



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: DANTE/20/PR12PMinterAirPointer.doc

Poročilo o meritvah kakovosti zunanega zraka v okviru projekta PMinter

Maribor, junij 2012

Naslov: Poročilo o meritvah kakovosti zunanjega zraka v okviru projekta PMinter

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

Projekt: Medregijski vpliv ukrepov za varstvo zunanjega zraka pred onesnaževanjem z delci iz cestnega prometa in malih kurišč v slovensko-avstrijskem obmejnem prostoru

Akronim: PMinter

SPIS številka: 4300-696/2010

Številka NRP: 1536-10-4007

ISARR številka: OP13.5.2.02.0009

Evidenčna številka: 120-08/4996-12/1

Šifra dejavnosti: 1292 – PMinter

Referenčni izvod: **DA**

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

Sodelavci: Uroš Lešnik, univ.dipl.inž.prom.
Mihael Žiger, univ.dipl.fiz.

Maribor, 03.07.2012

ODDELEK ZA FIZIKALNE MERITVE

Vodja:

mag. Benjamin Lukan, univ.dipl.fiz.

INŠTITUT ZA VARSTVO OKOLJA

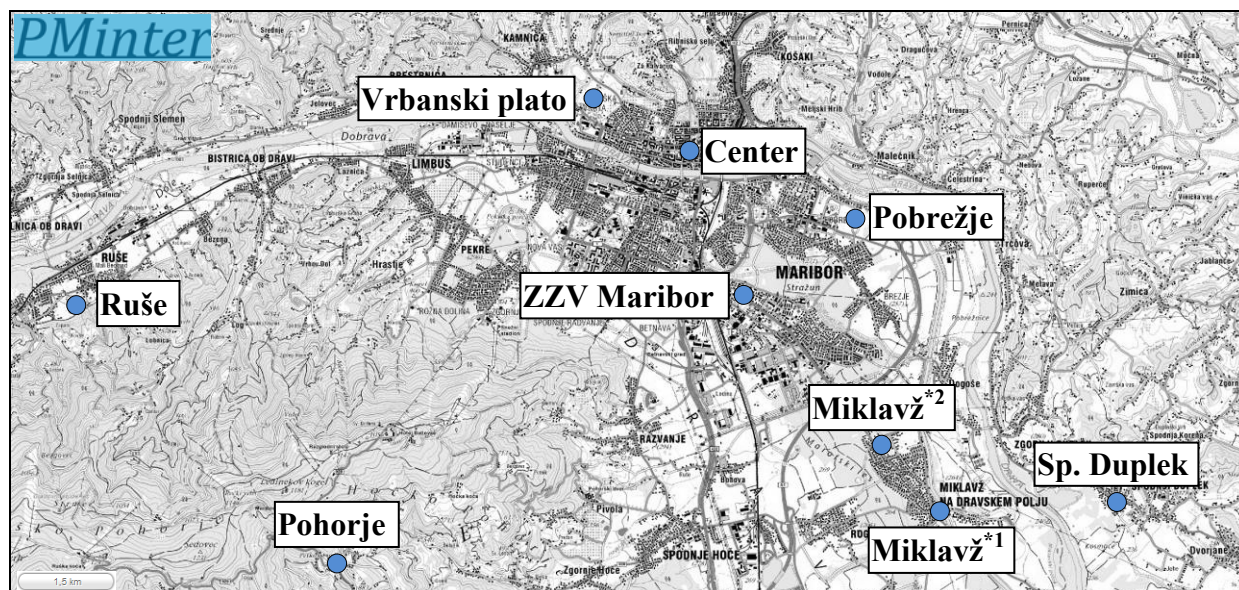
Predstojnik:

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

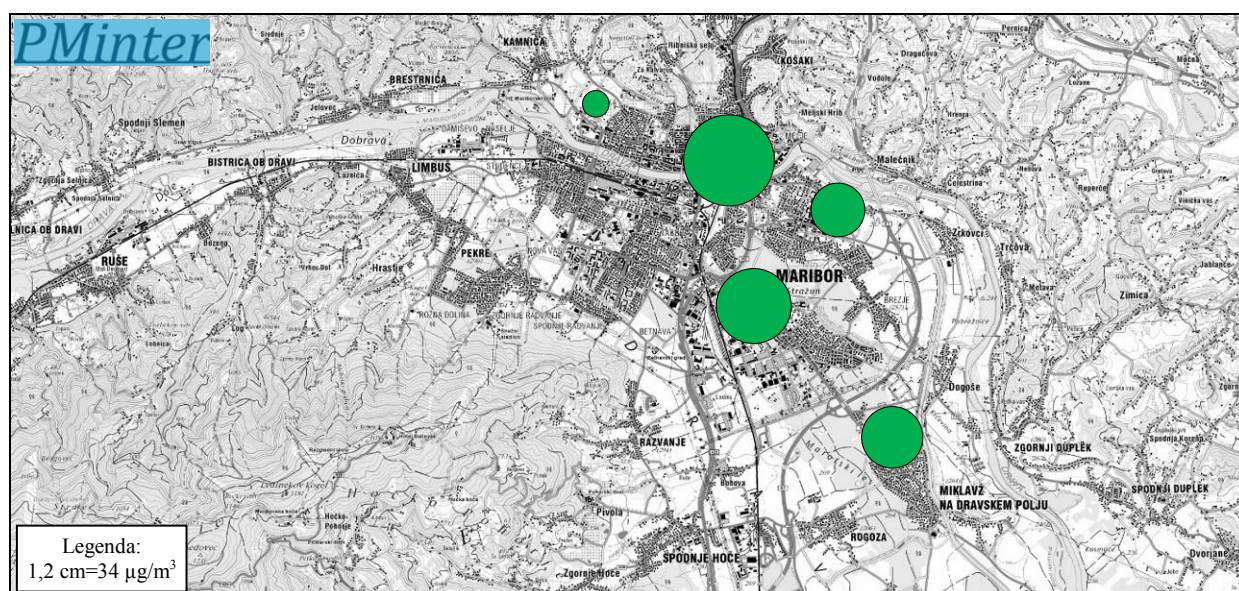
POVZETEK

V okviru projekta PMinter smo v letu 2011 izvajali dodatne meritve kakovosti zunanjega zraka. Uporabljena sta bila dva merilnika napredne generacije, imenovana AirPointer, proizvajalca Recordum iz Avstrije. Ugotavljali smo koncentracije delcev PM_{10} , dušikovega dioksida (NO_2), skupnih dušikovih oksidov (NO_x), lahkih hlapnih organskih spojin (VOC) in ozona (O_3) ter meteorološke parametre, od katerih so najpomembnejši temperatura zraka ter smer in hitrost vetra. Merilna mesta smo izbrali na lokacijah ZZV Maribor (Tezno), Pobrežje in Miklavž^{*2}, ki jih redni merilna mreža Maribora in sosednjih občin (Vrbanski plato, Ruše, Duplek in Miklavž^{*1}) ter državna merilna mreža ARSO (Center) ne pokrivata. Za meritve kakovosti zraka in oceno koncentracij posameznih onesnaževal v zraku smo uporabili veljavno slovensko zakonodajo. Za ustrežnejši prikaz, primerjavo in razlago rezultatov meritev smo uporabili tudi podatke iz obeh rednih merilnih mrež in s tem podrobneje spoznali prostorsko razporeditev onesnaženosti zraka, kar je bil tudi osnovni namen te naloge.

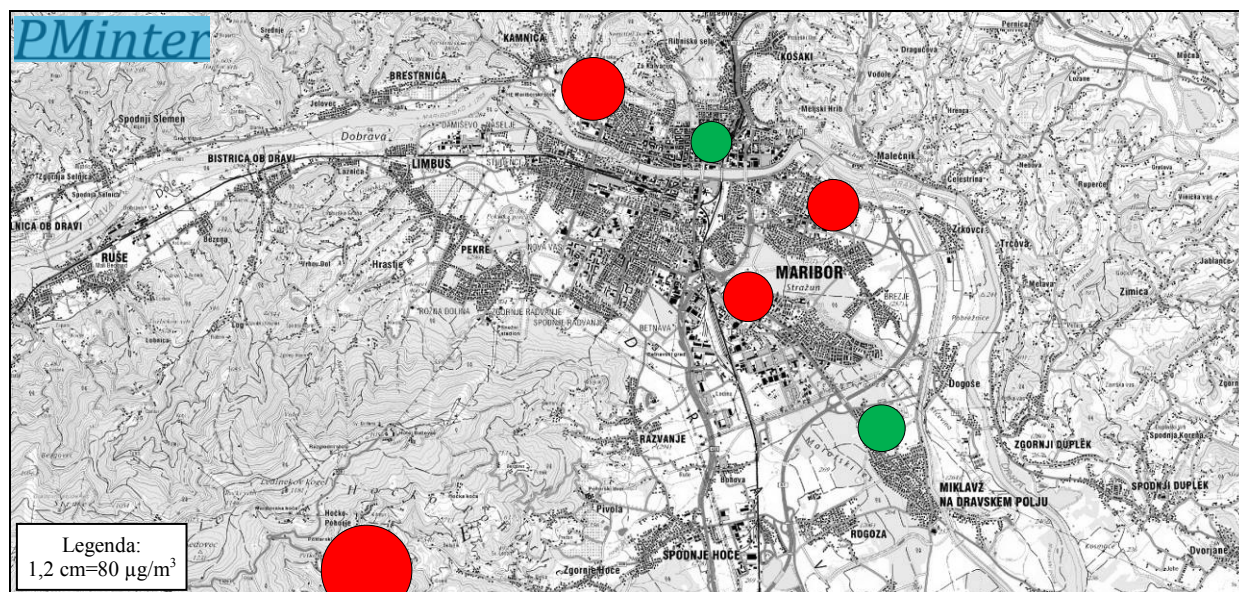
Koncentracije dušikovega dioksida niso presegle mejne srednje letne vrednosti, prav tako niso presegale mejne urne vrednosti ter opozorilne in alarmne vrednosti. Najvišje vrednosti se pojavljajo v Centru, kjer je prisotnih tudi največ virov, in najnižje na Vrbanskem platoju. Z najvišjimi koncentracijami in največ prekoračitvami ciljne 8-urne vrednosti ozona izstopa merilno mesto Pohorje, saj gre za merilno mesto na večji nadmorski višini. Njegova vsebnost se znižuje s približevanjem središču gosto poseljenih območij Maribora in Miklavža, saj so bile najnižje vrednosti brez prekoračitve ciljne 8-urne vrednosti izmerjene ravno na merilnem mestu Center. Meritve delcev PM_{10} so v letu 2011 potekale skupno kar na osmih merilnih mestih. Najvišje koncentracije z največ preseganji mejne dnevne vrednosti so se pojavile v Miklavžu (dodatno merilno mesto), pa tudi drugo merilno mesto v Miklavžu (merilna mreža Maribora in sosednjih občin) ni bilo dosti manj obremenjeno. Enake koncentracije kot na tem merilnem mestu so bile še v Centru in Dupleku, nekoliko nižje na Pobrežju in ZZV Maribor. Na vseh teh lokacijah je bilo število preseganj mejne dnevne vrednosti nad dovoljenim. Kakovost zraka z delci PM_{10} je bila ustrezna na Vrbanskem platoju in v Rušah. Obe lokaciji predstavljata mestno ozadje, kjer je malo lokalnih virov. Očitno je teh največ v središču najgostejše poseljenih območij (Center, Miklavž in Duplek) ter manj na lokacijah ZZV Maribor (Tezno) in Pobrežje, kjer so prisotna tudi nepozidana območja. Rezultati pa odražajo še vpliv vremenskih pogojev, cestnega kanjona, rabe tal v okolici merilnih mest in regionalnega transporta. Rezultati meritev hlapnih organskih spojin kažejo, da so bile koncentracije precej višje na merilnem mestu ZZV Maribor kot na Pobrežju in v Miklavžu, kjer so bile vrednosti približno enake. V zimskem času in ponoči v poletnem času so koncentracije precej stalne, poleti, kmalu po sončnem vzhodu pa začnejo padati zaradi njihovega vključevanja v nastanek ozona. Koncentracije in delež vključenosti teh snovi v nastanek ozona se v splošnem povečujejo z višanjem zunanje temperature. Roža vetrov, izmerjena na različnih merilnih mestih, kaže podobne osnovne značilnosti z najpogostejšimi vetrovi iz II. (V do J) in IV. (Z do S) kvadranta. Temperatura zraka je bila najvišja v Centru, na ZZV Maribor za 0,3 °C, na Vrbanskem platoju pa za 1,1 °C nižja kot v Centru. Na Pobrežju je bila temperatura zraka praktično enaka kot na Vrbanskem platoju, v Miklavžu pa še nižja kot na Vrbanskem platoju. Rože onesnaženja ne kažejo na neke posebne lokalne vire, ki bi odločujoče vplivali na koncentracije onesnaževal na posameznem merilnem mestu.



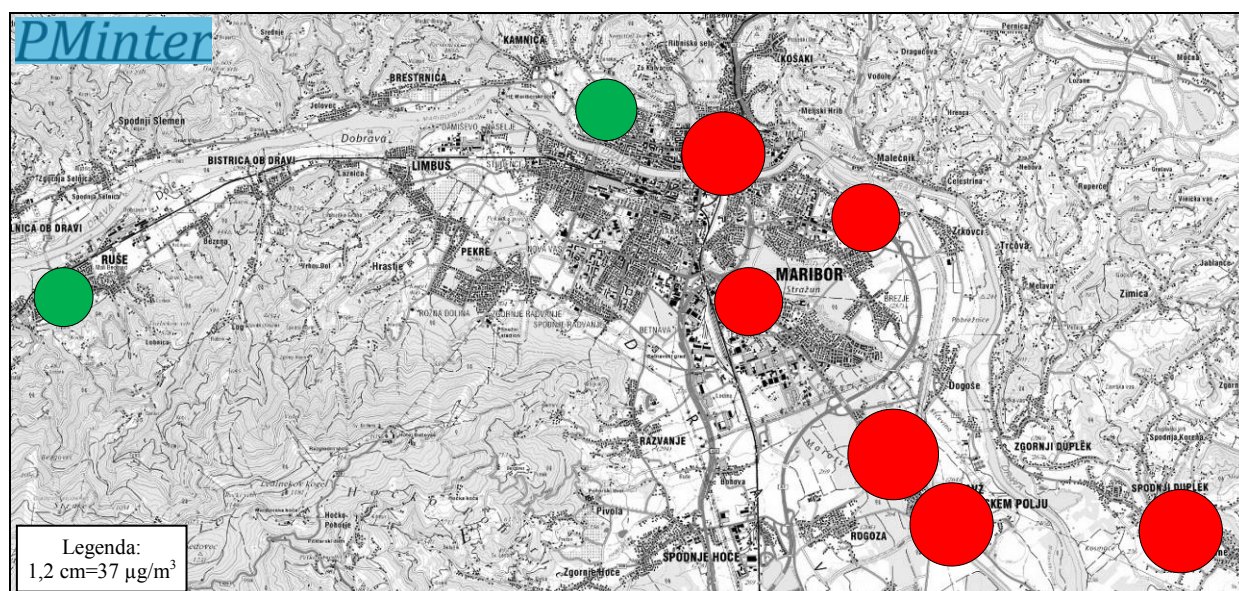
Merilna mesta (Podlaga: <http://www.geopedia.si>)



Povprečne letne koncentracije NO₂ za leto 2011 (Podlaga: <http://www.geopedia.si>)



Povprečne letne koncentracije O₃ za leto 2011 (Podlaga: <http://www.geopedia.si>)

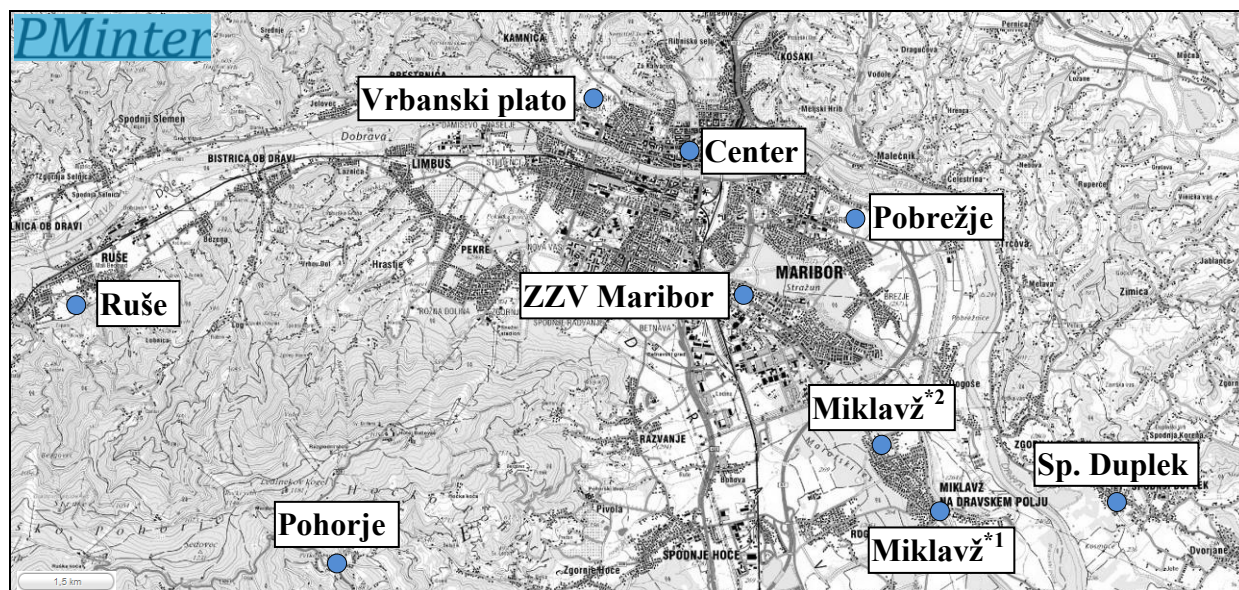


Povprečne letne koncentracije PM₁₀ za leto 2011 (Podlaga: <http://www.geopedia.si>)

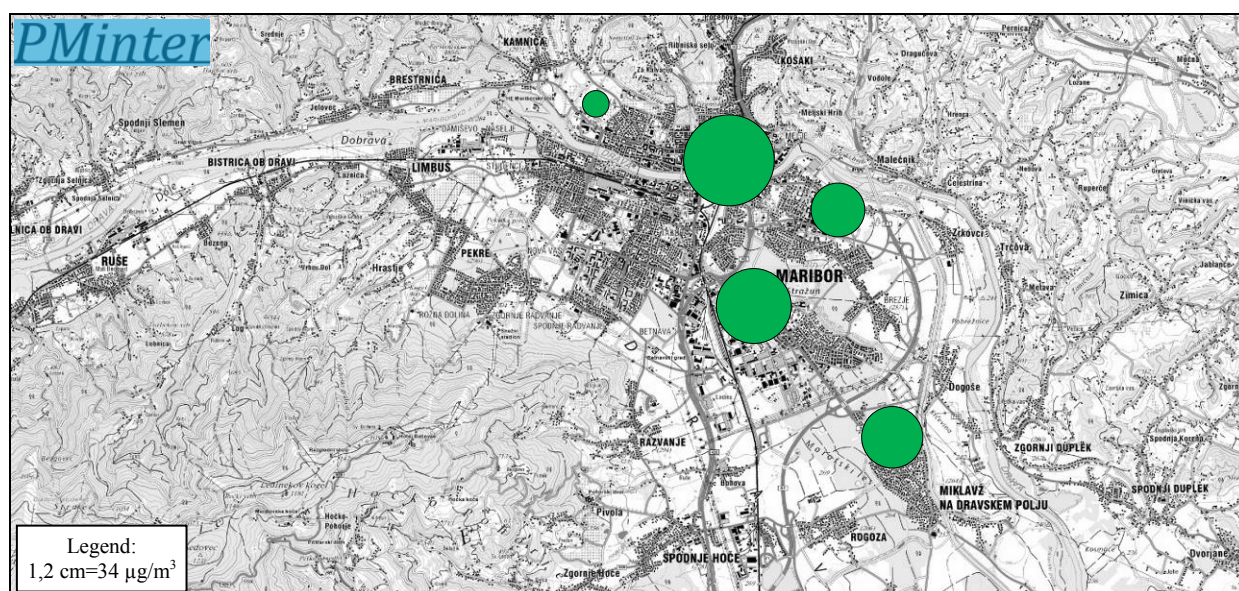
ABSTRACT-Report on the ambient air quality measurements within the project PMinter

The project PMinter has included additional ambient air quality measurements in year 2011. Used were two advanced generation measuring devices, called AirPointer, which manufacturer was Recordum, Austria. We measured concentrations of particles PM_{10} , nitrogen dioxide (NO_2), total nitrogen oxides (NO_x), volatile organic compounds (VOCs), ozone (O_3), air temperature, wind speed and direction. Monitoring sites were chosen in locations ZZV Maribor (Tezno), Pobrežje and Miklavž^{*2}, which are not covered by regular measurement in Maribor and neighboring municipalities' network (Vrbanski plato, Ruše, Duplek and Miklavž^{*1}) and Slovenian Environmental Agency (ARSO) network (Center). For the measurement and assessment of air quality concentrations of specific pollutants in the ambient air were used the existing Slovenian legislation. Appropriate for display, comparison and interpretation of measurement results, we also used data from the both regular networks and thus recognize the detail spatial distribution of air pollution, which was also the primary purpose of this task.

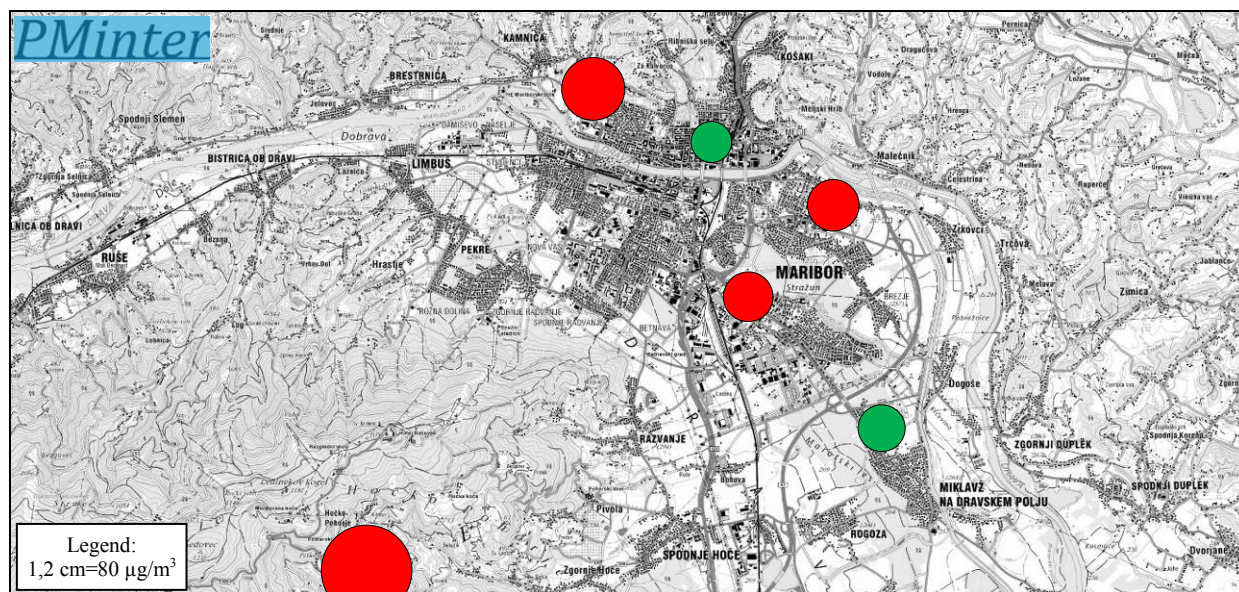
Nitrogen dioxide concentrations did not exceed the annual, and the maximum hourly and threshold limit values. The highest values occur in the Center, where are also present most sources, and lowest in Vrbanski plato. The highest concentrations and most exceedances of the target 8-hour ozone value were on monitoring site Pohorje, because it is a site on the higher altitude. Ozone content is reduced by approaching the center of densely populated areas of Maribor and Miklavž, as the minimum values without exceeding of the target 8-hour value were measured at the monitoring site Center. Measurements of PM_{10} in 2011 held together on eight sites. The highest concentrations and most exceedances of the maximum daily limit value have been encountered in Miklavž (an additional measuring point), as well as at the other measurement point in Miklavž (measurement network of Maribor and neighboring municipalities). Same concentrations as in Miklavž were in the Center and Duplek, slightly lower in Pobrežje and ZZV Maribor. In all of these locations, the numbers of exceedances of the daily limit value were higher than allowed. Air quality with PM_{10} was appropriate at Vrbanski plato and in Ruše. Both locations represent urban background with a few local sources. Evidently are most sources at the heart of densely populated areas (Center, Miklavž and Duplek) and less in locations ZZV Maribor (Tezno) and Pobrežje, where there are also unpopulated areas. The results also reflect the influence of weather conditions, road canyon, land use in the vicinity of monitoring sites and regional transport of polluted air. The results of measuring volatile organic compounds indicate that concentrations were significantly higher at the monitoring site ZZV Maribor as Pobrežje and Miklavž, where levels were approximately equal. In winter and at night during the summer concentrations are quite constant, in the summer, shortly after sunrise they start to fall due to their involvement in the formation of ozone. Concentrations and rate of involvement increases in general with increasing ambient temperature. Wind roses measured at different sites, indicate similar basic features with the most frequent winds from the 2nd (E to S) and 4th (W to N) quadrant. The air temperature was highest at the Center, on ZZV Maribor 0,3° C and on Vrbanski plato by 1,1° C lower than on the Center. On Pobrežje the air temperature is practically the same as in Vrbanski plato, in Miklavž even lower than. Roses of pollution do not suggest any specific local sources that could decisively influence the concentrations of pollutants at each monitoring site.



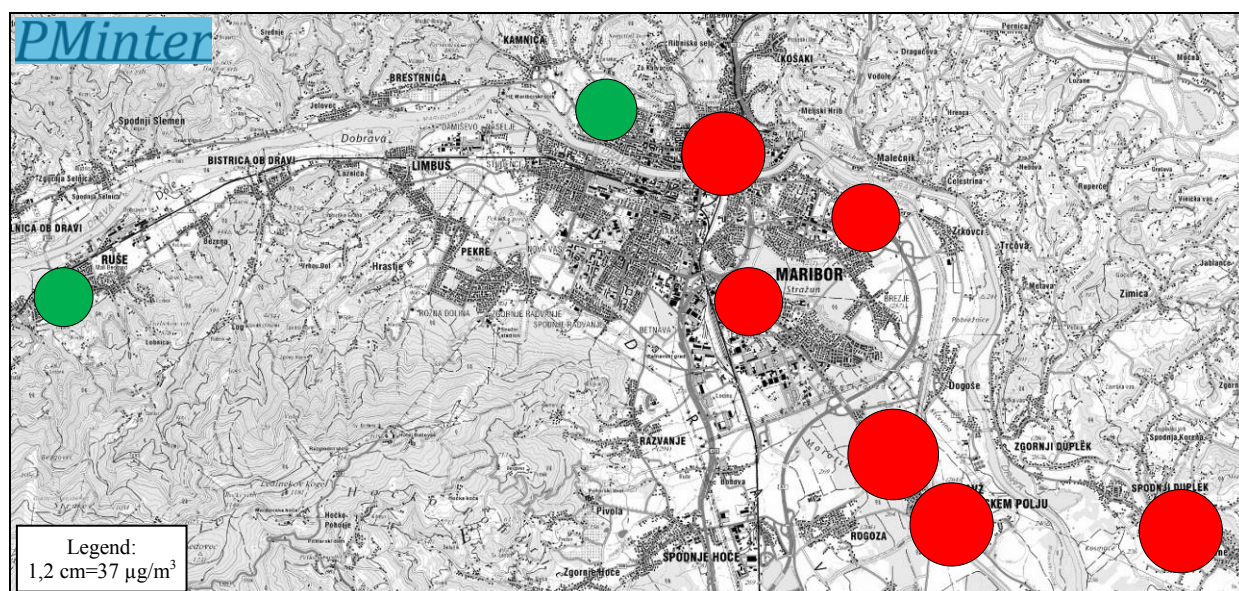
Measuring sites



Average yearly concentrations of nitrogen dioxide in 2011



Average yearly concentrations of ozone in 2011



Average yearly concentrations of particles PM₁₀ in 2011

KAZALO

	Stran
1 UVOD	11
2 MERILNA MESTA IN TRAJANJE MERITEV	12
3 METODOLOGIJA DELA	16
3.1 DUŠIKOVI OKSIDI.....	16
3.2 OZON.....	16
3.3 DELCI PM ₁₀	17
3.4 LAHKOHLAPNE ORGANSKE SPOJINE (VOC)	17
3.5 METEOROLOŠKI PARAMETRI	17
3.6 ZAGOTAVLJANJE KAKOVOSTI.....	18
4 ZAKONSKI OKVIR.....	19
5 REZULTATI MERITEV.....	21
5.1 MERILNO MESTO ZZV MARIBOR.....	21
5.1.1 DELCI PM ₁₀	21
5.1.2 DUŠIKOV DIOKSID IN SKUPNI DUŠIKOVI OKSIDI	22
5.1.3 OZON	23
5.1.4 Hlapne organske spojine.....	24
5.1.5 TEMPERATURA ZRAKA, HITROST IN SMER VETRA.....	24
5.2 MERILNO MESTO POBREŽJE.....	26
5.2.1 DELCI PM ₁₀	26
5.2.2 DUŠIKOV DIOKSID IN SKUPNI DUŠIKOVI OKSIDI	26
5.2.3 OZON	28
5.2.4 Hlapne organske spojine.....	28
5.2.5 TEMPERATURA ZRAKA, HITROST IN SMER VETRA.....	29
5.3 MERILNO MESTO MIKLAVŽ.....	30
5.3.1 DELCI PM ₁₀	30
5.3.2 DUŠIKOV DIOKSID IN SKUPNI DUŠIKOVI OKSIDI	31
5.3.3 OZON	32
5.3.4 Hlapne organske spojine.....	32
5.3.5 TEMPERATURA ZRAKA, HITROST IN SMER VETRA.....	33
6 ZNAČILNOSTI.....	34
6.1 DNEVNI HODI	34
6.1.1 Merilno mesto ZZV Maribor	34
6.1.2 Merilno mesto Pobrežje	38
6.1.3 Merilno mesto Miklavž na Dravskem polju	42
6.2 MESEČNI HODI	46
6.2.1 Merilno mesto ZZV Maribor	46
6.2.2 Merilno mesto Pobrežje	47
6.2.3 Merilno mesto Miklavž.....	48
6.2.4 Hlapne organske spojine (VOC).....	49
6.3 PRIMERJAVA MED MERILNIMI MESTI.....	50

6.3.1	Primerjava povprečnih mesečnih vrednosti	50
6.3.2	Primerjava povprečnih letnih vrednosti	53
6.3.3	Primerjava povprečnih dnevnih vrednosti	55
6.3.4	Primerjava povprečnih urnih vrednosti.....	59
6.4	<i>ROŽE ONESNAŽENJA</i>	60
6.4.1	Merilno mesto ZZV Maribor	60
6.4.2	Merilno mesto Pobrežje	61
6.4.3	Merilno mesto Miklavž.....	62
6.5	<i>PROSTORSKA RAZPOREDITEV KAKOVOSTI ZRAKA</i>	63
7	SKLEPNE UGOTOVITVE	66

1 UVOD

Cilj projekta PMinter je poglobitev razumevanja o interakciji lokalnih in regionalnih emisij, meteorologije, ukrepov za zagotavljanje kakovosti zraka in širjenja onesnaževal s pomočjo računalniške simulacije in dodatnih meritev kakovosti zunanjega zraka na skupnem čezmejnem območju Celovca s spodnjo avstrijsko Koroško, južno avstrijsko Štajersko in Maribora s severno Slovenijo. S tem se bo pridobilo znanje, ki bo pripomoglo k izboljšanju kakovosti zunanjega zraka ter s tem zmanjšalo tveganje prebivalstva zaradi izpostavljenosti onesnaženemu zraku. Namen projekta je tudi informirati javnost in dvigniti zavest o pomenu kakovosti zunanjega zraka.

Tako smo v okviru tega projekta ob rednih meritvah v merilni mreži Maribora in sosednjih občin izvajali dodatne meritve kakovost zunanjega zraka z delci PM_{10} , ozonom (O_3), dušikovimi oksidi (NO_x) in dušikovim dioksidom (NO_2) ter lahkih organskih spojinami (VOC) v času trajanja eno koledarsko leto na skupno treh dodatnih lokacijah, ugotavljali pa smo še meteorološke parametre: temperaturo zunanjega zraka, zračni tlak ter smer in hitrost vetra. Za vse navedene meritve smo uporabili dva merilnika napredne generacije, imenovana AirPointer, proizvajalca Recordum iz Avstrije. Merilna mesta smo izbrali na lokacijah, ki jih redna mreža ne pokriva, prav tako pa smo pri njihovi izbiri upoštevali tudi gostoto poselitve in dostopnost.

V nadaljevanju so zbrane podrobnosti o izvedenih meritvah ter uradni pregledani rezultati. Predstavljamo letne, sezonske in kratkotrajne vrednosti v povezavi z normativnimi vrednostmi, dnevne hode in druge značilnosti, ki izhajajo iz teh rezultatov. Rezultate meritev iz te merilne mreže primerjamo tudi z rezultati iz rednih meritev v merilni mreži Maribora in sosednjih občin. Več podatkov o koncentracijah posameznih onesnaževal nam da tudi boljše predstavo o prostorskim porazdelitvi onesnaženosti zraka v mestni občini Maribor in sosednjih občinah, s primerjavo z rezultati iz partnerskih občin oziroma regij pa tudi prostorsko porazdelitev onesnaženosti zraka na skupnem čezmejnem območju Celovca s spodnjo avstrijsko Koroško in južno avstrijsko Štajersko ter Maribora s severno Slovenijo.

Predstavljeni podatki (rezultati) so bili pridobljeni v okviru projekta PMinter – Medregijski vpliv ukrepov za varstvo zunanjega zraka pred onesnaževanjem z delci iz cestnega prometa in malih kurišč v slovensko – avstrijskem obmejnem prostoru, ki ga izvaja Zavod za zdravstveno varstvo Maribor. Projekt se izvaja in je delno financiran v sklopu Operativnega programa Slovenija – Avstrija 2007-2013.

2 MERILNA MESTA IN TRAJANJE MERITEV

Izbira ter umestitev merilnih mest na makro in mikro ravni je bila v skladu z zahtevami Pravilnika o ocenjevanju kakovosti zunanjega zraka. Podrobnejši podatki o merilnih mestih so v tabeli 2.1, prostorsko je njihova lega prikazana na sliki 2.1, podatki o tipu merilnega mesta in območja, njihove značilnosti in geografski opis pa so v tabeli 2.2.

Tabela 2-1: Merilna mesta: lokacija in parametri

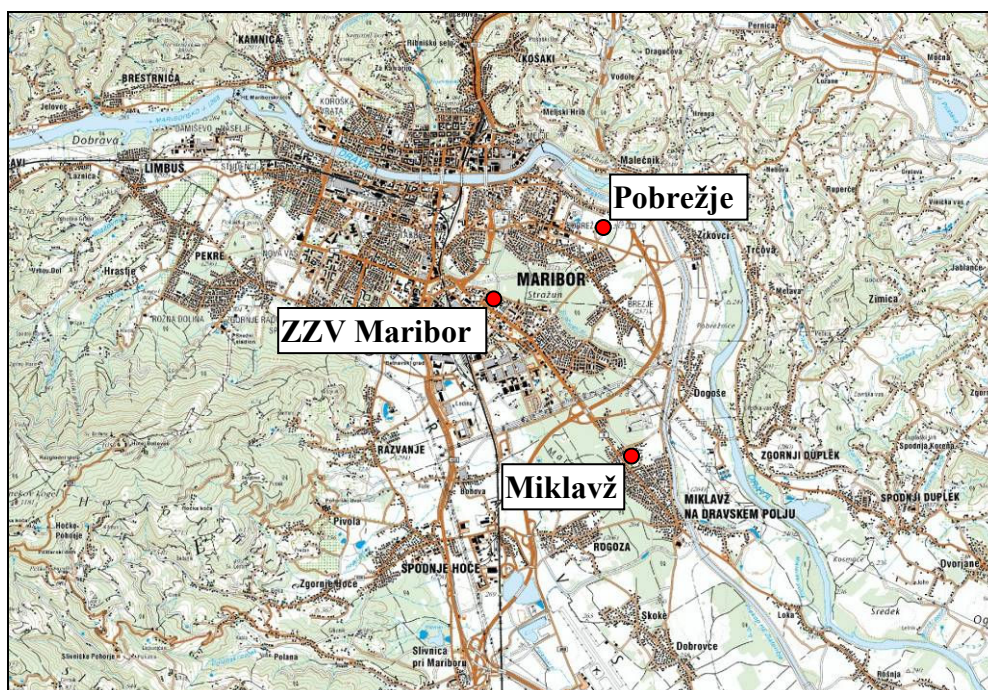
Merilno mesto - naslov	Višina nad morjem in tlemi (m)	GKK y	GKK x	Parametri
ZZV Maribor, Prvomajska ulica 1	272 + 8,5	551015	154930	O ₃ , NO _x , NO ₂ , PM ₁₀ , VOC, temperatura zraka, smer in hitrost vetra
Pobrežje, deponija Snage	259 + 2,5	552911	156158	O ₃ , NO _x , NO ₂ , PM ₁₀ , VOC, temperatura zraka, smer in hitrost vetra
Miklavž na Dravskem polju – Ekartova ulica 30b	264 + 4,5	553393	152344	O ₃ , NO _x , NO ₂ , PM ₁₀ , VOC, temperatura zraka, smer in hitrost vetra

Tabela 2-2: Merilna mesta: tip, značilnost in opis

Merilno mesto	Območje	Tip mesta	Tip območja	Značilnost območja	Geogr. opis
ZZV Maribor	SI M	T	U	RC	16
Pobrežje	SI M	B	U	RC	16
Miklavž na Dravskem polju	SI 1	T	S	RC	16

Legenda:

Tip mesta:	B – ozadje T – promet	Tip območja:	U - mestno S - predmestno R – podeželsko
Značilnost območja:	R – stanovanjsko C – poslovno I – industrijsko A – kmetijsko N - naravno	Geogr. opis:	1 - gorsko 16 - ravnina 32 - razgibano



Slika 2-1: Lega merilnih mest

Na merilnem mestu Pobrežje so se meritve izvajale od 21.01. do 14.09.2011, nato je merilnik bil prestavljen v Miklavž, kjer so meritve potekale do konca leta. Na merilnem mestu ZZV Maribor so se meritve izvajale celo leto 2011.

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

Tabela 2-3: Merilna mesta: parametri kakovosti zraka in trajanje meritev

Merilno mesto	Parameter	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	avg	sep	okt	nov	dec
ZZV Maribor	NO_2 , NO_x												
ZZV Maribor	O_3												
ZZV Maribor	PM_{10}												
ZZV Maribor	VOC												
Pobrežje	NO_2 , NO_x												
Pobrežje	O_3												
Pobrežje	PM_{10}												
Pobrežje	VOC												
Miklavž	NO_2 , NO_x												
Miklavž	O_3												
Miklavž	PM_{10}												
Miklavž	VOC												

Legenda:

- obarvana polja pomenijo, da so meritve v tistem mesecu potekale

Dodatno k navedenim parametrom smo na vseh merilnih mestih ugotavljali smer in hitrost vetra, temperaturo zunanjega zraka, relativno vlažnost zraka ter zračni pritisk, vendar v tem poročilu navajamo le rezultate meritev smeri in hitrosti vetra ter temperature zraka.

Na fotografijah 2-2 do 2-4 so prikazane podrobnejše lokacije vseh treh merilnih mest.



Slika 2-2: Merilno mesto ZZV Maribor



Slika 2-3: Merilno mesto na Pobrežju (deponija Snage)



Slika 2-4: Merilno mesto v Miklavžu na Dravskem polju, Ekartova ulica 30b

3 METODOLOGIJA DELA

Za meritve onesnaževal NO_x , NO_2 , O_3 , PM_{10} in VOC ter meteoroloških parametrov (temperatura zraka, smeri in hitrost vetra) smo uporabili merilnika Airpointer. Omogočala sta meritve vseh parametrov v realnem času (avtomatske meritve). Rezultati avtomatskih meritev se, po osnovnem preverjanju njihove ustreznosti, beležijo v posameznem merilniku, nato pa preko internetne povezave prenašajo na sedež podjetja, kjer se dokončno obdelajo. Merilnika sta omogočala tudi daljinsko vzdrževanje in diagnosticiranje.

3.1 DUŠIKOVI OKSIDI

NO - NO_2 - NO_x analizator deluje na principu kemiluminiscence, ki je referenčna metoda po SIST EN 14211. Dušikov oksid (NO) in ozon (O_3) medsebojno reagirata in proizvedeta dušikov dioksid (NO_2), pri tem pa se sprosti karakteristična svetloba (luminiscenca) z intenziteto, ki je premo sorazmerna koncentraciji NO : $\text{NO} + \text{O}_3 \Rightarrow \text{NO}_2 + \text{O}_2 + \text{hv}$.

Ker pa se v zraku nahajata tako NO kot NO_2 , je potrebno najprej ves NO_2 spremeniti v NO z uporabo $\text{NO}_2 \Rightarrow \text{NO}$ molibdenovega konverterja, segretega na 325°C . Postopek meritve poteka v dveh fazah. Vzorčeni zrak je v merilnik speljan do ventila, ki izmenično spušča zrak direktno v reakcijsko komoro, v tem primeru se ugotavlja koncentracija NO v vzorčenem zraku, ali preko $\text{NO}_2 \Rightarrow \text{NO}$ konverterja, za ugotavljanje vseh dušikovih oksidov v vzorčenem zraku. Po drugi strani pa vstopi zrak v merilnik skozi pregrado, ki ga očisti in nato vodi skozi generator ozona, ki proizvede ozon za kemiluminiscenčno reakcijo. V reakcijski komori ozon reagira z NO , pri čemer se proizvede NO_2 , pri tem se pa s posebnim senzorjem zazna količina nastale svetlobe. Izračunajo se koncentracije NO in NO_x , ki se shranijo v spomin, razlika v koncentracijah se uporabi za izračun NO_2 .

Tehnične karakteristike analizatorja:

<i>Merilno območje:</i>	dinamično do 20 ppm (do 38 mg/m^3)
<i>Spodnja meja določljivosti:</i>	$< 0,40 \text{ ppb}$ ($< 0,75 \text{ } \mu\text{g/m}^3$)
<i>Linearnost:</i>	$\pm 1 \%$ odčitka $> 100 \text{ ppb}$ ($190 \text{ } \mu\text{g/m}^3$)
<i>Pomik ničle (24 ur):</i>	$< 0,40 \text{ ppb}$ ($< 0,75 \text{ } \mu\text{g/m}^3$)
<i>Stabilnost kalibracijske vrednosti:</i>	$\pm 1 \%$ odčitka ali 1 ppb

3.2 OZON

UV fotometrični analizator ozona neprekinjeno analizira vsebnost O_3 v zraku. Delovanje bazira na UV absorpciji in fotometriji, ki je referenčna metoda po SIST EN 14625.

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

osnova za izračun koncentracij ozona, kar naredi merilnik, izpiše na ekranu in shrani v spomin.

Tehnične karakteristike analizatorja:

<i>Merilno območje:</i>	dinamično do 20 ppm (40 mg/m ³)
<i>Spodnja meja določljivosti:</i>	0,5 ppb (1 µg/m ³)
<i>Linearnost:</i>	± 1 % odčitka > 100 ppb (200 µg/m ³)
<i>Pomik ničle (24 ur):</i>	< 1.0 ppb (2 µg/m ³)
<i>Stabilnost kalibracijske vrednosti:</i>	± 1 % odčitka ali 1 ppb

3.3 DELCI PM₁₀

Za meritve koncentracij delcev v zraku je uporabljen merilnik, ki deluje na principu sipanja svetlobe (Nephelometry). Metoda ni referenčna, vendar je proizvajalec dokazal njeno skladnost z referenčno metodo.

Vzorčeni zrak gre skozi vzorčevalno glavo, ki prepušča samo delce manjše od 10 µm. Zrak nato potuje v posebno komoro, kjer se s pomočjo optičnega sipanja svetlobe določi velikostna porazdelitev delcev in njihova koncentracija.

Tehnične karakteristike merilnika:

<i>Pretok vzorca:</i>	2,0 l/min
<i>Merilno območje:</i>	dinamično do 2500 µg/m ³
<i>Spodnja meja določljivosti:</i>	< 1 µg/m ³
<i>Natančnost:</i>	1 µg/m ³
<i>Pomik ničle (24 ur):</i>	< 1 µg/m ³

3.4 LAHKOHLAPNE ORGANSKE SPOJINE (VOC)

VOC ni specifično onesnaževalo, temveč skupina kemijskih spojin – nemetanskih ogljikovodikov (TNMHC). Za meritve skupnih koncentracij VOC v zraku je uporabljen detektor, ki deluje na principu foto ionizacije (PID) s posebno dolgoživo UV žarnico 10,6 eV. Merilno območje je od 0,01 do 20 ppm izobutilen ekvivalenta.

3.5 METEOROLOŠKI PARAMETRI

Z merilnikom smo ugotavljali tudi meteorološke parametre: temperatura in vlažnost zunanjega zraka ter zračni pritisk, smer in hitrost vetra. Za meritve temperature in vlažnosti zraka ter zračnega pritiska je uporabljen kombinirani elektronski senzor, nameščen v posebnem zaščitnem okrovu. Tudi merilnik smeri in hitrosti vetra je nameščen v posebnem pokrovu, deluje pa na principu vroče žice (termični anemometer): zaradi pretoka zraka vroča žica izgublja energijo, ki je funkcija hitrosti zraka, ki jo ohlaja.

3.6 ZAGOTAVLJANJE KAKOVOSTI

Merilnika smo prevzeli ustrezno preverjena, nato pa smo ju vključili v naš sistem kakovosti, ki deluje na več nivojih in sicer:

- Dnevne funkcijske kontrole: na merilnikih se izvajajo samodejne dnevne funkcijske kontrole (ozon in dušikovi oksidi). V primeru kakršnega koli odstopanja predpisanih parametrov, je merjeni podatek dobil oznako neveljavno in se ga je pozneje še dodatno preverilo in morebiti vključilo med veljavne podatke.
- Preverjanje z zunanjim izvorom: pri merilnikih ozona/dušikovih oksidov se je na šest/tri mesece ter na koncu meritev vršilo preverjanje merilnikov z zunanjim izvorom s strani serviserja opreme; ob morebitnih odstopanjih se je posamezen merilnik umerilo;
- Merilnik delcev PM_{10} se je na 6 mesecev preveril z ničelnim filtrom; ob morebitnih odstopanjih se je posamezen merilnik umerilo.

Nekatere podatke za delce PM_{10} za obe merilni mesti v mesecih maj, junij in julij smo bili primorani izločiti, saj zaradi okvar in drugih razlogov niso dosegali kakovostnih kriterijev.

Prav tako so smo bili primorani izločiti meritve smeri vetra na lokaciji ZZV Maribor.

V tem poročilu ne navajamo rezultatov meritev relativne vlažnosti zraka in zračnega pritiska, saj za osnovno razlago kakovosti zunanjega zraka nista toliko pomembna.

4 ZAKONSKI OKVIR

Za meritve kakovosti zraka in oceno koncentracij posameznih onesnaževal v zraku, predstavljenih v tem poročilu, veljajo:

- Uredba kakovosti zunanjega zraka, Ur. l. RS št. 9/11,
- Pravilnik o ocenjevanju kakovosti zunanjega zraka, Ur. l. RS št. 55/11.

Mejne in ciljne vrednosti za varovanje zdravja ljudi so v tabeli 4.1.

Tabela 4-1: Mejne vrednosti za varovanje zdravja ljudi

Onesnaževalo	Enota	URNA		DNEVNA		LETNA
		Mejna	ŠT	Mejna	ŠT	Mejna
dušikov dioksid	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	200	18			40
ozon	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	120*	25**			
delci PM ₁₀	$\mu\text{g}/\text{m}^3$			50	35	40

ŠT dovoljeno število preseganj v koledarskem letu

* ciljna vrednost

** v koledarskem letu triletnega povprečja

Kritična vrednost za varstvo rastlin za skupne dušikove okside je v tabeli 4.2. Oceno tveganj za rastlinstvo in naravne ekosisteme zaradi onesnaženosti zraka in skladnosti s kritičnimi vrednostmi se izvaja le na krajih zunaj pozidanih območij.

Tabela 4-2: Kritična vrednost za varstvo rastlin

Onesnaževalo	Časovni interval merjenja	Kritična vrednost
skupni dušikovi oksidi	koledarsko leto in zima	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Ciljna vrednost za varstvo rastlin za ozon kot povprečje v obdobju petih let, ki se uporablja od 1. januarja 2010, je v tabeli 4.3.

Tabela 4-3: Ciljna vrednost za varstvo rastlin

Onesnaževalo	Časovni interval merjenja	Ciljna vrednost
ozon*	od maja do julija	18.000 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).h

* AOT40 se izračuna kot vsota razlike med izmerjenimi urnimi koncentracijami, večjimi od 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, in vrednostjo 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, izmerjenih vsak dan med 8.00 in 20.00 uro.

Opozorilna in alarmna vrednost za ozon sta v tabeli 4.4.

Tabela 4-4: Opozorilna in alarmna vrednost za ozon

Onesnaževalo	Časovni interval merjenja	Ciljna oz. alarmna vrednost
ozon	1 ura	180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
ozon	1 ura (tri zaporedne ure)	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Alarmna vrednost za dušikov dioksid je v tabeli 4.5.

Tabela 4-5: Alarmna vrednost za dušikov dioksid

Onesnaževalo	Časovni interval merjenja	Alarmna vrednost
dušikov dioksid	3 zaporedne ure	400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Vrednosti spodnjega in zgornjega ocenjevalnega praga so v tabelah 4.6 in 4.7.

Tabela 4-6: Vrednosti zgornjega ocenjevalnega praga

Onesnaževalo	Enota	URNA mejna	URNA ŠT	DNEVNA mejna	DNEVNA ŠT	LETNA mejna
dušikov dioksid	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	140	18	-	-	32
dušikovi oksidi	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	-	-	-	24
delci PM ₁₀	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	-	30	7	14

Tabela 4-7: Vrednosti spodnjega ocenjevalnega praga

Onesnaževalo	Enota	URNA mejna	URNA ŠT	DNEVNA mejna	DNEVNA ŠT	LETNA mejna
dušikov dioksid	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	100	18	-	-	26
dušikovi oksidi	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	-	-	-	19,5
delci PM ₁₀	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	-	20	7	10

Najmanjša časovna pokritost podatkov za neprekinjene meritve na stalnem merilnem mestu za NO₂, NO_x, O₃ in PM₁₀ je 90 %. Za indikativne meritve (meritve, ki se izvajajo manj pogosto, vendar izpolnjujejo druge cilje glede kakovosti podatkov) je najmanjša časovna pokritost za vsa onesnaževala 14 %, enakomerno razporejeno preko koledarskega leta.

5 REZULTATI MERITEV

V nadaljevanju so predstavljeni podrobnejši rezultati meritev. V tem poglavju navajamo povprečne mesečne vrednosti, povprečne in najvišje vrednosti za posamezna merilna obdobja, kratkotrajne vrednosti, preseganja ter druge značilnosti kakovosti zraka v primerjavi z normativnimi vrednostmi. Kjer se meritve niso izvajale celo leto, so dobljene vrednosti preračunane na letno raven, ti rezultati so predstavljeni v poglavju 6.3.2 *Primerjava povprečnih letnih vrednosti*.

Rezultati stalnih meritev so pridobljeni iz polurnih oziroma urnih podatkov, navedeni so v posameznih tabelah. »Zimski čas« se nanaša na mesece januar, februar, marec ter oktober, november in december v tekočem letu, »poletni čas« predstavlja mesece april do september.

5.1 MERILNO MESTO ZZV MARIBOR

Meritve na merilnem mestu ZZV Maribor so se izvajale celo leto 2011.

5.1.1 DELCI PM₁₀

Rezultati meritev koncentracij delcev PM₁₀ na merilnem mestu ZZV Maribor so v tabeli 5-1.

Tabela 5-1: Kakovost zraka z delci PM₁₀ – merilno mesto ZZV Maribor

	Koncentracija ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Delež podatkov (%)	Najvišja dnevna ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Število preseganj mejne dnevne
Januar	39	100 %	128	6
Februar	53	100 %	88	14
Marec	33	100 %	87	6
April	12	100 %	18	0
Maj	11	31 %	14	0
Junij	18	7 %	19	0
Julij	19	82 %	22	0
Avgust	20	92 %	31	0
September	16	100 %	28	0
Oktober	17	100 %	47	0
November	50	100 %	88	15
December	28	99 %	55	2
Skupaj	28	84%	128	43

Vsebnost delcev PM₁₀ v zraku je bila na lokaciji merilnega mesta ZZV Maribor pod mejno letno vrednostjo ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Najvišja izmerjena dnevna vrednost je bila nad mejno dnevno vrednostjo, skupno število preseganj mejne vrednosti je bilo 43, kar je nad dovoljeno vrednostjo v koledarskem letu (35). Vsa preseganja so bila v zimskem času.

5.1.2 DUŠIKOV DIOKSID IN SKUPNI DUŠIKOVI OKSIDI

Meritve kakovosti zraka z dušikovimi oksidi (merijo se dušikovi oksidi skupno, dušikov monoksid in dušikov dioksid, navajata pa dušikov dioksid in skupni dušikovi oksidi) na merilnem mestu ZZV Maribor.

Rezultati meritev za dušikov dioksid so v tabeli 5-2.

Tabela 5-2: Kakovost zraka z NO₂ – merilno mesto ZZV Maribor

	Koncentracija (µg/m ³)	Delež podatkov (%)	Najvišja urna (µg/m ³)	Najvišja dnevna (µg/m ³)
Januar	40	96 %	111	59
Februar	41	96 %	101	67
Marec	35	96 %	132	55
April	24	96 %	98	40
Maj	19	96 %	80	30
Junij	16	93 %	49	23
Julij	17	15 %	70	27
Avgust	13	56 %	75	25
September	16	95 %	90	25
Oktober	27	96 %	92	43
November	34	96 %	93	47
December	38	95 %	119	61
Skupaj	28	85 %	132	67

Mejna letna vrednost (40 µg/m³) ni bila presežena. Preseganj mejne urne vrednosti (200 µg/m³) v koledarskem letu ni bilo, prav tako ne alarmne vrednosti.

Rezultati meritev skupnih dušikovitih oksidov so v tabeli 5-3.

Tabela 5-3: Kakovost zraka z NO_x – merilno mesto ZZV Maribor

	Koncentracija (µg/m ³)	Delež podatkov (%)	Najvišja urna (µg/m ³)	Najvišja dnevna (µg/m ³)
Januar	93	96 %	919	251
Februar	73	96 %	623	172
Marec	53	96 %	310	90
April	34	96 %	333	80
Maj	24	96 %	127	41

Junij	22	93 %	124	43
Julij	23	15 %	89	38
Avgust	17	56 %	94	30
September	23	95 %	141	39
Oktober	48	96 %	409	147
November	70	96 %	725	148
December	93	95 %	512	199
Skupaj	51	85 %	919	251

Ocena tveganj za rastlinstvo in naravne ekosisteme zaradi onesnaženosti zraka s skupnimi dušikovimi oksidi in skladnosti s kritičnimi vrednostmi se izvaja le na krajih zunaj pozidanih območij.

5.1.3 OZON

Rezultati meritev vsebnosti ozona v zraku za merilno mesto ZZV Maribor so v tabeli 5-4.

Tabela 5-4: Vsebnost O₃ v zraku – merilno mesto ZZV Maribor

	Koncentracija (µg/m ³)	Delež podatkov (%)	Najvišja urna (µg/m ³)	Najvišja 8- urna (µg/m ³)	Število preseganj ciljne 8- urne
Januar	18	96 %	67	62	0
Februar	25	95 %	79	69	0
Marec	49	96 %	130	125	2
April	65	96 %	150	144	5
Maj	73	95 %	155	145	9
Junij	64	95 %	139	134	2
Julij	60	87 %	142	136	4
Avgust	58	90 %	150	138	4
September	55	95 %	135	127	1
Oktober	33	95 %	121	107	0
November	15	96 %	83	79	0
December	14	95%	69	62	0
Skupaj	44	94%	155	145	27

Ciljna 8-urna vrednost (120 µg/m³) je bila presežena 27 krat, kar je več od dovoljenih 25 preseganj v koledarskem letu. Opozorilna in alarmna vrednost nista bili nikoli preseženi.

5.1.4 HLAPNE ORGANSKE SPOJINE

Meritve kakovosti zraka s hlapnimi organskimi spojinami na merilnem mestu ZZV Maribor. Rezultati meritev so v tabeli 5-5.

Tabela 5-5: Kakovost zraka z VOC – merilno mesto ZZV Maribor

	Koncentracija (ppm)	Delež podatkov (%)	Najvišja urna (ppm)	Najvišja dnevna (ppm)
Januar	0,5	100 %	1,5	1,5
Februar	1,2	100 %	2,9	2,8
Marec	1,9	100 %	4,4	4,0
April	2,1	100 %	8,3	5,2
Maj	3,2	100 %	11	7,1
Junij	5,8	100 %	12	11
Julij	2,7	100 %	7,6	6,7
Avgust	3,6	99 %	8,7	7,5
September	3,3	100 %	9,9	8,1
Oktober	2,6	100 %	8,8	4,5
November	0,9	100 %	3,4	3,1
December	1,6	100 %	4,8	3,5
Skupaj	2,5	100 %	12	11

Hlapne organske spojine nimajo mejnih vrednosti.

5.1.5 TEMPERATURA ZRAKA, HITROST IN SMER VETRA

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 ZZV Maribor so v tabeli 5-6. Veljavnih je bilo 100 % urnih podatkov.

Tabela 5-6: Srednje mesečne temperature zraka – merilno mesto ZZV Maribor

Mesec	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	avg	sep	okt	nov	dec	leto
Temperatura (°C)	1,9	1,5	7,3	13,9	16,7	20,2	20,9	22,3	19,6	10,8	4,0	3,5	11,9

V tabeli 5-7 so navedene srednje mesečne hitrosti vetra na merilnem mestu ZZV Maribor.

Tabela 5-7: Srednje mesečne hitrosti vetra – merilno mesto ZZV Maribor

Mesec	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	avg	sep	okt	nov	dec	leto
<i>Hitrost vetra (m/s)</i>	1,0	1,4	1,8	2,2	2,3	2,3	2,1	2,0	1,8	1,6	1,5	1,3	1,8

Meritev smeri vetra na tem merilnem mestu zaradi težav z merilnikom ne prikazujemo.

5.2 MERILNO MESTO POBREŽJE

Meritve na merilnem mestu Pobrežje so se izvajale med 21.01. ter 14.9.2011.

5.2.1 DELCI PM₁₀

Rezultati meritev koncentracij delcev PM₁₀ na merilnem mestu Pobrežje so v tabeli 5-8.

Tabela 5-8: Kakovost zraka z delci PM₁₀ – Merilno mesto Pobrežje

	Koncentracija ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Delež podatkov (%)	Najvišja dnevna ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Število preseganj mejne dnevne
Januar	42	33 %	63	4
Februar	54	99 %	96	14
Marec	32	100 %	93	7
April	11	94 %	18	0
Maj	15	2 %	0	0
Junij		0 %	0	0
Julij	15	79 %	25	0
Avgust	19	100 %	37	0
September	18	44 %	25	0
Skupaj*	27	61 %	96	25

*Podatki se nanašajo na obdobje januar – september.

Vsebnost delcev PM₁₀ v zraku je bila na lokaciji merilnega mesta Pobrežje v omenjenem merilnem obdobju pod mejno letno vrednostjo. Najvišja izmerjena dnevna vrednost je bila nad mejno dnevno vrednostjo, skupno število preseganj mejne vrednosti je bilo 25. Vsa preseganja v merjenem obdobju so bila v zimskem času.

5.2.2 DUŠIKOV DIOKSID IN SKUPNI DUŠIKOVI OKSIDI

Meritve kakovosti zraka z dušikovimi oksidi (merijo se dušikovi oksidi skupno, dušikov monoksid in dušikov dioksid, navajata pa dušikov dioksid in skupni dušikovi oksidi) na merilnem mestu Pobrežje.

Rezultati meritev za dušikov dioksid so v tabeli 5-9.

Tabela 5-9: Kakovost zraka z NO₂ – merilno mesto Pobrežje

	Koncentracija ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Delež podatkov (%)	Najvišja urna ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Najvišja dnevna ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Januar	23	32 %	60	43
Februar	28	95 %	87	43
Marec	27	96 %	93	45

April	18	89 %	75	31
Maj	14	96 %	75	25
Junij	11	96 %	73	22
Julij	13	95 %	58	21
Avgust	13	95 %	66	25
September	16	42 %	56	21
Skupaj*	18	82 %	93	45

* Podatki se nanašajo na obdobje januar – september.

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

Rezultati meritev skupnih dušikovih oksidov so v tabeli 5-10.

Tabela 5-10: Kakovost zraka z NO_x – merilno mesto Pobrežje

	Koncentracija (µg/m ³)	Delež podatkov (%)	Najvišja urna (µg/m ³)	Najvišja dnevna (µg/m ³)
Januar	65	32 %	376	153
Februar	51	95 %	391	136
Marec	48	96 %	294	105
April	28	89 %	226	66
Maj	19	96 %	157	39
Junij	18	96 %	290	65
Julij	22	95 %	247	83
Avgust	20	95 %	207	60
September	26	42 %	190	41
Skupaj*	31	82 %	391	153

* Podatki se nanašajo na obdobje januar – september.

Ocena tveganj za rastlinstvo in naravne ekosisteme zaradi onesnaženosti zraka s skupnimi dušikovimi oksidi in skladnosti s kritičnimi vrednostmi se izvaja le na krajih zunaj pozidanih območij.

5.2.3 OZON

Rezultati meritev vsebnosti ozona v zraku za merilno mesto Pobrežje so v tabeli 5-11.

Tabela 5-11: Vsebnost O₃ v zraku – merilno mesto Pobrežje

	Koncentracija (µg/m ³)	Delež podatkov (%)	Najvišja urna (µg/m ³)	Najvišja 8- urna (µg/m ³)	Število preseganj ciljne 8- urne
Januar	34	32 %	77	73	0
Februar	32	95 %	90	78	0
Marec	53	96 %	131	123	2
April	65	90 %	146	141	7
Maj	75	96 %	159	152	12
Junij	67	96 %	136	127	2
Julij	63	95 %	144	138	5
Avgust	57	96 %	154	141	5
September	54	42 %	142	125	2
Skupaj*	58	85 %	159	152	35

* Podatki se nanašajo na obdobje januar – september.

Ciljna 8-urna vrednost je bila v času meritev presežena 35 krat, kar je več od dovoljenih 25 preseganj v koledarskem letu. Opozorilna in alarmna vrednost nista bili nikoli preseženi.

5.2.4 HLAPNE ORGANSKE SPOJINE

Meritve kakovosti zraka s hlapnimi organskimi spojinami na merilnem mestu Pobrežje. Rezultati meritev so v tabeli 5-12.

Tabela 5-12: Kakovost zraka z VOC – merilno mesto Pobrežje

	Koncentracija (ppm)	Delež podatkov (%)	Najvišja urna (ppm)	Najvišja dnevna (ppm)
Januar	/	0 %	/	/
Februar	/	0 %	/	/
Marec	/	0 %	/	/
April	0,23	95 %	0,44	0,37
Maj	0,31	100 %	0,79	0,50
Junij	0,31	100 %	0,69	0,49
Julij	0,41	100 %	0,90	0,68

Avgust	0,51	100 %	1,2	0,80
September	0,40	44 %	1,1	0,63
Skupaj*	0,36	45 %	1,2	0,80

* Podatki se nanašajo na obdobje januar – september.

Hlapne organske spojine nimajo mejnih vrednosti.

5.2.5 TEMPERATURA ZRAKA, HITROST IN SMER VETRA

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 Pobrežje so v tabeli 5-13.

Tabela 5-13: Srednje mesečne temperature zraka – merilno mesto Pobrežje

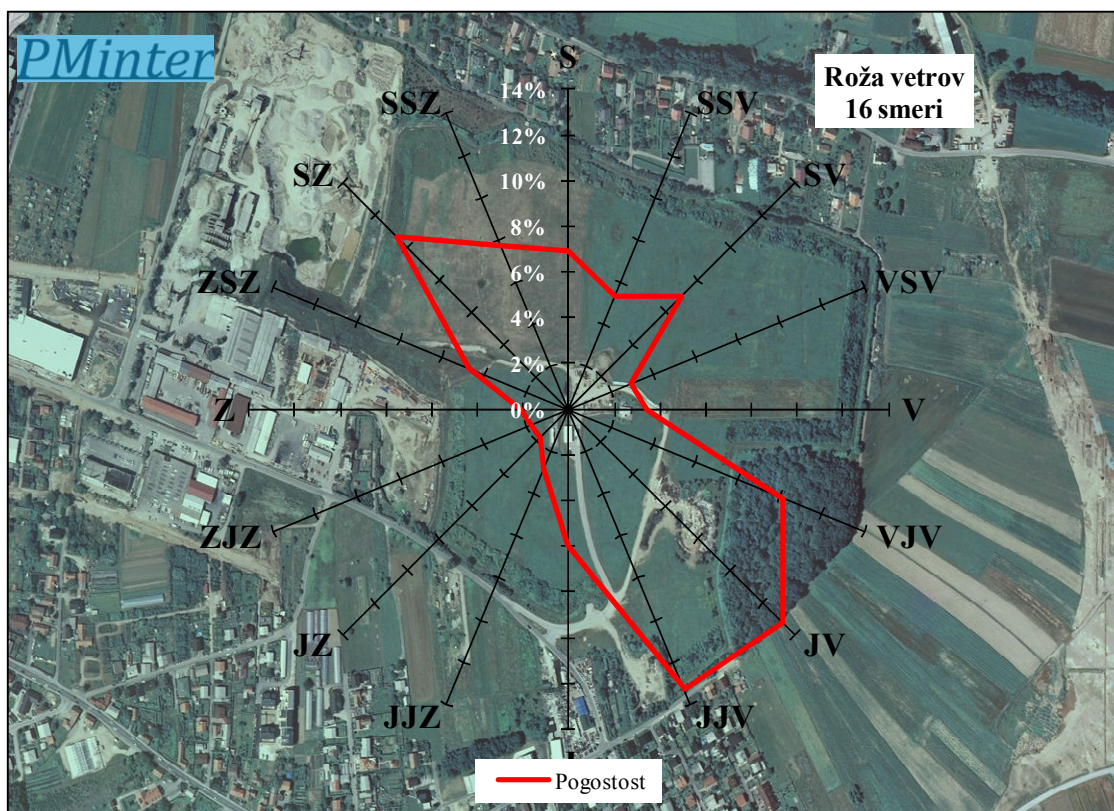
Mesec	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	avg	sep
Temperatura (°C)	-1,9	0,1	6,1	12,8	15,6	19,2	19,6	21,0	20,2

V tabeli 5-14 so navedene srednje mesečne hitrosti vetra na merilnem mestu Pobrežje.

Tabela 5-14: Srednje mesečne hitrosti vetra – merilno mesto Pobrežje

Mesec	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	avg	sep
Hitrost vetra (m/s)	1,0	1,1	1,5	1,7	1,8	1,9	1,8	1,7	1,6

Pogostost pojavljanja smeri vetra prikazujemo na sliki 5.1.



Slika 5.1: Pogostost pojavljanja vetra za merilno mesto Pobrežje

5.3 MERILNO MESTO MIKLAVŽ

Meritve na merilnem mestu Miklavž so se izvajale med 14.9. in 31.12.2011.

5.3.1 DELCI PM_{10}

Rezultati meritev koncentracij delcev PM_{10} na merilnem mestu Miklavž so predstavljeni v tabeli 5-15.

Tabela 5-15: Kakovost zraka z delci PM_{10} – merilno mesto Miklavž

	Koncentracija ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Delež podatkov (%)	Najvišja dnevna ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Število preseganj mejne dnevne
September	21	55 %	36	0
Oktober	27	100 %	62	2
November	62	100 %	102	23
December	37	100 %	74	6
Skupaj*	39	89 %	102	31

* Podatki se nanašajo na obdobje september – december.

Vsebnost delcev PM₁₀ v zraku je bila na lokaciji merilnega mesta Miklavž pod mejno letno vrednostjo. Najvišja izmerjena dnevna vrednost je bila nad mejno dnevno vrednostjo, skupno število preseganj mejne vrednosti je bilo 31. Vsa preseganja v merjenem obdobju so bila v zimskem času.

5.3.2 DUŠIKOV DIOKSID IN SKUPNI DUŠIKOVI OKSIDI

Meritve kakovosti zraka z dušikovimi oksidi (merijo se dušikovi oksidi skupno, dušikov monoksid in dušikov dioksid, navajata pa dušikov dioksid in skupni dušikovi oksidi) na merilnem mestu Miklavž.

Rezultati meritev za dušikov dioksid so v tabeli 5-16.

Tabela 5-16: Kakovost zraka z NO₂ – merilno mesto Miklavž

	Koncentracija (µg/m ³)	Delež podatkov (%)	Najvišja urna (µg/m ³)	Najvišja dnevna (µg/m ³)
September	15	53 %	75	25
Oktober	20	96 %	74	34
November	26	96 %	80	38
December	34	95 %	115	57
Skupaj*	25	85 %	115	57

* Podatki se nanašajo na obdobje september – december.

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

Rezultati meritev skupnih dušikovih oksidov so v tabeli 5.17.

Tabela 5-17: Kakovost zraka z NO_x – merilno mesto Miklavž

	Koncentracija (µg/m ³)	Delež podatkov (%)	Najvišja urna (µg/m ³)	Najvišja dnevna (µg/m ³)
September	24	53 %	147	42
Oktober	37	96 %	319	81
November	52	96 %	353	147
December	90	95 %	510	264
Skupaj*	55	85 %	510	264

* Podatki se nanašajo na obdobje september – december.

Ocena tveganj za rastlinstvo in naravne ekosisteme zaradi onesnaženosti zraka s skupnimi dušikovimi oksidi in skladnosti s kritičnimi vrednostmi se izvaja le na krajih zunaj pozidanih območij.

5.3.3 OZON

Rezultati meritev vsebnosti ozona v zraku za merilno mesto Miklavž so v tabeli 5-18.

Tabela 5-18: Vsebnost O₃ v zraku – merilno mesto Miklavž

	Koncentracija (µg/m ³)	Delež podatkov (%)	Najvišja urna (µg/m ³)	Najvišja 8- urna (µg/m ³)	Število preseganj ciljne 8-urne
September	45	95 %	135	118	0
Oktober	29	95 %	126	114	0
November	16	96 %	79	77	0
December	17	95 %	74	63	0
Skupaj*	24	94 %	135	118	0

* Podatki se nanašajo na obdobje september – december.

Ciljna 8-urna vrednost v času meritev ni bila presežena, opozorilni in alarmni vrednosti nista bili nikoli preseženi.

5.3.4 HLAPE ORGANSKE SPOJINE

Meritve kakovosti zraka s hlapnimi organskimi spojinami na merilnem mestu Miklavž.

Rezultati meritev so v tabeli 5-19.

Tabela 5-19: Kakovost zraka z VOC – merilno mesto Miklavž

	Koncentracija (ppm)	Delež podatkov (%)	Najvišja urna (ppm)	Najvišja dnevna (ppm)
September	0,34	55 %	1,1	0,52
Oktober	0,36	100 %	5,7	0,65
November	0,27	100 %	1,1	0,43
December	0,36	100 %	2,6	0,60
Skupaj*	0,33	30 %	5,7	0,65

* Podatki se nanašajo na obdobje september – december.

Hlapne organske spojine nimajo mejnih vrednosti.

5.3.5 TEMPERATURA ZRAKA, HITROST IN SMER VETRA

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 Miklavž so v tabeli 5.20.

Tabela 5-20: Srednje mesečne temperature zraka – merilno mesto Miklavž

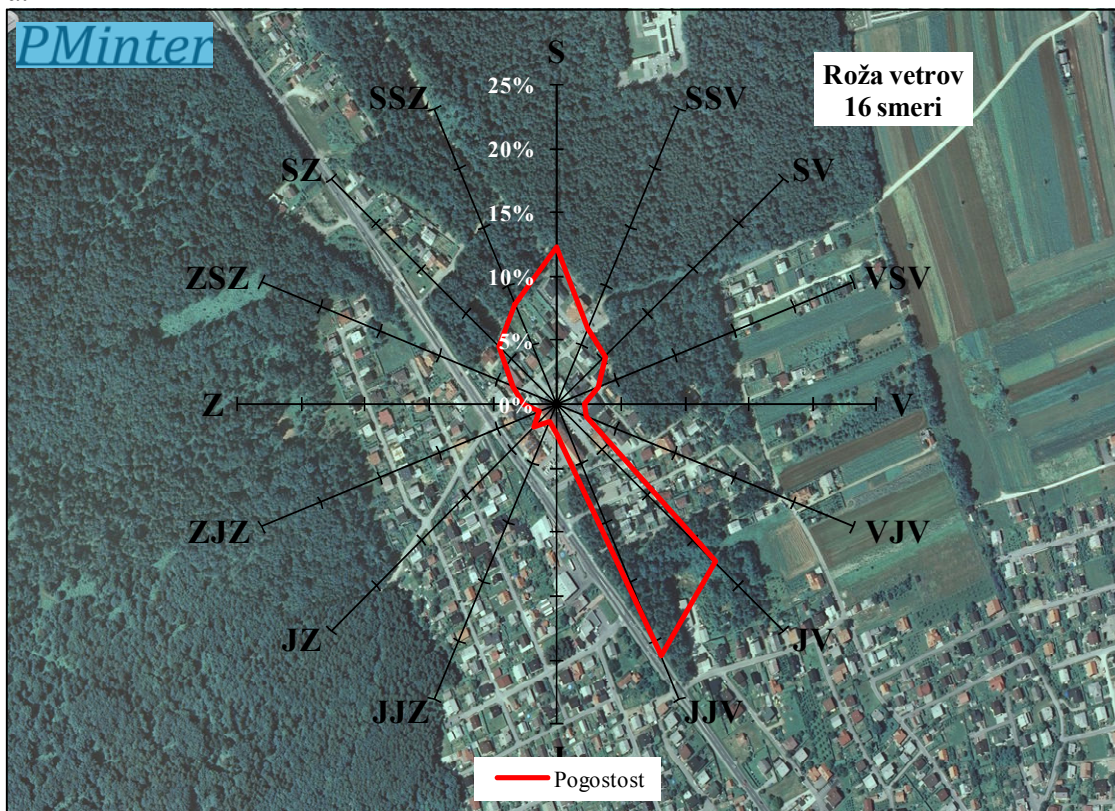
Mesec	sep	okt	nov	dec
<i>Temperatura (°C)</i>	16,7	9,6	3,2	2,4

V tabeli 5-21 so navedene srednje mesečne hitrosti vetra na merilnem mestu Miklavž

Tabela 5-21: Srednje mesečne hitrosti vetra – merilno mesto Miklavž

Mesec	sep	okt	nov	dec
<i>Hitrost vetra (m/s)</i>	0,8	0,6	0,6	0,5

Pogostost pojavljanja smeri vetra prikazujemo na sliki 5.2. Tukaj velja omeniti, sicer je razvidno tudi iz slike, da so okoliške stavbe zelo verjetno močno vplivale na meritve smeri vetra.



Slika 5.2: Pogostost pojavljanja vetra za merilno mesto Miklavž

6 ZNAČILNOSTI

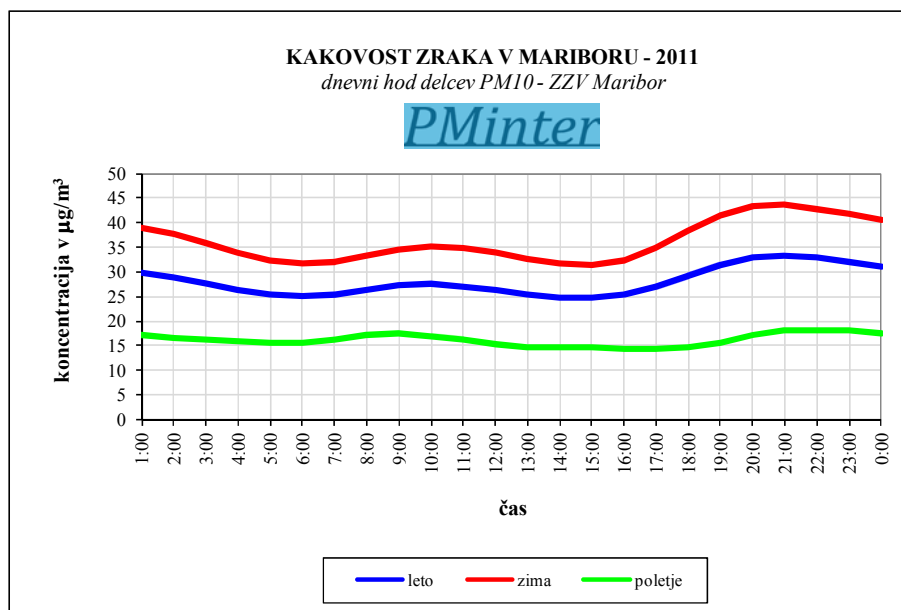
Prikaz časovne odvisnosti koncentracij v obliki hoda, ki ima običajno značilen potek za posamezno onesnaževalo, odraža dinamiko onesnaževanja zraka in nakazuje na možne vire. V tem poglavju so podrobneje obdelane te značilnosti kakovosti zraka.

6.1 DNEVNI HODI

Dnevni hodi kažejo povprečen dnevni potek koncentracij posameznega onesnaževala v koledarskem letu ter posebej v zimskem in poletnem času. Dvourni drseča povprečja so izdelana za vsa merjena onesnaževala, ki so se neprekinjeno ugotavljala na merilnih mestih ZZV Maribor, Pobrežje in Miklavž in sicer iz urnih vrednosti.

6.1.1 Merilno mesto ZZV Maribor

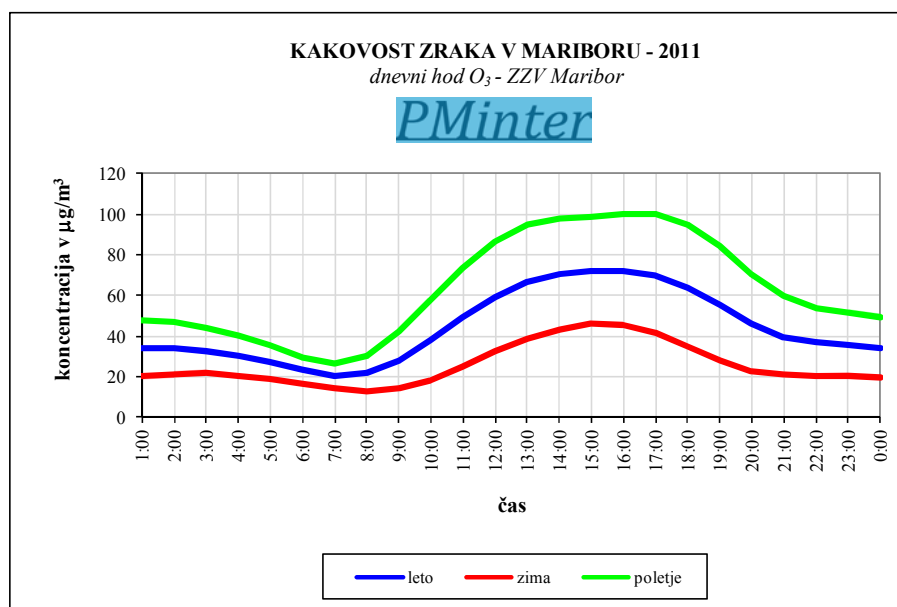
Dnevni hodi za celo leto, poletni (»poletje«) in zimski (»zima«) čas so prikazani na slikah: 6.1 – delci PM_{10} , 6.2 – O_3 , 6.3 – NO_2 , 6.4 – NO_x , 6.5 – VOC, 6.6 – temperatura.



Slika 6-1: Dnevni hod koncentracij delcev PM_{10} , merilno mesto ZZV Maribor

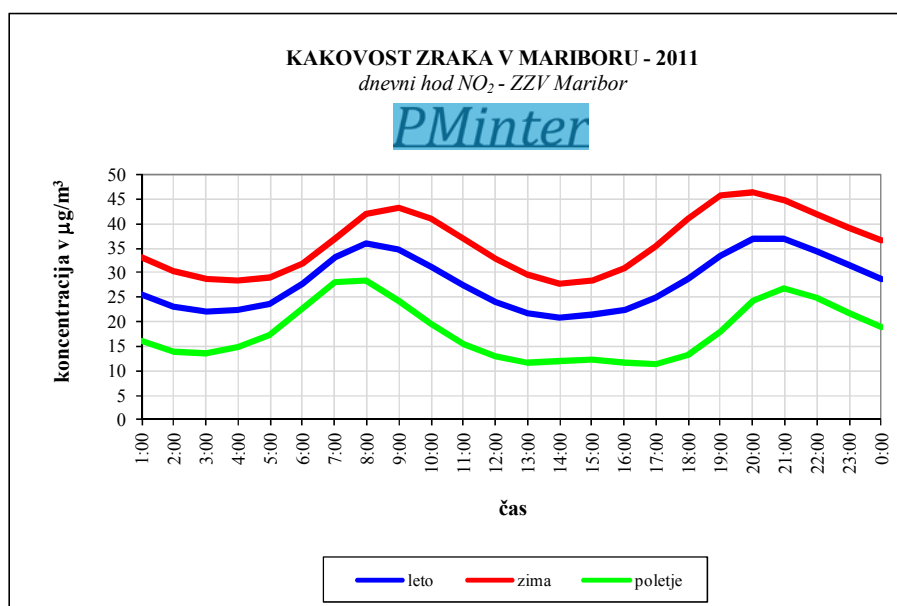
Pri dnevnih hodih delcev PM_{10} sta opazna dva vrhova-jutranji in večerni, tako v zimskem in poletnem času ter se bistveno ne razlikujeta od poteka za celotno leto. Jutranji vrh se v poletnem času pojavlja prej kot v zimskem času, pri večernem pa se takšne razlike ne kažejo.

Na omenjenem merilnem mestu je najnižja koncentracija okrog 6. ure zjutraj, enako nizke pa so tudi v popoldanskem času. Zanimivo je tudi, da sicer v nočnem času, ko so viri precej manj aktivni, koncentracije padejo, vendar je predvsem v zimskem času ta padec relativno majhen, kar nakazuje na visoke vrednosti ozadja.

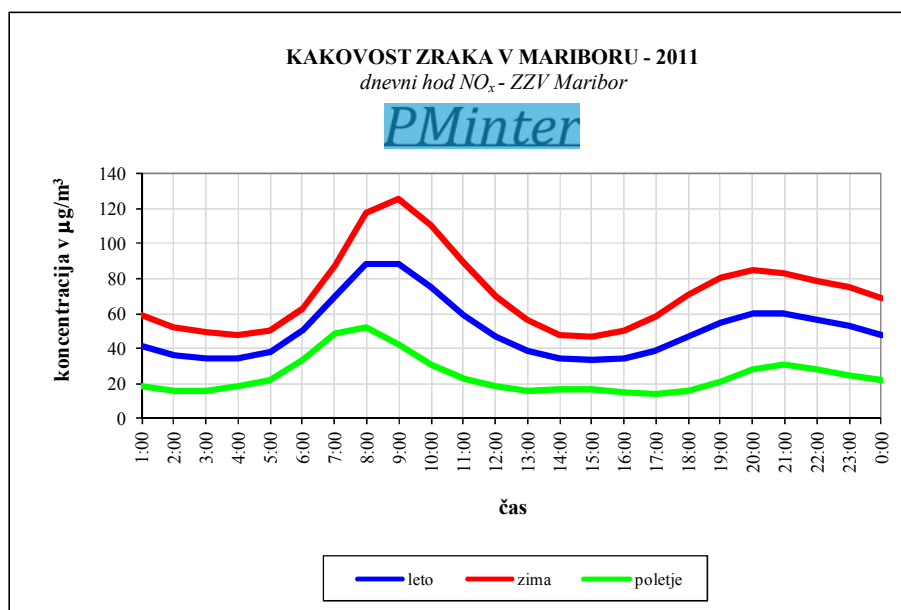


Slika 6-2: Dnevni hod koncentracij O_3 , merilno mesto ZZV Maribor

Dnevni hodi ozona na merilnem mestu ZZV Maribor kažejo začetek poviševanja v jutranjih urah, kar je povezano s sončnim obsevanjem in s tem nastajanjem ozona. S sončnim vzhodom se namreč prične tvorba ozona, ki doseže najvišjo vrednost v času najmočnejšega sončnega obsevanja, to je med 13. in 17. uro poleti oziroma okoli 15. ure pozimi. Z upadanjem jakosti sonca v popoldanskem času se znižuje stopnja nastajanja ozona, dodatno se že pričinja njegov razpad. Ko sonce zaide, se razpad ozona nadaljuje, dokler njegova vsebnost ne doseže najnižje vrednosti tik pred sončnim vzhodom. Vendar ponoči ves ozon ne razpade, saj ni svežih emisij NO , tako da vrednosti ne padejo na nič. Razlike med zimskim in poletnim časom v vrednostih in v času pojavljanja koničnih vrednosti so povezane z jakostjo sončnega obsevanja in s časom sončnega vzhoda oz. zahoda.

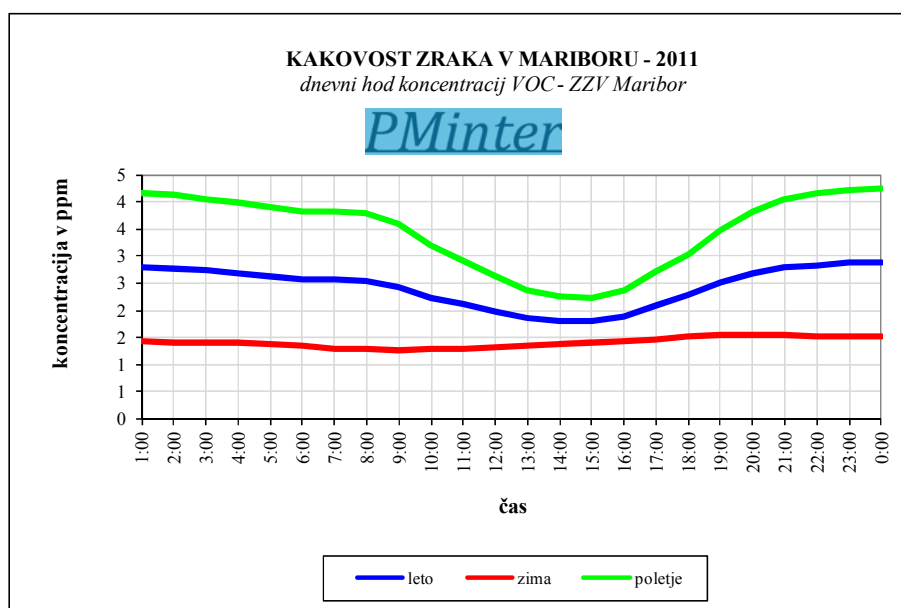


Slika 6-3: Dnevni hod koncentracij NO_2 , merilno mesto ZZV Maribor



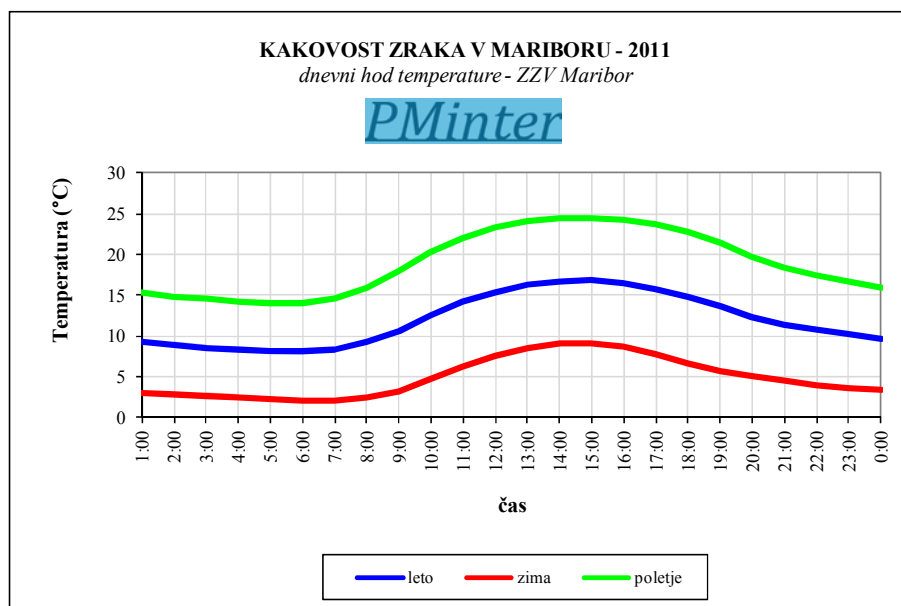
Slika 6-4: Dnevni hod koncentracij NO_x , merilno mesto ZZV Maribor

Nižje vrednosti dušikovih oksidov se pojavijo v zgodnjem jutranjem času, ko so viri malo aktivni, te snovi pa so vpletene tudi v razpad ozona, kar pomeni njihovo porabo (vendar ne v celoti) in znižanje koncentracij, tako da le te ostanejo na nizkem nivoju ozadja. Naraščanje v jutranjem času je povezano s svežimi emisijami iz vplivnih virov (promet, kurišča), jutranja konica se pojavi med 7. in 9. uro. Hitro po sončnem vzhodu se prične vključevanje dušikovih oksidov v nastanek ozona, tako da sledi upad koncentracij. To se dogaja preko celega dneva, saj se očitno več dušikovih oksidov porabi za nastanek ozona, kot jih emitirajo viri. Proti večeru sledi nova konica (poleti okrog 21. ure, pozimi pa okrog 20. ure), saj vključevanje v nastanek ozona za razliko od nastajanja emisij preneha. Po tej konici se emisije znižujejo, preostali dušikovi oksidi v zraku se vključijo v razpad ozona, tako da se tudi koncentracije znižujejo. Hodi so izrazitejši v zimskem času, ko vključevanje v nastajanje ozona ni tako intenzivno. Najnižje vrednosti dušikovega dioksida in skupnih dušikovih oksidov so preko dneva, ko se očitno skoraj vsi nastali tudi porabijo za tvorbo ozona.



Slika 6-5: Dnevni hod koncentracij VOC, merilno mesto ZZV Maribor

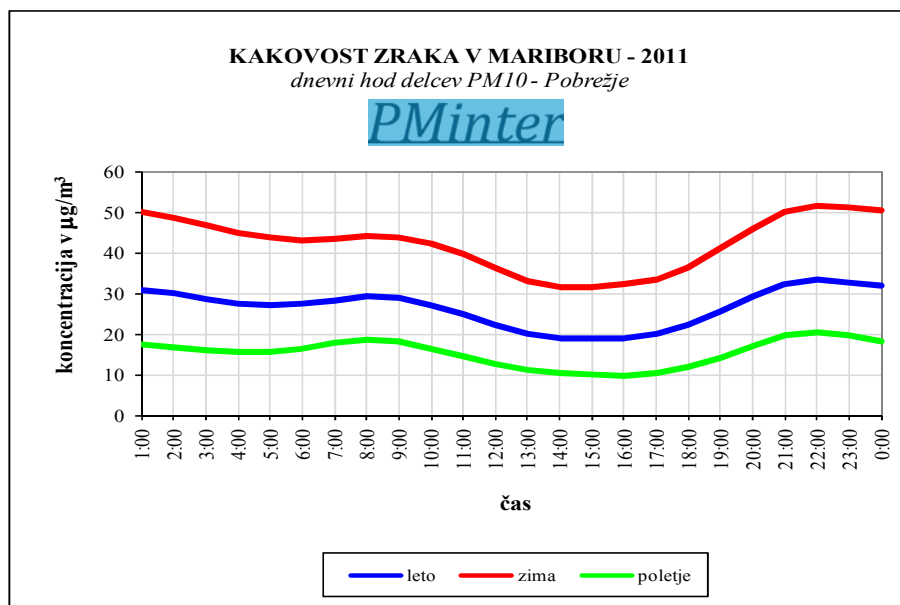
Iz dnevnih hodov VOC je razvidno, da so koncentracije v zimskem času precej stalne, v poletnem času ponoči prav tako, kmalu po sončnem vzhodu pa začnejo koncentracije padati, saj se te snovi vključijo v nastanek ozona. Koncentracije se v splošnem povečujejo z višanjem zunanje temperature, prav tako delež vključenosti v nastanek ozona.



Slika 6-6: Dnevni hod temperature zunanega zraka v °C, merilno mesto ZZV Maribor

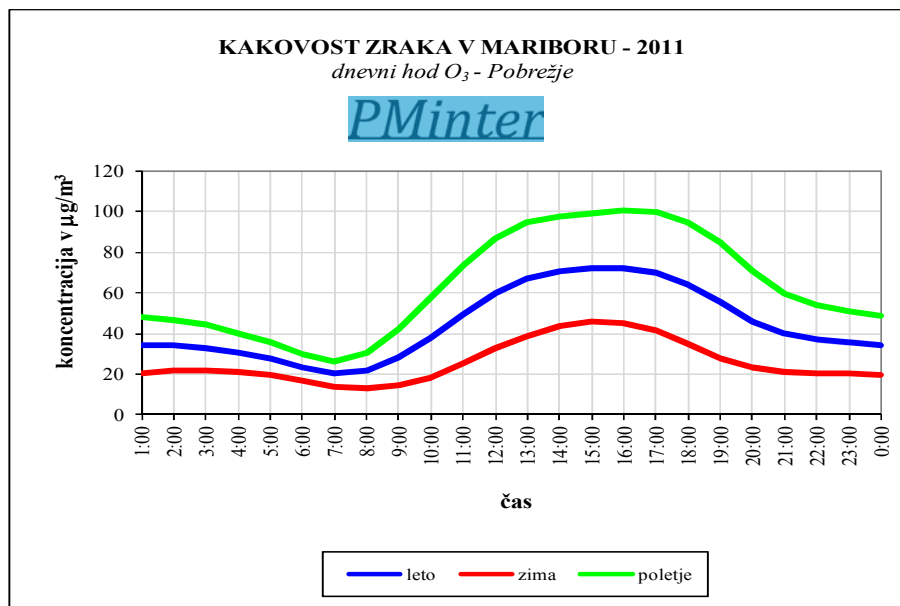
6.1.2 Merilno mesto Pobrežje

Dnevni hodi za celo leto, poletni (»poletje«) in zimski (»zima«) čas so prikazani na slikah: 6.7 – delci PM_{10} , 6.8 – O_3 , 6.9 – NO_2 , 6.10 – NO_x , 6.11 – VOC (posamezni mesečni hodi na skupni sliki), 6.12 – temperatura.



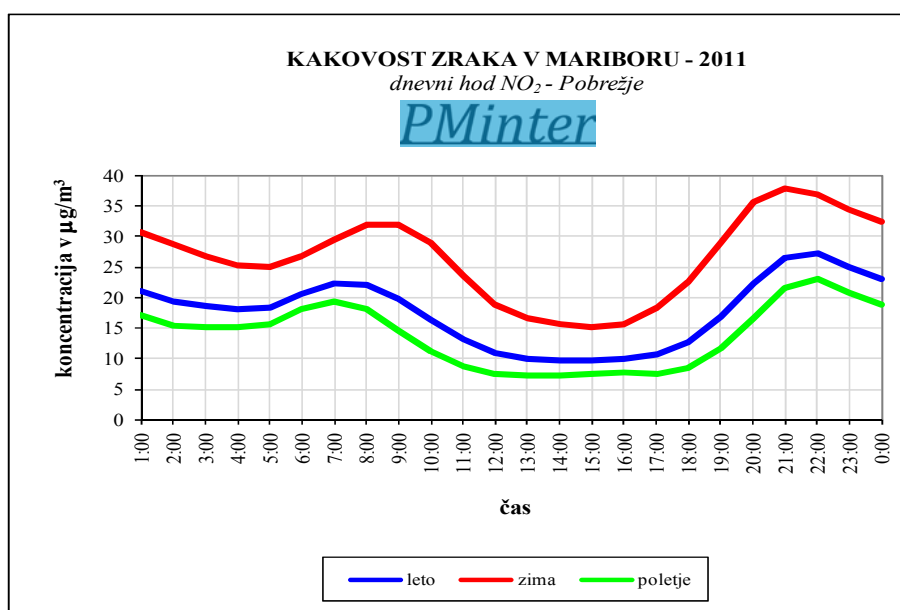
Slika 6-7: Dnevni hod koncentracij delcev PM_{10} , merilno mesto Pobrežje

Pri dnevnih hodih delcev PM_{10} izstopata dva vrhova – jutranji (okrog 8. ure, ki je pozimi manj izrazit) in večerni (okrog 22. ure). Na omenjenem merilnem mestu je najnižja koncentracija med 14. in 16. uro. Dnevna hoda v zimskem in poletnem času sta zelo podobna in se bistveno ne razlikujeta od poteka za celotno leto. Zanimivo je tudi, da sicer pozimi, v nočnem času, ko so viri precej manj aktivni, koncentracije na tem merilnem mestu zelo počasi padajo, ta padec je tudi relativno majhen. Pa tudi najnižja koncentracija med 14. in 16. uro je posebnost, vsaj glede na dosedanja merilna mesta.

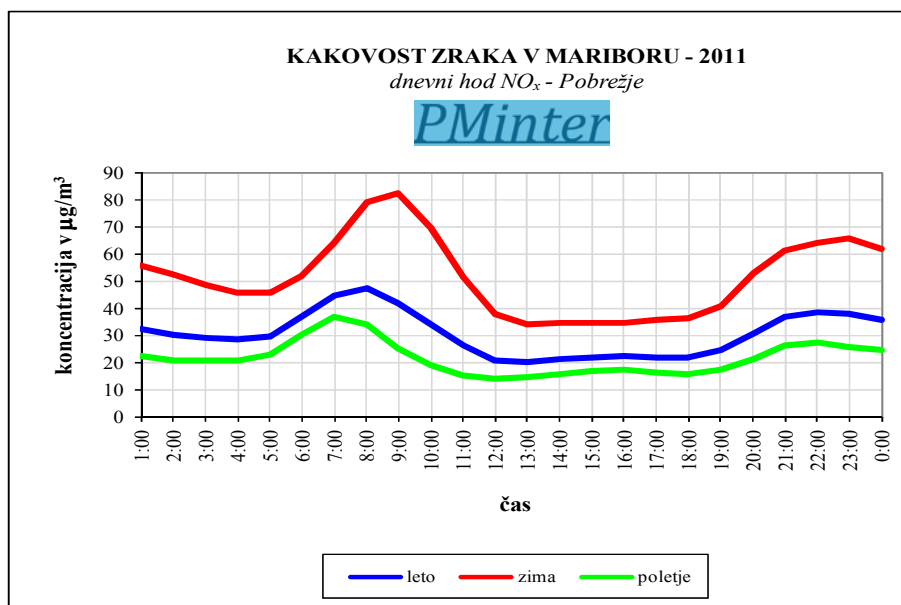


Slika 6-8: Dnevni hod koncentracij O_3 , merilno mesto Pobrežje

Dnevni hodi ozona na merilnem mestu Pobrežje kažejo začetek poviševanja v jutranjih urah, kar je povezano s sončnim obsevanjem in s tem nastajanjem ozona. S sončnim vzhodom se namreč prične tvorba ozona, ki doseže najvišjo vrednost v času najmočnejšega sončnega obsevanja, to je med 13. in 17. uro poleti oziroma okoli 15. ure pozimi. Z upadanjem jakosti sonca v popoldanskem času se znižuje stopnja nastajanja ozona, dodatno se že pričinja njegov razpad. Ko sonce zaide, se razpad ozona nadaljuje, dokler njegova vsebnost ne doseže najnižje vrednosti tik pred sončnim vzhodom. Vendar ponoči ves ozon ne razpade, saj ni svežih emisij NO , tako da vrednosti ne padejo na nič. Razlike med zimskim in poletnim časom v vrednostih in v času pojavljanja koničnih vrednosti so povezane z jakostjo sončnega obsevanja in s časom sončnega vzhoda oz. zahoda.

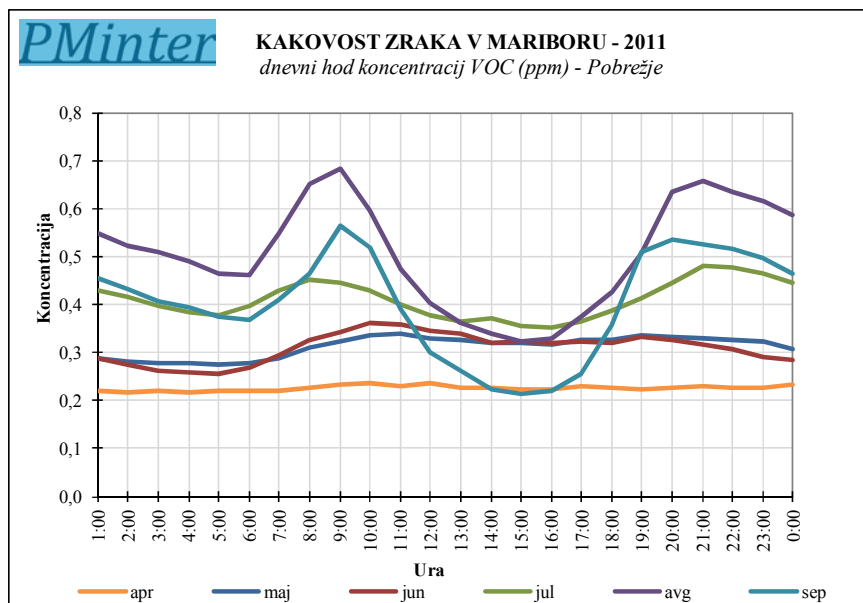


Slika 6-9: Dnevni hod koncentracij NO_2 , merilno mesto Pobrežje



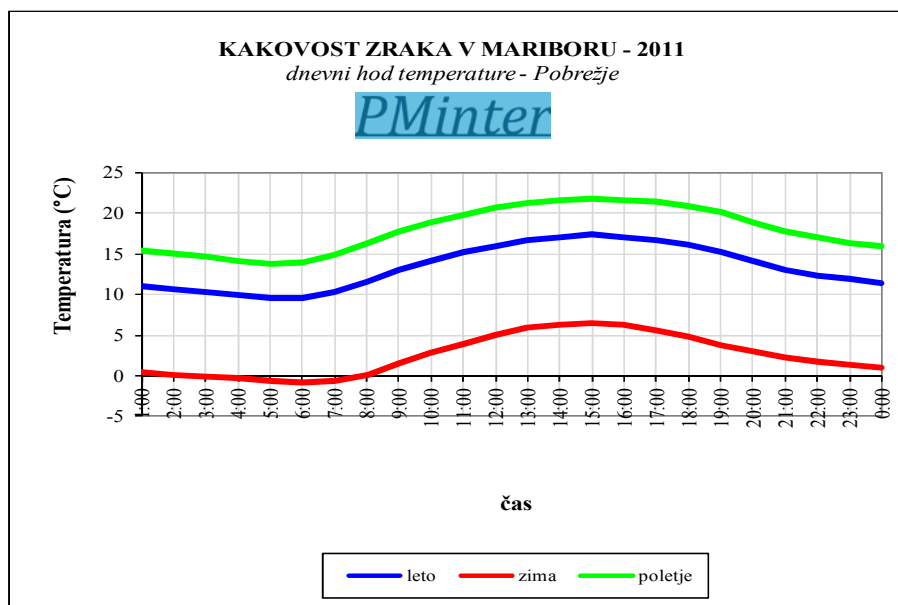
Slika 6-10: Dnevni hod koncentracij NO_x , merilno mesto Pobrežje

Nižje vrednosti dušikovih oksidov se pojavijo v zgodnjem jutranjem času, ko so viri malo aktivni, te snovi pa so vpletene tudi v razpad ozona, kar pomeni njihovo porabo (vendar ne v celoti) in znižanje koncentracij, tako da le te ostanejo na nizkem nivoju ozadja. Naraščanje v jutranjem času je povezano s svežimi emisijami iz vplivnih virov (promet, kurišča), jutranja konica se pojavi poleti med 8. in 9. uro in pozimi okrog 7. ure. Hitro po sončnem vzhodu se prične vključevanje dušikovih oksidov v nastanek ozona, tako da sledi upad koncentracij. To se dogaja preko celega dneva, saj se očitno več dušikovih oksidov porabi za nastanek ozona, kot jih emitirajo viri. Proti večeru sledi nova konica (poleti okrog 21. ure, pozimi pa okrog 22. ure), saj se vključevanje v nastanek ozona preneha. Po tej konici se emisije znižujejo, preostali dušikovi oksidi v zraku se vključijo v razpad ozona, tako da se tudi koncentracije znižujejo. Hodi so izrazitejši v zimskem času, ko vključevanje v nastajanje ozona ni tako intenzivno. Najnižje vrednosti dušikovega dioksida in skupnih dušikovih oksidov so preko dneva, ko se očitno skoraj vsi nastali tudi porabijo za tvorbo ozona.



Slika 6-11: Dnevni hod koncentracij VOC, merilno mesto Pobrežje

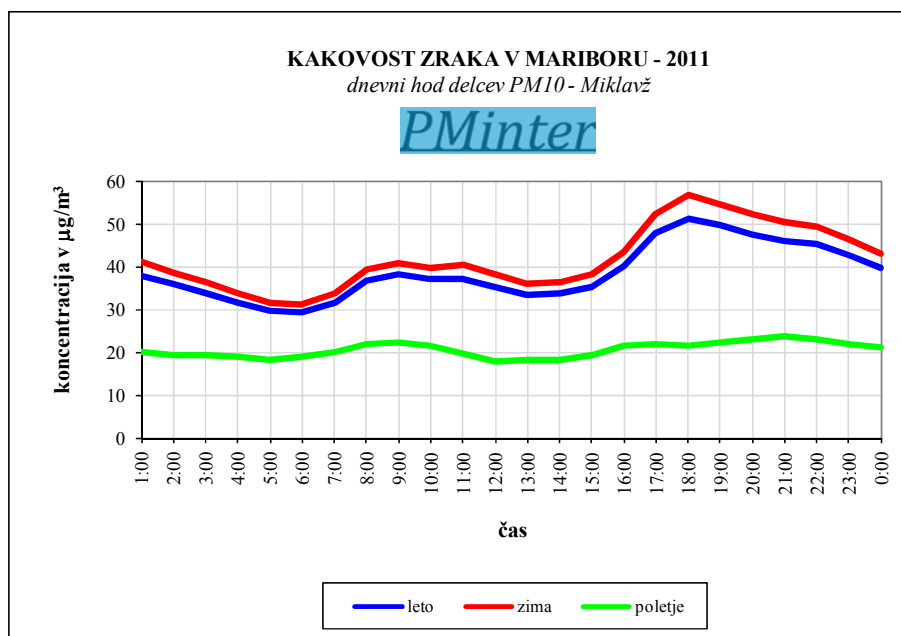
Iz dnevnih hodov VOC je razvidno, da so koncentracije v zimskem času precej stalne. V poletnem času so koncentracije najvišje pred sončnim vzhodom, kmalu po njem pa začnejo padati, saj se te snovi vključijo v nastanek ozona. Proti večeru se koncentracije povečajo, saj VOC v fotokemične reakcije niso več vključeni, sveže emisije pa so še prisotne. Razen vključevanje v nastanek ozona pa je značilnost VOC tudi, da se zaradi višje hlapnosti pri višjih zunanjih temperaturah zraka pojavljajo v višjih koncentracijah.



Slika 6-12: Dnevni hod temperature zunanjega zraka v °C, merilno mesto Pobrežje

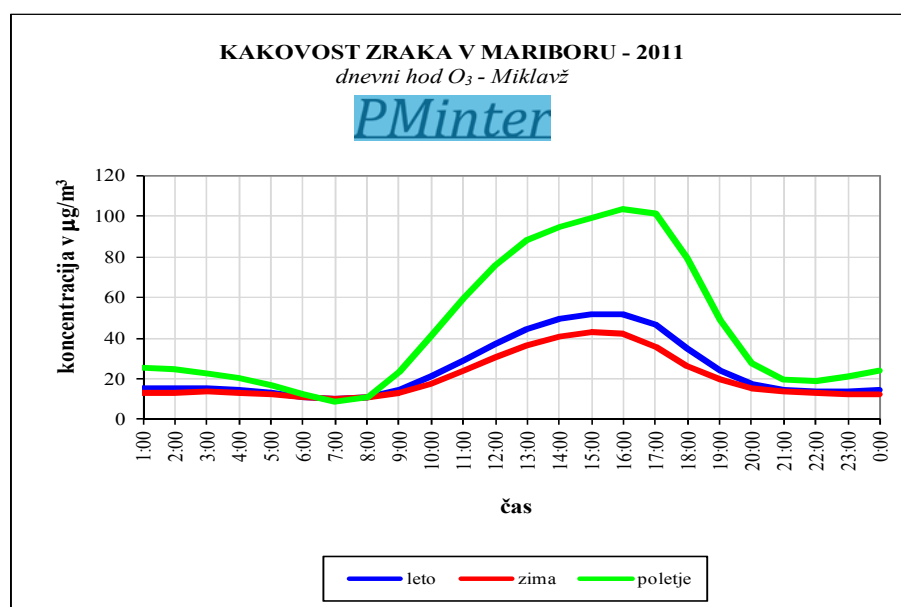
6.1.3 Merilno mesto Miklavž na Dravskem polju

Dnevni hodi za zimski (»zima«) in poletni (»poletje«) čas so prikazani na slikah: 6.13 – delci PM_{10} , 6.14 – O_3 , 6.15 – NO_2 , 6.16 – NO_x , 6.17 – VOC (posamezni mesečni hodi na skupni sliki), 6.18 – temperatura. Na tem mestu je potrebno opozoriti, da dnevni in celoletni hodi zaradi kratkega časa meritev v poletnem času (samo 17 dni) niso reprezentativni.



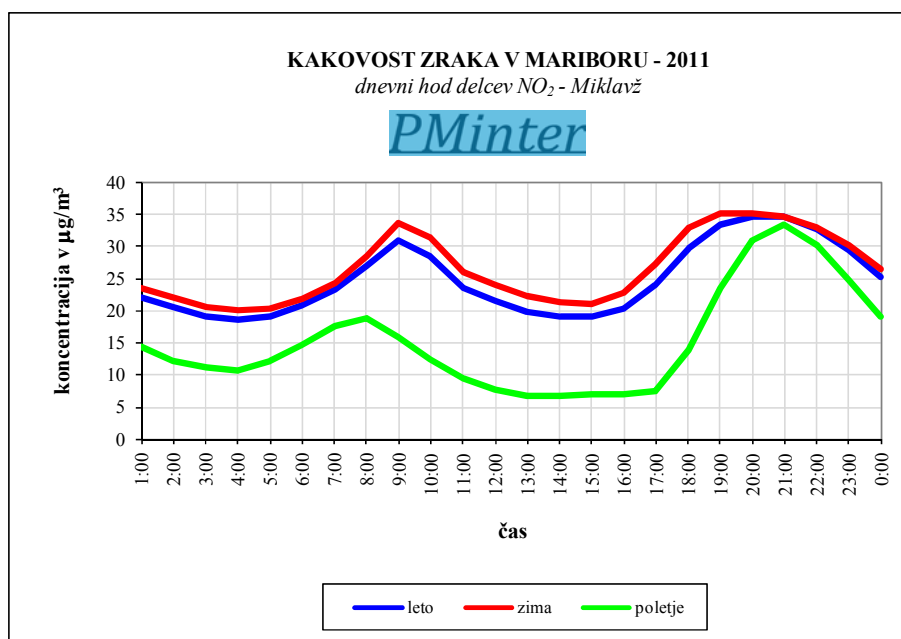
Slika 6-13: Dnevni hod koncentracij delcev PM_{10} , merilno mesto Miklavž

Pri dnevnih hodih delcev PM_{10} izstopata dva vrhova – jutranji (okrog 9. ure)) in večerni (okrog 18. ure). Na omenjenem merilnem mestu je najnižja koncentracija okrog 6. ure zjutraj.

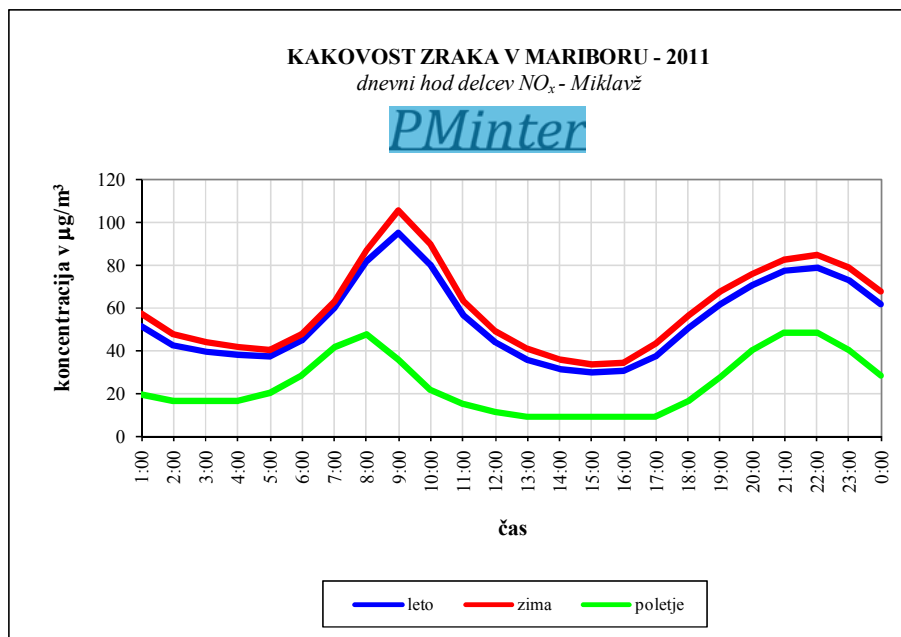


Slika 6-14: Dnevni hod koncentracij O_3 , merilno mesto Miklavž

Dnevni hodi kažejo začetek poviševanja v jutranjih urah, kar je povezano s sončnim obsevanjem in s tem nastajanjem ozona. S sončnim vzhodom se namreč prične tvorba ozona, ki doseže najvišjo vrednost v času najmočnejšega sončnega obsevanja, to je med 13. in 17. uro poleti in okoli 15. ure pozimi. Z upadanjem jakosti sonca v popoldanskem času se znižuje stopnja nastajanja ozona, dodatno se že pričinja njegov razpad. Ko sonce zaide, se razpad ozona nadaljuje, dokler njegova vsebnost ne doseže najnižje vrednosti tik pred sončnim vzhodom. Vendar ponoči ves ozon ne razpade, saj ni svežih emisij NO, tako da vrednosti ne padejo na nič. Razlike med zimskim in poletnim časom v vrednostih in v času pojavljanja koničnih vrednosti so povezane z jakostjo sončnega obsevanja in časom sončnega vzhoda oz. zahoda.

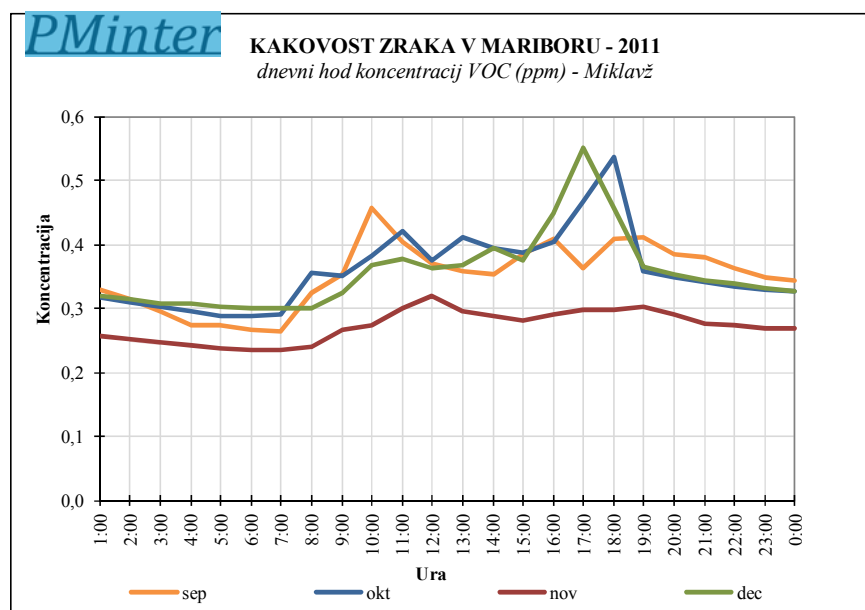


Slika 6-15: Dnevni hod koncentracij NO₂, merilno mesto Miklavž



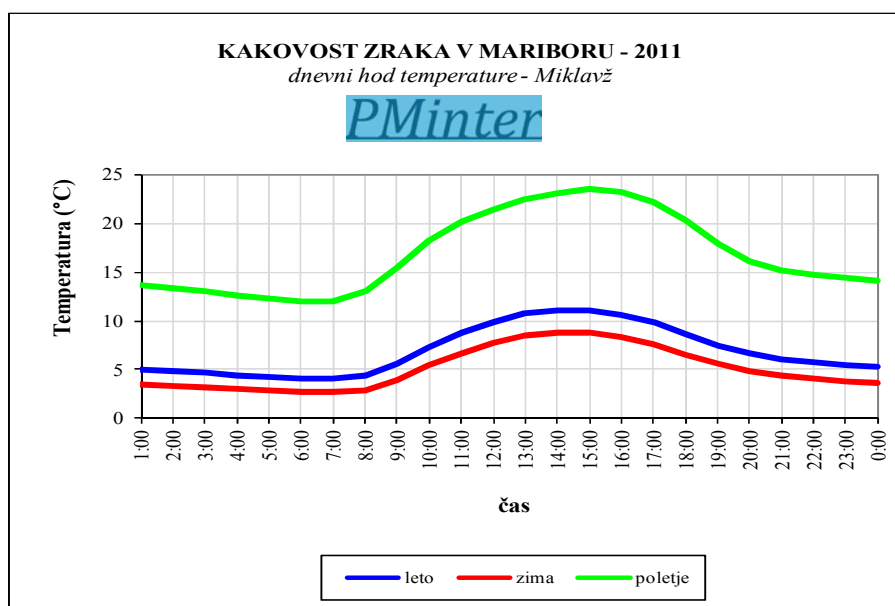
Slika 6-16: Dnevni hod koncentracij NO_x , merilno mesto Miklavž

Nižje vrednosti dušikovih oksidov se pojavijo v zgodnjem jutranjem času, ko so viri malo aktivni, te snovi pa so vpletene tudi v razpad ozona, kar pomeni njihovo porabo (vendar ne v celoti) in znižanje koncentracij, tako da le te ostanejo na nizkem nivoju ozadja. Naraščanje v jutranjem času je povezano s svežimi emisijami iz vplivnih virov (promet, kurišča), jutranja konica se pojavi okrog 8. ure poleti in še uro prej pozimi. Hitro po sončnem vzhodu se prične vključevanje dušikovih oksidov v nastanek ozona, tako da sledi upad koncentracij. To se dogaja preko celega dneva, saj se očitno več dušikovih oksidov porabi za nastanek ozona, kot jih emitirajo viri. Proti večeru sledi nova konica (poleti okrog 21. ure, pozimi pa okrog 19. ure), saj vključevanje v nastanek ozona za razliko od nastajanja emisij preneha. Po tej konici se emisije znižujejo, preostali dušikovi oksidi v zraku se vključijo v razpad ozona, tako da se tudi koncentracije znižujejo. Hodi so izrazitejši v zimskem času, ko nastajanje ozona ni tako intenzivno. Najnižje vrednosti dušikovega dioksida in skupnih dušikovih oksidov so preko dneva, ko se očitno skoraj vsi nastali tudi porabijo za tvorbo ozona.



Slika 6-17: Dnevni hod koncentracij VOC, *merilno mesto Miklavž*

Dnevni hod VOC za posamezne mesece niso ravno tipični, kažeta se sicer dva vrhova, v septembru je bolj izrazit dopoldanski (10:00), lahko kaže tudi na vključevanje VOC v nastanek ozona, vrha v oktobru in decembru pa sta popoldanska (17:00 – 18:00), vključevanje v nastanek ozona je v teh mesecih manj intenzivno, vrha sta lahko posledica tudi dodatnih lokalnih emisij.

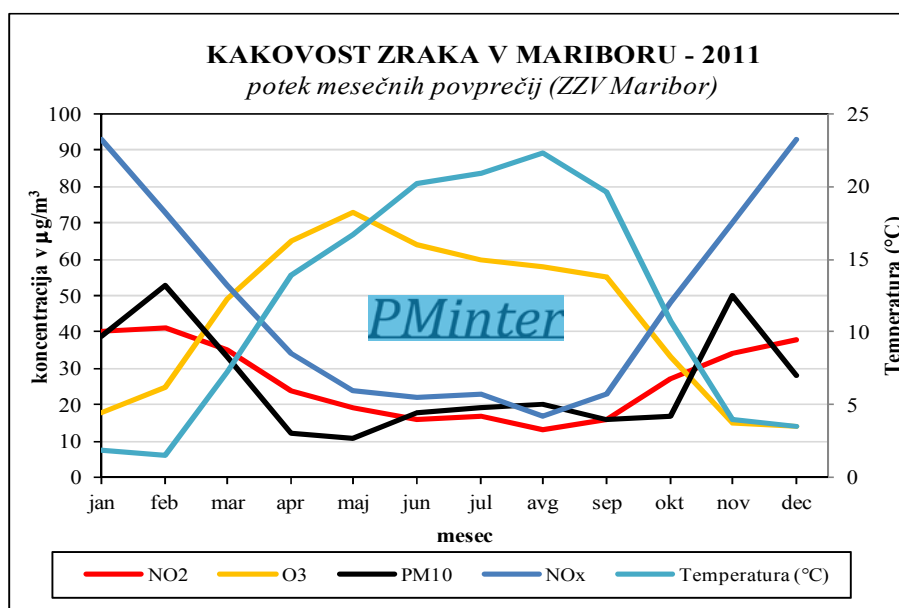


Slika 6-18: Dnevni hod temperature zunanjega zraka v °C, *merilno mesto Miklavž*

6.2 MESEČNI HODI

Na slikah 6-19, 6-20 in 6-21 je prikazan letni hod onesnaževal NO_2 , NO_x , O_3 in PM_{10} ter temperature zraka za merilna mesta ZZV Maribor, Pobrežje in Miklavž. Letni hod VOC je za vsa tri merilna mesta prikazan na sliki 6-22.

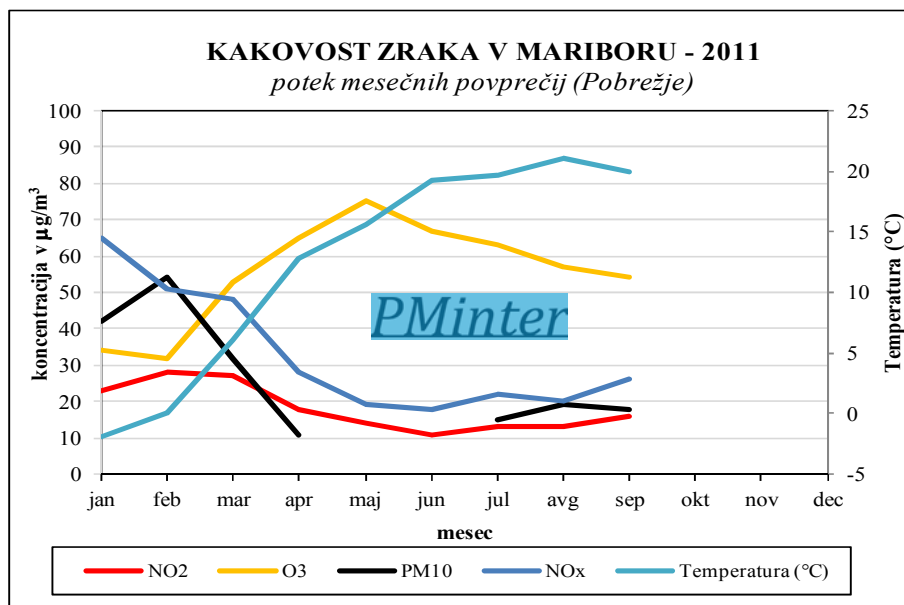
6.2.1 Merilno mesto ZZV Maribor



Slika 6-19: Potek mesečnih povprečij NO_x , NO_2 , O_3 , PM_{10} in temperature zraka za merilno mesto ZZV Maribor

Srednje mesečne koncentracije NO_2 in NO_x kažejo značilen potek z višjimi vrednostmi v zimskem času (izstopata januar in december, kot meseca z najnižjimi temperaturami), saj so nižje vrednosti poleti posledica njihovega sodelovanja pri nastanku ozona. Koncentracije O_3 so komplementarne dušikovim oksidom, z višjimi vrednostmi v poletnem ter nižjimi v zimskem času. Na koncentracije ozona, ki je fotokemični oksidant, vplivajo seveda predhodniki (dušikovi oksidi in lahkoahlapne organske spojine) ter v največji meri sončno obsevanje, ki je bolj intenzivno v poletnem času. Srednje mesečne koncentracije delcev PM_{10} kažejo značilen potek z višjimi vrednostmi v zimskih mesecih, od katerih še posebej izstopata februar in november. Potek temperature zraka je prav tako značilen, z najvišjo vrednostjo v avgustu in najnižjo v zimskih mesecih (januar, februar, november in december).

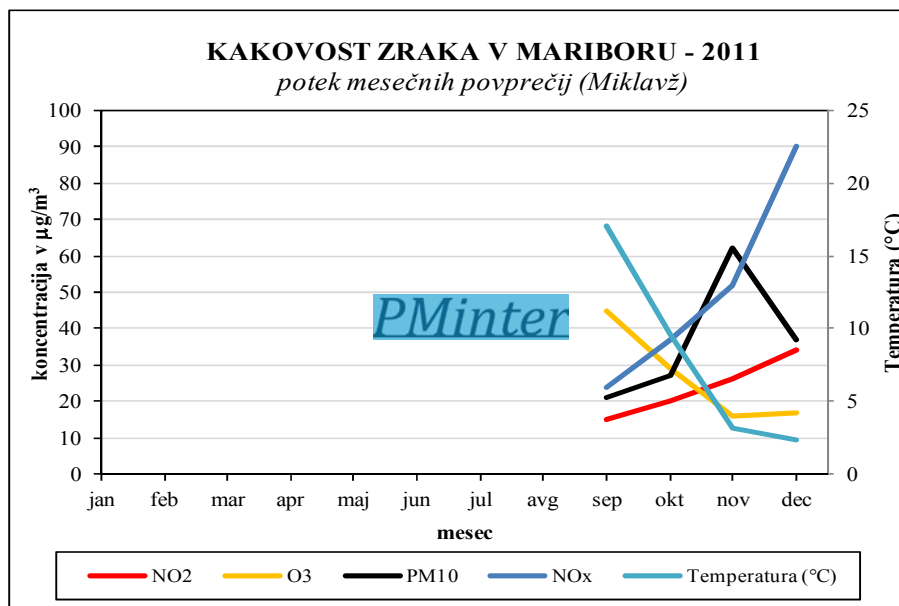
6.2.2 Merilno mesto Pobrežje



Slika 6-20: Potek mesečnih povprečij NO_x, NO₂, O₃, PM₁₀ in temperature zraka za merilno mesto Pobrežje

Srednje mesečne koncentracije NO₂ in NO_x kažejo značilen potek z višjimi vrednostmi v zimskem času, saj so nižje vrednosti poleti posledica sodelovanja pri nastanku ozona. Koncentracije O₃ so komplementarne dušikovim oksidom, z višjimi vrednostmi v poletnem ter nižjimi v zimskem času. Na koncentracije ozona, ki je fotokemični oksidant, vplivajo seveda predhodniki (dušikovi oksidi in lahko hlapne organske spojine) ter v največji meri sončno obsevanje, ki je bolj intenzivno v poletnem času. Srednje mesečne koncentracije delcev PM₁₀ kažejo značilen potek z višjimi vrednostmi v zimskem času. Potek temperature zraka je prav tako značilen, z najvišjo vrednostjo v avgustu in najnižjo v zimskih mesecih (januar, februar).

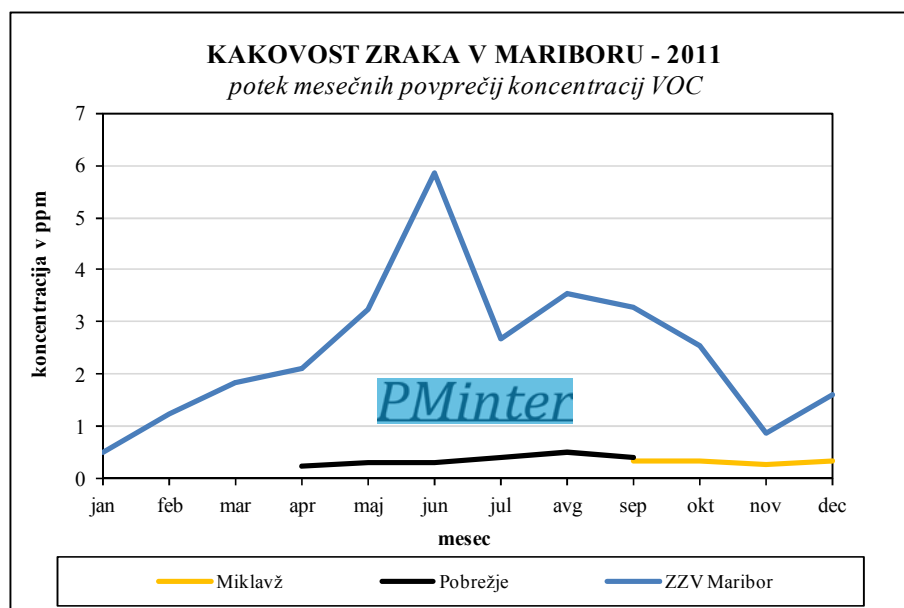
6.2.3 Merilno mesto Miklavž



Slika 6-21: Potek mesečnih povprečij NO_x, NO₂, O₃, PM₁₀ in temperature zraka za merilno mesto Miklavž

Srednje mesečne koncentracije NO₂ in NO_x kažejo značilen potek z višjimi vrednostmi v poznem zimskem času. Koncentracije O₃ so komplementarne dušikovim oksidom, z višjimi vrednostmi v poletnem ter nižjimi v zimskem času. Na koncentracije ozona, ki je fotokemični oksidant, vplivajo seveda predhodniki (dušikovi oksidi in lahkohlapne organske spojine) ter v največji meri sončno obsevanje, ki je bolj intenzivno v poletnem času. Srednje mesečne koncentracije delcev PM₁₀ kažejo značilen potek z višjimi vrednostmi v zimskem času, najvišje so bile novembra. Potek temperature zraka je prav tako značilen, z najvišjo vrednostjo v septembru in najnižjo v zimskih mesecih (november in december).

6.2.4 Hlapne organske spojine (VOC)



Slika 6-22: Potek mesečnih povprečij VOC za merilna mesta ZZV Maribor, Pobrežje in Miklavž

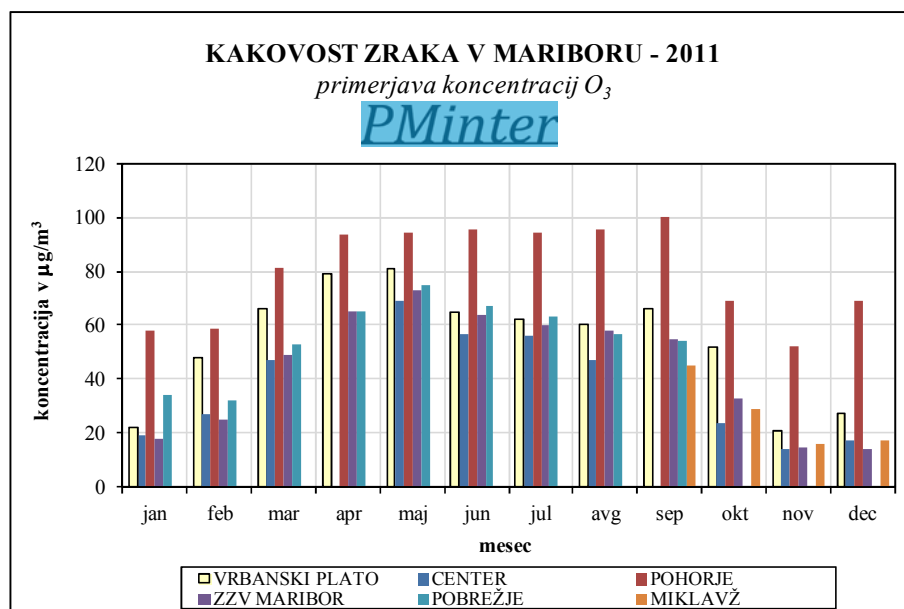
Srednje mesečne koncentracije VOC kažejo potek z višjimi vrednostmi v poletnem času, ne glede na dejstvo da VOC sodelujejo pri nastanku ozona, saj očitni pri višji temperaturi nastane več teh onesnaževal. Koncentracije so precej višje na merilnem mestu ZZV Maribor kot na Pobrežju in v Miklavžu, kjer so bile vrednosti približno enake.

6.3 PRIMERJAVA MED MERILNIMI MESTI

Meritve kakovosti zunanje zraka so, hkrati z meritvami na lokacijah ZZV Maribor, Pobrežje in Miklavž, potekale tudi v okviru državne merilne mreže v Centru (PM_{10} , NO_2 , NO_x , O_3) in v okviru mestne merilne mreže na merilnem mestu Vrbanski plato (PM_{10} , NO_2 , NO_x , O_3) in na Pohorju (samo O_3)¹. Na vseh lokacijah razen na Pohorju se je ugotavljala tudi temperatura zunanje zraka.

6.3.1 Primerjava povprečnih mesečnih vrednosti

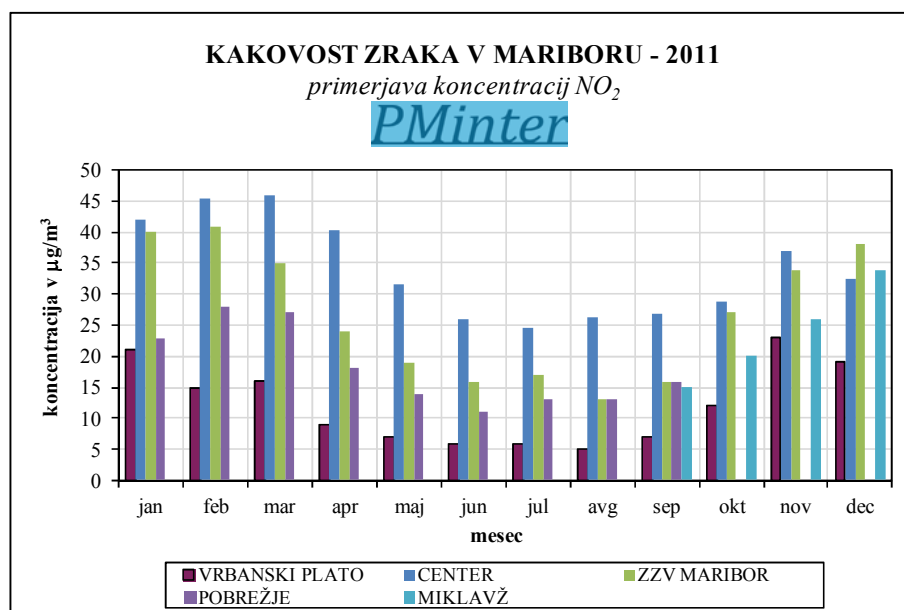
Na slikah 6.23 – 6.27 so prikazana mesečna povprečja O_3 , NO_2 , NO_x , PM_{10} in temperature zraka za merilna mesta.



Slika 6-23: Vsebnosti O_3 , merilna mesta ZZV Maribor, Pobrežje, Miklavž, Pohorje, Center in Vrbanski plato

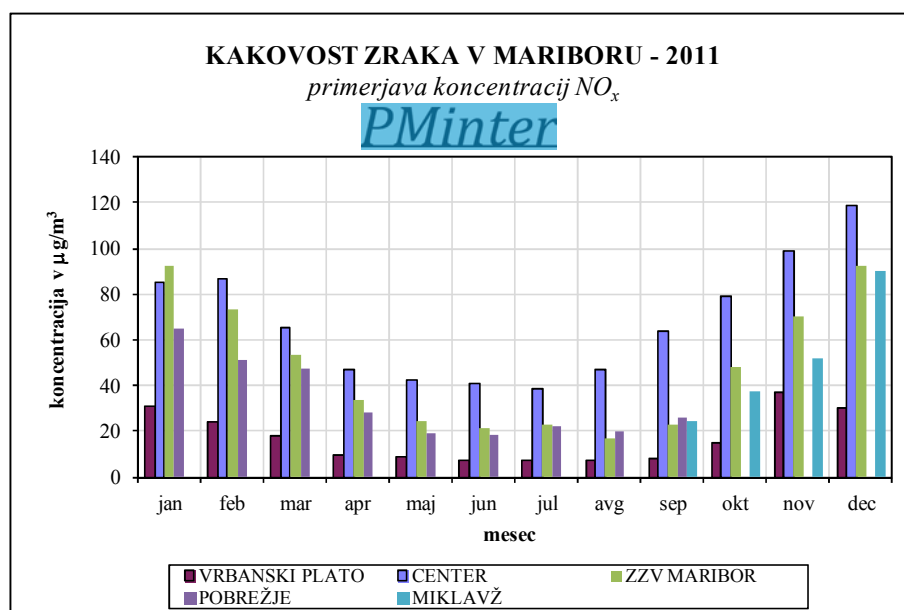
Mesečni poteki ozona za vsa merilna mesta kažejo podobne osnovne značilnosti z najvišjimi vrednostmi v maju in poletnih mesecih. Med temi podatki izstopa merilno mesto Pohorje z najvišjimi koncentracijami, saj gre v tem primeru za merilno mesto na večji nadmorski višini. Naslednje najvišje koncentracije so bile izmerjene na Vrbanskem platu. Razlike med Centrom, ZZV Maribor, Pobrežjem in Miklavžem pa niso velike.

¹ Podrobnejši podatki za merilna mesta Center, Pohorje, Vrbanski plato, Duplek, Ruše in Miklavž^{*2} so iz »Poročila o kakovosti zraka za leto 2011, Merilna mreža Maribora in sosednjih občin, marec 2012, Zavod za zdravstveno varstvo Maribor, Inštitut za varstvo okolja, Prvomajska ulica 1, 2000 Maribor, 120-09/1579-11/14«



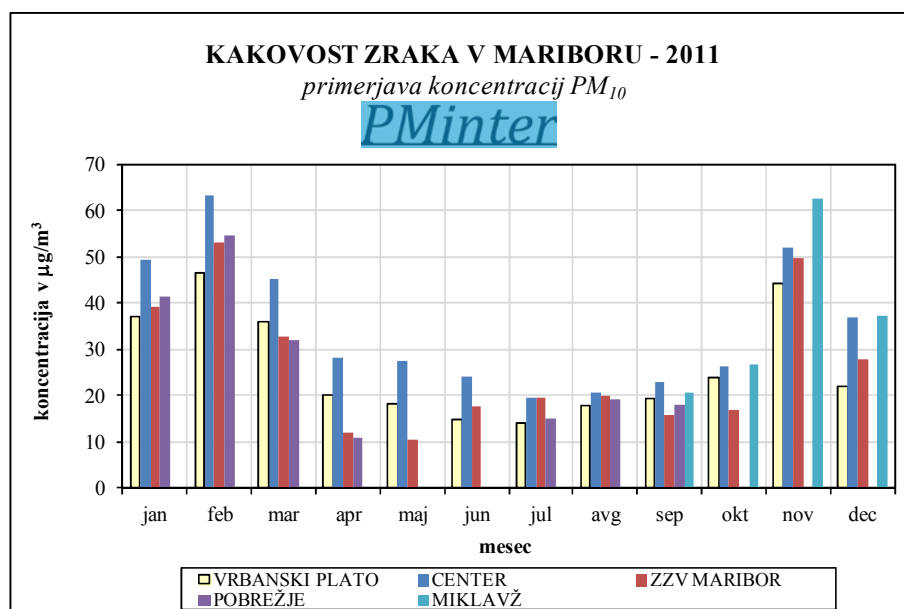
Slika 6-24: Koncentracije NO_2 , merilna mesta ZZV Maribor, Pobrežje, Miklavž, Center in Vrbanški plato

Tudi mesečni poteki dušikovega dioksida kažejo na vseh treh merilnih mestih podobne osnovne značilnosti z relativno nizkimi vrednostmi v poletnem času in višjimi v času nižjih zunanjih temperatur. Najvišje izmerjene koncentracije so bile na merilnem mestu Center, saj leži neposredno ob virih (prometni cesti), sledi ZZV Maribor, ki tudi ni bilo ravno daleč od prometnice, sledi Pobrežje, najnižje pa so bile na Vrbanškem platoju, kjer viri dušikovih oksidov niso prisotni. V Miklavžu so bile v času meritev koncentracije nižje kot na ZZV Maribor in višje kot na Vrbanškem platoju.



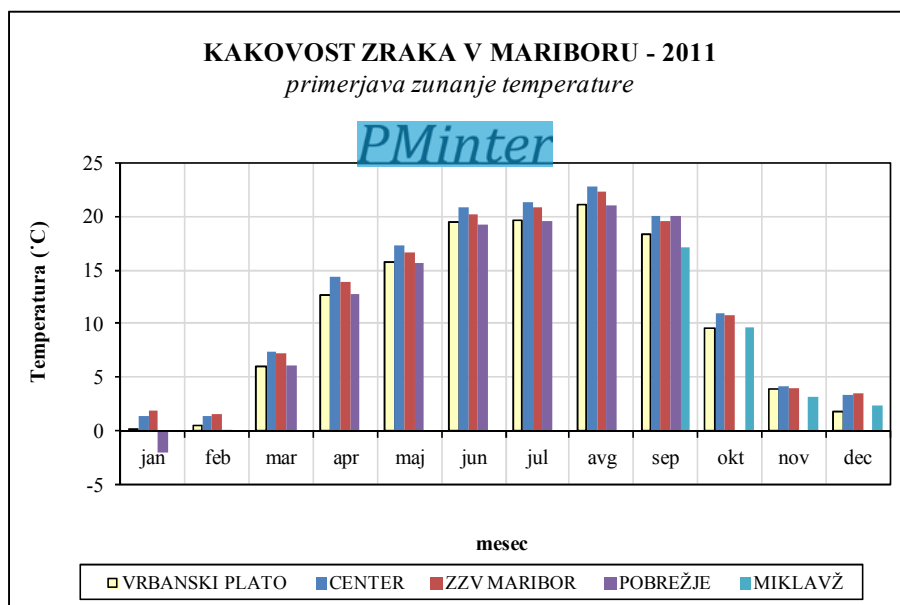
Slika 6-25: Koncentracije NO_x , merilna mesta ZZV Maribor, Pobrežje, Miklavž, Center in Vrbanški plato

Tudi mesečni poteki skupnih dušikovih oksidov kažejo na vseh treh merilnih mestih podobne osnovne značilnosti z nižjimi vrednostmi v poletnem času in najvišjimi v času najnižjih zunanjskih temperatur. Prav tako kot pri NO_2 , so bile najvišje koncentracije NO_x izmerjene na merilnem mestu Center, kateremu sledita ZZV Maribor in Pobrežje (ob koncu leta Miklavž), daleč najnižje pa so bile koncentracije na Vrbanskem platoju.



Slika 6-26: Kakovosti zraka z delci PM_{10} , merilna mesta ZZV Maribor, Pobrežje, Miklavž, Center in Vrbanski plato

Mesečni poteki koncentracij delcev PM_{10} kažejo na vseh merilnih mestih podobne osnovne značilnosti z nizkimi vrednostmi (celo pod $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$) v poletnem času in najvišjimi v času nižjih zunanjskih temperatur, od katerih posebej izstopata februar in november, ko je bilo mesečno povprečje povsod preko $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Najvišje koncentracije so bile v prvem delu leta izmerjene na merilnem mestu Center, ki ga je v zadnjem delu leta dohitelo oziroma prehitelo merilno mesto v Miklavžu. Ostala merilna mesta niso vedno enako onesnažena, pozimi pa tudi nekaj mesecev poleti so bile najnižje vrednosti na Vrbanskem platoju, ZZV Maribor in Pobrežje sta bila približno enako onesnažena, vendar vedno manj kot Center.



Slika 6-27: Temperatura zunanjega zraka, *merilna mesta ZZV Maribor, Pobrežje, Miklavž, Center in Vrbanški plato*

Temperatura zraka je odvisna predvsem od pozidanosti okolja merilnega mesta, tako da so bile najnižje temperature na Vrbanškem platoju, kateremu je sledilo Pobrežje, nekoliko višje so bile temperature na ZZV Maribor in najvišje v Centru.

6.3.2 Primerjava povprečnih letnih vrednosti

Letna povprečja koncentracij onesnaževal in temperature zraka na obravnavanih merilnih mestih so prikazana v tabeli 6-1 (kjer se meritev ni izvajalo celo koledarsko leto, so bile izmerjene ravni preračunane na celo leto).

Tabela 6-1: Povprečne letne vrednosti onesnaževal na posameznem merilnem mestu

Merilno mesto	NO ₂ (µg/m ³)	NO _x (µg/m ³)	O ₃ (µg/m ³)	PM ₁₀ (µg/m ³)	Temperatura (°C)
ZZV Maribor	28	51	44	28	11,9
Pobrežje	20	41	45	28	/ ^{*3}
Miklavž ^{*1}	23	44	41	37	/ ^{*3}
Center	34	70	36	34	12,2
Pohorje	/	/	80	/	/
Vrbanski plato	10	14	55	25	11,1
Duplek	/	/	/	34	/
Ruše	/	/	/	24	/
Miklavž ^{*2}	/	/	/	34	/

^{*1}: Miklavž, Ekartova ulica 30b;

^{*2}: Miklavž, Nad izviri 6;

^{*3}: Meritve niso potekale celo leto.

Nobena letna vrednost ne presega mejne letne vrednosti za zaščito zdravja ljudi. Primerjava letnih povprečij vrednosti koncentracij nam pokaže naslednje značilnosti:

- NO₂: najvišja vrednost je bila izmerjena na merilnem mestu ZZV Maribor, vendar je bila ta vrednost nižja kot na merilnem mestu Center. Obe lokaciji sta precej prometni, Center še bolj kot ZZV Maribor. V Miklavžu so bile izmerjene višje koncentracije kot na Pobrežju in na Vrbanskem platoju, ki je bilo najmanj onesnaženo, saj je precej oddaljeno od emisijskih virov;
- NO_x: najvišja vrednost je bila izmerjena na merilnem mestu ZZV Maribor. Na vseh treh dodatnih merilnih mestih so bile koncentracije višje kot na Vrbanskem platoju, vendar nižje kot v Centru. Razlogi so enaki kot pri NO₂;
- O₃: na vseh treh dodatnih merilnih mestih je bila koncentracija ozona višja kot na merilnem mestu Center, vendar nižja kot na Vrbanskem Platoju in seveda tudi Pohorju. Razlogi so v svežih emisijah dušikovih oksidov, ki povzročajo tako nastanek kot tudi razpad ozona v primeru njihovega presežka nad emisijami hlapnih organskih spojin;
- PM₁₀: povprečje na dodatnih merilnih mestih je bilo najvišje v Miklavžu^{*1}, vrednost je bila celo višja kot na merilnih mestih Center, Duplek in Miklavž^{*2}. Koncentracije na merilnih mestih ZZV Maribor in Pobrežje so bile enake, vendar nižje kot v Centru, Miklavžu^{*2} in Dupleku ter višje kot na Vrbanskem platoju in v Rušah, kjer so bile najnižje. Za vrednosti v Rušah in na Vrbanskem platoju bi lahko rekli, da so na ravni mestnega ozadja, kjer je malo lokalnih virov. Očitni je teh največ v središču najgostejše poseljenih območij (Center, Miklavž in Duplek) ter manj na lokaciji ZZV Maribor (Tezno) in Pobrežju, kjer so prisotna tudi nepozidana območja.

V tabeli 6-2 je navedeno število preseganj ciljne 8-urne vrednosti za ozon in mejne dnevne vrednosti za delce PM₁₀ (kjer se meritev ni izvajalo celo koledarsko leto, so bile izmerjene ravni preračunane na celo leto). Preseganj mejnih urnih vrednosti za dušikov dioksid ni bilo.

Tabela 6-2: Število preseganj na posameznem merilnem mestu za celotno leto 2011 (prekomerno število je v odebeljenem tisku)

Merilno mesto	O ₃	PM ₁₀
ZZV Maribor	27	43
Pobrežje	35	41
Miklavž ^{*1}	25	78
Center	0	65
Pohorje	57	/
Vrbanski plato	35	25
Duplek	/	57
Ruše	/	11
Miklavž ^{*2}	/	67
Dovoljeno število preseganj	25 ^{*3}	35 ^{*4}

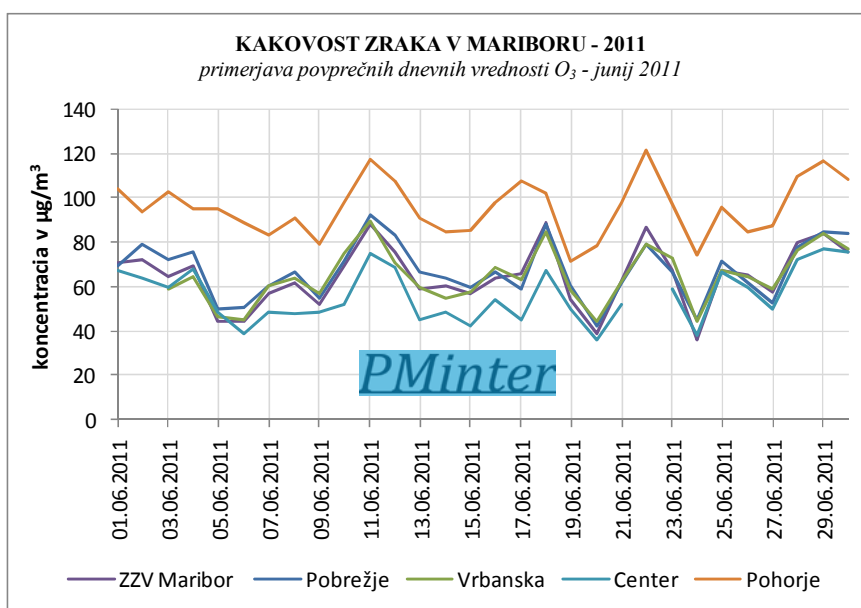
^{*1}: Miklavž, Ekartova ulica 30b;^{*2}: Miklavž, Nad izviri 6;^{*3}: Dovoljeno število preseganj ciljne 8-urne vrednosti (120 µg/m³);^{*4}: Dovoljeno število preseganj mejne dnevne vrednosti (50 µg/m³).

Med vsemi merilnimi mesti pri delcih PM₁₀ najbolj izstopa Miklavž, saj so meritve na obeh merilnih mestih oziroma v obeh merilnih mrežah pokazale največje število preseganj. Za Miklavžem je Center z le nekaj manj preseganji, nato sledijo Duplek, ZZV Maribor in Pobrežje, kjer je bilo dovoljeno število preseganj prav tako prekoračeno, medtem ko na Vrbanskem platu in v Rušah dovoljeno število preseganj ni bilo doseženo.

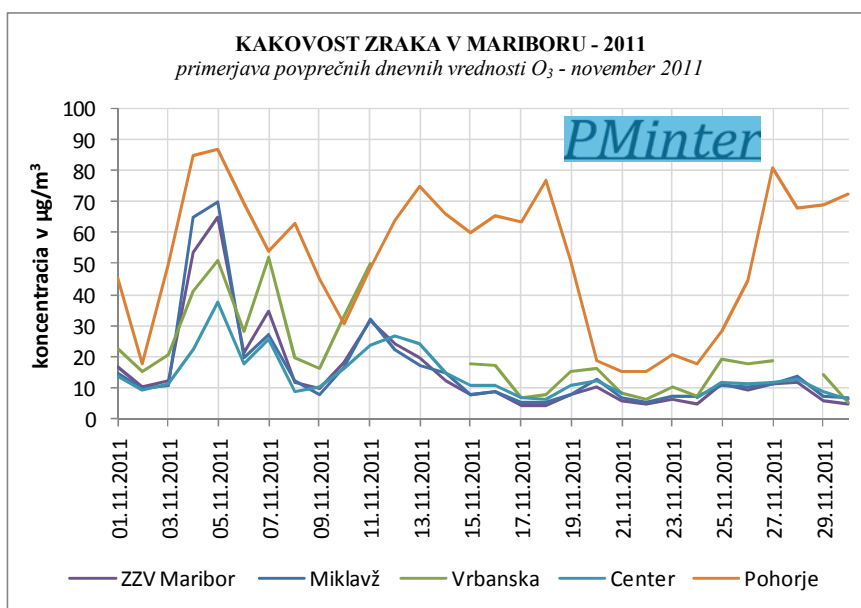
Pri ozonu izstopa Pohorje, kjer zaradi značilnosti nastajanja in predvsem razpada ozona pride do najvišjih koncentracij; bolj se približujemo središču mesta, bolj se manjša število preseganj, tako da jih je bilo najmanj - oziroma jih sploh ni bilo v Centru.

6.3.3 Primerjava povprečnih dnevni vrednosti

Na slikah 6.28 – 6.33 so prikazana dnevna povprečja O₃ (meseca junij in november), NO_x (meseca junij in december) in PM₁₀ (meseca avgust in november) za meritve z AirPointerji, katerim so za primerjavo dodane vrednosti iz Centra, Vrbanskega platoja in Pohorja oziroma Ruš, Dupleka in Miklavža, glede na merjeno onesnaževalo.

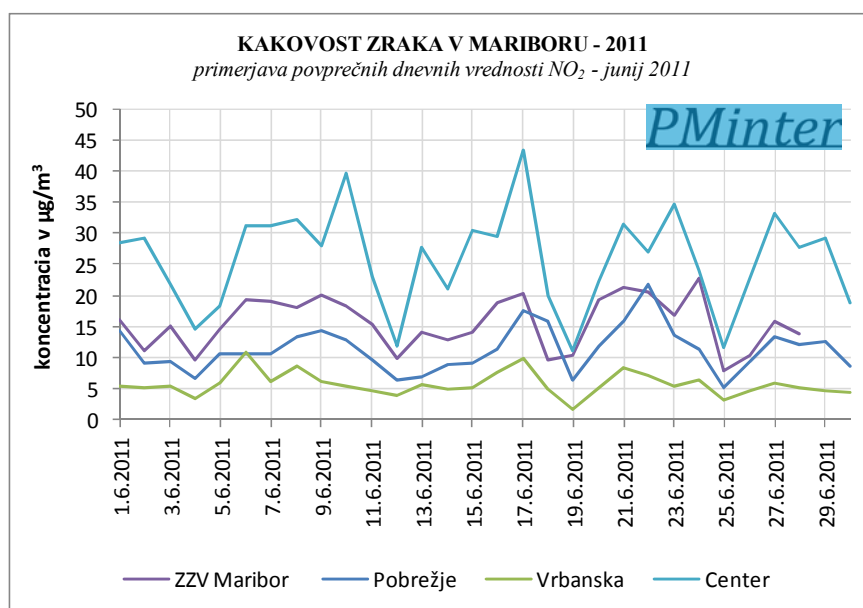


Slika 6-28: Dnevna povprečja O₃ za mesec junij 2011 za merilna mesta ZZV Maribor, Pobrežje, Vrbanski plato, Center in Pohorje

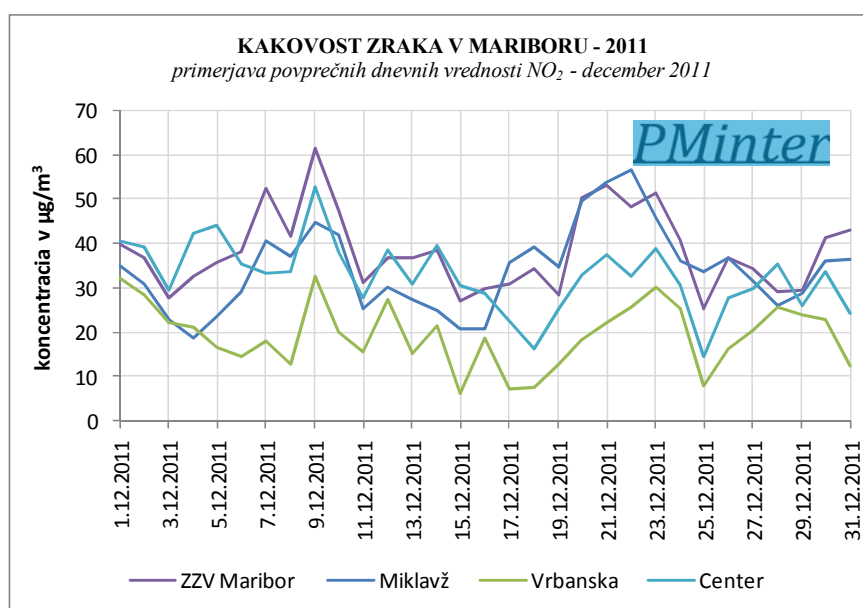


Slika 6-29: Dnevna povprečja O₃ za mesec november 2011 za merilna mesta ZZV Maribor, Pobrežje, Vrbanski plato, Center in Pohorje

Kot je razvidno iz zgornjih slik, je hod vsebnosti ozona v zraku praktično enak za vsa merilna mesta, tako po poteku kot po vrednosti koncentracij. Izstopata le Pohorje (s precej višjimi vrednostmi), kar je še posebej očitno v zimskem času, in Center (z nekoliko nižjimi vrednostmi).

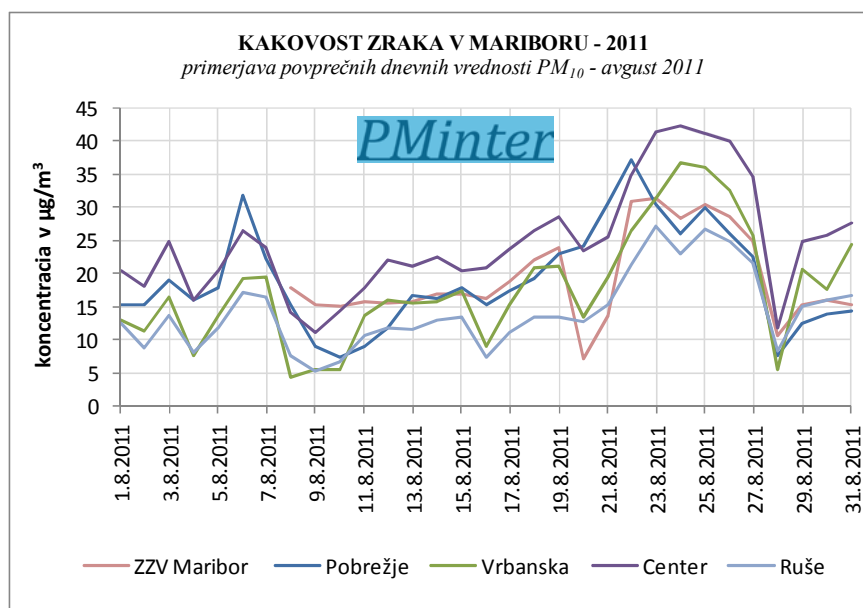


Slika 6-30: Dnevna povprečja NO₂ za mesec junij 2011 za merilna mesta ZZV Maribor, Pobrežje, Vrbanski plato in Center

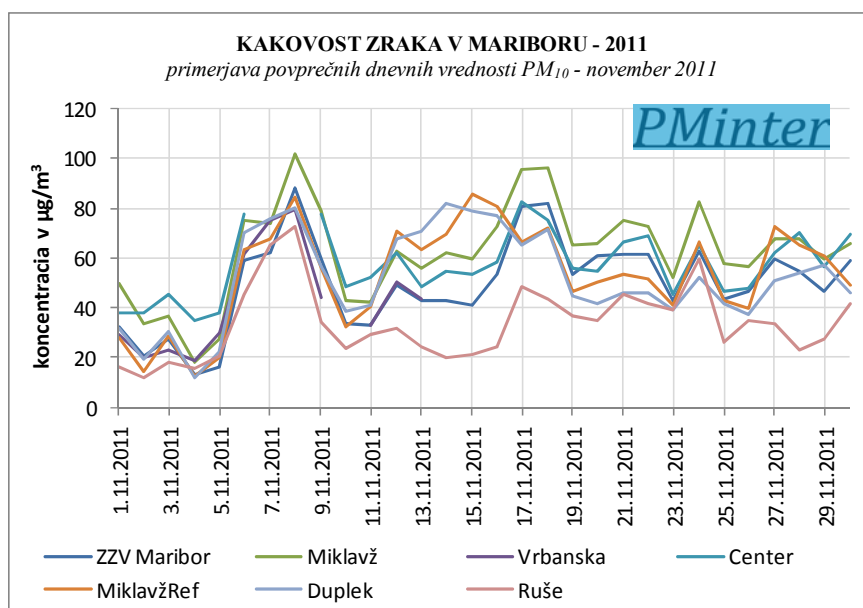


Slika 6-31: Dnevna povprečja NO₂ za mesec december 2011 za merilna mesta ZZV Maribor, Miklavž, Vrbanski plato in Center

Poteki dnevni koncentracij dušikovega dioksida so podobni po pojavljanju vrhov in dolin, medtem ko se po vrednostih precej razlikujejo. V juniju so najvišje vrednosti v Centru, najnižje pa na Vrbanskem platoju, razlike med posameznimi merilnimi mesti so občutne. V zimskem času pa emisije dušikovih oksidov največ prispevajo h koncentracijam NO₂ na merilnih mestih ZZV Maribor in Miklavž, le nekoliko manj v Centru in najmanj na Vrbanskem platoju.



Slika 6-32: Dnevna povprečja PM_{10} za mesec avgust 2011 za merilna mesta ZZV Maribor, Miklavž (Airpointer-Ekartova ulica 30b in referenčni-Nad izviri 6), Vrbanski plato, Center, Duplek in Ruše



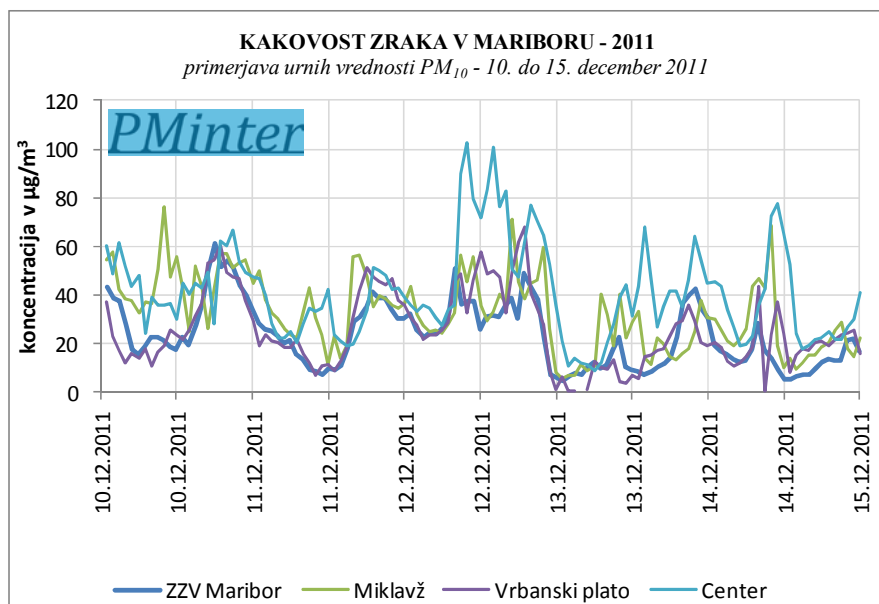
Slika 6-33: Dnevna povprečja PM_{10} za mesec november 2011 za merilna mesta ZZV Maribor, Pobrežje, Vrbanski plato, Center in Ruše

Tudi pri delcih PM_{10} je potek v poletnem in zimskem času na vseh merilnih mestih precej podoben po pojavljanju vrhov in dolin. V zimskem času so vrhovi zelo verjetno posledica lokalnih emisij, vremenskih razmer in regionalnega transporta, medtem ko vrh med 6. in 8. novembrom kaže na vdor sahorskega peska nad naše kraje², zato so vrednosti zelo podobne.

²Monatlicher Luftgütebericht, November 2011, Ergebnisse aus dem steirischen Immissionsmessnetz, Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Fachabteilung 17C, Graz, März 2012

6.3.4 Primerjava povprečnih urnih vrednosti

Na slikah 6-34 so prikazana urna povprečja za krajše obdobje meritev z AirPointerji, katerim so za primerjavo dodane vrednosti iz Centra in Vrbanskega platoja.



Slika 6-34: Urni hodi PM_{10} za 10. do 15. december 2011 za merilna mesta ZZV Maribor, Pobrežje, Vrbanski plato in Center

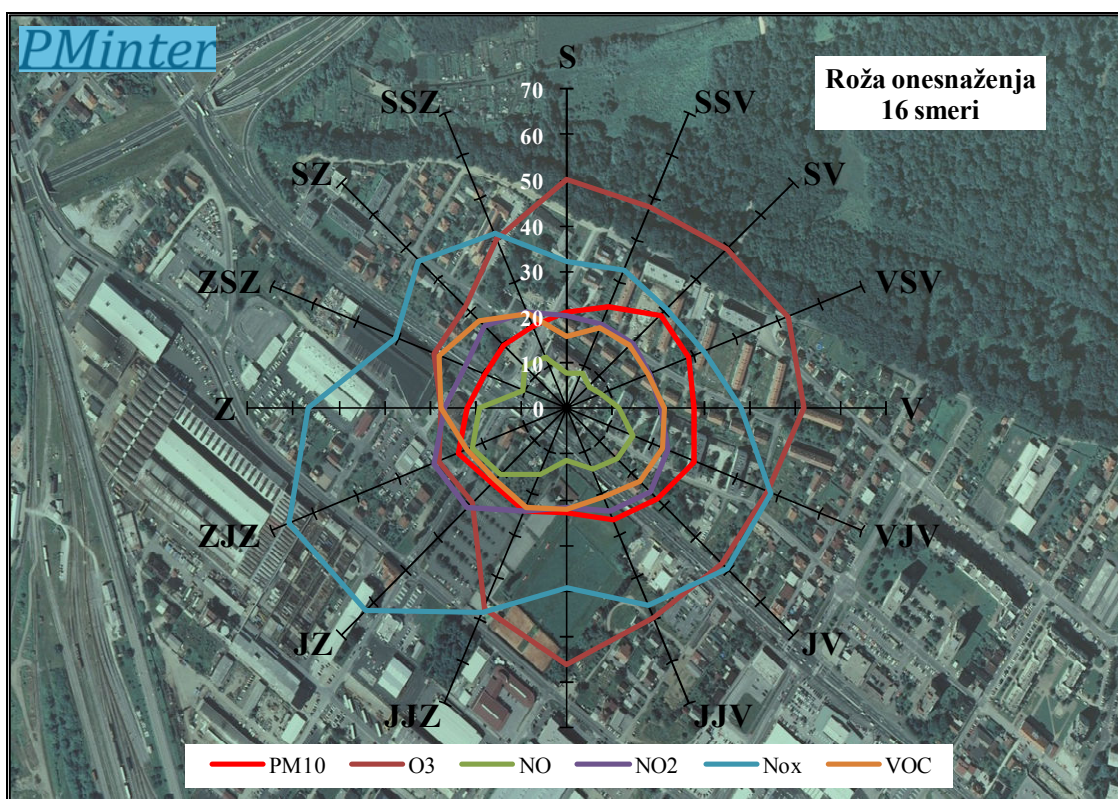
Primerjava urnih vrednosti delcev PM_{10} kaže precej podobne poteke na posameznih merilnih mestih, ki odražajo lokalne značilnosti, ki pa vseeno nimajo povsod enake časovne aktivnosti, odvisne pa so tudi od rabe tal v okolici merilnih mest, odražajo se še druge značilnosti onesnaževanja zraka, kot so vremenski pogoji, vpliv cestnega kanjona, regionalni transport.

6.4 ROŽE ONESNAŽENJA

Na osnovi izvedenih, zgoraj opisanih meritev koncentracij onesnaževal, ter meritev smeri in hitrosti vetra, smo izdelali rože onesnaženja za merilna mesta ZZV Maribor, Pobrežje in Miklavž, ki kažejo povprečne koncentracije onesnaževal pri različnih smereh vetra na posameznem merilnem mestu.

6.4.1 Merilno mesto ZZV Maribor

Zaradi težav z merilnikom vetra na merilnem mestu ZZV Maribor smo rožo onesnaženja izdelali s podatki meteorološke merilne postaje na Taboru, ki jo upravlja ARSO. Koncentracije VOC so na sliki pomnožene s faktorjem 10.



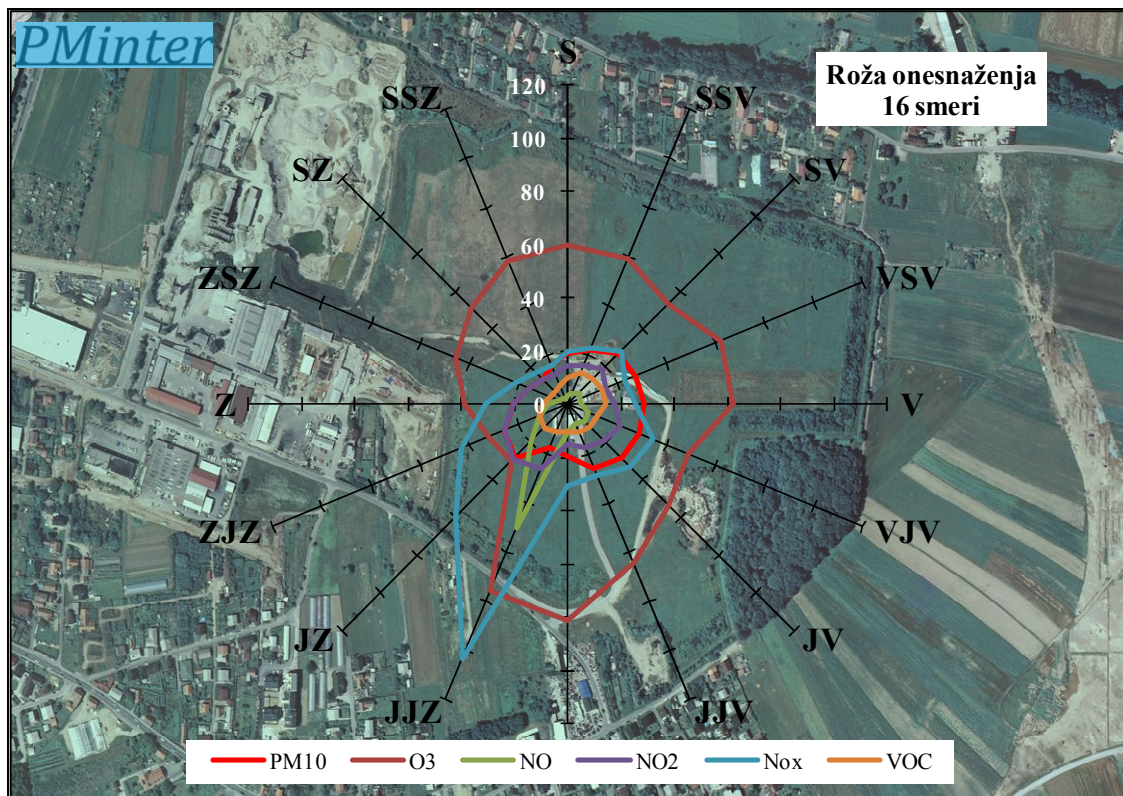
Slika 6-35: Roža onesnaženja za merilno mesto ZZV Maribor (PM₁₀, O₃, NO, NO₂, NO_x, VOC)
(Podlaga: <http://www.geopedia.si>)

Iz rož onesnaženja je razvidno, da so bile:

- najvišje koncentracije ozona izmerjene ob južnem vetru;
- najvišje koncentracije NO, NO₂ in NO_x izmerjene ob JZ ter ZJZ vetru;
- najvišje koncentracije delcev PM₁₀ ob vetru iz različnih smeri in sicer od SV preko V do JJV;
- najvišje koncentracije VOC ob ZSZ smeri vetra.

6.4.2 Merilno mesto Pobrežje

Na tem merilnem mestu so se meritve izvajale med 21.1. ter 14.09.2011. Na sliki so prikazane rože onesnaženja za vsako posamezno onesnaževalo. Zaradi prikaza na isti roži so koncentracije VOC pomnožene s faktorjem 10.



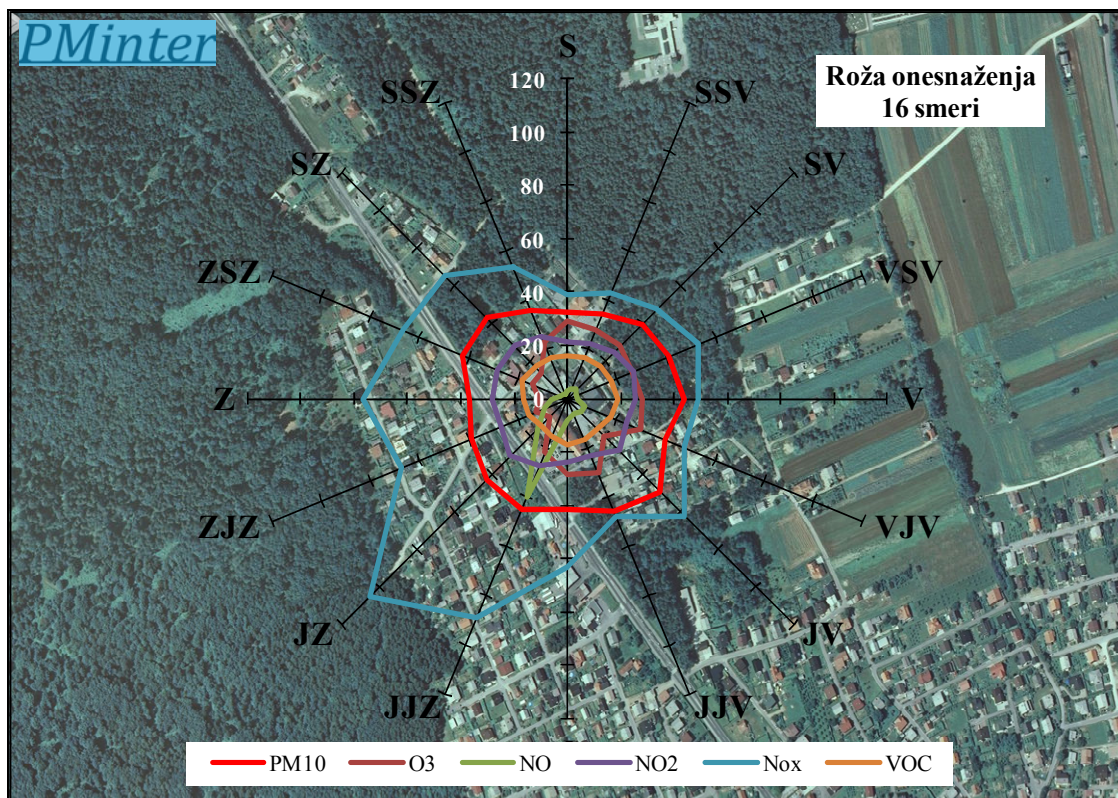
Slika 6-36: Roža onesnaženja za merilno mesto Pobrežje (PM₁₀, O₃, NO, NO₂, NO_x, VOC)
(Podlaga: <http://www.geopedia.si>)

Iz rož onesnaženja je razvidno, da so bile:

- najvišje koncentracije ozona izmerjene ob južnem vetru;
- najvišje koncentracije NO in NO_x so bile izmerjene ob JJZ vetru, kar bi lahko bila posledica obratovanja male plinske elektrarne na odlagališčni plin, ki je bila od merilnega mesta oddaljena približno 30 m v omenjeni smeri;
- najvišje koncentracije NO₂ so bile izmerjene ob JZ vetru;
- najvišje koncentracije delcev PM₁₀ so se pojavljale ob vetru iz različnih smeri in sicer JZ ter od SV do JV;
- najvišje koncentracije VOC so se pojavljale ob JZ smeri vetra.

6.4.3 Merilno mesto Miklavž

Na tem merilnem mestu so se meritve izvajale med 14.9. ter 31.12.2011. Na sliki so prikazane rože onesnaženja za vsako posamezno onesnaževalo. Zaradi prikaza na isti roži so koncentracije VOC pomnožene s faktorjem 50.



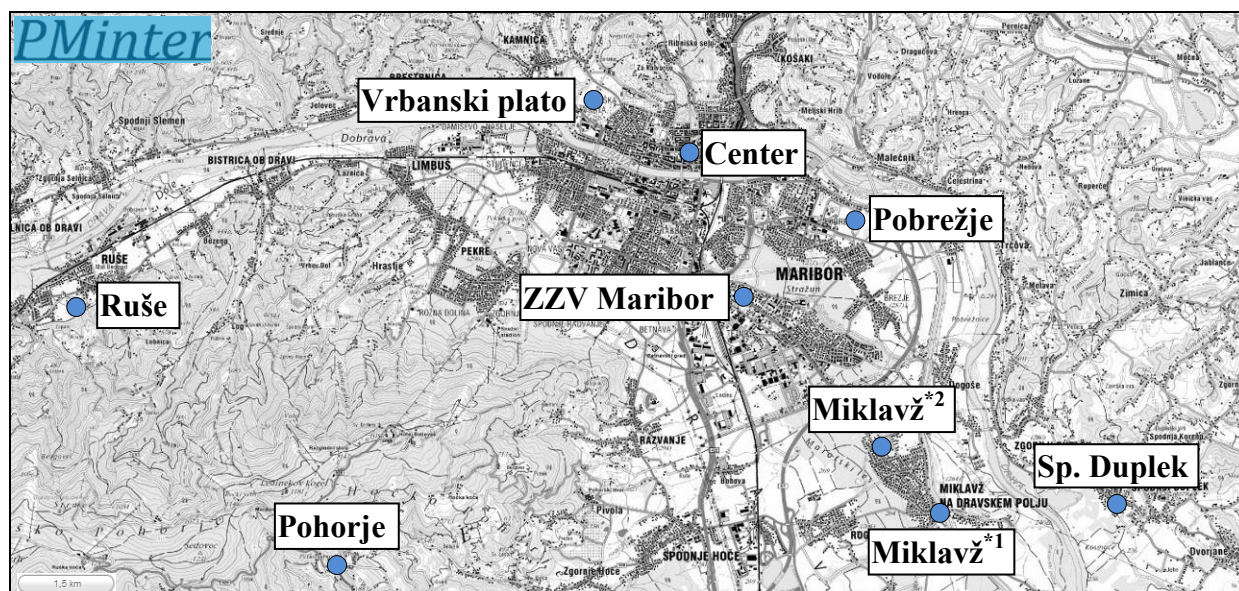
Slika 6-37: Roža onesnaženja za merilno mesto Miklavž (PM₁₀, O₃, NO, NO₂, NO_x, VOC)
(Podlaga: <http://www.geopedia.si>)

Iz rož onesnaženja je razvidno:

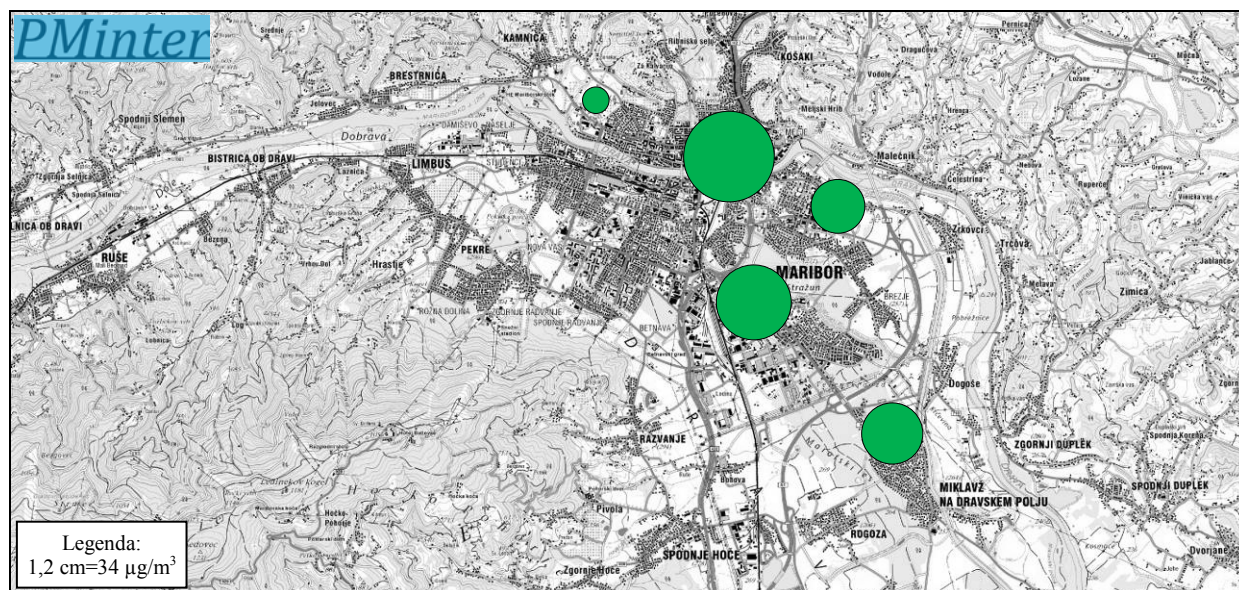
- da so bile najvišje koncentracije ozona izmerjene ob vetru iz smeri med S čez V do južne smeri;
- najvišje koncentracije NO, NO₂ in NO_x so bile izmerjene ob JZ vetru;
- najvišje koncentracije delcev PM₁₀ so se pojavljale ob vetru iz JV smeri;
- najvišje koncentracije VOC so se pojavljale ob vetru iz V smeri.

6.5 PROSTORSKA RAZPOREDITEV KAKOVOSTI ZRAKA

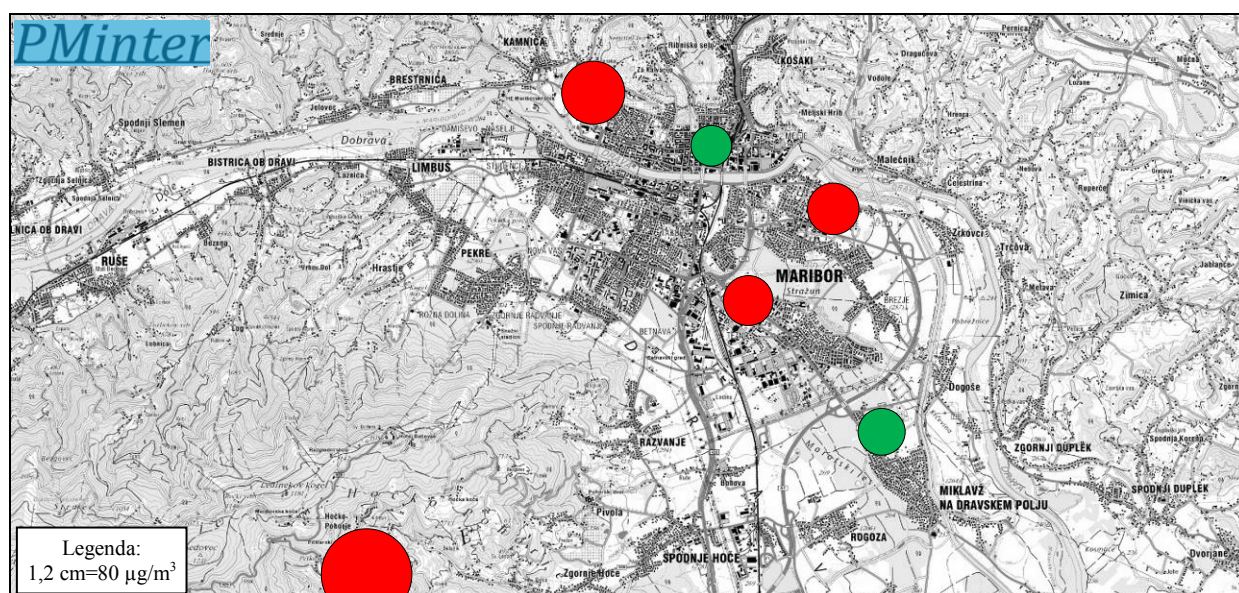
Na sliki 6-38 je prikazana mreža dodatnih merilnih mest (PMinter), mreže Maribora in sosednjih občin ter merilno mesto DMKZ (Center), na slikah 6-39 – 6-41 pa so prikazane povprečne letne vrednosti za leto 2011 za NO₂, O₃ in delce PM₁₀. Sredina pike je na lokaciji merilnega mesta, velikost pa sorazmerna s povprečno letno koncentracijo. Barva pike nakazuje, ali je prišlo do preseganj normativnih vrednosti: pri NO₂ preseganj mejne letne vrednosti in/ali dovoljenega števila preseganj mejne urne vrednosti, pri delcih PM₁₀ preseganj mejne letne vrednosti in/ali dovoljenega števila preseganj mejne dnevne vrednosti ter pri O₃ dovoljenega števila preseganj ciljne 8-urne vrednosti. Ustreznost je prikazana z zeleno, neustreznost, za kar je pogoj preseganje vsaj ene od normativnih vrednosti, pa z rdečo barvo.



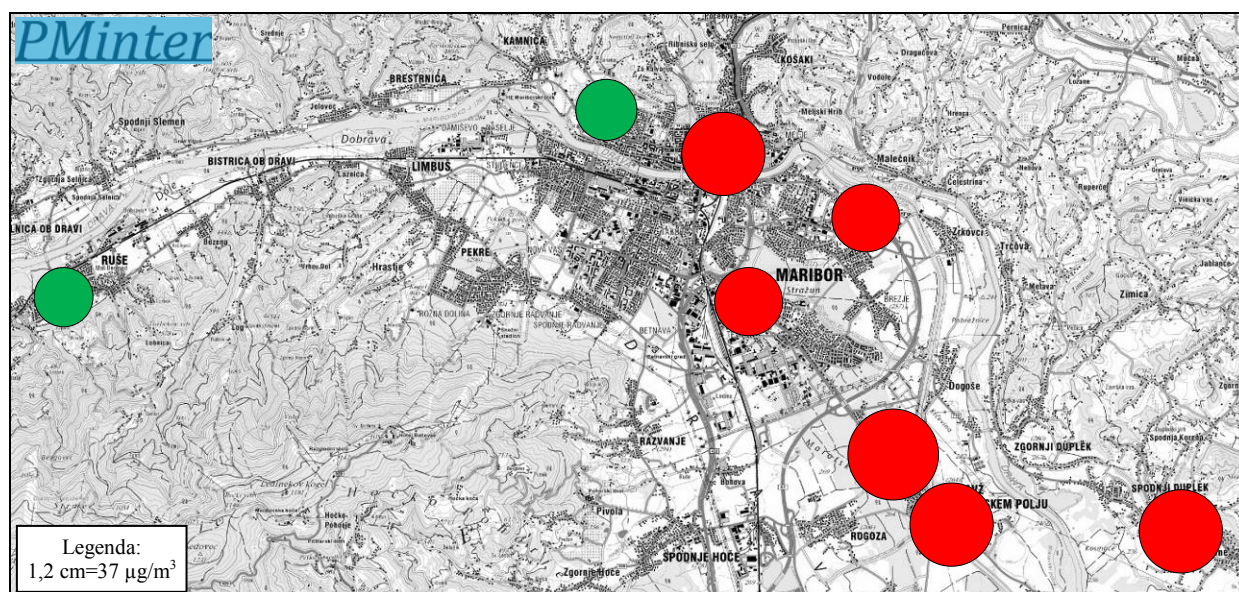
Slika 6-38: Merilna mesta (Podlaga: <http://www.geopedia.si>)



Slika 6-39: Povprečne letne koncentracije NO₂ za leto 2011 (Podlaga: <http://www.geopedia.si>)



Slika 6-40: Povprečne letne koncentracije O₃ za leto 2011 (Podlaga: <http://www.geopedia.si>)



Slika 6-41: Povprečne letne koncentracije PM₁₀ za leto 2011 (Podlaga: <http://www.geopedia.si>)

7 SKLEPNE UGOTOVITVE

Cilj projekta PMinter je bila izvedba dodatnih meritev kakovosti zunanjega zraka na skupnem čezmejnem območju Celovca s spodnjo avstrijsko Koroško, južno avstrijsko Štajersko in Maribora s severno Slovenijo. Zato smo rednim meritvam v merilni mreži Maribora in sosednjih občin v letu 2011 dodali tri dodatna merilna mesta (ZZV Maribor, Pobrežje in Miklavž na Dravskem polju), kjer smo ugotavljali kakovost zraka in meteorološke parametre. Za vse navedene meritve smo uporabili dva merilnika napredne generacije, imenovana AirPointer, ki smo ju imeli v najemu od proizvajalca Recordum iz Avstrije. Merilnika sta bila vključena v ustaljen sistem zagotavljanja kakovosti našega inštituta. Na merilnem mestu ZZV Maribor so meritve potekale neprekinjeno celo leto 2011, drugi merilnik je bil do sredine septembra na Pobrežju, preostali čas pa v Miklavžu. Meritve so obsegale naslednje parametre kakovosti zraka: delci PM_{10} , dušikov dioksid (NO_2), skupni dušikovi oksidi (NO_x), hlapne organske spojine (VOC) in ozon (O_3), dodatno pa še meteorološke parametre: temperatura zraka, smer in hitrost vetra ter relativno vlažnost zraka ter zračni pritisk (rezultatov za relativno vlažnost zraka ter zračni pritisk v poročilu ne navajamo).

Za meritve kakovosti zraka in oceno koncentracij posameznih onesnaževal v zraku, predstavljenih v tem poročilu, smo uporabili veljavno slovensko zakonodajo. Za ustrežnejši prikaz, primerjavo in razlago rezultatov meritev smo uporabili tudi podatke iz merilne mreže Maribora in sosednjih občin, ki vključuje tudi podatke iz državne mreže, ki jo upravlja ARSO. Na tak način lahko pridemo še do dodatnih zaključkov, ki nam pripomorejo k boljšemu poznavanju razporeditve koncentracij onesnaževal kot tudi s tem povezanimi viri onesnaževanja zraka.

V kolikor meritve na posameznem merilnem mestu niso potekale celotno koledarsko leto, smo rezultate preračunali na letno raven z upoštevanjem ostali rezultatov meritev kakovosti zraka.

Meritve koncentracij **dušikovega dioksida** na dodatnih merilnih mestih so pokazale, da srednja letna vrednost ni nikjer presegla mejne letne vrednosti, prav tako ni bilo preseganj mejne urne ter opozorilne in alarmne vrednosti.

Dnevni hodi koncentracij so za vsa tri merilna mesta podobni z dvema vrhoma (jutranji med 7. in 9. uro ter večerni med 19. in 22. uro) in izrazito dolino v popoldanskem času z najnižjo vrednostjo okoli 15. ure, ko je tudi vsebnost ozona najvišja. Vrh je v večernem času višji od jutranjega. Potek srednjih dnevnih vrednosti je na rednih in dodatnih merilnih mestih podoben, najvišje in najnižje vrednosti se pojavljajo praktično ob istem času.

Mesečni hodi na merilnih mestih se niso razlikovali od splošnih zakonitosti s precej višjimi vrednostmi v zimskem kot v poletnem času.

Je pa stanje z dušikovim dioksidom ravno obratno kot pri ozonu. Najvišje vrednosti, čeprav brez prekoračitev mejne urne in letne vrednosti, se pojavljajo v Centru, kjer je prisotnih tudi največ virov, in najnižje na Vrbskem platoju. Meritev tega onesnaževala na Pohorju sicer ni.

Ocena tveganj za rastlinstvo in naravne ekosisteme zaradi onesnaženosti zraka s **skupnimi dušikovimi oksidi** in skladnosti s kritičnimi vrednostmi se izvaja le na krajih zunaj pozidanih območij, ne pa v urbanem okolju, kjer so bila dodatna merilna mesta.

Dnevni hodi koncentracij so za vsa tri merilna mesta podobni z dvema vrhoma (jutranji med 7. in 9. uro ter večerni med 20. in 23. uro) in izrazito dolino v popoldanskem času z najnižjo vrednostjo okoli 15. ure, ko je tudi vsebnost ozona najvišja. Vrh je v večernem času nižji od jutranjega.

Mesečni hodi na merilnih mestih se niso razlikovali od splošnih zakonitosti s precej višjimi vrednostmi v zimskem kot v poletnem času.

Meritve koncentracij **ozona** na dodatnih merilnih mestih so pokazale, da je bilo preseganj ciljne 8-urne vrednosti na merilnem mestu ZZV Maribor 27 in na Pobrežju 35, kar je oboje več od dovoljenih 25 preseganj v koledarskem letu, v Miklavžu pa le 25. Preseganja so se pojavljala od marca do septembra. Opozorilna urna vrednost in alarmna vrednost nista bili nikjer in nikoli preseženi.

Dnevni hodi koncentracij ozona so na vseh treh merilnih mestih enaki z najvišjimi vrednostmi v popoldanskem času in najnižjimi tik pred sončnim vzhodom, kar je tudi osnovna značilnost nastajanja in razpada tega onesnaževala. Potek srednjih dnevnih vrednosti je na rednih in dodatnih merilnih mestih podoben, najvišje in najnižje vrednosti se poleti pojavljajo praktično ob istem času.

Mesečni hodi na merilnih mestih se niso razlikovali od splošnih zakonitosti s precej višjimi vrednostmi v pomladnem in poletnem kot v zimskem času. Najvišja vrednost je bila izmerjena meseca maja.

Pri ozonu izstopa z najvišjimi vrednostmi ter največ prekoračitvami ciljne 8-urne vrednosti merilno mesto Pohorje, saj gre v tem primeru za merilno mesto na večji nadmorski višini. Vsebnost ozona v zraku se znižuje s približevanjem središču gosto poseljenih območij Maribora in Miklavža, saj so bile najnižje vrednosti brez prekoračitve ciljne 8-urne vrednosti izmerjene ravno na merilnem mestu Center. Število preseganj ciljne 8-urne vrednosti je bilo čezmerno na Pohorju, Vrbanskem platoju, Pobrežju in na merilnem mestu ZZV Maribor.

Meritve koncentracij **delcev PM₁₀** na dodatnih merilnih mestih so pokazale, da so bile srednje letne vrednosti na vseh merilnih mestih pod mejno letno vrednostjo. Število preseganj mejne dnevne vrednosti v času meritev je bilo, preračunamo na celotno leto, na merilnem mestu ZZV Maribor 43, Pobrežje 41 in Miklavž kar 78, kar je vse več od dovoljenih 35 preseganj v koledarskem letu. Vsa preseganja so bila v zimskem času, največ februarja (kar polovico vseh dni) in novembra (na ZZV Maribor polovico dni, v Miklavžu pa več kot tri četrtine dni).

Dnevni hodi koncentracij delcev kažejo v zimskem in poletnem času dva vrhova: jutranjega (pozimi okoli 9. ure) in večernega (pozimi okoli 20., poleti pa okoli 22. ure), med njima se kažejo vrednosti ozadja, ki so v zimskem času relativno visoke, saj presegajo $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, v poletnem času so med 10 in $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Vrednosti v zimskem času so višje kot v poletnem, vrhova sta tudi bolj izrazita. Nekoliko drugačen pa je hod na Pobrežju, saj se najnižje vrednosti tako pozimi kot poleti pojavljajo med 14. in 16. uro popoldne. Potek srednjih dnevnih vrednosti je na rednih in dodatnih merilnih mestih precej podoben, najvišje in najnižje vrednosti se poleti pojavljajo praktično ob istem času. Primerjava urnih vrednosti delcev PM₁₀ v avgustu kaže precej različne poteke na posameznih merilnih mestih, saj na relativno nizke koncentracije vplivajo predvsem lokalni viri, ki nimajo povsod enake časovne aktivnosti, odvisne pa so tudi od rabe tal v okolici merilnih mest. Poteki v zimskem času so si bolj

podobni in odražajo še druge značilnosti onesnaževanja zraka, kot so vremenski pogoji, vpliv cestnega kanjona, regionalni transport, ki dodatno povečuje koncentracije v poseljenih območjih.

Mesečni hodi na merilnih mestih se niso razlikovali od splošnih zakonitosti s precej višjimi vrednostmi v zimskem kot v poletnem času. Najvišja vrednost je bila izmerjena meseca februarja, ko je bila tudi temperatura zraka najnižja. Visoke vrednosti v novembru pa niso neposredna posledica nizke temperature zunanjega zraka.

Meritve delcev PM_{10} so v letu 2011 potekale skupno kar na osmih merilnih mestih. Najvišje koncentracije z največ preseganji mejne dnevne vrednosti so se pojavile v Miklavžu (dodatno merilno mesto), pa tudi drugo merilno mesto v Miklavžu (merilna mreža Maribora in sosednjih občin) ni bilo dosti manj onesnaženo. Enake koncentracije kot na tem merilnem mestu so bile še v Centru in Dupleku, nekoliko nižje na Pobrežju in merilnem mestu ZZV Maribor. Na vseh teh lokacijah je bilo število preseganj mejne dnevne vrednosti nad dovoljenim. Kakovost zraka z delci PM_{10} pa je bila ustrezna na Vrbanskem platoju in v Rušah. Obe lokaciji predstavljata mestno ozadje, kjer je malo lokalnih virov. Očitni je teh največ v središču najgostejše poseljenih območij (Center, Miklavž in Duplek) ter manj na lokacijah ZZV Maribor (Tezno) in Pobrežje, kjer so prisotna tudi nepozidana območja.

Rezultate meritev koncentracij **hlapnih organskih spojin** ne moremo primerjati z normativnimi vrednostmi, saj jih zakonodaja ne postavlja.

Iz dnevnih hodov je razvidno, da so koncentracije v zimskem času precej stalne, v poletnem času ponoči prav tako, kmalu po sončnem vzhodu pa začnejo koncentracije padati, saj se te snovi vključijo v nastanek ozona. Koncentracije se v splošnem povečujejo z višanjem zunanje temperature, prav tako delež vključenosti v nastanek ozona.

Mesečni hodi kažejo potek z višjimi vrednostmi v poletnem času, ne glede na dejstvo da VOC sodelujejo pri nastanku ozona, saj očitni pri višji temperaturi nastane več teh onesnaževal. Koncentracije so bile precej višje na merilnem mestu ZZV Maribor kot na Pobrežju in v Miklavžu, kjer so bile vrednosti približno enake.

Od **meteoroloških parametrov** sta za razumevanje kakovosti zraka najbolj pomembna temperatura zraka ter smer in hitrost vetra. Povprečna temperatura zraka na merilnem mestu ZZV Maribor je bila 11,9 °C, povprečna hitrost vetra pa 1,8 m/s. Roža vetrov na Pobrežju kaže najpogostejše pojavljanje vetra iz smeri JJV, pa tudi ostale smeri iz tega kvadranta (JV, VJV) so bile precej pogoste, precej opazna je tudi še smer SV. Slika je podobna v Miklavžu, kjer prevladujeta JJV in JV, precej opazna je smer S, vendar je lahko posledica tudi mikro lokacije.

Mesečni hodi temperature zunanjega zraka na merilnih mestih se niso razlikovali od splošnih zakonitosti s precej višjimi vrednostmi v poletnem kot v zimskem času. Najvišja vrednost na merilnih mestih ZZV Maribor in Pobrežje je bila izmerjena meseca avgusta, najnižja pa februarja, medtem ko je bila na Pobrežju najnižja januarja.

Temperatura zraka je bila v letu 2011 v povprečju najvišja v Centru, na merilnem mestu ZZV Maribor nižja za 0,3 °C, na Vrbanskem platoju pa za 1,1 °C od Centra. Na Pobrežju, kjer se ni merilo celotno koledarsko leto, je bila temperatura zraka v istem časovnem obdobju praktično enaka kot na Vrbanskem platoju in seveda nižja kot v Centru in na merilnem mestu ZZV

Maribor (Tezno). V Miklavžu, kjer so meritve potekale le od septembra do decembra, pa je bilo v istem časovnem obdobju še hladnejše kot na Vrbanskem platoju, saj se očitno toplotni otok mesta več ne odraža.

Rože onesnaženja za posamezna merilna mesta ne kažejo na neke posebne lokalne vire, ki bi odločujoče vplivali na koncentracije onesnaževal. Na lokaciji ZZV Maribor (Tezno) prihajajo onesnaževala najpogosteje predvsem iz JV, J oziroma JZ smeri, kar je lahko sicer povezano s prometom po bližnji Ptujski cesti ali industrijskima conama Metalna in TAM, vendar te smeri ne izstopajo toliko od ostalih. Na Pobrežju nekoliko izstopa J do JJZ smer, predvsem pri dušikovih oksidih, kar bi lahko bilo posledica obratovanja male plinske elektrarne na odlagališčni plin, ki je bila od merilnega mesta oddaljena približno 30 m v omenjeni smeri. Težko bi rekli, da prihaja onesnažen zrak na Pobrežje iz središča mesta, čeprav je ta smer vetra kar pogosta. V Miklavžu je slika pri rožah onesnaženja podobna kot na Teznem. Za Maribor in okolico niso ravno značilne visoke hitrosti vetra, ki bi lahko po eni strani prinesle onesnažen zrak iz gostejše urbaniziranih območij, po drugi strani pa pripomogle k dodatnemu redčenju onesnaženega zraka. Bolj so značilne nizke hitrosti s pogostimi brezvetrji, ki so za širjenje onesnaženega zraka bolj neugodne, saj onemogočajo njegovo razširjanje in s tem redčenje v širši prostor. Ta značilnost se najbolj kaže v Miklavžu, kjer je bila več kot 50% časa meritev hitrost vetra pod 0,5 m/s, medtem ko je bil na Pobrežju in na merilnem mestu ZZV Maribor ta delež 9%. V primerjavi z državno postajo na Taboru sta bili tako smer kot hitrost vetra na Pobrežju praktično enaki, smer tudi v Miklavžu.

Dodatne meritve skupaj z rednimi meritvami dajo nekoliko dopolnjeno sliko glede virov onesnaževanja zraka, vendar ta brez podrobnejšega poznavanja njihove prostorske porazdelitve ni popolna. Na posameznih merilnih mestih obstajajo lokalne razlike zaradi bolj ali manj gostega prometa, večje ali manjše porabe goriv za ogrevanje, vrste uporabljenih goriv, gostote poselitve in prisotnosti takšnih in drugačnih industrijskih virov. Na kakovost zraka pa ne vplivajo samo lokalni viri, temveč lahko zračne gmote prenašajo onesnažen zrak iz bližnje in daljne okolice (regionalni in daljinski transport), pa tudi vremenskim razmeram je potrebno dati velik pomen, saj vplivajo na naše kurilne in vozne navade ter s tem spreminjajo emisije snovi v zrak, vplivajo pa tudi na kemijske reakcije v atmosferi ter zadrževanje lokalno nastalega onesnaženega zraka na območju mesta s širšo okolico v daljšem časovnem obdobju. To velja predvsem za delce PM_{10} , poleti tudi za ozon, medtem ko pri dušikovih oksidih in hlapnih organskih snoveh ni odločujoče.