



7 denní experimentální měření imísí v lokalitě Košíky u Otrokovic

Obsah

1	Úvod	3
2	Technická specifikace	4
3	Meteorologické podmínky	5
3.1	Teplota vzduchu	5
3.2	Rychlost a směr větru	6
3.3	Relativní vlhkost	8
4	Výsledky měření kvality ovzduší	9
4.1	Částice PM ₁₀ , PM _{2,5} a PM ₁	9
4.1.1	Výsledky měření v lokalitě Košíky	10
4.2	Oxidy dusíku NO, NO ₂ a Nox	19
4.2.1	Výsledky měření oxidů dusíku v lokalitě Košíky	20
4.3	Troposférický ozón O ₃	25
4.3.1	Výsledky měření troposférického ozónu v lokalitě Košíky	25
4.4	Oxid siřičitý SO ₂	29
4.4.1	Výsledky měření oxidu siřičitého v lokalitě Košíky	30
4.5	Oxid uhelnatý CO	31
4.5.1	Výsledky měření oxidu uhelnatého v lokalitě Košíky	32
4.6	Polyaromatické uhlovodíky (PAH)	35
4.7	Oxid uhličitý CO ₂	38
5	Závěry	39
6	Citovaná literatura	40

1 Úvod

Měření kvality ovzduší probíhalo v Košíkách od 12. 12. 2012 do 20. 12. 2012. Měření bylo realizováno na základě zakázky Krajského Úřadu Zlínského kraje a jeho účelem bylo proměření lokality Košíky u Otrokovic.

2 Technická specifikace

V Košíkách probíhalo měření následujících veličin:

- Prašný aerosol do velikosti 10 μm aerodynamického průměru – PM₁₀
- Prašný aerosol do velikosti 2,5 μm aerodynamického průměru – PM_{2,5}
- Prašný aerosol do velikosti 1 μm aerodynamického průměru – PM₁
- Oxid dusnatý – NO
- Oxid dusičitý – NO₂
- Oxidy dusíku – NOx
- Troposférický ozón – O₃
- Oxid uhelnatý – CO
- Oxid uhličitý – CO₂
- Meteoprvky – teplota, vlhkost, tlak, rychlost a směr větru.

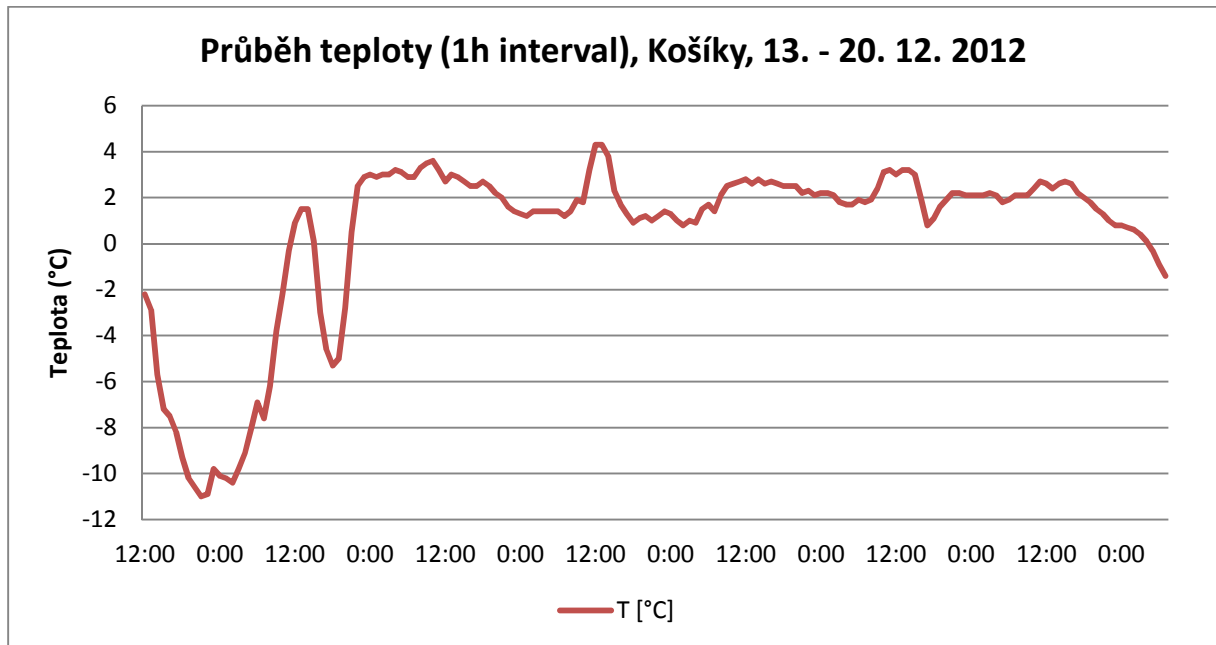
Umístění stanice, viz přiložené fotografie.



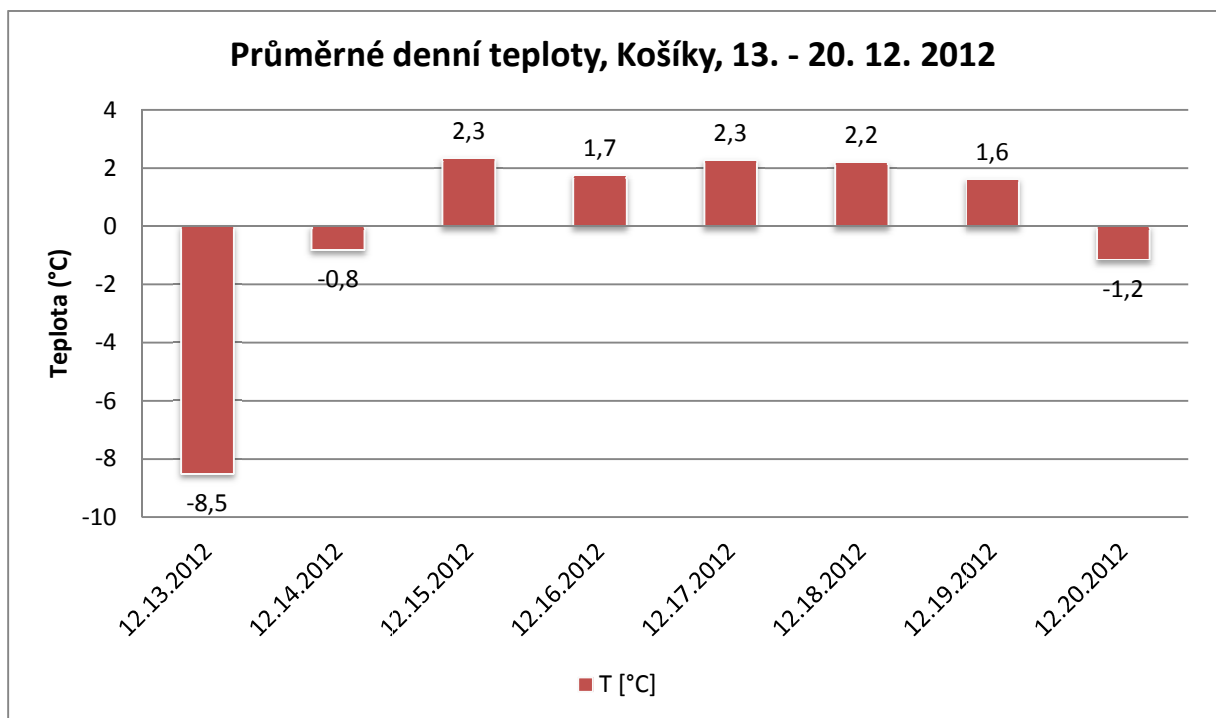
3 Meteorologické podmínky

3.1 Teplota vzduchu

Teplota vzduchu se během ambulantního měření pohybovala v intervalu od +4 do -11 °C z hlediska hodinových hodnot (Obr. 1). Průměrné denní teploty se pohybovaly v rozmezí 2,3 až -8,5 °C (Obr. 2).



Obr. 1 - Průběh teploty (1h interval), Košíky, 13. - 20. 12. 2012

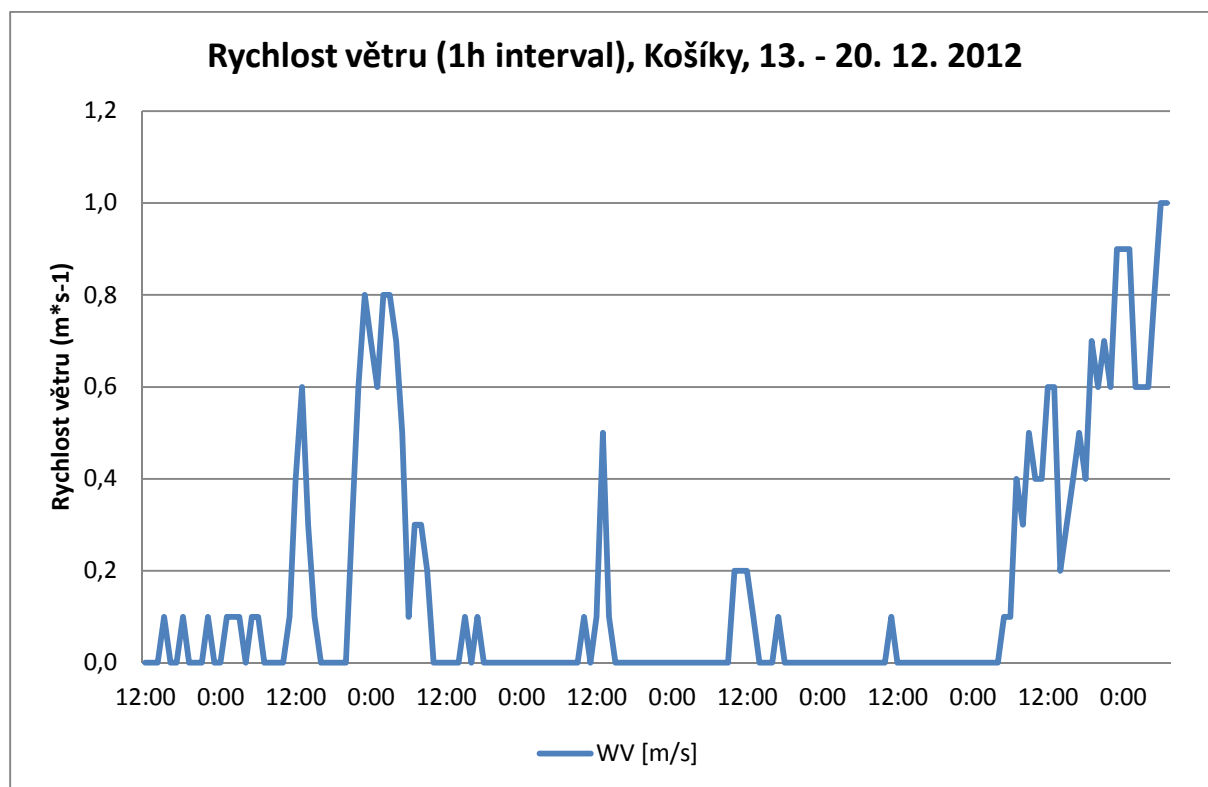


Obr. 2 - Průměrné denní teploty, Košíky, 13. - 20. 12. 2012

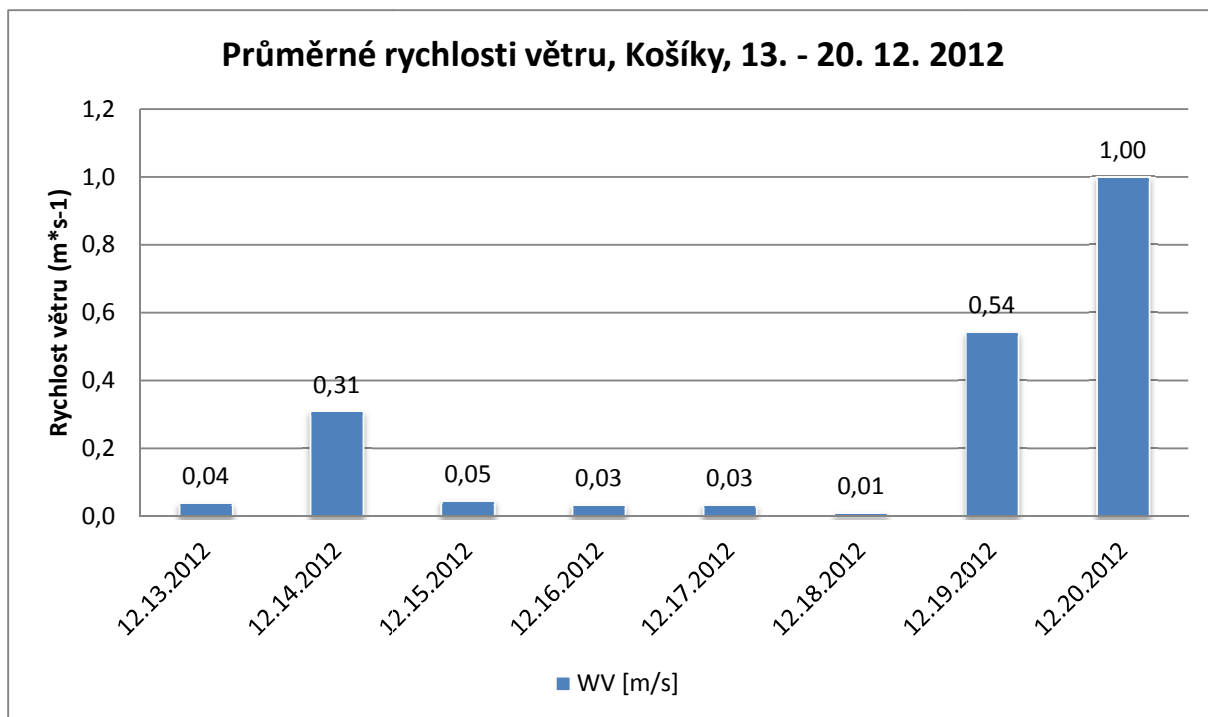
3.2 Rychlost a směr větru

Rychlosti větru se po čas kampaně pohybovaly z hlediska hodinových hodnot v intervalu od bezvětří až po $1,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ (Obr. 3), z hlediska průměrných denních hodnot se interval rychlostí větru pohyboval od bezvětří do $1,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ (Obr. 4).

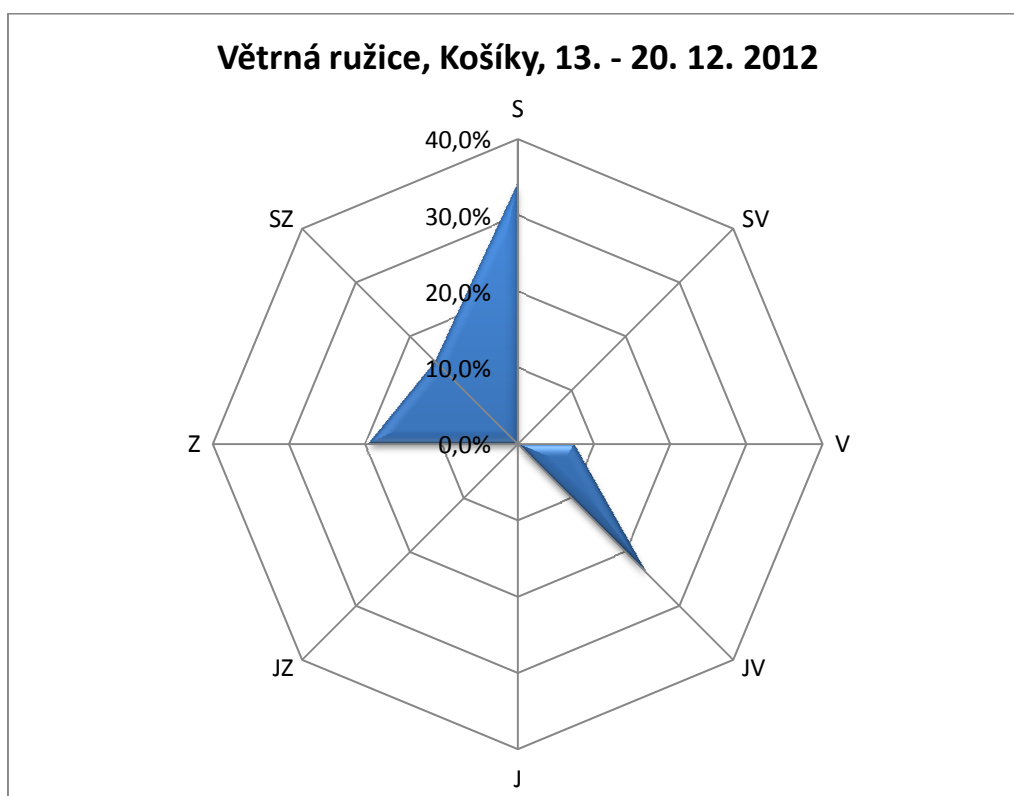
Větrná ružice na Obr. 5 reprezentuje relativní zastoupení směrů větru v lokalitě Košíky po čas kampaně. Z ružice je patrné, že zastoupeny jsou převážně severní a dále západní a jihovýchodní směry.



Obr. 3 - Rychlosti větru (1h interval), Košíky, 13. - 20. 12. 2012



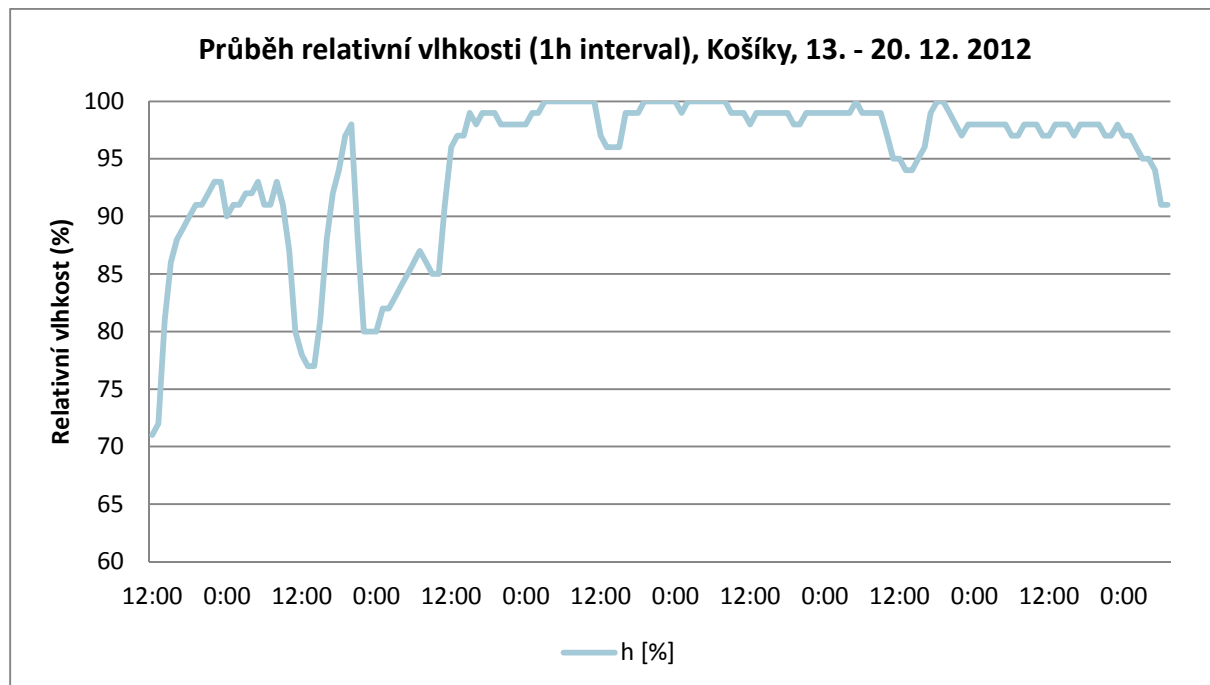
Obr. 4 - Průměrné rychlosti větru, Košíky, 13. - 20. 12. 2012



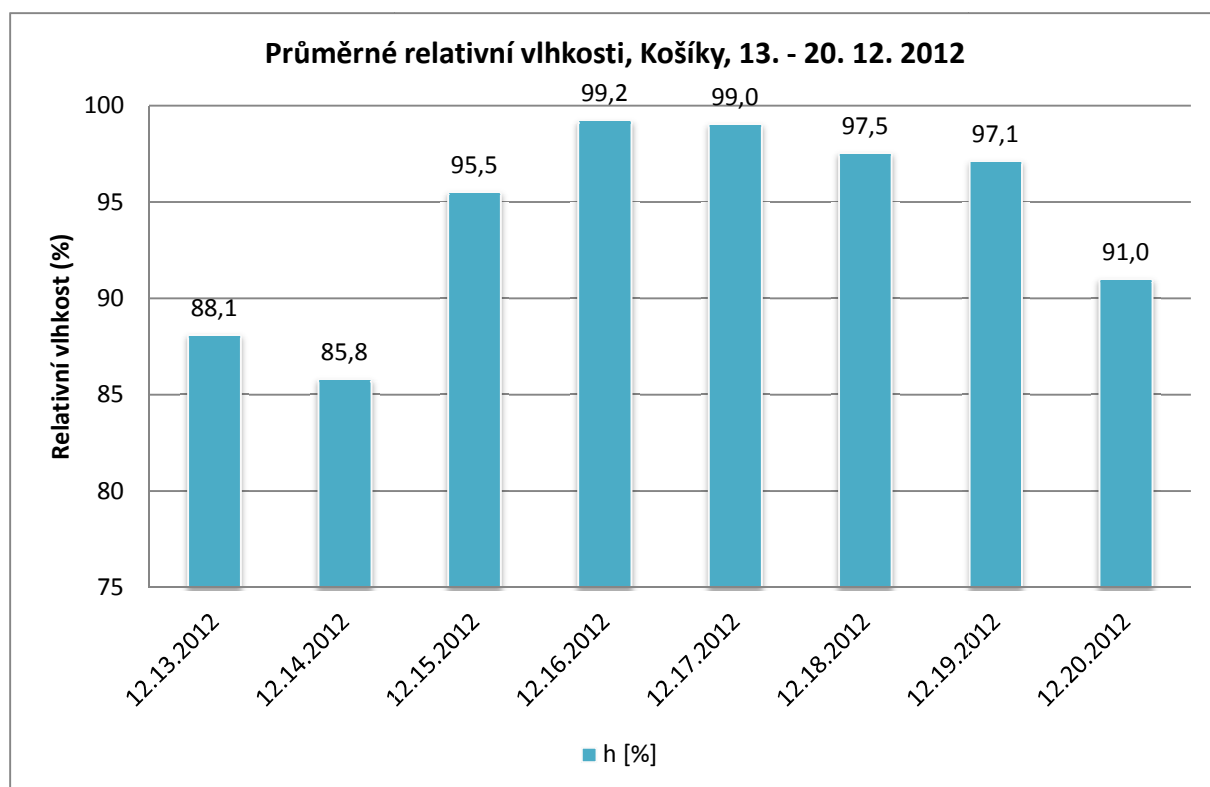
Obr. 5 - Větrná ružice, Košíky, 13. - 20. 12. 2012

3.3 Relativní vlhkost

Relativní vlhkost se po čas kampaně pohybovala z hlediska hodinových hodnot v intervalu od 70 do 100 % (Obr. 6), z hlediska průměrných denních hodnot se interval relativních vlhkostí vzduchu pohyboval od 85 do 99 % (Obr. 7).



Obr. 6 - Průběh relativních vlhkostí (1h interval), Košíky, 13. - 20. 12. 2012



Obr. 7 - Průměrné denní relativní vlhkosti, Košíky, 13. - 20. 12. 2012

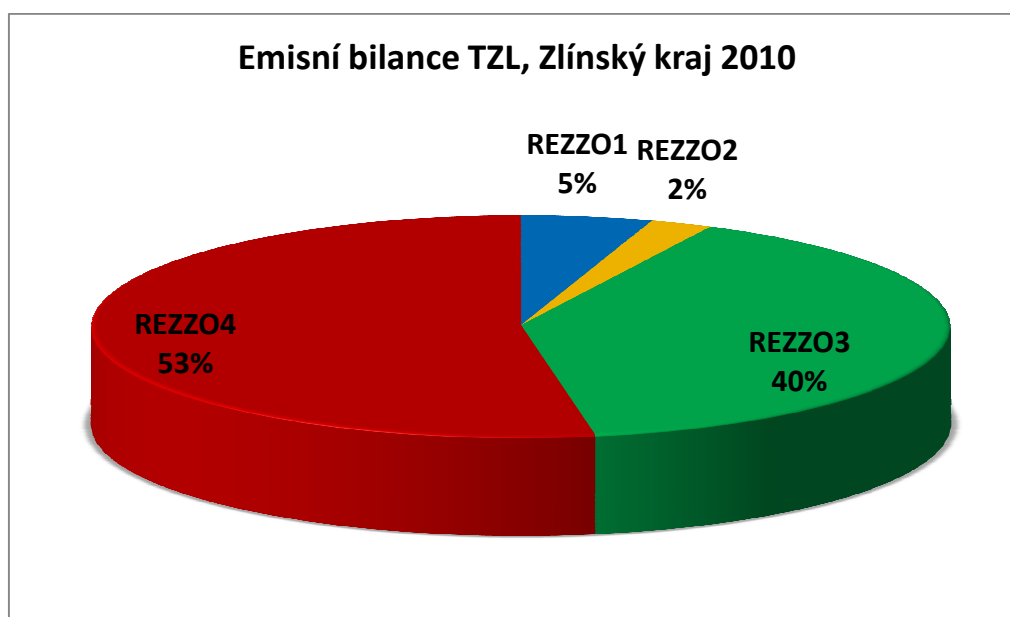
4 Výsledky měření kvality ovzduší

4.1 Částice PM₁₀, PM_{2,5} a PM₁

Suspendované částice jsou emitovány jak přírodními (např. sopky či prашné bouře), tak i antropogenními (např. elektrárny a průmyslové technologické procesy, doprava, spalování uhlí v domácnostech, spalování odpadu) zdroji. Většina těchto antropogenních emisních zdrojů je soustředěna v urbanizovaných oblastech, tj. v oblastech, ve kterých žije velká část populace.

Negativní zdravotní účinky PM₁₀ a PM_{2,5} se projevují již při velmi nízkých koncentracích bez zřejmé spodní hranice bezpečné koncentrace. Zdravotní rizika částic ovlivňuje jejich koncentrace, velikost, tvar a chemické složení. Mohou se podílet na snížení imunity, mohou způsobovat zánětlivá onemocnění plicní tkáně a oxidativní stres organismu. Při chronickém působení mohou způsobovat respirační onemocnění a snižovat funkci plic [1].

Hlavním zdrojem tuhých částic v Zlínském kraji je doprava (REZZO4), těsně následovaná malými zdroji – vytápěním domácností (REZZO3) viz. Obr. 8. Zvláště velké a velké zdroje (REZZO1) spolu se středními zdroji (REZZO2) tvoří pouze 7 % emisí tuhých látek do ovzduší [2].



Obr. 8 - Emisní bilance, Zlínský kraj, rok 2010

Suspendované částice PM₁₀ mají dle platné legislativy [3] dva imisní limity – pro průměrnou roční koncentraci a pro průměrnou 24-hodinovou koncentraci – viz. Tab. 1.

Tab. 1 - Imisní limity pro suspendované částice PM₁₀ a PM_{2,5} [3]

Znečišťující látka	Doba průměrování	Imisní limit	UAT	LAT	Povoleno překročení za kalendářní rok
Prašný aerosol PM ₁₀	24 hodin	50 µg*m ⁻³	35 µg*m ⁻³	25 µg*m ⁻³	35
Prašný aerosol PM ₁₀	1 kalendářní rok	40 µg*m ⁻³	28 µg*m ⁻³	20 µg*m ⁻³	
Prašný aerosol PM _{2,5}	1 kalendářní rok	25 µg*m ⁻³	17 µg*m ⁻³	12 µg*m ⁻³	

4.1.1 Výsledky měření v lokalitě Košíky

Průměrné 24hodinové koncentrace PM jsou uvedeny v Tab. 2 a v grafu na Obr. 9. Z grafu i tabulky je patrné, že v některých dnech byla překročena limitní koncentrace pro průměrnou 24hodinovou koncentraci PM₁₀ (v tabulce červeným písmem). Jak ukazuje následující graf na Obr. 10, obdobná situace byla i v lokalitách státní sítě imisního monitoringu Zlín a Uherské Hradiště, provozovaných ČHMÚ. Z toho lze usoudit, že vysoké koncentrace nebyly zaviněny lokálním ovlivněním, ale spíše nepříznivými meteorologickými a rozptylovými podmínkami, které mají nadregionální charakter. V uvedené období se na území ČR vyskytoval inverzní charakter počasí (stabilní atmosféra – nízké rychlosti větru [4] – viz. Obr. 4), což se odrazilo ve špatném rozptylu škodlivin a tedy vyšších měřených koncentracích.

Tab. 2 – Průměrné 24hodinové koncentrace PM₁₀, PM_{2,5} a PM₁, Košíky, 27. 11. – 12. 12. 2012

Datum	PM ₁₀ [μg*m ⁻³]	PM _{2,5} [μg*m ⁻³]	PM ₁ [μg*m ⁻³]
13. 12. 2012	50,0	48,8	47,9
14. 12. 2012	43,6	41,7	40,8
15. 12. 2012	66,4	59,6	55,8
16. 12. 2012	61,5	53,8	50,6
17. 12. 2012	40,9	39,6	38,3
18. 12. 2012	40,8	39,4	38,6
19. 12. 2012	49,6	48,5	46,8
20. 12. 2012	54,8	51,3	48,0

Z grafu na Obr. 11 je dále patrný těsný vztah jemnějších frakcí k PM₁₀, což je v zimních měsících charakteristické [5]. Dne 10. 12. 2012 se dokonce PM₁₀ skládala takřka výhradně z ultrajemné frakce do 1 μm, která je pro lidský organizmus nejnebezpečnější – díky malému průměru částice se může dostat v organizmu velmi daleko – přes plicní sklípky až do krevního řečiště.

Obr. 12 zobrazuje chod hodinových koncentrací PM. Ani jedna z frakcí nemá pro hodinové hodnoty imisní limit, je z nich však dobře patrná úzká spjatost a skutečnost, že ovlivnění koncentrací všech frakcí probíhá na úrovni submikronových částic. Zde kromě antropogenních zdrojů hraje svou roli dálkový přenos a tvorba sekundárních částic z plynných prekurzorů. Nejvyšší koncentrace byly měřeny v noci – tato data indikují velmi výrazný vliv lokálních topenišť. Vliv teploty na koncentrace částic zobrazuje Obr. 13 – s klesající teplotou rostou koncentrace PM a naopak.

Pro určení průměrné roční koncentrace by bylo zapotřebí delších měření po čas celého roku, aby byla splněna legislativní podmínka.

V lokalitě Košíky byla rovněž měřena celková koncentrace částic v ovzduší (TSP). Odběr byl prováděn na filtr a analyzován gravimetricky. Dále byl odběrem na filtr odebírána prašný aerosol frakce PM₁₀, který byl jednak stanovován gravimetricky za účelem stanovení koncentrace PM₁₀ a dále pak metodou ICP-MS za účelem stanovení koncentrací těžkých kovů (TK). Odběr TSP se neprováděl každý den – po dobu kampaně proběhly 3 odběry, PM₁₀ pro stanovení TK se odebírala každý den – viz. Tab. 3. Srovnání koncentrací TSP a PM₁₀ v lokalitě Košíky zobrazuje graf na Obr. 14.

Tab. 3 – Odběry TSP a koncentrace PM₁₀ v Košíkách

Datum	TSP - Gravimetrie ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)	PM ₁₀ – Gravimetrie ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)	PM ₁₀ - automatický odběr ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)
13. 12. 2012		41,6	50,0
14. 12. 2012		29,3	43,6
15. 12. 2012	52,9	37	66,4
16. 12. 2012		28,9	61,5
17. 12. 2012		25,9	40,9
18. 12. 2012	38,4	28,4	40,8
19. 12. 2012	52,8	41,5	49,6

Koncentrace těžkých kovů v PM₁₀ v lokalitě Košíky zobrazuje Tab. 4 a graf na Obr. 15. Z výsledků vyplývá, že koncentrace těžkých kovů v této lokalitě jsou nízké. Pro srovnání s imisním limitem by bylo zapotřebí mít dostatek dat pro průměrnou roční koncentraci, ale i na základě těchto dat lze odhadnout, že imisní limit překročen nebude ani v jednom případě. Imisní limity pro těžké kovy zobrazuje Tab. 5.

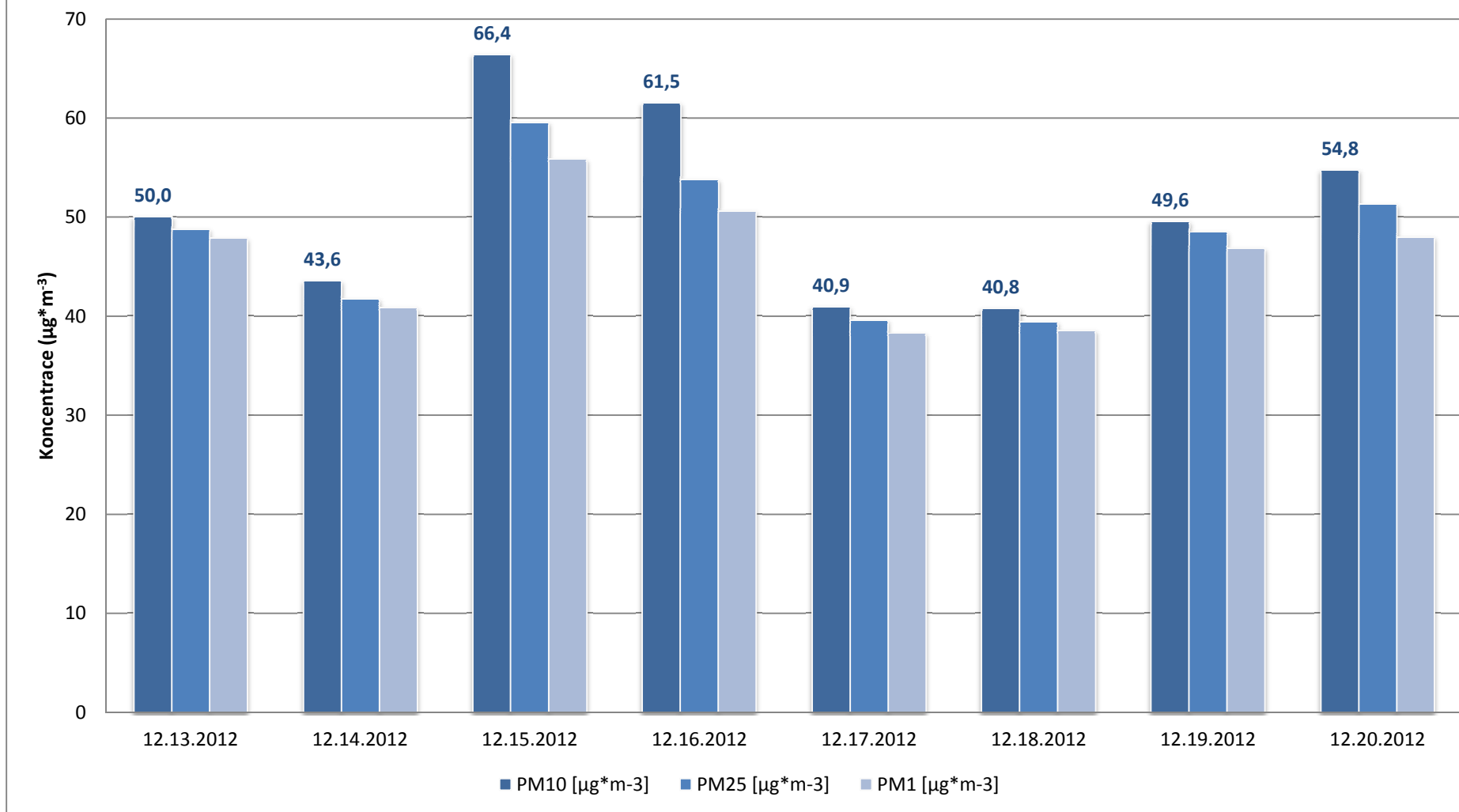
Tab. 4 – Koncentrace PM₁₀ a těžkých kovů, lokalita Košíky, 13. – 19. 12. 2012

Datum	PM ₁₀ ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)	Chrom ($\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$)	Nikl ($\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$)	Arsen ($\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$)	Kadmium ($\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$)	Olovo ($\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$)	Zinek ($\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$)
13. 12. 2012	41,6	0,52	0,44	1,7	0,59	16,34	54,3
14. 12. 2012	29,3	0,15	0,73	1,99	0,42	8,43	31,2
15. 12. 2012	37	0,47	0,44	1,79	0,42	8,22	33,2
16. 12. 2012	28,9	0,31	0,27	0,87	0,54	7,3	43,4
17. 12. 2012	25,9	ND	0,16	0,86	0,34	5,57	38,7
18. 12. 2012	28,4	ND	0,35	1,31	0,33	7,49	27,2
19. 12. 2012	41,5	0,7	0,89	2,85	1,05	43,13	102,9

Tab. 5 – Imisní limity pro těžké kovy dle platné legislativy [3]

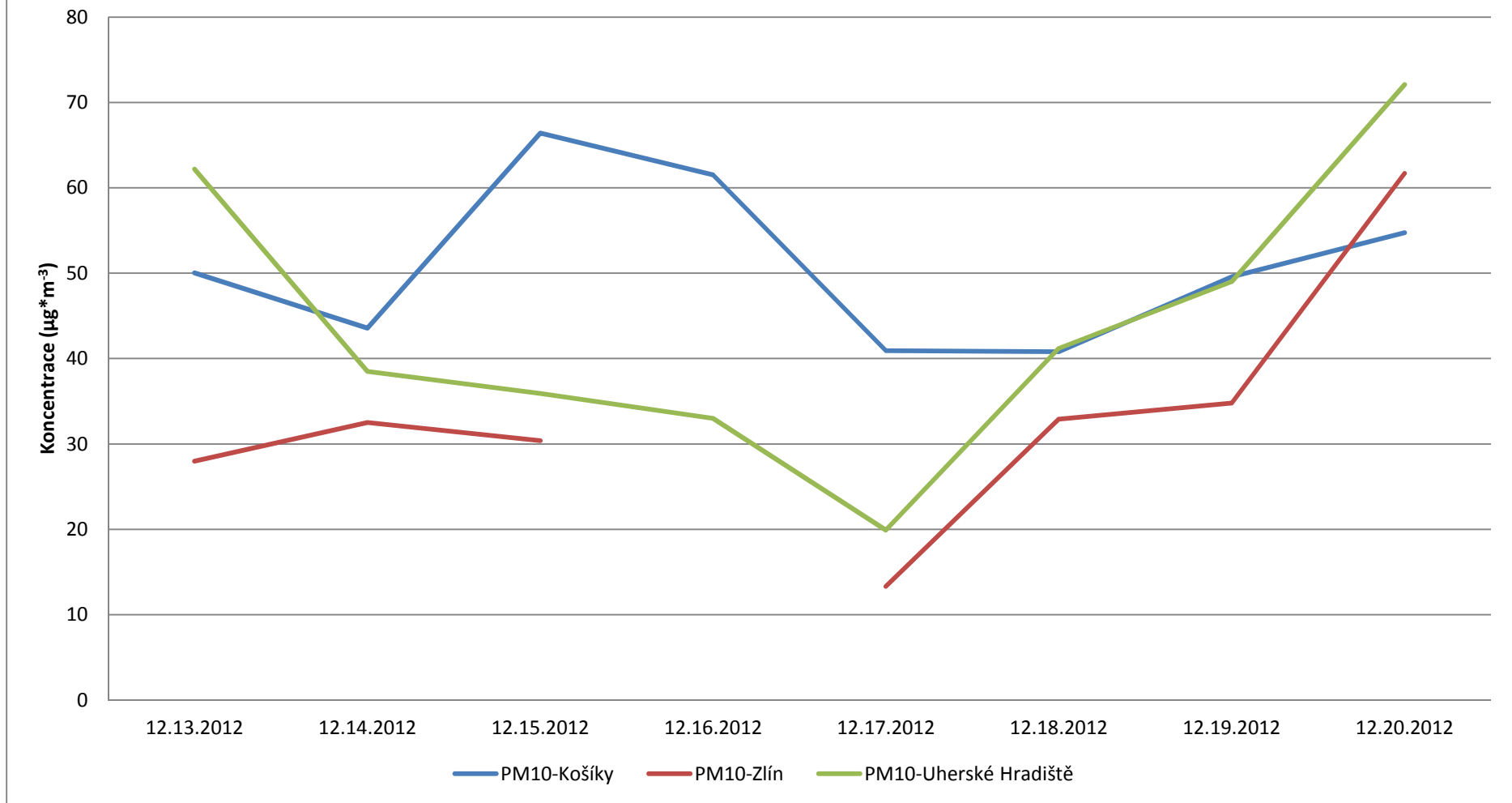
Znečišťující látka	Doba průměrování	Imisní limit	UAT	LAT
Arsen (As)	1 kalendářní rok	6 $\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$	3,6 $\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$	2,4 $\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$
Kadmium (Cd)	1 kalendářní rok	5 $\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$	3 $\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$	2 $\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$
Nikl (Ni)	1 kalendářní rok	20 $\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$	14 $\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$	10 $\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$
Olovo (Pb)	1 kalendářní rok	500 $\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$	350 $\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$	200 $\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$

Trend koncentrací PM, Košíky, 13. - 20. 12. 2012

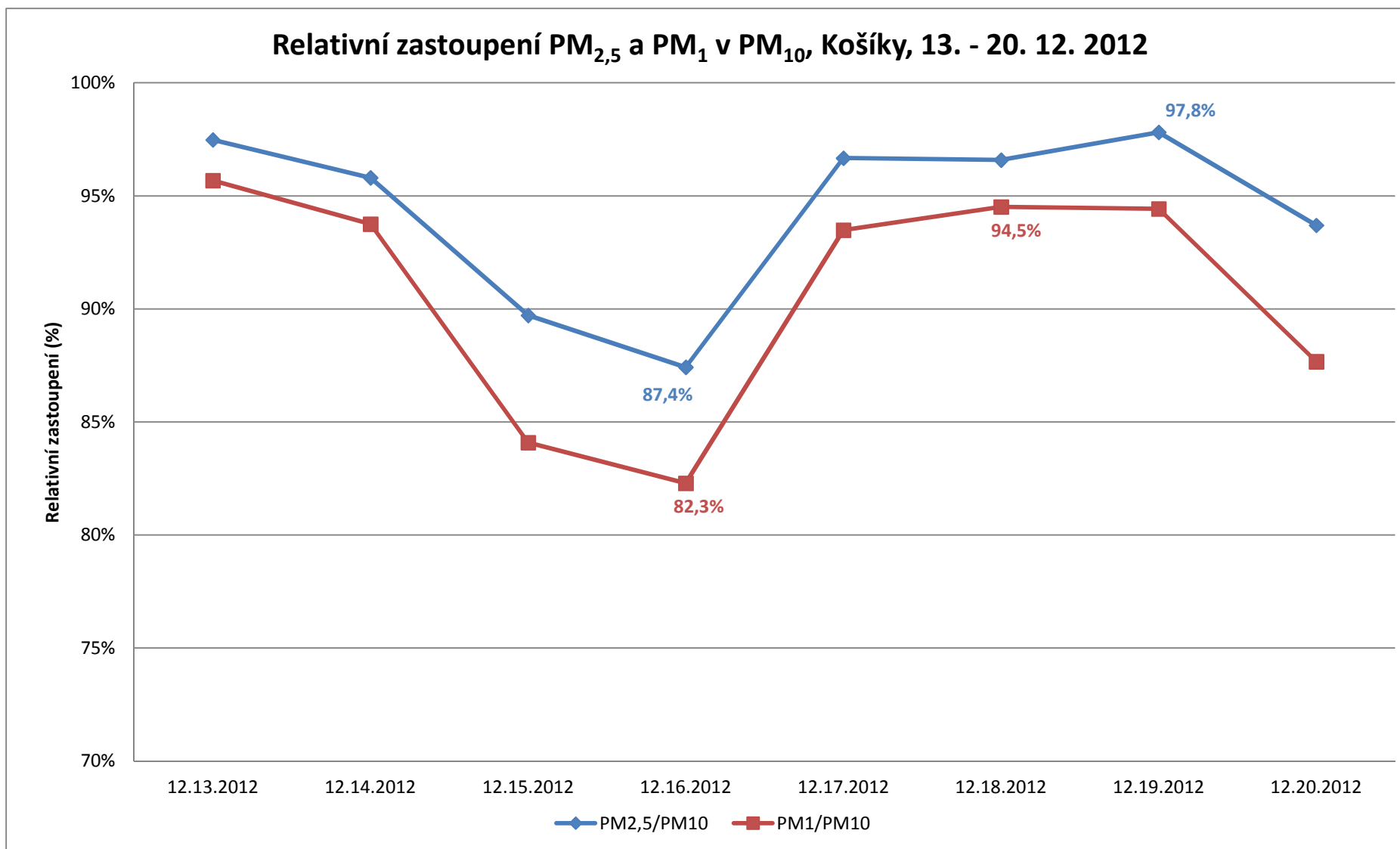


Obr. 9 - Trend koncentrací PM, Košíky, 13. - 20. 12. 2012

Srovnání koncentrací PM₁₀ v Košíkách, Zlíně a Uherském Hradišti

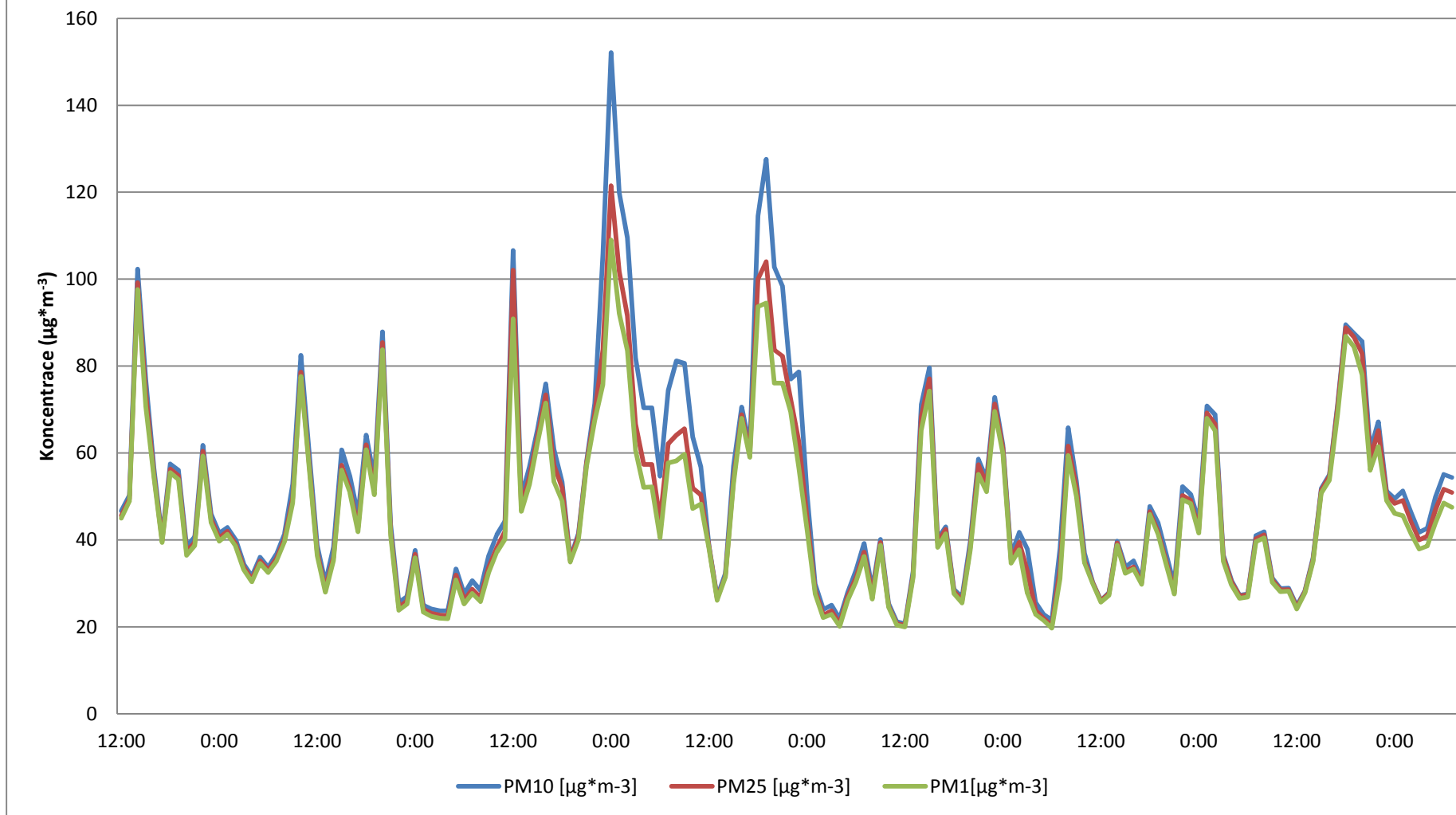


Obr. 10 - Srovnání koncentrací PM₁₀ v Košíkách, Zlíně a Uherském Hradišti



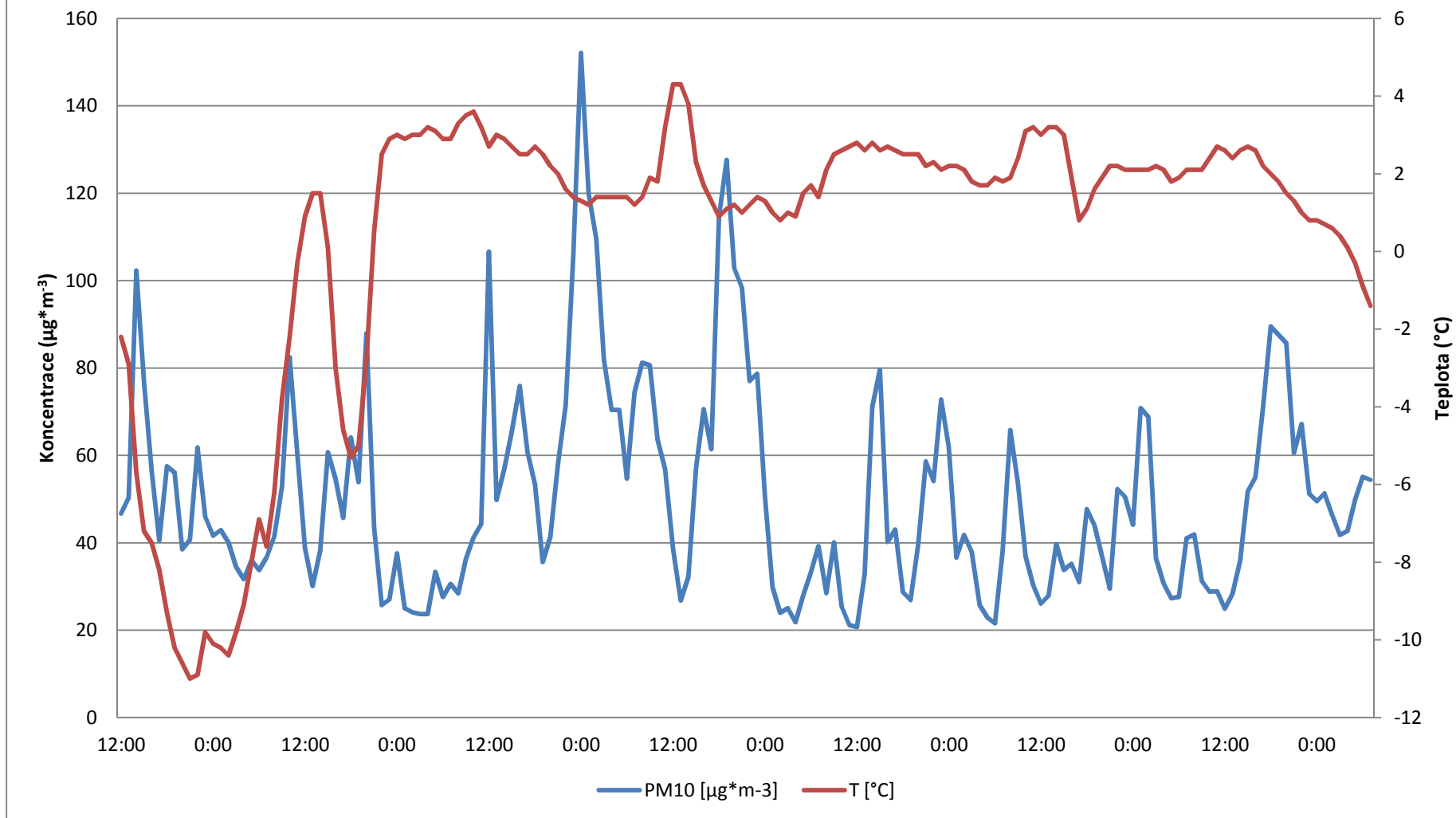
Obr. 11 - Relativní zastoupení PM_{2,5} a PM₁ v PM₁₀, Košíky, 13. - 20. 12. 2012

Trend 1h koncentrací PM₁₀, PM_{2,5} a PM₁, Košíky, 13. - 20. 12. 2012

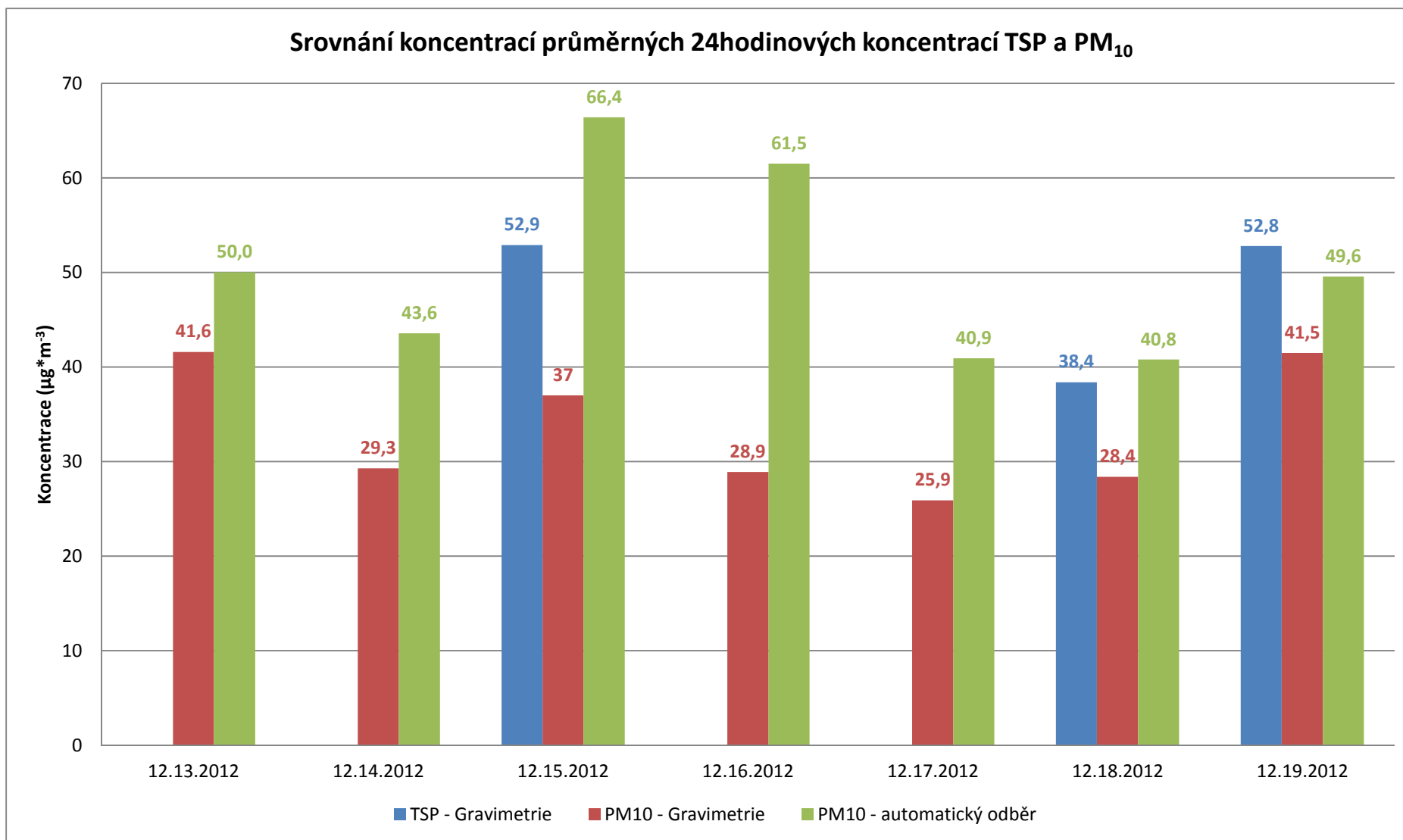


Obr. 12 - 1h koncentrace PM₁₀, PM_{2,5} a PM₁, Košíky, 13. - 20. 12. 2012

Korelace 1h koncentrací PM₁₀ a teploty, Košíky, 13. - 20. 12. 2012

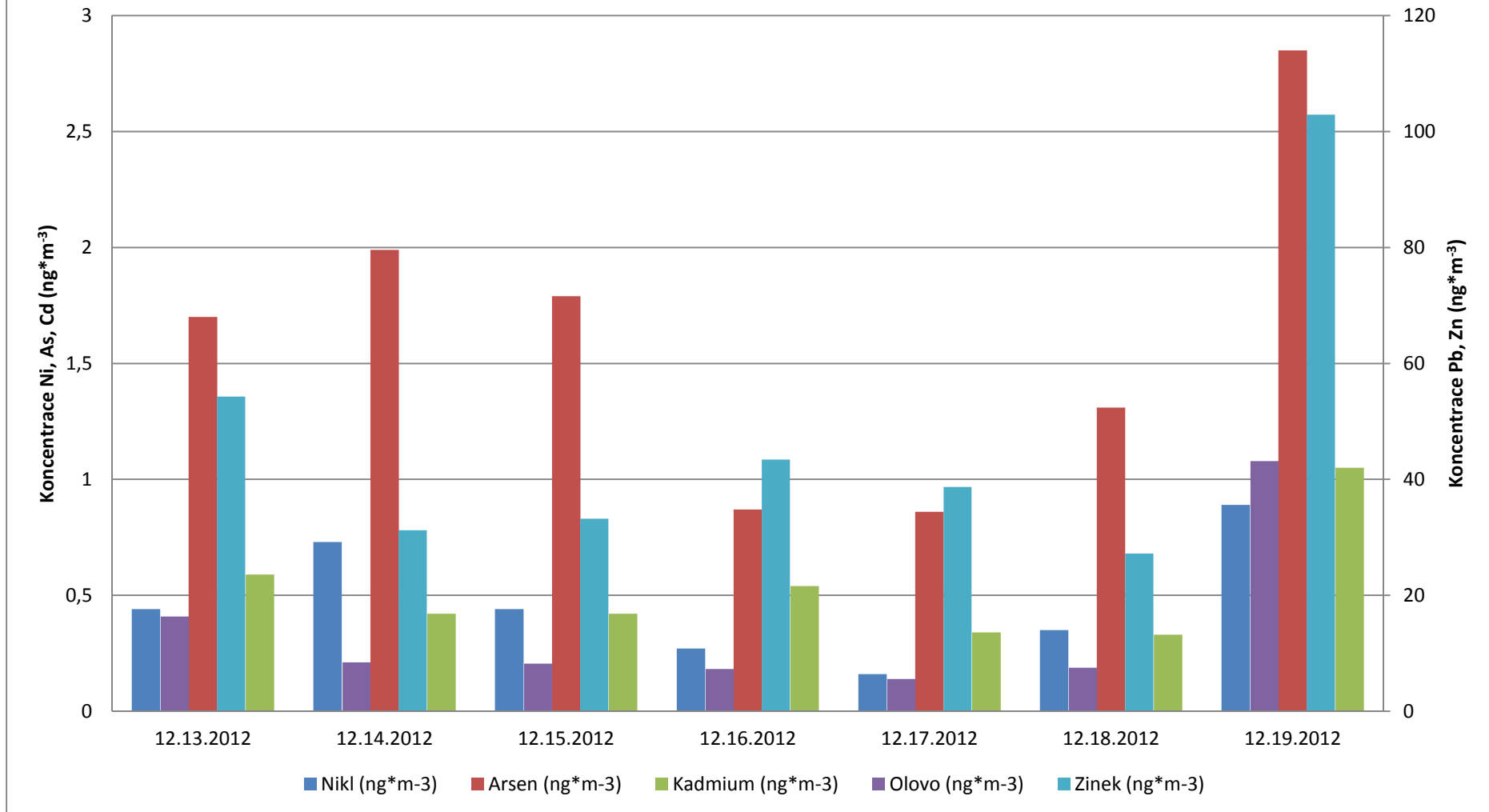


Obr. 13 - Korelace 1h koncentrací PM₁₀ a teploty, Košíky, 13. - 20. 12. 2012



Obr. 14 - Srovnání koncentrací průměrných 24hodinových koncentrací TSP a PM₁₀ v lokalitě Košíky, 13. – 19. 12. 2012

Koncentrace těžkých kovů v PM₁₀, Košíky, 13. - 19. 12. 2012



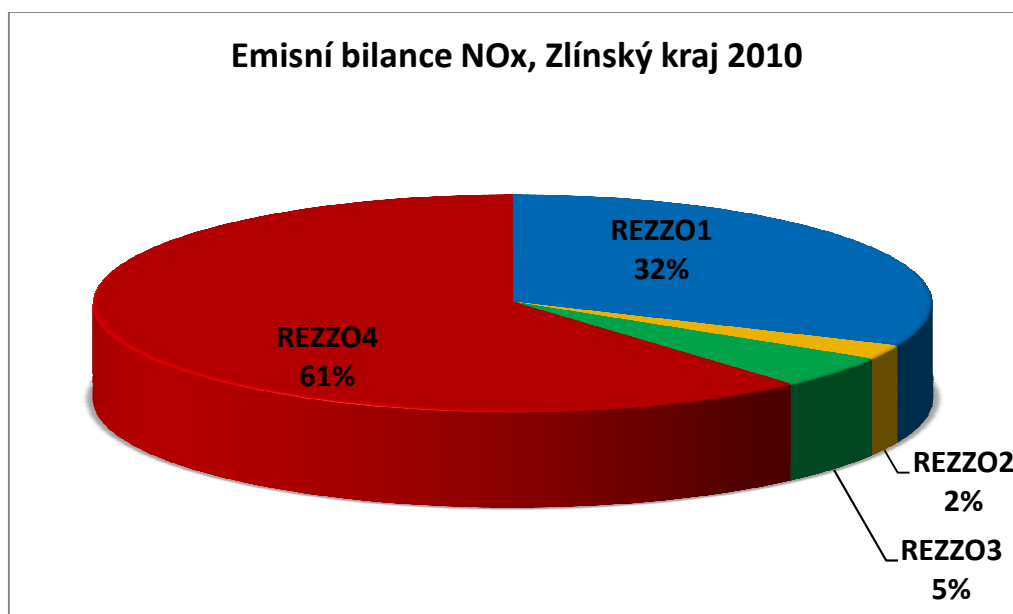
Obr. 15 – Koncentrace těžkých kovů v PM₁₀ v lokalitě Košíky, 13. – 19. 12. 2012

4.2 Oxidy dusíku NO, NO₂ a Nox

Expozice zvýšeným koncentracím oxidu dusičitého ovlivňuje plicní funkce a způsobuje snížení imunity. Více než 90 % z celkových oxidů dusíku ve venkovním ovzduší je emitováno ve formě NO. NO₂ vzniká relativně rychle reakcí NO s přízemním ozonem nebo s radikály typu HO₂, popř. RO₂. Řadou chemických reakcí se část NO_x přemění na HNO₃/NO₃⁻, které jsou z atmosféry odstraňovány suchou a mokrou atmosférickou depozicí. Pozornost je věnována NO₂ z důvodu jeho negativního vlivu na lidské zdraví. Hraje také klíčovou roli při tvorbě fotochemických oxidantů.

V Evropě vznikají emise oxidů dusíku (NO_x) převážně z antropogenních spalovacích procesů, kde NO vzniká reakcí mezi dusíkem a kyslíkem ve spalovaném vzduchu a částečně i oxidací dusíku z paliva. Hlavní antropogenní zdroje představuje především silniční doprava (významný podíl má ovšem i doprava letecká a vodní) a dále spalovací procesy ve stacionárních zdrojích [1].

Majoritním zdrojem emisí NO_x ve Zlínském kraji je doprava (mobilní zdroje - REZZO4). Zvláště velké a velké zdroje (REZZO1) přispívají zhruba 32 % všech emisí NO_x, střední zdroje a malé zdroje tvoří pouze 7 % všech emisí NO_x (Obr. 16) [2].



Obr. 16 – Emisní bilance NO_x, Zlínský kraj, rok 2010

Oxid dusičitý (NO₂) má dle platné legislativy [3] dva imisní limity – pro průměrnou roční koncentraci a pro hodinovou koncentraci – viz. Tab. 6.

Tab. 6 – Imisní limity pro oxid dusičitý [3]

Znečišťující látka	Doba průměrování	Imisní limit	UAT	LAT	Povoleno překročení za kalendářní rok
Oxid dusičitý NO ₂	1 hodina	200 µg*m ⁻³	140 µg*m ⁻³	100 µg*m ⁻³	18
Oxid dusičitý NO ₂	1 kalendářní rok	40 µg*m ⁻³	32 µg*m ⁻³	26 µg*m ⁻³	

4.2.1 Výsledky měření oxidů dusíku v lokalitě Košíky

Průměrné 24hodinové koncentrace NO, NO₂ a NO_x jsou uvedeny v Tab. 6 a v grafu na Obr. 17. Trend koncentrací odpovídá trendům naměřeným v lokalitách státní sítě imisního monitoringu. Koncentrace lépe korespondují s hodnotami ve Zlíně, jelikož se jedná v obou případech o pozadřové lokality. V uherském Hradišti dochází k ovlivnění dopravou – hlavním zdrojem NO_x (Obr. 16).

Tab. 7 – Průměrné 24hodinové koncentrace NO, NO₂ a NO_x, Košíky

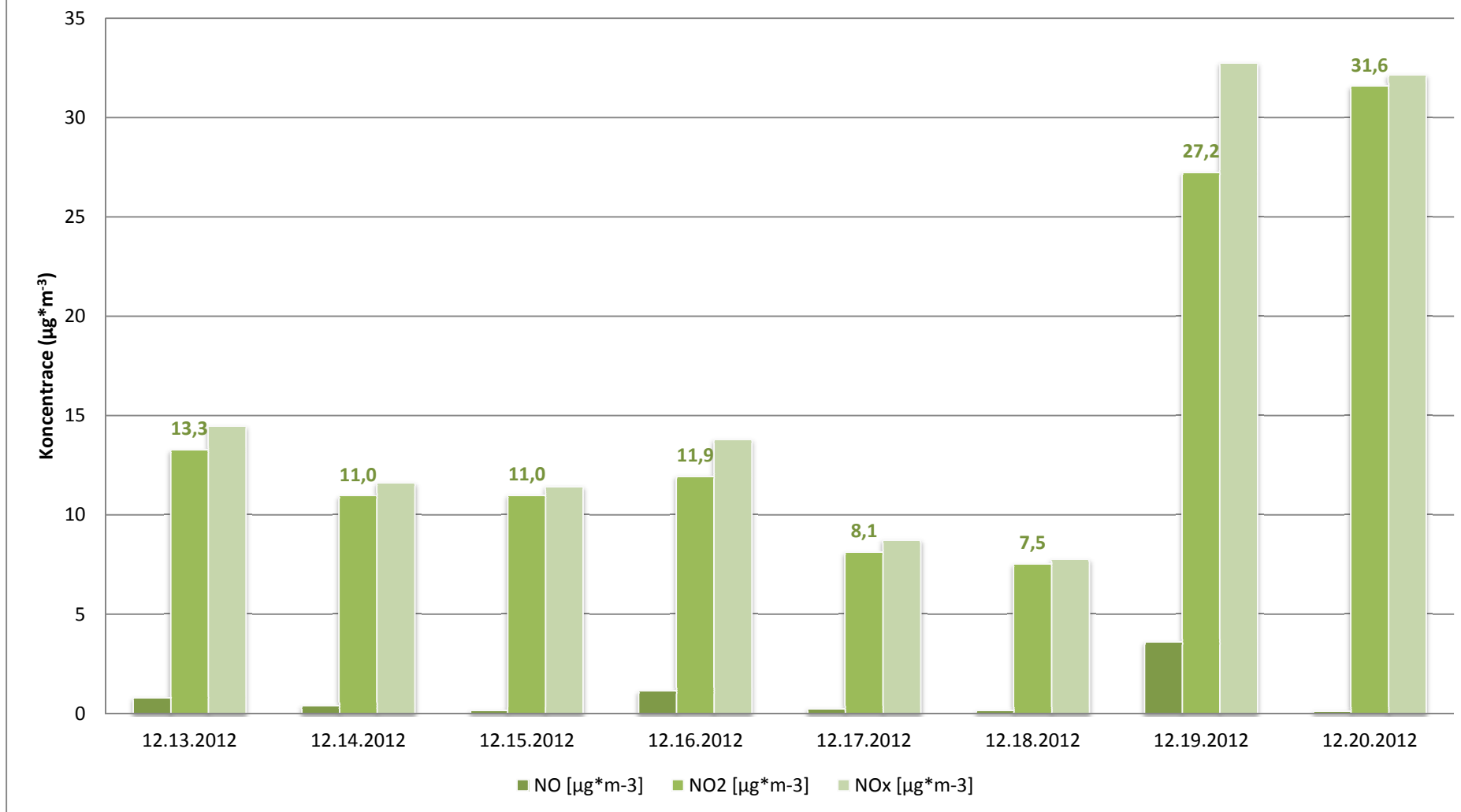
Datum	NO [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	NO ₂ [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	NO _x [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]
13. 12. 2012	0,8	13,3	14,5
14. 12. 2012	0,4	11,0	11,6
15. 12. 2012	0,2	11,0	11,4
16. 12. 2012	1,1	11,9	13,8
17. 12. 2012	0,2	8,1	8,7
18. 12. 2012	0,1	7,5	7,8
19. 12. 2012	3,6	27,2	32,8
20. 12. 2012	0,1	31,6	32,1

Míru ovlivnění lokality dopravou vyjadřuje poměr koncentrací NO / NO₂. Zatímco v případě pozadřových lokalit se dosahuje poměru cca 0,1 – 0,3, dopravní lokality dosahují poměrů v okolí 1 a výše (je více zastoupen NO než NO₂). Obr. 19 zobrazuje tento poměr jak pro lokalitu Košíky, tak pro lokality Zlín a Uherské Hradiště. Z grafu je patrné, že lokalita Košíky se pohybuje přibližně ve stejné (pozadřové) úrovni, jako lokalita Zlín, naproti tomu lokalita Uherské Hradiště je dopravou významně ovlivněna. Lokalit Košíky je ze všech uvedených lokalit nejméně zatížena dopravou.

Trend hodinových koncentrací zobrazuje Obr. 20. Z něj je patrné, že koncentrace NO₂ se pohybují zhruba do 60 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (hodinové maximum během měření bylo 61 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), a tedy všechny koncentrace ležely pod dolní mezí pro posuzování (Tab. 6).

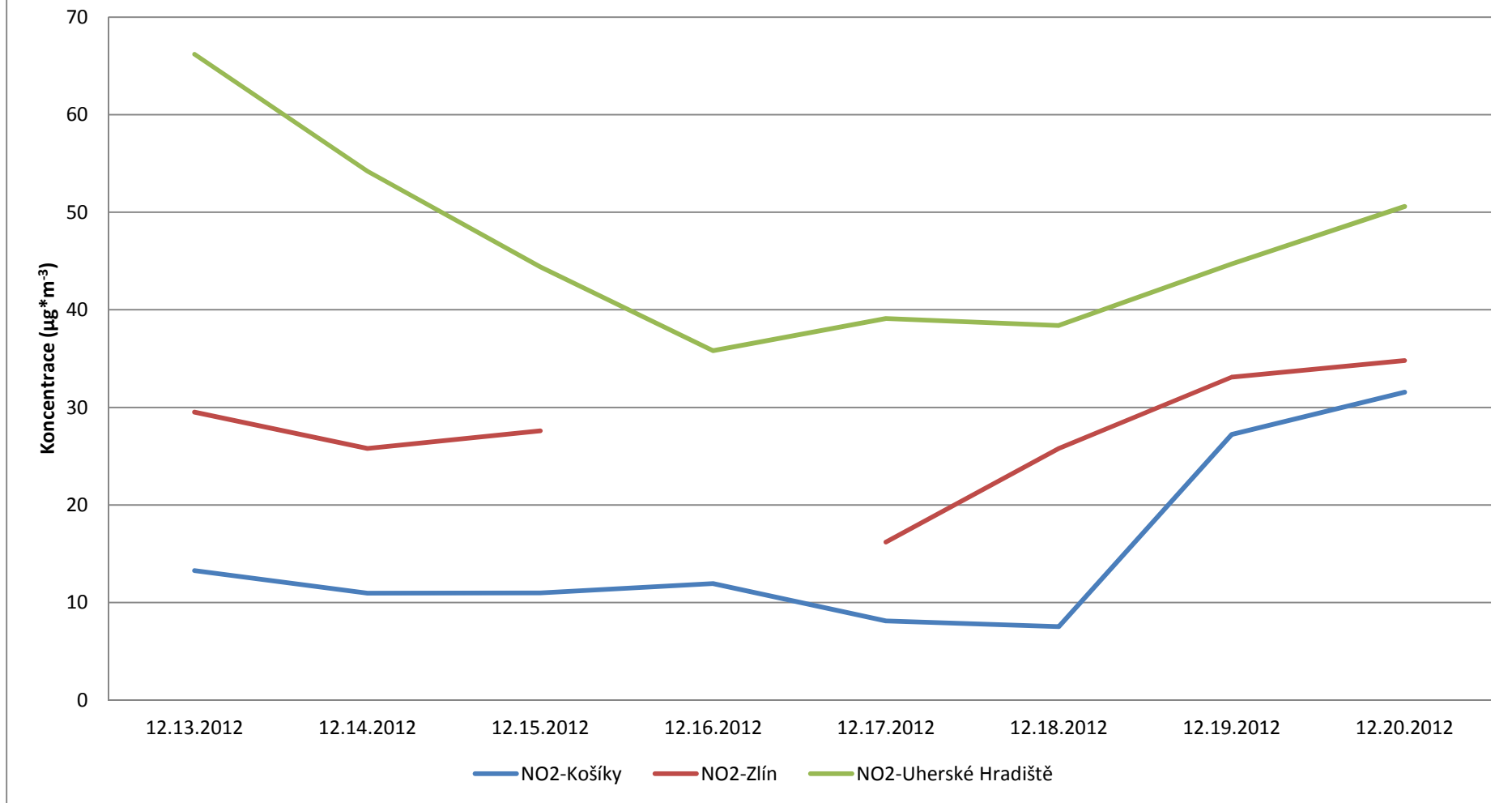
Pro určení průměrné roční koncentrace by bylo zapotřebí delších měření po čas celého roku, aby byla splněna legislativní podmínka.

Trend koncentrací NO, NO₂ a NO_x, Košíky, 13. - 20. 12. 2012

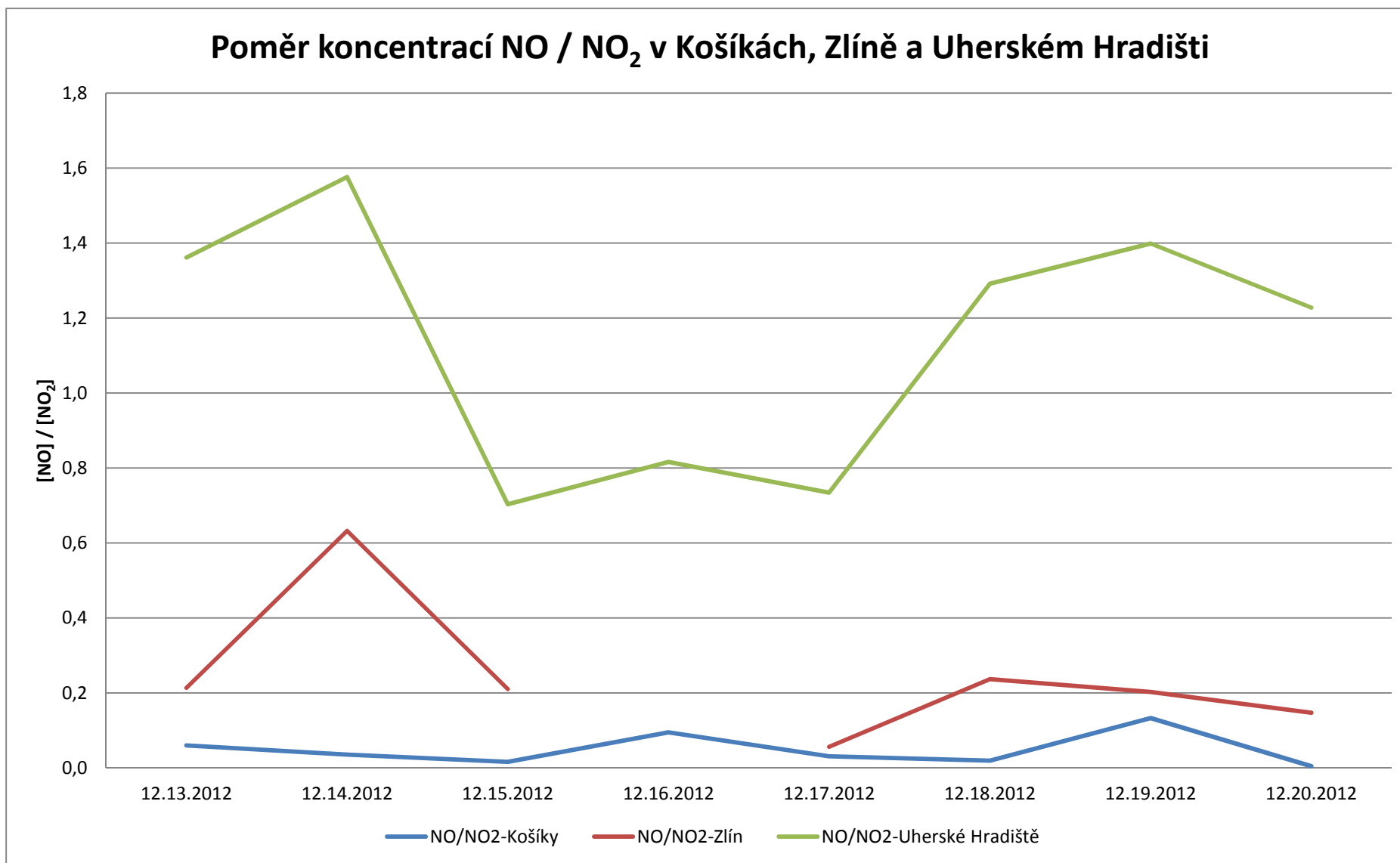


Obr. 17 - Trend koncentrací NO, NO₂ a NO_x, Košíky, 13. - 20. 12. 2012

Srovnání koncentrací NO₂ v Košíkách, Zlíně a Uherském Hradišti

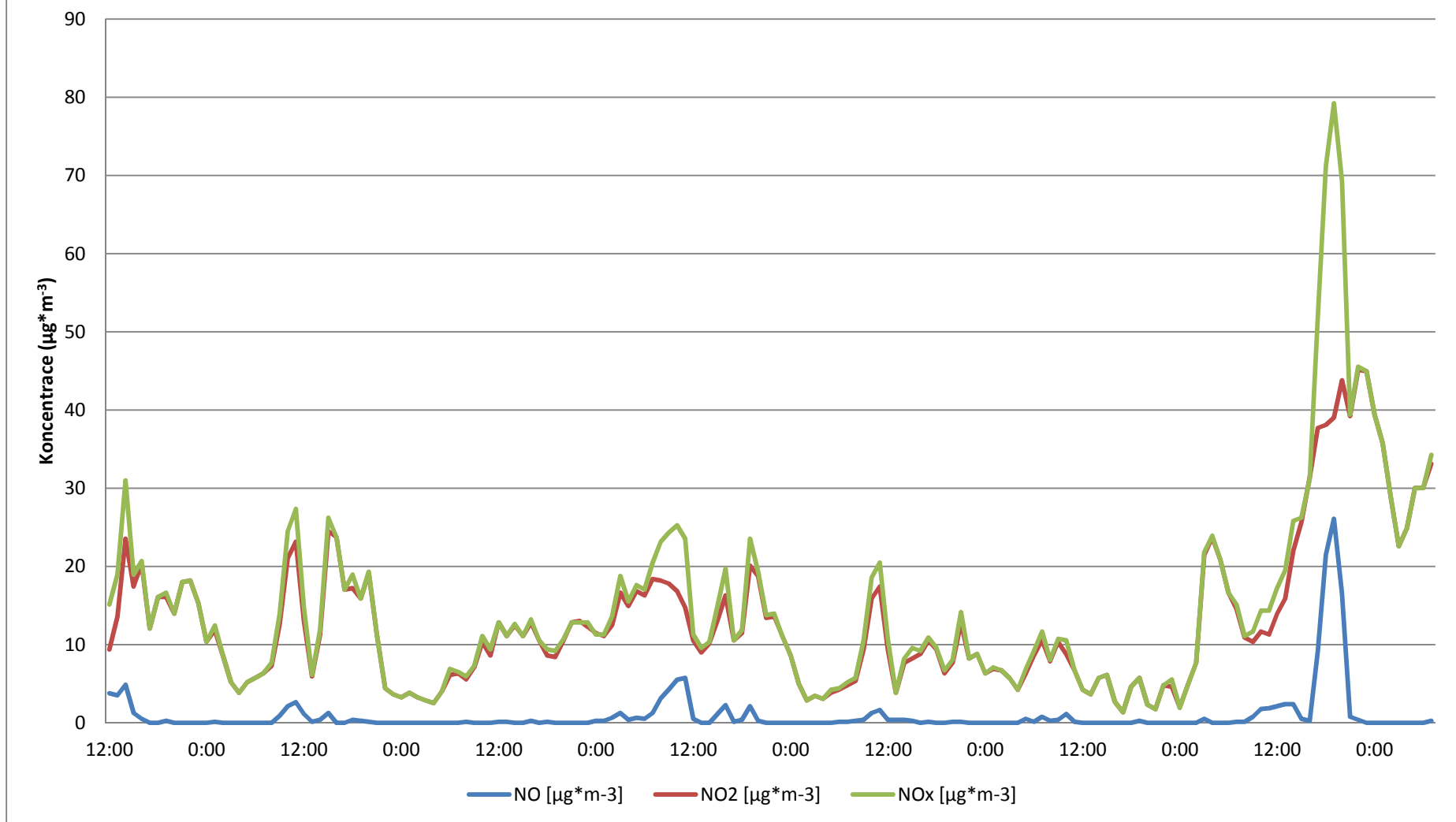


Obr. 18 - Srovnání koncentrací NO₂ v Košíkách, Zlíně a Uherském Hradišti



Obr. 19 - Poměr koncentrací NO / NO₂ v Košíkách, Zlíně a Uherském Hradišti

Trend 1h koncentrací NO, NO₂ a NO_x, Košíky, 13. - 20. 12. 2012



Obr. 20 - 1h koncentrace NO, NO₂ a NO_x, Košíky, 13. - 20. 12. 2012

4.3 Troposférický ozón O₃

Přízemní ozón je sekundární znečišťující látkou v ovzduší, která nemá významný emisní zdroj. Vzniká za účinku slunečního záření komplikovanou soustavou fotochemických reakcí zejména mezi NO_x, VOC a dalšími složkami atmosféry. Svých koncentračních maxim dosahuje v létě, kdy jsou nejlepší podmínky pro jeho tvorbu (sluneční svit, teplota).

Ozón je velmi účinným oxidantem. Poškozuje převážně dýchací soustavu, způsobuje podráždění, morfologické, biochemické a funkční změny a snižuje obranyschopnost organismu [1].

Dle platné legislativy [3] je pro troposférický ozón uváděn limit pro maximální klouzavý 8h průměr za den. Tento limit může být v průměru za tři roky 25x překročen (Tab. 8).

Tab. 8 – Imisní limit pro troposférický ozón [3]

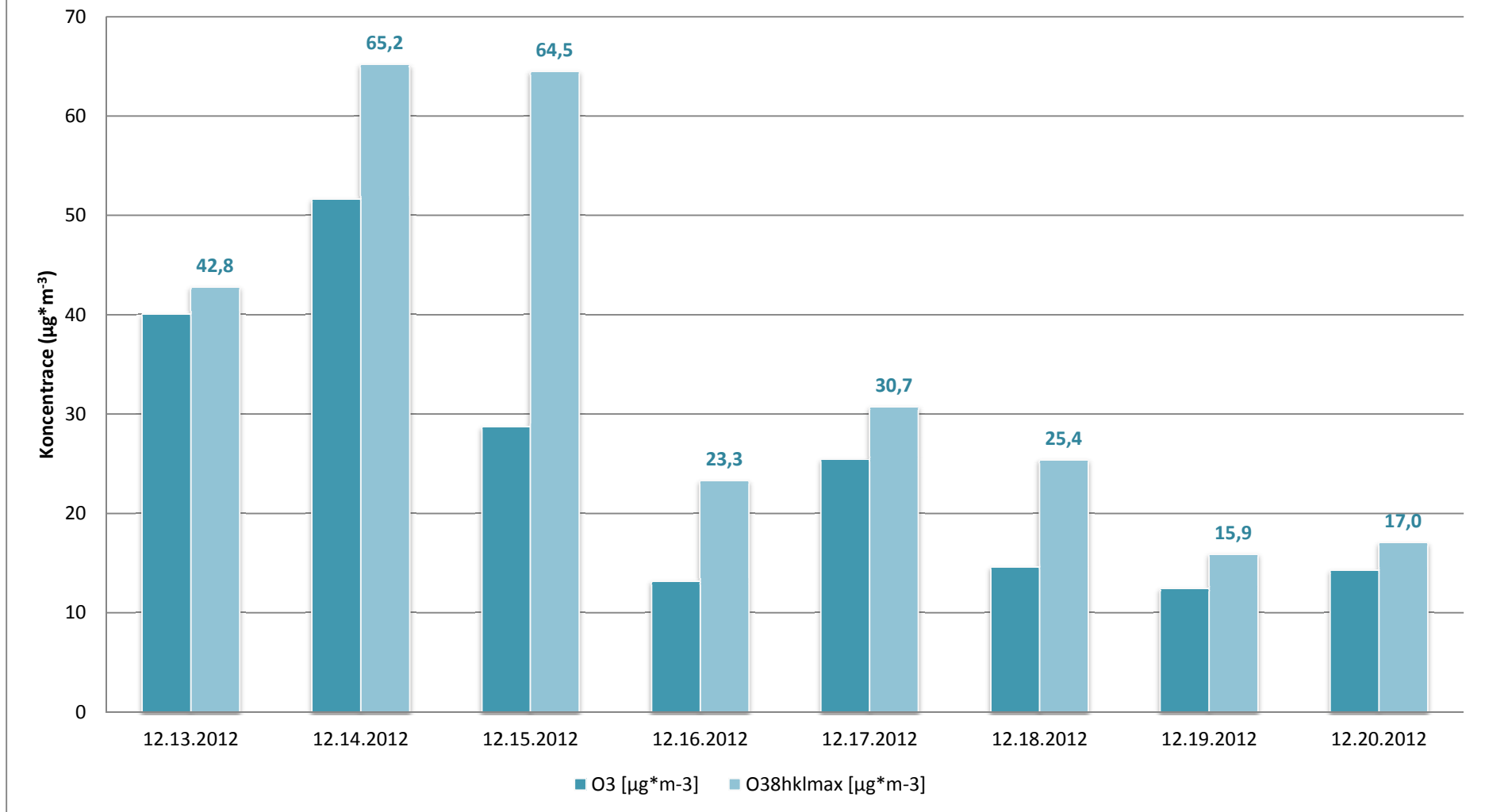
Znečišťující látka	Doba průměrování	Imisní limit	UAT	LAT	Povoleno překročení
Troposférický ozón	maximální denní osmihodinový klouzavý průměr	120 µg*m ⁻³			25x v průměru za 3 roky

4.3.1 Výsledky měření troposférického ozónu v lokalitě Košíky

Vzhledem k tomu, že měření probíhalo na přelomu listopadu a prosince, jsou koncentrace troposférického ozónu nízké. Graf na Obr. 21 zobrazuje průměrné 24hodinové koncentrace O₃ spolu s jejich maximálním 8h klouzavým průměrem za den. Tyto průměry leží obdobně jako v případě lokality státní sítě imisního monitoringu ve Zlíně hluboko pod imisním limitem (Obr. 22).

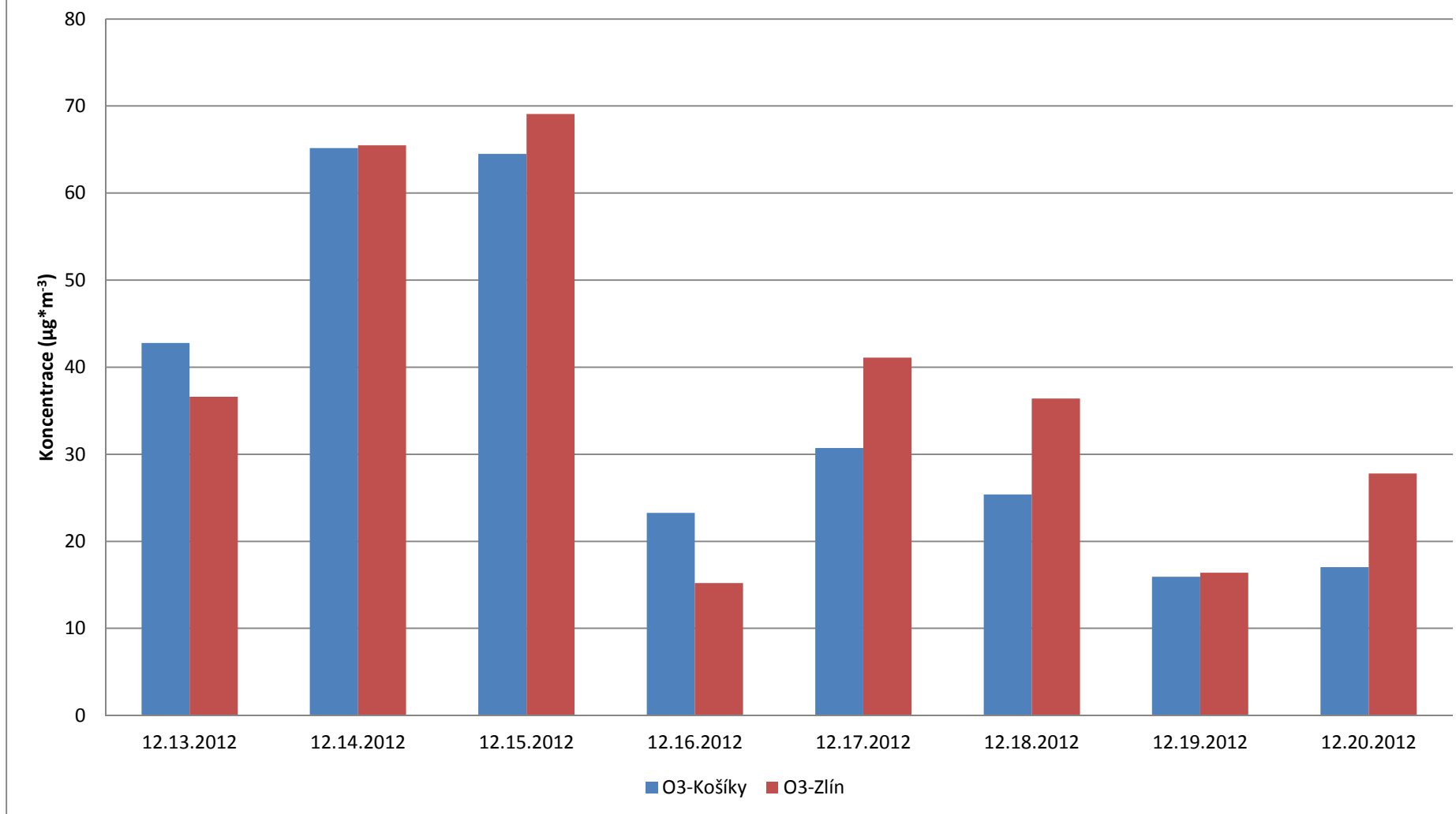
Z grafu na Obr. 23, zobrazujícího hodinové chody O₃, NO₂ a teploty, je patrný vztah mezi těmito třemi veličinami. Se vzrůstající teplotou dochází ve větší míře k reakcím v atmosféře vedoucím ke vzniku troposférického ozónu u oxidů dusíku a těkavých organických látek. Proto se vzrůstající teplotou koncentrace O₃ rostou a naopak koncentrace NO₂ klesají.

Trend koncentrací O₃, Košíky, 13. - 20. 12. 2012



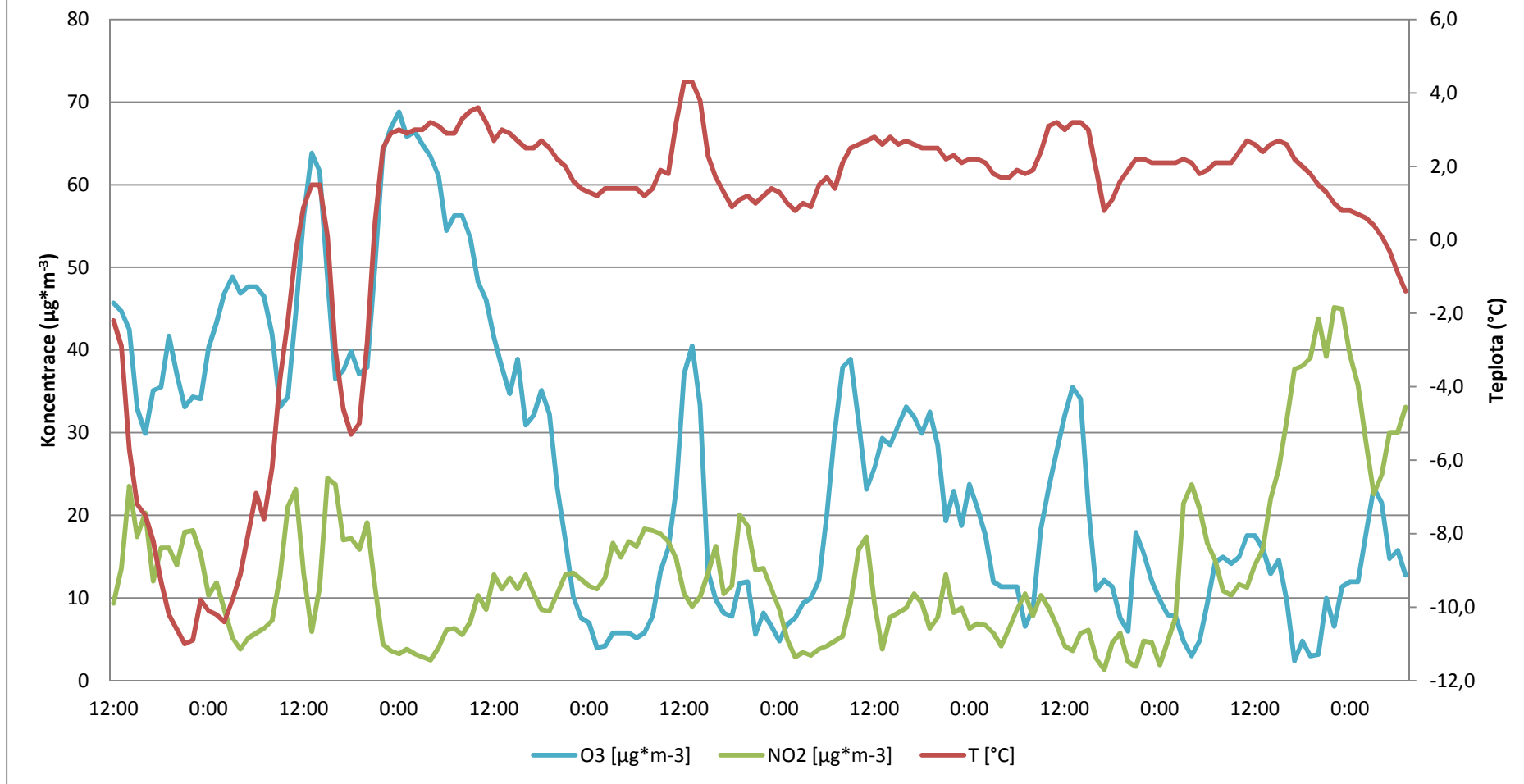
Obr. 21 - Trend koncentrací O₃, Košíky, 13. - 20. 12. 2012

Srovnání maximálních 8h klouz. průměrů O₃ za den v Košíkách a Zlíně



Obr. 22 - Srovnání maximálních 8h klouzavých průměrů O₃ za den v Košíkách a Zlíně

Trend 1h koncentrací O₃ a NO₂ v korelaci s teplotou, Košíky, 13. - 20. 12. 2012

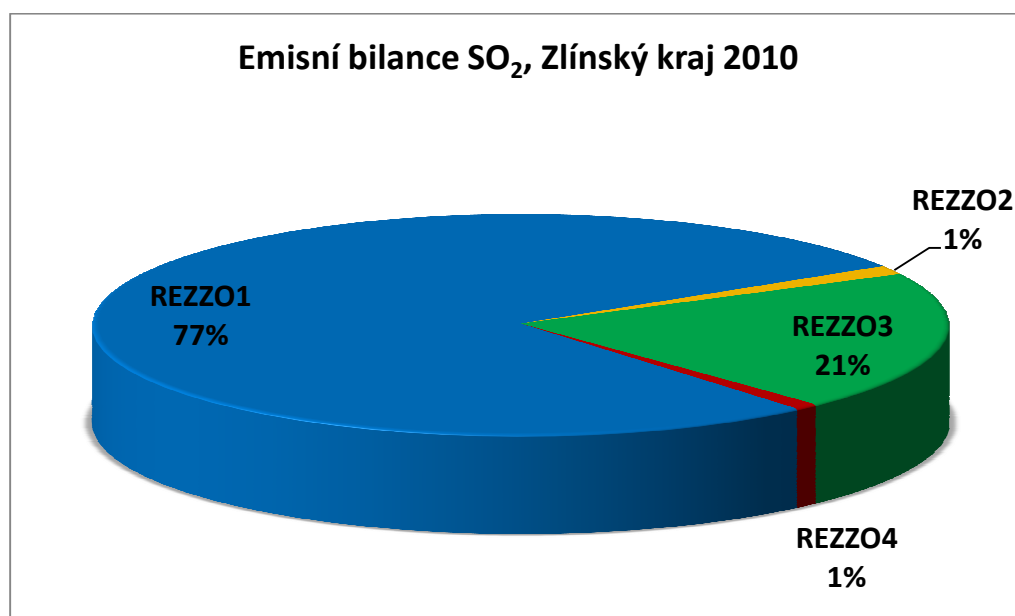


Obr. 23 - Trend 1h koncentrací O₃ a NO₂ v korelaci s teplotou, Košíky, 27.11. - 12. 12. 2012

4.4 Oxid siřičitý SO₂

Hlavním antropogenním zdrojem oxidu siřičitého je spalování fosilních paliv (uhlí a těžkých olejů) a tavení rud s obsahem síry. V atmosféře je SO₂ oxidován na sírany a kyselinu sírovou vytvářející aerosol jak ve formě kapiček, tak i pevných částic širokého rozsahu velikostí. SO₂ a látky z něj vznikající jsou z atmosféry odstraňovány mokrou a suchou depozicí. SO₂ má dráždivé účinky, při vysokých koncentracích může způsobit zhoršení plicních funkcí a změnu plicní kapacity [1].

Z grafu na Obr. 24 vyplývá, že majoritním zdrojem oxidu siřičitého ve Zlínském kraji jsou zvláště velké a velké zdroje (REZZO 1). Dalším významným zdrojem jsou však také malé zdroje (REZZO 3), především lokální topeniště pro vytápění domácností, které produkují pětinu všech emisí oxidu siřičitého.



Obr. 24 - Emisní bilance SO₂, Zlínský kraj, rok 2010

Oxid siřičitý má dle platné legislativy [3] dva imisní limity vztahující se k průměrným 24hodinovým koncentracím a k 1hodinovým koncentracím:

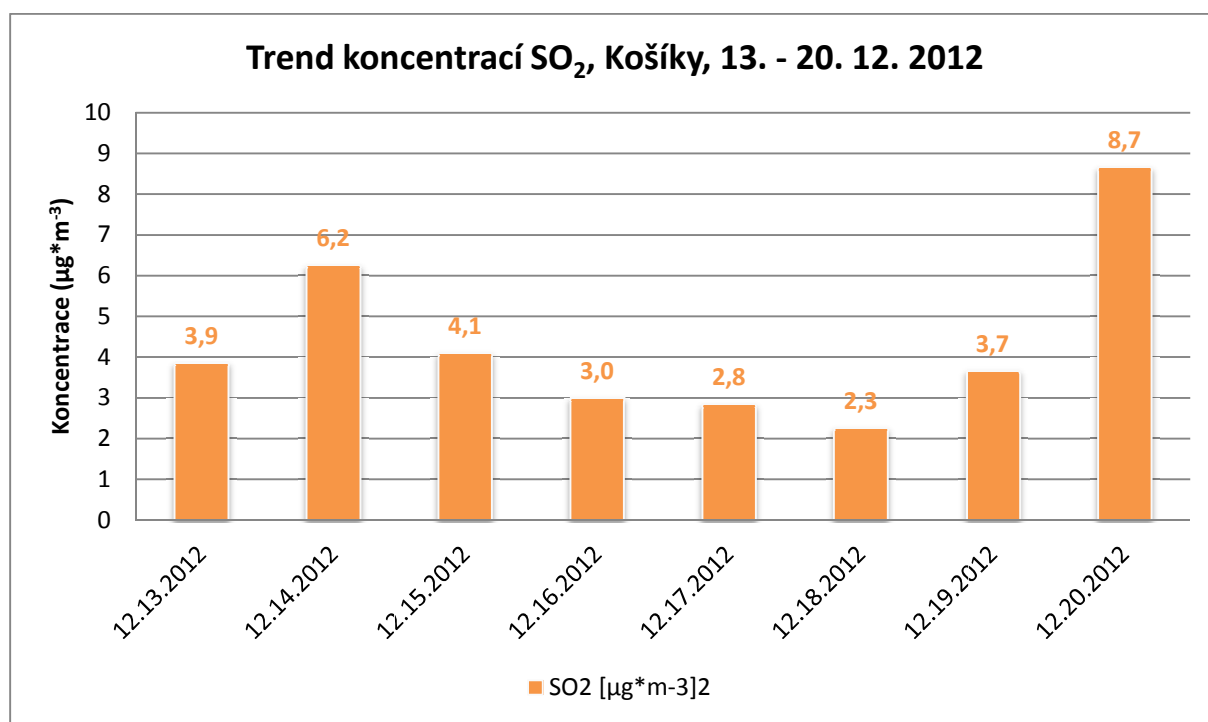
Tab. 9 – Imisní limity pro oxid siřičitý [3]

Znečišťující látka	Doba průměrování	Imisní limit	UAT	LAT	Povoleno překročení za kalendářní rok
Oxid siřičitý SO ₂	1 hodina	350 µg*m ⁻³	-	-	24
Oxid siřičitý SO ₂	24 hodin	125 µg*m ⁻³	75 µg*m ⁻³	50 µg*m ⁻³	3

4.4.1 Výsledky měření oxidu siřičitého v lokalitě Košíky

Koncentrace SO_2 se již dlouhodobě na území takřka celé ČR pohybují pod dolní mezí pro posuzování. Od měření, kvůli kterému byl imisní monitoring zakládán, se v již nějakou dobu v státní síti imisního monitoringu upouštění a počet měření v jednotlivých zónách a aglomeracích se odvíjí od legislativního minima.

Jak je patrné z Obr. 25, průměrné 24hodinové koncentrace leží hluboko pod dolní mezí pro posuzování, hodnoty imisního limitu nedosahuje ani z 10 %.



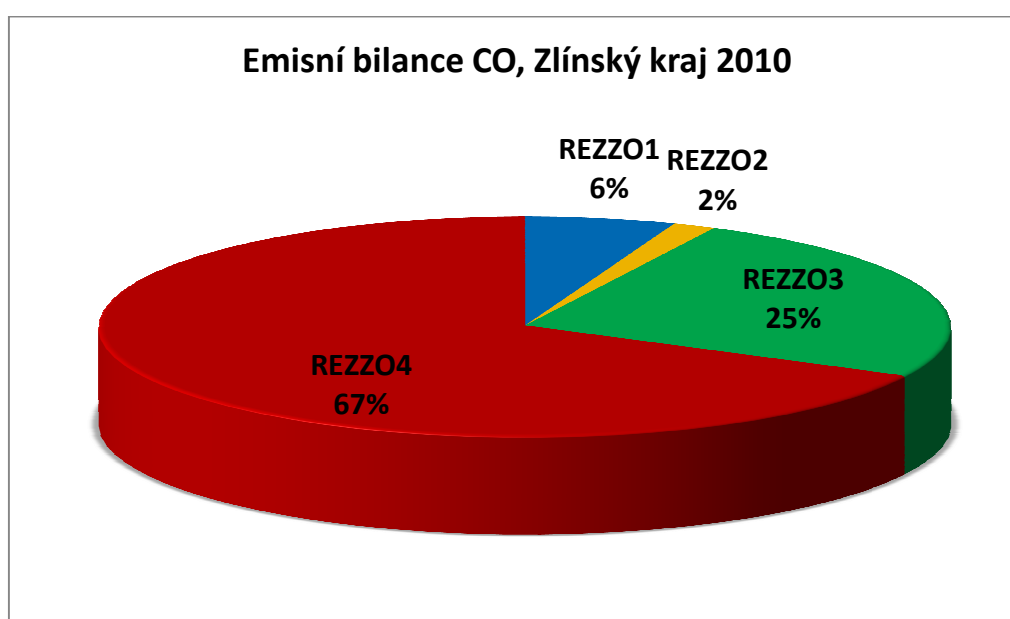
Obr. 25 - Trend koncentrací SO_2 , Košíky, 13. - 20. 12. 2012

4.5 Oxid uhelnatý CO

Antropogenním zdrojem znečištění ovzduší oxidem uhelnatým (CO) jsou procesy, při kterých dochází k nedokonalému spalování fosilních paliv. Je to především doprava a dále stacionární zdroje, zejména domácí topeniště.

Zvýšené koncentrace mohou způsobovat bolesti hlavy, zhoršují koordinaci a snižují pozornost. Oxid uhelnatý se váže na hemoglobin, zvýšené koncentrace vzniklého karboxyhemoglobinu omezují kapacitu krve pro přenos kyslíku [1].

Převládajícím zdrojem oxidu uhelnatého ve Zlínském kraji je doprava (REZZO4), 25 % emisí pochází z malých zdrojů (REZZO 3), zvláště velké, velké a střední zdroje produkují zhruba 8 % všech emisí CO [2]. Jednotlivé podíly zobrazuje Obr. 26 [2].



Obr. 26 – Emisní bilance CO, Zlínský kraj, rok 2010

Oxid uhelnatý (CO) má dle platné legislativy [3] jeden imisní limit – pro maximální denní osmihodinový klouzavý průměr – viz. Tab. 10.

Tab. 10 – Imisní limit pro oxid uhelnatý [3]

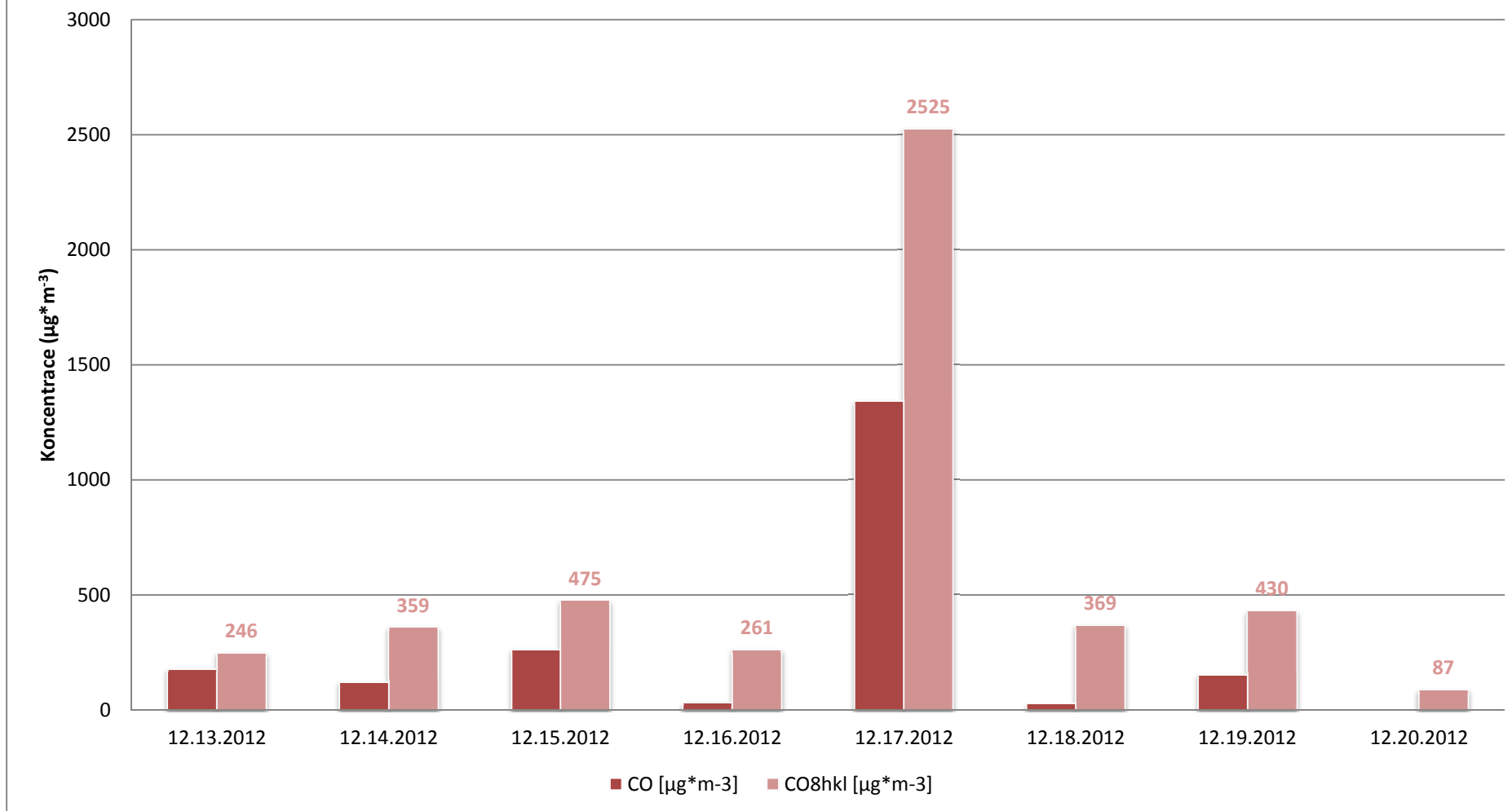
Znečišťující látka	Doba průměrování	Imisní limit			Povoleno překročení za kalendářní rok
		UAT	LAT		
Oxid uhelnatý CO	maximální denní osmihodinový klouzavý průměr	10000 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	7000 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	5000 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	

4.5.1 Výsledky měření oxidu uhelnatého v lokalitě Košíky

Koncentrace CO v ČR leží dlouhodobě výrazně pod imisním limitem i pro pod dolní mezí pro posuzování. I proto byl počet měření velmi omezen a v současnosti se vyskytuje takřka výhradně dopravou zatížených lokalitách, kde mohou být naměřeny vyšší koncentrace CO. V roce 2012 bylo ve Zlínském kraji měření CO prováděno v lokalitě Zlín, od 1. 1. 2013 bylo přesunuto na dopravní lokalitu Uherské Hradiště.

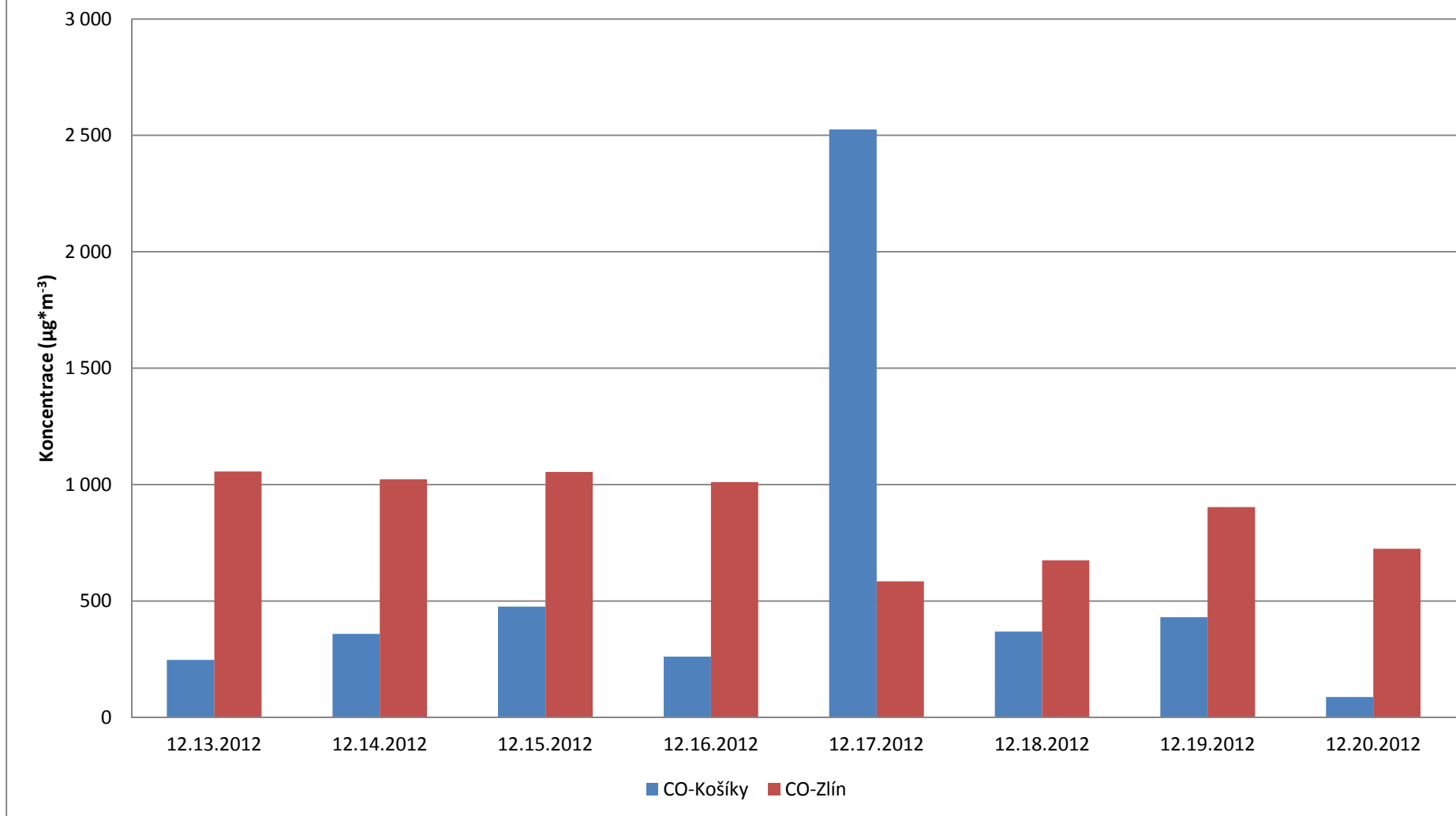
Graf na Obr. 27 zobrazuje průměrné 24hodinové koncentrace CO spolu s jejich maximálním 8h klouzavým průměrem za den. Tyto průměry leží obdobně jako v případě lokality státní sítě imisního monitoringu ve Zlíně hluboko pod imisním limitem (Obr. 28).

Trend koncentrací CO, Košíky, 13. - 20. 12. 2012



Obr. 27 - Trend koncentrací CO, Košíky, 13. - 20. 12. 2012

Srovnání maximálních 8h klouz. průměrů CO za den v Košíkách a Zlíně



Obr. 28 - Srovnání maximálních 8h klouzavých průměrů CO za den v Košíkách a Zlíně

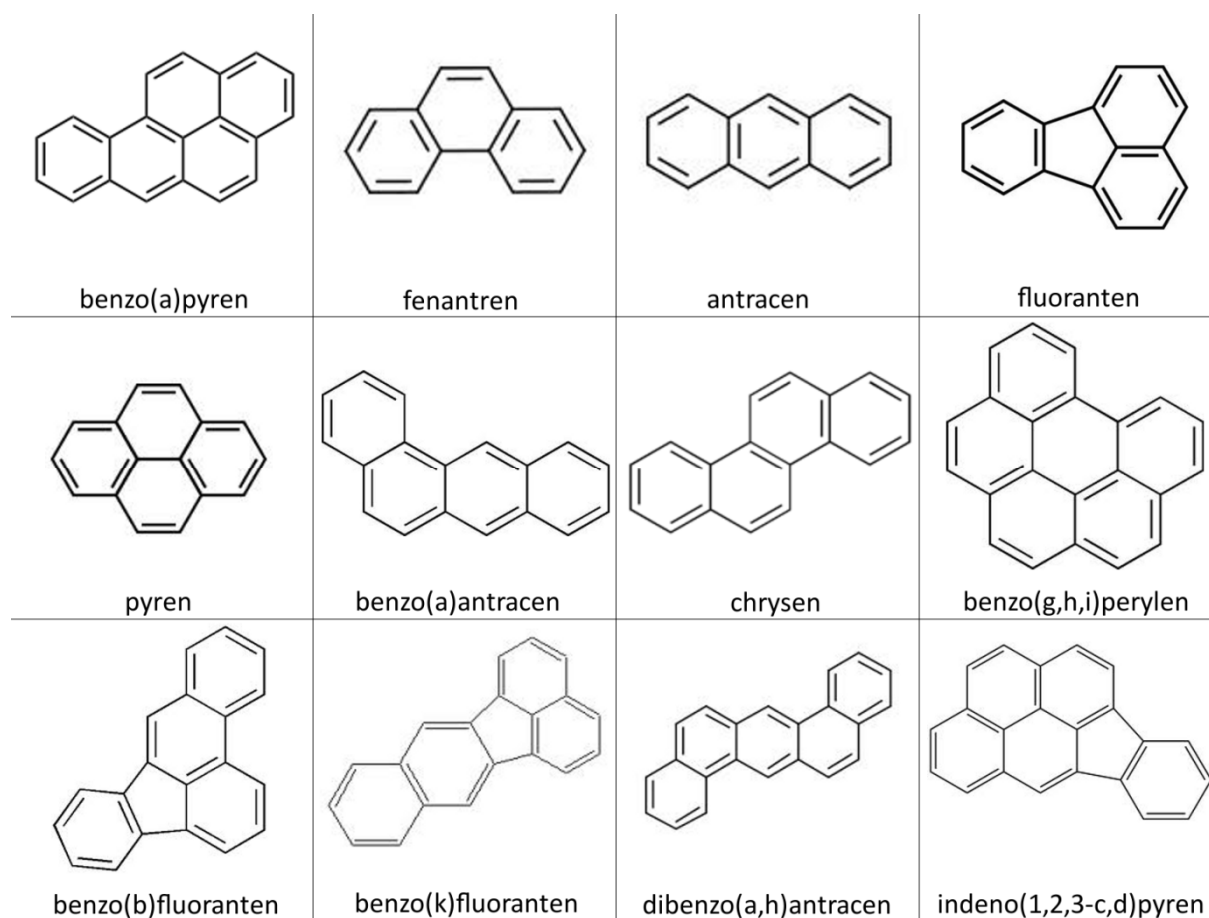
4.6 Polyaromatické uhlovodíky (PAH)

Mezi Polyaromatické uhlovodíky se řadí ty organické sloučeniny, které ve své struktuře obsahují 3 a více aromatických jader. Legislativním zástupcem polyaromatických uhlovodíků je benzo(a)pyren.

Přírodní hladina pozadí benzo(a)pyrenu může být s výjimkou výskytu lesních požárů téměř nulová. Jeho antropogenním zdrojem, stejně jako ostatních polycyklických aromatických uhlovodíků (PAH), jejichž je benzo(a)pyren představitelem pro hodnocení účinku na lidské zdraví, je jednak nedokonalé spalování fosilních paliv jak ve stacionárních (domácí topeniště), tak i v mobilních zdrojích (motory spalující naftu), ale také výroba koksu a železa. Benzo(a)pyren, stejně jako další PAH s 5 a více aromatickými jádry, je navázán především na částice menší než 2,5 μm .

U benzo(a)pyrenu, stejně jako u některých dalších PAH, jsou prokázány karcinogenní účinky na lidský organismus [1]. Imisní limit pro benzo(a)pyren je 1 $\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$ pro průměrnou roční koncentraci této látky [3]. Pro srovnání kampaně s imisním limitem však není dostatek dat.

Kromě legislativního zástupce PAH benzo(a)pyrenu bylo v lokalitě Košíky měřeno dalších 11 polyaromatických sloučenin, uvedených na Obr. 29.



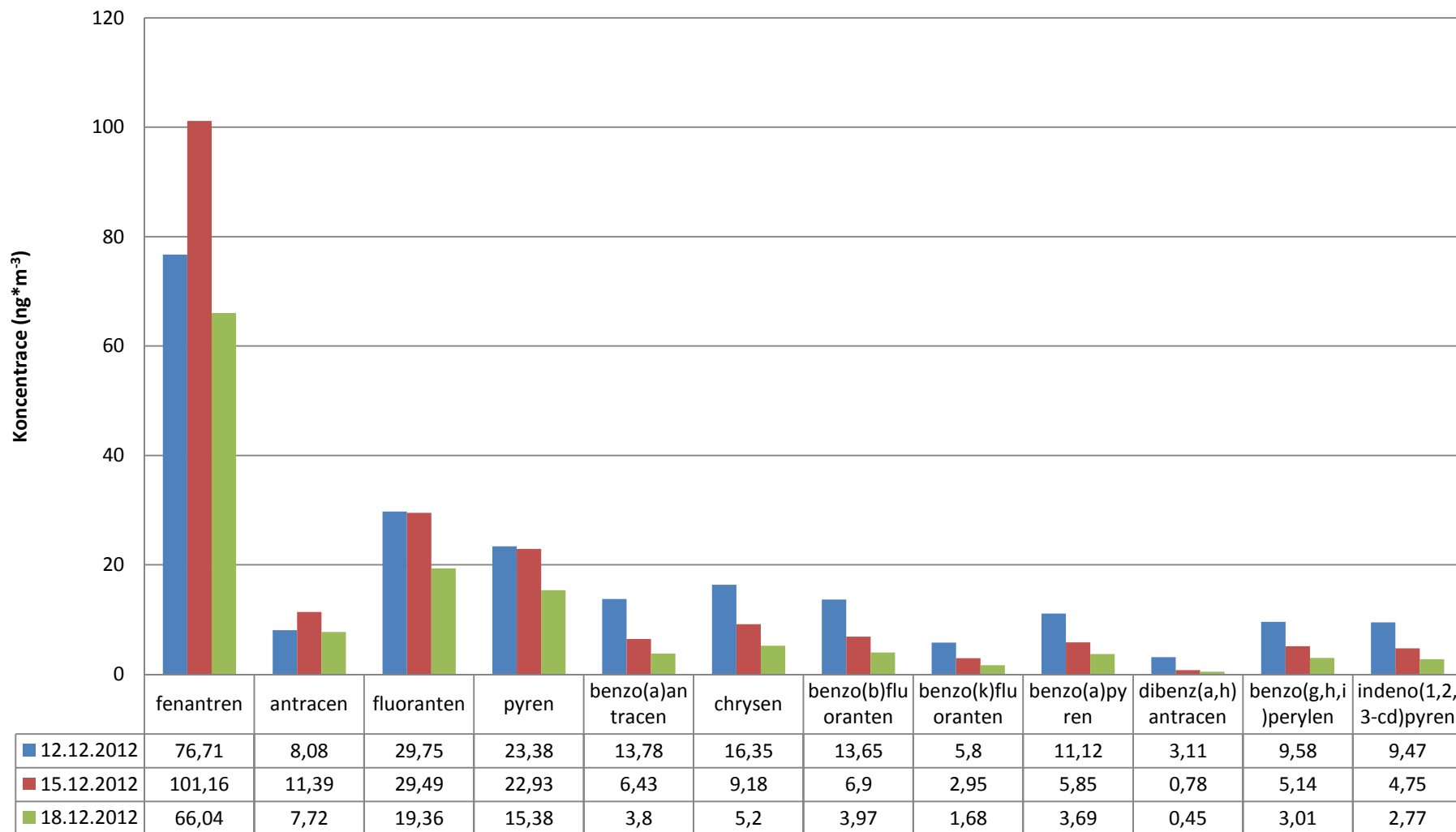
Obr. 29 – Stanovované Polyaromatické uhlovodíky

Z výsledků na Obr. 30 je patrné, že koncentrace polyaromatických uhlovodíků byly po celou dobu zvýšené, což odpovídá roční době – z dlouhodobých trendů je známo, že koncentrace PAH mají

minima v letních měsících, kdy jsou téměř nulové, a maxima v zimním období, kdy značně naroste počet zdrojů produkujících Polyaromatické látky (lokální topeniště). Hodnoty byly po celou dobu kampaně poměrně vyrovnané, avšak u vícejaderných PAH počínaje benzo(a)antracénem je jasně vidět, že maximálních hodnot bylo dosaženo v první den měření.

Z uvedeného vyplývá, že ne všechno znečištění musí pocházet pouze z lokálních zdrojů, avšak nelze je opomíjet. Jelikož Polyaromatické látky vznikají při nedokonalém spalování, spočívá prevence před jejich zvýšenými koncentracemi především ve výběru vhodného paliva pro topení v lokálních topeništích a rovněž používání k tomu určených kotlů. V neposlední řadě je důležitý i způsob topení, který ovlivňuje přístup kyslíku během hoření.

Vyhodnocení koncentrací polyaromatických uhlovodíků, Košíky, 12. - 20. 12. 2012

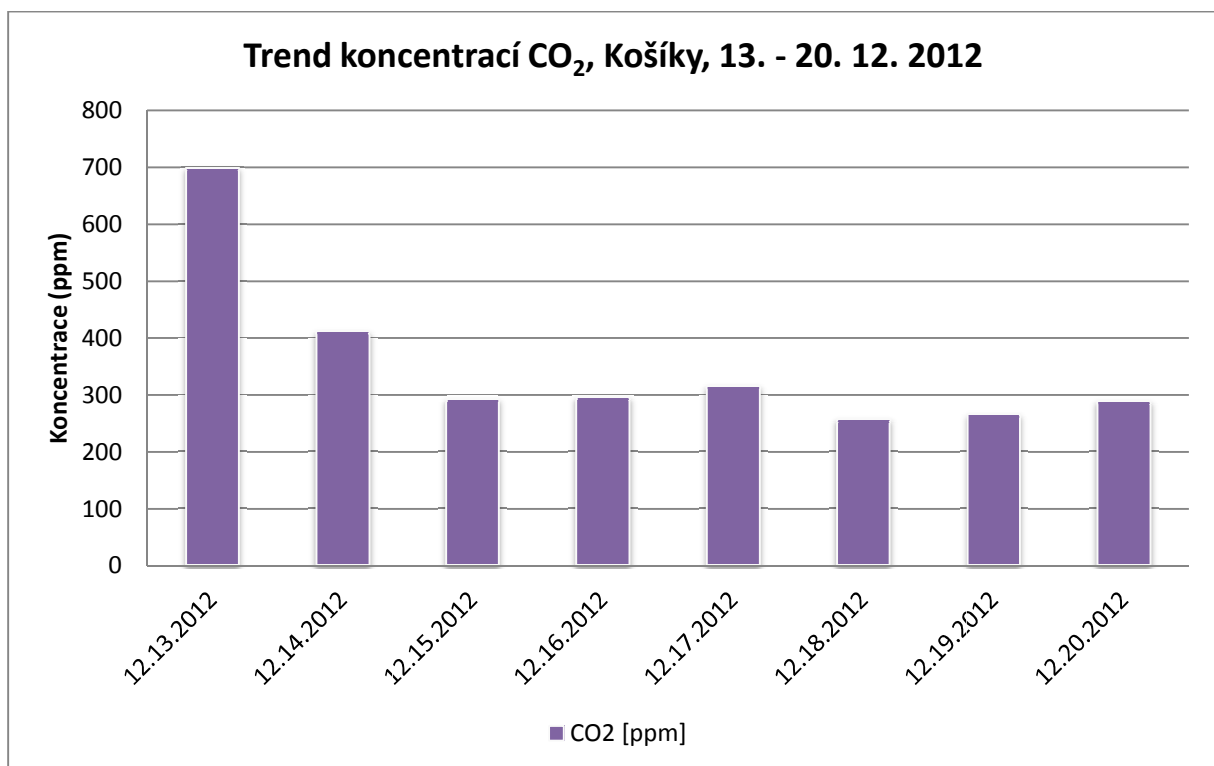


Obr. 30 – 24hodinové koncentrace polyaromatických uhlovodíků, Košíky, 27. 11. – 12. 12. 2012

4.7 Oxid uhličitý CO₂

Spolu s měřením škodlivin v ovzduší proběhlo rovněž měření koncentrace CO₂. Oxid uhličitý je bezbarvý plyn bez chuti a zápachu vznikající reakcí uhlíku a kyslíku (spalováním, dýcháním živých organismů). Oxid uhličitý je běžnou součástí atmosféry, jeho koncentrace se v současné době pohybuje kolem stopového množství 390 ppm (390 částic CO₂ na milion ostatních částic ve vzduchu, tj. 0,039 %).

Z grafu na Obr. 31 je patrné, že kromě prvního dne měření, kdy zřejmě docházelo k stabilizaci analyzátoru, se hodnoty pohybují v okolí množství uváděného jako průměrná hodnota CO₂ v atmosféře.



Obr. 31 - Koncentrace CO₂, lokalita Košíky, 13. - 20. 12. 2012

5 Závěry

Z uvedených dat vyplývá, že v Košíkách jsou měřeny obdobné koncentrace jako v lokalitě státní sítě imisního monitoringu Zlín. Podobnost vychází z obdobného charakteru stanice (požadová lokalita). Vyšší koncentrace PM lze vysvětlit topnou sezónou, kdy ve Zlíně i Uherském Hradišti je většina obyvatel napojeno na CZT popř. využívají plynové topení, v Košíkách lze očekávat vytápění tuhými palivy. Tomu napovídají i zvýšené koncentrace PAH indikující nedokonalé spalování. Dalším indikátorem významného vlivu lokálních topenišť jsou hodinové koncentrace PM, které vykazují svá maxima ve večerních a nočních hodinách, kdy se lidé vrátí z práce a zatopí. Naopak v případě oxidů dusíku jsou koncentrace nejnižší díky nízkému ovlivnění dopravou, což opět poukazuje na významný vliv lokálních topenišť na vyšší koncentrace PM.

Během ambulantního měření byly naměřeny zvýšené koncentrace částic PM₁₀, překračující limitní koncentraci 50 µg·m⁻³. Část z těchto koncentrací mohlo být způsobeno ovlivněním lokálními topeništi, avšak ke konci kampaně byly tyto zvýšené koncentrace naměřeny i na dalších lokalitách Zlínského kraje. Nejednalo se tedy pouze o lokální ovlivnění (i když ke zvýšeným koncentracím rozhodně lokální zdroje přispívaly), epizoda měla nadregionální charakter způsobený horšími rozptylovými podmínkami.

Z hlediska ostatních škodlivin (NO₂, CO, SO₂) nedocházelo k výrazným odchylkám od státní sítě imisního monitoringu, situace je srovnatelná se situací ve Zlíně, koncentrace jsou logicky o něco nižší zejména u škodlivin produkovaných dopravou. Vzhledem k tomu, že ve Zlíně dochází k překročení imisního limit pouze v případě částic PM₁₀ a benzo(a)pyrenu, lze předpokládat, že obdobná situace bude i v Košíkách, přičemž významný vliv na kvalitu ovzduší budou mít meteorologické podmínky. V případě Košíků může být díky nízkému ovlivnění dopravou lepší letní sezóna, v případě PM a PAH však velmi závisí na zimní sezóně. Pokud je v zimní sezóně vyšší počet dnů s inverzním charakterem počasí, může v lokalitě Košíky vlivem orografie, lokálním topeništím (palivo, kamna, způsob topení) docházet k situacím s vyššími koncentracemi PM a PAH, než např. v lokalitě Zlín.

6 Citovaná literatura

- [1] ČHMÚ, „Znečištění ovzduší na území České Republiky,“ 2012. [Online]. Available: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/grafroc_CZ.html.
- [2] ČHMÚ, „Registr emisí a zdrojů znečištění ovzduší,“ 2010. [Online]. Available: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/oez/emisnibilance_CZ.html.
- [3] *Zákon č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší*, 2012.
- [4] J. Bednář, „Kompendium ochrany kvality ovzduší, část 1: Meteorologie,“ *Ochrana ovzduší 2/2003*, 2003.
- [5] J. Keder, „Rozbor výsledků kontinuálního měření spekter velikostí částic analyzátory Grimm,“ v *Ovzduší 2007*, Brno, 2007.
- [6] *Vyhláška č. 330/2012 Sb. o způsobu posuzování a vyhodnocení úrovně znečištění, rozsahu informování veřejnosti o úrovni znečištění a při smogových situacích*, Praha, 2012.
- [7] ČHMÚ, „Portál ČHMÚ,“ ČHMÚ, [Online]. Available: <http://www.chmi.cz/>.
- [8] J. Horák, F. Hopan a Krpec, Kamil, „Může jedna obec vyprodukovat tolik dioxinů jako velká spalovna odpadů?,“ *Ochrana ovzduší 1/2012*, pp. 36-38, 2012.
- [9] G. Konožová a R. Skeřil, „Koncentrace tuhých částic v ovzduší v bezesrážkových epizodách v Brně (1996-2010),“ v *Ovzduší 2011*, Brno, 2011.