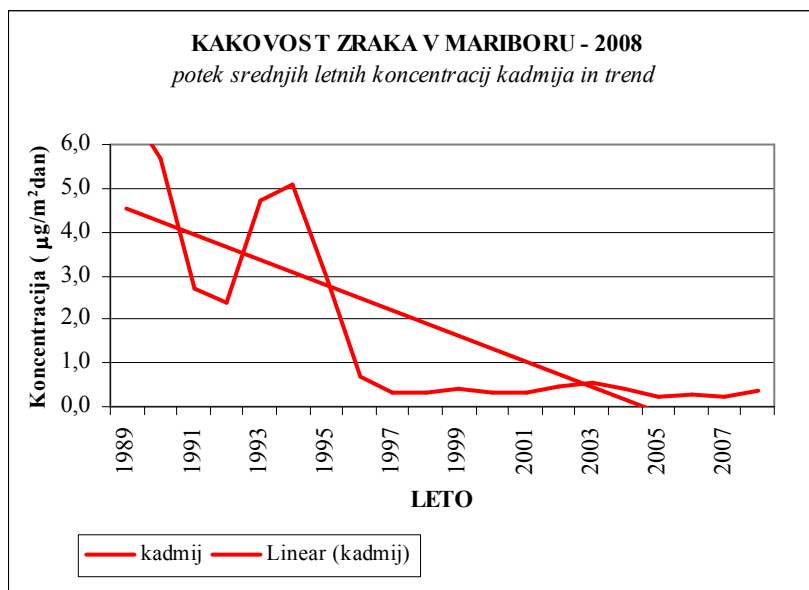
6.3.8 Težke kovine v prašnih usedlinah

V tabeli 6.9 so srednje letne koncentracije težkih kovin v prašnih usedlinah za obdobje 1989-2008, izražene kot povprečje rezultatov meritev iz vseh merilnih mest, kar je prikazano tudi na slikah 6.35 (svinec in cink) in 6.36 (kadmij), skupaj z linearnim trendom letnih koncentracij.

Tabela 6.9: Težke kovine v prašnih usedlinah 1989-2008 – merilna mreža Maribor, Miklavž

Koncentracija v $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{dan}$									
Onesnaževalo	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
svinec	51	34	36	26	26	27	34	20	15
kadmij	6,9	5,7	2,7	2,4	4,7	5,1	3,0	0,7	0,3
cink				150	130	160	120	100	60
Onesnaževalo	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
svinec	11	10	11	17	10	<10	12	<10	<10
kadmij	0,3	0,4	0,3	0,3	0,5	0,5	0,4	0,2	0,3
cink	110	130	130	220	110	74	85	72	81
Onesnaževalo	2007	2008							
svinec	<10	<10							
kadmij	0,2	0,4							
cink	58	74							

**Slika 6.35:** Svinec in cink v PU 1989-2008, povprečje vseh merilnih mest

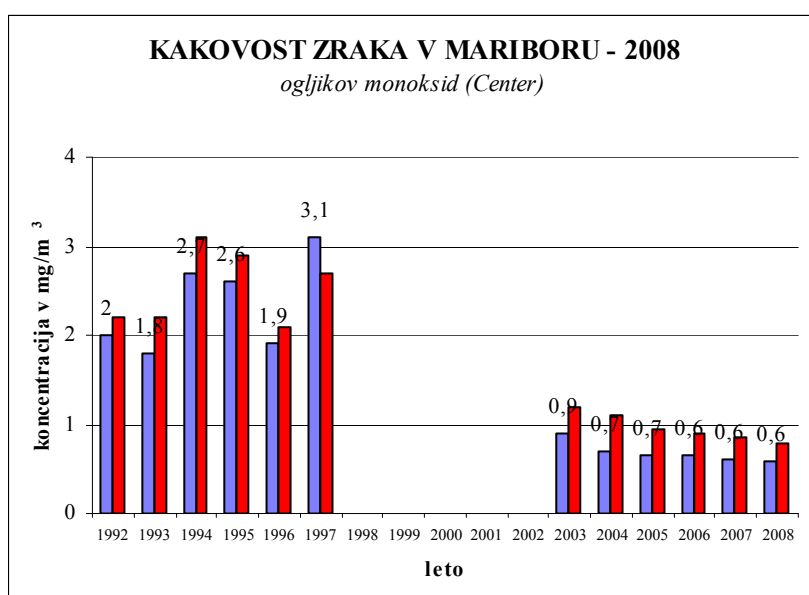


Slika 6.36: Kadmij v PU 1989-2008, povprečje vseh merilnih mest

Gibanje srednjih letnih vrednosti težkih kovin je pri svincu usmerjeno strmo navzdol, pri cinku je trend upadanja počasnejši, vendar tudi jasno zaznaven, pri kadmiju pa so koncentracije že več kot 10 let nizke. Koncentracije vseh treh kovin so bile pod referenčnimi letnimi vrednostmi in sledijo splošnemu izboljšanju kakovosti zraka v zadnjih letih.

6.3.9 Ogljikov monoksid

Srednje letne koncentracije in koncentracije samo v zimskem času so za ogljikov monoksid in za merilno mesto Center v letih 1992-2008 prikazane na sliki 6.37. Rezultatov za leta 1998-2002 ni, saj meritve takrat niso potekale.

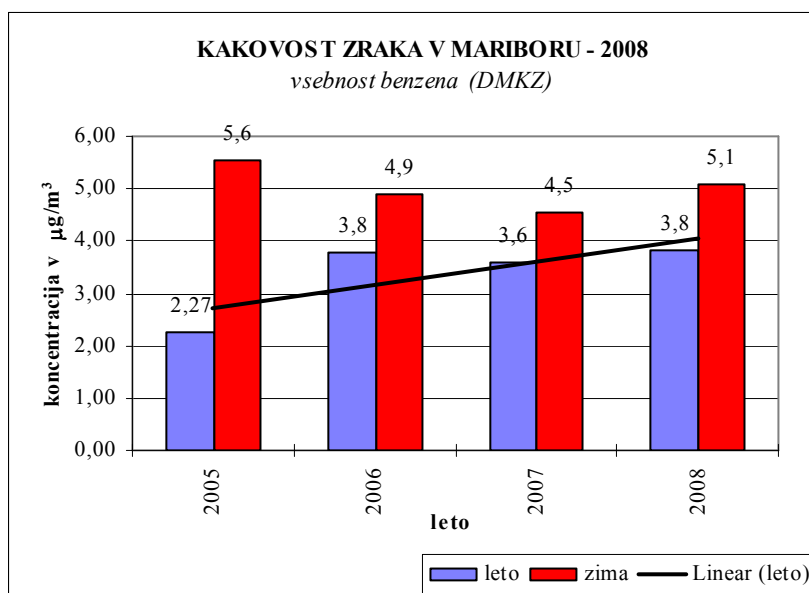


Slika 6.37: Ogljikov monoksid 1992-2008, merilno mesto Center

Kakovost zraka z ogljikovim monoksidom je bila leta 2008 enako nizka kot leto poprej; trend upadanja koncentracij je zaznaven.

6.3.10 Benzen

Uradni rezultati meritev benzena v zunanjem zraku iz merilne postaje Center (DMKZ) so bili prvič na voljo v letu 2005 in so skupaj z rezultati meritev v letih 2006 do 2008 prikazani na sliki 6.38.

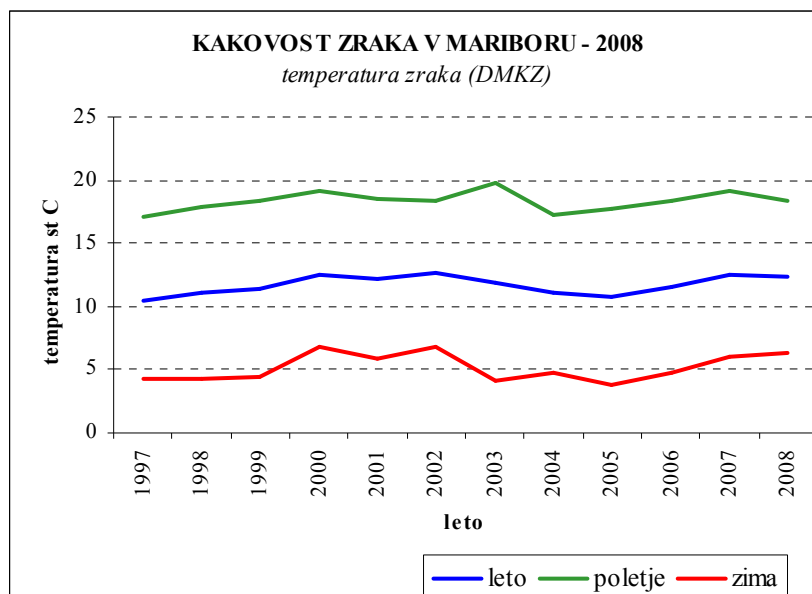


Slika 6.38: Benzen 2005-2008, merilno mesto Center

Podatki kažejo, da je bilo benzena leta 2008 enako kot leta 2006 in le malo več kot leta 2007, pa tudi povprečje v zimskem času ne odstopa od vrednosti iz prejšnjih let. Trend, usmerjen sicer navzgor, ni najustreznejši zaradi nepopolnosti podatkov predvsem v letu 2005.

6.3.11 Temperatura zraka

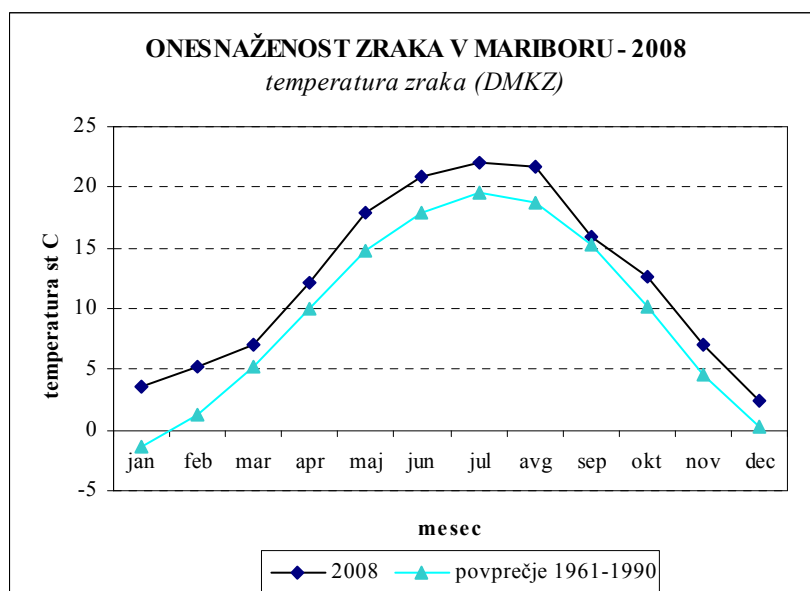
Tudi meritve temperature potekajo že precej dolgo, tako da lahko opazujemo letne trende. Na sliki 6.39 prikazujemo srednjo letno temperaturo zraka ter temperaturo v zimskem in poletnem času v letih 1997–2008. Podatki so iz merilnega mesta Center.



Slika 6.39: Temperatura zraka 1997-2008, merilno mesto Center

Srednja letna temperatura zraka je bila leta 2008 med najvišjimi v obravnavanem merilnem obdobju, temperatura v poletnem času povprečna, v zimskem času pa prav tako med najvišjimi. Zviševanje temperature zraka je opazno za vsa tri prikazana časovna obdobja.

Odstopanje srednje mesečne vrednosti od dolgoletnega povprečja v klimatskem obdobju 1961–1990 je prikazano na sliki 6.40.

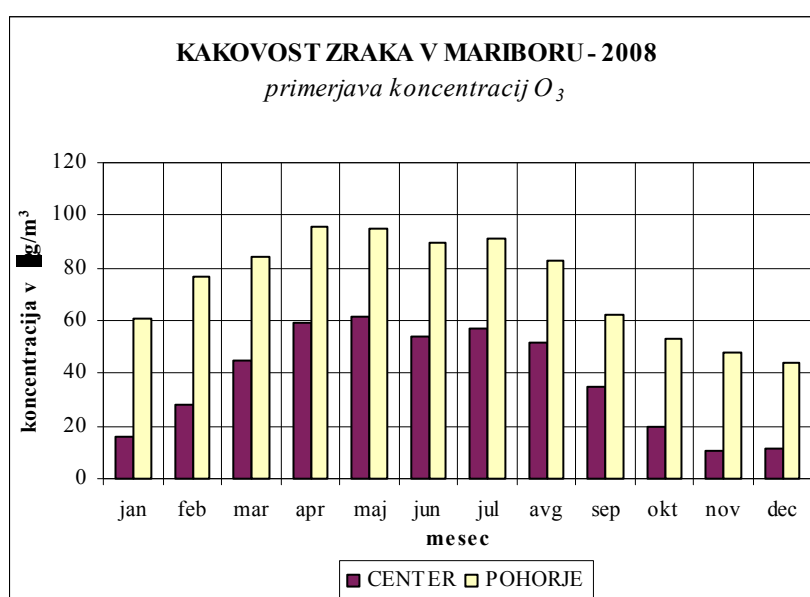


Slika 6.40: Odstopanje temperature zraka v letu 2008 od povprečja 1961-1990, merilno mesto Center

Srednja letna temperatura zraka v letu 2008 je bila za 2,7 °C višja kot v dolgoletnem povprečju 1961–1990, glede na povprečje v obdobju 1998-2007 pa je bilo leto 2008 toplejše za 0,7 °C.

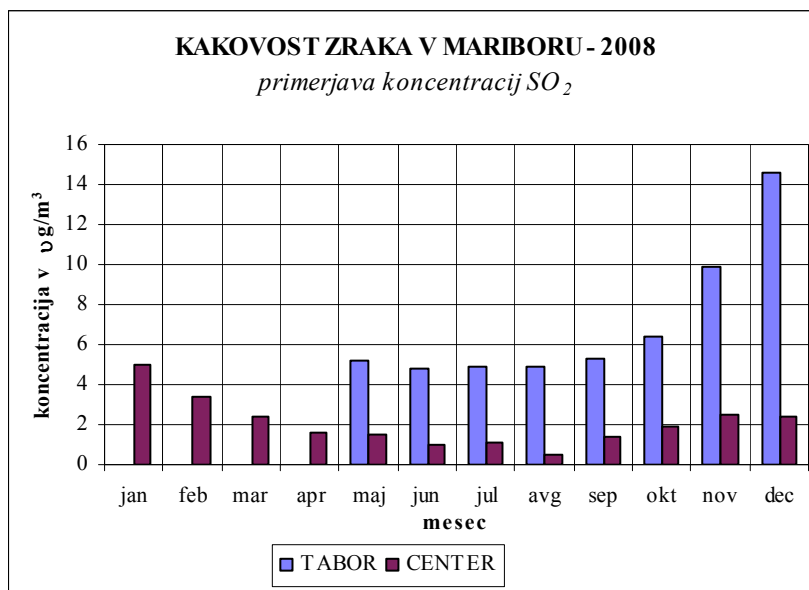
6.4 PRIMERJAVA MED MERILNIMI MESTI V LETU 2008

Meritve kakovosti zraka potekajo v okviru državne merilne mreže v Centru in v okviru mestne merilne mreže na merilnem mestu Tabor, ozon se dodatno ugotavlja še na Pohorju. V letu 2008 ne moremo primerjati rezultatov meritev ozona iz vseh treh merilnih mest, saj na Taboru meritve niso bile ustrezne, za ostali žveplov in dušikov dioksid s Tabora pa je primerjava nepopolna, saj so se meritve pričele z mesecem majem. Srednje letne in najvišje izmerjene kratkotrajne vrednosti v primerjavi z normativnimi vrednostmi za obe merilni mreži so v poglavju 5, v nadaljevanju prikazujemo primerjavo potekov srednjih mesečnih vrednosti: na slikah 6.41 za O_3 , 6.42 za SO_2 , 6.43 za NO_2 in 6.44 (tudi na sliki 6.12) za delce PM_{10} , za svinec (slika 6.45) in benzo(a)piren v delcih PM_{10} (slika 6.46).



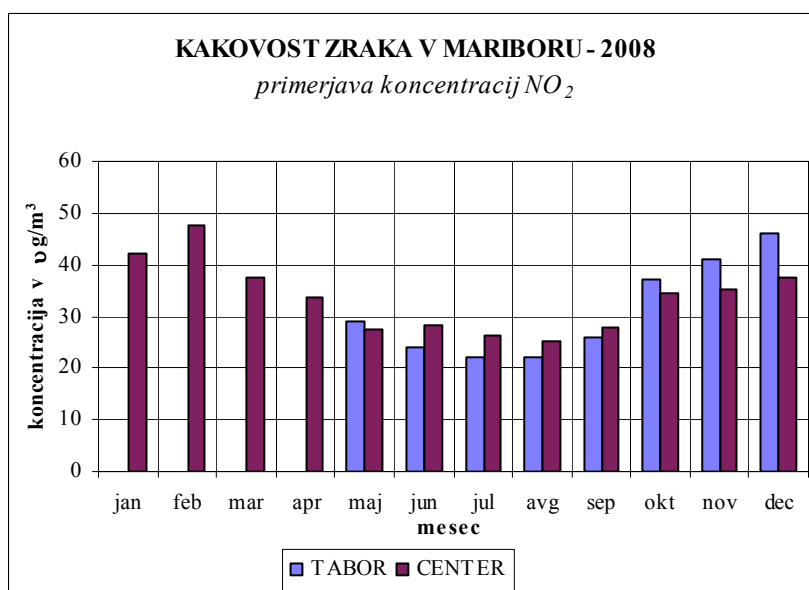
Slika 6.41: Vsebnosti O_3 , merilni mesti Center in Pohorje

Mesečni poteki ozona za obe merilni mesti kažejo podobne osnovne značilnosti. Kot je bilo že navedeno, so koncentracije v Centru nižje kot na Pohorju.



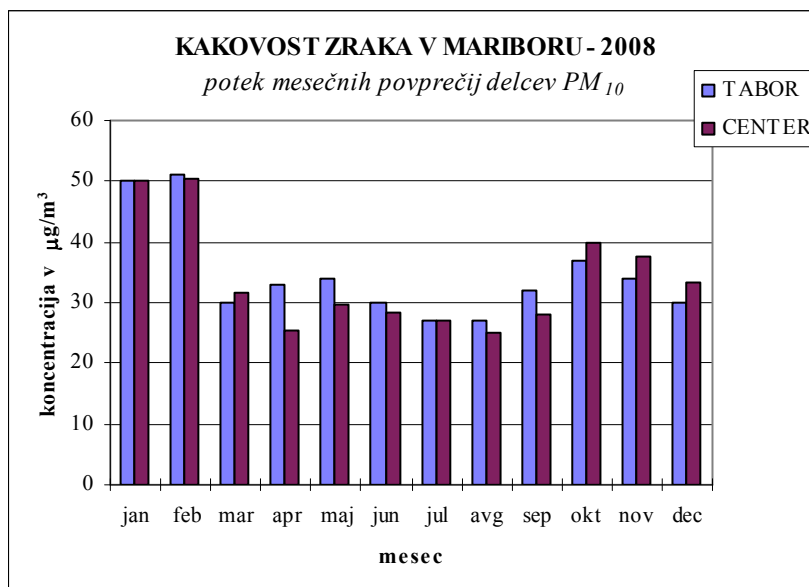
Slika 6.42: Vsebnosti SO_2 , merilni mesti Center in Tabor

Mesečni poteki žveplovega dioksida za obe merilni mesti kažejo podobne osnovne značilnosti. Kot je bilo že navedeno, so koncentracije v Centru nižje kot na Taboru.



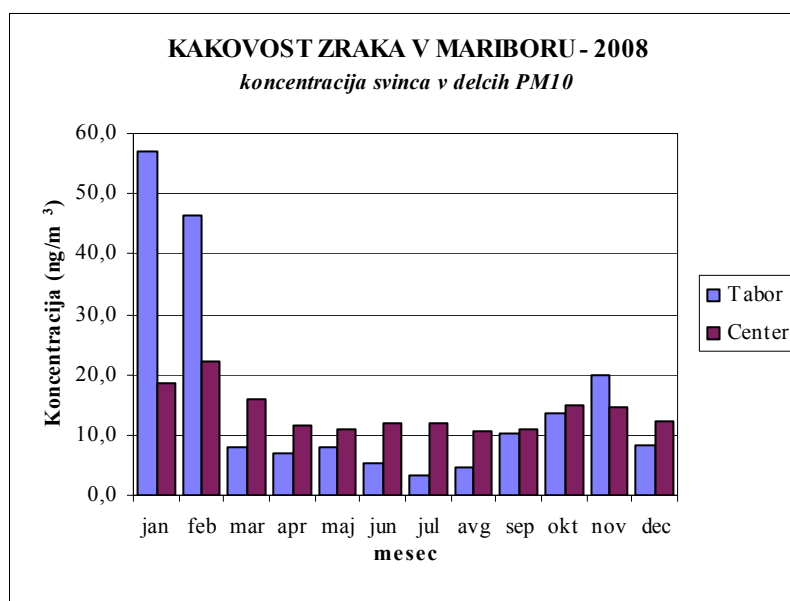
Slika 6.43: Vsebnosti NO_2 , merilni mesti Center in Tabor

Tudi mesečni poteki dušikovega dioksida kažejo podobne osnovne značilnosti. Koncentracije so poleti nižje na Taboru, pozimi pa v Centru.



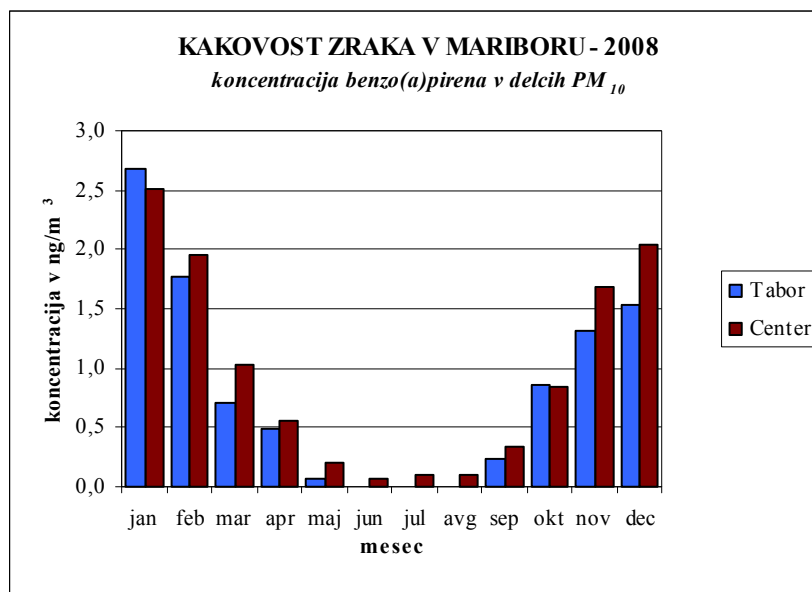
Slika 6.44: Kakovosti zraka z delci PM₁₀, merilni mesti Center in Tabor

Iz slike izhaja, da sta v povprečju Center in Tabor praktično enako obremenjena z delci PM₁₀, v poletnem času Tabor nekoliko bolj kot Center, zimskem pa Center bolj kot Tabor.



Slika 6.45: Kakovosti zraka s svincem v delcih PM₁₀, merilni mesti Center in Tabor

Razlike v koncentracijah svincev v delcih se pojavljajo, tako da ga je v povprečju v zimskem času več na Taboru, v poletnem času pa v Centru.

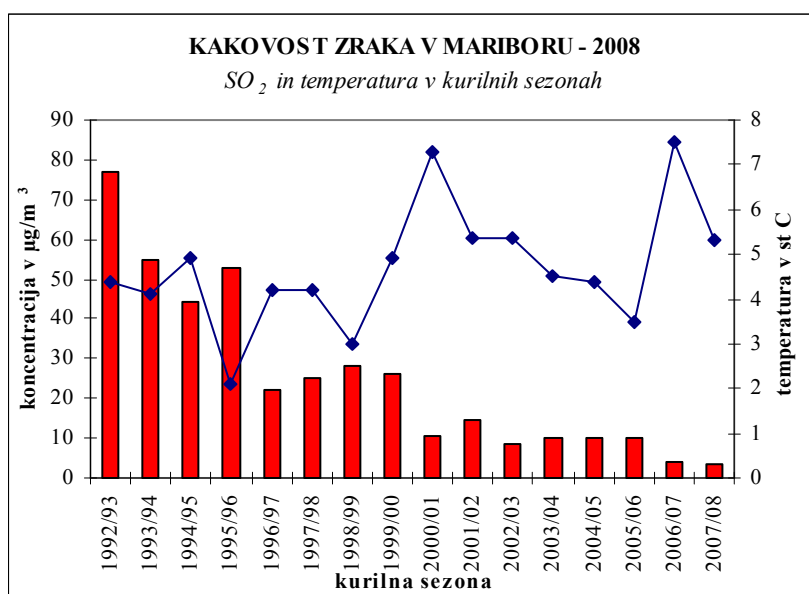


Slika 6.46: Kakovosti zraka z benzo(a)pirenom v delcih PM₁₀, merilni mesti Center in Tabor

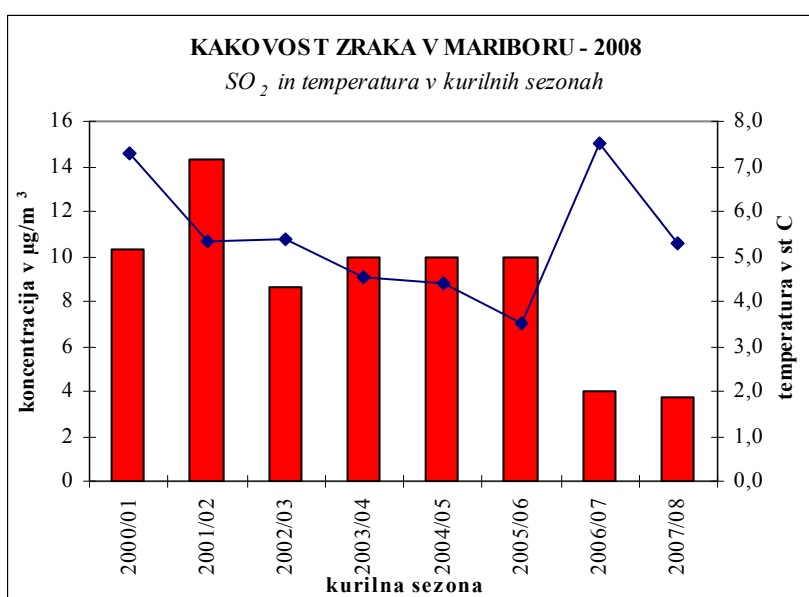
Center in Tabor sta podobno obremenjena z benzo(a)pirenom v delcih PM₁₀ po posameznih mesecih, le nekoliko višje povprečne koncentracije so v Centru.

6.5 ODVISNOST KAKOVOSTI ZRAKA OD TEMPERATURE

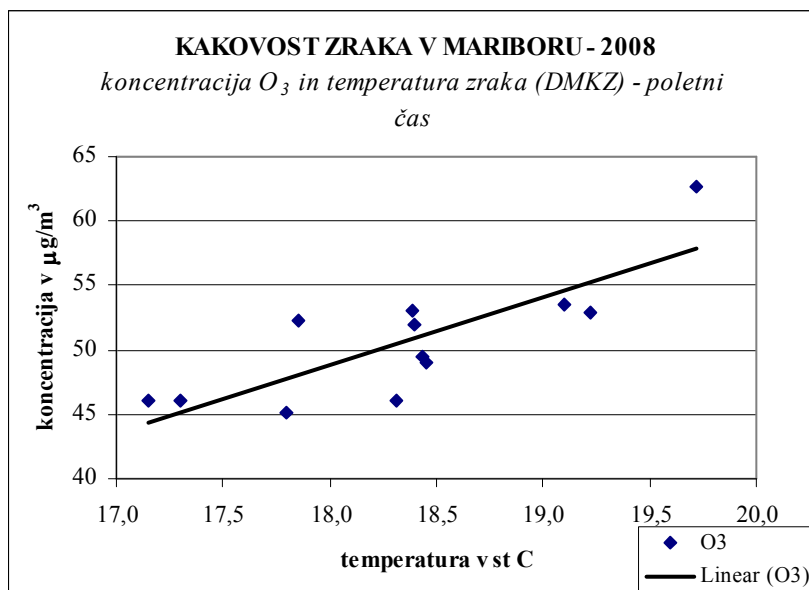
Koncentracije nekaterih onesnaževal že na prvi pogled kažejo odvisnost od zunanje temperature zraka. Zato v nadaljevanju prikazujemo slike, ki to domnevo potrjujejo. Povezava srednje temperature zraka in srednjih koncentracij SO₂ v zimskem času 1992/93-2007/08 so na sliki 6.47, v zimskem času 2000/01-2007/08 pa na sliki 6.48. Srednje koncentracije O₃ v poletnem času let od 1997-2008 v povezavi s srednjo temperaturo zraka so na sliki 6.49, srednje letne koncentracije delcev PM₁₀ v obdobju 2001-2008 in temperatura za isto obdobje pa na sliki 6.50.



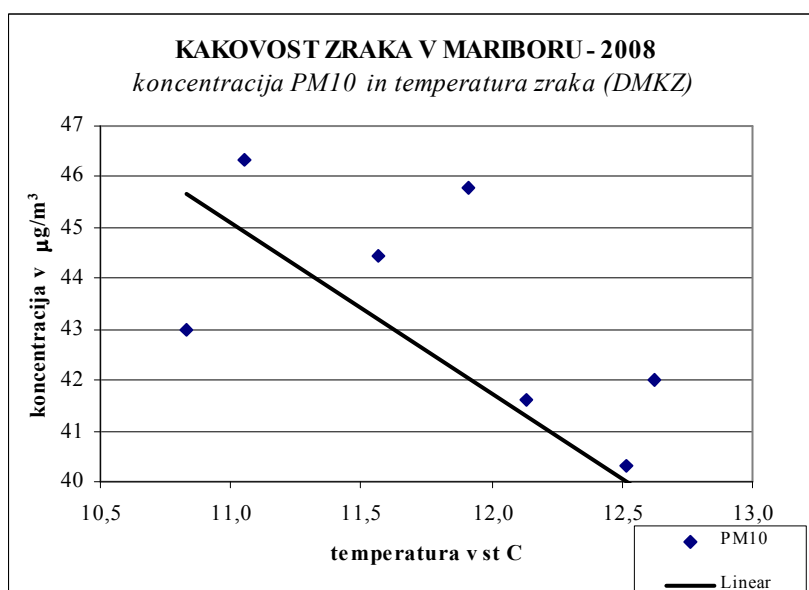
Slika 6.47: Temperatura zraka in koncentracije SO₂ v zimskem času 1992-2008, merilno mesto Center



Slika 6.48: Temperatura zraka in koncentracije SO₂ v zimskem času 2000-2008, merilno mesto Center



Slika 6.49: Temperatura zraka in koncentracije O_3 v poletnem času 1997-2008, merilno mesto Center



Slika 6.50: Temperatura zraka in koncentracije PM_{10} v celotnem letu 2001-2008, merilno mesto Center

Iz prvih dveh slik izhaja, da višja temperatura zraka v zimskem času pomeni nižjo koncentracijo žveplovega dioksida, kar je seveda povezano z intenziteto ogrevanja prostorov. Iz trendne črte, ki predstavlja povezavo srednjih koncentracij O_3 v poletnem času s srednjo temperaturo zraka, je razvidno, da je bila ob toplejših poletjih vsebnost ozona v zraku višja. Pri delcih PM_{10} je odvisnost ravno obratna, saj so višje povprečne letne koncentracije delcev izmerjene v hladnejših letih.

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.

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 hladnem delu leta tudi individualna kurišča in večje kotlovnice oziroma toplarne. Meritve kakovosti zraka v Mariboru so glede ekoloških parametrov v letu 2008 dale sledeče rezultate.

Koncentracije **žveplovega dioksida** so bile kot že leta poprej ustrezne. Najvišja urna vrednost v Centru (podobno je tudi na Taboru) je bila $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (mejna urna vrednost po slovenski zakonodaji $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$), najvišja dnevna vrednost pa $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (mejna dnevna vrednost po slovenski zakonodaji $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mejna dnevna vrednost po WHO $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Vrednosti so bile višje v zimskem času, v poletnem času se že približujejo spodnji meji določljivosti merilne opreme.

Kot glavne vire žveplovega dioksida v ozračju lahko opredelimo kurilne naprave in promet, svoj delež prispeva tudi industrija.

Podatki o akutnih učinkih izpostavljenosti visokim koncentracijam žveplovega dioksida prihajajo predvsem iz kontroliranih študij na prostovoljcih. Te študije so pokazale spremembe kazalcev pljučne funkcije, zlasti padec FEV_1 in porast specifične upornosti dihalnih poti, kakor tudi pojav simptomov, kot je kratka sapa. Najbolj občutljiva skupina so astmatiki. Težave nastopijo že po kratkotrajni (nekajminutni) izpostavljenosti, prej pri fizični aktivnosti. Ne obstaja jasno določena varna mejna vrednost, vendar je študija z astmatiki, ki so telovadili v posebnih komorah s kontroliranimi koncentracijami žveplovega dioksida, pokazala, da urne vrednosti žveplovega dioksida $572 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ne povzročajo klinično zaznavnih škodljivih učinkov na dihalno funkcijo, zato pri izmerjenih urnih vrednostih do $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ne pričakujemo akutnih škodljivih učinkov žveplovega dioksida pri izpostavljenih prebivalcih.

Podatki o škodljivih učinkih žveplovega dioksida pri subakutni in kronični izpostavljenosti zraku, onesnaženemu z žveplovim dioksidom, izhajajo predvsem iz epidemioloških študij, kjer so bili skupaj opazovani učinki žveplovega dioksida, delcev PM_{10} in drugih pridruženih onesnaževal. Študije so pokazale povezavo med koncentracijami žveplovega dioksida v zraku in splošno, kardiovaskularno in respiratorno umrljivostjo ter nujnimi sprejemi v bolnišnico zaradi kronične obstruktivne pljučne bolezni in drugih respiratornih obolenj. Na podlagi novejših študij, ki obravnavajo učinke žveplovega dioksida ločeno, je WHO leta 2005 kot

mejno 24-urno vrednost za škodljive efekte na zdravje človeka predlagala $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, zato je pri izmerjenih 24 - urnih vrednostih do $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ verjetnost pojava subakutnih ali kroničnih učinkov žveplovega dioksida pri izpostavljenih prebivalcih, razen pri najbolj občutljivih skupinah, majhna.

Povprečna letna koncentracija **dušikovih oksidov** v Centru je bila $63 \mu\text{g}/\text{m}^3$, z višjimi vrednostmi v zimskem času. V zvezi z dušikovimi oksidi obstaja v slovenski zakonodaji le mejna letna koncentracija NO_x za varstvo rastlin v naravnem okolju ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Ravno tako tudi WHO ne predpisuje mejnih vrednosti za NO_x , zato ni mogoče ocenjevati zdravstvene škodljivosti.

Izmerjene so bile tudi koncentracije **dušikovega dioksida**. Najvišja urna koncentracija je znašala $133 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (mejna urna vrednost po slovenski zakonodaji in WHO je $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$), kar pomeni, da ni bilo prekoračitev mejne urne vrednosti v koledarskem letu. Povprečna letna koncentracija je bila $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (mejna/dopustna letna vrednost po slovenski zakonodaji $40/44 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Številne kratkotrajne toksikološke študije na človeku so pokazale akutne škodljive učinke na zdravje po 1 - urni 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 oksida v zraku so torej posebej občutljivi astmatiki, pri katerih se pri izmerjeni urni vrednosti do $133 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 in Pohorje. Najvišja 8 – urna koncentracija je bila v Centru $118 \mu\text{g}/\text{m}^3$, na Pohorju pa $143 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (ciljna 8 – urna vrednost po slovenski zakonodaji $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ciljna 8 – urna vrednost po WHO $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Vrednosti so bile občutno višje v poletnem času. Ciljne 8 – urne koncentracije ozona na merilnem mestu Center niso bile prekoračene, na Pohorju pa 27 krat, kar je malo več od dovoljenih 25 prekoračitev v koledarskem letu.

Toksičnost ozona se povečuje z višanjem koncentracije, s podaljševanjem časa izpostavljenosti ter 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 ciljno 8 - urno mejno koncentracijo ozona $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ter vmesno 8 - urno mejno koncentracijo $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Pri izmerjeni najvišji 8 - urni vrednosti v Centru je 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 Pohorju.

Koncentracije **delcev PM₁₀** so bile relativno visoke. Najvišja izmerjena povprečna dnevna koncentracija je bila 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Center) oziroma 115 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tabor) (mejna dnevna vrednost po slovenski zakonodaji 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mejna dnevna vrednost po WHO 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Skupno število prekoračitev mejne dnevne vrednosti je bila v Centru 54, na Taboru pa 52, kar je več od dovoljenih 35 prekoračitev v koledarskem letu. Večina prekoračitev je 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 kašlja, simptomi prizadetosti spodnjega dela respiratornega trakta, hospitalizacijami zaradi respiratornih težav in povečano mortaliteto. Dve kohortni študiji, opravljene 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. Glede na izmerjene najvišje povprečne dnevne koncentracije 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.

V dnevni vzorci delcev PM₁₀ iz Centra so se ugotovljale koncentracije **težkih kovin** (svinec, kadmij, arzen, nikelj) ter **vsebnost benzo(a)pirena**. Ciljna letna vrednost ni bila presežena za nobeno od kovin ali 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 2,1 mg/m^3 (mejna 8-urna vrednost po slovenski zakonodaji in WHO 10 mg/m^3). Glede na izmerjene najvišje 8-urne koncentracije ne pričakujemo škodljivih učinkov ogljikovega monoksida na izpostavljene prebivalce.

Povprečna letna koncentracija **benzena** je dosegla 3,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (mejna/dopustna letna vrednost po slovenski zakonodaji 5,0/6,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

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/m^3 . Pri koncentracijah pod 32 mg/m^3 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 podganah 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 2008 potekale v okviru rednih pogodbenih obveznosti z mestno občino Maribor v mestni merilni mreži. Program je obsegal tudi meritve izven območja mestne občine na podlagi pogodb z občinama Hoče-Slivnica in Miklavž na Dravskem polju. Poročilo enakovredno vključuje rezultate meritev kakovosti zraka iz državne merilne mreže (DMKZ), ki jo vodi Agencija RS za okolje iz Ljubljane, čeprav bodo ti rezultati objavljeni tudi v njihovem rednem letnem poročilu. Obseg del, metodologija meritev in uporabljena merilna oprema so že nekaj let ustaljeni. V meritve v obeh mrežah so bila vključena naslednja onesnaževala: žveplov dioksid (SO_2), dušikovi oksidi (NO_x in NO_2), ozon (O_3), delci (PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$), ogljikov monoksid (CO), benzen (C_6H_6) ter težke kovine (Pb, Cd, Ni, As) in benzo(a)piren v delcih PM_{10} . Dodatno so obsegale še prašne usedline (PU) in težke kovine (TK) v njih, ki služijo predvsem za ugotavljanje prostorske razporeditve kakovosti zraka, ter temperaturo zraka.

Meritve v državni merilni mreži so potekale na merilnem mestu Center, v mestni merilni mreži pa na Taboru, na Pohorju ter na petih lokacijah za ugotavljanje prašnih usedlin in kovin v njih (Tabor, Skoke, Vrbanska, Laznica in Tezno). Za večino merjenih onesnaževal je bilo na voljo ustrezno število podatkov, le meritve na Taboru so zaradi težav z merilnikom potekale šele od meseca maja naprej, pa še rezultati za ozon so precej nepopolni, zato jih ne navajamo. Rezultati meritev delcev PM_{10} so v skladu z navodilom ARSO /12/ na Taboru pomnoženi s faktorjem 1,3, v Centru pa s faktorjem 1,19 v zimskem in 1,0 v poletnem času. Vsi rezultati meritev v tem poročilu so ponovno preverjeni in so uradni rezultati za leto 2008. Rezultate iz državne merilne mreže so obdelali na ARSO.

Zakonski okvir se v letu 2008 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 direktiva še ni bila privzeta.

Kakovost zraka z **žveplovim dioksidom**, merjena na merilnih mestih Center in Tabor, je bila kot že leta prej ustrezna. Prekoračitve mejnih dnevne in urne vrednosti, seveda tudi opozorilne in alarmne vrednosti, se niso pojavile nikoli. Dnevni hod kaže izrazito dopoldansko konico, ki nadomešča jutranjo, medtem ko je večerna konica komaj še zaznavna. Koncentracije so v zimskem času nekoliko višje kot v poletnem, ko se že približujejo spodnji meji določljivosti merilne opreme. V letu 2008 je bila izmerjena doslej najnižja srednja letna vrednost. Viri žveplovega dioksida v zunanjem zraku so kurišča, aktivna v glavnem samo v zimskem času, ter promet in industrija. Nizke koncentracije žveplovega dioksida v zadnjih letih so posledica intenzivne spremembe goriv oziroma načina ogrevanja: predpisi o kakovosti goriv zahtevajo uporabo vedno čistejših goriv, plinifikacija in toplifikacija pa sta bistveno spremenili energetska strukturo mesta v korist ekološko sprejemljivejših goriv.

Meritve koncentracij **dušikovega dioksida** so potekale na merilnih mestih Center in Tabor. Srednja letna vrednost ni presegla mejne letne vrednosti na nobenem merilnem mestu, koncentracije so bile nekoliko nižje na Taboru. Preseganje mejne urne vrednosti se ni pojavilo

nikoli, prav tako ne prekoračitve 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 takoj po sončnem vzhodu zaradi sodelovanja pri tvorbi ozona, preko dneva so koncentracije bolj ali manj enake, 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 in na Taboru med najnižjimi doslej, glede na potek srednjih letnih vrednosti od leta 1992 lahko še vedno govorimo o trendu upadanja.

Srednja letna koncentracija **skupnih dušikovih oksidov** v Centru je nad mejno letno vrednostjo za varstvo rastlin v naravnem okolju in na ravni vrednosti v preteklih letih. Trend letnih koncentracij v dosedanem obdobju meritev ne kaže bistvenih sprememb glede na pretekla leta. Dnevni hod koncentracij skupnih dušikovih oksidov je zelo 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 v poletnem.

Meritve vsebnosti **ozona** v zraku potekajo na dveh merilnih mestih: v središču mesta (Center), in na višji legi (Pohorje). Z uveljavitvijo uredbe C je za varovanje zdravja ljudi določena le ciljna 8-urna vrednost, ki v Centru ni bila nikoli presežena, na Pohorju pa v 27 dneh; slednje je več od dovoljenih 25 prekoračitev v koledarskem letu. 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 obe merilni mesti. Dnevni hod ozona je komplementaren hodu dušikovega dioksida in kaže najvišje vrednosti v popoldanskem času, saj zaradi prisotnosti intenzivne sončne svetlobe in predhodnikov (to je onesnaževal, ki pripomorejo k nastanku ozona: dušikovih oksidov in lahkih organskih spojin - VOC) prihaja do nastajanja viška ozona in ostalih fotokemijskih oksidantov. V nočnem času so koncentracije ozona zaradi reakcije z dušikovim oksidom na ravni naravnega ozadja. Z NO_x in VOC obremenjen zrak je bolj prisoten v mestnem središču kot na obrobju, 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 ni razpada ozona, je vsebnost ozona lahko precej večja kot v mestu, kar tudi kažejo rezultati meritev 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 dosedanem merilnem obdobju kažejo majhne spremembe srednjih letnih in sezonskih vrednosti, tako da težko govorimo o očitnih trendih vsebnosti ozona v zraku, kar velja za obe merilni mesti.

Srednja letna koncentracija **delcev PM₁₀** je bila v Centru in na Taboru praktično enaka in pod mejno letno vrednostjo. Prekoračitev mejne dnevne vrednosti je bilo 54 v Centru in 52 na Taboru, kar je več od dovoljenih 25 prekoračitev v koledarskem letu. Večina prekoračitev se je zgodila v zimskem času. Opozorilna vrednost (skupaj z žveplovim dioksidom) po odloku ni bila presežena. Dnevni hod ima dve konici (jutranjo in večerno), ki sta na Taboru nekoliko bolj izraziti kot v Centru. Na koncentracije delcev PM₁₀ v zraku vplivajo razen vplivnih virov (kurišča, promet in industrija) tudi širše vremenske razmere, tako da je delcev v zraku več v zimskem kot v poletnem času. Dolgoročni trendi so v Centru in na Taboru usmerjeni navzdol.

Kakovosti zraka z **delci PM_{2,5}** v Centru z dnevnimi in mesečnimi hodi sledi zakonitostim delcev PM₁₀. Srednja letna vrednost je bila pod ciljno vrednostjo iz direktive EU in nižja kot prejšnja leta.

V dnevnih vzorcih delcev PM₁₀ iz Centra in Tabora so se ugotavljale koncentracije težkih kovin (**svinca, kadmija, arzena in niklja**). Izmerjene so bile zelo nizke koncentracije vseh štirih kovin. Ciljna letna vrednost za posamezno kovino ni bila presežena. Razlike med Taborom in Centrom so majhne. Mesečni hodi kažejo višje pojavljanje v zimskem času, kar pa ni stalno pravilo. Že nekaj zadnjih let so koncentracije vseh kovin precej pod ciljnim letnimi vrednostmi.

Vsebnost **benzo(a)pirena** v delcih PM₁₀ je bila v Centru in na Taboru pod ciljno vrednostjo. 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 pa nakazujejo tudi pomemben prispevek prometa k onesnaževanju s poliaromatskimi ogljikovodiki. Dolgoletni potek kaže na bistveno zniževanje vsebnosti tega onesnaževala v zunanjem zraku.

Delci v zraku se ugotavljajo tudi kot **prašne usedline**, ki predstavljajo večjo velikostno frakcijo kot delci PM₁₀ ali PM_{2,5}. Letno povprečje na vsakem od petih merilnih mest je bilo pod referenčno letno vrednostjo. Referenčna mesečna koncentracija ni bila nikoli presežena. Vrednosti v poletnem času so nekoliko višje kot v zimskem. Glede na pretekla leta so bile izmerjene nizke vrednosti, ki so med najnižjimi doslej, za vsa merilna mesta je opazno dolgoročno izboljšanje stanja.

Vsebnost težkih kovin (**svinec, kadmij in cink**) v prašnih usedlinah nikjer ni bila čezmerna. V primerjavi s preteklimi leti so bile koncentracije vseh treh kovin nizke, očiten je tudi trend zniževanja vsebnosti kovin v prašnih usedlinah. Od povprečja nekoliko izstopajo koncentracije kadmija na merilnem mestu Vrbanska.

Iz vseh rezultatov meritev prašnih delcev, benzo(a)pirena in kovin v delcih je težko sklepati na vplivne vire; lahko so to sicer kurišča (koncentracije delcev PM₁₀, težkih kovin in PAO so v zimskem času višje kot v poletnem času), promet (dnevni hod ima dva, s prometnimi konicami povezana vrhova), industrijski viri, gradbene dejavnosti (višje vrednosti prašnih usedlin v poletnem času) ter so lokalnega značaja (na primer delo na vrtu – višje vrednosti prašnih usedlin v poletnem času). Tudi težke 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. Vsekakor pa so vrednosti povezane tudi z vremenskimi razmerami – suho vreme povišuje koncentracije prašnih delcev.

Ogljikov monoksid, merjen v Centru, ne predstavlja pomembnega onesnaževala, saj nobena izmerjena 8-urna vrednost ni presegala mejne vrednosti. Dnevni hod je podoben hodu delcev

PM₁₀ z dvema konicama (jutranjo in večerno). Tega onesnaževala je bistveno več v zraku v zimskem kot v poletnem času, kar lahko pripišemo kuriščem in drugačnim zgorevalnim razmeram v vozilih. Koncentracije so bile najnižje v dosedanjem merilnem obdobju, trend zniževanja vsebnosti CO je opazen, vendar v zadnjih letih ne več tako očiten.

Meritve vsebnosti **benzena** v zraku v Centru so pokazale, da mejna in dopustna letna vrednost nista bili preseženi. Dnevni hod je podoben ostalim onesnaževalom, značilnim za promet in kurišča. Kažejo se v povprečju višje vrednosti v zimskem kot v poletnem času. Opredelitve glavnih virov tega onesnaževala samo iz rezultatov meritev ni mogoča. Za določitev ustreznih trendov je na voljo premalo podatkov.

Temperatura zraka je lahko pokazatelj širših vremenskih dogajanj, ki vplivajo na kakovost zunanjega zraka, zato jo v poročilu tudi vedno navajamo. Za leto 2008 je bila značilna precej toplejša prva polovica leta (najbolj januar, februar in avgust), pa tudi v vseh ostalih mesecih so bile temperature zraka nad ravniyo dolgoletnega povprečja 1961-1990. Srednja letna temperatura v letu 2008 je bila od tega povprečja višja kar za 2,7 °C. Primerjava s povprečjem v letih 1998-2007 kaže, da je bilo leto 2008 za 0,7 °C toplejše.

Vlada je izdala leta 2003 **Sklep o določitvi območij in stopnji onesnaženosti zaradi žvepovega 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, na katerem je raven onesnaženosti enega ali več onesnaževal višja od predpisane mejne vrednosti in nižja od vsote mejne vrednosti in vrednosti sprejemljivega presežanja (dopustne vrednosti). Ta razvrstitev je temeljila na čezmerni vsebnosti ozona, dušikovega dioksida in delcev PM₁₀. Tudi študija Predhodna ocena onesnaženosti zraka /13/, izdelana v letu 2004 na podlagi izvedenih meritev v mestni merilni mreži, je prišla do enakega zaključka.

Glede na v tem poročilo predstavljeno kakovost zraka v letu 2008 smo določili ravni koncentracij onesnaževal in območja meritev uvrstili v eno od treh stopenj onesnaženosti zraka, kot jih določa krovna Uredba o ukrepih za ohranjanje in izboljšanje kakovosti zunanjega zraka. Ravni koncentracij v Sklepu označujemo z:

- 1- presežena mejna vrednost ali vsota mejne vrednosti in dopustnega odstopanja oziroma ciljna vrednost, če gre za ozon, Cd, As, Ni in B(a)P
- 2- med mejno vrednostjo in dopustnim odstopanjem
- 3- med zgornjim pragom za ocenjevanje in mejno vrednostjo
- 4- med spodnjim in zgornjim pragom ocenjevanja
- 5- pod spodnjim pragom ocenjevanja

Stopnje onesnaženosti so v krovni uredbi in uredbi D definirane na naslednji način:

- I. stopnja: raven onesnaženosti presega vsoto mejne vrednosti in vrednosti sprejemljivega presežanja ali presega mejno vrednost, če sprejemljivo presežanje ni predpisano oziroma za ozon, Cd, As, Ni in B(a)P, če je presežena ciljna vrednost

II. stopnja: raven onesnaženosti je višja od mejne vrednosti in nižja od vsote mejne vrednosti in vrednosti sprejemljivega preseganja oziroma za ozon, če je višja od predpisane dolgoročno naravnane vrednosti in nižja ali enaka ciljni vrednosti, za Cd, As, Ni in B(a)P pa če je nižja od ciljnih vrednosti

III. stopnja: raven onesnaženosti ne presega mejne vrednosti oziroma za ozon, če ni presežena predpisana dolgoročno naravnana vrednost.

Uredba D ne določa III. stopnje onesnaženosti zraka.

Pri določitvi območij smo upoštevali povprečje zadnjih petih let, kjer so bili na voljo dolgoletni rezultati, drugače pa krajša povprečja. Upoštevali smo vsa onesnaževala, ki imajo vpliv na zdravje ljudi, ne glede na to, da Sklep ne obravnava onesnaževal, ki jih regulira uredba D. Prišli smo do naslednjih ravni koncentracij onesnaževal oziroma razvrstitve v stopnje onesnaženosti:

Ravni koncentracij

Območje	SO ₂	NO ₂	PM ₁₀	Pb	O ₃	C ₆ H ₆	CO	B(a)P	Cd	As	Ni
SI M	5	3	1	5	5	4	5	3	5	5	5
SI 1	/	/	/	/	1	/	/	/	/	/	/

Stopnja onesnaženosti zraka

Območje	SO ₂	NO ₂	PM ₁₀	Pb	O ₃	C ₆ H ₆	CO	B(a)P*	Cd*	As*	Ni*
SI M	III	III	I	III	III	III	III	II	II	II	II
SI 1	/	/	/	/	I	/	/	/	/	/	/

*III. stopnja ni predpisana

Glede na dokazano škodljivost delcev bo potrebno okoljske naloge usmerjati k reševanju tega problema, čeprav so bile leta 2008 letne koncentracije delcev PM₁₀, PM_{2,5} in benzo(a)pirena pod normativnimi vrednostmi. Normativni vrednosti za O₃ in B(a)P sta sicer ciljni, kar pomeni, da bosta začeli dejansko veljati šele leta 2010 oziroma 2013. Ne glede na to je potrebno izvajati ukrepe za izboljšanje in ohranjanje kakovosti zunanjega zraka in zagotoviti, da se obstoječa kakovost zraka z vsemi onesnaževali izboljša oziroma pri onesnaževalih, ki niso več problematična (žveplov dioksid, ogljikov monoksid, težke kovine), ohranja.

Rezultati meritev kakovosti zraka, dolgoletni poteki 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 meritev oziroma celo njihova opustitev iz finančnih ali drugih neracionalnih razlogov. Odločitev o tem mora temeljiti na analizi dolgotrajnih podatkov in določenih veljavne zakonodaje. V tem poročilu objavljamo tudi rezultate meritev delcev PM_{2,5} iz državne merilne mreže kakovosti zunanjega zraka, za katere se zakonodaja šele pripravlja, zaradi škodljivosti delcev pa se tej frakciji daje precejšen pomen. 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. Nova direktiva EU med drugim tudi

pravi, da se mesta vzorčenja, kjer je bila v zadnjih treh letih presežena mejna vrednost za delce PM_{10} , ohranijo, razen če jih je potrebno zaradi posebnih okoliščin prestaviti.

Ko govorimo o rezultatih meritev kakovosti zraka iz mesta Maribora, s tem mislimo tudi na druga bivalna okolja v naši neposredni bližini. Meritve na različnih merilnih mestih so pokazale zelo podobne rezultate, tako da lahko z gotovostjo trdimo, da z ugotovljeno onesnaženostjo zraka ni obremenjena le okolica merilnih mest, ampak je značilna za širše območje mesta. Tudi primestne občine niso v takšni oddaljenosti od mesta, da bi lahko za njih veljale bistveno drugačne ugotovitve. 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 lokalno 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. S tem mislimo, da so tudi meritve na območju sosednjih občin upravičene, saj dajo dopolnilni podatek k mestni kakovosti zraka in pregled nad kakovostjo zraka širšega območja. Kljub temu bo potrebno v bližnji prihodnosti izvajati sistematičnejše meritve v drugih predelih mesta in okolici, vključno s primestnimi občinami. Na ta način bomo prišli do prostorske razporeditve onesnaženosti zraka, ki bo, podkrepjena s katastrom onesnaževalcev (virov onesnaževanja zraka), podlaga za ukrepe za izboljšanje kakovosti zraka, ki ga je nujno potrebno doseči pri delcih (PM_{10} in $PM_{2,5}$), pa tudi pri benzo(a)pirenu v delcih PM_{10} , dušikovih oksidih, benzenu in ozonu.

V poročilu zelo malo govorimo o virih, ki povzročajo predstavljeno kakovost zraka. Samo na podlagi meritev 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 nalogo bomo skušali izvesti v bližnji prihodnosti.

Agencija RS za okolje je v letu 2007 opravila raziskavo /17/, v kateri so ugotavljali, kateri viri najbolj vplivajo na kakovost zraka z delci PM_{10} . V Mariboru prispeva k onesnaženosti z delci promet z izpušnimi plini 26 %, resuspenzija (ponovno dvigovanje prahu s tal-cest) 21 %, soljenje cest 11 %, daljinski transport 22 % in ostali viri 20 %.

Enako raziskavo so izvedli tudi v Gradcu v sosednji Avstriji /18/. Glavni viri za onesnaženost zraka z delci so v Gradcu promet in kurišča. Pri prometu imajo pomembno vlogo ob emisijah izpušnih plinov tudi dvigovanje prahu s tal (cest) in obraba vozišča ter delov avtomobila (sklopka, zavore), ki je ocenjeno kot kar trikrat pomembnejše, kot se je do sedaj smatralo.

V celoti gledano lahko na osnovi opravljenih meritev kakovosti zraka v Mariboru v letu 2008 ocenimo, da so bile izmerjene le visoke vrednosti delcev PM_{10} . Štiriletno povprečje koncentracij benzo(a)pirena in petletno povprečje dušikovega dioksida sta nad zgornjim ocenjevalnim pragom, vendar se kaže jasen trend zniževanja koncentracij. Vsebnost ozona na Pohorju presega normativne vrednosti, kar pa je posledica značilnosti nastanka in razpada ozona, ne pa 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 PM_{10} 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 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.

Glede na dolgoletne meritve in kvaliteto podatkov smo mnenja, da se tovrstne meritve in analize nadaljujejo v nespremenjenem obsegu, še več, z dodatnimi meritvami bo potrebno poiskati prostorsko porazdelitev kakovosti zraka z najbolj kritičnimi onesnaževali in poiskati ustrezne ukrepe za izboljšanje stanja.

Ilustrativen prikaz izmerjenih vrednosti v letu 2008 s primerjavo z normativnimi vrednostmi ter rezultati meritev v dosedanem merilnem obdobju je na slikah 7.1, 7.2 in 7.3.

Slika 7.1: Pregled izmerjenih vrednosti v letu 2008 in usklajenosti z zakonodajo

Onesnaževalo	SO ₂ letna μg/m ³	SO ₂ dnevna μg/m ³	SO ₂ urna μg/m ³	NO ₂ letna μg/m ³	NO ₂ urna μg/m ³	NO _x letna μg/m ³	O ₃ 8-urna št. preko	PM ₁₀ letna μg/m ³	PM ₁₀ dnevna št. preko	PM _{2,5} letna μg/m ³	CO 8-urna mg/m ³	C ₆ H ₆ letna μg/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	2,1	22	32	34	133	63	0	34	54	23	2,1	3,7	14	0,38	1,2	3,5	0,96
Tabor	6			31	140			35	52				13	0,33	<1,4	3,4	0,7
Pohorje							27										
mejna oz. ciljna	20	125	350	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 2008

Onesnaževalo	SO ₂	NO ₂	NO _x	O ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO	C ₆ H 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				☹									

Slika 7.3: Odstotek spremembe srednjih letnih vrednosti v letu 2008 glede na pretekla leta

Onesnaževalo	SO ₂ Center %	NO ₂ Center %	NO _x Center %	O ₃ Center %	PM ₁₀ Center %	PM ₁₀ Tabor %	PM _{2,5} Center %	CO Center %	C ₆ H ₆ Center %	Pb v PM ₁₀ Tabor/Center %	Cd v PM ₁₀ Tabor/Center %	As v PM ₁₀ Tabor/Center %	Ni v PM ₁₀ Tabor/Center %	B(a)P v PM ₁₀ Tabor/Center %	
1989	1,7														
1998	12	87	98	95	63					8	43				11
2003	23	89	103	86	74	82		60		100					
2007	68	92	90	92	84	87	83	100	107	100	100	100	100		88

Opomba: za težke kovine v delcih PM₁₀ je potrebno upoštevati, da so bile koncentracije v obravnavanih letih pod spodnjo mejo vrednotenja.

8 LITERATURA IN VIRI

- 1) Občinski program varstva okolja za Maribor (OPVO za MB), Mestna občina Maribor, Maribor, marec 2008
- 2) Zakon o varstvu okolja, Uradni list RS števil. 39/2006 in 70/2008 (ZVO-1-UPB11)
- 3) Kakovost zraka v Mariboru, letno poročilo 2007, ZZV Maribor 2008
- 4) Mesečna poročila o kakovosti zraka ZZV Maribor, januar - december 2008
- 5) Arhiv, interna poročila ZZV, Inštitut za varstvo okolja Maribor 1984 – 2008
- 6) Agencija RS za okolje: Onesnaženost zraka v Sloveniji, mesečna poročila 2008
- 7) Das Land Steiermark, Fachabteilung 17C, Luftgutemessungen in der Steiermark, Jahresbericht 2006 und Monatsberichte 2007
- 8) B. Lukan: Možnosti zmanjšanja vsebnosti ozona v zraku zaradi emisij vozil v prometu, magistrsko delo, Maribor 2003
- 9) Workshop Towards Clean Air for Europe, Siracusa, 9-11 November 2005, zbornik predavanj
- 10) Air pollution at street level in European cities, European Environment Agency Technical Report No 1/2006
- 11) »Aquilla« Peggau Bestimmung von Immissionsbeiträgen in Feinstaubproben, Das Land Steiermark, Bericht UA/AQPeggau 2008 72S, Graz, Oktober 2008
- 12) Dopis MOP – ARSO števil. 954-47/2004 z dne 17.12.2004
- 13) Predhodna ocena onesnaženosti zraka v Mariboru, poročilo ZZV-IVO Maribor, števil. 20/218-03 z dne 17.08.2004
- 14) Air Quality Guidelines for Europe, 2nd ed. Copenhagen, World Health Organization Regional Office for Europe, 2000
- 15) WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide, Global update 2005, 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