

# VYHODNOCENÍ KVALITY OVZDUŠÍ V LOKALITĚ AUTOMOTIVE LIGHTING Rok 2021



ENVITECH BOHEMIA, s.r.o.

## ÚDAJE O ZAKÁZCE

### Zhotovitel:

**ENVitech Bohemia s.r.o.**

Ovocná 34/1021

161 00 Praha 6

Česká republika

**IČO: 47119209**

**DIČ: CZ47119209**

Datum předání zprávy: 8. února 2022

Počet výtisků: 1

Výtisk číslo: 1

# OBSAH

---

<b>1</b>	<b>ÚVOD</b>	<b>4</b>
1.1	IMISNÍ LIMITY	5
1.2	DATA A JEJICH ZPRACOVÁNÍ	5
1.3	ROK 2021 V ČR Z HLEDISKA METEOROLOGIE A KVALITY OVZDUŠÍ	6
<b>2</b>	<b>METEOROLOGICKÉ PODMÍNKY BĚHEM MĚŘENÍ</b>	<b>7</b>
2.1	VĚTRNÉ RŮŽICE	7
2.2	RYCHLOST PROUDĚNÍ VĚTRU	7
2.3	TEPLOTA VZDUCHU	9
2.4	RELATIVNÍ VLHKOST VZDUCHU	10
<b>3</b>	<b>VYHODNOCENÍ KVALITY OVZDUŠÍ</b>	<b>12</b>
3.1	SUSPENDOVANÉ ČÁSTICE <b>PM<sub>10</sub></b> A <b>PM<sub>2,5</sub></b>	12
3.1.1	PRŮMĚRNÉ ROČNÍ KONCENTRACE	14
3.1.2	PRŮMĚRNÉ MĚSÍČNÍ KONCENTRACE	15
3.1.3	PRŮMĚRNÉ DENNÍ KONCENTRACE PM	17
3.1.4	ANALÝZA HODINOVÝCH KONCENTRACÍ – DENNÍ CHOD A KONCENTRAČNÍ RŮŽICE	20
3.1.5	SROVNÁNÍ S LOKALITAMI STÁTNÍ SÍTĚ IMISNÍHO MONITORINGU	25
3.2	OXIDY DUSÍKU <b>NO<sub>2</sub></b> , <b>NO</b> A <b>NO<sub>x</sub></b>	29
3.2.1	PRŮMĚRNÉ ROČNÍ KONCENTRACE	30
3.2.2	PRŮMĚRNÉ MĚSÍČNÍ KONCENTRACE	31
3.2.3	PRŮMĚRNÉ DENNÍ KONCENTRACE NO, NO <sub>2</sub> A NO <sub>x</sub>	33
3.2.4	ANALÝZA HODINOVÝCH KONCENTRACÍ – DENNÍ CHOD A KONCENTRAČNÍ RŮŽICE	35
3.2.5	SROVNÁNÍ S LOKALITAMI STÁTNÍ SÍTĚ IMISNÍHO MONITORINGU	39
<b>4</b>	<b>ZÁVĚRY</b>	<b>41</b>
<b>5</b>	<b>CITOVANÁ LITERATURA</b>	<b>42</b>

# 1 ÚVOD

---

V lokalitě Automotive Lighting probíhá kontinuální měření škodlivých látek  $PM_{10}$ ,  $PM_{2,5}$ , NO,  $NO_2$  a  $NO_x$  od roku 2010. Lokalita je umístěna v jihlavské průmyslové zóně v areálu firmy Automotive Lighting.

Jedná se o předměstskou pozadřovou stanici, která je umístěna v průmyslové zóně. Reprezentativnost stanice je v rámci oblastního měřítka 4–50 km.



## 1.1 IMISNÍ LIMITY

Pro škodliviny, měřené v lokalitě Automotive – Lighting, platí následující imisní limity dle Přílohy č. 1 zákona o ochraně ovzduší [1].

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

Znečišťující látka	Doba průměrování	Imisní limit LV	pLV
Suspendované částice PM <sub>10</sub>	24 hodin	50 µg·m <sup>-3</sup>	35
Suspendované částice PM <sub>10</sub>	1 kalendářní rok	40 µg·m <sup>-3</sup>	
Suspendované částice PM <sub>2,5</sub>	1 kalendářní rok	20 µg·m <sup>-3</sup>	
Oxid dusičitý NO <sub>2</sub>	1 hodina	200 µg·m <sup>-3</sup>	18
Oxid dusičitý NO <sub>2</sub>	1 kalendářní rok	40 µg·m <sup>-3</sup>	

Kromě samotných imisních limitů tabulky uvádí také přípustnou četnost překročení za kalendářní rok (pLV, je-li stanovena). To znamená, že například v případě denního limitu pro PM<sub>10</sub> může být za kalendářní rok hodnota 50 µg·m<sup>-3</sup> maximálně 35krát překročena, aniž by došlo k překročení imisního limitu. Proto se často hodnotí 36. nejvyšší denní koncentrace, která pokud je vyšší než 50 µg·m<sup>-3</sup>, došlo k překročení imisního limitu.

## 1.2 DATA A JEJICH ZPRACOVÁNÍ

Ve studii byla mimo samotnou lokalitu Automotive – Lighting rovněž použita data státní sítě imisního monitoringu za účelem srovnání lokality s okolními stanicemi. Data byla poskytnuta Českým hydrometeorologickým ústavem. Veškerá uvedená data byla poskytnuta na základě žádosti MÚ Zlín a nemohou být použita jinak než pro tuto studii. Veškerá data ČHMÚ pocházejí z databáze ISKO (Informační systém kvality ovzduší).

K analýze a zobrazení závislosti znečištění ovzduší na meteorologických podmínkách sloužil OpenSource balík R (R Core Team, Rakousko) [2]. Především bylo využito souboru balíčků „Tidyverse“, obsahují nástroje pro zpracování a analýzu dat a jejich vizualizaci [3]. Dále bylo využito balíčku „openair“, jehož součástí jsou algoritmy pro použité polární grafy [4].

### 1.3 ROK 2021 v ČR Z HLEDISKA METEOROLOGIE A KVALITY OVZDUŠÍ

**Rok 2021 byl s průměrnou teplotou 8,0 °C** a s odchylkou +0,1 °C od normálu 1981–2010 (+0,5 °C od normálu 1961–1990 a –0,4 °C od připravovaného normálu za období 1991–2021) **normální**, roky 2019, 2018, 2015 a 2014 byly mimořádně nadnormální, rok 2021 silně nadnormální a roky 2016 a 2017 nadnormální. Od posledního teplotně normálního roku 2013 s průměrnou teplotou 7,9 °C jsme tedy zaznamenali sedm let charakterizovaných různými stupni odchylky nad průměrem. Teplotní odchylka od normálu 1981–2010 v jednotlivých měsících kolísala od +3,0 °C v červnu, teplotně silně nadnormální měsíc, až po –2,5 °C v dubnu, který tak byl měsícem teplotně silně podnormálním. V průběhu roku byla většina měsíců (leden, únor, březen, červenec, říjen, listopad a prosinec) teplotně normální. Září byl teplotně nadnormální, srpen podnormální, duben a květen silně podnormální.

**Roční srážkový úhrn 678 mm zařazuje rok mezi roky srážkově normální** (normál za období 1981–2010 je v Česku 686 mm). Nejvíce srážek, v průměru 107 mm, což bylo 122 % normálu, napadlo v Česku v červenci a nejméně, v průměru jen 19 mm, to je 44 % normálu, v říjnu. Červenec je i tak klasifikován jako měsíc srážkově normální, stejně jako dalších šest měsíců (leden, únor, duben, červen, listopad a prosinec). Nadnormální úhrn srážek byl zaznamenán jen v květnu a srpnu, srážkově podnormální byl březen a říjen, září bylo srážkově silně podnormální.

Denní imisní limit PM<sub>10</sub> byl v roce 2021 překročen na čtyřech stanicích ze 117, přičemž na počtu překročení hodnoty imisního limitu se nejvíce podílel měsíc únor. Maximální povolený počet překročení (25× v průměru za tři roky) hodnoty imisního limitu pro maximální denní 8hodinovou koncentraci O<sub>3</sub> (120 µg·m<sup>-3</sup>) byl překročen na šesti stanicích z 68.

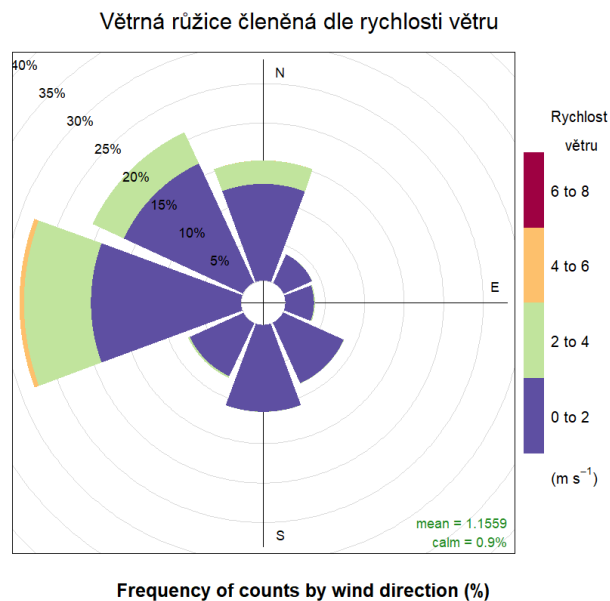
S koncem roku je možné vyhodnotit i překročení ročních imisních limitů, a to pro průměrnou roční koncentraci suspendovaných částic PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub> a NO<sub>2</sub>. Na základě neverifikovaných dat ze stanic automatizovaného imisního monitoringu ČHMÚ a dalších dodavatelů imisních dat lze konstatovat, že imisní limit pro průměrnou roční koncentraci PM<sub>10</sub> nebyl překročen na žádné ze 128 stanicí AIM, přičemž nejvyšší roční průměrná koncentrace 34,4 µg·m<sup>-3</sup> byla naměřena na průmyslové stanici Ostrava-Radvanice ZÚ. Imisní limit pro průměrnou roční koncentraci PM<sub>2,5</sub> byl překročen na deseti stanicích z 87 stanicí AIM. Imisní limit pro průměrnou roční koncentraci NO<sub>2</sub> nebyl překročen na žádné stanici z 98, přičemž nejvyšší koncentrace 35,2 µg·m<sup>-3</sup> byla dosažena na dopravní stanici Brno-Úvoz (hot spot).

V roce 2021 byla 27. až 29. prosince vyhlášena jediná smogová situace, a to v aglomeraci O/K/F-M bez Třinecka z důvodu vysokých koncentrací PM<sub>10</sub> [5].

## 2 METEOROLOGICKÉ PODMÍNKY BĚHEM MĚŘENÍ

### 2.1 VĚTRNÉ RŮŽICE

Na následujícím Obr. 1 je zobrazena větrná růžice pro lokalitu Automotive – Lighting konstruovaná z hodinových rychlostí a směrů větru. Růžice naznačuje převažující západní (cca 28 % roku) a severozápadní (cca 22 % roku) proudění. Vyšší rychlosti větru byly zaznamenány především ze západu. Bezvětrí panovalo ve zhruba 0,9 % času měření. V lokalitě byly měřeny většinou nízké rychlosti větru (do  $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ), průměrná rychlost větru za celé měřené období byla zhruba  $1,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .



Obr. 1 – Větrná růžice členěná dle rychlosti větru, Automotive – Lighting, rok 2021

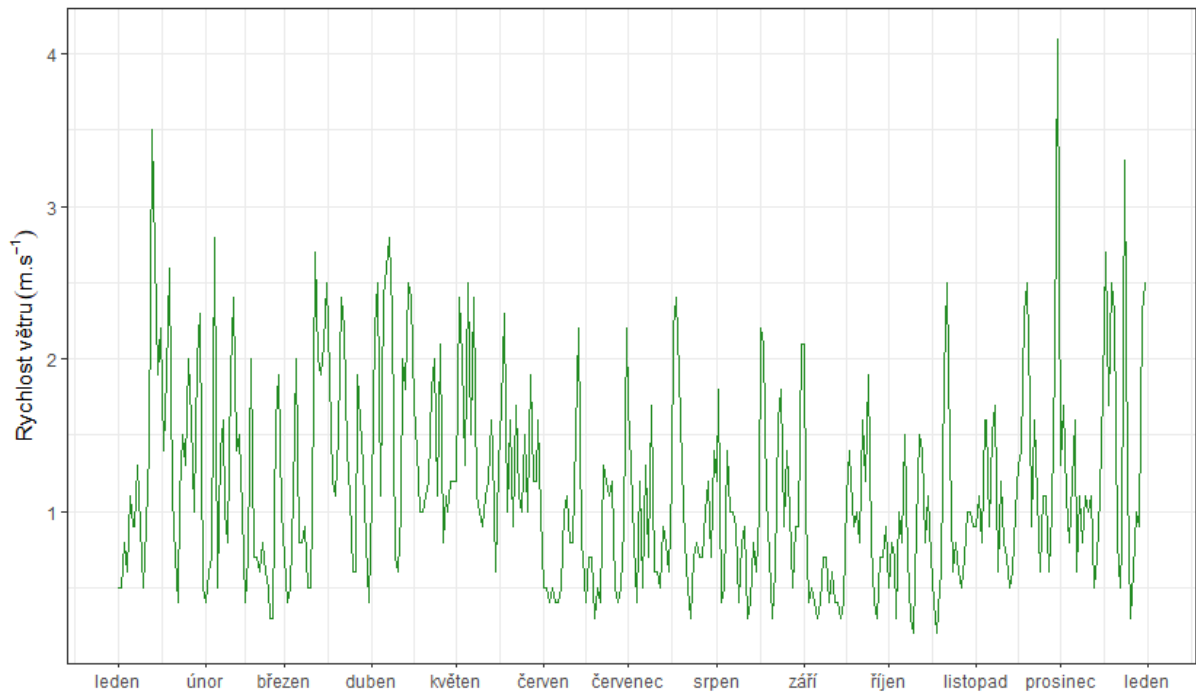
### 2.2 RYCHLOST PROUDĚNÍ VĚTRU

Meteorologické podmínky v chladné části roku 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. Rychlost proudění větru je tedy významným meteorologickým prvkem ovlivňujícím koncentrace škodlivin ovzduší. Pokud jsou rychlosti velmi nízké nebo panuje bezvětrí, jsou zpravidla koncentrace škodlivin (zejména suspendovaných částic) vysoké. Naopak při vyšších rychlostech větru dochází k dobrému rozptylu, na druhou stranu může rovněž docházet i k resuspenzi suspendovaných částic, kdy dochází k opětovnému vznosu již jednou sedimentovaných částic. Příkladem takové resuspenze může být např. větrná eroze, kdy vlivem větru je strhávána půda z polí do vzduchu a podílí se tak na nárůstu koncentrací suspendovaných částic v ovzduší.

Na následujícím Obr. 2 jsou uvedeny průměrné denní rychlosti proudění větru v lokalitě Automotive – Lighting. Z grafu je patrné, že byly měřeny převážně nízké rychlosti větru zhruba do  $2,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , rychlosti okolo  $3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  se vyskytovaly výjimečně. Následující Obr. 3 zobrazuje průměrné měsíční hodnoty.

### Vývoj průměrných denních rychlostí větru

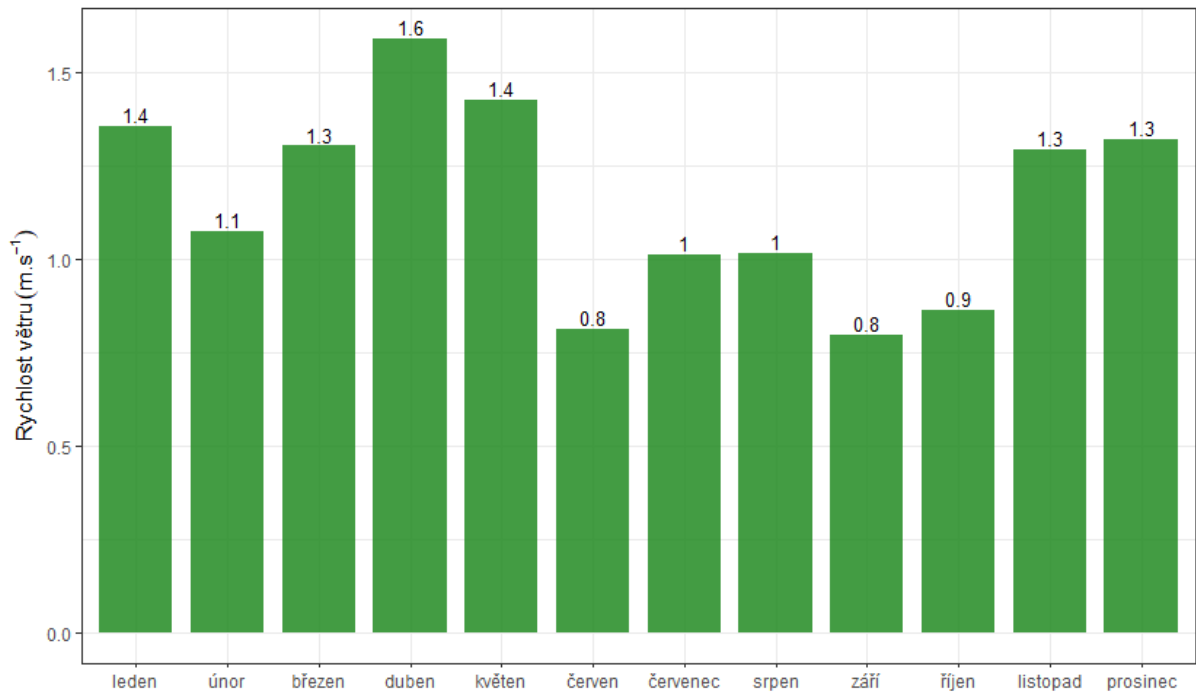
Automotive Lighting, rok 2021



Obr. 2 – Průměrné denní rychlosti větru, Automotive – Lighting, rok 2021

### Vývoj průměrných měsíčních rychlostí větru

Automotive Lighting, rok 2021



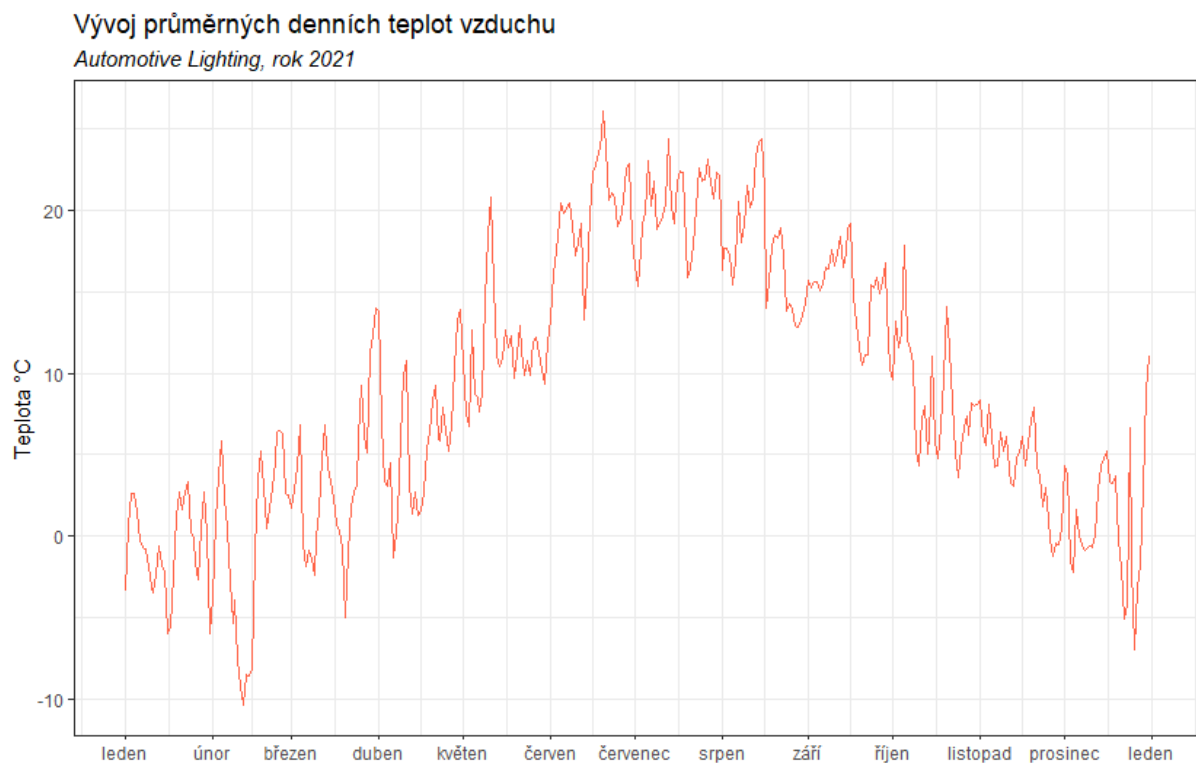
Obr. 3 – Průměrné měsíční rychlosti větru, Automotive – Lighting, rok 2021



## 2.3 TEPLOTA VZDUCHU

Významným faktorem, ovlivňujícím koncentrace a distribuci velikostních frakcí je teplota vzduchu. V dlouhodobém trendu platí, že s klesající teplotou rostou koncentrace částic v ovzduší, přičemž je více zastoupená jemnější frakce, 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. Působení teploty na tvorbu částic může být přímé (nukleace, růst a agregace) a nepřímé, kdy nízké teploty nutí k intenzivnějšímu vytápění, a tudíž k vyšším emisím tuhých látek z lokálních topenišť. Pokud jsou během teplotních inverzí velmi nízké teploty a bezvětří, vedou tyto situace k nárůstu koncentrací všech škodlivin v ovzduší a pokud situace trvá déle i k vyhlášení smogových situací.

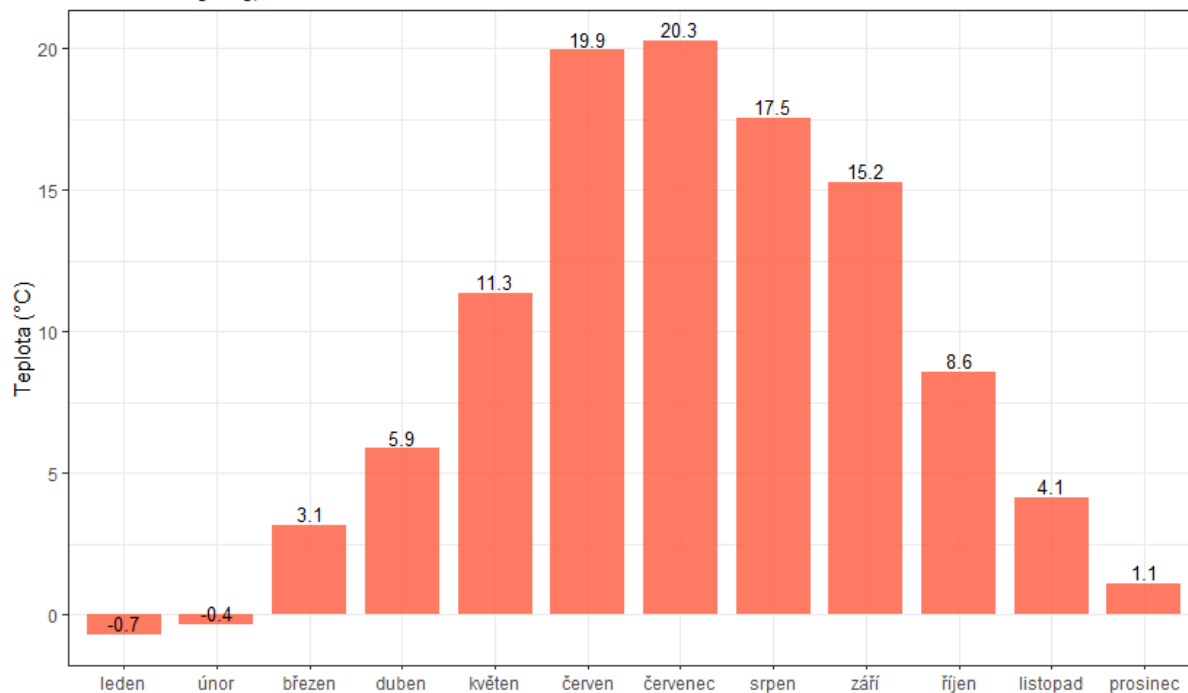
Následující Obr. 4 zobrazuje průměrné denní teploty vzduchu v lokalitě Automotive – Lighting. Z grafu vyplývá, že maximální hodnoty byly v této lokalitě měřeny v červenci a červnu, poté docházelo k postupnému poklesu teplot. Minimální teploty pak byly měřeny v lednu a únoru (Obr. 5).



Obr. 4 – Průměrné denní teploty vzduchu, Automotive – Lighting, rok 2021

## Vývoj průměrných měsíčních teplot vzduchu

Automotive Lighting, rok 2021



Obr. 5 – Průměrné měsíční teploty, Automotive – Lighting, rok 2021

## 2.4 RELATIVNÍ VLHKOST VZDUCHU

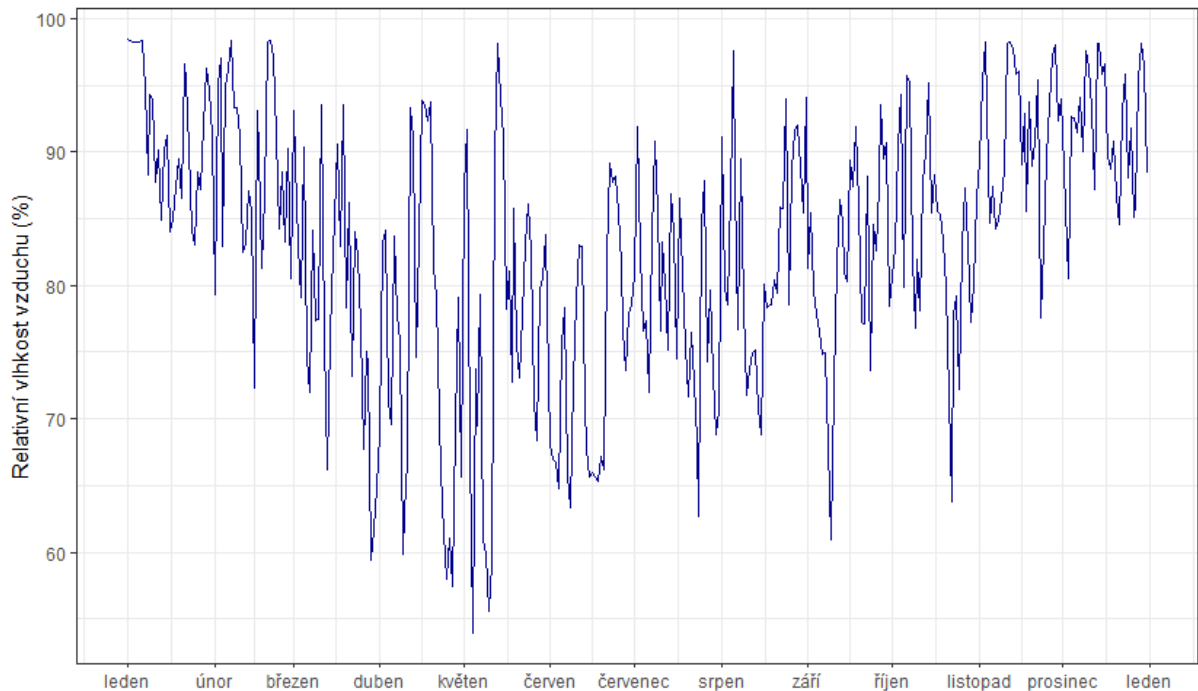
Důležitým faktorem, ovlivňujícím koncentraci a distribuci velikostních frakcí je i relativní vlhkost vzduchu. V dlouhodobém trendu platí, že s rostoucí relativní vlhkostí rostou koncentrace částic v ovzduší, přičemž je více zastoupená jemnější frakce, a naopak s klesající relativní vlhkostí koncentrace klesají a je výrazněji zastoupená hrubší frakce částic.

Následující Obr. 6 zobrazuje průměrné denní relativní vlhkosti vzduchu v lokalitě Automotive – Lighting. Z grafu vyplývá, že maximální hodnoty byly v této lokalitě měřeny v chladné části roku, naopak nejnižší hodnoty byly měřeny v létě. Průměrné měsíční hodnoty jsou uvedeny v grafu na Obr.

7

### Vývoj relativních denních vlhkostí vzduchu

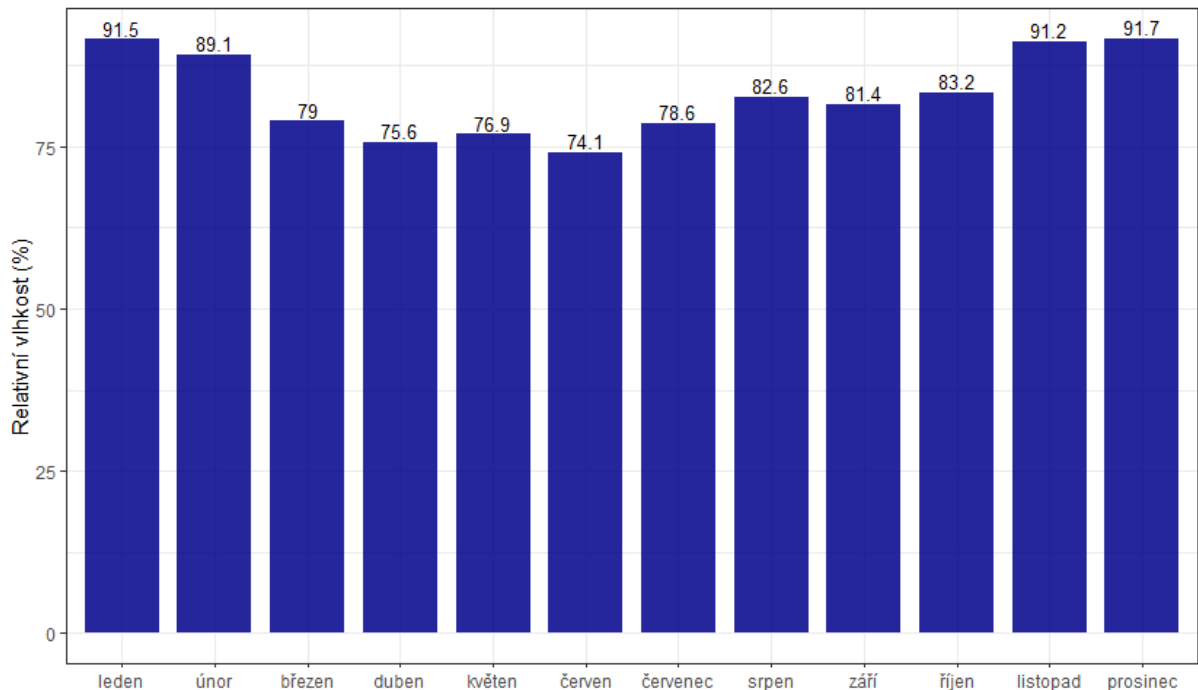
Automotive Lighting, rok 2021



Obr. 6 - Průměrné denní relativní vlhkosti vzduchu, Automotive – Lighting, rok 2021

### Vývoj průměrných měsíčních relativních vlhkostí vzduchu

Automotive Lighting, rok 2021



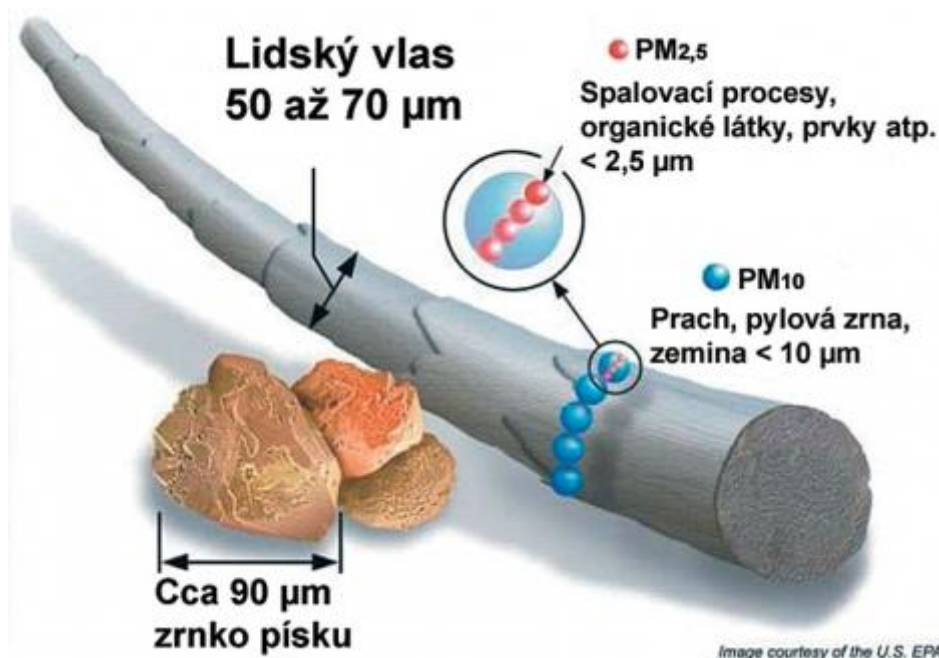
Obr. 7 – Průměrné měsíční relativní vlhkosti vzduchu, Automotive – Lighting, rok 2021

## 3 VYHODNOCENÍ KVALITY OVZDUŠÍ

### 3.1 SUSPENDOVANÉ ČÁSTICE PM<sub>10</sub> A PM<sub>2,5</sub>

Suspendované částice jsou emitovány jak přírodními (např. sopky či prašné bouře), tak i antropogenními (např. elektrárny a průmyslové technologické procesy, doprava, spalování uhlí v domácnostech, spalování odpadu) zdroji. Většina těchto antropogenních emisních zdrojů je soustředěna v urbanizovaných oblastech, tj. v oblastech, ve kterých žije velká část populace.

Z hlediska platné legislativy [1] jsou v ovzduší sledovány dvě velikostní frakce suspendovaných částic. Jedná se o hrubší frakci PM<sub>10</sub> (suspendované částice venkovního ovzduší s aerodynamickým průměrem do 10 μm) a jemnější frakci PM<sub>2,5</sub> (suspendované částice venkovního ovzduší s aerodynamickým průměrem do 2,5 μm). Názorně jsou tyto částice velikostně srovnány s lidským vlasem na Obr. 8.

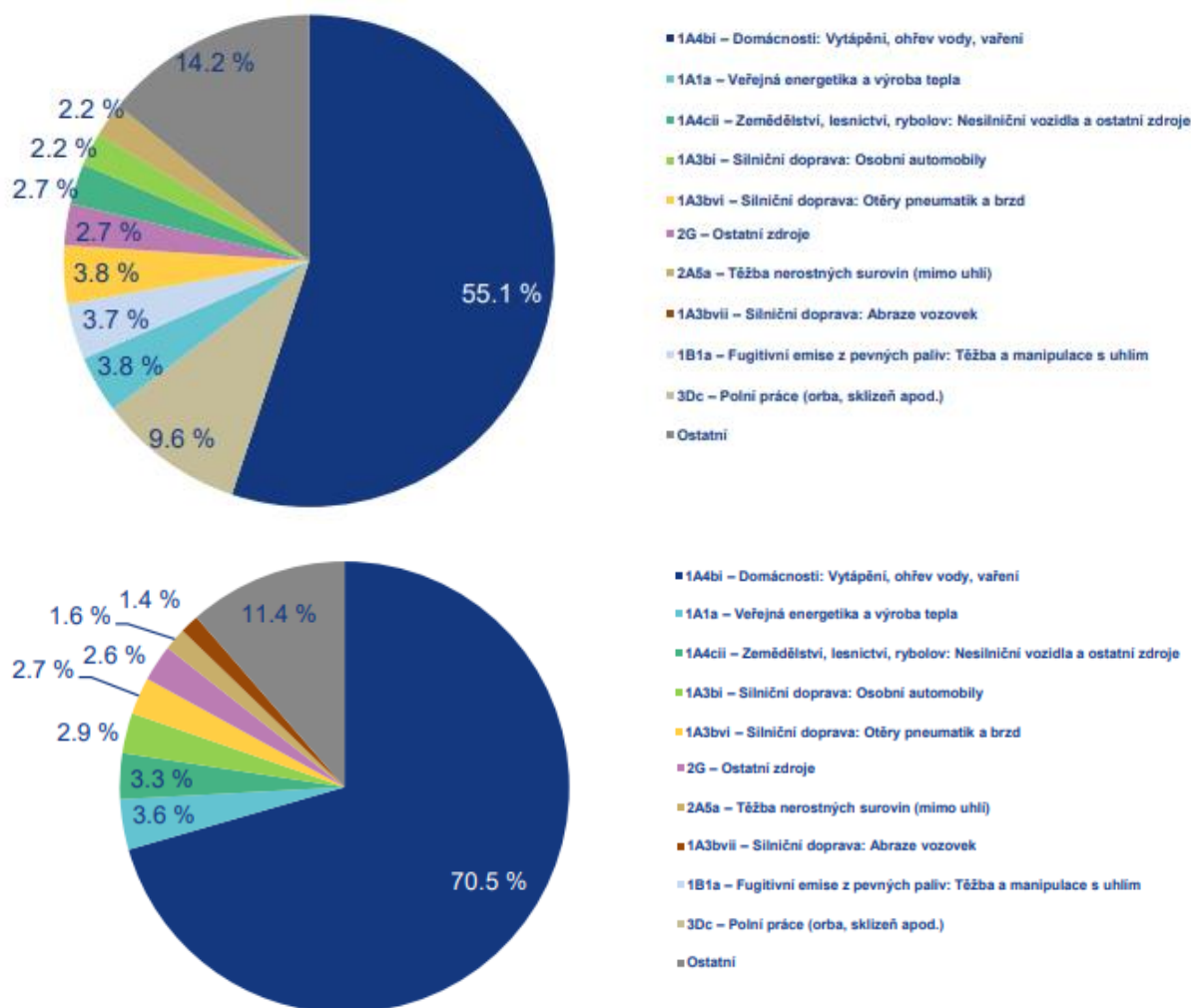


Obr. 8 – Srovnání velikostí částic PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub> s lidským vlasem a zrnkem písku. Zdroj: US EPA

Emisní inventury částic PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub> prováděné podle současných metodik zahrnují pouze emise produkované primárními zdroji. Ve srovnání s emisemi jiných znečišťujících látek jsou emise PM<sub>x</sub> vnášeny do ovzduší z velkého počtu významnějších skupin zdrojů. Kromě zdrojů, ze kterých jsou tyto látky vypouštěny řízeně komínem nebo výduchy (průmyslové zdroje, lokální topeniště, doprava), pochází významné množství emisí PM ze zdrojů fugitivních (kamenolomy, skládky prašných materiálů, operace s prašnými materiály apod.). Zahrnuty jsou rovněž emise z otěrů pneumatik, brzdového obložení a abraze vozovek vypočítávané z dopravních výkonů. Kvalitu ovzduší ovlivňuje rovněž resuspenze částic (znovuzvíření), která do standardně prováděných emisních inventur není zahrnuta.

Mezi hlavní zdroje emisí částic v roce 2019 patřil sektor 1A4bi – Domácnosti: Vytápění, ohřev vody, vaření, který se podílel na znečišťování ovzduší v celorepublikovém měřítku látkami PM<sub>10</sub> 55,1 % a PM<sub>2,5</sub> 70,5 %. Mezi další významné zdroje emisí PM<sub>10</sub> patřil sektor 3Dc – Polní práce, kde tyto emise

vznikají při zpracování půdy, sklizni a čištění zemědělských plodin. Tento sektor představoval 9,6 % emisí  $PM_{10}$ . Z hlediska účinku na lidské zdraví jsou velkým rizikem emise částic pocházející z dopravy, především ze spalování paliv ve vznětových motorech, které produkují částice o velikosti jednotek až stovek nanometrů [6]. Mobilní zdroje se na emisích  $PM_{10}$  v roce 2019 podílely 12,2 % a na emisích  $PM_{2,5}$  také 12,2 % [7].



Obr. 9 – Podíl sektorů NFR na celkových emisích  $PM_{10}$  (nahore) a  $PM_{2,5}$  (dole) v ČR, rok 2019 [7]

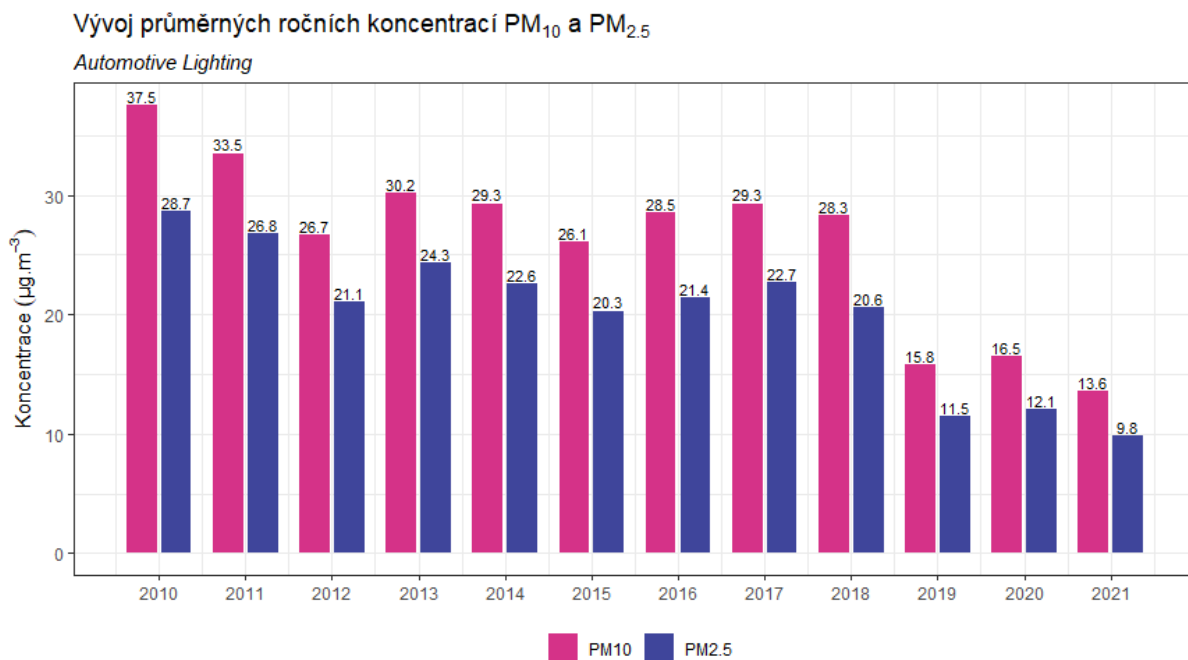
Suspendované částice mají významné zdravotní důsledky, které se projevují již při velmi nízkých koncentracích bez zřejmé spodní hranice bezpečné koncentrace. Zdravotní rizika částic ovlivňuje jejich koncentrace, velikost, tvar a chemické složení. Při akutním působení částic může dojít k podráždění sliznic dýchací soustavy, zvýšené produkci hlenu apod. Tyto změny mohou způsobit snížení imunity a zvýšení náchylnosti k onemocnění dýchací soustavy. Opakující se onemocnění mohou vést ke vzniku chronické bronchitidy a kardiovaskulárním potížím. Při akutním působení částic může dojít k zvýraznění symptomů u astmatiků a navýšení celkové nemocnosti a úmrtnosti populace. Dlouhodobé vystavení působení částic může vést ke vzniku onemocnění respiračního a kardiovaskulárního systému. Míra zdravotních důsledků je ovlivněna řadou faktorů, jako je například aktuální zdravotní stav jedince,

alergická dispozice nebo kouření. Citlivou skupinou jsou děti, starší lidé a lidé trpící onemocněním dýchací a oběhové soustavy. Nejzávažnější zdravotní dopady, tj. kardiovaskulární a respirační účinky a navýšení úmrtnosti, mají jemné a ultra jemné částice s velikostí aerodynamického průměru pod 1  $\mu\text{m}$  [8], [9].

### 3.1.1 Průměrné roční koncentrace

**Průměrná roční koncentrace  $\text{PM}_{10}$  činila v roce 2021 v lokalitě Automotive – Lighting 13,6  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . Imisní limit tedy překročen nebyl. Průměrná roční koncentrace  $\text{PM}_{2,5}$  činila v roce 2021 v lokalitě Automotive – Lighting 9,8  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . Imisní limit tedy překročen nebyl.**

Následující Obr. 10 zobrazuje vývoj průměrných ročních koncentrací  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{2,5}$  a  $\text{PM}_1$  v lokalitě Automotive – Lighting. Z grafu je patrné, že proti roku 2020 došlo v obou sledovaných frakcích prašnosti k poklesu průměrných ročních koncentrací.

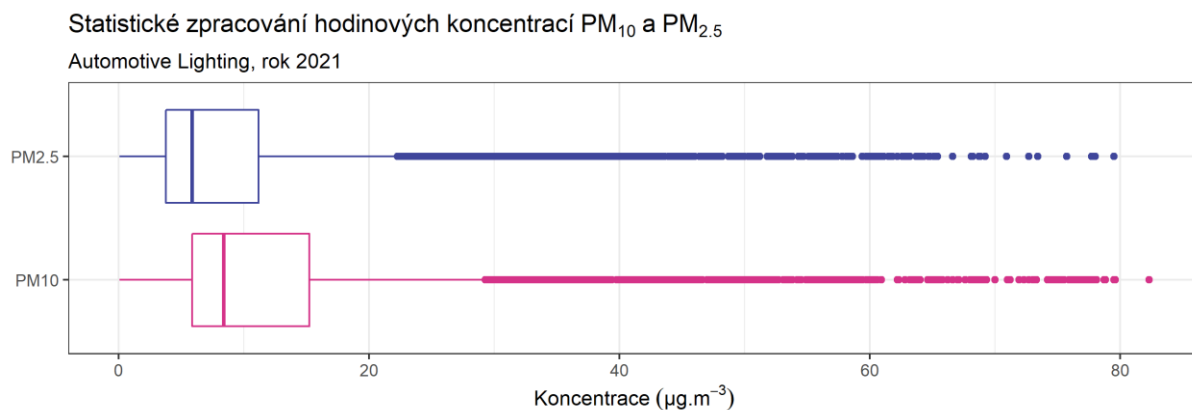


Obr. 10 -Vývoj průměrných ročních koncentrací  $\text{PM}_{10}$  a  $\text{PM}_{2,5}$ , lokalita Automotive – Lighting

Následující Tab. 2 pak zobrazuje statistické zpracování naměřených hodinových dat pro jednotlivé frakce PM. Grafické znázornění hodinových koncentrací pomocí krabicových grafů za rok 2021 pak zobrazuje Obr. 11.

Tab. 2 – Statistické charakteristiky hodinových koncentrací  $PM_{10}$  a  $PM_{2,5}$  v lokalitě Automotive – Lighting, rok 2021

STATISTIKA	PM10	PM25
PRŮMĚR	13,6	9,8
MAXIMUM	82,3	79,5
MEDIÁN	8,4	5,9
MINIMUM	0,1	0,1



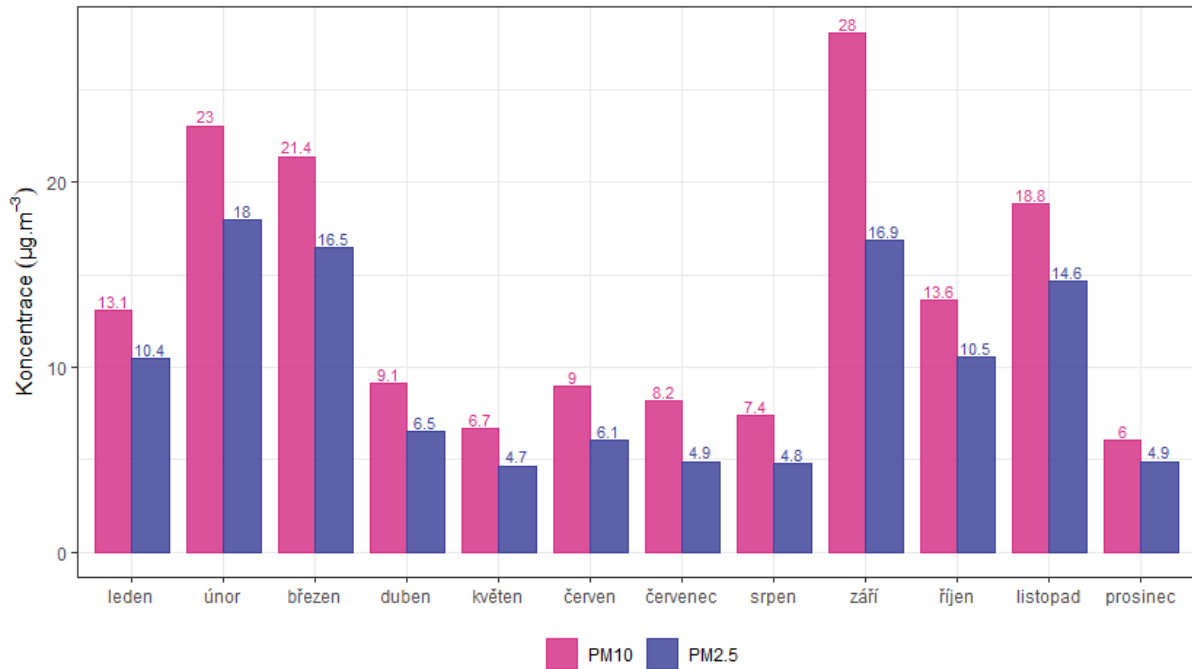
Obr. 11 – Statistické zpracování hodinových koncentrací  $PM_{10}$  a  $PM_{2,5}$  v lokalitě Automotive – Lighting, rok 2021

### 3.1.2 Průměrné měsíční koncentrace

Na Obr. 12 jsou průměrné měsíční koncentrace  $PM_{10}$  a  $PM_{2,5}$ . Z obrázku je patrné, že v letních měsících jsou koncentrace nejnižší, naopak v chladné části roku jsou měřeny vyšší koncentrace. Výjimkou je měsíc září, kdy došlo k nárůstu koncentrací zejména hrubší frakce v lokalitě Automotive Lighting. To mohlo být způsobeno např. polními pracemi (zdroj zejména hrubší frakce), popř. lokálním ovlivněním v průmyslové zóně. Nejvyšší průměrná měsíční koncentrace  $PM_{10}$  byla naměřena právě v září a dále pak v únoru a březnu. Rovněž je patrné, že v letních měsících vzrostl podíl hrubší frakce  $PM_{10}$ , což může být důsledek, sucha a víření prašnosti včetně větrné eroze.

### Vývoj průměrných měsíčních koncentrací PM<sub>10</sub> a PM<sub>2.5</sub>

Automotive Lighting, rok 2021

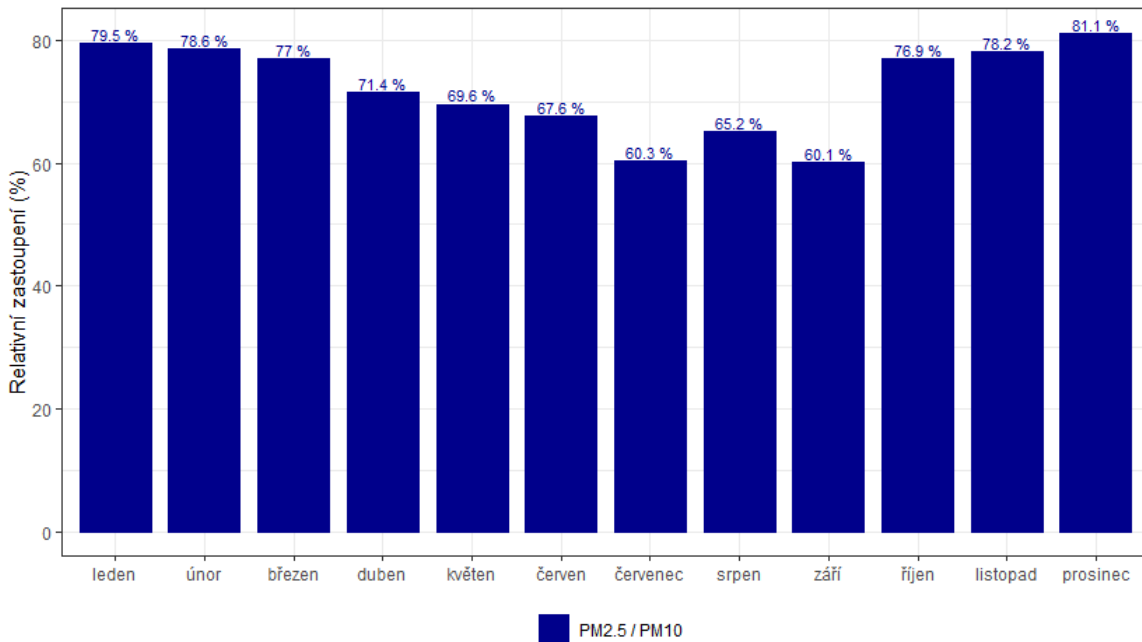


Obr. 12 - Průměrné měsíční koncentrace PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub>, Automotive – Lighting, rok 2021

Průměrné měsíční zastoupení jemnějších frakcí v PM<sub>10</sub> zobrazuje Obr. 13. Z něj je patrné, že v chladné části roku je jemnější a nebezpečnější frakce zastoupena podstatně více (až 80 %), než v létě.

### Průměrné měsíční relativní zastoupení PM<sub>2.5</sub> v PM<sub>10</sub>

Automotive Lighting, rok 2021



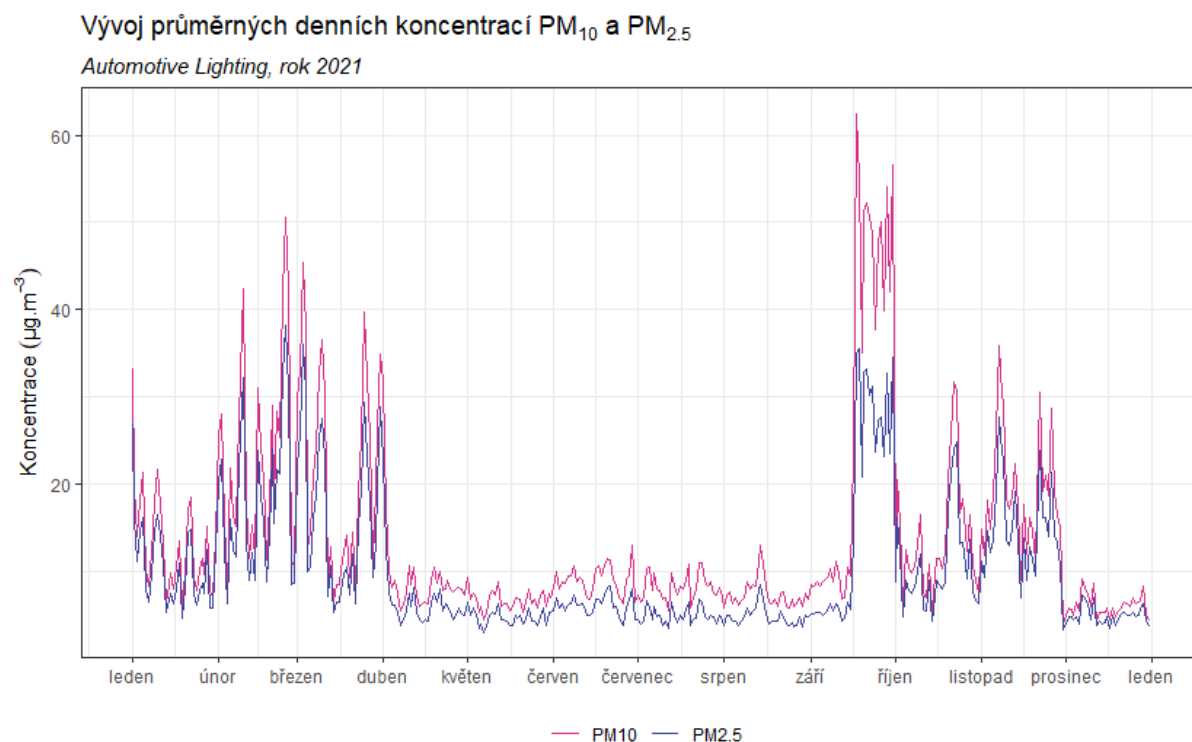
Obr. 13 – Průměrné měsíční zastoupení PM<sub>2,5</sub> v PM<sub>10</sub>, lokalita Automotive – Lighting, rok 2021



### 3.1.3 Průměrné denní koncentrace PM

Vývoj průměrných denních koncentrací PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub> v lokalitě Automotive – Lighting zobrazuje následující Obr. 14. Z grafu je patrné, že koncentrace jemnější frakce PM<sub>2,5</sub> do značné míry kopírují hrubší frakci PM<sub>10</sub> a z velmi velké části tak PM<sub>10</sub> tvoří.

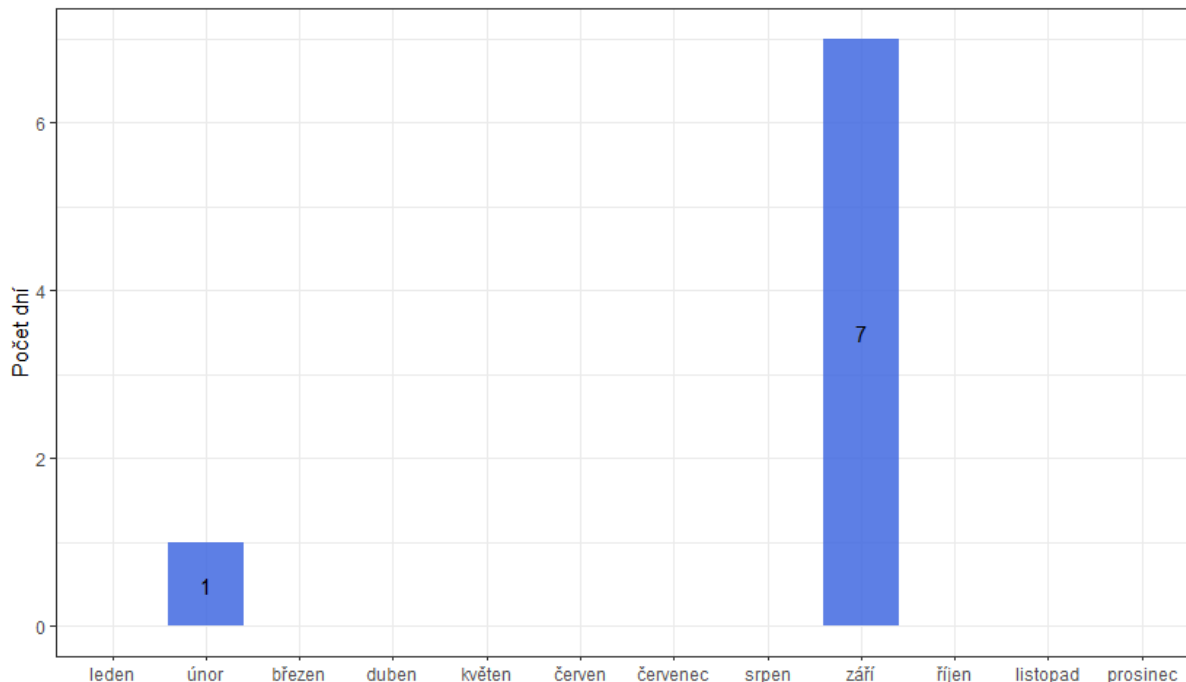
Průměrné denní koncentrace vyšší, než je hodnota imisního limitu pro průměrnou denní koncentraci PM<sub>10</sub> (50 µg·m<sup>-3</sup>) se vyskytují pouze v chladné části. V měsících květen–září, kdy nejsou v provozu lokální topeniště a jsou příznivější rozptylové podmínky, jsou koncentrace všech frakcí PM nízké a k překračování hodnoty limitu nedochází. Počet dní s překročenou hodnotou imisního limitu v jednotlivých měsících zobrazuje následující Obr. 15. Nejvíce překročení bylo naměřeno v září, kdy výrazněji vzrostly koncentrace PM<sub>10</sub> (viz. předchozí kapitola) a dále v únoru, coby jedním z nejchladnějších měsíců s nutností více topit (Obr. 4). Za rok 2021 došlo souhrnně k 8 překročením hodnoty imisního limitu pro průměrnou denní koncentraci PM<sub>10</sub>, imisní limit tedy překročen nebyl (zákon umožňuje za kalendářní rok 35 překročení této hodnoty).



Obr. 14 – Vývoj průměrných hodinových koncentrací PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub>, Automotive – Lighting, rok 2021

## Počet dní s překročením denního imisního limitu PM<sub>10</sub> v jednotlivých měsících

Automotive Lighting, rok 2021

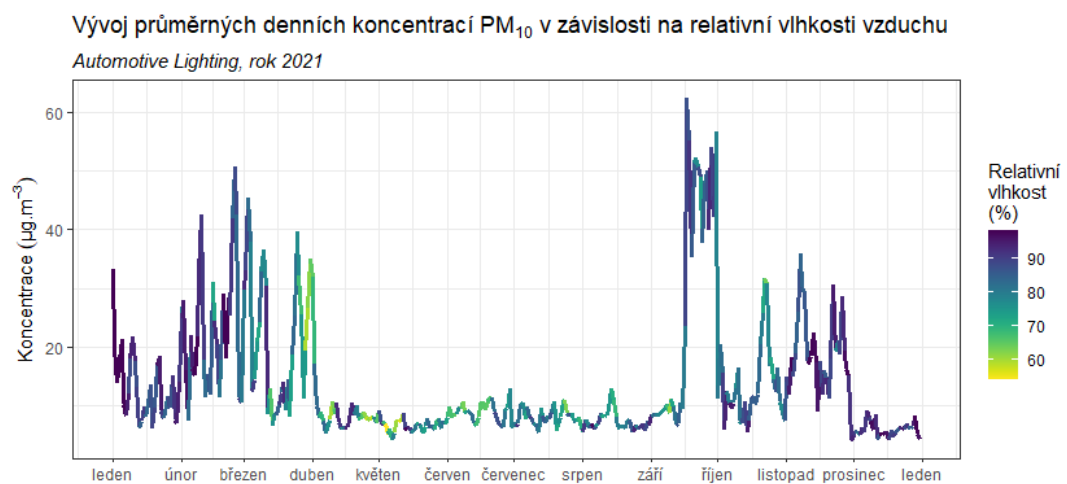
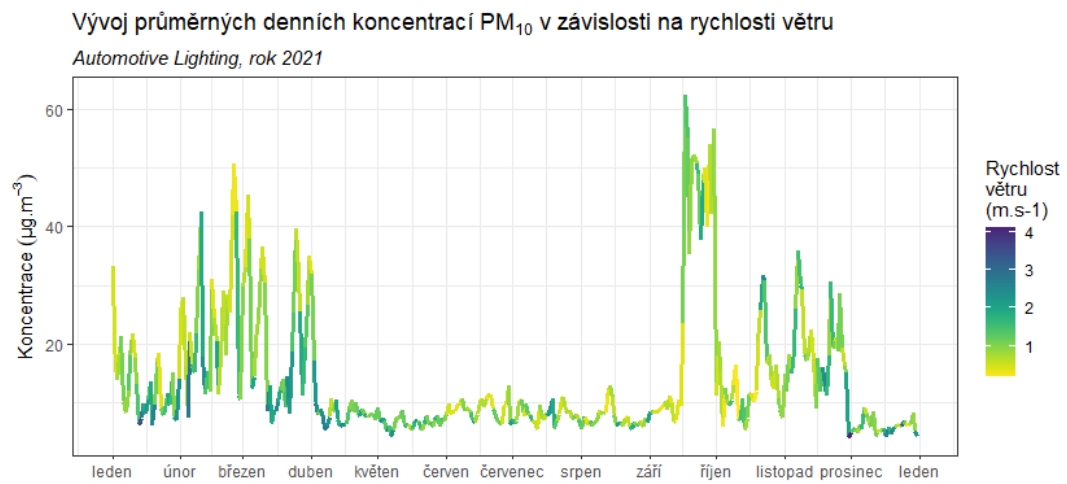
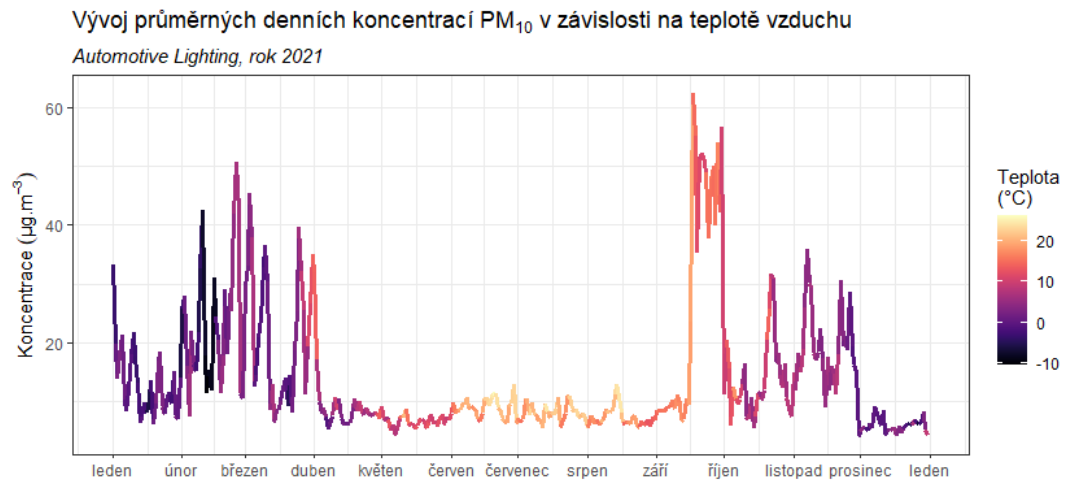


Obr. 15 – Počet dní s překročenou hodnotou imisního limitu pro průměrnou denní koncentraci PM<sub>10</sub> v jednotlivých měsících, Automotive – Lighting

Vzhledem k tomu, že jsou trend a z velké části i hodnoty PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub> téměř totožné (Obr. 14), bude vliv meteorologických podmínek zobrazen pouze pro PM<sub>10</sub>, avšak totéž platí i pro jemnější frakce.

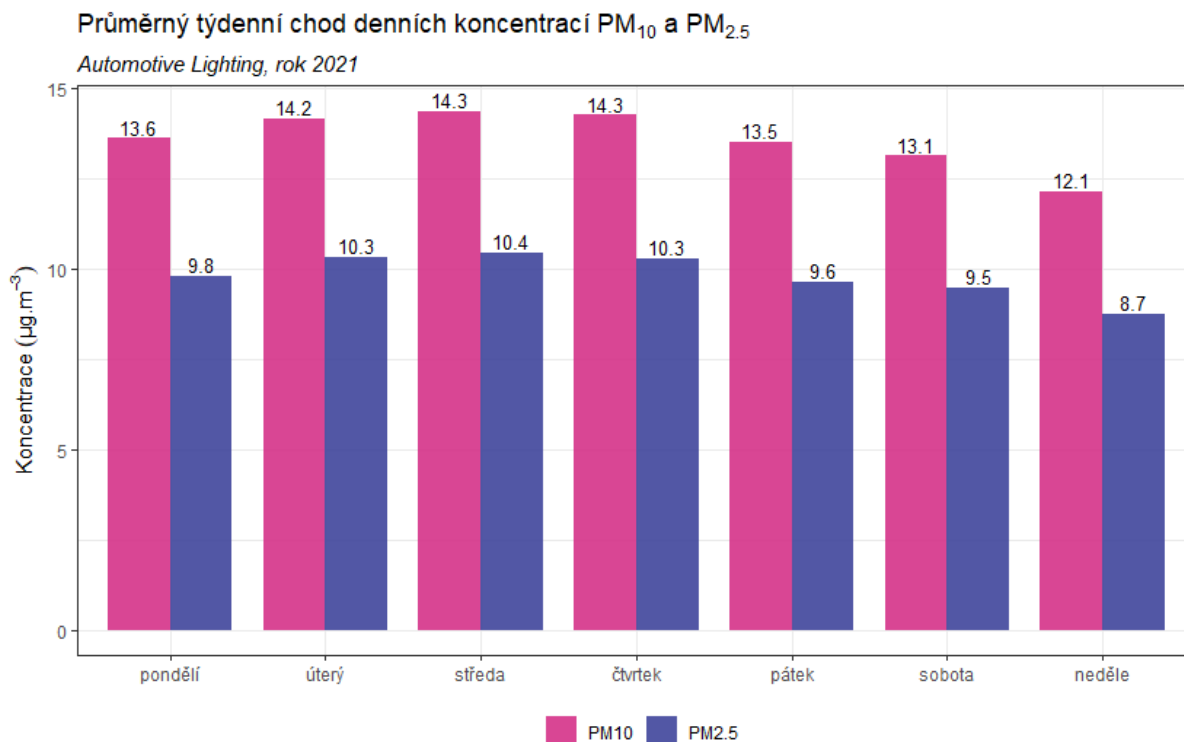
Na Obr. 16 jsou nad sebou zobrazeny tři grafy. Křivka vždy zobrazuje vývoj koncentrací PM<sub>10</sub>, zbarvení křivky na horním grafu vždy zobrazuje aktuální teplotu vzduchu, v prostředním grafu pak rychlost proudění větru a ve spodním grafu relativní vlhkost.

Z grafů je pak patrné, že vyšší koncentrace PM<sub>10</sub> jsou měřeny při nízkých teplotách a nízkých rychlostech větru. To jsou podmínky charakteristické pro teplotní inverzi. Nízké teploty se dále promítnou do potřeby více topit, takže se i zvyšují emise z lokálních topenišť – v chladné části roku nejvýznamnější zdroj prašnosti. Nízké rychlosti větru pak zabraňují dostatečnému rozptylu škodlivin a koncentrace se tak neustále zvyšují.



Obr. 16 – Vliv teploty (nahore) a rychlosti větru (uprostřed) a relativní vlhkosti (dole) na koncentrace PM<sub>10</sub>, Automotive – Lighting, rok 2021

Z hlediska týdenního chodu průměrných denních koncentrací PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub> (Obr. 17) byly v roce 2021 nejhoršími dny středa a čtvrtek. Naopak nejnižší koncentrace jsou měřeny v neděli.



Obr. 17 – Průměrný týdenní chod denních koncentrací PM<sub>10</sub>, Automotive – Lighting, rok 2021

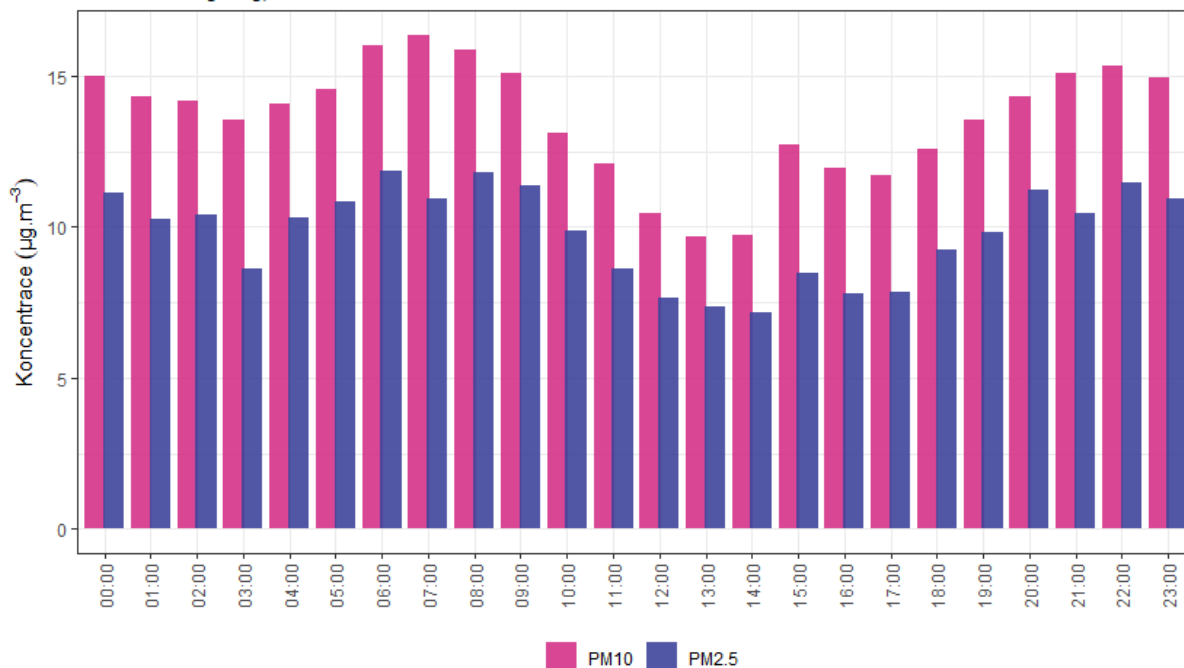
### 3.1.4 Analýza hodinových koncentrací – denní chod a koncentrační růžice

Zprůměrováním všech naměřených koncentrací v jednotlivé hodiny lze získat průměrný denní chod koncentrací PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub> v lokalitě Automotive – Lighting. Denní chod koncentrací PM<sub>10</sub> zobrazuje Obr. 18.

Z grafů je patrné, že nejvyšší hodnoty koncentrací PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub> jsou dosahovány ve dvou špičkách – v ranní špičce (cesty do zaměstnání) a dále večerních a nočních hodinách, kdy se spojuje vliv návratu lidí z práce a zatopení v lokálních topeništích, které plošně navýší hodnoty koncentrací prašnosti v celém území. Svůj vliv mohou mít také rozptylové podmínky, které bývají v noci horší, zvýšené koncentrace jsou tak téměř celou noc. Nejnižší koncentrace jsou měřeny kolem poledne.

### Průměrný denní chod hodinových koncentrací PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub>

Automotive Lighting, rok 2021

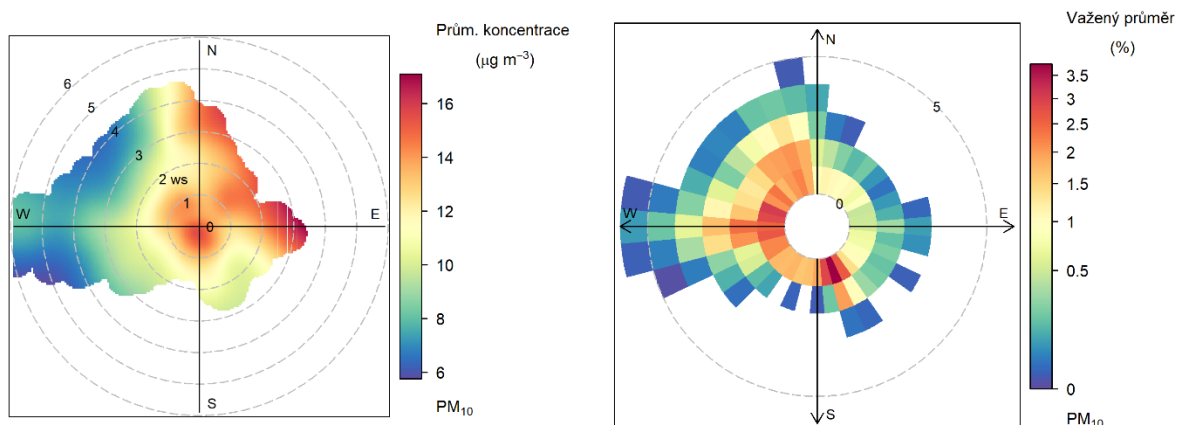


Obr. 18 – Denní chod hodinových koncentrací PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub>, Automotive – Lighting, rok 2021

Koncentrační růžice jsou nástroj pro analýzu znečištění ovzduší na základě meteorologických charakteristik. Pro jejich konstrukci jsou použita hodinová data meteorologických prvků a koncentrací škodlivin. Vychází se z větrné růžice, do polárních souřadnic se ukládá jednak směr větru jako u klasické větrné růžice, a dále pak rychlost větru – ve středu růžice je bezvětří, s rostoucí vzdáleností od středu roste rychlost větru. Pro jednotlivé rychlosti a směry větru je pak v koncentrační růžici zprůměrována koncentrace dané škodliviny, naměřená vždy při daných rychlostech a směrech větru.

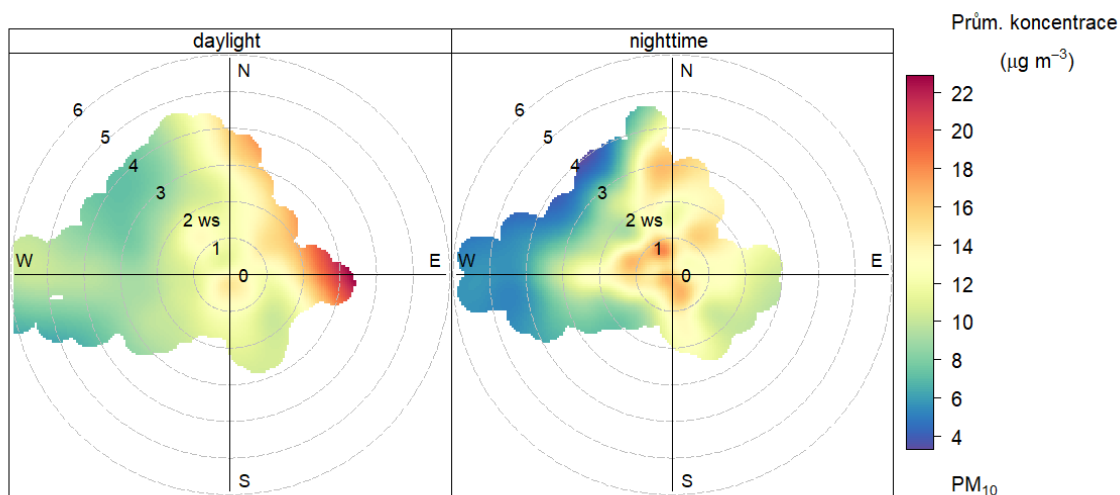
Základní koncentrační růžice tak ukazuje, při jakých rychlostech a směrech větru jsou v průměru dosahovány (nejvyšší) koncentrace. Vážená koncentrační růžice pak vypočte vážený průměr (tzn. že je vzata v úvahu také četnost výskytu), a dává tak informaci, jakým procentem se jednotlivé směry větru podílí na měřených koncentracích dané škodliviny.

Následující Obr. 19 zobrazuje tyto dva typy koncentračních růžic pro lokalitu Automotive – Lighting. Zobrazeny jsou pouze koncentrační růžice pro PM<sub>10</sub>, ty pro PM<sub>2,5</sub> je kopírují pouze s nižšími koncentracemi, ale analytické výsledky rychlosti a směru větru jsou shodné.



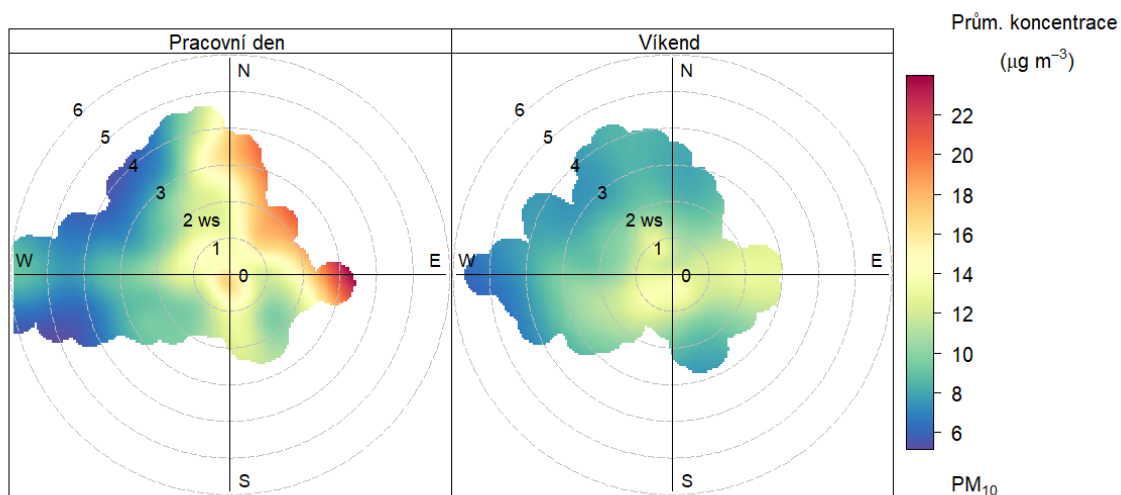
Obr. 19 – Koncentrační růžice (vlevo) a vážená koncentrační růžice (vpravo) pro PM<sub>10</sub>, Automotive – Lighting, rok 2021

Z Obr. 19 vyplývá, že v průměru jsou nejvyšší koncentrace měřeny při východním až severovýchodním proudění a dále pak při bezvětří. Co se týče relativního příspěvku k měřeným koncentracím, převládají jihovýchodní a západní směry větru (z těchto směrů fouká nejčastěji) a spíše nízké rychlosti větru. Na následujícím Obr. 20 je koncentrační růžice rozdělena na den a noc. Vysoké koncentrace PM<sub>10</sub> z východních směrů jsou měřeny zejména v denních hodinách, vyšší koncentrace při bezvětří či proudění ze severu se vyskytuje spíše v hodinách nočních.



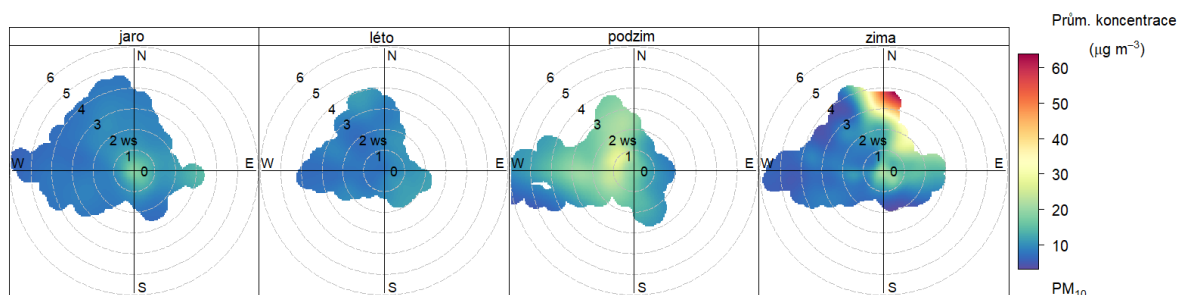
Obr. 20 – Koncentrační růžice ve dne (daytime) a v noci (nighttime), Automotive – Lighting, rok 2021

Koncentrační růžici je taky možné rozdělit na pracovní dny a víkendy. Jak ukazuje následující Obr. 21, vyšší koncentrace jsou měřeny v pracovní dny, o víkendech jsou koncentrace nižší, zvýšené zejména při bezvětří (nedostatečný rozptyl).



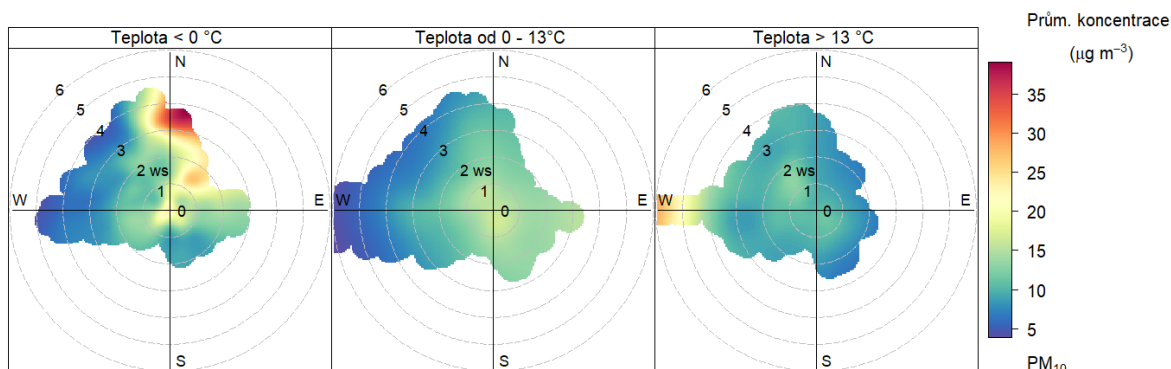
Obr. 21 – Koncentrační růžice v pracovní dny a o víkendu, Automotive – Lighting, rok 2021

Následující Obr. 22 zobrazuje koncentrační růžice v jednotlivých ročních obdobích. Vysoké koncentrace jsou měřeny zejména v zimních měsících ze severních až severovýchodních směrů a při vyšších rychlostech větru.



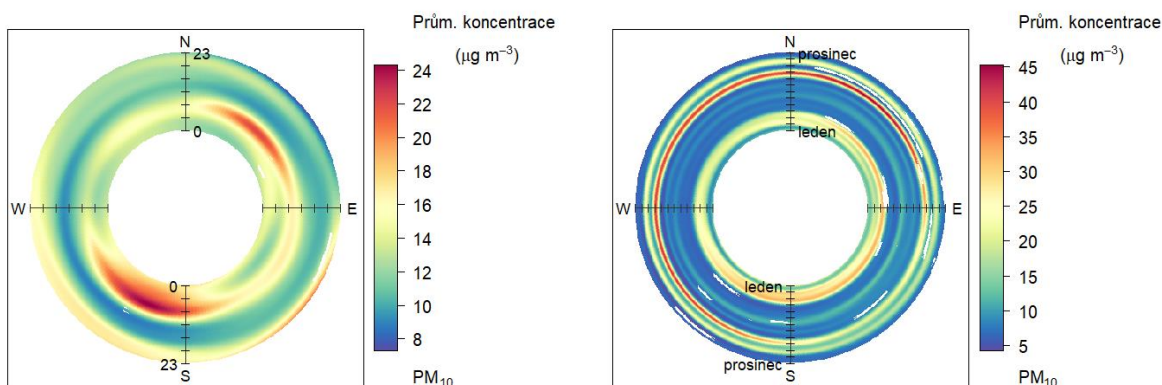
Obr. 22 – Koncentrační růžice jednotlivých ročních období, Automotive – Lighting, rok 2021

Dále lze rozdělit koncentrační růžice na základě teplot vzduchu. Z Obr. 23 je pak patrné, že nejvyšší koncentrace jsou měřeny při teplotách vzduchu nižších než 0 °C a proudění větru ze severu až severovýchodu. Při vyšších teplotách jsou již pouze mírně zvýšené, při teplotách nad 13 °C jsou zaznamenány zvýšené koncentrace při vyšších rychlostech větru ze západu. To může souviset s větrnou erozí – při vyšších teplotách může docházet k vysychání půdy a jejímu vznosu při vyšších rychlostech větru.



Obr. 23 – Koncentrační růžice členěná dle teplot, Automotive – Lighting, rok 2021

Cenné informace poskytuje rovněž průměrný denní a roční chod, členěný dle směru větru. V případě denního chodu je uprostřed první hodina po půlnoci a na okraji pak 23. hodina. V případě ročního chodu je pak uprostřed 1. 1. a na okraji 31. 12. Směry větru jsou totožné jako v případě růžic.



Obr. 24 – Průměrný denní chod (vlevo) a roční chod (vpravo) koncentrací dle směru větru, Automotive – Lighting, rok 2021

Z Obr. 24 pak vyplývá, že v případě lokality Automotive – Lighting v roce 2021 byly nejvyšší koncentrace PM<sub>10</sub> měřeny v brzkých ranních hodinách a nočních hodinách, a to zejména z jižních až jihozápadních směrů, resp. ze severovýchodních směrů. To zřejmě souvisí s příchodem do práce a s vytápěním domácností. V případě ročního chodu jsou významné zejména zimní měsíce, v roce 2021 pak dominoval zejména začátek roku. Výrazně se pak projevila rovněž epizoda v září, zmíněná již dříve.

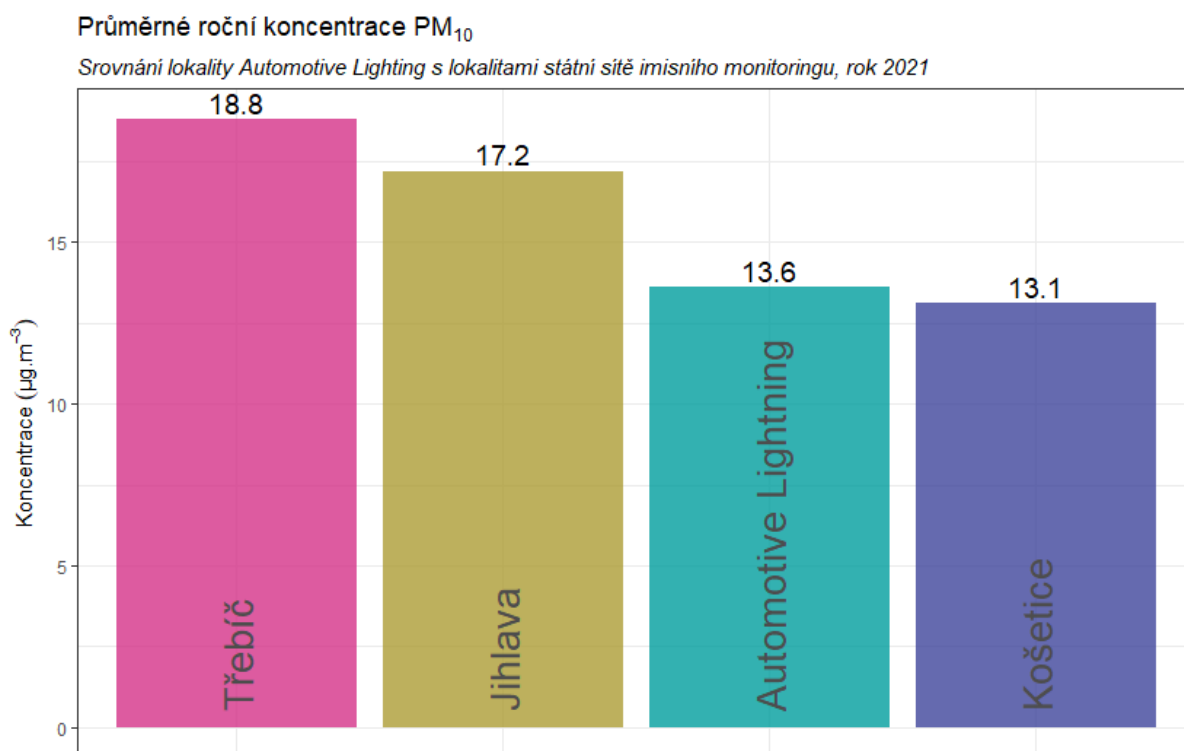


### 3.1.5 Srovnání s lokalitami státní sítě imisního monitoringu

V této podkapitole budou koncentrace, naměřené v lokalitě Automotive – Lighting, srovnány s hodnotami naměřenými ve státní síti imisního monitoringu Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ).

Na následujícím Obr. 25 jsou zobrazeny průměrné roční koncentrace částic  $PM_{10}$  na blízkých lokalitách v roce 2021 a srovnány s lokalitou Automotive – Lighting. Z grafu vyplývá, že v lokalitě Automotive – Lighting jsou měřeny spíše nižší koncentrace  $PM_{10}$ . Nejnižší hodnotu naměřila regionální pozadřová lokalita Košetice. Nejvyšší koncentrace  $PM_{10}$  byly naměřeny v lokalitě Třebíč. Žádná z uvedených lokalit nepřekročila imisní limit pro průměrnou roční koncentraci  $PM_{10}$ .

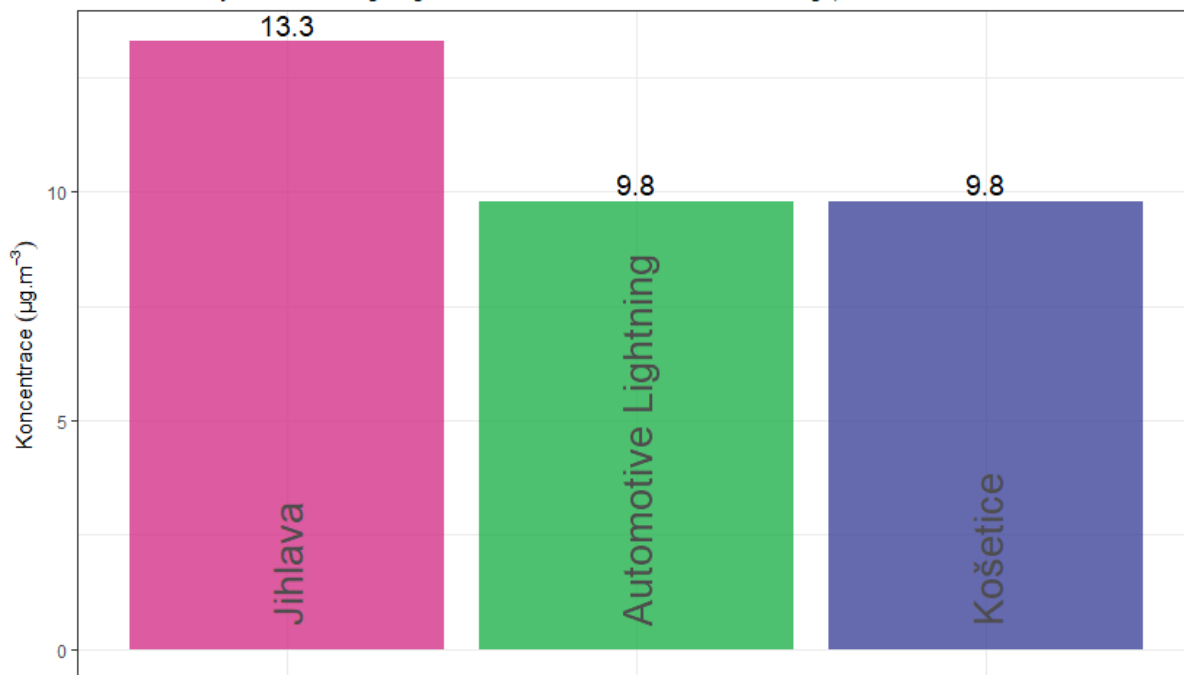
Na následujícím grafu na Obr. 26 jsou obdobně zobrazeny hodnoty průměrných ročních koncentrací  $PM_{2,5}$  na vybraných lokalitách. Z grafu je patrné, že lokalita Automotive – Lighting dosahuje spolu s lokalitou Košetice nejnižších hodnot. Žádná z lokalit nepřekročila imisní limit pro průměrnou roční koncentraci  $PM_{2,5}$ .



Obr. 25 – Srovnání průměrné roční koncentrace  $PM_{10}$  lokality Automotive – Lighting s okolními stanicemi státní sítě imisního monitoringu, rok 2021

### Průměrné roční koncentrace PM<sub>2,5</sub>

Srovnání lokality Automotive Lighting s lokalitami státní sítě imisního monitoringu, rok 2021



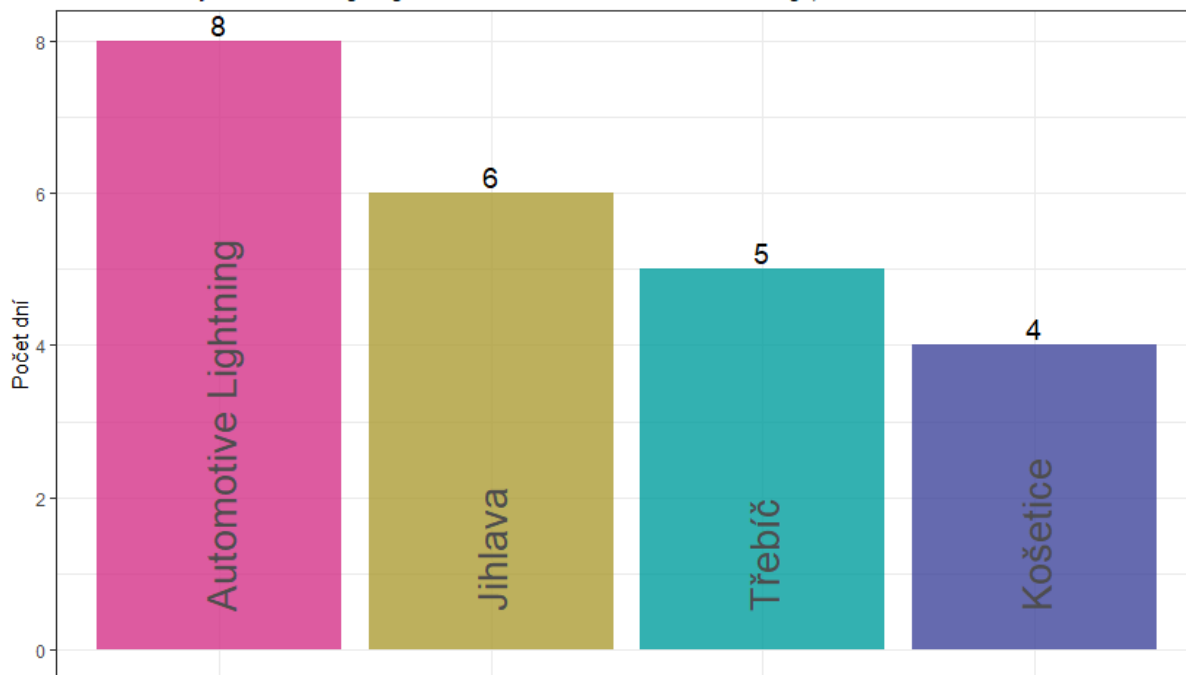
Obr. 26 – Srovnání průměrné roční koncentrace PM<sub>2,5</sub> lokality Automotive – Lighting s okolními stanicemi státní sítě imisního monitoringu, rok 2021

Graf na následujícím Obr. 27 zobrazuje poslední legislativou sledovanou charakteristiku pro suspendované částice PM<sub>10</sub>. Jedná se o imisní limit pro průměrnou denní koncentraci PM<sub>10</sub>, jehož hodnota může být z kalendářní rok 35x překročena. V grafu je zobrazen právě počet dní s překročenou hodnotou imisního limitu pro průměrnou denní koncentraci PM<sub>10</sub>. V případě překročení limitu je číslo v popisku zobrazeno červeně.

Z grafu je patrné, že k překročení imisního limitu na žádné z vybraných lokalit nedošlo. Lokalita Automotive – Lighting plnila imisní limit v roce 2021, došlo k 8 překročením. Nejméně překročení zaznamenala opět regionální pozadřová lokalita Košetice.

### Počet dní s koncentracemi $PM_{10}$ vyššími, než je hodnota denního imisního limitu

Srovnání lokality Automotive Lighting s lokalitami státní sítě imisního monitoringu, rok 2021

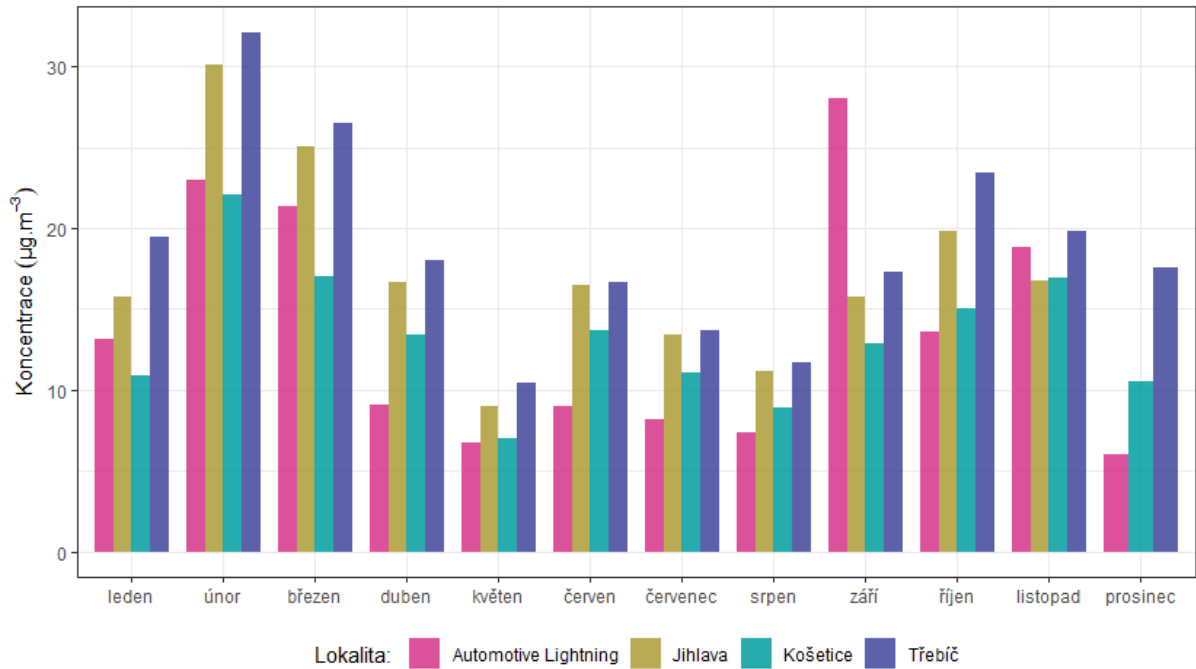


Obr. 27 – Počet dní s průměrnými denními koncentracemi  $PM_{10}$  vyššími, než je hodnota imisního limitu pro průměrnou denní koncentraci  $PM_{10}$ , vybrané lokality Olomouckého kraje, rok 2021

Následující grafy zobrazují průměrné měsíční koncentrace  $PM_{10}$  a  $PM_{2,5}$  naměřené ve vybraných lokalitách. Z obou grafů je patrné, že vývoj koncentrací v jednotlivých měsících byl na všech lokalitách podobný. Výjimku tvoří lokální epizoda v I září v lokalitě Automotive Lighting, kdy došlo k významnému nárůstu koncentrací  $PM_{10}$  (ale i  $PM_{2,5}$ ). Rovněž je patrné, že s výjimkou zářijové epizody byly obdobně jako v lokalitě Automotive – Lighting i v ostatních lokalitách měsíce s nejvyššími koncentracemi stejné – zejména únor a březen. Je tedy zřejmé, že vliv na zvýšené koncentrace neměly lokální zdroje, ale ovlivnění bylo regionální, resp. nadregionální.

### Průměrné měsíční koncentrace PM<sub>10</sub>

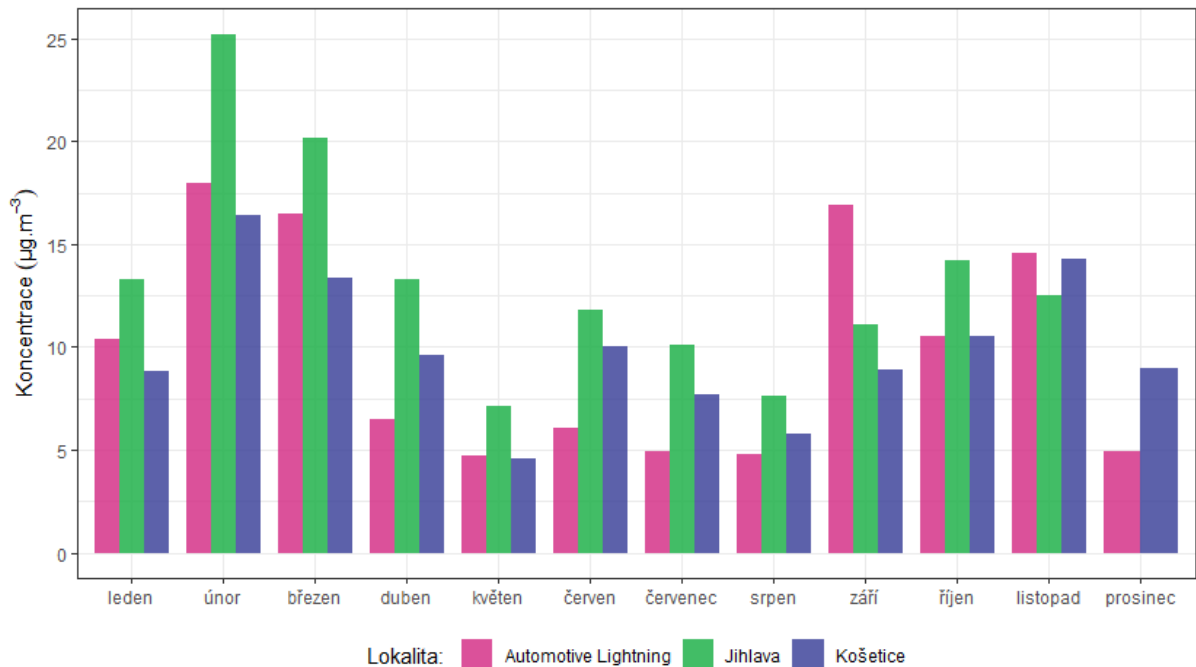
Srovnání lokality Automotive Lighting s lokalitami státní sítě imisního monitoringu, rok 2021



Obr. 28 – Srovnání průměrných měsíčních koncentrací PM<sub>10</sub> lokality Automotive – Lighting s okolními stanicemi státní sítě imisního monitoringu, rok 2021

### Průměrné měsíční koncentrace PM<sub>2,5</sub>

Srovnání lokality Automotive Lighting s lokalitami státní sítě imisního monitoringu, rok 2021



Obr. 29 – Srovnání průměrných měsíčních koncentrací PM<sub>2,5</sub> lokality Automotive – Lighting s okolními stanicemi státní sítě imisního monitoringu, rok 2021

## 3.2 OXIDY DUSÍKU NO<sub>2</sub>, NO A NO<sub>x</sub>

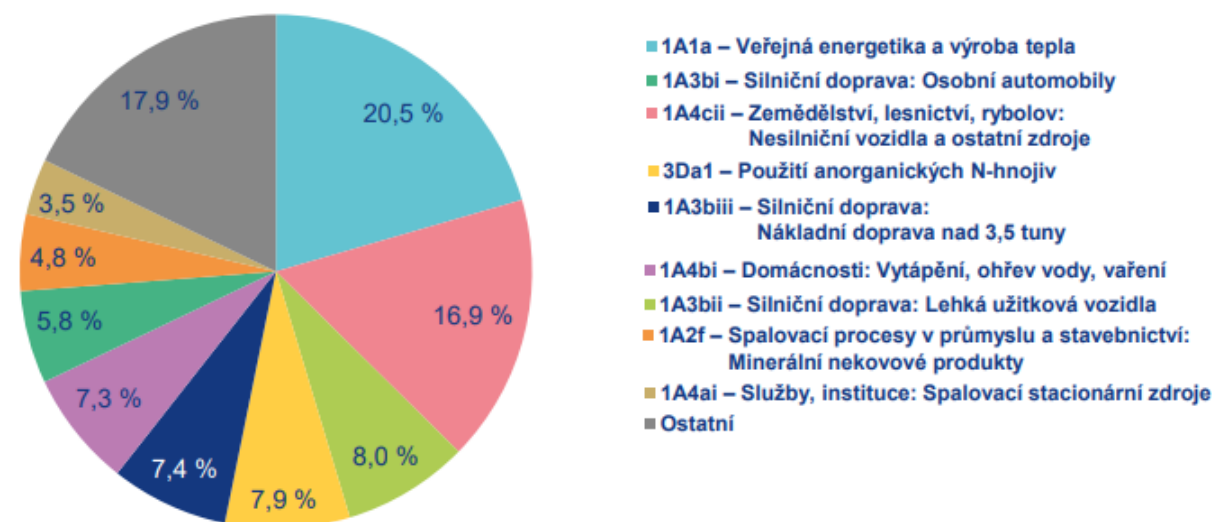
Při sledování a hodnocení kvality venkovního ovzduší se pod termínem oxidy dusíku (NO<sub>x</sub>) rozumí směs oxidu dusnatého (NO) a oxidu dusičitého (NO<sub>2</sub>) [10].

Pro oxid dusičitý jsou v příloze 1 zákona o ochraně ovzduší [1] uvedeny dva imisní limity. Pro průměrnou roční koncentraci a pro hodinovou koncentraci, která může být za kalendářní rok 18 x překročena (Tab. 1).

Z hlediska imisních limitů je na území ČR důležitý pouze imisní limit pro průměrnou roční koncentraci NO<sub>2</sub>. Imisní limit pro hodinovou koncentraci není v současnosti na žádné lokalitě v ČR překračován, a to ani na dopravně nejzatíženějších lokalitách, jako je Praha-Legerova.

Více než 90 % z celkových oxidů dusíku ve venkovním ovzduší je emitováno ve formě NO. NO<sub>2</sub> vzniká relativně rychle reakcí NO s přízemním ozonem nebo s radikály typu HO<sub>2</sub>, popř. RO<sub>2</sub> [11]. Řadou chemických reakcí se část NO<sub>x</sub> přemění na HNO<sub>3</sub>/NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, které jsou z atmosféry odstraňovány suchou a mokrou atmosférickou depozicí. Pozornost je věnována NO<sub>2</sub> z důvodu jeho negativního vlivu na lidské zdraví. Hraje také klíčovou roli při tvorbě fotochemických oxidantů.

V Evropě vznikají emise NO<sub>x</sub> 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. Méně než 10 % celkových emisí NO<sub>x</sub> vzniká ze spalování přímo ve formě NO<sub>2</sub>. Přírodní emise NO<sub>x</sub> vznikají převážně z půdy, vulkanickou činností a při vzniku blesků. Jsou poměrně významné z globálního pohledu, z pohledu Evropy však představují méně než 10 % celkových emisí [12].



Obr. 30 – Podíl sektorů NFR na celkových emisích NO<sub>x</sub> v ČR, rok 2019 [7]

Největší množství emisí NO<sub>x</sub> pochází z mobilních zdrojů. Sektory 1A3bi – Silniční doprava: Osobní automobily, 1A4cii – Zemědělství, lesnictví, rybolov: Nesilniční vozidla a ostatní stroje, 1A3biii – Silniční doprava: Nákladní doprava nad 3,5t a 1A3bii – Lehká užitková vozidla se na celorepublikových emisích NO<sub>x</sub> v roce 2019 podílely 38,1 %. Ze sektoru 1A1a – Veřejná energetika a výroba tepla bylo do ovzduší

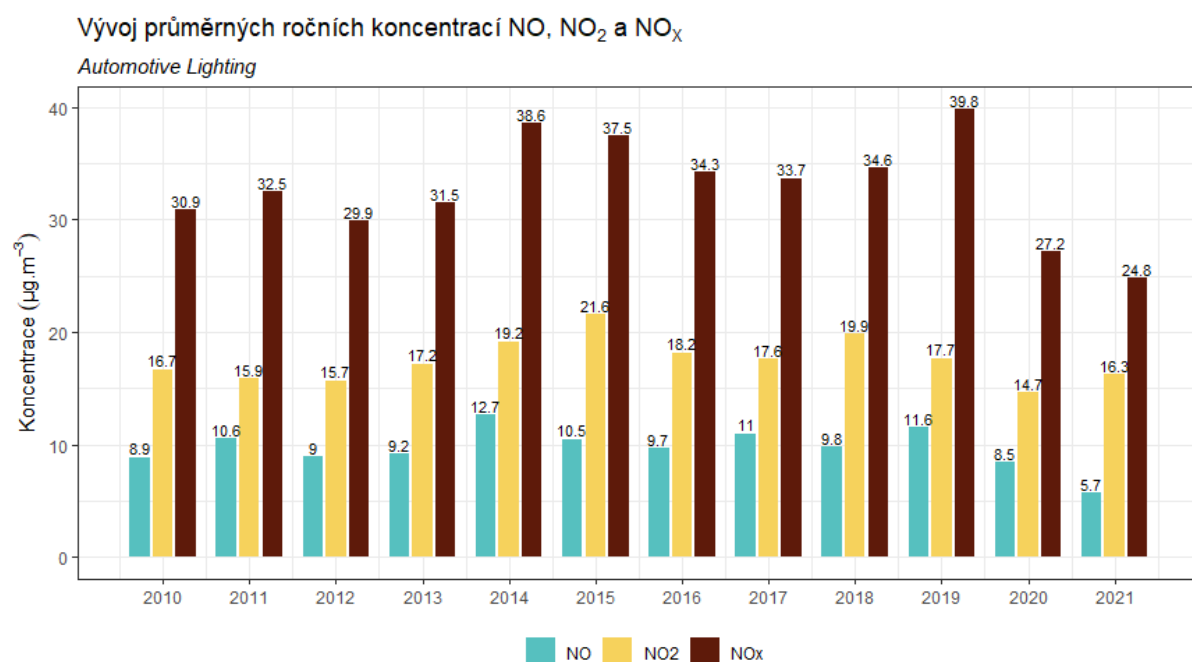
vnášeno 20,5 % emisí NO<sub>x</sub>. Nově byly v celém období dopočteny emise sektoru *Použití anorganických N-hnojiv*, které se v roce 2019 na celkových emisích podílely 7,9 % [7].

### 3.2.1 Průměrné roční koncentrace

**Průměrná roční koncentrace NO<sub>2</sub> činila v roce 2021 v lokalitě Automotive – Lighting 16,3 µg·m<sup>-3</sup>. Imisní limit tedy překročen nebyl.**

Průměrná roční koncentrace NO činila v roce 2021 v lokalitě Automotive – Lighting 5,7 µg·m<sup>-3</sup>. Průměrná roční koncentrace NO<sub>x</sub> činila v roce 2021 v lokalitě Automotive – Lighting 24,8 µg·m<sup>-3</sup>.

Následující Obr. 31 zobrazuje vývoj průměrných ročních koncentrací NO, NO<sub>2</sub> a NO<sub>x</sub> v lokalitě Automotive – Lighting. Z grafu je patrné, že hodnoty všech oxidů dusíku proti roku 2020 mírně poklesly. Oba roky, kde byly kvůli nemoci Covid 19 vyhlášeny lockdowny, jsou proti předchozím rokem hodnotami koncentrací oxidů dusíku níže.



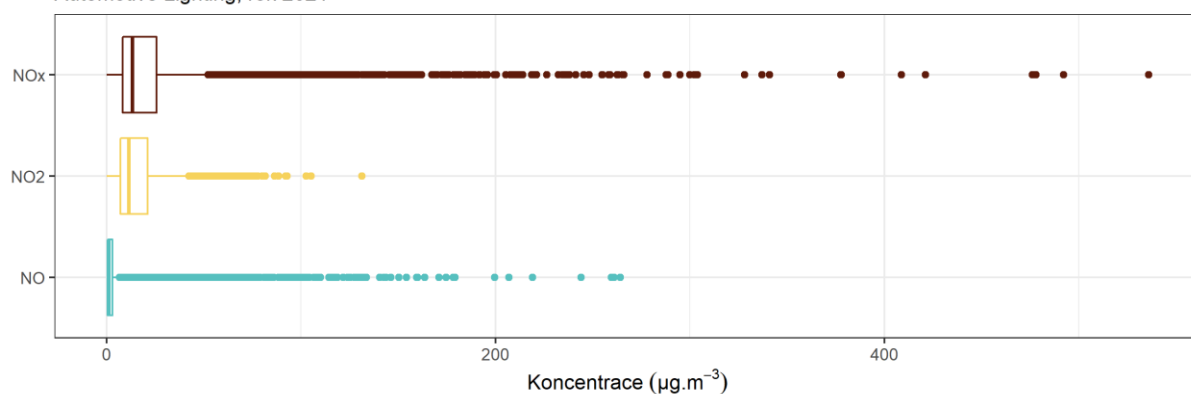
Obr. 31 -Vývoj průměrných ročních koncentrací NO, NO<sub>2</sub> a NO<sub>x</sub>, lokalita Automotive – Lighting

Následující Tab. 3 pak zobrazuje statistické zpracování naměřených hodinových dat pro jednotlivé oxidy dusíku. Grafické znázornění hodinových koncentrací pomocí krabicových grafů za rok 2021 pak zobrazuje Obr. 32. Z tabulky i grafického znázornění je patrné, že maximální hodnota hodinové koncentrace NO<sub>2</sub> se pohybovala hluboko pod úrovní hodnoty imisního limitu pro hodinové koncentrace NO<sub>2</sub> (200 µg·m<sup>-3</sup>). Tato hodnota může být navíc 18x za kalendářní rok překročena. Imisní limit pro hodinové koncentrace NO<sub>2</sub> je tedy v lokalitě Automotive – Lighting s velmi velkou rezervou plněn.

Tab. 3 – Statistické charakteristiky hodinových koncentrací NO, NO<sub>2</sub> a NO<sub>x</sub> v lokalitě Automotive – Lighting, rok 2021

STATISTIKA	NO	NO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>
PRŮMĚR	5,7	16,3	24,8
MAXIMUM	264,1	131,4	535,8
MEDIÁN	1,2	11,6	13,4
MINIMUM	0	0	0

Statistické zpracování hodinových koncentrací NO, NO<sub>2</sub> a NO<sub>x</sub>  
Automotive Lighting, rok 2021



Obr. 32 – Statistické zpracování hodinových koncentrací NO, NO<sub>2</sub> a NO<sub>x</sub> v lokalitě Automotive – Lighting, rok 2021

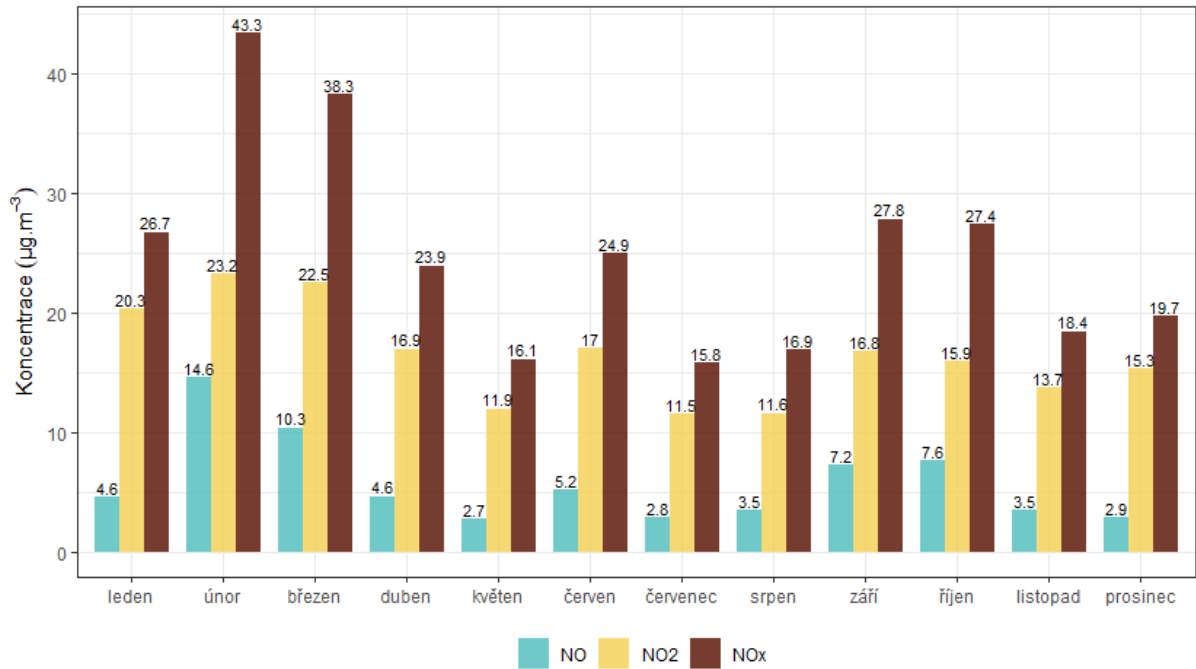
### 3.2.2 Průměrné měsíční koncentrace

Na Obr. 33 jsou průměrné měsíční koncentrace NO, NO<sub>2</sub> a NO<sub>x</sub>. Z obrázku je patrné, že v letních měsících jsou koncentrace nejnižší, naopak v chladné části roku jsou měřeny vyšší koncentrace. Nejvyšší průměrná měsíční koncentrace NO<sub>2</sub> byla naměřena v únoru.

Poměr měsíčních koncentrací NO / NO<sub>2</sub> zobrazuje Obr. 34. Poměr je celoročně nízký, dokumentující spíše malý vliv dopravy na měřicí lokalitu. Nejvyšší hodnoty tohoto poměru byly naměřeny v únoru a dále v říjnu. Svůj vliv na tom mohly mít také meteorologické podmínky.

### Vývoj průměrných měsíčních koncentrací NO, NO<sub>2</sub> a NO<sub>x</sub>

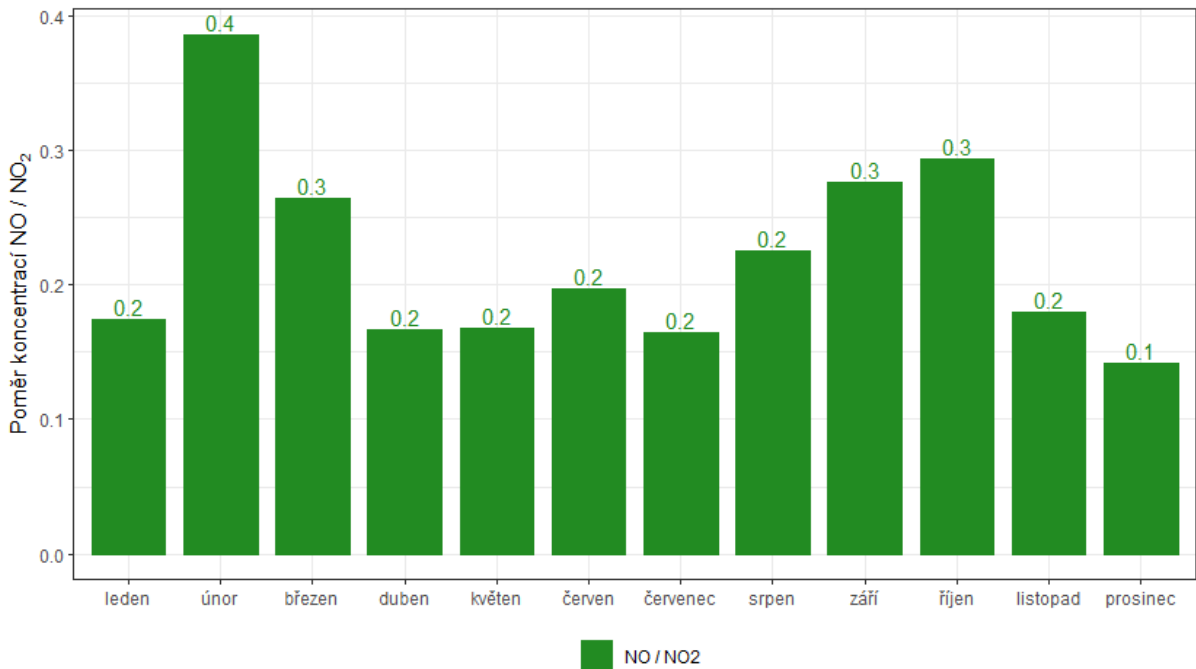
Automotive Lighting, rok 2021



Obr. 33 - Průměrné měsíční koncentrace NO, NO<sub>2</sub> a NO<sub>x</sub>, Automotive – Lighting, rok 2021

### Průměrný měsíční poměr koncentrací NO / NO<sub>2</sub>

Automotive Lighting, rok 2021

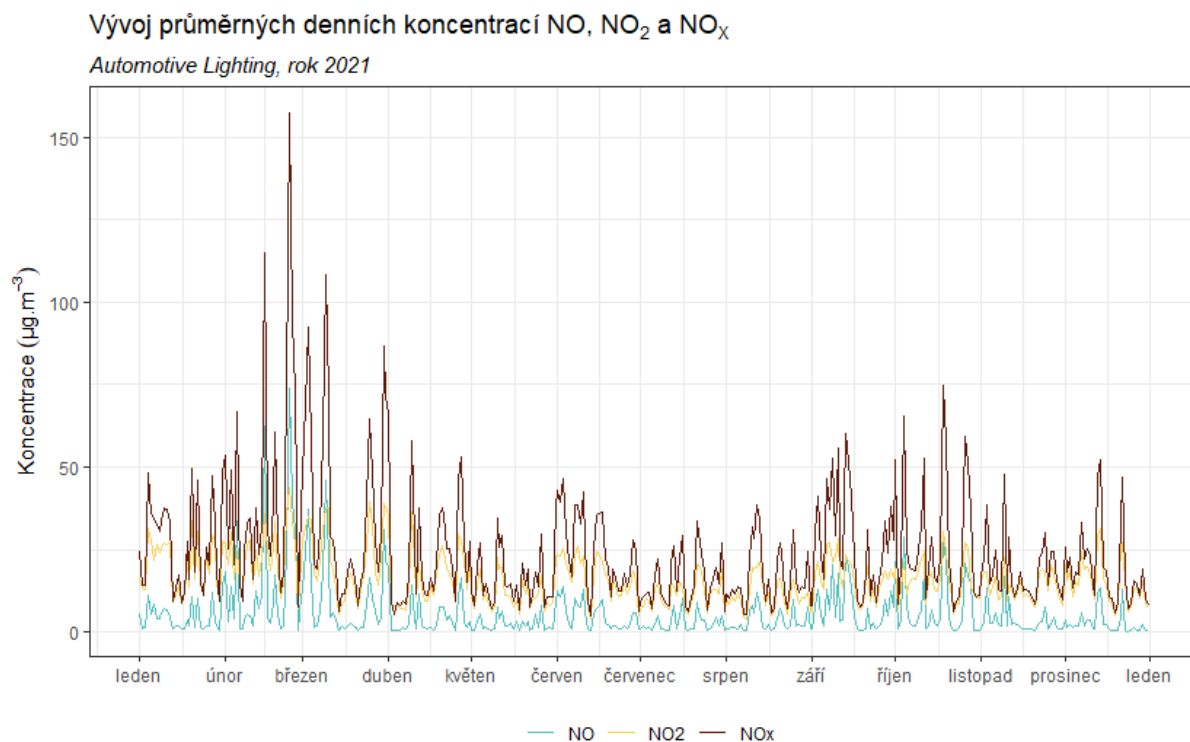


Obr. 34 – Poměr měsíčních koncentrací NO / NO<sub>2</sub>, lokalita Automotive – Lighting, rok 2021



### 3.2.3 Průměrné denní koncentrace NO, NO<sub>2</sub> a NO<sub>x</sub>

Vývoj průměrných denních koncentrací NO, NO<sub>2</sub> a NO<sub>x</sub> v lokalitě Automotive – Lighting zobrazuje následující Obr. 35.

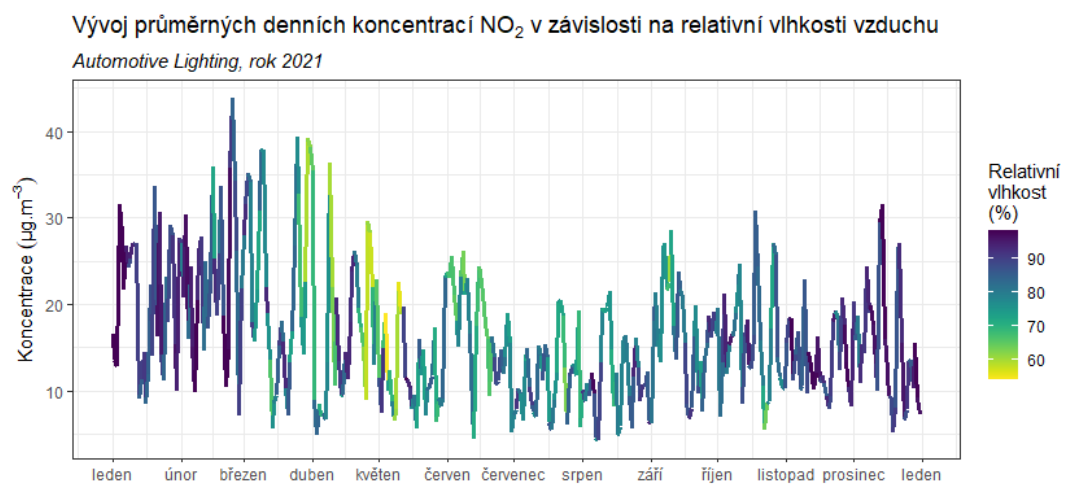
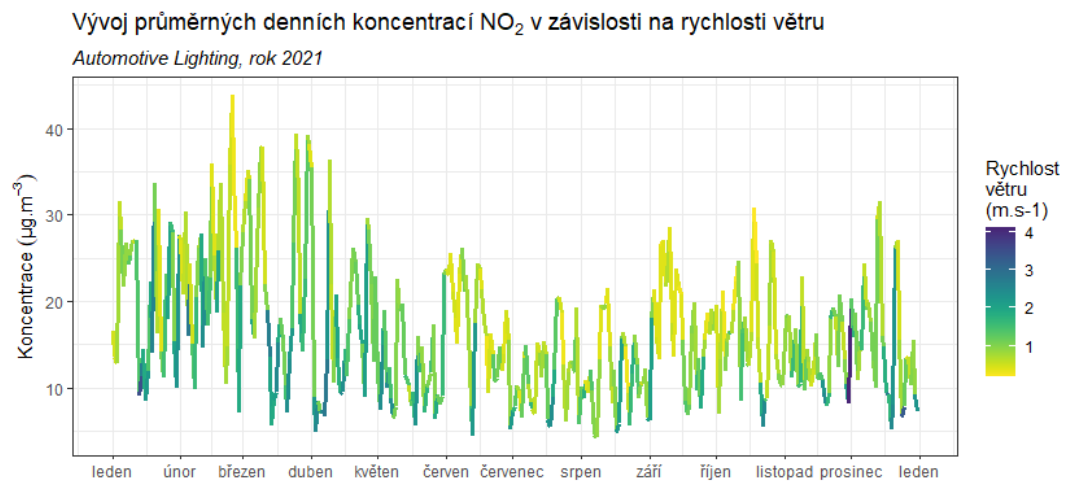
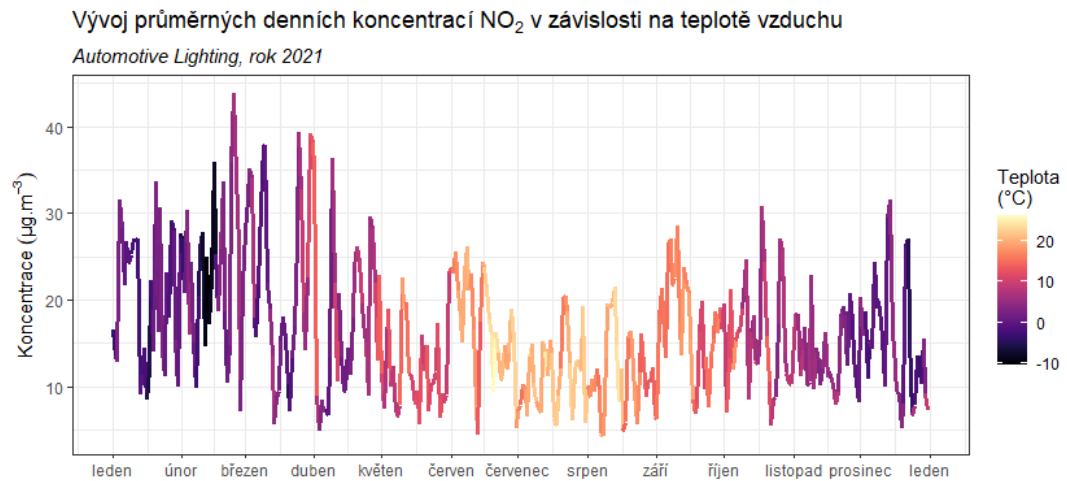


Obr. 35 – Vývoj průměrných hodinových koncentrací NO, NO<sub>2</sub> a NO<sub>x</sub>, Automotive – Lighting, rok 2021

Z grafu je patrné, že nejnižší hodnoty jsou měřeny v letních měsících a směrem k zimním měsícům hodnoty postupně narůstají.

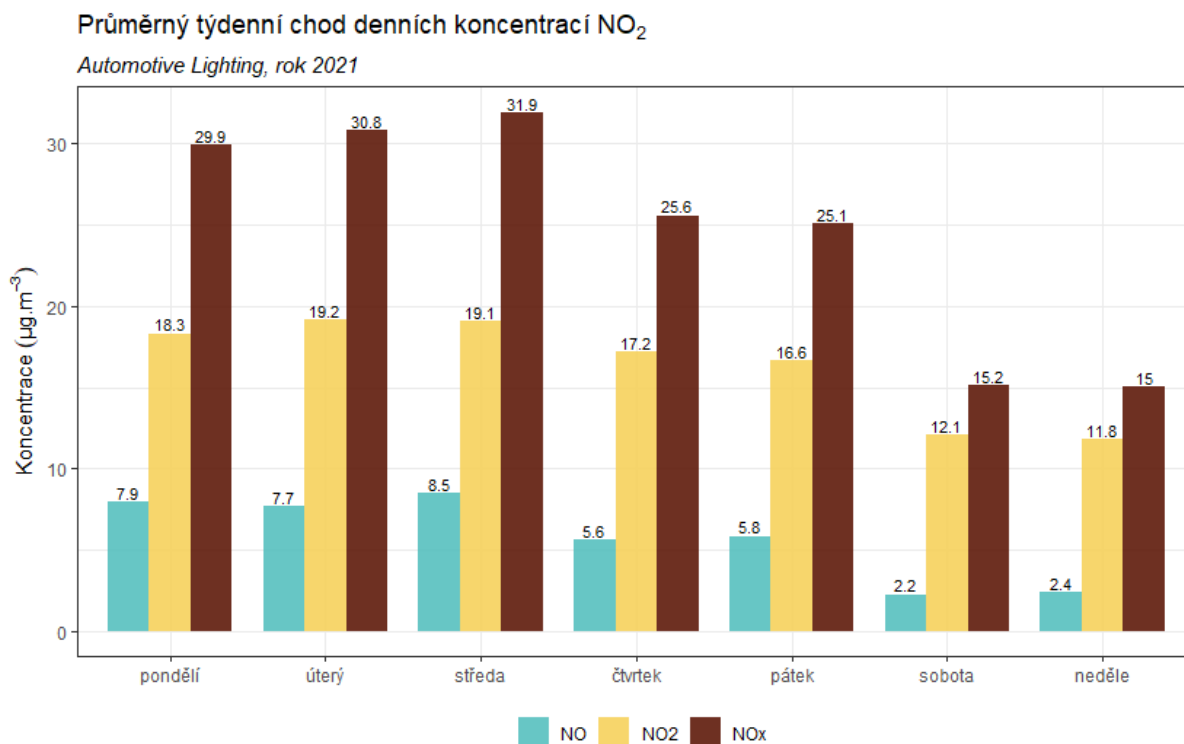
Vzhledem k tomu, že imisní limit je stanoven pouze pro koncentrace NO<sub>2</sub>, bude vliv meteorologických podmínek zobrazen pouze pro tuto látku. Na Obr. 36 jsou nad sebou zobrazeny tři grafy. Křivka vždy zobrazuje vývoj koncentrací NO<sub>2</sub> v dané lokalitě. Zabarvení křivky na horním grafu vždy zobrazuje aktuální teplotu vzduchu, v prostředním grafu pak rychlost proudění větru a ve spodním grafu relativní vlhkost.

Z grafů je patrné, že na koncentrace NO<sub>2</sub> má vliv jak teplota, tak rychlost větru. Nejvyšší koncentrace jsou pak měřeny při velmi nízkých rychlostech větru, resp. při nízkých teplotách.



Obr. 36 – Vliv teploty (nahore), rychlosti větru (uprostřed) a relativní vlhkosti (dole) na koncentrace NO<sub>2</sub>, Automotive – Lighting, rok 2021

Z hlediska týdenního chodu denních koncentrací NO, NO<sub>2</sub> a NO<sub>x</sub> (Obr. 37) je velmi dobře patrný vliv vyššího dopravního zatížení v pracovní dny, který se projeví také ve vyšších koncentracích NO<sub>2</sub> v pracovní dny, nejvíce pak ve středu. Nejnižší hodnoty jsou měřeny v neděli.



Obr. 37 – Průměrný týdenní chod denních koncentrací NO<sub>2</sub>, Automotive – Lighting, rok 2021

### 3.2.4 Analýza hodinových koncentrací – denní chod a koncentrační růžice

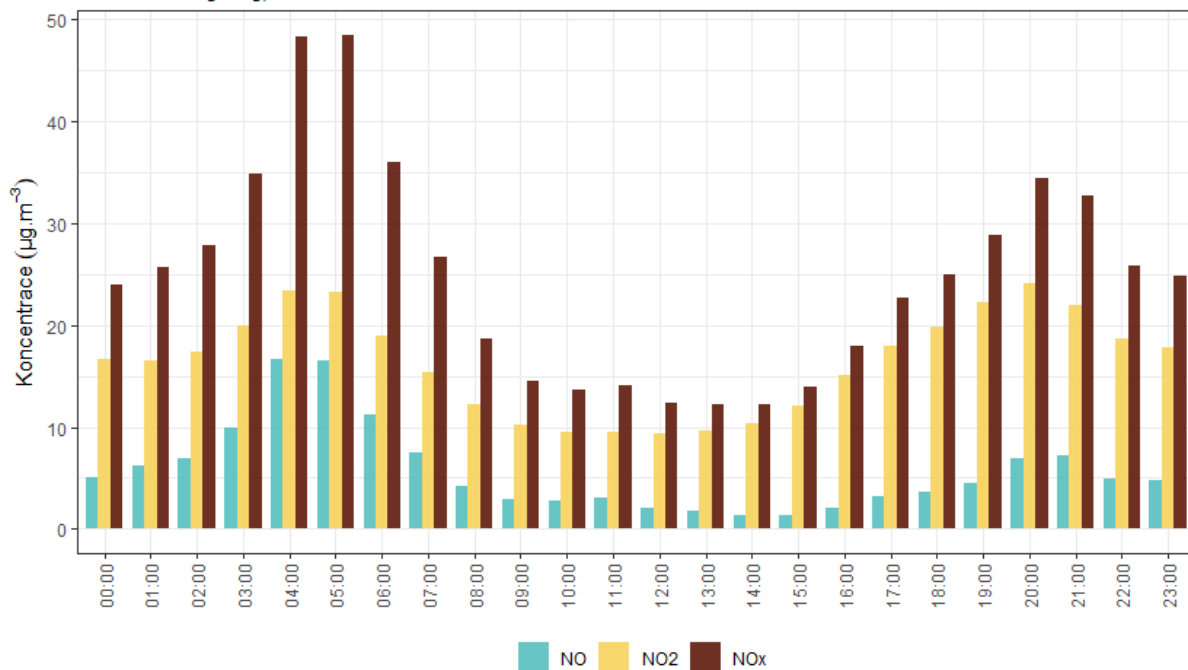
Zprůměrováním všech naměřených koncentrací v jednotlivé hodiny lze získat průměrný denní chod koncentrací NO, NO<sub>2</sub> a NO<sub>x</sub> v lokalitě Automotive – Lighting. Denní chod zobrazuje následující Obr. 38.

Z grafů je patrné, že nejvyšší hodnoty koncentrací NO<sub>2</sub> dosahovány v době ranní a večerní dopravní špičky. Večerní hodnoty mohou být také navýšeny o vliv lokálních topenišť a vytápění. Přesto jsou koncentrace NO<sub>2</sub> nízké, typické pro pozadové lokality. Přes den dochází k mírnému poklesu koncentrací, což může být částečně způsobeno spotřebováním NO<sub>2</sub> na tvorbu přízemního ozónu. Tato reakce probíhá pouze díky slunečního záření, proto lze největší úbytek koncentrací NO<sub>2</sub> očekávat okolo poledne.

Z grafu je rovněž patrné, že v době ranní špičky se koncentrace NO přibližují hodnotám NO<sub>2</sub>, což indikuje významnější vliv dopravy. Odpoledne a zejména večer jsou naopak koncentrace NO<sub>2</sub> významně vyšší než NO, pravděpodobně se tak projevil vliv lokálních topenišť.

### Průměrný denní chod hodinových koncentrací NO<sub>2</sub>

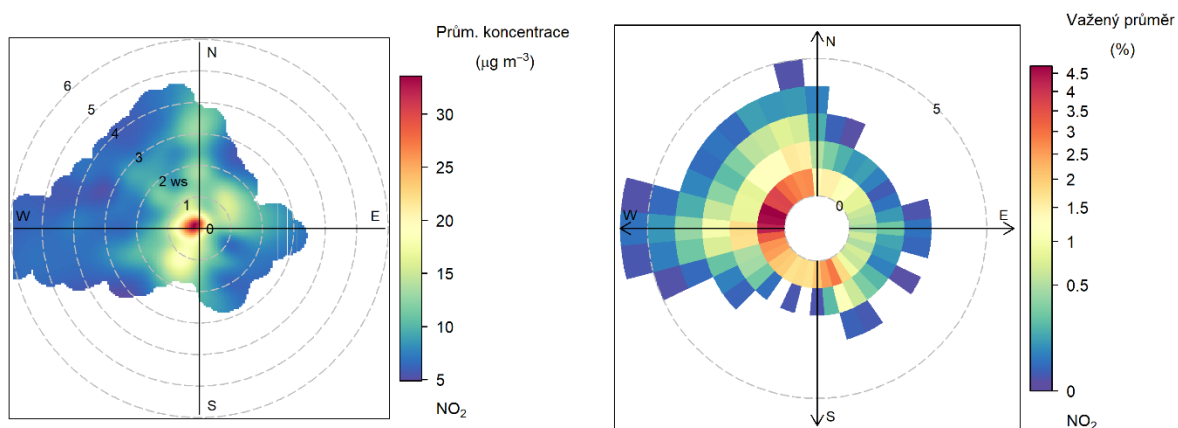
Automotive Lighting, rok 2021



Obr. 38 – Denní chod hodinových koncentrací NO<sub>2</sub>, Automotive – Lighting, rok 2021

Vysvětlení podstaty koncentračních růžic je uvedeno v kapitole 3.1.4.

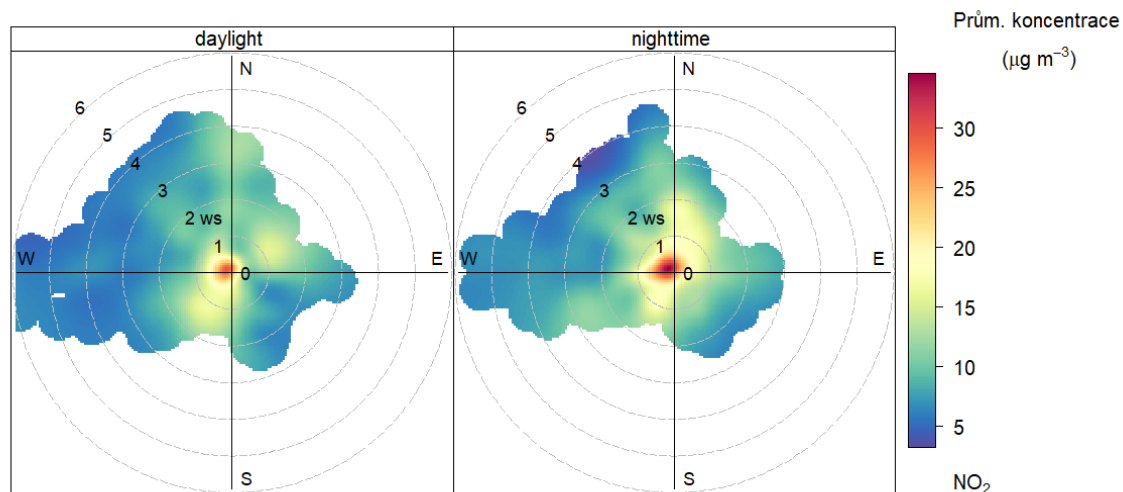
Následující Obr. 39 zobrazuje dva typy koncentrační a váženou koncentrační růžici pro lokalitu Automotive – Lighting.



Obr. 39 – Koncentrační růžice (vlevo) a vážená koncentrační růžice (vpravo) pro NO<sub>2</sub>, Automotive – Lighting, rok 2021

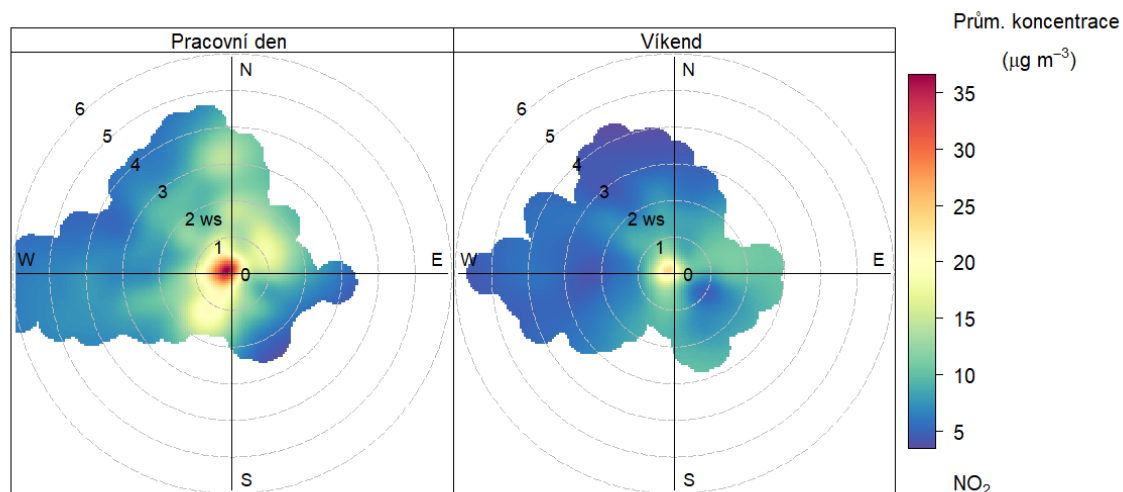
Z Obr. 39 vyplývá, že v průměru jsou nejvyšší koncentrace měřeny při bezvětří, popř. při velmi nízkých rychlostech větru ze severozápadu. Nízké rychlosti větru a západní až severozápadní proudění

(nejčastější směr proudění dle větrné růžice) pak nejvíce přispívaly k měřeným koncentracím NO<sub>2</sub>. Následující Obr. 40 zobrazuje koncentrační růžici ve dne a v noci. V obou případech jsou nejvyšší koncentrace měřeny při bezvětří, popř. proudění ze severozápadu. V nočních hodinách jsou měřeny mírně vyšší hodnoty.



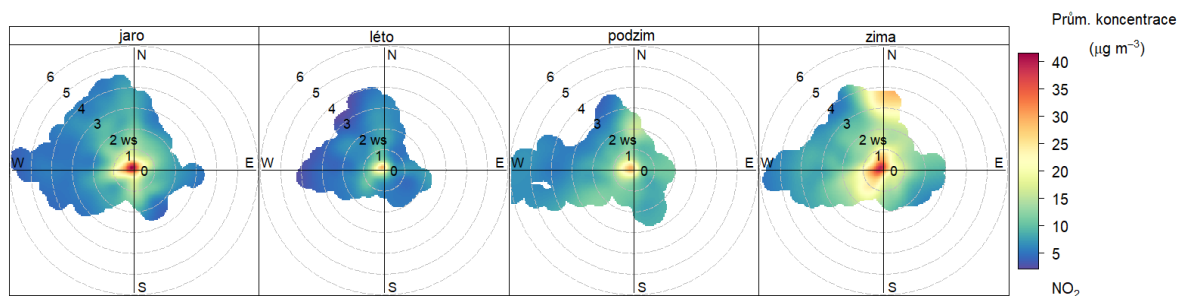
Obr. 40 - Koncentrační růžice ve dne (daytime) a v noci (nighttime), Automotive – Lighting, rok 2021

Obdobně lze koncentrační růžici rozlišit na pracovní dny a víkend (Obr. 41). Z obrázku je patrné, že vyšší koncentrace jsou měřeny v pracovní dny, což může být důsledek většího provozu v lokalitě.



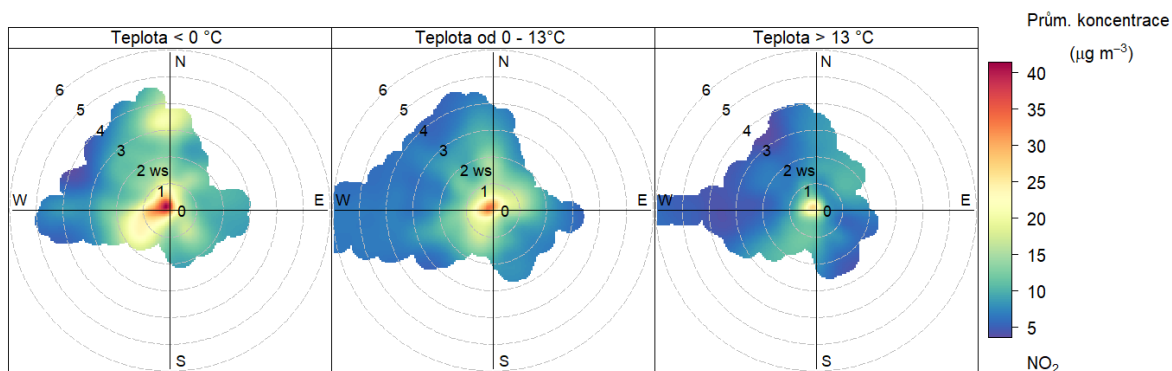
Obr. 41 – Koncentrační růžice NO<sub>2</sub> v pracovní dny a o víkendu, lokalita Automotive – Lighting, rok 2021

Následující Obr. 42 zobrazuje koncentrační růžice v jednotlivých ročních obdobích. Vysoké koncentrace se vyskytují zejména v zimě a na jaře. V létě jsou koncentrace jen velmi nízké, zvýšené pouze při bezvětří.



Obr. 42 – Koncentrační růžice jednotlivých ročních období, Automotive – Lighting, rok 2021

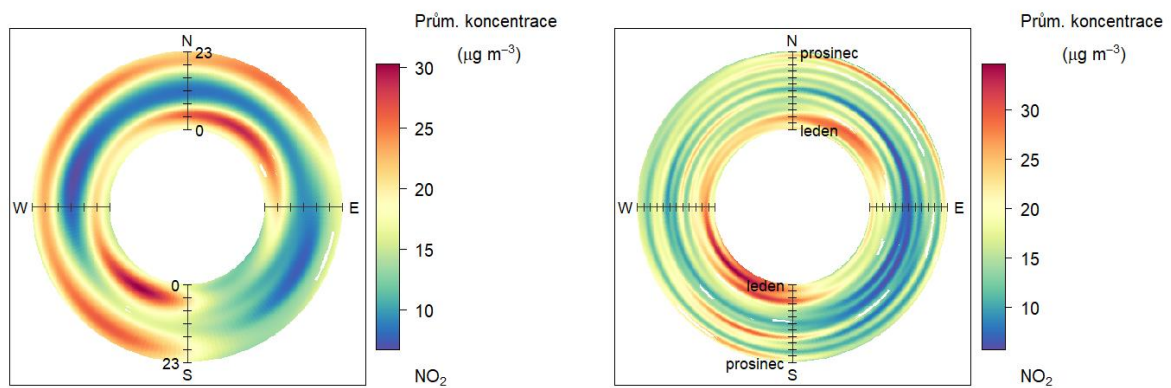
Zajímavé je také rozdělit koncentrační růžice na základě teplot vzduchu. Z Obr. 43 je pak patrné, že nejvyšší koncentrace jsou takřka výhradně měřeny při teplotách vzduchu nižších než 0 °C. Při vyšších teplotách jsou již pouze mírně zvýšené, především při bezvětří.



Obr. 43 – Koncentrační růžice členěná dle teplot, Automotive – Lighting, rok 2021

Cenné informace poskytuje rovněž průměrný denní a roční chod, členěný dle směru větru. V případě denního chodu je uprostřed první hodina po půlnoci a na okraji pak 23. hodina. V případě ročního chodu je pak uprostřed 1. 1. a na okraji 31. 12. Směry větru jsou totožné jako v případě růžic.

Z Obr. 44 pak vyplývá, že v případě lokality Automotive – Lighting v roce 2021 byly nejvyšší koncentrace NO<sub>2</sub> měřeny zejména v ranních a večerních hodinách, vliv má zřejmě příjezd a odjezd z práce a vytápění. Maxima jsou měřena při proudění z jihozápadu a severovýchodu. V případě ročního chodu jsou významné zejména zimní měsíce. Z hlediska maxim převládají jihozápadní a severovýchodní směry.



Obr. 44 – Průměrný denní chod (vlevo) a roční chod (vpravo) koncentrací dle směru větru, Automotive – Lighting, rok 2021

### 3.2.5 Srovnání s lokalitami státní sítě imisního monitoringu

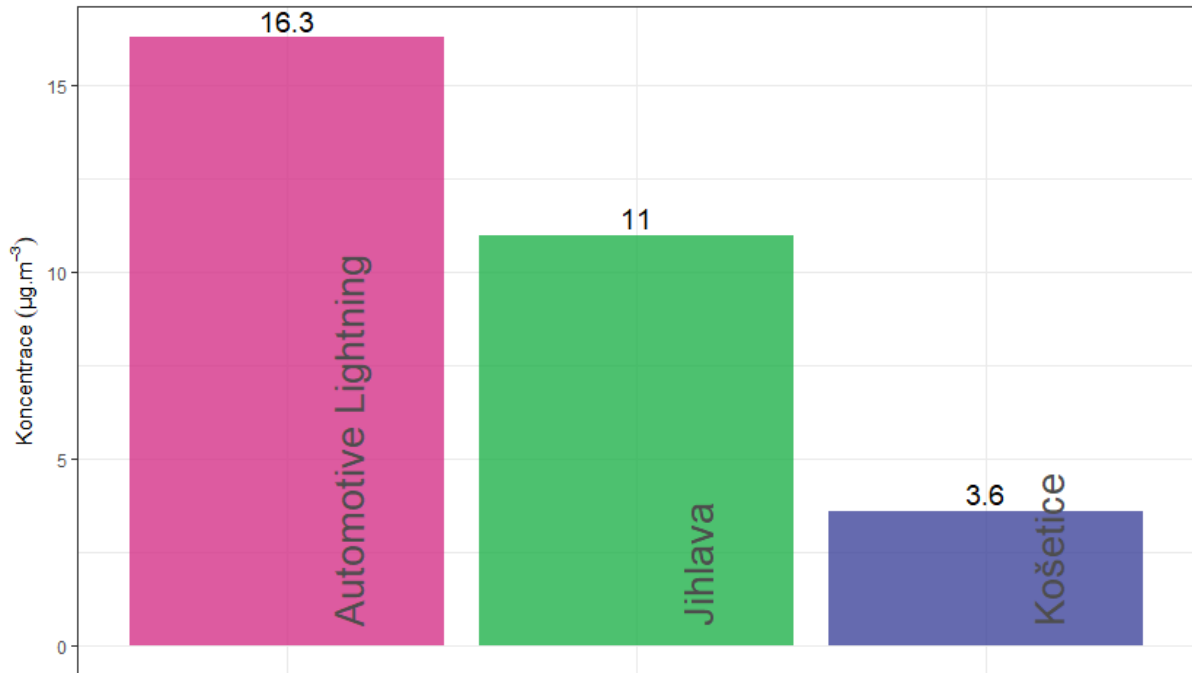
V této podkapitole budou koncentrace, naměřené v lokalitě Automotive – Lighting, srovnány s hodnotami naměřenými ve státní síti imisního monitoringu Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ).

Na následujícím Obr. 45 jsou zobrazeny průměrné roční koncentrace legislativou sledovaného oxidu dusičitého NO<sub>2</sub> na blízkých lokalitách sítě imisního monitoringu v roce 2021. Ty jsou srovnány s lokalitou Automotive – Lighting. Z grafu vyplývá, že v lokalitě Automotive – Lighting jsou měřeny nejvyšší koncentrace. Žádná z uvedených lokalit nepřekročila imisní limit pro průměrnou roční koncentraci NO<sub>2</sub>.

Následující graf na Obr. 46 zobrazuje průměrné měsíční koncentrace NO<sub>2</sub> naměřené ve vybraných lokalitách. Z grafu je patrné, že jsou vyšší v chladné části roku. O absolutní hodnotě pak rozhoduje míra zatížení dopravou.

### Průměrné roční koncentrace NO<sub>2</sub>

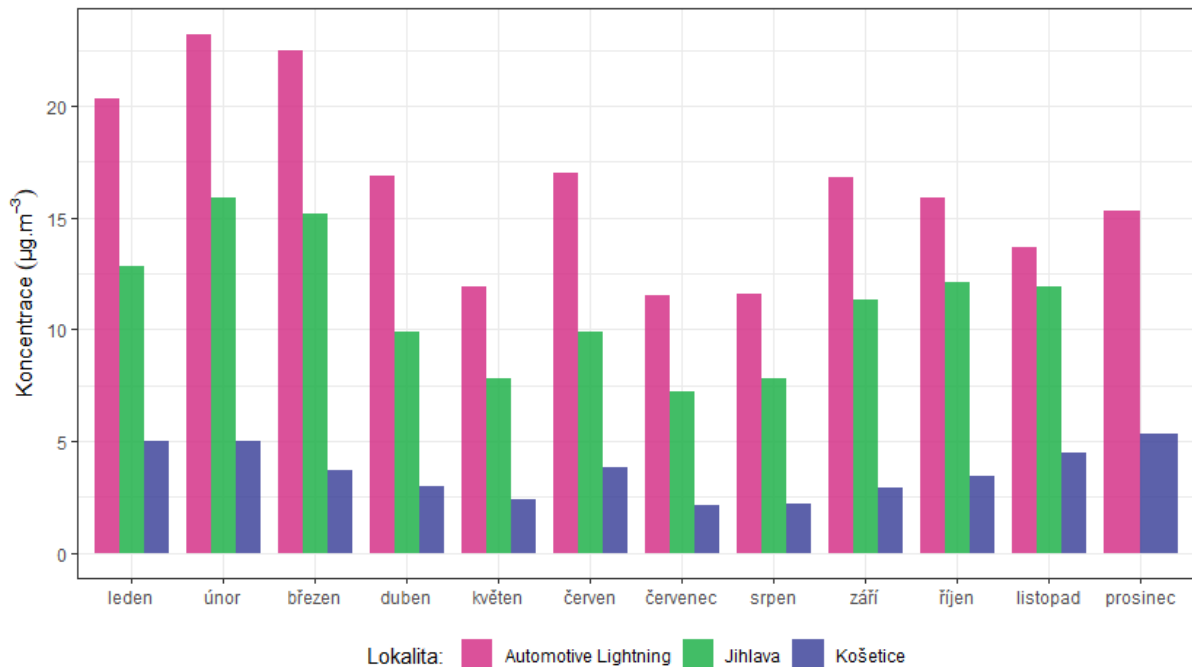
Srovnání lokality Automotive Lighting s lokalitami státní sítě imisního monitoringu, rok 2021



Obr. 45 – Srovnání průměrné roční koncentrace NO<sub>2</sub> lokality Automotive – Lighting s okolními stanicemi státní sítě imisního monitoringu, rok 2021

### Průměrné měsíční koncentrace NO<sub>2</sub>

Srovnání lokality Automotive Lighting s lokalitami státní sítě imisního monitoringu, rok 2021



Obr. 46 – Srovnání průměrných měsíčních koncentrací NO<sub>2</sub> lokality Automotive – Lighting s okolními stanicemi státní sítě imisního monitoringu, rok 2021



## 4 ZÁVĚRY

---

- Vývoj průměrných denních koncentrací **PM<sub>10</sub>** i **PM<sub>2,5</sub>** odpovídá vývoji koncentrací na dalších stanicích státní sítě imisního monitoringu. Na úrovni hodinových koncentrací ovlivňují vývoj meteorologické podmínky (např. teplota) a s nimi související činnosti – zejména vytápění v lokálních topeništích. Maximální koncentrace PM<sub>10</sub> i PM<sub>2,5</sub> byly měřeny ve večerních a nočních hodinách po zatopení. Důležitým faktorem je rovněž rychlost větru – pokud je bezvětří, nedochází k rozptýlu škodlivin, ale naopak k jejich kumulaci a koncentrace rostou.
- Průměrné roční koncentrace PM<sub>10</sub> (13,6 µg·m<sup>-3</sup>) ani PM<sub>2,5</sub> (9,8 µg·m<sup>-3</sup>) nepřekračují imisní limit pro průměrné roční koncentrace těchto škodlivin.
- Za rok 2021 byla hodnota imisního limitu pro průměrnou denní koncentraci PM<sub>10</sub> (50 µg·m<sup>-3</sup>) překročena 8x, imisní limit pro průměrnou denní koncentraci PM<sub>10</sub> je tak plněn.
- Koncentrace **oxidů dusíku** souvisí především se zatížením dopravou. Zvýšené koncentrace v rámci denního chodu tak byly pozorovány během ranní a večerní dopravní špičky. I tak byly koncentrace nízké, charakteristické pro městské pozadí. Okolo poledne dochází k poklesu koncentrací NO<sub>2</sub> také díky reakci této látky při tvorbě přízemního ozónu. Ze srovnání koncentrací NO<sub>2</sub> se stanicemi státní sítě imisního monitoringu vyplývá, že v lokalitě Automotive – Lighting jsou měřeny mírně vyšší koncentrace, avšak trend vývoje je na všech lokalitách podobný. Z hlediska týdenního chodu jsou vyšší koncentrace měřeny v pracovní dny s vyšším zatížením dopravou.
- Průměrná roční koncentrace NO<sub>2</sub> (16,3 µg·m<sup>-3</sup>) nepřekračuje imisní limit pro průměrnou roční koncentraci NO<sub>2</sub>.

## 5 CITOVANÁ LITERATURA

---

- [1] Zákon č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší ve znění pozdějších předpisů, 2012 - 2017, MŽP, 2012.
- [2] R Core Team, „R: A language and environment for statistical computing,“ R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria., 2018. [Online]. Available: <https://www.R-project.org/>.
- [3] H. Wickham a et al., „Welcome to the tidyverse,“ *Journal of Open Source Software*, sv. 4, č. 43, p. 1686, 2019.
- [4] D. Carslaw a K. Ropkins, „Openair - an R package for air quality data analysis,“ *Environmental*, Sv. %1 z %227-28, pp. 52 - 61, 2012.
- [5] R. Tolasz a H. Škáchová, „Rok 2021 v Česku,“ INFOMET, 12 01 2022. [Online]. Available: <http://www.infomet.cz/index.php?id=read&idd=1641983653>.
- [6] V. Michal, „O provozu vznětových motorů a aerosolech jimi produkovaných v městských aglomeracích,“ v *Konference ČAS 2010. Sborník konference*, Praha, 2010.
- [7] ČHMÚ, „Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2020, ISBN: ISBN 978-80-7653-023-2,“ ČHMÚ, 2021. [Online]. Available: [https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/20groc/gr20cz/Obsah\\_CZ.html](https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/20groc/gr20cz/Obsah_CZ.html).
- [8] U. EPA, „Particulate Matter (PM) Pollution,“ [Online]. Available: <https://www.epa.gov/pm-pollution>.
- [9] J. Keder, „Rozbor výsledků kontinuálního měření spekter velikostí částic analyzátoru Grimm,“ v *Ovzduší 2007*, Brno, 2007.
- [10] USEPA, „Nitrogen Dioxide (NO2) Pollution,“ [Online]. Available: <https://www.epa.gov/no2-pollution>.
- [11] P. WARNECK, *Chemistry of the natural atmosphere*, San Diego: Academic Press: ISBN 0-12-735632-0, 2000.
- [12] European Commission, „Position paper on air quality: nitrogen dioxide,“ 1997.
- [13] *Vyhláška č. 330/2012 Sb. o způsobu posuzování a vyhodnocení úrovně znečištění, rozsahu informování veřejnosti o úrovni znečištění a při smogových situacích*, Praha, 2012.
- [14] Š. L. Š. H. Tolasz R., „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>.
- [15] ČHMÚ, „Znečištění ovzduší na území České Republiky 1996 - 2015,“ 1 12 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).
- [16] ČHMÚ, „Znečištění ovzduší na území České Republiky,“ 1996 - 2015. [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).
- [17] ČHMÚ, „Registr emisí a zdrojů znečištění ovzduší,“ 2010-2015. [Online]. Available: [http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/oez/emisnibilance\\_CZ.html](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/oez/emisnibilance_CZ.html).
- [18] M. VOJTÍŠEK, „O provozu vznětových motorů a aerosolech jimi produkovaných v městských aglomeracích,“ *Konference ČAS 2010. Sborník konference.*, č. ISBN: 978-80-86186-25-2, 2010.
- [19] WHO, „Air quality guidelines for Europe, Second Edition,“ *WHO Regional Publications, European Series*, sv. No. 91, 2000.
- [20] J. H. Seinfeld a S. N. Pandis, *Atmospheric chemistry and physics: from air pollution to climate change*, New York: John Wiley & Sons, Inc. ISBN 978-0-471-72017-1, 2006.

- [21] J. Fiala a D. Závodský, „Chemické aspekty znečištěného ovzduší – troposférický ozon.,“ v *Kompendium ochrany kvality ovzduší*, Praha, 2003.
- [22] I. Colbeck a A. R. Mackenzie, „Air Pollution by photochemical oxidants,“ *Air Quality Monographs*, č. Elsevier. ISBN 0-444-88542-0, 1994.
- [23] EEA, „Air quality in Europe — 2016 report,“ 2016. [Online]. Available: [https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2016/at\\_download/file](https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2016/at_download/file).
- [24] ČHMÚ, kolektiv autorů, „Grafická ročenka 2017,“ Český hydrometeorologický ústav, 2018. [Online]. Available: [http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/17groc/gr17cz/Obsah\\_CZ.html](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/17groc/gr17cz/Obsah_CZ.html).
- [25] ČHMÚ, „Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2018,“ 2019. [Online]. Available: [http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/18groc/gr18cz/IV.1.PM\\_CHMU2018.pdf](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/18groc/gr18cz/IV.1.PM_CHMU2018.pdf). [Přístup získán 2019].
- [26] *Zákon č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší*, 2012.
- [27] ČHMÚ, „Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2019,“ ISBN: ISBN 978-80-7653-009-6,“ ČHMÚ, 2020. [Online]. Available: [https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/19groc/gr19cz/Obsah\\_CZ.html](https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/19groc/gr19cz/Obsah_CZ.html).