



# VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ IMISÍ V PRŮMYSLOVÉ ZÓNĚ JIHLAVA V LETECH 2010 – 2016

---



# 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> ) .....	4
<b>3</b>	<b>VYHODNOCENÍ KVALITY OVZDUŠÍ V PRŮMYSLOVÉ ZÓNĚ JIHLAVA</b> .....	<b>5</b>
3.1	ČÁSTICE PM <sub>10</sub> A PM <sub>2,5</sub> .....	5
3.1.1	<i>Průměrné roční koncentrace</i> .....	5
3.1.2	<i>Průměrné 24hodinové koncentrace</i> .....	8
3.1.3	<i>Vliv meteorologických podmínek na koncentrace částic</i> .....	17
3.2	OXIDY DUSÍKU NO, NO <sub>2</sub> A NO <sub>x</sub> .....	22
3.2.1	<i>Průměrné roční koncentrace</i> .....	22
3.2.2	<i>Průměrné 24 hodinové koncentrace oxidů dusíku</i> .....	25
3.2.3	<i>Hodinové koncentrace NO<sub>2</sub></i> .....	32
3.2.4	<i>Vliv meteorologických podmínek</i> .....	32
<b>4</b>	<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>35</b>
<b>5</b>	<b>CITOVANÁ LITERATURA</b> .....	<b>36</b>
<b>6</b>	<b>DATOVÁ ČÁST</b> .....	<b>37</b>

## 1 Úvod

Stanice měřící imisní zatížení průmyslové zóny Jihlava (Automotive Lighting) leží v areálu firmy Automotive Lighting nedaleko křižení 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 pozadovou stanici reprezentující pozadí města Jihlavy. Regionální pozadová stanice v Košetících měří pozadí kraje Vysočina s minimálním ovlivněním antropogenními zdroji. Zatímco stanice AIM Jihlava i Košetice jsou charakterizovány jako pozadové, stanice Automotive Lighting lze označit jako dopravou zatíženou stanicí, 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 2016 a budou probíhat případné opravy, a to až do vydání tabelární ročenky ČHMÚ za rok 2016. Do té doby mohou nastat drobné změny v datech a průměrných hodnotách.

Data budou rovněž srovnána s platnými imisními limity uvedenými v následující Tab. 1.

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	$40 \mu g \cdot m^{-3}$	$32 \mu g \cdot m^{-3}$	$26 \mu g \cdot m^{-3}$	

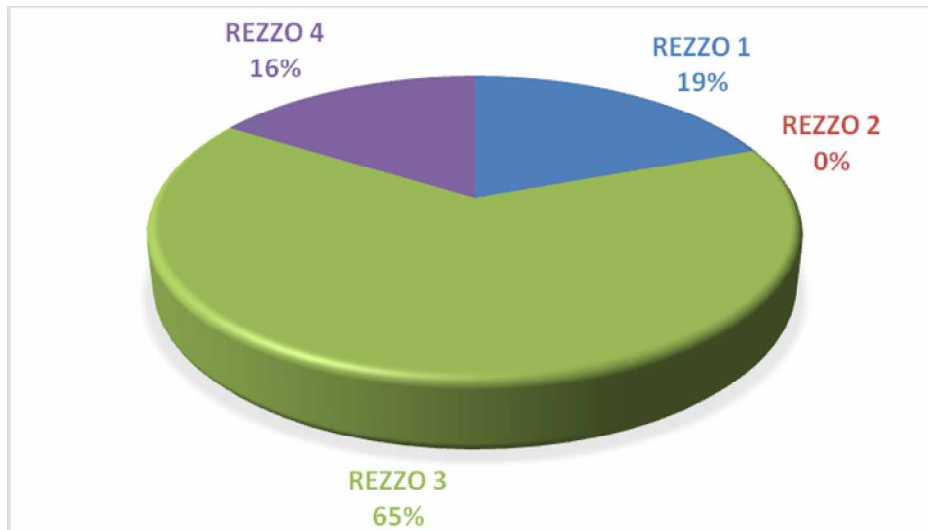
## 2 Původ znečištění

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 znečišťující látky (TZL) 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 2014 uvádí Obr. 1.



Obr. 1 - Podíl jednotlivých kategorií zdrojů na emisích TZL, Vysočina, 2014

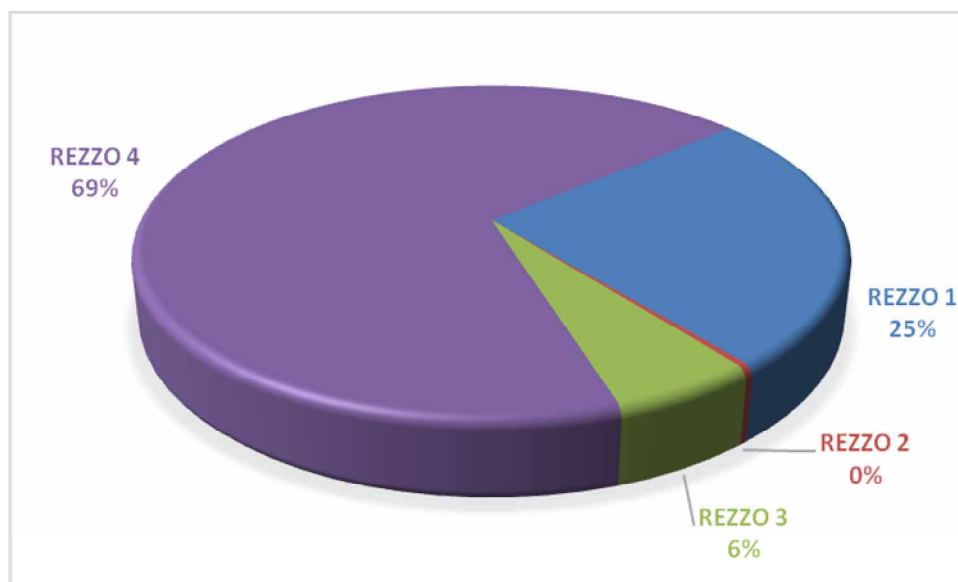
Z grafu vyplývá, že majoritním zdrojem znečištění tuhými látkami v kraji Vysočina jsou **malé zdroje (REZZO 3)**, především lokální topeniště pro vytápění domácností. Následují zvláště velké a velké zdroje (REZZO 1) a dále mobilní zdroje (REZZO 4), do kterých se kromě emisí z exhalací započítávají i otěry (vozovky, pneumatik) a také re-emise (opětovný vnos již jednou sedimentovaných částic

vlivem víření vzduchu způsobeného pohybem mobilních zdrojů). Z podrobných analýz [2] pak vyplývá, že v některých ORP jsou majoritním zdrojem právě lokální topeniště.

## 2.2 Emise oxidů dusíku (NO<sub>x</sub>)

Oxidy dusíku (NO<sub>x</sub>) 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 2014 uvádí Obr. 2.



Obr. 2 - Podíl jednotlivých kategorií zdrojů na emisích NO<sub>x</sub>, Vysočina, 2014

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 20 % všech emisí NO<sub>x</sub> v kraji Vysočina.

Z podrobnější analýzy [2] vyplývá, že ve většině ORP jsou majoritním zdrojem emisí NO<sub>x</sub> mobilní zdroje REZZO4. V ORP, kterými prochází dopravní tepna D1 se hodnota emisí z REZZO4 blíží k 100 % všech emisí NO<sub>x</sub>. Majoritními nejsou mobilní zdroje pouze v ORP Jihlava, Žďár nad Sázavou a Pacov jsou významněji zastoupeny stacionární zdroje, především REZZO1.

### 3 Vyhodnocení kvality ovzduší v průmyslové zóně Jihlava

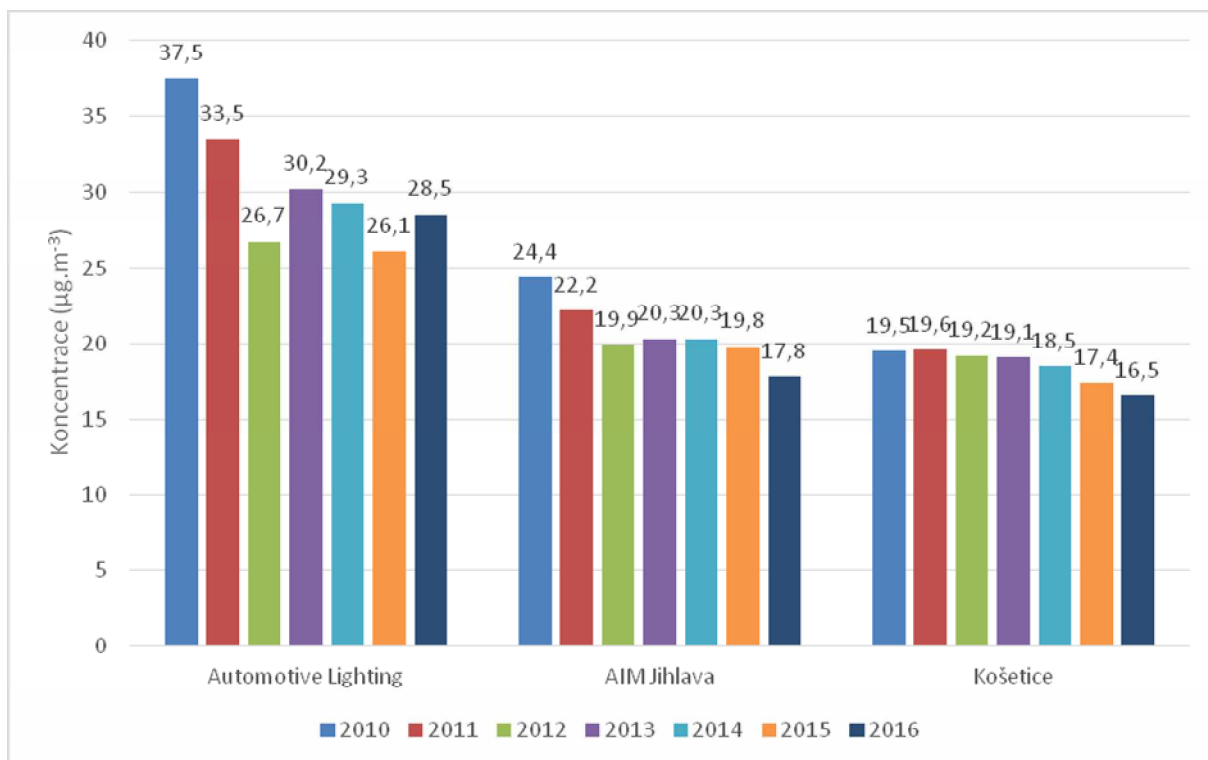
V následujících kapitolách bude hodnocena kvalita ovzduší v průmyslové zóně města Jihlavy na základě dat naměřených stanicí Automotive Lighting v letech 2010 až 2016. Tato data budou srovnána s měřením ČHMÚ na stanicích AIM Jihlava (leží v areálu ZŠ Demlova, měří pozadí města Jihlavy) a AIM Košetice (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>

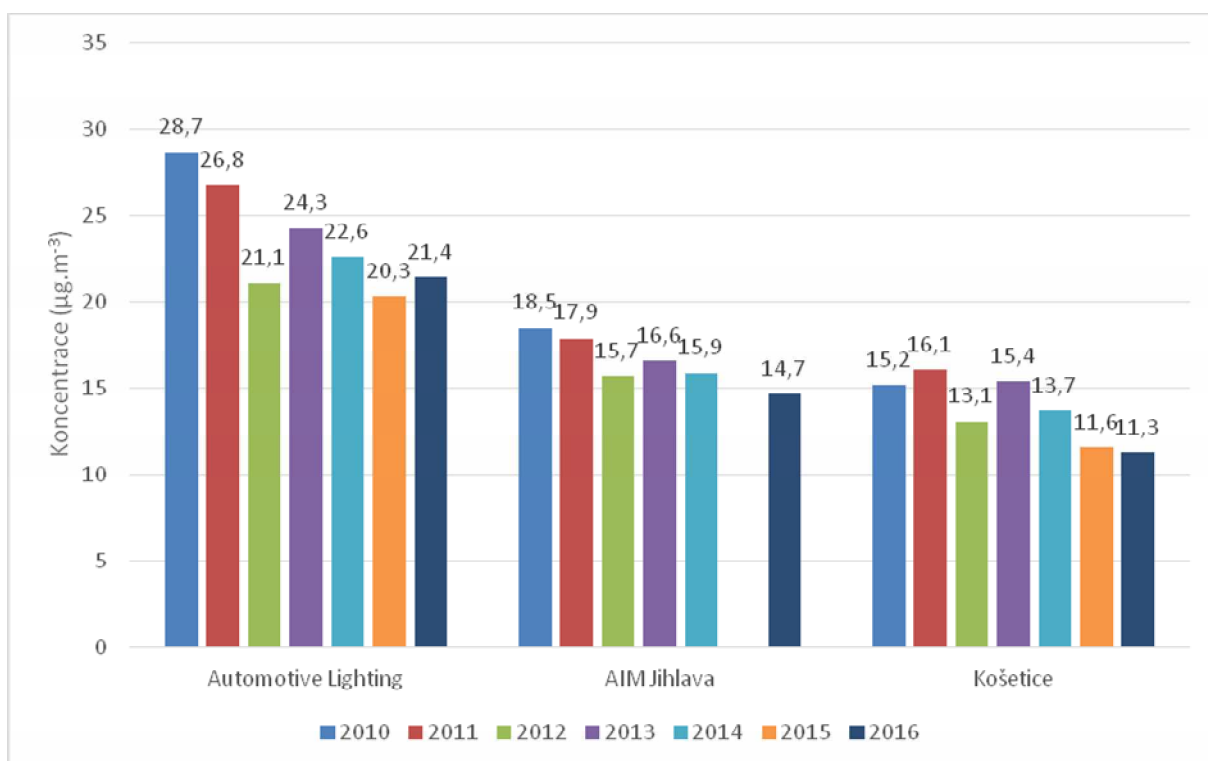
Pro částice PM<sub>10</sub> stanovuje platná legislativa dva imisní limity, a to pro průměrnou roční koncentraci a pro průměrnou 24hodinovou koncentraci. Jemnější částice PM<sub>2,5</sub> mají pouze jeden imisní limit pro průměrnou roční koncentraci [1].

##### 3.1.1 Průměrné roční koncentrace

Měření v lokalitě Automotive Lighting poskytuje sedm hodnot ročního průměru v této lokalitě za roky 2010 až 2016, 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 Košetických zobrazují Obr. 3 a Obr. 4.



Obr. 3 - Průměrné roční koncentrace PM<sub>10</sub> v letech 2010 – 2016



Obr. 4 - Průměrné roční koncentrace PM<sub>2,5</sub> v letech 2010 – 2016

Z Obr. 3 je patrné, že imisní limit pro průměrnou roční koncentraci  $PM_{10}$  ( $40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) nebyl na žádné z lokalit v letech 2010 – 2016 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. 3 patrné, že rok 2016 byl z hlediska průměrných ročních koncentrací částic  $PM_{10}$  podobný jako rok 2013 a 2014, koncentrace byly jen o něco vyšší než v roce 2015 a 2012. Košetice mají poměrně vyrovnaný trend koncentrací ve všech letech, rovněž lokalita AIM Jihlava má v posledních letech velmi podobné koncentrace. V lokalitě Automotive lighting závisí na daném roku více, přesto jsou v posledních letech koncentrace nízké.

Koncentrace  $PM_{2,5}$  jsou v lokalitě Automotive Lighting opět nejvyšší a podobně jako v případě  $PM_{10}$  mají na území Jihlavy v roce 2015 svá minima. Rok 2016 je co se týče průměrných ročních koncentrací  $PM_{2,5}$  spolu s rokem 2012 jen mírně horší. V případě Košetice nejde na rozdíl od Jihlavy o trvale klesající trend. Koncentrace jsou zde poměrně vyrovnané.

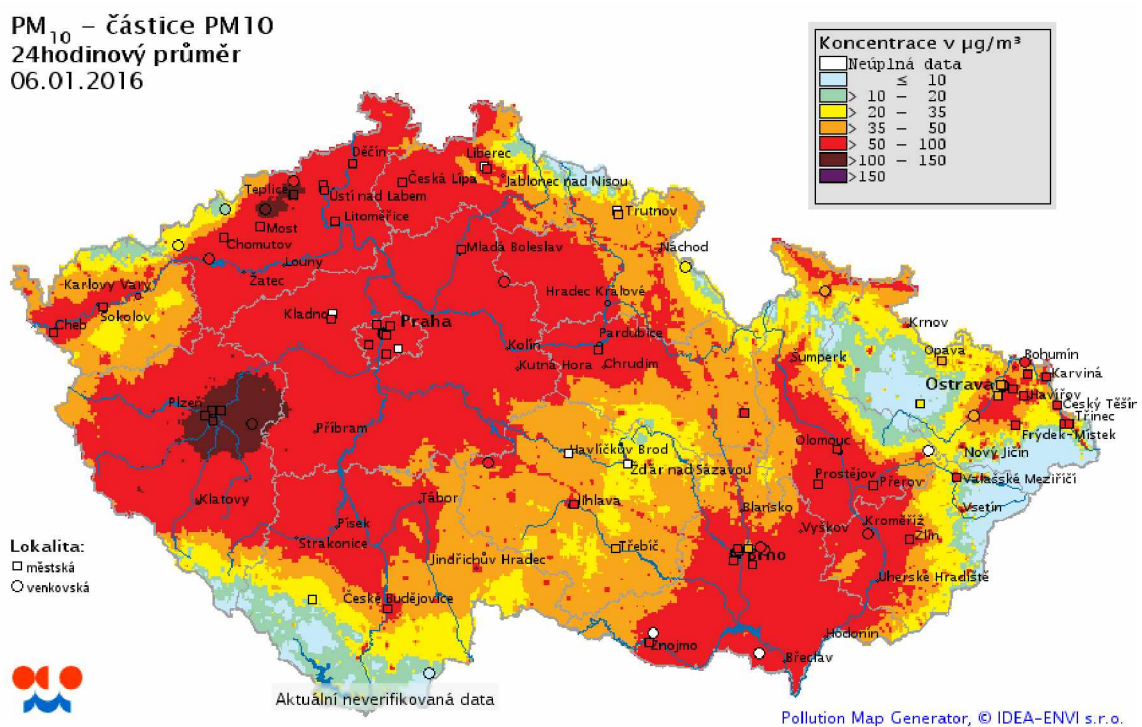
Z Obr. 4 vyplývá, že k překročení imisního limitu pro  $PM_{2,5}$  by v případě jeho platnosti došlo pouze v lokalitě Automotive Lighting v letech 2010 a 2011. V roce 2012 až 2016 by již k překročení nedošlo. Zbylé dvě pozadřové lokality se v celém sledovaném období pohybují hluboko pod imisním limitem pro  $PM_{2,5}$ .

**Doprava tedy významně ovlivňuje obě frakce PM. V dopravní lokalitě Automotive Lighting byly v roce 2016 o  $10,7 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  vyšší koncentrace  $PM_{10}$  než je městské pozadí Jihlavy měřené v lokalitě AIM Jihlava. Koncentrace  $PM_{2,5}$  nebyly pro nižší počet dat v lokalitě AIM Jihlava hodnoceny.**



### 3.1.2 Průměrné 24hodinové koncentrace

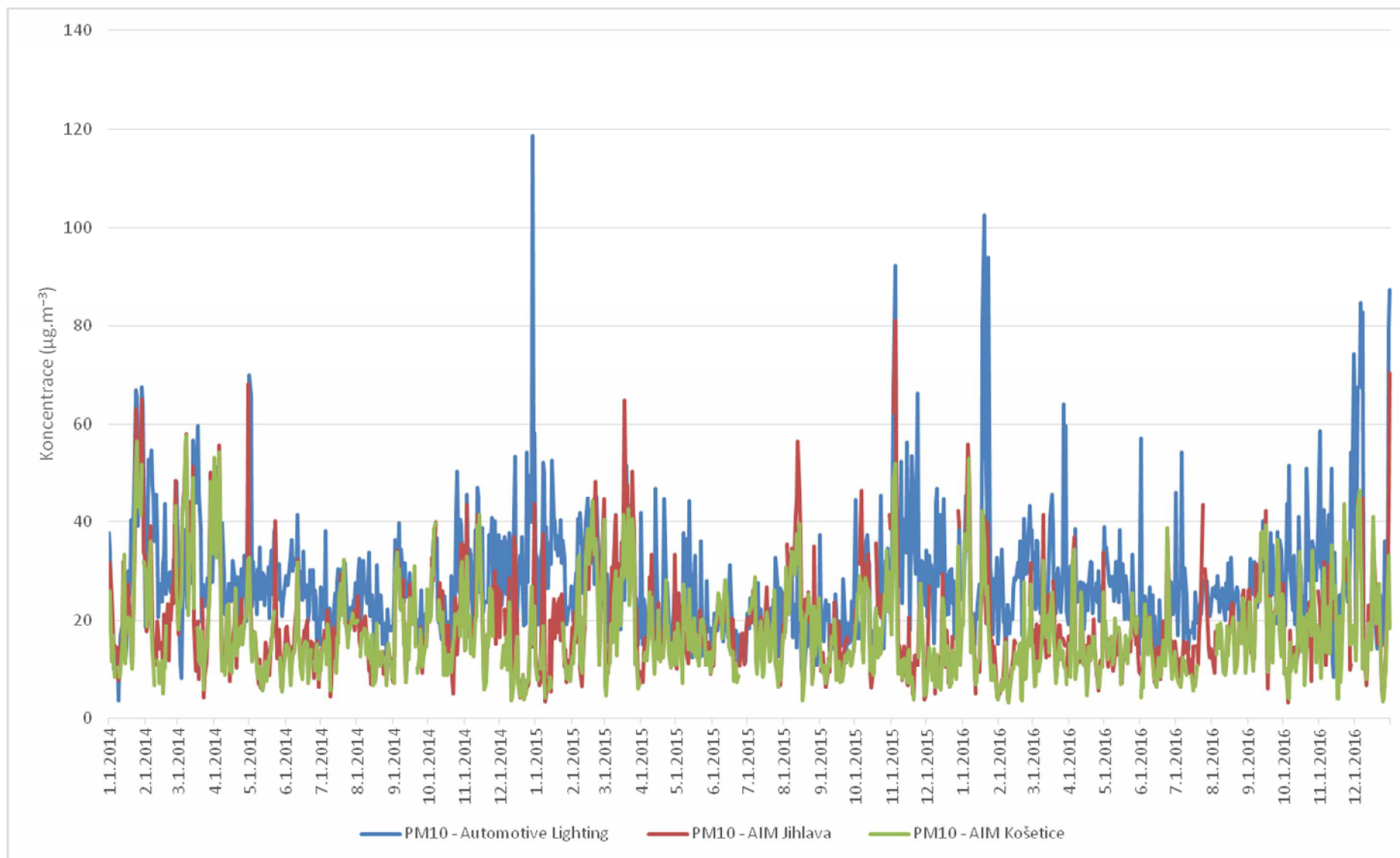
Trend průměrných 24hodinových a měsíčních koncentrací PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub> ve všech třech lokalitách zobrazují následující Obr. 6 - Obr. 11. Z grafů je patrné, že trendy jsou na všech lokalitách obdobné, nejvyšší koncentrace jsou dosahovány v zimním období, nejnižší koncentrace jsou pak v létě. Koncentrační maxima v roce 2016 se vyskytovala pouze ojedinele. V lokalitě Automotive Lighting byly nejvyšší koncentrace naměřeny během ledna 2016. Hned po Novém roce (5. a 6. 1.) byly vlivem zhoršených rozptylových podmínek měřeny vysoké koncentrace PM<sub>10</sub> prakticky v celé ČR (Obr. 5). V těchto obdobích byly koncentrace PM na všech lokalitách takřka shodné – viz. Obr. 6 a Obr. 9. Přestože Vysočina patřila k nejlepším oblastem ČR, i zde byly měřeny nadlimitní koncentrace pro průměrnou denní koncentraci PM<sub>10</sub>, tento den byl jediným, kdy došlo k překročení hodnoty imisního limitu i v lokalitě Košetice. Nejvyšší průměrná denní koncentrace PM<sub>10</sub> v lokalitě Automotive Lighting byla naměřena dne 19. 1. 2016 (102,5 µg·m<sup>-3</sup>).



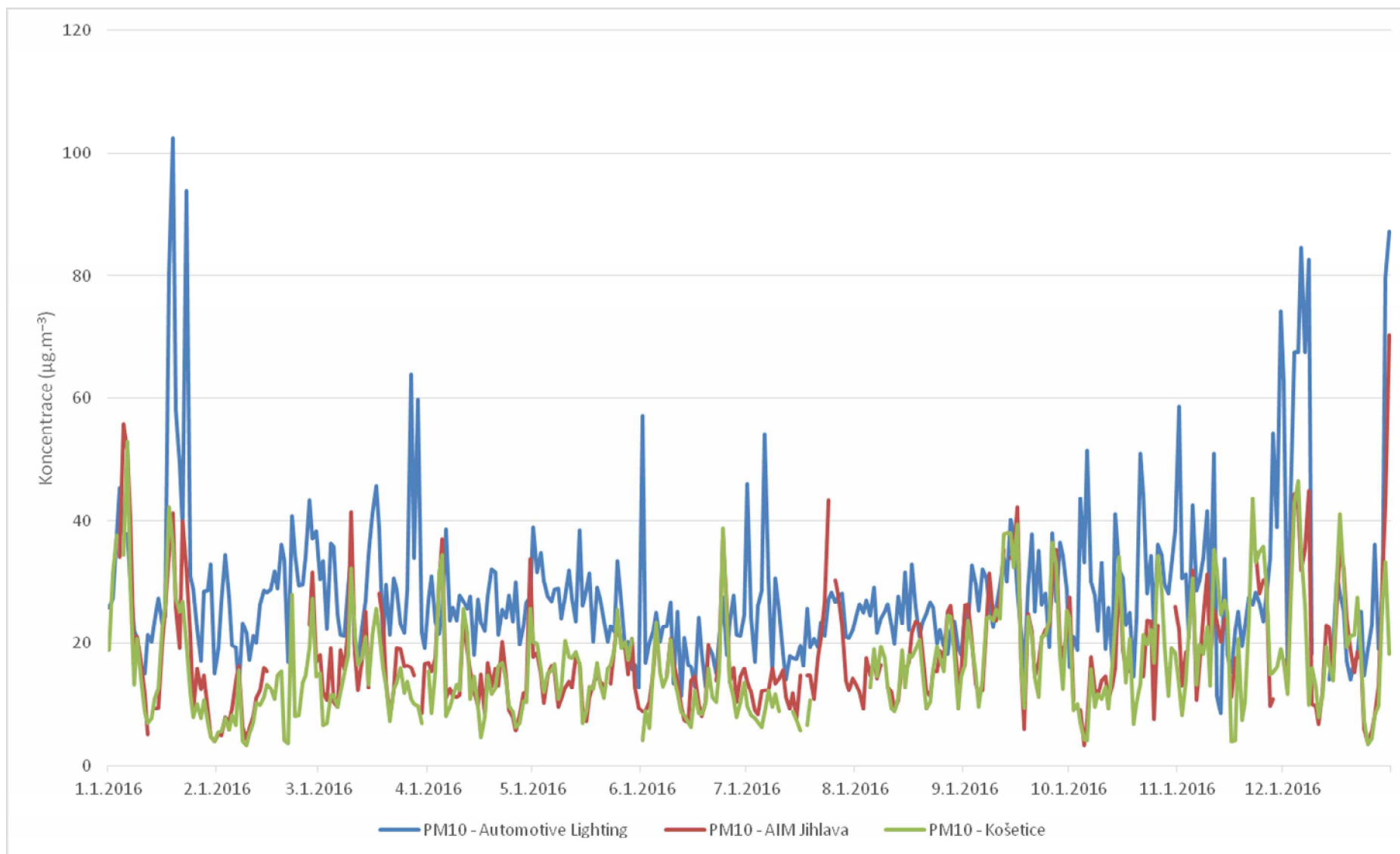
Obr. 5 - Situace se zhoršenou kvalitou ovzduší 6. 1. 2016 – model operativních dat

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.

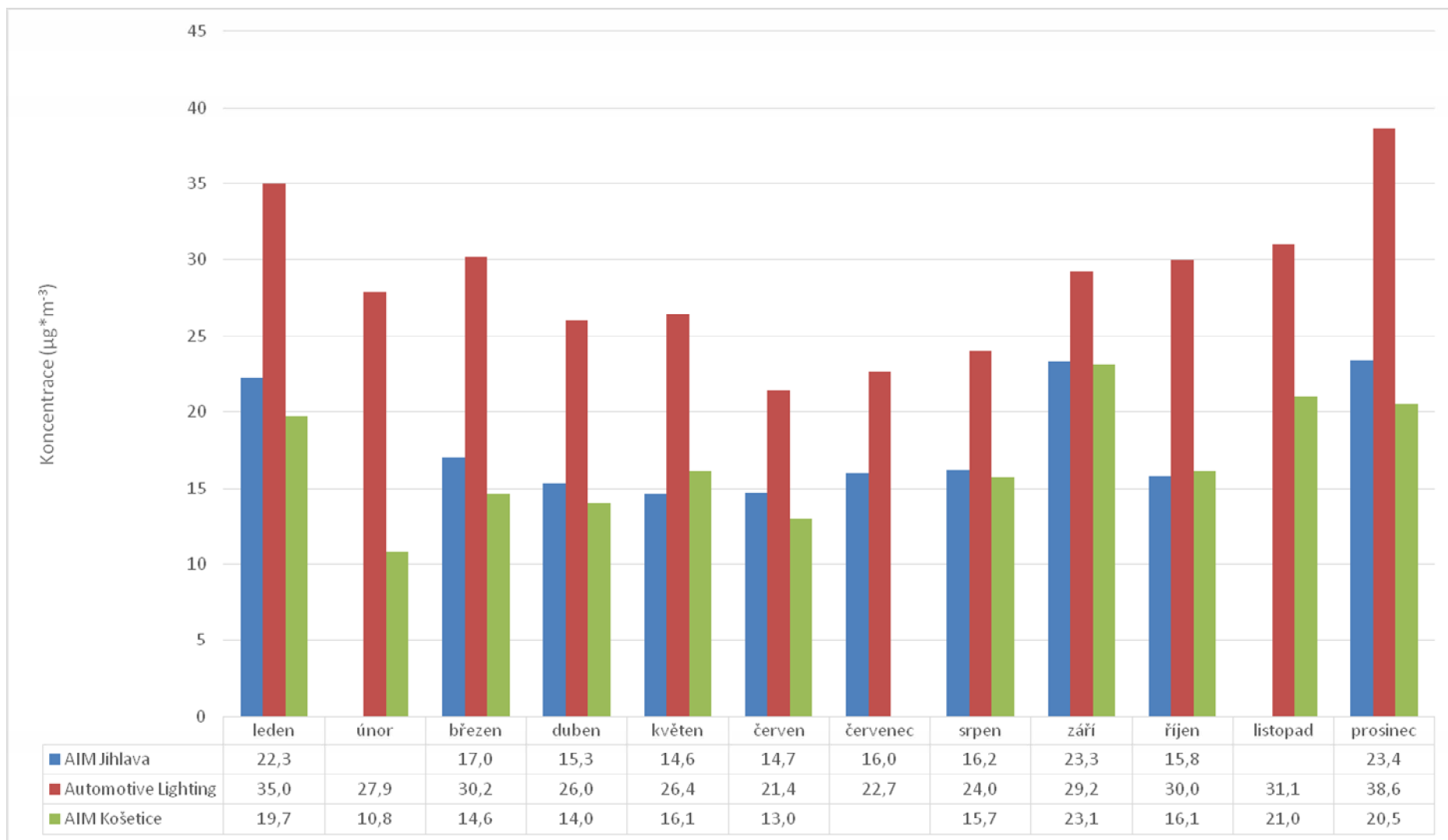
Z Obr. 6 a Obr. 9 zobrazující trendy průměrných 24hodinových koncentrací PM je patrné, že koncentrace měřené v lokalitách AIM Jihlava a Košetice jsou velmi podobné a že tedy v residenční pozadové části města Jihlava jsou z hlediska kvality ovzduší velmi dobré podmínky srovnatelné s regionálním pozadím. V průmyslové lokalitě poblíž dálnice D1 jsou koncentrace znatelně vyšší, avšak ani zde se koncentrace neblíží dopravním lokalitám ve velkých aglomeracích, jako jsou Praha nebo Brno. Rovněž je z průměrných měsíčních koncentrací patrné, že největší rozdíl mezi lokalitou Automotive Lighting a zbylými dvěma lokalitami je v topné sezóně. Z toho lze usuzovat i na ovlivnění lokálními topeništi.



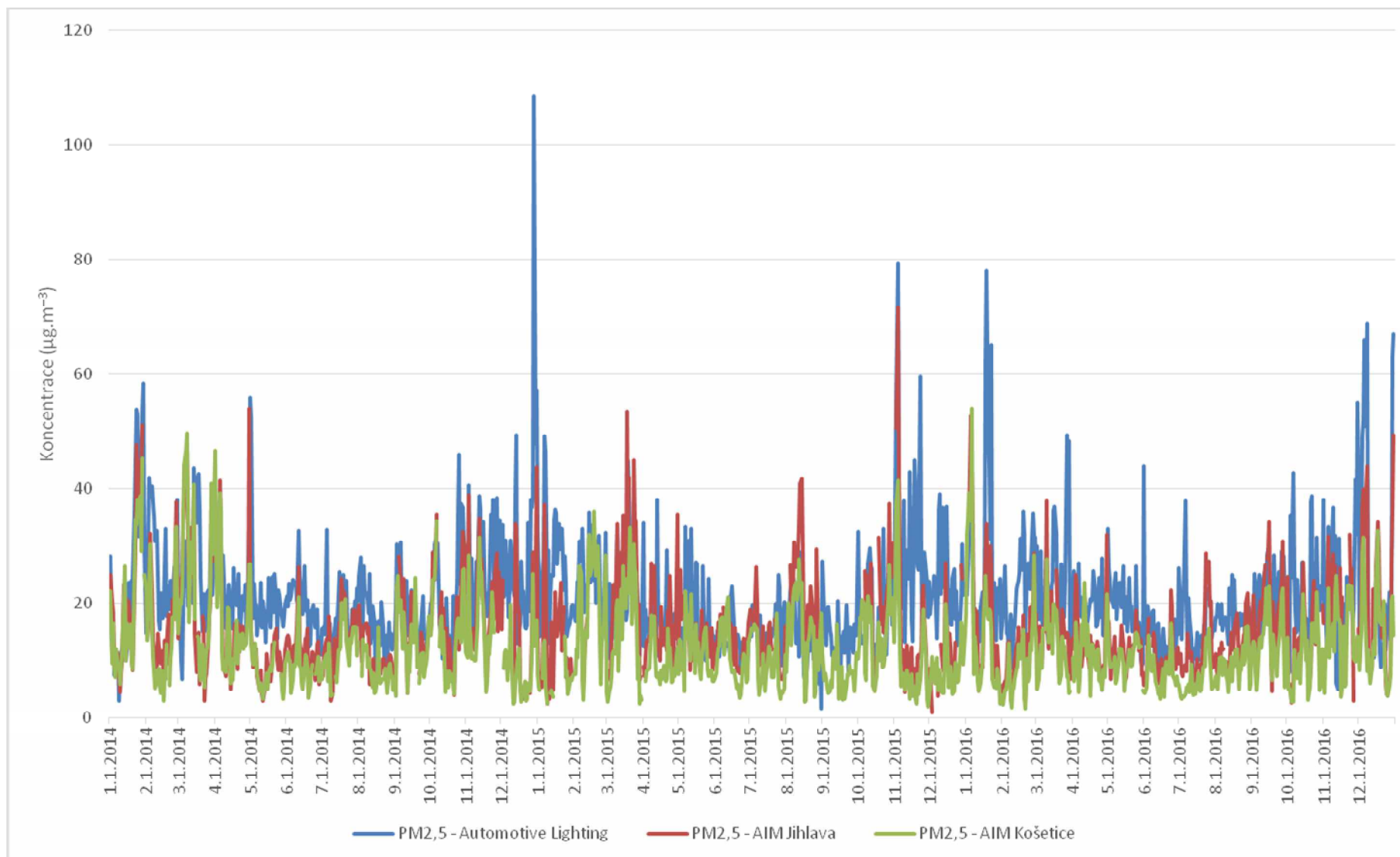
Obr. 6 - Trendy průměrných 24hodinových koncentrací PM<sub>10</sub>, lokality Automotive Lighting, AIM Jihlava a AIM Košetice, 2014 – 2016



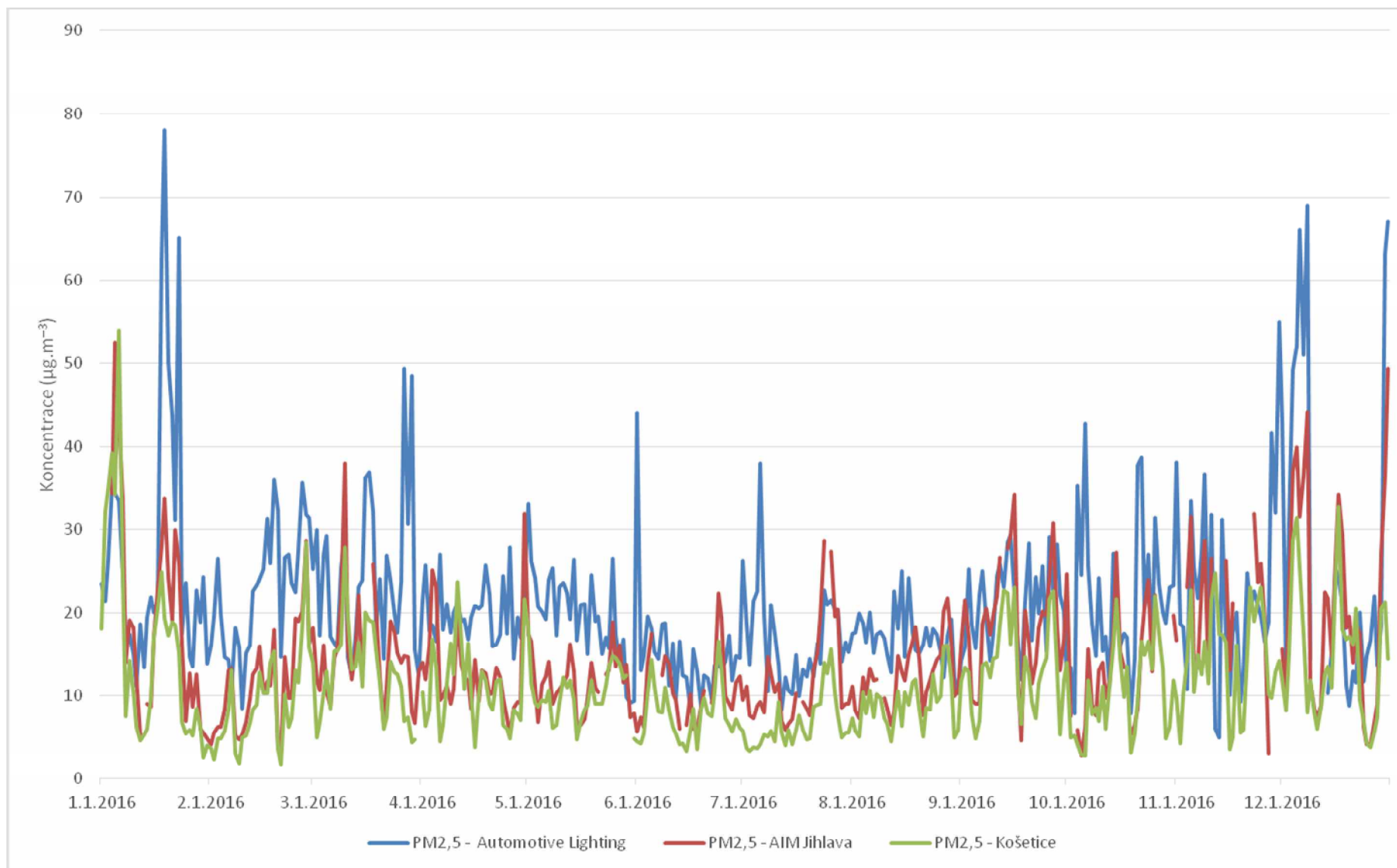
Obr. 7 – Srovnání průměrných 24hodinových koncentrací PM<sub>10</sub> naměřených v lokalitě Automotive Lighting, AIM Jihlava a Košetice, rok 2016



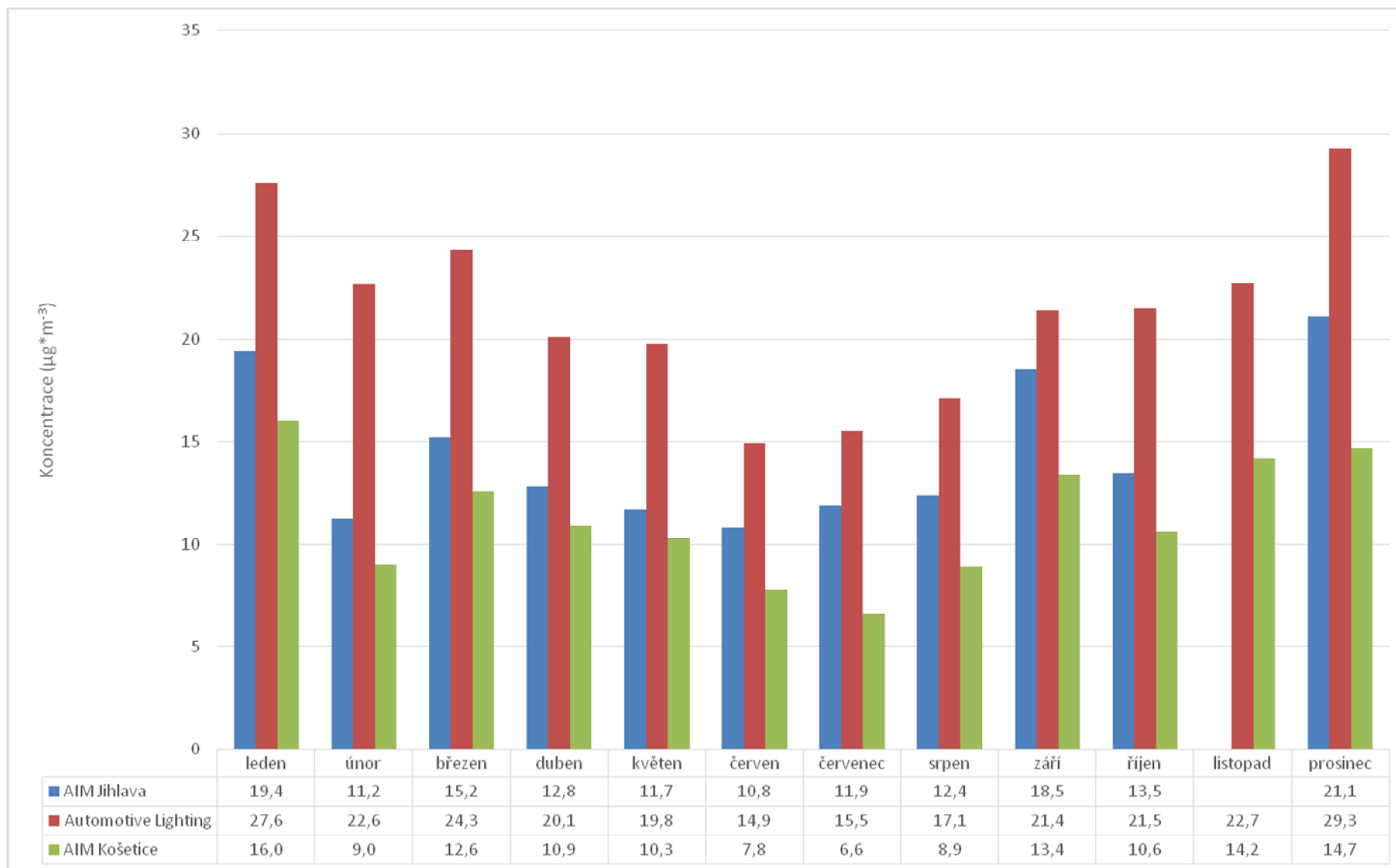
Obr. 8 - Průměrné měsíční koncentrace PM<sub>10</sub> na stanicích AIM Jihlava, Automotive Lighting a Košetice, rok 2016



Obr. 9 - Trendy průměrných 24hodinových koncentrací PM<sub>2,5</sub>, lokality Automotive Lighting, AIM Jihlava a AIM Košetice, 2014 – 2016

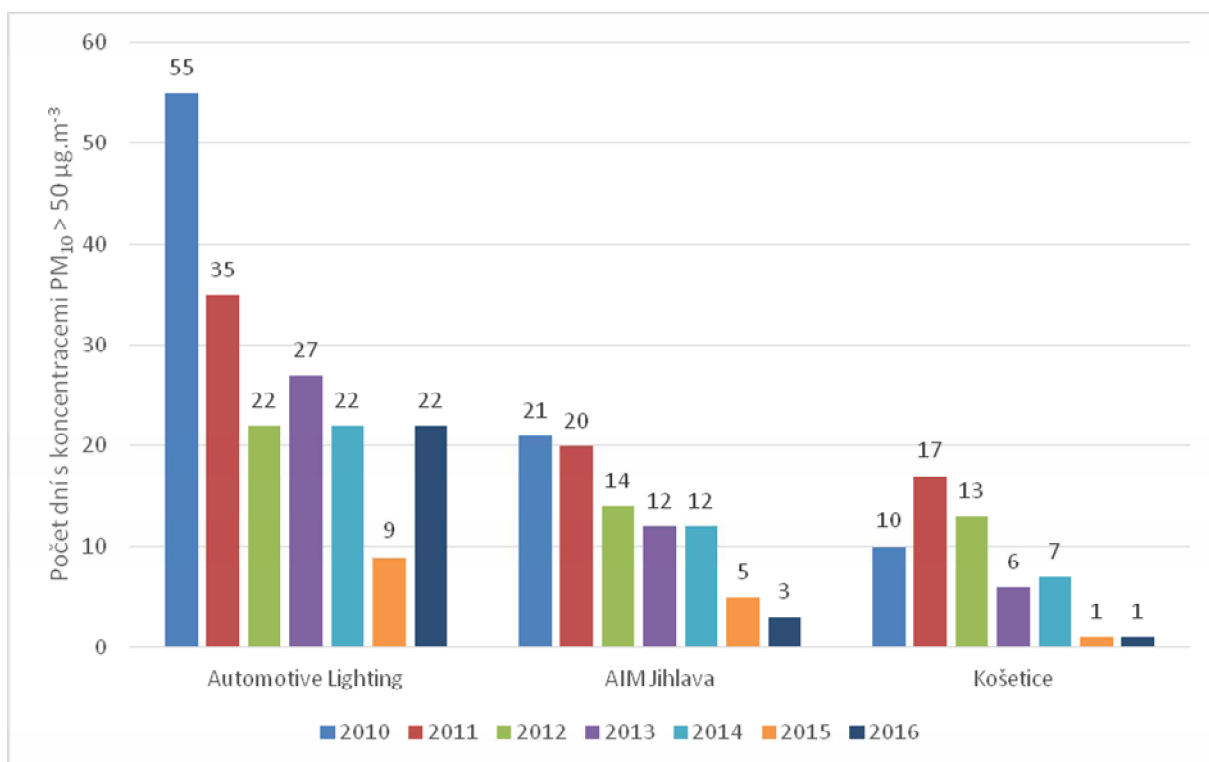


Obr. 10 - Srovnání průměrných 24hodinových koncentrací PM<sub>2,5</sub> naměřených v lokalitě Automotive Lighting, AIM Jihlava a Košetice, rok 2016



Obr. 11 - Průměrné měsíční koncentrace PM<sub>2,5</sub> na stanicích AIM Jihlava, Automotive Lighting a Košetice, rok 2016

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. 12 je zobrazen počet překročení na jednotlivých lokalitách v letech 2010 – 2016. 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 roce 2015 došlo k dramatickému poklesu počtu překročení na všech lokalitách díky velmi příznivým rozptylovým podmínkám během celého roku. Došlo pouze k 9 překročením, v případě AIM Jihlava došlo k 5 překročením a lokalita Košetice pouze jednou překročila hodnotu  $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . V roce 2016 došlo v lokalitě Automotive Lighting ke zhoršení na úroveň roku 2014 a 2012, což potvrzuje výjimečnost roku 2015. V případě lokality AIM Jihlava došlo k mírnému poklesu počtu dní s koncentracemi  $\text{PM}_{10} > 50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , lokalita Košetice zůstala v roce 2016 na jediném překročení jako v roce 2015.



Obr. 12 - Počet dní s koncentracemi  $\text{PM}_{10} > 50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  v letech 2010 – 2016

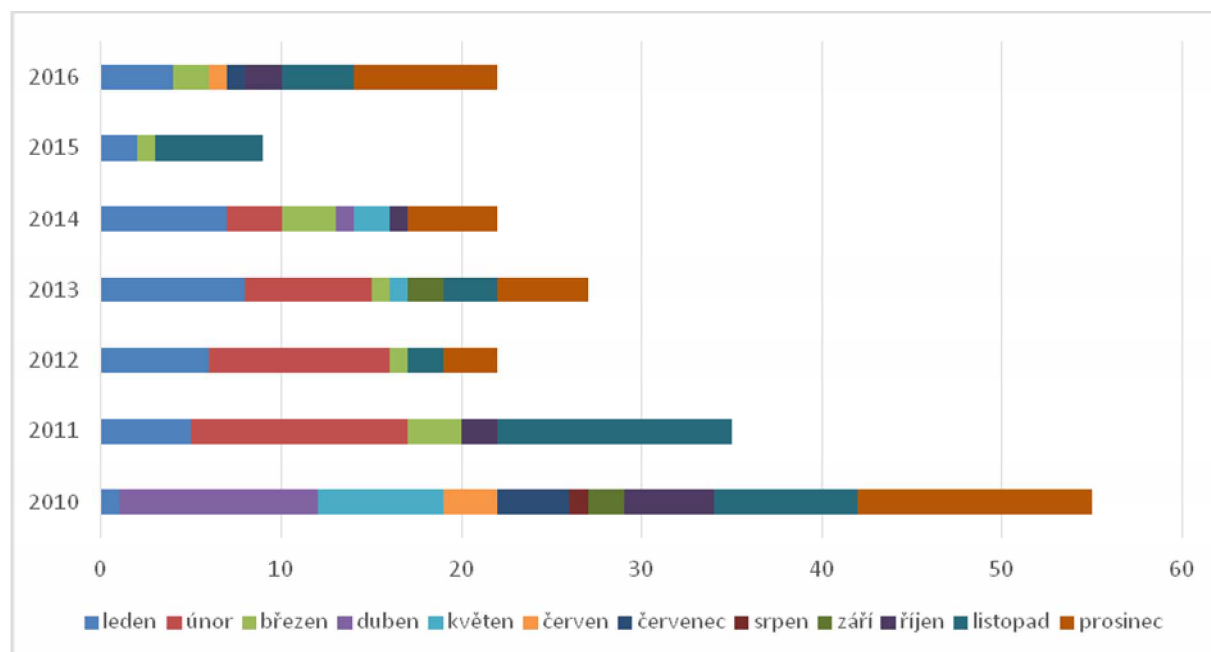
Vyšší počet překročení v lokalitě Automotive Lighting je nutné přičíst zejména vlivu dopravy jednak z logistiky průmyslové zóny a také z dálnice D1. V roce 2010 byla rovněž stanice často ovlivněna stojícími kamiony v blízkosti stanice s nastartovanými dieselovými motory, které v trendu koncentrací udělaly 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. 13). Vliv dopravy oproti lokalitě AIM Jihlava je však stále znatelný, proto stále v této lokalitě dochází k nejvíce překročením. Avšak v letech 2011 - 2016 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



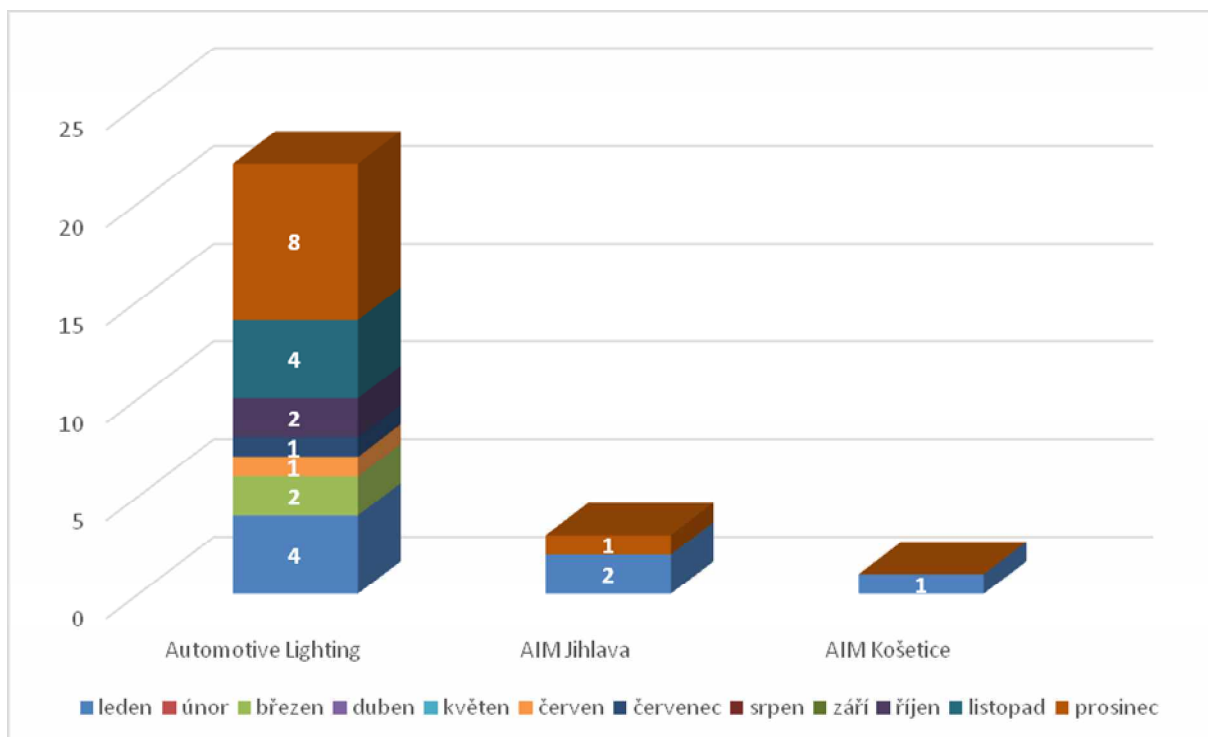
měsících překračují i pozadové lokality nebo se blíží ke koncentraci  $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , což v případě dopravní stanice Automotive Lighting často znamená překročení. Avšak stejně jako pozadových stanic v Jihlavě či Košeticích docházelo k překračování pouze v zimním období během topné sezóny a špatných rozptylových podmínek (říjen – březen). V letních měsících k překračování nedocházelo, jak ukazuje Tab. 2 a Obr. 13.

Tab. 2 – Počet dní s koncentracemi  $\text{PM}_{10} > 50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  v jednotlivých měsících, 2010 – 2016

Měsíc	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
leden	1	5	6	8	7	2	4
únor	0	12	10	7	3	0	0
březen	0	3	1	1	3	1	2
duben	11	0	0	0	1	0	0
květen	7	0	0	1	2	0	0
červen	3	0	0	0	0	0	1
červenec	4	0	0	0	0	0	1
srpen	1	0	0	0	0	0	0
září	2	0	0	2	0	0	0
říjen	5	2	0	0	1	0	2
listopad	8	13	2	3	0	6	4
prosinec	13	0	3	5	5	0	8



Obr. 13 - Počet dní s koncentracemi  $\text{PM}_{10} > 50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  v jednotlivých měsících, 2010 – 2016



Obr. 14 - Počet překročení PM<sub>10</sub> v jednotlivých lokalitách a měsících roku 2016

Z Obr. 14 je patrné, že nejhorším měsícem byl v lokalitě Automotive Lighting prosinec. Dále následovaly leden a listopad. V lednu došlo i k 2 překročením v lokalitě AIM Jihlava a jedinému překročení v lokalitě Košetice.

### 3.1.3 Vliv meteorologických podmínek na koncentrace částic

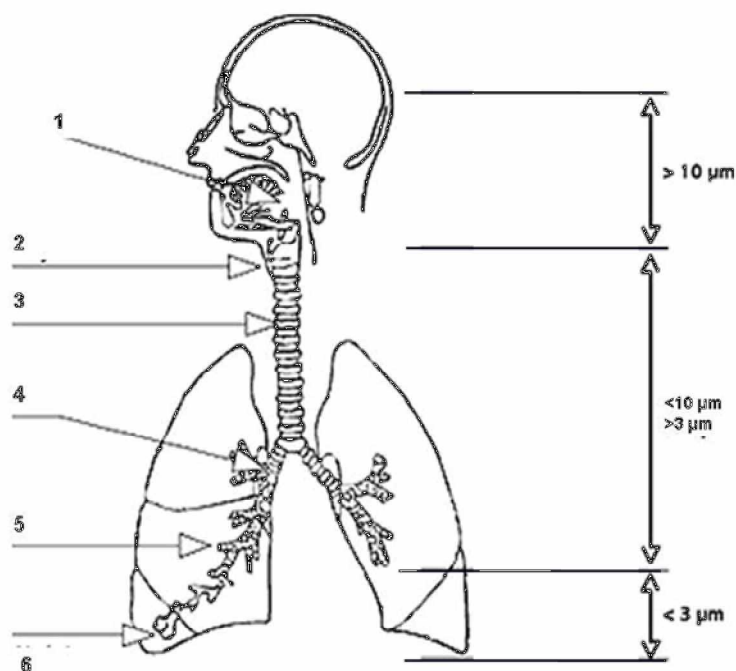
Jak již bylo uvedeno výše a je patrné z grafu na Obr. 14, k překračování dochází na pozadových lokalitách pouze a na dopravních převážně v chladné části roku (leden-březen, říjen-prosinec), kdy zvýšené koncentrace způsobují 2 faktory – meteorologické podmínky.

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 bezvětří nebo pouze nízké rychlosti větru a nedochází tedy k dostatečnému rozptylu škodlivin. Škodliviny se pak pod touto vrstvou kumulují a jejich koncentrace roste.

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. 16), přičemž je více zastoupená jemnější frakce (Obr. 17) 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.

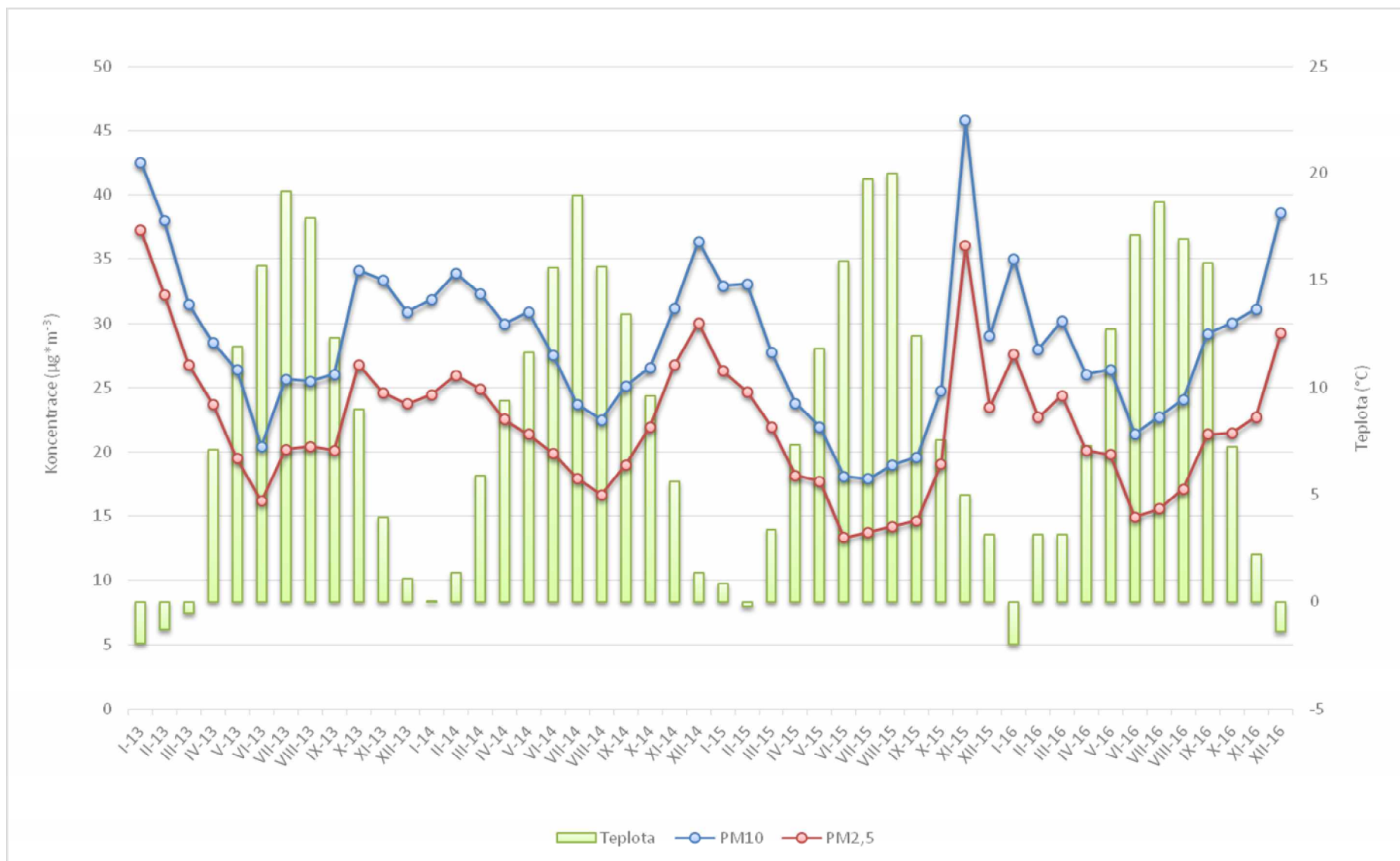
Jak je patrné z Obr. 16, nejvyšších hodnot koncentrací PM je dosahováno v zimních měsících s nejnižšími teplotami. Hodně závisí také na tom, jestli je inverzní charakter počasí s nízkými rychlostmi proudění větru, to jsou pak koncentrace zpravidla ještě vyšší. Zároveň je také z grafu

na Obr. 17 patrné, že právě v těchto měsících je zastoupení jemnější frakce  $PM_{2,5}$  v  $PM_{10}$  nejvyšší – činí až 81 % 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. 15 – 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.

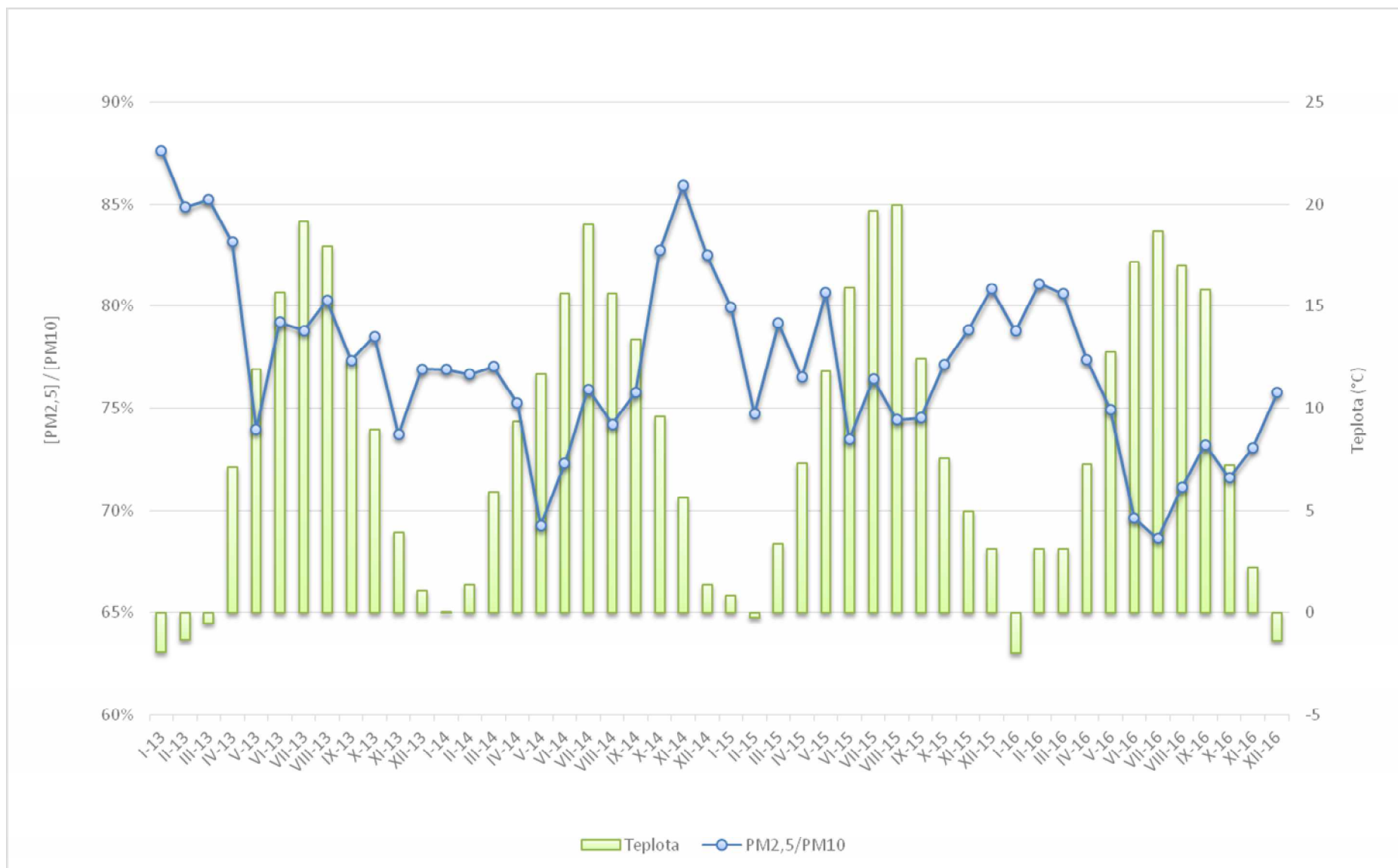


**Obr. 15 - Prostupnost jednotlivých frakcí částic dýchacím traktem člověka**

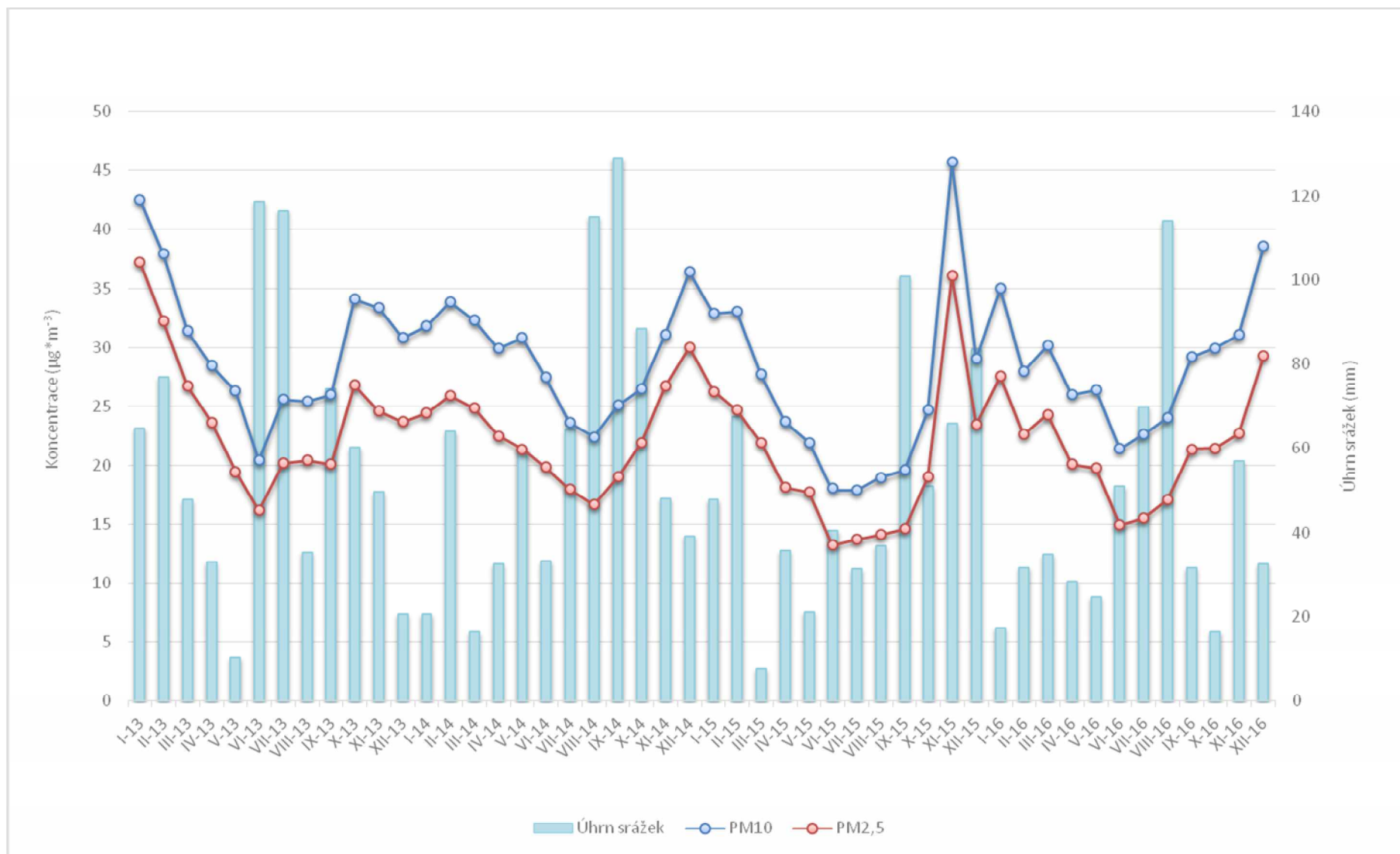
Dalším významným faktorem, ovlivňujícím koncentrace částic v ovzduší je přítomnost/nepřítomnost srážek. Srážky mají na částice dvojitý účinek – jednak pročišťují atmosféru tím, že strhávají částice k zemi, a jednak zvlhčením povrchu a částic na něm dochází v mnohem menší míře k re-emisi. Bylo zjištěno, 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 březnu 2015 či lednu 2016, kdy bylo v měsíčním úhrnu pouze minimum srážek a koncentrace PM vzrostly (Obr. 18). V posledních letech se srážky, resp. jejich nedostatek, nejvíce projevil v listopadu roku 2011. 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 smetat vozovky – nedochází tolik k resuspenzi a koncentrace PM v ovzduší klesá.



Obr. 16 - Korelace koncentrací PM s teplotou, lokalita Automotive Lighting, 2013 – 2016



Obr. 17 - Korelace relativního zastoupení PM<sub>2,5</sub> v PM<sub>10</sub> s teplotou, lokalita Automotive Lighting, 2013 – 2016



Obr. 18 - Korelace průměrných měsíčních koncentrací PM s měsíčním úhrnem srážek, lokalita Automotive Lighting, 2013 – 2016

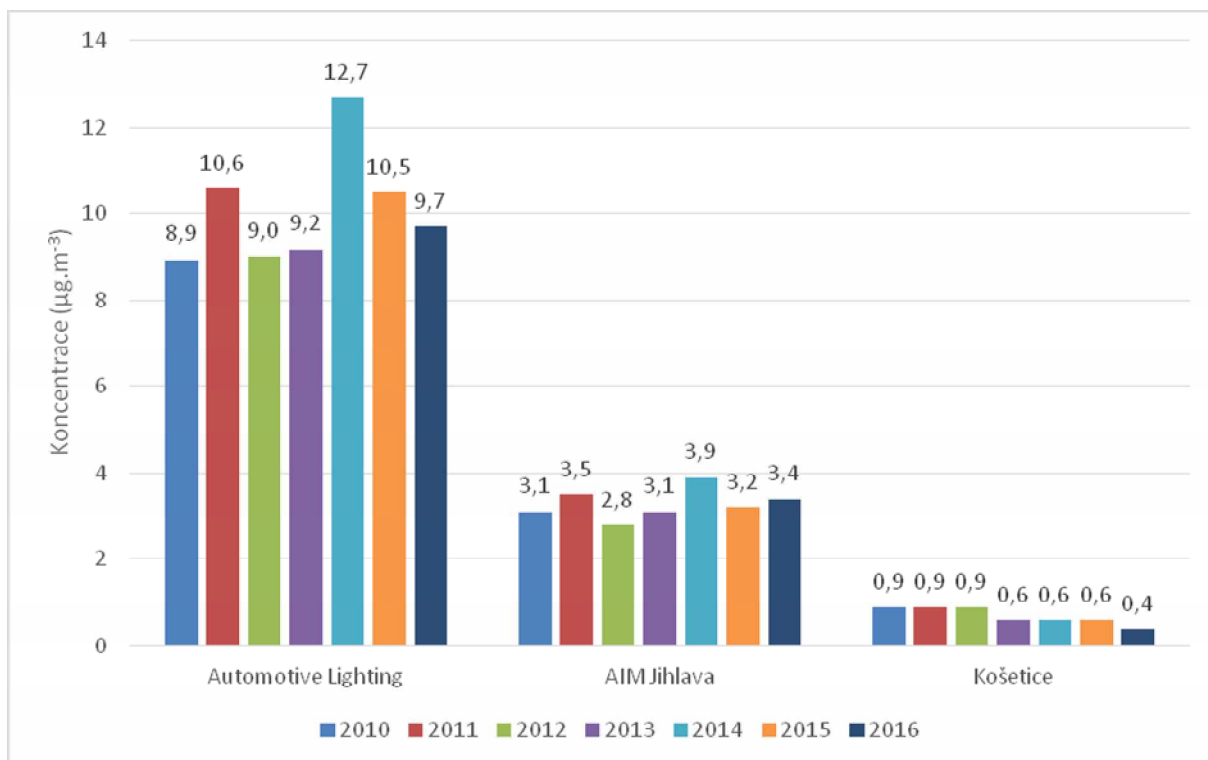
## 3.2 Oxidy dusíku NO, NO<sub>2</sub> a NO<sub>x</sub>

### 3.2.1 Průměrné roční koncentrace

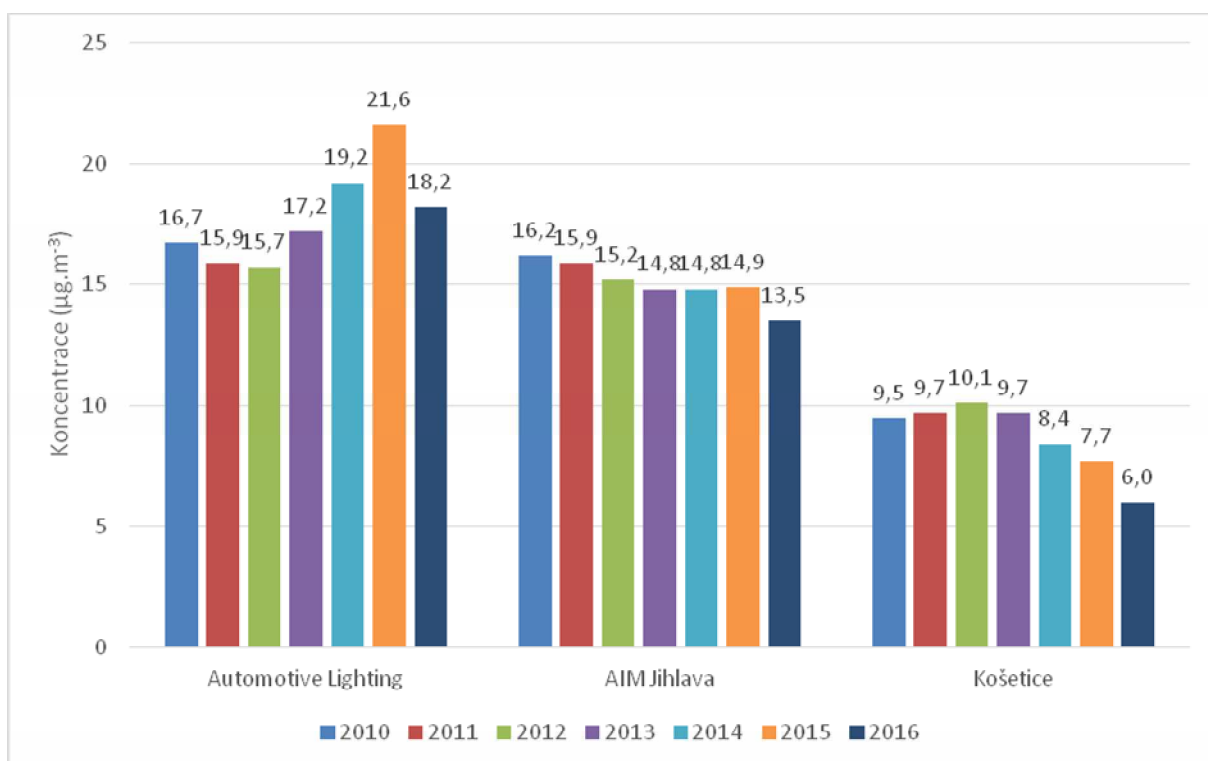
Na následujících Obr. 19, Obr. 20 a Obr. 21 jsou zobrazeny průměrné roční koncentrace NO, NO<sub>2</sub> a NO<sub>x</sub> v lokalitách Automotive Lighting, AIM Jihlava a Košetice. Z obrázků je patrné, že nejvyšší koncentrace jsou měřeny v lokalitě Automotive Lighting a nejnižší v Košetících. Důvodem je výrazné ovlivnění lokality Automotive Lighting mobilními zdroji, které jsou majoritním zdrojem oxidů dusíku (viz. Obr. 2), konkrétně pak NO. Proto je nejvýraznější rozdíl v naměřených koncentracích mezi jednotlivými lokalitami právě v případě NO (Obr. 19). Vliv dopravy se pak projevuje rovněž v koncentracích NO<sub>x</sub> (Obr. 21), 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<sub>2</sub>]. Čím vyšší má tento poměr hodnotu, tím více je lokalita zatížena dopravou (Obr. 22). Obrázek dokladuje, že lokalitu Automotive Lighting lze považovat za dopravní, AIM Jihlava a Košetice jsou lokality pozadřové, 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.

**V roce 2016 došlo k poklesu průměrných ročních koncentrací všech oxidů dusíků na všech lokalitách proti roku 2015. Při srovnání dvou Jihlavských lokalit je patrný zejména rozdíl v koncentracích NO. Na úrovni průměrných ročních koncentrací v roce 2016 byly koncentrace NO v lokalitě Automotive Lighting o 6,3 μg·m<sup>-3</sup> (286 %) 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 4,7 μg·m<sup>-3</sup> (135 %). Toto srovnání významně poukazuje na ovlivnění lokality Automotive Lighting mobilními zdroji.**

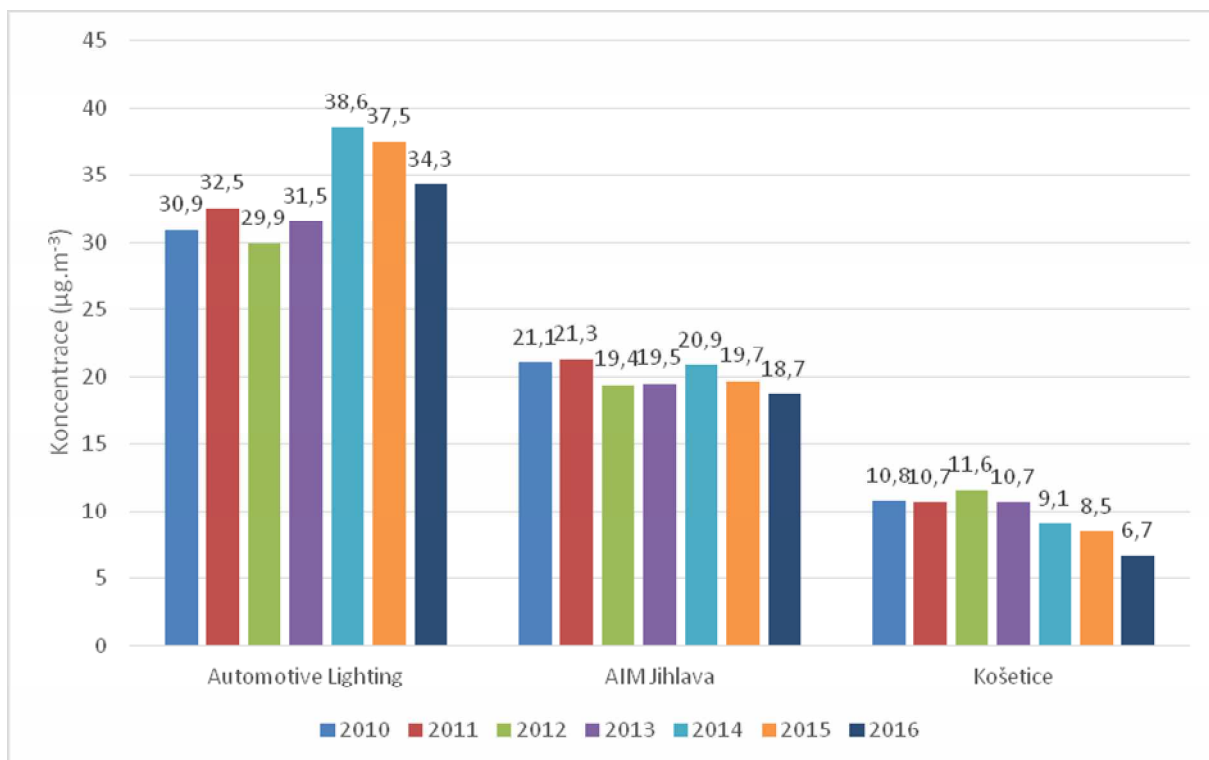


Obr. 19 - Průměrné roční koncentrace NO v letech 2010 – 2016

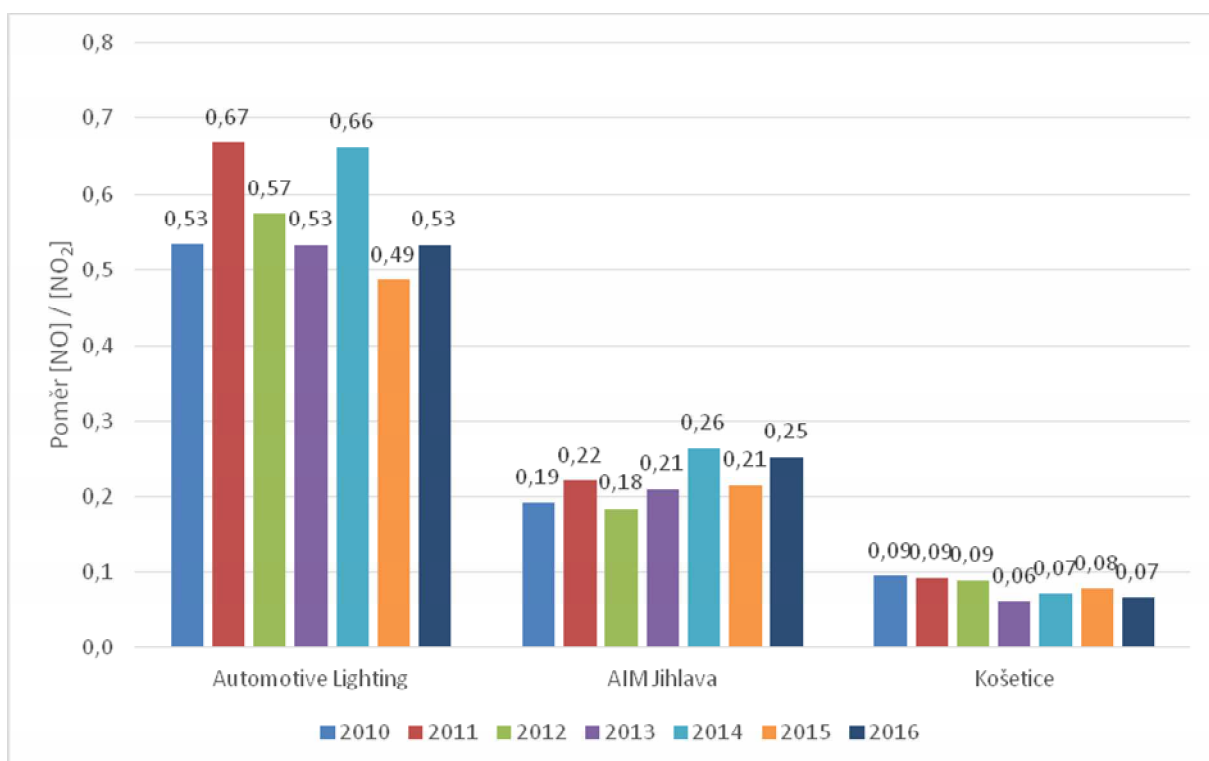


Obr. 20 - Průměrné roční koncentrace NO<sub>2</sub> v letech 2010 – 2016





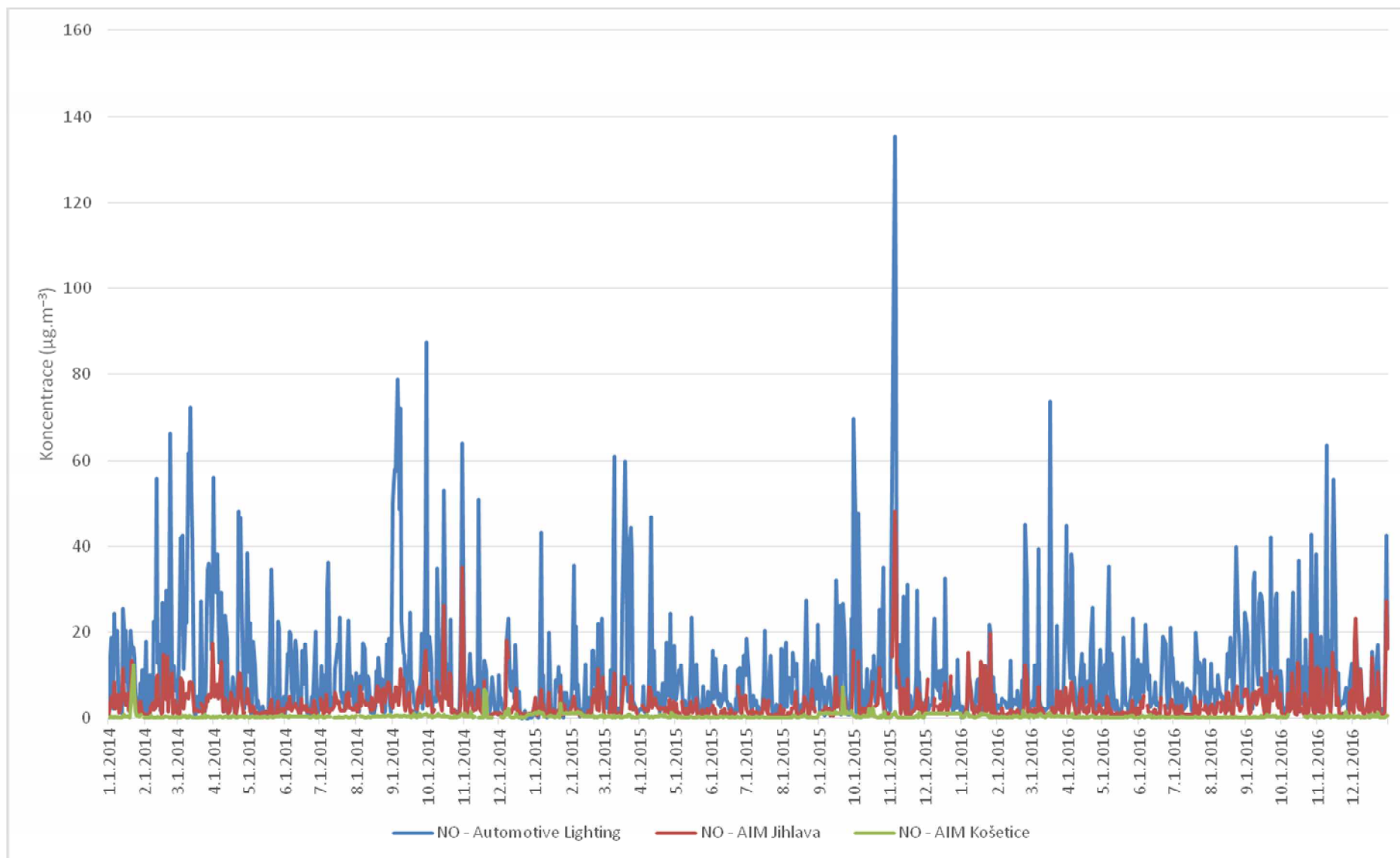
Obr. 21 - Průměrné roční koncentrace NOx v letech 2010 – 2016



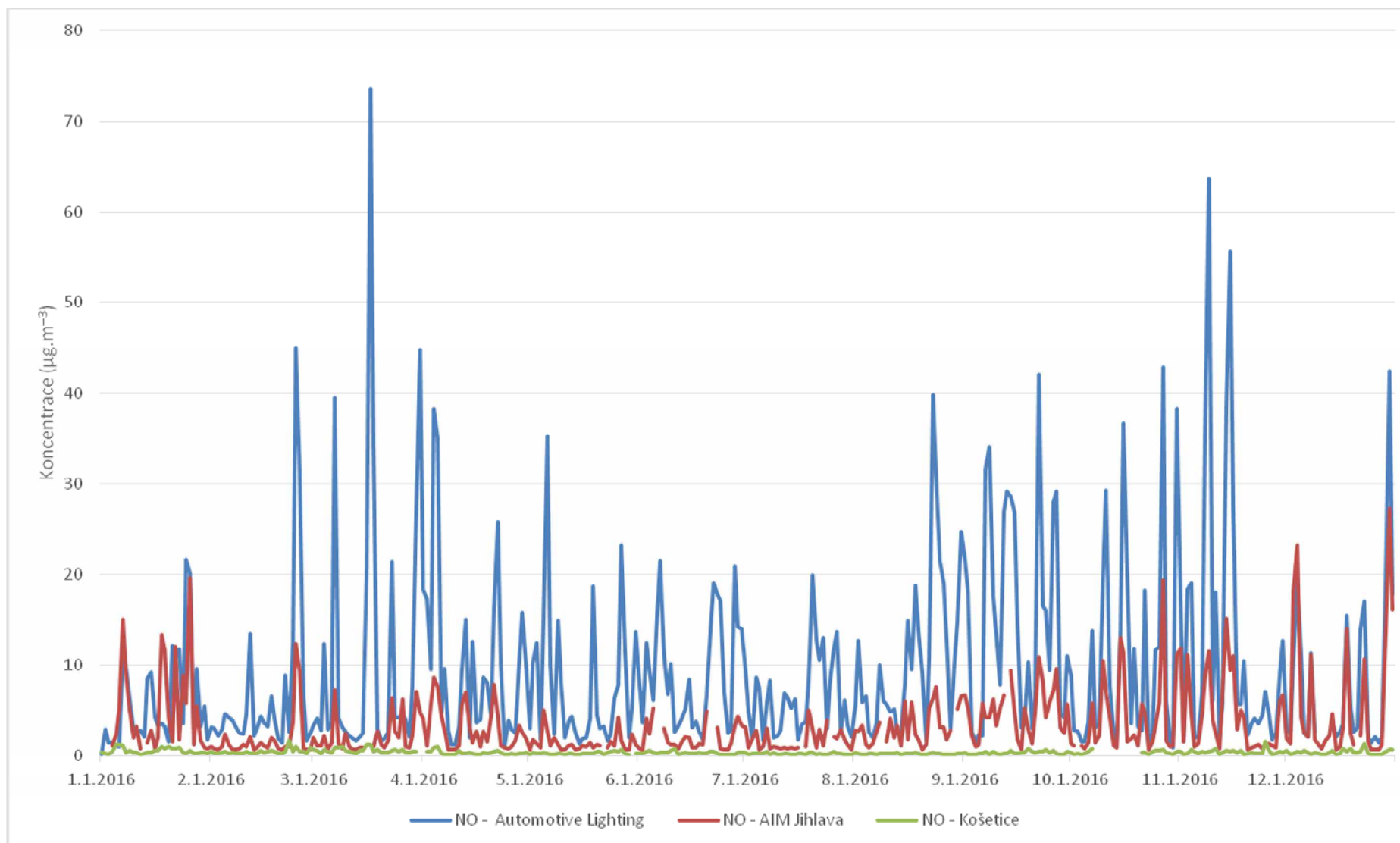
Obr. 22 - Poměr koncentrací NO / NO<sub>2</sub> v letech 2010 – 2016

### 3.2.2 Průměrné 24 hodinové koncentrace oxidů dusíku

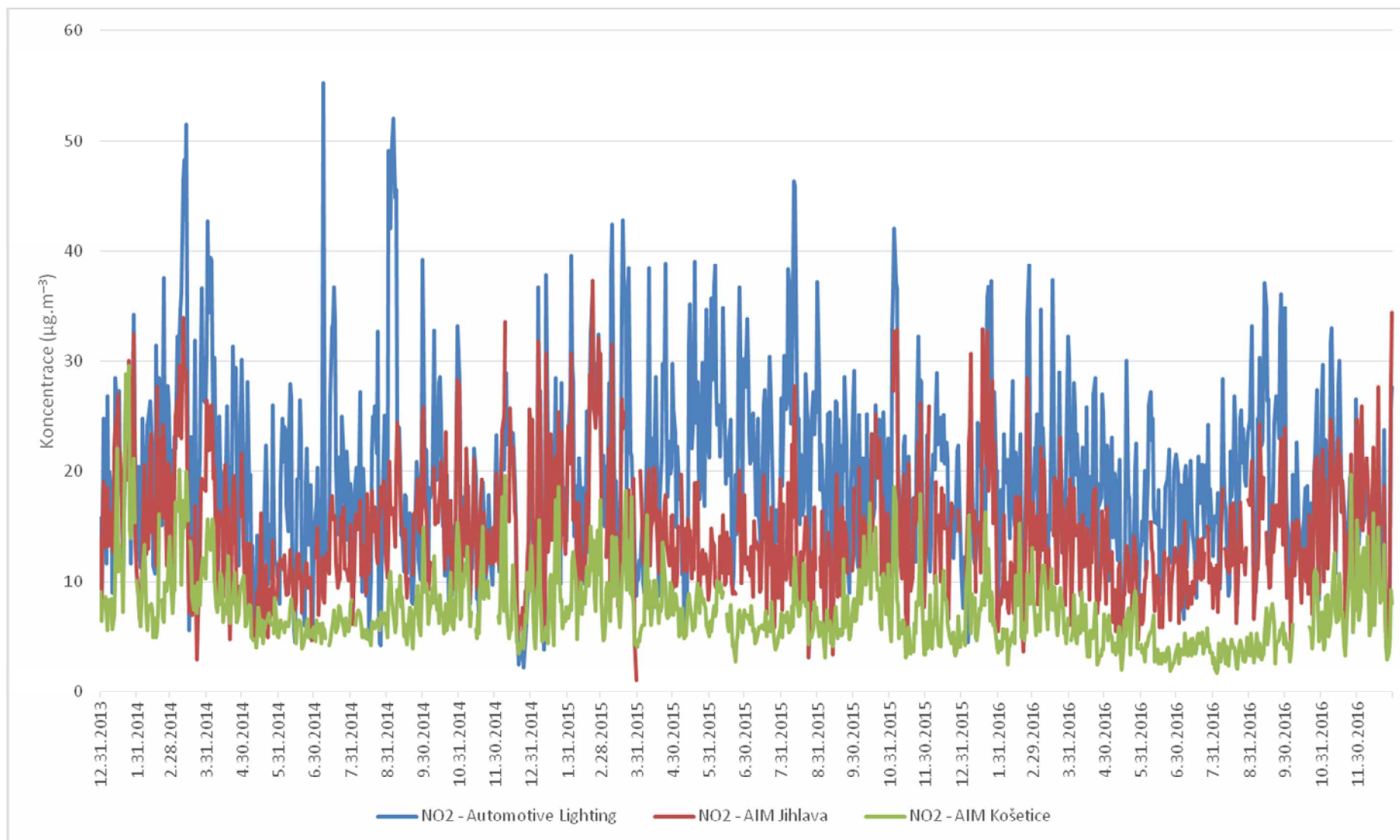
Průměrné 24hodinové koncentrace nemají v legislativě ukotven imisní limit, slouží spíš pro charakterizaci trendů. Z grafu na Obr. 23 jsou patrné píky vysokých koncentrací NO odpovídající vyššímu zatížení ze strany dopravy v lokalitě Automotive Lighting – jednak mohlo docházet k déletrvajícím prouděním od dálnice D1, nebo v areálu průmyslové zóny docházelo k většímu pohybu logistiky. V případě NO<sub>2</sub> na Obr. 25 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. 27 patrné charakteristické píky vysokých koncentrací NO.



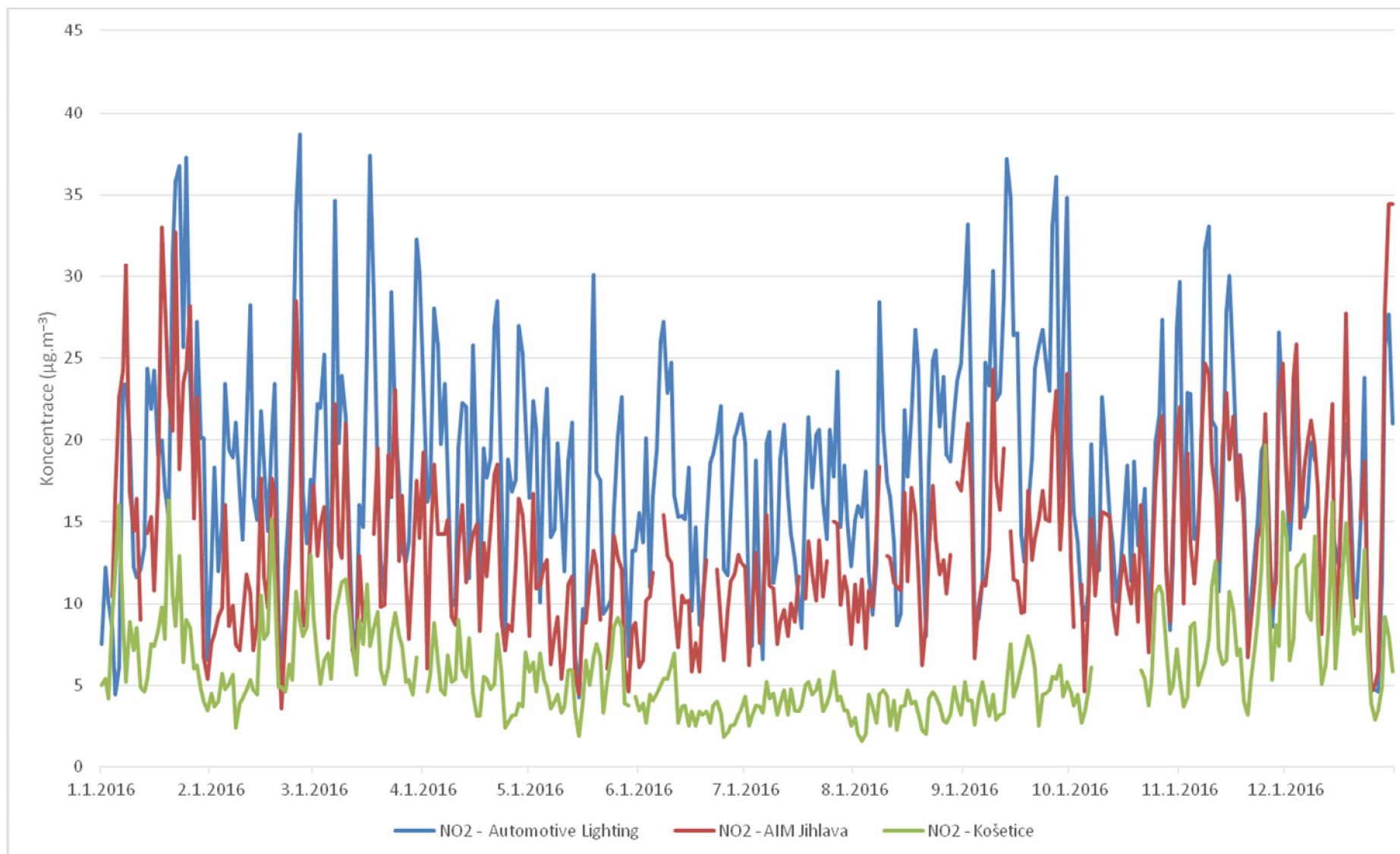
Obr. 23 - Trendy průměrných 24hodinových koncentrací NO, lokality Automotive Lighting, AIM Jihlava a AIM Košetice, 2014 – 2016



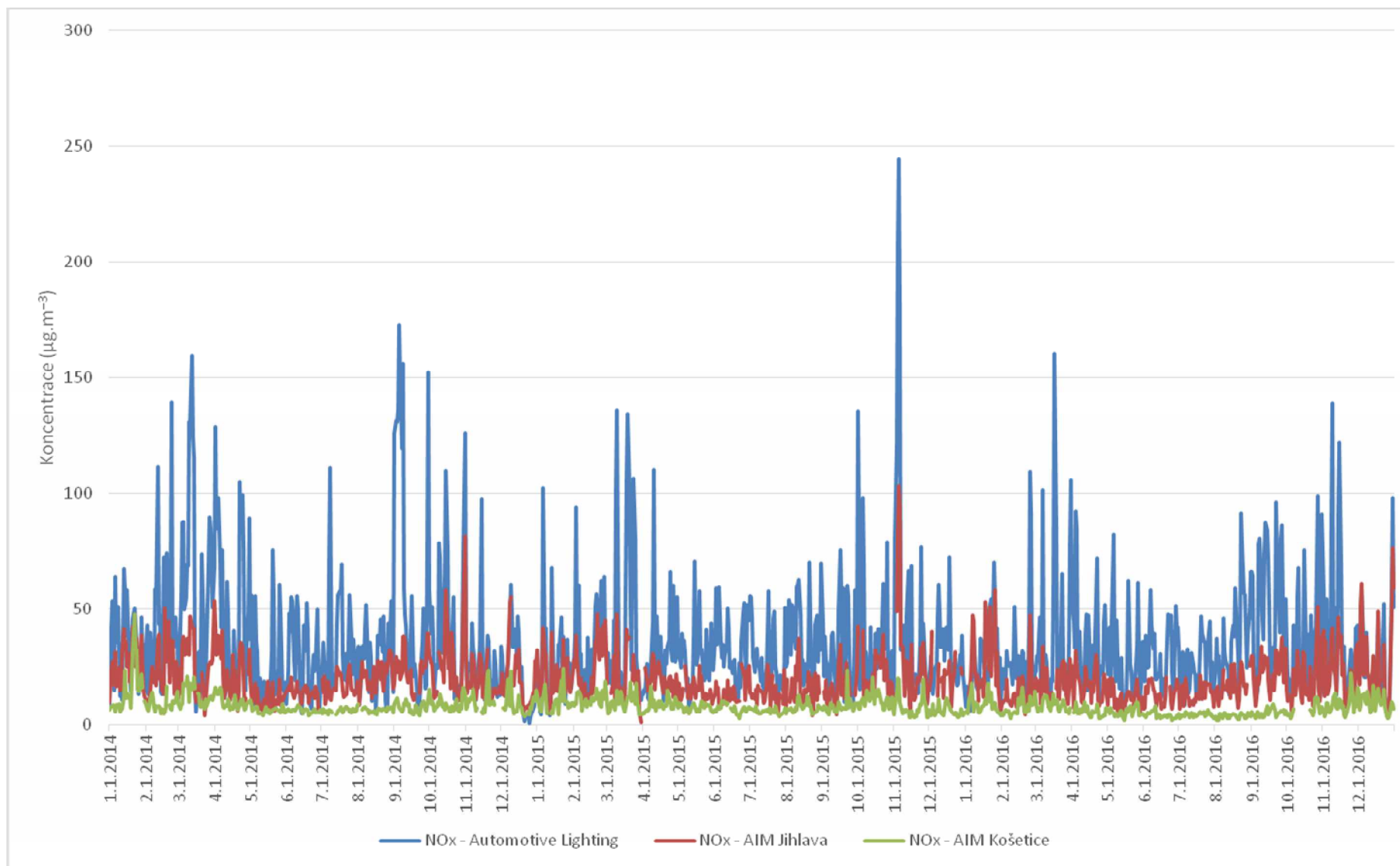
Obr. 24 - Srovnání průměrných 24hodinových koncentrací NO naměřených v lokalitě Automotive Lighting, AIM Jihlava a Košetice, rok 2016



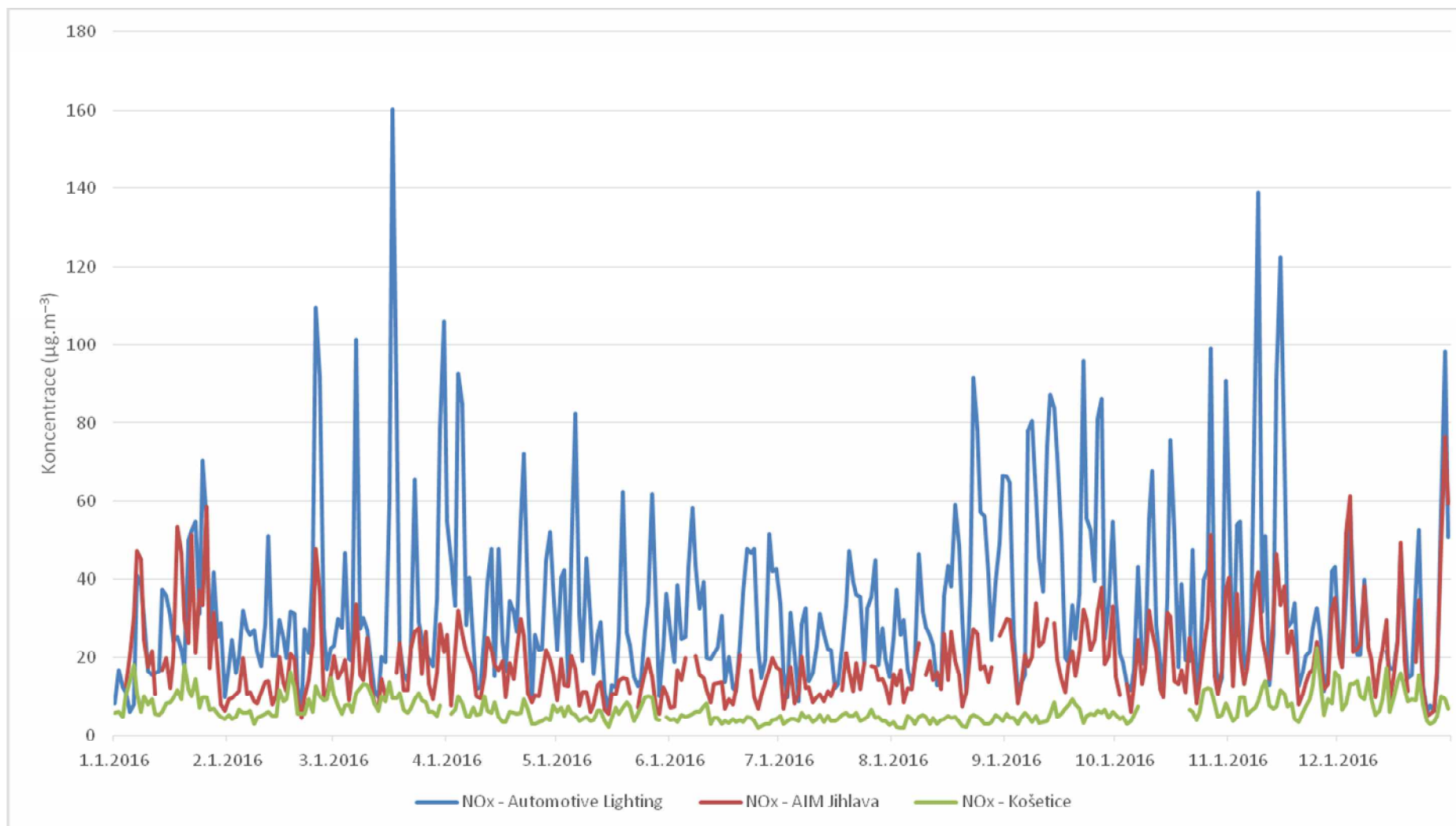
Obr. 25 - Trendy průměrných 24hodinových koncentrací NO<sub>2</sub>, lokality Automotive Lighting, AIM Jihlava a AIM Košetice, 2014 – 2016



Obr. 26 - Srovnání průměrných 24hodinových koncentrací NO<sub>2</sub> naměřených v lokalitě Automotive Lighting, AIM Jihlava a Košetice, rok 2016



Obr. 27 - Trendy průměrných 24hodinových koncentrací NOx, lokality Automotive Lighting, AIM Jihlava a AIM Košetice, 2014 – 2016



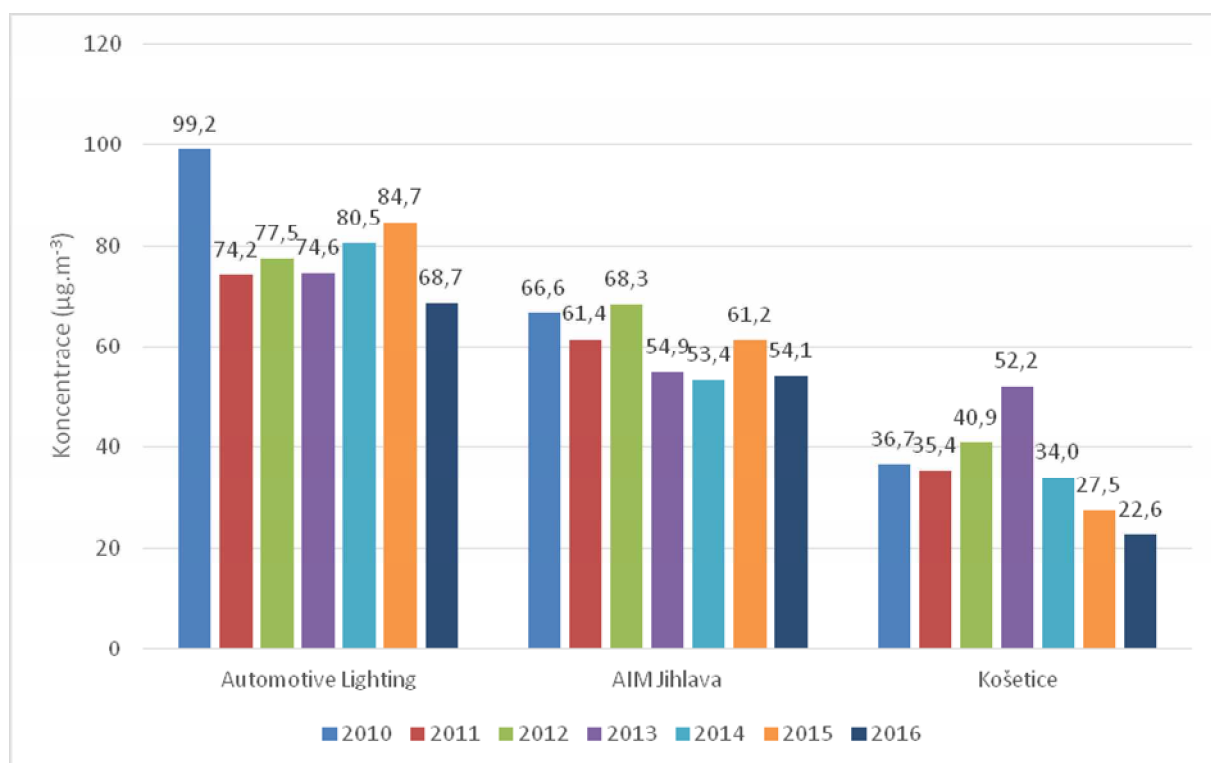
Obr. 28 - Srovnání průměrných 24hodinových koncentrací NOx naměřených v lokalitě Automotive Lighting, AIM Jihlava a Košetice, rok 2016



### 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.

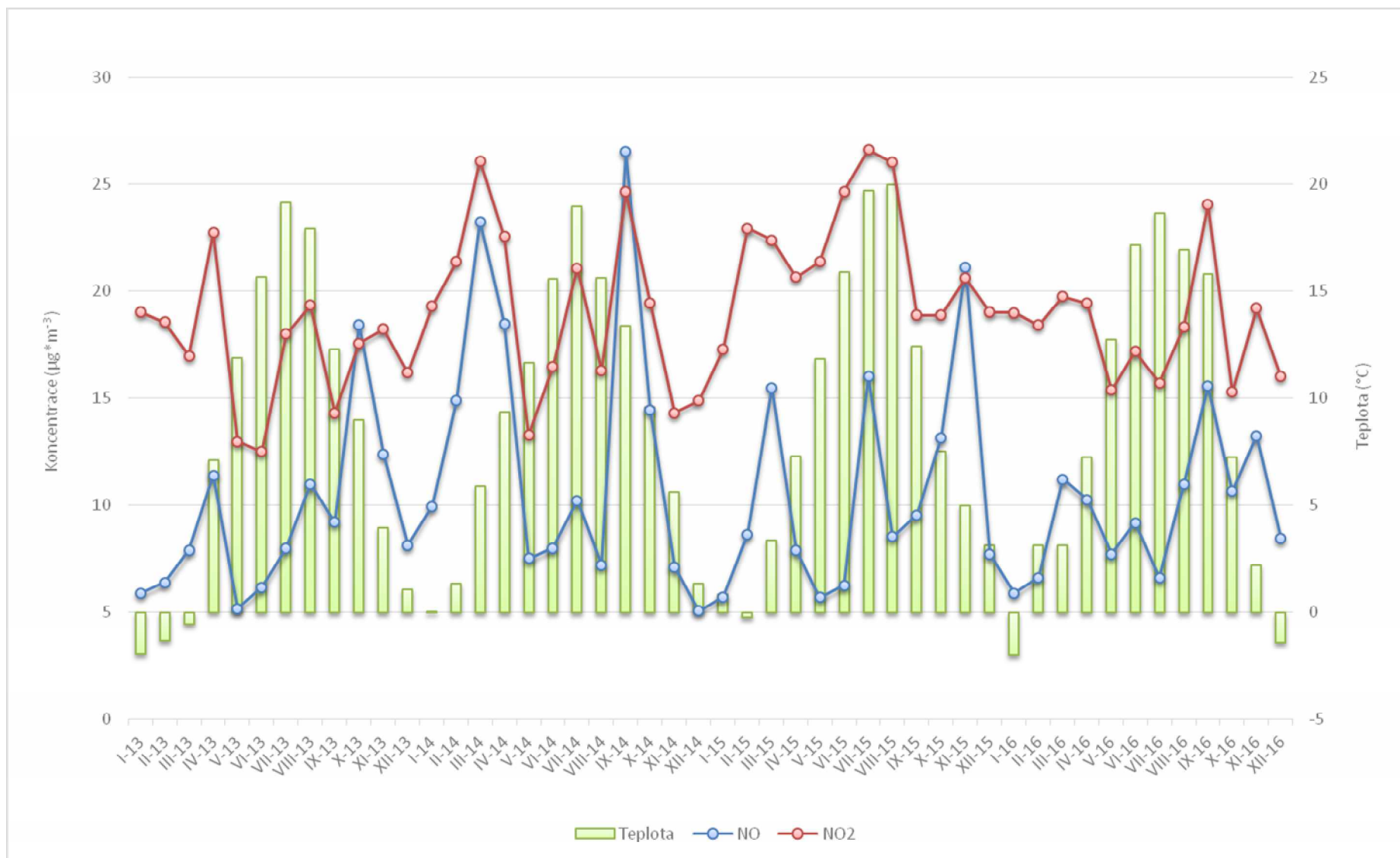
Vyšší koncentrace jsou pravidelně měřeny v lokalitě Automotive Lighting, naopak nízké jsou v Košetících. V roce 2013 jsou v Košetících zvýšené koncentrace pravděpodobně z důvodu výstavby meteorologického stožáru v těsné blízkosti observatoře. V roce 2014 již opět poklesly na původní nízké koncentrace. **V roce 2016 došlo k poklesu této charakteristiky na všech lokalitách.**



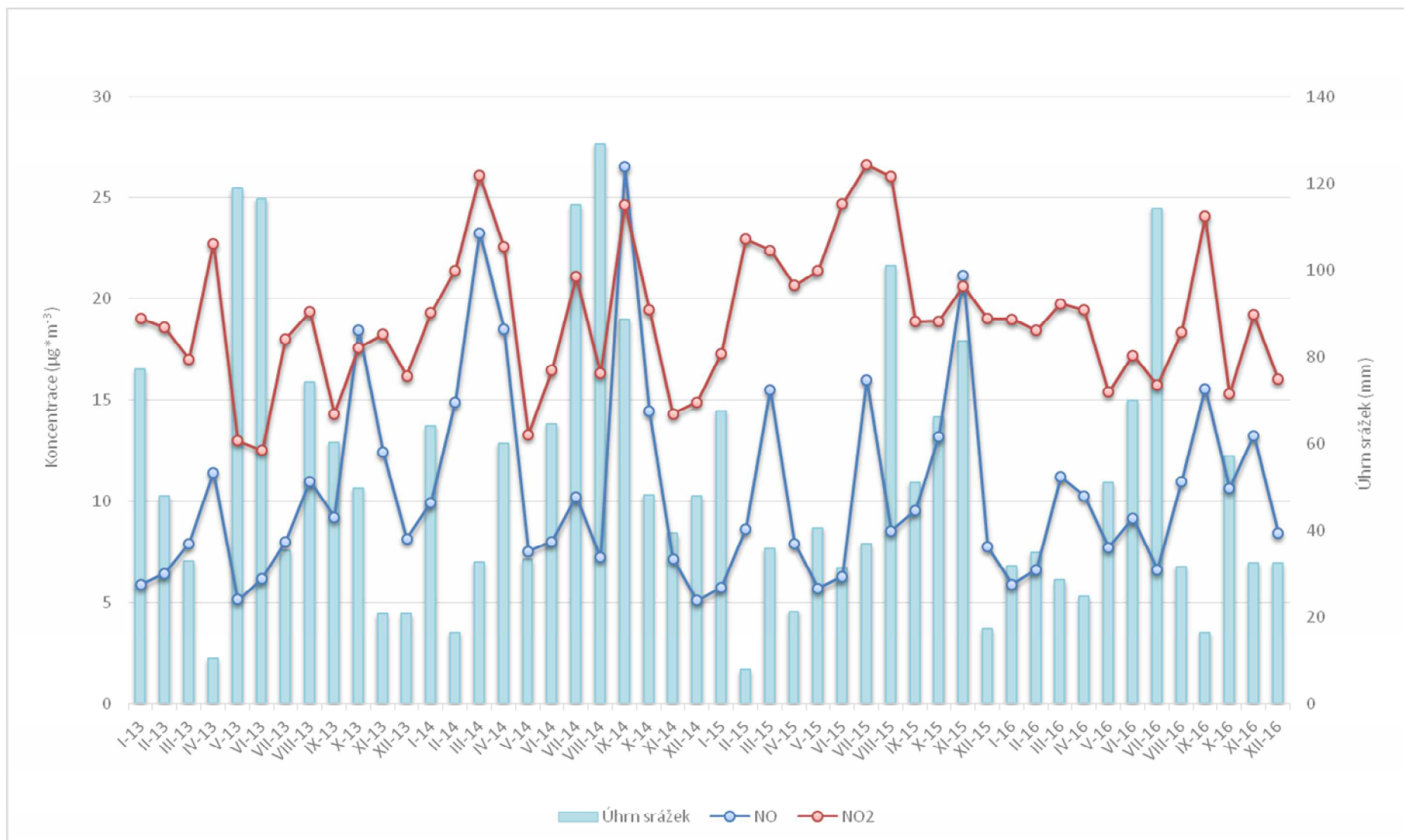
Obr. 29 - 19. nejvyšší hodinová koncentrace NO<sub>2</sub>, 2010 – 2016

### 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. 30 a Obr. 31 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. 30 - Korelace koncentrací NO a NO<sub>2</sub> s teplotou



Obr. 31 - 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 2015 došlo z hlediska počtu dnů s koncentracemi  $PM_{10} > 50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  v roce 2016 ke zhoršení, počet je shodný jako v roce 2014. Hlavním důvodem byly velmi příznivé rozptylové podmínky v roce 2015. Přesto byly koncentrace  $PM$  v lokalitě Automotive Lighting vyšší, než v ostatních lokalitách. 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 - 2016 téměř 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  $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . 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  $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  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 2016 o cca  $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  vyšší koncentrace  $PM_{10}$  než je městské pozadí Jihlavy měřené v lokalitě AIM Jihlava. Koncentrace  $PM_{2,5}$  byly vyšší o cca  $6,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ .**

Velmi důležitým faktorem jsou pak rozptylové podmínky v chladné části roku. Velmi dobře je to patrné z konce roku 2015 a začátku roku 2016 – zatímco v listopadu byly dlouhé epizody s inverzním charakterem počasí, v prosinci se inverze téměř nevyskytovaly, atmosféra byla dobře provětrávána. Naopak začátkem ledna opět panovaly zhoršené rozptylové podmínky způsobené teplotními inverzemi. To se odrazilo jak v koncentracích  $PM$ , tak v počtech překročení  $PM_{10}$  – v listopadu jich bylo 6, v prosinci žádné. V lednu 2016 pak opět 4. Rok 2016 byl dobrý z hlediska nepříznivých rozptylových podmínek, i když ne tak dobrý, jako rok 2015. Koncentrace  $PM_{10}$  nedosahovaly vysokých hodnot (nejvyšší koncentrace  $102,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  naměřena 19. 1. 2016). K překročení limitní hodnoty docházelo zejména v prosinci (8) a lednu (4).

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] M. ž. prostředí, „Program zlepšování kvality ovzduší zóna Jihovýchod - CZ06Z,“ 2016. [Online]. Available: [http://www.mzp.cz/cz/kvalita\\_ovzdusi\\_jihovychod\\_2016](http://www.mzp.cz/cz/kvalita_ovzdusi_jihovychod_2016).
- [3] J. Bednář, „Kompedium 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,“ 2016. [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