
ZPRÁVA Z MĚŘENÍ V LOKALITĚ HOLEŠOV



ENVitech Bohemia, s.r.o.

Únor 2019

OBSAH

1	Úvod	3
2	Měřené škodliviny, Imisní limity a emise.....	6
2.1	Charakteristika měřených škodlivin	6
2.1.1	Suspendované částice PM ₁₀ a PM _{2,5}	6
2.1.2	Oxid dusičitý	7
2.1.3	Přízemní ozón	7
2.2	Imisní limity pro sledované látky.....	8
2.3	Původ znečištění – emise.....	9
2.3.1	Emise tuhých látek.....	9
2.3.2	Emise oxidů dusíku (NO _x).....	11
3	Měřicí kampaň v lokalitě Holešov	12
3.1	Vývoj hodinových koncentrací škodlivin.....	12
3.1.1	Srovnání hodinových koncentrací se státní sítí imisního monitoringu	14
3.1.2	Vliv meteorologických veličin na koncentrace škodlivin v Holešově	17
3.2	Denní chod hodinových koncentrací jednotlivých škodlivin.....	21
3.3	Vývoj průměrných denních koncentrací.....	24
3.3.1	Srovnání průměrných denních koncentrací škodlivin se státní sítí imisního monitoringu .	24
4	Závěry	27
5	Citovaná literatura.....	28

1 ÚVOD

Měření v lokalitě Holešov probíhalo ve dnech 26. 11. - 12. 12. 2018 v areálu hřiště gymnázia Ladislava Jaroše. V těsné blízkosti leží rušná ulice Palackého, autobusové nádraží a železniční trať. Zhruba 200 m jihovýchodním směrem leží průmyslový zdroj. Umístění zobrazuje mapka na Obr. 1, liniové zdroje v blízkosti, zástavbu i průmyslový zdroj zobrazuje letecký snímek na Obr. 2.

GPS souřadnice měření: 49.3281464N, 17.5714022E. Nadmořská výška: 225 m n. m.



Obr. 1 – Přehledová mapka měřicí lokality v Holešově



Obr. 2 – Letecký snímek lokality s viditelnými liniovými zdroji a průmyslovým zdrojem jihovýchodně od měřicí lokality

Měřicí lokalitu zobrazuje fotografie na následujícím Obr. 3.



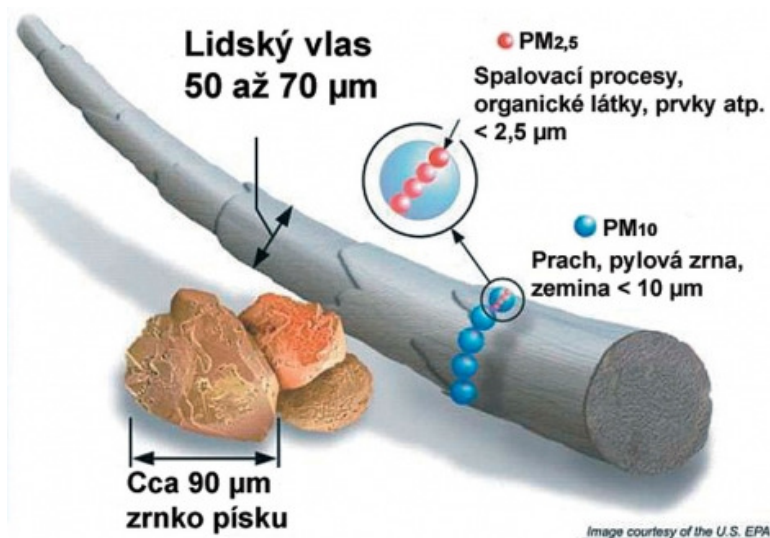
Obr. 3 – Lokalita Holešov

2 MĚŘENÉ ŠKODLIVINY, IMISNÍ LIMITY A EMISE

2.1 CHARAKTERISTIKA MĚŘENÝCH ŠKODLIVIN

2.1.1 SUSPENDOVANÉ ČÁSTICE PM_{10} A $PM_{2,5}$

Suspendované částice PM_{10} jsou částice s maximální velikostí aerodynamického průměru $10\text{ }\mu\text{m}$, částice $PM_{2,5}$ pak mají aerodynamický průměr maximálně $2,5\text{ }\mu\text{m}$. Tyto částice pronikají do dolních partií dýchacích cest (thorakální částice). O jaké částice se velikostně jedná, ukazuje následující Obr. 4.



Obr. 4 – Srovnání velikostí částic PM_{10} a $PM_{2,5}$ s zrnky písku či lidským vlasem, zdroj: US EPA

Částice o větší velikosti se zachycují v horních cestách dýchacích, do plic nepronikají a jejich koncentrace se proto neměří. Pozornost se naopak zaměřuje k čím dál menším částicím, protože platí, že čím menší průměr částice, tím dále se v lidském těle dostane a tím je pro člověka nebezpečnější. Negativní zdravotní účinky PM_{10} a $PM_{2,5}$ se projevují již při velmi nízkých koncentracích bez zřejmé spodní hranice bezpečné koncentrace. Zdravotní rizika částic ovlivňuje jejich koncentrace, velikost, tvar a chemické složení. Mohou se podílet na snížení imunity, mohou způsobovat zánětlivá onemocnění plicní tkáně a oxidativní stres organismu. Při chronickém působení mohou způsobovat respirační onemocnění a snižovat funkci plic.

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

2.1.2 OXID DUSIČITÝ

Expozice zvýšeným koncentracím oxidu dusičitého ovlivňuje plicní funkce a způsobuje snížení imunity. Více než 90 % z celkových oxidů dusíku ve venkovním ovzduší je emitováno ve formě NO. NO₂ vzniká relativně rychle reakcí NO s přízemním ozonem nebo s radikály typu HO₂, popř. RO₂. Řadou chemických reakcí se část NO_x přemění na HNO₃/NO₃⁻, které jsou z atmosféry odstraňovány suchou a mokrou atmosférickou depozicí. Pozornost je věnována NO₂ z důvodu jeho negativního vlivu na lidské zdraví. Hraje také klíčovou roli při tvorbě fotochemických oxidantů.

V Evropě vznikají emise oxidů dusíku (NO_x) převážně z antropogenních spalovacích procesů, kde NO vzniká reakcí mezi dusíkem a kyslíkem ve spalovaném vzduchu a částečně i oxidací dusíku z paliva. Hlavní antropogenní zdroje představuje především silniční doprava (významný podíl má ovšem i doprava letecká a vodní) a dále spalovací procesy ve stacionárních zdrojích [1].

K překročení ročního imisního limitu NO₂ dochází pouze na omezeném počtu stanic, a to na dopravně exponovaných lokalitách aglomerací a velkých měst. Lze předpokládat, že k překročení imisních limitů může docházet i na dalších dopravně exponovaných místech, kde není prováděno měření.

2.1.3 PŘÍZEMNÍ OZÓN

Přízemní ozón O₃ nemá v atmosféře vlastní významný zdroj. Jedná se o tzv. sekundární látku vznikající v celé řadě velmi komplikovaných nelineárních fotochemických reakcí [2]. Prekurzory O₃ jsou oxidy dusíku (NO_x) a nemetanické těkavé organické látky (NMVOC), v globálním měřítku hrají roli i metan (CH₄) a oxid uhelnatý (CO). Důležitou reakcí je fotolýza NO₂ zářením o vlnové délce 280–430 nm, při které vzniká NO a atomární kyslík. Reakcí atomárního a molekulárního kyslíku pak za přítomnosti katalyzátoru dochází ke vzniku molekuly O₃. Současně probíhá titrace O₃ oxidem dusnatým za vzniku NO₂ a O₂. Pokud je při této reakci O₃ nahrazen radikály, jeho koncentrace v atmosféře rostou. Důležitou úlohu při těchto reakcích hraje zejména radikál OH.

NO_x vznikají při veškerých spalovacích procesech. NMVOC jsou emitovány z celé řady zdrojů antropogenních (doprava, manipulace s ropou a jejími deriváty, rafinerie, použití barev a rozpouštědel atd.), ale i přirozených (např. biogenní emise z vegetace).

Při vzniku O₃ z prekurzorů nezáleží pouze na absolutním množství prekurzorů, ale i na jejich vzájemném poměru [3]. V oblastech, kde je režim limitovaný NO_x, charakterizovaný relativně nízkými koncentracemi NO_x a vysokými koncentracemi VOC, narůstají koncentrace O₃ s rostoucími koncentracemi NO_x, zatímco se vzrůstajícími koncentracemi VOC se mění jen málo. Naopak v oblastech s režimem limitovaným VOC dochází k poklesu koncentrací O₃ s rostoucími koncentracemi NO_x a nárůstu koncentrací O₃ s rostoucími koncentracemi VOC. Oblasti s vysokým poměrem NO_x/VOC jsou typicky znečištěné oblasti okolo center velkých měst. Závislost vzniku O₃ na počátečních koncentracích VOC a NO_x se často vyjadřují na diagramech ozonových isopleť. Jedná se o zobrazení maximální dosažené koncentrace ozonu jako funkce počáteční koncentrace NO_x a VOC. Významnou roli při vzniku O₃ hrají nejen koncentrace prekurzorů, ale i meteorologické podmínky [4]. Imisní koncentrace O₃ rostou s rostoucím ultrafialovým zářením a teplotou, naopak klesají s rostoucí relativní vlhkostí vzduchu. Vysoké koncentrace bývají spojeny

s déletrvající anticyklonální situací. Kromě výše popsaného fotochemického mechanismu se koncentrace O_3 mohou zvyšovat i epizodicky v důsledku průniku stratosférického O_3 do troposféry a též při bouřkách. V poslední době se též zvyšuje význam dálkového přenosu O_3 v rámci proudění na severní polokouli do Evropy a Severní Ameriky ze zdrojových oblastí jihovýchodní Asie. O_3 je z atmosféry odstraňován reakcí s NO a suchou depozicí.

2.2 IMISNÍ LIMITY PRO SLEDOVANÉ LÁTKY

Základní právní normou upravující hodnocení kvality ovzduší v České republice je zákon o ochraně ovzduší [5]. V následující Tab. 1 a Tab. 2 jsou zobrazeny imisní limity pro ochranu zdraví lidí, imisní limity pro celkový obsah znečišťujících látek v částicích PM_{10} pro ochranu zdraví lidí a imisní limity pro troposférický ozón. Kromě samotných imisních limitů tabulky uvádí také přípustnou četnost překročení za kalendářní rok (je-li stanovena), horní mez pro posuzování (UAT) a dolní mez pro posuzování (LAT). Pokud jsou v území překračovány hodnoty horní meze pro posuzování, je pro hodnocení kvality ovzduší nutné koncentrace měřit stacionárním měřením. V případě, že jsou nižší než dolní mez pro posuzování, postačuje pro posuzování úrovně znečištění výpočet pomocí modelu. V případě koncentrací mezi dolní a horní mezí pro posuzování se používá kombinace měření a výpočtu. Horní a dolní meze pro posuzování jsou uvedeny v imisní vyhlášce [6]. Poslední sloupec (pLV) v Tab. 1 zobrazuje maximální povolený počet překročení limitní hodnoty (LV) za kalendářní rok.

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

ZNEČIŠŤUJÍCÍ LÁTKA	DOBA PRŮMĚROVÁNÍ	IMISNÍ LIMIT LV	UAT	LAT	PLV
PRAŠNÝ AEROSOL PM_{10}	24 hodin	$50 \mu g \cdot m^{-3}$	$35 \mu g \cdot m^{-3}$	$25 \mu g \cdot m^{-3}$	35
PRAŠNÝ AEROSOL PM_{10}	1 kalendářní rok	$40 \mu g \cdot m^{-3}$	$28 \mu g \cdot m^{-3}$	$20 \mu g \cdot m^{-3}$	
PRAŠNÝ AEROSOL $PM_{2,5}$	1 kalendářní rok	$25 \mu g \cdot m^{-3}$	$17 \mu g \cdot m^{-3}$	$12 \mu g \cdot m^{-3}$	
OXID DUSÍČITÝ NO_2	1 hodina	$200 \mu g \cdot m^{-3}$	$140 \mu g \cdot m^{-3}$	$100 \mu g \cdot m^{-3}$	18
OXID DUSÍČITÝ NO_2	1 kalendářní rok	$40 \mu g \cdot m^{-3}$	$32 \mu g \cdot m^{-3}$	$26 \mu g \cdot m^{-3}$	

Imisní limit pro $PM_{2,5}$ bude od roku 2020 zpřísněn na $20 \mu g \cdot m^{-3}$. [7]

Tab. 2 – Imisní limit pro troposférický ozón

ZNEČIŠŤUJÍCÍ LÁTKA	DOBA PRŮMĚROVÁNÍ	IMISNÍ LIMIT	MAXIMÁLNÍ POVOLENÝ POČET PŘEKROČENÍ
OCHRANA ZDRAVÍ LIDÍ	maximální denní osmihodinový klouzavý průměr	$120 \mu g \cdot m^{-3}$	25x v průměru za 3 roky

2.3 PŮVOD ZNEČIŠTĚNÍ – EMISE

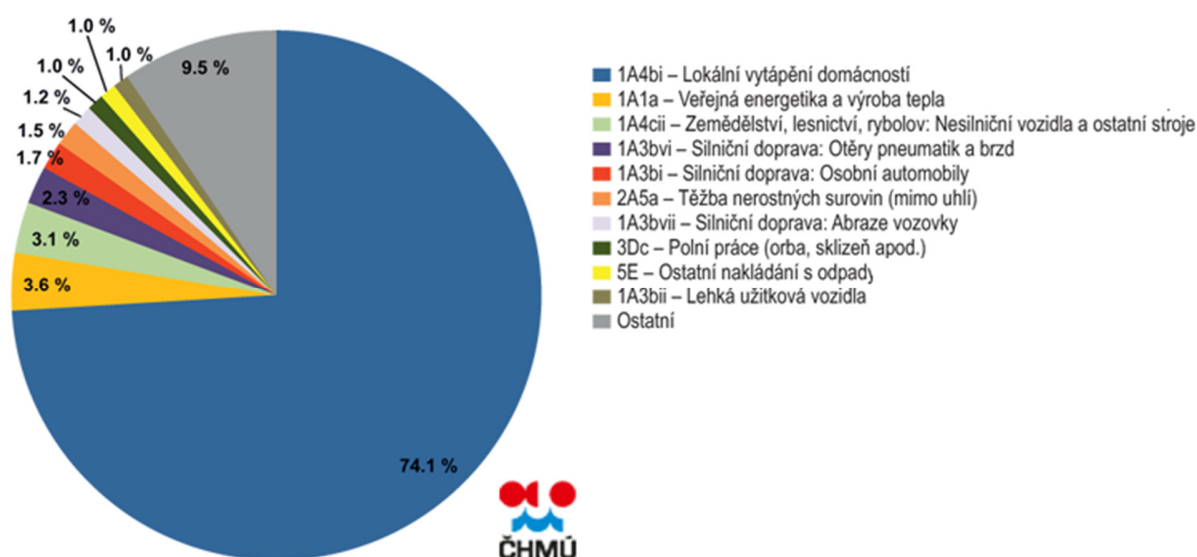
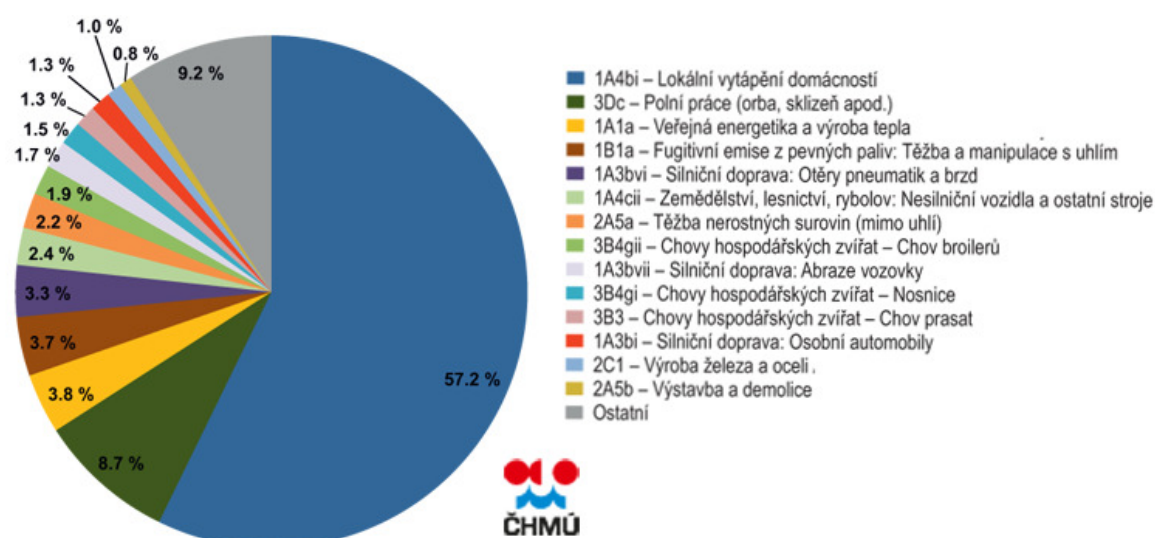
Tato kapitola je věnována emisím tuhých znečišťujících látek a oxidů dusíku do ovzduší. Zdrojem dat je databáze REZZO (registr emisí a zdrojů znečišťování ovzduší) spravované ČHMÚ. Kromě zdrojů uvedených v databázi (antropogenních) však v této kapitole budou diskutovány také neantropogenní zdroje, které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

2.3.1 EMISE TUHÝCH LÁTEK

Částice obsažené ve vzduchu lze rozdělit na primární a sekundární. Primární částice jsou emitovány přímo do atmosféry, ať již z přírodních (např. sopečná činnost, pyl nebo mořský aerosol) nebo z antropogenních zdrojů (např. spalování paliv ve stacionárních i mobilních zdrojích, otěry pneumatik, brzd a vozovek). Sekundární částice jsou převážně antropogenního původu a vznikají v atmosféře ze svých plynných prekurzorů SO_2 , NO_x , NH_3 a VOC procesem nazývaným konverze plyn-částice. Z důvodu různorodosti emisních zdrojů mají suspendované částice různé chemické složení a různou velikost.

Emisní inventury částic PM_{10} a $\text{PM}_{2,5}$ 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 abrazie vozovek vypočítávané z dopravních výkonů. Kvalitu ovzduší ovlivňuje rovněž resuspenze částic (znovuzvíření), která do standardně prováděných emisních inventur není zahrnuta.

Mezi hlavní zdroje emisí PM_x v roce 2016 patřil sektor 1A4bi-Lokální vytápění domácností, který se podílel na znečišťování ovzduší v celorepublikovém měřítku látkami PM_{10} 57,2 % a $\text{PM}_{2,5}$ 74,1 %. Mezi další významné zdroje emisí PM_{10} patří 3Dc-Polní práce, kde tyto emise vznikají při zpracování půdy, sklizni a čištění zemědělských plodin. Tento sektor představoval 8,7 % 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 nm [8]. Sektory 1A3biii-Silniční doprava: Nákladní doprava nad 3,5 tuny a 1A3bi-Silniční doprava: Osobní automobily se na emisích PM_{10} podílely 10,6 % a na emisích $\text{PM}_{2,5}$ 10,9 %. (Obr. 5) [9].



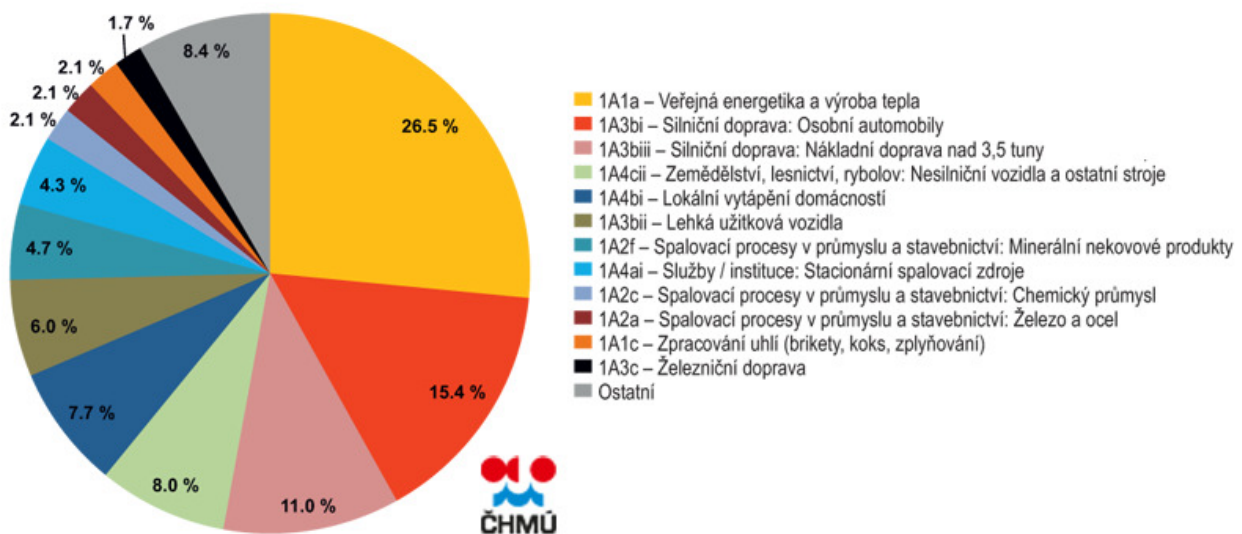
Obr. 5 – Podíl sektorů NFR na celkových emisích PM₁₀ (nahore) a PM_{2.5} (dole) v ČR v roce 2016 [9]

2.3.2 EMISE OXIDŮ DUSÍKU (NO_x)

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].

Největší množství emisí NO_x pochází z dopravy. Sektory 1A3biii – Silniční doprava: Nákladní doprava nad 3,5 t, 1A3bi – Silniční doprava: Osobní automobily a 1A4cii – Zemědělství, lesnictví, rybolov: Nesilniční vozidla a ostatní stroje se na celorepublikových emisích NO_x v roce 2016 podílely 40,4 %. V sektoru 1A1a- Veřejná energetika a výroba tepla bylo do ovzduší vneseno 26,5 % emisí NO_x (Obr. 6) [9].

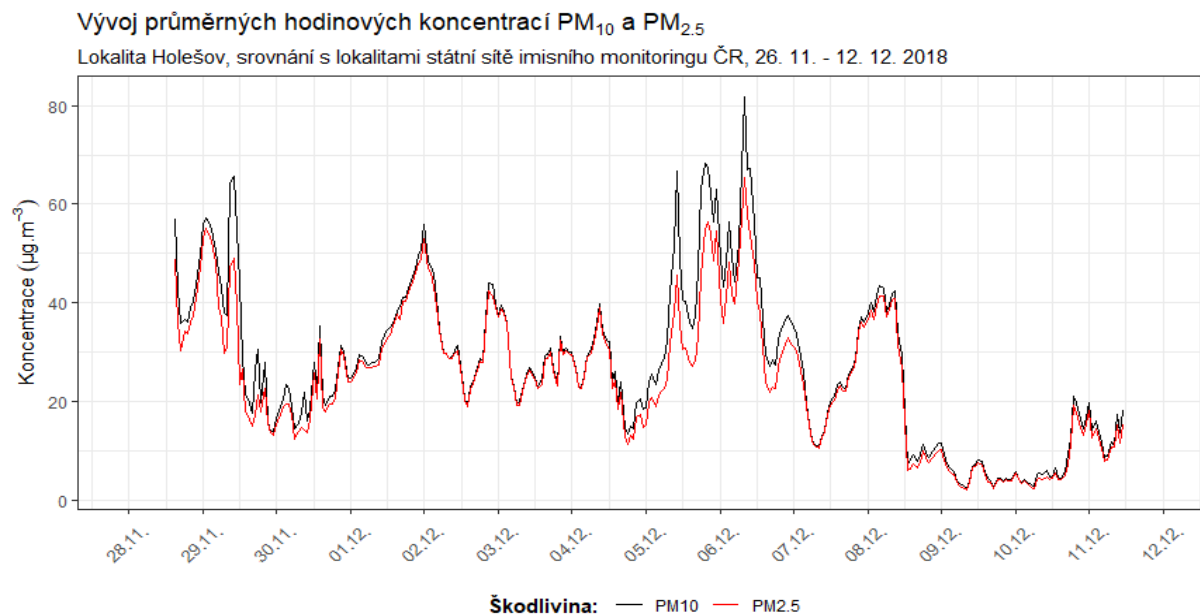


Obr. 6 – Podíl sektorů NFR na celkových emisích NO_x v ČR, rok 2016 [9]

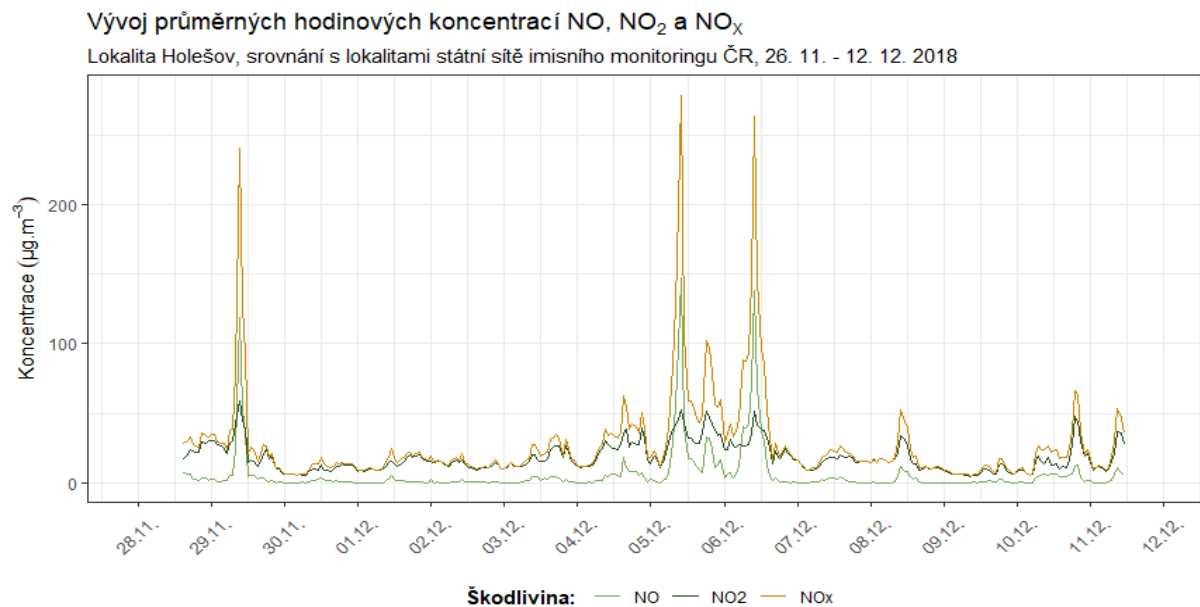
3 MĚŘICÍ KAMPAŇ V LOKALITĚ HOLEŠOV

3.1 VÝVOJ HODINOVÝCH KONCENTRACÍ ŠKODLIVIN

Následující grafy zobrazují vývoj hodinových koncentrací částic (PM_{10} a $PM_{2.5}$) a oxidů dusíku (NO , NO_2 a NO_x) během měřicí kampaně ve dnech 26. 11. - 12. 12. 2018 v lokalitě Holešov.



Obr. 7 - Průměrné hodinové koncentrace částic Holešov, 26. 11. - 12. 12. 2018

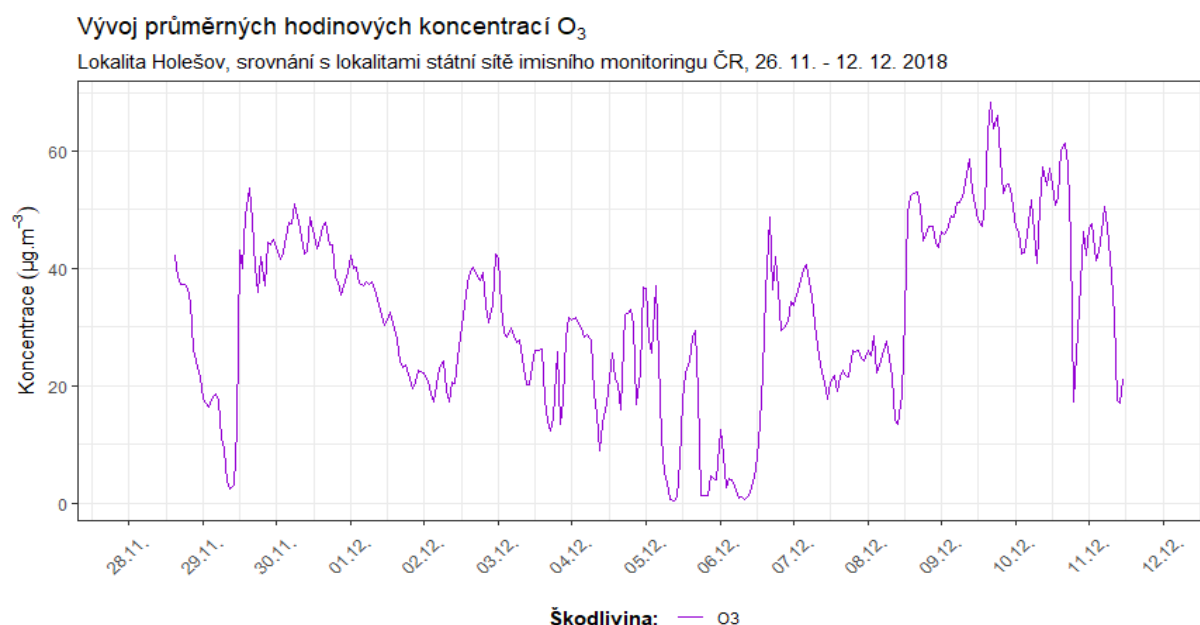


Obr. 8 - Průměrné hodinové koncentrace oxidů dusíku Holešov, 26. 11. - 12. 12. 2018

Z grafu na Obr. 7 je patrné, že vývoj koncentrací $PM_{2,5}$ kopíroval vývoj koncentrací PM_{10} . Ty však byly v některých hodinách výrazněji vyšší než koncentrace jemnější frakce. Tato situace nastala především během epizody zvýšených koncentrací škodlivin mezi 4. a 7. 12. Nejvyšší hodinová koncentrace PM_{10} měla hodnotu $81,9 \mu g.m^{-3}$. Tato hodnota byla naměřena dne 6. 12. 2018 v 8:00. Ve stejnou hodinu byla naměřena také maximální hodnota $PM_{2,5}$ a měla hodnotu $65,5 \mu g.m^{-3}$.

V případě vývoje koncentrací oxidů dusíku (Obr. 8) je rovněž patrný obdobný trend vývoje koncentrací u všech sledovaných látek. Nejvyšší hodinová koncentrace NO měla hodnotu $147,5 \mu g.m^{-3}$. Tato hodnota byla naměřena dne 5. 12. 2018 v 10:00. Maximální hodnota NO_2 byla dosažena 29. 11. 2018 v 9:00 a měla hodnotu $58,5 \mu g.m^{-3}$. Nejvyšší hodinová koncentrace NO_x měla hodnotu $278,7 \mu g.m^{-3}$. Tato hodnota byla naměřena dne 5. 12. 2018 v 10:00.

Vývoj hodinových koncentrací přízemního ozónu zobrazuje Obr. 9. Maximální hodnota O_3 byla dosažena 9. 12. 2018 v 16:00 a měla hodnotu $68,4 \mu g.m^{-3}$.



Obr. 9 – Průměrné hodinové koncentrace přízemního ozónu Holešov, 26. 11. - 12. 12. 2018

Statistické zpracování hodinových koncentrací škodlivin v lokalitě Holešov za období 26. 11. - 12. 12. 2018 zobrazuje následující Tab. 3.

Tab. 3 – Statistické zpracování hodinových koncentrací škodlivin, lokalita Holešov

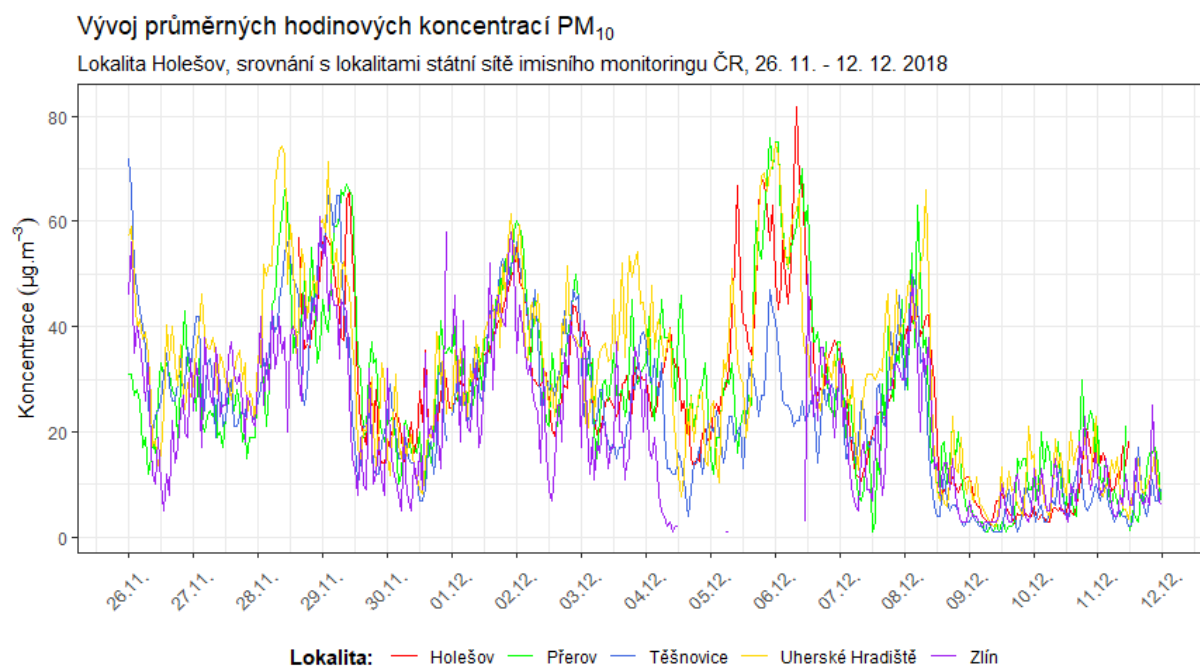
STATISTIKA	PM10	PM25	NO	NO2	NOX	O3
PRŮMĚR	27,5	24,8	6,2	18,4	28	31,5
MEDIÁN	26,7	24,5	1,5	15,3	18,4	31,3
MINIMUM	2,3	2	0	4,4	4,6	0,4
MAXIMUM	81,9	65,5	147,5	58,5	278,7	68,4

3.1.1 SROVNÁNÍ HODINOVÝCH KONCENTRACÍ SE STÁTNÍ SÍTÍ IMISNÍHO MONITORINGU

Následující grafy na Obr. 10 - Obr. 15 zobrazují srovnání hodinových koncentrací škodlivin v Holešově s měřením státní sítě imisního monitoringu. V případě PM_{10} a $PM_{2,5}$ je velmi dobře patrná korelace s dalšími lokalitami. Koncentrace rostly a klesaly společně – k ovlivnění koncentrací docházelo plošně na základě nadregionálních vlivů. Vliv na koncentrace měly zejména meteorologické podmínky (viz dále).

V případě oxidů dusíku je důležitý typ lokality. Dopravou ovlivněné lokality měří vyšší koncentrace NO (což se projeví i v případě koncentrací NO_x). Na první pohled je patrné, že mezi takto ovlivněné lokality spadají zejména lokality Uherské Hradiště, Holešov a Zlín. Nejvýznamněji je dopravou ovlivněna lokalita Uherské Hradiště (měřicí lokalita je v těsné blízkosti rušné křižovatky). Lokality Holešov a Zlín měřily shodně vyšší koncentrace jen v některých hodinách. I zde se na koncentracích podílely meteorologické podmínky. Koncentrace legislativou sledovaného NO_2 jsou na všech lokalitách podobné, koncentrační rozptyl není jako v případě NO. I tak je patrné, že nejvyšší koncentrace měří lokalita Uherské Hradiště, nejnižší pak venkovská pozadová lokalita Těšnovice.

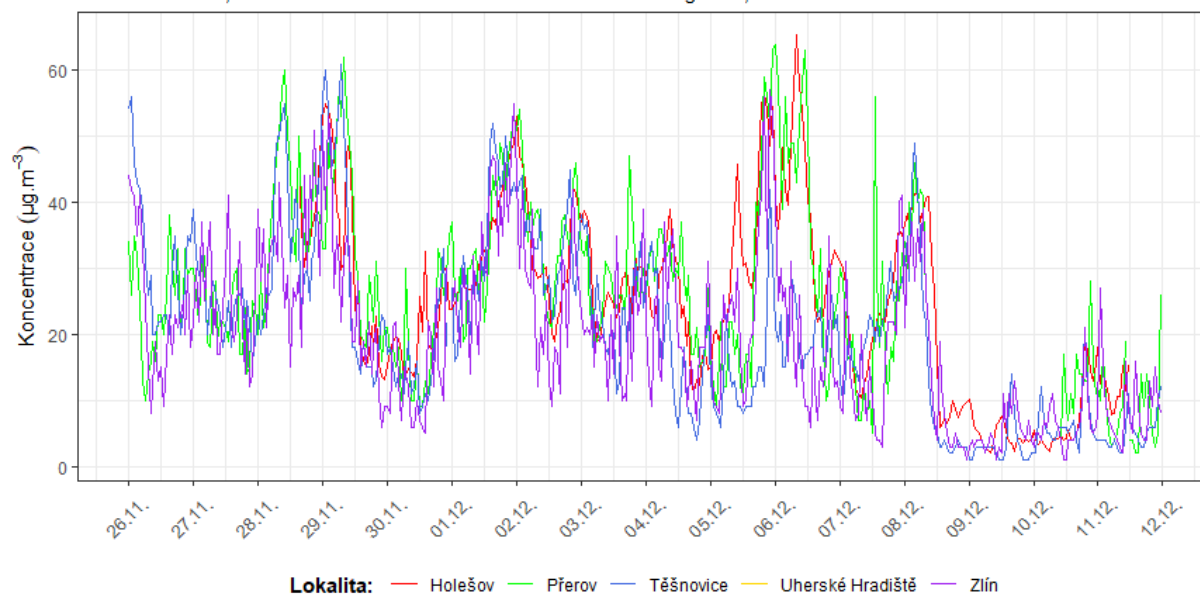
V případě koncentrací O_3 jsou opět zásadní meteorologické podmínky – zejména sluneční svit a teplota. Koncentrace se tedy opět vyvíjejí plošně velmi podobně a rovněž dosahují podobných hodnot. Vysoké koncentrace lze očekávat zejména v letních měsících.



Obr. 10 – Srovnání hodinových koncentrací PM_{10} v lokalitě Holešov se státní sítí imisního monitoring

Vývoj průměrných hodinových koncentrací $PM_{2.5}$

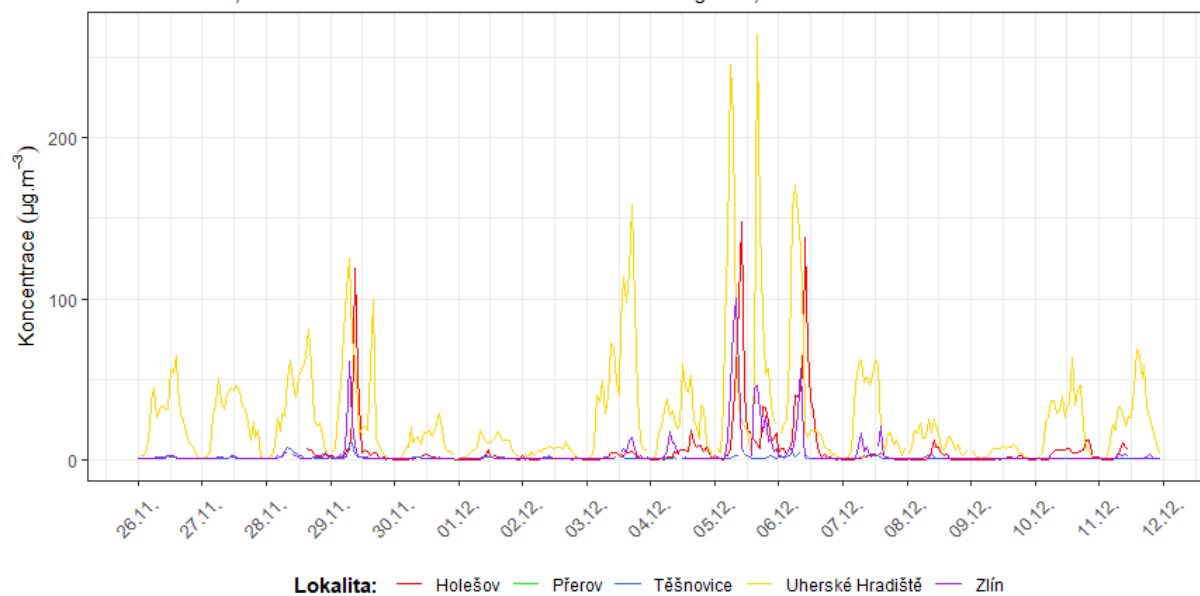
Lokalita Holešov, srovnání s lokalitami státní sítě imisního monitoringu ČR, 26. 11. - 12. 12. 2018



Obr. 11 – Srovnání hodinových koncentrací $PM_{2.5}$ v lokalitě Holešov se státní sítí imisního monitoringu

Vývoj průměrných hodinových koncentrací NO

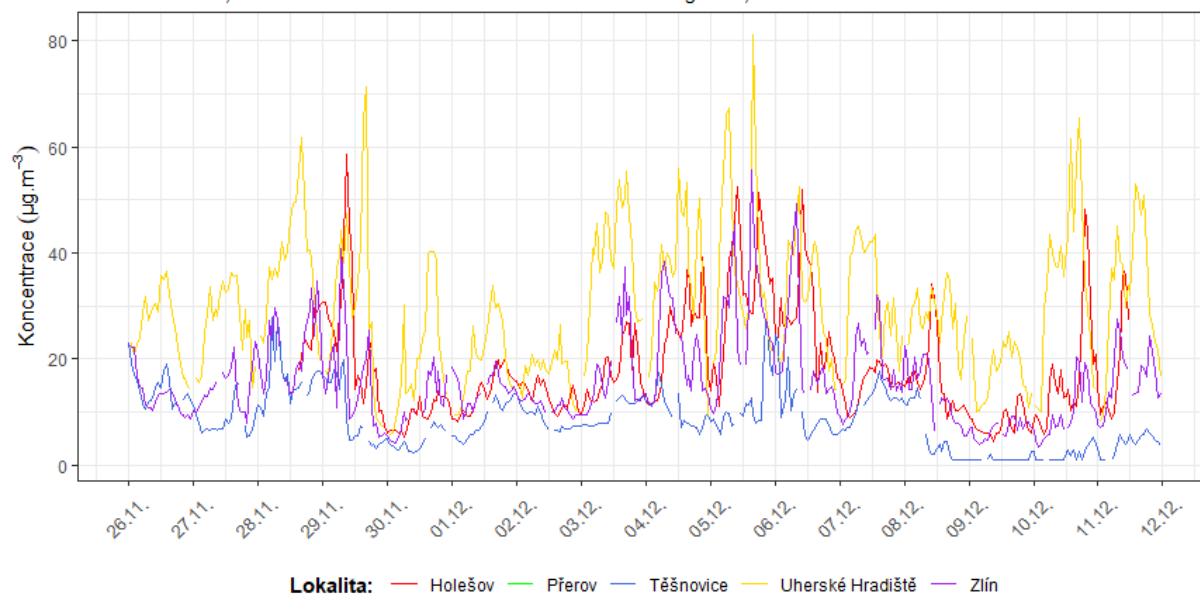
Lokalita Holešov, srovnání s lokalitami státní sítě imisního monitoringu ČR, 26. 11. - 12. 12. 2018



Obr. 12 – Srovnání hodinových koncentrací NO v lokalitě Holešov se státní sítí imisního monitoringu

Vývoj průměrných hodinových koncentrací NO₂

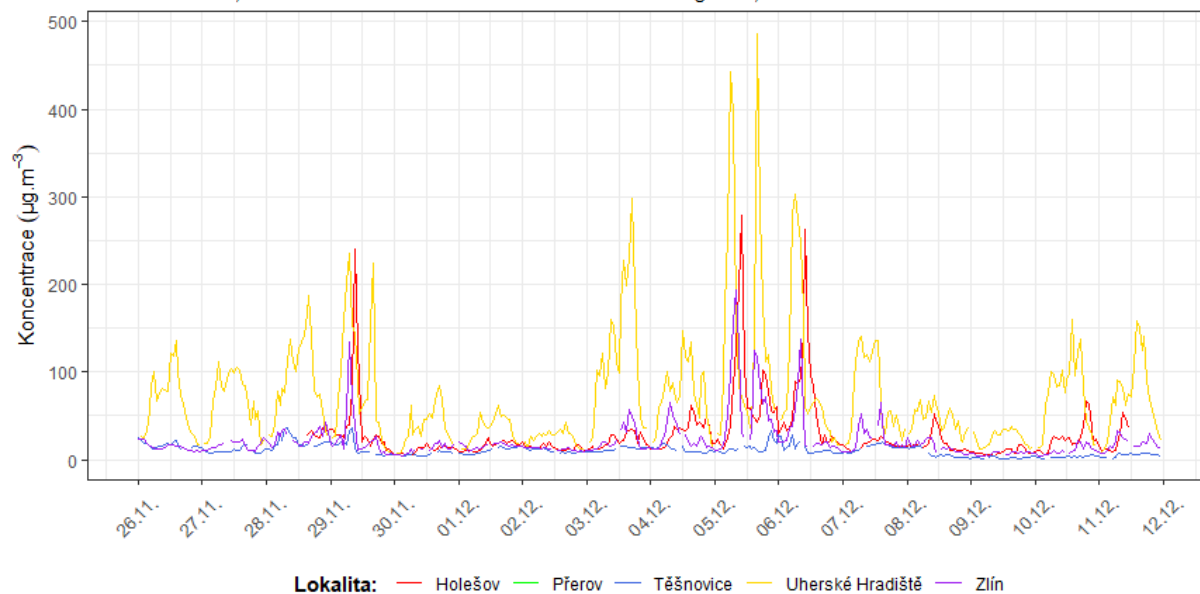
Lokalita Holešov, srovnání s lokalitami státní sítě imisního monitoringu ČR, 26. 11. - 12. 12. 2018



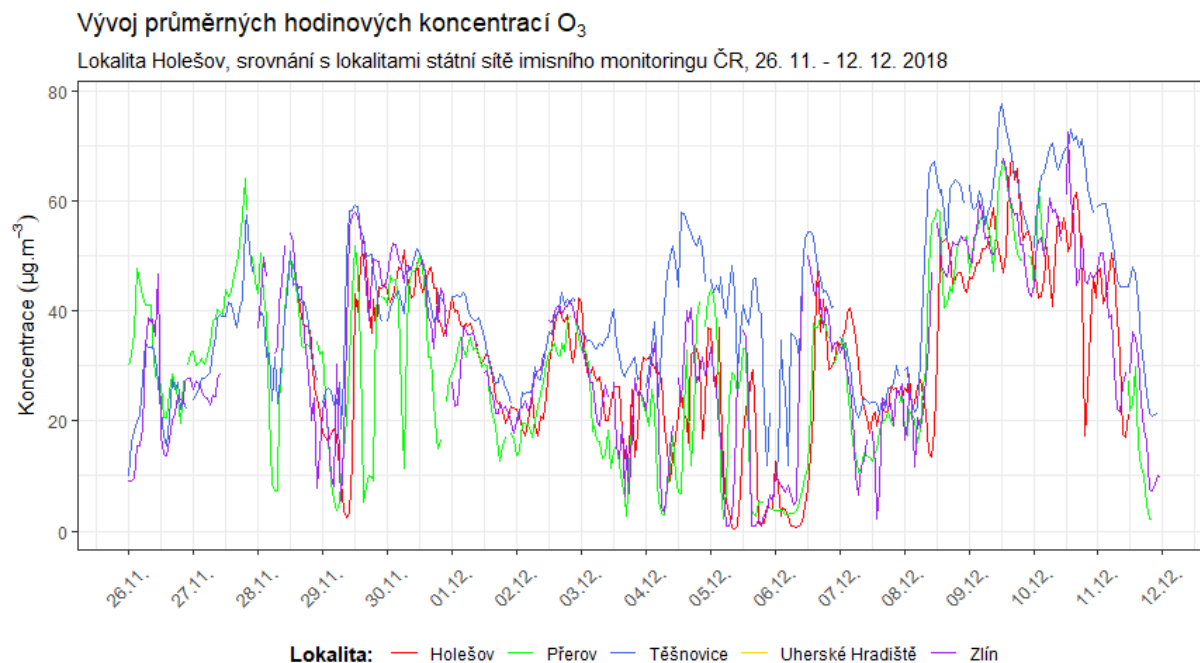
Obr. 13 – Srovnání hodinových koncentrací NO₂ v lokalitě Holešov se státní sítí imisního monitoringu

Vývoj průměrných hodinových koncentrací NO_x

Lokalita Holešov, srovnání s lokalitami státní sítě imisního monitoringu ČR, 26. 11. - 12. 12. 2018



Obr. 14 – Srovnání hodinových koncentrací NO_x v lokalitě Holešov se státní sítí imisního monitoringu



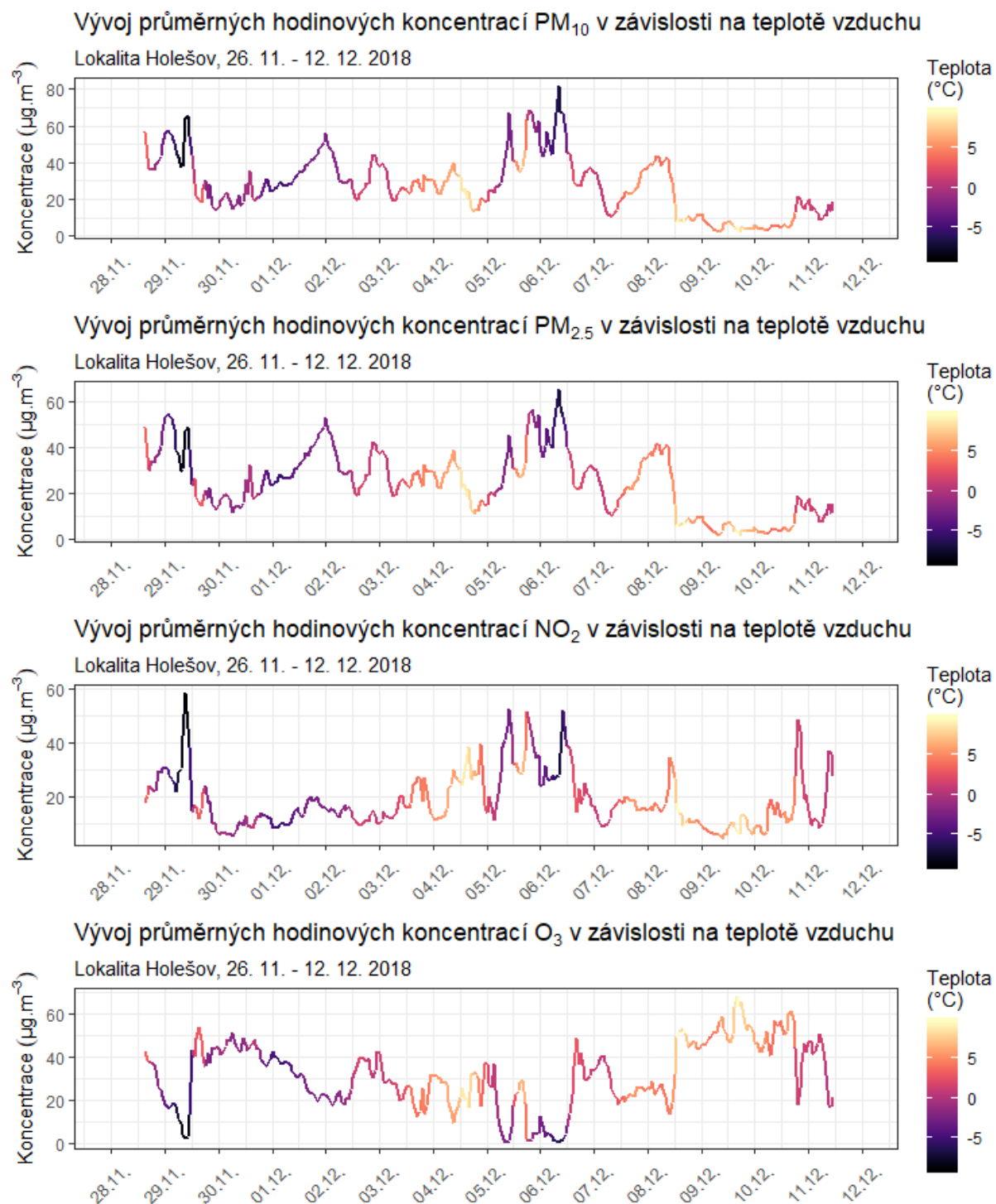
Obr. 15 – Srovnání hodinových koncentrací O_3 v lokalitě Holešov se státní sítí imisního monitoringu

3.1.2 VLIV METEOROLOGICKÝCH VELIČIN NA KONCENTRACE ŠKODLIVIN V HOLEŠOVĚ

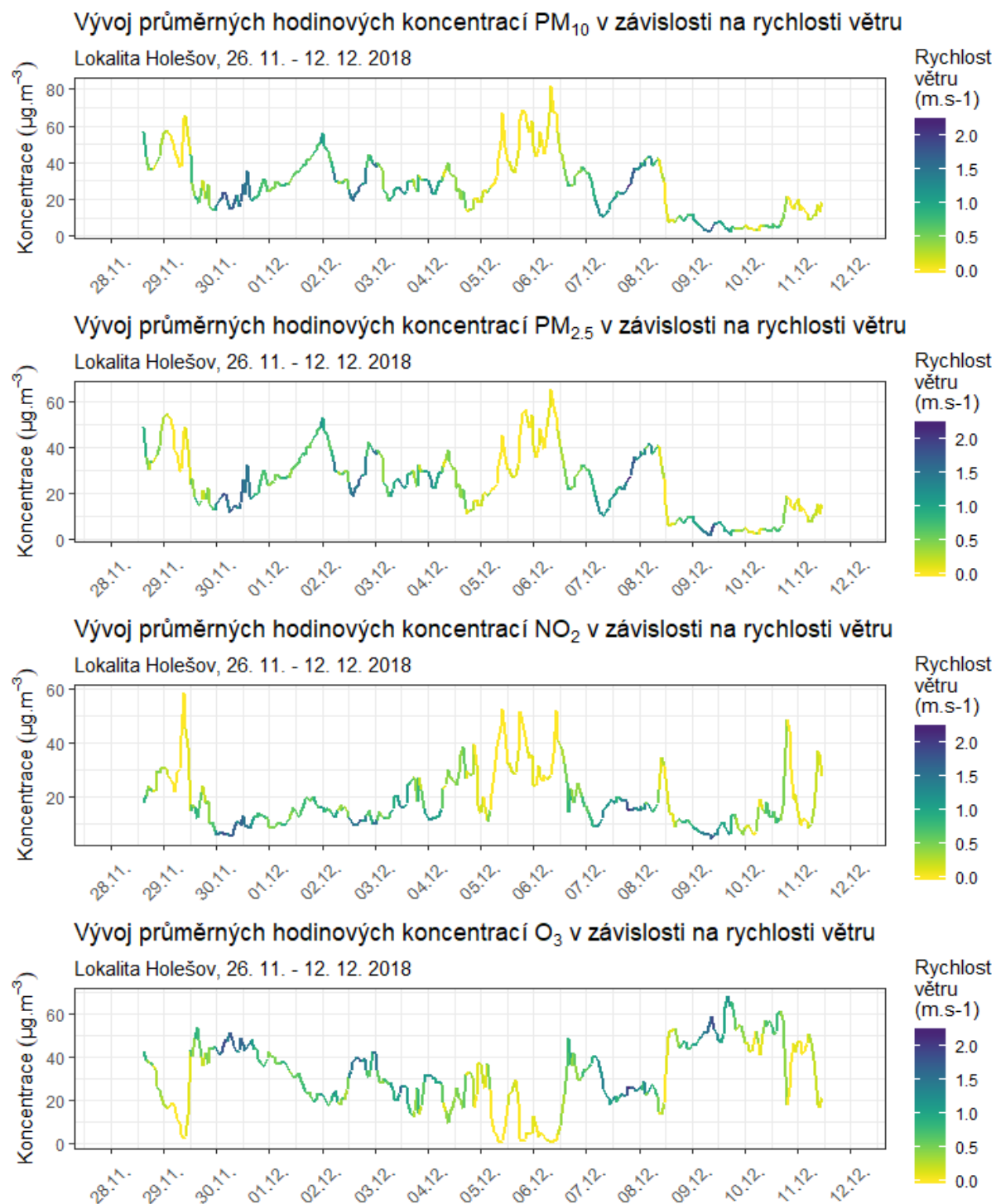
Následující grafy na Obr. 16 - Obr. 18 zobrazují vliv teploty vzduchu, rychlosti větru a relativní vlhkosti vzduchu na legislativou sledované škodliviny PM_{10} , $PM_{2,5}$, NO_2 a O_3 .

Z grafů je velmi dobře patrné, že v případě PM_{10} , $PM_{2,5}$ a NO_2 jsou nejvyšší koncentrace měřeny při nejnižších teplotách a zároveň při nízkých rychlostech vzduchu. Při nízkých teplotách je potřeba intenzivněji topit, což se projevuje i na zvýšených koncentracích těchto škodlivin. Nízké rychlosti větru pak způsobují, že nedochází k dobrému rozptylu škodlivin a koncentrace tedy rostou.

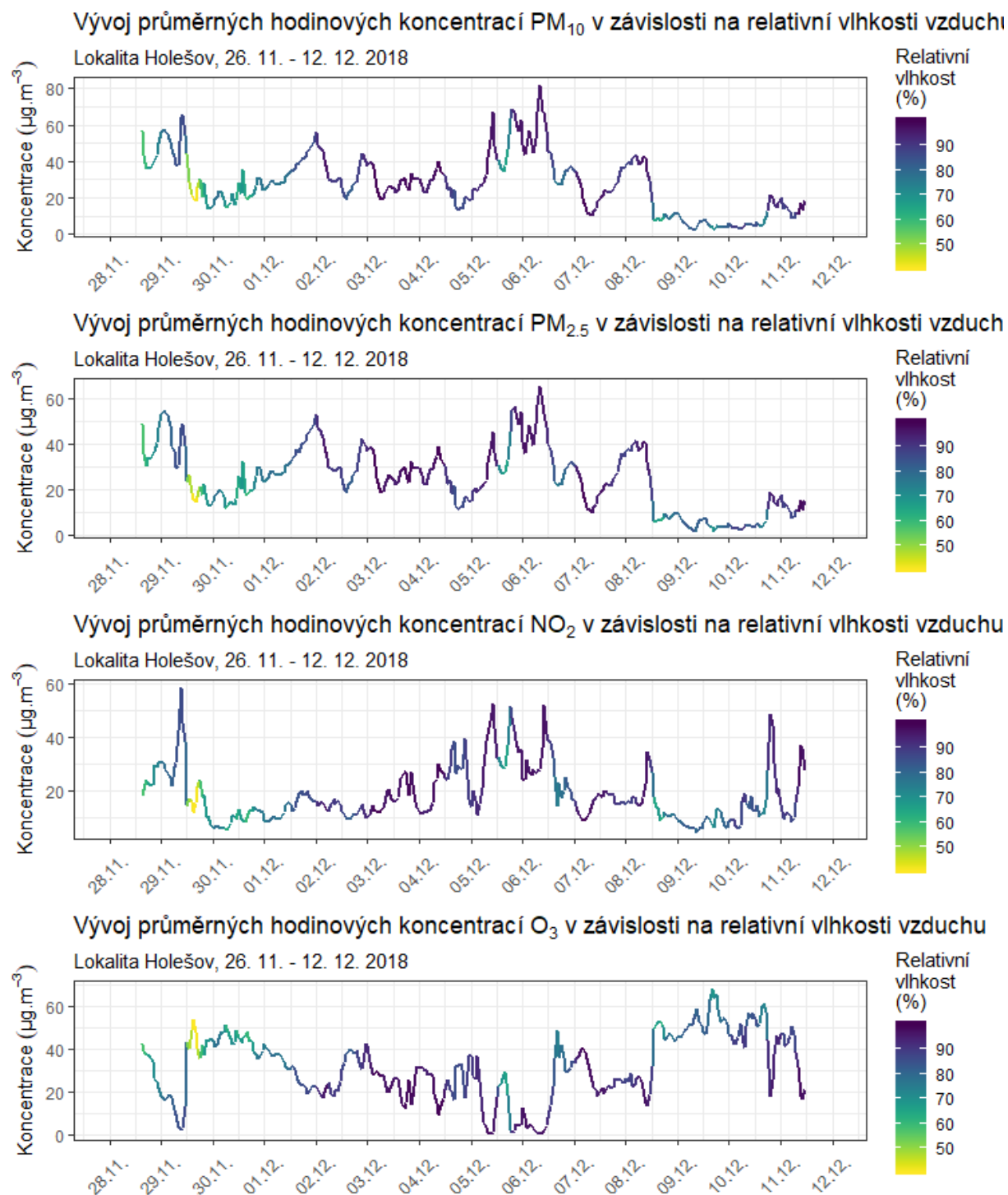
V případě přízemního ozónu O_3 jsou naopak nejvyšší koncentrace měřeny při nejvyšších teplotách, kdy lze předpokládat i dostatek slunečního svitu, nutného pro tvorbu přízemního ozónu.



Obr. 16 – Vliv teploty vzduchu na hodinové koncentrace škodlivin, lokalita Holešov



Obr. 17 – Vliv rychlosti větru na hodinové koncentrace škodlivin, lokalita Holešov



Obr. 18 – Vliv relativní vlhkosti vzduchu na hodinové koncentrace škodlivin, lokalita Holešov

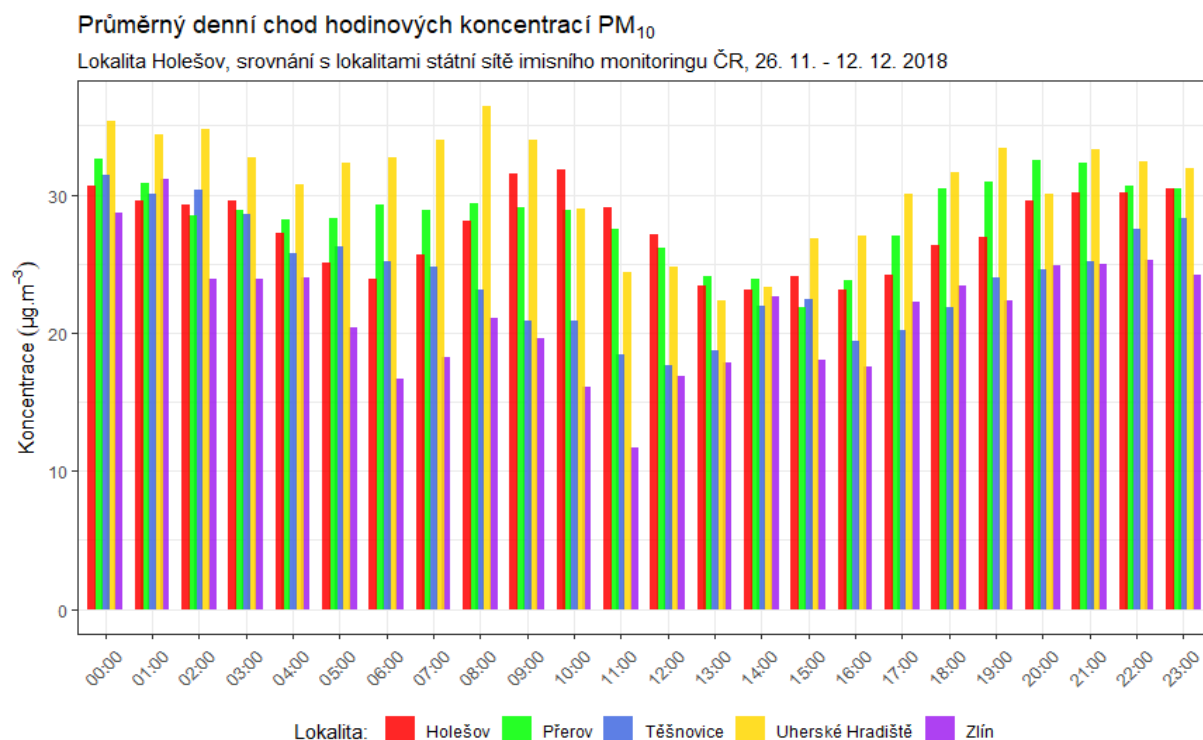
3.2 DENNÍ CHOD HODINOVÝCH KONCENTRACÍ JEDNOTLIVÝCH ŠKODLIVIN

Průměrný denní chod hodinových koncentrací poskytuje informaci, jaké koncentrace byly v lokalitě Holešov měřeny v jednotlivé hodiny během měřicí kampaně (26. 11. - 12. 12. 2018). Hodnoty pro lokalitu Holešov jsou uvedeny v následující Tab. 4.

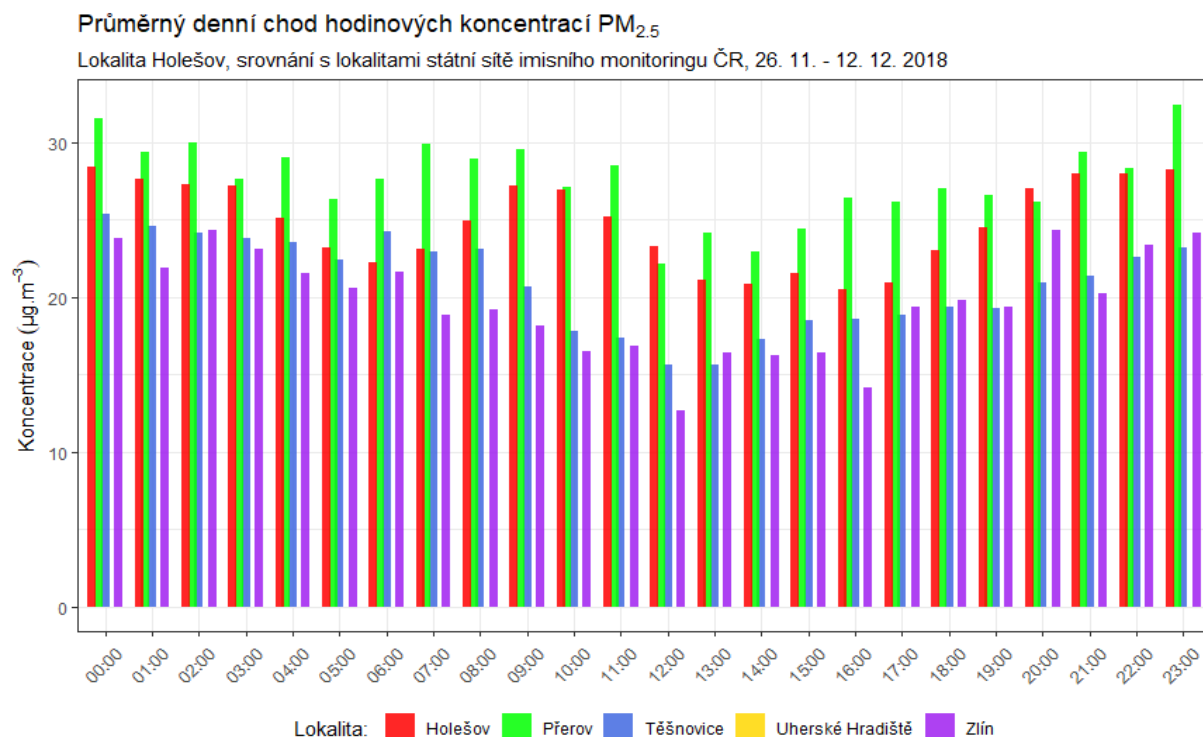
Tab. 4 - Průměrný denní chod hodinových koncentrací škodlivin ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), Holešov, 26. 11. - 12. 12. 2018

HODINA	PM10	PM25	NO	NO2	NOX	O3
0:00	30,6	28,4	1,1	14,2	15,9	34,4
1:00	29,6	27,6	1,1	14,2	15,9	32,4
2:00	29,3	27,3	1	14,3	15,8	30,9
3:00	29,6	27,2	0,6	13,3	14,2	31,8
4:00	27,2	25,1	0,9	13,1	14,5	32
5:00	25,1	23,2	1,5	13,1	15,4	31,9
6:00	23,9	22,2	4,8	15	22,4	30,2
7:00	25,7	23,1	6,8	17,7	28,2	27,1
8:00	28,1	24,9	11,1	20,1	37,2	25,3
9:00	31,5	27,2	25,2	24,8	63,5	23,1
10:00	31,8	26,9	29,5	27	72,3	22,6
11:00	29,1	25,2	14,4	23,2	45,4	25,7
12:00	27,1	23,3	7,8	19,3	31,3	31,5
13:00	23,4	21,1	6,9	18,2	28,8	33,8
14:00	23,1	20,8	5	17,6	25,3	35,9
15:00	24,1	21,5	5,1	17,7	25,6	39,2
16:00	23,1	20,5	3,8	17,4	23,3	39,4
17:00	24,2	20,9	3,4	19,6	24,9	36,6
18:00	26,3	23	4,8	21,8	29,4	34,3
19:00	26,9	24,5	5	21,8	29,4	32,5
20:00	29,6	27	4,2	22,3	28,8	29,8
21:00	30,2	28	2,5	21	24,9	30,1
22:00	30,2	28	1,9	18,1	21,2	32,2
23:00	30,4	28,2	1,9	16,2	19,2	33,8

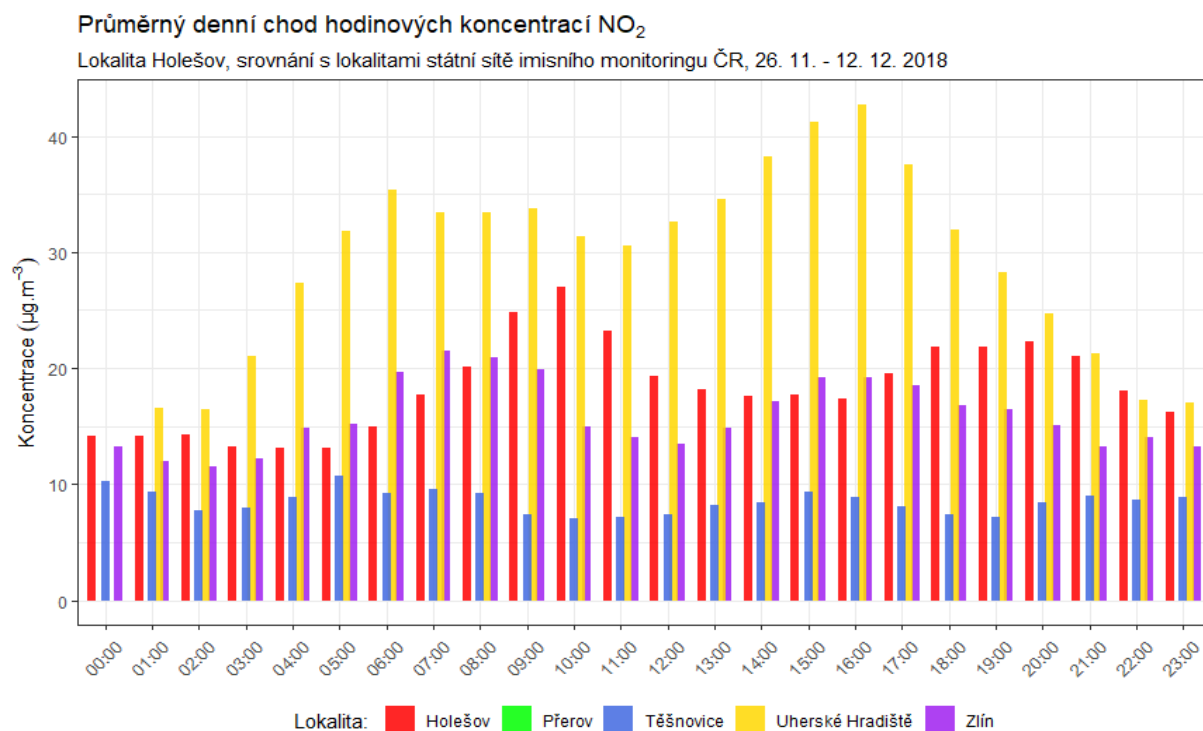
Srovnání s dalšími lokalitami státní sítě imisního monitoringu pro legislativou sledované škodliviny pak uvádí grafy na Obr. 19 – Obr. 22. Z grafů vyplývá, že lokalita Holešov má v případě PM₁₀ a PM_{2,5} obdobný denní chod, jako lokalita Přerov. To souvisí s polohou a orografií obou lokalit, která je velmi podobná, rovněž skladba zdrojů znečištění se nebude příliš lišit. Dopolední špička okolo 9. hodiny a zvýšené koncentrace ve večerních a nočních hodinách, což odpovídá vlivu vytápění. V případě NO₂ nejsou tak zřetelné ranní a odpolední dopravní špičky, jako u lokality Uherské Hradiště, svůj vliv má tedy zřejmě také vytápění. Koncentrace přízemního ozónu kulminují v poledních a odpoledních hodinách, podobně jako na dalších lokalitách.



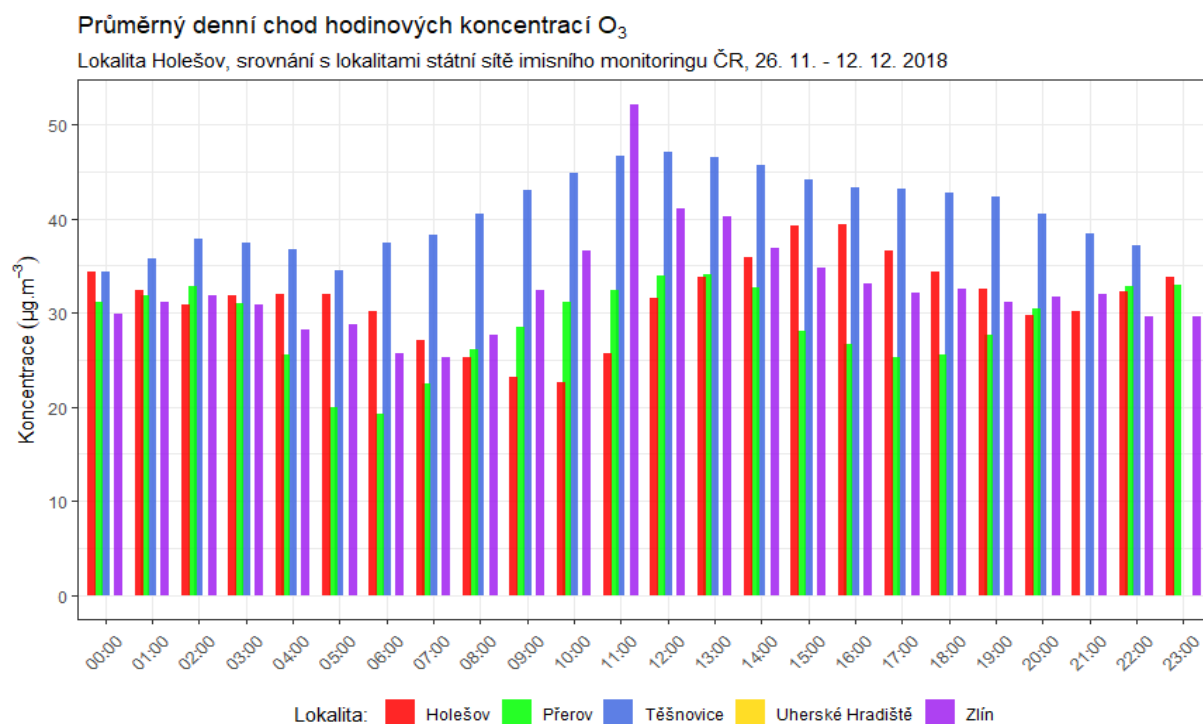
Obr. 19 – Průměrný denní chod hodinových koncentrací PM₁₀, lokalita Holešov, 26. 11. - 12. 12. 2018



Obr. 20 – Průměrný denní chod hodinových koncentrací PM_{2,5}, lokalita Holešov, 26. 11. - 12. 12. 2018



Obr. 21 – Průměrný denní chod hodinových koncentrací NO₂, lokalita Holešov, 26. 11. - 12. 12. 2018



Obr. 22 – Průměrný denní chod hodinových koncentrací O₃, lokalita Holešov, 26. 11. - 12. 12. 2018

6. 11. - 12. 12. 2018

3.3 VÝVOJ PRŮMĚRNÝCH DENNÍCH KONCENTRACÍ

Následující tabulka zobrazuje vývoj průměrných denních koncentrací jednotlivých škodlivin v lokalitě Holešov.

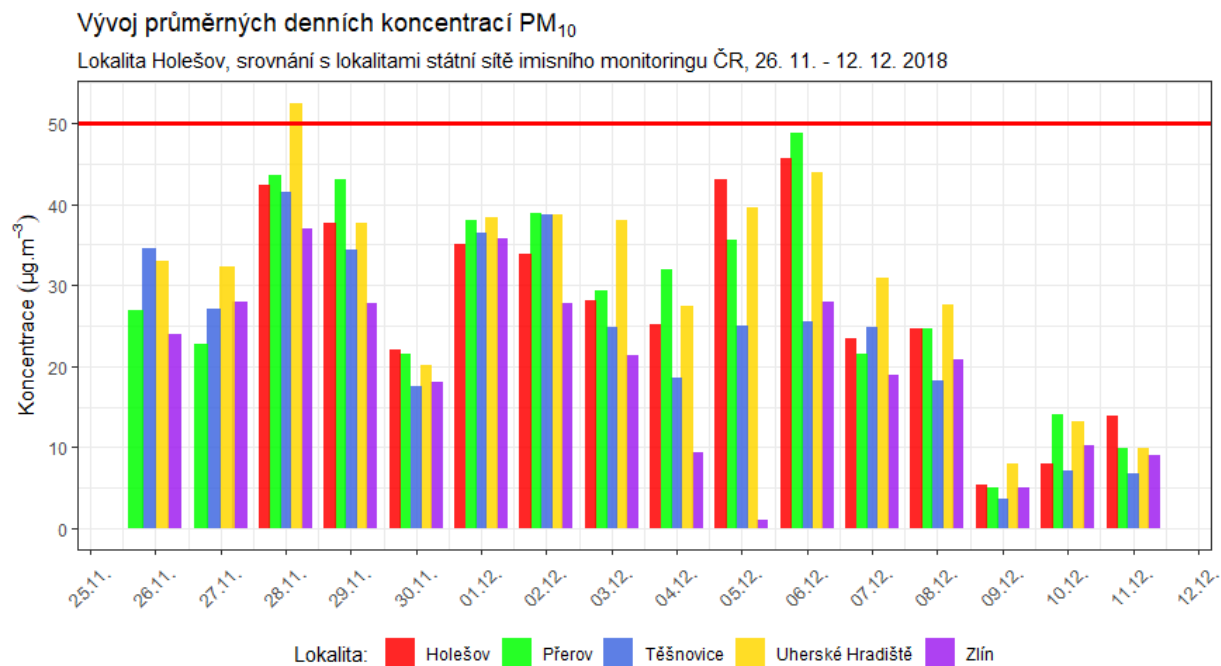
Tab. 5 - Vývoj průměrných denních koncentrací škodlivin ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) Holešov, 26. 11. - 12. 12. 2018

DATUM	PM10	PM25	NO	NO2	NOX	O3
28.11.2018	42,3	38,2	4	24,2	30,5	33,1
29.11.2018	37,7	31,5	11,9	24,5	42,9	27,9
30.11.2018	22	19,9	1,1	9,4	11,2	43,8
1.12.2018	35	33,9	1,1	13,7	15,5	30,9
2.12.2018	33,8	32,9	0,8	13,1	14,3	28,6
3.12.2018	28,1	27,7	2,1	17,5	20,9	24,5
4.12.2018	25,2	23,8	4,7	23,7	30,9	24,6
5.12.2018	43	33,6	24,9	32,7	71	14,1
6.12.2018	45,7	38,8	22,4	27,6	62,1	17,1
7.12.2018	23,4	22,3	1,4	15,2	17,4	27,2
8.12.2018	24,6	23	2	16,2	19,4	34,8
9.12.2018	5,3	4,8	0,7	7,9	9	53,7
10.12.2018	7,9	7	4,4	17	23,8	47,2
11.12.2018	13,8	12,3	3	17,7	22,4	37,4

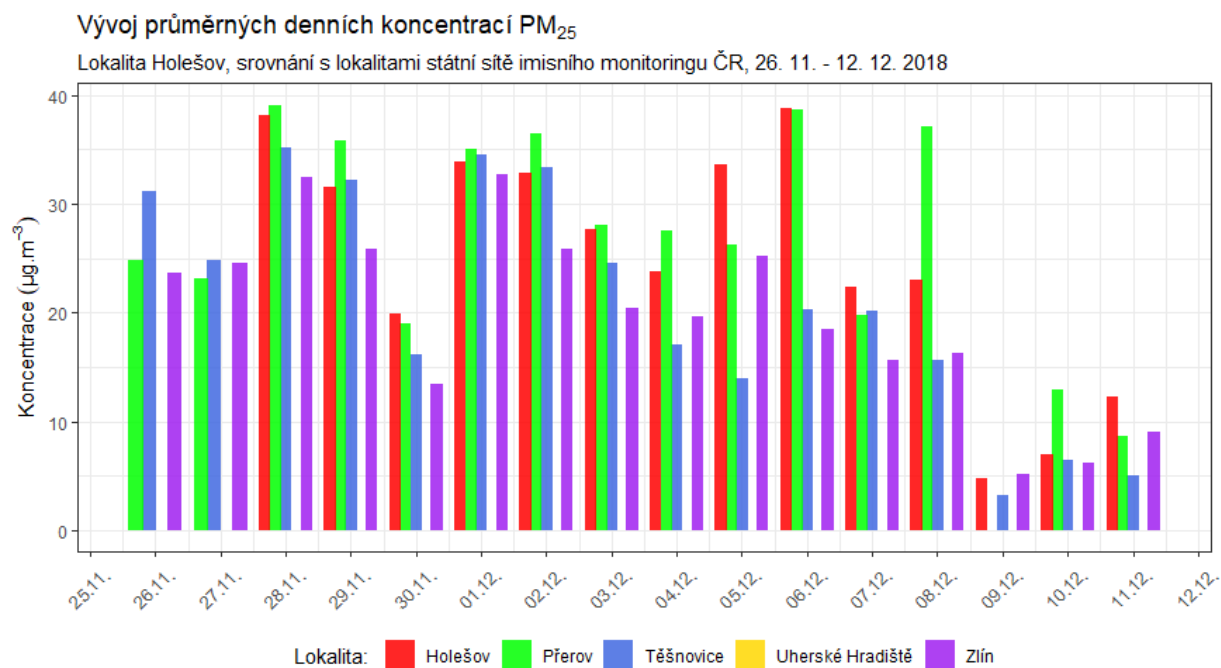
Z tabulky vyplývá, že maximální denní koncentrace PM₁₀ měla hodnotu 45,7 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Tato hodnota byla naměřena dne 6. 12. 2017. Z uvedeného vyplývá, že ani maximální hodnota naměřená v daném období nepřekročila hodnotu imisního limitu pro průměrnou denní koncentraci PM₁₀. Maximální hodnota PM_{2,5} byla dosažena dne 6. 12. 2018 a měla hodnotu 38,8 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Nejvyšší koncentrace NO₂ pak dosáhla hodnoty 32,7 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ a byla dosažena dne 5. 12. 2018. Maximální průměrná denní koncentrace přízemního ozónu byla naměřena dne 9. 12. 2018 a dosáhla hodnoty 53,7 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

3.3.1 SROVNÁNÍ PRŮMĚRNÝCH DENNÍCH KONCENTRACÍ ŠKODLIVIN SE STÁTNÍ SÍTÍ IMISNÍHO MONITORINGU

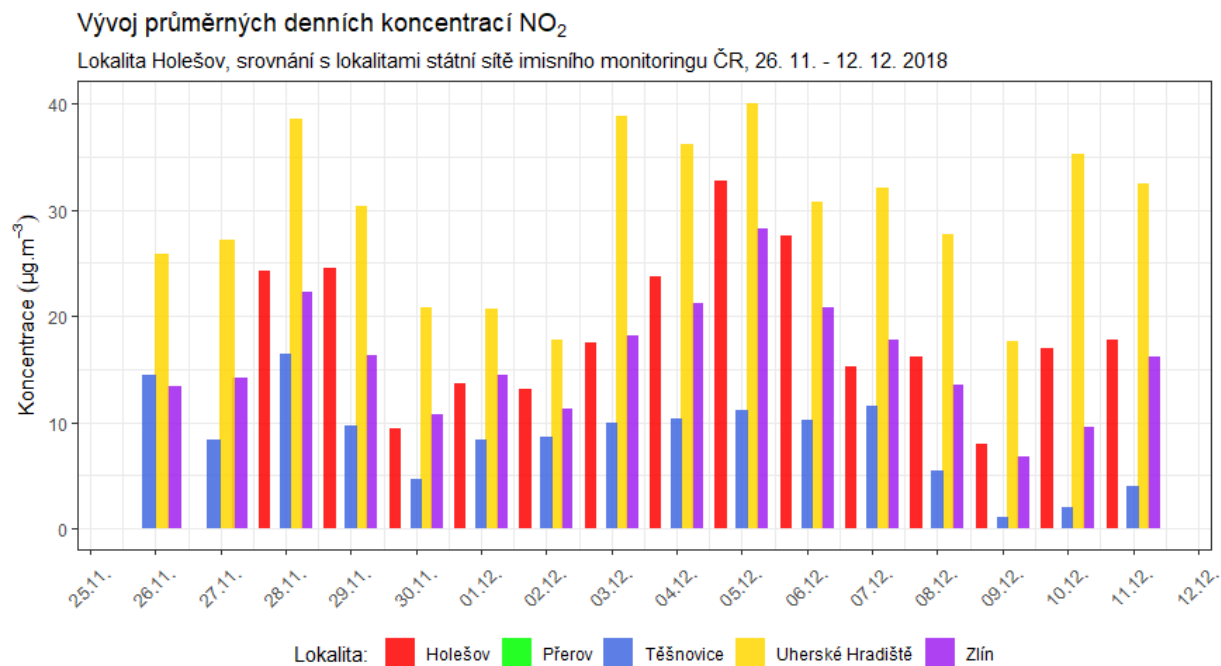
V následujících grafech na Obr. 23 – Obr. 26 jsou srovnány průměrné denní koncentrace legislativou sledovaných škodlivin v lokalitě Holešov s dalšími lokalitami státní sítě imisního monitoringu. Opět je patrné, že lokalita Holešov měří podobné koncentrace částic, jako lokalita Přerov. V případě koncentrací NO₂ se nejvíce blíží koncentracím měřeným ve Zlíně. Koncentrace přízemního ozónu jsou opět obdobné jako v Přerově či ve Zlíně.



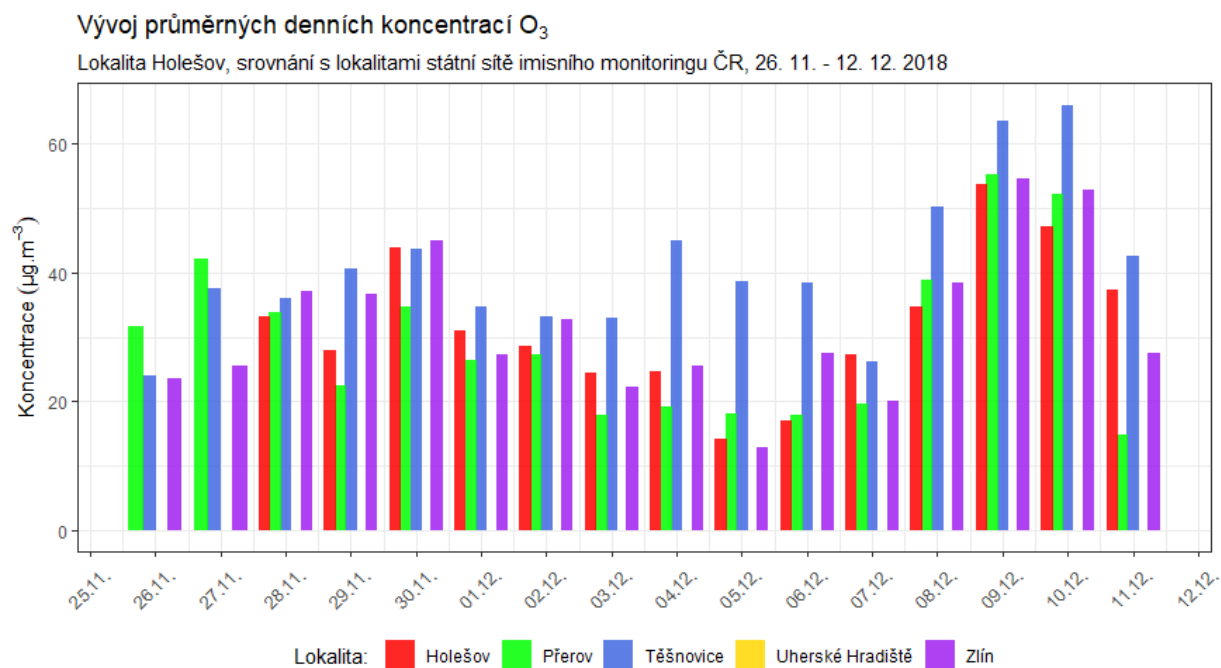
Obr. 23 - Vývoj průměrných denních koncentrací PM₁₀



Obr. 24 - Vývoj průměrných denních koncentrací PM_{2,5}



Obr. 25 – Vývoj průměrných denních koncentrací NO₂



Obr. 26 – Vývoj průměrných denních koncentrací O₃

4 ZÁVĚRY

V lokalitě Holešov probíhalo 14denní kontinuální měření škodlivin PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$, NO , NO_2 , NO_x a O_3 .

V rámci hodinových koncentrací byly nejvyšší hodnoty PM_{10} a $\text{PM}_{2,5}$ naměřeny v dopoledních hodinách a poté ve večerních a nočních hodinách. Obdobně se chovaly také koncentrace NO_2 , naopak koncentrace přízemního ozónu kulminovaly v poledních a odpoledních hodinách.

Maximální hodinová koncentrace NO_2 činila $58,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Imisní limit má hodnotu $200 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, za kalendářní rok může být 18x překročen. V případě lokality Holešov tedy nebyla překročena hodnota imisního limitu ani jednou. Z měřených koncentrací je patrné, že hodinový imisní limit pro koncentrace NO_2 by v této lokalitě velmi pravděpodobně překročen nebyl.

Na úrovni denních koncentrací nebyla rovněž ani jednou překročena hodnota imisního limitu pro průměrnou denní koncentraci PM_{10} . Ta činí $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ a může být za kalendářní rok 35x překročena. V lokalitě Holešov k překročení této hodnoty nedošlo, avšak vzhledem k malému počtu měřených dní nelze posoudit, zda by v této lokalitě mohlo dojít k překročení tohoto imisního limitu. Na základě podobnosti s lokalitou Přerov a Zlín lze usuzovat, že v Holešově budou měřeny obdobné hodnoty koncentrací.

Z hlediska srovnání koncentrací se stanicí ČHMÚ v Holešově vyplývá, že z hlediska koncentrací PM_{10} a $\text{PM}_{2,5}$ se lokalita nejvíce blíží lokalitě Přerov, z hlediska koncentrací NO_2 pak lokalitě Zlín. Koncentrace přízemního ozónu byly v chladné části roku nízké, obdobné jako v lokalitách Zlín a Přerov.

5 CITOVANÁ LITERATURA

- [1] ČHMÚ, „Znečištění ovzduší na území České Republiky,“ 1996 - 2017. [Online]. Available: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/grafroc_CZ.html. [Přístup získán 2019].
- [2] 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.
- [3] J. Fiala a D. Závodský, „Chemické aspekty znečištěného ovzduší – troposférický ozon,“ v *Kompendium ochrany kvality ovzduší*, Praha, 2003.
- [4] I. Colbeck a A. R. Mackenzie, „Air Pollution by photochemical oxidants,“ *Air Quality Monographs*, č. Elsevier. ISBN 0-444-88542-0, 1994.
- [5] *Zákon č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší*, 2012.
- [6] *Vyhláška č. 330/2012 Sb. o způsobu posuzování a vyhodnocení úrovně znečištění, rozsahu informování veřejnosti o úrovni znečištění a při smogových situacích*, Praha, 2012.
- [7] MŽP, „Zákon č. 369/2016 Sb., kterým se mění zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, ve znění pozdějších předpisů, a zákon č. 634/2004 Sb., o správních poplatcích, ve znění pozdějších předpisů,“ 2016. [Online]. Available: <https://www.sbirka.cz/POSL4TYD/NOVE/16-369.htm>.
- [8] M. VOJTÍŠEK, „O provozu vznětových motorů a aerosolech jimi produkováných v městských aglomeracích,“ *Konference ČAS 2010. Sborník konference.*, č. ISBN: 978-80-86186-25-2, 2010.
- [9] 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.
- [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.