

MŠ J. A. Komenského 1108

Pelhřimov

30. 11. až 1. 12. 2016

Proměření kvality  
vnitřního ovzduší

třídy

Broučci a Ježečci

*Ve spolupráci s KHS kraje Vysočina realizovala  
Národní referenční laboratoř pro venkovní a vnitřní ovzduší  
Centra hygieny životního prostředí Státního zdravotního ústavu*



*Zprávu z měření zpracovali:  
RNDr. B. Kotlík, Ph.D., Ing. M. Mikešová, Mgr. L. Šubčíková a Ing. L. Matějů*



Obsah:	strana
<b>I. Úvod</b> .....	<b>5</b>
<b>II. Deskripce MŠ</b> .....	<b>7</b>
<b>III. Měřicí postupy</b> .....	<b>7</b>
A) SLEDOVANÉ PARAMETRY KVALITY VNITŘNÍHO A VENKOVNÍHO PROSTŘEDÍ A REŽIMY ODBĚRU VZORKŮ:	7
B) ZAJIŠTĚNÍ KVALITY .....	9
C) SOUVISEJÍCÍ LEGISLATIVA .....	10
<b>IV. Výsledky a vyhodnocení</b> .....	<b>13</b>
A) MIKROKLIMATICKÉ PARAMETRY VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ .....	13
B) TĚKAVÉ ORGANICKÉ LÁTKY .....	14
C) HMOTNOSTNÍ KONCENTRACE T <sub>I</sub> .....	15
D) AEROSOLOVÉ ČÁSTICE - DISTRIBUCE POČTU A ODHAD HMOTNOSTNÍCH KONCENTRACÍ PM <sub>x</sub> .....	16
i. Průběhy minutových hodnot počtů částic sledovaných velikostních frakcí.....	16
ii. Průběhy minutových hodnot hmotnostních koncentrací PM <sub>x</sub> .....	17
iii. Průběhy minutových hodnot frakce 30 až 300 nm (Nanocheck <sup>TM</sup> 1 320 HLX).....	18
E) MIKROBIOLOGICKÁ ZÁTĚŽ .....	20
i. Vnitřní ovzduší .....	20
ii. Mikrobiologické znečištění povrchu (bakterie, plísňe a kvasinky). .....	21
iii. Rozšíření postupu měření daného Vyhláškou č. 6/2003 Sb. ....	22
iv. Vyhodnocení .....	22
<b>V. Souhrn</b> .....	<b>25</b>
A) VYHODNOCENÍ VE VZTAHU K LEGISLATIVNĚ STANOVENÝM LIMITŮM .....	25
B) OVĚŘENÍ VÝROBCI DEKLAROVANÉHO POZITIVNÍHO PŮSOBNÍ NÁTĚRU „AKTIVNÍ NANOSTĚNA FN 2“ S NANOFORMOU TiO <sub>2</sub> APLIKOVANÉHO V JEDNÉ Z MĚŘENÝCH TŘÍD NA KVALITU PROSTŘEDÍ .....	25
<b>Příloha č. 1 – fotodokumentace</b> .....	<b>27</b>
A) TŘÍDA 1 V PRVNÍM PATŘE S APLIKOVANÝM S NÁTĚREM „AKTIVNÍ NANOSTĚNA FN 2“ .....	27
B) TŘÍDA 2 V PŘÍZEMÍ – STANDARDNÍ NÁTĚR JUPOL.....	28
C) MĚŘENÍ KVALITY VENKOVNÍHO OVZDUŠÍ.....	28
D) VZORKOVÁNÍ MIKROBIOLOGICKÉ ZÁTĚŽE.....	29
<b>Příloha č. 2 – Grimm 1.109 - prašnost - grafické výstupy</b> .....	<b>31</b>
<b>Příloha č. 3 – akreditované protokoly</b> .....	<b>37</b>



## I. Úvod

V prostorách mateřské školky J. A. Komenského 1108, v Pelhřimově bylo ve dvou vytipovaných třídách a ve venkovní ovzduší u školky ve dnech 30. 11. až 1. 12. 2016 provedeno:

- 20hodinové měření průběhu minutových hodnot teploty, relativní vlhkosti a CO<sub>2</sub>, aerosolových částic frakcí PM<sub>1,0</sub>, PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub> a distribuce částic v rozsahu 250 nm až 32 μm doplněné ve třídě s nátěrem s nanoformou TiO<sub>2</sub> měřením frakce 30 až 300 nm;
- 2 odběry frakce PM<sub>1,0</sub> pro stanovení množství Ti (večer-noc a den);
- 2 odběry vzorků VOC a aldehydů (večer-noc a den);
- stanovení mikrobiologické zátěže (plísně, bakterie, kvasinky) odběrem z ovzduší a otisky stěn.

Souběžně byla mobilním systémem SZÚ měřena kvalita venkovního ovzduší a mikroklimatických parametrů v okolí MŠ. To zahrnovalo:

- 20hodinové měření průběhu minutových hodnot aerosolových částic frakcí PM<sub>1,0</sub>, PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub> a distribuce částic v rozsahu 250 nm až 32 μm;
- 2 odběry frakce PM<sub>1,0</sub> pro stanovení množství Ti (večer-noc a den);
- 2 odběry vzorků VOC a aldehydů (večer-noc a den);

Podle získaných informací byl v třídě „Broučci“ v 1. patře před cca 5 lety použit nátěr na bázi nanoformy TiO<sub>2</sub> druh „Aktivní nanostěna“ FN2 (více na <http://www.aktivnistena.cz/>).

Protože se aplikace podobných materiálů – nátěrů využívajících fotokatalytických vlastností nano formy TiO<sub>2</sub> - ve vnitřním prostředí školských zařízení vyskytují stále častěji, protože se jedná o velmi citlivou populační skupinu a protože v odborných kruzích se vede zatím neuzavřená diskuse o možných negativních zdravotních účincích nanoformy TiO<sub>2</sub> (blíže viz: [http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/ovzdusi/Vnitri\\_ovzdusi/hygiena\\_tio2.pdf](http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/ovzdusi/Vnitri_ovzdusi/hygiena_tio2.pdf)) byl ve spolupráci s KHS kraje Vysočina připraven projekt zaměřený na vyhodnocení efektů či případných dopadů na kvalitu prostředí.

Formy TiO<sub>2</sub>



Anatas

Brookit

Rutil

Zdroj: <http://www.mineralien-prock.de/>



## II. Deskripce MŠ

Měřená MŠ se nachází v ulici J. A. Komenského 1108 v Pelhřimově v klidné lokalitě s nízkou hustotou dopravy a bez blízkého významného průmyslového zdroje. Školka byla postavena v roce 1967 a mezi lety 2009 – 2010 prošla kompletní rekonstrukcí. V MŠ není zavedena centrální vzduchotechnika ani klimatizace, v žádné z obou měřených tříd není instalován zvlhčovač ani čistička vzduchu. Školka je vytápěna ústředním topením, okna v celé budově jsou plastová. Maximální kapacita MŠ je 180 dětí, v současné době ji navštěvuje 135 dětí. Pro měření byly vybrány dvě třídy – „Broučci“ v prvním patře (1. NP) budovy a „Ježečci“ v přízemí budovy, které se liší tím, že ve třídě „Broučci“ je od 1 metru výše použit nátěr obsahující nanočástice TiO<sub>2</sub>. Obě třídy jsou vybaveny cca 7 let starým nábytkem – kombinace masivu a lamina.

- Třída „**Broučci**“ se nachází v prvním patře (1. NP), má dvě části, když herna a jídelna má podlahovou plochu cca 120 m<sup>2</sup>, ložnice je samostatná, výška stropu je v obou místnostech 3,1 m. Podlahovou krytinu tvoří z 50 % koberec a z 50 % PVC, stěny jsou vymalovány ve vodě rozpustnou barvou a od jednoho metru výš jsou ošetřeny nátěrem s nanočásticemi TiO<sub>2</sub> (rok 2011 - podle získaných informací se jednalo o tzv. „Aktivní nanostěnu“ „FN2“ výroba fy COLORLAK - více na <http://www.aktivnisten.cz/>), strop je vymalovaný ve vodě rozpustnou barvou – JUPOL (2015). Okna učebny jsou orientována do zahrady. Ve třídě bylo během měření přítomno maximálně 21 dětí (poslední příchod před osmou hodinou). V této třídě se ráno (od 6:30) scházejí i děti ze třídy „Ježečci“, které se do své třídy přesouvají v 7:00. Od 9:15 do 11:15 byla třída prázdná (program dětí mimo prostory MŠ). Po dobu pobytu dětí byla třída průběžně větrána (2-3 okna na ventilaci).
- Třída „**Ježečci**“ se nachází v přízemí budovy, má dvě části, když herna a jídelna má podlahovou plochu cca 120 m<sup>2</sup>, ložnice je samostatná, výška stropu je v obou případech 3,1 m. Podlahovou krytinu tvoří PVC, v místnosti je jeden malý koberec, stěny i strop jsou vymalovány pouze ve vodě rozpustnou barvou JUPOL (rok 2015). Okna učebny jsou orientována do zahrady. Ve třídě bylo během dopoledne přítomno 21 dětí (poslední příchod před osmou hodinou). Děti do třídy přicházejí od 7:00, část z nich čeká v rozmezí 6:30 – 7:00 ve třídě „Broučci“. Od 9:15 do 11:15 byla třída prázdná (program dětí mimo prostory MŠ). Po dobu pobytu dětí byla třída průběžně větrána (otevřeno 1 – 2 okna).

V obou třídách je shodný harmonogram úklidu – úklid se provádí dvakrát denně při otevřených oknech. Hlavní úklid je po odchodu dětí. K úklidu se používá vysavač a hadr „na mokro“.

## III. Měřicí postupy

a) Sledované parametry kvality vnitřního a venkovního prostředí a režimy odběru vzorků:

(Činnosti či procesy, které mohou ovlivnit sledované faktory, proměřované prostory a samotná školka byly detailně popsány v rámci standardního dotazníkového šetření).

- **chemické faktory** – těkavé organické látky (benzen, toluen, suma xylenu, etylbenzen, styren, trichloreten, tetrachloreten, limonen, alfa-pinen a dále aceton, acetaldehyd, formaldehyd případně další organické látky); vzorkování bylo řešeno aktivními odběry na trubičky v režimu v režimu večer-noc (od 16:00 6:00 hodin) a den (od 6:00 do 12:00 hodin);

- **fyzikální faktory** – minutové hodnoty teploty, vlhkosti, aerosolových částic frakcí PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> a PM<sub>1,0</sub> a velikostní distribuce částic;
- **CO<sub>2</sub>** (jako indikátor výměny vzduchu) – minutové hodnoty;
- **vzorky aerosolových částic frakce PM<sub>1,0</sub>** v režimu večer-noc (od 16:00 do 6:00 hodin) a den (od 6:00 do 12:00 hodin), v těchto vzorcích byla gravimetricky stanovena hmotnostní koncentrace prachu a dále množství Ti na gram prachu;
- **biologické faktory** - bylo měřeno vždy jedno místo v každé třídě, z toho 1x před příchodem personálu a dětí, 1x hodinu po intenzivním 20 minutovém větrání a 1x po dvou hodinách pobytu dětí, ve venkovním ovzduší byl proveden kontrolní odběr;
  - o mikroorganismy, plísňe;
  - o v obou třídách byl proveden odběr vzorků pro stanovení mikrobiální zátěže otiskovou metodou (vzorkováno večer po odchodu dětí, ráno před jejich příchodem a okolo poledne).

### Měření těkavých organických látek pomocí aktivních odběrů

Odběr vzorku pro stanovení uhlovodíků a vybraných halogenovaných sloučenin byl proveden v souladu s normou ČSN EN ISO 16000-5. Použitá analytická metoda je aplikací normy ČSN EN 14662-2. Metoda je založena na prosávání vzorku vzduchu přes trubičku naplněnou aktivním uhlím, na které se zachytávají vybrané těkavé organické látky. Po desorpci sirouhlíkem se analytická koncovka provádí na plynovém chromatografu s hmotnostním detektorem, který umožňuje identifikaci nalezených látek. Pro stanovení další skupiny těkavých organických látek - aldehydů a ketonů v ovzduší byl odběr proveden v souladu s normou ČSN EN ISO 16000-2. Použitá analytická metoda vychází z normy ISO 16000-3 a jedná se o zachycení látek na silikagelu napuštěném 2,4-dinitrofenylhydrazinem (DNPH) a následnou desorpci acetonitrilem. Vzorek je poté analyzován na plynovém chromatografu s hmotnostním detektorem.

### Měření aerosolu frakcí PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> a PM<sub>1,0</sub>, distribuce submikronových frakcí částic

Pro stanovení aerosolových částic byly použity kontinuální analyzátory Grimm 1.109, které jsou založeny na metodě nefelometrie – tj. rozptylu záření na povrchu částic procházejících měrnou celou. Primárně byly měřeny počty částic 32 velikostních frakcí, podle výrobcem stanoveného algoritmu byly dále vyhodnocovány hmotnostní koncentrace frakcí PM<sub>1,0</sub>, PM<sub>2,5</sub> a PM<sub>10</sub> v  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Pro měření venkovního ovzduší byl přístroj umístěn v mobilní měřicí jednotce, vzorkování bylo prováděno pomocí sondy z manifoldu. Ve třídě s aplikovaným nátěrem s nanoformou TiO<sub>2</sub> byla měřicí sestava doplněna systémem NanocheckTM 1 320 HLX, který umožňuje stanovit střední hodnotu aerodynamického průměru a střední hodnotu počtu aerosolových částic skupinového rozsahu velikosti od 30 do 300 nm.

### Odběr vzorků aerosolu frakce PM<sub>1,0</sub>

Ve vnitřním ovzduší byly použity sestavené odběrové systémy se separačními hlavicemi PM<sub>1,0</sub> Leckel, ve venkovním ovzduší kompaktní středně objemový odběrový systém Leckel SEQ 47/50 se separační hlavicí PM<sub>1,0</sub>.

### Měření mikroklimatických faktorů a oxidu uhličitého

Pro měření byly použity kontinuální analyzátory Testo (typ 445 nebo 435), s odporovým čidlem NTC pro měření teploty, kapacitním vlhkoměrem pro měření vlhkosti. Pro měření



CO<sub>2</sub> je zde využívána infračervená spektroskopie. Pro měření teploty a vlhkosti venkovního ovzduší byla používána čidla umístěná v mobilní měřicí jednotce.

### Měření biologických faktorů

Bylo prováděno stanovení celkového počtu životaschopných mikroorganismů (CPM) vyrostlých na selektivní kultivační půdě při 30 °C a stanovení celkových počtů plísní a kvasinek (CP) vyrostlých na selektivní kultivační půdě při 25 °C. Postupovalo se podle přílohy č. 3 vyhlášky č. 6/2003 Sb. a následnou kultivací na živné' půdě provedené v souladu s „ČSN ISO 4833 Mikrobiologie. Všeobecné pokyny pro stanovení celkového počtu mikroorganismů. Technika počítání kolonií vykultivovaných při 30 °C." a "ČSN ISO 7954 Mikrobiologie. Všeobecné pokyny pro stanovení celkového počtu plísní a kvasinek. Technika počítání kolonií vykultivovaných při 25 °C." Vzorkování ovzduší bylo prováděno přístrojem Aeroskop na Petriho misku s agarem. Po předepsané inkubaci byl proveden odečet narostlých kolonií a stanoven počet mikroorganismů (KTJ) na 1 m<sup>3</sup> vzduchu. Ve školce bylo v obou třídách měřeno vždy jedno místo; odběr venkovního ovzduší se prováděl na stejné straně budovy, jako byla větrací okna měřených místností.

Vzorky pro stanovení mikrobiální kontaminace povrchu byly získány otiskem specifické pevné půdy na vybraných místech - stěnách (viz fotodokumentace příloha 1) obou tříd. Kontaktní plotna obsahující vhodnou agarovou půdu se přitiskla k povrchu určenému ke zkoušení po dobu cca 10 s. Po odběru se kontaktní plotna uložila do termostatu nastaveného na předepsanou teplotu. Následné zpracování (kultivace a odečty) byly realizovány ve shodě s interními standardními operačními postupy laboratoře. Hodnotí se narostlé typické kolonie; výsledek se vyjadřuje v počtu kolonií na otiskovou plochu, kdy po provedené inkubaci se spočítají vyrostlé kolonie a počet (KTJ) se vztáhne na plochu otisku.

#### b) Zajištění kvality

Laboratoř ovzduší, pracoviště analýzy stopových prvků a laboratoř hygieny půdy a odpadů Centra laboratorních činností Státního zdravotního ústavu jsou pro tuto činnost akreditovány u Českého institutu pro akreditaci pod číslem 1206. Odkazy na konkrétní standardní operační postupy jsou uvedeny v příložených protokolech (příloha č. 32).

Viz:

[http://www.szu.cz/uploads/documents/CLC/akreditace/osvedceni\\_o\\_akreditaci\\_2016.pdf](http://www.szu.cz/uploads/documents/CLC/akreditace/osvedceni_o_akreditaci_2016.pdf)  
[http://www.szu.cz/uploads/documents/CLC/akreditace/priloha\\_k\\_osvedceni\\_o\\_akreditaci\\_2016.pdf](http://www.szu.cz/uploads/documents/CLC/akreditace/priloha_k_osvedceni_o_akreditaci_2016.pdf)

SZÚ podle § 86 odst. 2 zákona č. 471/2005 Sb. O ochraně zdraví může provádět činnosti, pro které tento zákon jinak stanoví podmínku autorizace nebo akreditace.

Odběry vzorků ovzduší byly prováděny v souladu s Metodickým návodem MZ ČR a Hlavního hygienika ČR z 23. 3. 2007 pro měření a stanovení chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů kvality vnitřního prostředí podle Vyhlášky č. 6/2003 Sb.

Viz:

[http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/ovzdusi/Vnitri\\_ovzdusi/met\\_nav\\_mrereni\\_st\\_anoveni\\_chem\\_fyz\\_bio\\_indoor.pdf](http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/ovzdusi/Vnitri_ovzdusi/met_nav_mrereni_st_anoveni_chem_fyz_bio_indoor.pdf)

c) Související legislativa

- **Vyhláška MZ ČR č. 6/2003 Sb., kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb.**

- stanovuje v § 5 bod 2 limity výskytu mikroorganismů:  
*„Požadavky na kvalitu vnitřního prostředí staveb s výjimkou prostorů vyžadujících zvýšené nároky na jeho čistotu se pokládají za splněné, nepřekročí-li koncentrace bakterií 500 kolonie tvořících jednotek na 1 m<sup>3</sup> (dále jen „KTJ.m<sup>-3</sup> vzduchu“) a koncentrace plísní vyšší než 500 KTJ.m<sup>-3</sup> vzduchu při stanovení koncentrace mikroorganismů aktivním nasáváním vzduchu aeroskopem standardním operačním postupem podle přílohy č. 3 a kultivací na živné půdě provedené v souladu s „ČSN ISO 4833 Mikrobiologie. Všeobecné pokyny pro stanovení celkového počtu mikroorganismů. Technika počítání kolonií vykultivovaných při 30 °C.“ a "ČSN ISO 7954 Mikrobiologie. Všeobecné pokyny pro stanovení celkového počtu plísní a kvasinek. Technika počítání kolonií vykultivovaných při 25 °C.“*
- stanovuje přílohou č. 1 požadavky na teplotu a relativní vlhkost

Příloha č. 1 k vyhlášce č. 6/2003 Sb.

**Mikroklimatické podmínky**

Tabulka č. 1: **Požadavky na výslednou teplotu kulového teploměru**

Typ pobytové místnosti <sup>1)</sup>	Výsledná teplota t <sub>g</sub> (°C) období roku	
	teplé	chladné
Ubytovací zařízení	24,0±2,0	22,0±2,0
Zasedací místnost staveb pro shromažďování většího počtu osob	24,5±1,5	22,0±2,0
Haly kulturních a sportovních zařízení	24,5±1,5	22,0±2,0
Učebny <sup>2)</sup>	24,5±1,5	22,0±2,0
Ústavy sociální péče	24,0±2,0	22,0±2,0
Zdravotnická zařízení <sup>3)</sup>	24,0±2,0	22,0±2,0
Výstaviště	24,5±2,5	22,0±3,0
Stavby pro obchod	23,0±2,0	19,0±3,0

Tabulka č. 3: **Relativní vlhkost vzduchu v pobytových místnostech <sup>3)</sup>**

teplé období roku	nejvýše 65 %
chladné období roku	nejméně 30 %

### Limitní koncentrace chemických ukazatelů ve vnitřním prostředí staveb

Tabulka č. 5: **Limitní hodinové koncentrace chemických ukazatelů a prachu**

Ukazatelé	jednotka	limit <sup>4)</sup>
oxid dusičitý	$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	100
frakce prachu PM10 <sup>1)</sup>	$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	150
frakce prachu PM2.5 <sup>2)</sup>	$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	80
oxid uhelnatý	$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	5000
ozón	$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	100
azbestová a minerální vlákna <sup>3)</sup>	počet vláken $\cdot\text{m}^{-3}$	1000
amoniak	$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	200
benzen	$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	7
toluen	$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	300
suma xylenu	$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	200
styren	$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	40
etylbenzen	$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	200
formaldehyd	$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	60
trichloretylen	$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	150
tetrachloretylen	$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	150

Vysvětlivky:

- 1) Frakce prachu PM10 - prachové částice s převládající velikostí částic o průměru 10  $\mu\text{m}$ , které projdou speciálním selektivním filtrem s 50% účinností.
- 2) Frakce prachu PM2.5 - prachové částice s převládající velikostí částic o průměru 2,5  $\mu\text{m}$ , které projdou speciálním selektivním filtrem s 50% účinností.
- 3) Průměr vlákna < 3  $\mu\text{m}$ , délka vlákna  $\geq$  5  $\mu\text{m}$ , poměr délky a průměru vlákna je > 3:1.
- 4) Limity jsou stanoveny pro koncentrace látek vztažené na standardní podmínky.

- přílohou č. 2 požadavky na chemické ukazatele

- **Vyhláška MMR č. 20/2012, kterou se mění Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby** pak stanoví v článku II, § 11, odstavec 5 limit pro oxid uhličitý, když „jeho koncentrace nesmí ve vnitřním vzduchu překročit 1 500 ppm“.  
(Což lze interpretovat tak, že hodnota (1 500 ppm) nesmí být překročena v žádném časovém intervalu.)
- **Vyhláška MZ ČR 410/2005 Sb. o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých**, která v příloze č. 3 – stanovuje, a to pouze pro léto, rozmezí relativní vlhkosti na 30 až 70 %.

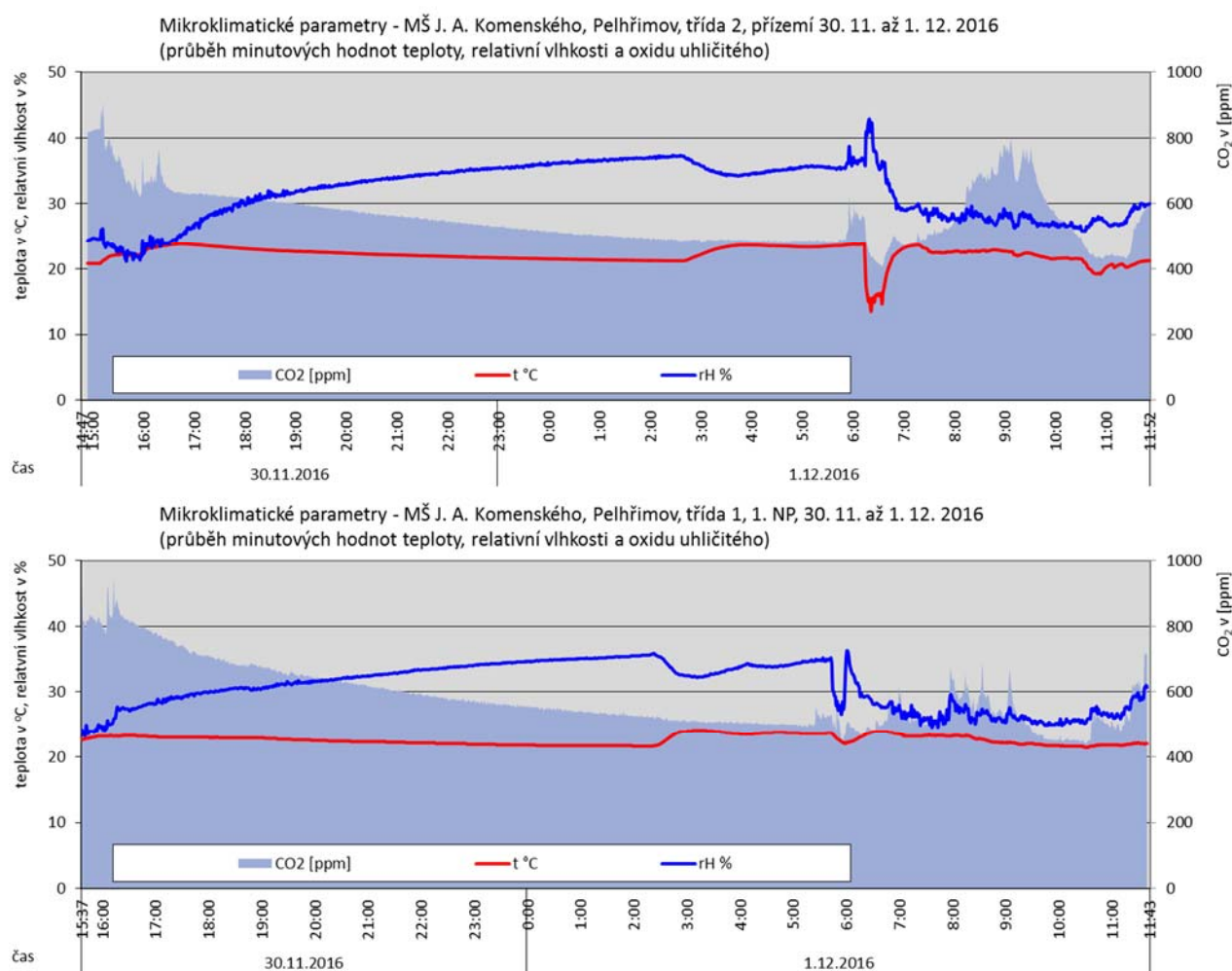


## IV. Výsledky a vyhodnocení

### a) Mikroklimatické parametry vnitřního prostředí

mikroklimatické parametry	třída 2, přízemí			třída 1, 1. NP s TiO <sub>2</sub>		
	[ppm] CO <sub>2</sub>	°C	%rH	[ppm] CO <sub>2</sub>	°C	%rH
MIN	406	13,5	21,2	441	21,4	23,3
AVG	558	22,2	31,8	582	22,6	30,8
MEDIAN	537	22,2	33,2	551	22,6	31,6
STD	85,082	1,311	4,362	97,571	0,753	3,517
MAX	907	23,8	42,9	951	24,1	36,3

Průběhy minutových hodnot v obou třídách:



Je zřejmé, že obě třídy byly v průběhu měřeného období **velmi dobře větrány** a přestože v každé z nich bylo až 21 dětí, ani maximální minutové hodnoty CO<sub>2</sub> v žádné ze tříd nepřekročily 1 000 ppm. **Nastavený režim – otevřené okenní ventilace se ukázal plně dostačujícím.** Skokové změny a nízké hodnoty teploty a relativní vlhkosti v ranních hodinách souvisí s nutným cca 20 minutovým vyvětráním před odběrem vzorků B pro stanovení mikrobiologické zátěže. Hodnoty teploty plně splňují požadavky Vyhlášky č. 6/2003 Sb.; nižší průměrné a minimální hodnoty relativní vlhkosti ≈ 31 až 32 % souvisí s topným obdobím.

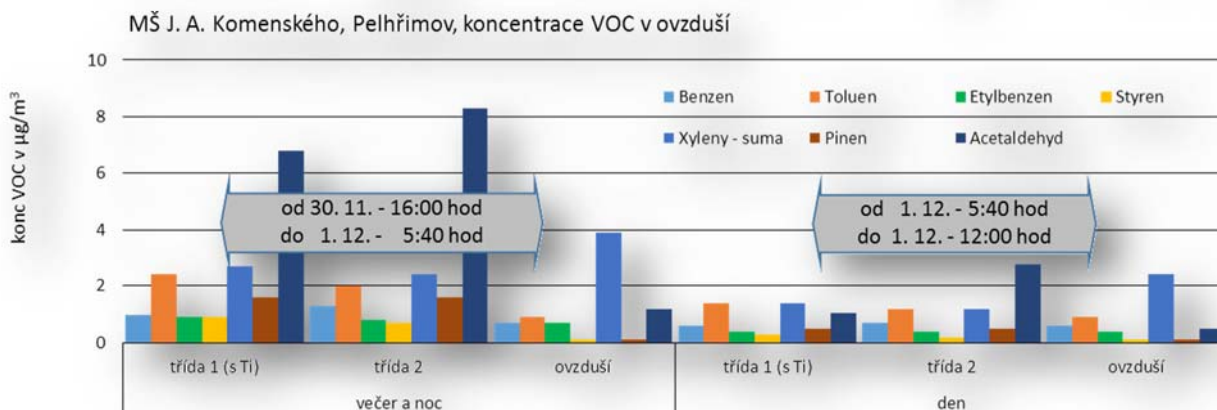
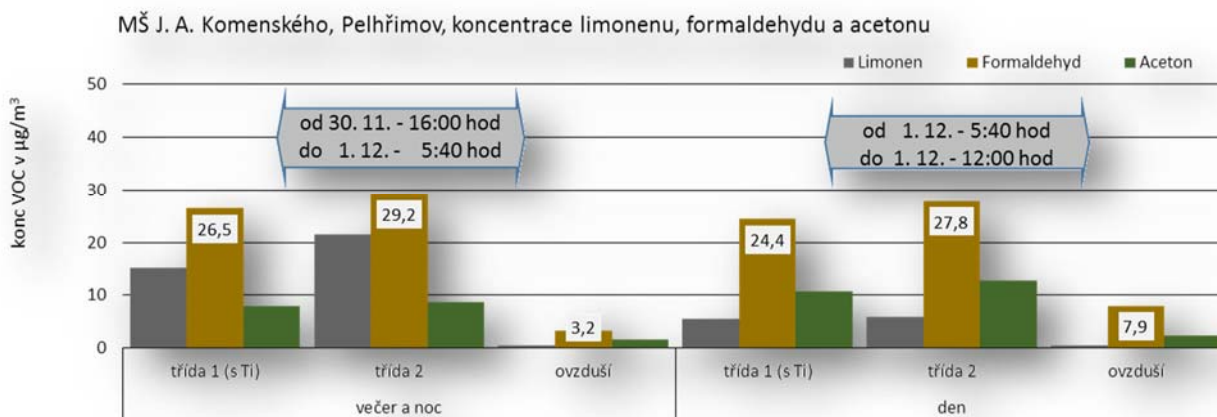
b) Těkavé organické látky

Byly realizovány dva odběry, když první (od 16:00 hodin 30. 11. do 5:40 hodin 1. 12. 2016) reprezentoval období klidu, bez větrání, bez přítomnosti dětí; druhý odběr byl od 5:40 do

odběr	konc. [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	benzen	toluen	etylbenzen	styren	$\Sigma$ xyleny
noc (30. 11. 2016 od 16:00 do 1. 12. 2016 5:40)	třída 1 (nano $\text{TiO}_2$ )	1,0	2,4	0,9	0,9	2,7
	třída 2	1,3	2,0	0,8	0,7	2,4
	venkovní ovzduší	0,7	0,9	0,7	0,1	3,9
den (1. 12. 2016 od 5:45 do 12:00)	třída 1 (nano $\text{TiO}_2$ )	0,6	1,4	0,4	0,3	1,4
	třída 2	0,7	1,2	0,4	0,2	1,2
	venkovní ovzduší	0,6	0,9	0,4	0,1	2,4
odběr	konc. [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	pinen	limonen	formaldehyd	acetaldehyd	aceton
noc (30. 11. 2016 od 16:00 do 1. 12. 2016 5:40)	třída 1 (nano $\text{TiO}_2$ )	1,6	15,1	26,5	6,8	8,0
	třída 2	1,6	21,4	29,2	8,3	8,6
	venkovní ovzduší	0,1	0,4	3,2	1,2	1,6
den (1. 12. 2016 od 5:45 do 12:00)	třída 1 (nano $\text{TiO}_2$ )	0,5	5,4	24,4	1,1	10,8
	třída 2	0,5	5,8	27,8	2,8	12,7
	venkovní ovzduší	0,1	0,4	7,9	0,5	2,4

12:00. Tabulka shrnuje naměřené hodnoty koncentračně nejvýznamnějších nalezených látek.

Porovnání měřených hodnot v obou třídách a ve venkovním ovzduší



**Ve vnitřním prostředí obou proměřených tříd (Broučci a Ježečci) MŠ J. A. Komenského 1108 v Pelhřimově nebyly při měření v období od 30. 11. do 1. 12. 2016 identifikovány těkavé organické látky v koncentracích, které by mohly mít vliv na zdraví.**

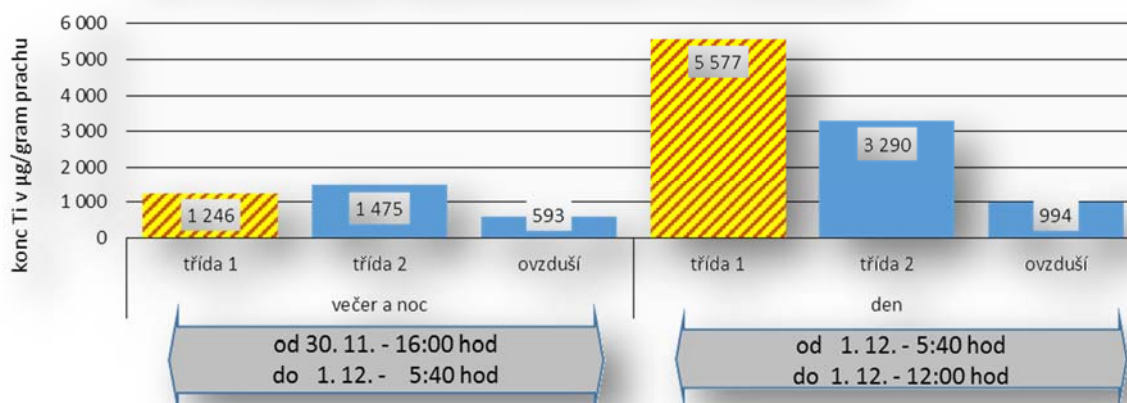
Vliv dostatečného větrání za přítomnosti dětí a i nízkoemisní vybavení tříd vedlo k tomu, že měřené hodnoty všech sledovaných látek jsou **nízké a zdravotně nezávadné**. A to i u vzorků odebraných za nepřítomnosti dětí - v době, kdy místnosti nebyly větrány. Rozdíly koncentrací v obou měřených třídách jsou zanedbatelné, hodnoty jsou plně srovnatelné. **Případný pozitivní vliv Aktivní nanostěny s nanoformou TiO<sub>2</sub> na kvalitu vnitřního ovzduší uváděný výrobcem nebyl v průběhu měření pozorován.**

c) Hmotnostní koncentrace Ti

Byly realizovány vždy dva odběry, když první (od 16:00 hodin 30. 11. do 5:40 hodin 1. 12. 2016) reprezentoval období klidu, bez větrání, bez přítomnosti dětí, druhý – od 5:40 do 12 hodin vliv aktivit dětí. Ve vzorcích aerosolu frakce PM<sub>1,0</sub> (submikronová frakce) odebíraném v obou třídách a ve venkovním ovzduší bylo metodou ICP-MS stanoveno množství elementárního Ti. To je vyjádřeno v µg/g prachu, což umožňuje srovnávat potenciální zátěž prostředí Ti při různých úrovních prašnosti v měřených třídách.

odběr	odběr	konc. Ti v [µg/g prachu]
noc (30. 11. 2016 od 16:00 do 1. 12. 2016 5:40)	třída 1 (nano TiO <sub>2</sub> )	1 246
	třída 2	1 475
	venkovní ovzduší	593
den (1. 12. 2016 od 5:45 do 12:00)	třída 1 (nano TiO <sub>2</sub> )	5 577
	třída 2	3 290
	venkovní ovzduší	994

MŠ J. A. Komenského, Pelhřimov, koncentrace Ti ve vzorcích prachu



Výsledky:

- přestože noční odběr venkovního ovzduší významně ovlivnila sněhová přeháňka lze považovat zátěž venkovního ovzduší na úrovni 600 až 1 000 Ti µg/g prachu za srovnatelné se zahraničními publikovanými hodnotami. (V této souvislosti počítáme s tím, že množství Ti ve venkovním ovzduší bude dále v ČR dále testováno);

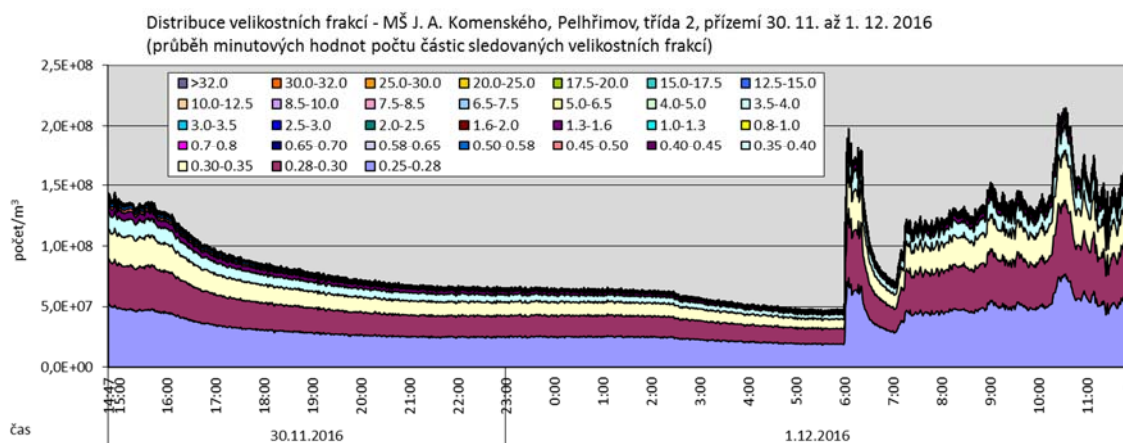
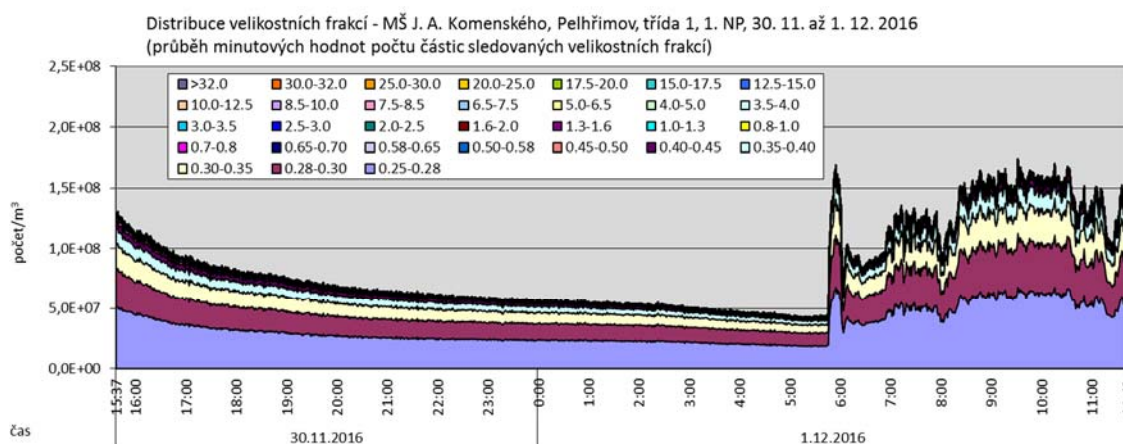


- **Z porovnání obou měřených tříd vychází zátěž prostředí ve třídě 1, ve které byl aplikován nátěr s nanoformou TiO<sub>2</sub> téměř dvojnásobná proti třídě 2, která byla vymalována vodorozpustnou barvou JUPOL; a více jak pětinasobná proti venkovnímu ovzduší. A to navíc nelze kvantifikovat případný transport mezi oběma třídami. I v případě, že by část z nalezeného množství Ti v prachu pocházela z pigmentové složky v barvě JUPOL zůstává zde rozdíl přibližně 2 500 µg Ti/g prachu. Detailnější analýza zastoupení Ti v jednotlivých frakcích aerosolu by byla možná ale pouze s využitím kaskádního impaktoru.**

Poznámka: Při hodnocení hodnot naměřených ve vnitřním prostředí je nutno vzít v úvahu skutečnost, že titanová běloba (směs pigmentu rutilové a anatasové formy TiO<sub>2</sub>) je přidávána prakticky do všech „bílých“ barev; někdy bývá nahrazována ZnO<sub>2</sub>. Používané pigmenty mají v těchto barvách nejvyšší podíl velikostních frakcí 450 až 700 nm a neměly by se zde vyskytovat částice < 150 nm (zdroj informace: odborný pracovník fy PPG Deco Czech a.s.).

d) Aerosolové částice - distribuce počtu a odhad hmotnostních koncentrací PM<sub>x</sub>  
 Měřeny byly počty částic 32 velikostních frakcí od 250 nm po 32 µm a podle výrobcem stanoveného algoritmu byly dále vyhodnocovány hmotnostní koncentrace frakcí PM<sub>1,0</sub>, PM<sub>2,5</sub> a PM<sub>10</sub> v µg/m<sup>3</sup> při gravimetrickém faktoru 1. Doplnění měření ve třídě 1 – Broučci o systém NanocheckTM 1 320 HLX umožnilo stanovit střední hodnotu aerodynamického průměru a střední hodnotu hmotnostní koncentrace aerosolových částic skupinového rozsahu velikosti od 30 do 300 nm. Kompletní výsledky jsou uvedeny v příloze č. 2.

i. Průběhy minutových hodnot počtů částic sledovaných velikostních frakcí

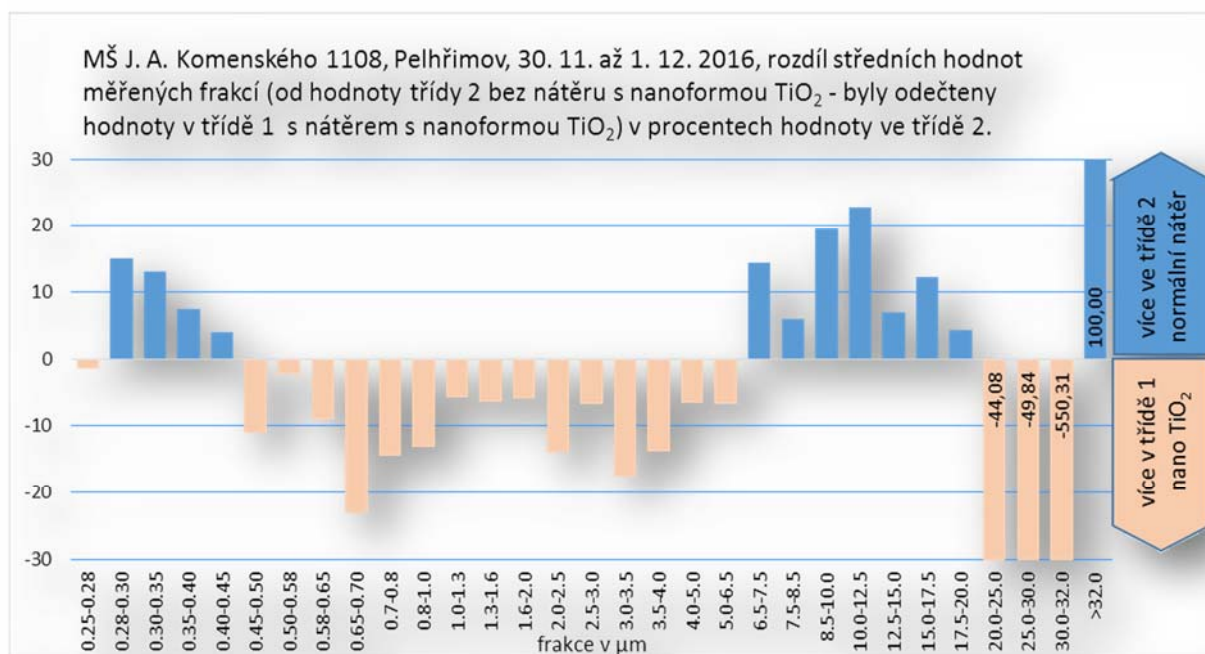




Při interpretaci naměřených hodnot je zřejmé, že:

- průběh hodnot počtu částic frakcí 250 nm až 32  $\mu\text{m}$  má v obou třídách podobný charakter a byly měřeny i podobné hodnoty (maxima okolo 1,5 E+08 částic/ $\text{m}^3$ ).  
**Výrobce uváděný pozitivní vliv Aktivní nanostěny s nanoformou  $\text{TiO}_2$  na zátěž prostředí částicemi tedy lze u sledovaných frakcí pravděpodobně zcela vyloučit;**
- v obou třídách je zřejmý vliv přítomnosti dětí (po 7. hodině ranní), vliv činnosti pracovníků SZÚ při odběrech vzorků pro stanovení mikrobiologické zátěže včetně nutného 20 minutového vyvětrání. Ve třídě 1 je zřetelné i cca hodinové období nepřítomnosti dětí.

Pokud zpracujeme střední hodnoty za měřené období v obou třídách do jednoho grafu a vyneseme rozdíl získaný odečtením hodnot ve třídě 1 od hodnot ve třídě 2 a získané hodnoty vyneseme v procentech hodnoty ve třídě 2 je výsledkem graf (viz níže). Ani ten ale případnou



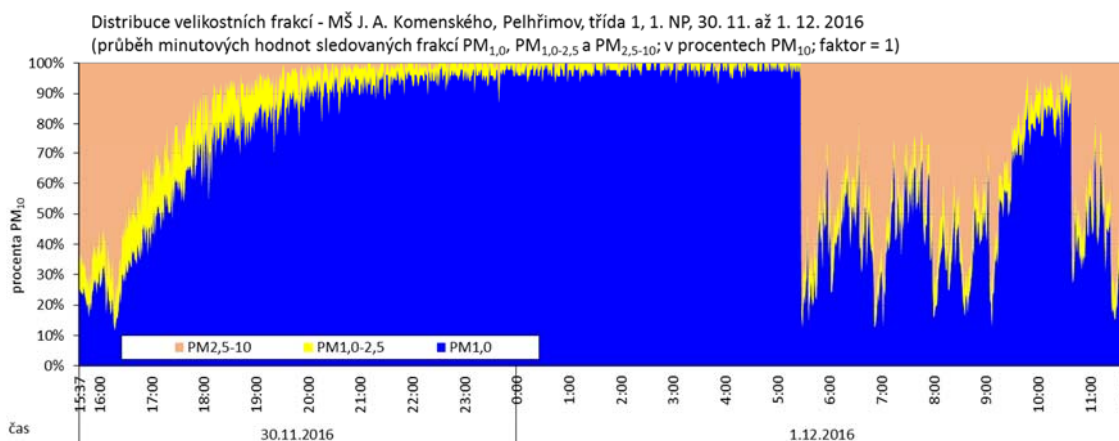
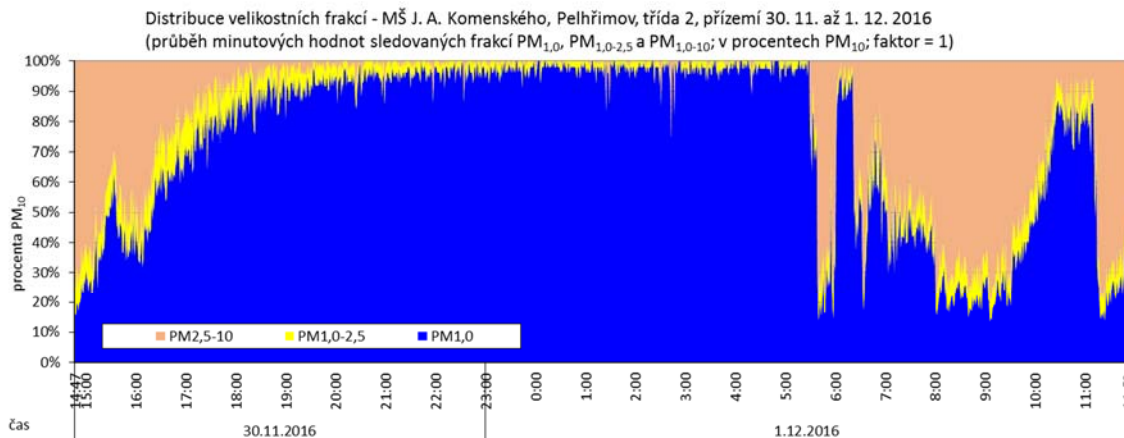
„protiprašnou“ účinnost nátěru s nanoformou  $\text{TiO}_2$  nepotvrzuje.

#### ii. Průběhy minutových hodnot hmotnostních koncentrací $\text{PM}_x$

Složitější situace je při hodnocení hmotnostních koncentrací frakcí  $\text{PM}_{1,0}$ ,  $\text{PM}_{2,5}$  a  $\text{PM}_{10}$ , když pro frakce  $\text{PM}_{2,5}$  a  $\text{PM}_{10}$  je Vyhláškou č. 6/2003 Sb. stanoven hodinový limit (150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pro frakci  $\text{PM}_{10}$  a 80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pro frakci  $\text{PM}_{2,5}$ ).

Stanovené limity nebyly při měření překročeny a střední hodnoty při jednotkovém gravimetrickém faktoru frakce  $\text{PM}_{2,5}$  byly v obou třídách na úrovni 8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  a u frakce  $\text{PM}_{10}$  na úrovni 14  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

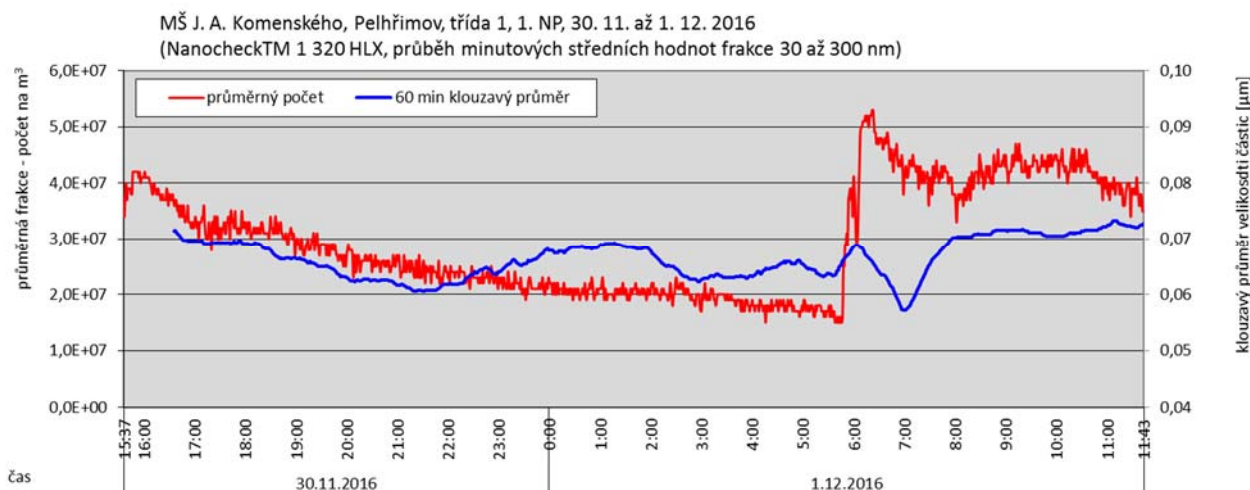
Podobné v obou třídách byly i naměřené maximální minutové hodnoty – 18 – 19  $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{min}$  u frakce  $\text{PM}_{2,5}$  a 82 – 91  $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{min}$  u frakce  $\text{PM}_{10}$ .



Ze průběhu zastoupení hmotnostních koncentrací subfrakcí PM<sub>1,0</sub>, PM<sub>1,0-2,5</sub> a PM<sub>2,5-10</sub> ve frakci PM<sub>10</sub> v obou měřených třídách vyplývá:

- zřejmý vliv přítomnosti dětí (po 7. hodině ranní), vliv činností pracovníků SZÚ při odběrech vzorků pro stanovení mikrobiologické zátěže včetně nutného 20 minutového vyvětrání. Ve třídě 1 je zřetelné i cca hodinové období nepřítomnosti dětí;
- podobný průběh a podobné hodnoty v obou třídách; **výrobce uváděný pozitivní vliv Aktivní nanostěny s nanoformou TiO<sub>2</sub> na zátěž prostředí částicemi i zde lze vyloučit;**
- vliv infiltrace submikronových částic z venkovního ovzduší.

### iii. Průběhy minutových hodnot frakce 30 až 300 nm (Nanocheck<sup>TM</sup> 1 320 HLX)



Nanocheck<sup>TM</sup> měří střední hodnotu aerodynamického průměru a střední hodnotu počtu aerosolových částic skupinového rozsahu velikosti od 30 do 300 nm. Výstup lze tedy chápat především jako orientační informaci o základních charakteristikách této frakce ve třídě .

- V první části měřeného období, které popisuje vývoj v uzavřené nevětrané třídě č. 1 bez přítomnosti osob (od 16:00 hodin 31. 11. 2016) do prvních aktivit v měřené třídě (cca 6:00 hodin dne 1. 12. 2016) je zřetelný pokles počtu částic (až na polovinu původního počtu) o aerodynamickém průměru mezi 60 až 70 nm.
- Po šesté hodině ránní, kdy se v třídě č. 1 začali pohybovat napřed pracovníci SZÚ proměřující mikrobiologickou zátěž, po půl sedmé děti a jejich dozor a ve třídě se zároveň okením větráním projevil vliv infiltrace z venkovního ovzduší se počet částic skokově zvýšil a přitom mírně narostla jejich průměrná velikost.

e) Mikrobiologická zátěž

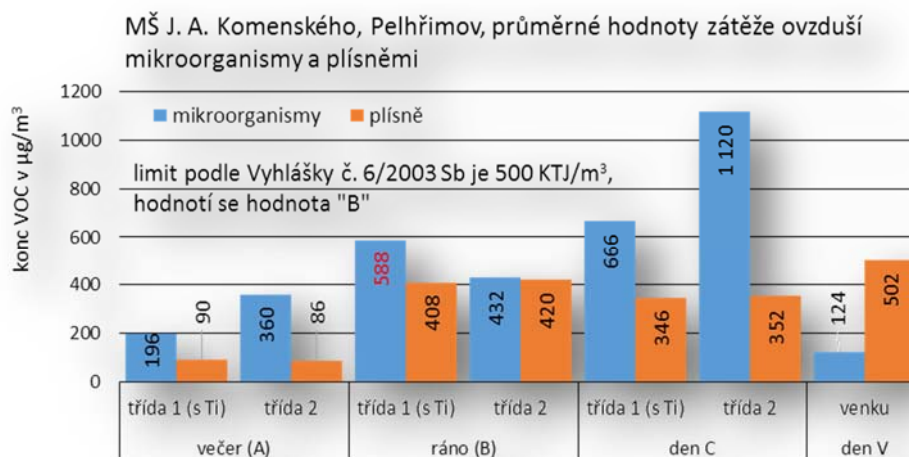
i. Vnitřní ovzduší

Stanovení bylo prováděno aktivním nasáváním vzduchu aeroskopem typu MAS 100 standardním operačním postupem. Každé místo bylo proměřeno v pěti opakováních. Naměřené hodnoty jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka: Výsledné hodnoty měření ovzduší v místnosti č. 1. s nátěrem s nanoformou TiO<sub>2</sub> - a místnosti č. 2. bez tohoto nátěru, překročení stanoveného limitu je v tabulce zvýrazněno.

mikroorganismy vyrostlé při 30°C	KTJ/m <sup>3</sup> [limit = 500 KTJ/m <sup>3</sup> ]			
Odběr	A	B	C	V
místnost 1 (třída 1, 1. NP)	110	1230	920	170
	200	590	540	60
	160	450	560	150
	260	420	790	120
	250	25	52	12
průměr hodnot	196	588	666	124
místnost 2 (třída 2, přízemí)	290	600	1190	170
	280	440	1310	60
	260	340	2540	150
	490	410	1120	120
	480	370	1060	120
průměr hodnot	360	432	1120	124
celkový počet plísňí	KTJ/m <sup>3</sup> [limit = 500 KTJ/m <sup>3</sup> ]			
místnost 1 (třída 1, 1. NP)	60	500	270	380
	140	370	330	680
	60	410	340	490
	110	380	410	440
	80	380	380	520
průměr hodnot	90	408	346	502
místnost 2 (třída 2, přízemí)	60	560	290	380
	40	390	420	680
	120	400	430	490
	90	310	380	440
	120	440	240	520
průměr hodnot	86	420	352	502

- A. Měření prováděné ráno okolo půl šesté, před příchodem dětí
- B. Měření prováděné 1 hodinu po 20 minutovém vyvětrání místnosti (vazba na limit)
- C. Měření prováděné po dvou hodinách za přítomnosti dětí
- V. Měření venkovního ovzduší



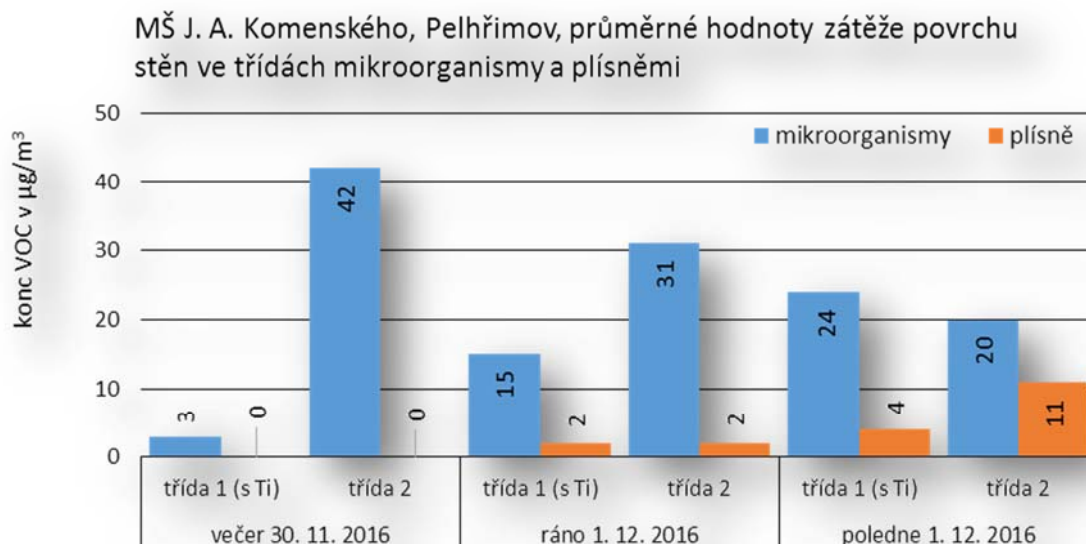
ii. Mikrobiologické znečištění povrchu (bakterie, plísně a kvasinky).

Vzorky pro stanovení mikrobiální kontaminace povrchu byly získány otiskem specifické pevné půdy na vybraných místech - stěnách (viz fotodokumentace).

Tabulka - Výsledné hodnoty sledovaných povrchů v místnosti s nátěrem s nanoformou TiO<sub>2</sub> - č. 1. a bez nátěru s nanoformou TiO<sub>2</sub> - č. 2.

Místnost 1 (třída 1, 1. NP)	mikroorganismy vyrostlé při 30°C v KTJ na plotnu	celkový počet plísní v KTJ na plotnu
večer - 30. 11. 2016, 17:00	2	nestanoveno
	3	nestanoveno
	3	nestanoveno
průměrná hodnota	3	-
ráno - 1. 12. 2016, 6:30	21	2
	14	1
	10	nestanoveno
průměrná hodnota	15	2
poledne - 1. 12. 2016, 11:30	5	4
	39	nestanoveno
	27	nestanoveno
průměrná hodnota	24	4
Místnost 2 (třída 2, přízemí)	mikroorganismy vyrostlé při 30°C v KTJ na plotnu	celkový počet plísní v KTJ na plotnu
večer - 30. 11. 2016, 17:00	23	nestanoveno
	56	nestanoveno
	48	nestanoveno
průměrná hodnota	42	-
ráno - 1. 12. 2016, 6:30	28	2
	43	nestanoveno
	48	nestanoveno
průměrná hodnota	31	2
poledne - 1. 12. 2016, 11:30	12	11
	15	nestanoveno
	32	nestanoveno
průměrná hodnota	20	11

Poznámka: Omezený počet stanovení KTJ u plísní je dán tím, že nebyl k dispozici dostatečný počet ploten (firma nestihla dodat).



iii. Rozšíření postupu měření daného Vyhláškou č. 6/2003 Sb.

Postup měření, uvedený ve vyhlášce MZ ČR č. 6/2003 Sb., kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí v obytných místnostech některých staveb v příloze 1 stanovuje v postupu práce provádět dvě opakování (záchyt na 2 misky) s intervalem 10 minut až 30 minut. Oproti postupu uvedeného v Příloze 3, Vyhlášky č. 6/2003 Sb., byla upravena výška místa nasávání vzduchu a četnost opakování. Výška umístění aeroskopu byla snížena na 110-120 cm, byla přizpůsobena výšce dětí ve školkách četnost měření byla prováděna v pěti opakováních během 10 minut, tj. mezi prvním a posledním opakováním byl interval 10 minut. Pro monitoring ovzduší v obytné místnosti dětí ve školce byla provedena další měření, a to měření A - před příchodem dětí a personálu, měření C - po 1 až 2 hodinách přítomnosti a aktivní činnosti dětí po měření B a měření V - venkovní ovzduší.

iv. Vyhodnocení

Cílem studie bylo jak primární posouzení kontaminace ovzduší ve vnitřním prostředí, tak porovnání místnosti s nátěrem s nanočásticemi TiO<sub>2</sub> (č. 1.) a místnosti se standardním nátěrem (č. 2.).

**Požadavky na kvalitu vnitřního prostředí staveb s výjimkou prostorů vyžadujících zvýšené nároky na jeho čistotu, se pokládají za splněné, nepřekročili koncentrace bakterií (CPM) 500 kolonie tvořících jednotek na 1 m<sup>3</sup> (dále jen „KTJ.m<sup>-3</sup> vzduchu“) a koncentrace plísní (CP) 500 KTJ.m<sup>-3</sup> při stanovení koncentrace mikroorganismů aktivním nasáváním vzduchu aeroskopem. Stanovení koncentrace bakterií a plísní v ovzduší vnitřního prostředí dle výše uvedené vyhlášky se provádí hodinu po uzavření oken po 20 minutovém důkladném vyvětrání (realizované měření B). Limitní hodnoty pro venkovní ovzduší nejsou stanoveny.**

- V místnosti s nátěrem s nanoformou TiO<sub>2</sub> bylo naměřeno překročení limitu stanoveného Vyhláškou č. 6/2003 Sb., kdy bylo při odběru vzorku B naměřeno 588 KTJ/m<sup>3</sup> mikroorganismů vyrostlých při 30°C (kde jsou především zastoupeny bakterie). Největší rozdíl v naměřených hodnotách se projevil při měření C, tj. měření po dvou hodinách při

aktivitě dětí. V tomto případě bylo v ovzduší místnosti s aplikovaným nátěrem s nanoformou  $\text{TiO}_2$  zjištěno přibližně poloviční množství mikroorganismů vyrostlých při 30 °C.

- Při hodnocení kontaminace povrchů otiskovou metodou je patrné, že významný rozdíl byl mezi hodnotami kontaminace bakteriemi na povrchu večer, kdy povrch ošetřený nátěrem s nanočásticemi vykázal minimální kontaminaci bakteriemi (3 KTJ na plotnu), povrch stěny bez nátěru pak vykázal kontaminaci víc než 10x vyšší. Zde se mohly projevit předpokládané biocidní vlastnosti nátěru s nanoformou  $\text{TiO}_2$ . Kontaminaci plísněmi nelze hodnotit.

Za pozornost stojí časový vývoj hodnot mikrobiologické zátěže získaný z otisků stěn, kdy ve třídě 2 (bez nátěru s nanoformou  $\text{TiO}_2$ ) hodnota v odebraném vzorku večera do poledne druhého dne klesala (ze 42 na 20 KTJ) a ve třídě 1 (s nátěrem s nanoformou  $\text{TiO}_2$ )

ve stejném období narostla ze 3 na 24 KTJ. Nejedná se ale pravděpodobně o reprezentativní jev.

- **Je zřejmé, že i „biocidní účinnost“ inkriminovaného použitého nátěru může být významným způsobem ovlivněna reálnými podmínkami v prostředí.**





## V. Souhrn

a) Vyhodnocení ve vztahu k legislativně stanoveným limitům

V průběhu měření 31. 11. až 1. 12. 2016 byl z hodnotitelných ukazatelů (mikroklimatické faktory, VOC, prašnost a mikrobiologická zátěž) překročen pouze limit u mikrobiologické zátěže ve třídě 1 – 588 KTJ/m<sup>3</sup> (hodnocen odběr „B“ tj. 1 hodinu po 20minutovém intenzivním větrání bez přítomnosti dětí).

**Ostatní proměřené a hodnotitelné fyzikálně chemické parametry jsou spíše na spodní hranici běžně měřených hodnot.**

b) Ověření výrobcí deklarovaného pozitivního působení nátěru „Aktivní nanostěna FN 2“ s nanoformou TiO<sub>2</sub> aplikovaného v jedné z měřených tříd na kvalitu prostředí

Proměřeny v mateřské školce tedy byly dvě stejně velké třídy, v třídách byl v průběhu měření shodný počet dětí (21), třídy jsou podobně vybaveny, vytápěny a uspořádány, byly větrány s podobnou intenzitou, vliv venkovního prostředí je srovnatelný ale jedna z nich (v textu třída 2) byla v roce 2015 vymalována běžnou barvou (JUPOL), druhá (v textu třída 1) byla od výšky jednoho metru vymalována produktem „Aktivní nanostěna FN2“ fy Colorlak s obsahem nanoformy TiO<sub>2</sub>. Malbu prováděl místní výrobcem certifikovaný specialista.

Podle údajů na <http://www.aktivnistena.cz/o-produktu/>:

*Čistící proces Aktivní stěny je aktivován ultrafialovým zářením, které je přirozenou součástí denního světla. Unikátní složení suspenze vytvoří po zaschnutí strukturovanou mikrovrstvu, která má na povrchu zvýšené množství fotoaktivních nanočástic TiO<sub>2</sub> (oxidu titaničitého).*

*Jak to funguje - škodlivé částice jsou při dopadu na ošetřenou plochu rozloženy při fotokatalýze, která napodobuje fotosyntézu chlorofylu stromů a absorbuje a přeměňuje mikroorganismy znečišťující látky na neškodné molekuly oxidu uhličitého a vody.*

*Aktivní stěna je nátěr, který čistí vzduch od všech organických škodlivin, jako jsou rakovinotvorné látky, viry, bakterie, alergenů, plísní a další zdraví ohrožující organické mikročástice.*

*Aktivní stěna dokáže během 24 hodin odstranit ze vzduchu místnosti přes 90% organických škodlivin.*

*1m<sup>2</sup> fotokatalytické vrstvy je schopen za jednu hodinu provozu odstranit ze vzduchu až desítky miligramů nejrůznějších nečistot, páchnoucích látek, škodlivin, plísní, virů a bakterií. Účinnost fotokatalytické vrstvy se časem nemění a je závislá pouze na intenzitě dopadajícího denního světla.*

Bylo tedy možné očekávat rozdíly v koncentracích některých měřených látek mezi oběma třídami. Přitom:

- **Těžké organické látky (VOC)** - měřené hodnoty všech sledovaných (VOC) byly nízké a zdravotně nevýznamné. A to i u vzorků odebraných za nepřítomnosti dětí - v době, kdy místnosti nebyly větrány. Rozdíly koncentrací mezi oběma měřenými třídami jsou zanedbatelné, hodnoty plně srovnatelné. Případný pozitivní vliv „Aktivní nanostěny“ s nanoformou TiO<sub>2</sub> na kvalitu vnitřního ovzduší uváděný výrobcem nebyl pro těžké organické látky v průběhu měření pozorován.
- **Prašnost – počet částic a hmotnostní koncentrace PM<sub>x</sub>** - průběh hodnot počtu částic velikostních frakcí 250 nm až 32 μm (tedy včetně submikronových) má v obou třídách podobný charakter a byly měřeny i podobné hodnoty (maxima okolo 1,5 E+08 částic/m<sup>3</sup>).

Výrobce uváděný pozitivní vliv „Aktivní nanostěny“ s nanoformou  $\text{TiO}_2$  na zátěž prostředí spočívající v odstranění mikročástic organického původu tedy lze u sledovaných frakcí pravděpodobně zcela vyloučit.

Z měřených hodnot hmotnostních koncentrací frakcí  $\text{PM}_{1,0}$ ,  $\text{PM}_{2,5}$  a  $\text{PM}_{10}$  v obou měřených třídách vyplývá, že jsou zde podobné průběhy a podobné ne-li shodné hodnoty. Výrobce uváděný pozitivní vliv „Aktivní nanostěny“ s nanoformou  $\text{TiO}_2$  na zátěž prostředí spočívající v odstranění mikročástic organického původu lze i z tohoto hlediska vyloučit.

Poznámka: Směsný prach ve vnitřním prostředí vždy obsahuje nezanedbatelné množství částic organického charakteru včetně SOA (secondary organic aerosol).

- **Mikrobiologická zátěž prostředí a povrchů (bakterie a plísně)** – výsledky nejsou zdaleka jednoznačné. V případě bakterií bylo v místnosti s nátěrem „Aktivní nanostěna FN2“ na rozdíl od třídy bez tohoto nátěru naměřeno (odběry „B“) překročení limitu stanoveného Vyhláškou č. 6/2003 Sb. Na druhou stranu při odběru po dvou hodinách přítomnosti dětí ve třídě (odběry „C“) bylo ve třídě 1, ve které byl aplikován nátěr „Aktivní nanostěna FN2“ zjištěno přibližně poloviční množství mikroorganismů vyrostlých při 30 °C. Vyhodnocení výsledků vzorků odebraných pro určení kontaminace stěn (otisky) byl největší rozdíl ve prospěch místnosti s nátěrem „Aktivní nanostěna FN 2“ nalezen pro večerní odběr (v cca 17:00 hodin) po odchodu dětí, kdy hodnoty zde byly až 10krát nižší (3 KTJ) než ve třídě 2 bez tohoto nátěru. Naopak ve vzorcích odebraných v poledne bylo nepatrně více KTJ (24) identifikováno u stěny s nátěrem „Aktivní nanostěna FN 2“. Je zřejmé, že i v odborné literatuře víceméně nezpochybnované biocidní vlastnosti fotokatalytického procesu, které by měl mít i nátěr „Aktivní nanostěna FN 2“, mohou být významným způsobem ovlivněny reálnými podmínkami v prostředí. Závěr je jednoduchý - **biocidní účinnost stanovená v laboratorních podmínkách může dávat více pozitivní výsledky, které ale nemusí odpovídat reálným podmínkám.**
- NAVÍC – stanovení množství elementárního Ti ve vzorcích směsného prachu frakce  $\text{PM}_{1,0}$  odebraných za přítomnosti dětí prokázalo zvýšenou, téměř **dvojnásobnou** zátěž prostředí titanem ve třídě č. 1 – ve třídě s aplikovanou „Aktivní nanostěnou FN2“ než ve třídě ošetřené normální vodorozpuštěnou barvou (JUPOL). Úroveň zátěže titanem v této třídě byla také více než **pětinásobná** proti hodnotě nalezené ve vzorcích odebraných ve venkovním ovzduší.

Zpracovatelé této zprávy jsou si vědomi toho, že tato studie neumožňuje vyslovit jednoznačné závěry. Omezená reprezentativnost (studie zahrnovala pouze jednu mateřskou školkou), skutečnost že na trhu se vyskytuje více vývojových typů produktů s nanoformou  $\text{TiO}_2$ , to že nebylo možno stanovit množství titanu v jednotlivých velikostních frakcích a ne zvláště ve frakcích < 100 nm, což by umožnilo kvantifikovat výskyt  $\text{TiO}_2$  jak ve formě pigmentu, tak v nanoformě .....

Přesto ... minimálně podezření na zavádějící a ne zcela oprávněná reklamní vyjádření výrobců a dealerů těchto produktů je myslím již zcela na místě.

## Příloha č. 1 – fotodokumentace

a) Třída 1 v prvním patře s aplikovaným nátěrem „Aktivní nanostěna FN 2“



Průhled místností – čelní a zadní stěna, větrání při měření za přítomnosti dětí, umístění odběrových systémů a analyzátorů tj. u vchodu do ložnice a u vchodu do třídy.



b) Třída 2 v přízemí – standardní nátěr JUPOL



Průhled místností – čelní a zadní stěna, větrání při měření za přítomnosti dětí, umístění odběrových systémů a analyzátorů tj. u vchodu do ložnice a u vchodu do třídy.



c) Měření kvality venkovního ovzduší



d) Vzorkování mikrobiologické zátěže



Odběrová místa pro otisky (stěna v okolí vchodu na záchody a u vypínače) tam kam dosáhnou děti a více než 1 metr nad zemí – stejné v obou třídách.

Odběry vzorků ovzduší Aeroskopem Mass 100.

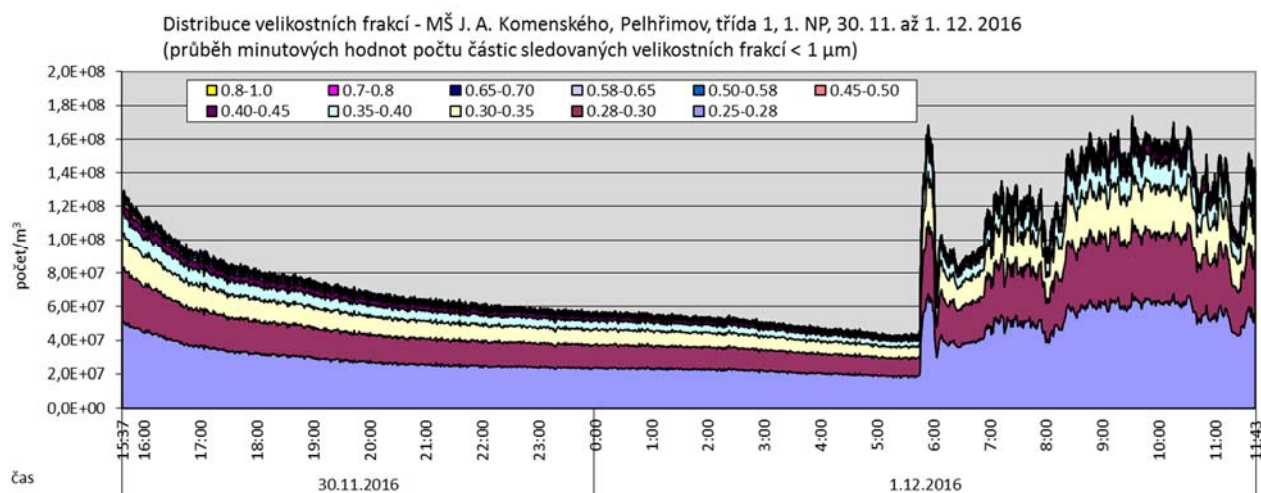
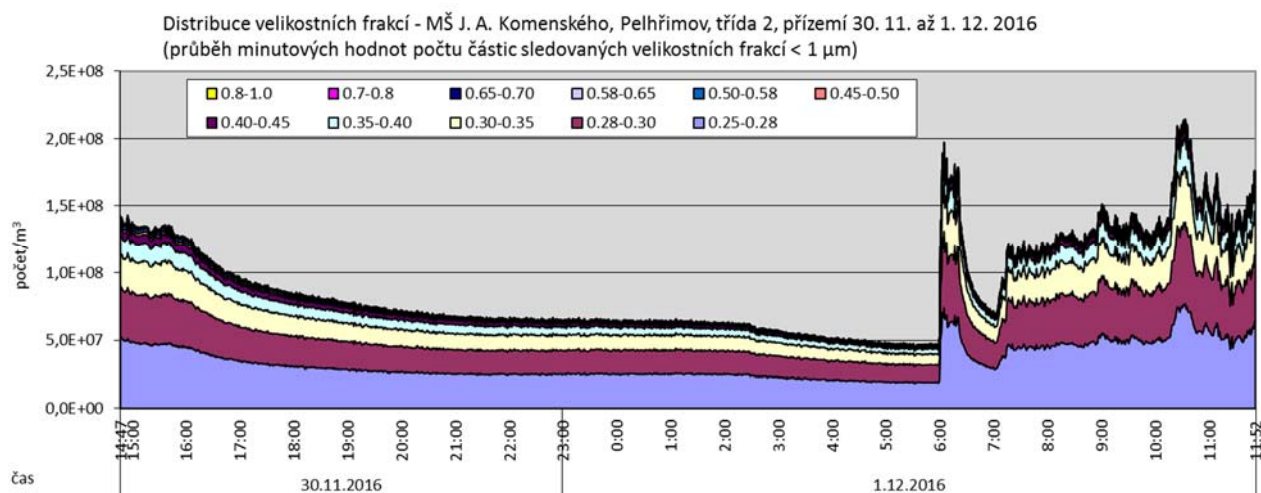
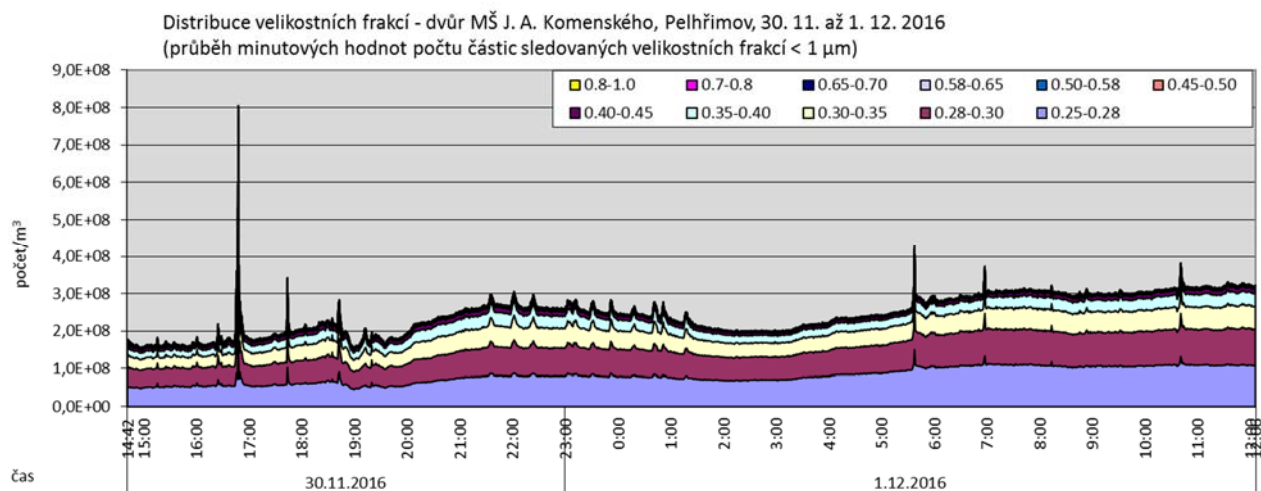




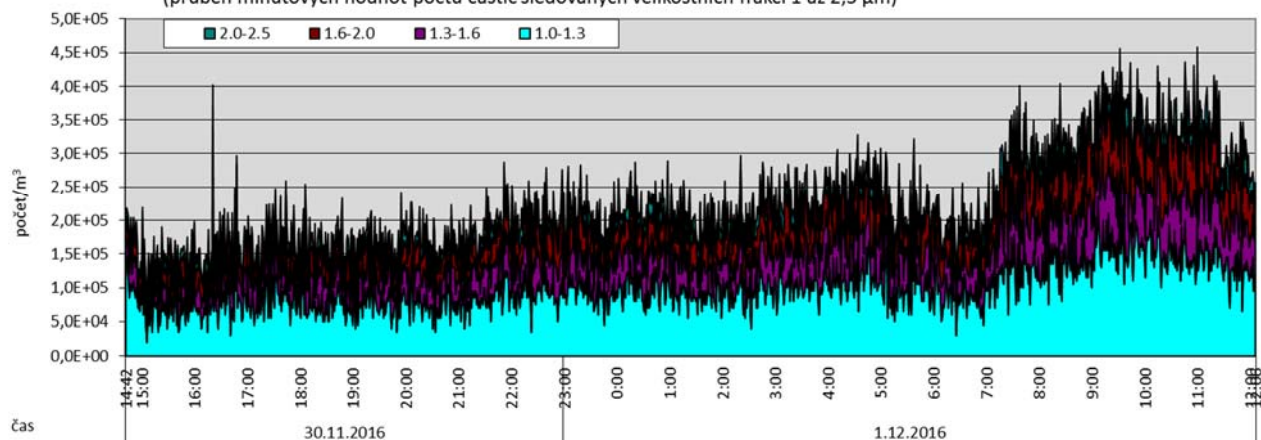


## Příloha č. 2 – Grimm 1.109 - prašnost - grafické výstupy

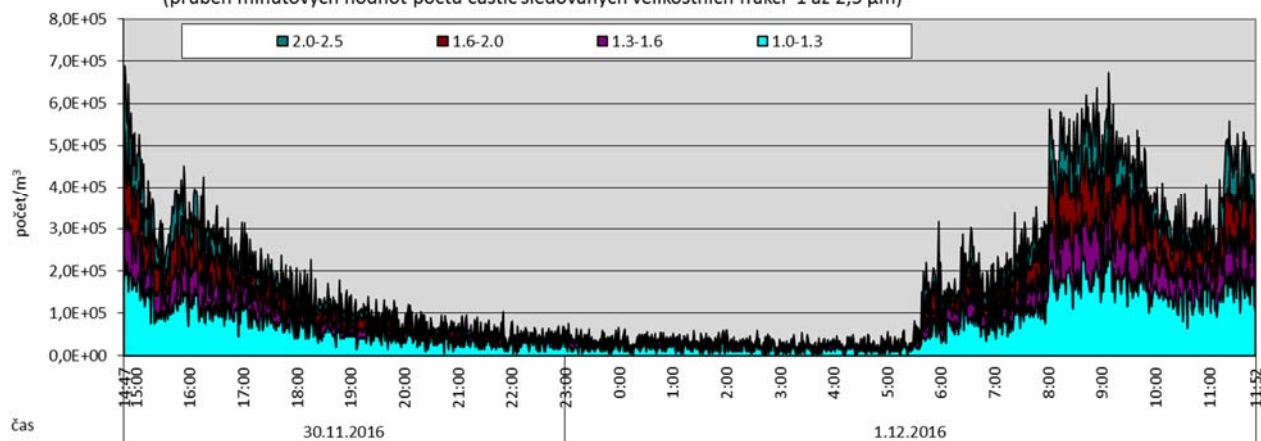
Venkovní ovzduší, obě třídy - počty částic < 1 μm, 1 – 2.5 μm, 2.5 – 10 μm a > 10 μm:



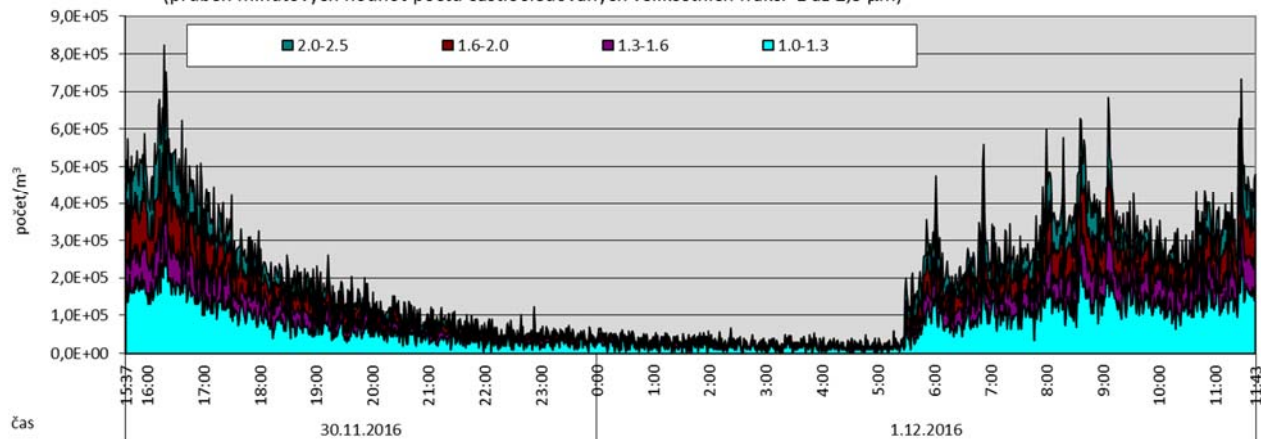
Distribuce velikostních frakcí - dvůr MŠ J. A. Komenského, Pelhřimov, 30. 11. až 1. 12. 2016  
(průběh minutových hodnot počtu částic sledovaných velikostních frakcí 1 až 2,5  $\mu\text{m}$ )



Distribuce velikostních frakcí - MŠ J. A. Komenského, Pelhřimov, třída 2, přízemí 30. 11. až 1. 12. 2016  
(průběh minutových hodnot počtu částic sledovaných velikostních frakcí 1 až 2,5  $\mu\text{m}$ )

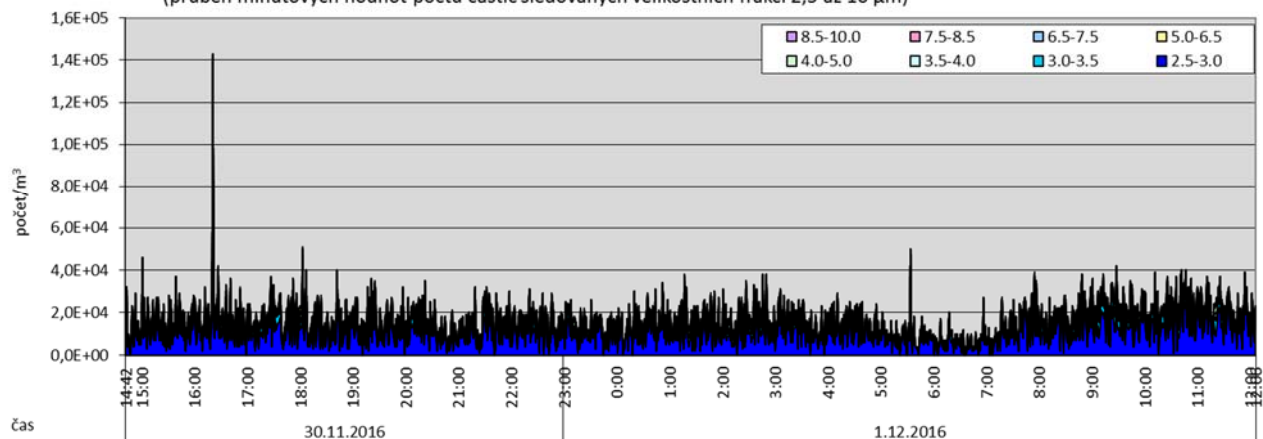


Distribuce velikostních frakcí - MŠ J. A. Komenského, Pelhřimov, třída 1, 1. NP, 30. 11. až 1. 12. 2016  
(průběh minutových hodnot počtu částic sledovaných velikostních frakcí 1 až 2,5  $\mu\text{m}$ )

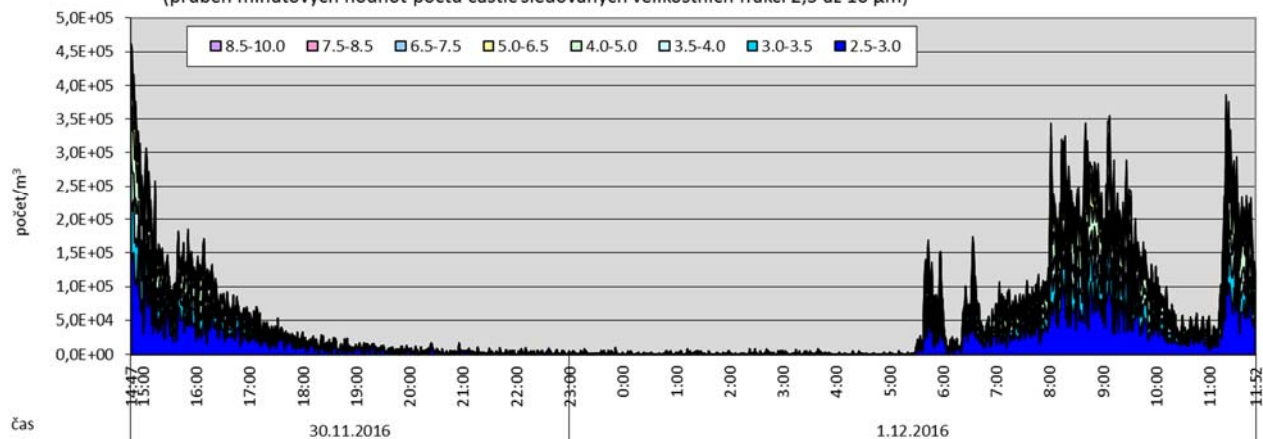




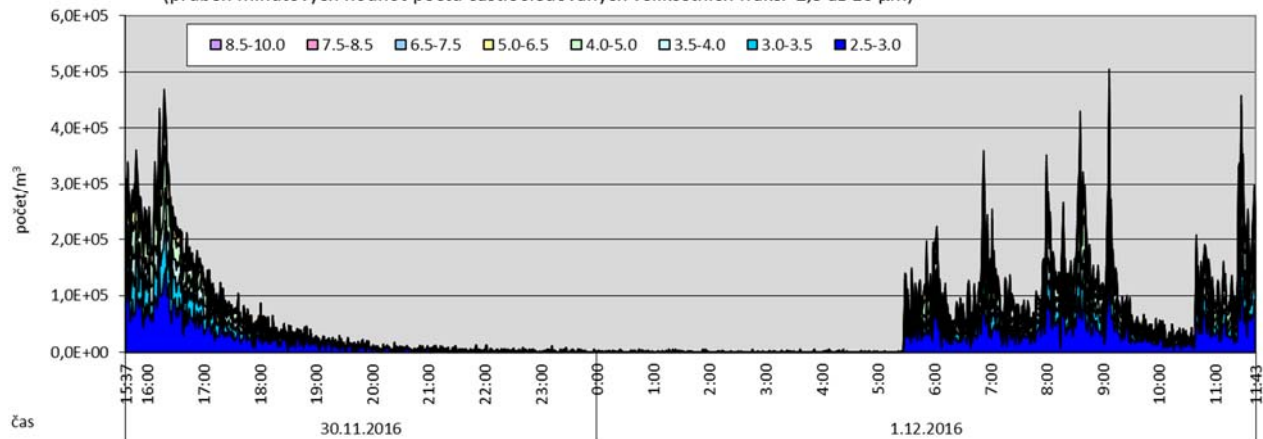
Distribuce velikostních frakcí - dvůr MŠ J. A. Komenského, Pelhřimov, 30. 11. až 1. 12. 2016  
 (průběh minutových hodnot počtu částic sledovaných velikostních frakcí 2,5 až 10 µm)



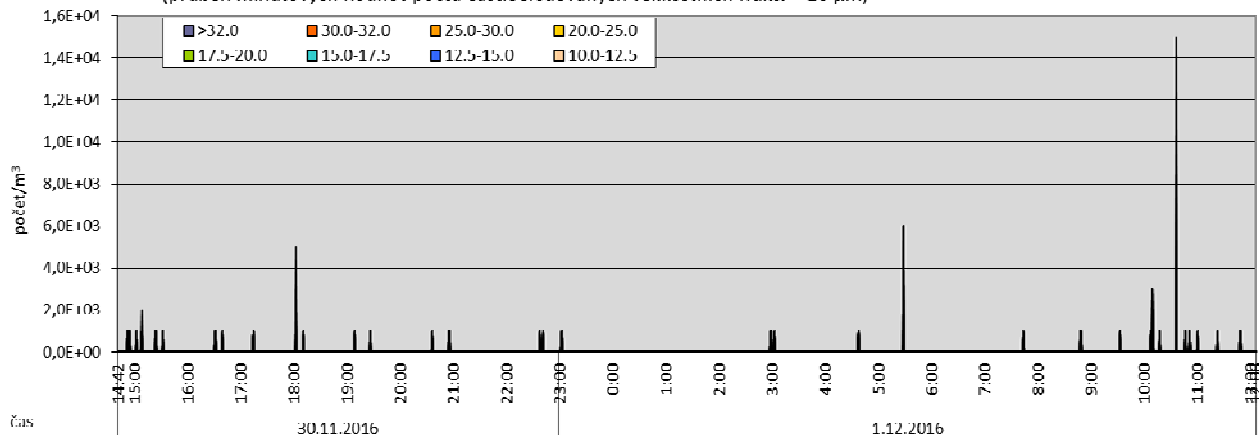
Distribuce velikostních frakcí - MŠ J. A. Komenského, Pelhřimov, třída 2, přízemí 30. 11. až 1. 12. 2016  
 (průběh minutových hodnot počtu částic sledovaných velikostních frakcí 2,5 až 10 µm)



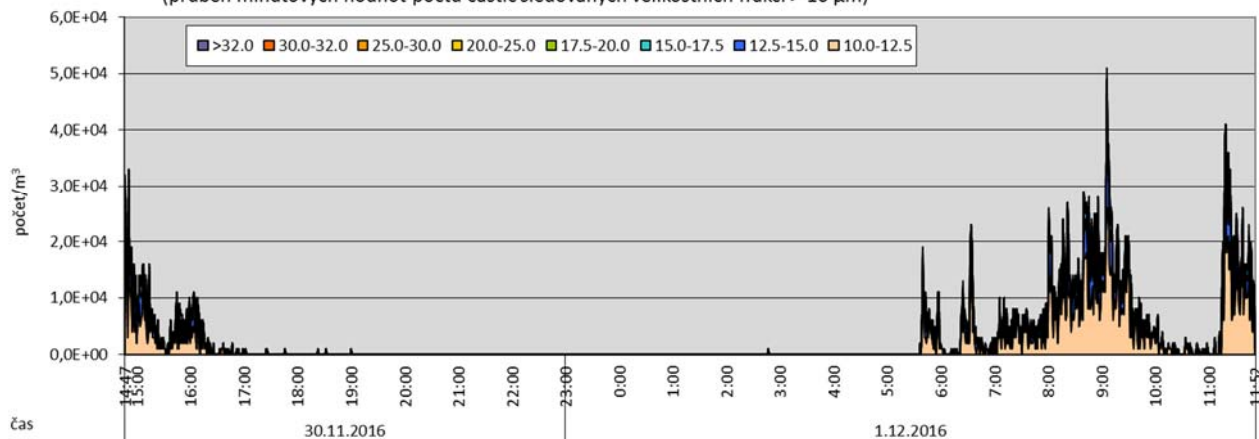
Distribuce velikostních frakcí - MŠ J. A. Komenského, Pelhřimov, třída 1, 1. NP, 30. 11. až 1. 12. 2016  
 (průběh minutových hodnot počtu částic sledovaných velikostních frakcí 2,5 až 10 µm)



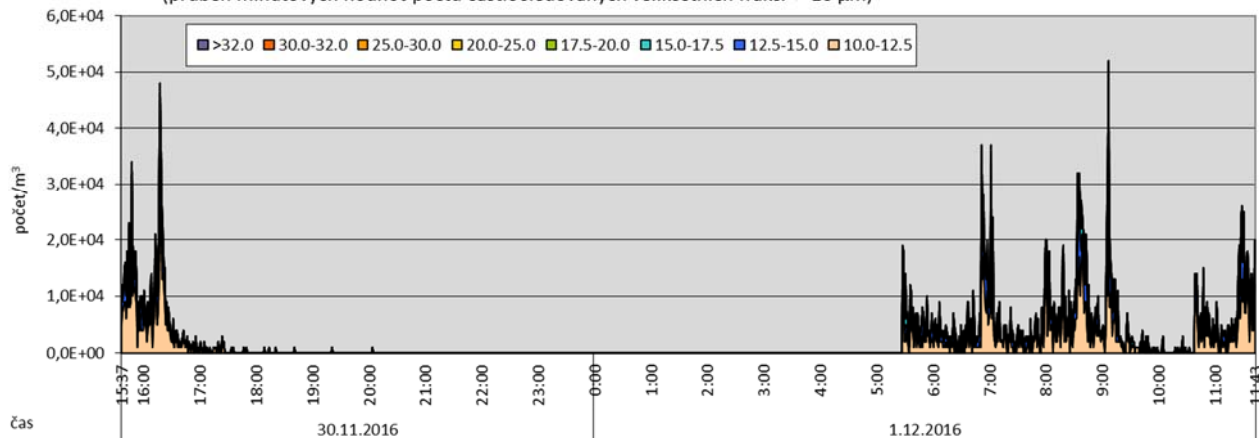
Distribuce velikostních frakcí - dvůr MŠ J. A. Komenského, Pelhřimov, 30. 11. až 1. 12. 2016  
 (průběh minutových hodnot počtu částic sledovaných velikostních frakcí > 10 µm)



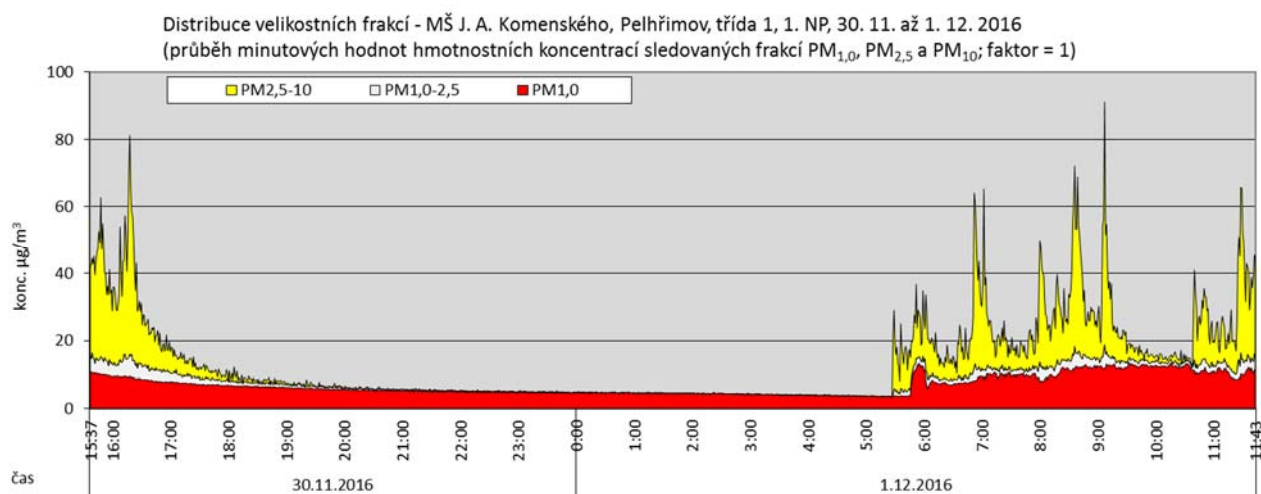
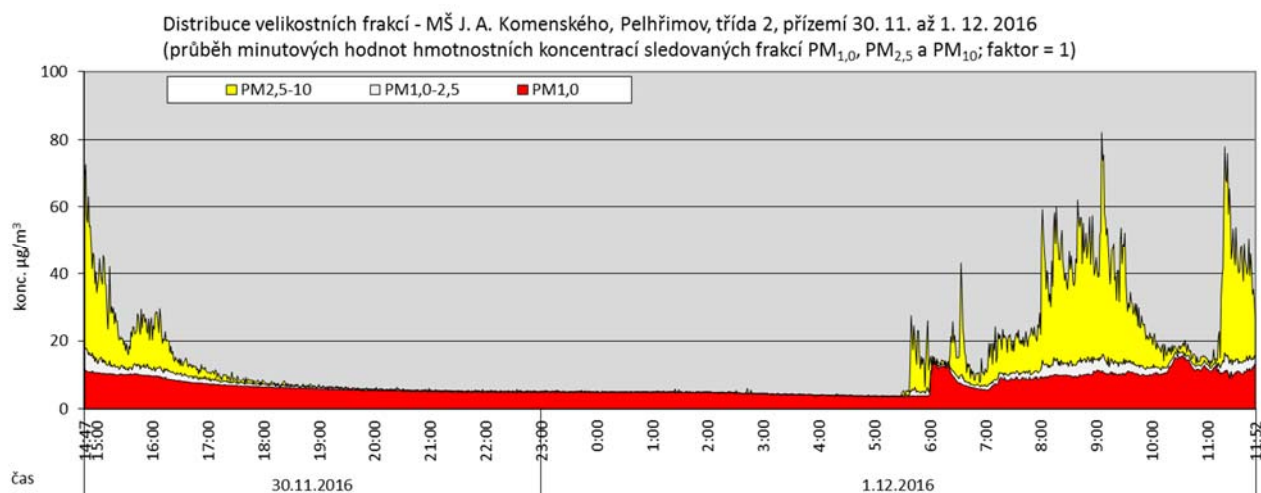
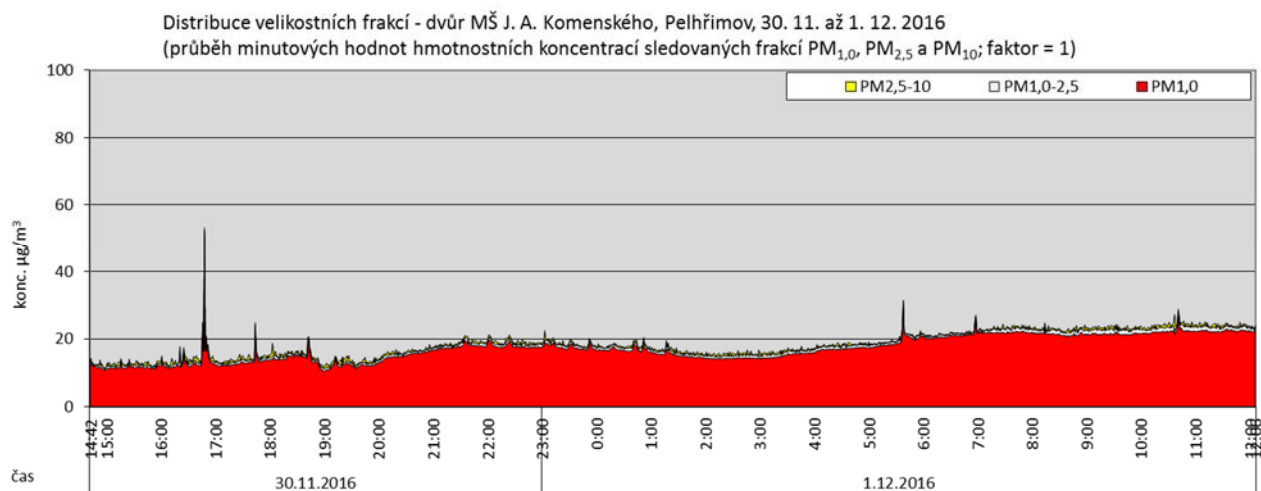
Distribuce velikostních frakcí - MŠ J. A. Komenského, Pelhřimov, třída 2, přízemí 30. 11. až 1. 12. 2016  
 (průběh minutových hodnot počtu částic sledovaných velikostních frakcí > 10 µm)



Distribuce velikostních frakcí - MŠ J. A. Komenského, Pelhřimov, třída 1, 1. NP, 30. 11. až 1. 12. 2016  
 (průběh minutových hodnot počtu částic sledovaných velikostních frakcí > 10 µm)



Venkovní ovzduší, obě třídy – hmotnostní koncentrace – PM<sub>1,0</sub>, PM<sub>1,0-2,5</sub> a PM<sub>2,5-10</sub>:





## **Příloha č. 3 – akreditované protokoly**