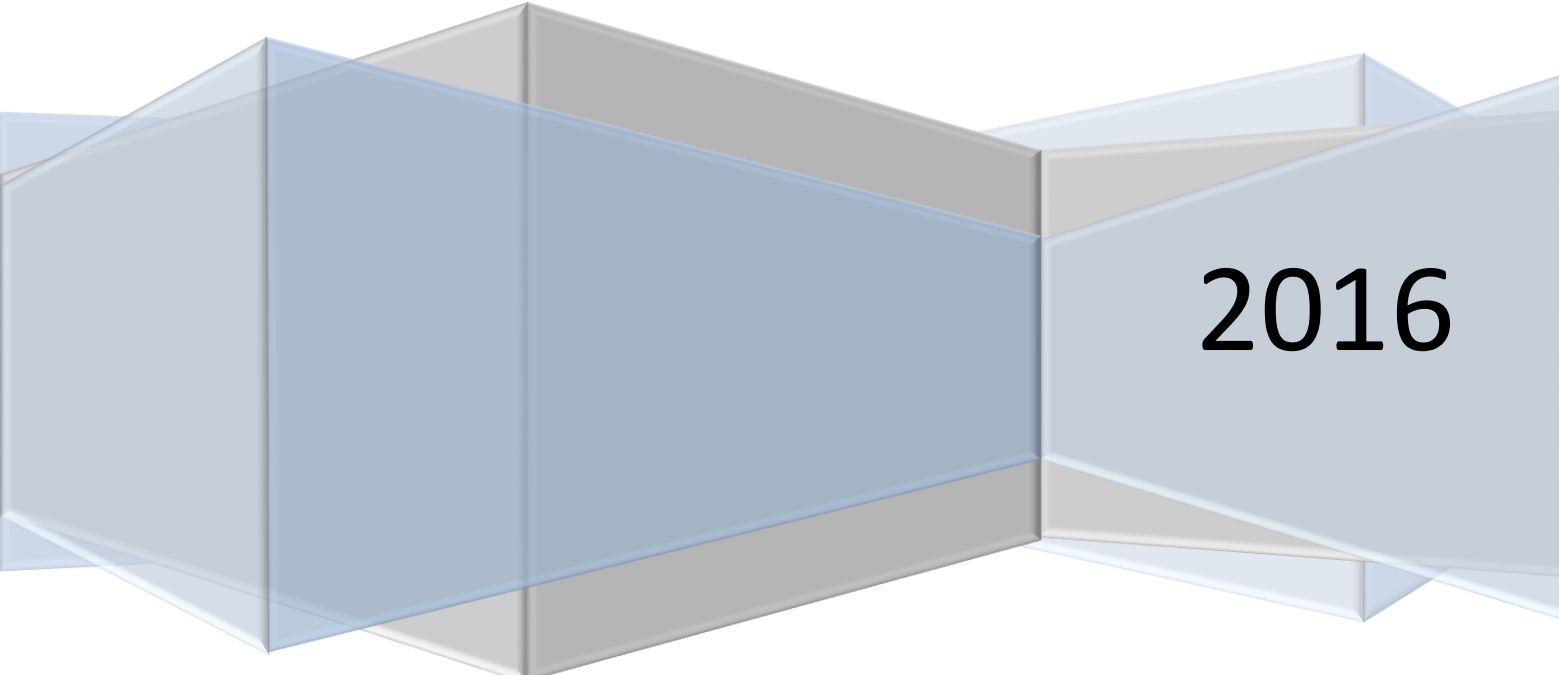


ENVltech Bohemia s.r.o.

Vyhodnocení kvality ovzduší v Otrokovicích v roce 2016



2016

Obsah

1	Úvod	2
2	Imisní limity	3
3	Meteorologické podmínky v roce 2016.....	4
3.1	Meteorologická situace v roce 2016 a vliv na kvalitu ovzduší [2]	4
3.2	Větrná růžice a rychlost větru	5
3.3	Teplota vzduchu	7
3.4	Úhrn srážek.....	8
4	Vyhodnocení kvality ovzduší v Otrokovicích	9
4.1	Suspendované částice PM ₁₀ , PM _{2,5} a PM ₁	9
4.2	Oxidy dusíku – NO, NO ₂ a NO _x	17
4.3	Oxid uhelnatý	23
5	Závěr	24
6	Citovaná literatura.....	25

1 Úvod

V Otrokovicích probíhá 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). Měření zde započalo 1. 1. 2014.



Obr. 1 – Stanice Otrokovice – město

Tato studie slouží jako vyhodnocení měření za rok 2016, 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 PM_{10} , $PM_{2,5}$ a PM_1
- oxidy dusíku – NO, NO_2 a NO_x
- oxid uhelnatý

Pro tyto škodliviny platí dle zákona 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší [1] 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	$10 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$	$7 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$	$5 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$	
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 $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$	$100 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$	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.

3 Meteorologické podmínky v roce 2016

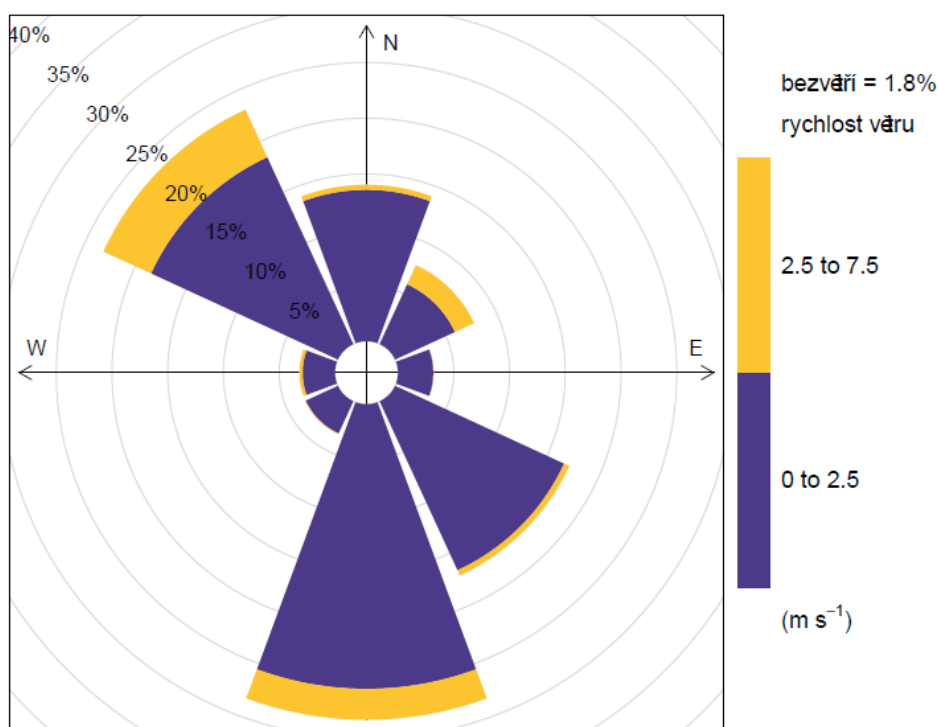
3.1 Meteorologická situace v roce 2016 a vliv na kvalitu ovzduší [2]

Rok 2016 byl s průměrnou teplotou 8,7 °C silně nadnormální, přesto o 0,7 °C chladnější než dva roky předchozí a celkově pátým nejteplejším rokem v řadě teplotních průměrů pro ČR od roku 1771 podle Štěpánka (2005). Odchylka roční teploty od dlouhodobého průměru 1961–1990 byla +1,4 °C. Teplotní odchylka v jednotlivých měsících kolísala od +4,2 °C v únoru, teplotně silně nadnormální měsíc, až po –0,5 °C v říjnu, jediném měsíci v roce, kdy byla teplota nižší než dlouhodobý průměr. Roční srážkový úhrn 639 mm zařazuje rok mezi roky srážkově normální (jen 5 % pod dlouhodobým průměrem). Nejvíce srážek, v průměru 115 mm, což bylo 145 % dlouhodobého průměru, napadlo v České republice v červenci a nejméně, v průměru jen 30 mm, to je 75 % dlouhodobého průměru, v březnu nebo 32 mm v prosinci (63 %). Jen měsíce únor, červenec a říjen byly nadnormální, měsíc srpen byl s 52 % podnormální, měsíce leden, březen až červen, září, listopad a prosinec měly úhrn nižší, než je dlouhodobý průměr, ale jsou klasifikovány jako měsíce srážkově normální.

Na základě dat z **automatizovaných** stanic imisního monitoringu lze provést **předběžně hodnocení** kvality ovzduší v roce 2016 v návaznosti na rozptylové podmínky v ovzduší. Znečištění venkovního ovzduší suspendovanými částicemi frakce PM₁₀ a PM_{2,5}, benzo[a]pyrenem a troposférickým ozonem (O₃) představovalo i v roce 2016 hlavní problémy kvality ovzduší v ČR. Úroveň znečištění závisí nejen na množství emisí, ale i na převažujících meteorologických a rozptylových podmínkách v daném roce. Vzhledem k procesu získání a zpracování odebraných vzorků je do tohoto zpracování zahrnuto pouze hodnocení suspendovaných částic PM₁₀, přízemního ozonu O₃, oxidu dusičitého NO₂ a oxidu siřičitého SO₂. Ve všech případech se jedná o neverifikovaná data ze stanic automatizovaného imisního monitoringu (AIM) ČHMÚ a dalších příspěvateľů. Verifikované koncentrace naměřené na stanicích AIM a koncentrace naměřené na manuálních stanicích budou vyhodnoceny až v rámci tabelární a grafické ročenky ČHMÚ, která vychází vždy ve druhé polovině následujícího roku. Maximální povolený počet překročení (35× za kalendářní rok) hodnoty denního imisního limitu PM₁₀ (50 µg·m⁻³) byl v roce 2016 překročen na 21 stanicích, přičemž na počtu překročení hodnoty imisního limitu se nejvíce podílel měsíc leden (hodnoceny stanice, pro které jsou údaje za všechny měsíce od počátku roku). Maximální povolený počet překročení (25× v průměru za tři roky) hodnoty imisního limitu maximální denní 8hodinové koncentrace O₃ (120 µg·m⁻³) byl překročen na 17 stanicích. V roce 2016 bylo vyhlášeno 5 smogových situací z důvodu vysokých koncentrací PM₁₀. Všechny smogové situace roku 2016 byly vyhlášeny v lednu. První z nich již 1. ledna v aglomeraci O/K/F-M bez Třinecka a trvala do 11. ledna. Další dvě situace byly shodně 3. ledna vyhlášeny a 5. ledna odhlášeny na Třinecku a v zóně Střední Morava. V první dekádě byla vyhlášena i smogová situace v Plzeňském kraji, a to od 7. do 8. ledna. Poslední smogová situace v roce 2016 byla vyhlášena 18. ledna v aglomeraci O/K/F-M bez Třinecka, odhlášena byla 20. ledna.

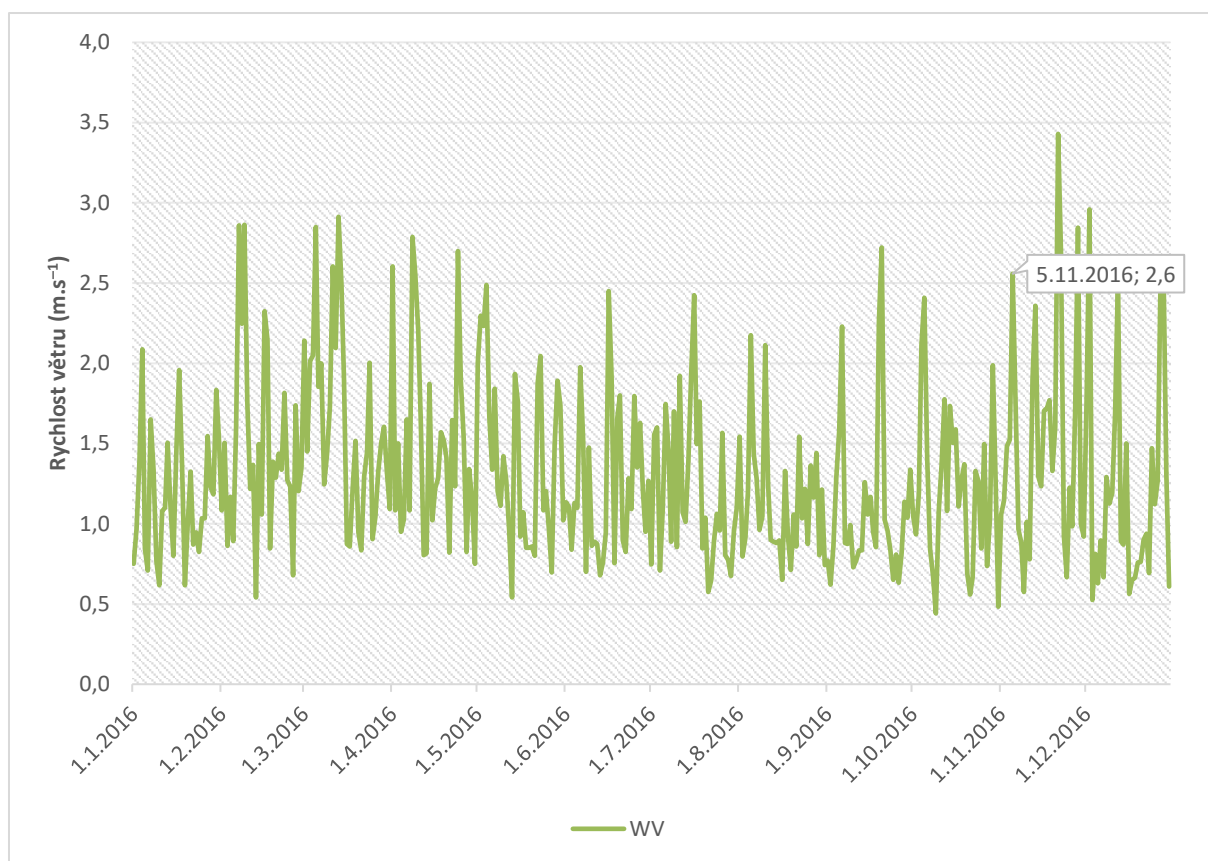
3.2 Větrná růžice a rychlost větru

Větrná růžice byla sestrojena z hodinových dat o rychlosti a směru větru. Z Obr. 2 je patrné, že v lokalitě převládají jižní a severozápadní směry, doplněné o jihovýchodní a severní směry proudění větru. Ostatní směry jsou zastoupeny podstatně méně. Tato situace vyplývá z orografie terénu a zástavby v místě měření. Bezvětrí panovalo v 1,8 % hodin roku 2016. Proudění větru většinou nepřesahovalo rychlost $2,5 \text{ m.s}^{-1}$, vyšší rychlosti větru jsou zastoupeny převážně při proudění ze severozápadu a jihu.

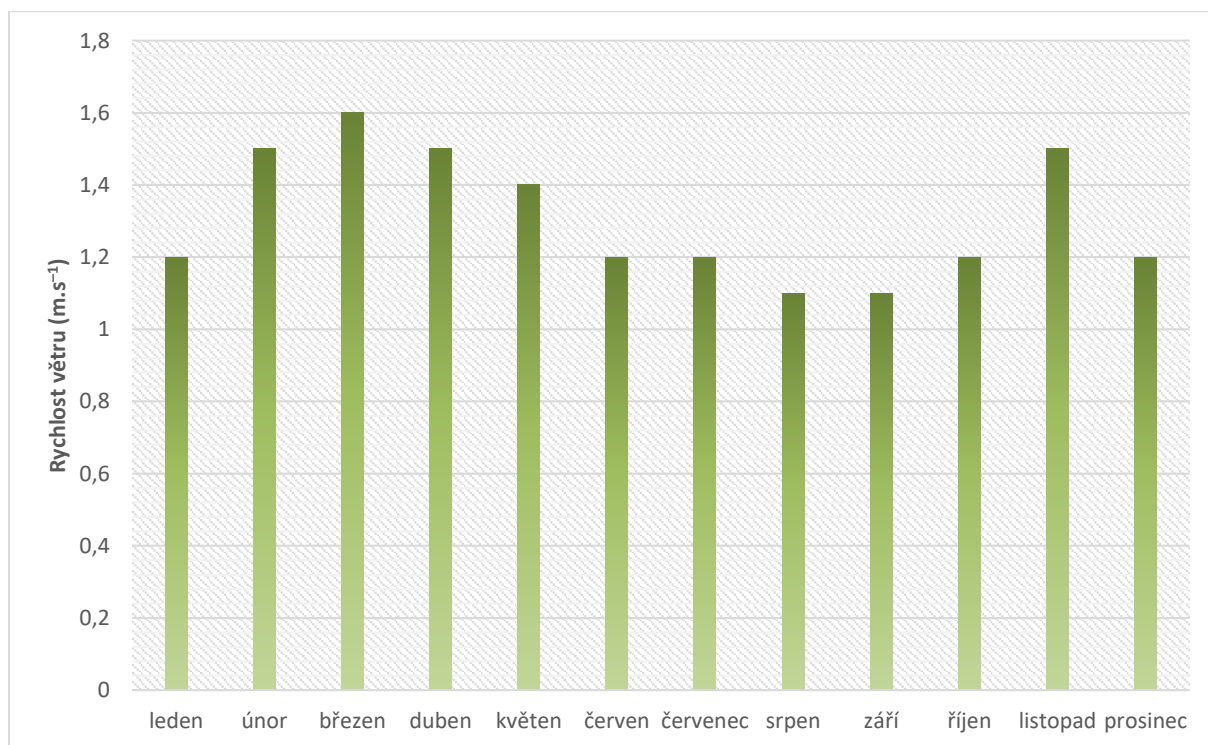


Obr. 2 – Větrná růžice, lokalita Otrokovice, rok 2016

Vývoj průměrných denních rychlostí větru pak zobrazuje Obr. 3. Je patrné, že průměrné denní rychlosti větru vyšší než $2,5 \text{ m.s}^{-1}$ se vyskytují spíše výjimečně, nejčastěji proudí vítr rychlostí $1 - 2 \text{ m.s}^{-1}$. Z hlediska průměrných měsíčních rychlostí větru je patrné, že nejvyšší hodnoty byly naměřeny v únoru, březnu a listopadu, naopak nejnižší rychlosti větru byly měřeny v srpnu a září a dále taky v lednu a prosinci.



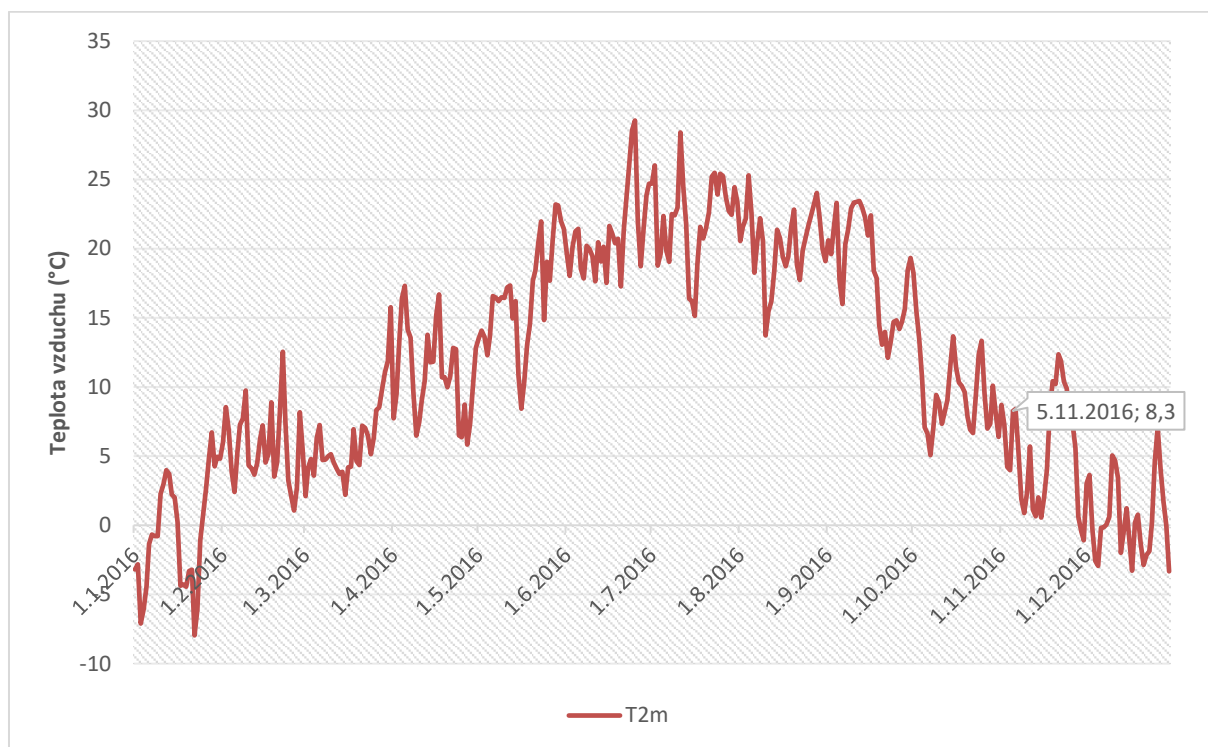
Obr. 3 – Průměrné denní rychlosti větru, Otrokovice, rok 2016



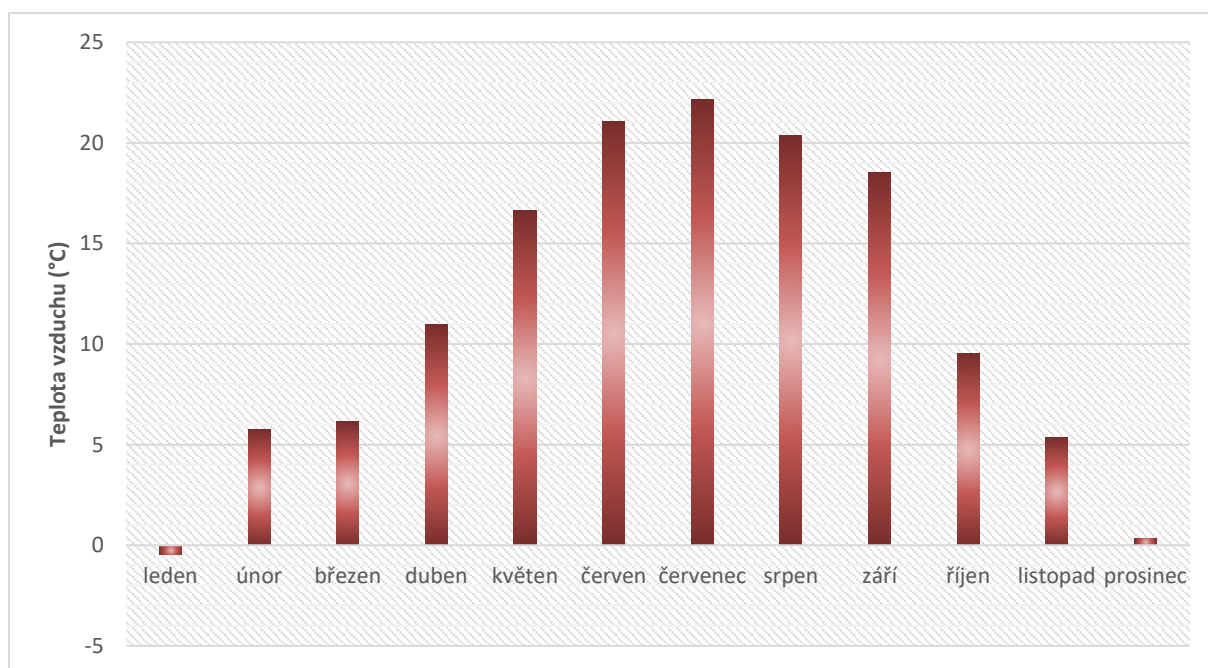
Obr. 4 - Průměrné měsíční rychlosti větru, Otrokovice, rok 2016

3.3 Teplota vzduchu

Trend vývoje průměrných denních teplot je zobrazen v grafu na Obr. 5. Jsou zde patrné nejnižší denní teploty v lednu (minimální průměrná denní teplota naměřena dne 22. 1., -8,0 °C). Mimo leden se teploty pod bodem mrazu vyskytovaly pouze v prosinci. Nejvyšší teploty pak panovaly v červenci (Obr. 6), kdy průměrné měsíční teploty přesáhly 20 °C (maximální průměrná denní teplota dosažena 25. 6., 29,3 °C). Naopak leden v průměrných měsíčních teplotách nepřesáhl 0 °C.



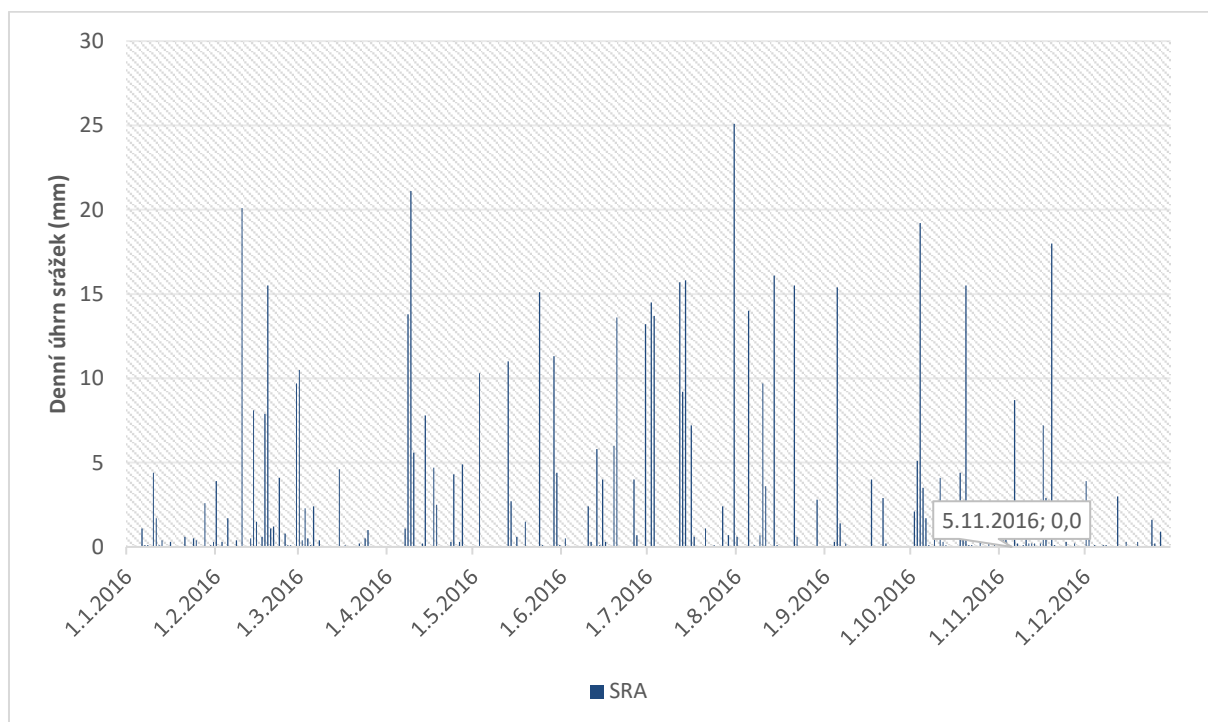
Obr. 5 – Průměrné denní teploty vzduchu, Otrokovice, rok 2016



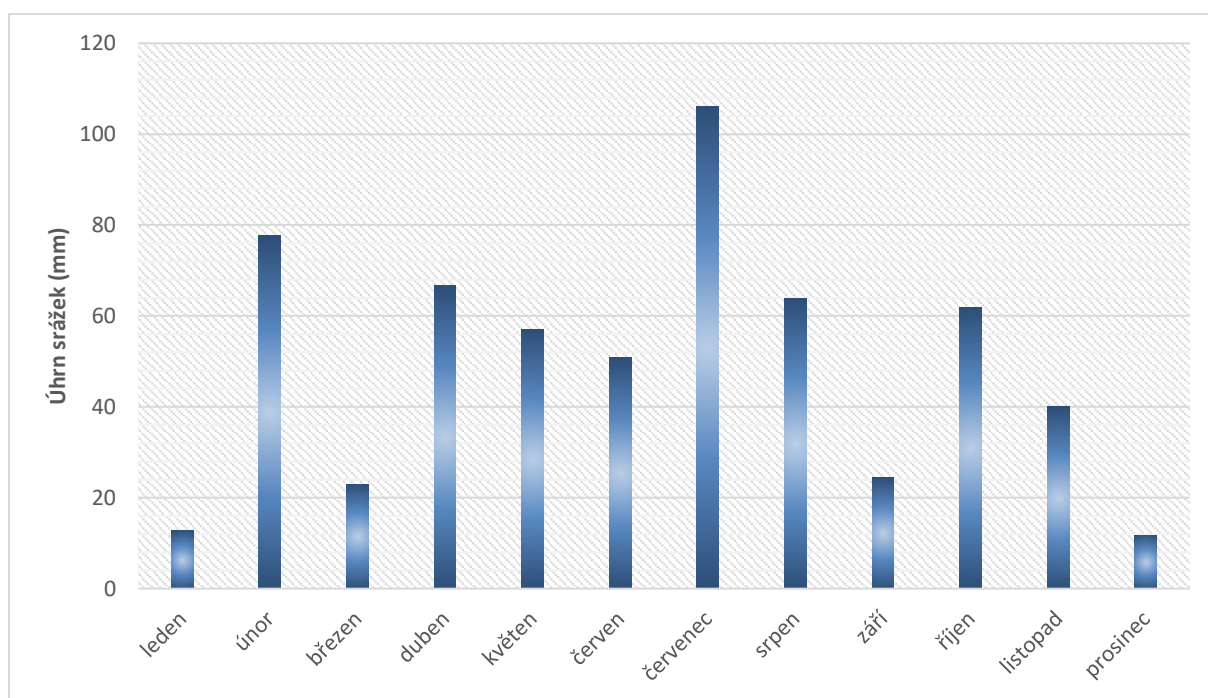
Obr. 6 - Průměrné měsíční teploty vzduchu, Otrokovice, rok 2016

3.4 Úhrn srážek

Denní úhrny srážek zobrazuje následující Obr. 7. Z grafu je patrné maximum dne 31. 7. 2016 (25,1 mm), což je vyšší úhrn srážek za jediný den, než měsíční úhrny v lednu či prosinci (Obr. 8). Kromě zmíněných měsíců byl naměřen nízký úhrn srážek také v březnu či září, což se projevilo zejména na koncentracích suspendovaných částic v ovzduší – nedocházelo k vymývání atmosféry a koncentrace tak byly vyšší.



Obr. 7 – Denní úhrn srážek, Otrokovice, rok 2016



Obr. 8 – Měsíční úhrn srážek, Otrokovice, rok 2016

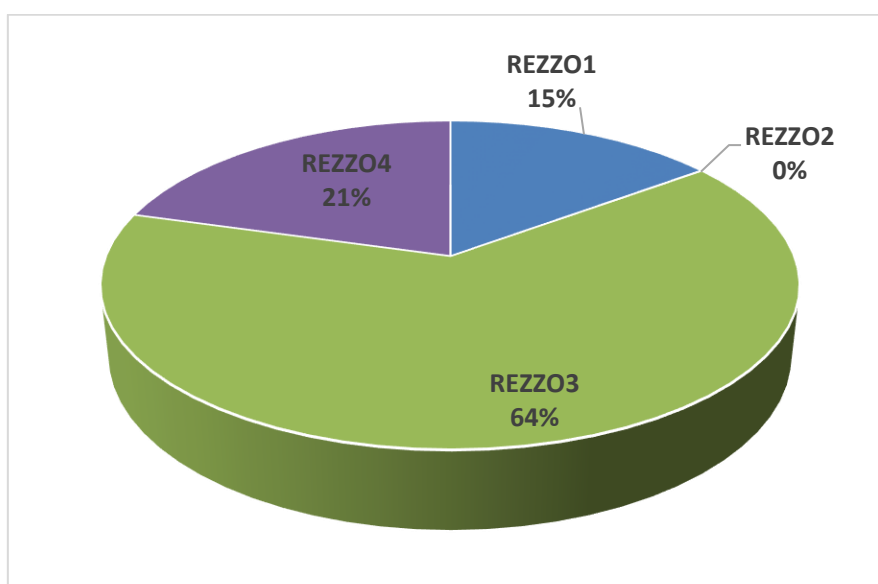
4 Vyhodnocení kvality ovzduší v Otrokovicích

4.1 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.

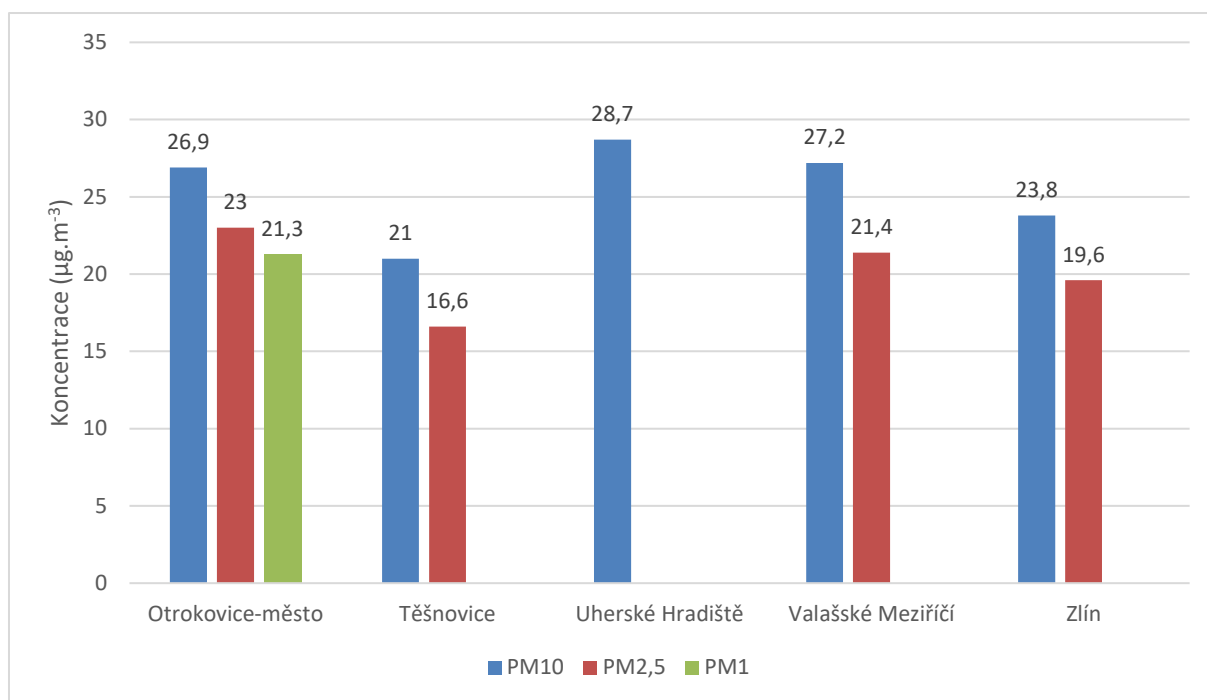
Negativní zdravotní účinky PM₁₀ a PM_{2,5} se projevují již při velmi nízkých koncentracích bez zřejmé spodní hranice bezpečné koncentrace. Zdravotní rizika částic ovlivňuje jejich koncentrace, velikost, tvar a chemické složení. Mohou se podílet na snížení imunity, mohou způsobovat zánětlivá onemocnění 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. Zvláště velké a velké zdroje (REZZO 1) spolu se středními zdroji (REZZO 2) produkovaly ve Zlínském kraji v roce 2014 zhruba 15 % všech emisí.



Obr. 9 - Emise TZL ve Zlínském kraji dle kategorií zdrojů, 2014 [3]

Jak již bylo uvedeno v předchozí kapitole, legislativou jsou sledovány dva imisní limity pro PM₁₀ (pro průměrnou roční koncentraci a pro průměrnou denní koncentraci) a jeden pro PM_{2,5} (pro průměrnou roční koncentraci). Následující Obr. 10 zobrazuje hodnoty průměrných ročních koncentrací pro suspendované částice v roce 2016 na jednotlivých stanicích.



Obr. 10 – Průměrné roční koncentrace PM na stanicích imisního monitoringu ve Zlínském kraji, rok 2016

Z obrázku je patrné, že průměrné roční koncentrace PM₁₀ se zejména v Uherském Hradišti a Otrokovících příliš neliší – v obou případech se jedná o dopravní stanice. Koncentračně se těmito lokalitám blíží také lokalita Valašské Meziříčí, která sice není dopravní lokalitou, ale je podstatně více ovlivněna dálkovým přenosem znečištění z Polska a Moravskoslezského kraje. Nejvyšších hodnot koncentrací PM₁₀ dosahuje dopravní lokalita v Uherském Hradišti, nejnižší pak venkovská pozadová lokalita v Těšnovicích nedaleko Kroměříže. Proti roku 2015 koncentrace PM₁₀ v Otrokovících poklesly z 29,2 µg.m⁻³ na 26,9 µg.m⁻³.

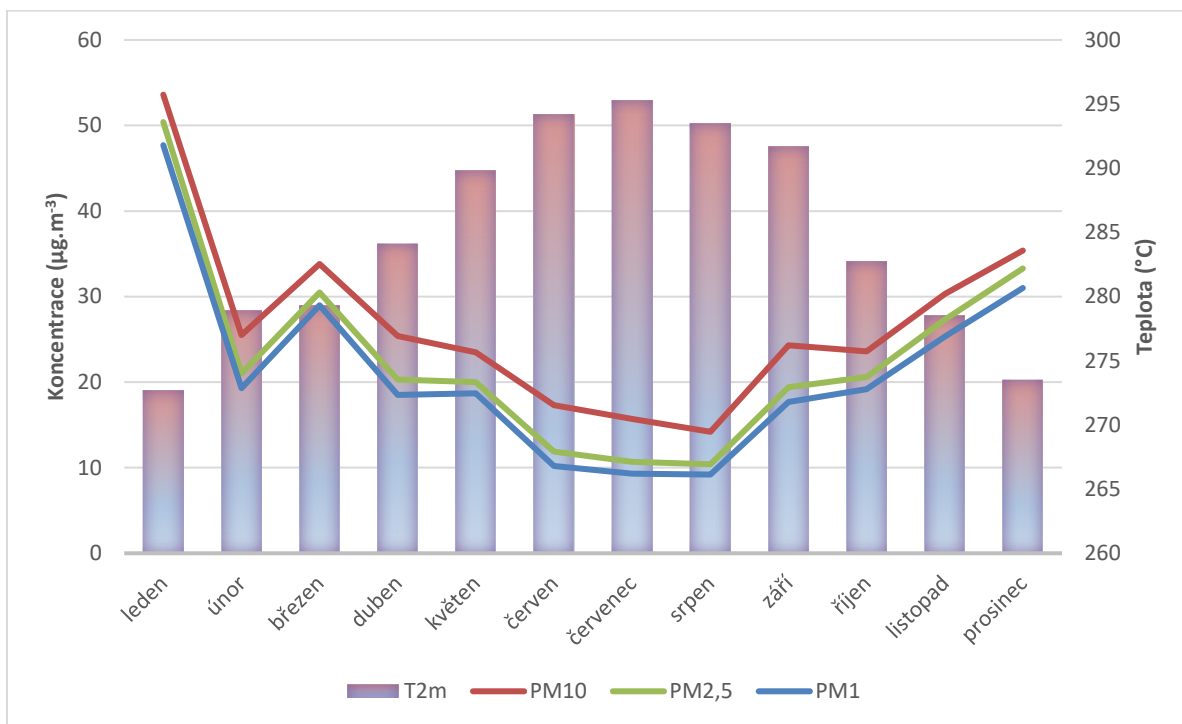
V případě PM_{2,5} byly nejvyšší koncentrace naměřeny v Otrokovících (lokalita Uherské Hradiště PM_{2,5} neměří), a to i přesto, že v případě PM₁₀ byly vyšší koncentrace ve Valašském Meziříčí. V Otrokovících je tedy podstatněji zastoupena jemnější frakce PM_{2,5}. Proti roku 2015 koncentrace PM_{2,5} v Otrokovících poklesly z 25 µg.m⁻³ na 23 µg.m⁻³, čímž nedošlo k překročení imisního limitu stanoveného zákonem o ochraně ovzduší č. 201/2012 Sb. Rovněž koncentrace PM₁ v Otrokovících poklesly proti roku 2015, a to z 23,3 µg.m⁻³ na 21,3 µg.m⁻³.

Z grafu na Obr. 10 je však patrné, že na žádné lokalitě nebyl překročen imisní limit pro průměrnou roční koncentraci PM₁₀ resp. PM_{2,5}.

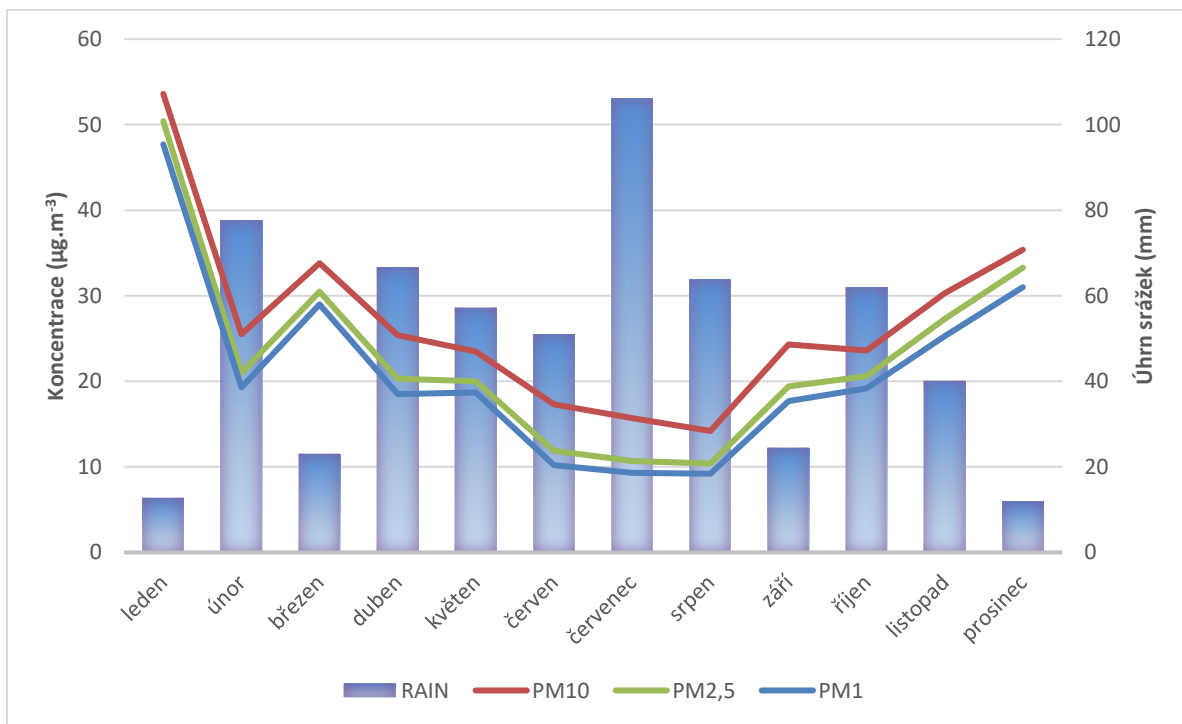
Z následujících Obr. 11 a Obr. 12 je patrné, že nejvyšších koncentrací je dosahováno v zimním období. Důvodem je zejména topná sezóna (lokální topeniště vyprodukují za celý rok téměř 70 % všech emisí prašnosti, přitom jsou v provozu převážně pouze v topné sezóně) a dále hrají významnou roli meteorologické 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 lednu tak byly koncentrace PM v průměru nejvyšší, protože byly měřeny nízké teploty a pouze malý úhrn srážek. Výpadek srážek zvýšil koncentrace také v březnu či září, naopak v únoru byly teploty obdobné jako v březnu, ale měsíc byl bohatší na srážky a koncentrace PM byly nižší.

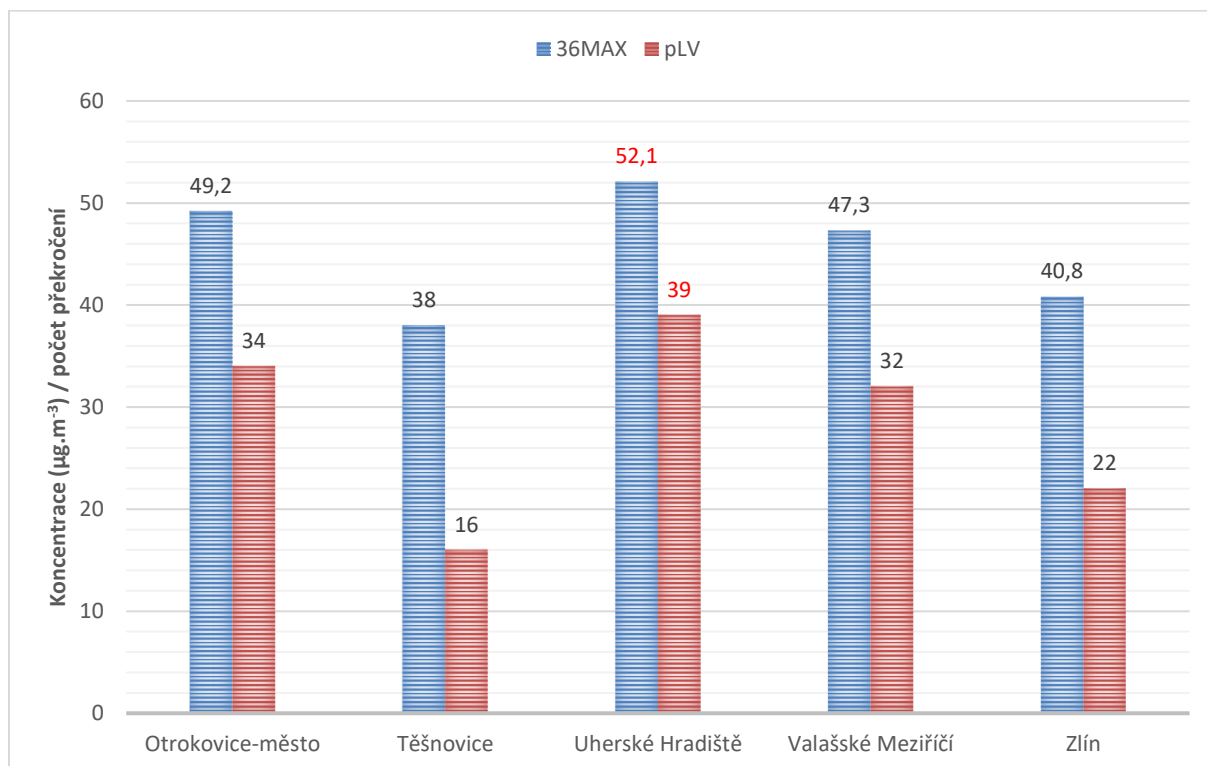


Obr. 11 – Průměrné měsíční koncentrace PM v závislosti na průměrné teplotě, Otrokovice, 2016



Obr. 12 – Průměrné měsíční koncentrace PM v závislosti na úhrnu srážek, Otrokovice, 2016

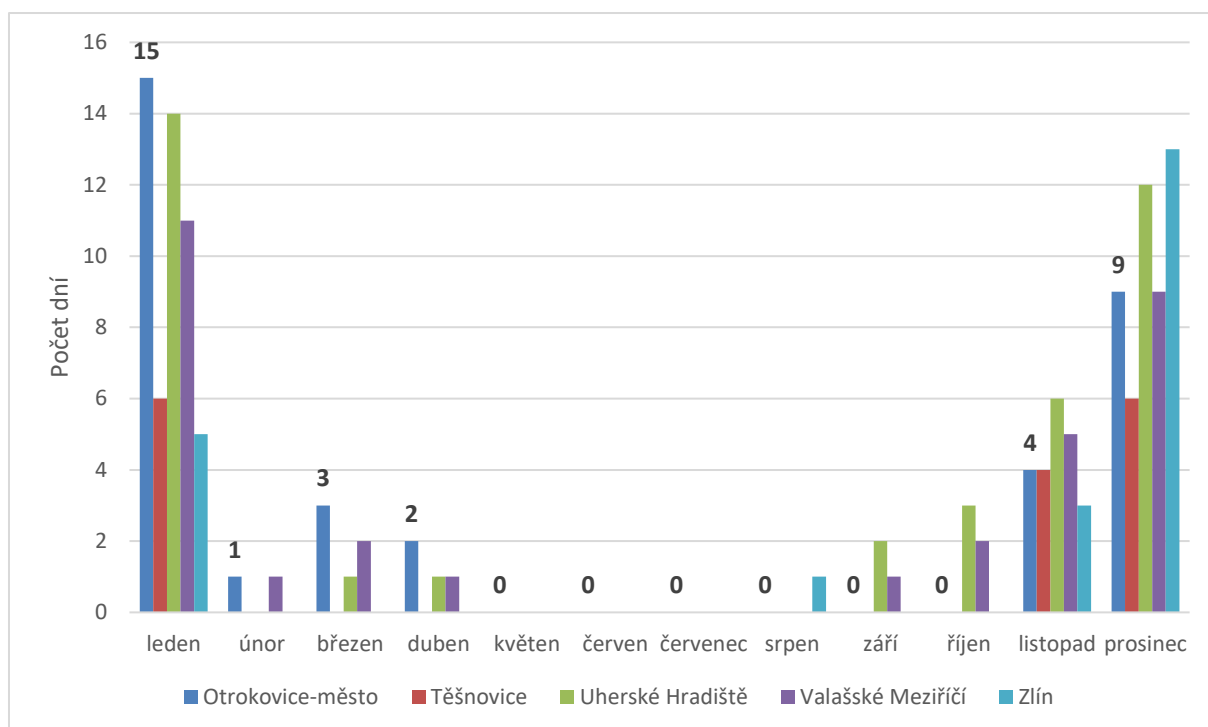
V případě denního imisního limitu pro PM_{10} je sledována 36. nejvyšší průměrná denní koncentrace (viz. dříve) nebo počet dní s průměrnými denními koncentracemi $PM_{10} > 50 \mu g \cdot m^{-3}$ za kalendářní rok (legislativa povoluje nejvýše 35). Obě tyto charakteristiky jsou zobrazeny na následujícím Obr. 13.



Obr. 13 – 36. nejvyšší průměrná denní koncentrace (36MAX) a počet dní s koncentracemi vyššími než $50 \mu g \cdot m^{-3}$ (pLV) za kalendářní rok 2016

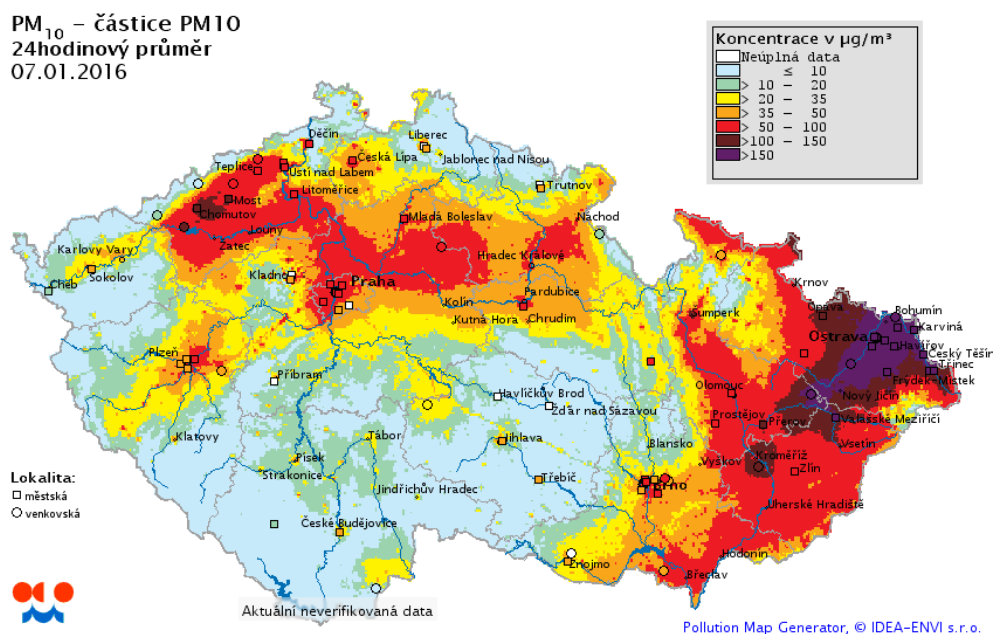
Z grafu je patrné, že v případě denního imisního limitu pro PM_{10} došlo k překročení imisního limitu pouze v lokalitě Uherské Hradiště. Naopak v Otrokovicích v roce 2016 k překročení imisního limitu nedošlo, podobně jako na dalších lokalitách Zlínského kraje. Proti roku 2015 došlo v Otrokovicích ke zlepšení – dnů s koncentracemi $PM_{10} > 50 \mu g \cdot m^{-3}$ bylo v roce 2015 naměřeno 42 a 36. nejvyšší denní koncentrace PM_{10} dosáhla hodnoty $54,6 \mu g \cdot m^{-3}$. Dle předběžných statistik v roce 2016 byly koncentrace PM_{10} ve Zlínském kraji jedny z nejlepších v posledních letech.

Při detailnější analýze je patrné, že nejvyšší počet dní s koncentracemi vyššími než $50 \mu g \cdot m^{-3}$ bylo naměřeno v lednu v Otrokovicích (15), naopak koncem roku bylo naměřeno více překročení v lokalitách Uherské Hradiště a Zlín, než v Otrokovicích (Obr. 14). V měsících lede, listopad a prosinec však byl naměřen zvýšený počet dní s koncentracemi PM_{10} vyššími než $50 \mu g \cdot m^{-3}$ na všech lokalitách. Významně se tak projevil vliv topné sezóny a plošné ovlivnění kraje lokálními topeništi, které je na dopravních lokalitách ještě povýšeno o vliv dopravy. Naopak v měsících květen – září k překračování prakticky nedocházelo. Tato skutečnost podtrhuje význačný vliv topné sezóny na koncentrace PM_{10} ve Zlínském kraji.

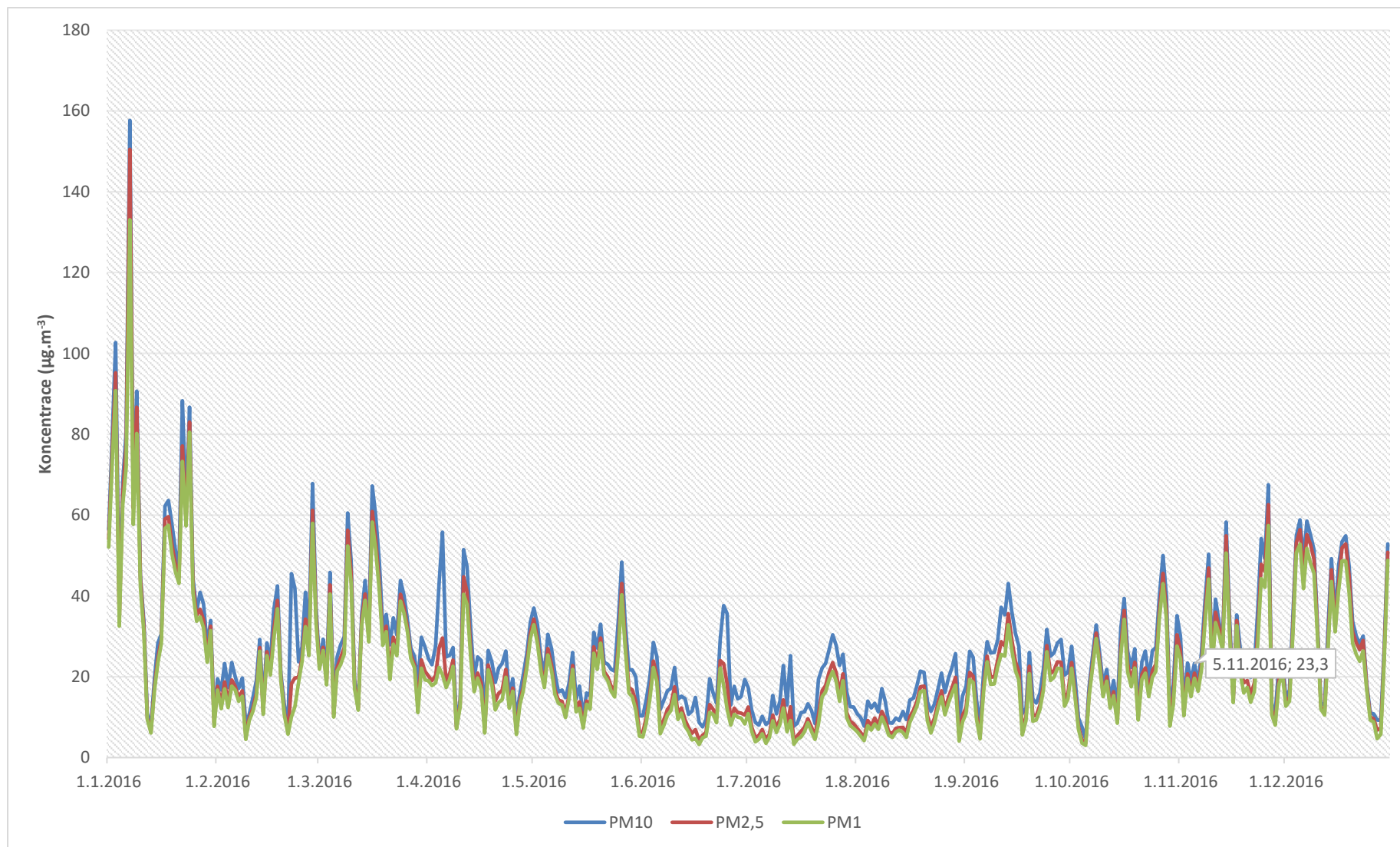


Obr. 14 – Počet dní s koncentracemi $PM_{10} > 50 \mu g \cdot m^{-3}$ v jednotlivých měsících roku 2016

Vývoj denních koncentrací suspendovaných částic v Otrokovicích v roce 2016 zobrazuje Obr. 16. Je patrné, že dlouhodobě se koncentrace pohybovaly do $60 \mu g \cdot m^{-3}$ pouze v lednu došlo k několika dnům s velmi vysokými koncentracemi PM. Maxima bylo dosaženo 7. 1. 2016, hodnota denní průměrné koncentrace PM_{10} činila $157,7 \mu g \cdot m^{-3}$. V těchto dnech však byla vysokými koncentracemi postižena celá Morava, pro zónu Střední Morava byla vyhlášena smogová situace, zvýšené koncentrace byly způsobeny nepříznivými rozptylovými podmínkami a teplotní inverzí a dálkovým transportem z Polska a Moravskoslezského kraje (Obr. 15).

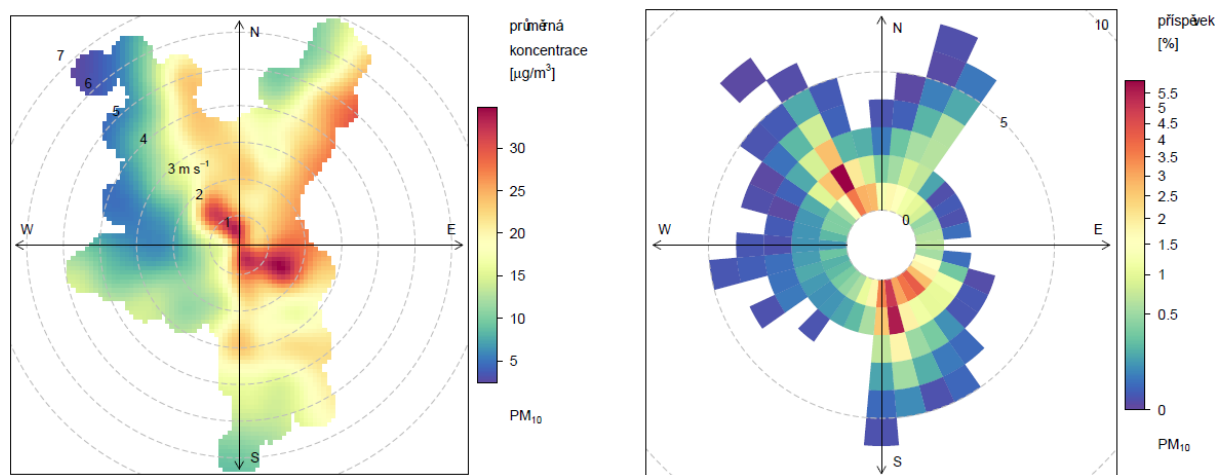


Obr. 15 – Pole průměrných denních koncentrací PM_{10} , ČR, 7. 1. 2016 zdroj: www.chmi.cz



Obr. 16 – Průměrné denní koncentrace PM, Otrokovice, 2016

Větrná růžice pro lokalitu Otrokovice je zobrazena v kapitole 3.2 na Obr. 2. Na následujícím Obr. 17 je pak zobrazena koncentrační a vážená koncentrační růžice pro PM_{10} . Z koncentrační růžice vyplývá, že maximální koncentrace jsou měřeny při nízkých rychlostech větru až bezvětrí. Z hlediska směru větru jsou pak maxima měřena při severozápadním resp. východním a jihovýchodním proudění. Vážená koncentrační růžice pak zobrazuje relativní příspěvek jednotlivých směrů a rychlostí větru ke koncentracím PM_{10} v této lokalitě. Vyplývá z ní, že nejvíce ke koncentracím přispívají severozápadní a jižní směry proudění při nízkých rychlostech větru.

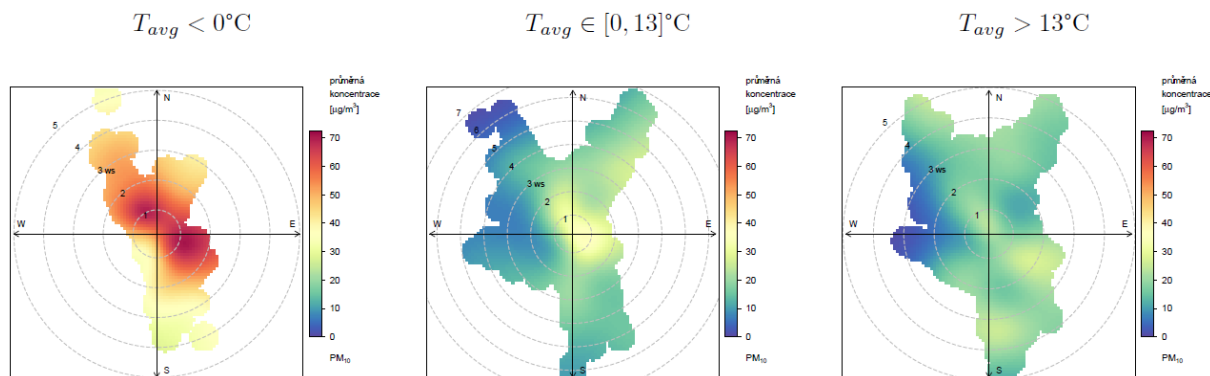


Koncentrační růžice PM_{10} .

Vážená koncentrační růžice PM_{10} .

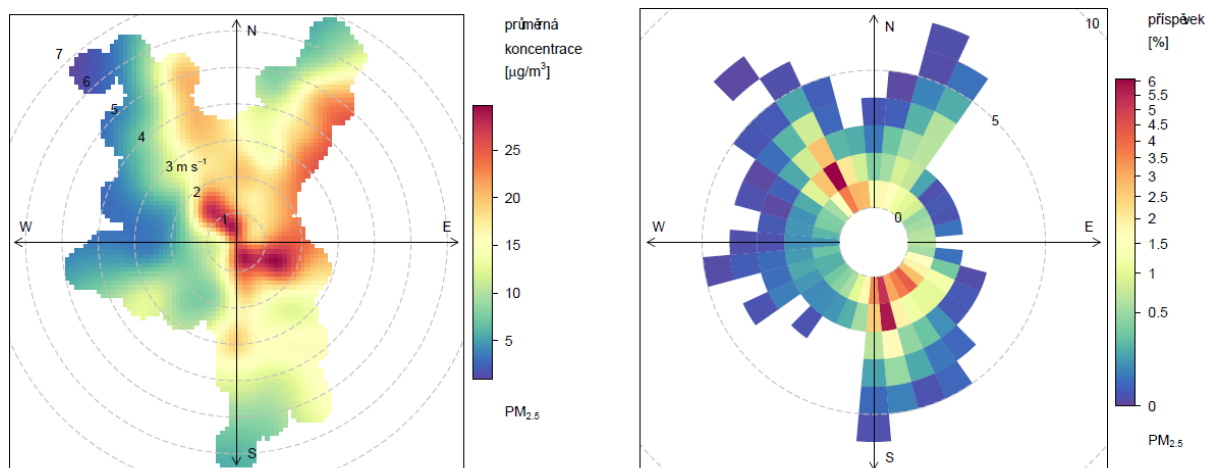
Obr. 17 - Koncentrační a vážená koncentrační růžice pro PM_{10} , Otrokovice, rok 2016

Zajímavá data poskytuje rovněž teplotně členěná koncentrační růžice pro PM_{10} (Obr. 18). Vyplývá z ní, že vysoké koncentrace jsou měřeny pouze při teplotách pod 0°C . To poukazuje na ovlivnění lokality nejen dopravou, ale i lokálními topeništi. Z růžice rovněž vyplývá dominance severozápadního, severního a východního proudění a nízkých rychlostí větru. Při proudění ze severních směrů je do Otrokovic rovněž přinášeno dálkovým transportem znečištění z Polska a Moravskoslezského kraje. Při teplotách vyšších než je 0°C jsou již koncentrace podstatně nižší.



Obr. 18 – Teplotně členěná koncentrační růžice pro PM_{10} , lokalita Otrokovice, rok 2016

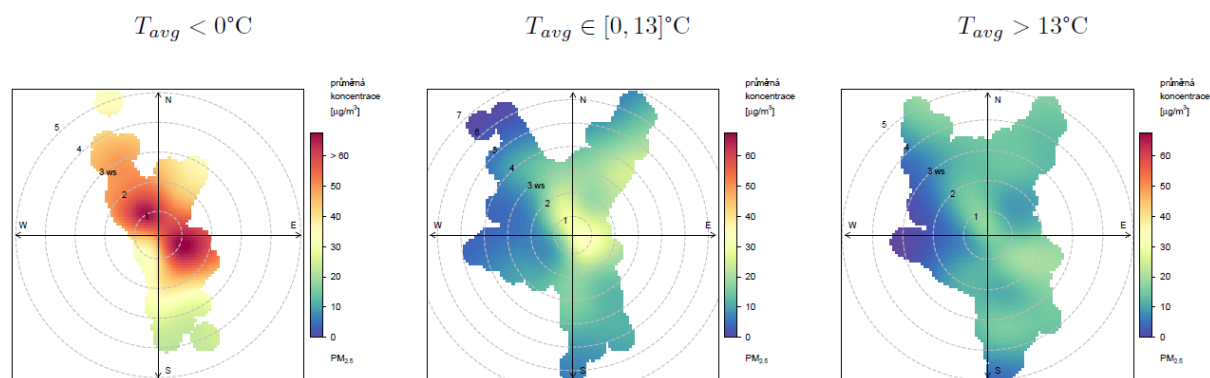
Obdobná situace panuje i v případě jemnější frakce. Koncentrační a vážená koncentrační růžice pro $PM_{2,5}$ je zobrazena na Obr. 19, teplotně členěné koncentrační růžice pak na Obr. 20. Opět z nich vyplývá, že nejvyšší koncentrace suspendovaných částic jsou měřeny při teplotách pod 0°C , kdy kromě dopravy významně ovlivňují koncentrace částic i lokální topeniště.



Koncentrační růžice $PM_{2,5}$.

Vážená koncentrační růžice $PM_{2,5}$.

Obr. 19 - Koncentrační a vážená koncentrační růžice pro $PM_{2,5}$, Otrokovice, rok 2016



Obr. 20 - Teplotně členěná koncentrační růžice pro $PM_{2,5}$, lokalita Otrokovice, rok 2016

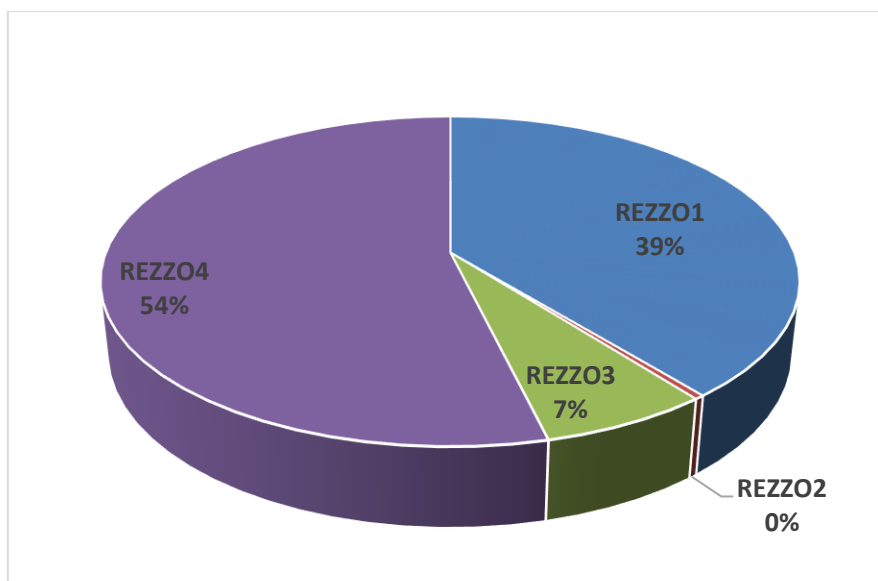
4.2 Oxidy dusíku – NO, NO₂ a NO_x

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.

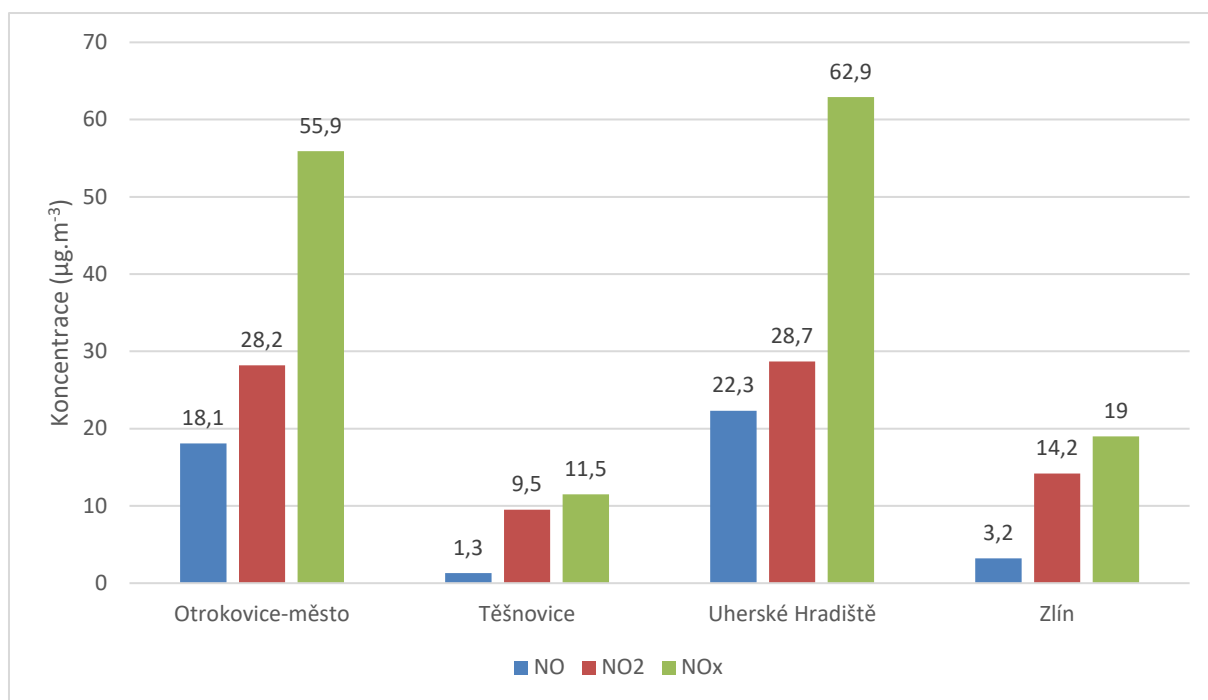
Majoritním zdrojem emisí NO_x ve Zlínském kraji je doprava (mobilní zdroje znečišťování – REZZO 4). Zvláště velké a velké zdroje znečišťování (REZZO 1) přispívají zhruba 39 % všech emisí NO_x (Obr. 21).



Obr. 21 - Emise NO_x ve Zlínském kraji dle kategorií zdrojů (2014) [3]

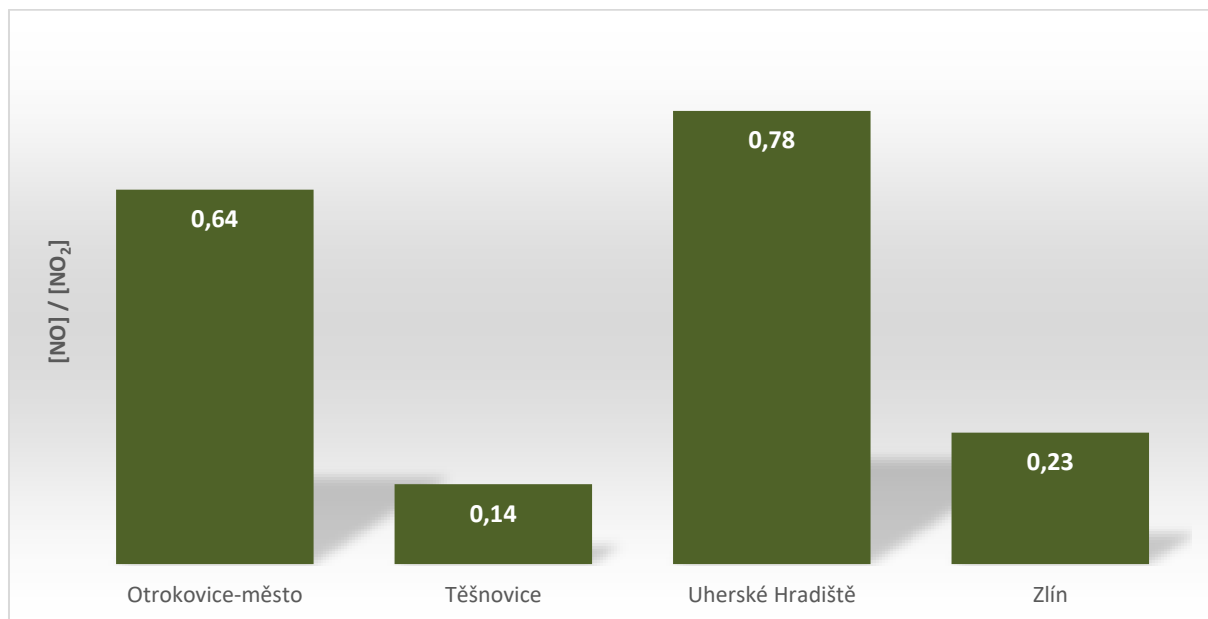
V případě oxidů dusíku se sledují dva imisní limity pro oxid dusičitý (NO₂). Jeden je pro průměrnou roční koncentraci a druhý pro hodinovou koncentraci. U hodinových koncentrací může dojít k 18 překročením, proto se hodnotí 19. nejvyšší hodinová koncentrace za kalendářní rok.

Průměrné roční koncentrace NO, NO₂ a NO_x na jednotlivých lokalitách Zlínského kraje zobrazuje následující Obr. 22.

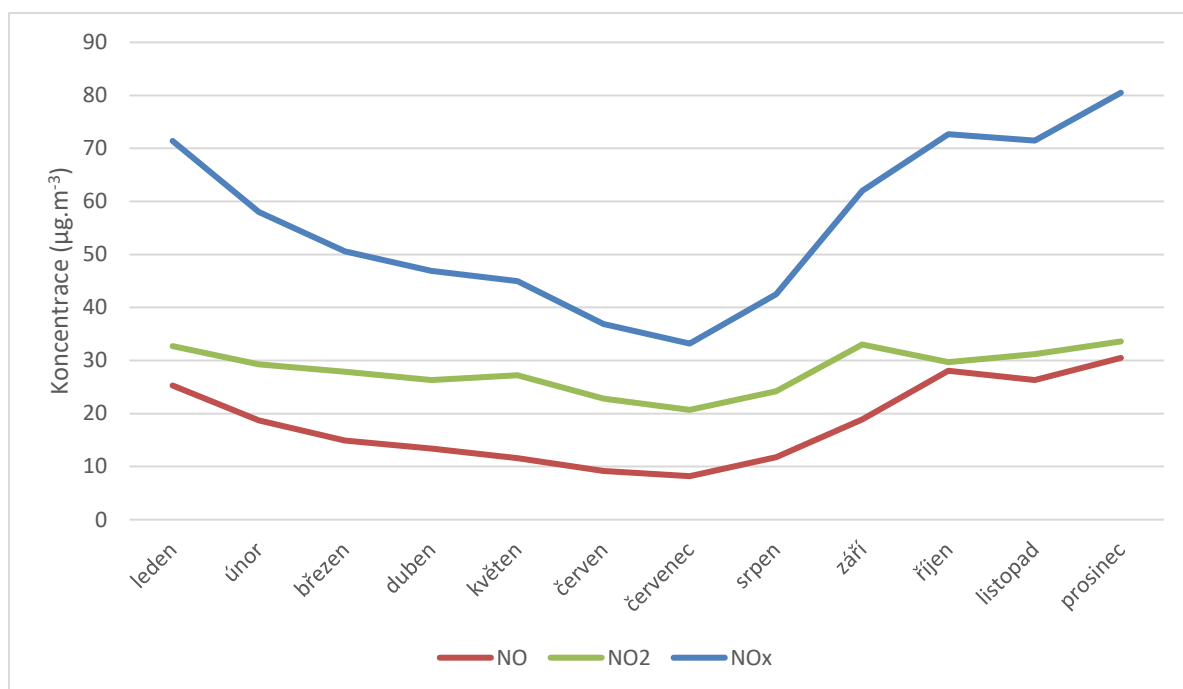


Obr. 22 – Průměrné roční koncentrace NO, NO₂ a NO_x na stanicích Zlínského kraje, rok 2016

Z grafu je patrné, že imisní limit pro průměrnou roční koncentraci NO₂ (40 µg·m⁻³) nebyl na žádné lokalitě překročen. Je taky patrné, že dopravní lokality Otrokovice a Uherské Hradiště dosahují zhruba dvojnásobných koncentrací proti městské pozadové lokalitě Zlín a zhruba trojnásobných koncentrací proti venkovské pozadové lokalitě Těšnovice. Důležitý je rovněž poměr NO / NO₂, který čím je vyšší, tím je lokalita více ovlivněna dopravou. V případě Otrokovic je tento poměr 0,64 což naznačuje zatížení dopravou. Obdobná situace je i v Uherském Hradišti (0,78), naproti tomu městská pozadová lokalita ve Zlíně má poměr pouze 0,23 a venkovská pozadová lokalita Těšnovice pouze 0,14 (Obr. 23). Proti roku 2015 koncentrace NO₂ v Otrokovicích vzrostly pouze minimálně z 27,7 µg·m⁻³ na 28,2 µg·m⁻³.



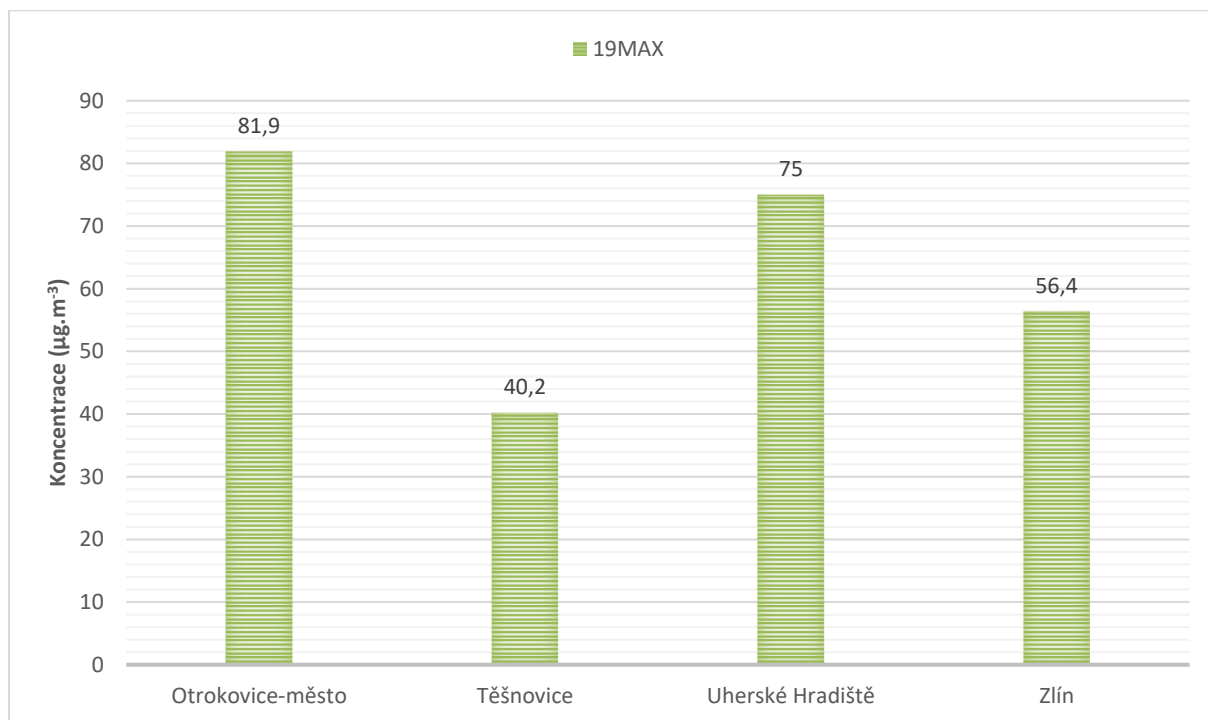
Obr. 23 – Poměr koncentrací [NO] / [NO₂] v jednotlivých lokalitách Zlínského kraje, rok 2016



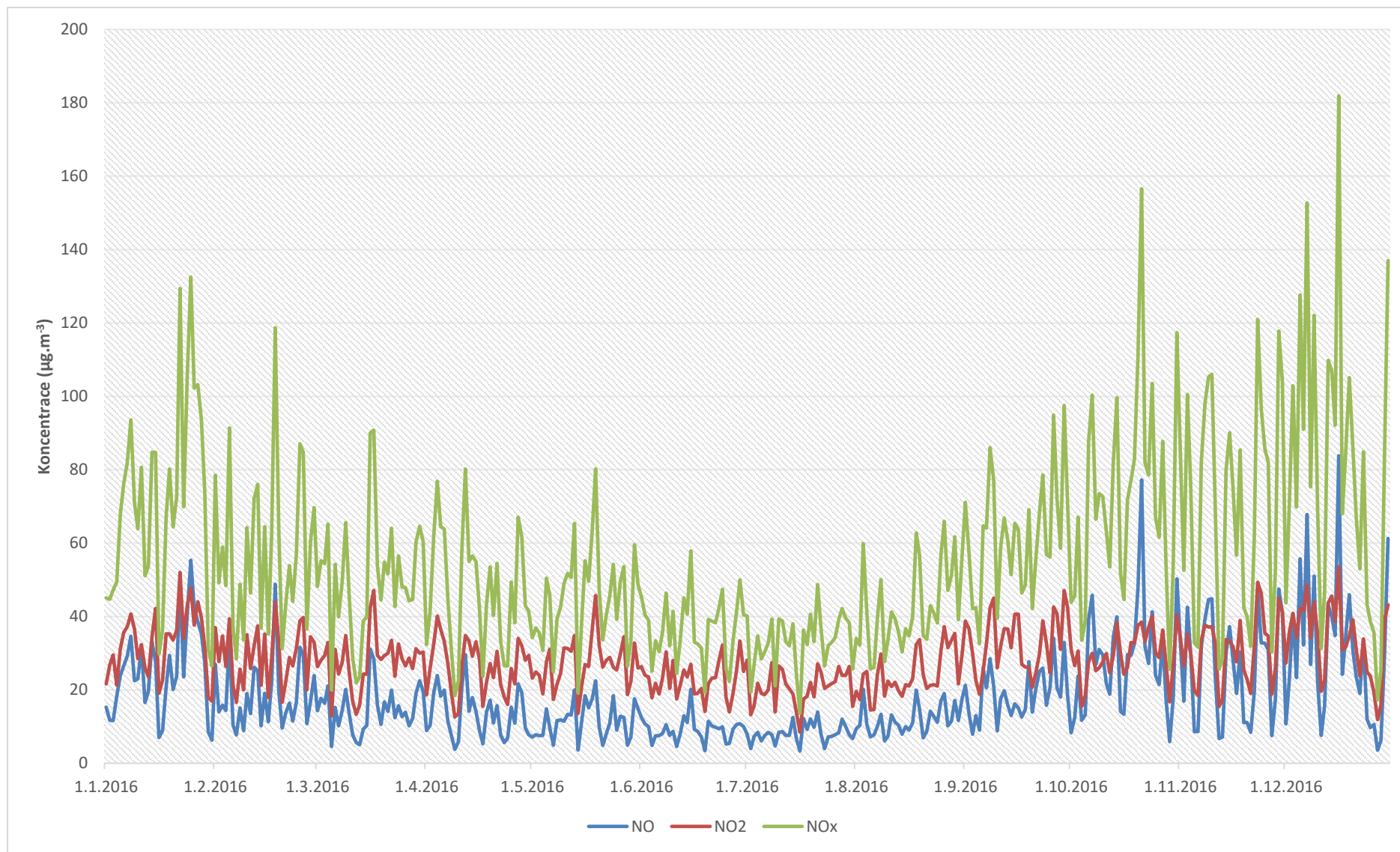
Obr. 24 – Průměrné měsíční koncentrace oxidů dusíku, Otrokovice, 2016

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 Otrokovicích a jen o trochu nižší v Uherském Hradišti. Nejnížší koncentrace jsou pak měřeny na venkovské pozadové lokalitě Těšnovice. Proti roku 2015 poklesla 19. nejvyšší hodinová koncentrace NO₂ v Otrokovicích z 90,1 µg.m⁻³ na 81,9 µg.m⁻³.

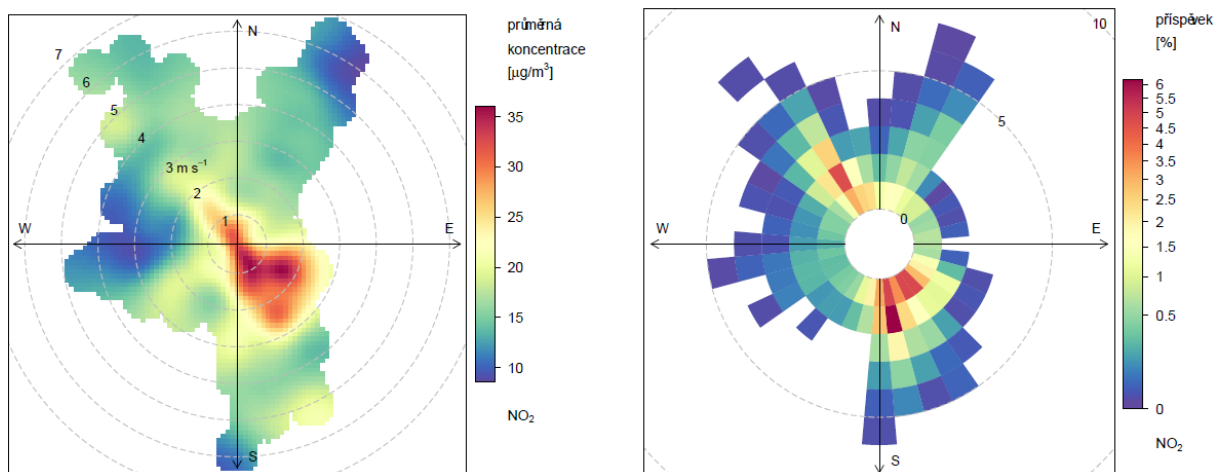


Obr. 25 – 19. nejvyšší koncentrace NO₂, stanice Zlínského kraje, 2016



Obr. 26 – Průměrné denní koncentrace oxidů dusíku, Otrokovice, 2016

Větrná růžice pro lokalitu Otrokovice je zobrazena v kapitole 3.2 na Obr. 2. Na následujícím Obr. 27 je pak zobrazena koncentrační a vážená koncentrační růžice pro NO_2 . Z koncentrační růžice vyplývá, že maximální koncentrace jsou měřeny při nízkých rychlostech větru až bezvětrí. Z hlediska směru větru jsou pak maxima měřena při jihovýchodním proudění. Vážená koncentrační růžice pak zobrazuje relativní příspěvek jednotlivých směrů a rychlostí větru ke koncentracím PM_{10} v této lokalitě. Vyplývá z ní, že nejvíce ke koncentracím přispívají jižní a jihovýchodní směry proudění při nízkých rychlostech větru.

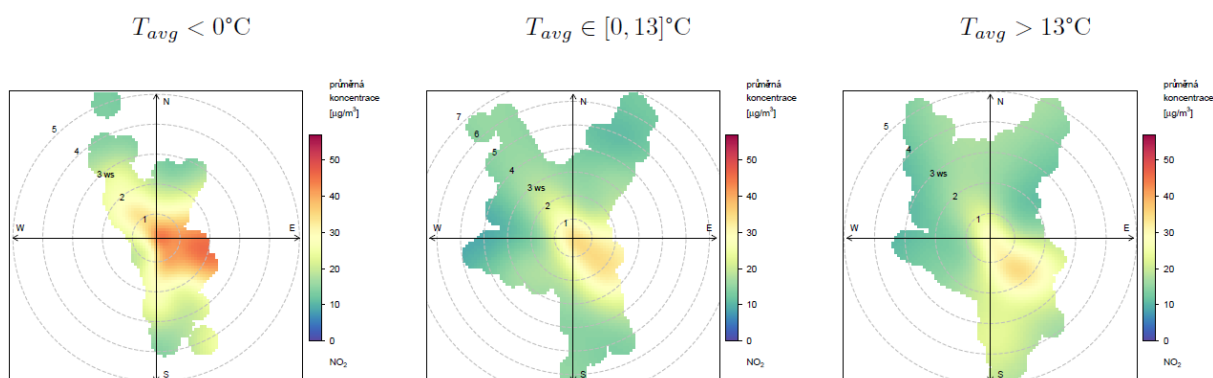


Koncentrační růžice NO_2 .

Vážená koncentrační růžice NO_2 .

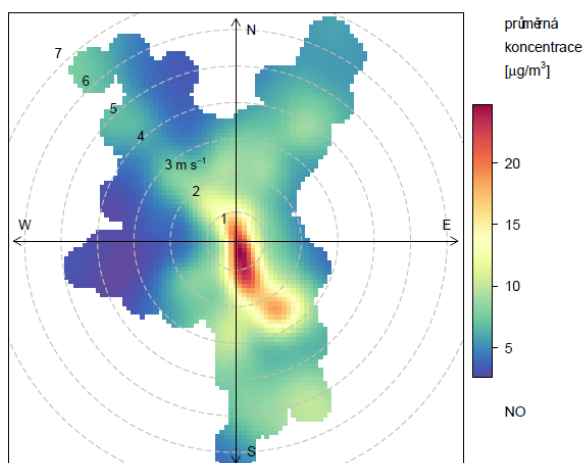
Obr. 27 - Koncentrační a vážená koncentrační růžice pro NO_2 , Otrokovice, rok 2016

Zajímavá data poskytuje rovněž teplotně členěná koncentrační růžice pro NO_2 (Obr. 28). Vyplývá z ní, že vyšší koncentrace jsou měřeny pouze při teplotách pod 0°C . To poukazuje na ovlivnění lokality nejen dopravou, ale částečně i lokálními topeništi. Z růžice rovněž vyplývá, že nejvyšší koncentrace se vyskytují při východním proudění. Při teplotách vyšších než je 0°C jsou již koncentrace nižší, převládají zvýšené koncentrace z jihovýchodních směrů.

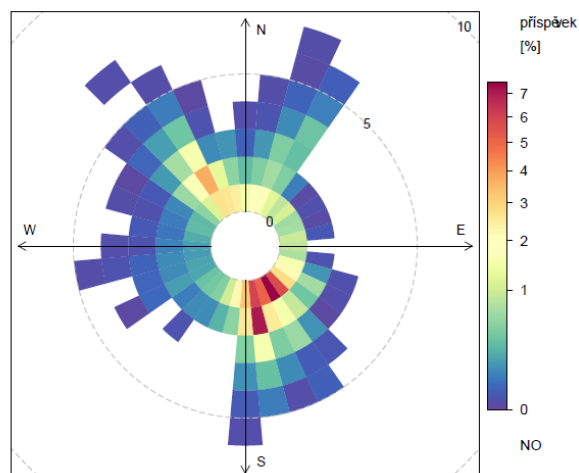


Obr. 28 – Teplotně členěná koncentrační růžice pro NO_2 , lokalita Otrokovice, rok 2016

Ještě patrnější je dominance jižních a jihovýchodních směrů v případě koncentrací NO , které jsou primárně emitovány dopravou. Koncentrační růžice a vážená koncentrační růžice pro NO je zobrazena na následujícím Obr. 29.



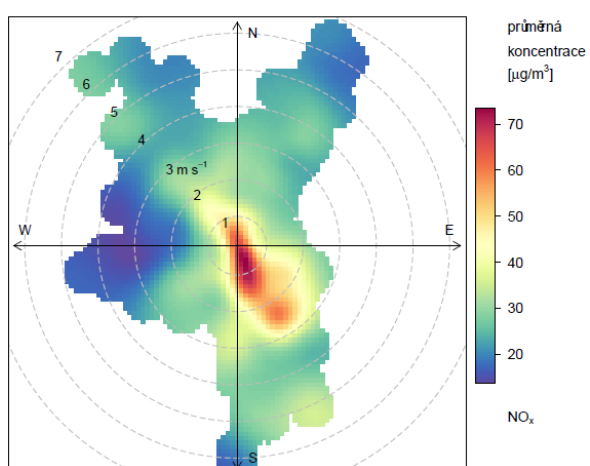
Koncentrační růžice NO.



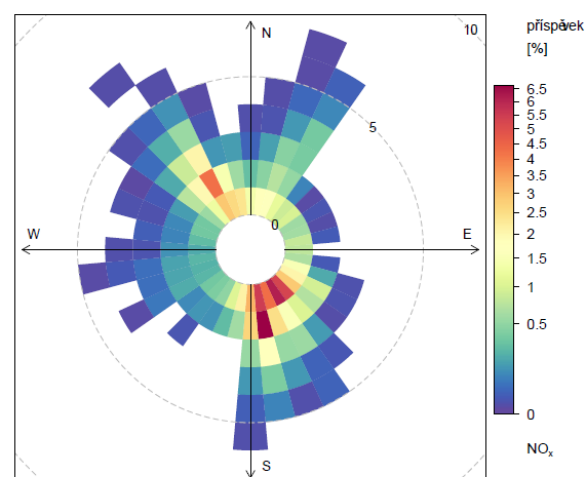
Vážená koncentrační růžice NO.

Obr. 29 - Koncentrační a vážená koncentrační růžice pro NO, Otrokovice, rok 2016

Koncentrační růžice pro NO_x je pak součtem koncentrací NO a NO₂ (v ppb) a graficky je znázorněna na Obr. 30.



Koncentrační růžice NO_x.



Vážená koncentrační růžice NO_x.

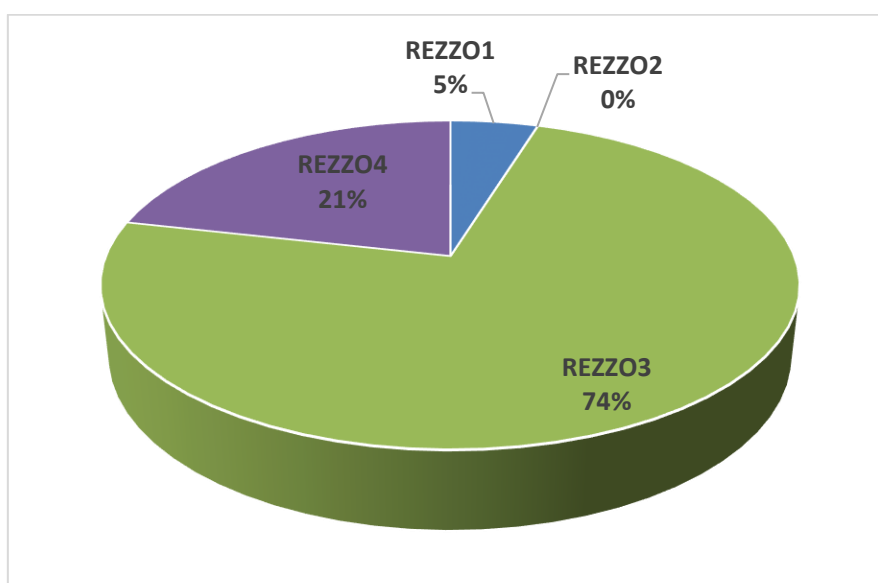
Obr. 30 - Koncentrační a vážená koncentrační růžice pro NO_x, Otrokovice, rok 2016

4.3 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 ve Zlínském kraji jsou lokální topeniště (REZZO 3) a zhruba 21 % pak produkuje doprava (REZZO 4) viz. Obr. 31.



Obr. 31 - Emise CO ve Zlínském kraji dle kategorií zdrojů (2014) [3]

V případě oxidu uhelnatého se sledují 8-hodinové klouzavé průměry, přičemž ten maximální nesmí překročit $10000 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Tato hodnota nebyla v ČR již dlouho dosažena. Maximální 8-hodinový klouzavý průměr v Otrokovicích v roce 2016 činil $1597,4 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, v Uherském hradišti je pak měřena téměř totožná koncentrace $1601,8 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Ze srovnání s imisním limitem pro tuto škodlivinu ($10000 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) je patrné, že hodnoty se pohybují mezi jednou desetinou a jednou pětinou této hodnoty.

5 Závěr

V Otrokovicích nedošlo v roce 2016 k překročení žádného imisního limitu pro škodliviny v této lokalitě měřené. Proti roku 2015 tak došlo ke zlepšení situace z hlediska koncentrací PM_{10} , které v roce 2015 překračovaly imisní limit pro denní koncentraci. Z důvodu zhoršených rozptylových podmínek panovaly vyšší koncentrace PM_{10} pouze v chladné části roku, zejména pak v lednu a prosinci.

Dle dosavadního 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 proti městské pozadřové 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). Pozadřová lokalita ve Zlíně má tento poměr pouze 0,22.

Kvalita ovzduší v Otrokovicích tedy v roce 2016 byla dobrá, imisní limit zde překročen nebyl. Rozhodující vliv na kvalitu ovzduší 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 pozadřových koncentrací.

6 Citovaná literatura

- [1] *Zákon č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší*, 2012.
- [2] R. Tolasz, L. Školoudová a H. Škáchová, „Počasí, podnebí a kvalita ovzduší v ČR v roce 2016 – vybrané události,“ 13 1 2016. [Online]. Available: <http://www.infomet.cz/index.php?id=read&idd=1484297500>.
- [3] ČHMÚ, „Registr emisí a zdrojů znečištění ovzduší,“ 2010-2015. [Online]. Available: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/oez/emisnibilance_CZ.html.
- [4] *Vyhláška č. 330/2012 Sb. o způsobu posuzování a vyhodnocení úrovně znečištění, rozsahu informování veřejnosti o úrovni znečištění a při smogových situacích*, Praha, 2012.
- [5] J. Bednář, „Kompendium ochrany kvality ovzduší, část 1: Meteorologie,“ *Ochrana ovzduší* 2/2003, 2003.
- [6] ČHMÚ, „Znečištění ovzduší na území České Republiky,“ 1996 - 2015. [Online]. Available: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/grafroc_CZ.html.