



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ  
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

# VZDUCHOTECHNIKA PRO MATEŘSKOU ŠKOLU

AIR-CONDITIONING FOR KINDERGARTEN

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

PETR HORINA

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

Ing. OLGA RUBINOVÁ, Ph.D.

BRNO 2015



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

<b>Studijní program</b>	B3607 Stavební inženýrství
<b>Typ studijního programu</b>	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
<b>Studijní obor</b>	3608R001 Pozemní stavby
<b>Pracoviště</b>	Ústav technických zařízení budov

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

<b>Student</b>	Petr Horina
<b>Název</b>	Vzduchotechnika pro mateřskou školu
<b>Vedoucí bakalářské práce</b>	Ing. Olga Rubinová, Ph.D.
<b>Datum zadání bakalářské práce</b>	30. 11. 2014
<b>Datum odevzdání bakalářské práce</b>	29. 5. 2015

V Brně dne 30. 11. 2014

.....  
doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.  
Vedoucí ústavu

.....  
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA  
Děkan Fakulty stavební VUT



## **Podklady a literatura**

1. Stavební dokumentace zadané budovy
2. Aktuální legislativa ČR
3. České i zahraniční technické normy
4. Odborná literatura
5. Zdroje na internet

## **Zásady pro vypracování**

A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu

B. Výpočtová část

analýza objektu – rozdělení na funkční celky VZT, 2-3 zařízení zpracovaná v tématech:

tepelné bilance,

průtoky vzduchu, tlakové poměry

distribuce vzduchu,

dimenzování potrubí a tlaková ztráta,

úpravy vzduchu, návrh VZT jednotek (hx diagramy),

útlum hluku

C. Projekt – úroveň prováděcího projektu: výkresy dvoučarově, půdorysy + řezy (řešené místnosti, strojovna) legenda prvků, 1:50 (1:100) – budou uloženy samostatně jako přílohy, technická zpráva (tabulka místností, tabulka zařízení), položková specifikace, funkční (regulační) schéma

## **Struktura bakalářské/diplomové práce**

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

.....

Ing. Olga Rubinová, Ph.D.  
Vedoucí bakalářské práce

**Abstrakt**

V této bakalářské práci je řešen návrh vzduchotechniky pro mateřskou školu. Vzduchotechnika zajišťuje přívod čerstvého upraveného vzduchu a odtaž vzduchu znehodnoceného. Tímto nuceným větráním je docíleno požadovaného mikroklimatu jak v prostorách tříd, tak i ve varně, která je také umístěna v objektu mateřské školy.

**Klíčová slova**

Vzduchotechnika, nucené větrání, vnitřní mikroklima, mateřská škola

**Abstract**

This bachelor thesis deals with the project of ventilation system for the nursery school. The ventilation system provides that the fresh altered air is routed in and the used air out. By this compulsory ventilation, a required microclimate is reached, both in the classes and the kitchen which is also placed in the nursery school building.

**Keywords**

Air conditioning, forced ventilation, indoor microclimate, kindergarten

### **Bibliografická citace VŠKP**

Petr Horina. *Vzduchotechnika pro mateřskou školu*. Brno, 2015. 104 s., 26 s. příl.  
Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických  
zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Olga Rubinová, Ph.D.

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 29.5.2015

.....  
podpis autora  
Petr Horina

## **Poděkování**

Tímto bych rád poděkoval vedoucí mé bakalářské práce Ing. Olze Rubinové, Ph.D., za odborné vedení a cenné rady nezbytné pro zmapování dané problematiky při zpracování této práce. Dále bych rád poděkoval mojí rodině a přítelkyni za podporu při studiu. Tato bakalářská práce byla zpracována s využitím infrastruktury Centra AdMaS.

## Obsah

1. ÚVOD.....	10
TEORETICKÁ ČÁST.....	11
2. VNITŘNÍ MIKROKLIMA.....	12
2.1. Tepelně-vlhkostní mikroklima .....	14
2.2. Odérové mikroklima.....	17
2.3. Toxické mikroklima .....	18
2.4. Mikrobiální mikroklima .....	19
2.5. Aerosolové mikroklima .....	20
2.6. Akustické mikroklima .....	21
3. VNITŘNÍ MIKROKLIMA VZDĚLÁVACÍCH PROSTOR.....	23
4. PŘÍKLAD KONCENTRACE CO <sub>2</sub> PRO TŘÍDY ZŠ KOSTELNÍ LHOTA .....	28
PRAKTICKÁ ČÁST .....	30
5. ANALÝZA OBJEKTU .....	31
5.1. Popis objektu .....	31
5.2. Konstrukční řešení.....	31
5.3. Rozdělení objektu na funkční celky .....	31
6. VÝPOČTOVÁ ČÁST.....	33
6.1. Výpočet tepelné bilance .....	33
6.1.1. Výpočet tepelné bilance dle ČSN 75 05 48 .....	33
6.1.2. Výpočet tepelné bilance programem Teruna .....	37
6.1.3. Výpočet varny dle VDI 2052 .....	41
6.2. Průtoky vzduchu a tlakové poměry .....	44
6.3. Přívodní prvky.....	50
6.4. Dimenzování potrubí.....	56
6.5. Návrh VZT jednotek .....	62
6.6. Návrh systému klimatizace pro třídy.....	64
6.7. Úpravy vzduchu .....	68
6.8. Útlum hluku.....	71
6.9. Návrh izolace.....	80
7. TECHNICKÁ ZPRÁVA .....	82
7.1. Úvod .....	82

7.1.1.	Podklady pro zpracování.....	82
7.1.2.	Výpočtové hodnoty klimatických poměrů .....	82
7.1.3.	Výpočtové hodnoty vnitřního prostředí .....	82
7.2.	Základní koncepční řešení.....	83
7.2.1.	Hygienické větrání a klimatizace .....	83
7.2.2.	Energetické zdroje.....	84
7.3.	Popis technického řešení .....	84
7.3.1.	Koncepce větracích a klimatických zařízení.....	84
7.4.	Nároky na energie .....	85
7.5.	Měření regulace .....	86
7.6.	Nároky na související profese .....	86
7.6.1.	Stavební úpravy.....	86
7.6.2.	Silnoproud.....	86
7.6.3.	Vytápění .....	87
7.6.4.	Zdravotní technika .....	87
7.7.	Protihluková a protiotřesová opatření .....	87
7.8.	Izolace a nátěry.....	87
7.9.	Protipožární opatření .....	87
7.10.	Montáž, provoz, údržba a obsluha zařízení .....	87
7.11.	Závěr .....	87
8.	ZÁVĚR .....	97
9.	PŘÍLOHY .....	98
10.	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	99
11.	SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ, GRAFŮ A TABULEK .....	102
12.	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A VELIČINOVÝCH ZNAČEK.....	104

## 1. ÚVOD

V této bakalářské práci se budu zabývat tvorbou mikroklimatu v mateřské škole. Toto téma jsem si zvolil, protože z vlastní zkušenosti studenta a dříve žáka vím, že v tomto oboru je velký potenciál. Při současném trendu zateplování budov není brán ohled na vnitřní mikroklima u většiny realizací. Úspory jsou v těchto případech hlavním ukazatelem úspěšnosti projektu. Přívod vzduchu je tedy zpravidla omezen na minimum, aby se předešlo tepelným ztrátám větráním. Rád bych proto v této bakalářské práci nastínil způsob, jak zajistit zdravé vnitřní prostředí i v moderních těsných budovách.

V teoretické části této práce se budu zabývat tím, z čeho se mikroklima skládá. Dále pak budu zkoumat, jak vnitřní prostředí působí na žáky ve školách a jak ovlivňuje jejich výkonost. V rámci složek mikroklimatu se zaměřím na koncentraci CO<sub>2</sub>, která je v mnoha případech alarmující a několikanásobně přesahuje doporučené limity. Nakonec této části uvedu příklad z praxe, kde bylo na vnitřní mikroklima pamatováno už při návrhu.

V praktické části použiju nabyté vědomosti při zpracování konkrétního projektu nuceného větrání v mateřské škole. Pomocí výpočtů se dopracuji k návrhu vzduchotechniky a částečné klimatizace pro danou mateřskou školu. Tento návrh zpracuji i ve výkresové formě. Výstupem bude hotový projekt, který by mohl sloužit jako inspirace v cestě za lepším vnitřním prostředím pro děti v mateřských školách.

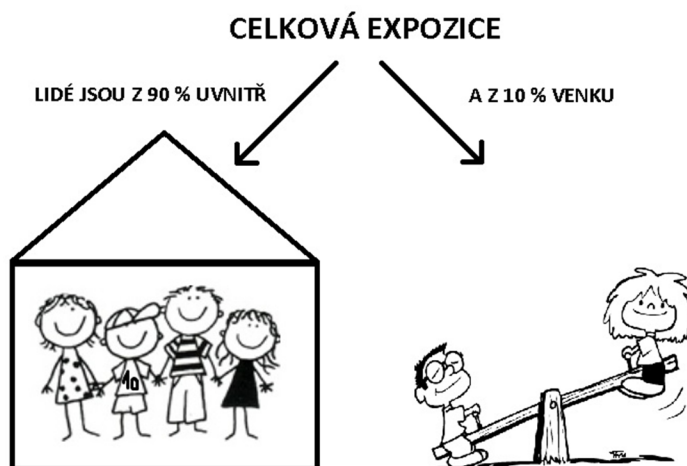


# TEORETICKÁ ČÁST

---

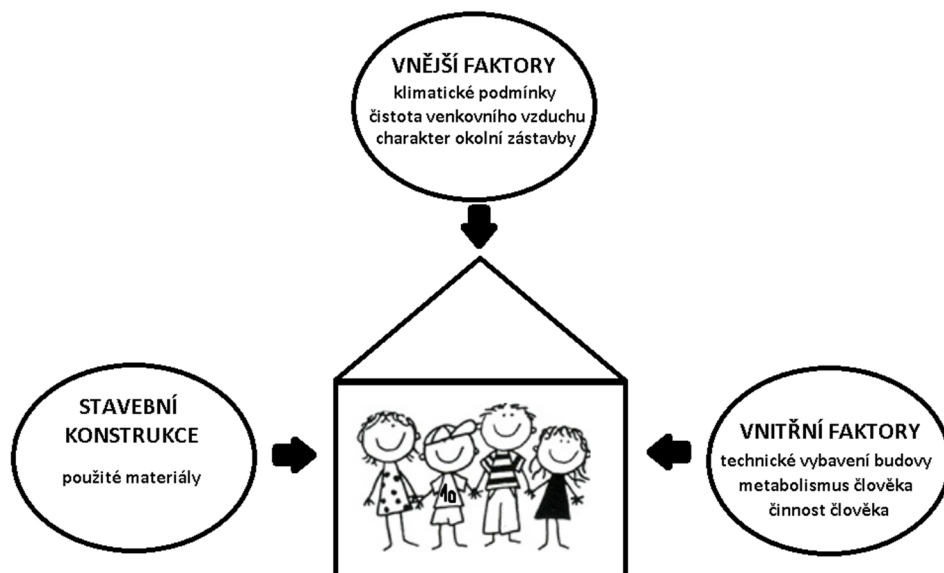
## 2. VNITŘNÍ MIKROKLIMA

Kvalita vnitřního mikroklimatu je kritérium, které v dnešní době výrazně nabírá na důležitosti. Zejména je to dáno tím, že v budovách trávíme převážnou většinu dne i noci.



Obrázek 2.1 CELKOVÁ EXPOZICE TRÁVENÍ ČASU [9]

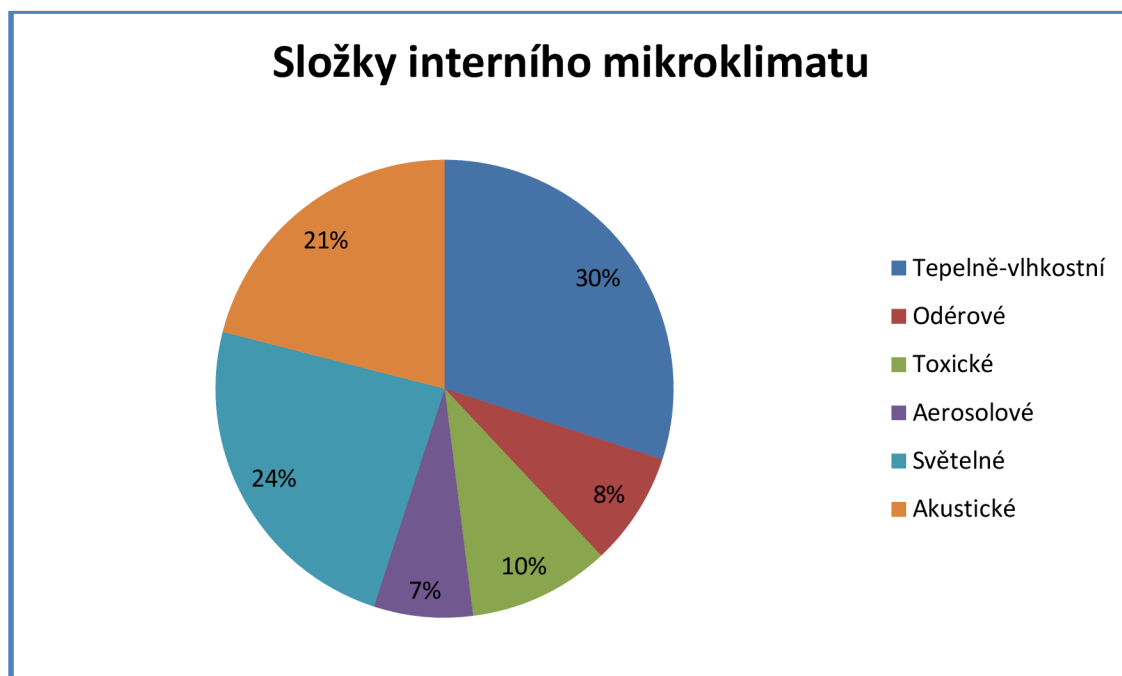
Na výsledný stav vnitřního prostředí mají vliv zjednodušeně tři faktory – faktory vnější, vnitřní a stavební konstrukce (viz obr. 2.2).



Obrázek 2.2 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ VNITŘNÍ PROSTŘEDÍ [1]

Velký význam nabírá řešení správného vnitřního mikroklimatu také v sektoru vzdělávání. Vnitřní prostředí ve školách ovlivňuje soustředění žáků, výkonnost zaměstnanců i kvalitu relaxace všech ve volném čase. Správné mikroklima v budovách má pozitivní vliv na zdravotní stav lidí, kteří se v nich vyskytují. Ve školách a školkách je to zvláště významným faktorem vzhledem k šíření nemocí mezi dětmi. Pro celkovou pohodu v prostorech je tedy důležité zaměřit se na vnitřní mikroklima budov.

Na základě řady konkrétních měření a průzkumů bylo zjištěno, kterými složkami vnitřního mikroklimatu jsou lidé při pobytu v interiéru budov nejvíce ovlivňováni. Jsou to zejména tepelně-vlhkostní mikroklima, světelné, akustické, oděrové, toxické, aerosolové, mikrobiální složky a další. [1] Na grafu 2.1 je znázorněný vliv jednotlivých složek na vnitřní mikroklima, a tudíž na pohodu člověka.



**Graf 2.1 SLOŽKY INTERNÍHO MIKROKLIMATU V % [10]**

Většinu složek mikroklimatu ovlivňuje především kvalita vzduchu. Přívod dostatečného množství kvalitního čerstvého vzduchu je jeden ze základních předpokladů k spokojenosti uživatelů. V tomto kritériu nám v mnoha případech, lépe než přirozené větrání, poslouží větrání nucené, které zajistí, nejen přívod požadovaného množství, ale také jeho úpravu. Složky interního mikroklimatu a možnost ovlivnit jejich kvalitu vzduchotechnickým a klimatizačním zařízením najdeme v tabulce 2.1.

Z této tabulky lze vyzorovat, že světelnou složku větráním či klimatizací nemůžeme ovlivnit, podobně je to u ionizačních a elektrostatických složek, kde je vliv

větrání mírný. Proto se jimi dále v této práci nebudu zabývat a zaměřím se na významně ovlivnitelné složky mikroklimatu.

	tepelně- vlhkostní	Toxická, odérová, aerosolová, mikrobiální	Ionizující, elektroiontová, elektrostatická elektromagnetická	Světelná	akustická
vliv větrání a klimatizace	zásadní	významný	mírný	neovlivňující	Mírný až významný

**Tabulka 2.1 VLIV VĚTRÁNÍ A KLIMATIZACE NA MIKROKLIMA [2]**

### 2.1. Tepelně-vlhkostní mikroklima

Tepelně-vlhkostní mikroklima je ovlivňováno především vnějším klimatem. Působení vnějšího klimatu závisí na kvalitě a stavebním řešení obvodových konstrukcí, kde velký vliv zaujímá plocha prosklení. Dále je toto mikroklima tvořeno systémy vytápění, větrání, klimatizace a dalšími vnitřními zdroji tepla a vodní páry, jako například lidé, rostliny, vaření, koupání atd. Produkci tepla lidmi znázorňuje tabulka 2.2.

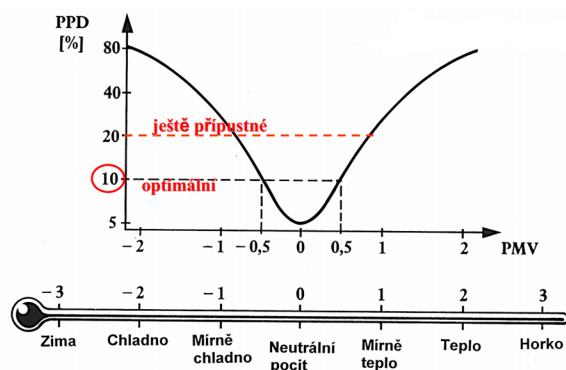
Druh činnosti	Produkce tepla $q_m[\text{W}\cdot\text{m}^{-2}]$	Druh činnosti	Produkce tepla $q_m[\text{W}\cdot\text{m}^{-2}]$
<b>Klid ve spánku</b>	40	Středně těžká fyzická práce	120-160
<b>Odpočinek vsedě</b>	60	Těžká fyzická práce	180-380
<b>Kancelářské práce</b>	65-70	Chůze po rovině	110-230
<b>Práce v domácnosti</b>	90-120	Běh po rovině	380
<b>Lehká fyzická práce</b>	100-120	Tanec	140-260

**Tabulka 2.2 PRODUKCE TEPLA LIDÍ DLE DRUHŮ ČINNOSTI [3]**

Tepelně-vlhkostní mikroklima je utvářeno objektivními faktory jako teplotou, vlhkostí, rychlostí proudění vzduchu a také povrchovou teplotou stěn. Subjektivní vnímání mikroklimatu je pak ovlivněno produkcí tepla metabolismu, fyzickou námahou, věkem, pohlavím, zdravotním stavem atd. Uživatel rovněž ovlivňuje vnímání mikroklimatu zvoleným oděvem s tepelně izolačními vlastnostmi. Dle stavů těchto faktorů lidské tělo vydává energii do okolí, což má vliv na dosažení tepelné rovnováhy a z ní vyplývající tepelné pohody.

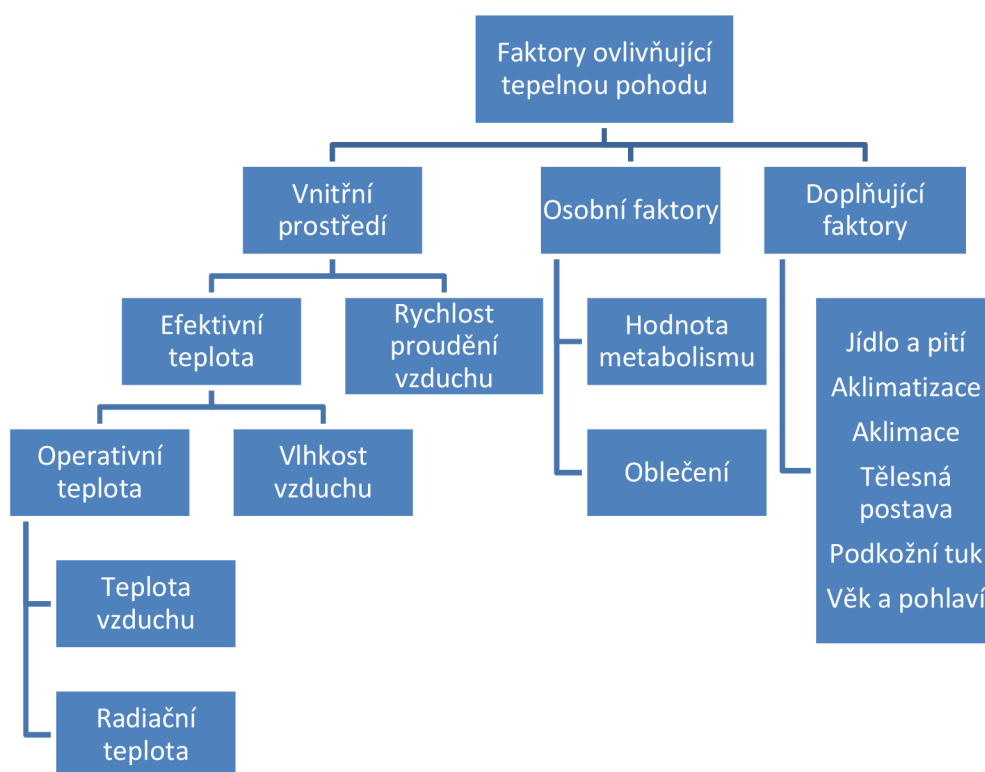
Tepelná pohoda člověka je stav, při kterém se člověk v daném prostředí cítí příjemně. Musí být splněna podmínka tepelné rovnováhy, ovšem bez výraznějšího zapojení termoregulačních procesů lidského těla, což znamená, že organismus sdílí teplo s okolím bez výrazného pocení, a naopak teplo vyrábí zcela přirozeně, bez svalových třesů. Tepelná pohoda také nemůže nastat, když je tepelné rovnováhy dosahováno nevhodným oblečením, například příliš teplým či příliš odhaleným.

Vnímání tepelné pohody je velmi individuální a i se správnou regulací všech systémů bude určité procento uživatelů nespokojeno. Na obrázku 2.3 vidíme funkci procentuálního počtu nespokojených (PPD) v závislosti na středním tepelném pocitu (PMV).



**Obrázek 2.3 INDIVIDUÁLNÍ VNÍMAVOST TEPELNÉHO STAVU PROSTŘEDÍ [11]**

Faktory ovlivňující tepelnou pohodu jsou zobrazeny na grafu 2.2.



**Graf 2.2 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ TEPELNOU POHODU [12]**

Dále se budu zabývat především tvorbou vnitřního prostředí, což můžeme, na rozdíl od osobních a doplňujících faktorů, ovlivnit správným návrhem TZB systémů. Teplota spolu s vlhkostí vzduchu a rychlostí proudění se vzájemně ovlivňují a úzce spolu souvisejí.

Důležité pro tepelnou pohodu je také rozložení sdílení tepla po lidském těle. Vnitřní prostředí by mělo splňovat několik zásad vztažených k tomuto problému. První se týká rozdílu tepla mezi oblastí hlavy a nohou. Ten by neměl přesáhnout 3 °C. Neméně zanedbatelný je rozdíl radiační teploty od sálavých ploch. V případě konstrukcí svislých, jako například oken, by asymetrie radiační teploty neměla být vyšší než 10 °C. U konstrukcí vodorovných, jako u stropních sálavých panelů, by tato asymetrie neměla překročit 5 °C. Intenzita sálání v oblasti hlavy by neměla přesáhnout hranici 200 W/m<sup>2</sup>. [13]

Nežádoucí je taktéž velký teplotní rozdíl mezi interiérem a exteriérem, který může způsobovat onemocnění. Při přechodu z vnitřního prostředí do venkovního nebo naopak se udávají tolerované rozdíly teplot jako [4]:

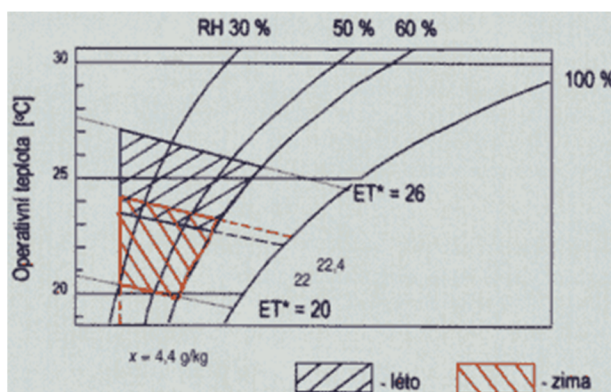
- Pro letní období:

$$t_e - t_i \leq 0,6(37 - t_e) \quad 2-1$$

- Pro zimní období:

$$t_i - t_e \leq 0,8(37 - t_i) \quad 2-2$$

Vlhkost vzduchu vyjadřující množství vodních par v něm obsažených ovlivňuje sdílení tepla, a to především schopnost těla odpařovat pot z povrchu pokožky. Efektivní teplota vyjadřuje teplotu prostoru s 50% relativní vlhkostí, který by lidskému organismu odebral stejné množství tepla jako ve skutečnosti. Prostory se stejnou efektivní teplotou, při splnění podmínky stejné rychlosti vzduchu, mají na tělo ten samý vliv i přes rozdílnou teplotu a vlhkost. Znázornění tepelné pohody dle závislosti operativní teploty, efektivní teploty (ET\*) a relativní i měrné vlhkosti vidíme na obrázku 2.4. [12]



**Obrázek 2.4** OBLAST TEPELNÉ POHODY V LETNÍM A ZIMNÍM OBDOBÍ ZNÁZORNĚNÁ V MODIFIKOVANÉM DIAGRAMU VLHKÉHO VZDUCHU, PODLE NORMY ASHRAE 55-1992 (OBDOBA EVROPSKÉ NORMY ISO 7730 – PŘEVZATÁ DO ČESKÝCH TECHNICKÝCH NOREM JAKO ČSN EN ISO 7730) [12]

Vlhkost prostředí neovlivňuje jen odběr latentního tepla z povrchu pokožky, ale má význam i při limitních hodnotách nad 70 % a pod 30 % relativní vlhkosti. Vysoká vlhkost může mít za následek vznik plísní, podporovat šíření roztočů a vést až k onemocnění dýchacích cest. Při nízké vlhkosti se naopak šíří prach a alergenní částice.

Další z ovlivnitelných faktorů tepelné pohody je také rychlost proudění vzduchu, která ovlivňuje přenos tepla prouděním, a také odpar potu z pokožky. V letních měsících nám může, při vysokých teplotách, pocitově zlepšit vnímání tepelného komfortu. Naopak proud studeného vzduchu, v zimním období z oken či dveří nebo v letním období z výustek klimatizace, může být pociťován velmi negativně, a to i v případě, že zasahuje jen určitou část lidského těla.

## 2.2. Oděrové mikroklima

Plynné složky mikroklimatu, vůně nebo zápachy, jsou souhrnně označovány jako pachy. Zdrojem oděru v interiéru bývá člověk a jeho činnosti. Dalším zdrojem jsou pak také stavební materiály a nátěry. Přesto, že oděrové znečištění většinou snižujeme přívodem čerstvého vzduchu z exteriéru, některé škodliviny mohou přicházet právě z venkovního prostředí, jako např. spaliny z motorů a kotelen. Z vnitřních zdrojů se může uvolňovat například formaldehyd z nábytku.

Pro stanovení míry znečištění se v budovách, kde jsou hlavními zdroji škodlivin lidé, používá koncentrace CO<sub>2</sub>, která lze, na rozdíl od ostatních oděrů, nejsnáze změřit. Tato látka patří mezi nejběžnější kontaminanty vnitřních prostor (v nevýrobních uzavřených prostorech). Koncentrace oxidu uhličitého jsou vždy vyšší uvnitř budov než ve vnějším prostředí. Vydechovaný vzduch obsahuje při teplotě 34 - 36 °C přibližně 4 obj. % CO<sub>2</sub> a 5 obj. % vodní páry H<sub>2</sub>O. Pro bytové prostory koncentrace oxidu uhličitého nesmí překročit hladinu 1500 ppm (dle vyhlášky č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby, ve znění vyhlášky č. 20/2012 Sb. [29]). Koncentrace oxidu uhličitého slouží jako ukazatel intenzity a kvality větrání. Dle této vyhlášky se stanovuje minimální výměna vzduchu pomocí výplň otvorů na 25 m<sup>3</sup>\*h<sup>-1</sup>/osobu nebo výměnu vzduchu v místnosti nejméně jedenkrát za 2 hodiny. [5]

Produkce CO<sub>2</sub> je zásadně závislá na fyzické aktivitě osob, v klidu (při produkci 40 W\*m<sup>-2</sup>) činí 16 l CO<sub>2</sub>/h/os, při běžné činnosti až 20 l CO<sub>2</sub>/h/os. Vychází se z frekvence 12 – 16 vdechů/min při kapacitě 500 ml/vdech, tj. 360 – 480 l vzduchu/h/os. Při obsahu CO<sub>2</sub> ve vydechovaném vzduchu 3,5 % je produkce:  $p_1 = 480 * 0,035 = 16 \text{ l CO}_2/\text{h/os}$ . [14]

Koncentrace CO <sub>2</sub>	Popis
<b>Cca 350 ppm</b>	úroveň venkovního prostředí
<b>Do 1000 ppm</b>	doporučená úroveň CO <sub>2</sub> ve vnitřních prostorech
<b>1200 – 1500 ppm</b>	doporučená maximální úroveň CO <sub>2</sub> ve vnitřních prostorech
<b>1000 – 2000 ppm</b>	nastávají příznaky únavy a snižování koncentrace
<b>2000 – 5000 ppm</b>	nastávají možné bolesti hlavy
<b>5000 ppm</b>	maximální bezpečná koncentrace bez zdravotních rizik
<b>&gt; 5000 ppm</b>	nevolnost a zvýšený tep
<b>&gt; 15000 ppm</b>	dýchací potíže
<b>&gt; 40000 ppm</b>	možná ztráta vědomí

Tabulka 2.3 VLIV KONCENTRACE CO<sub>2</sub> [5]

### 2.3. Toxické mikroklima

Toxické mikroklima tvoří plyny organického i neorganického původu. Do prostředí staveb se tyto plyny dostávají z exteriéru, kde vznikají například spalováním fosilních paliv v dieselových a benzínových motorech nebo v teplárnách. Případně tyto škodliviny vznikají přímo v interiéru budovy. Zde může být zdrojem například činnost člověka nebo mohou být toxiny uvolňovány ze stavebních materiálů.

Minimální množství čistého vzduchu, které potřebuje člověk denně k dýchání, činí asi 20 m<sup>3</sup>. Při měření nečistot v ovzduší v interiéru bylo zjištěno, že v obývaném interiéru bývá ovzduší 2x až 5x více znečištěné než v exteriéru. Existují případy, kdy je toto znečištění ještě podstatně horší (kouření, hygienické návyky, možnost větrání apod.) Pokud si uvědomíme, že v interiéru strávíme jednu třetinu života spaním a nejméně druhou třetinu volným pobytem, dojdeme k závěru, že je to největší část života člověka. [6]

Nejčastější toxické plyny [2]:

- Oxid uhelnatý - je produkován spalovacími motory, hořením s nedokonalým spalováním, cigaretami.
- Oxidy síry – vznikají při spalování hořlavín s obsahem síry, v interiérech se běžně nevyskytují.
- Oxidy dusíku – jsou produkovány při hoření za vysokých teplot v dieselových motorech, kotelnách a v interiéru především při spalování plynu u kuchyňských sporáků.
- Smog – je způsoben znečištěním atmosféry. Jedná se o kouř a mlhu tvořenou oxidy dusíku.
- Ozón – velmi reaktivní plyn, který se váže na oxidovatelné organické látky, tudíž v interiérech bez stálých zdrojů rychle



klesá. Původcem ozónu ve vnitřním prostředí budov mohou být fotokopírky a laserové tiskárny, ale také solária.

- Formaldehyd – plyn, jehož zdrojem jsou stavební konstrukce, jako dřevotřísky, dále nátěrové hmoty, laky a také je obsažen v tabákovém dýmu.
- Amoniak – zdrojem jsou stavební materiály z dřevotřísky a také beton. Na organismus působí dráždivými účinky.
- Tabákový a cigaretový kouř – se také řadí mezi toxické plyny.

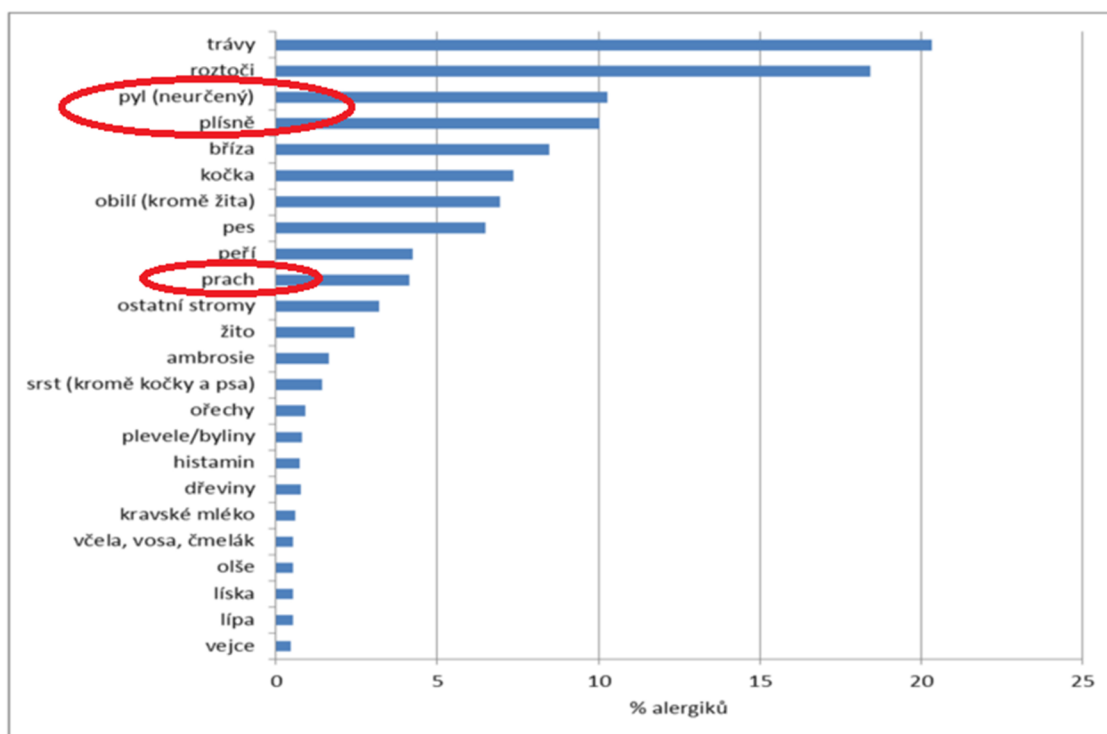
#### **2.4. Mikrobiální mikroklima**

Mikrobiální mikroklima je tvořeno mikroorganismy. Jedná se především o pyly, bakterie, viry a plísňe. Má vliv na uživatele budov v podobě výskytu alergických syndromů a může výrazně ovlivnit nemocnost. Mikroorganismy se vážou na kapalné i pevné aerosoly. Ve vzduchotechnických jednotkách jsou zachytávány na filtry, kde se při vhodných podmínkách mohou rozmnožovat a pronikat dále do prostředí budovy. Je proto důležitá pravidelná výměna filtru, také co nejdůslednější omezení kondenzace u rozvodů VZT i na všech konstrukcích v objektu. Maximální povolená koncentrace mikroorganismů v interiéru budov je 500 kolonií mikrobů na m<sup>3</sup>. [15]

Vzhledem k stavu vnějšího prostředí, nedostatečnému přirozenému větrání, používání chemických látek v budovách (konstrukční materiály, nábytek, čisticí prostředky,...), a také vzhledem k již zmíněnému faktu, že v budovách trávíme více času, jsou poté častým jevem respirační onemocnění, alergie či astma.

Alergie je neadekvátní reakce organismu na běžné antigenní podněty, provázená subjektivně nepříjemně vnímanými poruchami funkcí některých orgánů. Mezi nejčastější původce alergií patří alergeny inhalační, které se dostávají do organismu dýchacími cestami, a alergeny kontaktní, to jsou alergeny obsažené např. v nátěrových hmotách, čisticích prostředcích a kosmetických přípravcích. [6]

Státní zdravotní ústav v Praze provedl studii alergických onemocnění u dětí předškolního a školního věku, ze které vyplývá, že alergické onemocnění diagnostikované dětským lékařem v roce 2011 a 2012 se vyskytuje u 29,7 % z celkových 6503 dětí, které byly lékaři sledovány. [16]



**Obrázek 2.5** VÝSKYT ALERGENŮ PROKÁZANÝCH KOŽNÍM TESTEM V SOUBORU DĚTÍ S ALERGIÍ (n=1929), 2011 – 2012 [16]

Z obr. 2.6 vyplývá, že nejvíce děti trpí alergií na trávy a roztoče, ale u 10 % alergiků se vyskytují i alergie na pyl a plísně. Vzhledem k četnosti alergií u dětí se musí přizpůsobit nejen rodiče doma, ale také zařízení, ve kterém děti tráví několik hodin denně.

## 2.5. Aerosolové mikroklima

Aerosoly, tedy pevné (prachové) či kapalné částice, jsou původu organického nebo anorganického a výrazně ovlivňují čistotu mikroklimatu. Pevné organické částice mohou mít alergenní účinky a vyvolávat tedy alergie. Nebezpečné jsou hlavně částice jemného aerosolu pod 1  $\mu\text{m}$ . Spad prachu v oblastech velkoměst může dosahovat až 1100 t/km<sup>2</sup>/rok. Koncentrace prachu bývá u městských oblastí 1 až 3 mg/m<sup>3</sup>, na rozdíl od horského prostředí, kde koncentrace prachu dosahuje 0,05 až 0,5 mg/m<sup>3</sup>. [10]

Koncentrace prachu v přiváděném vzduchu v budovách se vzduchotechnickým zařízením můžeme ovlivnit vhodnou volbou místa pro sání vzduchu. Díky automobilové dopravě je nejvyšší množství prachu ve výškách do 3,5 m, tudíž tato výška není vhodná, z hlediska koncentrace aerosolů, k umístění přívodu vzduchu. Limitní hodinové koncentrace chemických ukazatelů a prachu můžeme vidět na tab. 2.4. Tabulka je vytvořena dle vyhlášky č.6/2003 Sb. [30].

Ukazatelé	Limity pro koncentrace látek vztahované na standardní podmínky
Oxid dusičitý	100 $\mu\text{g.m}^{-3}$
Frakce prachu PM 10 (s převládající velikostí částic o průměru 10 $\mu\text{m}$ )	150 $\mu\text{g.m}^{-3}$
Frakce prachu PM 2,5 (s převládající velikostí částic o průměru 2,5 $\mu\text{m}$ )	80 $\mu\text{g.m}^{-3}$
Oxid uhelnatý	5000 $\mu\text{g.m}^{-3}$
Ozon	100 $\mu\text{g.m}^{-3}$
Azbestová a minerální vlákna (průměr < 3 $\mu\text{m}$ , délka $\geq$ 5 $\mu\text{m}$ , poměr, poměr délky a průměru > 3 : 1)	1000 (počet vláken. $\text{m}^{-3}$ )
Amoniak	200 $\mu\text{g.m}^{-3}$
Benzen	7 $\mu\text{g.m}^{-3}$
Toluen	300 $\mu\text{g.m}^{-3}$
Suma xylenů	200 $\mu\text{g.m}^{-3}$
Styren	40 $\mu\text{g.m}^{-3}$
Etylbenzen	200 $\mu\text{g.m}^{-3}$
Formaldehyd	60 $\mu\text{g.m}^{-3}$
Trichloretylen	150 $\mu\text{g.m}^{-3}$
Tetrachloretylen	150 $\mu\text{g.m}^{-3}$

**Tabulka 2.4** LIMITNÍ HODINOVÉ KONCENTRACE CHEMICKÝCH UKAZATELŮ A PRACHU [3]

## 2.6. Akustické mikroklima

Akustické mikroklima tvoří zvuky, které se skládají z akustického vlnění. Toto vlnění vzniká přirozeně činností člověka či působením přírodních jevů. Rušivý či dokonce škodlivý zvuk můžeme označit jako hluk. Zvuk může být pro člověka cenný zdroj informací, naproti tomu hluk snižuje efektivitu provádění výkonů, soustředění a při dlouhodobém působení může poškozovat zdraví fyzicky, a dokonce i psychicky. Do interiéru budov se zvuky dostávají z exteriéru nebo vznikají přímo ve vnitřním prostředí. V interiéru se pak dále akustické vlnění šíří vzduchem nebo stavebními konstrukcemi.

Akustické mikroklima popisuje veličina akustický tlak, měřený v decibelech. Hodnoty akustického tlaku se mohou pohybovat od 20 dB, což je považované za hluboké ticho, až po 130 dB, kde se nachází práh bolestivosti, či 160 dB, kde už hrozí riziko protržení bubínku. Příпустné hladiny hluku v interiéru budov jsou zobrazeny v tabulce 2.5.

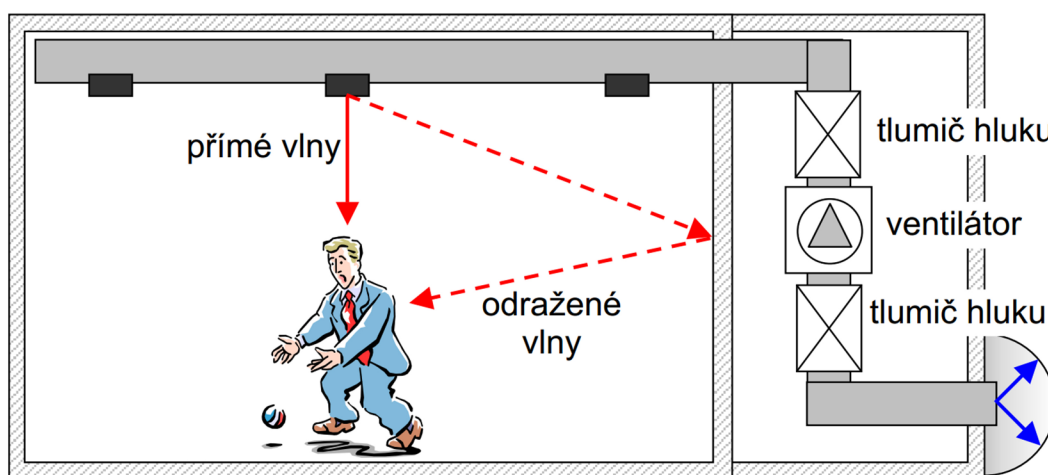
Interiér	Maximum
<b>Nemocniční pokoj</b>	Den 35 Noc 25
<b>Operační sály, vyšetřovny, koncertní síně, divadla</b>	35
<b>Obytné místnosti, restaurace</b>	Den 40 Noc 30
<b>Ordinace, studovny, posluchárny</b>	45
<b>Konferenční místnost</b>	50
<b>Prodejny, sportovní haly</b>	60

**Tabulka 2.5** PŘÍPUSTNÉ HLADINY HLUKU V INETRÉRU [7]

Dalším parametrem ovlivňujícím akustickou pohodu v místnosti je doba dozvuku, která vyjadřuje, za jak dlouho poklesne hladina zvuku o 60 decibel od okamžiku, kdy byl odstraněn zdroj zvuku. Delší doba dozvuku znamená, že prostředí bude náchylnější k ozvěně a tím rušivěji bude na člověka působit. Doba dozvuku by se měla pohybovat pod 0,6 vteřiny i u velmi tichého prostředí. [8]

Studie, která byla provedena v Bordeaux, prokazuje vliv hluku na chápání mluveného slova žáky v prostředích s různým akustickým komfortem. Při hladině hluku 55 dB byla frekvence chyb 4,3 %. Při hladině hluku 60 dB (jež způsobila otevřená okna a dopravní hluk) už byla chybovost 15%. U třídy s nejmenším hlukem se chybovost změnila z 0 % na 1,8 % pouze po otevření oken. [8]

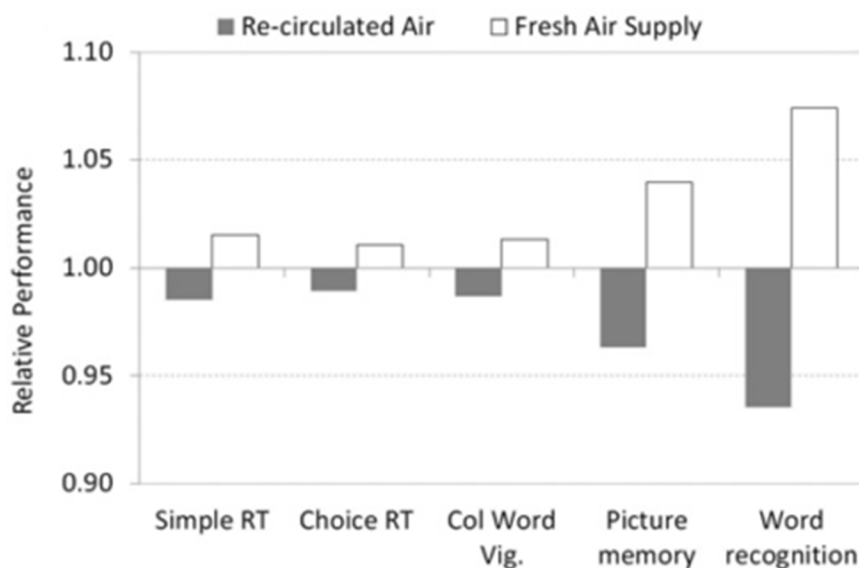
Vzduchotechnika může akustické mikroklima v budovách i mimo ně zlepšovat, ale také zhoršovat. V případě hluku pronikajícího z vnějšího prostředí do vnitřního může vzduchotechnika přispět k akustickému komfortu tím, že není potřeba otvírat okna, a tedy není porušena neprůzvučnost obálky budovy. Naproti tomu však může vzduchotechnika být výrazným zdrojem hluku. Je nutné dbát na útlum zvuku a zdroje hluku dostatečně izolovat od pobytové oblasti.



Obrázek 2.6 ŠÍŘENÍ VZDUCHU V PROSTORU – ZVUKOVÉ VLNY PŘÍMÉ A ODRAŽENÉ [17]

### 3. VNITŘNÍ MIKROKLIMA VZDĚLÁVACÍCH PROSTOR

Ve Velké Británii byla provedena studie o ovzduší ve třídách, ve které byl měřen vliv větrání na výkonnost žáků osmi základních škol. Dle výsledků byli žáci a učitelé v některých třídách vystaveni nepříjemným podmínkám kvality ovzduší s koncentrací CO<sub>2</sub> až 5000 ppm, což je vyšší než průměrná doporučená úroveň 1500 ppm a mnohem vyšší než preferovaná úroveň 1000 ppm. V každé škole ve dvou oddělených třídách byly sledovány koncentrace oxidu uhličitého spolu s dalšími parametry po dobu tří týdnů. V 16 třídách byly provedeny zásahy ke zlepšení větrání a teploty v přijatelném rozsahu pomocí nuceného větrání. V důsledku této intervence, přivedení venkovního vzduchu do tříd, se zlepšila úroveň z 1 l/s na osobu na 8 l/s. Výsledky plnění speciálních úkolů více než 200 žáky, dle počítačového měření, ukázaly rychlejší a přesnější Choice Reaction - volní reakci na podnět (o 2,2 %), Colour Word Vigilance – testování reakcí na barevné podněty (o 2,7%), Picture Memory - obrázkovou paměť (o 8 %) a Word Recognition - rozpoznávání slov (o 15 %) v prostředí s větším stupněm větrání ve srovnání s nižším stupněm větrání ve třídách. [18]



**Obrázek 3.1** RELATIVNÍ ÚČINEK VĚTRÁNÍ NA VÝKONY A UČENÍ ŽÁKŮ PŘI RECIRKULACI VZDUCHU A PŘI PŘÍVODU ČERSTVÉHO VZDUCHU [18]

Z tohoto šetření tedy vyplývá, že špatné větrání tříd má vliv na pozornost a bdělost žáků a negativně ovlivňuje paměť a koncentraci.

Prostory pro výchovu a vzdělání jsou z hlediska vnitřního mikroklimatu častým tématem k diskuzi. Z měření vnitřního prostředí, které v roce 2008 zveřejnila odborná skupina hygieny ovzduší z SZÚ Praha, vyplývá, že vnitřní ovzduší ve školách je značně problematické.

Mikroklimatické podmínky v prostorách pro výchovu a vzdělávání, v nichž je přítomna velká koncentrace osob s dlouhodobým pobytem, určuje vyhláška č. 410/2005 Sb., o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělání dětí a mladistvých ve znění vyhlášky č. 343/2009 Sb. [31]. Z nich vyplývá, že tyto prostory musí být přímo větratelné a je stanoveno požadované větrání čerstvým vzduchem (výměna vzduchu) v době využívání interiéru. Pokud venkovní stav neumožňuje využít přirozené větrání pro překročení přípustných hodnot škodlivin ve venkovním prostředí, musí být mikroklimatické podmínky a větrání čerstvým vzduchem zajištěny vzduchotechnickým zařízením.

Množství přiváděného čerstvého vzduchu v učebnách, tělocvičnách, šatnách a hygienických zařízeních pro výchovu a vzdělání a provozovnách pro výchovu a vzdělávání znázorňuje tab. 3.1.

Typ prostoru	Množství vzduchu [ $\text{m}^3 \text{hod}^{-1}$ ]
Učebny	20 -30 na 1 žáka
Tělocvičny	20 – 90 na 1 žáka (s ohledem na konkrétní využití a kapacity tělocvičny)
Šatny	20 na 1 žáka
Umývárny	30 na 1 umyvadlo
Sprchy	150 – 200 na 1 sprchu
Záchody	50 na 1 kabinu, 25 na 1 pisoár

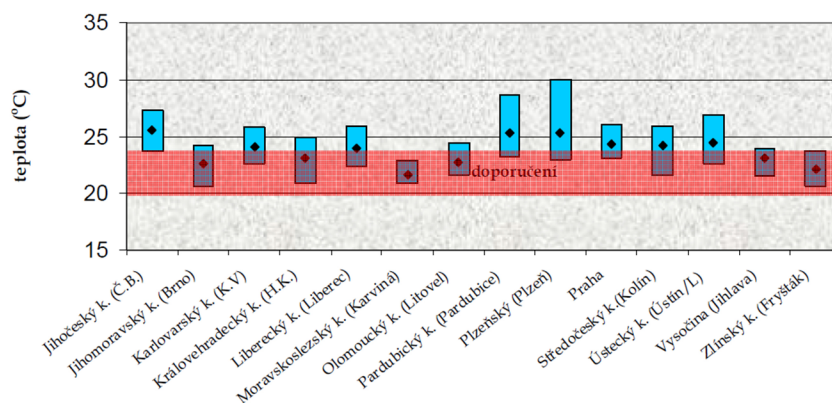
**Tabulka 3.1 MNOŽSTVÍ PŘIVÁDĚNÉHO ČERSTVÉHO VZDUCHU**

Dále tyto vyhlášky stanovují průměrné hodnoty výsledných teplot, rychlosti proudění a relativní vlhkost vzduchu (viz tab. 3.2). Rozdíl výsledné teploty v úrovni hlavy a kotníků nesmí být větší než 3°C. Tam, kde je rozdíl mezi výslednou teplotou kulového teploměru  $t_g$  a teplotou vzduchu  $t_a$  menší než 1 °C, lze jako výslednou hodnotu teploty použít hodnotu  $t_a$  [°C] naměřenou suchým teploměrem. Orientační kontrolu teploty vzduchu v prostotách s pobytem lze zabezpečit pomocí nástěnných teploměrů. Teploměry se nesmí umísťovat na stěny s okny a stěny vystavené přímému dopadu slunečního záření.

Typ prostoru	Výsledná teplota			Rychlost proudění $v_a$ [ $\text{ms}^{-1}$ ]	Relativní vlhkost rh [%]
	$t_g$ min [°C]	$t_g$ opt [°C]	$t_g$ max [°C]		
Učebny, pracovny, místnosti určené k dlouhodobému pobytu	20	22 ±2	28	0,1 – 0,2	30 - 65
Tělocvičny	18	20 ±2	28	0,1 – 0,2	30 - 65
Šatny	20	22 ±2	28	0,1 – 0,2	30 - 65
Umývárny	24	-	-	-	-
Sprchy	18	-	-	0,1 – 0,2	30 - 65
Záchody	18	-	-	0,1 – 0,2	30 - 65

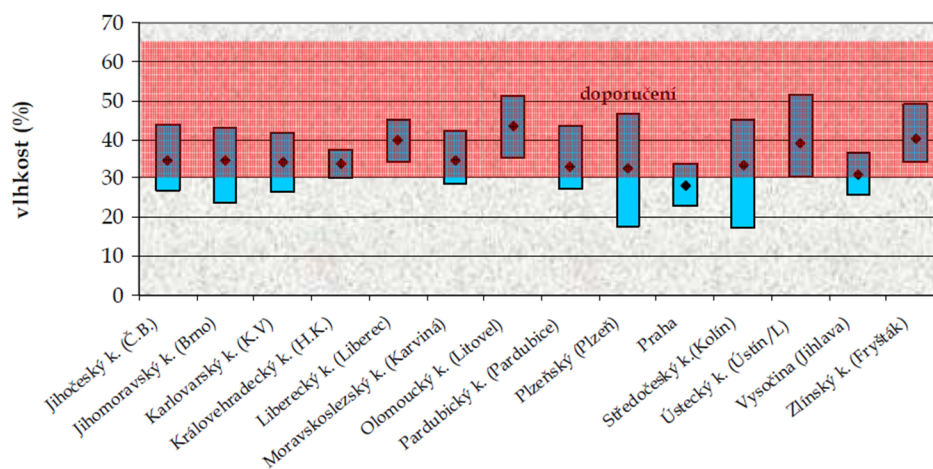
**Tabulka 3.2 PRŮMĚRNÉ PARAMETRY MIKROKLIMATICKÝCH PODMÍNEK**

Z měření vnitřního prostředí provedeného SZÚ v základních školách, které se odehrávalo na 10 školách po celé ČR ve 141 učebnách v období od 4.2.2008 do 11.4.2008, vyplynulo, že maximální zjištěná průměrná teplota byla 30 °C, což je více než průměrná maximální teplota daná vyhláškou, která platí dnes. Průměrné hodnoty teploty ve škole (průměr z 10 měřených učeben) se pohybovaly v rozmezí 21,7 – 25,6 °C. [19]



**Obrázek 3.2 ROZPĚTÍ HODNOT TEPLOT V MĚŘENÝCH ŠKOLÁCH [19]**

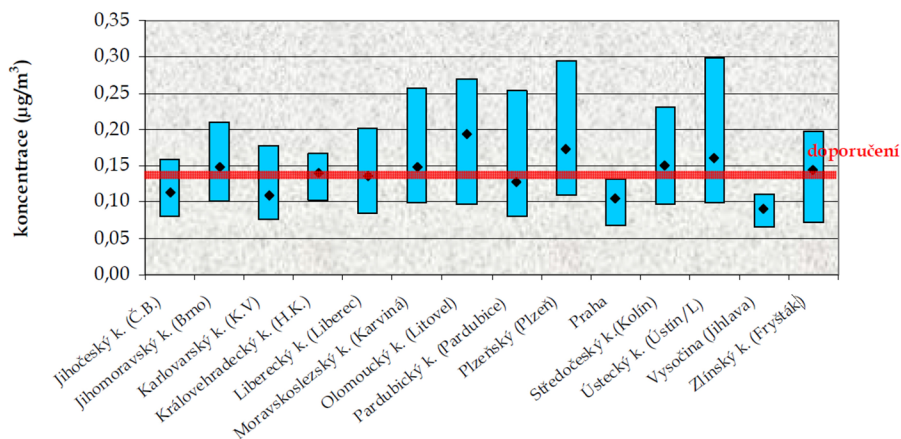
Dále z tohoto měření vyplývají průměrné hodnoty vlhkosti ve škole (průměr z 10 měřených učeben). Tyto hodnoty se pohybovaly v rozmezí 28,1 – 43,3 %.



**Obrázek 3.3 ROZPĚTÍ HODNOT VLNKOSTI V MĚŘENÝCH ŠKOLÁCH [19]**

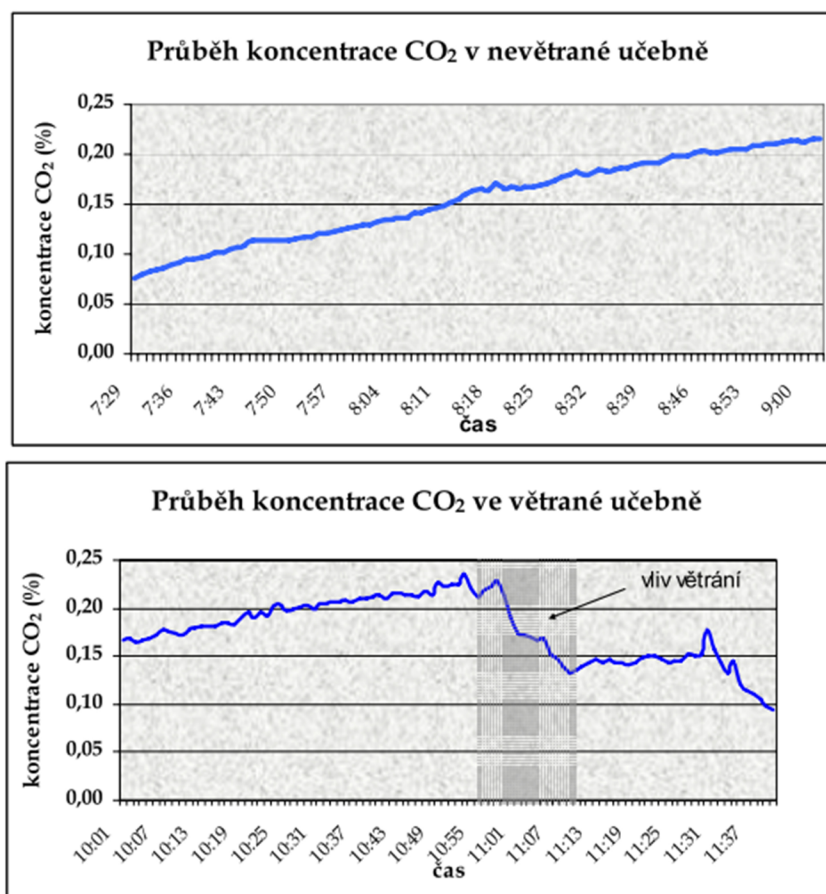
Z grafu vlhkosti vyplývá, že v některých případech v zimním období ani u tohoto parametru vnitřního mikroklima nejsou dodrženy předepsané hodnoty. Co se týče CO<sub>2</sub>, tak maximální doporučená hodnota 0,150 obj. % byla překročena ve 34 % učeben (48 učeben), ve kterých tak nebyly splněny požadavky na výměnu vzduchu.





**Obrázek 3.4** ROZPĚTÍ HODNOT KONCENTRACÍ OXIDU UHLÍČITÉHO V MĚŘENÝCH ŠKOLÁCH [19]

Z grafů (obr. 3.5) můžeme vidět rozdílnost průběhu koncentrace CO<sub>2</sub> u větrané a nevětrané učebny. Dále je taky nutné zmínit, že při tomto měření SZÚ byly zjišťovány i koncentrace suspendovaných částic frakcí PM10, PM2,5 a PM1,0. U frakce PM10 byl limit překročen v 46 % učeben a u frakce PM 2,5 pak u 21 % učeben. Pro frakci PM1,0 není limit stanoven.



**Obrázek 3.5** GRAFY TYPICKÝCH PRŮBĚHŮ KONCENTRACE CO<sub>2</sub> VE VĚTRANÉ A NEVĚTRANÉ UČEBNĚ [19]



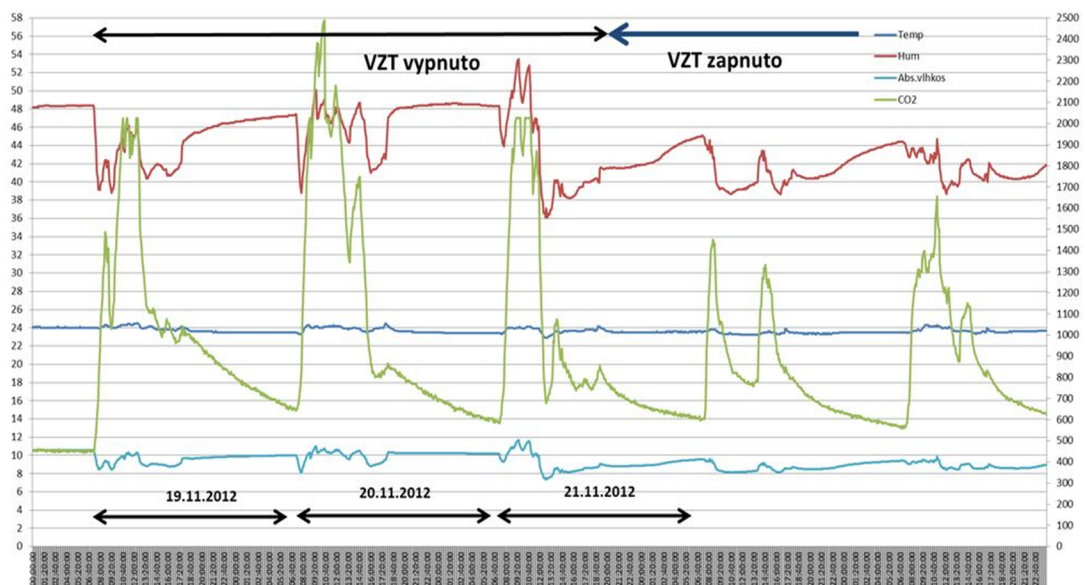
Děti, chodící do školy, tráví ve třídách 6 - 8 hodin všedního dne, což je druhý nejdelší čas strávený ve vnitřních prostorech po jejich domově. Školy mají mnoho jedinečných prvků jako vysokou hustotu zalidnění budovy v porovnání s domácnostmi nebo kancelářskými budovami. Navíc jsou děti citlivější na znečištění životního prostředí, jejich orgány jsou v rozvojové fázi, a děti tak dýchají více vzduchu vzhledem k velikosti těla než dospělí. Špatná kvalita vnitřního vzduchu může vést ke ztrátě koncentrace a zvýšení absence ve škole. Zdravé vnitřní prostředí je proto potřebné ke snížení zdravotních rizik a zlepšení výkonu studentů. [20]

Je zřejmé, že se tomuto tématu musíme neustále věnovat a zdokonalovat jej tak, abychom zajistili kvalitní prostředí dětem tam, kde tráví velkou část dne. Neustálý vývoj umožňuje hledat a navrhnout nová řešení, která mohou zajistit lepší kvalitu vnitřního prostředí budov. V mnoha případech je přirozené větrání nedostačující a projektanti musí volit i jiné metody z oboru vzduchotechniky.

## 4. PŘÍKLAD KONCENTRACE CO<sub>2</sub> PRO TŘÍDY ZŠ KOSTELNÍ LHOTA

V současné době probíhá výuka ve dvou malotřídkách 1.–3. ročníku s 16 žáky a 4.–5. ročníku s 9 žáky. Poslední rekonstrukce školní budovy, která proběhla v průběhu roku 2012, byla velmi zásadní. Zastupitelstvo si bylo vědomo, že musí dodržet nařízení, která vyplývají ze stavebních, energetických zákonů a zákona o zdraví. Z těchto všech důvodů byla pečlivě zvažována možnost instalace systémů řízeného větrání, ideálně s rekuperací tepla s ohledem na omezené finanční prostředky na tuto kapitolu. Větrání okny v zimním období není pro sedící žáky ve třídách vhodné. Nehledě na nemožnost dodržet předpisy. Aby bylo větrání opravdu řízené dle okamžitých požadavků a nebylo závislé na nastavení vyučujícím a na jeho pocitech, bylo v každé třídě umístěno čidlo CO<sub>2</sub>. Dle okamžité koncentrace CO<sub>2</sub> v prostoru upravují tato čidla přímo větrací výkon jednotky DUPLEX – s rostoucí koncentrací CO<sub>2</sub> roste i dávka čerstvého vzduchu, vč. rekuperace tepla. Když žáci třídu opustí, vzduchotechnika stále přivádí čerstvý vzduch, postupně se na základě čidel výkon větrání snižuje. Po vyvětrání se v odpoledních hodinách větrání zastaví, znovu se zařízení spustí ráno po příchodu prvních žáků do třídy a po zvýšení koncentrace CO<sub>2</sub> nad nastavenou startovací hodnotu. [21]

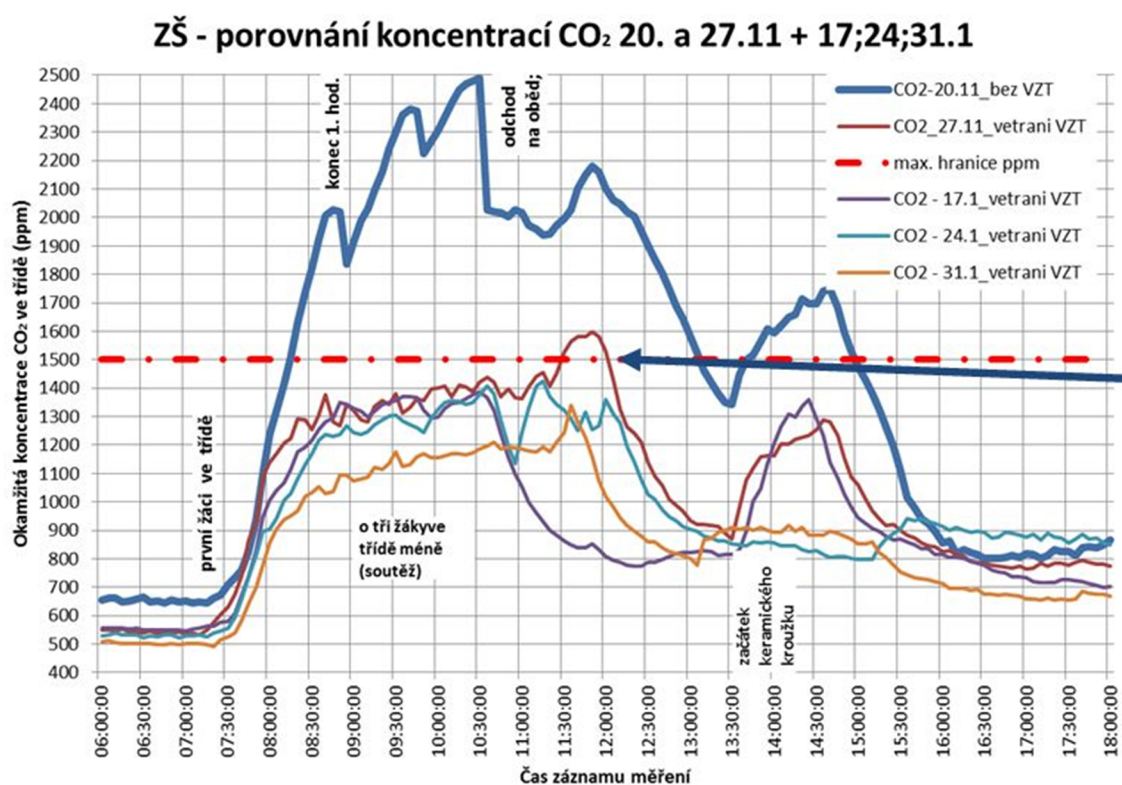
Na obrázku 4.1 můžeme pozorovat změnu vnitřního prostředí vzhledem k provozu vzduchotechniky, pozorovanou v roce 2012, kdy bylo vzduchotechnické zařízení zaváděno. Je zde vidět, že při zapnutí VZT se hodnoty ustalují a nedochází k tak velkým výkyvům hodnot jako při hodnotách naměřených s vypnutou VZT. Alarmující hodnoty ppm až do 2500 jsou při zapnutí VZT sníženy a pohybují se ve většině případů pod 1000 ppm.



Obrázek 4.1 DLOUHODOBÉ SLEDOVÁNÍ VNITŘNÍHO KLIMATU [21]

V roce 2014 proběhla další měření koncentrace CO<sub>2</sub>, kdy se na 5 dní vypnulo zařízení VZT, aby se naměřené hodnoty mohly porovnat se dny, kdy VZT byla

v provozu (viz obr. 4.2). Výsledek je z obrázku zřejmý. Jediný výkyv nad doporučenou hodnotu nastal v době, kdy byla učebna využívána pro potřeby tělesné výchovy a překročila hodnotu 1500 ppm. Proběhlo také dlouhodobé vyhodnocení nemocnosti, kdy se prokazatelně snížila nemocnost po roce 2012, a to zejména v jarním období, kdy bývají děti často nemocné. Spolu s tímto průzkumem se ukázalo, že zavedení VZT pro lepší kvalitu vnitřního prostředí mělo smysl. Učitelé této školy se cítí méně unavení a vnímají i zlepšení pozornosti a aktivity žáků.



**Obrázek 4.2** POROVNÁNÍ NĚKOLIKA DNÍ VČ. PROVOZU S VZT – PŘEKROČENÍ POVOLENÉ KONCENTRACE NA DOBU V ŘÁDECH MINUT, POUZE KVŮLI SPECIFICKÉMU VYUŽITÍ UČEBNY – TĚLESNÁ VÝCHOVA [21]

# PRAKTICKÁ ČÁST

---

## **5. ANALÝZA OBJEKTU**

Analýza objektu je důležitým podkladem pro návrh nuceného větrání. Objekt je nutné nejprve analyzovat, aby se dalo navrhnout efektní řešení vhodné pro konkrétní případ.

### **5.1. Popis objektu**

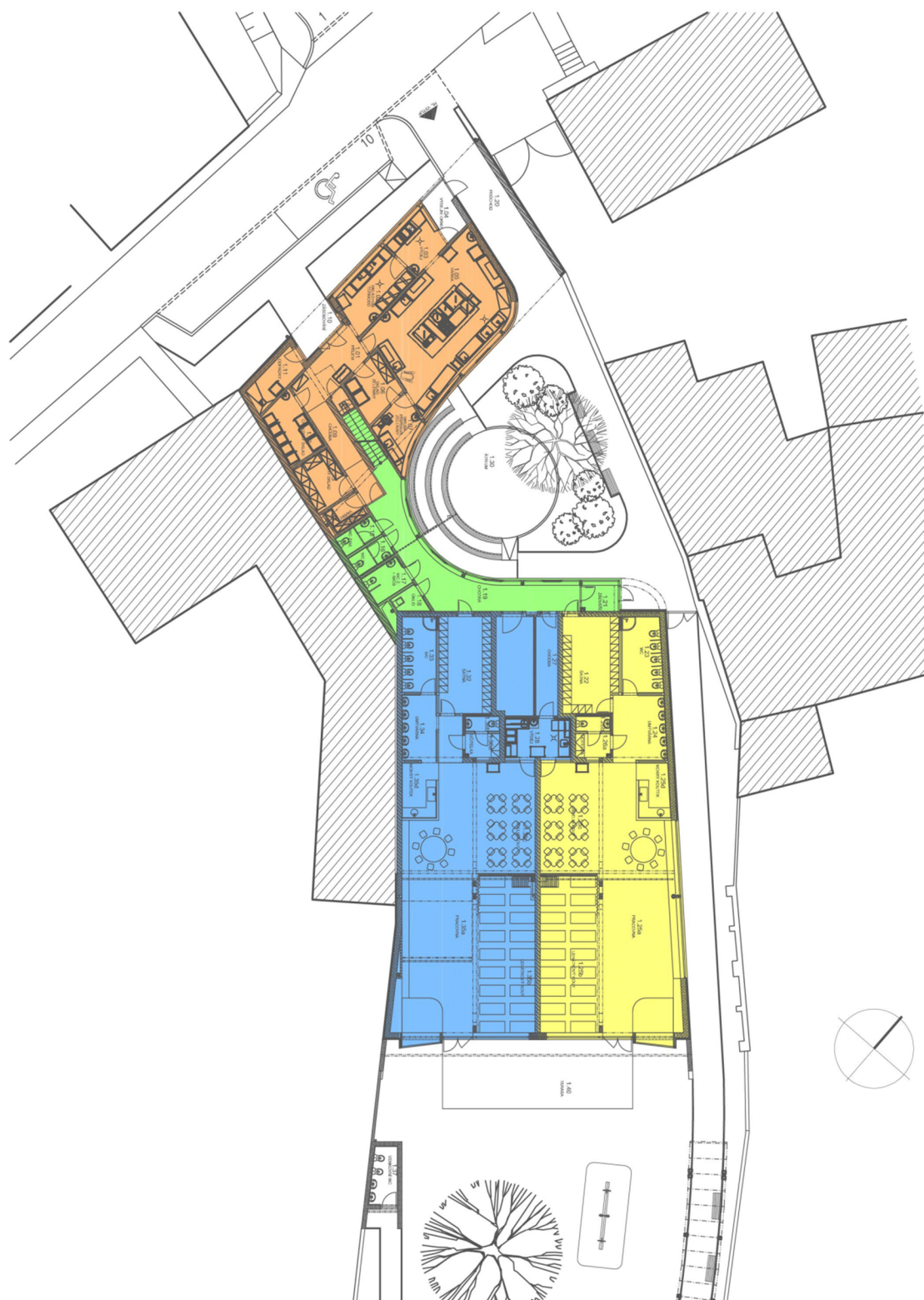
Tento konkrétní objekt, pro který navrhuji systém nuceného větrání, se nachází v městě Brně a slouží jako mateřská škola. Budovu lze rozdělit do dvou zón. První zóna je jednopodlažní část objektu, kterou tvoří dvě třídy. Třídy mají převážnou část oken orientovanou na jihovýchod. Na tuto zónu navazuje také prostorná zahrada s dětským hřištěm. Druhá zóna je již dvoupodlažní. V 1.NP druhé zóny se nachází kuchyň spolu s dalšími menšími místnostmi důležitými pro chod celé varny. V 2.NP je poté umístěno zázemí mateřské školy. První a druhá zóna jsou společně propojeny spojovacím krčkem, který je jednopodlažní a slouží k přesunu uživatelů mezi třídami a jídelnou.

### **5.2. Konstrukční řešení**

Konstrukční systém budovy je zděný z keramických tvárnic. V budově je uvažováno ústřední vytápění, a proto nezahrnuji do návrhu pokrytí tepelných ztrát vzduchotechnikou a nebudu tedy uvažovat teplovzdušné vytápění přiváděným vzduchem.

### **5.3. Rozdělení objektu na funkční celky**

Pro návrh nuceného větrání jsem budovu rozdělil na čtyři samostatné funkční celky dle přiloženého schématu (viz obr. 5.1). V této práci se budu zabývat návrhem pro zónu třída-severovýchod (na obrázku znázorněnou žlutě), dále pak pro zónu třída-jihozápad (na schématu znázorněnou modře) a také pro funkční celek kuchyně a kuchyňského zázemí (znázorněnou oranžově).



**Obrázek 5.1** SCHÉMA ROZDĚLENÍ OBJEKTU DO ZÓN – TŘÍDA SEVEROVÝCHOD (ŽLUTÁ), TŘÍDA JIHOZÁPAD (MODRÁ), SPOJOVACÍ KRČEK (ZELENÁ), KUCHYNĚ (ORANŽOVÁ)

## 6. VÝPOČTOVÁ ČÁST

Tato část je zaměřena na výpočet tepelné bilance, na průtoky vzduchu, tlakové poměry a na přívodní prvky, dále pak na dimenzování potrubí, na samotné návrhy VZT jednotek a na následnou úpravu vzduchu v objektu. Tím však tato kapitola nekončí a je orientována na následnou izolaci VZT systémů, na útlum hluku zapříčiněného používáním VZT jednotek a také na návrh klimatizace.

### 6.1. Výpočet tepelné bilance

Výpočet místností je prováděn pro oblast města Brna, a to v den 21. července.

#### 6.1.1. Výpočet tepelné bilance dle ČSN 75 05 48

. Místnost má převážnou většinu oken natočenou na jihovýchodní světovou stranu. Proto volím výpočtový čas v 9 hodin ráno, kdy na tuto stěnu dopadá sluneční záření s nejvyšší intenzitou.

Výpočet tepelné bilance provádím podle ČSN 75 05 48 [32].

Osluněná část okna:

$$S_{os} = [l_a - (e_1 - f)] * [l_b - (e_2 - g)] \quad [\text{W}] \quad (6-1)$$

$l_a$ – výška zasklení	[m]
$l_b$ – šířka zasklení	[m]
$f$ – odstup od svislé stínící překážky	[m]
$g$ – odstup od vodorovné stínící překážky	[m]
$e_1$ – vodorovný stín	[m]
$e_2$ – svislý stín	[m]

$$e_1 = c * \tan|\alpha - \gamma| \quad [\text{m}] \quad (6-2)$$

$c$ – hloubka okna od svislého slunolamu	[m]
$\alpha$ – azimut slunce	[°]
$\gamma$ – azimut stěny	[°]

$$e_2 = d * \frac{\tan h}{\cos|\alpha - \gamma|} \quad [\text{m}] \quad (6-3)$$

$d$ – hloubka okna od vodorovného slunolamu	[m]
$h$ – výška slunce nad obzorem	[°]

<b>Osluněná část okna</b>									
	$l_a$ [m]	$l_b$ [m]	f [m]	g [m]	c [m]	d [m]	$e_1$ [m]	$e_2$ [m]	$S_{os}$ [m <sup>2</sup> ]
O1	2,57	0,59	0,08	0,40	0,10	1,05	0,05	1,12	1,09
O2	2,57	2,20	0,08	0,40	0,10	1,05	0,05	1,12	4,06
O3	1,05	1,60	0,08	0,40	0,10	1,05	0,05	1,12	0,51
O4	1,30	1,30	0,08	1,63	0,10	1,05	0,05	1,12	1,69
O5	1,05	2,20	0,08	0,40	0,10	1,05	0,05	1,12	0,71
O6	1,15	2,04	0,08	1,78	0,10	1,05	0,05	1,12	2,35
O7	0,60	6,09	0,08	0,05	0,10	0,10	0,25	0,26	2,32

Tepelný zisk okna radiací:

$$Q_{or} = [S_{os} * I_o * c_o + (S_o - S_{os}) * I_{o dif}] * s \quad [\text{W}] \quad (6-4)$$

$c_o$  – korekce na čistotu atmosféry [-]  
 $I_o$  – celková intenzita radiace procházející oknem [Wm<sup>-2</sup>]  
 $I_{o dif}$  – intenzita difúzní radiace procházející oknem [Wm<sup>-2</sup>]  
 $s$  – stínící součinitel [-]  
 $S_o$  – plocha zasklení jednoho okna [m<sup>2</sup>]

<b>Tepelný zisk sluneční radiací pro jedno okno</b>							
	$S_{os}$ [m <sup>2</sup> ]	$I_o$ [Wm <sup>-2</sup> ]	$c_o$ [-]	$(S_o - S_{os})$	$I_{o dif}$ [Wm <sup>-2</sup> ]	s [-]	$Q_{or}$ [W]
O1	1,09	511	0,85	0,43	117	0,6	313,85
O2	4,06	511	0,85	1,59	117	0,6	1170,29
O3	0,51	511	0,85	1,16	117	0,6	215,23
O4	1,69	511	0,85	0,00	117	0,6	440,43
O5	0,71	511	0,85	1,59	117	0,6	295,94
O6	2,35	511	0,85	0,00	117	0,6	611,39
O7	2,32	207	0,85	1,33	117	0,6	338,67

Tepelný zisk okna konvekcí:

$$Q_{ok} = S_{ok} * U_o * (t_e - t_i) \quad [\text{W}] \quad (6-5)$$

$S_{ok}$  – plocha okna [m<sup>2</sup>]  
 $U_o$  – součinitel prostupu tepla okna [W/m<sup>2</sup>K]  
 $t_e$  – teplota exteriéru [°C]  
 $t_i$  – teplota interiéru [°C]

<b>Tepelný zisk oken konvekcí</b>				
$\Sigma S_{ok}$ [m <sup>2</sup> ]	$U_o$ [W/m <sup>2</sup> K]	$t_e$ [°C]	$t_i$ [°C]	$Q_{ok}$ [W]
24,16	1,30	23,00	26,00	-94,22



Celková tepelná zátěž okny:

$$Q_o = \Sigma Q_{or} + \Sigma Q_{ok} \quad [\text{W}] \quad (6-6)$$

Tepelná zátěž vnějších stěn:

- Středně těžká:

$$Q_s = U_s * S * [(t_{rm} - t_i) + m * (t_{r\psi} - t_{rm})] \quad [\text{W}] \quad (6-7)$$

$U_s$  – součinitel prostupu tepla stěny [W/m<sup>2</sup>K]  
 $S$  – plocha stěny s odečtenými otvory [m<sup>2</sup>]  
 $t_{rm}$  – průměrná rovnícná sluneční teplota vnějšího vzduchu za 24 hodin [°C]  
 $m$  – součinitel zmenšení teplotního kolísání [-]  
 $t_{r\psi}$  – rovnícná sluneční teplota v době o  $\psi$  hodin [°C]  
 $\psi$  – fázové posunutí teplotního kmitu [h]

$$m = \frac{1 + 7,6 * \delta}{2500\delta} \quad [-] \quad (6-8)$$

$\delta$  – tloušťka stěny [m]

$$\psi = 32\delta - 0,5 \quad [\text{h}] \quad (6-9)$$

<b>Tepelná zátěž vnějších stěn - středně těžká</b>							
	$U_s$ [W/m <sup>2</sup> K]	$S$ [m <sup>2</sup> ]	$t_{rm}$ [°C]	$t_i$ [°C]	$m$ [-]	$t_{r\psi}$ [°C]	$Q_s$ [W]
Stěna severovýchod	0,26	28,06	27,80	26,00	0,004	23,00	12,99
	Fázové posunutí		$\psi =$	12,3			
Stěna jihovýchod	0,26	11,93	30,20	26,00	0,004	23,00	12,99
	Fázové posunutí		$\psi =$	12,3			

- Těžká stěna:

$$Q_s = U_s * S * (t_{rm} - t_i) \quad [\text{W}] \quad (6-10)$$

$U_s$  – součinitel prostupu tepla stěny [W/m<sup>2</sup>K]  
 $S$  – plocha stěny s odečtenými otvory [m<sup>2</sup>]  
 $t_{rm}$  – průměrná rovnícná sluneční teplota vnějšího vzduchu za 24 hodin [°C]

Tepelná zátěž vnějších stěn - těžká					
	$U_s$ [W/m <sup>2</sup> K]	$S$ [m <sup>2</sup> ]	$t_{rm}$ [°C]	$t_i$ [°C]	$Q_s$ [W]
Střecha	0,2	96,1	35,3	26,00	178,746

Tepelná zátěž od vnitřních zdrojů:

- Tepelná produkce svítidel:

$$Q_{sv} = S_s * P_s * c_1 * c_2 \quad [\text{W}] \quad (6-11)$$

$S_s$  – podlahová plocha zmenšená o přirozeně osvětlenou plochu u oken [m<sup>2</sup>]  
 $P_s$  – výkon osvětlení [W/m<sup>2</sup>]  
 $c_1$  – součinitel současnosti používání svítidel [-]  
 $c_2$  – zbytkový součinitel [-]

Tepelná produkce svítidel				
$S_s$ [m <sup>2</sup> ]	$P_s$ [W/m <sup>2</sup> ]	$c_1$ [-]	$c_2$ [-]	$Q_{sv}$ [W]
13,00	30,00	1,00	1,00	390,00

- Produkce tepla lidmi:

$$Q_l = i_l * 6,2 * (36 - t_i) \quad [\text{W}] \quad (6-12)$$

$i_l$  – počet lidí [-]

$$i_l = 0,85 * i_z + 0,75 * i_d + i_m \quad [-] \quad (6-13)$$

$i_z$  – počet žen [-]

$i_d$  – počet dětí [-]

$i_m$  – počet mužů [-]

Počet lidí			
$i_z$ [-]	$i_d$ [-]	$i_m$ [-]	$i_l$ [-]
1	12	0	9,85

Produkce tepla lidmi		
$i_l$ [-]	$t_i$ [°C]	$Q_l$ [W]
9,85	26	610,7

### Vodní zisky od lidí:

$$Q_l = i_l * m_l \quad [\text{g/h}] \quad (6-14)$$

$i_l$  – počet lidí [-]  
 $m_l$  – produkce vodní páry na jednu osobu [g/h]

<b>Vodní zisky</b>		
$i_l$ [-]	$m_l$ [g/h]	$Q_l$ [g/h]
9,85	116	1142,6

### Tepelná zátěž větráním:

V zóně bude instalována kompaktní vzduchotechnická jednotka bez chladiče vzduchu. Budu tedy také uvažovat tepelnou zátěž větráním.

$$Q_L = V_L * \rho_L * c_L * (t_e - t_i) \quad [\text{W}] \quad (6-15)$$

$V_L$  – přívod čerstvého vzduchu [ $\text{m}^3/\text{h}$ ]  
 $\rho_L$  – hustota vzduchu [ $\text{kgm}^3$ ]  
 $c_L$  – měrná tepelná kapacita vzduchu [J/kgK]

<b>Tepelná zátěž větráním</b>					
$V_L$ [ $\text{m}^3/\text{h}$ ]	$\rho_L$ [ $\text{kgm}^3$ ]	$c_L$ [J/kgK]	$t_e$ [C]	$t_i$ [C]	$Q_L$ [W]
750	1,2	1000	23	26	-750

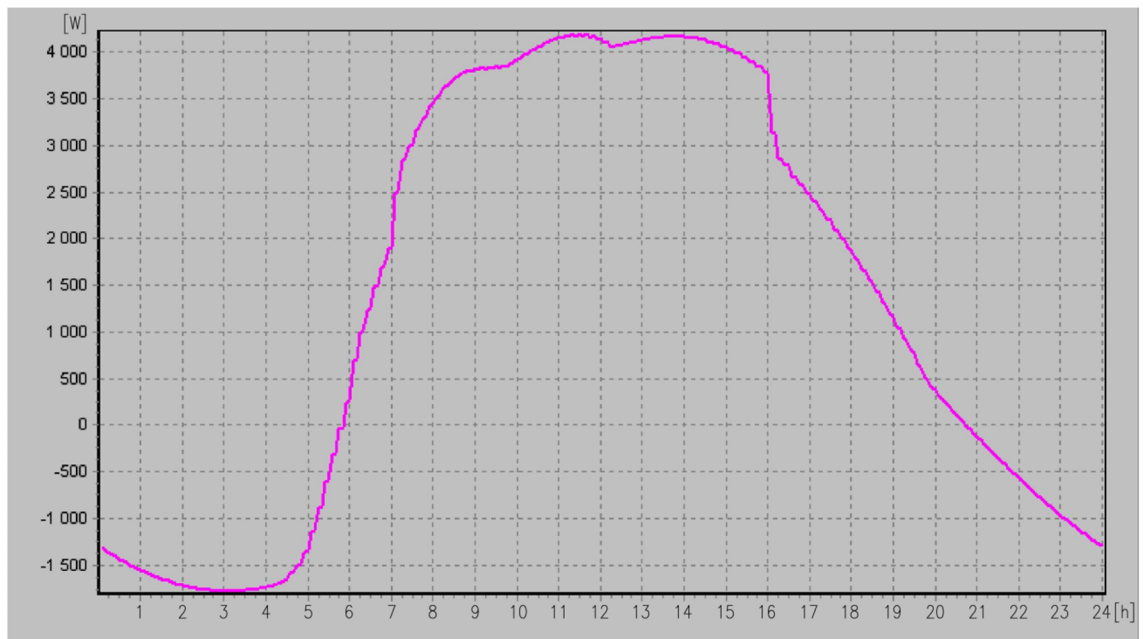
### Tepelné zisky celkem pro 1.25a + 1.25b:

Tepelné zisky oken radiací	$Q_{or} =$	3385,81	[W]
Tepelné zisky oken konvekci	$Q_{ok} =$	-171,83	[W]
Tepelná zátěž vnějších stěn	$Q_s =$	204,72	[W]
Tepelná produkce lidí	$Q_l =$	610,70	[W]
Tepelná produkce svítidel	$Q_{sv} =$	390,00	[W]
Tepelná zátěž větráním	$Q_L =$	-750,00	[W]
Celková tepelná zátěž	$Q =$	3669,40	[W]
Vodní zisky	$M_w =$	1142,6	[g/h]

## 6.1.2. Výpočet teplené bilance programem Teruna

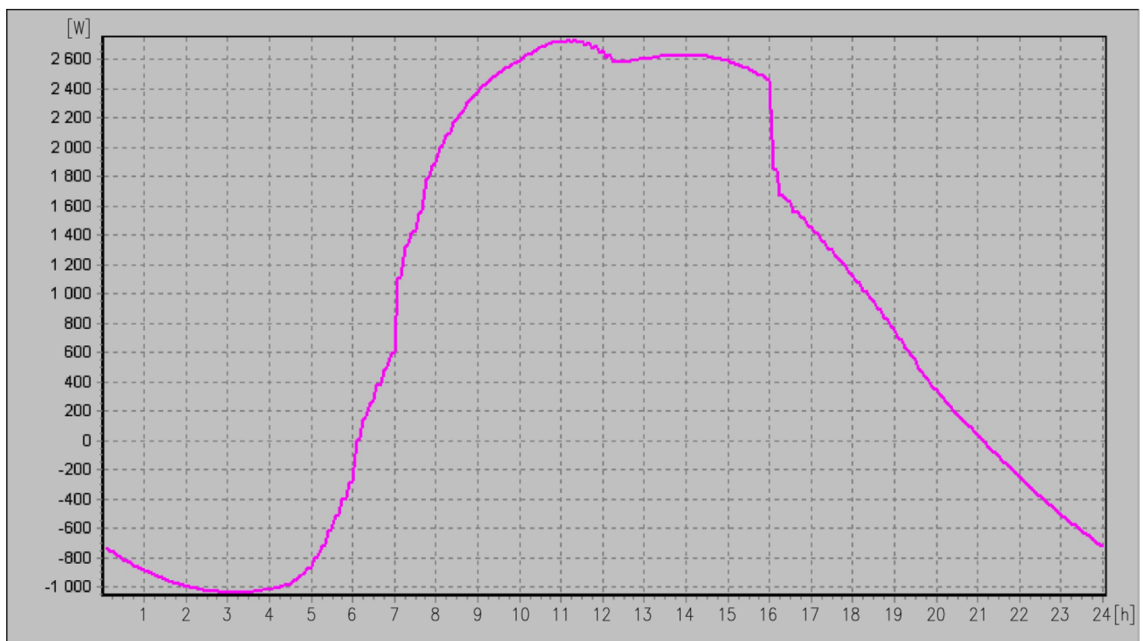
Pro místnost 1.25a + 1.25b a další zadané místnosti byly zpracovány simulace v programu Teruna.

- Místnost 1.25a + 1.25b:  $Q_{\max} = 4199$  W



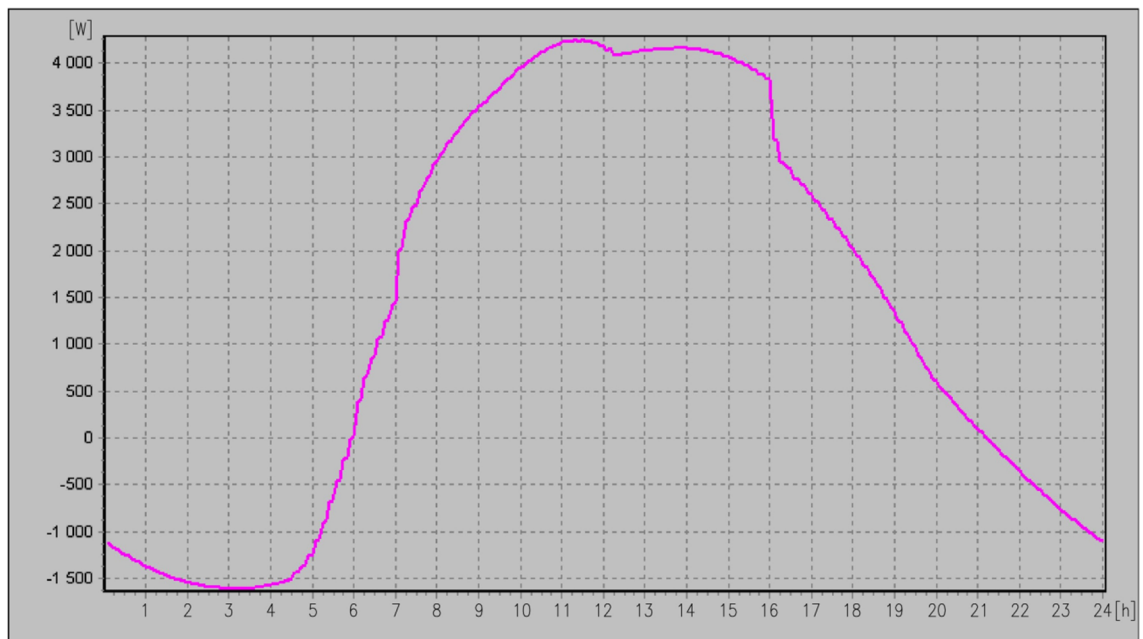
*Obrázek 6.1 SIMULACE PROGRAMU TERUNA PRO MÍSTNOSTI 1.25a+1.25b*

- Místnost 1.25c + 1.25d:  $Q_{\max} = 2737$  W



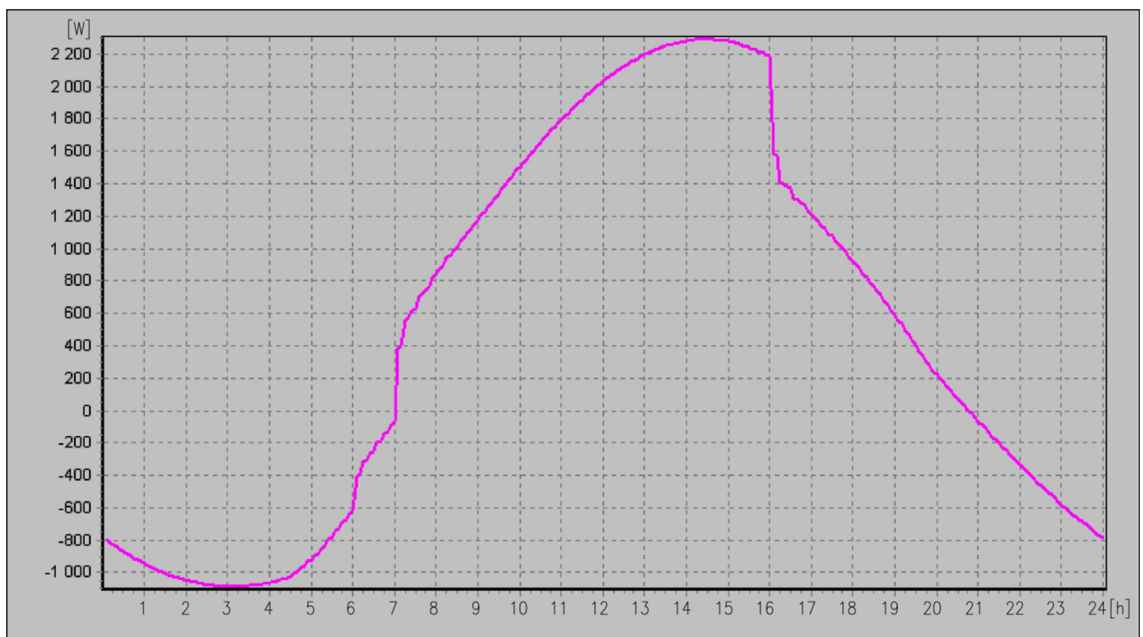
*Obrázek 6.2 SIMULACE PROGRAMU TERUNA PRO MÍSTNOSTI 1.25c+1.25d*

- Místnost 1.35a + 1.35b:  $Q_{\max} = 4261$  W



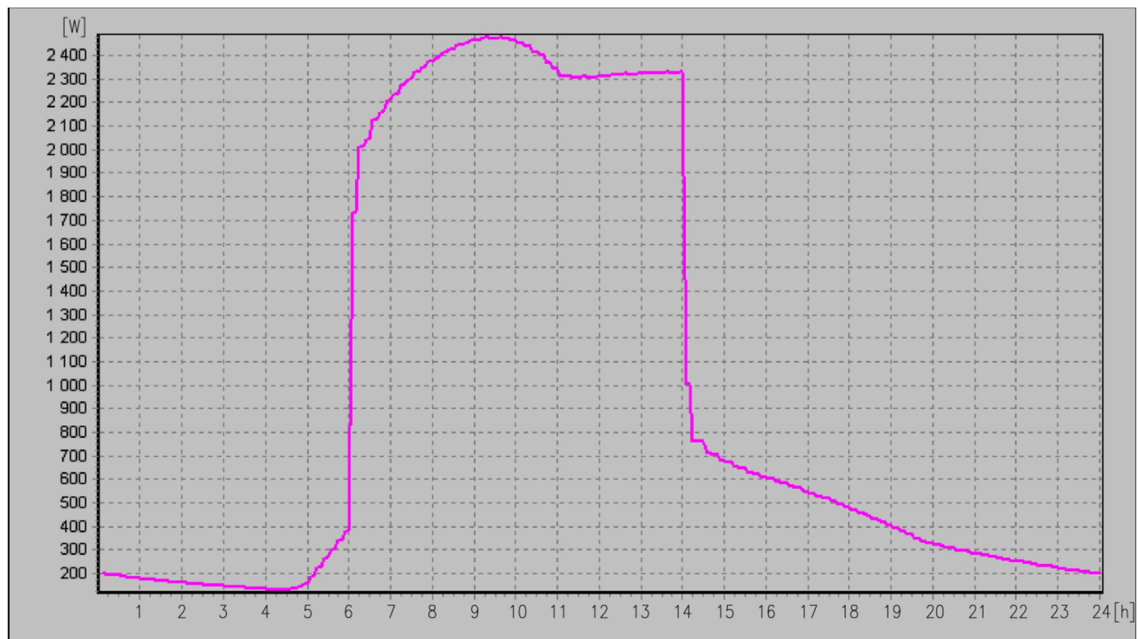
*Obrázek 6.3 SIMULACE PROGRAMU TERUNA PRO MÍSTNOSTI 1.35a+1.35b*

- Místnost 1.35c + 1.35d:  $Q_{\max} = 2291$  W



*Obrázek 6.4 SIMULACE PROGRAMU TERUNA PRO MÍSTNOSTI 1.35c+1.25d*

- Místnost 1.05 – varna:  $Q_{\max} = 2477 \text{ W}$



Obrázek 6.5 SIMULACE PROGRAMU TERUNA PRO MÍSTNOST 1.05 - varna

Tepelná zátěž varny je vypočítána bez vlivu větrání, protože bude do místnosti přiváděn upravený vzduch VZT jednotkou. Dále nejsou zahrnuty zisky od vybavení varny, které budou spočítány v kapitole Průtoky vzduchu a tlakové poměry (viz kap. 6.2).

#### Celkové tepelné zátěže pro pokrytí klimatizací jednotlivých zón:

<b>Zóna 1.25 - třídy severovýchod</b>			
tepelná zátěž	1.25a + 1.25b	4199	[W]
	1.25c + 1.25d	2737	[W]
	<b>Celkem</b>	<b>6936</b>	<b>[W]</b>
vlhkostní zátěž	Celkem	<b>2285</b>	<b>[g/h]</b>

<b>Zóna 1.35 – třídy jihozápad</b>			
tepelná zátěž	1.35a + 1.35b	4261	[W]
	1.35c + 1.35d	2291	[W]
	<b>Celkem</b>	<b>6552</b>	<b>[W]</b>
vlhkostní zátěž	Celkem	<b>2285</b>	<b>[g/h]</b>

<b>Zóna 1.05 - varna</b>			
tepelná zátěž	1.05	<b>2477</b>	<b>[W]</b>
vlhkostní zátěž	1.05	<b>804</b>	<b>[g/h]</b>

### 6.1.3. Výpočet varny dle VDI 2052 [33]

Stanovení produkce citelného tepla a vlhkosti:

Číslo	Zařízení	Příkon P	Produkce citelného tepla $Q_s$		Produkce páry	
		[kW]	[W/kW]	[W]	[g/(h.kW)]	[g/h]
<b>Digestoř 1</b>						
2	Fritéza	3,0	90	270	1030	3090
3	Varný kotel	15,0	35	525	294	4410
4	Tlaková pánev	14,0	40	560	15	210
5	Sporák	10,0	250	2500	147	1470
6	Kontaktní grill	4,0	700	2800	257	1028
Celkem				<b>6655</b>		<b>10208</b>
<b>Digestoř 2</b>						
1	Konvektomat	10,0	70	700	220	2200
Celkem				<b>700</b>		<b>2200</b>

Stanovení konvekční tepelné zátěže  $Q_{s,k}$ :

$$Q_{s,k} = P * Q_s * b * \varphi \quad [\text{W}] \quad (6-16)$$

P – instalovaný příkon kuchyňského zařízení [kW]  
 $Q_s$  – měrná produkce citelného tepla [W/kW]  
 b – konvekční složka předaného tepla [-]  
 $\varphi$  – součinitel současnosti [-]

Číslo	Zařízení	P. $Q_s$	b	$\varphi$	Konvekční tepelné zařízení $Q_{s,k}$ [W]
		[W]	[-]	[-]	
2.-6.	Digestoř 1	6655	0,5	0,4	1331
1.	Digestoř 2	700	0,5	1	350

Výpočet termického proudu vzduchu  $V_{th}$  od jednotlivých zařízení:

$$V_{th} = k * Q_{s,k}^{\frac{1}{3}} * (z + 1,7 * d_{hydr})^{\frac{5}{3}} * r \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (6-17)$$

k – empiricky stanovený koeficient [-]  
 ( $k = 18 \text{ m}^{4/3}/\text{W}^{1/3} \cdot \text{h}$ )  
 $Q_{s,k}$  – celková konvekční tepelná zátěž [W]  
 z – účinná odsávací výška pro jednotlivé zdroje [m]  
 $d_{hydr}$  – hydraulický průměr jednotlivých zdrojů [m]  
 r – redukční polohový faktor [-]

$$z = h - H_0 \quad [\text{m}] \quad (6-18)$$

$h$  – výška odsávání [m]

$H_0$  – výška zdroje tepla nad podlahou [m]

$$d_{hydr} = 2 * L_0 * B_0 / (L_0 + B_0) \quad [\text{m}] \quad (6-19)$$

$L_0, B_0$  – půdorysné rozměry zdroje tepla [m]

Číslo	Zařízení	Rozměr	$d_{hydr}$	$z$	$r$	Termický proud $V_{th}$ [m <sup>3</sup> /h]
		$L_0 \times B_0 \times H_0$ [m]	[m]	[m]	[-]	
2.-6.	Digestoř 1	2,5 x 1,6 x 0,9	1,95	1,2	1	2443,96
1.	Digestoř 2	0,85 x 0,75 x 1,8	0,80	0,3	0,63	185,00

Výpočet množství odsávaného vzduchu  $V_{ods}$  zákrytem:

$$V_{ods} = V_{th} * a \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (6-20)$$

$V_{th}$  – termický proud vzduchu [m<sup>3</sup>/h]

$a$  – přírážkový součinitel narušení termického proudu [-]

Číslo	Zařízení	$V_{th}$	$a$	$V_{ods}$
		[m <sup>3</sup> /h]	[-]	[m <sup>3</sup> /h]
2.-6.	Digestoř 1	2443,96	1,25	3054,95
1.	Digestoř 2	185,00	1,25	231,25

Kontrolní výpočet vlhkostní bilance:

$$V_{ods} = \frac{\Sigma M_d * \varphi}{(x_{ods} - x_{př}) * \rho} \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (6-21)$$

$V_{ods}$  – množství odsávaného vzduchu k ochraně před kondenzací [m<sup>3</sup>/h]

$M_d$  – součet produkce vodní páry od jednotlivých kuchyňských zařízení [g/h]

$\varphi$  – součinitel současnosti [-]

$(x_{ods} - x_{př})$  – rozdíl absolutních vlhkostí vzduchu přiváděného a odváděného [g/kg]

$\rho$  – objemová hmotnost vzduchu [kg/m<sup>3</sup>]



Číslo	Zařízení	$\Sigma M_d$	$\varphi$	$X_{ods} - X_{př}$	$\rho$	$V_{ods}$
		[g/h]	[-]	[g/kg]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> /h]
2.-6.	Digestoř 1	10208	0,4	6	1,2	567
1.	Digestoř 2	2200	1,0	6	1,2	306

Množství vzduchu odsávané vzhledem k riziku kondenzace vyhovuje pro skupinu pod digestoři 1 ( $3055 \text{ m}^3/\text{h} \geq 567 \text{ m}^3/\text{h}$ ). Pro zařízení pod digestoři 2 množství vzduchu nevyhoví ( $231 \text{ m}^3/\text{h} \leq 306 \text{ m}^3/\text{h}$ ), a tak je nutné navýšit odtah na  $306 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Vyrovňovací množství vzduchu  $V_a$  odsávané pod stropem místnosti:

$$\Sigma V_{th,ne} + V_a \geq 0,1 \Sigma V_{ods} \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (6-22)$$

$V_{th,ne}$  – odsávané množství vzduchu od zařízení [m<sup>3</sup>/h]  
 $V_{ods}$  – odsávané množství vzduchu od zařízení pod  
zákryty [m<sup>3</sup>/h]

$$V_a = 0,1 \Sigma V_{ods} - \Sigma V_{th,ne} \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (6-23)$$

$$V_a = 0,1 \Sigma V_{ods} - \Sigma V_{th,ne} = 0,1 * 3361 - 0 = 336 \text{ m}^3/\text{h}$$

Nutno odsávat  $330 \text{ m}^3/\text{h}$  pod stropem kuchyně.

Celkový průtok varnou:

Zařízení	Průtok
	[m <sup>3</sup> /h]
Digestoř 1	3055
Digestoř 2	306
Vyrovňovací množství	330
Celkem	3691

Celková zátěž varny:

	Teplená zátěž	Vlhkostní zátěž
	[W]	[g/h]
Teruna	2477	804
Vybavení varny	2942	4963,2
Celkem	5419	5767,2

Z průtoku varnou a z tepelné zátěže stanovím potřebný rozdíl teplot přiváděného vzduchu a vzduchu v místnosti pro letní chlazení varny při uvažované současnosti 0,4.

$$\Delta t = \frac{Q_{\text{celkové}}}{V * \rho * c} = \frac{5419}{\frac{3691}{3600} * 1,2 * 1000} = 4,4 \text{ } ^\circ\text{C} \quad [^\circ\text{C}] \quad (6-24)$$

Na pokrytí tepelné zátěže postačuje rozdíl teplot 4,4 °C. Při letní návrhové teplotě 28°C se tedy do místnosti bude přivádět 23 °C.

## 6.2. Průtoky vzduchu a tlakové poměry

V objektu budou instalována tři vzduchotechnická zařízení. Každá třída bude vybavena samostatnou jednotkou pro dobrou regulovatelnost. Dále pak bude dodáno zařízení pro větrání kuchyně.

Při určení průtoku vzduchu do tříd byla brána hlavní podmínka, zajištění dostatečného množství vzduchu na žáka, což je stanoveno na 25 m<sup>3</sup>/h. Další podmínky jsou stanoveny pro výměnu vzduchu dle ZTI, které jsou v třídách umístěny. Dispozice tříd je vhodně upořádána k využití kaskádového větrání, a tak bude vzduch přiváděn do pobytové oblasti dětí v třídách a odváděn z hygienického zázemí tříd dle požadavků na výměnu vzduchu.

Bylo také třeba řešit větrání strojovny a chodby mezi výdejem jídla a spojovacím krčkem. Tyto dvě části byly přiřazeny k zařízení č. 2, pro zajištění základního hygienického požadavku na výměnu vzduchu. Nad rámec tohoto větrání budou instalovány klapky do potrubí zařízení č. 1 i č. 2, které omezí odsávání vzduchu z hygienického zázemí tříd a zajistí vyšší výměnu vzduchu v místnosti výdeje jídel v době obědů a svačinek.

V prostoru varny byl průtok vzduchu stanoven dle německé normy VDI 2052 podle instalovaného zařízení. K VZT jednotce varny byly přiřazeny i prostory, které souvisí s chodem kuchyně, jako jsou přípravný a sklady varny v objektu.

Průtoky vzduchu a tlakové poměry pro Zařízení č.1 – Třída severovýchod

m.č.	Název místnosti	Plocha	Objem	Požadavky	Počet	Požadavek na vzduch	Přívod	Odvod	Výměna vzduchu	Tepelná zátěž	Vlhkostní zátěž
		[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> /h]	[ks]	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /h]	[x/h]	[kW]	[kg/h]
<b>Zařízení č. 1</b>											
1.22	Šatna	17,60	63,27	20/skříňka	24	480	0	480	7,6	-	-
1.23	WC	10,35	33,53	50/WC+150/sprcha	5+1	400	0	410	12,2	-	-
1.24	Umývárna	11,63	35,41	30/umyvadlo	5	150	0	150	4,2	-	-
1.25a	Pracovna	40,57	107,76	25/žák+50/učitel	24+1	650	720	0	3,5	4,20	1,56
1.25b	Lehátkový kout	33,79	96,98								
1.25c	Jídelní kout	41,95	156,42								
1.25d	Mokrý kout	5,92	19,24	30/umyvadlo	2	60	0	60	3,1	2,74	-
1.26a	Šatna učitelek	2,70	6,35	50/učitel	1	50	větráno přefukem		12,6	-	-
1.26b	WC učitelek	1,80	4,23	50/WC+30/umyvadlo	1+1	80	0	80	18,9	-	-
Celkem							<b>1180</b>	<b>1180</b>		<b>6,94</b>	

Průtoky vzduchu a tlakové poměry pro Zařízení č.2 – Třída jihozápad

m.č.	Název místnosti	Plocha	Objem	Požadavky	Počet	Požadavek na vzduch	Přívod	Odvod	Výměna vzduchu	Tepelná zátěž	Vlhkostní zátěž
		[m2]	[m3]	[m3/h]	[ks]	[m3/h]	[m3/h]	[m3/h]	[x/h]	[kW]	[kg/h]
<b>Zařízení č. 2</b>											
1.27	Chodba	7,34	16,15	2x/h	-	32		50	3,1	-	-
1.28	Výdej	8,82	24,36	2x/h	-	49	50		2,1	-	-
1.29	Strojovna VZT	12,21	42,81	2x/h	-	86	80	80	1,9	-	-
1.32	Šatna	17,60	57,09	20/skříňka	24	480	0	480	8,4	-	-
1.33	WC	10,35	29,48	50/WC+150/sprcha	5+1	400	0	410	13,9	-	-
1.34	Umývárna	11,63	22,87	30/umyvadlo	5	150	0	150	6,6	-	-
1.35a	Pracovna	40,57	128,31	25/žák+50/učitel	24+1	650	720	0	3,3	4,26	1,56
1.35b	Lehátkový kout	33,79	91,60				460		2,9		
1.35c	Jídelní kout	41,95	158,79				30/umyvadlo		2	60	0
1.35d	Mokrý kout	5,92	20,20	30/umyvadlo	2	60	0	60	3,0	2,29	-
1.36a	Šatna učitelek	2,70	6,35	50/učitel	1	50	větráno přefukem		12,6	-	-
1.36b	WC učitelek	1,80	4,23	50/WC+30/umyvadlo	1+1	80	0	80	18,9	-	-
Celkem							<b>1310</b>	<b>1310</b>		<b>6,55</b>	

Průtoky vzduchu a tlakové poměry pro Zařízení č.3 – Varna

m.č.	Název místnosti	Plocha	Objem	Požadavky	Počet	Požadavek na vzduch	Přívod	Odvod	Výměna vzduchu	Tepelná zátěž	Vlhkostní zátěž
		[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[x/h]	[ks]	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /h]	[x/h]	[kW]	[kg/h]
<b>Zařízení č. 3</b>											
1.01	Příjem	10,12	23,78	3	-	71	100	0	4,2	-	-
1.02	Skład+Um. termosů	11,29	29,35	5	-	147	160	160	5,5	-	-
1.03	Výdej	7,08	18,41	5	-	92	0	100	5,4	-	-
1.05	Varna	46,39	120,61	dle VDI 2052	-	-	3800	3700	30,7	2,48	0,8
1.06	Skład zeleniny	7,37	19,16	3	-	57	100	0	5,2	-	-
1.07	Hrubá příprava zeleniny	6,48	16,85	5	-	84	0	100	5,9	-	-
1.08	Úklidová místnost	1,19	2,59	30 m <sup>3</sup> /h	-	30	0	30	11,6	-	-
1.09	Chodba	8,04	20,90	2	-	42	100	0	4,8	-	-
1.12	Chlazený sklad	8,39	20,15	8	-	161	70	180	8,9	-	-
1.13	Suchý sklad	7,13	19,77	2	-	40	0	40	2,0	-	-
1.14	Skład inventáře varny	3,19	8,25	2	-	17	0	20	2,4	-	-
2.04	Technická místnost	17,11	37,16	2	-	74	75	75	2,0	-	-
<b>Celkem</b>							<b>4405</b>	<b>4405</b>			

Schéma proudění vzduchu třídami v době mimo výdej jídla

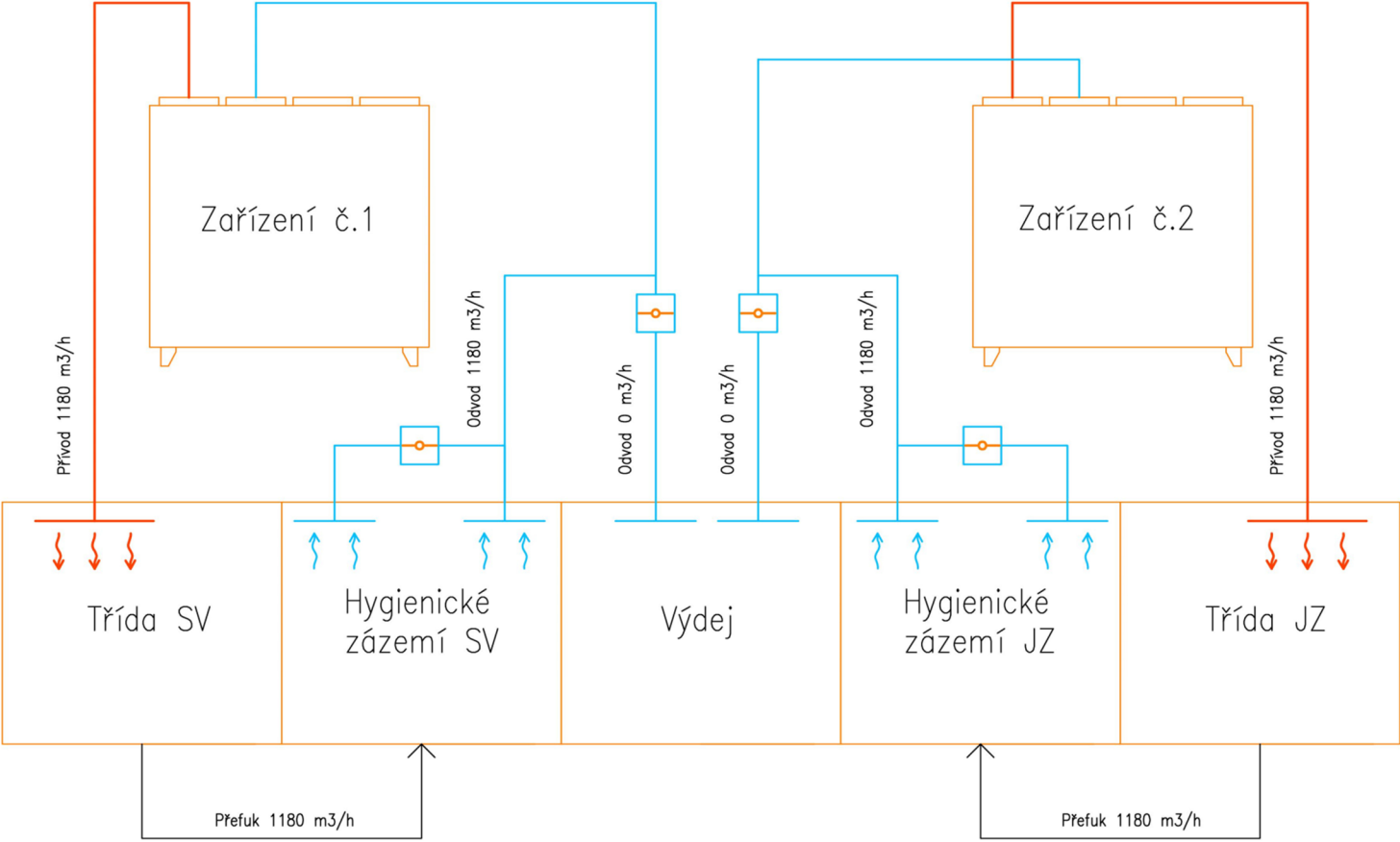
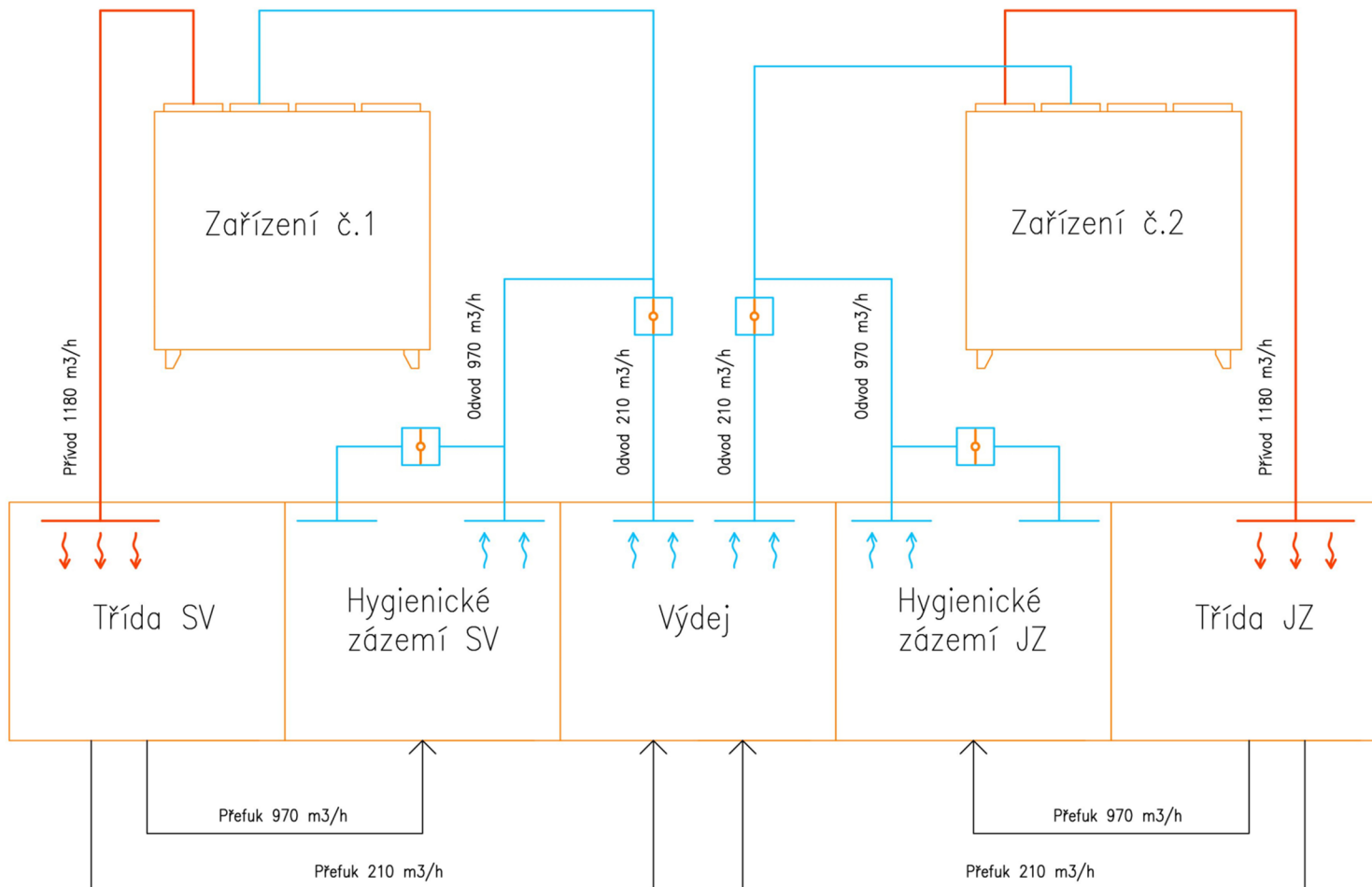


Schéma proudění vzduchu v době výdeje jídla



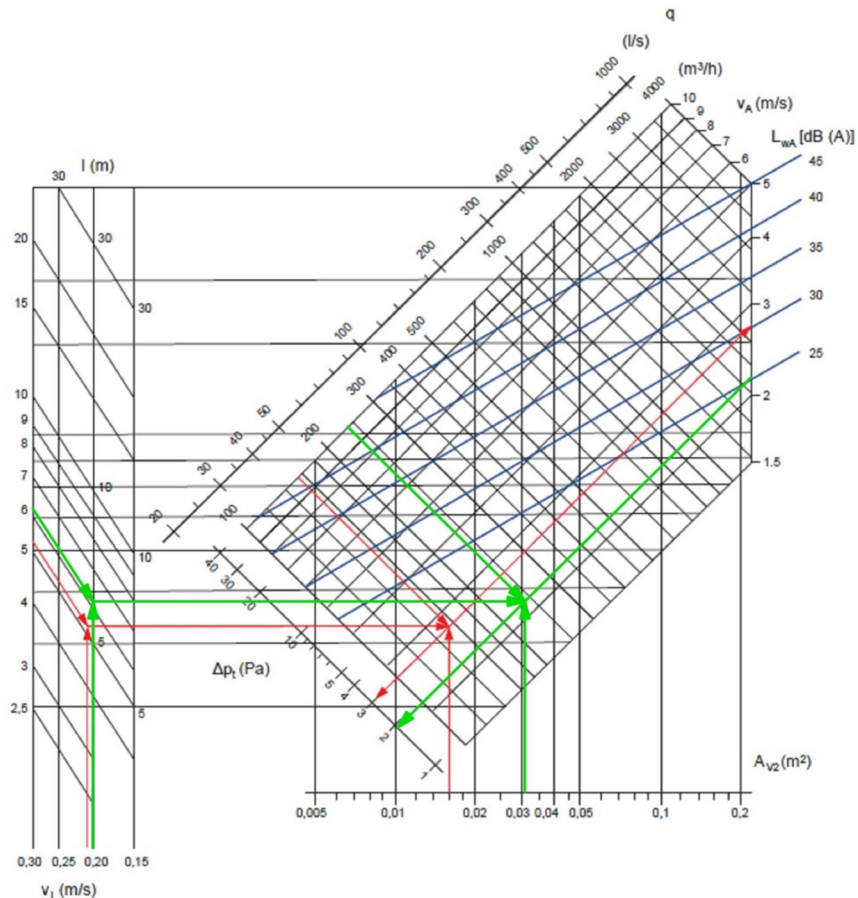
### 6.3. Přívodní prvky

V prostorách tříd jsou použity mřížkové výústky do kruhového potrubí NOVA-C, které zajišťují jak distribuci vzduchu v třídách, tak odvod znehodnoceného vzduchu ze zázemí tříd. Jsou použity hlavně z důvodu, že dispozice neumožnila zakrýt potrubí podhledem či jinou stavební konstrukcí. V prostorech, kde dispozice dovolila umístit podhled, bude odtah vzduchu realizován talířovými ventily.

Distribuce vzduchu v kuchyni bude řešená jednak digestoří VARIANT nad hlavním varným centrem, ale také vířivými výústěmi. Centrální digestoř bude čerstvý vzduch přivádět a znehodnocený vzduch poté odsávat. Kromě centrální digestoře je v kuchyni i druhý samostatný zákryt, který bude odsávat konvektomat umístěný u stěny kuchyně. Dále bude z kuchyně odsáváno vyrovnávací množství vzduchu pod podhledem místnosti, a to přes odlučovače tuku přímo do potrubí.

#### Návrh výústky do kruhového potrubí:

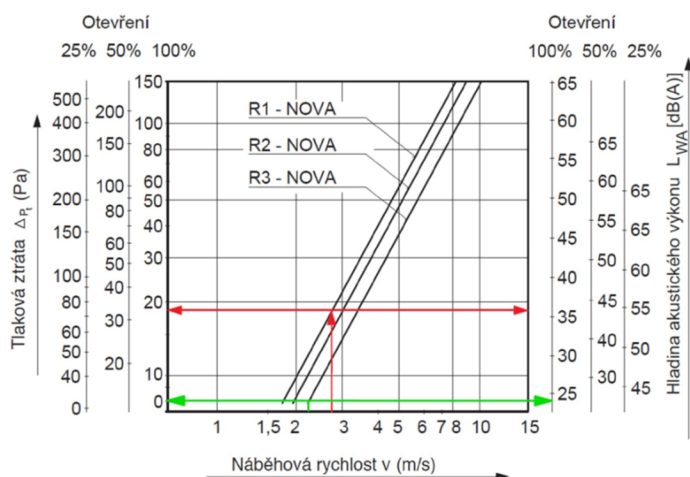
Mřížkou NOVA-C budeme přivádět  $240 \text{ m}^3/\text{h}$  do prostoru třídy. Dle průtoku a rychlosti v efektivní ploše (kolem  $2 \text{ m/s}$ ) jsem zvolil dvouřadou výústku o rozměrech  $825 \times 75 \text{ mm}$ . Dále si z grafu určím tlakovou ztrátu, akustický výkon a také dosah proudu vzduchu.



Obrázek 6.6 DIAGRAM TLAKOVÉ ZTRÁTY A AKUSTICKÉHO VÝKONU VYÚSTKY NOVA-C [22]



Určil jsem tedy tlakovou ztrátu na 2 Pa, akustický výkon je menší než 25 dB a proud vzduchu má dosah 6 m. Je také třeba ověřit vzdálenost vyústek mezi sebou  $B_{min}$ , jež se rovná 0,15 násobek dosahu proudu vzduchu. Minimální vzdálenost mřížek je 0,9 m a rozmístění vyústek tak vyhovuje. Mřížky budou osazeny regulačním ústrojím R1. Tlakovou ztrátu a akustický výkon si určím opět z grafu. Regulační ústrojí při 100% otevření tlakovou ztrátu neovlivní. Hluk také vychází pod 25 dB.



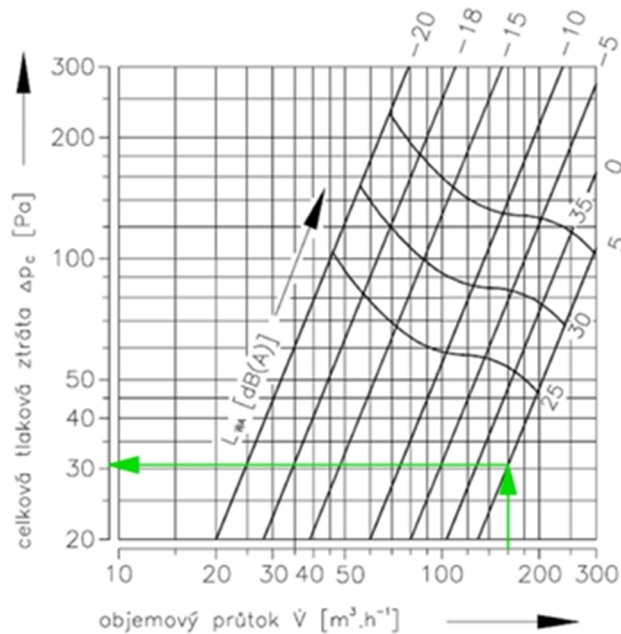
Obrázek 6.7 DIAGRAM REGULAČNÍHO ÚSTROJÍ R1-R3 [22]

Přehled zvolených vyústek NOVA-C [22]:

Místnost	ks	V [m <sup>3</sup> /h]	Rozměr [mm]	Počet řad	$A_{ef}$ [m <sup>2</sup> ]	$V_{ef}$ [m/s]	$L_{WA}$ [dB]
<b>Zařízení č.1</b>							
1.25b	3	240	825x75	C2	0,031	2,15	<25
1.25c	2	230	825x75	C2	0,031	2,06	<25
1.25d	1	60	225x75	C1	0,010	1,67	<25
1.24	1	150	425x75	C1	0,019	2,19	<25
1.23	2	130	325x75	C1	0,014	2,58	<25
1.23	1	150	425x75	C1	0,019	2,19	<25
1.22	2	240	625x75	C1	0,029	2,30	<25
1.28	1	210	525x75	C1	0,024	2,43	<25
<b>Zařízení č.2</b>							
1.35b	3	240	825x75	C2	0,031	2,15	<25
1.35c	2	230	825x75	C2	0,031	2,06	<25
1.35d	1	60	225x75	C1	0,010	1,67	<25
1.34	1	150	425x75	C1	0,019	2,19	<25
1.33	2	130	325x75	C1	0,014	2,58	<25
1.33	1	150	425x75	C1	0,019	2,19	<25
1.32	2	240	625x75	C1	0,029	2,30	<25
1.29	1	80	425x75	C2	0,016	1,39	<25
1.29	1	80	325x75	C1	0,014	1,59	<25
1.28	1	210	525x75	C1	0,024	2,43	<25
<b>Zařízení č.3</b>							
1.09	1	100	325x75	C2	0,012	2,31	<25
1.12	1	70	425x75	C2	0,016	1,22	<25

## Návrh talířového ventilu

Talířový ventil navrhují pro odvod vzduchu z chlazeného skladu v prostorách kuchyně. Ventilem budeme odtahovat  $180 \text{ m}^3/\text{h}$ . Byl zvolen typ TVOM o velikosti průměru 160 mm. Z diagramu je patrné, že při regulačním stupni 5 bude mít ventil tlakovou ztrátu 30 Pa a akustický výkon pod 25 dB.

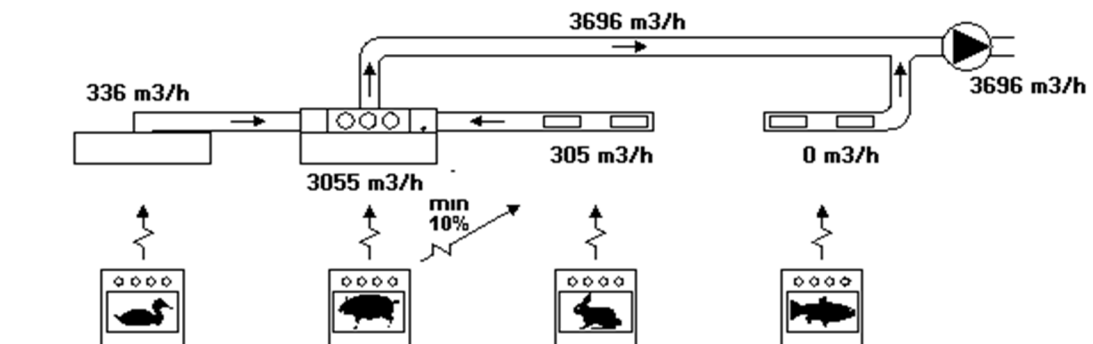


Obrázek 6.8 NÁVRHOVÝ DIAGRAM TALÍŘOVÉHO VENTILU TVOM 160 [23]

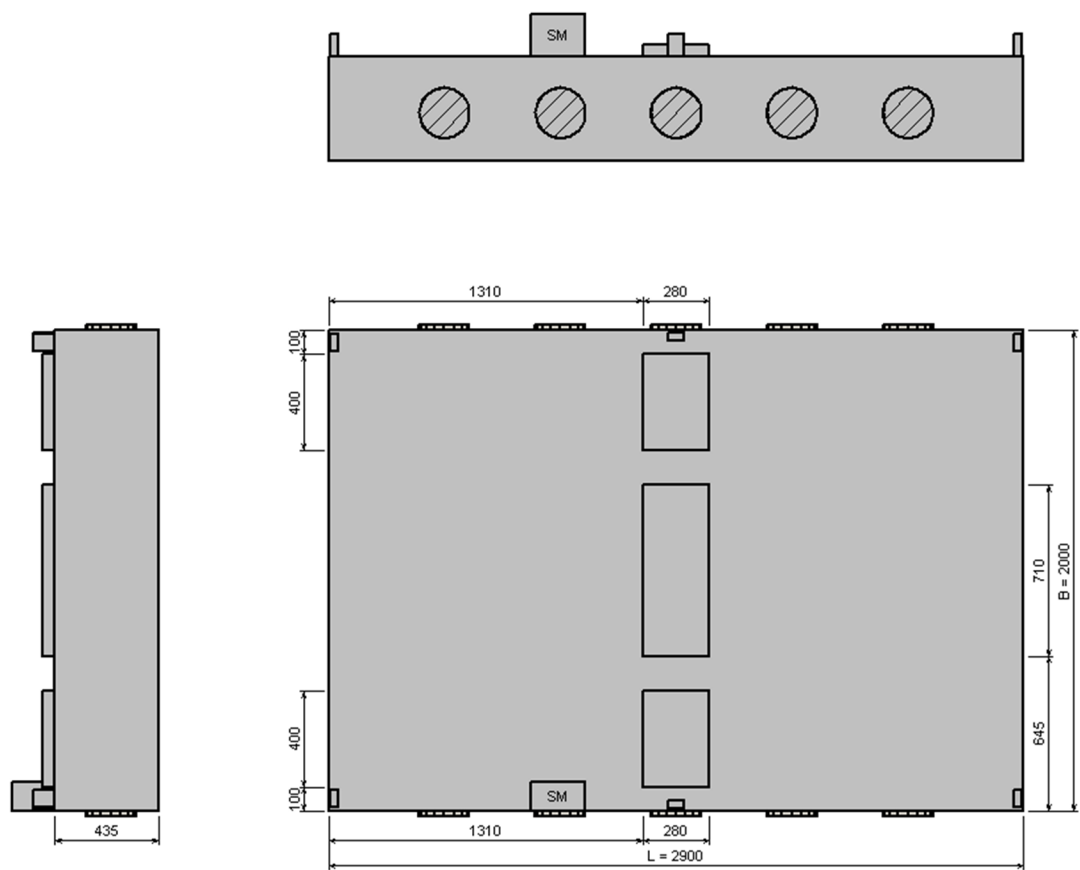
## Návrh digestoří pro varnu

V kuchyni budou umístěny dvě digestoře. K návrhu těchto digestoří jsem použil program od společnosti Atrea. Program počítá množství odsávaného vzduchu dle stejné normy VDI 2052, podle níž jsou vypočteny i průtoky vzduchu digestoří výše.

Pro hlavní varné centrum byla zvolena digestoř VARIANT s odtahem i přívodem vzduchu. Zákryt má rozměry 2900 x 2000 mm a průtok vzduchu bude  $3055 \text{ m}^3/\text{h}$ . Tlaková ztráta digestoře na přívodu je 93 Pa a na odtahu 62 Pa.

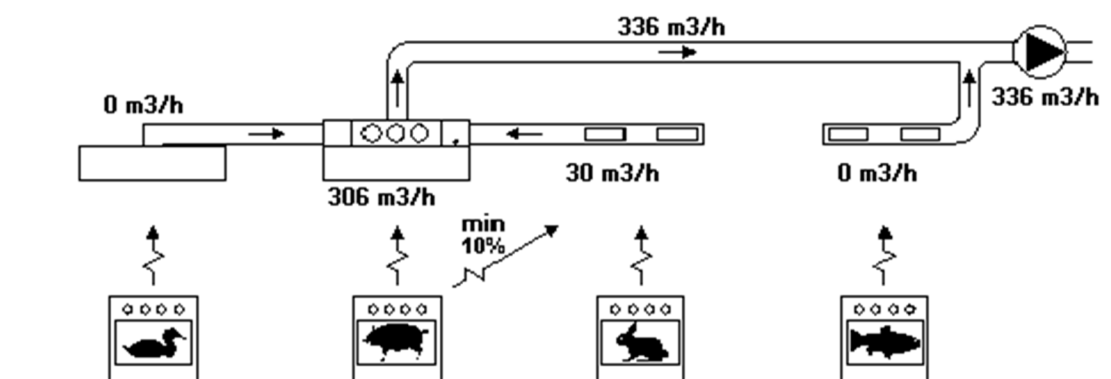


Obrázek 6.9 SCHÉMA ODVODU VZDUCHU DIGESTOŘE VARIANT [24]

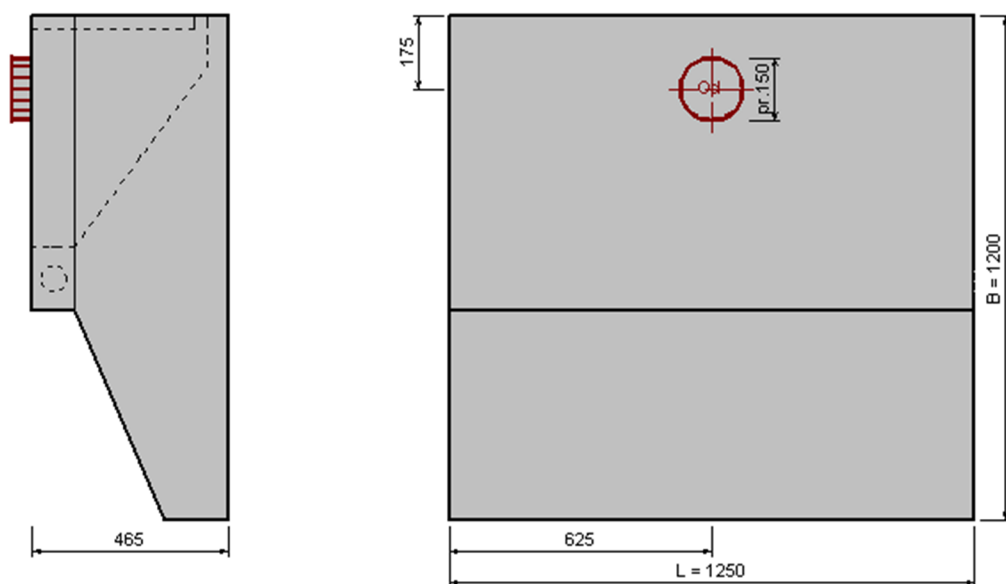


Obrázek 6.10 DIGESTOŘ VARIANT [24]

Pro odtah konvektomatu umístěného u stěny kuchyně byla použita digestoř STANDART o rozměrech 1250 x 1200 mm, která není vybavená přívodem vzduchu. Tlaková ztráta při odtahu je 32 Pa.



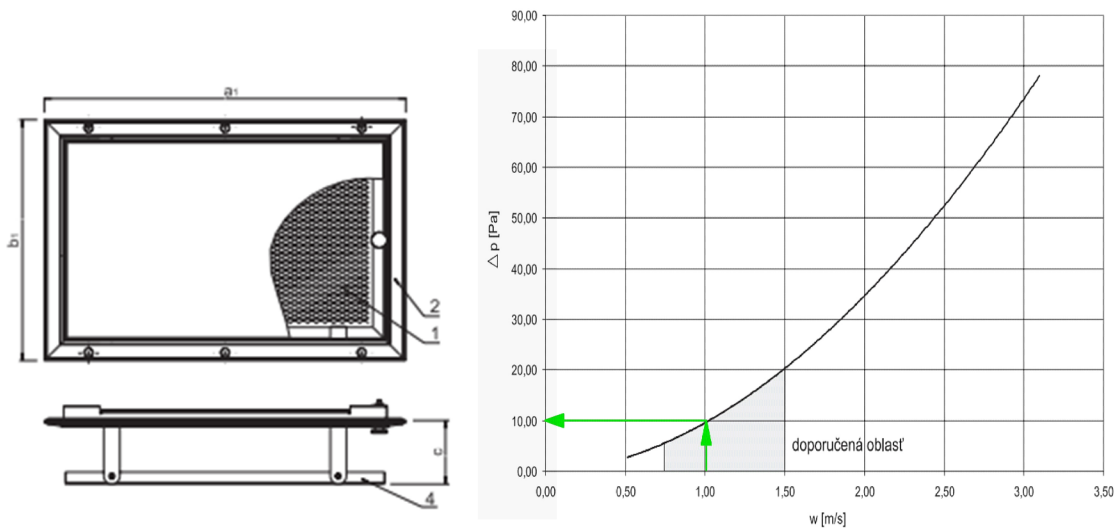
Obrázek 6.11 SCHÉMA ODVODU VZDUCHU DIGESTOŘE STANDARD [24]



**Obrázek 6.12 DIGESTOR STANDARD [24]**

### Návrh odlučovače tuku

Pro odsávání znehodnoceného vzduchu z prostoru pod stropem kuchyně jsou do potrubí umístěny odlučovače tuku. Průtok vyústkou je  $165 \text{ m}^3/\text{h}$ , což při rozměrech  $325 \times 225 \text{ mm}$  znamená rychlost  $1 \text{ m/s}$ , která leží dle grafu (viz obr. 6.13) v doporučené oblasti. Tlaková ztráta odlučovače je  $10 \text{ Pa}$ .



**Obrázek 6.13 ODLUČOVAČ TUKU [25]**

### Návrh stěnové větrací mřížky

V objektu je často použito kaskádové větrání. K tomuto typu větrání je třeba instalovat větrací mřížky pro přefuk vzduchu mezi místnostmi. Mřížky budou instalovány nad dveře. Byly zvoleny mřížky od firmy Mandík SMM 20. [23]

Přehled zvolených mřížek do objektu:

Místnost	ks	V [m <sup>3</sup> /h]	Rozměr [mm]	A <sub>ef</sub> [m <sup>2</sup> ]	V <sub>ef</sub> [m/s]
<b>Zařízení č. 1</b>					
1.23	2	410	800x125	0,0789	1,44
1.22	2	480	800x126	0,0789	1,69
1.26	2	80	200x125	0,0195	1,14
<b>Zařízení č. 2</b>					
1.33	2	410	800x125	0,0789	1,44
1.32	2	480	800x126	0,0789	1,69
1.36	2	80	200x125	0,0195	1,14

### Návrh větracích mřížek do dveří

Dále budou také využity větrací mřížky instalované do dveří, a to hlavně v prostorách varny. Mřížky byly zvoleny od společnosti Systemair NOVA-D. [22]

Přehled vybraných mřížek:

Místnost	ks	V [m <sup>3</sup> /h]	Rozměr [mm]	A <sub>ef</sub> [m <sup>2</sup> ]	V <sub>ef</sub> [m/s]
<b>Zařízení č. 1</b>					
1.26b	1	80	400x200	0,02	1,11
<b>Zařízení č. 2</b>					
1.27	1	50	300x100	0,007	1,98
1.36b	1	80	400x200	0,02	1,11
<b>Zařízení č. 3</b>					
1.07	1	100	400x200	0,02	1,39
1.08	1	30	200x200	0,009	0,93
1.12	1	110	400x200	0,02	1,53
1.10	1	40	200x200	0,009	1,23
1.11	1	20	200x200	0,009	0,62

#### 6.4. Dimenzování potrubí

<b>Přívodní potrubí zařízení č.1 – třída SV – výtlak z jednotky</b>												
U	V	L	v'	S	d'	AxB	d	v	R	ξ	Z	Z+R*L
	[m <sup>3</sup> /h]	[m]	[m/s]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m]	[m/s]	[Pa/m]	[-]	[Pa]	[Pa]
1	240	3,3	2,00	0,033	0,206	Ø200	0,2	2,123	0,344	0,9	2,434	3,57
2	480	3,25	2,50	0,053	0,261	Ø250	0,25	2,718	0,384	0,6	2,659	3,91
3	720	3,25	3,00	0,067	0,291	Ø280	0,28	3,250	0,486	0,6	3,802	5,38
4	950	3	3,50	0,075	0,310	Ø315	0,315	3,388	0,429	0,3	2,066	3,35
5	1180	7,84	4,00	0,082	0,323	Ø315	0,315	4,208	0,606	2,259	24,002	28,75
Celkem												<b>45,00</b>
Tlaková ztráta vyústky												2,00
Tlaková ztráta tlumiče hluku												20,00
<b>Přívodní potrubí zařízení č.1 – třída SV – sání do jednotky</b>												
1	1180	3,16	4	0,082	0,323	Ø315	0,315	4,208	0,606	1,2	12,750	14,66
2	2490	3	4	0,173	0,469	Ø450	0,45	4,351	0,429	4	45,438	46,72
Přívodní potrubí celkem												<b>128</b>

<b>Odvodní potrubí zařízení č.1 – třída SV – sání do jednotky</b>												
U	V	L	v'	S	d'	AxB	d	v	R	ξ	Z	Z+R*L
	[m <sup>3</sup> /h]	[m]	[m/s]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m]	[m/s]	[Pa/m]	[-]	[Pa]	[Pa]
1	60	3,49	2,00	0,008	0,103	Ø160	0,160	0,829	0,140	0,6	0,248	0,74
2	210	3,08	2,50	0,023	0,172	Ø160	0,160	2,903	0,737	0,9	4,550	6,82
2	340	1,89	3,00	0,031	0,200	Ø200	0,200	3,008	0,598	0,9	4,885	6,01
3	470	2,56	3,00	0,044	0,235	Ø225	0,225	3,285	0,602	1,5	9,713	11,25
4	620	1,76	3,50	0,049	0,250	Ø250	0,250	3,510	0,599	0,9	6,654	7,71
5	860	1,62	4,00	0,060	0,276	Ø280	0,280	3,882	0,640	0,9	8,136	9,17
6	1100	4,38	4,50	0,068	0,294	Ø315	0,315	3,923	0,543	1,2	11,080	13,46
7	1180	2,50	4,50	0,073	0,305	Ø315	0,315	4,208	0,606	1,559	16,564	18,08
<b>Celkem</b>												<b>73,24</b>
Tlaková ztráta vyústky												16,00
8	80	1,50	2,00	0,011	0,119	Ø125	0,125	1,812	0,543	0,3	0,591	1,41
9	210	1,12	3,00	0,019	0,157	Ø160	0,160	2,903	0,737	0,6	3,033	3,86
10	290	3,48	4,00	0,020	0,160	Ø160	0,160	4,009	1,290	1,5	14,462	18,95
<b>Odvodní potrubí zařízení č.1 – třída SV – výtlak z jednotky</b>												
1	1180	1,5	4	0,082	0,323	Ø315	0,315	4,208	0,606	0,3	3,187	4,10
2	2490	1,51	4	0,173	0,469	Ø400	0,4	5,507	0,836	0,6	10,917	12,18
Tlaková ztráta výfukové hlavice												22,00
<b>Odvodní potrubí celkem</b>												<b>128</b>

<b>Prívodní potrubí zařízení č.2 – třída JV – výtlak z jednotky</b>												
U	V [m <sup>3</sup> /h]	L [m]	v' [m/s]	S [m <sup>2</sup> ]	d' [m]	AxB [m]	d [m]	v [m/s]	R [Pa/m]	ξ [-]	Z [Pa]	Z+R*L [Pa]
1	240	3,3	2,00	0,033	0,206	Ø200	0,2	2,123	0,344	0,9	2,434	3,57
2	480	3,25	2,50	0,053	0,261	Ø250	0,25	2,718	0,384	0,6	2,659	3,91
3	720	3,25	3,00	0,067	0,291	Ø280	0,28	3,250	0,486	0,6	3,802	5,38
4	950	3	3,50	0,075	0,310	Ø315	0,315	3,388	0,429	0,3	2,066	3,35
5	1180	2,34	4,00	0,082	0,323	Ø315	0,315	4,208	0,606	0,3	3,187	4,60
6	1230	3,22	4,40	0,078	0,315	Ø315	0,315	4,386	0,645	1,659	19,152	21,23
7	1310	4,42	4,80	0,076	0,311	Ø315	0,315	4,672	0,726	1,2	15,714	18,92
Celkem												<b>60,97</b>
Tlaková ztráta vyústky												2,00
Tlaková ztráta tlumiče hluku												24,00
<b>Prívodní potrubí zařízení č.2 – třída JV – sání do jednotky</b>												
1	1310	2	4	0,091	0,340	Ø315	0,315	4,672	0,726	1,2	15,714	17,17
2	2490	3	4	0,173	0,469	Ø450	0,45	4,351	0,429	4	45,438	46,72
Prívodní potrubí celkem												<b>151</b>



<b>Odvodní potrubí zařízení č.2 – třída JV – sání do jednotky</b>												
U	V	L	v'	S	d'	AxB	d	v	R	ξ	Z	Z+R*L
	[m <sup>3</sup> /h]	[m]	[m/s]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m]	[m/s]	[Pa/m]	[-]	[Pa]	[Pa]
1	60	3,56	2,00	0,008	0,103	Ø160	0,160	0,829	0,140	0,6	0,248	0,75
2	210	3,05	2,50	0,023	0,172	Ø160	0,160	2,903	0,737	0,9	4,550	6,80
2	340	1,94	3,00	0,031	0,200	Ø200	0,200	3,008	0,598	0,9	4,885	6,04
3	470	2,23	3,00	0,044	0,235	Ø225	0,225	3,285	0,602	1,5	9,713	11,06
4	620	1,70	3,50	0,049	0,250	Ø250	0,250	3,510	0,599	0,9	6,654	7,67
5	860	1,50	4,00	0,060	0,276	Ø280	0,280	3,882	0,640	0,9	8,136	9,10
6	1100	2,37	4,20	0,073	0,304	Ø315	0,315	3,923	0,543	1,359	12,548	13,83
7	1180	0,56	4,40	0,074	0,308	Ø315	0,315	4,208	0,606	0,6	6,375	6,71
8	1260	1,18	4,60	0,076	0,311	Ø315	0,315	4,493	0,672	0,8	9,692	10,48
9	1310	1,02	4,80	0,076	0,311	Ø315	0,315	4,672	0,728	0,8	10,476	11,22
<b>Celkem</b>												<b>83,66</b>
<b>Tlaková ztráta výústky</b>												<b>16,00</b>
10	80	0,95	2,00	0,011	0,119	Ø125	0,125	1,812	0,543	0,3	0,591	1,11
11	210	1,12	3,00	0,019	0,157	Ø160	0,160	2,903	0,737	0,6	3,033	3,86
12	290	4,51	4,00	0,020	0,160	Ø160	0,160	4,009	1,290	1,5	14,462	20,28
<b>Odvodní potrubí zařízení č.2 – třída JV – výtlak z jednotky</b>												
1	1310	3,36	4	0,091	0,340	Ø315	0,315	4,672	0,606	1,2	15,714	17,75
2	2490	1,51	4	0,173	0,469	Ø400	0,4	5,507	0,836	0,6	10,917	12,18
<b>Tlaková ztráta výfukové hlavice</b>												<b>22,00</b>
<b>Odvodní potrubí celkem</b>												<b>152</b>

<b>Prívodní potrubí zařízení č.3 – varna – výtlak z jednotky</b>													
U	V	L	v'	S	d'	AxB		d	v	R	ξ	Z	Z+R*L
	[m <sup>3</sup> /h]	[m]	[m/s]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]		[m]	[m/s]	[Pa/m]	[-]	[Pa]	[Pa]
1	1650	1,05	5,00	0,092	0,342	0,4	0,28	0,329	5,394	0,975	0,6	10,475	11,50
2	2150	1,4	5,40	0,111	0,375	0,5	0,28	0,359	5,903	1,103	0,9	18,817	20,36
3	3800	1,68	5,80	0,182	0,481	0,71	0,355	0,473	6,010	0,742	0,6	13,004	14,25
4	4330	2,95	6,00	0,200	0,505	0,8	0,355	0,492	6,330	0,766	2,646	63,608	65,87
5	4405	2,46	6,00	0,204	0,510	0,63	0,5	0,558	5,006	0,405	0,9	13,533	14,53
Tlaková ztráta výústky													93
Tlaková ztráta tlumiče													36
Celkem													<b>255,51</b>
<b>Prívodní potrubí zařízení č.3 – 1.12</b>													
6	70	1,9	2,00	0,010	0,111	Ø160		0,16	0,968	0,115	0,6	0,337	0,56
7	170	4,36	2,50	0,019	0,155	0,16	0,16	0,16	2,350	0,564	2,7	8,945	11,40
9	370	1,96	3,50	0,029	0,193	0,25	0,16	0,195	3,443	0,771	0,9	6,402	7,91
10	530	1,34	4,00	0,037	0,217	0,28	0,16	0,204	4,507	1,210	0,9	10,967	12,59
<b>Prívodní potrubí zařízení č.3 – 1.05 – pod strop</b>													
11	250	3,65	2,00	0,035	0,210	Ø200		0,2	2,212	0,375	1,7	4,989	6,36
12	500	1,41	4,00	0,035	0,210	0,28	0,16	0,204	4,251	1,111	0,3	3,253	4,82
<b>Prívodní potrubí zařízení č.3 – varna – sání do jednotky</b>													
1	4405	2,975	4,5	0,272	0,589	0,63	0,56	0,593	4,433	0,322	3,7	43,620	44,58
Tlaková ztráta tlumiče													8,00
Prívodní potrubí celkem													<b>308</b>

<b>Odvodní potrubí zařízení č.3 – varna – sání do jednotky</b>													
U	V	L	v´	S	d´	AxB		d	v	R	ξ	Z	Z+R*L
	[m <sup>3</sup> /h]	[m]	[m/s]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]		[m]	[m/s]	[Pa/m]	[-]	[Pa]	[Pa]
1	20	2,95	2,00	0,003	0,059	Ø80		0,080	1,106	0,390	1,2	0,880	2,03
2	60	0,71	2,50	0,007	0,092	Ø80		0,080	3,317	1,410	0,6	3,962	4,96
3	240	9,96	3,00	0,022	0,168	Ø160		0,160	3,317	0,921	3	19,809	28,98
4	270	4,14	3,50	0,021	0,165	0,18	0,16	0,169	3,345	0,918	1,2	8,057	11,85
5	435	2,42	4,00	0,030	0,196	0,28	0,16	0,204	3,699	0,868	0,3	2,463	4,56
6	535	4,54	4,50	0,033	0,205	0,28	0,16	0,204	4,549	1,215	1,4	17,383	22,89
7	3595	1,66	5,70	0,175	0,472	0,71	0,355	0,473	5,686	0,668	0,9	17,458	18,57
8	3905	1,16	5,80	0,187	0,488	0,8	0,355	0,492	5,708	0,629	0,6	11,731	12,46
9	4070	1,48	5,90	0,192	0,494	0,8	0,355	0,492	5,950	0,678	0,3	6,372	7,37
10	4170	1,63	6,00	0,193	0,496	0,8	0,355	0,492	6,096	0,693	0,8	17,836	18,97
11	4330	4,32	6,00	0,200	0,505	0,8	0,355	0,492	6,330	0,743	2,946	70,820	74,03
12	4405	3,11	6,00	0,204	0,510	0,63	0,5	0,558	5,006	0,400	1,2	18,044	19,29
Tlaková ztráta výústky													30
Tlaková ztráta tlumiče													23
<b>Celkem</b>													<b>255,96</b>
<b>Odvodní potrubí zařízení č.3 – varna – výtlak z jednotky</b>													
1	4405	4,25	6	0,204	0,510	0,5	0,5	0,5	6,235	0,768	1,8	41,985	45,25
Tlaková stráta výfukové hlavice													15,00
Tlaková ztráta tlumiče													23,00
<b>Odvodní potrubí celkem</b>													<b>339</b>

## 6.5. Návrh VZT jednotek

VZT zařízení č. 1 a č. 2 budou kompaktní vertikální jednotky. Tato zařízení budou zajišťovat přívod čerstvého vzduchu do tříd. Byly zvoleny kompaktní jednotky Topvex TX04 od společnosti Systemair. Zařízení budou vybavena filtry F7, deskovým rekuperátorem s bypassem, ventilátorem a vodním ohřívačem. Chlazení v letních měsících bude zajištěno vnitřní vzduchovou klimatizací.



### User

Jednotky	Přívod	Odvod
Průtok vzduchu	1180	1180 m <sup>3</sup> /h
Tlaková ztráta	129	129 Pa
Příkon	239	214 W
Otáčky	1800	1854 ot/min
SFP čisté filtry	1.38	kW/m <sup>3</sup> /s
Teplota přívodního vzduchu	22	°C

Hladina akustického výkonu		63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Celk.
Přívod	dB(A)	32	53	58	58	63	63	57	48	68
Přívod - sání	dB(A)	34	49	46	47	48	48	47	48	56
Odvod - výtlak	dB(A)	35	53	66	64	65	65	60	52	72
Odvod	dB(A)	32	48	51	49	48	48	45	33	56
Okolí	dB(A)	30	49	49	45	47	48	46	35	55

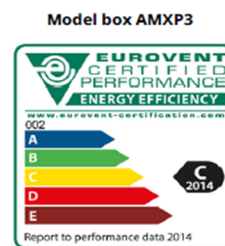
Rekuperace tepla	Přívod	Odvod
Teplota vstupního vzduchu	-15	20 °C
Teplota výstupního vzduchu	6	1 °C
Vlhkost vstupního vzduchu	90	45 %
Vlhkost výstupního vzduchu	15	100 %
Tlaková ztráta vzduchu	105	97 Pa
Condensate	0,05	l/min
Výkon rekuperátoru	7.33	kW
Teplotní účinnost	61	%
Teplotní činnost dle EN 308*	54	%
Typ výměníku	Deskový	

\*vypočítáno při venkovní teplotě +5°C, odvodní vzduch +25°C a 27% r.v.

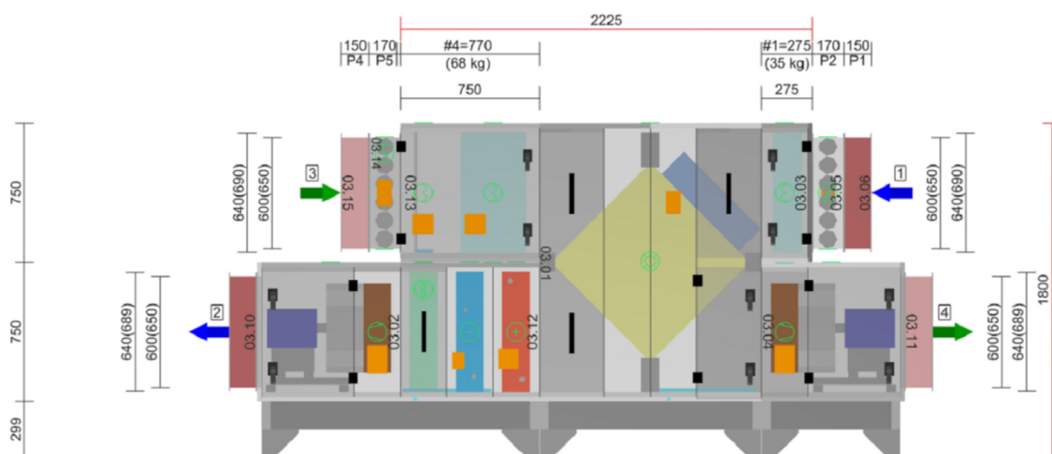
### Obrázek 6.14 TECHNICKÉ ÚDAJÉ VZT ZAŘÍZENÍ č.1 [22]

Zařízení č. 3, AeroMaster XP 06, pro větrání kuchyně bylo navrženo pomocí softwaru Aerocad od společnosti Remak. Mikroklíma bude zajišťovat pomocí deskového rekuperátoru, vodního ohřívače a přímého výparníku. Na přívodu i na odvodu budou osazeny kapsové filtry G3. Do odvodní větve bude navíc instalován i odlučovač tuku. Celá specifikace všech VZT zařízení je obsažena v příloze 004,005,006.

Základní parametry zařízení			
Druh, rozměr	AeroMaster XP 06		
Typ řídicího systému	Není		
Hmotnost (+/-10%)	743 kg		
Umístění jednotky	Vnitřní		
Materiálové provedení			
Vnější plášť	Lakovaný plech (RAL 9002)		
Vnitřní plášť	Pozinkovaný plech		
	Přívod	Odvod	
Průtok vzduchu	4405 m <sup>3</sup> /h	4405 m <sup>3</sup> /h	
Externí tlaková rezerva	365 Pa	403 Pa	
Rychlost v průřezu	2.69 m/s	2.69 m/s	
Příkon ventilátorů	1.80 kW	1.80 kW	
1. stupeň filtrace	G3	G3	
2. stupeň filtrace	-	G3	
		Parametry pláště dle EN1886	
Celkový příkon jednotky	3.60 kW	Mechanická stabilita	D2(M)
Napájecí napětí	1x230V+N+PE 50Hz	Netěsnost skříně	L2(M)
Celkový proud I <sub>max</sub>	30 A	Termická izolace	T3(M)
		Faktor tepelných mostů	TB3(M)
SFP <sub>e</sub> / SFP <sub>v</sub>	2944 / 1472 W.m <sup>3</sup> .s	Netěsnost mezi filtrem a rámem	< 0,5 % (F9)
Nejdůležitější parametry vybraných komponentů			
	Na straně vzduchu		Na straně média
Zpětný zisk tepla	-12.0 → 5.1 °C		54 %
Ohřev	5.1 → 21.0 °C		24.3 kW
Chlazení	28.6 → 21.9 °C		11.2 kW
			70/34 °C, Voda, 2.3 kPa, 0.59 m <sup>3</sup> /h
			5 °C, Freon R410A (Mix)



Číslování větví: 1 - venkovní vzduch, 2 - přívodní vzduch, 3 - odtahový vzduch, 4 - odpadní vzduch, 5 - cirkulační vzduch



Obrázek 6.15 TECHNICKÉ PARAMETRY A SCHÉMA VZT ZAŘÍZENÍ č.3 [26]

Výparník bude spojený s venkovní kondenzátorovou jednotkou Sinclair ASE-48AH, která má dostatečný výkon, 14,1 kW, na pokrytí tepelné zátěže.

ŘADA	MODEL		VENKOVNÍ JEDNOTKY				
	chlazení	kW	ASE-18AH	ASE-24AH	ASE-36AH	ASE-48AH	ASE-60AH
Výkon	chlazení	kW	5,4	7,2	10,5	14,1	16,4
	topení	kW	6,0	7,6	12,0	15,0	19,0
Frekvence/Napětí-venkovní	V / Hz		220/240 / 50	220/240 / 50	380/415 / 50	380/415 / 50	380/415 / 50
Max. příkon	W		2950	3450	4950	6300	7500
Max. proud	A		15	18	10	10,5	12,6
Hladina hluku	max	dB(A)	54	55	57	59	59
Cirkulace vzduchu		m <sup>3</sup> /h	2439	3200	5000	6800	6850
Chladivo	typ / náplň (kg)		R410A / 1,4	R410A / 1,9	R410A / 2,9	R410A / 3,2	R410A / 3,2
Průměr trubek	str.kap.	inch / mm	¼ / 6	¾ / 10	¾ / 12	¾ / 12	¾ / 12
	str.plyn	inch / mm	½ / 12	¾ / 16	¾ / 19	¾ / 19	¾ / 19
Délka trubek	max	m	25	25	30	50	50
	max	m	15	15	20	25	25
Rozměry (š x v x h)	mm		760x590x285	845x695x324	990x966x354	900x1167x340	900x1167x340
Hmotnost netto		kg	39	53	92	102	106
Rozsah provozních teplot	chlazení	°C	18 ~ 43	18 ~ 43	18 ~ 43	18 ~ 43	18 ~ 43
	topení	°C	-7 ~ 24	-7 ~ 24	-7 ~ 24	-7 ~ 24	-7 ~ 24

Obrázek 6.16 TECHNICKÉ PARAMETRY JEDNOTKY SINCLAIR ASE-48AH [27]

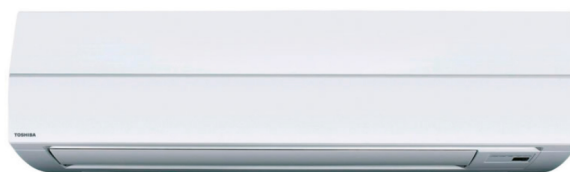
## 6.6. Návrh systému klimatizace pro třídy

V prostorech tříd mateřské školky bude tepelná pohoda v letních měsících zajištěna systémem vnitřní vzduchové klimatizace, který odvede tepelnou zátěž prostoru. Vnitřní jednotky pracují cirkulačně s interiérovým vzduchem a musí odstranit veškerou tepelnou zátěž z vnějšího prostředí pronikající do interiéru radiací a konvekcí, ale i zátěž větracím vzduchem, jelikož ve VZT zařízení tříd není instalován chladič vzduchu. V létě je tedy do místnosti dopravován neupravovaný exteriérový vzduch. Dále musí pokrýt vlhkostní zátěž místnosti. Jednotky mohou v chladnějších měsících také pokrýt část tepelných ztrát objektu.

<b>Zóna 1.25 - třídy severovýchod</b>			
tepelná zátěž	1.25a + 1.25b	4199	[W]
	1.25c + 1.25d	2737	[W]
	<b>Celkem</b>	<b>6936</b>	<b>[W]</b>
vlhkostní zátěž	<b>Celkem</b>	<b>2285</b>	<b>[g/h]</b>

<b>Zóna 1.35 – třídy jihozápad</b>			
tepelná zátěž	1.35a + 1.35b	4261	[W]
	1.35c + 1.35d	2291	[W]
	<b>Celkem</b>	<b>6552</b>	<b>[W]</b>
vlhkostní zátěž	<b>Celkem</b>	<b>2285</b>	<b>[g/h]</b>

Do prostoru 1.25b a prostoru 1.35b byly zvoleny dvě vnitřní nástěnné jednotky od společnosti Toshiba MMK-AP0123H (viz obr. 6.17). Do místnosti 1.25c a místnosti 1.35c bylo umístěno po jedné nástěnné jednotce MMK-AP0153H (viz obr. 6.18).



Název parametru	Hodnota
Chladicí výkon [KW]:	3,6
Topný výkon (jmenovitý) [kW]:	4,0
Elektrické připojení [V-Ph-Hz]:	1-fázově 50 Hz 230V (220–240 V) (vnitřní jednotky vyžadují elektrický přívod)
Příkon při 50Hz [kW]:	0,021
Rozměry panelu (V x Š x H) [mm]:	320x1050x228
Hmotnost panelu [kg]:	15
Vzduchový výkon (max.) [m <sup>3</sup> /h / l/s]:	600/480/390 (vysoké/střední/nízké)
Přípojný rozměry (plyn-kapalina)	Ø9,5/Ø6,4
Hladina akustického tlaku [dB(A)]:	37/32/28

**Obrázek 6.17 NÁSTĚNNÁ VNITŘNÍ JEDNOTKA MMK-AP0123H S TECHNICKÝMI PARAMETRY [28]**



Název parametru	Hodnota
Chladicí výkon [KW]:	4,5
Topný výkon (jmenovitý ) [kW]:	5,0
Elektrické připojení [V-Ph-Hz]:	1-fázově 50 Hz 230V (220–240 V) (vnitřní jednotky vyžadují elektrický přívod)
Příkon při 50Hz [kW]:	0,043
Rozměry panelu (V x Š x H) [mm]:	320x1050x228
Hmotnost panelu [kg]:	15
Vzduchový výkon (max.) [m <sup>3</sup> /h / l/s]:	840/660/540 (vysoké/střední/nízké)
Přípojiné rozměry (plyn-kapalina)	Ø12,7/Ø6,4
Hladina akustického tlaku [dB(A)]:	41/36/33

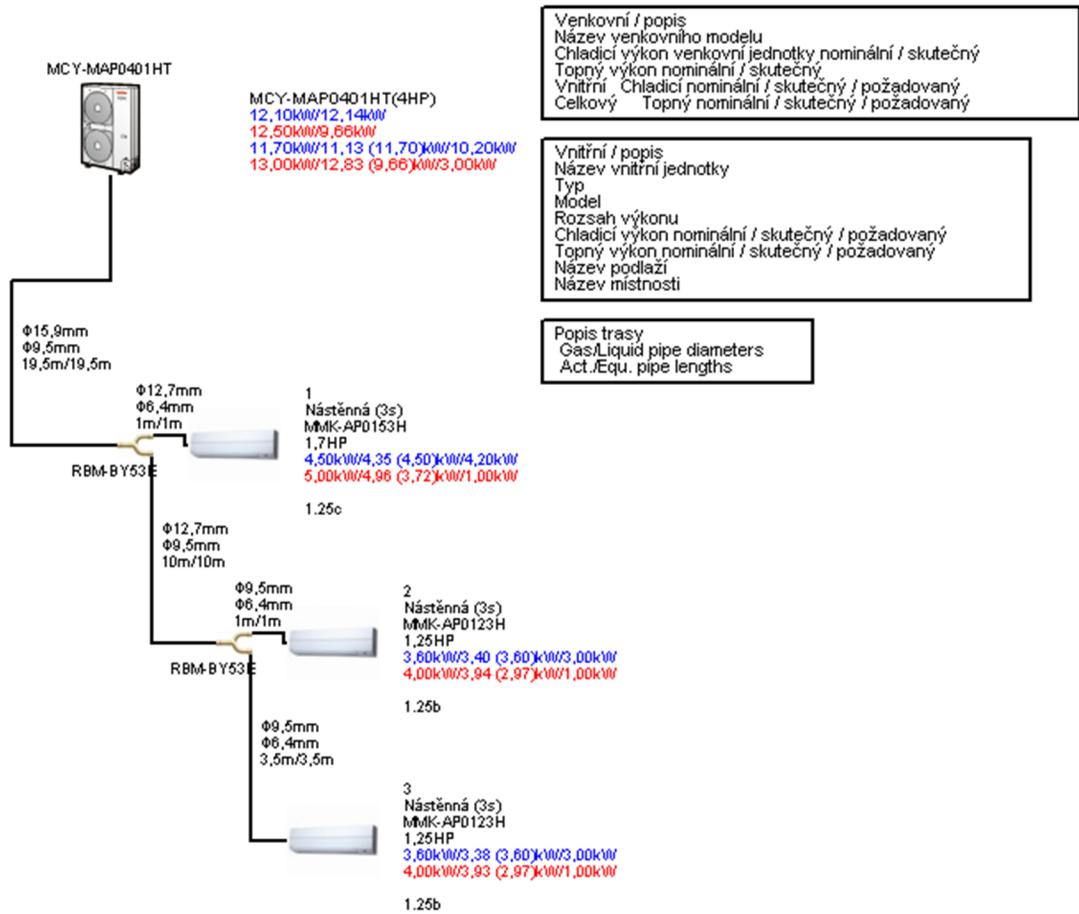
**Obrázek 6.18** NÁSTĚNNÁ VNITŘNÍ JEDNOTKA MMK-AP0153H S TECHNICKÝMI PARAMETRY [28]

Každá třída bude mít svoji venkovní kondenzátorovou jednotku MCY-MAP0401HT také od společnosti Toshiba.

Název parametru	Hodnota	
Chladicí výkon [KW]:	12,1	
Elektrický příkon, chlazení [kW]:	2,82	
Účinnost při chlazení EER	4,29	
Jmenovitý proud, chlazení [A]:	13,2	
Topný výkon (jmenovitý ) [kW]:	12,5	
Elektrický příkon, topení [kW]:	2,71	
Účinnost topení COP	4,61	
Jmenovitý proud, topení [A]:	12,5	
Typ rozběhu [A]:	plynulý rozběh - invertor	
Vzduchový výkon (max.) [m <sup>3</sup> /h / l/s]:	5820	
Hladina akustického tlaku [dB(A)]:	49/50	
Hladina akustického výkonu [dB(A)]:	-	
Venkovní provozní teploty, chlazení [°C]:	-5 - 43°C	
Venkovní provozní teploty, topení [°C]:	-15 - 16°C	
Rozměry [mm]:	1340x900x320	
Hmotnost [kg]:	117	
Typ kompresoru:	hermetický	
Průměr připojení plyn / kapalina [mm/"]:	15,9 (5/8) 9,5 (3/8)	
Max. délka rozvodů [m]:	180	
Max. převýšení [m]:	20/30	
Napájení [V-ph-Hz]	230-1-50	
Max. počet vnitřních jednotek	6	

**Obrázek 6.19** VENKOVNÍ KONDENZÁTOROVÁ JEDNOTKA MCY-MAP0401HT [28]

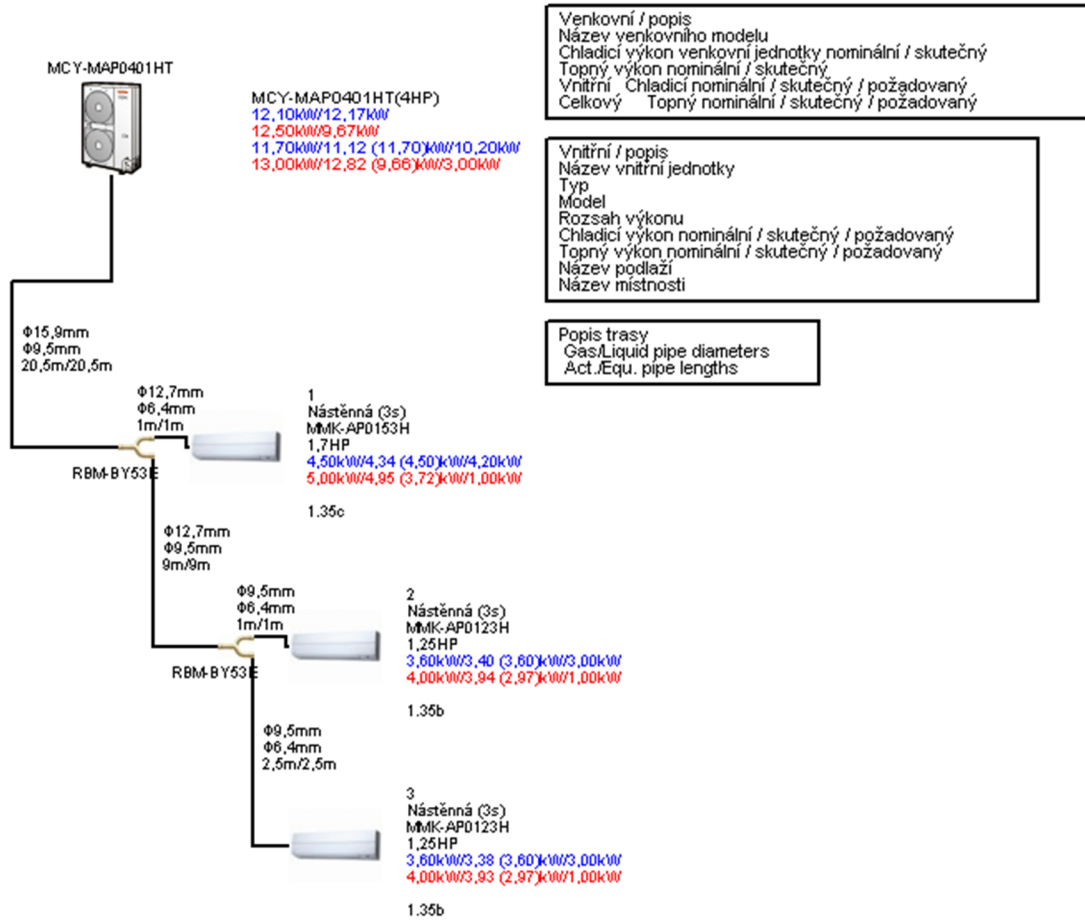
## Schéma zapojení pro třídu 1.25 – severovýchod



Obrázek 6.20 SCHÉMA ZAPOJENÍ PRO TŘÍDU 1.25 DLE PROGRAMU TOSHIBA SELECTION TOOL



## Schéma zapojení třída 1.35 - jihozápad

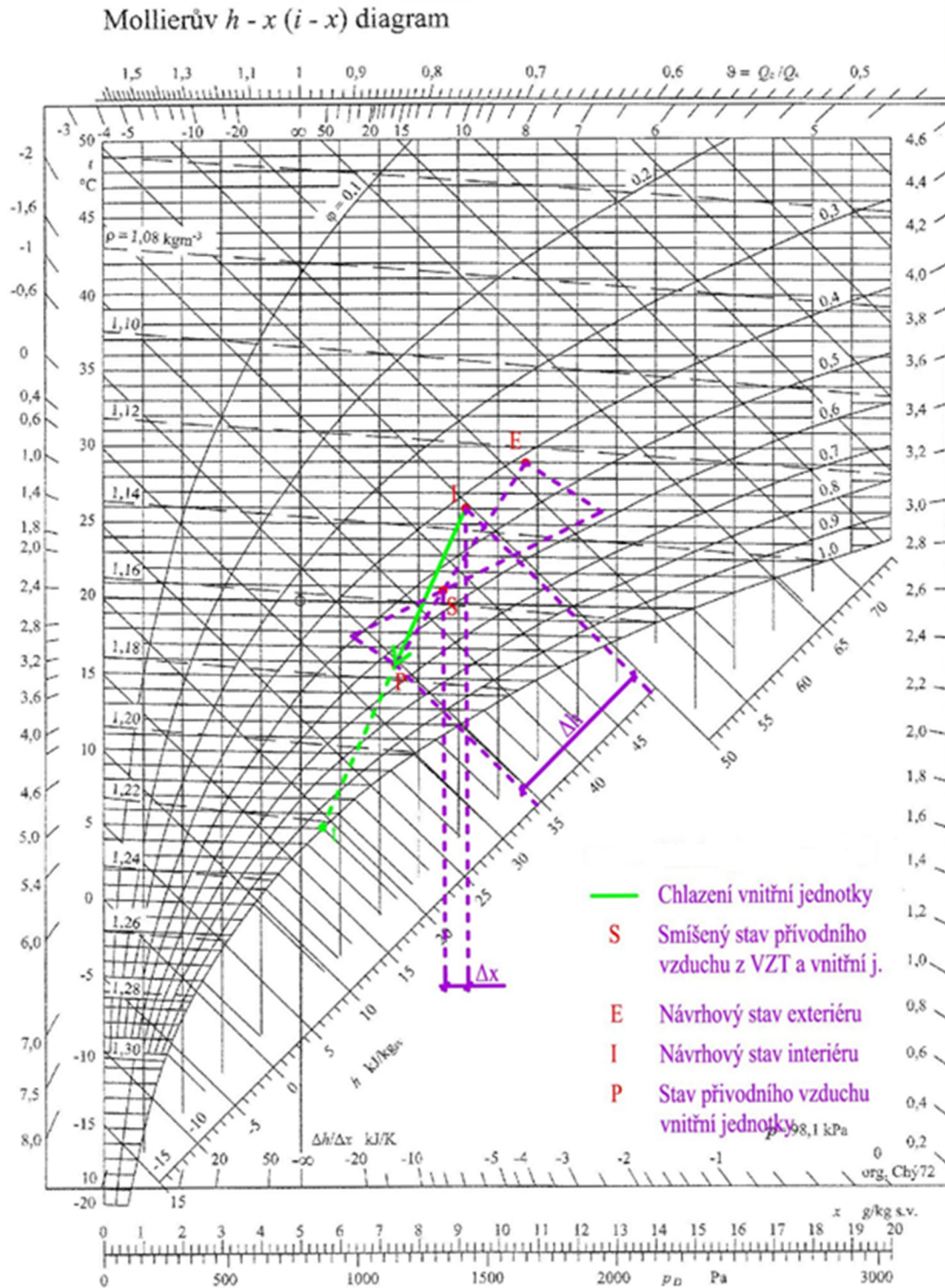


Obrázek 6.21 SCHÉMA ZAPOJENÍ PRO TŘÍDU 1.35 DLE PROGRAMU TOSHIBA SELECTION TOOL

## 6.7. Úpravy vzduchu

### Úprava vzduchu pro třídy v letním období:

Do tříd přivádíme vzduch z exteriéru bez chlazení ve VZT jednotce. Vzduch je upravován až v místnosti systémem vnitřní vzduchové klimatizace.

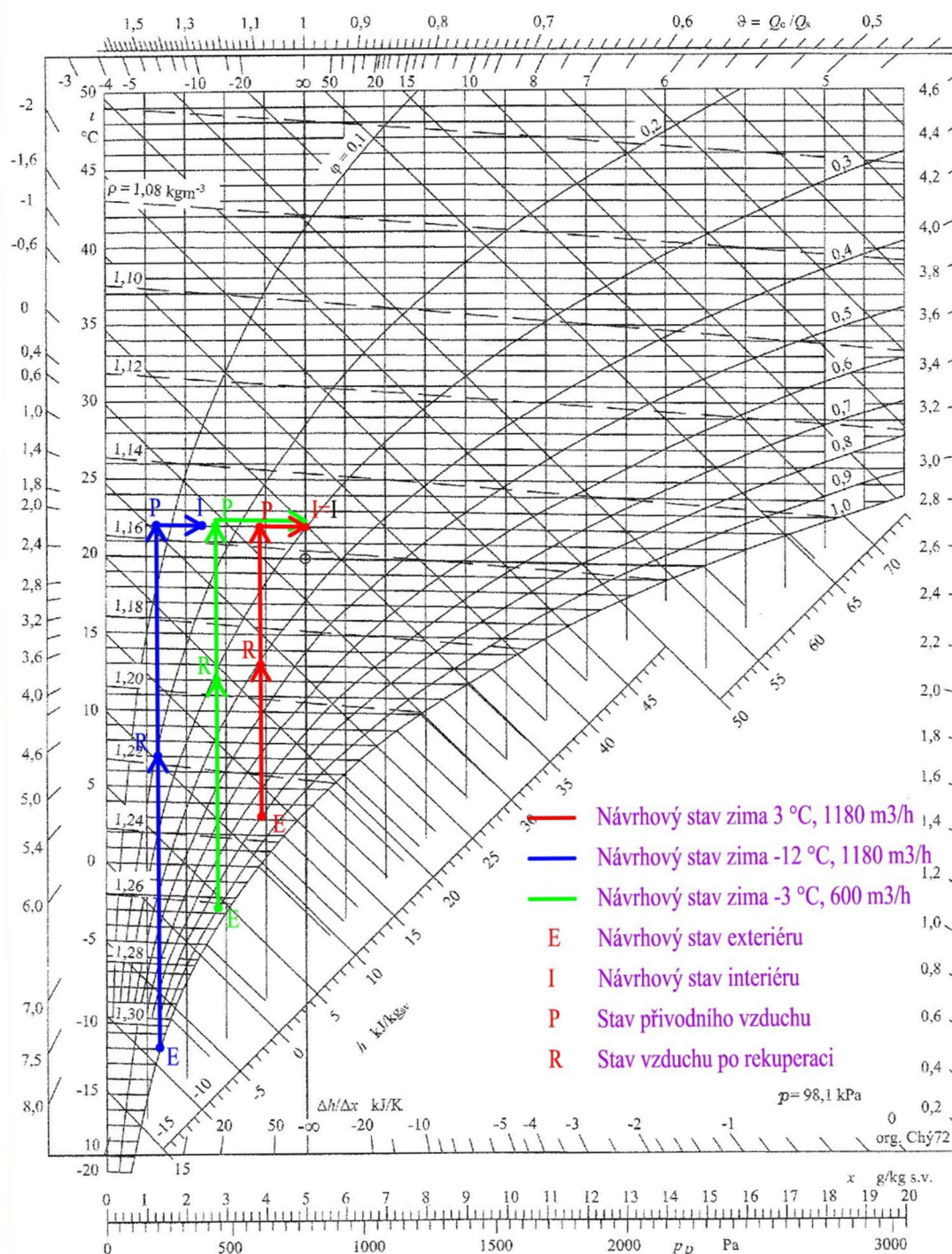


Obrázek 6.22 H - X DIAGRAM V LETNÍM OBDOBÍ PRO TŘÍDY

### Úprava vzduchu pro zimní návrhový stav tříd:

Při zimní teplotě  $-12^{\circ}\text{C}$  nevyhoví požadavek na vnitřní vlhkost interiéru nad 30 %. Navrhují, aby při teplotách venkovního vzduchu pod  $3^{\circ}\text{C}$  byl snížen průtok vzduchu do tříd z  $1180\text{ m}^3/\text{h}$  na  $600\text{ m}^3/\text{h}$ , což i tak stále zajistí požadovaných  $25\text{ m}^3/\text{h}$  na žáka, a bude tím zlepšena vlhkosní bilance.

Mollierův  $h - x$  ( $i - x$ ) diagram



Obrázek 6.23 H - X DIAGRAM V ZIMNÍM OBDOBÍ PRO TŘÍDY





## 6.8. Útlum hluku

Třída SV – přívod, výtlak z jednotky

ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI			Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávních pásmech								
frekvence (Hz)			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L <sub>VV</sub>	<b>Hluk ventilátoru</b>										
L <sub>VV</sub>	Hladina akustického výkonu zdroje 1		32	53	58	58	63	63	57	48	<b>68</b>
D <sub>p</sub>	<b>Přirozený útlum</b>										
	Rovné potrubí (m)	7,84	0	5	4	2	2	2	2	2	
	Oblouky (ks)	3	0	0	0	3	6	9	9	9	
	Odbočka (k vyústce)		4	4	4	4	4	4	4	4	
	Útlum koncovým odrazem		15	10	5	2	1	0	0	0	
	<b>útlum tlumič hluku 1 (LDC-1200)</b>		7	9	23	30	38	47	37	25	
L <sub>V1</sub>	Hladina akustického výkonu ve vyústce		6	26	23	17	13	2	6	9	<b>28</b>
L <sub>Vy</sub>	Hladina akustického výkonu vyústky										25
K	Korekce na počet vyústek							počet		2	3
L <sub>s</sub>	Hladina akustického výkonu všech vyústek										33
Q	směrový činitel										4
r	vzdálenost od vyústky k posluchači										1
A	pohltivá plocha místnosti						160	pohltivost (-)		0,2	32
L <sub>so</sub>	Hladina akustického tlaku v místě posluchače										<b>29</b>
L <sub>p,A</sub>	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti										<b>45</b>

Třída JV – přívod, výtlač z jednotky

ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI			Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávových pásmech								
frekvence (Hz)			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L <sub>VV</sub>	<b>Hluk ventilátoru</b>										
L <sub>VV</sub>	Hladina akustického výkonu zdroje 1		34	53	61	61	65	65	60	51	70
D <sub>p</sub>	<b>Přírozený útlum</b>										
	Rovné potrubí (m)	9,98	0	6	4	3	2	2	2	2	
	Oblouky (ks)	3	0	0	0	3	6	9	9	9	
	Odbočka (k výústce)		4	4	4	4	4	4	4	4	
	Útlum koncovým odrazem		15	10	5	2	1	0	0	0	
	<b>útlum tlumič hluku 1 (LDC-1200)</b>		7	9	23	30	38	47	37	25	
L <sub>V1</sub>	Hladina akustického výkonu ve výústce		8	25	25	19	15	3	8	11	29
L <sub>Vy</sub>	Hladina akustického výkonu vyústky										25
K	Korekce na počet vyústek							počet vyústek:	2		3
L <sub>s</sub>	Hladina akustického výkonu všech vyústek										33
Q	směrový činitel										4
r	vzdálenost od vyústky k posluchači										1
A	pohltivá plocha místnosti						160	pohltivost (-)	0,2		32
L <sub>so</sub>	Hladina akustického tlaku v místě posluchače										30
L <sub>p,A</sub>	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti										45

	Přívod	Vnitřní j.	Celkem	
<b>Výsledná hladina akustického tlaku v místě posluchače</b>	<b>30</b>	<b>41</b>	<b>41,33</b>	[dB]

Třídy - společné sání do jednotek:

ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ		Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávových pásmech								
frekvence (Hz)		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L <sub>vv</sub>	<b>Hluk ventilátoru</b>									
L <sub>vv</sub>	Hladina akustického výkonu zdroje 1	34	49	46	47	48	48	47	48	56
K <sub>a</sub>	Hladina akustického výkonu zdroje 2	36	49	48	50	50	50	50	52	58
L <sub>vv</sub>	součet	38	52	50	52	52	52	52	53	60
D <sub>p</sub>	<b>Přirozený útlum</b>									
	Rovné potrubí (m)	5	0	3	2	2	1	1	1	1
	Oblouky (ks)	4	0	0	0	4	8	12	12	12
L <sub>vl</sub>	Hladina akustického výkonu ve vyústce	38	49	48	46	43	39	39	40	53
K	Korekce na počet vyústek						počet vyústek:		1	0
L <sub>s</sub>	Hladina akustického výkonu všech vyústek									53
Q	směrový činitel									2
r	vzdálenost od vyústky k posluchači									4
L <sub>so</sub>	Hladina akustického tlaku v místě posluchače									33
L <sub>p,A</sub>	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti									40

Třídy - společný výtlak z jednotek:

ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ		Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávových pásmech								
frekvence (Hz)		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L <sub>VV</sub>	<b>Hluk ventilátoru</b>									
L <sub>VV</sub>	Hladina akustického výkonu zdroje 1	35	53	66	64	65	65	60	52	72
K <sub>a</sub>	Hladina akustického výkonu zdroje 2	37	52	69	67	67	67	63	55	74
L <sub>VV</sub>	součet	39	56	71	69	69	69	65	57	76
D <sub>p</sub>	<b>Přirozený útlum</b>									
	Rovné potrubí (m)	3,75	0	2	2	1	1	1	1	1
	Oblouky (ks)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Útlum koncovým odrazem		12	7	3	1	0	0	0	0
	<b>útlum tlumič hluku 1 (LDC-600)</b>		0	2	6	11	14	9	4	5
L <sub>V1</sub>	Hladina akustického výkonu ve výústce		27	44	60	55	54	59	60	51
K	Korekce na počet výústek						počet výústek:		1	0
L <sub>s</sub>	Hladina akustického výkonu všech výústek									65
Q	směrový činitel									2
r	vzdálenost od výústky k posluchači									9
L <sub>so</sub>	Hladina akustického tlaku v místě posluchače									38
L <sub>p,A</sub>	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti									40

	Přívod	Odvod	Celkem	
Výsledná hladina akustického tlaku v místě posluchače	33	38	39,19	[dB]



Varna – přívod, výtlač z jednotky:

ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI			Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumu v oktávních pásmech								
frekvence (Hz)			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L <sub>vv</sub>	<b>Hluk ventilátoru</b>										
L <sub>vv</sub>	Hladina akustického výkonu zdroje 1		52	66	79	85	85	83	78	72	<b>90</b>
D <sub>p</sub>	<b>Přirozený útlum</b>										
	Rovné potrubí (m)	8,34	5	5	3	1	1	1	1	1	
	Oblouky (ks)	6	0	0	6	12	18	18	18	18	
	Odbočka (k vyústce)		4	4	4	4	4	4	4	4	
	Útlum koncovým odrazem		17	12	7	3	1	0	0	0	
	<b>útlum tlumič hluku 1 (1000mm)</b>		5	9	17	28	37	32	26	14	
L <sub>vl</sub>	Hladina akustického výkonu ve vyústce		20	36	42	37	24	27	29	34	<b>44</b>
L <sub>vy</sub>	Hladina akustického výkonu vyústky										30
K	Korekce na počet vyústek						počet		10		10
L <sub>s</sub>	Hladina akustického výkonu všech vyústek										54
Q	směrový činitel										2
r	vzdálenost od vyústky k posluchači										0,5
A	pohltivá plocha místnosti						169	pohltivost (-)	0,3		51
L <sub>so</sub>	Hladina akustického tlaku v místě posluchače										<b>53</b>
L <sub>p,A</sub>	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti										<b>70</b>

Varna – odvod, sání do jednotky:

ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI			Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávových pásmech								
frekvence (Hz)			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L <sub>VV</sub>	<b>Hluk ventilátoru</b>										
L <sub>VV</sub>	Hladina akustického výkonu zdroje 1		47	60	70	73	68	65	58	50	76
D <sub>p</sub>	<b>Přirozený útlum</b>										
	Rovné potrubí (m)	15	9	9	5	2	2	2	2	2	
	Oblouky (ks)	7	0	0	7	14	21	21	21	21	
	Odbočka		2	2	2	2	2	2	2	2	
	Útlum koncovým odrazem		11	7	3	1	0	0	0	0	
	<b>útlum tlumič hluku 1 (1500mm)</b>		5	10	20	33	45	41	35	23	
L <sub>V1</sub>	Hladina akustického výkonu ve výústce		19	33	33	21	0	0	0	1	36
L <sub>Vy</sub>	Hladina akustického výkonu vyústky										30
K	Korekce na počet vyústek							počet vyústek:	7		8
L <sub>s</sub>	Hladina akustického výkonu všech vyústek										46
Q	směrový činitel										2
r	vzdálenost od vyústky k posluchači										0,5
A	pohltivá plocha místnosti						169	pohltivost (-)	0,3		51
L <sub>so</sub>	Hladina akustického tlaku v místě posluchače										44
L <sub>p,A</sub>	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti										70

	Přívod	Odvod	Celkem	
Výsledná hladina akustického tlaku v místě posluchače	53	44	53,51	[dB]

Varna – přívod, sání do jednotky:

ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ			Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumu v oktávových pásmech								
frekvence (Hz)			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L <sub>VV</sub>	<b>Hluk ventilátoru</b>										
L <sub>VV</sub>	Hladina akustického výkonu zdroje 1		46	60	70	72	67	63	55	47	<b>75</b>
D <sub>p</sub>	<b>Přirozený útlum</b>										
	Rovné potrubí (m)	3,39	2	2	1	1	1	1	1	1	
	Oblouky (ks)	2	0	0	2	4	6	6	6	6	
	Útlum koncovým odrazem		8	4	2	1	0	0	0	0	
	<b>útlum tlumič hluku 1 (500 mm)</b>		2	4	9	16	24	22	20	14	
L <sub>V1</sub>	Hladina akustického výkonu ve výústce		33	50	56	51	37	34	29	26	<b>58</b>
L <sub>Vy</sub>	Hladina akustického výkonu výústky										30
K	Korekce na počet výústek						počet		1		0
L <sub>s</sub>	Hladina akustického výkonu všech výústek										58
Q	směrový činitel										2
r	vzdálenost od výústky k posluchači										5
L <sub>so</sub>	Hladina akustického tlaku v místě posluchače										<b>36</b>
L <sub>p,A</sub>	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti										<b>40</b>

Varna – odvod, výtlač z jednotky:

ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ			Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávových pásmech								
frekvence (Hz)			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L <sub>VV</sub>	<b>Hluk ventilátoru</b>										
L <sub>VV</sub>	Hladina akustického výkonu zdroje 1		52	66	79	85	85	83	78	72	90
D <sub>p</sub>	<b>Přirozený útlum</b>										
	Rovné potrubí (m)	4,25	3	3	1	1	1	1	1	1	
	Oblouky (ks)	2	0	0	2	4	6	6	6	6	
	Útlum koncovým odrazem		10	5	2	1	0	0	0	0	
	<b>útlum tlumič hluku 1 (1500 mm)</b>		4	7	15	25	34	31	27	18	
L <sub>V1</sub>	Hladina akustického výkonu ve vyústce		35	52	58	55	44	45	45	47	61
L <sub>Vy</sub>	Hladina akustického výkonu vyústky										30
K	Korekce na počet vyústek						počet		1		0
L <sub>s</sub>	Hladina akustického výkonu všech vyústek										61
Q	směrový činitel										2
r	vzdálenost od vyústky k posluchači										8
L <sub>so</sub>	Hladina akustického tlaku v místě posluchače										35
L <sub>p,A</sub>	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti										40

		Přívod	Odvod	Celkem	
	<b>Výsledná hladina akustického tlaku v místě posluchače</b>	<b>36</b>	<b>35</b>	<b>38,54</b>	[dB]

Přehled zvolených tlumičů hluku:

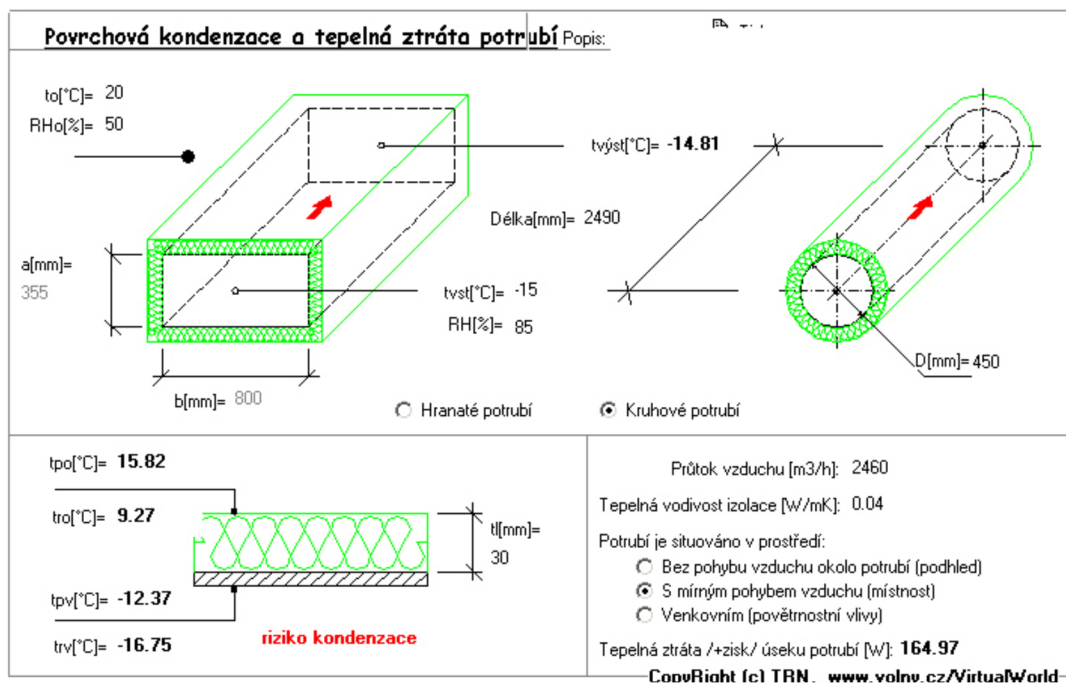
Zařízení č.1	Název tlumiče							
	Hlukový útlum [dB]							
Frekvence [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Přívod								
Výtlač	Tlumič hluku kulisový, kruhový, LDC-B 315-1200							
	7	9	23	30	38	47	37	25
Odvod								
Výtlač	Tlumič hluku, kruhový, LDC 315-600							
	0	2	6	11	14	9	4	5
Sání	Tlumič hluku, kruhový, LDC 315-600							
	0	2	6	11	14	9	4	5

Zařízení č.2	Název tlumiče							
	Hlukový útlum [dB]							
Frekvence [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Přívod								
Výtlač	Tlumič hluku kulisový, kruhový, LDC-B 315-1200							
	7	9	23	30	38	47	37	25
Odvod								
Výtlač	Tlumič hluku, kruhový, LDC 315-600							
	0	2	6	11	14	9	4	5
Sání	Tlumič hluku, kruhový, LDC 315-600							
	0	2	6	11	14	9	4	5

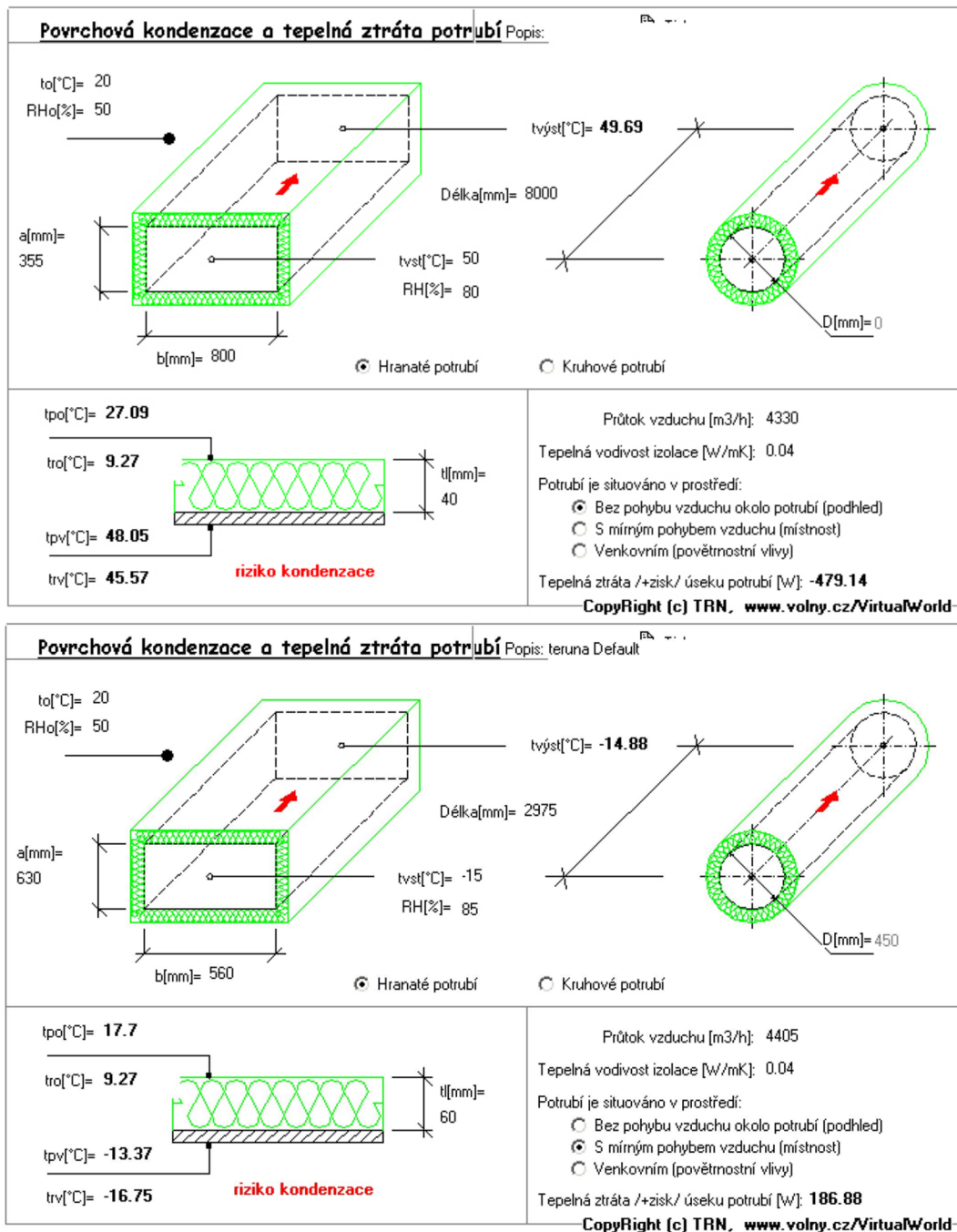
Zařízení č.3	Název tlumiče							
	Hlukový útlum [dB]							
Frekvence [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Přívod								
Výtlač	Tlumič hluku - THKU.630.500.1000-3 2X KTH.200.500.1000							
	5	9	17	28	37	32	26	14
Sání	Tlumič hluku - THKU.630.560.500-3 3X KTH.100.560.500							
	2	4	9	16	24	22	20	14
Odvod								
Výtlač	Tlumič hluku - 500 X 500 X 1500 mm - 2X BTH.250.500.1500							
	5	10	20	33	45	41	35	23
Sání	Tlumič hluku - 600 X 500 X 1500 mm - 3X BTH.200.500.1500							
	5	10	20	33	45	41	35	23

## 6.9. Návrh izolace

Potrubí přivádějící čerstvý vzduch do jednotky a odvádějící znehodnocený vzduch od jednotky do vnějšího potrubí bude izolováno kvůli zamezení kondenzace vlhkosti na potrubí a také pro omezení tepelných ztrát. Izolace na vzduchovody vedoucí od jednotek do místnosti bude provedena v prostorech varny, pro omezení nežádoucích zisků chladícího vzduchu a také pro zamezení kondenzace na potrubí při extrémních podmínkách, které mohou nastat v interiéru kuchyňských provozů. Izolace bude provedena z materiálu Isover ORSTECH LSP 40.



Obrázek 6.25 NÁVRH IZOLACE PRO ZAŘÍZENÍ Č.1 A Č.2 DLE PROGRAMU TERUNA



Obrázek 6.26 NÁVRHY IZOLACE PRO ZAŘÍZENÍ Č.3 DLE PROGRAMU TERUNA

## 7. TECHNICKÁ ZPRÁVA

### 7.1. Úvod

V této projektové dokumentaci je vypracován návrh vzduchotechniky pro mateřskou školu.

#### 7.1.1. Podklady pro zpracování

Podkladem pro zpracování projektové dokumentace byly výkresy půdorysů, stavebních řezů a pohledy. Součástí podkladů jsou také zákony a prováděcí vyhlášky. Dále pak byly použity technické normy a podklady výrobců vzduchotechnických zařízení.

- Vyhláška č. 343/209 Sb., o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých
- Nařízení č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
- ČSN 73 0548 Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů
- ČSN 73 0872 Požární bezpečnost staveb. Ochrana staveb proti šíření požáru vzduchotechnickým zařízením
- VDI 2052
- REMAK a.s. – podklady výrobce
- Systemair a.s. – podklady výrobce
- Mandík a.s. – podklady výrobce
- Mart s.r.o. – podklady výrobce
- Toshiba a.s. – podklady výrobce
- Sinclair a.s. – podklady výrobce
- Atrea s.r.o. – podklady výrobce

#### 7.1.2. Výpočtové hodnoty klimatických poměrů

Místo	: Brno
Nadmořská výška	: 237 m n. m.
Normální tlak vzduchu	: 98,1 kPa
Výpočtová teplota vzduchu:	: Léto 29°C, Zima -12°C, entalpie 56,1 kJ/kg

#### 7.1.3. Výpočtové hodnoty vnitřního prostředí

Vzduchotechnika zajišťuje větrání tříd a varny mateřské školy. VZT přivádí čerstvý vzduch do pobytové oblasti dětí a odvádí znehodnocený vzduch z hygienických místností. Jedná se pouze o nucené větrání, takže jednotky nepokrývají tepelné ztráty v zimě a tepelné zisky v létě. Tepelná zátěž tříd bude odstraněna vnitřním systémem



klimatizace. V prostorách varny zajišťuje VZT nucené větrání a klimatizaci, tudíž větrání pokrývá tepelnou zátěž místnosti. Tepelné ztráty objektu pokrývá ústřední vytápění.

Místnost	Výsledná teplota [°C]		Relativní vlhkost [%]		Hladina akust. tlaku [dB(A)]
	Zima	Léto	zima	Léto	
Třída - 1.25	22	26	30	max. 65	45
Třída - 1.35	22	26	30	max. 65	45
Varna - 1.05	20	28	max. 70	max. 70	70

## 7.2. Základní koncepční řešení

Nucené větrání je navrženo pro prostory dvou tříd mateřské školy a k nim přilehlého hygienického zázemí. Dále je navrženo nucené větrání a částečná klimatizace varny a také přípraven či skladů. Pro odvedení tepelné zátěže v letních měsících z tříd bude umístěn samostatný systém vzduchové klimatizace. Vlhčení vzduchu není uvažováno u žádné jednotky. Zařízení je koncipováno pro zimní i letní provoz. U všech hygienických místností je navrženo podtlakové větrání. Přívod vzduchu je do těchto místností zajištěn přes dveřní a stěnové mřížky. Prostor varny je koncipován jako rovnotlaký. U rozvodu tříd jsou instalované klapky pro zajištění větrání výdejny jídla v době obědů. Regulace VZT je zajištěna samostatnými systémy MaR. Jednotky pro větrání tříd jsou umístěny ve strojovně č. m. 1.29, varnu bude obsluhovat zařízení z místnosti č. 2.04.

### 7.2.1. Hygienické větrání a klimatizace

Větrání jako celek bude navrženo rovnotlacc pro všechny jednotky.

- Dávka venkovního vzduchu na žáka je 50 m<sup>3</sup>/h.
- Dávka vzduchu na zařizovací předmět je 50 m<sup>3</sup>/h (WC), 30 m<sup>3</sup>/h (umyvadlo), 150 m<sup>3</sup>/h (sprcha), dále 20 m<sup>3</sup>/h (šatní skříňka).
- Přetlakové větrání je navrženo v prostorách tříd.
- Rovnotlaké větrání je navrženo v prostoru varny.
- Podtlakové větrání je použito u hygienických místností a šaten a také u skladů kuchyně. Vzduch bude uhrazen z okolních prostorů, které jsou větrány přetlakově.
- U zařízení č. 1 a č. 2 je použita jednostupňová filtrace stupně F7. V zařízení č. 3 je umístěn filtr stupně G3.
- Vytápění všech místností zajistí ústřední vytápění.
- Klimatizaci tříd zajistí samostatný systém vzduchové klimatizace, u varny bude klimatizace zajištěna úpravou vzduchu ve VZT jednotce.

## 7.2.2. Energetické zdroje

### Elektrická energie

Elektrická energie je uvažována pro pohon ventilátorů VZT, dále pro pohon venkovních kondenzačních jednotek a regulačních klapek.

### Tepelná energie

Ohřev vzduchu ve výměnících VZT jednotek bude pokryt kotlem pro ústřední vytápění s teplotním spádem 70/50 °C.

Chlazení vzduchu bude zajištěno u tříd systémem VRF a u prostoru varny přímým výparníkem umístěným ve VZT jednotce.

## 7.3. Popis technického řešení

### 7.3.1. Koncepce větracích a klimatických zařízení

Navržena VZT zařízení budou zajišťovat nucené větrání a klimatizaci vybraných prostor objektu mateřské školy. Dávka čerstvého vzduchu byla stanovena dle legislativních požadavků na vnitřní mikroklima. VZT jednotky jsou umístěny ve strojovnách ve vnitřním prostředí. Potrubí bude použito s hranatým i kruhovým průřezem a bude zhotoveno z pozinkovaného plechu. Potrubí vedoucí od jednotek do vnějšího prostředí bude tepelně izolováno. Zařízení č. 1 a č. 2 mají společný výfuk i sání nad střechu. Zařízení č. 3 má samostatné sání i výfuk. Jako distribuční elementy budou použity u rozvodů do tříd hlavně mřížkové vyústky do potrubí. V prostoru varny bude distribuce zajištěna hlavně dvěma digestořemi a odlučovači tuku.

#### **Zařízení č. 1 – teplovzdušné větrání třídy severovýchod**

Zařízení slouží k nucenému větrání třídy - severovýchod. Jedná se o kompaktní vertikální jednotku, která přivádí vzduch do prostoru třídy a odvádí znehodnocený vzduch z prostoru umývárny, WC dětí i učitelského personálu a také šatny. Jednotka je umístěna na podlaze ve strojovně ve vnitřním prostředí. Rozvod vzduchu je řešen kruhovými potrubím po stěnách třídy. Vzhledem k ostatním prostorům je systém navržený jako rovnotlaký.

Skladba jednotky:

Přívod: filtr, deskový rekuperátor s bypassem, ventilátor, vodní ohřívač

Odvod: filtr, deskový rekuperátor s bypassem, ventilátor

#### **Zařízení č. 2 - teplovzdušné větrání třídy jihozápad**

Zařízení slouží k nucenému větrání třídy - jihozápad. Jedná se o kompaktní vertikální jednotku, která přivádí vzduch do prostoru třídy, výdeje jídla a také strojovny

VZT. Zařízení zajišťuje odvod vzduchu z prostoru umývárny, WC dětí i učitelského personálu, šatny, chodby a strojovny VZT. Jednotka je umístěna na podlaze ve strojovně ve vnitřním prostředí. Rozvod vzduchu je řešen kruhovým potrubím po stěnách třídy. Vzhledem k ostatním prostorům je systém navržený jako rovnotlaký.

Skladba jednotky:

Přívod: filtr, deskový rekuperátor s bypassem, ventilátor, vodní ohřívač

Odvod: filtr, deskový rekuperátor s bypassem, ventilátor

### **Zařízení č. 3 - teplovzdušné větrání a částečná klimatizace varny**

Jednotka je navržena pro větrání a klimatizaci varny a jejího zázemí. Zařízení je navrženo v horizontálním provedení nad sebou a je umístěno na podlaze ve vnitřním prostředí strojovny. V případě potřeby bude jednotka dohřívat vzduch vodním ohřívačem nebo jej naopak bude chladit přímým výparníkem. K výparníku bude připojena venkovní kondenzátorová jednotka umístěná na střeše na ocelové konstrukci. Rozvody jsou realizovány z hranatého i kruhového průřezu potrubí a jsou v prostorech varny zakryté podhledem. Ve skladech jsou rozvody vzduchu vedeny po zdi. Přívod vzduchu je zajištěn centrální digestoří, dále také vířivými výústěmi a vyústkami do kruhového potrubí. Odvod je realizován zakrytý a odlučovači tuku popřípadě talířovými ventily. Systém je vzhledem k ostatním prostorům navržený jako rovnotlaký

Skladba jednotky:

Přívod: tlumicí vložka, klapka, filtr, deskový výměník, ohřívač, výparník, eliminátor kapek, ventilátor, tlumicí vložka

Odvod: tlumicí vložka, klapka, odlučovač tuku, filtr, deskový výměník, ventilátor, tlumicí vložka

### **Zařízení č. 4 – částečná klimatizace tříd**

Na pokrytí tepelné zátěže vybraných místností (tříd) slouží systém vzduchové klimatizace s vnitřními výparníkovými jednotkami a venkovními kondenzačními jednotkami. Vnitřní výparné jednotky byly vybrány v provedení nástěnném. Odvod kondenzátu a vedení chladiva bude umístěno v předstěně. Každá třída bude mít svou kondenzátorovou jednotku umístěnou na střeše budovy na ocelové konstrukci.

## **7.4. Nároky na energii**

K zajištění chodu větracích a klimatizačních zařízení je třeba zabezpečit následující zdroje energií, viz Tabulka zařízení.

## 7.5. Měření regulace

Navržené systémy VZT budou řízeny a regulovány samostatným systémem měření a regulace – MaR.

- Ovládání chodu ventilátorů, silové napájení ovládaných zařízení.
- Regulace teploty vzduchu v zimním období řízením výkonu teplovodního ohřívače.
- Regulace teploty vzduchu v letním období řízením výkonu přímého výparníku.
- Regulace teploty vzduchu v letním období řízením výkonu systému vzduchové klimatizace.
- Umístění teplotních a vlhkostních čidel dle požadavku.
- Ovládání uzavíracích klapek na jednotce včetně dodání servopohonů.
- Protimrazová ochrana teplovodního výměníku.
- Protimrazová ochrana deskového výměníku nastavením obtokové klapky.
- Signalizace bezporuchového chodu ventilátorů pomocí diferenčního snímače tlaku.
- Plynulá regulace výkonu ventilátorů frekvenčními měniči na přívodu i odvodu vzhledem k zanášení filtrů a možnosti nastavení vzduchového výkonu zařízení.
- Snímání a signalizace zanesení filtrů.
- Poruchová signalizace.
- Snímání a signalizace chodu a poruchy kondenzační jednotky.

## 7.6. Nároky na související profese

### 7.6.1. Stavební úpravy

- Vyspádování podlahy do podlahové vpusti.
- Zřízení základu s protivibračními podložkami.
- Osazení ocelové konstrukce pro venkovní kondenzační jednotky.
- Zřízení prostupů pro VZT potrubí s rozměrem větším alespoň o 40 mm než je jmenovitý rozměr potrubí, následné utěsnění prostupů.
- Ve skladu zeleniny zřízení zákrytu pro potrubí.
- Zřízení předstěny v místnosti 1.25b a 1.25c
- V místnosti 1.09 zřídit zákryt pro potrubí vedeno pod stropem
- Zřízení větracích mřížek na předepsaných místech.

### 7.6.2. Silnoproud

- Připojení VZT zařízení a kondenzačních jednotek.
- Zajištění uzemnění zařízení a ochranu před zásahem elektrickým proudem.

### **7.6.3. Vytápění**

- Připojení ohřivačů na centrální rozvod topné vody o teplotě 70/50 °C.

### **7.6.4. Zdravotní technika**

- Odvedení kondenzátu z deskových výměníků VZT jednotek a přímých výparníků jak ve VZT jednotce, tak i ve vnitřních nástěnných jednotkách.
- Umístění podlahových vpustí do strojoven VZT.

### **7.7. Protihluková a protiotřesová opatření**

Do potrubí budou umístěny tlumiče hluku pro zamezení šíření nadměrného hluku. Budou umístěny na potrubí do místnosti i na potrubí do venkovního prostředí s výjimkou sání vzduchu z exteriéru pro zařízení č. 1 a č. 2. VZT jednotky budou pružně uloženy a potrubí k nim bude připojeno přes tlumící vložky.

### **7.8. Izolace a nátěry**

Použita bude tepelná izolace ISOVER ORSTECH LSP 40. Potrubí do exteriéru u zařízení č. 1 a č. 2 bude izolováno tloušťkou 30 mm. U zařízení č. 3 bude použita tloušťka 60 mm na potrubí do exteriéru a 40 mm na potrubí do interiéru.

### **7.9. Protipožární opatření**

Do rozvodů procházejících požárními dělícími konstrukcemi budou vsazeny protipožární klapky.

### **7.10. Montáž, provoz, údržba a obsluha zařízení**

Montáž VZT zařízení bude provedena odbornou firmou podle návodu výrobce jednotlivých zařízení. Montáž vnitřních a venkovních jednotek klimatizace včetně rozvodů chladiva bude provedena odbornou firmou. Zařízení budou po montáži odzkoušena a zregulována. Obsluha zařízení musí být proškolená. Všechna zařízení budou čištěna a udržována.

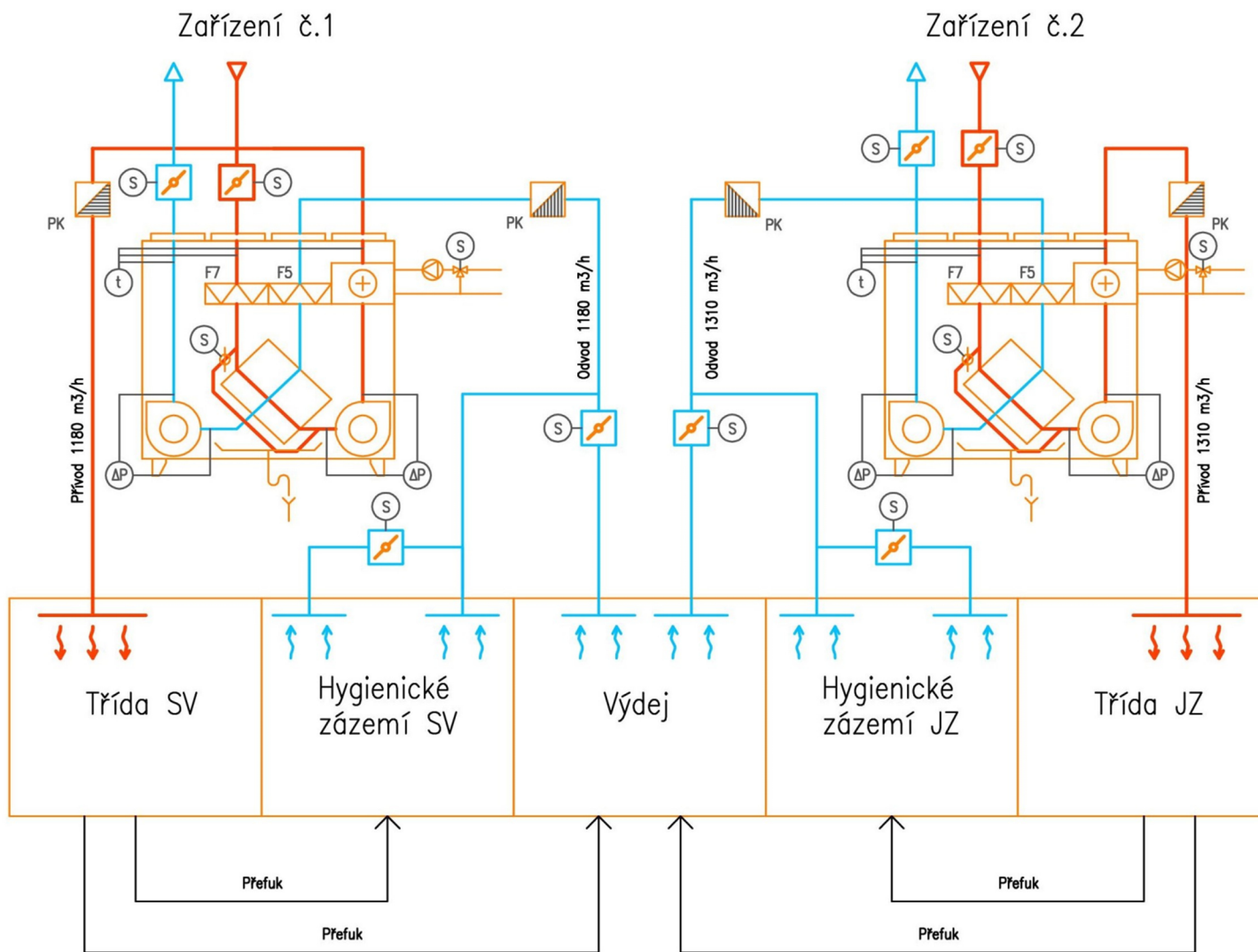
### **7.11. Závěr**

Navržená větrací a klimatizační zařízení splňují požadavky na komfortní mikroklima a hospodárny provoz.

Tabulka místností

m.č.	Název místnosti	Plocha	Objem	Požadavky	Počet	Požadavek na vzduch	Přívod	Odvod	Výměna vzduchu	Tepelná zátěž	Vlhkostní zátěž
		[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> /h]	[ks]	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /h]	[x/h]	[kW]	[kg/h]
<b>Zařízení č. 1</b>											
1.22	Šatna	17,60	63,27	20/skříňka	24	480	0	480	7,6	-	-
1.23	WC	10,35	33,53	50/WC+150/sprcha	5+1	400	0	410	12,2	-	-
1.24	Umývárna	11,63	35,41	30/umyvadlo	5	150	0	150	4,2	-	-
1.25a	Pracovna	40,57	107,76	25/žák+50/učitel	24+1	650	720	0	3,5	4,20	1,56
1.25b	Lehátkový kout	33,79	96,98								
1.25c	Jídelní kout	41,95	156,42								
1.25d	Mokrý kout	5,92	19,24	30/umyvadlo	2	60	0	60	3,1	2,74	-
1.26a	Šatna učitelek	2,70	6,35	50/učitel	1	50	větráno přefukem		12,6	-	-
1.26b	WC učitelek	1,80	4,23	50/WC+30/umyvadlo	1+1	80	0	80	18,9	-	-
Celkem							<b>1180</b>	<b>1180</b>		<b>6,94</b>	
<b>Zařízení č. 2</b>											
1.27	Chodba	7,34	16,15	2x/h	-	32		50	3,1	-	-
1.28	Výdej	8,82	24,36	2x/h	-	49	50		2,1	-	-
1.29	Technická místnost	12,21	42,81	2x/h	-	86	80	80	1,9	-	-
1.32	Šatna	17,60	57,09	20/skříňka	24	480	0	480	8,4	-	-
1.33	WC	10,35	29,48	50/WC+150/sprcha	5+1	400	0	410	13,9	-	-
1.34	Umývárna	11,63	22,87	30/umyvadlo	5	150	0	150	6,6	-	-
1.35a	Pracovna	40,57	128,31	25/žák+50/učitel	24+1	650	720	0	3,3	4,26	1,56
1.35b	Lehátkový kout	33,79	91,60								
1.35c	Jídelní kout	41,95	158,79								
1.35d	Mokrý kout	5,92	20,20	30/umyvadlo	2	60	0	60	3,0	2,29	-
1.36a	Šatna učitelek	2,70	6,35	50/učitel	1	50	větráno přefukem		12,6	-	-
1.36b	WC učitelek	1,80	4,23	50/WC+30/umyvadlo	1+1	80	0	80	18,9	-	-
Celkem							<b>1310</b>	<b>1310</b>		<b>6,55</b>	

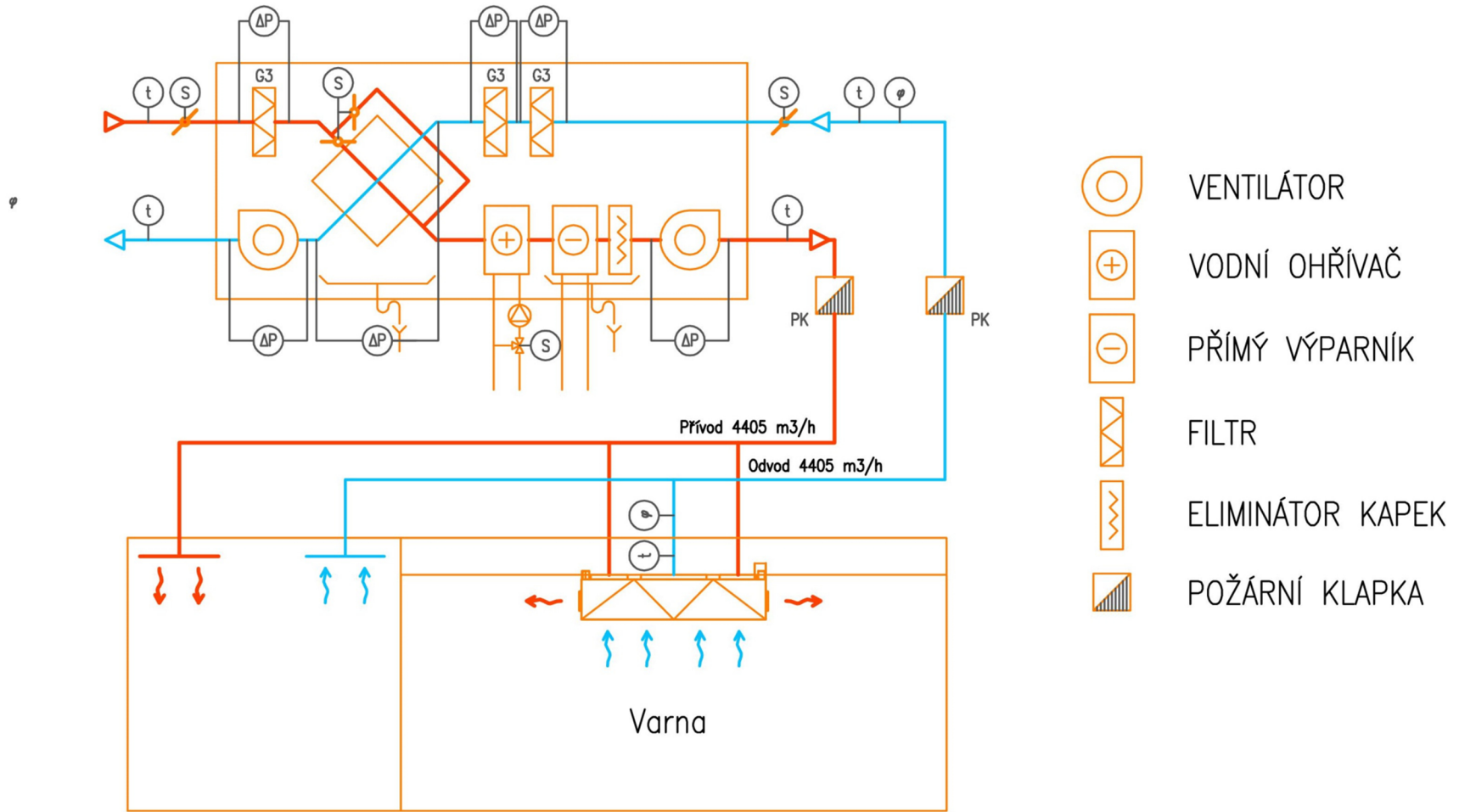
m.č.	Název místnosti	Plocha	Objem	Požadavky	Počet	Požadavek na vzduch	Přívod	Odvod	Výměna vzduchu	Tepelná zátěž	Vlhkostní zátěž
		[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[x/h]	[ks]	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /h]	[x/h]	[kW]	[kg/h]
<b>Zařízení č. 3</b>											
1.01	Příjem	10,12	23,78	3	-	71	100	0	4,2	-	-
1.02	Sklad+Um. termosů	11,29	29,35	5	-	147	160	160	5,5	-	-
1.03	Výdej	7,08	18,41	5	-	92	0	100	5,4	-	-
1.05	Varna	46,39	120,61	dle VDI 2052	-	-	3800	3700	30,7	2,48	0,8
1.06	Sklad zeleniny	7,37	19,16	3	-	57	100	0	5,2	-	-
1.07	Hrubá příprava zeleniny	6,48	16,85	5	-	84	0	100	5,9	-	-
1.08	Úklidová místnost	1,19	2,59	30 m <sup>3</sup> /h	-	30	0	30	11,6	-	-
1.09	Chodba	8,04	20,90	2	-	42	100	0	4,8	-	-
1.12	Chlazený sklad	8,39	20,15	8	-	161	70	180	8,9	-	-
1.13	Suchý sklad	7,13	19,77	2	-	40	0	40	2,0	-	-
1.14	Sklad inventáře varny	3,19	8,25	2	-	17	0	20	2,4	-	-
2.04	Technická místnost	17,11	37,16	2	-	74	75	75	2,0	-	-
Celkem							<b>4405</b>	<b>4405</b>			



Funkční schéma zařízení č. 1 a č. 2



Zařízení č.3



-  VENTILÁTOR
-  VODNÍ OHŘÍVAČ
-  PŘÍMÝ VÝPARNÍK
-  FILTR
-  ELIMINÁTOR KAPEK
-  POŽÁRNÍ KLAPKA

Zařízení č.	Mateřská školka	Přívod/Odvod	Ventilátor			Elektrická energie			Ohřev			R410A		Kondenzát
			Množství vzduchu	Externí tlak	Počet	Elektrický příkon jednotky	Elektrický proud jednotky	Napětí/Frekvence	Topný výkon	Průtok topné vody	Tlaková ztráta výměníku	Chladicí výkon	Topný výkon	
			m3/h	Pa	ks	kW	A	V/Hz	kW	kg/s	kPa	kW	kW	kg/h
<b>1</b>	<b>Zařízení č.1 - Větrání třídy SV</b>													
<b>1.01</b>	<b>Systemair TX-04</b>													
	Přívodní ventilátor	P	1180	129	1	0,796	10	230/50						
	Odvodní ventilátor	O	1180	129	1	0,796	10	230/50						
	Vodní ohřívač	P	1180						6	0,0332	0,7			
	Rekuperátor ZZT	P/O	1180											3
<b>2</b>	<b>Zařízení č.2 - Větrání třídy JZ</b>													
<b>2.01</b>	<b>Systemair TX-04</b>													
	Přívodní ventilátor	P	1310	151	1	0,796	10	230/50						
	Odvodní ventilátor	O	1310	152	1	0,796	10	230/50						
	Vodní ohřívač	P	1310						7	0,0384	1			
	Rekuperátor ZZT	P/O	1310											3,6
<b>3</b>	<b>Zařízení č.3 - Větrání a klimatizace Varny</b>													
<b>3.01</b>	<b>Jednotka Remak AeroMaster XP 06</b>													
	Přívodní ventilátor	P	4405	308	1	1,8	14,1	3x400/50						
	Odvodní ventilátor	O	4405	339	1	1,8	14,1	3x400/50						
	Vodní ohřívač	P	4405						24,3	0,16	2,3			
	Přímý výparník	P	4405									11,2		2,2
	Rekuperátor ZZT	P/O	4405											
	Kondenzační jednotka				1	6,3	10,5	3x400/50				11,2		
<b>4</b>	<b>zařízení č.4 - klimatizace tříd</b>													
<b>4.1</b>	Kondenzátorová j. MCY-MAP0401HT				2	2,82	13,2	230/50				12,4		
<b>4.2</b>	Vnitřní nástěnná j. MMK-AP0123H		600		4			230/50				3		
<b>4.3</b>	Vnitřní nástěnná j. MMK-AP0153H		840		2			230/50				4,2		

Zařízení č. 1 - třída severovýchod				
OZN.	Výrobce	Popis	Jednotka	Množství
1.01	Systemair	Kompaktní vertikální VZT jednotka s deskovým rekuperátorem, vodním ohřívačem, filtrací vzduchu F7 na přívodu a F5 na odvodu, ventilátorem pro přívod a odvod, pružnými manžetama, vnitřní provedení	ks	1
1.02	Systemair	Tlumič hluku kulisový, kruhový, LDC-B 315-1200	ks	1
1.03	Systemair	Tlumič hluku, kruhový, LDC 315-600	ks	2
1.04	Mandík	Požární klapka FDMC Ø315, se servopohonem BLF 230-T, s termoelektrickým aktivačním zařízením	ks	2
1.05	Systemair	Vyústka do kruhového potrubí NOVA -C-2-R3, 825x75mm	ks	5
1.06	Systemair	Vyústka do kruhového potrubí NOVA -C-1-R3, 625x75mm	ks	2
1.07	Systemair	Vyústka do kruhového potrubí NOVA -C-1-R3, 425x75mm	ks	2
1.08	Systemair	Vyústka do kruhového potrubí NOVA -C-1-R3, 325x75mm	ks	2
1.09	Systemair	Vyústka do kruhového potrubí NOVA -C-1-R3, 225x75mm	ks	1
1.10	Systemair	Vyústka do kruhového potrubí NOVA -C-1-R3, 525x75mm	ks	1
1.11	Mandík	Talířový ventil TVOM 125	ks	1
1.12	Mandík	Regulační klapka RKKTM Ø160 se servopohonem	ks	2
1.13	Mart	Obloukový segmentový výfukový 90° Ø450	ks	1
1.14	Systemair	Výfuková hlavice IMOS - VHK - 1 - Ø400	ks	1
1.15	Mandík	Stěnová mřížka SMM 800x125	ks	4
1.16	Mandík	Stěnová mřížka SMM 200x125	ks	2
1.17	Systemair	Dveňní mřížka NOVA-D 400x200	ks	1
1.18	Systemair	Uzavírací klapka EFD/S 315 se servopohonem	ks	2
1.19	Systemair	Pružná manžeta ASF 315/KB	ks	2
	Mart	Kruhové potrubí		
		Ø450/ 60 % tvar. dílů	bm	3
		Ø400 / 30 % tvar. dílů	bm	1,5
		Ø315 / 40 % tvar. dílů	bm	22,5
		Ø280 / 15 % tvar. dílů	bm	5
		Ø250 / 15 % tvar. dílů	bm	5
		Ø225 / 20 % tvar. dílů	bm	2,5
		Ø200 / 10 % tvar. Dílů	bm	5,2
		Ø160 / 15 % tvar. Dílů	bm	11,2
		Ø125 / 10 % tvar. dílů	bm	0,5
	Mart	Ohebná hadice Sonoair Ø125	bm	0,5
	Isover	Tepelná izolace Isover ML-3 tl. 20mm	m <sup>2</sup>	11

Zařízení č. 2 - třída jihozápad				
OZN.	Výrobce	Popis	Jednotka	Množství
2.01	Systemair	Kompaktní vertikální VZT jednotka s deskovým rekuperátorem, vodním ohřívačem, filtrací vzduchu F7 na přívodu a F5 na odvodu, ventilátorem pro přívod a odvod, pružnýma manžetama, vnitřní provedení	ks	1
2.02	Systemair	Tlumič hluku kulisový, kruhový, LDC-B 315-1200	ks	1
2.03	Systemair	Tlumič hluku, kruhový, LDC 315-600	ks	2
2.04	Mandík	Požární klapka FDMC Ø315, se servopohonem BLF 230-T, s termoelektrickým aktivačním zařízením	ks	2
2.05	Systemair	Vyústka do kruhového potrubí NOVA -C-2-R3, 825x75mm	ks	5
2.06	Systemair	Vyústka do kruhového potrubí NOVA -C-1-R3, 625x75mm	ks	2
2.07	Systemair	Vyústka do kruhového potrubí NOVA -C-1-R3, 425x75mm	ks	2
2.08	Systemair	Vyústka do kruhového potrubí NOVA -C-1-R3, 325x75mm	ks	3
2.09	Systemair	Vyústka do kruhového potrubí NOVA -C-1-R3, 225x75mm	ks	1
2.10	Systemair	Vyústka do kruhového potrubí NOVA -C-1-R3, 525x75mm	ks	1
2.11	Systemair	Vyústka do kruhového potrubí NOVA -C-2-R3, 425x75mm	ks	1
2.12	Systemair	Vyústka do kruhového potrubí NOVA -C-2-R3, 325x75mm	ks	1
2.13	Mandík	Talířový ventil TVOM 100	ks	1
2.14	Mandík	Talířový ventil TVOM 125	ks	2
2.15	Mandík	Regulační klapka RKKTM Ø160 se servopohonem	ks	2
2.16	Mandík	Stěnová mřížka SMM 800x125	ks	4
2.17	Mandík	Stěnová mřížka SMM 200x125	ks	2
2.18	Systemair	Dveřní mřížka NOVA-D 400x200	ks	1
2.19	Systemair	Dveřní mřížka NOVA-D 300x100	ks	1
2.20	Systemair	Uzavírací klapka EFD/S 315 se servopohonem	ks	2
	Mart	Kruhové potrubí		
		Ø315 / 40 % tvar. dílů	bm	23,5
		Ø280 / 15 % tvar. dílů	bm	4,8
		Ø250 / 15 % tvar. dílů	bm	5
		Ø225 / 20 % tvar. dílů	bm	2,2
		Ø200 / 10 % tvar. dílů	bm	5,2
		Ø160 / 15 % tvar. dílů	bm	12,2
		Ø125 / 10 % tvar. dílů	bm	0,5
	Mart	Ohebná hadice Sonoair Ø125	bm	0,9
	Isover	Tepelná izolace Isover ML-3 tl. 20mm	m <sup>2</sup>	5,3

Zařízení č. 3 - Varna				
OZN.	Výrobce	Popis	Jednotka	Množství
3.01	Remak	VZT jednotka AeroMaster XP 06; skladba: tlumící vložka, uzavírací klapka, filtr G3, deskový rekuperátor, vodní ohřivač, přímý výparník a eliminátor kapek, ventilátor, tlumící vložka. Provedení vnitřní, přívod i odvod + kondenzátorová jednotka ASE-48AH	ks	1
3.02	Mart	Tlumič hluku - THKU.630.500.1000-3 2X KTH.200.500.1000	ks	1
3.03	Mart	Tlumič hluku - 600 X 500 X 1500 mm - 3X BTH.200.500.1500	ks	1
3.04	Mart	Tlumič hluku - THKU.630.560.1000-3 3X KTH.100.560.500	ks	1
3.05	Mart	Tlumič hluku - 500 X 500 X 1500 mm - 2X BTH.250.500.1500	ks	1
3.05	Mandík	Požární klapka - PKTM 90 - C 800x355 se servopohonem BF - 230-T s termoelektrickým aktivačním zařízením	ks	2
3.06	Mandík	Vyúst' s vířivým výtokem VVM 400 C/V/P/16/R	ks	2
3.07	Mandík	Vyúst' s vířivým výtokem VVM 300 C/V/P/8/R	ks	3
3.08	Systemair	Vyústka do kruhového potrubí NOVA -B-2-R3, 325x75mm	ks	1
3.09	Systemair	Vyústka do kruhového potrubí NOVA -C-2-R3, 425x75mm	ks	1
3.10	Atrea	Digestoř - Variant-S 2900x2000 mm	ks	1
3.11	Atrea	Digestoř - Standard-S 1250x1200 mm	ks	1
3.12	Systemair	Odlučovač tuku IMOS-OT 325x225 mm	ks	5
3.13	Mandík	Talířový ventil TVOM 160	ks	1
3.14	Mandík	Talířový ventil TVOM 80	ks	3
3.15	Systemair	Vyústka do hranatého potrubí NOVA -B-2-R3, 200x100mm	ks	2
3.16	Systemair	Dveřní mřížka NOVA-D 400x200	ks	2
3.17	Systemair	Dveřní mřížka NOVA-D 200x200	ks	3
3.18	Systemair	Výfuková hlavice IMOS - VHH - 2 - 500x500 mm	ks	1
3.19	Klimat	Čtyřhranný výfukový kus VOL 90° - 630x560	ks	1
3.20	SMAV	Regulační klapka PWO-A-280x165-W0- T2	ks	2
	Mart	Čtyřhranné potrubí		
		Do obvodu 1050 / 30% tvar. dílů	bm	20,2
		Do obvodu 1890 / 50% tvar. dílů	bm	4
		Do obvodu 2630 / 40% tvar. dílů	bm	27,7
	Mart	Kruhové potrubí		
		Ø200 / 0 % tvar. dílů	bm	3,4
		Ø160 / 10 % tvar. dílů	bm	11,8
		Ø150 / 20 % tvar. dílů	bm	2
		Ø80 / 20 % tvar. dílů	bm	2,3
	Mart	Ohebná hadice Sonoair Ø200	bm	1,6
	Mart	Ohebná hadice Sonoair Ø160	bm	1,7
	Isover	Tepelná izolace Isover ML-3 tl. 60mm	m <sup>2</sup>	15,6
	Isover	Tepelná izolace Isover ML-3 tl. 40mm	m <sup>3</sup>	86
		Měděné potrubí s izolací Ø19	bm	14
		Měděné potrubí s izolací Ø12,7	bm	14

Zařízení č. 4 - Klimatizace tříd, systém VRF				
OZN.	Výrobce	Popis	Jednotka	Množství
4.01	Toshiba	Kondenzátorová jednotka MCY-MAP0401HT	ks	2
4.02	Toshiba	Vnitřní nástěnná jednotka MMK-AP0123H	ks	4
4.03	Toshiba	Vnitřní nástěnná jednotka MMK-AP0153H	ks	2
		Materiál		
		Chladivo R410A	kg	1,045
		měděné potrubí včetně izolace Ø15,9	bm	40
		měděné potrubí včetně izolace Ø12,7	bm	20
		měděné potrubí včetně izolace Ø9,5	bm	64
		měděné potrubí včetně izolace Ø6,4	bm	10
		Rozbočky RBM BY53E	ks	4
		kabeláž pro propojení jednotek		

## 8. ZÁVĚR

V této bakalářské práci jsem zpracoval projekt nuceného větrání mateřské školy. V objektu jsem navrhl tři vzduchotechnická zařízení, která zajistí požadované mikroklima ve vybraných částech objektu po většinu roku.

Vzduchotechnická zařízení jsem umístil do dvou strojoven uvnitř objektu. Z těchto místností jsem navrhl vzduchovody tak, aby byla zajištěna co možná nejlepší distribuce vzduchu po objektu. Použil jsem kaskádové větrání pro úsporu větracího vzduchu hlavně v prostoru tříd. Vzduch je přiváděn do pobytové oblasti dětí a odsáván z hygienického zázemí tříd a to pomocí tohoto kaskádového větrání. V místnosti pro výdej jídla sousedící s třídami jsem zajistil dostatečné provětrání, v době výdeje objedu, za pomoci regulačních klapek. Tyto regulační klapky zajistí potřebnou výměnu vzduchu v době zvýšené tepelné a vlhkostní zátěže. Od vzduchotechnických zařízení je vzduch do místností veden potrubím čtyřhranného či kulatého průřezu. Vzduchotechnika byla navržena tak, aby nevyrušovala vyučování či relaxaci dětí.

U prostoru tříd je zajištěna letní částečná klimatizace systémem VRF s vnitřními nástěnnými jednotkami a venkovními kondenzačními jednotkami. Tepelná zátěž varny je pokryta větracím vzduchem, který je chlazený ve vzduchotechnické jednotce přímým výparníkem.

Práce byla zpracována podle příslušných zákonů a vyhlášek, norem, podkladů výrobců.

## 9. PŘÍLOHY

001	Půdorys 1.NP	1:50
002	Půdorys 2.NP	1:50
003	Řezy A-H	1:50
004	Technický list zařízení č. 1	
005	Technický list zařízení č. 2	
006	Technický list zařízení č. 3	



## 10. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

### BIBLIOGRAFIE

- [1] LABUDEK, Jiří a Nad' a ZDRAŽILOVÁ. *Moderní energeticky úsporné budovy*. [Ostrava: Moravskoslezský energetický klastr, 2013, 32 s. ISBN 978-80-905392-5-9.
- [2] GEBAUER, Günter, Olga RUBINOVÁ a Helena HORKÁ. *Vzduchotechnika*. 2. vyd. Brno: ERA, 2007, xx, 262 s. ISBN 978-80-7366-091-8.
- [3] POČINKOVÁ, Marcela. *Úsporný dům*. 1. vyd. Brno: ERA, 2004, x, 183 s. ISBN 80-865-1796-9.
- [4] SZÉKYOVÁ, Marta. *Větrání a klimatizace*. 1. české vyd. Bratislava: Jaga, 2006, 359 s. ISBN 80-807-6037-3.
- [5] AMBROZ, Petr a Martina MATĚJKOVÁ. *Větrání průmyslových a obytných budov: studijní opora*. Vyd. 1. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, 2014, 69 s. ISBN 978-80-7464-586-0.
- [6] SVOBODA, Jaroslav a Zdeněk MUŽIKÁŘ. *Obytné prostředí a jeho vliv na zdraví člověka: monografie*. Vyd. 1. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2013, 111 s. ISBN 978-80-7375-885-1.
- [7] KLABZUBA, Jiří a Věra KOŽNAROVÁ. *Aplikovaná meteorologie a klimatologie: Mikroklima pracovního a obytného prostředí*. 1. vyd., 2. dotisk [i.e. 2. vyd.]. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2007, 36 s. ISBN 978-80-213-1764-2.
- [8] *Hluk ve školách*. Praha: Státní zdravotní ústav v nakl. Fortuna, 2002, 24 s. ISBN 80-707-1210-4.

### INTERNETOVÉ ZDROJE

- [9] WOUTERS, Peter a Christophe DELMOTTE. Ventilation, good indoor air quality and rational use of energy: Pollution atmosphérique. *International Journal of Indoor Air Quality and Climate* [online]. 2005, 6(4) [cit. 2015-05-17]. Dostupné také z: [http://www.umad.de/infos/cleanair13/pdf/full\\_474.pdf](http://www.umad.de/infos/cleanair13/pdf/full_474.pdf)
- [10] DOLEŽÍLKOVÁ, Hana. Kvalita vnějšího a vnitřního vzduchu. *Www.tzb-info.cz* [online]. 2010 [cit. 2015-05-03]. Dostupné také z: <http://vetrani.tzb-info.cz/vnitri-prostredi/6486-kvalita-vnejsiho-a-vnitriho-vzduchu>
- [11] MATHAUSEROVÁ, Zuzana. Mikroklima a vzduchotechnika ve školách. *Www.szu.cz: Konzultační den hygieny dětí a mladistvých 16. 4. 2014 a 9. 10. 2014* [online]. 2014 [cit. 2015-05-03]. Dostupné také z: [http://www.szu.cz/uploads/documents/czpz/Konzultacni\\_den\\_hygieny\\_deti\\_a\\_mladistvych\\_2014/MKL\\_ve\\_skolach.pdf](http://www.szu.cz/uploads/documents/czpz/Konzultacni_den_hygieny_deti_a_mladistvych_2014/MKL_ve_skolach.pdf)

- [12] CENTNEROVÁ, Lada. Tepelná pohoda a nepohoda. *Http://www.tzb-info.cz* [online]. 2000 [cit. 2015-05-03]. Dostupné také z: <http://www.tzb-info.cz/404-tepelna-pohoda-a-nepohoda>
- [13] LAJČÍKOVÁ, Ariana a Zuzana MATHAUSEROVÁ. Vytápění a tepelná pohoda. *Www.szu.cz* [online]. Praha: GEOPRINT, 2006 [cit. 2015-05-03]. Dostupné také z: [www.szu.cz/uploads/documents/czsp/edice/plne\\_znani/plakaty/VYTAPENI\\_A\\_TEPELNA\\_POHODA\\_verze\\_pro\\_web\\_SZU.pdf](http://www.szu.cz/uploads/documents/czsp/edice/plne_znani/plakaty/VYTAPENI_A_TEPELNA_POHODA_verze_pro_web_SZU.pdf)
- [14] MORÁVEK, Petr. Mikroklima pasivních domů. *Www.tzb-info.cz* [online]. 2011 [cit. 2015-05-03]. Dostupné také z: <http://vetrani.tzb-info.cz/vnitri-prostredi/8144-mikroklima-pasivnich-domu>
- [15] JELÍNEK, Vladimír a Vladimíra LINHARTOVÁ. Interní mikroklima v bytových domech. *Www.tzb-info.cz* [online]. 2014 [cit. 2015-05-03]. Dostupné také z: <http://vetrani.tzb-info.cz/vnitri-prostredi/11888-interni-mikroklima-v-bytovych-domech>
- [16] KRATĚNOVÁ, Jana, Kristýna ŽEJGLICOVÁ a Marek MALÝ. Hodnocení zdravotního stavu - Studie HELEN: Alergická onemocnění u dětí. *Alergická onemocnění v dětské populaci v ČR* [online]. Praha: Státní zdravotní ústav Praha, 2012 [cit. 2015-03-28]. DOI: <http://www.szu.cz/tema/prevence/alergie-deti>
- [17] NAVRÁTILOVÁ, Olga. *Mikroklima budov - přednášky: Základy stavební akustiky* [online]. 2003, s. 3 [cit. 2015-05-03]. Dostupné také z: <http://www.fce.vutbr.cz/tzb/navratilova.o/akustika.pdf>
- [18] BAKÓ-BIRÓ, Zs., D.J. CLEMENTS-CROOME, N. KOCHHAR, H.B. AWBI a M.J. WILLIAMS Ventilation rates in schools and pupils' performance. *Building and Environment* [online]. 2012, **48**(48): 215-223 [cit. 2015-05-02]. DOI: 10.1016/j.buildenv.2011.08.018. ISSN 03601323. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0360132311002617>
- [19] MIKEŠOVÁ, Miroslava a Bohumil KOTLÍK. Kvalita vnitřního ovzduší v základních školách. *STÁTNÍ ZDRAVOTNÍ ÚSTAV* [online]. 2008 [cit. 2015-03-29]. Dostupné také z: <http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/kvalita-vnitriho-ovzdusi-v-zakladnich-skolach?highlightWords=m%C4%9B%C5%99en%C3%AD+kvality+vnit%C5%99n%C3%ADho+prost%C5%99ed%C3%AD>
- [20] CHITHRA, V.S. a S.M. SHIVA NAGENDRA Indoor air quality investigations in a naturally ventilated school building located close to an urban roadway in Chennai, India: the origin, evolution, and impact of doi moi. *Building and Environment* [online]. 2012, **54**(54): 159-167 [cit. 2015-05-03]. DOI: 10.1016/j.buildenv.2012.01.016. ISSN 03601323. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S036013231200025X>
- [21] BAŽANT, Martin. Vnitřní prostředí: Úspěšné realizace systému řízeného větrání ve školských objektech. *Tzb-info.cz* [online]. 2015 [cit. 2015-03-28]. Dostupné také z:

<http://vetrani.tzb-info.cz/vnitri-prostredi/12374-uspesne-realizace-systemu-rizeneho-vetrani-ve-skolskych-objektech>

- [22] SYSTEMAIR AB. *Systemair.cz* [online]. © 2012 [cit. 2015-05-26]. Dostupné také z: <http://www.systemair.com/cz/Ceska/>
- [23] MANDÍK, A.S. *Mandik.cz* [online]. Galio, crossmedia, 2010 [cit. 2015-05-26]. Dostupné také z: <http://www.mandik.cz/>
- [24] *Atrea* [online]. ATREA s. r. o., © 19 [cit. 2015-05-26]. Dostupné také z: <http://www.atrea.cz/>
- [25] *Odlučovače tuku: IMOS OT -Technické podmienky* [online]. 2006 [cit. 26-0--2-15]. Dostupné také z: [http://www.imos.sk/TPI/02\\_06.pdf](http://www.imos.sk/TPI/02_06.pdf)
- [26] *Remak* [online]. REMAK a.s., Aira GROUP s.r.o., © 2015 [cit. 2015-05-26]. Dostupné také z: <http://www.remak.eu/cs>
- [27] *Nepa* [online]. NEPA, 2015 [cit. 2015-05-26]. Dostupné také z: <http://www.nepa.cz/cs/produkty-sinclair/samostatne-venkovni-jednotky/ase-48ah.html>
- [28] *Toshiba-klimatizace* [online]. Manta PLUS, spol s r.o., © 2011 [cit. 2015-05-26]. Dostupné také z: <http://www.toshiba-klimatizace.cz/>

## **VYHLÁŠKY A NORMY**

- [29] *Vyhláška č. 20/2012 Sb., , kterou se mění vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby.* 2012. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-20>
- [30] *Vyhláška č. 6/2003 Sb., , kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb.* 2003. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2003-6>
- [31] *Vyhláška č. 343/2009 Sb., , kterou se mění vyhláška č. 410/2005 Sb., o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých.* 2009. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2009-343/odkaz>
- [32] *ČSN 73 05 48, Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů.* Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 1986.
- [33] *VDI 2052, Raumluftechnische Anlagen für Küchen.* Düsseldorf, 2006.

## 11. SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ, GRAFŮ A TABULEK

Obrázek 2.1 CELKOVÁ EXPOZICE TRÁVENÍ ČASU.....	12
Obrázek 2.2 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ VNITŘNÍ PROSTŘEDÍ.....	12
Obrázek 2.3 INDIVIDUÁLNÍ VNÍMAVOST TEPELNÉHO STAVU PROSTŘEDÍ.....	15
Obrázek 2.4 OBLAST TEPELNÉ POHODY V LETNÍM A ZIMNÍM OBDOBÍ ZNÁZORNĚNÁ V MODIFIKOVANÉM DIAGRAMU VLHKÉHO VZDUCHU, PODLE NORMY ASHRAE 55-1992 .....	16
Obrázek 2.5 VÝSKYT ALERGENŮ PROKÁZANÝCH KOŽNÍM TESTEM V SOBORU DĚTÍ S ALERGIÍ (n=1929), 2011 – 2012 .....	20
Obrázek 2.6 ŠÍŘENÍ VZDUCHU V PROSTORU – ZVUKOVÉ VLNY PŘÍMÉ A ODRAŽENÉ.....	22
Obrázek 3.1 RELATIVNÍ ÚČINEK VĚTRÁNÍ NA VÝKONY A UČENÍ ŽÁKŮ PŘI RECIRKULACI VZDUCHU A PŘI PŘÍVODU ČERSTVÉHO VZDUCHU .....	23
Obrázek 3.2 ROZPĚTÍ HODNOT TEPLŮT V MĚŘENÝCH ŠKOLÁCH.....	25
Obrázek 3.3 ROZPĚTÍ HODNOT VLHKOSTI V MĚŘENÝCH ŠKOLÁCH.....	25
Obrázek 3.4 ROZPĚTÍ HODNOT KONCENTRACÍ OXIDU UHLIČITÉHO V MĚŘENÝCH ŠKOLÁCH.....	26
Obrázek 3.5 GRAFY TYPICKÝCH PRŮBĚHŮ KONCENTRACE CO <sub>2</sub> VE VĚTRANÉ A NEVĚTRANÉ UČEBNĚ.....	26
Obrázek 4.1 DLOUHODOBÉ SLEDOVÁNÍ VNITŘNÍHO KLIMATU .....	28
Obrázek 4.2 POROVNÁNÍ NĚKOLIKA DNÍ VČ. PROVOZU S VZT – PŘEKROČENÍ POVOLENÉ KONCENTRACE NA DOBU V ŘÁDECH MINUT, POUZE KVŮLI SPECIFICKÉMU VYUŽITÍ UČEBNY – TĚLESNÁ VÝCHOVA.....	29
Obrázek 5.1 SCHÉMA ROZDĚLENÍ OBJEKTU DO ZÓN – TŘÍDA SEVEROVÝCHOD (ŽLUTÁ), TŘÍDA JIHOZÁPAD (MODRÁ), SPOJOVACÍ KRČEK (ZELENÁ), KUCHYŇĚ (ORANŽOVÁ) .....	32
Obrázek 6.1 SIMULACE PROGRAMU TERUNA PRO MÍSTNOSTI 1.25a+1.25b.....	38
Obrázek 6.2 SIMULACE PROGRAMU TERUNA PRO MÍSTNOSTI 1.25c+1.25d.....	38
Obrázek 6.3 SIMULACE PROGRAMU TERUNA PRO MÍSTNOSTI 1.35a+1.35b.....	39
Obrázek 6.4 SIMULACE PROGRAMU TERUNA PRO MÍSTNOSTI 1.35c+1.25d.....	39
Obrázek 6.5 SIMULACE PROGRAMU TERUNA PRO MÍSTNOST 1.05 - varna.....	40
Obrázek 6.6 DIAGRAM TLAKOVÉ ZTRÁTY A AKUSTICKÉHO VÝKONU VYÚSTKY NOVA-C.....	50
Obrázek 6.7 DIAGRAM REGULAČNÍHO ÚSTROJÍ R1-R3.....	51
Obrázek 6.8 NÁVRHOVÝ DIAGRAM TALÍŘOVÉHO VENTILU TVOM 160 .....	52
Obrázek 6.9 SCHÉMA ODVODU VZDUCHU DIGESTOŘE VARIANT .....	52
Obrázek 6.10 DIGESTOŘ VARIANT .....	53
Obrázek 6.11 SCHÉMA ODVODU VZDUCHU DIGESTOŘE STANDARD.....	53
Obrázek 6.12 DIGESTOŘ STANDARD.....	54
Obrázek 6.13 ODLUČOVAČ TUKU .....	54
Obrázek 6.14 TECHNICKÉ ÚDAJE VZT ZAŘÍZENÍ č.1 .....	62
Obrázek 6.15 TECHNICKÉ PARAMETRY A SCHÉMA VZT ZAŘÍZENÍ č.3 .....	63
Obrázek 6.16 TECHNICKÉ PARAMETRY JEDNOTKY SINCLAIR ASE-48AH.....	63
Obrázek 6.17 NÁSTĚNNÁ VNITŘNÍ JEDNOTKA MMK-AP0123H S TECHNICKÝMI PARAMETRY .....	64

Obrázek 6.18 NÁSTĚNNÁ VNITŘNÍ JEDNOTKA MMK-AP0153H S TECHNICKÝMI PARAMETRY .....	65
Obrázek 6.19 VENKOVNÍ KONDENZÁTOROVÁ JEDNOTKA MCV-MAP0401HT .....	65
Obrázek 6.20 SCHÉMA ZAPOJENÍ PRO TŘÍDU 1.25 DLE PROGRAMU TOSHIBA SELECTION TOOL .....	66
Obrázek 6.21 SCHÉMA ZAPOJENÍ PRO TŘÍDU 1.35 DLE PROGRAMU TOSHIBA SELECTION TOOL .....	67
Obrázek 6.22 H – X DIAGRAM V LETNÍM OBDOBÍ PRO TŘÍDY .....	68
Obrázek 6.23 H –X DIAGRAM V ZIMNÍM OBDOBÍ PRO TŘÍDY .....	69
Obrázek 6.24 H – X DIAGRAM V PROSTORECH VARNY .....	70
Obrázek 6.25 NÁVRH IZOLACE PRO ZAŘÍZENÍ Č.1 A Č.2 DLE PROGRAMU TERUNA	80
Obrázek 6.26 NÁVRHY IZOLACE PRO ZAŘÍZENÍ Č.3 DLE PROGRAMU TERUNA.....	81
Graf 2.1 SLOŽKY INTERNÍHO MIKROKLIMATU V % .....	13
Graf 2.2 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ TEPELNOU POHODU .....	15
Tabulka 2.1 VLIV VĚTRÁNÍ A KLIMATIZACE NA MIKROKLIMA .....	14
Tabulka 2.2 PRODUKCE TEPLA LIDÍ DLE DRUHŮ ČINNOSTI.....	14
Tabulka 2.3 VLIV KONCENTRACE CO <sub>2</sub> .....	18
Tabulka 2.4 LIMITNÍ HODINOVÉ KONCENTRACE CHEMICKÝCH UKAZATELŮ A PRACHU .....	21
Tabulka 2.5 PŘÍPUSTNÉ HLADINY HLUKU V INETRÉRU .....	21
Tabulka 3.1 MNOŽSTVÍ PŘIVÁDĚNÉHO ČERSTVÉHO VZDUCHU.....	24
Tabulka 3.2 PRŮMĚRNÉ PARAMETRY MIKROKLIMATICKÝCH PODMÍNEK .....	24

## 12. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A VELIČINOVÝCH ZNAČEK

CO <sub>2</sub>	oxid uhličitý	
Choice RT	Choice Reaction Time	
Col Word	Colour Word Vigilance	
Vig.		
H <sub>2</sub> O	voda	
Obj.	objemová	
Simple RT	Simple Reaction Time	
TZB	technická zařízení budov	
VZT	vzduchotechnika	
ZŠ	základní škola	
A <sub>ef</sub>	efektivní plocha	m <sup>2</sup>
d	průměr	m
D	útlum akustického výkonu	dB
ET	efektivní teplota	°C
L	délka	m
PM	frakce prachu	μg.m <sup>-3</sup>
PMV	střední tepelný pocit uživatelů	-
PPD	procentuální počet nespokojených uživatelů	%
PPM	parts per million	
q <sub>m</sub>	produkce tepla	Wm <sup>-2</sup>
RH	relativní vlhkost	%
R	měrná tlaková ztráta	Pa
S	plocha	m <sup>2</sup>
t <sub>a</sub>	teplota vzduchu	°C
t <sub>e</sub>	teplota exteriéru	°C
t <sub>g</sub>	teplota kulového teploměru	°C
t <sub>i</sub>	teplota interiéru	°C
v <sub>a</sub>	rychlost proudění	ms <sup>-1</sup>
v <sub>ef</sub>	efektivní rychlost	Ms <sup>-1</sup>
V	objemový průtok	m <sup>3</sup>
Z	tlaková ztráta	Pa