



Měření kvality vnitřního ovzduší

22. 1. až 26. 1. 2018

Základní škola Na Dlouhém lánu, třída 4. A,

Na Dlouhém lánu 43, Praha 6

Projekt INTERREG

InAirQ

Úvod

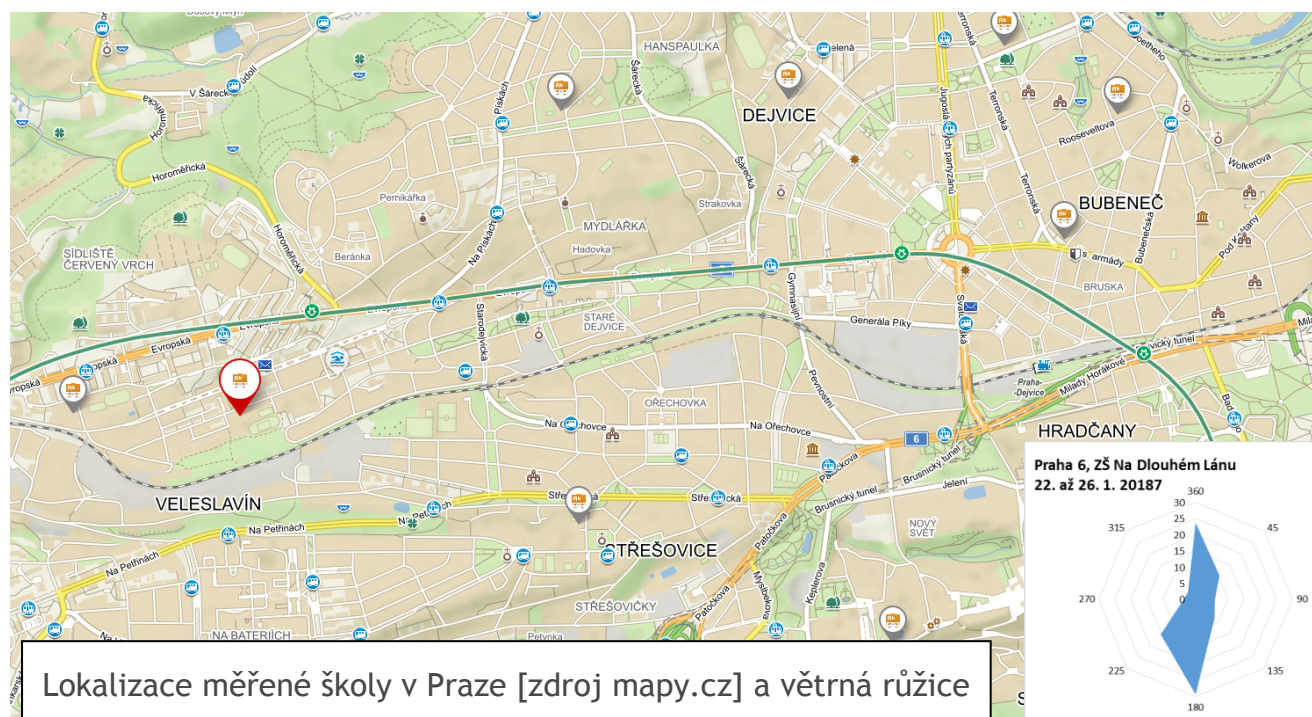
Základní škola Na Dlouhém lánu v Praze 6 byla, jako jedna z dvanácti škol v České republice, vybrána pro projekt EU INTERREG InAirQ.

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.

ZŠ Na Dlouhém lánu v Praze 6 je umístěna v severozápadním kvadrantu Prahy v hustě zastavěné oblasti vícepatrových budov. Měření proběhlo ve dnech 22. - 26. 1. 2018, za dobrých rozptylových podmínek, kde se teplota pohybovala od -1 do 11 °C.



Lokalizace měřené školy v Praze [zdroj mapy.cz] a větrná růžice

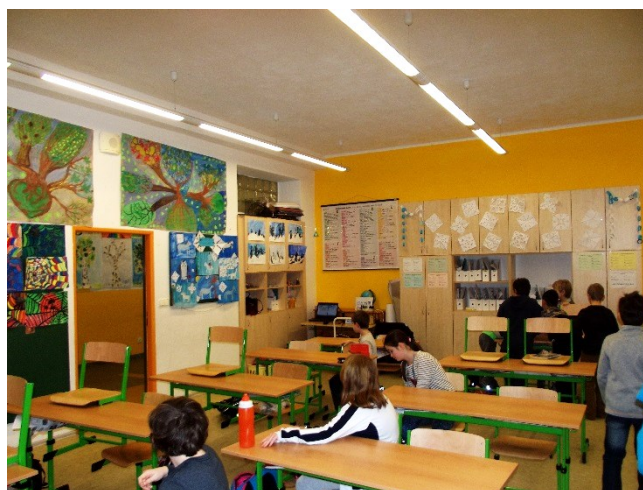
Sledovány byly tyto parametry kvality vnitřního prostředí: fyzikální (teplota, vlhkost), chemické (těkavé organické látky včetně formaldehydu, oxidy dusíku, oxid uhlíčitý jako indikátor správné výměny vzduchu, suspendované částice frakce $PM_{1,0}$, $PM_{2,5}$ a PM_{10} a distribuce částic velikostního 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 smíšeného typu (cihla, beton) pochází z roku 1958, má čtyři nadzemní a dvě podzemní podlaží. V roce 2008 prošla kompletní rekonstrukcí. Kapacita školy je 460 žáků. Nachází se v oblasti se střední úrovní dopravní zátěže (ulice Na Dlouhém lánu a ve vzdálenosti cca 400 m čtyřproudá Evropská ulice). Přímo u školy je parková úprava a školní hřiště. Budova školy nemá mechanický větrací systém.

Pro měření byla vybrána třída 4. A ve druhém patře. Třída má plochu cca 58 m², výška stropu je 3,44 m a obvykle v ní bývá 29 dětí (vychází zde tedy 6,9 m³/na žáka). Podlahovou krytinu tvoří lino, stěny jsou vymalovány ve vodě rozpustnou barvou, okna o ploše 14 m² jsou plastová, vybavená kovovými žaluziemi a jsou orientována na jih na školní hřiště. Nábytek a vybavení (laminát nebo kompozit) je z roku 2016, ve třídě je klasická dřevěná černá tabule.

Třída byla při měření větrána okny (v průběhu vyučování byly otevřeny 1 - 3 spodní ventilačky), o přestávkách bylo používáno průvanové větrání (otevřené dveře a spodní ventilačky).



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 Na Dlouhém lánu, třída 4. A, Na Dlouhém lánu 43, Praha 6
Ve třídě měřeno od 22.1. 2018 7:33 do 26. 1. 2018 12:00

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	21,7 / <u>23,6</u> / 25,3	22 ± 2 °C	-1,2 / <u>4,7</u> / 10,8	-
R. vlhkost (*)	%	34 / <u>38</u> / 42	> 30 %	57 / <u>79</u> / 93	-
Tlak	hPa	976 / 984 / 988	-	976 / <u>982</u> / 988	-
Rychl. větru	m/s	nesleduje se	-	0,1 / <u>0,8</u> / 2,0	-
CO ₂ (*)	ppm	811 / <u>1 444</u> / 2 643	1 500 ppm	nesleduje se	-
NO	µg/m ³	0,3 / <u>7,3</u> / 30	-	0,4 / <u>10,4</u> / 57,1	-
NO ₂ (*)	µg/m ³	2,7 / <u>13,5</u> / 24,2	100 µg/m ³ /hod	11,3 / <u>26,3</u> / 52,1	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)	-	13,1 / <u>42,9</u> / 137,9	-
CO (*)	µg/m ³		5 000 µg/m ³ /hod	151 / <u>267</u> / 580	10 000 µg/m ³ /8hod
SO ₂	µg/m ³		-	2,9 / <u>5,4</u> / 9,8	350 µg/m ³ /hod; 125 µg/m ³ /den
O ₃ (*)	µg/m ³		100 µg/m ³ /hod	1,0 / <u>26,5</u> / 57,2	120 µg/m ³ /8hod
PM _{1,0}	µg/m ³	10 / <u>16</u> / 44	-	4 / <u>27</u> / 111	-
PM _{2,5} (*)	µg/m ³	25 / <u>36</u> / 62	80 µg/m ³ /hod	4 / <u>29</u> / 118	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	86 / <u>148</u> / 205	150 µg/m ³ /hod	4 / <u>30</u> / 118	40 µg/m ³ /rok; 50 µg/m ³ /den
benzen (*)	µg/m ³	4,8	7 µg/m ³ /hod	3,6	5 µg/m ³ /rok
formaldehyd (*)	µg/m ³	8,2	60 µg/m ³ /hod	2,3	-
toluen (*)	µg/m ³	18,9	300 µg/m ³ /hod	6,0	-
suma xylenů (*)	µg/m ³	21,5	200 µg/m ³ /hod	5,7	-
ethylbenzen (*)	µg/m ³	8,1	200 µg/m ³ /hod	1,9	-
trichlorethylen (*)	µg/m ³	0,1	150 µg/m ³ /hod	LDL	-
tetrachlorethylen (*)	µg/m ³	0,6	150 µg/m ³ /hod	0,3	-
α-pinene (***)	µg/m ³	8,3	450 µg/m ³	7,0	-
limonen (***)	µg/m ³	160,5	450 µg/m ³	-	-
2-ethylhexanol (***)	µg/m ³	0,6	70 µg/m ³ /rok	LDL	-
styren (*)	µg/m ³	0,3	40 µg/m ³ /hod	0,3	-
acetaldehyd (***)	µg/m ³	6,1	200 µg/m ³	1,9	-
propionaldehyd	µg/m ³	1,1	-	0,8	-
benzaldehyd	µg/m ³	0,5	-	0,1	-
hexanal	µg/m ³	8,4	-	6,7	-
As	ng/m ³	1,42	-	1,55	6 ng/m ³ /rok
Cd	ng/m ³	0,70	-	0,14	5 ng/m ³ /rok
Cr	ng/m ³	4,21	-	0,88	-
Mn (***)	ng/m ³	3,19	-	1,76	150 ng/m ³ /rok
Ni	ng/m ³	0,95	-	0,23	20 ng/m ³ /rok
Pb	ng/m ³	6,77	-	2,61	500 ng/m ³ /rok
Ti	ng/m ³	19,19	-	8,06	-
Radon (****)	Bq/m ³	125	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.,

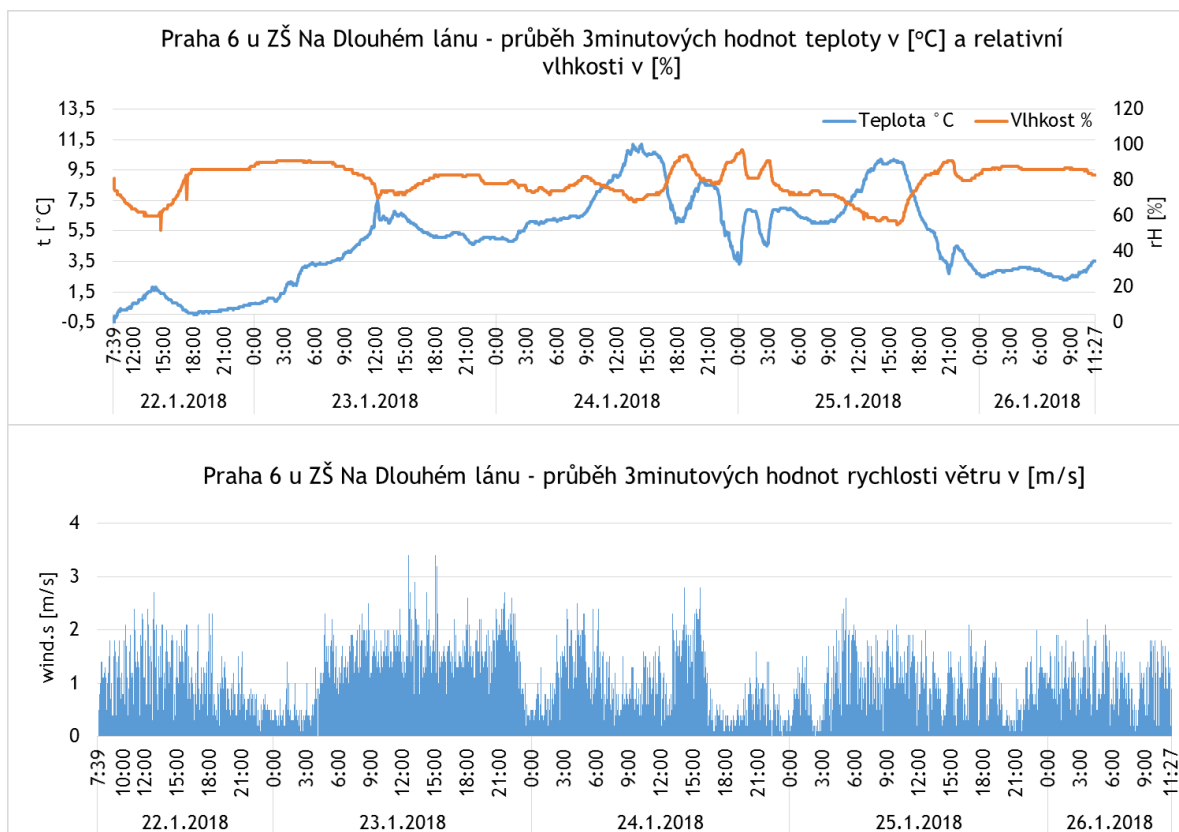
(**) - podle přílohy č. 1. Zákona č. 201/2012 Sb. ze dne 2. května 2012 o ochraně ovzduší

(***) - 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)

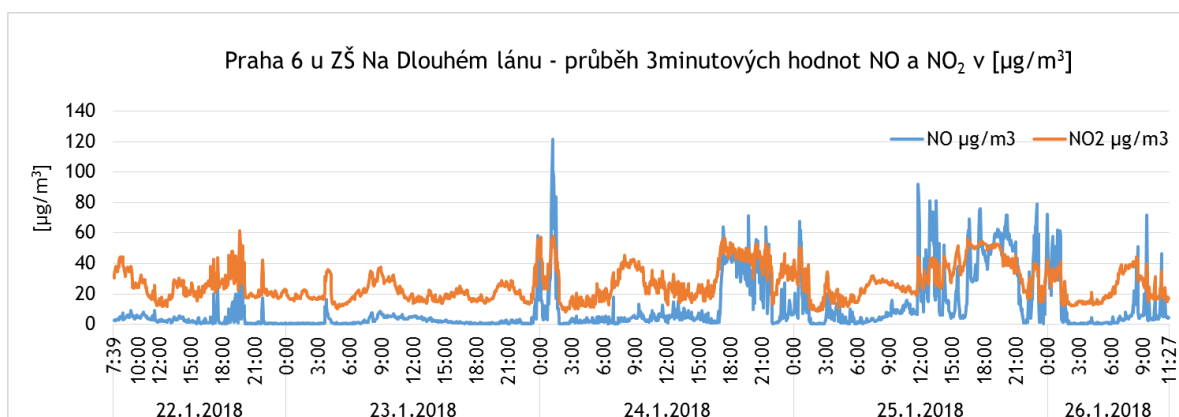
(****) - Vyhláška č. 307/2002 Sb., o radiační ochraně, ve znění Vyhlášky č. 499/2005 Sb. stanoví tzv. směrné hodnoty pro obsah radonu - v obytném prostoru stávajících budov kde by neměla být průměrná hodnota objemové aktivity radonu vyšší než 400 Bq/m³.

(*****) - 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. Přerušeni měření mikroklimatických

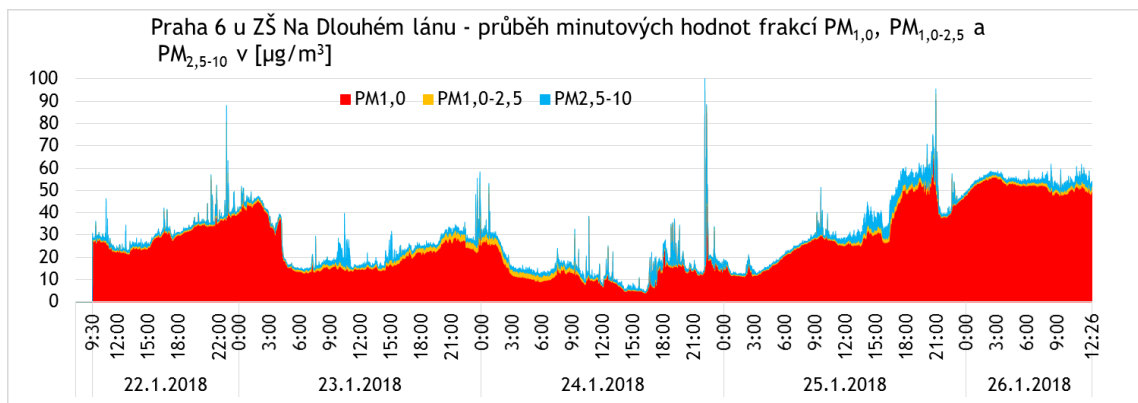
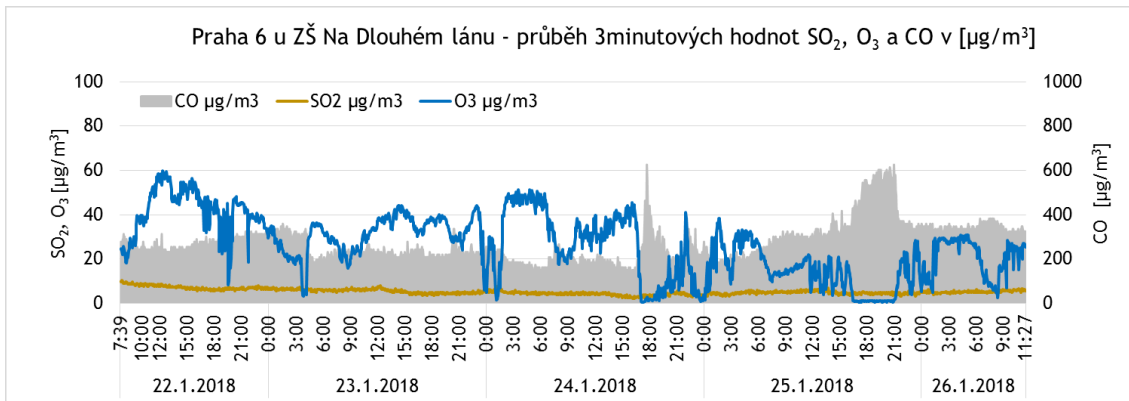


faktorů mezi 23 až 24 lednem byl způsoben výpadkem proudu ve třídě.

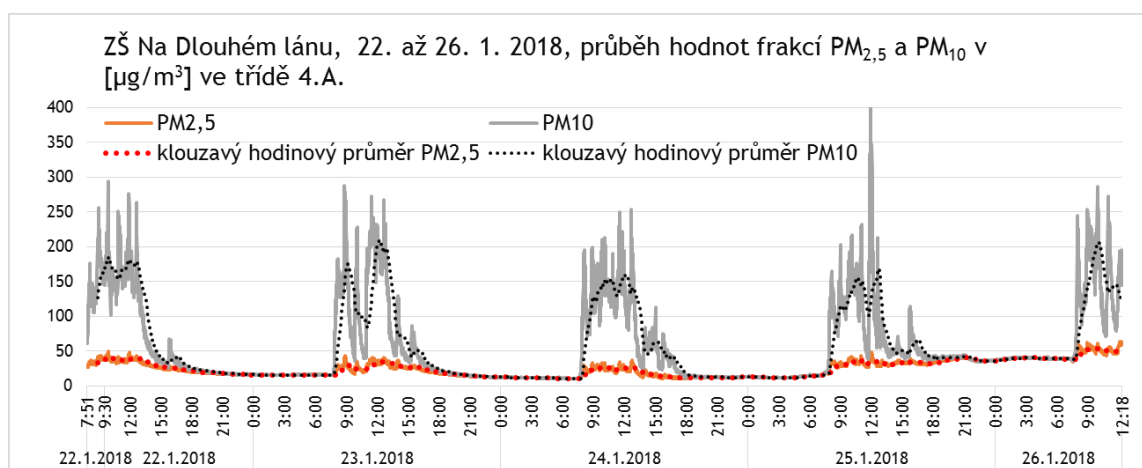


Graf. č. 1. : Venkovní ovzduší - Průběh hodnot teploty, vlhkosti a rychlosti větru

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

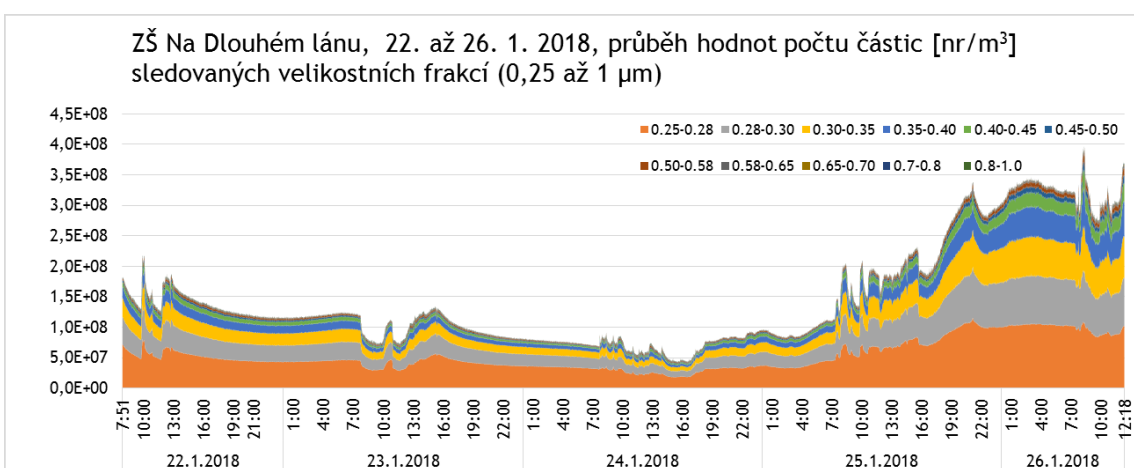
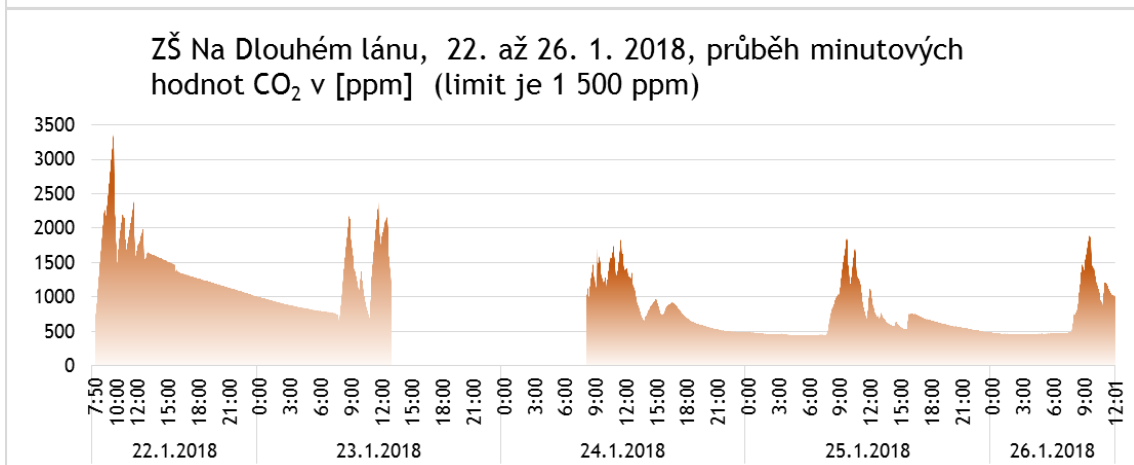
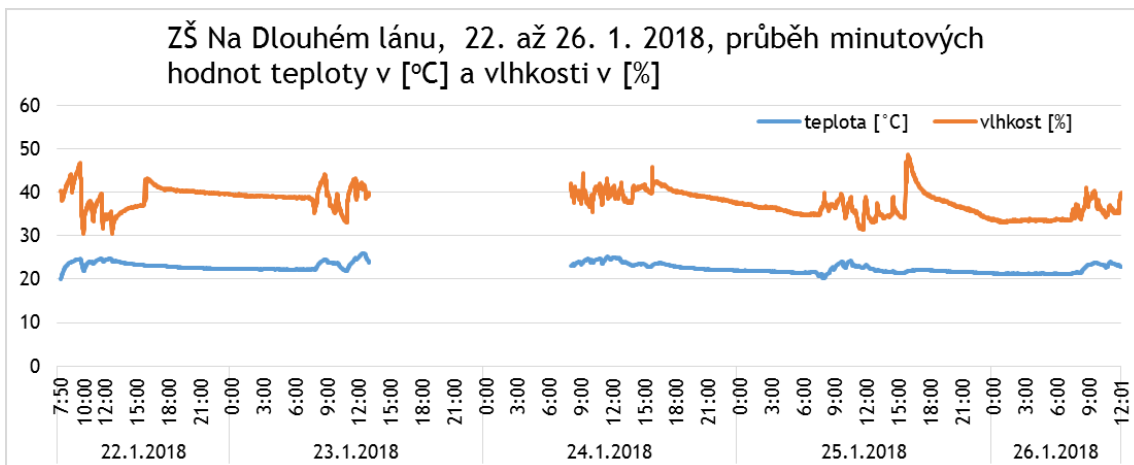


Graf. č. 3. : Venkovní ovzduší - Průběh hodnot oxidu uhelnatého, oxidu siřičitého a ozónu



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

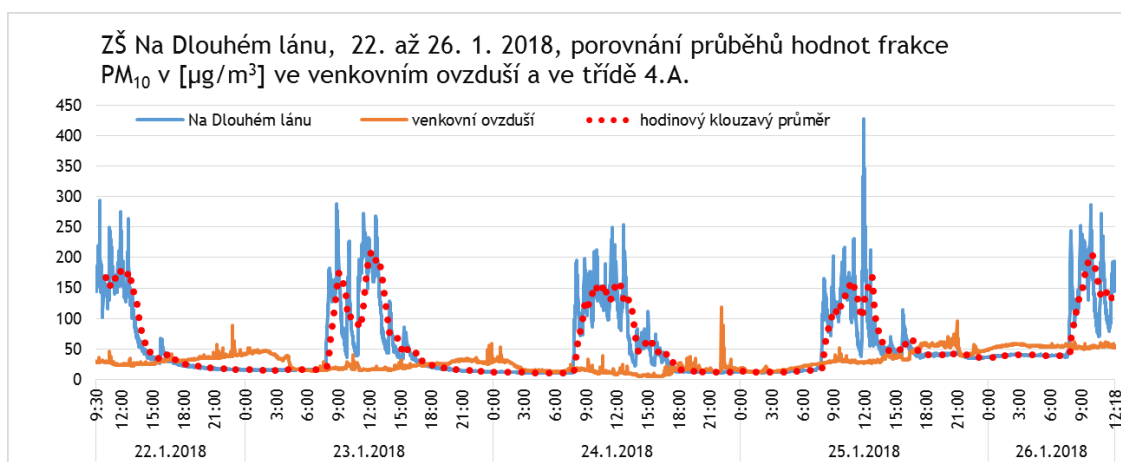


Graf. č. 6. : 4. A - Průběh hodnot teploty, vlhkosti a koncentrace oxidu uhličitého (CO₂)

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 Na Dlouhém lánu v Praze 6 byly ve dnech 22. - 26. 1. 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 je možné konstatovat, že:

- koncentrace látek, jejichž zdroj je pouze ve venkovním ovzduší (SO_2 , NO, CO, O_3) při měření u základní školy odpovídaly aktuální meteorologické situaci (topné sezóně a typu majoritní okolní zátěže v době měření - doprava). Koncentrace NO_2 ve venkovním ovzduší nepřekročila během měření limitní hodnotu $200 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{hod.}$;
- ve třídě 4. A nebyly naměřeny zvýšené/zdravotně významné hodnoty NO_2 , hodnoty souběžně měřené ve venkovním ovzduší byly přibližně dvakrát vyšší, rozdíl mezi průběhem minutových koncentrací ve třídě a ve venkovním ovzduší viz graf č. 8;
- teplota ve třídě byla během vyučování v rozmezí $22 - 25 \text{ }^\circ\text{C}$ - tedy nárazově v době vyučování vyšší než je stanoveno Vyhláškou č. 6/2003 Sb., relativní vlhkost byla vyhovující a pohybovala se v rozmezí $34 - 42 \%$;
- hodinové koncentrace oxidu uhličitého (CO_2) se během měření pohybovaly v rozmezí $811 - 2\,643 \text{ ppm}$ (průměr za dobu vyučování na úrovni $1\,444 \text{ ppm}$), maximální minutové koncentrace pak dosáhly nárazově až úrovně $3\,500 \text{ ppm}$, viz graf č. 6. Limit stanovený Vyhláškou č. 20/2002 Sb. o technických požadavcích na stavby, tak byl během vyučování často překračován. Přesto by ale tyto nadlimitní hodnoty neměly mít významný negativní vliv na lidské zdraví, často se může jednat pouze o pocit diskomfortu. **Výměnu vzduchu v učebně v době vyučování tak lze, v porovnání s limitem stanoveným Vyhláškou č. 323/2017 Sb., považovat za nedostatečnou;**
- hodinová koncentrace suspendovaných částic frakce PM_{10} ve třídě 4. A v daném období často překročila limitní hodnotu ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{hod.}$) uvedenou ve Vyhlášce č. 6/2003 Sb., takže průměrná koncentrace za dobu vyučování téměř dosáhla hodnoty limitu. **U frakce $\text{PM}_{2,5}$ 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 ($> 1 \mu\text{m}$) ve třídě souvisí primárně s aktivitami uživatelů (dětí) a naopak, že jemná submikronová frakce ($< 1 \mu\text{m}$) je většinou transportována z venkovního ovzduší (graf č. 9 a 10);
- zjištěné koncentrace těkavých organických látek (toluen, etylbenzen, styren, xyleny, tetrachloreten, trichloreten) byly nízké a u žádné ze stanovených látek nebylo naměřeno překročení limitu uvedeného ve Vyhlášce č. 6/2003 Sb., měřené hodnoty byly až řádově nižší. Koncentrace benzenu ve třídě ($4,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$) sice splňuje limit, ale je vyšší, než se běžně nachází ve vnitřním prostředí. Zdrojem je pravděpodobně venkovní ovzduší;
- koncentrace další skupiny těkavých organických látek (formaldehyd, acetaldehyd) byly nízké. Vyhláška č. 6/2003 Sb. stanoví limitní hodnotu pouze pro formaldehyd, jeho naměřená koncentrace ve třídě se pohybovala na úrovni 14% limitu;
- naměřená koncentrace terpenů limonen ($161 \mu\text{g}/\text{m}^3$) 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 Ti pak odpovídají běžné zátěži městského prostředí;
- hodnoty radonu vyhovují požadavkům vyhlášky č. 307/2002 Sb., o radiační ochraně, ve znění vyhlášky č. 499/2005 Sb. a jsou na úrovni 25 % 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 µm), jehož zdrojem jsou především aktivity ve třídě a částečně i vybavení třídy, a jednoznačná vazba měřených hodnot jemné frakce prachu (< 1 µm) na venkovní ovzduší 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 častějšího hloubkového úklidu.

Výsledky měření koncentrace CO₂ prokazují nedostatečnou výměnu vzduchu ve třídě, kdy sice nebyly dosaženy takové hodnoty, které by mohly mít významný negativní dopad na zdraví, ale již se mohou objevovat známky diskomfortu a byla už překročena hodnota stanoveného limitu.

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.

V kombinaci s režimem vytápění má větrání zásadní význam při optimalizaci teplotně-vlhkostního mikroklimatu v učebnách včetně vyhovujícího stavu proudění vzduchu.

V případě špatných rozptylových podmínek je nutné větrat pouze intenzivně, krátkodobě, několika otevřenými okny a zcela eliminovat dlouhotrvající větrání pouze ventilační okenní štěrbinou.

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

Schválila: MUDr. H. Kazmarová, garant projektu

V Praze 19. 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/>