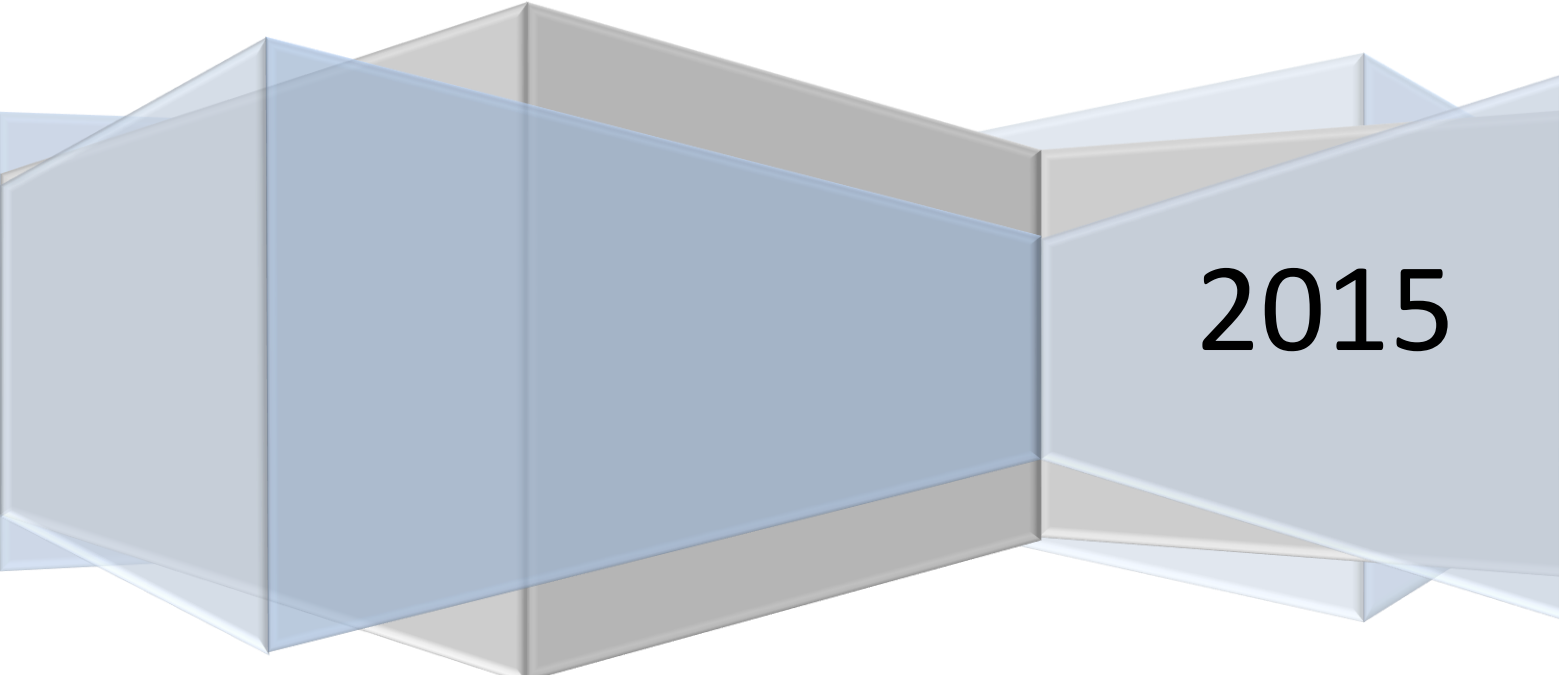


ENVltech Bohemia s.r.o.

Vyhodnocení kvality ovzduší v Otrokovicích v roce 2015



2015

Obsah

1	Úvod	2
2	Imisní limity	3
3	Vyhodnocení kvality ovzduší v Otrokovicích	4
3.1	Suspendované částice PM ₁₀ , PM _{2,5} a PM ₁	4
3.2	Oxidy dusíku – NO, NO ₂ a NO _x	11
3.3	Oxid uhelnatý	16
4	Závěr	18

1 Úvod

Od roku 2015 probíhá v Otrokovicích měření kvality ovzduší na monitorovací stanici Otrokovice – město umístěnou na náměstí 3. května. Tato stanice je charakterizována jako dopravní městská stanice. Její reprezentativnost leží v oblastním měřítku (0,5 – 4 km).



Obr. 1 – Stanice Otrokovice – město

Tato studie slouží jako vyhodnocení prvního roku měření, srovnání s legislativou a dalšími monitorovacími stanicemi ve Zlínském 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 Otrokovice jsou měřeny následující škodliviny:

- suspendované částice PM₁₀, PM_{2,5} a PM₁
- oxidy dusíku – NO, NO₂ a NO_x
- oxid uhelnatý

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
Oxid uhelnatý CO	maximální denní osmihodinový klouzavý průměr	10 mg*m ⁻³	7 mg*m ⁻³	5 mg*m ⁻³	
Prašný aerosol PM₁₀	24 hodin	50 µg*m ⁻³	35 µg*m ⁻³	25 µg*m ⁻³	35
Prašný aerosol PM₁₀	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	
Oxid dusičitý NO₂	1 hodina	200 µg*m ⁻³	140 µg*m ⁻³	100 µg*m ⁻³	18
Oxid dusičitý NO₂	1 kalendářní rok	40 µg*m ⁻³	32 µg*m ⁻³	26 µg*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 PM₁₀ může být za kalendářní rok hodnota 50 µg.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 µg.m⁻³, došlo k překročení imisního limitu.

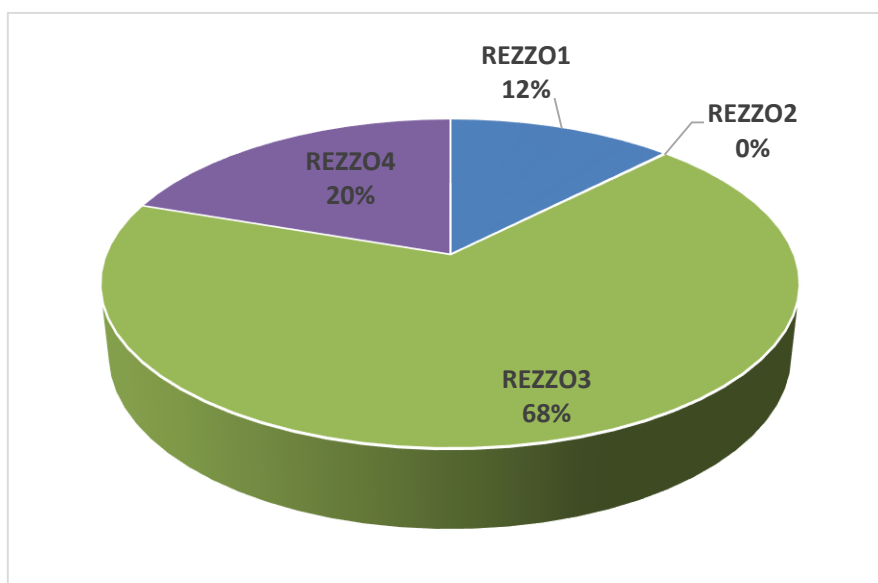
3 Vyhodnocení kvality ovzduší v Otrokovicích

3.1 Suspendované 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.

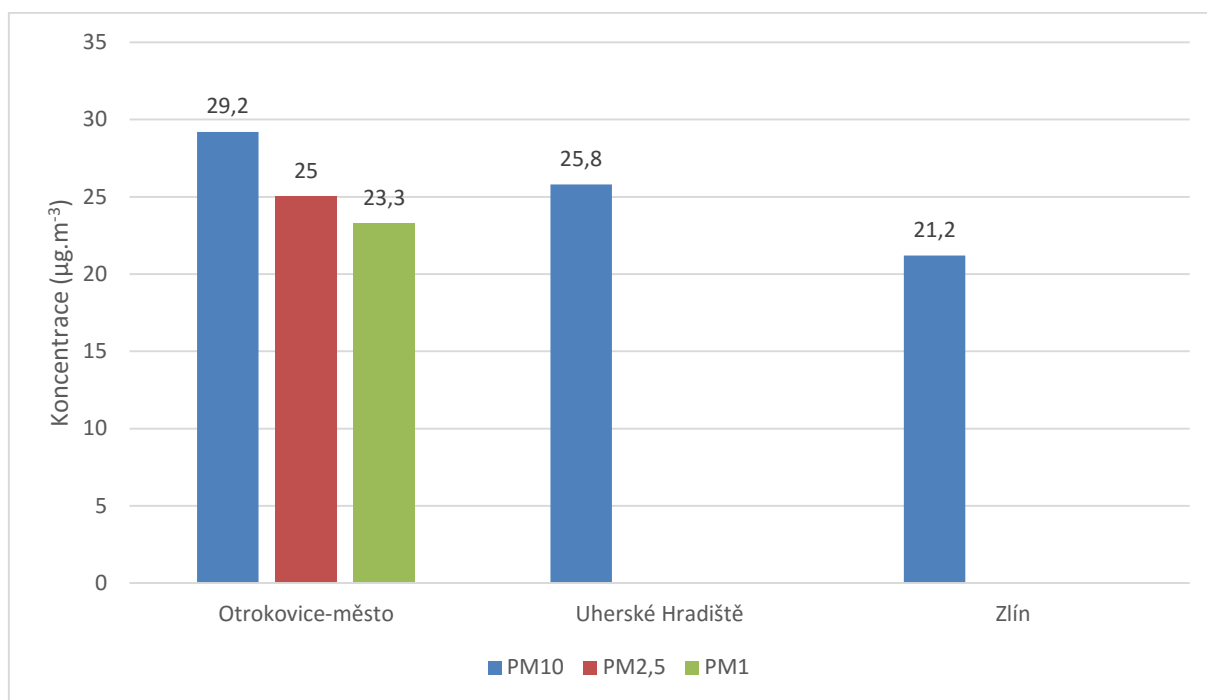
Negativní zdravotní účinky PM₁₀ a PM_{2,5} se projevují již při velmi nízkých koncentracích bez zřejmé spodní hranice bezpečné koncentrace. Zdravotní rizika částic ovlivňuje jejich koncentrace, velikost, tvar a chemické složení. Mohou se podílet na snížení imunity, mohou způsobovat zánětlivá onemocnění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

Hlavním zdrojem tuhých znečišťujících látek (TZL) ve Zlínském kraji jsou malé zdroje (REZZO 3 – zejména lokální vytápění domácností), doprava (mobilní zdroje znečišťování – REZZO 4) emituje zhruba pětinu všech emisí TZL. Zásadní z hlediska emisí tuhých látek je v Otrokovicích problematika dopravy. Zvláště velké a velké zdroje (REZZO 1) spolu se středními zdroji (REZZO 2) produkovaly v roce 2013 zhruba 12 % všech emisí.



Obr. 2 - Emise TZL ve Zlínském kraji dle kategorií zdrojů, 2013 (zdroj: ČHMÚ)

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. 3 zobrazuje hodnoty průměrných ročních koncentrací pro suspendované částice v roce 2015 na jednotlivých stanicích.



Obr. 3 – Průměrné roční koncentrace PM na stanicích imisního monitoringu ve Zlínském kraji, rok 2015

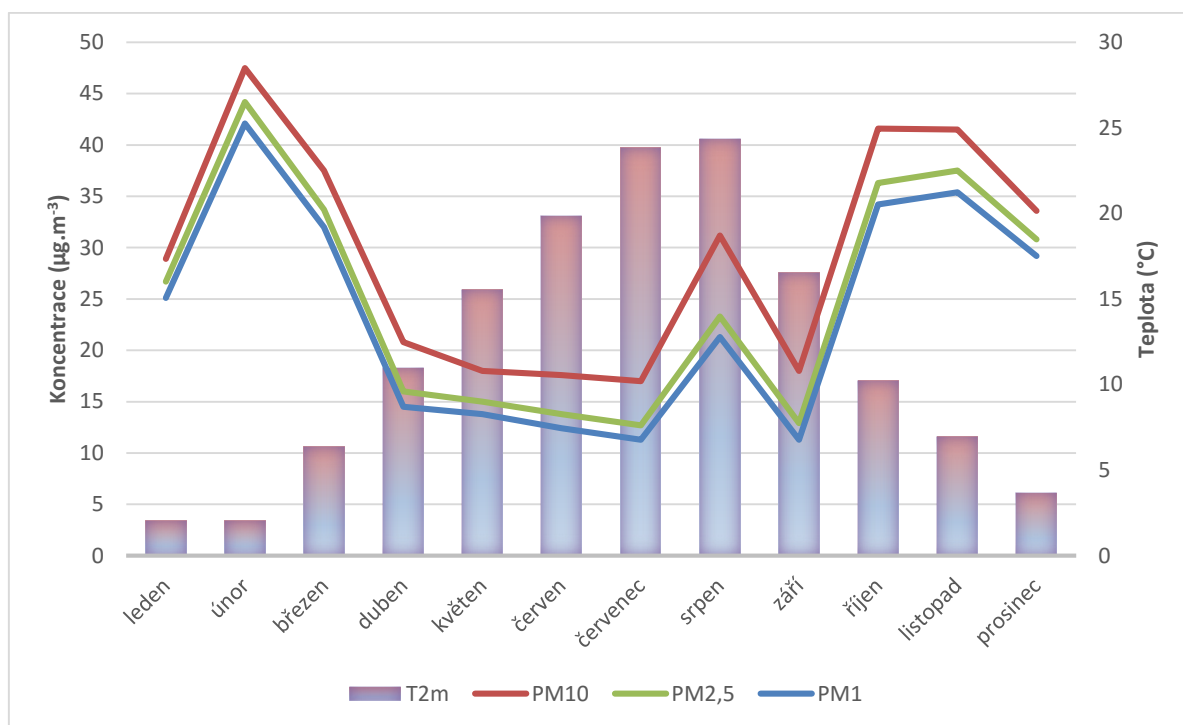
Z obrázku je patrné, že průměrné roční koncentrace PM₁₀ se zejména v Uherském Hradišti a Otrokovicích příliš neliší – v obou případech se jedná o dopravní stanice. Nejvyšších hodnot dosahuje dopravní lokalita v Otrokovicích, nejnižší pak pozadová lokalita ve Zlíně. Koncem roku 2015 přibyl ve Zlínském kraji 2 nové lokality měření (Těšnovice a Valašské Meziříčí), avšak výsledky budou platné až pro rok 2016. Proti roku 2014 koncentrace PM₁₀ v Otrokovicích vzrostly z 26 µg.m⁻³ na 29,2 µg.m⁻³.

V případě PM_{2,5} nebyl ve Zlíně z důvodu delší poruchy přístroje naměřen dostatečný počet dat pro výpočet průměrné roční koncentrace. Lze však očekávat, že koncentrace budou obdobně nižší proti Otrokovicím jako v případě PM₁₀. Proti roku 2014 koncentrace PM_{2,5} v Otrokovicích vzrostly z 22,5 µg.m⁻³ na 25 µg.m⁻³, čímž se dosáhlo přesně limitní hodnoty dané zákonem o ochraně ovzduší č. 201/2012 Sb. Rovněž koncentrace PM₁ v Otrokovicích vzrostly proti roku 2014, a to z 20,9 µg.m⁻³ na 23,3 µg.m⁻³.

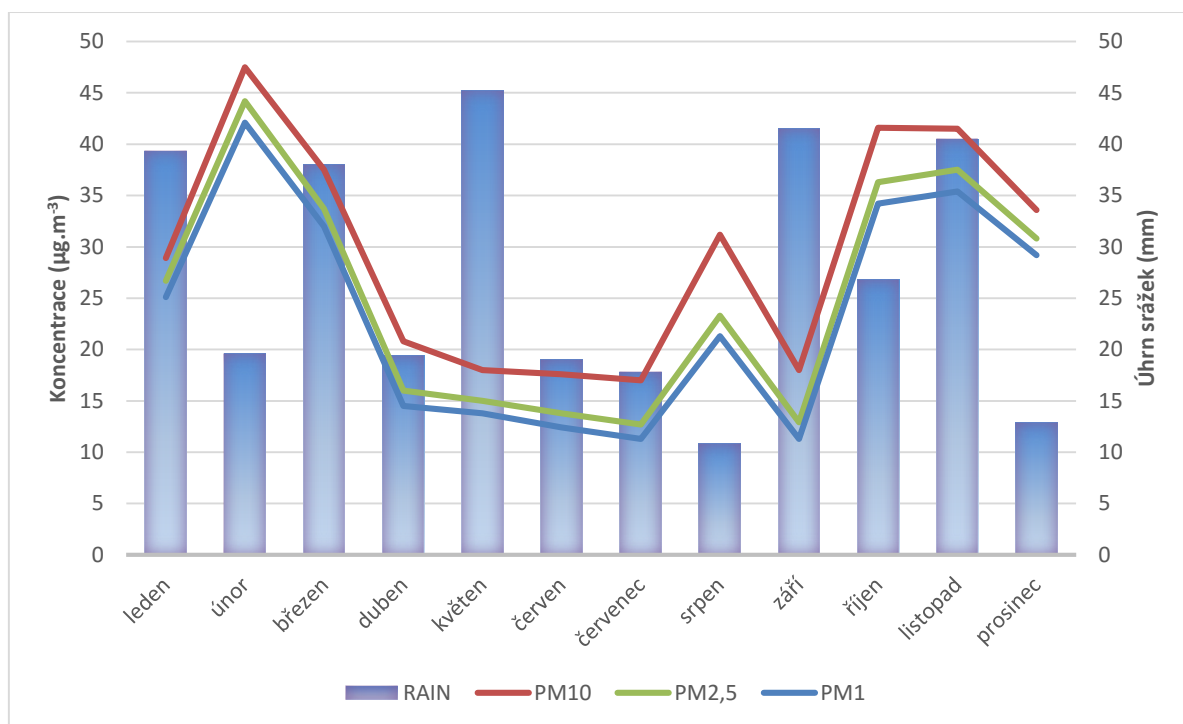
Z grafu na Obr. 3 je však patrné, že na žádné lokalitě nebyl překročen imisní limit pro průměrnou roční koncentraci PM₁₀ resp. PM_{2,5}.

Z následujících Obr. 4 a Obr. 5 je patrné, že nejvyšších koncentrací je dosahováno v zimním období. Důvodem je zejména topná sezóna (lokální topeniště vyprodukují za celý rok téměř 70 % všech emisí prašnosti, přitom jsou v provozu převážně pouze v topné sezóně) a dále hrají významnou roli meteorologické podmínky. Přestože byly leden – březen i říjen – prosinec relativně teplé a bez významných epizod s nepříznivými rozptylovými podmínkami, je nárůst koncentrací všech frakcí PM velmi patrný.

Z obrázků je dále patrný vliv teploty a srážek na koncentrace suspendovaných částic. S klesající teplotou rostou koncentrace částic a naopak. Významné jsou rovněž srážky. Pokud prší málo, jako např. v únoru či srpnu, nedochází k dostatečnému pročišťování atmosféry a koncentrace rostou. V únoru tak byly koncentrace PM v průměru nejvyšší, v srpnu je pak patrný nárůst koncentrací oproti červenci i následujícímu září.

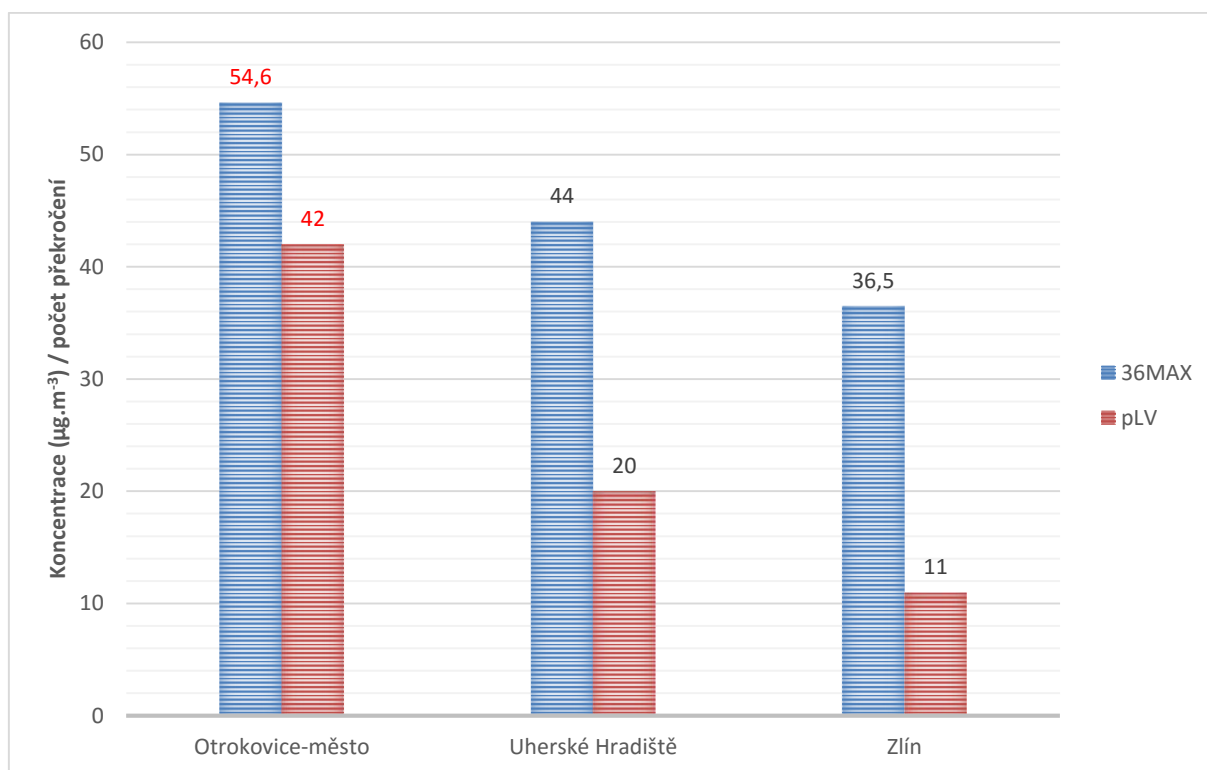


Obr. 4 – Průměrné měsíční koncentrace PM v závislosti na průměrné teplotě, Otrokovice, 2015



Obr. 5 – Průměrné měsíční koncentrace PM v závislosti na úhrnu srážek, Otrokovice, 2015

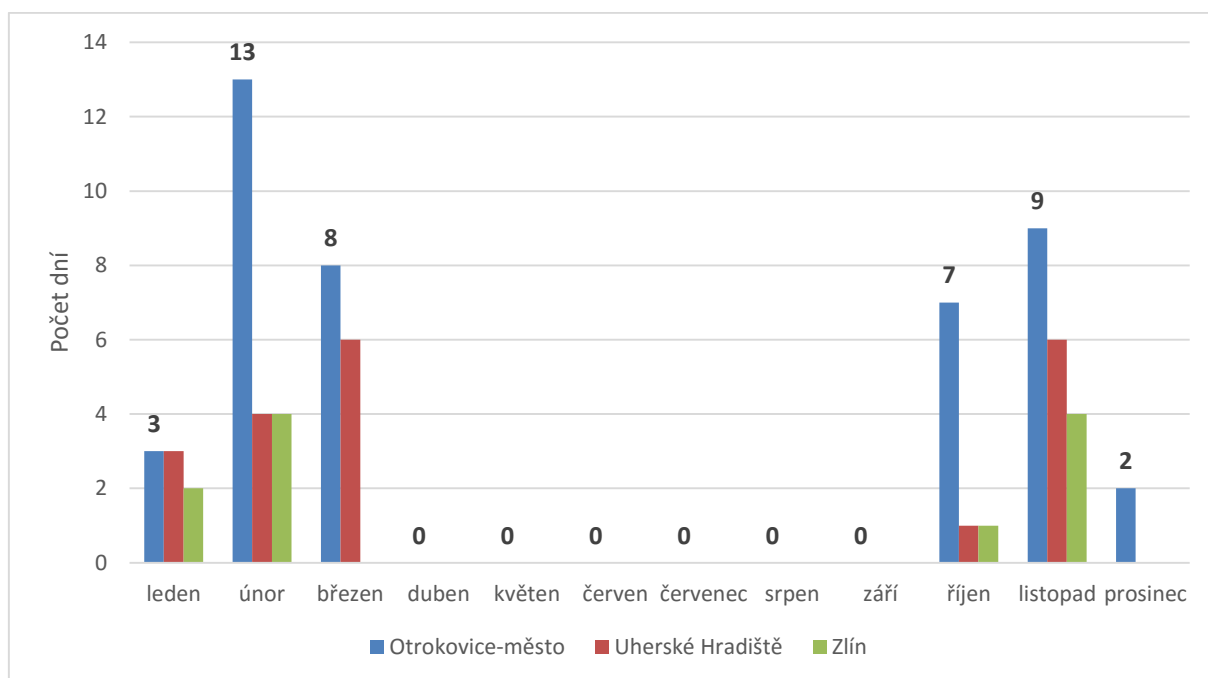
V případě denního imisního limitu pro PM₁₀ je sledována 36. nejvyšší průměrná denní koncentrace (viz. dříve) nebo počet dní s průměrnými denními koncentracemi PM₁₀ > 50 µg.m⁻³ za kalendářní rok (legislativa povoluje nejvýše 35). Obě tyto charakteristiky jsou zobrazeny na následujícím Obr. 6.



Obr. 6 – 36. nejvyšší průměrná denní koncentrace (36MAX) a počet dní s koncentracemi vyššími než 50 µg.m⁻³ (pLV) za kalendářní rok 2015

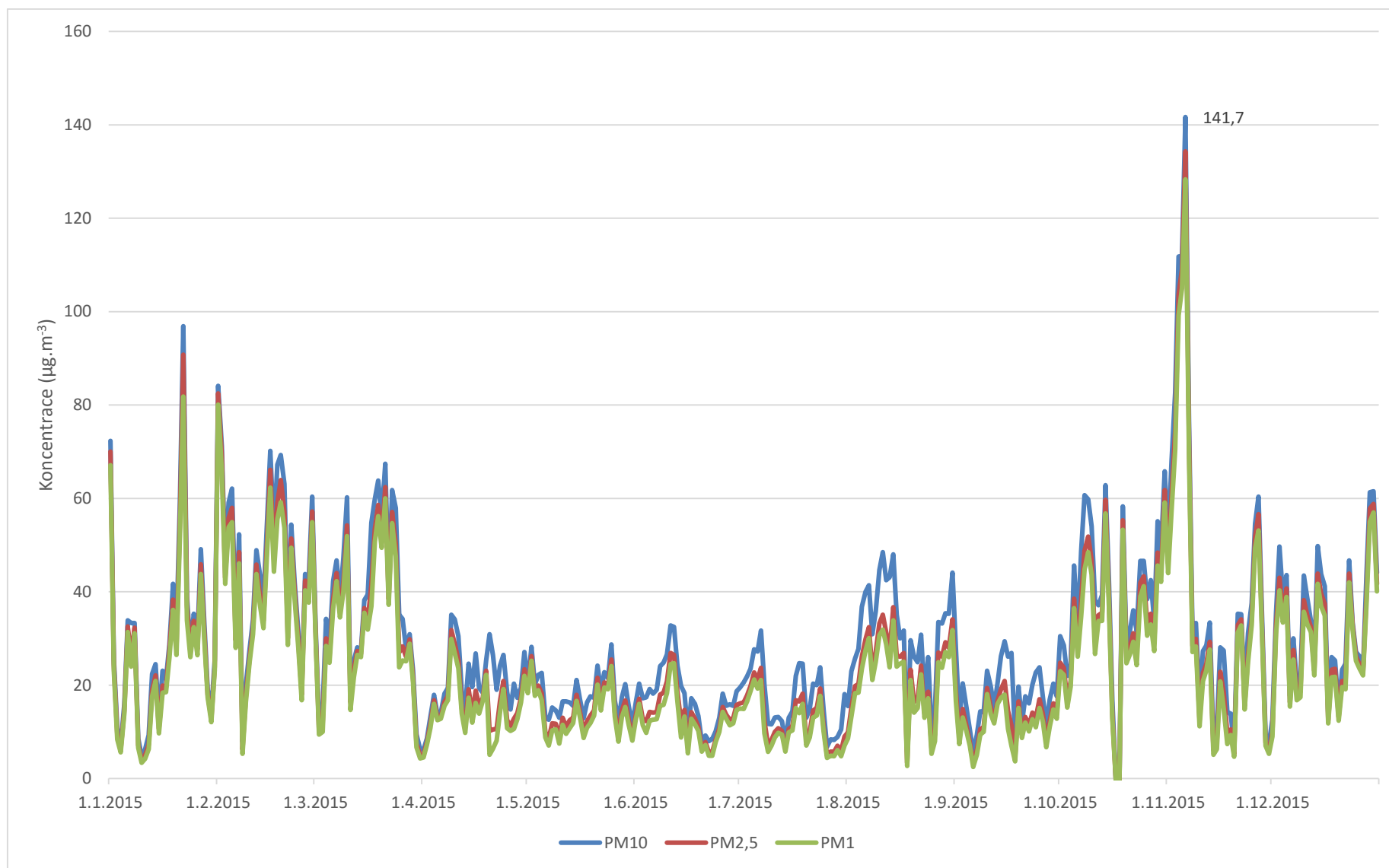
Z grafu je patrné, že v případě denního imisního limitu pro PM₁₀ již k překročení imisního limitu v Otrokovicích došlo, naopak v lokalitě Uherské Hradiště to bylo poprvé od začátku měření, kdy k překročení tohoto limitu nedošlo. V Otrokovicích došlo k překročení zákonem povolené hranice 35 dní o 7 dnů, hodnoty 36. nejvyšší denní koncentrace jsou o 4,6 µg.m⁻³ vyšší, než zákonem stanovený limit 50 µg.m⁻³. Proti roku 2014 došlo ke zhoršení – dnů s koncentracemi PM₁₀ > 50 µg.m⁻³ bylo v roce 2014 pouze 32 a 36. nejvyšší denní koncentrace PM₁₀ dosáhla hodnoty 49,6 µg.m⁻³. Dle předběžných statistik v roce 2015 byly koncentrace PM₁₀ ve Zlínském kraji jedny z nejlepších v posledních letech. Stanice tedy byla zřejmě významněji ovlivněna dopravou nebo lokálním zdrojem než v roce 2014.

Při detailnější analýze je patrné, že největší rozdíly proti dalším lokalitám byly měřeny v měsících únoru a říjnu (Obr. 7). Zatímco ve Zlíně a Uherském Hradišti došlo v únoru pouze k 4 dnům s koncentracemi PM₁₀ vyššími než 50 µg.m⁻³, v Otrokovicích to bylo 13. A obdobně vysoký rozdíl nastal v říjnu – 7 překročení v Otrokovicích proti pouze jedinému ve Zlíně a Uherském Hradišti. Takto významný rozdíl mohl způsobit buď lokální zdroj v těsné blízkosti, který mohl významněji ovlivnit měření na stanici (sezónní spalování, oprava vozovky, stavba atp.), anebo se v Otrokovicích významněji projevuje topná sezóna než ve Zlíně či Uherském Hradišti, a to jak lokální, tak způsobená dálkovým transportem.



Obr. 7 – Počet dní s koncentracemi $PM_{10} > 50 \mu g.m^{-3}$ v jednotlivých měsících roku 2015

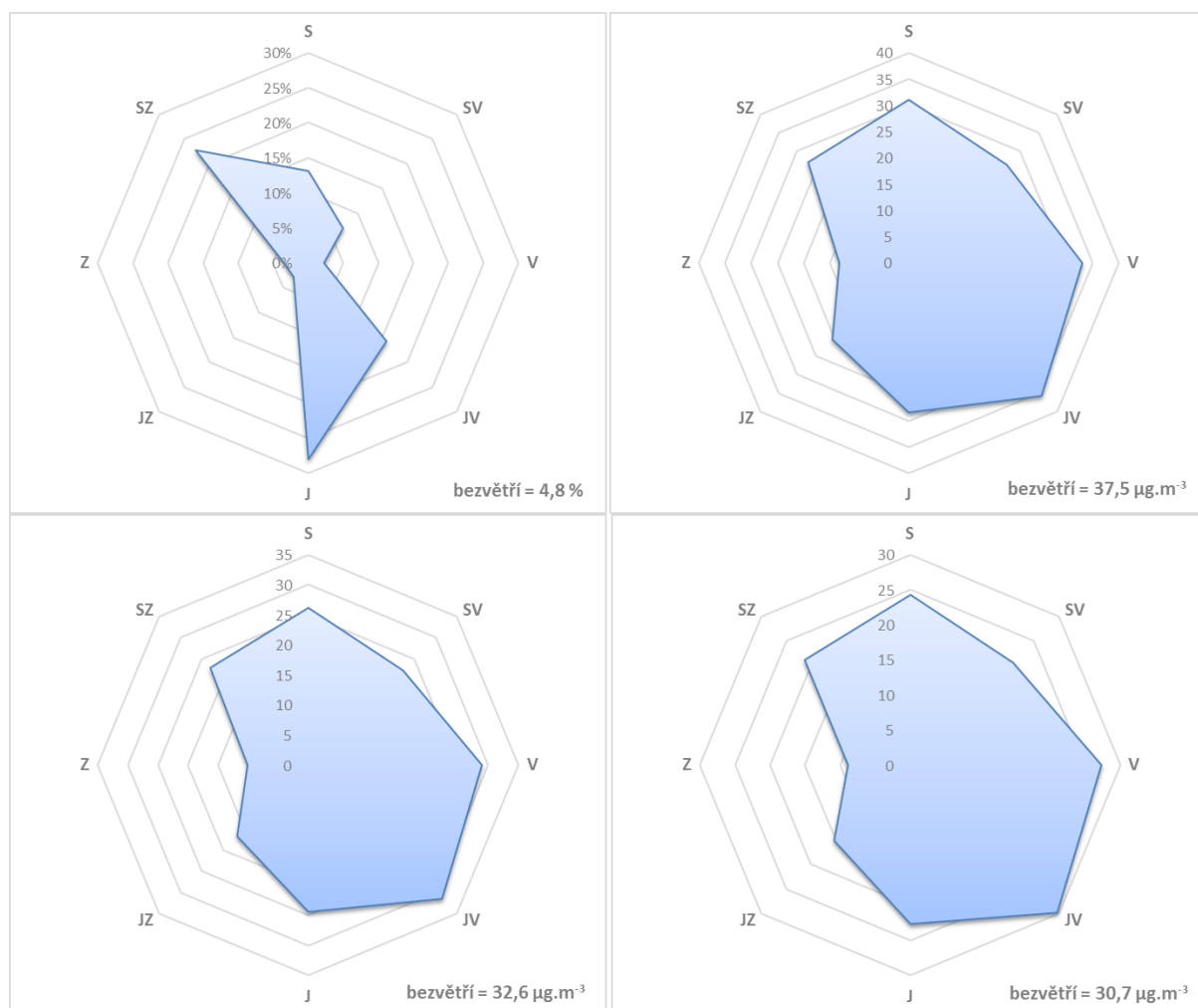
Vývoj denních koncentrací v roce 2015 zobrazuje Obr. 8. Je Patrné, že dlouhodobě se koncentrace pohybovaly do $80 \mu g.m^{-3}$ pouze na začátku listopadu došlo k několika dnům s velmi vysokými koncentracemi PM. Maxima bylo dosaženo 6. 11. 2015, hodnota denní průměrné koncentrace PM_{10} činila $141,7 \mu g.m^{-3}$. V těchto dnech však byla téměř v celé republice vyhlášena smogová situace, zvýšené koncentrace byly plošně v celé ČR a byly způsobeny nepříznivými rozptylovými podmínkami a teplotní inverzí.



Obr. 8 – Průměrné denní koncentrace PM, Otrokovice, 2015

Na následujícím Obr. 9 je zobrazena větrná růžice (vlevo nahoře), která naznačuje, že v lokalitě převažuje jižní a severozápadní proudění související s orientací náměstí.

Pokud se podíváme na koncentrační růžice, tak v případě J proudění jsou koncentrace PM_{10} zhruba o $1,5 \mu g.m^{-3}$ vyšší než v případě SZ proudění. Nejvyšší koncentrace jsou měřeny při bezvětří, významněji vyšší jsou také JV směry. Obdobná je situace i u $PM_{2,5}$ a PM_1 – rozdíl je tedy v těch nejjemnějších částicích, které mohou putovat na velmi velké vzdálenosti. Všechny růžice byly konstruovány z hodinových dat.



Obr. 9 - Větrná růžice (vlevo nahoře) a koncentrační růžice pro PM_{10} (vpravo nahoře), $PM_{2,5}$ (vlevo dole) a PM_1 (vpravo dole)

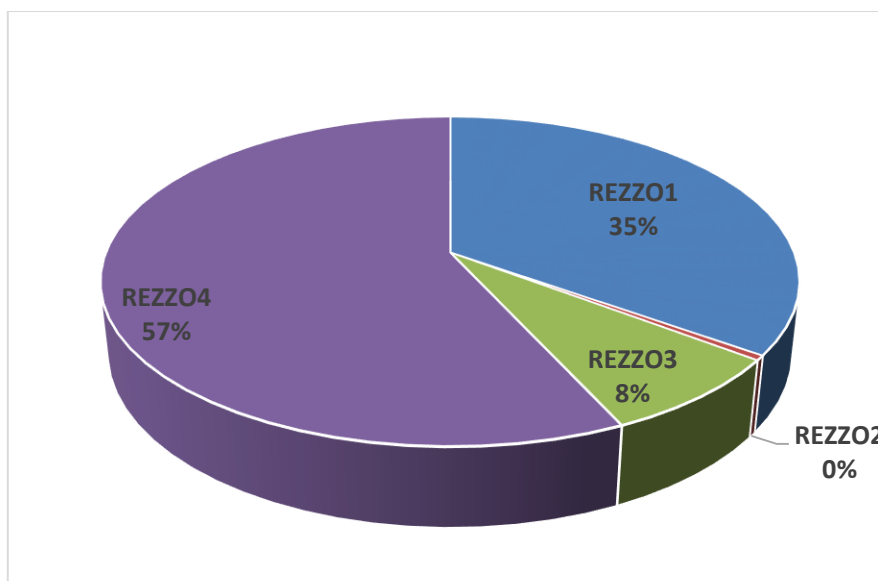
3.2 Oxidy dusíku – NO, NO₂ a NO_x

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.

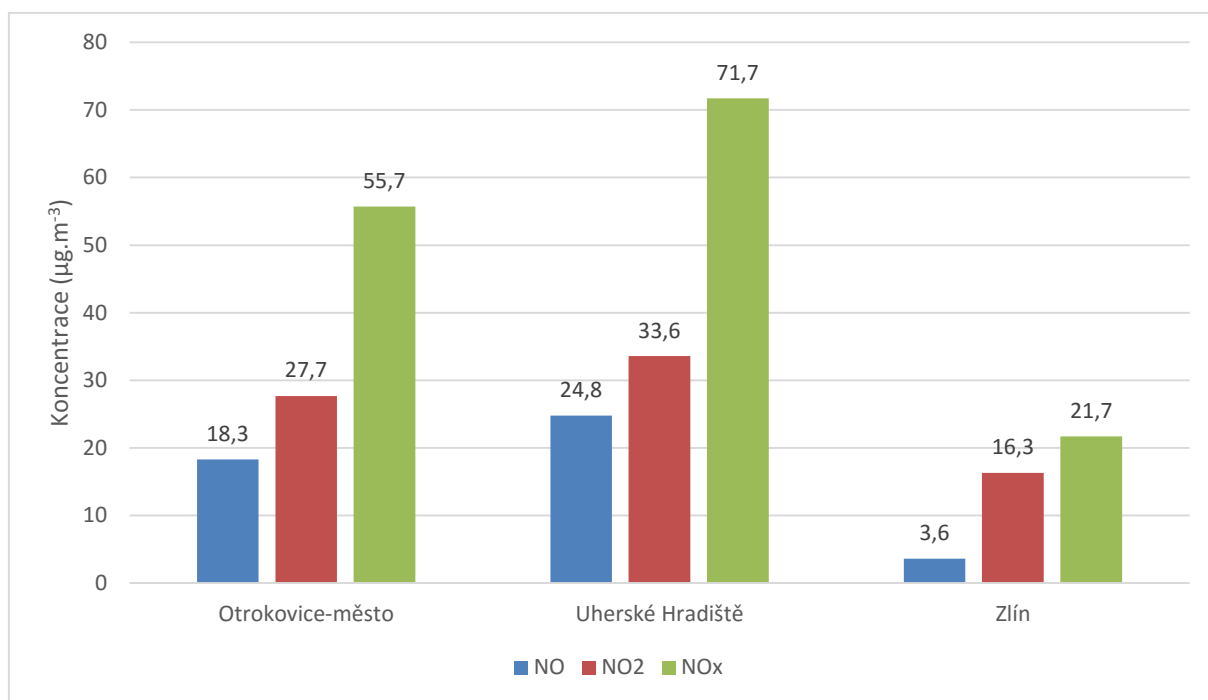
Majoritním zdrojem emisí NO_x ve Zlínském kraji je doprava (mobilní zdroje znečišťování – REZZO 4). Zvláště velké a velké zdroje znečišťování (REZZO 1) přispívají zhruba 35 % všech emisí NO_x (Obr. 10).



Obr. 10 - Emise NO_x ve Zlínském kraji dle kategorií zdrojů (2013)

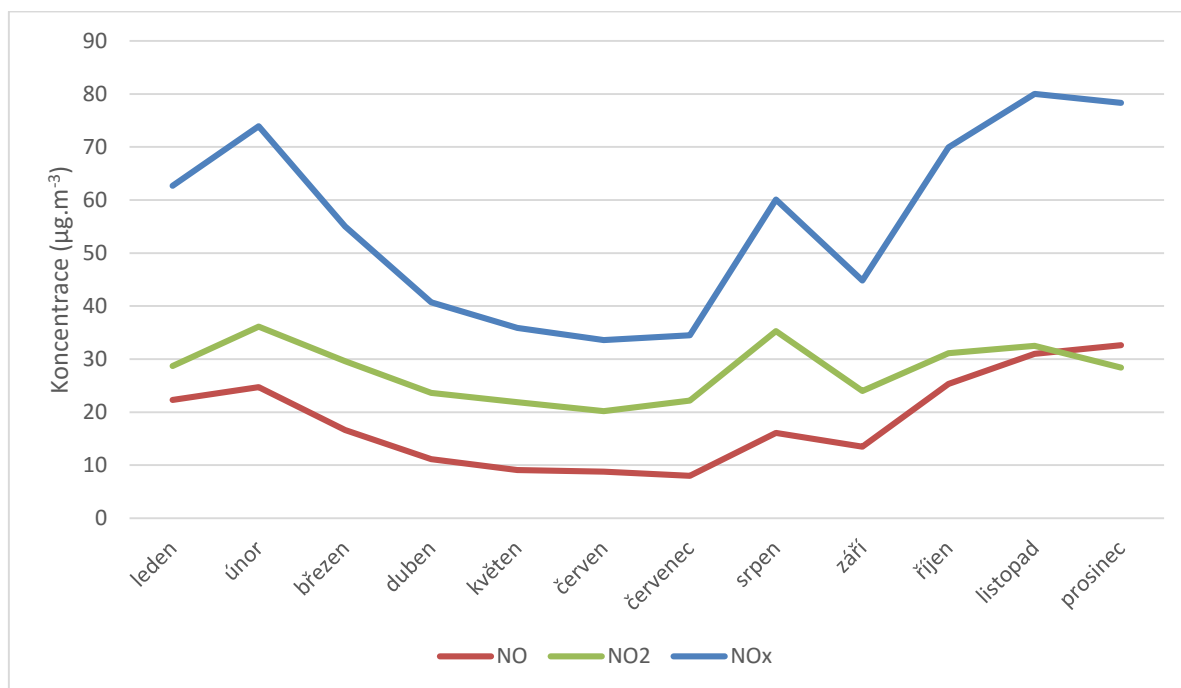
V případě oxidů dusíku se sledují dva imisní limity pro oxid dusičitý (NO₂). Jeden je pro průměrnou roční koncentraci a druhý pro hodinovou koncentraci. U hodinových koncentrací může dojít k 18 překročením, proto se hodnotí 19. nejvyšší hodinová koncentrace za kalendářní rok.

Průměrné roční koncentrace NO, NO₂ a NO_x na jednotlivých lokalitách zobrazuje Obr. 11.



Obr. 11 – Průměrné roční koncentrace NO, NO₂ a NO_x na stanicích Zlínského kraje, rok 2015

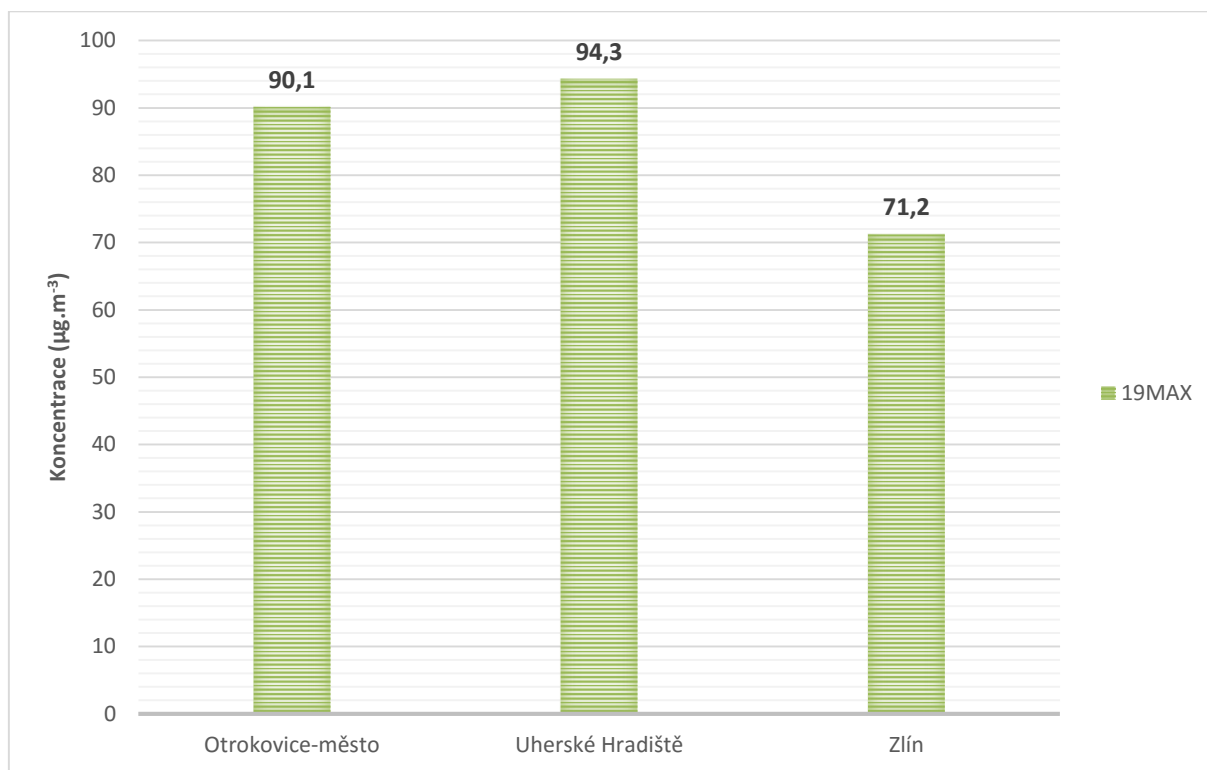
Z grafu je patrné, že imisní limit pro průměrnou roční koncentraci NO₂ nebyl na žádné lokalitě překročen. Je taky patrné, že dopravní lokality Otrokovice a Uherské Hradiště dosahují zhruba dvojnásobných koncentrací oproti pozadové lokalitě Zlín. Důležitý je rovněž poměr NO / NO₂, který čím je vyšší, tím je lokalita více ovlivněna dopravou. V případě Otrokovic je tento poměr 0,66 což naznačuje zatížení dopravou. Obdobná situace je i v Uherském Hradišti (0,74), naproti tomu pozadová lokalita ve Zlíně má poměr pouze 0,22 a koncentrace NO zhruba 5x menší než v Otrokovicích. Proti roku 2014 koncentrace NO₂ v Otrokovicích vzrostly pouze minimálně z 27,1 µg.m⁻³ na 27,7 µg.m⁻³.



Obr. 12 – Průměrné měsíční koncentrace oxidů dusíku, Otrokovice, 2015

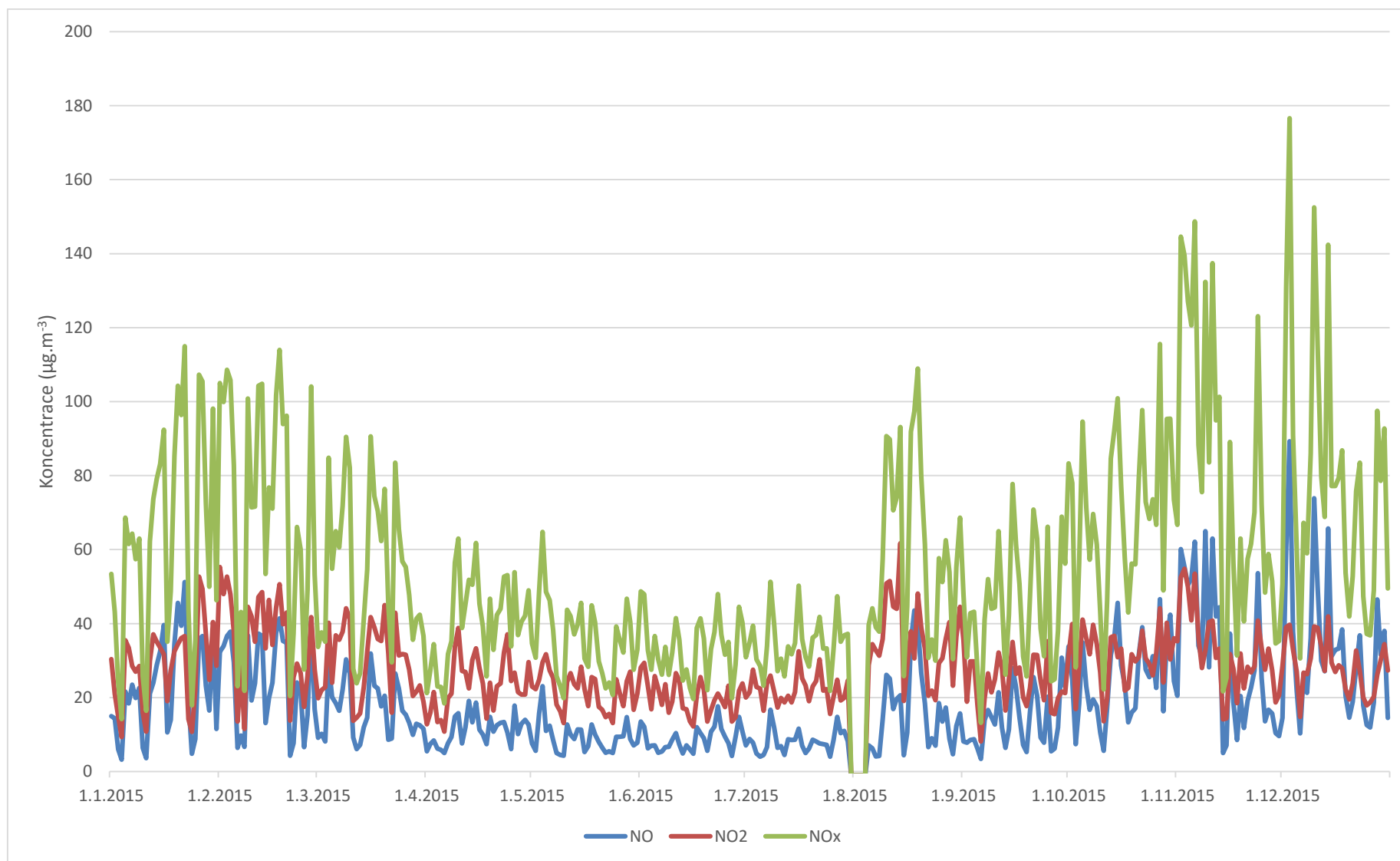
Rovněž koncentrace oxidů dusíku jsou vyšší v zimní sezóně, avšak nejsou tolik ovlivněny meteorologickými podmínkami.

V případě hodinových koncentrací nepřekračuje imisní limit žádná stanice v ČR. Pokud srovnáme lokality ve Zlínském kraji, je patrné, že nejvyšší koncentrace jsou měřeny v Uherském Hradišti a jen o trochu nižší v Otrokovicích. Nejnížší koncentrace jsou pak měřeny na pozadové lokalitě Zlín. Proti roku 2014 19. nejvyšší hodinová koncentrace NO₂ v Otrokovicích klesla z 93,7 µg.m⁻³ na 90,1 µg.m⁻³.



Obr. 13 – 19. nejvyšší koncentrace NO₂, stanice Zlínského kraje, 2015

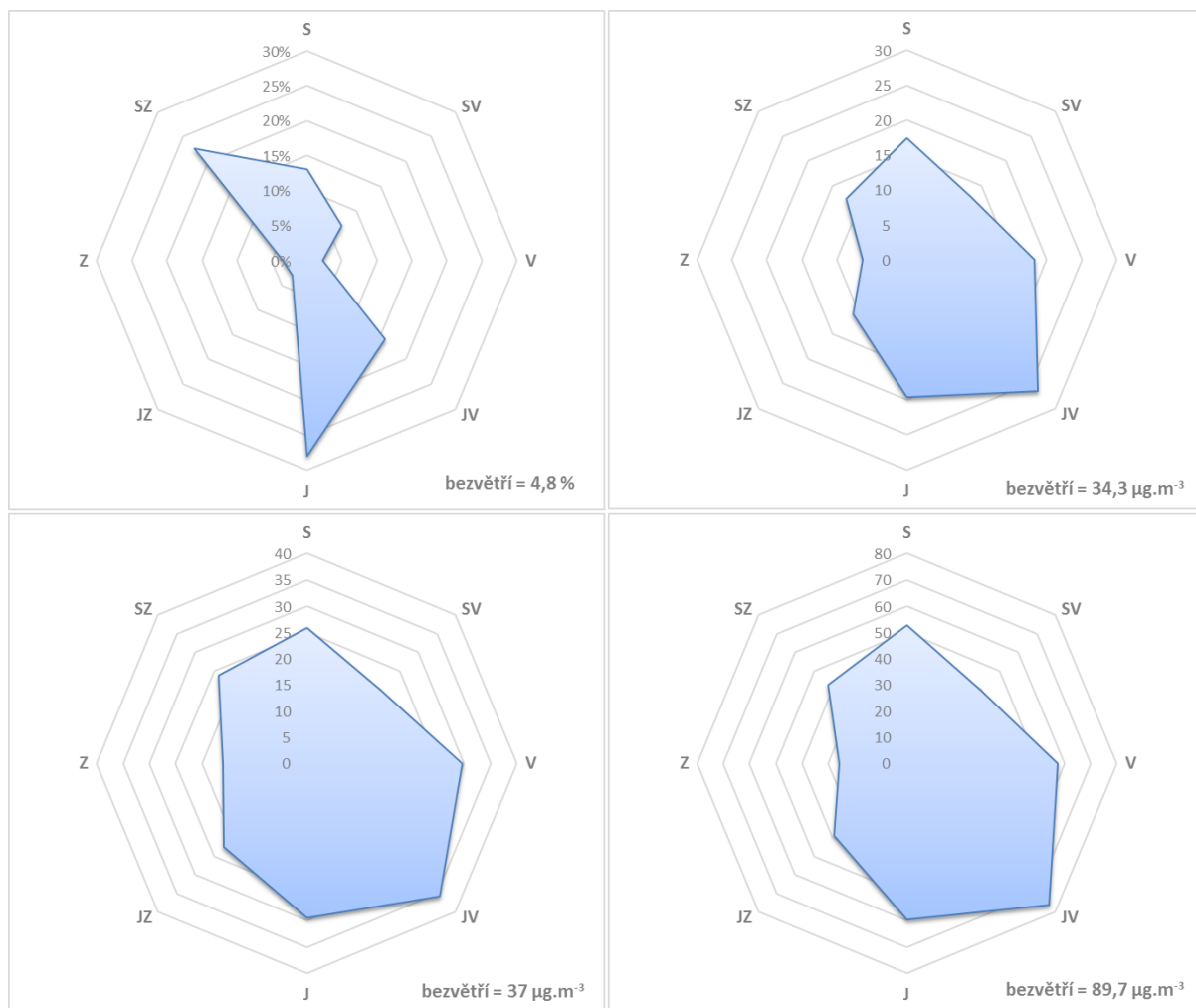
Průměrné denní koncentrace oxidů dusíku zobrazuje následující Obr. 14. Z grafu je patrné, že vyšší koncentrace jsou měřeny pouze v chladnější části roku. Koncentrace poměrně hodně oscilují v závislosti na intenzitě dopravy a směru proudění větru.



Obr. 14 – Průměrné denní koncentrace oxidů dusíku, Otrokovice, 2015

Na následujícím Obr. 15 je zobrazena větrná růžice (vlevo nahoře), která naznačuje, že v lokalitě převažuje jižní a severozápadní proudění související s orientací náměstí.

Pokud se podíváme na koncentrační růžice, tak vyšší koncentrace jsou zaznamenány při jihovýchodním a jižním proudění. Všechny růžice byly konstruovány z hodinových dat.



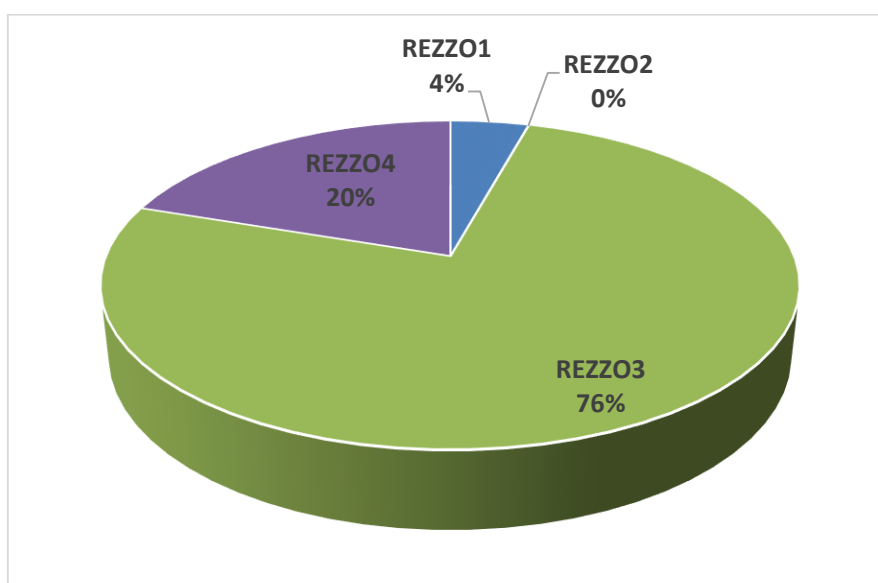
Obr. 15 - Větrná růžice (vlevo nahoře) a koncentrační růžice pro NO (vpravo nahoře), NO₂ (vlevo dole) a NO_x (vpravo dole)

3.3 Oxid uhelnatý

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.

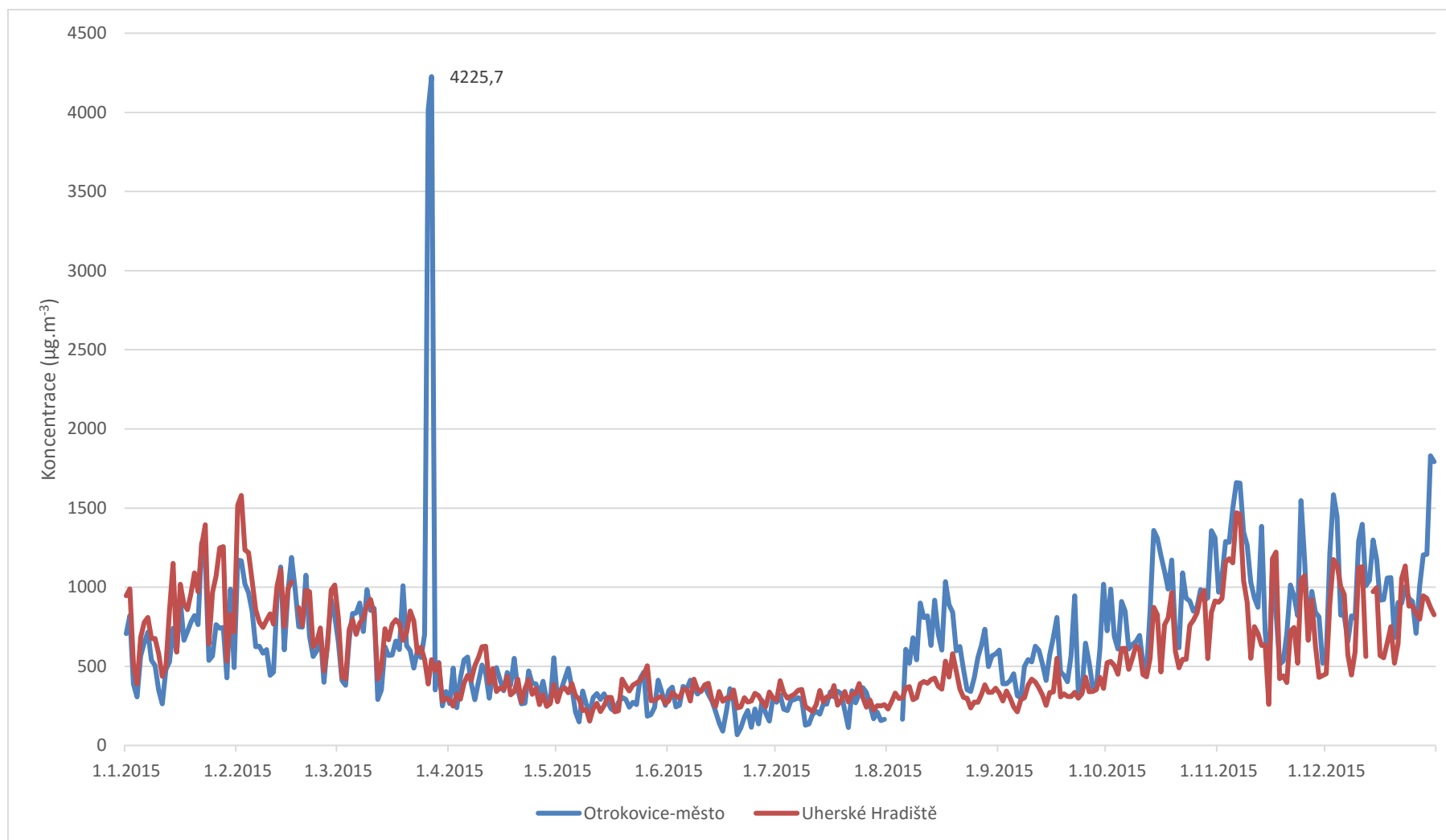
Zvýšené koncentrace mohou způsobovat bolesti hlavy, zhoršují koordinaci a snižují pozornost. Oxid uhelnatý se váže na hemoglobin, zvýšené koncentrace vzniklého karboxyhemoglobinu omezují kapacitu krve pro přenos kyslíku.

Zcela majoritním zdrojem oxidu uhelnatého v aglomeraci Brno jsou lokální topeniště (REZZO 3) a zhruba 20 % pak produkuje doprava (REZZO 4) viz. Obr. 16.



Obr. 16 - Emise CO ve Zlínském kraji dle kategorií zdrojů (2012)

V případě oxidu uhelnatého se sledují 8-hodinové klouzavé průměry, přičemž ten maximální nesmí překročit $10000 \mu\text{g.m}^{-3}$. Tato hodnota nebyla v ČR již dlouho dosažena. Maximální 8-hodinový klouzavý průměr v Otrokovicích v roce 2015 činil $4225,7 \mu\text{g.m}^{-3}$, jednalo se však o zcela ojedinělý případ. V ostatních případech koncentrace nepřekračovaly hodnotu $2000 \mu\text{g.m}^{-3}$ a velmi dobře korelovaly s hodnotami měřenými na další dopravní lokalitě ve Zlínském kraji – Uherském Hradišti (Obr. 17).



Obr. 17 – Maximální 8-hodinový průměr CO za den, 2015

4 Závěr

V Otrokovicích došlo v roce 2015 pouze k překročení imisního limitu pro průměrnou denní koncentraci PM_{10} . Proti ostatním lokalitám ve Zlínském kraji tak došlo v Otrokovicích ke zhoršení situace proti roku 2014. Z analýzy vyplývá, že největší rozdíly byly zjištěny v měsících únoru a říjnu, kdy mohlo v místě měření dojít k významnějšímu ovlivnění lokálním zdrojem, anebo se více v této lokalitě projevila topná sezóna.

Dle prvních dvou let měření lze konstatovat, že koncentrace v Otrokovicích jsou obdobné jako v další dopravní lokalitě Zlínského kraje – v Uherském Hradišti. Ovlivnění dopravou je zde tedy zřetelné. A to jak v případě koncentrací PM , tak z hlediska oxidů dusíků. Rovněž maximální 8hodinové průměry oxidu uhelnatého za den v těchto dvou lokalitách velmi dobře korelují.

Koncentrace oxidů dusíku imisní limit nepřekračují, přesto jsou dvojnásobné oproti pozadové lokalitě ve Zlíně. Významné ovlivnění dopravou je zřetelné i z poměru NO/NO_2 , který má hodnotu 0,66, obdobně jako další dopravní lokalita Uherské Hradiště (0,74). Pozadová lokalita ve Zlíně má tento poměr pouze 0,22.

Kvalita ovzduší v Otrokovicích tedy v roce 2015 byla dobrá, imisní limit zde byl překročen pouze z hlediska denních koncentrací, přičemž rozhodující vliv měla chladná část roku a topná sezóna. Je nutné poznamenat, že dopravní lokality jsou reprezentativní pouze v blízkosti měřené komunikace. S narůstající vzdáleností od komunikace koncentrace škodlivin poměrně významně klesají, ve vzdálenosti cca 100 m se již příliš neliší od pozadových koncentrací.