



## **Středoškolská technika 2016**

**Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT**

# **ŘEŠENÍ MIKROKLIMATU VE ŠKOLE**

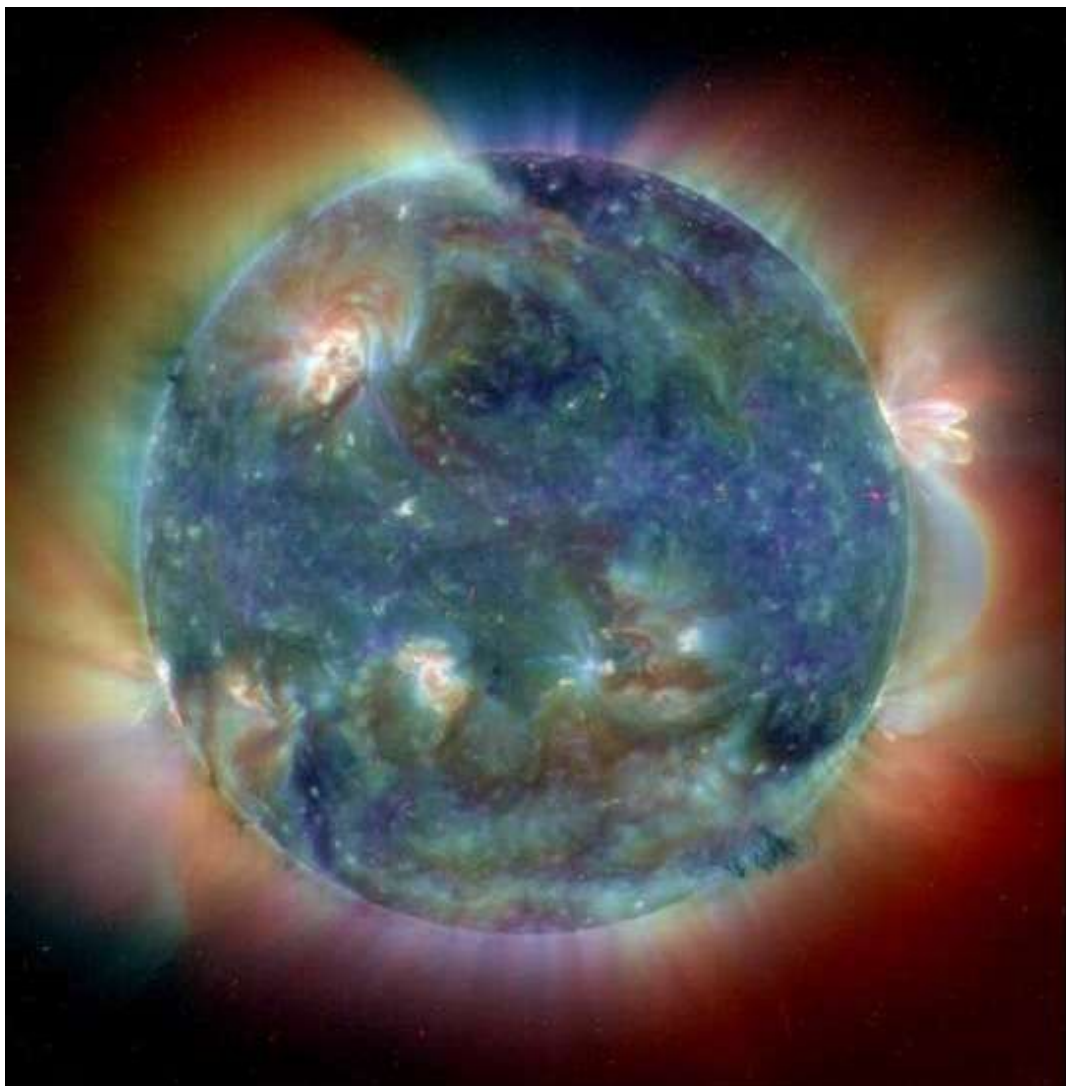
**Robert Zabloudil**

Sřední škola stavební Třebíč  
Kubišova 1214/9, 674 01 Třebíč

# ENERSOL 2015



VZDĚLÁVACÍ PROJEKT NA TÉMATA OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE,  
ÚSPORY ENERGIÍ A SNIŽOVÁNÍ EMISÍ V DOPRAVĚ



**KRAJ VYSOČINA**



**Kategorie projektu:**

**ENERSOL A PRAXE**

**Jméno, příjmení žáka:**

**Robert ZABLOUDIL**

**Obor a ročník studia:**

**Stavebnictví 2. ročník**

# Téma projektu: ŘEŠENÍ MIKROKLIMATU VE ŠKOLE

## Adresa projektu:

Jméno, příjmení dalších žáků podílejících se na projektu Enersol 2014:

Jejich učební nebo studijní obor a ročník studia:

Jméno učitele EVVO-koordinátora projektu:

Kontakt: Ing. Vlasta Kostková

Tel/fax: 568 606 411

Email: kostkova@spsstrebic.cz

Webové stránky školy: [www.stavtr.cz](http://www.stavtr.cz)

*Práce zaslána (předložena) regionálnímu centru dne:*

*Podpis autora (při kolektivní práci hlavního gestora) projektu:*

*Podpis učitele-koordinátora projektu:*

# OBSAH

## 1 ÚVOD

OBSAH.....	4
1 ÚVOD.....	7
1.1 Mikroklima ve škole.....	7
2 TEORETICKÁ ČÁST.....	7
2.1 Hygienické podmínky.....	7
2.2 Hygienická koncentrace CO <sub>2</sub> .....	7
2.3 Relativní vlhkost.....	8
2.4 Teplota vzduchu.....	8
2.5 Osvětlení.....	8
2.6 Vliv koncentrace CO <sub>2</sub> na lidský organismus.....	9
3 PRAKTICKÁ MĚŘENÍ.....	10
3.1 Subjektivní hodnocení mikroklimatu.....	10
3.2 Objektivní hodnocení mikroklimatu.....	11
3.2.1 Popis měřicího přístroje.....	11
3.2.2 Měření ve třídě.....	11
3.2.3 Grafy naměřených hodnot.....	11
3.2.4 Vyhodnocení měření ve třídě.....	12
3.2.5 Měření v ostatních třídách.....	13
3.2.6 Vyhodnocení měření ve třídách.....	14
3.3 Závěr praktických měření.....	14
4 Řešení problému s kvalitou vzduchu.....	15
4.1 Popis fungování rekuperační jednotky.....	15
4.2 Návrh rekuperační jednotky pro moji třídu.....	16
4.3 Umístění rekuperační jednotky.....	17
4.4. Hodnocení rekuperace.....	17
5 Závěr.....	17
literatura.....	18
Přílohy.....	19
2.1 Hygienické podmínky	
OBSAH.....	4
1 ÚVOD.....	7
1.1 Mikroklima ve škole.....	7
2 TEORETICKÁ ČÁST.....	7
2.1 Hygienické podmínky.....	7
2.2 Hygienická koncentrace CO <sub>2</sub> .....	7
2.3 Relativní vlhkost.....	8
2.4 Teplota vzduchu.....	8
2.5 Osvětlení.....	8
2.6 Vliv koncentrace CO <sub>2</sub> na lidský organismus.....	9
3 PRAKTICKÁ MĚŘENÍ.....	10
3.1 Subjektivní hodnocení mikroklimatu.....	10
3.2 Objektivní hodnocení mikroklimatu.....	11
3.2.1 Popis měřicího přístroje.....	11
3.2.2 Měření ve třídě.....	11
3.2.3 Grafy naměřených hodnot.....	11

3.2.4	Vyhodnocení měření ve třídě.....	12
3.2.5	Měření v ostatních třídách.....	13
3.2.6	Vyhodnocení měření ve třídách.....	14
3.3	Závěr praktických měření.....	14
4	Řešení problému s kvalitou vzduchu.....	15
4.1	Popis fungování rekuperační jednotky.....	15
4.2	Návrh rekuperační jednotky pro moji třídu.....	16
4.3	Umístění rekuperační jednotky.....	17
4.4	Hodnocení rekuperace.....	17
5	Závěr.....	17
	literatura.....	18
	Přílohy.....	19
2.....		4
2.3	Relativní vlhkost .....	5
2.4	Teplota vzduchu	
	OBSAH.....	4
1	ÚVOD.....	7
1.1	Mikroklima ve škole.....	7
2	TEORETICKÁ ČÁST.....	7
2.1	Hygienické podmínky.....	7
2.2	Hygienická koncentrace CO <sub>2</sub> .....	7
2.3	Relativní vlhkost.....	8
2.4	Teplota vzduchu.....	8
2.5	Osvětlení.....	8
2.6	Vliv koncentrace CO <sub>2</sub> na lidský organismus.....	9
3	PRAKTICKÁ MĚŘENÍ.....	10
3.1	Subjektivní hodnocení mikroklimatu.....	10
3.2	Objektivní hodnocení mikroklimatu.....	11
3.2.1	Popis měřicího přístroje.....	11
3.2.2	Měření ve třídě.....	11
3.2.3	Grafy naměřených hodnot.....	11
3.2.4	Vyhodnocení měření ve třídě.....	12
3.2.5	Měření v ostatních třídách.....	13
3.2.6	Vyhodnocení měření ve třídách.....	14
3.3	Závěr praktických měření.....	14
4	Řešení problému s kvalitou vzduchu.....	15
4.1	Popis fungování rekuperační jednotky.....	15
4.2	Návrh rekuperační jednotky pro moji třídu.....	16
4.3	Umístění rekuperační jednotky.....	17
4.4	Hodnocení rekuperace.....	17
5	Závěr.....	17
	literatura.....	18
	Přílohy.....	19
.....		5
2.6	Vliv koncentrace CO <sub>2</sub> na lidský organismus .....	6
<b>3</b>	<b>PRAKTICKÁ MĚŘENÍ</b>	
	OBSAH.....	4
1	ÚVOD.....	7
1.1	Mikroklima ve škole.....	7

2	TEORETICKÁ ČÁST.....	7
2.1	Hygienické podmínky.....	7
2.2	Hygienická koncentrace CO <sub>2</sub> .....	7
2.3	Relativní vlhkost.....	8
2.4	Teplota vzduchu.....	8
2.5	Osvětlení.....	8
2.6	Vliv koncentrace CO <sub>2</sub> na lidský organismus.....	9
3	PRAKTICKÁ MĚŘENÍ.....	10
3.1	Subjektivní hodnocení mikroklimatu.....	10
3.2	Objektivní hodnocení mikroklimatu.....	11
3.2.1	Popis měřicího přístroje.....	11
3.2.2	Měření ve třídě.....	11
3.2.3	Grafy naměřených hodnot.....	11
3.2.4	Vyhodnocení měření ve třídě.....	12
3.2.5	Měření v ostatních třídách.....	13
3.2.6	Vyhodnocení měření ve třídách.....	14
3.3	Závěr praktických měření.....	14
4	Řešení problému s kvalitou vzduchu.....	15
4.1	Popis fungování rekuperační jednotky.....	15
4.2	Návrh rekuperační jednotky pro moji třídu.....	16
4.3	Umístění rekuperační jednotky.....	17
4.4	Hodnocení rekuperace.....	17
5	Závěr.....	17
	literatura.....	18
	Přílohy.....	19
4.1	Popis funkce rekuperační jednotky .....	12
4.2	Návrh rekuperační jednotky pro moji třídu .....	13
4.3	Umístění rekuperační jednotky .....	14
4.4	Hodnocení rekuperace .....	14
<b>5</b>	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>14</b>
	<b>LITERATURA .....</b>	<b>15</b>
	<b>PŘÍLOHY .....</b>	<b>16</b>

# 1 ÚVOD

Téma své práce jsem si vybral, protože jsem se rozhodl maturovat na oboru Technická zařízení budov. V hodinách předmětu Technická zařízení budov jsme měli možnost si vyzkoušet práci s novým měřicím přístrojem na měření kvality vzduchu. Práce s tímto přístrojem byla pro mě velice zajímavá a donutila mě se více zajímat o kvalitu vzduchu ve škole i v mém okolí. Proto jsem se rozhodl s mojí myšlenkou o zlepšení kvality mikroklima ve škole přihlásit do vzdělávacího programu ENERSOL.

## 1.1 Mikroklima ve škole

Vnitřní mikroklima je jedním z hlavních činitelů, které ovlivňují kvalitu prostoru. Abychom se v dané budově cítili příjemně, musí být dosaženo optimálních podmínek vnitřního mikroklimatu. Tím se rozumí dostatečný přísun čerstvého vzduchu, nízké koncentrace škodlivin, vhodná teplota prostoru, rozložení teplot v prostoru, eliminace průvanu a vhodný způsob distribuce tepla. Stejně tak jako jsou rozdílné klimatické podmínky v zimním a letním období. Na tyto prostory jsou kladeny různé, často protichůdné, požadavky směřující k vytvoření příjemného klimatu s ohledem na nízké náklady a nízkou energetickou náročnost.

## 2 TEORETICKÁ ČÁST

### 2.1 Hygienické podmínky

Prostory zařízení pro výchovu a vzdělávání a prostory určené k pobytu žáků a studentů musí být přímo větratelné. Pokud venkovní stav prostředí neumožňuje využít přirozené větrání, např. pro překročení přípustných hodnot škodlivin ve venkovním prostředí, musí být vhodné mikroklimatické podmínky zajištěny vzduchotechnickým zařízením.

### 2.2 Hygienická koncentrace CO<sub>2</sub>

Množství průzkumů a měření vnitřního prostředí ve školách ve světě i u nás prokázalo, že kvalita vzduchu a obecně vnitřního prostředí je nízká, a v některých případech až alarmující. Jak studie ukazují, přirozené větrání okny je nedostačující pro zabezpečení hygienických požadavků těchto zařízení. Není pochyb, že zdravé prostředí a čerstvý vzduch jsou jedním z hlavních předpokladů úspěšného procesu vzdělávání. Požadavky na kvalitu vnitřního prostředí lze úspěšně řešit pomocí nuceného větrání se zpětným získáváním tepla, které současně umožňuje snížit ztráty tepla větráním a podílet se tak na úsporách energie.

Množství škol, školek a jiných školských zařízení prochází procesem rekonstrukce, kde se uvažuje hlavně o úsporách energie. Na kvalitu prostředí a efektivní větrání se však

zapomíná a k vylepšení vnitřního prostředí nedochází. Mnohdy je efekt právě opačný.

Utěsněním obálky budovy a výměnou oken dochází k snížení efektu větrání netěsnostmi a prostory jsou větrány ještě méně než před rekonstrukcí. Jelikož jsou školská zařízení určena k vzdělávání, které závisí na aktivní pozornosti žáků a studentů a nakonec i samotných vyučujících, je potřeba apelovat na změnu přístupu k modernizaci těchto budov.

V tabulce 1 uvádím normové hodnoty množství přiváděného čerstvého vzduchu v učebnách, tělocvičnách, šatnách a hygienických zařízeních v zařízeních pro výchovu a vzdělávání a provozovnách pro výchovu a vzdělávání dle vyhlášky č. 410/2005 Sb.

Typ prostoru	Množství vzduchu (m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> )
Učebny	20-30 na 1 žáka
Tělocvičny	20-90 na 1 žáka
Šatny	20 na 1 žáka
Umývány	30 na 1 umývadlo
Sprchy	150-200 na 1 sprchu
Záchody	50 na 1 kabinu, 20 na 1 pisoár

Tab. 1 Normové hodnoty množství přiváděného čerstvého vzduchu pro školská zařízení

## 2.3 Relativní vlhkost

Vlhkost je základní vlastnost vzduchu. Vlhkost vzduchu udává, jaké množství vody v plynném stavu (vodní páry) obsahuje dané množství vzduchu. Relativní vlhkost ve třídách je podle hygienických požadavků 40 – 60%. Pro lidský organismus nejpříjemnější hodnota vlhkosti se pohybuje v rozmezí od 45 – 65%.

## 2.4 Teplota vzduchu

Pro učebny je minimální normou předepsaná teplota 16°C a optimální teplota je 20°C. V letním období nesmí teplota učebny přesáhnout maximum a to 30°C, pokud teplota přesáhne tuto hranici, je povinností vyučujících se studenty opustit učebnu. Stejně podmínky platí pro zimní období. Pokud teplota učebny nebude dosahovat minimální teploty a to 16°C je povinností vedoucích školy ukončit vyučování.

## 2.5 Osvětlení

Ve vnitřních prostorách budov zařízení pro výchovu a vzdělávání a provozovnách pro výchovu a vzdělávání, určených k dlouhodobému pobytu žáků, musí být vyhovující intenzita denního osvětlení odpovídající normě ČSN EN 12 464-1 a to 300lx pro učebnu. Místa žáků v lavicích musí být v učebnách orientována tak, aby žáci nebyli v zorném poli oslňováni.



## 2.6 Vliv koncentrace CO<sub>2</sub> na lidský organismus

Protože koncentraci CO<sub>2</sub> nejsme našimi smysly schopni posoudit, je osobní hodnocení kvality vzduchu velice nespolehlivé. Tento způsob hodnocení se nazývá subjektivní. Lidský organismus přestává koncentraci pachů po určité chvíli vnímat a naše čichové orgány se přizpůsobují prostředí, v němž se vyskytujeme.

Určitě všichni známe situaci, když přijdeme do malé místnosti, kde se již nachází několik osob. Při příchodu z venkovního prostředí pocítíme těžký vydýchaný vzduch, ale po chvíli to přestáváme vnímat jako nepříjemnost. Naše čichové orgány se přizpůsobují, přestáváme vnímat koncentraci pachů. Avšak při určité koncentraci se vliv oxidu uhličitého projeví naší nesoustředěností, malátností a podobně. Při vyšších koncentracích se již naše únava zvyšuje a mohou se objevovat bolesti hlavy apod.

Účinky zvýšené koncentrace oxidu uhličitého na lidský organismus uvádím v tab. 2. Jednotky, ve kterých se uvádí hodnoty koncentrace škodlivin, se označují ppm. Z anglických slov parts per milion (díly v milionu). Znamená to tedy objemové množství škodlivin.

Hodnoty	Účinky CO <sub>2</sub> na lidský organismus
cca 350 ppm	úroveň venkovního prostředí
do 1000 ppm	doporučená úroveň CO <sub>2</sub> ve vnitřních prostorách
1200-1500 ppm	doporučená maximální úroveň CO <sub>2</sub> ve vnitřních prostorách
1000-2000 ppm	nastávají příznaky únavy a snižování koncentrace
2000-5000 ppm	nastávají možné bolesti hlavy
5000 ppm	maximální bezpečná koncentrace bez zdravotních rizik
> 5000 ppm	nevolnost a zvýšený tep
> 15000 ppm	dýchací potíže
> 40000 ppm	možná ztráta vědomí

Tab. 2 Účinky oxidu uhličitého na lidský organismus

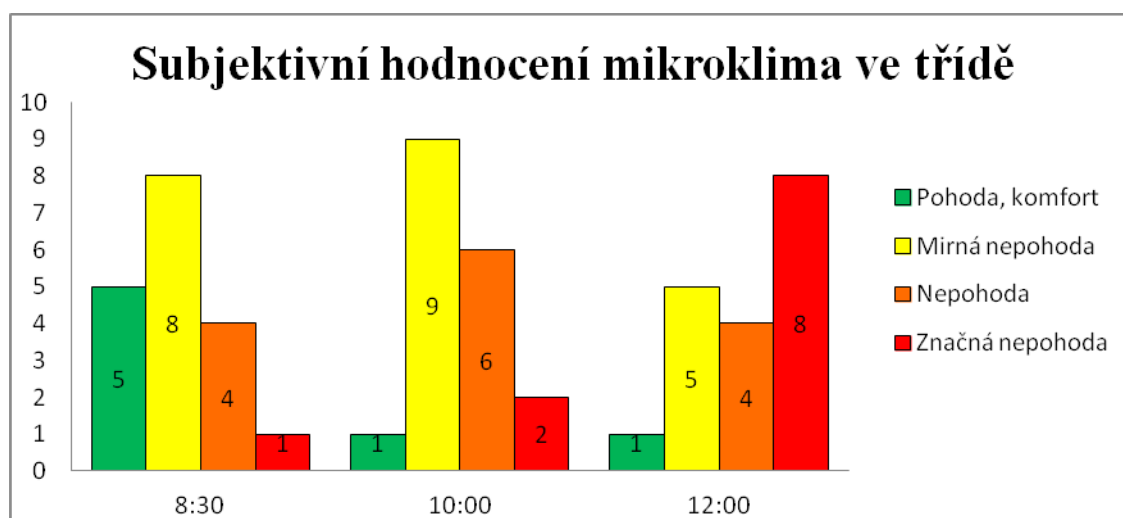
### 3 PRAKTICKÁ MĚŘENÍ

V kapitolách praktického měření jsem zpracoval subjektivní hodnocení mikroklimatu ve třídě z pohledu mých spolužáků prostřednictvím ankety. Z výsledků ankety jsem vytvořil graf a vyhodnocení subjektivního pocitu mých spolužáků. Dále jsem provedl popis měřicího přístroje a postupu práce při měření. Z naměřených hodnot jsem vytvořil grafy označující průběh hladin teploty vzduchu a koncentrace CO<sub>2</sub>. Výsledky mých měření jsem zpracoval v závěru praktického měření.

#### 3.1 Subjektivní hodnocení mikroklimatu

Vytvořil jsem si anketu pro spolužáky, kde jsem zjišťoval jejich hodnocení mikroklimatu ve třídě. Subjektivní hodnocení mikroklimatu jsme dělali s paní učitelkou při probírání problematiky tepelné pohody člověka. Spolužáci tedy věděli, jak subjektivní hodnocení probíhá. Také věděli, že do hodnocení nemají vstupovat momentální negativní nálady, např. protože museli ráno vstát a jít do školy.

Anketu jsem rozdál mezi žáky před začátkem vyučování. Anketu jsem za pomoci učitelů zařadil v 8:30, v 10 hodin, tj. po velké přestávce a naposledy ve 12 hodin. Ze zodpovězených odpovědí jsem vytvořil graf. Ankety se zúčastnilo 18 žáků. Výsledky ankety jsem zpracoval do grafu 1.



Graf 1 zpracovaných výsledků subjektivního hodnocení mikroklimatu ve třídě

Z grafu lze pozorovat, že se vzrůstající hladinou CO<sub>2</sub> se značně zvyšuje nepohoda žáků ve třídě (v grafu barva červená). Naopak studentů, kteří ráno vnímali mikroklima ve třídě jako pohoda, komfort (v grafu barva zelená), po velké přestávce rapidně ubylo.

## 3.2 Objektivní hodnocení mikroklimatu

Objektivní hodnocení mikroklimatu znamená, že změříme hodnoty různých veličin a ty porovnáme s normovými a hygienickými normami a vyhláškami. Já jsem se v objektivním hodnocení zaměřil na koncentraci oxidu uhličitého CO<sub>2</sub>, relativní vlhkost a teplotu vzduchu v měřených místnostech. Vyhodnocení koncentrací a hodnot mám vždy na konci popisovaného měření.

### 3.2.1 Popis měřicího přístroje

Měření jsem prováděl pomocí měřicího přístroje: AIR QUALITY METER (AQ-9901SD). Práce s přístrojem je snadná, neboť nemusíte v určitém čase zapisovat naměřené hodnoty, protože přístroj naměřené hodnoty v určitý čas ukládá na SD kartu. Naměřené hodnoty se dají snadno převést do počítače pro následné využití v tabulkovém editoru Excel.

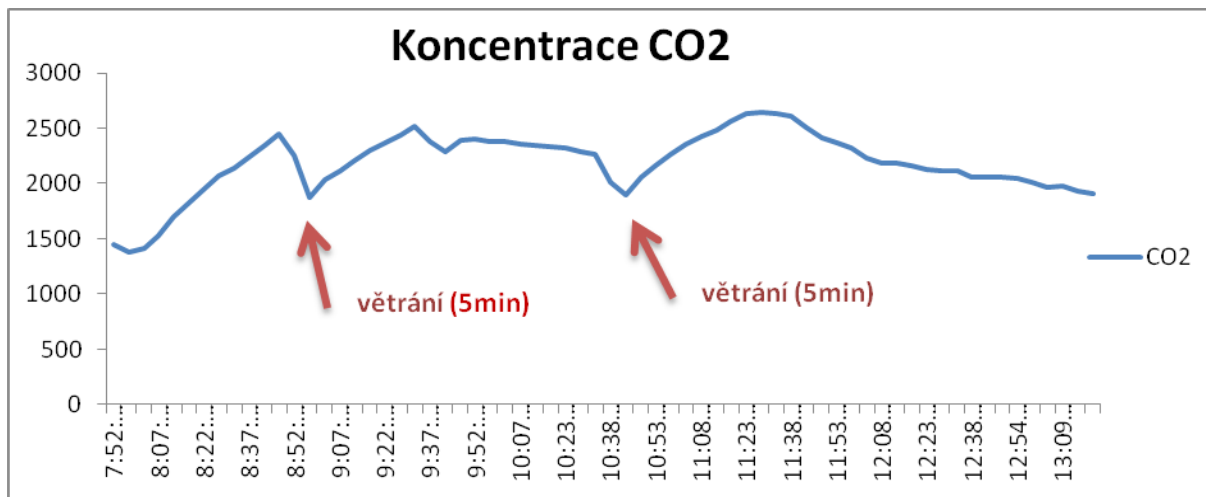
Přístroj slouží pro měření koncentrace CO<sub>2</sub>, relativní vlhkosti vzduchu, teploty vzduchu v místnosti, koncentrace kyslíku O<sub>2</sub>. Přístroj také může měřit koncentraci oxidu uhelnatého CO, ale tu jsem naštěstí vždy naměřil nulovou. Protože oxid uhelnatý je vysoce jedovatý a toxický plyn a v budovách se v žádném případě nesmí vyskytovat. Fotky měřicího přístroje a fotky z vlastního měření jsou v příloze této práce.

### 3.2.2 Měření ve třídě

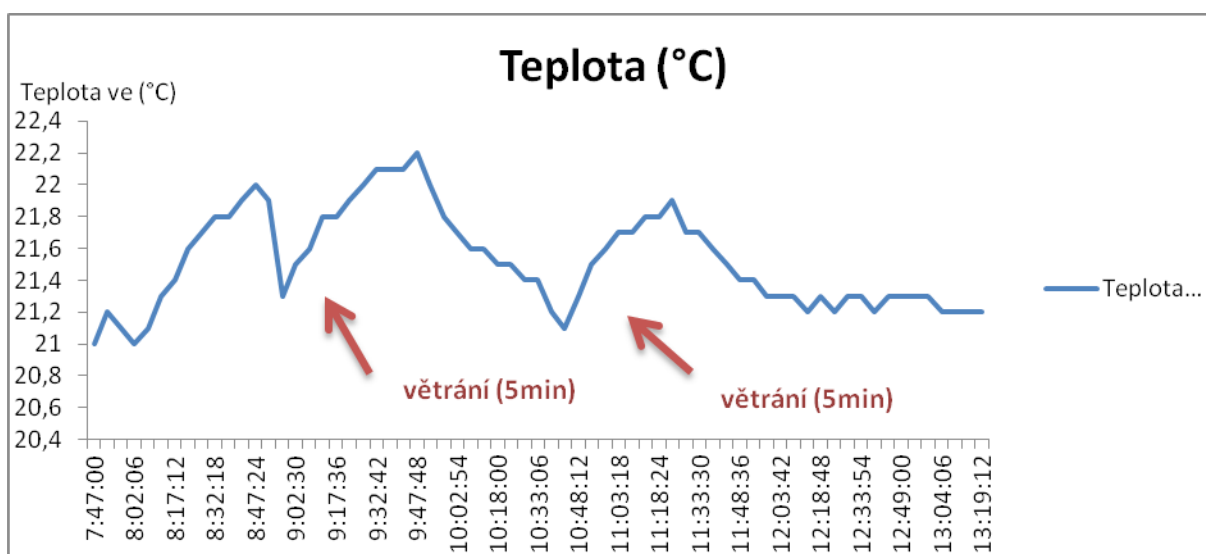
Měření jsem prováděl dlouhodobě několikrát v mé kmenové třídě a také v odborných učebnách od začátku školního roku. Před začátkem vyučování jsem vždy přístroj zapnul a zkontroloval jsem všechny jeho funkce. Přístroj byl připraven na měření během několika málo minut. Na přístroji jsem nastavil automatické ukládání po 5 minutách.

### 3.2.3 Grafy naměřených hodnot

Z naměřených hodnot jsem vytvořil grafy koncentrace CO<sub>2</sub>, relativní vlhkosti a teploty vzduchu v závislosti na čase. Pro přehlednost práce zde uvádím pouze měření v jeden den v mé kmenové třídě.



Graf 2 Koncentrace CO2 v závislosti na čase



Graf 3 Závislost teploty na čase

### 3.2.4 Vyhodnocení měření ve třídě

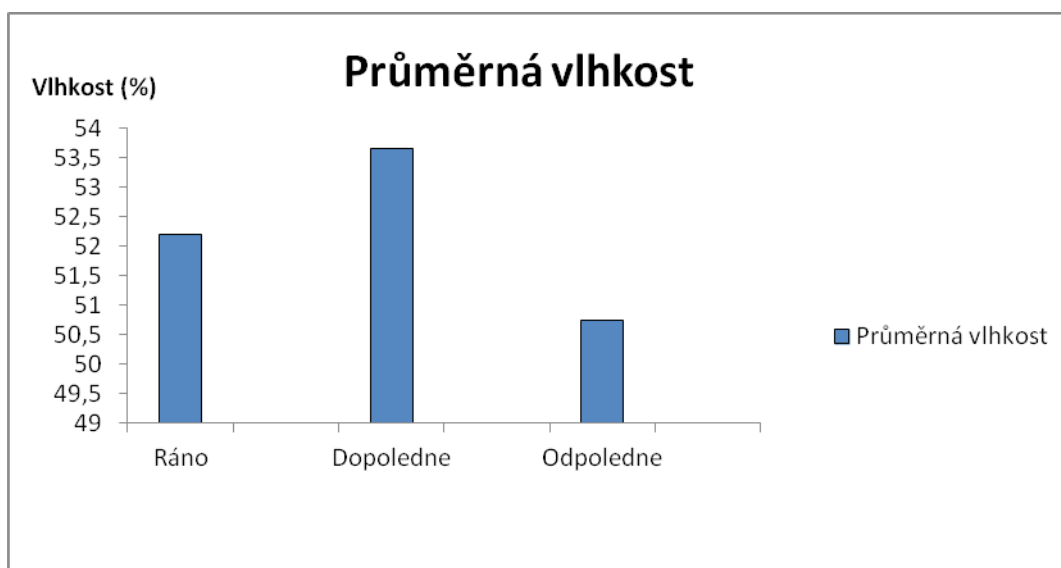
Graf označující koncentraci oxidu uhličitého ve třídě jasně poukazuje na to, že větrání okny je neefektivní, protože 5 minut větrání okny nemělo skoro žádný vliv na koncentraci oxidu uhličitého. Graf označující teplotu vzduchu ve třídě opět poukazuje na neefektivitu větrání okny, protože při větrání dochází k obrovským tepelným ztrátám. Větrání okny v zimním období je velmi ekonomicky nevýhodné s ohledem na vytápění.

Už před začátkem výuky byla koncentrace CO<sub>2</sub> vyšší než je normová hodnota (1500 ppm). Během vyučování se koncentrace oxidu uhličitého vyšplhala až na koncentraci 2500 ppm. Krátké vyvětrání okny snížilo koncentraci jen na krátkou dobu.

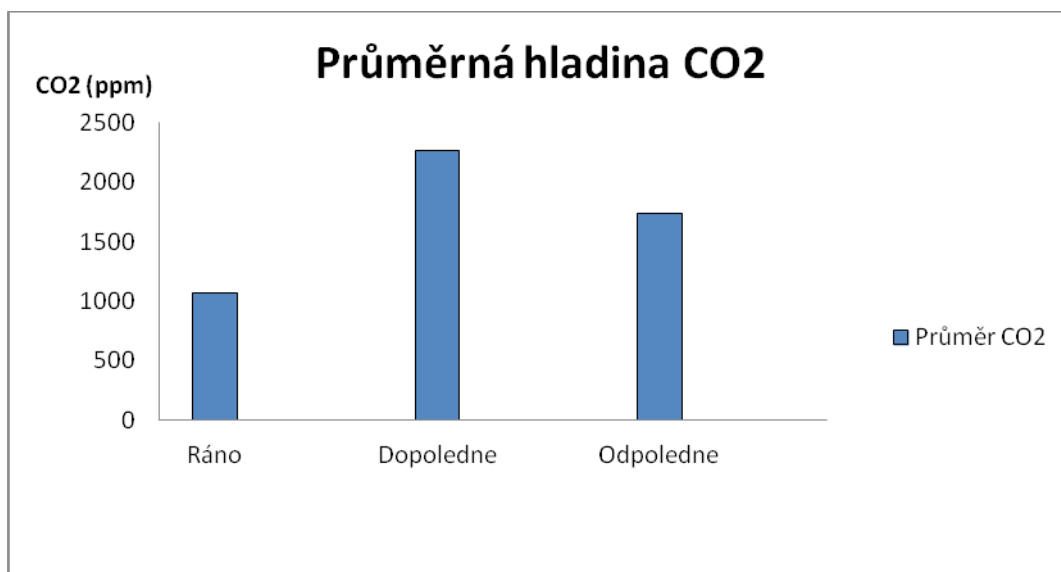
### 3.2.5 Měření v ostatních třídách

Další druh měření bylo měření koncentrací oxidu uhličitého, teploty a relativní vlhkosti ve všech třídách ve 4. podlaží naší školy, kde mají kmenové učebny studijní obory a také v kabinetech učitelů. Tato měření jsem prováděl několikrát za sebou 3x denně. Vždy jsem provedl měření v rozmezí 7:45 – 8:00 před vyučováním, pak o velké přestávce v rozmezí 9:30 – 9:45 a pak naposledy 13:00 – 13:20 v obědové pauze.

Studenti v ostatních třídách měli o toto měření velký zájem a tak jsem vyhlásil soutěž o nejvyšší koncentraci CO<sub>2</sub> ve třídě. To jsem ale neměl dělat, protože studenti chtěli za každou cenu vyhrát a nechtěli během vyučování otevírat okna vůbec, aby získali první místo. Způsobil jsem touto soutěží docela poprask a učitelé mě za to neměli rádi.



Graf 4 Průměrná relativní vlhkost ve třídách ve 4. podlaží



Graf 5 Průměrné koncentrace CO<sub>2</sub> ve třídách ve 4. podlaží

### 3.2.6 Vyhodnocení měření ve třídách

Z naměřených hodnot jsem vytvořil průměr, z kterého jsem následně vytvořil graf. Z grafů je vidět že nejvyšší naměřená vlhkost a nejvyšší koncentrace oxidu uhličitého byla naměřena o velké přestávce v rozmezí 9:30 - 9:45 hodin, a to 2300 ppm. Když žáci opustili třídu při odchodu na obědovou přestávku ve 13:00 hodin, tak se koncentrace postupně snižovaly.

Vítězem školní soutěže o nejvyšší koncentraci se stali studenti čtvrtého ročníku ze třídy S4B s nejvyšší naměřenou hodnotou koncentrace CO<sub>2</sub> 4350 ppm. Při takto vysoké koncentraci studenti nechtěli, aby je učitelé zkoušeli, protože se nemůžou soustředit.

### 3.3 Závěr praktických měření

Z naměřených hodnot jsem dospěl k názoru, že mikroklima ve třídě není hygienicky vhodné, neboť hladina CO<sub>2</sub> dvakrát až třikrát přesahuje normovou hodnotu. Tento problém ani nevyřeší větrání okny, které je neúčinné, zvláště v zimním období. Větrání okny v zimním období je ekonomicky nevýhodné s ohledem na vytápění. Celkové větrání okny je nedostačující pro snížení koncentrace CO<sub>2</sub> na požadovanou hodnotu.

**Tak co s tím budeme dělat? Mám návrh!**

## 4 ŘEŠENÍ PROBLÉMU S KVALITOU VZDUCHU

Dokonalým řešením tohoto problému s větráním je návrh rekuperační jednotky, která bude šetřit náklady na vytápění a zajistí efektivnější větrání. V další části práce jsem provedl návrh rekuperační jednotky a ekonomické vyhodnocení investičních nákladů. Také jsem se zabýval technickým řešením umístění rekuperační jednotky, vedení vzduchotechnických rozvodů a umístění vyústek pro přívod i odvod vzduchu.

### 4.1 Popis fungování rekuperační jednotky

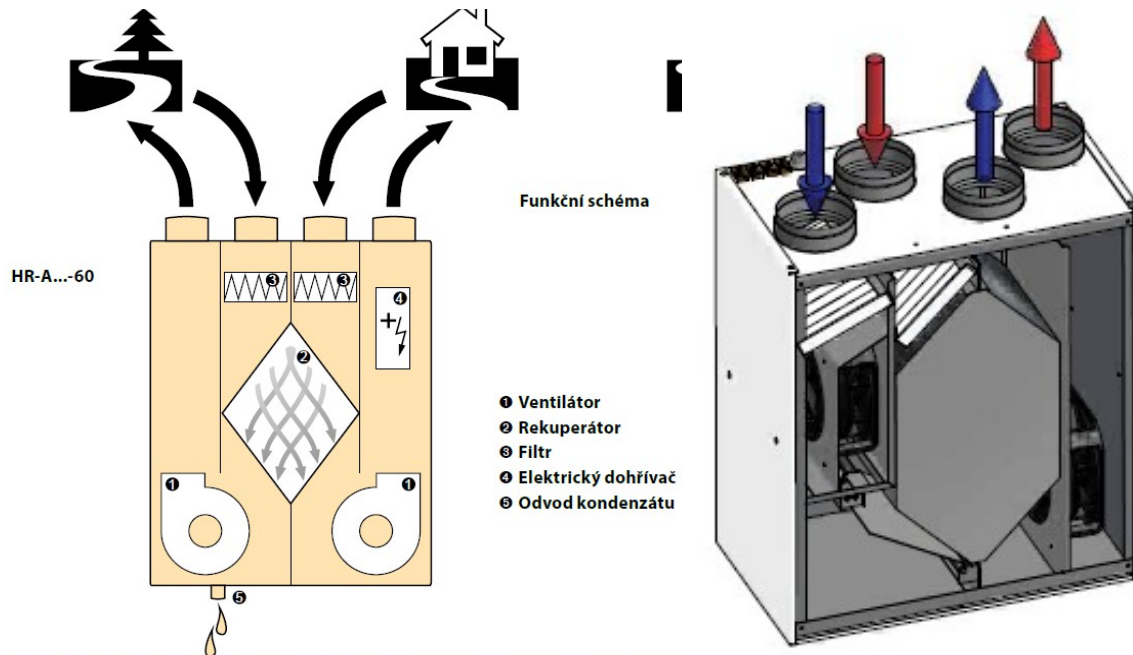
Rekuperační jednotka je vzduchotechnické zařízení, které nasává potrubím vzduch z venkovního prostředí a předává mu teplo z vnitřního odváděného (ohřátého) vzduchu, aniž by došlo k jejich promísení. Dále je čerstvý vzduch dopravován potrubím do větrané místnosti. Přívodní vzduch je filtrován. V opačném směru zařízení nasává odpadní vzduch z místnosti, odebírá mu teplo a vyfukuje ho do venkovního prostředí. Předehřev vzduchu probíhá bez nároku na dodatečnou energii. Dohřev vzduchu na požadovanou teplotu probíhá např. elektrickým ohřívačem umístěným v rekuperační jednotce.

#### **Výhody rekuperace:**

- snížení vysoké koncentrace CO<sub>2</sub>
- odstranění kondenzace na oknech
- snížení výskytu běžných onemocnění
- zvýšení koncentrace a psychické výkonnosti
- snížení nákladů na vytápění

#### **Nevýhody rekuperace:**

- vysoké pořizovací náklady
- zvýšení hladiny hluku při vyšších otáčkách ventilátoru



Obr.1 Schéma rekuperační jednotky

## 4.2 Návrh rekuperační jednotky pro moji třídu

Počet žáků ve třídě: 20 studentů  
 Normový průtok vzduchu na 1 žáka: 20 m<sup>3</sup>/hod  
 Potřebný objemový průtok rekuperační jednotkou: 400 m<sup>3</sup>/hod

Pro vstupní údaje jsem navrhl rekuperační jednotku:

ISIS Recover typ HR-A-03-V-G4-E-1-60

Hlučnost: 53 dB  
 Objemový průtok vzduchu: 400 m<sup>3</sup>/hod při  
 2. stupni otáček ventilátoru  
 Elektrický dohřev vzduchu  
 Účinnost rekuperace: 60%  
 Pořizovací cena jednotky: 24 800,-

Regulace rekuperační jednotky: automatická po dosažení nastavené koncentrace CO<sub>2</sub>

Do ekonomického posouzení jsem započítal cenu rekuperační jednotky, cenu za instalaci rekuperační jednotky, potrubí DN 150 z pozinkovaného stáčeného plechu Spiro v délce 18 m, 5 ks obdélníkových žaluziových vyústek a regulační a řídicí zařízení. Celková pořizovací cena rekuperačního systému pro jednu třídu vyšla na 72 000,-



## 4.3 Umístění rekuperační jednotky

Rekuperační jednotka by mohla stát na zemi vzadu ve třídě u obvodové stěny. Je zde dostatek místa. Přívodní potrubí čerstvého vzduchu a odváděcí potrubí znehodnoceného vzduchu musí být propojené s venkovním prostředím potrubím o DN 150 a délce 2 a 1 m.

Z rekuperační jednotky povede přívodní potrubí DN 150 ke stropu a kolem tří stěn ve třídě dopředu před žáky. Délka přívodního potrubí bude 13 m. Zde na potrubí budou umístěny 3 kusy přívodních žaluziových obdélníkových vyústek o rozměrech 300 x 100 mm.

2 kusy odváděcích obdélníkových vyústek o rozměrech 300 x 100 mm budou umístěny na odváděcím potrubí vzadu ve třídě za lavicemi u stropu. Délka odváděcího potrubí DN 150 bude 5 m. Schéma umístění rekuperační jednotky a potrubních rozvodů jsem nakreslil v programu Cadkon – TZB a je umístěné v příloze mé práce.

## 4.4. Hodnocení rekuperace

Z výše uvedeného ekonomického hodnocení vyplývá, že se jedná o finančně nákladnou technologii, na kterou žádná škola nemá peníze. V budoucnu se ale bude muset řešit problém nehygienického školního prostředí, ve kterém trávíme mnoho hodin denně. Technická stránka instalace rekuperace by v případě naší třídy nebyla až tak obtížná.

Také jsem promýšlel instalaci centrální rekuperační jednotky pro celé podlaží. Tady by technické řešení bylo ještě snazší. V tomto případě, by se vzduchotechnické rozvody vedly v sádkartonových podhledech na chodbě, kde je dostatek místa. Do každé třídy by se udělal jen přívodní a odváděcí otvor pro vzduchotechnické potrubí. Také potrubí přímo ve třídách by se nemuselo dělat v takových délkách jako v případě lokální rekuperační jednotky pro jednu třídu. Ovšem cena za takovou podlažní instalaci by se vyšplhala do obrovských čísel. Ale nestojí naše zdraví za to?

## 5 ZÁVĚR

Při zpracovávání této práce jsem si uvědomil, jak je okolní prostředí pro můj život důležité. Zabýval jsem se téměř půl roku měřeními koncentrací škodlivin ve třídách. S hrůzou jsem zjistil, že každý den pobývám několik hodin v hygienicky nevyhovujících prostorách. A myslím, že v domáckém prostředí na tom nejsem lépe.

Snažil jsem se vymyslet a navrhnout nějaké řešení. Z technického hlediska tento problém je možné řešit, instalací rekuperačních jednotek. Ty automaticky zajistí potřebnou kvalitu vzduchu ve třídě. Druhá stránka této věci je finanční. Investiční náklady pro jednu třídu jsou několik desítek tisíc korun. Pro celou školu by tato částka přesáhla miliony korun. Stále kolem sebe slyším, že do svého zdraví musíme investovat. A já si myslím, že tato investice by šla určitě správným směrem.

V budoucnu bych se chtěl tímto tématem určitě dále zabývat. Zkusíme společně s paní učitelkou prosadit instalaci rekuperační jednotky v jedné třídě, abychom odzkoušeli provozní podmínky.

# LITERATURA

MAUER Karel. Vzduchotechnická zařízení pro 3. a 4. ročník SPŠ stavebních studijního oboru TZB. Sobotáles 2007. ISBN 978-80-86817-21-0

GEBAUER Gunter. Vzduchotechnika. ERA group, spol. s r.o. Brno 2005. ISBN: 80-7366-027-X

Uživatelská příručka přístroje AIR QUALITY METER AQ-9901SD  
[www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz)

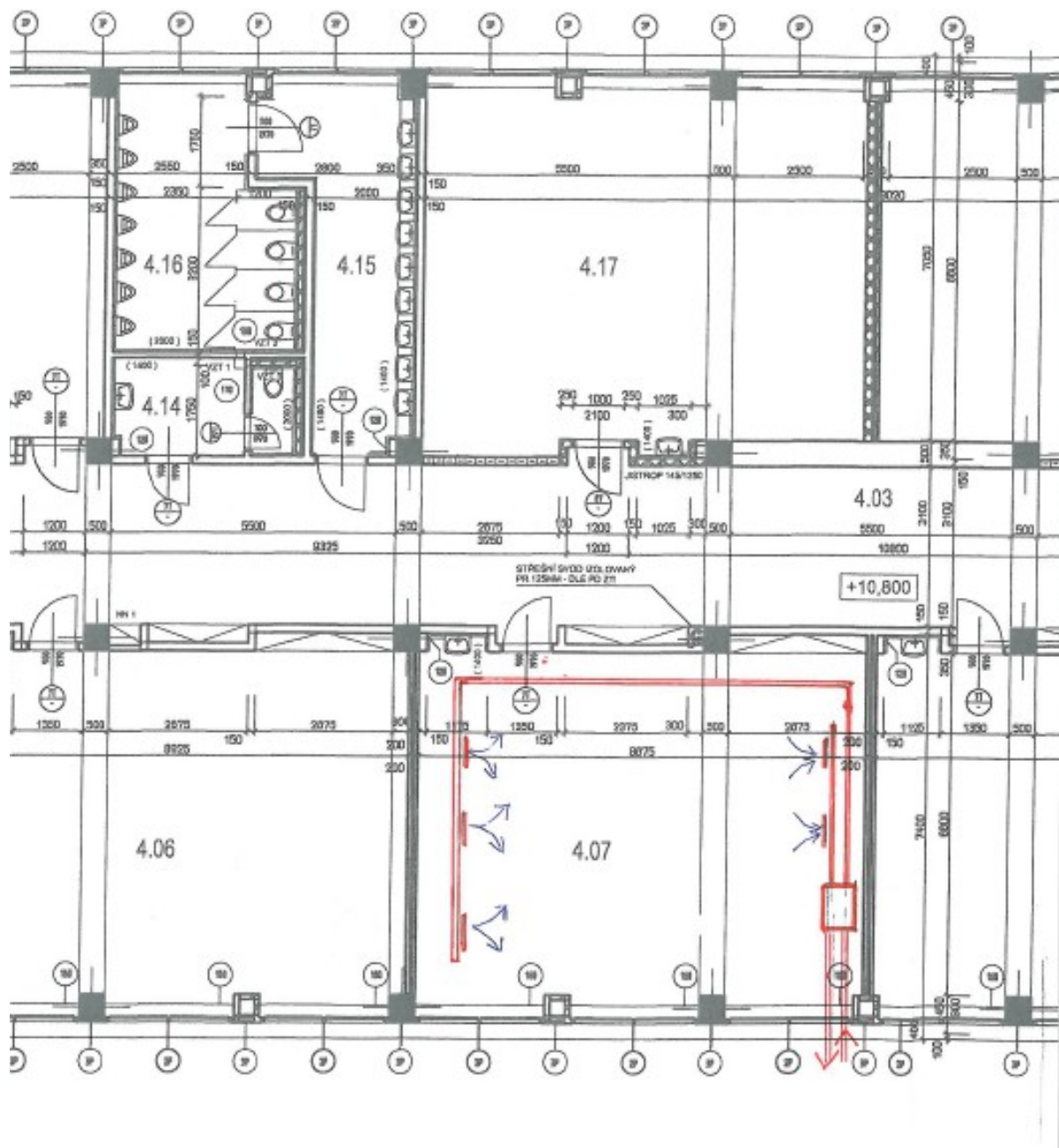
# PŘÍLOHY



Foto 1 Měřicí přístroj s čidly



Foto 2 Měření koncentrací



Obr. 2 Schématické umístění rekuperační jednotky, vzduchotechnického potrubí a výustek ve třídě