


TAKING  
**COOPERATION**  
FORWARD

 3 schůzka Fóra kvality vnitřního prostředí a II. seminář projektu InAirQ, Líbeznice, 31. 5. 2018

 **Akční plány**  
(Návrh akčního plánu pro ZŠ Marjánka)

 Ing. Miroslava Mikešová

Prostředí ZŠ a MŠ je již poměrně dobře zmapováno

- Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ve vztahu k životnímu prostředí
- Realizované studie (projekt SINPHONIE)
- Řešení konkrétních problémů v rámci expertizní činnosti
- Měření v rámci expertizní činnosti



# Faktory ovlivňující kvalitu vnitřního prostředí ve škole

- Použité stavební materiály (výstavba/opravy/rekonstrukce)
- Vybavení
- Způsob vytápění objektu
- Údržba (úklid, drobné opravy)
- Aktivity (hlavně) dětí
- Splnění požadavků na větrání (t, Rh, CO<sub>2</sub>)
- Venkovní ovzduší tj. infiltrace (zdroje - doprava, průmyslové a energetické zdroje)
- Lokalita/umístění budovy - vliv podloží
- Způsob výměny vzduchu



## ➤ Vliv vzdálenosti budovy od rušné komunikace (USA)

Tong, Zheming ; Chen, Yujiao ; Malkawi, Ali ; Adamkiewicz, Gary ; Spengler, John D.: Quantifying the impact of traffic-related air pollution on the indoor air quality of a naturally ventilated building, *Journal of occupational and environmental medicine*, 52,3,340-5 (2010)

## ➤ Vliv režimu větrání (Kanada) - dopravní špička

MacNeill, M ; Dobbin, N ; St-Jean, M ; Wallace, L ; Marro, L ; Shin, T ; You, H ; Kulka, R ; Allen, R W ; Wheeler, AJ.: Can changing the timing of outdoor air intake reduce indoor concentrations of traffic-related pollutants in schools? *Indoorair*, 26,5, 687-701 (2016)

## ➤ Vliv zeleně (Španělsko, Barcelóna)

Dadvand, Payam; Rivas, Ioar; Basagaña, Xavier ; Alvarez-Pedrerol, Mar ; Su, Jason ; De Castro Pascual, Montserrat ; Amato, Fulvio ; Jerret, Michael ; Querol, Xavier ; Sunyer, Jordi ; Nieuwenhuijsen, Mark J: The association between greenness and traffic-related air pollution at schools, *PLoS medicine*, 12, 3, e1001792 (2015)

## ➤ Vliv znečišťujících látek na vývoj kognitivních funkcí (Španělsko)-NO<sub>2</sub>, PM

Forns, Joan; Dadvand, Payam; Esnaola, Mikel; Alvarez-Pedrerol, Mar; López-Vicente, Mònica ; Garcia-Esteban, Raquel ; Cirach, Marta; Basagaña, Xavier; Guxens, Mònica; Sunyer, Jordi: Longitudinal association between air pollution exposure at school and cognitive development in school children over a period of 3.5 years, *Environmental research*, 159, 416-421 (2017)

## ➤ Vliv filtračních systémů (USA - Las Vegas)- pevné částice x plynné látky

Filtration effectiveness of HVAC systems at near-roadway schools

McCarthy, M C; Ludwig, J F; Brown, S G; Vaughn, D L; Roberts, P T: Filtration effectiveness of HVAC systems at near-roadway schools, *Indoorair*,23,3, 196-207 (2013)



Hygienické limity kvality vnitřního ovzduší v prostorech, kam patří mimo jiné i školy, jsou dány:

- Vyhláškou MZ ČR č.6/2003 Sb.,
- Vyhláškou MZ ČR č.410/2005 Sb. (465/2016 Sb.),
- Vyhláškou MMR č. 323/2017 Sb. o technických požadavcích na stavby



Škola se nachází v Praze 6, Bělohorská 52

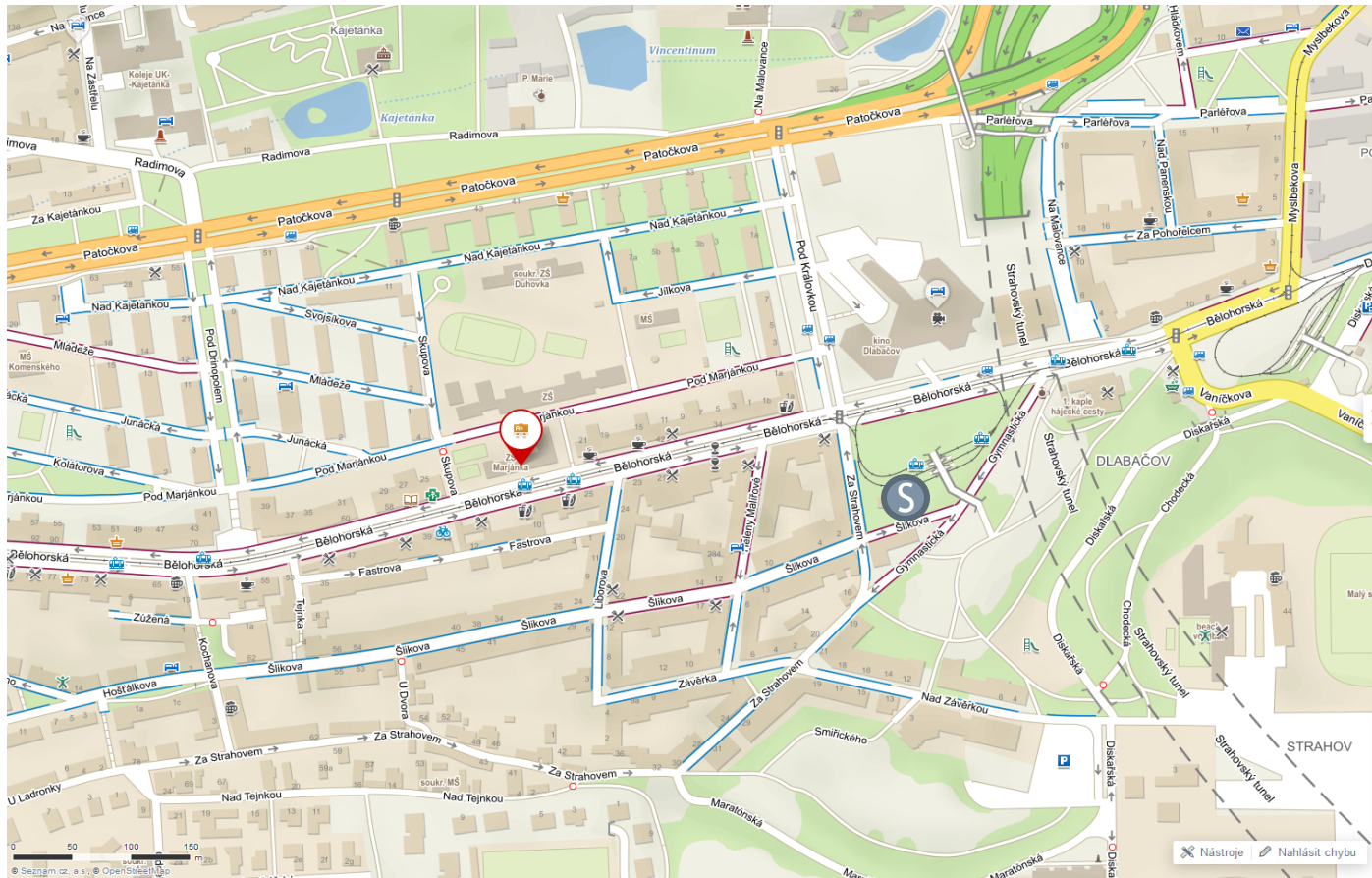
Městská lokalita s výraznou dopravní zátěží (kategorie 5)

*Zóna s lokálním i CZT vytápěním a s dopravní zátěží 5 až 10 tis. vozidel/24 hodin (komunikace městské kategorie, hlavní třídy) a/nebo ve vzdálenosti vyšší jak 150 m od další významné komunikace vyšší úrovně či významného křížení ulic a/nebo na stíněné straně budovy od této komunikace.*



- ✓ frekventované komunikace Bělohorská a cca 300 m vzdálená Patočkova ulice,
- ✓ vyústění tunelu Blanka a Strahovského tunelu),
- ✓ 356 metrů od školy je v parku umístěna stanice ČHMÚ ABREA měřící kvalitu ovzduší (NO/NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> a PM<sub>10</sub>).







- Školní budova je z cihel a kamene
- 5 pater
- Jako celek nebyla dosud rekonstruována
- Částečné rekonstrukce el. vedení, osvětlení, vodovodních rozvodů a učeben
- Vytápění školy je ústřední s radiátory
- Klimatizace stejně jako mechanický ventilační systém jsou instalovány pouze v některých částech budovy



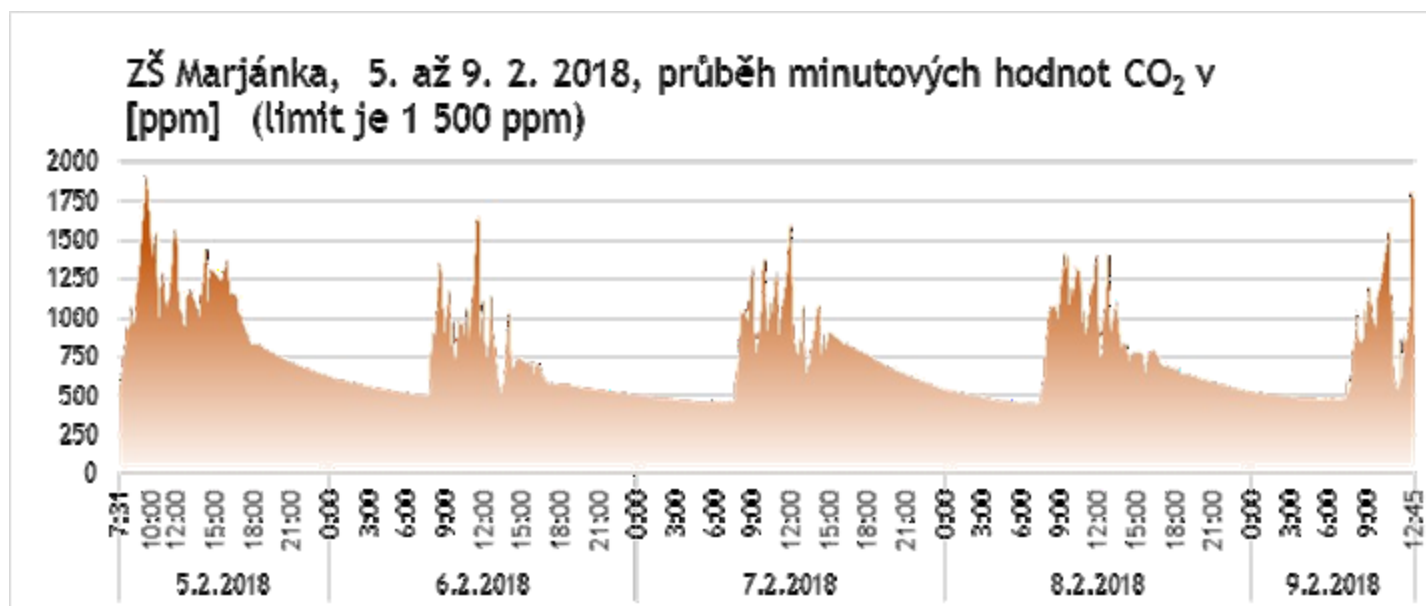


- V okolí školy se vyskytují venkovní zdroje znečištění ovzduší (parkoviště a **frekventované dopravní komunikace**)
- Ve škole nejsou chována žádná zvířata
- Během přítomnosti dětí nejsou používány barvy, mycí prostředky ani jiné prostředky s dráždivým zápachem
- V minulosti došlo ve 3. patře školy k poškození vodou
- Projevy zvýšené vlhkosti jsou pozorovány v kuchyni a suterénu školy, kde je cítit sklepní zápach plsniviny
- Ve škole nejsou stavební materiály s obsahem azbestu



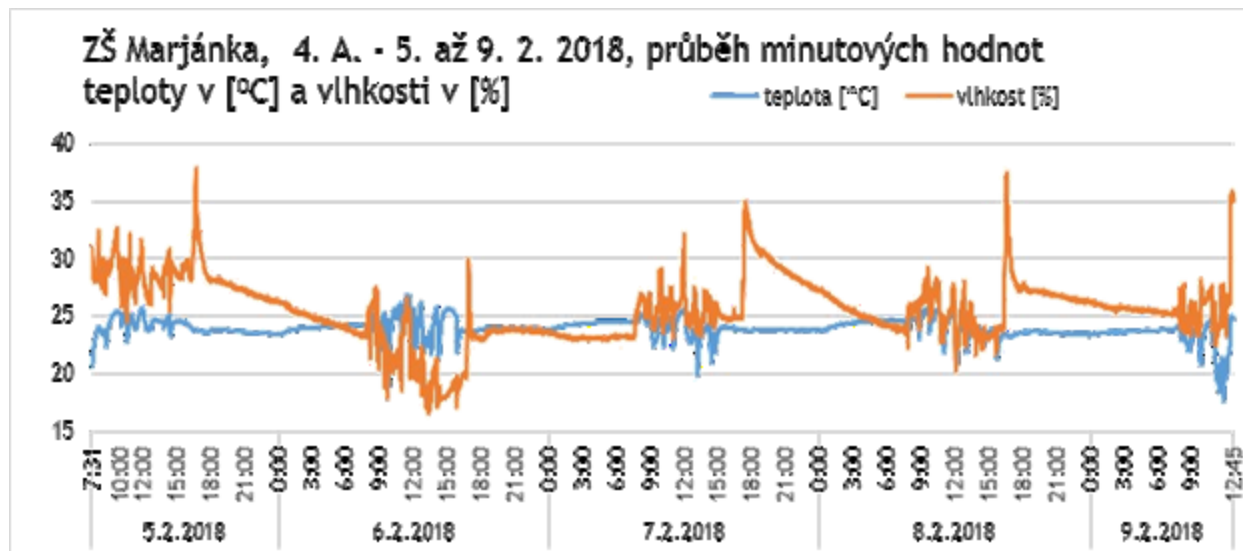
## ➤ Oxid uhličitý

- zdrojem CO<sub>2</sub> - žáci a učitelé,
- průměrné hodinové koncentrace se pohybovaly od 697 do 1 623 ppm
- průměrná hodnota po dobu vyučování byla 1 094 ppm
- maximální minutové koncentrace se blížily až téměř 2 000 ppm

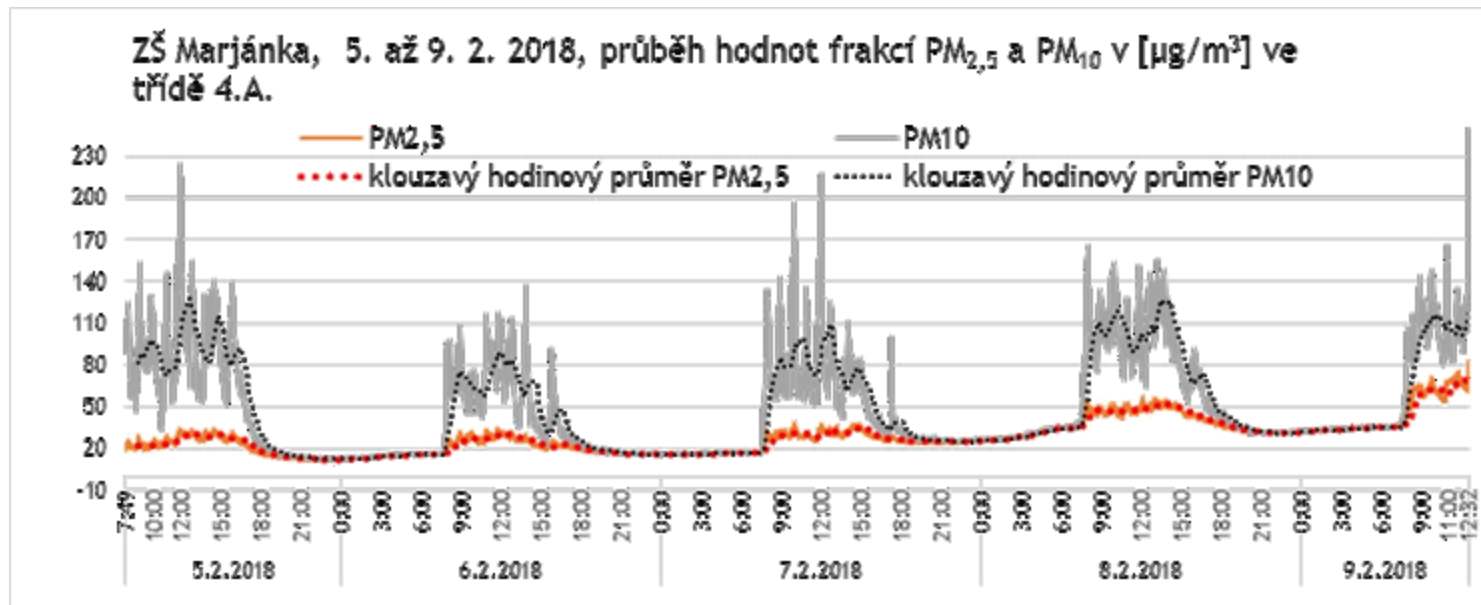


## ➤ Relativní vlhkost

- problém v topném období
- průměrné hodinové hodnoty relativní vlhkosti se pohybovaly v rozmezí od 20,5 % do 30,4 %,
- průměrná hodnota po dobu vyučování byla pouze 25,7 %



- Suspendované částice frakce  $PM_{10}$  a  $PM_{2,5}$ 
  - Hodinové koncentrace limity nepřekročily
  - $PM_{10}$  - 63,1/95,2/123,8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$
  - $PM_{2,5}$  - 21,4/39,3/70,2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$



## ➤ Těkavé organické látky

Výsledky					
Parametr	Jednotka	Třída 4. A.(*****) (MIN / <b>AVG</b> / MAX)	Limit pro vnitřní prostředí(*)	Venkovní ovzduší (MIN / <b>AVG</b> / MAX)	Limit pro venkovní ovzduší (**)
benzen (*)	µg/m <sup>3</sup>	3,9	7 µg/m <sup>3</sup> /hod	4,5	5 µg/m <sup>3</sup> /rok
formaldehyd (*)	µg/m <sup>3</sup>	5,4	60 µg/m <sup>3</sup> /hod	1,9	-
toluen (*)	µg/m <sup>3</sup>	3,2	300 µg/m <sup>3</sup> /hod	2,9	-
suma xylenů (*)	µg/m <sup>3</sup>	1,7	200 µg/m <sup>3</sup> /hod	0,7	-
ethylbenzen (*)	µg/m <sup>3</sup>	0,6	200 µg/m <sup>3</sup> /hod	0,3	-
trichlorethylen (*)	µg/m <sup>3</sup>	LDL	150 µg/m <sup>3</sup> /hod	LDL	-
tetrachlorethylen (*)	µg/m <sup>3</sup>	0,2	150 µg/m <sup>3</sup> /hod	0,3	-
α-pinene (***)	µg/m <sup>3</sup>	1,0	450 µg/m <sup>3</sup>	LDL	-
limonen (***)	µg/m <sup>3</sup>	42,0	450 µg/m <sup>3</sup>	LDL	-
2-ethylhexanol (***)	µg/m <sup>3</sup>	0,4	70 µg/m <sup>3</sup> /rok	LDL	-
styren (*)	µg/m <sup>3</sup>	0,1	40 µg/m <sup>3</sup> /hod	LDL	
acetaldehyd (***)	µg/m <sup>3</sup>	4,1	200 µg/m <sup>3</sup>	1,5	
propionaldehyd	µg/m <sup>3</sup>	1,1	-	0,7	
benzaldehyd	µg/m <sup>3</sup>	0,1	-	0,1	
hexanal	µg/m <sup>3</sup>	6,1	-	3,3	

(\*) - 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., kterou se mění vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích

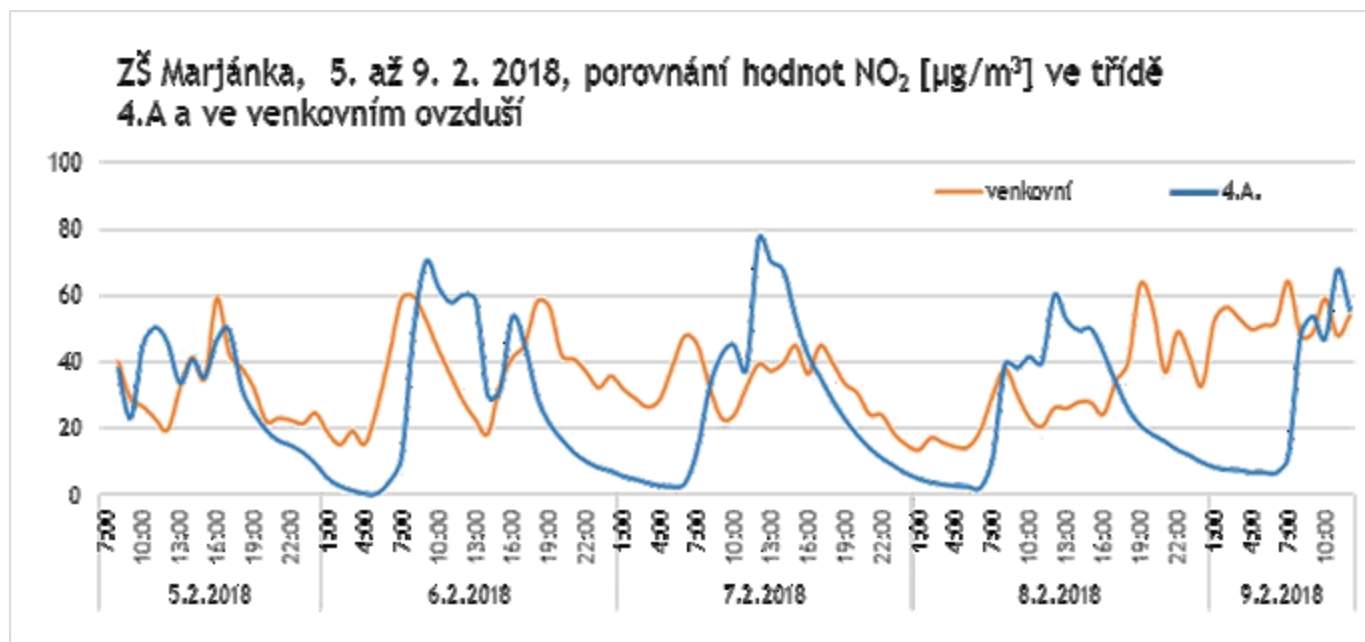
(\*\*) - podle přílohy č. 1. Zákona č. 201/2012 Sb. ze dne 2. května 2012 o ochraně ovzduší

(\*\*\*) - 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](http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/ovzdusi/dokumenty_zdravi/ref_konc_2003.pdf))



## ➤ Koncentrace NO<sub>2</sub>

- okna třídy x měřicí vůz
- vnitřní konc. 23,2 / 49,2 / 77,1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- venkovní konc. 19,7 / 36,3 / 59,7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- limit pro vnitřní ovzduší 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{hod}$



➤ Suspendované částice PM<sub>1,0</sub>

- Okna třídy x měřicí vůz
- vnitřní konc. 13,1 / 32,1 / 64,3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- venkovní konc. 16,7 / 35,7 / 62,7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$



## Oxid uhličitý CO<sub>2</sub>:

- jednotný předem daný režim větrání
- snížení počtu žáků ve třídě
- instalace indikátorů CO<sub>2</sub> (zvuková, optická indikace)
- řízená výměna vzduchu s rekuperací

## Relativní vlhkost Rh:

- zvlhčovač vzduchu (teplá pára, ultrazvuk, ~~chládná pára~~)  
→ ekonomické hledisko, riziko množení bakterií a plísní
- řízená výměna vzduchu s úpravou Rh





## Suspendované částice $PM_{10}$ a $PM_{2,5}$ :

- odstranění koberců z učeben
- zvýšení četnosti úklidu hladkých ploch mokrou cestou
- (častější) hloubkový úklid + odstranění prachu ze stěn
- omezení pohybové aktivity dětí (přestávky mimo třídu)
- používání bezprašné malby



## Oxid dusičitý NO<sub>2</sub>:

- úprava režimu větrání (Bělohorská x Pod Marjánkou, dopravní špička)
- krátké intenzivní větrání (+ dveře) NE ventilační štěrbinou!
- řízená výměna vzduchu s vhodně umístěným nasáváním
- omezení dopravy v lokalitě - dopravní opatření Magistrátu hl. města.



## Suspendované částice $PM_{1,0}$ :

- opatření shodná s  $NO_2$
- režim větrání - přes chodbu do ulice Pod Marjánkou nebo jen krátké intenzivní k frekventované Bělohorské ulici
- kontrola znečištění venkovního ovzduší na blízké měřicí stanici ČHMÚ -> úprava režimu větrání
- výsadba zeleně v okolí školy (velmi omezené)
- řízená výměna vzduchu s filtrací



- Konkretizovat navržená opatření s vedením školy
- Realizovat zvolená opatření
- Ověřit účinnost realizovaných opatření





## DĚKUJI ZA POZORNOST



Miroslava Mikešová  
Centrum zdraví a životního prostředí  
InAirQ



<http://www.szu.cz/inairq-1>



[ovzdusi@szu.cz](mailto:ovzdusi@szu.cz)



+00 420 26708 2270

