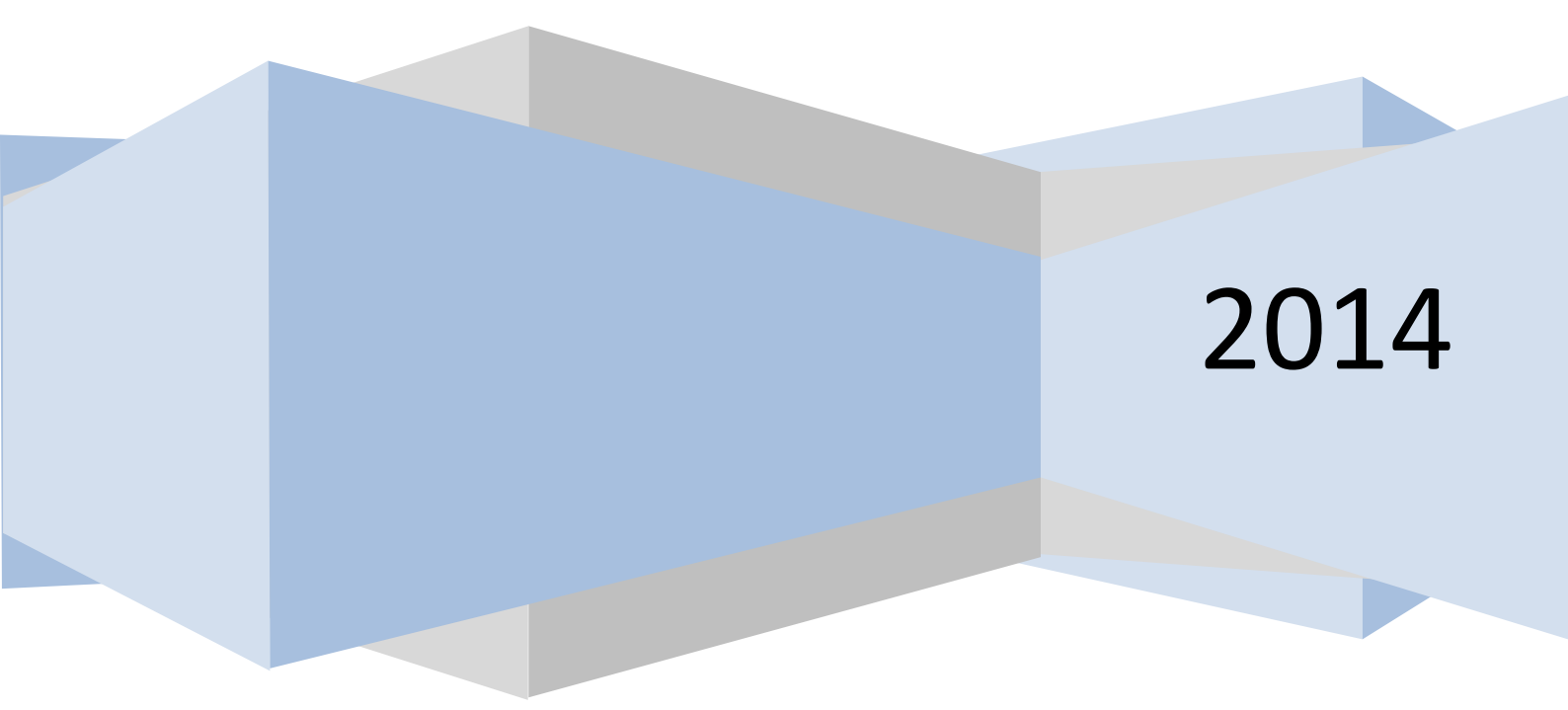


ENVltech Bohemia s.r.o.

Vyhodnocení kvality ovzduší v Zubří 9 – 11 / 2014



2014

Obsah

1	Úvod	3
2	Imisní limity	4
3	Vyhodnocení kvality ovzduší v Zubří	5
3.1	Suspendované částice PM ₁₀ , PM _{2,5} a PM ₁	5
3.2	Oxidy dusíku – NO, NO ₂ a NO _x	13
3.3	Benzo(a)pyren	18
4	Závěr	20

1 Úvod

Na podzim roku 2014 proběhlo v Zubří měření kvality ovzduší na monitorovací stanici umístěné v lokalitě Staré Zubří (GPS: 49.4838017°N, 18.1080150°E). Tato stanice je charakterizována jako městská pozadová stanice. Její reprezentativnost leží v řádu kilometrů až desítek kilometrů.



Tato studie slouží jako vyhodnocení tří měsíců měření, přibližné srovnání s legislativou a dalšími monitorovacími stanicemi ve Zlínském resp. Olomockém kraji. Pro vyhodnocení byla použita data ČHMÚ. Český hydrometeorologický ústav je akreditován dle ČSN EN ISO/IEC 17025:2005 jako zkušební laboratoř č. 1460. Informace o rozsahu akreditace je možné najít na stránkách Českého Institutu pro Akreditaci (www.cai.cz).

2 Imisní limity

V lokalitě Zubří byly kontinuálně měřeny následující škodliviny:

- suspendované částice PM_{10} , $PM_{2,5}$ a PM_1
- oxidy dusíku – NO, NO_2 a NO_x

Dále byl odebírán a laboratorně stanoven benzo(a)pyren. Laboratorní stanovení benzo(a)pyrenu prováděl Zdravotní Ústav se sídlem v Ostravě.

Pro tyto škodliviny platí dle zákona 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší následující imisní limity.

Tab. 1 - Imisní limity vyhlášené pro ochranu zdraví lidí a maximální počet jejich překročení

Znečišťující látka	Doba průměrování	Imisní limit LV	UAT	LAT	pLV
Benzo(a)pyren	1 kalendářní rok	$1 \text{ ng} \cdot \text{m}^{-3}$	$0,6 \text{ ng} \cdot \text{m}^{-3}$	$0,4 \text{ ng} \cdot \text{m}^{-3}$	
Prašný aerosol PM_{10}	24 hodin	$50 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$	$35 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$	$25 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$	35
Prašný aerosol PM_{10}	1 kalendářní rok	$40 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$	$28 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$	$20 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$	
Prašný aerosol $PM_{2,5}$	1 kalendářní rok	$25 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$	$17 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$	$12 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$	
Oxid dusičitý NO_2	1 hodina	$200 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$	$140 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$	$100 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$	18
Oxid dusičitý NO_2	1 kalendářní rok	$40 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$	$32 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$	$26 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$	

Kromě samotných imisních limitů tabulky uvádí také přípustnou četnost překročení za kalendářní rok (pLV, je-li stanovena), horní mez pro posuzování (UAT) a dolní mez pro posuzování (LAT). Pokud jsou v území překračovány hodnoty horní meze pro posuzování, je pro hodnocení kvality ovzduší nutné koncentrace měřit stacionárním měřením. V případě, že jsou nižší než dolní mez pro posuzování, postačuje pro posuzování úrovně znečištění výpočet pomocí modelu. V případě koncentrací mezi dolní a horní mezí pro posuzování se používá kombinace měření a výpočtu. Poslední sloupec (pLV) v Tab. 1 zobrazuje maximální povolený počet překročení limitní hodnoty (LV) za kalendářní rok. To znamená, že například v případě denního limitu pro PM_{10} může být za kalendářní rok hodnota $50 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ 35krát překročena, aniž by došlo k překročení imisního limitu. Proto se často hodnotí 36. nejvyšší denní koncentrace, která pokud je vyšší než $50 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$, došlo k překročení imisního limitu. V případě lokality Zubří se bude jednat pouze o odhad na základě podobnosti s dalšími stanicemi imisního monitoringu, které měří po celý rok.

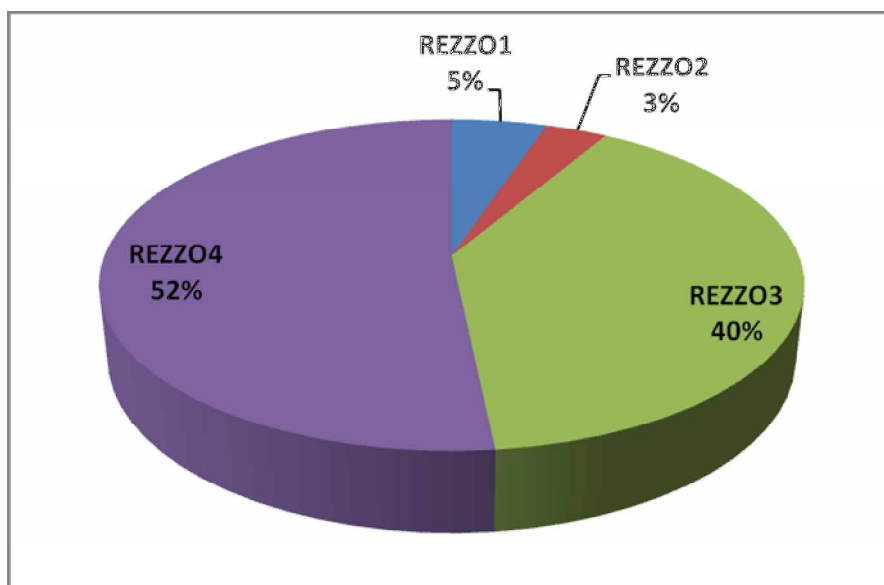
3 Vyhodnocení kvality ovzduší v Zubří

3.1 Suspendované částice PM₁₀, PM_{2,5} a PM₁

Suspendované částice jsou emitovány jak přírodními (např. sopky či prašné 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.

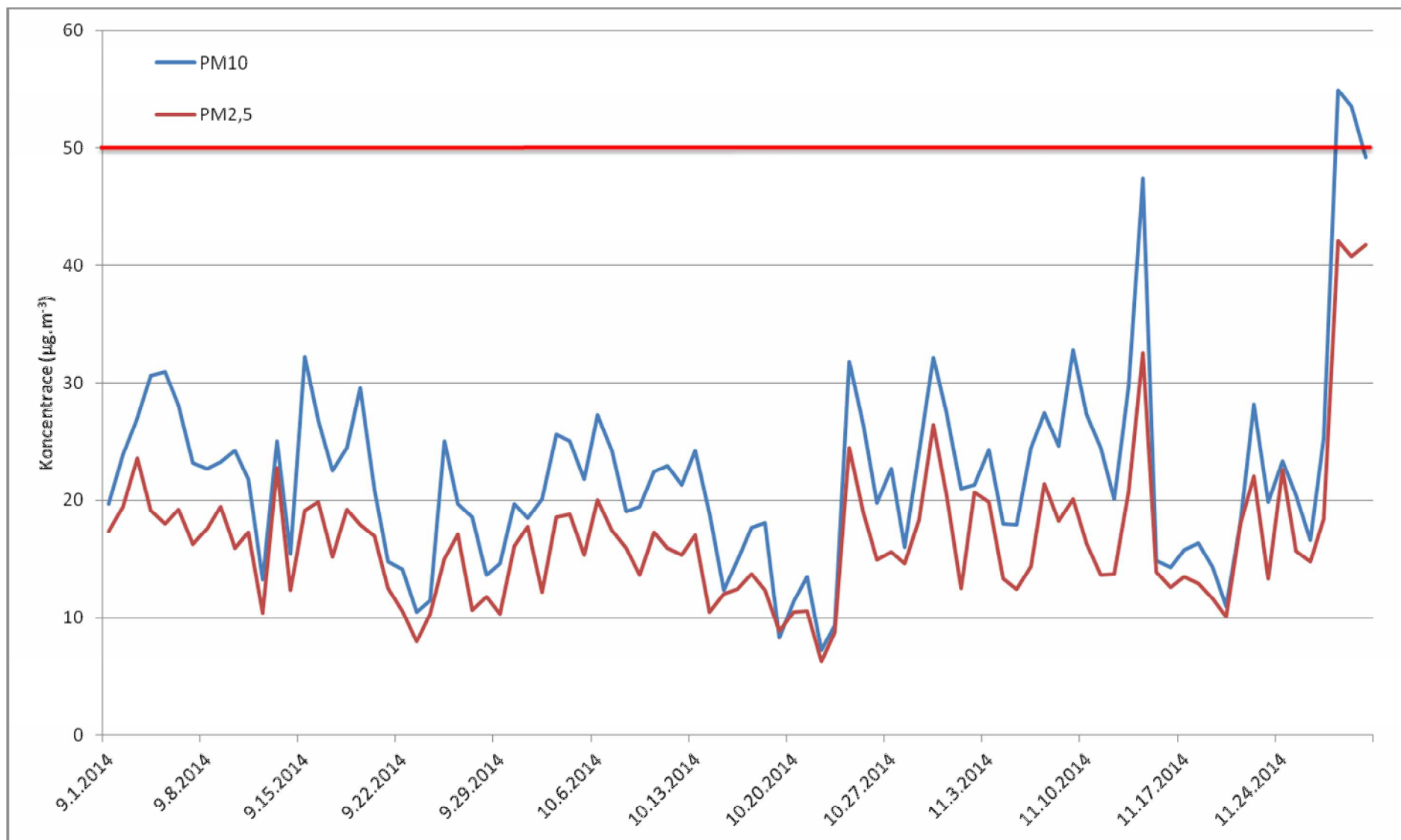
Negativní zdravotní účinky PM₁₀ a PM_{2,5} se projevují již při velmi nízkých koncentracích bez zřejmé spodní hranice bezpečné koncentrace. Zdravotní rizika částic ovlivňuje jejich koncentrace, velikost, tvar a chemické složení. Mohou se podílet na snížení imunity, mohou způsobovat zánětlivá onemocnění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

Hlavním zdrojem tuhých znečišťujících látek (TZL) ve Zlínském kraji je doprava (mobilní zdroje znečišťování – REZZO 4) a malé zdroje (REZZO 3 – zejména lokální vytápění domácností). Zásadní z hlediska emisí tuhých látek je tak problematika dopravy, která se odráží i v imisní situaci měřené na dopravní stanici v Zubří. Zvláště velké a velké zdroje (REZZO 1) spolu se středními zdroji (REZZO 2) produkovaly v roce 2012 méně než 10 % všech emisí.

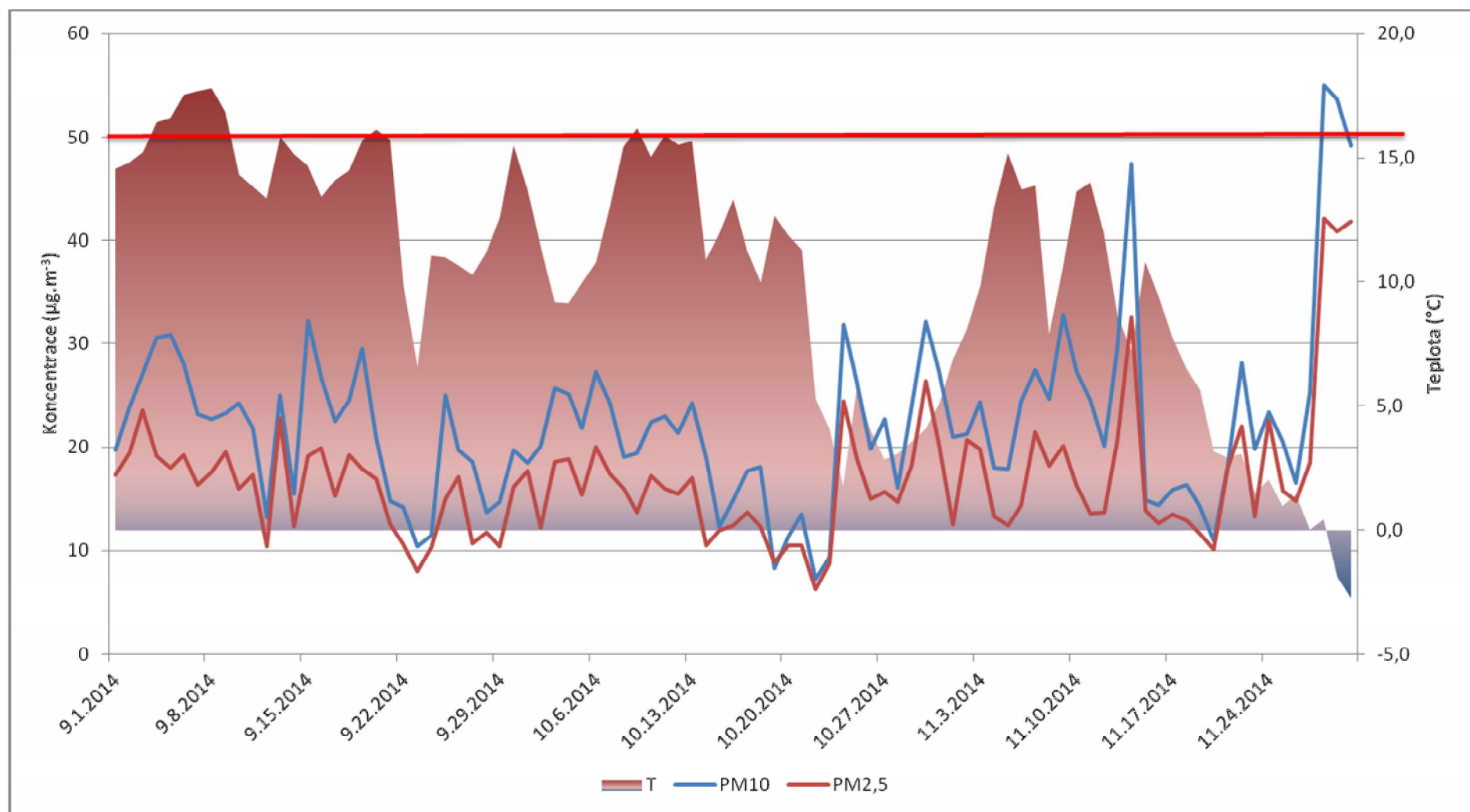


Obr. 1 - Emise TZL ve Zlínském kraji dle kategorií zdrojů (2012)

Jak již bylo uvedeno v předchozí kapitole, legislativou jsou sledovány dva imisní limity pro PM₁₀ (roční a denní) a jeden pro PM_{2,5} (roční). Následující Obr. 2 zobrazuje hodnoty průměrných denních koncentrací pro suspendované částice v měsících září - listopad 2014 v lokalitě Zubří. Obr. 3 pak zobrazuje vliv teploty na koncentrace PM.



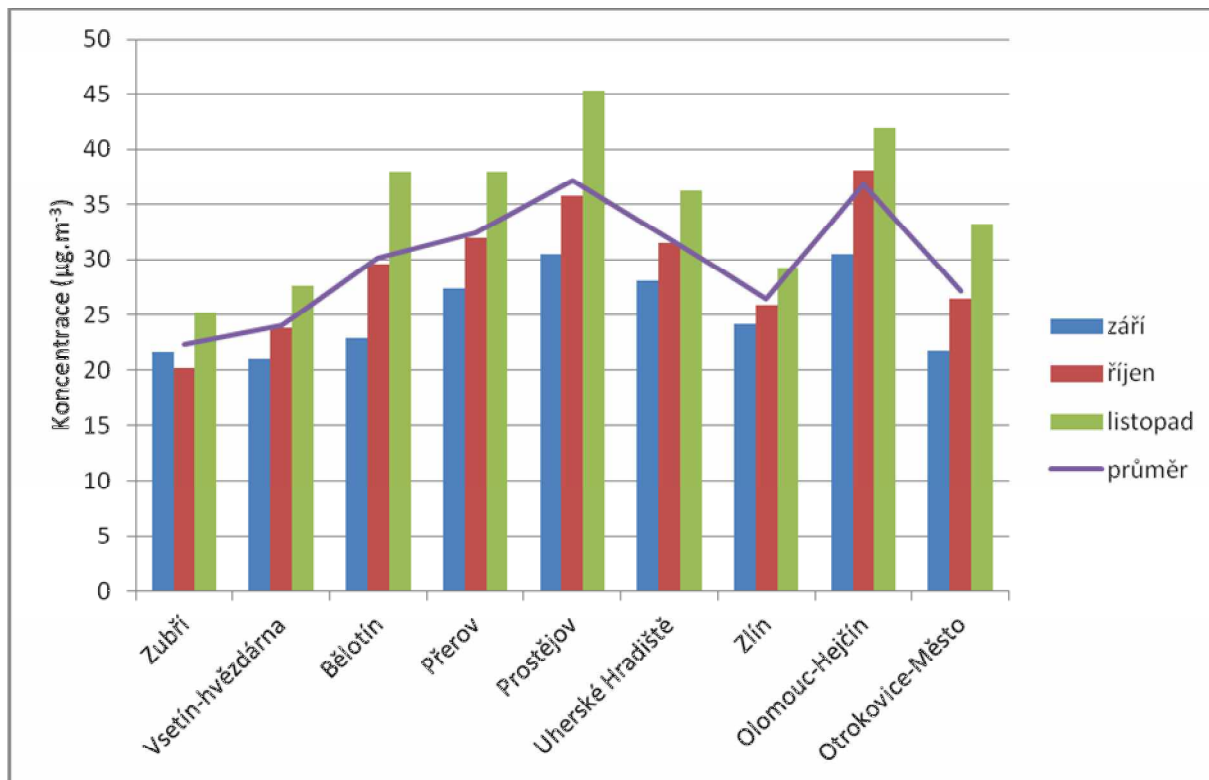
Obr. 2 - Průměrné denní koncentrace PM₁₀ a PM_{2,5}, Zubří



Obr. 3 - Průměrné denní koncentrace PM₁₀ a PM_{2,5} v závislosti na teplotě, Zubří

Z uvedených grafů je patrné, že koncentrace se po celou dobu držely zhruba do $30 \mu\text{g.m}^{-3}$, pouze v listopadu došlo ke zvýšení k $50 \mu\text{g.m}^{-3}$ (14. 11.) resp. mírně nad $50 \mu\text{g.m}^{-3}$ (28. a 29. 11.). Za celé sledované období tak došlo pouze ke 2 překročení koncentrace $50 \mu\text{g.m}^{-3}$ (za kalendářní rok jich může být 35).

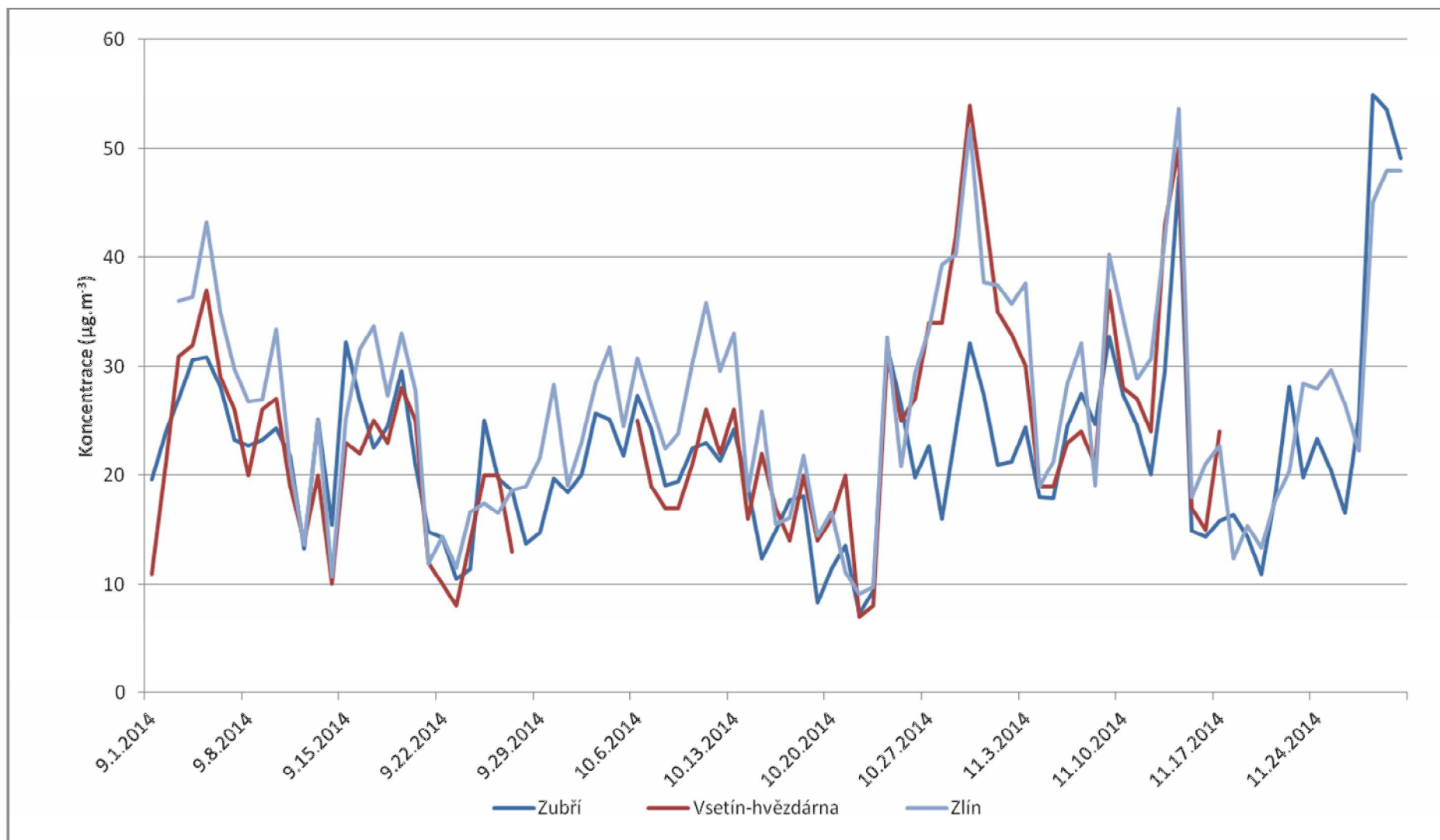
Následující Obr. 4 zobrazuje srovnání jednotlivých lokalit ve Zlínském a Olomouckém kraji z hlediska průměrných měsíčních koncentrací a celkového průměru za 3 měsíce (září – listopad).



Obr. 4 – Průměrné měsíční koncentrace PM_{10} a celkový průměr za měřené období v Zubří na lokalitách Zlínského a Olomouckého kraje

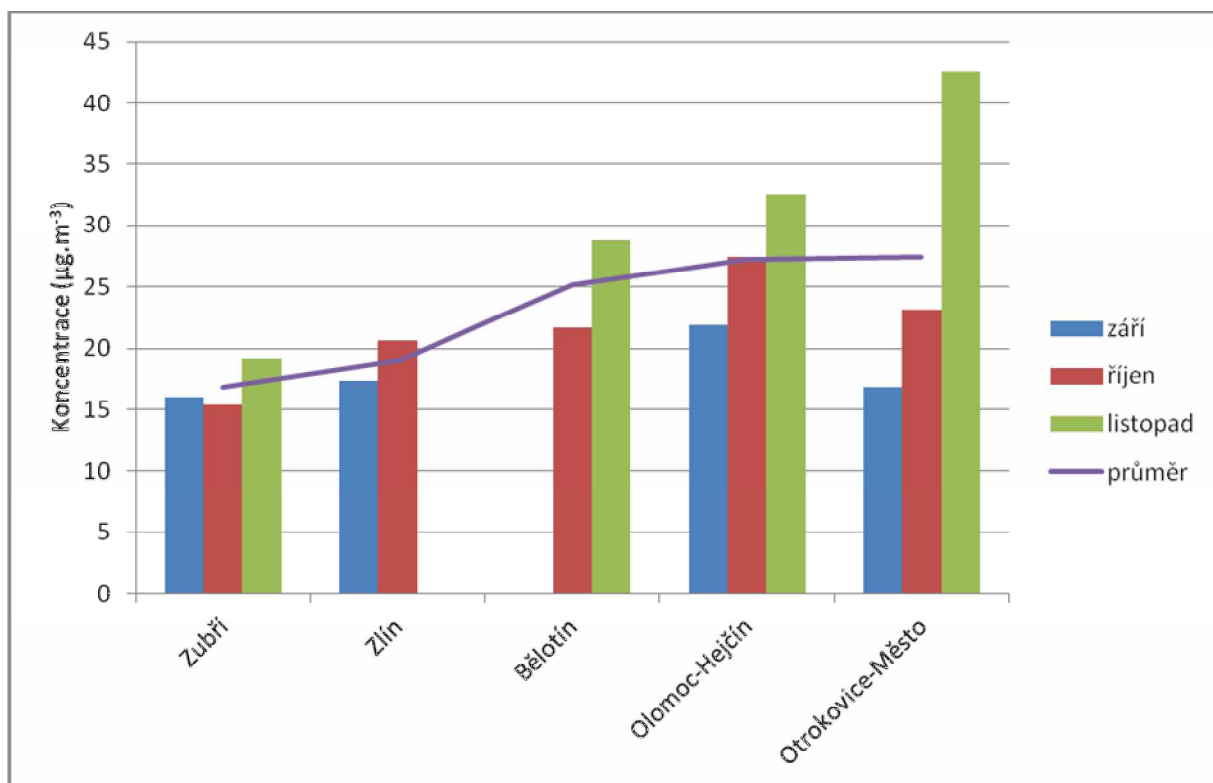
Ze srovnání vyplývá, že nejpodobněji se chová stanice Vsetín – hvězdárna. Z kontinuálních stanic pak lokalita Zlín. Pro detailnější srovnání na úrovni denních průměrů proto byly zvoleny právě tyto stanice (Obr. 5).

Ze srovnání vyplývá, že stanice mají velmi obdobný trend koncentrací. Vzhledem k tomu, že ani lokalita Vsetín-hvězdárna, ani lokalita Zlín nepřekročily v roce 2014 žádný imisní limit pro PM_{10} , lze předpokládat, že by nebyl překročen ani v lokalitě Zubří, kde byly koncentrace ještě nižší.

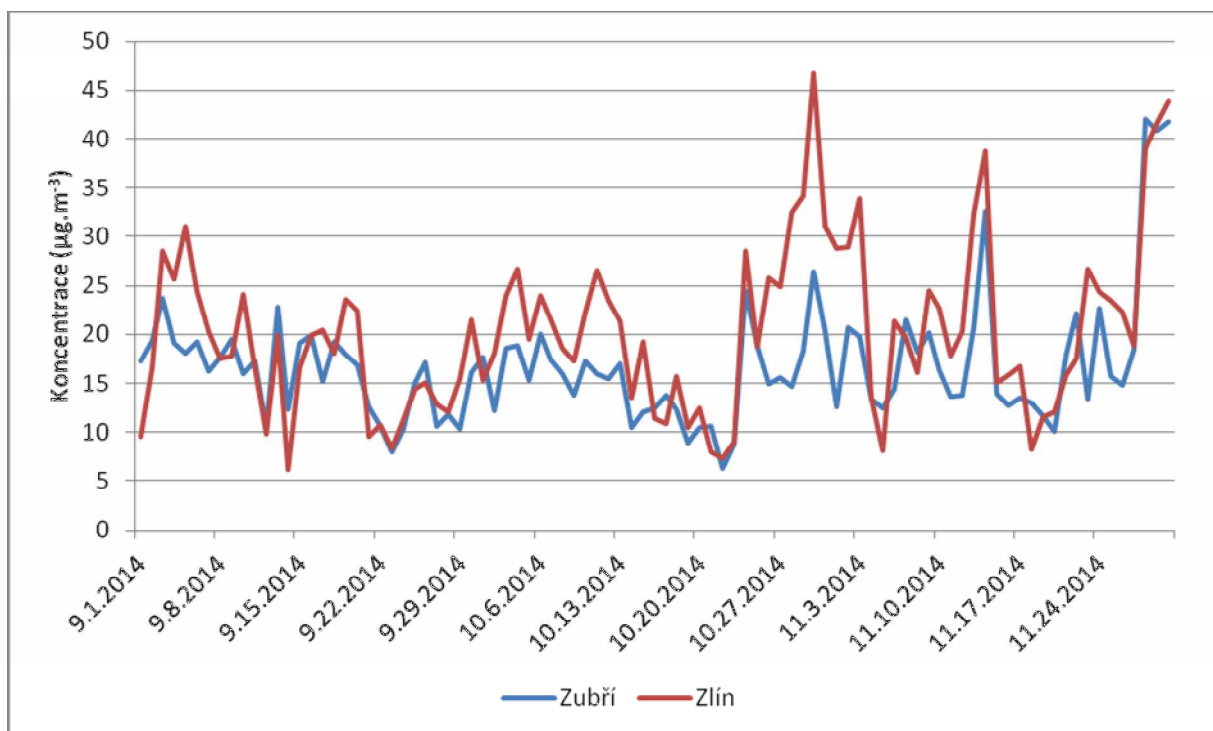


Obr. 5 – Srovnání průměrných denních koncentrací PM₁₀ v lokalitách Zubří, Vsetín – hvězdárna a Zlín, 1. 9. 2014 – 30. 11. 2014

Obdobná je i situace z hlediska $PM_{2,5}$. Nejpodobněji ze stanic měřících $PM_{2,5}$ se opět chová lokalita Zlín (Obr. 6).



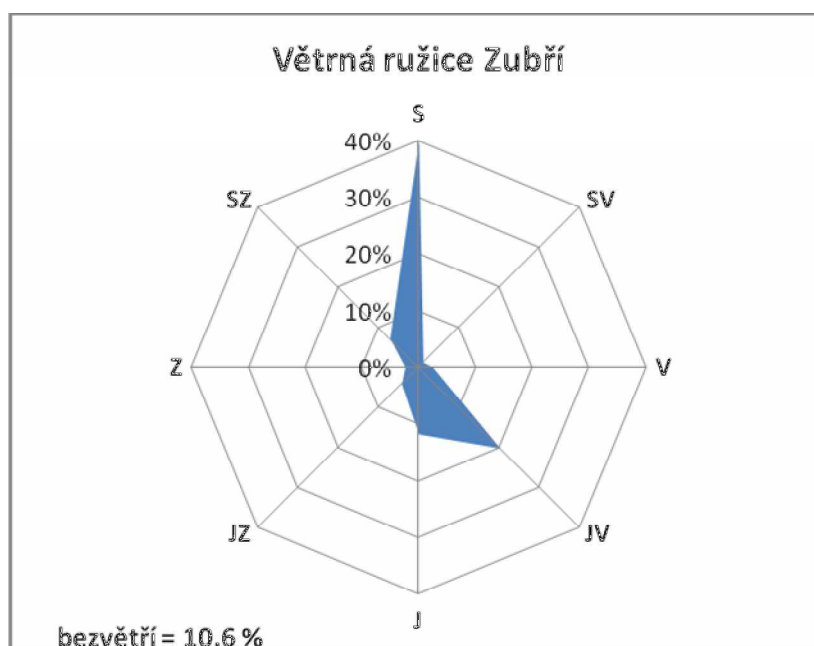
Obr. 6 - Průměrné měsíční koncentrace $PM_{2,5}$ a celkový průměr za měřené období v Zubří na lokalitách Zlínského a Olomouckého kraje



Obr. 7 - Srovnání průměrných denních koncentrací PM_{10} v lokalitách Zubří a Zlín, 1. 9. 2014 – 30. 11. 2014

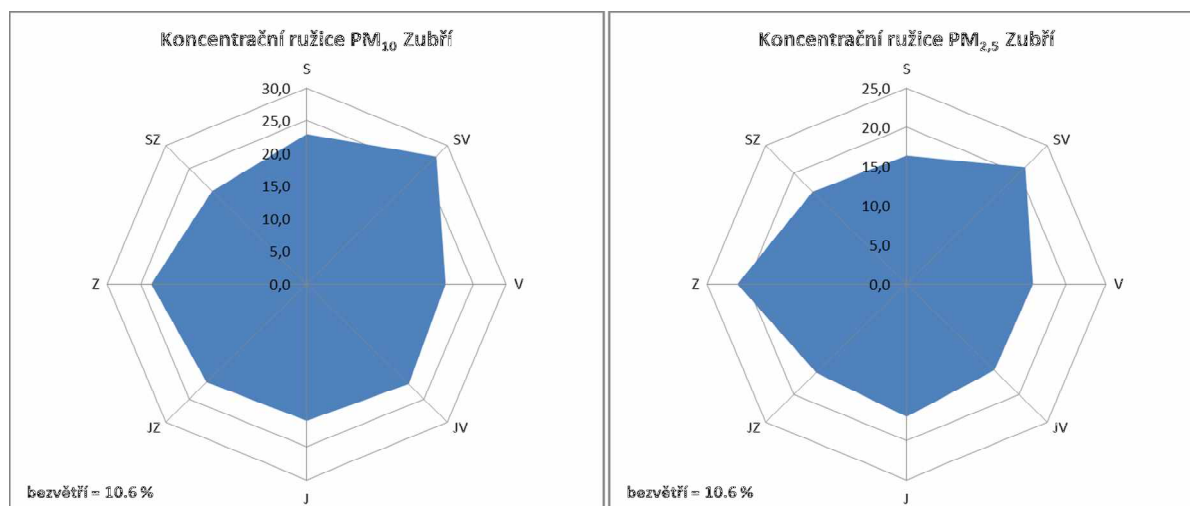
Obdobně jako v případě průměrných denních koncentrací PM_{10} spolu dobře koreluje i koncentrace $PM_{2,5}$. Koncentrace v Zubří jsou opět nižší než v případě lokality Zlín, a jelikož ve Zlíně v roce 2014 k překročení imisního limitu pro $PM_{2,5}$ nedošlo, s největší pravděpodobností by nepřekračovala ani lokalita Zubří.

Na následujícím Obr. 8 je zobrazena větrná ružice, která naznačuje, že v lokalitě převažuje severní proudění, doplněné o jihovýchodní a jižní směry.



Obr. 8 - Větrná ružice pro lokalitu Zubří, 1. 9. – 30. 11. 2014

Pokud se podíváme na koncentrační ružice, tak v případě PM_{10} i $PM_{2,5}$ jsou koncentrace rozprostřeny poměrně rovnoměrně (Obr. 9). V nejvýznamnějších směrech (S, JV a J) jsou koncentrace téměř totožné.



Obr. 9 – Koncentrační ružice pro PM_{10} a $PM_{2,5}$, lokalita Zubří, 1. 9. – 30. 11. 2014

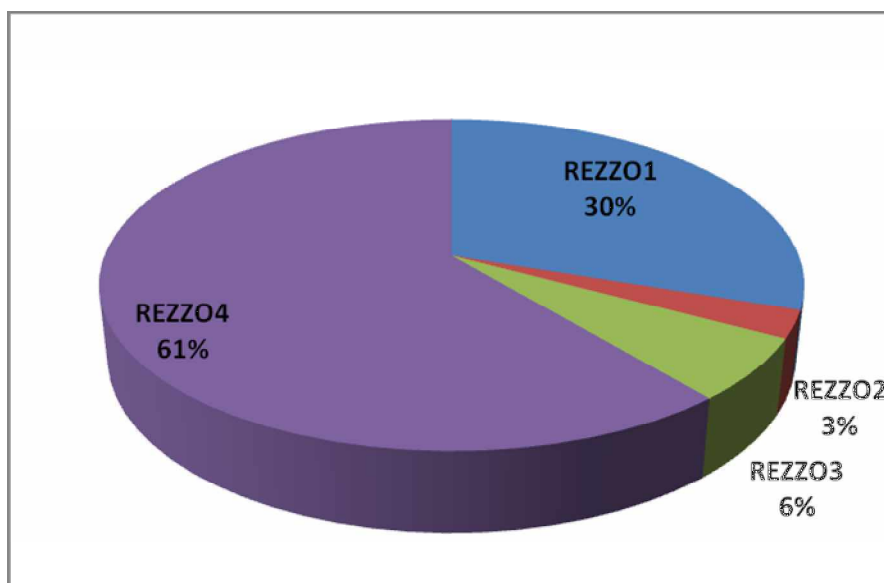
3.2 Oxidy dusíku – NO, NO₂ a NO_x

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.

K překročení ročního imisního limitu NO₂ dochází pouze na omezeném počtu stanic, a to na dopravně exponovaných lokalitách aglomerací a velkých měst. Lze předpokládat, že k překročení imisních limitů může docházet i na dalších dopravně exponovaných místech, kde není prováděno měření.

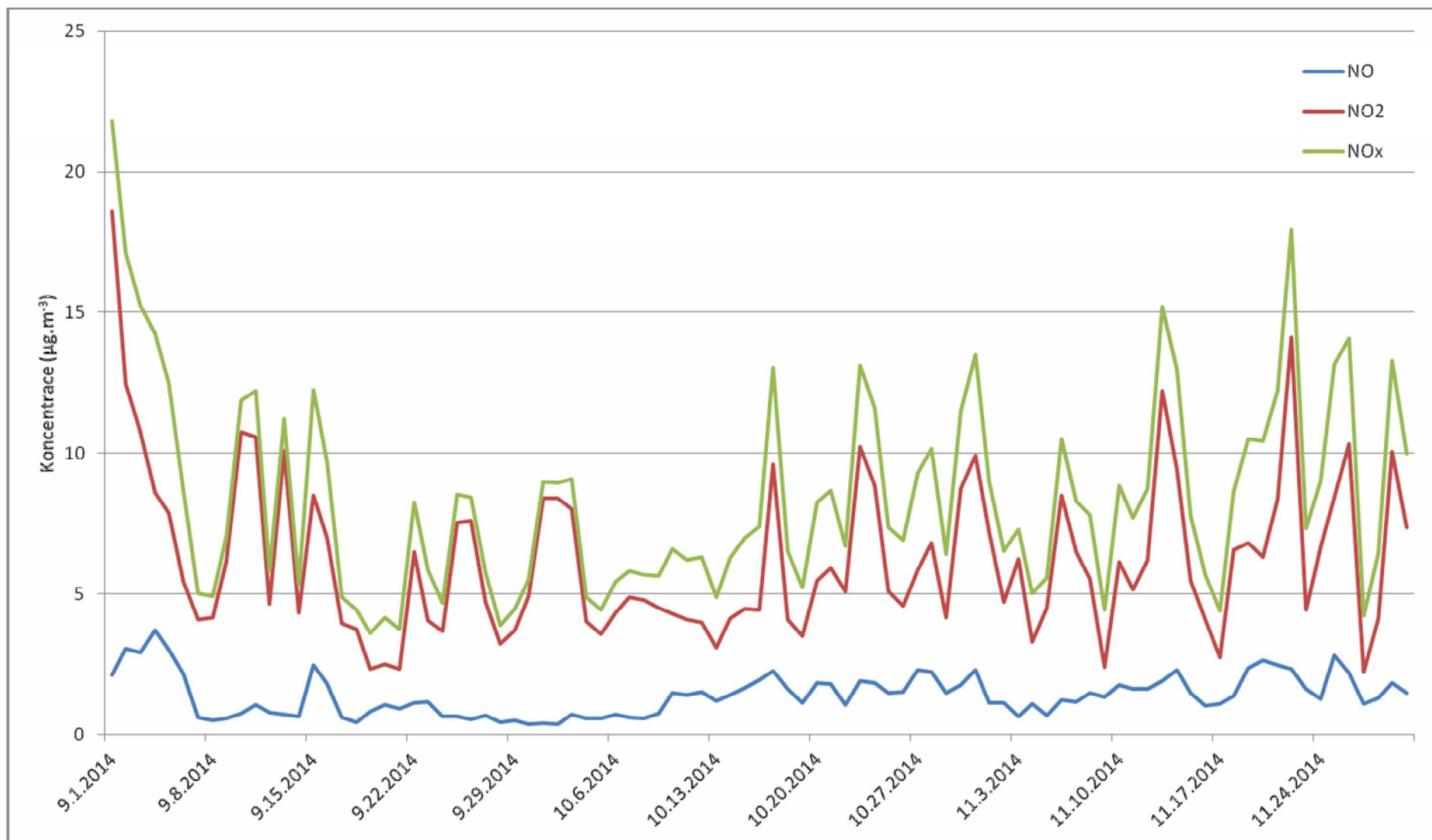
Majoritním zdrojem emisí NO_x ve Zlínském kraji je doprava (mobilní zdroje znečišťování – REZZO 4). Zvláště velké a velké zdroje znečišťování (REZZO 1) přispívají zhruba 30 % všech emisí NO_x (Obr. 10).



Obr. 10 - Emise NO_x ve Zlínském kraji dle kategorií zdrojů (2012)

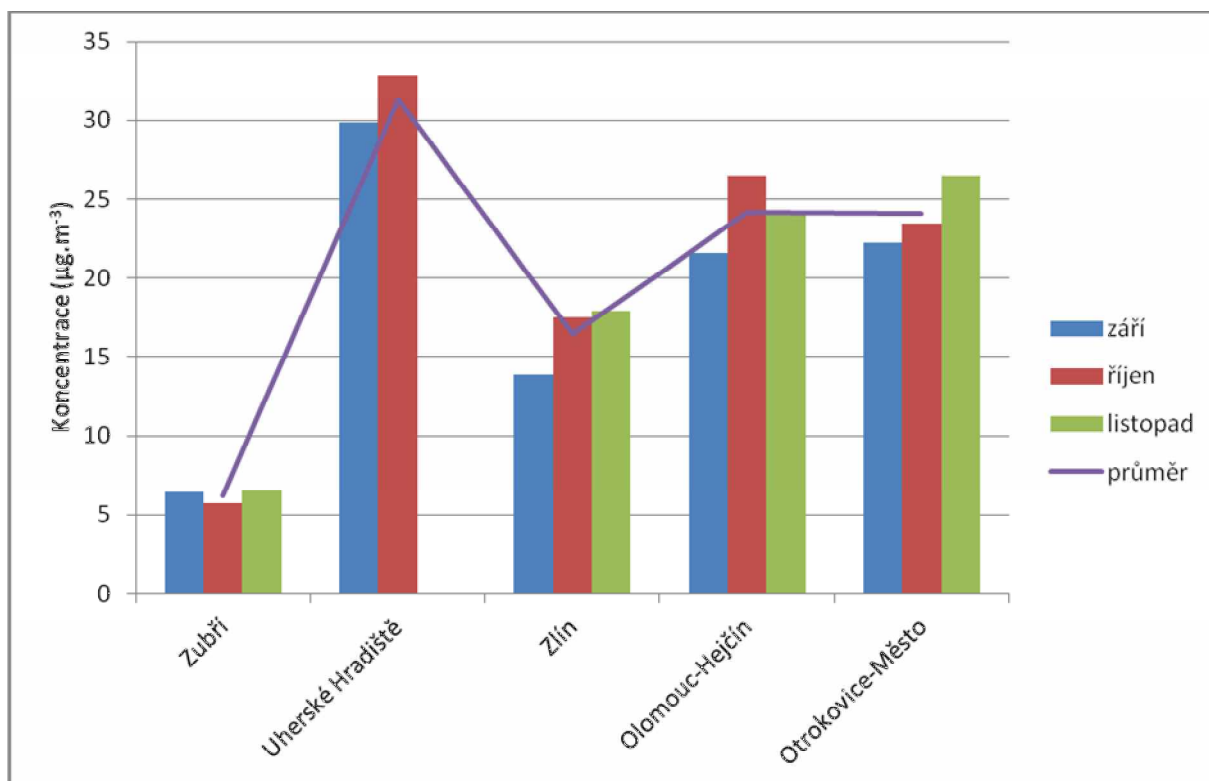
V případě oxidů dusíku se sledují dva imisní limity pro oxid dusičitý (NO₂). Jeden je pro průměrnou roční koncentraci a druhý pro hodinovou koncentraci. U hodinových koncentrací může dojít k 18 překročením, proto se hodnotí 19. nejvyšší hodinová koncentrace za kalendářní rok.

Následující graf na Obr. 11 zobrazuje vývoj koncentrací oxidů dusíku (NO, NO₂ a NO_x) po čas měření. Z průběhu koncentrací není zřetelný nějaký trend, koncentrace jsou nízké.



Obr. 11 - Průměrné denní koncentrace NO, NO₂ a NO_x, Zubří

Následující Obr. 12 zobrazuje srovnání jednotlivých lokalit ve Zlínském a Olomouckém kraji z hlediska průměrných měsíčních koncentrací a celkového průměru za 3 měsíce (září – listopad).



Obr. 12 – Průměrné měsíční koncentrace NO₂ a celkový průměr za měřené období v Zubří na lokalitách Zlínského a Olomouckého kraje

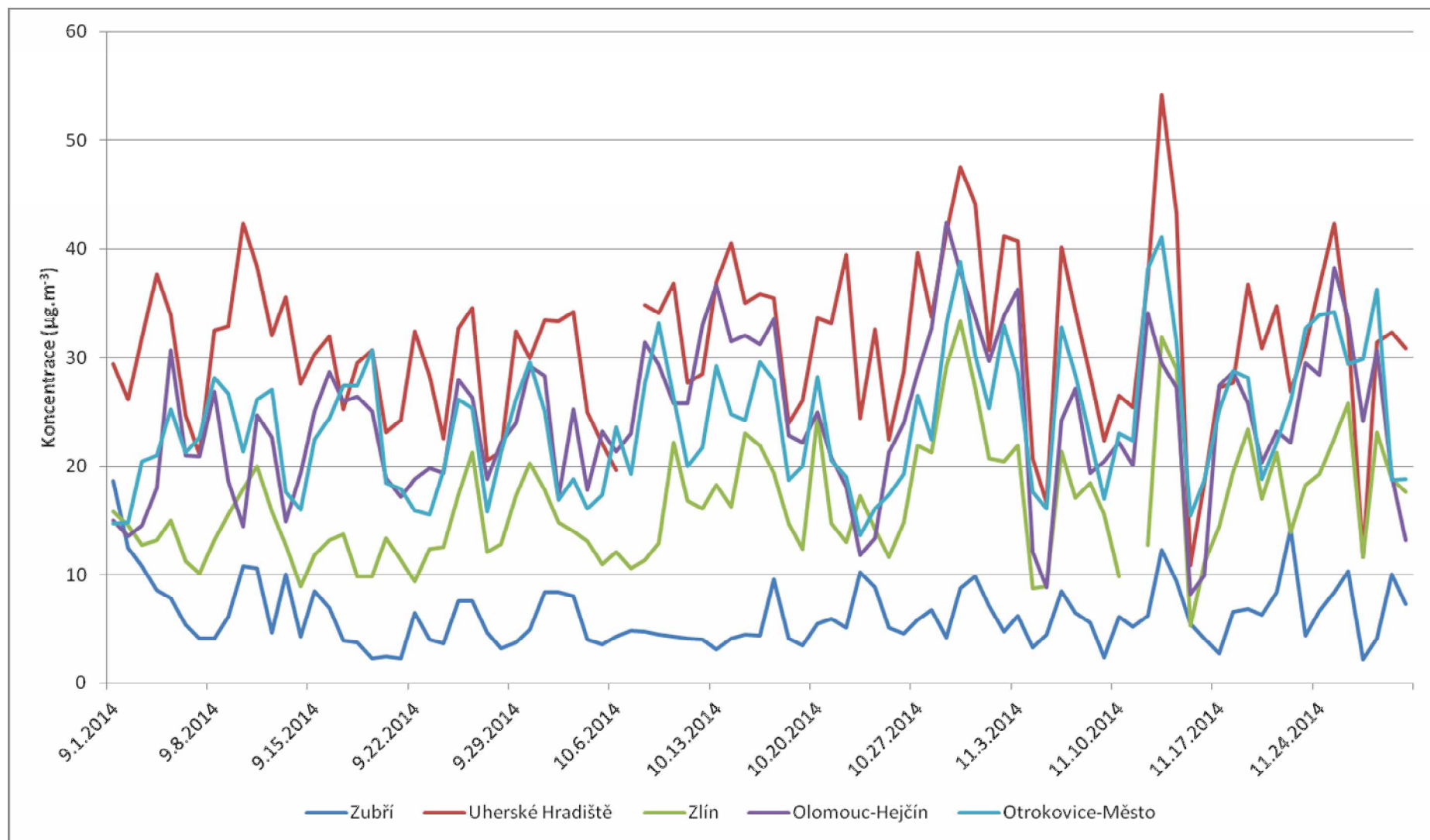
Z grafu je patrné, že v lokalitě Zubří jsou suverénně nejnižší koncentrace oxidů dusíku ve srovnání s ostatními lokalitami. Je to způsobeno tím, že ostatní lokality jsou výrazně (Uherské Hradiště, Olomouc-Hejčín a Otrokovice – Město) či částečně (Zlín) ovlivněny dopravou, která majoritně emituje oxidy dusíku. Vzhledem k tomu, že ani ostatní lokality nepřekračují imisní limity pro NO₂ (jak roční, tak hodinový), nebude docházet k překročení imisního limitu pro tuto škodlivinu ani v lokalitě Zubří. V případě hodinových koncentrací nepřekračuje imisní limit žádná stanice v ČR.

Míru ovlivnění dopravou dobře dokumentuje poměr koncentrací NO / NO₂. Doprava primárně emituje právě NO, proto čím je poměr vyšší, tím zatíženější je lokalita dopravou. Z Tab. 2 je patrné, že nejzatíženější jsou Uherské Hradiště a Otrokovice, nejméně naopak právě lokalita Zubří.

Tab. 2 – Míra zatížení dopravou vyjádřená poměrem [NO] / [NO₂]

	Zubří	Uherské Hradiště	Zlín	Olomouc-Hejčín	Otrokovice-Město
NO	1,39	30,79	5,14	16,35	21,78
NO₂	6,25	31,34	16,41	24,12	24,04
[NO]/[NO₂]	0,22	0,98	0,31	0,68	0,91

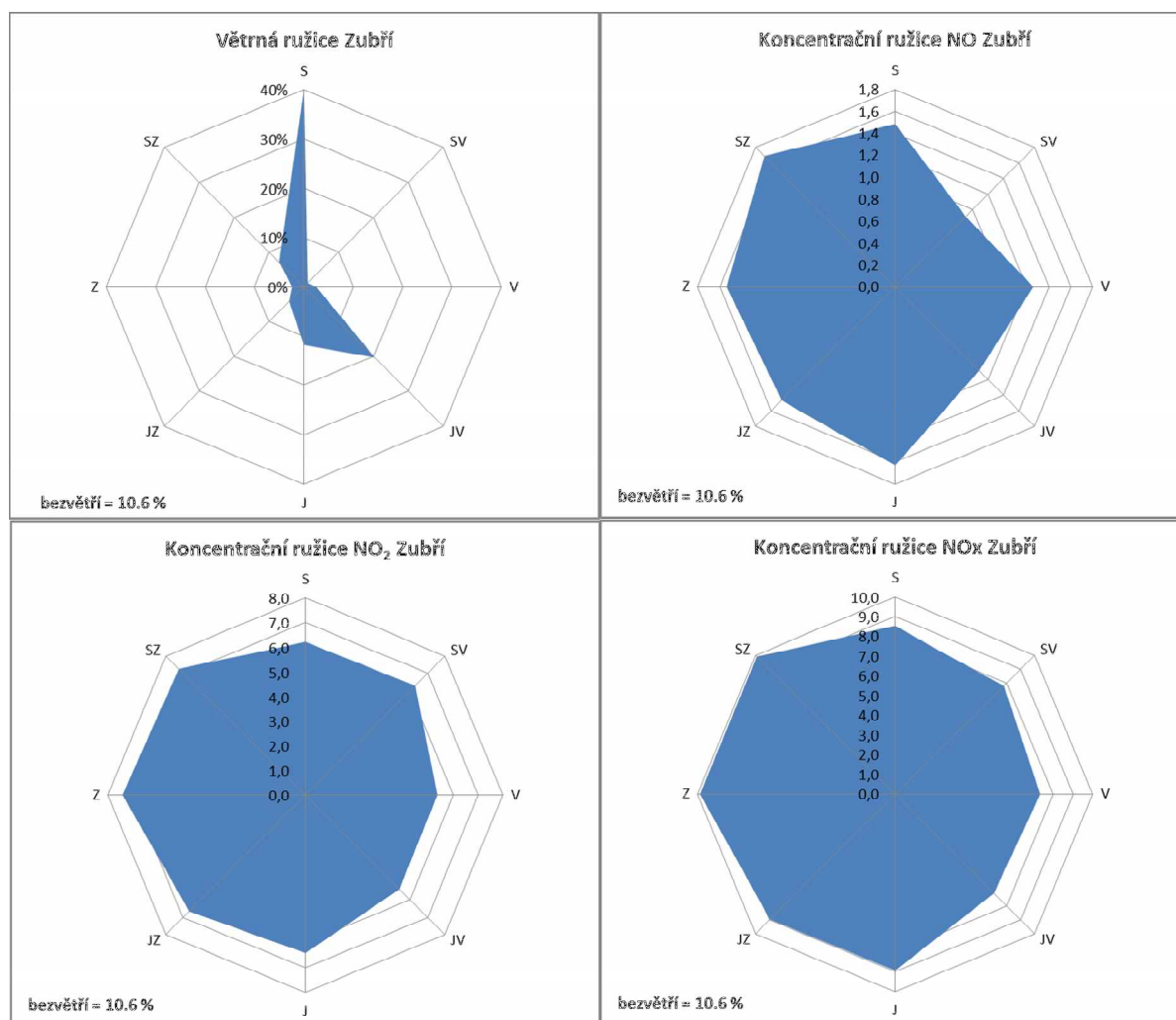
Následující Obr. 13 zobrazuje srovnání průměrných denních koncentrací v lokalitě Zubří s ostatními lokalitami Zlínského a Olomouckého kraje. Výrazně nižší koncentrace jsou patrné i zde.



Obr. 13 – Průměrné denní koncentrace NO₂, Zubří a lokality Zlínského a Olomouckého kraje, 1. 9. – 30. 11. 2014

Na následujícím Obr. 14 je zobrazena větrná ružice (vlevo nahoře), která naznačuje, že v lokalitě převažuje severní proudění doplněné jihovýchodními a jižními směry.

Pokud se podíváme na koncentrační ružice, tak se sice liší od ružic pro suspendované částice, přesto není žádný směr nějak výrazněji preferován. V případě převládajících směrů proudění lze konstatovat, že vyšší koncentrace jsou měřeny při severním či jižním proudění, při jihovýchodním jsou nižší.



Obr. 14 - Větrná ružice (vlevo nahoře) a koncentrační ružice pro NO (vpravo nahoře), NO₂ (vlevo dole) a NO_x (vpravo dole)

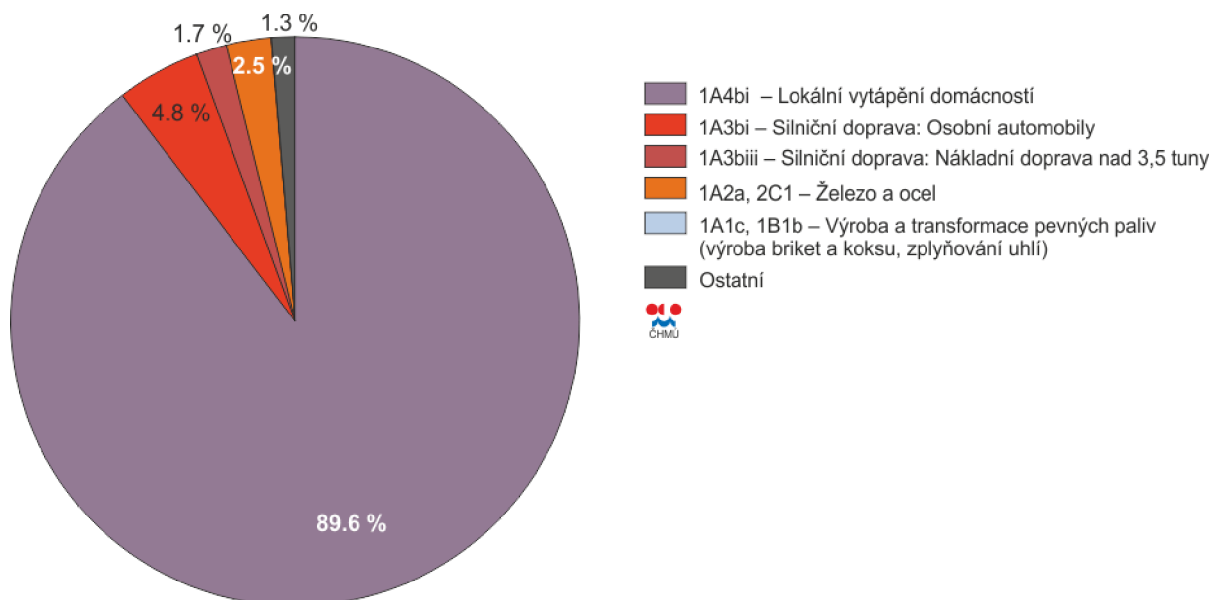
3.3 Benzo(a)pyren

Benzo(a)pyren je legislativním zástupcem polyaromatických uhlovodíků. 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), je jednak nedokonalé spalování fosilních paliv jak ve stacionárních (domácí topeniště) tak i v mobilních zdrojích (motory spalující naftu), ale také výroba koksu, železa a obalovny živičných směsí. 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.

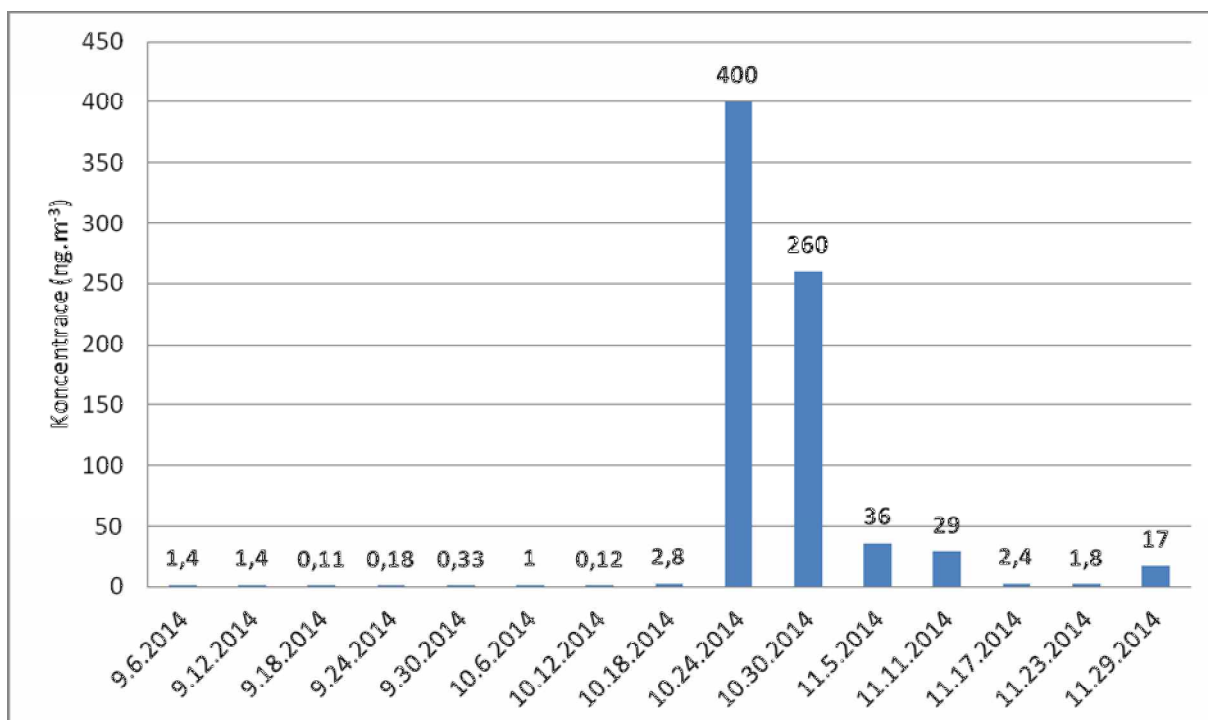
Emise PAH, zastoupených v oblasti sledování kvality ovzduší benzo(a)pyrenem, jsou produkovány téměř výhradně spalovacími procesy, při nichž nedochází k dostatečné oxidaci přítomných organických spalitelných látek. Benzo(a)pyren je produktem nedokonalého spalování při teplotách 300 až 600 °C. Proto se mezi nejvýznamnější zdroje řadí spalování pevných paliv v kotlích nižších výkonů, především v domácích topeništích, a doprava.

Sektor lokální vytápění domácností se na emisích benzo(a)pyrenu v roce 2012 podílel 89,6 % (Obr. 15). Hlavní příčinou takto vysokého podílu je spalování pevných paliv, především uhlí, v kotlích starších typů (odhořívací, prohořívací). Podle odborných odhadů tvoří odhořívací a prohořívací kotle až 85 % všech zařízení na spalování pevných paliv v domácnostech. Vliv osobní automobilové dopravy a nákladní dopravy nad 3,5 t je odhadován na 6,5 %. Ostatní významnější zdroje emisí benzo(a)pyrenu se nacházejí v sektorech výroby železa a oceli.



Obr. 15 - Emise benzo(a)pyrenu dle sektorů NFR, ČR (2012)

V lokalitě Zubří probíhal odběr benzo(a)pyrenu každý 6. den. Výsledky uvádí následující graf na Obr. 16.



Obr. 16 – Koncentrace benzo(a)pyrenu (24. hodinový odběr), lokalita Zubří

Imisní limit pro průměrnou roční koncentraci benzo(a)pyrenu je 1 ng.m⁻³. V letních měsících jsou koncentrace téměř nulové. Až do 18. 10. se koncentrace pohybují na velmi nízkých hodnotách, indikujících, že by k překročení imisního limitu nemuselo dojít. Pak však došlo k 4 resp. 5 odběrům s velmi vysokými koncentracemi benzo(a)pyrenu. V tuto dobu došlo i ke zvýšení koncentrací PM, avšak pouze mírnému. Vysvětlením může být pálení listí v těsné blízkosti lokality, avšak koncentrace 400 a 260 ng.m⁻³ jsou opravdu příliš vysoké a je nutné vzít v potaz možné poškození vzorku. Avšak i mimo tyto dvě velmi vysoké hodnoty jsou listopadové koncentrace zvýšené a mohlo by dojít k překročení imisního limitu. V tuto dobu ještě bohužel není možné výsledky srovnat s koncentracemi měřenými ČHMÚ v rámci státní sítě imisního monitoringu – ty budou k dispozici až po termínu odevzdání zprávy.

4 Závěr

V Zubří by pravděpodobně nedošlo k překročení žádného imisního limitu pro PM_{10} , $PM_{2,5}$ a NO_2 . V případě benzo(a)pyrenu by k překročení dojít mohlo vzhledem k některým vysokým naměřeným koncentracím. Je nutno dodat, že se jednalo o mimořádně příznivý rok z hlediska kvality ovzduší. Je tedy možné, že by mohlo docházet k překročení imisního limitu pro průměrné denní koncentrace PM_{10} . Toto vychází z paralely s lokalitou Zlín, která v tomto roce měřila nízké koncentrace obdobně jako lokalita Zubří, avšak např. v roce 2010, kdy byla nejdelší topná sezóna v posledních letech či hned v následujícím roce 2011, kdy byly delší epizody s nepříznivými rozptylovými podmínkami, tato lokalita imisní limit pro průměrnou denní koncentraci PM_{10} překračovala.

Z tříměsíčního měření vyplývá, že v blízkosti není významný lokální zdroj, který by se objevil v koncentrační ružici. Koncentrace jsou rovnoměrně rozloženy do všech směrů.

Koncentrace oxidů dusíku imisní limit nepřekračují, oproti dopravním lokalitám či lokalitám ve větších městech zatížených dopravou jsou podstatně nižší. Rovněž poměr koncentrací NO / NO_2 neprokázal ovlivnění dopravou.

V případě koncentrací benzo(a)pyrenu byly měřeny nízké koncentrace až do cca půlky října. Poté byly měřeny naopak nezvykle vysoké koncentrace, indikující ovlivnění nějakým lokálním zdrojem. V tuto roční dobu se mohlo jednat o pálení listí kombinované s lokálními topeništi. Imisní limit by zde tedy mohl být překročen.

Kvalita ovzduší v Zubří na podzim roku 2014 byla dobrá, imisní limity s výjimkou benzo(a)pyrenu by zde pravděpodobně překročeny nebyly. Mezi zdroje, které mohou významněji ovlivnit kvalitu ovzduší patří zejména lokální topeniště a pak sezónní práce (pálení listí atp.).