

Měření kvality vnitřního ovzduší
12. 3. až 16. 3. 2018
Základní škola T. G. Masaryka, třída 4. A,
Českého povstání 6, Praha 6



Projekt INTERREG
InAirQ

Úvod

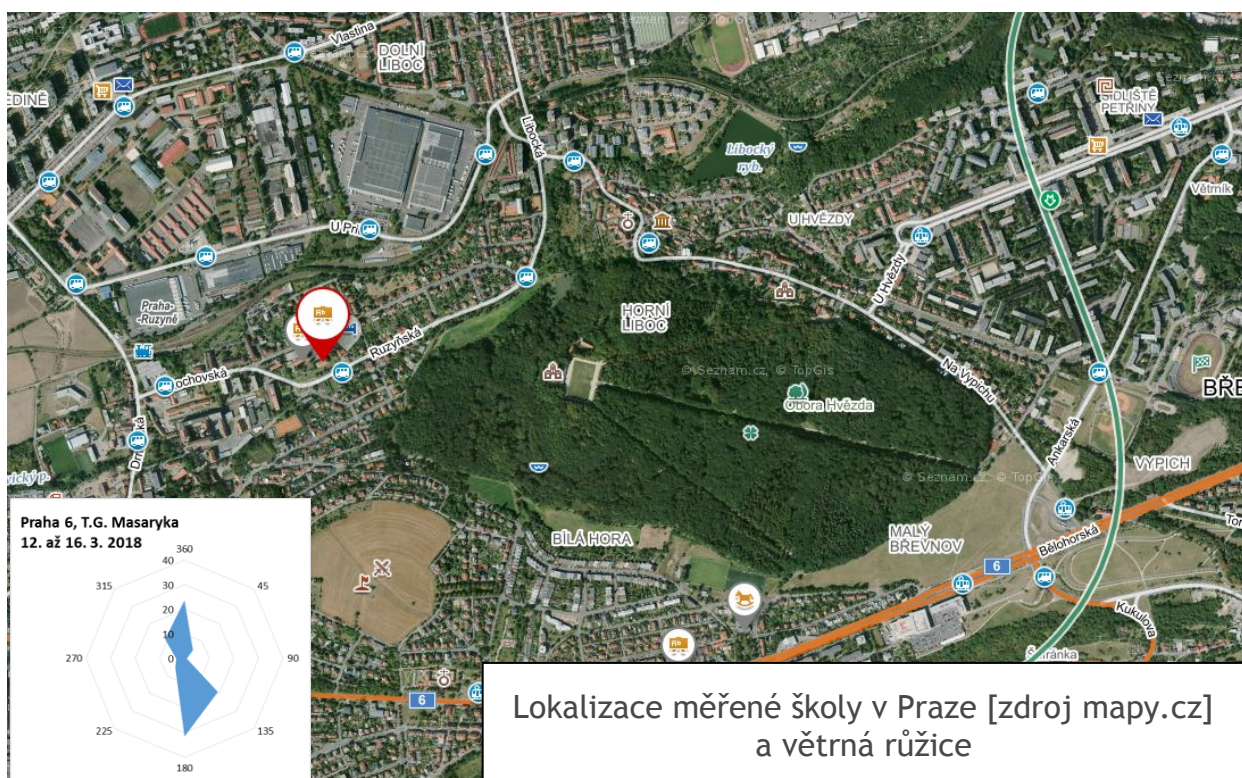
Základní škola T. G. Masaryka v Praze 6 byla, jako jedna z dvanácti škol v České republice, vybrána pro projekt EU INTERREG InAirQ.

Zaměření celého projektu vychází ze skutečnosti, že děti jsou citlivá populační skupina, která často ve škole tráví podstatnou část dne. Prostředí ve škole ovlivňuje jejich pohodu, podmínky pro učení a může mít vliv na jejich zdraví. Cílem je identifikovat problémy a navrhnout opatření k případnému zlepšení stavu.

V rámci projektu bylo v každé z vybraných škol provedeno měření kvality vnitřního ovzduší, které bylo doplněno o dotazníkové šetření, které se týkalo zdravotního stavu dětí, jejich denního časového rozvrhu a popisu domácího prostředí.

V každé škole byla změřena vždy 1 třída prvního stupně (kmenová), kde děti tráví převážnou část dne. Souběžně s měřením vnitřního ovzduší bylo měřeno i venkovní ovzduší v okolí školy.

Základní škola T. G. Masaryka v Praze 6 je umístěna v severozápadním kvadrantu Prahy v oblasti s vilovou zástavbou, reprezentuje tedy městskou pozadovou lokalitu. Měření proběhlo ve dnech 12. - 16. 3. 2018, v předjaří, kdy vál proměnlivý až čerstvý vítr a teplota se pohybovala od 2 do 12 °C.



Sledovány byly tyto parametry kvality vnitřního prostředí: fyzikální (teplota, vlhkost), chemické (těkavé organické látky včetně formaldehydu, oxidy dusíku, oxid uhličitý jako indikátor správné výměny vzduchu, suspendované částice frakce $PM_{1,0}$, $PM_{2,5}$ a PM_{10} a distribuce částic velikostního rozmezí 250 nm až 32 μ m) a radon. Ve venkovním ovzduší byly navíc sledovány hmotnostní koncentrace oxidu siřičitého, ozónu a oxidu uhelnatého. Zároveň byly odebrány vzorky prachu frakce $PM_{2,5}$ z ovzduší pro stanovení vybraných kovů.

Měřené prostory a jejich popis

Škola je smíšeného typu (cihla, beton, dřevo) a byla postavena v roce 1928. V roce 2004 byla škola rekonstruována. Během uplynulých pěti letech byla provedena rekonstrukce oken a izolace. Budova školy nemá mechanický větrací systém. V přímé blízkosti školy je komunikace s nízkou, nárazově střední dopravní intenzitou, v nejbližším okolí je školní hřiště, ve vzdálenosti cca 500 m se nachází Obora Hvězda.

Pro měření byla vybrána třída 4. A v prvním patře. Třída má plochu cca 71 m², výška stropu je 3,5 m a obvykle v ní bývá 25 dětí (vychází zde tedy 9,9 m³/na žáka). Podlahovou krytinu tvoří lino, v zadní části třídy je koberec. Stěny jsou vymalovány ve vodě rozpustnou barvou, okna o ploše 20 m² jsou plastová, vybavená žaluziemi a jsou orientována na jih směrem do ulice. Nábytek a vybavení (laminát nebo kompozit) je z roku 2012, ve třídě je klasická tabule.

Třída byla při měření větrána okny (v průběhu vyučování byly otevřeny 2 - 4 ventilačky), o přestávkách bylo používáno průvanové větrání (otevřené dveře a ventilačky). V době měření bylo ve třídě maximálně 20 dětí.



Základní popis naměřených hodnot

V níže uvedené tabulce jsou prezentovány základní naměřené hodnoty sledovaných fyzikálních a chemických parametrů. Pro srovnání jsou zde uvedeny limitní hodnoty stanovené přílohou č. 2 Vyhlášky MZ ČR č. 6/2003 Sb., kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí obytných místností některých staveb a Vyhláškou MMR č. 20/2012 Sb. o technických požadavcích na stavby, Vyhláškou č. 343/2009 Sb. o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých a přílohou č. 1. Zákona č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší.

Státní zdravotní ústav
Centrum zdraví a životního prostředí
Laboratoř ovzduší
ZŠ T. G. Masaryka, třída 4. A, Českého povstání 6, Praha 6
Ve třídě měřeno od 12.3. 2018 7:35 do 16. 3. 2018 12:40

Výsledky					
Parametr	Jednotka	Třída 4. A (*****) (MIN / <u>AVG</u> / MAX)	Limit pro vnitřní prostředí(*)	Venkovní ovzduší (MIN / <u>AVG</u> / MAX)	Limit pro venkovní ovzduší (**)
Teplota (*)	°C	23,8 / <u>25,3</u> / 26,8	22 ± 2 °C	1,6 / <u>7,1</u> / 12,0	-
R. vlhkost (*)	%	25 / <u>31</u> / 37	> 30 %	44 / <u>76</u> / 98	-
Tlak	hPa	954 / 965 / 973	-	955 / <u>965</u> / 972	-
Rychl. větru	m/s	nesleduje se	-	0,1 / <u>1,4</u> / 3,1	-
CO ₂ (*)	ppm	580 / <u>775</u> / 970	1 500 ppm	nesleduje se	-
NO	µg/m ³	0,1 / <u>13,9</u> / 71,0	-	0,6 / <u>4,7</u> / 40,4	-
NO ₂ (*)	µg/m ³	8,9 / <u>25,4</u> / 48,0	100 µg/m ³ /hod	10,1 / <u>24,8</u> / 57,5	40 µg/m ³ /rok; 200 µg/m ³ /hod
NO _x	µg/m ³	Jako orientační lze vzít hodnoty z venkovního ovzduší, kdy ve třídě je vždy méně než venku. (ve třídě nejsou zdroje)	-	10,9 / <u>31,2</u> / 106,9	-
CO (*)	µg/m ³		5 000 µg/m ³ /hod	162 / <u>279</u> / 661	10 000 µg/m ³ /8hod
SO ₂	µg/m ³		-	1,9 / <u>4,9</u> / 9,6	350 µg/m ³ /hod; 125 µg/m ³ /den
O ₃ (*)	µg/m ³		100 µg/m ³ /hod	2,6 / <u>39,6</u> / 71,0	120 µg/m ³ /8hod
PM _{1,0}	µg/m ³	2 / <u>20</u> / 45	-	2 / <u>32</u> / 149	-
PM _{2,5} (*)	µg/m ³	5 / <u>26</u> / 62	80 µg/m ³ /hod	2 / <u>33</u> / 152	25 µg/m ³ /rok

Výsledky					
Parametr	Jednotka	Třída 4. A (*****) (MIN / <u>AVG</u> / MAX)	Limit pro vnitřní prostředí(*)	Venkovní ovzduší (MIN / <u>AVG</u> / MAX)	Limit pro venkovní ovzduší (**)
PM ₁₀ (*)	µg/m ³	9 / <u>63</u> / 179	150 µg/m ³ /hod	2 / <u>3</u> / 155	40 µg/m ³ /rok; 50 µg/m ³ /den
benzen (*)	µg/m ³	2,8	7 µg/m ³ /hod	2,7	5 µg/m ³ /rok
formaldehyd (*)	µg/m ³	7,5	60 µg/m ³ /hod	2,7	-
toluen (*)	µg/m ³	5,2	300 µg/m ³ /hod	2,9	-
suma xylenů (*)	µg/m ³	2,2	200 µg/m ³ /hod	0,8	-
ethylbenzen (*)	µg/m ³	0,8	200 µg/m ³ /hod	0,3	-
trichlorethylen (*)	µg/m ³	0,1	150 µg/m ³ /hod	LDL	-
tetrachlorethylen (*)	µg/m ³	0,3	150 µg/m ³ /hod	0,2	-
α-pinene (***)	µg/m ³	4,8	450 µg/m ³	0,6	-
limonen (***)	µg/m ³	77,1	450 µg/m ³	11,6	-
2-ethylhexanol (***)	µg/m ³	1,6	70 µg/m ³ /rok	0,1	-
styren (*)	µg/m ³	0,4	40 µg/m ³ /hod	0,2	-
acetaldehyd (***)	µg/m ³	3,4	200 µg/m ³	1,6	-
propionaldehyd	µg/m ³	1,1	-	1,1	-
benzaldehyd	µg/m ³	0,7	-	0,3	-
hexanal	µg/m ³	8,5	-	5,6	-
As	ng/m ³	LDL	-	LDL	6 ng/m ³ /rok
Cd	ng/m ³	0,27	-	0,1	5 ng/m ³ /rok
Cr	ng/m ³	LDL	-	LDL	-
Mn (***)	ng/m ³	2,16	-	0,25	150 ng/m ³ /rok
Ni	ng/m ³	0,16	-	0,13	20 ng/m ³ /rok
Pb	ng/m ³	5,13	-	3,03	500 ng/m ³ /rok
Ti	ng/m ³	LDL	-	LDL	-
Radon (****)	Bq/m ³	136	400 Bq/m ³	nesleduje se	-

Pozn: LDL = pod mezí detekce

(*) - podle Vyhlášky č. 6/2003 Sb., kterou se stanoví požadavky na hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí v pobytových místnostech některých staveb a Vyhlášky č. 20/2012 Sb., o technických požadavcích na stavby v platném znění Vyhlášky č. 323/2017 Sb.

Vyhlášky č. 20/2012 Sb., kterou se mění Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby

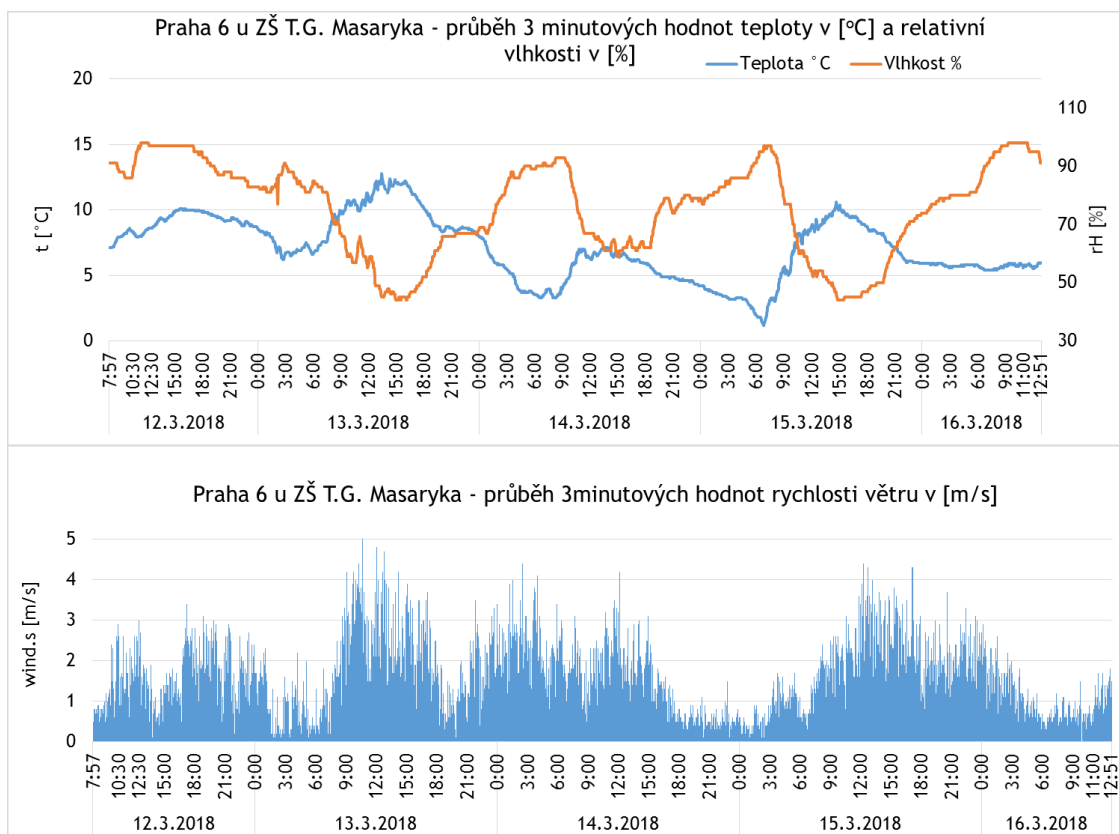
(**) - podle přílohy č. 1. Zákona č. 201/2012 Sb. ze dne 2. května 2012 o ochraně ovzduší

(***) - podle INDEX project - Final report JRC_2005, WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants, 2010 a podle referenčních koncentrací SZÚ (viz :http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/ovzdusi/dokumenty_zdravi/ref_konc_2003.pdf)

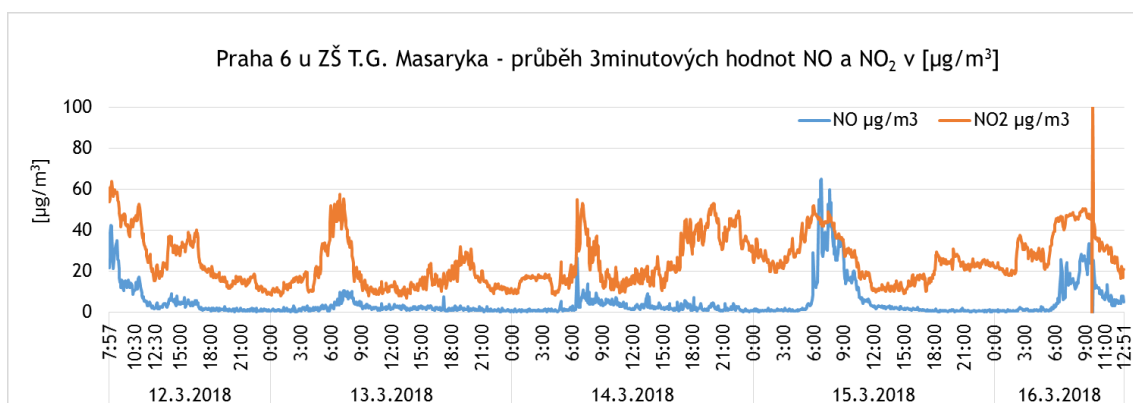
(****) - Vyhláška č. 307/2002 Sb., o radiační ochraně, ve znění Vyhlášky č. 499/2005 Sb. stanoví tzv. směrné hodnoty pro obsah radonu - v obytném prostoru stávajících budov kde by neměla být průměrná hodnota objemové aktivity radonu vyšší než 400 Bq/m³.

(*****) - ve třídě 4. A. je hodnoceno vždy pouze období vyučování, tj. za přítomnosti dětí. Jako maximum je zde uvedena hodnota maximálního hodinového průměru - která může být porovnávána s limitem stanoveným Vyhláškou č. 6/2003 Sb.

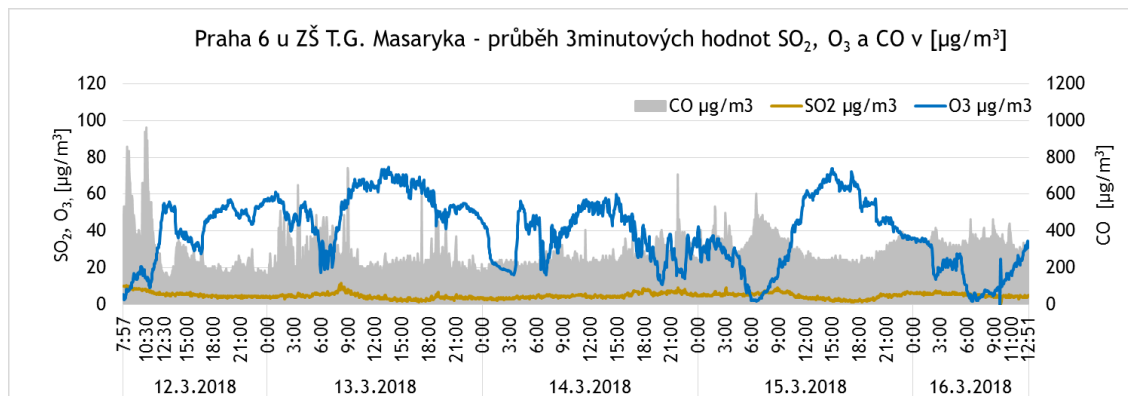
V dále uvedených grafických zpracováních jsou prezentovány průběhy měřených hodnot sledovaných znečišťujících látek a základních mikroklimatických parametrů kvality prostředí ve třídě 4. A a ve venkovním ovzduší.



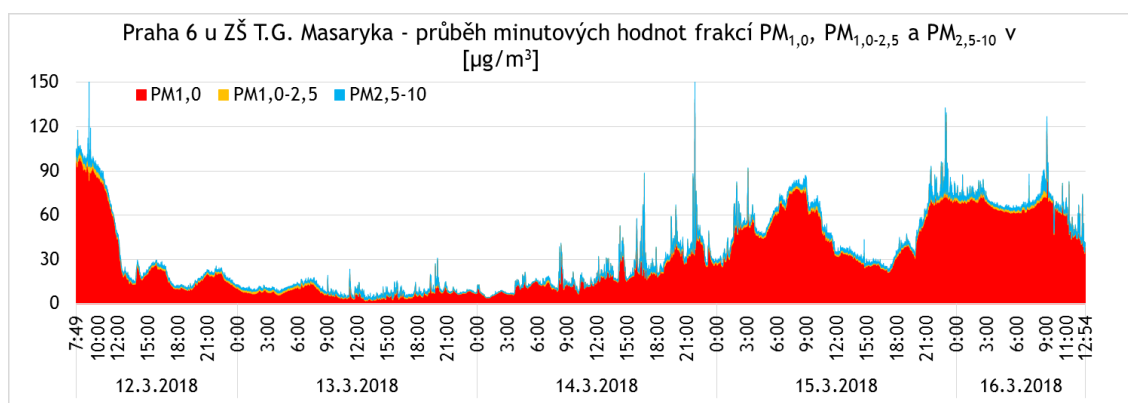
Graf. č. 1. : Venkovní ovzduší - Průběh hodnot teploty, vlhkosti a rychlosti větru



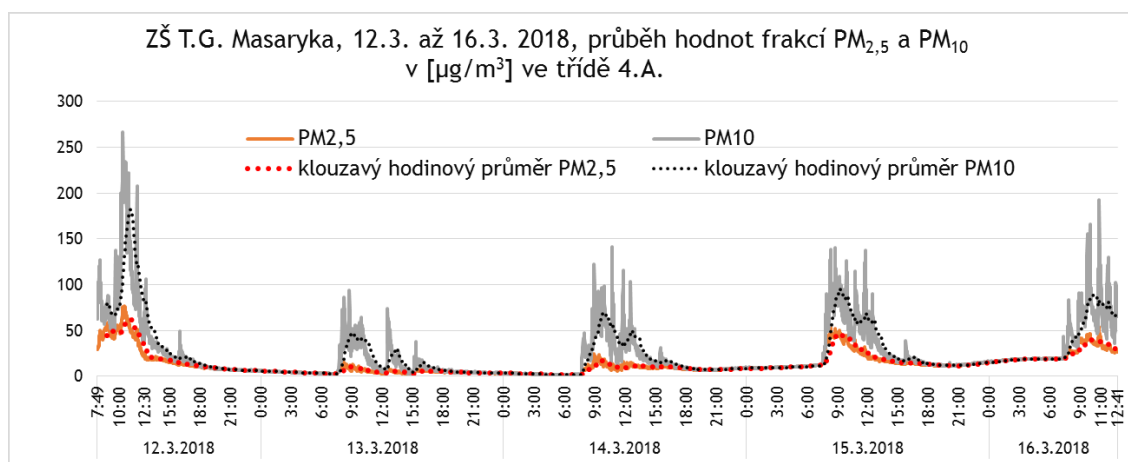
Graf. č. 2. : Venkovní ovzduší - Průběh hodnot oxidů dusíku



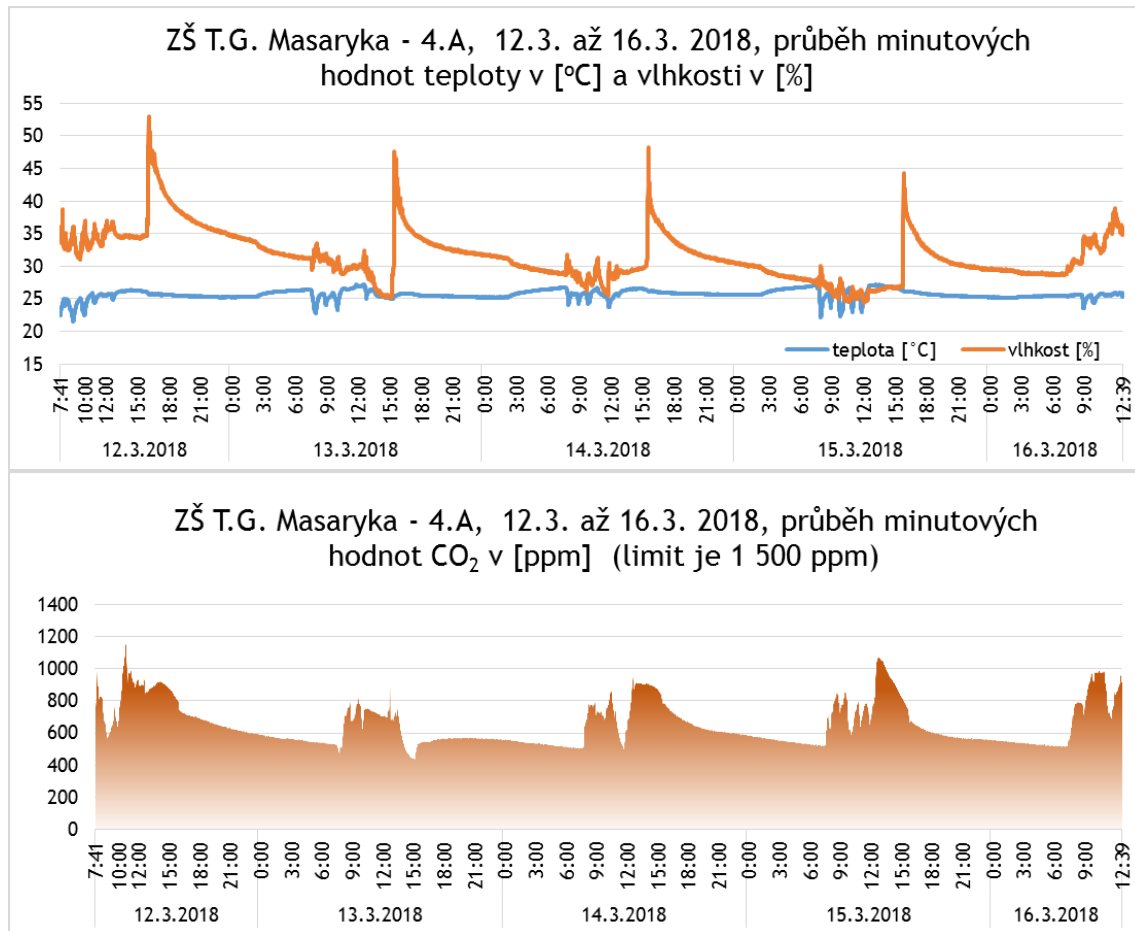
Graf. č. 3. : Venkovní ovzduší - Průběh hodnot oxidu uhelnatého, oxidu siřičitého a ozónu



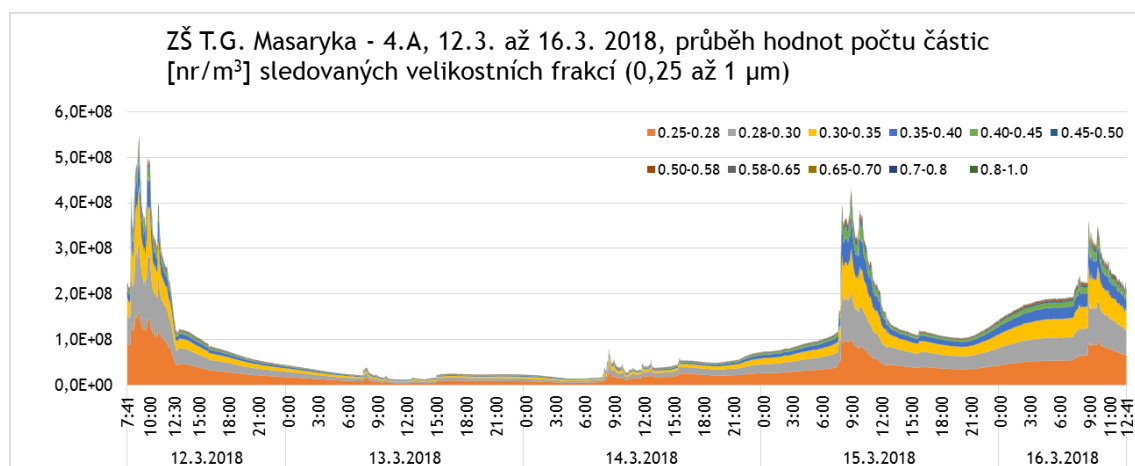
Graf. č. 4. : Venkovní ovzduší - Průběh koncentrace suspendovaných částic frakce PM_{1,0}, PM_{1,0-2,5} a PM_{2,5-10}



Graf. č. 5. : 4. A - Průběh koncentrace suspendovaných částic frakce PM_{2,5} a PM₁₀



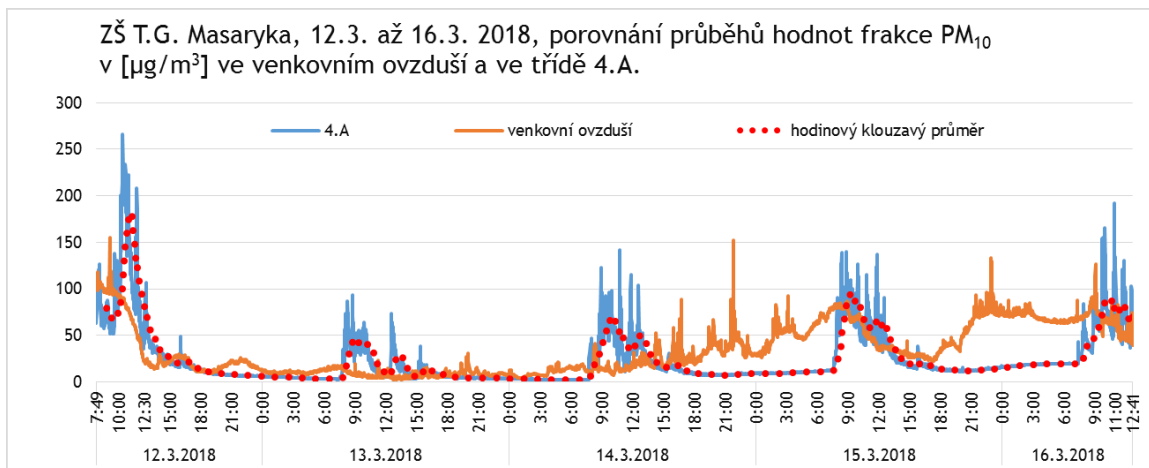
Graf. č. 6. : 4. A - Průběh hodnot teploty, vlhkosti a koncentrace oxidu uhličitého (CO₂)



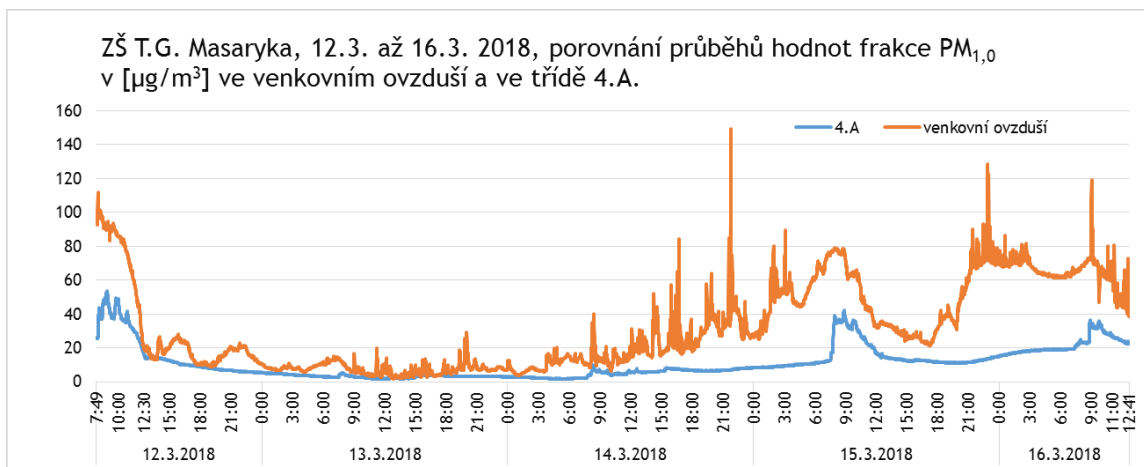
Graf. č. 7. : 4. A - Průběh hodnot počtu částic sledovaných velikostních frakcí (0,25 až 1 µm)



Graf. č. 8. : Průběh hodnot oxidu dusičitého (NO₂) ve venkovním ovzduší a ve 4. A.



Graf. č. 9. : Průběh hodnot frakce PM₁₀ ve venkovním ovzduší a ve 4. A.



Graf. č. 10. : Srovnání průběhu hodnot frakce PM_{1,0} ve venkovním ovzduší a ve 4. A.

Závěr/shrnutí

V Základní škole T. G. Masaryka, Českého povstání 6 v Praze 6 byly ve dnech 12. - 16. 3. 2018 ve třídě 4. A změřeny vybrané parametry kvality vnitřního prostředí. Na základě hodnot naměřených ve třídě a výsledků získaných v rámci souběžného měření kvality venkovního ovzduší lze konstatovat, že:

- koncentrace látek, jejichž zdroj je pouze ve venkovním ovzduší (SO₂, NO, CO, O₃) při měření u základní školy odpovídaly aktuální meteorologické situaci, sezóně a zastoupení typů zdrojů a typu majoritní okolní zátěže v době měření. Koncentrace NO₂ ve venkovním ovzduší nepřekročila během měření limitní hodnotu 200 µg/m³/hod.
- ve třídě 4. A nebyly naměřeny zvýšené/zdravotně významné hodnoty NO₂, v době vyučování byly koncentrace ve venkovním a vnitřním ovzduší srovnatelné, v ostatním období byly vyšší venku, porovnání průběhů viz graf č. 8;
- teplota ve třídě se pohybovala během vyučování v rozmezí 23,8 - 26,8 °C, kdy ani **průměrná teplota (25,3 °C) nesplňovala požadavky Vyhlášky č. 6/2003 Sb.** Relativní vlhkost byla občas nižší, než požadovaných 30 %, viz graf č. 6;
- hodinové koncentrace oxidu uhličitého (CO₂) se během měření pohybovaly v rozmezí 580 - 970 ppm (s průměrem za dobu vyučování na úrovni 775 ppm). Jak je patrné z grafu č. 6, nepřekročily minutové koncentrace limit (1 500 ppm) stanovený Vyhláškou č. 20/2002 Sb. o technických požadavcích na stavby. **Výměnu vzduchu v učebně v době měření tak lze tedy považovat za dostatečnou;**
- koncentrace **suspendovaných částic frakce PM₁₀** ve třídě 4. A v daném období pouze **v jednom z měřených dní nárazově překročila limitní hodnotu stanovenou Vyhláškou č. 6/2003 Sb., u frakce PM_{2,5} k překročení nedošlo.** Průběh minutových hodnot a hodnot hodinových klouzavých průměrů je znázorněn v grafu č. 5. Měření potvrdilo, že vyšší hmotnostní koncentrace částic hrubé frakce (> 1 µm) ve třídě 4. A souvisí primárně s aktivitami uživatelů (dětí), a naopak, že jemná submikronová frakce (< 1 µm) je většinou transportována z venkovního ovzduší (graf č. 10);
- zjištěné koncentrace těkavých organických látek (toluen, etylbenzen, styren, xyleny, tetrachloreten, trichloreten) byly nízké a u žádné ze stanovených látek nedošlo k překročení limitu uvedeného ve Vyhlášce č. 6/2003 Sb., naměřené hodnoty byly řádově nižší. Koncentrace benzenu ve třídě (2,8 µg/m³) splňuje limit a je srovnatelná s hodnotou ve venkovním ovzduší;
- koncentrace další skupiny těkavých organických látek (formaldehyd, acetaldehyd) byly nízké. Vyhláška č. 6/2003 Sb. stanoví limitní hodnotu pouze pro formaldehyd, naměřená koncentrace ve třídě se pohybovala se na úrovni 13 % limitu;
- naměřená koncentrace terpenů limonen (77 µg/m³) je vyšší, než se běžně ve vnitřním prostředí nalézá. Tato látka je součástí čistících přípravků a ve vysokých koncentracích může způsobovat alergie;
- **v rámci měřeného spektra látek nebyly ve vnitřním prostředí ZŠ identifikovány těkavé organické látky v koncentracích, které by mohly mít negativní vliv na zdraví;**
- koncentrace vybraných kovů v suspendovaných částicích frakce PM_{2,5} (As, Cd, Cr, Mn, Ni, Pb a Ti) byly nízké a zdravotně nevýznamné;
- hodnoty radonu vyhovují požadavkům vyhlášky č. 307/2002 Sb., o radiační ochraně, ve znění vyhlášky č. 499/2005 Sb. a jsou na úrovni 30 % stanoveného limitu.

Doporučení pro odstranění/minimalizaci vlivu indikovaných problémů.

V průběhu měření bylo ve třídě 4. A indikováno opakované zvýšení zátěže vnitřního prostředí prachem (hrubá frakce tj. $> 1 \mu\text{m}$), jehož zdrojem jsou především aktivity ve třídě a částečně i vybavení třídy (koberec), jednoznačná vazba měřených hodnot jemné frakce prachu ($< 1 \mu\text{m}$) na venkovní ovzduší je způsobená infiltrací.

Hodnoty koncentrací suspendovaných částic lze do určité míry ovlivnit typem podlahové krytiny, bezprašnými nátěry stěn, četnějšími mokřými stěry, dodržováním pravidel pro přezouvání dětí a režimem úklidu včetně úklidu hloubkového.

Ve třídě byla zjištěna vyšší teplota, než je uvedeno ve Vyhlášce č. 6/2003 Sb, nevyhovující teplotu vzduchu je nutné optimalizovat regulací topné soustavy.

Výsledky měření koncentrace CO_2 prokazují dostatečnou výměnu vzduchu ve třídě. Je to dáno tím, že ve třídě bylo v době měření relativně málo dětí (max. 20) a bylo prováděno dostatečné větrání. Obecně lze konstatovat, že zajištění optimální hodnoty výměny vzduchu v učebnách reprezentované koncentrací oxidu uhličitého je možné:

- okenním větráním, ostatní používané postupy (například otevřené dveře do chodby, ventilačky v oknech), pokud se nejedná o průvanové větrání, nemusí být dostačující; doporučujeme zavést systém autokontroly úrovně výměny vzduchu ve třídách např. přenosným sensorovým systémem.
- technologicky - instalací řízené výměny vzduchu s rekuperací tepla.

Zpracovala: Ing. V. Vrbíková, Bc. L. Kuklová, redigoval: RNDr. B. Kotlík, Ph.D.

Schválila: MUDr. H. Kazmarová, garant projektu

V Praze 18. 6. 2018

Další informace o projektu InAirQ lze dohledat na:

webových stránkách SZÚ - viz: <http://www.szu.cz/inairq-1>), kde jsou i odkazy na další informace včetně již vydaných Newsletterů projektu.

Facebooku - viz: <https://www.facebook.com/InAirQCeska/>