

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích  
Zdravotně sociální fakulta

**Kvalita vnitřního prostředí v MŠ a ZŠ L. Kuby 48, České Budějovice**  
Bakalářská práce

**Vedoucí práce:**  
RNDr. Jana Krejsová

2. 5. 2013

**Autor práce:**  
Jan Turek

## **ABSTRAKT**

### **Kvalita vnitřního prostředí v ZŠ a MŠ L. Kuby 48, České Budějovice**

Bakalářská práce se zabývá kvalitou vnitřního prostředí v Základní a Mateřské škole L. Kuby 48, České Budějovice, které jsou spojeny v jednom areálu. Její podstatou je měření oxidu uhličitého, vlhkosti a teploty v závislosti na čase a jeho vlivu na žáky na základě vlastního pozorování a zjištění. Součástí práce je také dotazníkové šetření, na základě kterého je vyhodnoceno spojení základní a mateřské školy. Vznik základní školy je datován do roku 1927. Mateřská škola byla zřízena v roce 2011 v bývalém areálu školní družiny vybudované v roce 1969.

Kvalita vnitřního i vnějšího prostředí se zhoršuje a je stále diskutovanějším tématem. Vnitřní vzduch, je závislý na mnoha faktorech, kterými je ovlivňován.

Práce je rozdělena na dvě hlavní části. První, teoretická část, se zabývá všeobecnými i konkrétními poznatky o škodlivinách, vyskytujících se ve vnitřním prostředí budov, jejich nárůstu či poklesu a důvodech těchto změn a přehledem hodnot koncentrací uvedených v literatuře a legislativě.

V práci jsou zmíněny jednotlivé složky vnitřního ovzduší, jejich příčiny, zdroje. Z těchto látek se zaměřuje na látka, která nejvíce ovlivňuje kvalitu vnitřního klimatu a to je oxid uhličitý neboli CO<sub>2</sub>. Tato sloučenina je v práci představena, jsou zde uvedeny jeho běžné koncentrace v interiéru i exteriéru, zdroje a zdravotní důsledky, které mohou být způsobeny vysokou koncentrací. Oxid uhličitý má dle platné legislativy doporučenou limitní koncentraci 1000 ppm. V době měření nabýval ve vnitřním prostředí hodnoty od 705 ppm do 3225 ppm. Limitní koncentrace pro tuto práci byla stanovena na 1500 ppm. V této práci je oxid uhličitý posouzen také z legislativního hlediska dle nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci § 41 - Větrání pracovišť, vyhlášky č. 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby § 11 – Denní a umělé osvětlení, větrání, vytápění, vyhlášky č. 410/2005 Sb., o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých příloha č. 3 – Požadavky na větrání a parametry

mikroklimatických podmínek, kde je stanoveno množství přiváděného vzduchu dle typu prostoru, dále dle zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví, ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – část 2: Požadavky.

V práci jsou specifikovány přístroje a jejich principy funkčnosti, která jsou nejčastěji využívány ke zjišťování koncentrací škodlivin v ovzduší, rovněž tak zařízení sloužící ke snižování těchto škodlivin.

V druhé, empirické části byly použity dvě metody zpracování. První metodou byla sekundární analýza dat, získaných od Základní a Mateřské školy L. Kuby 48 a na základě vlastního šetření. Jsou zde představeny výsledky měření a šetření. Uvádím zde naměřené hodnoty, které byly zkoumány. Šetření bylo prováděno celkem v šesti místnostech. U každé šetřené místnosti je popsána aktuální situace v době měření, konkretizovány a graficky znázorněny naměřené hodnoty. Pro měření byl ve většině případů stanoven tzv. krok měření na dvě minuty tzn., že každé dvě minuty byly zapsány aktuální naměřené hodnoty sledovaných veličin, které byly následně zpracovány a vyhodnoceny. Ve všech třídách bylo zjištěno překročení limitní koncentrace oxidu uhličitého. Teplota a vlhkost odpovídaly legislativním předpisům.

Druhou použitou metodou je metoda dotazování za využití kvantitativního výzkumu, technikou anonymního dotazníku, uvedeného v příloze. Při tomto šetření bylo osloveno celkem 140 respondentů. Pro vyhodnocení bylo využito 127 dotazníků. Mezi dotazované osoby patřily děti z druhého stupně základní školy, a rodiče dětí z prvního stupně základní školy a rodiče dětí z mateřské školy. Dotazníky byly statisticky zpracovány a na jejich základě vyhodnoceny hypotézy.

Tímto výzkumem byly obě stanovené hypotézy potvrzeny. V případě první hypotézy, že spojení ZŠ a MŠ v jednom areálu je výhodou pro rodiče i děti, odpovědělo 75,78 % dotázaných ANO. Zbylých 24,22 % odpovědělo NE nebo odpověď neuvedlo.

Při dotazování na druhou hypotézu, zda jsou rodiče spokojeni s provozem ZŠ a MŠ L. Kuby 48, odpovědělo 82,35 % respondentů ANO. Ostatních 17,65 % dotázaných odpovědělo NE nebo opět odpověď neuvedlo. Odpovědi respondentů a vyhodnocení dotazníků je graficky zaneseno v práci. Součástí této bakalářské práce jsou přiložené fotografie, které dokumentují průběh měření.

## **Abstract**

### **The indoor environmental quality at the primary school and kindergarten L. Kuby 48, České Budějovice**

The bachelor thesis deals with the quality of the internal environment at primary school and kindergarten L. Kuby 48, České Budějovice which are connected in one area. Its substance is the measurement of carbon dioxide, humidity and temperature in relation to the time and its impact on pupils based on my own observations and findings. The thesis also includes a survey on the basis of which was evaluated the connection of primary and nursery schools. The establishment of primary school is dated in 1927. The Kindergarten was established in 2011 in the former area school clubs built in 1969.

Quality of internal and external environment is getting worse and is still a hot topic. Indoor air is dependent on many factors which is influenced by.

The thesis is divided into two main parts. The first, the theoretical part deals with general and specific knowledge of pollutants occurring in the internal environment of buildings, their increase or decrease and the reasons for change and the overview of concentrations reported in the literature and legislation.

In my thesis are mentioned the individual components of indoor air, their causes, sources. Of these substances I focus on a substance which most influences the quality of indoor climate and that is the carbon dioxide or CO<sub>2</sub>. This compound is introduced in my thesis. There are presented its usual concentration in the interior and the exterior, sources and health consequences which may be caused by high concentrations. The carbon dioxide has according to applicable legislation limiting concentration of 1000 ppm. During the measurements acquired by values in the indoor environment from 705 ppm to 3225 ppm. The threshold of concentration for this thesis was set at 1500 ppm. In this thesis the carbon dioxide is also considered from the legislative point of view according to the Government 361/2007 Coll., establishing the health conditions at work § 41 - Ventilation of workplaces, by Decree No. 268/2009 Coll., about technical

requirements for constructions § 11 - Daylight and artificial lighting, ventilation, heating, of Decree No. 410/2005 Coll., about the hygiene requirements for premises and operation of plants and establishments for the education of children and adolescents Annex 3 - The ventilation requirements and parameters of microclimate conditions where is determined the quantity of air supplied by the type of space, then according to the Act No. 258/2000 Coll., about the protection of public health, CSN 73 0540-2 Thermal protection of buildings - Part 2: Requirements.

In my thesis are specified devices and their principles of functionality, which are most frequently used to detect the concentration of pollutants in the air, as well as a device used to reduce these pollutants.

In the second, the empirical part, were used two methods of processing. The first method was a secondary analysis of data obtained from primary school and kindergarten L. Kuby 48 and on the basis of my investigation. The results of measurement and investigations are presented in my thesis. I present the measured values which were investigated. The survey was conducted in six rooms. For each surveyed room is described the current situation at the time of measurement, specified and graphically measured values. For the measurements in most cases was set up so called the step of measurements for period of two minutes i.e., every two minutes were recorded actual measured values of studied variables, which were then processed and evaluated. In all classes were found to exceed the limit concentrations of carbon dioxide. The temperature and the humidity were acceptable according to the legislative regulations.

The second method is the method used for querying the use of quantitative research by technique of an anonymous questionnaire stated in the annex. During this investigation was asked a total of 140 respondents. For the assessment has been used 127 questionnaires. Between those interviewed were children of secondary school, also parents of children from primary school and parents of children from kindergarten. Questionnaires were statistically analysed and evaluated on the basis of the hypothesis.

By the following research, were both stated hypotheses confirmed. In the case of the first hypothesis that the combination of primary and nursery schools in one area is

an advantage for parents and children 75.78% of respondents answered YES. The remaining 24.22% answered NO or did not answer.

When querying on the second hypothesis, whether the parents are satisfied with the operation of primary schools and kindergartens L. Kuby 48, 82.35% of respondents answered YES. The remaining 17.65% of the respondents answered NO or did not answer again. The respondents' answers and evaluation of questionnaires is graphically recorded in the thesis. Parts of this thesis are attached photographs which document the progress of measurements.

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Kvalita vnitřního prostředí v MŠ a ZŠ L. Kuby 48 České Budějovice vypracoval samostatně pouze s použitím literárních pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v plném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě – v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zdravotně sociální fakultou - elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích dne 2. 5. 2013

.....

Podpis

## **Poděkování**

Děkuji vedoucí práce RNDr. Janě Krejsové, vedení, zaměstnancům, žákům i rodičům žáků ZŠ a MŠ L. Kuby 48, České Budějovice, za vstřícnost, ochotu, pomoc, připomínky, rady a poskytnutí potřebných informací na jejichž základě jsem mohl vypracovat tuto bakalářskou práci.

## OBSAH

<b>ÚVOD .....</b>	<b>10</b>
<b>1. SOUČASNÝ STAV .....</b>	<b>11</b>
1.1. Kvalita vnitřního prostředí.....	14
1.1.1. Tepelně - vlhkostní mikroklima.....	14
1.1.2. Odérové mikroklima .....	16
1.1.3. Toxické mikroklima.....	17
1.1.4. Aerosolové mikroklima .....	17
1.1.5. Mikrobiální mikroklima.....	17
1.2. OXID UHLIČITÝ.....	19
1.2.1. Běžné koncentrace oxidu uhličitého .....	20
1.2.2. Následky zvýšené koncentrace oxidu uhličitého v interiéru .....	20
1.2.3. Zdroje oxidu uhličitého v interiéru .....	21
1.3. Přístroje k měření oxidu uhličitého.....	21
1.3.1. Principy funkčnosti čidel kvality vzduchu.....	21
1.3.2. Ruční přístroje.....	23
1.3.3. Pevná čidla v objektech .....	23
1.4. POSUZOVÁNÍ OXIDU UHLIČITÉHO V INTERIÉRU .....	24
1.5. Způsoby snižování koncentrace oxidu uhličitého v interiéru .....	27
<b>2. CÍL PRÁCE A HYPOTÉZY .....</b>	<b>30</b>
2.1. Cíle práce .....	30
2.2. Hypotézy .....	30
<b>3. METODIKA .....</b>	<b>31</b>
3.1. Metodika práce .....	31
3.2. Charakteristika souboru .....	32
<b>4. VÝSLEDKY .....</b>	<b>33</b>
4.1. Měření v jednotlivých učebnách.....	33
4.1.1. Učebna č. 1 .....	33
4.1.2. Učebna č. 2 .....	36
4.1.3. Učebna č. 3 .....	38
4.1.4. Učebna č. 4 .....	41
4.1.5. Učebna č. 5 .....	43
4.1.6. Učebna č. 6 .....	48
4.2. Dotazníkové šetření .....	53
4.3. Vyhodnocení hypotéz .....	58
<b>5. DISKUZE .....</b>	<b>60</b>
<b>6. ZÁVĚR .....</b>	<b>62</b>
<b>7. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....</b>	<b>63</b>
<b>8. KLÍČOVÁ SLOVA .....</b>	<b>67</b>
<b>9. PŘÍLOHY .....</b>	<b>68</b>

## ÚVOD

V současné době je problematika kvality vnitřního prostředí stále diskutovanějším tématem. Vzhledem k narůstajícím koncentracím škodlivin ve vnějším prostředí, dochází k vzestupu těchto škodlivin i v interiéru. K tomuto nárůstu dochází zejména v souvislosti s vývojem bydlení, změnou užívání objektů a používáním nových technologií a materiálů k jejich výstavbě. Dochází tak k utěšňování budov a snižuje se intenzita větrání.

V dobách, kdy bylo k vytápění budov využíváno lokálního vytápění, byla intenzita větrání až šestkrát vyšší než je dnes. Nejvýznamnější, zdraví ohrožující škodlivinou ve vnitřním prostředí je oxid uhličitý. Legislativně doporučená limitní koncentrace oxidu uhličitého v ovzduší je 1000 ppm, přesto je tato hodnota často překračována následkem nedostačující výměny vzduchu v budovách. Zvýšené koncentrace oxidu uhličitého způsobují nižší psychický výkon, klesá schopnost soustředění se. Při vysokých koncentracích může dojít až k fyzickým projevům jako je malátnost, bolest hlavy apod. Z těchto důvodů je důležité věnovat se koncentracím oxidu uhličitého v ovzduší zejména v místech, jako například ve školách, kde jsou kladený vyšší nároky na pozornost. Při zvýšené koncentraci oxidu uhličitého v ovzduší prokazatelně dochází k horšímu soustředění se a tím i k pomalejšímu učení. Bezpečná hladina koncentrace oxidu uhličitého v ovzduší pro lidské zdraví je 5000 ppm. Při překročení této hodnoty může dojít až ke kómatu a smrti.

Kvalitu vnitřního prostředí proto vnímám jako jeden z nejzávažnějších problémů dnešní společnosti a proto jsem si toto téma vybral ke zpracování mé bakalářské práce. Tématem bakalářské práce je „Kvalita vnitřního prostředí v ZŠ a MŠ L. Kuby 48, České Budějovice“. Jejím hlavním cílem je na základě vlastního měření a dotazníkového šetření zjistit kvalitu vnitřního prostředí v tomto objektu a jeho vliv na žáky. V následujících kapitolách se věnuji podrobnějším informacím v této problematice.

## **1. SOUČASNÝ STAV**

„Obec Rožnov byla samostatnou obcí. V roce 1912 zde žilo 525 Němců a 262 Čechů. Děti místních občanů navštěvovaly buď místní školu německou, nebo chodily do školy v Českých Budějovicích. V roce 1912 byla otevřena menšinová Česká soukromá škola obecná v Rožnově.

Po vzniku samostatné ČSR rostl počet obyvatel české národnosti a vznikla potřeba nových školních učeben. V roce 1927 byla otevřena veřejná měšťanská škola. V roce 1940 byla školní budova zabrána německou armádou a třídy rozmištěny po soukromých domech. Po osvobození v květnu 1945 bylo opět zahájeno vyučování v budově. Vládním nařízením ze dne 26.7.1948 byl uzákoněn nový školský zákon č. 196/1948 Sb., kdy byl změněn název na "Střední škola". Počet dětí se zvyšoval, budova nestačila a proto byly některé třídy umístěny v soukromých domech v Rožnově na 6 místech.

V roce 1969 byly otevřeny nové pavilony školy - učebnový pavilon 2. stupně, učebnový pavilon se školní jídelnou, dvě tělocvičny, školní hřiště a školní zahrada. V roce 1985 byl svépomocí postaven pavilon školní družiny. Od 1.1. 1995 je ZŠ právním subjektem.“ (30) V základní škole je vzděláváno okolo 550 žáků. První stupeň základní školy disponuje třinácti až čtrnácti kmenovými třídami, druhý stupeň devíti až deseti. Mateřská škola má stanovenou kapacitu 70 dětí ve třech třídách (1. třída 23 dětí ve věku 2,7 – 4,8 let, 2. třída 23 dětí ve věku 2,8 – 5,8 let, 3 třída 24 dětí ve věku 4,5 – 6,7 let).

Zřizovatelem MŠ a ZŠ L. Kuby 48 je statutární město České Budějovice. Mateřská a základní škola se skládá celkem z pěti budov. Základním pilířem byla tzv. stará budova, ke které je přistavěna tzv. nová budova. V těchto prostorách se nachází třídy pro první a druhý stupeň základní školy, šatny, kanceláře vedení školy, školní družina, počítačové učebny a další. Na tyto prostory navazuje chodbou budova tělocvičny a budova dříve školní družiny, od roku 2011 budova mateřské školy. V poslední páté budově jsou umístěny další třídy pro první a druhý stupeň a školní jídelna. Školní jídelna je komplex k přípravě stravy pro základní a mateřskou školu. Všechny tyto budovy vytváří uzavřený komplex propojený chodbami. K základní škole patří také

školní hřiště, na které má přístup základní škola, mateřská škola i školní družina. Pro pobyt na školním hřišti je zpracován organizační řád. Mateřská škola a školní družina mají také oddělená hřiště pouze pro děti navštěvující mateřskou školu, či školní družinu.

Kvalita vnitřního prostředí je v současné době velmi aktuálním tématem. Vnitřní vzduch a jeho kvalita jsou závislé na mnoha faktorech, kterými jsou ovlivňovány. Mezi nejvýznamnější faktory ovlivňující kvalitu vzduchu v interiéru patří: kvalita venkovního ovzduší (venkovní vzduch je přiváděn do budov při větrání), množství vzdušných škodlivin, objem větracího vzduchu a větrací systém. (2)

„Téměř ve všech školách je větrání zajišťováno přirozeně – otevíráním oken. Tento způsob však není optimální, neboť v zimním období sklápěcí okna způsobují teplotní nepohodu žákům sedícím v jejich blízkosti. Ve starých školách jsou také obvykle zrušeny staré odvětrávací šachty; v nových školách tyto šachty vůbec nejsou realizovány. Obecně navíc na mnoha školách platí zákaz otevírání oken o přestávkách z důvodu bezpečnosti. I pokud pomineme energetickou náročnost větrání okny, kdy teplo vypouštíme bez užitku ven, nevhodná je i závislost tohoto způsobu větrání na subjektivních pocitech vyučujícího a žáků. Jde o neefektivní regulaci, neboť při delším pobytu v místnosti se člověk na dané prostředí adaptuje a nevnímá zhoršující se kvalitu vzduchu. Lidé navíc vnímají čistotu vzduchu i kvalitu vnitřního prostředí různě – každý má jiné požadavky a hranice přípustnosti. Z toho vyplývají i nepřípustné koncentrace CO<sub>2</sub> ve třídách, vysoké hladiny odérů (pachů), zvyšující se hladina relativní vlhkosti a vysoká prašnost. Z hlediska zdraví našich dětí, žáků i učitelů jde o nepřijatelný stav.“(29)

„Koncentrace oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>) v exteriéru stoupá. Díky činnosti lidstva a jeho stále se zvyšujícími energetickými nároky. Avšak tento vzestup je zcela zanedbatelný ve srovnání s tím, jak v posledních, řekněme, 20 letech stoupá koncentrace oxidu uhličitého v interiérech. S vývojem bydlení, změnou užívání objektů a používáním nových materiálů a výrobků se totiž neustále snižuje intenzita větrání

místností. V době, kdy se užívalo lokální vytápění pevnými palivy, ať již dřevem či uhlím, byla intenzita větrání podstatně větší, až deseti násobná výměna vzduchu v místnosti za hodinu. Později přechodem na ústřední vytápění případně etážové či akumulační se intenzita větrání snížila na 2 až 4 násobek vzduchu v místnosti za hodinu. Pokud jsou v objektu vyměněná okna za nová, ať již plastová či dřevěná a objekt nemá spáry mezi konstrukcemi, klesá násobnost výměny vzduchu pod hodnoty 0,5 násobek vzduchu v místnosti za hodinu (uvedené násobnosti výměny vzduchu jsou při běžném přetlaku vzduchu, nejedná se o hodnoty při přetlaku 50 Pa). Přitom ani 0,5 násobná výměna vzduchu není obvykle schopná zabezpečit dostatečný přívod čerstvého vzduchu tak, aby byly dodrženy hygienické a stavební předpisy, které stanovují, že koncentrace oxidu uhličitého ( $\text{CO}_2$ ) ve vnitřním prostředí má být nižší než 1 000 ppm.“ (21)

Přitom při zvýšené koncentraci  $\text{CO}_2$  dochází ke snižování psychického výkonu, klesá schopnost soustředění, učení. Při vyšších koncentracích může docházet až k fyzickým projevům, jako je např. malátnost, bolest hlavy apod. Z těchto důvodů je důležité věnovat se koncentraci  $\text{CO}_2$  v ovzduší, zejména tam, kde je nutnost soustředění, jako např. ve školách. Vyšší koncentrací  $\text{CO}_2$  ve vzduchu prokazatelně dochází k horšímu soustředění se a tím i k pomalejšímu učení. (21)

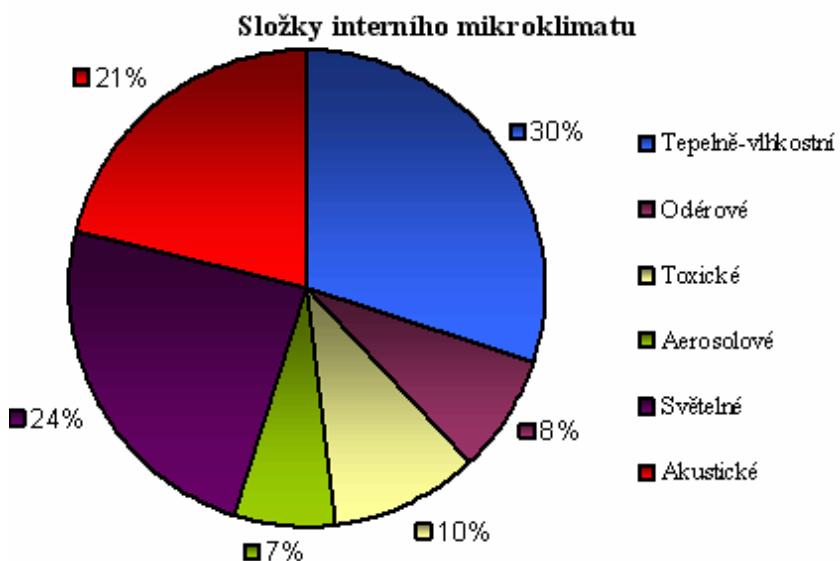
„V době energetické krize (v r. 1973) se začala snižovat propustnost vzduchu obvodovým pláštěm budovy, aby se snížily ztráty větráním. Zvýšení těsnosti obálky budovy vedlo k hromadění škodlivých látek v interiéru a tím ke snižování kvality vnitřního prostředí. Pohoda vnitřního prostředí budov je v současné době jedním z nejdůležitějších faktorů při realizaci objektů. Lidé stráví většinu svého času v uzavřených objektech – městský člověk až 90 % času. Vnitřní prostředí proto ovlivňuje zdraví a pohodu každého z nás. Od kvality vnitřního prostředí se také odvíjí koncentrovanost a výkony lidí.“ (21)

## 1.1. Kvalita vnitřního prostředí

„Subjektivní hodnocení kvality vnitřního prostředí se velmi liší, stejně jako skutečná sensitivita k některým chemickým látkám. I vzhledem k těmto skutečnostem nejsou dosud na světě stanoveny jednotné limity pro hodnocení a stanovení míry rizika nebo podílu vnitřního prostředí na existujících onemocněních. Proto je nutný individuální přístup k hodnocení vnitřního prostředí a objektivizaci zdravotních potíží.“(9)

Kvalita vnitřního vzduchu je tvořena: tepelně-vlhkostním, odérovým, aerosolovým, toxickým a mikrobiálním mikroklimatem.

**Obrázek 1: Složky interního mikroklimatu**



Zdroj: (2)

### 1.1.1. Tepelně - vlhkostní mikroklima

Tepelně - vlhkostní mikroklima je složkou prostředí tvořenou tepelnými a vlhkostními toky, které exponují subjekt. Jsou jednou z nejdůležitějších složek vnitřního

prostředí budov, především z hlediska zdraví a spokojenosti lidí. Ve vztahu k životnosti stavebních materiálů, budov, technologií, vybavovacích předmětů sehrává velmi důležitou roli. Teplota a vlhkost vzduchu se v domech vzájemně ovlivňuje a podmiňuje.

(2) „Teplota je veličina, která charakterizuje, zda látka při tepelném kontaktu s jinou látkou bude či nebude v tepelné rovnováze. Zda bude či nebude přijímat nebo předávat teplo. Používá se při mikroklimatickém hodnocení prostředí. Při měření teploty se používají teplotní stupnice. V běžné praxi se používá Celsiova teplotní stupnice.“ (10)

Obsah vodních par v ovzduší je velmi důležitý faktor. Společně s teplotou vzduchu rozhoduje o fyziologických obranných termoregulačních reakcích a o subjektivním pocitu komfortu zdravého i nemocného člověka.(5)

„Relativní vlhkost vzduchu udává poměr mezi okamžitým množstvím vodních par ve vzduchu a množstvím par, které by měl vzduch o stejném tlaku a teplotě při plném nasycení. Udává se v procentech (%).“ (10) Limit relativní vlhkosti je stanoven v rozmezí 30 – 70 %. (19) „V otopném období je často nízká relativní vlhkost pod 20 %. Je to stav, kdy také u zdravých jedinců dochází k intenzivnějšímu vysoušení sliznice horních cest dýchacích, tím klesá jejich ochranná funkce a stoupá možnost průniku některých škodlivých látek až do dolních cest dýchacích. Škodlivinou se stává vysoká relativní vlhkost (dlouhodobě nad 60 %), protože v běžném životě je většinou doprovázena výskytem plísní. Osoby pohybující se v trvale vlhkých prostorách napadených plísněmi jsou prokazatelně postiženy zhoršením zdravotního stavu (mohou mít dýchací potíže, bolesti v krku, hlavy, zvýšené teploty, rýmy), může se ale objevit i častá nevolnost až zvracení, bolesti zad, kloubů a nervové potíže.“ (12)

„Tepelná pohoda je významným faktorem hodnocení kvality vnitřního prostředí. Tepelnou pohodu lze charakterizovat jako stav, kdy prostředí odnímá člověku jeho tepelnou produkci v rozmezí jeho termoregulace. Optimální tepelně vlhkostní stav vnitřního prostředí je důležitý nejen pro zdraví člověka, ale i pro správné fungování stavby. Vzhledem k individuálním odchylkám fyziologických funkcí lidí nelze zajistit pocit pohody v mírnosti všem lidem (nespokojených lidí je cca 5 %). Tepelně vlhkostní pohoda je závislá na teplotě vzduchu, teplotě okolních ploch, rychlosti proudění

vzduchu v oblasti pobytu lidí, vlhkosti vzduchu, tepelně izolační vlastnosti oděvu a tělesné aktivitě lidí.“(11) V organismu je nutné udržovat teplotu jádra v úzkém tepelném rozmezí - s tím souvisí nepříznivé účinky působení tepla či chladu na organismus. (13)

„Termoregulační ochlazovací mechanismus těla spočívá ve vypařování vody z plic a povrchu těla. Tímto, se lidskému organismu odnímá teplo. Pokud je relativní vlhkost vzduchu příliš malá, upravuje se tepelný režim těla vydatným odpařováním potu, čímž dochází k odvádění tepla a také ke ztrátám tekutin. Vlhkost vzduchu je nejvíce ovlivňována jeho teplotou. Pro danou teplotu je vzduch schopen pojmut pouze určité množství vodní páry. Čím větší je teplo, tím více je vzduch schopen pojmut větší množství páry.“ (20)

### **1.1.2. Odérové mikroklima**

Odérové mikroklima je další významnou složkou vnitřního prostředí. „Odéry jsou plynné složky ovzduší vnímané jako vůně nebo zápachy. Jejich producentem jsou lidé nebo jeho činností, ale také mohou být uvolňované ze stavebních konstrukcí. Do interiéru budov vstupují odéry jak z venku, tak i zevnitř. Mimo běžné odéry (kouření, příprava jídel, praní, úklid), se v interiéru vyskytují i styreny, formaldehydy, odpary z nátěrů. V interiéru vzniká při pobytu lidí CO<sub>2</sub> a tělesné pachy - antropotoxiny, které jsou obecně indikátorem kvality vnitřního vzduchu. Jako kriteriální a exaktně měřitelná hodnota se všeobecně udává koncentrace 0,10 % CO<sub>2</sub> Pettenkoferovo kritérium a pro odstranění pocitu vydýchaného vzduchu z produkce tělesných odérů pak dokonce 0,07 % CO<sub>2</sub>. Na odstraňování běžných tělesných pachů klasický Pettenkoferův normativ tedy požaduje větrání 25 m<sup>3</sup>/h na osobu. Tato hodnota je stále základní veličinou standardů většiny vyspělých států. Zásadním způsobem lze kvalitu odérového mikroklimatu v budovách ovlivnit pouze dostatečným přívodem čerstvého vzduchu.“ (11)

### **1.1.3. Toxické mikroklima**

Toxické mikroklima je složka prostředí, která je tvořená toky plynných toxických látek, které jsou nebezpečné pro živé organismy a člověka. Jedná se například o oxidy síry, oxid dusíku, oxid uhelnatý, ozon, smog, formaldehyd apod. (11)

### **1.1.4. Aerosolové mikroklima**

„Aerosolové mikroklima je složka prostředí tvořená aerosolovými částicemi v ovzduší, které exponují daný subjekt a mohou ohrožovat lidské zdraví. Aerosoly mohou být v pevné nebo kapalné formě. Ve venkovním ovzduší velkých obytných aglomerací se spad prachu pohybuje v hodnotách až  $1100 \text{ t/km}^2$  za rok, při běžné koncentraci 1 až  $3 \text{ mg/m}^3$ . V čistém horském prostředí se vyskytují koncentrace od 0,05 do  $0,5 \text{ mg/m}^3$ . Domovní prach vyskytující se ve frakci menší než  $3,5 \mu\text{m}$ , což je respirabilní frakce prachu, může být příčinou postižení astmatem.“ (11)

### **1.1.5. Mikrobiální mikroklima**

„Mikrobiální mikroklima je tvořeno mikroby neboli mikroorganismy nacházejícími se v ovzduší - pyly, bakterie, viry, plísň a jejich spory, které exponují subjekt a spoluvytvářejí tak jeho celkový stav. Vážným problémem se v poslední době stávají alergické syndromy na spory různých druhů plísň a pylové částice. Kvalita mikrobiálního mikroklimatu se hodnotí podle únosné koncentrace mikrobů. Pro obytná prostředí činí max. 200 až 500 mikrobů/ $\text{m}^3$ , na operačních sálech max. 70 mikrobů/ $\text{m}^3$ . Ve venkovním prostředí měst jsou koncentrace až 1500 mikrobů/ $\text{m}^3$ . Dosud nejúčinnějším způsobem, jak snížit mikrobiální koncentrace v budovách, je kvalitní filtrace přiváděného vzduchu.“ (11)

„Vnitřní prostředí může obsahovat různé znečišťující látky – oxid uhličitý (zdrojem je především člověk), oxid uhelnatý (vzniká při nedokonalém spalování – krby, kamna na pevná paliva atd.), formaldehyd (zdrojem jsou stavební materiály v konstrukci budov a zařízení), VOC (těkavé organické látky – hlavním zdrojem je kouření, čistící prostředky, oleje, nátěry, osvěžovače vzduchu apod.), oxidy dusíku (hlavním zdrojem v interiéru je zemní plyn spalovaný při vaření, vytápění), oxid siřičitý, azbest (používán v tepelných izolacích), radon, prach (minerální a biologický) a mikroorganismy. Přijatelná kvalita vzduchu musí být posouzena „nováčkem“ v místnosti (někým, kdo právě vstoupil do místnosti), protože lidský čich si rychle zvyká na odery v místnosti. Lidé, kteří jsou v místnosti po nějakou dobu, jsou podstatně méně citliví na kontaminaci způsobenou odery, než ti, kdo do místnosti vstoupí poprvé.“ (21)

„Hlavní marker pro posuzování odérového mikroklimatu je koncentrace oxidu uhličitého ve vzduchu. Jedním z největších zdrojů oxidu uhličitého je člověk. Objekty občanské výstavby postavené v současné době se již vybavují čidly na měření kvality vnitřního prostředí. Tato čidla většinou měří vnitřní teplotu, relativní vlhkost vzduchu a již zmiňovanou koncentraci oxidu uhličitého popř. těkavé organické látky (VOC). Dle koncentrace oxidu uhličitého v interiéru pak dochází k výměně vzduchu buď otevřením oken, nebo zapnutím vzduchotechniky. Čidla jsou nastavena na určitou hodnotu koncentrace oxidu uhličitého a při dosažení této hodnoty se na čidle rozsvítí kontrolka nebo se automaticky sepne vzduchotechnika. Toto vybavení však u starších budov není, přitom jsou budovy rekonstruovány dle současných technických požadavků a možností. Pro větrání je zejména rozhodující zateplování (dochází k utěšňování spár v konstrukci, zejména v panelové výstavbě, v dřevostavbách či nástavbách) a výměna oken za nová s vzduchotěsným vyplněním napojovací spáry (spára mezi oknem a stěnou) a s minimální funkční spárou (spára mezi okenním rámem a okenním křídlem).“ (21)

Provoz v pobytových místnostech se zajišťuje tak, aby byly dodrženy přípustné mikroklimatické podmínky, s výjimkou mimořádně chladných nebo mimořádně teplých dnů. Za mimořádně chladný den se považuje den, kdy nejnižší teplota venkovního

vzduchu dosáhla hodnoty nižší než -15 st. C. Za mimořádně teplý den se považuje den, kdy nejvyšší teplota venkovního vzduchu dosáhla hodnoty vyšší než 30 st. C. (24)

## 1.2. OXID UHLIČITÝ

„Oxid uhličitý je bezbarvý plyn bez zápachu. Vzniká dokonalým spalováním uhlíku, při dýchání, kvašení, tlení, hoření. Je konečným produktem spalování každé organické látky. Při nadýchání ve větším množství působí štiplavě na sliznicích a vytváří kyselou chuť. To je způsobeno jeho rozpouštěním na vlhkých sliznicích a ve slinách za vzniku slabého roztoku kyseliny uhličité. Při ochlazení na -78 °C oxid uhličitý přechází do tuhého skupenství a vzniká bílá tuhá látka, tzv. suchý led. Kapalný muže existovat jen za tlaku vyššího než přibližně 500 kPa (~5-ti násobek atmosférického tlaku). Jedná se o látku nepříliš reaktivní a nehořlavou. Je konečným stupněm oxidace uhlíku (organických látek) a výsledkem hoření za dostatečného přístupu kyslíku. Hustotou 1,98 kg·m<sup>-3</sup> je plynný oxid uhličitý zhruba 1,5 x těžší než vzduch.“ (4)

Oxid uhličitý je látka, která je tělu vlastní. V organizmu ho vznikne 200 – 300 ml/minutu. Z těla vydechován plícemi. V nepatrném množství ho člověk vylučuje i kůží. (5) „Jedná se o nejběžnější kontaminant vnitřního prostředí. V interiéru jsou vždy vyšší koncentrace než v exteriéru. Hlavním zdrojem oxidu uhličitého v interiéru je především člověk. Při dýchání dochází k výměně kyslíku a oxidu uhličitého. Produkce oxidu uhličitého je přímo úměrná tělesné aktivitě. Koncentrace oxidu uhličitého je udávána v ppm (parts per milion) nebo v % (někdy se udává i v µg·m<sup>-3</sup>). Jednotkou ppm se rozumí jedna částečka dané substance pro 999 999 dalších částic, tedy jeden díl v milionu. Mezi jednotkou ppm, µg·m<sup>-3</sup> a procentem (%) platí pro oxid uhličitý převodní vztah: 1 000 ppm = 1 800 µg·m<sup>-3</sup> = 0,1 %.“ (21)

### **1.2.1. Běžné koncentrace oxidu uhličitého**

Pro interiér je doporučená limitní hodnota koncentrace oxidu uhličitého 1 000 ppm, zavedená Maxem Josephem von Pettenkoferem. Z této hodnoty bylo odvozeno minimální množství větracího vzduchu 25 m<sup>3</sup>/hod na osobu v interiéru. (17)

„Nejvyšší koncentrace bývají ráno v pokojích určených ke spaní, kdy jsou lidé v uzavřené místnosti a nevětrají. V ostatních objektech jsou koncentrace oxidu uhličitého závislé na obsazenosti lidmi. Čím více lidí se v objektu bude vyskytovat, tím více se bude koncentrace oxidu uhličitého zvyšovat a tím více bude nutné větrat (koncentrace oxidu uhličitého se také přímo úměrně zvyšuje s tělesnou zátěží člověka). Ve venkovním prostředí, kde je špatná kvalita vzduchu, se vyskytuje koncentrace oxidu uhličitého běžně kolem 350 až 400 ppm, v centru měst kolem 450 ppm. V prostředí, kde je dobrá kvalita vzduchu, je koncentrace oxidu uhličitého do 350 ppm. U moře je koncentrace oxidu uhličitého 300 – 340 ppm.“ (21)

### **1.2.2. Následky zvýšené koncentrace oxidu uhličitého v interiéru**

„Přípustná koncentrace oxidu uhličitého, stanovená legislativou, je 1 000 ppm v interiéru, tzn., pokud je koncentrace oxidu uhličitého do 1 000 ppm, je kvalita vnitřního vzduchu vyhovující. Při zvýšené koncentraci oxidu uhličitého v interiéru nad 1 000 ppm dochází obvykle k příznakům únavy či nesoustředěnosti osob se zde vyskytujících. Vzduch s koncentrací oxidu uhličitého nad 1 500 ppm v interiéru je považován za vzduch vydýchaný a tudíž znehodnocený. Bezpečná hranice koncentrace oxidu uhličitého, která nezpůsobuje člověku vážná zdravotní rizika je 5 000 ppm. Z předcházejícího odstavce je jasné, že koncentrace oxidu uhličitého nad 1 000 ppm může způsobovat nesoustředěnost, únavu a s tím spojené nižší výkony lidí. Proto je problematika vnitřního prostředí velmi důležitá, měli bychom se jí více zaobírat a dbát na kvalitu vnitřního prostředí.“ (21)

### **1.2.3. Zdroje oxidu uhličitého v interiéru**

Zdrojů oxidu uhličitého v interiéru může být několik v závislosti na tom, o jaký objekt se jedná a jaký je v něm provoz. Všechny objekty bez rozdílu provozu mají jeden velký zdroj oxidu uhličitého, kterým je člověk. „Dalšími zdroji mohou být jiné živé organizmy, plynové spotřebiče či jiná zařízení, v nichž se děje spalování. Člověk, stejně jako jiné živé organizmy vylučuje oxid uhličitý při dýchání.“ (21)

Člověk dýcháním odebírá z ovzduší kyslík a předává ho do krevního oběhu. Dýchací systém z krve odstraní nepotřebné látky jako je CO<sub>2</sub> a voda a vydechnutím je vrací zpět do ovzduší.(10)

„Dospělý člověk za normálních okolností přijímá cca 250 ml kyslíku a vydává cca 200 ml oxidu uhličitého za 1 minutu (v klidu).“ (21)

## **1.3. Přístroje k měření oxidu uhličitého**

„Přístroje pro měření koncentrace oxidu uhličitého mohou pracovat na různých principech. Nejčastěji čidla pracují na základě absorpce infračerveného záření neboli NDIR (Non-Dispersive InfraRed), dále mohou čidla pracovat na elektroakustickém principu nebo na elektrochemickém principu. Každý z těchto principů má své výhody a nevýhody.“ (21)

### **1.3.1. Principy funkčnosti čidel kvality vzduchu**

#### **Čidla NDIR**

„Tato čidla pracují na principu měření útlumu infračerveného záření (o specifické vlnové délce) ve vzduchu. Čidla sestávají ze zdroje infračerveného záření, světlo-vodné trubice a infračerveného detektoru s příslušným filtrem. Signál z infračerveného

detektoru se dále zesiluje a pak se pomocí další elektroniky vyhodnocuje útlum záření a na tomto základě se vypočítá aktuální koncentrace CO<sub>2</sub> ve vzduchu. Čidla NDIR jsou obecně přesnější, dlouhodoběji stabilnější, měří koncentraci již od nulové hodnoty, mohou měřit i vysoké koncentrace CO<sub>2</sub>. Jejich nevýhodou je o něco vyšší cena.“ (19)

### **Elektrochemická čidla**

„Tato čidla obvykle sestávají z elektrochemického článku s tuhým elektrolytem. Tento článek je přídavným žhavením vyhříván na pracovní teplotu. Na elektrodách článku dochází k chemickým reakcím podobným jako v palivovém článku, kdy se spotřebovává kyslík a na elektrodách článku vzniká elektromotorická síla. Měřením této elektromotorické síly pomocí speciální elektroniky se pak zjišťuje koncentrace CO<sub>2</sub> ve vzduchu. Hlavní předností těchto čidel je vysoká citlivost a vynikající selektivita na oxid uhličitý. Jsou obvykle levnější než čidla NDIR, ovšem s poněkud nižší životností a přesností, ale stále dostatečnou pro použití ve ventilační technice. Čidla pracující na elektrochemickém principu pracují až od cca 400ppm, což vzhledem ke koncentraci ve venkovním vzduchu, která je okolo 360-400ppm, vůbec nevadí. Tato čidla mají obvykle vestavěnou autokalibrační funkci, která zajišťuje automatickou periodickou rekalibraci čidla na čerstvý vzduch. Tím se eliminuje stárnutí čidla a je tak zajištěna dlouhodobá stabilita parametrů.“ (19)

### **Elektroakustická čidla**

„Elektroakustická čidla pracují na principu vyhodnocování změn kmitočtu ultrazvuku v mechanickém rezonátoru. Pomocí elektroniky se vyhodnocuje změna kmitočtu ultrazvukových vln, a na základě závislosti změny kmitočtu na koncentraci CO<sub>2</sub> ve vzduchu se určuje aktuální koncentrace CO<sub>2</sub>. Hlavní předností těchto čidel je dlouhodobá stabilita bez nutnosti rekalibrace.“ (19)

### **1.3.2. Ruční přístroje**

„Ruční čidla slouží ke kontrolnímu měření kvality vzduchu v objektu. Přístroj se skládá z čidla a z těla přístroje, který zaznamenává hodnoty koncentrace oxidu uhličitého. Součástí některých přístrojů může být i pevně nainstalované čidlo, častější je samostatný přístroj a k tomu možnost si přikoupit čidlo dle potřeby. Tyto přístroje mají výhodu v tom, že na ně lze připojit čidla, která měří např. VOC, teplotu, relativní vlhkost, rychlosť vzduchu, tlak apod. Čidla jsou porovnána podle počtu možných připojení čidel, typu senzoru, kterým je snímána koncentrace oxidu uhličitého, podle přesnosti čidla, rozsahu měření koncentrace oxidu uhličitého, podle doby, po které je nutné čidlo rekalibrovat a v neposlední řadě podle ceny. Většina čidel se v současné době vyrábí s měřením koncentrace oxidu uhličitého na principu NDIR. Je to především z důvodu přesnosti a dlouhodobé stability čidla. Asi nejznámější firmou u nás z hlediska prodeje měřících přístrojů a čidel jsou firmy ALMEMO a TESTO.“ (21)

### **1.3.3. Pevná čidla v objektech**

„Pevná čidla jsou instalována v objektu na vhodném místě na stěně v určité výšce (dle instrukcí výrobce a provozu budovy). Většinou jsou v objektu instalovány z důvodu řízeného větrání pomocí vzduchotechniky. Pevná čidla pracují na stejných principech jako čidla přenosná (většinou pracují na principu NDIR). Na rozdíl od přenosných čidel jsou napevno instalovány v interiéru, kde sledují kvalitu vnitřního vzduchu (ve velké většině případů sledují teplotu, relativní vlhkost, koncentraci oxidu uhličitého a těkavých organických látek). Často bývají napojeny na vzduchotechniku, která je jimi řízena. Dochází tak ke zlepšení kvality vnitřního vzduchu a spotřeby energie (regulace dle potřeby a kvality vzduchu). Při zaznamenání vysoké koncentrace oxidu uhličitého čidly se sepne vzduchotechnika, popř. jedná-li se o inteligentní budovu a okna jsou na systém napojena, otevřou se okna. Čidla by se měla umisťovat dle pokynů výrobce, aby nedocházelo ke zkreslení hodnot.“ (21)

Jsou vyráběna i kanálová čidla, která se umisťují do potrubí.

## **1.4. POSUZOVÁNÍ OXIDU UHLIČITÉHO V INTERIÉRU**

„Všechny vnitřní prostory ve kterých se člověk pohybuje musí být větratelné a větrané. Je to dáno stavebním zákonem. Je tedy patrné, že závazné požadavky na větrání jsou našimi předpisy stanoveny především pro pracovní prostředí, školské a stravovací budovy a bazény“. (14)

Nařízení vlády 361/2007 Sb. kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci,  
§41 Větrání pracovišť

„(1) Na pracovišti musí být k ochraně zdraví zaměstnance zajištěna dostatečná výměna vzduchu přirozeným, nuceným nebo kombinovaným větráním. Množství vyměňovaného vzduchu se určuje s ohledem na vykonávanou práci a její fyzickou náročnost tak, aby bylo, pokud je to možné, zajištěno dodržování požadavků upravených v příloze č. 1 k tomuto nařízení, části A, tabulce č. 2 již od počátku směny.

- (2) Minimální množství venkovního vzduchu přiváděného na pracoviště musí být
- a) 25 m<sup>3</sup>/h na jednoho zaměstnance vykonávajícího práci zařazenou do třídy I nebo IIa podle přílohy č. 1 k tomuto nařízení, části A, tabulky č. 1 na pracovišti bez přítomnosti chemických látek, prachů nebo jiných zdrojů znečištění,
  - b) 50 m<sup>3</sup>/h na jednoho zaměstnance vykonávajícího práci zařazenou do třídy I nebo IIa podle přílohy č. 1 k tomuto nařízení, části A, tabulky č. 1 na pracovišti s přítomností chemických látek, prachů nebo jiných zdrojů znečištění,
  - c) 70 m<sup>3</sup>/h na jednoho zaměstnance vykonávajícího práci zařazenou do tříd IIb, IIIa nebo IIIb podle přílohy č. 1 k tomuto nařízení, části A, tabulky č. 1,
  - d) 90 m<sup>3</sup>/h na jednoho zaměstnance vykonávajícího práci zařazenou do tříd IVa, IVb nebo V podle přílohy č. 1, části A, tabulky č. 1.

(3) Minimální množství venkovního vzduchu podle odstavce 2 musí být zvýšeno při další zátěži větraného prostoru pracoviště, například teplem nebo pachy. V takovém případě se zvyšuje množství přiváděného venkovního vzduchu o 10 m<sup>3</sup>/h podle počtu přítomných zaměstnanců.

(4) Pro pracoviště s přístupem veřejnosti se zvyšuje množství přiváděného venkovního vzduchu úměrně předpokládané zátěži 0,2 až 0,3 osoby/m<sup>2</sup> nezastavěné podlahové plochy místnosti. Při venkovních teplotách vyšších než 26 °C a nižších než 0 °C může být množství venkovního vzduchu zmenšeno, nejvýše však na polovinu.

(5) Proudění vzduchu musí zabezpečovat dobré provětrávání pracoviště a nesmí přispívat k šíření škodlivin na jiné pracoviště.“ (27)

Ve vyhlášce 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby, § 11 Denní a umělé osvětlení, větrání, vytápění

V §11 se hovoří o minimální výměně vzduchu v době pobytu lidí, která je uváděna 25 m<sup>3</sup>/hod na osobu nebo výměna vzduchu v místnosti nejméně jedenkrát za dvě hodiny. V této vyhlášce je zmíněná maximální přípustná koncentrace oxidu uhličitého 1 000 ppm, která slouží jako ukazatel intenzity a kvality vzduchu. Koncentrace ve vnitřním vzduchu nesmí překročit hodnotu 1 500 ppm. Všechny uvedené hodnoty, ať již minimálního množství vzduchu nebo maximální koncentrace oxidu uhličitého platí pro všechny druhy staveb. (25)

Vyhláška č. 410/2005 Sb., o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých, příloha č.3 Požadavky na větrání a parametry mikroklimatických podmínek

„V této příloze je stanoveno množství přiváděného čerstvého vzduchu v učebnách, tělocvičnách, šatnách a hygienických zařízeních v zařízeních pro výchovu a vzdělávání a provozovnách pro výchovu a vzdělávání.“ (26)

Tabulka č. 1 Množství přiváděného vzduchu dle typu prostoru

Tabulka množství přiváděného vzduchu		
Typ prostoru	Množství vzduchu (m <sup>3</sup> /h)	
Učebny	20 - 30	na 1 žáka
Tělocvičny	20 - 90	na 1 žáka
Šatny	20	na 1 žáka
Umývárny	30	na 1 umyvadlo
Sprchy	150 - 200	na sprchu
Záchody	50 na 1 kabинu, 25 na pisoár	

Zdroj: Vyhláška č. 410/2005 Sb.

\* s ohledem na konkrétní využití (dle druhu prováděného cvičení) a kapacitu tělocvičny

„V zákonu č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví je uvedeno, že musí být splněny hygienické požadavky na prostorové podmínky, vybavení, provoz, osvětlení, vytápění, mikroklimatické podmínky, zásobování vodou a nakládání s prádlem na základních, středních, předškolních a školských zařízení s výjimkou zařízení pro další vzdělávání pedagogických pracovníků, školských poradenských zařízení a zařízení školního stravování. Dále jsou provozovatelé povinni zajistit vnitřní prostředí pobytových místností v těchto stavbách tak, aby odpovídaly hygienickým limitům chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů, upravených prováděcími právními předpisy.“ (28)

#### ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – část 2: Požadavky

„Tato norma stanovuje tepelně technické požadavky pro navrhování a ověřování budov s požadovaným stavem vnitřního prostředí při jejich užívání, které zajišťují plnění základních požadavků na stavby. Tato norma platí i pro nevytápěné budovy nebo nevytápěné zóny budov, požaduje-li se v nich určitý stav vnitřního prostředí, např. pro skladování, provoz technického zařízení apod.“ (1)

V této normě jsou stanoveny doporučené hodnoty intenzity přiváděnýho vzduchu  $n_{50,N}$  dle typu větraného prostoru takto:

Tabulka č. 2 Množství přiváděnýho vzduchu dle typu prostoru

Větrání v budově	Doporučená hodnota celkové intenzity výměny vzduchu $n_{50,N}$ [h <sup>-1</sup> ]	
	Úroveň I	Úroveň II
Přirozené nebo kombinované	4,5	3
Nucené	1,5	1,2
Nucené se zpětným získáváním tepla	1	0,8
Nucené se zpětným získáváním tepla v budovách se zvláště nízkou potřebou tepla na vytápění (pasivní domy)	0,6	0,4

Zdroj: ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov

Tyto hodnoty jsou doporučovány, aby při zvýšených povětrnostních podmínkách nedocházelo k nadměrnému provětrávání místností v budovách. (21)

## 1.5. Způsoby snižování koncentrace oxidu uhličitého v interiéru

Nejjednodušší způsob snižování koncentrace oxidu uhličitého v ovzduší interiéru je přirozené větrání. Při větrání dochází k odvodu vzduchu s vyšším obsahem CO<sub>2</sub> z interiéru a na místo něj je přiváděn vzduch s nižší koncentrací CO<sub>2</sub>. U starých netěsných oken docházelo k infiltraci vzduchu skrze tyto netěsnosti a vzduch byl neustále ředěn. Pokud dojde k větší koncentraci lidí v místnosti, je dostačující přirozené větrání okny. Toto větrání je neřízené, z čehož plyne nevýhoda, že ho není možné regulovat podle potřeby a okamžité koncentrace škodlivin v místnosti. Tento způsob výměny vzduchu má určitou nevýhodu. V zimních měsících dochází totiž společně se vzduchem i k odvodu tepla, které je nutné doplnit vytápěcím systémem. (21)

„Smyslem větrání je zajistit dostatečnou kvalitu vzduchu uvnitř budovy. Větrání musí zajistit zejména přívod dostatečného množství vzduchu pro dýchání a odvod

vlhkosti a škodlivin uvolňovaných v budově. V případě obytných budov je zásadním problémem odvod škodlivin.“ (16)

„Druhým řešením je nucené větrání pomocí vzduchotechniky. Dochází tak k řízenému větrání. Nejlepší způsob řízení nuceného větrání je pomocí umístěného čidla, které snímá koncentraci oxidu uhličitého. Pomocí tzv. rekuperace (zařízení, které předává tepelnou energii z odváděného vzduchu, vzduchu čerstvému, přiváděnému. V budově s chlazením může tento systém v letních měsících pracovat i opačně, že odváděný vzduch ochlazuje přiváděný). Při použití řízeného větrání za použití čidel koncentrace CO<sub>2</sub> je čerstvý vzduch přiváděn, pouze je-li ho potřeba“.(21)

„V souvislosti se stoupajícími nároky na kvalitu vnitřního prostředí budov rostou i nároky na technické prostředky k jeho tvorbě. Stavební konstrukce poskytuje v zeměpisné poloze ČR jen primární ochranu před vnějšími klimatickými vlivy. Vnitřní prostředí budov v celém rozsahu požadovaných stavů zajistí jen soubor technických zařízení představující vzduchotechniku. Vzduchotechnika tvoří nezbytné funkční zařízení moderních budov, budov s dominantní architekturou a větším podílem zasklených ploch, staveb s umělým osvětlením, staveb pro technologii a zemědělství. Úkolem vzduchotechnických systémů je tvorba interního mikroklimatu místností a budov, s cílem formovat vnitřní prostředí pro optimální pobyt a činnost jejich uživatelů. Dalším úkolem je zajistění prostředí pro průběh technologických procesů s eventuální likvidací doprovodných škodlivin“.(23)

Primárním kritériem vzduchotechniky je její funkce a účel. Kategorizujeme tedy vzduchotechniku dle systému funkce na větrací, pro teplovzdušné vytápění, klimatizační, odsávací a průmyslovou. (23)

K ochlazování vzduchu v obytných místnostech dochází větráním nebo pomocí klimatizace. V nejteplejších letních dnech však větrání oknem nemusí stačit.(3)

Dále pak lze koncentraci oxidu uhličitého snižovat i použitím rostlin, avšak toto řešení je většinou pro běžné budovy nevhodné.

„Řízené větrání může být centrální, tedy jednotné pro celou budovu. Výhodou tohoto řešení je, že se minimalizuje počet rekuperačních jednotek, filtrů apod., nevýhodou pak zpravidla větší množství rozvodů a vyšší nároky na ně. Dále může být větrání lokální pro jednotlivou místnost či skupinu místností. Toto řešení je zpravidla vhodnější pro dodatečně řešené řízené větrání, kdy je nutné minimalizovat stavební zásahy do objektu.“ (21)

„Dostatečně intenzivní větrání je nesmírně důležité a nutné nejen pro schopnost koncentrace, ale i pro celkovou pohodu a zdravé vnitřní prostředí“. (8)

Obrázek č. 2: Rekuperační jednotka



Zdroj: (15)

## **2. CÍL PRÁCE A HYPOTÉZY**

Pro získání informací o tom, jak jsou rodiče a děti spokojeni se spojením mateřské a základní školy v jednom areálu a jejich provozem jsem zvolil metodu dotazování formou anonymního dotazníku. Dále jsem zjišťoval kvalitu vnitřního prostředí a jeho vliv na žáky na základě vlastního pozorování a měření.

### **2.1. Cíle práce**

1. Zjistit kvalitu vnitřního prostředí v ZŠ a MŠ, které jsou v jednom areálu na základě měření oxidu uhličitého, vlhkosti a teploty v závislosti na čase.
2. Jaký má vliv kvalita vnitřního prostředí na žáky na základě pozorování a zjištění.
3. Na základě dotazníkového šetření vyhodnotit spojení MŠ a ZŠ v jednom areálu.

### **2.2. Hypotézy**

1. Spojení ZŠ a MŠ v jednom areálu je výhodou pro rodiče i děti.
2. Rodiče jsou spokojeni s provozem ZŠ a MŠ L. Kuby 48.

### **3. METODIKA**

Pro bakalářskou práci jsem použil sekundární analýzu dat. Tyto data jsem získal od školské organizace ZŠ a MŠ L. Kuby 48 a na základě vlastního šetření a měření.

Druhou použitou metodou byl kvantitativní výzkum. Techniku sběru dat jsem si zvolil mnou vytvořený dotazník (příloha č. 7). Cílovou skupinou byli děti, navštěvující ZŠ a MŠ L. Kuby 48 a jejich rodiče.

#### **3.1. Metodika práce**

K vypracování této práce jsem použil následující metody – studium odborné literatury, práce s internetem, sekundární analýza dat, dotazníkové šetření a jeho vyhodnocení.

Dotazníkovému šetření předcházelo oslovení Základní a Mateřské školy L. Kuby 48 v Českých Budějovicích. Dotazníky byly předány učitelům mateřské a základní školy a následně pak žákům a rodičům, kteří dotazníky následně vyplňovali. Dotazník byl anonymní. Obsahoval pouze identifikační znaky respondenta a to otázku na pohlaví a věk. Dotazník obsahoval 18 otázek a to typu polootevřené a uzavřené. Otázky 1 – 3 obsahovaly identifikační údaje respondentů. Otázky 6 – 10 obsahovaly dotazy na provoz a prostředí ZŠ a MŠ L. Kuby 48. Ostatní otázky se týkali venkovního a vnitřního prostředí. Pro vyhodnocení dotazníků byly použité výsečové grafy, které jsou zpracovány v programu Microsoft Excel. Výsledky těchto grafů jsou udávány v procentech.

K metodě sekundární analýza dat, jsem získal informace od vedení mateřské a základní školy a na základě vlastního šetření a měření. Data byla následně vyhodnocena a zpracována v programu Microsoft Excel, za použití spojnicového grafu. Tyto výsledky jsou udávány v absolutních číslech či procentech.

### **3.2. Charakteristika souboru**

Celkem bylo mezi respondenty rozdáno 140 dotazníků. K vyhodnocení bylo použito 128 dotazníků. Dotazníky vyplňovali žáci 2. stupně základní školy a rodiče dětí z 1. stupně a mateřské školy.

## **4. VÝSLEDKY**

Měření bylo prováděno 2 dny celkem v 6ti třídách a tělocvičně. K měření byl používán přístroj TESTO 435 - 1 a DS 100 (testován pro měření vlhkosti a teploty, který je finančně dostupný a mohl by sloužit k orientačnímu měření ve školách, pro zlepšení kvality ovzduší). Stanovili jsme tzv. krok měření na dvě minuty. Každé dvě minuty byly zapisovány aktuální hodnoty, které byly dále zpracovány a vyhodnoceny dle současné legislativy. Naše měření je zaměřeno na teplotu, koncentraci oxidu uhličitého a vlhkost. Fotografie učeben kde bylo prováděno měření v příloze č. 9.

Přístroj Testo 435 – 1, což je multifunkční měřící přístroj pro klimatizaci, větrání a kvalitu okolního vzduchu. Sonda IAQ pro posouzení kvality vzduchu v místnosti měří obsah CO<sub>2</sub>, teplotu a vlhkost vzduchu. Navíc je možno připojit bezdrátově další teplotní čidla, takže lze na displeji přístroje přehledně zobrazit naměřené hodnoty až 3 teplotních sond. Naměřené hodnoty lze na místě vytisknout pomocí tiskárny protokolů Testo. (22)

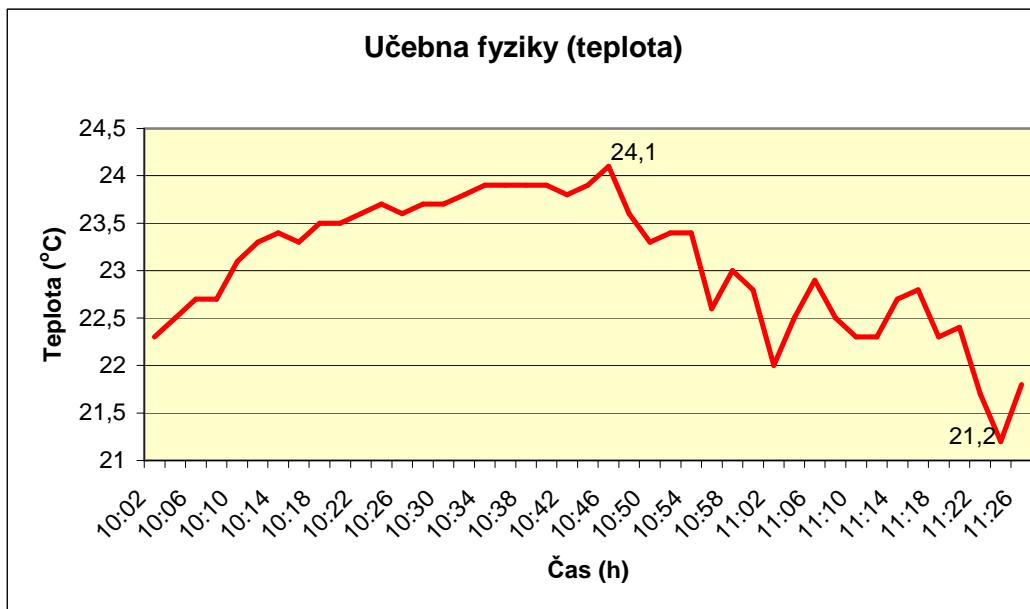
### **4.1. Měření v jednotlivých učebnách**

#### **4.1.1. Učebna č. 1**

Prvním odběrovým místem, byla učebna fyziky, ve druhém nadzemním podlaží. Učebna fyziky je umístěna v tzv. nové budově, která byla postavena v roce 1969. V letech 2009 – 2010 došlo ke stavebním úpravám, jako je výměna oken a zateplení vnějšího pláště budovy. Měření bylo prováděno ve výšce školní lavice (90 cm), kde je dýchací zóna dětí. Ve třídě bylo přítomno 18 dětí osmé třídy ve věku 13 – 14 let, jeden učitel a dvě dospělé osoby provádějící měření. Tato učebna má maximální kapacitu 30ti míst a je orientována na sever. V místnosti jsou čtyři velká okna, která byla při našem příchodu uzavřená, topení bylo vypnuté, tlak 944, 9 kPa. V učebně je dva měsíce

instalován nový, atestovaný školní nábytek. Celková doba měření je 84 minut z toho 38 minut činí větrání.

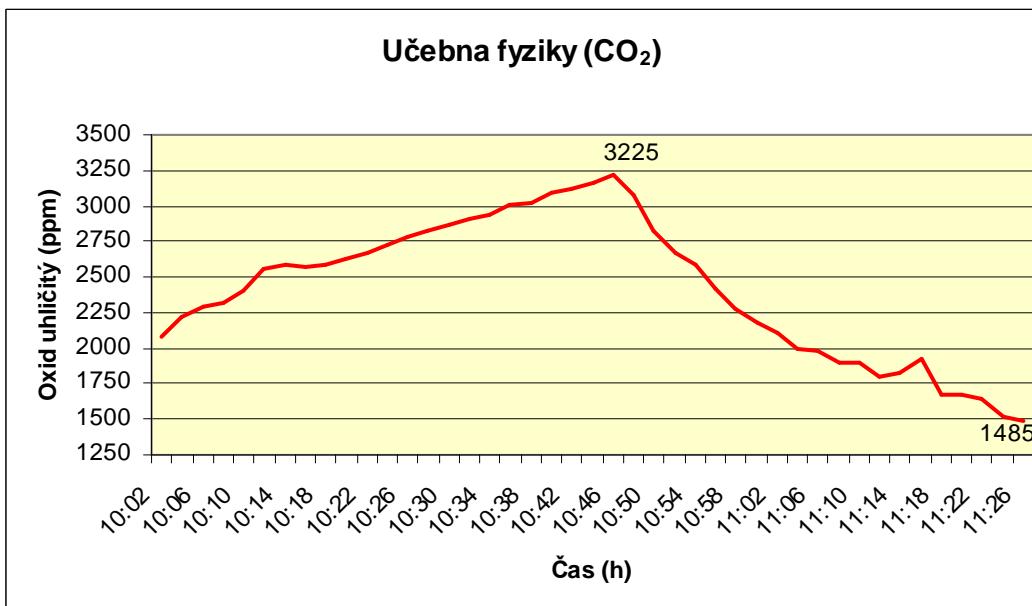
**Graf č. 1**



*Zdroj: Vlastní výzkum*

V grafu číslo 1, jsou znázorněny změny teploty v čase. Dle grafu je v čase 10:46 zřejmý pokles hodnot v místnosti. Pokles teploty při větrání po dobu 38 minut činí 2,9 °C. Podrobné hodnoty v příloze č. 1.

Graf č. 2

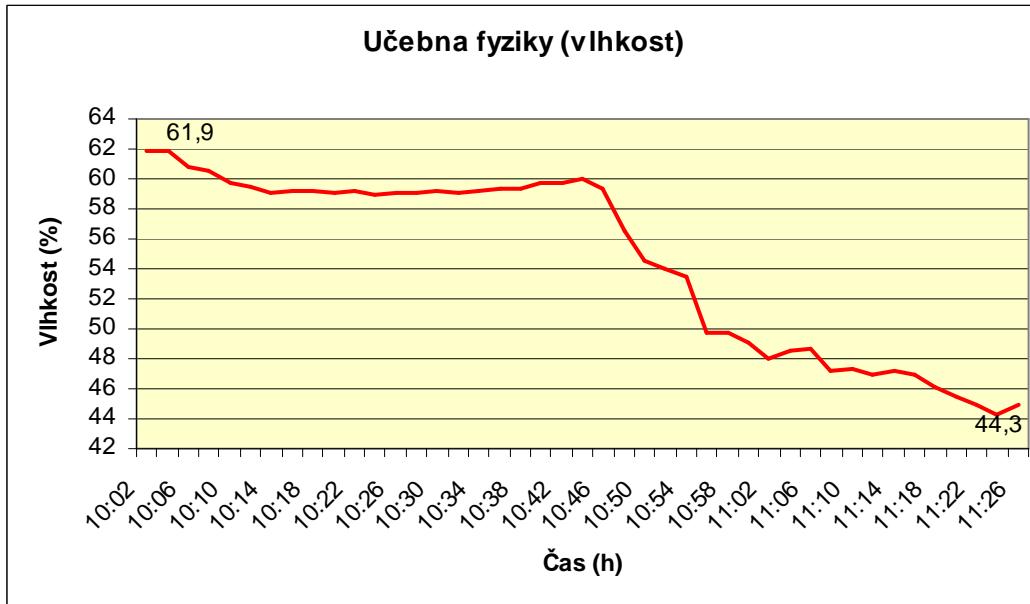


Zdroj: Vlastní výzkum

Graf číslo 2 znázorňuje koncentraci oxidu uhličitého v čase. V grafu je zobrazena také nejvyšší a nejnižší hodnota, v místnosti naměřená. Abychom vyvětrali oxid uhličitý na hodnotu 1500 ppm, větrali jsme za výše uvedených podmínek 38 minut. Podrobné hodnoty v příloze č. 1.

V čase 10:46 odcházejí děti ze třídy a dochází k otevírání všech oken (ventilace) a dveří na chodbu. U všech měrených veličin dochází ke zřejmému poklesu naměřených hodnot. Tato třída disponuje prostorem 294 m<sup>3</sup>. V době měření, bylo v místnosti přítomno 21 osob, tudíž na jednu osobu připadá objem 14 m<sup>3</sup> vzduchu.

**Graf č. 3**



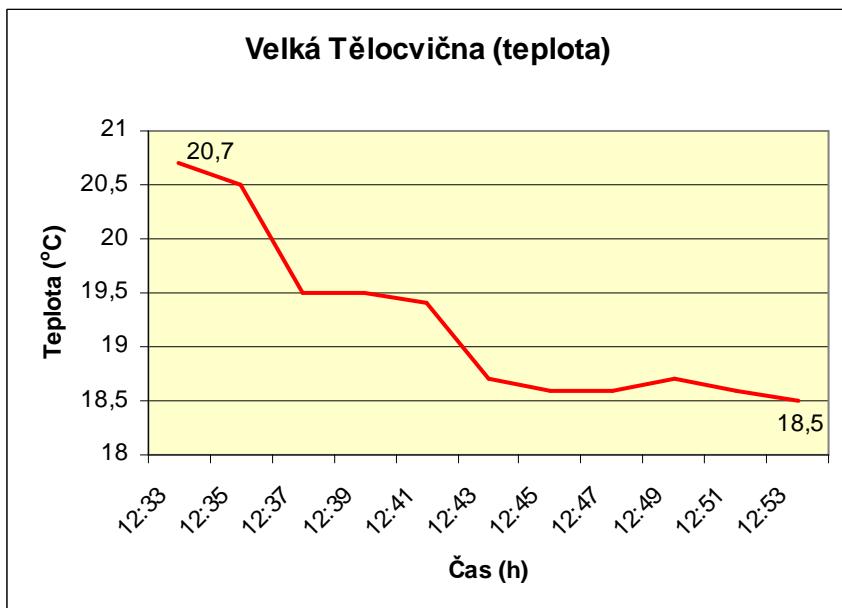
Zdroj: Vlastní výzkum

Graf číslo 3 znázorňuje vlhkost, kterou jsme naměřili v této učebně. V grafu je zobrazena také nejvyšší a nejnižší hodnota, v místnosti naměřená. Podrobné hodnoty v příloze č. 1.

#### 4.1.2. Učebna č. 2

Další odběrové místo, kde bylo prováděno měření je tělocvična. Tělocvična byla postavena jako samostatná budova propojená chodbou v roce 1969. Tento prostor obsahuje  $1694 \text{ m}^3$  vzduchu. Bylo zvoleno několik odběrových míst pro měření, které bylo prováděno na konci výuky, po opuštění těchto prostor žáky. Měření bylo provedeno v dýchací zóně žáku, ve výšce 160 cm. V tělocvičně je umístěno nucené odvětrávání pomocí ventilátorů. Tyto ventilátory jsou spuštěny vždy na začátku výuky a vypnuté vždy na jejím konci. Jsou zde stará, dřevěná, dvojitá okna. Tělocvična není zateplena. Okna budovy jsou orientována na sever.

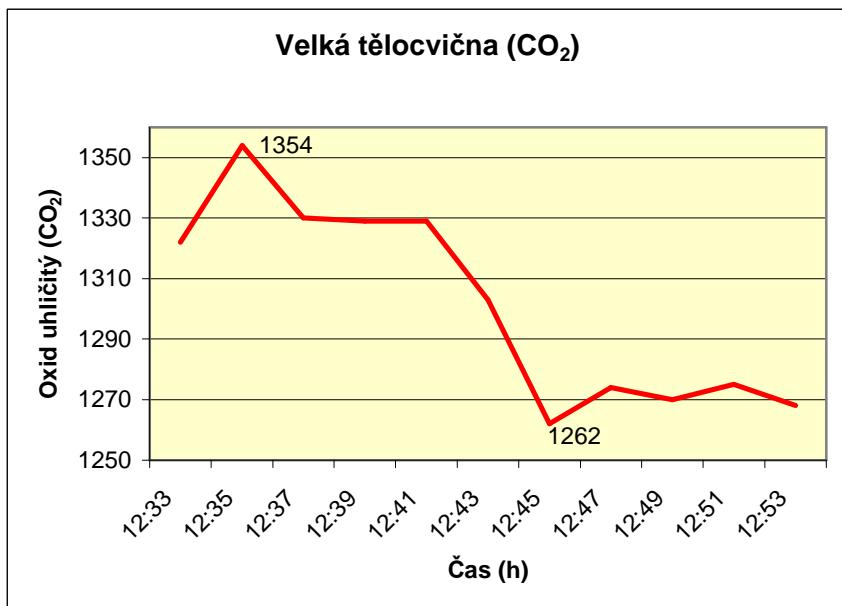
**Graf č.4**



Zdroj: Vlastní výzkum

Topení v prostorách tělocvičny je užíváno převážně jen v zimních měsících. Rozdíl teploty po dobu měření činí 2,2 °C. Podrobné hodnoty v příloze č. 2.

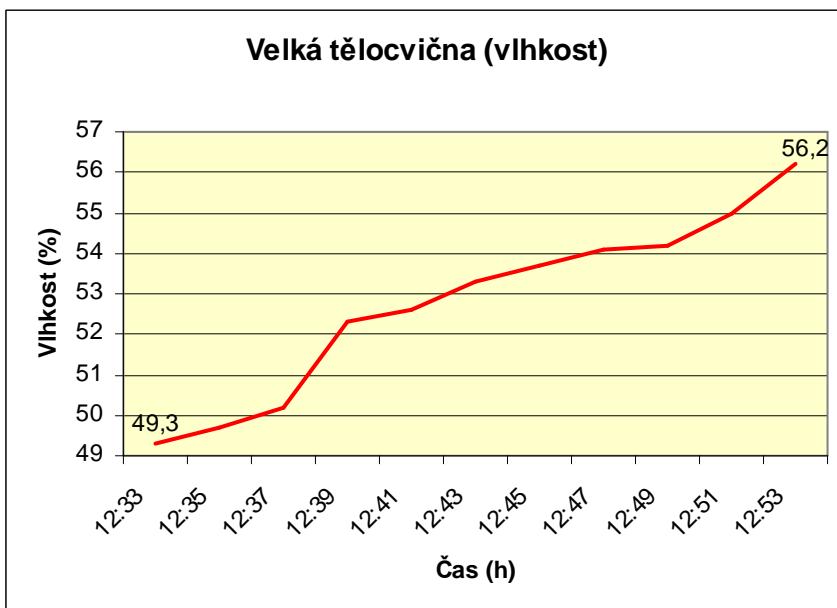
**Graf č. 5**



Zdroj: Vlastní výzkum

Měření oxidu uhličitého bylo provedeno ihned po výuce, v době přestávky, kdy je jeho koncentrace nejvyšší. Naměřené maximum v tělocvičně je 1354 ppm. Podrobné hodnoty v příloze č. 2.

**Graf č. 6**



*Zdroj: Vlastní výzkum*

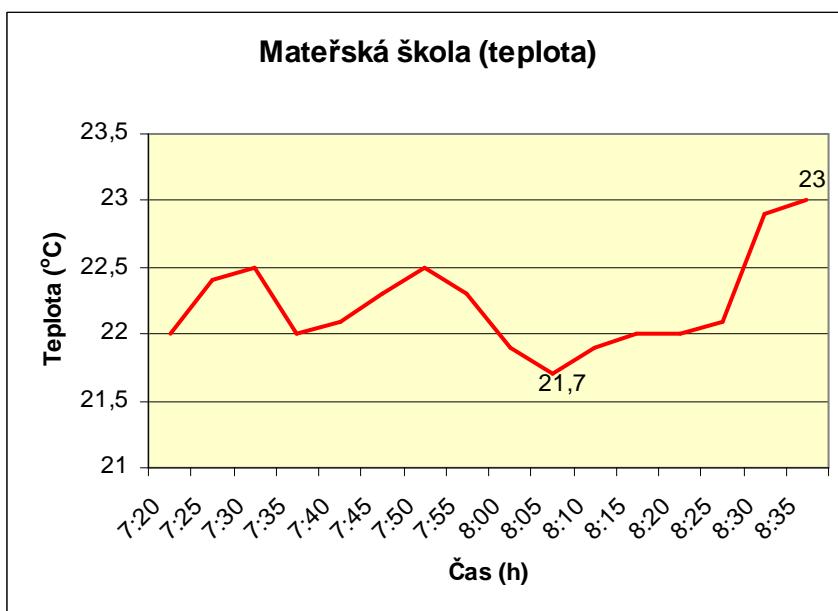
V době měření došlo na nárůstu vlhkosti o 6,9 %. Podrobné hodnoty v příloze č. 2.

#### **4.1.3. Učebna č. 3**

Mateřská škola sídlí v bývalé budově školní družiny, která byla roku 1985. V roce 2011 došlo ke kompletní rekonstrukci a přestavbě na mateřskou školu. Byly provedeny celkové vnitřní úpravy tříd, sociálních zařízení, výměna oken a vnější zateplení pláště budovy. Pro měření v mateřské škole byla vybrána dvojitá třída o objemu vzduchu  $302,27 \text{ m}^3$ . V době nejvyššího počtu osob pobývajících v místnosti (celkem 35 osob) připadlo na jednu osobu  $8,6 \text{ m}^3$ . Měření bylo prováděno v dýchací zóně dětí. Venkovní

naměřené hodnoty byly 8 °C, 491 ppm CO<sub>2</sub>, 63,4 % vlhkosti. V mateřské škole byl stanoven krok měření 5 minut. Hodnota tlaku ve třídě byla 956,0 kPa. V průběhu celého měření docházelo ke změnám v počtu dětí a osob pobývajících ve třídě. Na začátku měření, v 7:20, bylo ve třídě přítomno 11 dětí ve věku 3 – 6 let a 3 dospělé osoby. Na počátku bylo měření prováděno v tzv. společné místnosti mezi stoly.

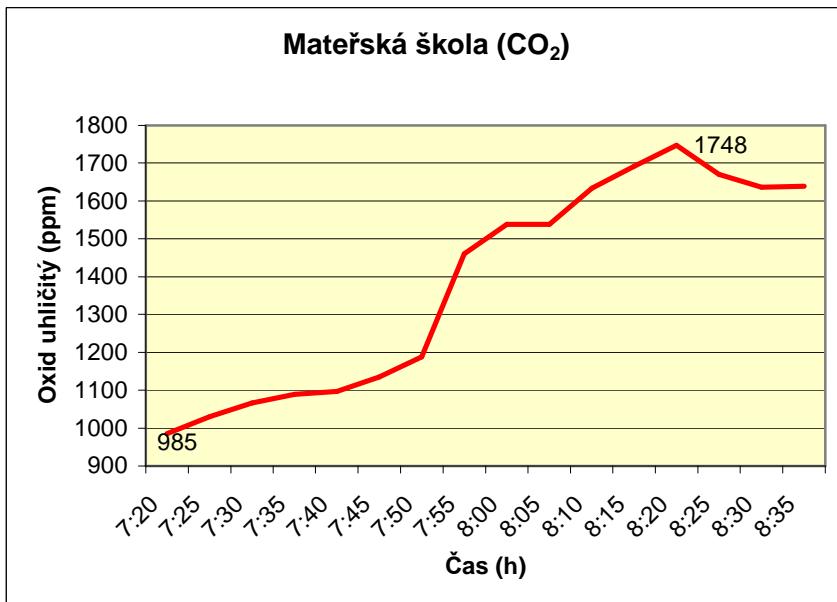
**Graf č. 7**



*Zdroj: Vlastní výzkum*

V 7:25 bylo přítomno již 14 dětí. V 7:30 přítomno 15 dětí a čtyři dospělí. V čase 7:50 třídu obývalo celkem 31 dětí a 4 dospělé osoby. Po celou dobu měření jsou otevřené dveře na chodbu. V 7:55 část dětí odchází. Ve třídě zůstává 16 dětí a 3 dospělé osoby. Měření bylo přesunuto ze společné místnosti do druhé spojené třídy nazývané herná. Podrobné hodnoty v příloze č. 3.

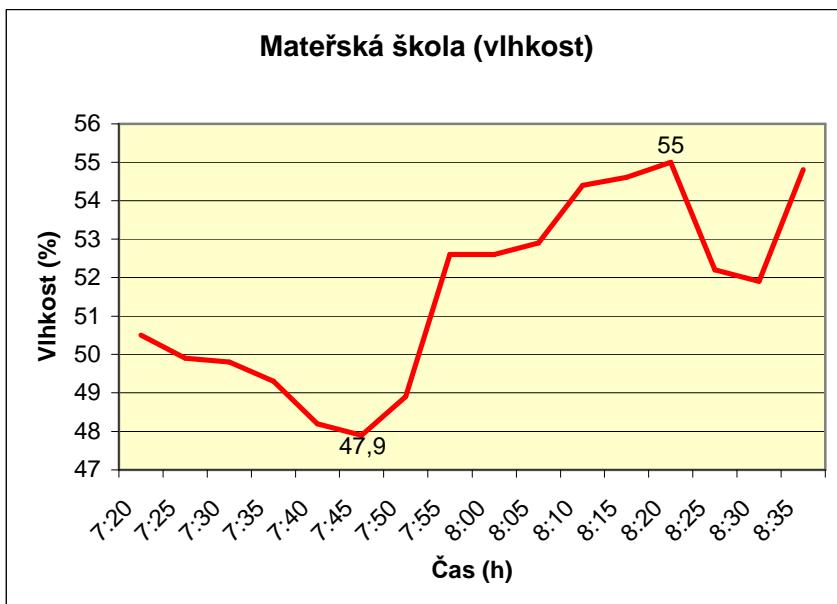
**Graf č. 8**



*Zdroj: Vlastní výzkum*

V tomto grafu jsou znázorněny hodnoty oxidu uhličitého. V 8:23 všechny děti opouštějí třídu. Nejvyšší naměřená hodnota oxidu uhličitého byla 1748 ppm.

**Graf č. 9**



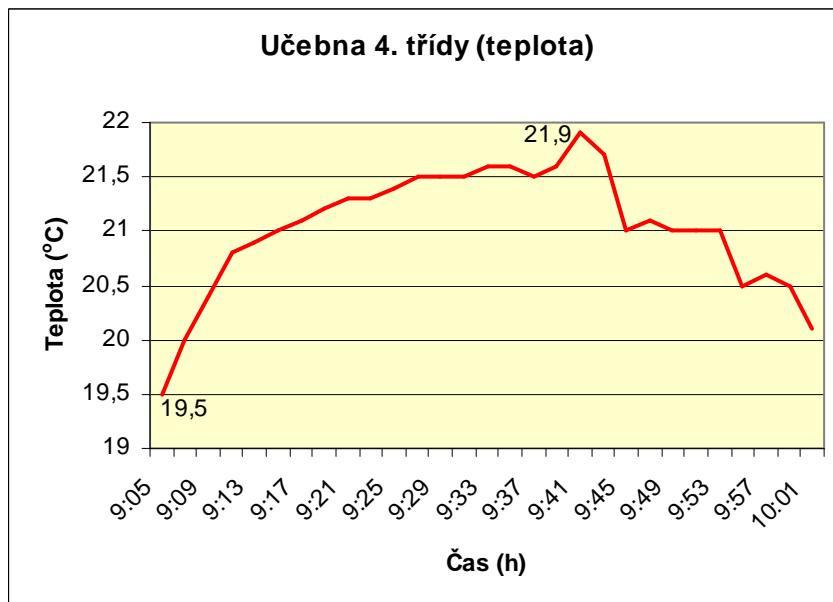
*Zdroj: Vlastní výzkum*

V této dvojité třídě je celkem 6 velkých oken, orientovaných na sever, jih a západ. Obě místnosti jsou nepravidelně větrány po celý den, dle venkovních klimatických podmínek. Bylo také provedeno měření na chodbě před třídou, kde byly naměřeny hodnoty 22,5 °C, 1379 ppm CO<sub>2</sub>, 49,6 % vlhkosti. Na vstupní chodbě do mateřské školy byly naměřeny hodnoty 22,1 °C, 1279 ppm CO<sub>2</sub>, 50,5 % vlhkosti.

#### 4.1.4. Učebna č. 4

Učebna 4. třídy je umístěna v tzv. staré budově základní školy, ve druhém nadzemním podlaží. Stará budova je původní stavbou, která byla dokončena v roce 1927. V letech 2010 – 2012 proběhla výměna starých dřevěných oken za plastová. Ve třídě jsou umístěna 4 okna která jsou orientována na východ. Objem vzduchu v této třídě činí celkem 227,43 m<sup>3</sup>, y toho na jednu osobu připadlo 9,1 m<sup>3</sup>. V době měření bylo ve třídě přítomno 22 dětí ve věku 9 až 10 let a 3 dospělé osoby. Maximální kapacita této třídy je 30 žáků.

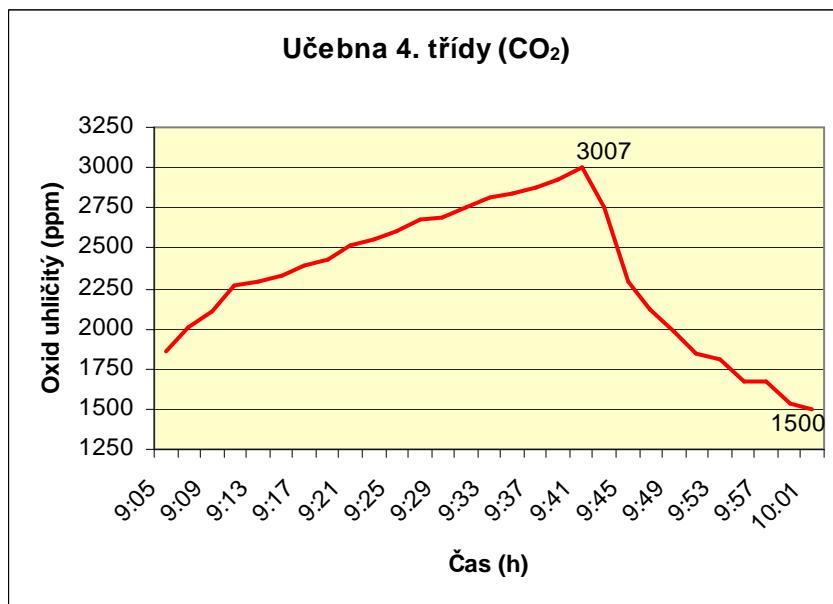
Graf č. 10



Zdroj: Vlastní výzkum

V době měření se kvůli havárii na topení v celé škole netopilo. Krok měření byl stanoven na 2 minuty. Měření bylo prováděno v dýchací zóně dětí. Podrobné hodnoty v příloze č. 4.

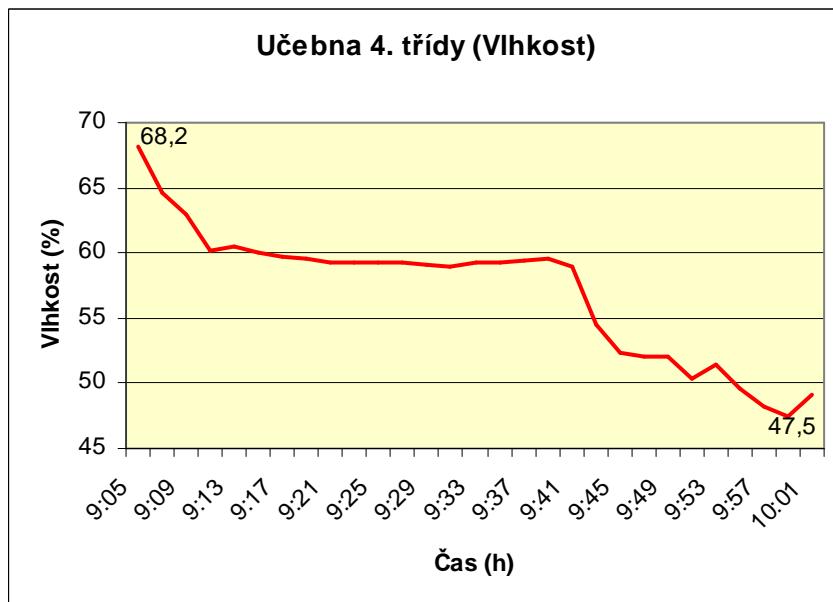
**Graf č. 11**



*Zdroj: Vlastní výzkum*

Po celou dobu měření byly děti ve třídě velice aktivní. Podrobné hodnoty v příloze č. 4.

**Graf č. 12**



*Zdroj: Vlastní výzkum*

Vlhkost v této třídě je také ovlivňována velkým množstvím květin zde umístěných a bohatou výzdobou. V 9:41 začíná přestávka. Dochází k velkému pohybu dětí po třídě a také k otevření celých oken. V 9:43 jsou otevřené dveře na chodbu. Čas poklesu oxidu uhličitého na hodnotu 1500 ppm, při tomto větrání činil 20 minut. Podrobné hodnoty v příloze č. 4.

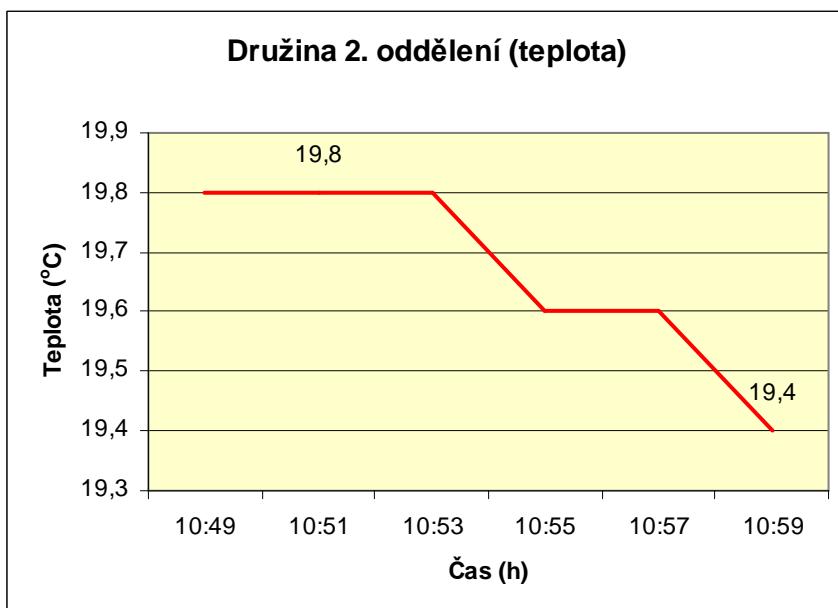
#### **4.1.5. Učebna č. 5**

Školní družina je od roku 2011 umístěna v suterénu staré budovy základní školy. V letech 2010 – 2012 proběhla rekonstrukce suterénu jako výměna oken a izolace budovy. Došlo také k interiérovým úpravám a opravám. Ve školní družině bylo prováděno měření celkem ve dvou třídách a v každé dvakrát. První měření v obou třídách probíhalo bez přítomnosti dětí. Celkový objem vzduchu v této třídě činí 145,48 m<sup>3</sup>.

## **2. oddělení ŠD (bez dětí)**

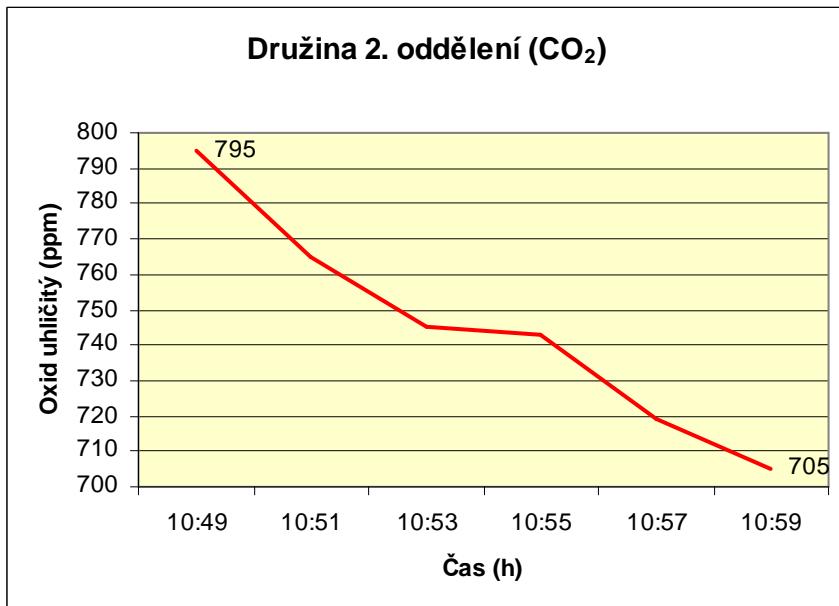
Při měření v tomto oddělení byly přítomny pouze 2 dospělé osoby provádějící měření.

**Graf č. 13**



*Zdroj: Vlastní výzkum*

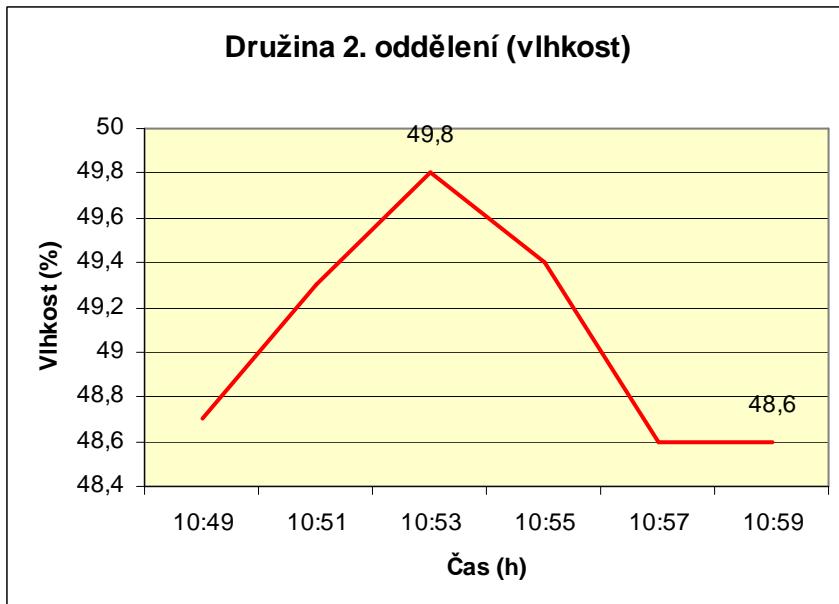
**Graf č. 14**



*Zdroj: Vlastní výzkum*

Podrobné hodnoty v příloze č. 5.

**Graf č.15**



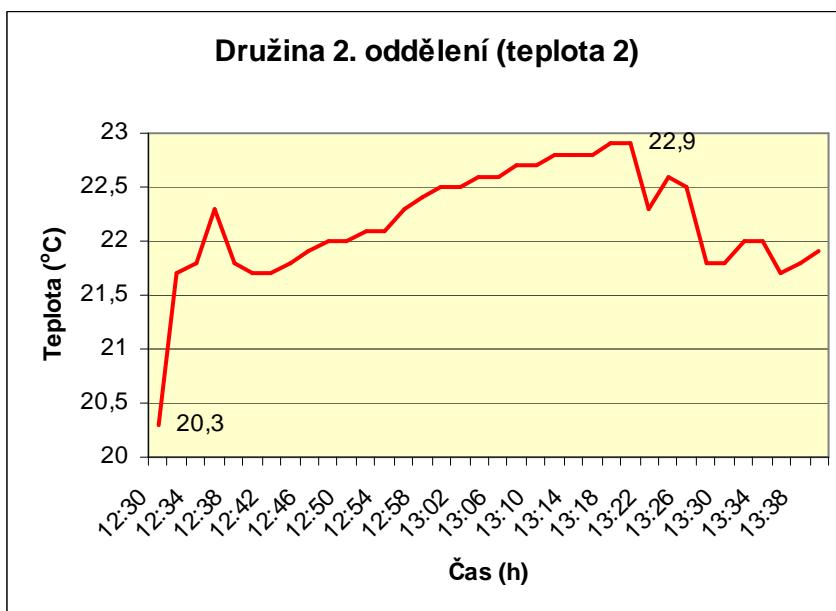
*Zdroj: Vlastní výzkum*

Při prováděném měření bylo ve třídě otevřené okno (ventilace). Toto oddělení má 2 okna, umístěná na východ a balkónové dveře, umístěné na sever. Plný počet dětí ve třídě činí 30 osob. Při raním či odpoledním provozu může být přítomno i více dětí. Podrobné hodnoty v příloze č. 5.

## 2. oddělení ŠD (s dětmi)

Při probíhajícím měření v tomto oddělení bylo otevřené okno (ventilace), otevřené dveře na chodbu, topení vlažné. V místnosti byly přítomny 2 dospělé osoby a 30 dětí ve věku 6 – 8 let. Děti jsou aktivní, pohybují se po třídě. Při maximálním obsazení 32 osob, připadlo na jednu osobu  $4,5 \text{ m}^3$  vzduchu.

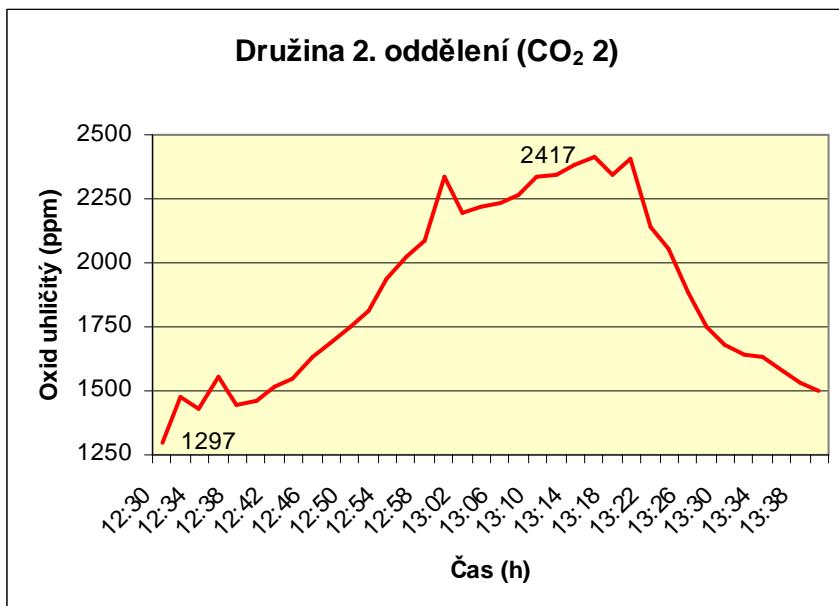
Graf č. 16



Zdroj: Vlastní výzkum

V čase 12:58 usedají děti na koberec k poslechu pohádky. Stále je otevřené jedno okno, zavírají se dveře na chodbu. Ve třídě zůstává 27 dětí. Podrobné hodnoty v příloze č. 5.

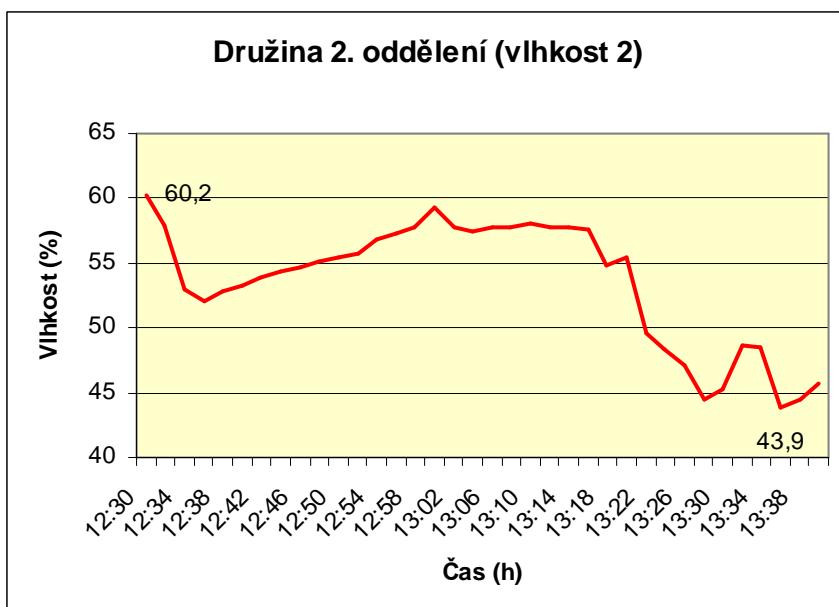
Graf č. 17



Zdroj: Vlastní výzkum

Ve 13:16 usedají děti ke stolu a malují pohádku. Větrá se dveřmi na chodbu.

Graf č. 18



Zdroj: Vlastní výzkum

Ve 13:22 zahajujeme větrání. Otevíráme dveře a jedno křídlo okna na kříž přes třídu. Z aktuální hodnoty 2406 ppm oxidu uhličitého se na limitních 1500 ppm dostáváme za pouhých 18 minut při tomto způsobu větrání. Podrobné hodnoty v příloze č. 5.

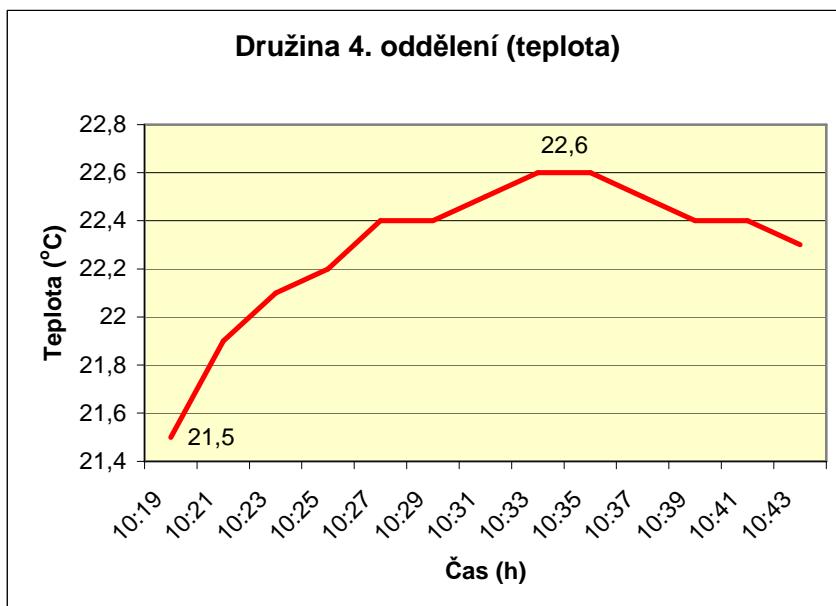
#### 4.1.6. Učebna č. 6

##### 4. oddělení ŠD (bez dětí)

Čtvrté oddělení školní družiny je umístěno v suterénu základní školy. V letech 2010 až 2012 zde proběhla rekonstrukce v podobě výměny oken, izolace budovy a interiérových oprav. V místnosti jsou 3 okna orientována na jih a východ. Tato třída má aktuální kapacitu 25 dětí. Při raném či odpoledním provozu může být přítomno i více dětí. Celkový objem vzduchu v této místnosti činí 116,1 m<sup>3</sup>.

První měření v této třídě proběhlo bez přítomnosti dětí. Bylo zde přítomno 27 žáků ve věku 6 až 7 let od 7:00 a opustili místnost v 7:45. Poté byla přítomna již jen jedna dospělá osoba. Při měření zahájeném v 10:19 byly přítomny celkem 3 dospělé osoby.

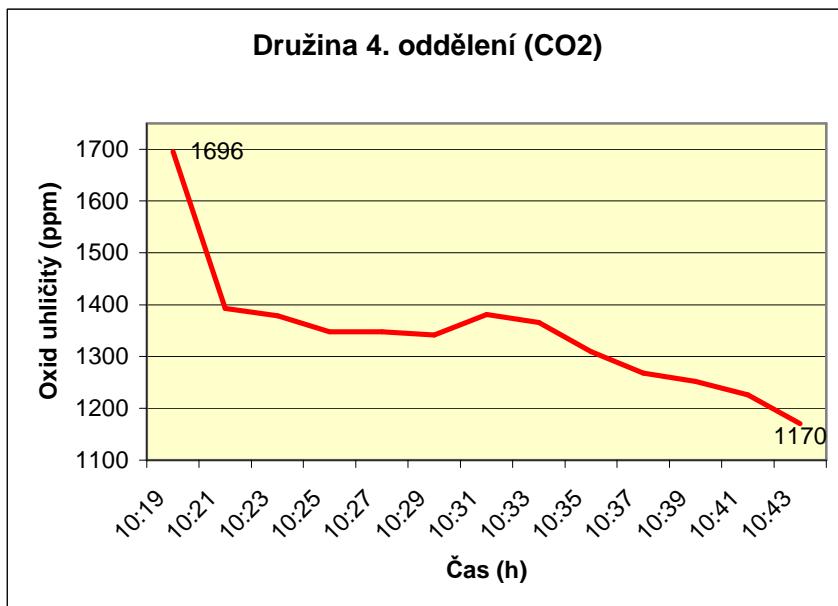
Graf č. 19



Zdroj: Vlastní výzkum

Při zahájení měření byla všechna okna zavřená a zapnutý přímotop. Podrobné hodnoty v příloze č. 6.

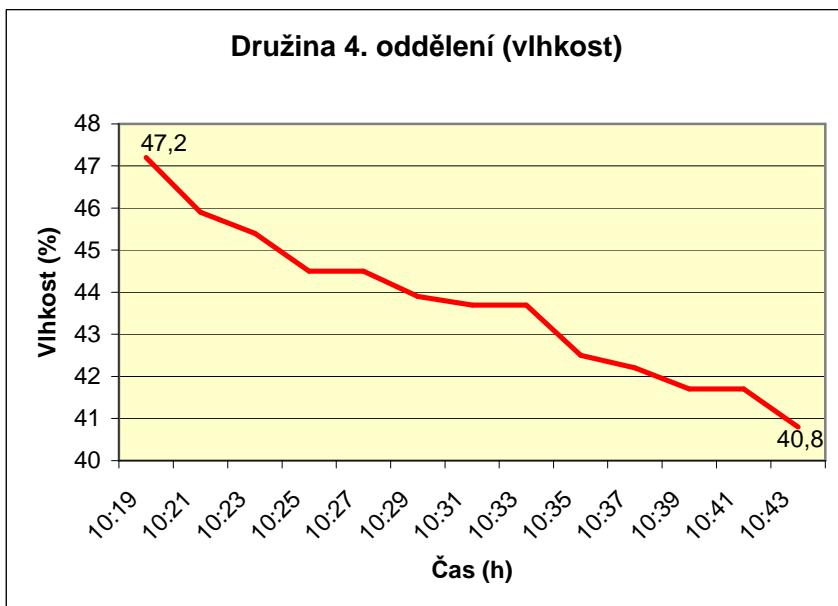
**Graf č. 20**



*Zdroj: Vlastní výzkum*

Hodnoty oxidu uhličitého po dobu měření klesly o 526 ppm. Podrobné hodnoty v příloze č. 6.

**Graf č. 21**



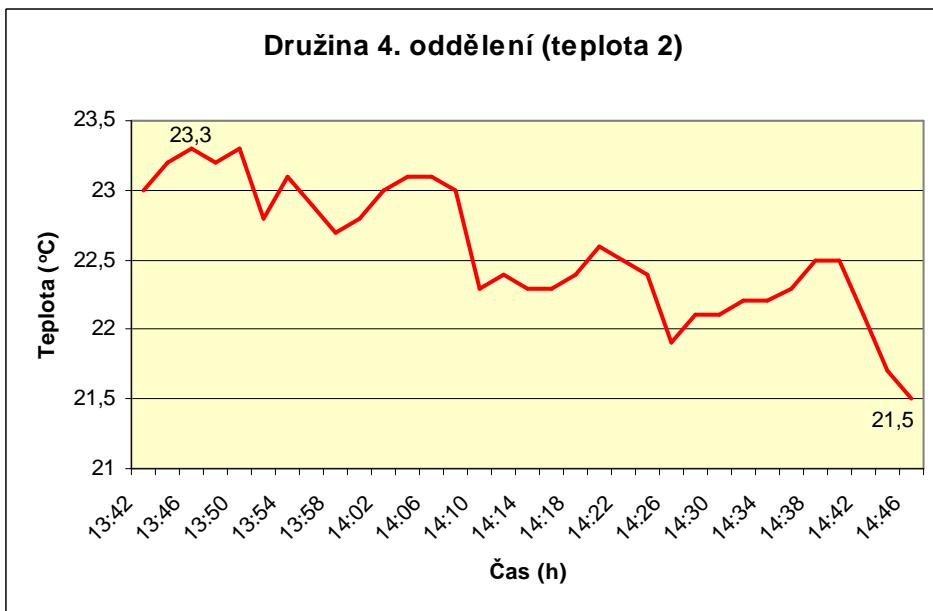
Zdroj: Vlastní výzkum

Vlhkost po dobu měření klesla o 6,4 %. Podrobné hodnoty k tomuto grafu v příloze č. 6.

#### **4. oddelení školní družiny (s dětmi)**

Druhé měření v této třídě proběhlo za přítomnosti 18 dětí a dvou dospělých osob. Na jednu osobu připadlo  $5,8 \text{ m}^3$  vzduchu. Při zahájení měření bylo otevřeno jedno okno (ventilace), dveře zavřené. Děti se pohybovaly po třídě. Topení bylo lehce ohřáté.

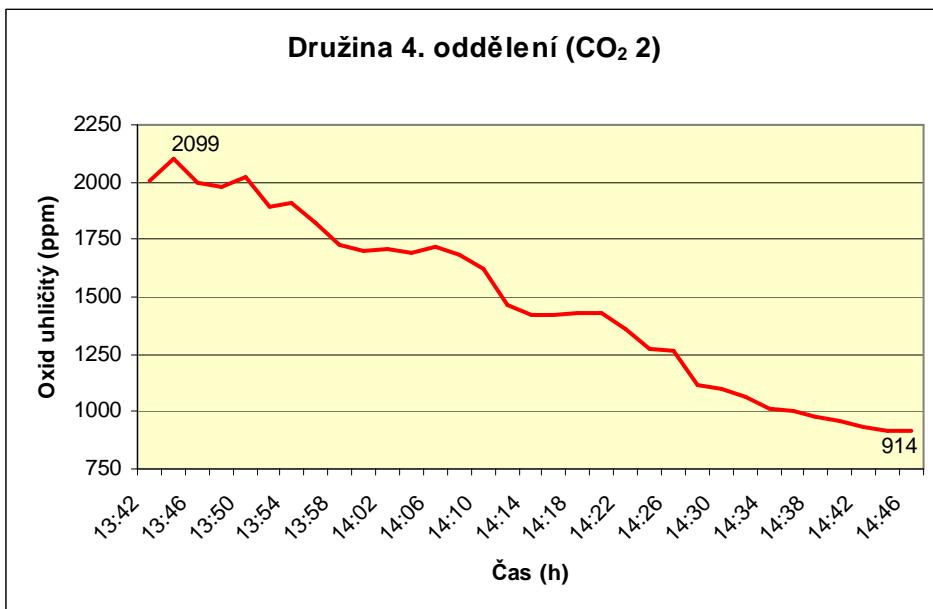
**Graf č. 22**



*Zdroj: Vlastní výzkum*

Od začátku měření v čase 13:42 jsou dveře stále v pohybu. V čase 13:50 zůstává ve třídě 13 dětí. Dveře zůstávají zavřené. Podrobné hodnoty v příloze č. 6.

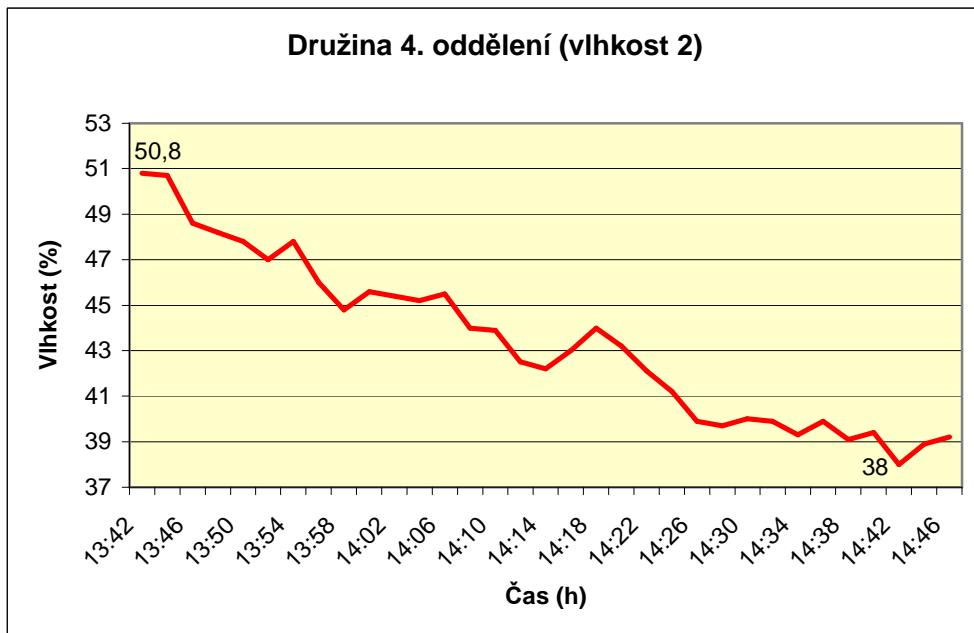
**Graf č. 23**



*Zdroj: Vlastní výzkum*

Ve třídě je minimální pohyb, děti klidně sedí. Podrobné hodnoty v příloze č. 6.

**Graf č. 24**



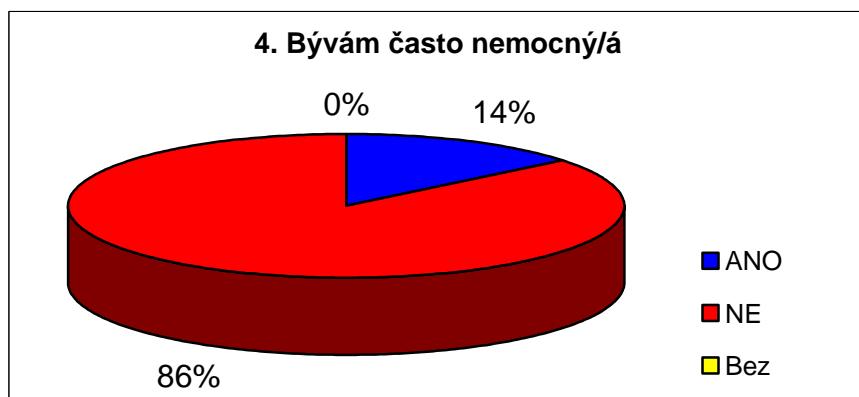
*Zdroj: Vlastní výzkum*

Ve 14:14 děti uklízí třídu a odchází na hřiště školní družiny. Ve 14:24 je třída prázdná, zůstává jen měřící osoba. Dveře zůstávají zavřené a větrá se jedním oknem. Na konci měření v čase 14:46 je hodnota oxidu uhličitého 914 ppm. Podrobné hodnoty v příloze č. 6.

#### **4.2. Dotazníkové šetření**

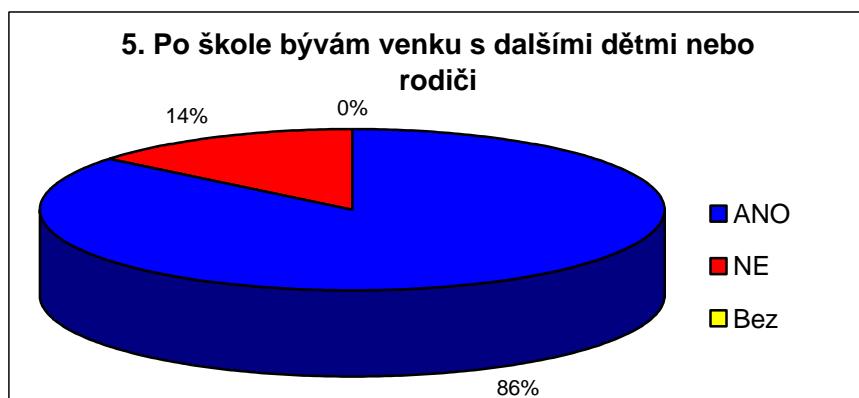
Dotazníkové šetření bylo provedeno formou anonymního dotazníku. Tento dotazník byl rozdán žákům 2. stupně základní školy a rodičům dětí z mateřské školy a rodičům dětí z 1. stupně základní školy. V dotazníku bylo obsaženo celkem 18 uzavřených a polootevřených otázek. Vyhodnocováno bylo 15 otázek. Dotazník v příloze č. 7. K zobrazení byly použity výsečové grafy s názvem nesoucím znění otázky. Jednotky jsou udávány v procentech. Podrobné hodnoty k otázkám v příloze č. 8.

**Graf č. 25**



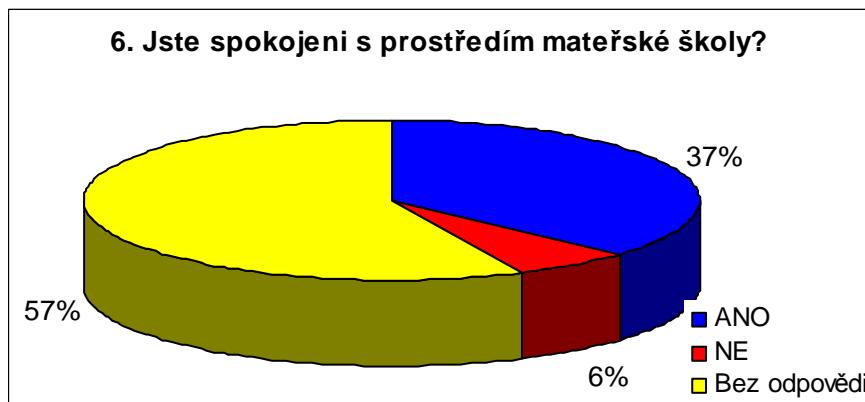
Zdroj: Vlastní výzkum

**Graf č. 26**



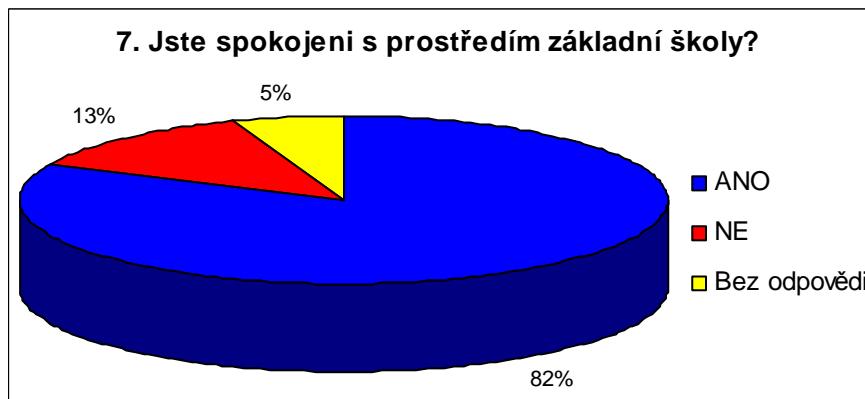
Zdroj: Vlastní výzkum

Graf č. 27



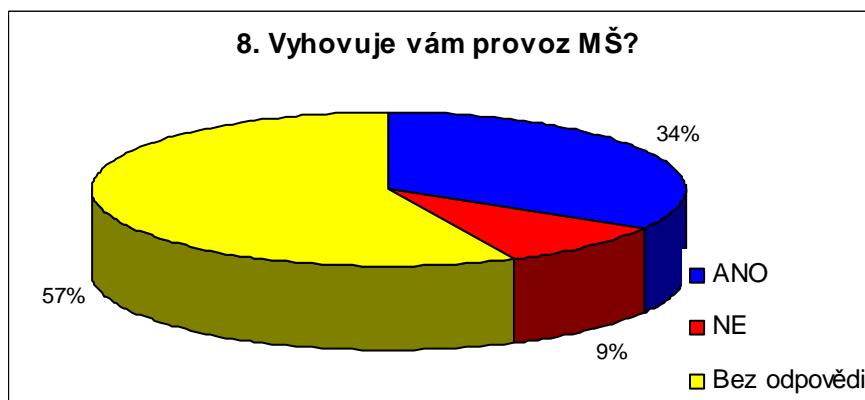
Zdroj: Vlastní výzkum

Graf č. 28



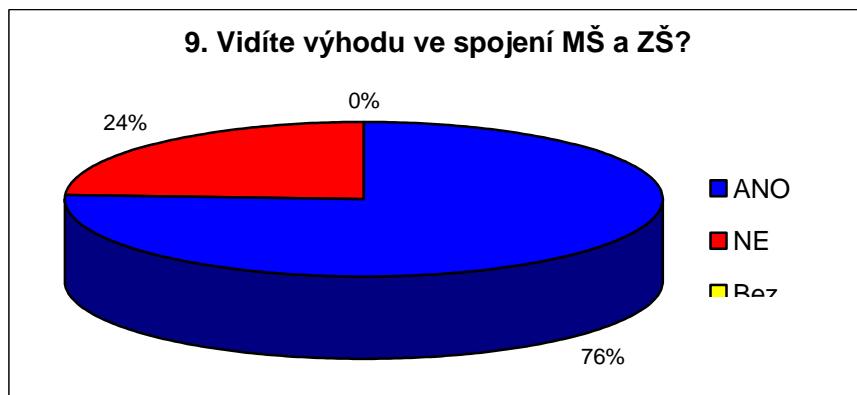
Zdroj: Vlastní výzkum

Graf č. 29



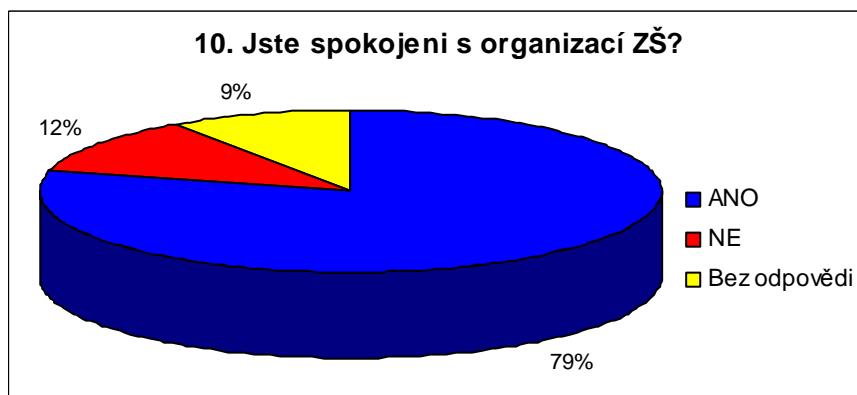
Zdroj: Vlastní výzkum

Graf č. 30



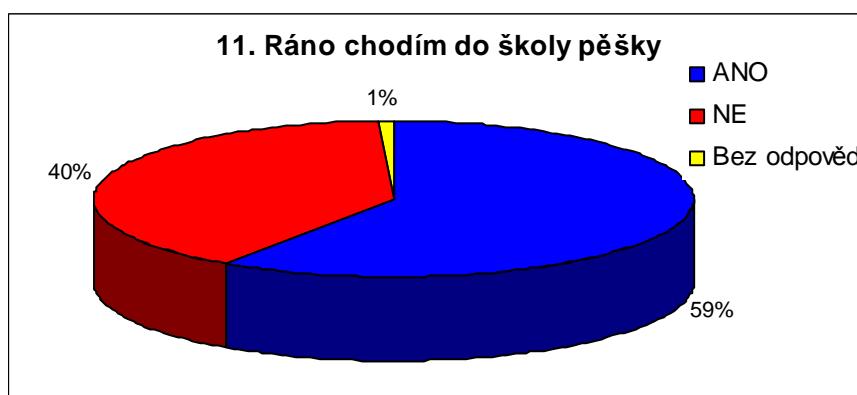
Zdroj: Vlastní výzkum

Graf č. 31



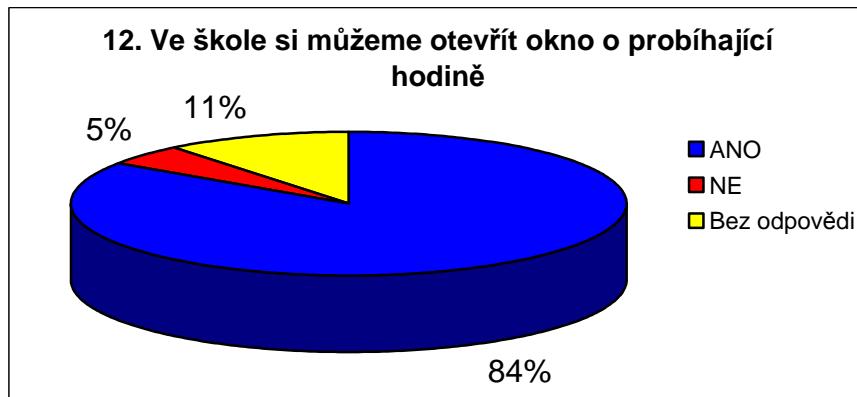
Zdroj: Vlastní výzkum

Graf č. 32



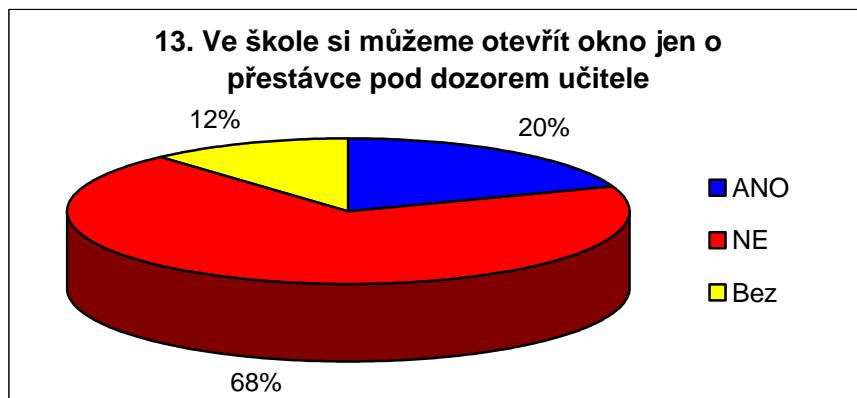
Zdroj: Vlastní výzkum

Graf č. 33



Zdroj: Vlastní výzkum

Graf č. 34



Zdroj: Vlastní výzkum

Graf č. 35



Zdroj: Vlastní výzkum

Graf č. 36



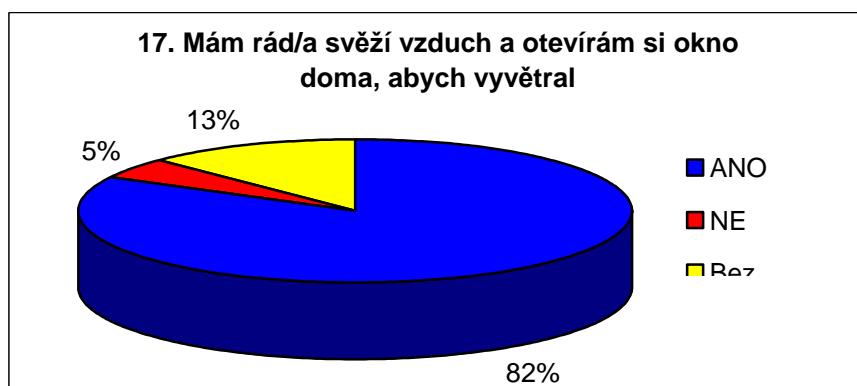
Zdroj: Vlastní výzkum

Graf č. 37



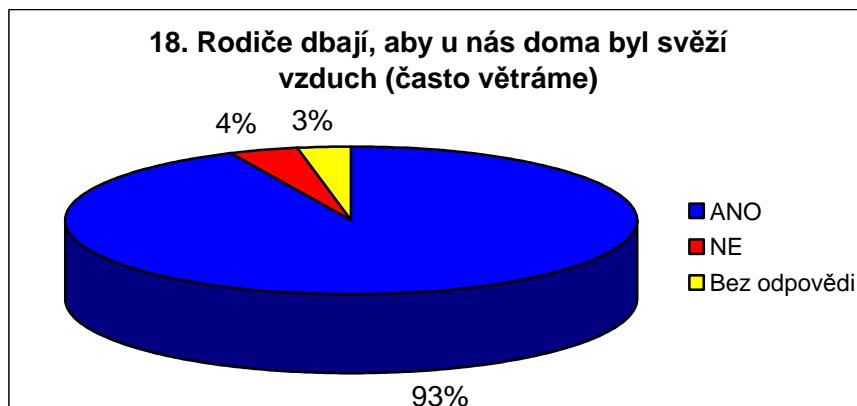
Zdroj: Vlastní výzkum

Graf č. 38



Zdroj: Vlastní výzkum

Graf č. 39



Zdroj: Vlastní výzkum

#### 4.3. Vyhodnocení hypotéz

K vyhodnocení hypotéz došlo na základě dotazníkového šetření. Pro hypotézu č. 1 – Spojení ZŠ a MŠ v jednom areálu je výhodou pro rodiče i děti, byla použita otázka z dotazníku číslo 9. Ze 128 dotázaných odpovědělo na tuto otázku 100 % a z toho si 75,78 % dotázaných myslí, že spojení ZŠ a MŠ je výhodou pro rodiče i děti.

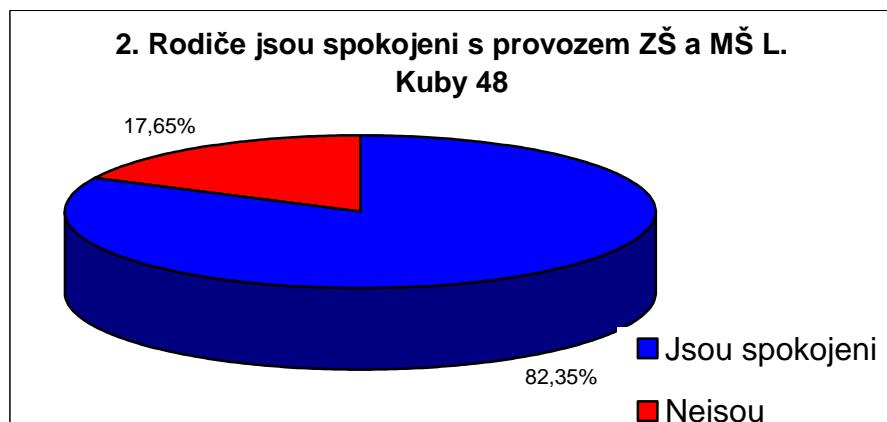
Graf č. 40



Zdroj: Vlastní výzkum

Pro stanovenou hypotézu č. 2 – Rodiče jsou spokojeni s provozem ZŠ a MŠ L. Kuby 48 byly stanoveny otázky č. 8 a 10. Pro tuto hypotézu bylo vyhodnoceno celkem 170 odpovědí. Ze 170 odpovídajících je 82,35 % spokojeno s provozem ZŠ a MŠ.

**Graf č. 41**



*Zdroj: Vlastní výzkum*

## **5. DISKUZE**

Účelem diskuze je zhodnocení výsledků této práce. Pro tuto práci byly stanoveny celkem tři cíle a dvě hypotézy. Stanovený cíl číslo jedna, byl zjistit kvalitu vnitřního prostředí v Základní a Mateřské škole L. Kuby 48, které jsou v jednom areálu na základě měření oxidu uhličitého, relativní vlhkosti a teploty v závislosti na čase. Po vyhodnocení všech naměřených a zjištěných údajů bylo zjištěno překročení doporučené maximální koncentrace oxidu uhličitého. Tato koncentrace je stanovena na 1000 ppm. Pro mé šetření byl tento limit navýšen na 1500 ppm. K nejvyšší naměřené koncentraci došlo v učebně Fyziky a její hodnota byla 3225 ppm. Vzduch s takto vysokou koncentrací oxidu uhličitého je hodnocen jako nevhovující, avšak řešit lze pouhým zvýšením přiváděného čerstvého vzduchu přirozeným větráním. Pokud by toto bylo nevhovující či nedostačující, bylo by třeba využít nuceného větrání za pomoci vzduchotechniky. Při takto zvýšené hladině koncentrace oxidu uhličitého byl pozorován mírný pokles aktivity žáků a únava. Hodnoty koncentrací teploty a vlhkosti byly vhovující. Pohybovaly se v optimálních, pro člověka příjemných doporučených hladinách.

Při zkoumání vlivu kvality prostředí na žáky pomocí dotazníku, odpovědělo 53 % dotázaných, že mají pocit unavenosti, pokud není okno v učebně občas otevřené a 47 % dotázaných odpovědělo, jsem ospalý/á z důvodu nedostatku čerstvého vzduchu ve třídě.

Třetím cílem bylo na základě dotazníkového šetření vyhodnotit spojení základní a mateřské školy do jednoho areálu. Na tuto otázku odpovědělo všech 128 dotázaných. 75,78 % respondentů uvedlo spokojenosť s tímto spojením. Většina uvedených důvodů proč tomu tak je byla, že mají děti výhodu znalosti prostředí při přestupu z mateřské do základní školy nebo již mají v základní škole staršího sourozence. Tímto splněným cílem se potvrdila předpokládaná hypotéza, že spojení ZŠ a MŠ vyhovuje rodičům i dětem.

Druhou předpokládanou hypotézou byla spokojenosť rodičů s provozem ZŠ a MŠ. Pro tuto hypotézu byly společně vyhodnocovány dvě dotazníkové otázky, které čítaly

celkem 170 odpovědí. Z tohoto počtu odpovědí bylo 82,35 % kladných, tudíž byla i druhá hypotéza potvrzena.

Z těchto výsledků vyvozuji spokojenosť s chodem základní i mateřské školy. Problémem však stále zůstává oxid uhličitý. Jako nejsnazší a nejjednodušší řešení bych doporučil již zmiňovanou změnu v intenzitě a četnosti větrání. Pokud bude koncentrace této škodliviny udržována v hodnotě 1000 – 1500 ppm, jistě bude výuka a pobyt v prostorách školy pro všechny uživatele přínosnější a příjemnější.

## **6. ZÁVĚR**

Pro tuto bakalářskou práci byly stanoveny tři cíle. Hlavním cílem bylo zjistit kvalitu vnitřního prostředí v ZŠ a MŠ L. Kuby 48. Pro tento cíl byl zvolen vlastní výzkum formou měření koncentrací škodlivin v tomto objektu. Byly sledovány tři veličiny, které nejvíce ovlivňují vnitřní prostředí a to oxid uhličitý, teplota a relativní vlhkost. Měřením byly zjištěny hodnoty oxidu uhličitého, výrazně překračující limit doporučený legislativou. Hodnoty teploty a relativní vlhkosti byly vyhodnoceny jako vyhovující. Pro cíl, ověřit jaký vliv má kvalita vnitřního prostředí na žáky bylo na základě pozorování a dotazování formou anonymního dotazníku vyhodnoceno, že vysoké koncentrace oxidu uhličitého vedou k vyšší unavenosti dotazovaných.

Třetím cílem a současně jednou z hypotéz bylo vyhodnotit spojení základní školy a nově zřízené mateřské školy v jednom areálu. Zde bylo využito dotazníkové šetření. Ze 128 dotázaných na tuto otázku odpovědělo 100 %. Z toho 75,78 % respondentů vyjádřilo spokojenost se spojením základní a mateřské školy. Hypotéza číslo dvě, zda jsou rodiče spokojeni s provozem ZŠ a MŠ L. Kuby 48, byla též potvrzena. Ze 170 dotázaných 82,35 % odpovědělo, že jsou s provozem základní i mateřské školy spokojeni.

Možné řešení problematiky oxidu uhličitého v tomto objektu dle mého názoru spočívá ve zvýšení a větší intenzitě přirozeného větrání. Myslím, že by tato publikace mohla pomoci ZŠ a MŠ L. Kuby 48 zlepšit vnitřní prostředí. Kromě přirozeného větrání je jistě možné využít některý z typů nuceného větrání. Dle mého názoru by pro tento objekt nejlépe posloužila některá z větracích rekuperačních jednotek. V případě těchto zařízení, dochází také k úsporám za energie vynaložených na vytápění. Jejich pořizovací cena a instalace však nemusí být dostupná pro každého, ale jistě by zde tyto jednotky našly své uplatnění.

Doufám, že touto prací se mi podařilo nastínit problematiku kvality vnitřního ovzduší a jeho možné ovlivňování pomocí organizačních opatření či techniky. Vypracovaná bakalářská práce by měla přispět k prokázání důležitosti řešení problematiky vnitřního prostředí.

## 7. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. ČSN 73 0540-2. Tepelná ochrana budov – část 2: Požadavky. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011. Dostupné z: <http://csnonline.unmz.cz/Vysledky.aspx>
2. DOLEŽÍLKOVÁ, Hana. *Kvalita vnějšího a vnitřního vzduchu*. In: TZB-info [online]. 2010 [cit. 2013-04-25]. Dostupné z: <http://vetrani.tzb-info.cz/vnitrni-prostredi/6486-kvalita-vnejsiho-a-vnitrniho-vzduchu>
3. DUFKA, Jaroslav. *Větrání a klimatizace domů a bytů*. 2. vyd. Praha: Grada Publishing a.s., 2005. ISBN 80-247-1144-3.
4. INTEGROVANÝ REGISTR ZNEČIŠŤOVÁNÍ. *Oxid uhličitý*. [online]. 2012 [cit. 2013-04-27]. Dostupné z: [http://www.irz.cz/repository/latky/oxid\\_uhlicity.pdf](http://www.irz.cz/repository/latky/oxid_uhlicity.pdf)
5. JANDOVÁ, Dobroslava. *Balneologie*. Praha: Grada Publishing a.s., 2009. ISBN 978-80-247-2820-9.
6. JOKL, Miloslav. Teorie vnitřního prostředí budov. 2. přepracované vydání. Praha: ČVUT, 1991. ISBN 80-01-00481-3.
7. JOKL, Miloslav. Zdravé obytné a pracovní prostředí. Praha: Academia, 2002. ISBN 80-200-0928-0.
8. KABELE, Karel. *Výsledky pilotního měření kvality vzduchu ve školním a domácím prostředí v ČR*. TZB-info [online]. 2012 [cit. 2013-04-29]. Dostupné z: <http://vetrani.tzb-info.cz/vnitrni-prostredi/8787-vysledky-pilotniho-mereni-kvality-vzduchu-ve-skolnim-a-domacim-prostredi-v-cr>
9. KLIMA RAPID, spol. s r.o. Faktory ovlivňující kvalitu vnitřního prostředí. Klimarapid [online]. c 2010 [cit. 2013-04-29]. Dostupné z: <http://www.klimarapid.cz/faktory-ovlivnujici-kvalitu-vnitrniho-prostredi>
10. KREJSOVÁ, Jana, RNDr. *Pilotní měření CO<sub>2</sub>, relativní vlhkosti a dalších veličin ve výukových prostorách vw VOŠ a SPŠ Volyně v roce 2012*, Sborník přednášek z odborného semináře se zahraniční účastí 27. a 28. března 2013, VOŠ a SPŠ Volyně, str. 231-238, ISBN 978-80-86837-51-2

11. KREJSOVÁ, Jana, RNDr. *Uvolňování škodlivin ze stavebních materiálů v závislosti na čase*. ČVUT, FAKULTA STAVEBNÍ, Katedra konstrukcí a pozemních staveb, 2012.
12. MATHAUSEROVÁ, Zuzana. *Mikroklima uvnitř budov*. Praha, 2000
13. MATHAUSEROVÁ, Zuzana. Mikroklimatické podmínky vnitřního prostředí pracovišť. Státní zdravotní ústav [online]. 2007 [cit. 2013-04-29]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/pracovni-prostredi/mikroklimaticke-podminky-vnitrnihoprostredi-pracovist>  
(2)
14. MATHAUSEROVÁ, Zuzana. Požadavky na vnitřní prostředí budov. Stavebnictví a interiér [online]. 2006, č. 6 [cit. 2013-04-29]. Dostupné z:  
<http://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/pozadavky-na-vnitrniprostredi-budov/>
15. MULTI-VAC SPOL. S R.O. *Rekuperační jednotky RKE*. In: Multivac [online]. 2013 [cit. 2013-04-26]. Dostupné z: <http://www.multivac.cz/produkty/rekuperacni-jednotky-rke>
16. Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. Kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci. In: Portál veřejné správy. 2007, Dostupné z:  
<http://portal.gov.cz/app/zakony/download?idBiblio=65267&nr=361~2F2007~20Sb.&ft=pdf>
17. NOVÁK, Jiří. *Vzduchotěsnost obvodových pláštů budov*. Praha: Grada Publishing a.s., 2008. ISBN 978-80-247-1953-5.
18. PAPEŽ, Karel. Technická zařízení budov 3: větrání a klimatizace. Praha: ČVUT, Stavební fakulta, 1997. ISBN 9788001015780.
19. PAPEŽ, Karel, KABRHEL, Michal a KOL. *Kvalita vnitřního prostředí*. ČVUT v Praze, Fakulta stavební, Katedra technických zařízení budov, 2005.
20. PROTRONIX S.R.O. *Čidla kvality vzduchu*. In: Protronix [online]. 2012 [cit. 2013-04-27]. Dostupné z:

<http://www.protronix.cz/cz/produkty/informujeme.php?clanek=principy%20fungov%E1n%ED%20%E8idel>

21. ROSINA, J., KOLÁŘOVÁ, H., STANEK, J. *Biofyzika pro studenty zdravotnických oborů*. Praha: Grada Publishing a.s., 2006. ISBN 80-247-1383-7

22. ŠUBRT, Roman a ENERGY CONSULTING S.R.O. *Mikroklima ve veřejných budovách jako důvod instalace rekuperace*. In: [www.e-c.cz](http://www.e-c.cz) [online]. 2011 [cit. 2013-04-25]. Dostupné z: [www.e-c.cz/download1.php?id=131](http://www.e-c.cz/download1.php?id=131)

23. Testo AG - testo 435-1. TESTO AG. Testo [online]. 2011 [cit. 2013-04-29]. Dostupné z: [http://www.testo.cz/online/abaxx-?part=PORTAL.CZE.ProductCategoryDesk&event=show-from-content&externalid=opencms%3A%2FProducts%2FMeasurementParameters%2Fmultifunction%2FMessgeraete%2Ftesto\\_435-1%2FTschechisch.product](http://www.testo.cz/online/abaxx-?part=PORTAL.CZE.ProductCategoryDesk&event=show-from-content&externalid=opencms%3A%2FProducts%2FMeasurementParameters%2Fmultifunction%2FMessgeraete%2Ftesto_435-1%2FTschechisch.product)

24. VRÁNA, Jakub a A KOLEKTIV. *Technická zařízení budov v praxi*. Praha: Grada Publishing a.s., 2007. ISBN 978-80-247-1588-9.

25. Vyhláška č. 6/2003 Sb. ze dne 16. prosince 2002, kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb. In: Portál veřejné správy. 2003. Dostupné z: <http://portal.gov.cz/app/zakony/download?idBiblio=54730&nr=6~2F2003~20Sb.&ft=pdf>

26. Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby. In: Portál veřejné správy. 2009. Dostupné z: <http://portal.gov.cz/app/zakony/download?idBiblio=69147&nr=268~2F2009~20Sb.&ft=pdf>

27. Vyhláška č. 410/2005 Sb., o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých. In: Portál veřejné správy. 2005. Dostupné z: <http://portal.gov.cz/app/zakony/download?idBiblio=60500&nr=410~2F2005~20Sb.&ft=pdf>

28. Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví. In: Portál veřejné správy. 2000. Dostupné z: <http://portal.gov.cz/app/zakony/download?idBiblio=49577&nr=258~2F2000~20Sb.&ft=pdf>

29. ZIKÁN, Zdeněk. *Větrání a kvalita vnitřního prostředí v českých školách*. In: ASB-portal [online]. 2013 [cit. 2013-04-28]. Dostupné z: <http://www.asb-portal.cz/tzb/vetrania-klimatizace/vetrania-a-kvalita-vnitriho-prostredi-v-ceskych-skolah-2960.html>
30. ZŠ A MŠ L. KUBY 48, ČESKÉ BUDĚJOVICE. *Historie naší školy*. In: ZŠ a MŠ L. Kuby 48 [online]. 2004 [cit. 2013-04-27]. Dostupné z: <http://www.zsroznov.cz/historie.html>

## **8. KLÍČOVÁ SLOVA**

Vnitřní prostředí

Koncentrace

Oxid uhličitý

Relativní vlhkost

Teplota

Větrání

## 9. PŘÍLOHY

Příloha č. 1

Učebna fyziky			
Čas	Teplota (°C)	CO <sub>2</sub> (ppm)	Vlhkost (%)
10:02	22,3	2074	61,9
10:04	22,5	2215	61,9
10:06	22,7	2285	60,8
10:08	22,7	2313	60,6
10:10	23,1	2402	59,8
10:12	23,3	2553	59,5
10:14	23,4	2584	59,1
10:16	23,3	2568	59,2
10:18	23,5	2590	59,2
10:20	23,5	2622	59,1
10:22	23,6	2671	59,2
10:24	23,7	2721	59
10:26	23,6	2786	59,1
10:28	23,7	2830	59,1
10:30	23,7	2870	59,2
10:32	23,8	2915	59,1
10:34	23,9	2938	59,2
10:36	23,9	3009	59,3
10:38	23,9	3026	59,3
10:40	23,9	3098	59,7
10:42	23,8	3122	59,8
10:44	23,9	3160	60
10:46	24,1	3225	59,4
10:48	23,6	3072	56,5
10:50	23,3	2830	54,5
10:52	23,4	2677	54
10:54	23,4	2580	53,5
10:56	22,6	2424	49,8
10:58	23	2278	49,7
11:00	22,8	2182	49,1
11:02	22	2114	48
11:04	22,5	1997	48,5
11:06	22,9	1986	48,6
11:08	22,5	1900	47,2
11:10	22,3	1890	47,4
11:12	22,3	1803	47
11:14	22,7	1828	47,2
11:16	22,8	1925	47
11:18	22,3	1678	46,1
11:20	22,4	1668	45,5
11:22	21,7	1650	45
11:24	21,2	1511	44,3
11:26	21,8	1485	44,9

Příloha č. 2

Velká tělocvična			
Čas	Teplota (°C)	CO <sub>2</sub> (ppm)	Vlhkost (%)
12:33	20,7	1322	49,3
12:35	20,5	1354	49,7
12:37	19,5	1330	50,2
12:39	19,5	1329	52,3
12:41	19,4	1329	52,6
12:43	18,7	1303	53,3
12:45	18,6	1262	53,7
12:47	18,6	1274	54,1
12:49	18,7	1270	54,2
12:51	18,6	1275	55
12:53	18,5	1268	56,2

Příloha č. 3

Mateřská škola			
Čas	Teplota (°C)	CO <sub>2</sub> (ppm)	Vlhkost (%)
7:20	22	985	50,5
7:25	22,4	1030	49,9
7:30	22,5	1066	49,8
7:35	22	1089	49,3
7:40	22,1	1097	48,2
7:45	22,3	1135	47,9
7:50	22,5	1188	48,9
7:55	22,3	1461	52,6
8:00	21,9	1538	52,6
8:05	21,7	1538	52,9
8:10	21,9	1634	54,4
8:15	22	1691	54,6
8:20	22	1748	55
8:25	22,1	1670	52,2
8:30	22,9	1636	51,9
8:35	23	1639	54,8

Příloha č. 4

Učebna 4. třídy			
Čas (h)	Teplota °C	CO <sub>2</sub> (ppm)	Vlhkost (%)
9:05	19,5	1864	68,2
9:07	20	2005	64,7
9:09	20,4	2106	63
9:11	20,8	2269	60,2
9:13	20,9	2290	60,5
9:15	21	2333	60,1
9:17	21,1	2389	59,8
9:19	21,2	2428	59,6
9:21	21,3	2517	59,2
9:23	21,3	2549	59,3
9:25	21,4	2599	59,2
9:27	21,5	2673	59,2
9:29	21,5	2697	59,1
9:31	21,5	2758	59
9:33	21,6	2817	59,2
9:35	21,6	2841	59,3
9:37	21,5	2880	59,4
9:39	21,6	2927	59,5
9:41	21,9	3007	58,9
9:43	21,7	2755	54,5
9:45	21	2297	52,3
9:47	21,1	2120	52
9:49	21	1988	52
9:51	21	1843	50,4
9:53	21	1812	51,4
9:55	20,5	1675	49,6
9:57	20,6	1667	48,2
9:59	20,5	1537	47,5
10:01	20,1	1500	49,2

Příloha č. 5

Družina 2. oddělení - bez dětí			
Čas	Teplota (°C)	CO <sub>2</sub> (ppm)	Vlhkost (%)
10:49	19,8	795	48,7
10:51	19,8	765	49,3
10:53	19,8	745	49,8
10:55	19,6	743	49,4
10:57	19,6	719	48,6
10:59	19,4	705	48,6

Družina 2. oddělení - s dětmi			
Čas	Teplota (°C)	CO <sub>2</sub> (ppm)	Vlhkost (%)
12:30	20,3	1297	60,2
12:32	21,7	1473	57,9
12:34	21,8	1428	53
12:36	22,3	1551	52,1
12:38	21,8	1443	52,8
12:40	21,7	1464	53,2
12:42	21,7	1516	53,9
12:44	21,8	1546	54,3
12:46	21,9	1634	54,7
12:48	22	1690	55,1
12:50	22	1750	55,4
12:52	22,1	1811	55,8
12:54	22,1	1937	56,8
12:56	22,3	2020	57,3
12:58	22,4	2085	57,8
13:00	22,5	2336	59,3
13:02	22,5	2196	57,7
13:04	22,6	2221	57,4
13:06	22,6	2237	57,7
13:08	22,7	2268	57,8
13:10	22,7	2334	58
13:12	22,8	2341	57,8
13:14	22,8	2382	57,7
13:16	22,8	2417	57,6
13:18	22,9	2345	54,8
13:20	22,9	2406	55,5
13:22	22,3	2140	49,6
13:24	22,6	2057	48,4
13:26	22,5	1884	47,1
13:28	21,8	1750	44,5
13:30	21,8	1683	45,3
13:32	22	1644	48,7
13:34	22	1629	48,5
13:36	21,7	1577	43,9
13:38	21,8	1535	44,4
13:40	21,9	1500	45,7

Příloha č. 6

Družina 4. oddělení - bez dětí			
Čas	Teplota °C	CO <sub>2</sub> (ppm)	Vlhkost (%)
10:19	21,5	1696	47,2
10:21	21,9	1393	45,9
10:23	22,1	1379	45,4
10:25	22,2	1347	44,5
10:27	22,4	1347	44,5
10:29	22,4	1341	43,9
10:31	22,5	1381	43,7
10:33	22,6	1365	43,7
10:35	22,6	1309	42,5
10:37	22,5	1268	42,2
10:39	22,4	1252	41,7
10:41	22,4	1226	41,7
10:43	22,3	1170	40,8

Družina 4. oddělení - s dětmi			
Čas	Teplota °C	CO <sub>2</sub> (ppm)	Vlhkost (%)
13:42	23	2010	50,8
13:44	23,2	2099	50,7
13:46	23,3	1999	48,6
13:48	23,2	1978	48,2
13:50	23,3	2023	47,8
13:52	22,8	1896	47
13:54	23,1	1906	47,8
13:56	22,9	1819	46
13:58	22,7	1729	44,8
14:00	22,8	1702	45,6
14:02	23	1706	45,4
14:04	23,1	1692	45,2
14:06	23,1	1716	45,5
14:08	23	1687	44
14:10	22,3	1624	43,9
14:12	22,4	1462	42,5
14:14	22,3	1419	42,2
14:16	22,3	1421	43
14:18	22,4	1426	44
14:20	22,6	1428	43,2
14:22	22,5	1357	42,1
14:24	22,4	1271	41,2
14:26	21,9	1262	39,9
14:28	22,1	1117	39,7
14:30	22,1	1103	40
14:32	22,2	1066	39,9

Družina 4. oddělení - s dětmi (pokračování)			
14:34	22,2	1009	39,3
14:36	<u>22,3</u>	1001	39,9
14:38	22,5	979	39,1
14:40	22,5	962	39,4
14:42	<u>22,1</u>	929	38
14:44	21,7	919	38,9
14:46	21,5	914	39,2

## Příloha č. 7

Anonymní dotazník pro žáky ZŠ a MŠ L. Kuby 48 – Kvalita prostředí

Dobrý den. Jmenuji se Jan Turek. Prosím Vás, žáky (popřípadě rodiče), o vyplnění anonymního dotazníku. Jsem absolventem ZŠ a MŠ L. Kuby 48. Nyní jsem studentem Jihočeské univerzity a data z tohoto dotazníku použiji do bakalářské práce „Kvalita vnitřního prostředí v ZŠ a MŠ L. Kuby 48, České Budějovice.“ Děkuji za zodpovědné vyplnění.

- 1) Jsem žákem: Mateřské školy – Základní školy

2) Ročník a třída.....

3) Jsem chlapec ....., věk..... / Jsem dívka....., věk.....

### **Nehodící se škrtněte:**

- 4) Bývám často nemocný/á ANO - NE

5) Po škole bývám venku s dalšími dětmi nebo rodiči ANO - NE

6) Jste spokojeni s prostředím mateřské školy? ANO - NE

7) Jste spokojeni s prostředím základní školy? ANO - NE

8) Vyhovuje vám provoz MŠ? ANO - NE

9) Vidíte výhodu ve spojení MŠ a ZŠ? ANO - NE

A  
proč?.....

10) Jste spokojeni s organizací ZŠ? ANO - NE

- 11) Ráno chodím do školy pěšky ANO - NE
- 12) Ve škole si můžeme otevřít okno o probíhající hodině ANO - NE
- 13) Ve škole si můžeme otevřít okno jen o přestávce pod dozorem učitele ANO - NE
- 14) V zimním období si ve škole můžeme otevřít okno ANO - NE
- 15) Má m pocit unavenosti, když není okno v učebně občas otevřené ANO - NE
- 16) Jsem ospalý z důvodu nedostatku čerstvého vzduchu ve třídě ANO - NE
- 17) Má rád svěží vzduch a otevírám si okno doma, abych vyvětral ANO - NE
- 18) Rodiče dbají, aby u nás doma byl svěží a čerstvý vzduch - často větráme ANO - NE

#### Příloha č. 8

Dotazníkové šetření v MŠ a ZŠ L. Kuby 48, České Budějovice					
	Otázka	Odpověď			Bez odpovědi
		ANO	NE		
4.	Bývám často nemocný/á	18	110		0
5.	Po škole bývám venku s dalšími dětmi nebo rodiči	110	18		0
6.	Jste spokojeni s prostředím mateřské školy?	47	8		73
7.	Jste spokojeni s prostředím základní školy?	105	16		7
8.	Vyhovuje vám provoz MŠ?	43	12		73
9.	Vidíte výhodu ve spojení MŠ a ZŠ?	97	31		0
10.	Jste spokojeni s organizací ZŠ?	101	15		12
11.	Ráno chodím do školy pěšky	76	51		1
12.	Ve škole si můžeme otevřít okno o probíhající hodině	108	6		14
13.	Ve škole si můžeme otevřít okno jen o přestávce pod dozorem učitele	25	88		15

14.	V zimním období ve škole můžeme otevřít okno	87	12	18
15.	Mám pocit unavenosti, když není okno v učebně občas otevřené	68	45	15
16.	Jsem ospalý/á z důvodu nedostatku čerstvého vzduchu ve třídě	61	52	15
17.	Mám rád/a svěží vzduch a otevím si okno doma, abych vyvětral	106	6	16
18.	Rodiče dbají, aby u nás doma byl svěží vzduch (často větráme)	119	5	4

### Příloha č. 9

#### Učebna fyziky



## Tělocvična

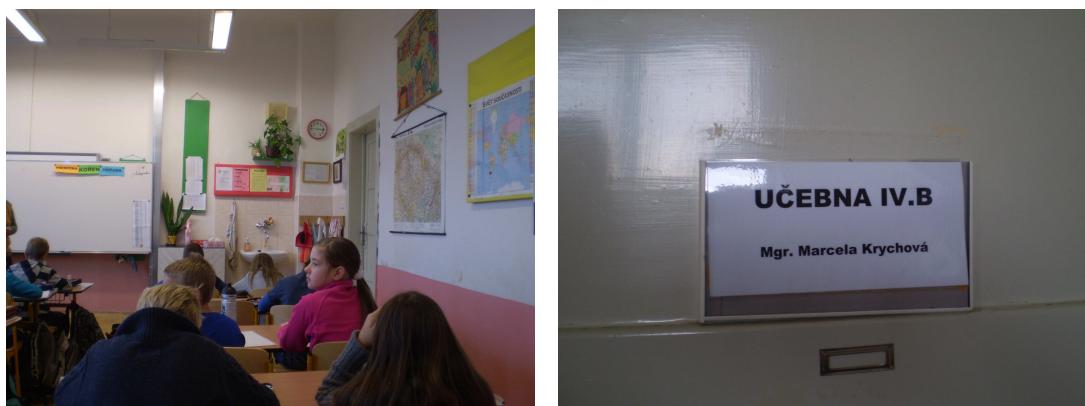


## Materšská škola





Učebna 4. třídy







2. oddělení školní družiny





#### 4. oddělení školní družiny

