



ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA

Analýza kvality ovzduší a měření hluku v Kroměříži



Ministerstvo životního prostředí



STÁTNÍ FOND
ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
ČESKÉ REPUBLIKY

Tento projekt je spolufinancován
Státním fondem životního prostředí ČR
na základě rozhodnutí ministra životního prostředí.
www.mzp.cz www.sfzp.cz

ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA

ČÁST 1 – IMISE

Analýza kvality ovzduší v Kroměříži



Ministerstvo životního prostředí



STÁTNÍ FOND
ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
ČESKÉ REPUBLIKY

Tento projekt je spolufinancován
Státním fondem životního prostředí ČR
na základě rozhodnutí ministra životního prostředí.
www.mzp.cz www.sfzp.cz

Obsah

1. ÚVOD.....	3
2. METODY MĚŘENÍ	4
3. METODY MĚŘENÍ METEOROLOGICKÝCH VELIČIN	6
4. PŘEHLED POUŽITÝCH ZKRATEK, LEGISLATIVY A LITERATURY.....	7
5. OBRAZOVÁ PŘÍLOHA A ORIENTAČNÍ SITUACE	8
6. ZÁVĚRY A ODBORNÁ STANOVISKA	11
7. CHARAKTERISTIKY JEDNOTLIVÝCH ŠKODLIVIN A JEJICH PŮSOBENÍ NA ZDRAVÍ	32
8. PŘÍLOHY – PROTOKOLY Z MĚŘENÍ.....	39

Výsledky měření se týkají pouze vzorků vnějšího ovzduší na uvedeném místě a v uvedené dobu měření. Bez písemného souhlasu laboratoře se nesmí protokol reprodukovat jinak než celý.

Ing. Lucie Hellebrandová
vedoucí oddělení ovzduší
Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě

1. Úvod

Kvalita ovzduší na kroměřížsku a zlínsku je dlouhodobě hodnocena na základě naměřených dat získaných ze Státní sítě imisního monitoringu (dále jen SSIM), kterou na tomto území větším podílem spravuje a provozuje Český hydrometeorologický ústav. Získaná data slouží rovněž jako jeden ze vstupů pro modelování na tomto území. Nejbližší imisní stanice se nachází u Kroměříže v Těšňovicích a je v ISKO označena ZTNVA.

Městu Kroměříž se v roce 2018 podařilo získat dotaci ze SF ŽP na doplňující měření kvality ovzduší a měření hluku.

Jak bylo předem nadefinováno, byla nejdříve vypracována rozptylová studie, která vytipovala místa, s největším zatížením zdrojů znečišťování ovzduší. Z těchto míst bylo vybráno jedno, kde zatížení dopravou, průmyslem i lokálními topeništi vychází z tohoto modelu nejvíce. Na tomto místě byly po dobu 11 měsíců zjišťovány koncentrace prachu (PM_{10} a $PM_{2,5}$) a oxidů dusíku (NO , NO_2 , NO_x), meteoparametrů a měření bylo doplněno o předem dohodnutý počet odběrů ovzduší pro stanovení benzo(a)pyrenu (PAU), vybraných těžkých kovů (hliník, arsen, kadmium, nikl a olovo).

Tato zpráva shrnuje a komentuje veškeré výsledky z provedeného měření v období od 28.11.2018 do 31.10.2019.

Měření ovzduší je jako celek realizováno oddělením ovzduší Zdravotního ústavu se sídlem v Ostravě na základě smlouvy na zpracování analýzy kvality ovzduší a měření hluku v Kroměříži č. SML/748/2018.

2. Metody měření

Stanovení NO, NO₂, NO_x

analyzátor	APNA-370, Horiba
mez stanovitelnosti	NO - 5 µg/m ³ NO ₂ , NO _x - 8 µg/m ³
měřicí rozsahy	0 ... 0,1 / 0,2 / 0,5 / 1,0 ppm
princip měření	chemiluminiscence
měřené veličiny	NO, NO ₂ , NO _x
výrobní číslo	T18T29HV (lims č.: 1773)
datum posledního porovnání/kalibrace	27.5.2019
SOP	SOP OV 438.05

Stanovení NO, NO₂, NO_x

analyzátor	APNA-370, Horiba
mez stanovitelnosti	NO - 5 µg/m ³ NO ₂ , NO _x - 8 µg/m ³
měřicí rozsahy	0 ... 0,1 / 0,2 / 0,5 / 1,0 ppm
princip měření	chemiluminiscence
měřené veličiny	NO, NO ₂ , NO _x
výrobní číslo	4361620002 (lims č.: 1518)
datum posledního porovnání/kalibrace	2.5.2019
SOP	SOP OV 438.05

Stanovení PM₁₀, PM_{2,5}

analyzátor	FIDAS 100, PALAS
mez stanovitelnosti	1 µg/m ³
princip měření	rozptyl světla
výrobní číslo	6241 (lims č.: 1781)
datum posledního porovnání/kalibrace	29.1.2019
SOP	SOP OV 436

Odběr a následná analýza pro stanovení PAU ve vnějším ovzduší

typ vzorkovače	Digitel DHA-80
výrobní číslo	1537 (lims č.: 1567)
průtok	500 l/min
délka odběru	24 hod
způsob odběru	stacionární odběr na filtr
datum posledního porovnání/kalibrace	21.5.2019
odběrové SOP	SOP VZ OV 109
metoda analýzy	HPLC s detekcí FLUD/DAD
SOP	SOP OV 331.02

Odběr a následná analýza pro stanovení těžkých kovů ve vnějším ovzduší

typ vzorkovače	BAGHIRRA SAM50
výrobní číslo	není (lims č.: 1568)
průtok	38,3 l/min
délka odběru	24 hod
způsob odběru	stacionární odběr na filtr
datum posledního porovnání/kalibrace	17.5.2019
odběrové SOP	SOP VZ OV 109
metoda analýzy	ICP-MS
SOP	SOP OV 201.04

3. Metody měření meteorologických veličin

Rychlost větru a směr větru

detektor	Gill WindSonic
měřicí rozsah	0...60 m/s
měřicí rozsah	0...359°
princip měření	ultrasonický anemometr
výrobní číslo	104 500 14 (lims č.: 1565)
datum posledního porovnání/kalibrace	5.2.2018
SOP	SOP OV 478.04/SOP OV 478.05

Teplota

detektor	COMET T7511
měřicí rozsah	-30...+80 °C
princip měření	termočlánek
výrobní číslo	10963271 (lims č.: 1565)
datum posledního porovnání/kalibrace	5.2.2018
SOP	SOP OV 478.01

Relativní vlhkost

detektor	COMET T7511
měřicí rozsah	0...100% relativní vlhkosti
princip měření	vlhkostní čidlo
výrobní číslo	10963271 (lims č.: 1565)
datum posledního porovnání/kalibrace	5.2.2018
SOP	SOP OV 478.03

Tlak vzduchu

detektor	COMET T7511
měřicí rozsah	600 ... 1100 hPa
princip měření	teplotně kompenzovaný aneroid
výrobní číslo	10963271 (lims č.: 1565)
datum posledního porovnání/kalibrace	5.2.2018
SOP	SOP OV 478.02

4. Přehled použitých zkratek, legislativy a literatury

Použité zkratky:

MM	- měřicí místo
SOP	- standardní operační postup
LIMS	- laboratorní systém evidence vzorků
PAU	- polycyklické aromatické uhlovodíky
TK	- těžké kovy (arsen As, kadmium Cd, olovo Pb, zinek Zn, rtuť Hg, nikl Ni a další)
IL	- imisní limit
ISKO	- informační systém kvality ovzduší provozovaný ČHMÚ
ČHMÚ	- Český hydrometeorologický ústav
SSIM	- státní síť imisního monitoringu
SVRS	- smogový varovný regulační systém

Použitá legislativa:

1. Zákon o ochraně ovzduší č. 201/2012 Sb., ve znění pozdějších předpisů
2. Vyhláška č. 330/2012 Sb., ve znění pozdějších předpisů

Literatura:

1. Znečištění ovzduší na území české republiky v roce 2018, ČHMÚ, 304 stran, ISBN 978-80-87577-93-6
2. http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/ozko/ozko_CZ.html

5. Obrazová příloha a orientační situace

označení	umístění odběrového místa na adrese	GPS souřadnice
MM1	areál ZŠ Kroměříž, ul. 1.máje 209/14, 767 01 Kroměříž	49°17'46.5"N 17°23'33.1"E



MM1 – areál ZŠ Kroměříž, ul. 1. máje 209/14, 767 01 Kroměříž

typ vzorku: volné ovzduší

umístění odb. místa: v areálu ZŠ Kroměříž (v prostoru mezi budovou školy a silnicí II.třídy č. 367)

terén: rovina

porost: řídce rostoucí stromy a keře v okolí měřicího systému (uvnitř areálu ZŠ i mimo něj)

zástavba: vyšší budovy v centru města podél silnice II./367

doprava:

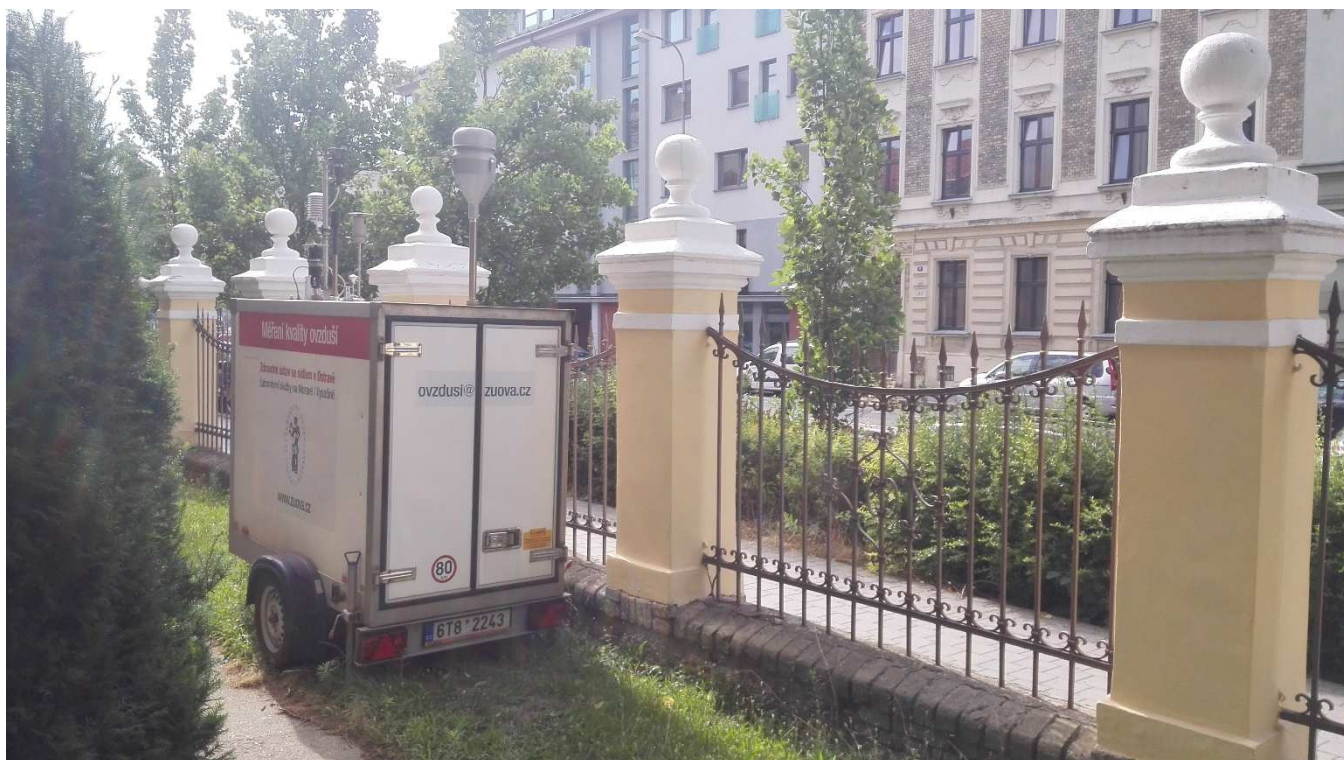
- ~ **10m jižně** silnice II.třídy č. 367 (silnice II/367 tvoří hlavní dopravní tah procházející centrem Kroměříže)
- ~ **1,8km severně** dálnice D1
- ~ **2km jiho-východně** letiště Kroměříž

průmysl:

- ~ **1 - 1,6km severo-východně** průmyslová zóna Kroměříž :
 - areál Fremach Morava, s.r.o.
 - areál FORT-PLASTY, s.r.o.
 - areál MORAVIA ŘEŤEZY a.s.
 - areál MAGNETON a.s.
 - areál Saker spol. s r.o.
 - areál Pivovar Kroměříž s.r.o.

GPS souřadnice: 49°17'46.5"N 17°23'33.1"E





6. Závěry a odborná stanoviska

Cíl měření:

Monitoring kvality volného ovzduší v Kroměříži probíhal v období 28.11.2018 – 31.10.2019 prostřednictvím mobilního měřicího systému, který byl vybaven automatickými analyzátory pro nepřetržité sledování koncentrací PM₁₀, PM_{2,5}, NO, NO₂ a NO_x a doplňkově meteoparametrů.

Během celého období monitorování bylo prostřednictvím manuálních odběrových systémů na zvoleném měřicím místě odebráno celkem 15 vzorků volného ovzduší pro následné stanovení 24h průměrných koncentrací benzo(a)pyrenu a vybraných těžkých kovů tj. As, Al, Ni, Pb a Cd. V topné sezóně byly manuální odběry prováděny 2x za měsíc, zatímco v netopné byl měsíčně odebrán vždy jen jeden vzorek.

Smyslem měření je vyhodnotit naměřené koncentrace ve vztahu k zákonným limitům uvedených v zákoně č.201/2012 Sb., o ochraně ovzduší v platném znění a současně porovnat naměřené výsledky s výsledky dosahovanými na stanici SSIM v Těšnovicích.

Měřené lokality:

Na základě rozptylové studie č. 1946/18/RS vypracované autorizovanou osobou, firmou E-expert spol. s r.o. zastoupenou Ing. Lollkem, byla vytipována oblast centra jako místo, kde je pravděpodobný vliv všech modelovaných zdrojů (doprava, lokální topeniště, místní i okolní průmyslové zdroje).

Konkrétní místo bylo vybráno s ohledem na technické a bezpečnostní faktory:

MM - areál ZŠ Kroměříž, ul. 1. máje 209/14

Podrobný popis odběrového místa je uvedeno v kapitole č. 5 Obrazová příloha a orientační situace.

Měřené parametry:

Během monitoringu byly sledovány 24hod koncentrace: suspendovaných částic PM₁₀ a PM_{2,5}, NO, NO₂, NO_x, a doplňkově meteorologické faktory (teplota, rychlost a směr větru, relativní vlhkost a tlak).

Manuálně byly odebírány vzorky ovzduší pro následné stanovení obsahu benzo(a)pyrenu a vybraných těžkých kovů v ovzduší.

Jednotlivé naměřené koncentrace jsou uvedeny v kapitole č. 8 Přílohy – protokoly z měření.

Metodika měření:

Použité postupy patří mezi referenční metody určené pro měření kvality venkovního ovzduší.

Použité metody jsou akreditované národním akreditačním orgánem ČIA o.p.s. Praha (č. osvědčení 129/2019) v systému jakosti dle ČSN EN ISO/IEC 17 025:2005.

Jednotlivé metody a postupy jsou popsány standardními operačními postupy (SOP), které vycházejí z platných normativů, předpisů a EPA metod. Metody jsou exaktně validovány a průběžně ověřovány mezilaboratorními porovnávacími zkouškami.

Oddělení ovzduší je pro provádění měření úrovně znečištění autorizováno MŽP již od roku 2003, nejnovější platné autorizační osvědčení je ze dne 4.6.2013.

Monitoring koncentrací PM₁₀, PM_{2,5}, NO, NO₂ a NO_x ve zvoleném období lze dle platné legislativy považovat za tzv. stacionární měření (splňuje podmínku min sběru údajů po 90% roku). Z naměřených koncentrací lze po splnění této podmínky vypočítat průměr a hodnotit s ročními limity.

Podmínky pro stacionární nebo orientační měření jsou uvedeny v příloze č. 1 k Vyhlášce č. 330/2012 Sb., o způsobu posuzování a vyhodnocení úrovně znečištění, rozsahu informování veřejnosti o úrovni znečištění a při smogových situacích v platném znění.

Platná legislativa:

Naměřená data byla porovnána se zákonnými limity, které jsou uvedeny v Příloze č.1 k Zákonu č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, v platném znění. Meteorologické parametry limity nemají a proto jsou popisovány slovně.

Znečišťující látka	Časový interval	Hodnota IL ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Poznámka/další kritéria plnění ročního imisního limitu
oxid siřičitý SO_2	24 hod	125	nesmí být překročena více jak 3krát/rok
	1 hod	350	nesmí být překročena více jak 24krát/rok
suspendované částice frakce PM_{10}	rok	40	-
	24 hod	50	nesmí být překročena více jak 35krát/rok
suspendované částice frakce $\text{PM}_{2,5}$	rok	25	-
oxid dusičitý NO_2	rok	40	-
	1 hod	200	nesmí být překročena více jak 18krát/rok
oxid uhelnatý CO	8 hodin	10000	maximální 8hod. klouzavý průměr
benzen C_6H_6	rok	5	-
ozón O_3	8 hodin	120	Maximální 8hod. klouzavý průměr, nesmí být překročena více jak 25krát/rok, v průměru za tři roky
olovo Pb	rok	0,5	-
kadmium Cd	rok	0,005	Ve frakci PM_{10}
arsen As	rok	0,006	
nikl Ni	rok	0,020	
benzo[a]pyren (BaP)	rok	0,001	

Hodnoty jsou uvedeny v $\mu\text{g}/\text{m}^3$, standardní podmínky přepočtu objemových na hmotnostní koncentrace jsou definovány jako 293,15 °K a atmosférický tlak $1,01325 \cdot 10^5 \text{Pa}$.

Závěry a hodnocení:

A) POROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ AUTOMATICKÝCH MĚŘENÍ SE ZÁKONNÝMI LIMITY

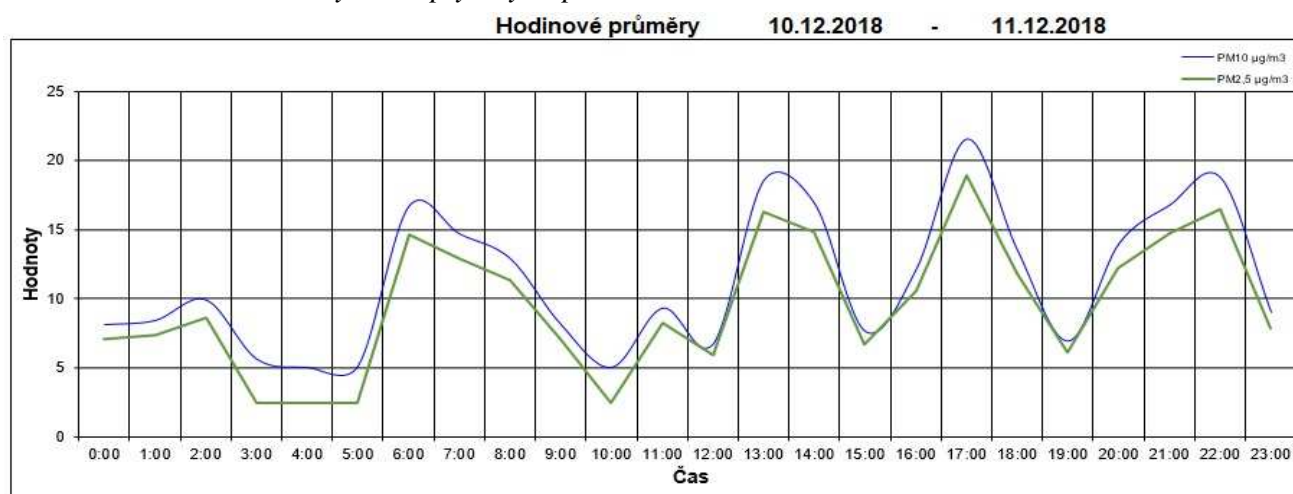
1. Porovnání s 24 hodinovým imisním limitem:

- Zákon č. 201/2012 Sb., o ovzduší ve znění pozdějších předpisů uvádí pro suspendovaná částice frakce PM_{10} 24 hodinový limit na hodnotě $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a nesmí být překročen ve více jak 35 dnech za rok.

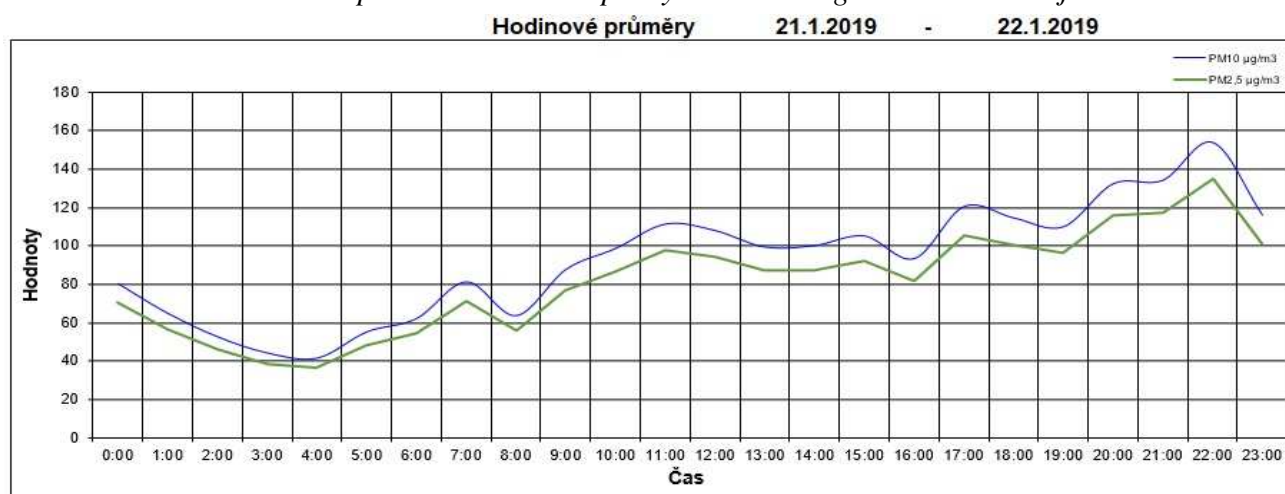
Na místě došlo během sledování k překročení imisního limitu celkem v 17 dnech, což znamená, že tento **limit byl splněn**.

24hodinové koncentrace se pohybovaly v rozpětí od 8 - $111 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Maximální koncentrace byla naměřena 31.1.2019, tedy v čase po ukončení vyhlášené smogové situace (22.-24.1.2019) pro Zlínský kraj.

Příklad dne s dobrými rozptylovými podmínkami:



Průběh koncentrací prachu během dne při vyhlášené smogové situaci v kraji:



- Zákon č. 201/2012 Sb., o ovzduší ve znění pozdějších předpisů neuvádí pro suspendovaná částice frakce $PM_{2.5}$ ani pro NO_2 zákonný 24 hodinový limit.

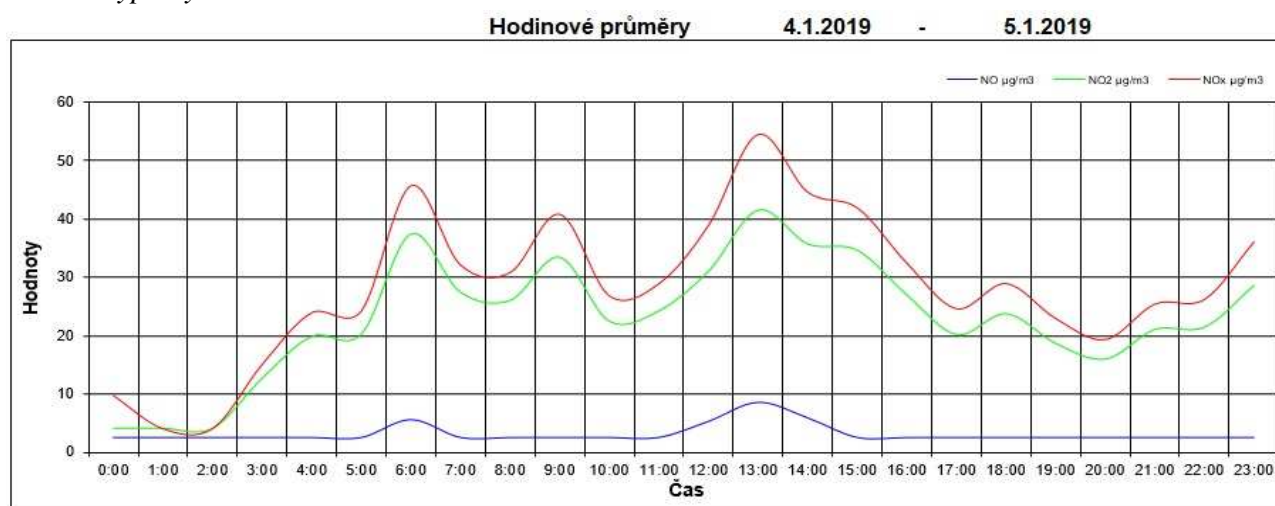
2. Porovnání s hodinovým limitem:

- *Zákon č. 201/2012 Sb., o ovzduší ve znění pozdějších předpisů uvádí pro oxidy dusíku zákonný limit pouze pro NO₂ (oxid dusičitý). Zákonný hodinový limit je na hodnotě 200 µg/m³ a nesmí být překročen více jak 18krát za rok.*

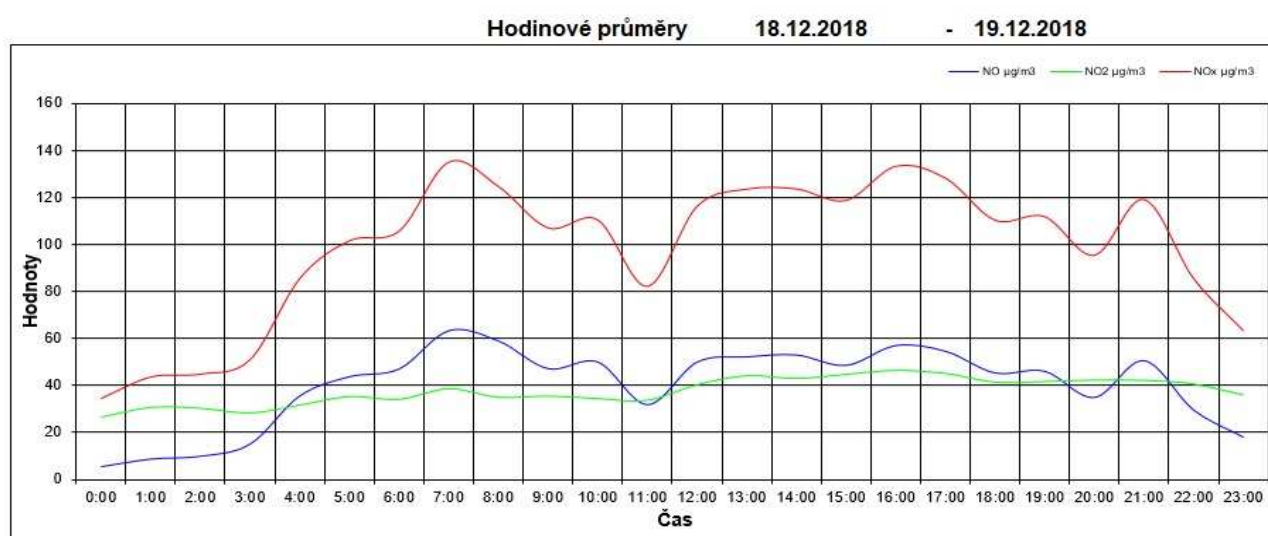
Žádná naměřená hodinová koncentrace NO₂ nepřekročila limit.

Hodinové koncentrace se pohybovaly v rozpětí od 4 – 118,8 µg/m³. Maximální hodinová koncentrace byla zaznamenána dne 18.2.2019 od 14:00 do 15:00. Vliv dopravy je dán poměrem NO/NO₂, berou se v úvahu data NO větší než 10 µg/m³. Dle doporučení NRL pro vnitřní a venkovní ovzduší, pokud je poměr NO/NO₂ větší než 0,5 jsou zdrojem znečištění dopravní emise. Během měření bylo změřeno 8082 hodinových hodnot oxidu dusíku, z čehož v 604 hodinovkách byl poměr NO/NO₂ větší než 0,5, což znamená, že denně v průměru 1 hodinu a 48 minut bylo ovzduší ovlivněno dopravními emisemi.

Typický denní chod koncentrací oxidu dusičitého:



Typický denní chod koncentrací oxidu dusičitého, který je ukazatelem dopravy:



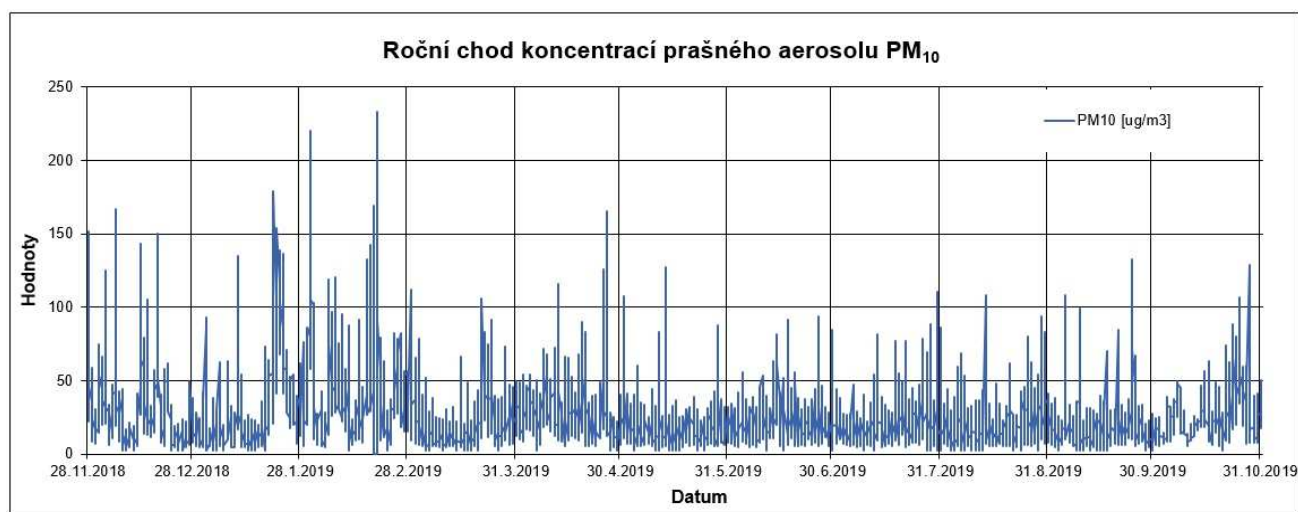
- *Zákon č. 201/2012 Sb., o ovzduší ve znění pozdějších předpisů neuvádí pro suspendovaná částice frakce PM₁₀ a PM_{2,5} zákonný hodinový limit.*

3. Porovnání s ročním imisním limitem:

- *Zákon č. 201/2012 Sb., o ovzduší ve znění pozdějších předpisů uvádí pro suspendované částice frakce PM₁₀ roční limit na hodnotě 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.*

Na místě dosáhl roční průměr 24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a to znamená, že **limit byl dodržen**. Roční limit byl naplněn z 60%.

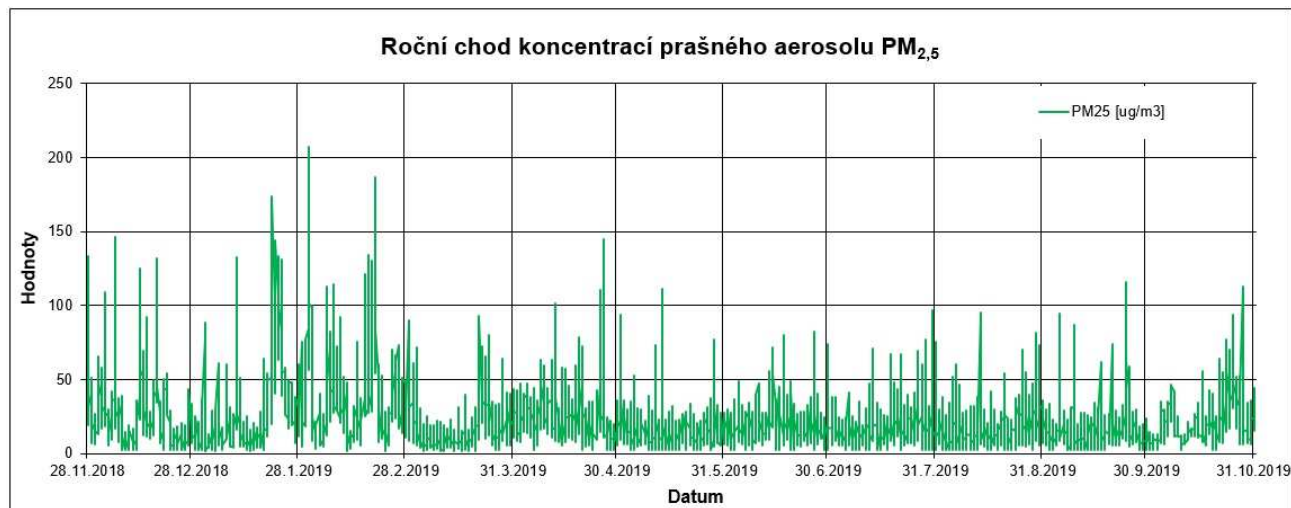
Celoroční chod naměřených koncentrací PM₁₀ zobrazuje následující graf (vytvořený z hodinových koncentrací):



- *Zákon č. 201/2012 Sb., o ovzduší ve znění pozdějších předpisů uvádí pro suspendované částice frakce PM_{2,5} roční limit na hodnotě 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.*

Na místě dosáhl roční průměr 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a to znamená, že imisní limit byl dodržen. Roční limit byl naplněn z 80%.

Celoroční chod naměřených koncentrací PM_{2,5} zobrazuje následující graf (vytvořený z hodinových koncentrací):



- *Zákon č. 201/2012 Sb., o ovzduší ve znění pozdějších předpisů uvádí roční limit také pro NO_2 a to $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.*

Na místě dosáhl roční průměr $22,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a to znamená, že **zákonný limit byl dodržen**.
Roční limit byl naplněn z 57%.

Výsledek monitoringu, který byl proveden na měřicím místě prostřednictvím automatických analyzátorů po 93% roku ukázal, že žádná ze sledovaných škodlivin nepřekročila limity dané zákonem o ochraně ovzduší. Nedošlo k překročení ročního, denního ani hodinového limitu.

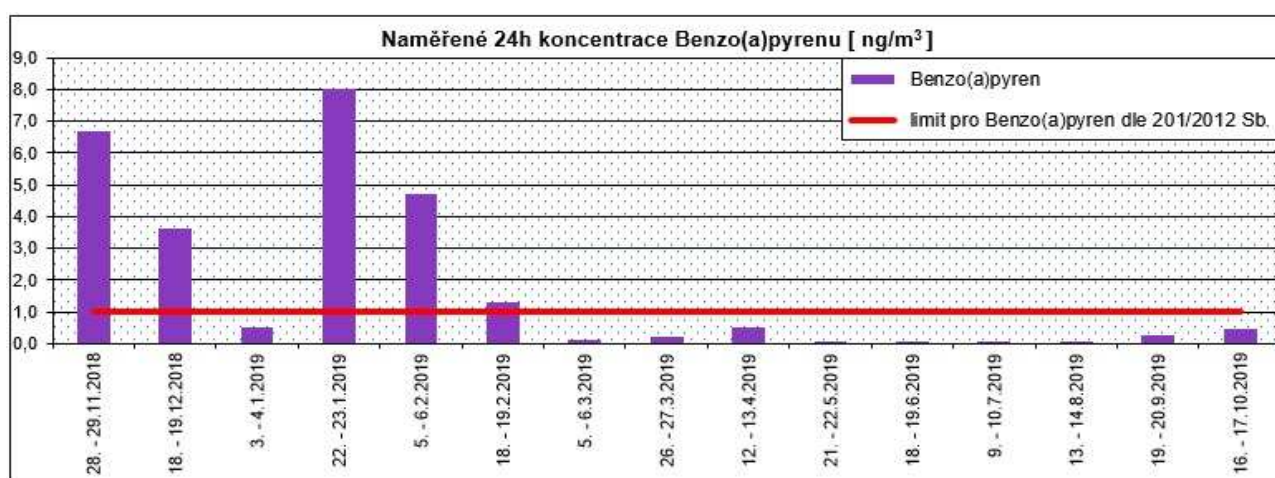
B) POROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ MANUÁLNÍCH VZORKOVÁNÍ SE ZÁKONNÝMI LIMITY

1. Benzo(a)pyren

- Zákon č. 201/2012 Sb., o ovzduší ve znění pozdějších předpisů uvádí pro benzo(a)pyren roční limit na hodnotě 1 ng/m^3 .

Naměřené koncentrace benzo(a)pyrenu se pohybovaly v intervalu od $<0,03$ do 8 ng/m^3 . Z 15 vzorků bylo zaznamenáno překročení ročního limitu v 5 případech a to výlučně během topné sezóny, kdy se dá přepodkládat vyšší koncentrace této škodliviny.

Průběh jednotlivých naměřených koncentrací zobrazuje následující graf:



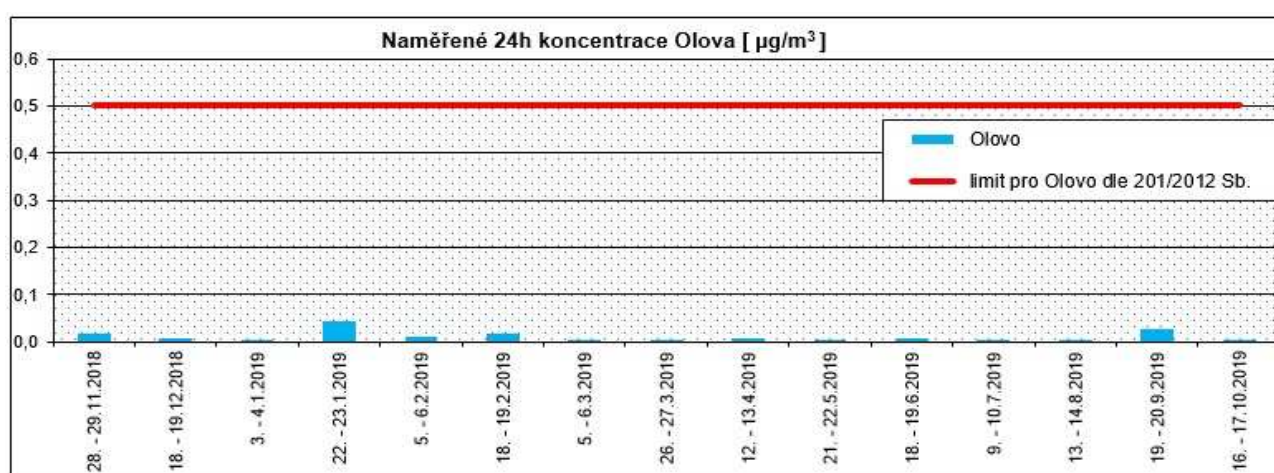
Vzhledem k charakteru odběrů nelze průměr naměřených hodnot srovnávat s ročním limitem. Data mají informativní charakter a nepopisují celoroční situaci na měřicím místě. Přesto je v grafu vidět typický sezónní chod této škodliviny, kterou výrazným způsobem ovlivňuje topná sezóna.

2. Těžké kovy

- Zákon č. 201/2012 Sb., o ovzduší ve znění pozdějších předpisů uvádí roční limity pouze pro vybrané kovy: Pb (olovo) roční limit na hodnotě $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, As (arsen) roční limit na hodnotě $6 \text{ ng}/\text{m}^3$, Cd (kadmium) roční limit na hodnotě $5 \text{ ng}/\text{m}^3$, Ni (nikl) roční limit na hodnotě $20 \text{ ng}/\text{m}^3$. Roční limit pro Al (hliník) není v zákoně o ovzduší uveden.

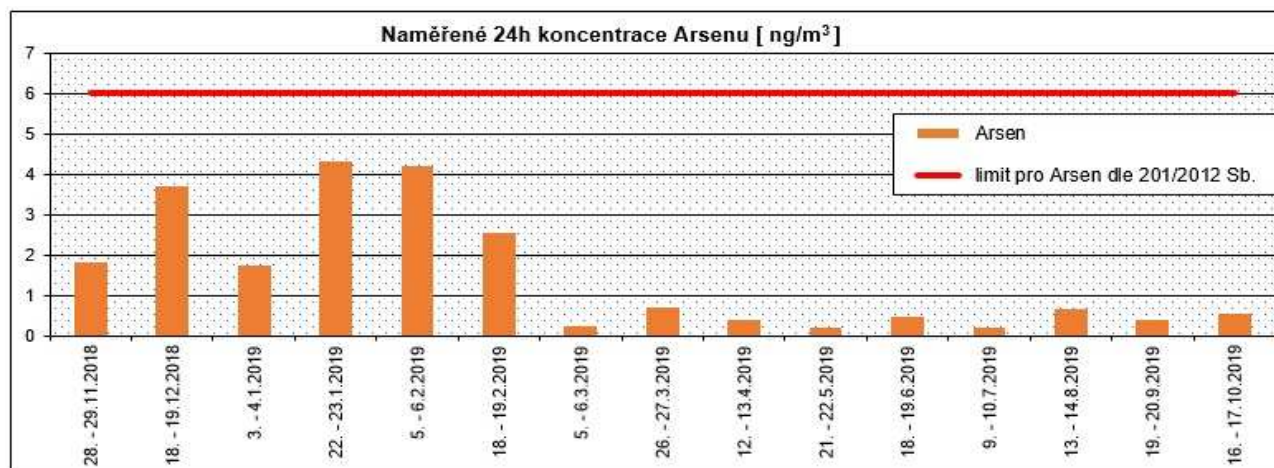
➤ Olovo (Pb)

Jak je patrné z grafu, tak naměřené koncentrace byly v průběhu roku velmi nízké a pohybovaly se v intervalu od $0,0019$ – do $0,0444 \mu\text{g}/\text{m}^3$, což je hluboko pod zákonným limitem.



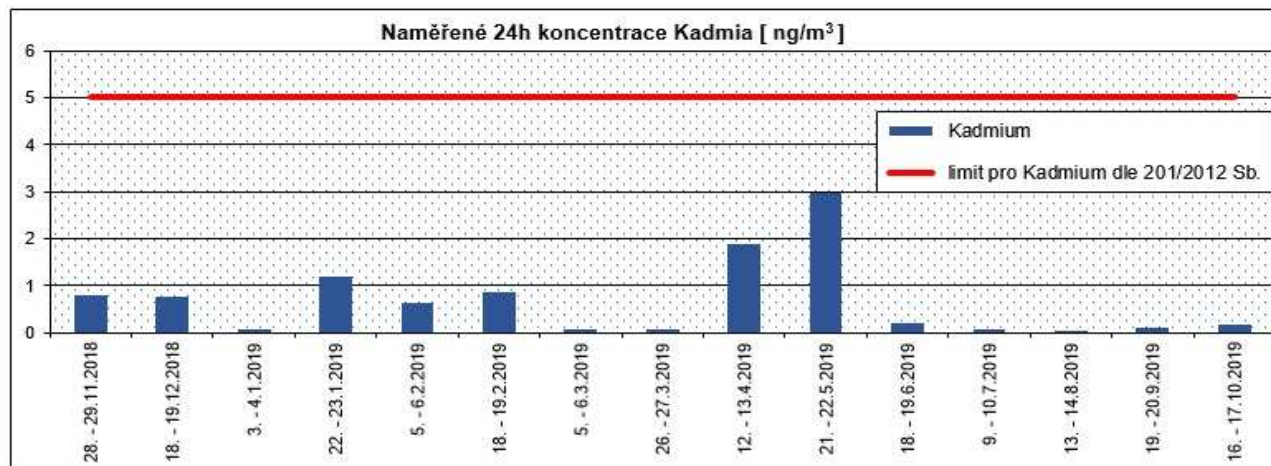
➤ Arsen (As)

Naměřené koncentrace se v průběhu měření pohybovaly od $0,2$ – $4,3 \text{ ng}/\text{m}^3$, což je pod zákonným limitem. Vzhledem k tomu, že arsen je typickým indikátorem spalovacích procesů, není žádným překvapením jeho sezónní chod, tzn. vyšší koncentrace v topné sezóně.



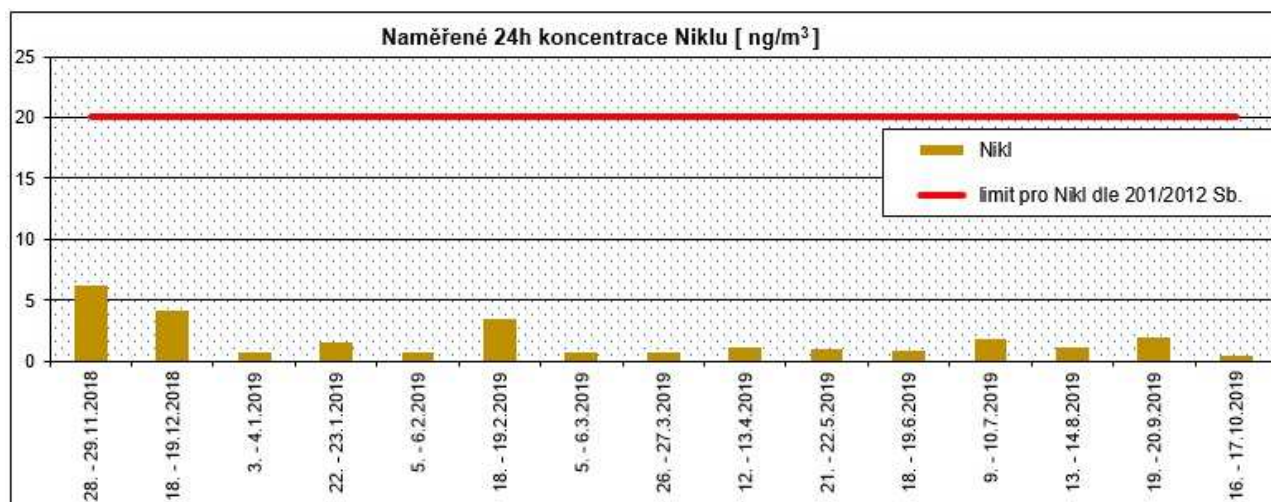
➤ Kadmium (Cd)

Jednotlivé naměřené koncentrace se v průběhu měření pohybovaly od 0,1 – 3 ng/m³, což je pod zákonným limitem.



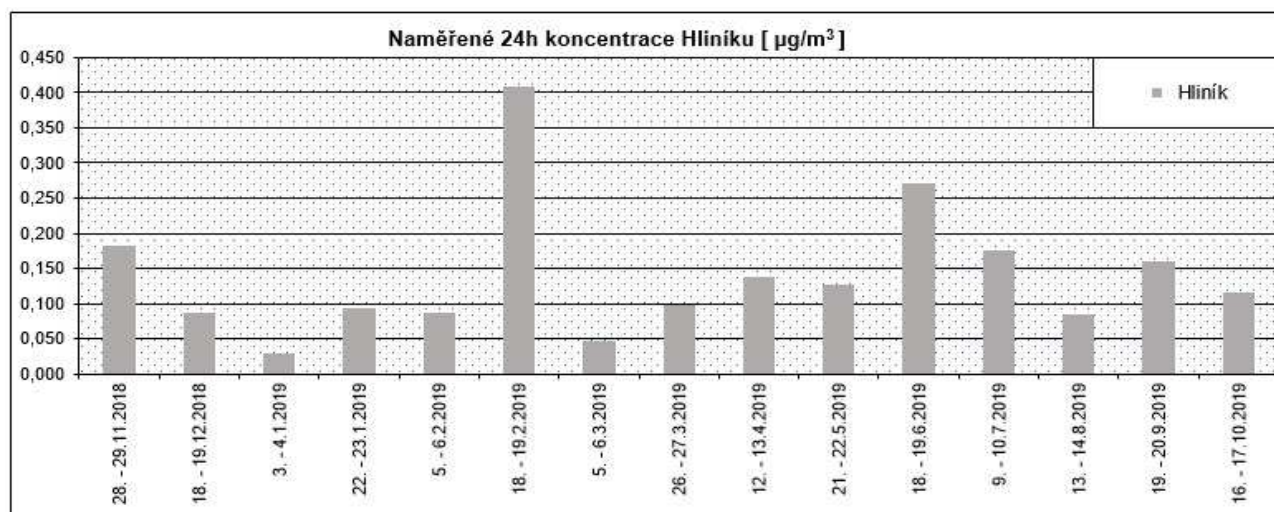
➤ Nikl (Ni)

Jak je patrné z grafu, tak naměřené koncentrace byly v průběhu roku velmi nízké a pohybovaly se v intervalu od <0,8 do 6,3 ng/m³, což je hluboko pod zákonným limitem.



➤ Hliník (Al)

Jednotlivé naměřené koncentrace se v průběhu měření pohybovaly od 0,028 – 0,408 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ze starých limitů AHEM, Příloha č. 6/1986 byla přípustná koncentrace kovového hliníku v ovzduší zpracované Referenční laboratoří IHE denní 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. V současnosti není v platný žádný limit pro vnější ovzduší.



Z naměřených výsledků manuálních odběrů můžeme konstatovat, že co se týče naměřených koncentrací kovů, tak v této oblasti nedošlo k zjištění překročení limitů. Co se týče benzo(a)pyrenu, tak tam k překročení došlo v průběhu topné sezóny. Hodnocení se týká pouze měřených dnů a nevypovídá nic o situaci během celého roku, vzhledem k omezenému počtu odebraných vzorků.

C) POROVNÁNÍ NAMĚŘENÝCH DAT SE STANICÍ ČHMÚ V TĚŠŇOVICÍCH

Pro porovnání naměřených dat a zároveň zjištění, zda stanice ČHMÚ v Těšnovicích je reprezentativní i pro stav ovzduší ve městě Kroměříži, byla zakoupena data z ISKO, z uvedené stanice, za období 26.11.2017 - 30.11.2018. Důvodem pro zakoupení dat s ročním posunem je fakt, že ČHMÚ verifikuje data delší časový úsek a proto jsme se chtěli vyvarovat situace, kdy v době vyhodnocování nebudeme mít k dispozici verifikovaná data.

Rozdíl mezi stanicemi je již v jejich charakteristice:

stanice Těšnovice (ZTNV)

typ stanice: pozaďová
typ zóny: venkovská
charakteristika zóny: zemědělská

stanice Kroměříž

dopravní
městská
obytná, obchodní, průmyslová

Naměřená data jsme zároveň podrobili statistickému vyhodnocení, které provedla paní Doc. Ing. Hana Tomášková, Ph.D:

Srovnání hodnot PM₁₀, PM_{2,5}, NO₂ a NO_x v lokalitách Těšnovice a Kroměříž

Data: ČHMÚ Těšnovice rok 2017 - 2018, ZUOVA Kroměříž rok 2018 - 2019, vyhodnocovala se data, která byly změřena v obou lokalitách v stejném časovém období s posunem jednoho roku.

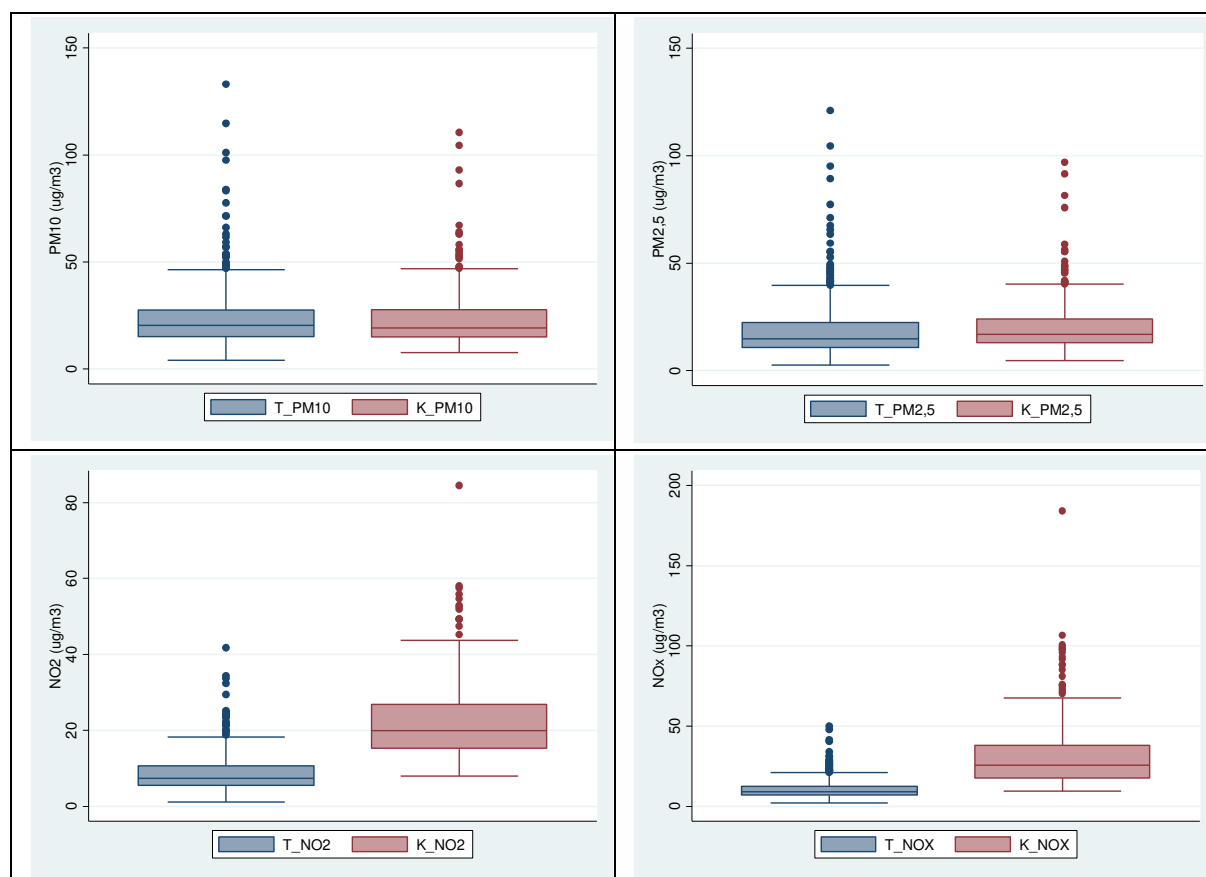
Metodika: popisná statistika, korelace hodnot v Těšnovicích a Kroměříži (Spearmanův korelační koeficient – čím bližší hodnota k hodnotě -1/1, tím těsnější vztah), párový neparametrický test (Wilcoxon signed-rank test). Znázornění pomocí boxových grafů a grafů XY. Statistické testy hodnoceny na hladině významnosti 5 %.

Výsledky: V tabulce 1 jsou uvedeny základní popisné charakteristiky, grafické znázornění je uvedeno v grafech na obr. 1. U parametru PM₁₀ nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi lokalitami ($p = 0,1371$), střední hodnota (medián) vychází kolem 20,5 a 19,3 $\mu\text{g.m}^3$. U parametru PM_{2,5} již byl zjištěn statisticky významný rozdíl ($p = 0,0102$), hodnoty naměřené v roce 2018 - 2019 v Kroměříži byly mírně vyšší než hodnoty naměřené v Těšnovicích v roce 2017 - 2018. Také u hodnota NO₂ a NO_x byly zjištěny statisticky významné rozdíly mezi lokalitami ($p < 0,001$). Také u těchto parametrů byly v průměru min 2x vyšší hodnoty v Kroměříži.

Tab. 1 Základní charakteristika naměřených hodnot a srovnání dle lokalit

Parametr $\mu\text{g.m}^3$	počet	medián	ar. průměr	sd	min.	max.	p-hod.
t_pm10	335	20.5	24.7	16.51	4.1	133.1	0.1371
k_pm10	335	19.3	23.6	13.94	7.8	110.6	
t_pm25	332	14.8	19.5	15.44	2.6	120.8	0.0102
k_pm25	332	16.9	20.5	12.33	4.6	96.9	
t_no2	336	7.4	9.0	5.77	1.2	41.8	<0.001
k_no2	336	19.9	22.6	10.55	8.0	84.5	
t_nox	336	9.0	10.9	6.81	2.3	50.1	<0.001
k_nox	336	25.7	31.8	21.16	9.4	184.1	

T - Těšnovice, k - Kroměříž, p - výstup statistického testu, sd - směrodatná odchylka



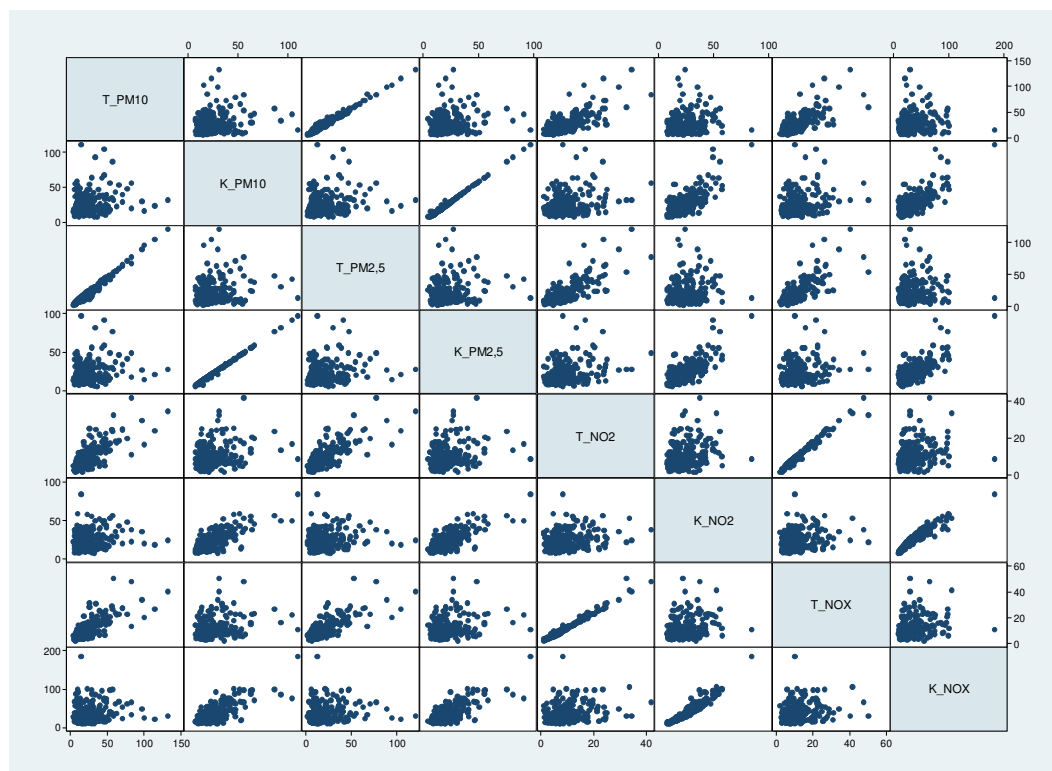
Obr. 1 Grafické znázornění srovnání naměřených hodnot (PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$, NO_2 a NO_x) dle lokalit (t-Těšnovice 2017 - 2018, k-Kroměříž 2018 - 2019) (boxové grafy – dolní hranice 25. percentil, medián, 75. percentil)

V tabulce 2 a obrázku 2 jsou uvedeny korelační koeficienty, které znázorňují vztah mezi naměřenými hodnotami, žlutě jsou vyznačeny koeficienty daného parametru vyjadřující vztah mezi lokalitami. Jak je z tabulky a statistické významnosti vidět, existuje slabá závislost mezi lokalitami. Vyšší je vztah mezi NO_x a NO_2 než mezi PM_{10} a $\text{PM}_{2,5}$. Z hodnot korelačních koeficientů je vidět, že existují významné závislosti mezi parametry v dané lokalitě.

Tab. 2 Korelace mezi naměřenými hodnotami dle lokalit

Spearmanův korelační koeficient							
Parametr $\mu\text{g.m}^3$	t_pm10	k_pm10	t_pm25	k_pm25	t_no2	k_no2	t_nox
t_pm10	1						
k_pm10	0,1313*	1					
t_pm25	0,9376*	0,1463*	1				
k_pm25	0,1231*	0,9949*	0,1390*	1			
t_no2	0,5493*	0,2088*	0,6361*	0,2205*	1		
k_no2	0,1412*	0,5977*	0,1768*	0,6021*	0,2964*	1	
t_nox	0,5518*	0,2186*	0,6298*	0,2265*	0,9800*	0,3052*	1
k_nox	0,1380*	0,5697*	0,1828*	0,5707*	0,3106*	0,9719*	0,3286*

* $p < 0,05$



Obr. 2 Grafické znázornění korelace mezi naměřenými hodnotami (t-Těšnovice 2017 - 2018, k-Kroměříž 2018 - 2019)

Limity: Na uvedené výsledky je nutné pohlížet jako na odhady zatížené chybou související s dobou měření uvedených parametrů – stejné období, ale v období 2017-2018 a 2018 - 2019. Za předpokladu shodných meteo podmínek a shodných zdrojů znečištění v obou letech je možné uvedené výsledky použít.

Závěr: S ohledem na uvedené limity byly zjištěny mezi oblastmi významné rozdíly u parametru PM_{2,5}, NO_x a NO₂, u PM₁₀ významný rozdíl nebyl zjištěn. Naměřené hodnoty byly vyšší k lokalitě Kroměříž.

Na základě provedeného statistického vyhodnocení můžeme konstatovat, že prašný aerosol velikosti PM₁₀ je na obou stanicích srovnatelný a lze v tomto ohledu brát data ze stanice v Těšnovicích jako reprezentativní i pro město Kroměříž.

Ostatní data (PM_{2,5} a NO/NO₂/NO_x) jsou nesrovnatelná a nedají se použít k hodnocení stavu ovzduší ve městě Kroměříži. Důvodem jsou mimo jiné rozdílné zdroje těchto škodlivin, rozdílné meteorologické poměry, a tím pádem také rozdílné rozptylové podmínky. Pro skutečné zjištění koncentračních hladin těchto škodlivin je zapotřebí mít k dispozici stanici umístěnou ve městě.

D) NÁVRH OPATŘENÍ NA ZLEPŠENÍ KVALITY OVZDUŠÍ

Jak z naměřených výsledků v průběhu monitorování, tak z modelování, které bylo provedeno v rámci rozptylové studie, vyplývá, že je kvalita ovzduší ve městě Kroměříži dobrá. Zákonné limity většiny škodlivin jsou dodržovány. Obecně ani město Kroměříž nepatří mezi oblasti se zhoršenou kvalitou ovzduší, ani stanice umístěná v Těšnovicích nepatří do SVRS.

Na základě těchto výsledků nepředpokládáme zavedení opatření na zlepšení kvality ovzduší ve městě. Z praxe víme, že opatření mají význam pouze tam, kde k překračování zákonného stavu dochází. V případě města Kroměříž by neměla dostatečnou efektivitu.

Přesto může město a jeho vedení působit preventivně na občany formou následujících obecných opatření:

1. Preventivní opatření ke snížení rizika překročení denních koncentrací PM₁₀

Na území města nebylo identifikováno překročení povoleného počtu dní s imisní koncentrací PM₁₀ vyšší než 50 µg/m³. Imisní limit pro denní koncentrace PM₁₀ byl překročen v 17 případech, přičemž tolerováno je 35 dní.

- a) Zejména v dopravně zatížených lokalitách je efektivním nástrojem ke snížení imisních koncentrací částic (PM_{2,5}; PM₁₀ i větších) důsledný úklid komunikací. Tímto nástrojem by mohl být minimalizován počet dní s překročením denních imisních koncentrací prachových částic a zejména také sníženo průměrné roční zatížení obyvatel prachovými částicemi.

Při stanovení emisí tuhých částic z automobilové dopravy je třeba rozlišovat dvě základní složky emise:

- výfukové emise (tzv. primární prašnost), tj. produkty spalovacích procesů v motorech automobilů emitované přímo do ovzduší (převážně uhlíkové saze)
- nevýfukové emise – do této skupiny patří několik mechanických procesů, které emitují prachové částice při jízdě automobilů a zahrnují: obrušování brzdových destiček, pneumatik a povrchu vozovky a především resuspenzi usazených částic díky turbulenci vzniklé pohybem kol.

Řada studií poukazuje na to, že význam nevýfukových emisí je srovnatelný nebo i větší než emise vzniklé spalováním pohonných hmot. V některých státech Evropy (zejména ve Skandinávii) pak bylo zjištěno, že emise výfukových plynů přispívají pouze 10 % k emisím PM₁₀ z dopravy, ze zbývajících emisí je největší podíl přičítán resuspenzi deponovaných částic.

Resuspenze je pravděpodobně nejvýznamnějším zdrojem nevýfukových emisí. Emisním zdrojem jsou částice deponované na povrchu komunikace, které jsou schopné se rozptýlovat a následně se znovu usadit – právě proto je tento jev označován jako „re-suspenze“. Při průjezdu vozidla po komunikaci jsou tyto prachové částice vynášeny do ovzduší koly vozidel, a to zejména působením turbulentního proudění vzduchu (tzv. turbulentní stříh). Silná turbulence vzniká podél kol, mezi zemským povrchem a podvozkem automobilu i za projíždějícími automobily. K tomuto jevu tedy dochází vždy při každém průjezdu vozidla, bez ohledu na typ vozidla, používané palivo apod., a tedy včetně tzv. bezemisních vozidel. Množství prachových částic, které jsou takto zvrženy (resuspendovány) závisí na mnoha faktorech.

Za hlavní činitele jsou považovány:

- dopravní parametry
- intenzita dopravy (počet vozidel za časovou jednotku)
- zastoupení nákladních vozidel resp. hmotnost vozidel
- rozměry vozidel
- rychlost jízdy
- plynulost jízdy
- charakter povrchu vozovky
- zpevněná / nezpevněná komunikace
- **množství prachových částic na vozovce**
- použitý povrchový materiál vozovky
- stav opotřebení vozovky
- **čištění komunikace**
- zimní posyp
- meteorologické faktory
- frekvence a intenzita srážek
- rychlost větru
- vlhkost vzduchu
- délka suchých období
- délka zimního období

Správně nastavený harmogram čištění komunikací může výrazně přispět ke snížení resuspenze prachu z povrchu komunikací a tím přispět ke zlepšení kvality ovzduší v Kroměříži.

Na pořízení nových čistících vozů je možné čerpat dotace z Operačního programu Životní prostředí. Nástavba středně velkého samosběrného čistícího vozu (například: <https://www.kobit.cz/produkty-samosberny-zametac-k-7-detail-75>) stojí cca 2,5 mil. Kč bez DPH.

2. Preventivní opatření ke snížení rizika překročení koncentrací benzo(a)pyrenu

Na území města bylo identifikováno překročení imisní koncentrací benzo(a)pyrenu vyšší než 1 ng/m^3 . Imisní limit pro roční koncentraci byl překročen během topné sezony, což potvrzuje nemalý vliv lokálních topenišť, které jsou v současné době jedním z největších znečišťovatelů ovzduší a to hlavně z pohledu emisí tuhých znečišťujících látek a benzo(a)pyrenu. Domácnosti se podílí na emisích $\text{PM}_{2,5}$ ze 78 % a na emisích benzo(a)pyrenu dokonce z 98 %.

V gesci obcí je možno provádět kontroly a zjistit objektivní stav provozování kotle či topidla v obydlí v těchto oblastech:

- ✓ kontrola tmavosti kouře pomocí Ringelmanovy stupnice

Metoda je založena na porovnání barvy kouře, respektive jeho šedosti, se stupnicí obsahující 6 polí. Černá barva použitá k tisku stupnice musí mít odrazivost světla 5 %.

- ~ stupeň 0 odpovídá 0 % černé barvy na bílém podkladě s definovanou odrazivostí světla 80 % (přibližně odpovídá bílý křídový papír),
- ~ stupeň 1 odpovídá 20 % černé barvy na bílém podkladě,
- ~ stupeň 2 odpovídá 40 % černé barvy na bílém podkladě,
- ~ stupeň 3 odpovídá 60 % černé barvy na bílém podkladě,
- ~ stupeň 4 odpovídá 80 % černé barvy na bílém podkladě,
- ~ stupeň 5 odpovídá 100 % černé barvy na bílém podkladě, tedy pole je plně pokryté černou barvou. Tímto stupněm se jen ověřuje kvalita tisku stupnice.

Při určování tmavosti kouře podle Ringelmannovy stupnice je třeba dodržet tyto podmínky:

- ~ směr kouřové vlečky vystupující z komína má být přibližně v pravém úhlu na směr pozorování (kouř směřuje vlevo nebo vpravo) a posuzuje se kouř vystupující z koruny komína
- ~ pozadí kouřové vlečky má tvořit rozptýlené světlo oblohy během dne; měření nelze provádět proti slunci, proti zástavbě nebo okolnímu terénu, neboť tato pozadí ovlivňují tmavost kouře
- ~ Šablonu s Ringelmannovou stupnicí je třeba držet tak daleko od očí, aby se síť čar v jednotlivých polích stupnice slila do rozdílných stupňů šedé barvy.

Pro určení tmavosti kouře se vybírá místo vzdálené asi 150 až 400 metrů. Každé srovnávání tmavosti kouře a políček stupnice má trvat asi 5 sekund. Takových porovnání se provede 30 za sebou v půlminutových intervalech a pak se z nich spočte průměrná hodnota.

Tmavost kouře se určuje v ustáleném stavu hoření v kotli, zpravidla nejdříve po půl hodině od zapálení paliva. Při zapálení paliva a zahájení činnosti kotle je obvyklá vyšší tmavost kouře okolo stupně 3.

Ringelmannovu metodu používají úředníci jako primární a na jejím základě upozorní provozovatele na nutnost odstranit nevhodné chování, použití nevhodných paliv. Stejně tak mají možnost tuto metodu vzhledem k její jednoduchosti použít i sami provozovatelé nebo ti, kteří se cítí ohroženi, sousedé atp. Pro řešení sporů, stížností, se jako nejvhodnější jeví upozornění na nadměrnou tmavost kouře, neboť ji lze poměrně přesně specifikovat a doložit svědectvím dalších osob. Bohužel v noci je tato metoda nepoužitelná.

Pokud kontrolující úřední osoby zjistí nadměrnou tmavost kouře, je majiteli inkriminovaného topeniště zasláno písemné upozornění.

Ringelmannova stupnice se dá pořídít v řádu 40-60 Kč např. u firmy Koneko marketing s.r.o. Sojovická 2, Praha 9, neuzil@ms.anet.cz nebo také vytisknout z internetu zdarma.

- ✓ vyžádání dokladu o provedení kontroly technického stavu a provozu

Dle § 17 odst. 1 písm. h) zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, v platném znění je povinností provozovatele zdroje provádět pravidelně (**nejméně jednou za tři roky**) kontrolu technického stavu a provozu zdroje (kotle). Tuto kontrolu musí provádět tzv. **odborně způsobilá osoba**, která je fyzickou osobou proškolenou výrobcem spalovacího stacionárního zdroje, od kterého má udělené oprávnění k instalaci, provozu a údržbě zdroje.

Koncem roku 2019 bude zpřístupněna pro provozovatele také **databáze odborně způsobilých osob**, která obsahuje všechny odborně způsobilé osoby v ČR, které jsou oprávněny ke kontrole zdroje dané značky a typu. Databáze provozovateli umožní vyhledat v mapě nejbližší odborně způsobilou osobu pro jeho značku a typ zdroje, a pokud nebude ochotna provést kontrolu za referenční finanční limit, který je stanoven vyhláškou (č. 415/2012 Sb.), může skrze databázi provozovatel komunikovat přímo s výrobcem zdroje, který by mu měl poskytnout odborně způsobilou osobu, která kontrolu ve finančním limitu bude schopna vykonat.

Výsledky kontrol bude odborně způsobilá osoba povinna od roku 2020 vkládat do integrovaného systému plnění ohlašovacích povinností (ISPOP), kde budou k dispozici orgánům ochrany ovzduší. Informace pro výrobce zdrojů a odborně způsobilé osoby naleznete ve sdělení.

V případě, že provozovatel tento doklad nepředloží, může být sankcionován orgánem obce až do výše 20 000,- Kč v případě fyzických osob nepodnikajících a až do výše 50 000,- Kč v případě podnikajících fyzických nebo právnických osob. Příjem z pokut tvoří zdroj příjmu pro obec.

- ✓ odběr vzorků popela pro prokázání případného spalování odpadu

Odběr vzorků popela a jeho analýza jsou podrobně popsány v dokumentu Sdělení MŽP ze dne 22.3.2019 týkající se provozování a kontroly spalovacích zdrojů o jmenovitém tepelném příkonu 300 kW a nižším. Metoda je založena na stanovení 7 chemických parametrů vzorků popela a jeho porovnání s limitními hodnotami ukazatelů stanovených na základě analýz popela získaných při spalování paliv. Z výsledků analýzy se vypočte stanoveným postupem index překročení, přičemž pro vyjádření konečného výsledku analýzy je použito znázornění dle barev semaforu, kdy výsledky odpovídající červené barvě prokazují spalování kontaminovaného paliva případně odpadu, které je porušením povinnosti provozovatele spalovacího zařízení stacionárního zdroje podle §16 odts. 6 zákona o ochraně ovzduší v platném znění.

Vzorkování může zabezpečit buďto akreditovaná laboratoř nebo pracovník příslušné obce.

Analýzu už může provádět pouze akreditovaná laboratoř uvedená v seznamu akreditovaných zkušebních laboratoří Českého institutu pro akreditaci, o.p.s. (www.cia.cz).

Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě provádí akreditované vzorkování i analýzu popelů, cena je stanovena na 5 500 ,- Kč za 1 popel.

3. Preventivní opatření ke zvýšení povědomí a informovanosti občanů

- ✓ pořízení stacionární stanice měření kvality ovzduší
Náklady na pořízení stacionární imisní stanice, podobné té, které prováděla monitoring je cca 2,5mil Kč.
Roční provoz pak vychází na cca 800 000,- až 1mil Kč.
- ✓ podpora výměny kotlů v rámci Kotlíkových dotací
- ✓ edukativní akce pro občany „Jak správně topit“
Pořádá VEC VŠB TUO, konkrétně pan Ing. Jiří Horák, Ph.D. takzv. Smokeman. Jedná se o vzdělávací akci pro děti i dospělé, jak správně topit, jak správně volit kotel, co se může a co se nemůže spalovat a další informace týkající se problematiky ovzduší. Cena je na dotaz. Veškeré informace k nalezení zde: <http://vec.vsb.cz/smokeman/o-smokemanovi/>.

7. Charakteristiky jednotlivých škodlivin a jejich působení na zdraví

Tuhé znečišťující látky (prach), prachové částice PM₁₀, PM_{2,5}, PM₁

Prachové částice se v monitoringu čistoty ovzduší označují písmeny PM, což je zkratka pro anglický výraz „particulate matter“, pro nás je to velice prozaicky „prach“, lépe a odborněji řečeno poléťavý prach či také prašný aerosol. Čísla za zkratkou PM pak udávají nejvyšší možný aerodynamický průměr částic. PM₁₀ jsou částice o průměru menším než 10 mikrometrů, PM_{2,5} mají průměr do 2,5 mikrometru a samozřejmě nejmenší měřené částice jsou značeny číslem 1, jsou tedy menší než 1 mikrometr. Nejedná se o prach, který je viditelný, a který se nám usazuje na nábytku, parapetech a římsách, ten je tvořen částicemi většími než 30 µm, které se v běžných podmínkách rychle usazují.

Prachové částice jsou unášeny vzduchem a jejich přírodním zdrojem může být například výbuch sopky, lesní požár nebo větrná bouře. Mezi nejvýznamnější antropogenní zdroje prachu patří spalovací procesy, automobilová doprava, těžba nerostných materiálů, tavení rud a kovů nebo také zemědělská činnost a odnos částic půdy větrem z ploch bez vegetačního pokryvu, například z těžebních ploch a rozsáhlých stavenišť. Čím je částice menší, tím déle zůstává v ovzduší.

Rozlišujeme i tzv. sekundární prašnost, již jsme zejména ve městech každodenními svědky. Vzniká zvrácením prachových částic, které již byly jednou usazeny nebo nějakým způsobem uloženy na zemském povrchu. Ve městech často bývá hlavním zdrojem prachu. Způsobují ji již zmíněné procesy jako doprava, stavební činnost, manipulace se sypkými materiály, často ruku v ruce s prouděním větru, který dokáže přenášet prachové částice i na velké vzdálenosti.

Do lidského organismu se prach dostává dýcháním, tedy přes dýchací ústrojí. Velice záleží na velikosti prachových částic. Čím menší částice, tím větší ohrožení lidského zdraví. Větší částice, nad 10 mikrometrů, jsou obvykle zachycovány na nosní sliznici, obrannými mechanismy (kýcháním a smrkáním) jsou vypuzovány z těla ven. Částice PM₁₀ (do 10 mikrometrů) procházejí přes horní cesty dýchací až do plic a průdušek, kde se usazují, a PM_{2,5} mohou doputovat až do plicních sklípků a způsobit nemalé zdravotní komplikace mechanickým poškozováním orgánů, ještě snadněji pronikají do těla částičky PM₁.

Prachové částice však neškodí jen mechanickým poškozováním orgánů, do nichž vniknou. Významnou roli hraje také původ částice a její chemické složení. I když známe velikost, nikdy není jisté, které chemické jedovaté látky jsou na částičky prachu nabaleny a spolu s nimi se dostávají do organismu, kde způsobují další zdravotní problémy. Mohou to být např. těžké kovy, anorganické soli, sírany, karcinogenní látky i živočišné a rostlinné produkty, spory a pyly, jež jsou původci nejrůznějších onemocnění. Nadměrné vdechování poléťavého prachu tak může být příčinou dýchacích problémů, ale i astmatu, plicních chorob, rakoviny plic a řady dalších onemocnění. Rostlinné organismy poškozují prach buď toxickým působením látek, které obsahuje, nebo mechanickým zaprášením, čímž snižuje jejich aktivní plochu důležitou k přijímání i vylučování vody a látek a snižuje tak jejich fotosyntetickou schopnost i dýchání.

Všechny vyjmenované škodliviny se do ovzduší dostávají velkým dílem působením člověka a mají silně negativní vliv na lidské zdraví a útočí zejména na dýchací cesty. Všechny se také podílí na vzniku smogových situací. V tomto úsilí však nejsou samy.

Ukládání tuhých částic v dýchacích cestách závisí na jejich velikosti a způsobu dýchání (při dýchání ústy roste počet částic usazujících se až v plicních sklípcích). Na prachové částice mohou být navázány látky, které negativně ovlivňují zdraví (např. těžké kovy, polyaromatické uhlovodíky).

Imisní limit (pro ochranu zdraví lidí) je stanoven pro suspendované částice frakce PM_{10} a to pro průměrné denní koncentrace $50 \mu g \cdot m^{-3}$ a pro roční $40 \mu g \cdot m^{-3}$. Pro částice frakce $PM_{2,5}$ je stanoven roční limit $25 \mu g \cdot m^{-3}$.

Benzo[a]pyren

Je polycyklický aromatický uhlovodík s pěti benzenovými kruhy. Je silně karcinogenní a mutagenní. Za běžných podmínek jde o **žlutě zbarvenou krystalickou pevnou látku**. Benzo[a]pyren je produktem nedokonalého spalování při teplotách 300 až 600 °C. Byl identifikován v roce 1933 jakožto složka uhelného dehtu odpovědná za první rozpoznané nádory způsobené pracovním prostředím - nádory šourku u kominíků v 18. století v Anglii. V 19. století byl zaznamenáván vysoký výskyt kožních nádorů u pracovníků ve výrobě paliv. Na počátku 20. století byla toxicita benzo[a]pyrenu demonstrována tvorbou zhoubných kožních nádorů u laboratorních zvířat, kterým byla kůže opakovaně potírána uhelným dehtem.

Benzo[a]pyren se nachází v uhelném dehtu, v automobilových výfukových plynech (zvláště ze vznětových motorů), v každém kouři vzniklém při spalování organických materiálů (včetně listů tabáku při kouření) a v grilovaných potravinách. Vařené produkty z masa, jejichž běžná konzumace je epidemiologicky spojována se zvýšeným výskytem nádorů tlustého střeva (přestože to samo nedokazuje karcinogenitu), mohou obsahovat až 4 ng/g benzo[a]pyrenu, až 5,5 ng/g je ho ve smaženém kuřeti a 62,6 ng/g v přepečeném hovězím masu připravovaném jako barbecue.

Emise BaP můžou být jak antropogenního, tak také přírodního původu. Tato organická látka vzniká obecně spalováním organické hmoty (uhlí a dřeva) a proto se do ovzduší uvolňuje například i během lesních požárů.

Přírozené emise BaP jsou však na našem území víceméně zanedbatelné v porovnání s emisemi antropogenními. Vznikají během nedokonalého spalování při teplotách 300 až 600°C. K tomu dochází nejčastěji právě v menších kotlích při spalování pevných paliv.

Veškeré zemědělství, doprava i služby se dohromady nepodílí na emisích BaP ani 2 %. Emise BaP pochází takřka výhradně z lokálního vytápění domácností (98,3 %). Dá se tedy říci, že za vysoké koncentrace látky, jejíž koncentrace nejvýrazněji a v největším rozsahu překračují imisní limity v ČR, můžou jednotlivé domácnosti. Z toho také plyne výrazně omezenější možnost státu tuto situaci řešit. Regulace velkých průmyslových podniků či zdrojů znečištění ovzduší je v tomto ohledu výrazně snadnější – je jich méně, lze je regulovat.

Při hledání řešení regulace za účelem snížení koncentrací BaP je jistě i aktivní podpora čistějších způsobů vytápění – tady lze zmínit například kotlíkové dotace (samozřejmě však omezeny finančními prostředky státu). Důležitá je jistě také osvěta – řada občanů se domnívá, že topení dřevem – tedy zcela přírodním palivem – je zcela čistým způsobem vytápění. Může být a nemusí. Vždy totiž záleží do velké míry na podmínkách, za kterých je dřevo spalováno. Nejlepším řešením pro oblasti, kde není možné využít centrálního vytápění, je topení automatickým kotlem s co nejlepší emisní třídou, či využití tepelného čerpadla.

Souhrn:

- imisní limit pro roční průměrnou koncentraci karcinogenního BaP je překračován na dvou třetinách stanic
- nejhorší situace je v Moravskoslezském kraji a okolí Kladna
- v evropském kontextu je na tom nejhůře Polsko
- takřka výhradním zdrojem emisí BaP je lokální vytápění domácností (vzniká při nedokonalém spalování dřeva a uhlí)

Těžké kovy (olovo, cadmium, nikl, hliník, arsen)

Těžký kov je jakýkoliv kov či polokov, který představuje hrozbu pro životní prostředí. Termín vznikl s odkazem na škodlivé účinky kadmia, rtuti a olova, jejichž společným rysem byla vyšší hustota než železo. Dnes se však používá i pro další podobně toxické kovy či polokovy, jako je arsen bez ohledu na jejich hustotu. Často uváděnými těžkými kovy jsou chrom, kobalt, nikl, měď, zinek, arsen, selen, stříbro, antimon, rtuť, thalium a olovo. Byly navrženy i přesnější definice těžkých kovů, žádné se však nedočkaly výraznějšího uznání.

Olovo

Olovo (chemická značka **Pb**, latinsky *Plumbum*) je nejrozšířenější těžký toxický kov, který je znám lidstvu již od starověku. Má velmi nízkou teplotu tání a je dobře kujný i při pokojové teplotě a odolný vůči korozi. Vyskytuje se v půdě, vodách i v atmosférických komponentách biosféry.

Jedním z největších zpracovatelů olova je do současné doby průmysl, vyrábějící elektrické akumulátory. Přes svoji vysokou hmotnost a obsah vysoce žíravé kyseliny sírové jsou technické parametry olověných akumulátorů natolik vhodné, že ve vybavení automobilů mají stále většinové zastoupení. Jejich hlavní výhodou je odolnost vůči otřesům a vysokému proudovému zatížení, proto jsou vhodné pro vozidla jako startovací i trakční zdroje. Pro tyto účely je využívána přibližně polovina světové produkce olova, jejich recyklace je také jedním z nejvýznamnějších zdrojů tohoto kovu.

Toxicita olova je zvláště významná pro dětský organismus. Trvalá expozice dětského organismu i nízkými dávkami olova je příčinou zpomalení duševního vývoje a nepříznivých změn v chování.

V současné době je olovo, kvůli používání olova v rozvodech pitné vody, při výrobě barev, jako aditiva v benzínu a jeho ostatnímu využití v průmyslu, všudypřítomným kontaminantem prostředí. Olovo se po vniknutí do organismu ukládá hlavně v kostech a v určitém množství se nachází v krvi.

Typickými příznaky otravy olovem jsou bledost obličeje a rtů, zácpa a nechut' k jídlu, kolika, anémie, bolesti hlavy, křeče, chronická nefritida, poškození mozku a poruchy centrálního mozkuvého systému. Léčení spočívá v tvorbě komplexu a maskování Pb silným chelatačním činidlem. I stopy olova v okolním prostředí a potravě mohou vést při trvalém přísunu do organismu k následným těžkým onemocněním, protože olovo se v těle kumuluje a vylučuje se jen obtížně.

Nejčastější formou akutní otravy olovem je poškození trávicího ústrojí. Při zvýšeném vstřebávání olova může docházet k poškození jak centrálního, tak i periferního nervového systému.

Těžké kovy jako olovo jsou schopné v atmosféře putovat na velké vzdálenosti, kontaminují půdu i tisíce kilometrů daleko od zdroje znečištění olovem. Ve vodních nádržích a řekách dochází ke kumulaci olova v sedimentech a tvorbě methylderivátů. Díky drastickému omezení obsahu olova v autobenzínech se v Evropě významně podařilo zmenšit rozsah oblastí kriticky zatížených olovem. Zatímco v roce 1990 bylo ohroženo přes 70 % sledovaných ekosystémů, v roce 2000 to bylo již jen 8 %.

Americký výzkum konstatoval, že tisíce tun olova se ročně do životního prostředí dostává vinou **rybářů a lovců**, kteří používají pro svou zálibu olověné broky a olůvka.

Kadmium

Kadmium (chemická značka **Cd**, latinsky *Cadmium*) je měkký, lehce tavitelný, toxický kovový prvek. Slouží jako součást různých slitin a k povrchové ochraně jiných kovů před korozí. Vzhledem k jeho toxicitě je jeho praktické využití omezováno na nejnutnější minimum.

Je to typický kovový prvek bíle stříbrné barvy. Na vzduchu je kovové kadmium stálé, ale v atmosféře kyslíku je možné jej zapálit za vzniku oxidu kademnatého CdO.

Kadmium přechází do ovzduší ve formě těkavých sloučenin již při teplotě 480 °C.

Kadmium přijímané potravou se vstřebává asi 1–5%, ze vzduchu kolem 50%. Ukládá se v ledvinách a játrech, kde se váže na protein metalothionein. Poločas jeho vylučování z organismu je až 30 let. Kadmium ohrožuje funkci ledvin. Při pravidelném dlouhotrvajícím příjmu malých množství kadmia dochází ve věku kolem 50 let k poškození ledvin. V moči se objevují malé peptidy a cukr. Nejzávažnějším účinkem kadmia je ohrožení reprodukčních orgánů člověka. Kadmium ohrožuje funkčnost a kvalitu spermií. Poškozuje zárodečný epitel varlat. Nachází se také v poševních hlenech. Negativně působí i na nervovou soustavu a má také karcinogenní účinky. Porušuje metabolismus vápníku – způsobuje měknutí kostí a vypadávání zubů.

Nikl

Nikl (chemická značka **Ni**, lat. *Niccolum*) je bílý, feromagnetický, kujný a tažný kov. Slouží jako součást různých slitin a k povrchové ochraně jiných kovů před korozí. Vzhledem k jeho toxicitě je jeho praktické využití postupně omezováno.

Je to typický kovový feromagnetický prvek stříbrobílý, silně lesklý kov. Nikl se dá výborně leštit, je velmi tažný a dá se kovat, svářet a válcovat na plech nebo vytahovat v dráty.

Díky poměrně velmi dobré stálosti kovového niklu vůči atmosférickým vlivům i vodě se často nanáší velmi tenká niklová vrstva na povrchy méně odolných kovů, nejčastěji železa. Nanášení se provádí elektrolyticky obvykle ze slabě kyselého prostředí, kde je nikl přítomen ve formě síranu a chloridu nikelnatého a na pokovovaný předmět je vložen záporný elektrický potenciál, působí tedy jako katoda. Běžně se takto upravují jednoduché pracovní nástroje jako šroubováky nebo klíče, ale také některé chirurgické nástroje a pomůcky se niklují.

Značné odolnosti kovového niklu se využívá při výrobě chemického nádobí, které je možno vystavit účinkům alkalických tavenin jako je hydroxid sodný nebo uhličitán draselný bez výraznějšího poškození. V kyselém prostředí je však nutno použít mnohem dražších kelmů z platiny nebo slitin platiny s rhodiem nebo iridiem.

Ocelářský průmysl je rozhodně největším světovým spotřebitelem niklu. Společně se železem, chromem a manganem patří mezi základní kovy, které slouží pro legování ocelí.

Nikl patří mezi několik málo prvků, jejichž vliv na zdravotní stav lidského organismu je jednoznačně negativní. Tento fakt se zdá být kuriózní např. i proto, že je chemicky velmi podobný kobaltu, jenž je naopak nezbytnou součástí potravy a má důležitou roli pro správný vývoj a zdravotní stav lidského organismu.

Při velkých anebo pravidelně zvýšených dávkách niklu se silně zvyšuje riziko vzniku rakoviny a nikl je dnes řazen i mezi teratogeny, tedy látky schopné negativním způsobem ovlivnit vývoj lidského plodu. Ohrožení takovými dávkami niklu však hrozí pouze pracovníkům metalurgických provozů, které se zabývají zpracováním tohoto kovu a nedodržují základní pravidla bezpečnosti práce.

Hliník

Hliník (chemická značka **Al**, latinsky *Aluminium*) je velmi lehký kov bělavě šedé barvy, velmi dobrý vodič elektrického proudu, široce používaný v elektrotechnice a ve formě slitin v leteckém průmyslu a mnoha dalších aplikacích.

Díky velké reaktivitě hliníku se v přírodě setkáváme prakticky pouze s jeho sloučeninami.

Hliník je třetím nejvíce zastoupeným prvkem v zemské kůře. Podle posledních dostupných údajů tvoří hliník 7,5–8,3 % zemské kůry. V mořské vodě je jeho koncentrace velmi nízká, pouze 0,01 mg Al/l a ve vesmíru připadá na jeden atom hliníku přibližně půl milionu atomů vodíku.

Nejběžnější horninou na bázi hliníku je bauxit, $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$. Obvykle bývá doprovázen dalšími příměsemi na bázi oxidů křemíku, titanu, železa a dalších.

Jiným významným minerálem je kryolit, hexafluorohlinitan sodný Na_3AlF_6 , používaný především jako tavidlo pro snížení teploty tání oxidu hlinitého při elektrolytické výrobě hliníku.

Minerály na bázi oxidu hlinitého Al_2O_3 patří mezi velmi významné i ceněné. Korund je na 9. místě Mohsovy stupnice tvrdosti. Technický oxid hlinitý se nazývá také elektrit a je hojně využíván k výrobě brusného papíru.

Drahé kameny, jejichž základním materiálem je oxid hlinitý se liší příměsí, která způsobuje jejich charakteristické zbarvení. Červený rubín je zbarven příměsí oxidu chromu, modrý safír obsahuje především stopová množství oxidů titanu a železa.

Obě zmíněné formy korundu patří k nejvíce ceněným drahým kamenům na světě, ale mají i významné využití v technice. Safírové hroty vynikají svou tvrdostí a odolností a vybavují se jimi špičkové vědecké měřicí přístroje. Rubín je znám jako materiál pro konstrukci prvního laseru na světě. Titan-safírový laser vyniká extrémně krátkými pulsy (< 50 fs).

Hliník se prakticky nevyskytuje téměř jako jediný z prvků I.–III. základní skupiny prvků periodické soustavy v žádné živé tkáni, ať již rostlinné nebo živočišné, navzdory jeho značnému zastoupení v zemské kůře.

Dlouhou dobu existuje podezření a je vedena debata, že případný zvýšený výskyt hliníku v krvi může být příčinou vzniku Alzheimerovy choroby tím, že likviduje mozkové a nervové buňky. Světová zdravotnická organizace (WHO), uvádí existenci spojení mezi vystavením působení hliníku a Alzheimerovou chorobou. Podle provedených výzkumů byly zjištěny nadměrné koncentrace hliníku v mozku lidí s Alzheimerovou chorobou. Výzkum ověřil tuto teorii laboratorními testy na zvířatech, kde pokud byl hliník vpíchnut do mozku laboratorních zvířat, tak se u nich vyvinula neurologická choroba podobná Alzheimeru. Výzkumy, díky kterým vznikl tento předpoklad, mohly být ovlivněny tím, že se část lidí setkávala poměrně často s hliníkovým příborem a nádobím, a měli tedy zvýšenou hladinu hliníku. V současnosti je však na obsah hliníku velmi pečlivě testována především krevní plazma, která by při pravidelných

krevních transfuzích mohla zvýšit hladinu hliníku v krvi pacienta. Obdobná pravidla platí pro všechny dialyzační roztoky, používané při chronickém selhání ledvin.

Poměrně diskutovaným problémem je riziko používání hliníkového nádobí a příborů při přípravě a konzumaci potravy. Je pravda, že v podmínkách, kdy se potraviny běžně tepelně upravují i konzumují, je hliník nejstálější a prakticky nerozpustný. V neutrálním prostředí běžné pitné vody o pH = 7 je hliníkový povrch perfektně stabilní a bezpečný. Problém nastává, když je například vařený pokrm okyselen například octem. Kromě toho se v poslední době stále mírně zvyšuje kyselost pitné vody, především v důsledku kyselých dešťů. Pak může skutečně nastat situace, kdy se z hliníkových nádob bude uvolňovat hliník při každém použití. Na druhé straně je organismus vybaven řadou bariér, které brání pronikání sloučenin hliníku do tělesných tekutin a buněk. Vdechování jemných prachů hlinitých sloučenin, jako je například oxid hlinitý, může vyvolat *onemocnění plic*.

Arsen

Arsen (chemická značka **As**, latinsky *Arsenicum*; někdy se používá též název *arzén*) je toxický polokovový prvek, známý již od starověku. Jeho současné uplatnění se nachází v oblasti metalurgie jako součást speciálních slitin a v polovodičovém průmyslu.

Maximum současného zájmu o průmyslové využití arsenu se soustřeďuje do oblasti **elektroniky**. Např. arsenid gallitý, GaAs, vykazuje vynikající polovodičové vlastnosti a přes svoji poměrně vysokou výrobní cenu se užívá v řadě speciálních elektrotechnických aplikací, např. v případech, kdy je vyžadována mimořádně nízká úroveň šumu vyráběných součástek. Ve slitinách se používá pouze okrajově, patrně nejvýznamnější je slitina s olovem s obsahem arsenu kolem 0,5 %, sloužící jako surovina pro výrobu broků a střeliva.

Arsen se mění na toxický až při metabolizování na další arzenité sloučeniny. Těžké otravy se projevují průjmami, nevolností i, vypadáváním vlasů, ochrnutím a zástavou srdce. As_2O_3 , AsCl_3 , AsF_3 , jsou mnohem toxičtější než sloučeniny pětivazného arsenu, řadí se mezi významné látky mutagenní, teratogenní a karcinogenní. As_2S_3 , As_2S_2 , jsou prakticky netoxické, avšak rozpouštějí se v žaludku. V běžném okolním životním prostředí se vyskytuje určitá nízká hladina expozice arsenem, která ale organismus nijak nepoškozuje a existují naopak studie, které tvrdí, že velmi nízké dávky arsenu v přijímané potravě jsou důležité a prospěšné. Bezesporu je však prokázáno, že trvalé vystavení organismu zvýšeným dávkám sloučenin arsenu vede k poškození zdraví. Projevy **trvalé nadměrné expozice arsenem na zdraví** jsou různorodé:

- dermatologické poškození – změny na pokožce, vznik různých ekzémů a alergické dermatitidy
- zvýšený výskyt kardiovaskulárních chorob
- zvýšený výskyt potratů u žen trvale vystavených vysokým dávkám arsenu
- karcinogenita – zvýšený výskyt případů rakoviny plic a pokožky
- mutagenita – zvýšený výskyt novorozenců s vrozenými vadami

8. Přílohy – protokoly z měření

**Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě**

Centrum hygienických laboratoří

Zkušební laboratoř č. 1393 akreditovaná ČIA podle ČSN EN ISO/IEC 17025:2005

Partyzánské náměstí 2633/7, Moravská Ostrava, 702 00 Ostrava

PROTOKOL č. 67930/2019

Zákazník : MĚSTO KROMĚŘÍŽ
Velké náměstí 115/1
767 01 Kroměříž

Číslo zakázky : 227
Příjem vzorku : 7.1.2019 14:20
Vyšetření vzorku : 7.1.2019 - 28.11.2019
Číslo jednací : ZU/28513/2018
Číslo spisu : S-ZU/28513/2018
Spisový znak : 4.0.4

Číslo objednávky : SML/748/2018

Škodliviny ve volném ovzduší

Vzorek číslo :	663	Čas odběru :	neuvedeno
Datum odběru :	28.11.2018 - 31.10.2019		
Název vzorku :	Volné ovzduší - 1		
Místo odběru :	Měřicí stanice - Areál ZŠ Kroměříž		
Matrice :	ovzduší vnější		
Vzorkoval :	Kiča David		
Způsob odběru :	stacionární odběr		
Účel odběru :	dle požadavku zákazníka		

Zkušební metody

Ukazatel	Použitá metoda		TYP
NO	SOP OV 438.05 (ČSN EN 14211)	1	A
NO ₂	SOP OV 438.05 (ČSN EN 14211)	1	A
NO _x	SOP OV 438.05 (ČSN EN 14211)	1	A
PM 10	SOP OV 436	1	A
PM 2,5	SOP OV 436	1	A
relativní vlhkost	SOP OV 478.03	1	N
rychlost větru	SOP OV 478.04	1	N
směr větru	SOP OV 478.05	1	N
teplota	SOP OV 478.01	1	N
tlak	SOP OV 478.02	1	N

Poznámka k odběru : Odběr je předmětem akreditace.

Místo provedení zkoušky (pracoviště) :

⁽¹⁾ - analýzy provedeny pracovištěm Ostrava (Partyzánské náměstí 2633/7, Moravská Ostrava, 702 00 Ostrava)

Metody v sloupci TYP: "A" akreditovaná zkouška, "N" neakreditovaná zkouška

Výsledky se vztahují pouze k měřeným místům a době měření.

Bez písemného souhlasu laboratoře se nesmí protokol reprodukovat jinak než celý.

Kontroloval : Miturová Hana, Ing.

Protokol vyhotovil: Kiča David

Počet stran: 13

Dne: 29.11.2019

Ing. Lucie Hellebrandová
vedoucí Centra hygienických laboratoří

Výsledky měření na místě

Průměrné 24-hodinové koncentrace

Detektor	Rychlost větru	Směr větru	R. V.	Tlak	Teplota	PM10	PM2.5	NO	NO ₂	NO _x
Jednotka	m/s	stupeň	%	hPa	°C	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Analyzátor	Meteostanice MVE					FIDAS 100	FIDAS 100	Horiba	Horiba	Horiba
Nejistota	(±) 0,8	(±) 20	(±) 11	(±) 4	(±) 1	(±) 15%	(±) 15%	(±) 10%	(±) 10%	(±) 10%
28.11.2018	0,4	210	58	1002	6,7	48	42	10,7	31,0	46,6
29.11.2018	0,7	74	76	1005	-3,0	29	25	15,1	25,4	48,6
30.11.2018	1,9	80	73	998	-1,8	17	15	<5	11,7	14,6
Průměr	0,8	86	69	1002	0,6	31	27	9,4	22,7	36,6

* porucha

Pozn.: průměry rychlosti a směru větru jsou vypočteny vektorově, u ostatních parametrů se jedná o aritmetický průměr

Výsledky měření na místě

Průměrné 24-hodinové koncentrace

Detektor	Rychlost větru	Směr větru	R. V.	Tlak	Teplota	PM10	PM2.5	NO	NO ₂	NO _x
Jednotka	m/s	stupeň	%	hPa	°C	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Analyzátor	Meteostanice MVE					FIDAS 100	FIDAS 100	Horiba	Horiba	Horiba
Nejistota	(±) 0,8	(±) 20	(±) 11	(±) 4	(±) 1	(±) 15%	(±) 15%	(±) 10%	(±) 10%	(±) 10%
1.12.2018	0,7	75	88	995	-2,5	34	30	<5	14,9	19,9
2.12.2018	1,0	79	97	989	0,0	35	30	<5	13,0	16,9
3.12.2018	1,0	75	100	984	3,2	35	30	13,9	25,7	47,2
4.12.2018	0,5	310	96	989	5,8	18	16	8,1	26,5	39,3
5.12.2018	0,4	290	96	1003	0,3	29	25	33,9	41,7	93,3
6.12.2018	bezvětří	bezvětří	92	999	-0,9	42	37	29,8	29,6	75,5
7.12.2018	1,1	76	100	989	3,4	25	22	15,7	25,9	50,3
8.12.2018	0,5	319	83	983	5,9	16	14	<5	17,2	23,9
9.12.2018	0,5	326	81	976	7,0	8	7	<5	8,4	13,9
10.12.2018	1,2	295	86	985	3,9	11	10	<5	18,0	23,8
11.12.2018	0,8	302	96	988	2,0	10	8	6,5	19,8	30,1
12.12.2018	0,7	278	98	994	0,7	20	17	17,3	28,0	54,6
13.12.2018	0,4	257	94	996	-1,1	52	45	32,0	42,8	91,7
14.12.2018	bezvětří	bezvětří	95	998	-2,0	47	41	32,7	38,5	88,3
15.12.2018	0,5	207	80	997	-0,4	35	31	9,9	23,7	39,0
16.12.2018	0,4	76	78	993	-1,2	24	21	<5	17,8	25,5
17.12.2018	bezvětří	bezvětří	85	998	-0,4	34	30	10,2	28,8	44,5
18.12.2018	bezvětří	bezvětří	98	1003	0,5	64	56	39,7	37,5	98,1
19.12.2018	1,0	80	84	999	-0,2	21	18	10,9	25,4	41,9
20.12.2018	0,7	77	91	996	-1,3	32	28	<5	22,1	29,8
21.12.2018	1,2	75	95	992	0,7	46	41	6,8	27,0	38,0
22.12.2018	1,3	307	88	986	7,2	10	8	<5	14,2	19,3
23.12.2018	0,5	308	88	992	6,6	10	9	<5	16,0	21,8
24.12.2018	1,4	272	85	993	2,9	9	7	<5	8,6	14,1
25.12.2018	1,0	292	88	1002	2,2	11	9	<5	12,1	17,4
26.12.2018	1,0	293	83	1001	3,8	12	11	<5	15,6	20,4
27.12.2018	bezvětří	bezvětří	99	1000	5,2	19	16	17,1	26,6	53,0
28.12.2018	0,9	292	94	998	5,2	18	16	<5	19,9	28,2
29.12.2018	0,7	292	94	1001	4,6	14	12	<5	22,3	30,7
30.12.2018	1,1	300	98	997	3,4	12	10	<5	14,2	20,1
31.12.2018	0,7	275	89	1003	3,1	20	17	<5	21,6	30,0
Průměr	bezvětří	bezvětří	91	994	2,2	25	22	10,9	22,7	40,0

* porucha

Pozn.: průměry rychlosti a směru větru jsou vypočteny vektorově, u ostatních parametrů se jedná o aritmetický průměr

Výsledky měření na místě

Průměrné 24-hodinové koncentrace

Detektor	Rychlost větru	Směr větru	R. V.	Tlak	Teplota	PM10	PM2.5	NO	NO ₂	NO _x
Jednotka	m/s	stupeň	%	hPa	°C	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Analyzátor	Meteostanice MVE					FIDAS 100	FIDAS 100	Horiba	Horiba	Horiba
Nejistota	(±) 0,8	(±) 20	(±) 11	(±) 4	(±) 1	(±) 15%	(±) 15%	(±) 10%	(±) 10%	(±) 10%
1.1.2019	0,7	316	96	995	3,5	23	20	<5	11,1	15,9
2.1.2019	2,2	284	80	992	1,3	11	9	<5	8,3	11,8
3.1.2019	1,9	281	85	1000	-2,3	13	11	<5	13,3	17,0
4.1.2019	0,9	284	90	1001	-2,4	17	15	<5	23,1	28,4
5.1.2019	0,6	288	96	991	1,6	17	15	6,9	21,1	32,1
6.1.2019	1,2	271	81	997	0,3	11	10	<5	10,0	14,0
7.1.2019	bezvětří	bezvětří	73	1002	-3,3	34	29	18,2	42,7	70,4
8.1.2019	0,6	45	100	984	-0,3	14	12	<5	20,7	28,2
9.1.2019	0,5	301	100	978	1,6	12	10	7,8	31,3	43,4
10.1.2019	0,5	259	97	990	0,1	34	30	16,5	32,7	58,6
11.1.2019	0,5	287	90	993	-1,7	24	21	12,7	28,3	47,9
12.1.2019	0,6	307	96	987	2,0	13	11	<5	22,8	29,1
13.1.2019	1,0	311	96	976	3,3	8	6	<5	9,9	14,3
14.1.2019	1,9	291	76	974	2,2	10	9	<5	12,4	15,4
15.1.2019	0,8	302	80	986	1,6	12	10	<5	19,7	24,3
16.1.2019	0,6	307	86	986	4,4	11	9	<5	24,1	31,0
17.1.2019	0,4	346	75	982	5,0	15	13	6,4	25,9	35,6
18.1.2019	1,2	291	73	990	1,5	15	13	<5	22,8	27,2
19.1.2019	0,3	275	91	995	-3,7	40	35	21,0	43,4	75,5
20.1.2019	0,7	277	87	992	-2,0	58	51	7,9	39,4	52,0
21.1.2019	0,7	275	93	996	-4,9	93	81	23,6	49,3	85,3
22.1.2019	0,5	272	100	989	-6,9	104	91	17,2	49,4	75,8
23.1.2019	0,4	188	95	979	-5,4	87	76	27,7	55,9	98,6
24.1.2019	0,6	225	84	983	-4,5	47	41	9,7	31,8	46,7
25.1.2019	1,0	279	87	988	-4,1	37	32	6,3	29,1	38,9
26.1.2019	bezvětří	bezvětří	92	982	-2,0	35	30	5,1	29,0	37,9
27.1.2019	1,2	78	89	974	1,7	22	19	<5	17,0	20,1
28.1.2019	bezvětří	bezvětří	99	972	-0,2	38	33	12,0	41,7	60,0
29.1.2019	0,6	308	89	980	-0,4	19	17	5,1	30,4	37,9
30.1.2019	0,4	269	100	978	-7,9	52	46	27,1	58,1	99,6
31.1.2019	bezvětří	bezvětří	98	978	-4,5	111	97	65,2	84,5	184,1
Průměr	0,6	291	89	987	-0,9	33	29	10,8	30,3	47,0

* porucha

Pozn.: průměry rychlosti a směru větru jsou vypočteny vektorově, u ostatních parametrů se jedná o aritmetický průměr

Výsledky měření na místě

Průměrné 24-hodinové koncentrace

Detektor	Rychlost větru	Směr větru	R. V.	Tlak	Teplota	PM10	PM2.5	NO	NO ₂	NO _x
Jednotka	m/s	stupeň	%	hPa	°C	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Analyzátor	Meteostanice MVE					FIDAS 100	FIDAS 100	Horiba	Horiba	Horiba
Nejistota	(±) 0,8	(±) 20	(±) 11	(±) 4	(±) 1	(±) 15%	(±) 15%	(±) 10%	(±) 10%	(±) 10%
1.2.2019	1,6	76	89	975	3,0	36	31	<5	21,8	27,3
2.2.2019	2,2	78	83	973	9,4	15	13	<5	17,4	20,4
3.2.2019	0,3	245	100	982	3,3	21	19	9,5	25,9	40,4
4.2.2019	0,6	284	99	1002	0,7	14	12	10,9	36,6	52,9
5.2.2019	bezvětří	bezvětří	96	1004	-3,8	46	40	28,1	57,5	100,6
6.2.2019	0,6	280	94	1003	-4,1	63	55	21,9	54,7	88,3
7.2.2019	bezvětří	bezvětří	92	995	-2,9	56	49	18,6	37,7	65,5
8.2.2019	0,6	77	95	995	1,2	47	41	8,8	47,4	61,0
9.2.2019	1,4	77	91	991	2,7	39	34	<5	19,9	22,4
10.2.2019	1,5	76	89	984	4,3	33	29	<5	15,6	17,4
11.2.2019	1,4	297	82	983	4,5	18	16	<5	19,2	22,8
12.2.2019	2,1	287	71	999	2,2	13	12	<5	14,4	16,0
13.2.2019	0,4	299	92	1008	2,6	22	19	10,7	38,7	54,7
14.2.2019	0,5	279	96	1009	5,7	24	21	17,3	40,1	66,5
15.2.2019	0,8	287	88	1008	5,4	26	23	11,0	40,0	57,3
16.2.2019	bezvětří	bezvětří	90	1005	3,1	63	55	30,5	49,3	95,8
17.2.2019	bezvětří	bezvětří	88	1002	2,9	67	59	17,3	45,2	71,5
18.2.2019	bezvětří	bezvětří	*	*	*	*	*	*	*	*
19.2.2019	bezvětří	bezvětří	80	994	5,9	*	*	34,8	52,9	106,5
20.2.2019	0,5	286	79	998	5,2	30	27	7,9	35,5	47,6
21.2.2019	bezvětří	bezvětří	84	1000	6,0	29	25	11,0	36,9	53,4
22.2.2019	0,5	234	76	1005	2,2	15	13	<5	28,8	36,8
23.2.2019	0,5	245	58	1017	-2,6	22	20	<5	29,5	36,2
24.2.2019	bezvětří	bezvětří	69	1013	-1,3	42	37	9,2	38,8	53,2
25.2.2019	bezvětří	bezvětří	72	1009	2,4	56	49	29,4	52,5	97,5
26.2.2019	1,0	278	70	1003	6,5	42	37	17,8	34,8	61,8
27.2.2019	bezvětří	bezvětří	73	1000	6,1	35	31	19,3	51,9	81,2
28.2.2019	bezvětří	bezvětří	68	987	8,0	39	*	20,0	43,7	74,0
Průměr	bezvětří	bezvětří	84	998	2,9	35	31	13,4	36,5	56,6

* porucha

Pozn.: průměry rychlosti a směru větru jsou vypočteny vektorově, u ostatních parametrů se jedná o aritmetický průměr

Výsledky měření na místě

Průměrné 24-hodinové koncentrace

Detektor	Rychlost větru	Směr větru	R. V.	Tlak	Teplota	PM10	PM2.5	NO	NO ₂	NO _x
Jednotka	m/s	stupeň	%	hPa	°C	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Analyzátor	Meteostanice MVE					FIDAS 100	FIDAS 100	Horiba	Horiba	Horiba
Nejistota	(±) 0,8	(±) 20	(±) 11	(±) 4	(±) 1	(±) 15%	(±) 15%	(±) 10%	(±) 10%	(±) 10%
1.3.2019	0,3	284	85	985	7,9	53	46	16,0	43,0	67,2
2.3.2019	0,5	277	78	991	4,9	32	28	<5	24,3	29,5
3.3.2019	0,4	339	77	988	8,4	24	21	<5	18,2	20,7
4.3.2019	0,4	357	56	977	11,8	17	14	<5	20,0	24,2
5.3.2019	0,9	304	64	983	7,3	15	13	<5	16,5	19,3
6.3.2019	1,2	71	70	989	7,6	11	10	5,5	18,7	25,7
7.3.2019	1,1	68	58	980	12,4	16	14	<5	13,4	15,4
8.3.2019	0,9	310	56	989	10,6	11	10	<5	18,0	20,7
9.3.2019	0,8	318	70	989	8,4	12	10	<5	12,1	14,3
10.3.2019	0,8	309	82	983	7,9	11	9	<5	8,5	10,0
11.3.2019	1,3	296	73	988	4,6	12	10	<5	17,5	20,2
12.3.2019	0,8	291	69	994	4,3	12	11	<5	22,3	26,1
13.3.2019	0,4	22	63	986	6,2	13	11	<5	18,3	22,5
14.3.2019	1,0	309	79	981	6,0	11	10	<5	15,3	18,4
15.3.2019	1,0	305	77	979	8,1	15	13	<5	16,2	18,8
16.3.2019	0,8	302	85	984	7,3	13	11	<5	11,9	13,7
17.3.2019	0,6	68	73	982	12,1	20	18	<5	20,6	26,1
18.3.2019	1,1	293	62	991	7,4	11	9	<5	18,8	21,0
19.3.2019	1,0	282	64	1000	5,0	17	15	7,5	25,9	36,1
20.3.2019	0,6	280	63	1008	4,5	21	19	6,7	31,3	41,3
21.3.2019	0,3	273	63	1009	6,7	34	30	17,4	41,0	67,3
22.3.2019	bezvětří	bezvětří	76	1006	9,5	44	39	19,9	42,1	72,6
23.3.2019	0,4	281	79	1001	11,1	38	33	8,5	31,1	44,2
24.3.2019	0,3	209	70	996	10,9	33	29	<5	25,8	32,4
25.3.2019	1,3	287	78	990	7,0	18	16	<5	21,8	25,8
26.3.2019	1,5	285	65	998	6,2	16	14	<5	18,3	21,2
27.3.2019	0,7	271	59	1003	7,5	16	14	7,5	30,5	41,1
28.3.2019	0,4	278	83	1006	8,4	27	24	6,9	30,4	40,8
29.3.2019	bezvětří	bezvětří	73	1006	8,8	23	21	18,4	39,3	67,5
30.3.2019	bezvětří	bezvětří	65	999	10,3	24	21	5,3	25,0	32,5
31.3.2019	0,5	252	59	995	12,3	28	25	<5	23,1	29,0
Průměr	0,5	301	70	992	8,1	21	18	5,8	23,2	31,1

* porucha

Pozn.: průměry rychlosti a směru větru jsou vypočteny vektorově, u ostatních parametrů se jedná o aritmetický průměr

Výsledky měření na místě

Průměrné 24-hodinové koncentrace

Detektor	Rychlost větru	Směr větru	R. V.	Tlak	Teplota	PM10	PM2.5	NO	NO ₂	NO _x
Jednotka	m/s	stupeň	%	hPa	°C	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Analyzátor	Meteostanice MVE					FIDAS 100	FIDAS 100	Horiba	Horiba	Horiba
Nejistota	(±) 0,8	(±) 20	(±) 11	(±) 4	(±) 1	(±) 15%	(±) 15%	(±) 10%	(±) 10%	(±) 10%
1.4.2019	0,6	189	48	997	9,7	26	23	9,9	33,8	48,2
2.4.2019	0,8	77	48	991	11,2	24	21	8,2	24,7	35,4
3.4.2019	2,1	76	41	983	14,2	34	30	<5	18,7	21,1
4.4.2019	2,7	76	45	979	15,0	35	31	<5	10,6	11,7
5.4.2019	1,0	75	46	980	15,9	28	24	5,3	26,7	33,4
6.4.2019	bezvětří	bezvětří	87	983	10,3	18	16	<5	19,1	20,6
7.4.2019	bezvětří	bezvětří	72	982	11,4	21	19	6,2	28,9	38,1
8.4.2019	0,5	259	61	983	14,0	42	37	6,5	35,2	44,3
9.4.2019	0,6	248	59	984	13,0	38	34	5,9	33,7	41,8
10.4.2019	0,5	218	64	987	8,6	34	30	8,5	38,8	51,0
11.4.2019	0,7	230	60	992	6,4	31	28	<5	29,4	36,1
12.4.2019	0,7	230	68	994	5,0	36	32	6,4	32,9	41,8
13.4.2019	0,9	262	100	994	3,2	21	18	<5	22,6	27,5
14.4.2019	0,5	219	70	993	9,3	34	30	5,0	25,3	32,2
15.4.2019	0,5	228	43	997	10,1	31	27	6,7	38,2	48,1
16.4.2019	bezvětří	bezvětří	46	996	10,1	29	25	11,0	42,4	58,7
17.4.2019	0,5	202	60	999	11,4	26	23	10,1	38,6	53,4
18.4.2019	0,4	247	56	1003	13,8	28	24	9,3	40,9	54,4
19.4.2019	0,4	235	45	1005	15,3	39	34	<5	28,4	31,9
20.4.2019	bezvětří	bezvětří	43	1003	14,9	29	25	<5	27,8	34,4
21.4.2019	bezvětří	bezvětří	48	996	14,1	20	17	<5	24,3	27,9
22.4.2019	bezvětří	bezvětří	56	990	13,3	20	18	<5	19,1	21,7
23.4.2019	1,8	73	78	988	11,6	20	17	7,0	23,0	31,5
24.4.2019	2,9	74	71	987	16,1	29	25	<5	9,9	10,5
25.4.2019	1,5	71	58	988	19,9	53	47	<5	13,9	17,8
26.4.2019	0,8	60	54	985	19,9	54	47	<5	15,4	20,0
27.4.2019	0,8	292	77	989	11,9	15	13	<5	12,8	13,2
28.4.2019	1,1	280	79	991	10,9	15	13	<5	12,0	14,1
29.4.2019	1,1	285	97	989	9,9	9	8	<5	16,9	18,6
30.4.2019	0,8	274	85	986	12,8	20	18	5,7	21,2	28,6
Průměr	bezvětří	bezvětří	62	990	12,1	29	25	5,4	25,5	32,3

* porucha

Pozn.: průměry rychlosti a směru větru jsou vypočteny vektorově, u ostatních parametrů se jedná o aritmetický průměr

Výsledky měření na místě

Průměrné 24-hodinové koncentrace

Detektor	Rychlost větru	Směr větru	R. V.	Tlak	Teplota	PM10	PM2.5	NO	NO ₂	NO _x
Jednotka	m/s	stupeň	%	hPa	°C	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Analýzátor	Meteostanice MVE					FIDAS 100	FIDAS 100	Horiba	Horiba	Horiba
Nejistota	(±) 0,8	(±) 20	(±) 11	(±) 4	(±) 1	(±) 15%	(±) 15%	(±) 10%	(±) 10%	(±) 10%
1.5.2019	1,4	287	64	985	14,3	30	26	<5	13,1	13,8
2.5.2019	0,6	307	64	982	15,7	23	21	<5	20,7	23,2
3.5.2019	0,4	287	91	983	11,1	21	19	5,3	31,5	39,2
4.5.2019	bezvětří	bezvětří	80	981	10,6	14	12	<5	13,9	18,7
5.5.2019	0,7	256	79	986	6,7	17	14	<5	10,7	12,4
6.5.2019	1,3	274	67	989	8,2	14	12	<5	14,9	17,8
7.5.2019	0,4	288	65	992	8,3	17	15	6,2	29,5	38,2
8.5.2019	1,7	76	59	987	11,9	15	13	<5	11,9	15,9
9.5.2019	1,3	74	96	979	10,3	15	13	<5	17,4	19,1
10.5.2019	bezvětří	bezvětří	88	984	12,2	14	12	<5	22,9	29,9
11.5.2019	bezvětří	bezvětří	75	987	14,2	22	20	7,3	17,6	26,7
12.5.2019	0,4	252	95	996	10,9	12	11	<5	13,5	15,9
13.5.2019	0,6	251	75	1004	9,1	21	18	<5	22,4	27,8
14.5.2019	0,9	274	91	999	6,5	13	12	<5	21,8	27,5
15.5.2019	0,9	278	97	992	7,7	12	10	5,7	19,2	27,2
16.5.2019	0,4	287	92	989	11,1	14	11	5,4	19,9	27,6
17.5.2019	0,5	65	77	987	14,5	13	*	5,1	14,7	20,7
18.5.2019	0,4	65	69	985	16,1	14	13	<5	13,8	17,0
19.5.2019	bezvětří	bezvětří	82	981	16,8	17	15	<5	17,8	21,2
20.5.2019	1,0	69	90	979	15,3	15	13	<5	12,9	16,8
21.5.2019	bezvětří	bezvětří	83	980	15,7	15	13	<5	15,8	19,4
22.5.2019	1,4	296	97	984	13,7	11	10	<5	16,1	17,7
23.5.2019	1,3	293	89	990	12,8	13	11	<5	17,7	20,0
24.5.2019	0,4	277	69	989	16,2	15	13	<5	26,5	31,6
25.5.2019	0,4	289	71	989	17,2	17	15	<5	17,0	18,1
26.5.2019	bezvětří	bezvětří	73	989	19,0	17	15	<5	16,8	17,9
27.5.2019	0,9	75	80	986	18,9	19	16	<5	15,4	16,9
28.5.2019	0,6	58	100	981	15,5	20	17	<5	16,5	18,5
29.5.2019	0,7	267	77	991	13,9	16	14	<5	22,7	29,1
30.5.2019	0,6	273	74	998	12,6	17	15	<5	28,4	33,6
31.5.2019	0,4	274	66	999	17,3	17	15	<5	28,1	32,6
Průměr	bezvětří	bezvětří	80	988	13,0	16	14	<5	18,7	23,0

* porucha

Pozn.: průměry rychlosti a směru větru jsou vypočteny vektorově, u ostatních parametrů se jedná o aritmetický průměr

Výsledky měření na místě

Průměrné 24-hodinové koncentrace

Detektor	Rychlost větru	Směr větru	R. V.	Tlak	Teplota	PM10	PM2.5	NO	NO ₂	NO _x
Jednotka	m/s	stupeň	%	hPa	°C	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Analyzátor	Meteostanice MVE					FIDAS 100	FIDAS 100	Horiba	Horiba	Horiba
Nejistota	(±) 0,8	(±) 20	(±) 11	(±) 4	(±) 1	(±) 15%	(±) 15%	(±) 10%	(±) 10%	(±) 10%
1.6.2019	0,6	280	76	997	19,5	18	16	<5	17,6	19,1
2.6.2019	0,5	270	67	994	21,9	16	14	<5	17,5	18,9
3.6.2019	0,4	279	69	991	22,4	19	16	5,4	27,0	33,8
4.6.2019	bezvětří	bezvětří	68	988	23,2	24	21	<5	23,4	27,0
5.6.2019	bezvětří	bezvětří	74	986	21,6	20	17	5,3	24,8	31,5
6.6.2019	0,7	72	75	987	21,2	18	15	<5	15,0	15,6
7.6.2019	bezvětří	bezvětří	84	990	20,8	20	17	<5	18,7	20,2
8.6.2019	0,7	292	82	996	18,7	16	14	<5	15,6	16,6
9.6.2019	0,4	261	67	998	21,2	20	17	<5	21,6	23,2
10.6.2019	0,8	70	70	991	24,5	25	22	<5	17,3	20,8
11.6.2019	1,1	71	61	988	26,6	19	16	<5	12,7	13,4
12.6.2019	1,8	74	62	987	26,5	23	20	<5	10,3	10,3
13.6.2019	0,8	64	68	988	25,6	28	25	<5	12,3	12,5
14.6.2019	0,4	261	80	993	25,2	48	42	<5	25,6	28,4
15.6.2019	0,7	66	61	988	26,7	25	22	<5	11,9	12,4
16.6.2019	1,0	286	79	992	21,8	19	16	<5	9,4	9,7
17.6.2019	0,5	269	64	995	22,2	19	17	<5	25,0	28,5
18.6.2019	0,4	273	66	992	23,1	26	23	<5	26,3	28,7
19.6.2019	bezvětří	bezvětří	82	988	22,3	24	21	<5	20,1	21,9
20.6.2019	bezvětří	bezvětří	86	988	21,4	17	15	<5	15,8	17,5
21.6.2019	0,5	290	79	991	22,3	18	15	<5	15,3	17,0
22.6.2019	0,3	265	88	994	20,9	19	*	<5	12,9	14,2
23.6.2019	0,5	262	72	993	22,4	18	15	<5	12,3	13,2
24.6.2019	0,6	264	58	997	23,7	19	17	<5	21,9	24,3
25.6.2019	bezvětří	bezvětří	69	999	25,7	22	19	<5	16,8	18,5
26.6.2019	0,4	38	65	997	28,3	26	23	<5	17,1	19,3
27.6.2019	1,0	291	56	994	26,1	22	19	<5	15,3	16,2
28.6.2019	0,4	269	58	997	20,5	17	15	<5	21,9	25,7
29.6.2019	0,5	287	60	997	21,7	15	13	<5	12,0	13,0
30.6.2019	0,6	67	52	993	26,0	19	17	<5	10,1	10,8
Průměr	bezvětří	bezvětří	70	992	23,1	21	19	<5	17,5	19,4

* porucha

Pozn.: průměry rychlosti a směru větru jsou vypočteny vektorově, u ostatních parametrů se jedná o aritmetický průměr

Výsledky měření na místě

Průměrné 24-hodinové koncentrace

Detektor	Rychlost větru	Směr větru	R. V.	Tlak	Teplota	PM10	PM2.5	NO	NO ₂	NO _x
Jednotka	m/s	stupeň	%	hPa	°C	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Analyzátor	Meteostanice MVE					FIDAS 100	FIDAS 100	Horiba	Horiba	Horiba
Nejistota	(±) 0,8	(±) 20	(±) 11	(±) 4	(±) 1	(±) 15%	(±) 15%	(±) 10%	(±) 10%	(±) 10%
1.7.2019	0,7	67	71	991	24,9	24	22	<5	13,2	13,9
2.7.2019	0,8	285	69	992	22,1	21	18	<5	10,5	11,4
3.7.2019	0,9	281	51	995	19,8	15	13	<5	17,0	19,8
4.7.2019	0,6	283	51	996	19,5	15	13	<5	19,4	22,5
5.7.2019	0,7	285	60	990	19,6	17	15	<5	14,6	16,7
6.7.2019	bezvětří	bezvětří	49	985	23,7	18	16	<5	12,6	13,4
7.7.2019	1,1	286	56	984	21,1	15	13	<5	12,0	13,1
8.7.2019	1,0	284	52	990	17,1	15	13	<5	11,7	13,3
9.7.2019	1,0	285	51	991	17,2	14	13	<5	10,6	12,4
10.7.2019	1,1	287	54	991	17,3	15	13	<5	10,6	11,6
11.7.2019	0,7	284	55	988	18,5	15	13	<5	13,6	17,5
12.7.2019	bezvětří	bezvětří	91	987	15,8	18	16	<5	20,7	24,5
13.7.2019	0,4	295	94	986	16,5	23	20	<5	13,7	15,2
14.7.2019	0,6	282	76	988	18,6	15	13	<5	12,7	14,8
15.7.2019	0,6	282	71	990	18,2	14	12	<5	17,8	21,9
16.7.2019	0,9	282	70	989	17,8	17	15	<5	14,8	17,9
17.7.2019	0,7	283	59	989	19,2	15	13	<5	14,4	17,4
18.7.2019	0,3	287	58	988	20,2	22	19	<5	20,4	24,1
19.7.2019	bezvětří	bezvětří	77	991	20,4	22	19	<5	20,6	23,9
20.7.2019	bezvětří	bezvětří	67	991	23,9	25	22	<5	16,2	17,8
21.7.2019	bezvětří	bezvětří	83	994	22,0	21	18	<5	14,4	15,6
22.7.2019	bezvětří	bezvětří	69	997	22,8	19	17	7,2	16,9	26,2
23.7.2019	0,4	276	69	995	23,8	23	20	<5	23,0	26,6
24.7.2019	0,4	278	64	994	24,8	21	19	<5	20,6	25,5
25.7.2019	0,3	283	58	992	26,0	26	23	<5	21,7	24,9
26.7.2019	bezvětří	bezvětří	53	985	26,8	31	27	<5	28,8	34,4
27.7.2019	bezvětří	bezvětří	87	981	20,5	23	20	<5	17,9	20,0
28.7.2019	bezvětří	bezvětří	85	978	22,2	18	16	<5	13,5	15,2
29.7.2019	0,4	293	77	982	24,4	20	18	<5	15,9	18,2
30.7.2019	bezvětří	bezvětří	88	985	23,2	24	21	<5	16,1	19,3
31.7.2019	0,5	281	86	989	22,9	22	19	<5	16,9	19,9
Průměr	0,4	290	68	989	21,0	20	17	<5	16,2	19,0

* porucha

Pozn.: průměry rychlosti a směru větru jsou vypočteny vektorově, u ostatních parametrů se jedná o aritmetický průměr

Výsledky měření na místě

Průměrné 24-hodinové koncentrace

Detektor	Rychlost větru	Směr větru	R. V.	Tlak	Teplota	PM10	PM2.5	NO	NO ₂	NO _x
Jednotka	m/s	stupeň	%	hPa	°C	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Analyzátor	Meteostanice MVE					FIDAS 100	FIDAS 100	Horiba	Horiba	Horiba
Nejistota	(±) 0,8	(±) 20	(±) 11	(±) 4	(±) 1	(±) 15%	(±) 15%	(±) 10%	(±) 10%	(±) 10%
1.8.2019	0,7	286	67	991	23,1	18	15	<5	14,4	15,6
2.8.2019	0,8	282	68	988	21,7	17	15	<5	20,2	22,7
3.8.2019	0,9	290	79	988	19,1	13	11	<5	13,5	15,0
4.8.2019	0,4	282	66	991	20,5	13	12	<5	12,6	14,3
5.8.2019	bezvětří	bezvětří	79	989	20,0	17	15	<5	18,5	22,4
6.8.2019	bezvětří	bezvětří	77	988	22,4	16	14	<5	14,6	17,3
7.8.2019	0,5	294	78	984	23,1	17	15	<5	14,4	19,5
8.8.2019	0,3	305	72	988	22,1	14	12	<5	11,5	12,8
9.8.2019	bezvětří	bezvětří	64	989	23,8	15	13	<5	18,6	22,8
10.8.2019	0,6	294	75	990	23,9	16	14	<5	11,3	13,6
11.8.2019	bezvětří	bezvětří	74	993	22,4	14	12	<5	12,7	14,5
12.8.2019	0,7	284	78	989	23,0	22	19	<5	15,0	17,7
13.8.2019	1,0	289	78	992	20,0	16	14	<5	11,7	13,4
14.8.2019	0,3	272	74	992	18,9	15	13	<5	23,5	29,1
15.8.2019	bezvětří	bezvětří	62	991	19,4	13	11	<5	16,7	19,4
16.8.2019	0,4	289	82	992	18,8	17	14	<5	17,3	20,2
17.8.2019	bezvětří	bezvětří	79	991	19,2	15	13	<5	16,9	21,7
18.8.2019	0,4	58	61	988	25,1	14	12	<5	10,6	11,7
19.8.2019	0,5	290	68	991	24,6	16	14	<5	19,0	22,4
20.8.2019	0,5	273	84	994	23,5	29	25	<5	24,8	29,9
21.8.2019	1,0	284	87	1001	18,0	10	9	<5	14,1	15,8
22.8.2019	0,5	258	75	1001	19,4	17	14	5,2	27,9	34,8
23.8.2019	0,6	274	75	1000	21,4	22	19	<5	24,2	28,5
24.8.2019	0,5	279	76	997	23,5	26	23	<5	20,2	22,5
25.8.2019	bezvětří	bezvětří	81	996	22,6	23	20	<5	15,5	17,0
26.8.2019	bezvětří	bezvětří	86	996	22,2	25	22	<5	22,2	26,5
27.8.2019	bezvětří	bezvětří	83	995	23,2	23	20	5,1	20,8	27,5
28.8.2019	0,3	68	73	993	25,4	28	25	<5	19,9	23,9
29.8.2019	0,4	296	72	993	25,5	32	28	<5	22,4	27,6
30.8.2019	0,5	277	72	997	24,5	24	21	<5	25,7	28,7
31.8.2019	bezvětří	bezvětří	68	993	25,5	26	23	<5	21,3	23,5
Průměr	0,4	292	75	992	22,1	19	16	<5	17,8	21,0

* porucha

Pozn.: průměry rychlosti a směru větru jsou vypočteny vektorově, u ostatních parametrů se jedná o aritmetický průměr

Výsledky měření na místě

Průměrné 24-hodinové koncentrace

Detektor	Rychlost větru	Směr větru	R. V.	Tlak	Teplota	PM10	PM2.5	NO	NO ₂	NO _x
Jednotka	m/s	stupeň	%	hPa	°C	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Analyzátor	Meteostanice MVE					FIDAS 100	FIDAS 100	Horiba	Horiba	Horiba
Nejistota	(±) 0,8	(±) 20	(±) 11	(±) 4	(±) 1	(±) 15%	(±) 15%	(±) 10%	(±) 10%	(±) 10%
1.9.2019	bezvětří	bezvětří	61	988	26,0	23	21	<5	13,3	14,5
2.9.2019	0,5	272	95	993	17,5	15	13	<5	25,6	32,6
3.9.2019	0,8	284	73	998	16,7	12	10	<5	14,2	17,1
4.9.2019	bezvětří	bezvětří	67	995	18,4	14	12	5,0	21,2	27,8
5.9.2019	bezvětří	bezvětří	65	991	20,4	24	21	<5	21,7	27,4
6.9.2019	0,4	260	69	997	17,5	18	15	5,4	25,0	32,1
7.9.2019	0,3	288	100	993	14,8	14	12	<5	21,1	26,9
8.9.2019	0,4	279	100	992	14,8	15	13	<5	17,3	22,8
9.9.2019	bezvětří	bezvětří	92	987	14,8	15	13	<5	16,3	20,5
10.9.2019	bezvětří	bezvětří	79	994	15,9	12	10	<5	14,5	17,1
11.9.2019	bezvětří	bezvětří	76	999	17,6	15	13	6,7	21,2	30,6
12.9.2019	0,3	289	74	1004	18,4	13	12	<5	19,5	25,8
13.9.2019	bezvětří	bezvětří	78	1004	19,2	17	15	6,7	21,2	30,4
14.9.2019	bezvětří	bezvětří	64	1006	17,0	15	13	<5	19,2	24,1
15.9.2019	bezvětří	bezvětří	72	999	16,4	16	14	<5	12,9	15,8
16.9.2019	0,4	291	76	992	18,0	20	18	6,1	22,1	30,6
17.9.2019	0,9	290	73	990	15,9	17	15	5,4	17,4	23,8
18.9.2019	1,4	290	56	996	12,6	14	12	<5	10,8	13,0
19.9.2019	0,9	286	69	1001	10,8	18	16	6,1	14,9	23,4
20.9.2019	0,6	284	69	1002	10,8	16	14	6,1	18,4	27,5
21.9.2019	bezvětří	bezvětří	68	1000	12,8	17	15	<5	17,6	23,3
22.9.2019	0,5	68	60	992	14,5	17	15	5,4	19,2	26,7
23.9.2019	bezvětří	bezvětří	70	989	16,0	21	19	7,2	27,9	38,2
24.9.2019	bezvětří	bezvětří	83	988	15,4	36	32	13,8	34,4	55,7
25.9.2019	bezvětří	bezvětří	87	985	15,9	29	25	9,5	20,5	34,6
26.9.2019	bezvětří	bezvětří	82	989	15,2	16	14	5,5	20,4	28,5
27.9.2019	0,4	72	87	990	15,9	15	13	6,1	18,1	26,6
28.9.2019	0,4	306	88	991	15,9	10	9	<5	11,8	13,8
29.9.2019	bezvětří	bezvětří	78	986	17,3	11	9	<5	9,0	11,2
30.9.2019	1,0	300	64	982	17,4	13	11	<5	10,0	12,6
Průměr	0,3	297	76	994	16,3	17	15	<5	18,6	25,2

* porucha

Pozn.: průměry rychlosti a směru větru jsou vypočteny vektorově, u ostatních parametrů se jedná o aritmetický průměr

Výsledky měření na místě

Průměrné 24-hodinové koncentrace

Detektor	Rychlost větru	Směr větru	R. V.	Tlak	Teplota	PM10	PM2.5	NO	NO ₂	NO _x
Jednotka	m/s	stupeň	%	hPa	°C	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Analyzátor	Meteostanice MVE					FIDAS 100	FIDAS 100	Horiba	Horiba	Horiba
Nejistota	(±) 0,8	(±) 20	(±) 11	(±) 4	(±) 1	(±) 15%	(±) 15%	(±) 10%	(±) 10%	(±) 10%
1.10.2019	0,6	69	65	984	17,2	15	7	<5	12,0	15,4
2.10.2019	bezvětří	bezvětří	90	981	15,0	15	9	<5	17,3	21,0
3.10.2019	0,8	287	90	989	9,2	11	8	<5	19,3	25,2
4.10.2019	0,4	72	93	987	9,8	21	17	10,0	19,2	34,6
5.10.2019	bezvětří	bezvětří	99	983	9,4	18	16	<5	13,1	20,1
6.10.2019	0,4	257	79	993	7,7	24	22	<5	18,2	25,3
7.10.2019	0,6	277	81	994	5,7	38	35	8,1	26,4	38,9
8.10.2019	0,5	72	85	991	7,4	22	18	8,2	16,5	28,6
9.10.2019	0,7	70	97	987	11,0	20	17	<5	20,2	26,0
10.10.2019	0,6	304	85	991	11,6	8	5	<5	13,1	16,5
11.10.2019	bezvětří	bezvětří	81	996	12,5	13	8	<5	15,5	20,9
12.10.2019	0,4	70	85	994	14,2	18	14	<5	17,3	22,3
13.10.2019	bezvětří	bezvětří	87	995	13,5	19	14	6,4	19,1	28,4
14.10.2019	bezvětří	bezvětří	86	994	15,0	24	17	13,4	27,5	47,3
15.10.2019	2,1	75	63	986	19,6	30	20	<5	8,0	9,4
16.10.2019	bezvětří	bezvětří	88	990	13,6	23	18	<5	18,3	23,3
17.10.2019	bezvětří	bezvětří	85	993	12,6	18	16	10,6	25,1	41,2
18.10.2019	bezvětří	bezvětří	94	991	12,0	25	22	16,5	28,0	53,5
19.10.2019	bezvětří	bezvětří	93	990	13,2	20	17	6,9	22,4	32,9
20.10.2019	0,3	56	85	990	14,5	15	13	6,6	17,8	27,6
21.10.2019	0,3	287	88	994	15,4	27	24	21,8	32,6	65,9
22.10.2019	bezvětří	bezvětří	93	998	14,1	35	31	19,9	30,6	61,4
23.10.2019	bezvětří	bezvětří	88	994	14,9	46	40	19,4	37,3	67,1
24.10.2019	0,5	64	67	989	17,5	47	41	9,2	25,1	38,0
25.10.2019	bezvětří	bezvětří	95	996	11,8	55	48	21,4	34,1	66,6
26.10.2019	bezvětří	bezvětří	93	997	11,1	39	34	22,9	31,9	66,8
27.10.2019	bezvětří	bezvětří	86	993	13,0	31	27	9,3	26,3	40,4
28.10.2019	0,5	279	93	995	7,8	19	17	<5	18,3	23,9
29.10.2019	0,5	274	90	997	6,3	19	17	8,1	26,4	39,0
30.10.2019	0,6	268	86	1002	4,1	21	18	8,4	32,0	44,7
31.10.2019	0,5	277	91	1001	2,3	34	30	16,4	37,1	62,2
Průměr	bezvětří	bezvětří	86	992	11,7	25	21	9,2	22,8	36,6

* porucha

Pozn.: průměry rychlosti a směru větru jsou vypočteny vektorově, u ostatních parametrů se jedná o aritmetický průměr

**Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě**

Centrum hygienických laboratoří

Zkušební laboratoř č. 1393 akreditovaná ČIA podle ČSN EN ISO/IEC 17025:2005

Partyzánské náměstí 2633/7, Moravská Ostrava, 702 00 Ostrava

PROTOKOL č. 67953/2019

Zákazník : MĚSTO KROMĚŘÍŽ
Velké náměstí 115/1
767 01 Kroměříž

Číslo zakázky : 227
Příjem vzorku : 7.1.2019 14:20
Vyšetření vzorku : 7.1.2019 - 11.11.2019
Číslo jednací : ZU/28513/2018
Číslo spisu : S-ZU/28513/2018
Spisový znak : 4.0.4

Číslo objednávky : SML/748/2018

Vzorek číslo : 664
Datum odběru : 28.11.2018 - 29.11.2018 **Čas odběru :** 9:05 - 9:05
Název vzorku : Volné ovzduší - 1A
Místo odběru : Měřicí stanice - Areál ZŠ Kroměříž
Matrice : ovzduší vnější
Vzorkoval : Kiča David
Způsob odběru : stacionární odběr
Účel odběru : dle požadavku zákazníka

Výsledky zkoušení - chemické vyšetření

Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
benzo(a)pyren	6,7	ng/m ³	A	SOP OV 331.02 ³	±20%

Poznámka k odběru : Odběr vzorku je předmětem akreditace.

Vzorek číslo : 699
Datum odběru : 18.12.2018 - 19.12.2018 **Čas odběru :** 10:05 - 10:05
Název vzorku : Volné ovzduší - 2A
Místo odběru : Měřicí stanice - Areál ZŠ Kroměříž
Matrice : ovzduší vnější
Vzorkoval : Kiča David
Způsob odběru : stacionární odběr

Výsledky zkoušení - chemické vyšetření

Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
benzo(a)pyren	3,6	ng/m ³	A	SOP OV 331.02 ³	±20%

Poznámka k odběru : Odběr vzorku je předmětem akreditace.

Vzorek číslo : 15264
Datum odběru : 3.1.2019 - 4.1.2019 **Čas odběru :** 9:10 - 9:10
Název vzorku : Volné ovzduší - 3A
Místo odběru : Měřicí stanice - Areál ZŠ Kroměříž
Matrice : ovzduší vnější
Vzorkoval : Kiča David
Způsob odběru : stacionární odběr
Účel odběru : dle požadavku zákazníka

Výsledky zkoušení - chemické vyšetření

Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
benzo(a)pyren	0,53	ng/m ³	A	SOP OV 331.02 ³	±20%

Poznámka k odběru : Odběr vzorku je předmětem akreditace.

Vzorek číslo : 15266
Datum odběru : 22.1.2019 - 23.1.2019 **Čas odběru :** 10:00 - 10:00
Název vzorku : Volné ovzduší - 4A
Místo odběru : Měřicí stanice - Areál ZŠ Kroměříž
Matrice : ovzduší vnější
Vzorkoval : Kiča David
Způsob odběru : stacionární odběr
Účel odběru : dle požadavku zákazníka

Výsledky zkoušení - chemické vyšetření

Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
benzo(a)pyren	8,0	ng/m ³	A	SOP OV 331.02 ³	±20%

Poznámka k odběru : Odběr vzorku je předmětem akreditace.

Vzorek číslo : 15268
Datum odběru : 5.2.2019 - 6.2.2019 **Čas odběru :** 14:00 - 14:00
Název vzorku : Volné ovzduší - 5A
Místo odběru : Měřicí stanice - Areál ZŠ Kroměříž
Matrice : ovzduší vnější
Vzorkoval : Kiča David
Způsob odběru : stacionární odběr
Účel odběru : dle požadavku zákazníka

Výsledky zkoušení - chemické vyšetření

Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
benzo(a)pyren	4,7	ng/m ³	A	SOP OV 331.02 ³	±20%

Poznámka k odběru : Odběr vzorku je předmětem akreditace.

Vzorek číslo : 38948
Datum odběru : 18.2.2019 - 19.2.2019 **Čas odběru :** 9:20 - 9:20
Název vzorku : Volné ovzduší - 6A
Místo odběru : Měřicí stanice - Areál ZŠ Kroměříž
Matrice : ovzduší vnější
Vzorkoval : Kiča David
Způsob odběru : stacionární odběr
Účel odběru : dle požadavku zákazníka

Výsledky zkoušení - chemické vyšetření

Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
benzo(a)pyren	1,3	ng/m ³	A	SOP OV 331.02 ³	±20%

Poznámka k odběru : Odběr vzorku je předmětem akreditace.

Vzorek číslo :	38951	
Datum odběru :	5.3.2019 - 6.3.2019	Čas odběru : 10:00 - 10:00
Název vzorku :	Volné ovzduší - 7A	
Místo odběru :	Měřicí stanice - Areál ZŠ Kroměříž	
Matrice :	ovzduší vnější	
Vzorkoval :	Kiča David	
Způsob odběru :	stacionární odběr	
Účel odběru :	dle požadavku zákazníka	

Výsledky zkoušení - chemické vyšetření

Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
benzo(a)pyren	0,13	ng/m ³	A	SOP OV 331.02 ³	±20%

Poznámka k odběru : Odběr vzorku je předmětem akreditace.

Vzorek číslo :	38954	
Datum odběru :	26.3.2019 - 27.3.2019	Čas odběru : 10:00 - 10:00
Název vzorku :	Volné ovzduší - 8A	
Místo odběru :	Měřicí stanice - Areál ZŠ Kroměříž	
Matrice :	ovzduší vnější	
Vzorkoval :	Kiča David	
Způsob odběru :	stacionární odběr	
Účel odběru :	dle požadavku zákazníka	

Výsledky zkoušení - chemické vyšetření

Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
benzo(a)pyren	0,19	ng/m ³	A	SOP OV 331.02 ³	±20%

Poznámka k odběru : Odběr vzorku je předmětem akreditace.

Vzorek číslo :	78069	
Datum odběru :	12.4.2019 - 13.4.2019	Čas odběru : 9:00 - 9:00
Název vzorku :	Volné ovzduší - 9A	
Místo odběru :	Měřicí stanice - Areál ZŠ Kroměříž	
Matrice :	ovzduší vnější	
Vzorkoval :	Kiča David	
Způsob odběru :	stacionární odběr	
Účel odběru :	dle požadavku zákazníka	

Výsledky zkoušení - chemické vyšetření

Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
benzo(a)pyren	0,50	ng/m ³	A	SOP OV 331.02 ³	±20%

Poznámka k odběru : Odběr vzorku je předmětem akreditace.

Vzorek číslo :	78071	
Datum odběru :	21.5.2019 - 22.5.2019	Čas odběru : 12:00 - 12:00
Název vzorku :	Volné ovzduší - 10A	
Místo odběru :	Měřicí stanice - Areál ZŠ Kroměříž	
Matrice :	ovzduší vnější	
Vzorkoval :	Kiča David	
Způsob odběru :	stacionární odběr	
Účel odběru :	dle požadavku zákazníka	

Výsledky zkoušení - chemické vyšetření

Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
benzo(a)pyren	<0,030	ng/m ³	A	SOP OV 331.02 ³	-

Poznámka k odběru : Odběr vzorku je předmětem akreditace.

Vzorek číslo : 78074
Datum odběru : 18.6.2019 - 19.6.2019 **Čas odběru :** 10:00 - 10:00
Název vzorku : Volné ovzduší - 11A
Místo odběru : Měřicí stanice - Areál ZŠ Kroměříž
Matrice : ovzduší vnější
Vzorkoval : Kiča David
Způsob odběru : stacionární odběr
Účel odběru : dle požadavku zákazníka

Výsledky zkoušení - chemické vyšetření

Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
benzo(a)pyren	<0,030	ng/m ³	A	SOP OV 331.02 ³	-

Poznámka k odběru : Odběr vzorku je předmětem akreditace.

Vzorek číslo : 124150
Datum odběru : 9.7.2019 - 10.7.2019 **Čas odběru :** 10:00 - 10:00
Název vzorku : Volné ovzduší - 12A
Místo odběru : Měřicí stanice - Areál ZŠ Kroměříž
Matrice : ovzduší vnější
Vzorkoval : Kiča David
Způsob odběru : stacionární odběr
Účel odběru : dle požadavku zákazníka

Výsledky zkoušení - chemické vyšetření

Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
benzo(a)pyren	<0,030	ng/m ³	A	SOP OV 331.02 ³	-

Poznámka k odběru : Odběr vzorku je předmětem akreditace.

Vzorek číslo : 124152
Datum odběru : 13.8.2019 - 14.8.2019 **Čas odběru :** 10:00 - 10:00
Název vzorku : Volné ovzduší - 13A
Místo odběru : Měřicí stanice - Areál ZŠ Kroměříž
Matrice : ovzduší vnější
Vzorkoval : Kiča David
Způsob odběru : stacionární odběr
Účel odběru : dle požadavku zákazníka

Výsledky zkoušení - chemické vyšetření

Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
benzo(a)pyren	<0,030	ng/m ³	A	SOP OV 331.02 ³	-

Poznámka k odběru : Odběr vzorku je předmětem akreditace.

Vzorek číslo :	124154	
Datum odběru :	19.9.2019 - 20.9.2019	Čas odběru : 11:00 - 11:00
Název vzorku :	Volné ovzduší - 14A	
Místo odběru :	Měřicí stanice - Areál ZŠ Kroměříž	
Matrice :	ovzduší vnější	
Vzorkoval :	Kiča David	
Způsob odběru :	stacionární odběr	
Účel odběru :	dle požadavku zákazníka	

Výsledky zkoušení - chemické vyšetření

Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
benzo(a)pyren	0,27	ng/m ³	A	SOP OV 331.02 ³	±20%

Poznámka k odběru : Odběr vzorku je předmětem akreditace.

Vzorek číslo :	124156	
Datum odběru :	16.10.2019 - 17.10.2019	Čas odběru : 11:00 - 11:00
Název vzorku :	Volné ovzduší - 15A	
Místo odběru :	Měřicí stanice - Areál ZŠ Kroměříž	
Matrice :	ovzduší vnější	
Vzorkoval :	Kiča David	
Způsob odběru :	stacionární odběr	
Účel odběru :	dle požadavku zákazníka	

Výsledky zkoušení - chemické vyšetření

Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
benzo(a)pyren	0,46	ng/m ³	A	SOP OV 331.02 ³	±20%

Poznámka k odběru : Odběr vzorku je předmětem akreditace.

Upřesnění SOP :

SOP OV 331.02 (EPA TO 13)

Místo provedení zkoušky (pracoviště) :

⁽³⁾ - analýzy provedeny pracovištěm Karviná (Těřeškovové 2206, 734 01 Karviná-Mizerov)

Metody v sloupci TYP:"A" akreditovaná zkouška

< výsledek pod mezí stanovitelnosti, > výsledek je vyšší než uvedená hodnota

Výsledky se týkají pouze zkoušených vzorků.

Bez písemného souhlasu laboratoře se nesmí protokol reprodukovat jinak než celý.

Uvedené rozšířené nejistoty měření jsou součinem standardní nejistoty měření a koeficientu rozšíření k=2, což odpovídá hladině spolehlivosti přibližně 95 %, nezohledňují vlivy odběrů vzorků.

Kontroloval : Miturová Hana, Ing.

Protokol vyhotovil: Kiča David

Počet stran: 5

Dne: 29.11.2019

Ing. Lucie Hellebrandová
vedoucí Centra hygienických laboratoří



Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě

Centrum hygienických laboratoří

Zkušební laboratoř č. 1393 akreditovaná ČIA podle ČSN EN ISO/IEC 17025:2005

Partyzánské náměstí 2633/7, Moravská Ostrava, 702 00 Ostrava

PROTOKOL č. 67954/2019

Zákazník : MĚSTO KROMĚŘÍŽ
Velké náměstí 115/1
767 01 Kroměříž

Číslo zakázky : 227
Příjem vzorku : 7.1.2019 14:20
Vyšetření vzorku : 7.1.2019 - 12.11.2019
Číslo jednací : ZU/28513/2018
Číslo spisu : S-ZU/28513/2018
Spisový znak : 4.0.4

Číslo objednávky : SML/748/2018

Vzorek číslo : 665
Datum odběru : 28.11.2018 - 29.11.2018 **Čas odběru :** 9:05 - 9:05
Název vzorku : Volné ovzduší - 1B
Místo odběru : Měřicí stanice - Areál ZŠ Kroměříž
Matrice : ovzduší vnější
Vzorkoval : Kiča David
Způsob odběru : stacionární odběr
Účel odběru : dle požadavku zákazníka

Výsledky zkoušení - chemické vyšetření

Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
hliník	0,182	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%
arzen	0,00182	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%
kadmium	0,000809	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%
nikl	0,00625	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%
olovo	0,0166	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%

Poznámka k odběru : Odběr vzorku je předmětem akreditace.

Vzorek číslo : 700
Datum odběru : 18.12.2018 - 19.12.2018 **Čas odběru :** 10:05 - 10:05
Název vzorku : Volné ovzduší - 2B
Místo odběru : Měřicí stanice - Areál ZŠ Kroměříž
Matrice : ovzduší vnější
Vzorkoval : Kiča David
Způsob odběru : stacionární odběr

Výsledky zkoušení - chemické vyšetření

Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
hliník	0,0857	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%
arzen	0,00370	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%
kadmium	0,000780	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%
nikl	0,00416	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%
olovo	0,00850	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%

Poznámka k odběru : Odběr vzorku je předmětem akreditace.

Vzorek číslo :	15265	
Datum odběru :	3.1.2019 - 4.1.2019	Čas odběru : 9:10 - 9:10
Název vzorku :	Volné ovzduší - 3B	
Místo odběru :	Měřicí stanice - Areál ZŠ Kroměříž	
Matrice :	ovzduší vnější	
Vzorkoval :	Kiča David	
Způsob odběru :	stacionární odběr	
Účel odběru :	dle požadavku zákazníka	

Výsledky zkoušení - chemické vyšetření

Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
hliník	0,0280	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%
arzen	0,00174	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%
kadmium	0,0000854	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%
nikl	<0,00140	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	-
olovo	0,00502	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%

Poznámka k odběru : Odběr vzorku je předmětem akreditace.

Vzorek číslo :	15267	
Datum odběru :	22.1.2019 - 23.1.2019	Čas odběru : 10:00 - 10:00
Název vzorku :	Volné ovzduší - 4B	
Místo odběru :	Měřicí stanice - Areál ZŠ Kroměříž	
Matrice :	ovzduší vnější	
Vzorkoval :	Kiča David	
Způsob odběru :	stacionární odběr	
Účel odběru :	dle požadavku zákazníka	

Výsledky zkoušení - chemické vyšetření

Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
hliník	0,0941	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%
arzen	0,00432	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%
kadmium	0,00121	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%
nikl	0,00149	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%
olovo	0,0444	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%

Poznámka k odběru : Odběr vzorku je předmětem akreditace.

Vzorek číslo :	15269	
Datum odběru :	5.2.2019 - 6.2.2019	Čas odběru : 14:00 - 14:00
Název vzorku :	Volné ovzduší - 5B	
Místo odběru :	Měřicí stanice - Areál ZŠ Kroměříž	
Matrice :	ovzduší vnější	
Vzorkoval :	Kiča David	
Způsob odběru :	stacionární odběr	
Účel odběru :	dle požadavku zákazníka	

Výsledky zkoušení - chemické vyšetření

Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
hliník	0,0861	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%
arzen	0,00421	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%
kadmium	0,000635	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%
nikl	<0,00140	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	-
olovo	0,0113	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%

Poznámka k odběru : Odběr vzorku je předmětem akreditace.

Vzorek číslo :	38949	
Datum odběru :	18.2.2019 - 19.2.2019	Čas odběru : 9:20 - 9:20
Název vzorku :	Volné ovzduší - 6B	
Místo odběru :	Měřicí stanice - Areál ZŠ Kroměříž	
Matrice :	ovzduší vnější	
Vzorkoval :	Kiča David	
Způsob odběru :	stacionární odběr	
Účel odběru :	dle požadavku zákazníka	

Výsledky zkoušení - chemické vyšetření

Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
hlinitík	0,408	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%
arzen	0,00253	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%
kadmium	0,000865	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%
nikl	0,00348	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%
olovo	0,0164	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%

Poznámka k odběru : Odběr vzorku je předmětem akreditace.

Vzorek číslo :	38952	
Datum odběru :	5.3.2019 - 6.3.2019	Čas odběru : 10:00 - 10:00
Název vzorku :	Volné ovzduší - 7B	
Místo odběru :	Měřicí stanice - Areál ZŠ Kroměříž	
Matrice :	ovzduší vnější	
Vzorkoval :	Kiča David	
Způsob odběru :	stacionární odběr	
Účel odběru :	dle požadavku zákazníka	

Výsledky zkoušení - chemické vyšetření

Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
hlinitík	0,0478	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%
arzen	0,000235	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%
kadmium	0,0000728	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%
nikl	<0,00140	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	-
olovo	0,00189	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%

Poznámka k odběru : Odběr vzorku je předmětem akreditace.

Vzorek číslo :	38955	
Datum odběru :	26.3.2019 - 27.3.2019	Čas odběru : 10:00 - 10:00
Název vzorku :	Volné ovzduší - 8B	
Místo odběru :	Měřicí stanice - Areál ZŠ Kroměříž	
Matrice :	ovzduší vnější	
Vzorkoval :	Kiča David	
Způsob odběru :	stacionární odběr	
Účel odběru :	dle požadavku zákazníka	

Výsledky zkoušení - chemické vyšetření

Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
hlinitík	0,0969	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%
arzen	0,000685	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%
kadmium	0,0000678	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%
nikl	<0,00140	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	-

Výsledky zkoušení - chemické vyšetření

Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
olovo	0,00400	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%

Poznámka k odběru : Odběr vzorku je předmětem akreditace.

Vzorek číslo : 78070
Datum odběru : 12.4.2019 - 13.4.2019 **Čas odběru :** 9:00 - 9:00
Název vzorku : Volné ovzduší - 9B
Místo odběru : Měřicí stanice - Areál ZŠ Kroměříž
Matrice : ovzduší vnější
Vzorkoval : Kiča David
Způsob odběru : stacionární odběr
Účel odběru : dle požadavku zákazníka

Výsledky zkoušení - chemické vyšetření

Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
hlíník	0,138	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%
arzen	0,000411	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%
kadmium	0,00189	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%
nikl	0,00114	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%
olovo	0,00816	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%

Poznámka k odběru : Odběr vzorku je předmětem akreditace.

Vzorek číslo : 78072
Datum odběru : 21.5.2019 - 22.5.2019 **Čas odběru :** 12:00 - 12:00
Název vzorku : Volné ovzduší - 10B
Místo odběru : Měřicí stanice - Areál ZŠ Kroměříž
Matrice : ovzduší vnější
Vzorkoval : Kiča David
Způsob odběru : stacionární odběr
Účel odběru : dle požadavku zákazníka

Výsledky zkoušení - chemické vyšetření

Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
hlíník	0,126	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%
arzen	0,000211	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%
kadmium	0,00297	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%
nikl	0,00100	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%
olovo	0,00263	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%

Poznámka k odběru : Odběr vzorku je předmětem akreditace.

Vzorek číslo : 78075
Datum odběru : 18.6.2019 - 19.6.2019 **Čas odběru :** 10:00 - 10:00
Název vzorku : Volné ovzduší - 11B
Místo odběru : Měřicí stanice - Areál ZŠ Kroměříž
Matrice : ovzduší vnější
Vzorkoval : Kiča David
Způsob odběru : stacionární odběr
Účel odběru : dle požadavku zákazníka

Výsledky zkoušení - chemické vyšetření

Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
hliník	0,270	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%
arzen	0,000478	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%
kadmium	0,000219	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%
nikl	0,000922	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%
olovo	0,00681	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%

Poznámka k odběru : Odběr vzorku je předmětem akreditace.

Vzorek číslo : 124151
Datum odběru : 9.7.2019 - 10.7.2019 **Čas odběru :** 10:00 - 10:00
Název vzorku : Volné ovzduší - 12B
Místo odběru : Měřicí stanice - Areál ZŠ Kroměříž
Matrice : ovzduší vnější
Vzorkoval : Kiča David
Způsob odběru : stacionární odběr
Účel odběru : dle požadavku zákazníka

Výsledky zkoušení - chemické vyšetření

Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
hliník	0,175	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%
arzen	0,000193	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%
kadmium	0,0000769	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%
nikl	0,00187	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%
olovo	0,00154	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%

Poznámka k odběru : Odběr vzorku je předmětem akreditace.

Vzorek číslo : 124153
Datum odběru : 13.8.2019 - 14.8.2019 **Čas odběru :** 10:00 - 10:00
Název vzorku : Volné ovzduší - 13B
Místo odběru : Měřicí stanice - Areál ZŠ Kroměříž
Matrice : ovzduší vnější
Vzorkoval : Kiča David
Způsob odběru : stacionární odběr
Účel odběru : dle požadavku zákazníka

Výsledky zkoušení - chemické vyšetření

Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
hliník	0,0850	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%
arzen	0,000663	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%
kadmium	0,0000585	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%
nikl	0,00109	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%
olovo	0,00195	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%

Poznámka k odběru : Odběr vzorku je předmětem akreditace.

Vzorek číslo :	124155	
Datum odběru :	19.9.2019 - 20.9.2019	Čas odběru : 11:00 - 11:00
Název vzorku :	Volné ovzduší - 14B	
Místo odběru :	Měřicí stanice - Areál ZŠ Kroměříž	
Matrice :	ovzduší vnější	
Vzorkoval :	Kiča David	
Způsob odběru :	stacionární odběr	
Účel odběru :	dle požadavku zákazníka	

Výsledky zkoušení - chemické vyšetření

Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
hliník	0,159	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%
arzen	0,000403	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%
kadmium	0,000110	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%
nikl	0,00202	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%
olovo	0,0287	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%

Poznámka k odběru : Odběr vzorku je předmětem akreditace.

Vzorek číslo :	124157	
Datum odběru :	16.10.2019 - 17.10.2019	Čas odběru : 11:00 - 11:00
Název vzorku :	Volné ovzduší - 15B	
Místo odběru :	Měřicí stanice - Areál ZŠ Kroměříž	
Matrice :	ovzduší vnější	
Vzorkoval :	Kiča David	
Způsob odběru :	stacionární odběr	
Účel odběru :	dle požadavku zákazníka	

Výsledky zkoušení - chemické vyšetření

Ukazatel	Hodnota	Jednotka	TYP	Použitá metoda	Nejistota
hliník	0,116	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%
arzen	0,000556	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%
kadmium	0,000160	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%
nikl	<0,000820	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	-
olovo	0,00234	µg/m ³	A	SOP OV 201.04 ¹	±20%

Poznámka k odběru : Odběr vzorku je předmětem akreditace.

Upřesnění SOP :

SOP OV 201.04 (ČSN EN ISO 17294-1, ČSN EN ISO 17294-2)

Místo provedení zkoušky (pracoviště) :

⁽¹⁾ - analýzy provedeny pracovištěm Ostrava (Partyzánské náměstí 2633/7, Moravská Ostrava, 702 00 Ostrava)

Metody v sloupci TYP:"A" akreditovaná zkouška

< výsledek pod mezí stanovitelnosti, > výsledek je vyšší než uvedená hodnota

Výsledky se týkají pouze zkoušených vzorků.

Bez písemného souhlasu laboratoře se nesmí protokol reprodukovat jinak než celý.

Uvedené rozšířené nejistoty měření jsou součinem standardní nejistoty měření a koeficientu rozšíření k=2, což odpovídá hladině spolehlivosti přibližně 95 %, nezohledňují vlivy odběrů vzorků.

Kontroloval : Miturová Hana, Ing.

Protokol vyhotovil: Kiča David

Počet stran: 6

Dne: 29.11.2019

Ing. Lucie Hellebrandová
vedoucí Centra hygienických laboratoří

ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA

ČÁST 2– HLUK

Měření hluku v Kroměříži



Ministerstvo životního prostředí



STÁTNÍ FOND
ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
ČESKÉ REPUBLIKY

Tento projekt je spolufinancován
Státním fondem životního prostředí ČR
na základě rozhodnutí ministra životního prostředí.
www.mzp.cz www.sfzp.cz

Zpracování analýzy kvality ovzduší a měření hluku v Kroměříži

ČÁST 2 - HLUK

Objednatel: Město Kroměříž
Velké náměstí 115, 767 01 Kroměříž
IČ: 00287351

Zhotovitel: Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě
Partyzánské náměstí 2633/7, Moravská Ostrava, 702 00 Ostrava
IČ: 71009396, DIČ: CZ71009396

Zhotovil: Ing. Jiří Michalík, Ph.D.

Mgr. Ondřej Volf

Ing. Tomáš Kozel

a kolektiv pracovníků Zdravotního ústavu se sídlem v Ostravě

Postupy a metody použité při vyhotovení tohoto díla jsou duševním majetkem Zdravotního ústavu se sídlem v Ostravě a jsou chráněny autorskými právy ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. v platném znění.

Obsah

1	Hluková studie	4
1.1	Zadání hlukové studie.....	4
1.2	Použitá metodika a postupy výpočtu	4
1.3	Vstupní údaje.....	5
1.3.1	Hodnocená lokalita.....	5
1.3.2	Údaje o zdrojích hluku	5
1.4	Tvorba modelu pro výpočet	10
1.4.1	Vstupní datové vrstvy modelu.....	10
1.4.2	Nastavení modelu.....	12
1.4.3	Popis výpočtových bodů.....	15
1.5	Maximální přípustné hodnoty.....	15
1.6	Výsledky hlukové studie	16
1.6.1	Železniční doprava – MS1.....	16
1.6.2	Silniční doprava – MS2	17
2	Identifikace míst pro kontrolní měření hluku ze silniční dopravy	19
2.1	Hluk v noční době - Vysoké rušení spánku (HSD)	19
2.2	Lokality HSD priority I	21
2.3	Hluk v denní době - Vysoké obtěžování (HA)	22
2.4	Lokality HA priority I	23
3	Měření hlukové zátěže	27
3.1	Měření hluku z dopravy ve vytipovaných lokalitách	27
3.2	Měření hluku z pořádání venkovních kulturních akcí a doporučení	28
3.3	Hluk z průmyslu	29
4	Závěry a doporučení.....	30
4.1	Hluková studie dopravy.....	30
4.1.1	Železniční doprava.....	30
4.1.2	Silniční doprava	30
4.2	Doporučení a návrhy	31
4.2.1	Návrhy pro minimalizaci hluku z dopravy	31
4.2.2	Návrhy pro minimalizaci hluku z venkovní produkce hudby.....	32
	Použité podklady	33
	Seznam příloh.....	34

1 Hluková studie

1.1 Zadání hlukové studie

Hluková studie „Zpracování analýzy kvality ovzduší a měření hluku v Kroměříži – část hluk“ byla zpracována na základě smlouvy č. SML/748/2018 ze dne 01.10.2018 mezi objednatelem Městem Kroměříž, Velké náměstí 115, 767 01 Kroměříž a zpracovatelem Zdravotním ústavem se sídlem v Ostravě, Partyzánské náměstí 2633/7, Moravská Ostrava, 702 00 Ostrava.

Specifikace zadání dle požadavku objednatele:

Účelem studie je akustické vyhodnocení vlivu železniční a silniční dopravy ve městě. Výsledkem je hluková mapa města Kroměříž, na základě které budou ve spolupráci s objednatelem vybrána místa pro provedení kontrolních měření a návrh opatření ke snížení hlukové zátěže, které budou odevzdány v prosinci 2019.

1.2 Použitá metodika a postupy výpočtu

Pro výpočet hluku ze silniční dopravy byla použita francouzská metoda výpočtu „NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTU-LCPC-CSTB)“, uvedená v „Arreté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routieres, Journal Officiel du 10 mai 1995, Article 6“ a ve francouzské normě „XPS 31-133“. Pro výpočet hluku ze železniční dopravy byla použita nizozemská národní metoda výpočtu publikovaná v „Rekenen Meetvoorschrift Railverkeerslawaa 96, Ministerie Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, 20 November 1996“ ve znění pozdějších aktualizací (dále jen „RMR II“). Obě výše uvedené výpočtové metodiky jsou dle Evropské komise pro hluk doporučenou metodikou pro výpočet hlukové zátěže ze silniční a železniční dopravy a jsou implementovány do české legislativy vyhláškou č. 523/2006 Sb., o hlukovém mapování, která je v současné době již nahrazena vyhláškou č. 315/2018 Sb., o strategickém hlukovém mapování. Obě výpočtové metodiky se v České republice již osvědčily i pro výpočet Strategických hlukových map.

Pro rozdělení dopravních intenzit na denní a noční dobu, potřebných pro výpočet hlukové zátěže na hodnocených komunikacích, byla použita metodika „Výpočet hluku z automobilové dopravy. Manuál 2011, ENVICONSLUT Praha, EKOLA group, s.r.o., Praha, listopad 2011“.

Pro zpřesnění a adaptaci holandské železniční výpočetní metodiky na podmínky v České republice byly aplikovány postupy dle následujících metodik:

- Výpočet hluku ze železniční dopravy, Manuál 2013; Ing. Karel Šnajdr; Praha, březen 2013; Vypracováno pro SŽDC v rámci smlouvy č. S 50282/2012 – ONVZ.
- PROJEKT č.: P64-13; Úprava emisních parametrů podle výpočtového standardu RMR2; Ing. Karel Šnajdr; 15. 11. 2013; Projekt byl vypracován pro SŽDC v rámci smlouvy č. S 29418/2013.
- Metodika stanovení korekcí emisí hluku v závislosti na konstrukci železničního svršku v podmínkách České republiky, Lukáš Týfa, ČVUT v Praze Fakulta dopravní, Ústav dopravních systémů; Libor Ládyš a kol. EKOLA group, spol. s r.o., Praha, 2013, dostupné na <https://www.fd.cvut.cz/hluk/index.html>.
- Manuál pro zpracování hlukových studií, Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě, Ostrava, listopad 2016; Vypracováno pro SŽDC Praha na základě smlouvy o dílo č. S 33990/2018-SŽDC-O8 (číslo ISPROFOND: 500 621 0247).

Pro potřeby modelování šíření hluku v chráněném venkovním prostoru byl pro posuzovanou situaci v prostředí programu LimA 5 ver. 9.01 sestaven akustický model, který odpovídá provozu na hodnocených komunikacích a železničních tratích.

1.3 Vstupní údaje

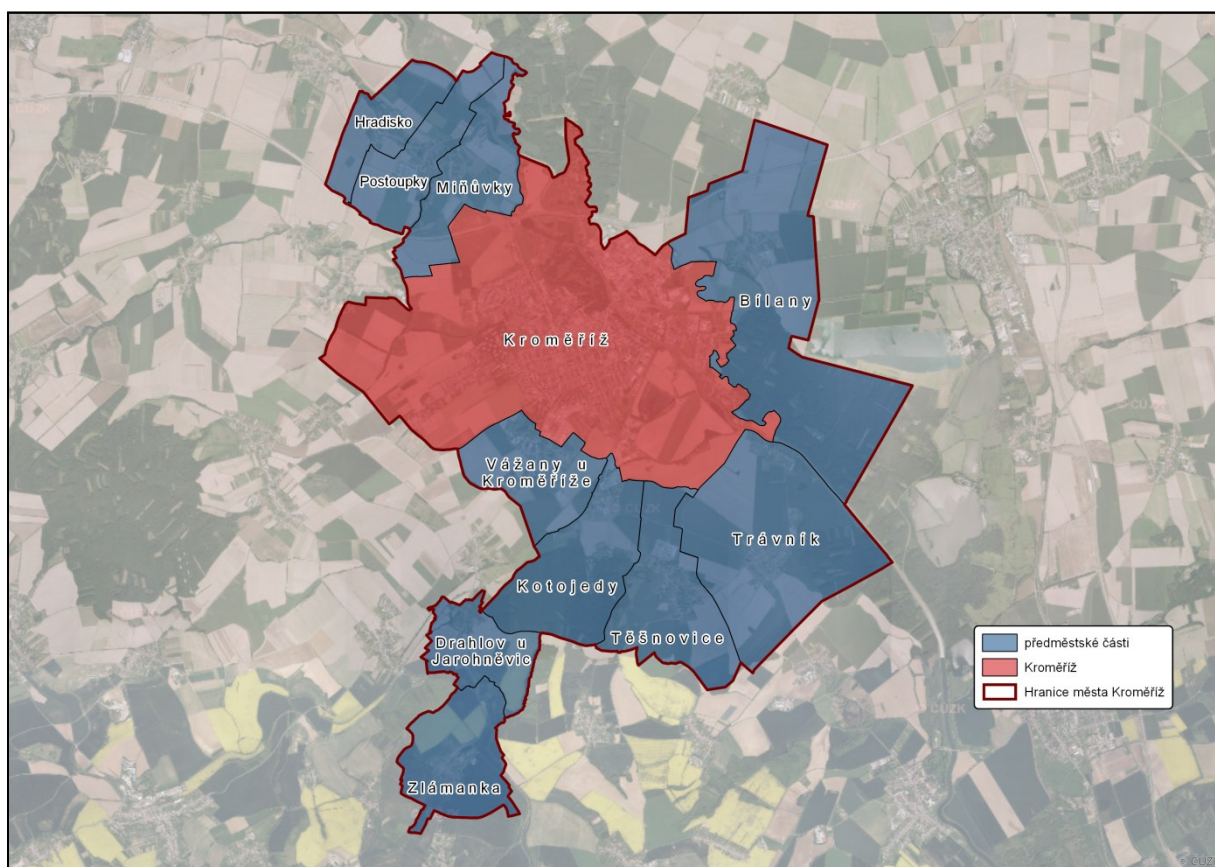
1.3.1 Hodnocená lokalita

Město Kroměříž leží v jižní části Hornomoravského úvalu (Provincie Západní Karpaty), kde krajina přechází z oblasti rovin Hané v nevýraznou pahorkatinu Chřiby a Hostýnské vrchy.

Město se nachází v nadmořské výšce 201 m n. m. v široké údolní nivě řeky Moravy, která v jeho západní části vytvořila nánosy říčních a nivních sedimentů. Převážná část zastavěného města je tvořena jílovci a pískovci.

Rozloha katastrálního obvodu obce Kroměříž je v současnosti 5560 hektarů a město samotné je vystavěno na 1770 hektarech. Ostatní plochy tvoří předměstské části, které dříve bývaly samostatnými zemědělskými obcemi. Těmito částmi jsou (viz obr. 1): Hradisko, Postoupky, Miňůvky, Bílany, Vážany, Kotojedy, Těšnovice, Trávník, Drahlav a Zlámanka.

Hluková studie byla zpracována v celém rozsahu území města Kroměříž, tj. včetně předměstských částí.



Obr. 1 – Situace širších vztahů (Mapový podklad: ČÚZK)

1.3.2 Údaje o zdrojích hluku

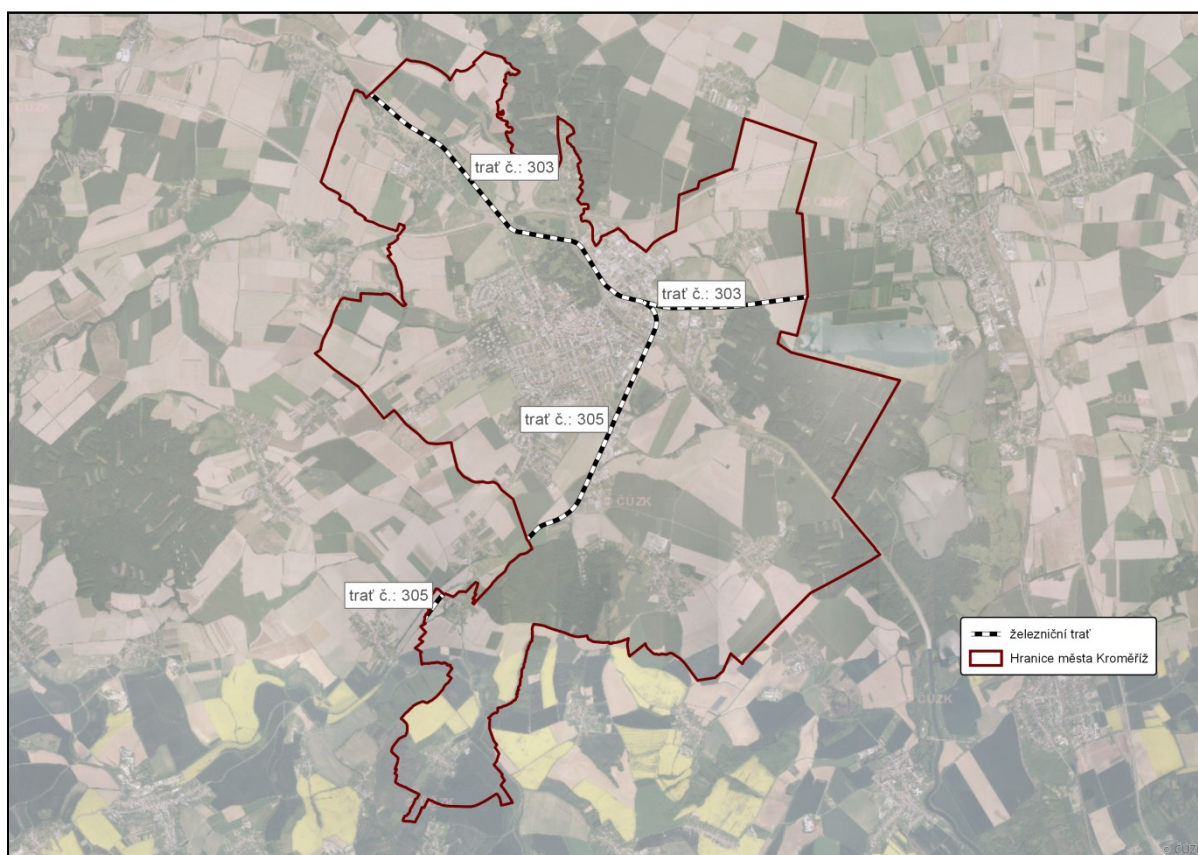
V této studii je posuzován vliv železniční a silniční dopravy, která se nachází na území města s cca kilometrovým přesahem za hranice města, aby byl plně podchycen dosah těchto zdrojů hlukové zátěže na celém území města. (viz obrázek 2 – železniční doprava a obrázek 4 a 5 – silniční doprava).

1.3.2.1 Železniční doprava

Územím města procházejí dvě železniční tratě, trať č. 303 (Kojetín – Valašské Meziříčí) a trať č. 305 (Kroměříž – Zborovice)

Data o průměrných denních dopravních intenzitách na těchto tratích pro jednotlivé kategorie vlaků v denní a noční době byla poskytnuta Správou železniční dopravní cesty, Praha (SŽDC). Jedná se o data za rok 2017. Tato data byla zpracována v souladu s použitou výpočetní metodikou a metodickými dokumenty uvedenými v kapitole č. 2.

Vlastní vedení železničních tratí bylo převzato z poskytnutých podkladů města Kroměříž a technické parametry tratí byly doplněny z podkladů SŽDC.



Obr. 2 – Železniční doprava na území města Kroměříž (Mapový podklad: ČÚZK)

Tab. 1 - Denní průměrné intenzity železniční dopravy dle kategorií (Zdroj: SŽDC)

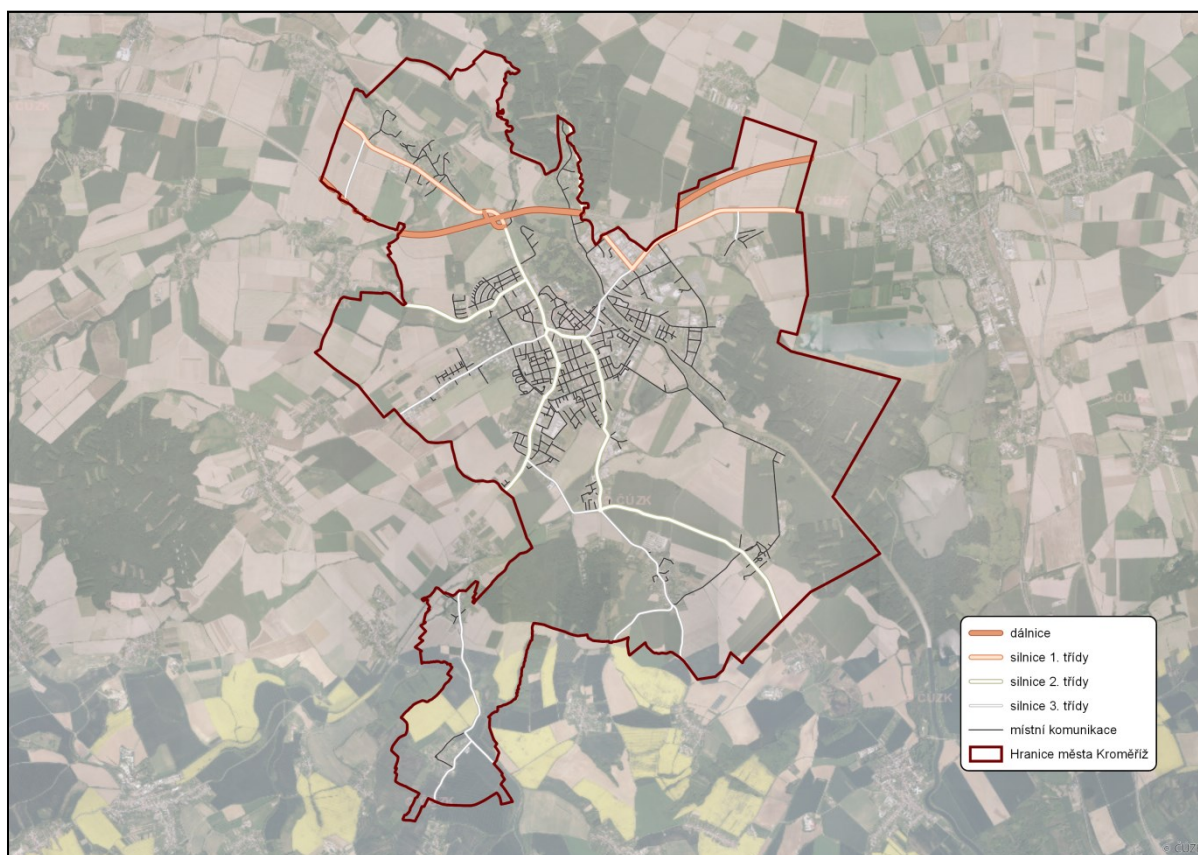
Trať č.	Směr	Osobní		Nákladní			Ostratní	
		Os	Sp	Mn	Pn	Vleč	Služ	Lv
303	Kroměříž - Kojetín	105,4	4,4	0,1	0,2	0,0	0,8	0,0
303	Kroměříž - Hulín	94,9	2,2	2,9	0,2	0,0	0,8	0,2
305	Kroměříž - Zborovice	111,7	0,0	4,1	0,0	0,5	1,4	0,0

Tab. 2 - Noční průměrné intenzity železniční dopravy dle kategorií (Zdroj: SŽDC)

Trať č.	Směr	Osobní		Nákladní			Ostratní	
		Os	Sp	Mn	Pn	Vleč	Služ	Lv
303	Kroměříž - Kojetín	24,1	0,0	2,6	0,1	0,0	0,0	0,0
303	Kroměříž - Hulín	21,2	0,0	1,7	0,1	0,0	0,0	0,1
305	Kroměříž - Zborovice	17,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

1.3.2.2 Silniční doprava

Územím města vedou všechny typy silnic v rozdělení dle jejich kategorie (významu) - dálnice D1, komunikace 1, 2 a 3 třídy a místní komunikace – viz obrázek 3.



Obr. 3 – Silniční síť na území města Kroměříž (Mapový podklad: ČUZK)

Vlastní vedení komunikací bylo převzato z poskytnutých podkladů města Kroměříž a technické parametry silnic byly převzaty z dostupných podkladů Ředitelství silnic a dálnic ČR anebo byly doplněny terénním šetřením. Informace o povolených rychlostech na komunikacích byly stanoveny dle platných předpisů a byla provedena kontrola dle na internetu dostupných mapových služeb Street View společnosti Google a Panorama společnosti Seznam. Na základě těchto služeb byla rovněž provedena identifikace a lokalizace protihlukových stěn.

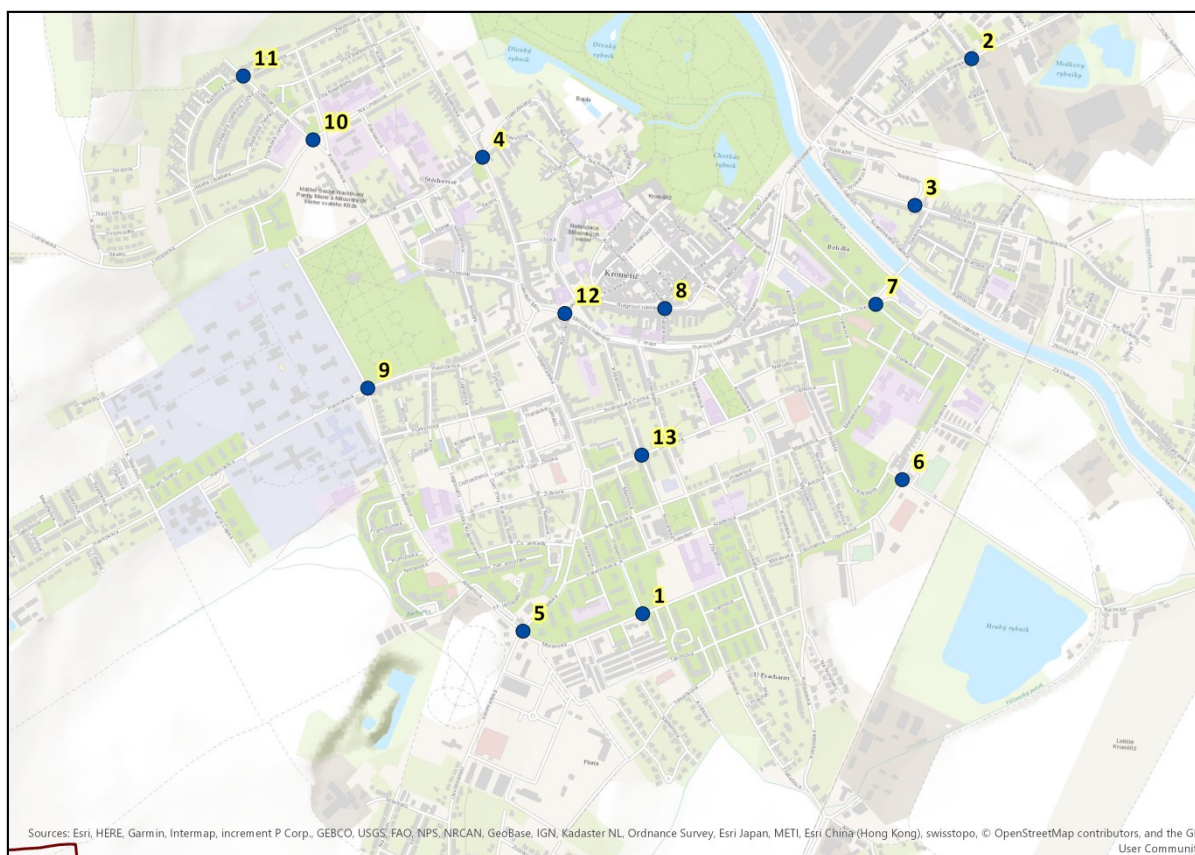
Dopravní intenzity na základní komunikační síti byly převzaty z celostátního sčítání dopravy z roku 2016. Vzhledem k tomu, že sčítaná dopravní síť tvoří jen malou část celkové komunikační sítě, bylo zapotřebí tyto informace doplnit. Pro tento účel bylo v rámci této studie pracovníky Zdravotního ústavu se sídlem v Ostravě zorganizováno sčítání dopravy (dopravní průzkumy). Dopravní průzkumy byly provedeny po konzultaci s pracovníky města Kroměříž celkem v 13 bodech – viz obrázek 4. Body

byly vesměs lokalizovány v místech křižovek a kruhových objezdů, aby bylo zdokumentováno pokud možno co nejvíce komunikací. V dopravně více frekventovaných bodech číslo 5, 4, 8, 9, 10 a 12 bylo sčítání provedeno pomocí instalovaných kamer a v ostatních bodech bylo sčítání provedeno fyzicky pracovníky Zdravotního ústavu. Sčítání probíhalo ve středu dne 7.11. 2018 v době od 5⁰⁰ do 10⁰⁰ hodin. Výsledky dopravních průzkumů byly přepočtené v souladu s Technickými podmínkami (TP 189 – II) pomocí SW EDIP eS na hodnoty Ročních průměrných dopravních intenzit (RPDI). Rozdělení dopravních intenzit na denní a noční dobu bylo provedeno v souladu s dokumentem „Výpočet hluku z automobilové dopravy“ (Manuál 2011, ENVICONSULT Praha, EKOLA group, s.r.o., Praha, listopad 2011“. Výsledky dopravních průzkumů jsou uvedeny v následující tabulce č. 3.

Tab. 3 - Průměrné denní intenzity dopravy (Zdroj: Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě)

Bod sčítání	Ulice	Část od sčít. úseku	Průměrné celodenní intenzity dopravy	
			OA	NA
1	Moravská	severovýchodní	6 830	273
	Moravská	jihozápadní	5 661	232
	Vrobelova	severozápadní	2 047	98
2	Čelakovského	jihovýchodní	837	158
	Čelakovského	severozápadní	1 084	220
	Bílanská	severovýchodní	1 739	61
	Bílanská	jihozápadní	1 400	20
3	Stoličkova	západní	1 990	74
	Stoličkova	východní	3 767	129
	Tomkova	jižní	480	10
	jednosměrná silnice podél aut. nadrž.	severní	2 539	54
4	rameno k čerpací stanici	severovýchodní	2 157	64
	Štěchovice	jihozápadní	1 084	42
5	Albertova	severozápadní	5 233	203
	Moravská	jihozápadní	5 260	206
6	Obvodová	jižní	5 461	145
	Obvodová	severní	5 577	96
7	Oskol	jihozápadní	2 004	22
	Spáčilova	severozápadní	6 163	127
	silnice k domovu pro seniory	severovýchodní	244	0
	Spáčilova	jihovýchodní	5 787	109
8	Šafaříkova	jižní	2 727	33
	Prusinovského	severozápadní	2 567	51
	silnice od Masarykova náměstí	západní	3 427	37
	Riegrovo náměstí	východní	1 363	17
9	Albertova	jihovýchodní	6 127	178
	silnice podél Květné zahrady	severozápadní	1 280	0
10	Odbojářů	severozápadní	1 230	25
	Koperníkova	jihovýchodní	3 173	40

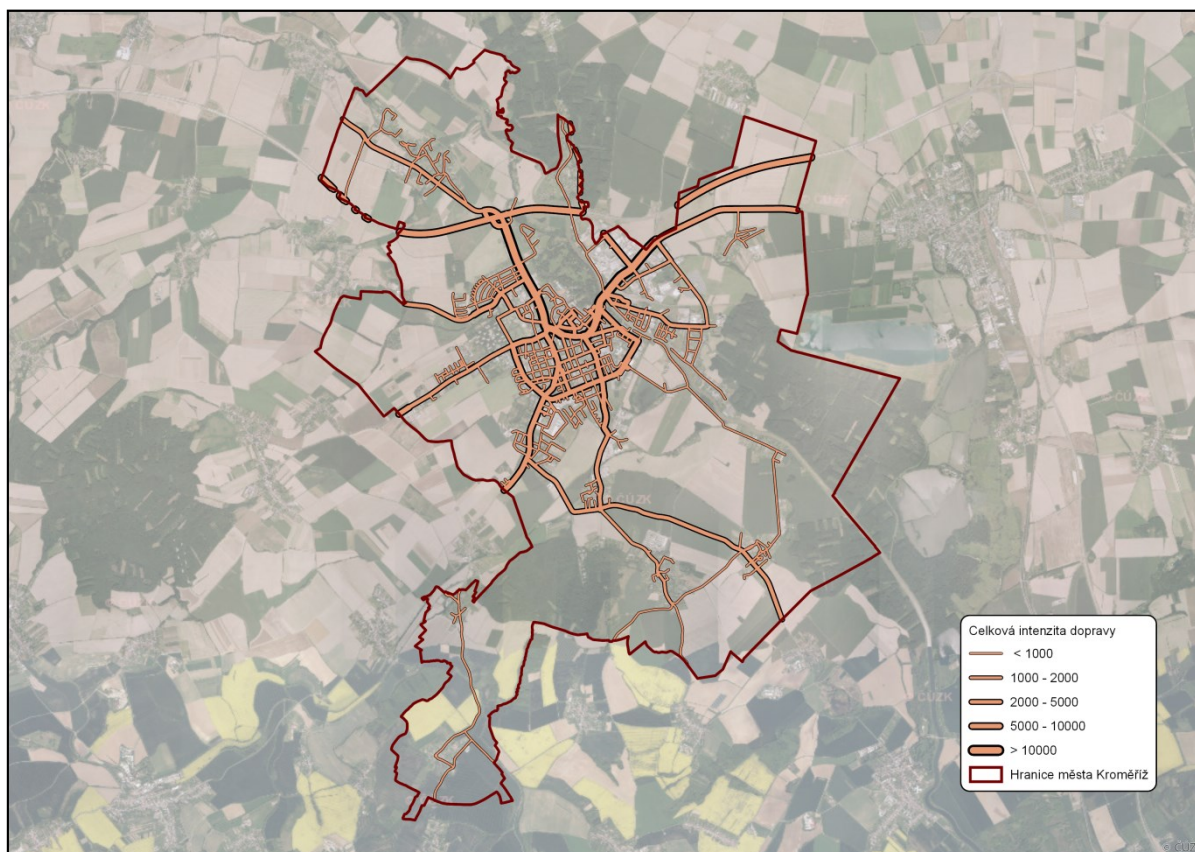
Bod sčítání	Ulice	Část od sčít. úseku	Průměrné celodenní intenzity dopravy	
			OA	NA
11	Josefa Homoly	severovýchodní	273	7
	Odbojářů	jihovýchodní	420	15
	Kazimíra Rudého	jihozápadní	350	17
	Odbojářů	severozápadní	30	0
12	Masarykovo náměstí	severovýchodní	3 143	69
13	Kollárova	jihovýchodní	763	20
	Březinova	jihozápadní	1 414	5
	Kollárova	severozápadní	1 384	22
	Březinova	severovýchodní	1 450	2



Obr. 4 – Místa sčítání dopravy Zdravotního ústavu na území města Kroměříž (Mapový podklad: ESRI)

Na ostatních navazujících komunikacích, na kterých nebyly dopravní intenzity k dispozici, byly tyto doplněny odborným odhadem s ohledem na typ a charakter území, kterým procházejí (sídliště, individuální bytová zástavba, průmyslové zóny apod.)

Následující obrázek č. 5 znázorňuje celkové průměrné denní dopravní intenzity na hodnocené komunikační síti.



Obr. 5 – Celková intenzita dopravy za 24h na území města Kroměříž (Mapový podklad: ČÚZK)

1.4 Tvorba modelu pro výpočet

1.4.1 Vstupní datové vrstvy modelu

Kromě dopravních intenzit a jejich skladby, které charakterizují posuzované zdroje z hlediska akustického výkonu, je pro sestavení výpočtového modelu nezbytné definovat prostředí, ve kterém se hluk šíří – 3D model. Tento 3D model je tvořen především terénem, objekty budov, mosty, protihlukovými stěnami atd. V následujícím textu je ve stručnosti uvedeno, jakým způsobem byl celkový výpočtový model vytvořen.

1. Ortogonalní fotomapy - pro zpracování modelu bylo využito ortofotomapy z Geoportálu ČÚZK ve formě WMS. Dostupné na: http://geoportal.cuzk.cz/WMS_ORTOFOTO_PUB/WMSservice.aspx. Ortofotomapy jsou v rozměrech a kladu mapových listů Státní mapy 1 : 5 000 (2 x 2,5 km). Rozlišení je 25 cm na jeden pixel. Ortofotomapy jsou vyhotoveny z leteckého měřického snímkování digitální kamerou. Na podkladě těchto map bylo provedeno zpřesnění nebo doplnění chybějících prvků.
2. Vedení komunikací a železničních tratí - pro potřeby modelování hlukové zátěže z dopravy byly jako vstup použity datové vrstvy silnic a železnic z digitálního geografického modelu území ČR - ZABAGED®, poskytnuté pro účely hlukové studie Českým úřadem zeměměřičským a katastrálním (ČÚZK) prostřednictvím města Kroměříž. U těchto vrstev bylo provedeno zpřesnění lokalizace os komunikací a železničních tratí nad ortofotomapou.



Obr. 6 – Oprava původ. (žlutého) ved. žel.í tratě do správné osy koleje (Mapový podklad: ČÚZK, ZÚ Ostrava)

3. Zástavba - co nejpřesnější modelový výpočet hlukové zátěže vyžaduje podrobná vektorová data o zástavbě. Pro účely hlukové studie byla data převzata z grafických dat katastru nemovitostí ve formátu SHP poskytnutého ČÚZK. Dále bylo nad ortofotomapu provedeno zpřesnění stávajících a doplnění chybějících objektů budov a za pomoci veřejně dostupných zdrojů byla stavbám určena jejich výška (viz obr. 7).



Obr. 7 – 3D model výškových poměrů budov (Mapový podklad: ČÚZK, ZÚ Otrava)

4. Digitální model terénu (DMT) - Pro korektní modelování šíření hlukové zátěže je nutno zadat tvar reliéfu celé modelované oblasti, který tvoří přirozenou překážku a na který jsou následně usazeny objekty modelované silniční a železniční sítě a zástavby. Základním podkladem pro tvorbu DMT byla data z Digitální model reliéfu České republiky 5. generace (DMR 5G), který představuje zobrazení přirozeného nebo lidskou činností upraveného zemského povrchu. DMT je v základním digitálním tvaru ve formě výšek diskrétních bodů o souřadnicích X,Y,H (výška). DMT byl poskytnut ČÚZK.
5. Mosty – vrstva mostů byla převzata z digitálního geografického modelu území ČR - ZABAGED[®], poskytnuté ČÚZK a byla dále nad ortofotomapou dopřesněna a usazena do DTM.
6. Protihlukové stěny – byly lokalizovány na základě veřejně dostupných zdrojů (Street View a Panorama).

Všechny výše uvedené podklady byly v prostředí Geografického informačního systému (GIS) ArcGIS Pro předpřipraveny pro přímý import do výpočtového software. Pro vlastní výpočet hlukové zátěže byl použit výpočtový SW **Lima 5 verze 9.01**, který je součástí nejvyšší verze SW **Predictor-Lima Advanced 7810B**, umožňující výpočet hlukové zátěže rozsáhlých územních celků.

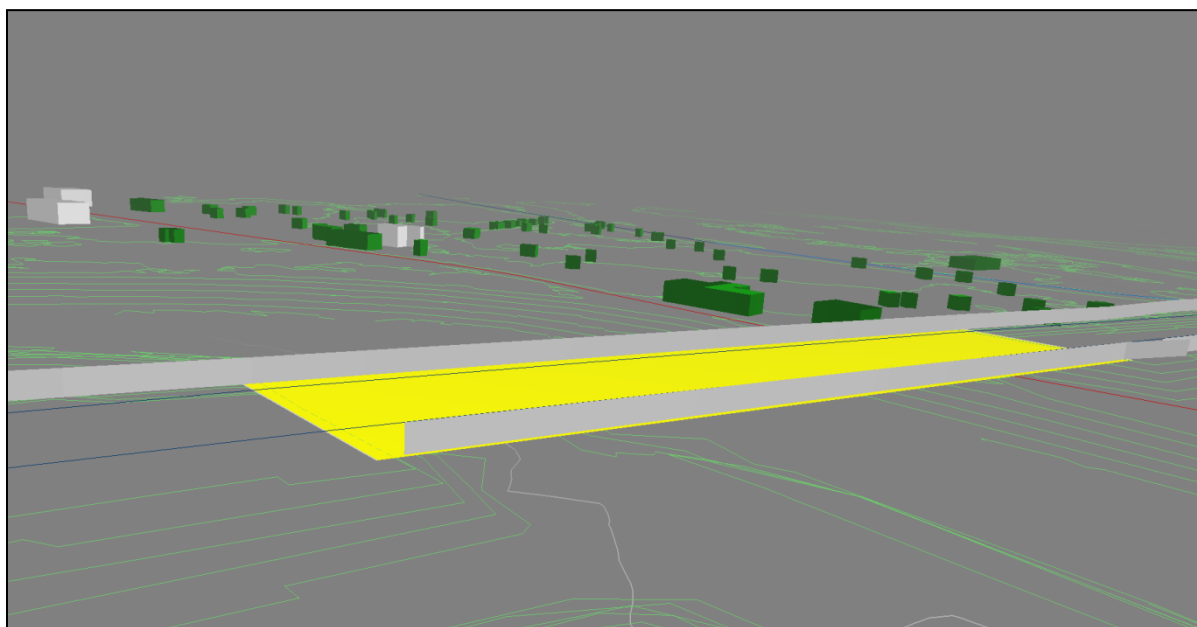
1.4.2 Nastavení modelu

Pro potřeby modelování šíření hluku v chráněném venkovním prostoru a chráněném venkovním prostoru staveb byly pro jednotlivé modelové stavy pomocí programu Lima 5 ver. 9.01 sestaveny akustické modely hlukových situací. Celkem byly definovány tři modelové situace:

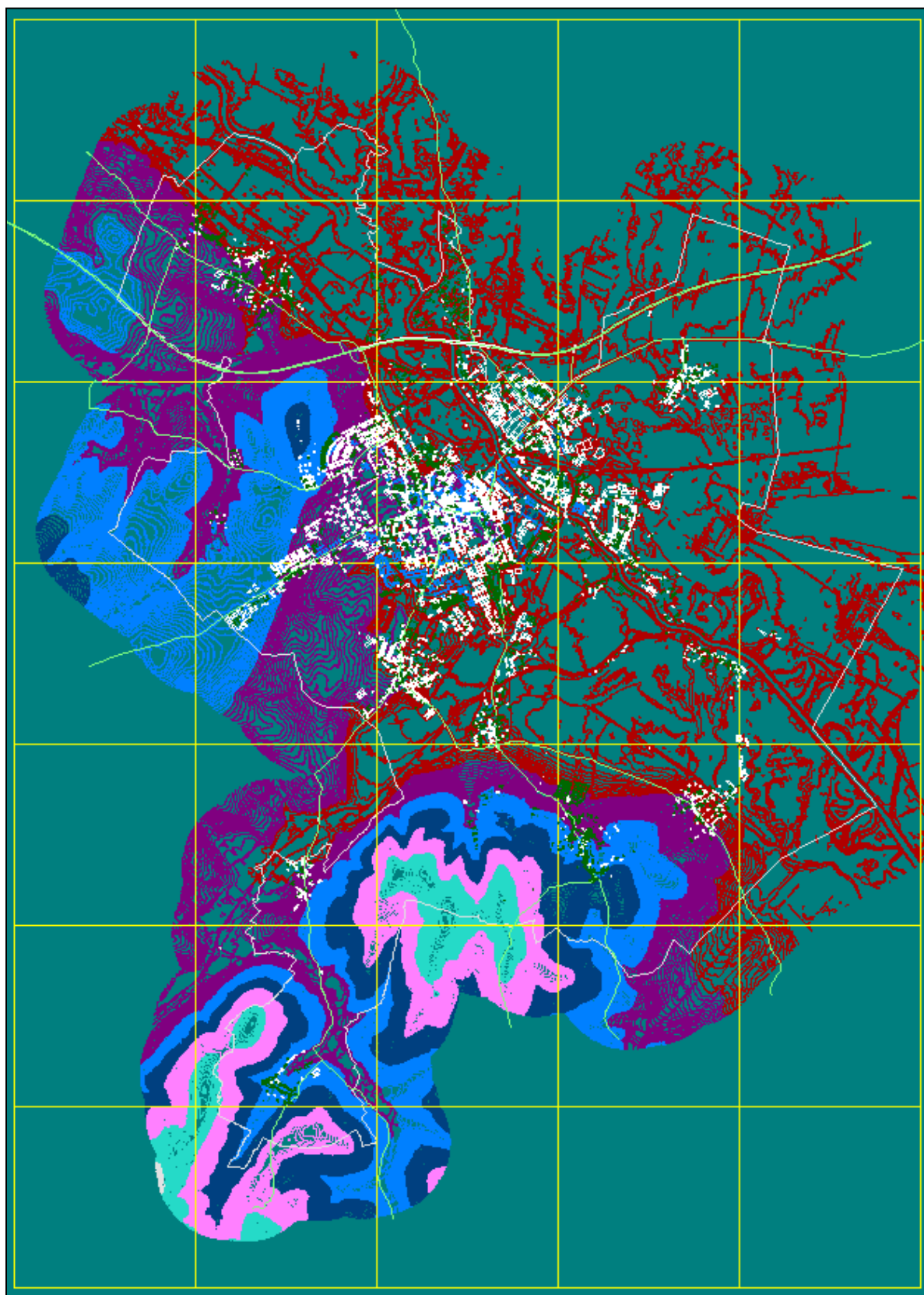
1. MS1 - Hluková zátěž ze železniční dopravy
2. MS2 - Hluková zátěž z pozemních komunikací
3. MS3 - Celková hluková zátěž z dopravy

Terén byl modelován jako členitý, z hlediska bezpečnosti výpočtu se zvolenou konstantou pohltivosti terénu $G = 0.5$ „compact dense ground“ a podél zdrojů hluku s konstantou $G = 0$ „reflecting ground“ - odrazivý povrch (v souladu s výstupy programu HARMONOISE – Program System Manual LimA). Pro zrychlení výpočtu bylo celé zájmové území rozděleno do pravidelné sítě čtverců s délkou strany 2 km. Celkem bylo pro výpočet vygenerováno 35 výpočtových čtverců, 5 sloupců a 7 řad, to znamená, že výpočtové čtverce zaujímají území o rozloze 10 x 14 km. Výpočet probíhá postupně v jednotlivých čtvercích. Výsledný výpočet je sloučen do jednoho celku. Oblast výpočtu je vymezena hranicemi města – viz Obr. 1. Posuzované zdroje hlukové zátěže byly z důvodu validity použitých výpočtových metodik hodnoceny do vzdálenosti 1 000 m.

Na následujících obrázcích č. 8 a 9 je zobrazen detail a celkový model výpočtu komunikací města Kroměříže v prostředí použitého výpočtového SW LimA 5 verze 9.01, který je součástí nejvyšší verze SW Predictor-LimA Advanced 7810B.



Obr. 8 – 3D model terénu s mostem a PHS v prostředí LimA



Obr. 9 – Celkový model silniční sítě v prostředí SW LimA

1.4.3 Popis výpočtových bodů

Výsledky výpočtů byly zpracovány formou výpočtů v pravidelné síti s krokem 10 m a výškou 4,0 m nad zemí, jako podklad pro vypracování map hlukové zátěže v hodnocené lokalitě.

Pro vyhodnocení hlukové zátěže bylo v případě grafické prezentace výsledků v pravidelné síti modelem vygenerováno celkem 454 314 výpočtových bodů s krokem 10 m v ploše vymezené hranicemi města Kroměříž a výpočtovou výškou 4,0 m nad terénem mimo objekty budov.

Na základě těchto výpočtů byly pro hodnocenou lokalitu následně pro modelové stavy MS1, MS2 a MS3 vygenerovány mapy ekvivalentních hladin akustického tlaku s referenční dobou $T = 16$ hodina pro denní dobu a $T = 8$ hodin pro noční dobu, které jsou uvedeny v kapitole 6 – Výsledky hlukové studie.

1.5 Maximální přípustné hodnoty

Venkovní prostor

Stanovení nejvyšší přípustné ekvivalentní hladiny hluku vychází ze základní hladiny hluku $L_{Aeq,T} = 50$ dB a korekcí přihlížejících k místním podmínkám a denní době.

Korekce pro výpočet hodnot hluku v chráněných venkovních prostorech staveb a v chráněném venkovním prostoru jsou podle nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací v platném znění, pro základní hladinu 50 dB při stanovení hodnot hluku ve venkovním prostoru následující:

Tab. 4 - Korekce pro stanovení hygienických limitů (příl. 3, část A, NV 272/2011 Sb.)

Druh chráněného prostoru	Korekce dB			
	1)	2)	3)	4)
Chráněný venkovní prostor staveb lůžkových zdravotnických zařízení včetně lázní	-5	0	+5	+15
Chráněný venkovní prostor lůžkových zdravotnických zařízení včetně lázní	0	0	+5	+15
Chráněný venkovní prostor ostatních staveb a chráněný ostatní venkovní prostor	0	+5	+10	+20

¹⁾ Použije se pro hluk z provozu stacionárních zdrojů a hluk ze železničních stanic zajišťujících vlakotvorné práce, zejména rozřadování a sestavu nákladních vlaků, prohlídku vlaků a opravy vozů. Pro hluk ze železničních stanic zajišťujících vlakotvorné práce, které byly uvedeny do provozu přede dnem 1. listopadu 2011, se přičítá pro noční dobu další korekce +5 dB.

²⁾ Použije se pro hluk z dopravy na drahách, silnicích III. třídy, místních komunikacích III. třídy a účelových komunikacích ve smyslu § 7 odst. 1 zákona č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů.

³⁾ Použije se pro hluk z dopravy na dálnicích, silnicích I. a II. třídy a místních komunikacích I. a II. třídy v území, kde hluk z dopravy na těchto komunikacích je převažující nad hlukem z dopravy na ostatních pozemních komunikacích. Použije se pro hluk z dopravy na drahách v ochranném pásmu dráhy.

⁴⁾ Použije se pro stanovení hodnoty hygienického limitu staré hlukové zátěže.

Korekce uvedené v tabulce se nesčítají.

Pro noční dobu se pro chráněný venkovní prostor staveb přičítá další korekce -10 dB, s výjimkou hluku z dopravy na železničních drahách, kde se použije korekce -5 dB.

V případě posuzovaných zdrojů hlukové zátěže ze silniční dopravy můžeme pro zjednodušení předpokládat, že kromě dálnice D1 můžeme pro stanovení hygienického limitu použít korekci pro starou hlukovou zátěž. V opačném případě by každý úsek silnice a ulice musel být individuálně posouzen, zda splňuje či nesplňuje kritéria pro statut staré hlukové zátěže, což je i mimo jiné

vzhledem k nedostupnosti takovýchto podkladů nereálné. Obdobně bylo při stanovení hygienického limitu postupováno i v případě železniční dopravy.

Hygienický limit pro silniční dopravu:

Pro denní dobu od 6⁰⁰ do 22⁰⁰: $L_{Aeq,16h} = 70 \text{ dB (60 dB pro D1)}$

Pro noční dobu od 22⁰⁰ do 6⁰⁰: $L_{Aeq,8h} = 60 \text{ dB (50 dB pro D1)}$

Hygienický limit pro železniční dopravu:

Pro denní dobu od 6⁰⁰ do 22⁰⁰: $L_{Aeq,16h} = 70 \text{ dB}$

Pro noční dobu od 22⁰⁰ do 6⁰⁰: $L_{Aeq,8h} = 65 \text{ dB}$

1.6 Výsledky hlukové studie

Dle výsledků výpočtů hlukové zátěže je patrné, že dominantním zdrojem hlukové zátěže ve městě Kroměříž je silniční doprava.

1.6.1 Železniční doprava – MS1

1.6.1.1 Denní doba

Mezi nejzatíženější objekty ve vztahu k hygienickým limitům a obytné zástavbě patří především tyto objekty:

- Hradisko 56
- Chropýňská 1789/6
- Chropýňská 2226/18
- Chropýňská 2245/16
- Kojetínská 1403/88

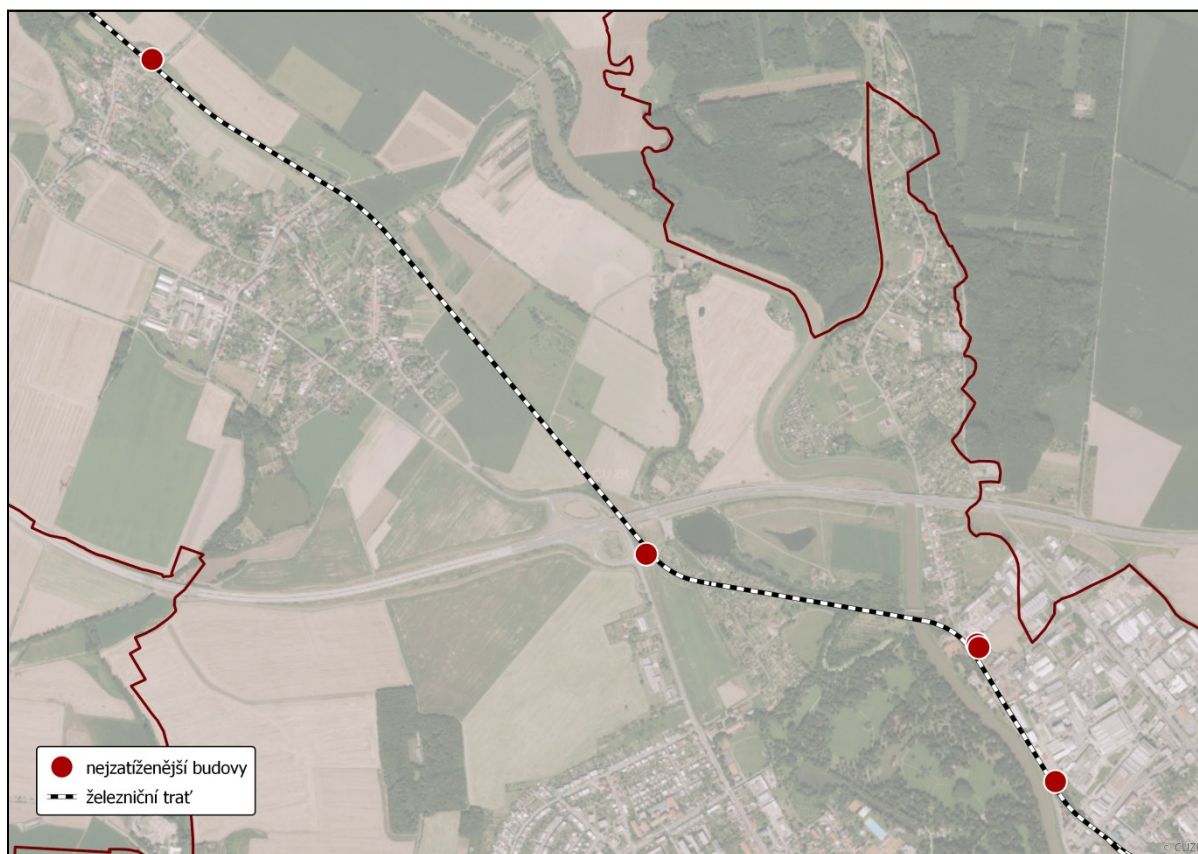
Všechny výše uvedené objekty se nacházejí ve vzdálenosti do 25 m od osy železniční dráhy a jsou v ochranném pásmu dráhy.

1.6.1.2 Noční doba

Mezi nejzatíženější objekty ve vztahu k hygienickým limitům a obytné zástavbě patří kromě již uvedených objektů pro denní dobu ještě tyto objekty:

- Chropýňská 2263/20
- Chropýňská 1865/4
- U Strže 889
- Hradisko 85

Všechny výše uvedené objekty se nacházejí ve vzdálenosti do 28 m od osy železniční dráhy a jsou v ochranném pásmu dráhy.



Obr. 10 – Hlukem nejzatíženější budovy – železniční doprava (Mapový podklad: ČUZK, ZÚ Ostrava)

1.6.2 Silniční doprava – MS2

1.6.2.1 Denní doba

Mezi nejzatíženější úseky komunikací ve vztahu k hygienickým limitům a obytné zástavbě patří především tyto komunikace (ulice):

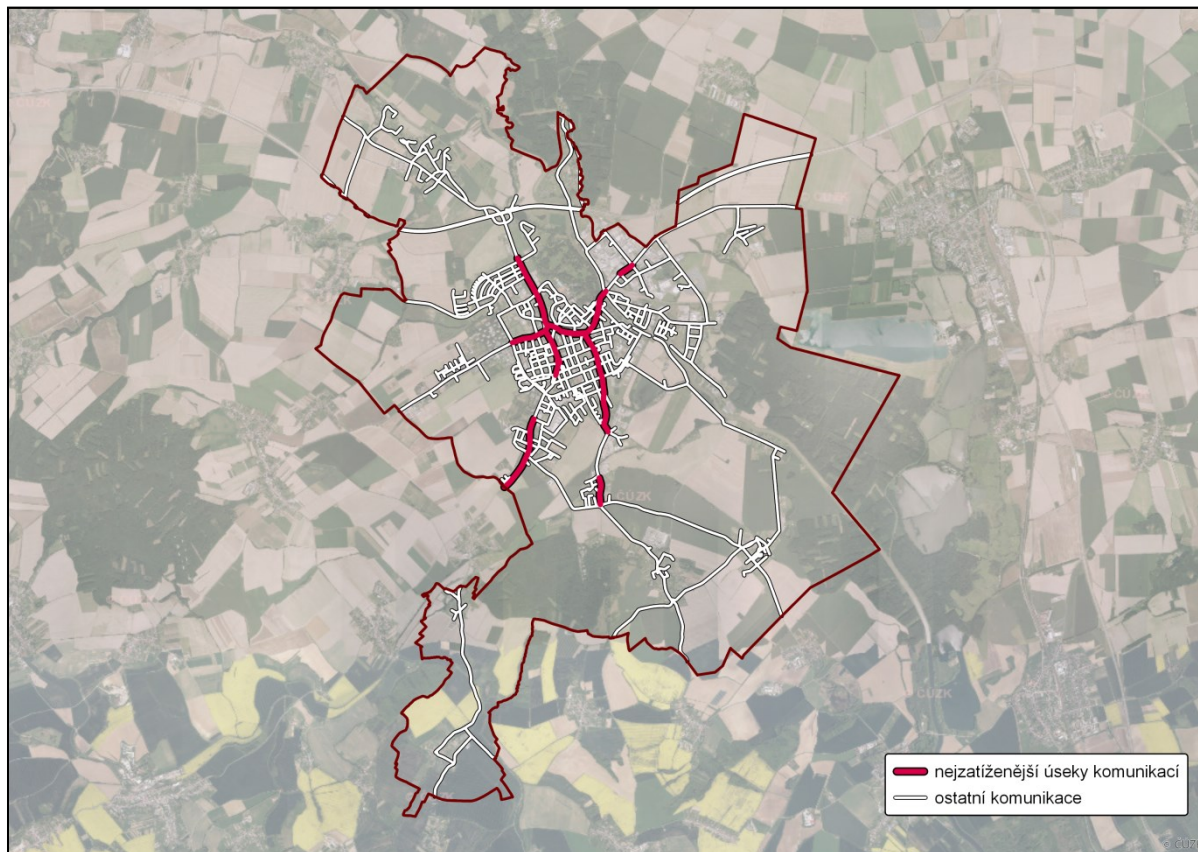
- ul. Tovačovského – v celém úseku
- ul. 1. máje – v celém úseku
- ul. Kojetínská – úsek nám. Míru - Žerotínova
- ul. Kotojedská – úsek 1. máje - Talichova
- ul. Havlíčkova – především v úseku Albertova - Fügnerova
- ul. Velehradská – úsek nám. Míru – Čs. armády
- ul. Osvoboditelů – Vážany prakticky v celém úseku
- komunikace II/367 – Kotojedy – úsek od kruhového objezdu po autobusovou zastávku
- Hulínská - úsek Kaplanova - Hlávkova

1.6.2.2 Noční doba

Mezi nejzatíženější úseky komunikací ve vztahu k hygienickým limitům a obytné zástavbě patří především tyto komunikace (ulice):

- ul. Tovačovského – v celém úseku
- ul. 1.máje – v celém úseku
- ul. Kojetínská – úsek nám. Míru - Žerotínova
- ul. Kotojedská – prakticky v celém úseku
- ul. Havlíčkova – úsek Velehradská – Albertova

- ul. Velehradská – úsek nám. Míru – Čs. armády
- ul. Osloboditelů – Vážany prakticky v celém úseku
- komunikace II/367 – Kotojedy – úsek od kruhového objezdu po autobusovou zastávku
- Hulínská - úsek Kaplanova - Hlávkova



Obr. 11 – Hlukem nejzatíženější úseky komunikací (Mapový podklad: ČUZK, ZÚ Ostrava)

2 Identifikace míst pro kontrolní měření hluku ze silniční dopravy

Pro vytipování míst měření byly použity analytické nástroje geografického informačního systému (GIS). V GIS byla nad územím města Kroměříž vygenerována pravidelná hexagonální mřížka 1085 buněk (35×31) s unikátním identifikátorem (ID). Plocha jedné buňky je $0,1 \text{ km}^2$ (viz obr. 12).

Pro objektivnější stanovení počtu hlukem „zasažených“ obyvatel byl použit ukazatel HA – vysokého obtěžování v denní době a ukazatel HSD – vysokého rušení spánku v noční době. Vzhledem ke skutečnosti, že nám nebyly poskytnuty potřebné demografické údaje (počet trvale žijících obyvatel vztahený na adresní bod), provedli jsme z dostupných údajů alespoň odborný odhad. Výše uvedené ukazatele byly vypočteny pro každou obydlenou budovu. Ke každé vygenerované buňce byl poté přidělen celkový počet obtěžovaných a rušených obyvatel. Takto stanovené ukazatele pro jednotlivé buňky hodnotí objektivněji a v globále, než pouhé hodnocení v jednom konkrétním výpočtovém bodě nebo fasádě objektu. Podle tohoto odhadu počtu obtěžovaných a rušených obyvatel byly vytipované lokality rozděleny do kategorií podle priority jak pro denní, tak pro noční dobu.



Obr. 12 – Pravidelná hexagonální mřížka pro vytipování prioritních oblastí (Mapový podklad: ČUZK, ZÚ Ostrava)

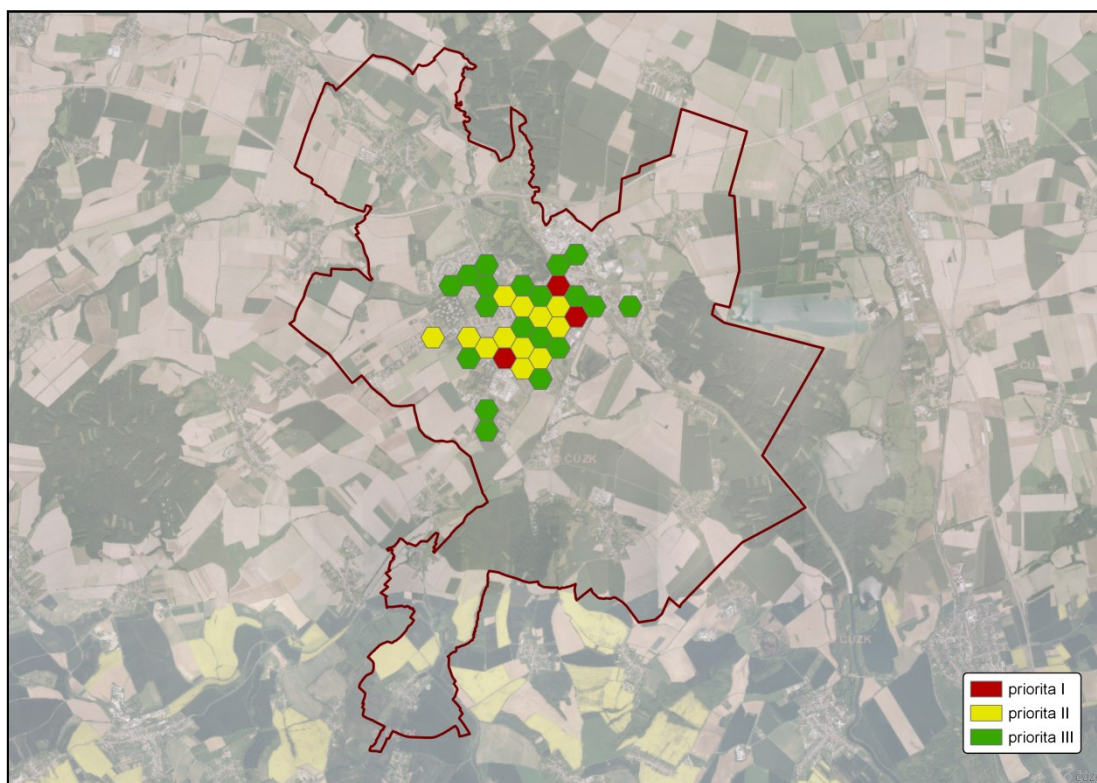
2.1 Hluk v noční době - Vysoké rušení spánku (HSD)

Za velmi závažné je považováno rušení spánku hlukem, proto byl ukazatel HSD použit k vytipování lokalit s významným rušením spánku. Vytipováno bylo celkem 34 lokalit – 3 lokality priority I (HSD vyšší než 50), 12 lokalit priority II (HSD vyšší než 20) a 19 lokalit priority III (HSD vyšší než 5).

Přehled těchto vytipovaných lokalit je uveden v následující tabulce č. 5 a je rovněž patrný z obr. č. 13.

Tab. 5 - Priority HSD

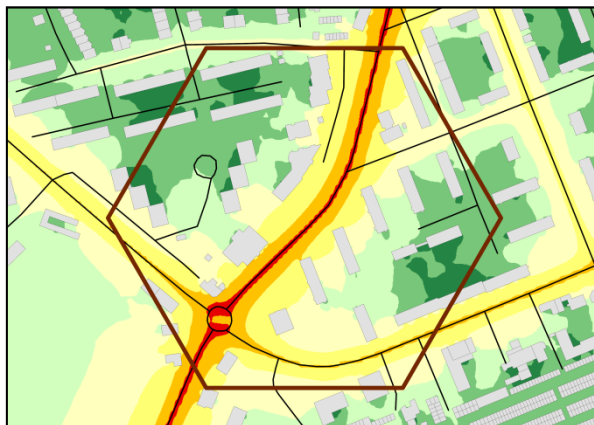
ID	Odhadovaný počet obyvatel	HSD	ID	Odhadovaný počet obyvatel	HSD	ID	Odhadovaný počet obyvatel	HSD
Lokality priority I			Lokality priority II			Lokality priority III		
M-16	1400	74	O-16	1100	45	Q-13	800	19
P-13	1000	67	K-15	1300	44	P-16	500	17
Q-14	1100	50	L-16	1200	42	J-13	400	13
			M-13	400	38	L-13	400	13
			N-16	900	38	O-13	400	13
			N-14	600	36	K-16	400	12
			P-14	1100	35	L-14	400	10
			P-15	1100	35	O-15	400	10
			N-17	600	27	P-12	100	10
			I-15	600	22	N-13	300	9
			O-14	300	22	L-19	300	7
			M-15	300	20	L-20	200	7
						N-15	500	7
						R-14	300	7
						T-14	300	7
						K-12	200	6
						L-12	100	6
						O-17	300	5
						Q-11	200	5



Obr. 13 – Lokality HDS (Mapový podklad: ČUZK, ZÚ Ostrava)

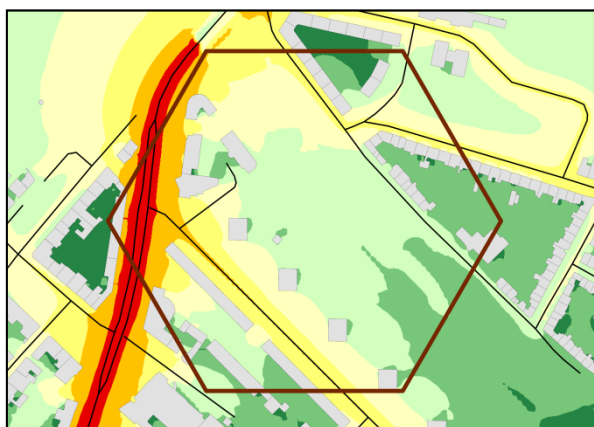
2.2 Lokality HSD priority I

Lokalita M-16 byla z hlediska indexu HSD vyhodnocena jako nejvíce zatížená. Za hlavní zdroje hlukové zátěže lze považovat ul. Velehradskou, ul. Moravskou a ul. Albertovu. Průměrné akustické zatížení lokality je **51,4 dB**. V lokalitě žije odhadem asi 1400 obyvatel. Obytnou zástavbu tvoří převážně bytové domy. (obr. 14)



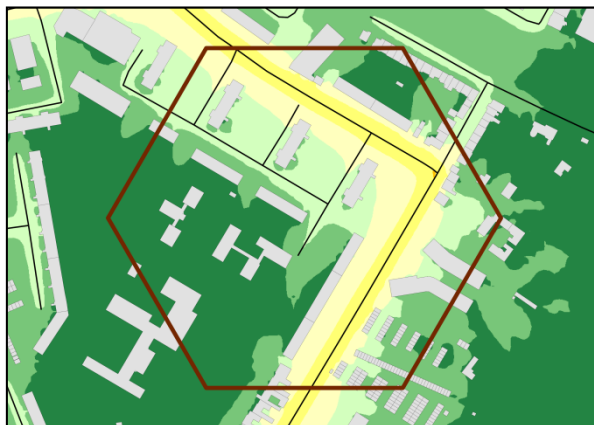
Obr. 14 – Lokalita M-16 priorita I
(Map. pod.: ČUZK, ZÚ Ostrava)

Lokalita P-13 byla z hlediska indexu HSD vyhodnocena jako druhá nejvíce zatížená. Za hlavní zdroje hlukové zátěže lze považovat ul. Tovačovského (sil. 2. tř.) a ul. Spáčilovu. Průměrné akustické zatížení lokality je **52,8 dB**. V lokalitě žije odhadem asi 1000 obyvatel. Obytnou zástavbu tvoří převážně bytové domy. (obr. 15)



Obr. 15 – Lokalita P-13 priorita I
(Map. pod.: ČUZK, ZÚ Ostrava)

Lokalita Q-14 byla z hlediska indexu HSD vyhodnocena jako třetí nejzatíženější. Za hlavní zdroje hlukové zátěže lze považovat ul. Spáčilovu a ul. Obvodovou. Průměrné akustické zatížení lokality je **48,5 dB**. V lokalitě žije odhadem asi 1100 obyvatel. Obytnou zástavbu tvoří převážně bytové domy. (obr. 16)



Obr. 16 – Lokalita Q-14 priorita I
(Map. pod.: ČUZK, ZÚ Ostrava)

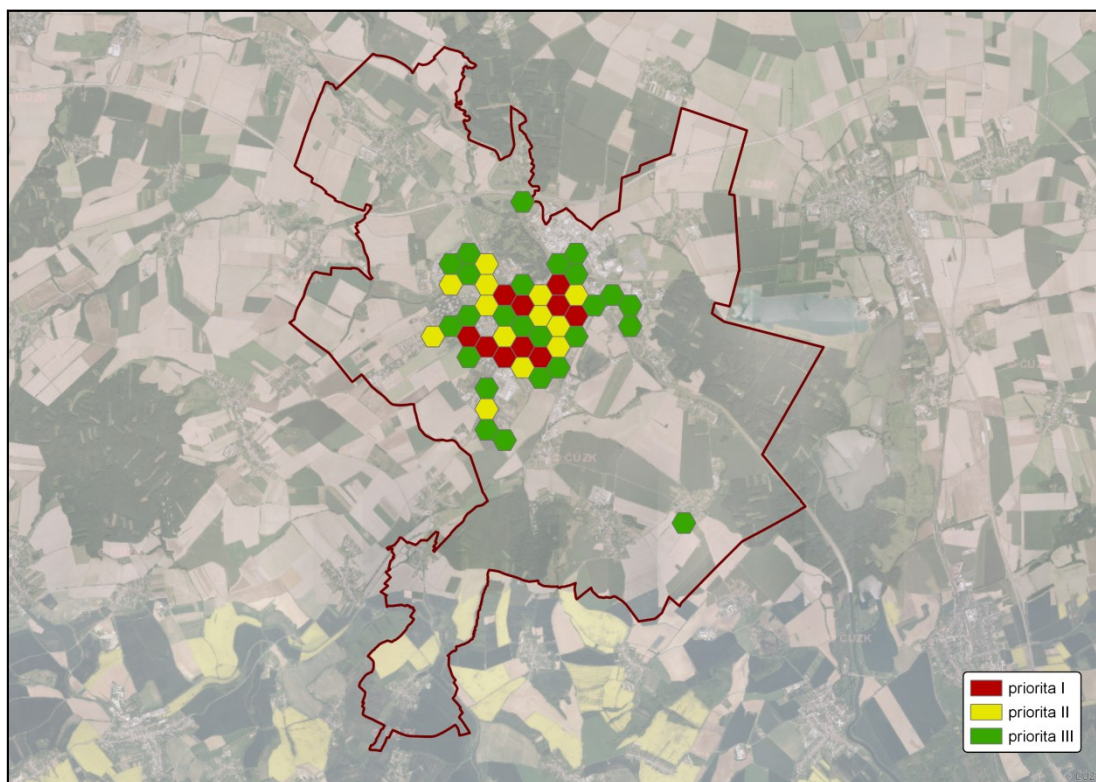
2.3 Hluk v denní době - Vysoké obtěžování (HA)

Pro určení prioritních oblastí byl pro denní dobu použit ukazatel HA k vytipování lokalit s velkým obtěžováním hlukem. Vytipováno bylo celkem 48 lokalit – 10 lokalit priority I (HA vyšší než 50), 13 lokalit priority II (HA vyšší než 20) a 25 lokalit priority III (HSD vyšší než 5).

Přehled těchto vytipovaných lokalit je uveden v následující tabulce č. 6 a je rovněž patrný z obr. č. 17.

Tab. 6 - Priority HA

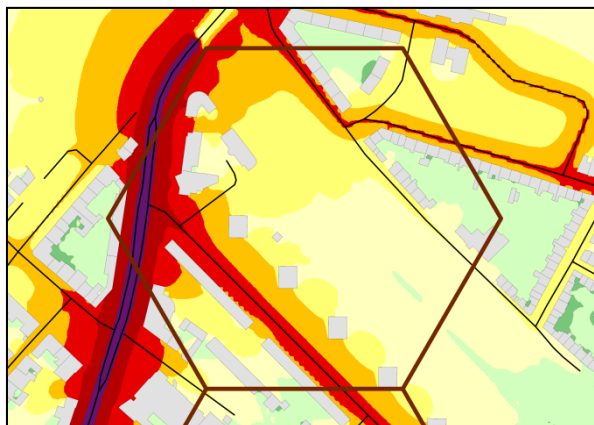
ID	Odhadovaný počet obyvatel	HA	ID	Odhadovaný počet obyvatel	HA	ID	Odhadovaný počet obyvatel	HA
Lokality priority I			Lokality priority II			Lokality priority III		
P-13	1000	119	P-15	1100	44	N-15	500	19
M-16	1400	117	O-13	400	43	O-15	400	18
Q-14	1100	85	N-17	600	40	M-14	200	18
N-14	600	79	P-16	500	40	P-12	100	17
O-16	1100	72	O-14	300	40	L-20	200	16
M-13	400	71	M-15	300	35	N-13	300	16
K-15	1300	68	Q-13	800	35	K-12	200	15
L-16	1200	65	L-14	400	29	T-14	300	13
N-16	900	60	L-13	400	27	K-14	200	12
P-14	1100	53	I-15	600	26	Q-11	200	11
			L-12	100	24	M-20	100	10
			J-13	400	23	P-17	200	10
			L-19	300	20	K-16	400	10
						S-13	200	10
						R-14	300	9
						K-11	400	8
						L-18	100	7
						O-17	300	7
						Q-15	100	7
						N-9	100	7
						W-24	100	6
						J-15	100	6
						T-15	500	5
						J-12	500	5
						Q-12	100	5



Obr. 17 – Lokality HDS (Mapový podklad: ČUZK, ZÚ Ostrava)

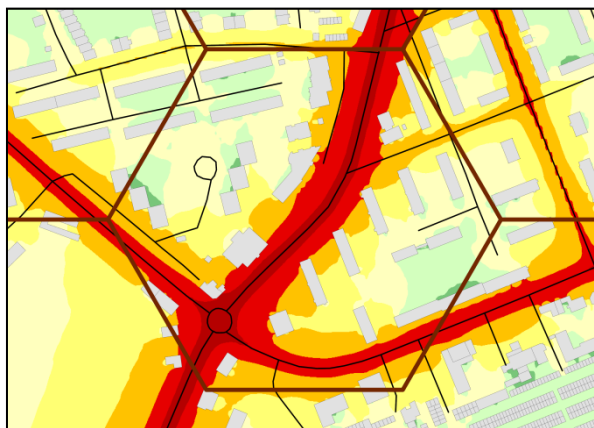
2.4 Lokality HA priority I

Lokalita P-13 byla z hlediska indexu HA vyhodnocena jako nejvíce zatížená. Za hlavní zdroje hlukové zátěže lze považovat ul. Tovačovského (sil. 2. tř.) a ul. Spáčilovu. Průměrné akustické zatížení lokality je **61,1 dB**. V lokalitě žije odhadem asi 1000 obyvatel. Obytnou zástavbu tvoří převážně bytové domy. (obr. 18)



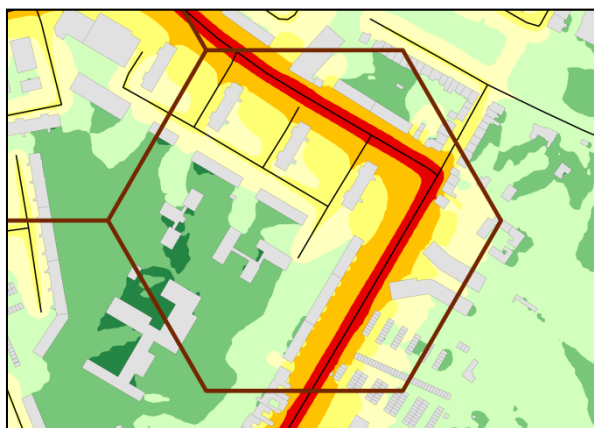
Obr. 18 – Lokalita P-13 priority I
(Map. pod.: ČUZK, ZÚ Ostrava)

Lokalita M-16 byla z hlediska indexu HA vyhodnocena jako druhá nejvíce zatížená. Za hlavní zdroje hlukové zátěže lze považovat ul. Velehradská, ul. Moravská a ul. Albertovu. Průměrné akustické zatížení lokality je **59,1 dB**. V lokalitě žije odhadem asi 1400 obyvatel. Obytnou zástavbu tvoří převážně bytové domy. (obr. 19)



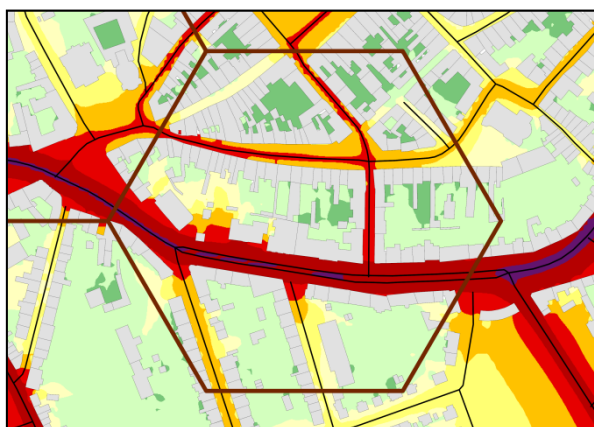
Obr. 19 – Lokalita M-16 priorita I
(Map. pod.: ČUZK, ZÚ Ostrava)

Lokalita Q-14 byla z hlediska indexu HA vyhodnocena jako třetí nejzatíženější. Za hlavní zdroje hlukové zátěže lze považovat ul. Spáčilovu a ul. Obvodovou. Průměrné akustické zatížení lokality je **57,2 dB**. V lokalitě žije odhadem asi 1100 obyvatel. Obytnou zástavbu tvoří převážně bytové domy. (obr. 20)



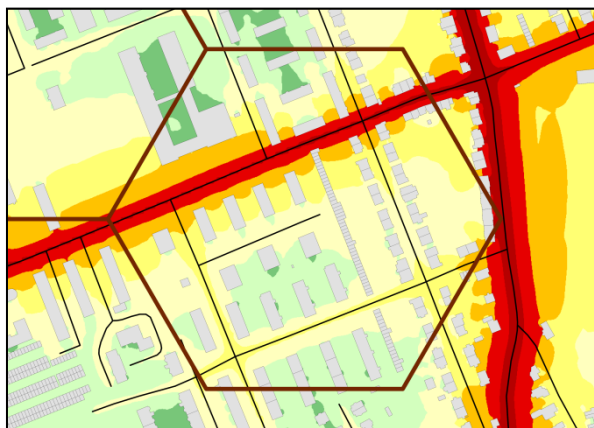
Obr. 20 – Lokalita Q-14 priorita I
(Map. pod.: ČUZK, ZÚ Ostrava)

Lokalita N-14 byla z hlediska indexu HA vyhodnocena jako čtvrtá nejzatíženější. Za hlavní zdroje hlukové zátěže lze považovat ul. 1. máje, Miličovo nám. (sil. 2. tř.). Za zmínku stojí i vliv provozu na Riegrově nám. kde se projevuje tzv. „kaňonový efekt“ – úzký prostor náměstí s vysokými domy po obvodu. Průměrné akustické zatížení lokality je **63,4 dB**. V lokalitě žije odhadem asi 600 obyvatel. Obytnou zástavbu tvoří převážně bytové domy. (obr. 21)



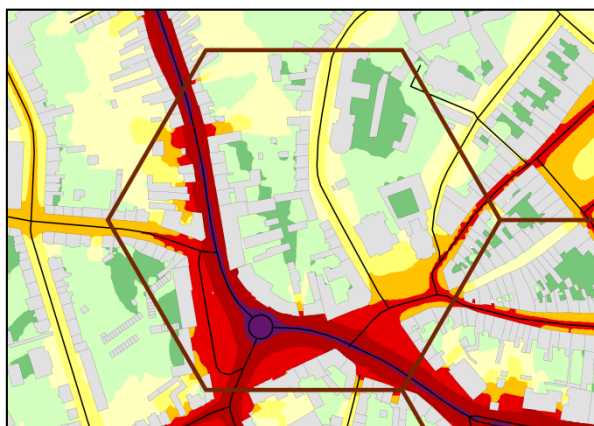
Obr. 21 – Lokalita N-14 priorita I
(Map. pod.: ČUZK, ZÚ Ostrava)

Lokalita O-16 byla z hlediska indexu HA vyhodnocena jako pátá nejzatíženější. Za hlavní zdroje hlukové zátěže lze považovat ul. Moravská, ul. Třesoňova, ul. Gorkého a ul. Talichova. Za zdroj s přesahem do této lokality lze považovat i ul. Kotojedskou (sil. 2. tř.). Průměrné akustické zatížení lokality je **60,0 dB**. V lokalitě žije odhadem asi 1100 obyvatel. Obytnou zástavbu tvoří bytové domy i zástavba rodinných domů. (obr. 22)



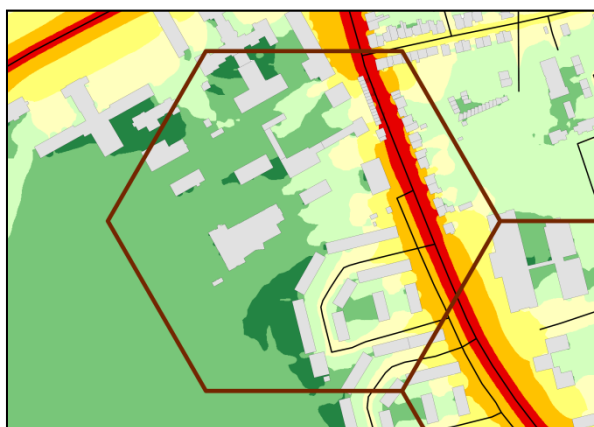
Obr. 22 – Lokalita O-16 priorita I
(Map. pod.: ČUZK, ZÚ Ostrava)

Lokalita M-13 byla z hlediska indexu HA vyhodnocena jako šestá nejzatíženější. Za hlavní zdroje hlukové zátěže lze považovat ul. přivádějící dopravu na kruhový objezd na náměstí Míru (jde o silnici 2. tř.). Průměrné akustické zatížení lokality je **65,8 dB**. V lokalitě žije odhadem asi 400 obyvatel. Obytnou zástavbu převážně tvoří bytové domy. (obr. 23)



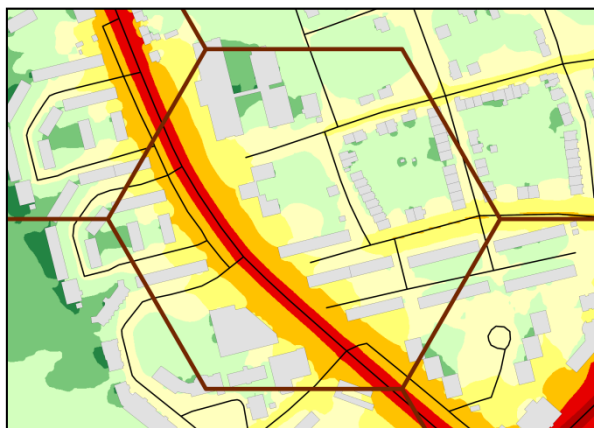
Obr. 23 – Lokalita M-13 priorita I
(Map. pod.: ČUZK, ZÚ Ostrava)

Lokalita K-15 byla z hlediska indexu HA vyhodnocena jako sedmá nejzatíženější. Za hlavní zdroje hlukové zátěže lze považovat ul. Albertova. Průměrné akustické zatížení lokality je **60,7 dB**. V lokalitě žije odhadem asi 1300 obyvatel. Obytnou zástavbu převážně tvoří bytové domy i zástavba rodinných domů. (obr. 24)



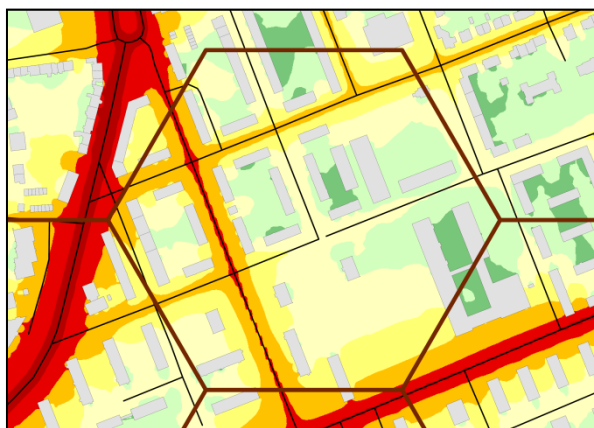
Obr. 24 – Lokalita K-15 priorita I
(Map. pod.: ČUZK, ZÚ Ostrava)

Lokalita L-16 byla z hlediska indexu HA vyhodnocena jako osmá nejzatíženější. Za hlavní zdroje hlukové zátěže lze považovat ul. Albertova. Průměrné akustické zatížení lokality je **52,7 dB**. V lokalitě žije odhadem asi 1200 obyvatel. Obytnou zástavbu převážně tvoří bytové domy i zástavba rodinných domů. (obr. 25)



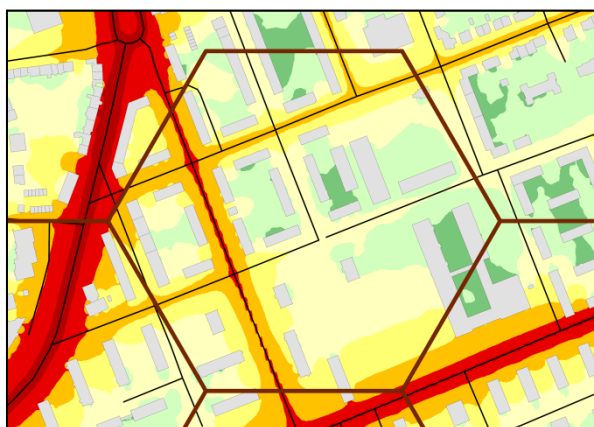
Obr. 25 – Lokalita L-16 priorita I
(Map. pod.: ČUZK, ZÚ Ostrava)

Lokalita N-16 byla z hlediska indexu HA vyhodnocena jako devátá nejzatíženější. Za hlavní zdroje hlukové zátěže lze považovat ul. Vrobelova, ul. Páleníčková a ul. Sokolovská. Za zdroj s přesahem do této lokality lze považovat ul. Velehradskou (sil. 2. tř.) a ul. Moravskou. Průměrné akustické zatížení lokality je **57,0 dB**. V lokalitě žije odhadem asi 900 obyvatel. Obytnou zástavbu tvoří bytové domy. (obr. 26)



Obr. 26 – Lokalita N-16 priorita I
(Map. pod.: ČUZK, ZÚ Ostrava)

Lokalita P-14 byla z hlediska indexu HA vyhodnocena jako desátá nejzatíženější. Za hlavní zdroje hlukové zátěže lze považovat ul. Spáčilova a ul. Oskol. Průměrné akustické zatížení lokality je **56,9 dB**. V lokalitě žije odhadem asi 1100 obyvatel. Obytnou zástavbu převážně tvoří bytové domy. (obr. 27)



Obr. 27 – Lokalita N-16 priorita I
(Map. pod.: ČUZK, ZÚ Ostrava)

3 Měření hlukové zátěže

3.1 Měření hluku z dopravy ve vytipovaných lokalitách

Na základě výše uvedených výsledků zatíženosti hlukem z dopravy dle ukazatelů HA a HSD a v součinnosti s objednatelem byla pro měření hlukovu vybrána dvě místa pro kontrolní měření:

1. Měřicí místo č. 1 (MM1) - Lokalita M-16 - ul. Velehradská, ul. Moravská a ul. Albertova.
2. Měřicí místo č. 2 (MM2) - Lokalita P-13 - ul. Tovačovského (sil. 2. tř.) a ul. Spáčilova

Výsledky měření v těchto dvou lokalitách jsou detailně uvedeny v protokolu z měření, který tvoří přílohu této zprávy. Měření proběhla ve dnech 23. – 24. 10. 2019 v denní a noční době. Výsledné hodnoty měření jsou uvedeny v následující tabulce. Červě jsou označeny hodnoty nad hygienickým limitem. Tabulka obsahuje pro srovnání modelové výsledky výpočtů hlukové zátěže v místech měření.

Tab. 7 – Naměřené a vypočtené hodnoty hlukové zátěže

Místo měření	Lokalita	Naměřená hluková zátěž		Vypočtená hluková zátěž		Rozdíl hodnot	
		$L_{Aeq,16h}$ [dB]	$L_{Aeq,8h}$ [dB]	$L_{Aeq,16h}$ [dB]	$L_{Aeq,8h}$ [dB]	Den [dB]	Noc [dB]
MM1	Lokalita M16	58,4	53,1	63,7	56,3	-5,3	-3,2
MM2	Lokalita P-13	67,5	65,3	72,6	64,8	-5,1	0,5

Naměřené i vypočtené hodnoty neobsahují korekci na odraz, aby výsledné hodnoty reprezentovaly dopadající hodnotu akustického tlaku, takže výsledné hodnoty by byly ještě o 2 dB nižší.

Z výsledků srovnání naměřených a vypočtených hodnot je patrný značný rozdíl. Naměřené hodnoty jsou výrazně nižší, než hodnoty vypočtené. To je způsobeno především rozdílnými hodnotami dopravních intenzit v době měření oproti hodnotám vstupujícím do výpočtového modelu a to především u nákladní automobilové dopravy, která má na výsledné hodnoty hlukové zátěže dominantní vliv. V obou případech (měření i výpočet) reprezentují dopravní intenzity hodnoty RPDI (roční průměrné dopravní intenzity). V případě měření byly hodnoty RPDI získány přepočtem sčítaných hodnot v době měření a v případě modelových výpočtů byly hodnoty získány z celostátního sčítání dopravy. Následující tabulka ukazuje srovnání dopravních intenzit RPDI v době měření a RPDI z celostátního sčítání dopravy.

Tab. 8 – Srovnání dopravních intenzit RPDI na ul. Tovačovského – lokalita P-13

Intenzity RPDI (ŘSD 2016, sčítání ZÚ Ostrava – podzim 2018)							
Rameno komunikace	Denní doba		Noční doba		Celkem		
	OA	NA	OA	NA	OA	NA	Celkem
Tovačovského - sever	17 453	2 106	1 294	181	18 747	2 286	21 034
Tovačovského - jih	17 453	2 106	1 294	181	18 747	2 286	21 034
Spáčilova	5 805	118	358	8	6 162	126	6 289
Intenzity RPDI (dle sčítání – podzim 2019)							
Rameno komunikace	Denní doba		Noční doba		Celkem		
	OA	NA	OA	NA	OA	NA	Celkem
Tovačovského - sever	17 660	718	1 067	58	18 727	776	19 503
Tovačovského - jih	12 445	665	769	54	13 214	719	13 933
Spáčilova	5 228	91	473	9	5 701	100	5 801

Tab. 9 – Index RPDI na ul. Tovačovského – lokalita P-13

Rameno komunikace	Denní doba		Noční doba	
	OA	NA	OA	NA
Tovačovského - sever	1,0	2,9	1,2	3,1
Tovačovského - jih	1,4	3,2	1,7	3,3
Spáčilova	1,1	1,3	0,8	0,9

Tab. 10 – Srovnání dopravních intenzit RPDI na ul. Velehradská – lokalita M-16

Intenzity RPDI (ŘSD 2016, sčítání ZÚ Ostrava – podzim 2018)							
Rameno komunikace	Denní doba		Noční doba		Celkem		
	OA	NA	OA	NA	OA	NA	Celkem
Velehradská - sever	8 480	757	618	76	9 098	833	9 931
Velehradská - jih	8 480	757	618	76	9 098	833	9 931
Albertova	4 930	190	303	13	5 233	203	5 436
Moravská	4 955	192	305	14	5 260	206	5 466
Intenzity RPDI (dle sčítání – podzim 2019)							
Rameno komunikace	Denní doba		Noční doba		Celkem		
	OA	NA	OA	NA	OA	NA	Celkem
Velehradská - sever	5 641	182	336	15	5 977	197	6 174
Velehradská - jih	7 619	209	450	17	8 069	226	8 295
Albertova	4 567	112	413	10	4 980	122	5 102
Moravská	4 424	141	400	13	4 824	154	4 978

Tab. 11 – Index RPDI na ul. Tovačovského – lokalita P-13

Rameno komunikace	Denní doba		Noční doba	
	OA	NA	OA	NA
Velehradská - sever	1,5	4,2	1,8	5,1
Velehradská - jih	1,1	3,6	1,4	4,3
Albertova	1,1	1,7	0,7	1,3
Moravská	1,1	1,4	0,8	1,0

LEGENDA: AO = osobní automobily (součet osobní automobil, lehký nákladní automobil, motocykl); AN = nákladní automobily (součet nákladní automobil střední a těžký, traktor, speciální, autobusy nad 9 míst, nákladní souprava přívěsová a návěsová)

Z tabulek vyplývá, že hodnoty RPDI jsou v případě nákladní dopravy z databáze Celostátního sčítání dopravy násobně vyšší, než je tomu v případě hodnot RPDI v době měření. Nejvíce zřetelná je tato skutečnost z tabulek, které udávají poměr RPDI z Celostátního sčítání/ RPDI v době měření – Index RPDI. Vzhledem k tomu, že dvojnásobná dopravní intenzita znamená rozdíl 3 dB, je možno konstatovat, že disproporce mezi vypočtenými a naměřenými hodnotami hlukové zátěže jsou v souladu.

Předpokládalo se ještě krátké noční měření na ulici K Moravě, které však dle analýzy pro určení lokalit k měření (viz kap. 2.1) nespadá do žádné z priorit I – III (Index HSD). Dle modelových výpočtů je to oblast podlimitní a navíc provedená měření ve dvou lokalitách vykázala nadhodnocení výpočtů hlukové zátěže a proto bylo od tohoto měření upuštěno.

3.2 Měření hluku z pořádání venkovních kulturních akcí a doporučení

Za potenciální zdroj hlukové zátěže bylo v tomto případě vytipováno výstaviště Floria, které provozuje společnost VÝSTAVIŠTĚ KROMĚŘÍŽ s.r.o., Výstavišti 4069/8, 767 01 Kroměříž. V areálu výstaviště se během celého roku pořádají různé kulturní, obchodní a společenské venkovní akce, jako například koncerty, festivaly, výstavy a burzy, s jejichž konáním je většinou spojena produkce živé nebo reprodukováné hudby.

Pro vlastní měření hlukové zátěže z konání akcí jsme zvolili hudební festival Rock in Kroměříž, který probíhal 25.05.2019 v areálu výstaviště Floria Kroměříž a u nějž byl předpoklad, že bude v rámci pořádaných akcí nejhluchnější.

Měření probíhalo 25.05.2019 v intervalu 21⁰⁰ – 23³⁰ (denní i noční doba) a to na dvou místech paralelně.

1. Technické místo měření (TM1): 25 m od západního rohu rodinného domu 4290/14, parc. č. 7431, Kroměříž. 49.2845050N, 17.3947881E.
2. Technické místo měření (TM2): 11 m od severního rohu hranice pozemku parc. č. 693/94 Kroměříž. GPS 49.2818867N, 17.3921350E.

Zvolený způsob a časový interval měření je dostatečně reprezentativní pro určení hlukové situace v dané lokalitě při provozu měřených zdrojů hluku. V průběhu měření byly zachyceny všechny typické hlukové situace vyskytující se na místech měření při provozu měřeného zdroje hluku. V dané oblasti se nevyskytoval v době měření jiný významný zdroj hluku.

Vzhledem ke skutečnosti, že pro tento zdroj hluku nejsou v naší platné legislativě stanoveny příslušné hygienické limity, byla tato měření vyhodnocena v souladu s dokumentem „ODBORNÉ DOPORUČENÍ pro regulaci expozice hluku z produkce hudby pořádané ve venkovním prostoru“, který byl vydán MZ ČR jako odborná pomůcka pro obce pro regulaci obtěžování obyvatel hlukem z produkce hudby provozované ve venkovním prostoru.

Hodnocení dle odborného doporučení pro regulaci expozice hluku z produkce hudby pořádané ve venkovním prostoru slouží pouze jako odborná pomůcka a nejedná se tedy o hygienické limity hluku ve smyslu NV. V následující tabulce jsou uvedena kritéria pro hodnocení.

Tab. 12 – Kritéria pro hodnocení hluku z hudební produkce
(Zdroj: Odborné doporučení MZ ČR)

Obtěžování – akční hodnoty			
Hodnocení	Skóre	L _{Aeq,5min}	
		Interiér	Exteriér
Jasně přijatelné	1	17,0	47,0
	2	20,4	50,0
	3	23,8	53,0
	4	27,2	57,0
Ještě přijatelné	5	30,6	60,0
Již nepřijatelné	6	34,0	64,0
	7	37,4	67,0
	8	40,8	70,0
	9	44,2	74,0
Zcela nepřijatelné	10	47,5	77,0

Hodnotí se pětiminutové intervaly a v tomto případě se během měření dle výše uvedených kritérií hodnocení pro **TM1** pohybuje v rozsahu „**Ještě přijatelné – Již nepřijatelné**“. Pro **TM2** se hodnocení pohybuje v rozsahu „**Jasně přijatelné – Již nepřijatelné**“.

Z výsledků je patrné, že technické místo měření TM1 vykazuje vyšší hlukovou zátěž, přičemž **ani v jednom místě měření nebyl indikován ukazatel „Zcela nepřijatelné“**.

Podrobné výsledky a hodnocení měření dle výše uvedených kritérií je uvedeno v protokolu z měření, který je součástí přílohy této zprávy.

3.3 Hluk z průmyslu

V rámci projektu jsme provedli terénní průzkumy za účelem mapování hlukové zátěže z průmyslu. Ani v jednom případě nebyla u obytné zástavby v okolí průmyslových areálů indikována dominantní hluková zátěž, vždy převažoval hluk z provozu automobilového provozu. Z tohoto důvodu tyto zdroje hlukové zátěže nebyly hodnoceny.

4 Závěry a doporučení

Účelem této části projektu bylo popsat celkovou hlukovou situaci města Kroměříž a identifikovat nejzatíženější lokality. Pro tento účel byla vytvořena hluková studie pro silniční a železniční dopravu v denní a noční době a provedena měření hluku. Základním výstupem je tato zpráva, jejíž přílohy tvoří mapy hlukové zátěže z dopravy a protokoly z provedených měření.

4.1 Hluková studie dopravy

Posouzení hlukové zátěže z dopravy bylo provedeno dvěma způsoby:

- prostou identifikací úseků komunikací nebo objektů s nejvyššími vypočtenými ukazateli hlukové zátěže podél silniční a železniční sítě
- vymezením nejvíce zatížených lokalit ve vztahu k dotčené populaci.

Druhý způsob má větší vypovídací schopnost, neboť kromě samotné úrovně hlukové zátěže zohledňuje i celkový počet obyvatel (hustotu osídlení) jednotlivých kritických lokalit. Znamená to, že ne vždy lokalita s nejvyšší hlukovou zátěží musí mít i nejvyšší prioritu.

Z této hlukové studie a výsledků modelových výpočtů a jejich interpretace jsou patrné následující skutečnosti:

4.1.1 Železniční doprava

- V případě železniční dopravy je možno konstatovat, že vyšší hluková zátěž byla identifikovaná pouze u několika objektů staveb určených k trvalému bydlení.
- V noční době je hluková zátěž ze železniční dopravy nepatrně větší, než v denní době. Na základě odhadu se tato zátěž bude dotýkat asi jen cca několika desítek trvale žijících obyvatel.
- Ve srovnání se silniční dopravou, je hluková zátěž ze železniční dopravy nevýznamná.

4.1.2 Silniční doprava

- Hluková zátěž ze silniční dopravy je jednoznačně dominantním zdrojem s největším rozsahem vlivu.
- Dálnice D1 netvoří z hlediska hlukové zátěže vážnější problém.
- Nejmarkantněji se zvýšený vliv silniční dopravy projevuje především u páteřních komunikací, které vedou centrem města, a nebo dopravu do města přivádějí – viz kapitola 6.2.

Jako nejzatíženější lokality a tím pádem i návrh na lokalizaci měřících míst, byly nejen na základě výsledků uvedených v kapitole „6. Výsledky hlukové studie“, ale taktéž se zohledněním analýzy provedené v kapitole „7. Identifikace míst pro měření“, indikovány níže uvedené lokality.

Z výsledků těchto analýz vyplynulo, že z hlediska případných návrhů nápravných opatření by bylo vhodné realizovat měření v některých lokalitách Priority I, které jsou vyhodnoceny z hlediska závažnosti v denní i noční době na prvních třech místech. Shodou okolností jsou tyto lokality shodné pro denní i noční dobu, což jenom potvrzuje jejich prioritu k řešení. Jedná se o tyto lokality:

1. Lokalita M-16: Je tvořena ul. Velehradskou, ul. Moravskou a ul. Albertovou
2. Lokalita P-13: Je tvořena ul. Tovačovského (sil. 2. tř.) a ul. Spáčilovu
3. Lokalita Q-14: Je tvořena ul. Spáčilovu a ul. Obvodovou

Měření byla nakonec realizována v prvních dvou lokalitách – viz kapitola 7.5 - Měření hluku z dopravy ve vytipovaných lokalitách.

Z výsledků modelových výpočtů a měření jsou patrné následující skutečnosti:

1. Výsledky modelových výpočtů na základě ročních průměrných dopravních intenzit (RPDI) získaných především z Celostátního sčítání dopravy jsou nadhodnoceny. Tuto skutečnost potvrdila provedená měření hlukové zátěže.
2. Indikace kritických míst je přesto správná, neboť i provedená měření indikovala překročení hygienického limitu a to především v noční době.
3. Jako problematické se jeví především páteční úseky komunikací v místech obytné zástavby:
 - ul. Tovačovského – v celém úseku
 - ul. 1. máje – v celém úseku
 - ul. Kojetínská – úsek nám. Míru - Žerotínova
 - ul. Kotojedská – úsek 1. máje - Talichova
 - ul. Havlíčkova – především v úseku Albertova - Fügnerova
 - ul. Velehradská – úsek nám. Míru – Čs. armády
 - ul. Osvoboditelů – Vážany prakticky v celém úseku
 - komunikace II/367 – Kotojedy – úsek od kruhového objezdu po autobusovou zastávku
 - Hulínská - úsek Kaplanova - Hlávkova

4.2 Doporučení a návrhy

Na základě modelových výpočtů a realizovaných měření hlukové zátěže můžeme konstatovat, že tak jako i v jiných urbanistických celcích, je v případě města Kroměříž z hlediska hlukové zátěže dominantním zdrojem hluku automobilová doprava.

Druhým problematickým zdrojem hluku může být hluk z venkovní produkce hudby, ale to je záležitost úzce lokální a nevztahují se na ni zákonné hygienické limity a proto se doporučuje v tomto případě postupovat v souladu s dokumentem „ODBORNÉ DOPORUČENÍ pro regulaci expozice hluku z produkce hudby pořádané ve venkovním prostoru“.

4.2.1 Návrhy pro minimalizaci hluku z dopravy

Vzhledem ke skutečnosti, že nadměrná hluková zátěž z dopravy se vykytuje především v urbanisticko-dopravně významných lokalitách, jsou možnosti na minimalizaci hlukové zátěže spojených s realizací protihlukových opatření (PHO) velmi omezené. Prakticky nerealizovatelné je z tohoto důvodu opatření spočívající ve výstavbě protihlukových stěn. Jako reálně proveditelné jsou prakticky pouze dvě PHO:

1. Aplikace nízkohlučných povrchů komunikací tzv. „tichého asfaltu“, kdy na základě výsledků studií a provedených aplikací této technologie, se efekt projevuje v jednotkách dB maximálně do cca 10 dB. Toto opatření by určitě významně snížilo hlukovou zátěž kritických míst ve městě a přispělo by tak k vyššímu akustickému komfortu především na komunikacích s vyšší povolenou rychlostí. Nevýhodou tohoto opatření ovšem je jeho časová životnost, neboť po několika letech se efekt nízkohlučného povrchu vozovky snižuje. Další možnou komplikací plošného zavedení tohoto PHO je ta skutečnost, že komunikace mají často různé správc. Nicméně okamžitý efekt by se v případě ul. Tovačovského, kde je překračován hygienický limit pro noční dobu, určitě projevil a dá se předpokládat, že limit by překračován nebyl.
2. Druhou možností je omezení průjezdu nákladní dopravy na problematických úsecích komunikací. Toto opatření je vzhledem k dominantnímu vlivu nákladní dopravy na hlukovou zátěž velmi efektivní, ale v praxi jen těžko realizovatelný, neboť nelze vždy zcela úplně

odklonit nákladní a autobusovou dopravu. Efekt je samozřejmě vyšší na komunikacích, kde je i vyšší podíl nákladní dopravy. V případě lokality P-13 (ul. Tovačovského) by musela být nákladní doprava snížena na 10% celkového počtu nákladních automobilů a autobusů, aby byl splněn hygienický limit.

Cena nízkohlučných povrchů komunikací není výrazně vyšší, než u běžných povrchů, ale vždy záleží na konkrétní stavební akci a nutnosti sanace spodních vrstev vozovky. Co zvyšuje cenu tichého asfaltu, je nutnost jeho pravidelného čištění, neboť je jeho povrch více porézní, který se po čase zanesení a dochází tak ke ztrátě efektu snížení hluku.

V případě města Kroměříž se jeví jako optimální kombinace aplikace obou výše uvedených PHO. Možné řešení je samozřejmě závislé na komplexním posouzení možnosti realizace těchto PHO a to je možné pouze v součinnosti s dotčenými správci komunikací, orgánů města a dopravní policie.

4.2.2 Návrhy pro minimalizaci hluku z venkovní produkce hudby

V souladu s výše uvedeným odborným doporučením lze konstatovat, že při eliminaci nadměrné hlukové zátěže z venkovní produkce hudby (VPH) je nejvhodnější postupovat takto:

1. Je třeba si uvědomit, že obtěžování hlukem z VPH patří do oblasti **hodnocení kvality života a akustického komfortu**.
2. Nicméně i zdroje obtěžování z náhodných zdrojů hluku včetně VPH je třeba s rozumnou mírou regulovat, a to především organizačními opatřeními (obecní vyhlášky) tak, aby na jedné straně bylo sníženo obtěžování nezúčastněných osob a na druhé straně nebyl nadměrně omezován či likvidován kulturní, společenský a sportovní život obcí.
3. Na základě tohoto doporučení mohou obce regulovat hluk VPH i pouze na základě kvalitativního postupu bez nutnosti měření.

Vedle doporučeného postupu by obce měly přihlídnout i k vlastní zkušenosti s daným typem VPH a dosavadní reakcí občanů s uvažováním kulturní politiky obce a jejím tradicím.

Použité podklady

1. Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací v platném znění.
2. Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů.
3. ČSN ISO 9613-2; Akustika - Útlum při šíření zvuku ve venkovním prostoru - Část 2: Obecná metoda výpočtu.
4. ČSN ISO 1996-2; Akustika – Popis, měření a posuzování hluku prostředí – Část 2: Určování hladin hluku prostředí.
5. Metodický návod pro měření a hodnocení hluku v mimopracovním prostředí, Věstník MZ č. 11, Ministerstvo Zdravotnictví ČR, Praha, říjen 2017
6. Program Systém Manual LimA, Stapelfeldt Ingenieurgesellschaft mbH., Dortmund 2005, Doc.Rev. 0507-1.
7. Francouzská metoda výpočtu „NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTU-LCPC-CSTB)“, uvedená v „Arreté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routieres, Journal Officiel du 10 mai 1995, Article 6“ a ve francouzské normě „XPS 31-133“ – pro výpočet hluku z dopravy.
8. Nizozemská národní metoda výpočtu publikovaná v „Rekenen Meetvoorschrift Railverkeerslawaaai 96, Ministerie Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, 20 November 1996“ ve znění pozdějších aktualizací (dále jen „RMR II“).
9. Vyhláška č. 523/2006 Sb., o hlukovém mapování.
10. Výpočet hluku ze železniční dopravy, Manuál 2013; Ing. Karel Šnajdr; Praha, březen 2013; Vypracováno pro SŽDC v rámci smlouvy č. S 50282/2012 – ONVZ. Dokument SŽDC.
11. PROJEKT č.: P64-13; Úprava emisních parametrů podle výpočtového standardu RMR2; Ing. Karel Šnajdr; 15.11.2013; Projekt byl vypracován pro SŽDC v rámci smlouvy č. S 29418/2013. Dokument SŽDC.
12. Manuál pro zpracování hlukových studií, Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě, Ostrava, listopad 2016; Vypracováno pro SŽDC Praha na základě smlouvy o dílo č. S 33990/2018-SŽDC-O8 (číslo ISPROFOND: 500 621 0247). Dokument SŽDC.
13. Internetový portál www.cenia.cz – Česká informační agentura životního prostředí.
14. Metodika stanovení korekcí emisí hluku v závislosti na konstrukci železničního svršku v podmínkách České republiky, Lukáš Týfa, ČVUT v Praze Fakulta dopravní, Ústav dopravních systémů; Libor Ládyš a kol. EKOLA group, spol. s r.o., Praha, 2013, dostupné na <https://www.fd.cvut.cz/hluk/index.html>
15. Ředitelství silnic a dálnic – Silniční a dálniční síť – Intenzita dopravy (<http://www.rsd.cz>)
16. ODBORNÉ DOPORUČENÍ pro regulaci expozice hluku z produkce hudby pořádané ve venkovním prostoru. MZ ČR Praha, Č.j.: MZDR 10076/2016-6/OVZ, 02.05.2016.
17. Akreditovaný protokol č. 68960/2019 – Hluk v mimopracovním prostředí Kroměříž, chráněný venkovní prostor staveb. Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě, 04.12.2019.
18. Neakreditovaný protokol č. 68961/2019 – Hluk v mimopracovním prostředí, Veřejná produkce hudby, Kroměříž. Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě, 04.12.2019.

Seznam příloh

1. Akreditovaný protokol č. 68960/2019
2. Neakreditovaný protokol č. 68961/2019
3. Hluková mapa města Kroměříž (formát A0)
 - a. Celková hluková zátěž – denní doba (6^{00} - 22^{00})
 - b. Celková hluková zátěž – noční doba (22^{00} - 6^{00})
 - c. Silniční doprava – denní doba (6^{00} - 22^{00})
 - d. Silniční doprava – noční doba (22^{00} - 6^{00})
 - e. Železniční doprava – denní doba (6^{00} - 22^{00})
 - f. Železniční doprava – noční doba (22^{00} - 6^{00})



Statistické zhodnocení naměřených imisních dat ze stanice AIM Těšnovice za období 28.11.2018-31.10.2019

Zadavatel:

Město Kroměříž
Velké náměstí 115
767 01 Kroměříž
IČ: 00287351
DIČ: CZ00287351

Zpracovatel:

doc. Ing. Hana Tomášková, Ph.D.

E-mail: hana.tomaskova@zuova.cz
Telefon: (+420) 596 200 140

Ostrava, červen, 2020

Obsah

Zadání	3
Data	3
Metodika	3
Zpracování	4
Závěr	9
Příloha	10

Zadání

Statistické zhodnocení naměřených imisních dat ze stanice AIM Těšnovice za období 28.11.2018-31.10.2019 a srovnání s imisními daty naměřenými v daném období ZÚ Ostrava.

Data

Imisní data – PM₁₀, PM_{2,5}, NO₂, NO_x ze stanic Těšnovice a Kroměříž za období 28.11.2018-31.10.2019.

- ČHMÚ AIM Těšnovice (*dále jen označení Těšnovice*):
 - GPS : 49°15'33.8"N 17°24'38.0"E
 - Mapy Google : <https://goo.gl/maps/yokK5FCyWzhBcBJX9>
 - stanice je umístěna v otevřeném terénu cca 500m jihozápadně od centra obce Těšnovice a cca 190m od sil. III/36735
- ZÚ OVA mobilní měřicí systém MVE (*dále jen označení Kroměříž*) :
 - GPS : 49°17'46.5"N 17°23'33.1"E
 - Mapy Google : <https://goo.gl/maps/u2t8C5V2SegcQhDx6>
 - měřicí systém byl umístěn v areálu ZŠ Kroměříž, ul. 1. máje 209/14, 767 01 Kroměříž

Metodika

Pro popis dat byla použita základní popisná statistika – medián (50. percentil), aritmetický průměr, směrodatná odchylka (sd), minimální a maximální hodnoty. Základní popisná statistika byla vyhodnocena pro celé období a dle rozdělení na čtyři kratší období (28.11.2018-28.2.2019, 1.3.2019-21.5.2019, 1.6.2019-31.8.2019, 1.9.2019-31.10.2019).

Pro grafické znázornění byly použity boxové grafy (dolní hranice boxu – 25. percentil, uvnitř medián, horní hranice boxu – 75. percentil). Pro srovnání hodnot ze stanice Těšnovice a Kroměříž byl použit párový neparametrický Wilcoxonův test. Dále byly vyhodnoceny korelační koeficienty (r), které hodnotí těsnost vztahu naměřených hodnot (max. hodnota r je 1, čím vyšší je hodnota r , tím je silnější lineární vztah mezi sledovanou dvojicí hodnot). Pro výpočet korelace byl použit Pearsonův korelační koeficient. Pro vyjádření vztahu mezi hodnotami naměřenými na stanicích Těšnovice a Kroměříž byla použita lineární regrese. Statistické testy byly hodnoceny na hladině významnosti 5 %. Pro zpracování byl použit program Stata verze 14.

Zpracování

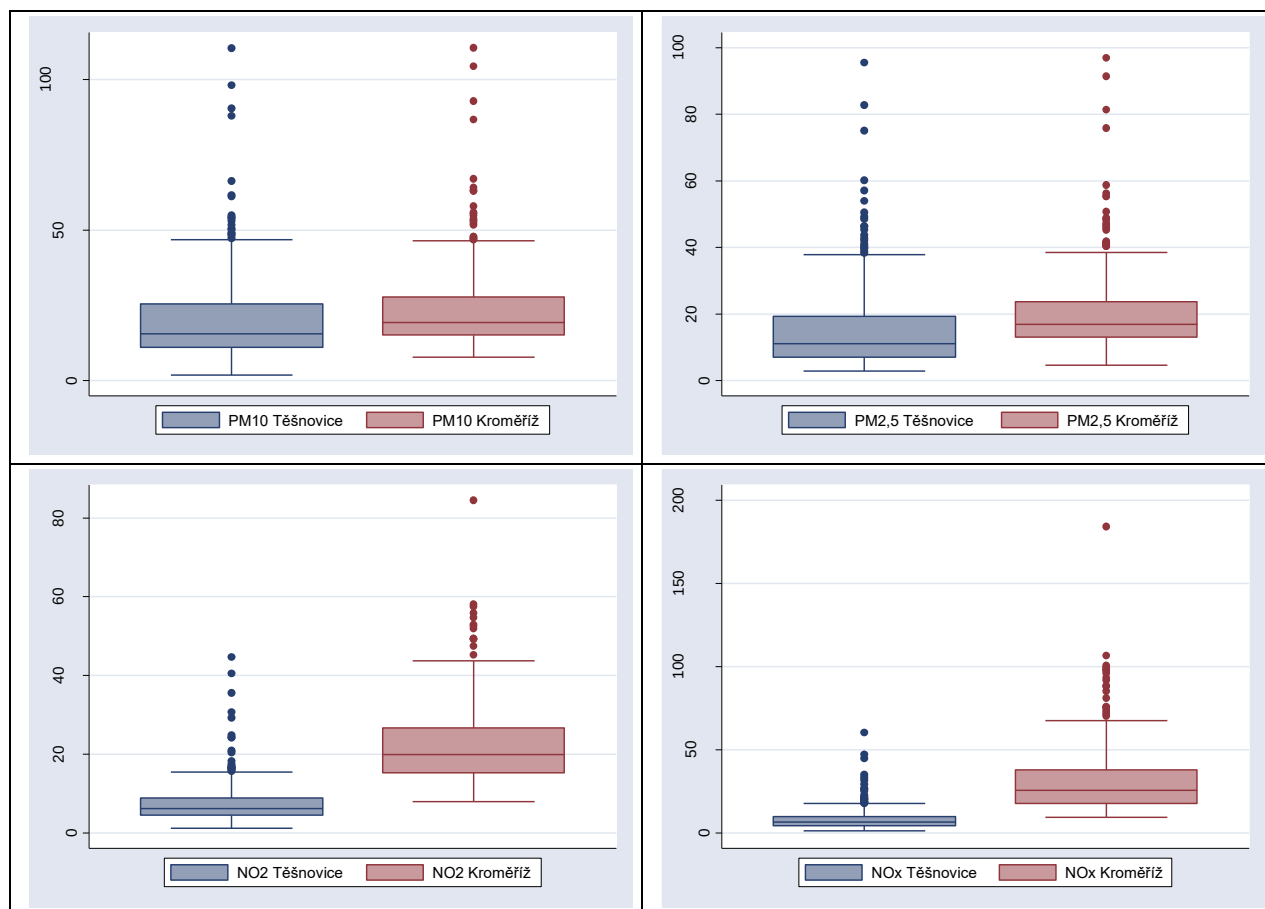
Popis hodnot a vyhodnocení rozdílů

Mezi hodnotami naměřenými na stanici Těšnovice a hodnotami v Kroměříži byl zjištěn statisticky významný rozdíl ($p < 0,001$) pro všechny sledované škodliviny. Jak je uvedeno v tabulce 1 a na obrázku 1, jsou hodnoty v Kroměříži vyšší, největší absolutní rozdíl je vidět u NO_x a NO_2 .

Tab. 1 Základní popis hodnot naměřených na stanici Těšnovice a v Kroměříži za období 28.11.2018-31.10.2019

Období 28.11.2018-31.10.2019								
Škodlivina ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Lokalita	počet	medián	ar. průměr	sd	Min	Max	p-hod.*
PM_{10}	T	329	15,6	20,3	14,73	1,8	110,4	<0,001
	K	336	19,3	23,6	13,92	7,8	110,6	
$\text{PM}_{2.5}$	T	328	11,1	15,2	12,76	2,8	95,5	<0,001
	K	333	16,9	20,5	12,31	4,6	96,9	
NO_2	T	328	6,2	7,7	5,41	1,2	44,7	<0,001
	K	337	19,9	22,6	10,54	8,0	84,5	
NO_x	T	328	6,6	8,5	6,71	1,4	60,4	<0,001
	K	337	25,7	31,7	21,14	9,4	184,1	

* párový neparametrický Wilcoxonův test, T – Těšnovice, K – Kroměříž, sd – směrodatná odchylka



Obr. 1 Grafické znázornění rozložení hodnot PM₁₀, PM_{2,5}, NO₂ a NO_x naměřených na stanici Těšnovice a v Kroměříži za období 28.11.2018-31.10.2019

Statisticky významné rozdíly v hodnotách pro všechny škodliviny byly zjištěny i ve všech čtyřech obdobích (28.11.2018-28.2.2019, 1.3.-21.5.2019, 1.6.-31.8.2019, 1.9.-31.10.2019) (Příloha 1). Největší variabilita hodnot je zjištěna v zimním období, nejmenší v letním období.

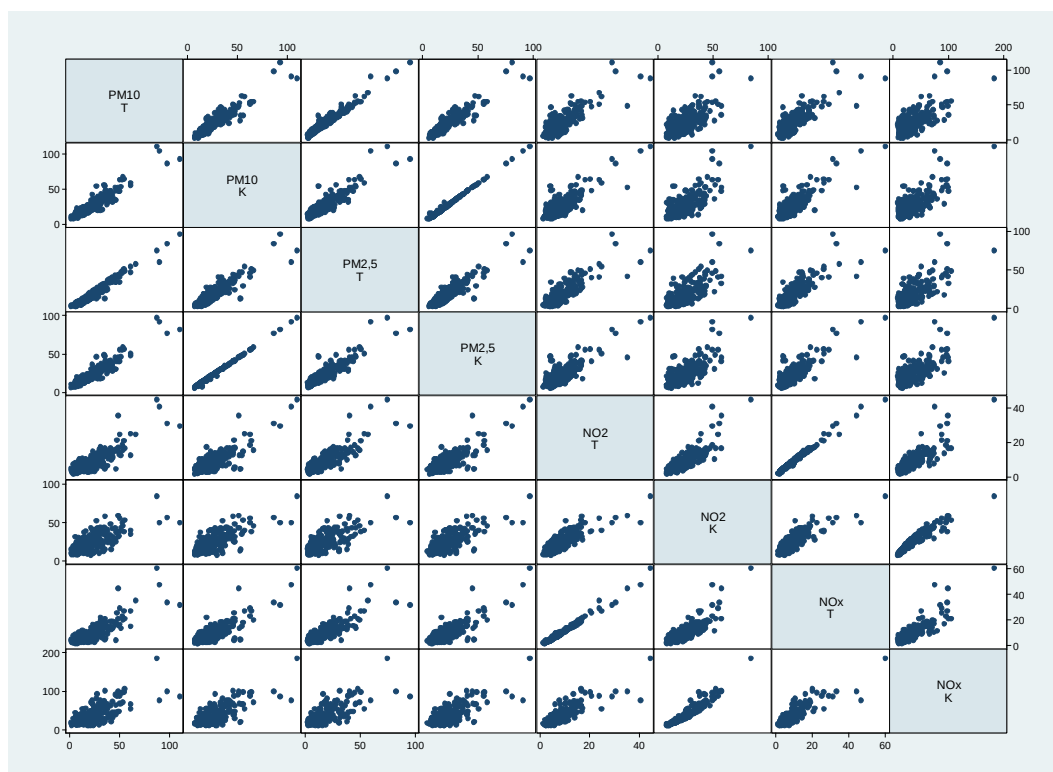
Korelace

Mezi hodnotami všech škodlivin naměřených na obou místech byla zjištěna vysoká korelace (tab. 2). Závislost mezi hodnotami je také znázorněna graficky na obrázku 2. Nejtěsnější závislost byla zjištěna pro PM_{10} ($r = 0,937$) a $PM_{2,5}$ ($r = 0,912$). Pro veličiny NO_2 a NO_x byly hodnoty korelačního koeficientu nižší ($r = 0,840$ resp. $0,866$).

Tab. 2 Hodnoty korelačního koeficientu (r) vyjadřující vztah mezi hodnotami naměřenými na stanici Těšnovice a v Kroměříži za období 28.11.2018-31.10.2019

	PM_{10} T	PM_{10} K	$PM_{2,5}$ T	$PM_{2,5}$ K	NO_2 T	NO_2 K	NO_x T
PM_{10} T	1						
PM_{10} K	0,9367	1					
$PM_{2,5}$ T	0,9752	0,9117	1				
$PM_{2,5}$ K	0,9366	0,9984	0,9122	1			
NO_2 T	0,8292	0,8215	0,8444	0,8214	1		
NO_2 K	0,7068	0,7231	0,7192	0,7261	0,8398	1	
NO_x T	0,8166	0,8233	0,8299	0,8227	0,9924	0,8370	1
NO_x K	0,7106	0,7418	0,7251	0,7427	0,8483	0,9482	0,8659

T – Těšnovice, K – Kroměříž



Obr. 2 Grafické znázornění vztahu mezi hodnotami naměřenými na stanici Těšnovice (T) a v Kroměříži (K)

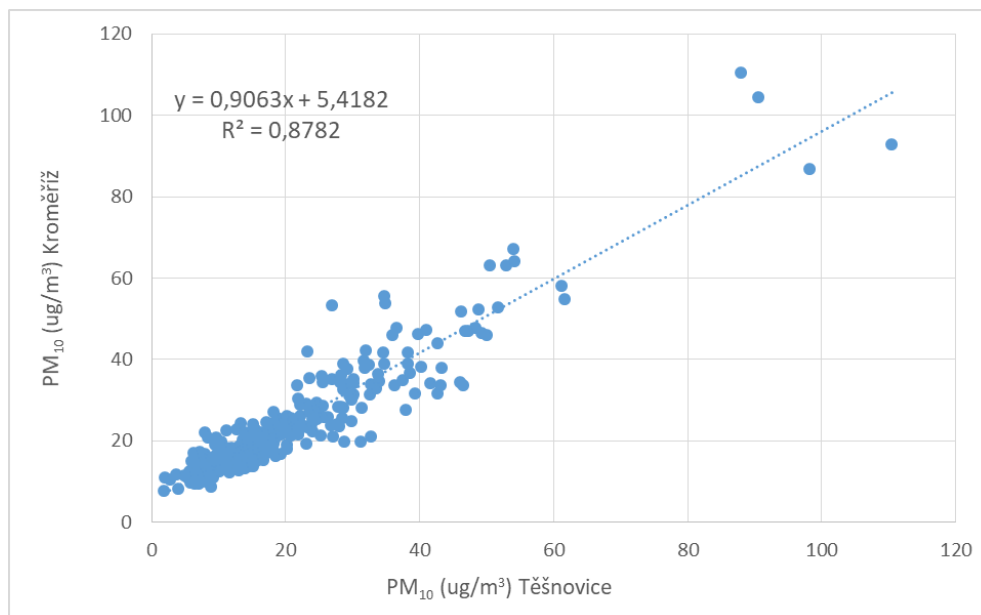
Vyjádření vztahu mezi hodnotami naměřenými na stanici Těšnovice a v Kroměříži

Na základě zjištěné vysoké závislosti mezi hodnotami naměřenými na stanicích Těšnovice a Kroměříž byly vztahy vyjádřeny pomocí lineárního regresního modelu. Výsledné vztahy jsou vyjádřeny v tabulce 3 v rovnicích 1-4 a na obrázcích 3a-d.

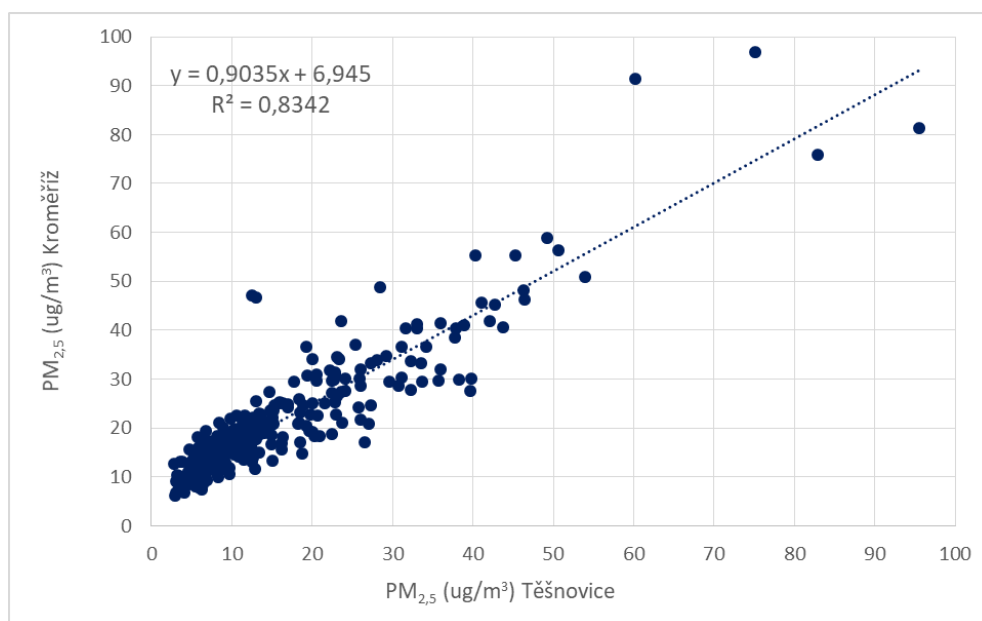
Tab. 3 Výsledky lineárního regresního modelu (hodnoty Kroměříž - závislá proměnná (y), hodnoty Těšnovice - nezávislá proměnná (x))

Škodlivina ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	absolutní člen (95% IS)		regresní koef. (95% IS)		R ²	p- hodnota
PM ₁₀	5,42	(4,51-6,33)	0,91	(0,87-0,94)	0,878	<0,001
PM _{2,5}	6,95	(6,08-7,81)	0,90	(0,86-0,95)	0,834	<0,001
NO ₂	10,02	(8,94-11,09)	1,64	(1,53-7,76)	0,707	<0,001
NO _x	8,59	(6,73-10,44)	2,74	(2,56-2,91)	0,747	<0,001
Rovnice 1:	$PM_{10_K} = 5,42 + 0,91 PM_{10_T}$					
Rovnice 2:	$PM_{2,5_K} = 6,95 + 0,90 PM_{2,5_T}$					
Rovnice 3:	$NO_{2_K} = 10,02 + 1,64 NO_{2_T}$					
Rovnice 4:	$NO_{x_K} = 8,59 + 2,74 NO_{x_T}$					

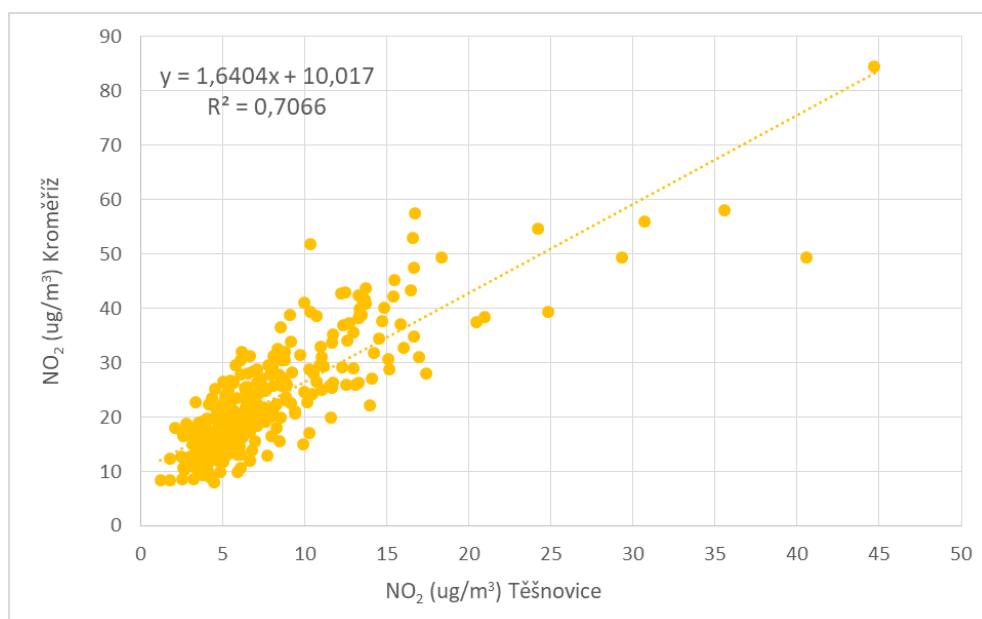
R²- koeficient determinace, IS – interval spolehlivosti, K – Kroměříž, T - Těšnovice



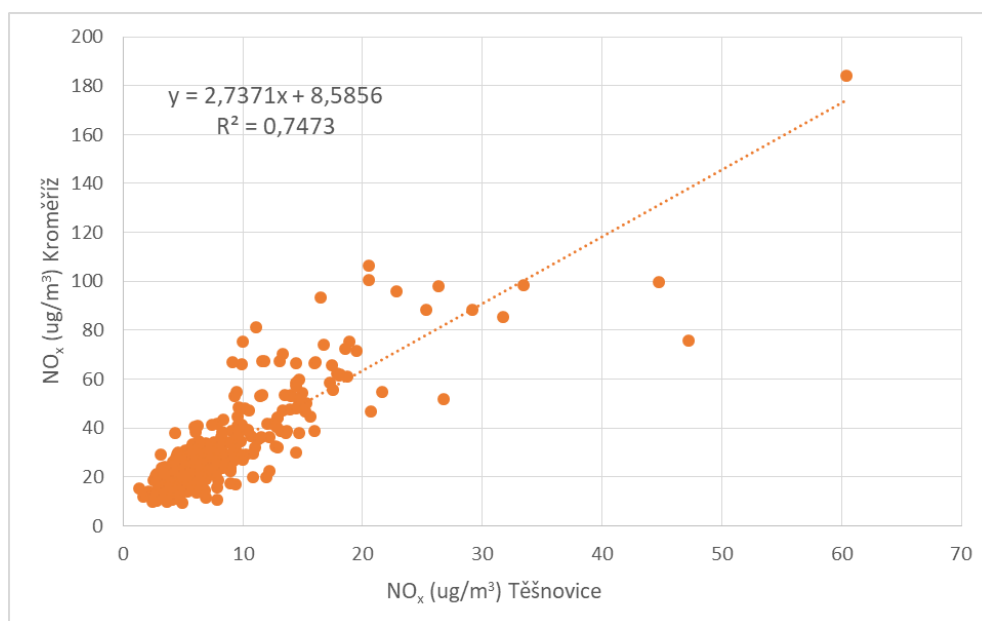
Obr. 3a Grafické znázornění vztahu mezi hodnotami PM₁₀ naměřenými na stanici Těšnovice a v Kroměříži



Obr. 3b Grafické znázornění vztahu mezi hodnotami $PM_{2,5}$ naměřenými na stanici Těšnovice a v Kroměříži



Obr. 3c Grafické znázornění vztahu mezi hodnotami NO_2 naměřenými na stanici Těšnovice a v Kroměříži



Obr. 3d Grafické znázornění vztahu mezi hodnotami NO_x naměřenými na stanici Těšnovice a v Kroměříži

Závěr

Mezi hodnotami škodlivin PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$, NO_2 a NO_x naměřenými na stanici Těšnovice a v Kroměříži byly zjištěny statisticky významné rozdíly, hodnoty v Kroměříži pro všechny škodliviny byly vyšší. Mezi hodnotami byly zjištěny významné korelace. Na základě lineárního regresního modelu je možné vztahy mezi hodnotami škodlivin PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$, NO_2 a NO_x naměřenými na stanici Těšnovice a v Kroměříži vyjádřit rovnicemi 1-4 uvedenými v tabulce 3.

Upozornění (limity výsledků):

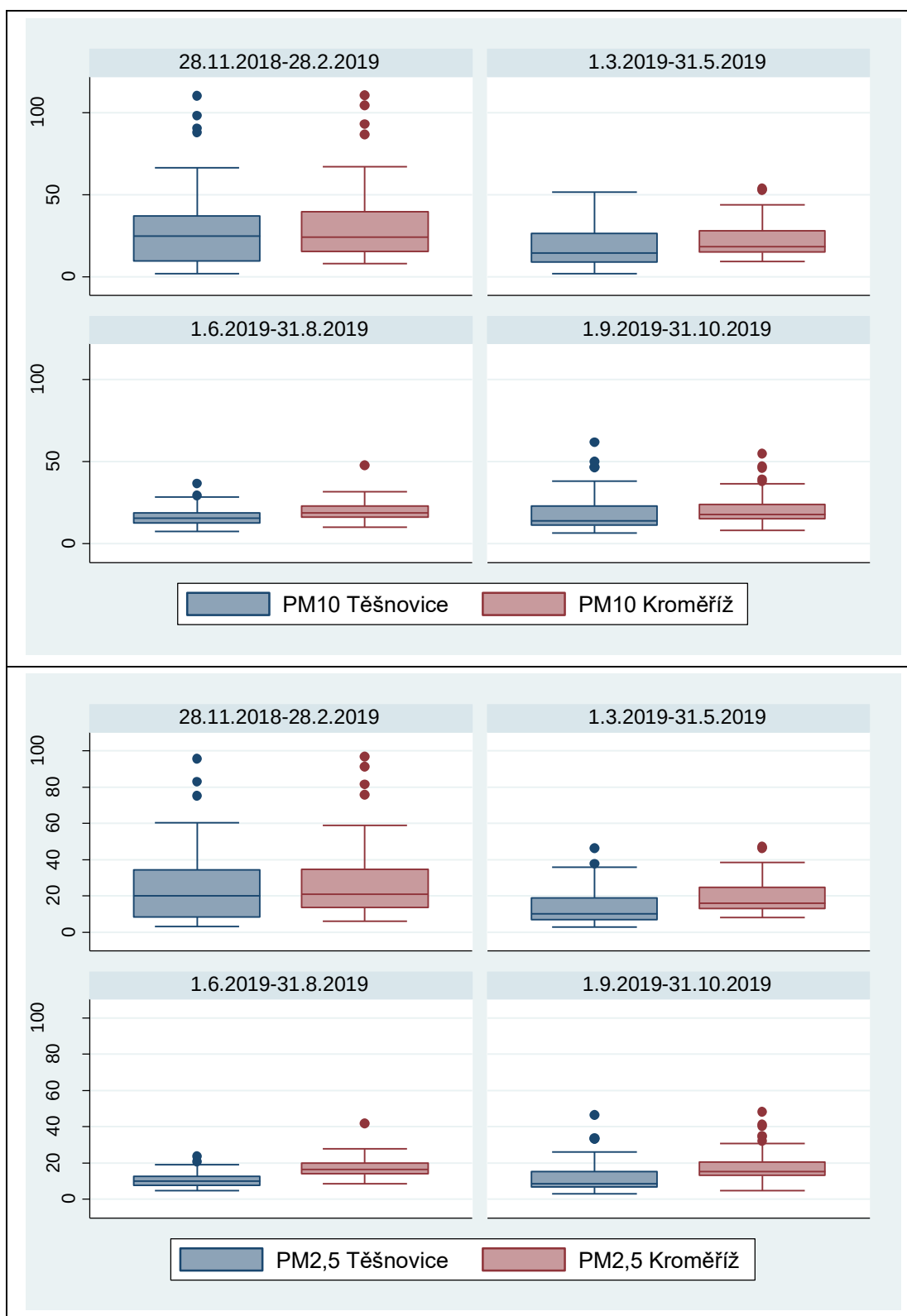
Uvedené vztahy **platí** pro dané **stanice** Těšnovice a Kroměříž (přesné umístění je uvedeno v kap. Data) a **pro daný interval měření** (28.11.2018-31.10.2019). Vzhledem k dalším vlivům jako jsou např. umístění stanic, meteorologické podmínky apod. není možné dané vztahy aplikovat na jiné lokality v rámci města Kroměříž.

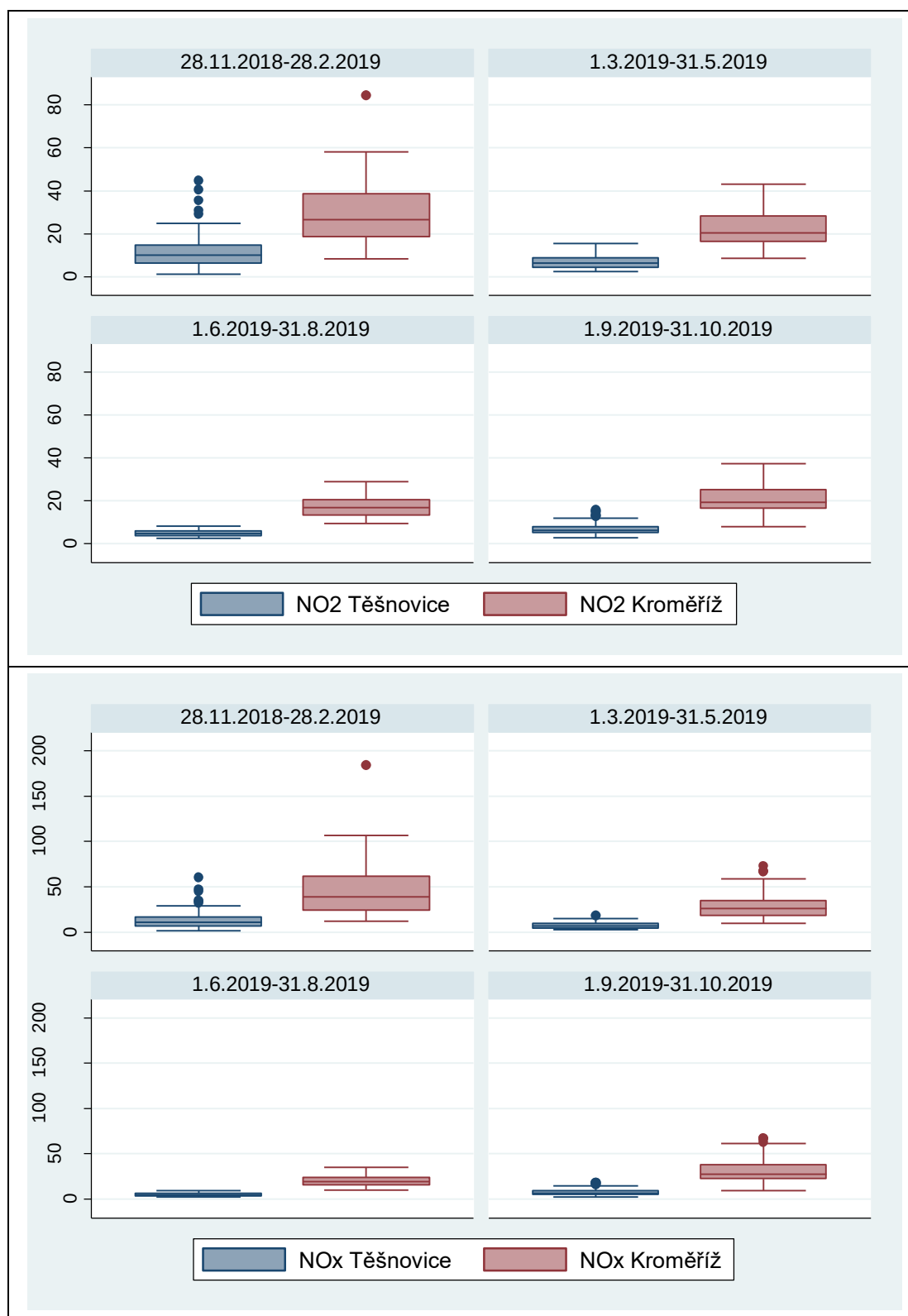
Příloha 1

Základní popis hodnot ve čtyřech obdobích.

období	Škodlivina (ug/m ³)	Lokalita	počet	medián	ar. průměr	sd	Min	Max	p-hod.*
28.11.2018 - 28.2.2019	PM ₁₀	T	92	24,8	27,6	21,54	1,8	110,4	<0,001
		K	91	24,1	30,9	21,22	7,8	110,6	
	PM _{2,5}	T	91	20,1	23,7	18,43	3,0	95,5	<0,001
		K	90	21,0	26,9	18,73	6,1	96,9	
	NO ₂	T	91	10,1	11,7	8,05	1,2	44,7	<0,001
		K	92	26,6	29,3	14,25	8,3	84,5	
	NO _x	T	91	10,7	13,3	10,14	1,4	60,4	<0,001
		K	92	39,2	47,1	29,75	11,8	184,1	
1.3.2019-31.5.2019	PM ₁₀	T	92	14,3	17,9	11,20	2,0	51,7	<0,001
		K	92	18,4	21,9	10,14	9,4	53,9	
	PM _{2,5}	T	92	10,2	13,4	9,13	2,8	46,4	<0,001
		K	91	16,1	19,2	8,94	8,1	47,2	
	NO ₂	T	92	6,4	6,9	3,01	2,5	15,4	<0,001
		K	92	20,3	22,5	8,62	8,5	43,0	
	NO _x	T	92	6,9	7,5	3,47	2,4	18,5	<0,001
		K	92	26,1	28,8	13,77	10,0	72,6	
1.6.2019-31.8.2019	PM ₁₀	T	86	15,5	16,3	5,17	7,5	36,5	<0,001
		K	92	18,7	19,8	5,39	10,0	47,8	
	PM _{2,5}	T	86	10,0	10,4	3,60	4,8	23,7	<0,001
		K	91	16,2	17,3	4,77	8,5	41,8	
	NO ₂	T	86	4,6	4,9	1,51	2,4	8,1	<0,001
		K	92	16,8	17,2	4,73	9,4	28,8	
	NO _x	T	86	4,8	5,1	1,77	2,4	9,1	<0,001
		K	92	19,2	19,8	6,04	9,7	34,8	
1.9.2019-31.10.2019	PM ₁₀	T	59	13,9	18,5	11,87	6,5	61,6	<0,001
		K	61	17,8	20,9	9,61	8,1	54,9	
	PM _{2,5}	T	59	8,4	12,1	8,86	3,0	46,3	<0,001
		K	61	15,3	17,7	8,75	4,6	48,1	
	NO ₂	T	59	6,1	7,0	2,95	2,7	15,8	<0,001
		K	61	19,2	20,7	6,98	8,0	37,3	
	NO _x	T	59	6,5	7,8	3,81	2,5	18,0	<0,001
		K	61	27,4	31,0	14,88	9,4	67,1	

* párový neparametrický Wilcoxonův test, T – Těšnovice, K – Kroměříž, sd – směrodatná odchylka





Obr. Grafické znázornění rozložení hodnot PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$, NO_2 a NO_x naměřených na stanici Těšnovice a v Kroměříži ve čtyřech obdobích