

Měření kvality vnitřního ovzduší

26. 2. až 2. 3. 2018

Základní škola Jindřicha Matiegky, třída 2. B,
Pražská 2817, Mělník



Projekt INTERREG
InAirQ

Úvod

Základní škola Jindřicha Matiegky v Mělníku 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 Jindřicha Matiegky v Mělníku reprezentuje městskou pozadovou lokalitu v jihovýchodní části města. Měření proběhlo ve dnech 26. 2. - 2. 3. 2018, kdy se venkovní teplota pohybovala od mrazivých - 13 do - 2 °C a za dobrých rozptylových podmínek.



Lokalizace měřené školy v Mělníku (mapy.cz) a větrná růžice

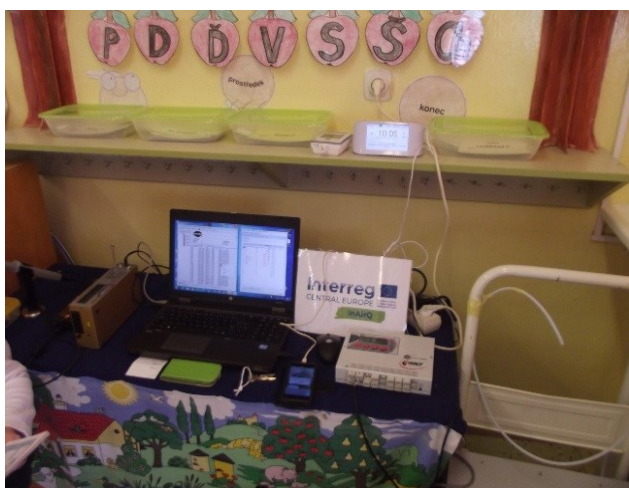
Sledovány byly tyto parametry kvality vnitřního prostředí: fyzikální (teplota, vlhkost), chemické (těkavé organické látky včetně formaldehydu, oxidy dusíku, oxid uhličitý jako indikátor správné výměny vzduchu, suspendované částice frakce $PM_{1,0}$, $PM_{2,5}$ a PM_{10}), radon a distribuce částic velikostního rozmezí 250 nm až 32 μm . 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

Budova je z cihel a kamene a byla postavena v roce 1974, má tři podlaží a v posledních pěti letech prošla částečnou rekonstrukcí (osvětlení, učebny, okna, izolace). Nachází se v oblasti se střední hustotou vícepatrové bytové zástavby (panelové sídliště) a s nárazově střední úrovní dopravní zátěže (dopravní špičky - Pražská ulice). V nejbližším okolí je školní hřiště a hřbitov. Budova školy nemá mechanický větrací systém.

Pro měření byla vybrána třída 2. B v přízemí. Třída má plochu cca 62 m², výška stropu je 3,2 m a obvykle v ní bývá 20 dětí (vychází zde tedy 9,9 m³/na žáka). Podlahovou krytinu tvoří lino, stěny jsou vymalovány ve vodě rozpustnou barvou, okna o ploše 14,4 m² jsou plastová, vybavená textilními žaluziemi a jsou orientována na východ do dvora respektive zahrady/parku. Nábytek a vybavení (laminát nebo kompozit) je staré 1 rok, ve třídě je klasická dřevěná černá tabule.

Třída byla při měření větrána okny (v průběhu vyučování byly otevřeny maximálně dvě spodní ventilačky), o přestávkách bylo používáno průvanové větrání (otevřené dveře a 1 až 2 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 Jindřicha Matiegky, třída 2. B, Pražská 2817, Mělník
Ve třídě měřeno od 26.2. 2018 8:20 do 2. 3. 2018 12:35

Výsledky					
Parametr	Jednotka	Třída 2. B (*****) (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	-12,9 / <u>-7,6</u> / -1,7	-
R. vlhkost (*)	%	19,6 / <u>26,5</u> / 33,7	> 30 %	38 / <u>58</u> / 78	-
Tlak	hPa	nesleduje se	-	978 / <u>991</u> / 996	-
Rychl. větru	m/s	nesleduje se	-	0,1 / 1,2 / 2,7	-
CO ₂ (*)	ppm	1 058 / <u>1 487</u> / 2 402	1 500 ppm	nesleduje se	-
NO	µg/m ³	0,1 / <u>1,0</u> / 18,6	-	0,4 / 2,6 / 13,3	-
NO ₂ (*)	µg/m ³	3,3 / <u>6,3</u> / 9,2	100 µg/m ³ /hod	5,3 / <u>16,6</u> / 44,9	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)	-	7,6 / <u>19,9</u> / 64,7	-
CO (*)	µg/m ³		5 000 µg/m ³ /hod	232 / <u>385</u> / 847	10 000 µg/m ³ /8hod
SO ₂	µg/m ³		-	6,9 / <u>12,6</u> / 22,9	350 µg/m ³ /hod; 125 µg/m ³ /den
O ₃ (*)	µg/m ³		100 µg/m ³ /hod	10,2 / <u>54,2</u> / 81,2	120 µg/m ³ /8hod
PM _{1,0}	µg/m ³	12 / <u>21</u> / 34	-	12 / <u>30</u> / 65	-
PM _{2,5} (*)	µg/m ³	19 / <u>31</u> / 43	80 µg/m ³ /hod	12 / <u>31</u> / 90	25 µg/m ³ /rok

Výsledky					
Parametr	Jednotka	Třída 2. B (*****) (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	47 / 98 / 154	150 µg/m ³ /hod	12 / 32 / 112	40 µg/m ³ /rok; 50 µg/m ³ /den
benzen (*)	µg/m ³	4,4	7 µg/m ³ /hod	4,2	5 µg/m ³ /rok
formaldehyd (*)	µg/m ³	9,4	60 µg/m ³ /hod	1,8	-
toluen (*)	µg/m ³	7,1	300 µg/m ³ /hod	2,5	-
suma xylenů (*)	µg/m ³	1,1	200 µg/m ³ /hod	0,1	-
ethylbenzen (*)	µg/m ³	0,6	200 µg/m ³ /hod	0,2	-
trichlorethylen (*)	µg/m ³	0,1	150 µg/m ³ /hod	0,1	-
tetrachlorethylen (*)	µg/m ³	0,2	150 µg/m ³ /hod	0,2	-
α-pinene (***)	µg/m ³	0,8	450 µg/m ³	0,1	-
limonen (***)	µg/m ³	10,5	450 µg/m ³	LDL	-
2-ethylhexanol (***)	µg/m ³	0,9	70 µg/m ³ /rok	1,2	-
styren (*)	µg/m ³	0,4	40 µg/m ³ /hod	0,2	-
acetaldehyd (***)	µg/m ³	4,6	200 µg/m ³	1,8	-
propionaldehyd	µg/m ³	1,4	-	0,9	-
benzaldehyd	µg/m ³	0,4	-	0,1	-
hexanal	µg/m ³	9,8	-	3,4	-
As	ng/m ³	0,25	-	0,81	6 ng/m ³ /rok
Cd	ng/m ³	0,42	-	0,70	5 ng/m ³ /rok
Cr	ng/m ³	5,54	-	5,11	-
Mn (***)	ng/m ³	4,08	-	5,77	150 ng/m ³ /rok
Ni	ng/m ³	0,33	-	1,66	20 ng/m ³ /rok
Pb	ng/m ³	9,55	-	19,21	500 ng/m ³ /rok
Ti	ng/m ³	12,69	-	10,48	-
Radon (****)	Bq/m ³	119	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.,

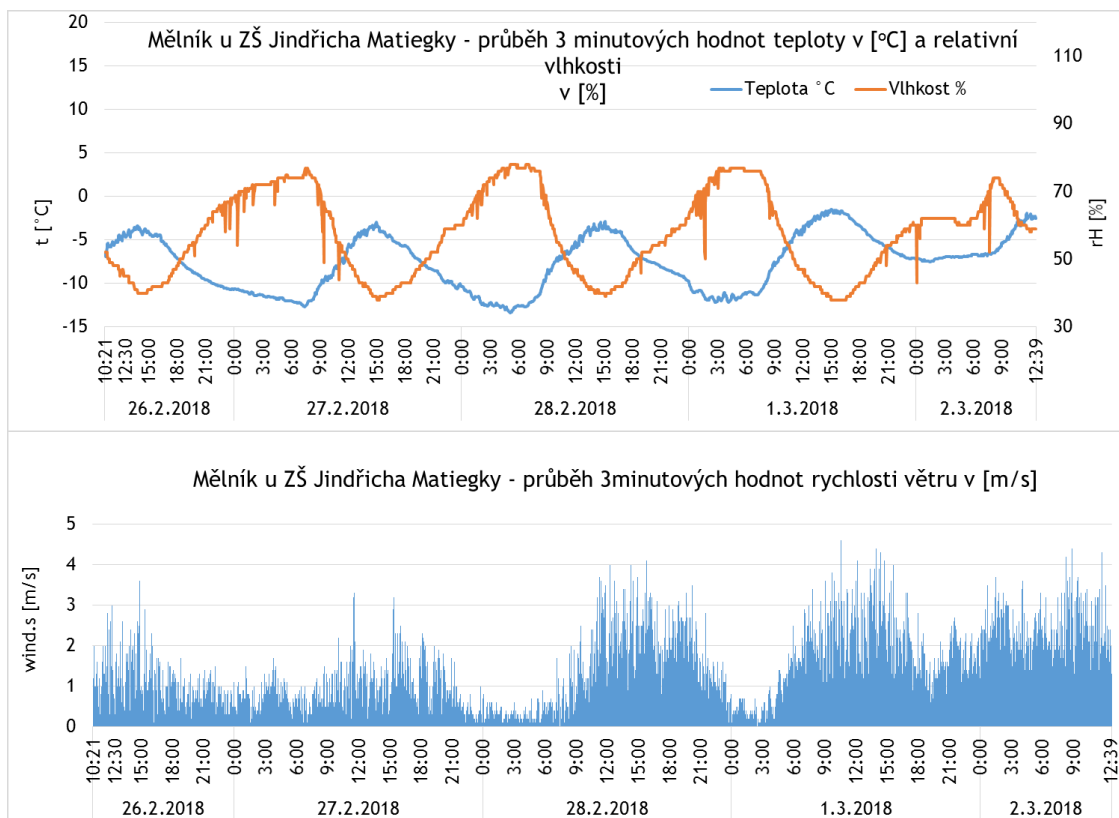
(**) - podle přílohy č. 1. Zákona č. 201/2012 Sb. ze dne 2. května 2012 o ochraně ovzduší

(***) - 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)

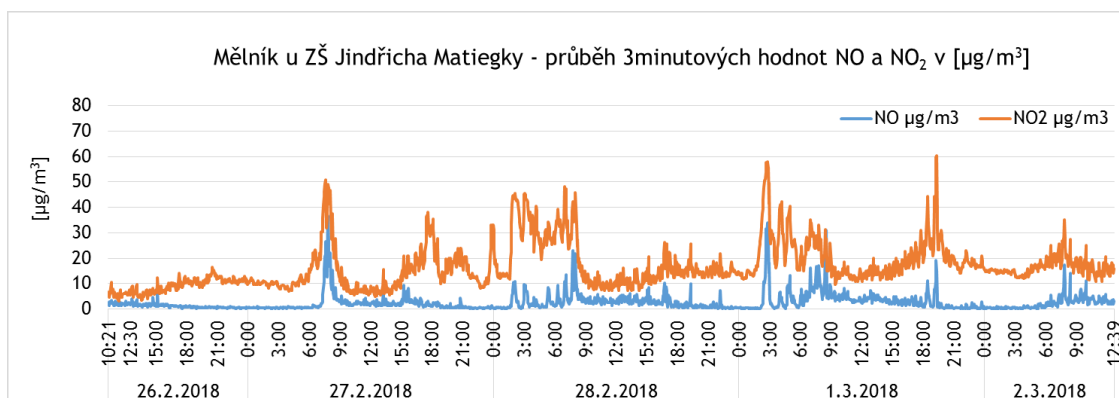
(****) - Vyhláška č. 307/2002 Sb., o radiační ochraně, ve znění Vyhlášky č. 499/2005 Sb. stanoví tzv. směrné hodnoty pro obsah radonu - v pobytovém prostoru stávajících budov, kde by neměla být průměrná hodnota objemové aktivity radonu vyšší než 400 Bq/m³.

(*****) - ve třídě 2. B 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.

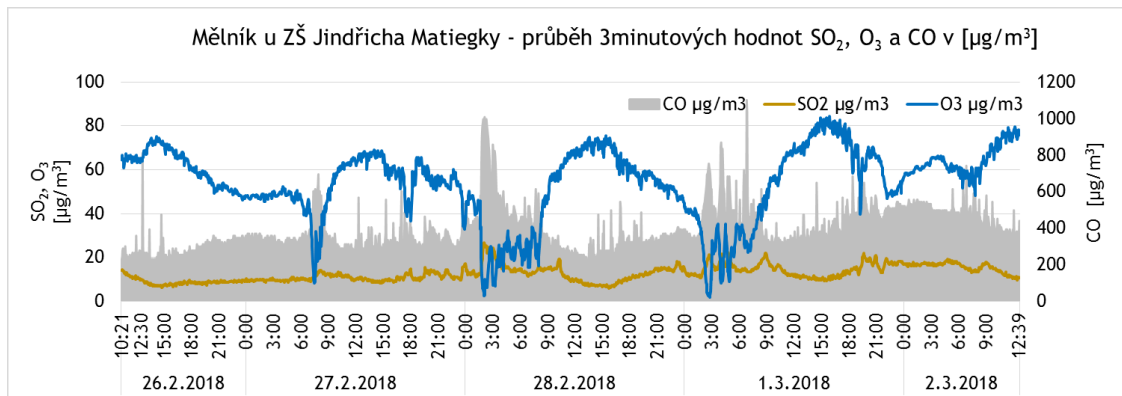
V dále uvedených grafických zpracováních jsou prezentovány průběhy měřených hodnot sledovaných znečišťujících látek a základních mikroklimatických parametrů kvality prostředí ve třídě 2. B a ve venkovním ovzduší.



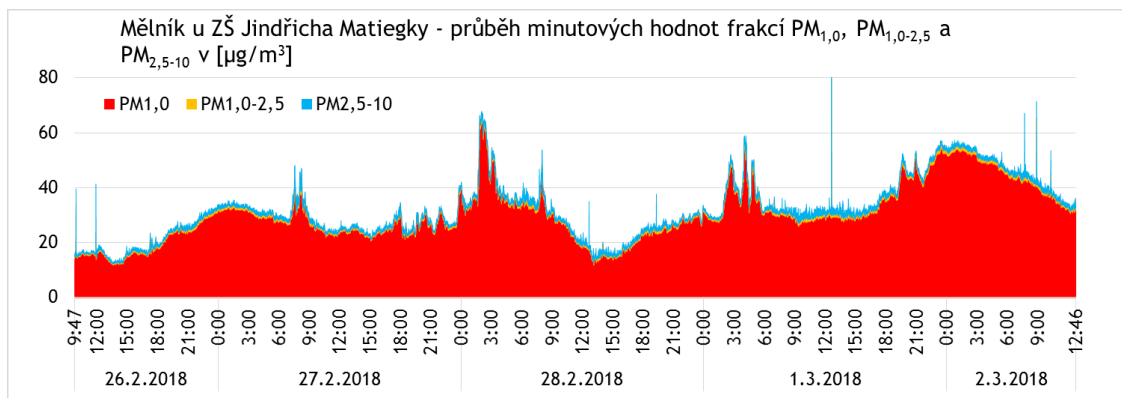
Graf. č. 1. : Venkovní ovzduší - Průběh hodnot teploty, vlhkosti a rychlosti větru



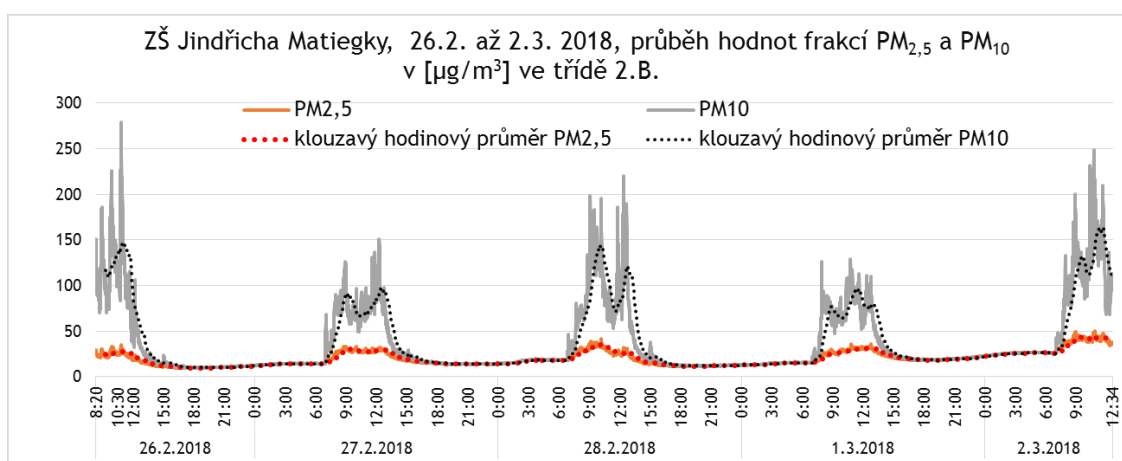
Graf. č. 2. : Venkovní ovzduší - Průběh hodnot oxidů dusíku



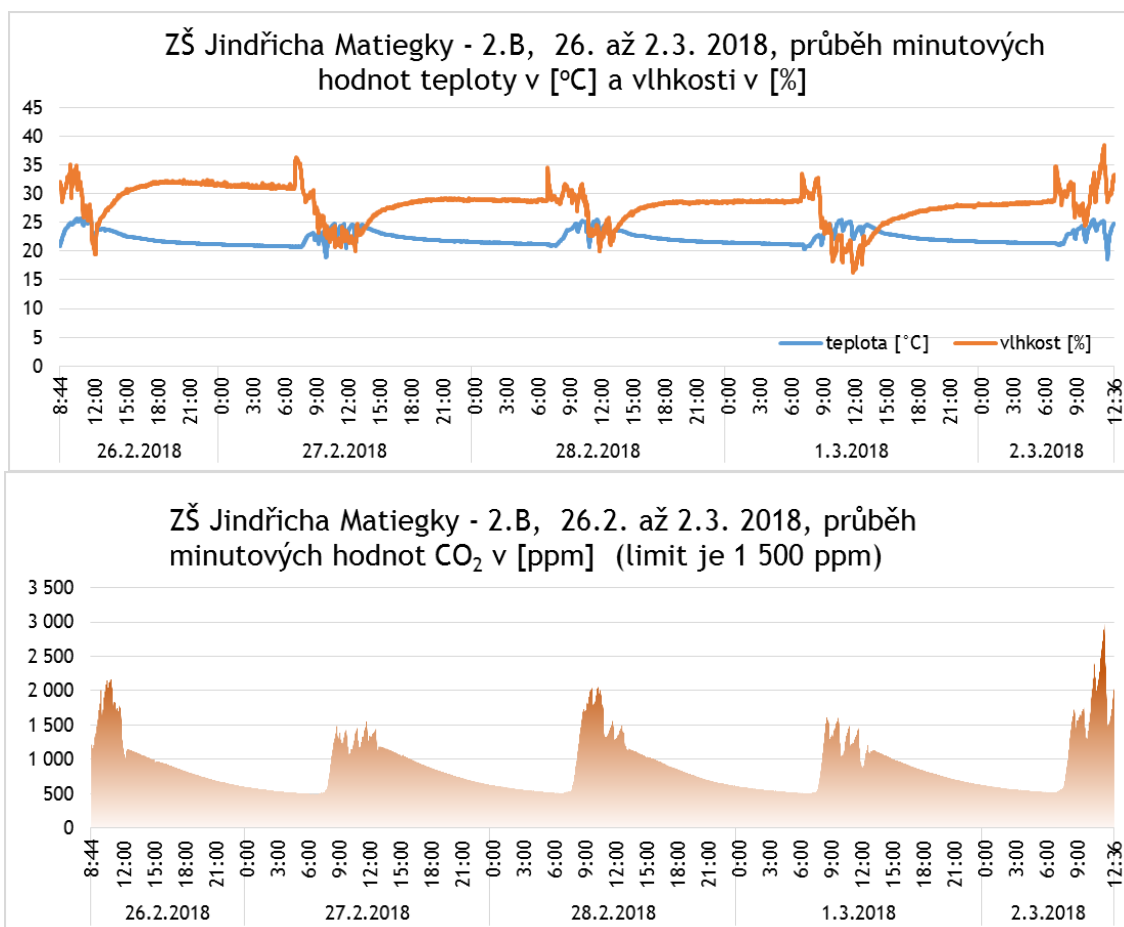
Graf. č. 3. : Venkovní ovzduší - Průběh hodnot oxidu uhelnatého, oxidu siřičitého a ozónu



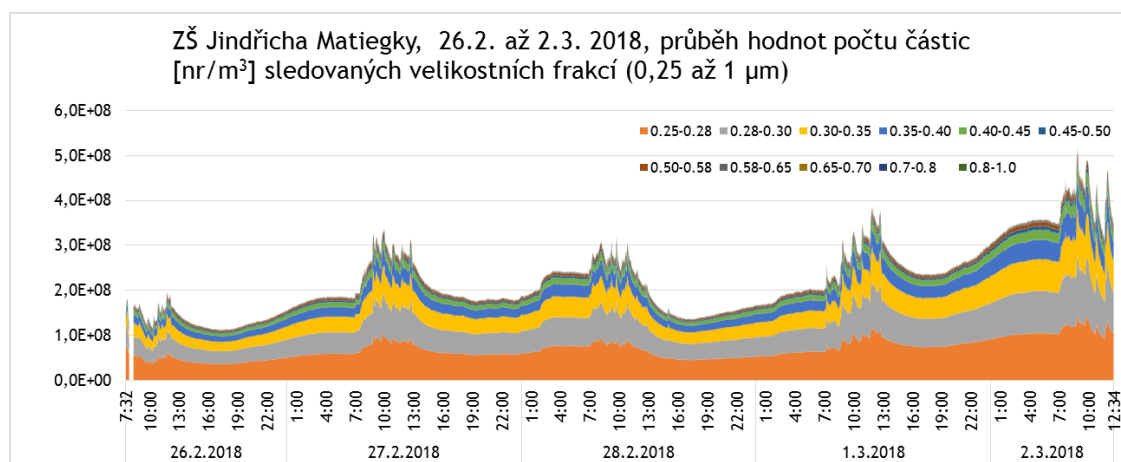
Graf. č. 4. : Venkovní ovzduší - Průběh koncentrace suspendovaných částic frakce PM_{1,0}, PM_{1,0-2,5} a PM_{2,5-10}



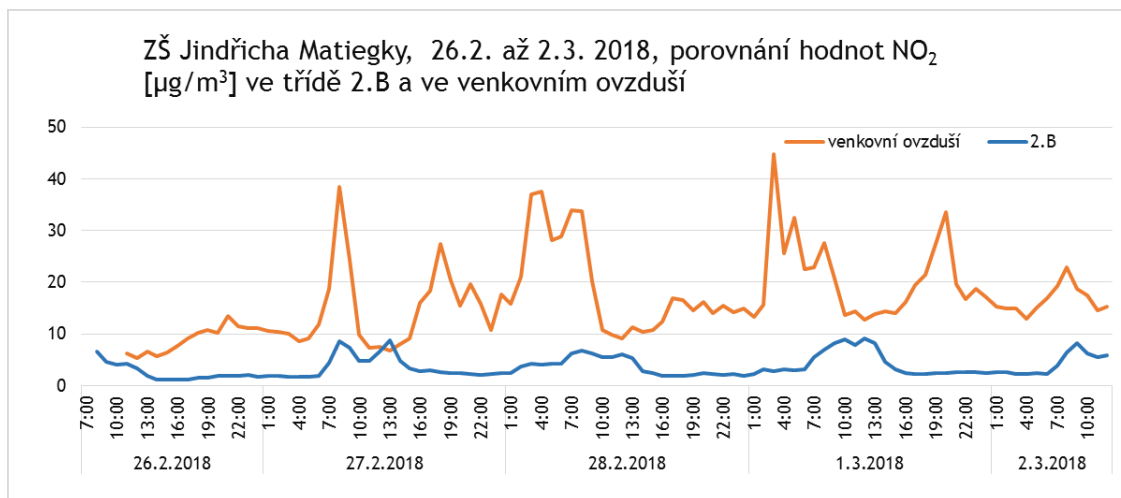
Graf. č. 5. : 2. B - Průběh koncentrace suspendovaných částic frakce PM_{2,5} a PM₁₀



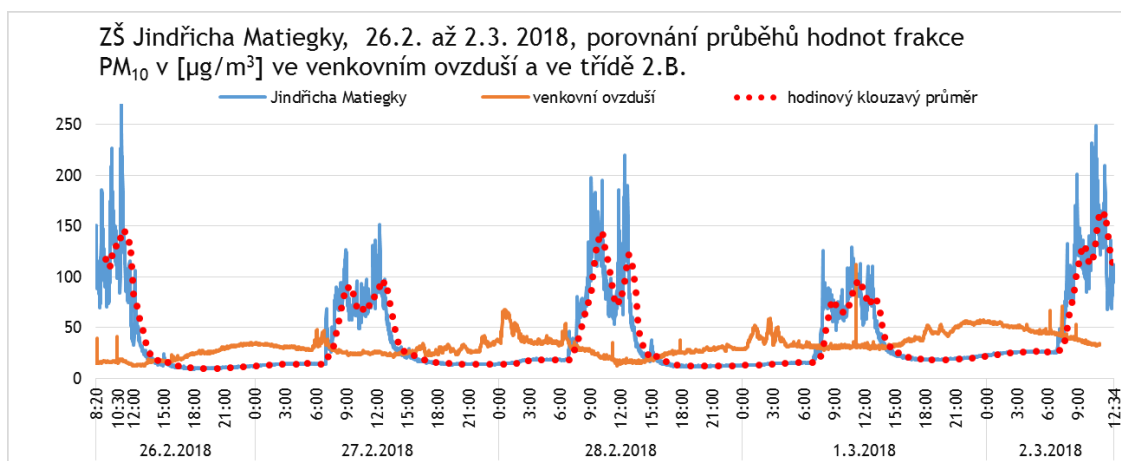
Graf. č. 6. : 2. B - Průběh hodnot teploty, vlhkosti a koncentrace oxidu uhličitého (CO₂)



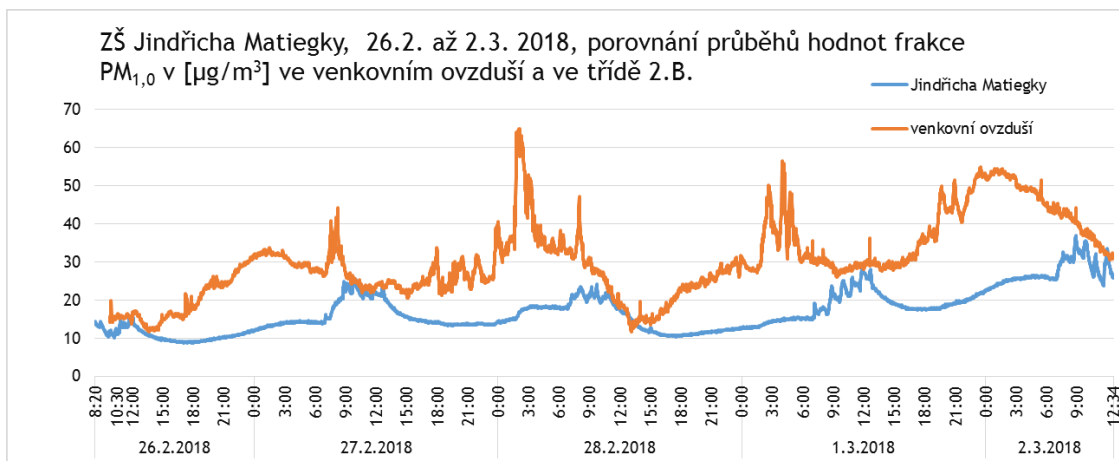
Graf. č. 7. : 2. B - Průběh hodnot počtu částic sledovaných velikostních frakcí (0,25 až 1 µm)



Graf. č. 8. : Průběh hodnot oxidu dusičitého (NO₂) ve venkovním ovzduší a ve 2. B.



Graf. č. 9. : Průběh hodnot frakce PM₁₀ ve venkovním ovzduší a ve 2. B.



Graf. č. 10. : Srovnání průběhu hodnot frakce PM_{1,0} ve venkovním ovzduší a ve 2. B.

Závěr/shrnutí

V Základní škole Jindřicha Matiegky, Pražská 2817 v Mělníku byly ve dnech 26. 2. - 2. 3. 2018 ve třídě 2. B. 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 typu majoritní okolní zátěže v době měření. Koncentrace NO₂ ve venkovním ovzduší nepřekročila během měření limitní hodnotu 200 µg/m³/hod.
- ve třídě 2. B. nebyly naměřeny zvýšené/zdravotně významné hodnoty NO₂ (koncentrace ve třídě během dopoledních hodin v důsledku větrání víceméně kopírovaly průběh hodnot ve venkovním ovzduší);
- překročení limitní hodnoty suspendovaných částic frakce PM_{2,5} nebylo ve třídě 2. B. v daném období naměřeno. Průběh minutových hodnot a hodnot hodinových klouzavých průměrů je znázorněn v grafu č. 5. Překročení hodinové limitní hodnoty suspendovaných částic frakce PM₁₀ potvrdilo, že vyšší hmotnostní koncentrace částice hrubé frakce (PM_{2,5-10}) ve třídě 2. B. souvisí s aktivitami uživatelů (dětí), a naopak, že jemná submikronová frakce (< 1 µm) je většinou transportována z venkovního ovzduší;
- zjištěné koncentrace těkavých organických látek (toluen, etylbenzen, styren, xyleny, tetrachloreten, trichloreten) jsou nízké a u žádné ze stanovených látek nedošlo k překročení limitu uvedeného ve Vyhlášce MZ ČR č. 6/2003 Sb., naměřené hodnoty jednotlivých látek se pohybovaly maximálně na úrovni cca 5 % stanoveného limitu a lze je považovat za zdravotně nevýznamné. Koncentrace benzenu ve třídě (4,4 µg/m³) sice splňuje limit, ale je vyšší, než se běžně ve vnitřním prostředí nachází, a její příčinou je infiltrace z venkovního ovzduší, kde byla měřena shodná hodnota;
- také koncentrace další skupiny těkavých organických látek (formaldehyd, acetaldehyd) byly nízké. Vyhláška č. 6/2003 Sb. stanoví limitní hodnotu pouze pro formaldehyd, tato hodnota nebyla v měřené třídě překročena - pohybovala se na úrovni 16 % limitu;
- naměřené koncentrace terpenů α-pinenu a limonenu se pohybovala na zdravotně nezávadné úrovni, která se běžně v čistém vnitřním prostředí nalézá;
- v rámci měřeného spektra látek nebyly ve vnitřním prostředí ZŠ identifikovány těkavé organické látky v koncentracích, které by mohly mít negativní vliv na zdraví;
- hodinové koncentrace oxidu uhličitého (CO₂) se během měření pohybovaly v rozmezí 1 058 - 2 402 ppm (s průměrem za dobu vyučování na úrovni 1 487 ppm), maximální minutové koncentrace dosáhly úrovně 3 000 ppm, viz graf č. 6. Limit stanovený Vyhláškou č. 20/2012 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;**
- teplota ve třídě byla během vyučování v rozmezí 22 - 25 °C (střední hodnota za dobu vyučování byla vyhovujících 23,6 °C) a relativní vlhkost se pohybovala v rozmezí 20 - 34 %. Zjištěná teplota - krátkodobě a relativní vlhkost - často, během vyučování překračovaly limity stanovené Vyhláškou č. 6/2003 Sb., teplota byla nárazově vyšší než limitní hodnota a relativní vlhkost byla naopak dlouhodobě nižší;

- kvalitu ovzduší ve třídě v době měření nevýznamně ovlivňovala doprava na blízké komunikaci. Dokládají to průběhy minutových hodnot NO₂ (graf č. 8). Také koncentrace aerosolových částic < 1 µm ve třídě vykazovaly v měřeném období vazbu na kvalitu venkovního ovzduší - viz graf č. 10, který koreluje s vývojem znečištění venkovního ovzduší;
- hodnoty měřeného spektra vybraných kovů v suspendovaných částicích frakce PM_{2,5} (As, Cd, Cr, Mn, Ni, Pb a Ti) lze rozdělit na dvě skupiny - velmi nízké, zdravotně zcela nevýznamné hodnoty byly měřeny v případě As, Cd, Mn, Pb a Ni. Velmi mírně zvýšené - ale opět zdravotně nevýznamné byly hodnoty Cr. 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 2. B. indikováno opakované krátkodobé 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. 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 minimálně známky diskomfortu a byla vícenásobně překročena hodnota stanoveného limitu.

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

Zajištění optimální hodnoty **výměny vzduchu** v učebnách reprezentované koncentrací oxidu uhličitého je možné:

- odpovídajícím okenním větráním nejlépe průvanovým v kombinaci s otevřenými dveřmi - ostatní používané postupy (například pouze otevřené dveře do chodby) nemusí být dostatečné. Doporučujeme zavést systém autokontroly úrovně výměny vzduchu ve třídách např. přenosným senzorovým systémem. V kombinaci s režimem vytápění má větrání zásadní význam při optimalizaci teplotně-vlhkostního mikroklimatu v učebnách včetně vyhovujícího stavu proudění vzduchu.
- technologicky - instalací řízené výměny vzduchu (vzduchotechnika, rekuperace,..)

Často nevyhovující nízkou **relativní vlhkost** vzduchu v topné sezóně lze zvýšit např. použitím zvlhčovače vzduchu. Ke zlepšení teplotně-vlhkostního mikroklimatu by přispělo i snížení **teploty** ve třídách, kterého lze dosáhnout regulací topné soustavy.

Omezení **vlivu venkovního ovzduší** (doprava, lokální topeniště a teplárny) na kvalitu vnitřního ovzduší je možné dosáhnout úpravou režimu větrání. 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. M. Mikešová, Bc. L. Kuklová, redigoval RNDr. B. Kotlík, Ph.D.

Schválila: MUDr. H. Kazmarová, garant projektu

V Praze 21. 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/>