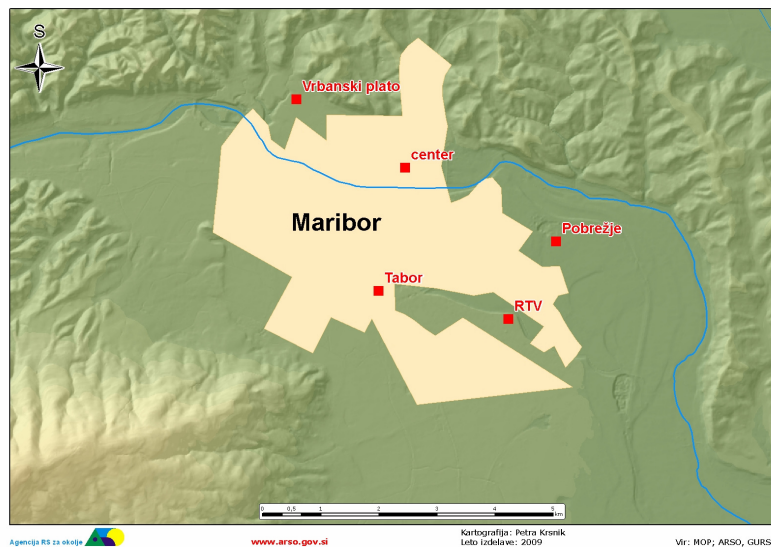




DOLOČITEV NOVIH MERILNIH MEST V LJUBLJANI IN MARIBORU



Marec 2009



REPUBLIKA SLOVENIJA
REPUBLIC OF SLOVENIA

MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR
MINISTRY OF THE ENVIRONMENT AND SPATIAL PLANNING
AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE /
ENVIRONMENTAL AGENCY OF THE REPUBLIC OF SLOVENIA



DOLOČITEV NOVIH MERILNIH MEST V LJUBLJANI IN MARIBORU

dr. Silvo Žlebir
GENERALNI DIREKTOR

Marec 2009

Odgovorni

Dr.Silvo Žlebir, generalni direktor Agencije RS za okolje

Jože Knez, direktor Urada za hidrologijo in stanje okolja

Urad za hidrologijo in stanje okolja, Sektor za kakovost zraka***Nosilka***

mag.Tanja Bolte, univ.dipl. kem.tehnol.

Pri pripravi poročila so sodelovali:

Tanja Koleša, univ.dipl.kem.

dr. Gregor Muri, univ.dipl.kem.

dr.Janja Turšič, univ.dipl. kem.tehnol.

Peter Pavli, univ.dipl.kem

Marinka Lešnik, ing. teks. tehnol.

Mateja Gjerek, univ.dipl.meteorol.

mag.Andrej Šegula, univ.dipl.meteorol.

Anton Planinšek, univ.dipl.meteorol.

Kemijsko analizo delcev je opravil Kemijsko analitski laboratorij Agencije RS za okolje.



KAZALO

1. NAMEN	5
2. VZORČENJE IN KEMIJSKA ANALIZA DELCEV	5
2.1. Meritve delcev	5
2.2. Analiza elementov v sledovih	6
2.3. Določevanje kationov in anionov	6
2.4. Analiza policikličnih aromatskih ogljikovodikov	7
3. LJUBLJANA	7
3.1. Merilna mesta	8
3.2. Rezultati	8
3.3. Mobilna postaja	12
3.4. Vpliv vremenskih razmer na onesnaženost zraka v Ljubljani.....	15
4. MARIBOR.....	15
4.1. Merilna mesta	16
4.2. Rezultati	16
4.3. Vpliv vremenskih razmer na onesnaženost zraka v Mariboru.....	21
4.4. Povzetek	23



1. NAMEN

Junija leta 2008 je bila sprejeta Direktiva 2008/50/ES o kakovosti zunanjega zraka in čistejšemu zraku za Evropo. V tej direktivi je zahteva po merjenju in analizi delcev $PM_{2,5}$ na merilnih mestih tipa ozadje. Trenutni lokaciji v Ljubljani in Mariboru sta neprimerni, vsaka iz svojega razloga, zato smo se odločili, da poiščemo nove primerne lokacije primerne tipa. In na podlagi teh rezultatov, ki so predstavljeni v tem poročilu, izberemo primerni lokaciji in pričnemo z merjenjem delcev v letu 2009 ter kemijsko analizo teh delcev.

Na podlagi že omenjene direktive bomo v letu 2009 v delcih $PM_{2,5}$ analizirali ione, težke kovine ter elementarni in organski ogljik EC/OC. Analizirali bomo sledeče ione: SO_4^{2-} , NO_3^- , Cl^- , Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mg^{2+} in Ca^{2+} . Metoda za izvajanje analiz ionov je ionska kromatografija.

V Direktivi se uvaja nov termin kazalnik povprečne izpostavljenosti $PM_{2,5}$. Le-ta temelji na meritvah na mestih v neizpostavljenem mestnem okolju. Oceniti je potrebno drseče povprečje srednjih vrednosti letnih koncentracij v treh zaporednih letih. Slovenija bo izračunala srednjo koncentracijo za leta 2009, 2010 in 2011.

2. VZORČENJE IN KEMIJSKA ANALIZA DELCEV

2.1. Meritve delcev

Meritve delcev smo izvedli z referenčnim merilnikom Leckel. To je avtomatski vzorčevalnik z nizkim volumskim pretokom (LVS). Vzorčevalnik je narejen za zunanje meritve pri vseh temperaturah in pogojih okolja. V magazinu je 15 filtrov, ki jih vzorčevalnik samodejno menja ob datumu in uri, ki ju nastavimo. Pretok zraka skozi vzorčevalnik je konstanten, in sicer $2,3 \text{ m}^3/\text{h}$. Celoten vzorčevalni sistem se hladi s tokom zraka. Temperatura pretoka zraka se meri direktno za filtrom, ko je le-ta v poziciji vzorčenja.

- Pretok skozi vzorčevalnik $2,3 \text{ m}^3/\text{h}$.
- Odklon od določene točke $< 1\%$.
- Minimalni čas vzorčevanja na enem filtru je 1 ura, maksimalni čas pa 168 ur.

Časovna resolucija ekspozicije je bila 24 ur na enem filtru, pričetek je bil ob 0:00 uri po lokalnem času. Kot medij za zbiranje delcev smo uporabili kvarčne filtre, proizvajalca Albet, ki smo jih pred in po vzorčenju stehali (tehnica Sartorius). Filtre smo pred vzorčenjem žarili v žarilni peči, 3 ure pri $500 \text{ }^\circ\text{C}$. Ročno gravimetrično metodo izvajamo v skladu s standardom SIST EN12341:2000. To pomeni delo v tehtalni sobi, v kateri so sledeči pogoji: relativna vlaga $50 \pm 5\%$ in temperatura $20 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$. Filtre kondicioniramo 48 ur pri zgoraj navedenih pogojih. Nato pričnemo s samim tehtanjem. Za tehtanje uporabljamo Sartorius tehtnico na 5 decimalk natančno. Pred samim tehtanjem preverimo tehtnico s kalibracijsko utežjo (0,2000 g). Nato stehamo kontrolne filtre, ki so ves čas v tem prostoru, izpostavljeni tem pogojem. S tem preverimo kontaminacijo v samem prostoru. Stehtane filtre spravimo v označene petrijevke in v posebne hladilne torbe, da je vpliv temperature in ostalih dejavnikov čim manjši. Po končanem vzorčenju filtre zopet kondicioniramo 48 ur pri teh pogojih. Iz razlike v masi pred in po vzorčenju ter iz pretoka zraka skozi filtre izračunamo koncentracijo delcev.

Program zagotavljanja kakovosti izvajamo v skladu s Pravilnikom o zagotavljanju podatkov z merilnih mrež ARSO (maj 2003) in v skladu z Navodilom o obvladovanju merilne opreme monitoringa kakovosti zraka (januar 2004).



2.2. Analiza elementov v sledovih

PRIPRAVA VZORCEV

Pred meritvami z ICP-MS (Masni spektrometer z induktivno sklopljeno plazmo) so vzorce, filtre z depoziti delcev, v laboratoriju razklopili v mikrovalovni peči (Ethos1 (Milestone)). Razklop je potekal v skladu s standardom SIST EN 14902:2005. V očiščene teflonske posodice so prenesli filter in dodali 8 mL koncentrirane HNO₃ (> 69 %, Fluka) in 2 mL 30 % H₂O₂ (30 %, Merck). Razklop je potekal tako, da so vzorec najprej v času 35 min segreti do 220°C in ga pri tej temperaturi vzdrževali še 25 min. Maksimalna moč je bila 1200 W in se je uravnavala glede na izmerjeno temperaturo. Po končanem razklopu so se reakcijske posodice ohladile, vsebino pa so kvantitativno prenesli v 50 mL bučke in vsebino z Milli-Q vodo dopolnili do oznake. Pred izvajanjem analize smo vzorce še centrifugirali. Izkoristke razklopa smo preverili z uporabo certificiranih referenčnih materialov - NIST 1648 "Urban Particulate matter" (National Institute of Standards & Technology) in NIES 8 "Vehicle Exhaust Particulates" (National Institute for Environmental Studies, Onogawa, Japan).

MERITVE Z ICP-MS (Masna spektrometrija z induktivno sklopljeno plazmo)

Kalibracijske raztopine za umeritveno krivuljo so pripravili iz osnovne standardne multielementne raztopine s koncentracijo 10 mg/L (Multielement ICP calibration standard 3, Perkin Elmer) ter iz osnovnih raztopin za posamezni element Mo, Sb, Al, Zn, Fe s koncentracijo 1 g/L. Za preverjanje točnosti umeritvene krivulje so uporabili ICP Multi Element Standard solution XVI in VIII (CertiPUR, Merck). Kot interni standard je bila uporabljena raztopina Rh s koncentracijo 1 g/L, ki so ga dodali tako kalibracijskim raztopinam kot tudi vzorcem in kontrolnim vzorcem. Končna koncentracija Rh v raztopinah za merjenje je 50 µg/L. Meritve so izvedli z ICP-MS Perkin Elmer Sciex Elan 6100 pri moči 1200 W in pretoku skozi razpršilec 0,8 – 0,95 L/min. Pred začetkom meritev smo inštrument dnevno optimizirali z raztopino, ki je vsebovala Rh, Mg, Ce, Ba, In, Cd, Cu, Pb in U v koncentracijah 10 µg/L. Pogoji za optimizacijo so naslednji: ozadje < 30 cps, Rh > 150000 cps, razmerje oksidov CeO/Ce ≤ 0,03. Koncentracije so se določale pri sledečih m/z: 58Ni, 75As, 111Cd in 206, 207, 208Pb. Pri Pb se je za izračun uporabila vsota vseh izotopov, pri Ni pa so bile za izračun uporabljene korekcijske enačbe, ki kompenzirajo vpliv izobarnih ali poliatomskih interferenc.

2.3. Določevanje kationov in anionov

Izsek filtra smo 30 minut ekstrahirali v 10 ml Milli-Q vode s pomočjo ultrazvočne kopeli. Ekstrakt smo nato prefiltrirali preko filtra z velikostjo por 0,2 µm. Vsebnost anionov (Cl⁻, NO₃⁻ in SO₄²⁻) in kationov (Na⁺, K⁺, NH₄⁺, Ca²⁺ in Mg²⁺) smo določili z ionsko izmenjalno kromatografijo. Identifikacija posameznega iona je vezana na zadrževalni čas, koncentracija pa je določena s pomočjo umeritvene krivulje na osnovi površine vrhov. Separacija anionov je bila izvedena s predkolono Dionex IonPac AG14, kolono Dionex ion Pac AS14, ozadje je bilo znižano s supresorjem Dionex ASRS Ultra II. Kot eluent je bila uporabljena mešanica 3,5 mM Na₂CO₃ in 1,0 mM NaHCO₃. Za detekcijo anionov je bil uporabljen prevodnostni detektor. Separacija kationov je bila izvedena s pomočjo kolone Waters IC PAK Cation. Kot eluent je bil uporabljena mešanica 0,1 mM EDTA in 3,0 mM HNO₃. Katione smo po separaciji detektirali s pomočjo prevodnostnega detektorja. Za obdelavo kromatogramov je bil uporabljen programski paket proizvajalca Waters.



2.4. Analiza policikličnih aromatskih ogljikovodikov

Na izseku filtra analiziramo sedem PAH:

- benzo(a)antracen
- benzo(b)fluoranten
- benzo(j)fluoranten
- benzo(k)fluoranten
- benzo(a)piren
- indeno(123-cd)piren
- dibenzo(ah)antracen.

Benzo(b)fluoranten, benzo(j)fluoranten in benzo(k)fluoranten so težko kromatografsko ločljivi, zato jih podajamo kot vsoto.

Vzorke filtrov ekstrahiramo z zmesjo topil heksan:acetone (1:1) v mikrovalovni pečici. Ekstrakte nato skoncentriramo v toku dušika na nekaj mL ter jih čistimo na kolonah z ekstrakcijo na trdni fazi (silika). Ekstrakte naneseemo na SPE-Si, PAH pa eluiramo s kolone z zmesjo topil heksan:diklorometan (2:3). Eluat uparimo na 1 mL in analiziramo s plinskim kromatografom, ki je sklopljen z masnim spektrometrom. Detekcija in kvantizacija PAH temelji na primerjavi odziva posameznih PAH v vzorcih z odzivom PAH v standardnih raztopinah. Rezultati so avtomatsko popravljeni za izkoristek posameznega vzorca, saj se v vsak vzorec pred začetkom analize doda znana količina devteriranih PAH (benzo(a)antracen D12, benzo(a)piren D12 in indeno(123-cd)piren D12), ki jih v naravi ni.

3. LJUBLJANA

Merilno mesto Ljubljana Bežigrad je locirano na dvorišču Agencije RS za okolje, v neposredni bližini je parkirišče Agencije. Merilno mesto je tipa mestno ozadje. Reprezentativno je za velik del urbanih področij, za območja, ki niso izpostavljena direktnim obremenitvam z zelo prometnih cest. V neposredni bližini pa so tudi stanovanjsko poslovni objekti. Ker naj bi se v letu 2009 na dvorišču Agencije RS za okolje začela gradbena dela, ki naj bi trajala dalj časa, smo se odločili da meritve delcev prestavimo na drugo ustrezno in primerljivo lokacijo. Da bi našli najbolj ustrezno lokacijo smo izvedli primerjalne meritve delcev na treh različnih lokacijah v Ljubljani v istem obdobju. Koncentracije delcev PM₁₀ smo merili v obdobju od 21.10.08 do 26.10.08 in koncentracijo delcev PM_{2,5} od 21.10. do 24.11.. Filtre z delci PM₁₀ in PM_{2,5} merjenih v obdobju od 21.10.08 do 26.10.08 iz vseh treh postaj smo dali v kemijsko analizo. Delce PM₁₀ smo analizirali na težke kovine in PAH, delce PM_{2,5} pa na težke kovine in ione.



3.1. Merilna mesta

Merilna mesta so bila:

- Ljubljana Bežigrad
- Bolnica Petra Držaja
- Biotehniška fakulteta.

Bolnica Petra Držaja se nahaja v gosto poseljenem predelu Ljubljana Šiška, 200 metrov od vznožja Šišenskega hriba in 100 metrov stran od Vodnikove ceste ter 300 metrov od zelo prometne Celovške ceste.

Biotehniška fakulteta stoji v mirnem predelu Ljubljane, nasproti Ljubljanskega živalskega vrta tik pod vznožjem Rožnika. Stanovanjska naselja so oddaljena približno 400 metrov, ljubljanska obvoznica pa 1,5 kilometra. V bližnji okolici merilnega mesta ni drugih večjih virov onesnaževanja zraka.

V Tabeli 1 so predstavljene Gauss-Kriegerjeve koordinate za vsa tri merilna mesta.

Tabela 1: Gauss-Kriegerjeve koordinate merilnih mest v Ljubljani

Merilna mesta	Gauss-Kriegerjeve koordinate	
	GKKy	GKKx
Ljubljana Bežigrad	462673	102490
Bolnica Petra Držaja	459457	102776
Biotehniška fakulteta	459457	100591

3.2. Rezultati

V naslednjih dveh tabelah so prikazani rezultati koncentracije in analize delcev na različnih merilnih mestih v Ljubljani v istem časovnem obdobju. V Tabeli 2 je prikaz za delce PM₁₀, v Tabeli 3 pa za delce PM_{2,5}.

Tabela 2: Rezultati koncentracij in analiz delcev PM₁₀ na različnih merilnih mestih v Ljubljani

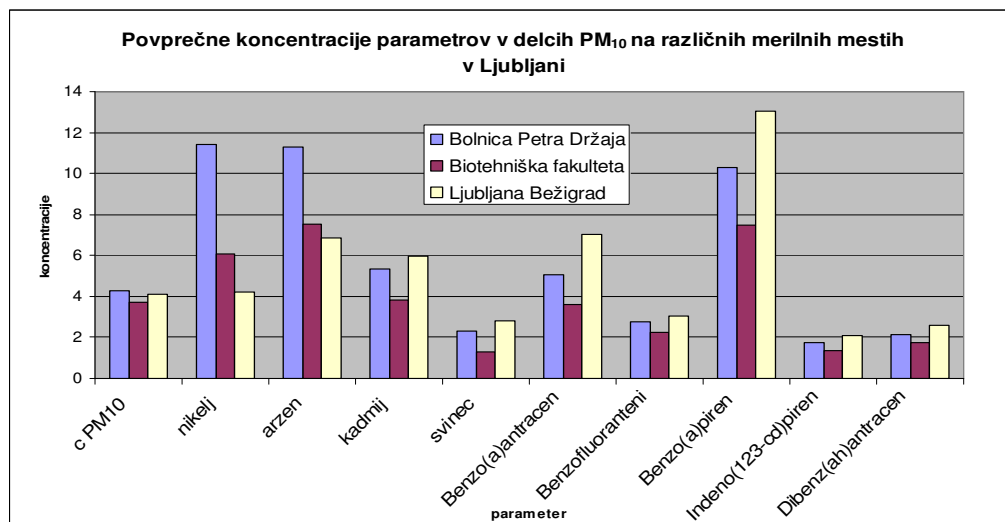
LJUBLJANA delci PM₁₀										
Datum	C PM ₁₀	Nikelj	Arzen	Kadmij	Svinec	Benzo(a)antracen	Benzofluoranteni	Benzo(a)piren	Indeno(123-cd)piren	Dibenz(ah)antracen
	µg/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³
Bolnica Petra Držaja										
21.10.2008	52	22,8	1,77	0,67	22,4	0,56	3,10	1,27	2,10	0,22
22.10.2008	46	17,7	1,62	0,63	38,8	0,38	2,36	0,80	1,58	0,18
23.10.2008	44	23,1	1,53	0,72	48,0	0,76	3,88	1,63	2,45	0,31
24.10.2008	32	<3,3	<0,73	0,46	7,6	0,73	3,48	1,27	2,07	0,24
25.10.2008	41	<3,3	0,73	0,40	11,1	0,27	2,16	0,53	1,14	0,16
26.10.2008	40	<3,3	0,78	0,33	9,0	0,34	1,71	0,67	1,18	0,16
Povprečje	43	11,4	1,1	0,5	22,8	0,51	2,78	1,03	1,75	0,21
Biotehniška fakulteta										
21.10.2008	42	10,5	1,12	0,48	16,0	0,38	2,27	0,82	1,52	0,18
22.10.2008	41	8,5	1,21	0,58	17,0	0,36	2,49	0,80	1,45	0,18
23.10.2008	36	12,5	1,09	0,43	19,4	0,53	3,27	1,20	1,89	0,22
24.10.2008	25	<3,3	<0,73	0,20	8,4	0,29	1,71	0,58	0,94	0,16
25.10.2008	42	<3,3	<0,73	0,34	10,3	0,31	2,21	0,54	1,22	0,15
26.10.2008	36	<3,3	<0,73	0,25	7,2	0,29	1,58	0,54	1,09	0,16
Povprečje	37	6,1	0,8	0,4	13,0	0,36	2,25	0,75	1,35	0,18
Ljubljana Bežigrad										
21.10.2008	44	4,3	1,03	0,66	18,5	0,51	2,94	1,12	2,23	0,24
22.10.2008	47	12,8	1,09	0,82	17,0	0,44	2,27	1,07	1,63	0,22
23.10.2008	34	3,3	0,90	0,66	87,2	1,51	5,57	2,63	3,77	0,54
24.10.2008	41	<3,3	<0,73	0,48	14,7	0,74	3,05	1,20	1,85	0,22
25.10.2008	38	<3,3	<0,73	0,66	15,8	0,40	1,98	0,63	1,45	0,15
26.10.2008	43	<3,3	<0,73	0,28	14,2	0,62	2,32	1,18	1,61	0,20
Povprečje	41	4,2	0,7	0,6	27,9	0,70	3,02	1,31	2,09	0,26

Tabela 3: Rezultati koncentracij in analiz delcev PM_{2,5} na različnih merilnih mestih v Ljubljani

LJUBLJANA delci PM_{2,5}													
Datum	C PM_{2,5}	Nikelj	Arzen	Kadmij	Svinec	Klorid	Nitrat	Sulfat	Natrij	Amonij	Kalij	Magnezij	Kalcij
	µg/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³
Bolnica Petra Držaja													
21.10.2008	42	15,8	1,49	0,58	17,6	312	5054	3297	129,8	2347	322	53,7	172
22.10.2008	37	12,9	1,34	0,49	31,6	266	2459	4087	126,9	1668	266	89,2	238
23.10.2008	34	15,0	1,24	0,62	43,2	458	2007	2548	83,4	1283	254	46,4	244
24.10.2008	24	<3,3	<0,73	0,45	7,1	107	1686	1666	39,9	884	152	28,3	165
25.10.2008	34	<3,3	<0,73	0,41	11,2	106	4764	2959	42,1	2323	218	35,6	139
26.10.2008	37	<3,3	<0,73	0,31	8,0	123	4315	4422	40,6	2750	239	19,6	61,0
Povprečje	35	8,1	0,9	0,5	19,8	229	3381	3163	77,1	1876	242	45	170
Biotehniška fakulteta													
21.10.2008	28	6,9	0,90	0,37	12,3	134	4368	2653	54,4	2120	215	24,7	77,6
22.10.2008	26	5,8	1,00	0,48	14,0	58,8	1765	3189	63,1	1398	194	45,0	162
23.10.2008	23	9,3	0,88	0,35	17,0	290	1506	1957	47,2	975	174	20,3	115
24.10.2008	18	<3,3	<0,73	0,20	13,2	153	995	1249	32,7	618	88,5	17,4	110
25.10.2008	30	<3,3	<0,73	0,36	9,9	189	5233	3216	53,7	2524	242	31,9	142
26.10.2008	29	<3,3	<0,73	0,23	7,1	107	3878	3987	42,8	2606	242	16,0	42,1
Povprečje	25	4,5	0,6	0,3	12,2	155	2957	2708	49,0	1707	193	25,9	108
Ljubljana Bežigrad													
21.10.2008	34	3,9	0,96	0,71	19,8	161	4842	2996	59,5	2306	244	21,8	150
22.10.2008	30	12,0	1,02	0,86	17,2	168	2044	3292	66,0	1537	219	25,4	165
23.10.2008	30	<3,3	0,83	0,74	92,0	309	1583	2345	68,9	1090	289	24,7	176
24.10.2008	30	<3,3	<0,73	0,47	14,4	265	2126	1607	55,9	922	202	39,9	252
25.10.2008	43	<3,3	<0,73	0,62	14,3	224	5460	3170	51,5	1714	434	23,9	115
26.10.2008	44	<3,3	<0,73	0,29	15,2	281	4329	4652	71,1	2587	311	12,3	55,1
Povprečje	35	3,7	0,7	0,6	28,8	235	3398	3010	62,2	1693	283	24,7	152

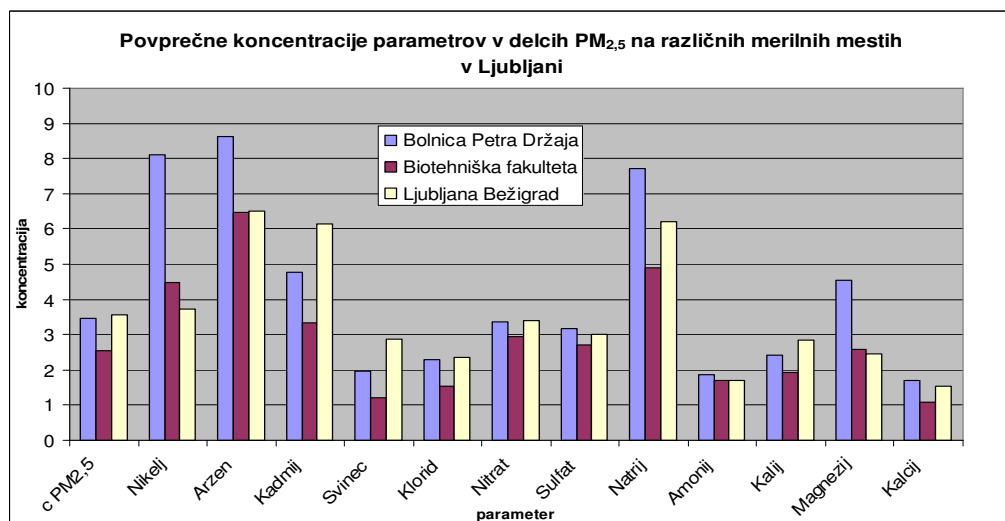


Na Grafu 1 so prikazane povprečne koncentracije delcev PM_{10} in ostalih parametrov, ki so bili analizirani v teh delcih. Ker so pomembna le razmerja med posameznimi lokacijami za isti parameter, smo zaradi lažje grafične predstavitve vrednosti določenih parametrov pomnožili z faktorjem, zato na grafu ni enot. Rezultati z enotami so prikazani v Tabeli 2. Koncentracijo iz Tabele 2 delcev PM_{10} in svinca smo delili z deset, koncentracije arzena, kadmija, benzo(a)pirena in dibenz(ah)antracena pa pomnožili z deset.



Graf 1: Povprečne koncentracije delcev PM_{10} in parametrov, ki so bili analizirani v teh delcih na različnih lokacijah po Ljubljani

Na Grafu 2 so prikazane povprečne koncentracije delcev $PM_{2,5}$ in ostalih parametrov, ki so bili analizirani v teh delcih. Ker so pomembna le razmerja med posameznimi lokacijami za isti parameter, smo zaradi lažje grafične predstavitve vrednosti določenih parametrov pomnožili z faktorjem, zato na grafu ni enot. Rezultati z enotami so prikazani v Tabeli 3. Koncentracije iz Tabele 3 delcev $PM_{2,5}$, svinca, natrija in magnezija smo delili z deset, koncentracije arzena ter kadmija pomnožili z deset, koncentracije klorida, kalija in kalcija pomnožili s sto, koncentracije nitrata, sulfata in amonija pa smo pomnožili s tisoč.



Graf 2: Povprečne koncentracije delcev $PM_{2,5}$ in parametrov, ki so bili analizirani v teh delcih na različnih lokacijah po Ljubljani



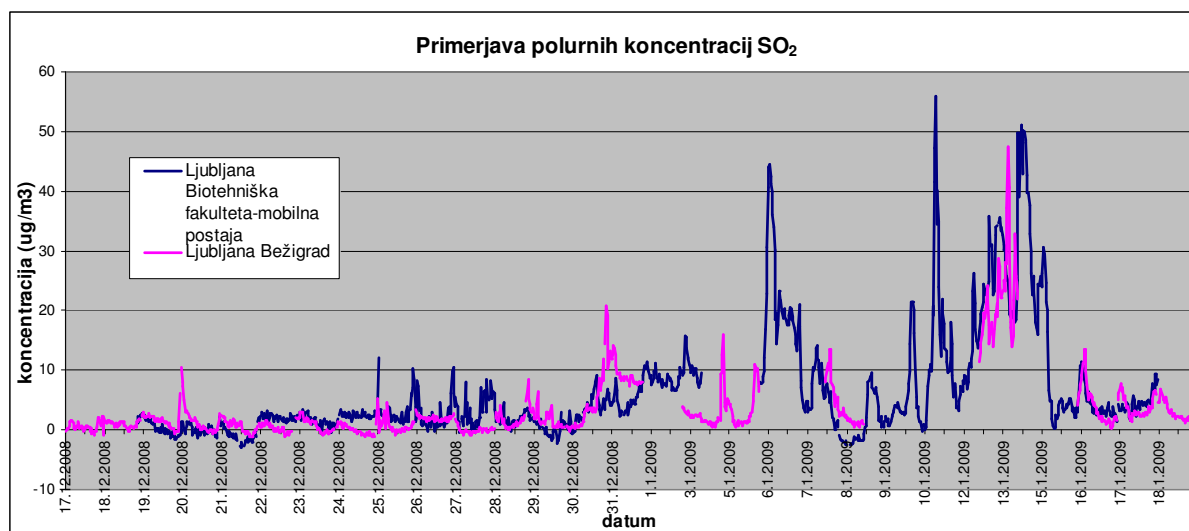
Namen meritev je bilo primerjati koncentracije delcev in kemijske analize delcev na težke kovine, PAH in ione na dveh lokacijah v Ljubljani s prvotno lokacijo Ljubljana Bežigrad. Rezultati kažejo, da so vse tri lokacije dokaj primerljive v večini parametrov, rezultati iz merilnega mesta Bolnice Petra Držaja so nekoliko višji, na merilnem mestu Biotehniška fakulteta pa nekoliko nižji od rezultatov pridobljenih na lokaciji Ljubljana Bežigrad. Večjih oziroma predvsem pomembnejših razlik med lokacijami ni. Zato smo se odločili da v letu 2009 vzorčimo delce na lokaciji Ljubljana Biotehniška fakulteta saj je poleg primerljivih rezultatov z rezultati iz lokacije Ljubljana Bežigrad tudi najboljše oziroma najlažje poskrbljeno za ostale ključne dejavnike, ki jih potrebujemo na merilnem mestu (elektrika, varnost, interes lastnika parcele).

3.3. Mobilna postaja

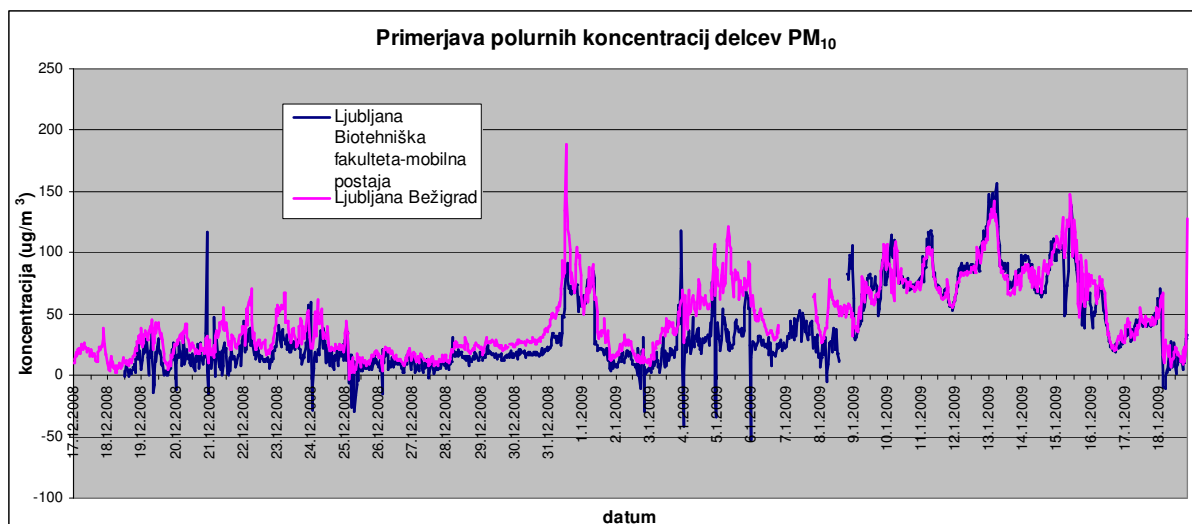
Ker naj bi se na trenutni lokaciji postaje stalne merilne mreže Ljubljana Bežigrad, ki je postavljena na dvorišču Agencije za okolje, dalj časa izvajala gradbena dela, je v načrtu prestaviti celotno postajo na neko drugo primerno lokacijo v Ljubljani. Glede na to da bomo v letu 2009 začeli z merjenjem delcev na merilnem mestu Ljubljana Biotehniška fakulteta, smo v obdobju med 17.12.2008 in 19.1.2009 na tej lokaciji izvedli tudi meritve z avtomatsko mobilno ekološko-meteorološko postajo. Namen meritev je bilo ugotoviti ali so tudi koncentracije ostalih parametrov primerljive med tema dvema postajama.

Mobilna postaja deluje enako in meri iste ekološke in meteorološke parametre kot vse ostale stalne postaje v avtomatski merilni mreži. Podatki so obdelani po predpisanih postopkih evropske okoljske agencije in v skladu s predpisi, ki veljajo na področju kakovosti zunanjega zraka. Na postaji potekajo meritve meteoroloških parametrov: temperature zraka, relativne vlage, globalnega sončnega sevanja, padavin, meritve hitrosti in smeri vetra ter meritve ekoloških parametrov: SO_2 , NO , NO_2 , NO_x , CO , O_3 , PM_{10} . Koncentracija delcev PM_{10} se na mobilni postaji ne meri z referenčnim merilnikom Leckel temveč z avtomatskim merilnikom TEOM.

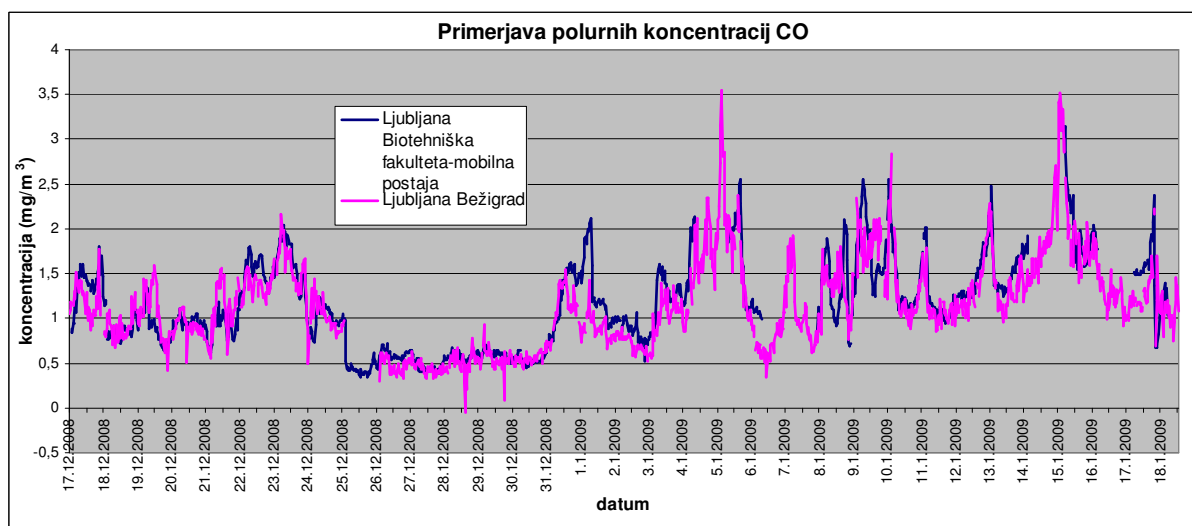
Na Grafih 3 do 7 so grafično predstavljeni polurni podatki za različna onesnaževala na obeh lokacijah. V Tabeli 4 so povprečne koncentracije onesnaževal izračunane iz tistih podatkov v merjenem obdobju, ki so bili sočasno veljavni na obeh postajah.



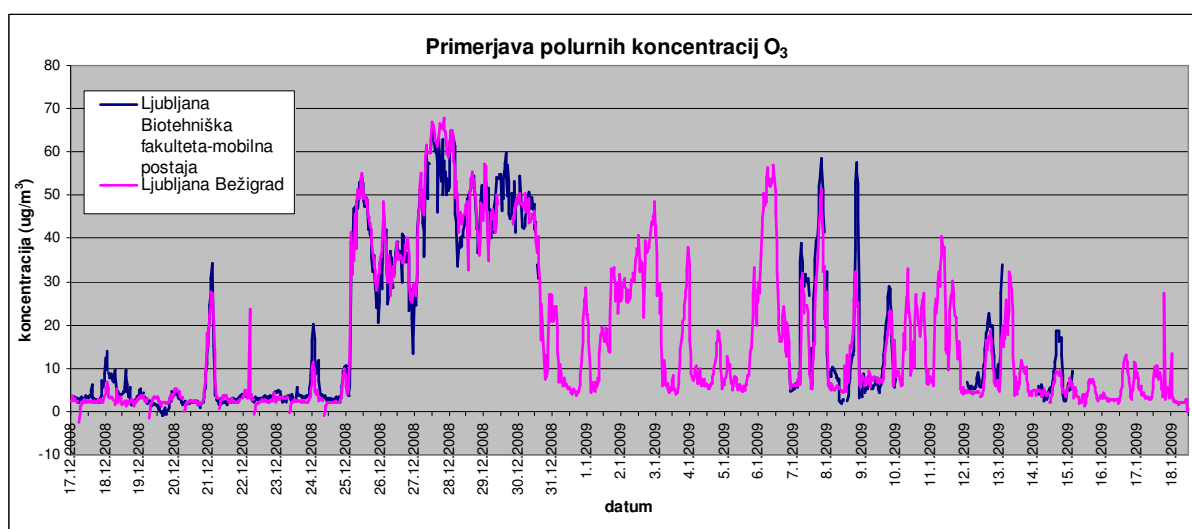
Graf 3: Polurne koncentracije SO_2 iz postaje Ljubljana Bežigrad in mobilne postaje



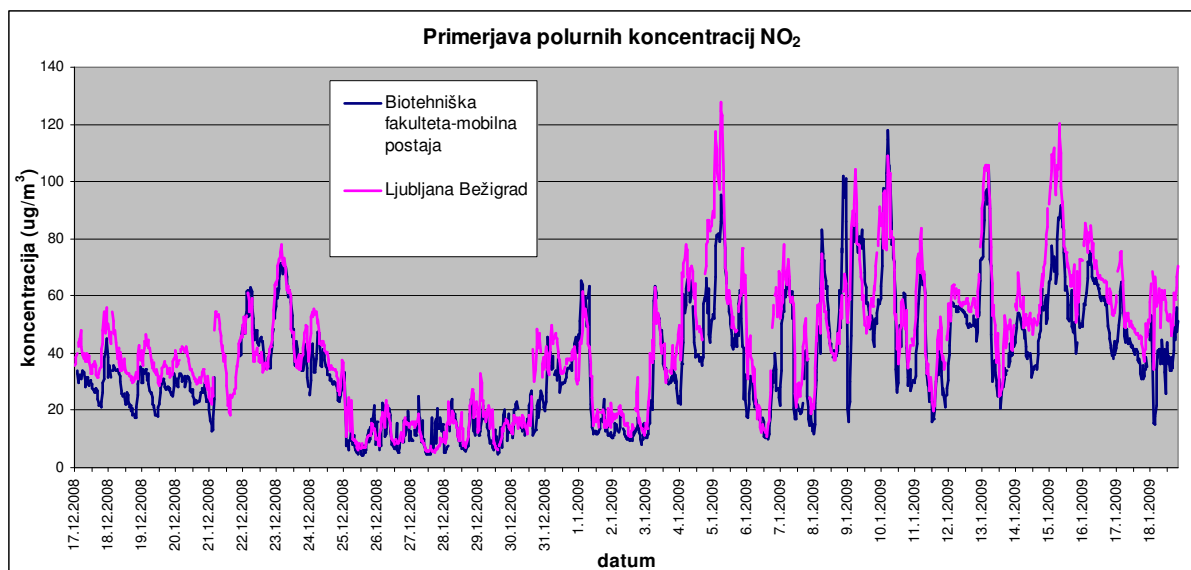
Graf 4: Polurne koncentracije PM₁₀ iz postaje Ljubljana Bežigrad in mobilne postaje



Graf 5: Polurne koncentracije CO iz postaje Ljubljana Bežigrad in mobilne postaje



Graf 6: Polurne koncentracije O₃ iz postaje Ljubljana Bežigrad in mobilne postaje



Graf 7: Polurne koncentracije NO₂ iz postaje Ljubljana Bežigrad in mobilne postaje

Tabela 4: Primerjava povprečnih* koncentracij različnih parametrov izmerjenih z avtomatskimi merilniki na različnih merilnih mestih v Ljubljani v enakem časovnem obdobju od 17.12.2008 do 19.1.2009

LJUBLJANA	SO ₂ [µg/m ³]	PM ₁₀ ** [µg/m ³]	CO [mg/m ³]	O ₃ [µg/m ³]	NO ₂ [µg/m ³]
Bežigrad	<i>3,88</i>	<i>63,5</i>	<i>1,40</i>	<i>20,6</i>	<i>45,3</i>
Biotehniška fakulteta-mobilna postaja	<i>4,50</i>	<i>53,9</i>	<i>1,54</i>	<i>21,3</i>	<i>38,0</i>

Legenda:

* povprečje je izračunano samo iz tistih polurnih vrednosti, ki so bile veljavne na obeh postajah istočasno

** koncentracija delcev PM₁₀ je izmerjena z merilnikom TEOM. Ker je pri tem merilniku vzorec gret na 50 °C pride lahko do izgube lahko hlapnih snovi, zato se s pomočjo referenčnega merilnika Leckel določi korekcijske faktorje. Korekcijski faktorji so za različna merilna mesta različni in tudi odvisni od letnega časa (v tem merjenem obdobju je korekcijski faktor za postajo Ljubljana Bežigrad 1,24, za mobilno postajo pa 1,3). Polurne koncentracije, ki smo jih uporabili v tem poročilu, niso korigirane.

Če primerjamo koncentracije iz obeh lokacij ugotovimo, da so koncentracije večine onesnaževal primerljive, niso pa identične. Koncentracije delcev PM₁₀ so na merilnem mestu Ljubljana Bežigrad nekoliko višje, kot pri Biotehniški fakulteti. Zelo podobne so koncentracije ogljikovega monoksida in dušikovega dioksida iz obeh lokacij. Pri ozonu in žveplovemu dioksidu pa je primerjava težja saj je izpad podatkov precejšen, pri ozonu ni vseh meritev na lokaciji Biotehniška fakulteta, pri žveplovem dioksidu pa je do izpada podatkov prišlo na obeh lokacijah.



3.4. Vpliv vremenskih razmer na onesnaženost zraka v Ljubljani

V obdobju od 17.12.2008 do 18.1.2009 so prevladovali šibki vetrovi, razen v dneh od 25.12. do 29.12.2008, ko je pihal močnejši vzhodni do severovzhodni veter. Na lokaciji Ljubljana Bežigrad so imeli šibki vetrovi severovzhodno smer, močnejši pa vzhodno smer. Na lokaciji Ljubljana Biotehniška fakulteta pa so imeli šibki vetrovi med 10. in 16. uro smeri od južne do zahodno-severozahodne, ostali čas pa smer zahod-severozahod, močnejši vetrovi pa vzhodno smer (tako kot na lokaciji Bežigrad). Očitno gre za vpliv mestnega toplotnega otoka, ko ob stabilnem mirnem vremenu nastane v kotlini zaključena cirkulacija zraka - nad središčem mesta se zrak dviga, na obrobju pa se spušča in pri tleh teče proti središču. Na lokaciji Biotehniška fakulteta se ta cirkulacija ujema tudi s tokom hladnega zraka od zahoda (predvsem ponoči) navzdol po dolini Glinščice ob vznožju Rožnika proti vzhodu. Na lokaciji Bežigrad pa ob takih razmerah priteka zrak od severovzhoda proti središču mesta.

Na lokaciji Biotehniške fakultete so imela vsa merjena onesnaževala maksimum koncentracij pri zahodnih do severozahodnih smereh vetra, minimum pa pri vzhodni smeri. Ker severozahodno od lokacije ni večjih virov emisij razen avtoceste, ki je oddaljena 1600 m od merilnega mesta, sklepamo, da se onesnaženost zraka mesta Ljubljane giblje skupaj z zgoraj omenjeno cirkulacijo toplotnega otoka mesta. Na lokaciji Bežigrad pa minimum koncentracij prav tako sovпада z vzhodno smerjo vetra, medtem ko so se višje koncentracije pojavljale pri severovzhodniku, delno pa tudi pri jugozahodni in severozahodni smeri vetra. Glede onesnaženosti zraka se tu vpliv toplotnega otoka meša z vplivom bolj neposrednih emisij, saj so blizu prometne ceste.

Iz zgornjih rezultatov in grafov je razvidno, da so koncentracije onesnaževal med lokacijo Ljubljana Biotehniška fakulteta in Bežigrad tako po časovnem poteku kot po višini zelo podobne, kar pomeni, da je ob stabilnem in mirnem vremenu, ki je za kakovost zraka neugodno, onesnaženost dokaj enakomerno razporejena po celotnem območju mesta. Pri tem ima gotovo največjo vlogo omenjena cirkulacija zraka zaradi toplotnega otoka mesta. Ob močnejšem vzhodnem vetru pa večinoma ni temperaturne inverzije, zato so tudi koncentracije takrat nižje.

4. MARIBOR

V Mariboru je merilna postaja, ki deluje v okviru državne merilne mreže ARSO, locirana ob Titovi cesti, v neposredni bližini semaforiziranega križišča in avtobusne postaje. Promet po tej glavni cesti je zelo velik (46000 vozil/dan), zato to merilno mesto uvrščamo med prometne postaje. Kot je bilo že v namenu te naloge napisano, je potrebno v skladu z Direktivo 2008/50/ES o kakovosti zunanjega zraka in čistejšemu zraku za Evropo izvajati meritve in analizo delcev tudi na merilnih mestih tipa mestno ozadje, čemur pa trenutna postaja ne ustreza. Zato je bilo potrebno v Mariboru poiskati novo lokacijo, kjer bomo v letu 2009 izvajali meritve delcev.

Mestna občina Maribor meri kvaliteto zraka na merilnem mestu Tabor, ki je obravnavano kot tipa mestno ozadje. Meritve izvaja Zavod za zdravstveno varstvo Maribor. Merilno mesto je locirano ob zelo prometni Cesti Proletarskih brigad, v bližini sta dve večji križišči. V sami okolici je le nekaj stanovanjskih hiš, na drugi strani ceste pa je večji trgovsko poslovni objekt. Postaja Tabor je tako postaja z velikim vplivom prometa, kar dokazujejo tudi rezultati, saj so primerljivi s tistimi iz postaje v centru mesta (dnevna mejna vrednost koncentracije delcev PM_{10} je bila v letu 2007 v centru presežena 92-krat, na merilnem mestu Tabor pa celo 94-krat). Zato si Mestna občina Maribor želi celotno postajo prestaviti na neko drugo lokacijo, ki bi ustrezala tipu mestno ozadje.



4.1. Merilna mesta

Merilna mesta so bila:

- Maribor RTV
- Maribor Vrbanski plato
- Maribor Pobrežje.

Lokacija RTV oddajnika se nahaja na Teznem. To je JV predel Maribora. V neposredni bližini ni pomembnejše cestne ali železniške povezave. Na severnem območju je v neposredni bližini Stražinski gozd, Ptujška cesta je oddaljena približno 500 m. Za to območje je v skladu z UZ opredeljena osnovna namenska raba – za stanovanja.

Lokacija Vrbanski plato se nahaja na SZ predelu Maribora, na območju, ki je v skladu z Uredbo o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnikov Ruš, Vrbanskega platoja, Limbuške dobrove in Dravskega polja, opredeljeno kot območje zajetja oziroma najožje vodovarstveno območje. Že zaradi vodovarstvenega režima na tem območju v neposredni bližini ni pomembnejših pozidav in druge prometne infrastrukture.

Lokacija Pobrežje se nahaja na vzhodnem predelu Maribora, na območju nekdanjega odlagališča Pobrežje. Celoten prostor je ozelenjen, na celotnem območju je urejeno odplinjevanje, v skladu z zakonodajo se izvaja monitoring. V okolici območja ni pomembnejše prometne ali železniške povezave. Širše območje je namenjeno stanovanjski pozidavi.

V Tabeli 5 so predstavljene Gauss-Kriegerjeve koordinate za vsa merilna mesta v Mariboru.

Tabela 5: Gauss-Kriegerjeve koordinate merilnih mest v Mariboru

Merilna mesta	Gauss-Kriegerjeve koordinate	
	GKKy	GKKx
center	550305	157414
RTV	552077	154777
Vrbanski plato	548432	158612
Pobrežje	552905	156125
Tabor	549846	155262

4.2. Rezultati

V Tabeli 6 so predstavljene koncentracije in kemijska analiza delcev PM_{2,5} na treh različnih lokacijah v Mariboru.

Tabela 6: Rezultati koncentracij in analiz delcev PM_{2,5} na različnih merilnih mestih v Mariboru

MARIBOR delci PM_{2,5}	C PM_{2,5}	Nikelj	Arzen	Kadmij	Svinec	Klorid	Nitrat	Sulfat	Natrij	Amonij	Kalij	Magnezij	Kalcij
Datum	µg/m³	ng/m³	ng/m³	ng/m³	ng/m³	ng/m³	ng/m³	ng/m³	ng/m³	ng/m³	ng/m³	ng/m³	ng/m³
Maribor RTV													
27.11.2008	38	<3,3	0,88	0,41	19,90	254	7068	3122	88,5	3284	605	14,5	70
28.11.2008	42	<3,3	1,54	0,37	11,57	241	7378	5676	88,5	4443	660	153,1	57
29.11.2008	49	<3,3	0,95	0,69	16,21	327	2756	1440	74,7	1072	546	26,1	71
30.11.2008	21	<3,3	<0,73	0,17	6,35	136	2181	1225	65,3	1050	129	8,7	37
1.12.2008	19	<3,3	<0,73	0,13	5,58	160	1780	954	65,3	779	160	11,6	44
2.12.2008	17	<3,3	<0,73	<0,13	5,51	246	1629	720	61,7	630	140	18,1	54
3.12.2008	27	3,4	<0,73	0,25	10,34	222	2103	1009	312,0	899	218	10,9	55
4.12.2008	39	<3,3	<0,73	0,47	16,80	207	2688	1660	46,4	1330	328	10,9	34,8
Povprečje	31	<3,3	<0,73	0,32	12	224	3448	1976	100	1686	348	32	53
Maribor Vrbanski plato													
27.11.2008	28	8,57	1,06	0,13	8,88	90	3339	1856	49,3	1524	218	13,8	37,0
28.11.2008	40	3,73	0,94	0,25	12,61	162,5	5432	2698	76,9	2401	432	14,5	64
29.11.2008	55	<3,3	1,74	0,75	14,94	149	6529	5120	65,3	3859	680	42,8	74
30.11.2008	23	<3,3	1,12	0,14	7,84	144	2545	1582	82,7	1261	215,5	19,6	61
1.12.2008	15	<3,3	<0,73	<0,13	4,06	131	1432	797	64,6	627	110,3	12,3	36
2.12.2008	19	<3,3	<0,73	0,14	5,48	144	1906	745	56,6	673	143,7	12,3	44
3.12.2008	20	5,11	<0,73	<0,13	7,54	142	1822	1007	31,2	824	153	10,2	44
4.12.2008	37	4,69	<0,73	0,55	16,23	153	2646	1853	61,7	1304	351	19,6	103,7
Povprečje	30	3,6	1,21	0,26	10	139	3206	1957	61	1559	288	18	58
Maribor Pobrežje													
27.11.2008	38	<3,3	0,75	0,36	15,52	273	4182	1976	75,4	1782	333	18,1	81
28.11.2008	44	<3,3	0,82	0,33	15,98	336	7256	2991	75,5	3135	509	15,2	64
29.11.2008	46	<3,3	1,46	0,34	12,21	171	7157	4612	64,6	3821	500	13,8	45
30.11.2008	21	<3,3	<0,73	<0,13	6,75	101	1254	1350	63,8	831	135	2,2	38
1.12.2008	19	<3,3	<0,73	<0,13	8,14	115	1315	866	64,6	634	136	9,4	53
2.12.2008	19	<3,3	<0,73	<0,13	3,94	112	1214	755	61,7	498	133	12,3	54
3.12.2008	25	<3,3	<0,73	0,26	8,60	246	2036	1124	60,9	900	295	2,2	50
4.12.2008	34	<3,3	<0,73	0,39	14,00	303	3022	1567	47,2	1412	321	2,2	42,8
Povprečje	31	<3,3	<0,73	0,23	11	207	3488	1905	67	1627	295	9,4	55

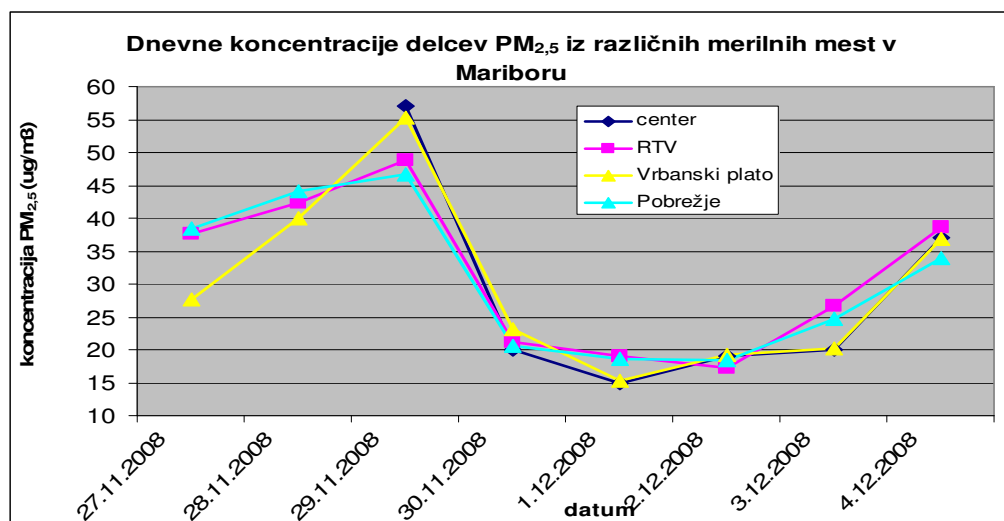


Na postaji, ki deluje v okviru državne merilne mreže, v centru Maribora, prav tako izvajamo meritve koncentracije delcev $PM_{2,5}$, ki so v Tabeli 7. Pod tabelo je tudi graf na katerem so prikazane dnevne koncentracije delcev $PM_{2,5}$ iz vseh štirih lokacij v Mariboru.

Tabela 7: Koncentracija delcev $PM_{2,5}$ na postaji Maribor center

Maribor center	$C_{PM_{2,5}}$ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
27.11.2008	/
28.11.2008	/
29.11.2008	57
30.11.2008	20
1.12.2008	15
2.12.2008	19
3.12.2008	20
4.12.2008	37
Povprečje	28

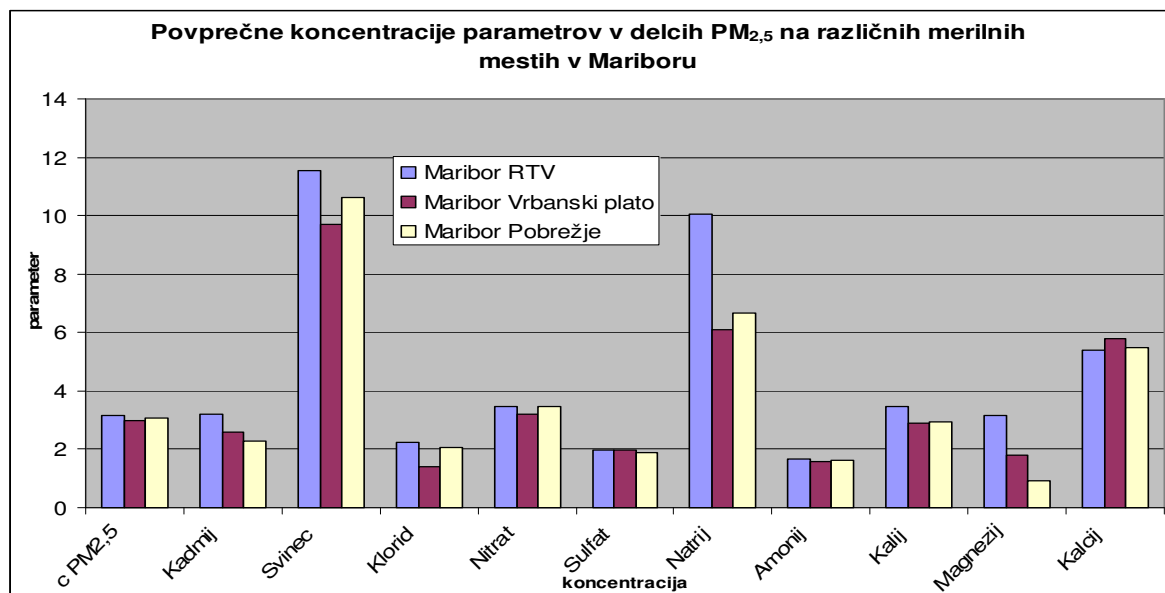
Legenda: / ni podatka



Graf 8: Primerjava dnevni koncentracij delcev $PM_{2,5}$ iz različnih merilnih mest v Mariboru

Iz Grafa 8 je lepo razvidno, da so koncentracije delcev $PM_{2,5}$ na vseh štirih lokacijah zelo primerljive in da imajo podoben trend. Predvsem pa sovpadajo koncentracije iz merilnega mesta v centru in na Vrbanškem platu ter lokaciji RTV in Pobrežja.

Na Grafu 9 so prikazane povprečne koncentracije delcev $PM_{2,5}$ in ostalih parametrov, ki so bili analizirani v teh delcih na različnih lokacijah v Mariboru. Ker so pomembna le razmerja med posameznimi lokacijami za isti parameter, smo zaradi lažje grafične predstavitve vrednosti določenih parametrov pomnožili z faktorjem, zato na grafu ni enot. Rezultati z enotami so prikazani v Tabeli 6. Koncentracije iz Tabele 6 delcev $PM_{2,5}$, natrija in magnezija in kalcija smo delili z deset, koncentracije kadmija pomnožili z deset, koncentracije klorida in kalija pomnožili s sto, koncentracije nitrata, sulfata in amonija pa smo pomnožili s tisoč. Na Grafu 9 niso prikazane koncentracije za nikelj in arzen, ker so bila povprečja na določenih lokacijah pod mejo detekcije.

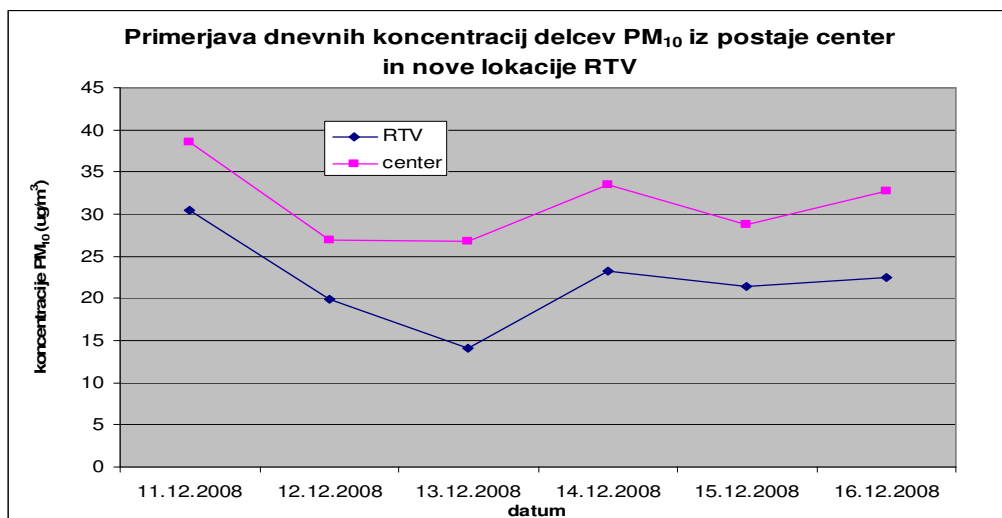


Graf 9: Povprečne koncentracije delcev PM_{2,5} in parametrov, ki so bili analizirani v teh delcih na različnih lokacijah po Mariboru

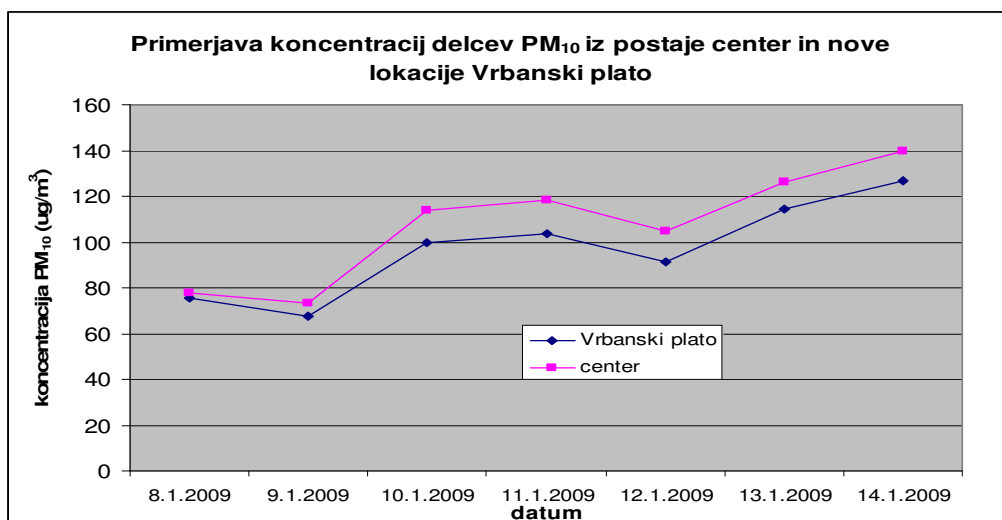
Poleg merjenja in analize delcev PM_{2,5} smo imeli namen v istem časovnem obdobju izvesti tudi meritve delcev PM₁₀. Ker pa smo imeli težave z delovanjem merilnikov, to v celoti ni bilo mogoče. V Tabeli 8 so tako za primerjavo prikazane koncentracije delcev PM₁₀ iz lokacije RTV oddajnika in Vrbanškega platoja s koncentracijami, ki so bile v istem obdobju izmerjene v centru mesta Maribor. Na Grafih 9 in 10 pa so rezultati predstavljeni tudi grafično.

Tabela 8: Primerjava koncentracij delcev PM₁₀ iz različnih lokacij v Mariboru s postajo Maribor center

PM ₁₀ MARIBOR	c PM ₁₀ [µg/m ³]	
	RTV	center
11.12.2008	30	39
12.12.2008	20	27
13.12.2008	14	27
14.12.2008	23	33
15.12.2008	21	29
16.12.2008	22	33
POVPREČJE	22	31
	Vrbanški plato	center
8.1.2009	75	78
9.1.2009	67	73
10.1.2009	100	114
11.1.2009	104	118
12.1.2009	91	105
13.1.2009	114	126
14.1.2009	127	140
POVPREČJE	97	108



Graf 10: Dnevne koncentracije delcev PM₁₀ iz dveh postaj v Mariboru



Graf 10: Dnevne koncentracije delcev PM₁₀ iz dveh postaj v Mariboru

Iz obeh grafov je razvidno da so koncentracije tako na lokaciji RTV oddajnika kot tudi na Vrbanskem platu nižje od koncentracij izmerjenih v centru mesta Maribor. Trend gibanja dnevni koncentracij v danem obdobju pa je med posameznimi lokacijami podoben.

Poleg koncentracij delcev PM₁₀ pa smo na določenih filterih za primerjavo izvedli tudi kemijsko analizo teh delcev na težke kovine. Rezultati so predstavljeni v Tabeli 7. Koncentracije so služijo le za grobo primerjavo in so primerljive, ampak za večjo težo teh podatkov bi potrebovali rezultate iz daljšega časovnega obdobja.

**Tabela 9: Primerjava koncentracij težkih kovin v delcih PM₁₀ iz različnih lokacij v Mariboru s postajo Maribor center**

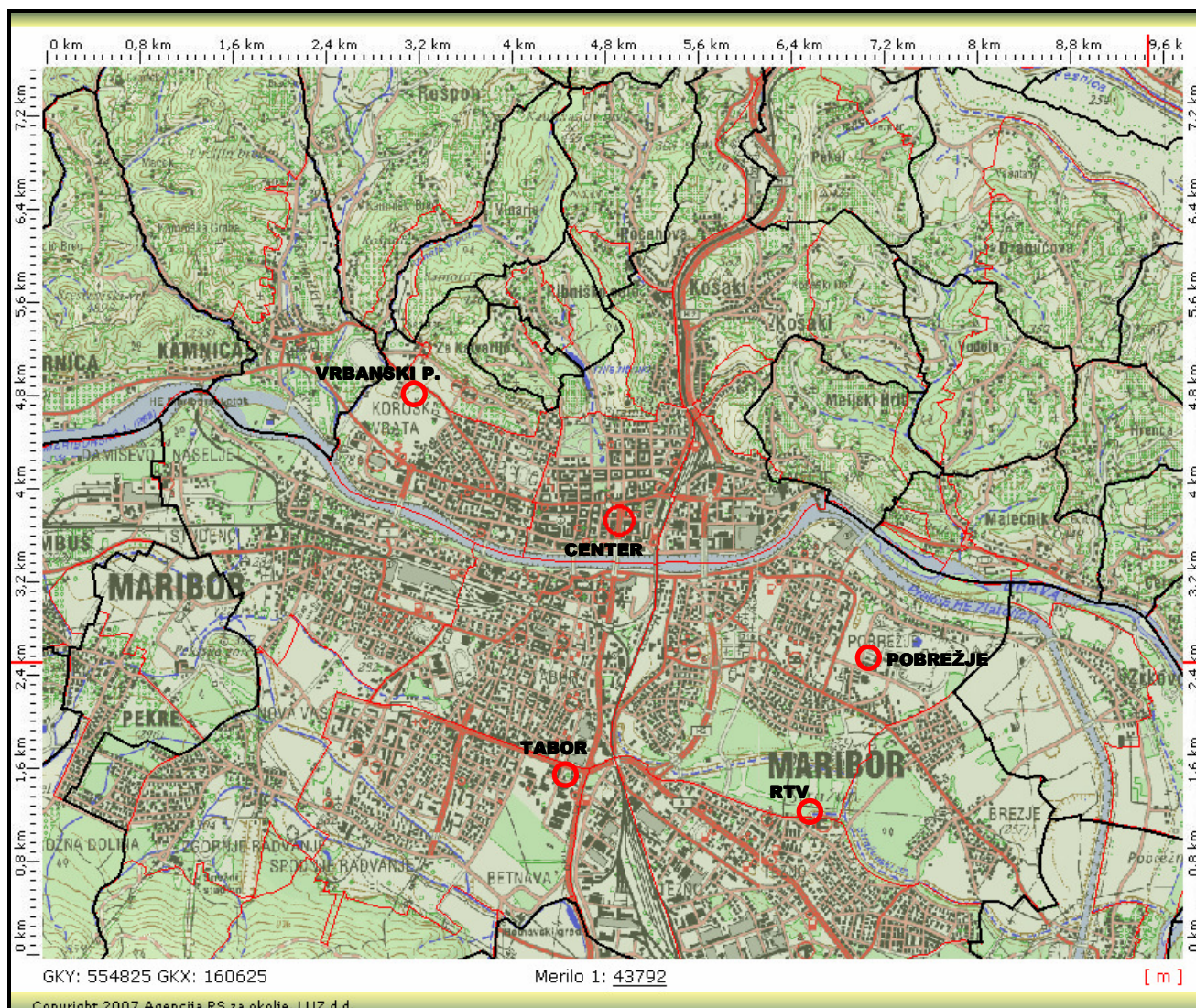
MARIBOR delci PM ₁₀					
Parameter	Merilno mesto	11.12.2008	13.12.2008	15.12.2008	17.12.2008
Ni [ng/m ³]	RTV	5,5	<3,3	<3,3	<3,3
	center	3,7	<3,3	<3,3	4,2
As [ng/m ³]	RTV	2,5	1,6	<0,73	<0,73
	center	2,7	<0,73	1,6	0,76
Cd [ng/m ³]	RTV	0,32	0,24	0,25	0,20
	center	0,33	0,17	0,26	0,22
Pb [ng/m ³]	RTV	13,3	12,8	7,5	8,4
	center	11,1	8,4	14,2	7,1

		9.1.2009	11.1.2009	13.1.2009
Ni [ng/m ³]	Vrbanski plato	<3,3	8,8	11,4
	center	6,3	8,9	12,2
As [ng/m ³]	Vrbanski plato	1,1	2,2	3,1
	center	1,2	2,5	3,1
Cd [ng/m ³]	Vrbanski plato	0,42	1,6	0,99
	center	0,44	1,7	0,78
Pb [ng/m ³]	Vrbanski plato	12,5	21,6	18,5
	center	13,8	21,8	19,1

4.3. Vpliv vremenskih razmer na onesnaženost zraka v Mariboru

Meteoroloških meritev na prej navedenih lokacijah v času meritev ni bilo. V Mariboru in okolici so tri lokacije z meteorološkimi meritvami, in sicer meteoroloških postajah na Taboru in na letališču pri Slivnici ter ekološka postaja v centru mesta, veter na teh lokacijah piha različno. Na to vpliva oblika terena, mestni toplotni otok in pozidanost neposredne okolice. Vzdušje Drave veter močno usmerja dolina reke, na smer močnejših vetrov pa vpliva masiv Pohorja, ki spreminja smer tako jugozahodnim kot severovzhodnim vetrovom.

V času šibkejših vetrov je prevladujoč tok zraka vzdolž doline Drave, ponoči zahodnik, podnevi pa vzhodnik. Mesto se pojavlja kot ovira temu toku, pri zelo šibkih vetrovih pa se vzpostavi podobna cirkulacija kot v Ljubljani, ko pri tleh piha veter od vseh strani proti središču mesta. Na merilnem mestu Maribor RTV imamo vpliv mesta bolj redko, predvsem ponoči. Podobno je na merilnem mestu Maribor Pobrežje, le da je tam ta večji zaradi vetra vzdolž doline Drave. Ob zahodnem vetru je možen tudi vpliv emisij s Teznega. Merilno mesto na Vrbanskem platu pa ima povsem drugačne smeri vetra. Ponoči prevladuje zahodnik, ki lahko prinese onesnaženje iz Ruš. Ob močnejšem vzhodnem vetru pa prinese onesnaženje iz mesta, prav tako pa tudi podnevi ob situacijah, ko piha veter po dolini Drave navzgor. Na tej lokaciji so predvidene tudi meritve vetra, zato bo natančnejši opis vetrovnih razmer podati po določenem obdobju teh meritev.



Slika 1: Zemljevid merilnih mest v Mariboru

Meteorološke razmere v času vzorčenja delcev $PM_{2,5}$ od 27.11. do 4.12.2008

Od 8 dni meritev $PM_{2,5}$ je bilo 6 dni s padavinami. Značilno je, da se ob sneženju koncentracije niso znižale, ampak so celo narasle – znižale so se pa ob dežju.

Koncentracije na vseh štirih merilnih mestih (Vrbanski plato, RTV, Pobrežje, center) so bile skoraj enake. V dneh z višjo koncentracijo je bila hitrost vetra na Taboru okrog 1m/s; dvakrat je prevladoval severozahodni, dvakrat pa jugovzhodni veter.

Meteorološke razmere v času vzorčenja delcev PM_{10} na lokaciji RTV od 11. 12. do 16.12.2008

Vseh 6 dni meritev PM_{10} je bilo deževnih – en dan je tudi snežilo. Zato so bile koncentracije nizke.

Koncentracije na merilnem mestu RTV so bile za okrog 30% nižje kot na lokaciji center. Hitrost vetra na Taboru je bila okrog 1.3m/s. V štirih dneh je prevladoval severozahodni, enkrat jugovzhodni in enkrat vzhodni veter.



Meteorološke razmere v času vzorčenja delcev PM₁₀ na lokaciji Vrbanski plato od 8. 1. do 14.1.2009

V času meritev PM₁₀ je bilo vreme suho razen zadnjega dne, ko je snežilo. Koncentracije so ves čas naraščale - tudi ob sneženju. Koncentracije na merilnem mestu Vrbanski Plato so bile le za okrog 8% nižje kot na lokaciji center. Hitrost vetra na Taboru je bila okrog 1 m/s. V petih dneh z najvišjimi koncentracijami je prevladoval štirikrat jugovzhodni, enkrat pa vzhodni veter.

Če povzamemo je bilo vreme stabilno in mirno brez padavin le v času meritev delcev PM₁₀ na Vrbanskem Platoju in v centru od 8.1. do 14.1.2009, ko so bile izmerjene precej visoke koncentracije. Na lokaciji Tabor je v teh dneh prevladoval jugovzhodni veter, kar kaže na vpliv toplotnega otoka mesta. Na lokaciji center pa je ponoči prevladoval severni veter (spuščanje s pobočij severno od mesta), podnevi pa južni veter (vzgonski veter zaradi omenjenih pobočij).

4.4. Povzetek

Koncentracija delcev in kemijska analiza le teh je pokazala, da ni večje razlike med posameznimi lokacijami v Mariboru. Zato smo se predvsem iz praktičnih razlogov, kot so ograjen prostor z elektriko, s pomočjo Mestne občine Maribor odločili, da leta 2009 pričnemo z merjenjem in kemijsko analizo delcev PM_{2,5} na lokaciji Vrbanski plato. Kot smo že omenili si tudi Mestna občina Maribor želi predstaviti merilno mesto Tabor na s prometom bolj neobremenjeno lokacijo, tako se bodo do konca leta 2009 na Vrbanskem platoju začele izvajati tudi meritve SO₂, NO_x, O₃ in delcev PM₁₀ (merjene s TEOM merilnikom). Poleg tega pa bomo na tem merilnem mestu postavili tudi stalno meteorološko postajo, na kateri so bo meril veter, temperatura, relativna vlaga in padavine.

Iz vseh primerjalnih meritev delcev PM_{2,5} in PM₁₀ je nemogoče oceniti, kakšen vpliv imajo emisije delcev iz tovarne v Rušah. Očitno je, da je ožje območje mesta Maribor precej enakomerno onesnaženo, kar opažamo tudi v Ljubljani.