



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA KMETIJSTVO IN OKOLJE
AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE



MERITVE ONESNAŽENOSTI ZRAKA Z MOBILNO POSTAJO NA PTUJU



Meritve onesnaženosti zraka z mobilno postajo na Ptuju

Od 6. 12. 2011 do 13. 3. 2012

**Izdajatelj:**

Ministrstvo za kmetijstvo in okolje
Agencija RS za okolje
Vojkova 1b, Ljubljana
Spletni naslov: www.arso.gov.si
e-naslov: gp.arso@gov.si

Urednica

mag. Tanja Bolte

Avtorji poročila

mag. Andrej Šegula
Anton Planinšek
Zorana Komar
Mateja Gjerek
Peter Pavli

Fotografije

Peter Pavli

Vodja sektorja za kakovost zraka

mag. Tanja Bolte

Vodja urada za hidrologijo in stanje okolja

Jože Knez

Generalni direktor Agencije RS za okolje

Dr. Silvo Žlebir

VSEBINA

POVZETEK	1
1. UVOD	3
2. ZAKONODAJA	4
3. REZULTATI MERITEV NA PTUJU	7
3.1. Žveplov dioksid.....	7
3.2. Dušikovi oksidi	8
3.3. Delci PM ₁₀	10
3.4. Ozon.....	14
3.5. Lahkohlapani ogljikovodiki	15
3.6. Ogljikov monoksid.....	17
3.7. Meteorološki parametri	18

POVZETEK

Mobilna postaja je bila locirana znotraj območja bolnišnice Ptuj. Lokacija je z vseh strani obdana z bolnišničnimi zgradbami, s stanovanjskimi naselji, z manj prometnimi ulicami in z večjim parkiriščem v neposredni bližini. V bližini lokacije mobilne postaje se poslopja (bližnji stanovanjski bloki, bolnišnica) ogrevajo daljinsko, v širši okolici pa deloma iz kotlovnice, ki uporabljajo za gorivo plin ali kurilno olje, manjša individualna kurišča pa uporabljajo za gorivo les in lesne odpadke. Slednja, katerih delež je okrog 20 %, izpuščajo v zrak največ delcev, od BTX-ov pa predvsem benzen.

Po podatkih o emisijah iz večjih industrijskih objektov, ki so po zakonu dolžni sporočati emisijske podatke in so dostopni tudi na spletni strani Agencije RS za okolje (http://okolje.arso.gov.si/onesnazevanje_zraka/devices), na ožjem mestnem področju Ptuja ni industrije z večjimi emisijami onesnaževal.

Lokacijo merilnega mesta mobilne postaje uvrščamo po sedaj veljavni mednarodni klasifikaciji v poseljeno mestno ozadje UB(R).

Meritve z mobilno postajo so potekale večinoma pozimi, ko je zrak najbolj onesnažen. Koncentracije onesnaževal so povsod po Sloveniji dosegle najvišje vrednosti v obdobju mrzlega zimskega vremena med 8. in 14. februarjem 2012.

Kar se kakovosti zraka tiče, so reliefni in vremenski pogoji na območju Ptuja ugodnejši kot v večini krajev v notranjosti Slovenije, pa nekoliko slabši kot na Primorskem in ob obali. Temperaturne inverzije na tem pretežno ravnem območju so manj izrazite kot v kotlinah in dolinah, pa tudi premikanje zraka vzdolž reke Drave ni omejeno.

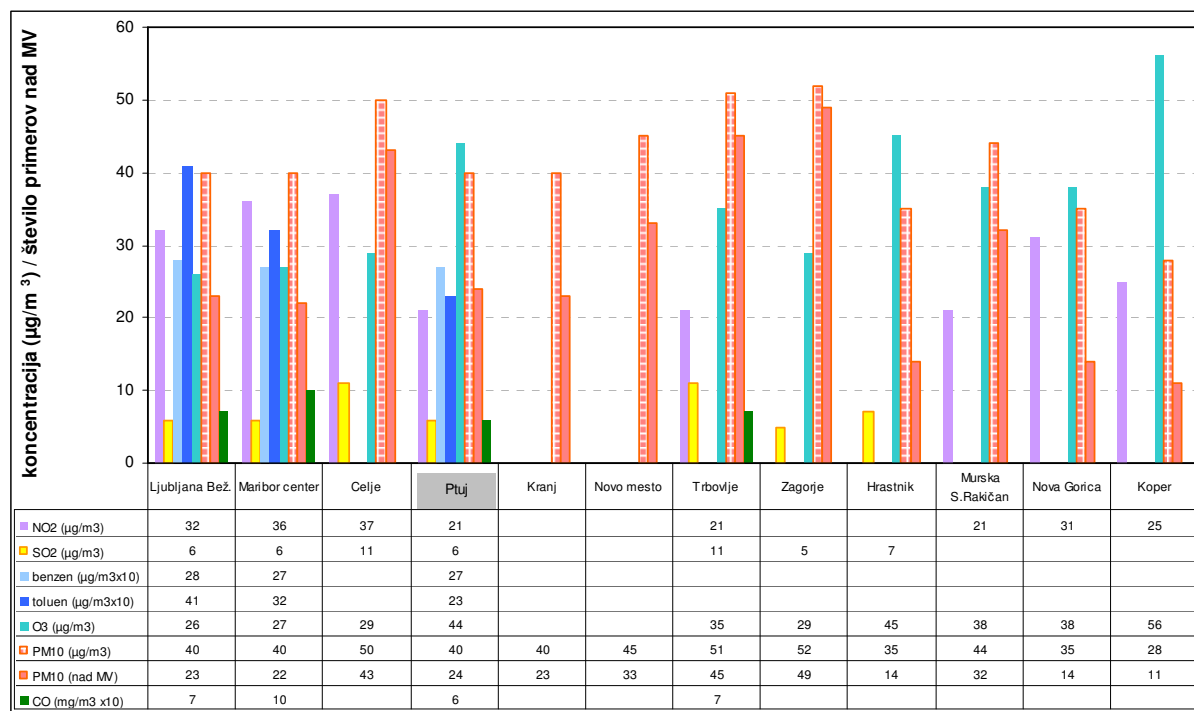
V obdobju meritev, to je, od 6. 12. 2011 do 13. 3. 2012 je povsod po Sloveniji v nižjih plasteh prevladovala severovzhodna cirkulacija zraka. Padavin je bilo zelo malo. Onesnaženost zraka (predvsem z delci PM_{10}) se je občasno zelo povečala, kadar so nastopili jasni dnevi z brezvetrjem in s tem slabši pogoji mešanja zraka. V februarju 2012 smo imeli tudi obdobje nizkih temperatur in s tem povečane emisije iz kurilnih naprav za ogrevanje.

Rezultati meritev na merilnem mestu Ptuj in na drugih lokacijah stalne merilne mreže DMKZ v kažejo sledeče splošne značilnosti:

- Onesnaženost zraka z **delci PM_{10}** na lokaciji mobilne postaje na Ptujju je bila s 24 prekoračitvami mejne dnevne koncentracije na ravni večine mestnih merilnih mest. Več prekoračitev je bilo v mestih z neugodnejšimi reliefnimi pogoji in industrijo (Zasavje, Celje, Žerjav), manj pa predvsem na Primorskem in ob obali, kjer jih je bilo med 6 in 14.
- Koncentracija **NO_2** je bila na lokaciji mobilne postaje med nižjimi v Sloveniji – pod spodnjim ocenjevalnim pragom (SOP). V večini drugih mest so urne koncentracije prekoračile SOP.
- Onesnaženost zraka z **SO_2** že nekaj let v Sloveniji ni več problematično. Tudi v obdobju meritev v Ptujju so bile koncentracije povsod nizke - pod spodnjim ocenjevalnim pragom.
- Koncentracija **benzena** na lokaciji mobilne postaje je bila sorazmerno visoka v primerjavi z merilnima mestoma Ljubljana Bežigrad in Maribor center. Pri teh dveh merilnih mestih gre v veliki večini za emisije iz prometa, medtem ko je na Ptujju določen delež treba pripisati emisiji iz individualnih kurišč. Koncentracije so bile sicer na vseh treh merilnih mestih med spodnjim in zgornjim ocenjevalnim pragom, ki sta definirana za obdobje celega leta.

- Onesnaženost zraka z *ozonom* na Ptujju je bila zaradi manj meglenih dni nekoliko višja kot v mestih v notranjosti Slovenije in nižja kot na Goriškem in ob Obali. Ozon nastaja iz predhodnikov (dušikovi oksidi in ogljikovodiki) ob dovolj močnem sončnem sevanju, zato so koncentracije ozona pozimi nizke, ciljne vrednosti so presežene šele od meseca maja naprej.

Edino problematično onesnaževalo v Sloveniji so v zadnjih nekaj letih delci PM₁₀. S problemom onesnaženosti zraka z delci se soočajo tudi drugod po Evropi. Dovoljeno letno število prekoračitev mejne dnevne koncentracije je v mestih v notranjosti Slovenije preseženo skoraj vsako leto, na Primorskem in ob obali pa zelo redko. Rezultati meritev z mobilno postajo kažejo, da razmere na Ptujju glede onesnaženosti zraka z delci niso tako slabe kot v mestih, ki ležijo v dolinah in kotlinah v notranjosti Slovenije. Kljub temu pa strokovno ocenjujemo, da bi bilo dovoljeno letno število prekoračitev mejne dnevne koncentracije marsikatero leto preseženo, mejna letna koncentracija pa nebi bila prekoračena.



Slika 1.1: Koncentracije onesnaževal na lokaciji mobilne postaje v Ptujju in na nekaterih stalnih merilnih mestih v Sloveniji za čas od 6. 12. 2011 do 13. 3. 2012

1. UVOD

V okviru meritev kakovosti zraka na območjih, kjer ni stalnih avtomatskih postaj, opravimo občasne meritve z ekološko-meteorološko mobilno postajo Agencije RS za okolje (ARSO), da dobimo informacijo o ravni onesnaženosti zraka na teh območjih.

V času od 6. 12. 2011 do 13. 3. 2012 smo imeli mobilno postajo postavljeno na Ptuj, oziroma natančneje, ob parkirišču pri bolnišnici Ptuj.

Glavni viri emisij onesnaževal v Sloveniji so industrija, promet in veliki termoenergetski objekti, v hladnem delu leta pa še individualna kurišča in manjše kotlovnice. V zadnjih letih so se emisije iz večjih virov, kot so termoelektrarne pa tudi nekateri industrijski objekti, zmanjšale zaradi vgrajenih čistilnih naprav. Predvsem so bistveno nižje koncentracije žveplovega dioksida na vplivnih območjih TE Šoštanj in TE Trbovlje zaradi vgraditve odžveplovanih naprav, na vplivnem območju TE-TO Ljubljana pa zaradi kurjenja z bolj kvalitetnim premogom z manjšo vsebnostjo žvepla. Z vgraditvijo čistilne naprave v tovarni cementa Lafarge so se znižale tudi koncentracije delcev PM_{10} na njenem vplivnem območju v Zasavju. Emisija onesnaževal iz prometa (dušikovi oksidi, ogljikov monoksid, lahkohlapni ogljikovodiki, delci) pa se ne zmanjšuje, zato je zrak ob prometnih cestah in ulicah najbolj onesnažen. V zadnjem času je v večini naseljenih območij Slovenije problematična predvsem onesnaženost zraka z delci PM_{10} .

V bližnji okolici lokacije mobilne postaje na Ptuj so glavni viri onesnaženja zraka promet in individualna kurišča v hladnem delu leta.

Avtomatska mobilna postaja deluje enako in meri iste parametre kot vse ostale stalne postaje v avtomatski merilni mreži. Ti parametri so:

Ekološki parametri	Meteorologija
Žveplov dioksid	Temperatura zraka
Dušikovi oksidi	Relativna vlaga zraka
Ozon	Smer vetra
Ogljikov monoksid	Hitrost vetra
Delci PM_{10}	Jakost sončnega obsevanja
Lahkohlapni ogljikovodiki (BTX)	

Meritve, merilne metode in analize izmerjenih podatkov so izbrane v skladu s slovensko zakonodajo na področju kakovosti zunanjega zraka, ki je usklajena s predpisi EU (poglavje.....).

Od delcev merimo delce PM_{10} , to je, delce z aerodinamičnim premerom pod $10 \mu m$. Pri merjenju z merilnikom TEOM je treba po predpisih EU upoštevati korekcijski faktor, dobljen iz primerjalnih meritev z referenčnim merilnikom. Ta faktor se določi za vsako merilno mesto posebej dvakrat letno in se giblje v glavnem med 1,00 in 1,30. Faktor je višji pozimi kot poleti. Ker primerjalnih meritev na mobilni postaji nismo izvedli, smo se določili, da za vrednost faktorja vzamemo 1,24, ki je bila določena z meritvami na merilnem mestu Ljubljana Bežigrad, ki je po sami lokaciji in emisijskih vplivih podobna z lokacijo mobilne postaje na Ptuj.

2. ZAKONODAJA

Osnova slovenske zakonodaje na področju kakovosti zunanega zraka (v nadaljevanju kakovost zraka) je *Zakon o varstvu okolja (ZVO, Ur.l. RS 39/06-ZVO-1-UPB1, 49/06-ZMetD in 66/06-OdlUS, 112/06-OdlUS, 33/07-ZPNačrt, 57/08-ZFO-1A, 70/08 in 108/09)*.

V veljavi je sledeča zakonodaja s področja kakovosti zunanega zraka

- Uredba o kakovosti zunanega zraka (Ur.l. RS, št. 9/11),
- Pravilnik o ocenjevanju kakovosti zunanega zraka (Ur.l. RS, št. 55/11),
- Uredba o arzeniu, kadmiju, živem srebru, niklju in policikličnih aromatskih ogljikovodikih v zunanjem zraku (Ur.l. RS, št. 56/06),
- Sklep o določitvi podobmočij zaradi upravljanja s kakovostjo zunanega zraka Ur.l. RS, št. 58/11),
- Odredba o določitvi območja in razvrstitvi območij, aglomeracij in podobmočij glede na onesaženost zunanega zraka (Ur.l. RS, št. 50/11),
- Odlok o območjih največje obremenjenosti okolja in o programu ukrepov za izboljšanje kakovosti okolja v Zgornji Mežiški dolini (Ur.l. RS, št. 119/07),
- Konvencija o onesnaževanju zraka na velike razdalje preko meja (CLRTAP, protokol EMEP),
- Uredba o emisiji snovi v zrak iz nepremičnih virov onesnaževanja (Ur.l. RS, št. 31/07, 61/09).

Te uredbe predpisujejo, katera onesnaževala je potrebno spremljati, njihove mejne, ciljne, opozorilne in alarmne vrednosti, najmanjše potrebno število merilnih mest, vrste merilnih mest, njihove gostote v merilnih mrežah, referenčne merilne metode in izračunavanje statističnih vrednosti in izmenjavo oziroma prikaz podatkov.

Mejna vrednost (MV) je raven koncentracije, določena na podlagi znanstvenih spoznanj, katere cilj je izogniti se škodljivim učinkom na zdravje ljudi oziroma naravno okolje (ekosistemi), jih preprečiti ali zmanjšati, in ki jo je v določenem roku treba doseči, ko pa se ta doseže, se ne sme preseči.

Alarmna vrednost (AV) je predpisana raven onesnaženosti, pri kateri je treba zagotoviti takojšnje ukrepe za zavarovanje zdravja ljudi in okolja. Alarmna vrednost se določi pri kritični ravni onesnaženosti, nad katero že kratkotrajna izpostavljenost zaradi snovi v zraku pomeni tveganje za zdravje ljudi.

Pri nekaterih onesnaževalih sta definirana še spodnji in zgornji ocenjevalni prag koncentracije (SOP in ZOP). Če so bile izmerjene koncentracije v določenem časovnem obdobju pod SOP, se lahko za nadaljnjo oceno stanja uporabijo le modelni izračuni oziroma strokovne ocene, če pa so med SOP in ZOP, se lahko uporabi kombinacija meritev in modelnih izračunov. V primeru, da koncentracije v določenem časovnem obdobju presegajo ZOP, je potrebno izvajati stalne meritve kakovosti zraka.

Tabela 1.(1): Mejne, alarmne, dopustne in ciljne vrednosti ter sprejemljiva presejanja koncentracij za leto 2012:

Onesnaževalo	1 ura	3 ure	8 ur	dan	zima	leto
žveplov dioksid ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	350 (MV) ¹	500 (AV)		125 (MV) ³ 75 (ZOP) ³ 50 (SOP) ³	20 (KV) 12 (ZOP) 8 (SOP)	20 (MV)
za varstvo:	zdravja	zdravja		zdravja	rastlin	ekosistemov
dušikov dioksid ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	200 (MV) ² 100 (SOP) ² 140 (ZOP) ²	400 (AV)				40 (MV) 26 (SOP) 32 (ZOP)
za varstvo:	zdravja	zdravja				zdravja
dušikovi oksidi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						30 (MV) 19,5 (SOP) 24 (ZOP)
za varstvo:						rastlin
ogljikov monoksid (mg/m^3)			10 (MV) 7 (ZOP) 5 (SOP)			
za varstvo:			zdravja			
benzen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						5 (MV) 3,5 (ZOP) 2 (SOP)
za varstvo:						zdravja
ozon ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	180(OV) 240(AV)		120 (CV) ⁵			40 (MV)
za varstvo:	zdravja		zdravja			materialov
delci PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				50 (MV) ⁴ 20 (SOP) ⁴ 28 (ZOP) ⁴		40 (MV) 10 (SOP) 14 (ZOP)
za varstvo:				zdravja		zdravja
delci PM _{2,5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) [*]						27 (MV)=25 (CV) + 2,1 (SP) 12 (SOP) 17 (ZOP)
za varstvo:						Zdravja
svinec [▲] ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						0,5 (MV) 0,25 (SOP) 0,35 (ZOP)
za varstvo:						zdravja
kadmij [▲] (ng/m^3)						5 (CV) 2 (SOP) 3 (ZOP)
za varstvo:						zdravja
arzen [▲] (ng/m^3)						6 (CV) 2,4 (SOP) 3,6 (ZOP)
za varstvo:						zdravja
nikelj [▲] (ng/m^3)						20 (CV) 10 (SOP) 14 (ZOP)
za varstvo:						zdravja
benzo(a)piren [▲] (ng/m^3)						1 (CV) 0,4 (SOP) 0,6 (ZOP)
za varstvo:						zdravja

AOT40	
maj-julij	april-sept.
18000 (MV) vegetacije	20000 (MV) gozdov

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

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

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

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

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

▲ izmerjeno v delcih PM₁₀

Za živo srebro ni določene mejne letne ali ciljne koncentracije.

* Med leti 2008 in 2015 velja za delce PM_{2,5} letna mejna vrednost koncentracije 25 µg/m³ povečana za sprejemljivo preseganje, vsako leto za 20 % (tabela 1.(2)). To pomeni, da je v letu 2010 mejna letna vrednost za delce PM_{2,5} 28,6 µg/m³.

Tabela 1.(2): Vrednosti sprejemljivega preseganja (SP) v µg/m³ za koncentracijo delcev PM_{2,5}

2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
5,0	4,3	3,6	2,9	2,1	1,4	0,7	0,0

Vse uredbe iz zakonodaje Evropske skupnosti na področju zunanjega zraka, ki se nanašajo na različna onesnaževala in ki določajo mejne vrednosti oziroma stopnje koncentracij, nad katerimi so potrebni ukrepi za zmanjševanje koncentracij, so sprejete v slovensko zakonodajo (poglavje 1.1). Za izmenjavo informacij in za nekatere druge tehnične podrobnosti pri obdelavi podatkov pa smo uporabljali še naslednje dokumente EU:

- Guidance for the Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods, januar 2010,
- Convention on Long-range Transboundary Air Pollution,
- Council Decision establishing a reciprocal exchange of information and data from networks and individual stations measuring ambient air pollution within the Member States, **97/101/EC**),
- Commission Decision of 17 October 2001 amending the Annexes to Council Decision **97/101/EC** establishing a reciprocal exchange of information and data from networks and individual stations measuring ambient air pollution within the Member States,
- Guideline to Questionnaire laying down a questionnaire to be used for annual reporting on ambient air quality assessment under Council Directives 96/62/EC, 1999/30/EC, 2000/69/EC, 2002/3/EC, and 2004/107/EC, and 2008/50/EC. European Commission, Pilot template, June, 2009,
- Commission Decision of 29 April 2004 laying down a questionnaire to be used for annual reporting on ambient air quality assessment under Council Directives 96/62/EC and 1999/30/EC and under Directives 2000/69/EC and 2002/3/EC of the European Parliament and of the Council.

3. REZULTATI MERITEV NA PTUJU

Meritve z mobilno postajo na Ptuju so potekale v zimskih mesecih in v zgodnji pomladi. Pozimi je onesnaženost zraka zaradi prevladujočega neugodnega vremena (šibko sončno obsevanje, šibki vetrovi, temperaturne inverzije) največja. V obdobju meritev na Ptuju so bile koncentracije onesnaževal, predvsem delcev PM₁₀, najvišje v dneh od 8. do 14. 2. 2012.

Kakovost zraka je odvisna od emisij onesnaževal in od vremenskih oziroma mikro klimatskih značilnosti, ki so v veliki meri pogojene z reliefom. Ptuj ima zaradi geografsko dovolj odprte lege in s tem boljše prevetrenosti boljše razmere kot večina naselij v notranjosti Slovenije, ki ležijo v kotlinah ali dolinah.

Po podatkih o emisijah iz večjih industrijskih objektov, ki so dostopni tudi na spletni strani Agencije RS za okolje (<http://www.arso.gov.si>), na Ptuju ni industrijskih objektov z večjimi izpusti onesnaževal. Tako ostaneta glavna vira, ki sta vplivala na izmerjene koncentracije onesnaževal, promet in individualna kurišča. Po podatkih, ki smo jih pridobili na Mestni občini Ptuj, se namreč 21 % stanovanj ogreva na les in lesne odpadke.

Rezultati meritev koncentracij delcev PM₁₀, ki so v Sloveniji že dalj časa najbolj problematično onesnaževalo, kažejo, da je raven onesnaženosti na Ptuju primerljiva z večino mest v notranjosti Slovenije. Onesnaženost je večja v Zasavju, v Novem mestu in v Žerjavu, kjer so poleg povečanih emisij iz industrije in individualnih kurišč za slabše stanje krive tudi neugodne reliefne značilnosti. Onesnaženost pa je manjša na Primorskem in ob Obali ter v neurbaniziranih okoljih, ki so daleč od neposrednih virov emisij.

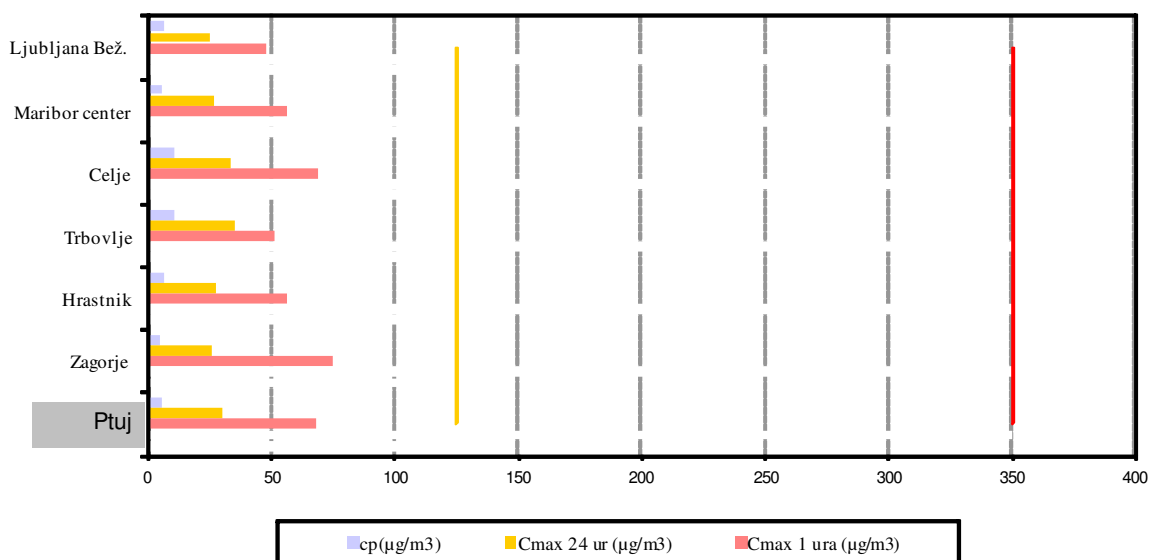
Koncentracije drugih onesnaževal so bile v obdobju meritev na Ptuju med nižjimi glede na druga mestna merilna mesta.

3.1. Žveplov dioksid

Koncentracije SO₂ so bile tako na Ptuju kot na drugih merilnih mestih po Sloveniji pod urno mejno vrednostjo in pod spodnjim ocenjevalnim pragom za dnevno vrednost. Onesnaženost zraka z SO₂ v Sloveniji že več let ni problematično.

Preglednica 3.1.1: Koncentracije SO₂ v µg/m³ za čas od 6. 12. 2011 do 13. 3. 2012

Postaja	področje	% pod	Cp	Curva max	Cdnevna max
Ptuj	UB	92	6	4	68
Ljubljana Bežigrad	UB	95	6	4	48
Maribor center	UT	96	6	5	56
Celje	UB	96	11	9	69
Trbovlje	SB	95	11	9	51
Hrastnik	UB	95	7	6	56
Zagorje	UT	93	5	4	75



Slika 3.1.1: Povprečne koncentracije SO₂ ter najvišje urne in najvišje dnevne koncentracije za čas meritev na Ptuj od 6. 12. 2011 do 13. 3. 2012

3.2. Dušikovi oksidi

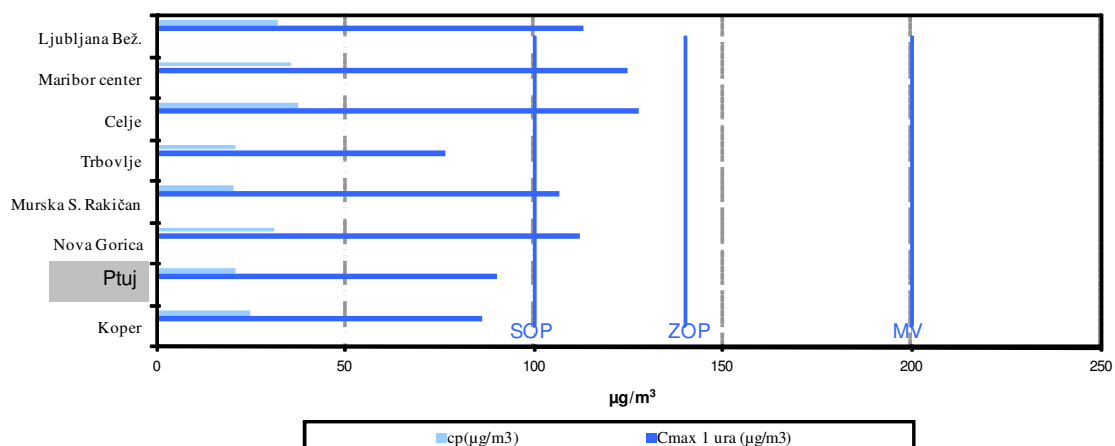
Koncentracije dušikovih oksidov so najvišje v mestih, še posebej ob prometnih cestah. Zato so, če razen prometa ni drugih večjih virov emisije, koncentracije sorazmerne z velikostjo mesta. V nekaterih krajih pa k izmerjenim koncentracijam prispevajo predvsem industrijski viri, kar pa za Ptuj ne velja.

V obdobju meritev na Ptuj koncentracije NO₂ na nobenem merilnem mestu v Sloveniji – niti na prometni lokaciji Maribor - niso prekoračile zgornjega ocenjevalnega praga, pač pa le spodnji ocenjevalni prag za zaščito zdravja.

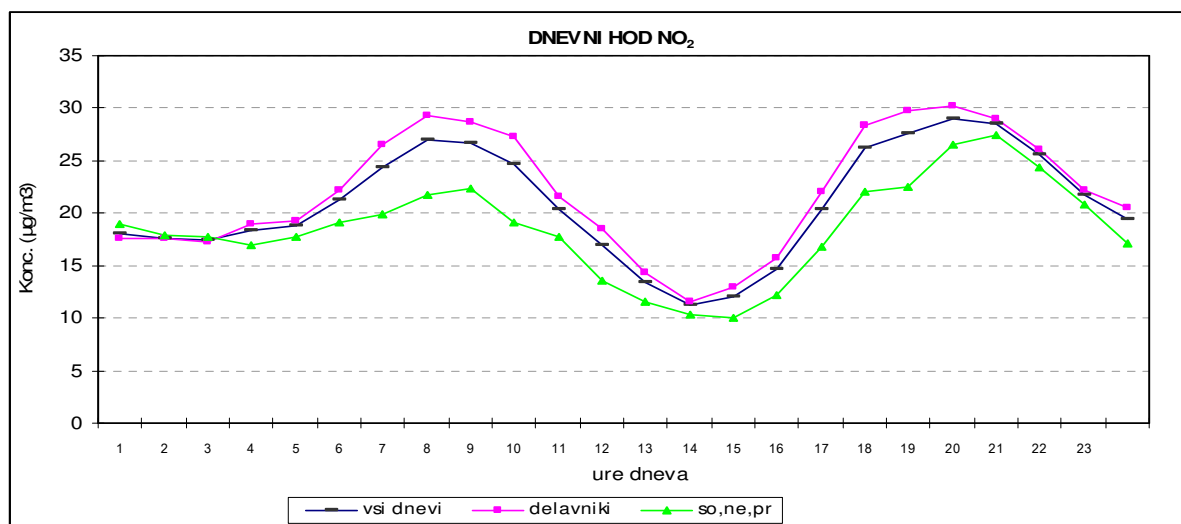
Koncentracije NO₂ na merilnem mestu mobilne postaje na Ptuj so bile najnižje med vsemi merilnimi mesti po Sloveniji. Opazno višje koncentracije ob delavnikih kot ob koncu tedna kažejo, da je delež emisije iz prometa pri izmerjenih koncentracijah velik.

Preglednica 3.2.1: Koncentracije NO₂ v µg/m³ za čas od 6. 12. 2011 do 13. 3. 2012

Postaja	področje	% pod	Cp	Curna max	>MV	>ZOP	>SOP
Ptuj	UB	95	21	90	0	0	0
Ljubljana Bežigrad	UB	92	32	113	0	0	2
Maribor center	UT	96	36	125	0	0	10
Celje	UB	95	37	128	0	0	18
Trbovlje	SB	93	21	76	0	0	0
Nova Gorica	UB	96	31	112	0	0	3
Koper	UB	95	25	87	0	0	0
Murska S. Rakičan (R)	RB	95	21	107	0	0	1



Slika 3.2.1: Povprečne koncentracije NO₂ ter najvišje urne koncentracije za čas od 6. 12. 2011 do 13. 3. 2012 (SOP – spodnji ocenjevalni prag, ZOP - zgornji ocenjevalni prag, MV – mejna vrednost, za urno koncentracijo)



Slika 3.2.2.: Dnevni hod koncentracije NO₂ na merilnem mestu Ptuj za čas od 6. 12. 2011 do 13. 3. 2012

Koncentracija skupnih dušikovih oksidov NO_x je sicer aktualna le za merilna mesta v naravnem okolju, vendar lahko navedemo, da je bila le-ta na merilnem mestu na Ptujju tako kot pri NO₂ tudi najnižja med vsemi mestnimi merilnimi mesti v Sloveniji.

3.3. Delci PM₁₀

V obdobju meritev z mobilno postajo od 6. 12. 2011 do 13. 3. 2012 so bile koncentracije delcev PM₁₀ povsod po Sloveniji najvišje med 8. in 14. februarjem 2012, in to kljub rahlemu sneženju. Bilo je namreč mrzlo in severovzhodni veter, ki je pihal prejšnje dni, je pojenjal. Velik delež izmerjenim koncentracijam moramo, tako kot sicer v zimskem času, pripisati emisiji iz individualnih kurišč.

Na mobilni postaji imamo merilnik TEOM. Ker nismo izvedli primerjalnih meritev z referenčnim merilnikom za določitev korekcijskega faktorja, smo upoštevali vrednost faktorja 1,24.

Koncentracija delcev in število prekoračitev mejne dnevne vrednosti PM₁₀ na Ptujju je bila v primerjavi z ostalimi kraji na ravni drugih mestnih merilnih mest v notranjosti Slovenije. Višje koncentracije so bile izmerjene v Zasavju (Trbovlje, Zagorje), v Celju in v Žerjavu v Mežiški dolini, nižje pa na Primorskem, ob Obali in v podeželskih krajih, kjer ni večjih emisij.

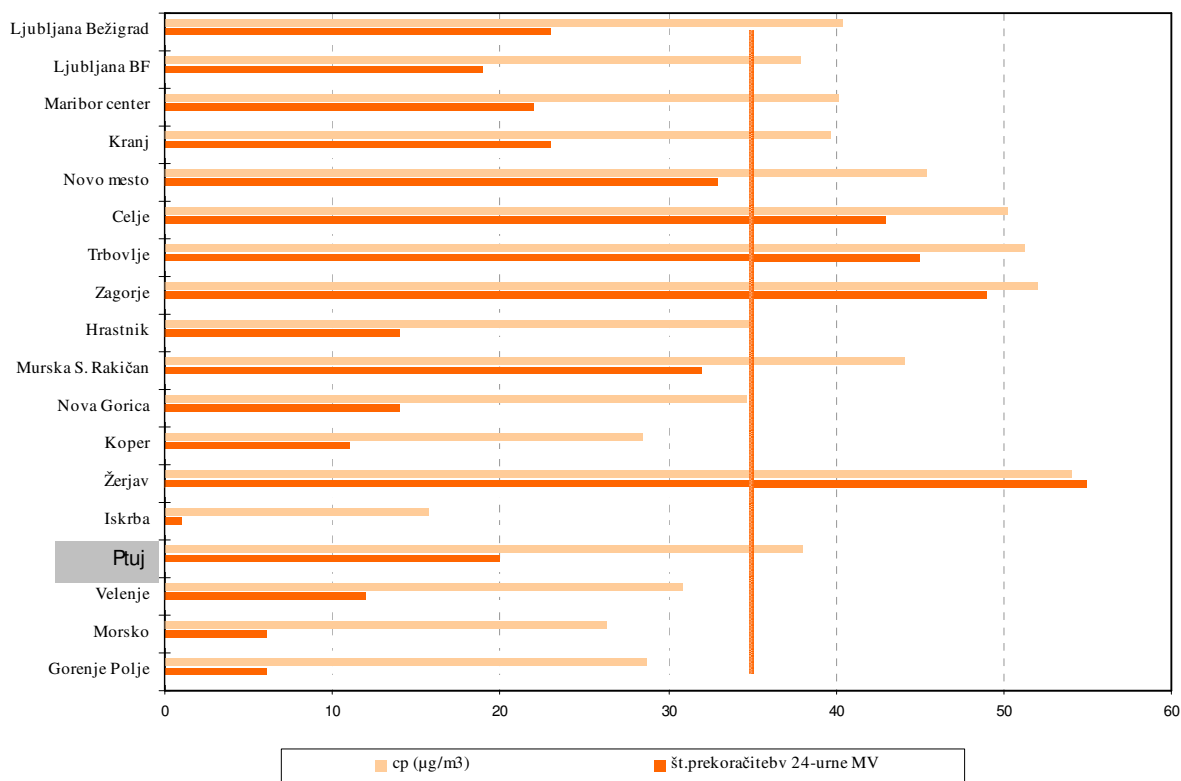
Majhna razlika med koncentracijami ob delavnikih ter ob koncih tedna in praznikih kaže, da promet ni edini vir emisije delcev v okolici merilnega mesta mobilne postaje na Ptujju. Predvsem gre tudi za vpliv malih kurišč v okolici, ki uporabljajo za gorivo les in kurilno olje.

Nižje so bile koncentracije pri severnem in južnem do jugozahodnem vetru, kar razložimo s tem, da je območje severno od lokacije mobilne postaje manj poseljeno in manj prometno, in da prihaja onesnažen zrak od jugozahoda bolj razredčen, saj je jugozahodni veter vedno močnejši.

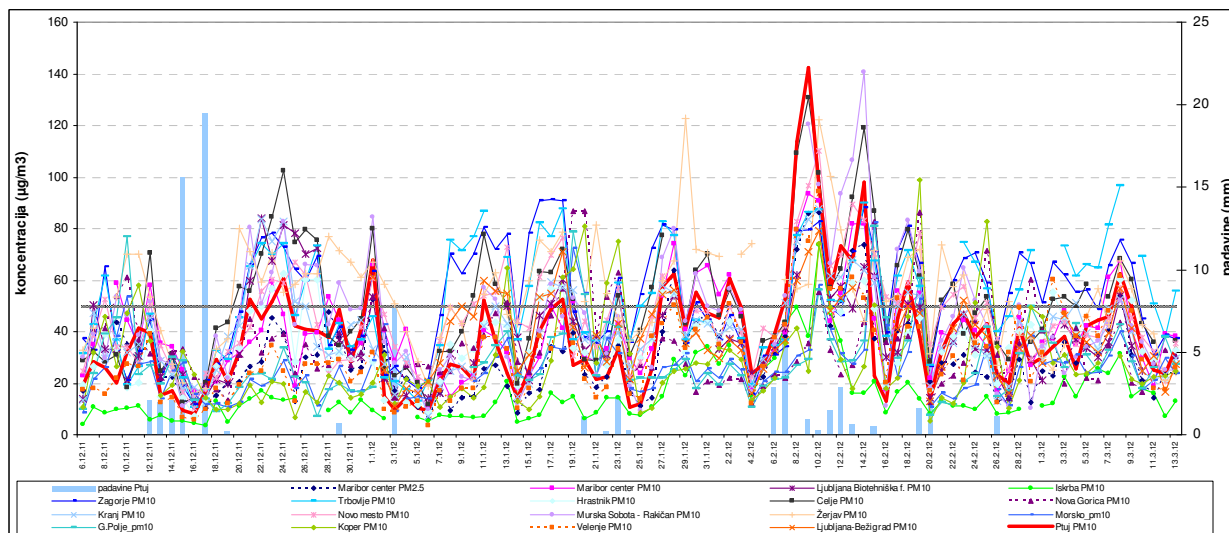
Posebej navajamo razmere v obdobju visokih koncentracij med 1. in 15. februarjem 2012, ko smo imeli mrzlo zimsko vreme. Občasno sneženje je bilo tako šibko, da je zrak ostal ves čas zelo onesnažen. 8. februarja se je ponekod v severovzhodni Sloveniji prehodno zjasnilo, severovzhodni veter pa je pojenjal. Tako so temperature 9. februarja zjutraj ponekod padle pod – 20 stopinj. Ta dva dneva so tudi koncentracije delcev v tem delu Slovenije dosegle najvišje vrednosti.

Preglednica 3.3.1: Koncentracije delcev PM₁₀ v µg/m³ za čas od 6. 12. 2011 do 13. 3. 2012 (R- referenčna metoda)

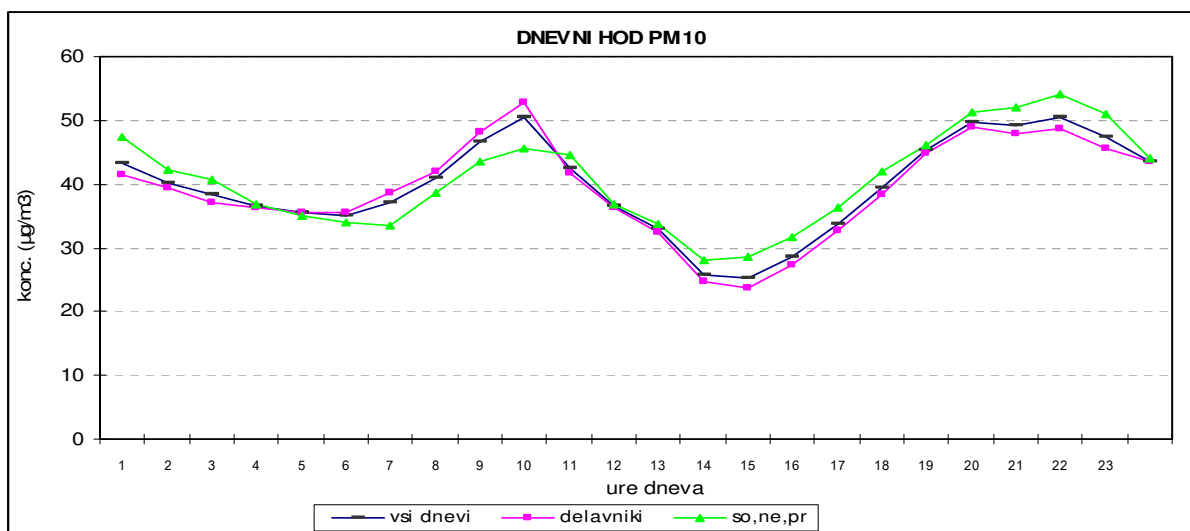
Postaja	področje	% pod	Cp	Cdnevna max	štev. prekoračitev MV	korek. faktor
Ptuj	UB	99	38	142	20	1,24
Ljubljana Bežigrad	UB	87	40	99	23	
Ljubljana BF (R)	UB	82	38	84	19	
Maribor center (R)	UT	99	40	94	22	
Kranj (R)	UB	100	40	88	23	
Novo mesto (R)	UB	98	45	110	33	
Celje (R)	UB	96	50	131	43	
Trbovlje (R)	SB	92	51	97	45	
Zagorje (R)	UT	100	52	91	49	
Hrastnik (R)	SB	91	35	63	14	
Murska S. Rakičan (R)	RB	99	44	141	32	
Nova Gorica (R)	UB	99	35	87	14	
Koper (R)	UB	99	28	99	11	
Žerjav (R)	RI	94	54	123	55	
Iskrba (R)	RB	94	16	74	1	
Velenje (R)	UB	100	31	94	12	
Morsko (R)	RI	97	26	82	6	
Gorenje Polje (R)	RI	92	29	81	6	



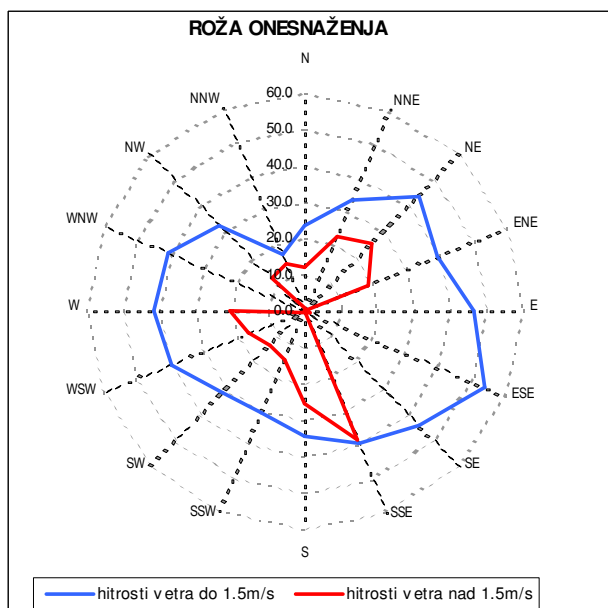
Slika 3.3.4: Povprečne in najvišje dnevne koncentracije ter prekoračitve mejne dnevne koncentracije delcev PM₁₀ za čas od 6. 12. 2011 do 13. 3. 2012



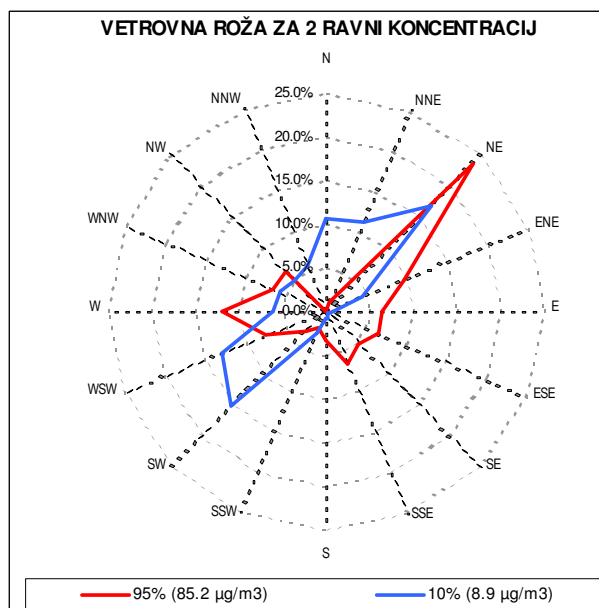
Slika 3.3.5.: Povprečne dnevne koncentracije delcev PM₁₀ na nekaterih merilnih mestih DMKZ za čas od 6. 12. 2011 do 13. 3. 2012 (padavine so z meteorološke postaje Ptuj)



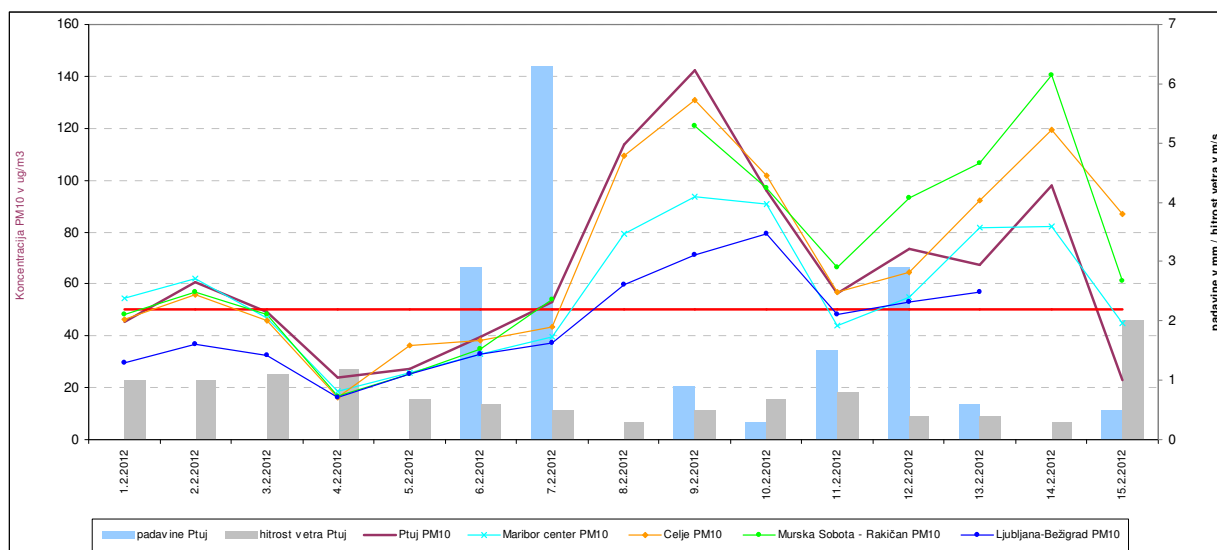
Slika 3.3.6.: Dnevni hod koncentracije delcev PM_{10} na merilnem mestu mobilne postaje Ptuj za čas od 6. 12. 2011 do 13. 3. 2012



Slika 3.3.7.(a): Roža onesnaženja (povprečne koncentracije PM_{10} pri različnih smereh vetra) na merilnem mestu Ptuj za čas od 6. 12. 2011 do 13. 3. 2012



Slika 3.3.7.(b): Vetrovni roži (pogostosti smeri vetra) za koncentracije, ki so višje od 95 perc. oz. nižje od 10 perc. koncentracije PM_{10} na merilnem mestu Ptuj za čas od 6. 12. 2011 do 13. 3. 2012



Slika 3.3.8.: Koncentracija delcev PM₁₀ na merilnem mestu mobilne postaje Ptuj za čas od 1. do 15. 2. 2012

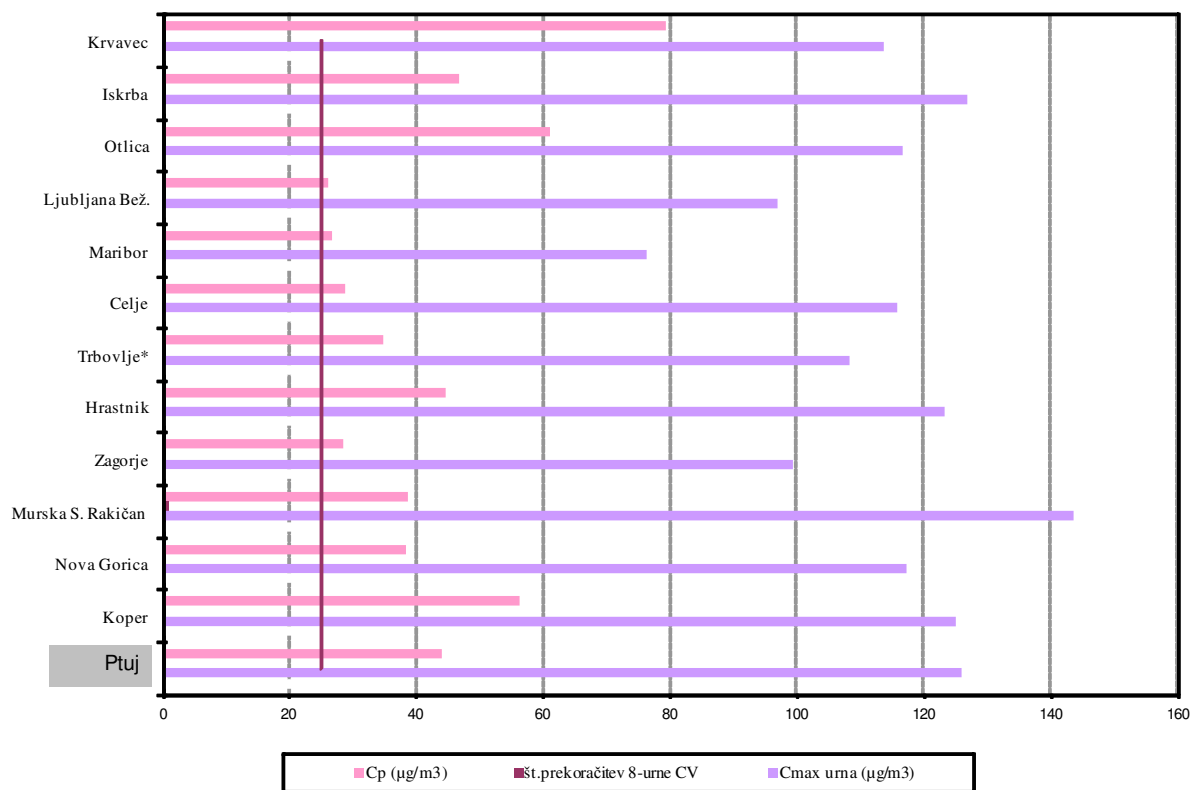
3.4. Ozon

Onesnaženost zraka z ozonom je aktualna poleti, ko so temperature najvišje in sončno obsevanje najmočnejše. Ciljne vrednosti koncentracije so prekoračene največkrat le v treh najtoplejših mesecih – v juniju, juliju in avgustu. V zadnjih letih je problematika visokih koncentracij ozona s prekoračitvami urne opozorilne vrednosti za zaščito zdravja omejena skoraj le na Obalo in na Goriško, kjer je največ sonca in so temperature najvišje, delno gre pa tudi za prenos onesnaženega zraka iz sosednje Italije. Posebno v zadnjih treh poletjih je bilo vreme spremenljivo s pogostimi nevihtami in prevladujočim severovzhodnim vetrom, zaradi česar onesnaženost z ozonom tudi v teh krajih ni bila problematična.

Zaradi napake na merilniku je bilo za merilno mesto Ptuj na voljo le 69 % veljavnih podatkov, zato so prikazane koncentracije ozona za to merilno mesto le informativne.

Preglednica 3.4.1: Koncentracije O₃ v µg/m³ za čas od 6. 12. 2011 do 13. 3. 2012

Postaja	področje	% pod	Cp	1 ura		8 ur	
				Cmax	>OV	Cmax	>CV
Ptuj*	UB	69	44*	126*	0*	105*	0
Ljubljana Bežigrad	UB	92	26	97	0	91	0
Maribor center	UB	95	27	76	0	69	0
Celje	UB	96	29	116	0	95	0
Trbovlje*	UB	90	35	108	0	102*	0
Hrastnik	SB	88	45	123	0	112	0
Zagorje	UT	94	29	99	0	92	0
Nova Gorica	UB	96	38	117	0	103	0
Koper	UB	95	56	125	0	112	0
Murska S. Rakičan	RB	94	39	144	0	124	1
Krvavec	RB	94	79	114	0	106	0
Iskrba	RB	96	47	127	0	115	0
Otlica	RB	87	61	117	0	113	0



Slika 3.4.1: Povprečne in najvišje urne koncentracije ter število prekoračitev 8-urne ciljne koncentracije ozona za čas od 6. 12. 2011 do 13. 3. 2012

3.5. Lahkohlapni ogljikovodiki

Glavni viri emisije benzena in drugih lahkohlapnih ogljikovodikov (BTX) so promet, industrija in terciarna dejavnost, pri kateri se uporabljajo oziroma se proizvajajo veziva, barve, topila, aerosoli, industrija nafte in plina ter individualna kurišča, ki uporabljajo za gorivo les.

Koncentracijo BTX v okviru merilne mreže DMKZ stalno merimo na merilnih mestih Ljubljana Bežigrad, kjer je poleg prometa tudi manjši vpliv tiskarske industrije, in Maribor center, kjer je glavni vir emisije promet. Povprečna letna koncentracija benzena, za katero je predpisana mejna letna vrednost, je bila vsa pretekla leta pod to vrednostjo na obeh lokacijah. Na merilnem mestu Maribor center je bil prekoračen zgornji ocenjevalni prag (ZOP), na lokaciji Ljubljana Bežigrad pa spodnji ocenjevalni prag (SOP).

V bližini merilnega mesta na Ptuju ni večjih industrijskih izvorov benzena, tako da glavni delež emisije odpade na promet in kurišča.

Povprečne koncentracije benzena v času meritev od 9. 12. 2011 do 13. 3. 2012 so bile tako na Ptuju kot na merilnih mestih Ljubljana Bežigrad in Maribor center nad SOP. Na vpliv prometa kaže dejstvo, da so bile precej višje koncentracije BTX izmerjene v delavnih dnevih kot ob dela prostih dneh. To je najmanj izraženo pri benzenu, kar kaže na vpliv kurišč.

Preglednica 3.5.1: Koncentracije BTX v $\mu\text{g}/\text{m}^3$ za čas od 9. 12. 2011 do 13. 3. 2012

benzen

Postaja	področje	% pod	Cp	Curna max	Cdnevna max
Ptuj	UB	96	2,7	17,7	8,2
Ljubljana Bežigrad	UB	94	2,8	12,2	8,1
Maribor center	UT	87	2,7	12,2	7,3

toluen

Postaja	področje	% pod	Cp	Curna max	Cdnevna max
Ptuj	UB	96	2,3	17,8	5,3
Ljubljana Bežigrad	UB	94	4,1	22,8	10,3
Maribor center	UT	87	3,2	27,7	9,4

etilbenzen

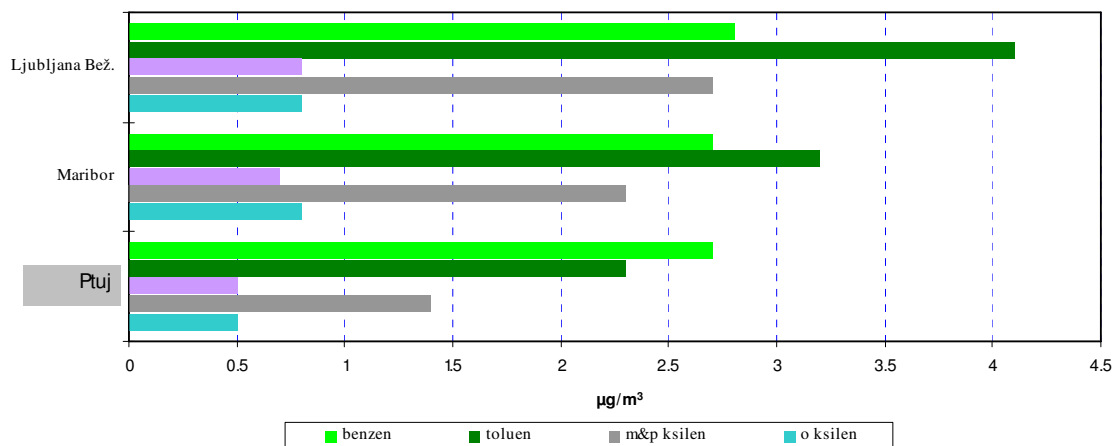
Postaja	področje	% pod	Cp	Curna max	Cdnevna max
Ptuj	UB	96	0,5	4,5	1,2
Ljubljana Bežigrad	UB	94	0,8	5,2	2,4
Maribor center	UT	87	0,7	6,6	2,0

m&p ksilen

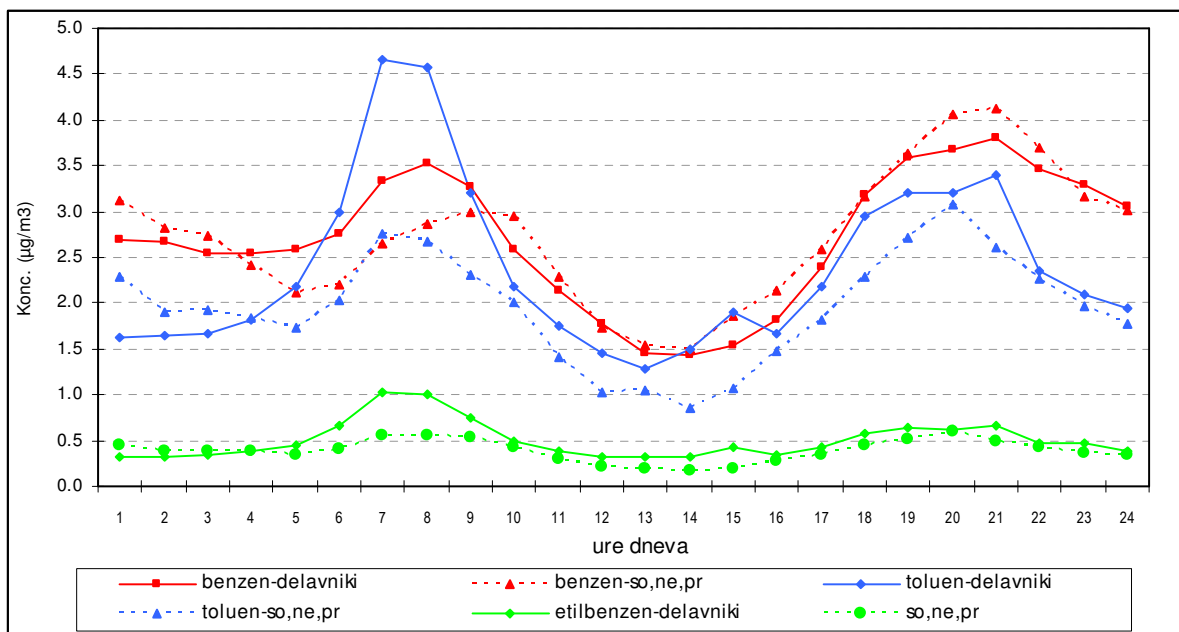
Postaja	področje	% pod	Cp	Curna max	Cdnevna max
Ptuj	UB	96	1,4	14,9	3,7
Ljubljana Bežigrad	UB	94	2,7	17,5	7,7
Maribor center	UT	87	2,3	19,8	6,9

o ksilen

Postaja	področje	% pod	Cp	Curna max	Cdnevna max
Ptuj	UB	96	0,5	5,5	1,3
Ljubljana Bežigrad	UB	94	0,8	5,0	2,0
Maribor center	UT	87	0,8	7,3	2,1



Slika 3.5.1: Povprečne koncentracije lahkohlapnih ogljikovodikov za čas od 9. 12. 2011 do 13. 3. 2012



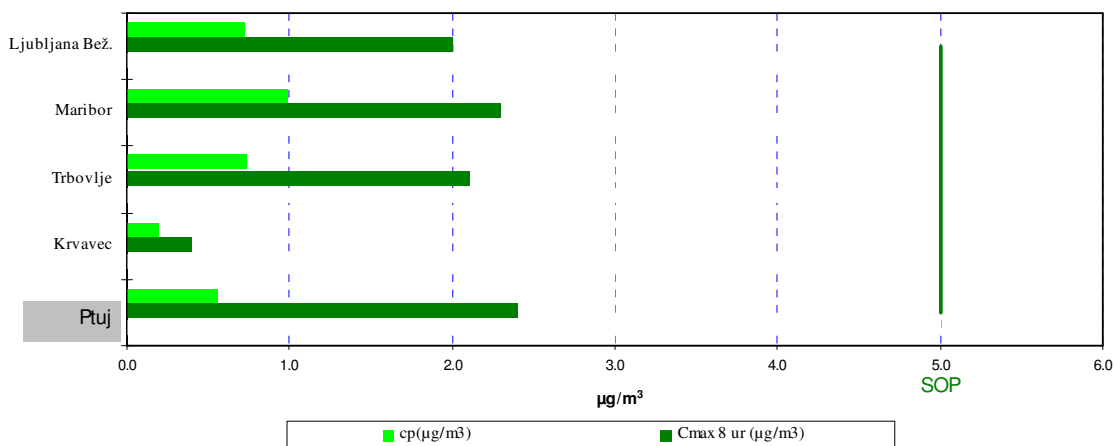
Slika 3.5.2.: Dnevni hod koncentracij benzena, toluena in etilbenzena na merilnem mestu Ptuj za čas od 9. 12. 2011 do 13. 3. 2012

3.6. Ogljikov monoksid

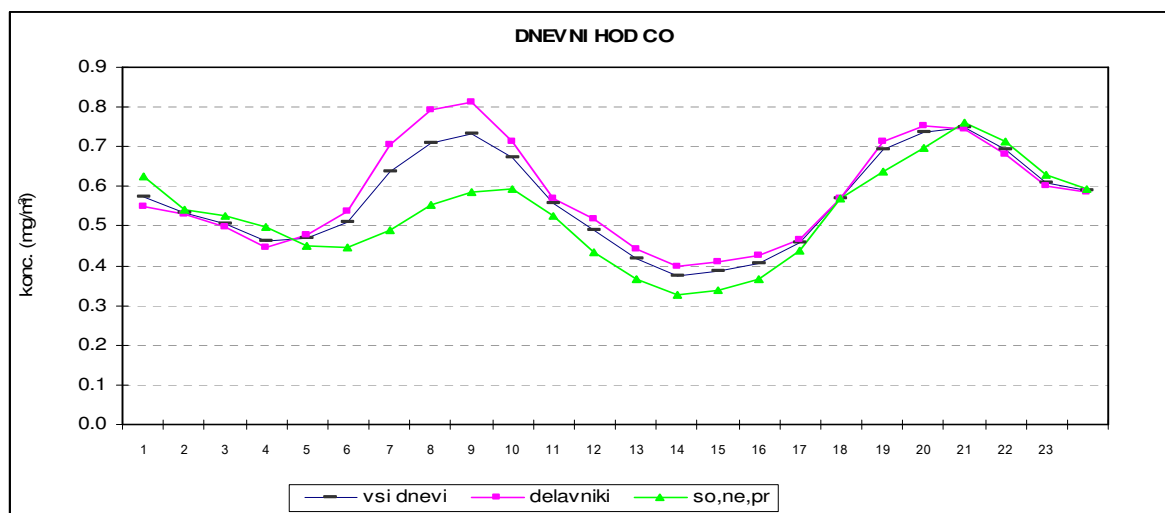
Koncentracije CO so najvišje v mestih, še posebej ob prometnih cestah in parkiriščih. Zato so, če razen prometa ni drugih večjih virov emisije, koncentracije sorazmerne z velikostjo mesta. Le redko pa k izmerjenim koncentracijam prispevajo industrijski viri, kar pa za Ptuj ne velja. Za CO je tudi značilno, da ga nastaja več pri zagonu motorjev, ko so le-ti še hladni, zato je za sorazmerno visoko 8-urno koncentracijo na merilnem mestu na Ptuj v primerjavi z drugimi merilnimi mesti krivo bližnje parkirišče.

Preglednica 3.6.1: Koncentracije CO v $\mu\text{g}/\text{m}^3$ za čas od 6. 12. 2011 do 13. 3. 2012

postaja	podr	mesec / month		8 ur / 8 hours	
		% pod	Cp	Cmax	>MV
Ptuj	UB	93	0,6	2,4	0
Ljubljana Bežigrad	UB	95	0,7	2,0	0
Maribor center	UT	95	1,0	2,3	0
Trbovlje	UB	96	0,7	2,1	0
Krvavec	RB	94	0,2	0,4	0



Slika 3.6.1: Povprečne in najvišje 8-urne koncentracije CO za čas od 6. 12. 2011 do 13. 3. 2012



Slika 3.6.2.: Dnevni hod koncentracije CO na merilnem mestu mobilne postaje Ptuj za čas od 6. 12. 2011 do 13. 3. 2012

3.7. Meteorološki parametri

Na določenem območju so za kakovost zraka od meteoroloških parametrov odločilne stabilnost atmosfere, smer in hitrost vetra ter padavine. Večje hitrosti vetra pomenijo hitrejši prenos onesnaženega zraka na večje razdalje, manjša stabilnost atmosfere boljše razredčevanje onesnaževal v zraku s turbulenco, padavine pa čistijo onesnažen zrak. Negativen vpliv na kakovost zraka imajo temperaturne inverzije, ki nastajajo v zimskem času ob jasnem vremenu zaradi dolgih noči in šibkega sončnega obsevanja predvsem v notranjosti Slovenije.

Ptuj leži na meji med Dravskim poljem in gričevjem Slovenskih goric. Reka Drava je pod Ptujem zajezena, tako da mesto leži ob jezeru. Temperaturne inverzije nastajajo v nočnem času skozi vse leto. Za območje Ptuja je višina temperaturne inverzije odvisna od nastanka jezera hladnega zraka v Panonski nižini. Meritve višine temperaturne inverzije v Mariboru so pokazale, da je v situacijah, ko se inverzija čez dan razkroji, le-ta na višini 100 do 150 m nad dolino. Pozimi so pogoste situacije, predvsem ob anticiklonalnem vremenu, ko vso Panonsko nižino pokrije megla. Temperaturna inverzija se pojavlja na vrhu meglenelega sloja, ki je debel nekaj sto metrov.

Področje okoli Ptuja je nekoliko bolj prevetreno kot kotline in doline osrednje Slovenije. Lokalno cirkulacijo zraka ob mirnem vremenu, ki je tudi dokaj pogosto, pogojujeta relief in reka Drava. V splošnem teče zrak podnevi ob Dravi navzgor, ponoči pa navzdol. Upotovati je treba tudi učinek mestnega toplotnega otoka. Zrak v mestu je zaradi ogrevanja, prometa in večjega vpijanja sončnega sevanja toplejše od okolice. Ob šibkih vetrovih se toplejši zrak dviga nad mestom, nadomešča pa ga zrak iz okolice. Tako dobimo cirkulacijo, ko se pri tleh veter pri tleh z vseh strani steka v mesto. Pri močnejših vetrovih pa se mesto s svojim toplejšim zrakom obnaša kot ovira v toku zraka.

Ob intenzivnejših vremenskih procesih imamo predvsem dve situaciji glede vetra. Pred vremenskimi frontami se pojavlja jugozahodni veter, po prehodu front pa severovzhodnik. Slednji se pojavlja tudi zaradi razlik v temperaturi in zračnem tlaku med Panonsko nižino in območjem Jadrana.

Meritve z mobilno postajo so trajale od 6. 12. 2011 do 13. 3. 2012. V tem obdobju sta bila meseca december in januar precej toplejša od dolgoletnega povprečja 1960-1990, februar je bil zelo hladen, marec pa spet veliko toplejši od primerjalnega obdobja. Sončnega obsevanja je bilo več od povprečja, posebej januarja in marca. Padavin je bilo v tem obdobju izrazito premalo, razen v decembru. Podatki o mesečnih vrednostih so v tabeli 3.7.1.

Tabela 3.7.1.: Odstopanja od povprečnih vrednosti za obdobje 1960-1990 za merilno mesto Maribor

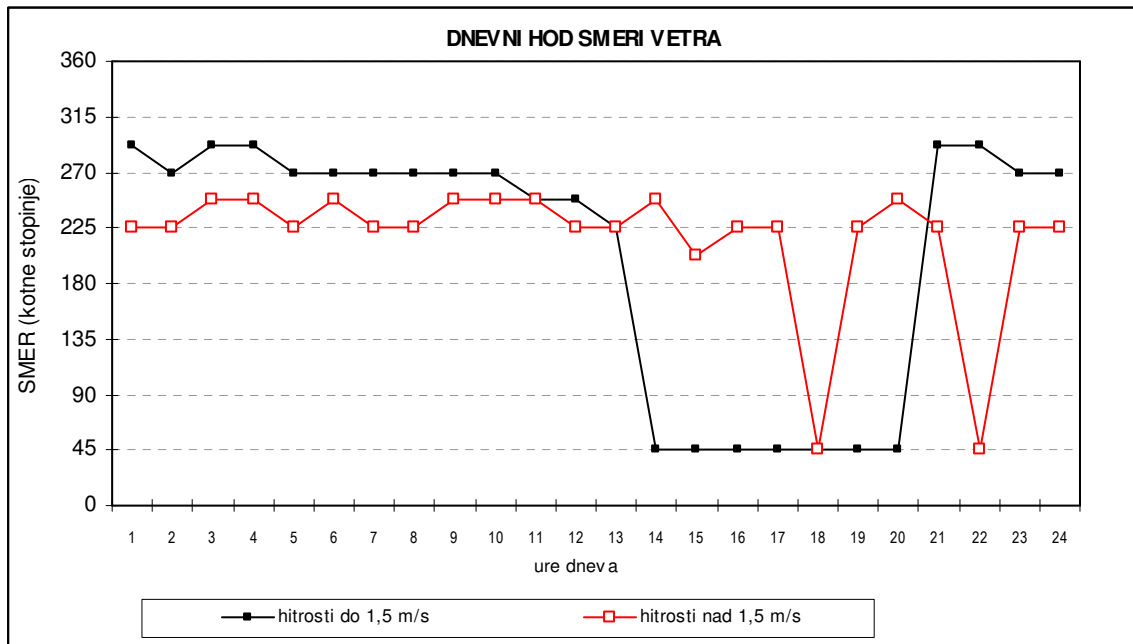
	Temperatura °C	Sončno obsevanje (%)	Padavine (%)
Dec 2011	2,6	110	107
Jan 2012	2,9	186	16
Feb 2012	-2,9	121	45
Mar 2012	4,1	171	6

V obdobju meritev so na mobilni postaji prevladovali šibki vetrovi pretežno vzhodne smeri. Pojavilo se je nekaj obdobji močnejšega vetra, po 20. februarju pa je prevladoval zmeren severovzhodnik. Primerjava rezultatov meritev z lokacij meteorološke postaje Ptuj pri Termah in mobilne postaje pri bolnišnici na Ptuj kaže precej razlik. Predvsem je opazen zelo majhen delež hitrosti vetra nad 1,5 m/s na mobilni postaji, medtem ko je na meteorološki postaji ta bistveno večji. Razliko lahko pripišemo dejstvu, da je postaja pri Termah postavljena na odprtem terenu zunaj mesta, mobilna postaja pa je bila postavljena med objekti bolnišnice znotraj mesta. Pri šibkih vetrovih gre tudi za vpliv tudi mestnega toplotnega otoka.

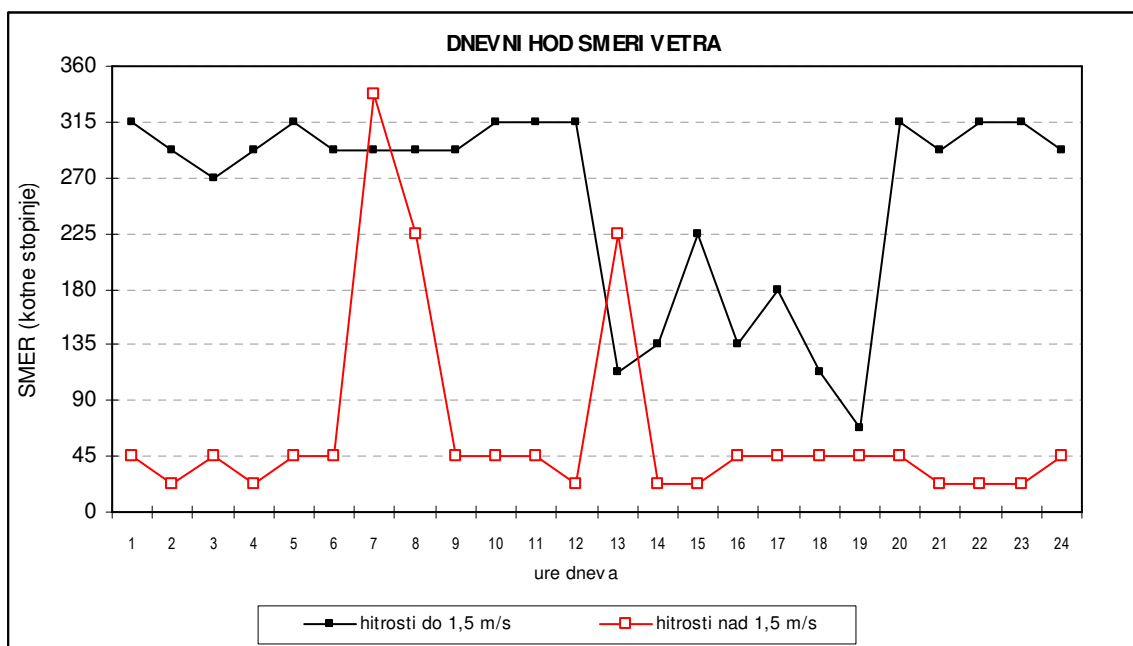
Ob mirnem vremenu ima lokalna cirkulacija zraka na lokaciji Terme smer severozahod – jugovzhod (ponoči teče zrak ob Dravi navzdol, podnevi pa ob Dravi navzgor). Na lokaciji mobilne postaje, ki je v samem mestu, ta značilnost v obdobju meritev ni bila očitna. Ponoči je sicer prevladoval šibek veter zahodne smeri, podnevi pa je bilo več šibkega severovzhodnika. To je gotovo posledica razlike v lokaciji in tudi že omenjenega vpliva toplotnega otoka mesta.

Močnejši veter je imel jugozahodno in severovzhodno smer, pri čemer je bilo pri Termah znatno več severovzhodnika kot na lokaciji mobilne postaje.

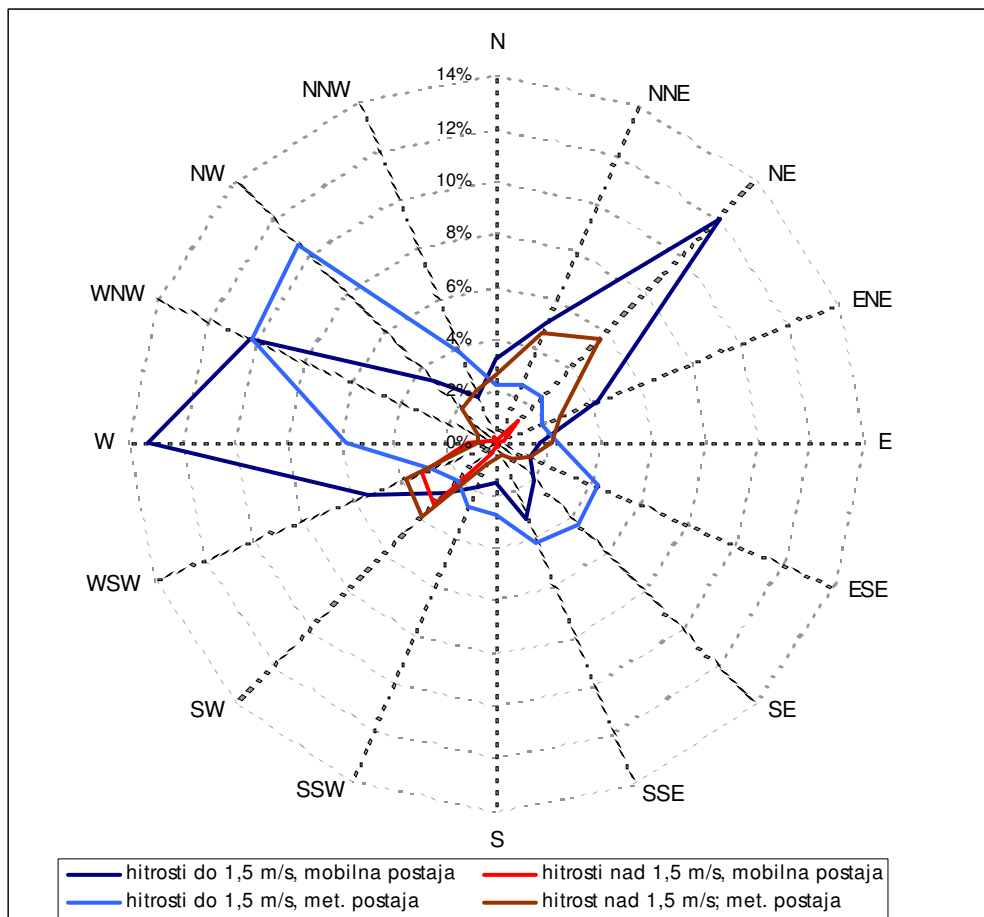
Podatke o padavinah smo vzeli z avtomatske meteorološke postaje Ptuj.



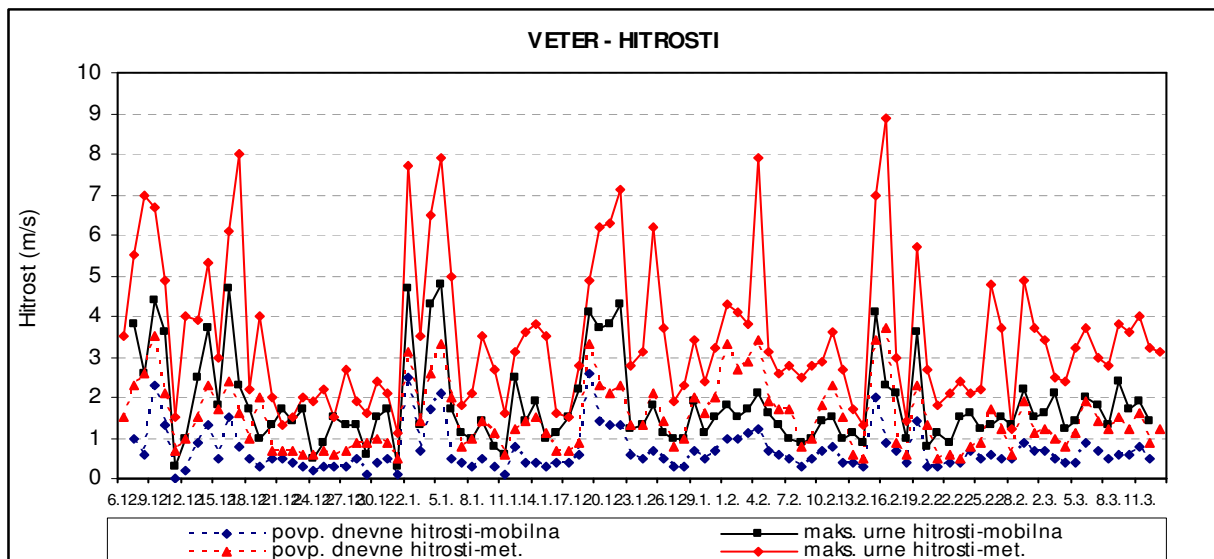
Slika 3.7.1.: Dnevni hod smeri vetra na merilnih mestih mobilne postaje na Ptuju za čas od 6. 12. 2011 do 13. 3. 2012



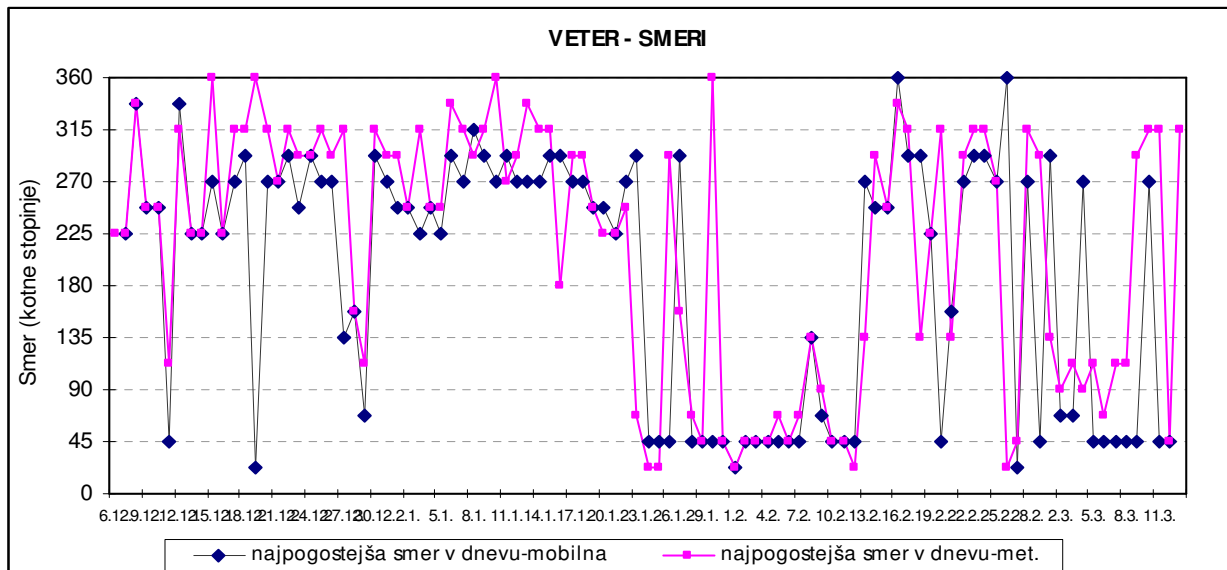
Slika 3.7.2.: Dnevni hod smeri vetra na merilnem mestu meteorološke postaje na Ptuju za čas od 6. 12. 2011 do 13. 3. 2012



Slika 3.7.3.: Roža vetra na merilnih mestih mobilne in meteorološke postaje na Ptuju v za čas od 6. 12. 2011 do 13. 3. 2012



Slika 3.7.4.: Povprečne dnevne in maksimalne urne hitrosti vetra na merilnih mestih mobilne in meteorološke postaje na Ptuju za obdobje 6.12.2011 - 13.3.2012



Slika 3.7.5.: Najpogostejše dnevne smeri vetra na merilnih mestih mobilne in meteorološke postaje na Ptujju za obdobje 6.12.2011 - 13.3.2012



Mobilna postaja na lokaciji Ptuj, pogled proti jugozahodu



Mobilna postaja na lokaciji Ptuj, pogled proti vzhodu



Mobilna postaja na lokaciji Ptuj, pogled proti severu



Lokaciji mobilne postaje (MOB) in avtomatske meteorološke postaje (AMP) na Ptuju



Lokacija mobilne postaje na Ptuju