

TAKING
COOPERATION
FORWARD



Seminář InAirQ 28. a 29. 11. 2019



Intervenční studie Marjánka 2018-2019



Centrum zdraví a životního prostředí, Státní zdravotní ústav

1. Prezentace studie, kterou jsme realizovali v rámci projektu InAirQ.
2. Zamyšlení nad tím, co je ve školách opravdu problém.



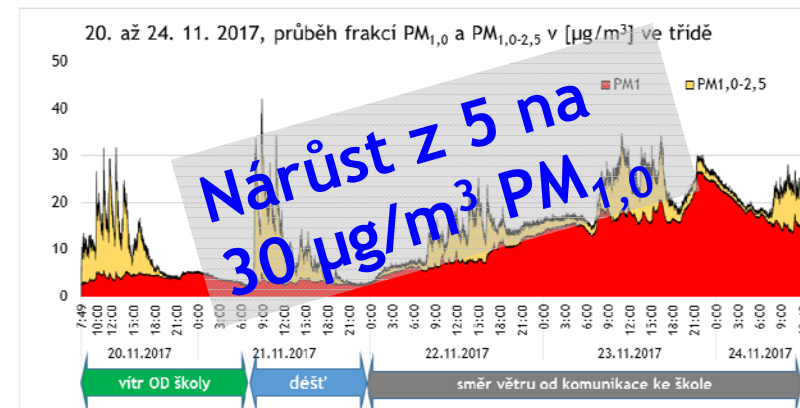
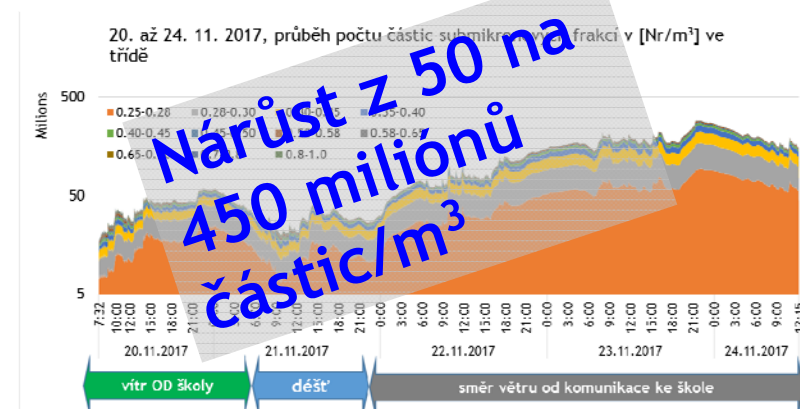
Zadání - popis možného dopadu/vlivu okolní dopravy na kvalitu vnitřního prostředí ve škole a návrh a ověření možných opatření ke zlepšení stavu.



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 prašnosti (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).

Prašnost: Vliv blízké exponované komunikace na vnitřní prostředí





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



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.

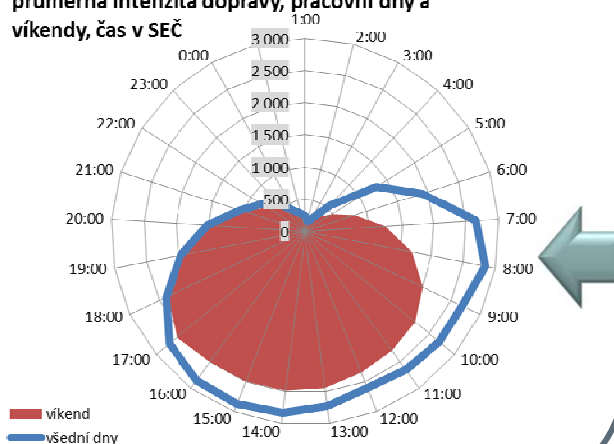
- ✓ Ulice Bělohorská přímo u školy - doprava (5 až 10 tisíc vozidel/24 hod.) a tramvajová linka
- ✓ 300 metrů od školy je Patočkova ulice, (35 až 55 tisíc vozidel/24 hod.)
- ✓ 550 metrů od školy jsou portály tunelu Blanka a Strahovského tunelu (odhadem více než 85 tisíc vozidel/24 hod.)



DOPRAVNÍ INTENZITA NA KOMUNIKACÍCH V OKOLÍ ŠKOLY

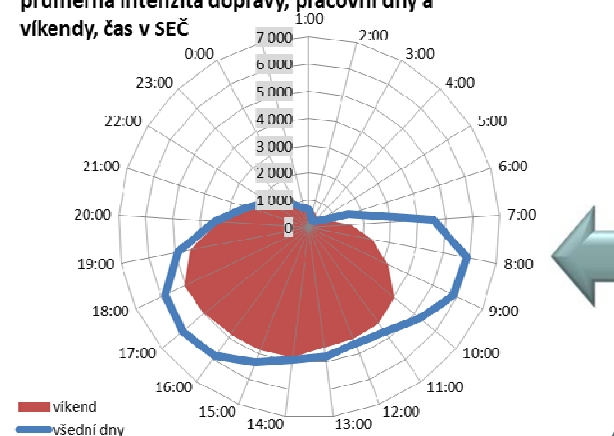
Patočková ulice Počet/hod.

Patočková, 17. 2. až 16. 3. 2017
průměrná intenzita dopravy, pracovní dny a
víkendy, čas v SEČ



Průjezd tunelem Blanka Počet/hod.

Portal Troja, 1. 2. až 28. 2. 2017
průměrná intenzita dopravy, pracovní dny a
víkendy, čas v SEČ



Na Patočkově ulici nebo v tunelu Blanka 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.



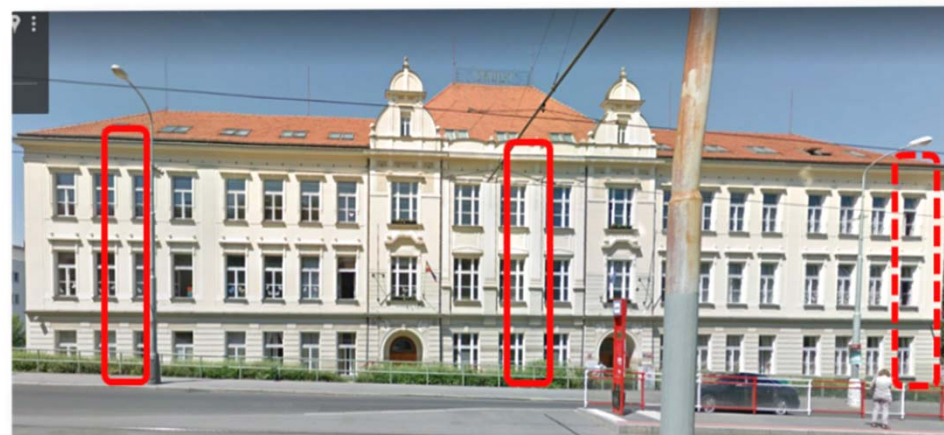
Celou studii jsme rozdělili do třech navazujících částí

1. Deskripce dopravní zátěže v okolí školy a rešerše literatury
2. Dlouhodobé (80denní) 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 $PM_{2,5}$). Komunikace WI-FI, sběr dat přes webové rozhraní.
2. Ověřili jsme je referenčními kalibrovanými přístroji.



Pozn: Nevěřte obchodníkům, vždycky si to ověřte



Teplota, srovnání NODE/Testo 435 [°C]

36

Vlhkost, srovnání NODE/Testo 435 [%]

34

CO₂, srovnání NODE/Testo 435 [ppm]

32

PM_{2,5}, porovnání NODE/Grimm

30

28

26

24

22

50

40

30

20

10

0

800

700

600

500

400

300

10.10

11.10

12.10

13.10

14.10

15.11.

**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

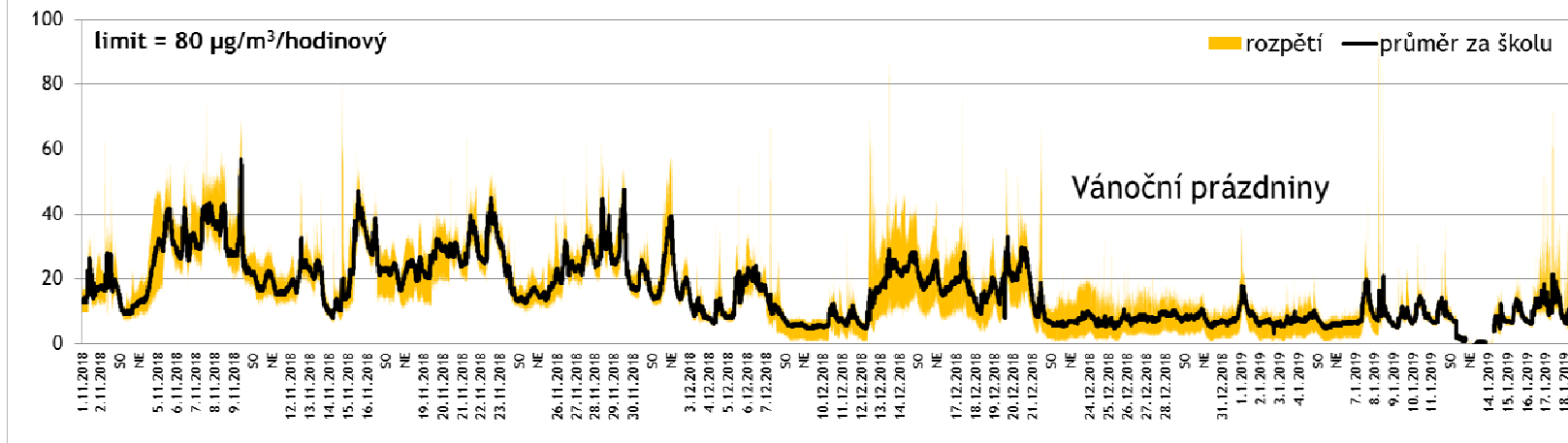
To už se nám líbilo víc

- 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

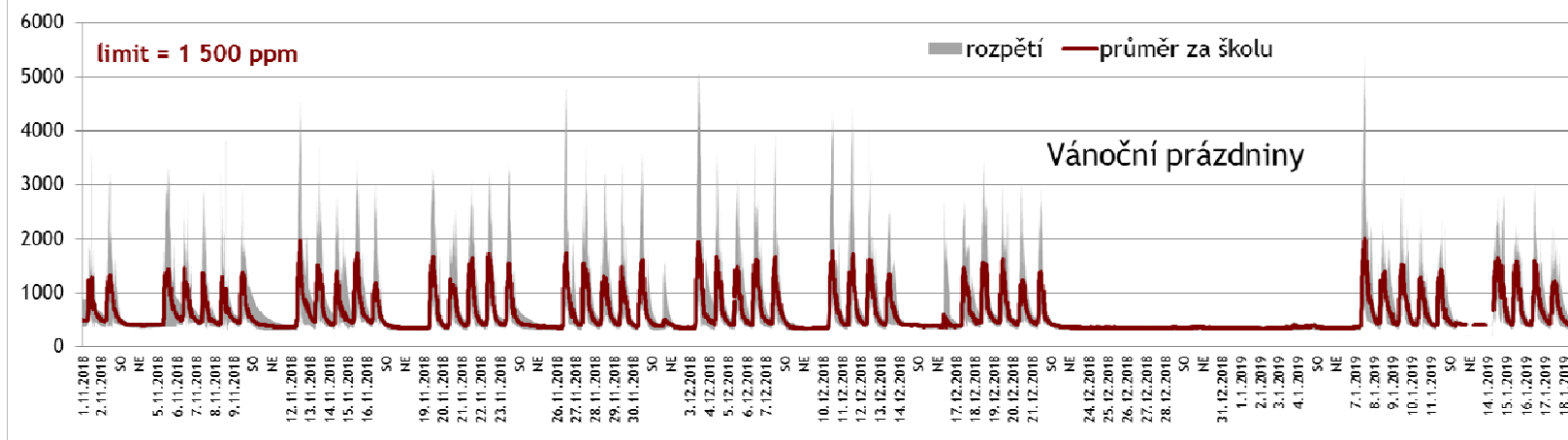


Dlouhodobé měření ve 12 třídách (od 1. listopadu 2018 do 20. ledna 2019)

Intervenční studie - průměr za školu a rozpětí hodnot ve třídách - PM_{2,5} [µg/m³]

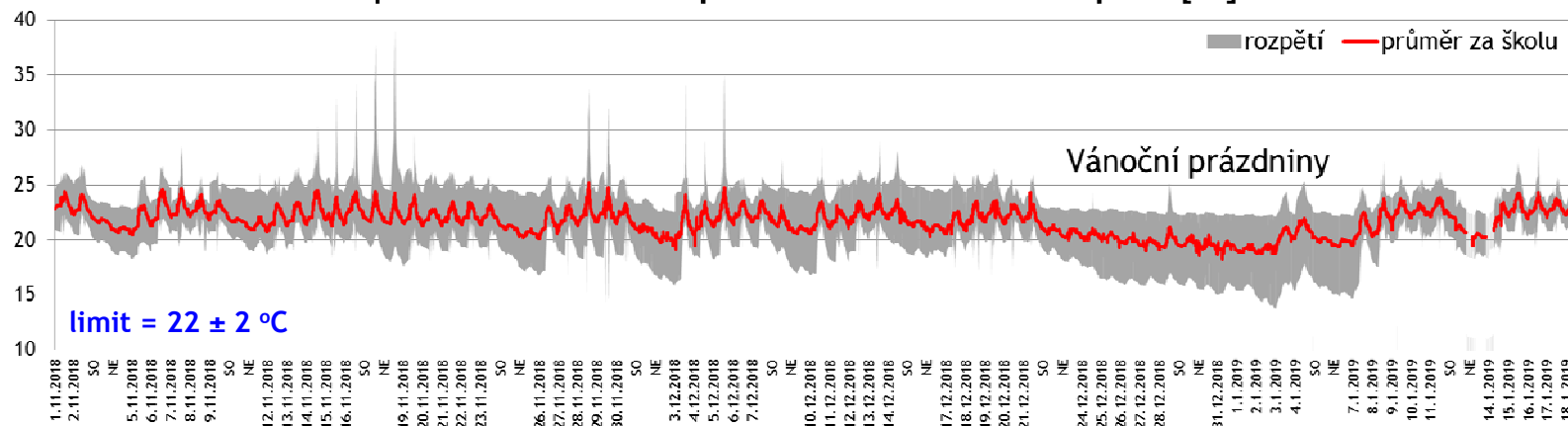


Intervenční studie - průměr za školu a rozpětí hodnot ve třídách - CO₂ [ppm]

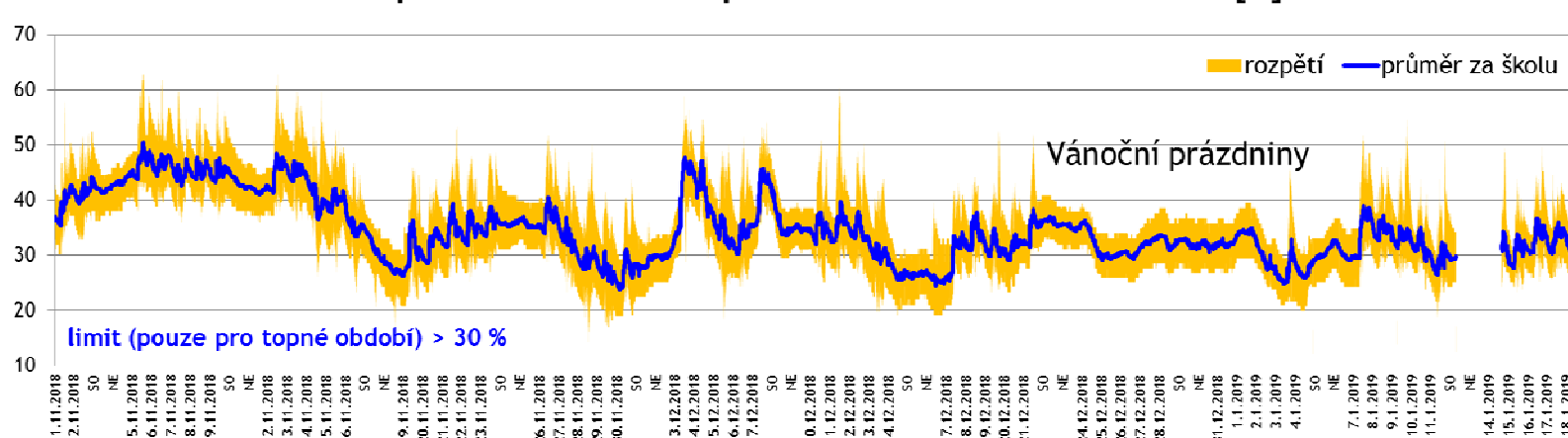


Dlouhodobé měření ve 12 třídách (od 1. listopadu 2018 do 20. ledna 2019)

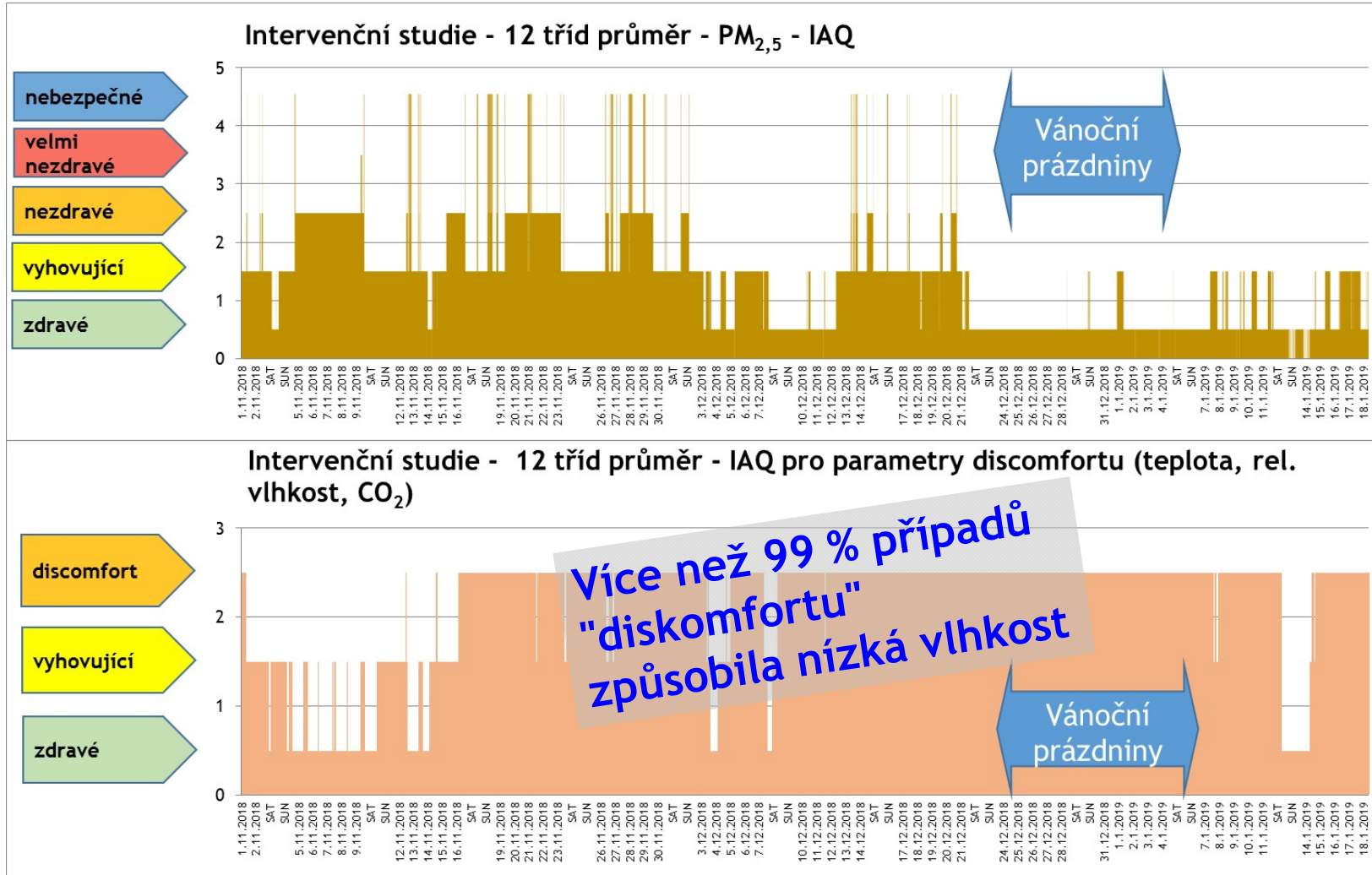
Intervenční studie - průměr za školu a rozpětí hodnot ve třídách - teplota [°C]



Intervenční studie - průměr za školu a rozpětí hodnot ve třídách - r. vlhkost [%]



PRŮMĚR ZA ŠKOLU INDEX KVALITY VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ



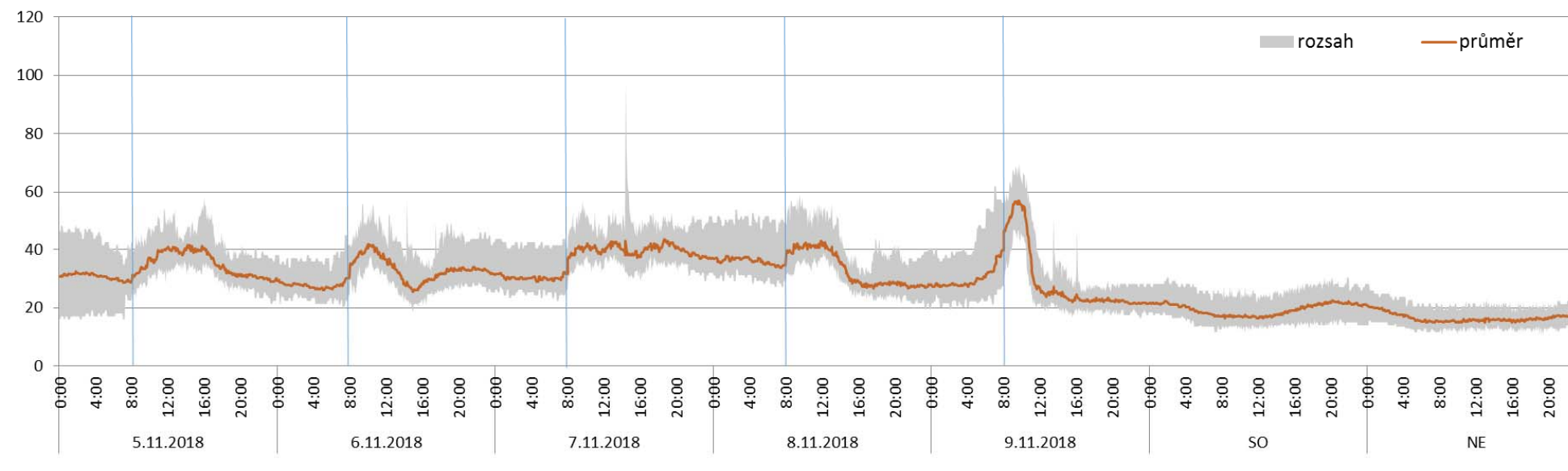
Týdenní chod hodnot teploty [v °C] ve škole (5. až 11. 11. 2018)



Týdenní chod koncentrací CO₂ [v ppm] ve škole (5. až 11. 11. 2018)



Týdenní chod koncentrací PM_{2,5} [v µg/m³] ve škole (5. až 11. 11. 2018)



**Nabízí se otázka:
Kdy a kde se musí měřit, aby to bylo reprezentativní?**



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.

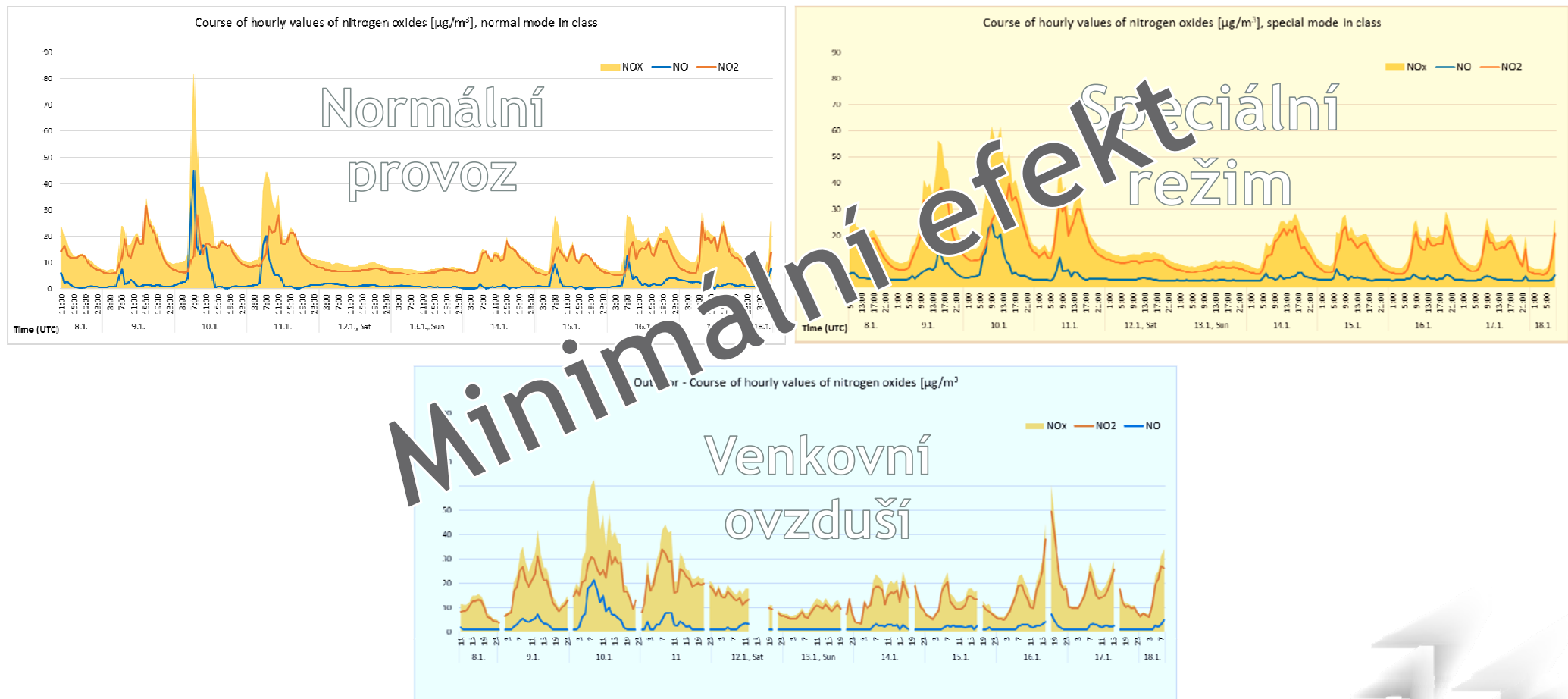
Opatření
navržená
pro
zajištění
výměny
vzduchu,
požadované
teploty a
pro režim
úklidu

1. Ráno, před příchodem dětí, větrat dveřmi do chodby a otevřít okna v chodbě do dvora.
2. Dále, až do 10 hodin 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.



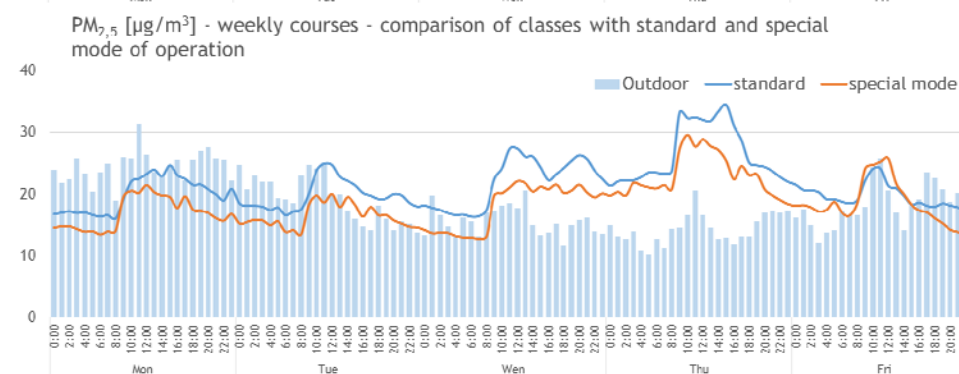
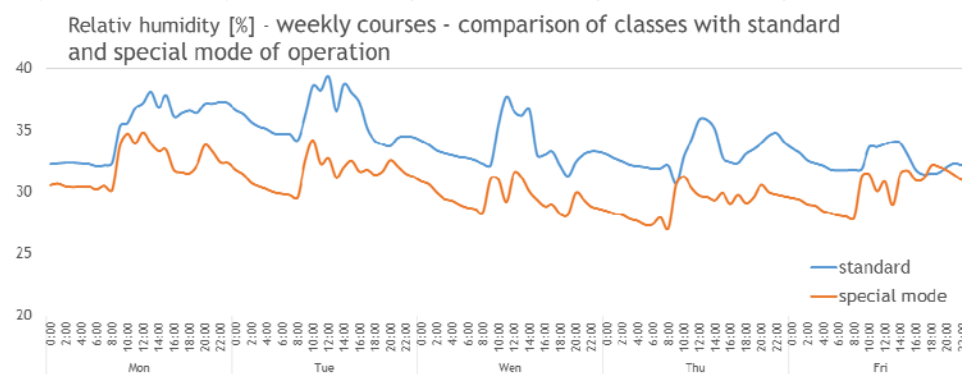
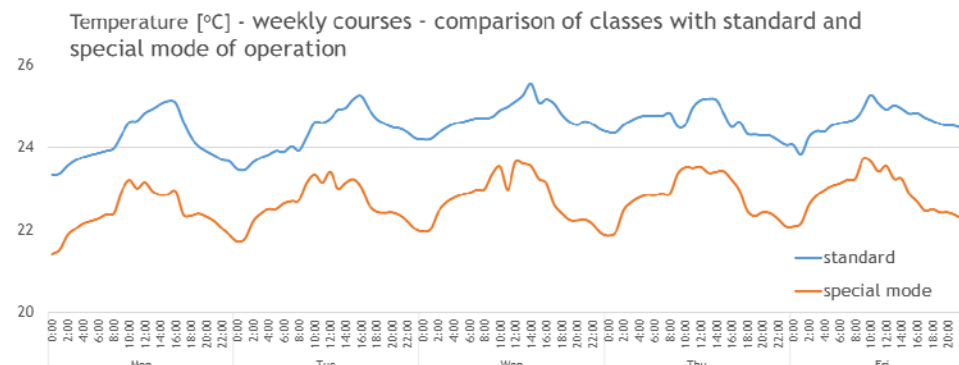
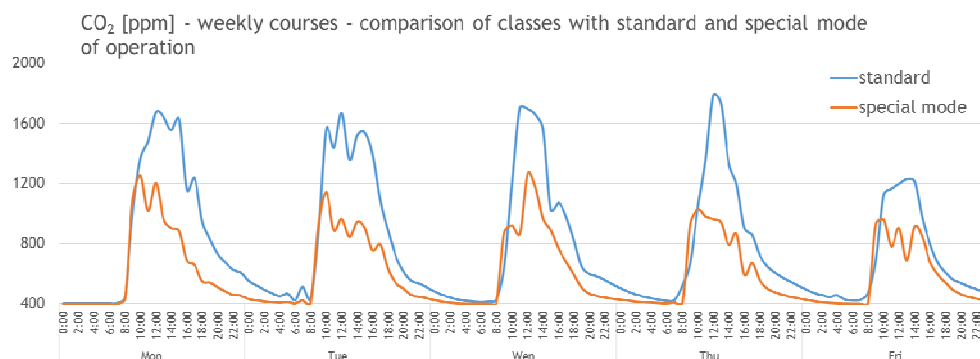
OVĚŘENÍ ÚČINNOSTI NAVRŽENÝCH OPATŘENÍ

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



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“)

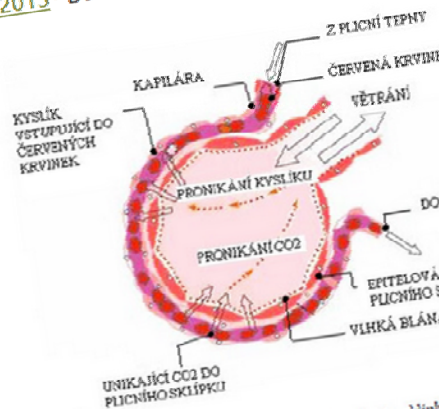


CO₂ NEBO PRACH (VOC ..)



MÉDIA A SPOUSTA „ODBORNÍKŮ“ NEPOCHYBUJÍ

Studie: Koncentrace CO2 v českých školách dramaticky převyšuje normu
16. února 2015 - Bob Kartous - Žádné komentáře



Obrázek 3 Schéma výměny kyslíku a oxidu uhličitého v plicním sklípku

Přečtěte si rozhovor s Romanem Šubrtem, si studie se čeští žáci učí v podmínkách, které hygienických norem zcela nevyhovující. Pro během vyučovacích hodin dochází k překro považována za zdravotně bezpečnou. Stu

Paradoxní je, že podle autora studie kompet CO2 aktivně bránily. „Na začátku měření by a požádat jej o součinnost. Výsledkem byl škol v Českých Budějovicích, kde nařídili ře škol,“ tvrdí Roman Šubrt.

Jste autorem studie o hladině kysličníku uhličitého (CO2)

Měření v českých školách dýchají vzduch s obsahe připouštějí hygienické limity učí.

25. září 2017 | Smieja | 0 komentářů | Větrání - rekuperace, V



Kvalitní koncentrací stří uč

hůr soustředí. Krátké větrání o přestávkách pr

Moderní člověk tráví v uzavřených prostorách přibližně 80% času venku. A když už musí pobývat uvnitř, mělo by mu být dobře.

„Bylo prokázáno, že špatný vzduch vede k poklesu kvality vnitřního prostředí zkrátit dětem vyučování o 10-15%.“ uvádí Jan Bárta, ředitel Centra pro pasivní domy.

Měření kvality ovzduší na školách prováděli se v rámci projektu „Kvalita ovzduší v školách“ od září 2016 do února 2017. Každé měření probíhalo po dobu 14 dní.

Výsledky ukazují, že přirozené větrání (otevření oken) nestačí a je třeba větrání nucené. V těch nejhorších případech dokonce dochází k překročení hygienických limitů.

Z celkové počtu 62 měření na základních školách v České republice bylo 40% měření, kde byla hodnota koncentrace oxidu uhličitého, která je maximální dovolená, překročena. Nejvyšší hodnota byla 1450 ppm, což je 145% nad normou.

VEŘEJNÉ BUDOVY V ČESKU TRÁPÍ NÍZKÁ KVALITA VZDUCHU, HLAVNĚ KVŮLI CO2

Autor Zdeněk Kulhánek | 20. 04. 2019 | ★★★★★

APOGEO
Fúze, akvizice a podnikové přeměny – potřebujete poradit?
Napište nám

České veřejné budovy se neustále potýkají s vysokou koncentrací oxidu uhličitého či prachu. Nejčastěji se v tomto směru uvádějí školy, kde může k dosažení kritické koncentrace CO2 dojít i za pouhých 18 minut. Podle odborníků však řešení tohoto problému stále spíše pokulhává. Nejlépe si podle nich vede soukromý sektor, jehož zástupci se čím dál častěji uchylují k instalaci systémů nuceného větrání. Právě ten je považován z hlediska zlepšení kvality vzduchu za nejučinnější.

Nevalná kvalita vzduchu je jedním z zásadních problémů, se kterými se občané setkávají nejen doma, ale i v práci. Tyto stránky využívají cookie pro sledování návštěvnosti. Pokud s používáním nesouhlasíte, stránky opusťte.

TAKING COOPERATION FORWARD



ZÁKLADNÍ A MATEŘSKÉ ŠKOLY - IDENTIFIKOVANÉ PROBLÉMY

- Nejčastěji se jedná o problémy s **provozem a vybavením tříd** - dopad na mikroklima včetně CO₂ a na prašnost (hrubá frakce PM_{1,0-10}) a na organické látky.
- Vliv může mít **umístění budovy** (blízká dopravní zátěž, blízký energetický nebo průmyslový zdroj).
- Výjimečně problémy s VOC/TOC (**úklid, opravy za provozu, technologická nekázeň při rekonstrukcích**). Nálezy vyšších hodnot benzenu, rozpouštědel, vyšších alkoholů - 2ethylhexanol, často terpenů (limonen a α-pinen).
- Hodnoty formaldehydu (20 až 40 µg/m³) - vzácně nad 60 µg/m³.
- Lokálně mikrobiologické faktory.
- Samostatnou kapitolu tvoří azbest a Man Made Fibers - minerální vlákna (**rekonstrukce**).



DISKOMFORT (?/!)

(Vratné) účinky CO₂ na lidský organismus

cca 350 - 440 ppm úroveň venkovního prostředí	
do 1 000 ppm	doporučená úroveň CO ₂ ve vnitřních prostorech (Pettenkofer, 1818 - 1900)
1 200 - 1 500 ppm	doporučená úroveň CO ₂ ve vnitřních prostorech a limit CO ₂ ve vnitřních prostorech
1 500 - 2 500 ppm	možné příznaky únavy a snižování pozornosti (citliví jedinci)
2 500 - 5 000 ppm	možné bolesti hlavy
5 000 ppm	maximální bezpečná koncentrace bez zdravotních rizik
> 5 000 ppm	nevolnost a zvýšený tep
> 15 000 ppm	dýchací potíže
> 40 000 ppm	možná ztráta vědomí

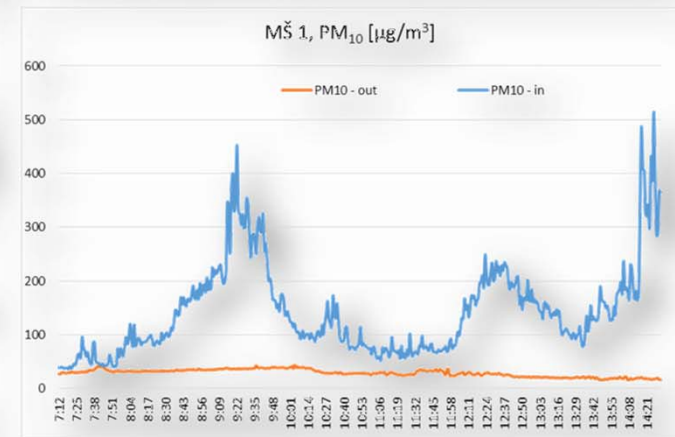
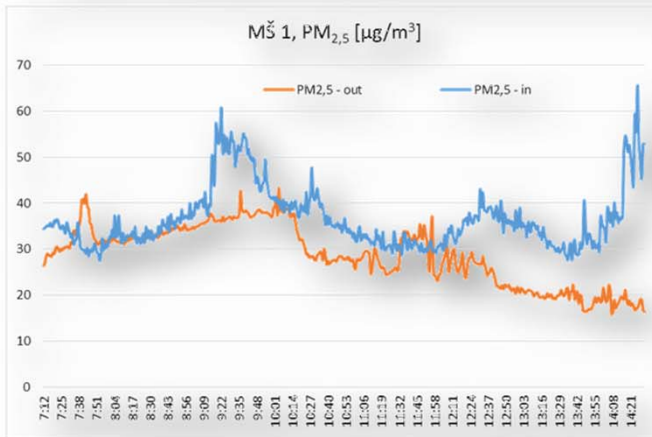
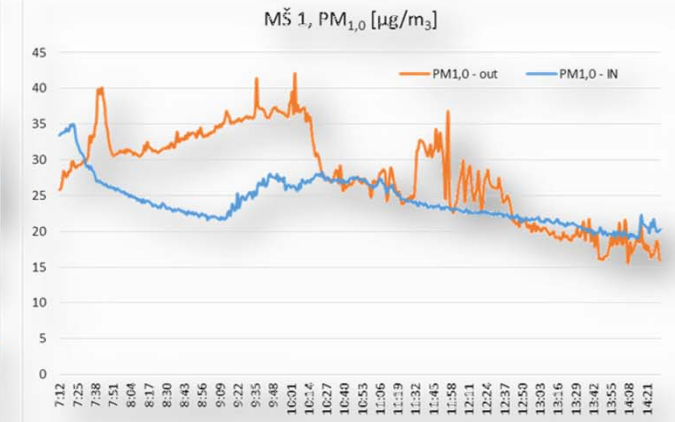
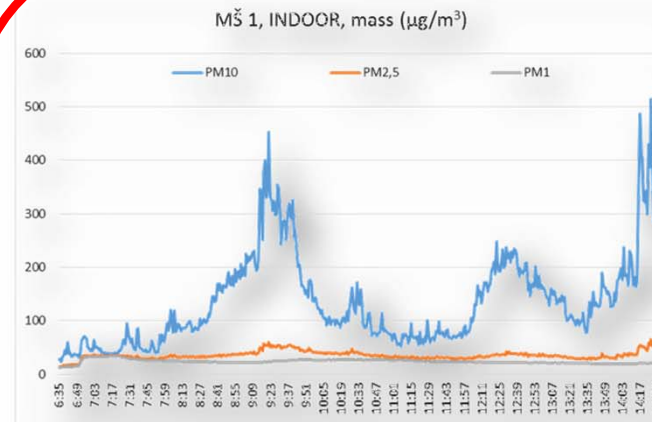
Jen diskomfort?/!

Parametry diskomfortu (CO₂, teplota, vlhkost) velmi zřídka mohou dosáhnout úrovně ohrožující citlivé jedince. V topné sezóně je problémem vlhkost, teplota a CO₂, v netopné sezóně - většinou jen teplota. Nedodržení limitů není pro zdraví zásadní, s výjimkou některých případů. Nízkou vlhkost nelze vyřešit bez speciálního vybavení.

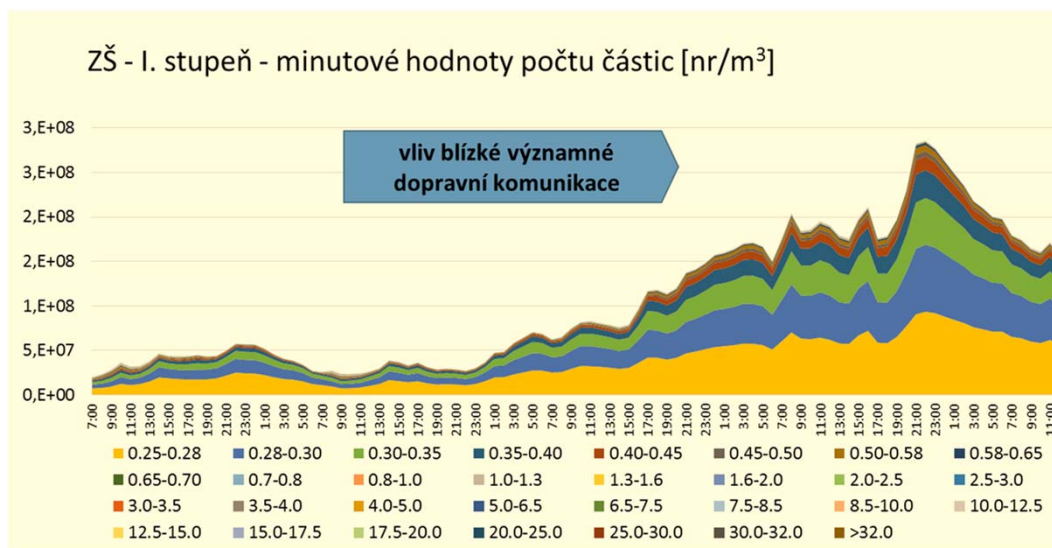
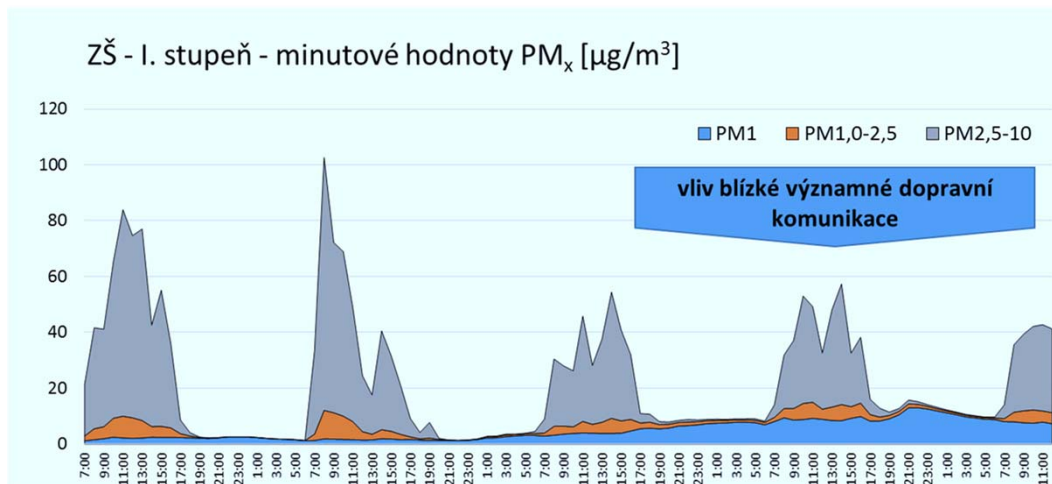


Z přechozích studií
MZSO bylo zřejmé že:

- 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



PRAŠNOST - DOPRAVNĚ EXPONOVANÁ OBLAST



Prach je celoroční problém - zejména hrubá frakce (2,5 až 10 μm), která je primárně způsobena činnostmi uživatelů, submikronová frakce ($PM_{1,0}$) je většinou infiltrována. Proto je mnohem obtížnější snížit zatížení vnitřního prostředí prachem. Vyšší koncentrace, zejména u citlivých - chronicky nemocných dětí, mohou vést ke zdravotním problémům.




1. Analyzovat variabilitu mezi třídami uvnitř školy
2. Analyzovat rozdíly mezi třídami prvního a druhého stupně
3. Otestovat možnost aplikace metody jednotkových místností



TAKING
COOPERATION
FORWARD

Děkujeme za pozornost



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

Poděkování:

InAirQ je projektem realizovaným v rámci Prioritní osy 3 programu INTERREG nadnárodní spolupráce, financovaného z evropských fondů - Spolupráce v oblasti přírodních a kulturních zdrojů pro udržitelný růst ve Střední Evropě