

Měření vnitřního ovzduší v mateřských školách (období 2015-2016)



*Zpracovali pracovníci oddělení Hygieny ovzduší Centra zdraví a životního prostředí
Státního zdravotního ústavu – červen 2016*

Měření vnitřního ovzduší v mateřských školách je součástí Systému monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ČR ve vztahu k životnímu prostředí - Subsystem I. Zdravotní důsledky a rizika znečištění ovzduší.

V rámci první etapy projektu proběhlo měření v pěti městech ČR (v Brně, Ostravě, Plzni, Liberci a v Praze - města > 100 tisíc obyvatel) celkem v 25 mateřských školách.

V každé školce byla změřena 1 třída a souběžně byla sledována i kvalita venkovního ovzduší v okolí školky.

Měření proběhlo v pěti městech (v Brně, Ostravě, Plzni, Liberci a v Praze - města > 100 tisíc obyvatel).

Státní zdravotní ústav, který je garantem projektu, spolupracoval s místně příslušnými Krajskými hygienickými stanicemi a v oblasti zajištění měření a laboratorních činností se Zdravotním ústavem se sídlem v Ostravě a Zdravotním ústavem se sídlem v Ústí nad Labem.

Výše uvedeným děkujeme za pomoc a spolupráci, zvláště při výběru školek a při zajištění konkrétních vazeb a kontaktů.

Projekt byl financován MZ ČR formou účelové dotace.

OBSAH:

I.	Cíle projektu	7
II.	Metodika	8
1.	Rozsah projektu	8
2.	Výběr mateřských škol	8
3.	Dotazníkové šetření.....	9
4.	Organizace měření a použité postupy.....	9
5.	Rozsah měřených parametrů	9
6.	Vzorkování ovzduší.....	10
7.	Analytické postupy	10
III.	Limitní hodnoty.....	12
IV.	Výsledky	14
1.	Deskripce proměřených mateřských školek.....	14
2.	Deskripce souboru dětí v měřených třídách	15
3.	Fyzikální parametry (teplota, relativní vlhkost, CO ₂ , prašnost).....	17
3.1.	Teplota v měřené třídě.....	17
3.2.	Hodnoty relativní vlhkosti v měřené třídě.....	17
3.3.	Hodnoty oxidu uhličitého (CO ₂) v měřené třídě.....	18
3.4.	Prašnost – frakce PM ₁₀ , PM _{2,5} , PM _{1,0} a distribuce částic větších než 250 nm	19
4.	Těkavé organické látky (VOC/TOL) ve venkovním a vnitřním ovzduší	25
4.1.	Zdrojová charakteristika měřených organických látek.....	25
4.2.	Benzen	26
4.3.	Toluen.....	27
4.4.	Etylbenzen	28
4.5.	Suma xylenu	29
4.6.	Styren.....	30
4.7.	Tetrachloreten.....	31
4.8.	α-pinen	32
4.9.	Limonen.....	33
4.10.	Formaldehyd.....	34
4.11.	Acetaldehyd.....	35
4.12.	Aceton	36
4.13.	2-etyl-1-hexanol	37
5.	Mikrobiologické znečištění (bakterie, plísňe a kvasinky)	38
5.1.	Koncentrace bakterií (CPM)	38
5.2.	Koncentrace plísní a kvasinek (CP)	40
V.	Diskuze	42
VI.	Souhrn	45
	Příloha č. 1 - Kategorizace měřicích míst/zón.....	47

I. Cíle projektu

Celý projekt, který byl rozdělen do dvou etap, je zaměřen na deskripci životního prostředí specifické skupiny dětí – dětí navštěvujících mateřské školky. Nedostatečná kvalita ovzduší (vnitřního i venkovního) může mít u dětí i učitelů vliv na dýchací ústrojí i zdraví celkově. Kvalita ovzduší v interiéru je ovlivněna řadou zdrojů znečištění a lze ji zlepšit kontrolou těchto zdrojů a účinným větráním. Významným faktorem ovlivňujícím interiér je i venkovní ovzduší, které může být znečištěno blízkými dopravními nebo průmyslovými zdroji. Projekt navazuje na předchozí měření, která proběhla v letech 1999 – 2001 v mateřských školách a v bytech vybraných dětí, v letech 2003 – 2004 ve velikostně nejfrekventovanějších bytech ČR a v letech 2006 – 2008 v základních školách. Cílem je aktualizovat a rozšířit informace o výskytu látek ve vnitřním ovzduší mateřských škol (I. etapa – topná sezóna 2016) a vybraných bytů rodin s dětmi v MŠ (II. zatím nerealizovaná etapa) v ČR a provázat je s informací o zdraví žáků.

Primárním cílem projektu je zlepšení kvality prostředí v mateřských školách a zpracování podkladů pro příslušná doporučení včetně doporučení týkajících se např. stavebních či užitných materiálů do mateřských škol a režimu jejich provozu.

Dílčí cíle:

- Popsat rozsah koncentrací předem specifikovaných látek a hodnot parametrů kvality prostředí (mikroklima, mikrobiologické parametry) ve vnitřním ovzduší vybraných mateřských škol (I. etapa) a vybraných bytů dětí z měřených školek (II. etapa). U látek pro které jsou Vyhláškou MZČR 6/2003 Sb. stanoví požadavky hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí v pobytových místnostech některých staveb stanoveny limity, vyhodnotit potenciální překročení stanovených limitních hodnot.
- Kvantifikovat vliv venkovního ovzduší na kvalitu vnitřního ovzduší ve školkách.
- Formou dotazníkového šetření popsat soubory měřených školek a bytů, zjistit výskyt respiračních a alergických onemocnění u dětí, případně identifikovat další důležité faktory životního stylu rodin.

II. Metodika

1. Rozsah projektu

Projekt byl zpracován pro pět měst v ČR – pro Prahu, Brno, Ostravu, Plzeň a pro Liberec (města > 100 tisíc obyvatel) v úzké spolupráci s pracovníky odboru hygieny dětí a mládeže (HDM) Krajských hygienických stanic a se Zdravotním ústavem se sídlem v Ostravě a Zdravotním ústavem se sídlem v Ústí nad Labem.

2. Výběr mateřských škol

- v každém z pěti měst bylo ve spolupráci s KHS vybráno vždy 5 školek. Výběr byl prováděn ve spolupráci s pracovníky odboru HDM KHS.

(V rámci možností byly vybírány mateřské školy spadající do určité typové kategorie - viz příloha č. 1 Kategorizace typů městských lokalit SZÚ - městského prostředí. Přitom platí, že ne všechny typy lokalit se musí vyskytovat v každém městě).

- Konkrétně se jednalo o níže uvedené mateřské školy:

V Praze o:

- **MŠ Tusarova 27 v Praze 7** (ZŠ a MŠ v Praze 7), **MŠ Trojlístek, Kladská 25 Praha 2** a **MŠ Trhanovské nám. 7 Praha 10** reprezentující městské významně nezatížené lokality (kategorie 3 a 4)
- **MŠ U Nové školy 637, Praha 9** a **MŠ Koperníkova 7 Praha 2** reprezentující dopravní lokality (kategorie 5 a 6):
(V Praze nebyla měřena MŠ reprezentující požadovnou či průmyslovou lokalitu.)

V Liberci o:

- **MŠ Čtyřlístek, Markova 1334/10, Liberec 14** v městské požadové lokalitě (kategorie 2)
- **MŠ Klubíčko, Jugoslávská 128/1, Liberec IX** a **MŠ Beruška, Na Pískovně 761/3, Liberec 14** zástupci městských neextenzivně zatížených lokalit (kategorie 3 a 4)
- **MŠ Rolnička, Truhlářská 340/7, Liberec 1** a **MŠ Lísteček, Východní 270, Liberec 30** – spadající do kategorie dopravně zatížených míst (kategorie 5 a 6):
(V Liberci nebyla měřena MŠ reprezentující průmyslovou lokalitu.)

V Brně o:

- **MŠ Vážka, Rybnická 45, 634 00 Brno - Nový Lískovec** a **MŠ Pohádka, Brno, Běloruská 4, 625 00 Brno - Bohunice**, které zastupují městské požadové oblasti (kategorie 2)
- **ZŠ a MŠ Brno, Staňkova 327/14, 602 00 Brno, Ponava** spadající do městských významně nezatížených míst (kategorie 3 a 4)
- **MŠ Kamarád Brno, Čtvrtě 3, 634 00 Brno - Nový Lískovec** a **MŠ Brno, Vídeňská 39a, 639 00 Brno – Štýřice**, které patří do oblastí zatížených dopravou (kategorie 5 a 6)
(V Brně nebyla měřena MŠ reprezentující průmyslovou lokalitu.)

V Plzni o:

- **81 MŠ Plzeň, Břeclavská 12** a **27 MŠ Plzeň Dvořákova 18** v městských požadových lokalitách (kategorie 2)
- **6 MŠ Plzeň Republikánská 25** a **17 ZŠ a MŠ Plzeň, Křížíkova 2** umístěné v dopravně exponovaných částech města (kategorie 5 a 6)
- **16 MŠ Plzeň – Korandova 11** umístěná v průmyslové městské oblasti (kategorie 8 až 10)

(V Plzni nebyla měřena školka reprezentující městskou dopravně či průmyslem neexponovanou lokalitu.)

V Ostravě o:

- **MŠ Ostrava-Poruba, Dvorní 763** ležící v ostravské pozadové oblasti Poruba
 - **ZŠ a MŠ Ostrava-Svinov, Polanecká 92, 721 00 Ostrava-Svinov**, zde reprezentuje dopravně zatíženou lokalitu (kategorie 5 a 6)
 - **MŠ Ostrava-Radvanice, Těšínská 206, 716 00 Ostrava-Radvanice, MŠ Ostrava, Špálova 32, 702 00 Ostrava – Přívoz a MŠ Ostrava, U Dvoru 1249/22a, 709 00 Ostrava-Mariánské Hory**, které spadají mezi průmyslem exponované části města (kategorie 8 až 10)
- (V Ostravě nebyla měřena školka reprezentující městskou dopravně či průmyslem neexponovanou lokalitu.)

3. Dotazníkové šetření

Součástí projektu bylo dotazníkové šetření. Před jeho zahájením byla zorganizována pracovníky odboru HDM místní KHS a pracovníky SZÚ ve vybraných školkách informační kampaň. Krátkým dotazníkem s průvodním dopisem byli osloveni rodiče dětí ve třídách, které byly v rámci projektu proměřovány. Rodiče zde byli dotázáni na informovaný souhlas s dotazníkovým šetřením a s možností další spolupráce při měření vnitřního ovzduší bytů – tedy v případě realizace II. etapy projektu.

Pro potřeby projektu byly vytvořeny dva dotazníky, které vychází z mezinárodního projektu Sinfonie tj. dotazník „školka“ představující deskripci školky a měřeného prostoru – dotazník vyplňovaný při pohovoru se zástupcem školky při samotném měření a druhý - multifaktoriální dotazník pro děti v měřených školkách, který vyplnili rodiče. Vyplněné dotazníky byly převedeny do elektronické formy, každé dítě obdrželo identifikační číslo (toto číslo jej bude identifikovat v dotazníkovém šetření i u naměřených hodnot a na průvodce k měření bytu).

Elektronické verze dotazníků jsou k dispozici na internetových stránkách SZÚ, v oddíle vytvořeném pro tyto účely, : <http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/kvalita-prostredi-v-materskych-skolkach-studie-2015-2016> – viz dotazníky, "[školka](#)" a "[rodič](#)".

4. Organizace měření a použité postupy

5. Rozsah měřených parametrů

Vnitřní prostředí mateřských školek (I. etapa) a bytů (II. etapa):

- chemické faktory – těkavé organické látky (benzen, toluen, suma xylenů, etylbenzen, styren, tetrachloreten, limonen, alfa-pinen a dále aceton, acetaldehyd, formaldehyd);
- fyzikální faktory – teplota, vlhkost, aerosolové částice frakcí PM₁₀, PM_{2,5} a PM_{1,0}, distribuce submikrometrických frakcí částic;
- biologické faktory – mikroorganismy, plísně;
- charakteristika výměny vzduchu (indikátor CO₂);
- V případě, že v některém proměřovaném prostoru byla aplikována tzv. aktivní stěna - nátěr s TiO₂ využívající fotokatalytický jev (nakonec se jednalo o jednu MŠ v Ostravě), byly zde odebrány vzorky aerosolových částic frakce PM_{1,0} pro další analýzy (kovy a zastoupení

Ti/TiO₂) a na aktivní ploše bylo provedeno stanovení mikrobiální zátěže otisky v režimu ráno (do 8 hodiny), v poledne (12:00) a večer (po odchodu dětí).

Venkovní ovzduší:

- chemické faktory – těkavé organické látky (benzen, toluen, suma xylenu, etylbenzen, styren, tetrachloreten, limonen, alfa-pinen a dále aceton, acetaldehyd, formaldehyd);
- fyzikální faktory – teplota, vlhkost, aerosolové částice frakcí PM₁₀, PM_{2,5} a PM_{1,0}, distribuce submikrometrických frakcí částic;
- biologické faktory – mikroorganismy, plísně;

Pozn.:

Rozsah měřených parametrů vychází z výsledků studie realizované v základních školách v letech 2006 - 2008. Je rozšířen o vybrané těkavé organické látky, které by podle posledních odborných studií mohly mít negativní vliv na zdraví (alfa-pinen, limonen, aceton, acetaldehyd) a doplněn o měření biologických faktorů.

6. Vzorkování ovzduší

V topné sezóně (v optimálním případě za venkovních teplot ≤ 10 °C) byl v každé školce proměřen vždy prostor, kde děti tráví nejvíce času.

Doba měření (školky a souvisejícího venkovního ovzduší):

- Fyzikální faktory – měřeno vždy od cca 6:30 (podle provozu školky) do ukončení spaní dětí + jedna hodina navíc (maximálně do 16:00). Odběry vzorků vnitřního ovzduší probíhaly ve výši maximálně 1 m nad podlahou, odběry venkovního ovzduší v blízkosti měřené budovy (zahrada, hřiště).
- Biologické faktory - bylo měřeno jedno místo ve vnitřním prostředí, z toho 1x před příchodem personálu a dětí, 1x po intenzivním 20 minutovém větrání a 1x po dvou hodinách pobytu dětí, ve venkovním ovzduší bylo provedeno jedno měření
- Měření těkavých organických látek pomocí pasivních vzorkovačů - vždy jeden pracovní týden (po až pá), vzorkovače byly umístěny ve volném prostoru pod stropem;
- Ve všech měřených prostorech vyplnil pracovník měřicí/odběrové skupiny ZÚ/SZÚ průvodní list k měření a zajistil komplexní fotodokumentaci.

7. Analytické postupy

Měření těkavých organických látek pomocí pasivních vzorkovačů

Pro stanovení těkavých organických látek byly použity pasivní vzorkovače, které obsahovaly trubičky naplněné aktivním uhlím (Radiello 130) nebo pro stanovení aldehydů a ketonů trubičky s náplní silikagelu pokrytého dinitrofenylhydrazinem (Radiello 165). Vzorkovače byly exponovány po dobu jednoho pracovního týdne vnitřnímu a venkovnímu ovzduší. Vzorkovače byly ve školkách umístěny cca 1 m pod stropem místnosti, pro sledování venkovního ovzduší byly vzorkovače umístěny v blízkosti proměřovaného vnitřního prostoru školky a byly chráněny před povětrnostními vlivy. Během expozice došlo k adsorpci organických látek, které byly následně v laboratoři desorbovány rozpouštědlem a stanoveny metodou plynové chromatografie s hmotnostním detektorem, který umožňuje kromě kvantifikace i identifikaci neznámých látek.

Měření aerosolu frakcí PM₁₀, PM_{2,5} a PM_{1,0}, distribuce submikronových frakcí částic

Pro stanovení aerosolových částic byly použity kontinuální analyzátory Grimm, které jsou založeny na metodě nefelometrie – tj. rozptylu záření na povrchu částic procházející měrnou celou. Primárně byly měřeny počty částic 32 velikostních frakcí, podle výrobcem stanoveného algoritmu byly dále vyhodnocovány hmotnostní koncentrace frakcí PM_{1,0}, PM_{2,5} a PM₁₀ v µg/m³. Byly použity dva typy přístrojů, Grimm 1.109 umožňoval souběžné měření hmotnostních koncentrací a počtu částic, Grimm 1.108 (použitý v Ostravě a Brně) pracoval pouze v jednom módu, zde byly v měřicí den vyhodnocovány hmotnostní koncentrace. Pro měření venkovního ovzduší byly přístroje Grimm umístěny v mobilní měřicí jednotce, vzorkování bylo prováděno pomocí sondy. Délka vzorkování pokrývala dobu, kdy jsou děti ve školce, minimálně období od 7:00 do 14:00 hod.

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 CO₂ je zde využívána infračervená spektroskopie. Pro měření teploty a vlhkosti venkovního ovzduší byla používána čidla umístěná např. v mobilní měřicí jednotce. Délka měření pokrývala dobu, kdy jsou děti ve školce, minimálně období od 7:00 do 14:00 hod.

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. 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 m³ vzduchu. Ve školce bylo měřeno jedno místo ve vnitřním prostředí, z toho 1x před příchodem personálu a dětí, 1x po intenzivním 20 minutovém větrání a 1x po dvou hodinách pobytu dětí. Odběr venkovního ovzduší se prováděl na stejné straně budovy, jako byla větrací okna měřené místnosti. V případě, že v některém proměřovaném prostoru byla aplikována tzv. aktivní stěna s TiO₂ (1 školka v Ostravě), bylo provedeno na aktivní ploše stanovení mikrobiální zátěže otisky v režimu ráno (do 8 hodiny), v poledne (12:00) a večer (po odchodu dětí).

Měřeny byly vždy prostory, kde si děti hrají a spí, současně s měřením byly zaznamenávány činnosti, které ovlivňují koncentraci aerosolových částic a ostatních sledovaných faktorů.

Měření a odběr vzorků vnitřního prostředí probíhaly přísně podle požadavků aktualizovaného metodického návodu a v dikci jednotných vzorkovacích a analytických postupů, které spolupracující zdravotní ústavy obdržely před zahájením realizační fáze projektu (viz: internetové strany SZÚ - <http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/kvalita-prostredi-v-materskych-skolkach-studie-2015-2016> - kde byly umístěny příslušné standardní operační postupy - SOP - [1 VOC](#), [2 aldehydy](#), [3 - Grimm](#), [4 - mikroklima](#) a [5 mikrobiologické znečištění](#)). Laboratorní vyhodnocení vybraných těkavých organických látek po odběru pasivními dozimetry zajišťovala pro Prahu, Ostravu a Brno laboratoř ovzduší SZÚ, pro Plzeň a Liberec laboratoř ZÚ se sídlem v Ústí n/Labem. Mikrobiologické rozbory prováděla jednotlivá pracoviště.

III. Limitní hodnoty

Jsou stanoveny Vyhláškou MZ ČR č. 6/2003 Sb., kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb a Vyhláškou MMR č. 20/2012, o technických požadavcích na stavby

- **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 m³ (dále jen „KTJ.m⁻³ vzduchu“) a koncentrace plísní vyšší než 500 KTJ.m⁻³ 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, proudění vzduchu 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 ¹⁾	Výsledná teplota t_p (°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 ²⁾	24,5±1,5	22,0±2,0
Ústavy sociální péče	24,0±2,0	22,0±2,0
Zdravotnická zařízení ³⁾	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. 2: Rychlost proudění vzduchu v pobytových místnostech ³⁾

teplé období roku	0,16 – 0,25 m·s ⁻¹
chladné období roku	0,13 – 0,20 m·s ⁻¹

Tabulka č. 3: Relativní vlhkost vzduchu v pobytových místnostech ³⁾

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

- a stanovuje přílohou č. 2 požadavky na chemické ukazatele

Příloha č. 2 k vyhlášce č. 6/2003 Sb.

Limitní koncentrace chemických ukazatelů ve vnitřním prostředí staveb

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

Ukazatelé	jednotka	limit ⁴⁾
oxid dusičitý	µg·m ⁻³	100
frakce prachu PM10 ¹⁾	µg·m ⁻³	150
frakce prachu PM2.5 ²⁾	µg·m ⁻³	80
oxid uhelnatý	µg·m ⁻³	5000
ozón	µg·m ⁻³	100
azbestová a minerální vlákna ³⁾	počet vláken·m ⁻³	1000
amoniak	µg·m ⁻³	200
benzen	µg·m ⁻³	7
toluen	µg·m ⁻³	300
suma xylenů	µg·m ⁻³	200
styren	µg·m ⁻³	40
etylbenzen	µg·m ⁻³	200
formaldehyd	µg·m ⁻³	60
trichloretylen	µg·m ⁻³	150
tetrachloretylen	µg·m ⁻³	150

Vysvětlivky:

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

- **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 tato 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

1. Deskripce proměřených mateřských školek

- V popisovaném souboru školek byly zastoupeny různé typy lokalit - 6 školek (24 %) se nacházelo v pozadřové lokalitě kategorie 2; 6 školek v městské lokalitě kategorie 3 a 4; 9 školek (36 %) se nacházelo v dopravní lokalitě kategorie 5 a 6 a 4 školky (16 %) byly v průmyslové lokalitě kategorie 8 až 10. Stáří školek se pohybovalo v rozmezí 3 – 139 let.
- Budovy školek byly převážně cihlové (68 %), část školek byla z betonu (24 %), dále byla v měřeném souboru 1 školka z dřevotřískových materiálů a 1 školka kontejnerová.
- Školky se lišily také maximální kapacitou dětí, kdy 7 školek (28 %) mělo kapacitu < 50 dětí, 44 % školek mělo kapacitu 50 – 100 dětí a 28 % školek mělo kapacitu > 100 dětí.
- Z měřeného souboru prošlo celkem 72 % školek v minulosti celkovou rekonstrukcí.
- Převážná většina školek (92 %) byla vybavena ústředním topením.
- Velikost měřených tříd se pohybovala v rozmezí od 48 do 128 m².
- Ve většině měřených tříd byl na části podlahy položen koberec a na části podlahové plochy byla omyvatelná umělá hmota (PVC), marmoleum nebo korek. Pouze v jediné školce byl v měřené třídě položen celoplošný koberec.
- Povrchy stěn byly převážně natřené vodě rozpustnou barvou, pouze v jedné školce byly na stěnách tapety. V jedné měřené školce byl na stěnách použit nátěr s nanočásticemi TiO₂. Všechny měřené třídy byly během uplynulých 3 let nově vymalovány.
- V každé třídě se minimálně jednou denně provádí úklid, buď ráno před příchodem dětí do školky, v době procházky nebo spaní dětí nebo večer po odchodu dětí. V převážné většině tříd je prováděn úklid hadrem namokro a vysavačem, pouze v jedné třídě s celoplošným kobercem je používán pouze vysavač.
- Stáří nábytku ve třídách se pohybuje od několika měsíců po 15 let.
- Pět měřených tříd (20 %) bylo vybaveno čističkou vzduchu.

2. Deskripce souboru dětí v měřených třídách

Dotazník se skládal celkem ze šesti částí, které obsahovaly kromě obecných otázek dotazy na zdravotní stav dítěte, jeho časový rozvrh, informace o stravovacích návycích, otázky k domácímu prostředí dítěte a otázky na socio-ekonomický stav rodiny. Celkem se od rodičů podařilo získat 340 vyplněných dotazníků, což představuje více než 50 % respondenci.

- V popisovaném souboru 340 dětí bylo celkem 159 dívek a 181 chlapců, jejich věk se pohyboval v rozmezí od 2,5 roku do 7 let.
- U 14 dětí rodiče uvedli astma diagnostikované lékařem (zároveň 16 dětí pravidelně užívá léky na astma; některé děti, kterým astma diagnostikováno nebylo, tedy pravděpodobně užívají tyto léky např. kvůli chronickému kašli).
- U 46 z 340 dětí rodiče uvedli výskyt alergického onemocnění, ve 32 případech potvrzeného lékařem. U 206 dětí se vyskytuje alergické onemocnění v rodině. Téměř třetina dětí měla někdy ekzém (99 dětí) v 80 případech potvrzený lékařem.

alergické onemocnění	Uvedeno rodiči	Lékařem potvrzené
Alergie „jiná, než senná rýma“	37	30
Alergie „na domácí zvířata“	7	-
Pylová alergie	29	18
Potravinová alergie	41	21

- Z otázek zaměřených na denní režim vyplývá, že z celkového počtu 340 dětí

vstává	před 6. ráno 8 %	mezi 6 – 7 hod. 78 %	po 7. ráno 14 %	
cesta do školky trvá	do 15 minut 89 %	15 – 45 minut 11 %		> 45 minut 1 dítě
do školky se dostává	pěšky 163 52 %	autem 152 48 %		
tráví ve školce	< 5 hodin 12 %	5 – 7 hodin 50 %	8 – 9 hodin 38 %	> 9 hodin 2 děti
v zimě jsou venku	> 2 hodiny 8 %	1 – 2 hodiny 60 %	do 1 hodiny 32 %	
v létě a na jaře jsou venku	> 2 hodiny 84 %	1 – 2 hodiny 16 %		
u PC/TV tráví denně ve všední dny	1 – 2 hodiny 56 %	< 1 hodina 36 %		3 – 4 hodiny 7 %
u PC/TV tráví denně o víkendu	2 – 4 hodiny 50 %	< 2 hodiny 45 %		> 6 hodin 3 děti

- Otázky zaměřené na stravovací návyky

ryby	vícekrát týdně 31 dětí (9 %)	1 * týdně 189 dětí (56 %)	nejí nebo jen vzácně 117 dětí (35 %)
maso	denně 168 dětí (50 %)	vícekrát týdně 163 dětí (48 %)	nejí nebo jen vzácně (1 * týdně) 8 dětí (2 %)
ovoce	denně 277 dětí (82 %)	vícekrát týdně 49 dětí (14 %)	Nikdy nebo maximálně 1 * týdně 12 dětí (4 %)

zelenina	denně 202 dětí (60 %)	vícekrát týdně 85 dětí (25 %)	nikdy nebo maximálně 1 * týdně 51 dětí (15 %)
jogurt	denně 211 dětí (62 %)	vícekrát týdně 97 dětí (29 %)	nikdy nebo maximálně 1 * týdně 30 dětí (9 %)
„Fast-food“	vícekrát týdně 3 děti (1 %)	1 * týdně 34 dětí (10 %)	nikdy nebo vzácně 1 * týdně 301 dětí (89 %)

Další zjištěné ukazatele:

- Většina dětí - 226 (67 %) žije v bytě, v domě bydlí 109 dětí (33 %).
- Ústřední nebo etážové topení je v 206 bytech (62 %), ve 31 případě (9 %) jsou používána tuhá paliva (často jako doplněk například elektrického systému vytápění).
- Z 337 dětí je 29 dětí (9 %) denně nebo alespoň někdy doma vystaveno tabákovému kouři, naopak 308 dětí není tabákovému kouři v domácnosti vystaveno vůbec.
- V ložnici dětí je na podlaze nejčastěji koberec (44 %), dřevo nebo parkety uvedlo 34 % rodičů, vinyl/ PVC je v 21 % dětských ložnic. Stěny dětských pokojů jsou nejčastěji natřeny vodě rozpustnou barvou (82 %), cca 10 % rodičů uvedlo tapety.
- Domácí zvíře v bytě má 154 z 339 dětí.
- Klimatizace/úprava vzduchu je instalována ve 14 (4 %) domácnostech, čistička vzduchu v 21 (6 %) a zvlhčovač ve 38 (11 %) domácnostech dětí z mateřských škol, jejichž rodiče vyplnili dotazník.

3. Fyzikální parametry (teplota, relativní vlhkost, CO₂, prašnost)

(Pro měření byly použity analyzátoři Grimm 1.109/1.108 nastavené na jednotkovou hustotu – korekční faktor = 1 - a přístroj Testo 345/445). V případě Ostravy a Brna byla u naměřených hodnot provedena korekce chybné kalibrace u měření CO₂.

3.1. Teplota v měřené třídě

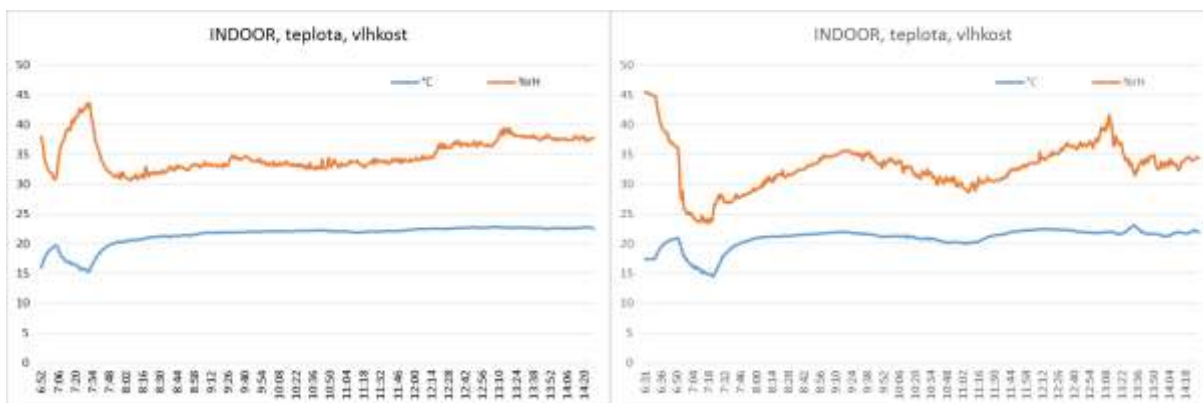
Město	Škola	teplota [°C]			Město	Škola	teplota [°C]		
		minimum	průměr	maximum			minimum	průměr	maximum
Praha	A1 - Trhanovského	14,4	20,9	23,0	Plzeň	P1 - Korandova	17,1	20,7	22,4
	A2 - Tusarova	11,3	22,4	25,2		P2 - Břeclavská	18,5	21,3	24,3
	A3 - U Nové školy	16,6	20,6	23,1		P3 - Dvořákova	15,3	20,4	21,9
	A4 - Kopernikova	15,3	21,5	22,8		P4 - Křížkova	20,0	23,2	24,2
	A5 - Kladská	20,7	22,7	23,8		P5 - Republikánská	14,8	20,8	23,5
Liberec	L1 - Čtyřlístek	20,7	22,8	24,2	Brno	B1 - Staňkova	19,7	23,8	25,9
	L2 - Beruška	20,5	22,2	24,0		B2 - Vídeňská	18,2	22,8	23,8
	L3 - Klubíčko	15,0	21,4	22,8		B3 - Běloruská	16,6	22,5	23,6
	L4 - Čtyřlístek	17,9	22,0	23,4		B4 - Rybnická	17,9	23,5	30,0
	L5 - Rolnička	18,3	22,3	23,9		B5 - Čtvrť	20,0	22,9	23,7
Ostrava	O1 - Poruba	16,7	22,4	23,7	Povolené rozpětí v chladném období je: 22,00 ± 2 °C				
	O2 - Svinov	17,8	23,8	26,8					
	O3 - Radvanice	17,3	21,9	22,9					
	O4 - Přívoz	10,1	19,0	20,3					
	O5 - Mar. Hory	15,1	23,2	25,2					

V tabulce jsou shrnuty základní charakteristiky měřených hodnot teploty, kdy pouze v jedné třídě nebyl dodržen požadavek na průměrnou teplotu, když zde průměrná teplota v době měření nepřekročila 19 °C. V osmi mateřských školách (32 %) maximální naměřené krátkodobé hodnoty překračovaly povolené rozpětí. Tento podíl může mít plošný rozsah.

3.2. Hodnoty relativní vlhkosti v měřené třídě

Město	Škola	relativní vlhkost [%]			Město	Škola	relativní vlhkost [%]		
		minimum	průměr	maximum			minimum	průměr	maximum
Praha	A1 - Trhanovského	23,4	32,6	45,6	Plzeň	P1 - Korandova	34,6	42,3	46,3
	A2 - Tusarova	18,4	25,1	37,5		P2 - Břeclavská	26,2	35,0	40,1
	A3 - U Nové školy	22,0	26,1	30,8		P3 - Dvořákova	28,8	34,3	40,3
	A4 - Kopernikova	30,6	34,9	43,6		P4 - Křížkova	22,3	25,0	31,8
	A5 - Kladská	30,9	33,4	39,5		P5 - Republikánská	31,4	36,5	47,5
Liberec	L1 - Čtyřlístek	27,6	33,0	36,3	Brno	B1 - Staňkova	25,7	30,2	37,5
	L2 - Beruška	23,3	31,7	40,9		B2 - Vídeňská	29,4	40,1	44,4
	L3 - Klubíčko	31,4	35,7	39,7		B3 - Běloruská	34,4	40,5	47,5
	L4 - Čtyřlístek	27,1	31,6	38,0		B4 - Rybnická	23,1	34,6	46,6
	L5 - Rolnička	32,0	38,3	44,1		B5 - Čtvrť	27,7	34,2	46,6
Ostrava	O1 - Poruba	37,3	41,5	45,3	Povoleno v chladném období je: > 30 %				
	O2 - Svinov	26,6	32,3	37,1					
	O3 - Radvanice	45,9	52,5	61,9					
	O4 - Přívoz	43,0	55,1	62,8					
	O5 - Mar. Hory	28,7	38,5	43,7					

Podle očekávání, (měření v zimní sezóně) byl vyšší podíl prostor s nízkou relativní vlhkostí (kdy byly naměřeny hodnoty pod 30 %) a ve třech případech (12 %) byla průměrná hodnota za celou dobu měření nižší než požadovaných 30 %. Naopak horní hranice rozpětí stanovená Vyhláškou č. 410/2005 nebyla překročena.

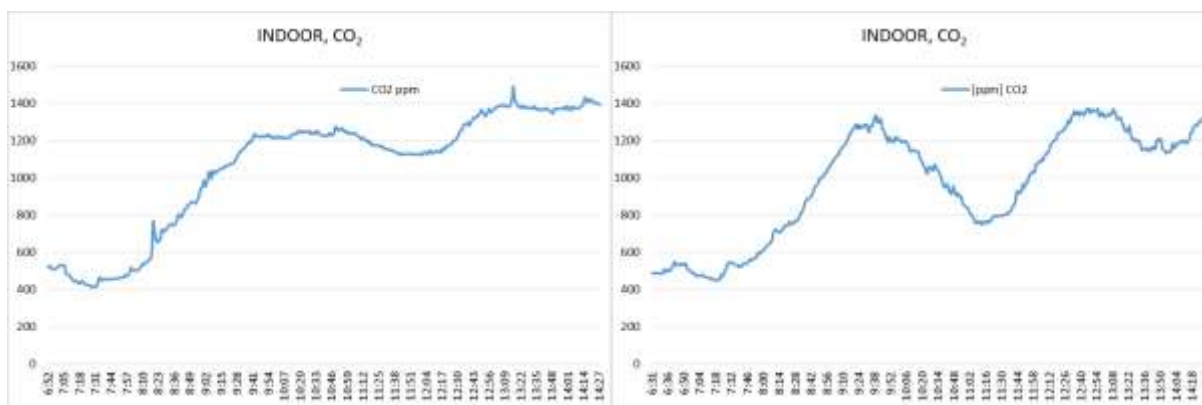


Typické průběhy hodnot teploty a relativní vlhkosti v nevětrané a ve větrané třídě (ranní výkyvy vždy souvisí s realizovaným odběrem vzorků pro stanovení mikrobiologických faktorů).

3.3. Hodnoty oxidu uhličitého (CO₂) v měřené třídě

Město	Škola	CO ₂ [ppm]			Město	Škola	CO ₂ [ppm]		
		minimum	průměr	maximum			minimum	průměr	maximum
Praha	A1 - Trhanovského	449	978	1 374	Plzeň	P1 - Korandova	638	1 439	2 035
	A2 - Tusarova	461	925	1 246		P2 - Břeclavská	439	803	1 172
	A3 - U Nové školy	449	939	1 559		P3 - Dvořáková	442	857	1 456
	A4 - Kopernikova	413	1 058	1 492		P4 - Křížkova	450	666	946
	A5 - Kladská	488	805	1 142		P5 - Republikánská	514	926	1 482
Liberec	L1 - Čtyřlístek	549	886	1 281	Brno	B1 - Staňkova	469	767	1 369
	L2 - Beruška	528	1 171	2 366		B2 - Vídeňská	490	1 284	1 761
	L3 - Klubíčko	437	1 013	1 700		B3 - Běloruská	426	1 145	2 062
	L4 - Čtyřlístek	525	923	1 485		B4 - Rybnická	422	590	867
	L5 - Rolnička	459	926	1 506		B5 - Čtvrť	429	872	1 484
Ostrava	O1 - Poruba	401	1 009	1 408	BRNO, OSTRAVA, chybná kalibrace, přepočteno faktorem 1,2 Limit = 1 500 ppm, doporučení 1 200 ppm				
	O2 - Svinov	415	740	1 054					
	O3 - Radvanice	505	1 629	2 978					
	O4 - Přívoz	410	1 330	2 048					
	O5 - Mar. Hory	410	1 130	1 683					

V deseti třídách (40 %) hodnoty CO₂ překročily Vyhláškou MMR stanovený limit 1 500 ppm, v dalších devíti třídách (36 %) překročily maximální měřené hodnoty 1 200 ppm CO₂. Ve více jak třech čtvrtinách měřených tříd (76 %) tedy dosáhly měřené koncentrace (které samozřejmě mimo intenzity větrání závisí na počtu aktuálně přítomných dětí, jejich aktivitách a velikosti třídy) hodnot, které již mohou být pro tuto citlivou skupinu obyvatelstva obtěžující.



Typické průběhy hodnot CO₂ v nevětrané a větrané třídě souvisí s aktivitami vedoucími k nárůstu (pohyb, oběd, příprava na „spinkání“) a počtem dětí ve třídě (pobyt venku).

3.4. Prašnost – frakce PM₁₀, PM_{2,5}, PM_{1,0} a distribuce částic větších než 250 nm

Tabelární zpracování naměřených hodnot, v tabulce jsou zvýrazněny hodnoty překračující limity stanovené Vyhláškou MZ ČR č. 6/2003 Sb. (80 µg/m³ u PM_{2,5} a 150 µg/m³ u PM₁₀). Překročení limitů bylo hodnoceno ve vztahu k hodinovému klouzavému průměru.

MŠ 2016 Praha	1	počet částic/m ³			µg/m ³		
		< 1 µm	< 2,5 µm	< 10 µm	PM _{1,0}	PM _{2,5}	PM ₁₀
Trhanovského A1	AVG	345 306 667	346 472 902	347 300 799	24,1	35,8	135,4
	MAX	531 577 000	531 913 000	531 986 000	35,0	65,6	514,3
	MIN	188 355 000	188 475 000	188 617 000	13,0	14,3	23,6
Tusarova A2	AVG	499 021 564	499 560 258	499 801 662	34,0	37,9	67,2
	MAX	858 628 000	859 276 000	859 347 000	58,2	60,2	118,0
	MIN	327 492 000	327 946 000	328 114 000	22,5	25,8	36,5
U Nové školy A3	AVG	99 939 441	100 486 024	100 862 989	7,7	13,1	69,1
	MAX	208 317 000	208 705 000	208 858 000	14,5	21,9	215,3
	MIN	61 375 000	61 978 000	62 467 000	5,2	7,0	14,1
Kopernikova A4	AVG	69 885 842	70 597 153	70 997 007	6,0	12,3	61,7
	MAX	141 935 000	142 021 000	142 035 000	11,0	21,8	167,8
	MIN	49 170 000	49 834 000	50 295 000	4,4	5,7	7,8
Kladská A5	AVG	73 205 068	73 987 100	74 466 683	6,3	13,6	64,3
	MAX	104 205 000	105 703 000	106 732 000	9,3	39,2	291,6
	MIN	58 095 000	58 507 000	58 671 000	4,8	7,2	12,1

- u čtyř MŠ v Praze maximální minutové hodnoty překročily u frakce PM₁₀ 150 µg/m³, ve dvou případech (A1 - 254 µg/m³ a A3 – 151 µg/m³) byla překročena hodnota hodinového limitu u frakce PM₁₀.

MŠ 2016 Liberec	2	počet částic/m ³			µg/m ³		
		< 1 µm	< 2,5 µm	< 10 µm	PM _{1,0}	PM _{2,5}	PM ₁₀
Čtyřlístek L1	AVG	29 610 745	29 921 692	30 090 866	2,6	5,2	20,9
	MAX	42 825 000	42 970 000	43 035 000	3,5	10,8	58,4
	MIN	20 955 000	21 283 000	21 465 000	1,9	2,7	3,0
Beruška L2	AVG	98 319 364	98 833 252	99 137 982	7,7	12,6	36,5
	MAX	177 050 000	178 657 000	179 576 000	13,7	35,3	170,6
	MIN	60 925 000	61 121 000	61 214 000	4,8	5,4	7,1
Klubíčko L3	AVG	82 652 269	83 011 261	83 241 186	6,4	9,8	37,7
	MAX	227 349 000	227 675 000	227 805 000	16,3	22,2	115,1
	MIN	59 115 000	59 453 000	59 626 000	4,7	5,0	5,3
Čtyřlístek L4	AVG	131 698 284	132 266 784	132 590 768	10,3	15,2	51,6
	MAX	433 883 000	436 815 000	437 353 000	34,8	50,5	162,8
	MIN	52 140 000	52 627 000	52 956 000	4,5	8,1	12,0
Rolnička L5	AVG	174 378 994	174 866 118	175 103 983	13,1	17,2	36,4
	MAX	430 607 000	430 775 000	430 802 000	27,6	30,0	128,9
	MIN	124 225 000	124 509 000	124 575 000	9,4	10,7	12,7

- u dvou MŠ v Liberci maximální minutové hodnoty překročily u frakce PM₁₀ 150 µg/m³, hodnota hodinového limitu u frakce PM₁₀ a PM_{2,5} nebyla v žádné MŠ překročena.

MŠ 2016 Plzeň	3	počet částic/m ³			µg/m ³		
		< 1 µm	< 2,5 µm	< 10 µm	PM _{1,0}	PM _{2,5}	PM ₁₀
Korandova P1	AVG	59 306 265	60 920 267	61 921 578	6,0	21,4	135,3
	MAX	91 285 000	93 369 000	95 236 000	9,8	65,2	638,6
	MIN	34 465 000	34 924 000	35 123 000	3,1	5,0	8,0
Břeclavská P2	AVG	27 560 121	28 153 777	28 584 283	2,9	9,1	65,2
	MAX	38 775 000	40 114 000	41 467 000	4,9	26,0	272,1
	MIN	13 840 000	14 112 000	14 301 000	1,4	2,4	3,9
Dvořákova P3	AVG	82 375 482	82 785 910	83 100 895	6,8	11,1	53,9
	MAX	145 200 000	145 587 000	145 813 000	11,3	19,1	175,0
	MIN	29 785 000	29 882 000	29 925 000	2,7	3,2	6,2
Křížkova P4	AVG	218 979 039	219 363 269	219 602 628	16,2	19,6	57,4
	MAX	287 525 000	287 713 000	287 759 000	19,6	30,9	275,8
	MIN	183 325 000	183 672 000	183 863 000	14,1	15,4	17,1
Republikánská P5	AVG	186 291 166	187 091 831	187 685 164	13,6	22,1	110,2
	MAX	301 373 000	302 090 000	302 808 000	21,0	48,4	580,7
	MIN	106 175 000	106 867 000	107 096 000	8,4	12,4	14,2

- u všech MŠ v Plzni maximální minutové měřené hodnoty frakce PM₁₀ překročily 150 µg/m³, ve dvou případech (P1 - 314 µg/m³ a P5 – 215 µg/m³) byla překročena hodnota hodinového limitu u frakce PM₁₀.

MŠ 2016 Brno	4	počet částic/m ³			µg/m ³		
		< 1 µm	< 2,5 µm	< 10 µm	PM _{1,0}	PM _{2,5}	PM ₁₀
Staňkova B1	AVG	neměřeno			5,9	8,4	21,4
	MAX				10,7	14,7	74,9
	MIN				4,0	5,1	7,3
Viedeňská B2	AVG				5,9	8,5	21,5
	MAX				10,7	14,7	74,9
	MIN				4,0	5,1	7,3
Běloruská B3	AVG				2,2	2,6	3,0
	MAX				8,0	12,9	79,7
	MIN				2,2	2,6	3,0
Rybnická B4	AVG	1,6	2,8	9,4			
	MAX	5,9	7,4	43,1			
	MIN	0,8	1,1	1,6			
Čtvrť B5	AVG	2,5	5,4	18,8			
	MAX	4,3	11,9	65,1			
	MIN	1,4	1,8	2,4			

V Ostravě v Brně byl použit jiný typ přístroje (Grimm1.108), který neumožňuje souběžné měření hmotnostních koncentrací a počtu částic definovaných velikostních frakcí větších než 250 nm; v Ostravě byly počty částic doměřeny jiný den. Hodnota hodinového limitu u frakce PM₁₀ a PM_{2,5} nebyla v žádné MŠ v Brně překročena.

MŠ 2016 Ostrava	5	počet částic/m ³			µg/m ³		
		< 1 µm	< 2,5 µm	< 10 µm	PM _{1,0}	PM _{2,5}	PM ₁₀
Poruba O1	AVG	19 091 257	20 106 441	20 250 364	15,7	18,3	21,4
	MAX	31 815 000	34 802 000	35 279 000	31,6	35,4	36,1
	MIN	9 308 000	9 641 000	9 681 000	5,3	5,9	6,6
Svinov O2	AVG	55 258 252	56 578 201	56 665 478	15,8	18,8	25,4
	MAX	421 274 000	593 007 000	593 151 000	18,7	25,0	68,3
	MIN	36 680 000	37 249 000	37 310 000	12,8	13,9	14,2
Radvanice O3	AVG	27 871 495	30 515 581	30 835 789	9,0	11,8	20,6
	MAX	52 033 000	57 639 000	58 179 000	16,3	17,7	41,8
	MIN	25 083 920	27 167 723	27 426 396	8,8	11,7	19,7
Přívoz O4	AVG	145 624 549	150 024 119	150 413 869	45,5	60,3	75,6
	MAX	231 673 000	237 111 000	237 482 000	111,8	184,5	215,5
	MIN	29 661 000	30 514 000	30 578 000	6,3	8,8	16,2
Mariánské Hory O5	AVG	60 182 972	62 503 394	62 893 294	18,3	23,0	32,9
	MAX	106 151 000	110 492 000	111 351 000	34,8	62,1	120,9
	MIN	58 756 180	60 961 664	61 327 295	17,6	21,5	29,4

- u jedné MŠ v Ostravě (O4) - maximální minutové hodnoty PM₁₀, PM_{2,5} a dokonce i PM_{1,0} překročily 100 µg/m³. U stejné školky byla překročena hodnota hodinového limitu u frakce PM_{2,5} (O4 – 103 µg/m³)

Charakteristiky celého měřeného souboru 25 MŠ:

MŠ 2016		počet částic/m ³			µg/m ³		
		< 1 µm	< 2,5 µm	< 10 µm	PM _{1,0}	PM _{2,5}	PM ₁₀
Celkem	AVG	124 327 942	125 402 267	125 777 363	11,4	16,6	50,1
	MAX	858 628 000	859 276 000	859 347 000	111,8	184,5	638,6
	MIN	9 308 000	9 641 000	9 681 000	0,8	1,1	1,6

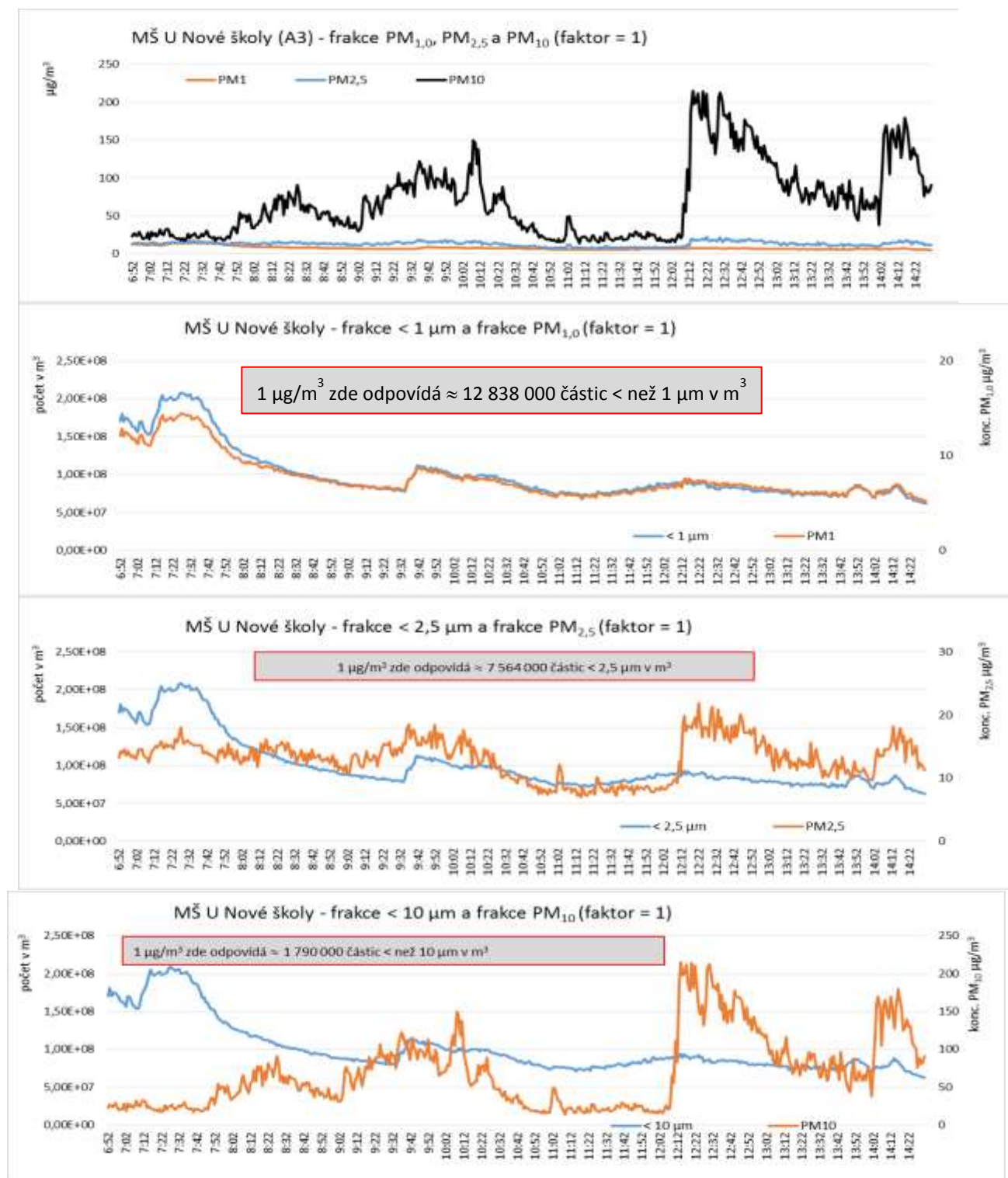
Celkově lze vnitřní prostředí všech 25 měřených mateřských školek hodnotit jako vyhovující, přestože nárazově hodnoty (v 32 %) zvláště „hrubé“ frakce PM₁₀ překračovaly 150 µg/m³. Z pohledu ohrožení zdraví je ale významně nebezpečnější, a to i přesto, že se jedná o krátkodobé maximum, hodnota 185 µg/m³ frakce PM_{2,5} u jedné MŠ v Ostravě (v dané školce byla nalezena navíc i velmi vysoká maximální hodnota frakce PM_{1,0} (112 µg/m³)).

V druhé úrovni byly ve třech městech (Praha, Plzeň a Liberec) zároveň s hmotnostními koncentracemi frakcí PM_{1,0, 2,5, 10} sledovány optickým čítačem částic Grimm 1.109 i distribuce počtu částic větších než 250 nm. Záměrem bylo odhadnout a případně ověřit možnost hodnocení vnitřního prostředí měřením počtu částic.

Měření našlo poměrně úzkou vazbu měřených hodnot mezi frakcí PM_{1,0} a počtem částic menších než 1 µm (1 µg/m³ této frakce odpovídá přibližně 12,5 miliónům částic menších než jeden µm). Tuto skutečnost lze považovat, v relaci k rozšiřujícímu se používání čítačů částic při měření kvality vnitřního prostředí, za poměrně příznivou. „Hrozivě“ vypadající rozpětí od 7,5 x 10⁶ do 15,6 x 10⁶ částic menších než 1 µm na 1 m³, které odpovídá 1 µg/m³, přitom vlastně představuje potenciální „chybu“ 30 až 40 %.

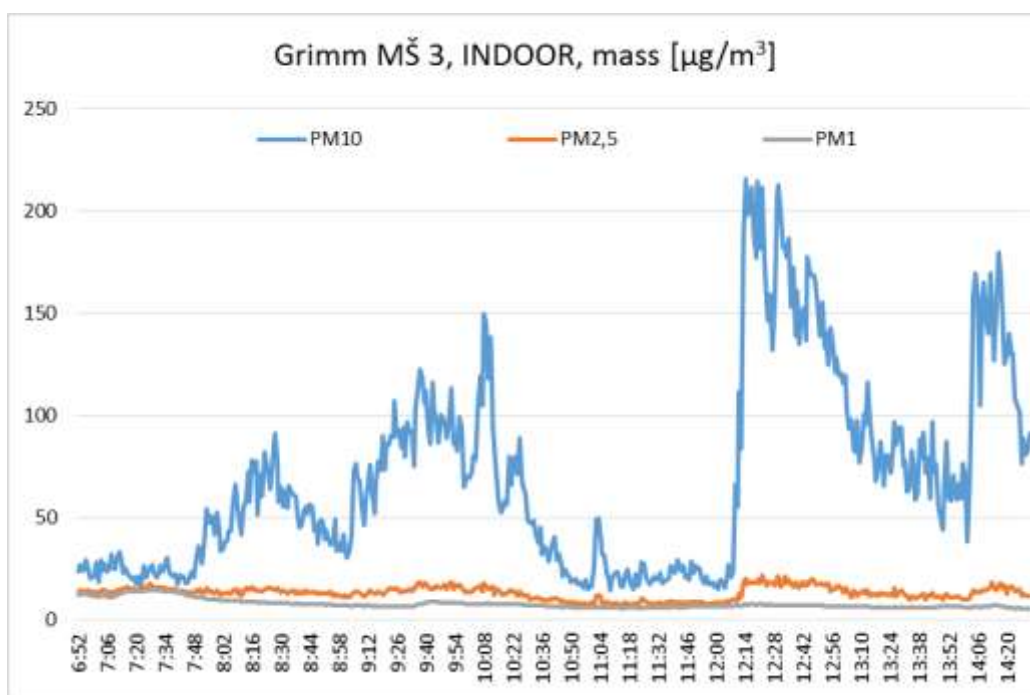
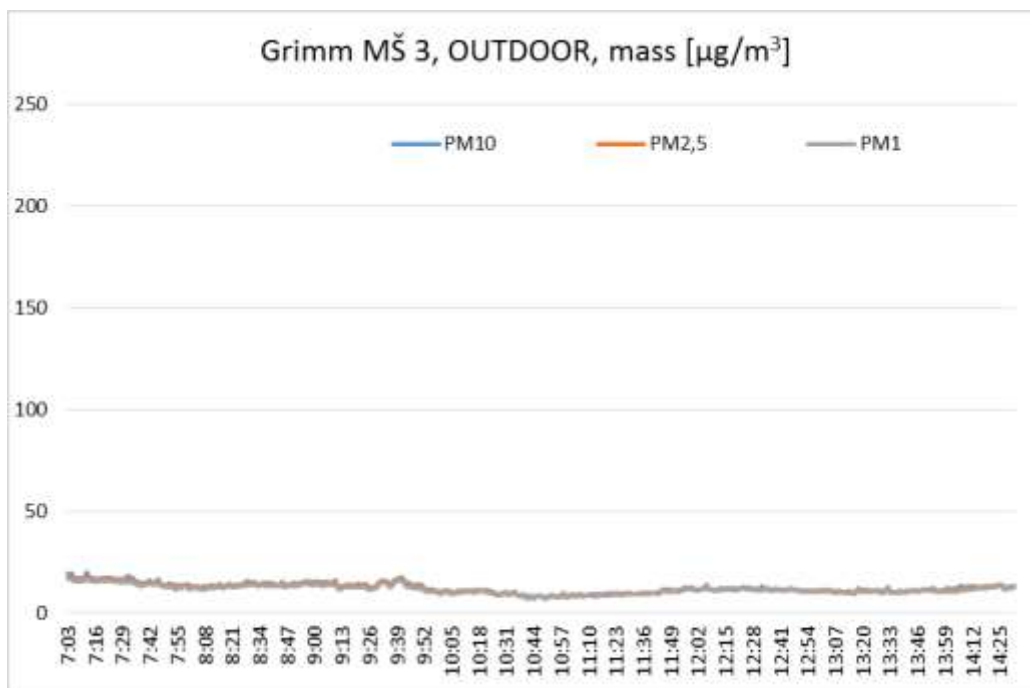
MŠ 2016		1 $\mu\text{g}/\text{m}^3 = \text{počet}/\text{m}^3$		
		PM _{1,0}	PM _{2,5}	PM ₁₀
Celkem	AVG	12 448 684	8 089 261	3 477 306
	MAX	15 601 703	15 275 709	14 586 986
	MIN	7 428 571	1 205 721	127 261

Ilustrativní je v tomto případě srovnání průběhů měřených minutových hodnot frakcí PM_{1,0}, 2,5, 10 a průběhů počtu částic frakcí > 1,0, > 2,5 a > 10 μm v MŠ U Nové školy v Praze.

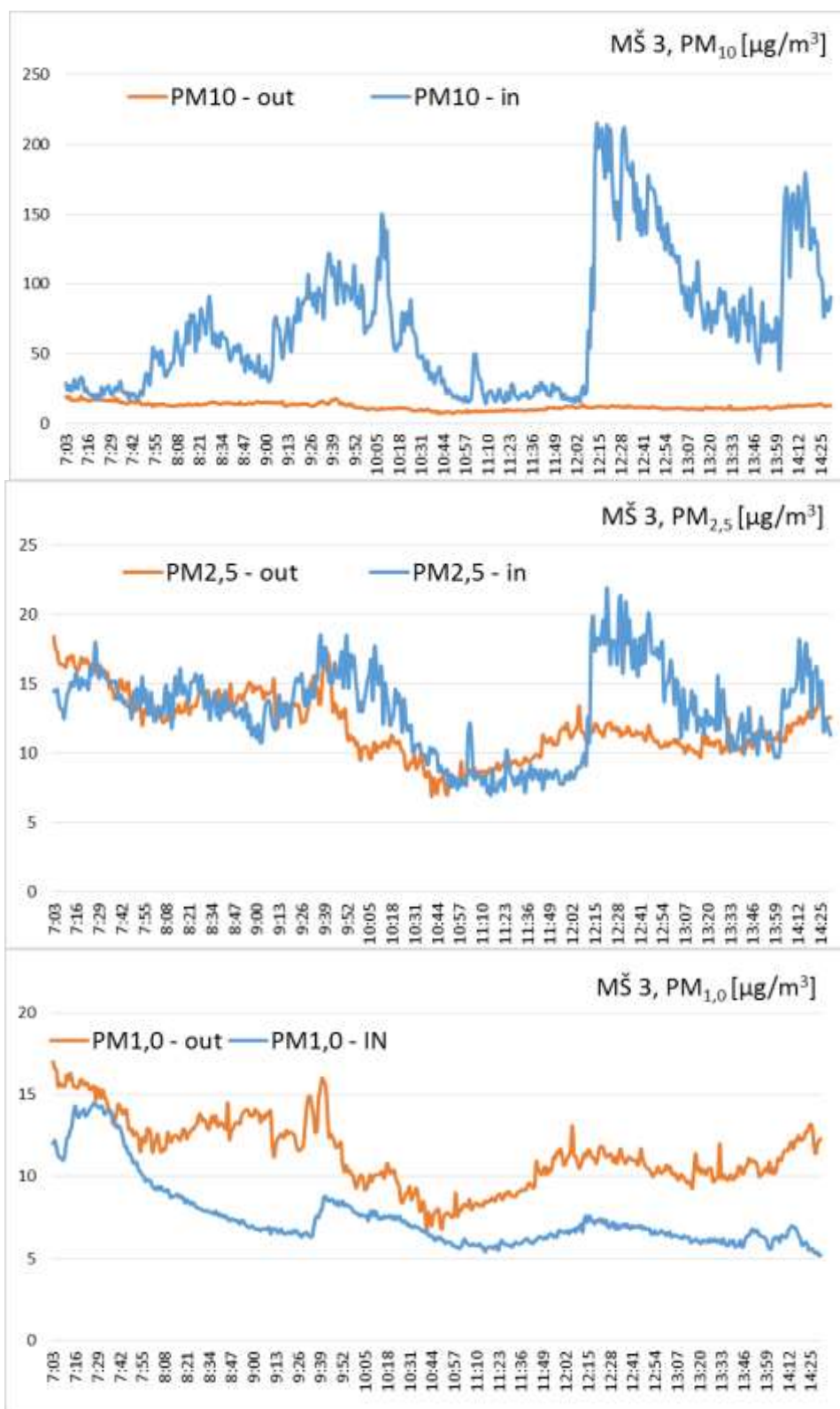


Z výše uvedených grafů vyplývá, že měření prokázalo jednoznačnou závislost měřených hmotnostních koncentrací „hrubé“ frakce PM_{2,5-10} na aktivitách (hry, pohyb, oběd, spánek či nepřítomnost) dětí respektive osob v místnosti. U frakce PM_{2,5} již není tato vazba tak silná i když je stále ještě identifikovatelná a u frakce PM_{1,0} se již na kvalitě ovzduší více podílí další vlivy (majoritně transport z venkovního ovzduší). **Z podstaty věci vyplývá i téměř nemožná regulace dopadu vnitřních zdrojů/aktivit na množství „hrubé“ frakce. Částečného omezení lze pravděpodobně dosáhnout režimovými opatřeními (bezprašné povrchy, mokré stěry).**

Výše uvedené dokládá i srovnání průběhu minutových hodnot měřených ve vnitřním a venkovním ovzduší zpracované opět pro MŠ U Nové školy v Praze,



kteří lze, pro větší názornost prezentovat i pro jednotlivé měřené frakce,



kde je zřetelná vazba hodnot frakce PM_{1,0} na venkovní ovzduší (OUT), v omezených intervalech podobný průběh pro frakci PM_{2,5} a naprostá – až řádová – převaha vlivu zdrojů ve vnitřním prostředí (IN) u frakce PM₁₀.

4. Těkavé organické látky (VOC/TOL) ve venkovním a vnitřním ovzduší

Sledovány byly benzen, toluen, suma xylenů, etylbenzen, styren, tetrachloreten, limonen, α -pinen, aceton, acetaldehyd, formaldehyd a případná další měřitelná zdravotně významná látka (například 2-etyl-1-hexanol). Hodnoty trichloreteny byly pod hranicí meze stanovitelnosti.

4.1. Zdrojová charakteristika měřených organických látek

- **Acetaldehyd** - koncentrace acetaldehydu ve venkovním ovzduší jsou v průměru kolem $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, koncentrace ve vnitřním prostředí budov bývá vyšší. Hlavním zdrojem acetaldehydu pro člověka je metabolismus alkoholu a kouření. V interiéru se acetaldehyd může uvolňovat z nátěrů, lepidel, fenol-formaldehydových pryskyřic a při spalování dřeva v krbech.
- **Aceton** - primárně se používá jako rozpouštědlo a jako meziprodukt v chemické i farmaceutické výrobě.
- **Benzen** - nejvýznamnějšími plošně se vyskytujícími zdroji benzenu jsou emise výfukových plynů z automobilů, manipulace s pohonnými hmotami, cigaretový kouř, emise ze stavebních materiálů a nábytku.
- **Etylbenzen** - má široké použití v organické chemii, například výrobě styrenu nebo syntetické gumy. Ve vnitřním prostředí může být zdrojem tabákový kouř a různé výrobky pro domácnost.
- **Formaldehyd** - používá se pro výrobu močovino-formaldehydových a fenol-formaldehydových pryskyřic, plastických hmot a meziproduktů pro další chemickou výrobu. V interiéru staveb se uvolňuje především z dřevotřískových materiálů používaných při výrobě nábytku a podlah, dále z laků, barev, parketových ochranných nátěrů a lepidel (materiály určené pro interiéry by měly být v současné době před uvedením na trh testovány). Formaldehyd rovněž používají výrobci k povrchové úpravě kobercovin a textilií. Významným zdrojem je také cigaretový kouř.
- **Terpeny (limonen, pinen)** - Limonen je přírodní nebo syntetická bezbarvá kapalina, která se používá jako aditivum v potravinách, čisticích prostředcích, parfémeh, atd. Jedná se o monoterpen, který se v přírodě vyskytuje v silici citrusových plodů. Limonen se běžně vyskytuje ve vnitřním ovzduší, jeho zdrojem v interiéru jsou čisticí prostředky, osvěžovače vzduchu, kosmetika apod. α -Pinen patří rovněž mezi monoterpeny, v přírodě se vyskytuje v silicích borovicovitých dřevin. V interiéru může být jeho zdrojem dřevěný nábytek, čisticí prostředky, osvěžovače vzduchu.
- **Toluen** - se používá jako nosná složka v nátěrových hmotách, v rozpouštědlech a lepidlech, jejich používání spolu s kouřením představují hlavní zdroje toluenu v interiérech.
- **Suma xylenů** - xyleny jsou často používány v chemickém průmyslu jako rozpouštědla. Zdrojem xylenů v interiérech jsou barvy, lepidla, pesticidní prostředky, plasty, kůže, polyesterová vlákna a rovněž parfémy a farmaceutické přípravky.
- **Styren** - výskyt v ovzduší se přičítá hlavně emisím z průmyslových závodů, spalovacích procesů včetně výfukových plynů. Ve vnitřním prostředí mohou být zdrojem styrenu stavební materiály a kouření.
- **Tetrachloreten** - jedná se o látku syntetickou, vyráběnou a užívanou člověkem, proto její přirozené zdroje neexistují. Mezi antropogenní zdroje můžeme zařadit především úniky par v kovoobráběcím průmyslu při odmašťování a při chemickém čištění oděvů. Tetrachloreten může být nalezen ve stopových množstvích také v některém spotřebitelském zboží, jako jsou inkousty do tiskáren, lepidla, nosiče barev a silikonová maziva.
- **2-etyl-1-hexanol** – je používán na výrobu esterů, které mají změkčující účinky. Nejznámější z nich je diethylhexyl ftalát, změkčovadlo, používané v PVC, ze kterého se může uvolňovat do ovzduší, vyznačuje se nepříjemným zápachem a její zvýšený výskyt ve vnitřním prostředí pravděpodobně souvisí s technologickou nekázní při pokládání podlahové krytiny - hlavně PVC.

4.2. Benzen

(limit stanovený Vyhláškou MZ ČR č.6/2003 Sb. je 7 µg/m³/hod.)

Benzen				
kód města	kód školky	název školky	Indoor	Outdoor
			µg/m ³	µg/m ³
A	1	Trhanovské nám. 7, Praha 10	1,8	2,3
A	2	Tusarova 27, Praha 7	1,6	1,9
A	3	U Nové školy 2, Praha 9	1,6	2,6
A	4	Koperníkova 7, Praha 2	0,9	0,9
A	5	Kladská 25, Praha 2	1,1	1,2
O	1	Poruba	0,8	0,9
O	2	Svinov	0,9	0,9
O	3	Radvanice	0,8	0,8
O	4	Přívoz	1,1	1,4
O	5	Mariánské Hory	0,7	0,7
B	1	MŠ Staňkova 14	1,2	1,2
B	2	MŠ Vídeňská 39a	0,8	1,2
B	3	MŠ Běloruská 4/570	1	1,1
B	4	MŠ Rybnická 45	0,7	1
B	5	MŠ Čtvrtě 3	0,6	0,8
L	1	MŠ Markova 1334/10	2	2,1
L	2	MŠ Na Pískovně 761/3	1,6	1,7
L	3	MŠ Jugoslávská 128/1	3,3	3,4
L	4	MŠ Východní 270	2	2,5
L	5	MŠ Truhlářská 340/7	2,8	2,9
P	1	MŠ Korandova 1938/11	1,2	0,9
P	2	MŠ Břeclavská 958/125	0,8	0,9
P	3	MŠ Dvořákova 2458/4	1,7	1,4
P	4	MŠ Křížkova 469/2	0,8	2,3
P	5	MŠ Republikánská 25	1,2	1,9
Minimum			0,6	0,7
Průměr za 25 školek			1,3	1,6
Maximální naměřená hodnota			3,3	3,4

Maximální naměřená průměrná hodnota ve třídě MŠ 3,3 µg/m³ představuje 47 % stanovené limitní hodnoty – nutno dodat, že se v daném případě, stejně jako v ostatních mateřských školách, jednoznačně jedná o **vliv/transport z venkovního ovzduší**.

V deseti MŠ (40 %) bylo naměřeno méně než 1 µg/m³, v dalších jedenácti (44 %) MŠ 1 až 2 µg/m³ a ve čtyřech školách (16 %) více jak 2 µg/m³.

4.3. Toluen

(limit stanovený Vyhláškou MZ ČR č.6/2003 Sb. je 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{hod.}$)

Toluen				
kód města	kód školky	název školky	Indoor	Outdoor
			$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
A	1	Trhanovské nám. 7, Praha 10	3,4	3,9
A	2	Tusarova 27, Praha 7	3,6	3,3
A	3	U Nové školy 2, Praha 9	3,0	3,8
A	4	Koperníková 7, Praha 2	2,0	1,5
A	5	Kladská 25, Praha 2	3,3	3,3
O	1	Poruba	2,7	2,5
O	2	Svinov	15,5	2,1
O	3	Radvanice	10,9	2,5
O	4	Přívoz	18,6	2,6
O	5	Mariánské Hory	4,7	2,1
B	1	MŠ Staňkova 14	20,9	1,6
B	2	MŠ Vídeňská 39a	4,4	1,3
B	3	MŠ Běloruská 4/570	1,5	1,2
B	4	MŠ Rybnická 45	10,8	3,1
B	5	MŠ Čtvrtě 3	2,7	2,2
L	1	MŠ Markova 1334/10	3,2	1,0
L	2	MŠ Na Pískovně 761/3	6,2	2,3
L	3	MŠ Jugoslávská 128/1	6,2	3,6
L	4	MŠ Východní 270	5,7	2,3
L	5	MŠ Truhlářská 340/7	8,8	4,5
P	1	MŠ Korandova 1938/11	7,5	6,0
P	2	MŠ Břeclavská 958/125	3,1	2,5
P	3	MŠ Dvořákova 2458/4	14,8	4,5
P	4	MŠ Křížkova 469/2	3,1	4,5
P	5	MŠ Republikánská 25	4,5	4,0
Minimum			1,5	1,0
Průměr za 25 školek			6,8	2,9
Maximální naměřená hodnota			20,9	6,0

Maximální naměřená průměrná hodnota ve třídě MŠ byla 20,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a představuje 7 % stanovené limitní hodnoty. Hodnoty lze charakterizovat jako zdravotně nevýznamné a měřitelné.

Ve 14 MŠ (56 %) bylo naměřeno méně než 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, v pěti (20 %) mezi 5 a 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, dalších pěti (20 %) MŠ mezi 10 a 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a v jedné školce (4 %) více jak 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Nejvyšší hodnoty ve venkovním ovzduší byly naměřeny v Plzni (3 až 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Je zřejmé, že vnitřní prostředí zahrnuje, v rámci provedené studie, víceméně nevýznamné, ale měřitelné zdroje toluenu.

4.4. Etylbenzen

(limit stanovený Vyhláškou MZ ČR č.6/2003 Sb. je 200 µg/m³/hod.)

Etylbenzen				
kód města	kód školky	název školky	Indoor	Outdoor
			µg/m ³	µg/m ³
A	1	Trhanovské nám. 7, Praha 10	2,6	0,9
A	2	Tusarova 27, Praha 7	0,9	0,8
A	3	U Nové školy 2, Praha 9	1,2	0,9
A	4	Koperníkova 7, Praha 2	0,9	pms
A	5	Kladská 25, Praha 2	1	0,8
O	1	Poruba	1	0,6
O	2	Svinov	2,5	0,6
O	3	Radvanice	2,2	0,7
O	4	Přívoz	1,8	0,7
O	5	Mariánské Hory	2,1	0,5
B	1	MŠ Staňkova 14	2	0,4
B	2	MŠ Vídeňská 39a	2,2	0,3
B	3	MŠ Běloruská 4/570	0,4	0,3
B	4	MŠ Rybnická 45	1,3	0,8
B	5	MŠ Čtvrť 3	0,8	0,7
L	1	MŠ Markova 1334/10	2,9	pms
L	2	MŠ Na Pískovně 761/3	1	pms
L	3	MŠ Jugoslávská 128/1	2,4	1
L	4	MŠ Východní 270	1	pms
L	5	MŠ Truhlářská 340/7	5,2	1
P	1	MŠ Korandova 1938/11	1,5	1,1
P	2	MŠ Břeclavská 958/125	1,0	0,5
P	3	MŠ Dvořákova 2458/4	1,0	1,1
P	4	MŠ Křížkova 469/2	1,0	1,1
P	5	MŠ Republikánská 25	1,5	1,1
Minimum			0,4	0,3
Průměr za 25 školek			1,6	0,8
Maximální naměřená hodnota			5,2	1,1

(PMS – pod mezí stanovitelnosti – 0,2 až 0,3 µg/m³)

Maximální naměřená průměrná hodnota ve třídě MŠ byla 5,2 µg/m³ a představuje 3 % stanovené limitní hodnoty. Hodnoty lze charakterizovat jako zdravotně nevýznamné a měřitelné.

Ve 4 MŠ (16 %) bylo naměřeno méně než 1 µg/m³, v 12 (48 %) mezi 1 a 2 µg/m³, v dalších 8 (32 %) MŠ mezi 2 a 5 µg/m³ a v jedné školce (4 %) více jak 5 µg/m³.

Je zřejmé, že etylbenzen ve měřených třídách pochází primárně z vnitřních zdrojů.

4.5. Suma xylenu

(limit stanovený Vyhláškou MZ ČR č.6/2003 Sb. je 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{hod.}$)

Suma xylenu				
kód města	kód školky	název školky	Indoor	Outdoor
			$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
A	1	Trhanovské nám. 7, Praha 10	2,1	2
A	2	Tusarova 27, Praha 7	1,9	1,9
A	3	U Nové školy 2, Praha 9	1,7	2,2
A	4	Koperníkova 7, Praha 2	2,6	pms
A	5	Kladská 25, Praha 2	2,9	2,7
O	1	Poruba	2,4	1,7
O	2	Svinov	11,1	1,8
O	3	Radvanice	3,9	2,4
O	4	Přívoz	4,5	2,1
O	5	Mariánské Hory	5,6	1,8
B	1	MŠ Staňkova 14	6,5	1,3
B	2	MŠ Vídeňská 39a	6	1
B	3	MŠ Běloruská 4/570	1,1	1
B	4	MŠ Rybnická 45	6,3	3,9
B	5	MŠ Čtvrtě 3	3,1	3,7
L	1	MŠ Markova 1334/10	13	1
L	2	MŠ Na Pískovně 761/3	2,8	1,4
L	3	MŠ Jugoslávská 128/1	5,6	2,4
L	4	MŠ Východní 270	2,3	1,4
L	5	MŠ Truhlářská 340/7	19,4	2,9
P	1	MŠ Korandova 1938/11	3,8	3,1
P	2	MŠ Břeclavská 958/125	2,3	1,6
P	3	MŠ Dvořákova 2458/4	2,8	2,1
P	4	MŠ Křížkova 469/2	2,4	3,2
P	5	MŠ Republikánská 25	3,3	2,1
Minimum			1,1	1,0
Průměr za 25 školek			4,8	2,1
Maximální naměřená hodnota			19,4	3,9

(PMS – pod mezí stanovitelnosti – 0,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Maximální naměřená průměrná hodnota ve třídě MŠ byla 19,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a představuje 10 % stanovené limitní hodnoty. Hodnoty lze charakterizovat jako zdravotně nevýznamné a měřitelné.

V 17 MŠ (68 %) bylo naměřeno méně než 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, v 5 MŠ (20 %) mezi 5 a 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, v dalších 3 (12 %) MŠ více jak 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Xyleny v ovzduší měřených tříd pochází majoritně z vnitřních zdrojů.

4.6. Styren

(limit stanovený Vyhláškou MZ ČR č.6/2003 Sb. je 40 µg/m³/hod.)

Styren				
kód města	kód školky	název školky	Indoor	Outdoor
			µg/m ³	µg/m ³
A	1	Trhanovské nám. 7, Praha 10	pms	pms
A	2	Tusarova 27, Praha 7	pms	pms
A	3	U Nové školy 2, Praha 9	pms	pms
A	4	Koperníkova 7, Praha 2	pms	pms
A	5	Kladská 25, Praha 2	pms	pms
O	1	Poruba	pms	pms
O	2	Svinov	0,4	pms
O	3	Radvanice	pms	pms
O	4	Přívoz	pms	pms
O	5	Mariánské Hory	pms	pms
B	1	MŠ Staňkova 14	pms	pms
B	2	MŠ Vídeňská 39a	pms	pms
B	3	MŠ Běloruská 4/570	pms	pms
B	4	MŠ Rybnická 45	pms	pms
B	5	MŠ Čtvrtě 3	pms	pms
L	1	MŠ Markova 1334/10	pms	pms
L	2	MŠ Na Pískovně 761/3	pms	pms
L	3	MŠ Jugoslávská 128/1	1	pms
L	4	MŠ Východní 270	pms	pms
L	5	MŠ Truhlářská 340/7	pms	pms
P	1	MŠ Korandova 1938/11	0,5	pms
P	2	MŠ Břeclavská 958/125	pms	pms
P	3	MŠ Dvořákova 2458/4	pms	pms
P	4	MŠ Křížkova 469/2	pms	pms
P	5	MŠ Republikánská 25	pms	pms
Minimum			0,4	-
Průměr za 25 školek			0,6	-
Maximální naměřená hodnota			1,0	-

(PMS – pod mezí stanovitelnosti – 0,2 až 0,3 µg/m³)

Maximální naměřená průměrná hodnota ve třídě MŠ byla 1 µg/m³ a představuje 4 % stanovené limitní hodnoty. Hodnoty lze charakterizovat jako zdravotně nevýznamné a většinou pod mezí stanovitelnosti.

Měřitelné hodnoty byly nalezeny pouze ve třech MŠ.

4.7. Tetrachloreten

(limit stanovený Vyhláškou MZ ČR č.6/2003 Sb. je 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{hod.}$)

Tetrachloreten				
kód města	kód školky	název školky	Indoor	Outdoor
			$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
A	1	Trhanovské nám. 7, Praha 10	12	pms
A	2	Tusarova 27, Praha 7	pms	pms
A	3	U Nové školy 2, Praha 9	pms	pms
A	4	Koperníkova 7, Praha 2	pms	pms
A	5	Kladská 25, Praha 2	pms	pms
O	1	Poruba	pms	pms
O	2	Svinov	pms	pms
O	3	Radvanice	pms	pms
O	4	Přívoz	pms	pms
O	5	Mariánské Hory	pms	pms
B	1	MŠ Staňkova 14	1,7	0,9
B	2	MŠ Vídeňská 39a	3,5	0,8
B	3	MŠ Běloruská 4/570	0,9	0,7
B	4	MŠ Rybnická 45	pms	pms
B	5	MŠ Čtvrtě 3	0,3	pms
L	1	MŠ Markova 1334/10	pms	pms
L	2	MŠ Na Pískovně 761/3	pms	pms
L	3	MŠ Jugoslávská 128/1	pms	pms
L	4	MŠ Východní 270	pms	pms
L	5	MŠ Truhlářská 340/7	pms	pms
P	1	MŠ Korandova 1938/11	1,11	pms
P	2	MŠ Břeclavská 958/125	pms	pms
P	3	MŠ Dvořákova 2458/4	pms	pms
P	4	MŠ Křížkova 469/2	pms	pms
P	5	MŠ Republikánská 25	0,6	pms
Minimum			0,3	0,7
Průměr za 25 školek			2,9	0,8
Maximální naměřená hodnota			12,0	0,9

(PMS – pod mezí stanovitelnosti – 0,2 až 0,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Maximální naměřená průměrná hodnota ve třídě MŠ byla 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a představuje 8 % stanovené limitní hodnoty. Hodnoty lze charakterizovat jako zdravotně nevýznamné a většinou pod mezí stanovitelnosti.

Rozdíly mezi hodnotami ve vnitřním a vnějším ovzduší naznačují omezený výskyt zdrojů ve vnitřním prostředí.

4.8. α -pinen

(Vyhláškou MZ ČR č.6/2003 Sb. není limit stanoven, v materiálu Evropské komise „The INDEX project“ z roku 2004 je uveden dlouhodobý expoziční limit pro α -pinen 450 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

α-pinen				
kód města	kód školky	název školky	Indoor	Outdoor
			$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
A	1	Trhanovské nám. 7, Praha 10	5,4	pms
A	2	Tusarova 27, Praha 7	11,1	pms
A	3	U Nové školy 2, Praha 9	17,1	pms
A	4	Koperníková 7, Praha 2	pms	pms
A	5	Kladská 25, Praha 2	17,9	pms
O	1	Poruba	6,3	pms
O	2	Svinov	12,9	0,6
O	3	Radvanice	7,1	pms
O	4	Přívoz	6,9	pms
O	5	Mariánské Hory	44,7	pms
B	1	MŠ Staňkova 14	1,1	pms
B	2	MŠ Vídeňská 39a	2,4	pms
B	3	MŠ Běloruská 4/570	2,5	pms
B	4	MŠ Rybnická 45	3,5	pms
B	5	MŠ Čtvrť 3	18,3	pms
L	1	MŠ Markova 1334/10	19,1	pms
L	2	MŠ Na Pískovně 761/3	2,5	pms
L	3	MŠ Jugoslávská 128/1	1,9	pms
L	4	MŠ Východní 270	6,7	pms
L	5	MŠ Truhlářská 340/7	4,3	pms
P	1	MŠ Korandova 1938/11	3,1	pms
P	2	MŠ Břeclavská 958/125	1,9	pms
P	3	MŠ Dvořákova 2458/4	2,5	0,7
P	4	MŠ Křížkova 469/2	1,9	0,7
P	5	MŠ Republikánská 25	3,1	0,7
Minimum			1,1	0,6
Průměr za 25 školek			8,5	0,7
Maximální naměřená hodnota			44,7	0,7

(PMS – pod mezí stanovitelnosti – 0,2 až 0,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Maximální naměřená průměrná hodnota ve třídě MŠ byla 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, což představuje přibližně 10 % hodnoty doporučené materiálem Evropské komise „The INDEX project“. Hodnoty lze, až na jednu mírně zvýšenou, charakterizovat jako zdravotně nevýznamné a na úrovni běžně měřených hodnot. Ve venkovním ovzduší byla většina hodnot pod mezí stanovitelnosti.

Měření potvrdilo dominanci vlivu zdrojů ve vnitřním prostředí.

4.9. Limonen

(Vyhláškou MZ ČR č.6/2003 Sb. není limit stanoven, v materiálu Evropské komise „The INDEX project“ z roku 2004 je uveden dlouhodobý expoziční limit pro limonen 450 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Limonen				
kód města	kód školky	název školky	Indoor	Outdoor
			$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
A	1	Trhanovské nám. 7, Praha 10	26,8	pms
A	2	Tusarova 27, Praha 7	9,3	pms
A	3	U Nové školy 2, Praha 9	22,3	pms
A	4	Koperníková 7, Praha 2	15,9	pms
A	5	Kladská 25, Praha 2	9,2	pms
O	1	Poruba	20,7	1,8
O	2	Svinov	18,8	2
O	3	Radvanice	33,2	2,1
O	4	Přívoz	21,8	2,1
O	5	Mariánské Hory	22,1	1,8
B	1	MŠ Staňkova 14	11,6	pms
B	2	MŠ Vídeňská 39a	22,4	pms
B	3	MŠ Běloruská 4/570	6,5	pms
B	4	MŠ Rybnická 45	3,7	pms
B	5	MŠ Čtvrtě 3	11,6	pms
L	1	MŠ Markova 1334/10	45,5	pms
L	2	MŠ Na Pískovně 761/3	108,9	pms
L	3	MŠ Jugoslávská 128/1	28,9	pms
L	4	MŠ Východní 270	23,3	pms
L	5	MŠ Truhlářská 340/7	285,5	pms
P	1	MŠ Korandova 1938/11	39,7	3,4
P	2	MŠ Břeclavská 958/125	24,4	3,4
P	3	MŠ Dvořákova 2458/4	23,9	3,5
P	4	MŠ Křížkova 469/2	24,5	3,4
P	5	MŠ Republikánská 25	13,8	4,3
Minimum			3,7	1,8
Průměr za 25 školek			35,0	2,8
Maximální naměřená hodnota			285,5	4,3

(PMS – pod mezí stanovitelnosti – 0,2 až 0,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Maximální naměřená průměrná hodnota ve třídě byla 286 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (přibližně 64 % hodnoty doporučené materiálem Evropské komise „The INDEX project“). Měřené hodnoty, až na dvě třídy, kde hodnota limonenu překročila 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, lze charakterizovat na úrovni běžně měřených hodnot. Ve venkovním ovzduší byly koncentrace na úrovni meze stanovitelnosti. Pouze ve čtyřech třídách (16 %) byla průměrná hodnota menší než 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, v 5 (20 %) mezi 10 a 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ve 14 (56 %) mezi 20 až 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Měření potvrdilo, dominanci vlivu vnitřních zdrojů (až 10 krát vyšší hodnoty než ve venkovním ovzduší) na kvalitu vnitřního prostředí.

4.10. Formaldehyd

(limit stanovený Vyhláškou MZ ČR č.6/2003 Sb. je 60 µg/m³/hod.)

Formaldehyd				
kód města	kód školky	název školky	Indoor	Outdoor
			µg/m ³	µg/m ³
A	1	Trhanovské nám. 7, Praha 10	21,2	2,9
A	2	Tusarova 27, Praha 7	24,1	2,9
A	3	U Nové školy 2, Praha 9	19,7	2,8
A	4	Koperníkova 7, Praha 2	21,2	0,8
A	5	Kladská 25, Praha 2	15,4	1,5
O	1	Poruba	44,2	7,8
O	2	Svinov	71,7	6,1
O	3	Radvanice	46,9	7,2
O	4	Přívoz	59,3	6,9
O	5	Mariánské Hory	32,9	5,2
B	1	MŠ Staňkova 14	19,2	6,7
B	2	MŠ Vídeňská 39a	40,4	6,3
B	3	MŠ Běloruská 4/570	28,9	3,7
B	4	MŠ Rybnická 45	30,3	3,6
B	5	MŠ Čtvrtě 3	35,4	3,3
L	1	MŠ Markova 1334/10	23,7	2,4
L	2	MŠ Na Pískovně 761/3	19,5	2
L	3	MŠ Jugoslávská 128/1	15,7	2,9
L	4	MŠ Východní 270	17,1	2,4
L	5	MŠ Truhlářská 340/7	26,8	2,7
P	1	MŠ Korandova 1938/11	16,3	3,4
P	2	MŠ Břeclavská 958/125	23,9	1,5
P	3	MŠ Dvořákova 2458/4	13,7	2,1
P	4	MŠ Křížkova 469/2	8,5	2,6
P	5	MŠ Republikánská 25	23,4	2,2
Minimum			8,5	0,8
Průměr za 25 školek			28,0	3,7
Maximální naměřená hodnota			71,7	7,8

Maximální naměřená průměrná hodnota ve třídě MŠ byla 72 µg/m³ (překročení limitní hodnoty stanovené Vyhláškou 6/2003 Sb.) a i druhá nejvyšší naměřená hodnota - 59,3 µg/m³ je v relaci k hodnotě limitu hraniční. V jedné MŠ bylo naměřeno méně než 10 µg/m³, ale zde se jedná pravděpodobně o vyšší režim provětrávání, v 8 třídách (32 %) byla koncentrace mezi 10 a 20 µg/m³, v 11 třídách (44 %) mezi 20 a 40 µg/m³ (úroveň běžně měřená ve vnitřním prostředí) a ve třech třídách (12 %) byly mírně zvýšené hodnoty v rozmezí 40 až 60 µg/m³. Nejvyšší hodnoty byly měřeny v Ostravě (pravděpodobně efekt omezeného větrání).

Měření potvrdilo dominanci vlivu zdrojů (až 10 x vyšší hodnoty) ve vnitřním prostředí.

4.11. Acetaldehyd

(Vyhláškou MZ ČR č.6/2003 Sb. není limit stanoven, v materiálu Evropské komise „The INDEX project“ z roku 2004 je uveden dlouhodobý expoziční limit pro acetaldehyd 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Acetaldehyd				
kód města	kód školky	název školky	Indoor	Outdoor
			$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
A	1	Trhanovské nám. 7, Praha 10	4,6	pms
A	2	Tusarova 27, Praha 7	3,7	pms
A	3	U Nové školy 2, Praha 9	2,6	pms
A	4	Koperníková 7, Praha 2	3,1	pms
A	5	Kladská 25, Praha 2	2,1	pms
O	1	Poruba	23,7	pms
O	2	Svinov	19,1	pms
O	3	Radvanice	29,3	pms
O	4	Přívoz	26,8	pms
O	5	Mariánské Hory	25,1	pms
B	1	MŠ Staňkova 14	11,4	pms
B	2	MŠ Vídeňská 39a	12	pms
B	3	MŠ Běloruská 4/570	6,8	pms
B	4	MŠ Rybnická 45	8,8	pms
B	5	MŠ Čtvrtě 3	11,9	pms
L	1	MŠ Markova 1334/10	12,2	pms
L	2	MŠ Na Pískovně 761/3	5,6	pms
L	3	MŠ Jugoslávská 128/1	7,5	1,2
L	4	MŠ Východní 270	9,3	1
L	5	MŠ Truhlářská 340/7	13,8	1,1
P	1	MŠ Korandova 1938/11	4,3	1,2
P	2	MŠ Břeclavská 958/125	7,4	1,0
P	3	MŠ Dvořákova 2458/4	8,1	1,4
P	4	MŠ Křížkova 469/2	6,1	1,8
P	5	MŠ Republikánská 25	10,8	1,4
Minimum			2,1	1,0
Průměr za 25 školek			11,0	1,2
Maximální naměřená hodnota			29,3	1,8

(PMS – pod mezí stanovitelnosti – 0,2 až 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Maximální průměrná hodnota ve třídě byla 29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (15 % hodnoty doporučené materiálem Evropské komise „The INDEX project“). Měřené hodnoty, až na Ostravu, kde se pravděpodobně projevil efekt omezeného větrání, byly na úrovni běžně měřených hodnot ve vnitřním ovzduší. Ve venkovním ovzduší byly na úrovni meze stanovitelnosti. V 6 třídách (24 %) byla průměrná hodnota menší než 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, v 8 (32 %) mezi 5 a 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, v 5 (20 %) mezi 10 až 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a v 6 MŠ bylo naměřeno více než 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Měření potvrdilo, že dominantní zdroj/zdroje (až 10 krát vyšší hodnoty než ve venkovním ovzduší) jsou ve vnitřním prostředí.

4.12. Aceton

(Vyhláškou MZ ČR č.6/2003 Sb. není limit stanoven, referenční koncentrace stanovená SZÚ jako roční střední hodnota pro hodnocení venkovního ovzduší je 370 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.)

Aceton				
kód města	kód školky	název školky	Indoor	Outdoor
			$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
A	1	Trhanovské nám. 7, Praha 10	13,4	pms
A	2	Tusarova 27, Praha 7	8,1	pms
A	3	U Nové školy 2, Praha 9	11,7	pms
A	4	Koperníkova 7, Praha 2	6,4	pms
A	5	Kladská 25, Praha 2	7,4	pms
O	1	Poruba	28,6	pms
O	2	Svinov	40,9	pms
O	3	Radvanice	66,1	pms
O	4	Přívoz	33,5	pms
O	5	Mariánské Hory	26,7	pms
B	1	MŠ Staňkova 14	12	pms
B	2	MŠ Vídeňská 39a	18,7	0,3
B	3	MŠ Běloruská 4/570	11,4	0,3
B	4	MŠ Rybnická 45	11,1	pms
B	5	MŠ Čtvrtě 3	10,8	pms
L	1	MŠ Markova 1334/10	22	1,7
L	2	MŠ Na Pískovně 761/3	11,6	pms
L	3	MŠ Jugoslávská 128/1	12,1	1,5
L	4	MŠ Východní 270	16,2	pms
L	5	MŠ Truhlářská 340/7	20,9	1,7
P	1	MŠ Korandova 1938/11	7,7	0,8
P	2	MŠ Břeclavská 958/125	17,1	pms
P	3	MŠ Dvořákova 2458/4	15,6	3,6
P	4	MŠ Křížkova 469/2	10,5	2,9
P	5	MŠ Republikánská 25	24,3	2,4
Minimum			6,4	0,3
Průměr za 25 školek			18,6	1,7
Maximální naměřená hodnota			66,1	3,6

(PMS – pod mezí stanovitelnosti – 0,2 až 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Maximální naměřená průměrná hodnota ve třídě byla 66 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (přibližně 18 % hodnoty referenční koncentrace stanovené SZÚ). Měřené hodnoty, až na oblast Ostravy byly na úrovni běžně měřených hodnot. Ve venkovním ovzduší byly na úrovni meze stanovitelnosti. Ve 4 třídách (16 %) byla průměrná hodnota pod 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ve 13 (52 %) mezi 10 a 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, v 6 MŠ (24 %) mezi 20 až 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a ve dvou třídách (8 %) překročily 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Měření potvrdilo, že dominantní zdroj/zdroje jsou ve vnitřním prostředí.

4.13. 2-etyl-1-hexanol

(Vyhláškou MZ ČR č.6/2003 Sb. není limit stanoven, SZÚ/NRL pro tuto látku zpracoval návrh referenční koncentrace ve výši 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

2-ethylhexanol				
kód města	kód školky	název školky	Indoor	Outdoor
			$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
A	1	Trhanovské nám. 7, Praha 10	pms	pms
A	2	Tusarova 27, Praha 7	pms	pms
A	3	U Nové školy 2, Praha 9	*	pms
A	4	Koperníkova 7, Praha 2	pms	pms
A	5	Kladská 25, Praha 2	pms	pms
O	1	Poruba	28,1	pms
O	2	Svinov	pms	pms
O	3	Radvanice	19,9	pms
O	4	Přívoz	pms	pms
O	5	Mariánské Hory	pms	pms
B	1	MŠ Staňkova 14	10,3	pms
B	2	MŠ Vídeňská 39a	6,8	pms
B	3	MŠ Běloruská 4/570	28,7	pms
B	4	MŠ Rybnická 45	pms	pms
B	5	MŠ Čtvrtě 3	pms	pms
L	1	MŠ Markova 1334/10	6,53	pms
L	2	MŠ Na Pískovně 761/3	2,62	pms
L	3	MŠ Jugoslávská 128/1	3,93	pms
L	4	MŠ Východní 270	3,88	pms
L	5	MŠ Truhlářská 340/7	3,88	pms
P	1	MŠ Korandova 1938/11	6,6	1,5
P	2	MŠ Břeclavská 958/125	10,5	1,5
P	3	MŠ Dvořákova 2458/4	6,6	1,5
P	4	MŠ Křížkova 469/2	6,6	1,5
P	5	MŠ Republikánská 25	5,3	1,5
Minimum			2,6	1,5
Průměr za 25 školek			10,0	1,5
Maximální naměřená hodnota			28,7	1,5

(PMS – pod mezí stanovitelnosti – 0,2 až 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), * - nalezeny vyšší alkoholy 37,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Maximální průměrná hodnota ve třídě byla 29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (přibližně 41 % hodnoty referenční koncentrace stanovené SZÚ). Měřené hodnoty byly, až na výjimky, na úrovni běžně měřených hodnot. Ve venkovním ovzduší byly, až na Plzeň (kde se jedná pravděpodobně o systémovou chybu/kontaminaci) pod úrovní meze stanovitelnosti. V 9 třídách (36 %) byly hodnoty pod mezí stanovitelnosti, v 9 třídách (36 %) byla průměrná hodnota mezi 5 až 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ve 4 (16 %) mezi 10 a 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a ve 2 MŠ (8 %) nad 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. V jedné třídě byly naměřeny vyšší alifatické alkoholy. Měření potvrdilo, že zdroj/zdroje jsou výhradně ve vnitřním prostředí.

5. Mikrobiologické znečištění (bakterie, plísně a kvasinky)

Měření byla prováděna aeroskopy typu MAS 100, MAS 100 - ECO a BIOMER - Air Ideal. Byla prováděna v pěti opakováních. Naměřené hodnoty jsou uvedeny v následujících tabulkách. Limitní hodnoty jsou stanoveny pro mateřské školky Vyhláškou MZ ČR č. 6/2003 Sb., pro venkovní ovzduší nejsou limity stanoveny.

Požadavky na kvalitu vnitřního prostředí staveb s výjimkou prostorů vyžadujících zvýšené nároky na jeho čistotu se pokládají za splněné, nepřekročí-li koncentrace bakterií (CPM) 500 kolonie tvořících jednotek na 1 m³ (dále jen „KTJ/m³ vzduchu“) a koncentrace plísní (CP) 500 KTJ/m³ při stanovení koncentrace mikroorganismů aktivním nasáváním vzduchu aeroskopem. Postup měření uvedený ve Vyhlášce MZ ČR č. 6/2003 Sb., kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb v příloze 3 stanovuje v postupu práce provádět dvě opakování (záchyt na 2 miský) s intervalem 10 minut. V této studii bylo prováděno 5 opakování, s cílem ověřit správnost postupu založeného na dvou opakováních. Zjištěné hodnoty byly statisticky zpracovány, byly vyhodnoceny směrodatné odchylky a jako míra relativního rozptýlení dat byly vyhodnoceny variační koeficienty pro 5 opakování. Oproti postupu uvedenému v příloze 3, Vyhlášky č. 6/2003 Sb., byla upravena výška místa nasávání vzduchu, která byla přizpůsobena výšce dětí ve školkách tj. na 110 – 120 cm. Stanovení koncentrace bakterií a plísní v ovzduší vnitřního prostředí dle výše uvedené vyhlášky se provádí tak, že se místnost 20 minut důkladně vyvětrá, uzavrou se okna a po další jedné hodině od uzavření oken se provede měření (měření B). Ve všech školkách se nepodařilo provést měření B bez přítomnosti dětí, proto nejsou hodnoty koncentrací pro jednotlivé školky mezi sebou porovnatelné. Pro monitoring vnitřního v mateřské školce byla provedena další měření, a to měření A, které se provádělo hned po otevření školky před příchodem dětí a personálu. Měření C bylo prováděno po 1-2 hodinách přítomnosti a aktivní činnosti dětí. Hodnota V náleží koncentraci plísní a bakterií ve venkovním ovzduší.

V dalším textu je používáno označení školek A1 až A5 pro Prahu, O1 až O5 pro Ostravu, B1 až B5 pro Brno, P1 až P5 pro Plzeň a L1 až L5 pro Liberec.

5.1. Koncentrace bakterií (CPM)

- Koncentrace mikroorganismů v ovzduší v pobytových místnostech školek pro hodnoty A, B, a C vykazovaly až na výjimky stejné průběhy v tom, že během aktivity dětí a personálu se koncentrace mikroorganismů zvýšily téměř 10x.
- Průměrné koncentrace CPM během měření před příchodem personálu a dětí (hodnoty A) se pohybovaly v rozmezí 18 až $4,5 \times 10^2$ KTJ/m³. Pouze u čtyř školek byla limitní hodnota, kterou pro sledované typy mikroorganismů povoluje Vyhláška č. 6/2003 Sb. překročena (školky A4, B3, P2 a P3), přičemž u jedné školky (P2) byl limit překročen trojnásobně ($1,7 \times 10^3$ KTJ/m³).
- Po vyvětrání (hodnota B) byly překročeny limitní hodnoty ve 3 školkách v Praze, kde se již ale pohybovaly děti a personál (školka A1, A2 a A3) a měření B se nepodařilo uskutečnit tak, jak předepisuje Vyhláška, což koresponduje s vyššími hodnotami koncentrací CPM. Ke stejnému problému patrně došlo i u školky O3, kde ale limitní hodnota překročena nebyla.
- U školek, kde byl překročen limit pro CPM při měření A, došlo po vyvětrání k poklesu hodnot koncentrací CPM ve vnitřním ovzduší školky (vzduch byl naředěn relativně málo kontaminovaným venkovním ovzduším).

kód města	kód školky	název školky	CPM															
			A	B	C	V	A	B	C	V	A	B	C	V				
			Průměrná hodnota pro všech 5 opakování [KJ/m ³]					Prům. h. pro 2 opakování (první a poslední) [KJ/m ³]										
A	1	Trhanovské nám. 7, Praha 10	454	742	6024	56	397	610	6240	65								
A	2	Tusarova 27, Praha 7	428	3716	2582	34	420	3565	2480	30								
A	3	U Nové školy 2, Praha 9	182	2216	2382	96	175	2440	2190	75								
A	4	Kopemíková 7, Praha 2	542	326	2818	88	385	375	3075	125								
A	5	Kladská 25, Praha 2	380	206	632	186	435	185	610	250								
O	1	Poruba	66	88	1368	278	90	75	1580	350								
O	2	Svinov	194	152	834	478	180	195	655	350								
O	3	Radvanice	68	470	18850	128	80	540	18850	110								
O	4	Přívoz	136	134	16690	230	140	110	18850	225								
O	5	Mariánské Hory	176	116	2426	320	150	110	2542	440								
B	1	MŠ Staňkova 14	274	84	350	108	260	100	370	90								
B	2	MŠ Vídeňská 39a	224	186	1932	72	230	320	2336	100								
B	3	MŠ Běloruská 4/570	722	154	680	208	355	205	550	215								
B	4	MŠ Rybnická 45	322	178	708	76	350	290	1005	75								
B	5	MŠ Čtvrť 3	210	216	1328	454	190	225	1780	320								
L	1	MŠ Markova 1334/10	18	34	684	22	15	25	680	10								
L	2	MŠ Na Pískovně 761/3	58	108	326	48	80	125	340	75								
L	3	MŠ Jugoslávská 128/1	68	12	878	8	90	20	985	10								
L	4	MŠ Východní 270	48	92	480	32	40	120	505	35								
L	5	MŠ Truhlářská 340/7	62	48	246	7	55	40	275	15								
P	1	MŠ Korandova 1938/11	402	432	2856	44	39	515	3240	50								
P	2	MŠ Břeclavská 958/125	1678	308	3016	26	1745	255	2970	25								
P	3	MŠ Dvořákova 2458/4	708	106	2354	48	735	110	2430	35								
P	4	MŠ Křížkova 469/2	58	94	926	26	85	75	861	25								
P	5	MŠ Republikánská 25	358	146	4486	44	410	175	3655	40								

- Pro měřenou hodnotu C (aktivita dětí) byla u všech školek několikanásobně zvýšená koncentrace pro CPM a to až na průměrné hodnoty $1,8 \times 10^4$ KTJ/m³, pouze u čtyř školek (B1, L2, L4 a L5) nedošlo ani při aktivitách dětí k překročení limitní hodnoty uvedené ve Vyhlášce č. 6/2003 Sb. I když ve zbývajících dvou školkách v Liberci (L1 a L3) naměřené hodnoty přesáhly limity, jsou tyto hodnoty 10x nižší než v ostatních monitorovaných městech. Školky B1 a B3 jsou jediná dvě místa ze všech monitorovaných školek, kde se neprojevil pohyb dětí vzrůstem průměrných hodnot.
- Zatížení vnitřního ovzduší nebylo ovlivněno venkovním ovzduším při větrání, protože hodnoty koncentrací CPM byly až na výjimky nižší než koncentrace v pobytové místnosti před příchodem personálu. Výjimkou je venkovní prostředí školek v Ostravě a jedné školky v Brně (B5). Ani u těch ale nedošlo k překročení průměrné hodnoty koncentrací CPM 500 KTJ/m³.
- Při měření v Liberci koncentrace mikroorganismů jak ve vnitřním, tak ve venkovním ovzduší vykazovaly u monitorovaných školek nízké hodnoty. Naměřené hodnoty v Liberci jsou nejnižší ze všech monitorovaných míst. Jedná se o hodnoty, které se v praxi vyskytují velmi málo.

5.2. Koncentrace plísní a kvasinek (CP)

- Koncentrace CP u monitorovaných školek vykazovaly přibližně stejný trend.
- Průměrné hodnoty koncentrací plísní a kvasinek (CP) byly překročeny pouze ve třech školkách (A2, O1 a O2) a to vždy při aktivitě dětí (u školky A2 probíhalo měření B již za přítomnosti dětí). V jedné školce (O2) byla koncentrace CP během pohybu dětí překročena téměř 3x ($1,4 \times 10^2$ KTJ/m³).
- Ve školkách L1 – L5 koncentrace CP pro hodnoty A, B a C vykazovaly téměř negativní nálezy. Koncentrace plísní a kvasinek (CP) byla výrazně nižší i u školky Rybnická (B4), která má nízké zatížení dopravou a průmyslem. Jedná se o velmi nízké hodnoty, které se v praxi málo vyskytují. Koncentrace CP vykazovaly nízké hodnoty jak bez pohybu dětí, tak při měření během aktivity dětí a personálu. Stejně jako u hodnocení CPM, tak i zde lze konstatovat, že pohyb dětí se neprojevil zvýšenou koncentrací CP.
- Koncentrace CP ve venkovním ovzduší byly obecně vyšší než ve vnitřním ovzduší monitorovaných místností, hlavně v oblastech zatížených dopravou a/nebo průmyslem. Žádná z průměrných hodnot naměřených ve venkovním ovzduší ale nepřekročila hodnotu 500 KTJ/m³.
- Koncentrace CP ve venkovním ovzduší při měření v Liberci vykazovaly nejnižší hodnoty (podobně i Brno). Jedná se o průměrné hodnoty koncentrací CP 8 až 32 KTJ/m³. Jedná se o velmi nízké hodnoty, které se v praxi vyskytují velmi málo.

CP												
kód města	kód školky	název školky	Průměrná hodnota pro všech 5 opakování [KTJ/m ³]					Prům. h. pro 2 opakování (první a poslední) [KTJ/m ³]				
			A	B	C	V		A	B	C	V	
A	1	Trhanovské nám. 7, Praha 10	32	78	100	70	55	75	115	60		
A	2	Tusarova 27, Praha 7	34	724	52	38	60	585	35	30		
A	3	U Nové školy 2, Praha 9	206	92	170	12	205	110	165	5		
A	4	Koperníkova 7, Praha 2	64	116	110	282	65	95	110	265		
A	5	Kladská 25, Praha 2	80	114	388	260	90	147	290	255		
O	1	Poruba	34	382	782	98	30	285	760	115		
O	2	Svinov	20	24	1430	478	25	50	1680	350		
O	3	Radvanice	16	132	150	138	15	100	190	90		
O	4	Přívoz	18	54	46	388	25	65	35	405		
O	5	Mariánské Hory	32	70	112	278	45	105	95	325		
B	1	MŠ Staňkova 14	9	12	24	56	<1	20	10	45		
B	2	MŠ Vídeňská 39a	12	19	57	142	10	<1	10	110		
B	3	MŠ Běloruská 4/570	14	12	20	22	20	10	30	25		
B	4	MŠ Rybnická 45	5	5	<1	5	10	10	<1	10		
B	5	MŠ Čtvrť 3	11	<1	24	22	10	<1	30	25		
L	1	MŠ Markova 1334/10	<1	<1	5	8	<1	<1	3	15		
L	2	MŠ Na Pískovně 761/3	3	3	3	32	5	5	5	10		
L	3	MŠ Jugoslávská 128/1	<1	<1	14	5	<1	<1	15	<1		
L	4	MŠ Východní 270	<1	<1	8	22	<1	<1	15	20		
L	5	MŠ Truhlářská 340/7	5	5	10	5	<1	<1	160	10		
P	1	MŠ Korandova 1938/11	176	50	168	80	180	60	170	75		
P	2	MŠ Břeclavská 958/125	32	24	34	120	20	6	30	135		
P	3	MŠ Dvořákova 2458/4	20	28	48	98	15	20	70	105		
P	4	MŠ Křížkova 469/2	26	94	142	424	20	100	150	420		
P	5	MŠ Republikánská 25	4	16	212	242	5	15	100	280		

V. Diskuze

V průběhu řešení projektu bylo identifikováno několik problémů. Patří mezi ně především:

- nemožnost zajistit pro krátký jednotný časový úsek shodné vybavení pro všechny měřicí skupiny (SZÚ, ZÚ Ostrava a ZÚ Ústí n/Labem);
- nejednotný přístup laboratoře ZÚ v Ústí n/l k analýze exponovaných dozimetrů, a to i přes zpracování jednotných SOP. Je zřejmé, že do budoucna jsou v takových případech možné pouze dvě cesty řešení – buď soustředit všechny analýzy v jedné laboratoři, nebo v druhém případě, podobné studii předradit srovnávací měření participujících laboratoří – cross-test, který by případnou systematickou chybu vyloučil;
- Přes veškerou snahu, a to i včetně zaškolení konkrétních pracovníků před měřicími kampaněmi na SZÚ, přetrvával určitý individualistický přístup při výkladu jednotných SOP případně při manipulaci s přístroji.

Při bližším pohledu na získané výsledky je možno se zastavit u:

- obecně **vyšších hodnot některých organických látek**, jejichž zdroje jsou výhradně ve vnitřním prostředí v Ostravě – týká se formaldehydu, acetonu, acetaldehydu a vlastně i toluenu. Lze předpokládat, že se zde v určité míře projevila „obava“ před venkovním (jak je v Ostravě všeobecně známo) silně znečištěným ovzduším. Omezení větrání ve svém důsledku vedlo k postupné kumulaci látek, jejichž zdroje jsou/mohou být ve vnitřním prostředí.
- **dopad používání čisticích prostředků a režimu úklidu** - měřené hodnoty limonenu ve dvou třídách překročily $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$; a maximální naměřená průměrná hodnota ve třídě byla $286 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (přibližně 64 % hodnoty doporučené materiálem Evropské komise „The INDEX project“). Podle podkladů získaných v jednotlivých školách probíhal někde úklid měřené třídy a okolních prostor mimo standardního úklidu odpoledne po odchodu dětí i ráno před jejich příchodem a v průběhu dne. V této souvislosti je důležité i to, že měření probíhalo v topném zimním období, kdy nároky na čistotu samozřejmě vyžadují vyšší četnost úklidu, jestli to platí ale i pro stálé či vyšší používání čisticích prostředků, které mohou prostředí zatížit, je jinou otázkou.
- Naplnění požadavků na teplotu ve třídách bylo primárně hodnoceno ve vztahu k průměru za měřený interval a k maximální naměřené hodnotě. Minimální hodnota nebyla vzhledem k úvodnímu intenzivnímu rannímu větrání tříd hodnocena;
- **význam interpretace definice limitu pro CO₂ stanoveného Vyhláškou č. 20/2012**. Vyhláška MMR č. 20/2012, kterou se mění Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby stanoví v článku II, § 11, odstavec 5 limit pro oxid uhličitý, když „*jeho koncentrace nesmí ve vnitřním vzduchu překročit 1 500 ppm*“. Pokud by pro hodnocení tohoto ukazatele bylo použito hodinové či delší průměrování, pak byl tento limit v rámci realizované studie překročen pouze v jedné školce. Na druhou stranu v deseti školkách hodnota maximální měřené minutové koncentrace také překročila úroveň 1 500 ppm což ale v dikci výše citovaného ustanovení znamená překročení stanoveného limitu. Nejednoznačnost definice tak může vést k rozdílné interpretaci naměřených hodnot a tím k rozdílnému posouzení kvality ovzduší.
- **využitelnosti hodnot získaných měření hmotnostních koncentrací aerosolových částic nefelometrií (čítače částic) a vlastně i rozsahu měřených velikostních frakcí (PM₁₀, PM_{2,5} ... PM_{1,0})**. Měření potvrdilo jednoznačnou závislost měřených hmotnostních koncentrací „hrubé“ frakce PM₁₀ na aktivitách (hry, pohyb, oběd, spánek či nepřítomnost) dětí respektive osob v místnosti. U frakce PM_{2,5} již není tato vazba tak silná i když je stále ještě identifikovatelná a u frakce PM_{1,0} se projevují více další vlivy (transport z venkovního ovzduší). Z podstaty věci vyplývá i téměř nemožná regulace dopadu vnitřních zdrojů/aktivit na množství „hrubé“ frakce a ve svém důsledku i nepoužitelnost limitu stanoveného pro frakci PM₁₀ Vyhláškou č. 6/2003 Sb.

V druhé úrovni byla ověřována **reprezentativnost měření počtu částic submikronové frakce** ($< 1,0 \mu\text{m} = \text{PM}_{1,0}$). Důvodem je rozšiřující se používání nefelometrie (čítače částic) při měření kvality vnitřního prostředí a zvláště pak validita přepočtu hodnot počtu částic (přes gravimetrický faktor, který je ale nutno předem stanovit) na hmotnostní koncentrace. Měření našlo poměrně úzkou vazbu měřených hodnot mezi frakcí $\text{PM}_{1,0}$ a počtem částic menších než $1 \mu\text{m}$ ($1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ této frakce odpovídá přibližně 12 milionům částic menších než jeden μm). Tuto skutečnost lze považovat, v relaci k rozšiřujícímu se používání čítačů částic při měření kvality vnitřního prostředí, za poměrně příznivou. Rozmezí $7,5 \times 10^6$ až $15,6 \times 10^6$ částic menších než $1 \mu\text{m}$ na 1m^3 pak představuje potenciální „chybu“ cca 35 %.

- **rozsahu měřených organických látek** – při měření kvality vnitřního prostředí a zvláště v případě problémové kauzy zřetelně nestačí vyhodnocovat pouze a jenom ty látky, pro které jsou Vyhláškou č. 6/2003 stanoveny limity. Spektrum dalších možných látek pocházejících z například technologických nekázní při rekonstrukcích nebo ze starých zátěží je výrazně širší – je zapotřebí VŽDY interpretovat i hodnoty všech látek dosahujících potenciálně zdravotně významné koncentrace a to včetně případného pachového obtěžování.
- **naměřených hodnot průměrných koncentrací mikroorganismů** - lze všeobecně konstatovat, že limitní hodnoty pro koncentrace mikroorganismů v ovzduší v pobytových místnostech monitorovaných školek, měřené v souladu s Vyhláškou 6/2003 Sb., (hodnoty B získané ze dvou opakování), byly překročeny pouze v jednom případě v Plzni (viz následující tabulka). Následující monitoring ale ukázal, že pokud děti začnou vyvíjet aktivity a začnou se v místnostech pohybovat, koncentrace CPM (hodnota C a v Praze i hodnota B pro školky A1, A2, A3, v Ostravě pro školku O3), výrazně vzroste a limit je překročen téměř ve všech případech – viz následující tabulka.

Město	Překročení limitů stanovených Vyhláškou č. 6/2003 Sb. ($500 \text{ kTJ}/\text{m}^3$) (četnost průměrných koncentrací získaných ze dvou měření)							
	Vzorek A před příchodem dětí		Vzorek B po vyvětrání		Vzorek C 1-2 hod. přítomnosti dětí		Vzorek V venkovní prostředí	
	CPM	CP	CPM	CP	CPM	CP	CPM	CP
Praha	0	0	0	0	5	1	0	0
Plzeň	2	0	1	0	5	0	0	0
Ostrava	0	0	0	0	5	2	0	0
Liberec	0	0	0	0	3	0	0	0
Brno	0	0	0	0	4	0	0	0

Překročené hodnoty při B měření (po vyvětrání), které byly způsobeny aktivitami dětí a personálu a nejsou v tabulce započteny (nezapočítané školky: pro CPM - A1, A2, A3, O3 a pro CP - A2, O1).

Pro koncentraci CP byl limit pro hodnotu C (aktivita dětí) překročen pouze v Praze ve školce Tusarova a v Ostravě (školka O1 Poruba a školka O2 Svinov). V Praze se jedná o školku, která byla vytopena při povodních.

Z výše uvedené tabulky je také patrné, že průměrné hodnoty koncentrací mikroorganismů (CP a CPM) ve venkovním ovzduší v monitorovaných městech (vzorek V) nepřekročily limitní hodnoty a z tabulek naměřených hodnot je zřejmé, že venkovní ovzduší během větrání v žádném případě nemohlo kontaminovat ovzduší pobytových prostor.

- nalezeného **koeficientu variability koncentrací CPM a CP v ovzduší pobytových místností** školek a venkovního ovzduší. V rámci studie byl zjišťován možný rozptyl hodnot (koeficient variability) a možnost hodnocení průměrné koncentrace z 2 opakování podle Vyhlášky č. 6/2003 Sb. a možnost hodnocení průměrných koncentrací z 5 opakování. Byly sledovány variační

koeficienty, které jsou vyšší než 50 %, protože je všeobecně známo, že měření je ovlivněno okolními podmínkami, hlavně prouděním vzduchu. Nejvyšší rozptyl hodnot vykázala měření v Brně a Liberci. Četnost variačních koeficientů nad 50 % v Liberci je snížena tím, že mnoho nálezů bylo negativních, tzn. s nulovým variačním koeficientem. Je na zvážení, zda taková četnost negativních nálezů je objektivní, ale bez další znalosti podmínek měření nelze tento fakt hodnotit.

Město	Školka	Průměrná hodnota	Zjištěné koncentrace	Mikroorganismus
Praha	A4 Koperníkova	5 opakování	542	CPM
		2 opakování	382	
Plzeň	P1 Korandova	5 opakování	432	CPM
		2 opakování	515	
Ostrava	O3 Radvanice	5 opakování	470	CPM
		2 opakování	540	
Liberec	L4 Východní	5 opakování	480	CPM
		2 opakování	505	
Brno	B3 Běloruská	5 opakování	722	CPM
		2 opakování	355	

Průměrné koncentrace získané ze dvou anebo z pěti opakování vykazovaly v mnoha případech rozdílné výsledky; **rozdílný přístup by v 5 případech dokonce ovlivnil hodnocení** – viz následující tabulka. Ve dvou případech byl překročen limit průměrnou hodnotou získanou z 5 opakování, ve třech byl překročen limit hodnotou získanou z 2 opakování.

I v mnoha dalších případech byly rozdíly ve zjištěných hodnotách výrazné. Tato měření poukázala, že **dochází k výrazným rozdílům při získávání průměrných hodnot** a pro konečné rozhodnutí, zda provádět vyhodnocení z 2 nebo více opakování, je potřeba provést studii, která bude založena na měření, kdy budou použity dva aeroskopy, měření bude prováděno s velkou četností jednou měřicí skupinou na více místech a za různých podmínek.

Je třeba zvážit, zda podmínky stanovení a postupu práce dané Vyhláškou odpovídají reálným podmínkám a zda naměřené koncentrace CPM a CP mají dostatečnou vypovídací hodnotu a odpovídají skutečným podmínkám, kterým jsou děti vystaveny.

Není zřejmé, zda měření stačí provádět ve dvou opakováních;

Je třeba zvážit, zda pro vyšší reprezentativnost naměřených hodnot, není potřeba stanovit míru rozptylu hodnot pro koncentrace mikroorganismů získané měřením v pobytových místnostech s vyloučením odlehlých hodnot.

VI. Souhrn

V rámci první etapy projektu, který je součástí Systému monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ČR ve vztahu k životnímu prostředí - Subsystem I. Zdravotní důsledky a rizika znečištění ovzduší, bylo změřeno celkem 25 mateřských škol v pěti městech ČR. V každé školce byla změřena 1 třída a souběžně byla sledována i kvalita venkovního ovzduší v okolí školky. Měření proběhlo v pěti městech (v Brně, Ostravě, Plzni, Liberci a v Praze - města > 100 tisíc obyvatel). Státní zdravotní ústav spolupracoval s odbory HDM místně příslušných Krajských hygienických stanic a v oblasti zajištění měření a laboratorních činností se Zdravotním ústavem se sídlem v Ostravě a Zdravotním ústavem se sídlem v Ústí nad Labem.

Měřené parametry kvality prostředí:

1. Fyzikální faktory

- **teplota** - v jedné třídě nebyl dodržen požadavek na průměrnou teplotu, když zde průměrná teplota v době měření nepřekročila 19 °C. V osmi mateřských školkách (32 %) maximální naměřené krátkodobé hodnoty překračovaly povolené rozpětí. Tento podíl může mít plošný rozsah;
- **relativní vlhkost** - v průběhu studie měly vyšší zastoupení prostory s nižší relativní vlhkostí, když ve třech případech (12 %) byla průměrná hodnota za celou dobu měření nižší než požadovaných 30 %. V 64 % procentech MŠ minimální měřená hodnota nepřekročila 30 %;
- **CO₂** - ve více než třech čtvrtinách měřených tříd (76 %) dosáhly měřené koncentrace hodnot CO₂, které již mohou být pro tuto citlivou skupinu obyvatelstva obtěžující (> 1 200 ppm), z toho v deseti třídách (40 %) hodnoty překročily Vyhláškou MMR stanovený limit;
- **prach** - celkově lze vnitřní prostředí všech 25 měřených mateřských školek hodnotit jako vyhovující, a to i přesto, že nárazově hodnoty (v 32 %) zvláště „hrubé“ frakce PM₁₀ překračovaly 150 µg/m³. Limitní hodnoty stanovené Vyhláškou č. 6/2003 Sb. byly překročeny v pěti případech. Ve čtyřech MŠ byla překročena limitní hodnota pro frakci PM₁₀ (A1, A3, P1 a P5) a v jednom případě limit stanovený pro frakci PM_{2,5} (O4). Z pohledu ohrožení zdraví je ale významně nebezpečnější více, že v dané školce byla nalezena navíc i velmi vysoká průměrná hodnota frakce PM_{1,0} (119 µg/m³).

2. Organické látky (VOC/TOL)

Naměřené hodnoty v 25 mateřských školkách lze rozdělit do čtyř skupin:

- **etylbenzen, styren, tetrachloreten, trichloreten a α-pinen** – nalezené hodnoty se pohybovaly na úrovni meze stanovitelnosti, pokud byly hodnoty měřitelné lze je hodnotit jako zdravotně nevýznamné;
- **benzen, toluen, suma xylenu, limonen, acetaldehyd a aceton** – rozsah měřených koncentrací odpovídal běžně měřeným hodnotám, výjimku tvoří mírně zvýšené hodnoty v ostravských MŠ a hodnoty limonenu nad 100 µg/m³ naměřené ve dvou školkách. Vzhledem k většinovému výskytu jejich zdrojů ve vnitřním prostředí je na místě hledat další postupy pro snížení zátěže;
- **formaldehyd** – ve dvou školkách bylo naměřeno překročení stanoveného limitu, v dalších třech mírně zvýšené hodnoty (40 až 60 µg/m³). Hodnoty nad 20 µg/m³ byly naměřeny celkově v 15 školkách, takže prostor ke snížení zátěže zde určitě je;
- **2-etyl-1hexanol** – vzhledem k majoritnímu zdroji této látky (technologická nekázeň) by měly být její měřitelné hodnoty ve vnitřním prostředí spíše výjimkou, přesto byly ve čtyřech případech naměřeny hodnoty nad 10 µg/m³.

3. Výskyt mikroorganismů

- **limit stanovený Vyhláškou č. 6/2003 Sb., pro výskyt mikroorganismů ve vnitřním ovzduší obytných místností**, pokud by se při vyhodnocení postupovalo přísně v dikci vyhlášky, byl překročen pouze jedenkrát;
- při svých aktivitách se děti mohou pohybovat v prostředí, kdy je limitní hodnota, hlavně pro CPM, všeobecně překračována, někdy až desetinásobně;
- průměrné hodnoty koncentrací mikroorganismů (CP a CPM) v ovzduší v okolí školek nepřekročily 500 KTJ/m³. Nutno konstatovat, že měření byla prováděna za chladného počasí v lednu a v únoru 2016;

Výstupy z realizované studie dávají nejenom poměrně dobrou představu o situaci v určitém segmentu mateřských školek ve velkých městech v ČR, ale zároveň jsou k dispozici jako podklad pro přípravu novely Vyhlášky 6/2003 Sb. kterou se stanoví požadavky na hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí v obytných místnostech některých staveb.

Příloha č. 1 - Kategorizace měřicích míst/zón

(Vychází a částečně modifikuje 97/101/ES: Rozhodnutí Rady ze dne 27. ledna 1997, kterým se zavádí vzájemná výměna informací a údajů ze sítí a jednotlivých stanic měřicích znečištění vnějšího ovzduší v členských státech, Official Journal L 035, 05/02/1997 P. 0014 – 0022)

Základní rozdělení:

Městská - URBAN

- **1. Pozaďová** – URBAN BACKGROUND (území intravilánu sídla bez významných hodnotitelných zdrojů, bez dopravy – např. parky, sportoviště, vodní plochy, plochy půdy ležící ladem apod.)

Obytná – URBAN RESIDENTIAL (sídliště, satelitní městečka, vilové čtvrti nákupní centra, areály nemocnic, městská zástavba, včetně drobných provozoven služeb a výroby)

- **2. Městská obytná zóna pouze s lokálními zdroji REZZO 3** (vilové čtvrti, satelity, zahrádkářské kolonie..., doprava na nízké úrovni do 2 tis. vozidel/24 hodin a/nebo ve vzdálenosti vyšší jak 150 m od významné komunikace či křížení ulic a/nebo na stíněné straně budovy od této komunikace) lokální zdroje pro vytápění REZZO 2 v komerčních, administrativních a obytných objektech – URBAN RESIDENTIAL LOCAL HEATING
- **3. Městská obytná zóna bez lokálních zdrojů emisí** (sídliště vytápěná vzdálenými zdroji CZT, doprava na nízké úrovni do 2 tis. vozidel/24 hodin a/nebo ve vzdálenosti vyšší jak 150 m od významné komunikace či křížení ulic a/nebo na stíněné straně budovy od této komunikace) - veřejná energetika, dálkové vytápění URBAN RESIDENTIAL
- **4. Městská obytná zóna s lokálním i CZT vytápěním a s dopravní zátěží 2 až 5 tis. vozidel/24 hodin** (komunikace městské kategorie) a/nebo ve vzdálenosti vyšší jak 150 m od další významné komunikace vyšší úrovně či významného dopravního křížení ulic a/nebo na stíněné straně budovy od této komunikace – URBAN RESIDENTIAL LOW TRAFFIC
- **5. Městská obytná 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 – URBAN RESIDENTIAL MIDDLE TRAFFIC
- **6. Městská obytná zóna s lokálním i CZT vytápěním a s dopravní zátěží s více než 10 tis. vozidel/24 hodin** - prostorově otevřená komunikace (zástavba ve vzdálenosti minimálně 10 m od okraje vozovky) – URBAN RESIDENTIAL TRAFFIC
- **7. Městská obytná zóna s více jak 10 tis. vozidel/24 hodin** (uzavřené komunikace tvaru kaňonů) a tranzitní komunikace s více jak 25 tis. vozidel/24 hodin – URBAN RESIDENTIAL HEAVY TRAFFIC

Průmyslová – URBAN INDUSTRIAL

- **8. Městská průmyslová zóna s vyšším významem vlivu technologií než dopravy (do 10 tis. vozidel/den)** na kvalitu ovzduší v příslušné zóně
- **9. Městská průmyslová zóna s vyšším významem vlivu dopravní zátěže než vlivu technologií v příslušné zóně.** Do této kategorie se řadí i železniční uzly (nádraží, depa apod.)
- **10. Městská průmyslová zóna s výrazným vlivem dopravní zátěže (nad 25 tis. vozidel/den)** než vlivu technologií v příslušné zóně.

Venkovská (rural)

- **11. pozaďová (background)** - lesy, parky (mimo intravilán), pastviny, neobdělávaná, půda, vodní plochy, louky apod.
- **12. zemědělská (agricultural)** - vliv zemědělského zdroje – obdělávaná zemědělská půda
- **13. průmyslová (industrial)** – převažující vliv průmyslu nad dopravou
- **14. průmyslová s dopravní zátěží** – převažující vliv dopravy nad vlivem průmyslu

- 15. **obytná zóna s nízkou úrovní dopravy** (do 2 tis. vozidel/24 hod.) (residential)
- 16. **obytná zóna se střední úrovní dopravy** (2 až 10 tis. vozidel/24 hod.) (traffic)
- 17. **obytná zóna s vysokou úrovní dopravy** (> 10 tis. vozidel/24 hod.) (heavy traffic)
- 18. **dopravní zátěž** (>10 tis. vozidel/24 hod.) bez zástavby (zónách ad 1 a ad 2)

Poznámky:

1. U průmyslové zóny se **primárně** nehodnotí typ průmyslu, ale z hlediska znečištění ovzduší podstatnější roli než doprava v řadě případů hraje typ průmyslu – metalurgie nebo lehké montážní haly, lakovny nebo pivovar (bez vlastního zdroje tepla), „výšky komínů“ atd. Proto byla struktura dělení průmyslu upravena (viz text výše)
2. U kategorií definovaných účelem využití je kladen důraz vždy na **majoritní** zdroje znečištění ovzduší (tj. vždy jeden ze tří - doprava, průmysl, vytápění).
3. Venkovská zóna je vymezena definicí, že platí pro sídla do **2 tis. obyvatel** a extravilány všech sídel.
4. Při řazení do kategorií se bere v úvahu **dlouhodobá** zátěž lokality