



# VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ IMISÍ V PRŮMYSLOVÉ ZÓNĚ JIHLAVA V LETECH 2010 - 2014

---



# Obsah

<b>1</b>	<b>ÚVOD</b> .....	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>PŮVOD ZNEČIŠTĚNÍ</b> .....	<b>3</b>
2.1	EMISE TUHÝCH LÁTEK .....	3
2.2	EMISE OXIDŮ DUSÍKU (NO <sub>x</sub> ) .....	5
<b>3</b>	<b>VYHODNOCENÍ KVALITY OVZDUŠÍ V PRŮMYSLOVÉ ZÓNĚ JIHLAVA</b> .....	<b>7</b>
3.1	ČÁSTICE PM <sub>10</sub> A PM <sub>2,5</sub> .....	7
3.1.1	<i>Průměrné roční koncentrace</i> .....	7
3.1.2	<i>Průměrné 24hodinové koncentrace</i> .....	10
3.1.3	<i>Vliv meteorologických podmínek na koncentrace částic</i> .....	19
3.1.4	<i>Lokální topeniště</i> .....	25
3.2	OXIDY DUSÍKU NO, NO <sub>2</sub> A NO <sub>x</sub> .....	27
3.2.1	<i>Průměrné roční koncentrace</i> .....	27
3.2.2	<i>Průměrné 24 hodinové koncentrace oxidů dusíku</i> .....	30
3.2.3	<i>Hodinové koncentrace NO<sub>2</sub></i> .....	37
3.2.4	<i>Vliv meteorologických podmínek</i> .....	37
<b>4</b>	<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>40</b>
<b>5</b>	<b>CITOVANÁ LITERATURA</b> .....	<b>41</b>
<b>6</b>	<b>DATOVÁ ČÁST</b> .....	<b>42</b>

# 1 Úvod

Stanice měřící imisní zatížení průmyslové zóny Jihlava (Automotive Lighting) leží v areálu firmy Automotive Lighting nedaleko křížení dálnice D1 a silnice první třídy I/38. Pro účely tohoto vyhodnocení byla data srovnána s výsledky automatických stanic imisního monitoringu (AIM) v Jihlavě a v Košetících. Stanice AIM Jihlava leží v areálu ZŠ Demlova a jedná se o městskou požadovou stanici reprezentující pozadí města Jihlavy. Regionální požadová stanice v Košetících měří pozadí kraje Vysočina s minimálním ovlivněním antropogenními zdroji. Zatímco stanice AIM Jihlava i Košetice jsou charakterizovány jako požadové, stanice Automotive Lighting lze označit jako dopravnou zatíženou stanici, přestože se nejedná přímo o dopravní stanici. V těchto lokalitách byly měřeny částice  $PM_{10}$  a  $PM_{2,5}$  a oxidy dusíku ( $NO$ ,  $NO_2$  a  $NO_x$ ).

V následujícím textu budou srovnána průměrná data z uvedených stanic, je však třeba brát zřetel na to, že vzhledem k termínu odevzdání zprávy budou prosincová data z AIM Jihlava a Košetice k dispozici pouze v operativní formě, verifikovaná data budou nahrána do databáze až v druhé polovině ledna. Dále pak bude probíhat kontrola nepravděpodobných hodnot nad databází ISKO za celý rok 2014 a budou probíhat případné opravy, a to až do vydání tabelární ročenky ČHMÚ za rok 2014. Do té doby mohou nastat drobné změny v datech a průměrných hodnotách.

Data budou rovněž srovnána s platnými imisními limity resp. cílovými imisními limity uvedenými v následující Tab. 1. Cílový imisní limit pro  $PM_{2,5}$  je stanoven pro rok 2015 a je vyjádřen jako průměr ročních průměrných úrovní znečištění ovzduší  $PM_{2,5}$  za roky 2013, 2014 a 2015 ve všech **městských požadových lokalitách**.

Tab. 1 – Platné imisní limity [1]

Znečišťující látka	Doba průměrování	Imisní limit	Horní mez pro posuzování	Dolní mez pro posuzování	Přípustná četnost překročení za kalendářní rok
<i>Prašný aerosol <math>PM_{10}</math></i>	24 hodin	50 $\mu g \cdot m^{-3}$	30 $\mu g \cdot m^{-3}$	20 $\mu g \cdot m^{-3}$	35
<i>Prašný aerosol <math>PM_{10}</math></i>	1 kalendářní rok	40 $\mu g \cdot m^{-3}$	14 $\mu g \cdot m^{-3}$	10 $\mu g \cdot m^{-3}$	
<i>Prašný aerosol <math>PM_{2,5}</math></i>	1 kalendářní rok	25 $\mu g \cdot m^{-3}$			
<i>Oxid dusičitý <math>NO_2</math></i>	1 hodina	200 $\mu g \cdot m^{-3}$	140 $\mu g \cdot m^{-3}$	100 $\mu g \cdot m^{-3}$	18
<i>Oxid dusičitý <math>NO_2</math></i>	1 kalendářní rok	40 $\mu g \cdot m^{-3}$	32 $\mu g \cdot m^{-3}$	26 $\mu g \cdot m^{-3}$	

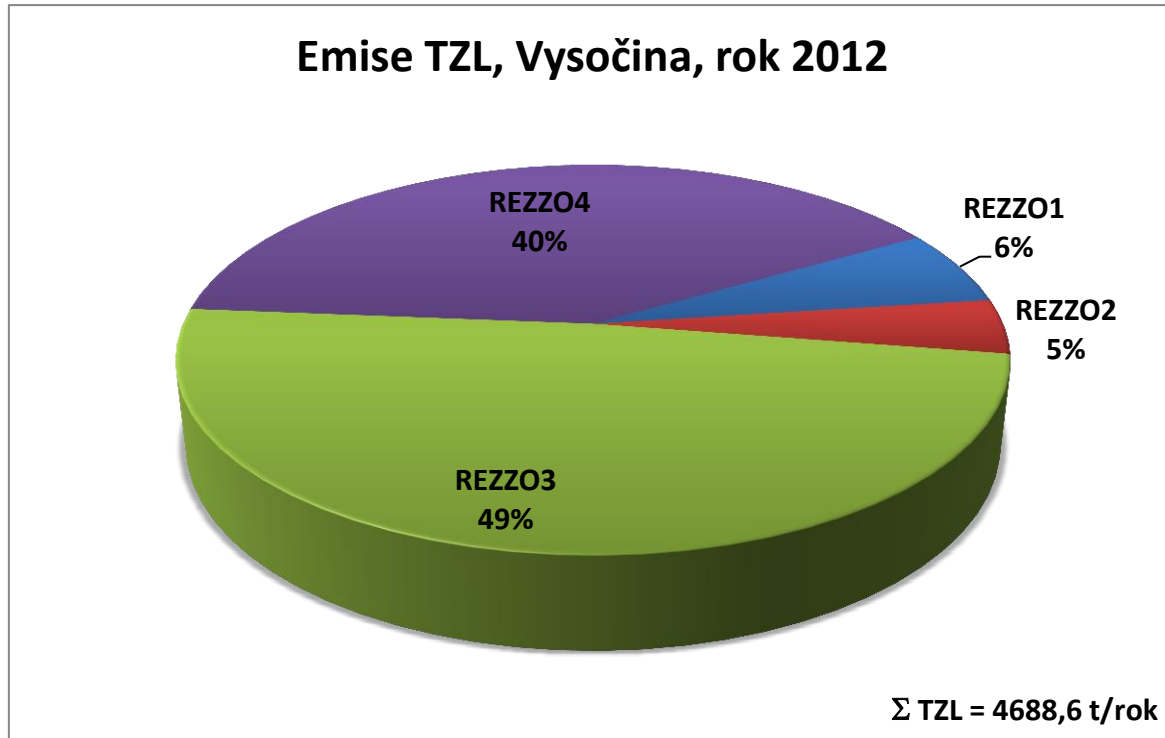
## 2 Původ znečištění

Tato kapitola je věnována emisím tuhých znečišťujících látek a oxidů dusíku do ovzduší. Zdrojem dat je databáze REZZO (registr emisí a zdrojů znečišťování ovzduší) spravované ČHMÚ. Kromě zdrojů uvedených v databázi (antropogenních) však v této kapitole budou diskutovány také neantropogenní zdroje, které se také podílí na znečišťování ovzduší.

### 2.1 Emise tuhých látek

Tuhé látky (TL) nemají určen emisní strop, přesto se jedná o důležitou škodlivinu vzhledem k měření  $PM_{10}$  v ovzduší a návaznosti na legislativu [1]. V dalším období již nebudou sledovány tuhé znečišťující látky jako celek, ale pouze velikostní frakce  $PM_{2,5}$  (suspendované částice, jejichž aerodynamický průměr nepřesahuje 2,5  $\mu m$ ). Tato velikostní frakce již bude mít svůj emisní strop, který se bude muset v následujícím období splnit. I proto je důležité již nyní přijímat opatření ke snížení emisí tuhých látek jako celku.

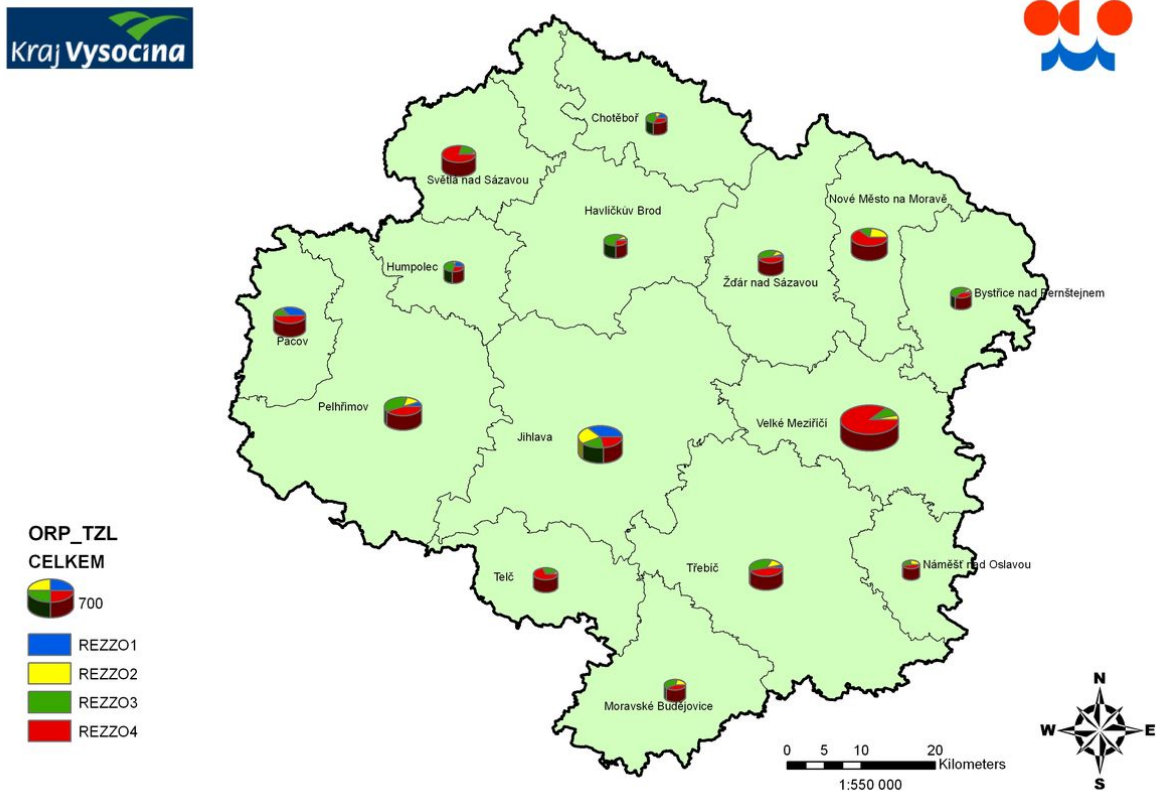
Podíl jednotlivých zdrojů znečištění ovzduší na celkových emisích tuhých znečišťujících látek v kraji Vysočina v roce 2012 uvádí Obr. 1.



Obr. 1 - Podíl jednotlivých kategorií zdrojů na emisích TZL, Vysočina, 2012



Z grafu vyplývá, že majoritním zdrojem znečištění tuhými látkami v kraji Vysočina jsou **malé zdroje (REZZO 3)**, především lokální topeniště pro vytápění domácností. Následují mobilní zdroje (REZZO 4), do kterých se kromě emisí z exhalací započítávají i otěry (vozovky, pneumatik) a také re-emise (opětovný vnos již jednou sedimentovaných částic vlivem víření vzduchu způsobeného pohybem mobilních zdrojů). Z podrobnější analýzy [2] pak vyplývá, že v některých ORP jsou majoritním zdrojem právě lokální topeniště (Obr. 2).

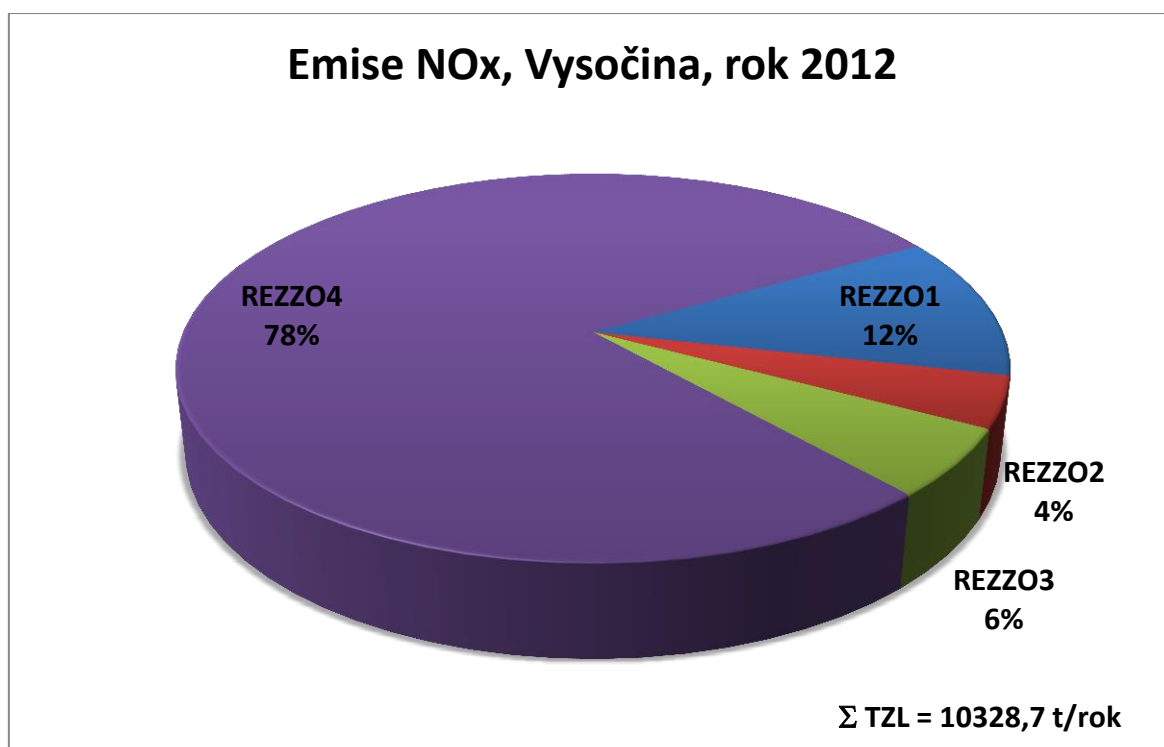


Obr. 2 - Podíl kategorií zdrojů na celkových emisích TL v jednotlivých ORP

## 2.2 Emise oxidů dusíku (NOx)

Oxidy dusíku (NOx) měly určen emisní strop pro rok 2010, jehož hodnota činila 13,1 kt/rok. Množství emitovaných oxidů dusíku v roce 2010 bylo cca 12,4 kt/rok což znamená, že emisní stropu byl v roce 2010 dodržen. V roce 2011 pokračoval sestupný trend emisí oxidů dusíku. V současnosti jsou připravovány nové emisní stropy v rámci Národního programu snižování emisí (NPSE).

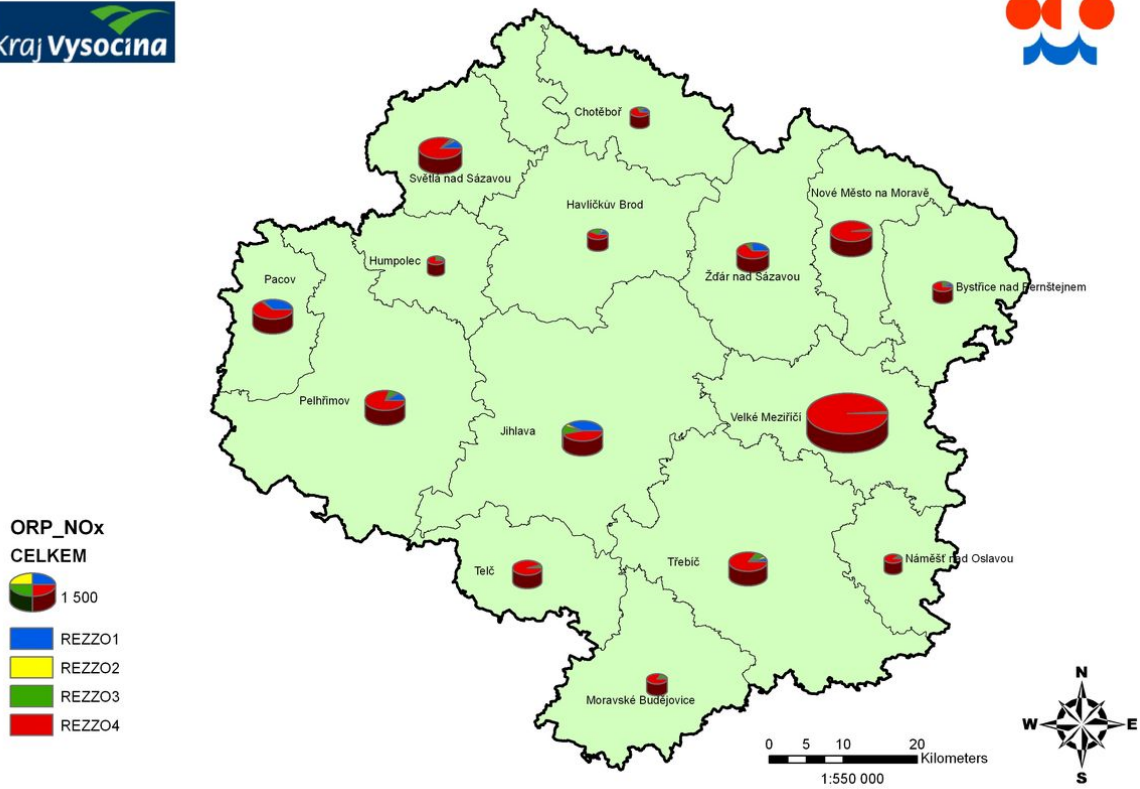
Podíl jednotlivých zdrojů znečištění ovzduší na celkových emisích oxidů dusíku v kraji Vysočina v roce 2012 uvádí Obr. 3.



Obr. 3 - Podíl jednotlivých kategorií zdrojů na emisích NOx, Vysočina, 2012

Z grafu vyplývá, že majoritním zdrojem znečištění oxidy dusíku v kraji Vysočina jsou mobilní zdroje (REZZO 4). Zvláště velké a velké zdroje (REZZO 1) produkují zhruba 12 % všech emisí NOx v kraji Vysočina.

Z podrobnější analýzy [2] pak vyplývá, že v některých ORP jsou majoritním zdrojem právě ORP (Obr. 4). Z mapky vyplývá, že ve většině ORP jsou majoritním zdrojem emisí NOx mobilní zdroje REZZO4. V ORP, kterými prochází dopravní tepna D1 se hodnota emisí z REZZO4 blíží k 100% všech emisí NOx. Majoritními nejsou mobilní zdroje pouze v ORP Jihlava, Žďár nad Sázavou a Pacov jsou významněji zastoupeny stacionární zdroje, především REZZO1.



Obr. 4 - Podíl kategorií zdrojů na celkových emisích NOx v jednotlivých ORP

### 3 Vyhodnocení kvality ovzduší v průmyslové zóně Jihlava

V následujících kapitolách bude hodnocena kvalita ovzduší v průmyslové zóně města Jihlavy na základě dat naměřených stanicí Automotive Lighting v letech 2010 až 2014. Tato data budou srovnána s měřením ČHMÚ na stanicích AIM Jihlava (leží v areálu ZŠ Demlova, měří pozadí města Jihlavy) a AIM Košetice (regionální pozadřová lokalita, reprezentuje pozadřové koncentrace kraje Vysočina a celé ČR). Data budou dále srovnána s imisními limity, budou konfrontována s meteorologickými údaji za účelem definovat vliv počasí na kvalitu ovzduší v průmyslové zóně města Jihlava, v Jihlavě a kraji Vysočina.

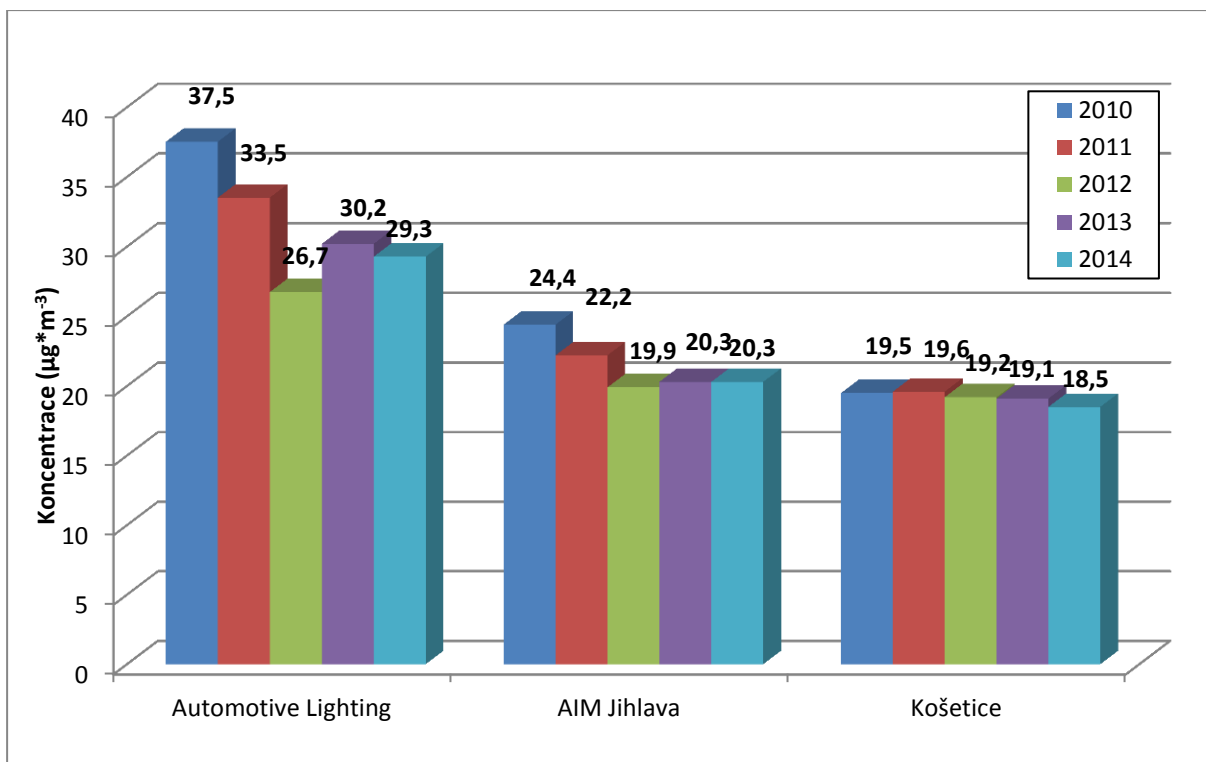
#### 3.1 Částice PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub>

Pro částice PM<sub>10</sub> stanovuje platná legislativa dva imisní limity, a to pro průměrnou roční koncentraci a pro průměrnou 24hodinovou koncentraci. Jemnější částice PM<sub>2,5</sub> mají pouze jeden imisní limit pro průměrnou roční koncentraci [1].

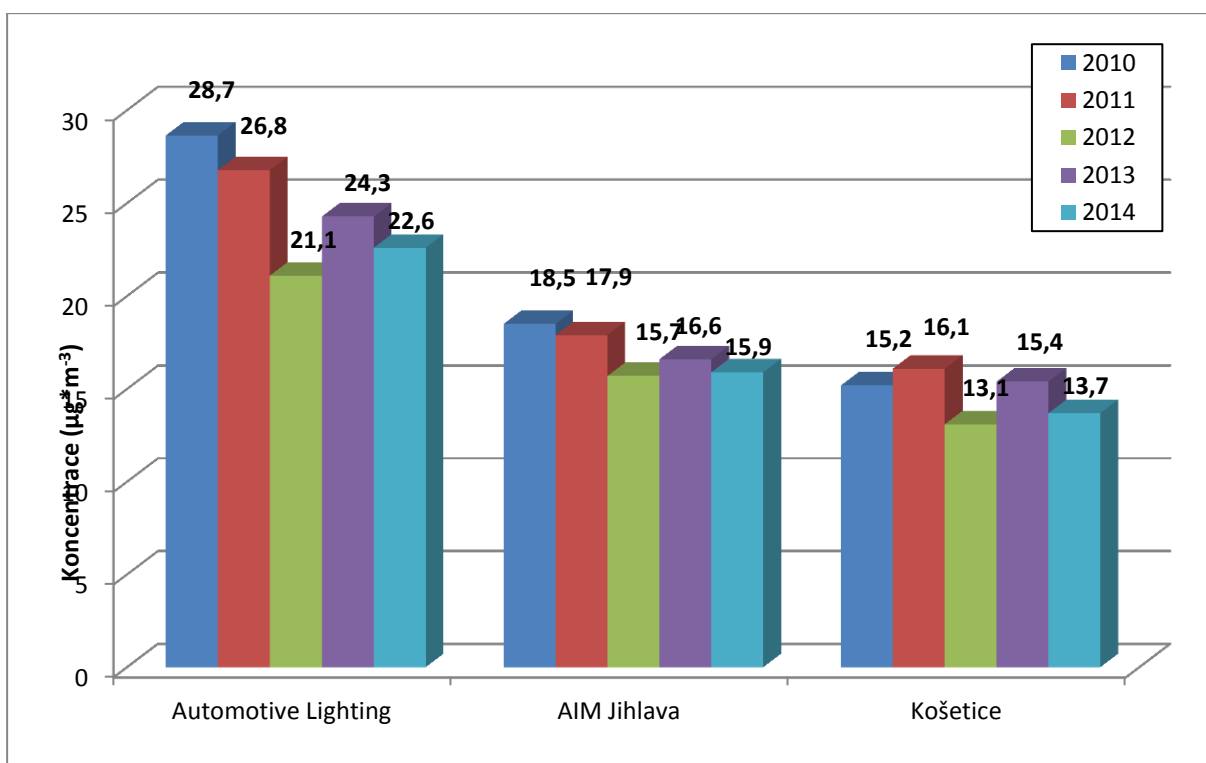
##### 3.1.1 Průměrné roční koncentrace

Měření v lokalitě Automotive Lighting poskytuje čtyři hodnoty ročního průměru v této lokalitě za roky 2010 až 2014, a to jak pro PM<sub>10</sub>, tak pro PM<sub>2,5</sub>. Srovnání naměřených koncentrací v lokalitě Automotive Lighting s lokalitami státní sítě imisního monitoringu ČR v Jihlavě a Košeticích zobrazují Obr. 5 a Obr. 6.





Obr. 5 - Průměrné roční koncentrace PM<sub>10</sub> v letech 2010 - 2014



Obr. 6 - Průměrné roční koncentrace PM<sub>2,5</sub> v letech 2010 - 2014

Z Obr. 5 je patrné, že imisní limit pro průměrnou roční koncentraci  $PM_{10}$  ( $40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) nebyl na ani jedné z lokalit v letech 2010 - 2014 překročen. V lokalitě Automotive Lighting jsou měřeny vyšší koncentrace takřka všech škodlivin – projevuje se zde vliv dopravy (dálnice D1 + logistika firmy), a dále se pak na vyšších koncentracích může podílet průmyslová zóna a jednotlivé činnosti v ní prováděné. Nezanedbatelnou roli pak hrají i rozptylové podmínky, jak bude uvedeno dále. Z grafu je však rovněž patrné, že pozadřová lokalita v Jihlavě (AIM Jihlava v areálu ZŠ Demlova) se svými koncentracemi příliš neliší od regionální pozadřové lokality v Košetících.

Dále je z grafu na Obr. 5 patrné, že rok 2012 byl z hlediska koncentrací částic  $PM_{10}$  nejlepším ze sledovaného období, pouze v Košetících je rozdíl oproti předchozím rokům pouze nepatrný a rok 2013 a 2014 o něco lepší. V ostatních lokalitách došlo v roce 2013 oproti roku 2012 k mírnému navýšení koncentrací a v roce 2014 opět k poklesu, avšak ne pod úroveň roku 2012.

Koncentrace  $PM_{2,5}$  jsou v lokalitě Automotive Lighting opět nejvyšší a podobně jako v případě  $PM_{10}$  mají na území Jihlavy klesající trend do roku 2012 a mírné zhoršení v roce 2013 a následně zlepšení v roce 2014 obdobně jako u hrubší frakce  $PM_{10}$ . V případě Košetíc sice nejde o trvale klesající trend, avšak rozdíl mezi roky 2010 a 2011 je pouze zanedbatelný (do  $1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ). Koncentrace jsou zde poměrně vyrovnané. Nejlepší byl rok 2012 a těsně za ním 2014.

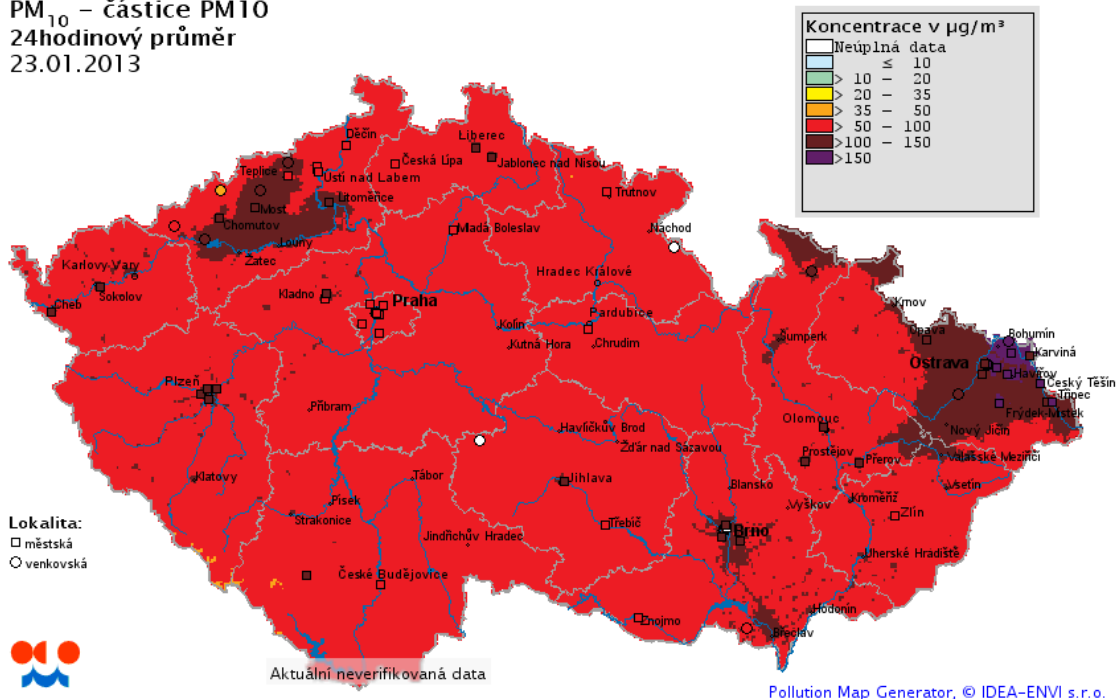
Z Obr. 6 vyplývá, že k překročení imisního limitu pro  $PM_{2,5}$  by v případě jeho platnosti v předcházejících letech došlo v lokalitě Automotive Lighting. V roce 2012 až 2014 by již k překročení nedošlo. Zbylé dvě pozadřové lokality se v celém sledovaném období pohybují hluboko pod imisním limitem pro  $PM_{2,5}$ .

**Doprava tedy významně ovlivňuje obě frakce PM. V dopravní lokalitě Automotive Lighting byly v roce 2014 o  $9 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  vyšší koncentrace  $PM_{10}$  a o zhruba  $6,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  vyšší koncentrace  $PM_{2,5}$ , než je městské pozadí Jihlavy měřené v lokalitě AIM Jihlava.**

### 3.1.2 Průměrné 24hodinové koncentrace

Trend průměrných 24hodinových a měsíčních koncentrací PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub> ve všech třech lokalitách zobrazují následující Obr. 8 - Obr. 13. Z grafů je patrné, že trendy jsou na všech lokalitách totožné, nejvyšší koncentrace jsou dosahovány v zimním období, nejnižší koncentrace jsou pak v létě. Koncentrační maxima pak byla zaznamenána v lednu 2010, únoru 2011, listopadu 2011, únoru 2012 a přelomu ledna a února 2013. V roce 2014 se dlouhodobě zvýšené koncentrace nevyskytovaly. Vysoké koncentrace ve výše zmíněných měsících byly způsobeny dlouhodobě zhoršenými rozptylovými podmínkami po čas teplotních inverzí. V těchto obdobích byly koncentrace PM na všech lokalitách takřka shodné – viz. Obr. 8 a Obr. 11, kdy se koncentrace ve všech třech lokalitách velmi přiblížily ve dnech s nejvyššími koncentracemi (např. 23. 1. 2013) byly téměř shodné. V těchto dnech byla postižená velká část území ČR, jak zobrazuje následující Obr. 7. V roce 2014 k žádným takovým epizodám nedošlo a koncentrace se na všech lokalitách dlouhodoběji nedostaly nad 60 µg.m<sup>-3</sup> (Obr. 9).

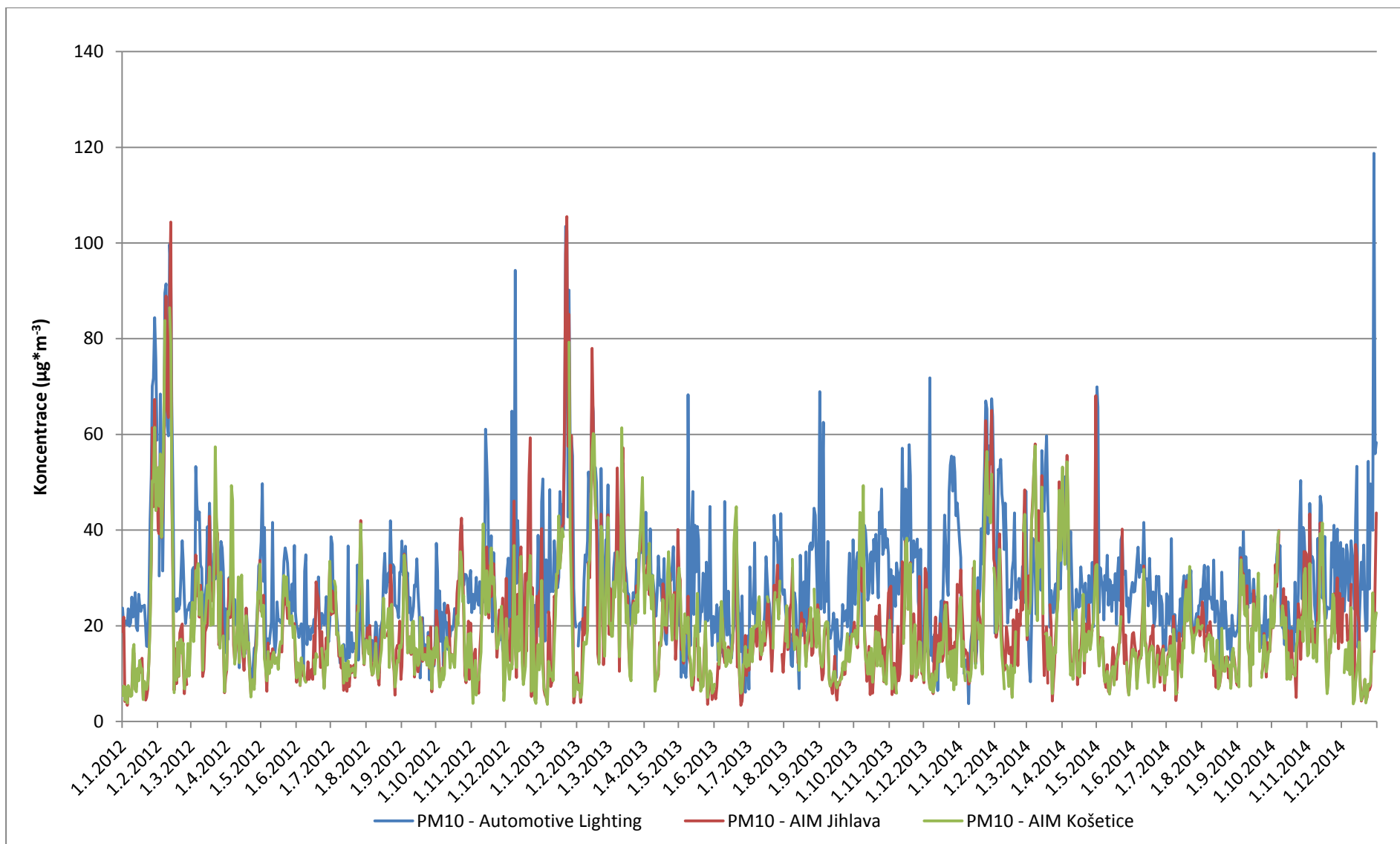
PM<sub>10</sub> – částice PM10  
24hodinový průměr  
23.01.2013



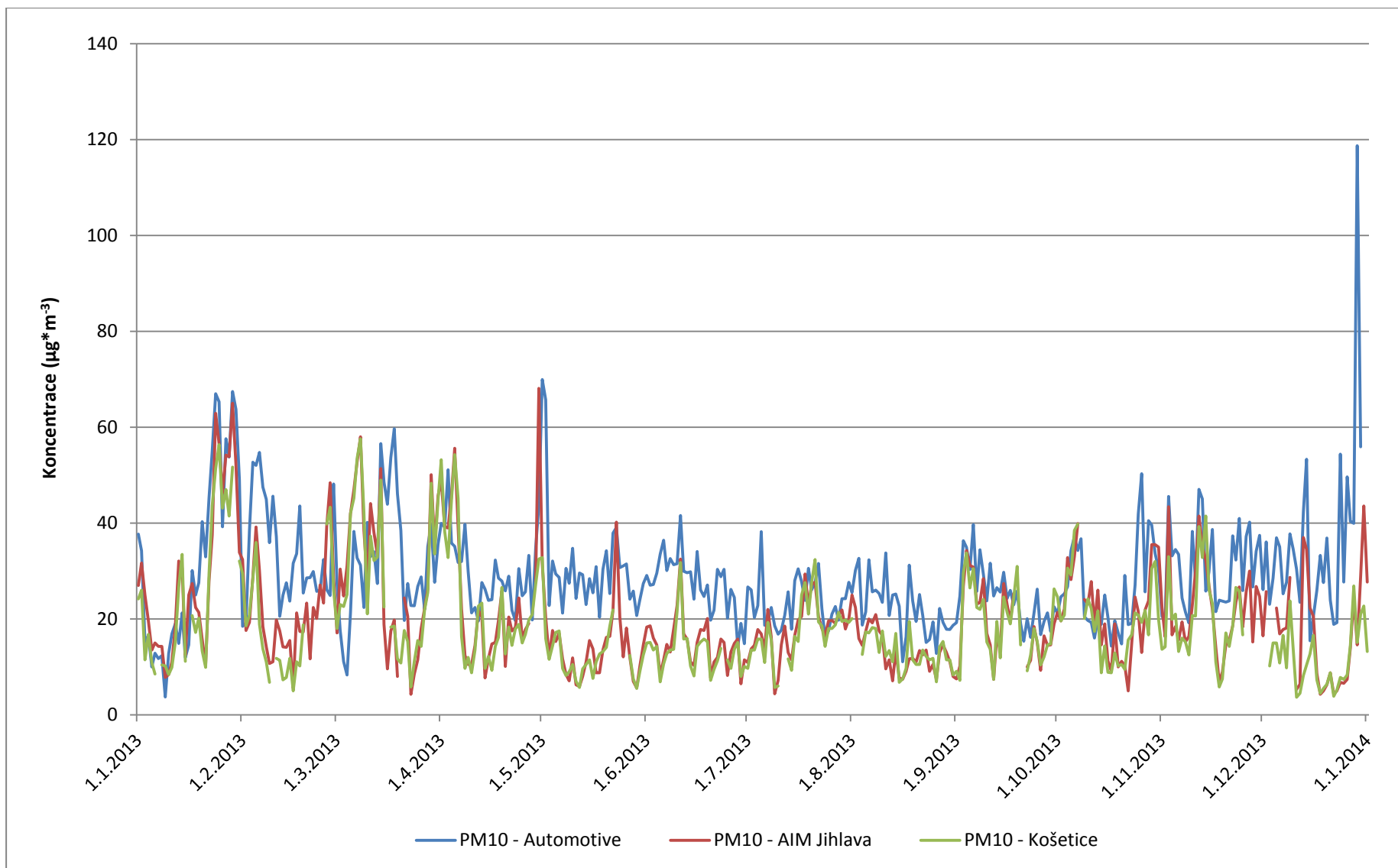
Obr. 7 - Situace se zhoršenou kvalitou ovzduší 23. 1. 2013 – model operativních dat

Z obrázku je patrné, že zhoršené rozptylové podmínky měly nadregionální charakter a zasáhly v podstatě celé území ČR včetně venkovských a regionálních pozadových lokalit jako jsou třeba Košetice. Velmi špatná kvalita ovzduší v některých měsících (např. únor 2013) vedla dokonce v krajích sousedících s krajem Vysočina k vyhlášení smogových situací (Jihomoravský, Středočeský).

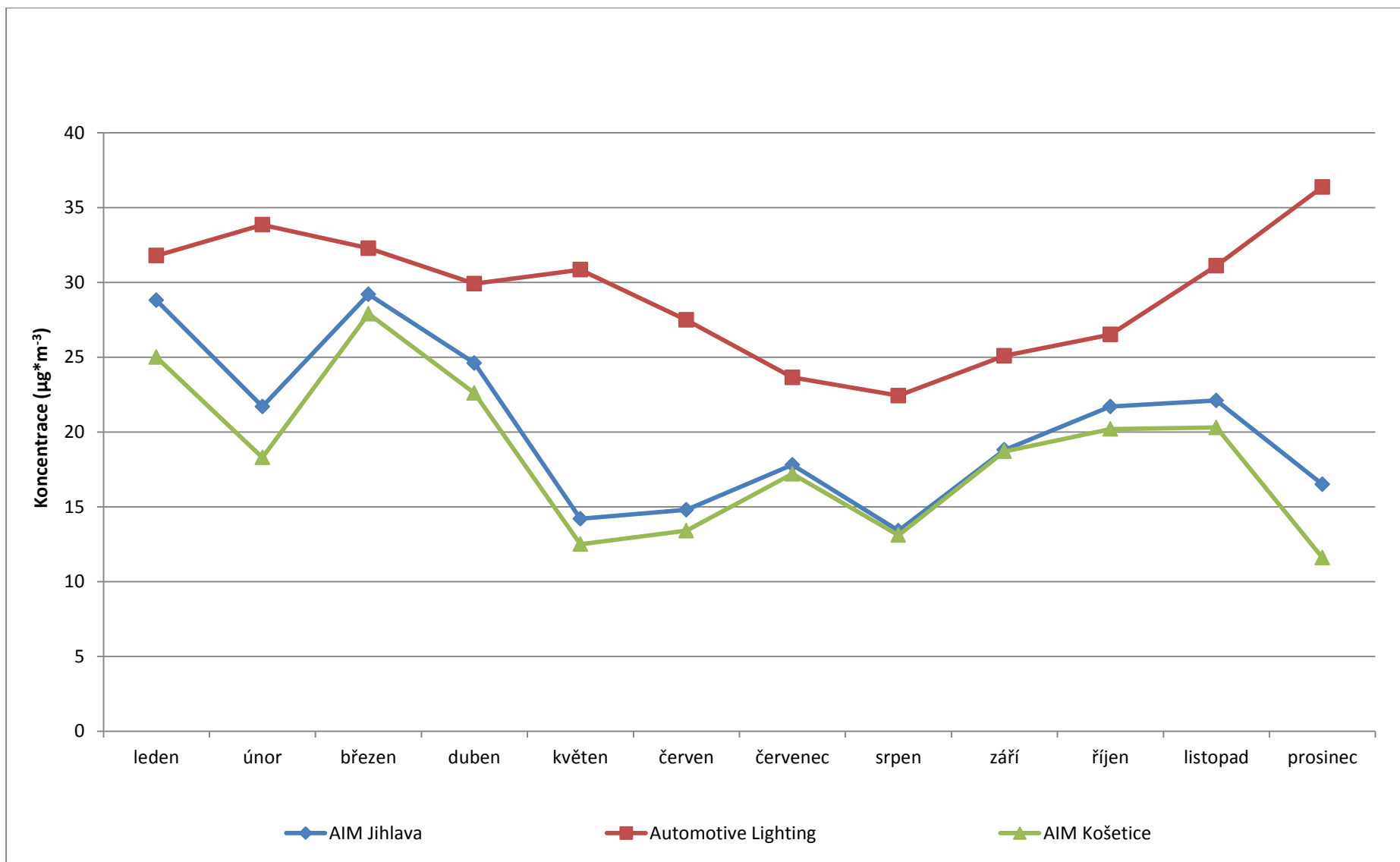
Z Obr. 8 a Obr. 11 zobrazující trendy průměrných 24hodinových koncentrací PM je patrné, že koncentrace měřené v lokalitách AIM Jihlava a Košetice jsou velmi podobné a že tedy v residenční pozadové části města Jihlava jsou z hlediska kvality ovzduší velmi dobré podmínky srovnatelné s regionálním pozadím. V průmyslové lokalitě poblíž dálnice D1 jsou koncentrace znatelně vyšší, avšak ani zde se koncentrace neblíží dopravním lokalitám ve velkých aglomeracích, jako jsou Praha či Brno.



Obr. 8 - Trendy průměrných 24hodinových koncentrací  $\text{PM}_{10}$ , lokality Automotive Lighting, AIM Jihlava a AIM Košetice, 2012 - 2014

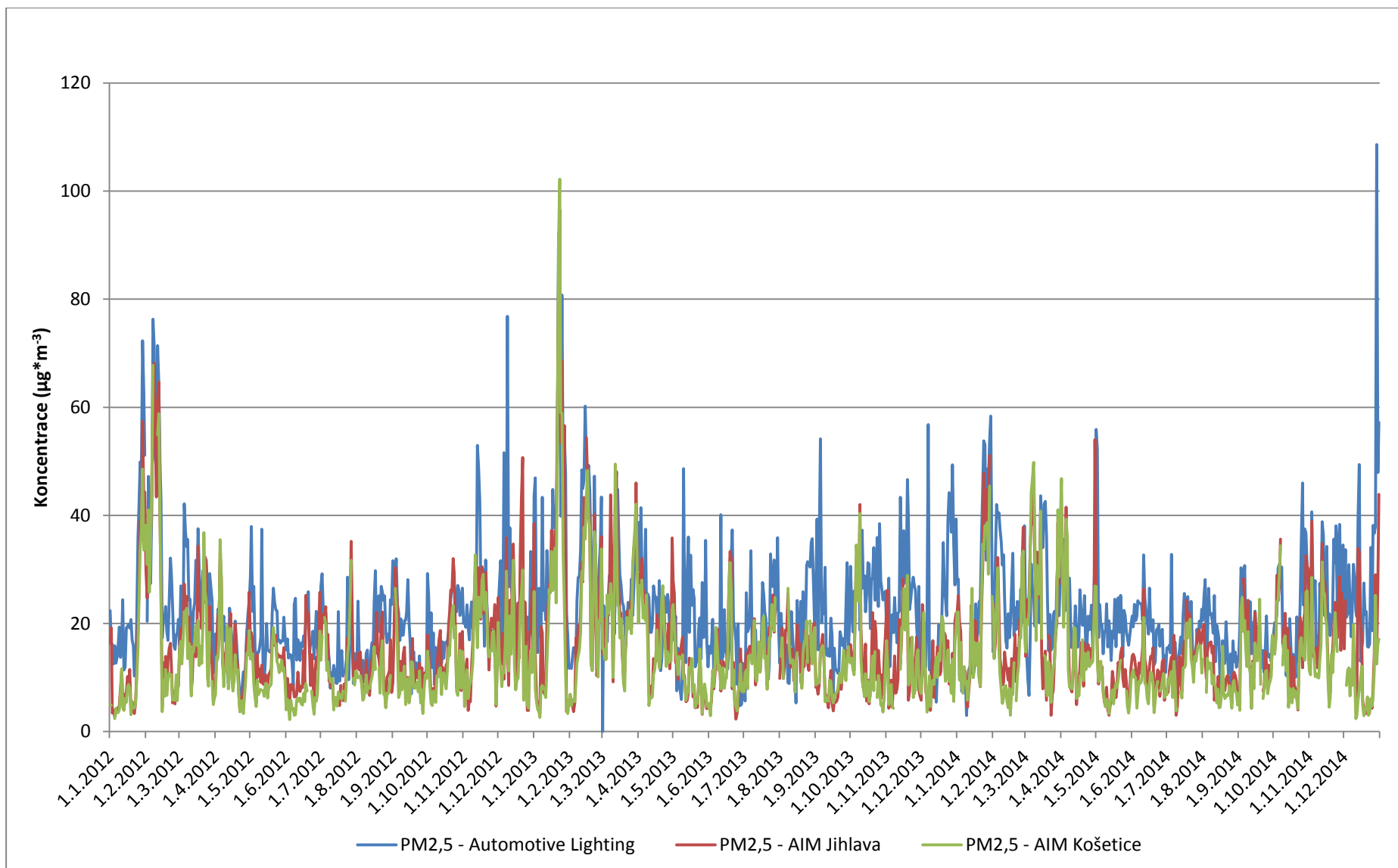


Obr. 9 – Srovnání průměrných 24hodinových koncentrací PM<sub>10</sub> naměřených v lokalitě Automotive Lighting, AIM Jihlava a Košetice, rok 2014

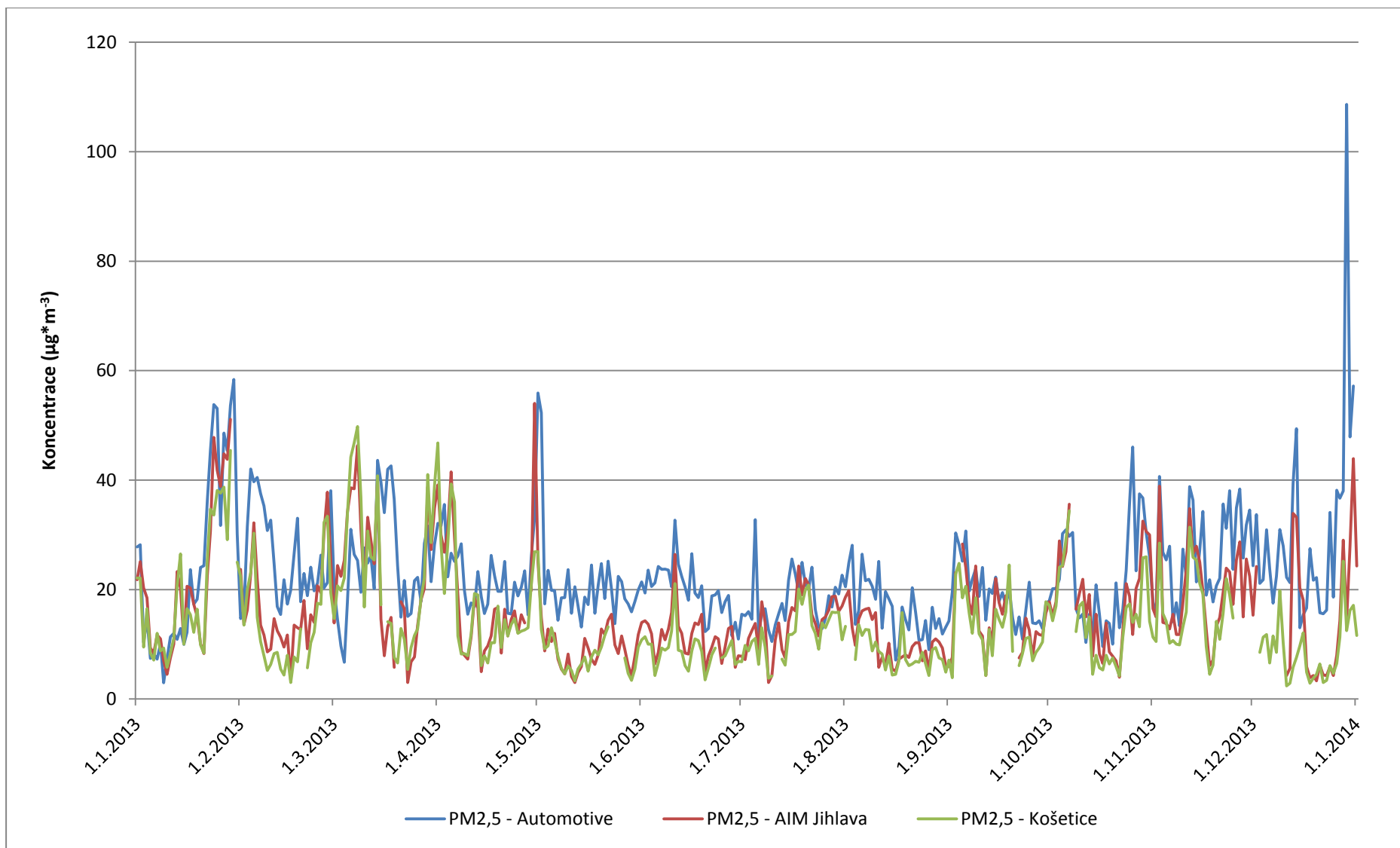


Obr. 10 - Průměrné měsíční koncentrace PM<sub>10</sub> na stanicích AIM Jihlava, Automotive Lighting a Košetice, rok 2014

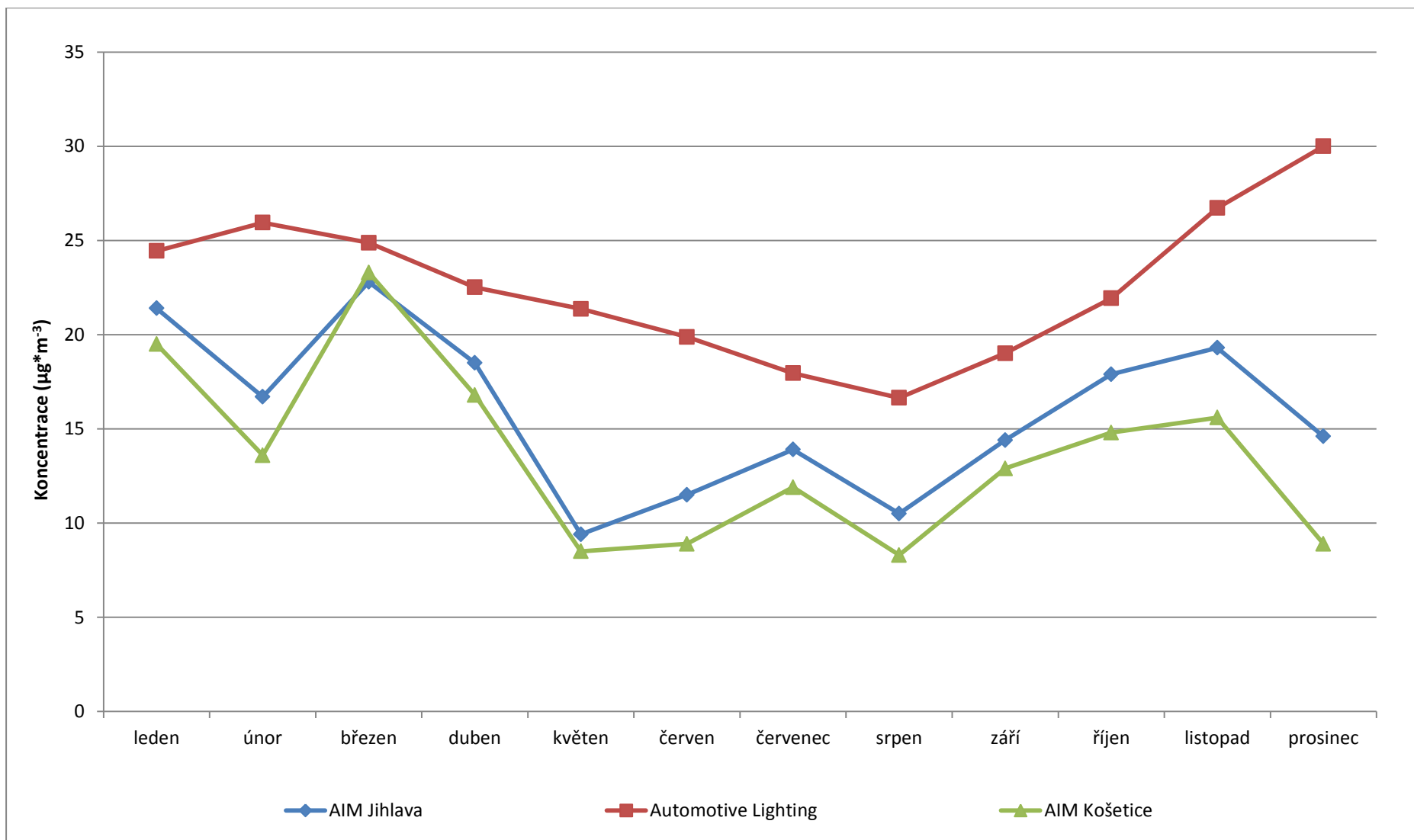




Obr. 11 - Trendy průměrných 24hodinových koncentrací PM<sub>2,5</sub>, lokality Automotive Lighting, AIM Jihlava a AIM Košetice, 2012 – 2014

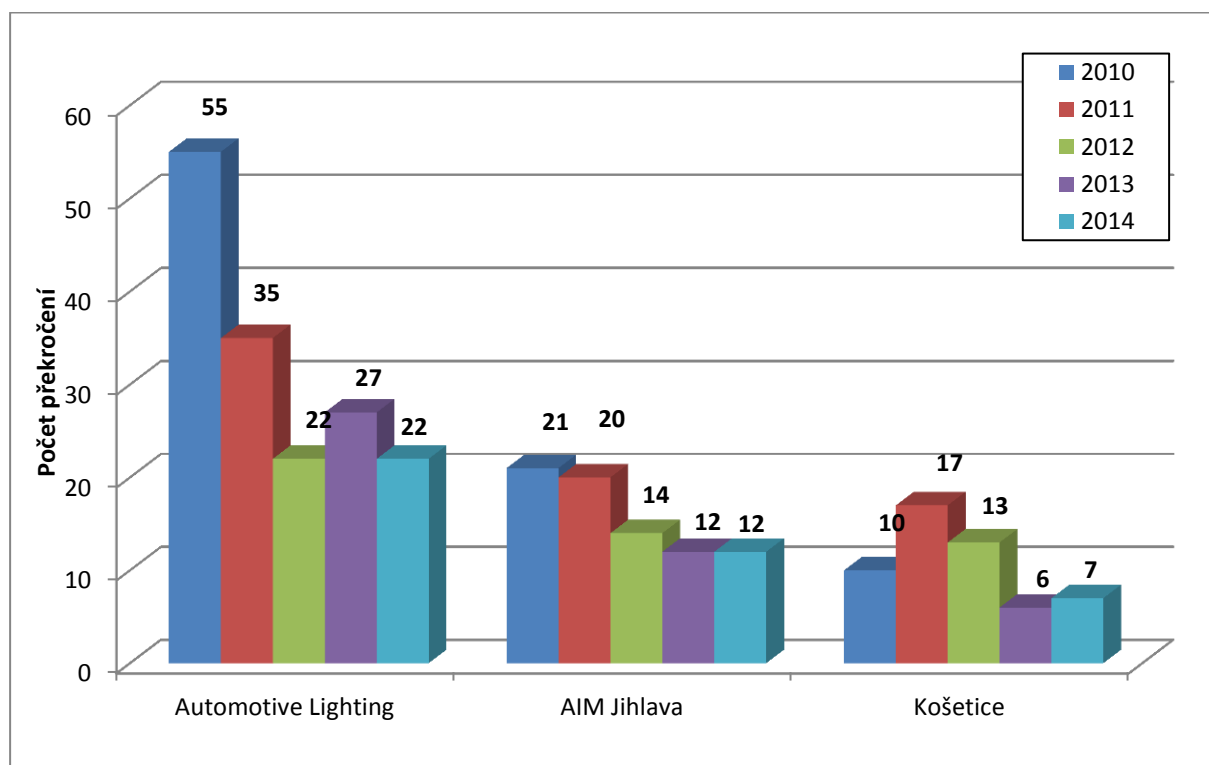


Obr. 12 - Srovnání průměrných 24hodinových koncentrací PM<sub>2,5</sub> naměřených v lokalitě Automotive Lighting, AIM Jihlava a Košetice, rok 2013



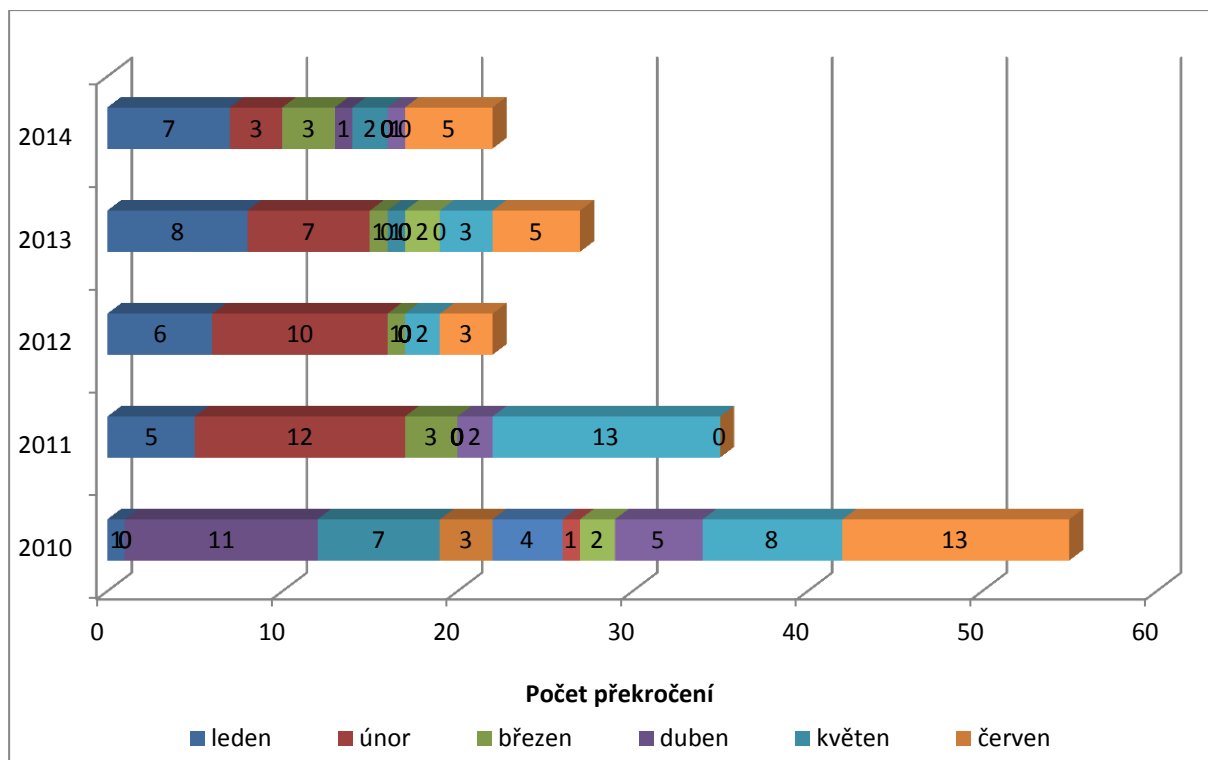
Obr. 13 -Průměrné měsíční koncentrace PM<sub>2,5</sub> na stanicích AIM Jihlava, Automotive Lighting a Košetice, rok 2013

Z hlediska průměrných 24hodinových koncentrací legislativa povoluje 35x za 1 kalendářní rok překročit koncentraci  $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , čili se sleduje počet překročení této koncentrace nebo se vyhodnotí 36. nejvyšší 24hodinová koncentrace, která pokud je vyšší než  $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , tak byl překročen imisní limit. Na Obr. 14 je zobrazen počet překročení na jednotlivých lokalitách v letech 2010 - 2014. V roce 2011 překročila lokalita Automotive Lighting právě 35x koncentraci  $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , k překročení imisního limitu tedy nedošlo. V roce 2012 pak došlo pouze k 22 překročením, imisní limit tedy nebyl překročen se značnou rezervou. V roce 2013 pak došlo k mírnému zhoršení a rok 2014 se vrátil na úroveň roku 2012 – pouze 22 překročení. V případě AIM Jihlava a Košetice rovněž k překročení limitu nedošlo, AIM Jihlava překročila koncentraci  $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  12x, Košetice podobně 7x.

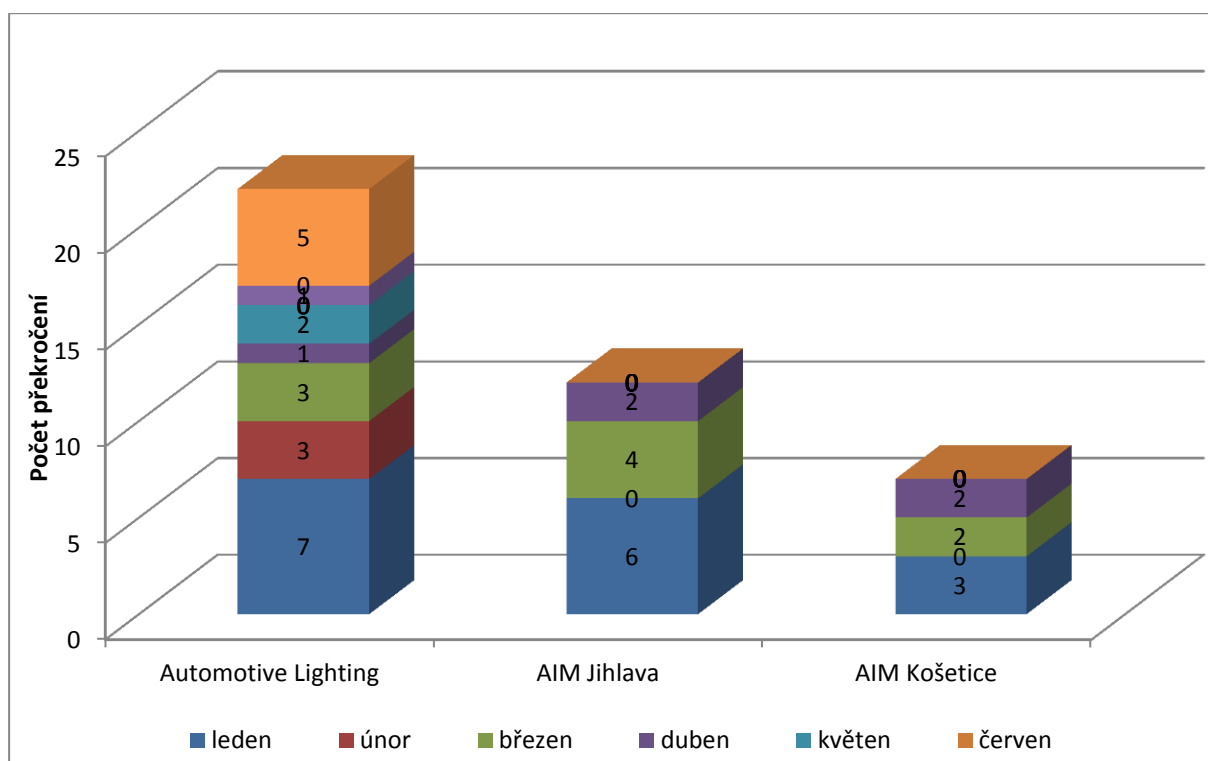


Obr. 14 - Počet překročení limitní koncentrace  $\text{PM}_{10}$  ( $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) v letech 2010 - 2014

Vyšší počet překročení v lokalitě Automotive Lighting je nutné přičíst zejména vlivu dopravy jednak z logistiky průmyslové zóny a také z dálnice D1. V roce 2010 byla rovněž stanice často ovlivněna stojícími kamiony v blízkosti stanice s nastartovanými dieselovými motory, které v trendu koncentrací udělaly mnoho špiček a zvýšily počty překročení v roce 2010. Toto ovlivnění se ukázalo zejména v letních měsících, kdy byly měřeny vyšší koncentrace. Pro vyšší reprezentativnost byla stanice trochu posunuta mimo vliv stojících kamionů, což se projevilo zejména tím, že nedocházelo k překračování v letních měsících (viz. Obr. 15). Vliv dopravy oproti lokalitě AIM Jihlava je však stále znatelný, proto stále v této lokalitě dochází k nejvíce překročením. Avšak v letech 2011 - 2014 je již patrná návaznost na pozadové koncentrace – pokud jsou tyto zvýšené, snáze pak příspěvek z dopravy pomůže překročit hranici  $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . Zvýšené pozadové koncentrace jsou v chladné části roku, v těchto měsících překračují i pozadové lokality nebo se blíží ke koncentraci  $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , což v případě dopravní stanice Automotive Lighting často znamená překročení. Avšak stejně jako pozadových stanic v Jihlavě či Košetících docházelo k překračování pouze v zimním období během topné sezóny a špatných rozptylových podmínek (říjen – březen). V letních měsících k překračování nedocházelo (Obr. 16).



Obr. 15 - Počet překročení PM<sub>10</sub> v lokalitě Automotive Lighting v roce 2010 až 2014



Obr. 16 - Počet překročení PM<sub>10</sub> v jednotlivých lokalitách a měsících roku 2014

Z Obr. 16 jsou rovněž patrné velmi podobné hodnoty AIM Jihlava a Košetice – k překročení koncentrace 50  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  docházelo v totožných měsících. To naznačuje spíše nadregionální zhoršení

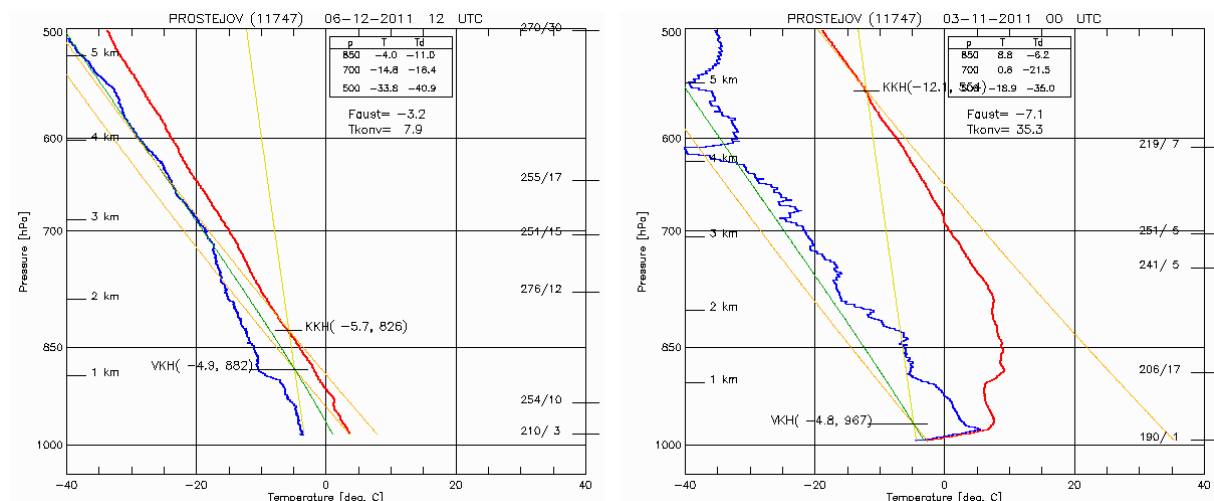
kvality než lokální ovlivnění. Rovněž to potvrzuje velmi dobrou kvalitu ovzduší v rezidenčních částech města Jihlavy.

### 3.1.3 Vliv meteorologických podmínek na koncentrace částic

Jak již bylo uvedeno výše a je patrné z grafu na Obr. 16, k překračování dochází na pozadových lokalitách pouze a na dopravních převážně v chladné části roku (leden-březen, říjen-prosinec), kdy zvýšené koncentrace způsobují 2 faktory – meteorologické podmínky a malé zdroje (vytápění domácnosti – viz. následující kapitola).

Meteorologické podmínky v zimě vlivem častějších a především silnějších teplotních inverzí napomáhají horším rozptylovým podmínkám – během teplotní inverze se v atmosféře vytvoří vrstva připomínající pokličku, pod kterou je stabilní atmosféra tzn., že je téměř bezvětrí nebo pouze nízké rychlosti větru a nedochází tedy k dostatečnému rozptylu škodlivin. Škodliviny se pak pod touto vrstvou kumulují a jejich koncentrace roste.

Velmi dobře je vliv rozptylových podmínek patrný z konce roku 2011 – zatímco v listopadu byly dlouhé epizody s inverzním charakterem počasí, v prosinci se inverze téměř nevyskytovaly, atmosféra byla dobře provětrávána a rovněž přibýlo srážek. To se odrazilo jak v koncentracích PM, tak v počtech překročení PM<sub>10</sub> – v listopadu jich bylo 13, v prosinci žádné. Na vině byla především delší období s teplotní inverzí (Obr. 17). Obdobná situace nastala začátkem roku 2012, kdy v únoru došlo zhruba k dvojnásobnému počtu překročení koncentrace 50 µg\*m<sup>-3</sup> oproti lednu (Obr. 16). V letech 2013 a 2014 k delším epizodám s inverzním charakterem počasí nedocházelo.



Obr. 17 - Sondáž atmosféry - vlevo bez inverze, vpravo teplotní inverze

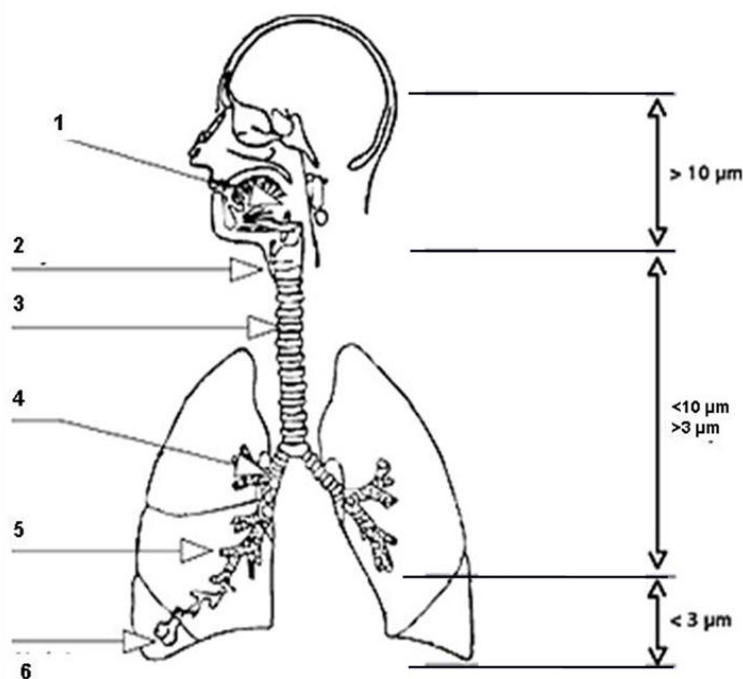
Na Obr. 17 je zobrazen vertikální chod teploty (červená křivka). Zatímco vlevo (6. 12. 2011) teplota s rostoucí nadmořskou výškou klesá, vpravo (3. 11. 2011) nejprve s rostoucí nadmořskou výškou roste až po hranici teplotní inverze (cca 500 m.n.m.) a poté v závislosti na šířce inverzní vrstvy (zde je inverze poměrně široká) začíná teplota s rostoucí nadmořskou výškou opět klesat. A právě pod hranicí inverze dochází k oné stabilizaci atmosféry, s nízkými rychlostmi větru. Teplotní inverze bývají



ze své podstaty častější v chladné části roku a spolu s vytápěním domácností tak výrazně zhoršují kvalitu ovzduší v této části roku.

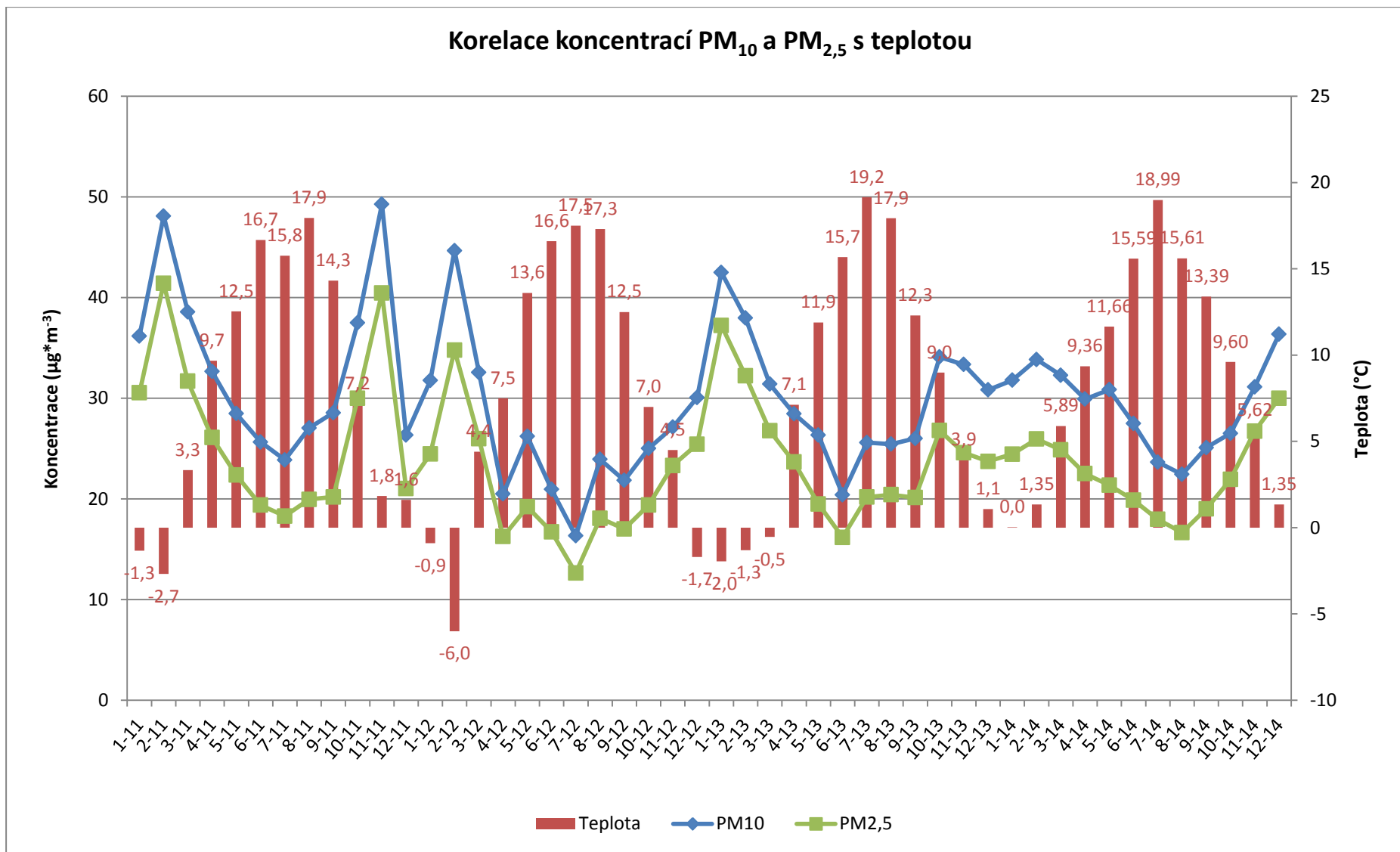
Dalším významným faktorem, ovlivňujícím koncentrace a distribuci velikostních frakcí je teplota vzduchu. V dlouhodobém trendu platí, že s klesající teplotou rostou koncentrace částic v ovzduší (Obr. 19), přičemž je více zastoupená jemnější frakce (Obr. 20) a naopak s rostoucí teplotou koncentrace klesají a je výrazněji zastoupená hrubší frakce částic. Teplota však spolu se slunečním zářením má vliv i na tvorbu částic z plynných prekurzorů tzv. nukleací – více viz. kapitola **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**

Jak je patrné z Obr. 19, v roce 2010 docházelo ještě ke značnému ovlivnění stanice lokální kamionovou dopravou a korelace s teplotou není tak patrná. Přesto je vidět na přelomu roku 2010/2011, že když v lednu 2011 došlo k oteplení, klesly i koncentrace oproti prosinci 2010 a únoru 2011. V únoru 2011 se navíc k nižším teplotám připojily teplotní inverze, a proto byly koncentrace vyšší. Zároveň je také z grafu na Obr. 20 patrné, že právě v těchto měsících je zastoupení jemnější frakce  $PM_{2,5}$  v  $PM_{10}$  nejvyšší – činí až 86% v měsíčním průměru, ve vybraných dnech se téměř blíží 100 %, což znamená, že téměř veškerá  $PM_{10}$  je složena z  $PM_{2,5}$ . Toto je významné především ze zdravotního hlediska, jelikož čím je částice jemnější, tím „hlouběji“ do organismu se dokáže dostat a znamená tak pro lidské zdraví větší riziko. Názorně to zobrazuje Obr. 18 – částice s průměrem větším než  $10\ \mu m$  jsou zpravidla zachyceny již v ústní dutině či v nose a jsou zpětně vykašlány ven. Tyto částice jsou pro člověka minimálně nebezpečné, proto jsou v rámci imisního monitoringu sledovány částice s nižším průměrem. Frakce s průměrem částic od  $2,5\ \mu m$  do  $10\ \mu m$  se již usazují v lidském těle, a to zpravidla v hltanu (1), hrtanu (2), průdušnici (3) a průduškách (4). Jemnější frakce do  $2,5\ \mu m$  průměru pak sedimentují až průdušinkách (5) či plicních sklípcích (6), skrz které mohou ty nejjemnější částice (průměr menší než  $1\ \mu m$ ) prostupovat do krevního oběhu.

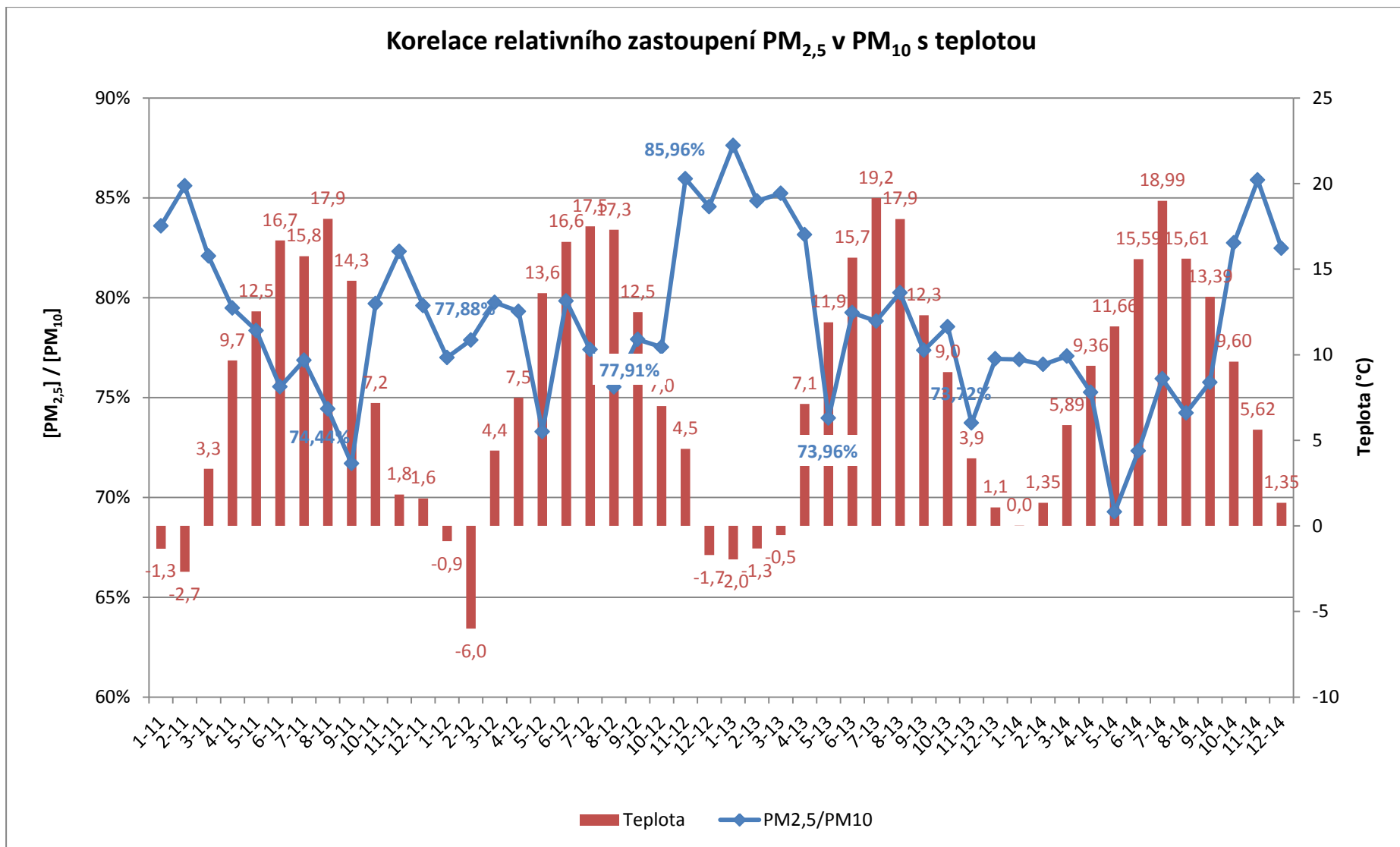


Obr. 18 - Prostupnost jednotlivých frakcí částic dýchacím traktem člověka

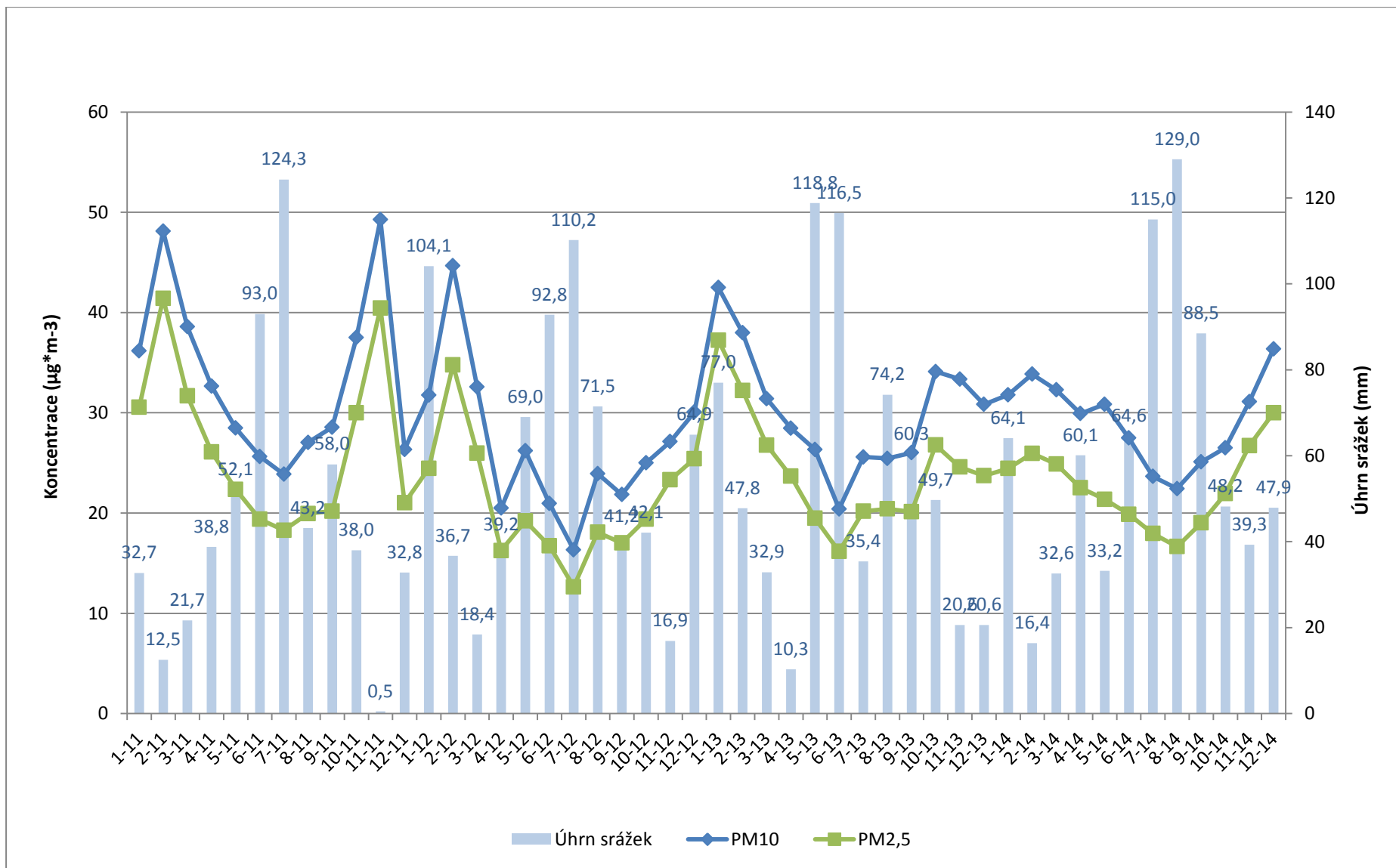
Dalším významným faktorem, ovlivňujícím koncentrace částic v ovzduší je přítomnost/nepřítomnost částic. Srážky mají na částice dvojitý účinek – jednak pročišťují atmosféru tím, že strhávají částice k zemi, a jednak zvlhčením povrchu a částic na něm dochází v mnohem menší míře k re-emisi. Bylo zjištěno, že při bezsrážkových epizodách (alespoň 5 dní bez srážek), jsou koncentrace  $PM_{10}$  v průměru o  $6 \mu g \cdot m^{-3}$  vyšší. Velmi dobře je patrný vliv nedostatku srážek v listopadu 2011, kdy bylo v měsíčním úhrnu pouze 0,5 mm srážek a koncentrace PM velmi vzrostly (Obr. 21). Nedostatek srážek zde souvisel s dlouhotrvající teplotní inverzí, kterou nerozrušila žádná fronta, a proto byly koncentrace v listopadu 2011 obzvláště vysoké, přestože teploty ještě příliš nízké nebyly. I z tohoto důvodu je vhodné kropit a smétat vozovky – nedochází tolik k resuspenzi a koncentrace PM v ovzduší klesá.



Obr. 19 - Korelace koncentrací PM s teplotou, lokalita Automotive Lighting, 2011-2014



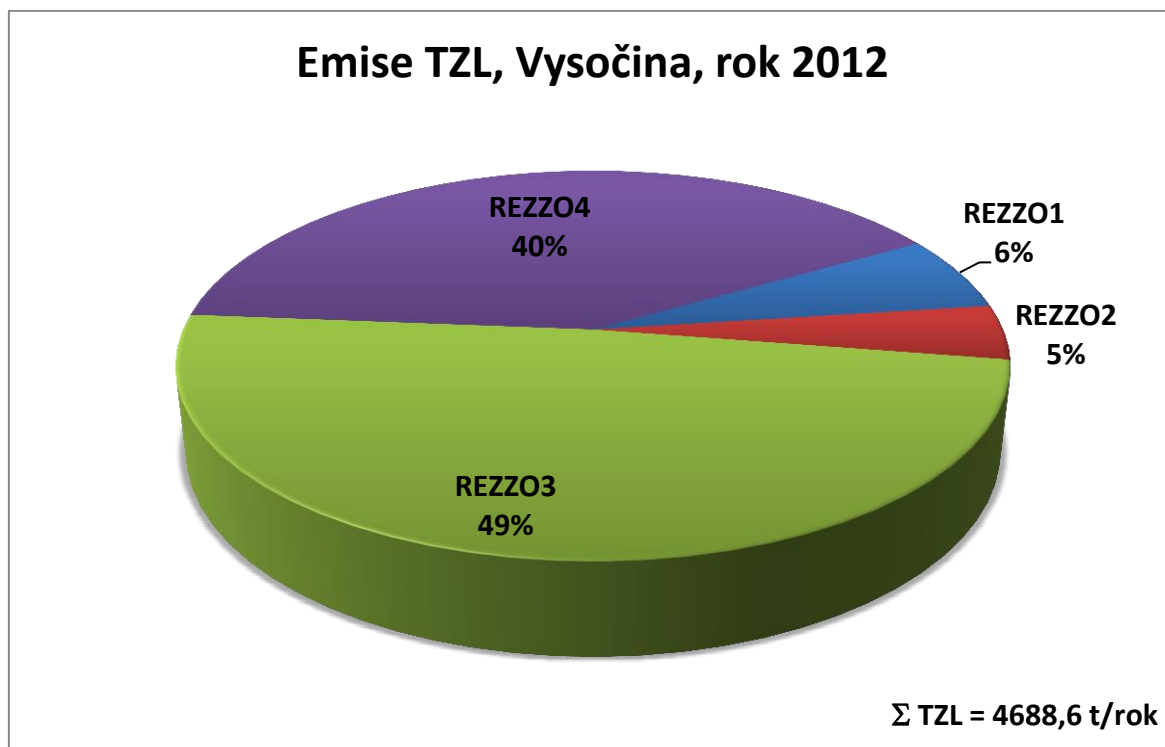
Obr. 20 - Korelace relativního zastoupení PM<sub>2,5</sub> v PM<sub>10</sub> s teplotou, lokalita Automotive Lighting, 2011-2014



Obr. 21 - Korelace průměrných měsíčních koncentrací PM s měsíčním úhrnem srážek, lokalita Automotive Lighting, 2011-2014

### 3.1.4 Lokální topeniště

Druhým velmi významným faktorem po meteorologických podmínkách, výrazně ovlivňující vyšší koncentrace částic v chladné části roku, jsou lokální topeniště (označované v bilanci jako REZZO 3), vytápění domácností. Tyto zdroje jsou na rozdíl od průmyslu a dopravy v provozu pouze v chladné části roku po čas topné sezóny. Přesto jsou druhým nejvýznamnějším zdrojem tuhých znečišťujících látek v ovzduší v kraji Vysočina, jak znázorňuje Obr. 22.



Obr. 22 - Podíl jednotlivých kategorií zdrojů na celkových emisích TZL v kraji Vysočina

Z Obr. 22 je patrné, že největším producentem prašnosti v kraji je doprava (REZZO 4) produkující 46% veškerých tuhých látek v ovzduší. Avšak již na druhém místě jsou výše zmiňovaná lokální topeniště, která přestože **jsou v provozu cca půl roku** (v chladné části roku), tak **v celoroční bilanci produkují 49%** veškeré prašnosti. V zimě bude tedy toto procento mnohem vyšší a malé zdroje jsou významným znečišťovatelem ovzduší v kraji Vysočina. Zdroje REZZO1 (nad 5MW tepelného výkonu) produkují pouze 7 % a zdroje REZZO2 (0,2 - 5 MW tepelného výkonu) 6 % veškerých tuhých látek vypouštěných do ovzduší.

Z hlediska paliv je pro snížení koncentrací PM emitovaných z lokálních topenišť nejvhodnější plyn, který žádné částice neprodukuje. Bohužel s jeho rostoucí cenou se stále více lidí vrací ke spalování fosilních paliv či dřeva, přestože mají možnost topit plynem. Situace je o to horší, že kromě fosilních tuhých paliv jsou spoluspalovány i odpady. Díky tomu se do ovzduší dostává spousta dalších škodlivin, zejména polyaromatické uhlovodíky a další organické sloučeniny, jako je např. formaldehyd. Navíc komíny malých zdrojů zpravidla nejsou ve velké výšce, a proto nedochází k dobrému rozptýlení škodlivin v ovzduší, zvláště při inverzích tak škodliviny z malých zdrojů zůstávají přímo v obci. Lokální



topeniště se tak stávají nejožehavějším problémem z hlediska zlepšování kvality ovzduší. Zdroje vyjmenované v příloze č. 2 k zákonu č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší jsou kontrolovány a nuceny snižovat emise díky novým BAT technologiím. Opatření v dopravě jsou realizována sice pomaleji, avšak zejména co se vymísťování dopravy z obydlených oblastí (obchvaty měst), či zvyšování plynulosti dopravy, jde o významné zlepšení kvality ovzduší. V případě lokálních topenišť – domácností – však zatím žádná opatření nefungují, zejména proto, že není možné kontrolovat, co kdo spaluje a jak se stará o svůj majetek. Jediným možným způsobem, jak ovlivnit alespoň částečně tento sektor, je vzdělávání obyvatelstva odborníky z oboru či vysvětlování těchto principů na školách.

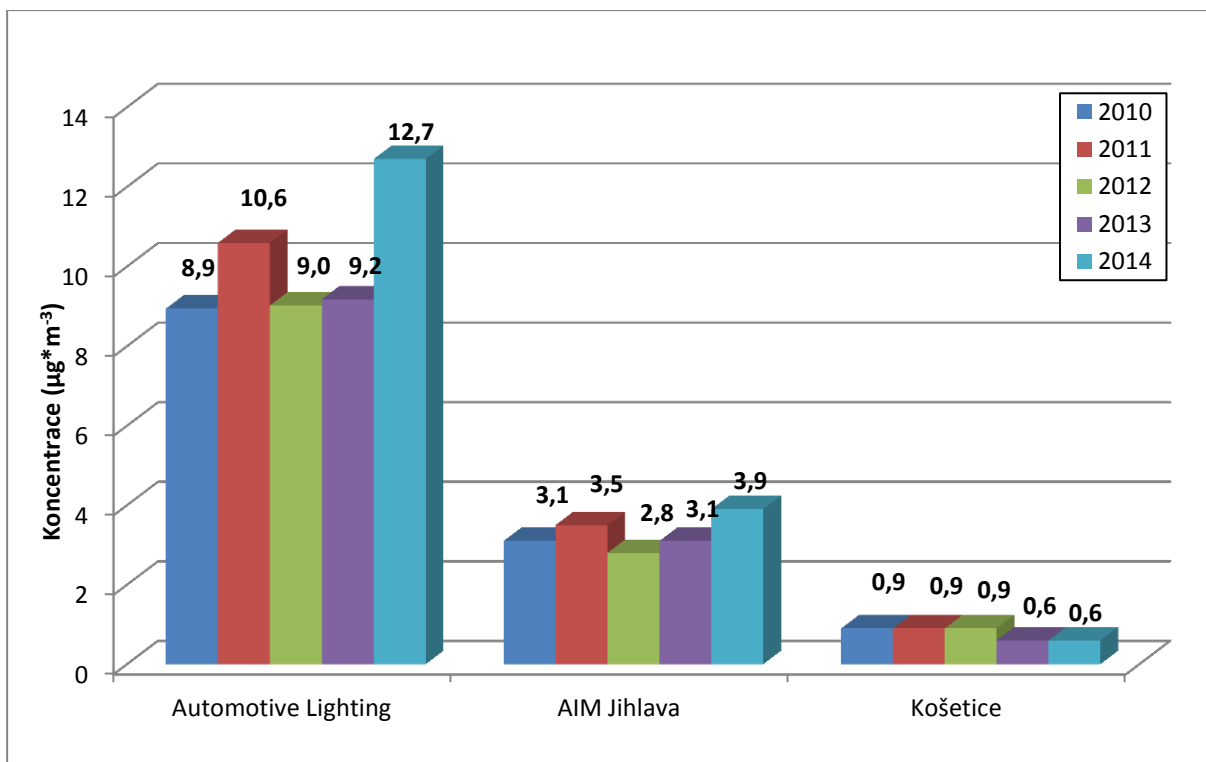
## 3.2 Oxidy dusíku NO, NO<sub>2</sub> a NO<sub>x</sub>

### 3.2.1 Průměrné roční koncentrace

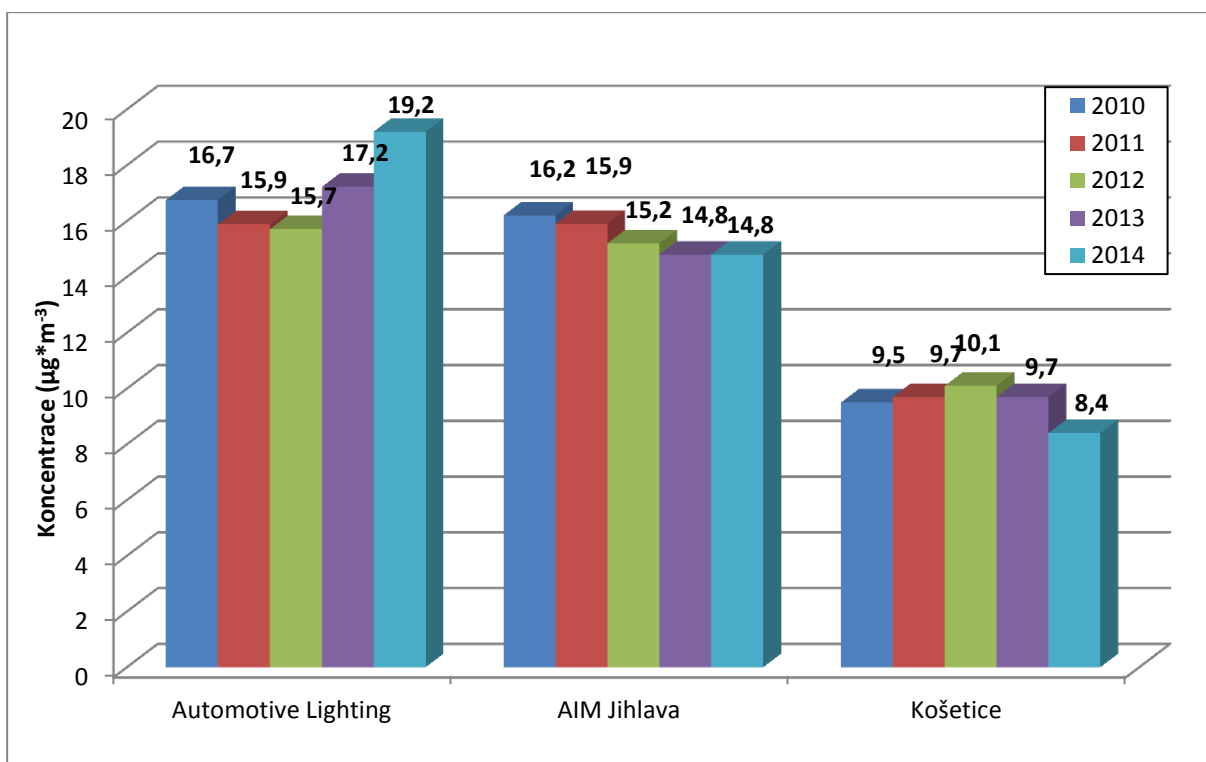
Na následujících Obr. 23, Obr. 24 a Obr. 25 jsou zobrazeny průměrné roční koncentrace NO, NO<sub>2</sub> a NO<sub>x</sub> v lokalitách Automotive Lighting, AIM Jihlava a Košetice. Z obrázků je patrné, že nejvyšší koncentrace jsou měřeny v lokalitě Automotive Lighting a nejnižší v Košetících. Důvodem je výrazné ovlivnění lokality Automotive Lighting mobilními zdroji, které jsou majoritním zdrojem oxidů dusíku (viz. Obr. 3), konkrétně pak NO. Proto je nejvýraznější rozdíl v naměřených koncentracích mezi jednotlivými lokalitami právě v případě NO (Obr. 23). Vliv dopravy se pak projevuje rovněž v koncentracích NO<sub>x</sub> (Obr. 25), což je vlastně součet NO a NO<sub>2</sub>. NO je pak v atmosféře postupně oxidován na NO<sub>2</sub>, proto jsou nejvyšší koncentrace NO měřeny v dopravou zatížených lokalitách, ve větší vzdálenosti od dopravního zdroje se měří nižší koncentrace NO. Míru zatížení lokality dopravou tak lze vyjádřit poměrem koncentrací  $[NO] / [NO_2]$ . Čím vyšší má tento poměr hodnotu, tím více je lokalita zatížena dopravou (Obr. 26). Obrázek dokladuje, že lokalitu Automotive Lighting lze považovat za dopravní, AIM Jihlava a Košetice jsou lokality pozadové, přičemž AIM Jihlava je více ovlivněna dopravou.

Koncentrace NO<sub>2</sub> pak charakterizují oblast z hlediska spalovacích procesů. NO<sub>2</sub> vzniká při jakémkoli hoření (oxidaci), kde je přítomný vzduch (zastoupení dusíku ve vzduchu činí zhruba 78%, při oxidaci – reakci s kyslíkem – vzniká NO a dále NO<sub>2</sub>). Z hlediska koncentrací NO<sub>2</sub> je patrné, že lokality Automotive Lighting a AIM Jihlava jsou na tom velmi podobně a koncentrace jsou vyšší než v Košetících. Přesto leží průměrné roční koncentrace NO<sub>2</sub> v obou letech na všech lokalitách **pod dolní mezí pro posuzování** a situace v Jihlavě je tedy z hlediska koncentrací NO<sub>2</sub> velmi dobrá.

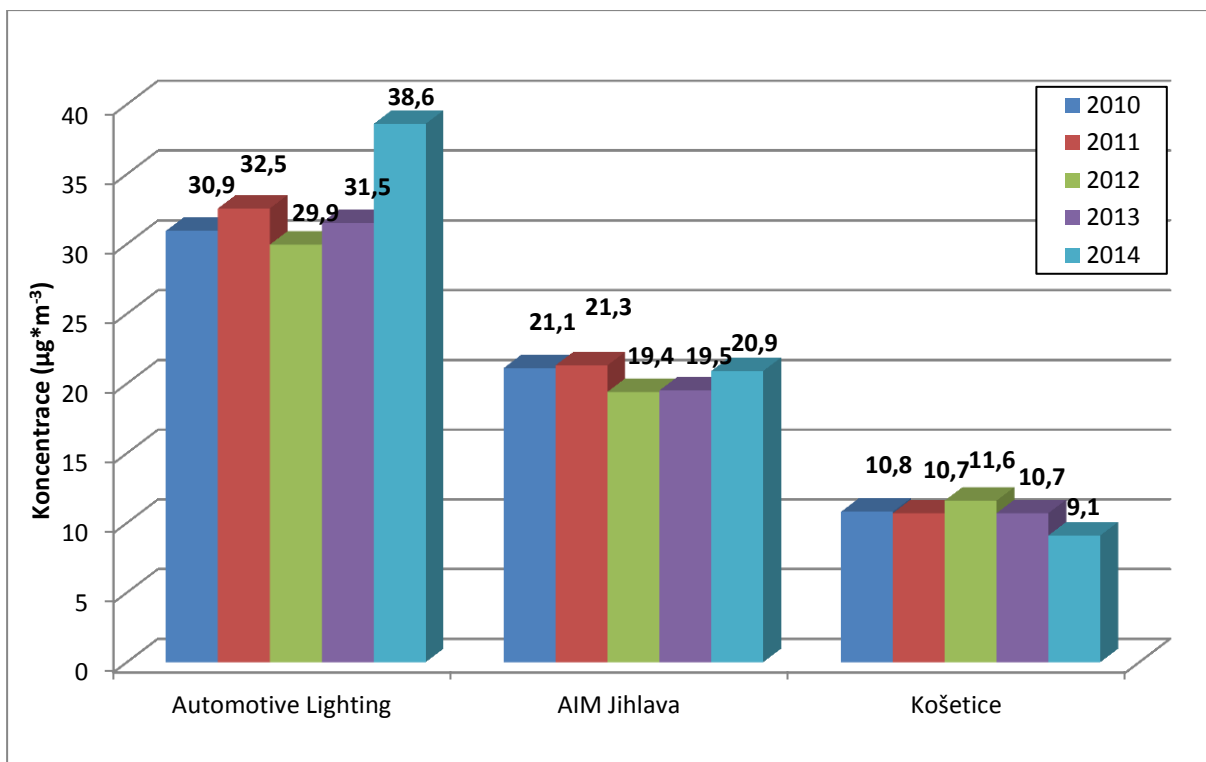
**Při srovnání dvou Jihlavských lokalit je patrný zejména rozdíl v koncentracích NO. Na úrovni průměrných ročních koncentrací v roce 2014 byly koncentrace NO v lokalitě Automotive Lighting o 8,8 µg.m<sup>-3</sup> (326 %) vyšší než v případě lokality AIM Jihlava v areálu ZŠ Demlova. Naproti tomu v případě průměrných ročních koncentrací NO<sub>2</sub> jsou koncentrace v lokalitě Automotive Lighting vyšší pouze o 4,4 µg.m<sup>-3</sup> (129 %). Toto srovnání významně poukazuje na ovlivnění lokality Automotive Lighting mobilními zdroji.**



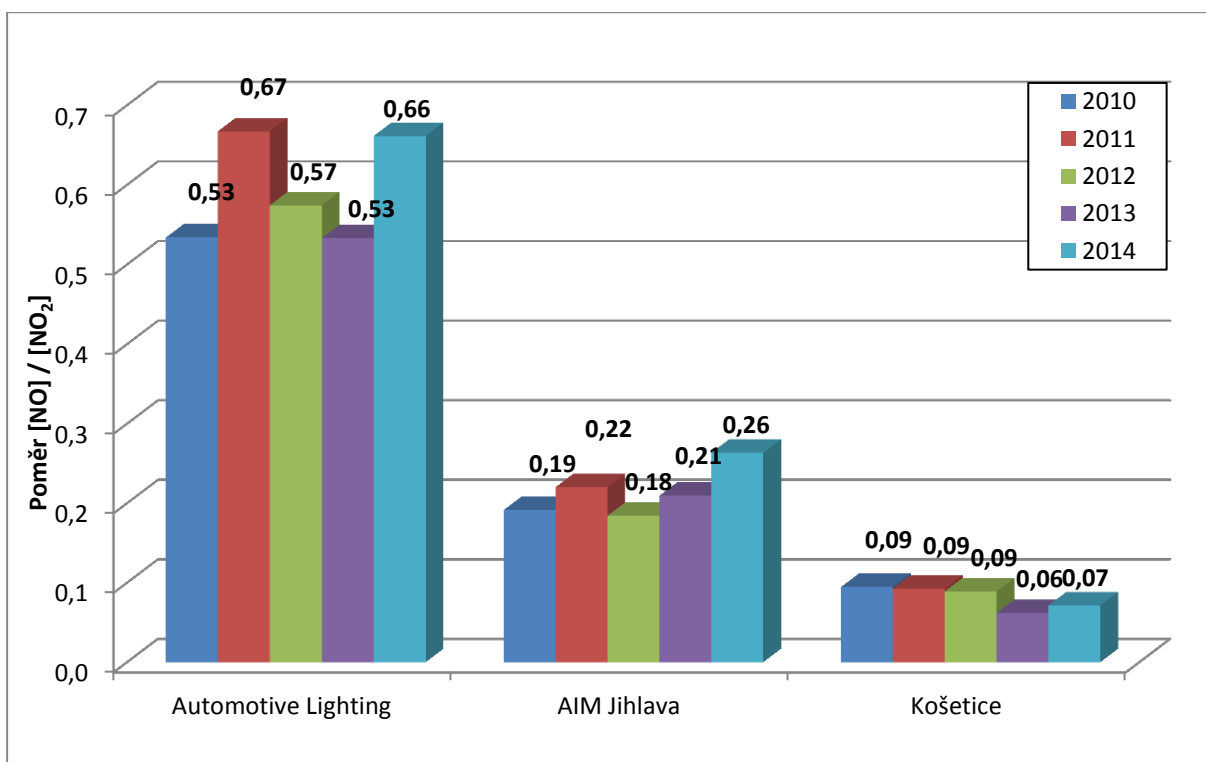
Obr. 23 - Průměrné roční koncentrace NO v letech 2010 - 2014



Obr. 24 - Průměrné roční koncentrace NO<sub>2</sub> v letech 2010 - 2014



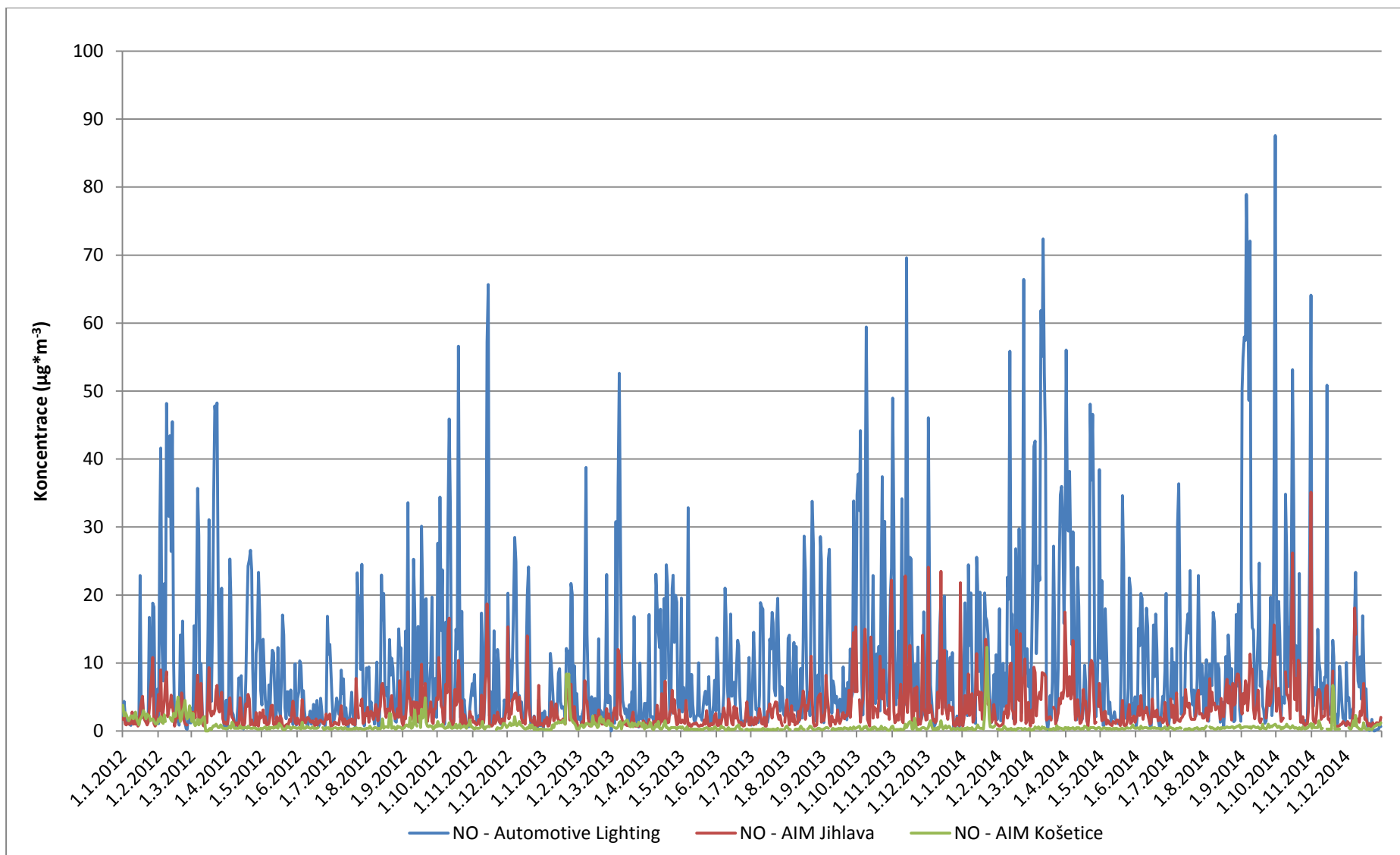
Obr. 25 - Průměrné roční koncentrace NOx v letech 2010 - 2014



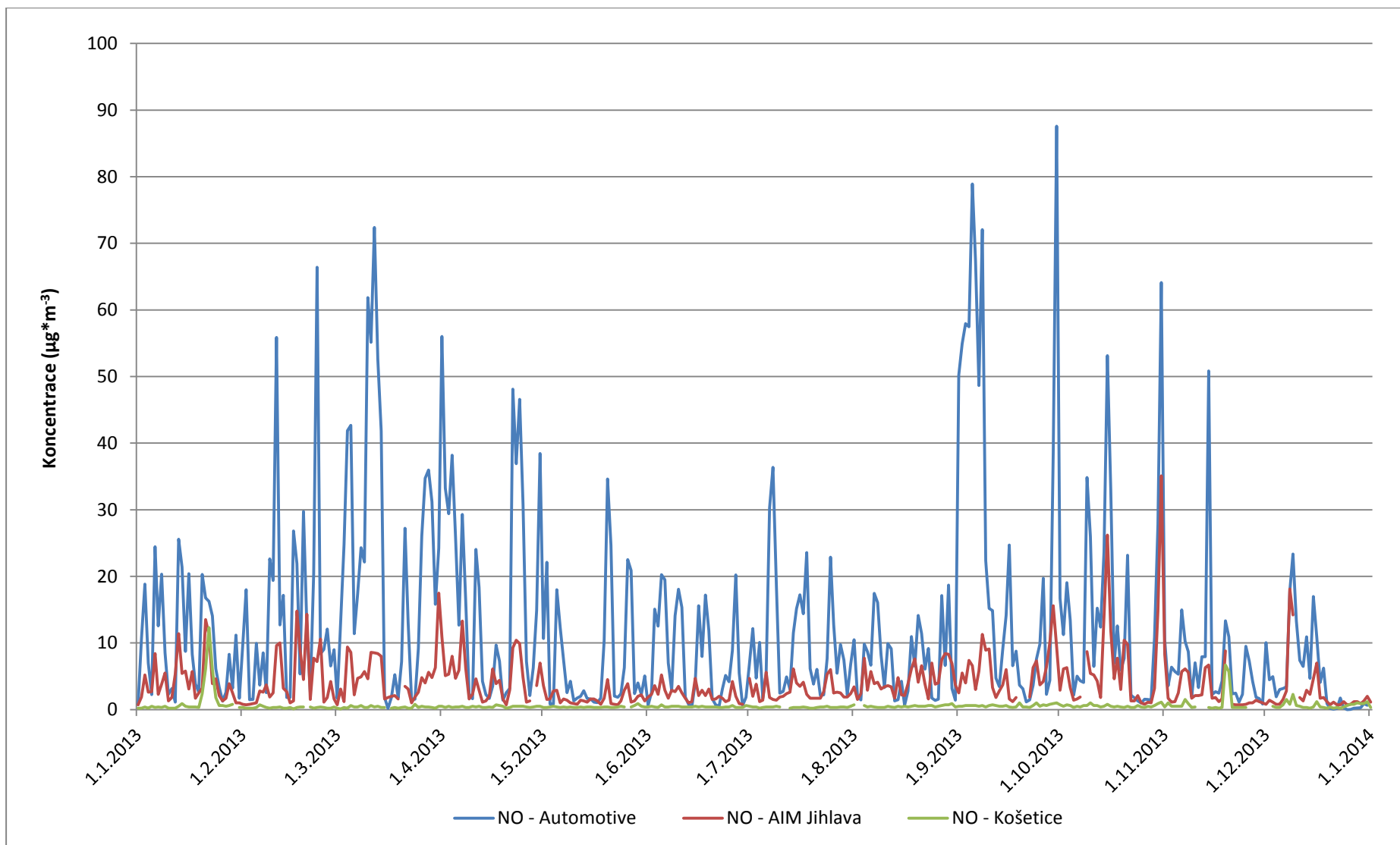
Obr. 26 - Poměr koncentrací NO / NO<sub>2</sub> v letech 2010 - 2014

### 3.2.2 Průměrné 24 hodinové koncentrace oxidů dusíku

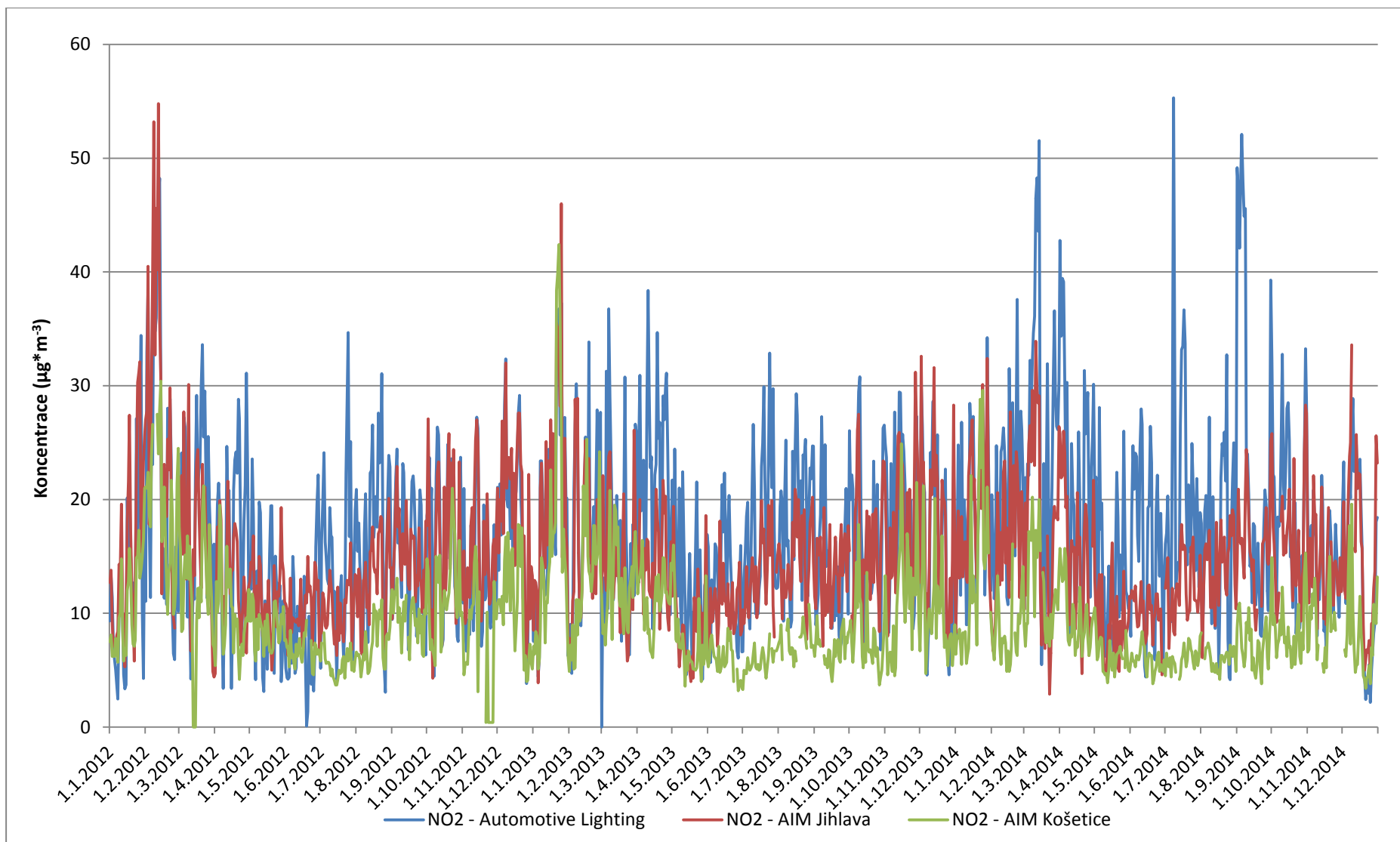
Průměrné 24hodinové koncentrace nemají v legislativě ukotven imisní limit, slouží spíš pro charakterizaci trendů. Z grafu na Obr. 27 jsou patrné píky vysokých koncentrací NO odpovídající vyššímu zatížení ze strany dopravy v lokalitě Automotive Lighting – jednak mohlo docházet k déletrvajícím prouděním od dálnice D1, nebo v areálu průmyslové zóny docházelo k většímu pohybu logistiky. V případě NO<sub>2</sub> na Obr. 29 je vidět vyrovnaný trend na všech lokalitách ovlivněný zejména roční dobou a meteorologickými podmínkami. V případě NO<sub>x</sub> jde opět o součet NO + NO<sub>2</sub> a tudíž jsou na Obr. 31 patrné charakteristické píky NO.



Obr. 27 - Trendy průměrných 24hodinových koncentrací NO, lokality Automotive Lighting, AIM Jihlava a AIM Košetice, 2012 – 2014

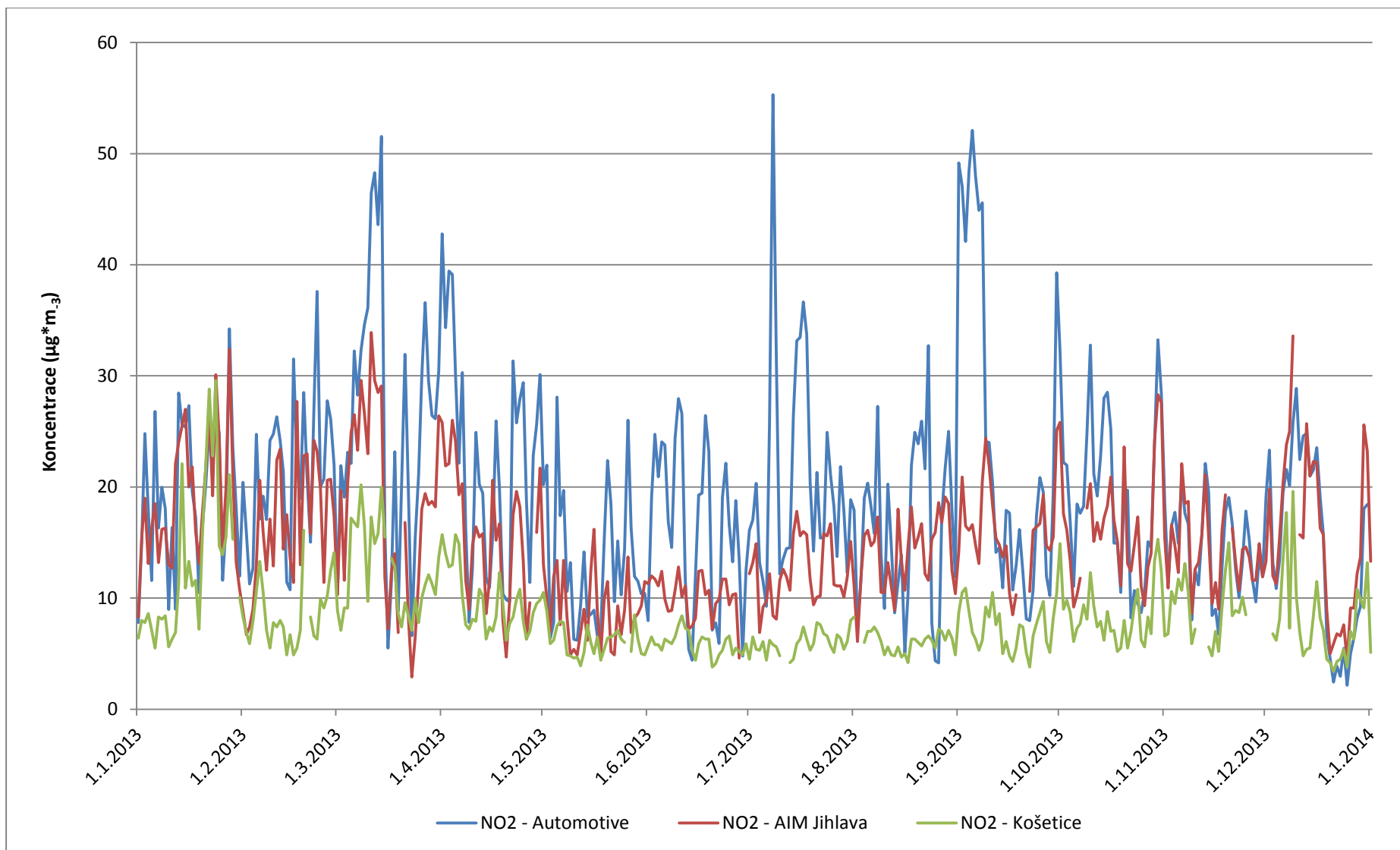


Obr. 28 - Srovnání průměrných 24hodinových koncentrací NO naměřených v lokalitě Automotive Lighting, AIM Jihlava a Košetice, rok 2014

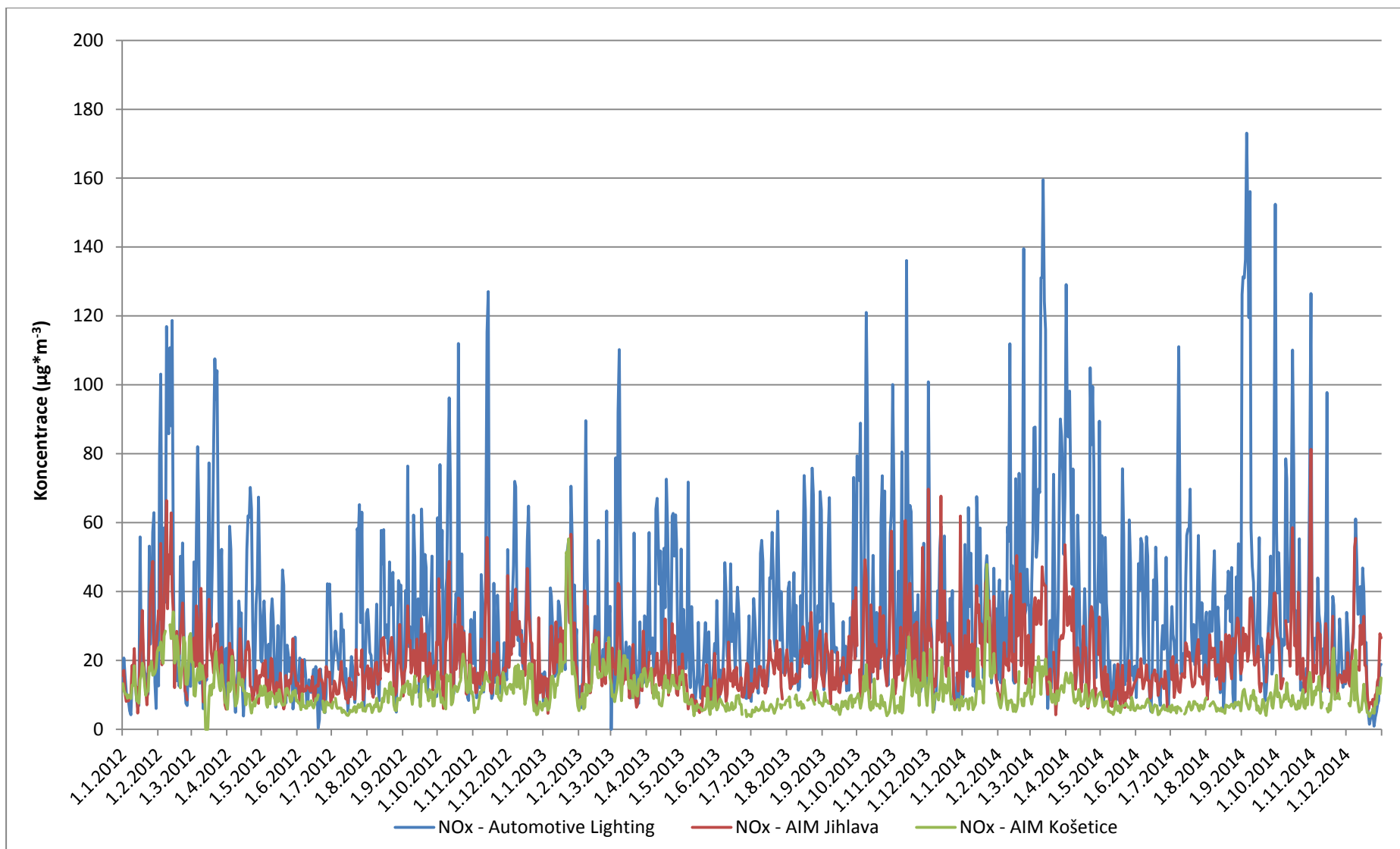


Obr. 29 - Trendy průměrných 24hodinových koncentrací NO<sub>2</sub>, lokality Automotive Lighting, AIM Jihlava a AIM Košetice, 2012 - 2014

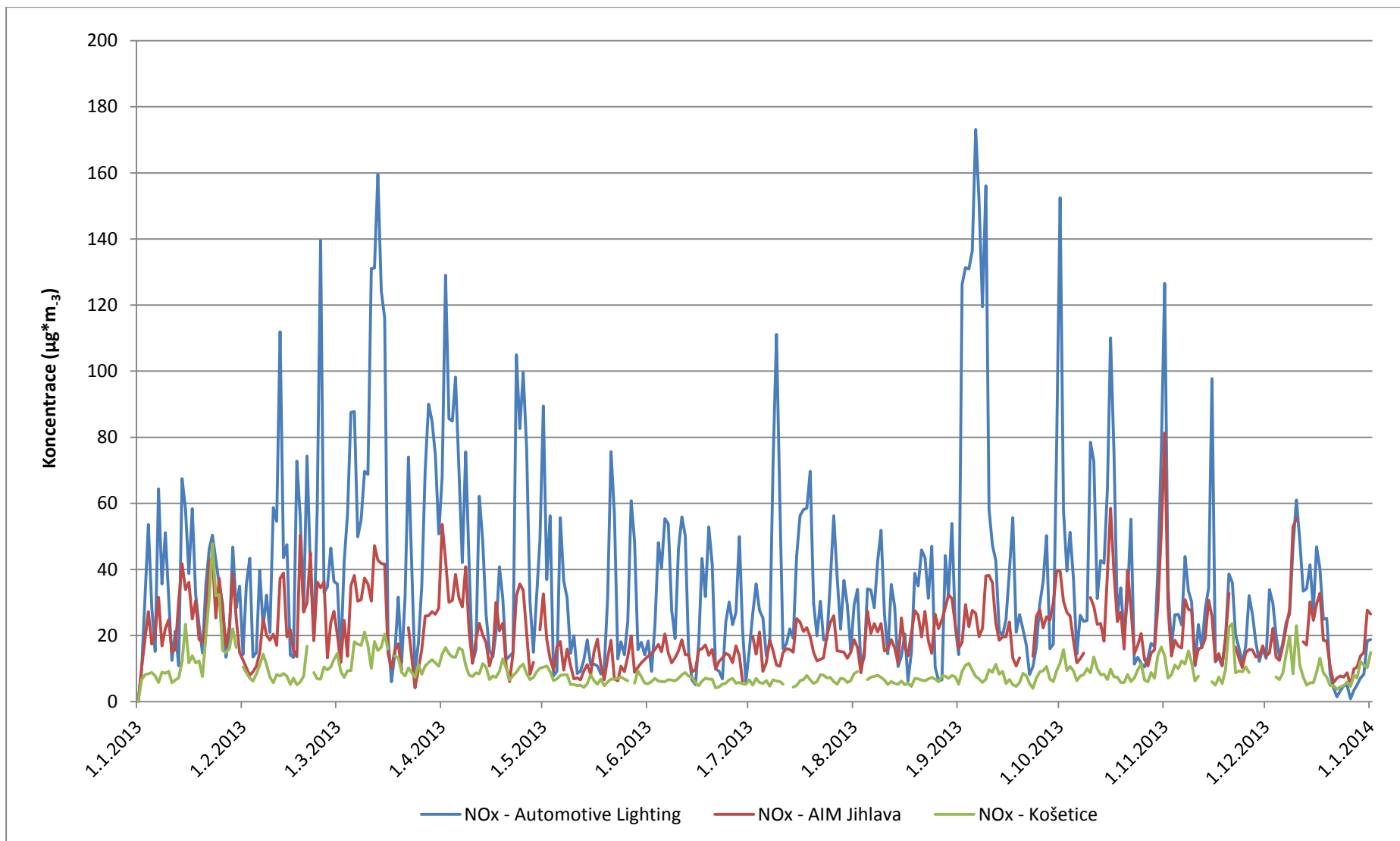




Obr. 30 - Srovnání průměrných 24hodinových koncentrací NO<sub>2</sub> naměřených v lokalitě Automotive Lighting, AIM Jihlava a Košetice, rok 2014



Obr. 31 - Trendy průměrných 24hodinových koncentrací NOx, lokality Automotive Lighting, AIM Jihlava a AIM Košetice, 2012 – 2014

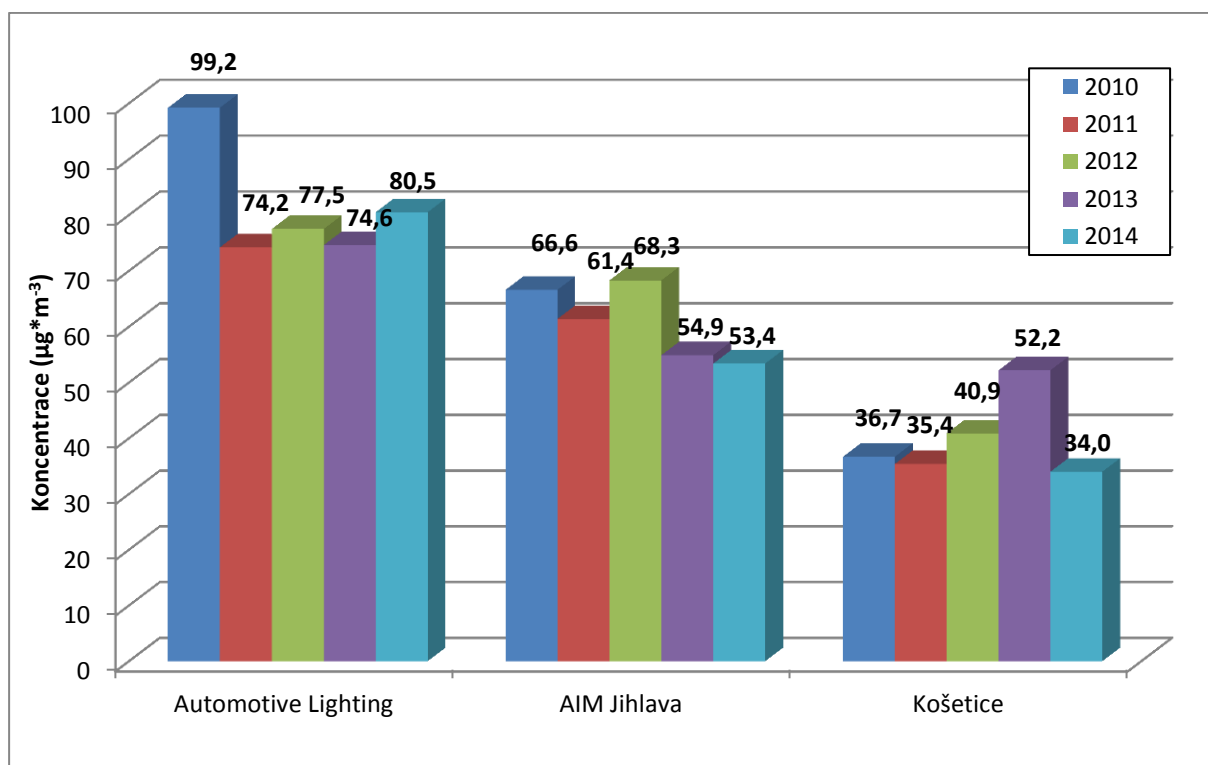


Obr. 32 - Srovnání průměrných 24hodinových koncentrací NOx naměřených v lokalitě Automotive Lighting, AIM Jihlava a Košetice, rok 2014

### 3.2.3 Hodinové koncentrace NO<sub>2</sub>

Pro NO<sub>2</sub> platí imisní limit i pro hodinové koncentrace. Jeho hodnota je 200 µg\*m<sup>-3</sup> a může být za kalendářní rok 18x překročen, tudíž se vyhodnocuje 19. nejvyšší 1h koncentrace NO<sub>2</sub> a je-li vyšší než 200 µg\*m<sup>-3</sup>, tak byl překročen imisní limit.

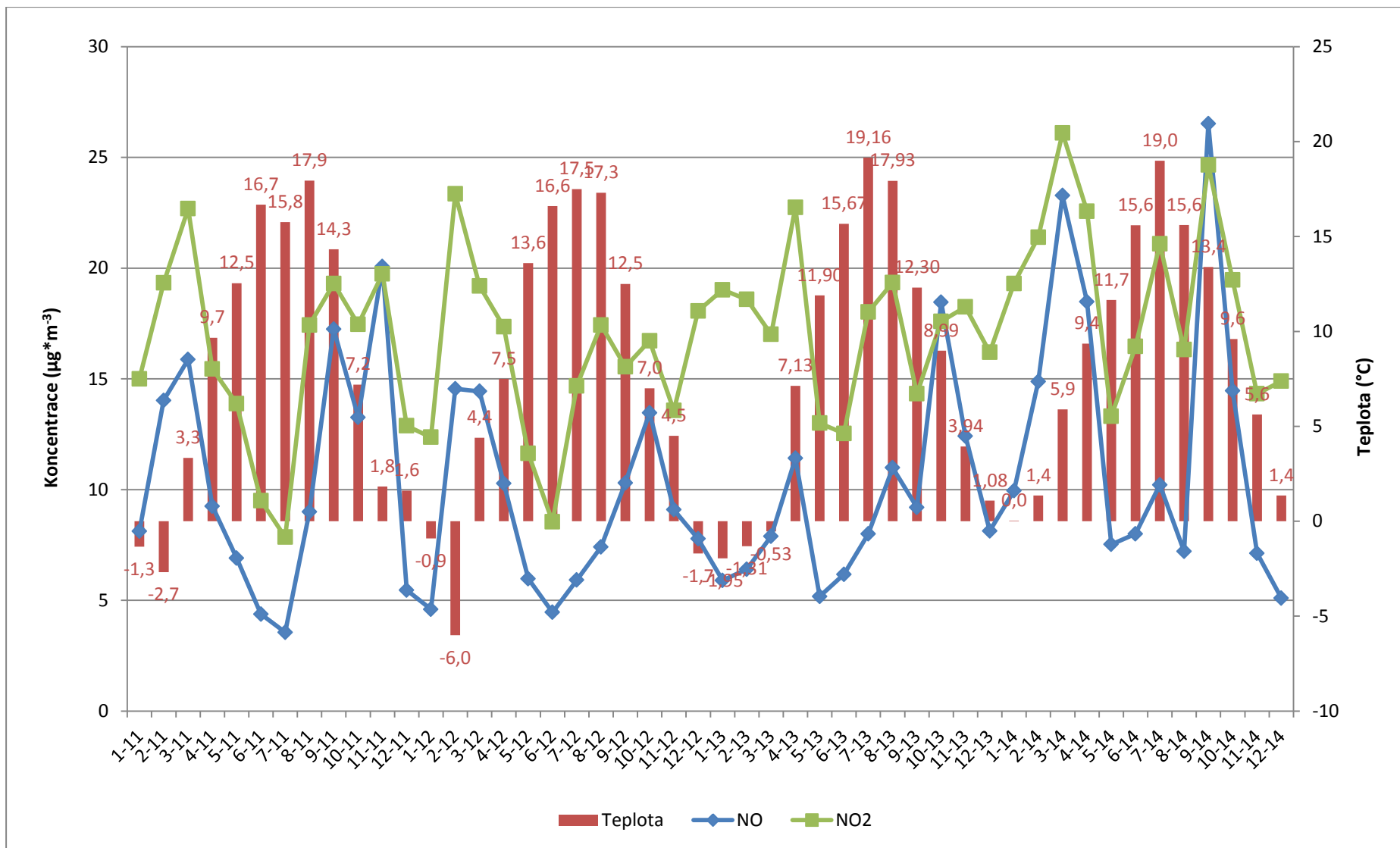
Vyšší koncentrace jsou pravidelně měřeny v lokalitě Automotive Lighting, naopak nízké jsou v Košetících. V roce 2013 jsou v Košetících zvýšené koncentrace pravděpodobně z důvodu výstavby meteorologického stožáru v těsné blízkosti observatoře. V roce 2014 již opět poklesly na původní nízké koncentrace.



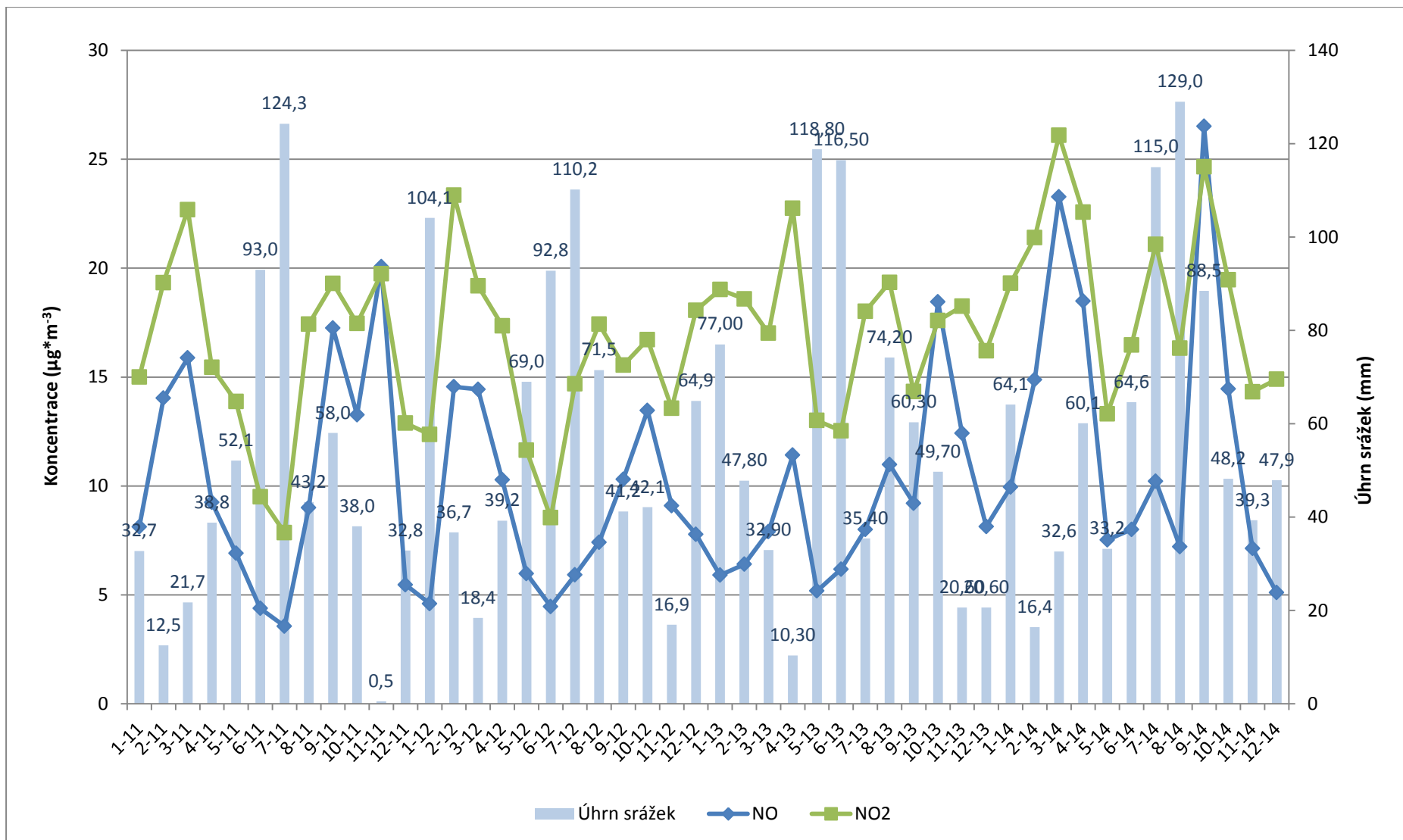
Obr. 33 - 19. nejvyšší 1h koncentrace NO<sub>2</sub>, 2010 - 2014

### 3.2.4 Vliv meteorologických podmínek

Vliv meteorologických podmínek se odráží zejména v koncentracích NO<sub>2</sub>. Koncentrace NO jsou zejména odvislé od aktuálního zatížení dopravou. Z grafu na Obr. 34 a Obr. 35 je patrné, že jistou korelaci lze najít mezi teplotou a koncentracemi NO<sub>2</sub> – s rostoucí teplotou koncentrace NO<sub>2</sub> klesá – zejména díky fotochemickým reakcím, kdy za příznivých podmínek a slunečního svitu reaguje NO<sub>2</sub> spolu s VOC na troposférický ozón. Srážky se na ovlivnění koncentrací příliš nepodílí.



Obr. 34 - Korelace koncentrací NO a NO<sub>2</sub> s teplotou



Obr. 35 - Korelace koncentrací NO a NO<sub>2</sub> s úhrnem srážek

## 4 Závěr

Závěrem lze tedy konstatovat, že imisní limit pro průměrnou roční koncentraci  $PM_{10}$  nebyl ani na jedné z lokalit překročen. V případě imisního limitu pro průměrnou 24hodinovou koncentraci  $PM_{10}$  rovněž nedošlo na žádné lokalitě k překročení imisního limitu, nicméně v roce 2010 limit překročen byl a v roce 2011 se počet překročení zastavil těsně pod hranicí pro překročení imisního limitu. Proti roku 2010, 2011 a 2013 je počet překročení v roce 2014 nižší a je stejné jako v roce 2012 – svůj vliv měly meteorologické podmínky, ale projevit se mohly i stavební úpravy v blízkosti měření. Hlavní podíl na vyšších koncentracích  $PM_{10}$  v lokalitě Automotive Lighting lze přičítat zatížení emisemi z dopravy (z blízkých dopravních tepen – zejména dálnice D1 - i z logistiky průmyslové zóny). Značné ovlivnění dopravou potvrzuje i analýza poměru koncentrací  $NO / NO_2$ .

Ovšem je třeba vzít v úvahu i fakt, že se v roce 2011 - 2014 veškerá překročení na všech lokalitách vyskytují pouze v zimním období (říjen-březen), kdy jsou v provozu tzv. malé zdroje – vytápění domácností. Ty zvednou plošně zatížení celého regionu, a to i na pozadových lokalitách, jako jsou např. Košetice, takže i zde dochází k překročením koncentrace  $50 \mu g \cdot m^{-3}$ . Tím, že se zvednou pozadové koncentrace celého regionu, pak pochopitelně nejvíce trpí dopravní lokality, kde je významný i příspěvek emisí z mobilních zdrojů a dochází tak častěji k překročení koncentrace  $50 \mu g \cdot m^{-3}$  než v pozadových lokalitách (viz. srovnání Automotive Lighting a AIM Jihlava).

**Doprava tedy významně ovlivňuje obě frakce PM. V dopravní lokalitě Automotive Lighting byly v roce 2014 o  $9 \mu g \cdot m^{-3}$  vyšší koncentrace  $PM_{10}$  a o zhruba  $6,5 \mu g \cdot m^{-3}$  vyšší koncentrace  $PM_{2,5}$ , než je městské pozadí Jihlavy měřené v lokalitě AIM Jihlava.**

Velmi důležitým faktorem jsou pak rozptylové podmínky v chladné části roku. Velmi dobře je to patrné z konce roku 2011 a začátku roku 2012 – zatímco v listopadu byly dlouhé epizody s inverzním charakterem počasí, v prosinci se inverze téměř nevyskytovaly, atmosféra byla dobře provětrávána a rovněž přibýlo srážek. To se odrazilo jak v koncentracích PM, tak v počtech překročení  $PM_{10}$  – v listopadu jich bylo 13, v prosinci žádné. Obdobně v lednu a únoru roku 2012, kdy v únoru bylo na všech lokalitách zaznamenáno takřka dvojnásobný počet překročení oproti lednu. Rok 2013 byl podstatně vyrovnanější, přestože k více překročením došlo v lednu a únoru, nedošlo k nějakým dlouhodobým extrémním epizodám. Rok 2014 pak byl velmi dobrý z hlediska nepříznivých rozptylových podmínek, koncentrace  $PM_{10}$  nedosahovaly vysokých hodnot. K překročení limitní hodnoty docházelo zejména v lednu (7) a v prosinci (5).

Vliv dopravy se projevil rovněž v koncentracích  $NO$ , které byly v průměru více než 3x vyšší než v lokalitě AIM Jihlava. Koncentrace  $NO_2$  byly v obou lokalitách srovnatelné, k překročení imisních limitů pro  $NO_2$  nedošlo ani na jedné ze stanic – naopak koncentrace se pohybují pod dolní mezí pro posuzování.

Z uvedených dat vyplývá, že v rezidenčních částech Jihlavy je velmi dobrá kvalita ovzduší, blíží se regionálním pozadovým hodnotám. V oblasti průmyslové zóny sousedící s dálnicí D1 je ovzduší horší, ale zdaleka ne tolik, jako například v dopravních lokalitách větších aglomerací (Praha, Brno).

## 5 Citovaná literatura

- [1] *Zákon č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší*, 2012.
- [2] ČHMÚ, *Aktualizace krajského programu ke zlepšení kvality ovzduší kraje Vysočina*, Jihlava, 2009.
- [3] J. Bednář, „Kompendium ochrany kvality ovzduší, část 1: Meteorologie,“ *Ochrana ovzduší 2/2003*, 2003.
- [4] ČHMÚ, „Portál ČHMÚ,“ ČHMÚ, [Online]. Available: <http://www.chmi.cz/>.
- [5] ČHMÚ, „Znečištění ovzduší na území České Republiky,“ 2012. [Online]. Available: [http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/grafroc\\_CZ.html](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/grafroc_CZ.html).



## 6 Datová část

Datová část obsahuje následující kapitoly:

- I. ROČNÍ PŘEHLED PRŮMĚRNÝCH MĚSÍČNÍCH KONCENTRACÍ MĚŘENÝCH ŠKODLIVIN
  
- II. PŘEHLED VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ IMISNÍHO MONITORINGU:
  - PRŮMĚRNÉ 24-HODINOVÉ KONCENTRACE ŠKODLIVIN,
  - STATISTIKA MĚŘENÍ,
  - GRAFICKÉ VYJÁDŘENÍ.
  
- III. KLIMATOLOGICKÉ ÚDAJE ZA SLEDOVANÉ OBDOBÍ