

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: 28. února 2022

Počet výtisků: 1

Výtisk číslo: 1

OBSAH

1	ÚVOD	4
1.1	IMISNÍ LIMITY	5
1.2	DATA A JEJICH ZPRACOVÁNÍ	5
2	METEOROLOGICKÉ PODMÍNKY BĚHEM MĚŘENÍ	6
2.1	VĚTRNÉ RŮŽICE	6
2.2	RYCHLOST PROUDĚNÍ VĚTRU	6
2.3	TEPLOTA VZDUCHU	8
2.4	RELATIVNÍ VLHKOST VZDUCHU	9
3	VYHODNOCENÍ KVALITY OVZDUŠÍ	11
3.1	SUSPENDOVANÉ ČÁSTICE PM_{10} A $PM_{2,5}$	11
3.1.1	PRŮMĚRNÉ ROČNÍ KONCENTRACE	13
3.1.2	PRŮMĚRNÉ MĚSÍČNÍ KONCENTRACE	14
3.1.3	PRŮMĚRNÉ DENNÍ KONCENTRACE PM	16
3.1.4	ANALÝZA HODINOVÝCH KONCENTRACÍ – DENNÍ CHOD A KONCENTRAČNÍ RŮŽICE	19
3.1.5	SROVNÁNÍ S LOKALITAMI STÁTNÍ SÍŤE IMISNÍHO MONITORINGU	24
3.2	OXIDY DUSÍKU NO_2 , NO A NO_x	28
3.2.1	PRŮMĚRNÉ ROČNÍ KONCENTRACE	29
3.2.2	PRŮMĚRNÉ MĚSÍČNÍ KONCENTRACE	30
3.2.3	PRŮMĚRNÉ DENNÍ KONCENTRACE NO , NO_2 A NO_x	32
3.2.4	ANALÝZA HODINOVÝCH KONCENTRACÍ – DENNÍ CHOD A KONCENTRAČNÍ RŮŽICE	34
3.2.5	SROVNÁNÍ S LOKALITAMI STÁTNÍ SÍŤE IMISNÍHO MONITORINGU	38
4	ZÁVĚRY	40
5	CITOVANÁ LITERATURA	41

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 ₁₀	24 hodin	50 µg·m ⁻³	35
Suspendované částice PM ₁₀	1 kalendářní rok	40 µg·m ⁻³	
Suspendované částice PM _{2,5}	1 kalendářní rok	20 µg·m ⁻³	
Oxid dusičitý NO ₂	1 hodina	200 µg·m ⁻³	18
Oxid dusičitý NO ₂	1 kalendářní rok	40 µg·m ⁻³	

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 PM₁₀ může být za kalendářní rok hodnota 50 µg·m⁻³ 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⁻³, došlo k překročení imisního limitu.

1.2 DATA A JEJICH ZPRACOVÁNÍ

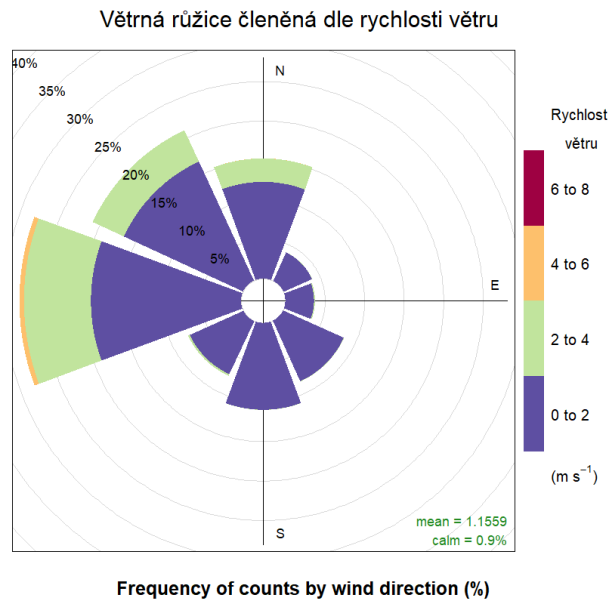
Ve studii byla mimo samotnou lokalitu Automotive – Lighting rovněž použita data státní sítě imisního monitoringu za účelem srovnání lokality s okolními stanicemi. Data byla poskytnuta Českým hydrometeorologickým ústavem. Veškerá uvedená data byla poskytnuta na základě žádosti MÚ Zlín a nemohou být použita 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].

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

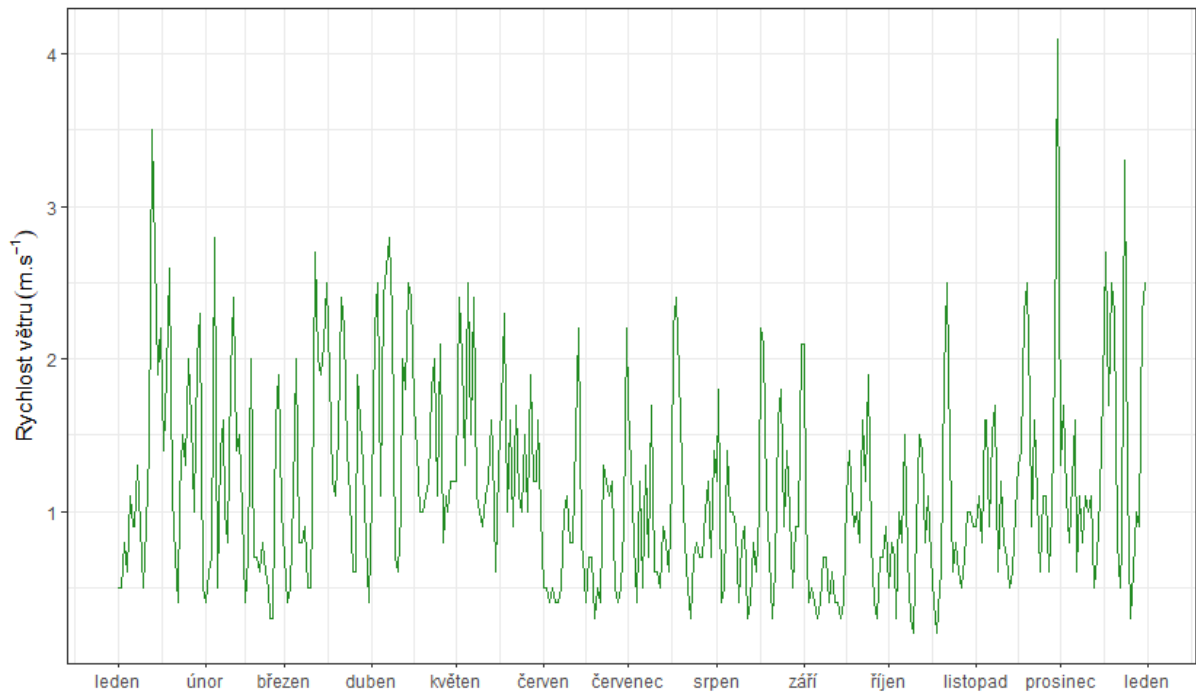
2.2 RYCHLOST PROUDĚNÍ VĚTRU

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

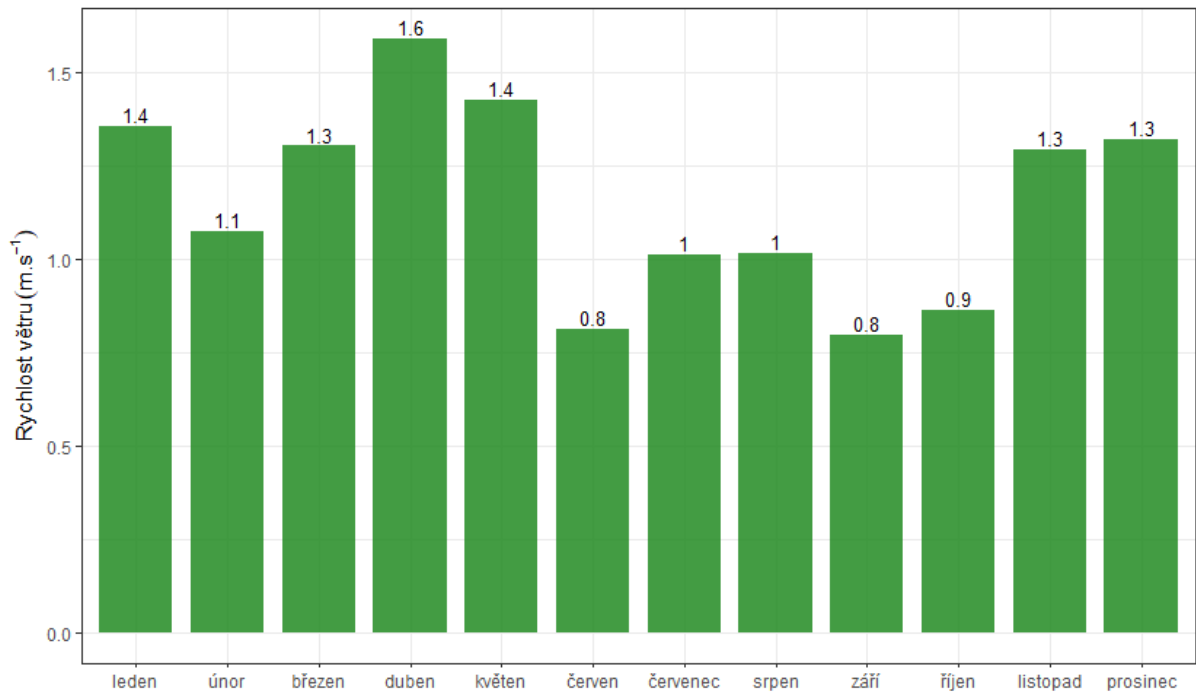
Automotive Lighting, rok 2021



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

Vývoj průměrných měsíčních rychlostí větru

Automotive Lighting, rok 2021

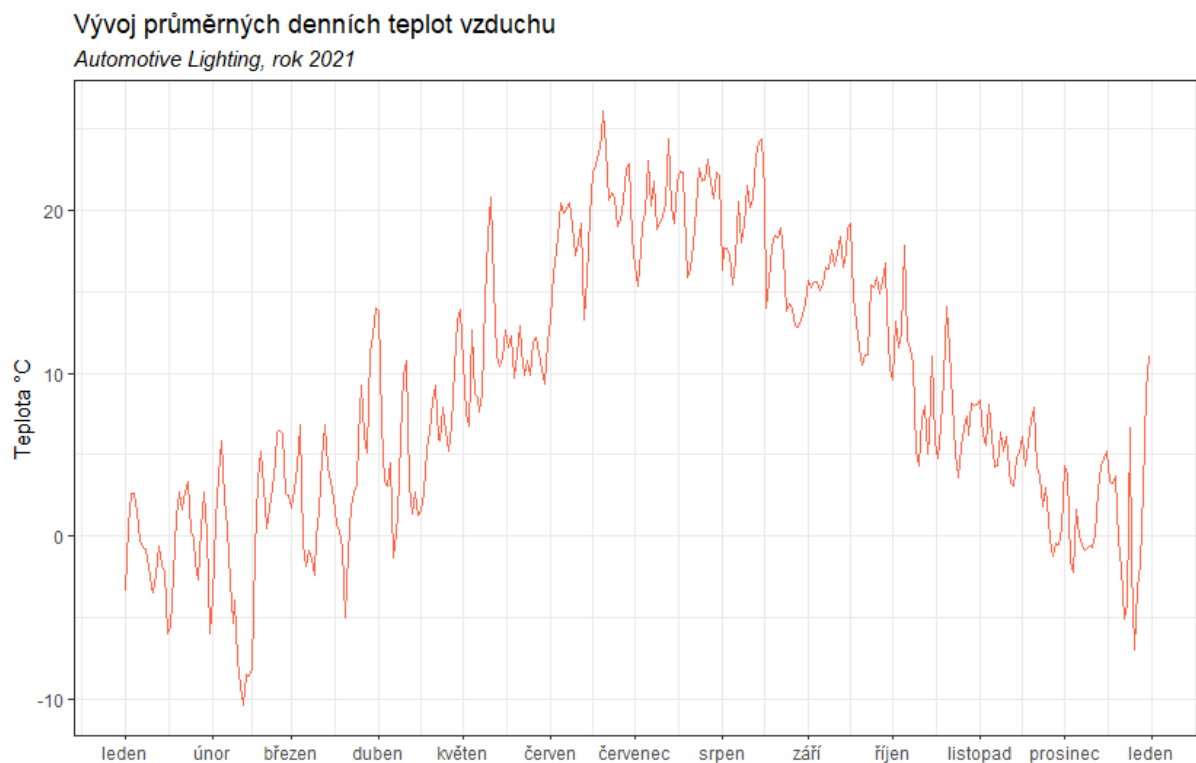


Obr. 3 – Průměrné měsíční rychlosti větru, Automotive – Lighting, rok 2021

2.3 TEPLOTA VZDUCHU

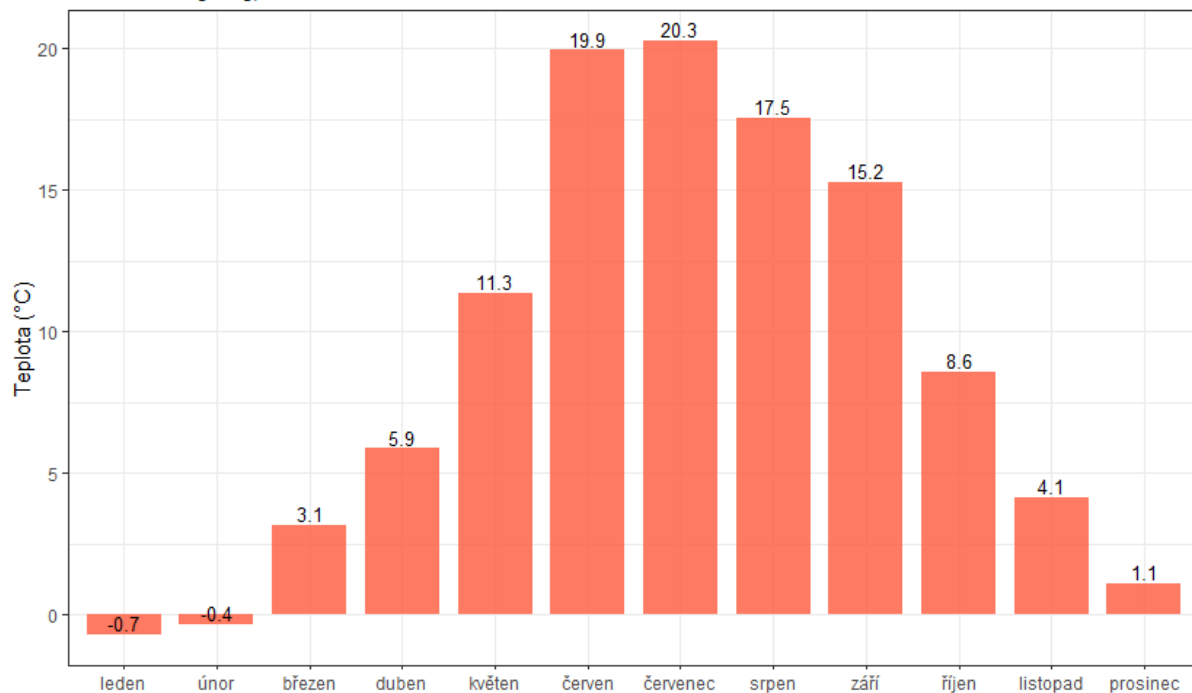
Významným faktorem, ovlivňujícím koncentrace a distribuci velikostních frakcí je teplota vzduchu. V dlouhodobém trendu platí, že s klesající teplotou rostou koncentrace částic v ovzduší, přičemž je více zastoupená jemnější frakce, a naopak s rostoucí teplotou koncentrace klesají a je výrazněji zastoupená 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

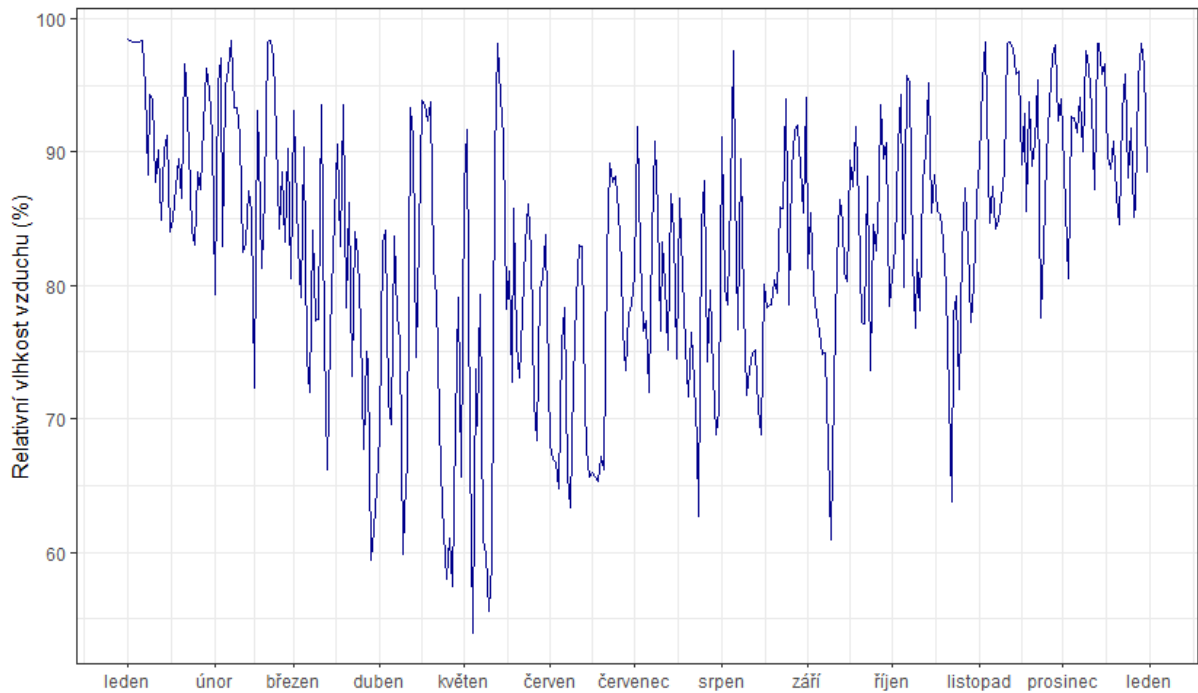
2.4 RELATIVNÍ VLHKOST VZDUCHU

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

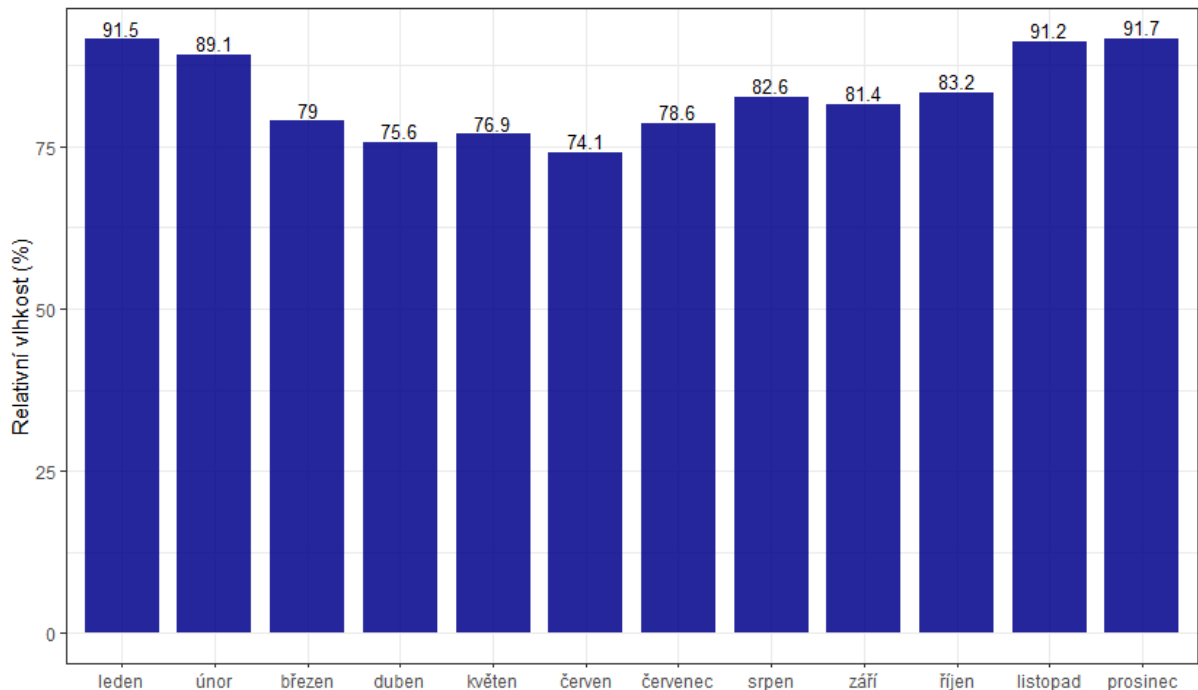
Automotive Lighting, rok 2021



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

Vývoj průměrných měsíčních relativních vlhkostí vzduchu

Automotive Lighting, rok 2021



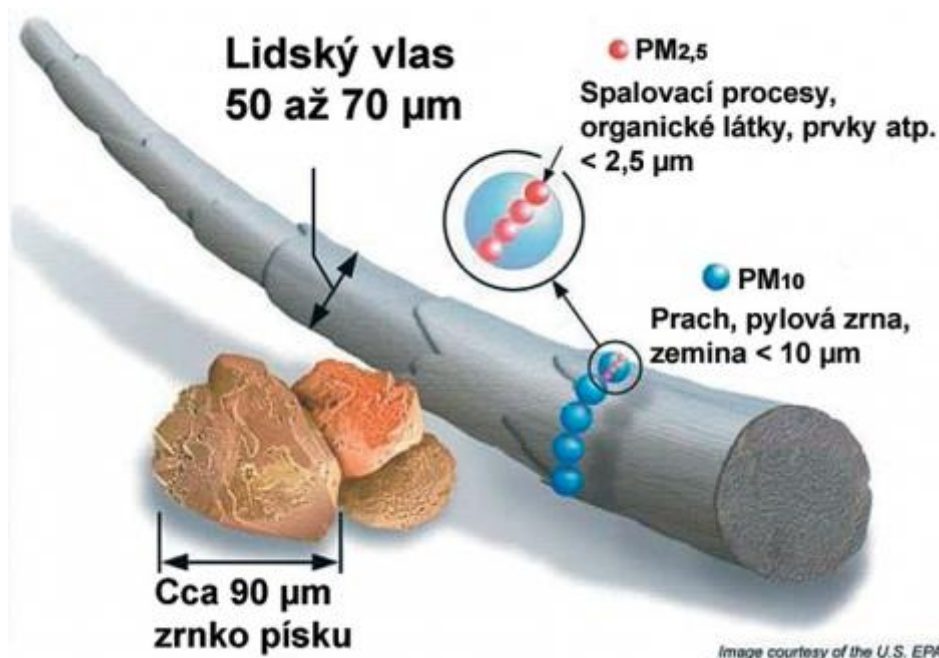
Obr. 7 – Průměrné měsíční relativní vlhkosti vzduchu, Automotive – Lighting, rok 2021

3 VYHODNOCENÍ KVALITY OVZDUŠÍ

3.1 SUSPENDOVANÉ ČÁSTICE PM₁₀ A PM_{2,5}

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 PM₁₀ (suspendované částice venkovního ovzduší s aerodynamickým průměrem do 10 μm) a jemnější frakci PM_{2,5} (suspendované částice venkovního ovzduší s aerodynamickým průměrem do 2,5 μm). Názorně jsou tyto částice velikostně srovnány s lidským vlasem na Obr. 8.

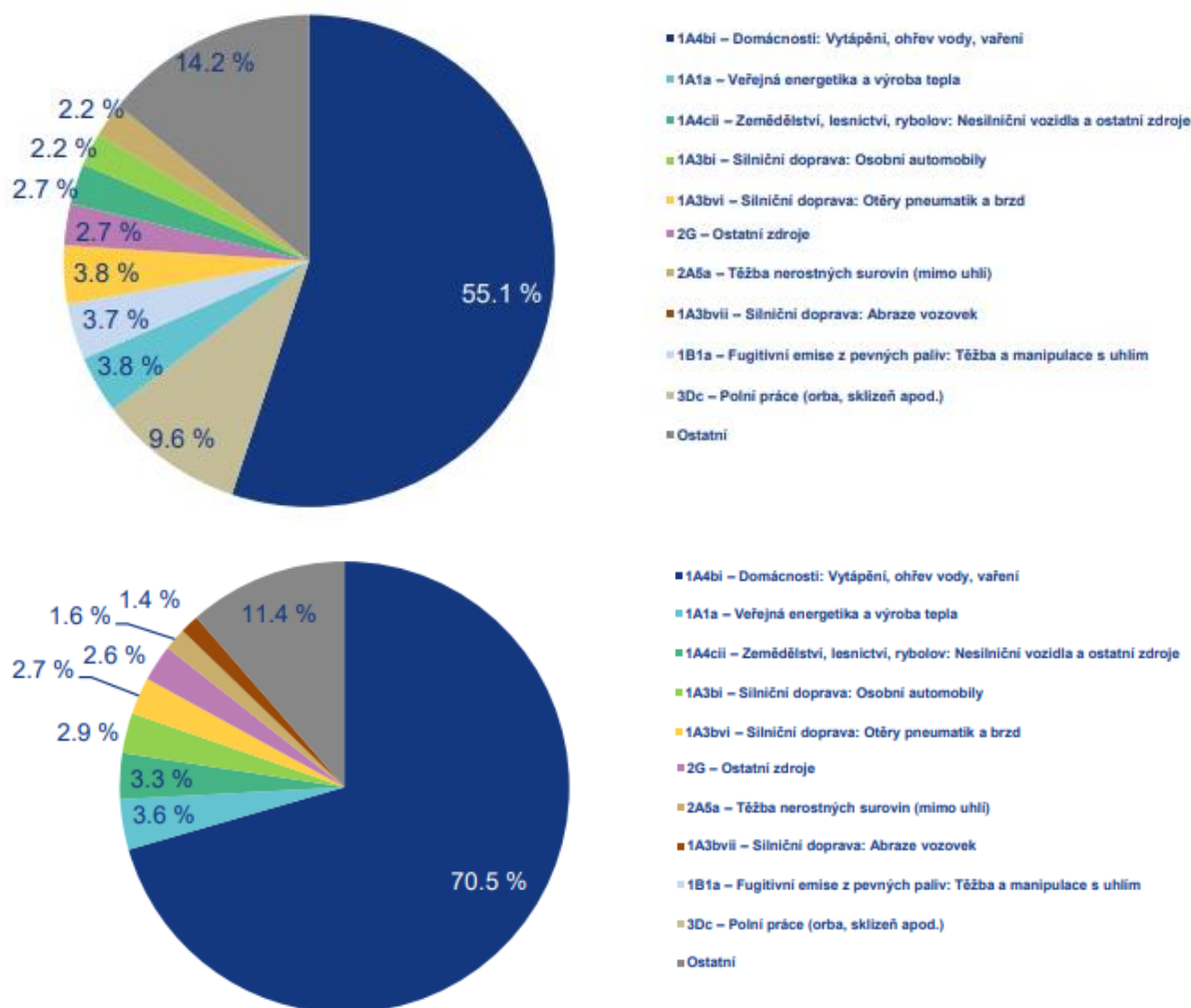


Obr. 8 – Srovnání velikostí částic PM₁₀ a PM_{2,5} s lidským vlasem a zrnkem písku. Zdroj: US EPA

Emisní inventury částic PM₁₀ a PM_{2,5} prováděné podle současných metodik zahrnují pouze emise produkované primárními zdroji. Ve srovnání s emisemi jiných znečišťujících látek jsou emise PM_x 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 PM₁₀ 55,1 % a PM_{2,5} 70,5 %. Mezi další významné zdroje emisí PM₁₀ 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 [5]. Mobilní zdroje se na emisích PM_{10} v roce 2019 podílely 12,2 % a na emisích $PM_{2,5}$ také 12,2 % [6].



Obr. 9 – Podíl sektorů NFR na celkových emisích PM_{10} (nahore) a $PM_{2,5}$ (dole) v ČR, rok 2019 [6]

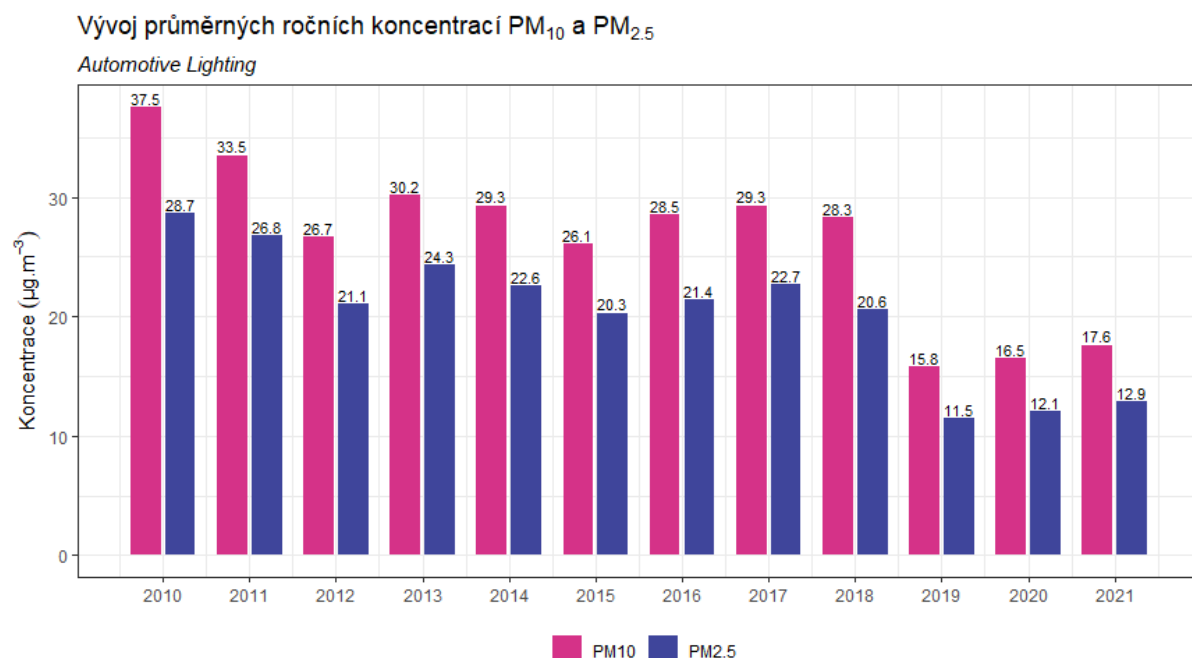
Suspendované částice mají významné zdravotní důsledky, které se projevují již při velmi nízkých koncentracích bez zřejmé spodní hranice bezpečné koncentrace. Zdravotní rizika částic ovlivňuje jejich koncentrace, velikost, tvar a chemické složení. Při akutním působení částic může dojít k podráždění sliznic 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 μm [7], [8].

3.1.1 Průměrné roční koncentrace

Průměrná roční koncentrace PM_{10} činila v roce 2021 v lokalitě Automotive – Lighting 17,6 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Imisní limit tedy překročen nebyl. Průměrná roční koncentrace $\text{PM}_{2,5}$ činila v roce 2021 v lokalitě Automotive – Lighting 12,9 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Imisní limit tedy překročen nebyl.

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

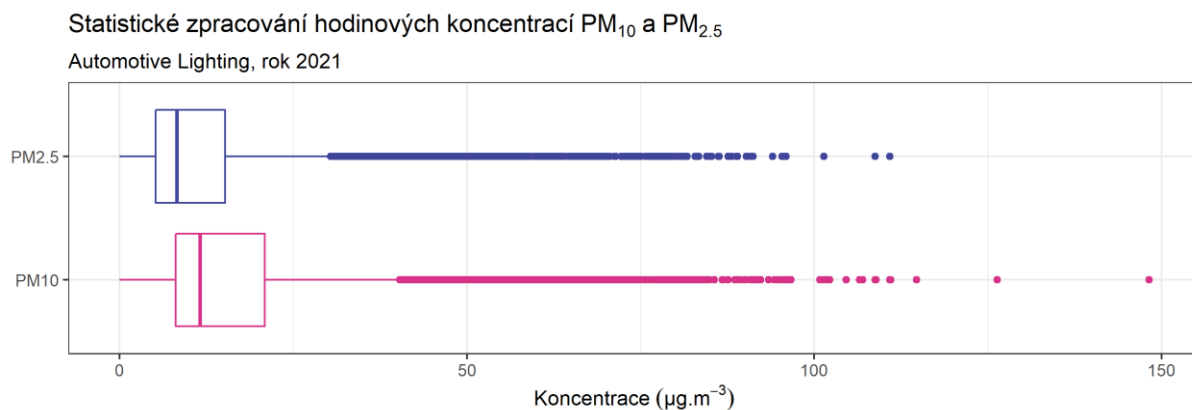


Obr. 10 -Vývoj průměrných ročních koncentrací PM_{10} a $\text{PM}_{2,5}$, lokalita Automotive – Lighting

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 PM₁₀ a PM_{2,5} v lokalitě Automotive – Lighting, rok 2021

STATISTIKA	PM10	PM25
PRŮMĚR	17,6	12,9
MAXIMUM	148,2	110,9
MEDIÁN	11,6	8,2
MINIMUM	0	0



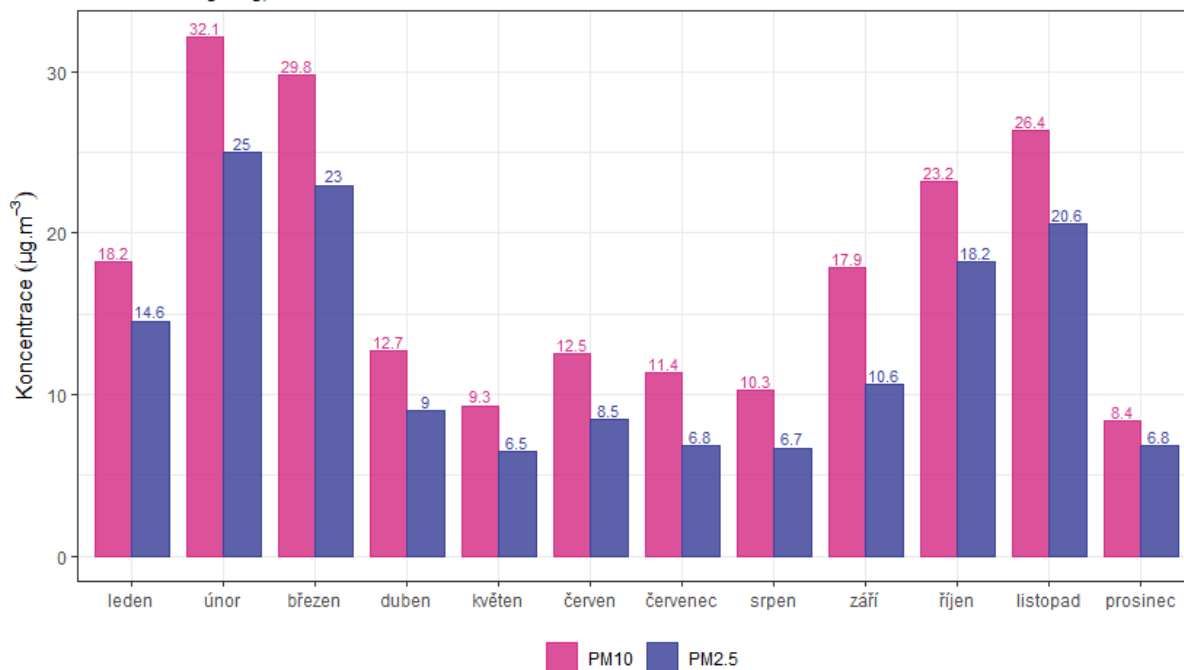
Obr. 11 – Statistické zpracování hodinových koncentrací PM₁₀ a PM_{2,5} v lokalitě Automotive – Lighting, rok 2021

3.1.2 Průměrné měsíční koncentrace

Na Obr. 12 jsou průměrné měsíční koncentrace PM₁₀ a PM_{2,5}. Z obrázku je patrné, že v letních měsících jsou koncentrace nejnižší, naopak v chladné části roku jsou měřeny vyšší koncentrace. V rozmezí měsíců duben–srpen jsou měřeny pouze nízké koncentrace. Nejvyšší průměrná měsíční koncentrace PM₁₀ byla naměřena v únoru a březnu. Rovněž je patrné, že v letních měsících vzrostl podíl hrubší frakce PM₁₀, což může být důsledek, sucha a víření prašnosti včetně větrné eroze.

Vývoj průměrných měsíčních koncentrací PM₁₀ a PM_{2,5}

Automotive Lighting, rok 2021

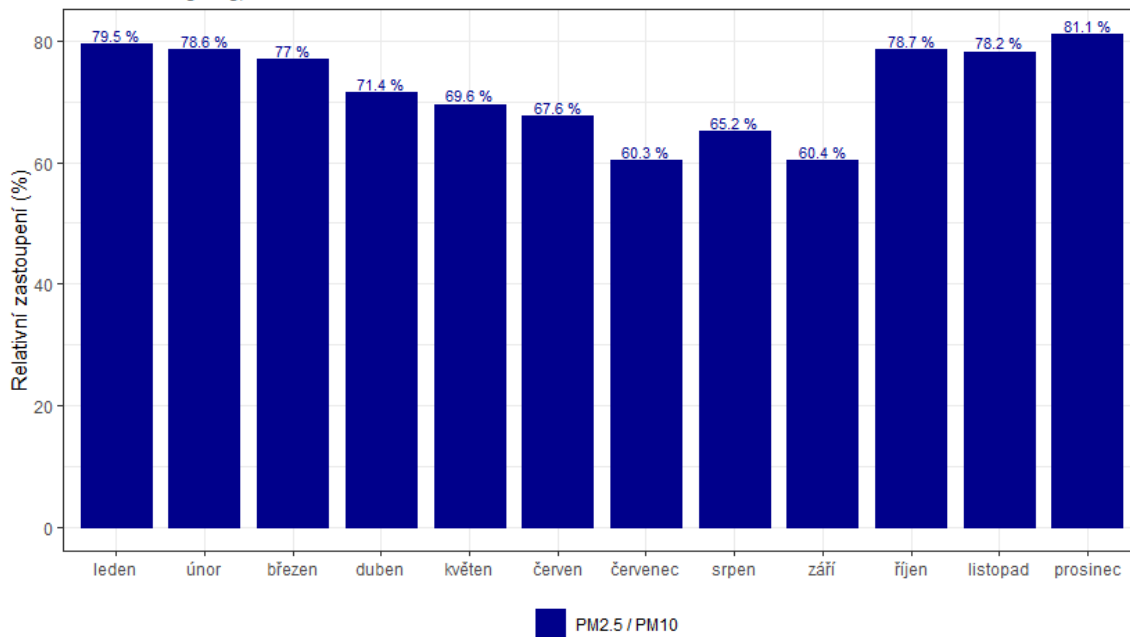


Obr. 12 - Průměrné měsíční koncentrace PM₁₀ a PM_{2,5}, Automotive – Lighting, rok 2021

Průměrné měsíční zastoupení jemnějších frakcí v PM₁₀ 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_{2,5} v PM₁₀

Automotive Lighting, rok 2021

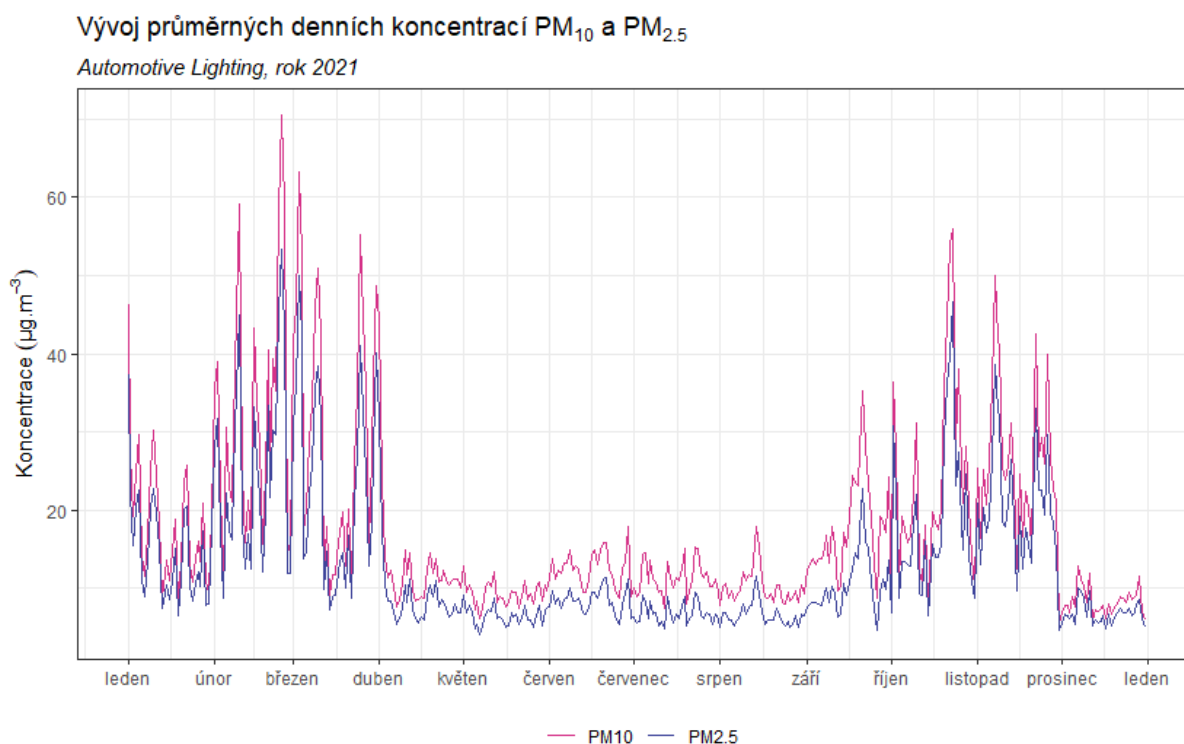


Obr. 13 – Průměrné měsíční zastoupení PM_{2,5} v PM₁₀, lokalita Automotive – Lighting, rok 2021

3.1.3 Průměrné denní koncentrace PM

Vývoj průměrných denních koncentrací PM₁₀ a PM_{2,5} v lokalitě Automotive – Lighting zobrazuje následující Obr. 14. Z grafu je patrné, že koncentrace jemnější frakce PM_{2,5} do značné míry kopírují hrubší frakci PM₁₀ a z velmi velké části tak PM₁₀ tvoří.

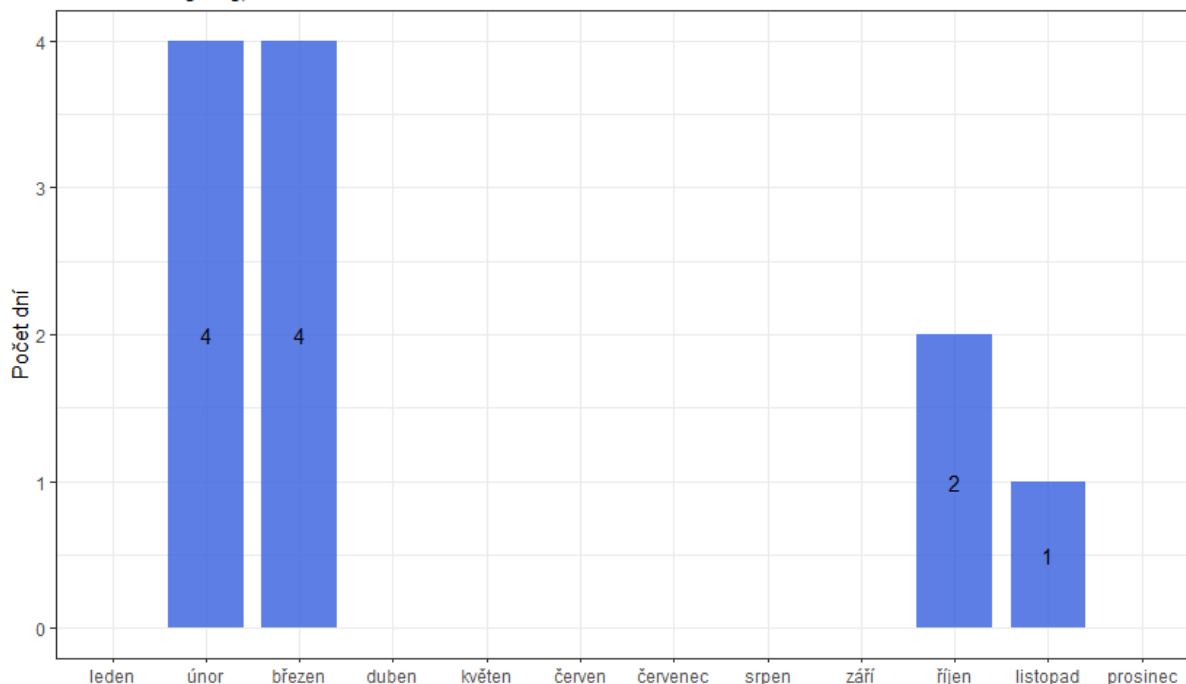
Průměrné denní koncentrace vyšší, než je hodnota imisního limitu pro průměrnou denní koncentraci PM₁₀ (50 µg·m⁻³) se vyskytují pouze v chladné části. V měsících duben–září, kdy nejsou v provozu lokální topeniště a jsou příznivější rozptylové podmínky, jsou koncentrace všech frakcí PM nízké a k překračování hodnoty limitu nedochází. Počet dní s překročenou hodnotou imisního limitu v jednotlivých měsících zobrazuje následující Obr. 15. Nejvíce překročení bylo zaznamenáno v únoru a březnu, coby nejchladnějších měsících s nutností více topit (Obr. 4). Za rok 2021 došlo souhrnně k 11 překročení hodnoty imisního limitu pro průměrnou denní koncentraci PM₁₀, imisní limit tedy překročen nebyl (zákon umožňuje za kalendářní rok 35 překročení této hodnoty).



Obr. 14 – Vývoj průměrných denních koncentrací PM₁₀ a PM_{2,5}, Automotive – Lighting, rok 2021

Počet dní s překročením denního imisního limitu PM₁₀ v jednotlivých měsících

Automotive Lighting, rok 2021

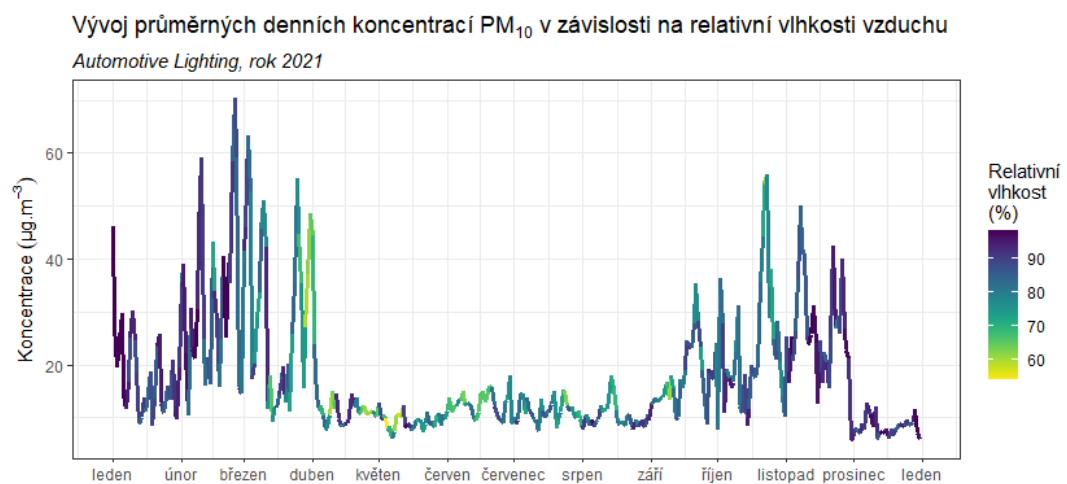
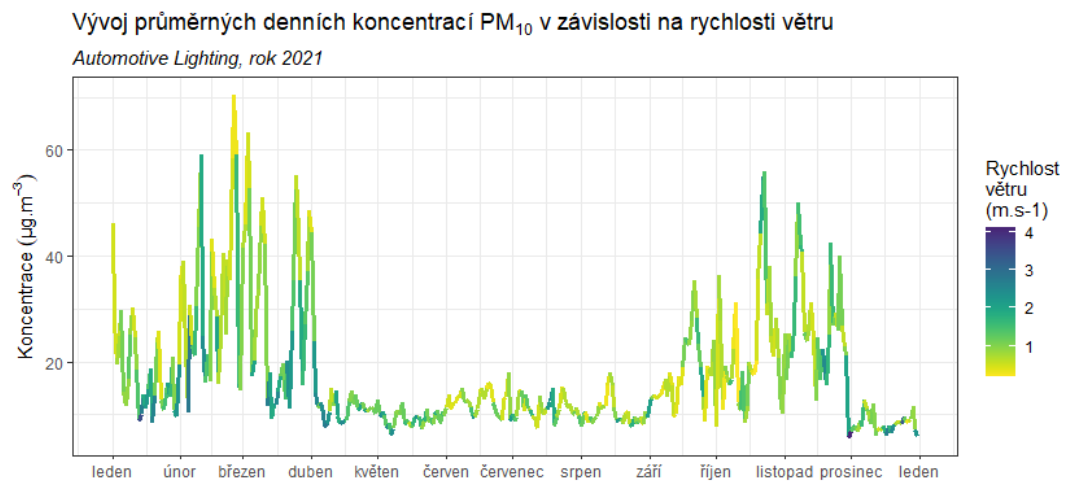
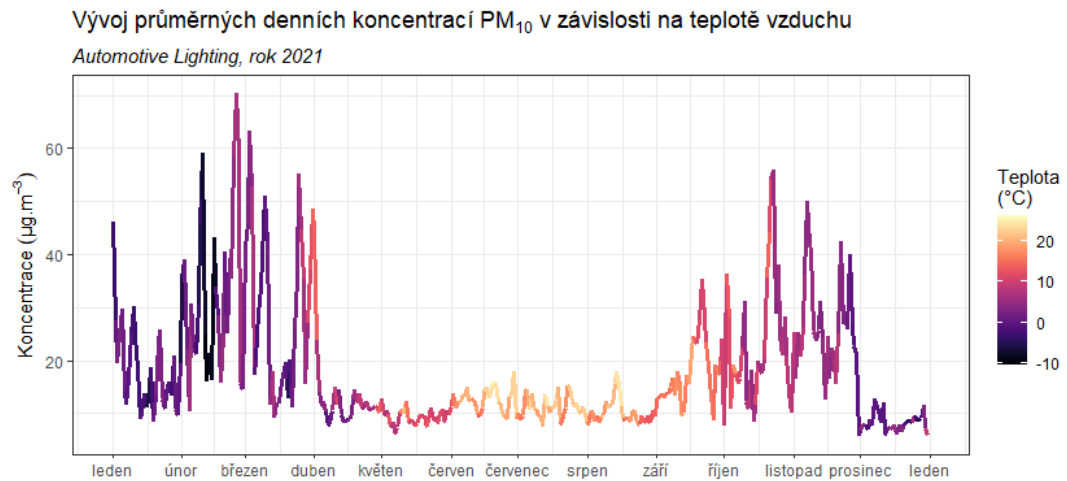


Obr. 15 – Počet dní s překročenou hodnotou imisního limitu pro průměrnou denní koncentraci PM₁₀ v jednotlivých měsících, Automotive – Lighting

Vzhledem k tomu, že jsou trend a z velké části i hodnoty PM₁₀ a PM_{2,5} téměř totožné (Obr. 14), bude vliv meteorologických podmínek zobrazen pouze pro PM₁₀, avšak totéž platí i pro jemnější frakce.

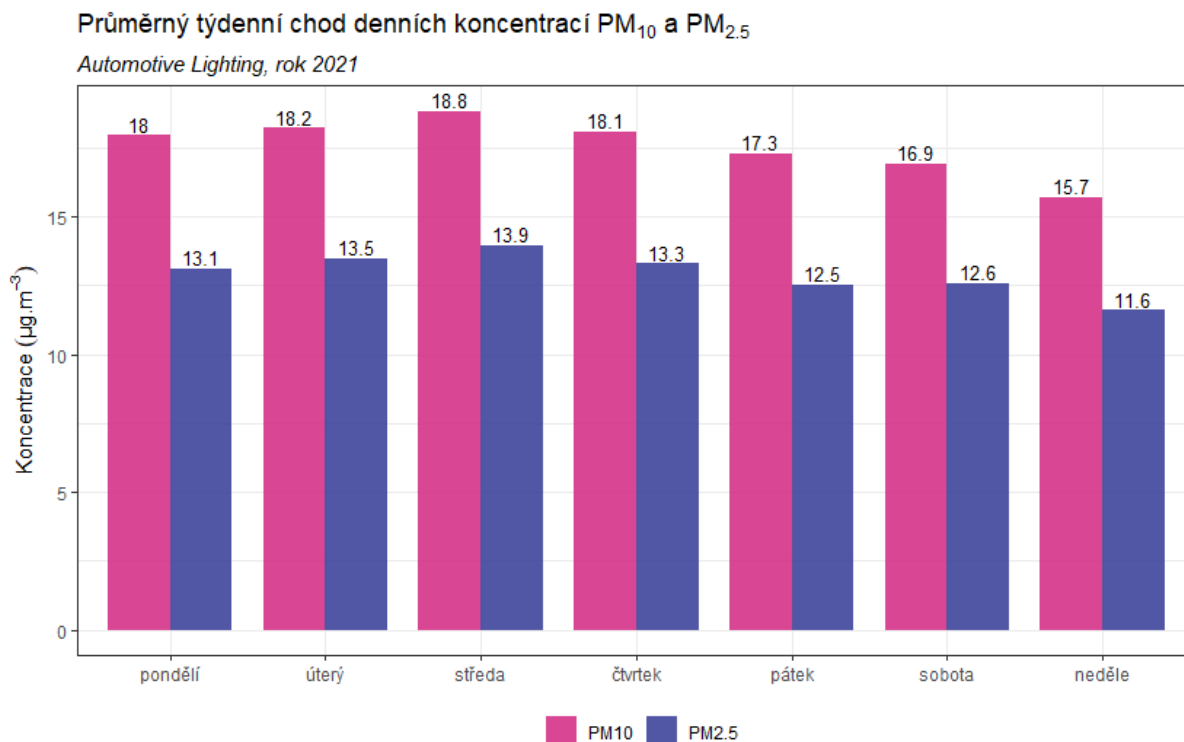
Na Obr. 16 jsou nad sebou zobrazeny tři grafy. Křivka vždy zobrazuje vývoj koncentrací PM₁₀, zbarvení křivky na horním grafu vždy zobrazuje aktuální teplotu vzduchu, v prostředním grafu pak rychlost proudění větru a ve spodním grafu relativní vlhkost.

Z grafů je pak patrné, že vyšší koncentrace PM₁₀ 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 rozptýlu škodlivin a koncentrace se tak neustále zvyšují.



Obr. 16 – Vliv teploty (nahore) a rychlosti větru (uprostřed) a relativní vlhkosti (dole) na koncentrace PM₁₀, Automotive – Lighting, rok 2021

Z hlediska týdenního chodu průměrných denních koncentrací PM₁₀ a PM_{2,5} (Obr. 17) byly v roce 2021 nejhoršími dny středy. Naopak nejnižší koncentrace jsou měřeny v neděli.



Obr. 17 – Průměrný týdenní chod denních koncentrací PM₁₀, Automotive – Lighting, rok 2021

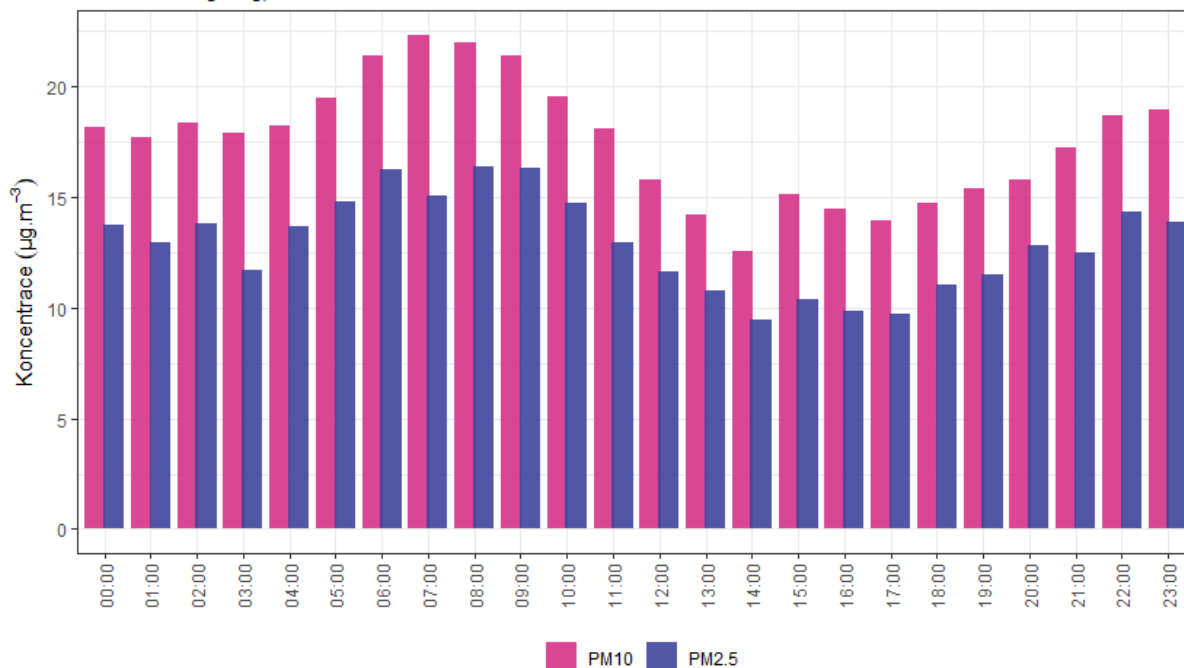
3.1.4 Analýza hodinových koncentrací – denní chod a koncentrační růžice

Zprůměrováním všech naměřených koncentrací v jednotlivé hodiny lze získat průměrný denní chod koncentrací PM₁₀ a PM_{2,5} v lokalitě Automotive – Lighting. Denní chod koncentrací PM₁₀ zobrazuje Obr. 18.

Z grafů je patrné, že nejvyšší hodnoty koncentrací PM₁₀ a PM_{2,5} 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 PM₁₀ a PM_{2,5}

Automotive Lighting, rok 2021

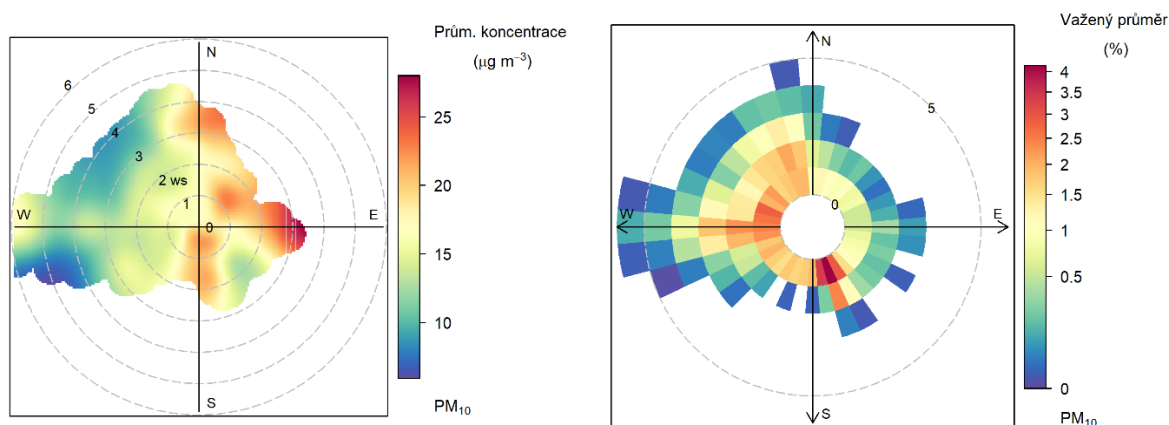


Obr. 18 – Denní chod hodinových koncentrací PM₁₀ a PM_{2,5}, Automotive – Lighting, rok 2021

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.

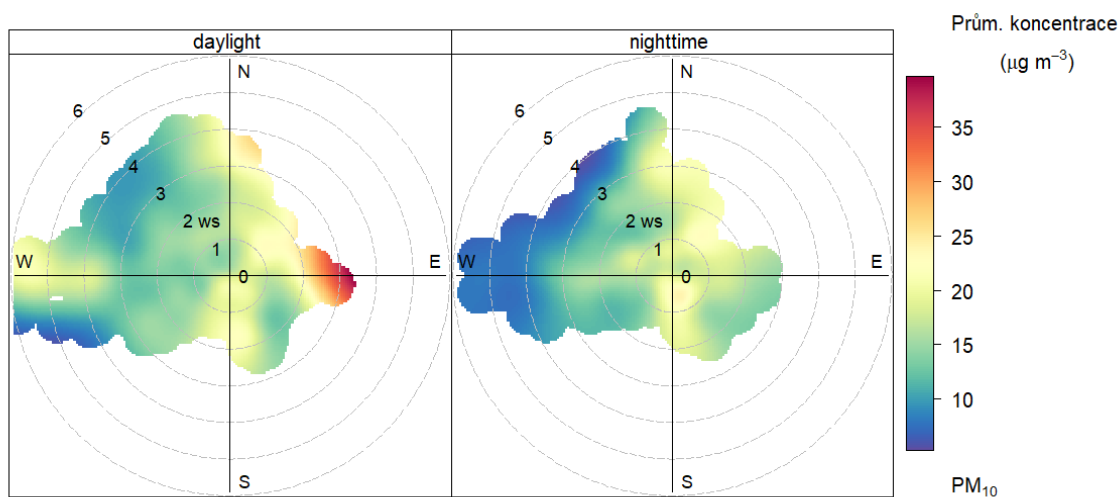
Základní koncentrační růžice tak ukazuje, při jakých rychlostech a směrech větru jsou v průměru dosahovány (nejvyšší) koncentrace. Vážená koncentrační růžice pak vypočte vážený průměr (tzn. že je vzata v úvahu také četnost výskytu), a dává tak informaci, jakým procentem se jednotlivé směry větru podílí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

Následující Obr. 19 zobrazuje tyto dva typy koncentračních růžic pro lokalitu Automotive – Lighting. Zobrazeny jsou pouze koncentrační růžice pro PM₁₀, ty pro PM_{2,5} je kopírují pouze s nižšími koncentracemi, ale analytické výsledky rychlosti a směru větru jsou shodné.



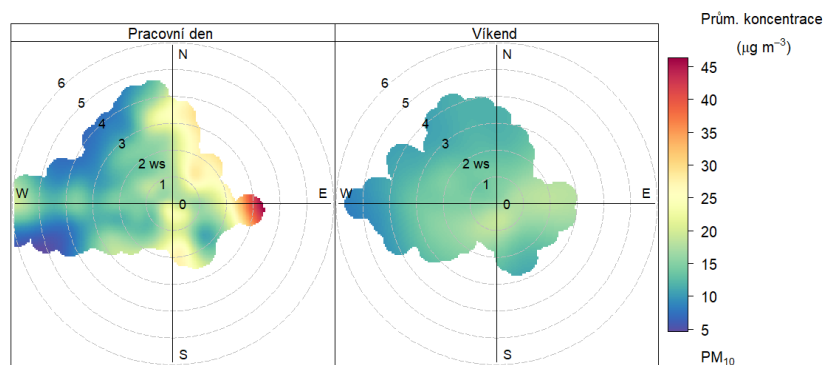
Obr. 19 – Koncentrační růžice (vlevo) a vážená koncentrační růžice (vpravo) pro PM_{10} , Automotive – Lighting, rok 2021

Z Obr. 19 vyplývá, že v průměru jsou nejvyšší koncentrace měřeny při východním proudění a dále pak při bezvětří. Zvýšené koncentrace jsou zaznamenány i při severním, resp. jižním proudění a vyšších rychlostech větru. 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_{10} z východních směrů jsou měřeny zejména v denních hodinách, vyšší koncentrace při bezvětří či proudění ze severu se vyskytuje spíše v hodinách nočních.



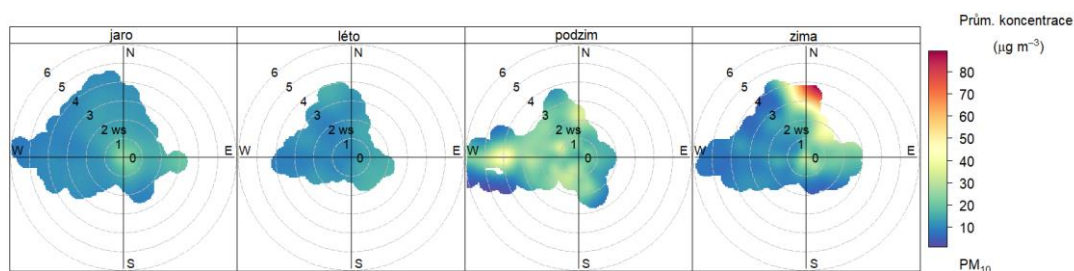
Obr. 20 – Koncentrační růžice ve dne (daytime) a v noci (nighttime), Automotive – Lighting, rok 2021

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, mírně zvýšené zejména při bezvětří (nedostatečný rozptyl).



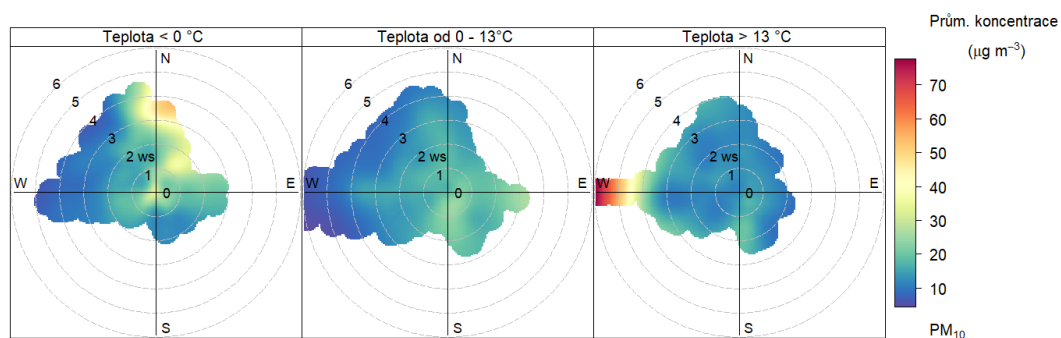
Obr. 21 – Koncentrační růžice v pracovní dny a o víkendu, Automotive – Lighting, rok 2021

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.



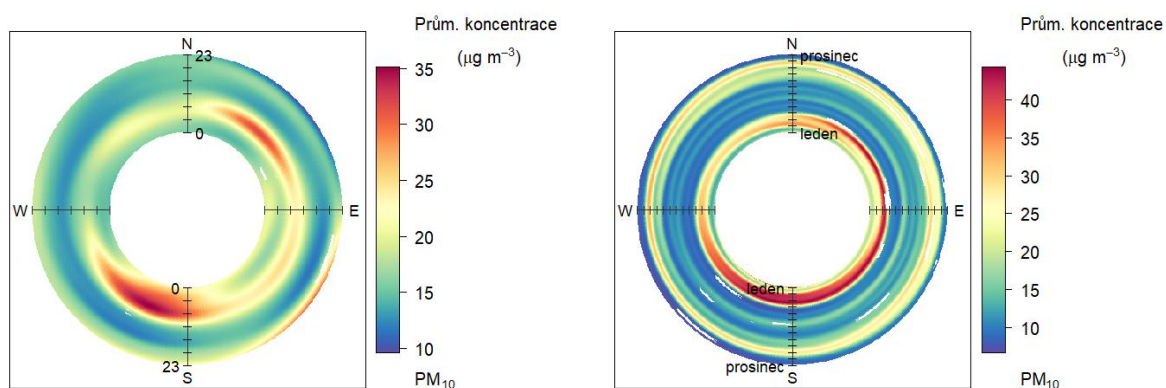
Obr. 22 – Koncentrační růžice jednotlivých ročních období, Automotive – Lighting, rok 2021

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 vysoké 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

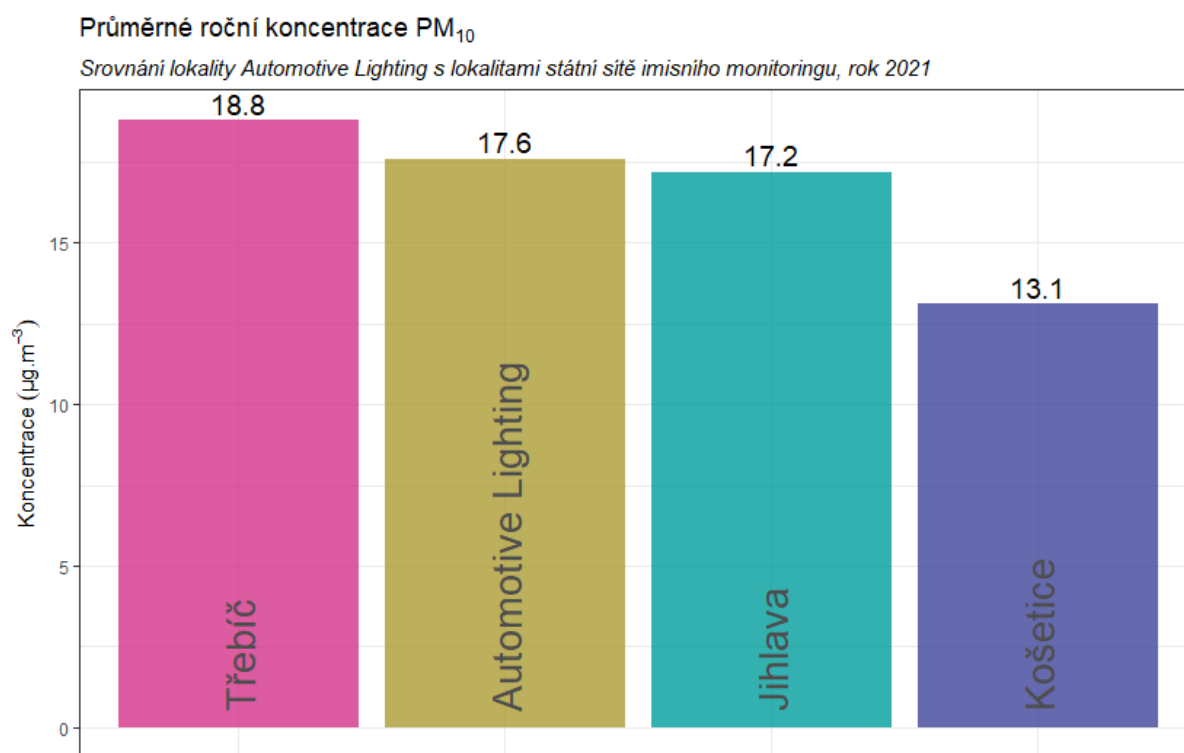
Z Obr. 24 pak vyplývá, že v případě lokality Automotive – Lighting v roce 2021 byly nejvyšší koncentrace PM_{10} měřeny v brzkých ranních hodinách a nočních hodinách, a to zejména z jižních až jihozápadních směrů, resp. Ze severovýchodních směrů. To zřejmě souvisí s příchodem do práce a s vytápěním domácností. V případě ročního chodu jsou významné zejména zimní měsíce, v roce 2021 pak dominoval zejména začátek roku.

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 obdobné koncentrace PM_{10} jako stanice Jihlava. Nejnižší hodnotu naměřila regionální pozadová lokalita Košetice. Nejvyšší koncentrace PM_{10} byly naměřeny v lokalitě Třebíč. Žádná z uvedených lokalit nepřekročila imisní limit pro průměrnou roční koncentraci PM_{10} .

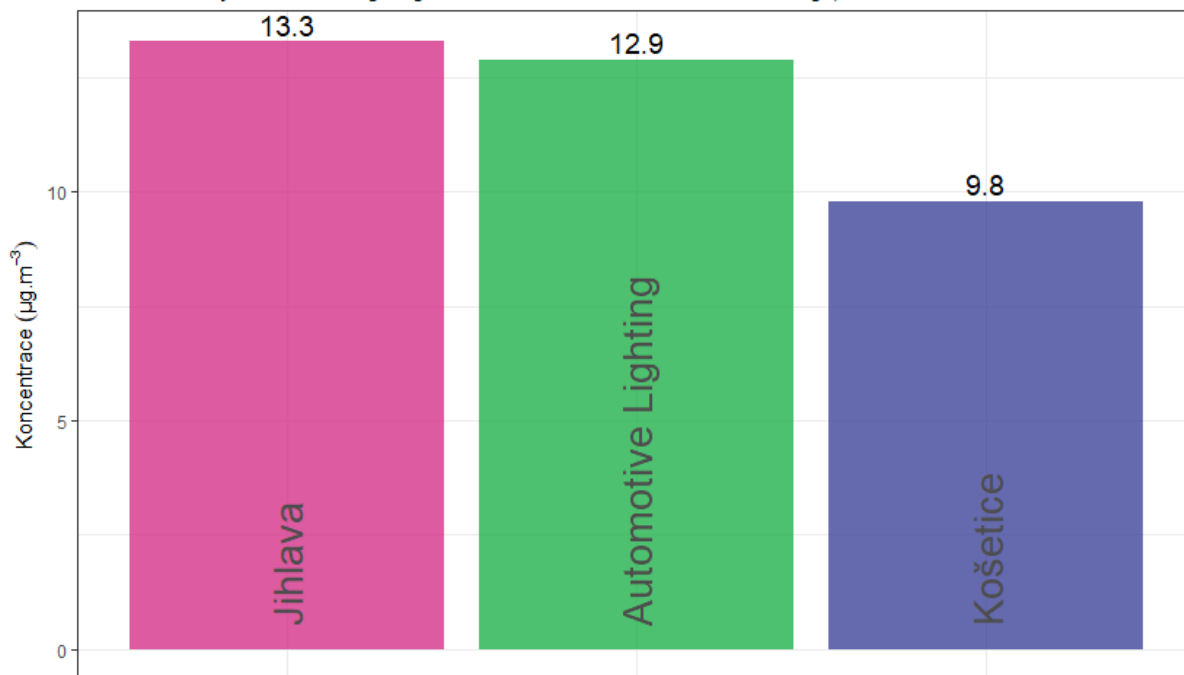
Na následujícím grafu na Obr. 26 jsou obdobně zobrazeny hodnoty průměrných ročních koncentrací $PM_{2,5}$ na vybraných lokalitách. Z grafu je patrné, že lokalita Automotive – Lighting měří téměř totožné hodnoty koncentrací, jako lokalita Jihlava. Nejnižší koncentrace byly měřeny opět v lokalitě Košetice. Žádná z lokalit nepřekročila imisní limit pro průměrnou roční koncentraci $PM_{2,5}$. Z grafů rovněž vyplývá, že lokalita Automotive – Lighting je více zatížena hrubší frakcí PM.



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

Průměrné roční koncentrace PM_{2,5}

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



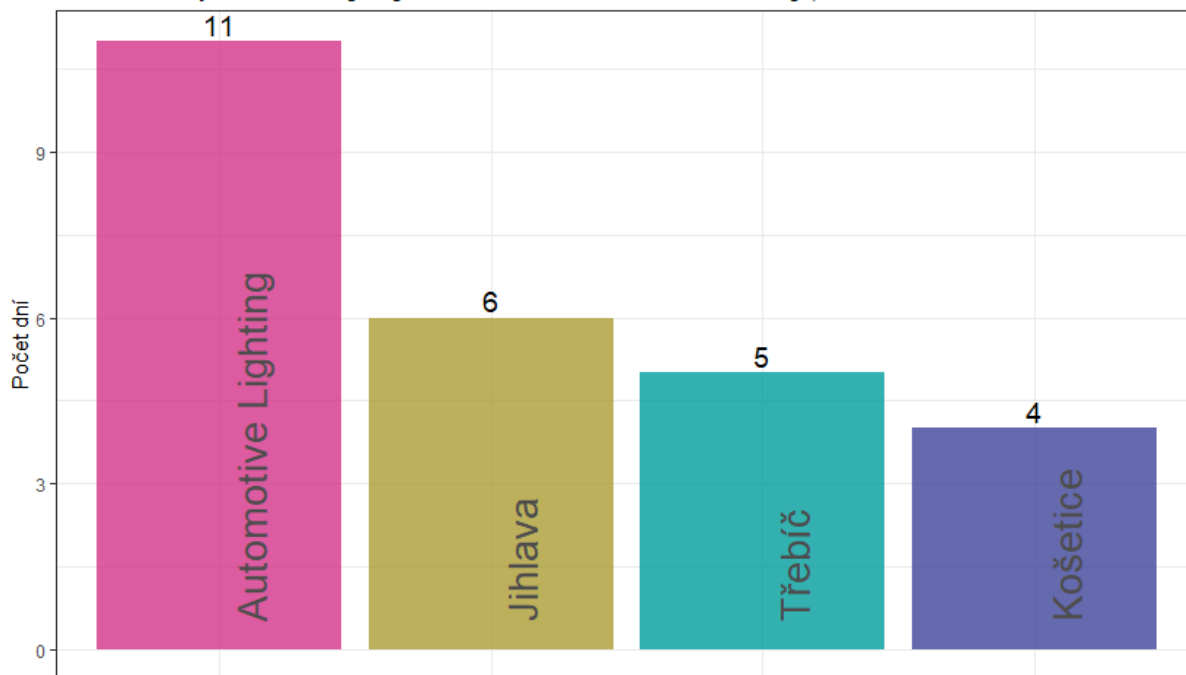
Obr. 26 – Srovnání průměrné roční koncentrace PM_{2,5} lokality Automotive – Lighting s okolními stanicemi státní sítě imisního monitoringu, rok 2021

Graf na následujícím Obr. 27 zobrazuje poslední legislativou sledovanou charakteristiku pro suspendované částice PM₁₀. Jedná se o imisní limit pro průměrnou denní koncentraci PM₁₀, 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 PM₁₀. 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 11 překročením, což je nejvíce ze srovnávaných lokalit. Nejméně překročení zaznamenala lokalita Košetice.

Počet dní s koncentracemi PM₁₀ vyššími, než je hodnota denního imisního limitu

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

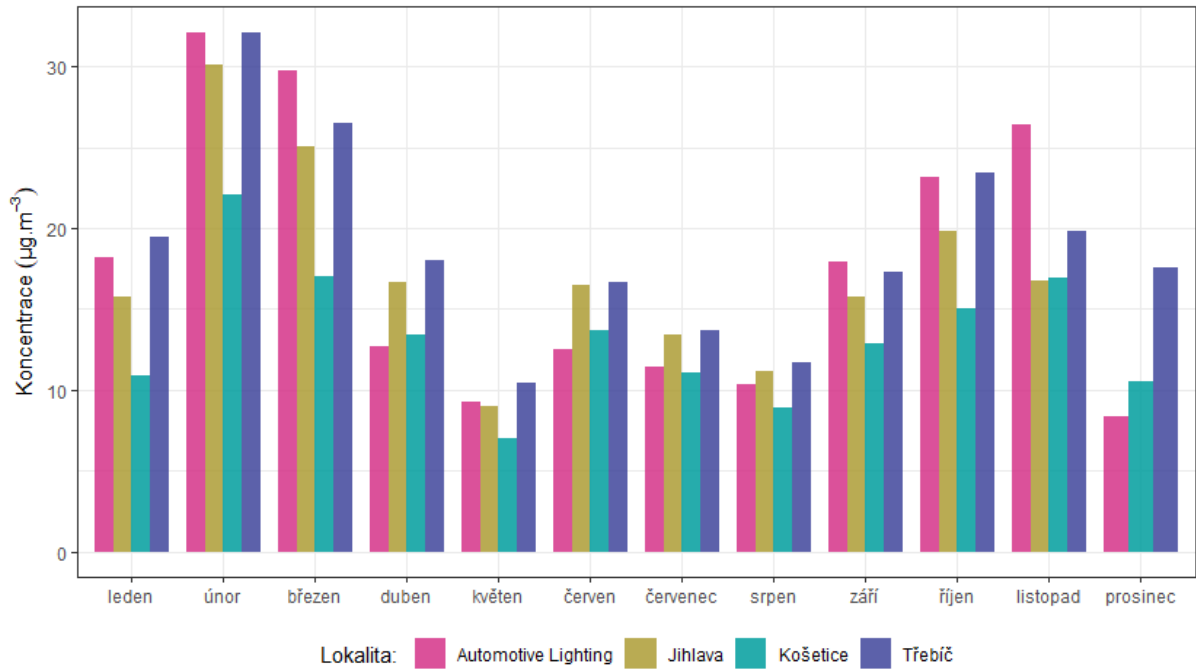


Obr. 27 – Počet dní s průměrnými denními koncentracemi PM₁₀ vyššími, než je hodnota imisního limitu pro průměrnou denní koncentraci PM₁₀, vybrané lokality Olomouckého kraje, rok 2021

Následující grafy zobrazují průměrné měsíční koncentrace PM₁₀ a PM_{2,5} naměřené ve vybraných lokalitách. Z obou grafů je patrné, že vývoj koncentrací v jednotlivých měsících byl na všech lokalitách podobný. Rovněž je patrné, že obdobně jako v lokalitě Automotive – Lighting byly 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 PM₁₀

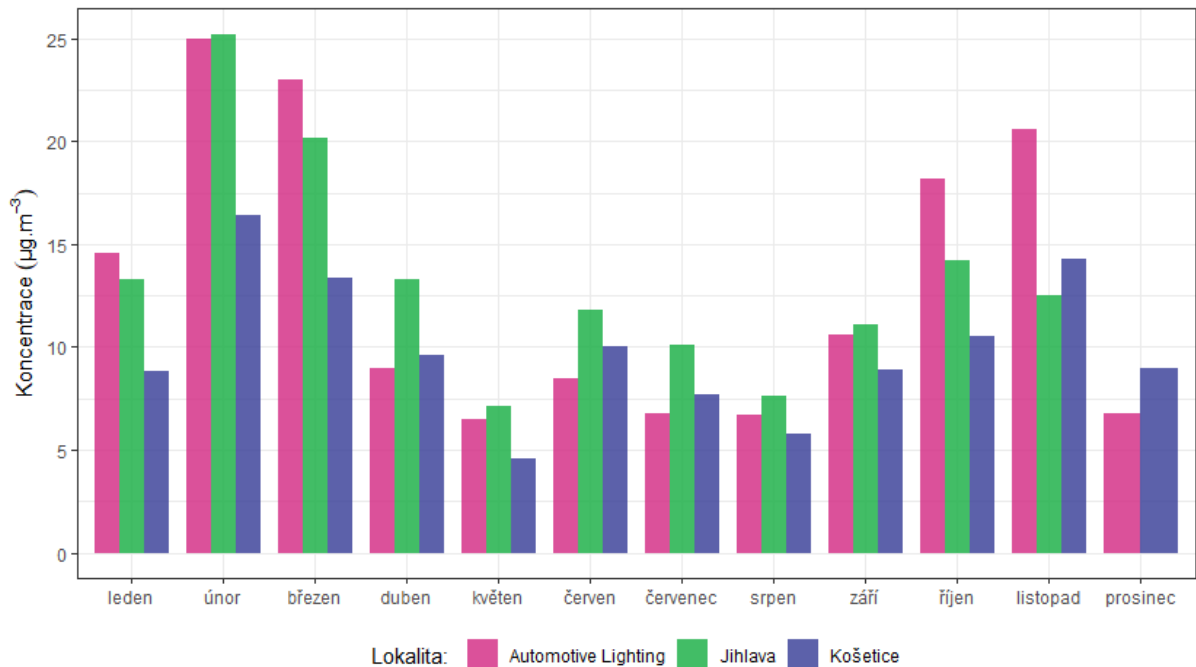
Srovnání lokality Automotive Lighting s lokalitami státní sítě imisního monitoringu, rok 2021



Obr. 28 – Srovnání průměrných měsíčních koncentrací PM₁₀ lokality Automotive – Lighting s okolními stanicemi státní sítě imisního monitoringu, rok 2021

Průměrné měsíční koncentrace PM_{2,5}

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



Obr. 29 – Srovnání průměrných měsíčních koncentrací PM_{2,5} lokality Automotive – Lighting s okolními stanicemi státní sítě imisního monitoringu, rok 2021

3.2 OXIDY DUSÍKU NO₂, NO A NO_x

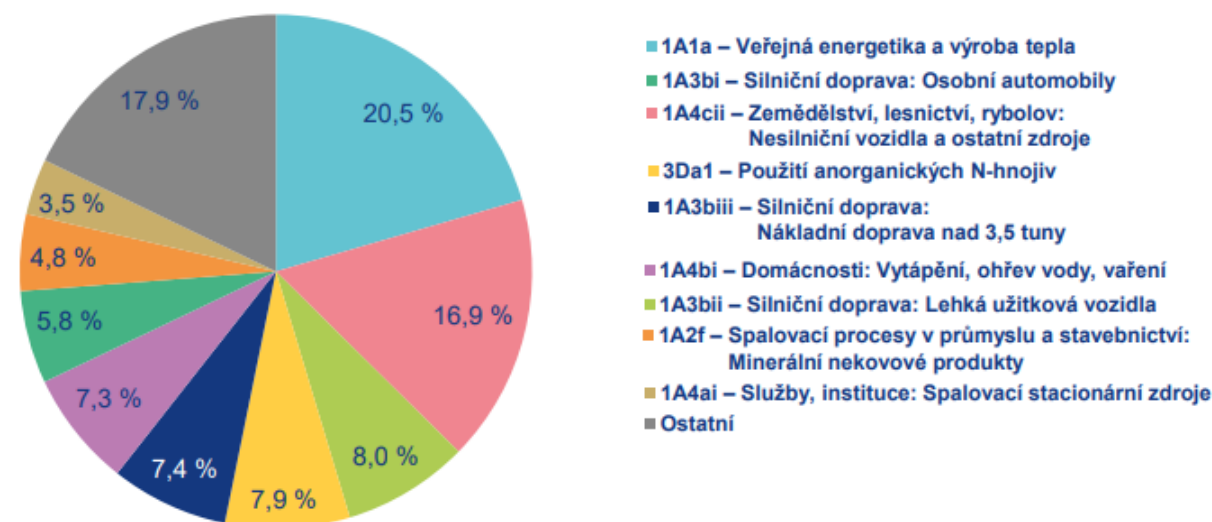
Při sledování a hodnocení kvality venkovního ovzduší se pod termínem oxidy dusíku (NO_x) rozumí směs oxidu dusnatého (NO) a oxidu dusičitého (NO₂) [9].

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 NO₂. 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. NO₂ vzniká relativně rychle reakcí NO s přízemním ozonem nebo s radikály typu HO₂, popř. RO₂ [10]. Řadou chemických reakcí se část NO_x přemění na HNO₃/NO₃⁻, které jsou z atmosféry odstraňovány suchou a mokrou atmosférickou depozicí. Pozornost je věnována NO₂ z důvodu jeho negativního vlivu na lidské zdraví. Hraje také klíčovou roli při tvorbě fotochemických oxidantů.

V Evropě vznikají emise NO_x převážně z antropogenních spalovacích procesů, kde NO vzniká reakcí mezi dusíkem a kyslíkem ve spalovaném vzduchu a částečně i oxidací dusíku z paliva. Hlavní antropogenní zdroje představuje především silniční doprava (významný podíl má ovšem i doprava letecká a vodní) a dále spalovací procesy ve stacionárních zdrojích. Méně než 10 % celkových emisí NO_x vzniká ze spalování přímo ve formě NO₂. Přírodní emise NO_x 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 [11].



Obr. 30 – Podíl sektorů NFR na celkových emisích NO_x v ČR, rok 2019 [6]

Největší množství emisí NO_x 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_x v roce 2019 podílely 38,1 %. Ze sektoru 1A1a – Veřejná energetika a výroba tepla bylo do ovzduší

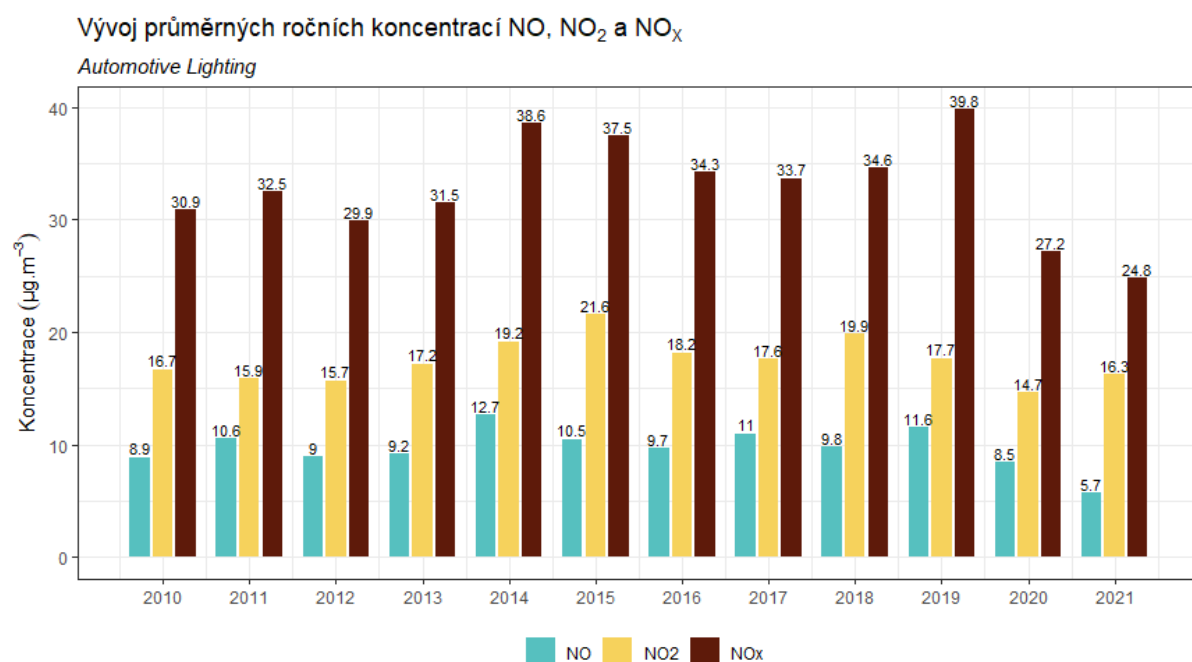
vnášeno 20,5 % emisí NO_x. Nově byly v celém období dopočteny emise sektoru *Použití anorganických N-hnojiv*, které se v roce 2019 na celkových emisích podílely 7,9 % [6].

3.2.1 Průměrné roční koncentrace

Průměrná roční koncentrace NO₂ činila v roce 2021 v lokalitě Automotive – Lighting 16,3 µg·m⁻³. Imisní limit tedy překročen nebyl.

Průměrná roční koncentrace NO činila v roce 2021 v lokalitě Automotive – Lighting 5,7 µg·m⁻³. Průměrná roční koncentrace NO_x činila v roce 2021 v lokalitě Automotive – Lighting 24,8 µg·m⁻³.

Následující Obr. 31 zobrazuje vývoj průměrných ročních koncentrací NO, NO₂ a NO_x 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.



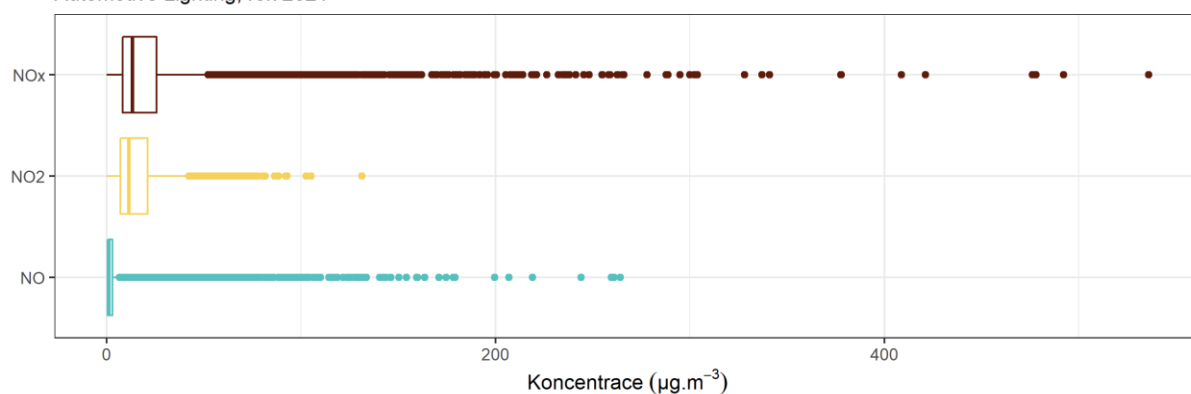
Obr. 31 -Vývoj průměrných ročních koncentrací NO, NO₂ a NO_x, lokalita Automotive – Lighting

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 NO₂ se pohybovala hluboko pod úrovní hodnoty imisního limitu pro hodinové koncentrace NO₂ (200 µg·m⁻³). Tato hodnota může být navíc 18x za kalendářní rok překročena. Imisní limit pro hodinové koncentrace NO₂ je tedy v lokalitě Automotive – Lighting s velmi velkou rezervou plněn.

Tab. 3 – Statistické charakteristiky hodinových koncentrací NO, NO₂ a NO_x v lokalitě Automotive – Lighting, rok 2021

STATISTIKA	NO	NO ₂	NO _x
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, NO₂ a NO_x
Automotive Lighting, rok 2021



Obr. 32 – Statistické zpracování hodinových koncentrací NO, NO₂ a NO_x v lokalitě Automotive – Lighting, rok 2021

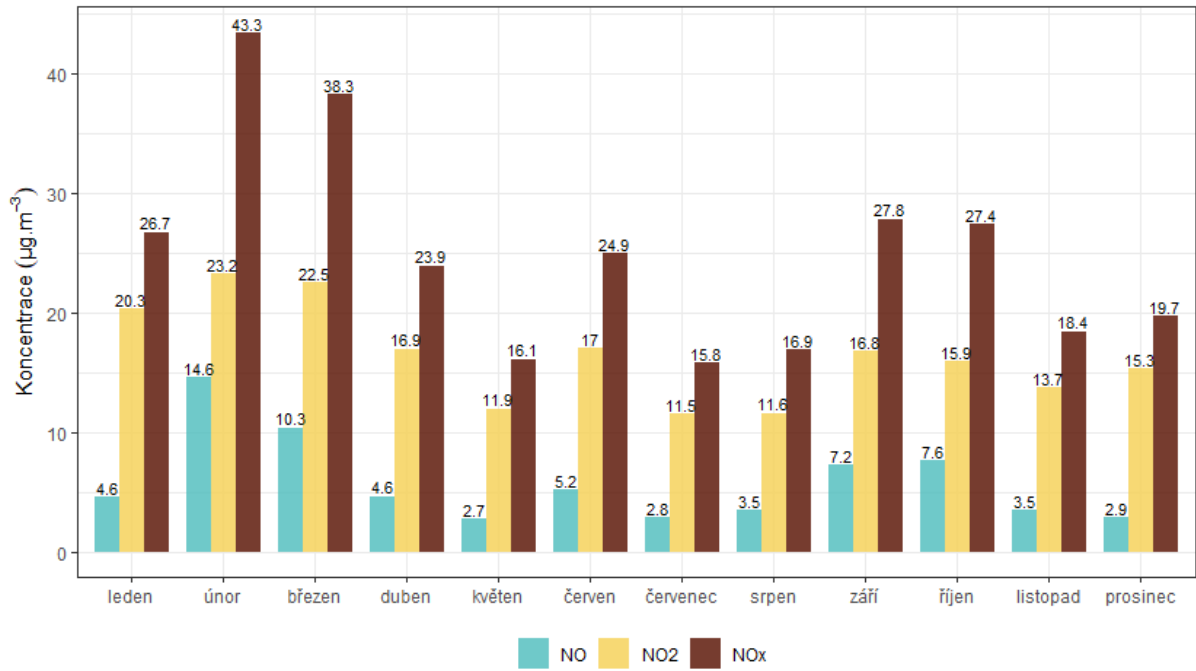
3.2.2 Průměrné měsíční koncentrace

Na Obr. 33 jsou průměrné měsíční koncentrace NO, NO₂ a NO_x. Z obrázku je patrné, že v letních měsících jsou koncentrace nejnižší, naopak v chladné části roku jsou měřeny vyšší koncentrace. Nejvyšší průměrná měsíční koncentrace NO₂ byla naměřena v únoru.

Poměr měsíčních koncentrací NO / NO₂ 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, NO₂ a NO_x

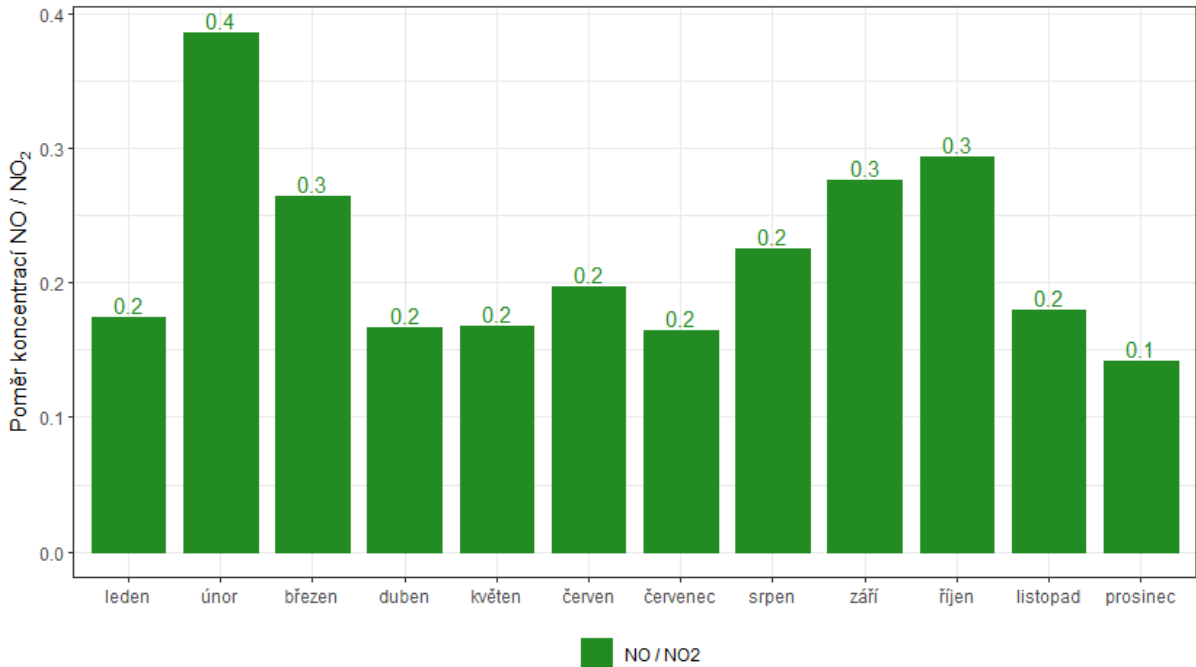
Automotive Lighting, rok 2021



Obr. 33 - Průměrné měsíční koncentrace NO, NO₂ a NO_x, Automotive – Lighting, rok 2021

Průměrný měsíční poměr koncentrací NO / NO₂

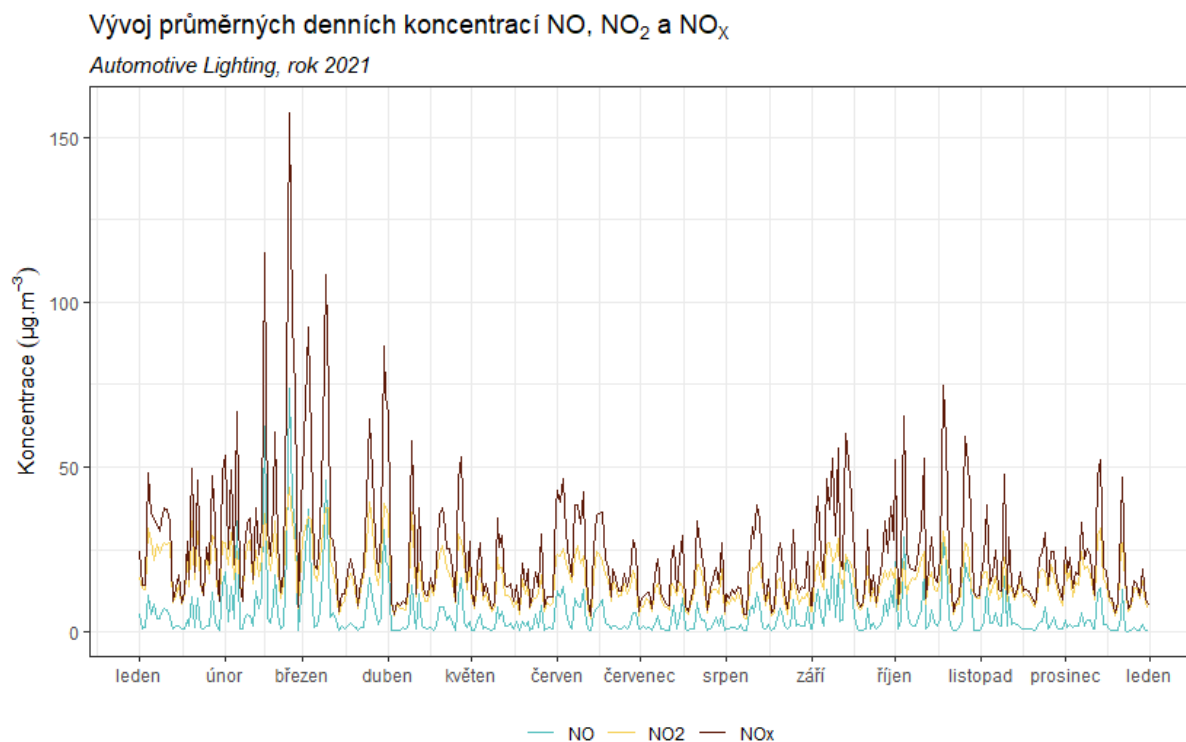
Automotive Lighting, rok 2021



Obr. 34 – Poměr měsíčních koncentrací NO / NO₂, lokalita Automotive – Lighting, rok 2021

3.2.3 Průměrné denní koncentrace NO, NO₂ a NO_x

Vývoj průměrných denních koncentrací NO, NO₂ a NO_x v lokalitě Automotive – Lighting zobrazuje následující Obr. 35.

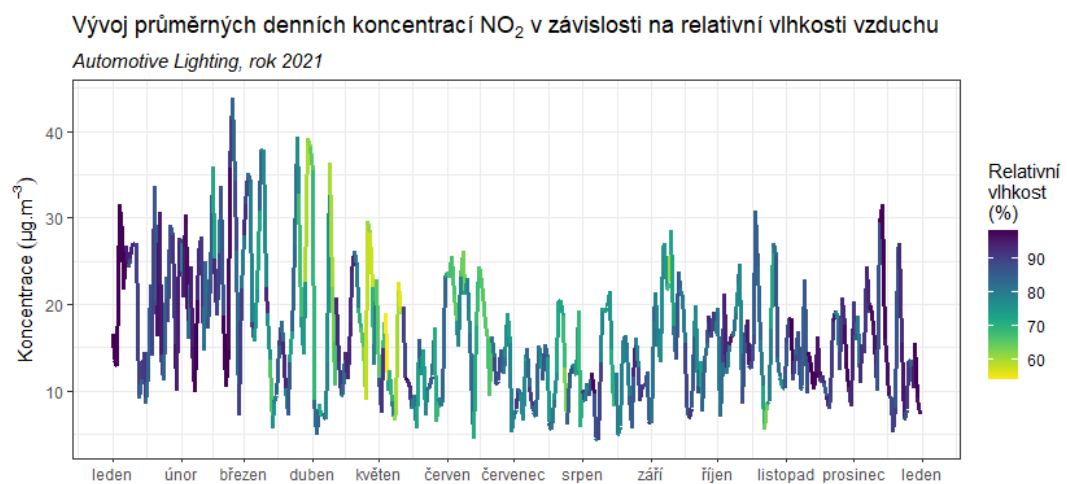
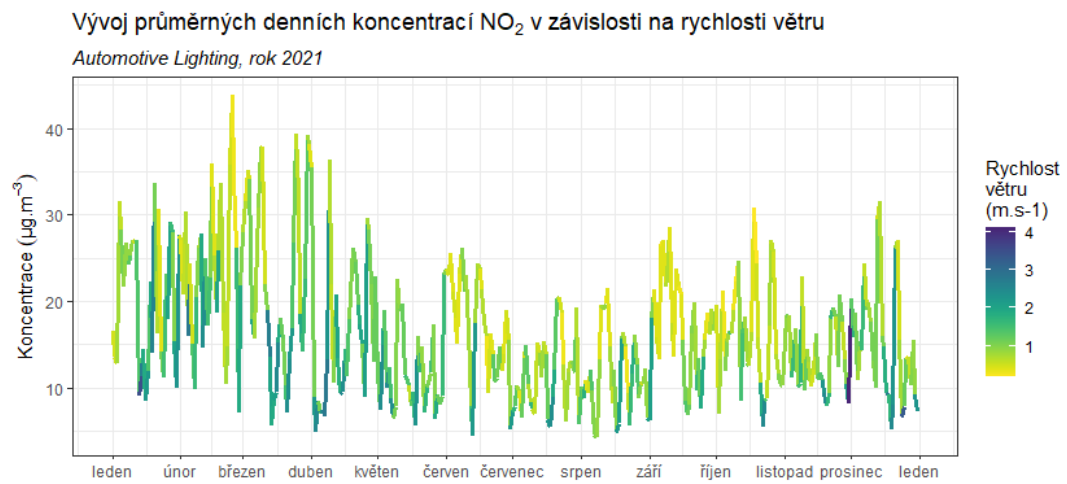
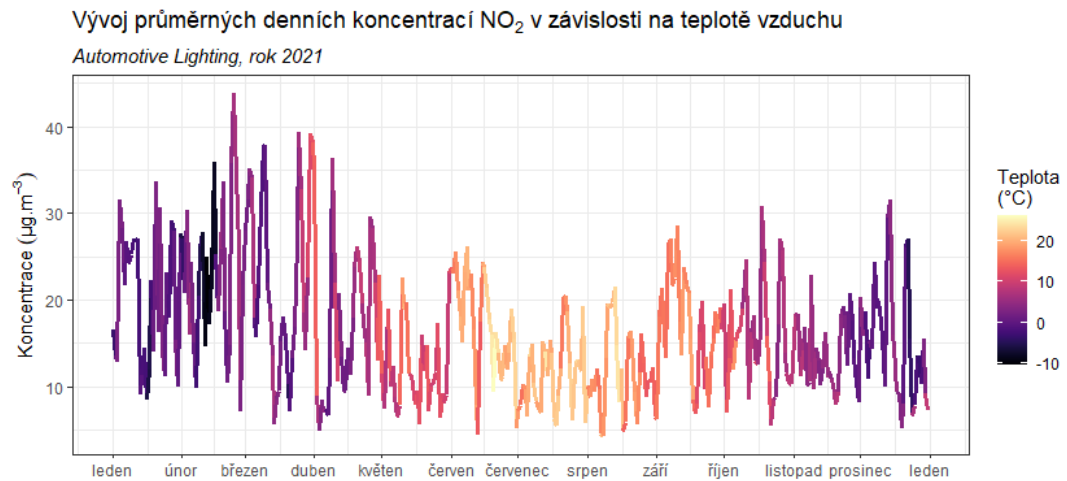


Obr. 35 – Vývoj průměrných hodinových koncentrací NO, NO₂ a NO_x, Automotive – Lighting, rok 2021

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

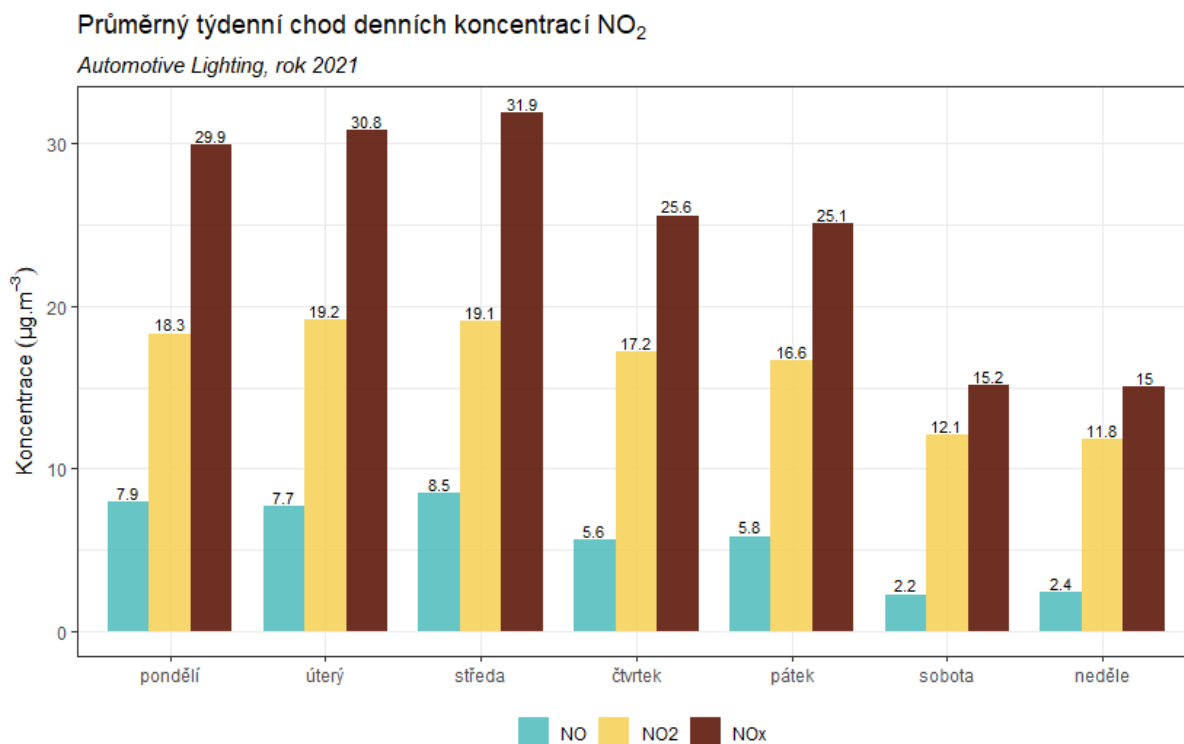
Vzhledem k tomu, že imisní limit je stanoven pouze pro koncentrace NO₂, bude vliv meteorologických podmínek zobrazen pouze pro tuto látku. Na Obr. 36 jsou nad sebou zobrazeny tři grafy. Křivka vždy zobrazuje vývoj koncentrací NO₂ v dané lokalitě. Zabarvení křivky na horním grafu vždy zobrazuje aktuální teplotu vzduchu, v prostředním grafu pak rychlost proudění větru a ve spodním grafu relativní vlhkost.

Z grafů je patrné, že na koncentrace NO₂ 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 NO₂, Automotive – Lighting, rok 2021

Z hlediska týdenního chodu denních koncentrací NO, NO₂ a NO_x (Obr. 37) je velmi dobře patrný vliv vyššího dopravního zatížení v pracovní dny, který se projeví také ve vyšších koncentracích NO₂ v pracovní dny, nejvíce pak ve středu. Nejnižší hodnoty jsou měřeny v neděli.



Obr. 37 – Průměrný týdenní chod denních koncentrací NO₂, Automotive – Lighting, rok 2021

3.2.4 Analýza hodinových koncentrací – denní chod a koncentrační růžice

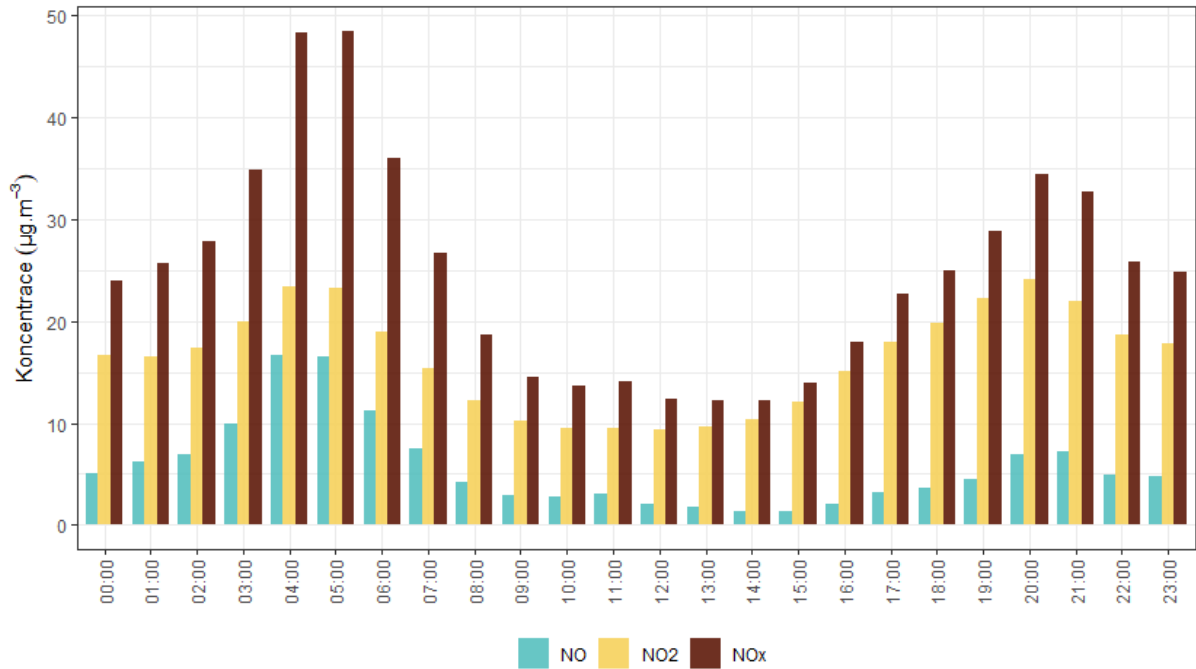
Zprůměrováním všech naměřených koncentrací v jednotlivé hodiny lze získat průměrný denní chod koncentrací NO, NO₂ a NO_x v lokalitě Automotive – Lighting. Denní chod zobrazuje následující Obr. 38.

Z grafů je patrné, že nejvyšší hodnoty koncentrací NO₂ dosahovány v době ranní a večerní dopravní špičky. Večerní hodnoty mohou být také navýšeny o vliv lokálních topenišť a vytápění. Přesto jsou koncentrace NO₂ nízké, typické pro pozadové lokality. Přes den dochází k mírnému poklesu koncentrací, což může být částečně způsobeno spotřebováním NO₂ na tvorbu přízemního ozónu. Tato reakce probíhá pouze díky slunečního záření, proto lze největší úbytek koncentrací NO₂ očekávat okolo poledne.

Z grafu je rovněž patrné, že v době ranní špičky se koncentrace NO přibližují hodnotám NO₂, což indikuje významnější vliv dopravy. Odpoledne a zejména večer jsou naopak koncentrace NO₂ významně vyšší než NO, pravděpodobně se tak projevil vliv lokálních topenišť.

Průměrný denní chod hodinových koncentrací NO₂

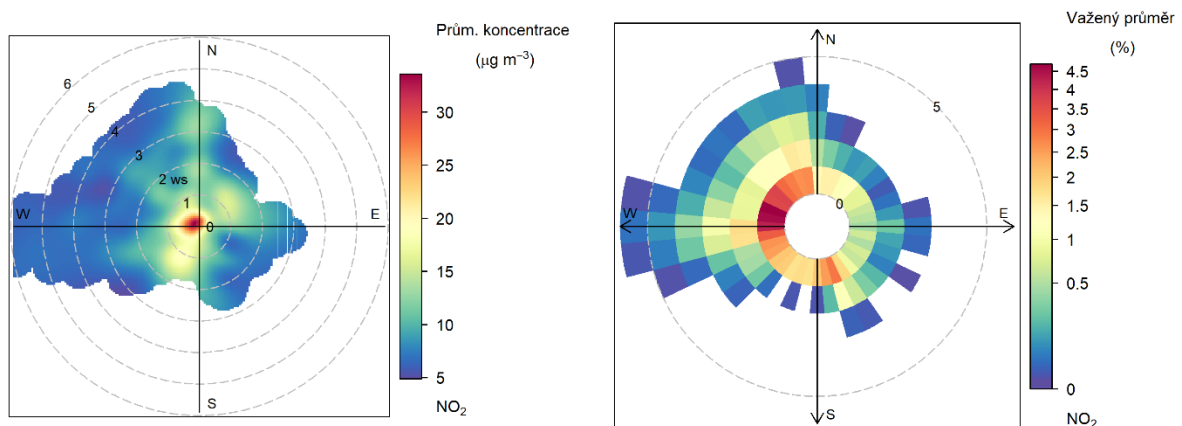
Automotive Lighting, rok 2021



Obr. 38 – Denní chod hodinových koncentrací NO₂, Automotive – Lighting, rok 2021

Vysvětlení podstaty koncentračních růžic je uvedeno v kapitole 3.1.4.

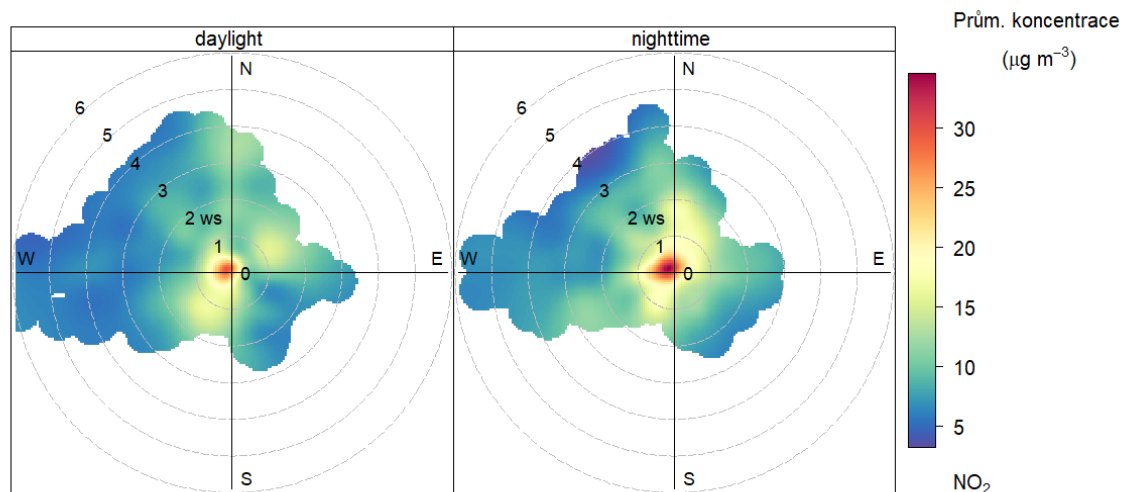
Následující Obr. 39 zobrazuje dva typy koncentrační a váženou koncentrační růžici pro lokalitu Automotive – Lighting.



Obr. 39 – Koncentrační růžice (vlevo) a vážená koncentrační růžice (vpravo) pro NO₂, Automotive – Lighting, rok 2021

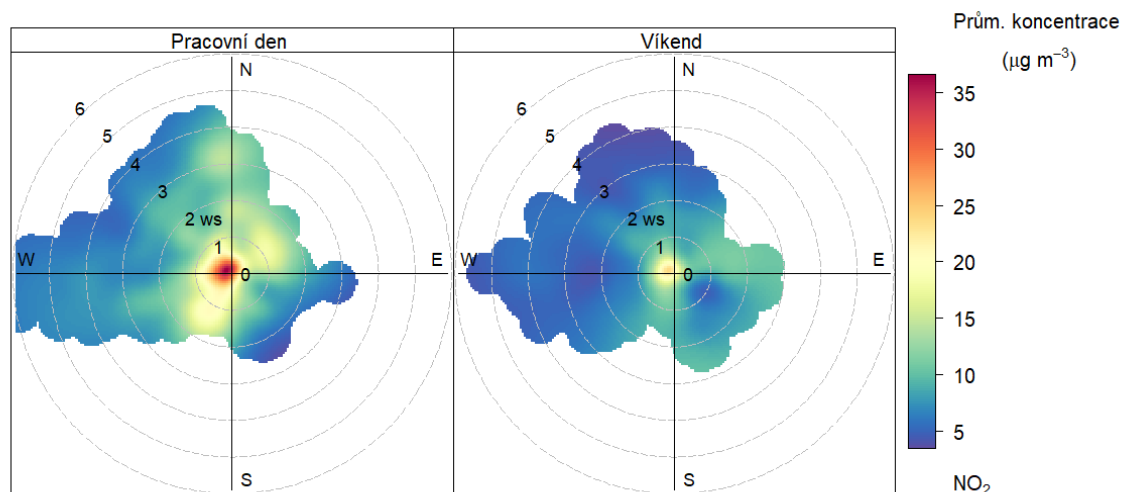
Z Obr. 39 vyplývá, že v průměru jsou nejvyšší koncentrace měřeny při bezvětří, popř. při velmi nízkých rychlostech větru ze severozápadu. Nízké rychlosti větru a západní až severozápadní proudění

(nejčastější směr proudění dle větrné růžice) pak nejvíce přispívaly k měřeným koncentracím NO₂. 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.



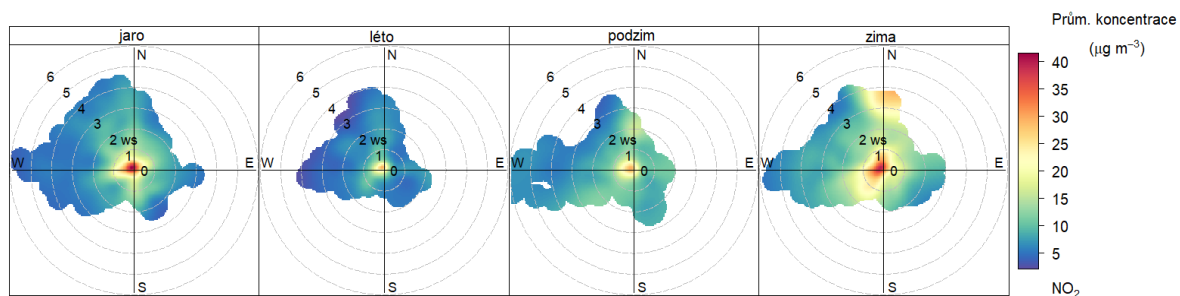
Obr. 40 - Koncentrační růžice ve dne (daytime) a v noci (nighttime), Automotive – Lighting, rok 2021

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.



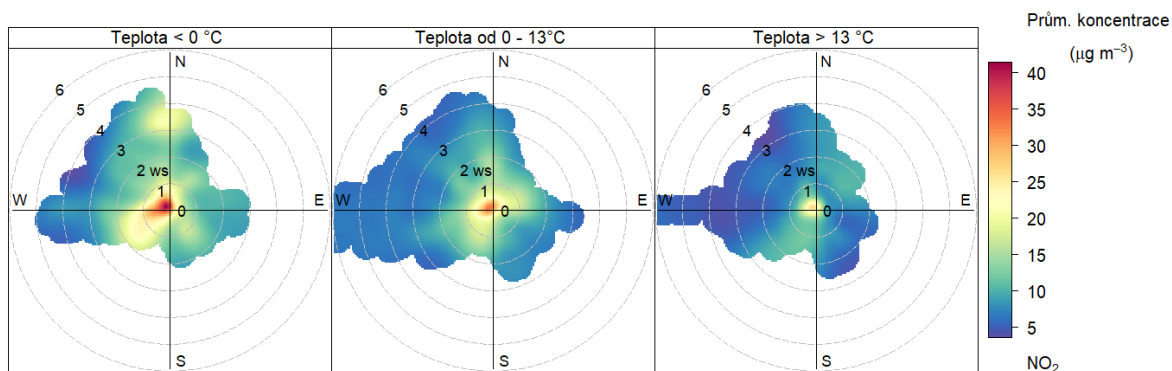
Obr. 41 – Koncentrační růžice NO₂ v pracovní dny a o víkendu, lokalita Automotive – Lighting, rok 2021

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

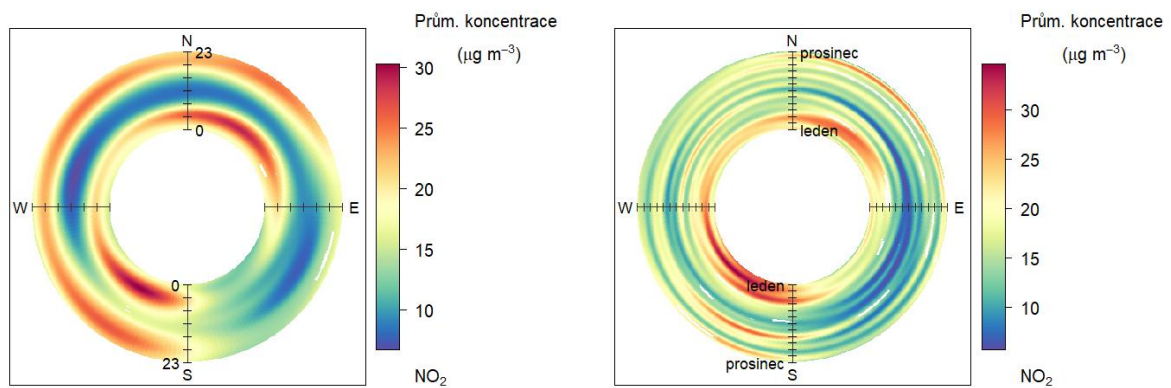
Zajímavé je také rozdělit koncentrační růžice na základě teplot vzduchu. Z Obr. 43 je pak patrné, že nejvyšší koncentrace jsou takřka výhradně měřeny při teplotách vzduchu nižších než 0 °C. Při vyšších teplotách jsou již pouze mírně zvýšené, především při bezvětří.



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 NO₂ 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

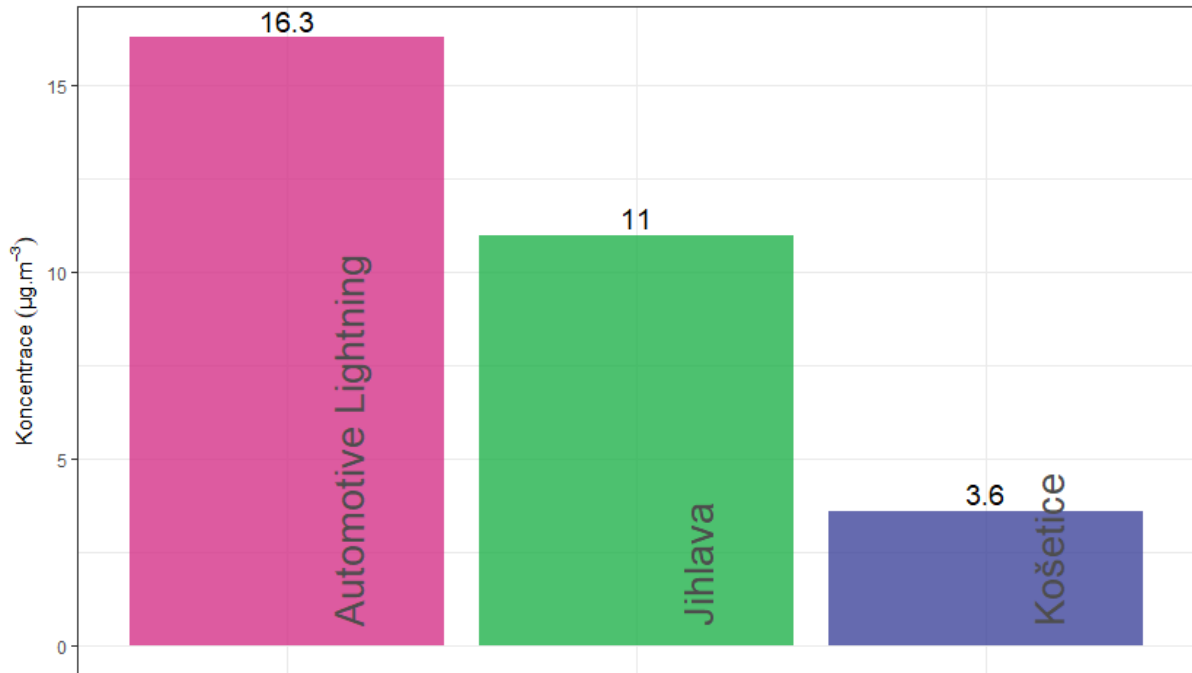
V této podkapitole budou koncentrace, naměřené v lokalitě Automotive – Lighting, srovnány s hodnotami naměřenými ve státní síti imisního monitoringu Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ).

Na následujícím Obr. 45 jsou zobrazeny průměrné roční koncentrace legislativou sledovaného oxidu dusičitého NO₂ 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 NO₂.

Následující graf na Obr. 46 zobrazuje průměrné měsíční koncentrace NO₂ 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 NO₂

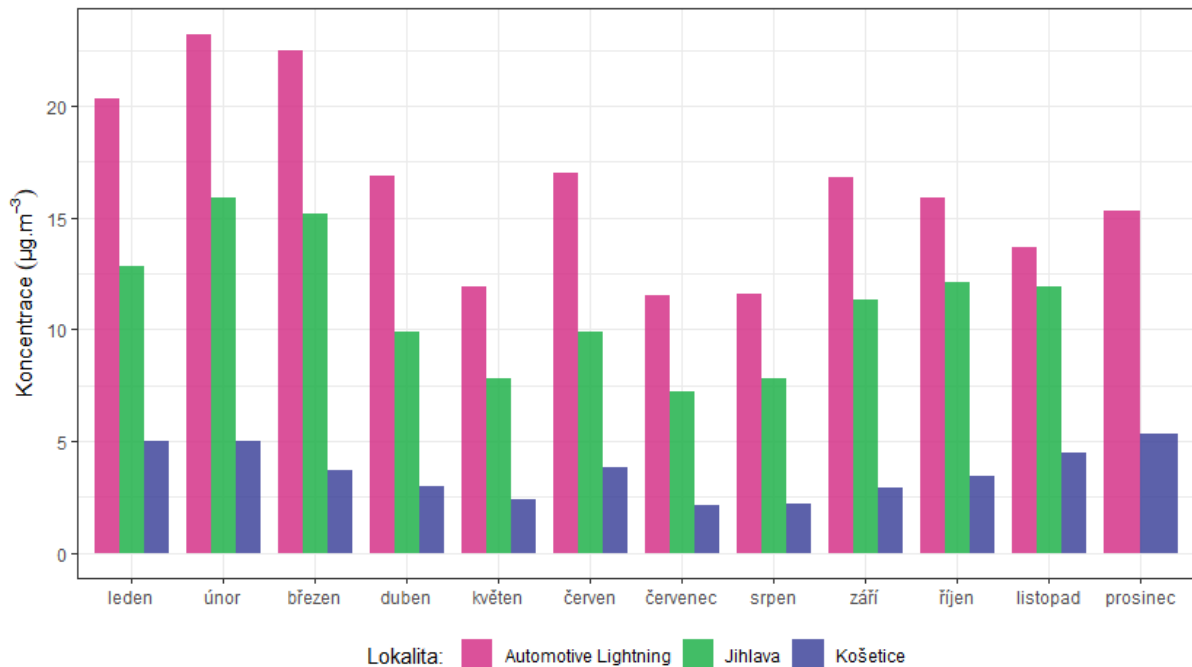
Srovnání lokality Automotive Lighting s lokalitami státní sítě imisního monitoringu, rok 2021



Obr. 45 – Srovnání průměrné roční koncentrace NO₂ lokality Automotive – Lighting s okolními stanicemi státní sítě imisního monitoringu, rok 2021

Průměrné měsíční koncentrace NO₂

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



Obr. 46 – Srovnání průměrných měsíčních koncentrací NO₂ lokality Automotive – Lighting s okolními stanicemi státní sítě imisního monitoringu, rok 2021

4 ZÁVĚRY

- Vývoj průměrných denních koncentrací **PM₁₀** i **PM_{2,5}** 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 PM₁₀ i PM_{2,5} 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 PM₁₀ (17,6 µg·m⁻³) ani PM_{2,5} (12,9 µg·m⁻³) nepřekračují imisní limit pro průměrné roční koncentrace těchto škodlivin. Hodnoty koncentrací jsou velmi podobné těm měřeným lokalitou Jihlava.
- Za rok 2021 byla hodnota imisního limitu pro průměrnou denní koncentraci PM₁₀ (50 µg·m⁻³) překročena 11x, nejvíce překročení bylo zaznamenáno v únoru a březnu, imisní limit pro průměrnou denní koncentraci PM₁₀ 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 NO₂ také díky reakci této látky při tvorbě přízemního ozónu. Ze srovnání koncentrací NO₂ 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 NO₂ (16,3 µg·m⁻³) nepřekračuje imisní limit pro průměrnou roční koncentraci NO₂.

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] V. Michal, „O provozu vznětových motorů a aerosolech jimi produkovaných v městských aglomeracích,“ v *Konference ČAS 2010. Sborník konference*, Praha, 2010.
- [6] 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.
- [7] U. EPA, „Particulate Matter (PM) Pollution,“ [Online]. Available: <https://www.epa.gov/pm-pollution>.
- [8] J. Keder, „Rozbor výsledků kontinuálního měření spekter velikostí částic analyzátoru Grimm,“ v *Ovzduší 2007*, Brno, 2007.
- [9] USEPA, „Nitrogen Dioxide (NO2) Pollution,“ [Online]. Available: <https://www.epa.gov/no2-pollution>.
- [10] P. WARNECK, *Chemistry of the natural atmosphere*, San Diego: Academic Press: ISBN 0-12-735632-0, 2000.
- [11] European Commission, „Position paper on air quality: nitrogen dioxide,“ 1997.
- [12] *Vyhláška č. 330/2012 Sb. o způsobu posuzování a vyhodnocení úrovně znečištění, rozsahu informování veřejnosti o úrovni znečištění a při smogových situacích*, Praha, 2012.
- [13] 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>.
- [14] 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.
- [15] ČHMÚ, „Znečištění ovzduší na území České Republiky,“ 1996 - 2015. [Online]. Available: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/grafroc_CZ.html.
- [16] ČHMÚ, „Registr emisí a zdrojů znečištění ovzduší,“ 2010-2015. [Online]. Available: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/oez/emisnibilance_CZ.html.
- [17] 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.
- [18] WHO, „Air quality guidelines for Europe, Second Edition,“ *WHO Regional Publications, European Series*, sv. No. 91, 2000.
- [19] 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.
- [20] J. Fiala a D. Závodský, „Chemické aspekty znečištěného ovzduší – troposférický ozon,“ v *Kompendium ochrany kvality ovzduší*, Praha, 2003.

- [21] I. Colbeck a A. R. Mackenzie, „Air Pollution by photochemical oxidants,“ *Air Quality Monographs*, č. Elsevier. ISBN 0-444-88542-0, 1994.
- [22] EEA, „Air quality in Europe — 2016 report,“ 2016. [Online]. Available: https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2016/at_download/file.
- [23] 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.
- [24] 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. [Přístup získán 2019].
- [25] *Zákon č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší*, 2012.
- [26] 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.