

Závěrečná zpráva

Sledování kvality ovzduší prostřednictvím balónu

Období: topná sezóna
Vyhotožil: Jiří Bílek, Richard Hladký
Datum: 4.4.2014
ENVIRTA CZ s.r.o.



envirta.cz

Obsah:

1. úvod
2. realizovaná měření
3. protokoly z jednotlivých etap
4. závěr

Úvod:

Cílem měření bylo ověřit nasycenost vrstev ovzduší nad Ostravou pomocí měření prašného aerosolu v různých výškách nad terénem.

Pro měření byl použit heliový balon vyrobený na zakázku. Pod balón bylo umístěno speciální měřící zařízení ve vodotěsném velmi lehkém, ale pevném obalu.

Váha veškerého zařízení je 4,5 kg.

Objem použitého hélia 24 m³

Nosnost balónu (vztlak) 0,98 kg/ m³ celkem cca 15 kg včetně balónu a šňůry

Užitečná hmotnost max. 6 kg

Viditelnost balónu cca 4 km

Maximální možný protivítr pro start : 5 m/sec.

Maximální možný protivítr pro náraz : 15 m/sec.

Balón byl vyhotoven podle design manuálu města Ostravy



Provoz balónu podléhá dodržování podmínek na základě § 67 odst. 1) bodu 14) zák. č. 47/1956 o civilním letectví ve znění pozdějších předpisů a doplňků a předpisu L2 Pravidla létání bodu 3.1.11, který stanovuje podmínky pro provoz upoutaných balónů, které mají větší průměr než 2 m, schváleného ředitelem Úřadu civilního letectví MD č.j. 20 432/96 -250 ze dne 11.6.1996. Firma Envirta CZ získala příslušné povolení ÚCL dne

Konkrétní nasazení balónu je vždy oznamováno notamem a hlášeno při startu na letišti v Ostravě Mošnově.

ČESKÁ REPUBLIKA
Úřad pro civilní letectví
Sekce letových standardů

Vydáno pod č.j.: 824-14-701



ROZHODNUTÍ

Úřad pro civilní letectví (dále jen „Úřad“), jako věcně a místně příslušný správní orgán podle § 89 odst. 2 písm. k) bodu 2 zákona č. 49/1997 Sb., o civilním letectví a o změně a doplnění zákona č. 455/1991 Sb., o živnostenském podnikání (živnostenský zákon), ve znění pozdějších předpisů, **rozhodl po provedeném správním řízení podle zákona č. 500/2004 Sb., správní řád, ve znění pozdějších předpisů, podle § 52 zákona č. 49/1997 Sb., o civilním letectví a o změně a doplnění zákona č. 455/1991 Sb., o živnostenském podnikání (živnostenský zákon), ve znění pozdějších předpisů, a podle leteckého Předpisu L2 – Pravidla létání** na základě žádosti č.j. 487-14-701, podané dne 4. 2. 2014, doplněné o další informace v průběhu vedeného správního řízení, **o vydání**

Povolení k létání letadla bez pilota

žadateli ENVIRTA CZ s.r.o., IČ 24807800, se sídlem Dobrovolného 641/8, 198 00 Praha - Černý Most (dále jen „žadatel“) pro **bezpilotní letadlo druhu upoutaný balón bez pilota na palubě se zátěží, třídy B6, výrobce Šejnoha Marketing, o průměru 4 m, o hmotnosti pláště 8 kg, o celkovém objemu 25 m³, plněné nosným plynem hélium, s užitečným zatížením o maximální celkové hmotnosti 4,4 kg (plastový box na plechové podložce nesoucí měřicí zařízení - Prachoměr GRIMM1.108, GPS lokátor), (dále jen „letadlo“).**

Povolení k létání vydané Úřadem jako věcně a místně příslušným správním orgánem podle § 89 odst. 2 písm. k) bodu 2 zákona č. 49/1997 Sb., o civilním letectví a o změně a doplnění zákona č. 455/1991 Sb., o živnostenském podnikání (živnostenský zákon), ve znění pozdějších předpisů (dále jen „letecký zákon“) v souladu s § 52 leteckého zákona **opravňuje držitele k provozu výše uvedeného letadla ve vzdušném prostoru ČR** při dodržení předpisů použitelných pro oblast civilního letectví, zejména leteckého Předpisu L2 a při dodržení následujících podmínek:

1. Držitel povolení je povinen označit letadlo v souladu s Leteckým předpisem L7–Poznávací značky letadel, přidělenou poznávací značkou - **OK-X003Q**.
2. Držitel povolení je povinen označit užitečné zatížení v souladu s ust. 9 předpisu L7–Poznávací značky letadel, identifikačním štítkem.
3. Držitel povolení je povinen zajistit uchycení užitečného zatížení v rámci správního řízení doloženým způsobem (dle záznamu z místního šetření č.j. 838-14-701) tak, aby byla možnost nežádoucího uvolnění a případného nebrzděného pádu užitečného zatížení vyloučena.

Platnost

Povolení k létání letadla bez pilota je platné pro provedení jednoho letu v časovém období od 14. 2. 2014 do 14. 3. 2014. Povolení zaniká v případě:

- a) provedení letu nebo
- b) skončení platnosti, nebyla-li před skončením prodloužena, nebo
- c) že se jej držitel vzdá nebo je zrušeno (v tomto případě musí být povolení vráceno Úřadu).

V souvislosti se zánikem povolení bude letadlu odebrána přidělená poznávací značka: **OK-X003Q**.

Odůvodnění

Dne 4. 2. 2014 obdržel Úřad pro civilní letectví od žadatele žádost o povolení k letu upoutaného balónu bez pilota na palubě. Z následného správního řízení o žádosti vyplynula potřeba provedení testovacího upoutaného letu, k němuž se vztahuje toto rozhodnutí. Úřad pro civilní letectví je v souladu s § 52 leteckého zákona oprávněn vydat povolení k létání letadla bez pilota za předpokladu, že nebude ohrožena bezpečnost létání ve vzdušném prostoru, stavby a osoby na zemi a životní prostředí. Po přezkoumání žádosti, a provedení místního šetření dospěl Úřad k závěru, že při dodržení podmínek stanovených tímto rozhodnutím bude během provozu letadla zajištěna přijatelná úroveň bezpečnosti.

Poučení

Proti tomuto rozhodnutí lze podat odvolání, a to do 15 dnů po jeho oznámení, k Ministerstvu dopravy prostřednictvím Úřadu pro civilní letectví. Lhůta pro podání odvolání se počítá ode dne následujícího po doručení písemného vyhotovení rozhodnutí, nejpozději však po uplynutí desátého dne, kdy bylo nedoručené a uložené rozhodnutí připraveno k vyzvednutí.

Pokud nebude podáno odvolání, bude po nabytí právní moci rozhodnutí žadateli zasláno Povolení k létání letadla bez pilota. Pokud žadatel oznámí, že se vzdává práva na odvolání, nabude rozhodnutí právní moci dnem doručení tohoto oznámení.



V Praze dne 13. 2. 2014




Ing. David Balhar
oprávněná úřední osoba

Rozdělovník pro vyrozumění účastníků řízení (ve smyslu § 27 odst. 1 zákona č. 500/2004 Sb., správní řád):

1. ENVIRTA CZ s.r.o., IČ 24807800, se sídlem Dobrovolného 641/8, 198 00 Praha - Černý Most, DS 3ewyxx8
2. Mgr. Jiří Bílek, nar. 29. 7. 1967, trvale bytem Kunčičky u Bašky 13, 739 01 Frýdek Místek
3. Richard Hladký, nar. 4. 3. 1975, trvale bytem Petrovice u Karviné 630, 735 72 Karviná

13.2.2014 
13.2.2014 

Upoutání balónu:

Balón je trvale upoután pomocí padákové šňůry ke dvojici navijáků, naviják umožňuje rychlé stažení v případě zhoršení povětrnostních podmínek. Jedna šňůra je tažná a druhá bezpečností. Jištění je v tahu na cca 400 kg.

Meteorologické podmínky:

Balón se podle používá podle povolení UCL do rychlosti větru 5m / sec při startu. Pokud vítr překročí přístupnou hodnotu nebo je silný nárazový vítr, je nutné stáhnout balón k zemi.

Teplota, tlak a sluneční záření mají také vliv na použití balónu. Pokud není bezpečné s balónem manipulovat je stažen na zem. Také je ovlivněna i nostnost, případně schopnost balónu vystoupat do vyšších výšek.

Použité přístroje:

Primárním účel měření je zjistit koncentraci prašného aerosolu PM10 v různých výškách nad městem Ostrava. Z tohoto důvodu je použito v balónu automatické měřící zařízení pro rychlé měření PM10 na optickém principu. Na přístroji není nastaven korekční faktor, používá se 1,0. Důvodem je, že nás zajímá srovnání výšky a jednotlivých frakcí PMx.

Prachoměr GRIMM1.108:

Prachoměr Grimm je kompaktní zařízení, které umožňuje rychlý odečet koncentrace prašného aerosolu ve frakcích PM10, PM2.5 a PM1. Současně měří koncentrace i počty jednotlivých frakcí prašného aerosolu. Při hodnocení se zaměřujeme zejména na PM10.

Minimální měřící interval je u přístroje GRIMM1.108 1 sekunda. Po přesunu do dané výšky je provedeno průměrování v intervalu 3 -10 minut.



Meteorologické parametry

Zařízení pro měření prachu je doplněno o:

- GPS pro přesné stanovení polohy
- výškoměr
- tlakoměr
- teploměr

Realizovaná měření

Místa pro monitoring balónem byla vybrána na základě znalosti místních poměrů a hodnocení imisní situace ve městě. Základní údaje jsou čerpány ze studie "Analýza kvality ovzduší na území města Ostravy...", zpracované pro Město Ostrava v roce 2009 a "Posílení kapacity prioritní osy 2, imisní část..." zpracované pro ARR Ostrava v roce 2011.

Konkrétní místo musí odpovídat podmínkám povolení Úřadu pro civilní letectví tj. zejména volné prostranství a bezpečnost v místě vypouštění.

Na základě posouzení imisní zátěže měst Ostravy jsou postupně proměřovány zejména následující lokality

- Ostrava Město
- Ostrava Moravská Ostrava
- Ostrava Bartovice a Radvanice
- Ostrava Přívoz
- Ostrava Mariánské hory
- Ostrava Poruba/Svinov
- Ostrava Dubina
- Ostrava Kunčice
- Ostrava Vítkovice
- Ostrava Slezská Ostrava

Seznam uskutečněných startů pro měření

místo startu	datum startu	interpretace
Ostrava - Centrum	13.2.2014	
Ostrava - Přívoz	11.3.2014	
Ostrava - Bazaly	13.3.2014	ano
Ostrava - Karolína	14.3.2014	ano
Ostrava - Slezská Ostrava	18.3.2013	
Ostrava - Radvanice	26.3.2014	
Ostrava - Radvanice	27.3.2014	ano
Ostrava - Mariánské hory	28.3.2014	
Ostrava - Laguny Ostramo	1.4.2014	ano
Ostrava - Heřmanice	2.4.2014	ano

Závěr:

Interpretovaná měření

místo	lokalizace
Slezská Ostrava, stadion Baník	49° 50' 35" S , 18° 18' 0" V
Ostrava, Nová Karolína	49° 49' 48" S , 18° 17' 20" V
Ostrava Radvanice	49°48'24.06"S, 18°20'39.50"V
Ostrava - Laguny Diamo	49°50'26.82"S, 18°15'8.59"V
Ostrava Heřmanice, odval Heřmanice	49°51'58.95"S, 18°19'22.85"V

Hodnocení jednotlivých výsledků je v rámci vložených protokolů.

Po ukončení netopné sezóny proběhne interpretace společně se SZÚ Praha.



Mgr. Jiří Bílek



Richard Hladký



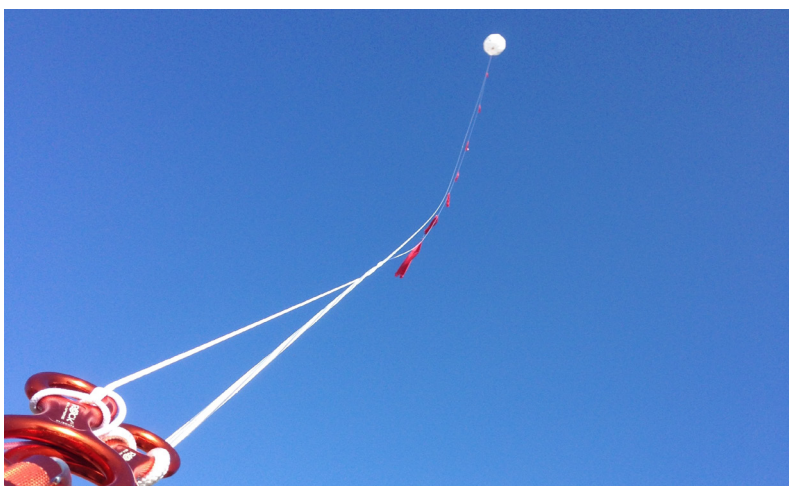
Protokol o měření

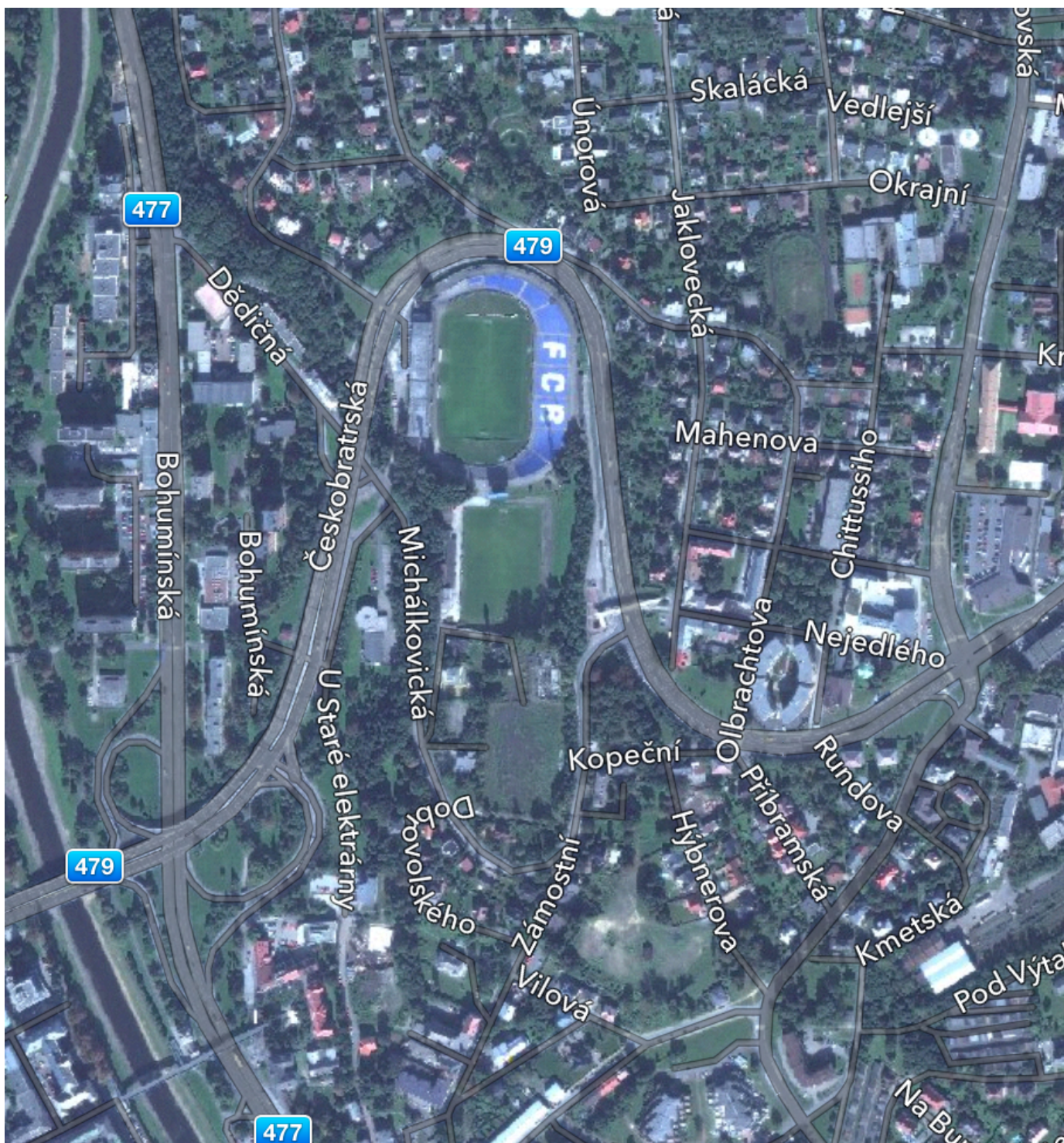
Měřící místo: Stadion Bazaly, Slezská Ostrava
GPS souřadnice: 49° 50' 35" N , 18° 18' 0" E
Nadmořská výška místa: 250 m
Datum měření: 13. března 2014
Čas měření: od 13.00 do 16.00 hod

Popis místa měření:

Měření bylo provedeno na tréninkovém hřišti fotbalového stadionu Bazaly (3 hřiště). Lokalita reprezentuje obytnou část v kopci nad městem. Nejbližší velká komunikace je Českobratrská, která obkružuje stadion. Průmyslové zdroje Vítkovice a Arcelor Mittal Ostrava jsou ve vzdálenosti cca 3 km jižně, ale přibližně o 40 m níže. Z hlediska významu těchto zdrojů může být oblast ovlivněna při směrech větru od jihu až jihozápadu. Oblast je ovlivňována, dopravou, lokálními topeništi, průmyslem i transportem. Jedná se o sídelní zónu se smíšenými zdroji. Atypická je zejména nadmořskou výškou, nachází se nad městem.

Fotografie z měření:



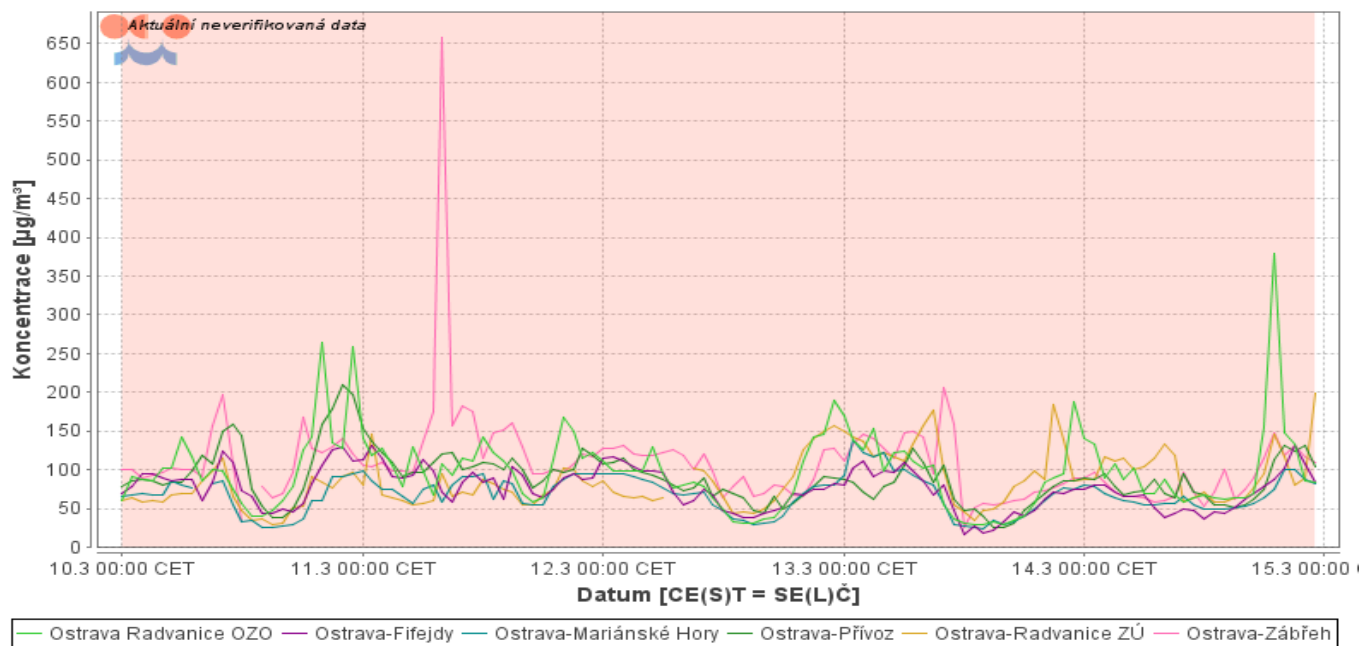


Počasí v době měření:

Při zahájení měření bylo jasno, slunečno, s teplotou od 14 do 18°C. Vítr byl slabý, při startu cca 3 m/sec, později mírně kolísal do 5 m/ sec (18 km/ hod). Po dobu měření se balón pohyboval ve větru podle poryvů - změny dráhy byly významné.

PM₁₀ - částice PM₁₀, hodinový průměr

10.03.2014 - 14.03.2014



V týdnu od 10.3. do 15.3.14 se koncentrace na Ostravských stanicích pohybovala v rozmezí 50 - 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (viz. graf - data ČHMÚ). Z důvodu vysokých koncentrací PM₁₀ v Moravskoslezském kraji byla vyhlášena smogová situace. Nejhorší situace byla v Karviné, Českém Těšíně, Věřňovicích a Třinci. V rámci Ostravy měřily nejvyšší koncentrace PM₁₀ stanice v Radvanicích. Nejbližší stanice s automatickým programem měření PM₁₀ vzhledem k místu měření je Ostrava Přívóz, stanice Českobratrská neměří kontinuálně. Hodnoty na všech stanicích v době startu (13.00) klesla pod 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Zvyšovat se začaly koncentrace PM₁₀ až ve večerních hodinách.

Průběh měření:

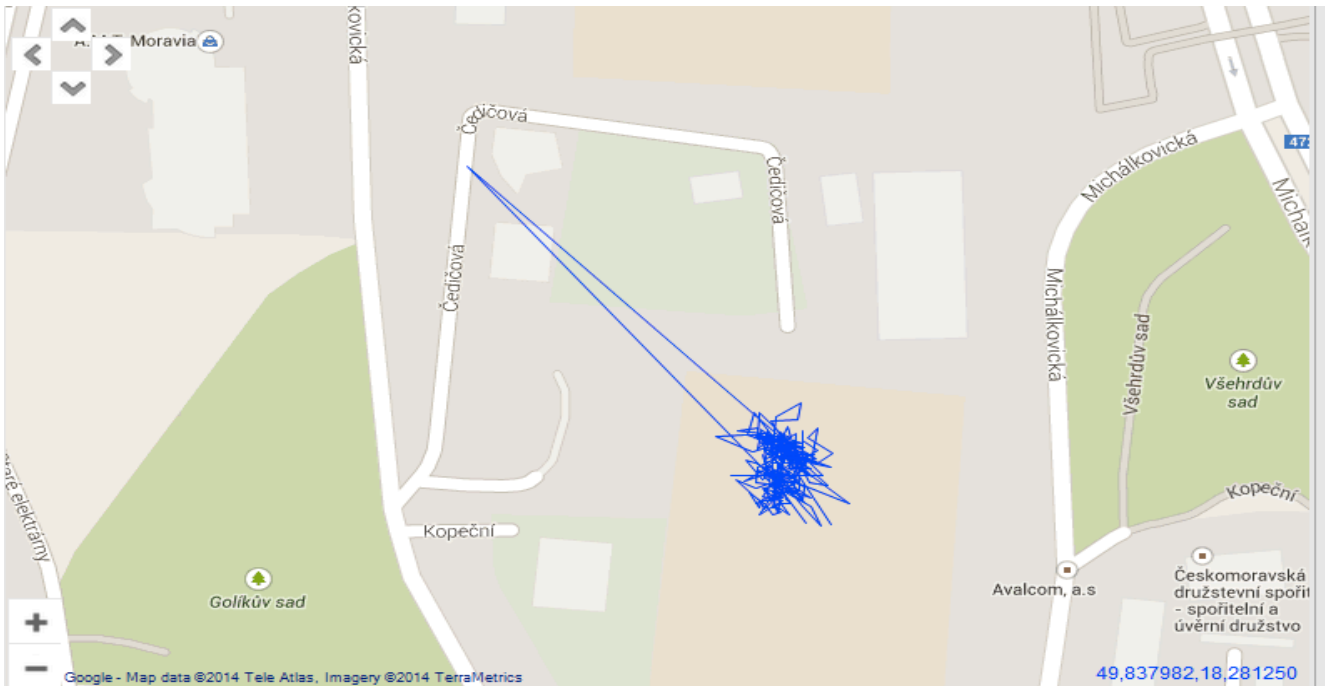
Měření bylo zahájeno ve 13.00 hod. Balon byl postupně vypouštěn po 15 metrech a v každé výšce zůstal 5-7 minut. Pro hodnocení je pak k příslušné výšce přiřazen 5-ti minutový průměr koncentrací. Maximální výšky 235 m dosáhl balón v 15.11. Při sestupu byl ještě jednou balón na 10 minut zastaven ve výšce cca 130 m.

Ke každé výšce existuje záznam:

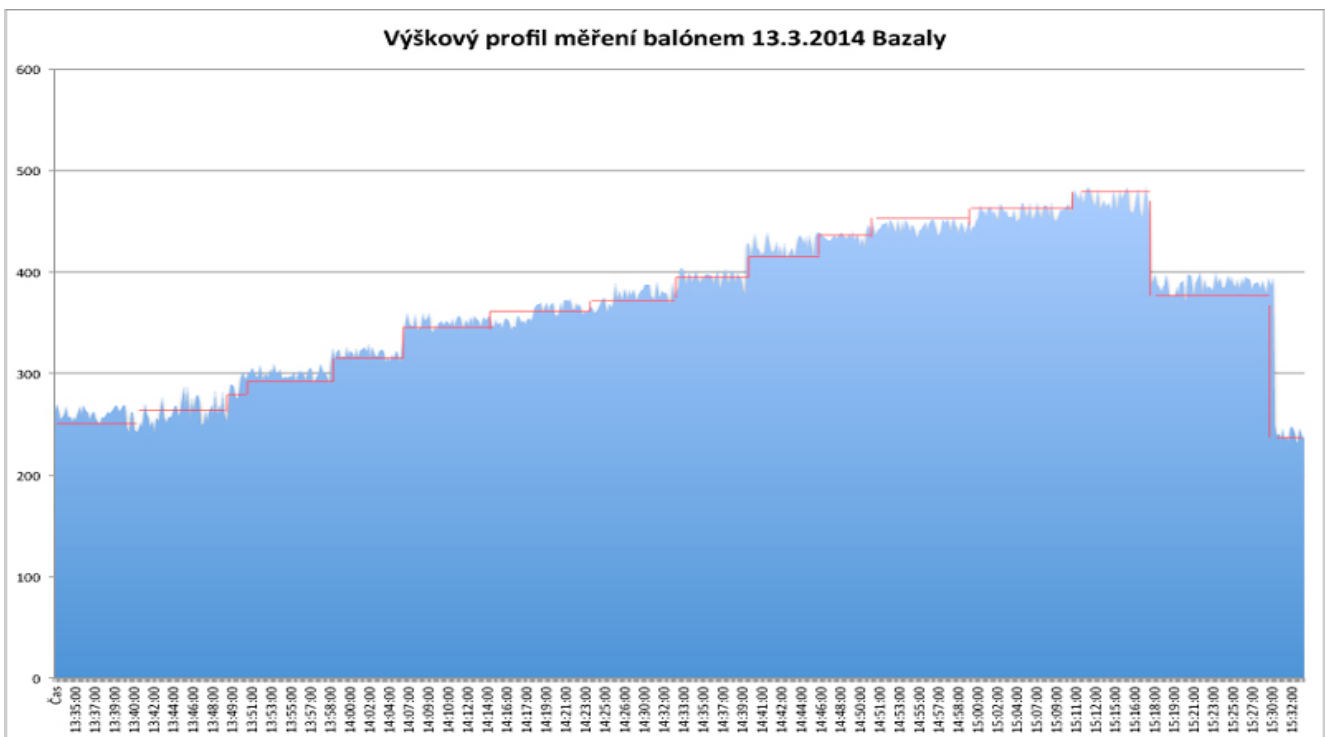
- koncentrace PM₁₀, PM_{2.5} a PM₁
- počet částic v litru v třídách 0,265 - 0,290 - 0,325 - 0,375 - 0,425 - 0,475 - 0,540 - 0,615 - 0,675 - 0,750 - 0,900 - 1,150 - 1,450 - 1,800 - 2,250 - 2,750 - 3,250 - 3,750 - 4,500 - 5,75 - 7,0 - 8,0 - 9,25 - 11,25 - 13,75 - 16,25 - 18,75 - 22,5 - 27,5 - 31,0 - 34,0 mikrometrů
- teplota, tlak, vlhkost
- GPS souřadnice - pohyb balónu ve výšce
- aktuální údaj o nadmořské výšce, včetně poklesů balónu



Záznam z GPS - pohyb balonu z hlediska pozice



Záznam o nadmořské výšce



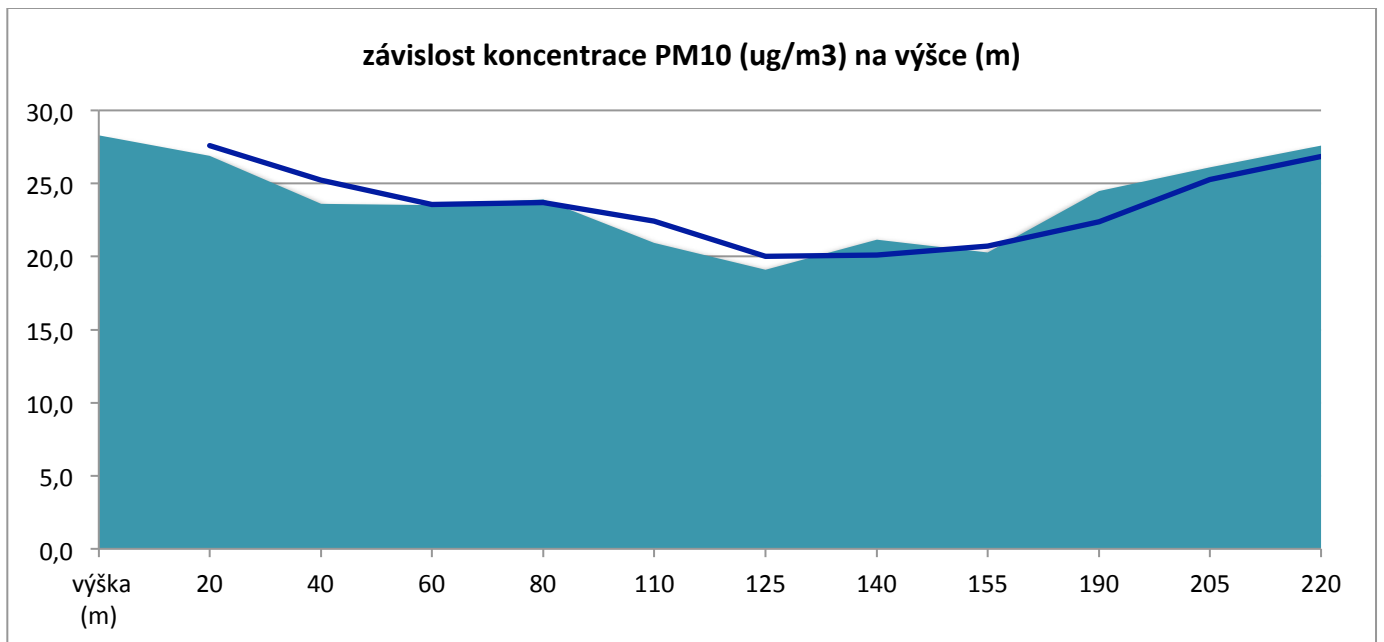
Nadmořská výška při startu 250 m.n.m. v 13.30, postupně se balón vypouští do výšky 295 m.n.m. ve 13.50 hod a maxima 485 m.n.m. dosahuje v 15.11 hod. Při sestupu je patrné zastavení ve výšce 380 m.n.m. v 15.30 hod. Na křivce je zřetelně vidět, že se výška balónu v průběhu měření mění. V trendu křivky je patrné 13 měřených hladin při stoupání a jedna při klesání.



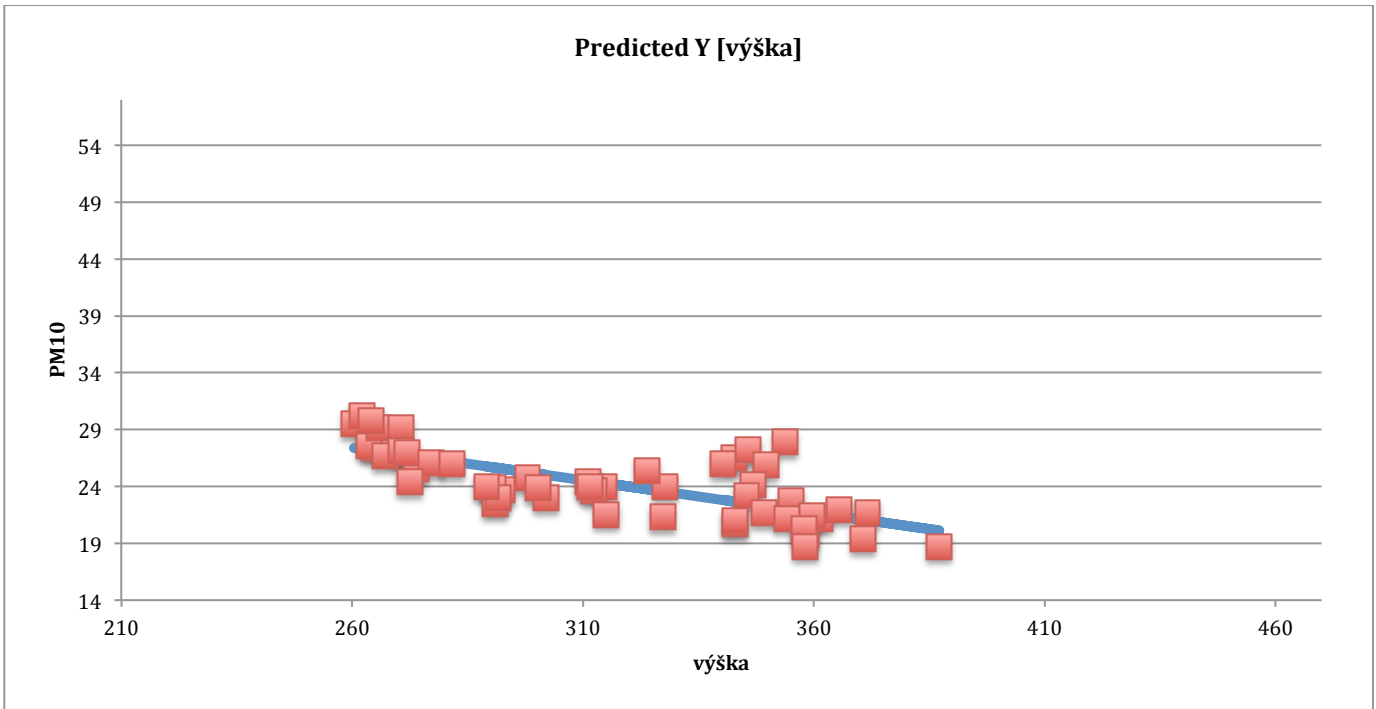
Naměřené koncentrace PM10

čas	popuštěná výška (m)	skutečná nadmořská výška v metrech	PM10	PM2,5	PM1	tlak větru na balón km/ hod
13.36 - 13.42	20	265	28,3	27,5	26,3	1,4
13.44 - 13.50	40	273	26,9	26,0	24,9	0,4
13.52 - 13.58	60	294	23,6	23,2	22,5	1,1
14.00 - 14.06	80	318	23,5	23,1	22,4	0,6
14.08 - 14.18	110	348	23,9	23,3	22,5	0,5
14.19 - 14.25	125	361	20,9	20,5	19,9	1,0
14.26 - 14.32	140	381	19,1	19,0	18,5	0,7
14.33 - 14.39	155	392	21,1	20,8	20,1	2,6
14.40 - 14.50	190	428	20,3	19,7	18,8	0,4
14.54 - 15.00	205	445	24,5	22,9	21,9	0,8
15.01 - 15.10	220	457	26,1	24,7	23,5	0,5
15.11 - 15.17	235	474	27,6	25,4	24,1	0,7

Trendy koncentrací

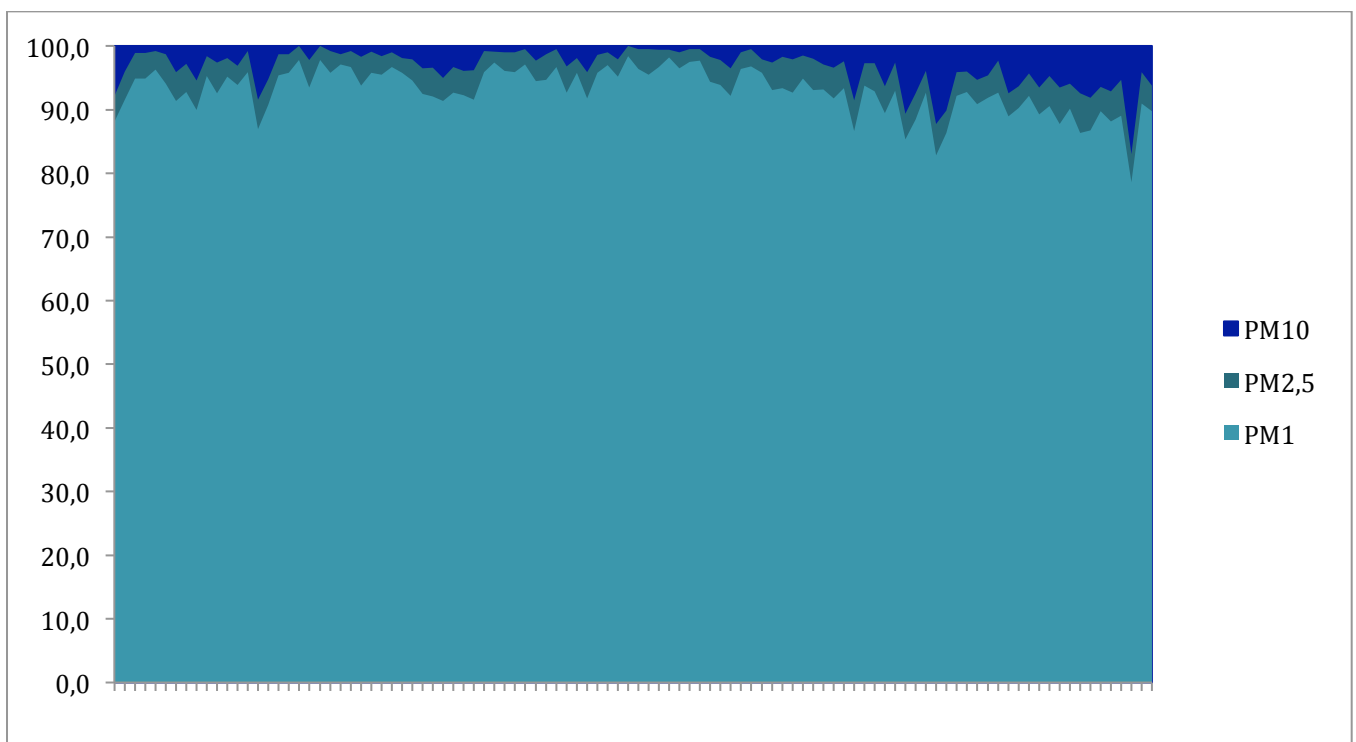


V datech i na grafu je zřetelný pokles koncentrací ve výšce mezi 115 a 130 m, tj. v nadmořské výšce 365 - 390 m.n.m. Následně koncentrace stoupají k původní hodnotě. Vzhledem k úrovni koncentrací PMx bylo ovzduší téměř čisté, proto jsou změny tak málo dynamické. Obecné pozadí PM10 je kolem 20 ug/m3.



Pearsonův korelační koeficient je 0,7275, vazba koncentrací PM10 na výšce je tedy významná, hodnoty jsou méně variabilní než na lokalitě Nová Karolína. Je to dáno zejména čistotou ovzduší v době měření. Regresní závislost je možné popsat $PM10 = 42,3511 - 0,0574 * \text{výška}$.

Podíl jednotlivých frakcí suspendovaných částic PMx (%).





Shrnutí

Přízemní koncentrace PM10 odpovídá situaci v Ostravě dne 13.3.2014. Vzhledem k tomu, že přes den došlo k poklesu koncentrací PM10 na všech stanicích v Ostravě a ovzduší bylo relativně čisté, je i variabilita datového souboru nízká. Suspendované částice obsahují 96,7 % částic menších než 2,5 mikrometru, resp. 93,0 % částic menších než 1 mikrometr. Pro srovnání s smogově významnějším dnem (14.3.) je podíl jemných částic větší. Dá se proto vyslovit teorie, že v době narůstajících koncentrací PMx se do ovzduší dostávají zejména hrubší částičky. Tak se dá usoudit na lokální původ smogové situace. Příčinnou budou zdroje emitující větší částice - lokální topeniště? Tyto hypotézu je nutné prověřit dalším monitoringem pomocí balónu.

V Ostravě dne 24.3.2014

Mgr. Jiří Bílek



Protokol o měření

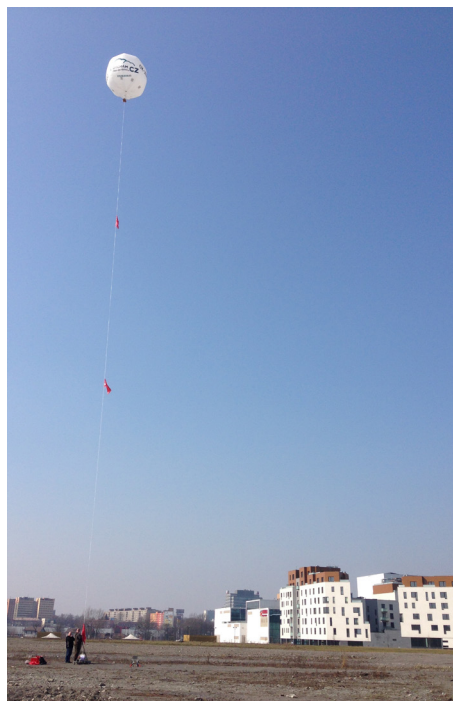
Měřicí místo: Nová Karolína
GPS souřadnice: 49° 49' 48" N , 18° 17' 20" E
Nadmořská výška místa: 216 m
Datum měření: 14. března 2014
Čas měření: od 11.00 do 14.30 hod

Popis místa měření:

Měření bylo provedeno na louce za obytnými domy lokality Nová Karolína. Lokalita reprezentuje obytnou část města., do vzdálenosti 300 m jsou klíčové komunikace centra města, zejména 28.října, Bohumínská a Místecká. Nejbližší průmyslový zdroj jsou Vítkovice cca 1,5 km, Arcelor Mittal Ostrava je ve vzdálenosti cca 3 km jihozápadně. Z hlediska významu těchto zdrojů může být oblast ovlivněna při směrech větru od jihu až jihozápadu. Oblast je ovlivňována, dopravou, lokálními topeništi, průmyslem i transportem. Jedná se o sídelní zónu se smíšenými zdroji.

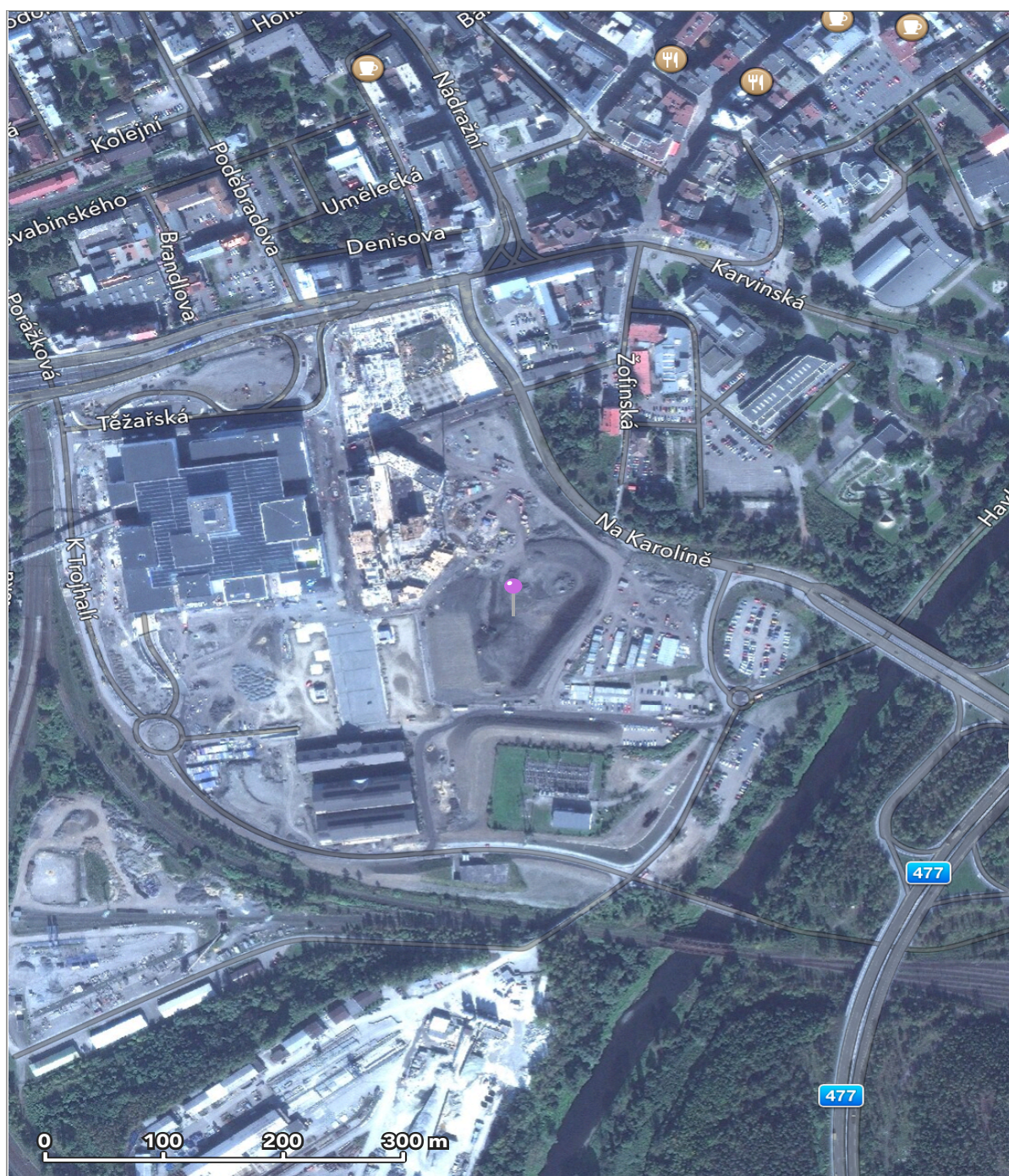


Fotografie z měření:





blízko místa Moravská Ostrava a...



Počasí v době měření:

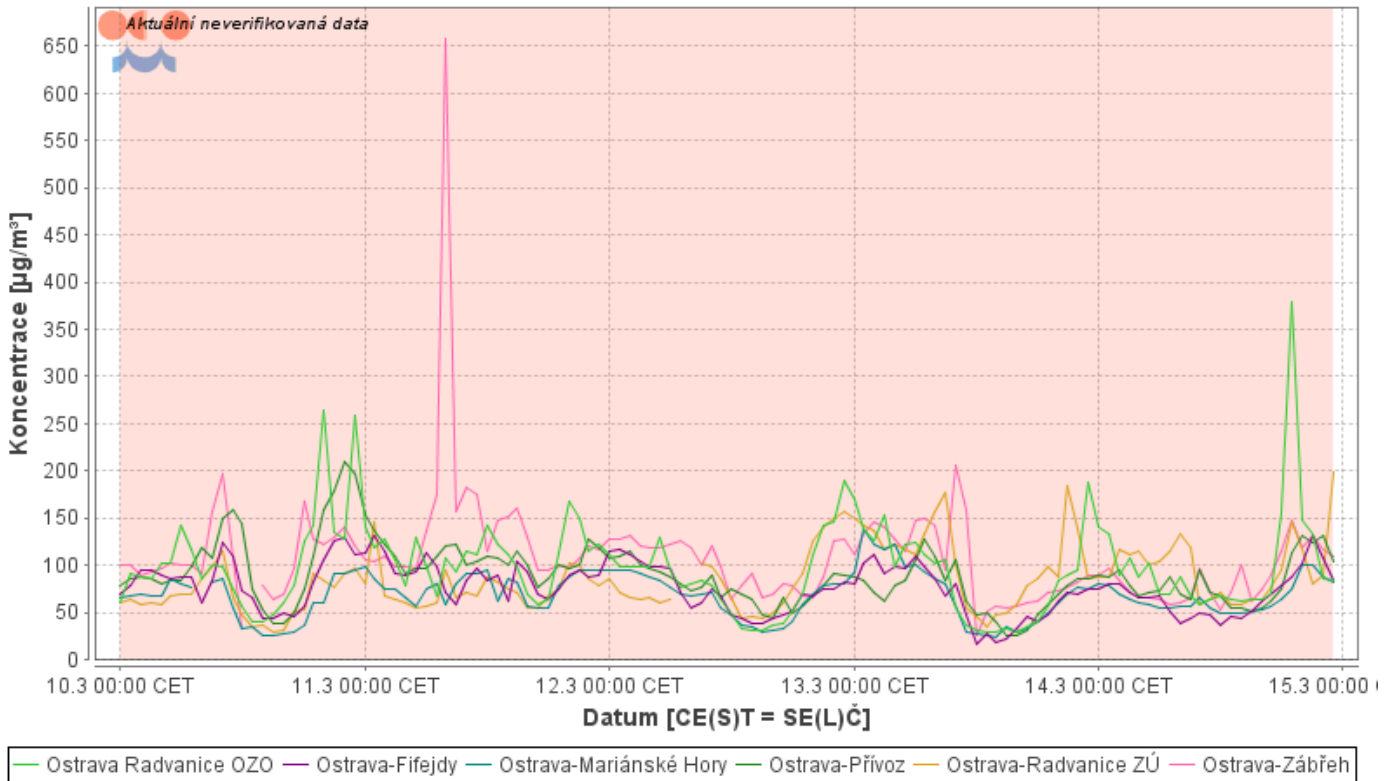
Při zahájení měření bylo jasno, slunečno, s teplotou od 16 do 20°C. Vítr byl slabý, při startu menší než 2 m/sec, později mírně kolísal do 4 m/ sec (14 km/ hod). Po dobu měření se balón vyskytoval v nadhlavníku, větší poryvy větru se vyskytly v 11.52, 12.20 a 13.15 hod.



Imisní situace ve městě:

PM₁₀ - částice PM10, hodinový průměr

10.03.2014 - 14.03.2014



V týdnu od 10.3. do 15.3.14 se koncentrace na Ostravských stanicích pohybovala v rozmezí 50 - 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (viz. graf - dats ČHMÚ). Z důvodu vysokých koncentrací PM₁₀ v Moravskoslezském kraji byla vyhlášena smogová situace. Nejhorší situace byla v Karviné, Českém Těšíně, Věřňovicích a Třinci. V rámci Ostravy měřily nejvyšší koncentrace PM₁₀ stanice v Radvanicích. Nejbližší stanice s automatickým programem měření PM₁₀ vzhledem k místu měření je Ostrava Fifejdy. V době startu zde byla naměřena průměrná hodinová koncentrace PM₁₀ ve výši 48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a tento stav přibližně setrval do konce měření balonem.

Průběh měření:

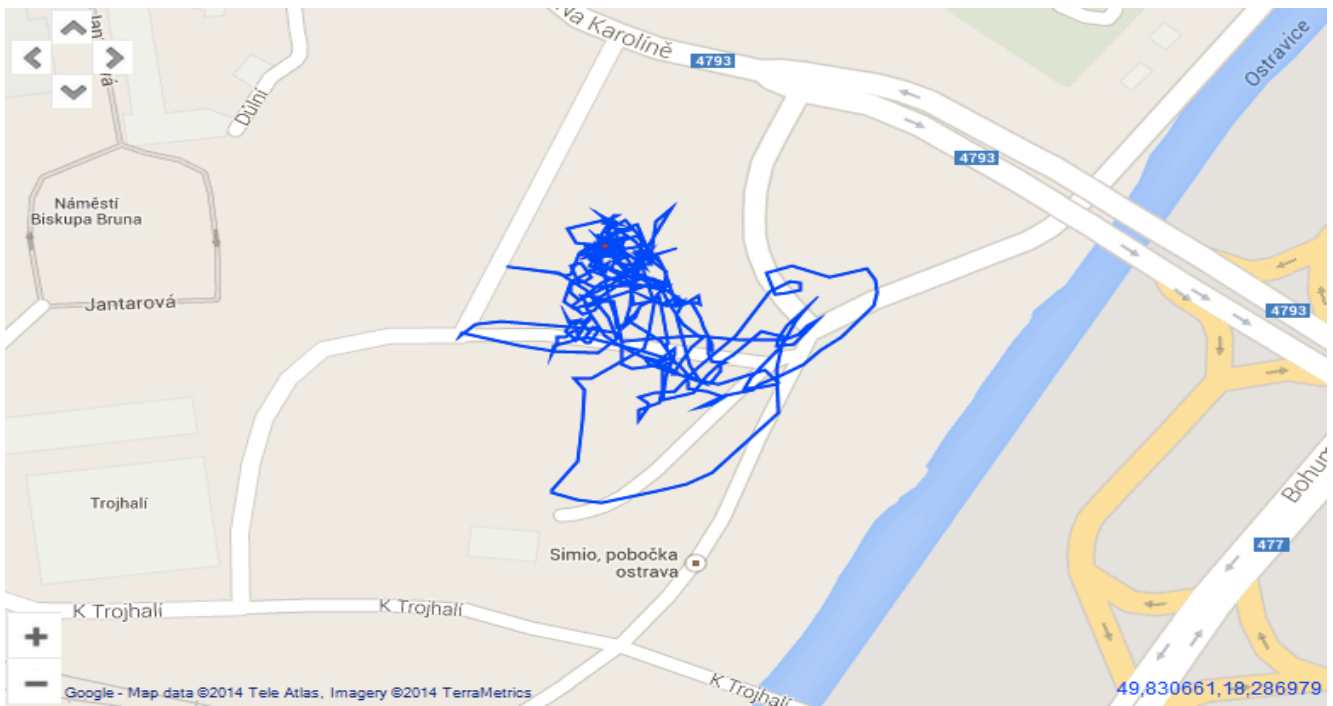
Měření bylo zahájeno v 11.00 hod. Balon byl postupně vypouštěn po 15 metrech a každé výšce zůstal 5-7 minut. Pro hodnocení je pak k příslušné výšce přiřazen 5-ti minutový průměr koncentrací. Maximální výšky 270 m dosáhl balón v 13.24. Při sestupu byl ještě jednou balón na 10 minut zastaven ve výšce 100 m.

Ke každé výšce existuje záznam:

- koncentrace PM₁₀, PM_{2.5} a PM₁
- počet částic v litru v třídách 0,265 - 0,290 - 0,325 - 0,375 - 0,425 - 0,475 - 0,540 - 0,615 - 0,675 - 0,750 - 0,900 - 1,150 - 1,450 - 1,800 - 2,250 - 2,750 - 3,250 - 3,750 - 4,500 - 5,75 - 7,0 - 8,0 - 9,25 - 11,25 - 13,75 - 16,25 - 18,75 - 22,5 - 27,5 - 31,0 - 34,0 mikrometrů
- teplota, tlak, vlhkost
- GPS souřadnice - pohyb balónu ve výšce
- aktuální údaj o nadmořské výšce, včetně poklesů balónu



Záznam z GPS - pohyb balonu z hlediska pozice



Záznam o nadmořské výšce



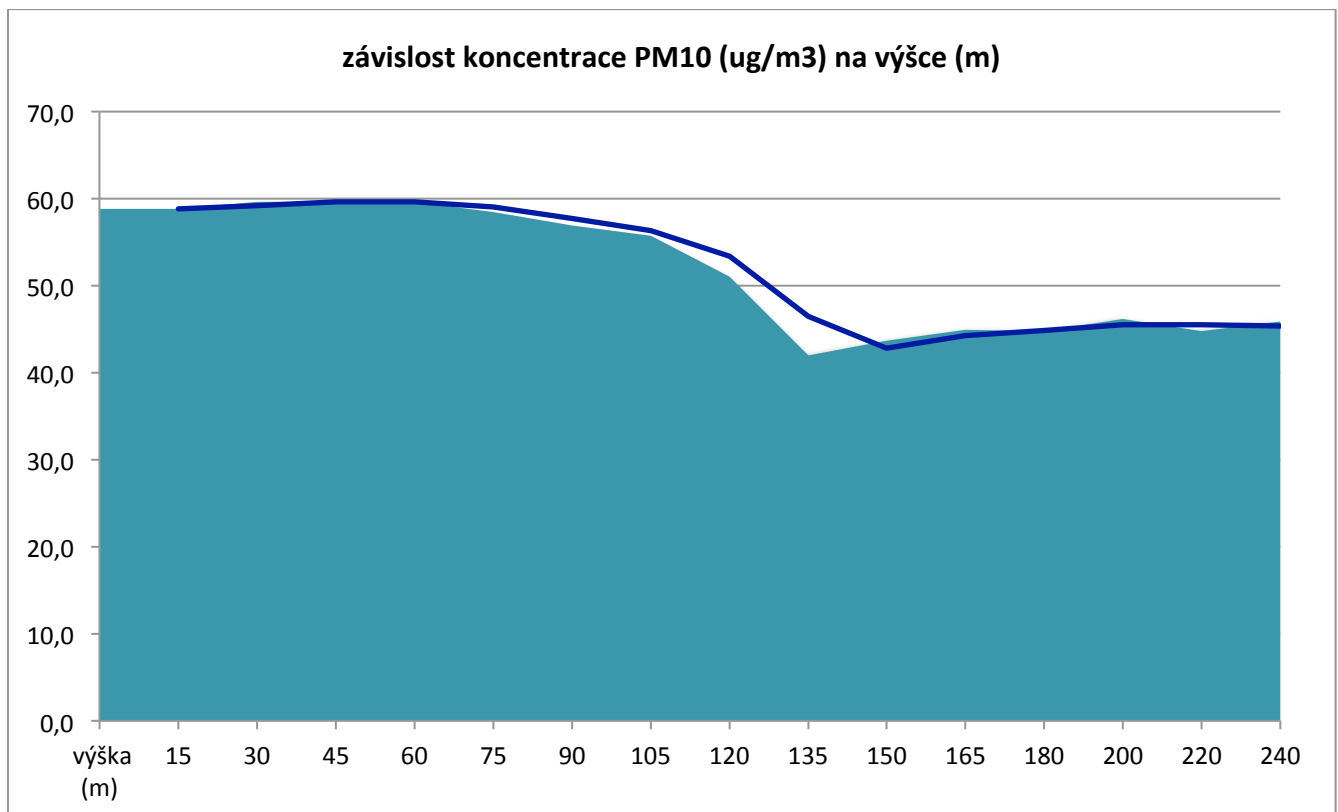
Nadmořská výška při startu 216 m.n. v 11.00, postupně se balón vypouští do výšky a maxima dosahuje v 13:30 hod. Při sestupu je patrné zastavení ve výšce 320 m.n. ve 13:40 hod. Na křivce je zřetelně vidět, že se výška balónu v průběhu měření mění. V trendu křivky je patrné 16 měřených hladin při stoupání a jedna při klesání.



Naměřené koncentrace PM10

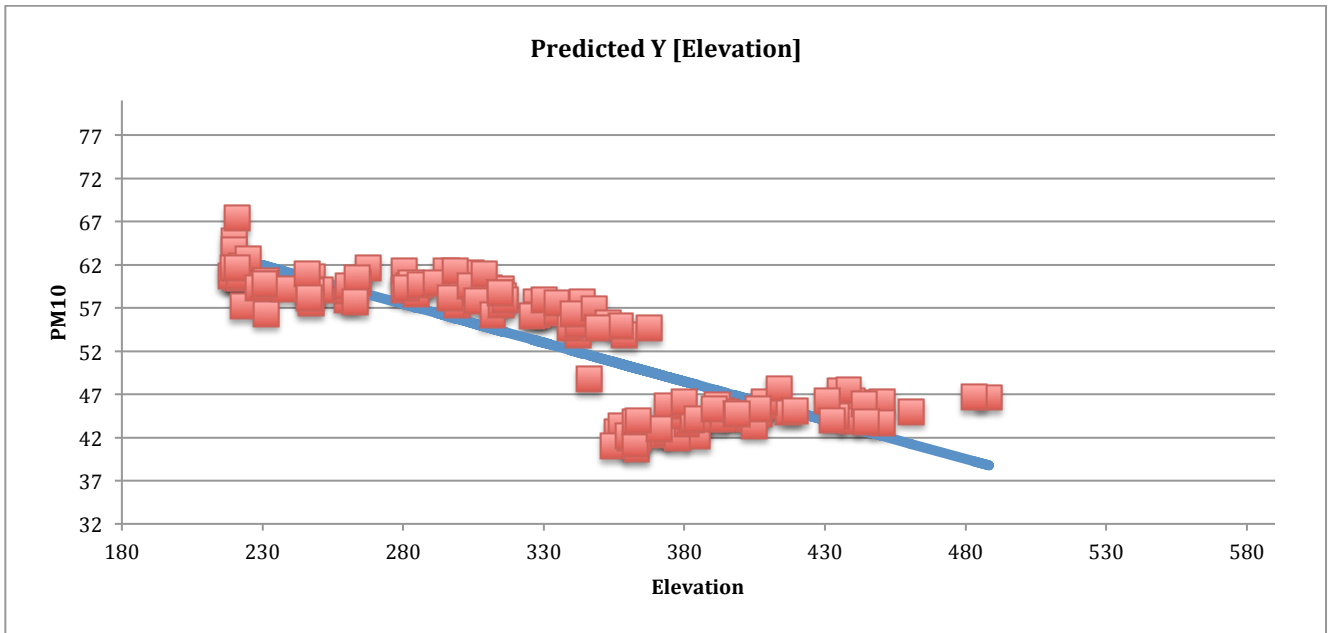
čas	popuštěná výška (m)	skutečná nadmořská výška v metrech	PM10	PM2,5	PM1	tlak větru na balón km/ hod
11.10 - 11.16	15	230	58,8	54,0	51,2	0,4
11.18 - 11.24	30	249	58,8	54,1	51,1	1,0
11.26 - 11.32	45	264	59,7	54,7	51,7	0,7
11.33 - 11.39	60	282	59,6	54,9	51,5	0,9
11.41 - 11.47	75	298	59,6	53,8	50,9	0,6
11.49 - 11.59	90	312	58,5	53,8	50,8	1,1
12.01 - 12.07	105	330	56,9	52,2	49,4	0,9
12.09 - 12.15	120	343	55,7	51,4	48,7	1,1
12.17 - 12.23	135	356	51,0	47,4	45,0	1,0
12.25 - 12.31	150	363	42,0	40,0	38,5	2,1
12.33 - 12.45	165	378	43,6	41,0	39,4	1,2
12.47 - 12.55	180	393	44,9	42,3	40,3	1,3
12.57 - 13.03	200	407	44,8	41,8	40,0	2,3
13.05 - 13.11	220	435	46,2	42,5	40,4	1,6
13.13 - 13.23	240	433	44,8	42,2	40,3	4,3
13.25 - 13.33	270	472	45,9	42,4	40,5	2,9

Trendy koncentrací



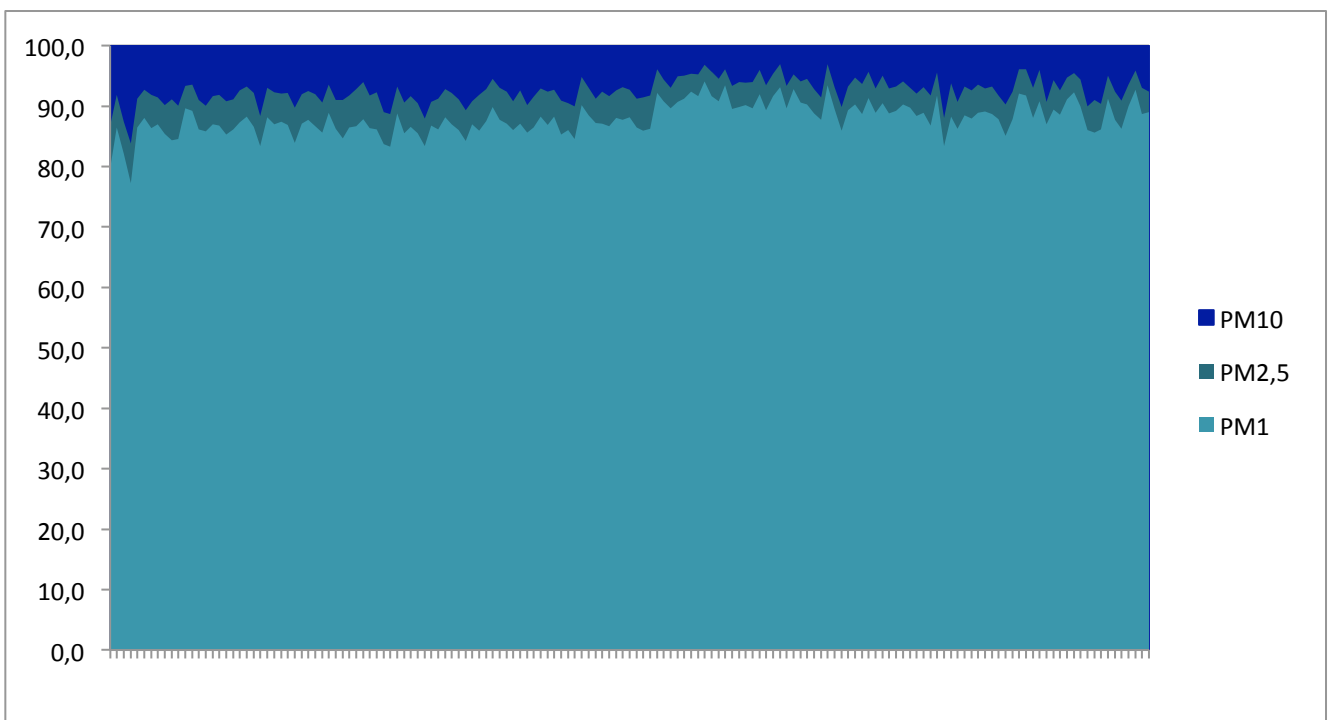


V datech i na grafu je zřetelný koncentrační skok ve výšce mezi 135 a 150 m, tj. v nadmořské výšce 356 - 363 m.n.m.



Pearsonův korelační koeficient je 0,8413, vazba koncentrací PM10 na výšce je tedy velmi těsná. Dva shluky na křivce lineární regrese od sebe odděluje výše definovaný skok v koncentracích PM10. Regresní závislost je možné popsat $PM10 = 82,5350 - 0,0896 * Elevation$.

Podíl jednotlivých frakcí suspendovaných částic PMx (%).





Shrnutí

Přízemní koncentrace PM10 odpovídá situaci v Ostravě dne 14.3.2014. Velmi podobná situace u všech frakcí trvá do cca 140 metrů, pak dochází k poklesu koncentrací o více jak 15% a situace dále stagnuje. Suspendované částice obsahují 92,5 % částic menších než 2,5 mikrometru, resp. 87,9 % částic menších než 1 mikrometr. S rostoucí výškou podíl jemnějších částic mírně roste.

V Ostravě 24.3.2014

Mgr. Jiří Bílek



Protokol o měření

Měřící místo: Ostrava Radvanice - Durčákova
GPS souřadnice: 49°48'24.06"S, 18°20'39.50"V
Nadmořská výška místa: 262 m.n.m.
Datum měření: 27.3.2014
Čas měření: od 10.00 do 13.00 hod

Popis místa měření:

Měření bylo provedeno na louce mezi rodinnými domy na kopci v blízkosti ulice Durčákova. Lokalita reprezentuje jednu z nejvíce znečištěných oblastí Ostravy. Nejbližší významná komunikace je Těšínská ve vzdálenosti cca 150 m. Ve vzdálenosti cca 200 m je stanice ZÚ Ostrava - Nad obcí. Jedná se o průmyslový hotspot s nejhoršími koncentracemi PM10 v Ostravě. Nejbližší průmyslový zdroj je Arcelor Mittal Ostrava ve vzdálenosti cca 1 km jihozápadně. Sledovaná oblast je jednoznačně ovlivněna tímto průmyslovým zdrojem. Monitorované místo je přímo ve vlečce zdroje, při nejčastějším proudění. Podle dřívějších studií města Ostrava je lokalita významně ovlivněna lokálními topeništi a dálkovým transportem škodlivin z Polska. Vypočítané zpětné trajektorie ukazují jako nejčastější variantu společné působení všech typů zdrojů v zimě. V létě je pak dominantním zdrojem průmysl. Oblast je zastavěna rodinnými domy a v celé lokalitě žije přibližně 5000 lidí.



Fotografie z měření:





Počasí v době měření:

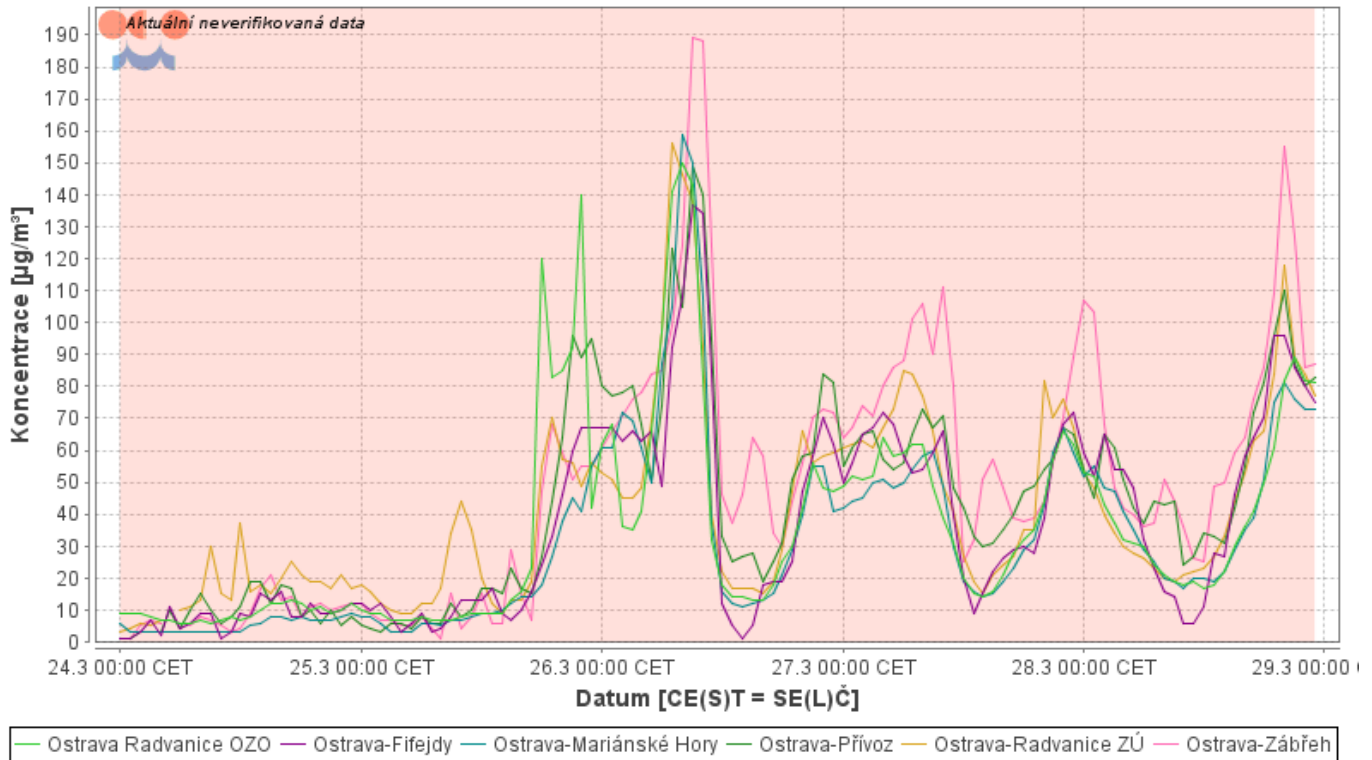
Při zahájení měření bylo jasno, slunečno, s teplotou od 5^o do 14^oC. Vítr byl slabý SSV, při startu menší než 2 m/sec, později mírně kolísal mezi 2 - 4m/ sec (13 km/ hod), nevyskytovaly se poryvy větru. Viditelnost byla 6-10 km. Po dobu měření se balón vyskytoval v nadhlavníku, s mírným pohybem dle záznamu GPS.



Imisní situace ve městě:

PM₁₀ - částice PM10, hodinový průměr

24.03.2014 - 28.03.2014



V týdnu od 24.3. do 29.3.14 byly z počátku koncentrace PM₁₀ na Ostravských stanicích velmi nízké, v rozmezí 10 - 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, tedy na úrovni pozadí, 25.3. se situace zhoršila a maximální koncentrace PM₁₀ se blížily 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. (viz. graf - dat s ČHMÚ). V dopoledních hodinách 26.3. se situace opět zlepšila a večer zhoršila. Tento průběh je charakteristický pro přechodnou sezónu. Trend koncentrací PM₁₀ byl víceméně na všech stanicích v Ostravě stejný. Nejbližší stanice s automatickým programem měření PM₁₀ vzhledem k místu měření je Ostrava Radvanice - Nad Obcí. V době startu zde byla naměřena průměrná hodinová koncentrace PM₁₀ ve výši 83 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Průběh měření:

Měření bylo zahájeno v 10.00 hod. Balon byl postupně vypouštěn po 15 metrech a každé výšce zůstal 5-7 minut. Pro hodnocení je pak k příslušné výšce přiřazen 5-ti minutový průměr koncentrací. Maximální výšky 502 m.n.m. dosáhl balón v 11.53 hod. Při sestupu byl balón kontrolně zastaven ve výšce 100 a 150 m nad povrchem. Měření bylo ukončeno ve 12.32 hod.

Ke každé výšce existuje záznam:

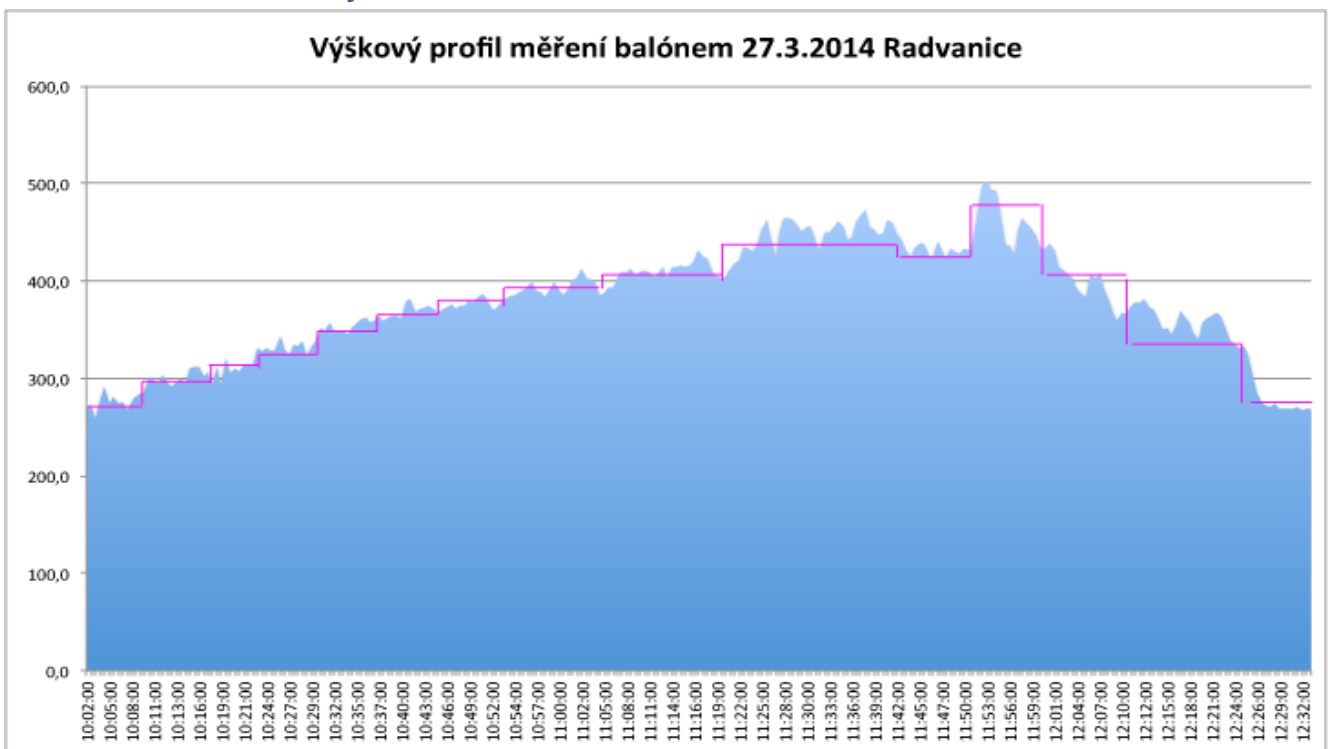
- koncentrace PM₁₀, PM_{2.5} a PM₁
- počet částic v litru v třídách 0,265 - 0,290 - 0,325 - 0,375 - 0,425 - 0,475 - 0,540 - 0,615 - 0,675 - 0,750 - 0,900 - 1,150 - 1,450 - 1,800 - 2,250 - 2,750 - 3,250 - 3,750 - 4,500 - 5,75 - 7,0 - 8,0 - 9,25 - 11,25 - 13,75 - 16,25 - 18,75 - 22,5 - 27,5 - 31,0 - 34,0 mikrometrů
- teplota, tlak, vlhkost
- GPS souřadnice - pohyb balónu ve výšce
- aktuální údaj o nadmořské výšce, včetně poklesů balónu



Záznam z GPS - pohyb balonu z hlediska pozice



Záznam o nadmořské výšce



Nadmořská výška při startu 262 m.n. v 10.02, postupně se balón vypouští do výšky a maxima dosahuje v 11:53 hod. Při sestupu je patrné zastavení ve výšce 360 m.n. ve 12:15 hod. Na křivce je zřetelně vidět, že se výška balónu v průběhu měření mění. V trendu křivky je patrné 12 měřených hladin při stoupání a 2 při klesání.

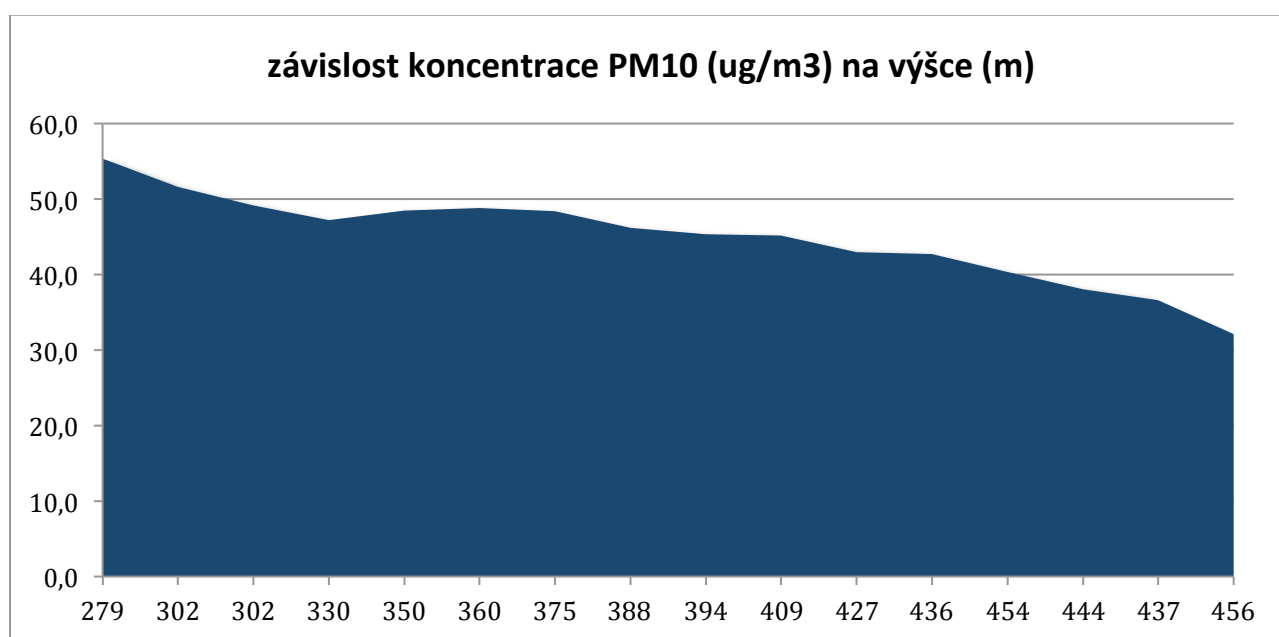
Naměřené koncentrace PM10



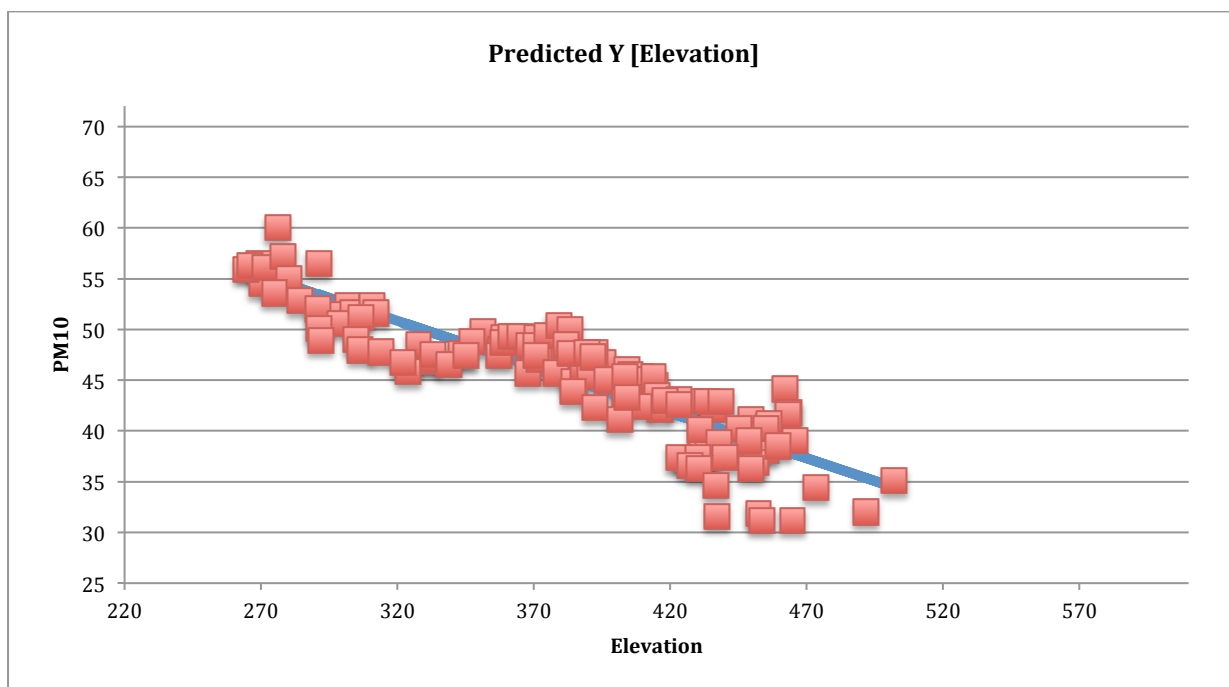
envirta.cz

čas	popuštěná výška (m)	skutečná nadmořská výška v metrech	PM10	PM2,5	PM1	tlak větru na balón km/ hod
10:06:00 - 10:09:00	15	279	55,4	54,8	53,7	1,5
10:11:00 - 10:16:00	30	302	51,6	51,1	50,0	1,5
10:17:00 - 10:24:00	45	302	49,2	48,7	47,5	2,2
10:25:00 - 10:29:00	60	330	47,2	46,4	45,5	1,6
10:31:00 - 10:36:00	75	350	48,5	47,8	46,8	1,3
10:38:00 - 10:41:00	90	360	48,8	48,0	46,9	2,6
10:43:00 - 10:53:00	105	375	48,4	47,7	46,7	2,1
10:54:00 - 10:59:00	120	388	46,2	45,8	44,8	2,6
11:00:00 - 11:08:00	135	394	45,3	44,7	43,7	3,1
11:09:00 - 11:14:00	150	409	45,2	44,4	43,3	2,3
11:15:00 - 11:20:00	165	427	43,0	42,5	41,6	1,0
11:21:00 - 11:25:00	180	436	42,7	42,5	41,7	2,3
11:27:00 - 11:37:00	205	454	40,4	40,0	39,1	2,8
11:38:00 - 11:46:00	220	444	38,0	37,7	36,8	2,2
11:47:00 - 11:52:00	235	437	36,6	36,3	35,4	2,5
11:54:00 - 12:00:00	260	456	32,1	31,8	31,1	3,0

Trendy koncentrací

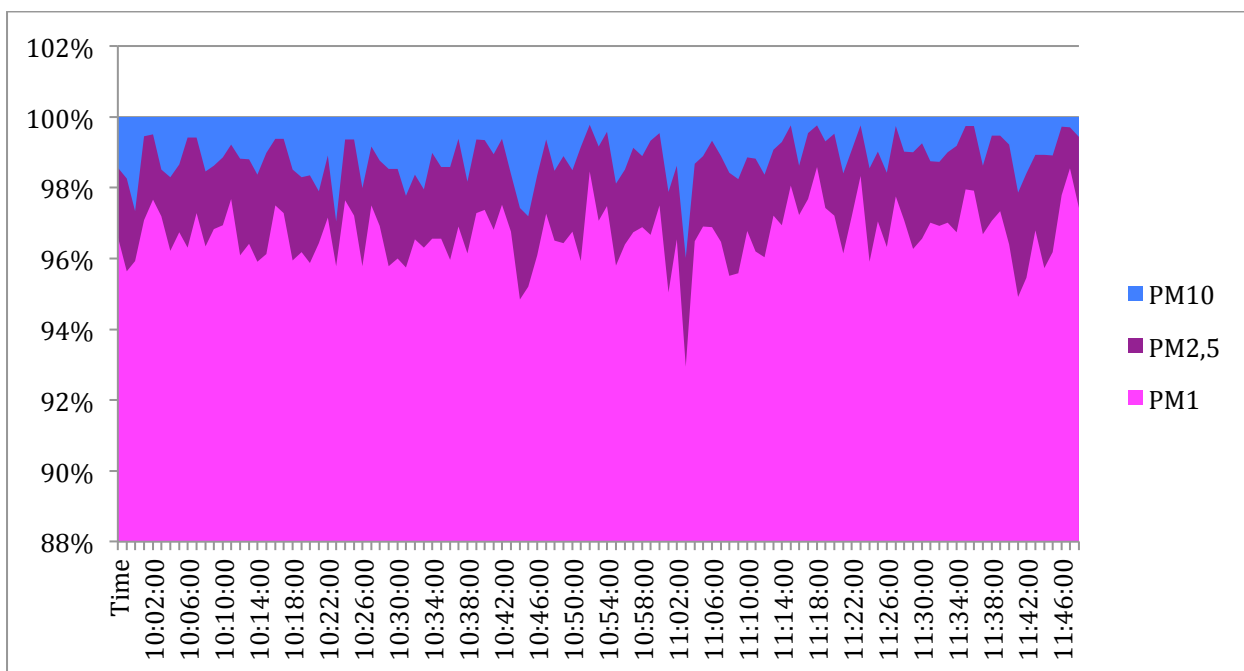


Z grafu plyne, že koncentrace PM10 z výškou postupně klesají. Trend je zřetelný od cca 375 m.n.m. V maximální dosažené výšce je koncentrace PM10 nižší o téměř 60%. Naměřené koncentrace PM10 odpovídají imisní situaci podle údajů stanice Nad obcí.



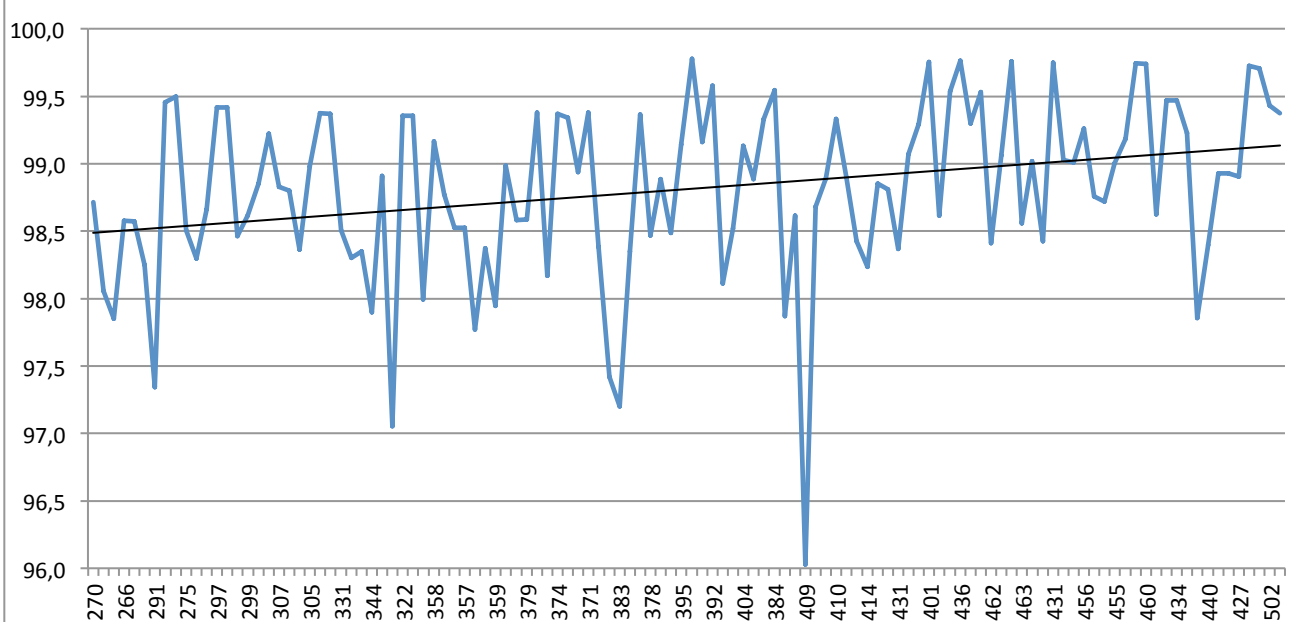
Pearsonův korelační koeficient je 0,8851, vazba koncentrací PM10 na výšce je tedy velmi těsná. Dva shluky na křivce lineární regrese od sebe odděluje výše definovaný skok v koncentracích PM10. Regresní závislost je možné popsat **PM10 = 79,6510 - 0,0901 * Elevation**.

Podíl jednotlivých frakcí suspendovaných částic PMx (%).

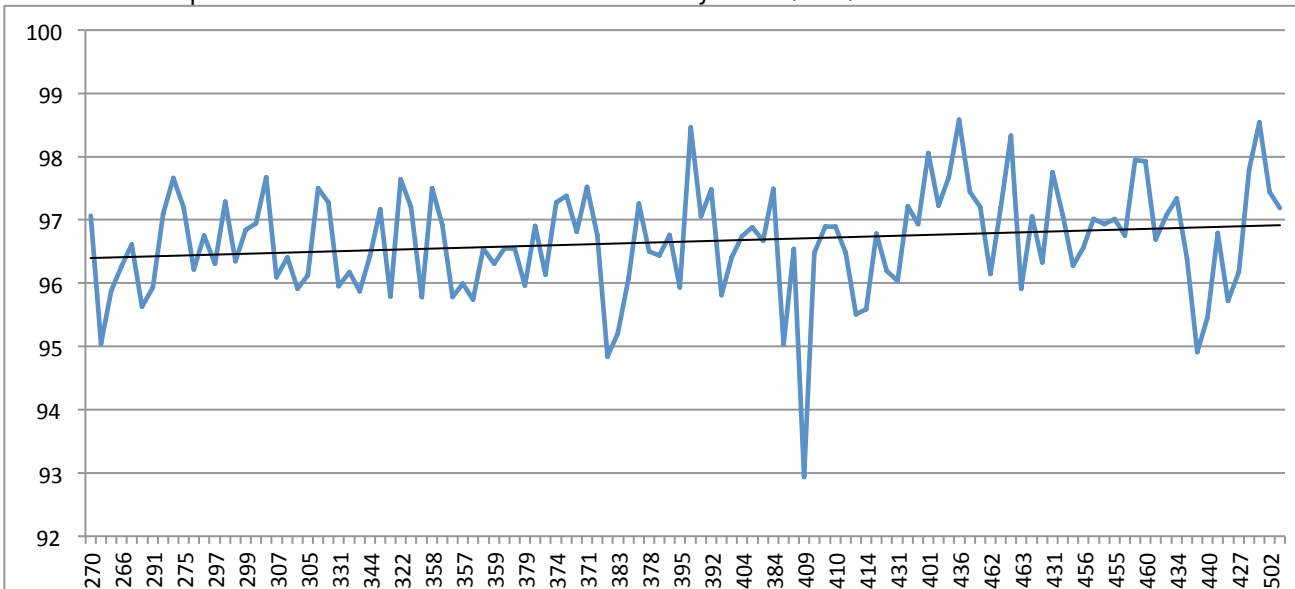




Trend zastoupení frakce PM2.5 v PM10 s rostoucí výškou (v %).



Trend zastoupení frakce PM1 v PM10 s rostoucí výškou (v %).



Shrnutí

Přízemní koncentrace PM10 odpovídá situaci v Ostravě dne 27.3.2014. Pokles koncentrací PM10 s výškou se zdá být relativně rovnoměrný. Závislost změny je vyjádřena korelačním koeficientem 0,8851. Suspendované částice obsahují 98,8 % částic menších než 2,5 mikrometru, resp. 96,6 % částic menších než 1 mikrometr. S rostoucí výškou podíl jemnějších částic mírně roste.

V Ostravě 7.4.2014

Mgr. Jiří Bílek



Protokol o měření

Měřící místo: Ostrava - Laguny Ostramo
GPS souřadnice: 49°50'26.82"S, 18°15'8.59"V
Nadmořská výška místa: 205 m.n.m.
Datum měření: 1.4.2014
Čas měření: od 10.50 do 14.00 hod

Popis místa měření:

Měření bylo provedeno přímo na dně vytěžené laguny R2. Jedná se o prostor v areálu lagun Ostramo v blízkosti sídliště Fifejdy (cca 300m). Lokalita reprezentuje jednu z nejvíce diskutovaných ekologických zátěží v Ostravě. Nejbližší významná komunikace je Mariánsko-horská, mezi lagunami a sídlištěm ve vzdálenosti cca 100 m. Laguny jsou součástí průmyslové oblasti ovlivňující zejména Ostravu Přívoz, společně s OKK Koksovny, Borsodchemem, Čistírnou odpadních vod a Spalovnou Spovo. Tyto zdroje se nacházejí severně a severovýchodně od lagun. Dálnice D47 je vzdušnou čarou přibližně 1,2 km daleko. Laguny mohou ovlivnit zejména velké sídliště Ostrava Fifejdy. V době měření byly laguny v klidu, dno laguny R2 je suché a prašné. V prostoru je cítit lehký zápach organického původu. Dno laguny je cca 5 metrů pod úrovní okolního terénu.



Fotografie z měření:





Počasí v době měření:

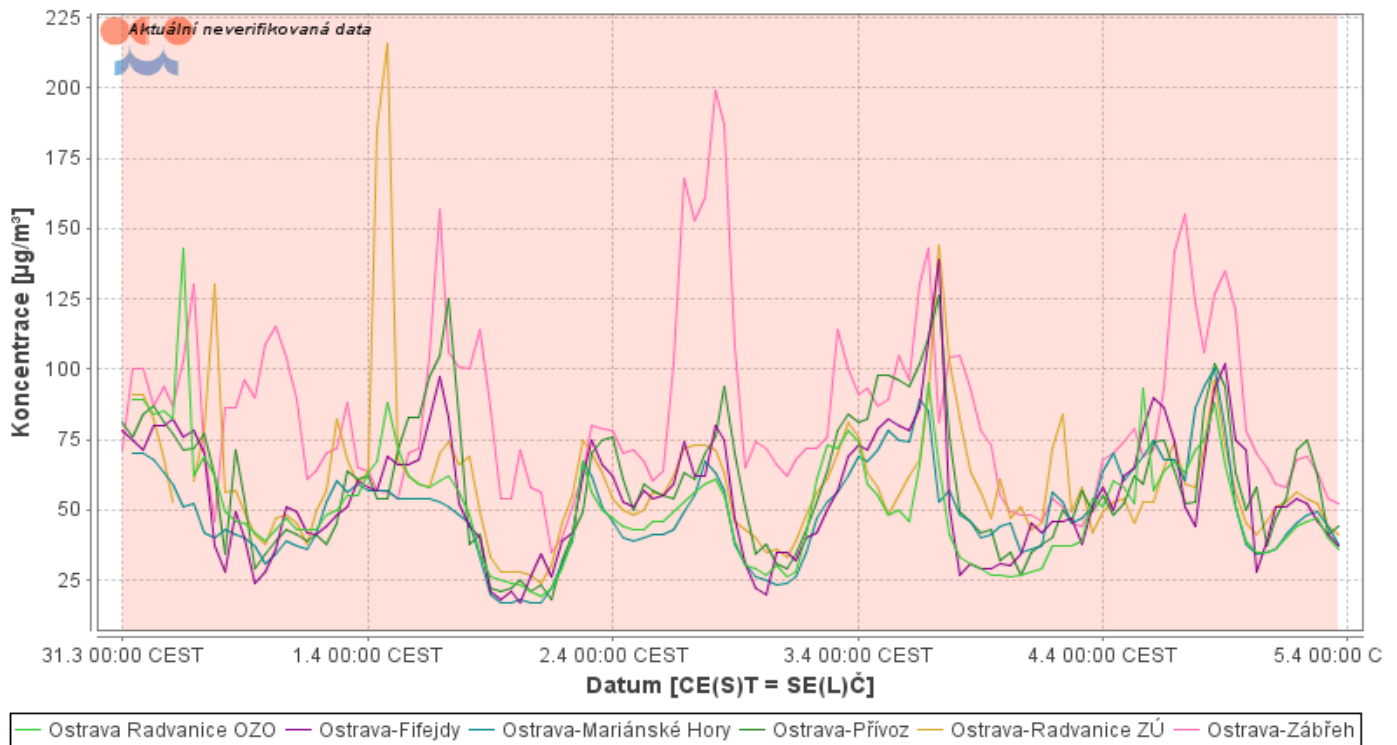
Při zahájení měření bylo jasno, slunečno, s teplotou od 12^o do 16^oC. Kolem poledne bylo občas polojasno. Na počátku bylo bezvětří (méně než 0,5 m/ sec) , později se vítr zrychloval až na 4 m/ sec (13 km/ hod), nevyskytovaly se poryvy větru. Směr proudění byl proměnlivý, později foukalo ze severu až SSZ. Viditelnost byla lepší než 10 km. Po dobu měření se balón zpočátku vyskytoval v nadhlavníku, později se přesunul podle větru, dle záznamu GPS.



Imisní situace ve městě:

PM₁₀ - částice PM₁₀, hodinový průměr

31.03.2014 - 04.04.2014



V období od 31.3. do 5.4.14 byly koncentrace PM₁₀ na Ostravských stanicích proměnlivé, v rozmezí 20 - 200 µg/m³. Na grafech je typická oscilace kolem platného limitu 50 µg/m³, daná sezóností - zejména teplotními změnami a charakteristickým chodem města, tedy nárůstem koncentrací ve večerních hodinách a "vyčištěním" v ranních hodinách. V den měření 1.4. se koncentrace "propadly" z 83 µg PM₁₀/m³ na cca 20 µg/m³ v době startu. Nejbližší stanice s automatickým programem měření PM₁₀ vzhledem k místu měření je Ostrava Fifejdy. Po celou dobu měření se koncentrace PM₁₀ na stanici Ostrava Fifejdy držela do 30 µg/m³ (viz. graf - data ČHMÚ). Trend koncentrací PM₁₀ byl víceméně na všech stanicích v Ostravě stejný.

Průběh měření:

Měření bylo zahájeno v 10.58 hod. Balon byl postupně vypouštěn po 15 metrech a každé výšce zůstal cca 5 minut. Pro hodnocení je pak k příslušné výšce přiřazen 3 minutový průměr koncentrací. Maximální výšky 486 m.n.m. dosáhl balón v 12.45 hod. Při sestupu byl balón kontrolně zastaven vždy po 50 metrech navinutého lana. Měření bylo ukončeno ve 13.43 hod.

Ke každé výšce existuje záznam:

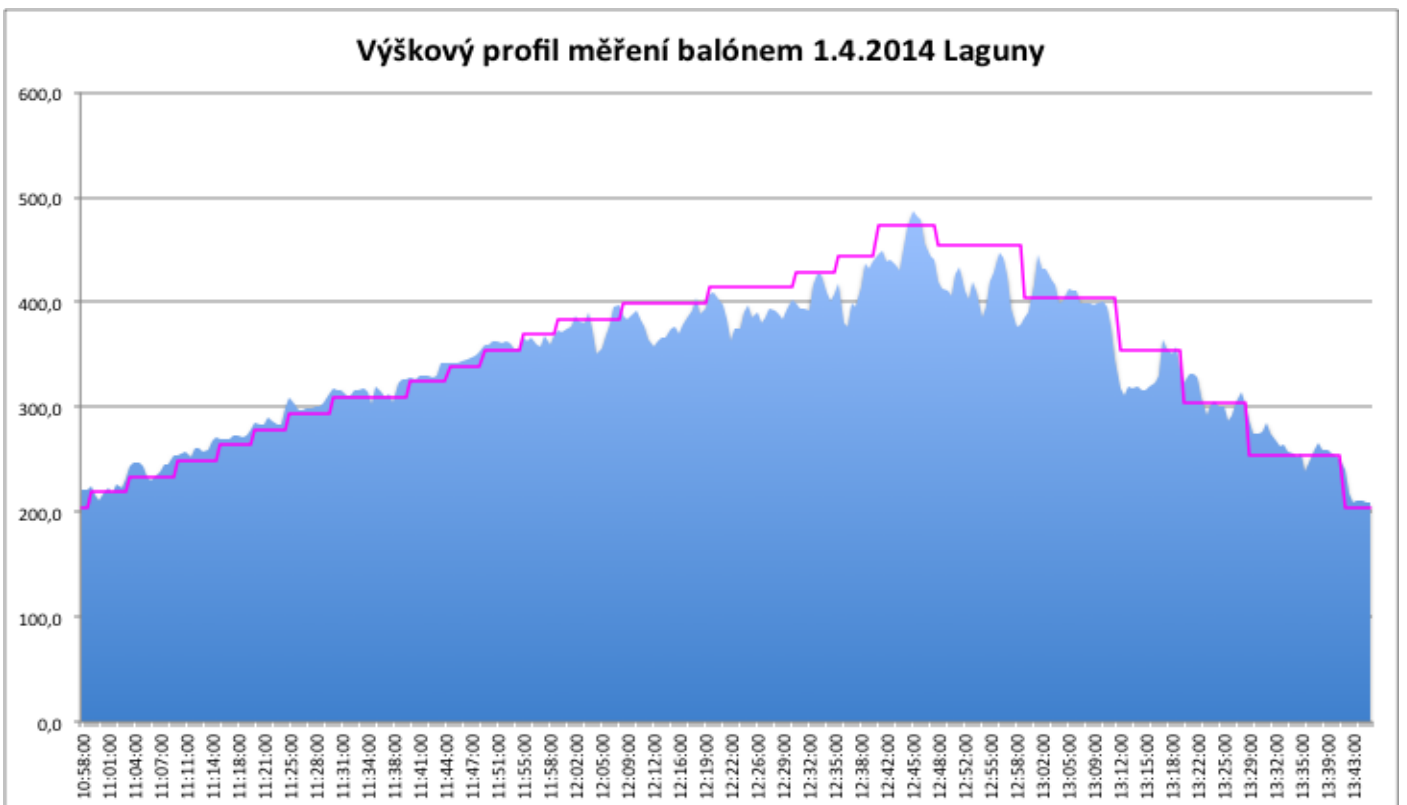
- koncentrace PM₁₀, PM_{2.5} a PM₁
- počet částic v litru v třídách 0,265 - 0,290 - 0,325 - 0,375 - 0,425 - 0,475 - 0,540 - 0,615 - 0,675 - 0,750 - 0,900 - 1,150 - 1,450 - 1,800 - 2,250 - 2,750 - 3,250 - 3,750 - 4,500 - 5,75 - 7,0 - 8,0 - 9,25 - 11,25 - 13,75 - 16,25 - 18,75 - 22,5 - 27,5 - 31,0 - 34,0 mikrometrů
- teplota, tlak, vlhkost
- GPS souřadnice - pohyb balónu ve výšce
- aktuální údaj o nadmořské výšce, včetně poklesů balónu



Záznam z GPS - pohyb balonu z hlediska pozice



Záznam o nadmořské výšce

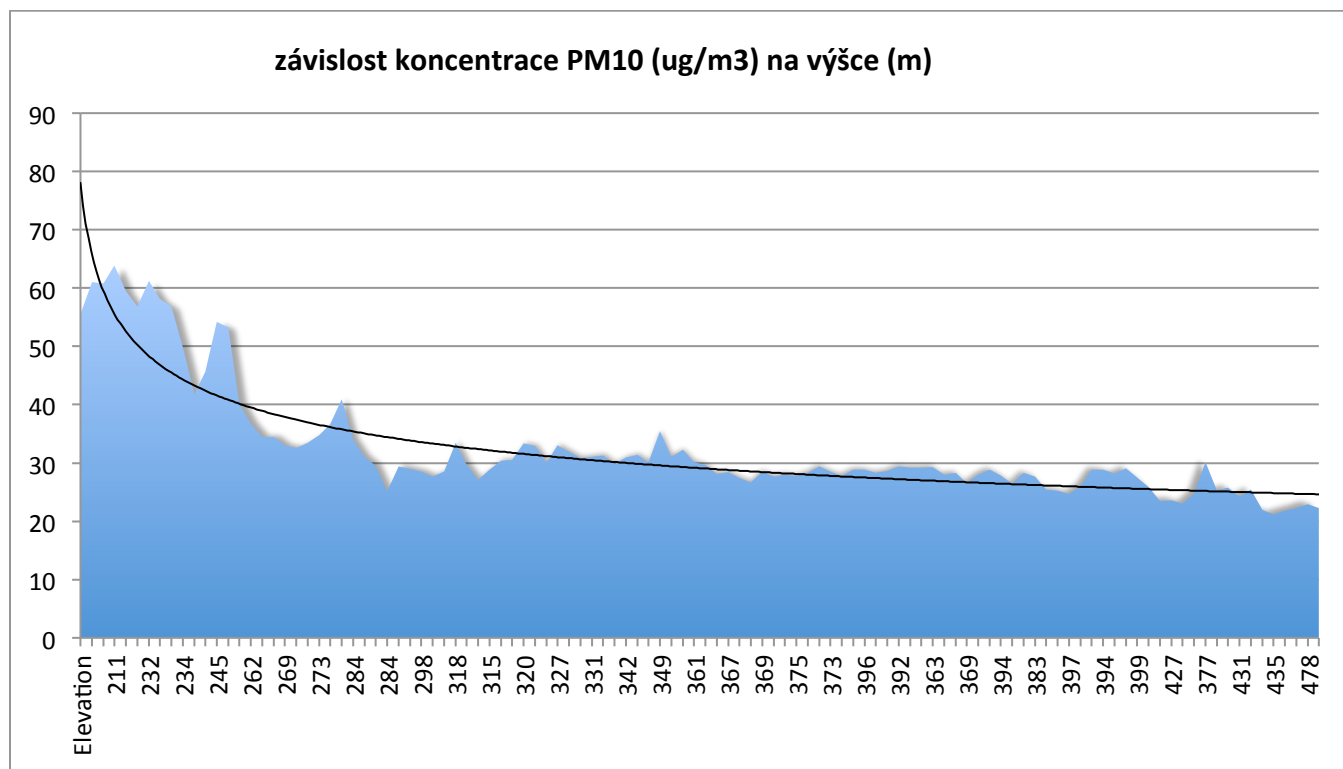




Nadmořská výška při startu 205 m.n.m. v 10.58, postupně se balón vypouští do výšky a maxima dosahuje v 12:45 hod. Při sestupu je patrné zastavení v různých výškách, po cca 50 metrech. Měření bylo ukončeno v 13.43. Na křivce je zřetelně vidět, že se výška balónu v průběhu měření mění. V trendu křivky je patrné 17 měřených hladin při stoupání a 2 při klesání.

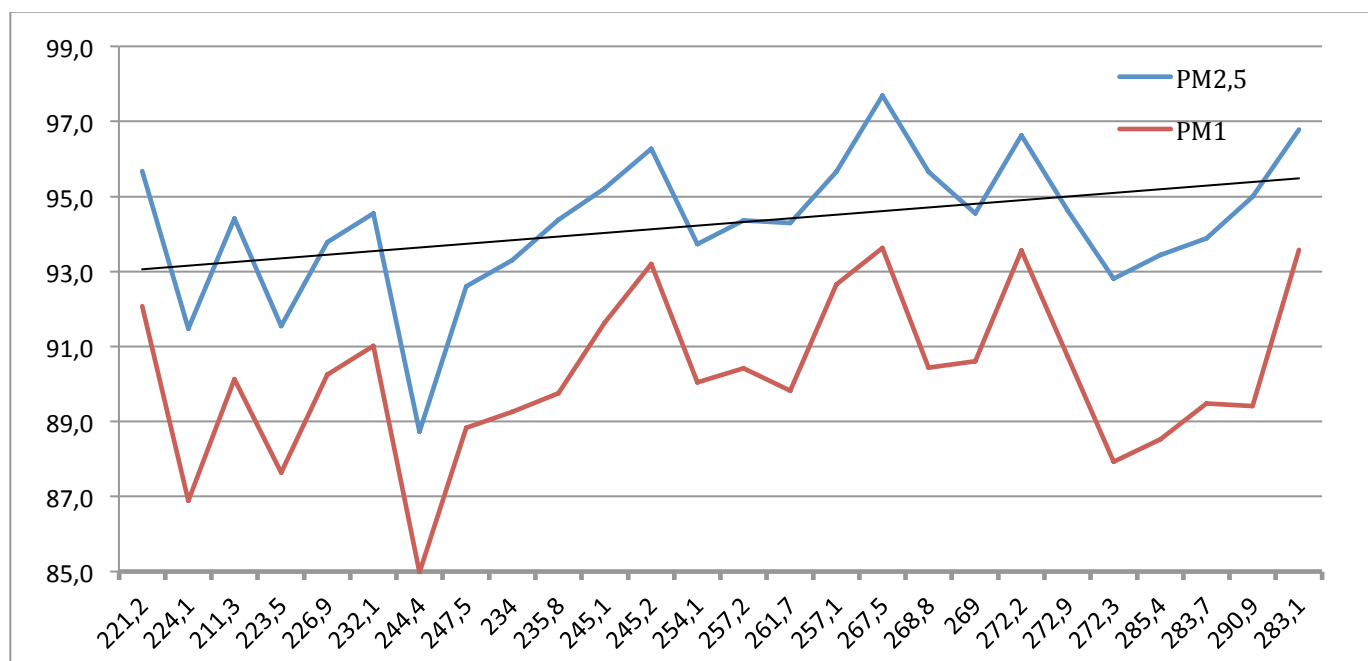
Naměřené koncentrace PM10

čas	popuštěná výška (m)	skutečná nadmořská výška v metrech	PM10	PM2,5	PM1	tlak větru na balón km/ hod
10:59 11:03	15	224	60,4	56,2	53,8	0,3
11:04 11:09	30	242	52,2	48,7	46,7	0,4
11:10 11:14	45	260	43,8	41,6	39,9	0,5
11:15 11:19	60	271	33,7	31,9	30,5	0,5
11:20 11:24	75	285	34,4	32,7	31,1	0,8
11:25 11:29	90	302	27,9	26,8	25,7	0,7
11:30 11:39	105	314	30,5	28,8	27,3	1,7
11:40 11:44	120	331	31,6	29,7	28,2	1,6
11:45 11:48	135	345	30,6	29,1	28,1	1,4
11:50 11:54	150	360	31,7	29,1	27,6	1,2
11:55 11:59	165	365	27,8	27,1	26,2	3,0
12:00 12:07	180	376	28,3	27,5	26,5	2,1
12:08 12:19	195	381	28,5	27,7	26,8	2,3
12:20 12:30	210	390	27,0	26,0	24,9	2,1
12:31 12:35	225	407	25,9	24,9	23,9	1,8
12:36 12:40	240	412	25,8	23,8	22,4	4,2
12:41 12:48	270	454	22,8	21,8	20,8	4,5



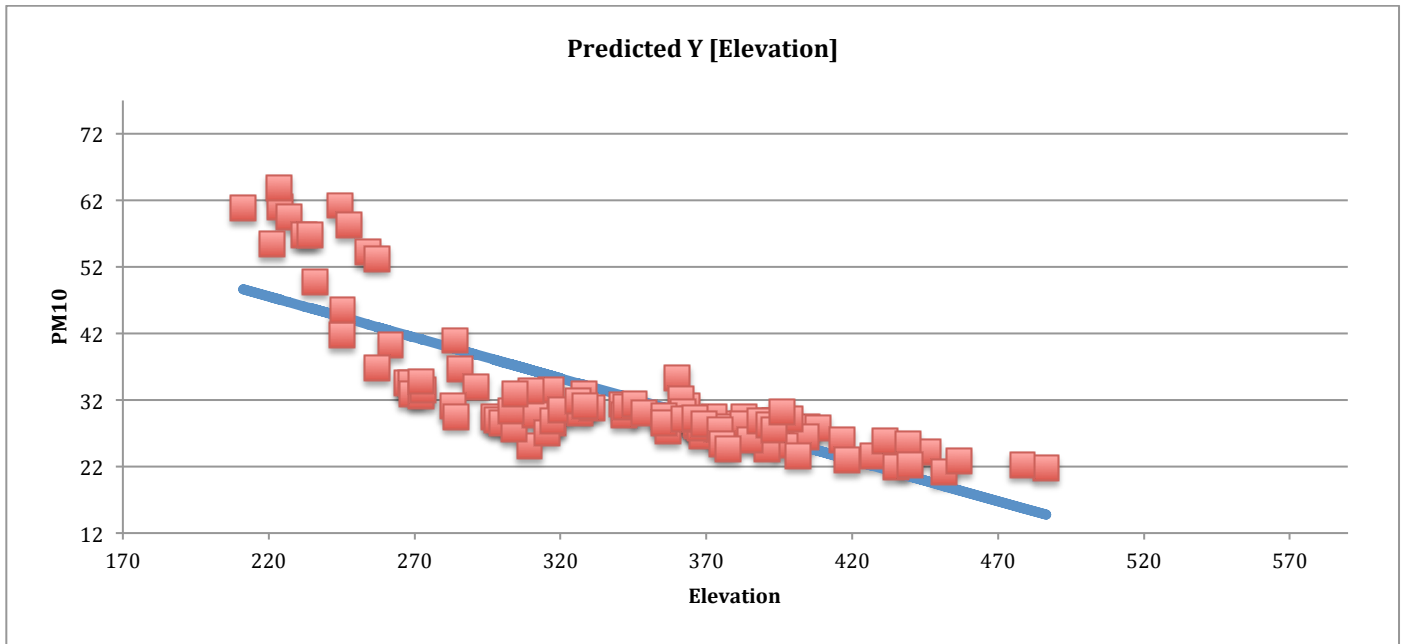
V datech i na grafu je zřetelný koncentrační skok asi 50 metrů nad povrchem. Toto snížení je o téměř na polovinu přízemní hodnoty. Vzhledem k tomu, že v době startu byly koncentrace PM10 na stanicích v Ostravě na úrovni 30 ug/m3, dá se usoudit, že právě prvních 50 metrů je silně zatíženo prašností z lagun. Nad 50 metrů se tyto částice dostanou v menší míře.

Trend v navyšování jemnějších frakcí PM2.5 a PM1 v PM10 v prvních 60 metrech výšky nad povrchem



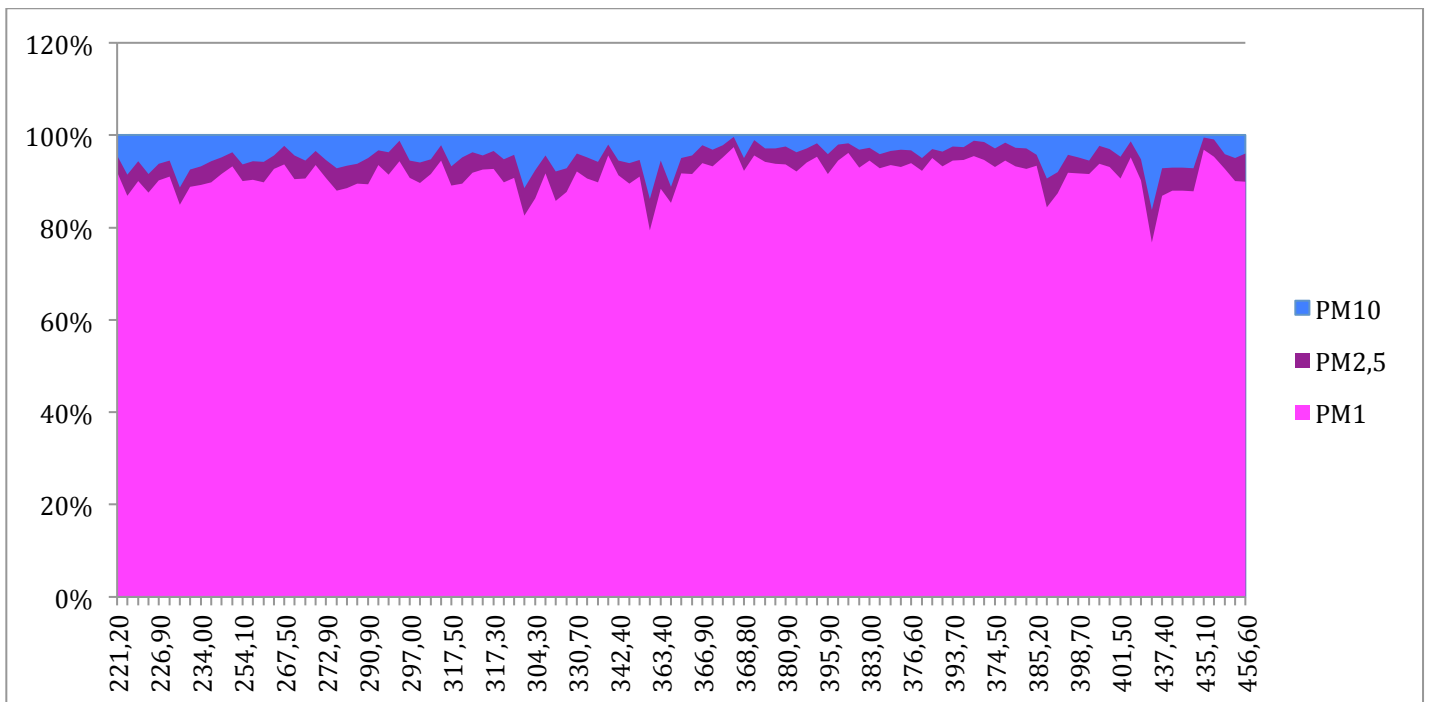


Na prvních 60 metrech dojde k navýšení počtu částic PM2.5 v PM10 o 3 % tj. z 93 na 96%. Následně od 60 metrů do maximální výšky 490 m.n.m. dojde ke změně o cca 0,7%. Vrstva do 50 metrů je více zasytjena většími částicemi, jejichž zdrojem je sekundární prašnost.



Pearsonův korelační koeficient je 0,8069, vazba koncentrací PM10 na výšce je tedy velmi těsná. Shluk vysokých koncentrací ve výšce do 50 m je patrný. Regresní závislost je možné popsat **PM10 = 74,6285 - 0,1231 * Elevation.**

Podíl jednotlivých frakcí suspendovaných částic PMx (%).





Shrnutí

Přízemní koncentrace PM10 neodpovídá situaci v Ostravě dne 1.4.2014. Příčinou je velké množství sekundárního prachu přímo z prostoru lagun. Proto je zřetelně vyšší koncentrace hrubších částic v přízemní vrstvě do cca 50 ti metrů. Následně dochází k postupnému poklesu koncentrace PM10 o cca 15% stejně jako u ostatních měření.

V Ostravě 7.4.2014

Mgr. Jiří Bílek



Protokol o měření

Měřící místo: Ostrava,
odval Heřmanice
GPS souřadnice:
49°51'58.95"S, 18°19'22.85"V
Nadmořská výška místa: 210 m.n.m.
Datum měření: 2.4.2014
Čas měření: od 10.00 do 12.30 hod

Popis místa měření:

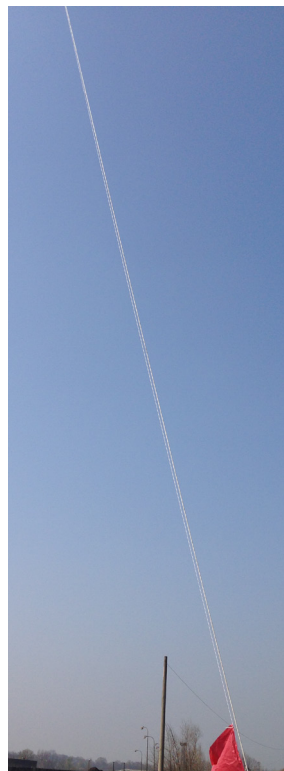
Měření bylo provedeno v blízkosti nejvíce aktivního odvalu Heřmanice. Lokalita reprezentuje jednu z nejvíce diskutovaných ekologických zátěží v Ostravě. Na odvalu probíhaly průběžné práce s poměrně intenzivní dopravou, zejména rekultivace v blízkosti Heřmanického rybníka. Nejbližší významná komunikace je Orlovská ve vzdálenosti cca 200 metrů. Oblast je zastavěna rodinnými domky ve vzdálenosti cca 500 metrů od odvalu. Poloha odvalu na severovýchodě Ostravy ji přiřazuje k ostatním lokálním zdrojům znečištění ovzduší.

Průmyslové komplexy Ostravy jsou poměrně daleko, více jak 3,5 km. O vlivu odvalů se vedou neustále diskuse, jejich dopad je podle existujících studií pouze lokální. Odval Heřmanice na mnoha místech pod povrchem hoří. V blízkosti odvalu je firma zpracovávající kovošrot. Aktivní práce této firmy a běžná činnost v souvislosti s odvalem vede místně k vysoké prašnosti. Celá oblast je pokryta jemným, mazlavým prachem, který neustále zviřuje doprava. Ze samotné haldy jsme zaznamenali opticky pouze 1 x za dobu měření oblak červeného prachu.





Fotografie z měření:





Počasí v době měření:

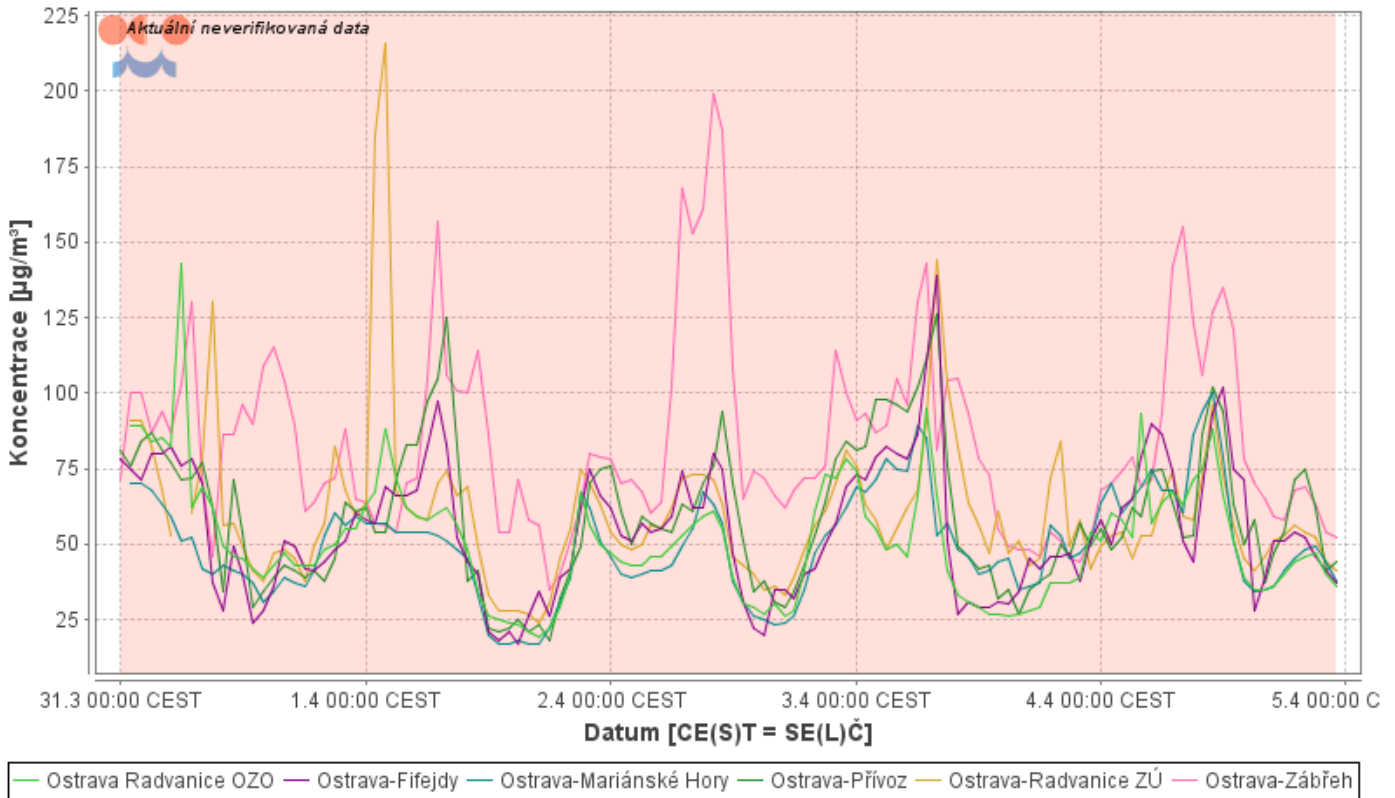
Při zahájení měření bylo jasno, slunečno, s teplotou od 8^o do 15^oC. Na počátku bylo téměř bezvětří (méně než 0,5 m/ sec) , později se vítr zrychloval až na 3 m/ sec (10 km/ hod), nevyskytovaly se poryvy větru. Směr proudění byl proměnlivý, později foukalo ze severu až SSZ. Viditelnost byla lepší než 10 km. Po dobu měření se balón z počátku vyskytoval v nadhlavníku, později se přesunul podle větru, dle záznamu na GPS.



Imisní situace ve městě:

PM₁₀ - částice PM10, hodinový průměr

31.03.2014 - 04.04.2014



V období od 31.3. do 5.4.14 byly koncentrace PM10 na Ostravských stanicích proměnlivé, v rozmezí 20 - 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Na grafech je typická oscilace kolem platného limitu 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, daná sezóností - zejména teplotními změnami a charakteristickým chodem města, tedy nárůstem koncentrací ve večerních hodinách a "vyčištěním" v ranních hodinách. V den měření 2.4. se koncentrace "propadly" z 94 $\mu\text{g PM}_{10}/\text{m}^3$ na cca 34 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ v době startu. Nejbližší stanice s automatickým programem měření PM10 vzhledem k místu měření je Ostrava Přívov. Průběh koncentrací PM10 na všech stanicích v Ostravě byl podobný (viz. graf - data ČHMÚ).

Průběh měření:

Měření bylo zahájeno v 10.30 hod. Balon byl postupně vypouštěn po 15 metrech a každé výšce zůstal cca 5 minut. Pro hodnocení je pak k příslušné výšce přiřazen 3 minutový průměr koncentrací. Maximální výšky 409 m.n.m. dosáhl balón v 11.24 hod. Při sestupu byl balón rychle stažen dolů z technických důvodů. Měření bylo ukončeno ve 11.40 hod.

Ke každé výšce existuje záznam:

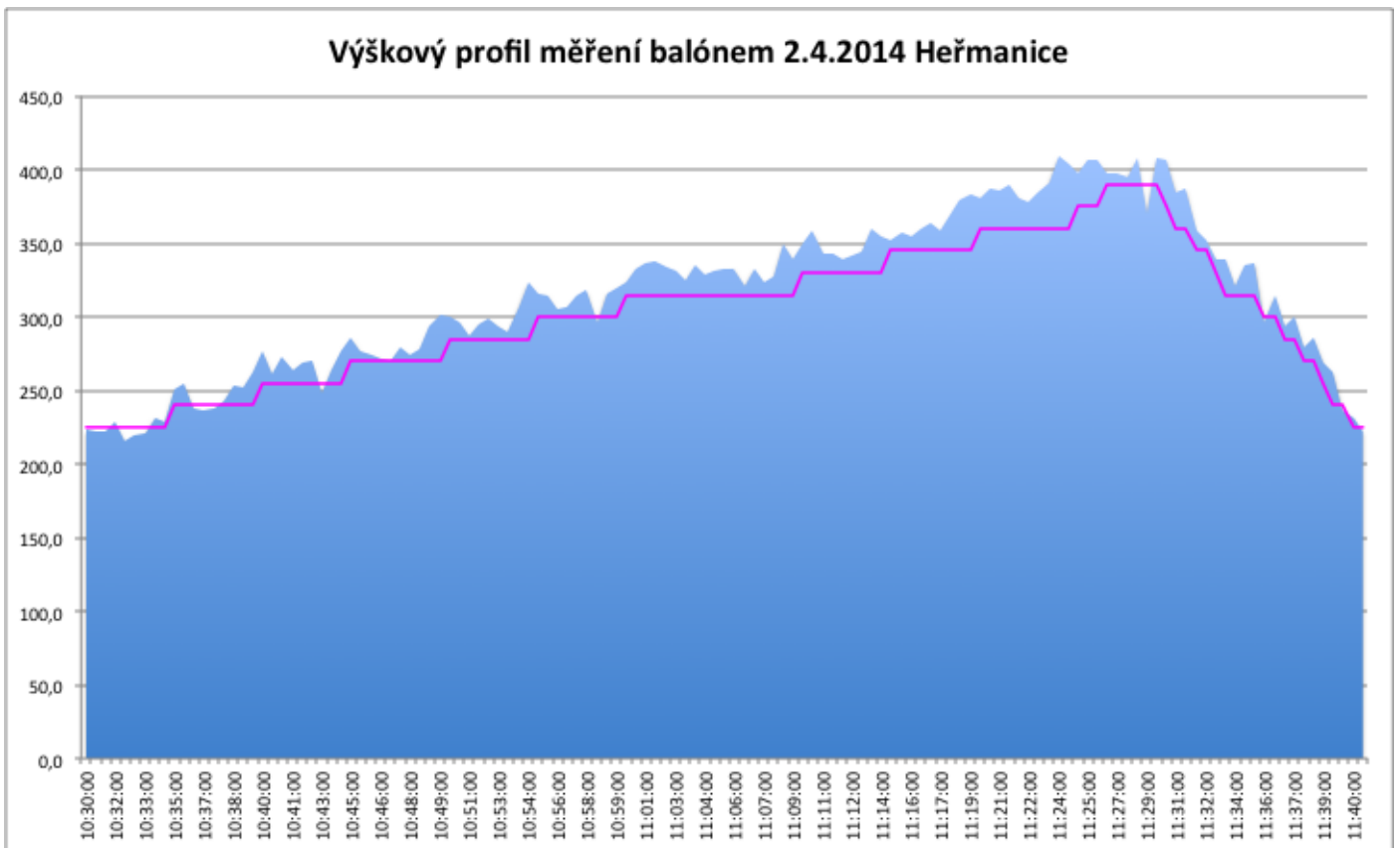
- koncentrace PM10, PM2.5 a PM1
- počet částic v litru v třídách 0,265 - 0,290 - 0,325 - 0,375 - 0,425 - 0,475 - 0,540 - 0,615 - 0,675 - 0,750 - 0,900 - 1,150 - 1,450 - 1,800 - 2,250 - 2,750 - 3,250 - 3,750 - 4,500 - 5,75 - 7,0 - 8,0 - 9,25 - 11,25 - 13,75 - 16,25 - 18,75 - 22,5 - 27,5 - 31,0 - 34,0 mikrometrů
- teplota, tlak, vlhkost
- GPS souřadnice - pohyb balónu ve výšce
- aktuální údaj o nadmořské výšce, včetně poklesů balónu



Záznam z GPS - pohyb balonu z hlediska pozice



Záznam o nadmořské výšce



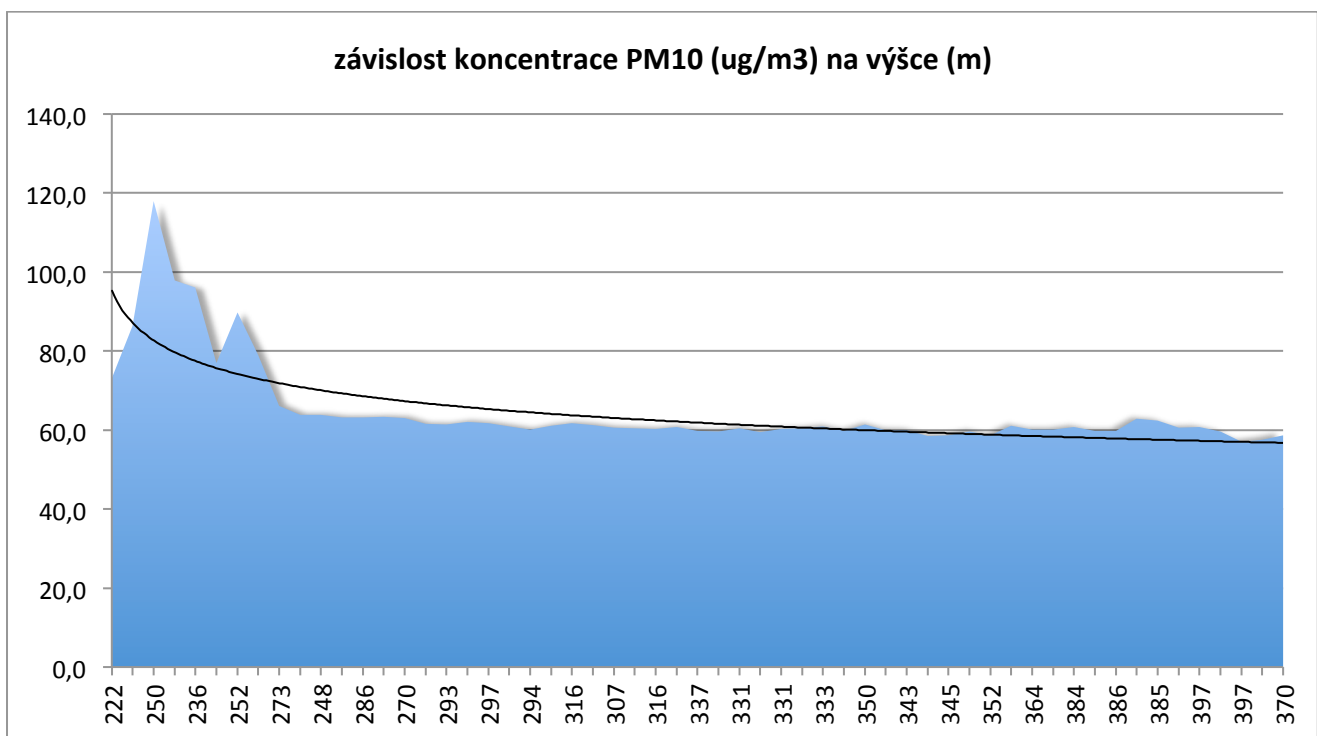
Nadmořská výška při startu 210 m.n.m. v 10.30, postupně se balón vypouští do výšky a maxima dosahuje v 11:24 hod. Při sestupu jsme postupovali rychleji a hladiny jsou dány pouze

manipulací. Měření bylo ukončeno v 11.40. Na křivce je zřetelně vidět, že se výška balónu v průběhu měření mění. V trendu křivky je patrné 12 měřených hladin při stoupání a 1 při klesání. Podmínky v den měření neumožnily balón dostat do větší výšky.

Naměřené koncentrace PM10

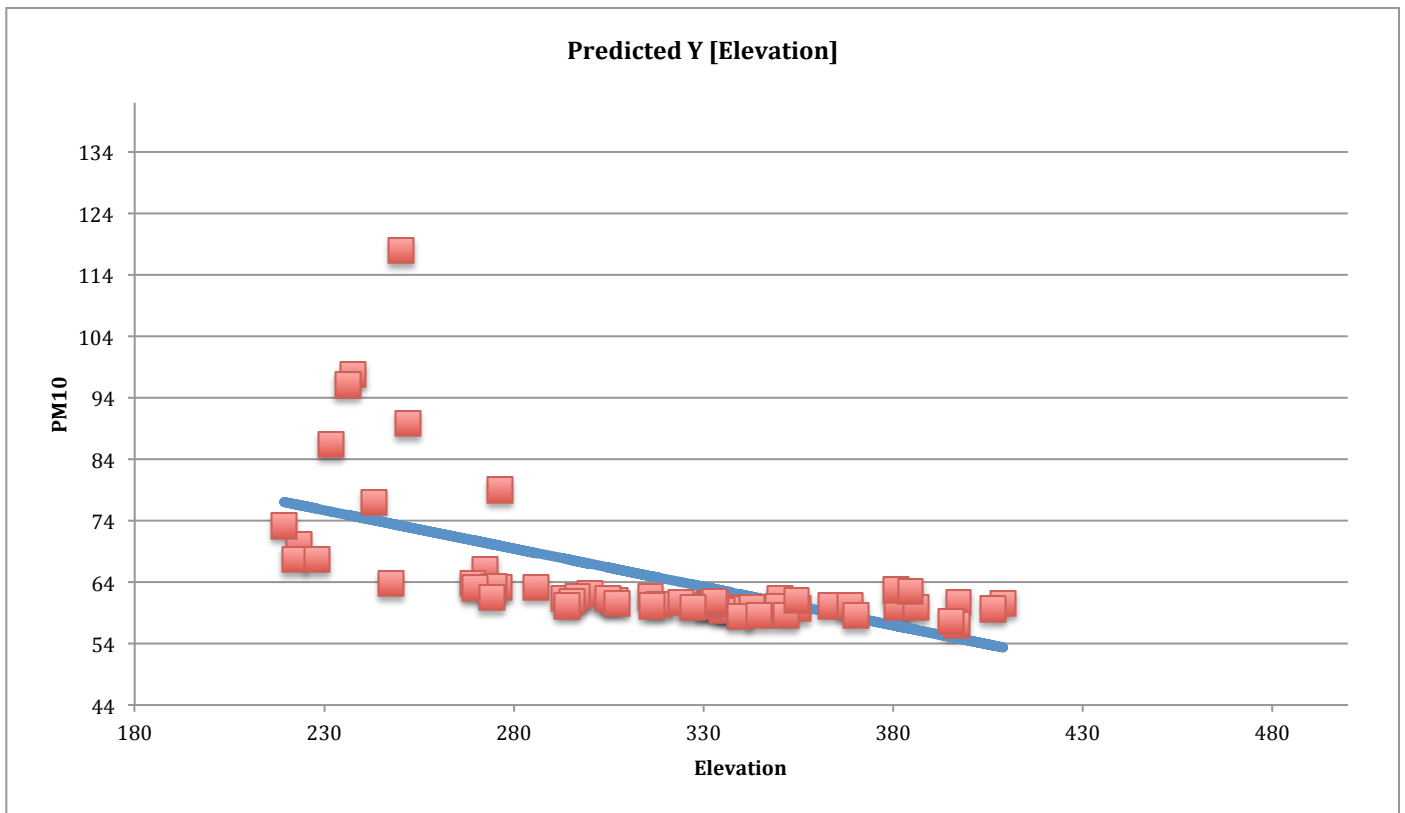
čas	popuštěná výška (m)	skutečná nadmořská výška v metrech	PM10	PM2,5	PM1	tlak větru na balón km/hod
10:30 10:34	15	225	73,0	67,3	63,7	0,8
10:35 10:39	30	244	95,7	72,8	63,4	1,0
10:40 10:44	45	268	67,2	63,3	60,7	0,8
10:45 10:49	60	280	62,5	60,9	58,9	1,2
10:50 10:54	75	299	61,2	59,7	57,8	1,2
10:55 10:59	90	312	60,8	59,3	57,3	1,2
11:00 11:09	105	334	60,3	58,8	56,9	2,2
11:10 11:14	120	346	59,3	57,9	56,2	1,8
11:15 11:19	135	364	60,1	58,3	56,3	1,2
11:20 11:24	150	388	61,1	59,1	57,1	3,4
11:25 11:26	165	402	60,2	57,9	55,6	3,0
11:27 11:29	180	388	57,7	56,2	54,3	1,7

Trendy koncentrací





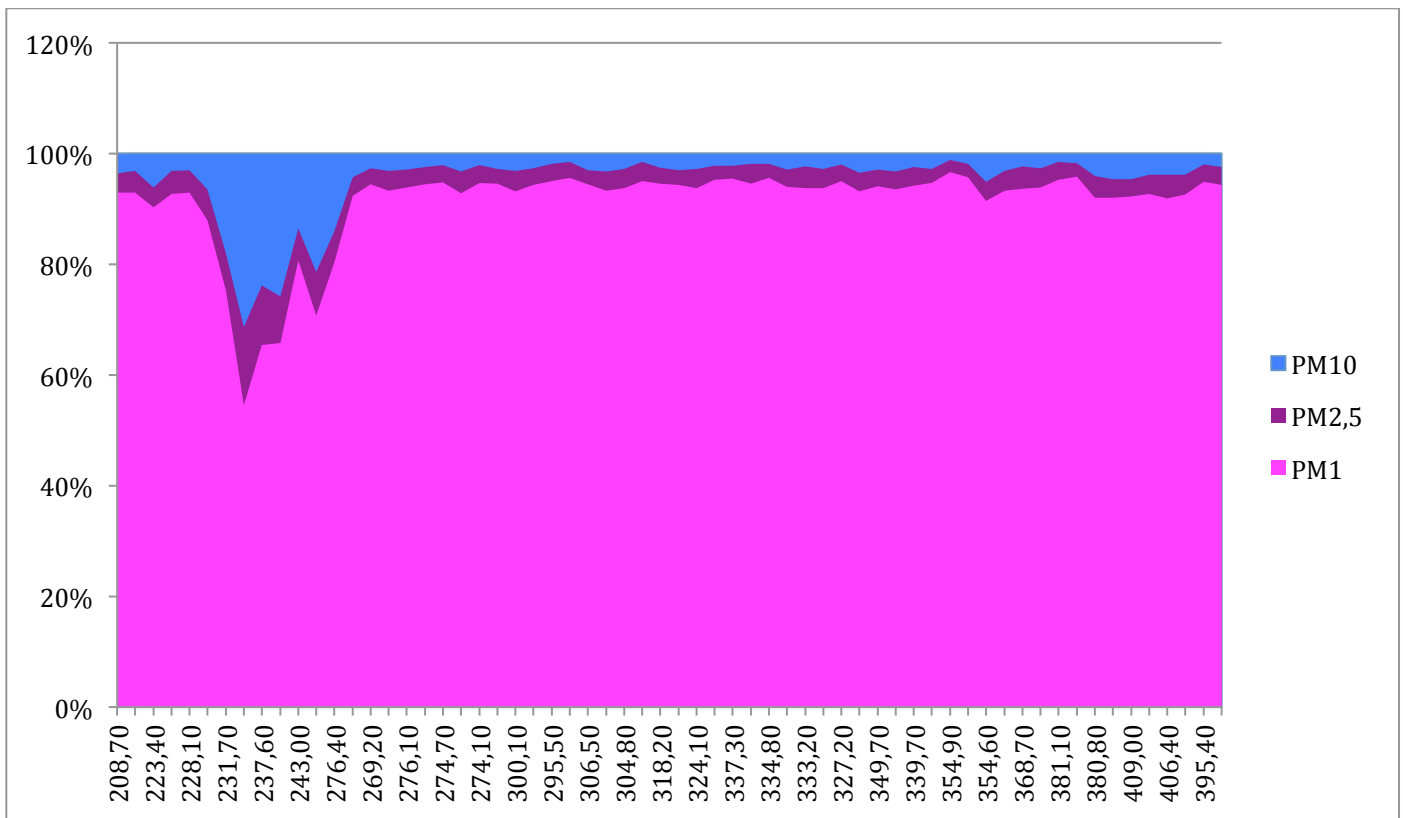
V datech i na grafu je zřetelný koncentrační skok asi 50 metrů nad povrchem. Toto snížení je o téměř na polovinu předchozích hodnot. Vzhledem k tomu, že v době startu byly koncentrace PM10 na stanicích v Ostravě na úrovni 30 ug/m³, dá se usoudit, že právě prvních 50 metrů je silně zatíženo prašností z odvalu Heřmanice. Nad 50 metrů se tyto částice dostanou v menší míře.



Pearsonův korelační koeficient je 0,5927, vazba koncentrací PM10 na výšce je významná, ale ne tak těsná jako u ostatních měření. Z hodnoceného souboru nebyly odstraněny vysoké koncentrace v malých výškách. Po odstranění koncentrací do 50 metrů výšky dojde ke zhoršení vzájemné korelace. Je zřejmé, že hodnoty PM10 se dále z výškou prakticky nemění. Regresní závislost je možné popsat **PM10 = 104,3754 - 0,1247 * Elevation**.



Podíl jednotlivých frakcí suspendovaných částic PMx (%).



Shrnutí

Přízemní koncentrace PM10 neodpovídá situaci v Ostravě dne 14.3.2014. Vysoké koncentrace PM10 způsobuje sekundární prašnost v blízkosti odvalu, která je daná nejen běžnou činností při rekultivaci odvalu, ale i prací v areálu sousedícího kovošrotu. Netypický podíl větších částic je zřetelný i z grafu do výšky cca 50 m. Ve vyšších vrstvách, které jsou velmi homogenní je podíl PM2.5 v PM10 na úrovni 98% a PM1 pak 95%.

V Ostravě 24.3.2014

Mgr. Jiří Bílek

Závěr:

Interpretovaná měření

místo	lokalizace
Slezská Ostrava, stadion Baník	49° 50' 35" S , 18° 18' 0" V
Ostrava, Nová Karolína	49° 49' 48" S , 18° 17' 20" V
Ostrava Radvanice	49°48'24.06"S, 18°20'39.50"V
Ostrava - Laguny Diamo	49°50'26.82"S, 18°15'8.59"V
Ostrava Heřmanice, odval Heřmanice	49°51'58.95"S, 18°19'22.85"V

Hodnocení jednotlivých výsledků je v rámci vložených protokolů.

Po ukončení netopné sezóny proběhne interpretace společně se SZÚ Praha.



Mgr. Jiří Bílek



Richard Hladký