

TAKING
COOPERATION
FORWARD



5. jednání Fóra kvality prostředí
25. června 2019



Intervenční studie



B. Kotlík, H. Kazmarová, M. Mikešová, V. Vrbíková, L. Kuklová

Oddělení hygieny ovzduší a odpadů, Centrum zdraví a životního prostředí, Státní zdravotní ústav

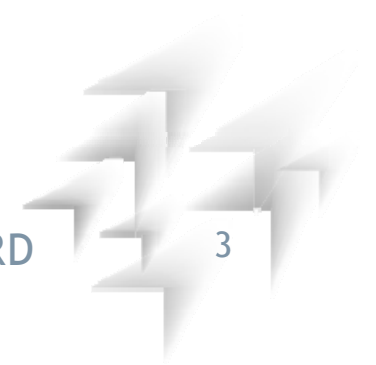
Úvod

Výsledky a
diskuse

Závěry



Zadání - popis možného dopadu/vlivu okolní dopravy na kvalitu vnitřního prostředí ve škole a návrh a ověření možných opatření ke zlepšení stavu.





Pětipatrová cihlová
budova z roku 1910.

Škola prošla částečnou rekonstrukcí elektroinstalace, osvětlení, vodovodního potrubí a částečně i jednotlivých tříd.

Vytápění centrální - radiátory (v současnosti se upravuje).

Klimatizace nebo řízená výměna vzduchu je instalována pouze v některých částech budovy (IT, kuchyně ...).



Hlavní vchod

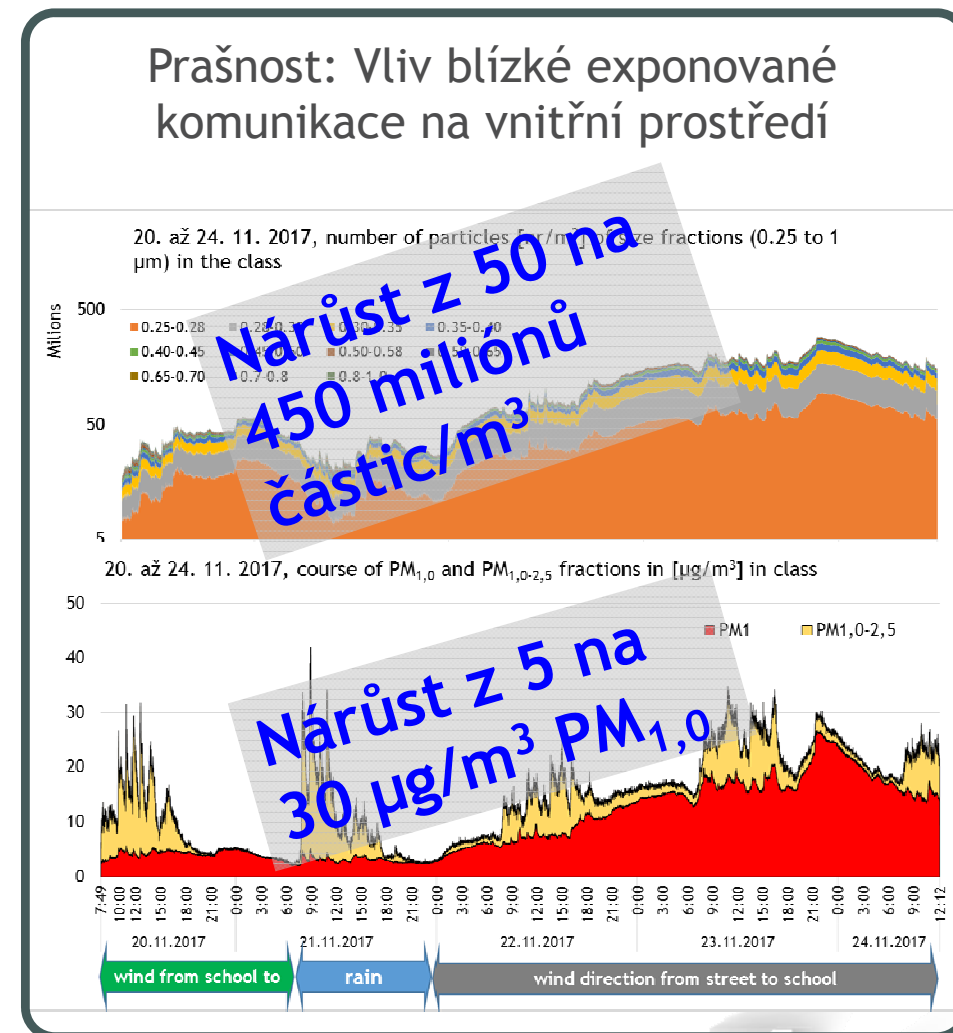


Zadní trakt



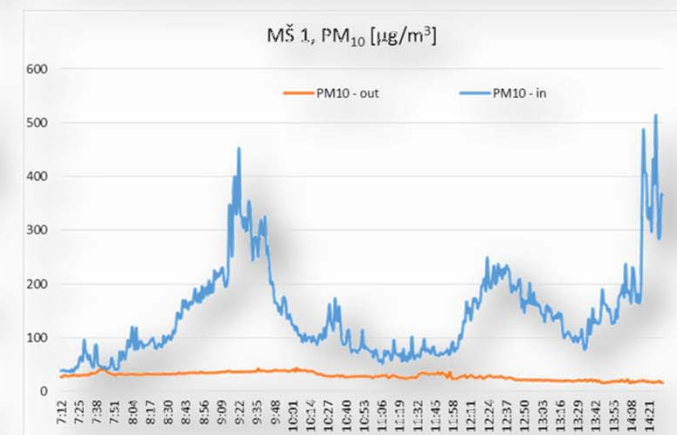
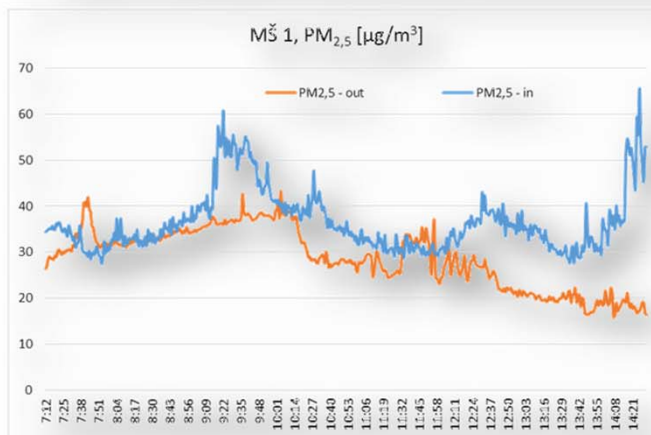
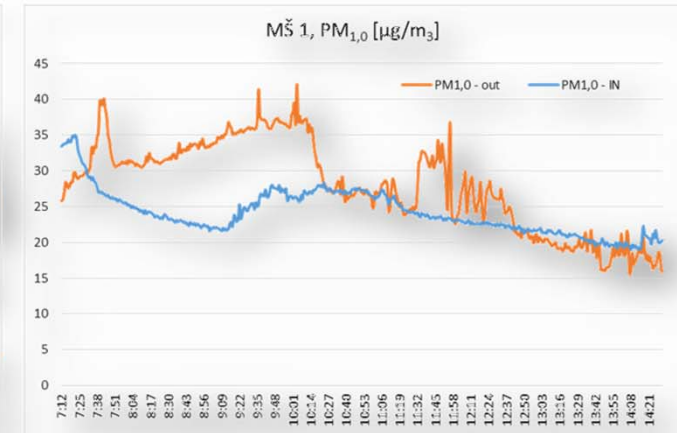
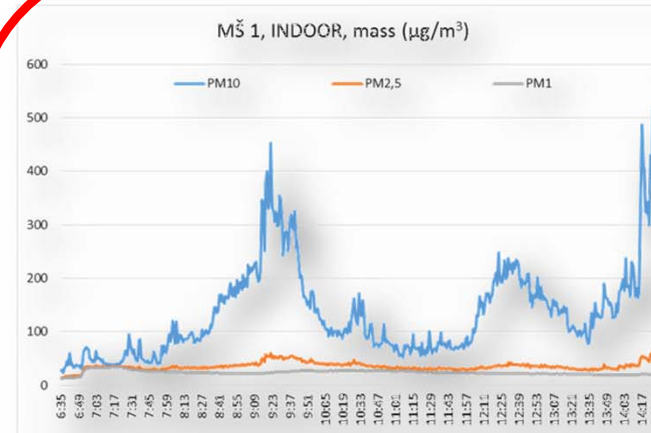
CO UŽ JSME VĚDĚLI Z PŘEDEŠLÝCH MĚŘENÍ

1. V žádné ze škol zúčastněných na projektu nebyl problémem radon, kovy ani organické látky.
2. Ani s benzenem, oxidem uhelnatým a siřičitým ve venkovním ovzduší u škol.
3. Vliv dopravy se majoritně projevuje vyššími hodnotami oxidu dusičitého (dusnatého) a prašností (frakce $PM_{2,5}$ a submikronová $< 1 \mu m$ - frakce).
4. Zdrojovým problémem ve školách je prašnost (zvláště hrubá frakce $PM_{2,5-10}$) a primárně diskomfortní mikroklimatické parametry tj. teplota (v létě), relativní vlhkost (v zimě) a výměna vzduchu (kde koncentrace CO_2 slouží jako indikátor).



Z přechozích studií bylo zřejmé že:

- hrubá frakce $PM_{2,5-10}$ má zdroj majoritně v aktivitách uživatelů (dětí) ve třídách,
- naopak u submikronové frakce je většinovým zdrojem infiltrace z venkovního ovzduší
- frakce $PM_{2,5}$ pak víceméně reprezentuje oba vlivy



Úvod

Výsledky a
diskuse

Závěry



DOPRAVNÍ SITUACE V OKOLÍ ŠKOLY



Strahovský tunel
a tunel Blanka

Patočkova ulice
a ostatní se
zvýšenou
intenzitou
dopravy

Měřicí
stanice ČHMÚ



JAKÁ JE ZÁTĚŽ?

Škola opravdu leží v městské lokalitě s vysokou hustotou dopravně zatížených komunikací.

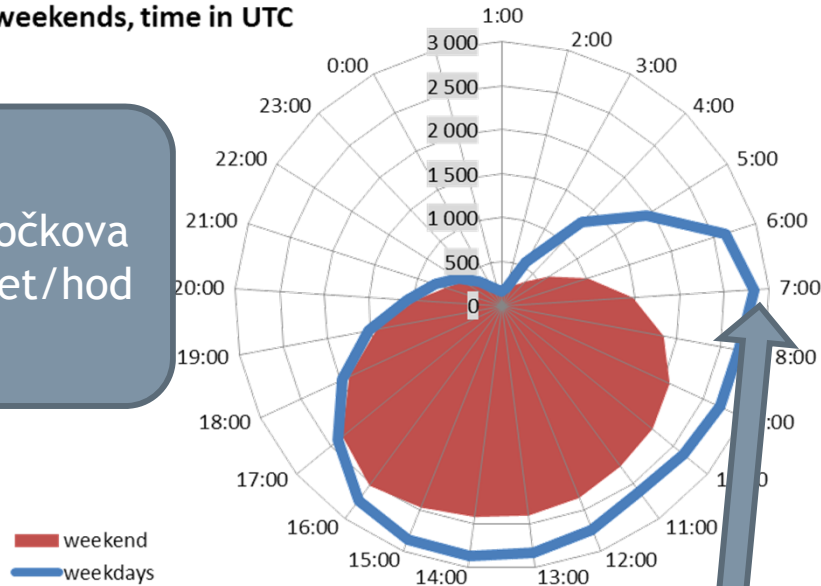
- ✓ Ulice Bělohorská přímo u školy - doprava (5 až 10 tisíc vozidel/24 hod.) a tramvajová linka
- ✓ 300 metrů od školy je Patočkova ulice, (35 až 55 tisíc vozidel/24 hod.)
- ✓ 550 metrů od školy jsou portály tunelu Blanka a Strahovského tunelu (odhadem více než 85 tisíc vozidel/24 hod.)



DOPRAVNÍ INTENZITA NA KOMUNIKACÍCH V OKOLÍ ŠKOLY

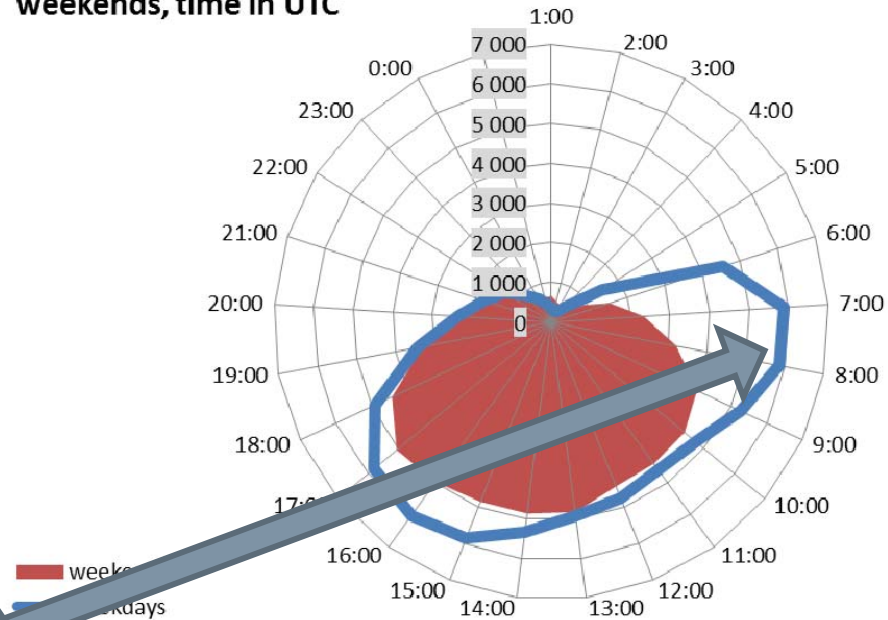
Patočkova street, 17. 2. až 16. 3. 2017
the average traffic intensity, weekdays and weekends, time in UTC

Patočkova
počet/hod



Průjezd tunelem Blanka
Počet/hod.

Portal Troja, 1. 2. až 28. 2. 2017
the average traffic intensity, weekdays and weekends, time in UTC



Intenzita dopravy kulminuje právě v čase, kdy děti přichází (jsou dováženy) do školy - tj. mezi 7 až 8 hodinou ranní. A zůstává vysoká po celý den - po celou dobu vyučování.



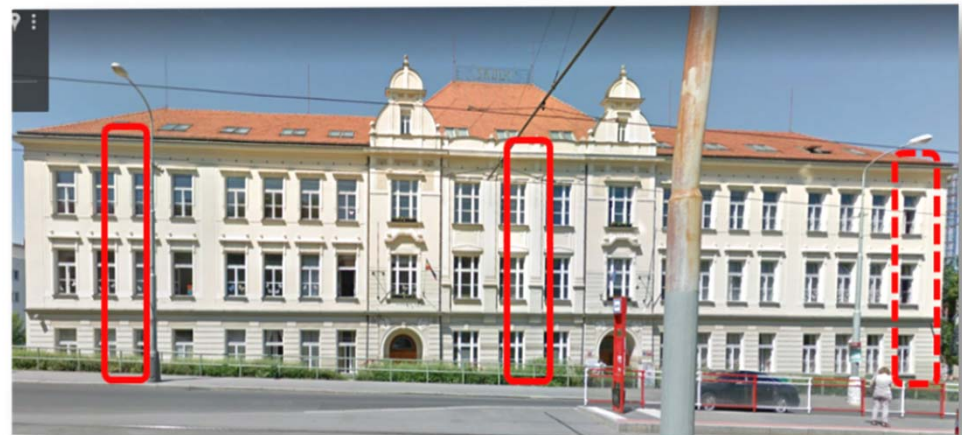
Celou studii lze rozdělit do třech navazujících částí

1. Deskripce dopravní zátěže v okolí školy a rešerše literatury
2. Dlouhodobé (80 denní) měření ve 12 třídách školy
3. Ověření navržených opatření

Senzory byly rozmístěny tak, aby byla pokryta celá škola včetně výškového a prostorového gradientu. Začátkem ledna pak byl v jedné třídě zaveden speciální režim zaměřený na větrání, zajištění tepelného klimatu a režim úklidu.

Zároveň bylo ve dvou třídách realizováno kontinuální měření oxidů dusíku.

Pro vyhodnocení kvality venkovního ovzduší byla využita data z 350 m vzdálené stanice AIM - ABRE.



1. Pořídili jsme si 12 stejných senzorů NODE (teplota, relativní vlhkost, oxid uhličitý a suspendované částice frakce PM_{10}). Komunikace WI-FI, sběr dat přes webové rozhraní.
2. Ověřili jsme je referenčními akreditovanými přístroji.



Teplota, srovnání NODE/Testo 435 [°C]

Vlhkost, srovnání NODE/Testo 435 [%]

CO₂, srovnání NODE/Testo 435 [ppm]

PM_{2,5}, porovnání NODE/Grimm

**Žádná velká
sláva, různé
vlastnosti
stejného typu
senzoru**

- node 1
- node 2
- node 3
- node 4
- node 5
- node 6
- node 7
- node 8
- node 9
- node 10
- node 11
- node 12
- Grimm



ALE BYLY TO (NAŠTĚSTÍ) VÍCEMÉNĚ SYSTEMATICKÉ CHYBY

Teplota, po přepočtu NODE/Testo 435 [ppm]

38
36
34
32
30
28
26
24
22
20

CO₂, po přepočtu NODE/Testo 435 [ppm]

800
700
600
500
400
300

Vlhkost, po přepočtu NODE/Testo 435 [ppm]

50
45
40
35
30
25
20

PM_{2,5}, po přepočtu NODE/Grimm 1.109 [µg/m³]

60
50
40
30
20
10
0

10.10 11.10 12.10 13.10 14.10 15.11

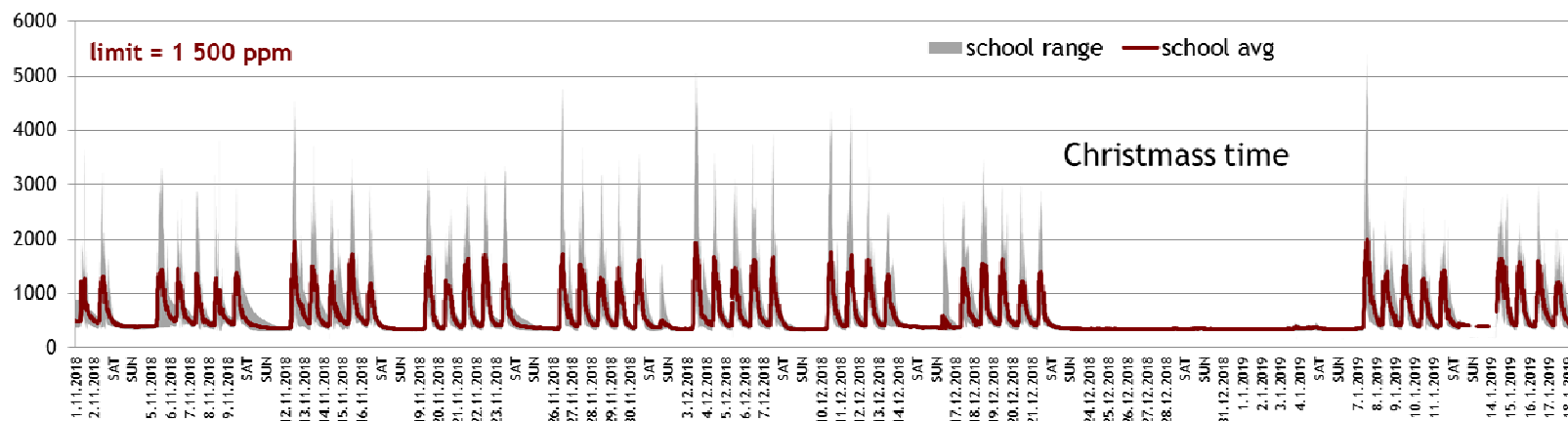
To už se nám líbilo víc

- node 1
- node 2
- node 3
- node 4
- node 5
- node 6
- node 7
- node 8
- node 9
- node 10
- node 11
- node 12
- Grimm PM2,5

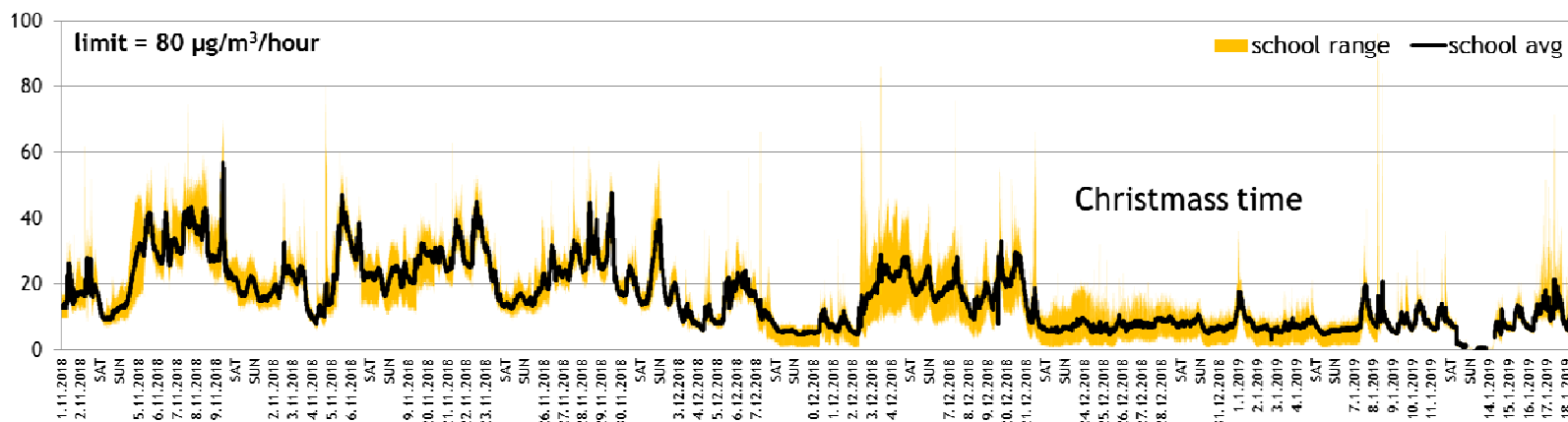


Dlouhodobé měření ve 12 třídách (od 1. listopadu 2018 do 20. ledna 2019)

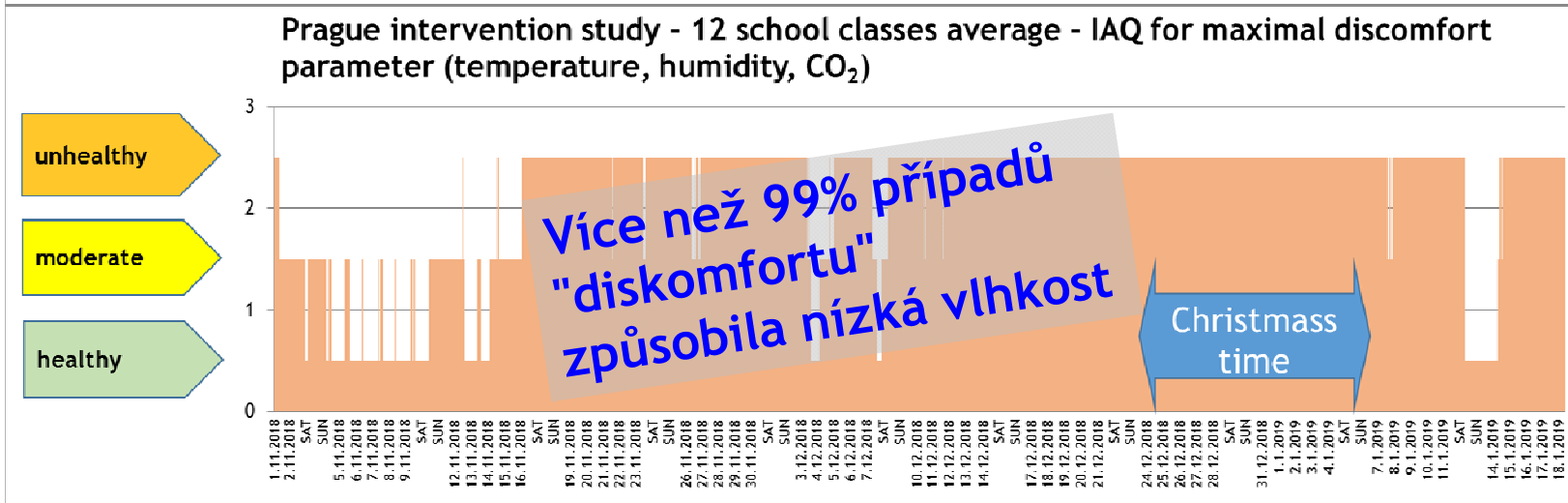
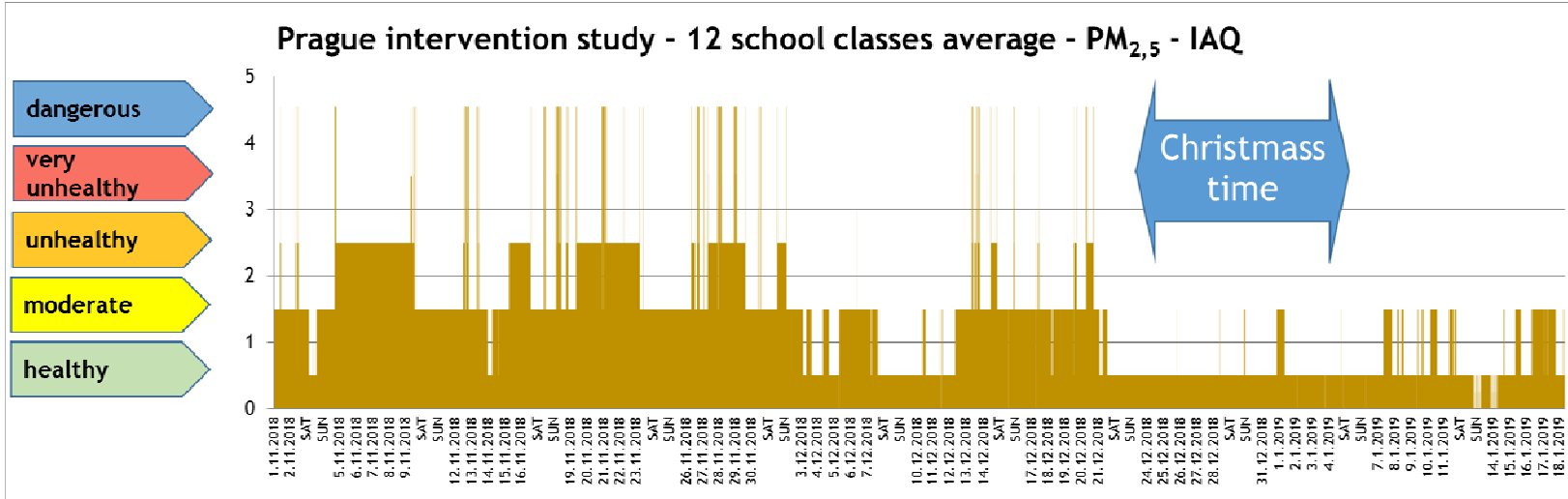
Prague intervention study - school average and range - CO₂ [ppm]



Prague intervention study - school average and range - PM_{2,5} [µg/m³]



PRŮMĚR ZA ŠKOLU INDEX KVALITY VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ



Problémy:

1. Zajištění komunikace a plynulého přenosu dat
2. Validace dat (výpadky, dětská soutěživost)
3. Životnost senzorů/chyby měření (zvláště u optických čidel PM_{2,5})

Otázky - pochybnosti:

Reprezentativnost měření

1. Vzhledem k měřené třídě (?)
2. Variabilita mezi třídami x průměr za školu
3. Rozdíl mezi topnou a netopnou sezónou (?)



Věděli jsme, že není možné ovlivnit okolní dopravní zátěž.
Proto jsme se zaměřili výhradně na možná opatření v učebnách.

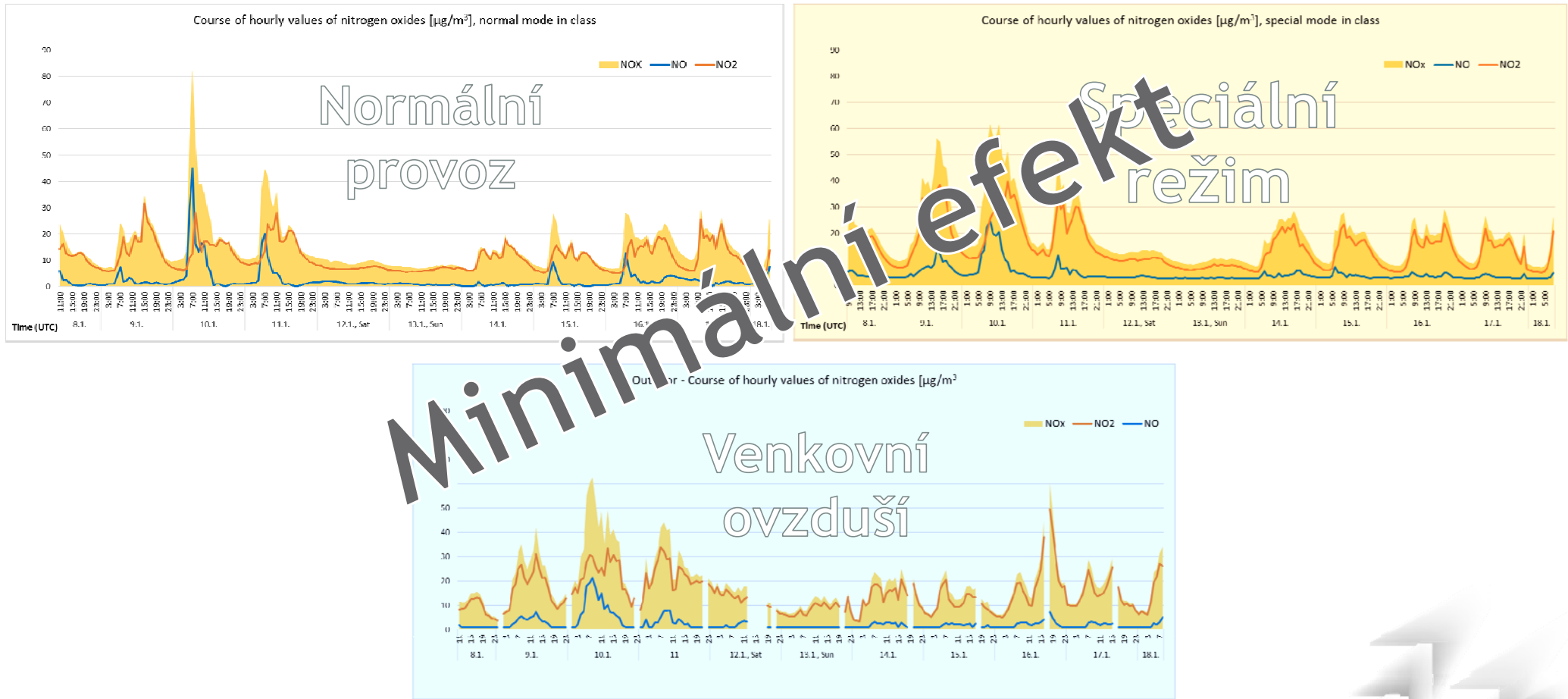
Opatření
navržená
pro
zajištění
výměny
vzduchu,
požadované
teploty a
pro režim
úklidu

1. Ráno, před příchodem dětí, větrat dveřmi do chodby a otevřít okna v chodbě do dvora.
2. Dále, až do 10 hodiny větrat alespoň dvakrát za hodinu do chodby.
3. Po desáté hodině lze větrat i okny do méně zatížené ulice Bělohorská, opět alespoň dvakrát za hodinu. Kvalitu venkovního ovzduší průběžně kontrolovat na stránkách ČHMÚ.
4. Každou přestávku větrat dveřmi do chodby.
5. Každou vyučovací hodinu minimálně dvakrát zkontrolovat teplotu ve třídě (senzory) a teplotu udržovat mezi 20 - 24 °C.
6. Klasickou tabuli stírat pouze na mokro!
7. Děti se musí přezouvat!
8. Úklid každý den až po ukončení vyučování.
 - Pouze „na mokro“ a s minimálním množstvím parfémovaných složek.
 - Vždy setřít na mokro i lavice, sedačky, parapety a rovné plochy nábytku.
 - Luxování (i koberců pokud jsou ve třídě) pouze při otevřených oknech.



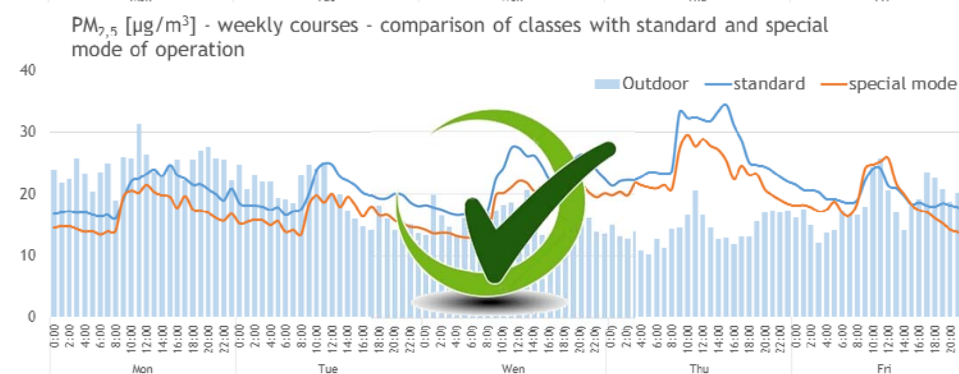
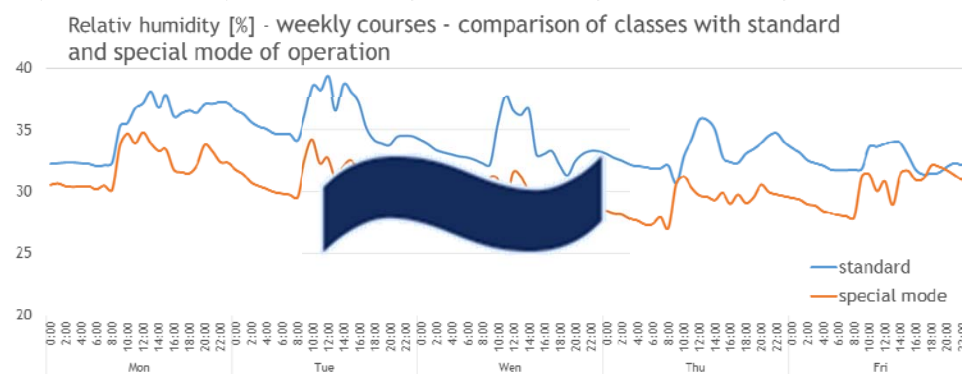
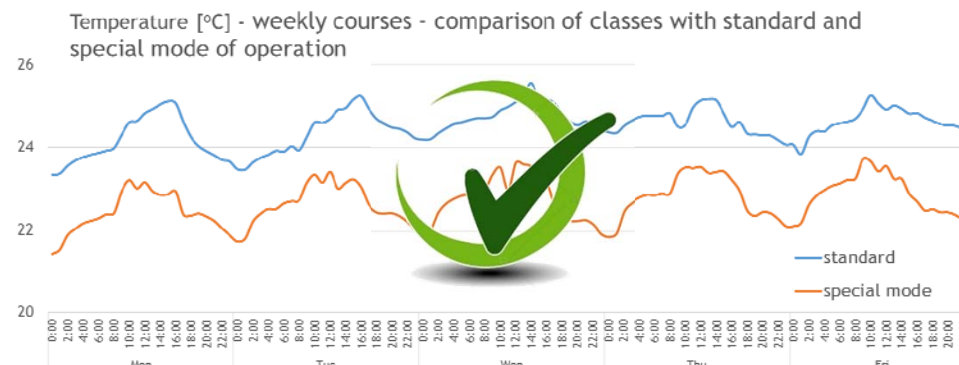
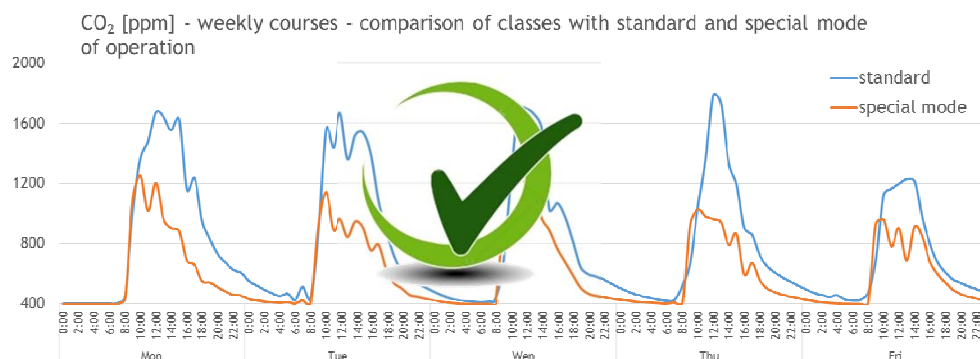
OVĚŘENÍ ÚČINNOSTI NAVRŽENÝCH OPATŘENÍ

Oxidy dusíku - 14 denní souběžné měření v normální třídě a srovnání s třídou se speciálním režimem



OVĚŘENÍ ÚČINNOSTI NAVRŽENÝCH OPATŘENÍ

Prašnost - $PM_{2,5}$, CO_2 , teplota a vlhkost - 14 denní souběžné měření v normální třídě a srovnání s třídou se speciálním režimem.



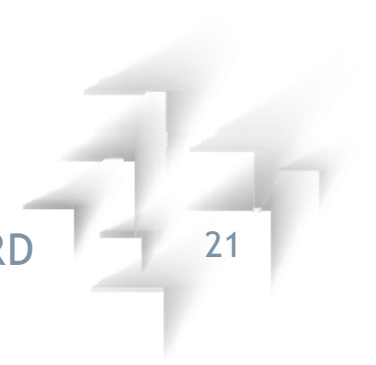
V případě CO_2 , prachu a teploty ... to fungovalo, u relativní vlhkosti situaci komplikuje nízká vlhkost v zimě venku



Úvod

Výsledky a
diskuse

Závěry



Bylo provedeno 80 denní měření kvality vnitřního ovzduší ve 12 třídách a 14 denní srovnávací měření pro vyhodnocení účinnosti navržených opatření.

Aplikace navržených opatření (úklid, režim a způsob větrání) vedla ke **snížení zátěže** vnitřního prostředí CO₂, prachem (frakce PM_{2,5}) a k **optimalizaci** teploty ve třídě.

Opatření naopak nepřinesla **žádný významný efekt** v případě plyných složek (oxidů dusíku).

Složitější situace je v případě vlhkosti, kdy větrání okny (a pravděpodobně jakékoliv jiné bez zvlhčování) v zimě **snižuje** relativní vlhkost ve třídě.

Kvalitu venkovního ovzduší nelze ovlivnit.

(jednou z mála alternativ je omezení „rodičovských taxíků“)



TAKING
COOPERATION
FORWARD



5. jednání Fóra kvality prostředí
25. června 2019



Děkujeme za pozornost



B. Kotlík, H. Kazmarová, M. Mikešová, V. Vrbíková, L. Kuklová

Oddělení hygieny ovzduší a odpadů, Centrum zdraví a životního prostředí, Státní zdravotní ústav