

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

VENTILATION FOR NURSERY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

ELIŠKA GRMOLCOVÁ

AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE

ING. OLGA RUBINOVÁ, PH.D

SUPERVISOR

BRNO 2016



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

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

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Eliška Grmolcová
Název	Vzduchotechnika pro mateřskou školu
Vedoucí bakalářské práce	Ing. Olga Rubinová, Ph.D.
Datum zadání bakalářské práce	30. 11. 2015
Datum odevzdání bakalářské práce	27. 5. 2016

V Brně dne 30. 11. 2015

.....
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 internetu

Zásady pro vypracování (zadání, cíle práce, požadované výstupy)

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 uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání 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 řešena vzduchotechnika pro mateřskou školu společně s varnou. Zařízení zajišťuje přívod čerstvého upraveného vzduchu a odvod znehodnoceného vzduchu. Dále je řešeno chlazení objektu v letních měsících. Navržená zařízení zajistí požadované mikroklima v celé budově.

PREFACE

In this thesis, I worked on a project which suggests a solution for air-conditioning in nursery school together with kitchen. The facility provides a supply of adjusted air and leads away depreciated air. Moreover, I designed the cooling system in the premises of the nursery school in summer months. The designed facilities will provide a needed microclimate in this edifice.

KLÍČOVÁ SLOVA

Vzduchotechnika, nucené větrání, částečná klimatizace, mateřská škola, varna

KEY WORDS

Ventilation, forced ventilation, partial air condition, nursery, kitchen

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Eliška Grmolcová *Vzduchotechnika pro mateřskou školu*. Brno, 2016. 120 s., 5 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 diplomovou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 27. 5. 2016

podpis autora

Poděkování.

Tímto bych chtěla velmi poděkovat vedoucí mé bakalářské práce, paní Ing. Olze Rubínové, Ph.D, za trpělivost, pomoc a užitečné rady, které jsem při zpracování této práce obdržela. Dále bych ráda poděkovala své rodině a příteli, kteří mi vycházeli vždy vstříc a podporovali mě při studiích.

Obsah

ABSTRAKT	4
PREFACE	4
KLÍČOVÁ SLOVA.....	4
KEY WORDS	4
BIBLIOGRAFICKÁ CITACE	5
PROHLÁŠENÍ:	6
ÚVOD.....	11
1 TEORETICKÁ ČÁST.....	12
1.1 SOUČASNÝ STAV VĚTRÁNÍ VE VELKOKUCHYNÍCH	13
1.2 MIKROKLIMA V KUCHYNÍCH	13
1.3 OBRAZY PROUDĚNÍ VZDUCHU	14
1.3.1 PŘÍVOD SMĚŠOVACÍ	14
1.3.2 PŘÍVOD ZAPLAVOVACÍ	14
1.4 VÝPOČET VĚTRÁNÍ KUCHYNÍ (DLE NORMY VDI 2052)	16
1.4.1 PARAMETRY MIKROKLIMATU	16
1.4.2 ZÁSADY NÁVRHU VĚTRÁNÍ KUCHYNĚ	16
1.4.3 NÁVRH USPOŘÁDÁNÍ KUCHYNĚ	17
1.4.4 NÁVRH ROZMĚRŮ ODSÁVACÍHO ZAŘÍZENÍ	18
1.4.5 STANOVENÍ PRODUKCE CITELNÉHO TEPLA Q _S A VLHKOSTI D	18
1.4.6 STANOVENÍ REDUKČNÍCH POLOHOVÝCH FAKTORŮ „R“	19
1.4.7 VÝPOČET MNOŽSTVÍ ODSÁVANÉHO VZDUCHU OD JEDNOTLIVÝCH ZDROJŮ	20
1.4.8 KONTROLNÍ VÝPOČET VLHKOSTNÍ BILANCE	21
1.4.9 CELKOVÉ MNOŽSTVÍ PŘIVÁDĚNÉHO VZDUCHU	21
1.4.10 DIMENZE TUKOVÝCH FILTRŮ	21
1.4.11 ROZMÍSTĚNÍ TUKOVÝCH FILTRŮ	22
1.4.12 NÁVRH REKUPERAČNÍCH VÝMĚNÍKŮ (U DIGESTOŘÍ S REKUPERACÍ)	22
1.5 PŘEHLED NEJČASTĚJŠÍCH CHYB, PŘI NÁVRHU VĚTRÁNÍ:	22
1.6 VĚTRACÍ SYSTÉMY	23
1.6.1 SYSTÉM LOKÁLNÍ	24
1.6.2 SYSTÉM CELOPLOŠNÝ	29
1.7 ZÁVĚR.....	33
2 PRAKTICKÁ ČÁST	34
2.1 ANALÝZA OBJEKTU	35
2.1.1 POPIS OBJEKTU	35
2.1.2 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ	35
2.2 VÝPOČTOVÁ ČÁST	36

2.2.1	VÝPOČET TEPELNÉ BILANCE PRO MÍSTNOST 1.25	36
2.2.2	VÝPOČET TEPELNÉ BILANCE PRO MÍSTNOST 1.35	43
2.2.3	VÝPOČET TEPELNÉ BILANCE PRO VARNU 1.05.....	47
2.3	STANOVENÍ PRŮTOKŮ VZDUCHU.....	52
2.3.1	PRŮTOKY VZDUCHU PRO ZAŘÍZENÍ Č. 1 – TŘÍDA SEVEROZÁPADNÍ.....	53
2.3.2	PRŮTOKY VZDUCHU PRO ZAŘÍZENÍ Č. 2 – CHODBA + JIHOZÁPADNÍ TŘÍDA.....	54
2.3.3	ZAŘÍZENÍ Č. 3 – VĚTRÁNÍ KUCHYNĚ	55
2.4	NÁVRH DISTRIBUČNÍCH PRVKŮ	56
2.4.1	PŘEHLED DISTRIBUČNÍCH ELEMENTŮ.....	56
2.4.2	ZAŘÍZENÍ Č. 1 – VĚTRÁNÍ SEVEROVÝCHODNÍ TŘÍDY, VÝDEJNY JÍDLA A PRÁDELNY	63
2.4.3	ZAŘÍZENÍ Č. 2 – VĚTRÁNÍ JIHOVÝCHODNÍ TŘÍDY, CHODBY A SOCIÁLNÍCH ZAŘÍZENÍ	65
2.4.4	ZAŘÍZENÍ Č. 3 – VĚTRÁNÍ KUCHYNĚ	66
2.5	NÁVRH POTRUBÍ.....	69
2.5.1	NÁVRH POTRUBÍ - ZAŘÍZENÍ Č. 1 - VĚTRÁNÍ SEVEROVÝCHODNÍ TŘÍDY	70
2.5.2	NÁVRH POTRUBÍ - ZAŘÍZENÍ Č. 2 - VĚTRÁNÍ JIHOVÝCHODNÍ TŘÍDY.....	72
2.5.3	NÁVRH POTRUBÍ - ZAŘÍZENÍ Č. 3 - VĚTRÁNÍ KUCHYNĚ.....	74
2.6	NÁVRH VZDUCHOTECHNICKÝCH JEDNOTEK	76
2.6.1	TŘÍDA SEVEROVÝCHODNÍ A JIHOVÝCHODNÍ.....	76
2.6.2	ZAŘÍZENÍ PRO VARNU	77
2.6.3	NÁVRH KONDENZAČNÍCH JEDNOTEK	78
2.7	NÁVRH PARNÍHO ZVLHČOVAČE.....	78
2.8	ÚPRAVY VZDUCHU	80
2.8.1	ZAŘÍZENÍ Č. 1 A Č. 2 - ZIMA	80
2.8.2	ZAŘÍZENÍ Č.1 A Č.2 - LÉTO.....	81
2.8.3	ZAŘÍZENÍ Č. 3 - ZIMA.....	82
2.8.4	ZAŘÍZENÍ Č. 3 – LÉTO.	83
2.9	ÚTLUM HLUKU	84
2.9.1	PŘEHLED ZVOLENÝCH TLUMIČŮ.....	95
2.10	NÁVRH IZOLACE.....	96
3	TECHNICKÁ ZPRÁVA.....	97
3.1	ÚVOD	98
3.1.1	PODKLADY PRO ZPRACOVÁNÍ	98
3.1.2	VÝPOČTOVÉ HODNOTY KLIMATICKÝCH POMĚRŮ.....	98
3.1.3	VÝPOČTOVÉ HODNOTY VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ.....	99
3.2	ZÁKLADNÍ KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ	99
3.2.1	HYGIENICKÉ VĚTRÁNÍ A KLIMATIZACE	99
3.2.2	ENERGETICKÉ ZDROJE	100
3.3	POPIS TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ	100
3.3.1	KONCEPCE VĚTRACÍCH A KLIMATICKÝCH ZAŘÍZENÍ.....	100
3.4	NÁROKY NA ENERGIE	102
3.5	MĚŘENÍ REGULACÍ	102
3.6	NÁROKY NA SOUVISEJÍCÍ PROFESE	103
3.6.1	STAVEBNÍ ÚPRAVY	103
3.6.2	SILNOPROUD	103

3.6.3	VYTÁPĚNÍ A CHLAZENÍ	103
3.6.4	ZDRAVOTNÍ TECHNIKA	103
3.7	PROTIHLUKOVÁ A PROTITŘESOVÁ OPATŘENÍ	103
3.8	IZOLACE A NÁTĚRY	104
3.9	PROTIPOŽÁRNÍ OPATŘENÍ	104
3.10	MONTÁŽ, PROVOZ, ÚDRŽBA A OBSLUHA ZAŘÍZENÍ	104
3.11	ZÁVĚR.....	104
4	ZÁVĚR	115
5	POUŽITÉ ZDROJE.....	115
6	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A OZNAČENÍ	117
7	SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ	118
8	PŘÍLOHY	120

ÚVOD

Pro bakalářskou práci v oboru vzduchotechnika, jsem se rozhodla kvůli tomu, že mě jako jeden z mála předmětů opravdu zaujal a vidím v ní velký potenciál do budoucna. Vždyť v dnešní době má významné postavení ve stavebnictví. Téměř většina objektů, ať už průmyslových, administrativních či školních zařízení, se neobejde bez nuceného větrání.

V teoretické části se budu zabývat větráním velkokuchyní. Zaměřím se na stav mikroklimatu ve varnách a jeho dopadu na konstrukce a pracovní prostředí pracovníků. Popíši výpočet větrání kuchyní, rozeberu návrh a nejčastější chyby, které při návrhu mohou nastat. Rozeberu druhy odvětrání, jejich konstrukci, výhody a nevýhody.

V praktické části řeším vzduchotechniku pro celou mateřskou školu. Pro úpravu vzduchu jsou navrženy 3 VZT jednotky a částečná klimatizace. V této části je obsažen výpočet tepelných bilancí, průtoků vzduchu, návrh distribučních elementů, dimenze potrubí, návrh VZT jednotek a kondenzačních jednotek, úpravy vzduchu a útlum hluku.

1 TEORETICKÁ ČÁST

1.1 Současný stav větrání ve velkokuchyních

Průzkumy, které u nás byly provedeny, ukazují, že současný stav větrání v gastronomických provozech v České republice, je značně nevyhovující. V některých případech je větrání v přímém rozporu s platnými zásadami hygieny pracovního prostředí.

S vývojem stále novějších gastronomických zařízení se mění i požadavky na odvětrávání. Bohužel často dochází k případu, že provozovatel investuje nemalou sumu peněz do výdejních a varných zařízení a do vybavení částí, určených pro hosty, aby splnil hygienické požadavky, avšak vzduchotechnika je ponechána původní. Takové zařízení, ale nevyhovuje novým a výkonnějším spotřebičům a tak se stává, že kuchyně je sice nová a moderní, ale i tak v ní dochází ke kondenzaci vodních par a aerosolů a s tím související vznik plísní, zamlžování oken, a tvorba naprosto nevhodného pracovního prostředí pro personál.

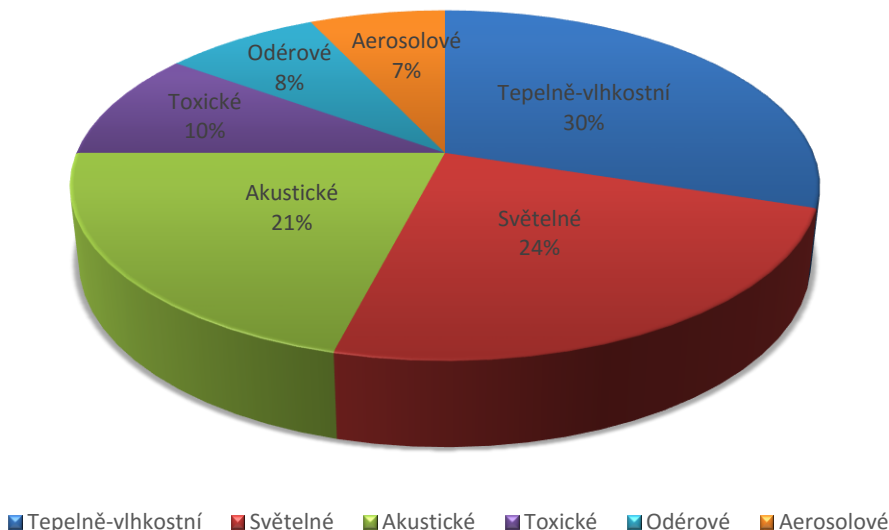
1.2 Mikroklima v kuchyních

Mikroklima - je tvořeno látkami - agenciemi, které působí na člověka a má velký vliv na jeho pohodu a zdraví.

Agencie = látky hmotnostního nebo energetického charakteru, působící na subjekt. Můžeme je rozdělit na

- a) Hmotnostní – např. vodní pára, kapalný aerosol, oděry
- b) Energetické – např. světlo, zvuk, záření

Graf č. 1.1 Složky interního mikroklimatu



Kvalita prostředí je důležitým faktorem zejména pro zdraví lidí a ovlivňuje ji větrání. Větráním se snažíme vytvářet pokud možno optimální mikroklimatické podmínky pro práci kuchařů a kuchyňského personálu. Tyto podmínky se snažíme vytvářet zejména v pracovní oblasti, tzn. v těsné blízkosti varné linky. Je třeba, aby tato oblast byla provzdušněna čerstvým vzduchem. Jelikož se teplota okolních ploch a teplota vzduchu příliš neliší, a relativní vlhkost vzduchu se pohybuje okolo 70%, o pohodě prostředí v kuchyních rozhoduje zejména rychlost vzduchu a jeho turbulence.

Optimální podmínky:

- operativní teplota – 22°C, přípustná 23°C (norma VDI připouští i 28°C, vlhkost 70%)
- přípustná rychlost proudění 0,3 m/s
- gradient teploty u podlahy ≤ 3 K/m

Kromě optimálního pracovního prostředí, by dostatečnou výměnou vzduchu mělo docházet k eliminaci zápachů z kuchyně a jejich přenos do přilehlých prostor, zamezení devastaci stavebních konstrukcí kuchyňských provozů, anebo vysoké spotřebě energie.

1.3 Obrazy proudění vzduchu

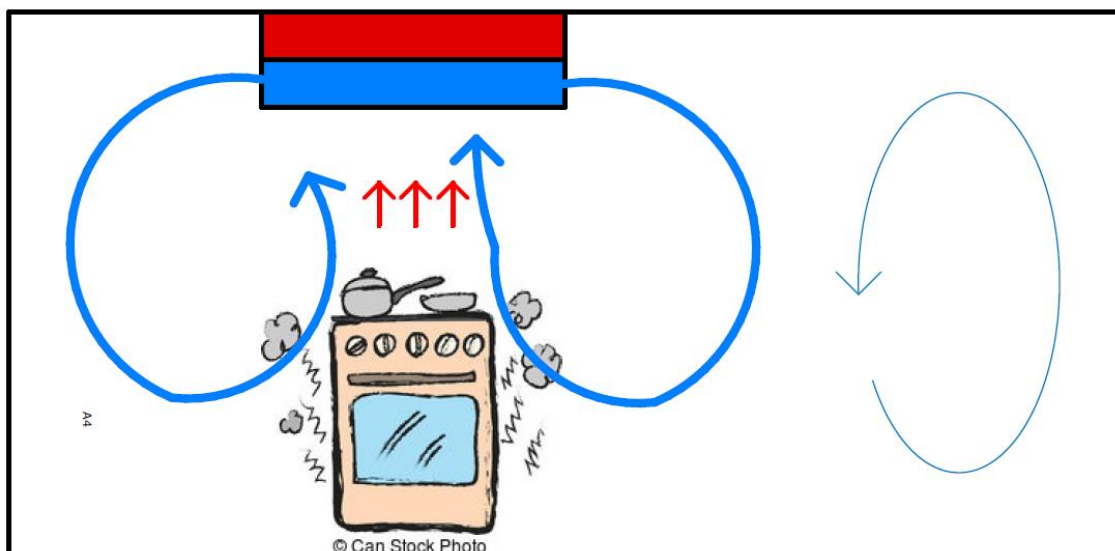
Výchozím podkladem pro řešení rozvodu vzduchu v prostoru je představa o rychlostním a teplotním poli ve větraném prostoru, zvaná obraz proudění. Je ovlivněn konvekčními teplými proudy, které vznikají z varných linek a chladnými plochami v prostoru. Ve varnách řešíme přívod vzduchu dvěma způsoby.

1.3.1 Přívod směšovací

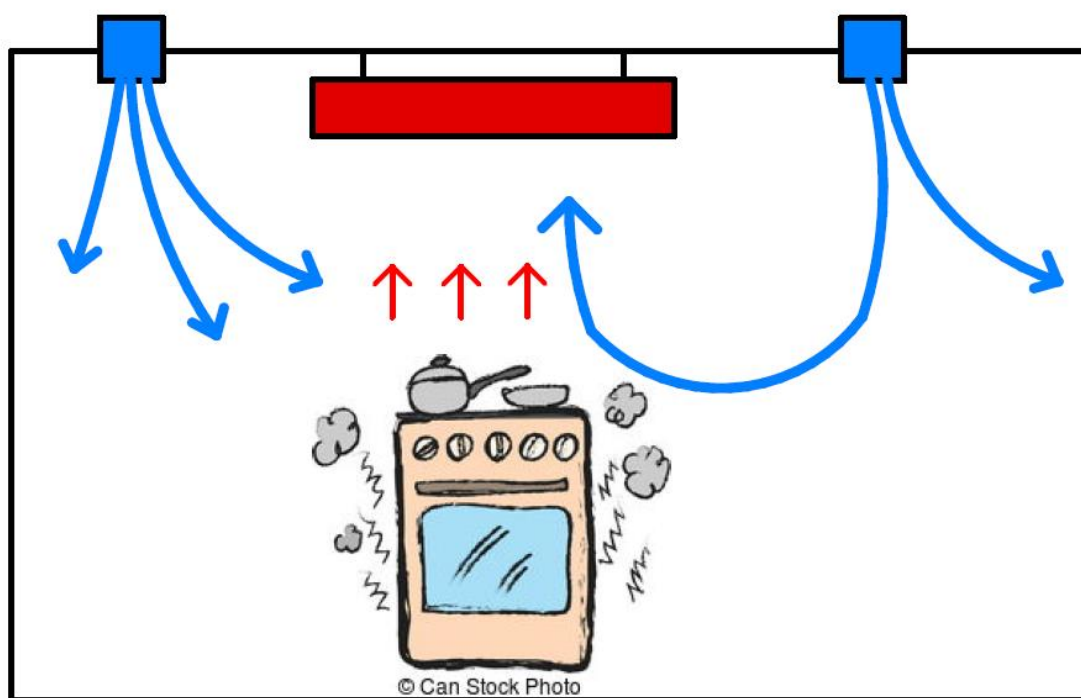
Přívod je situován přes osoby směrem ke zdroji škodlivin. Zpravidla se směřuje k velkým okenním plochám. Měl by být řešen tak, aby nevytlačoval teplý konvekční proud z odsávacího zákrytu. Přívod může být buď horizontální – mřížky či trysky pro distribuci vzduchu jsou umístěny na boční straně digestoře, nebo vertikální, pro který je vhodné použít vířivé vyústky, anemostaty, dostatečně vzdálené od zákrytů.

1.3.2 Přívod zaplavovací

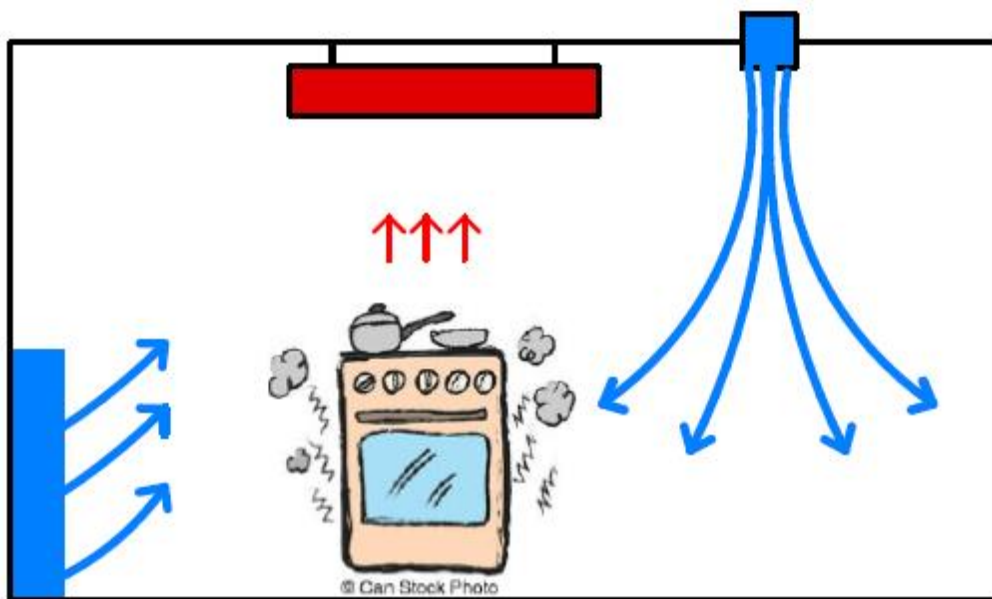
Přívod vzduchu je řešen přes velkoplošné vyústí, s nízkou rychlostí a hybností vzduchu. Takto řešeným proudem je snižována zátěž teplem a škodlivinami v pracovní oblasti. Škodliviny jsou konvektivními proudy unášeny pod strop, kde jsou odváděny.



Obrázek 1.1 Obrazy proudění - přívod směšovací



Obrázek 1.2 Obrazy proudění - přívod směšovací



Obr. 1.3 Obrazy proudění - přívod zaplavovací

1.4 Výpočet větrání kuchyní (dle normy VDI 2052)

1.4.1 Parametry mikroklimatu

- Optimální teplota: 20-26°C
- Maximální rychlost vzduchu: 0,25 – 0,45 m/s
- Optimální vlhkost: 55-80%
- Maximální vlhkost: 16,5 g/kg
- Optimální vlhkost: 11,5 g/kg
- Maximální hladina hluku: 50-60 dB

1.4.2 Zásady návrhu větrání kuchyně

- Vyrovnaná bilance – vyloučení kontaminace vzduchu z okolních prostorů.
- Průtok přívodního vzduchu $\leq 90 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ – zabránění vzniku průvanu.
- Rychlost vzduchu v sacím hrdle by se měla pohybovat v rozmezí od 5 do 7 m/s.
- Větrání připraven, skladů a výdeje, může mít stejný odtah, ale jednotlivé sektory musí mít své vlastní regulování.
- Doporučená třída je filtrace F7 a je vhodné vybavit filtry indikátorem znečištění.
- Nutnost osazení revizních otvorů na potrubí cca po 3 m délky, jak na přívodu, tak na odvodu, v každé změně směru. Rozměr musí odpovídat průměru vedení nebo nejméně 3200 cm^2 .
- Odvětrávací ventilátory musí být lehce přístupné pro snadnou údržbu.

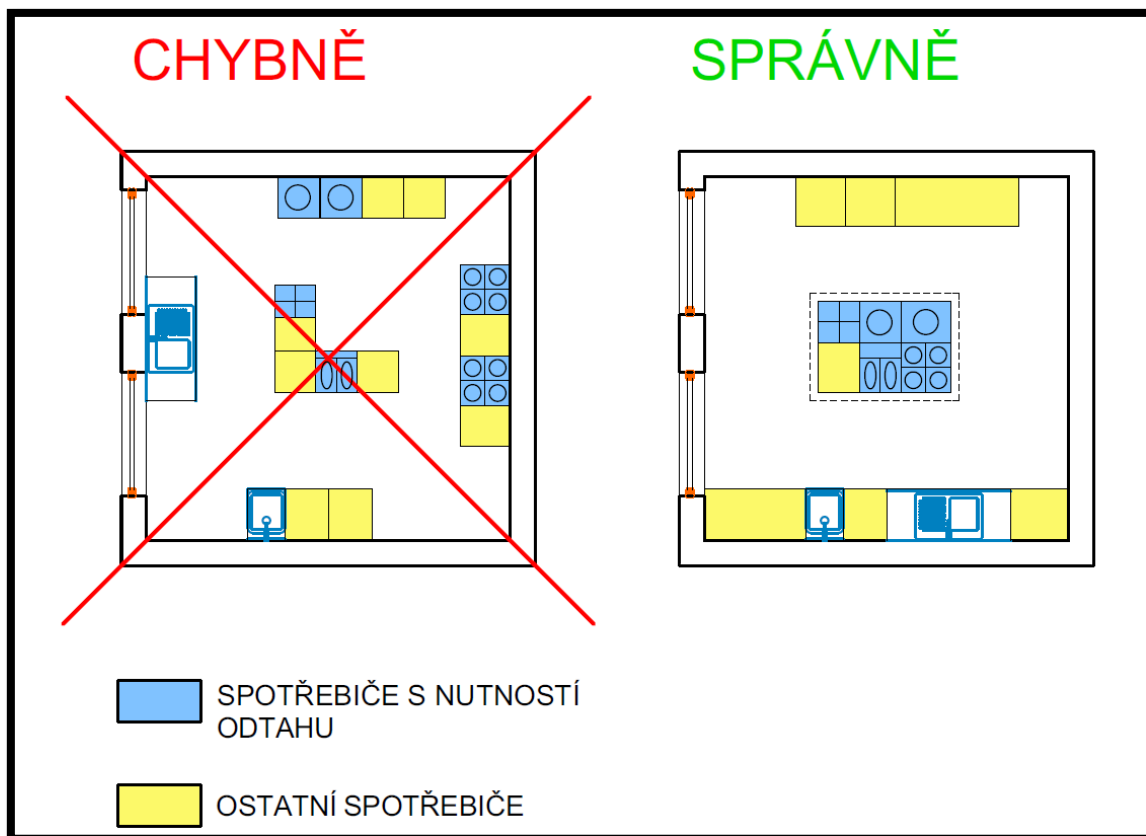
- Provozní motory nutno umisťovat mimo vzduchové proudy, jejichž funkce musí být jednoduše hlídatelná a odpojitelná z kuchyně.
- Odvětrávací zařízení musí být zhotoveno z nehořlavých materiálů, od kuchyně až po exteriér třídy požární bezpečnosti F90 nebo musí být vybaveny uzavíratelným zařízením proti ohni.
- Vedení odvodu z kuchyně nesmí být spojeno z odvodem z jiného prostoru.
- Na nebo za odváděcí zařízení je nutné osadit tukové filtry nebo odlučující elementy z nehořlavého materiálu, lehce smontovatelné pro údržbu.
- Odvětrávací vedení musí mít hladký, lehce čistitelný vnější povrch.
- Profilované stěny, jako např. pohyblivé trubice nebo sající látky nejsou vhodné – přes stěny nesmí prostoupit tuk, ani kondenzát.
- Nutno osadit zařízení na zachycení a odtok kondenzátu.
- Sání venkovního vzduchu umisťovat min 3 m nad terén, výfuk pak situovat nad střechu - nesmí ovlivňovat sousední objekty.

1.4.3 Návrh uspořádání kuchyně

- a) Návrh a uspořádání gastro zařízení a technického uspořádání v prostoru kuchyně.
- b) Stanovení rozměrů kuchyňského zařízení.
- c) Specifikace zařízení, produkce tepla a vlhkosti.

1.4.3.1 Zásady uspořádání:

- Situování zařízení do varných center, aby bylo možné odsávání vzduchu pouze jednou digestoří.
- Do blízkosti oken neumisťovat zařízení s vývinem vodních par (myčka, varné kotle, apod.), ale přívod čerstvého vzduchu.



Obrázek 1.4 Rozmístění zařízení v prostoru kuchyně

1.4.4 Návrh rozměrů odsávacího zařízení

Odsávání digestoří – přesah přes spotřebiče min 0,2 m; výška od podlahy min 2,1 m

Odsávacím stropem – volba podle světlé výšky kuchyně a výšky nadpraží oken, $h_{\min} = 2,1-2,3\text{m}$

1.4.5 Stanovení produkce citelného tepla Q_s a vlhkosti D

Produkce tepla (W) a vlhkosti (g / kg), se určí dle tabulky. Stanoví se od jednotlivých kuchyňských zařízení podle typu zařízení, zdroje (elektro / plyn) a štítkového příkonu v kW.

1.4.5.1 Konvekční tepelné zatížení $Q_{s,k}$

Určujeme zvlášť pro každé zařízení

$$Q_{s,k} = Q_s * b * \Phi \quad [W] \quad (1.1)$$

Q - maximální produkce citelného tepla [W]

B - stupeň zatížení (konvekční podíl) [-]

Φ - faktor současnosti [-]

1.4.5.2 Výpočet termických proudů

Termický proud = proud tepelného vzduchu indikovaný nad místem vaření

$$V_{th} = k \cdot Q_{s,k}^{1/3} \cdot (z + 1,7 \cdot d_{HYDR})^{5/3} \cdot r \quad [m^3/h] \quad (1.2)$$

k - empiricky stanovený koeficient; k=18

$[m^{4/3} W^{1/3} h^{-1}]$

$Q_{s,k}$ - celkové konvekční tepelné zatížení

[W]

r - redukční polohový faktor

[-]

z - účinná odsávací výška pro jednotlivé zdroje:

$$z_i = h_i - H_{oi} \quad [m] \quad (1.3)$$

H_o - výška zdroje tepla nad podlahou

[m]

h_i - výška odsávacího vzduchotechnického zařízení

[m]

d_{HYDR} - hydraulický průměr jednotlivých zdrojů

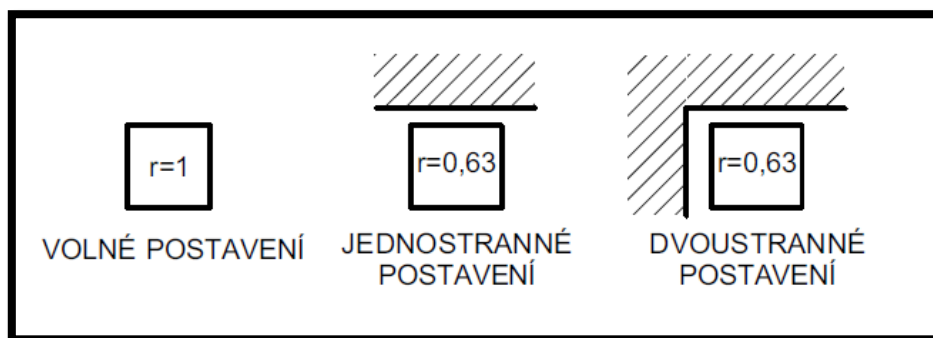
$$D_{hydr} = 2 \cdot \frac{L0 \cdot B0}{L0 + B0} \quad [m] \quad (1.4)$$

L, B - půdorysný rozměr zdroje tepla

[m]

1.4.6 Stanovení redukčních polohových faktorů „r“

Polohový faktor = zohledňujeme jej dle postavení spotřebičů, produkujících teplo v prostoru kuchyně



Obr. 1.5 Schéma pro určení polohového faktoru "r"

1.4.7 Výpočet množství odsávaného vzduchu od jednotlivých zdrojů

$$V_{ods}^{dig} = V_{th} * a \quad [m^3/h] \quad (1.5)$$

V_{th} – termický proud vzduchu [m³/h]

a - přírážkový faktor poruch termického proudu [-]

Dále je též nutné odvádět spaliny z instalovaných plynových zařízení pod digestoří.

$$V_{G, ods} = 1,35 * P * \Phi \quad [m^3/h] \quad (1.6)$$

$V_{G, ods}$ – množství spalin [m³/h]

P – instalovaný příkon plynových spotřebičů [kW]

Φ - faktor současnosti [-]

1.4.7.1 Výpočet množství odváděného vzduchu digestoří

$$V_{ods} = \sum V_{ods}^{dig} + (\sum V_{th, ne} * a) \quad [m^3/h] \quad (1.7)$$

V_{ods} - celkové množství odváděného vzduchu [m³ /h]

V_{ods}^{dig} - množství odváděného vzduchu všemi digestořemi v místnosti [m³/h]

$V_{th, ne}$ - množství odváděného vzduchu od volně stojících zařízení mimo digestoře [m³ /h]

a - přírážkový faktor poruch termického proudu [-]

1.4.7.2 Výpočet množství odváděného vzduchu odsávacími stropy

$$V_{ods}^{str} = \sum V_{th} * a \quad [m^3/h] \quad (1.8)$$

V_{th} – termický proud vzduchu, min. výška odsávání je 2,1m [m³/h]

a - přírážkový faktor poruch termického proudu [-]

1.4.8 Kontrolní výpočet vlhkostní bilance

$$\sum V_{th,ne} + V_a \geq \sum V_{ods}^{dig} \quad (1.9)$$

Nutné množství odváděného vzduchu z hlediska vlhkostní bilance:

$$V_{ods} = \frac{\sum m_d * \phi}{[(x_{ods} - x_{př}) * \rho]} [m^3/h] \quad (1.10)$$

V_{ods} – množství odváděného vzduchu k ochraně před kondenzací	$[m^3/h]$
m_d – součet předání vodní páry od jednotlivých kuchyňských zařízení	$[g/h]$
ϕ – faktor současnosti	$[-]$
$x_{ods} - x_{př}$ – rozdíl absolutních vlhkostí vzduchu přiváděného a odváděného	$[g/kg]$
ρ – objemová hmotnost vzduchu	$[kg/m^3]$

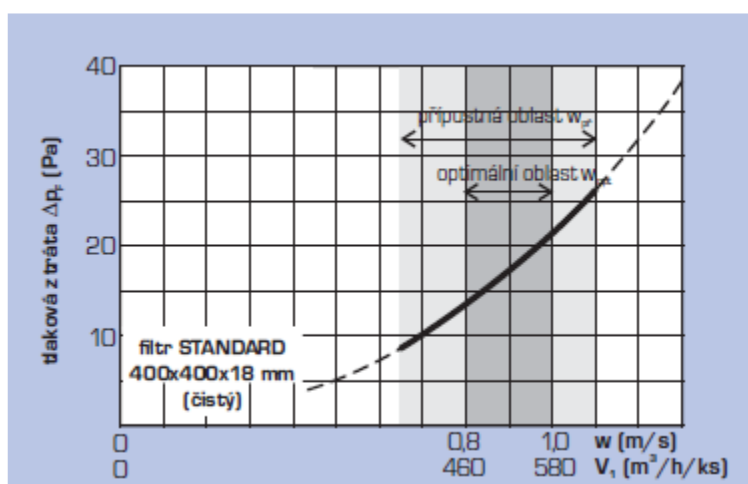
1.4.9 Celkové množství přiváděného vzduchu

Zajištění rovnotlaké bilance odváděného a přiváděného vzduchu do kuchyně.

Platí: $\sum V_{př} = \sum V_{ods}$

1.4.10 Dimenze tukových filtrů

Počet a velikost filtrů určíme dle maximálního požadovaného průtoku tak, aby průtok jedním filtrem byl v optimální oblasti grafu. Tím je zajištěno dokonalé odloučení aerosolových částí.



Obr. 1.6 Graf pro určení optimálního bodu, při návrhu tukových filtrů

1.4.11 Rozmístění tukových filtrů

Nutná kontrola, zda lze navržený filtr umístit do digestoře.

1.4.12 Návrh rekuperačních výměníků (u digestoří s rekuperací)

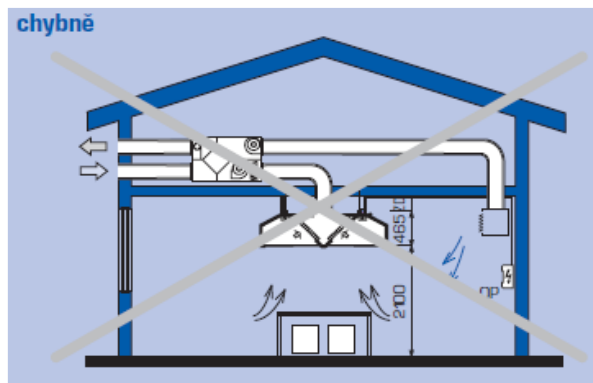
1.4.12.1 Návrh průřezů připojovacích hrdel – $w_{opt} = 4,0 - 7,0$ m/s

1.4.12.2 Celková tlaková ztráta

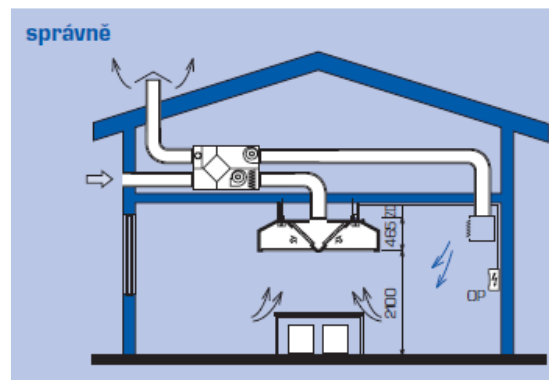
- Digestoře – součet všech dílčích tlakových ztrát jednotlivých prvků digestoře (tukový filtr, rekuperátor, vstupní hrdlo, přívodní vyústka)
- Odsávací stropy - závislá na konkrétním typu a provedení stropu, na rozměrech vzduchovodů, počtu tukových filtrů a členitosti stropu.

1.5 Přehled nejčastějších chyb, při návrhu větrání:

- Chybně navržená koncepce větrání vzhledem k zařízení – nerespektování zásad instalace digestoří, dané výrobcem
- Překročení hlukových limitů – nevhodné umístění ventilátorů
- Chybně stanovené výkony větrání – předimenzování systému a s tím související vysoké náklady na pořízení
- Nenainstalování zařízení pro zpětné získávání tepla – vysoké náklady na spotřebu tepelné energie
- Neosazení regulace – zbytečné větrání v době mimo provoz
- VZT jednotka není zaregulovaná
- Špatná nebo žádná izolace potrubí – kondenzace par a následující stékání kondenzátu má za následek vznik koroze, vlhkosti apod.
- Použití tkaninových filtrů – norma VDI zakazuje jejich používání z požárního hlediska, navíc je jejich údržba značně problematická
- Chybné obrazy proudění vzduchu v prostoru kuchyně
- Neosazení uzavíratelných klapek – v zimním období bude docházet v nočních hodinách ke značnému prochlazení prostoru. Při startu provozu pak na vychlazeném prostoru bude docházet ke kondenzaci páry.
- Špatně přístupné rozvody pro údržbu a čištění nebo úplně zanedbaná údržba – zanášení filtrů
- Chybně vyvedený výfuk



Obr. 1.7 Ukázka vyvedení odtahu znehodnoceného vzduchu z budovy - chybně



Obr. 1.8 Ukázka vyvedení odtahu znehodnoceného vzduchu z budovy – správně.

1.6 Větrací systémy

V závislosti na velikosti kuchyně, jejím vybavení, velikosti, počtu připravovaných jídel rozeznáváme dva druhy větrání.

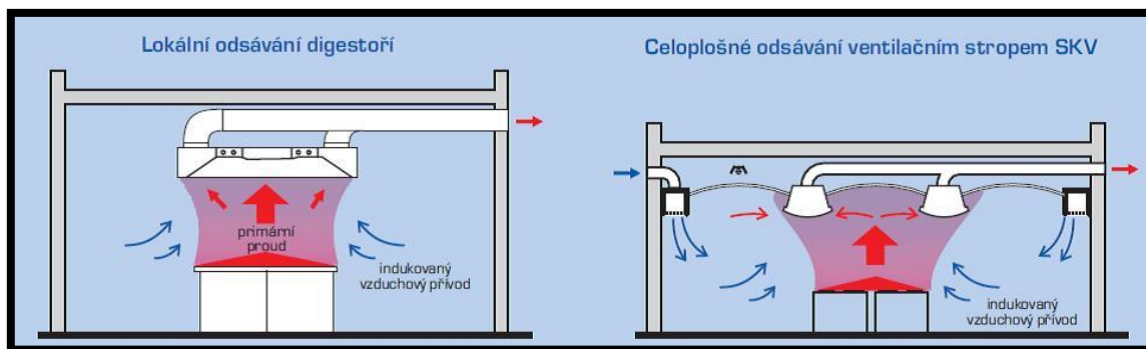
a) Větrání přirozené

Navrhuje se pouze u malých kuchyní, kde neuvažujeme tepelnou úpravu potravin.

b) Větrání nucené

Využívá se u všech prostorů velkokuchyní, hlavně u provozů s velkým vývinem škodlivin. Rozlišujeme 2 základní možnosti, jak vyřešit větrání kuchyně:

- Systém lokální
- Systém celoplošný



Obr. 1.9 Porovnání odvodu a přívodu vzduchu u kuchyně s lokálním systémem odvětrání a celoplošným systémem.

1.6.1 Systém lokální

Sací nástavec neboli digestoř, slouží k zachycení unikajících škodlivin v místě jejich vzniku. Uplatňují se zejména pro malé a střední kuchyně, kde je odpadní vzduch odsáván digestoří přímo nad jednotlivými spotřebiči nebo varnými bloky. Pokud není digestoř součástí zdroje, při jehož práci vznikají škodliviny, pak se jedná o „nepřímé odsávání“. V opačném případě je odsávání „přímé“.

Velikost digestoře se určuje dle množství odváděného vzduchu a velikosti varného centra nebo spotřebiče, nad kterým je instalována. Provedena může být buď jako nástěnná, nebo středová. Je nutné správně určit rozměry digestoře a navrhnout i přesahy cca 200 mm. Spodní hrana prvku je z hlediska účinného zachycení termického proudu ve výšce min. 2,1 m nad podlahou. Všechny digestoře musí být vybaveny tukovými filtry. Jejich údržba závisí na velikosti provozu a počtu připravovaných jídel. Digestoře jsou vyráběny zpravidla z nerezů.

Výhody:

- Nižší pořizovací cena
- Krátká doba pohybu aerosolu vzduchem

Nevýhody:

- Nebezpečí úniku odpadního vzduchu do prostoru kuchyně

Z hlediska provedení a funkce, dělíme digestoře následovně

- Odsávací digestoř standartní
- Odsávací digestoř s vestavěným dílem pro přívod vzduchu do kuchyně
- Odsávací digestoř s vestavěným přívodem vzduchu a rekuperací
- Indukční digestoře

1.6.1.1 Odsávací digestoř standartní

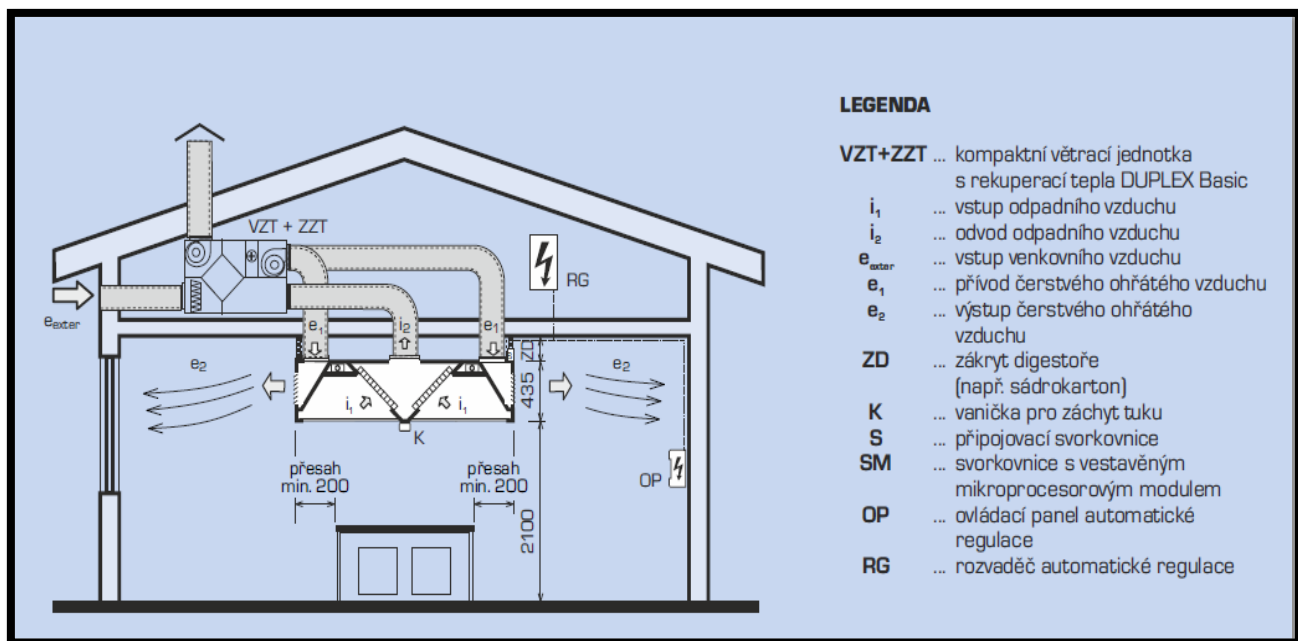
Tato digestoř zajišťuje pouze odsávání znehodnoceného vzduchu, jeho filtraci a následný odvod ven. Kuchyňské páry a pachy procházejí tukovým filtrem, skládajícího se z více vrstvého tahokovu umístěném v rámečku z nerezového plechu. Přefiltrovaný vzduch je dále odváděn odtahovým potrubím do exteriéru. Při návrhu musíme dbát na to, aby odtahová cesta neobsahovala překážky jako

LEGENDA

- e_1 ... přívod čerstvého venkovního vzduchu
- e_2 ... výstup čerstvého přehřátého vzduchu do kuchyně
- i_1 ... odsávaný vzduch z digestoře
- i_2 ... výfuk odpadního vzduchu z digestoře
- TVZ ... přírodní teplovzdušná jednotka s filtrací, ohřevem a protimrazovou regulací
- K ... vanička na kondenzát (vysouvací)
-  ... zářivkové osvětlení (standardně)
- S ... přípojovací svorkovnice (alternativně s řídicím modulem)
- (SM) ... rozvaděč automatické regulace
- OP ... ovládací panel

1.6.1.2 Odsávací digestoř s vestavěným dílem pro přívod vzduchu

Zajišťují odsávání a zároveň přívod čerstvého vzduchu. Přívod vzduchu digestoří zajišťuje optimální proudění vzduchu v prostoru, a tím zvyšuje účinnost odsávání. Úprava vzduchu probíhá ve vzduchotechnické jednotce, která je standardně vybavena ventilátory, filtrací, tukovým filtrem, systémem zpětného získávání tepla, ohřívacem a popřípadě výparníkem. VZT jednotka je umístěna ve strojovně mimo prostor varny, nejlépe nad kuchyní. Tím se vyhneme neestetickým rozvodům a úspoře materiálu. Odsávací a přívodní hrdla jsou realizovány výhradně ze shora. Odvod vzduchu probíhá přes kazetové filtry. Odvodní a přívodní potrubí musí být opatřeno tepelnou a akustickou izolací.



Obr. 1.11 Schéma digestoře s odtahem a přívodem vzduchu v jednom

1.6.1.3 Odsávací digestoř s vestavěným přívodem vzduchu a rekuperací

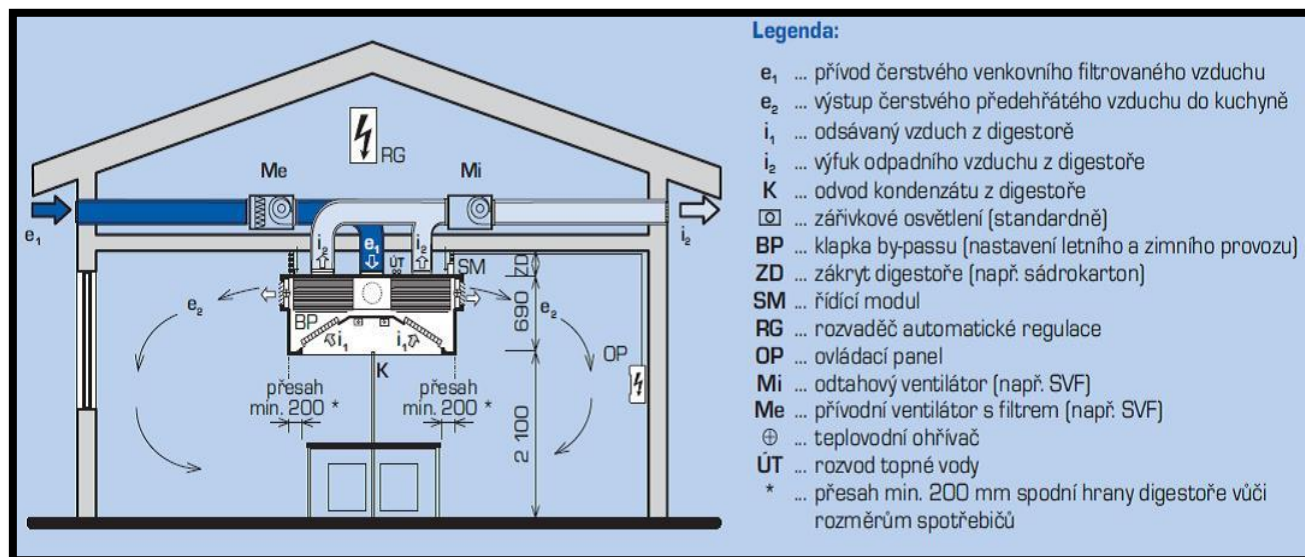
Zajištění odtahu a filtrace znehodnoceného vzduchu a současně přívod čerstvého, rekuperací předeřátého vzduchu pro kuchyň. Na rozdíl od předešlého typu, mají tyto digestoře přímo zabudovaný rekuperační výměník, proto není potřeba samostatné VZT jednotky. Výměníky jsou osazeny v horní části digestoře. Čerstvý upravený vzduch je přiváděn do výměníku, kde je předeříván teplem, uvolněným z odpadního vzduchu, čímž se snižují provozní náklady. Výměníky jsou vybaveny též bypassem – klapkou pro obtok teplého vzduchu v letním období, kdy ohřev vzduchu není žádoucí. Některé digestoře mohou být vybaveny teplovodním registrem pro dohřev přívodního vzduchu na požadovanou teplotu. Přiváděný vzduch proudí vyústkami umístěnými na bočních stranách digestoře, které jsou ručně nastavitelné.



Obr. 1.12 Digestoř s přívodem vzduchu - přívodní vyústky

Znehodnocený vzduch proudí do odsavače přes tukové filtry, opatřené kovovou mřížkou. Součástí této digestoře je také vana pro odvod kondenzátu, který vzniká při uvolňování tepla z odpadního vzduchu ve výměníku. Je nutné zajistit jeho odvod do kanalizace.

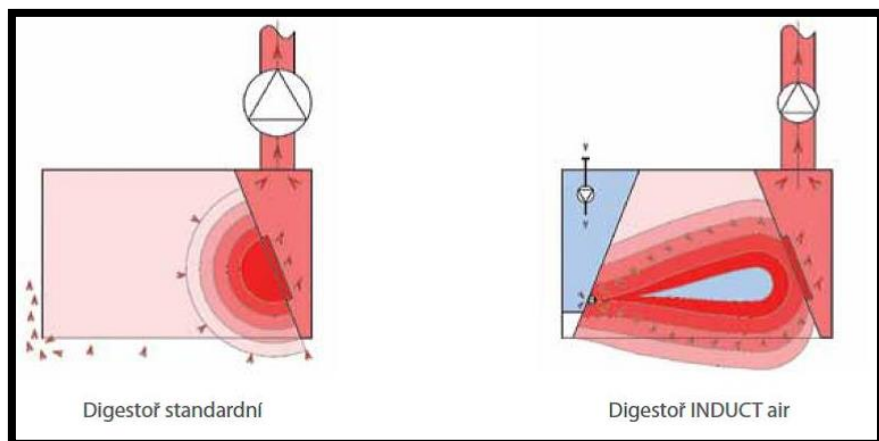
Jak už bylo zmíněno, tyto digestoře nevyžadují strojovnu, jsou vybaveny pouze ventilátory na přívodní a odvodní větví, s vestavěnými filtry. Pro splnění akustických a hygienických požadavků, se ventilátory umísťují mimo prostor kuchyně.



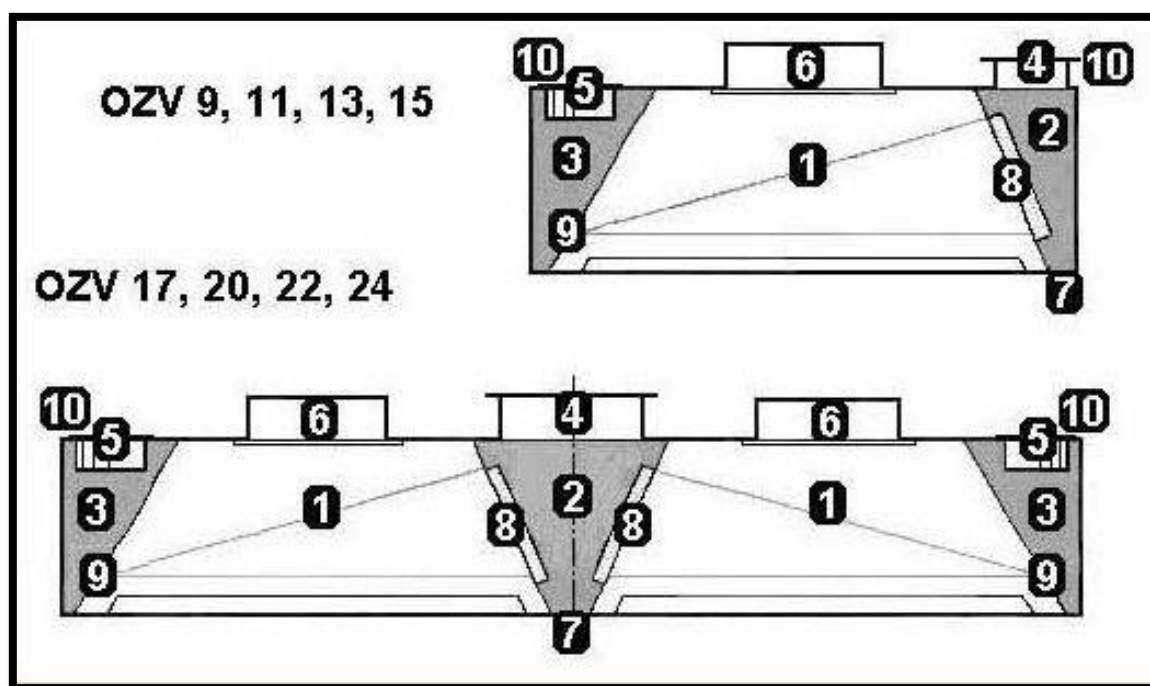
Obr. 1.13 Schéma digestoře se zabudovanými rekuperačními výměníky

1.6.1.4 Indukční digestoře – se vstřikováním vzduchu

Indukční digestoře jsou určeny pro průmyslové a velkokuchyňské systémy odvádění teplého vzduchu s obsahem škodlivin z prostoru jejich vzniku. Pracují na principu systému trysek umístěných nad zdrojem vzniku škodlivin a vstřikují do prostoru zákrytu vzduchový proud, nasměřovaný na příslušné odsávací otvory. Vstřikovaný proud vzduchu vyvolá svou rychlostí podtlakovou indukci teplých nebo vlhkých stoupavých proudů, včetně tukových částic, aromatických plynů atp. Hybnost vstřikovaného vzduchu dopraví indukované škodliviny do oblasti působení odsávacích otvorů. Tím se podstatně zvýší koncentrace škodlivin v odváděném vzduchu a je možno snížit jeho množství. Indukční způsob vede k výraznému snížení jak pořizovacích, tak provozních nákladů celého VZT systému.



Obr. 1.14 Porovnání účinnosti standartní digestoře a indukční digestoře



Obr. 1.15 Princip indukční digestoře

1. Odsávaný prostor, 2. Podtlaková komora, 3. Přetlaková komora, 4. Odsávací hrdlo s přírubou, 5. Ventilátor vstřikovaného vzduchu, 6. Osvětlení, 7. Vypouštěcí zátka, 8. Lapač tuku, 9. Trysky vstřikovaného vzduchu



Obrázek 1.16 Pohled do indukční digestoře

1.6.2 Systém celoplošný

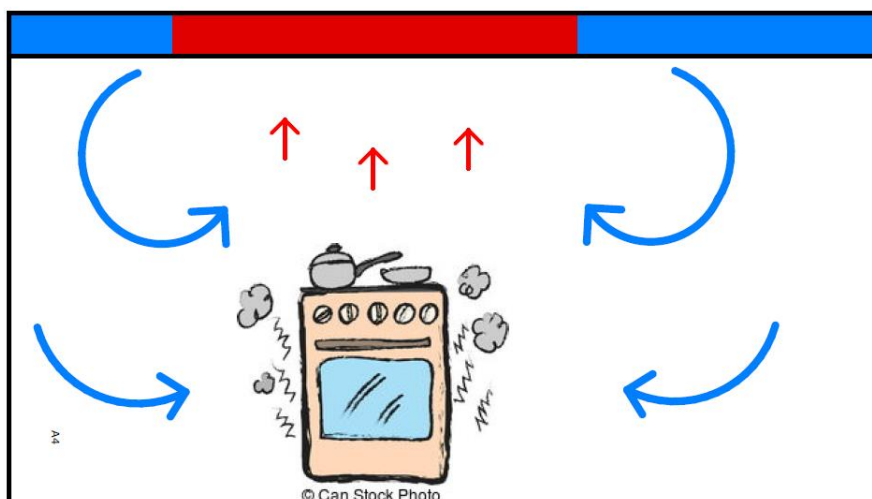
Odpadní vzduch je odváděn celoplošně větracími a klimatizačními stropy otevřeného nebo uzavřeného provedení. Jejich použití je výhodné zejména v provozech, kde jsou spotřebiče rozmístěny po celém prostoru kuchyně a instalace jednotlivých digestoří by byla nákladná a složitá. Hodí se i do prostorů s klenutými stropy. Úprava venkovního a následně odpadního vzduchu probíhá ve vzduchotechnické jednotce. Odvodní ventilátory systému, je nutné umísťovat mimo prostory kuchyně z akustických a hygienických důvodů. Pro zabránění narušení tlakových poměrů v budově, je vhodné odvodní a přívodní ventilátory od sebe blokovat, aby nebylo možné provozovat je jednotlivě. Stropy zajišťují také rovnoměrné osvětlení kuchyně.

Výhody:

- Možnost dispoziční změny prostoru
- Záchyt nárazových par

Nevýhody:

- Vyšší pořizovací cena



Obr. 1.17 Obrázek proudění vzduchu odsávacích stropů

1.6.2.1 Otevřené systémy

Znehodnocený vzduch je odsáván celoplošně před filtrační kazety do stropního meziprostoru, odkud je následně odváděn. Nevýhodou otevřených systémů je znečištění povrchů stavebních konstrukcí od tukových aerosolů, kondenzace par a s tím spojený vznik plísní a nečistot.

1.6.2.2 Uzavřené systémy

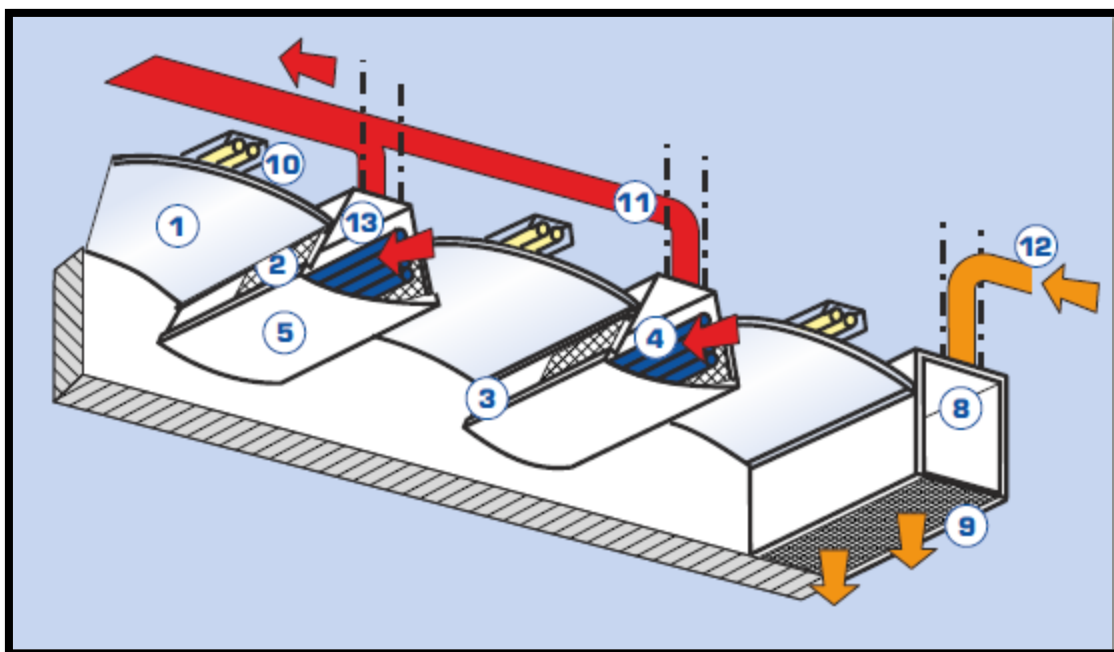
Odpadní vzduch je odváděn přes uzavřené vzduchovody, a tudíž je vyloučeno znečištění, mastnota na konstrukcích a vznik plísní z kondenzujících par. V odsávacích vzduchovodech musí být zajištěný podtlak, aby bylo zamezeno šíření pachů. Dále musí být vodotěsné a vypárované pro snadný odtok kondenzátu.

Největším výrobcem a dodavatelem větracích stropů u nás, je společnost Atrea, která dodává tři typy těchto stropů.

Typ A – Integrovaný systém s transparentními podhledy a UV – C filtrací

Tento systém je vhodný pro kuchyně s vyššími nároky na filtraci odpadního vzduchu. Přívod vzduchu je orientován seshora nebo v horizontální rovině.

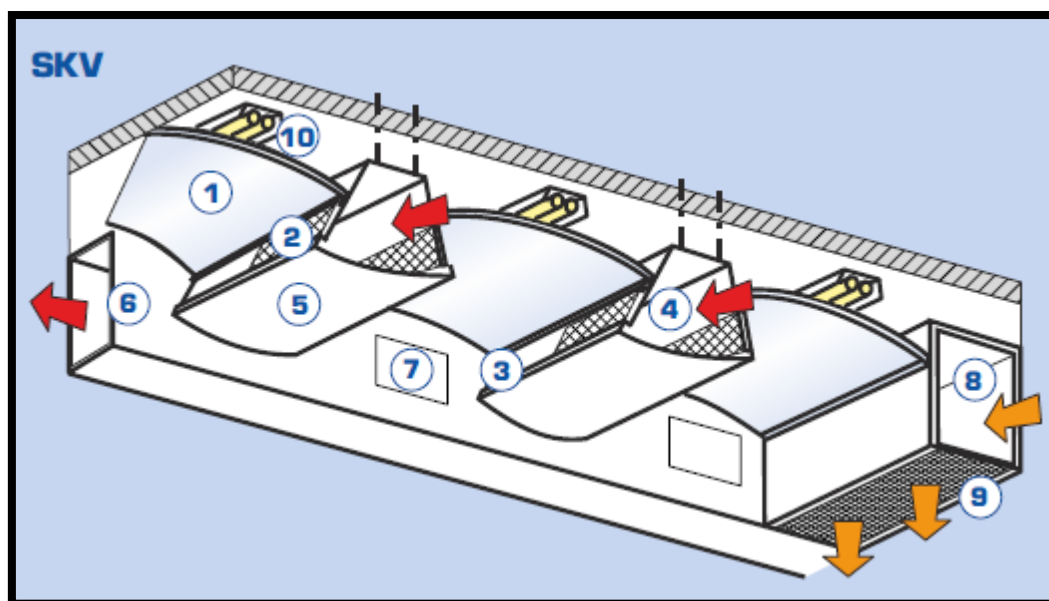
UV-C filtrace – vzduch, který je přefiltrován tukovými filtry, dále prochází přes UV-C lampy, které vytváří v okolním vzduchu ozón, jež reaguje s organickými sloučeninami, a tím jsou škodliviny likvidovány. Po likvidaci zbyde v odpadním vzduchu pouze vodní pára, oxid uhličitý a polymerovaný vosk.



Obr. 1.18 Odsávací stropy - typ A. 1. Transparentní obloukový podhled, 2. tukové filtry, 3. Mezilehlé vložky, 4. Odsávací vzduchovod, 5. Obloukové dno, 8. Vzduchovod boční přívodní, 9. Velkoplošná výústka, 10. Zářivkové osvětlení, 12. Horní přívodní potru

Typ B – Integrovaný systém s transparentními podhledy

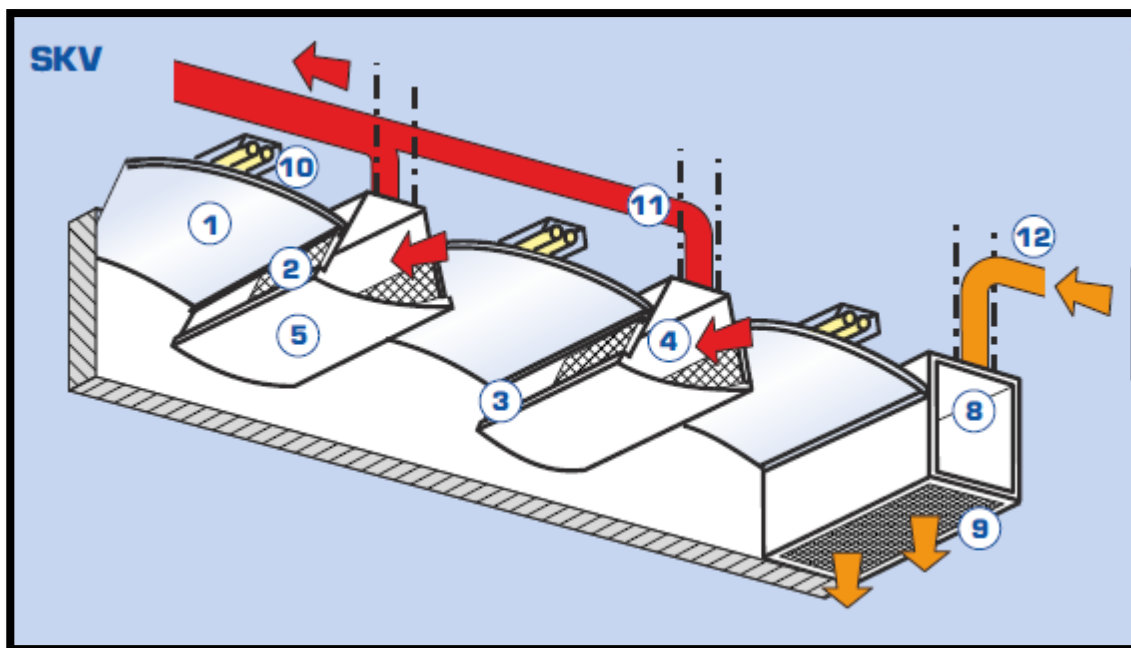
Stropy, jejichž přívodní, sběrné a odsávací vzduchovody jsou osazeny v horizontální rovině. Hodí se zejména do prostorů s nižší světlou výškou.



Obr. 1.19 Odsávací stropy - typ B. 1. Transparentní obloukový podhled, 2. tukové filtry, 3. Mezilehlé vložky, 4. Odsávací vzduchovod, 5. Obloukové dno, 6. Sběrný vzduchovod, 7. Čistící a revizní otvory, 8. Vzduchovod boční přívodní, 9. Velkoplošná výústka

Typ C – odsávací stropy s horním potrubím.

Tyto stropy se řeší napojením odvodních a přívodních vzduchovodů na sběrné vzduchovody, umístěné vertikálně seshora. Používají se u prostorů s větší světlou výškou.



Obr. 1.20 Odsávací stropy - typ C. 1. Transparentní obloukový podhled, 2. tukové filtry, 3. Mezilehlé vložky, 4. Odsávací vzduchovod, 5. Obloukové dno, 6. Sběrný vzduchovod, 8. Vzduchovod boční přívodní, 9. Velkoplošná vyústka, 12. Horní přívodní potrubí



Obr. 1.21 Odsávací stropy

1.7 Závěr

Větrání v kuchyních, ať už ve veřejných jídelnách, školách či restauracích, by se měl přikládat větší důraz. Každý z nás navštěvuje stravovací zařízení a představa mastné, vlhké kuchyně, zapáchající přepáleným olejem a vidina upocených kuchařů, není příjemná nikomu. Proto je nutné vytvářet co možná nejlepší mikroklima a pracovní podmínky pro kuchařský personál, a co možná nejmenší vliv těchto působitelů na stavební konstrukce.

Dále je třeba vzít v potaz také šetření energií. Jak bylo řečeno, téměř každá digestoř je vybavena rekuperačními výměníky pro zpětné získávání tepla a s tím spojeným šetření energií. Proto je vhodné pořizovat tyto zařízení.

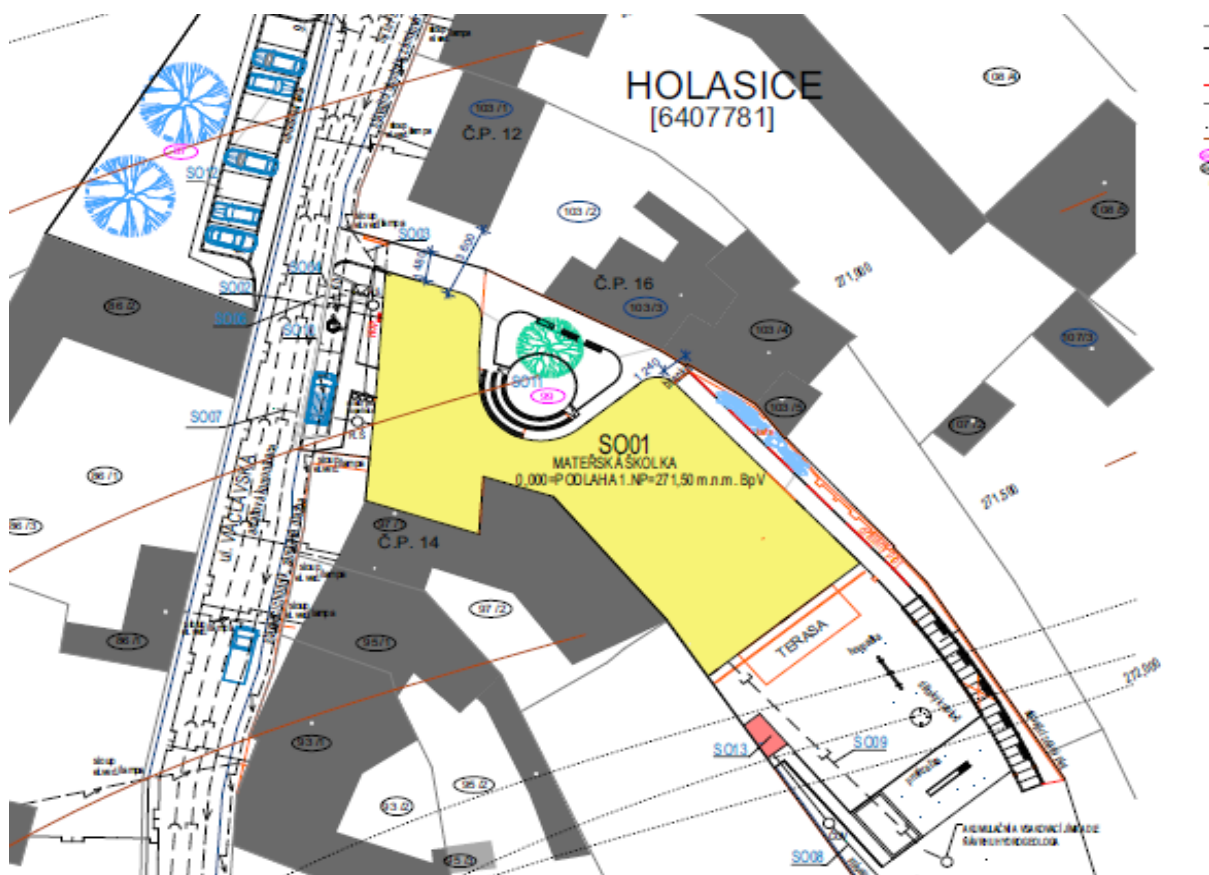
Kuchyňský odpadní vzduch, který je odváděn do exteriéru, by měl být co nejlépe zbaven škodlivin, aby bylo co nejméně zatěžováno životní prostředí. K tomu dnes na trhu najdeme několik moderních a jednoduchých řešení.

2 PRAKTICKÁ ČÁST

2.1 Analýza objektu

2.1.1 Popis objektu

Předmětem mé závěrečné práce, je budova mateřské školy s varnou, nacházející se v obci Holasice u Rajhradu. Budova je rozdělena na dvě části. První a větší část je jednopodlažní a tvoří ji dvě třídy, orientovány převážně na severovýchod a jihovýchod. Druhá část je dvoupodlažní. V přízemí najdeme varnu a k ní náležící místnosti, důležité pro chod celé varny. Ve 2.NP se nachází zázemí pro učitele a personál varny. Obě části jsou spojeny spojovací chodbou. V exteriéru školky se rozkládá atrium, kruhového tvaru, a dvůr s dětským hřištěm.



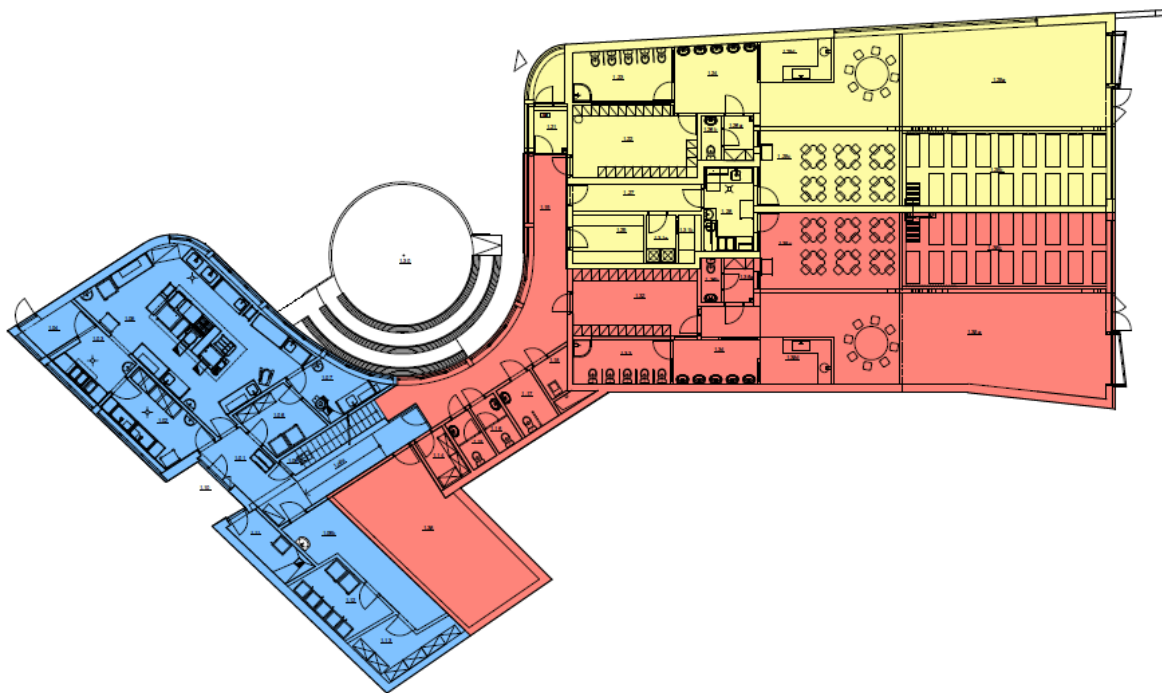
Obr. 2.1 Situace objektu mateřské školy

2.1.2 Konstrukční řešení

Objekt je zděný z keramických tvárnic a zateplen fasádním polystyrenem. V budově je navrženo ústřední vytápění, proto nebudu uvažovat pokrytí tepelných ztrát vzduchotechnikou.

Rozdělení objektu na funkční celky.

Pro návrh nuceného větrání, bude budova rozdělena do tří zón. První zóna je třída severovýchodní a její součástí. Třída jihovýchodní, společně se spojovací chodbou a strojovnou VZT, bude zóna druhá a funkční celek varny s jejím dalším zázemím, zóna třetí.



Obr. 1.2 Rozdělení objektu do zón. Žlutá barva - zóna č. 1, červená - zóna č. 2, modrá - zóna č. 3

2.2 Výpočtová část

2.2.1 Výpočet tepelné bilance pro místnost 1.25

2.2.1.1 Tepelné zisky okny:

Osluněná část okna:

$$S_{os} = [l_a - (e_1 - f)] * [l_b - (e_2 - g)] [m^2] \quad (2.1)$$

Vodorovný stín:

$$e_1 = c * \tan|\alpha - \gamma| [m] \quad (2.2)$$

Svislý stín:

$$e_2 = d * \frac{\tan h}{\cos|\alpha - \gamma|} [m] \quad (2.3)$$

l_a – výška zasklení	[m]
l_b – šířka zasklení	[m]
f – odstup od svislé stínící překážky	[m]
g – odstup od vodorovné stínící překážky	[m]
c – hloubka okna	[m]
d – hloubka okna	[m]
α – azimut slunce	[°]
γ – azimut stěny	[°]
h – výška slunce nad obzorem	[°]

OZN.	ROZMĚRY [m]	l_a	l_b	f	g	c	d	e_1	e_2	S_{ok}	S_o	S_{os}
O1	3,09x2,72	2,58	2,95	0,07	0,07	0,1	0,1	0,03	0,09	8,40	7,34	7,65
O2	2,35x1,2	1,06	2,21	0,07	0,07	0,1	0,1	0,03	0,09	2,82	2,40	2,40
O3	2,19x1,3	1,16	2,05	0,07	0,07	0,1	0,1	0,03	0,09	2,85	2,42	2,42
O4	1,75x1,2	1,06	1,61	0,07	0,07	0,1	0,1	0,03	0,09	2,1	1,79	1,75
O5	9,15x0,75	0,61	9,01	0,07	0,07	0,1	0,1	0,12	0,05	6,86	5,83	5,06
O6	7,35x1,21	1,07	7,21	0,07	0,07	0,1	0,1	0,03	0,09	8,95	7,59	7,78

Tepelný zisk radiací:

$$Q_{or} = [S_{os} \cdot I_o \cdot c_0 + (S_o - S_{os}) \cdot I_{o,dif}] \cdot s \quad [W] \quad (2.4)$$

c_0 – korekce na čistotu atmosféry; $c_0 = 1,15$ pro venkovskou oblast	[-]
I_o – celková intenzita radiace procházející oknem	[Wm ⁻²]
$I_{o,dif}$ – intenzita difúzní radiace procházející oknem	[Wm ⁻²]
s – stínící součinitel	[-]
S_o – plocha zasklení jednoho okna	[m ²]

OZN.	S_{os} [m ²]	I_o [Wm ⁻²]	c [-]	$(S_o - S_{os})$	$I_{o,dif}$ [Wm ⁻²]	s [-]	Q_{ror} [W]
O1	7,65	511	1,15	-0,31	117	0,15	680
O2	2,40	511	1,15	0	117	0,15	212
O3	2,42	511	1,15	0	117	0,15	214
O4	1,75	511	1,15	0,04	117	0,15	155
O5	5,06	217	1,15	0,77	117	0,56	60
O6	7,78	511	1,15	-0,19	117	0,56	321

Tepelné zisky oken konvekci:

$$Q_{ok} = S_{ok} \cdot U_o \cdot (t_e - t_i) \text{ [W]} \quad (2.5)$$

S_{ok} – plocha okna [m²]
 U_o – součinitel prostupu tepla okna [Wm⁻²K⁻¹]
 t_i – teplota interiéru [°C]
 t_e – teplota vnějšího vzduchu pro určenou hodinu [°C]

OZN.	S_{ok} [m ²]	U_o [Wm ⁻² K ⁻¹]	t_e [°C]	t_i [°C]	Q_{ok} [W]
O1	8,40	1,2	23	26	-30,24
O2	2,82	1,2	23	26	-10,15
O3	2,85	1,2	23	26	-10,26
O4	2,1	1,2	23	26	-7,56
O5	6,86	1,2	23	26	-24,70
O6	8,95	1,2	23	26	-32,22

Celková tepelná zátěž okny:

$$Q_o = Q_{or} + Q_{ok} \text{ [W]} \quad (2.6)$$

OZN.	Q_{or} [W]	Q_{ok} [W]	Q_{ok} [W]
O1	680	-30,24	650
O2	212	-10,15	202
O3	214	-10,26	204
O4	155	-7,56	147
O5	60	-24,7	35,3
O6	321	-32,22	289
			Σ 1 529

2.2.1.2 Tepelné zátěž vnějších stěn

Stěna středně těžká

$$Q_s = U_s \cdot S \cdot [(t_{rm} - t_i) + m \cdot (t_{r\psi} - t_{rm})] \text{ [W]} \quad (2.7)$$

U_s - součinitel prostupu tepla [Wm⁻²K⁻¹]
 S – plocha stěny s odečtenými otvory [m²]
 t_{rm} – průměrná rovnocenná sluneční teplota vnějšího vzduchu za 24 hodin [°C]
 t_i – teplota interiéru [°C]
 $t_{r\psi}$ – rovnocenná sluneční teplota v době o ψ hodin dřív [°C]

$$m = 1 + 7,6 \cdot \delta 2500 \delta \quad [-] \quad (2.8)$$

m – součinitel zmenšení teplotního kolísání [-]
 δ – tloušťka stěny [m]
 ψ - fázové posunutí teplotních kmitů [h]

$$\psi = 32\delta - 0,5 \quad [h] \quad (2.9)$$

$$\psi = 32 \cdot 0,4 - 0,5 = 12,3 \text{ h} \rightarrow 21 \text{ h}$$

OZN.	U_s [Wm ⁻² K ⁻¹]	S [m ²]	t_{rm} [°C]	t_i [°C]	$t_{r\psi}$ [°C]	m [-]	Q_s [W]
Stěna JV	0,218	8,0	30,2	26	23	0,18	5,06
Stěna SV	0,218	19,75	27,8	26	23	0,18	4,03

Těžká stěna

$$Q_s = U_s \cdot S \cdot (t_{rm} - t_i) \quad [W] \quad (2.10)$$

U_s - součinitel prostupu tepla [Wm⁻²K⁻¹]
 S – plocha střechy [m²]
 t_{rm} – průměrná rovnocenná sluneční teplota vnějšího vzduchu za 24 hodin [°C]
 t_i – teplota interiéru [°C]

OZN.	U_s [Wm ⁻² K ⁻¹]	S [m ²]	t_{rm} [°C]	t_i [°C]	Q_s [W]
Střecha	0,2	136,8	35,3	26	254

2.2.1.3 Produkce tepla od lidí a pokrmů:

Lidé:

$$Q_l = n_l \cdot 6,2 \cdot (36 - t_i) \quad [W] \quad (2.11)$$

$$n_l = 0,85i_z + 0,75i_d + i_m \quad (2.12)$$

n_l – počet lidí [-]
 t_i – teplota interiéru [°C]
 i_z – počet žen [-]
 i_d – počet dětí [-]
 i_m – počet mužů [-]

Počet žen [-]	Počet dětí [-]	Počet mužů [-]	Celkem n_l [-]
1	24	0	18,85

n_l [-]	t_i [°C]	$Q_l = n_l \cdot 6,2(36 - t_i)$ [W]
18,85	26	1 170

Pokrm:

Počet žen [-]	Počet dětí [-]	1 pokrm [Wh]	Celkem n_l [W]
1	24	5	125

2.2.1.4 Tepelná produkce svítidel

$$Q_{sv} = S_s \cdot P_s \cdot c_1 \cdot c_2 \quad [W] \quad (2.13)$$

S_s – podlahová plocha zmenšená o přirozeně osvětlenou plochu u oken [m]
 P_s – výkon osvětlení [W/m²]
 c_1 – součinitel současnosti používání svítidel [-]
 c_2 – zbytkový součinitel [-]

S_s [m]	P_s [W/m ²]	c_1 [-]	c_2 [-]	Q_{sv} [W]
25	50	0,5	1,0	625

2.2.1.5 Vodní zisky

$$Q_l = n_l \cdot m_l \quad [g/h] \quad (2.14)$$

n_l – počet lidí

[-]

m_l – produkce vodní páry na jednu osobu

[g/h]

n_l [-]	m_l [g/h]	Q_l [g/h]
18,85	134	2 530

Jídlo

Počet žen [-]	Počet dětí [-]	1 pokrm [g]	Celkem n_l [W]
1	24	10	250

Přehled vypočtených hodnot tepelných zátěží, tepelných ztrát a vodních zisků pro místnost 1.25.

Tepelné zisky radiací oken	$Q_{or} = 1\,642\text{ W}$
Tepelné zisky konvencí oken	$Q_{ok} = -115,13\text{ W}$
Tepelná zátěž vnějších stěn	$Q_s = 263\text{ W}$
Tepelná produkce lidí a pokrmů	$Q_l = 1\,295\text{ W}$
Tepelná produkce svítidel	$Q_{sv} = 625\text{ W}$
Celková tepelná zátěž	$Q = 3\,710\text{ W}$
Vodní zisky	$M_z = 2\,800\text{ g/h}$
Tepelné ztráty	$Q_z = 3\,128\text{ W}$

ZTRÁTY PROSTUPEM (obálková metoda)

TEPELNÉ ZTRÁTY PŘÍMO DO VENKOVNÍHO PROSTŘEDÍ								
STAVEBNÍ KONSTRUKCE								
ČÍSLO	POPIS	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	e _k	A _k *U _k *e _k	
DO01	VSTUPNÍ DVEŘE	3,50	1,50	0,00	1,50	1,00	5,25	
SO3	OBVODOVÁ KONSTRUKCE	27,80	0,22	0,02	0,24	1,00	6,67	
O1	OKNA	37,69	0,9	0	0,9	1	33,92	
CELKOVÁ TEP. ZTRÁTA DO VENKOVNÍHO PROSTŘEDÍ : $H_{T,iUe} = \sum k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ (W/K)							47,48	
TEPELNÉ ZTRÁTY PŘÍMO DO VENKOVNÍHO PROSTŘEDÍ								
STAVEBNÍ KONSTRUKCE								
ČÍSLO	POPIS	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	b _u	A _k *U _k *b _u	
	STŘECHA	134	0,2	0,02	0,22	0,9	26,53	
CELKOVÁ MĚRNÁ TEP. ZTRÁTA PŘES NEVYTÁPĚNÝ PROSTOR: $H_{T,iUe} = \sum k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ (W/K)							26,53	
TEPELNÉ ZTRÁTY ZEMINOU								
STAVEBNÍ KONSTRUKCE								
ČÍSLO	POPIS	A _k	U _{equiv,k}	A _k *U _{equiv,k}	f _{g1}	f _{g2}	G _w	f _{g1} *f _{g1} *G _w
PO16	PODLAHA NA ZEMINĚ	122,30	0,29	35,47	1,45	0,40	1,00	0,58
				35,47				
CELKOVÁ MĚRNÁ TEPELNÁ ZTRÁTA ZEMINOU: $H_{T,ig} = (\sum A_k \cdot U_{kc}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g1} \cdot G_w$ (W/K)							20,57	
CELKOVÁ MĚRNÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$								
θ _{int,i}		θ _e	θ _{int,i} - θ _e		H _{T,i}	NÁVRHOVÁ ZTRÁTA PROSTUPEM Φ _{T,i}		
22		-12	34	94,58	3215,60		W	

2.2.2 Výpočet tepelné bilance pro místnost 1.35

2.2.2.1 Tepelné zisky okny:

OZN.	ROZMĚRY [m]	l_a	l_b	f	g	c	d	e_1	e_2	S_{ok}	S_o	S_{os}
O1	3,09x2,72	2,58	2,95	0,07	0,07	0,1	0,1	0,03	0,09	8,40	7,34	7,65
O2	2,35x1,2	1,06	2,21	0,07	0,07	0,1	0,1	0,03	0,09	2,82	2,40	2,40
O3	2,19x1,3	1,16	2,05	0,07	0,07	0,1	0,1	0,03	0,09	2,85	2,42	2,42
O4	1,75x1,2	1,06	1,61	0,07	0,07	0,1	0,1	0,03	0,09	2,1	1,79	1,75
O5	7,35x1,21	1,07	7,21	0,07	0,07	0,1	0,1	0,03	0,09	8,95	7,59	7,78
O6	4,05x0,93	0,79	3,91	0,07	0,07	0,1	0,1	0,03	0,09	3,77	3,2	3,2

Tepelné zisky radiací:

OZN.	S_{os} [m ²]	l_o [Wm ⁻²]	c [-]	$(S_o - S_{os})$	$l_{o,dif}$ [Wm ⁻²]	s [-]	Q_{ror} [W]
O1	7,65	511	1,15	-0,31	117	0,15	680
O2	2,40	511	1,15	0	117	0,15	212
O3	2,42	511	1,15	0	117	0,15	214
O4	1,75	511	1,15	0,04	117	0,15	155
O5	7,78	511	1,15	-0,19	117	0,56	321
O6	3,2	511	1,15	0	117	0,2	376

Tepelné zisky konvencí:

OZN.	S_{ok} [m ²]	U_o [Wm ⁻² K ⁻¹]	t_e [°C]	t_i [°C]	Q_{ok} [W]
O1	8,40	1,2	23	26	-30,24
O2	2,82	1,2	23	26	-10,15
O3	2,85	1,2	23	26	-10,26
O4	2,1	1,2	23	26	-7,56
O5	8,95	1,2	23	26	-32,22
O6	3,77	1,2	23	26	-13,57

2.2.2.2 Tepelné zátěž vnějších stěn

Stěna středně těžká

$$\psi = 32 \cdot 0,4 - 0,5 = 12,3 \text{ h} \rightarrow 21 \text{ h}$$

OZN.	$U_s [\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}]$	$S [\text{m}^2]$	$t_{rm} [^\circ\text{C}]$	$t_i [^\circ\text{C}]$	$t_{r\psi} [^\circ\text{C}]$	$m [-]$	$Q_s [\text{W}]$
Stěna JV	0,218	8,0	30,2	26	23	0,18	5,06
Stěna JZ	0,218	26,61	30,2	26	23	0,18	23

Těžká stěna

OZN.	$U_s [\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}]$	$S [\text{m}^2]$	$t_{rm} [^\circ\text{C}]$	$t_i [^\circ\text{C}]$	$Q_s [\text{W}]$
Střecha	0,2	136,8	35,3	26	254

2.2.2.3 Produkce tepla od lidí a pokrmů:

Lidé:

Počet žen [-]	Počet dětí [-]	Počet mužů [-]	Celkem $n_l [-]$
1	24	0	18,85

$n_l [-]$	$t_i [^\circ\text{C}]$	$Q_l = n_l \cdot 6,2(36 - t_i) [\text{W}]$
18,85	26	1 170

Pokrmů:

Počet žen [-]	Počet dětí [-]	1 pokrm [Wh]	Celkem $n_l [\text{W}]$
1	24	5	125

2.2.2.4 Tepelná produkce svítidel

$S_s [\text{m}]$	$P_s [\text{W/m}^2]$	$c_1 [-]$	$c_2 [-]$	$Q_{sv} [\text{W}]$
25	50	0,5	1,0	625

2.2.2.5 Vodní zisky

$n_l [-]$	$m_l [g/h]$	$Q_l [g/h]$
18,85	134	2 530

Jídlo

Počet žen [-]	Počet dětí [-]	1 pokrm [g]	Celkem n_l [W]
1	24	10	250

ZTRÁTY PROSTUPEM (obálková metoda)

TEPELNÉ ZTRÁTY PŘÍMO DO VENKOVNÍHO PROSTŘEDÍ								
STAVEBNÍ KONSTRUKCE								
ČÍSLO	POPIS	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k * U_k * e_k$	
DO01	VSTUPNÍ DVEŘE	3,50	1,50	0,00	1,50	1,00	5,25	
SO3	OBVODOVÁ KONSTRUKCE	27,80	0,22	0,02	0,24	1,00	6,67	
O1	OKNA	39,73	0,9	0	0,9	1	35,75	
CELKOVÁ TEP. ZTRÁTA DO VENKOVNÍHO PROSTŘEDÍ: $H_{T,iUe} = \sum k A_k U_{kc} b_u$ (W/K)								49,31
TEPELNÉ ZTRÁTY PŘÍMO DO VENKOVNÍHO PROSTŘEDÍ								
ČÍSLO	POPIS	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k * U_k * b_u$	
	STŘECHA	134	0,2	0,02	0,22	0,9	26,53	
CELKOVÁ MĚRNÁ TEP. ZTRÁTA PŘES NEVYTÁPĚNÝ PROSTOR: $H_{T,iUe} = \sum k A_k U_{kc} b_u$ (W/K)								26,53
TEPELNÉ ZTRÁTY ZEMINOU								
ČÍSLO	POPIS	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k * U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} * f_{g1} * G_w$
PO16	PODLAHA NA ZEMINĚ	122,30	0,29	35,47	1,45	0,40	1,00	0,58
				35,47				
CELKOVÁ MĚRNÁ TEPELNÁ ZTRÁTA ZEMINOU: $H_{T,ig} = (\sum A_k U_{kc}) * f_{g1} * f_{g1} * G_w$ (W/K)								20,57
CELKOVÁ MĚRNÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM: $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$								
$\theta_{int,i}$		θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$		$H_{T,i}$	NÁVRHOVÁ ZTRÁTA PROSTUPEM $\Phi_{T,i}$		
22		-12	34	96,41	3278,08			W

Přehled vypočtených hodnot tepelných zátěží, tepelných ztrát a vodních zisků pro místnost 1.35.

Tepelné zisky radiací oken	$Q_{or} = 1\,980\text{ W}$
Tepelné zisky konvencí oken	$Q_{ok} = -140\text{ W}$
Tepelná zátěž vnějších stěn	$Q_s = 282\text{ W}$
Tepelná produkce lidí a pokrmů	$Q_l = 1\,295\text{ W}$
Tepelná produkce svítidel	$Q_{sv} = 625\text{ W}$
Celková tepelná zátěž	$Q = 4\,045\text{ W}$
Vodní zisky	$M_z = 2\,800\text{ g/h}$
Tepelné ztráty	$Q_z = 3\,278\text{ W}$

2.2.3 Výpočet tepelné bilance pro varnu 1.05

OZN.	ROZMĚRY [m]	l_a	l_b	f	g	c	d	e_1	e_2	S_{ok}	S_o	S_{os}
O1	9,82x0,5	0,36	9,68	0,07	0,07	0,1	0,1	0,03	0,04	4,91	4,17	3,88

2.2.3.1 Tepelné zisky okny:

Tepelné zisky radiací:

OZN.	S_{os} [m ²]	l_o [Wm ⁻²]	c [-]	$(S_o - S_{os})$	$l_{o,dif}$ [Wm ⁻²]	s [-]	Q_{ror} [W]
O1	3,88	539	1,15	0,3	100	0,42	995

Tepelné zisky konvencí:

OZN.	S_{ok} [m ²]	U_o [Wm ⁻² K ⁻¹]	t_e [°C]	t_i [°C]	Q_{ok} [W]
O1	4,91	1,2	23	26	-17,7

2.2.3.2 Tepelné zátěž vnějších stěn

Stěna středně těžká

$$\psi = 32 \cdot 0,4 - 0,5 = 12,3 \text{ h} \rightarrow 21 \text{ h}$$

OZN.	U_s [Wm ⁻² K ⁻¹]	S [m ²]	t_{rm} [°C]	t_i [°C]	$t_{r\psi}$ [°C]	m [-]	Q_s [W]
Stěna V	0,218	16,3	29,7	24	24,8	0,18	12,3
Stěna S	0,218	13,5	26,2	24	24,8	0,18	0,3

2.2.3.3 Tepelné zátěž vnitřních stěn

Stěna středně těžká

OZN.	U_s [Wm ⁻² K ⁻¹]	S [m ²]	T_{io} [°C]	t_i [°C]	Q_s [W]
Strop	0,16	46,4	22	24	-14,8
Stěna	1,26	8,1	10	24	-163,8

2.2.3.4 Produkce tepla od lidí:

Počet žen [-]	Počet dětí [-]	Počet mužů [-]	Celkem n _l [-]
5	0	0	3,75

ZTRÁTY PROSTUPEM (obálkovou metodou)

TEPELNÉ ZTRÁTY PŘÍMO DO VENKOVNÍHO PROSTŘEDÍ

STAVEBNÍ KONSTRUKCE

ČÍSLO	POPIS	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	e _k	A _k *U _k *e _k
SO3	OBVODOVÁ KONSTRUKCE	29,80	0,22	0,02	0,24	1,00	7,15
O1	OKNA	4,91	0,9	0	0,9	1,00	4,419
CELKOVÁ TEP. ZTRÁTA DO VENKOVNÍHO PROSTŘEDÍ: H _{T,iUe} = Σk A _k .U _{kc} .b _u (W/K)							11,57

TEPELNÉ ZTRÁTY PŘÍMO DO VEDLEJŠÍCH PROSTOR

STAVEBNÍ KONSTRUKCE

ČÍSLO	POPIS	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	b _u	A _k *U _k *b _u
STR1	STROP	46,39	0,16	0,02	0,18	1,00	8,35
CELKOVÁ MĚRNÁ TEP. ZTRÁTA PŘES NEVYTÁPĚNÝ PROSTOR: H _{T,iUe} = Σk A _k .U _{kc} .b _u (W/K)							26,53

TEPELNÉ ZTRÁTY Z/DO PROSTORŮ VYTÁPĚNÝCH NA ROZDÍLNÉ TEPLoty

STAVEBNÍ KONSTRUKCE

ČÍSLO	POPIS	A _k	U _k	f _{ij}	A _k *U _k *f _{ij}
STN1	STĚNA 10°	8,10	1,26	0,39	3,97
DN 1	DVEŘE 15°	1,82	1,50	0,25	0,68
CELK. MĚRNÁ TEP. ZTRÁTA Z/DO PROSTOR S ODL. TEPLOTOU: H _{T,ie} = Σk A _k .U _{kc} .b _u (W/K)					4,65

TEPELNÉ ZTRÁTY ZEMINOU

STAVEBNÍ KONSTRUKCE

ČÍSLO	POPIS	A _k	U _{equiv,k}	A _k . U _{equiv,k}	f _{g1}	f _{g2}	G _w	f _{g1} * f _{g1} *G _w
PO16	PODLAHA NA ZEMINĚ	46,40	0,29	13,46	1,45	0,40	1,00	0,58
				13,46				
CELKOVÁ MĚRNÁ TEPELNÁ ZTRÁTA ZEMINOU: H _{T,ig} = (Σ A _k .U _{kc})*f _{g1} *f _{g1} *G _w (W/K)								7,80

CELKOVÁ MĚRNÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM: H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}

θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} - θ _e	H _{T,i}	NÁVRHOVÁ ZTRÁTA PROSTUPEM Φ _{T,i}			
20	-12	32	24,03	768,90			W

2.2.3.5 Výpočet větrání kuchyně dle normy VDI 2052

Č.	ZAŘÍZENÍ	PŘÍKON	PRODUKCE CITELNÉHO TEPLA Q _s		PRODUKCE VLHKOSTI D	
	ZAŘÍZENÍ „OSTRŮVKU“	P [kW]	[W/kW]	[W]	[g/(h.kW)]	[g/h]
1.	SPORÁK	10	200	2 000	147	1 470
2.	FRITÉZA	3	90	270	1 030	3 090
3.	GRILOVACÍ DESKA	4	700	2 800	294	1 176
4.	VARNÝ KOTEL	12	35	420	441	5 292
5.	SMAŽÍČÍ PÁNEV	16	40	640	15	600
6.	VODNÍ LÁZEŇ	1,5	125	188	323	485
CELKEM:				6 318		12 113
	ZAŘÍZENÍ	PODĚL				
7.	KONVEKTOMAT	17,8	70	1 246	220	3 916
8.	CHLADNIČKA	0,15	700	105	0	0
9.	KONVEKTOMAT	17,8	70	1 246	220	3 916
				2 597		7 832

Konvekční tepelné zatížení $Q_{s,k}$

$$Q_{s,k} = Q_s \cdot b \cdot \Phi \quad [W] \quad (2.15)$$

Q - maximální produkce citelného tepla [W]

B - stupeň zatížení (konvekční podíl) [-]

Φ - faktor současnosti [-]

ČÍSLO	ZAŘÍZENÍ	b [-]	Φ [-]	KONVEKČNÍ TEPELNÉ ZATÍŽENÍ Q _{s,k} [W]
1-6.	OSTRŮVEK	0,6	0,5	1 895,4
7.	KONVEKTOMAT	1,0	0,5	623
8.	CHLADNIČKA	1,0	0,5	52,5
9.	KONVEKTOMAT	1,0	0,5	623

Výpočet termického proudu

$$V_{th} = k \cdot Q_{s,k}^{1/3} \cdot (z + 1,7 \cdot d_{HYDR})^{5/3} \cdot r \quad [m^3/h] \quad (2.16)$$

k - empiricky stanovený koeficient; k=18 [m^{4/3} W^{1/3} h⁻¹]

Q_{s,k} - celkové konvekční tepelné zatížení [W]

r - redukční polohový faktor [-]

z - účinná odsávací výška pro jednotlivé zdroje:

$$z_i = h_i - H_{oi} \quad [\text{m}] \quad (2.17)$$

H_o - výška zdroje tepla nad podlahou [m]

h_i - výška odsávacího vzduchotechnického zařízení [m]

d_{HYDR} - hydraulický průměr jednotlivých zdrojů

$$D_{hydr} = 2 * \frac{L0 * B0}{L0 + B0} \quad [\text{m}] \quad (2.17)$$

L, B - půdorysný rozměr zdroje tepla [m]

ČÍSLO	ZAŘÍZENÍ	ROZMĚRY	d_{HYDR}	z	r	TERMICKÝ PROUD V_{TH}
		[m]	[m]	[m]	[-]	[m ³ /h]
1-6	OSTRŮVEK	4,2 x 2,0 x 0,9	2,7	1,2	1,0	4 160
7.	KONVEKTOMAT	0,94 x 1,19 x 0,87	1,05	1,63	0,4	476
8.	CHLADNIČKA	0,75 x 0,72 x 1,52	2	0,98	0,4	317
9.	KONVEKTOMAT	0,94 x 1,19 x 0,87	1,05	1,63	0,4	476
CELKEM 7 až 9						1 269

Výpočet množství odsávaného vzduchu digestoří

$$V_{ods}^{dig} = V_{th} * a \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (2.18)$$

V_{th} – termický proud vzduchu [m³/h]

a - přírážkový faktor poruch termického proudu [-]

V_{th} [m ³ /h]	a [-]	V_{ods}^{dig} [m ³ /h]
4 560	1,25	5 700

Výpočet množství odváděného vzduchu z kuchyně

$$V_{ods} = \sum V_{ods}^{dig} + (\sum V_{th,ne} * a) \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (2.19)$$

V_{ods} - celkové množství odváděného vzduchu [m³ /h]
 V_{ods}^{dig} - množství odváděného vzduchu všemi digestoři v místnosti [m³/h]
 $V_{th,ne}$ - množství odváděného vzduchu od volně stojících zařízení mimo digestoře [m³ /h]
 a - přírážkový faktor poruch termického proudu [-]

V_{ods}^{dig} [m ³ /h]	$V_{th,ne}$ [m ³ /h]	a [-]	V_{ods} [m ³ /h]
3 763	1 269	1,25	5 350

Kontrola množství odváděného vzduchu z hlediska vlhkostní bilance:

$$\sum V_{th,ne} + Va \geq \sum V_{ods}^{dig} \quad (2.20)$$

$$1\,269\text{ m}^3/\text{h} \geq 376\text{ m}^3/\text{h} \dots \text{vyhovuje}$$

Kontrolní výpočet vlhkostní bilance:

Nutné množství odváděného vzduchu z hlediska vlhkostní bilance:

$$V_{ods} = \frac{\sum m_d * \phi}{[(x_{ods} - x_{př}) * \rho]} [\text{m}^3 / \text{h}] \quad (2.21)$$

V_{ods} – množství odváděného vzduchu k ochraně před kondenzací [m³/h]
 m_d - součet předání vodní páry od jednotlivých kuchyňských zařízení [g / h]
 ϕ – faktor současnosti [-]
 $(x_{ods} - x_{př})$ – rozdíl absolutních vlhkostí vzduchu přiváděného a odváděného [g/kg]
 ρ – objemová hmotnost vzduchu [kg/m³]

OZN.	m_d [g / h]	Φ [-]	$(x_{ods} - x_{př})$ [g/kg]	ρ [kg/m ³]	V_{ods} [m ³ /h]
OSTRŮVEK	12 113	0,6	6,0	1,2	1 010
7-9	7 832	1,0	6,0	1,2	1 090
Σ					2 100

Celková tepelná zátěž varny:

Tepelné zisky radiací oken	$Q_{or} = 995 \text{ W}$
Tepelné zisky konvencí oken	$Q_{ok} = -17,7 \text{ W}$
Tepelná zátěž vnějších stěn	$Q_s = 12,6 \text{ W}$
Tepelná zátěž vnitřních stěn	$Q_s = -178,6 \text{ W}$
Tepelná produkce lidí	$Q_l = 279 \text{ W}$
Tepelná produkce svítidel	$Q_{sv} = 31 \text{ W}$
Konvekční tepelné zatížení	$Q_{s,k} = 3\,195 \text{ W}$
Vodní zisky	$M_z = 465 \text{ g/h}$
Tepelné ztráty	$Q_z = 769 \text{ W}$
Celková tepelná zátěž	$Q = 4\,320 \text{ W}$
Vlhkostní bilance	$M_z = 40\,800 \text{ g/h}^*$

Vlhkostní bilance 2x zvětšena – bezpečnostní přírůžka-

2.3 Stanovení průtoků vzduchu

V budově budou nainstalovány 3 vzduchotechnické jednotky. Každá VZT jednotka funguje na rovnotlakém systému = kolik vzduchu přivedeme, tolik odebereme, tím se nám musejí sumy odvodu a přívodu rovnat.

Při stanovení průtoků vzduchu, vycházíme z dávek, vyplývajících z přílohy č. 3 k vyhlášce č. 410/2005 Sb.

Typ prostoru	Množství vzduchu [m^3/h]
učebny	20-30 na žáka
šatny	20 na žáka
sprchy	30 na umývadlo
umývárny	150-200 na sprchu
záchody	50 na WC, 25 pisoáry

Větrání v severovýchodní třídě je řešeno přívodem vzduchu do pobytových prostorů a odvod z přilehlých hygienických zázemí tříd. U zařízení č. 2, tedy v jihovýchodní třídě, je větrání řešeno stejně. K tomuto zařízení náleží také větrání chodby a sociálních zařízení pro zaměstnance. Řešení bude obdobné - vzduch bude přiváděn do prostorů chodby, a odváděn z prostorů wc.

Při stanovení průtoků vzduchu ve varně a místnostem souvisejících s jejím chodem, vycházíme opět z německé normy VDI 2052.

2.3.1 Průtoky vzduchu pro zařízení č. 1 – třída Severozápadní

Č.m	Název místnosti	Plocha [m ²]	Objem [m ³]	Požadované dávky [m ³ /h]	Požadované [x/h]	Počet [ks]	Celkový [m ³ /h]	Přívod [m ³ /h]	Odvod [m ³ /h]	Výměna [x/h]
1.22	Šatna	17,6	60,0	10/skříň	-	24	240	0	240	4
1.23	WC	10,35	36,45	30/WC+150/sprcha	-	5+1	300	0	300	8,23
1.24	Umývárna	11,63	33,17	30/umývadlo	-	5	150	0	150	4,52
1.25a	Pracovna	66,23	192,14	30/žák+50/učitel	-	24+1	770	1 650	770	4,87
1.25b	Lehátkový kout	29,87	74,68							
1.25c	Jídelní kout	21,11	73,89							
1.25d	Mokrý koutek	5,92	4,74	30/umývadlo	-	2	60	0	60	12,66
1.26a	Šatna učitelky	2,7	6,08	25/skříň	-	2	50	0	50	8,22
1.26b	WC učitelky	1,8	4,05	50/wc+30/um.	-	1+1	80	0	80	19,75
1.27	Chodba	7,34	16,52	-	3 x/h	-	50	270	0	13,32
1.28	Výdej jídla	8,82	25,14	-	5 x/h	-	127,5	0	150	5,97
1.29	Sklad školky	6,9	15,53	-	3 x/h	-	47	0	50	3,22
1.31a	Prádelna	2,8	6,30	-	5 x/h	-	31,5	0	50	7,94
1.31b	Sklad prádla	2,05	4,61	-	3 x/h	-	14	0	20	4,34
								Σ 1 920	Σ 1 920	

2.3.2 Průtoky vzduchu pro zařízení č. 2 – Chodba + Jihozápadní třída

Č.m	Název místnosti	Plocha [m ²]	Objem [m ³]	Požadované průtoky [m ³ /h]	Požadované [x/h]	Počet [ks]	Celkový [m ³ /h]	Přívod [m ³ /h]	Odvod [m ³ /h]	Výměna [x/h]
1.14	Sklad	3,19	8,45	3 x/h	-	25	25	0	25	2,95
1.15	WC zaměstnanci	3,05	8,08	50/wc+30/um.	-	1+1	80	0	80	10,00
1.16	WC muži	3,05	8,08	50/wc+30/um.	-	1+1	80	0	80	10,00
1.17	WC ženy + IMOB	4,40	11,66	50/wc+30/um.	-	1+1	80	0	80	6,80
1.18	Úklid	2,25	5,96	50/výlevka	-	1	50	0	50	8,39
1.19	Chodba	26,3	69,70	-	3x/h	-	209	315	0	4,50
1.32	Šatna	16,8	57,4	10/skříň	-	25	250	0	250	4,36
1.33	WC	8,8	25,13	30/WC+150/sprcha	-	5+1	300	0	300	11,4
1.34	Umývárna	7,6	22,42	30/umývadlo	-	5	150	0	150	6,69
1.35a 1.35b 1.35c	Pracovna Lehátkový kout Jídelní kout	68,79 29,79 21,11	204,7 75,96 74,78	30/žák+50/učitel	-	24+1	770	1 650	770	4,67
1.35d	Mokrý koutek	6,52	5,5	30/umývadlo	-	2	60	0	60	10,90
1.36a	Šatna učitelky	2,7	6,08	25/skříň	-	2	50	0	50	8,20
1.36b	WC učitelky	1,8	4,05	50/wc+30/um.	-	1+1	80	0	80	19,75
1.38	Strojovna VZT II	32,6	88,02		3 x/h	-	264,2	280	280	3,18
								Σ 2 245	Σ 2 245	

2.3.3 Zařízení č. 3 – Větrání kuchyně

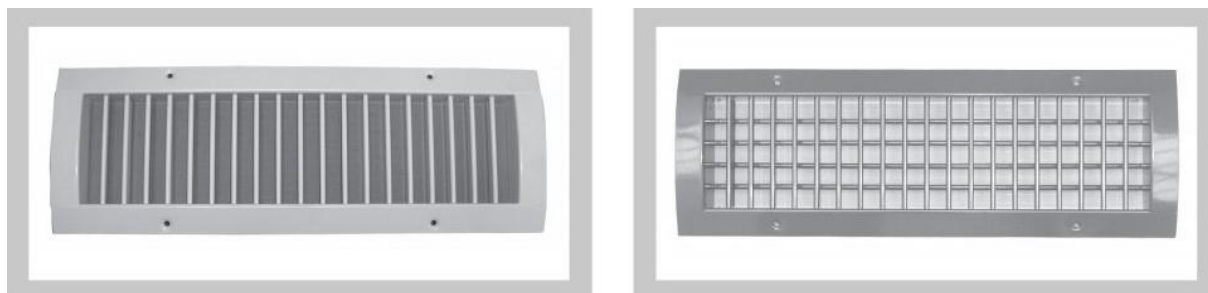
Č.m	Název místnosti	Plocha [m ²]	Objem [m ³]	Požadované průtoky [m ³ /h]	Požadované [x/h]	Počet [ks]	Celkový [m ³ /h]	Přívod [m ³ /h]	Odvod [m ³ /h]	Výměna [x/h]
1.01	Příjem	10,12	31,4	-	2 x/h	-	62,8	0	100	2,24
1.02	Sklad + um. termonosů	11,3	35,03	-	10 x/h	-	350,3	360	360	10,28
1.03	Výdej do termonosů	7,08	21,95	-	5 x/h	-	109,75	0	120	5,47
1.04	Výdejní okno	4,56	13,80	-	2 x/h	-	27,6	-	-	-
1.05	Varna	46,4	125,80	-	Výpočet varny	-	-	6 480	6 290	34,34
1.06	Sklad zeleniny	7,37	19,90	-	3 x/h	-	59,7	70	70	3,52
1.07	Hrubá příprava zeleniny	6,48	17,50	-	4 x/h	-	70	0	70	4
1.08	Úklid	1,19	3,69	50/výlevka	-	1	50	0	50	13,55
1.09a	Chodba	8,04	21,71	-	2 x/h	-	5,42	150	0	5,53
1.09b	Chodba	15,11	40,80	-	2 x/h	-	81,6	100	0	2,45
1.12	Chlazený sklad	8,39	22,65	-	10 x/h	-	226,5	240	240	10,60
1.13	Suchý sklad	10,6	28,62	-	3 x/h	-	85,86	0	100	3,50
2.04	Strojovna VZT	16,38	35,55	-	3 x/h	-	106,65	110	110	3,09
								Σ 7 510	Σ 7 510	

2.4 Návrh distribučních prvků

V mateřské školce budou použity především obdélníkové vyústky VNKM, umístěné přímo na kruhovém potrubí, jak pro odvod znehodnoceného vzduchu, tak pro přívod vzduchu čerstvého. V místnostech s menším průtokem vzduchu, jsou navrženy talířové ventily TVOM 80 a 100. Pro přívod vzduchu z jedné místnosti do jiné, jsou použity stěnové mřížky, které budou osazeny nad dveřmi dané místnosti.

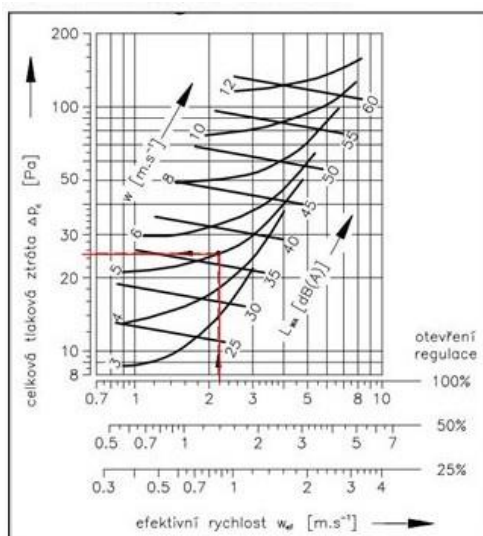
2.4.1 Přehled distribučních elementů

2.4.1.1 Obdélníková vyústka pro kruhové potrubí VNKM



Obr. 2.3 a) Vyústka jednořadá; b) Vyústka dvouřadá

- Vyústky z ocelového plechu s uchycením šrouby. Sestava vyústky je tvořena obdélníkovým rámem, ve kterém je upevněna jedna nebo dvě řady otočných listů (vyústka jednořadá nebo dvouřadá). Přední řada listů je svislá, shodná s kratším rozměrem vyústky, zadní řada je vodorovná. Těsnost vyústek je zajištěna těsněním po obvodě.
- Vyústky jsou určené pro prostředí chráněné proti povětrnostním vlivům, bez kondenzace, námrazy, tvorby ledu a bez vody.
- Teplota proudícího vzduchu musí být v rozsahu od -20 do +70 °C.



Obr. 2.4 Graf pro akustický výkon L_{wa} [dB] a tlakovou ztrátu Δp [Pa] vyústky VNM

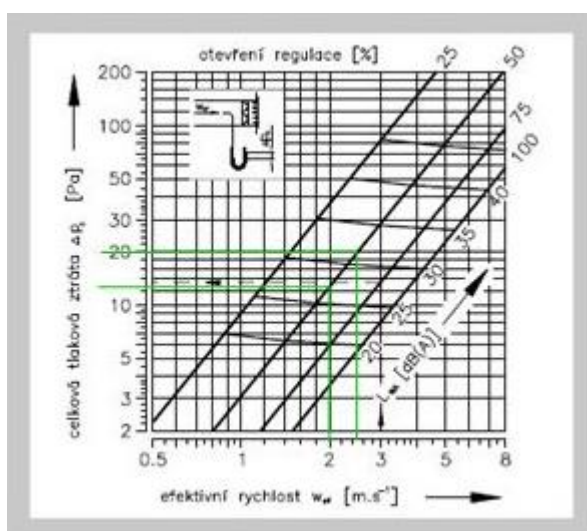
- Velikost výústky zvolíme dle průtoku, který bude výústkou proudit a návrhovou rychlostí vzduchu. Tu určíme jako 2,5 m/s. Ze vzorce $w_{ef} = V/(3600 \cdot S_{ef})$ odvodíme efektivní plochu a najdeme odpovídající přibližnou hodnotu v tabulce pro daný element. Poté vypočítáme skutečnou efektivní rychlost vzduchu a z grafu odvodíme tlakovou ztrátu a akustický výkon.

2.4.1.2 Stěnová výústka SVM NV



Obr. 2.5 Stěnová výústka s vodorovnými lamelami; b) stěnová výústka se svislými lamelami

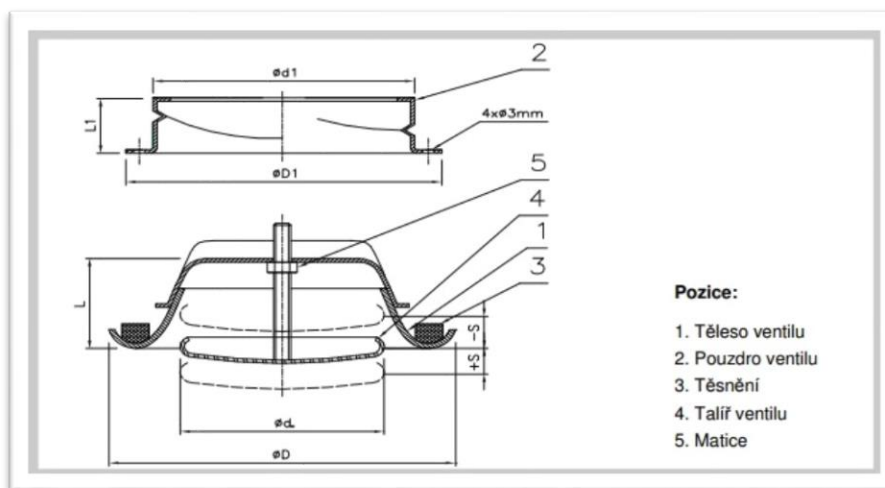
- Komfortní výústky z hliníkových profilů se skrytým uchycením pomocí pérových sponek nebo s uchycením šrouby. Sestava výústky je tvořena obdélníkovým rámem, ve kterém jsou upevněny otočné nebo pevné lamely. Výústky mohou být vybaveny regulací R1 nebo upevňovacím rámem. Těsnost výústek je zajištěna těsněním po obvodu.
- Výústky jsou určené pro prostředí chráněné proti povětrnostním vlivům s klasifikací klimatických podmínek třídy 3K5, bez kondenzace, námrazy, tvorby ledu a bez vody i z jiných zdrojů než z deště.
- Dovolенý rozsah teplot v místě instalace je od -20°C do +70°C.



Obr. 2.6 Graf pro akustický výkon L_{wa} [dB] a tlakovou ztrátu Δp [Pa] výústky SVM

- Velikost vyústky zvolíme dle průtoku, který bude vyústkou proudit a návrhovou rychlostí vzduchu. Tu určíme jako 2,5 m/s. Ze vzorce $w_{ef} = V/(3600 \cdot S_{ef})$ odvodíme efektivní plochu a najdeme odpovídající přibližnou hodnotu v tabulce pro daný element. Poté vypočítáme skutečnou efektivní rychlost vzduchu a z grafu odvodíme tlakovou ztrátu a akustický výkon.

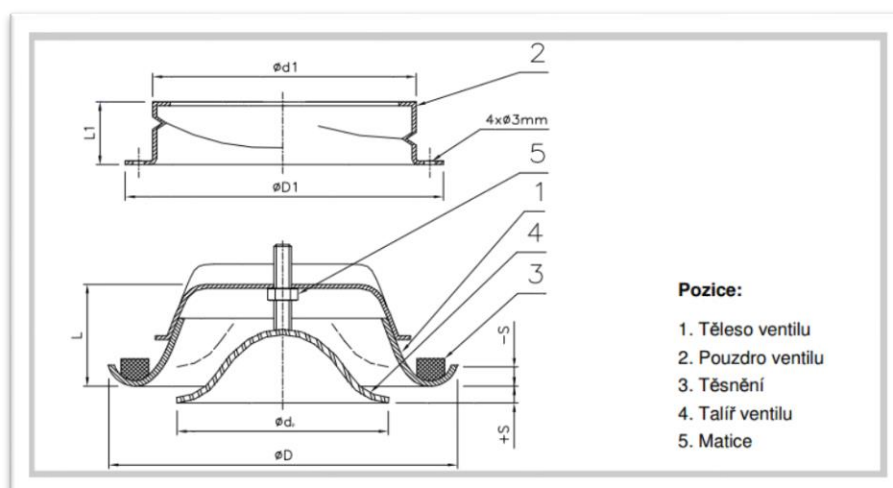
2.4.1.3 Talířový ventil TVOM a TVMP



Obr. 2.7 Talířový ventil TVOM pro odvod vzduchu

Jm. rozměr	80	100	125	150	160	200
$\dot{V}_{max} \text{ [m}^3 \cdot \text{h}^{-1}]$	60	90	150	200	200	250

Obr. 2.8 Rozměrová řada talířových ventilů dle průtoku vzduchu

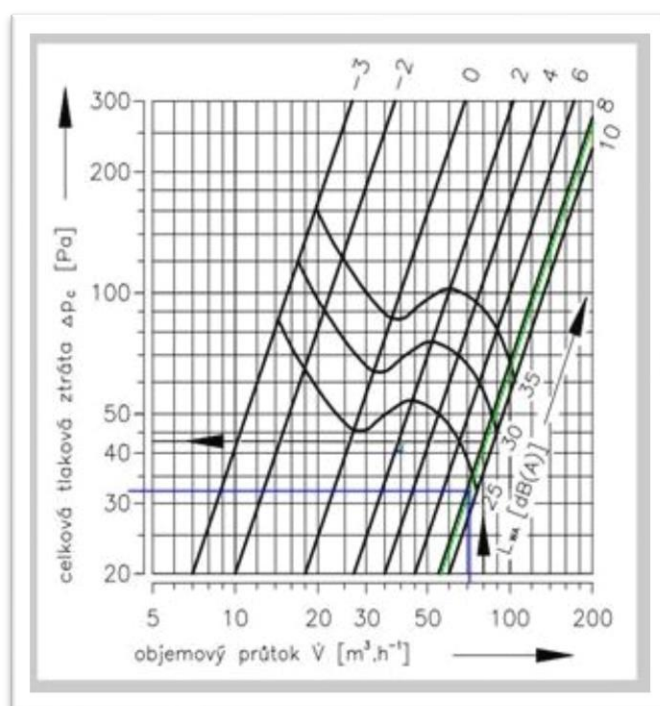


Obr. 2.9 Talířový ventil TVMP pro přívod vzduchu

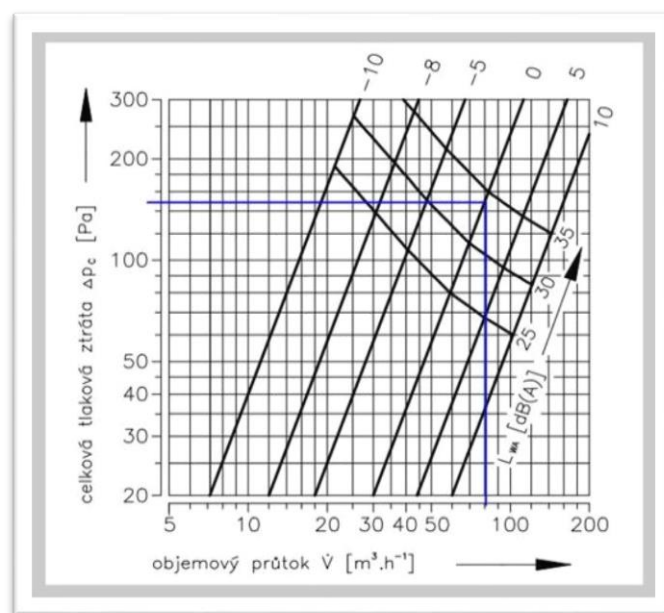
- Ventily jsou určeny pro instalaci do podhledů, stěn a jiných stavebních konstrukcí.
- Plynulá regulace množství přiváděného vzduchu u přívodních kovových ventilů TVPM a regulace množství odváděného vzduchu u odvodních kovových ventilů TVOM se provádí otáčením talířů

ventilů. Nastavená poloha "s" se po vyjmutí tělesa ventilu z pouzdra zajistí pojistnou maticí a ventil se opět nasadí do pouzdra. Tělesa ventilů jsou v pouzdrech usazena a zajištěna bajonetovými uzávěry.

- Pro rovnoměrné proudění vzduchu u ventilů pro přívod i odvod vzduchu je nutné, aby rovný úsek navazujícího potrubí byl min. 250 mm.
- Velikost ventil TVOM určíme podle průtoku vzduchu – v tabulce najdeme příslušný produkt.
- Dle průtoku vzduchu dále určíme akustický tlak a tlakovou ztrátu.



Obr. 2.10 Graf pro akustický výkon L_w [dB] a tlakovou ztrátu



Obr. 2.11 Graf pro akustický výkon L_{wa} [dB] a tlakovou ztrátu Δp [Pa], ventilu TVOM 10

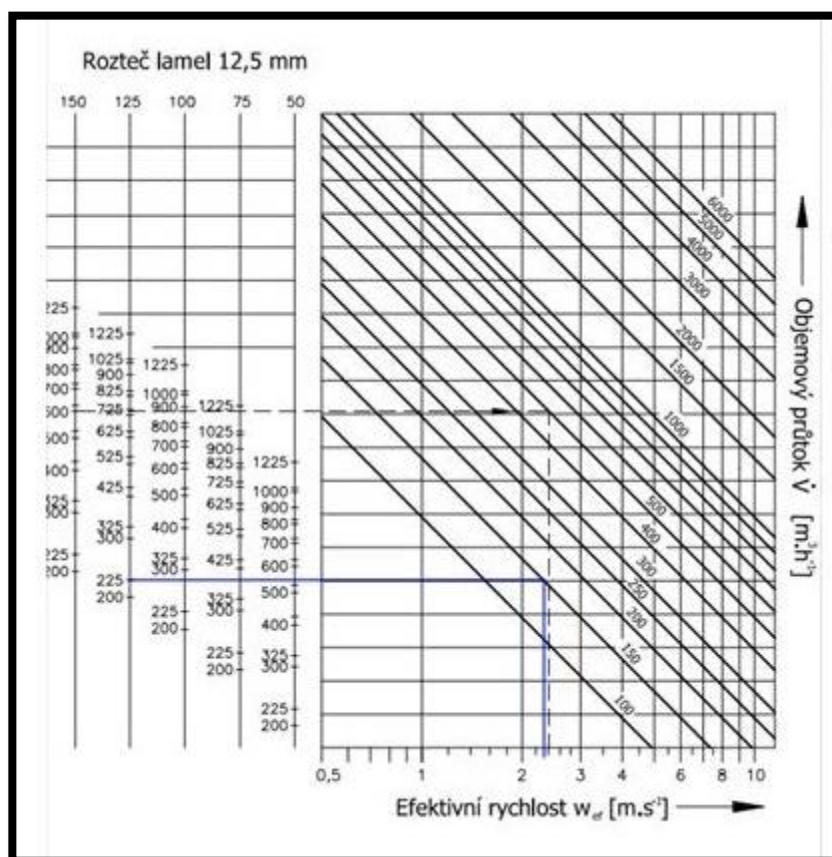
2.4.1.4 Stěnová mřížka SMM



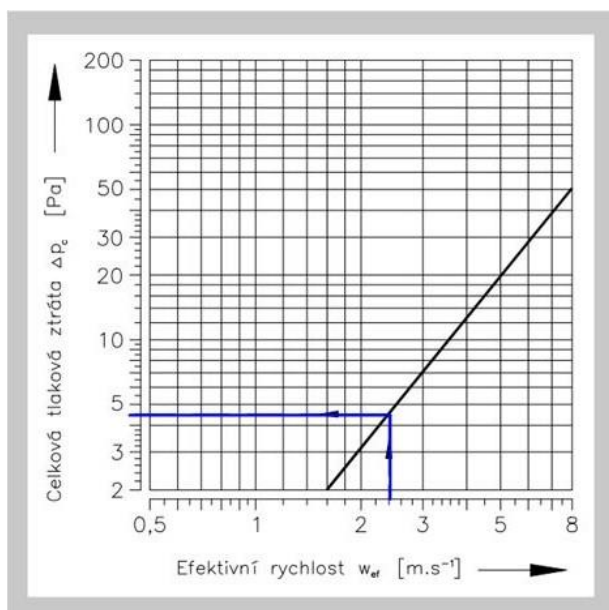
Obr. 2.12 Stěnová mřížka se skrytým uchycením

- Mřížky slouží k zakrytí větracích otvorů v klimatizovaných, větraných nebo vytápěných prostorech. Dodávány jsou mřížky z hliníkových profilů se skrytým uchycením pomocí pérových sponek nebo s uchycením šrouby. Sestava mřížek je tvořena z obdélníkovým rámem, rovnoběžnými lamelami a rozpěrnými trubkami. Těsnost mřížek je zajištěna těsněním po obvodě.
- Dovolенý rozsah teplot v místě instalace je od -20°C do $+70^{\circ}\text{C}$.

- Mřížky se dodávají v provedení jednořadém s roztečí lamel 12,5 mm nebo 20 mm. Upevňovací rámečky se dodávají v provedení UR bez úchyťů, UR1 s úchyty pro závitové tyče nebo UR2 s úchyty pro zazdění.
- Návrh: Zvolíme si rozměry mřížky [mm], které pak společně s objemovým průtokem V [m^3/h] určeným pro danou mřížku vyneseme v grafu (obr. 4.8) a stanovíme rychlost proudění vzduchu w_{ef} [m/s]. Ten pak vyneseme do grafu (obr. 4.9), odečteme tlakové ztráty Δp [Pa].

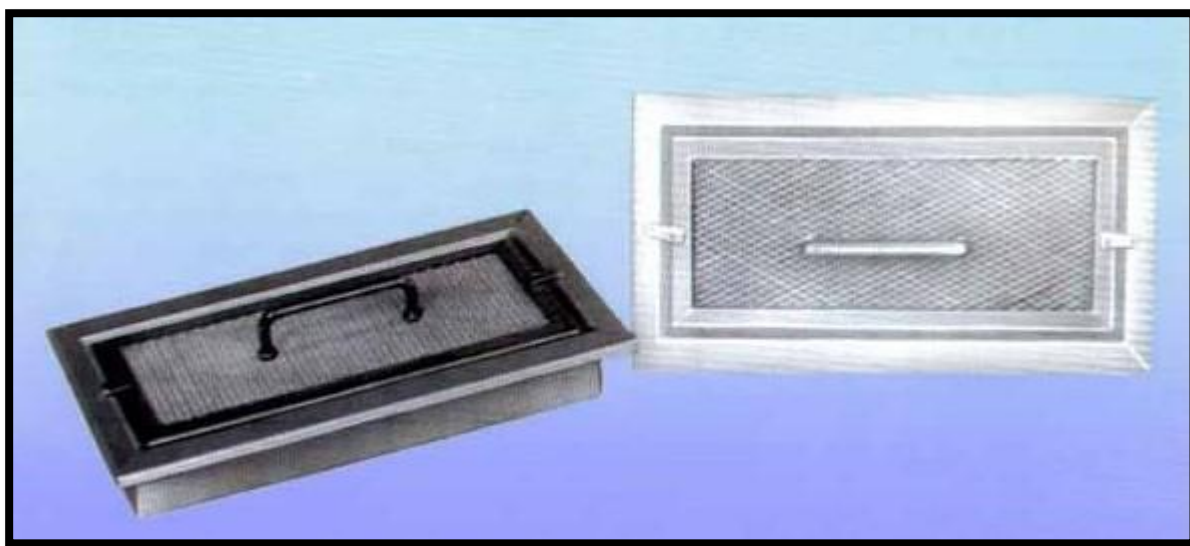


Obr. 2.13 Graf vyjadřující pro určení efektivní rychlosti w_{ef} [m/s], závisující na velikosti vyústky



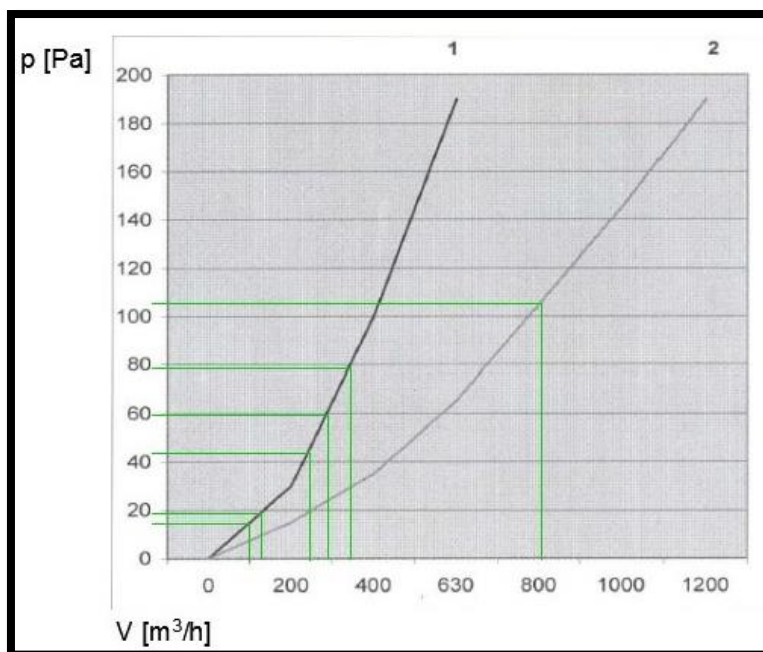
Obr. 2.14 Graf pro určení tlakové ztráty výústky Δp [Pa]

2.4.1.5 Lapač tuku



Obr. 2.15 Lapače tuku

- Lapač tuku je koncový element používaný v provozech s velkým výskytem tukových par v odsávaném médiu (kuchyně, restaurace, velké vývařovny).
- Zachycený tuk ve vložce lapače stéká do spodní části, kde se shromažďuje usazování tuků v potrubí, snižuje se nebezpečí samovznícení na minimum a zvyšuje se životnost potrubí a ventilátorů.
- Lapač tuku se skládá z vnějšího rámečku, který je zabudován do digestoře šroubovým nebo nýtovým spojem a výměnné vložky lapače opatřené sběrným žlábkem nebo miskou.



Obr. 2.16 Závislost tlakové ztráty Δp [Pa] na objemovém průtoku V [m³/s]

2.4.2 Zařízení č. 1 – Větrání severovýchodní třídy, výdejny jídla a prádelny

V prostorech větraných zařízením č. 1, přivádíme vzduch do třídy 1.25 a na chodbu 1.27. Jelikož je ve třídách navržena pilová střeška se světlíky, není možné instalovat podhled a potrubí bude vedeno volně. Proto byly zvoleny výústky do kruhového potrubí VNKM, dvouřadové od společnosti Mandík. Přivedený vzduch bude dále proudit do hygienických zázemí, a to stěnovými mřížkami SMM, rovněž od společnosti Mandík.

Pro odvádění budou v místnostech bez podhledu sloužit taktéž výústky osazené přímo na kruhovém potrubí. Tyto výústky se od přívodních liší pouze v počtu řad. Zatímco přívodní výústky mají řady dvě, odvodní pak jednu. V místnostech 1.31a, 1.32b, 1.29, kde podhled instalovaný je, budou pro odvod sloužit talířové ventily TVOM.

Přívod

- Výústky pro kruhové potrubí VNKM

Místnost	V [m³/s]	Rozměry	K_s	Počet řad	A_{ef} [m²]	$L_{wa,max}$ [dB]	Δp [Pa]	S [mm]	W_{ef} [m/s]
1.25	1 650	725x125	5x	2	0,042	36	25	5	2,2
1.27	270	625x125	1x	2	0,0356	36	25	5	2,2
1.38	280	625x125	1x	2	0,0356	36	25	5	2,2

- Stěnové mřížky SMM 12,5

Místnost	V [m ³ /s]	Rozměry	Ks	A _{ef} [m ²]	W _{ef} [m/s]	Δ p [Pa]
1.26a	50	200x75	2x	0,0097	2,6	5
1.26b	80	200x75	2x	0,0097	2,6	5
1.29	50	200x75	2x	0,0097	2,6	5
1.31a	50	200x75	2x	0,0097	2,6	5
1.31b	20	200x75	2x	0,0097	2,6	5
1.28	150	200x75	2x	0,018	1,6	2
1.22	250	225x125	2x	0,018	1,6	2
1.23	300	225x125	2x	0,018	1,6	2
1.35d	60	200x75	2x	0,0097	2,6	5

Odvod

- Talířovými ventily TVOM 80, 100

Místnost	V [m ³ /s]	Rozměry	s [mm]	Lw [dB]	Δ p [Pa]
1.31a	50	Ø 80	0	25	44
1.31b	25	Ø 80	0	≤ 25	20
1.26a	50	Ø 80	0	25	44
1.26b	80	Ø 100	0	33	140
1.29	50	Ø 80	0	25	44

- Vyústky pro kruhové potrubí VNKM

Místnost	V [m ³ /s]	Rozměry	Ks	Počet řad	A _{ef} [m ²]	L _{wa,max} [dB]	Δ p [Pa]	s [mm]	W _{ef} [m/s]
1.22	120	425x85	2x	1	0,0188	36	25	5	2,2
1.23	150	425x85	2x	1	0,0188	36	25	5	2,2
1.24	150	425x85	1x	1	0,0188	36	25	5	2,2
1.25	770	825x85	4x	1	0,0372	35,5	24	5	2,0
1.28	150	425x85	1x	1	0,0188	36	25	5	2,2
1.25d	60	225x75	1x	1	0,0079	36	25	5	2,1

2.4.3 Zařízení č. 2 – Větrání jihovýchodní třídy, chodby a sociálních zařízení

U třídy jihovýchodní, bude použit stejný typ vyústek jako v třídě severovýchodní, kvůli volnému vedení potrubí. Kromě třídy bude vzduch přiváděn také na chodbu, spojující hlavní části budovy. Tady je vývod řešen stěnovými vyústkami SVM, osazenými na ústí potrubí. Tento způsob byl zvolen kvůli omezeným prostorovým možnostem. Pro přívod na WC zaměstnanců jsou navrženy stěnové mřížky SMM.

Odvod vzduchu je navržen obdobně jako u zařízení č. 1., tedy vyústky do kruhového potrubí VNKM a talířovými ventily TVOM.

Přívod

- Vyústky pro kruhové potrubí VNKM

Místnost	V [m ³ /s]	Rozměry	Ks	Počet řad	A _{ef} [m ²]	L _{wa,max} [dB]	Δ p [Pa]	S [mm]	W _{ef} [m/s]
1.35	1 650	725x125	5x	2	0,042	36	25	5	2,2
1.38	280	625x125	1x	2	0,0356	36	25	5	2,2

- Vyústka stěnová SVM NV 20

Místnost	V [m ³ /s]	Rozměry	Ks	A _{ef} [m ²]	L _{wa,max} [dB]	Δ p [Pa]	S [mm]	W _{ef} [m/s]
1.19	315	225x85	2x	0,0215	31	20	50	2,5

- Stěnové mřížky SMM 12,5

Místnost	V [m ³ /s]	Rozměry	Ks	A _{ef} [m ²]	W _{ef} [m/s]	Δ p [Pa]
1.36a	50	200x75	2x	0,0097	2,6	5
1.36b	80	200x75	2x	0,0097	2,6	5
1.32	240	225x125	2x	0,018	1,6	2
1.33	300	225x125	2x	0,018	1,6	2
1.34	150	225x125	2x	0,018	1,6	2
1.14	25	200x75	2x	0,0097	2,6	5
1.15	80	200x75	2x	0,0097	2,6	5
1.16	80	200x75	2x	0,0097	2,6	5
1.17	80	200x75	2x	0,0097	2,6	5
1.18	50	200x75	2x	0,0097	2,6	5

Odvod

- Talířovými ventily

Místnost	V [m³/s]	Rozměry	s [mm]	Lw [dB]	Δ p [Pa]
1.14	25	Ø80	0	≤ 25	20
1.15	80	Ø 100	0	33	140
1.16	80	Ø 100	0	33	140
1.17	80	Ø 100	0	33	140
1.18	50	Ø 80	0	25	44
1.36a	50	Ø 80	0	25	44
1.36b	80	Ø 100	0	33	140

- Vyústky pro kruhové potrubí VNKM

Místnost	V [m³/s]	Rozměry	Ks	Počet řad	A _{ef} [m²]	L _{wa,max} [dB]	Δ p [Pa]	s [mm]	W _{ef} [m/s]
1.32	125	425x85	2x	1	0,0188	36	25	5	2,2
1.33	150	425x85	2x	1	0,0188	36	25	5	2,2
1.34	150	425x85	1x	1	0,0188	36	25	5	2,2
1.35	770	825x85	4x	1	0,0372	35,5	24	5	2,0
1.38	140	425x85	2x	1	0,0188	36	25	5	2,2
1.35d	60	225x75	1x	1	0,0079	36	25	5	2,1

2.4.4 Zařízení č. 3 – Větrání kuchyně

V části budovy, větrané pomocí zařízení č. 3, budeme vzduch přivádět do místností 1.12, 1.09a, 1.09b, 1.02 vyústkami VNKM. Do prostorů 1.06 a 1.05 pak talířovými ventily TVMP. Jelikož je tato část budovy tvořena zejména sklady, není možné, kromě úklidové místnosti, použít pro přívod stěnové mřížky, z důvodu tepelných ztrát. Vzduch budeme odvádět vyústkami VNKM a tukovými filtry. Ty budou vyrobeny na zakázku, společností České filtry.

Ve varně je navržena digestoř VARIANT, od společnosti Atrea. Její výpočet byl proveden pomocí softwaru této společnosti, dle normy VDI 2052. Kromě odsávání, bude digestoř vzduch také přivádět bočními vyústkami.

Přívod

- Vyústky pro kruhové potrubí VNKM

Místnost	V [m³/s]	Rozměry	Ks	Počet řad	A _{ef} [m²]	L _{wa,max} [dB]	Δ p [Pa]	S [mm]	W _{ef} [m/s]
1.02	360	625x125	1x	2	0,0356	38	28	5	2,8
1.09a	150	525x85	1x	2	0,0188	36	25	5	2,2
1.12	240	625x125	1x	2	0,0356	36	25	5	2,2
1.09b	100	525x85	1x	2	0,0188	36	25	5	2,2
1.03	120	525x85	1x	2	0,0188	36	25	5	2,2

- Stěnové mřížky SMM

Místnost	Název	V [m ³ /s]	Rozměry	Ks	A _{ef} [m ²]	W _{ef} [m/s]	Δ p [Pa]
1.08	SMM	50	200x75	1	0,0097	2,6	5
1.13	SMM	100	200x75	1	0,0097	2,6	5

- Talířovými ventily

Místnost	V [m ³ /s]	Rozměry	s [mm]	Lw [dB]	Δ p [Pa]
1.06	70	Ø 100	8	≤25	33
1.05	190	Ø 150	8	30	40

Odvod

- Talířovými ventily

Místnost	V [m ³ /s]	Rozměry	s [mm]	Lw [dB]	Δ p [Pa]
1.01	70	Ø 100	0	28	110
1.07	70	Ø 100	0	28	110
1.08	50	Ø80	0	25	44

- Návrh tukových filtrů

Místnost	V [m ³ /s]	Rozměry	Ks	Δ p [Pa]
1.02	360	400x200	2x	80
1.03	120	400x200	1x	20
1.12	240	400x200	1x	43
1.38	280	400x200	1x	60
1.13	100	400x200	1x	15
1.05	1 590	400x200	4x	100
1.06	70	150x100	1x	20
1.07	70	150x100	1x	20

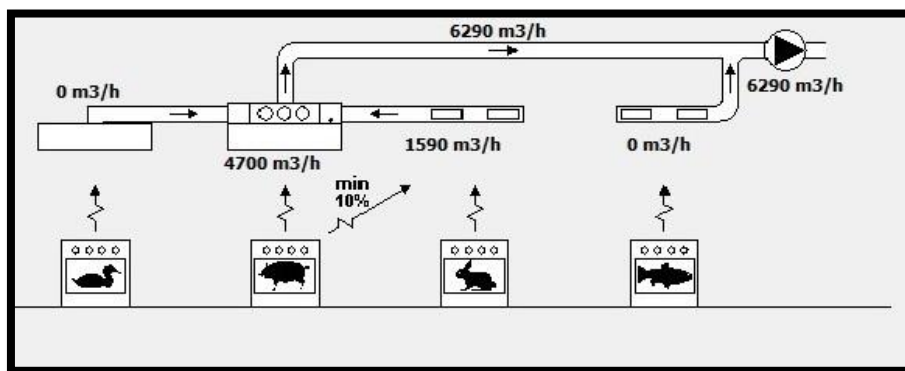
- Vyústky pro kruhové potrubí VNKM

Místnost	V	Rozměry	Ks	Počet	A _{ef} [m ²]	L _{wa,max}	Δ p [Pa]	s [mm]	W _{ef} [m/s]
1.12	240	425x85	2x	1	0,0188	36	25	5	2,2
1.13	100	425x85	1x	1	0,0188	36	25	5	2,2

- Návrh digestoře pro varnu 1.05

Pro návrh kuchyňské digestoře byl použit návrhový program od společnosti Atrea. Program počítá množství přiváděného a odsávaného vzduchu taktéž dle normy VDI 2052. Pro varné centrum (ostrůvek), byla zvolena středová digestoř typu Variant – S, o rozměrech 4,2x 2,0 m. Digestoř bude jak odsávat, tak přivádět vzduch o průtoku 4 700 m³/h. Přívod je realizován bočními kruhovými vyústkami. Tlaková ztráta digestoře na přívodu je 90 Pa, na odtahu 67 Pa.

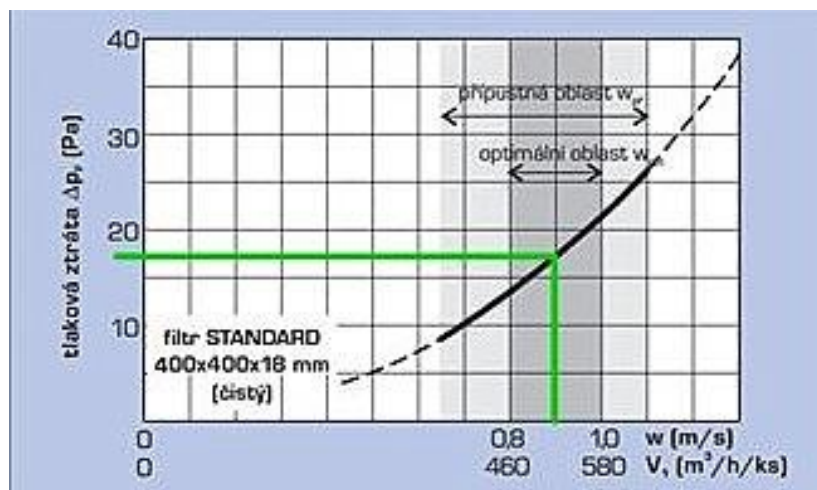
K digestoři bude připojeno potrubí, které zajistí odvod nad konvektomaty, nacházející se u stěny. Průtok odváděného vzduchu bude 1 590 m³/h.



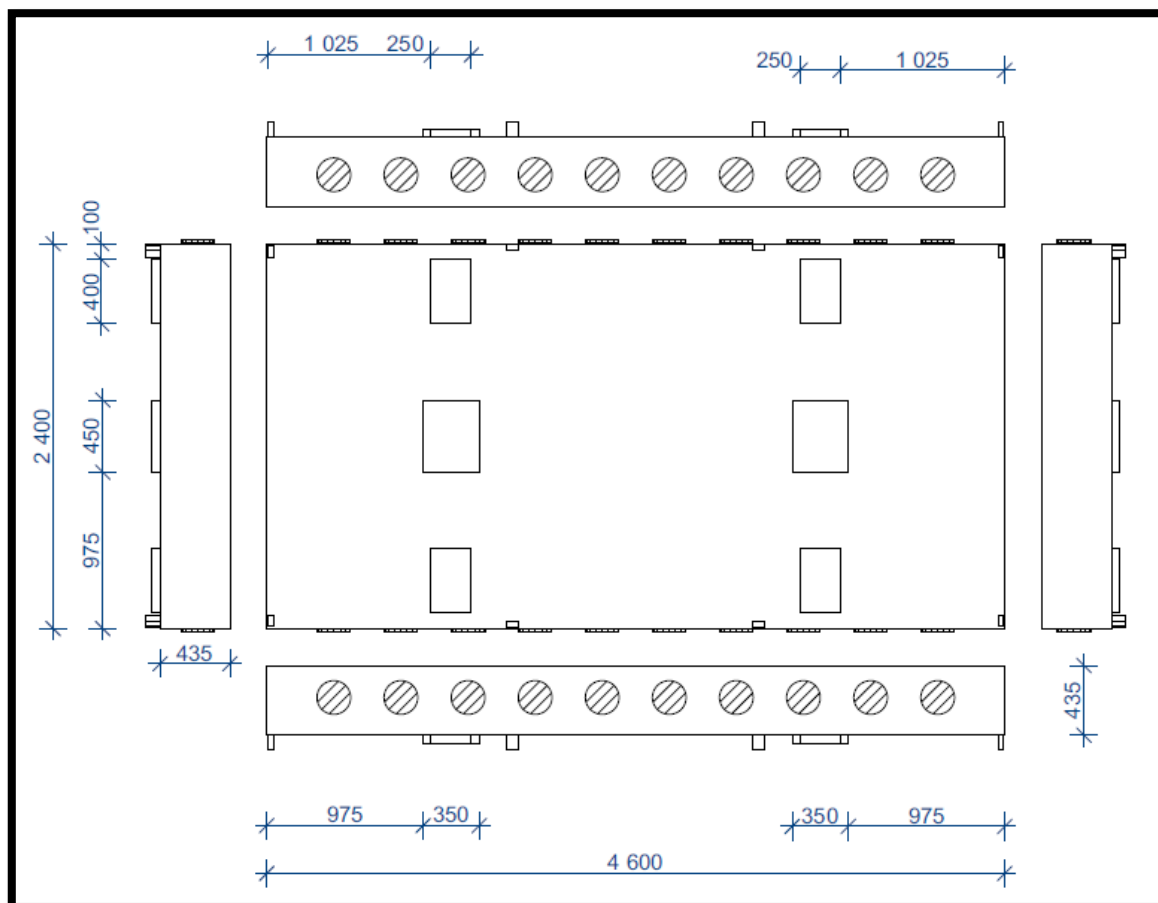
Obr. 2.17 Schéma odsávání vzduchu digestoří.

- Návrh tukových filtrů digestoře

Pro odsávání znehodnoceného vzduchu z prostoru pod stropem kuchyně jsou do potrubí umístěny odlučovače tuku typu Standart 400x400. Průtok filtrem je 522 m³/h, což při rozměrech 325 x 225 mm znamená rychlost 0,9 m/s, která leží dle grafu v doporučené oblasti. Tlaková ztráta odlučovače je 17 Pa.



Obr. 2.18 Graf pro určení tlakové ztráty tukových filtrů



Obr. 2.19 Náskres digestoře

2.5 Návrh potrubí

Pro rozvody ve třídách bude uvažováno kruhové potrubí od společnosti Mart. Ve skladech náleží varně, bude pro přívod a odvod navrženo kruhové potrubí, v hlavním prostoru varny bude z hlediska úspory materiálu použito potrubí čtyřhranné.

2.5.1 Návrh potrubí - zařízení č. 1 - větrání severovýchodní třídy

PŘÍVOD

n	V[m ³ /h]	L [m]	v' [m/s]	s' [mm]	d' [mm]	AxB [mm]	d [m]	v [m/s]	R [Pa/m]	ξ [-]	z [Pa]	z+R*L
1	330	3,5	2	0,05	0,24	ø 250	0,250	1,87	0,21	0,6	1,4	2
2	660	3,5	2,5	0,07	0,31	ø 315	0,315	2,35	0,21	0,9	3,2	4
3	990	3,5	3	0,09	0,34	ø 355	0,355	2,78	0,21	0,6	3,0	4
4	1 320	3,5	3,5	0,10	0,37	ø 400	0,400	2,92	0,31	1,5	8,3	9
5	1 650	9,4	4	0,11	0,38	ø 400	0,400	3,65	0,45	1,8	15,5	20
6	1 920	21	4,5	0,12	0,39	ø 400	0,400	4,25	0,45	3	35,1	45
Tlaková ztráta výustky:												26
Tlaková ztráta protidešťové žaluzie:												15
Celkem:												124

ODVOD

[illegible]

2.5.2 Návrh potrubí - zařízení č. 2 - větrání jihovýchodní třídy

PŘÍVOD

n	V[m ³ /h]	L [m]	v' [m/s]	s' [mm]	d' [mm]	AxB [mm]	d [m]	v [m/s]	R [Pa/m]	ξ [-]	z [Pa]	z+R*L
1	330	3,5	2	0,05	0,24	ø 250	0,250	1,87	0,21	0,6	1,4	2
2	660	3,5	2,5	0,07	0,31	ø 315	0,315	2,35	0,21	0,9	3,2	4
3	990	3,5	3	0,09	0,34	ø 355	0,355	2,78	0,21	0,6	3,0	4
4	1 320	3,5	3,5	0,10	0,37	ø 400	0,400	2,92	0,31	1,5	8,3	9
5	1 650	14,4	4	0,11	0,38	ø 400	0,400	3,65	0,45	1,5	13,0	19
6	1 807	3,2	4,5	0,11	0,38	ø 400	0,400	4,00	0,45	0,6	6,2	8
7	1 965	7,04	5	0,11	0,37	ø 400	0,400	4,35	0,45	1,8	22,0	25
8	2 245	1,55	5	0,12	0,40	ø 400	0,400	4,97	0,6	1,8	28,8	30
Tlaková ztráta výústky:												25
Tlaková ztráta protidešťové žaluzie:												14
Celkem:												140

ODVOD

n	V[m³/h]	L [m]	v' [m/s]	s' [mm]	d' [mm]	AxB [mm]	d [m]	v [m/s]	R [Pa/m]	ξ [-]	z [Pa]	z+R*L
MÍSTNOSTI 1.35a, 1.35d, 1.34, 1.33												
1a	200	2,26	2,00	0,03	0,19	ø 180	0,180	2,18	0,31	0,6	1,9	3
2a	390	3,00	2,20	0,05	0,25	ø 250	0,250	2,21	0,31	0,9	2,8	4
3a	580	3,00	2,40	0,07	0,29	ø 280	0,280	2,62	0,31	0,9	4,0	5
4a	770	3,60	2,60	0,08	0,32	ø 315	0,315	2,75	0,31	0,9	4,4	6
5a	830	3,30	2,80	0,08	0,32	ø 315	0,315	2,96	0,31	0,9	5,1	6
6a	980	4,25	3,00	0,09	0,34	ø 315	0,315	3,49	0,21	0,9	7,1	8
7a	1130	2,00	3,50	0,09	0,34	ø 315	0,315	4,03	0,31	0,9	9,5	10
8b	50	1,08	2,00	0,01	0,09	ø 100	0,100	1,77	0,67	0,6	1,2	2
9b	130	4,80	2,50	0,01	0,14	ø 140	0,140	2,35	0,67	0,9	3,2	6
10b	250	4,14	3,00	0,02	0,17	ø 180	0,180	2,73	0,67	1,5	7,3	10
11	370	2,70	3,20	0,03	0,20	ø 225	0,200	3,27	0,67	0,9	6,3	8
12	520	0,90	3,50	0,04	0,23	ø 225	0,225	3,63	1,00	0,9	7,7	9
MÍSTNOSTI 1.18,1.17, 1.16, 1.15, 1.14												
11a+b	1650	1,10	3,20	0,14	0,43	ø 400	0,400	3,65	0,31	1,2	10,4	11
12a+b	1700	3,00	3,40	0,14	0,42	ø 400	0,400	3,76	0,31	0,9	8,3	9
13a+b	1780	1,25	3,60	0,14	0,42	ø 400	0,400	3,94	0,31	0,6	6,0	6
14a+b	1860	1,18	3,80	0,14	0,42	ø 400	0,400	4,11	0,31	0,6	6,6	7
15a+b	1940	1,30	4,00	0,13	0,41	ø 400	0,400	4,29	0,45	1,2	14,3	15
16	1965	1,60	4,50	0,12	0,39	ø 400	0,400	4,35	0,45	0,3	3,7	4
17	2245	1,50	5,00	0,12	0,40	ø 400	0,400	4,97	0,45	0,6	9,6	10
Tlaková ztráta výustky:												36
Tlaková ztráta výfukové hlavice:												5
CELKEM:												180

2.5.3 Návrh potrubí - zařízení č. 3 - větrání kuchyně

PŘÍVOD

n	V[m ³ /h]	L [m]	v' [m/s]	s' [mm]	d' [mm]	AxB [mm]	d [m]	v [m/s]	R [Pa/m]	ξ [-]	z [Pa]	z+R*L
A - VARNA 1.05												
1	1 573	2,1	4,5	0,10	0,35	400x250	0,308	5,87	1	0,6	13,40	15
2	3 145	3	4,5	0,19	0,50	560x355	0,435	5,88	0,67	1,5	33,65	36
3	1 573	2,1	4,5	0,10	0,35	400x250	0,308	5,87	1	0,6	13,40	15
4	3 145	1,5	4,5	0,19	0,50	560x355	0,435	5,88	0,67	1,7	38,13	39
5	6 290	2,9	4,5	0,39	0,70	900x500	0,643	5,38	0,45	0,9	16,91	18
B - MÍSTNOST 1.12, 1.09b, 1.09a												
6	240	4,6	2	0,03	0,21	ø200	0,200	2,12	0,31	1,5	4,38	6
7	340	9,1	2,5	0,04	0,22	ø225	0,225	2,38	0,31	0,9	3,30	6
8	490	14,2	3	0,05	0,24	ø250	0,250	2,79	0,45	1,7	8,48	15
C - MÍSTNOST 1.05, 1.06												
9	190	2,5	2	0,03	0,18	180x160	0,169	2,35	0,67	1,2	3,35	5
10	260	2,9	2,5	0,03	0,19	180x160	0,169	2,82	0,67	0,9	4,71	7
SOUČET A+B+C												
11	7 040	0,6	3	0,65	0,91	900x500	0,643	6,03	0,31	0,11	2,59	3
D - ΣA,B,C+ 1.02												
12	7 400	1	3	0,69	0,93	900x500	0,643	6,33	0,31	0,6	15,61	16
Tlaková ztráta vyústky:												90
Tlaková ztráta protidešťové žaluzie:												15
Celkem:												271

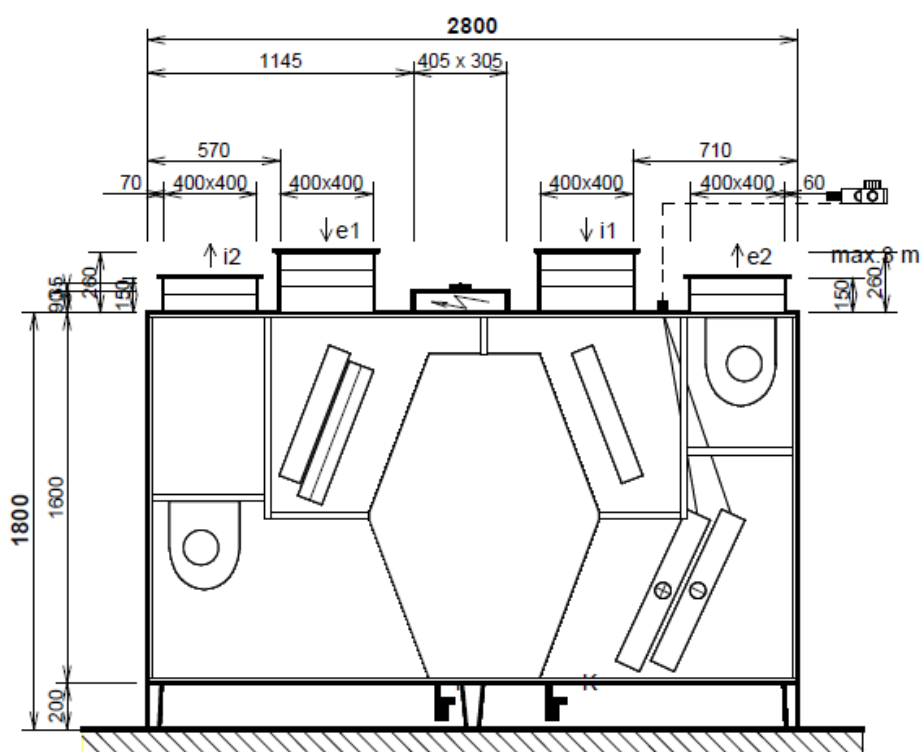
ODVOD

[illegible]

2.6 Návrh vzduchotechnických jednotek

2.6.1 Třída severovýchodní a jihovýchodní

Vzduchotechnické zařízení č. 1, bude navrženo třídu severovýchodní a zařízení č. 2 pak pro třídu jihovýchodní. Jsou jimi kompaktní vertikální jednotky Duplex 3 500 multi-eco-V, od společnosti Atrea. Tato zařízení jsou složena z přívodního a odvodního ventilátoru, deskového rekuperátoru, filtru s třídou filtrace F7 na odvodu a třídou G4 na přívodu. Dále vodním ohříváčem, přímým výparníkem a digitální regulací. Jednotka je dimenzována na průtok vzduchu 2 245 m³/h. Pro chlazení v letních měsících bude použita kondenzační jednotka Sinclair, která bude napojena na přímý výparník. Bližší specifikace viz příloha č. 1.



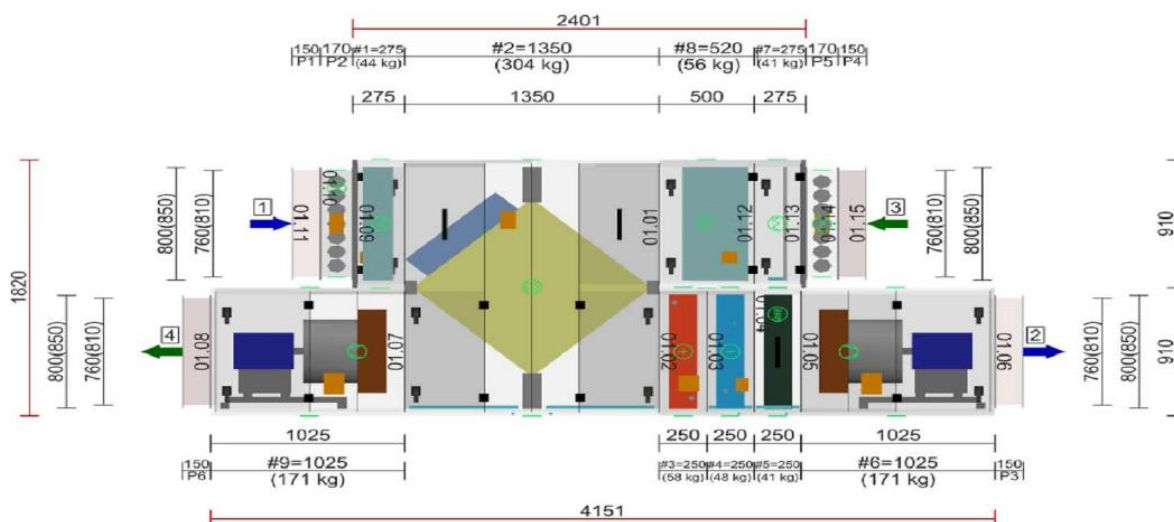
Obr. 2.20 Schéma kompaktní VZT jednotky Duplex multi eco-v



Obr. 2.21 Duplex multi eco-v

2.6.2 Zařízení pro varnu

Zařízení č. 3 pro varnu, bylo navrženo v programu AeroCAD, od společnosti Remak. Navrženou jednotkou je Aeromaster XP10, která se sestává z přívodního a odvodního ventilátoru, servopohonu, deskového rekuperátoru, vodním chladičem, přímým výparníkem a eliminátorem kapek. Třída filtrace na přívodu a odvod je G3. Na odvodu je ještě osazen tukový filtr M7, pro odloučení tukových aerosolů. Bližší specifikace viz příloha č. 2.



Obr. 2.22 Schéma VZT jednotky vytvořené výpočtním programem AeroCAD

2.6.3 Návrh kondenzačních jednotek

Pro udržení tepelné pohody v letních měsících, jsou pro chlazení vzduchu navrženy kondenzační jednotky Sinclair. Kondenzační jednotky se používají jako zdroj chladu v kombinaci se vzduchotechnickou jednotkou s přímým výparníkem. Součástí jednotky je kompresor a vzduchem chlazený kondenzátor. Proudění vzduchu přes kondenzátor zajišťuje ventilátor, spojení s výparníkem je provedeno měděným potrubím. Použitým chladivem je R410A. Zařízení umístíme vhodně na střechu dle pokynů výrobce, aby hluk nepřekračoval akustické limity.



Obr. 2.23 Kondenzační jednotka Sinclair

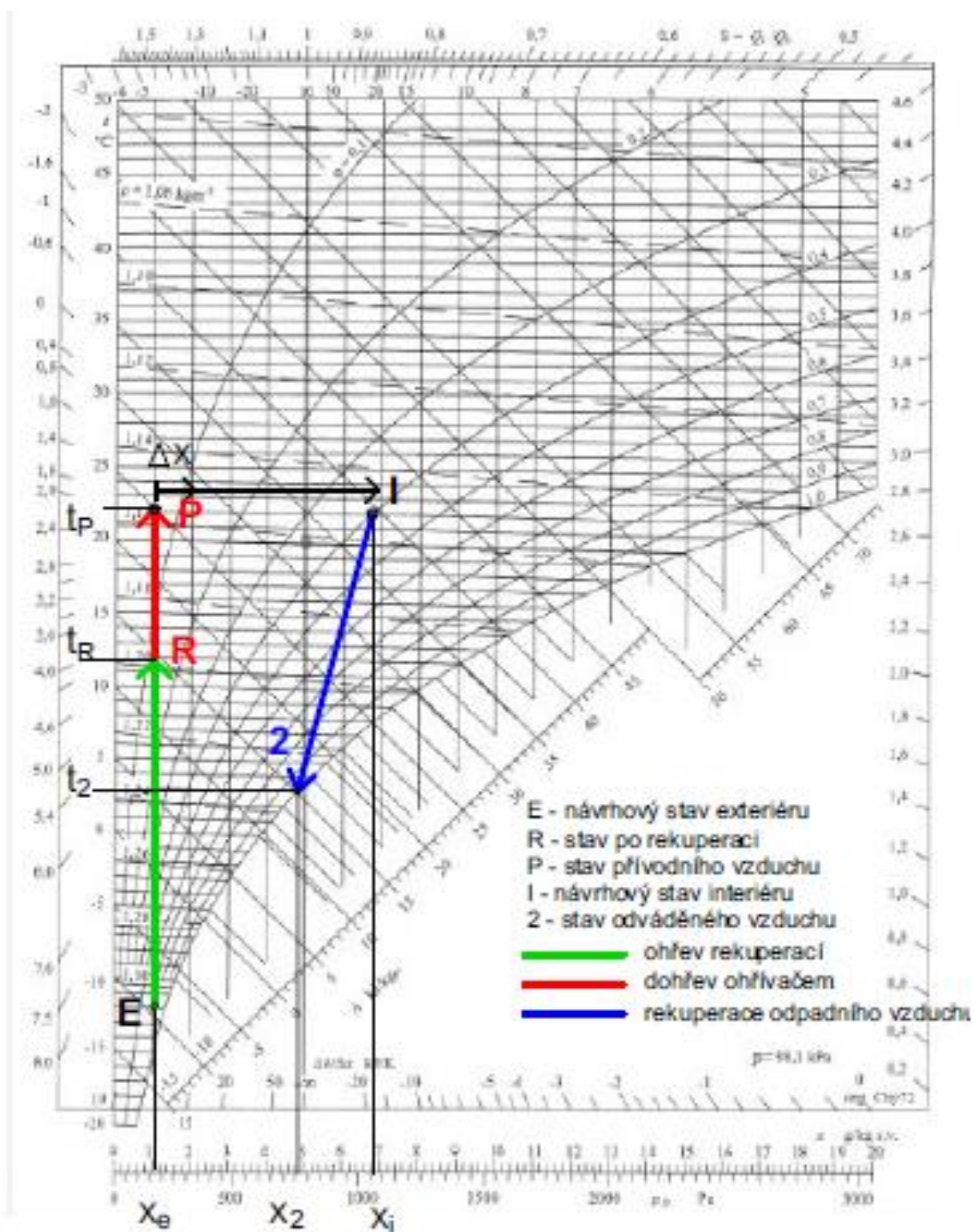
Při výpočtu zařízení pro chlazení tříd, jsme dostali výsledek požadovaného výkonu kondenzační jednotky 7,42 kW, což nám pokryje jednotka SINCLAIR ASE 48 AH, s výkonem 14,1 kW. Požadovaný výkon pro zařízení varny je 18,2 kW, na to nám poslouží jednotka SINCLAIR ASE 76 AH, s výkonem 22,3 kW.

2.7 Návrh parního zvlhčovače

Jelikož vlhkost vzduchu při teplotách menších jak 0°C v zimních měsících nebude dosahovat požadovaných min. 30%, bylo nutné navrhnout parní zvlhčovač. Ten bude osazen na přívodním potrubí, pro třídu severovýchodní v prostorách chodby 1.21, a jihovýchodní část v šatně 1.32, uschovaný ve skříni. Parní zvlhčovače jsou konstruovány pro přímý vstřík suché páry do proudícího vzduchu v potrubí. Konstrukce trysek zajišťuje účinné rozptýlení páry. Přímým vstřikem suché páry se zvyšuje vlhkost proudícího vzduchu bez nebezpečí unášení kapiček vody. Pro náš průtok vzduchu vyhovuje zvlhčovač Condair CP3 400 V3, od společnosti Spirax Sarco, s maximálním výkonem 15kg/h.

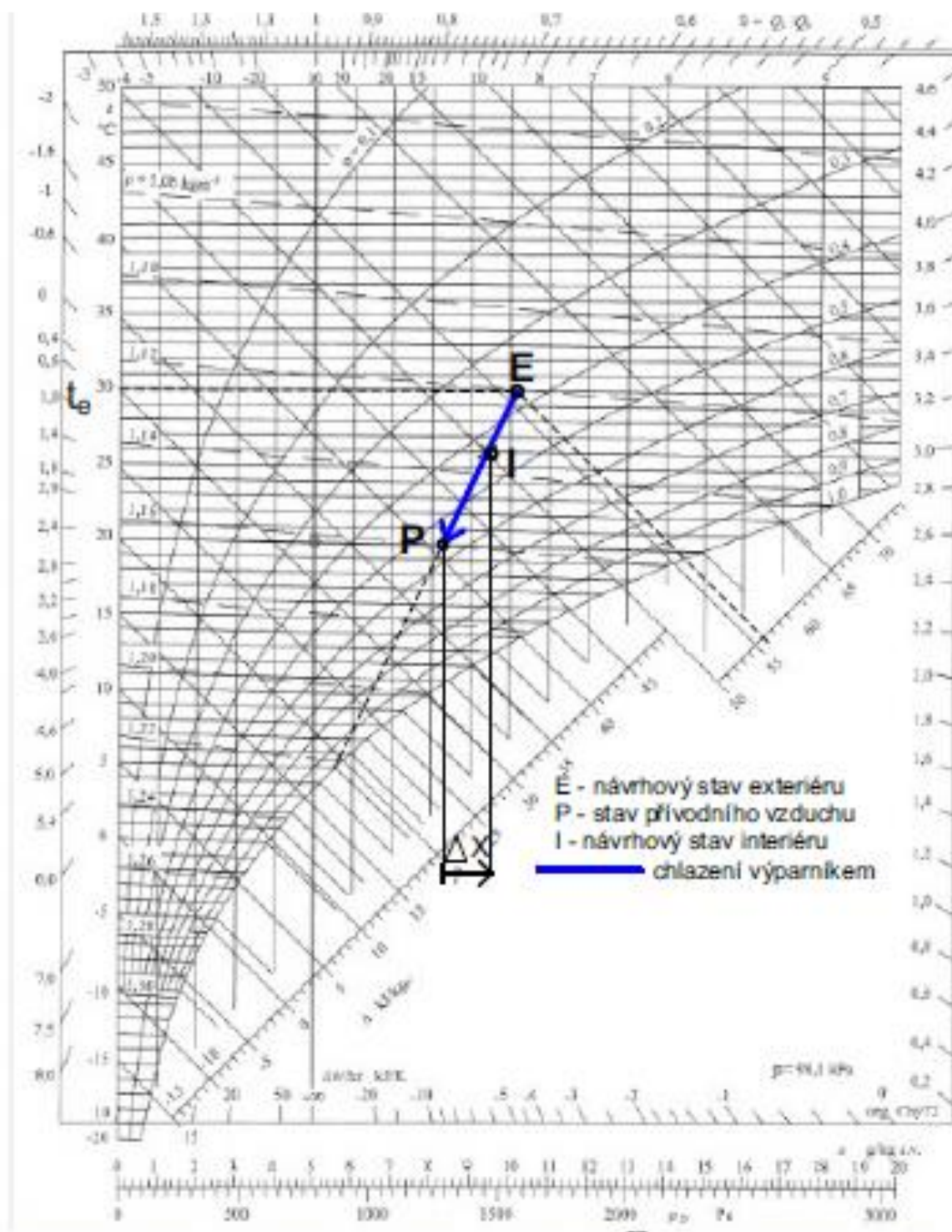
2.8 Úpravy vzduchu

2.8.1 Zařízení č. 1 a č. 2 - zima



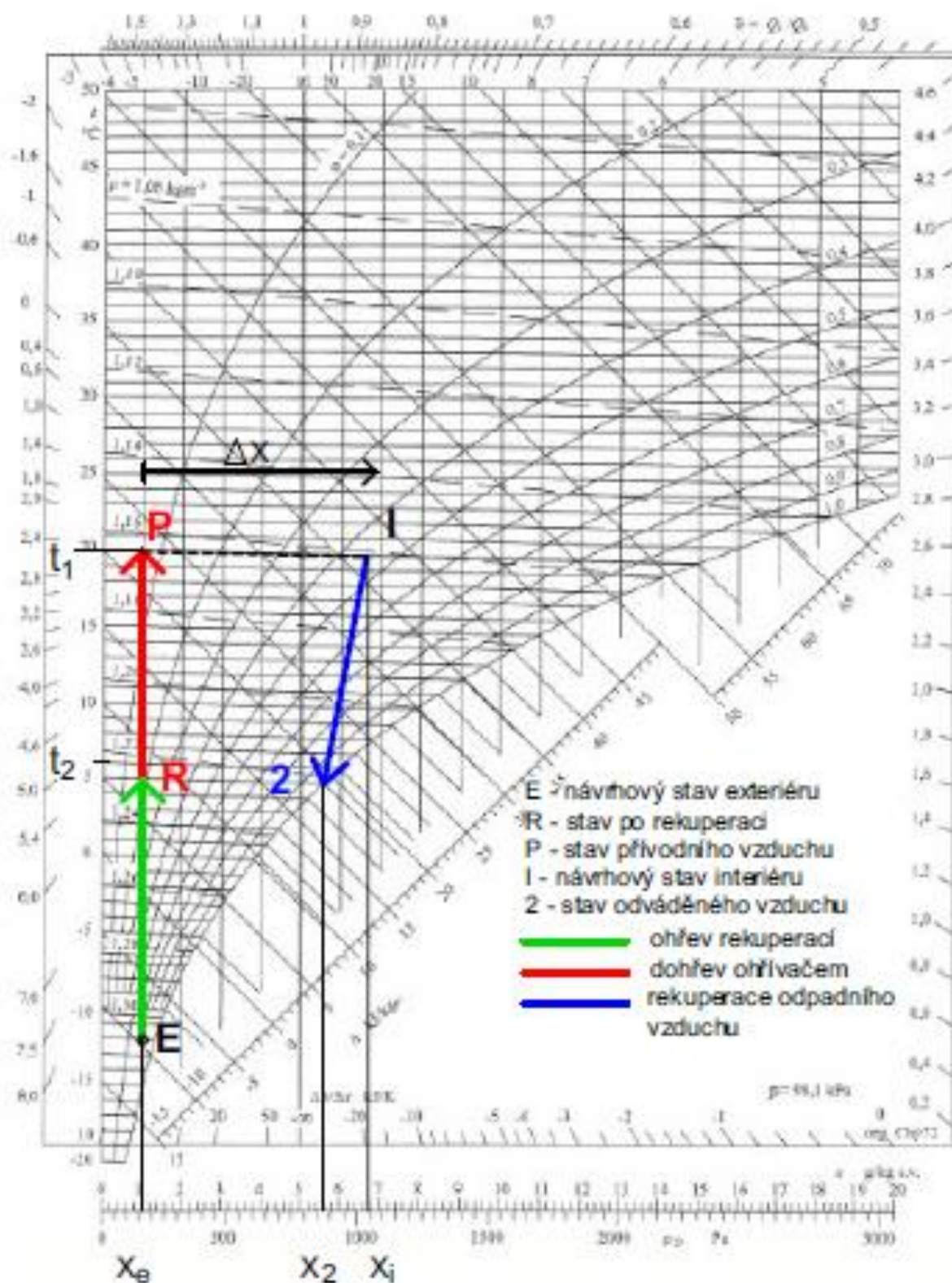
Obr. 2.25 HX-diagram pro třídu

2.8.2 Zařízení č.1 a č.2 - léto



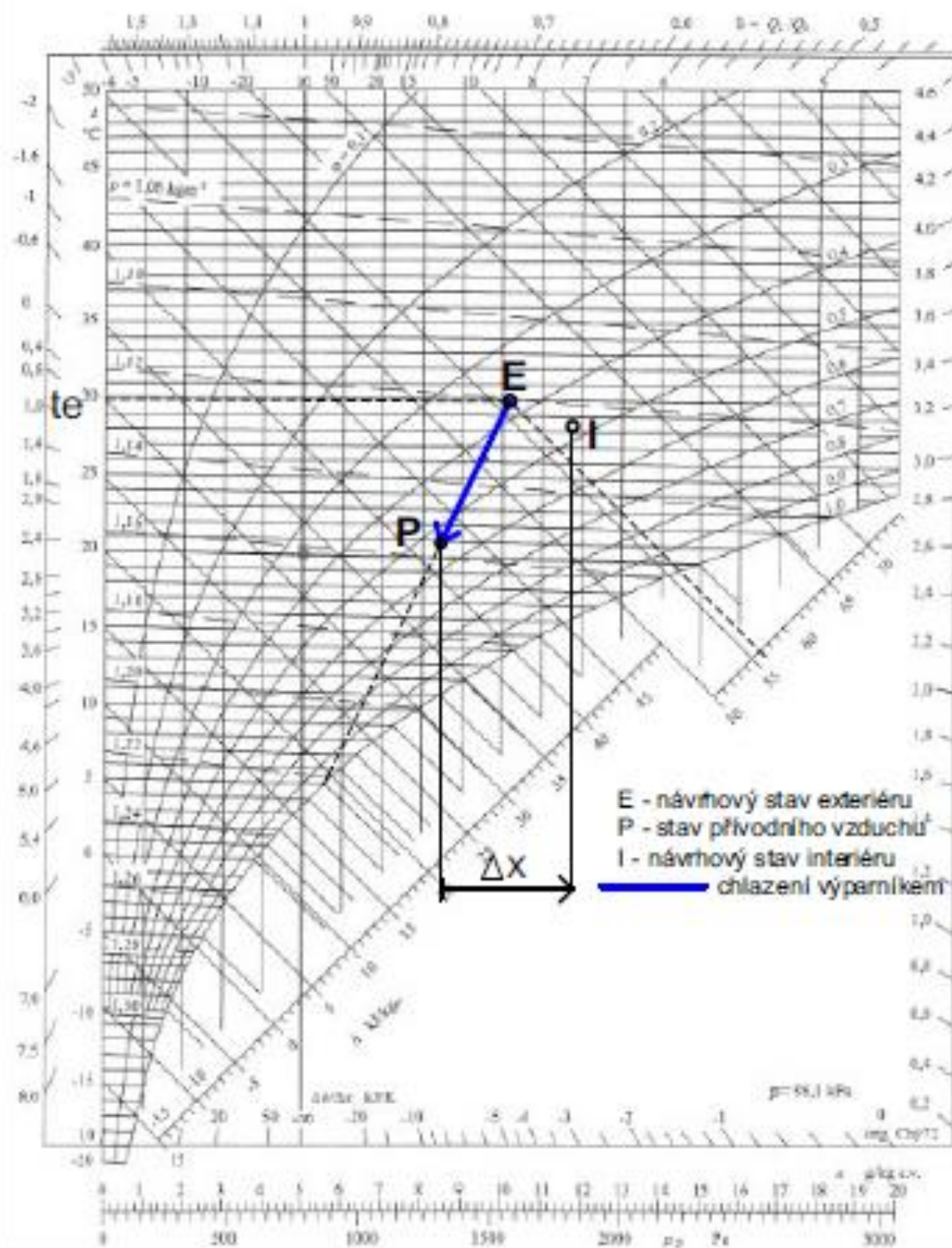
Obr. 2.26 HX - diagram pro prostory tříd

2.8.3 Zařízení č. 3 - zima



Obr. 2.27 HX - diagram pro varnu

2.8.4 Zařízení č. 3 – léto.



Obr. 2.28 Hx - diagram pro varnu.

2.9 Útlum hluku

Pro útlum hluku budou použity kruhové tlumiče od společnosti Mandík. Na výtlaku z jednotek do tříd, budou z důvodu vysokého akustického tlaku jednotky osazeny 2 tlumiče. V prostorách varny budou kvůli čtyřhrannému potrubí osazeny čtyřhranné kulisové tlumiče od společnosti IMOS.



Obr. 2.28 Kruhový tlumič Mandík.



Obr. 2.27 Kulisový čtyřhranný tlumič

Zařízení č. 1, třída severovýchodní, odvod, sání do jednotky

[illegible]

Zařízení č. 1, třída severovýchodní, přívod, výtlak z jednotky

ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávních pásmech									
	frekvence (Hz)	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L _w	Hluk ventilátoru										
L _w	Hladina akustického výkonu zdroje 1	0	61	70	78	80	77	72	65	56	85
D _p	Přirozený útlum										
	... rovné potrubí 17,5m	0	0	10,5	5,3	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	
	... oblouky a kolena 6 ks	0	0	0	0	6	12	18	18	18	
	Útlum koncovým odrazem	0	16	11	7	3	1	0	0	0	
	útlum tlumič hluku 1	0	0	11	15	22	27	22	19	20	
	útlum tlumiče hluku 1 (např. ohebné potr.)	0	0	6	10	18	23	17	15	16	
L _{v1}	Hladina akustického výkonu ve vyústce	3	45	32	41	28	11	12	10	0	41
L _{vy}	Hladina akustického výkonu vyústky										36
K	Korekce na počet vyústek							počet vyústek:		5	7
L _s	Hladina akustického výkonu všech vyústek										50
Q	směrový činitel										2
r	vzdálenost od vyústky k posluchači										1
A	pohltivá plocha místnosti	plocha všech povrchů místnosti (m ²)					70	pohltivost (-)		0,2	14
L _{so}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače										46
L _{p,A}	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti										50

Zařízení č. 2, třída jihovýchodní, odvod, sání do jednotky

[illegible]

Zařízení č. 2, třída jihovýchodní přívod, výtlak z jednotky

ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávových pásmech									
	frekvence (Hz)	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L _w	Hluk ventilátoru										
L _w	Hladina akustického výkonu zdroje 1	0	61	70	78	80	77	72	65	56	85
D _p	Přirozený útlum										
	... rovné potrubí 22,1m	0	0	13,3	6,6	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	
	... oblouky a kolena 4 ks	0	0	0	0	4	8	12	12	12	
	Útlum koncovým odrazem	0	16	11	7	3	1	0	0	0	
	útlum tlumič hluku 1	0	0	11	15	22	27	22	19	20	
	útlum tlumiče hluku 1 (např. ohebné potr.)	0	0	6	10	18	23	17	15	16	
L _{v1}	Hladina akustického výkonu ve výústce	3	45	29	39	30	15	18	16	5	40
L _{vy}	Hladina akustického výkonu výústky										36
K	Korekce na počet výústek							počet výústek:		4	6
L _s	Hladina akustického výkonu všech výústek										48
Q	směrový činitel										2
r	vzdálenost od výústky k posluchači										0,9
A	pohltivá plocha místnosti	plocha všech povrchů místnosti (m2)					150	pohltivost (-)		0,4	60
L _{so}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače										42
L _{p,A}	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti										50

Třídý, sání do jednotek

[illegible]

Třídy, výtlak z jednotek											
ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktavových pásmech									
	frekvence (Hz)	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L _w	Hluk ventilátoru										
L _w	Hladina akustického výkonu zdroje 1	0	61	70	78	80	77	72	65	56	84
K _a	Hladina akustického výkonu zdroje 2	0	61	70	78	80	77	72	65	56	84
L _w	součet	3	64	73	81	83	80	75	68	59	87
D _p	Přirozený útlum										
	... rovné potrubí 10,9 m	0	0	13,3	6,6	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	
	... oblouky a kolena 3 ks	0	0	0	0	3	6	9	9	9	
	Útlum koncovým odrazem	0	9	5	3	0	0	0	0	0	
	útlum tlumič hluku 1	0	0	9	14	21	25	20	17	19	
L _{v1}	Hladina akustického výkonu ve vyústce	3	55	46	57	56	46	43	39	28	60
L _{vy}	Hladina akustického výkonu vyústky										30
K	Korekce na počet vyústek							počet vyústek:		1	0
L _s	Hladina akustického výkonu všech vyústek										60
Q	směrový činitel										2
r	vzdálenost od vyústky k posluchači										5
L _{so}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače										38
L _{p,A}	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti										50

[illegible]

Varna, přívod, výtlač z jednotky

ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávových pásmech									
	frekvence (Hz)	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L _w	Hluk ventilátoru										
L _w	Hladina akustického výkonu zdroje 1	0	55	65	85	88	91	89	85	79	56
D _p	Přirozený útlum										
	... rovné potrubí 4,75 m	0	0	1,4	0,7	4,8	0,3	0,3	0,3	0,3	
	... oblouky a kolena 5 ks	0	0	5	10	15	15	15	15	15	
	Útlum koncovým odrazem	0	13	8	3	0	0	0	0	0	
	útlum tlumič hluku 1	0	2	8	17	19	32	31	20	18	
L _{v1}	Hladina akustického výkonu ve vyústce	3	40	43	54	49	44	43	50	46	57
L _{vy}	Hladina akustického výkonu vyústky										38
K	Korekce na počet vyústek							počet vyústek:		1	0
L _s	Hladina akustického výkonu všech vyústek										57
Q	směrový činitel										2
r	vzdálenost od vyústky k posluchači										1
A	pohltivá plocha místnosti	plocha všech povrchů místnosti (m2)					66	pohltivost (-)		0,2	13
L _{so}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače										54
L _{p,A}	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti										60

Varna, odvod, výtlak z jednotky

[illegible]

Varna, přívod, sání do jednotky

ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávových pásmech									
frekvence (Hz)	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
Hluk ventilátoru										
Hladina akustického výkonu zdroje 1	0	52	57	71	72	70	66	62	25	77
Přirozený útlum										
... rovné potrubí 4,5 m	0	0	1,4	0,7	0,5	0,3	0,3	0,3	0,3	
... oblouky a kolena 3 ks	0	3	6	9	9	9	9	9	9	
Útlum koncovým odrazem	0	7	3	0	0	0	0	0	0	
útlum tlumič hluku 1	0	1	4	9	13	19	19	15	13	
Hladina akustického výkonu ve vyústce	3	41	43	52	50	42	38	38	3	55
Hladina akustického výkonu vyústky										50
Korekce na počet vyústek							počet vyústek:		1	0
Hladina akustického výkonu všech vyústek										56
směrový činitel										2
vzdálenost od vyústky k posluchači										5
Hladina akustického tlaku v místě posluchače										34
Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti										50

2.9.1 Přehled zvolených tlumičů

Zařízení č. 1	PŘÍVOD, VÝTLAK Z JEDNOTKY							
	Hlukový útlum [dB]							
Frekvence [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Tlumič l=1 500mm	0	11	15	22	27	22	19	20
Tlumič l=900mm	0	6	10	18	23	17	15	16
Zvolený tlumič:	Tlumič Mandík SMR, kruhový, l=1 500mm, d=400mm							
	Tlumič Mandík SMR, kruhový, l=900mm, d=400mm							

Zařízení č. 1	ODVOD, SÁNÍ Z JEDNOTKY							
	Hlukový útlum [dB]							
Frekvence [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
	0	6	10	18	23	17	15	16
Zvolený tlumič	Tlumič Mandík SMR, kruhový, l=900mm, d=400mm							

	SPOLEČNÉ SÁNÍ DO JEDNOTEK							
	Hlukový útlum [dB]							
Frekvence [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
	1	4	9	13	19	19	15	13
Zvolený tlumič	Tlumič IMOS-TP, čtyřhranný kulisový, l=500mm, s=50mm							

	SPOLEČNÝ VÝTLAK Z JEDNOTEK							
	Hlukový útlum [dB]							
Frekvence [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
	0	9	14	21	25	20	17	19
Zvolený tlumič	Tlumič Mandík SMR, kruhový, l=1 200mm, d=560mm							

Zařízení č. 2	PŘÍVOD, VÝTLAK Z JEDNOTKY							
	Hlukový útlum [dB]							
Frekvence [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
	0	11	15	22	27	22	19	20
	0	6	10	18	23	17	15	16
Zvolený tlumič:	Tlumič Mandík SMR, kruhový, l=1 500mm, d=400mm							
	Tlumič Mandík SMR, kruhový, l=600mm, d=400mm							

Zařízení č. 2	ODVOD, SÁNÍ Z JEDNOTKY							
	Hlukový útlum [dB]							
Frekvence [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
	0	6	10	18	23	17	15	16
Zvolený tlumič	Tlumič Mandík SMR, kruhový, l=900mm, d=400mm							

Zařízení č. 3	PŘÍVOD, VÝTLAK Z JEDNOTKY							
	Hlukový útlum [dB]							
Frekvence [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
	2	8	17	19	32	31	20	18
Zvolený tlumič	Tlumič IMOS-TP, čtyřhranný kulisový, l=1 000mm, s=50mm; 900x800							

Zařízení č. 3	ODVOD, SÁNÍ DO JEDNOTKY							
	Hlukový útlum [dB]							
Frekvence [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
	1	4	9	13	19	19	15	13
Zvolený tlumič	Tlumič IMOS-TP, čtyřhranný kulisový, l=500mm, s=50mm; 900x800							

Zařízení č. 3	ODVOD, VÝTLAK Z JEDNOTKY							
	Hlukový útlum [dB]							
Frekvence [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Tlumič l=1 500mm	0	10	21	26	30	22	12	15
Zvolený tlumič:	Tlumič Mandík SMR, kruhový, l=1 200mm, d=800mm							

Zařízení č. 3	PŘÍVOD, SÁNÍ DO JEDNOTKY							
	Hlukový útlum [dB]							
Frekvence [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
	1	4	9	13	19	19	15	13
Zvolený tlumič	Tlumič IMOS-TP, čtyřhranný kulisový, l=500mm, s=50mm; 900x800							

2.10 Návrh izolace

V obou třídách je třeba izolovat přívodní potrubí z důvodu zamezení tepelných ztrát, při rozvodu chladného vzduchu v letním období. Protože potrubí je vedeno volně a obyčejná izolace by byla nevzhledná, byla vybrána izolace ze syntetického kaučuku, K-flex H-duct. Tloušťka izolace bude 50 mm.

V prostorách varny bude izolováno jak přívodní, tak i odvodní potrubí, z důvodu zamezení kondenzace par na potrubí. K tom nám poslouží lamelové skružované pásy Knauf LHM-Alur, tl. 50 mm.

3 TECHNICKÁ ZPRÁVA

3.1 Úvod

Předmětem této projektové dokumentace je vypracování vzduchotechniky pro mateřskou školu.

3.1.1 Podklady pro zpracování

Podkladem pro zpracování byly výkresy půdorysů a řezy stavebních částí projektu. Součástí podkladů jsou příslušné zákony a prováděcí vyhlášky, České technické normy a podklady výrobců vzduchotechnických zařízení:

- ČSN 73 0540 - Tepelná ochrana budov
- ČSN 013454 – Technické výkresy – Instalace – Vzduchotechnika, klimatizace
- ČSN EN 15251/2011 - Vstupní parametry vnitřního prostředí pro návrh a posouzení energetické náročnosti budov s ohledem na kvalitu vnitřního vzduchu, tepelného prostředí, osvětlení a akustiky
- Nařízení vlády č. 148/2006 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
- Mandík – podklady výrobce
- AZ – klima – podklady výrobce
- České filtry – podklady výrobce
- IMOS – podklady výrobce
- Atrea – podklady výrobce
- REMAK a.s. – podklady výrobce
- Mart – podklady výrobce
- Sinclair – podklady výrobce
- Spirax Sarco – podklady výrobce
- Knauf – podklady výrobce
- K-flex – podklady výrobce

3.1.2 Výpočtové hodnoty klimatických poměrů

- Místo: Brno Nadmořská výška: 156 m n. m.
- Normální tlak vzduchu: 101,3 kPa
- Výpočtová teplota vzduchu: léto: 30 °C, entalpie 56 kJ/kg, zima: -12 °C

3.1.3 Výpočtové hodnoty vnitřního prostředí

Vzduchotechnika zajišťuje větrání dvou tříd a varny společně s místnostmi nezbytnými pro její chod. U zařízení č. 1 je vzduch přiváděn do pobytové zóny a odváděn z téhož prostoru a prostorů hygienických zázemí. Stejně je to i u zařízení č. 2, kde je navíc vzduch přiváděn do prostorů chodby a odváděn ze sociálních zařízení zaměstnanců. VZT slouží pouze k nucenému větrání a klimatizaci, pokrývající tepelnou zátěž. Pro pokrytí tepelných ztrát je uvažováno ústřední vytápění. Stejným způsobem je řešeno větrání a krytí tepelné zátěže i v prostorách varny.

Místnost	Výsledná teplota [°C]		Relativní vlhkost [%]		Hladina akustického tlaku [dB/A]
	Zima	Léto	Zima	Léto	
Třída 1.25	22°C	26°C	30	max. 65	50
Třída 1.35	22°C	26°C	30	max. 65	50
Varna 1.05	20°C	28°C	max. 70	max. 70	60

3.2 Základní koncepční řešení

Navrženy jsou tři VZT jednotky. Nucené větrání s částečnou klimatizací je navrženo pro severovýchodní a jihovýchodní třídu a k nim náležící hygienická zázemí. V těchto prostorech je také uvažováno vlhčení vzduchu, které je zajištěno parním zvlhčovačem, napojeném na přívodním potrubí. U všech hygienických místností je uvažováno podtlakové větrání. Vzduch je sem přiváděn stěnovými mřížkami. Na rozvodech jsou instalované regulační klapky pro zajištění větrání výdejny jídla v době vydávání obědů, a dále v místech rozvětvení potrubí.

U varny a jejích nezbytných částí, je navržen taktéž systém nuceného větrání s částečnou klimatizací. Kromě místností 1.07, 1.08, 1.13 a 1.01 je větrání koncipováno jako rovnotlaké. Regulace je osazena v místě rozvětvení potrubí a na přívodu k digestoři.

Regulace VZT je zajištěna samostatnými systémy MaR. Jednotky č. 1 a 2, budou umístěny ve strojovně č.m. 1.38, zařízení č. 3 v místnosti 2.03. Kondenzační jednotky pro chlazení, budou osazeny na střeše objektu.

3.2.1 Hygienické větrání a klimatizace

- Větrání bude navrženo následovně:
- Dávka vzduchu na žáka 50 m³/h na učitele 50 m³/h
- Dávka vzduchu na zařizovací předměty: WC - 50 m³/h
Umývadlo – 30 m³/h
Sprcha – 150 m³/h
Šatní skříňka – 10 m³/h
- Přetlakové větrání je navrženo v prostorách tříd.
- Podtlakové větrání je navrženo v prostorách sociálních zařízení, šaten, Skladu prádla, prádelně, výdejny jídla do tříd. U prostor varny je to místnost pro hrubou přípravu zeleniny, suchého skladu a úklidové místnosti. Vzduch bude přiváděn z okolních prostor, kde je větrání řešeno přetlakově.

- Rovnotlaké větrání je navrženo u skladů varny, kde je teplota výrazně menší, než teplota okolních prostor, umývárny termonosů.
- Filtrace vzduchu – u zařízení pro větrání tříd, je navržen stupeň filtrace G4 na přívodu a F7 na odvodu. Zařízení pro varnu je opatřeno filtrací G3 na přívodu i na odvodu. Na odvodu je navíc osazen tukový filtr třídy M7 ro odloučení tukových aerosolů.
- Vytápění zajišťuje ústřední topení.
- Chlazení u všech 3 zařízení je řešen systémem částečné klimatizace – kondenzační jednotkou jako zdrojem chladu, napojenou na přímý výparník vzduchotechniky.

3.2.2 Energetické zdroje

Elektrická energie

Elektrická energie je potřebná pro pohon elektromotorů VZT, regulační klapky a pohon venkovních kondenzačních jednotek.

Tepelná energie

Pro ohřev vzduchu ve výměnících VZT jednotek bude sloužit kotel pro ústřední vytápění s teplotním spádem 70/50 °C.

Chlazení vzduchu bude zajištěno přímým výparníkem umístěným ve VZT jednotce a vzduchem chlazenou kondenzační jednotkou umístěnou na střeše.

3.3 Popis technického řešení

3.3.1 Koncepce větracích a klimatických zařízení

Navržená vzduchotechnická zařízení budou zajišťovat nucené větrání a klimatizaci prostor mateřské školy. Dávky vzduchu jsou stanoveny dle požadavků normy. Jednotky jsou umístěny ve strojovnách, situovaných v interiéru. Potrubní rozvody ve třídách, mají kruhový průřez. Ve varně je potrubí průřezu hranatého i kruhového. Trubním materiálem je oboustranně pozinkovaný plech. Díky různým úhlům stěn strojovny 1.38, musely být použita kolena pod úhlem 80° a 10° které nejsou v běžné rozměrové řadě. Proto budou kolena zhotovena z Al laminátové hadice s kostrou z ocelového drátu Aluflex. Potrubí, odvádějící vzduch z talířových ventilů, bude potrubí Sonoflex. Jelikož bude přívodní potrubí VZT přivádět také ochlazený vzduch, budou tyto rozvody kvůli zamezení tepelných ztrát izolovány. Ve varně bude navíc i izolováno odvodní potrubí z důvodu zamezení kondenzace par na potrubí. Dále budou izolovány rozvody vedoucí od jednotek do exteriéru. Jako distribuční elementy, budou z důvodu volného vedení potrubí, vyústky přímo do kruhového potrubí, v prostorech s podhledem pak talířové ventily. Distribuce vzduchu ve varně je zajištěna digestoří a tukovými filtry. Zařízení č. 1 a č. 2, budou umístěny ve strojovně společně, proto sání i výfuk bude taktéž společný. Zařízení č. 3 pro varnu, bude mít tyto elementy samostatně.

Zařízení č. 1 – větrání a částečná klimatizace severovýchodní třídy.

Toto zařízení slouží k nucenému větrání a částečné klimatizaci severovýchodní třídy. Jedná se o kompaktní vertikální jednotku, která upravuje vzduch pro jeho následnou distribuci do pobytové zóny. Znehodnocený vzduch je posléze odváděn z téhož prostoru a dále z prostoru umývárny, WC,

šatny, sociálního zařízení a šatny učitelek. Kromě třídy, bude vzduch přiváděn na chodbu 1.27 a odváděn ze skladu prádla, prádelny, skladu hraček a přípravný jídla.

V případě potřeby bude jednotka dohřívát vzduch vodním ohříváčem, v letních měsících jej bude chladit přímým výparníkem. K němu je napojena venkovní, vzduchem chlazená kondenzační jednotka, která je umístěna na střeše, na ocelové konstrukci. Potrubí pro proudění kapaliny a plynu, je vyrobeno z mědi. Rozvody vzduchu z VZT jednotky jsou řešeny kruhovým potrubím. Odvodní potrubí je vedeno po stěnách, přívodní ve volném prostoru, uchyceno závitovými tyčemi, navlečených na závěsy. Distribučními elementy jsou výústky pro kruhové potrubí, stěnové mřížky a v místnostech s podhledem talířové ventily.

Z důvodu nízké vlhkosti při teplotách menších jak 0°C v zimních měsících, je do přívodního potrubí nainstalována trubice parního zvlhčovače. Ta zajistí rovnoměrný vstřík suché páry do proudícího vzduchu v potrubí. Parní zvlhčovač je umístěn a napojen na chodbě 1.21.

VZT jednotka je umístěna na podstavních nohách ve strojovně 1.38.

Skladba VZT jednotky:

Přívod: Tlumicí vložka, filtr třídy G4, deskový rekuperátor s bypassem, vodní ohříváč, přímý výparník, ventilátor

Odvod: Filtr třídy F7, deskový rekuperátor s bypassem, ventilátor

Skladba kondenzační jednotky: kondenzátor, kompresor, ventilátor

Zařízení č. 2 – větrání a částečná klimatizace jihovýchodní třídy

Toto zařízení slouží k nucenému větrání a částečné klimatizaci jihovýchodní třídy. Jedná se o kompaktní vertikální jednotku, která upravuje vzduch pro jeho následnou distribuci do pobytové zóny. Znehodnocený vzduch je posléze odváděn z téhož prostoru, a dále z prostoru umývárny, WC, šatny, sociálního zařízení a šatny učitelek. Kromě třídy bude vzduch přiváděn také na chodbu 1.21, spojující hlavní části budovy. Tady je vývod řešen stěnovými výústkami, osazenými na ústí čtyřhranného potrubí. Tento způsob byl zvolen kvůli omezeným prostorovým možnostem. Sání vzduchu bude probíhat na přilehlých sociálních zařízeních pro zaměstnance.

V případě potřeby bude jednotka dohřívát vzduch vodním ohříváčem, v letních měsících jej bude chladit přímým výparníkem. K němu je napojena venkovní, vzduchem chlazená kondenzační jednotka, která je umístěna na střeše, na ocelové konstrukci. Potrubí pro proudění kapaliny a plynu, je vyrobeno z mědi. Rozvody vzduchu z VZT jednotky jsou řešeny kruhovým potrubím. Odvodní potrubí je vedeno po stěnách, přívodní ve volném prostoru, uchyceno závitovými tyčemi, navlečených na závěsech. Distribučními elementy jsou výústky pro kruhové potrubí, stěnové mřížky a v místnostech s podhledem talířové ventily.

Z důvodu nízké vlhkosti při teplotách menších jak 0°C v zimních měsících, je do přívodního potrubí nainstalována trubice parního zvlhčovače. Ta zajistí rovnoměrný vstřík suché páry do proudícího vzduchu v potrubí. Zvlhčovač bude umístěn v šatně 1.32 ve skřínce.

VZT jednotka je umístěna na podstavních nohách ve strojovně 1.38.

Skladba VZT jednotky:

Přívod: Tlumicí vložka, filtr třídy G4, deskový rekuperátor s bypassem, vodní ohříváč, přímý výparník, ventilátor

Odvod: Filtr třídy F7, deskový rekuperátor s bypassem, ventilátor

Skladba kondenzační jednotky: kondenzátor, kompresor, ventilátor

Zařízení č. 3 – větrání a částečná klimatizace varny.

Jednotka je navržena taktéž pro nucené větrání a částečnou klimatizaci varny. Zařízení je provedeno v horizontálním provedení nad sebou, umístěné na podstavci ve strojovně, situované ve 2.NP. Rozvody vzduchu budou převážně ze čtyřhranného potrubí. Potrubí pro sklady bude kruhového průřezu. Distribuce vzduchu je řešena na chodbu 1.09b, odtud proudí do suchého skladu 1.13, a na chodbu 1.09a, pro větrání příjmu 1.01 a úklidové místnosti 1.08. Dále je vzduch přiváděn do varny, odkud ještě 70 m³/h pojme příprava zeleniny. Ostatní sklady jsou řešeny jako rovnotlaké, kvůli zamezení tepelných ztrát. Za přírodní výústky byly opět zvoleny výústky pro kruhové potrubí z důvodu nepřítomnosti podhledů. V místnostech s podhledy je přívod řešen talířovými ventily. Distribuce vzduchu ve varně je zajištěna digestoří Variant. Odváděný vzduch je nasáván přes tukové filtry.

V případě potřeby bude jednotka dohřívat vzduch vodním ohříváčem, v letních měsících jej bude chladit přímým výparníkem. K němu je napojena venkovní, vzduchem chlazená kondenzační jednotka, která je umístěna na střeše, na ocelové konstrukci. Potrubí pro proudění chladiva a kondenzátu, je vyrobeno z mědi.

Skladba VZT jednotky:

Přívod: Tlumící vložka, klapka, filtr třídy G3, deskový rekuperátor, vodní ohříváč, přímý výparník, eliminátor kapek, ventilátor, tlumící vložka

Odvod: Tlumící vložka, klapka, tukový filtr třídy M7, filtr třídy G3, deskový rekuperátor, ventilátor, tlumící vložka

Skladba kondenzační jednotky: kondenzátor, kompresor, ventilátor

3.4 Nároky na energie

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

3.5 Měření regulací

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

- ovládání chodu ventilátorů, silové napájení ovládaných zařízení
- regulace teploty vzduchu řízením výkonu teplovodního ohříváče v zimním období
- regulace teploty vzduchu řízením výkonu přímého výparníku v letním období
- umístění teplotních a vlhkostních čidel podle požadavku
- protimrazová ochrana deskového výměníku nastavováním obtokové klapky
- ovládání uzavíracích klapek na jednotce včetně dodání servopohonů
- protimrazová ochrana teplovodního výměníku.
- 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 podle potřeby provozu a časového rozvrhu
- snímání a signalizace zanesení filtrů
- poruchová signalizace
- snímání signalizace chodu, poruchy a zapnutí a vypnutí zdroje chladu

3.6 Nároky na související profese

3.6.1 Stavební úpravy

- Vyspádování podlahy strojovny do podlahové vpusti
- Opatření této podlahy ochranným a nehořlavým nátěrem
- Výroba a osazení ocelové konstrukce pro kondenzační jednotky
- Zřízení prostupů pro VZT potrubí s alespoň o 50 mm větším rozměrem, než je jmenovitý rozměr potrubí a dostatečné utěsnění a izolace prostupů
- U místností s podtlakovým větráním zřízení větracích mřížek na předepsaných místech

3.6.2 Silnoproud

Ochrana před zásahem elektrickým proudem – nutnost uzemnění zařízení.

3.6.3 Vytápění a chlazení

- Připojit ohřívače VZT jednotky na topnou vodu o teplotním spádu 70/50 °
- Napojení VZT jednotky na kondenzační jednotku

3.6.4 Zdravotní technika

- Vpusti ve strojovnách u VZT jednotek.
- Odvod kondenzátu bude zabezpečen přes zápachovou uzávěru, u deskového výměníku VZT a přímého výparníku.

3.7 Protihluková a protiotřesová opatření

- Do rozvodných tras potrubí budou uloženy tlumiče hluku, aby bylo zabráněno nadměrnému šíření hluku.
- Všechny VZT jednotky budou uloženy pružně.
- Elementy napojené na VZT jednotky, budou připojeny přes tlumící vložky.
- Prostupy potrubí konstrukcemi budou izolovány.

3.8 Izolace a nátěry

Na izolaci potrubí směřujícího ze strojovny do exteriéru a v prostorách varny, budou použity lamelové skružované pásy Knauf LMH Alur, tl. 50 mm.

Pro přívodní potrubí ve třídách, bude z estetických důvodů použita izolace ze syntetického kaučuku K-FLEX H-DUCT, tl. 50 mm.

3.9 Protipožární opatření

V rozvodech, které procházejí stěnami strojovny, a zároveň se jedná o konstrukce dělící požární úsek, budou nainstalovány požární klapky. Osazení klapek uvažujeme pouze ve strojovně 1.38. Strojovna 2.03 je součástí požárního úseku.

3.10 Montáž, provoz, údržba a obsluha zařízení

Montáž všech zařízení bude provedena odbornou firmou. Před uvedením jednotek do provozu je nutné provést kontrolu a zregulování jednotlivých prvků. Jednotky musí být pravidelně kontrolovány a čištěny, dle pokynů výrobce. Personál obsluhující zařízení musí být odborně proškolen.

3.11 Závěr

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

Tabulka místností:

Průtoky vzduchu pro zařízení č. 1 – třída Severozápadní

Č.m	Název místnosti	Plocha	Objem	Požadované dávky	Požadované	Počet	Celkový	Přívod	Odvod	Výměna
		[m ²]	[m ³]	[m ³ /h]	[x/h]	[ks]	[m ³ /h]	[m ³ /h]	[m ³ /h]	[x/h]
1.22	Šatna	17,6	60,0	10/skříň	-	24	240	0	240	4
1.23	WC	10,35	36,45	30/WC+150/sprcha	-	5+1	300	0	300	8,23
1.24	Umývárna	11,63	33,17	30/umývadlo	-	5	150	0	150	4,52
1.25a	Pracovna	66,23	192,14	30/žák+50/učitel	-	24+1	770	1 650	770	4,87
1.25b	Lehátkový kout	29,87	74,68							
1.25c	Jídelní kout	21,11	73,89							
1.25d	Mokrý koutek	5,92	4,74	30/umývadlo	-	2	60	0	60	12,66
1.26a	Šatna učitelky	2,7	6,08	25/skříň	-	2	50	0	50	8,22
1.26b	WC učitelky	1,8	4,05	50/wc+30/um.	-	1+1	80	0	80	19,75
1.27	Chodba	7,34	16,52	-	3 x/h	-	50	270	0	13,32
1.28	Výdej jídla	8,82	25,14	-	5 x/h	-	127,5	0	150	5,97
1.29	Sklad školky	6,9	15,53	-	3 x/h	-	47	0	50	3,22
1.31a	Prádelna	2,8	6,30	-	5 x/h	-	31,5	0	50	7,94
1.31b	Sklad prádla	2,05	4,61	-	3 x/h	-	14	0	20	4,34
								Σ 1 920	Σ 1 920	

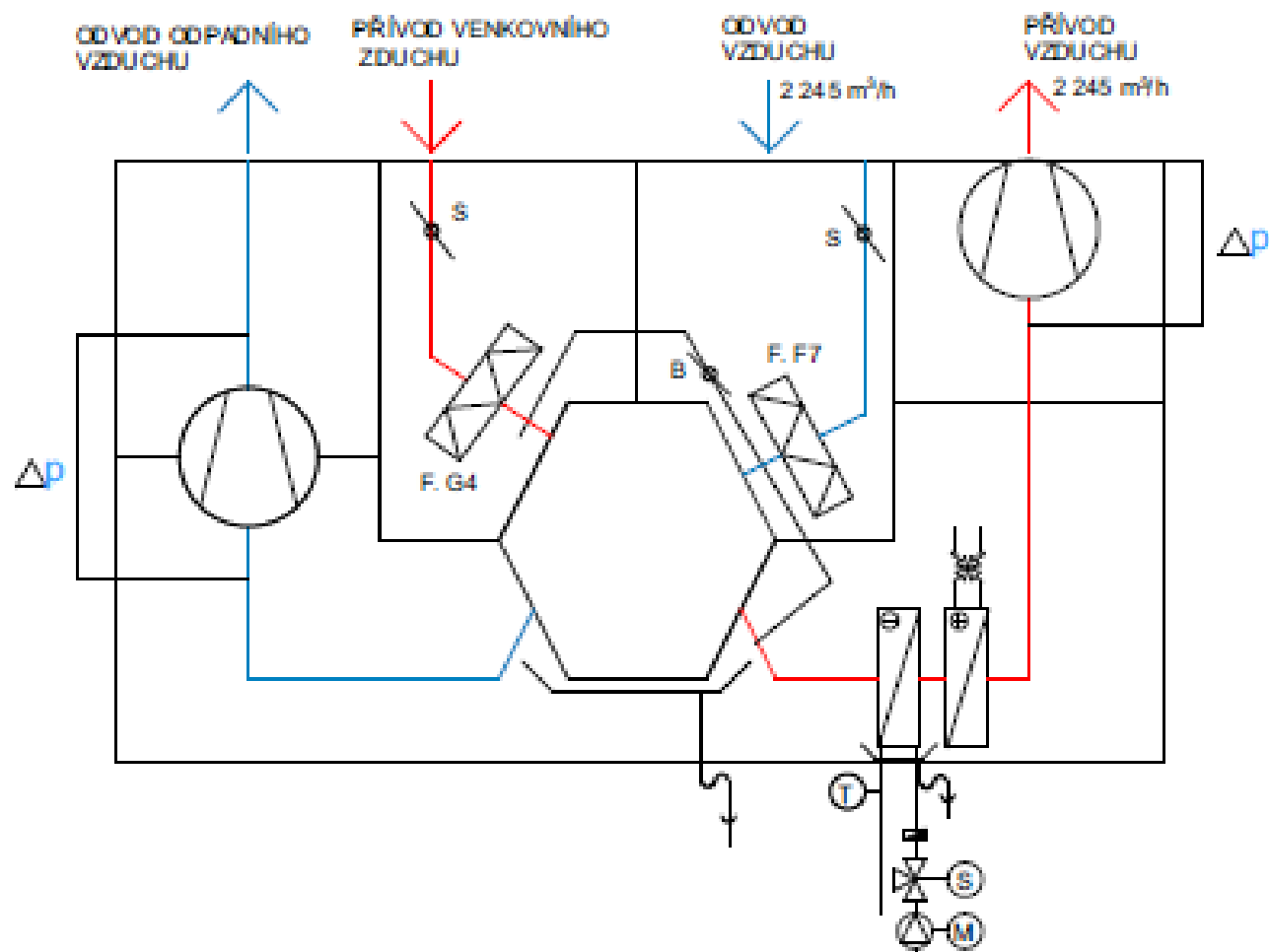
Průtoky vzduchu pro zařízení č. 2 – Chodba + Jihozápadní třída

Č.m	Název místnosti	Plocha [m ²]	Objem [m ³]	Požadované průtoky [m ³ /h]	Požadované [x/h]	Počet [ks]	Celkový [m ³ /h]	Přívod [m ³ /h]	Odvod [m ³ /h]	Výměna [x/h]
1.14	Sklad	3,19	8,45	3 x/h	-	25	25	0	25	2,95
1.15	WC zaměstnanci	3,05	8,08	50/wc+30/um.	-	1+1	80	0	80	10,00
1.16	WC muži	3,05	8,08	50/wc+30/um.	-	1+1	80	0	80	10,00
1.17	WC ženy + IMOB	4,40	11,66	50/wc+30/um.	-	1+1	80	0	80	6,80
1.18	Úklid	2,25	5,96	50/výlevka	-	1	50	0	50	8,39
1.19	Chodba	26,3	69,70	-	3x/h	-	209	315	0	4,50
1.32	Šatna	16,8	57,4	10/skříň	-	25	250	0	250	4,36
1.33	WC	8,8	25,13	30/WC+150/sprcha	-	5+1	300	0	300	11,4
1.34	Umývárna	7,6	22,42	30/umývadlo	-	5	150	0	150	6,69
1.35a	Pracovna	68,79	204,7	30/žák+50/učitel	-	24+1	770	1 650	770	4,67
1.35b	Lehátkový kout	29,79	75,96							
1.35c	Jídelní kout	21,11	74,78							
1.35d	Mokrý koutek	6,52	5,5	30/umývadlo	-	2	60	0	60	10,90
1.36a	Šatna učitelky	2,7	6,08	25/skříň	-	2	50	0	50	8,20
1.36b	WC učitelky	1,8	4,05	50/wc+30/um.	-	1+1	80	0	80	19,75
1.38	Strojovna VZT II	32,6	88,02		3 x/h	-	264,2	280	280	3,18
								Σ 2 245	Σ 2 245	

Zařízení č. 3 – Větrání kuchyně

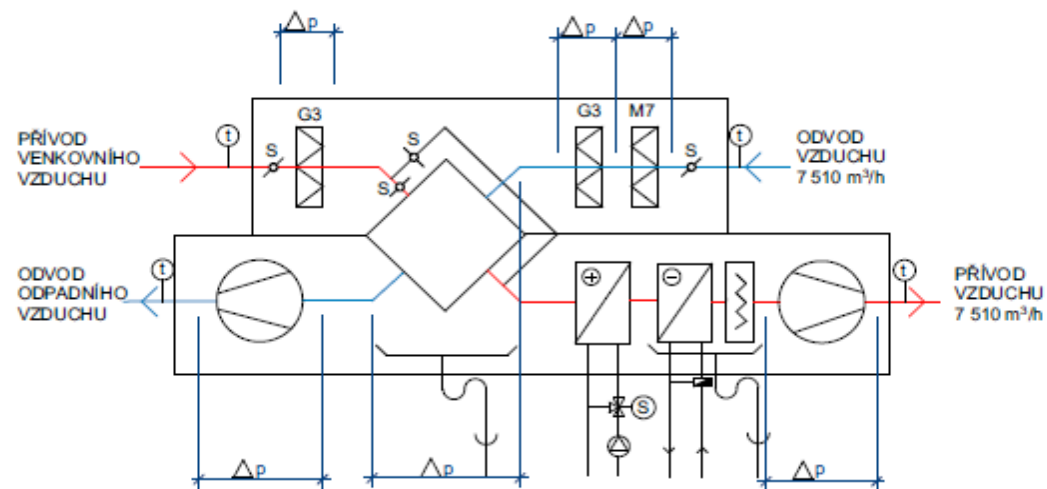
Č.m	Název místnosti	Plocha [m ²]	Objem [m ³]	Požadované průtoky [m ³ /h]	Požadované [x/h]	Počet [ks]	Celkový [m ³ /h]	Přívod [m ³ /h]	Odvod [m ³ /h]	Výměna [x/h]
1.01	Příjem	10,12	31,4	-	2 x/h	-	62,8	0	100	2,24
1.02	Sklad + um. termonosů	11,3	35,03	-	10 x/h	-	350,3	360	360	10,28
1.03	Výdej do termonosů	7,08	21,95	-	5 x/h	-	109,75	0	120	5,47
1.04	Výdejší okno	4,56	13,80	-	2 x/h	-	27,6	-	-	-
1.05	Varna	46,4	125,80	-	Výpočet varny	-	-	6 480	6 290	34,34
1.06	Sklad zeleniny	7,37	19,90	-	3 x/h	-	59,7	70	70	3,52
1.07	Hrubá příprava zeleniny	6,48	17,50	-	4 x/h	-	70	0	70	4
1.08	Úklid	1,19	3,69	50/výlevka	-	1	50	0	50	13,55
1.09a	Chodba	8,04	21,71	-	2 x/h	-	5,42	150	0	5,53
1.09b	Chodba	15,11	40,80	-	2 x/h	-	81,6	100	0	2,45
1.12	Chlazený sklad	8,39	22,65	-	10 x/h	-	226,5	240	240	10,60
1.13	Suchý sklad	10,6	28,62	-	3 x/h	-	85,86	0	100	3,50
2.04	Strojovna VZT	16,38	35,55	-	3 x/h	-	106,65	110	110	3,09
								Σ 7 510	Σ 7 510	

FUNKČNÍ SCHÉMA ZAŘÍZENÍ č.1 a č.2

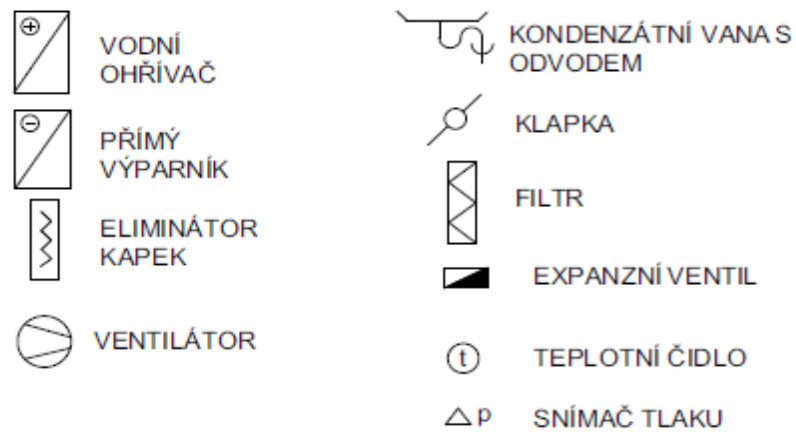


Obr. 2.26 Funkční schéma zařízení č.1 a č.2

ZAŘÍZENÍ Č. 3



LEGENDA ZNAČEK



Obr. 2.28 Funkční schéma zařízení č. 3

ZAŘÍZENÍ	MATEŘSKÁ ŠKOLA	Přívod/odvod	VENTILÁTOR			Elektrická energie			Ohřev			Chlazení		
			Množství vzduchu	Externí tlak	Počet	Elektrický příkon jed-notky	Elektrický proud jed-notky	Napětí/frekvence	Topný výkon	Průtok topné vody	Tlaková ztráta výmě-níku	Chladicí výkon	Tlaková ztráta výmě-níku	Kondenzát
			m ³ /h	Pa	ks	kW	A	V/HZ	kW	l/s	kPa	kW	kPa	l/h
1	Zařízení č. 1 - větrání se-													
1.01	Duplex 3500 Multi Eco-V													
	Přívodní ventilátor	P	1	200	1	0,89	1,39	400/50	-	-	-	-	-	-
	Odvodní ventilátor	O	1	250	1	0,84	1,33	400/50	-	-	-	-	-	-
	Vodní ohřívač	P	1	-	1	-	-	-	2,01	2	9,2	-	-	-
	Přímý výparník	P	1	-	1	-	-	-	-	-	-	7,42	1,08	4,22
	Rekuperátor	P/O	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	8,3
2	Zařízení č. 1 - větrání se-													
2.01	Duplex 3500 Multi Eco-V													
	Přívodní ventilátor	P	2	200	1	0,89	1,39	400/50	-	-	-	-	-	-
	Odvodní ventilátor	O	2	250	1	0,84	1,33	400/50	-	-	-	-	-	-
	Vodní ohřívač	P	2	-	1	-	-	-	7,7	2	9,2	-	-	-
	Přímý výparník	P	2	-	1	-	-	-	-	-	-	7,42	1,08	4,22
	Rekuperátor	P/O	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	8,3
3														
3.01	Aeromaster XP10													kg/h
	Přívodní ventilátor	P	7	577	1	4,26	6,31	400/50	-	-	-	-	-	
	Odvodní ventilátor	O	7	606	1	4,3	6,38	400/50	-	-	-	-	-	
	Vodní ohřívač	P	7	-	1	-	-	-	39,5	1	1,3	-	-	
	Přímý výparník	P	7	-	1	-	-	-	-	-	-	18,2	5,6	0,9
	Rekuperátor	P/O	7	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	0

JEDNOTKA Č. 1 PRO SEVEROVÝCHODNÍ TŘÍDU				
OZN.	VÝROBCE	POPIS	m.j	mn.
1.01	ATREA	VZT jednotka Duplex 3 500 Multi eco-V, jejíž součástí jsou přívodní a odvodní ventilátory, deskový rekuperátor, filtr F7 na odvodu a G4 na přívodu, vodní ohřevač, přímý výparník a digitální regulace	ks	1
1.02	MANDÍK	Tlumič hluku SMR, absorpčního typu, kruhový, 1 500/400	ks	1
1.03	MANDÍK	Tlumič hluku SMR, absorpčního typu, kruhový, 900/400	ks	1
1.04	MANDÍK	Požární klapka FDMC, Ø 400, se servopohonem BFL 230-T	ks	2
1.05	MANDÍK	Odvodní vyústka do kruhového potrubí VNKM-1-R1, 425x85	ks	6
1.06	MANDÍK	Odvodní vyústka do kruhového potrubí VNKM-1-R1, 225x75	ks	1
1.07	MANDÍK	Odvodní vyústka do kruhového potrubí, VNKM-1-R1, 825x85	ks	4
1.08	MANDÍK	Přívodní vyústka do kruhového potrubí, VNKM-2-R1, 725x125	ks	5
1.09	MANDÍK	Stěnová mřížka SMM 12,5; 225x125	ks	4
1.10	MANDÍK	Stěnová mřížka SMM 12,5; 200x75	ks	12
1.11	MANDÍK	Talířový ventil odvodní TVOM, Ø 80	ks	3
1.12	MANDÍK	Přívodní vyústka do kruhového potrubí, VNKM-2-R1, 625x125	ks	1
1.13	MANDÍK	Regulační klapka RKKM, Ø 400, opatřena servopohonem NM 230-A-S, se signalizací polohy	ks	2
1.14	MANDÍK	Regulační klapka RKKM, Ø 160, opatřena servopohonem NM 230-A-S, se signalizací polohy	ks	1
1.15	Spirax sarco	Parní zvlhčovač CP3 Basic	ks	1
1.16	Sinclair	Kondenzační jednotka ASE 48 AH	ks	1
1.17	IMOS-TP	Kulisový tlumič hluku, l=500mm; s=50mm; 700x600	ks	1
1.18	Mart	Sání venkovního vzduchu, čtyřhranný nástavec 630x500 mm	ks	1
1.19	MANDÍK	Tlumič hluku SMR, absorpčního typu, kruhový, 1 200/560	ks	1
1.20	AZ-klima	Výfuk kruhový, Ø 560		
	Mart	Kruhové potrubí		
		Ø 560/10% tvar. Dílů	bm	5,20
		Ø 400/40% tvar. Dílů	bm	45,40
		Ø 355/10% tvar. Dílů	bm	3,80
		Ø 315/30% tvar. Dílů	bm	20,50
		Ø 280/20% tvar. Dílů	bm	7,00
		Ø 250/20% tvar. Dílů	bm	6,00
		Ø 180/20% tvar. Dílů	bm	2,70
		Ø 140/30% tvar. Dílů	bm	2,70
		Ø 100/10% tvar. Dílů	bm	0,50
		400x400/10% tvar. Dílů	bm	4,50
		630x500/20% tvar. Dílů	bm	2,70
		Ohebná hadice Sonoflex	bm	2,10
		Tepelná izolace Knauf LMH Alur – lamelové skružované pásy	m ²	15,0
		Tepelná izolace K-flex H-DUCT – syntetický kaučuk, 50 mm	m ²	75,0
		Materiál pro komponenty kondenzační jednotky:		
		Chladivo R410A	kg	3,2
		Měděné potrubí vč. izolace, přívodní	m	2,5
		Měděné potrubí vč. izolace, odvodní	m	2,3
		Ochranné průchodky	ks	2
		Kabeláž pro propojení jednotek		

JEDNOTKA Č. 2 PRO JIHOVÝCHODNÍ TŘÍDU				
OZN.	VÝROBCE	POPIS	m.j	mn.
2.01	ATREA	VZT jednotka Duplex 3 500 Multi eco-V, jejíž součástí jsou přívodní a odvodní ventilátory, deskový rekuperátor, filtr F7 na odvodu a G4 na přívodu, vodní ohříváč, přímý výparník a digitální regulace	ks	1
2.02	MANDÍK	Tlumič hluku SMR, absorpčního typu, kruhový, 1 500/400	ks	1
2.03	MANDÍK	Tlumič hluku SMR, absorpčního typu, kruhový, 900/400	ks	1
2.04	MANDÍK	Požární klapka FDMC, Ø 400, se servopohonem BFL 230-T	ks	2
2.05	MANDÍK	Odvodní vyústka do kruhového potrubí VNKM-1-R1, 425x85	ks	5
2.06	MANDÍK	Odvodní vyústka do kruhového potrubí VNKM-1-R1, 225x75	ks	1
2.07	MANDÍK	Odvodní vyústka do kruhového potrubí, VNKM-1-R1, 825x85	ks	4
2.08	MANDÍK	Přívodní vyústka do kruhového potrubí, VNKM-2-R1, 725x125	ks	5
2.09	MANDÍK	Stěnová mřížka SMM 12,5; 225x125	ks	9
2.10	MANDÍK	Stěnová mřížka SMM 12,5; 200x75	ks	4
2.11	MANDÍK	Talířový ventil odvodní TVOM, Ø 80	ks	2
2.12	MANDÍK	Talířový ventil odvodní TVOM, Ø 100	ks	5
2.13	MANDÍK	Regulační klapka RKKM, Ø 400, opatřena servopohonem NM 230-A-S, se signalizací polohy	ks	1
2.14	MANDÍK	Regulační klapka RKKM, Ø 225, opatřena servopohonem NM 230-A-S, se signalizací polohy	ks	1
2.15	MANDÍK	Odvodní vyústka do kruhového potrubí VNKM-1-R1, 425x125	ks	1
2.16	MANDÍK	Přívodní vyústka do kruhového potrubí, VNKM-2-R1, 625x125	ks	1
2.17	Condair	Parní zvlhčovač CP3 Basic	ks	1
2.18	Sinclair	Kondenzační jednotka ASE 48 AH	ks	1
2.19	MANDÍK	Přívodní vyústka stěnová, SVM-R1, 225x85	ks	2
	Mart	Kruhové potrubí		
		Ø 400/50% tvar. Dílů	bm	37,70
		Ø 355/10% tvar. Dílů	bm	3,80
		Ø 315/20% tvar. Dílů	bm	20,70
		Ø 280/10% tvar. Dílů	bm	3,10
		Ø 250/15% tvar. Dílů	bm	6,00
		Ø 180/25% tvar. Dílů	bm	2,20
		Ø 140/10% tvar. Dílů	bm	0,70
		Ø 100/10% tvar. Dílů	bm	0,60
		Ohebná hadice Sonoflex	bm	2,00
		Tepelná izolace Knauf LMH Alur – lamelové skružované pásy	m ²	6,0
		Tepelná izolace K-flex H-DUCT – syntetický kaučuk, 50 mm	m ²	58,0
		Materiál pro komponenty kondenzační jednotky:		
		Chladivo R410A	kg	3,2
		Měděné potrubí vč. izolace, přívodní	m	4,25
		Měděné potrubí vč. izolace, odvodní	m	4,0
		Ochranné průchodky	ks	2
		Kabeláž pro propojení jednotek		

JEDNOTKA Č. 3 PRO VARNU				
OZN.	VÝROBCE	POPIS	m.j	mn.
3.01	REMAK	VZT jednotka Aeromaster, jejíž součástí jsou přívodní a odvodní ventilátory, deskový rekuperátor, filtr G3 a tukový filtr M5 na odvodu a G3 na přívodu, vodní ohříváč, přímý výparník, eliminátor kapek a digitální regulace	ks	1
3.02	IMOS-TS	Tlumič hluku kulisový, l=500mm, s=50mm; 900x800	ks	2
3.03	IMOS-TS	Tlumič hluku kulisový, l=1 000mm, s=50mm; 900x800	ks	1
3.04	MANDÍK	Talířový ventil přívodní TVMP, Ø 100	ks	1
3.05	MANDÍK	Talířový ventil přívodní TVMP, Ø 150	ks	1
3.06	MANDÍK	Přívodní vyústka do kruhového potrubí, VNKM-2-R1, 625x125	ks	2
3.07	MANDÍK	Přívodní vyústka do kruhového potrubí, VNKM-2-R1, 525x85	ks	2
3.08	MANDÍK	Stěnová mřížka SMM 12,5; 200x75	ks	2
3.09	České filtry	Tukový filtr, 400x200	ks	9
3.10	MANDÍK	Odvodní vyústka do kruhového potrubí VNKM-1-R1, 425x85	ks	3
3.11	ATREA	Digestoř Variant s odvodem i přívodem vzduchu, 4,2x2,0	ks	1
3.12	MANDÍK	Regulační klapka čtyřhranná, 600x400	ks	2
3.13	MANDÍK	Regulační klapka čtyřhranná, 300x200	ks	1
3.14	MANDÍK	Regulační klapka čtyřhranná, 800x500	ks	1
3.15	MANDÍK	Tlumič hluku SMR, absorpčního typu, kruhový, 1 500/800	ks	1
3.16	AZ-klima	Výfuková hlavice kruhová, Ø 800	ks	1
3.17	Mart	Sání venkovního vzduchu, čtyřhranný nástavec 900x800 mm	ks	1
3.18	Sinclair	Kondenzační jednotka ASE 76 AH	ks	1
3.19	České filtry	Tukový filtr, 150x100	ks	2
	Mart	Kruhové potrubí		
		Ø 280/40% tvar. Dílů	bm	5,65
		Ø 250/15% tvar. Dílů	bm	1,35
		Ø 225/20% tvar. Dílů	bm	6,80
		Ø 200/15% tvar. Dílů	bm	2,50
		Ø 180/35% tvar. Dílů	bm	3,50
		Ø 140/15% tvar. Dílů	bm	2,40
		Ø 100/10% tvar. Dílů	bm	2,10
		900x500/60% tvar. Dílů	bm	5,00
		810x760/30% tvar. Dílů	bm	3,40
		800x800/10% tvar. Dílů	bm	1,60
		800x500/10% tvar. Dílů	bm	2,50
		630x500/10% tvar. Dílů	bm	2,10
		560x355/20% tvar. Dílů	bm	4,00
		450x350/10% tvar. Dílů	bm	1,50
		400x280/10% tvar. Dílů	bm	1,70
		400x250/10% tvar. Dílů	bm	2,20
		315x250/10% tvar. Dílů	bm	1,60
		Ohebná hadice Sonoflex	bm	1,60
		Tepelná izolace Knauf LMH Alur – lamelové skružované pásy	m ²	120

		Materiál pro komponenty kondenzační jednotky:		
		Chladivo R410A	kg	5,4
		Měděné potrubí vč. izolace, přívodní	m	12,0
		Měděné potrubí vč. izolace, odvodní	m	12,5
		Ochranné průchodky	ks	2
		Kabeláž pro propojení jednotek		

4 ZÁVĚR

Úkolem mé bakalářské práce, bylo navrhnout nucené větrání do objektu mateřské školy s varnou. Pro tento účel jsem navrhla 3 VZT jednotky. Ty jsou vybaveny standartním vybavením – deskovým rekuperátorem, ohřívačem, výparníkem, filtry, ventilátory. Jednotky obsluhující třídy, jsou umístěny společně v jedné strojovně, třetí jednotka obsluhující varnu, je umístěna ve strojovně samostatně. Koncepce větrání ve třídách je řešena přívodem vzduchu do pobytových prostorů a jeho následným podtlakovým odsáváním z hygienických prostorů. Ve varně je přívod vzduchu řešen jako rovnotlaký.

Pro chlazení vzduchu v letním období jsou použity kondenzační jednotky, napojené na přímé výparníky

Použitými distribučními elementy jsou vyústky na kruhové potrubí, stěnové mřížky, talířové ventily, stěnové vyústky a ve varně digestoř Variant s přívodem a odvodem vzduchu. Trubní materiál je pozinkovaný plech. Přívodní potrubí do tříd je opatřeno izolací, pro zamezení tepelných ztrát, rozvody ve varně, jsou izolovány všechny.

Kvůli nízké vlhkosti v zimním období, bude na přívodní potrubí do tříd, osazen parní zvlhčovač, jehož trubice, napojená na potrubí zajistí rozstříkem suché páry požadovanou vlhkost.

Navržené zařízení zajistí požadované mikroklima ve vybraných částech objektu po většinu roku.

5 POUŽITÉ ZDROJE

Zákony, vyhlášky, normy směrnice

[1] VRÁNA, Jakub. Technická zařízení budov v praxi. Vyd. 1. Brno: Grada publishing a.s., 2007, 331 s. ISBN 80-247-1588-0.

[2] GEBAUER, Günter, Olga RUBINOVÁ a Helena HORKÁ. *Vzduchotechnika*. 2. vyd. Brno: ERA, 2007, xx, 262 s. ISBN 978-80-7366-091-8.

[3] Vyhláška č. 343/2009 o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých. In: č. 343/2009 Sb. 2009.

[4] Nařízení vlády č. 148/2006 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. In: č. 148/2006 Sb. 2006.

[5] *VDI 2052, Raumlufttechnische Anlagen für Küchen*. Düsseldorf, 2006.

Elektronické zdroje

1. Olga Rubinová, přednášky dostupné také z:

<http://www.fce.vutbr.cz/TZB/rubinova.o/prednasky/A_VZT%2013_09.pdf>

2. TZB-INFO. TZB-INFO [ONLINE]. 2001 [CIT. 2012-05-14]. DOSTUPNÉ Z WWW: [HTTP://WWW.TZBINFO.CZ](http://www.tzbinfo.cz)>

3. VÝPOČET VĚTRÁNÍ KUCHYNÍ DLE VDI 2052, DOSTUPNÉ TAK= Z:

<[HTTP://WWW.ELER.CZ/DOWNLOAD/02.PDF](http://www.eler.cz/download/02.pdf)>

4. INDUCTAIR [online]., s.r.o. © 2012-2016 Inductair, [cit. 2016-05-25]. dostupné také z: <<http://www.inductair.cz/>>

5. MANDÍK, A.S. *Mandik.cz* [online]. Galio, crossmedia, 2010 [cit. 2015-05-25]. Dostupné také z: <http://www.mandik.cz/>
6. *Remak* [online]. REMAK a.s., Aira GROUP s.r.o., © 2015 [cit. 2016-05-25]. Dostupné také z: <http://www.remak.eu/cs>
7. *Atrea* [online]. ATREA s. r. o., © 19 [cit. 2016-05-25]. Dostupné také z: <http://www.atrea.cz/>
8. *Spirax sarco* [online]. Spirax Sarco spol. s r.o., © 2016 [cit. 2016-05-25]. Dostupné také z webu: <http://www.spiraxsarco.com/global/cz/Resources/Pages/home.aspx>
9. *Sinclair* [online]., SINCLAIR CORPORATION, LTD., © 2016 [cit. 2016-05-25]. Dostupné také z webu: <http://www.sinclair-solutions.com/cs/uvod/>
10. *České filtry* [online]., České Filtry s.r.o. © 2016 [cit. 2016-05-25]. Dostupné také z webu: <http://www.ceskefiltry.cz/>
11. *Knauf* [online]., Knauf, © 2015 [cit. 2016-05-25]. Dostupné také z webu: <http://www.knauf.cz/>
12. *K – flex* [online]., IZOLTECH s.r.o © 2016 [cit. 2016-05-25]. Dostupné také z webu: <http://www.kflex-izolace.cz/izolace/izolace-kflex.php>
13. *Mart*, [online]., Mart s.r.o© 2010 – 2016 [cit. 2016-05-25]. Dostupné také z webu: <http://www.mart.cz/>
14. *AZ-klima*, [online]., AZ KLIMA a.s., [cit. 2016-05-25]. Dostupné také z webu: <http://www.azklima.com/cs>

Obrazové zdroje

1. Obrázek 1.6, 1.7, 1.8, 1.9, 1.10, 1.11, 1.12, 1.13, 1.18, 1.19, 1.20, 1.21, 2.20, 2.17, 2.18, 2.19 -*Atrea* [online]. ATREA s. r. o., © 19 [cit. 2016-05-25]. Dostupné také z: <http://www.atrea.cz/>
2. Obrázek 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7, 2.8, 2.9, 2.10, 2.11, 2.12, 2.13, 2.14, 2.28 - MANDÍK A.S. *Mandik.cz* [online]. Galio, crossmedia, 2010 [cit. 2015-05-25]. Dostupné také z: <http://www.mandik.cz/>
3. Obrázek 1.14, 1.15, 1.16 - INDUCTAIR [online]., s.r.o. © 2012-2016 Inductair, [cit. 2016-05-25]. dostupné také z: <<http://www.inductair.cz/>> 1.14, 1.15, 1.16
4. Obrázek 2.23 - Sinclair [online]., SINCLAIR CORPORATION, LTD., © 2016 [cit. 2016-05-25]. Dostupné také z webu: <http://www.sinclair-solutions.com/cs/uvod/>
5. Obrázek 2.24 - Spirax sarco [online]. Spirax Sarco spol. s r.o., © 2016 [cit. 2016-05-25]. Dostupné také z webu: <http://www.spiraxsarco.com/global/cz/Resources/Pages/home.aspx>
6. Obrázek 2.15, 2.16 - AZ-klima, [online]., AZ KLIMA a.s., [cit. 2016-05-25]. Dostupné také z webu: <http://www.azklima.com/cs>

6 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A OZNAČENÍ

Fyzikální veličiny

Q - maximální produkce citelného tepla	[W]
B - stupeň zatížení (konvekční podíl)	[-]
Φ - faktor současnosti	
k - empiricky stanovený koeficient; $k=18$	$[m^{4/3} W^{1/3} h^{-1}]$
$Q_{s,k}$ - celkové konvekční tepelné zatížení	[W]
r - redukční polohový faktor	[-]
z - účinná odsávací výška pro jednotlivé zdroje:	
H_o - výška zdroje tepla nad podlahou	[m]
h_i - výška odsávacího vzduchotechnického zařízení	[m]
d_{HYDR} - hydraulický průměr jednotlivých zdrojů	
V_{th} - termický proud vzduchu	$[m^3/h]$
a - přírážkový faktor poruch termického proudu	[-]
$V_{G, ods}$ - množství spalin	$[m^3/h]$
P - instalovaný příkon plynových spotřebičů	[kW]
Φ - faktor současnosti	
V_{ods} - celkové množství odváděného vzduchu	$[m^3 /h]$
V_{ods}^{dig} - množství odváděného vzduchu všemi digestoři v místnosti	$[m^3/h]$
$V_{th,ne}$ - množství odváděného vzduchu od volně stojících zařízení mimo digestoře	$[m^3 /h]$
m_d - součet předání vodní páry od jednotlivých kuchyňských zařízení	$[g / h]$
φ - faktor současnosti	[-]
ρ - objemová hmotnost vzduchu	$[kg/m^3]$
t-čas [s], teplota [°C]	
h-výška [m]	
m-hmotnost [kg]	
n-násobnost výměny vzduchu $[h^{-1}]$	
S -plocha $[m^2]$	
v-rychlost $[m/s]$	
V-objemový průtok $[m^3/h]$	
ε -efektivita [-]	
P-hustota $[kg/m^3]$	
φ -relativní vlhkost [%]	

Indexy

- c - škodliviny
- i - interiér
- o - odvodní / odpadní
- p - přívod / pracovní

7 SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ

Seznamy obrázků tabulek a grafů se generují automaticky podle titulků v textu.

Obrázky

Obr. 1.1 Obrazy proudění - přívod směšovací

Obr. 1.2 Obrazy proudění - přívod směšovací

Obr. 1.3 Obrazy proudění - přívod zaplavovací

Obrázek 1.4 Rozmístění zařízení v prostoru kuchyně

Obr. 1.5 Schéma pro určení polohového faktoru "r"

Obr. 1.6 Graf pro určení optimálního bodu, při návrhu tukových filtrů

Obr. 1.7 Ukázka vyvedení odtahu znehodnoceného vzduchu z budovy - chybně

Obr. 1.8 Ukázka vyvedení odtahu znehodnoceného vzduchu z budovy – správně.

Obr. 1.9 Porovnání odvodu a přívodu vzduchu u kuchyní s lokálním systémem odvětrání a celoplošným systémem.

Obr. 1.10 Schéma standardní digestoře

Obr. 1.11 Schéma digestoře s odtahem a přívodem vzduchu v jednom

Obr. 1.12 Digestoř s přívodem vzduchu - přívodní vyústky

Obr. 1.13 Schéma digestoře se zabudovanými rekuperačními výměníky

Obr. 1.14 Porovnání účinnosti standardní digestoře a indukční digestoře

Obr. 1.15 Princip indukční digestoře

Obr. 1.16 Pohled do indukční digestoře

Obr. 1.17 Obraz proudění vzduchu odsávacích stropů

Obr. 1.18 Odsávací stropy - typ A

Obr. 1.19 Odsávací stropy - typ B.

Obr. 1.20 Odsávací stropy

Obr. 1.21 Odsávací stropy

Obr. 2.1 Situace objektu mateřské školy

Obr. 2.2 Rozdělení objektu do zón. Žlutá barva - zóna č. 1, červená - zóna č. 2, modrá - zóna č. 3

Obr. 2.3 a) Vyústka jednořadá; b) Vyústka dvouřadá

Obr. 2.4 Graf pro akustický výkon L_{wa} [dB] a tlakovou ztrátu Δp [Pa] vyústky VNM

Obr. 2.5 Stěnová vyústka s vodorovnými lamelami; b) stěnová vyústka se svislými lamelami

Obr. 2.6 Graf pro akustický výkon L_{wa} [dB] a tlakovou ztrátu Δp [Pa] vyústky SVM

Obr. 2.7 Talířový ventil TVOM pro odvod vzduchu

Obr. 2.8 Rozměrová řada talířových ventilů dle průtoku vzduchu

Obr. 2.9 Talířový ventil TVMP pro přívod vzduchu

Obr. 2.10 Graf pro akustický výkon L_{wa} [dB] a tlakovou ztrátu

Obr. 2.11 Graf pro akustický výkon L_{wa} [dB] a tlakovou ztrátu Δp [Pa], ventilu TVOM 10

Obr. 2.12 Stěnová mřížka se skrytým uchycením

Obr. 2.13 Graf vyjadřující pro určení efektivní rychlosti w_{ef} [m/s], závisející na velikosti vyústky

Obr. 2.14 Graf pro určení tlakové ztráty vyústky Δp [Pa]

Obr. 2.15 Lapače tuku

Obr. 2.16 Závislost tlakové ztráty Δp [Pa] na objemovém průtoku V [m³/s]

Obr. 2.17 Schéma odsávání vzduchu digestoří.

Obr. 2.18 Graf pro určení tlakové ztráty tukových filtrů
Obr. 2.19 Náskres digestoře
Obr. 2.20 Schéma kompaktní VZT jednotky Duplex multi eco-v
Obr. 2.21 Duplex multi eco-v
Obr. 2.22 Schéma VZT jednotky vytvořené výpočetním programem AeroCAD
Obr. 2.23 Kondenzační jednotka Sinclair
Obr. 2.24. Parní zvlhčovač
Obr. 2.25 HX-diagram pro třídy
Obr. 2.26 HX - diagram pro prostory tříd
Obr. 2.27 HX - diagram pro varnu
Obr. 2.28 Hx - diagram pro varnu.
Obr. 2.28 Kruhový tlumič Mandík.
Obr. 2.27 Kulisový čtyřhranný tlumič
Obr. 2.26 Funkční schéma zařízení č.1 a č.2
Obr. 2.28 Funkční schéma zařízení č. 3

8 PŘÍLOHY

001 Půdorys 1.NP 1:50

002 Půdorys 2.NP 1:50

003 Řezy A-K 1:50

004 Technický list zařízení č. 1 a č.2

005 Technický list zařízení č. 3