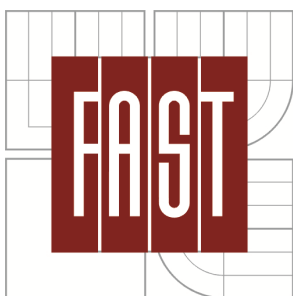


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

VZDUCHOTECHNIKA MATEŘSKÉ ŠKOLKY VENTILATION IN KINDERGARTEN

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

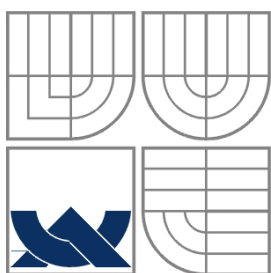
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

JAN MÜLLER

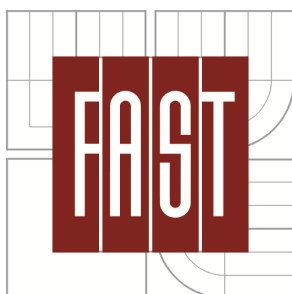
VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

ING. PAVEL UHER

BRNO 2012



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

DOKLADOVÁ ČÁST

VZDUCHOTECHNIKA MATEŘSKÉ ŠKOLKY *VENTILATION IN KINDERGARTEN*

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

JAN MÜLLER

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

ING. PAVEL UHER

BRNO 2012



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	Jan Müller
Název	Vzduchotechnika mateřské školy
Vedoucí bakalářské práce	Ing. Pavel Uher
Datum zadání bakalářské práce	30. 11. 2011
Datum odevzdání bakalářské práce	25. 5. 2012
V Brně dne 30. 11. 2011	

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

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.
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

- práce bude zpracována v souladu s platnými předpisy (zákony, vyhláškami, normami) pro navrhování zařízení techniky staveb
- obsah a uspořádání práce dle směrnice FAST:

- a) titulní list,
- b) zadání VŠKP,
- c) licenční smlouva podepsaná autorem VŠKP,
- d) abstrakt v českém a anglickém jazyce, klíčová slova v českém a anglickém jazyce,
- e) bibliografická citace VŠKP dle ČSN ISO 690,
- f) prohlášení autora o původnosti práce, podpis autora,
- g) poděkování (nepovinné),
- h) obsah,
- i) úvod,
- j) vlastní text práce s touto osnovou:
 - A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu, rozsah 15 až 20 stran
 - B. Výpočtová část
 - analýza objektu – rozdělení na funkční celky VZT, koncepční řešení celé budovy, vedoucí zadá 2-3 zařízení k dalšímu rozpracování
 - 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
- k) závěr,
- l) seznam použitých zdrojů,
- m) seznam použitých zkratk a symbolů,
- n) seznam příloh,
- o) přílohy - výkresy

Vše bude svázáno pevnou vazbou. Volné dokumenty (metadata, posudky, výsledky obhajoby) budou vloženy do kapsy na předních deskách, výkresy budou poskládány a uloženy jako příloha v kapse na zadní straně desek. Na posledním listě bude vlepeno CD.

Předepsané přílohy

Licenční smlouva o zveřejňování vysokoškolských kvalifikačních prací

.....
Ing. Pavel Uher
Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt

Tato bakalářská práce je zpracována pro návrh vzduchotechnického zařízení pro objekt mateřské školky v Kuřimi. Do zadaného objektu je navrženo teplovzdušné vytápění, teplovzdušné větrání a přirozené větrání prostor. Teoretická část je zaměřena na srovnání přirozeného a nuceného větrání. Projektová část obsahuje vypracovaný projekt k realizaci vzduchotechnických zařízení pro jednotlivá oddělení mateřské školy, dvě sestavné jednotky pro nucené větrání kuchyní a posouzení přirozeného větrání v sociálním a hygienickém zázemí mateřské školy.

Klíčová slova

Klimatizace, teplovzdušné větrání, teplovzdušné vytápění, tepelná bilance, zpětné získávání tepla, úprava vzduchu, distribuční prvky, proudění vzduchu, tlak, dimenzování potrubí, útlum hluku, přirozené větrání.

Abstract

This thesis is developed for the design of air conditioning equipment for kindergartens in Kuřim. The specified object is designed hot-air heating, hot-air ventilation and natural ventilation space. The theoretical part focuses on the comparison of natural and forced ventilation. Project part project has developed to implement the air conditioning equipment for kindergartens departments, two modular units for forced ventilation of kitchens and assessment of natural ventilation in the social and sanitary facilities kindergarten. .

Keywords

Air conditioning, hot air-ventilation, hot air-heating, thermal balance, backward heat retrieval, air preparation, distribution units, air flow, pressure, sizing pipeline, noise reducing, natural ventilation.

Bibliografická citace VŠKP

MÜLLER, Jan. *Vzduchotechnika mateřské školky: bakalářská práce*. Brno, 2012. 142s.
Vysoké učení technické v Brně. Fakulta stavební. Ústav technického zařízení budov.
Vedoucí bakalářské práce Ing. Pavel Uher.

Prohlášení:

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

V Brně dne 21.5.2012

.....
podpis autora

Poděkování

Chtěl bych poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Pavlu Uherovi, při řešení problémů a poskytnutí informací ke zpracování této práce.

Rovněž bych chtěl poděkovat rodině a přátelům za podporu při studiu a tvorbu potřebného zázemí.

ÚVOD	3
A) TEORETICKÁ ČÁST	4
1. Větrání	5
2. Přirozené větrání	7
3. Integrovaný větrací systém	12
4. Nucené větrání	13
5. Hybridní větrání	18
6. Mikroklimatické podmínky pro mateřské školy	18
B) VÝPOČTOVÁ ČÁST	20
1. Analýza objektu	21
2. Tepelná bilance dílčích částí budovy	22
2.1. Prostor č. 1 – Herna	22
2.2. Prostor č. 2 – Kuchyně malá	27
2.3. Prostor č. 3 – Kuchyně velká	28
2.4. Prostor č. 4 – Sociální zázemí mateřské školy	28
3. Prostor č. 4 – Přirozené větrání	29
3.1. Vymezení prostoru přirozeného větrání	30
3.2. Šatna (místnost č. 1.38)	30
3.3. Ředitelna (místnost č. 1.42)	33
3.4. Sborovna (místnost č. 1.44)	34
3.5. Chodba + Hala (místnosti č. 1.02 a 1.43)	35
4. Prostor č. 1 – Herna	37
4.1. Stanovení průtoků vzduchu	38
4.2. Komponenty pro distribuci vzduchu	39
4.3. Dimenzace potrubí	44
4.4. Návrh VZT jednotky č. 1 pomocí softwaru AeroCad (REMAK)	47
4.5. Psychrometrické diagramy úprav vzduchu	49
4.6. Tlumení hluku	51
4.7. Izolace Potrubí	58
5. Prostor č. 2 – Kuchyně velká	60
5.1. Stanovení předběžné výměny vzduchu	61
5.2. Komponenty pro distribuci vzduchu	61
5.3. Stanovení potřebných parametrů vzduchu	62
5.4. Koncepční řešení č. 1 – VZT jednotka + Split systém	63
5.4.1. Tepelná bilance	63
5.4.2. Návrh chladících komponentů split systému	64
5.4.3. Dimenzace potrubí	65
5.4.4. Návrh VZT jednotky č. 2a pomocí softwaru AeroCad (REMAK)	66
5.4.5. Psychrometrické diagramy úprav vzduchu	68
5.4.6. Tlumení hluku	70
5.5. Koncepční řešení č. 2 – VZT jednotka	75
5.5.1. Přepočet objemu vzduchu	75
5.5.2. Dimenzace potrubí	75
5.5.3. Návrh VZT jednotky č. 2b pomocí softwaru AeroCad (REMAK)	76

5.5.4. Tlumení hluku	77
5.5.5. Psychrometrické diagramy úprav vzduchu	82
5.6. Srovnání řešení 5.4 a 5.5	84
5.7. Tepelná izolace	84
6. Prostor č. 3 – Kuchyně malá	87
6.1. Stanovení předběžné výměny vzduchu	87
6.2. Komponenty pro distribuci vzduchu	88
6.3. Stanovení potřebných parametrů vzduchu	88
6.4. Koncepční řešení č. 1 – VZT jednotka + Split systém	89
6.4.1. Tepelná bilance	89
6.4.2. Návrh chladících komponentů split systému	90
6.4.3. Dimenzace potrubí	91
6.4.4. Návrh VZT jednotky č. 3a pomocí softwaru AeroCad (REMAK)	92
6.4.5. Psychrometrické diagramy úprav vzduchu	94
6.4.6. Tlumení hluku	96
6.5. Koncepční řešení č. 2 – VZT jednotka	101
6.5.1. Přepoččet objemu vzduchu	101
6.5.2. Dimenzace potrubí	101
6.5.3. Návrh VZT jednotky č. 3b pomocí softwaru AeroCad (REMAK)	102
6.5.4. Tlumení hluku	103
6.5.5. Psychrometrické diagramy úprav vzduchu	108
6.6. Srovnání řešení 5.4 a 5.5	110
6.7. Tepelná izolace	110
7. Samostatné odvodní potrubí z hygienických prostor	112
7.1. Hygienické zázemí zaměstnanců mateřské školy	112
7.2. Hygienické zázemí v jednotlivých hernách	117
7.3. Předprostor kuchyně + 2×WC učitelka	119
C) PROJEKT	121
1. Technická zpráva	122
2. Funkční schéma zapojení	130
3. Specifikace zařízení	133
4. Tabulky zařízení	137
ZÁVĚR	139
- Seznam použitých zdrojů	140
- Přehled vybraných použitých značek, zkratk a symbolů	141
- Seznam použitých příloh	142

ÚVOD

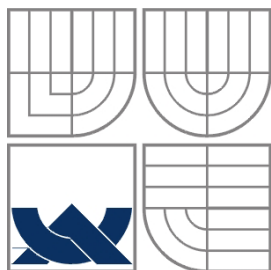
Tématem mé bakalářské práce je návrh nuceného větrání v budově mateřské školy. Tato budova se nachází ve městě Kuřim (klimatické podmínky Brno). Budova je o jednom nadzemním podlaží, ve kterém se nachází tři oddělení pro výchovu dětí, dvě kuchyně pro přípravu a úpravu jídel, sociální zázemí a hygienické zázemí pro zaměstnance.

Každé oddělení obsahuje denní místnost pro hry, jídelnu a volný pohyb dětí (dále už jen herna), ložnici, potřebné hygienické zázemí pro děti a zvláště pro vychovatele, umývárnu pro děti a šatnu. Sociálním zázemím se myslí prostory určené k vedené a chodu školky (ředitelna, sborovna). Do hygienického zázemí šatna pro zaměstnance s vlastní umývárnou, WC pro personál, WC pro invalidy. V této zóně je i technická místnost, určená pro vytápění této zóny. Na střeše nad prvním nadzemním podlažím se nacházejí umístěné vzduchotechnické jednotky pro jednotlivé oddělení, odvodní nástřešní ventilátory pro samostatné odsávání hygienických zázemí a odvody z kuchyní. Přívod do kuchyní je z fasády.

Budova je konstrukčně řešena jako zděná, obvodový plášť tl. 365mm. Zastřešený plochými střechami různém spádu. Objekt je řešen jako bezbariérový.

V teoretické části jsem se zaměřil na koncepci přirozeného větrání, kterou je řešeno sociální zázemí MŠ školky a vybraným prvkům nuceného větrání, které obsahují navržené VZT jednotky pro jednotlivé řešené prostory (ventilátory; výměníky – ohřívač, chladič; filtr; zvlhčovače).

V projektové části jsem řešil teplovzdušné vytápění jednotlivých oddělení heren, teplovzdušné větrání v kuchyních a přirozené větrání ve východní části objektu (sociální a hygienické zázemí).



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

A) TEORETICKÁ ČÁST

SROVNÁNÍ PŘIROZENÉHO A NUCENÉHO VĚTRÁNÍ

VZDUCHOTECHNIKA MATEŘSKÉ ŠKOLKY

VENTILATION IN KINDERGARTEN

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

JAN MÜLLER

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

ING. PAVEL UHER

BRNO 2012

1. Větrání

Rozhodujícím parametrem kvality stavby je kvalita vnitřního mikroklimatu. Čistota vzduchu je dána koncentrací škodlivin v daném prostoru. Tyto škodliviny, zvané též agencie, je nutno z prostoru odvést a přivést do prostoru nový, čerstvý vzduch. Úkolem vzduchotechniky je navrhnout takové koncepční řešení prostoru, aby byl v prostoru dostatek čerstvého vzduchu a koncentrace nepřesahovaly povolené limity a řešení bylo ekonomické a nenarušovalo provoz daného prostoru.

Výměna probíhá buď přirozeně, nebo nuceně. *Přirozené větrání* je výměna vzduchu, vyvolaná rozdílem hustot (ρ_i , ρ_e), závislým na rozdílu teplot (t_i , t_e) a dynamickém prouděním větru.

Nucené větrání je řízená výměna vzduchu, která je vyvolaná mechanicky (ventilátorem). Dalšími komponenty se pak vzduch dále upravuje podle požadavků (filtrace, ohřev, chlazení, vlhčení a odvlhčení).

Měřítkem kvality je koncentrace CO_2 ve vzduchu. Při zjištění těchto koncentrací (za 24 hodin) jsme schopni spočítat minimální množství venkovního čerstvého vzduchu. V tomto vzduchu se předpokládá, že je v něm obsažen CO_2 o koncentraci 339 ppm (čistý venkovní vzduch), 440 ppm (znečištěný venkovní vzduch) a produkce osobami je 19 l/os·h. Dle výsledné dopočítané hodnoty se prostor začlení do těchto skupin:

- koncentrace v interiéru 1 000 ppm CO_2
Nutný přívod čerstvého venkovního vzduchu 25-30 m^3h^{-1} na osobu, znečištěného vzduchu 34 m^3h^{-1} na osobu (města)
- pokud navíc nepřekročí nárazově limitu 1 200 ppm CO_2
Je stanovena minimální hodnota přiváděného vzduchu na 23 m^3h^{-1} na osobu u čerstvého venkovního vzduchu a 25 m^3h^{-1} na osobu při znečištěném vzduchu. Tyto hodnoty jsou minimální možné.

V našich klimatických podmínkách je dle nařízení vlády 361/2007 Sb., uvedena základní dávka vzduchu pro pracující osoby na 50 m^3h^{-1} , pro práci převážně ve stoje na 70 m^3h^{-1} a pro těžce pracující osoby na 90 m^3h^{-1} .

Existuje několik metod, jak stanovit množství přívodního čerstvého vzduchu:

- Dávka vzduchu na osobu/zařizovací předmět

Nejjednodušší, dávky vzduchu jsou stanovené pro přívod nebo odvod vztahem

$$V = n \cdot D [\text{m}^3\text{h}^{-1}]$$

kde: n – počet osob/zař. předmětů v řešeném prostoru

D – dávka vzduchu na osobu/ zař. předmět dána normovými hodnotami

– nařízení vlády 361/2007 Sb. – dávka přívodního čerstvého vzduchu na osobu

– vyhláška č.6/2003 Sb. – dávka vzduchu na zařizovací předmět v hygienických prostorách

– vyhláška č.410/2005 Sb. – upravující dávky vzduchu na prostory a provoz zařízení pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých

dávky vzduchu použité z norem [12], [13] v příloze P2

- Dávka vzduchu dle intenzity výměny vzduchu

Dávky vzduchu jsou stanovené pro přívod nebo odvod vztahem

$$V = O \cdot i \text{ [m}^3\text{h}^{-1}\text{]}$$

kde: O – objem prostoru [m³]
i – intenzita výměny vzduchu [h⁻¹]
– jedná se zejména o doporučené hodnoty

prehled vybraných prostor s intenzitami výměn vzduchu jsou uvedeny v *příloze P1*

- Výpočet z koncentrace škodlivin

Určí se výpočtově koncentrace škodlivin v přiváděném a odváděném vzduchu. Tím zjistíme množství škodlivin vznikající v řešeném prostoru. Toto stanovení je nejpřesnější a toto stanovení je podkladem pro předešlé dvě zjednodušené metody, pro které se stanoví příslušná dávka vzduchu nebo násobná výměna. Stanovení je ovšem obtížné z hlediska proměnlivosti v čase.

Pro výpočet se stanovují buď dávka vzduchu, nebo násobná výměna. Takto stanovené hodnoty jsou pro výpočet dostačující.

Obecně lze říci, že u prostorů kde se zdržuje větší množství osob (administrativní budovy, školy, nákupní centra, atd.) se zpravidla jedná o výměnu dávkou vzduchu. Naopak u násobné výměny vzduchu se jedná především o provozy, ve kterých je omezený počet lidí nebo z hlediska koncentrace škodlivých látek dosahují takých hodnot, že převyšují dávky vzduchu na osoby v prostoru (například galvanovny, hutní provozy, a provozy s vysokým vývinem škodlivin obecně).

Dále ovlivňuje výměnu vzduchu oděrová složka mikroklimatu. Tato hodnota je oproti nutné dávce vzduchu pro dýchání zanedbatelná – minimální dávka je 1 m³h⁻¹ na osobu. Hodnota se stanoví z potřeby hygienické a požadavku na pohodu prostředí. [1],[2]

Typ hodnocení	Kritérium		Limitní hodnoty	
Objektivní - zdraví	Koncentrace škodlivin (k)		$k_{CO_2} < 1\,000$ ppm a další dle potřeby	
Subjektivní - pohoda	Požadovaná kvalita vzduchu	Třída budovy	Předpokládaný podíl nespokojených PPD	Decipol
		A (nejvyšší stupeň)	10	0,6
		B (střední)	20	1,4
		C (nejnižší)	30	2,5

Tab. – Kritéria pro stanovení dávky vzduchu.

2. Přirozené větrání

Představuje výměnu vzduchu v budově vlivem tlakového rozdílu, který je buď způsoben rozdílem teplot (interiér/exteriér) nebo dynamickým tlakem větru. Jedná se o proudění vzduchu otvory a štěrbinami. Základními parametry jsou: tlak a jeho rozdíl Δp [Pa], objemový průtok V [m³.h⁻¹] a plocha otvoru A [m²], přes kterou protéká vzduch. Přirozené větrání je závislé na vnějších a vnitřních proměnlivých podmínkách (klimatické podmínky, vnitřní zdroje), tudíž nelze předpokládat jednoznačný návrh a hodnoty se budou v čase měnit.

Pro orientační výpočet se podmínky idealizují a určí se střední hodnoty pro teplotu vnějšího a vnitřního vzduchu, rychlost větru a doporučená výměna/dávka vzduchu. Z těchto parametrů se určí, zda stávající stav vyhovuje na výměnu vzduchu, nebo se navrhne příslušné řešení na požadované podmínky čerstvého vzduchu pro řešený prostor.

Přirozené větrání se uplatňuje zejména u větrání bytů, obytných domů a vybraných místností občanských, kde koncentrace škodlivin není v tak velkém množství a není potřeba vyhovět požadavkům pro širší veřejnost, a regulaci si zajistí dle potřeby sám uživatel těchto prostor.

a) Přirozené větrání vyvolané teplotou:

Nejčastější případ nastává, když teplota v místnosti je větší než teplota exteriéru $t_i > t_e$ a $\rho_e > \rho_i$, platí pro rozdíl tlaků v místě h od neutrálné roviny NR.

$$\Delta p_t = p_n - p_i = h \cdot g \cdot (\rho_e - \rho_i)$$

b) Přirozené větrání vyvolané účinky větru:

Zapříčiněno silovým účinkem vyvíjeného na budovu. Při tomto působení větru vzniká na stranách budovy přetlak (strana návětrná) a podtlak (strana závětrná). Pro dynamický tlak větru a aerodynamický součinitel budovy návětrné A_n a závětrné A_z . (běžně $A_n = 0,6$; $A_z = -0,3$).

(viz. Obr.1)

$$\Delta p_w = p_n - p_z = (A_n - A_z) \cdot w^2 \cdot \rho_e$$

c) Přirozené větrání vyvolané současným působením teploty a větru

Kombinace předchozích dvou. Vzájemné působení obou faktorů zároveň se dostáváme nejbližše reálným hodnotám.

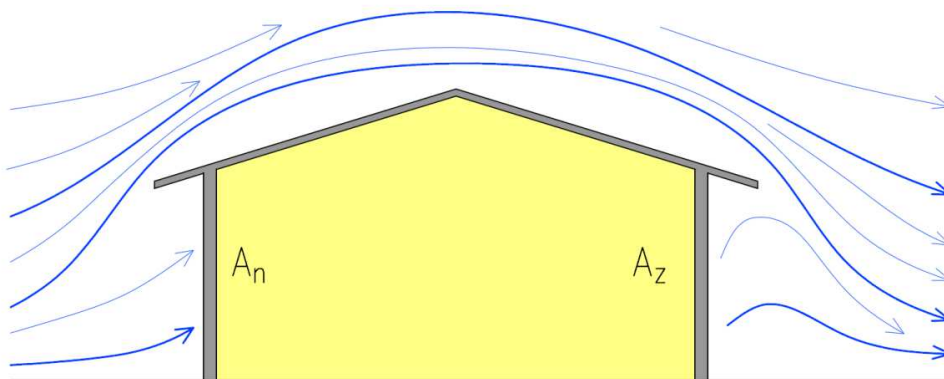
$$\Delta p = p_t + p_w = h \cdot g \cdot (\rho_e - \rho_i) + 0,5 \cdot A \cdot w^2 \cdot \rho_e$$

Neutrálná rovina (NR)

= myšlená hladina, ve které se přechodový tlak mezi interiérem a exteriérem rovná tlaku okolní atmosféry. Ve vertikálním směru nad touto rovinou tlak vlivem rozdílu teplot hustot vnitřního a vnějšího vzduchu roste a pod touto rovinou naopak klesá. Tímto jevem vzniká vysokých místností nebo prostor tzv. komínový efekt.

Komínový efekt

Vzniká u několika podlažních prostor, kdy ve spodních podlažích vzniká podtlak a dochází k přenosu oděrové složky do podlažích nad NR. Typickým příkladem jsou schodiště v obytných budovách.



Obr.1: Přirozené větrání vyvolané účinky větru na objektu ve svislém řezu

Druhy přirozeného větrání:

- Infiltrace**
- Aerace**
- Větrání okny**
- Šachtové**
- Šachtové s hlavicemi**

2.1. Infiltrace

Větrání dosahuje pomocí netěsnosti stavebních konstrukcí mezi sebou (nejčastěji oken a dveří). Objem vzduchu V proudící do místnosti je roven

$$V = i \cdot l \cdot \Delta p^n$$

kde: i - součinitel průzvučnosti spáry [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-1}$]
 l – délka spár okna/dveří [m]
 Δp – rozdíl tlaku vzduchu vyvolaný Δp_i a Δp_w
 n – exponent charit. proudění vzduchu spárou, běžně 0,67

Tento typ větrání je pro nutnou výměnu vzduchu pro jednotlivé prostory zanedbatelný. Žádoucí efekt má například u průmyslových staveb s vnitřním vývinem tepla, díky kterému $\rho_i \gg \rho_e$.

Mikroventilace:

Nová okna jsou téměř dokonale těsná, tudíž dochází k malé nebo žádné výměně vzduchu. Díky integrovanému systému v rámu oken se i při zavřeném okně rám křídla fixuje v dostatečné vzdálenosti od rámu okna a umožní volné proudění přírodního vzduchu.

2.2. Aerace

Způsob výměny vzduchu pomocí 2 otvorů umístěných v různých výškách. Vzniká rozdíl tlaku vyvolaný rozdílem teplot. Příklad aerace se vhodně používá u výrobních hal, ve kterých je umístěn zdroj s velkým vývinem tepla ($\rho_i \gg \rho_e$). Dochází k nasávání čerstvého, chladnějšího vzduchu a horký vzduch je odváděn střešními světlíky (viz. Obr. 2). Základní vztah je dán:

$$\Delta p = H \cdot g \cdot (\rho_e - \rho_i)$$

- Pokud jsou plochy přívodu a odvodu různě velké

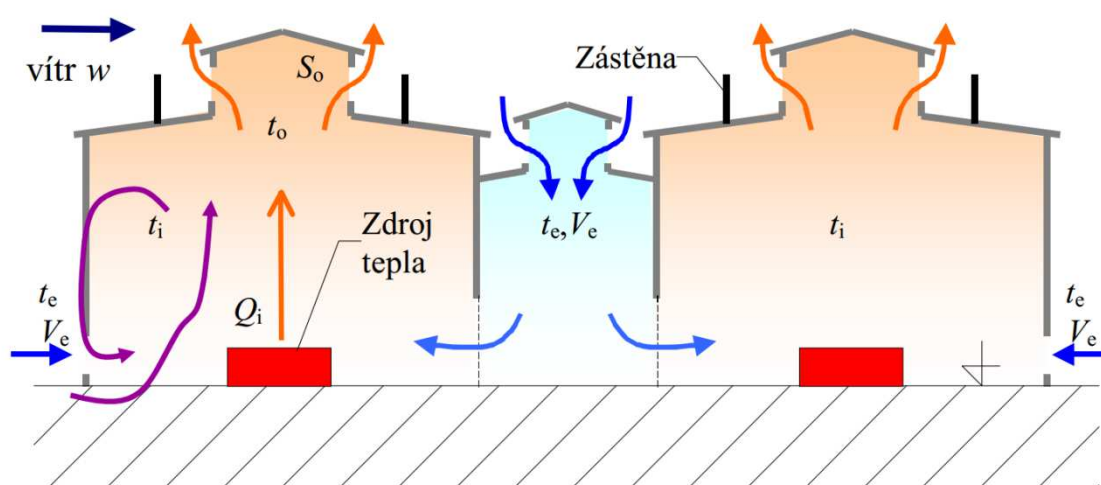
$$\rho_e = \frac{m_e}{V_e}; m_e = S_1 \cdot \mu_1 \cdot \sqrt{2 \cdot \rho_e \cdot \Delta p_1}$$

$$\rho_i = \frac{m_i}{V_i}; m_i = S_2 \cdot \mu_2 \cdot \sqrt{2 \cdot \rho_i \cdot \Delta p_2}$$

- Pokud jsou plochy pro přívod a odvod stejně velké

$$m = S \cdot \mu \cdot \sqrt{2 \cdot \rho_e \cdot \rho_i \cdot \frac{H \cdot g \cdot (\rho_e - \rho_i)}{\rho_e - \rho_i}}$$

kde: S_1, S_2 – průřezy přívodního a odvodního otvoru
 μ_1, μ_2 – průtokový součinitel, běžně mezi 0,6-0,7
 ρ_i, ρ_e – hustoty venkovního a vnitřního vzduchu



Obr.2: Větrání aerací výrobní haly s vnitřním zdrojem za vývinu většího množství tepla [3]

2.3. Větrání okny

Nejčastější způsob výměny vzduchu. Prakticky se jedná o vytvoření aerace, u které je přívod i odvod veden jediným otvorem. Při otevření okna se vytvoří přirozeně v okně neutrálná rovina a dochází k výměně vzduchu v prostoru (viz. obr. 3). Množství vyměněného vzduchu závisí zejména na úhlu otevření okna, na velikosti prostoru/místnosti, a na dispozičním řešení prostoru (více otvorů, stavební dispozice – provětrání prostoru). Objemový průtok vzduchu je pak stanoven:

$$V_p = \frac{2 \cdot \mu \cdot a}{3 \cdot \rho_s} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot b^3 \cdot \rho_i \cdot \rho_e \cdot (\rho_e - \rho_i) \cdot g}{(\rho_i^{0,33} + \rho_e^{0,33})^3}}$$

kde: a - šířka okna

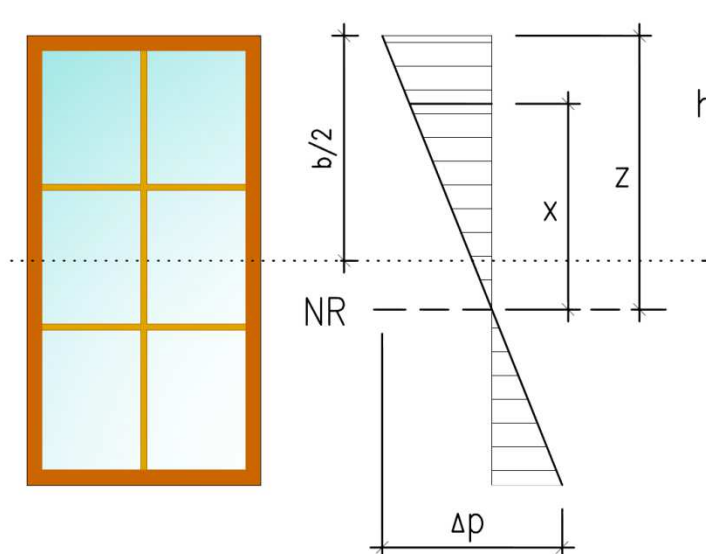
b - výška okna

μ - výtokový součinitel (dle tab. 1)

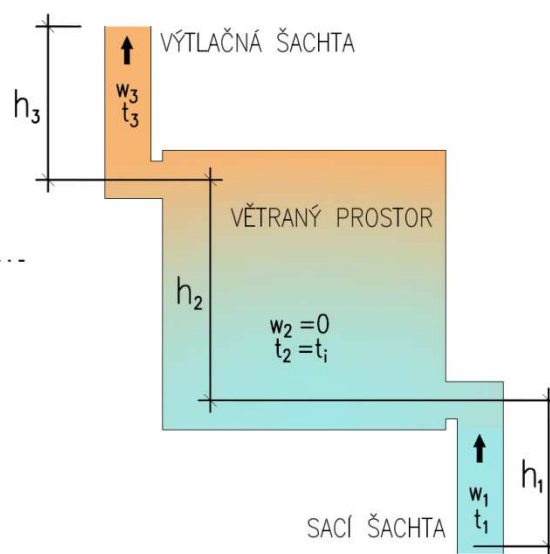
ρ_s - střední hodnota vzduchu; $\rho_s = (\rho_e + \rho_i) \cdot 0,5$

Tabulka určující výtokových součinitelů

α - úhel otevření okna	15	30	45	60	90
μ - výtokový součinitel	0,25	0,42	0,52	0,57	0,67



Obr.3: Schéma větrání okny



Obr.4: Schéma šachtového větrání

2.4. Šachtové větrání, šachtové se samotahovými hlavicemi

Vzduch do prostoru je přiváděn sací šachtou a odváděn výtlačnou šachtou. Je možnost koncipovat přívod i odvod do otvorů, které jsou napojeny do svislých průduchů. Cílem návrhu tohoto větrání je průtok vzduchu nebo průřez šachty. Výškovým rozdílem sacího a výtlačného

otvoru vznikne tlakový rozdíl Δp . Tento tlak se spotřebuje na překonání hydraulických ztrát šachtou. (viz. obr. 4)

Šachtové se samotahovými hlavicemi

Pro zvýšení účinnosti toho typu větrání lze na konci odváděcí šachty umístit komponent, který by nutil vzduch více proudit, a docházelo by ke zvýšení frekvence výměny vzduchu. Takovým to komponentem může být např. samotahová hlavice nebo větrací (ventilační) turbína.

Samotahová hlavice – (viz.obr.5):

Umisťuje se jako koncový element na konec výtláčné šachty (zpravidla na střechu). Díky působení větru vzniká uvnitř hlavice podtlak a tím zvyšuje proudění v potrubí pod ní. Používá se u provozů, kde dochází k velkému vývinu tepla. Důvodem je, že bez účinku větru má zanedbatelný výkon.

Ventilační turbína – (viz.obr.6):

Turbína je poháněna silou větru. Lopatky turbíny jsou přinýtovány ke spodnímu věnci a vrchlíku hlavice. Během bezvětří vzniká sací efekt vlivem teplého vzduchu (=termodynamický vztlak), který otáčí rotorem, čímž vznikne podtlak v potrubí. Ve větrací šachtě je teda permanentní podtlak.

Do potrubí lze namontovat axiální ventilátor, ale pak už se nejedná o čistě přirozené větrání.

Obě varianty zabráňují pronikání povětrnostních srážek a jiných nečistot do svislého potrubí.



Obr.5: Samotahová hlavice



Obr. 6: Ventilační turbína

3. Integrovaný větrací systém s rekuperátorem

Komponent, použitý v projektu. Jedná se již o nucené větrání, které simuluje kombinaci větrání infiltrací a větrání okny.

Přirozené větrání je velice efektivní výměna vzduchu v prostoru, ale nezabezpečuje nám požadované mikroklima. Zejména nelze regulovat množství vzduchu a výměna je závislá na vnějších klimatických podmínkách. Navíc vzduch přiváděný z exteriéru není nijak měřitelný, co se týče kvality - vnáší hluk, polétavý prach, nežádoucí alergenní pyly a hmyz. Navíc během přirozeného větrání uniká z objektu energie potřebná na vytápění nebo temperování objektu. Přirozené větrání je tudíž efektivní zejména u podružných místností s nenáročnými požadavky na mikroklima.

Výraznou eliminaci vlivů přirozeného větrání řeší integrovaný větrací systém. Jde o regulaci a úpravu přívodního a odvodního vzduchu. Komponent je vybaven filtrem, rekuperací a provoz je řízen pomocí snímačů, které pracují automaticky. Zařízení pracuje při zavřeném okně (bez průvanu, hluku a hmyzu). Systém se skládá ze samotného komponentu, který se umísťuje nejlépe pod nadpraží otvoru, a ovladače, umístěného v rámu okna.

Vlastnosti: Průměrná instalační výška činí pouhých 50 mm
rekuperace – až 45% (snížení energetické ztráty způsobené odvětráním až o 35%)
hlukové parametry - vlastní šum ≤ 26 dB
Zavřené okno – ochrana proti hluku, vloupání

Princip: 1. Nasaje vzduch přes rám okna (filtrace přívodního vzduchu - F7, pomocí ventilátoru)
(obr.7) 2. Postup vzduchu přes rekuperátor, kde dojde k předání energie
3. Nasávání znehodnoceného vzduchu z prostoru, přes teplosměnou plochu
4. Výfuk odpadního vzduchu do exteriéru



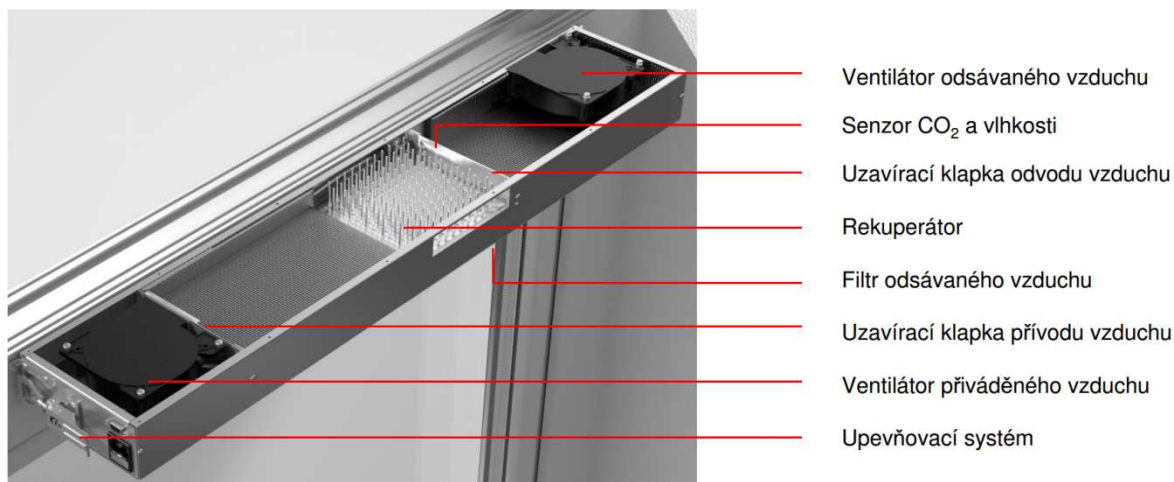
Obr. 7: Postup proudění v komponentu



Obr.8: Ovladač

Ovladač (obr.8) má signalizační prvky – přepínání stupně intenzity výměny vzduchu ($15 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ nebo $30 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$), automatického provozu a signalizace výměny filtru. [15]

Komponent:



Obr.9: Hlavní části vestavného prvku

4. Nucené větrání

Je typ výměny vzduchu, který je **nezávislý na klimatických podmínkách**. Výměna vzduchu probíhá v budově mechanicky (ventilátorem). Ventilátor je součástí buď součástí vzduchotechnické strojovny, nebo jednotky. Pojmem jednotka rozumíme sestavu, ve které je ventilátor a minimálně jeden další komponent s termodynamickou funkcí (např. ohřev), který slouží k úpravě interního mikroklimatu. Náhrada vnitřního vzduchu zpravidla venkovním vzduchem. Větráním se odvádí složky tepelné a hmotnostní, které v prostoru vznikají.

Specifikace nuceného větrání:

- přívod vzduchu nezávisle na čase, klimatických podmínkách
- úprava přívodního na konkrétní požadavky (výměna, teplota, filtrace, vlhkost)
- nastavení tlakových parametrů daného prostoru
- možnost opětovného využití odpadního tepla
- využití odvodního vzduchu k cirkulaci (extrémní podmínky v exteriéru- léto/zima)

4.1. Rozdělení nuceného větrání

4.1.1. Podle úpravy vzduchu

- Nucené větrání bez úpravy vzduchu
Nedochází k úpravám přívodního vzduchu. Použití je omezeno na prostory, které mají kvalitu vnitřního vzduchu horší než je kvalita přívodního vzduchu.
- Nucené větrání s úpravou vzduchu
Řízená úprava vzduchu na konkrétní parametry kladnem na větraný prostor. Jedná se zejména o filtraci a možný ohřev vzduchu. Při použití chladiče vzduchu se jedná už o dílčí klimatizaci.

4.1.2. Podle tlakových poměrů

- Podtlakové větrání - $V_p > V_o$

Tento typ větrání nedovoluje šíření znehodnoceného vzduchu do okolních prostor, kde by negativně ovlivňoval jejich mikroklima. Příkladem jsou kuchyně, WC, umývárny, laboratoře..

- Přetlakové větrání - $V_p < V_o$

Využívá se v případech, kdy chceme udržet ve větraném prostoru čistý vzduch, který by byl ovlivněn okolními prostory. Příkladem jsou prostory se zvýšenými požadavky na čistotu.

- Rovnotlaké větrání - $V_p = V_o$

Přívodní i odvodní vzduch pracuje v rovnováze a nedochází ke změnám tlaků vůči okolí. Použití najde v prostorách nespecifikovaných v bodě a) a b).

4.1.3. Podle provozu

- Ventilační

Větraný prostor je zcela nahrazen vnějším vzduchem. V ČR je tento provoz energeticky velmi náročný.

- Kombinované

Přiváděný vzduch je tvořen součtem čerstvého vzduchu a vzduchu cirkulačního. Poměr obou složek se určí na základě potřebného množství čerstvého vzduchu pro vnitřní prostředí. Tento výpočet je uveden na str.5 a 6.

- Cirkulační

Tento typ se vyskytuje pouze výjimečně. Tento způsob není vhodný pro pobyt osob.

4.1.4. Dle účelu

- Komfortní

Slouží pro větrání prostorů s pobytem osob. Škodliviny obsažené ve vzduchu jsou produktem dýchání a tepla osob. Příkladem jsou kina, sportovní zařízení a společenská zařízení.

- Průmyslová

Slouží pro výrobní prostory s činností osob. Škodliviny tvoří nejen osoby, ale i technologie průmyslu (CO_2 , teplo, vodní pára).

- Technologická

Nutná k provozu výrobního zařízení, kde jsou tato zařízení i producenti škodlivin

- Účelová

Specifikované normou ČSN 12 7010 (např. odmlžování, havarijní a požární větrání)

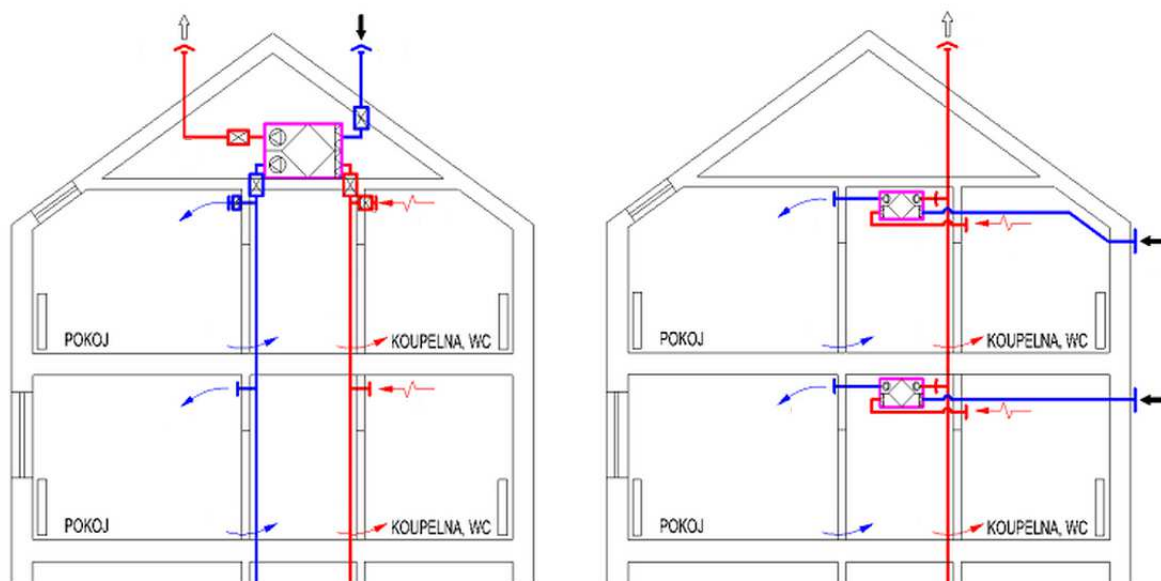
4.1.5. Dle skladby

- Centrální (ústřední)

Jednotka upravuje vzduch pro více místností nebo celou budovu. Jednotka pro přívod a odvod může být umístěna v jedné části objektu (možnost ZZT), ale i nezávisle na sebe.

- Decentrální

Úprava vzduchu probíhá zónově. Klasický příklad je odsávání WC. Odvod může být řešen samostatný pro jednotlivé místnosti, nebo společný pro více podlaží.



Obr. 10: Schéma nuceného větrání a) centrálního, b) decentrální [15]

4.2. Základní komponenty nuceného větrání a jejich specifikace:

	Komponent	Značka		Komponent	Značka
1	Ventilátor		4	Chlazení	
2	Filtr		5	Zvlhčovač	
3	Ohřívač		6	Směšování	

Základní specifikace:

Ventilátor:

Slouží k dopravě vzduchu. Základní komponent nuceného větrání. K přenosu vzduchu dochází díky dynamickému působení lopatek oběžného kola. Návrh ventilátoru závisí na množství dopravovaného vzduchu a na tlakových ztrátách potrubí, na které je navržen. Touto závislostí, dopravního tlaku a průtoku vzduchu, je dána charakteristika ventilátoru. Ventilátory se vyrábí z pozinkovaného plechu, hliníku (případně s povrchovou úpravou) nebo plastu. Pohonem ventilátoru je motor, který způsobuje otáčení oběžného kola.

Základní dělení ventilátorů:

- podle motoru s rotorem

- s pohonem na přímo (hřídel oběžného spojená s elektromotorem)
- s pohonem na spojku
- s převodem (nejčastěji řemenovým)

- podle velikosti dopravovaného tlaku

- nízkotlaké, tlak do 1 kPa
- středotlaké, tlak do 3 kPa
- vysokotlaké, tlak nad 3 kPa

- podle směru průtoku oběžným kolem

- radiální ventilátory (nasávání vzduchu v axiálním směru a výtlak na kolmo)
- axiální ventilátory (nasávání i výtlak ve směru otáčení oběžného kola)
- diagonální ventilátory (přechod mezi radiálním a axiálním ventilátorem)
- diametrální ventilátory (=tangenciální, vzduch protéká oběžným kolem kolmo na směr otáčení)

Filtr:

Slouží k čištění vzduchu od mechanických nebo biologických pevných částic, obsažených ve vzduchu. Filtr se aplikuje na přírodní, oběhový nebo odpadní vzduch (u nebezpečných provozů). Podle velikosti částic rozlišujeme filtry hrubé (G), jemné (F), HEPA (H) a ULPA(U). Množství prachu zachyceným na filtru je definována tzv. jímavost filtru [$\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$].

Filtrem se zajistí požadované hygienické parametry stanovené vyhláškou č. 6/2003 Sb. a ochrání se vnitřní části vzduchotechnické jednotky, které by takto hrozily zanesením jemných částic.

Nejnáchylnější na zanesení jsou výměníky (zanesení teplotnosných ploch), zanesení ventilátoru a elektromotoru (snížení účinnosti).

Filtr na konci své životnosti kontaminován živými bakteriemi. Hrozí, že při dalším použití bakterie přerostou přes sekci filtru a dostávají se při spouštění zařízení do potrubí a odtud do větraného prostoru.

Ohřívač:

Druh výměníku sloužící ke zvyšování teploty přírodního vzduchu. Nejčastěji se používají lamelové výměníky. Dochází přenosu tepla pře teplosměnou plochu. V trubkách proudí teplosměnná látka (teplá voda, pára) přes které proudí vzduch. Teplo je předáno radiací. Výměníky mají maximální účinnost při protiproudém zapojení. Výměníky se pro dosažení potřebného výkonu kladou za sebe do více řad.

Druhy nejznámějších ohřívačů podle teplotnosné látky

- teplovodní ohřívač (teplotní spád vody nejběžnější 80/60 a 70/50)
- parní ohřívač (použití u průmyslu, kde je k dispozici pára z technologie)
- elektrický ohřívač (využití spíše jako zónový dohřívač)
- plynový ohřívač (využití jako vzduch-spaliny; u průmyslu přímý ohřev, hospodárný)

Chladič:

Druh výměníku sloužící ke snížení teploty přírodního vzduchu. Teplosměnná látka je studená voda, chladiivo.

- suché chlazení – při chlazení zůstává obsah vody ve vzduchu konstantní
- mokré chlazení – při chlazení dochází ke zmenšení vodního obsahu ve vzduchu ke kondenzaci vodních par (kondenzace)
- chlazení se zvlhčováním – adiabatické zvlhčování (chlazení vodou, nemění se entalpie)

Je-li střední povrchová teplota chladiče menší než teplota rosného bodu vzduchu ($t_{pr} < t_r$), dochází k mokrému chlazení. Suché chlazení nastává když $t_{pr} > t_r$.

Pracovní látka vyskytující se v chlazení může být

- chladivo – mění své skupenství (přímé chlazení, výparná teplota 5-7°C)
- teplotonosná látka – nemění skupenství, zprostředkovává přenos chladu u nepřímého chlazení
- nejčastěji užívaný spád 7/13

U vodních výměníků je nutno zaizolovat proti možnému zamrznutí.

Chladiče, u kterých dochází ke kondenzaci musí být opatřeny eliminátorem kapek.

Zvlhčovač:

Slouží k zvyšování vlhkosti v závislosti z důvodů hygienických nebo technologických. Jako vedlejší účinek vlhčení vodou je i čištění od prachu a plynných částic a adiabatické chlazení.

Nejpoužívanější druhy zvlhčovačů:

- Sprchová pračka:

Je zvlhčovač, ve kterém se volně rozprašuje voda. Vytváří tak v zařízení vodní mlhu, která se ze vzduchu odpařuje. Pračka pracuje s velkým přebytkem vody, která v pračce cirkuluje. Dále se pračka může použít jako filtr při přidání smáčedla do vody.

Účinnost smáčení může dosahovat až 99%. Účinnost je závislá na intenzitě sprchování, počtu trysek, rychlosti a nasměrování vůči proudu vzduchu.

Moderní pračky jsou koncipovány tak, aby nebyly zdrojem bakterií. To je způsobeno tím, že v době mimo provoz pračky se vyprázdní a vyčistí. Vana se napouští pouze během vlhčení. Čištění probíhá automaticky.

- Hybridní pračka:

Pracuje pouze s čistou vodou bez cirkulace. Pračka obsahuje porézní keramický eliminátor kapek, který slouží i jako odpařovací plocha, čímž má zvlhčovač má vysokou účinnost a hygienický provoz. Výroba velmi jemné vodní páry však vyžaduje velmi náročnou úpravu vody. Komora pračky je vyrobena buď z nerezového plechu nebo z plastu.

- Parní zvlhčovač:

Nejčastější použití. Parní zvlhčovač je hygienický, s dobrou regulací. Pára se vyrábí centrálně (v kotli nebo vyvíječi) nebo je součástí jednotky elektrický parní vyvíječ. Musí být opatřen odvodem kondenzátu. Rozptýl páry je ovlivněn geometrie, počet injekčních trubic a jejich umístění v potrubí

Směšování:

Jedná se o úpravu, ve které se mísí dva proudy vzduchu s různými vlhkostními stavy. Děj probíhá ve směšovacích komorách. Úprava výsledné parametry vzduchu se dají zjistit buď početně, nebo pomocí h-x diagramu. Využití u cirkulačního a čerstvého vzduchu v zimním, případně letním období extrémních teplot (zpravidla určené pro zimní období). [1], [2], [3]

5. Hybridní větrání

Je typ výměny vzduchu, který je **nezávislý na klimatických podmínkách**. Výměna vzduchu probíhá v budově mechanicky (ventilátorem). Ventilátor je součástí buď součástí vzduchotechnické strojovny, nebo jednotky. Pojem jednotka rozumíme sestavu, ve které je ventilátor a minimálně jeden další komponent s termodynamickou funkcí (ohřev), který slouží k úpravě interního mikroklimatu. Náhrada vnitřního vzduchu zpravidla venkovním vzduchem.

Jeho cílem je využití přirozeného větrání k výměně vzduchu. Které nevyžaduje žádné další energie na provoz. V případě, že jsou klimatické podmínky nedostačující pro požadovanou výměnu vzduchu nebo hygienické minimum se automaticky zapne nucené větrání, které se postará a potřebné mikroklima uvnitř budovy.

Příklady použití:

- nejčastější u decentrální systém v kombinaci nástřešní větrací turbína + ventilátor
- tzv. „Přirozená klimatizace“ – vychlazení v letních měsících nočním vzduchem

6. Mikroklimatické podmínky pro mateřské školy

Podmínky pro mikroklima upravuje nařízení vlády č.343/2009 Sb., která upravuje 410/2005Sb.

Nejdůležitější části

§17 – (2) V místnosti, kde je použito přirozené větrání okny, musí být zajištěna proti rozbití v důsledku průvanu. Ovládání ventilačních otvorů musí být dosažitelné z podlahy.

§18– (1) průměrná intenzita větrání čerstvým vzduchem (výměna vzduchu) v době využití interiéru musí při přirozeném větrání vyhovovat požadavkům na výměnu čerstvého vzduchu podle následujících kritérií

- (2) Pokud venkovní stav prostředí neumožňuje využít přirozeného větrání, například pro překročení přípustných hladin venkovního hluku, nebo překročení přípustných škodlivin ve venkovním prostředí, musí být mikroklimatické podmínky a intenzita větrání čerstvým vzduchem zajištěna přednostně vzduchotechnickým zařízením.

- (3) Parametry mikroklimatických podmínek a požadovaná intenzita větrání čerstvým vzduchem se prokazují u nově navrhovaných staveb a při změnách dokončených staveb výpočtem.

- (4) centrální šatny žáků bez příčného přirozeného větrání musí být větrány podtlakově s intenzitou větrání čerstvým vzduchem dle kritérii uvedených u bodu (1)

- (5) Po dobu vyučování je nutno zajistit trvalé podtlakové větrání záchodů žáků.

- (6) Při měření a hodnocení teploty se postupuje dle nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci, se změnami 68/2010 Sb., 93/2012 Sb.

Intenzita větrání čerstvým vzduchem a parametry mikroklimatických podmínek

Zařízení	Výměna vzduchu [m^3h^{-1}]
Učebny	20-30 na 1 žáka
Tělocvičny	20 na 1 žáka
Šatny	20 na 1 žáka
Umývárny	30 na umyvadlo
Sprchy	150-200 na sprchu
Záchody	25 na 1 pisoár 50 na 1 kabinku

Parametry mikroklimatických podmínek:

a) Zima

Učebny, pracovny, družiny a další místnosti určené k dlouhodobému pobytu

- $\vartheta_t = 22 \pm 1^\circ\text{C}$, minimální výsledná teplota v místnosti $t_{\min} = 19^\circ\text{C}$

- rozdíl výsledné teploty v úrovni hlavy a kotníků nesmí být větší než 3°C

Tělocvičny

- $\vartheta_t = 20 \pm 1^\circ\text{C}$, minimální výsledná teplota v místnosti $t_{\min} = 19^\circ\text{C}$

- rozdíl výsledné teploty v úrovni hlavy a kotníků nesmí být větší než 3°C

Při poklesu teploty vzduchu v učebnách k dlouhodobému pobytu dětí a žáků ve třech po sobě následujících dnech pod 18°C , ne však méně než 16°C , nebo při poklesu teploty vzduchu v těchto učebnách v jednom dni pod 16°C musí být provoz zařízení pro výchovu a vzdělávání zastaven.

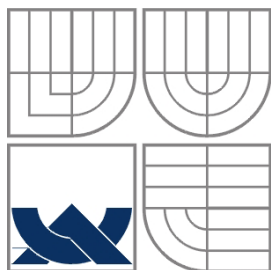
b) Léto

Učebny, pracovny, družiny a další místnosti určené k dlouhodobému pobytu

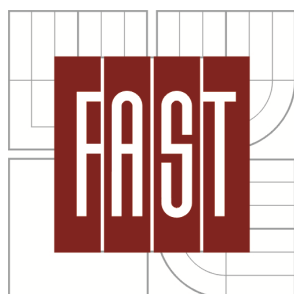
- $\vartheta_t = 28^\circ\text{C}$, maximální výsledná teplota v místnosti $t_{\max} = 31^\circ\text{C}$

Při extrémních venkovních teplotách kdy maximální venkovní teplota vzduchu je vyšší než 30°C a kdy je $t_{\max}$ vyšší než 31°C , musí být přerušeno vyučování nebo zajištěno pro žáky jiné náhradní opatření, např. pobyt mimo budovu a zajištění pitného režimu.

Relativní vlhkost je celoročně v rozmezí 30-70 % a rychlost proudění vzduchu je celoročně $0,1-0,2 \text{ m s}^{-1}$. Orientační kontrolu teploty vzduchu s trvalým pobytem je nutno zabezpečit pomocí nástěnných teploměrů. Teploměry se nesmí umísťovat na obvodové stěny s okny a stěny vybavené přímému dopadu slunečního záření. [13]



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

B)VÝPOČTOVÁ ČÁST

VZDUCHOTECHNIKA MATEŘSKÉ ŠKOLKY *VENTILATION IN KINDERGARTEN*

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

JAN MÜLLER

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

ING. PAVEL UHER

BRNO 2012

1. Analýza objektu

Zadaný objekt se nachází ve městě Kuřim (klimatické podmínky Brno). Budova je o jednom nadzemním podlaží, ve kterém se nachází tři oddělení pro výchovu dětí, dvě kuchyně pro přípravu a úpravu jídel, sociální zázemí a hygienické zázemí pro zaměstnance. Škola je zastřešena plochými pultovými střechami, na kterých jsou umístěny VZT jednotky. Střecha je řešena jako pochozí a je přístupná po stupadlových žebřících umístěných u hlavních vstupů do objektu. Konstrukce krovu je z dřevěných lepených vazníků, které jsou viditelné i z interiéru a tvoří architektonický prvek interiéru. Průměrná výška podlaží je 2,5m s výjimkami, které tvoří jednotlivá vzdělávací oddělení (s průměrnou výškou SV=3,4m) a kuchyně (průměrnou SV=3,3m). Objekt je ze stěnového konstrukčního systému. VZT potrubí je vedeno viditelně pod stropem, v hygienickém zázemí jsou vzduchovody vedeny v SDK podhledech.

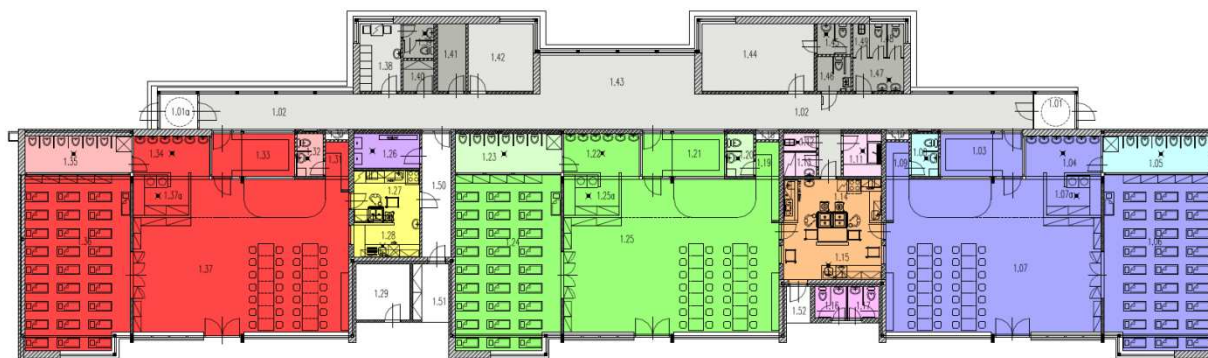
Konstrukce v projektu:

- obvodové zdivo keramické tl. 365 mm; $U=0,291 \text{ W}\cdot\text{m}^2\cdot\text{K}^{-1}$
- obvodové a vnitřní nosné zdivo keramické tl. 240 mm; $U=0,9 \text{ W}\cdot\text{m}^2\cdot\text{K}^{-1}$
- vnitřní nosné zdivo keramické tl. 175 mm, $U=1,1 \text{ W}\cdot\text{m}^2\cdot\text{K}^{-1}$
- vnitřní keramické zdivo tl. 140 mm; $U=1,3 \text{ W}\cdot\text{m}^2\cdot\text{K}^{-1}$
- vnitřní keramické zdivo tl. 115 mm; $U=1,4 \text{ W}\cdot\text{m}^2\cdot\text{K}^{-1}$
- dřevěná příčka; $U=0,317 \text{ W}\cdot\text{m}^2\cdot\text{K}^{-1}$
- skladba střešního pláště; $U=0,223 \text{ W}\cdot\text{m}^2\cdot\text{K}^{-1}$

Členění objektu jsem rozdělil dle funkce, dispozice a prostoru do následujících částí

- Jednotlivé vzdělávací oddělení tvořené jídelnou, hernou a ložnicí – teplovzdušné vytápění
- Kuchyně pro jednotlivá oddělení – teplovzdušné větrání
- Sociální zázemí pro vedení mateřské školy a chodby – přirozené větrání
- Hygienické zázemí jednotlivých oddělení a prostor pro zaměstnance – podtlakové větrání

Dělení na jednotlivé části, seznam místností a způsobu úprav vzduchu pro jednotlivé celky je podrobněji uveden v příloze – výkres č. 1



Obr. 11: Schéma rozdělení na části

2. Tepelná bilance dílčích částí budovy

2.1. Prostor č. 1 – Herna

▪ Vstupní data

Plocha oken

Severní strana: $S_{ok}=5,72m^2$; $S_o=2,94m^2$

Jižní strana: $S_{ok}=5,22m^2$; $S_o=3,29m^2$

Východní strana: $S_{ok}=8,28m^2$; $S_o=4,03m^2$

Západní strana: $S_{ok}=44,82m^2$; $S_o=33,94m^2$

Σ : $S_{ok}=64,04m^2$; $S_o=44,20m^2$

– kde: S_{ok} – plocha oken, včetně rámu [m^2]

S_o – plocha zasklení [m^2]

Kritická hodina pro určení doby výpočtu $I_o \cdot S_{ok}$ [$W \cdot m^{-2}$]

$I_o \cdot S_{ok}$	13.hod	14.hod	15.hod	16.hod	17.hod	18.hod
S	795	744	669	572	458	497
J	2 135	1749	1201	668	407	277
V	1151	1076	969	828	646	439
Z	10298	17194	22321	23824	21260	14323
Σ	14379	20763	25160	25892	22771	15446

– kritická hodina stanovena na 16:00

Výpočet velikosti osvětlených částí oken

$e_1 = c \cdot \tan|\alpha - \gamma|$ [m] - pro vertikální stín (viz. obr.12)

$e_2 = \frac{d \cdot \tan(h)}{\cos|\alpha - \gamma|}$ [m] - pro horizontální stín (viz. obr.13)

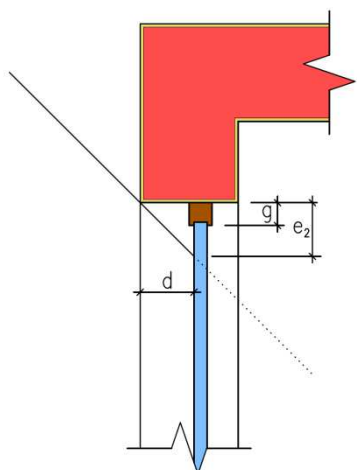
kde: c – hloubka okna (např. napraží, balkon..) [m]

d – hloubka okna (např. ostění, vodorovný slunolam..) [m]

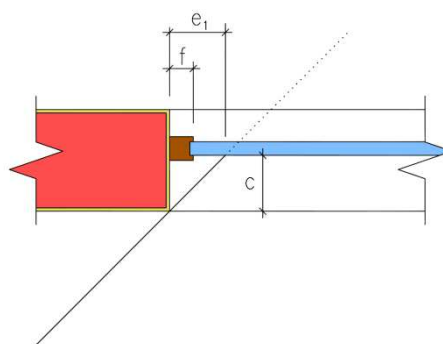
h – výška slunce nad obzorem [m]

α – azimut slunce [°]

γ – azimut stěny (odchylka normály od severu) [°]



Obr.12: Schéma řez – horizontální stín



Obr.13: Schéma půdorysu – vertikální stín

Sever:

$$e_1 = d \cdot \tan|260 - 0| = d \cdot 5,671$$

$$e_2 = \frac{d \cdot \tan(34)}{\cos|260 - 0|} = d \cdot (-3,884) \quad (\text{zastíněna celá plocha})$$

Jih:

$$e_1 = d \cdot \tan|260 - 180| = d \cdot 5,671$$

$$e_2 = \frac{d \cdot \tan(34)}{\cos|260 - 180|} = d \cdot 3,884 \quad - \text{dopočet}$$

Východ:

$$e_1 = d \cdot \tan|260 - 90| = d \cdot (-0,176)$$

$$e_2 = \frac{d \cdot \tan(34)}{\cos|260 - 90|} = d \cdot (-0,685) \quad (\text{zastíněna celá plocha})$$

Západ:

$$e_1 = d \cdot \tan|260 - 270| = d \cdot 0,176$$

$$e_2 = \frac{d \cdot \tan(34)}{\cos|260 - 270|} = d \cdot 0,685 \quad - \text{dopočet}$$

Dopočty osluněných částí (s využitím pomoci softwaru autodesk)

Jih: $d_1=0,3m$

$$e_1 = 0,3 \cdot 5,671 = 1,701m$$

$$e_2 = 0,3 \cdot 3,884 = 1,165m \quad - \text{zastíněna celá plocha}$$

Západ: $d_1=0,45m$

$$e_1 = 0,45 \cdot 0,176 = 0,079m$$

$$e_2 = 0,45 \cdot 0,685 = 0,308m$$

$d_2=1,81m$

$$e_1 = 1,81 \cdot 0,176 = 0,319m$$

$$e_2 = 1,81 \cdot 0,685 = 1,24m$$

$d_3=1,53m$

$$e_1 = 1,53 \cdot 0,176 = 0,269m$$

$$e_2 = 1,53 \cdot 0,685 = 1,048m$$

-ΣS zastíněné (zasklení) – $S_{z,z}=4,873\text{m}^2$

-ΣS s přímým slunečním zářením – $S_{os,z}=S_{os}-S_{z,z}=33,94-4,873=29,07\text{m}^2$

▪ Tepelná zátěž

1. Tepelný zisk sluneční radiací

$$Q_{OR} = [S_{OS} \cdot I_o \cdot c_o + (S_o - S_{OS}) \cdot I_{o,dif}] \cdot s \quad [\text{W}]$$

kde: S_{os} – osluněná část zasklení

I_o – celková intenzita radiace (globální záření) procházející oknem

$I_{o,dif}$ – intenzita difúzní radiace (nahrazena příslušnou hodnotou pro severní směr) procházející oknem

c_o – korekce čistoty atmosféry

s – stínící součinitel (dle druhu skla, stínícího prostředku)

$$Q_{OR,S} = [0 \cdot 100 \cdot 0,85 + (2,94 - 0) \cdot 100] \cdot 0,9 = 264,60\text{W}$$

$$Q_{OR,J} = [0 \cdot 128 \cdot 0,85 + (3,29 - 0) \cdot 100] \cdot 0,9 = 197,40\text{W}$$

$$Q_{OR,V} = [0 \cdot 100 \cdot 0,85 + (4,03 - 0) \cdot 100] \cdot 0,9 = 362,70\text{W}$$

$$Q_{OR,Z} = [29,07 \cdot 539 \cdot 0,85 + (33,94 - 29,07) \cdot 100] \cdot 0,6 = 8283,25\text{W}$$

$$Q_{OR} = \sum Q_{OR,n} = \underline{\underline{9\,107,95\text{ W}}}$$

2. Tepelný zisk oknem konvencí

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

kde: t_e – teplota vnějšího vzduchu pro určenou hodinu

t_i – teplota interiéru

$$Q_{ok,24} = 3,805 \cdot 1,2 \cdot (29,8 - 24) = 26,484\text{W}$$

$$Q_{ok,26} = 60,232 \cdot 1,2 \cdot (29,8 - 26) = 274,658\text{W}$$

$$Q_{ok} = \sum Q_{ok,n} = \underline{\underline{301,14\text{ W}}}$$

3. Tepelná zátěž vnějších stěn

$$Q_s = U_s \cdot S \cdot [(t_m - t_i) + m \cdot (t_{r\psi} - t_{rm})] \quad [\text{W}]; \quad m = \frac{1 + 7,6 \cdot \delta}{2500^\delta}$$
$$t_{r\psi} = 32 \cdot \delta - 0,5$$

kde: t_{rm} – průměrná rovnícenná sluneční teplota vnějšího vzduchu za 24h [°C]

t_i – rovnícenná sluneční teplota v době o ψ hodin dříve [°C]

S – plocha stěny s odečtenými otvory [m²]

m – součinitel zmenšení teplotního kolísání [-]

δ – tloušťka stěny [m]

Stěna tl. 365mm: $U=0,291 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$

$$m = \frac{1 + 7,6 \cdot 0,365}{2500^{0,365}} = 0,217$$

$$t_{r\psi} = 32 \cdot 0,365 - 0,5 = 11,18... \text{ posun o } -11 \text{ hodin}$$

Střecha: $U=0,223 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$

$$m = \frac{1 + 7,6 \cdot 0,223}{2500^{0,223}} = 0,41$$

$$t_{r\psi} = 32 \cdot 0,223 - 0,5 = 6,8... \text{ posun o } -7 \text{ hodin}$$

$$Q_{s,S} = 0,291 \cdot 46,699 \cdot [(26,2 - 26) + 0,217 \cdot (19,3 - 26,2)] = -17,63 \text{ W}$$

$$Q_{s,J} = 0,291 \cdot 3,553 \cdot [(29,6 - 26) + 0,217 \cdot (18,1 - 29,6)] = 1,142 \text{ W}$$

$$Q_{s,V} = 0,291 \cdot 9,144 \cdot [(29,7 - 26) + 0,217 \cdot (20,8 - 29,7)] = 4,706 \text{ W}$$

$$Q_{s,Z} = 0,291 \cdot 15,575 \cdot [(29,7 - 26) + 0,217 \cdot (18,1 - 29,7)] = 5,361 \text{ W}$$

$$Q_{s,H} = 0,223 \cdot 188,523 \cdot [(35,3 - 26) + 0,41 \cdot (48,4 - 35,3)] = 616,778 \text{ W}$$

$$Q_s = \sum Q_{s,n} = \underline{\underline{610,357 \text{ W}}}$$

4. Tepelná zátěž vnitřních stěn

$$Q_{si} = S \cdot U_s \cdot (t_{io} - t_i) \quad [\text{W}]$$

Chodba:

$$Q_{si,1} = 10,105 \cdot 0,317 \cdot (24 - 26) = -6,41 \text{ W} \quad (\text{dřevěná příčka - šatna})$$

$$Q_{si,2} = 2,068 \cdot 0,9 \cdot (24 - 26) = -3,72 \text{ W} \quad (\text{zděná stěna tl. 240 mm})$$

$$Q_{si,3} = 6,756 \cdot 0,291 \cdot (24 - 26) = -3,93 \text{ W} \quad (\text{zděná stěna tl. 365 mm})$$

$$Q_{si,4} = 6,451 \cdot 1,4 \cdot (24 - 26) = -18,062 \text{ W} \quad (\text{zděná příčka tl. 115 mm})$$

$$Q_{si,5} = 1,761 \cdot 1,43 \cdot (24 - 26) = -5,04 \text{ W} \quad (\text{železobetonový věnec})$$

Kuchyně:

$$Q_{si,6} = 5,353 \cdot 0,9 \cdot (20 - 26) = -28,91 \text{ W} \quad (\text{zděná stěna tl. 240 mm})$$

$$Q_{si,7} = 0,322 \cdot 1,43 \cdot (20 - 26) = -2,76 \text{ W} \quad (\text{železobetonový věnec})$$

$$Q_{si} = \sum Q_{si,n} = \underline{\underline{68,83 \text{ W}}}$$

5. Produkce tepla lidí

$$Q_l = n_1 \cdot 6,2 \cdot (36 - t_i) \quad [\text{W}]; \quad n_1 = 0,85 \cdot n_z + 0,75 \cdot n_d + n_m$$

kde: n_1 – přepočet pro různé složení osob (muži, ženy a děti)

$$n_1 = 0,85 \cdot 0 + 0,75 \cdot 28 + 2 = 23 \text{ osob}$$

$$Q_l = 23 \cdot 6,2 \cdot (36 - 26) = \underline{\underline{1\,426 \text{ W}}}$$

6. Produkce tepla svítidel

$$Q_{sv} = S_s \cdot P_s \cdot c_1 \cdot c_2$$

kde: S_s – podlahová plocha zmenšená o přirozeně osvětlenou plochu oken

P_s – výkon osvětlení

c_1 – součinitel současnosti používání svítidel

c_2 – zbytkový součinitel 1,
při odsávání vzduchu z okolí svítidel 0,7

$$Q_{sv} = 90,042 \cdot 18 \cdot 0,7 \cdot 1,0 = \underline{\underline{1\,134,53\,W}}$$

▪ **Vodní zisky**

1) Produkce vodní páry lidí

$$m_w = n_1 \cdot g_w \quad [\text{g h}^{-1}]$$

kde: n_1 – přepočet složení osob

g_w – produkce vodní páry $[\text{g h}^{-1}]$

$$m_w = 23 \cdot 116 = \underline{\underline{2\,668\,g h^{-1}}}$$

2) Mytí nádobí a vaření pokrmů

(zanedbáme)

▪ **Tepelné ztráty**

Přibližný výpočet pomocí obálkové metody:

Konstrukce	A_i [m ²]	U_i [W·m ⁻² ·K ⁻¹]	b_i [-]	H_{ti} [W·K ⁻¹]
Stěna	78,485	0,291	1	22,839
Střecha	188,523	0,223	1	42,041
Podlaha	187,77	0,427	0,5	40,089
Okna + dveře	64,04	1,3	1	83,252
Σ	518,82	/	/	188,221
Tepelné vazby mezi konstrukcemi - 2% ze ΣA_i				
				0,02·518,82= 10,376
				$\Sigma H_{ti} = 198,597$

Celková ztráta prostupem tepla

$$Q_z = H_{ti} \cdot (t_{im} - t_e) = 198,597 \cdot [22 - (-12)] = \underline{\underline{6\,752,298\,W}}$$

Sumace výsledků:

Prostor č. 1 – Herna

TEPELNÉ ZISKY OKEN RADIACÍ	Q_{OR}	9 107,95 W
TEPELNÉ ZISKY OKEN KONVEKCIÍ	Q_{ok}	301,14 W
TEPELNÁ ZÁTĚŽ VNĚJŠÍCH STĚN	Q_s	610,36 W
TEPELNÁ ZÁTĚŽ VNITŘNÍCH STĚN	Q_{si}	-68,83 W
TEPELNÁ PRODUKCE LIDÍ	Q_l	1 426,00 W
TEPELNÁ PRODUKCE SVÍTIDEL	Q_{sv}	1 134,53 W
CELKOVÁ TEPELNÁ ZÁTĚŽ	Q_L	12 511,15 W
TEPELNÉ ZTRÁTY	Q_Z	6 752,30 W
VODNÍ ZISKY	M_w	2 668,00 g h⁻¹

2.2. Prostor č. 2 – Kuchyně velká

TEPELNÉ ZISKY OKEN RADIACÍ	Q_{OR}	806,39 W
TEPELNÉ ZISKY OKEN KONVEKCIÍ	Q_{ok}	87,92 W
TEPELNÁ ZÁTĚŽ VNĚJŠÍCH STĚN	Q_s	102,59 W
TEPELNÁ ZÁTĚŽ VNITŘNÍCH STĚN	Q_{si}	26,06 W
TEPELNÁ PRODUKCE LIDÍ	Q_l	248,00 W
TEPELNÁ PRODUKCE SVÍTIDEL	Q_{sv}	52,98 W
CELKOVÁ TEPELNÁ ZÁTĚŽ	Q_L	1 323,94 W
TEPELNÉ ZTRÁTY	Q_Z	1 250,91 W
VODNÍ ZISKY	M_w	2 012,00 g h⁻¹

- bez připočítané technologie

2.3. Prostor č. 2 – Kuchyně malá

TEPELNÉ ZISKY OKEN RADIACÍ	Q_{OR}	1 700,78 W
TEPELNÉ ZISKY OKEN KONVEKCIÍ	Q_{ok}	87,24 W
TEPELNÁ ZÁTĚŽ VNĚJŠÍCH STĚN	Q_s	120,74 W
TEPELNÁ ZÁTĚŽ VNITŘNÍCH STĚN	Q_{si}	6,57 W
TEPELNÁ PRODUKCE LIDÍ	Q_l	124,00 W
TEPELNÁ PRODUKCE SVÍTIDEL	Q_{sv}	389,59 W
CELKOVÁ TEPELNÁ ZÁTĚŽ	Q_L	2 428,92 W
TEPELNÉ ZTRÁTY	Q_Z	1 237,54 W
VODNÍ ZISKY	M_w	1 006,00 g·h⁻¹

- bez připočítané technologie

2.4. Prostor č. 2 – Kuchyně velká

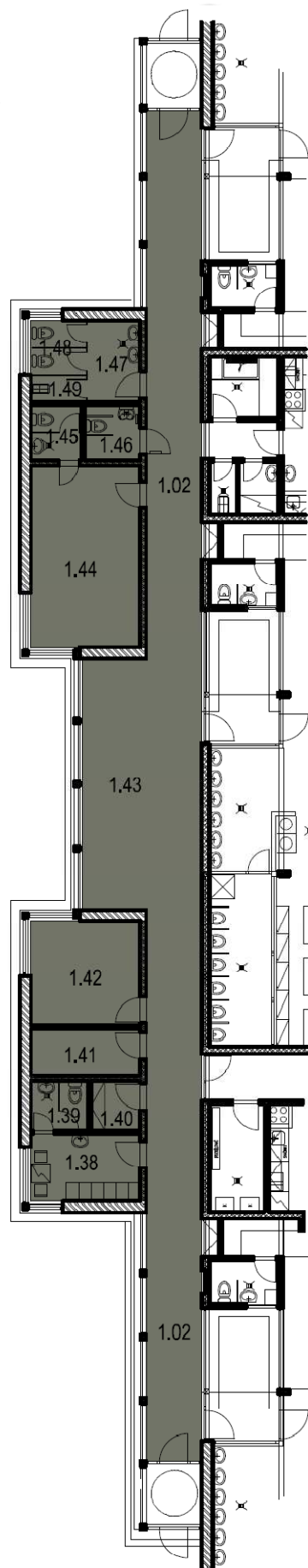
TEPELNÉ ZISKY OKEN RADIACÍ	Q_{OR}	2 677,31 W
TEPELNÉ ZISKY OKEN KONVEKCIÍ	Q_{ok}	-42,10 W
TEPELNÁ ZÁTĚŽ VNĚJŠÍCH STĚN	Q_s	33,73 W
TEPELNÁ ZÁTĚŽ VNITŘNÍCH STĚN	Q_{si}	61,50 W
TEPELNÁ PRODUKCE LIDÍ	Q_l	0,00 W
TEPELNÁ PRODUKCE SVÍTIDEL	Q_{sv}	1 127,84 W
CELKOVÁ TEPELNÁ ZÁTĚŽ	Q_L	3 858,28 W
TEPELNÉ ZTRÁTY	Q_Z	2 577,27 W
VODNÍ ZISKY	M_w	0,00 g·h⁻¹

- výpočty prostorů č. 2, 3 a 4 jsou uvedeny v příloze P4

3. Přirozené větrání sociálního zázemí mateřské školy

– místnosti:

- 1.02 chodba
- 1.38 šatna
- 1.39 WC
- 1.40 sklad čistého prádla
- 1.41 technická místnost
- 1.42 ředitelna
- 1.43 hala
- 1.44 sborovna
- 1.45 WC
- 1.46 WC invalidé
- 1.47 předsíňka
- 1.48 WC personál
- 1.49 úklidová komora



Obr. 14: Schéma řešené části objektu a výpis místností

3.1. Vymezení prostoru přirozeného větrání

Přirozené větrání se týká té části budovy, která slouží výhradně pro zaměstnance a vedení mateřské školky se dá uvažovat s výměnou vzduchu a tvorbě mikroklimatu pomocí přirozeného větrání v kombinaci s otopnou soustavou.

- **Základní body otopné soustavy:**

Otopná soustava: Navrhovaná pro tyto účely je s nuceným oběhem teplé vody, uzavřená, dvoutrubková se spodním rozvodem (ventilkompekt).

Otopná tělesa: Desková, umístěná ideálně pod okny. Tělesa budou vybavena termostatickými ventily a odvzdušněním. Připojení otopné vody spodním uzavíracím ventilem se šroubením VK (dvojitě kompaktní uzavírací šroubení). Výrobce – např. KORADO.

Potrubí: Z Cu-trubek. Vedené v zakrývací liště nad podlahou. Teplotní spád 70/60. [5]

Jednotlivé druhy možného způsobu výměny vzduchu jsou vzorově spočítány pro místnost 1.38 (A1-A3). Pro ostatní místnost dále je přímý výpočet určeného větrání.

3.2. Šatna (místnost č. 1.38)

$$\text{Objem prostoru:} \quad O = 2,145 \cdot 3,52 \cdot \frac{2,35 + 2,75}{2} = 12,25 \text{ m}^3$$

$$\text{Zvolená výměna vzduchu:} \quad n = 1,5 \text{ h}^{-1}$$

3.2.1. Výměna vzduchu pomocí infiltrace :

$$V = i \cdot l \cdot \Delta p^n$$

Kde: i - součinitel průzvučnosti spáry [třída 3: $(0,1 - 0,28) \cdot 10^{-4}$]

$$l - O_1 = 5,57 \text{ m}$$

$$O_2 = 4,19 + 5,41 = 9,6 \text{ m} \quad \Sigma O_n = 15,17 \text{ m}$$

$$\Delta p = \Delta p_t + \Delta p_w$$

$$\Delta p_t = h \cdot g \cdot (\rho_e - \rho_i) = \frac{1,58 + 1,45}{2} \cdot 9,81 \cdot (1,335 - 1,189) = 2,17 \text{ Pa}$$

$$\rho_n = \frac{1,276}{1 + 0,00366 \cdot t_n} \rightarrow \rho_{i(20)} = \frac{1,276}{1 + 0,00366 \cdot 20} = 1,189 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

$$\rho_{i(-12)} = \frac{1,276}{1 + 0,00366 \cdot (-12)} = 1,335 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

Δp_w – není volné proudění přes další prostor, zanedbáme

$$V = i \cdot l \cdot \Delta p^n = 0,2 \cdot 10^{-4} \cdot 15,17 \cdot 2,17^{0,67} = 5,099 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} = 1,835 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$$

Kontrola výměny vzduchu:

$$n = \frac{V}{O} = \frac{1,835}{52,42} = 0,04 h^{-1}$$

Závěr k řešení větrání pomocí infiltrace:

Výměna vzduchu pomocí infiltrace spárami oken je nedostatečná, nedostačuje na požadovanou výměnu vzduchu podle normy.

3.2.2. Větrání okny

Okna - 1,125×0,665 mm (1)

- 1,865×0,730 mm (2)

Objemový průtok vzduchu pro jednotlivá okna:

$$\rho_{i(20)} = \frac{1,276}{1 + 0,00366 \cdot 20} = 1,189 kg \cdot m^3$$

$$\rho_{e(-12)} = \frac{1,276}{1 + 0,00366 \cdot (-12)} = 1,335 kg \cdot m^3$$

$$\rho_s = \frac{1,335 + 1,189}{2} = 1,262 kg \cdot m^3$$

$$V_p = \frac{2 \cdot \mu \cdot a}{3 \cdot \rho_s} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot b^3 \cdot \rho_i \cdot \rho_e \cdot (\rho_e - \rho_i) \cdot g}{(\rho_i^{0,33} + \rho_e^{0,33})^3}}$$

$$V_1 = \frac{2 \cdot 0,42 \cdot 1,125}{3 \cdot 1,262} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 0,665^3 \cdot 1,189 \cdot 1,335 \cdot (1,335 - 1,189) \cdot 9,81}{(1,189^{0,33} + 1,335^{0,33})^3}} = 0,091 m^3 \cdot s^{-1}$$

$$V_2 = \frac{2 \cdot 0,42 \cdot 1,865}{3 \cdot 1,262} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 0,73^3 \cdot 1,189 \cdot 1,335 \cdot (1,335 - 1,189) \cdot 9,81}{(1,189^{0,33} + 1,335^{0,33})^3}} = 0,173 m^3 \cdot s^{-1}$$

Doba otevření oken:

$$1) \text{ Velké: } \frac{n \cdot O}{V_2} = \frac{1,5 \cdot 19,254}{0,173 \cdot 3600} \approx 2,78 \text{ min}$$

$$2) \text{ Malé: } \frac{n \cdot O}{V_1} = \frac{1,5 \cdot 19,254}{0,091 \cdot 3600} \approx 5,29 \text{ min}$$

$$3) \text{ Obě: } \frac{n \cdot O}{V_1 + V_2} = \frac{1,5 \cdot 19,254}{(0,091 + 0,173) \cdot 3600} \approx 1,82 \text{ min}$$

Závěr k řešení větrání pomocí oken:

Větrání pomocí otevírání oken je dostačující a vyhovuje v převažující většině případů. Větrání otevřením okna je nejefektivnější výměna vzduchu vůbec. Mezi nevýhody patří hlavně odvod ohřátého vzduchu v zimním období, nutná obsluha, hluk a nekontrolovatelná kvalita přírodního vzduchu a vzduchu v interiéru.

3.2.3. Integrovaný okenní větrací systém s rekuperátorem

Výrobek: Schüco Ventoterm – rozměry 1050×50×195
– počet – 1×

Výměna vzduchu: Stupeň otevření 1- 15 m³·h⁻¹
Stupeň otevření 2- 30 m³·h⁻¹

Kontrola výměny vzduchu:

- při druhém stupni otevření

$$n = \frac{V}{O} = \frac{30,0}{19,254} = 1,56 h^{-1}$$

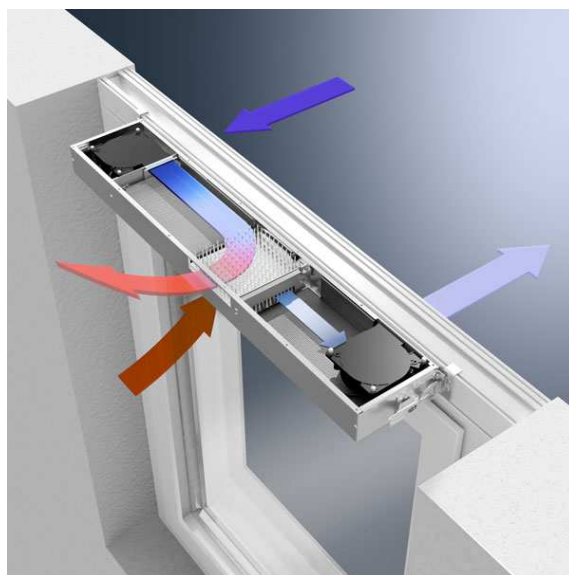
Závěr k řešení větrání pomocí integrovaného systému:

Je zajištěn pravidelný přívod čerstvého vzduchu do místnosti bez potřeby obsluhy. Vzduchu je navíc upraven, je zabezpečena částečně jeho kvalita (prach, pyl, hmyz) a v zimním období ztráta energie z vytápění. Zařízení je schopné pracovat i v době bez přítomnosti osob, či obsluhy (mimo provozní dobu MŠ). Na druhou stranu se již jedná o malou decentrální přívodní jednotku, takže se již nejedná pouze o přirozené větrání.

Navrhované řešení – pomocí tohoto větracího systému.



Obr.15: Řez s umístěním na rám



Obr. 16: Princip proudění

3.3. Ředitelna (místnost č. 1.42)

Objem prostoru: $O = 3,36 \cdot 3,52 \cdot \frac{2,35 + 2,75}{2} = 30,159 \text{ m}^3$

Zvolená výměna vzduchu: $n = 2,0 \text{ h}^{-1}$

3.3.1. Větrání okny

Okna - 1,865×1,730 mm (1)

- 1,500×1,450 mm (2)

Objemový průtok vzduchu pro jednotlivá okna:

$$V_1 = \frac{2 \cdot 0,42 \cdot 1,865}{3 \cdot 1,262} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 1,73^3 \cdot 1,189 \cdot 1,335 \cdot (1,335 - 1,189) \cdot 9,81}{(1,189^{0,33} + 1,335^{0,33})^3}} = 0,633 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$V_2 = \frac{2 \cdot 0,42 \cdot 1,5}{3 \cdot 1,262} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 1,45^3 \cdot 1,189 \cdot 1,335 \cdot (1,335 - 1,189) \cdot 9,81}{(1,189^{0,33} + 1,335^{0,33})^3}} = 0,391 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

Doba otevření oken:

1) Velké: $\frac{n \cdot O}{V_1} = \frac{2,0 \cdot 30,159}{0,633 \cdot 3600} \approx 1,59 \text{ min}$

2) Malé: $\frac{n \cdot O}{V_2} = \frac{2,0 \cdot 30,159}{0,391 \cdot 3600} \approx 2,57 \text{ min}$

3) Obě: $\frac{n \cdot O}{V_1 + V_2} = \frac{2,0 \cdot 19,254}{(0,633 + 0,391) \cdot 3600} \approx 0,63 \text{ min}$

3.3.2. Integrovaný okenní větrací systém s rekuperátorem

Výrobek: Schüco Ventoterm – počet 2×

Výměna vzduchu: Stupeň otevření 1- 15 m³·h⁻¹
Stupeň otevření 2- 30 m³·h⁻¹

Kontrola výměny vzduchu:

- při druhém stupni otevření

$$n = \frac{V}{O} = \frac{60,0}{30,159} = 1,99 \text{ h}^{-1}$$

Závěr:

Výměna vzduchu pomocí integrovaného větracího systému. Dodržena požadovaná výměna vzduchu $n=2,0 \text{ h}^{-1}$.

3.4. Sborovna (místnost číslo 1.44)

$$\text{Objem prostoru:} \quad O = 5,84 \cdot 3,52 \cdot \frac{2,35 + 2,75}{2} = 52,42 \text{ m}^3$$

$$\text{Zvolená výměna vzduchu:} \quad n = 1,0 \text{ h}^{-1}$$

3.4.1. Větrání okny

Okna - 1,500×1,450 m (1)

- 1,865×1,730 m (2)

Objemový průtok vzduchu pro jednotlivá okna:

$$\rho_{i(20)} = 1,189 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}, \quad \rho_{e(-12)} = 1,335 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

$$V_1 = \frac{2 \cdot 0,42 \cdot 1,5}{3 \cdot 1,262} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 1,45^3 \cdot 1,189 \cdot 1,335 \cdot (1,335 - 1,189) \cdot 9,81}{(1,189^{0,33} + 1,335^{0,33})^3}} = 0,391 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$V_2 = \frac{2 \cdot 0,42 \cdot 1,865}{3 \cdot 1,262} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 1,73^3 \cdot 1,189 \cdot 1,335 \cdot (1,335 - 1,189) \cdot 9,81}{(1,189^{0,33} + 1,335^{0,33})^3}} = 0,633 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

Doba otevření oken:

$$1) \text{ Velké: } \frac{n \cdot O}{V_1} = \frac{1,0 \cdot 52,42}{0,633 \cdot 3600} \approx 1,38 \text{ min}$$

$$2) \text{ Malé: } \frac{n \cdot O}{V_2} = \frac{1,0 \cdot 52,42}{0,391 \cdot 3600} \approx 2,23 \text{ min}$$

$$3) \text{ Obě: } \frac{n \cdot O}{V_1 + V_2} = \frac{2,0 \cdot 19,254}{(0,633 + 0,391) \cdot 3600} \approx 0,85 \text{ min}$$

3.4.2. Integrovaný okenní větrací systém s rekuperátorem

Výrobek: Schüco Ventoterm – počet 2×

Výměna vzduchu: Stupeň otevření 1- 15 m³·h⁻¹
Stupeň otevření 2- 30 m³·h⁻¹

Kontrola výměny vzduchu:

- při druhém stupni otevření

$$n = \frac{V}{O} = \frac{60,0}{52,42} = 1,14 \text{ h}^{-1}$$

Závěr:

Výměna vzduchu pomocí integrovaného větracího systému. Dodržena požadovaná výměna vzduchu $n=1,0 \text{ h}^{-1}$.

3.5. Chodba + hala (místnosti č. 1.02 a 1.43)

Objem prostoru:

$$O = \left[17,77 \cdot 1,8 \cdot \left(\frac{2,505 + 2,475}{2} \right) \right] \cdot 2 + 8,085 \cdot 3,835 \cdot \left(\frac{2,505 + 2,44}{2} \right) = 235,95 m^3$$

Zvolená výměna vzduchu: $n = 2,0 h^{-1}$

3.5.1. Větrání okny

$$V_p = \frac{2 \cdot \mu \cdot a}{3 \cdot \rho_s} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot b^3 \cdot \rho_i \cdot \rho_e \cdot (\rho_e - \rho_i) \cdot g}{(\rho_i^{0,33} + \rho_e^{0,33})^3}}$$

Objemový průtok vzduchu pro jednotlivá okna:

$$\rho_{i(20)} = 1,189 kg \cdot m^{-3}, \rho_{e(-12)} = 1,335 kg \cdot m^{-3}$$

- Okna od severní strany (1)

$$V_{p_1} = \frac{2 \cdot 0,25 \cdot 2,045}{3 \cdot 1,273} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 1,885^3 \cdot 1,21 \cdot 1,335 \cdot (1,335 - 1,21) \cdot 9,81}{(1,21^{0,33} + 1,335^{0,33})^3}} = 0,433 m^3 \cdot s^{-1}$$

-

- Okna hala (2)

$$V_{p_2} = \frac{2 \cdot 0,25 \cdot 1,900}{3 \cdot 1,273} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 2,250^3 \cdot 1,21 \cdot 1,335 \cdot (1,335 - 1,21) \cdot 9,81}{(1,21^{0,33} + 1,335^{0,33})^3}} = 0,525 m^3 \cdot s^{-1}$$

- Okna od jižní strany (3)

$$V_{p_3} = \frac{2 \cdot 0,25 \cdot 2,020}{3 \cdot 1,273} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 2,250^3 \cdot 1,21 \cdot 1,335 \cdot (1,335 - 1,21) \cdot 9,81}{(1,21^{0,33} + 1,335^{0,33})^3}} = 0,558 m^3 \cdot s^{-1}$$

$$V_{celek} = 4 \cdot V_{p_1} + 4 \cdot V_{p_2} + 3 \cdot V_{p_3} = 4 \cdot 0,433 + 4 \cdot 0,525 + 3 \cdot 0,558 = 5,506 m^3 \cdot s^{-1}$$

Doba otevření oken:

$$1) \text{ Jen střední pás oken: } \frac{n \cdot O}{V'} = \frac{2 \cdot 235,95}{4 \cdot 0,525 \cdot 3600} \approx 3,75 \text{ min}$$

$$2) \text{ Polovina všech oken: } \frac{n \cdot O}{V''} = \frac{2 \cdot 235,95}{\left(\frac{5,506}{2} \right) \cdot 3600} \approx 2,86 \text{ min}$$

$$3) \text{ Všechna okna: } \frac{n \cdot O}{V'''} = \frac{2 \cdot 235,95}{5,506 \cdot 3600} \approx 1,43 \text{ min}$$

3.5.2. *Integrovaný okenní větrací systém s rekuperátorem*

Výrobek: Schüco Ventoterm – počet 8×

Výměna vzduchu: Stupeň otevření 1- 15 m³·h⁻¹
Stupeň otevření 2- 30 m³·h⁻¹

Kontrola výměny vzduchu:

- při prvním stupni otevření

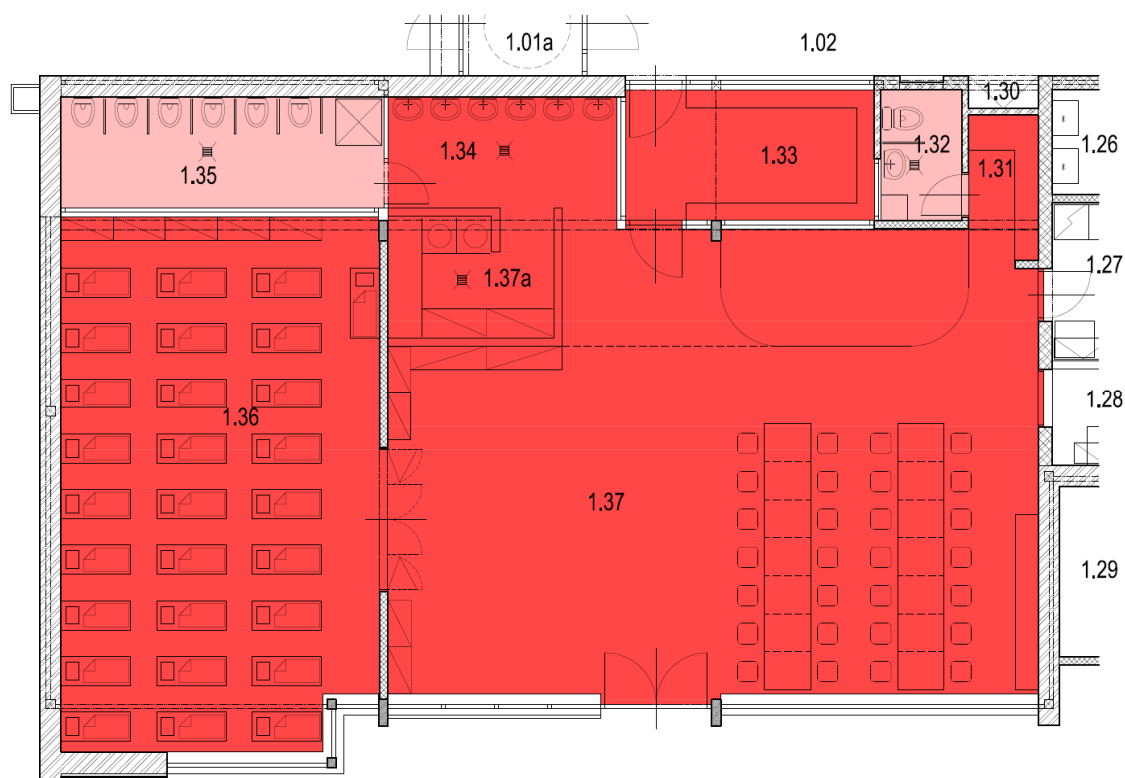
$$n = \frac{V}{O} = \frac{8 \cdot 15}{235,95} = 0,51 h^{-1}$$

Závěr:

Větrání pomocí otevírání oken je dostačující a pro chodbu je vyhovující. Na chodbě se nezdržují osoby, a má výměna vzduchu je zapříčiněna i otevíráním dveří a podobně.

Ostatní místnosti, které tvoří zejména hygienické zázemí mateřské školy, jsou větrány nuceně podtlakově. Výpočet těchto částí je uveden v samostatné kapitole 7 – *Samostatná odvodní potrubí z hygienických prostor*, kde jsou i výpočty dalších prostor se stejnou koncepcí.

4. Prostor č. 1 - Herna



Obr. 17: Schéma prostoru

– řešené místnosti:

1.31.....	Sklad hraček	1.35.....	WC
1.32.....	WC	1.36.....	Ložnice
1.33.....	Šatna	1.37.....	Jídelna + Herna
1.34.....	Umývárna	1.37a.....	Herna mokrá

– návrh VZT zařízení a řešení prostoru

Větrání prostoru je řešeno jako nízkotlaký klimatizační systém. Systém je navržen na pokrytí tepelné zátěže v letním období a v zimním období na pokrytí tepelných ztrát. Zařízení bude navrženo na jeden konstantní průtok po celý rok.

Vzduch bude přiváděn buď do místnosti č. 1.37 (jídelna+herna), anebo do místnosti č. 1.36 (ložnice) a přebytek do místnosti 1.37. Před jednotlivými vyústkami bude osazena regulační klapka, napojená na systém MaR. Vzduchu bude primárně přiváděn v plné míře do prostoru 1.37, kde se budou děti a vychovatelé trávit převážnou část dne. V době spánku bude rozvod přepnut na místnost 1.36, zbylý objem bude distribuován do místnosti 1.37 (poměry zajistí regulační klapky). Přívod do ostatních uzavřených místností zajistí stěnové mřížky.

Odvod z hygienických místností 1.32 a 1.35 bude zajištěn samostatně. Důvodem je zamezení šíření oděrů přívodním vzduchem díky ZZT.

4.1. Stanovení průtoků vzduchu

Přehled výchozích hodnot:

Celková tepelná zátěž – $Q_L = 12\,511,15\text{ W}$
Tepelné ztráty – $Q_Z = 6\,752,30\text{ W}$
Vodní zisky – $M_w = 2\,668,00\text{ g}\cdot\text{h}^{-1}$
Počet osob – 28 dětí, 2 vychovatelé
Požadovaná vnitřní teplota v létě – 24 °C
Požadovaná vnitřní teplota v zimě – 22 °C
Maximální rozdíl teplot v létě (Δt_{kl}) – 7 K
Maximální rozdíl teplot v zimě (Δt_{kz}) – 12 K

Určení základních veličin:

Objemový průtok přívodního vzduchu:

$$\text{Léto: } V_L = \frac{Q_L}{c \cdot \rho \cdot \Delta t_{kl}} = \frac{12511,15}{1010 \cdot 1,2 \cdot 7} = 1,475 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$
$$\text{Zima: } V_Z = \frac{Q_Z}{c \cdot \rho \cdot \Delta t_{kz}} = \frac{6752,3}{1010 \cdot 1,2 \cdot 12} = 0,464 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

- výpočtový průtok vzduchu pro systém s konstantním průtokem $V_p = 1,475\text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
- upravený rozdíl teplot pro zimní období

$$\Delta t_{kz} = \frac{Q_Z}{c \cdot \rho \cdot V_p} = \frac{6752,3}{1010 \cdot 1,2 \cdot 1,475} = 3,8 \text{ K}$$

Objemový průtok venkovního vzduchu V_e :

číslo míst.	Název	Vybavení, počet	Dávka na prostor	Výměna [$\text{x}\cdot\text{h}^{-1}$]	Objem míst. [m^3]	Objem [$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$]
1.32	WC	1xWC, 1xUmyvadlo	1'50 + 1'30	-	-	80
1.33	Šatna	-	-	3	25	75
1.34	Umývárna	6xUmyvadlo	6'30	-	-	180
1.35	WC	6xWC	6'50	-	-	300
Dávka vzduchu na osobu		28xděti 2xvychovatel	28'30 + 2'50	-	-	940
celkem						1 575

Objemový průtok cirkulačního vzduchu V_c :

$$V_c = V_p - V_e = 1,475 - \frac{1575}{3600} = 1,035 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

Odvhlčení vzduchu:

$$\Delta x = x_i - x_p = \frac{M_w}{\rho \cdot V_p} = \frac{2668}{1,2 \cdot 5310} = 0,42 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$$

4.2. Komponenty pro distribuci vzduchu

4.2.1. Přívodní potrubí:

Distribuci vzduchu v prostoru budou zajišťovat textilní vyústky půlkruhového tvaru s perforací. Tvar byl zvolen kvůli nízké konstrukční výšce místnosti a z hledisky zastínění oken. Vyústky budou zavěšeny na dřevěné vazníky střechy. Z vyústky se přes vřité háčky upevní do hliníkových profilů z každé strany vyústky, do spojky dílů, zavěšovacího úchytu a napínacího zařízení. Vyústky jsou vedeny volně v prostoru. Rozměr a výpočet byl proveden v programu firmy Příhoda s.r.o. Výstupy ze softwaru Příhoda jsou uvedeny v příloze P5.

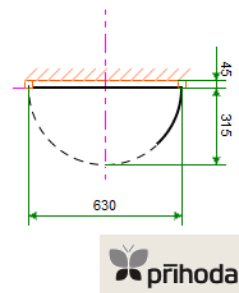
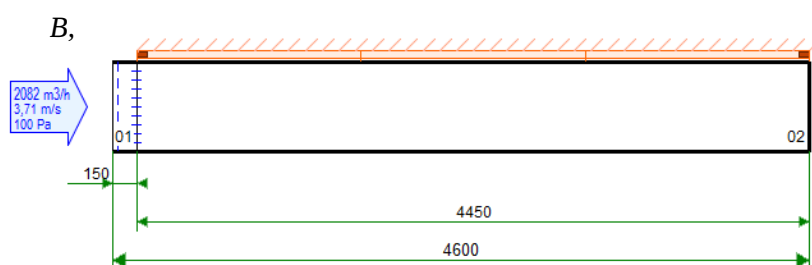
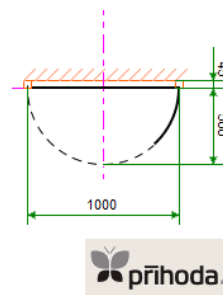
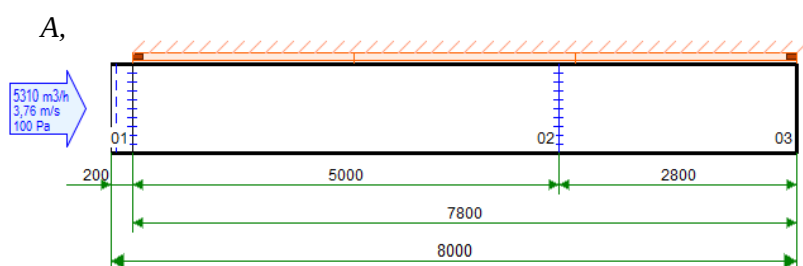
Základní vlastnosti vyústek:

Charakteristika	Jednotka	Místnosti	
		1.36 (ložnice)	1:37 (herna)
půlkruhová vyústka, průměr	mm	1000	630
rychlost vstupující do vyústky	m·s ⁻¹	3,76	3,71
tlaková ztráta vyústky	Pa	100	100
regulační klapka Mandík	mm	RKM 1000×500	RKM 630x315

Označení pro objednávku:

A, místnost 1.36: H1000/8000 FB/PMS-8L/WH (1ks)

B, místnost 1.37: H630/4600 FB/PMS-8L/WH (1ks)



Obr. 18: Parametry navrhovaných textilních vyústek

4.2.2. Odvodní potrubí:

Navrženy vyústky IMOS-TR na kruhové potrubí – jednořadá s otočnými lamelami horizontálními a regulací R3 se vzájemně posouvateľnými otvory přichycená pomocí pružin.

$$\text{Průtok} - V_o = V_p - V_{WC1} - V_{WC2} - V_{UM,UC} = 1,475 - \frac{300}{3600} - \frac{50}{3600} - \frac{30}{3600} = 1,369 \text{ m}^3$$

$$\text{Objem na vyústku} - V_1 = \frac{V_o}{n} = \frac{1,369}{5} = 0,274 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cong 985 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \dots$$

Technické parametry komponentu – rozměr 625×125

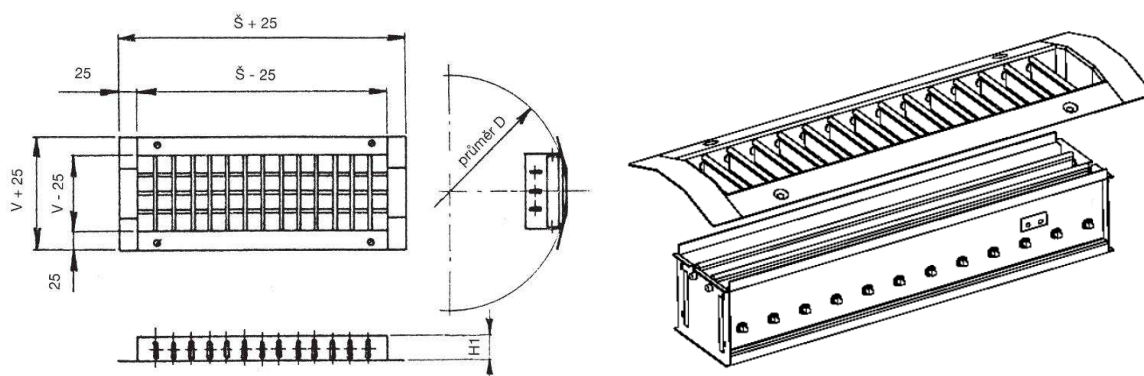
průtočná plocha $A_{V1} = 0,047 \text{ m}^2$

tlaková ztráta vyústky $\Delta p = 32 \text{ Pa}$

hladina akustického výkonu $L_{wa} = 34 \text{ dB}$

doporučený $\varnothing$ potrubí uváděný výrobcem – 315-900 (minimální-maximální)

Označení pro objednávku: IMOS – TRS1 – 625×125 – R3 – RAL 6001 (5ks)



Obr.19: Odvodní vyústka IMOS

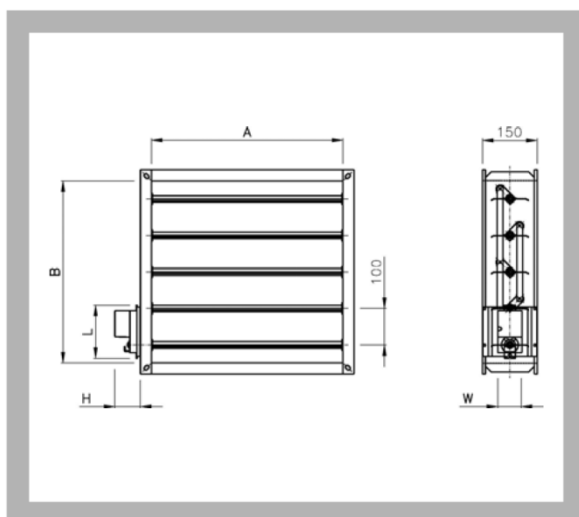
- **Komponenty do potrubí**

Regulační klapky

Jsou umístěny ve vzduchotechnickém potrubí a slouží pro plynulou regulaci objemového průtoku vzduchu nebo k uzavření vzduchovodu. Jsou ovládány buď ručně, nebo servopohonem (naš případ). Klapky jsou osazeny na rozdělovacích se větvích na přívodní větví (hraněná) a na odvodní větví (kruhová). Ovládáním se reguluje distribuce vzduchu mezi hernou a ložnicí. Ovládání se umístí ke vstupu mezi obě místnosti a ovládání zajistí vychovatel.

Regulační klapka čtyřhranná:

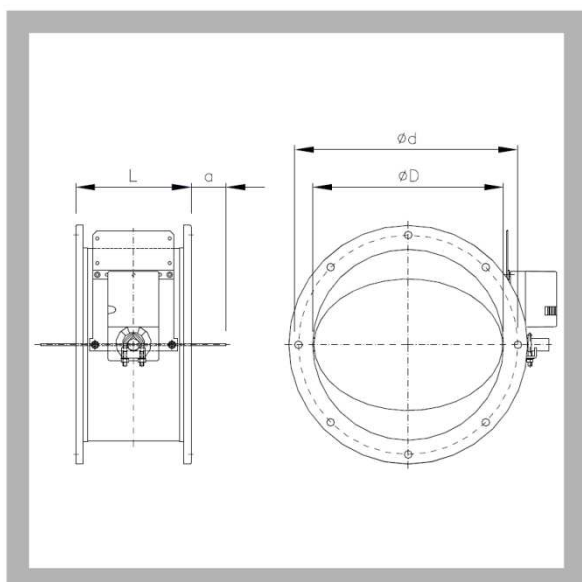
- tvořena rámem, listy a ovládacím mechanismem (regulace průtoku škrcením)
- teplota v rozsahu -20 až +80
- rozměr klapky od 200×200 mm až do 2000×2000 mm, šíře listu 100 mm
- vyrobena z pozinkovaného plechu
- označení: RKTm (regulační klapka čtyřhranná těsná)



Obr. 20: Regulační klapka čtyřhranná – a) schéma, b) obrázek

Regulační klapka kruhová:

- tvořena rámem, listy a ovládacím mechanismem (regulace průtoku škrcením)
- rozměr klapky od průměru 80 do 630 mm
- vyrobená z pozinkovaného plechu
- označení: RKKTM (regulační klapka kruhová těsná)



Obr. 21: Regulační klapka kruhová – a) schéma, b) obrázek

Výběr klapek pro oddělení č.1:

Prívodní větev – čtyřhranné regulační klapky

AxB [mm]	Počet listů [ks]	S_{ef} [m ²]	Hmotnost [kg]	Max. tlak. Rozdíl [Pa]
630×315	3	0,170	8,4	1500
1000×500	5	0,450	16,2	1500

Odvodní větev – kruhové regulační klapky

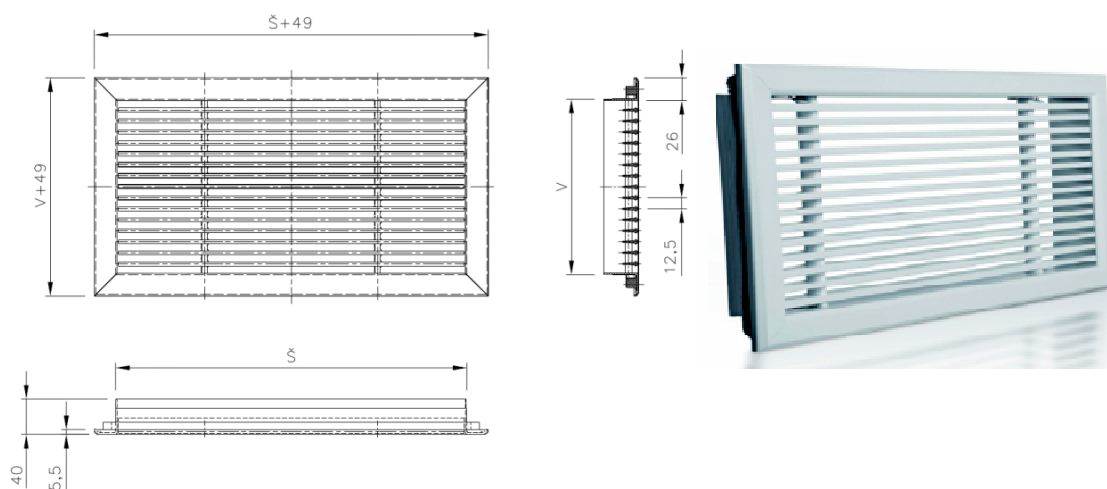
JM. Ø D	Rozměry			Počet otvorů [ks]	S_{ef} [m ²]	Hmotnost [kg]	Max. tlak. Rozdíl [Pa]
	L	a	Ø d				
500	200	145	545	16	0,1940	9,00	1200
630	200	210	680	16	0,3088	12,80	1000

Větrací mřížky nástěnné a dveřní

Navrženy pro zajištění výměny vzduchu i v menších místnostech, kde nejdu umístěny přívodní nebo odvodní elementy. Mřížky zajišťují proudění vzduchu a propojení prostoru jako jednoho celku. Mřížky jsou zřizovány z hliníkových profilů se skrytým uchycením pomocí perových sponek a umisťovány nad dveřními otvory nebo jsou vsazovány do dveřního křídla. Zakreslení a pozice je naznačena ve výkrese.

Návrh mřížek v tabulce.

č. míst.	typ mřížky	rozměry [mm]	S_{ef} [m ²]	V [m ³ ·h ⁻¹]	Δp_c [Pa]	w_{ef} [m·s ⁻¹]
1.32	Stěnová mřížka SMM 12,5/UR1 – TPM 014/01	225×75	0,0109	80	3,2	2,0
1.33	Stěnová mřížka SMM 12,5/UR1 – TPM 014/01	225×75	0,0109	75	2,8	1,9
1.35	Stěnová mřížka SMM 12,5/UR1 – TPM 014/01	500×150	0,0480	300	2,3	1,7

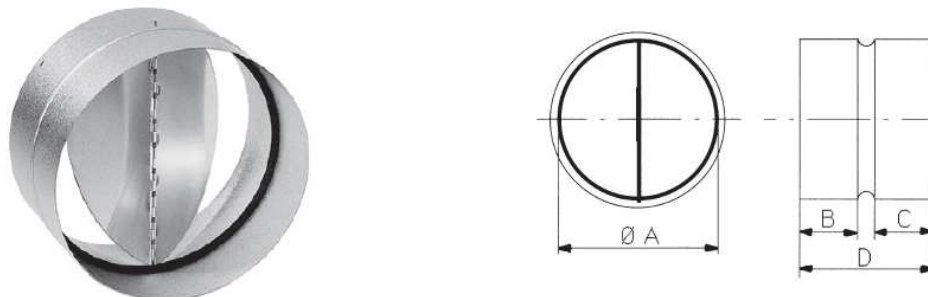


Obr. 22: Větrací mřížka a) schéma, b) obrázek

Zpětná klapka:

Klapka navržena od firmy Elektrodesign.

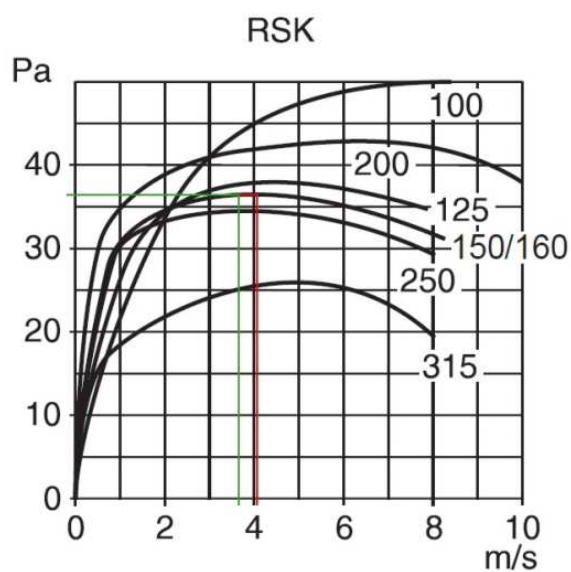
Klapka se umístí za ventilátor a zamezuje vnikání chladného vzduchu opačným směrem do prostoru, které by negativně ovlivňovalo interní mikroklima. Klapky na odvodní větvi z místností 1.26, 1.32 i z místnosti 1.35 je průměru 160mm.



Obr. 23: RSK zpětná klapka – a) obrázek, b) schéma

Typ	Ø A	D	B	C
RSK 100	100	80	35	31
RSK 125	125	100	45	43
RSK 160	160	120	55	53
RSK 200	200	140	65	63
RSK 250	250	140	65	63
RSK 315	315	140	65	63
RSK 355	355	140	65	63
RSK 400	400	250	–	–
RSK 450	450	280	–	–
RSK 500	500	300	–	–

Obr. 24: Výběr RSK klapky dle podkladů výrobce



Obr. 25: Tlaková ztráta RSK

4.3. Dimenzace potrubí

Dimenzace potrubí prostor č. 1 (herna) - Kritická větev přívodní

Pořadové číslo úseku potrubí	Č.	V	L	Předběžná rychlost	Průtočná plocha	Odpovídající průměr kruhového potrubí	Odpovídající hraněné potrubí	Průměr potrubí dle rozměrové řady	Skutečná rychlost odpovídající navrženému průměru	Měrná tlaková ztráta	Σ vřazených odporů v jednotlivých úseků	Tlaková ztráta místními odpory $Z=0,5.\xi.\rho.v^2$	Celková tlaková ztráta úseku
	Č.	$[m^3.s^{-1}]$	$[m]$	v'	S	d'	AxB	d	v	R	ξ	Z	Z+R.L
	$[-]$		$[m]$	$[m.s^{-1}]$	$[m^2]$	$[m]$	$[mm]$	$[m]$	$[m.s^{-1}]$	$[Pa.m^{-1}]$	$[-]$	$[Pa]$	$[Pa]$
PŘÍVODNÍ KRITICKÁ VĚTEV													
1	5310,0	1,00	4,20	0,351	0,669	1000x500	0,667	4,2	0,247	2,0	20,10	20,35	
2	5310,0	4,00	4,20	0,351	0,669	630x630	0,630	4,7	0,167	1,2	15,16	15,82	
Σ potrubí = 36,17													
vyústka = + 100 Pa													
klapka = + 25 Pa													
sání = + 25 Pa													
žaluzie = + 30 Pa													
tlumič hluku = + 50 Pa													
Σ celek = 266,17 Pa													

Dimenzace potrubí prostor č. 1 (herna) - Kritická větev odvodní

Celková tlaková ztráta úseku	Z+R.L	[Pa]
Tlaková ztráta místními odpory $Z=0,5 \cdot \xi \cdot \rho \cdot v^2$	Z	[Pa]
Σ vřazených odporů v jednotlivých úseků	ξ	[-]
Měrná tlaková ztráta	R	[Pa.m ⁻¹]
Skutečná rychlost odpovídající navrženému průměru	v	[m.s ⁻¹]
Průměr potrubí dle rozměrové řady	d	[m]
Odpovídající hraněné potrubí	AxB	[mm]
Odpovídající průměr kruhového potrubí	d'	[m]
Průtočná plocha	S	[m ²]
Předběžná rychlost	v'	[m.s ⁻¹]
Délka úseku	L	[m]
Průtok vzduchu v úseku	V	[m ³ .s ⁻¹]
Pořadové číslo úseku potrubí	Č.	[-]

ODVODNÍ KRITICKÁ VĚTEV												
1	985,0	1,50	2,30	0,119	0,389	400x400	0,400	2,2	0,157	0,9	2,41	2,64
2	1970,0	0,80	2,60	0,210	0,518	500x500	0,500	2,8	0,167	1,2	5,26	5,39
3	2955,0	3,40	2,90	0,283	0,600	560x560	0,560	3,3	0,194	0,9	5,64	6,30
4	3940,0	1,60	3,50	0,313	0,631	630x630	0,630	3,5	0,190	0,9	6,26	6,56
5	4925,0	4,20	4,20	0,326	0,644	630x630	0,630	4,4	0,295	2,4	26,07	27,31
Σ potrubí =										48,21		

vyústka =	+ 40 Pa
klapka =	+ 25 Pa
výtlak =	+ 20 Pa
žaluzie =	+ 30 Pa
tlumič hluku =	+ 50 Pa

Σ celek =	213,21 Pa
------------------	-----------

Dimenzace potrubí prostor č. 1 (herna) - potrubí do místnosti č. 1.36 (ložnice)

Č. [-]	V [m ³ .s ⁻¹]	L [m]	v' [m.s ⁻¹]	S [m ²]	d' [m]	AxB [mm]	d [m]	v [m.s ⁻¹]	R [Pa.m ⁻¹]	ξ [-]	Z [Pa]	Z+R.L [Pa]
ODVODNÍ VĚTEV – 1.36 LOŽNICE												
1	1 041,0	2,60	2,5	0,116	0,384	400x400	0,400	2,3	0,157	0,9	2,69	3,10
2	2 082,0	2,20	2,8	0,207	0,513	500x500	0,500	2,9	0,167	1,2	5,87	6,24

Č. [-]	V [m ³ .s ⁻¹]	L [m]	v' [m.s ⁻¹]	S [m ²]	d' [m]	AxB [mm]	d [m]	v [m.s ⁻¹]	R [Pa.m ⁻¹]	ξ [-]	Z [Pa]	Z+R.L [Pa]
PŘÍVODNÍ VĚTEV – 1.36 LOŽNICE												
1	2082,0	0,75	3,7	0,156	0,446	315x630	0,420	4,2	0,437	0,9	8,85	9,17

4.4. Návrh VZT jednotky č. 1 pomocí softwaru AeroCAD (REMAK)

Klimatické a vstupní podmínky (zima/léto)

Teplota vzduchu (venkovní) [°C]	-12 / 29	Teplota z místnosti [°C]	22 / 26
Relativní vlhkost (venkovní) [%]	95 / 37	Relativní vlhkost z místnosti [%]	40 / 60
Tlak vzduchu [kPa]	99 / 99		

Vzduchové parametry zařízení

Skutečný průtok vzduchu [m³/h]	5310 / 4930	Tlaková ztráta komponentů v sestavě [Pa]	568 / 209
Rychlost průřezu [m/s]	3.25 / 3.01	Výstupní teplota z přívodu (zima/léto) [°C]	26 / 19
Skutečná externí tlaková ztráta (rezerva) [Pa]	251 / 198	Výstupní relativní vlhkost z přívodu (zima/léto) [%]	40 / 78
Rozdíl (k regulování) [Pa]	0 / 0		

Výkonové parametry zařízení (přívod/odvod)*

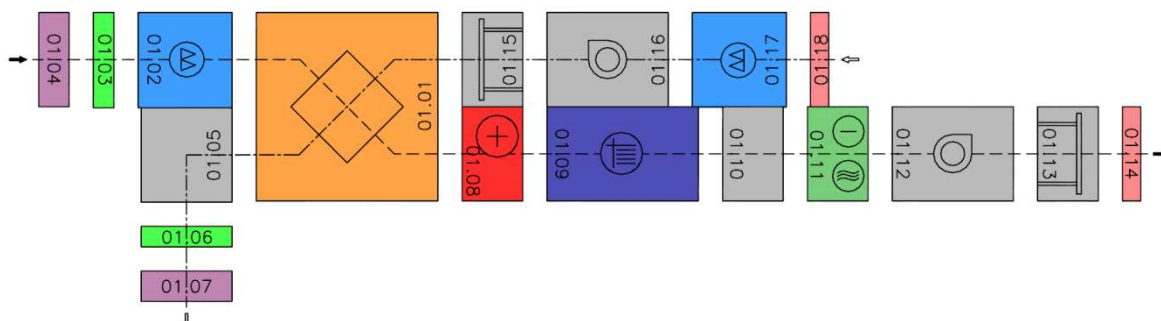
Dimenzování na výkonový stupeň ventilátorů	5 / 5	Součtové výkony pro ohřev [kW]	16 / 0
Součtové výkony ventilátorů [kW]	2.20 / 1.50	Součtové výkony pro chlazení [kW]	17 / 0
Specifický výkon zařízení SFP_E [W.m ⁻³ .s]	2509	Výkon zpětného získávání tepla [kW]	10

*Návrh s vlivem kondenzace

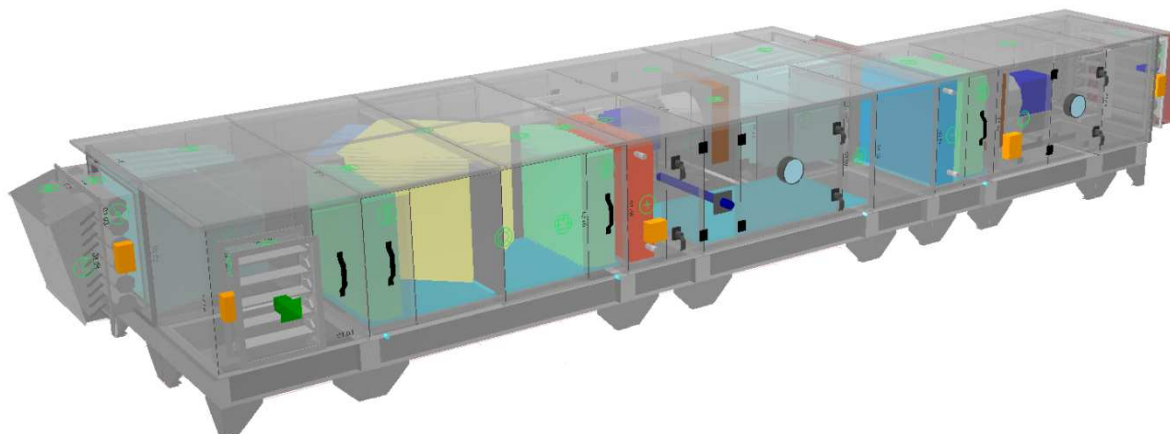
Hlukové parametry zařízení

Přívod	Hladiny akustického výkonu v oktaových pásmech L_{WAOKT} [dB(A)] a celková hladina L_{WA} [dB(A)]								
Oktaové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	L_{WA}
Vstup	45.2	58.8	68.2	68.4	63.3	56.5	47.0	38.5	72.7
Výstup	52.2	66.8	79.2	85.4	85.3	82.5	78.0	71.5	90.1
Okolí	45.2	52.8	64.2	57.4	53.3	51.5	45.0	34.5	65.8

Odvod	Hladiny akustického výkonu v oktaových pásmech L_{WAOKT} [dB(A)] a celková hladina L_{WA} [dB(A)]								
Oktaové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	L_{WA}
Vstup	49.5	64.2	76.7	82.1	81.2	76.5	71.0	64.5	86.0
Výstup	49.5	64.2	74.7	79.1	76.2	72.5	66.0	58.5	82.5
Okolí	45.5	53.2	64.7	58.1	54.2	52.5	46.0	35.5	66.3



Obr. 26: Schéma a označení komponentů v navrhované jednotce



Obr. 27: Vizualizace ve 3D navrhované jednotky

Soupis komponentů zařízení

Pozice	Název komponentu	Typové označení	ks	Hmotnost	Informace		
					A	B	C
01.01	Sekce deskového rekuperátoru s by-passem	XPXB 06/BP	1	321.9			
	Servopohon klapky obtoku	NM 230A	1				*
	Snímač namrzání	P 33 M (30 - 500 Pa)	1				*
	Souprava pro odvod kondenzátu	XPOK 300	1				
	Směšování	XPMIX 06/B	1				*
	Servopohon směšování	NM 24A-SR	1				*
01.02	Sekce filtru	XPHO 06/D	1	75.3			
	Panel čelní - vstup	XPB 06/P	1				*
	Filtrační vložka	XPNH 06/5	1				*
	Snímač tlakové difference	P 33 N (33 – 500 Pa)	1				*
01.03	Klapka uzavírací	LK 650-600	1	13.0			
	Servopohon	NM 24A-SR	1				*
01.04	Protidešťová žaluzie	XPZO 650-600	1	9.5			
01.05	Sekce rohová	XPBR 06/V	1	71.2			
01.06	Klapka uzavírací	LK 350-500	1	7.0			
	Servopohon	LMC 24A-SR	1				*
01.07	Protidešťová žaluzie	XPZO 350-500	1	5.7			
01.08	Sekce ohřívač, servis	XPQW 06/S	1	64.2			
	Vodní ohřívač	XPNC 06/1R	1				*
	Směšovací uzel	SUMX 1,6 (2)	1				
	Protimrazové čidlo	NS 130 R	1				*
01.09	Sekce zvlhčování	XP JZ 06	1	155.1			
	Komplet zvlhčování zařízení	CA-UE 25/60C	1				*
	Sada náhradních varných válců	CA-UN 25	1				
	Kukátko/průhledítko	HLED 150	1				*
	Souprava pro odvod kondenzátu	XPOO 300	1				
	Základní hygrostat	DPWC	1				*
	Omezovací hygrostat	DPDC	1				*
01.10	Sekce prázdná	XPJP 06/S	1	38.0			
01.11	Sekce chladič, eliminátor	XPQU 06/V	1	76.5			
	Vodní chladič	XPND 06/4R	1				*
	Směšovací uzel chladiče	SUMX 4 (3)	1				
	Eliminátor kapek	XPNU 06	1				*
	Souprava pro odvod kondenzátu	XPOO 300	1				
01.12	Sekce ventilátoru	XPAP 06/D	1	103.4			
	Ventilátor	XPVP 315-2,2/64-J2(IE1)	1				*
	Regulátor výkonu	XPFM 2.2 (3x400V) V	1				
	Servisní vypínač	XPSV S16/06-E	1				
	Kukátko/průhledítko	HLED 150	1				*
01.13	Sekce difuzoru	XPJD 06	1	54.2			
	Panel čelní – výstup	XPB 06/P	1				*
	Difuzor	XPNA 06	1				*
01.14	Tlumicí vložka	DV 650-600	1	4.0			
01.15	Sekce difuzoru	XPJD 06	1	44.2			
	Difuzor	XPNA 06	1				
01.16	Sekce ventilátoru	XPAP 06/D	1	101.7			
	Ventilátor	XPVP 315-1,5/53-J2(IE1)	1				*
	Regulátor výkonu	XPFM 1,5 (1x230V) V	1				
	Servisní vypínač	XPSV S16/03-E	1				
	Kukátko/průhledítko	HLED 150	1				*
01.17	Sekce filtru	XPHO 06/D	1	75.3			
	Panel čelní – vstup	XPB 06/P	1				*
	Filtrační vložka	XPNH 06/5	1				*
	Snímač tlakové difference	P 33 N (30 – 500 Pa)	1				*
01.18	Tlumicí vložka	DV 650-600	1	4.0			
01.XX	Spojovací sada montážní	XPSS 06/M	7	35.0			
01.XX	Stříšky na zařízení	XPSO 06	Σ	89.2			
01.XX	Základový rám	XPR 06	Σ	249.4			
01.XX	Spojovací lišta stříšek	XPSL	Σ	42.5			
01.XX	Spojovací kříž stříšek	XPSK	6	0.2			

Celková hmotnost zařízení

1640.5 kg

- Přesný výstup ze softwaru AeroCAD/REMAK je uveden v příloze

4.5. Psychrometrické diagramy úprav vzduchu

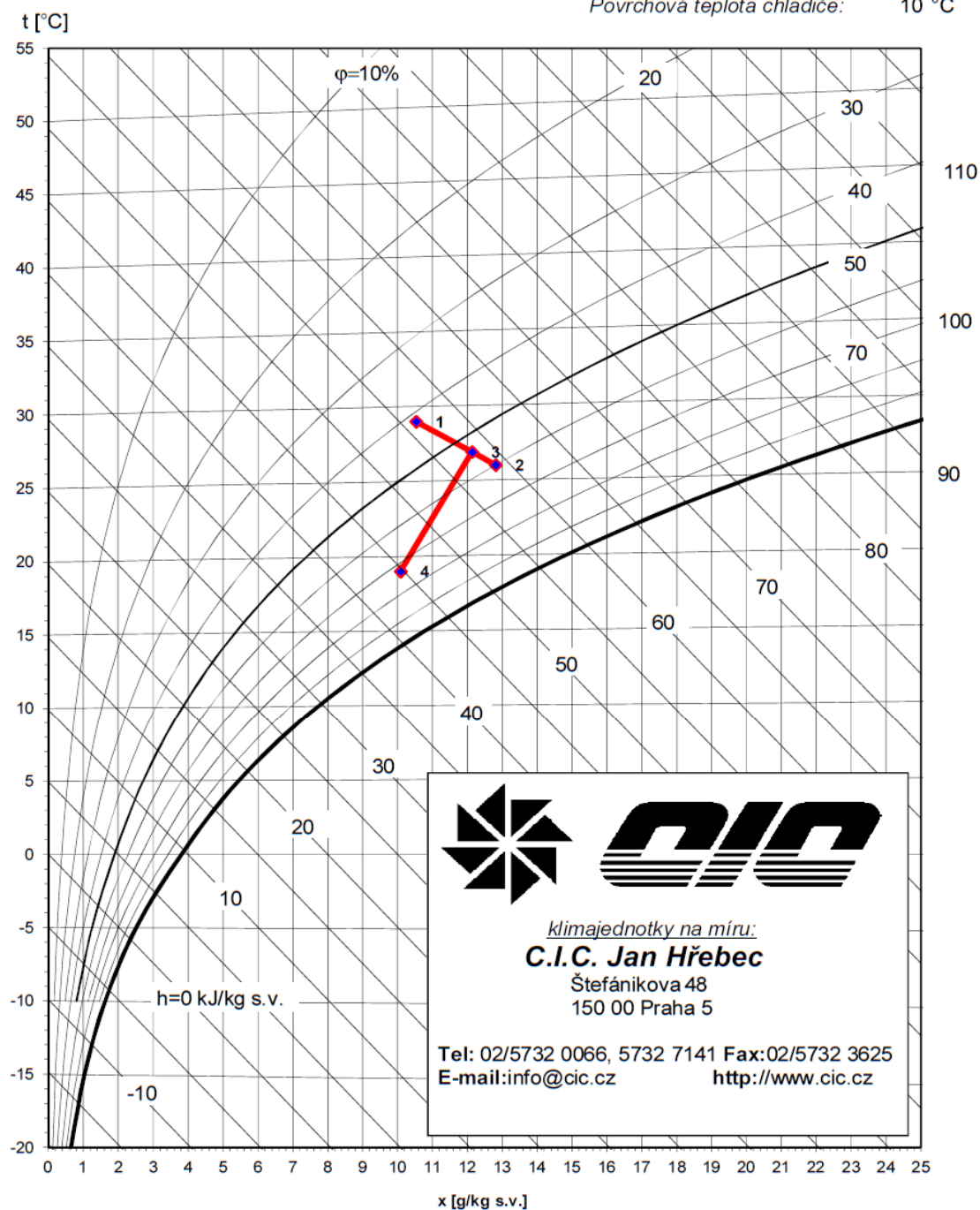
Psychrometrický diagram dle Molliera

Herna, léto

Tlak vzduchu: 100 kPa

Max. vlhkost při úpravách: 100 %

Povrchová teplota chladiče: 10 °C

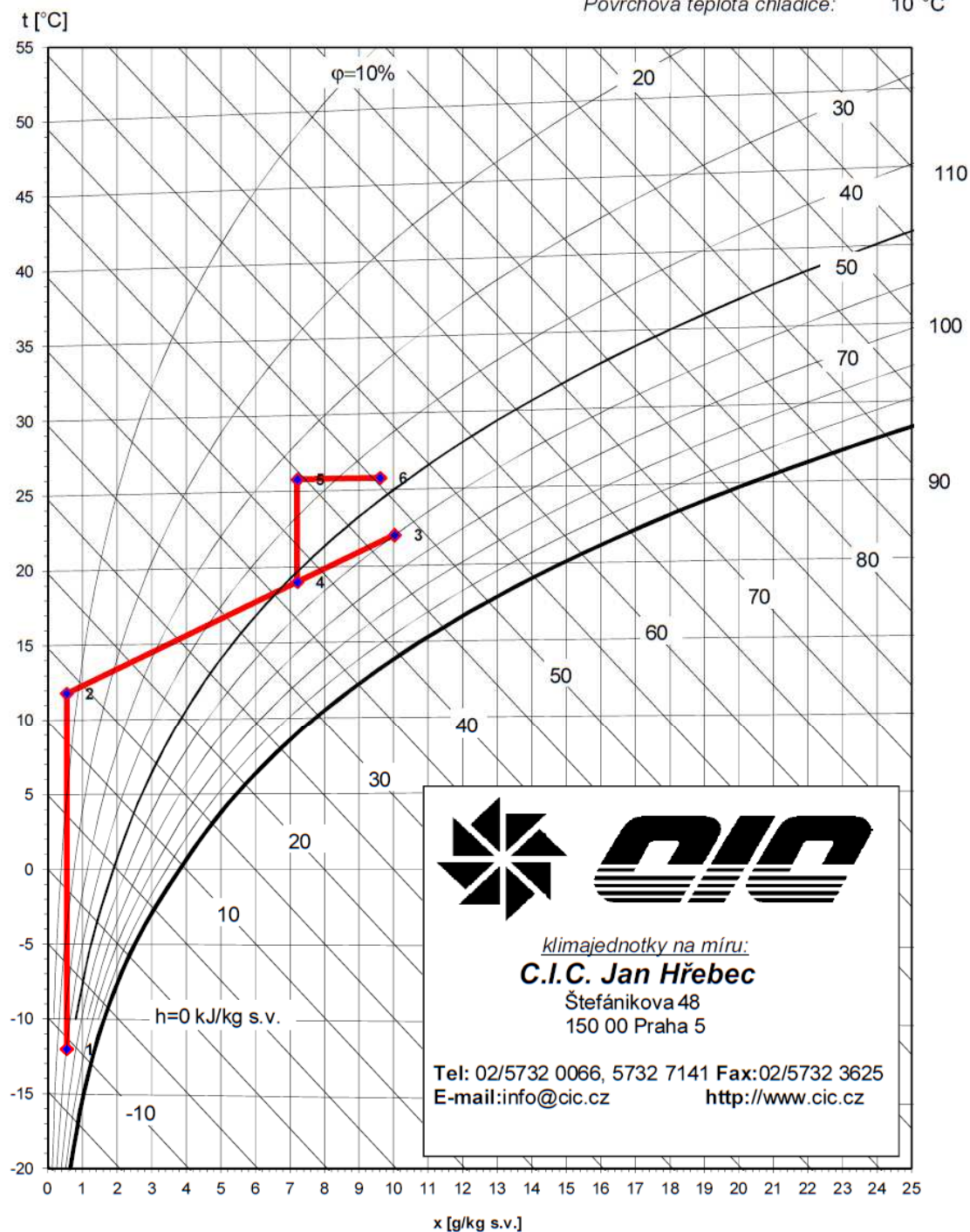


			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			Exteriér	Interiér	Směs	chlazení						
Teplota	t	°C	29,0	26,0	26,9	19,0						
rel. vlhkost	φ	%	42%	60%	54%	73%						
měr. vlhkost	x	g/kg s.v.	10,5	12,8	12,1	10,1						
entalpie	h	kJ/kg s.v.	56,2	58,9	58,1	44,8						
hustota	ρ	kg/m ³	1,15	1,16	1,15	1,19						
t vlhkého tepl.	tv	°C	8,0	11,3	11,6	-14,9						
Skut. průtok	Vs	m ³ /h	1 667	3 928	5 595	5 431						
Norm. průtok	Vn	m ³ /h	1 575	3 735	5 310	5 310						
Předaný výkon	P	kW				-23,6						
Odpařené vody	qw	kg/h			0,0	-13,0						

Psychrometrický diagram dle Molliera

Herna, zima

Tlak vzduchu: 100 kPa
Max. vlhkost při úpravách: 100 %
Povrchová teplota chladiče: 10 °C



			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			Exteriér	ZZT	Interiér	Smísení	Dohřev	Vlhčení				
Teplota	t	°C	-12,0	11,8	22,0	19,0	25,8	25,8				
rel. vlhkost	φ	%	40%	6%	60%	52%	35%	46%				
měr. vlhkost	x	g/kg s.v.	0,5	0,5	10,0	7,2	7,2	9,6				
entalpie	h	kJ/kg s.v.	-10,8	13,3	47,7	37,5	44,4	50,5				
hustota	ρ	kg/m ³	1,33	1,22	1,17	1,19	1,16	1,16				
t vlhkého tepl.	t _v	°C	8,0	11,3	11,6	-14,9	-43,0	19,0				
Skut. průtok	V _s	m ³ /h	1 418	1 547	3 859	5 406	5 532	5 553				
Norm. průtok	V _n	m ³ /h	1 575	1 575	3 735	5 310	5 310	5 310				
Předaný výkon	P	kW		12,6			12,3	10,8				
Odpařené vody	q _w	kg/h		0,0		0,0	0,0	15,3				

4.6. Tlumení hluku

Požadovaná hodnota daná NV č. 272/2011Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací, je pro jesle, předškolní zařízení a školská zařízení stanovena na maximální přípustné hodnotě = 40dB + 5dB (korekce)

V přívodním potrubí:

Součtová hladina hluku ve všech oktávových pásmech (z Remaku) = 90.1 dB.

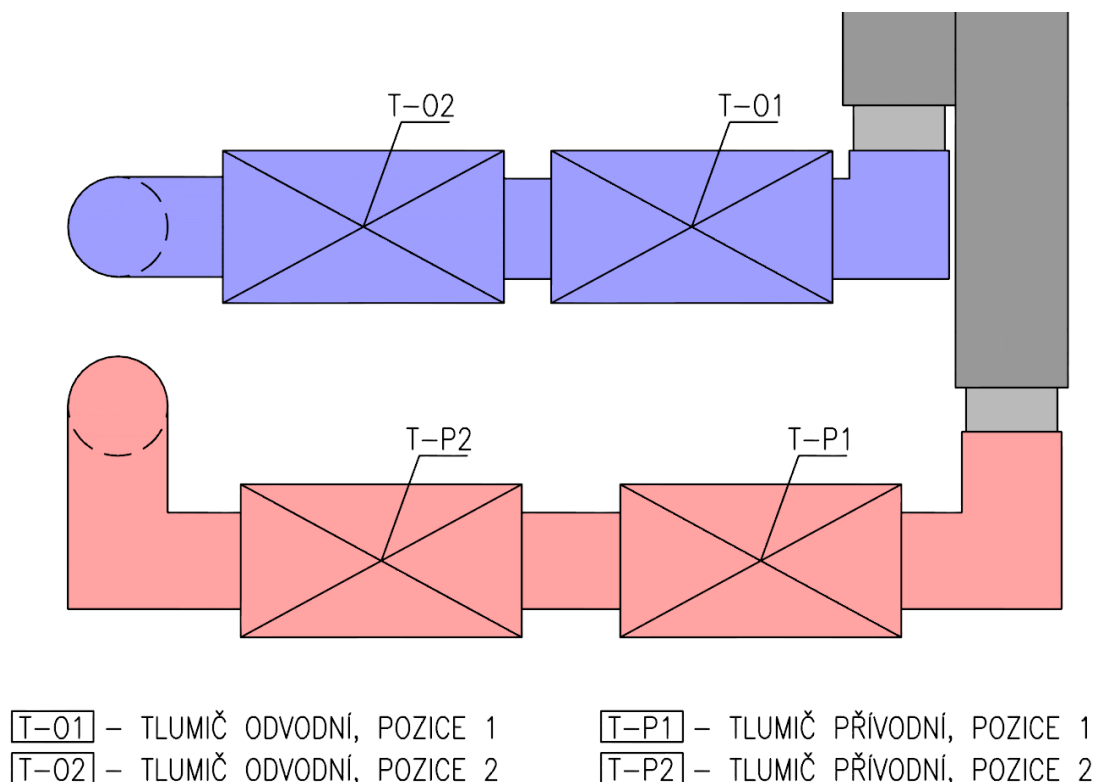
$$90.1 \geq 45.0 \rightarrow \text{nutno navrhnout tlumení hluku}$$

V odvodním potrubí:

Součtová hladina hluku ve všech oktávových pásmech (z Remaku) = 86.0 dB.

$$86.0 \geq 45.0 \rightarrow \text{nutno navrhnout tlumení hluku}$$

Pro výpočet byl použit program na výpočet útlumů tlumičů hluku společnosti Mart s.r.o. V projektu jsem navrhl dva za sebou jdoucí tlumiče. Důvodem byly hlukové parametry. Na utlumení hodnoty jediným tlumičem vychází příliš velká délka jednoho kusu (srovnatelný útlum v odvodním potrubí nastal při délce 4,800m). Rozdělení je výhodné i z hlediska budoucí manipulaci a umístění na příslušnou pozici.



Obr.č. 28: Ideové schéma umístění tlumičů na potrubí



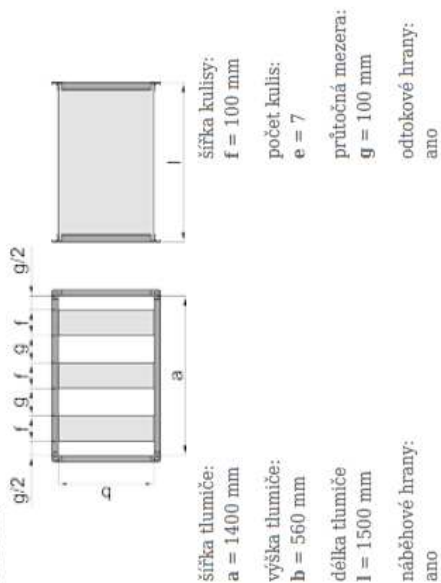
VSTUPNÍ HODNOTY

VÝSLEDNÉ HODNOTY

Typ tlumiče:
kulisový

Číslo pozice:
T-P1

GEOMETRIE:



PARAMETRY PROUDĚNÍ:

průtok vzduchu:
 $Q = 5310$ m³/h
hustota vzduchu:
 $\rho = 1.2$ kg/m³

VYBRANÉ FREKVENCE:

frekvence: f
32 Hz 500 Hz 5000 Hz

AKUSTICKÝ VÝKON VENTILÁTORU:

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
hl. akust. výkonu s váhovým filtrem A:	0	52	67	79	85	85	83	78	72	90
										[dB(A)]

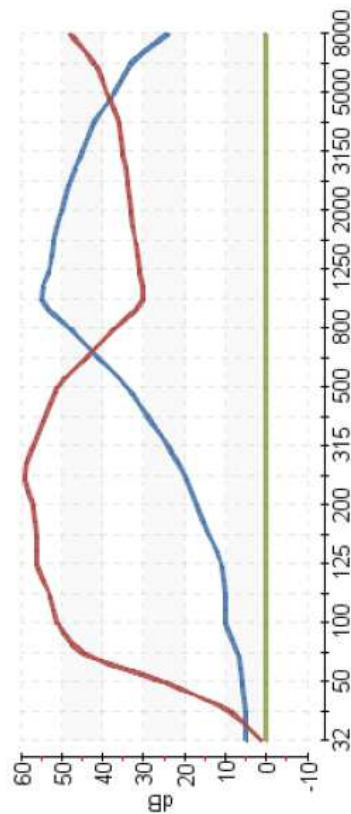
KÓD OBJEDNÁVKY: THKU.1400.560.1500-3 7X KTH.100.560.1500

Technické řešení:

VUT v Brně - Fakulta stavební - Ústav technických zařízení budov

ÚTLUM HLUKU:

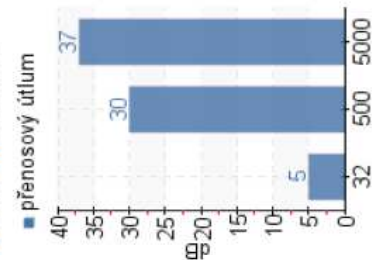
■ přenosový útlum ■ hluk za tlumičem ■ vlastní hluk tlumiče



VÝSLEDNÉ HODNOTY:

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
přenosový útlum:	5	7	11	20	34	55	50	42	24	-
vlastní hluk tlumiče:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
hl. akust. výkonu za tlumičem s váh. filt. A:	1	45	56	59	51	30	33	36	48	61
										[dB(A)]

VYBRNÉ FREKVENCE:



TLAKOVÁ ZTRÁTA TLUMIČE:

tlaková ztráta:	5	Pa
plocha tlumiče:	0.78	m ²

RYCHLOST PROUDĚNÍ:

v celkovém průřezu:	1.9	m/s
ve volné ploše:	3.8	m/s

Všechny uvedené hodnoty jsou vypočteny s tolerancí $\pm 10\%$.



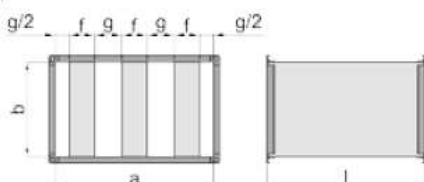
VSTUPNÍ HODNOTY

STRANA 1/2

typ tlumiče:
kulisový

číslo pozice:
T-P2

GEOMETRIE:



šířka tlumiče:
 $a = 1400 \text{ mm}$

šířka kulisy:
 $f = 100 \text{ mm}$

výška tlumiče:
 $b = 560 \text{ mm}$

počet kulis:
 $e = 7$

délka tlumiče
 $l = 1500 \text{ mm}$

průtočná mezera:
 $g = \text{mm}$

náběhové hrany:
ano

odtokové hrany:
ano

PARAMETRY PROUDĚNÍ:

průtok vzduchu:
 $Q = 5310 \text{ m}^3/\text{h}$

hustota vzduchu:
 $\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$

VYBRANÉ FREKVENCE:

frekvence: f
32 Hz 500 Hz 5000 Hz

AKUSTICKÝ VÝKON VENTILÁTORU:

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
hl. akust. výkonu s váhovým filtrem A : [dB(A)]	0	45	56	59	51	30	33	36	48	62

KONCOVÝ ELEMENT:

hl. akust. výkonu:
 $L_{WA} = 1 \text{ dB(A)}$

počet:
 $n = 1$

umístění:
 $Q = \text{stěna} / \text{strop}$

vzdál. k posluch.:
 $k = 1.2 \text{ m}$

MÍSTNOST:

plocha povrchu:
 $A = 315 \text{ m}^2$

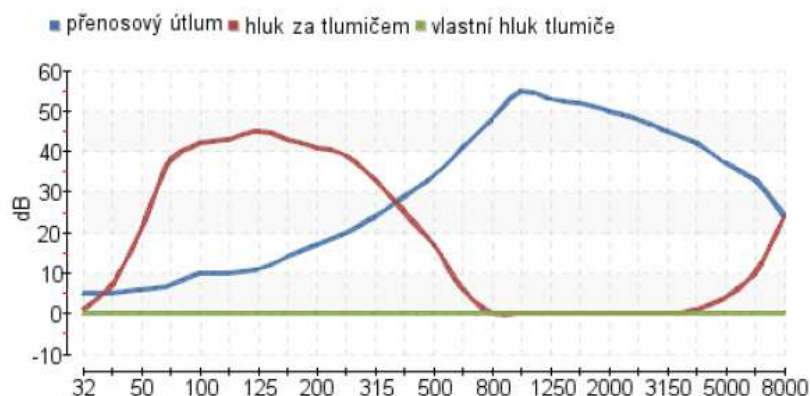
zvuk. pohltivost:
 $\alpha = 0.1 \text{ m}^2$



Technické řešení:
VUT v Brně - Fakulta stavební - Ústav technických zařízení budov



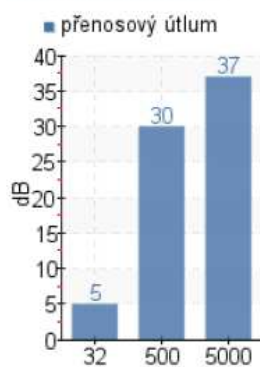
ÚTLUM HLUKU:



VÝSLEDNÉ HODNOTY:

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina	
přenosový útlum:	5	7	11	20	34	55	50	42	24	-	dB
vlastní hluk tlumiče:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	dB(A)
hl. akust. výkonu za tlumičem s váž. filt. A:	1	38	45	39	17	0	0	1	24	46	dB(A)
hladina akustického tlaku v místě posluchače:										40	dB(A)

VYBRNÉ FREKVENCE:



TLAKOVÁ ZTRÁTA TLUMIČE:

tlaková ztráta:	5	Pa
plocha tlumiče:	0.78	m ²

RYCHLOST PROUDĚNÍ:

v celkovém průřezu:	1.9	m/s
ve volné ploše:	3.8	m/s

Všechny uvedené hodnoty jsou vypočteny s tolerancí $\pm 10\%$.

KÓD OBJEDNÁVKY: [THKU.1400.560.1500-3 7X KTH.100.560.1500](#)





VSTUPNÍ HODNOTY

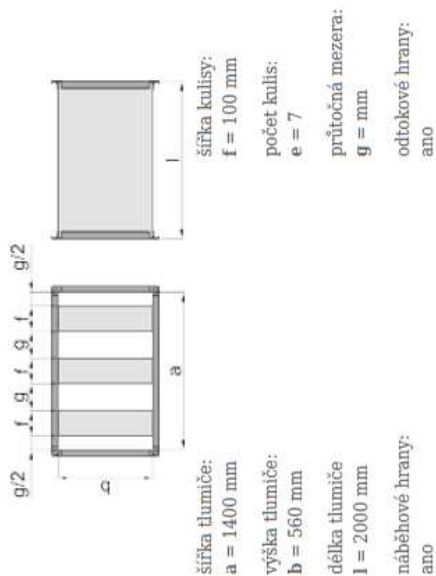
VÝSLEDNÉ HODNOTY

Typ tlumiče:
kulisový

ÚTLUM HLUKU:

Číslo pozice:
T-01

GEOMETRIE:



PARAMETRY PROUDĚNÍ:

průtok vzduchu:
 $Q = 4930$ m³/h

hustota vzduchu:
 $\rho = 1.2$ kg/m³

VYBRANÉ FREKVENCE:

frekvence: f
32 Hz 500 Hz 5000 Hz

AKUSTICKÝ VÝKON VENTILÁTORU:

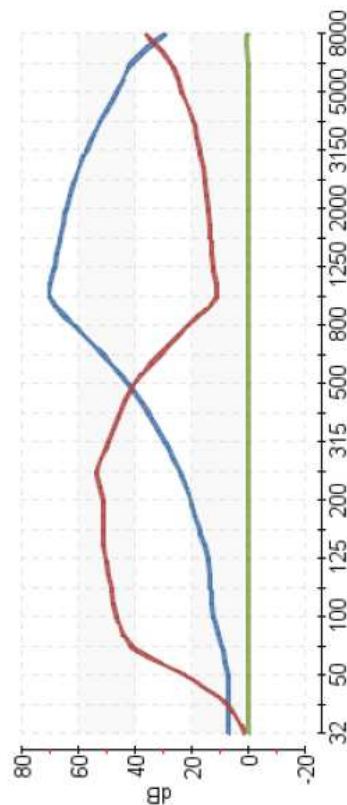
frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
hl. akust. výkonu s váhovým filtrem A: [dB(A)]	0	50	64	77	82	81	77	71	65	86

KÓD OBJEDNÁVKY: THKU.1400.560.2000-3 7X KTH.100.560.2000

Technické řešení:

VUT v Brně - Fakulta stavební - Ústav technických zařízení budov

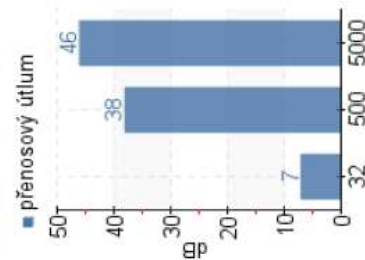
■ přenosový útlum ■ hluk za tlumičem ■ vlastní hluk tlumiče



VÝSLEDNÉ HODNOTY:

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
přenosový útlum:	7	9	14	24	42	70	64	52	29	-
vlastní hluk tlumiče:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
hl. akust. výkonu za tlumičem s váh. filt. A:	1	41	50	53	40	11	14	19	36	55

VYBRNÉ FREKVENCE:



TLAKOVÁ ZTRÁTA TLUMIČE:

tlaková ztráta:	5	Pa
plocha tlumiče:	0.78	m ²

RYCHLOST PROUDĚNÍ:

v celkovém průřezu:	1.7	m/s
ve volné ploše:	3.5	m/s

Všechny uvedené hodnoty jsou vypočteny s tolerancí $\pm 10\%$.



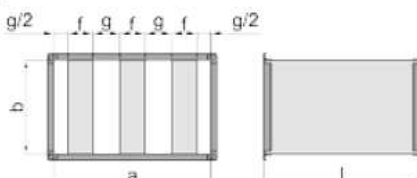
VSTUPNÍ HODNOTY

STRANA 1/2

typ tlumiče:
kulisový

číslo pozice:
T-02

GEOMETRIE:



šířka tlumiče:
 $a = 1400 \text{ mm}$

výška tlumiče:
 $b = 560 \text{ mm}$

délka tlumiče
 $l = 2500 \text{ mm}$

náběhové hrany:
ano

šířka kulisy:
 $f = 100 \text{ mm}$

počet kulis:
 $e = 7$

průtočná mezera:
 $g = \text{mm}$

odtokové hrany:
ano

PARAMETRY PROUDĚNÍ:

průtok vzduchu:
 $Q = 4930 \text{ m}^3/\text{h}$

hustota vzduchu:
 $\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$

VYBRANÉ FREKVENCE:

frekvence: f
32 Hz 500 Hz 5000 Hz

AKUSTICKÝ VÝKON VENTILÁTORU:

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
hl. akust. výkonu s váhovým filtrem A : [dB(A)]	1	41	50	53	40	11	14	19	36	55

KONCOVÝ ELEMENT:

hl. akust. výkonu:
 $L_{WA} = 34 \text{ dB(A)}$

umístění:
 $Q = \text{stěna / strop}$

počet:
 $n = 5$

vzdál. k posluch.:
 $k = 0.5 \text{ m}$

MÍSTNOST:

plocha povrchu:
 $A = 315 \text{ m}^2$

zvuk. pohltivost:
 $\alpha = 0.1 \text{ m}^2$





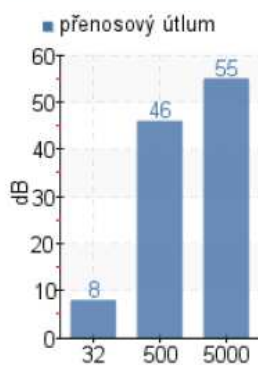
ÚTLUM HLUKU:



VÝSLEDNÉ HODNOTY:

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina	
přenosový útlum:	8	11	17	29	50	85	77	63	34	-	dB
vlastní hluk tlumiče:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	dB(A)
hl. akust. výkonu za tlumičem s váh. filt. A:	1	30	33	25	0	0	0	0	4	35	dB(A)
hladina akustického tlaku v místě posluchače:										44	dB(A)

VYBRNÉ FREKVENCE:



TLAKOVÁ ZTRÁTA TLUMIČE:

tlaková ztráta:	6	Pa
plocha tlumiče:	0.78	m ²

RYCHLOST PROUDĚNÍ:

v celkovém průřezu:	1.7	m/s
ve volné ploše:	3.5	m/s

Všechny uvedené hodnoty jsou vypočteny s tolerancí $\pm 10\%$.

KÓD OBJEDNÁVKY: [THKU.1400.560.2500-3 7X KTH.100.560.2500](#)



4.7. Tepelná izolace

Navrhujeme z důvodu možné kondenzace vodních par v potrubí dopravovaného vzduchu, nebo jeho povrchu. To může nastat v případě, když je dopravován vzduch o jiné teplotě než má okolní prostředí. Strana kondenzace závisí na tom, kde se vyskytuje chladnější vzduch.

Pokud chceme zamezit kondenzaci, pak je nutné použít odpovídající tloušťku izolace, která má dostatečně velký difuzní odpor, nebo se navrhovaná izolace musí dodatečně opatřit parotěsnou zábranou. Pokud je riziko kondenzace z vnitřní strany, tak ani běžné vzduchotechnické potrubí nezaručuje dostatečnou parotěsnou překážku a proto jednodušším a vhodnějším řešením je použití lepených izolací na bázi syntetického kaučuku.

Tloušťky izolací z minerální vlny se pohybují běžně v rozmezí 40-100 mm. Izolace z pěnového polyethylenu mohou být i polovičních tloušťek a to díky její tuhosti (bez tepelných mostů). [1],[16]

Tepelná izolace potrubí



Výpočtový stav okolního vzduchu

Tlak: 98.9 kPa

Nadmořská výška: 200 m

Teplota: -12 °C

Relativní vlhkost: 30 %

Měrná vlhkost: 0.4097 g/kg

Typ okolního prostředí: Vnější normální

Parametry potrubí a izolace

Tvaru potrubí: ☐ Kruh ☒ Obdelník

Rozměr potrubí A (Ø D): 710 mm

Rozměr potrubí B: 560

Délka potrubí: 5 m

Objemový průtok: 5310 m³/h

Průměrná rychlost: 3.71 m/s

Vstupní teplota v potrubí: 25.8 °C

Relativní vlhkost v potrubí: 60 %

Měrná vlhkost: 12.8 g/kg

Typ tepelné izolace: Polyuretanová pěna

Součinitel tepelné vodivosti: 0.028 W/mK

Tloušťka izolace: 80 mm

Výsledky výpočtu

VypočítatVymazat

Výstupní teplota:	25.69	°C
Rosný bod:	17.44	°C
Povrchová teplota i1:	24.47	°C
Povrchová teplota i2:	24.36	°C
Povrchová teplota e1:	-11.47	°C
Povrchová teplota e2:	-11.47	°C
Minimální tloušťka izolace:	9.354	mm
Tepelná ztráta:	182.1	W

Informace o průběhu výpočtu: Proběhl výpočet dle zadaných parametrů.

Tepelná izolace potrubí



Výpočtový stav okolního vzduchu

Tlak: 98.9 kPa

Nadmořská výška: 200 m

Teplota: 50 °C

Relativní vlhkost: 60 %

Měrná vlhkost: 50.27 g/kg

Typ okolního prostředí: Vnější normální

Parametry potrubí a izolace

Tvaru potrubí: ☐ Kruh ☒ Obdelník

Rozměr potrubí A (Ø D): 710 mm

Rozměr potrubí B: 560 mm

Délka potrubí: 5 m

Objemový průtok: 5310 m³/h

Průměrná rychlost: 3.71 m/s

Vstupní teplota v potrubí: 17 °C

Relativní vlhkost v potrubí: 60 %

Měrná vlhkost: 7.403 g/kg

Typ tepelné izolace: Polyuretanová pěna

Součinitel tepelné vodivosti: 0.028 W/mK

Tloušťka izolace: 80 mm

Výsledky výpočtu

Výstupní teplota: 17.09 °C

Rosný bod: 40.05 °C

Povrchová teplota i1: 18.15 °C

Povrchová teplota i2: 18.23 °C

Povrchová teplota e1: 49.5 °C

Povrchová teplota e2: 49.5 °C

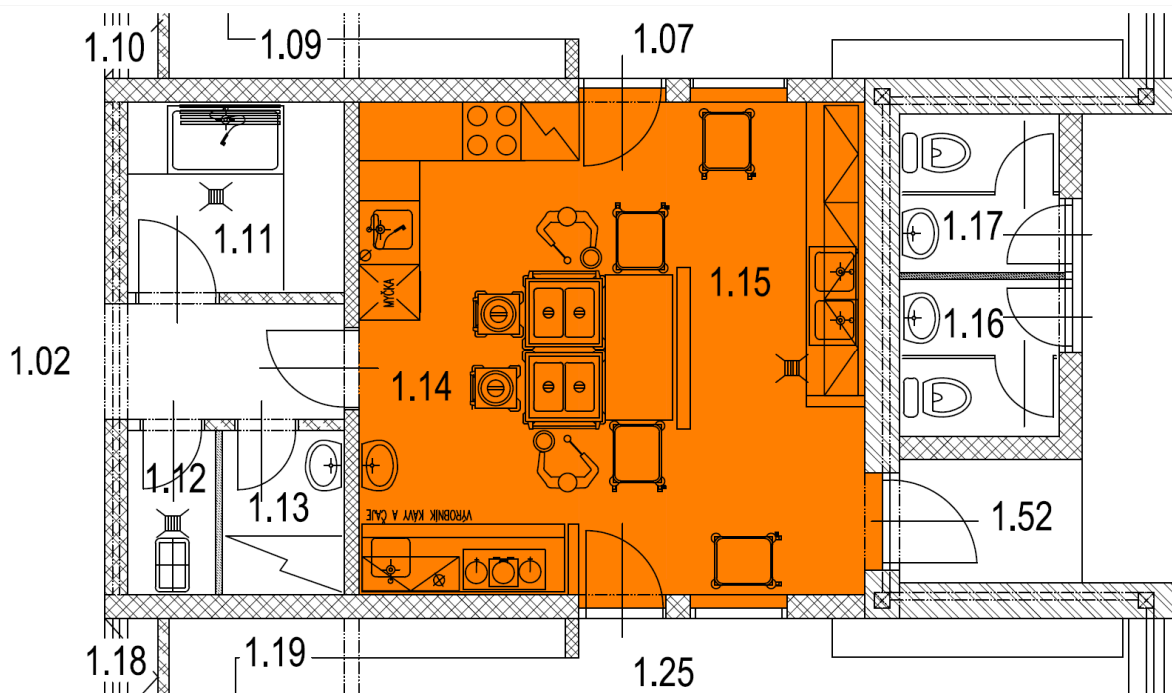
Minimální tloušťka izolace: 0.01725 mm

Tepelná ztráta: -158.2 W

Informace o průběhu výpočtu: Proběhl výpočet dle zadaných parametrů.

Tepelná izolace v letním období. Potrubí je vystaveno přímé sluneční radiaci. Na ploché střeše se navíc počítá s akumulací tepla během celého dne. Teplota v exteriéru je tedy počítaná mnohem vyšší.

5. Prostor č. 2 – Kuchyně velká



Obr. 29: Schéma prostoru

– místnosti:

1.11.....chodba

1.14.....šatna

1.15.....WC

Návrh VZT zařízení a řešení prostoru

Větrání prostoru je řešeno jako podtlakové nucené větrání. Distribuce vzduchu v čase provozu bude nerovnoměrná, dle potřeby personálu (klíčová v době přípravy jídel).

Vzduch bude do místnosti kuchyně přiváděn přes obvodovou stěnu, ze vstupního předprostoru č. 1.52, nad dveřmi do kuchyně. Úprava vzduchu bude probíhat v decentrální potrubní sestavné jednotce, umístěné pod stropem. Za jednotkou budou osazeny distribuční prvky pro přívod vzduchu. Odvodní část bude řešena podobně jako přívod. Odvodní komponenty budou dvě digestoře napojené na odvodní potrubí, které bude vyvedeno na střechu. Odvod a přívod je dostatečně daleko, aby byl nasáván především znehodnocený vzduch vznikající při provozu kuchyně. Umístění komponentů bude napříč prostorem, aby se docílilo co nejefektivnějšímu provětrání tohoto prostoru.

5.1. Stanovení předběžné výměny vzduchu

Přehled výchozích hodnot:

Počet osob – 4 osoby

Požadovaná vnitřní teplota v létě – 24 °C

Požadovaná vnitřní teplota v zimě – 22 °C

Objem prostoru: $O = 5,085 \cdot 5,225 \cdot \frac{3,325 + 3,425}{2} = 89,67 \text{ m}^3$

Výměna vzduchu: bytové kuchyně.....3 h⁻¹
studená kuchyně.....5 až 8 h⁻¹
hromadná kuchyně.....15 až 20 h⁻¹

Předběžně zvolená výměna pro kuchyň v MŠ → - 15 h⁻¹ na odvod
- 12 h⁻¹ na přívod

5.2. Komponenty pro distribuci vzduchu

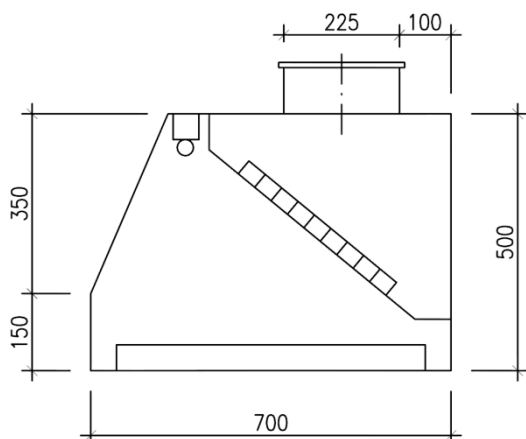
5.2.1. Odvodní komponenty

Objem vzduchu: $V_e = n \cdot O = 16 \cdot 89,67 \cong 1435 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$

Navrženy 2× zákryty délky 600 mm

Délka	Doporučené množství odsávaného vzduchu	Počet filtrů	Odsávací nástavec čtyřhranný AxA	Odsávací nástavec kulatý (průměr)	Počet světel (u typu B)	Počet závěsů	Hmotnost
mm	m3/hod	ks	mm	mm	ks x W	ks	kg
600	755	1	160 x 160	200	1 x 18	2	27
700	880	1	180 x 180	225	1 x 18	2	29
800	1 010	1	200 x 200	225	1 x 18	2	31
900	1 135	1	200 x 200	225	1 x 18	2	33
1 000	1 260	1	225 x 225	250	1 x 18	2	35
1 100	1 386	2	225 x 225	250	1 x 18	2	37
1 200	1 512	2	225 x 225	250	1 x 18	2	39
1 300	1 640	2	250 x 250	280	1 x 18	2	41
1 400	1 765	2	250 x 250	280	1 x 36	2	43
1 500	1 890	2	250 x 250	315	1 x 36	2	45
1 600	2 015	3	280 x 280	315	1 x 36	2	47
1 700	2 145	3	280 x 280	315	1 x 36	2	49
1 800	2 270	3	280 x 280	315	1 x 36	2	51
1 900	2 395	3	280 x 280	355	1 x 36	2	53
2 000	2 520	3	315 x 315	355	1 x 36	2	55

Obr. 30: Technické parametry a hmotnosti kuchyňských odsávacích zákrytů pro prostor č. 2 a prostor č. 3.



Obr. 31: Zákryt – Schéma a obrázek

Objem zákrytů 600/700: $V=2\cdot 755= 1510 \text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$
 Tlaková ztráta zákrytů: $\Delta p_t=2\cdot 50=100 \text{ Pa}$
Označení pro objednávku: D-N1-A-600-700-(Ø 225)

– kde: D – digestoř
 N1 – provedení
 A – s osvětlením
 600-700 – šířka-hloubka
 Ø 225 – rozměr přípojovacího nástavce

5.2.2. Přívodní komponenty

Navrženy tři vyústky IMOS-TR přímo na potrubí – jednořadé s otočnými horizontálními lamelami regulací R3 se vzájemně posouvateľnými otvory přichycenými pomocí pružin.

Průtok – $V = n \cdot O = 12 \cdot 89,67 \cong 1080 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$

Objem na vyústku – $V = \frac{1080}{3} = 360 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$

Technické parametry komponentu – rozměr 525x125
 průtočná plocha $A_{v1}= 0,04 \text{ m}^2$
 tlaková ztráta vyústky $\Delta p= 7 \text{ Pa}$
 hladina akustického výkonu $L_{wa}= 14 \text{ dB}$
 rychlost vzduchu e volném průřezu vyústky $w_0=2,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
 doporučený Ø potrubí uváděný výrobcem – 315-900 (minimální-maximální)

Označení pro objednávku: IMOS – TRS1 – 525x125 – R3 – RAL 6001 (3ks)

5.3. Stanovení potřebných parametřů vzduchu:

Přehled výchozích hodnot:

Celková tepelná zátěž – $Q_L= 1\,323,94 \text{ W}$
 Tepelné ztráty – $Q_Z= 1\,250,91 \text{ W}$
 Vodní zisky – $M_w = 2\,012,00 \text{ g}\cdot\text{h}^{-1}$
 Počet osob – 4
 Požadovaná vnitřní teplota v létě – $24 \text{ }^\circ\text{C}$
 Požadovaná vnitřní teplota v zimě – $22 \text{ }^\circ\text{C}$

K tepelné zátěži je třeba připočítat a zamyslet se nad skladbou kuchyňských spotřebičů a zařízení v kuchyni. Zejména na jejich počet a dobu provozu. Od výrobců je třeba zjistit tepelné a vodní zisky daných spotřebičů.

Zátěž technologie – uvažovaná hodnota 4 kW.

Objemový průtok přírodního vzduchu:

$$V = \frac{Q}{c \cdot \rho \cdot \Delta t} \rightarrow \Delta t = \frac{Q}{c \cdot \rho \cdot V}$$

Maximální rozdíl teplot:

$$\text{Léto: } \Delta t_{kl} = \frac{Q_L}{c \cdot \rho \cdot V_p} = \frac{5350}{1010 \cdot 1,2 \cdot \frac{1080}{3600}} = 14,7 K$$

$$\text{Zima: } \Delta t_{kz} = \frac{Q_z}{c \cdot \rho \cdot V_p} = \frac{1250,91}{1010 \cdot 1,2 \cdot \frac{1080}{3600}} = 3,47 K$$

Maximální rozdíl teplot pro:	Léto – volíme 6 – 8 K	(nevyhovuje)
	Zima – volíme 10 – 18 K	(vyhovuje)

Možná řešení:

5.4. Koncepční řešení č. 1 - chlazení VZT jednotkou a split systémem

Klimatizační systém typu split se skládá z jedné venkovní jednotky umístěné v exteriéru a několika vnitřních jednotek, dle návrhu pro daný prostor. Vnitřní jednotka tvoří výparník a vnější kondenzátor. Izoluje se potrubí přírodní větve.

5.4.1. Tepelné bilance

Pro léto

Chladicí výkon VZT jednotky

$$Q = V \cdot \rho \cdot c \cdot (t_p - t_i) = 0,3 \cdot 1,2 \cdot 1010 \cdot (24 - 18) = 2181,6 W$$

Zbýlý výkon pro dochlazení pomocí Splitu

$$Q_{SPLIT} = Q_z - Q_{VZT} = 5350 - 2181,6 = 3168,4 W$$

Pro zimu

Ohřívač umístěný ve VZT jednotce pokryje veškerou ztrátu (bez zisků technologie)

$$Q = V \cdot \rho \cdot c \cdot (t_p - t_i) = 0,3 \cdot 1,2 \cdot 1010 \cdot (25,5 - 22) = 1272,6 W$$

Odvlhčení vzduchu:

$$\Delta x = x_i - x_p = \frac{M_w}{\rho \cdot V_p} = \frac{2012}{1,2 \cdot 1080} = 1,55 g \cdot kg^{-1}$$

5.4.2. Návrh chladících komponentů split systému

Návrh dle programu SELECTION SOFTWARE: Navrženy dvě kazetové jednotky čtyřcestné, obě s označením SDV-36CA. Chladivo R410A. Kompletní protokol z výstupu v příloze P6.

Míst.	Popis	Model:	RTC [kW]	ATC [kW]	RTH [kW]	ATH [kW]	Proudění vzduchu [m ³ ·h ⁻¹]	Hlasitost [dBA]	Rozměry [mm]	Váha [kg]
1.28	Indoor Unit	SDV-36CA	2.6	3.498	4	4.260	860	37	580/254/580	24
1.27	Indoor Unit	SDV-36CA	3.6	3.496	4	4.253	860	37	580/254/580	24
Outdoor	Outdoor unit	SDV-120EA	12	7.0	14	8.5	6000	55	940/1245/340	112

Specifikace:

RTC: Celkový požadovaný výkon při chlazení

ATC: Celkový dostupný výkon při chlazení

RTH: Celkový požadovaný výkon při topení

ATH: Celkový požadovaný výkon při topení

Využití kapacity: 60,00%

Celková délka potrubí: 9,8m

Dostupnost kapacity chlazení: 7 kW

Dostupnost kapacity topení: 8,5 kW



Obr. 32: a) kazetová jednotka SDV-36CA b) venkovní kondenzační jednotka

Větrací mřížky nástěnné

Mřížka je navržena z důvodu nasávání zbylého vzduchu (podtlakové řešení prostoru). Mřížky zajišťují proudění vzduchu a propojení prostoru jako jednoho celku. Navrhovaná mřížka je z hliníkového profilu se skrytým uchycením pomocí perových sponek a bude umístěna nad dveřním otvorem. Zakreslení a pozice je naznačena v příslušném výkrese.

Návrh mřížky: Objem vzduchu na výústku: $V = V_z - V_p = 1510 - 1080 = 430 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$

č. míst.	typ mřížky	rozměry [mm]	S_{ef} [m ²]	V [m ³ ·h ⁻¹]	Δp_c [Pa]	w_{ef} [m·s ⁻¹]
1.32	Stěnová mřížka SMM 12,5/UR1 – TPM 014/01	725x125	0,0583	430	3,2	2,0

5.4.3. Dimenzace potrubí

Dimenzace potrubí kuchyně 1- přívodní a odvodní kritická větev

Č.	V	L	v'	S	d'	AxB	d	v	R	ξ	Z	Z+R.L
[-]	[m ³ .s ⁻¹]	[m]	[m.s ⁻¹]	[m ²]	[m]	[mm]	[m]	[m.s ⁻¹]	[Pa.m ⁻¹]	[-]	[Pa]	[Pa]
KRITICKÁ VĚTEV PŘÍVODNÍ												
1	360	1,10	2,0	0,050	0,252	250x250	0,250	2,0	0,367	1,5	3,51	3,92
2	720	0,50	2,5	0,080	0,319	280x355	0,313	2,6	0,273	0,9	3,43	3,57
3	1080	0,50	3,0	0,100	0,357	355x355	0,355	3,0	0,316	0,9	4,66	4,82

Σ potrubí = 12,30

Vyústka = + 7 Pa

Sání = + 25 Pa

Žaluzie = + 30 Pa

Útlum hluku = + 50 Pa

Σ = 124,3 Pa

KRITICKÁ VĚTEV ODVODNÍ												
1	755	4,00	2,8	0,075	0,309	315x315	0,315	2,7	0,298	1,5	6,13	7,32
2	1510	1,50	3,5	0,120	0,391	355x400	0,376	3,8	0,663	0,9	7,27	8,24

Σ potrubí = 15,56

Zákryt = + 50 Pa

Výtlač = + 20 Pa

Hlavice = + 30 Pa

Tlumič hluku = + 50 Pa

Σ = 165,6 Pa

5.4.4. Návrh VZT jednotky č. 2a pomocí softwaru AeroCAD (REMAK)

Klimatické a vstupní podmínky (zima/léto)

Teplota vzduchu (venkovní) [°C]	-12 / 29	Teplota z místnosti [°C]	22 / 24
Relativní vlhkost (venkovní) [%]	95 / 37	Relativní vlhkost z místnosti [%]	40 / 60
Tlak vzduchu [kPa]	99 / 99		

Vzduchové parametry zařízení

Skutečný průtok vzduchu [m³/h]	1080/ 1510	Tlaková ztráta komponentů v sestavě [Pa]	159 / 117
Rychlost průřezu [m/s]	2.00 / 2.80	Výstupní teplota z přívodu (zima/léto) [°C]	26 / 17
Skutečná externí tlaková ztráta (rezerva) [Pa]	237 / 221	Výstupní relativní vlhkost z přívodu (zima/léto) [%]	55 / 68
Rozdíl (k regulování) [Pa]	0 / 0		

Výkonové parametry zařízení (přívod/odvod)*

Dimenzování na výkonový stupeň ventilátorů	5 / 5	Součtové výkony pro ohřev [kW]	15 / 0
Součtové výkony ventilátorů [kW]	0.43 / 0.56	Součtové výkony pro chlazení [kW]	5 / 0
Specifický výkon zařízení SFP_E [W.m ⁻³ .s]	1444 / 1345	Výkon zpětného získávání tepla [kW]	0

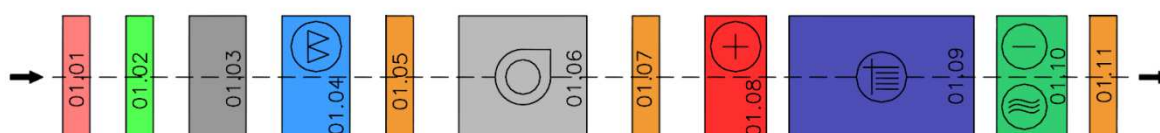
*Návrh s vlivem kondenzace

Hlukové parametry zařízení

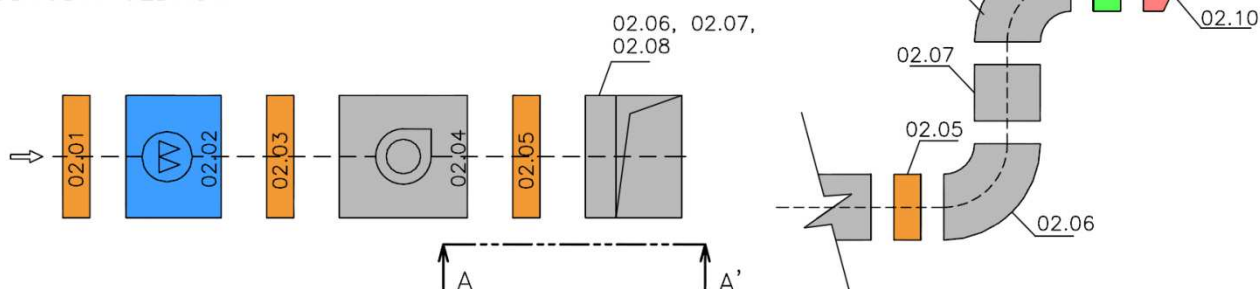
Přívod	Hladiny akustického výkonu v oktaóvových pásmech L_{WAOKT} [dB(A)] a celková hladina L_{WA} [dB(A)]								
Oktákové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	L_{WA}
Vstup	/	66.9	62.9	58.8	59.8	60.8	56.8	47.8	70.1
Výstup	/	60.9	64.9	65.8	68.8	65.8	63.8	53.7	73.4
Okolí	/	55.9	59.0	60.9	64.9	61.9	56.9	48.9	68.8

Odvod	Hladiny akustického výkonu v oktaóvových pásmech L_{WAOKT} [dB(A)] a celková hladina L_{WA} [dB(A)]								
Oktákové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	L_{WA}
Vstup	/	68.1	65.3	63.4	66.4	68.3	65.6	56.6	74.4
Výstup	/	64.3	68.2	71.4	73.6	72.6	69.3	59.7	78.7
Okolí	/	57.1	59.6	61.7	65.7	62.7	58.1	49.7	69.7

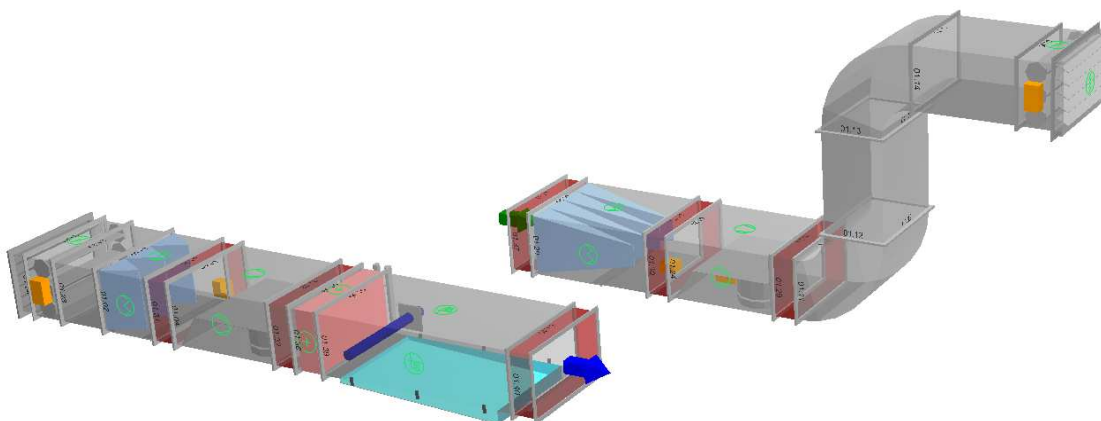
PŘÍVODNÍ JEDNOTKA



ODVODNÍ JEDNOTKA



Obr. 33: Schéma a označení komponentů přívodní části



Obr. 34: Vizualizace ve 3D navrhovaných jednotek

Soupis komponentů zařízení

Pozice	Název komponentu	Typové označení	ks	Hmotnost	Informace		
					A	B	C
01.01	Protidešťová žaluzie	PZ 50-30	1	3.2			
01.02	Klapka uzavírací	LKSX 50-30/24	1	6.5			
01.03	Trouba (REMAK nedodává)	TRB 50-30/250	1	0.0			
01.04	Filtr	VFK 50-25	1	9.0			
	Filtrační vložka	VF3 50-30	1				*
	Snímač tlakové difference	P33 N	1				
01.05	Tlumicí vložka	DV 50-30	1	2.7			
01.06	Ventilátor	RP 50-30/25-4D	1	33.1			
	Regulátor výkonu	TRRD 2	1				
	Servisní vypínač	XPSV S16/03	1				
01.07	Tlumicí vložka	DV 50-30	1	2.5			
01.08	Vodní ohřívač	VO 50-30/3R	1	15.8			
	Odvzdušňovací ventil	TACO	2				
	Protimrazové čidlo	NS 130 R	1				
	Směšovací uzel	SUMX 1,6 (1)	1				
01.09	Komora vlhčení	VLH 50-30	1	46.0			
	Komplet zvlhčovacího zařízení	CA-UE 15/45B	1				*
	Sada náhradních varných válců	CA-UN 15	1				
	Základní hygrost	DPWC	1				*
	Omezovací hygrost	DPDC	1				*
01.10	Přímý chladič	CHF 50-30/L31Z	1	33.6			
	Výparník	VP 50-30/3R	1				*
	Eliminátor kapek	EK 50-30	1				*
	Kapilárový termostat	CAP 2M	1				
01.11	Tlumicí vložka	DV 50-30	1	2.7			
02.01	Tlumicí vložka	DV 50-30	1	2.7			
02.02	Filtr	KFD 50-30	1	12.2			
	Filtrační vložka	KF3 50-30	1				*
	Snímač tlakové difference	P33 N	1				
02.03	Tlumicí vložka	DV 50-30	1	2.7			
02.04	Ventilátor	RP 50-30/25-4D	1	33.1			
	Regulátor výkonu	TRN 2D	1				
	Servisní vypínač	XPSV S16/03	1				
02.05	Tlumicí vložka	DV 50-30	1	2.7			
02.06	Oblouk (REMAK nedodává)	OBLV 50-30/90	1	0.0			
02.07	Trouba (REMAK nedodává)	TRB 50-30/250	1	0.0			
02.08	Oblouk (REMAK nedodává)	OBLV 50-30/90	1	0.0			
02.09	Klapka uzavírací	LKSX 50-30/24	1	6.5			
02.10	Přetlaková klapka	PK 50-30	1	1.5			
Celková hmotnost zařízení				217.4 kg			

C – zabudované příslušenství (uvnitř nebo na komponentu)

5.4.5. Psychrometrické diagramy úprav vzduchu

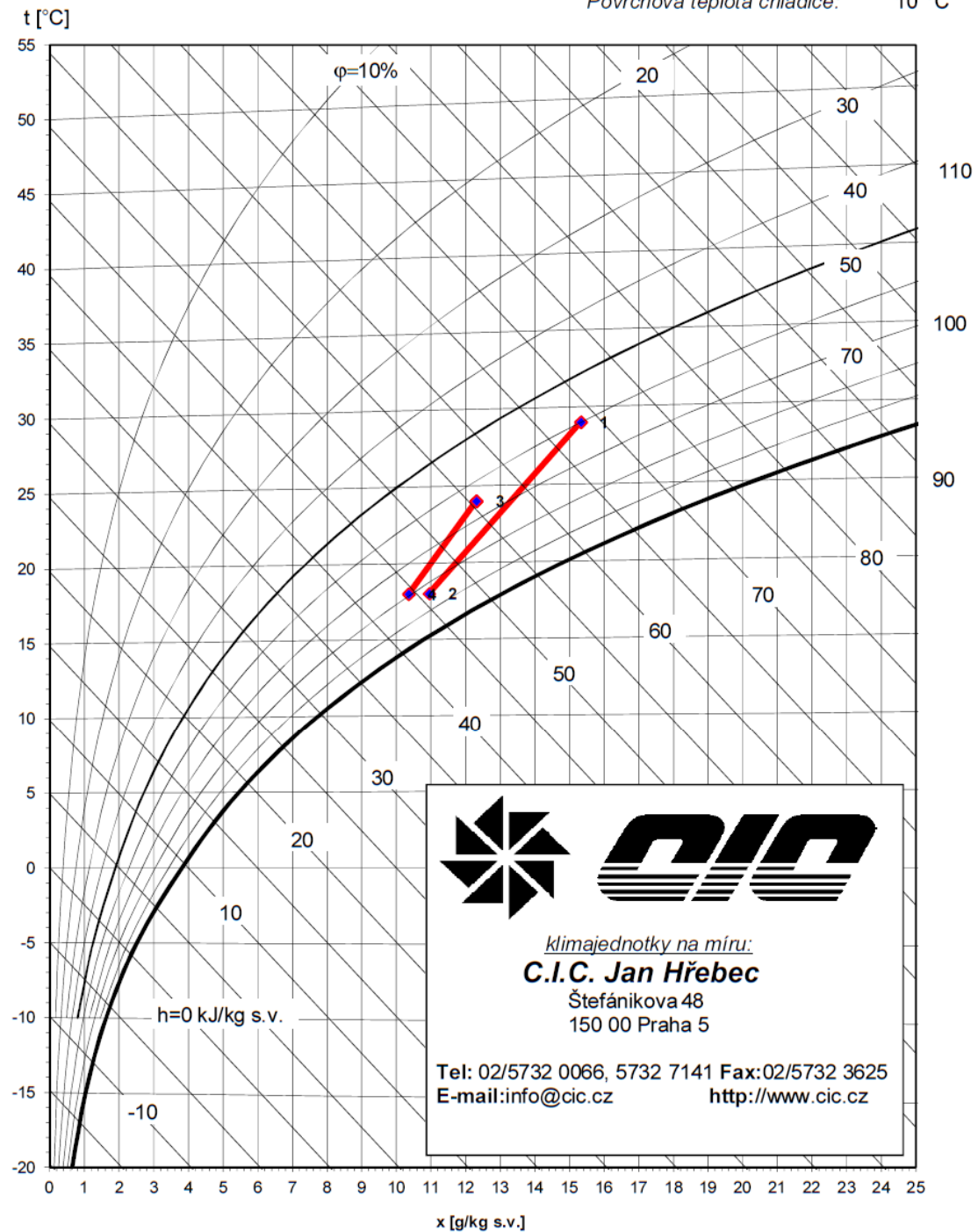
Psychrometrický diagram dle Molliera

Kuchyně velká, řešení 1 - léto

Tlak vzduchu: 100 kPa

Max. vlhkost při úpravách: 100 %

Povrchová teplota chladiče: 10 °C

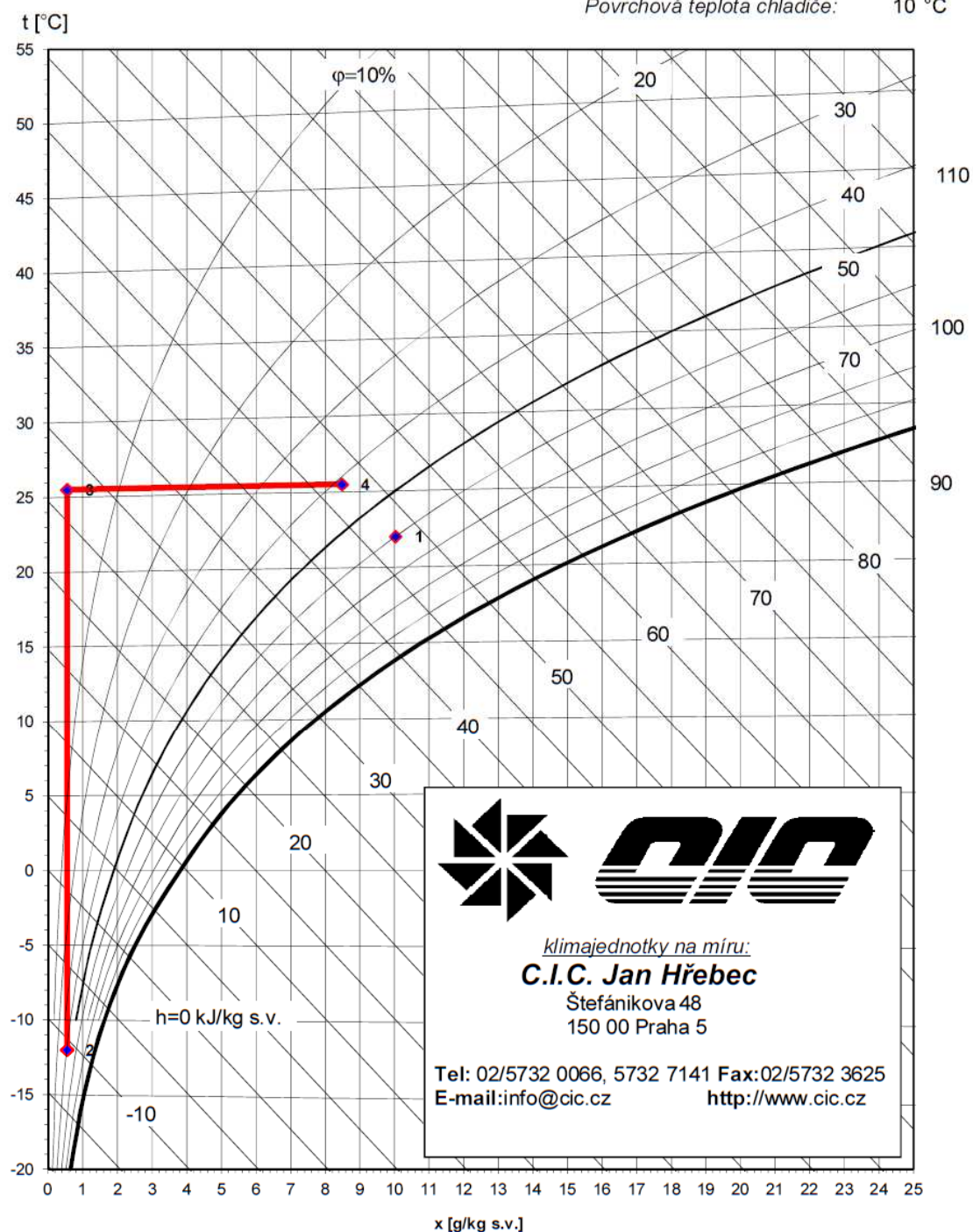


			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			Exteriér	Chl.VZT	Interiér	Split						
Teplota	t	°C	29,0	18,0	24,0	18,0						
rel.vlhkost	φ	%	60%	84%	65%	79%						
měr. vlhkost	x	g/kg s.v.	15,3	11,0	12,3	10,4						
entalpie	h	kJ/kg s.v.	68,5	45,9	55,6	44,4						
hustota	ρ	kg/m ³	1,14	1,19	1,16	1,19						
t.vlhkého tepl.	tv	°C	8,0	11,3	11,6	-14,9						
Skut. průtok	Vs	m ³ /h	0	1 102	0	0						
Norm. průtok	Vn	m ³ /h	0	1 080	0	0						
Předaný výkon	P	kW		-8,1		0,0						
Odpařené vody	qw	kg/h		-5,7		0,0						

Psychrometrický diagram dle Molliera

Kuchyně velká, řešení 1 - Zima

Tlak vzduchu: 100 kPa
Max. vlhkost při úpravách: 100 %
Povrchová teplota chladiče: 10 °C



			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			Interiér	Exteriér	Ohřev	Vlhčení						
Teplota	t	°C	22,0	-12,0	25,5	25,5						
rel. vlhkost	φ	%	60%	40%	3%	41%						
měr. vlhkost	x	g/kg s.v.	10,0	0,5	0,5	8,5						
entalpie	h	kJ/kg s.v.	47,7	-10,8	27,1	47,4						
hustota	ρ	kg/m ³	1,17	1,33	1,17	1,16						
t. vlhkého tepl.	t _v	°C	8,0	11,3	11,6	-14,9						
Skut. průtok	V _s	m ³ /h	0	972	1 112	1 126						
Norm. průtok	V _n	m ³ /h	0	1 080	1 080	1 080						
Předaný výkon	P	kW			13,6	7,3						
Odpařené vody	q _w	kg/h			0,0	10,3						

5.4.6. Tlumení hluku

Požadovaná hodnota daná NV č. 272/2011Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací, je pro kuchyňský provoz stanovena na maximální přípustné hodnotě = 40dB + 20dB (korekce).

V přívodním potrubí:

Součtová hladina hluku ve všech oktávových pásmech (z Remaku) = 73.4 dB.

$$73.4 \geq 60.0 \rightarrow \text{nutno navrhnout tlumení hluku}$$

V odvodním potrubí:

Součtová hladina hluku ve všech oktávových pásmech (z Remaku) = 78.7 dB.

$$78.7 \geq 60.0 \rightarrow \text{nutno navrhnout tlumení hluku}$$

Pro výpočet byl použit program na výpočet útlumů tlumičů hluku společnosti Mart s.r.o.

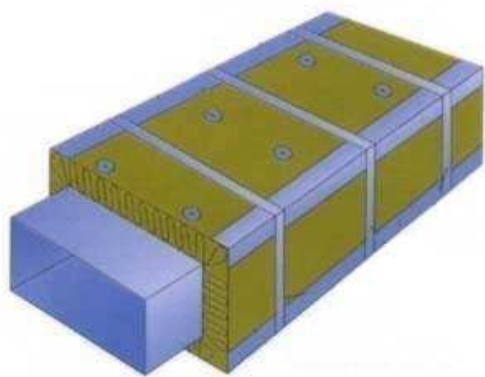
Hluková izolace potrubí

Vzhledem k tomu, že je VZT potrubní jednotka umístěná přímo v prostoru, pro který vytváří potřebné mikroklima, musíme izolovat i hluk produkující zařízení při svém chodu. Izolace netlumí hluk, který je způsobovaný jednotkou, pouze odděluje akusticky exponovaný prostor od chráněného prostoru.

Typ izolace:

Izolace z minerální vlny mají vyšší objemovou hmotnost než výrobky ze skelné vlny, a proto lépe chrání proti hluku. Podrobná akustická měření ukázala, že nejlepších výsledků se dosahuje u materiálů z minerální vlny s objemovou hmotností 50-70 kg/m³.

Vhodným způsobem eliminace hluku je i správné technickým řešením. Mezi hlavní prvky eliminující hluk a chvění jsou **pružné vložky (manžety)** a **pružné uložení**. Manžety se osazují co nejbližší k hlukovým komponentům (ventilátorům), aby se chvění a hluk nešířilo dál do potrubí nebo jednotky. [1]



Obr. 35: Izolace potrubních rozvodů



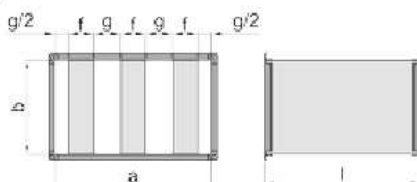
VSTUPNÍ HODNOTY

STRANA 1/2

typ tlumiče:
kulisový

číslo pozice:
Jednotka 2 - Přívod

GEOMETRIE:



šířka tlumiče:
 $a = 600 \text{ mm}$

výška tlumiče:
 $b = 355 \text{ mm}$

délka tlumiče:
 $l = 1600 \text{ mm}$

náběhové hrany:
ano

šířka kulisy:
 $f = 100 \text{ mm}$

počet kulis:
 $e = 3$

průtočná mezera:
 $g = \text{mm}$

odtokové hrany:
ano

PARAMETRY PROUDĚNÍ:

průtok vzduchu:
 $Q = 1080 \text{ m}^3/\text{h}$

hustota vzduchu:
 $\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$

VYBRANÉ FREKVENCE:

frekvence: f
32 Hz 500 Hz 5000 Hz

AKUSTICKÝ VÝKON VENTILÁTORU:

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
hl. akust. výkonu s váhovým filtrem A : [dB(A)]	0	0	61	65	66	69	66	64	54	74

KONCOVÝ ELEMENT:

hl. akust. výkonu:
 $L_{WA} = 14 \text{ dB(A)}$

umístění:
 $Q = \text{stěna} / \text{strop}$

počet:
 $n = 3$

vzdál. k posluh.:
 $k = 0.5 \text{ m}$

MÍSTNOST:

plocha povrchu:
 $A = 122 \text{ m}^2$

zvuk. pohltivost:
 $\alpha = 0.05 \text{ m}^2$



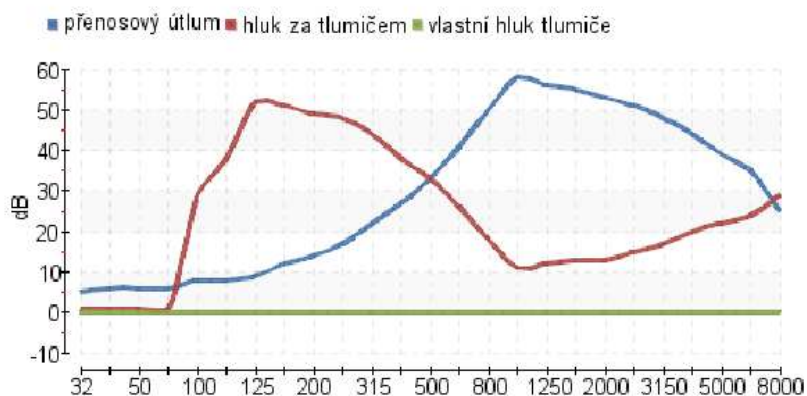
Technické řešení:
VUT v Brně - Fakulta stavební - Ústav technických zařízení hudeb



VÝSLEDNÉ HODNOTY

STRANA 2/2

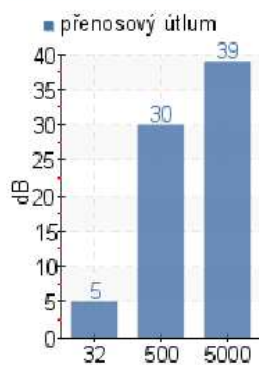
ÚTLUM HLUKU:



VÝSLEDNÉ HODNOTY:

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina	
přenosový útlum:	5	6	9	17	33	58	53	44	25	-	dB
vlastní hluk tlumiče:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	dB(A)
hl. akust. výkonu za tlumičem s váh. filt. A:	1	1	52	48	33	11	13	20	29	53	dB(A)
hladina akustického tlaku v místě posluchače:										59	dB(A)

VYBRNÉ FREKVENCE:



TLAKOVÁ ZTRÁTA TLUMIČE:

tlaková ztráta:	3	Pa
plocha tlumiče:	0.21	m ²

RYCHLOST PROUDĚNÍ:

v celkovém průřezu:	1.4	m/s
ve volné ploše:	2.8	m/s

Všechny uvedené hodnoty jsou vypočteny s tolerancí $\pm 10\%$.

KÓD OBJEDNÁVKY: [THKU.600.355.1600-3 3X KTH.100.355.1600](#)



Technické řešení:
VUT v Brně - Fakulta stavební - Ústav technických zařízení budov



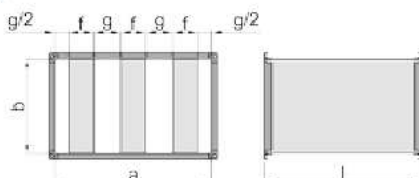
VSTUPNÍ HODNOTY

STRANA 1/2

typ tlumiče:
kulisový

číslo pozice:
Jednotka 2 - Odvod

GEOMETRIE:



šířka tlumiče:
 $a = 800 \text{ mm}$

výška tlumiče:
 $b = 355 \text{ mm}$

délka tlumiče
 $l = 1500 \text{ mm}$

náběhové hrany:
ano

šířka kulisy:
 $f = 100 \text{ mm}$

počet kulis:
 $e = 4$

průtočná mezera:
 $g = \text{mm}$

odtokové hrany:
ano

PARAMETRY PROUDĚNÍ:

průtok vzduchu:
 $Q = 1510 \text{ m}^3/\text{h}$

hustota vzduchu:
 $\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$

VYBRANÉ FREKVENCE:

frekvence: f
32 Hz 500 Hz 5000 Hz

AKUSTICKÝ VÝKON VENTILÁTORU:

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
hl. akust. výkonu s váhovým filtrem A: [dB(A)]	0	0	64	68	71	74	73	69	60	79

KONCOVÝ ELEMENT:

hl. akust. výkonu:
 $L_{WA} = 5 \text{ dB(A)}$

počet:
 $n = 2$

umístění:
 $Q = \text{stěna / strop}$

vzdál. k posluch.:
 $k = 0.5 \text{ m}$

MÍSTNOST:

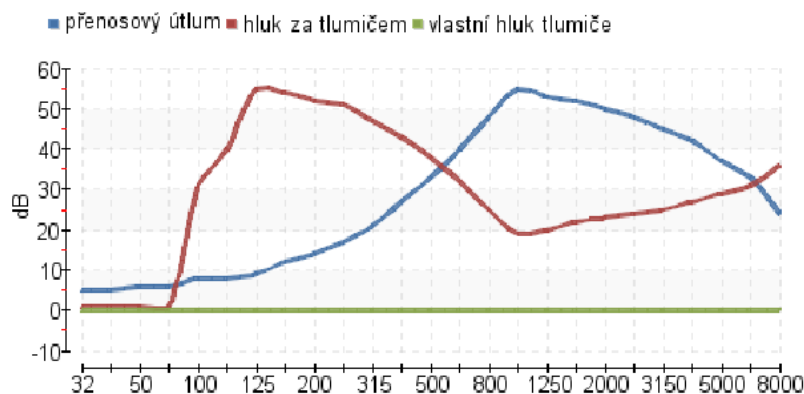
plocha povrchu:
 $A = 122 \text{ m}^2$

zvuk. pohltivost:
 $\alpha = 0.05 \text{ m}^2$





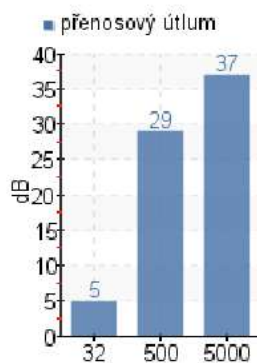
ÚTLUM HLUKU:



VÝSLEDNÉ HODNOTY:

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina	
přenosový útlum:	5	6	9	17	33	55	50	42	24	-	dB
vlastní hluk tlumiče:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	dB(A)
hl. akust. výkonu za tlumičem s váž. filt. A:	1	1	55	51	38	19	23	27	36	56	dB(A)
hladina akustického tlaku v místě posluchače:										60	dB(A)

VYBRNÉ FREKVENCE:



TLAKOVÁ ZTRÁTA TLUMIČE:

tlaková ztráta:	3	Pa
plocha tlumiče:	0.28	m ²

RYCHLOST PROUDĚNÍ:

v celkovém průřezu:	1.5	m/s
ve volné ploše:	3	m/s

Všechny uvedené hodnoty jsou vypočteny s tolerancí $\pm 10\%$.

KÓD OBJEDNÁVKY: [THKU.800.355.1500-3 4X KTH.100.355.1500](#)



Technické řešení:
VUT v Brně - Fakulta stavební - Ústav technických zařízení budov

5.5. Koncepční řešení č. 2 - chlazení VZT jednotkou

5.5.1. Přepočet objemu vzduchu

$$\Delta t_{kl} = \frac{Q_L}{c \cdot \rho \cdot V_p} = \frac{5350}{1010 \cdot 1,2 \cdot \frac{2000}{3600}} = 7,95K ; \quad \Delta t_{kz} = \frac{Q_z}{\rho \cdot c \cdot V_p} = \frac{1250,91}{1,2 \cdot 1010 \cdot 0,556} = 1,86K$$

Odvod zvolíme na navrženou stěnovou mřížku – tj. 2430 m³·h⁻¹

5.5.2. Dimenzace potrubí

Č.	V	L	v'	S	d'	AxB	d	v	R	ξ	Z	Z+R.L
[-]	[m ³ ·s ⁻¹]	[m]	[m·s ⁻¹]	[m ²]	[m]	[mm]	[m]	[m·s ⁻¹]	[Pa·m ⁻¹]	[-]	[Pa]	[Pa]
KRITICKÁ VĚTEV PŘÍVODNÍ												
1	667	1,10	2,5	0,074	0,307	280x315	0,296	2,0	0,321	1,5	6,13	6,48
2	1333	0,50	3,0	0,123	0,397	400x400	0,400	2,9	0,237	0,9	4,41	4,53
3	2000	0,50	3,5	0,159	0,450	400x500	0,444	3,6	0,322	0,9	6,54	6,70

Σ potrubí = 17,71

Výústka = + 7 Pa

Sání = + 25 Pa

Žaluzie = + 30 Pa

Utlum hluku
= + 50 Pa

Σ = 129,7 Pa

KRITICKÁ VĚTEV ODVODNÍ												
1	1215	4,00	3,2	0,105	0,367	355x355	0,355	3,4	0,392	1,5	9,84	11,41
2	2430	1,50	3,7	0,182	0,482	400x560	0,467	3,9	0,353	0,9	7,88	8,41

Σ potrubí = 19,82

Zákryt = + 50 Pa

Výtlačk = + 20 Pa

Hlavice = + 30 Pa

Tlumič hluku + 50 Pa

Σ = 169,8 Pa

5.5.3. Návrh VZT jednotky č. 2b pomocí softwaru AeroCAD (REMAK)

Klimatické a vstupní podmínky (zima/léto)

Teplota vzduchu (venkovní) [°C]	-12 / 29	Teplota z místnosti [°C]	22 / 24
Relativní vlhkost (venkovní) [%]	95 / 37	Relativní vlhkost z místnosti [%]	40 / 70
Tlak vzduchu [kPa]	99 / 99		

Vzduchové parametry zařízení

Skutečný průtok vzduchu [m³/h]	2000 / 2430	Tlaková ztráta komponentů v sestavě [Pa]	228 / 125
Rychlost průřezu [m/s]	2.65 / 3.22	Výstupní teplota z přívodu (zima/léto) [°C]	26 / 18
Skutečná externí tlaková ztráta (rezerva) [Pa]	381 / 462	Výstupní relativní vlhkost z přívodu (zima/léto) [%]	55 / 64
Rozdíl (k regulování) [Pa]	0 / 0		

Výkonové parametry zařízení (přívod/odvod)*

Dimenzování na výkonový stupeň ventilátorů	5 / 5	Součtové výkony pro ohřev [kW]	28 / 0
Součtové výkony ventilátorů [kW]	0.92 / 1.11	Součtové výkony pro chlazení [kW]	9 / 0
Specifický výkon zařízení SFP _E [W.m ⁻³ .s]	1660 / 1639	Výkon zpětného získávání tepla [kW]	0

*Návrh s vlivem kondenzace

Soupis komponentů zařízení

Pozice	Název komponentu	Typové označení	ks	Hmotnost	Informace		
					A	B	C
01.01	Protidešťová žaluzie	PZ 60-35	1	4.0			
01.02	Klapka uzavírací	LK SX 60-35/24	1	7.5			
01.03	Trouba (REMAK nedodává)	TRB 60-35/1000	1	0.0			
01.04	Filtr	VFK 60-35	1	11.3			
	Filtrační vložka	VF3 60-35	1				*
	Snímač tlakové difference	P33 N	1				
01.05	Tlumicí vložka	DV 60-35	1	3.0			
01.06	Ventilátor	RP 60-35/31-4D	1	65.6			
	Regulátor výkonu	TRRD 7	1				
	Servisní vypínač	XPSV S16/03	1				
01.07	Tlumicí vložka	DV 60-35	1	3.0			
01.08	Vodní ohřev	VO 60-35/3R	1	17.8			
	Odvzdušňovací ventil	TACO	2				
	Protimrazové čidlo	NS 130 R	1				
	Směšovací uzel	SUMX 1,6 (3)	1				
01.09	Komora vlhčení	VLH 60-35	1	70.0			
	Komplet zvlhčovacího zařízení	CA-UE 25/60C	1				*
	Sada náhradních varných válců	CA-UN 25	1				
	Základní hygrostat	DPWC	1				*
	Omezovací hygrostat	DPDC	1				*
01.10	Přímý chladič	CHF 60-35/L31Z	1	41.8			
	Výparník	VP 60-35/3R	1				*
	Eliminátor kapek	EK 60-35	1				*
	Kapilárový termostat	CAP 2M	1				
01.11	Tlumicí vložka	DV 60-35	1	3.0			
02.01	Tlumicí vložka	DV 60-35	1	3.0			
02.02	Filtr	KFD 60-35	1	14.5			
	Filtrační vložka	KF3 60-35	1				*
	Snímač tlakové difference	P33 N	1				
02.03	Tlumicí vložka	DV 60-35	1	3.0			
02.04	Ventilátor	RP 60-35/31-4D	1	65.6			
	Regulátor výkonu	TRN 7D	1				
	Servisní vypínač	XPSV S16/03	1				
02.05	Tlumicí vložka	DV 60-35	1	3.0			
02.06	Oblouk (REMAK nedodává)	OBLV 60-35/90	1	0.0			
02.07	Trouba (REMAK nedodává)	TRB 60-35/1000	1	0.0			
02.08	Oblouk (REMAK nedodává)	OBLV 60-35/90	1	0.0			
02.09	Klapka uzavírací	LK SX 60-35/24	1	7.5			
02.10	Přetlaková klapka	PK 60-35	1	2.0			
Celková hmotnost zařízení				325.6 kg			

Hlukové parametry navrhované jednotky 2b

Přívod	Hladiny akustického výkonu v oktávových pásmech L_{WAOKT} [dB(A)] a celková hladina L_{WA} [dB(A)]								
Oktávové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	L_{WA}
Vstup	/	72.3	65.8	63.8	65.2	65.1	62.2	52.3	75.0
Výstup	/	67.5	68.9	70.0	74.1	71.1	70.0	60.2	78.6
Okolí	/	66.7	61.3	64.5	66.4	63.5	61.5	52.3	72.3

Odvod	Hladiny akustického výkonu v oktávových pásmech L_{WAOKT} [dB(A)] a celková hladina L_{WA} [dB(A)]								
Oktávové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	L_{WA}
Vstup	/	72.8	68.3	67.3	71.1	71.1	69.1	59.5	78.2
Výstup	/	70.6	71.3	74.7	77.1	76.1	73.7	64.1	82.4
Okolí	/	66.2	61.6	65.1	67.2	64.1	62.1	52.8	72.7

5.5.4. Tlumení hluku

V přívodním potrubí:

$$78.6 \geq 60.0 \rightarrow \text{nutno navrhnout tlumení hluku}$$

V odvodním potrubí:

$$82.4 \geq 60.0 \rightarrow \text{nutno navrhnout tlumení hluku}$$

Pro výpočet byl použit program na výpočet útlumů tlumičů hluku společnosti Mart s.r.o.

Hluková izolace potrubí

Vzhledem k tomu, že je VZT potrubní jednotka umístěná přímo v prostoru, pro který vytváří potřebné mikroklima, musíme izolovat i hluk produkující zařízení při svém chodu. Izolace netlumí hluk, který je způsobovaný jednotkou, pouze odděluje akusticky exponovaný prostor od chráněného prostoru.

Typ izolace:

Izolace z minerální vlny mají vyšší objemovou hmotnost než výrobky ze skelné vlny, a proto lépe chrání proti hluku. Podrobná akustická měření ukázala, že nejlepších výsledků se dosahuje u materiálů z minerální vlny s objemovou hmotností 50-70 kg/m³.

Vhodným způsobem eliminace hluku je i správné technickým řešením. Mezi hlavní prvky eliminující hluk a chvění jsou **pružné vložky (manžety)** a **pružné uložení**. Manžety se osazují co nejblíže k hlukovým komponentům (ventilátorům), aby se chvění a hluk nešířilo dál do potrubí nebo jednotky. [1]



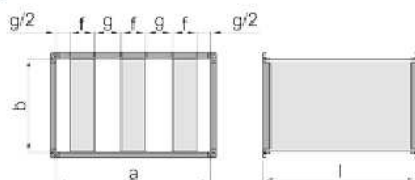
VSTUPNÍ HODNOTY

STRANA 1/2

typ tlumiče:
kulisový

číslo pozice:
Jednotka 2b - Přívod

GEOMETRIE:



šířka tlumiče:
 $a = 1000 \text{ mm}$

výška tlumiče:
 $b = 400 \text{ mm}$

délka tlumiče:
 $l = 2500 \text{ mm}$

náběhové hrany:
ano

šířka kulisy:
 $f = 100 \text{ mm}$

počet kulis:
 $e = 5$

průtočná mezera:
 $g = \text{mm}$

odtokové hrany:
ano

PARAMETRY PROUDĚNÍ:

průtok vzduchu:
 $Q = 2000 \text{ m}^3/\text{h}$

hustota vzduchu:
 $\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$

VYBRANÉ FREKVENCE:

frekvence: f
32 Hz 500 Hz 5000 Hz

AKUSTICKÝ VÝKON VENTILÁTORU:

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
hl. akust. výkonu s váhovým filtrem A: [dB(A)]	0	0	68	69	70	74	71	70	60	79

KONCOVÝ ELEMENT:

hl. akust. výkonu:
 $L_{WA} = 14 \text{ dB(A)}$

umístění:
 $Q = \text{stěna / strop}$

počet:
 $n = 3$

vzdál. k posluch.:
 $k = 0.5 \text{ m}$

MÍSTNOST:

plocha povrchu:
 $A = 122 \text{ m}^2$

zvuk. pohltivost:
 $\alpha = 0.05 \text{ m}^2$

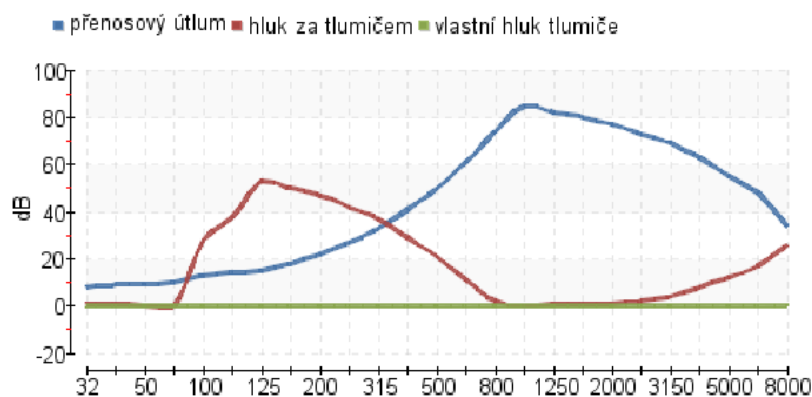




VÝSLEDNÉ HODNOTY

STRANA 2/2

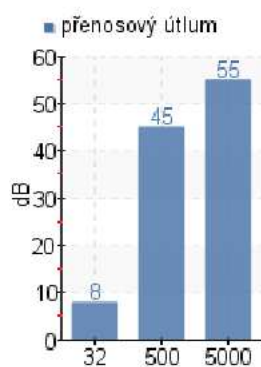
ÚTLUM HLUKU:



VÝSLEDNÉ HODNOTY:

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina	
přenosový útlum:	8	10	15	27	50	85	77	63	34	-	dB
vlastní hluk tlumiče:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	dB(A)
hl. akust. výkonu za tlumičem s váh. filt. A:	1	0	53	42	21	0	1	8	26	53	dB(A)
hladina akustického tlaku v místě posluchače:										59	dB(A)

VYBRNÉ FREKVENCE:



TLAKOVÁ ZTRÁTA TLUMIČE:

tlaková ztráta:	4	Pa
plocha tlumiče:	0.4	m ²

RYCHLOST PROUDĚNÍ:

v celkovém průřezu:	1.4	m/s
ve volné ploše:	2.8	m/s

Všechny uvedené hodnoty jsou vypočteny s tolerancí $\pm 10\%$.

KÓD OBJEDNÁVKY: [THKU.1000.400.2500-3 5X KTH.100.400.2500](#)



Technické řešení:
VUT v Brně - Fakulta stavební - Ústav technických zařízení budov



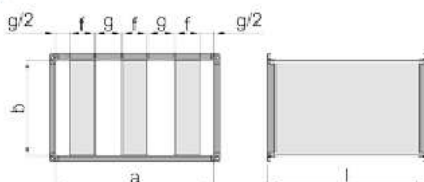
VSTUPNÍ HODNOTY

STRANA 1/2

typ tlumiče:
kulisový

číslo pozice:
Jednotka 2b - Odvod

GEOMETRIE:



šířka tlumiče:
 $a = 1000 \text{ mm}$

výška tlumiče:
 $b = 400 \text{ mm}$

délka tlumiče
 $l = 2500 \text{ mm}$

náběhové hrany:
ano

šířka kulisy:
 $f = 100 \text{ mm}$

počet kulis:
 $e = 5$

průtočná mezera:
 $g = \text{mm}$

odtokové hrany:
ano

PARAMETRY PROUDĚNÍ:

průtok vzduchu:
 $Q = 2000 \text{ m}^3/\text{h}$

hustota vzduchu:
 $\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$

VYBRANÉ FREKVENCE:

frekvence: f
32 Hz 500 Hz 5000 Hz

AKUSTICKÝ VÝKON VENTILÁTORU:

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
hl. akust. výkonu s váhovým filtrem A: [dB(A)]	0	0	71	71	75	77	76	74	64	82

KONCOVÝ ELEMENT:

hl. akust. výkonu:
 $L_{WA} = 5 \text{ dB(A)}$

počet:
 $n = 2$

umístění:
 $Q = \text{stěna / strop}$

vzdál. k posluch.:
 $k = 0.5 \text{ m}$

MÍSTNOST:

plocha povrchu:
 $A = 122 \text{ m}^2$

zvuk. pohltivost:
 $\alpha = 0.05 \text{ m}^2$

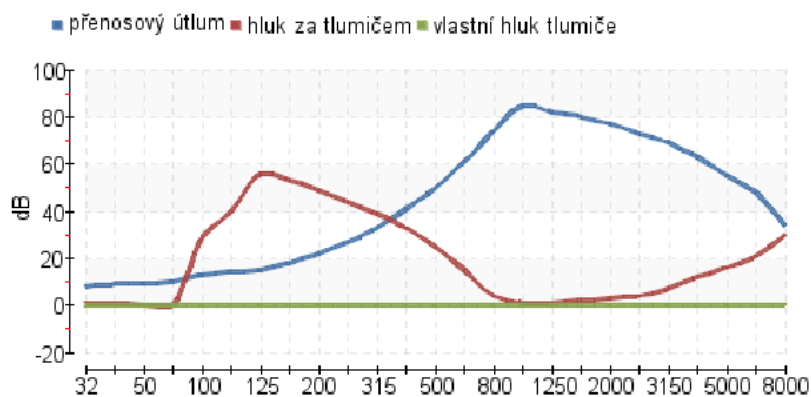




VÝSLEDNÉ HODNOTY

STRANA 2/2

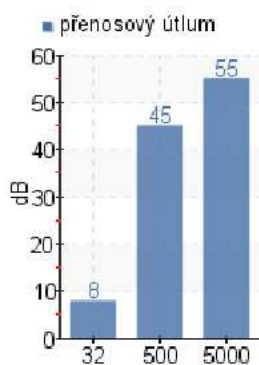
ÚTLUM HLUKU:



VÝSLEDNÉ HODNOTY:

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina	
přenosový útlum:	8	10	15	27	50	85	77	63	34	-	dB
vlastní hluk tlumiče:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	dB(A)
hl. akust. výkonu za tlumičem s váh. filt. A:	1	0	56	44	25	1	3	12	30	56	dB(A)
hladina akustického tlaku v místě posluchače:										60	dB(A)

VYBRNÉ FREKVENCE:



TLAKOVÁ ZTRÁTA TLUMIČE:

tlaková ztráta:	4	Pa
plocha tlumiče:	0.4	m ²

RYCHLOST PROUDĚNÍ:

v celkovém průřezu:	1.4	m/s
ve volné ploše:	2.8	m/s

Všechny uvedené hodnoty jsou vypočteny s tolerancí $\pm 10\%$.

KÓD OBJEDNAVKY: [THKU.1000.400.2500-3 5X KTH.100.400.2500](#)



Technické řešení:
VUT v Brně - Fakulta stavební - Ústav technických zařízení budov

5.5.5. Psychrometrické diagramy úprav vzduchu

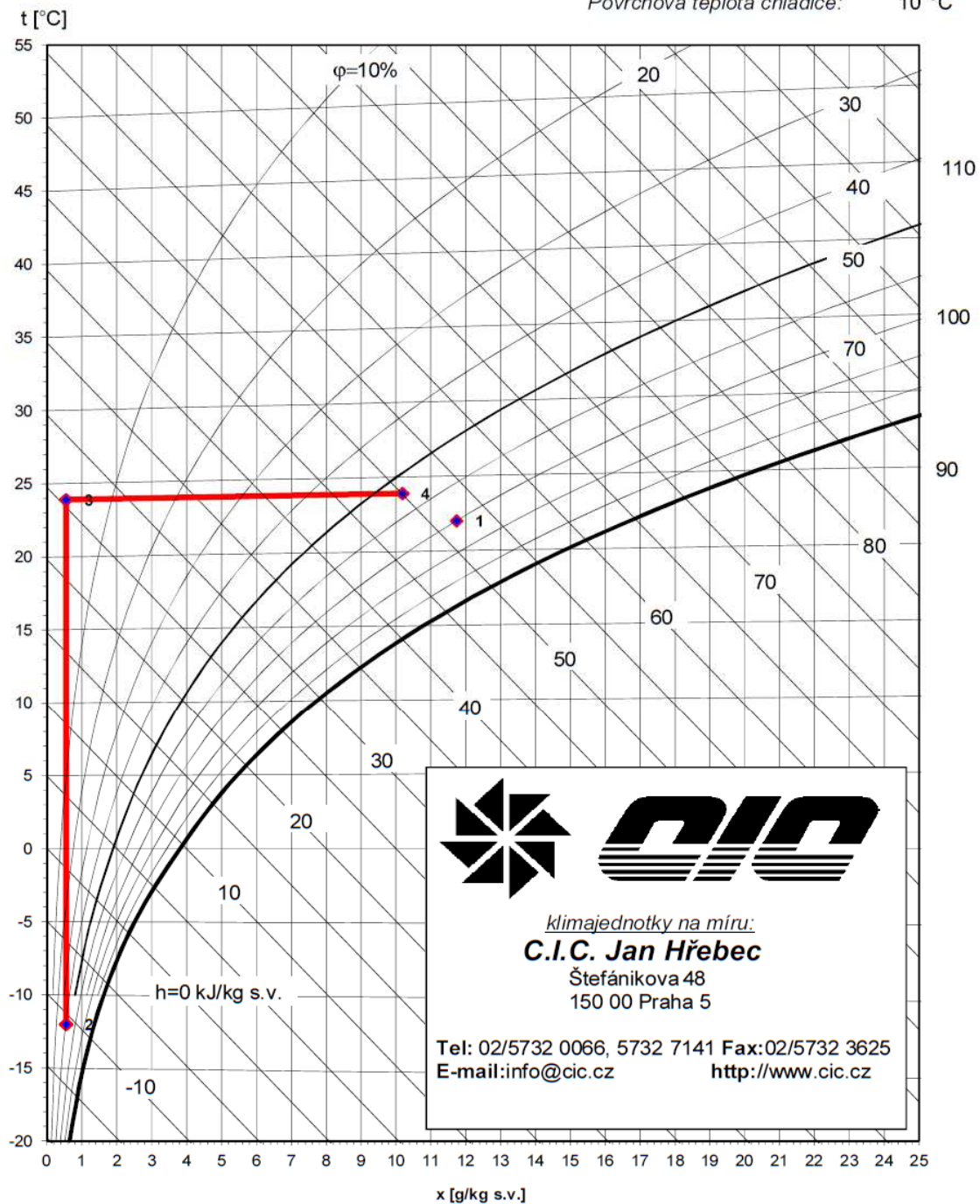
Psychrometrický diagram dle Molliera

Kuchyně velká, řešení 2 - zima

Tlak vzduchu: 100 kPa

Max. vlhkost při úpravách: 100 %

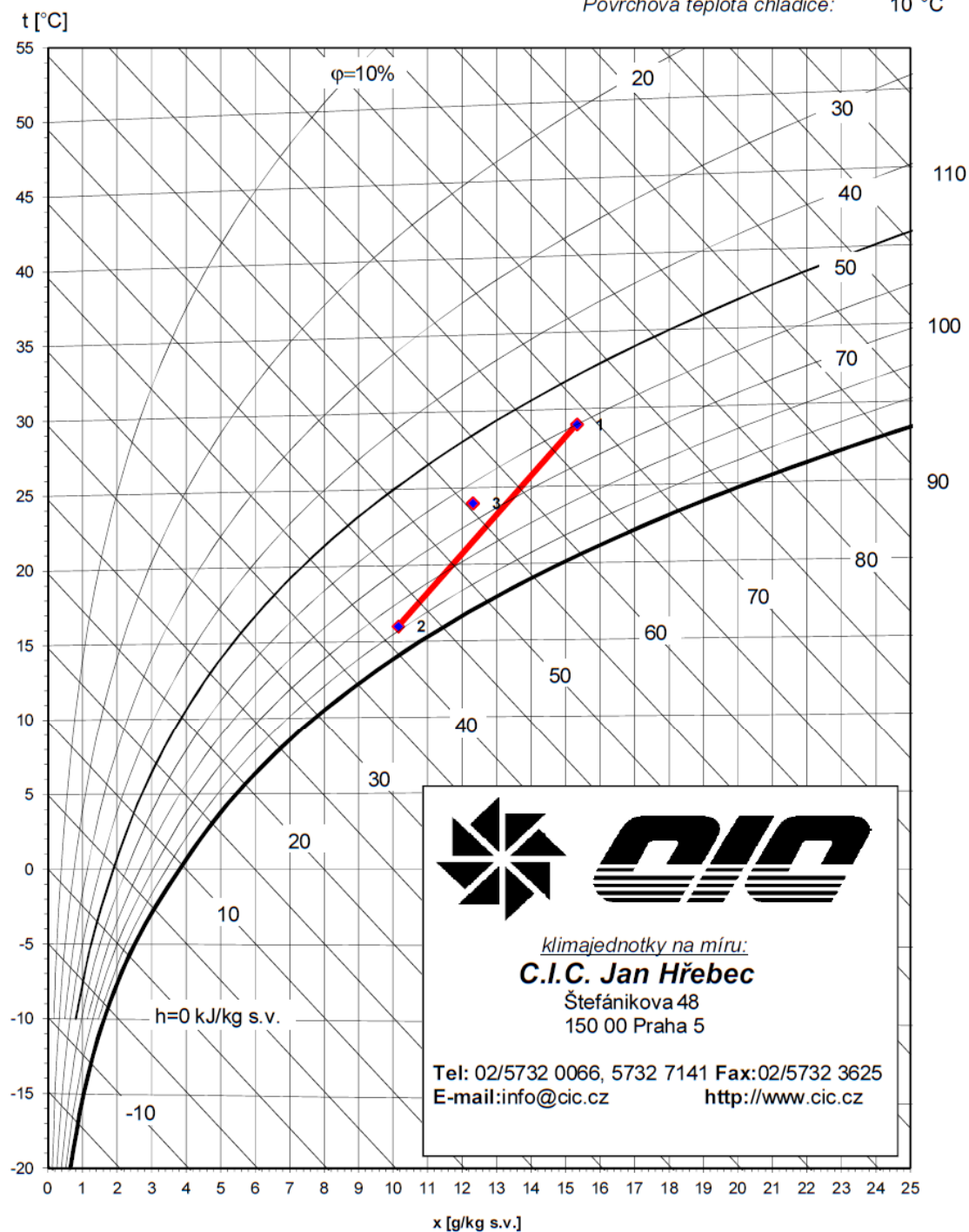
Povrchová teplota chladiče: 10 °C



			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			Interiér	Exteriér	Ohřev	Vlhčení						
Teplota	t	°C	22,0	-12,0	23,9	23,9						
rel. vlhkost	φ	%	70%	40%	3%	54%						
měr. vlhkost	x	g/kg s.v.	11,7	0,5	0,5	10,2						
entalpie	h	kJ/kg s.v.	52,0	-10,8	25,5	50,1						
hustota	ρ	kg/m ³	1,17	1,33	1,17	1,17						
t. vlhkého tepl.	tv	°C	8,0	11,3	11,6	-14,9						
Skut. průtok	Vs	m ³ /h	0	1 801	2 048	2 080						
Norm. průtok	Vn	m ³ /h	0	2 000	2 000	2 000						
Předaný výkon	P	kW			24,2	16,4						
Odpařené vody	qw	kg/h			0,0	23,1						

Psychrometrický diagram dle Molliera
Kuchyně velká, řešení 2 - Léto

Tlak vzduchu: 100 kPa
Max. vlhkost při úpravách: 100 %
Povrchová teplota chladiče: 10 °C



			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			Exteriér	Chl.VZT	Interiér							
Teplota	t	°C	29,0	16,0	24,0							
rel.vlhkost	φ	%	60%	88%	65%							
měr. vlhkost	x	g/kg s.v.	15,3	10,1	12,3							
entalpie	h	kJ/kg s.v.	68,5	41,8	55,6							
hustota	ρ	kg/m ³	1,14	1,20	1,16							
t.vlhkého tepl.	tv	°C	8,0	11,3	11,6							
Skut. průtok	Vs	m ³ /h	0	2 025	0							
Norm. průtok	Vn	m ³ /h	0	2 000	0							
Předaný výkon	P	kW		-17,7								
Odpařené vody	qw	kg/h		-12,4								

5.6. Srovnání řešení 5.4 a 5.5

Při srovnání obou metod – zvýšení průtoku VZT potrubím nebo VZT potrubí doplnit samostatným chlazením je následující.

Při použití splitů, pro dochlazení se sníží nárok na vzduchotechnickou jednotku a její provoz je ekonomičtější. Výkon na chlazení se rozdělí na dva celky a tak chladicí výkony výparníků jsou nižší, což je lepší pro pořizovací cenu. Mezi hlavní nevýhody patří fakt, že split pracuje pouze s cirkulačním vzduchem uvnitř prostoru. V kuchyni se ve vzduchu objevuje spousta nečistot z provozu, což by vedlo k zanesení filtrů a jejich opakované výměně. Vzhledem k tomu, že kuchyně v mateřské školce není přímý provoz a počítá se s dodávkami polotovarů, je možné toto řešení zahrnout do výběrů. Koncentrace škodlivin není tak vysoká, jako v kuchyňských provozech. Navíc je nutné kontrolovat kromě VZT jednotky ještě jednotku pro chlazení splitu (množství chladiva, izolace potrubí).

Nevýhodou samostatné jednotky jsou větší dimenze potrubí a jednotek. Při větším proudění vzduchu vyvíjí i větší hluk, což vede na větší tlumič.

V praxi by se přistoupilo spíše na možnost 5.5 – a to pro zvýšení průtoku vzduchu. Důvody – jednoduchost a finanční hledisko (výměna filtrů ve splittech, údržba dvou systémů místo jednoho).

Výkres v příloze provedu na kombinaci VZT + split.

5.7. Tepelná izolace

- Přívodní jednotka

Navržená potrubní jednotka je zcela v interiéru. Není tedy vystavena povětrnostním podmínkám a extrémním návrhovým podmínkám jako jednotka č.1 – Herna. Teplená izolace povede od nasávání z fasády až po ohřívač ve vzduchotechnické jednotce. Přívodní potrubí je tedy v extrémních podmínkách, kdy je nasáván čerstvý vzduch v zimním období.

Tepelná izolace je i zároveň pomocná hluková izolace.

- Odvodní jednotka

Navrhovaná izolace a posouzení je pro část nad střešní konstrukcí, která je v zimním období vystavena povětrnostním a extrémním podmínkám. Izolace navržena kvůli možnému vzniku kondenzace v potrubí.

Jedná se o odvod z kuchyňského provozu s vyšším podílem vodních zisků z provozu. Nutné počít s vyšším obsahem vodních par v potrubí

Návrh pro přívodní jednotku

Tepelná izolace potrubí



Výpočtový stav okolního vzduchu

Tlak: 98.9 kPa
Nadmořská výška: 286 m
Teplota: 15 °C
Relativní vlhkost: 50 %
Měrná vlhkost: 5.412 g/kg
Typ okolního prostředí: Vnitřní klidné

Parametry potrubí a izolace

Tvaru potrubí: ☐ Kruh ☒ Obdelník
Rozměr potrubí A (Ø D): 355 mm
Rozměr potrubí B: 355
Délka potrubí: 3.2 m
Objemový průtok: 1080 m³/h
Průměrná rychlost: 2.38 m/s
Vstupní teplota v potrubí: -12 °C
Relativní vlhkost v potrubí: 35 %
Měrná vlhkost: 0.478 g/kg
Typ tepelné izolace: Pěnový polyetylen
Součinitel tepelné vodivosti: 0.038 W/mK
Tloušťka izolace: 40 mm

Výsledky výpočtu

Výstupní teplota:	-11.73	°C
Rosný bod:	4.678	°C
Povrchová teplota i1:	-9.35	°C
Povrchová teplota i2:	-9.109	°C
Povrchová teplota e1:	12.57	°C
Povrchová teplota e2:	12.59	°C
Minimální tloušťka izolace:	2.114	mm
Tepelná ztráta:	-106.9	W

Informace o průběhu výpočtu: Proběhl výpočet dle zadanych parametrů.

Návrh pro odvodní jednotka

Tepelná izolace potrubí

Výpočtový stav okolního vzduchu

Tlak: 98.9 kPa

Nadmořská výška: 286 m

Teplota: -12 °C

Relativní vlhkost: 30 %

Měrná vlhkost: 0.4097 g/kg

Typ okolního prostředí: Vnější klidné

Parametry potrubí a izolace

Tvaru potrubí: ☐ Kruh ☒ Obdelník

Rozměr potrubí A (Ø D): 355 mm

Rozměr potrubí B: 400

Délka potrubí: 1.5 m

Objemový průtok: 1510 m³/h

Průměrná rychlost: 2.954 m/s

Vstupní teplota v potrubí: 22 °C

Relativní vlhkost v potrubí: 80 %

Měrná vlhkost: 13.6 g/kg

Typ tepelné izolace: Pěnový polyetylen

Součinitel tepelné vodivosti: 0.038 W/mK

Tloušťka izolace: 80 mm

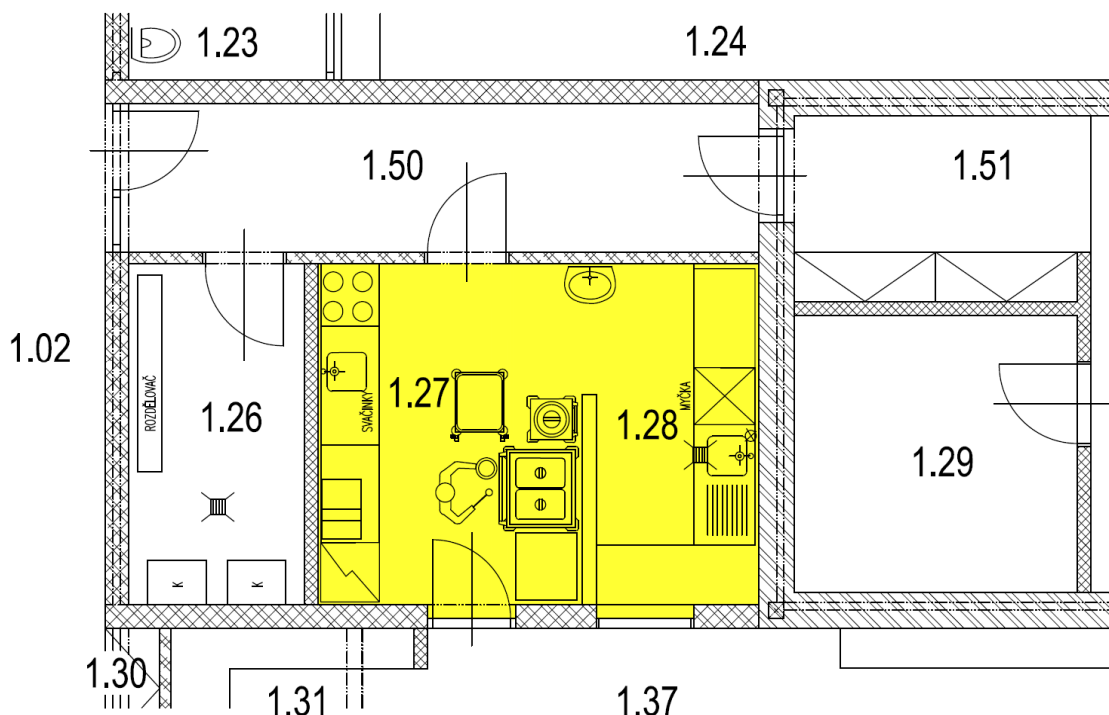
Výsledky výpočtu

VypočítatVymazat

Výstupní teplota:	21.92	°C
Rosný bod:	18.39	°C
Povrchová teplota i1:	20.18	°C
Povrchová teplota i2:	20.1	°C
Povrchová teplota e1:	-10.81	°C
Povrchová teplota e2:	-10.81	°C
Minimální tloušťka izolace:	35.41	mm
Tepelná ztráta:	41.28	W

Informace o průběhu výpočtu: Proběhl výpočet dle zadanych parametrů.

6. Prostor č. 3 – Kuchyně malá



Obr.36: Schéma prostoru malé kuchyně

– místnosti:

- 1.27 Příprava jídel
- 1.28 čisté mytí
- 1.50 chodba

Větrání prostoru je řešeno jako nárazové podtlakové větrání. Distribuce vzduchu bude nerovnoměrná, dle potřeby v prostoru – zejména v době přípravy jídel.

Kuchyně je řešena stejným způsobem jako předchozí prostor č. 2. Vzduch bude přiváděn přes obvodovou stěnu, ze vstupního předprostoru č. 1.51, nad dveřmi do chodby 1.50. Úprava vzduchu bude probíhat v decentrální potrubní sestavné jednotce, umístěné pod stropem. Za jednotkou budou osazeny distribuční prvky pro přívod vzduchu. Odvodní část bude řešena podobně jako přívod. Odvodním komponentem bude digestoř napojená na odvodní potrubí, které bude vyvedeno na střechu. Odvod a přívod je dostatečně daleko, aby byl nasáván především znehodnocený vzduch vznikající při provozu kuchyně. Umístěny komponentů bude napříč prostorem, aby se docílilo co nejefektivnějšímu provětrání tohoto prostoru

6.1. Stanovení předběžné výměny vzduchu

Přehled výchozích hodnot:

- Počet osob – 2 osoby
- Požadovaná vnitřní teplota v létě – 24 °C
- Požadovaná vnitřní teplota v zimě – 22 °C

Objem prostoru: $O = 4,51 \cdot 3,465 \cdot \frac{3,325 + 3,425}{2} = 52,74 m^3$

Předběžně zvolená výměna pro kuchyň v MŠ → - 15 h⁻¹ na odvod
- 12 h⁻¹ na přívod Decentrální sestavné

6.2. Komponenty pro distribuci vzduchu

6.2.1. Odvodní komponenty

Objem vzduchu: $V = n \cdot O = 15 \cdot 52,74 = 791,1 \cong 800 m^3 \cdot h^{-1}$

Navržen 1× zákryt délky 700 mm

Technické parametry navrhovaného zákrytu v prostoru č. 2 – obr. 30 a 31

Objem zákrytu 700/700: $V = 880 m^3 \cdot h^{-1}$
 Tlaková ztráta zákrytů: $\Delta p_t = 50 \text{ Pa}$
 Označení pro výrobce: D-N1-A-700-700-(Ø 225)

– kde: D – digestoř
 N1 – provedení
 A – s osvětlením
 700-700 – šířka – hloubka
 Ø 225 – rozměr přípojovacího nástavce

6.2.2. Přívodní komponenty

Navrženy dvě vyústky IMOS-TR přímo na potrubí – jednořadé s otočnými horizontálními lamelami regulací R3 se vzájemně posouvateľnými otvory přichycenými pomocí pružin.

Průtok – $V = n \cdot O = 12 \cdot 52,74 \cong 640 m^3 \cdot h^{-1}$

Objem na vyústky: $V = \frac{640}{2} = 320 m^3 \cdot h^{-1}$

Technické parametry komponentu – rozměr 525x125
 průtočná plocha $A_{v1} = 0,024 m^2$
 tlaková ztráta vyústky $\Delta p = 13 \text{ Pa}$
 hladina akustického výkonu $L_{wa} = 18 \text{ dB}$
 rychlost vzduchu e volném průřezu vyústky $w_0 = 3,5 m \cdot s^{-1}$
 doporučený Ø potrubí uváděný výrobcem – 315-900 (minimální-maximální)

Označení pro objednávku: IMOS – TRS1 – 525x125 – R3 – RAL 6001 (2ks)

6.3. Stanovení potřebných parametřů vzduchu:

Přehled výchozích hodnot:

Celková tepelná zátěž – $Q_L = 1\,700,78 \text{ W}$
 Tepelné ztráty – $Q_Z = 1\,237,54 \text{ W}$
 Vodní zisky – $M_w = 1\,006,00 g \cdot h^{-1}$
 Počet osob – 2
 Požadovaná vnitřní teplota v létě – 24 °C
 Požadovaná vnitřní teplota v zimě – 22 °C

K tepelné zátěži je třeba připočítat a zamyslet se nad skladbou kuchyňských spotřebičů a zařízení v kuchyni. Zejména na jejich počet a dobu provozu. Od výrobců je třeba zjistit tepelné a vodní zisky daných spotřebičů.

Zátěž technologie – uvažovaná hodnota 5,5 kW.

Objemový průtok přírodního vzduchu:

$$V = \frac{Q}{c \cdot \rho \cdot \Delta t} \rightarrow \Delta t = \frac{Q}{c \cdot \rho \cdot V}$$

Maximální rozdíl teplot:

$$\text{Léto: } \Delta t_{kl} = \frac{Q_L}{c \cdot \rho \cdot V_p} = \frac{7200}{1010 \cdot 1,2 \cdot \frac{640}{3600}} = 33,4K$$

$$\text{Zima: } \Delta t_{kz} = \frac{Q_z}{c \cdot \rho \cdot V_p} = \frac{1237,54}{1010 \cdot 1,2 \cdot \frac{640}{3600}} = 5,74K$$

Maximální rozdíl teplot pro: Léto – volíme 6 – 8 K (nevyhovuje)
Zima – volíme 10 – 18 K (vyhovuje)

Možná řešení:

Vyjdeme ze stejných předpokladů, jako u prostoru č. 2

6.4. Koncepční řešení č. 1 - chlazení VZT jednotkou a split systémem

6.4.1. Tepelná bilance

Pro léto:

Chladicí výkon VZT jednotky

$$Q = V \cdot \rho \cdot c \cdot (t_p - t_i) = 0,178 \cdot 1,2 \cdot 1010 \cdot (24 - 18) = 1292,8 \text{ W}$$

Zbylý výkon pro dochlazení pomocí Splitu

$$Q_{SPLIT} = Q_z - Q_{VZT} = 7200 - 1292,8 = 5907,2 \text{ W}$$

Pro zimu:

Ohřívač umístěný ve VZT jednotce pokryje veškerou ztrátu (bez zisků technologie)

$$Q = V \cdot \rho \cdot c \cdot (t_p - t_i) = 0,178 \cdot 1,2 \cdot 1010 \cdot (28 - 22) = 1294,4 \text{ W}$$

Odvlhčení vzduchu:

$$\Delta x = x_i - x_p = \frac{M_w}{\rho \cdot V_p} = \frac{1006}{1,2 \cdot 640} = 1,31g \cdot kg^{-1}$$

6.4.2. Návrh chladících komponentů split systému

Návrh dle programu SELECTION SOFTWARE: Navrženy dvě kazetové jednotky čtyřcestné SDV-36CA a SDV-26CA. Chladivo R410A. Kompletní protokol o návrhu v příloze P7.

Míst.	Popis	Model:	RTC [kW]	ATC [kW]	RTH [kW]	ATH [kW]	Proudění vzduchu [m ³ ·h ⁻¹]	Hlasitost [dBA]	Rozměry [mm]	Váha [kg]
1.28	Indoor Unit	SDV-28CA	2.8	2,722	3.2	3.374	860	37	580/254/580	22
1.27	Indoor Unit	SDV-36CA	3.6	3.496	4	4.253	860	37	580/254/580	24
Outdoor	Outdoor unit	SDV-120EA	12	7.0	14	8.5	6000	55	940/1245/340	112

Specifikace:

RTC: Celkový požadovaný výkon při chlazení

ATC: Celkový dostupný výkon při chlazení

RTH: Celkový požadovaný výkon při topení

ATH: Celkový požadovaný výkon při topení

Využití kapacity: 53,33%

Celková délka potrubí: 9,4m

Dostupnost kapacity chlazení: 6,2 kW

Dostupnost kapacity topení: 7,5 kW

Větrací mřížky nástěnné

Mřížka je navržena z důvodu nasávání zbylého vzduchu (podtlakové řešení prostoru). Mřížky zajišťují proudění vzduchu a propojení prostoru jako jednoho celku. Navrhovaná mřížka je z hliníkového profilu se skrytým uchycením pomocí perových sponek a bude umístěna nad dveřním otvorem. Zakreslení a pozice je naznačena v příslušném výkrese.

Návrh mřížky: Objem vzduchu na vyústku: $V = V_z - V_p = 880 - 640 = 240 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$

č. míst.	typ mřížky	rozměry [mm]	S_{ef} [m ²]	V [m ³ ·h ⁻¹]	Δp_c [Pa]	w_{ef} [m·s ⁻¹]
1.32	Stěnová mřížka SMM 12,5/UR1 – TPM 014/01	525x150	0,0323	240	3,6	2,1

- $$w_{ef} = \frac{V}{3600 \cdot S_{ef}} \text{ [m·s}^{-1}\text{]}$$

6.4.3. Dimenzace potrubí

Dimenzace potrubí kuchyně 2- přívodní a odvodní kritická větev

Č.	V	L	v'	S	d'	AxB	d	v	R	ξ	Z	Z+R.L
[-]	[m ³ .s ⁻¹]	[m]	[m.s ⁻¹]	[m ²]	[m]	[mm]	[m]	[m.s ⁻¹]	[Pa.m ⁻¹]	[-]	[Pa]	[Pa]
KRITICKÁ VĚTEV PŘÍVODNÍ												
1	320	1,50	2,0	0,044	0,238	225x250	0,237	2,0	0,243	0,9	2,06	2,43
2	640	1,50	2,8	0,063	0,284	250x315	0,279	2,9	0,406	1,5	7,15	7,76

Σ potrubí = 10,19

Vyústka = + 13 Pa

Sání = + 25 Pa

Žaluzie = + 30 Pa

Útlum hluku = + 50 Pa

Σ = 128,19 Pa

KRITICKÁ VĚTEV ODVODNÍ												
1	880	1,3	2,8	0,087	0,333	315x355	0,334	2,8	0,289	0,9	3,95	4,33

Σ potrubí = 4,33

Zákryt = + 50 Pa

Výtlač = + 20 Pa

Hlavice = + 30 Pa

Tlumič hluku = + 50 Pa

Σ = 154,33 Pa

6.4.4. Návrh VZT jednotky č. 3a pomocí softwaru AeroCAD (REMAK)

Klimatické a vstupní podmínky (zima/léto)

Teplota vzduchu (venkovní) [°C]	-12 / 29	Teplota z místnosti [°C]	22 / 24
Relativní vlhkost (venkovní) [%]	95 / 37	Relativní vlhkost z místnosti [%]	40 / 60
Tlak vzduchu [kPa]	99 / 99		

Vzduchové parametry zařízení

Skutečný průtok vzduchu [m³/h]	640 / 880	Tlaková ztráta komponentů v sestavě [Pa]	125 / 93
Rychlost průřezu [m/s]	1.43 / 1.96	Výstupní teplota z přívodu (zima/léto) [°C]	26 / 18
Skutečná externí tlaková ztráta (rezerva) [Pa]	235 / 210	Výstupní relativní vlhkost z přívodu (zima/léto) [%]	55 / 72
Rozdíl (k regulování) [Pa]	0 / 0		

Výkonové parametry zařízení (přívod/odvod)*

Dimenzování na výkonový stupeň ventilátorů	5 / 5	Součtové výkony pro ohřev [kW]	9 / 0
Součtové výkony ventilátorů [kW]	0.20 / 0.23	Součtové výkony pro chlazení [kW]	2 / 0
Specifický výkon zařízení SFP_E [W.m ⁻³ .s]	1132 / 951	Výkon zpětného získávání tepla [kW]	0

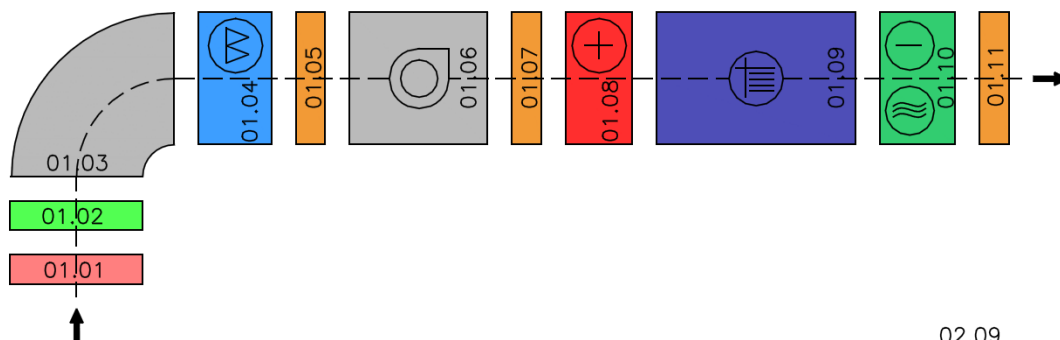
*Návrh s vlivem kondenzace

Hlukové parametry zařízení

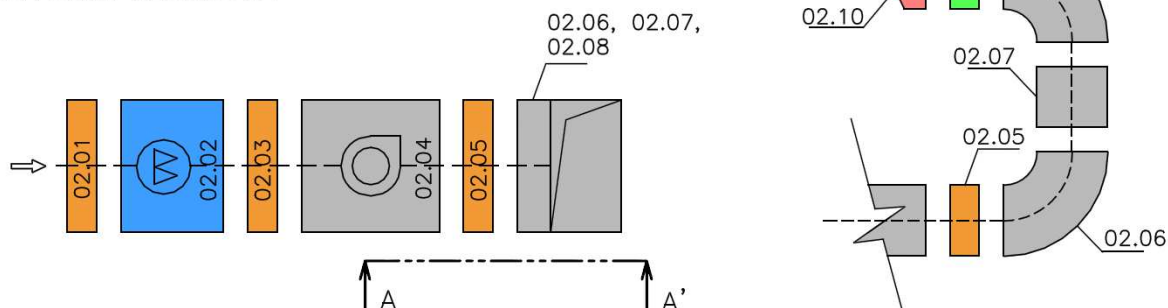
Přívod	Hladiny akustického výkonu v oktaóvých pásmech L_{WAOKT} [dB(A)] a celková hladina L_{WA} [dB(A)]								
Oktaóvové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	L_{WA}
Vstup	/	57.9	63.1	62.5	63.5	59.6	57.6	46.8	69.1
Výstup	/	53.0	66.3	72.6	69.7	68.6	62.6	53.6	76.2
Okolí	/	50.9	59.9	63.6	61.4	59.5	53.4	41.6	67.7

Odvod	Hladiny akustického výkonu v oktaóvých pásmech L_{WAOKT} [dB(A)] a celková hladina L_{WA} [dB(A)]								
Oktaóvové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	L_{WA}
Vstup	/	64.7	64.7	59.6	58.3	61.3	58.1	48.3	69.8
Výstup	/	63.7	68.7	69.4	70.3	68.3	66.3	58.3	76.1
Okolí	/	53.7	57.7	57.7	56.4	55.4	51.4	43.6	63.7

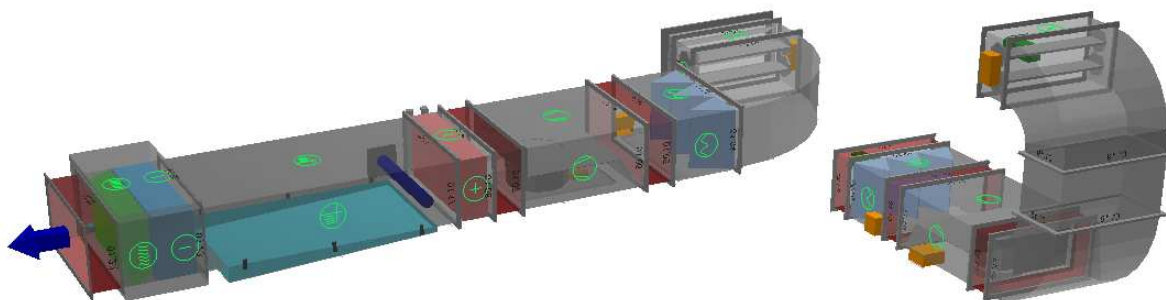
PŘÍVODNÍ JEDNOTKA



ODVODNÍ JEDNOTKA



Obr. 37: Schéma a označení komponentů přívodní a odvodní jednotky 3a



Obr. 38: Vizualizace ve 3D jednotky 3a

Soupis komponentů zařízení

Pozice	Název komponentu	Typové označení	ks	Hmotnost	Informace		
					A	B	C
01.01	Protidešťová žaluzie	PZ 50-25	1	3.0			
01.02	Klapka uzavírací	LKSX 50-25/24	1	20.7			
01.03	Oblouk	OBL 50-25/90	1	0.0			
01.04	Filtr	VFK 50-25	1	9.0			
	Filtrační vložka	VF3 50-25	1				*
	Snímač tlakové difference	P33 N	1				
01.05	Tlumicí vložka	DV 50-25	1	2.5			
01.06	Ventilátor	RO 50-25/25-2E	1	20.7			
	Regulátor výkonu	TRN 2E	1				
	Servisní vypínač	XPSV S16/03	1				
01.07	Tlumicí vložka	DV 50-25	1	2.5			
01.08	Vodní ohřívač	VO 50-25/2R	1	14.3			
	Odvzdušňovací ventil	TACO	2				
	Protimrazové čidlo	NS 130 R	1				
	Směšovací uzel	SUMX 1,6 (1)	1				
01.09	Komora vlhčení	VLH 50-25	1	39.5			
	Komplet zvlhčovacího zařízení	CA-UE 8/45B	1				*
	Sada náhradních varných válců	CA-UN 8	1				
	Základní hygrost	DPWC	1				*
	Omezovací hygrost	DPDC	1				*
01.10	Přímý chladič	CHF 50-25/L31Z	1	30.6			
	Výparník	VP 50-25/3R	1				*
	Eliminátor kapek	EK 50-25	1				*
	Kapilárový termostat	CAP 2M	1				
01.11	Tlumicí vložka	DV 50-25	1	2.5			
02.01	Tlumicí vložka	DV 50-25	1	2.5			
02.02	Filtr	VFK 50-25	1	9.0			
	Filtrační vložka	VF3 50-25	1				*
	Snímač tlakové difference	P33 N	1				
02.03	Tlumicí vložka	DV 50-25	1	2.5			
02.04	Ventilátor	RO 50-25/22-4D	1	27.5			
	Regulátor výkonu	TRN 2D	1				
	Servisní vypínač	XPSV S16/03	1				
02.05	Tlumicí vložka	DV 50-25	1	2.5			
02.06	Oblouk (REMAK nedodává)	OBLV 50-25/90	1	0.0			
02.07	Trouba (REMAK nedodává)	TRB 50-25/250	1	0.0			
02.08	Oblouk (REMAK nedodává)	OBLV 50-25/90	1	0.0			
02.09	Klapka uzavírací	LKS 50-25/230	1	5.8			
02.10	Přetlaková klapka	PK 50-25	1	1.4			
Celková hmotnost zařízení				151.0 kg			

C – zabudované příslušenství (uvnitř nebo na komponentu)

6.4.5. Psychrometrické diagramy úprav vzduchu

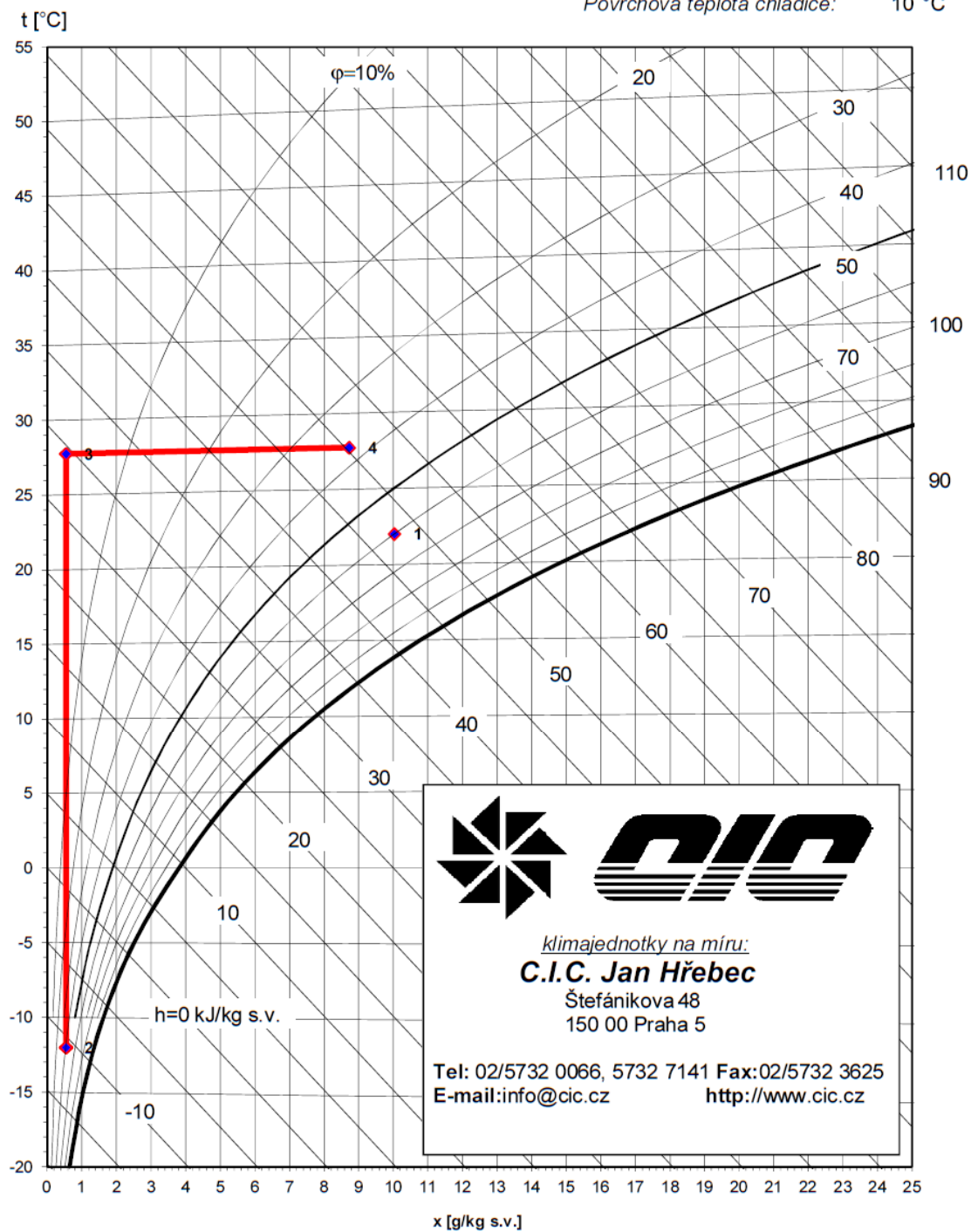
Psychrometrický diagram dle Molliera

Kuchyně malá, řešení 1 - zima

Tlak vzduchu: 100 kPa

Max. vlhkost při úpravách: 100 %

Povrchová teplota chladiče: 10 °C



			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			Interiér	Exteriér	Ohřev	Vlhčení						
Teplota	t	°C	22,0	-12,0	27,7	27,7						
rel. vlhkost	φ	%	60%	40%	2%	37%						
měr. vlhkost	x	g/kg s.v.	10,0	0,5	0,5	8,7						
entalpie	h	kJ/kg s.v.	47,7	-10,8	29,4	50,3						
hustota	ρ	kg/m ³	1,17	1,33	1,16	1,15						
t. vlhkého tepl.	tv	°C	8,0	11,3	11,6	-14,9						
Skut. průtok	Vs	m ³ /h	0	576	664	673						
Norm. průtok	Vn	m ³ /h	0	640	640	640						
Předaný výkon	P	kW			8,6	4,5						
Odpařené vody	qw	kg/h			0,0	6,3						

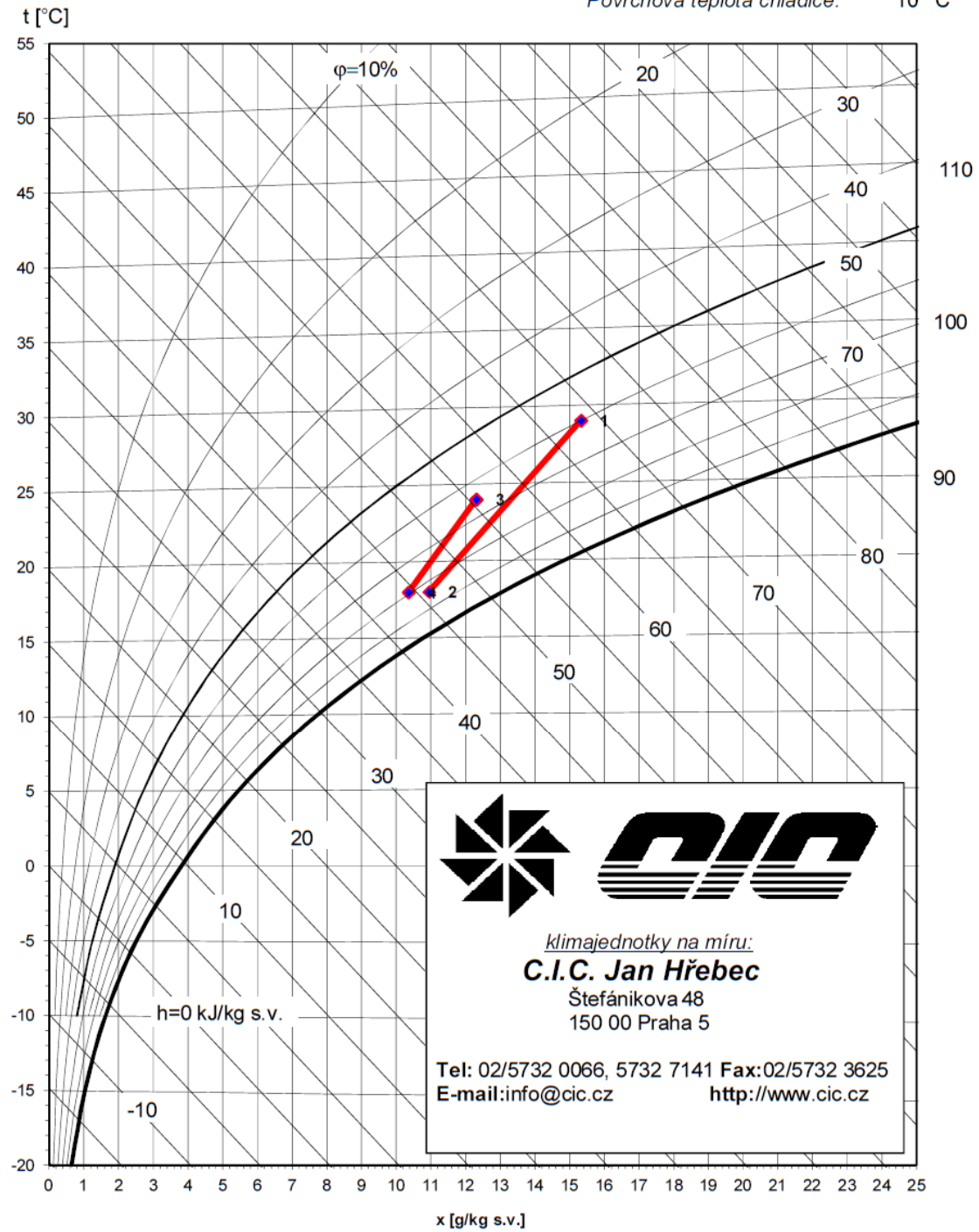
Psychrometrický diagram dle Molliera

Kuchyně malá, řešení 1 - léto

Tlak vzduchu: 100 kPa

Max. vlhkost při úpravách: 100 %

Povrchová teplota chladiče: 10 °C



			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			Exteriér	Chl. VZT	Interiér	Split						
Teplota	t	°C	29,0	18,0	24,0	18,0						
rel. vlhkost	φ	%	60%	84%	65%	79%						
měr. vlhkost	x	g/kg s.v.	15,3	11,0	12,3	10,4						
entalpie	h	kJ/kg s.v.	68,5	45,9	55,6	44,4						
hustota	ρ	kg/m ³	1,14	1,19	1,16	1,19						
t. vlhkého tepl.	tv	°C	8,0	11,3	11,6	-14,9						
Skut. průtok	Vs	m ³ /h	0	653	0	0						
Norm. průtok	Vn	m ³ /h	0	640	0	0						
Předaný výkon	P	kW		-4,8		0,0						
Odpařené vody	qw	kg/h		-3,4		0,0						

6.4.6. Tlumení hluku

Požadovaná hodnota daná NV č. 272/2011Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací, je pro kuchyňský provoz stanovena na maximální přípustné hodnotě = 40dB + 20dB (korekce).

V přívodním potrubí:

Součtová hladina hluku ve všech oktávových pásmech (z Remaku) = 76.2 dB.

$$76.2 \geq 60.0 \rightarrow \text{nutno navrhnout tlumení hluku}$$

V odvodním potrubí:

Součtová hladina hluku ve všech oktávových pásmech (z Remaku) = 76.1 dB.

$$76.1 \geq 60.0 \rightarrow \text{nutno navrhnout tlumení hluku}$$

Pro výpočet byl použit program na výpočet útlumů tlumičů hluku společnosti Mart s.r.o. [18]

Hluková izolace potrubí

Vzhledem k tomu, že je VZT potrubní jednotka umístěná přímo v prostoru, pro který vytváří potřebné mikroklima, musíme izolovat i hluk produkující zařízení při svém chodu. Izolace netlumí hluk, který je způsobovaný jednotkou, pouze odděluje akusticky exponovaný prostor od chráněného prostoru.

Typ izolace:

Izolace z minerální vlny mají vyšší objemovou hmotnost než výrobky ze skelné vlny, a proto lépe chrání proti hluku. Podrobná akustická měření ukázala, že nejlepších výsledků se dosahuje u materiálů z minerální vlny s objemovou hmotností 50-70 kg/m³.

Vhodným způsobem eliminace hluku je i správné technické řešení. Mezi hlavní prvky eliminující hluk a chvění jsou **pružné vložky (manžety)** a **pružné uložení**. Manžety se osazují co nejblíže k hlukovým komponentům (ventilátorům), aby se chvění a hluk nešířilo dál do potrubí nebo jednotky.[1]



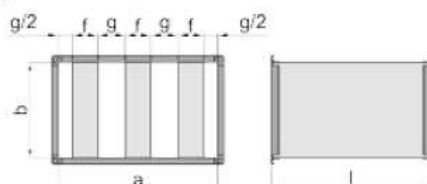
VSTUPNÍ HODNOTY

STRANA 1/2

typ tlumiče:
kulisový

číslo pozice:
Jednotka 3 - Přívod

GEOMETRIE:



šířka tlumiče:
 $a = 800 \text{ mm}$

výška tlumiče:
 $b = 400 \text{ mm}$

délka tlumiče:
 $l = 1000 \text{ mm}$

náběhové hrany:
ano

šířka kulisy:
 $f = 100 \text{ mm}$

počet kulis:
 $e = 4$

průtočná mezera:
 $g = \text{mm}$

odtokové hrany:
ano

PARAMETRY PROUDĚNÍ:

průtok vzduchu:
 $Q = 640 \text{ m}^3/\text{h}$

hustota vzduchu:
 $\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$

VYBRANÉ FREKVENCE:

frekvence: f
32 Hz 500 Hz 5000 Hz

AKUSTICKÝ VÝKON VENTILÁTORŮ:

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
hl. akust. výkonu s váhovým filtrem A: [dB(A)]	0	0	53	66	73	70	69	63	54	76

KONCOVÝ ELEMENT:

hl. akust. výkonu:
 $L_{wA} = 18 \text{ dB(A)}$

umístění:
 $Q = \text{stěna / strop}$

počet:
 $n = 2$

vzdál. k posluhu:
 $k = 0.5 \text{ m}$

MÍSTNOST:

plocha povrchu:
 $A = 69 \text{ m}^2$

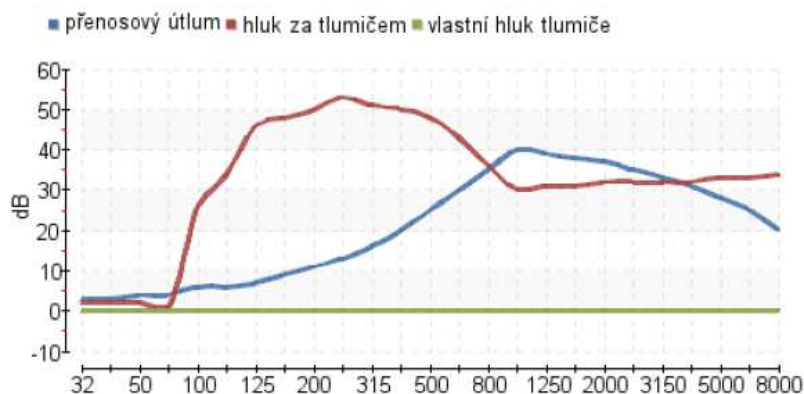
zvuk. pohltivost:
 $\alpha = 0.05 \text{ m}^2$



Technické řešení:
VUT v Brně - Fakulta stavební - Ústav technických zařízení budov



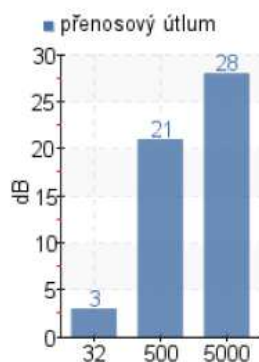
ÚTLUM HLUKU:



VÝSLEDNÉ HODNOTY:

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina	
přenosový útlum:	3	4	7	13	25	40	37	31	20	-	dB
vlastní hluk tlumiče:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	dB(A)
hl. akust. výkonu za tlumičem s váh. filt. A:	2	1	46	53	48	30	32	32	34	55	dB(A)
hladina akustického tlaku v místě posluchače:										60	dB(A)

VYBRNÉ FREKVENCE:



TLAKOVÁ ZTRÁTA TLUMIČE:

tlaková ztráta:	0	Pa
plocha tlumiče:	0.32	m ²

RYCHLOST PROUDĚNÍ:

v celkovém průřezu:	0.6	m/s
ve volné ploše:	1.1	m/s

Všechny uvedené hodnoty jsou vypočteny s tolerancí $\pm 10\%$.

KÓD OBJEDNÁVKY: [THKU.800.400.1000-3 4X KTH.100.400.1000](#)



Technické řešení:
VUT v Brně - Fakulta stavební - Ústav technických zařízení hudeb



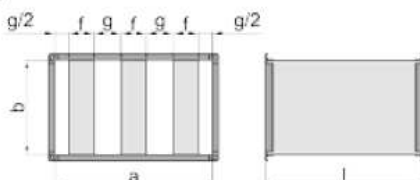
VSTUPNÍ HODNOTY

STRANA 1/2

typ tlumiče:
kulisový

číslo pozice:
Jednotka 3 - Odvod

GEOMETRIE:



šířka tlumiče:
 $a = 800 \text{ mm}$

šířka kulisy:
 $f = 100 \text{ mm}$

výška tlumiče:
 $b = 400 \text{ mm}$

počet kulís:
 $e = 4$

délka tlumiče:
 $l = 1300 \text{ mm}$

průtočná mezera:
 $g = 100 \text{ mm}$

náběhové hrany:
ano

odtokové hrany:
ano

PARAMETRY PROUDĚNÍ:

průtok vzduchu:
 $Q = 880 \text{ m}^3/\text{h}$

hustota vzduchu:
 $\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$

VYBRANÉ FREKVENCE:

frekvence: f
32 Hz 500 Hz 5000 Hz

AKUSTICKÝ VÝKON VENTILÁTORU:

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
hl. akust. výkonu s váhovým filtrem A: [dB(A)]	0	0	64	69	69	70	68	66	58	76

KONCOVÝ ELEMENT:

hl. akust. výkonu:
 $L_{WA} = 5 \text{ dB(A)}$

počet:
 $n = 1$

umístění:
 $Q = \text{stěna / strop}$

vzdál. k posluhu:
 $k = 0.5 \text{ m}$

MÍSTNOST:

plocha povrchu:
 $A = 69 \text{ m}^2$

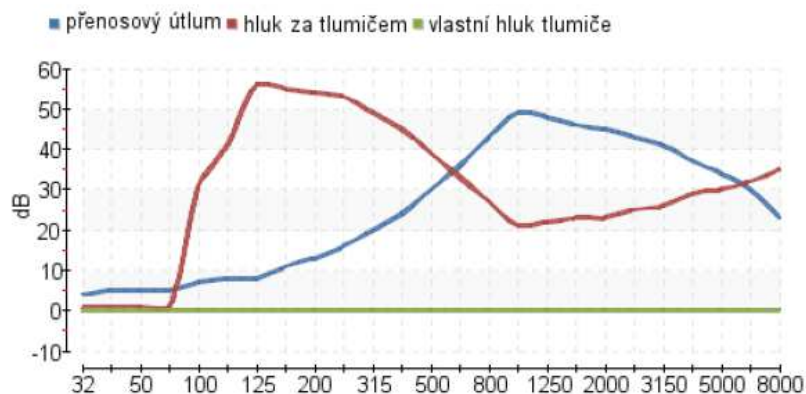
zvuk. pohltivost:
 $\alpha = 0.05 \text{ m}^2$



Technické řešení:
Vysoké učení technické v Brně - Fakulta stavební - Ústav technických zařízení budov



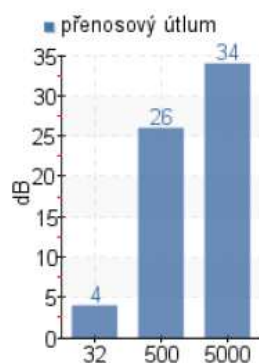
ÚTLUM HLUKU:



VÝSLEDNÉ HODNOTY:

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina	
přenosový útlum:	4	5	8	16	30	49	45	37	23	-	dB
vlastní hluk tlumiče:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	dB(A)
hl. akust. výkonu za tlumičem s váh. filt. A:	1	1	56	53	39	21	23	29	35	58	dB(A)
hladina akustického tlaku v místě posluchače:										60	dB(A)

VYBRANÉ FREKVENCE:



TLAKOVÁ ZTRÁTA TLUMIČE:

tlaková ztráta:	1	Pa
plocha tlumiče:	0.32	m ²

RYCHLOST PROUDĚNÍ:

v celkovém průřezu:	0.8	m/s
ve volné ploše:	1.5	m/s

Všechny uvedené hodnoty jsou vypočteny s tolerancí $\pm 10\%$.

KÓD OBJEDNÁVKY: [THKU.800.400.1300-3 4X KTH.100.400.1300](#)



6.5. Koncepční řešení č. 2 - chlazení VZT jednotkou

6.5.1. Přepočet objemu vzduchu

$$\Delta t_{kl} = \frac{Q_L}{c \cdot \rho \cdot V_p} = \frac{7200}{1010 \cdot 1,2 \cdot \frac{3000}{3600}} = 7,13K ; \quad \Delta t_{kz} = \frac{Q_z}{\rho \cdot c \cdot V_p} = \frac{1237,54}{1,2 \cdot 1010 \cdot 0,833} = 1,23K$$

Odvod zvolíme na navrženou stěnovou mřížku – tj. 3240 m³·h⁻¹

6.5.2. Dimenzace potrubí

Č.	V	L	v'	S	d'	AxB	d	v	R	ξ	Z	Z+R.L
[-]	[m ³ ·s ⁻¹]	[m]	[m·s ⁻¹]	[m ²]	[m]	[mm]	[m]	[m·s ⁻¹]	[Pa·m ⁻¹]	[-]	[Pa]	[Pa]
KRITICKÁ VĚTEV PŘÍVODNÍ												
1	1500	1,50	2,8	0,149	0,435	400x500	0,444	2,7	0,183	0,9	3,68	3,95
2	3000	1,50	3,4	0,245	0,559	500x630	0,558	3,4	0,202	1,5	9,83	10,13

Σ potrubí = 14,08

Vyústka = + 13 Pa

Sání = + 25 Pa

Žaluzie = + 30 Pa

Utlum hluku + 50 Pa
=

Σ = 132,1 Pa

KRITICKÁ VĚTEV ODVODNÍ												
1	3240	1,3	3,5	0,257	0,572	450x630	0,525	4,2	0,338	1,5	14,62	15,06

Σ potrubí = 15,06

Zákryt = + 50 Pa

Výtlak = + 20 Pa

Hlavice = + 30 Pa

Tlumič hluku + 50 Pa

Σ = 165,1 Pa

6.5.3. Návrh VZT jednotky č. 3b pomocí softwaru AeroCAD (REMAK)

Klimatické a vstupní podmínky (zima/léto)

Teplota vzduchu (venkovní) [°C]	-12 / 29	Teplota z místnosti [°C]	22 / 24
Relativní vlhkost (venkovní) [%]	95 / 37	Relativní vlhkost z místnosti [%]	40 / 70
Tlak vzduchu [kPa]	99 / 99		

Vzduchové parametry zařízení

Skutečný průtok vzduchu [m³/h]	3000 / 3240	Tlaková ztráta komponentů v sestavě [Pa]	389 / 143
Rychlost průřezu [m/s]	3.97 / 4.29	Výstupní teplota z přívodu (zima/léto) [°C]	26 / 20
Skutečná externí tlaková ztráta (rezerva) [Pa]	132 / 338	Výstupní relativní vlhkost z přívodu (zima/léto) [%]	55 / 60
Rozdíl (k regulování) [Pa]	0 / 0		

Výkonové parametry zařízení (přívod/odvod)*

Dimenzování na výkonový stupeň ventilátorů	5 / 5	Součtové výkony pro ohřev [kW]	42 / 0
Součtové výkony ventilátorů [kW]	1.40 / 1.54	Součtové výkony pro chlazení [kW]	11 / 0
Specifický výkon zařízení SFP _E [W.m ⁻³ .s]	1681 / 1714	Výkon zpětného získávání tepla [kW]	0

*Návrh s vlivem kondenzace

Soupis komponentů zařízení

Pozice	Název komponentu	Typové označení	ks	Hmotnost	Informace		
					A	B	C
01.01	Protidešťová žaluzie	PZ 60-35	1	4.0			
01.02	Klapka uzavírací	LKSX 60-35/24	1	7.5			
01.03	Oblouk (REMAK nedodává)	OBL 60-35/90	1	0.0			
01.04	Filtr	VFK 60-35	1	11.3			
	Filtrační vložka	VF3 60-35	1				*
	Snímač tlakové difference	P33 N	1				
01.05	Tlumicí vložka	DV 60-35	1	3.0			
01.06	Ventilátor	RP 60-35/31-4D	1	65.6			
	Regulátor výkonu	TRN 7D	1				
	Servisní vypínač	XPSV S16/03	1				
01.07	Tlumicí vložka	DV 60-35	1	3.0			
01.08	Vodní ohřivač	VO 60-35/3R	1	17.8			
	Odvzdušňovací ventil	TACO	2				
	Protimrazové čidlo	NS 130 R	1				
	Směšovací uzel	SUMX 4 (3)	1				
01.09	Komora vlhčení	VLH 60-35	1	70.0			
	Komplet zvlhčovacího zařízení	CA-UE 45/60C	1				*
	Sada náhradních varných válců	CA-UN 45	1				
	Základní hygrostat	DPWC	1				*
	Omezovací hygrostat	DPDC	1				*
01.10	Přímý chladič	CHF 60-35/L31Z	1	41.8			
	Výparník	VP 60-35/3R	1				*
	Eliminátor kapek	EK 60-35	1				*
	Kapilárový termostat	CAP 2M	1				
01.11	Tlumicí vložka	DV 60-35	1	3.0			
02.01	Tlumicí vložka	DV 60-35	1	3.0			
02.02	Filtr	VFK 60-35	1	11.3			
	Filtrační vložka	VF3 60-35	1				*
	Snímač tlakové difference	P33 N	1				
02.03	Tlumicí vložka	DV 60-35	1	3.0			
02.04	Ventilátor	RP 60-35/31-4D	1	65.6			
	Regulátor výkonu	TRN 7D	1				
	Servisní vypínač	XPSV S16/03	1				
02.05	Tlumicí vložka	DV 60-35	1	3.0			
02.06	Oblouk (REMAK nedodává)	OBLV 60-35/90	1	0.0			
02.07	Trouba (REMAK nedodává)	TRB 60-35/1000	1	0.0			
02.08	Oblouk (REMAK nedodává)	OBLV 60-35/90	1	0.0			
02.09	Klapka uzavírací	LKS 60-35/24	1	7.5			
02.10	Přetlaková klapka	PK 60-35	1	2.0			
Celková hmotnost zařízení				320.4 kg			

Hlukové parametry navrhované jednotky 3b

Přívod	Hladiny akustického výkonu v oktávových pásmech L_{WAOKT} [dB(A)] a celková hladina L_{WA} [dB(A)]								
Oktávové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	L_{WA}
Vstup	/	73.4	69.4	67.4	69.6	69.8	66.6	57.4	77.8
Výstup	/	70.0	72.2	74.0	78.8	75.8	74.0	64.6	82.9
Okolí	/	65.6	62.4	66.0	68.2	65.0	63.0	53.4	73.3

Odvod	Hladiny akustického výkonu v oktávových pásmech L_{WAOKT} [dB(A)] a celková hladina L_{WA} [dB(A)]								
Oktávové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	L_{WA}
Vstup	/	73.7	71.3	70.3	74.7	74.9	72.7	63.6	81.1
Výstup	/	72.6	74.0	79.0	82.9	81.9	80.0	70.7	87.7
Okolí	/	65.3	62.7	66.4	68.6	65.4	63.4	53.7	73.6

6.5.4. Tlumení hluku

V přívodním potrubí:

$$82.9 \geq 60.0 \rightarrow \text{nutno navrhnout tlumení hluku}$$

V odvodním potrubí:

$$87.7 \geq 60.0 \rightarrow \text{nutno navrhnout tlumení hluku}$$

Pro výpočet byl použit program na výpočet útlumů tlumičů hluku společnosti Mart s.r.o.

Hluková izolace potrubí

Vzhledem k tomu, že je VZT potrubní jednotka umístěná přímo v prostoru, pro který vytváří potřebné mikroklima, musíme izolovat i hluk produkující zařízení při svém chodu. Izolace netlumí hluk, který je způsobovaný jednotkou, pouze odděluje akusticky exponovaný prostor od chráněného prostoru.

Typ izolace:

Izolace z minerální vlny mají vyšší objemovou hmotnost než výrobky ze skelné vlny, a proto lépe chrání proti hluku. Podrobná akustická měření ukázala, že nejlepších výsledků se dosahuje u materiálů z minerální vlny s objemovou hmotností 50-70 kg/m³.

Vhodným způsobem eliminace hluku je i správné technickým řešením. Mezi hlavní prvky eliminující hluk a chvění jsou **pružné vložky (manžety)** a **pružné uložení**. Manžety se osazují co nejblíže k hlukovým komponentům (ventilátorům), aby se chvění a hluk nešířilo dál do potrubí nebo jednotky.



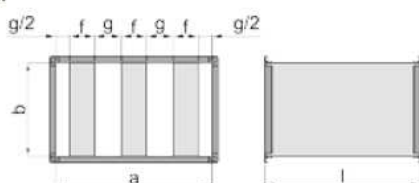
VSTUPNÍ HODNOTY

STRANA 1/2

typ tlumiče:
kulisový

číslo pozice:
Jednotka 3b - Přívod

GEOMETRIE:



šířka tlumiče:
 $a = 1200 \text{ mm}$

šířka kulisy:
 $f = 100 \text{ mm}$

výška tlumiče:
 $b = 350 \text{ mm}$

počet kulis:
 $e = 6$

délka tlumiče:
 $l = 2600 \text{ mm}$

průtočná mezera:
 $g = \text{mm}$

náběhové hrany:
ano

odtokové hrany:
ano

PARAMETRY PROUDĚNÍ:

průtok vzduchu:
 $Q = 3000 \text{ m}^3/\text{h}$

hustota vzduchu:
 $\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$

VYBRANÉ FREKVENCE:

frekvence: f
32 Hz 500 Hz 5000 Hz

AKUSTICKÝ VÝKON VENTILÁTORU:

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
hl. akust. výkonu s váhovým filtrem A: [dB(A)]	0	0	70	72	74	79	76	74	65	83

KONCOVÝ ELEMENT:

hl. akust. výkonu:
 $L_{WA} = 18 \text{ dB(A)}$

počet:
 $n = 2$

umístění:
 $Q = \text{stěna / strop}$

vzdál. k posluch.:
 $k = 0.5 \text{ m}$

MÍSTNOST:

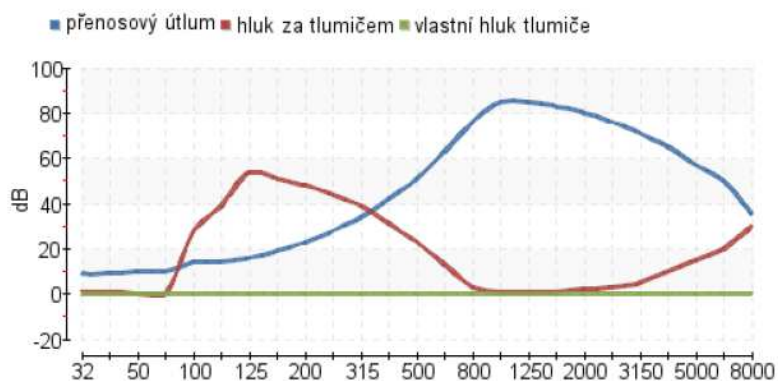
plocha povrchu:
 $A = 69 \text{ m}^2$

zvuk. pohltivost:
 $\alpha = 0.05 \text{ m}^2$





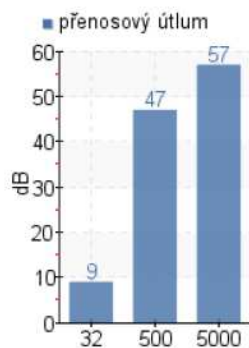
ÚTLUM HLUKU:



VÝSLEDNĚ HODNOTY:

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina	
přenosový útlum:	9	10	16	28	51	85	80	65	35	-	dB
vlastní hluk tlumiče:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	dB(A)
hl. akust. výkonu za tlumičem s váž. filt. A:	1	0	54	44	23	1	2	10	30	55	dB(A)
hladina akustického tlaku v místě posluchače:										60	dB(A)

VYBRNÉ FREKVENCE:



TLAKOVÁ ZTRÁTA TLUMIČE:

tlaková ztráta:	8	Pa
plocha tlumiče:	0.42	m ²

RYCHLOST PROUDĚNÍ:

v celkovém průřezu:	2	m/s
ve volné ploše:	4	m/s

Všechny uvedené hodnoty jsou vypočteny s tolerancí $\pm 10\%$.

KÓD OBJEDNÁVKY: [THKU.1200.350.2600-3 6X KTH.100.350.2600](#)



Technické řešení:
VUT v Brně - Fakulta stavební - Ústav technických zařízení budov



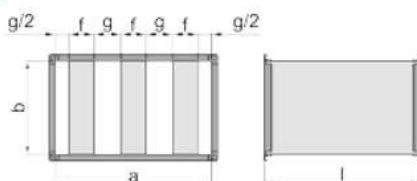
VSTUPNÍ HODNOTY

STRANA 1/2

typ tlumiče:
kulisový

číslo pozice:
Jednotka 3b - Odvod

GEOMETRIE:



šířka tlumiče:
 $a = 1200 \text{ mm}$

výška tlumiče:
 $b = 350 \text{ mm}$

délka tlumiče
 $l = 2600 \text{ mm}$

náběhové hrany:
ano

šířka kulisy:
 $f = 100 \text{ mm}$

počet kulis:
 $e = 6$

průtočná mezera:
 $g = \text{mm}$

odtokové hrany:
ano

PARAMETRY PROUDĚNÍ:

průtok vzduchu:
 $Q = 3240 \text{ m}^3/\text{h}$

hustota vzduchu:
 $\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$

VYBRANÉ FREKVENCE:

frekvence: f
32 Hz 500 Hz 5000 Hz

AKUSTICKÝ VÝKON VENTILÁTORU:

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
hl. akust. výkonu s váhovým filtrem A: [dB(A)]	0	0	73	74	79	83	82	80	71	88

KONCOVÝ ELEMENT:

hl. akust. výkonu:
 $L_{WA} = 5 \text{ dB(A)}$

umístění:
 $Q = \text{stěna / strop}$

počet:
 $n = 1$

vzdál. k posluch.:
 $k = 0.5 \text{ m}$

MÍSTNOST:

plocha povrchu:
 $A = 69 \text{ m}^2$

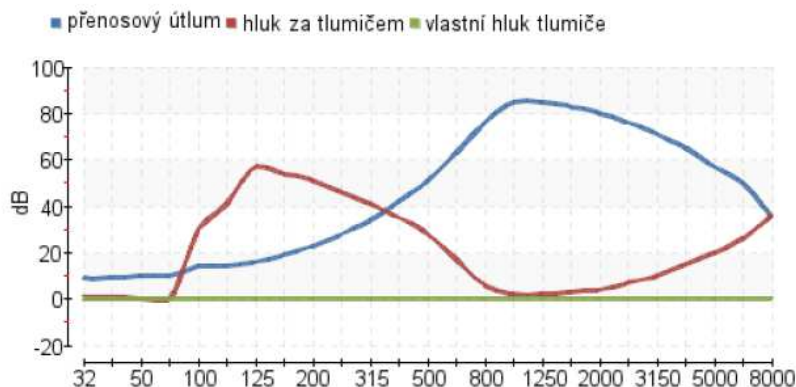
zvuk. pohltivost:
 $\alpha = 0.05 \text{ m}^2$



Technické řešení:
VUT v Brně - Fakulta stavební - Ústav technických zařízení budov



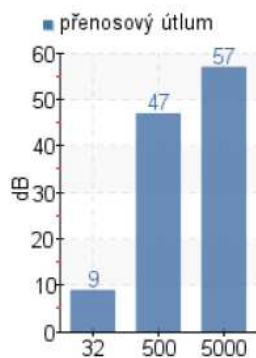
ÚTLUM HLUKU:



VÝSLEDNĚ HODNOTY:

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina	
přenosový útlum:	9	10	16	28	51	85	80	65	35	-	dB
vlastní hluk tlumiče:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	dB(A)
hl. akust. výkonu za tlumičem s váb. filt. A:	1	0	57	46	28	2	4	15	36	58	dB(A)
hladina akustického tlaku v místě posluchače:										60	dB(A)

VYBRNÉ FREKVENCE:



TLAKOVÁ ZTRÁTA TLUMIČE:

tlaková ztráta:	9	Pa
plocha tlumiče:	0.42	m²

RYCHLOST PROUDĚNÍ:

v celkovém průřezu:	2.1	m/s
ve volné ploše:	4.3	m/s

Všechny uvedené hodnoty jsou vypočteny s tolerancí $\pm 10\%$.

KÓD OBJEDNÁVKY: [THKU.1200.350.2600-3 6X KTH.100.350.2600](#)



6.5.5. Psychrometrické diagramy úprav vzduchu

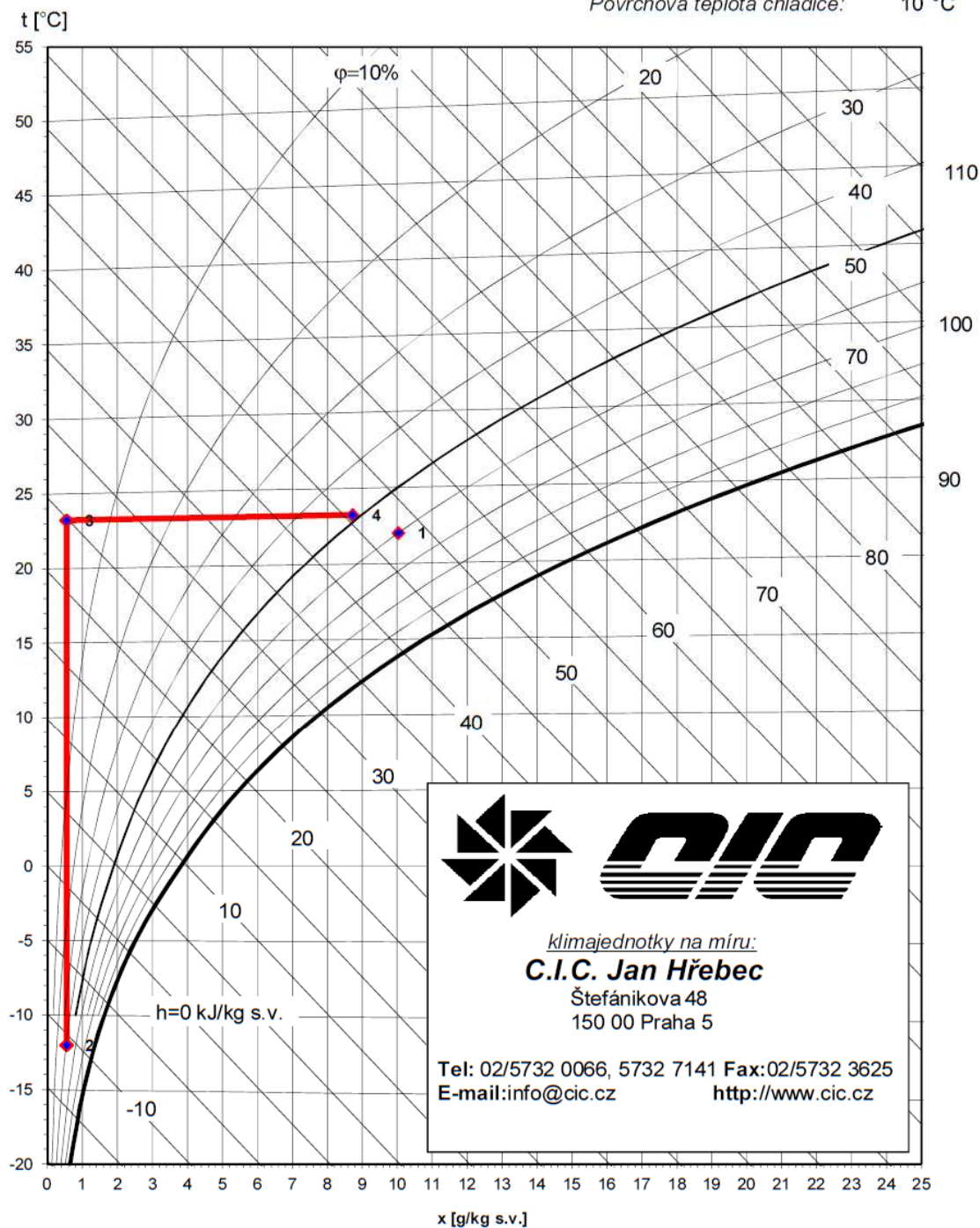
Psychrometrický diagram dle Molliera

Kuchyně malá, řešení 2 - zima

Tlak vzduchu: 100 kPa

Max. vlhkost při úpravách: 100 %

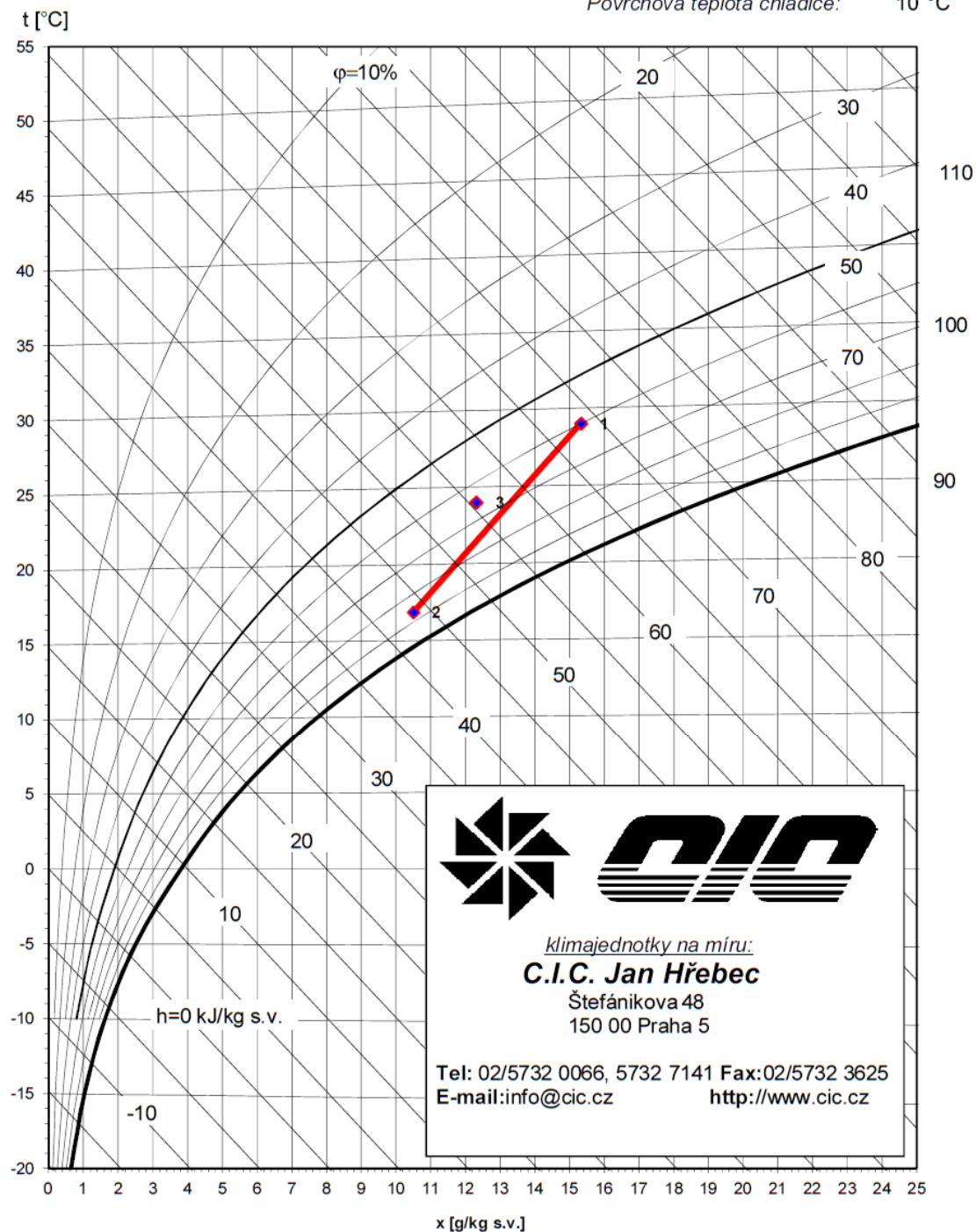
Povrchová teplota chladiče: 10 °C



			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			Interiér	Exteriér	Ohřev	Vlhčení						
Teplota	t	°C	22,0	-12,0	23,2	23,2						
rel. vlhkost	φ	%	60%	40%	3%	49%						
měr. vlhkost	x	g/kg s.v.	10,0	0,5	0,5	8,7						
entalpie	h	kJ/kg s.v.	47,7	-10,8	24,8	45,6						
hustota	ρ	kg/m ³	1,17	1,33	1,17	1,17						
t. vlhkého tepl.	tv	°C	8,0	11,3	11,6	-14,9						
Skut. průtok	Vs	m ³ /h	0	2 701	3 066	3 106						
Norm. průtok	Vn	m ³ /h	0	3 000	3 000	3 000						
Předaný výkon	P	kW			35,6	20,8						
Odpařené vody	qw	kg/h			0,0	29,4						

Psychrometrický diagram dle Molliera
Kuchyně malá, řešení 2 - léto

Tlak vzduchu: 100 kPa
Max. vlhkost při úpravách: 100 %
Povrchová teplota chladiče: 10 °C



			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			Exteriér	Chl. VZT	Interiér							
Teplota	t	°C	29,0	16,9	24,0							
rel. vlhkost	φ	%	60%	86%	65%							
měr. vlhkost	x	g/kg s.v.	15,3	10,5	12,3							
entalpie	h	kJ/kg s.v.	68,5	43,6	55,6							
hustota	ρ	kg/m ³	1,14	1,19	1,16							
t vlhkého tepl.	t _v	°C	8,0	11,3	11,6							
Skut. průtok	V _s	m ³ /h	0	3 048	0							
Norm. průtok	V _n	m ³ /h	0	3 000	0							
Předaný výkon	P	kW		-24,8								
Odpařené vody	q _w	kg/h		-17,4								

6.6. Srovnání řešení 6.4 a 6.5

Závěr stejný jako pro prostor č. 5 – Kompletní závěr v **kapitole 5.6.**

V praxi by se přistoupilo spíše na možnost 6.5 (zvýšení průtoku vzduchu). Důvody – jednoduchost a finanční hledisko (výměna filtrů ve splitech, údržba dvou systémů místo jednoho).

6.7. Tepelná izolace

- Přívodní jednotka

Tepelná izolace potrubí



Výpočtový stav okolního vzduchu

Tlak: 98.9 kPa

Nadmořská výška: 286 m

Teplota: 15 °C

Relativní vlhkost: 50 %

Měrná vlhkost: 5.412 g/kg

Typ okolního prostředí: Vnitřní klidné

Parametry potrubí a izolace

Tvaru potrubí: ☐ Kruh ☒ Obdelník

Rozměr potrubí A (Ø D): 315 mm

Rozměr potrubí B: 250

Délka potrubí: 1.5 m

Objemový průtok: 640 m³/h

Průměrná rychlost: 2.257 m/s

Vstupní teplota v potrubí: -12 °C

Relativní vlhkost v potrubí: 30 %

Měrná vlhkost: 0.4097 g/kg

Typ tepelné izolace: Polyuretanová pěna

Součinitel tepelné vodivosti: 0.028 W/mK

Tloušťka izolace: 40 mm

Výsledky výpočtu

VypočítatVymazat

Výstupní teplota:	-11.87	°C
Rosný bod:	4.678	°C
Povrchová teplota i1:	-9.91	°C
Povrchová teplota i2:	-9.787	°C
Povrchová teplota e1:	13.08	°C
Povrchová teplota e2:	13.09	°C
Minimální tloušťka izolace:	1.568	mm
Tepelná ztráta:	-31.64	W

Informace o průběhu výpočtu: Proběhl výpočet dle zadanych parametrů.

- Odvodní jednotka

Tepelná izolace potrubí



Výpočtový stav okolního vzduchu

Tlak: 98.9 kPa

Nadmořská výška: 286 m

Teplota: -12 °C

Relativní vlhkost: 30 %

Měrná vlhkost: 0.4097 g/kg

Typ okolního prostředí: Vnější normální

Parametry potrubí a izolace

Tvaru potrubí: ☐ Kruh ☒ Obdelník

Rozměr potrubí A (Ø D): 600 mm

Rozměr potrubí B: 350

Délka potrubí: 1.5 m

Objemový průtok: 880 m³/h

Průměrná rychlost: 1.164 m/s

Vstupní teplota v potrubí: 22 °C

Relativní vlhkost v potrubí: 80 %

Měrná vlhkost: 13.6 g/kg

Typ tepelné izolace: Polyuretanová pěna

Součinitel tepelné vodivosti: 0.028 W/mK

Tloušťka izolace: 80 mm

Výsledky výpočtu

Výstupní teplota:	21.87	°C
Rosný bod:	18.39	°C
Povrchová teplota i1:	19.19	°C
Povrchová teplota i2:	19.08	°C
Povrchová teplota e1:	-11.5	°C
Povrchová teplota e2:	-11.5	°C
Minimální tloušťka izolace:	61.16	mm
Tepelná ztráta:	36.26	W

Informace o průběhu výpočtu: Proběhl výpočet dle zadáných parametrů.

– Jedná se o odvod z kuchyňského provozu, tudíž výpočtová vlhkost vzduchu odsávaného do potrubí je nutno zvýšit (odsátí par při vaření). Do výpočtu se dosadí nižší průtok (horší stav). Extrém nastává v zimním období.

7. Samostatná odvodní potrubí z hygienických prostor

Tato část se zabývá podtlakovým odvětráním prostor, ze kterých by se jinak do okolí šířili nežádoucí látky (oděry, agencie, apod.). Prostory takto řešené jsou buď učeny normou (WC, umývárny) nebo je to pro danou pozici vhodné řešení.

Návrh větracích mřížek pro odsávaný prostor hygienického zázemí pro personál

Číslo místnosti	Název	Typ mřížky	Rozměry ŠxV[mm]	S_{ef} [m ²]	V [m ³ h ⁻¹]	Δp_c [Pa]	w_{ef} [m ³ s ⁻¹]
1.39	WC Šatna	Dveřní mřížka NOVA-D/UR2	300x100	0,007	50	6	2,0
1.40	Sklad čistého prádla	Dveřní mřížka NOVA-D/UR2	200x100	0,005	15	12	0,8
1.45	WC Sborovna	Dveřní mřížka NOVA-D/UR2	300x150	0,011	80	12	2,0
1.46	WC Invalidé	Dveřní mřížka NOVA-D/UR2	300x150	0,011	80	12	2,0
1.47, 1.48 a 1.49	WC personál	Dveřní mřížka NOVA-D/UR2	400x300	0,032	210	12	1,8

V.....[m³h⁻¹].....Objemový průtok vzduchu na jednu vyústku

Δp_c[Pa].....Celková tlaková ztráta při $\rho = 1,2 \text{ kg m}^{-3}$

w_{ef}[m³s⁻¹].....Efektivní rychlost

$$w_{ef} = \frac{V}{3600 \cdot S_{ef}}$$

Odsávané celky

7.1. Hygienické zázemí zaměstnanců mateřské školy

7.1.1. WC (místnost číslo 1.39):

Objem prostoru: $O = 1,6 \cdot 1,82 \cdot \frac{2,745 + 2,55}{2} = 7,71 \text{ m}^3$

- Dle násobné výměny vzduchu v místnosti: $n = 2,0$

$$V' = n \cdot O = 2,0 \cdot 7,71 = 15,42 \text{ m}^3$$

- Dle dávky vzduchu na osobu (pro 6 osob)

$$V'' = n \cdot d = 6 \cdot 50 = 300 \text{ m}^3$$

A)

- pro návrh vyšší z obou hodnot

Návrh:

▪ **Vyústka - talířový ventil**

Technické parametry komponentu – TVOM

$$n=2ks - V/n=300/2=150 \text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1} \rightarrow \text{Ø } 160$$

nastavená poloha $s=0$

celková tlaková ztráta $\Delta p_c = 43 \text{ Pa}$

hladina akustického výkonu $L_{wa} = 21 \text{ dB}$

– návrh vyústky viz. obr. 44

▪ **Potrubí**

Průměr potrubí na konci větve (u ventilátoru) – 200mm

Celková tlaková ztráta potrubí – 6,17 Pa

▪ **Zpětná klapka**

RSK zpětná klapka motýlová, Ø 200

Rychlost proudění přes klapku – $2,7 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

Celková tlaková ztráta klapky – 41 Pa

– návrh klapky viz. obr. 55b

▪ **Dveřní mřížka**

Návrh mřížky na straně 113

Tlaková ztráta – 6 Pa

▪ **Ventilátor**

Axiální, nástěnný (fasáda v místech, kde se běžně nepohybují osoby)

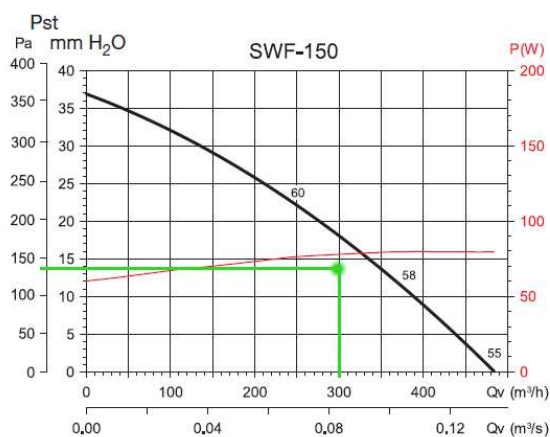
$$\text{Tlaková ztráta na ventilátor: } \Delta p = 2 \cdot 43 + 6 + 6 + 41 = 139 \text{ Pa}$$

Navržen ventilátor od firmy ELEKTRODESIGN s.r.o.

Typ SWF nástěnný

maximální výkon $700 \text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$

maximální statický tlak 450 Pa



Akust. výkon L_{WA} v oktávových pásmech a akust. tlak ve 3 m [dB(A)]								
L_{WA}	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
sání	36	45	55	66	65	64	56	53
	33	42	55	66	62	63	55	45
	31	42	55	65	62	61	55	42
výtlač	37	47	58	67	67	67	63	56
	39	49	61	71	71	70	67	60
	41	51	62	72	73	72	70	61

Obr. 39: Charakteristika ventilátoru SWF a jeho hlukové parametry (místnost 1.39) [11]

7.1.2. Hygienické zázemí pro sborovnu a invalidy (místnost č. 1.45 a 1.46)

Návrh:

▪ Vyústka - Talířový ventil

Technické parametry komponentu – TVOM Ø80

$n=2ks$ ($2 \times 50 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$)

natstavená poloha $s = 6$

celková tlaková ztráta $\Delta p_{(50)} = 36 \text{ Pa}$

hladina akustického výkonu $L_{wa} = 25 \text{ dB}$

- návrh viz. obr. 42

▪ Potrubí

Průměr potrubí na konci větve u ventilátoru – 160

Celková tlaková ztráta potrubí – 15 Pa

▪ Zpětná klapka

RSK zpětná klapka motýlová, Ø160

rychlost proudění přes klapku – $3,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

celková tlaková ztráta klapky – 37 Pa

- návrh klapky viz. obr. 45

▪ Dveřní mřížka

Návrh dveřní mřížky straně 113

Tlaková ztráta – 12 Pa

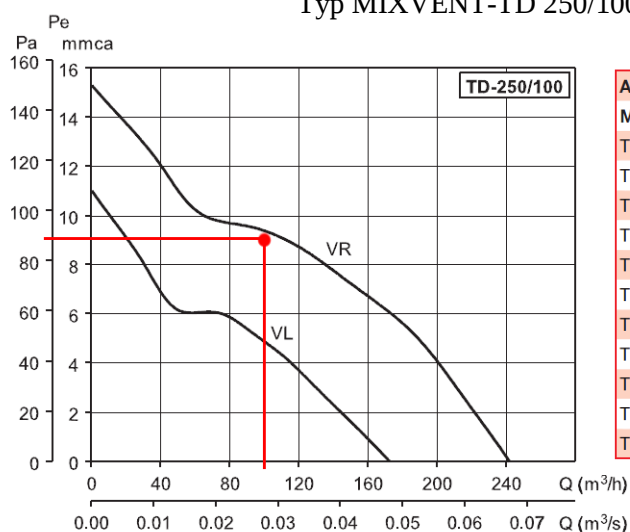
▪ Ventilátor

Axiální, potrubní ventilátor dvouotáčkový

Tlaková ztráta na ventilátor: $\Delta p = 25 + 15 + 37 + 12 = 89 \text{ Pa}$

Navržen ventilátor od firmy ELEKTRODESIGN s.r.o.

Typ MIXVENT-TD 250/100



Akustický výkon do potrubí na straně výtlaku, max. otáčky, dB(A)								
Model	[Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000 8000
TD-160/100 N SILENT		30	30	39	49	52	42	37 27
TD-250/100		28	47	46	53	52	47	39 33
TD-350/125		35	47	46	53	54	50	41 33
TD-500/160 (/150)		32	35	55	57	59	62	56 48
TD-800/200 N		37	42	62	64	66	64	60 52
TD-800/200		37	47	61	63	68	67	64 54
TD-1000/250		35	45	58	66	72	69	62 54
TD-1300/250		37	52	64	67	75	73	66 61
TD-2000/315		41	57	66	71	77	74	67 62
TD-4000/355		40	49	61	66	73	70	66 57
TD-6000/400		43	56	67	72	76	74	69 60

Obr. 40: Charakteristika ventilátoru SWF a jeho hlukové parametry (místnost 1.45 a 1.46) [11]

7.1.3. Hygienické zázemí pro zaměstnance (místnost č. 1.47, 1.48 a 1.49)

Návrh:

- **Vyústka - talířový ventil**

Technické parametry komponentu – TVOM Ø80

$n = 5 \text{ ks } (2 \times 30 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}, 3 \times 50 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1})$

nastavená poloha $s = -6$

celková tlaková ztráta $\Delta p_{(30)} = 44 \text{ Pa}$

hladina akustického výkonu $L_{wa(50)} = 25 \text{ dB}$

– návrh vyústky viz. obr. 42

- **Potrubí**

Průměr potrubí na konci větve (u ventilátoru) – 160mm

Celková tlaková ztráta potrubí – 25,46 Pa

- **Zpětná klapka**

RSK zpětná klapka motýlová, Ø 100

Rychlost proudění přes klapku – $2,9 \text{ m s}^{-1}$

Celková tlaková ztráta klapky – 36 Pa

– návrh klapky viz. obr. 45

- **Dveřní mřížka**

Návrh mřížky na straně 113

Tlaková ztráta – 12 Pa

- **Ventilátor**

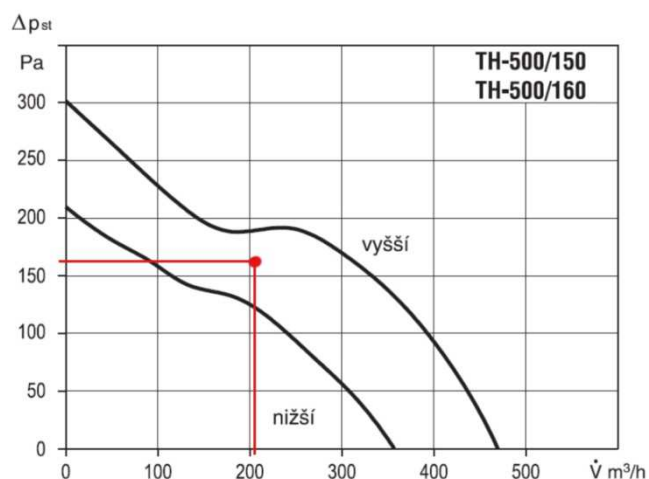
Axiální, typ MIXVENT-TH 500/150 střešní (ELEKTRODESIGN s.r.o.)

Tlaková ztráta na ventilátor: $\Delta p = 50 + 44 + 25 + 36 + 12 = 167 \text{ Pa}$

- **Tlumení hluku**

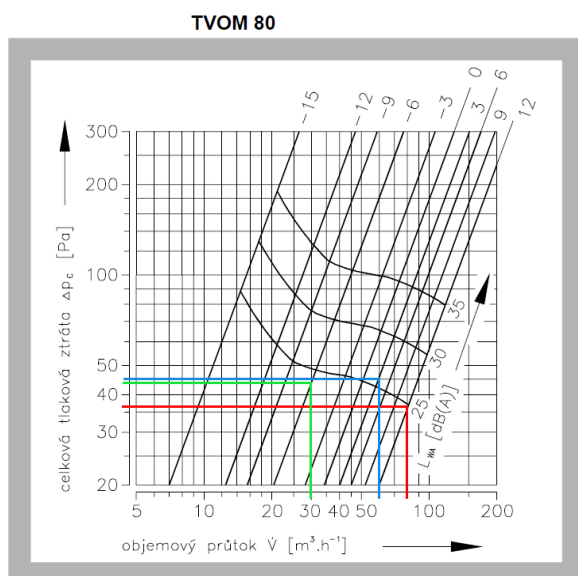
Typ MAA 160 (ELEKTRODESIGN s.r.o.)

Tlaková ztráta – 50 Pa

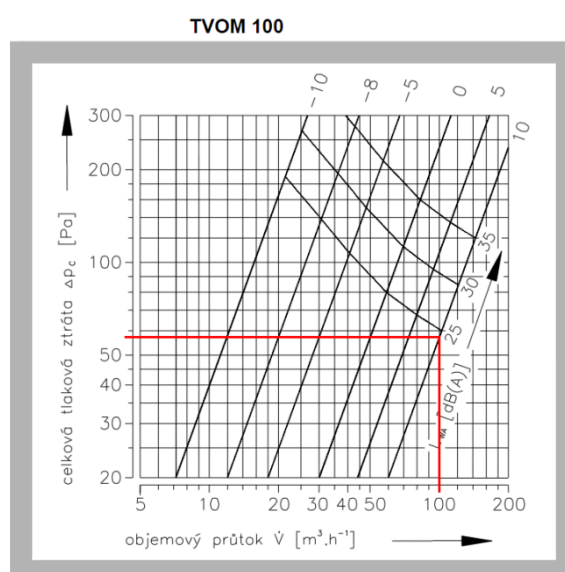


Obr. 41: Charakteristika ventilátoru MIXVENT-TH (místnosti 1.47, 1.48 a 1.49) [11]

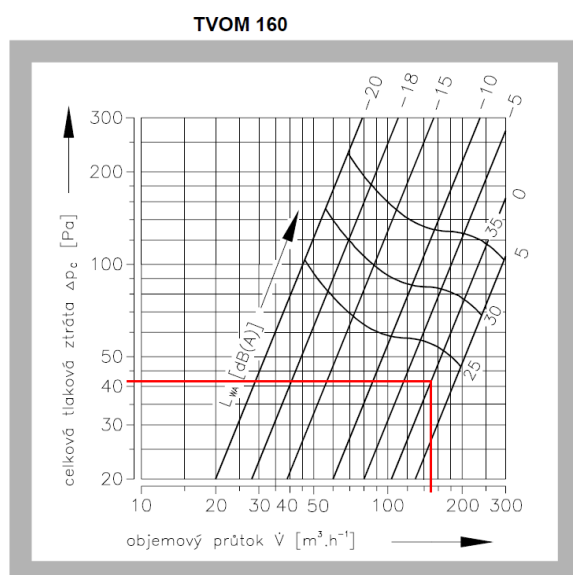
Použité grafy pro návrh podtlakového větrání



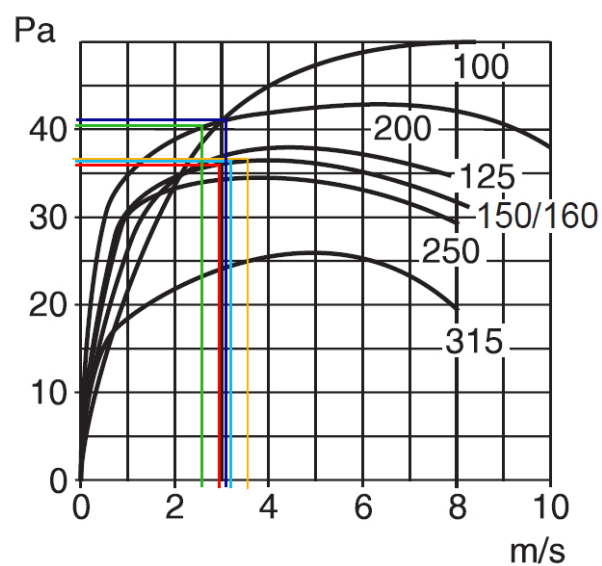
Obr.42: Tlaková ztráta a akustický výkon talířového ventilu Ø80



Obr.43: Tlaková ztráta a akustický výkon talířového ventilu Ø100



Obr.44: Tlaková ztráta a akustický výkon talířového ventilu Ø160



Obr.45: Tlaková ztráta RSK klapky

Návrh větracích mřížek pro odsávaný prostor herny

č. míst.	typ mřížky	rozměry [mm]	S_{ef} [m ²]	V [m ³ ·h ⁻¹]	Δp_c [Pa]	w_{ef} [m·s ⁻¹]
1.32	Stěnová mřížka SMM 12,5/UR1 – TPM 014/01	225x75	0,0109	80	3,2	2,0
1.33	Stěnová mřížka SMM 12,5/UR1 – TPM 014/01	225x75	0,0109	75	2,8	1,9
1.35	Stěnová mřížka SMM 12,5/UR1 – TPM 014/01	500x150	0,0480	300	2,3	1,7

7.2. Hygienické zázemí v jednotlivých hernách

7.2.1. WC žáci (místnost č.1.35)

Dle dávky vzduchu na osobu/zařizovací předmět $V = n \cdot d = 6 \cdot 50 = 300 \text{ m}^3$

Návrh:

▪ Vyústka - talířový ventil

Technické parametry komponentu – TVOM Ø80

$n = 5 \text{ ks } (5 \times 60 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1})$

nastavená poloha $s = 3$

celková tlaková ztráta $\Delta p = 47 \text{ Pa}$

hladina akustického výkonu $L_{wa(50)} = 26 \text{ dB}$

– návrh vyústky viz. obr. 42

▪ Potrubí

Průměr potrubí na konci větve (u ventilátoru) – 160mm

Celková tlaková ztráta potrubí – 33 Pa

▪ Zpětná klapka

RSK zpětná klapka motýlová, Ø180

Rychlost proudění přes klapku – $3,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Celková tlaková ztráta klapky – 37 Pa

– návrh klapky viz. obr. 45

▪ Dveřní mřížka

Návrh mřížky str. 118

Tlaková ztráta – 2,3 Pa

▪ Ventilátor

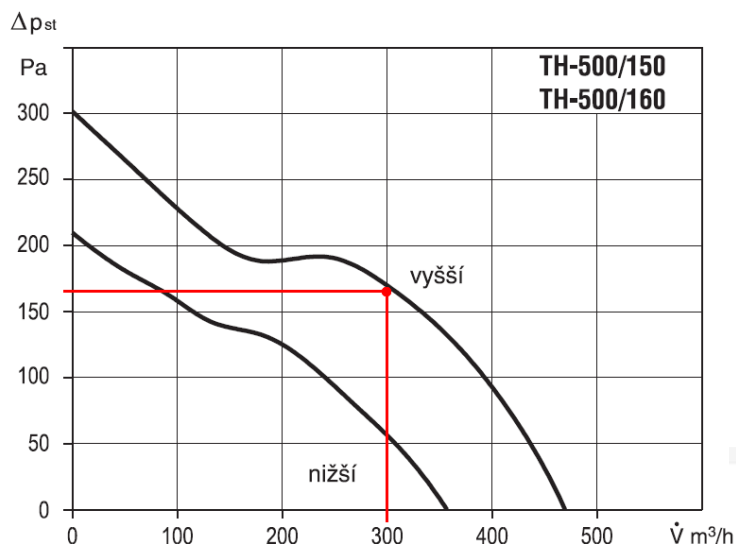
Axiální, typ MIXVENT-TH 500/150 střešní (ELEKTRODESIGN s.r.o.)

Tlaková ztráta na ventilátor: $\Delta p = 47 + 33 + 37 + 2,3 + 50 = 169,3 \text{ Pa}$

▪ Tlumení hluku

Typ MAA 160 (ELEKTRODESIGN s.r.o.)

Tlaková ztráta – 50 Pa



Obr. 46: Charakteristika ventilátoru MIXVENT-TH 500 (místnost 1.35) [11]

7.2.2. WC učitelka s technickou místností (místnosti 1.26 a 1.32)

Návrh:

- **Vyústka - talířový ventil**

Technické parametry komponentu – TVOM Ø100

$n = 3ks (3 \times 100 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1})$

nastavená poloha $s = 10$

celková tlaková ztráta $\Delta p = 58 \text{ Pa}$

hladina akustického výkonu $L_{wa(50)} = 24 \text{ dB}$

– návrh vyústky viz. obr. 43

- **Potrubí**

Průměr potrubí na konci větve (u ventilátoru) – 160mm

Celková tlaková ztráta potrubí – 10 Pa

- **Zpětná klapka**

RSK zpětná klapka motýlová, Ø 160

Rychlost proudění přes klapku – $4,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Celková tlaková ztráta klapky – 38 Pa

– návrh klapky viz. obr. 45

- **Dveřní mřížka**

Návrh mřížky na straně 118

Tlaková ztráta – 3,2 Pa

- **Ventilátor**

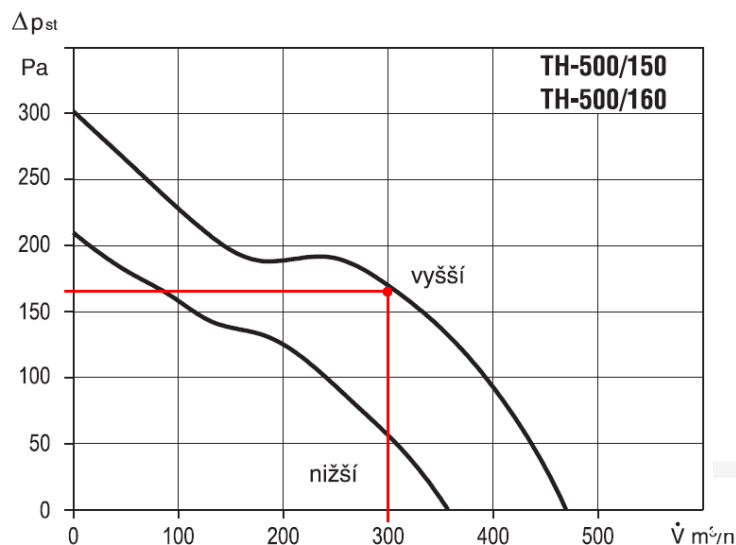
Axiální, typ MIXVENT-TH 500/150 střešní (ELEKTRODESIGN s.r.o.)

Tlaková ztráta na ventilátor: $\Delta p = 50 + 58 + 10 + 38 + 3,2 = 159 \text{ Pa}$

- **Tlumení hluku**

Typ MAA 160 (ELEKTRODESIGN s.r.o.)

Tlaková ztráta – 50 Pa



Obr. 47: Charakteristika ventilátoru MIXVENT-TH 500 (místnost 1.26 a 1.32) [11]

7.3. Předprostor kuchyně + 2×WC učitelky

- Dle dávky vzduchu na osobu/zařizovací předmět (2×WC, 3×umyvadlo, 1×výlevka, 1×dřez). Uvažované $V = 350 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$

Návrh:

- **Vyústka - talířový ventil**

Technické parametry komponentu – TVOM Ø100

$n = 3 \text{ ks } (3 \times 50 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}, 2 \times 100 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1})$

nastavená poloha $s_{(50)} = 0, s_{(100)} = 0$

celková tlaková ztráta $\Delta p_{(50)} = 47 \text{ Pa}$

celková tlaková ztráta $\Delta p_{(100)} = 58 \text{ Pa}$

hladina akustického výkonu $L_{wa(100)} = 24 \text{ dB}$

návrh vyústek viz. obr. 42 a 43

- **Potrubí**

Průměr potrubí na konci větve (u ventilátoru) – 200mm

Celková tlaková ztráta potrubí – 25 Pa

- **Zpětná klapka**

RSK zpětná klapka motýlová, Ø 200

Rychlost proudění přes klapku – $3,1 \text{ m s}^{-1}$

Celková tlaková ztráta klapky – 43 Pa

– návrh klapky viz. obr. 45

- **Dveřní mřížka**

Návrh mřížky na straně 118

Tlaková ztráta – 3,2 Pa

- **Ventilátor**

Axiální, MIXVENT-TH 800 dvouotáčkový střešní (ELEKTRODESIGN s.r.o.)

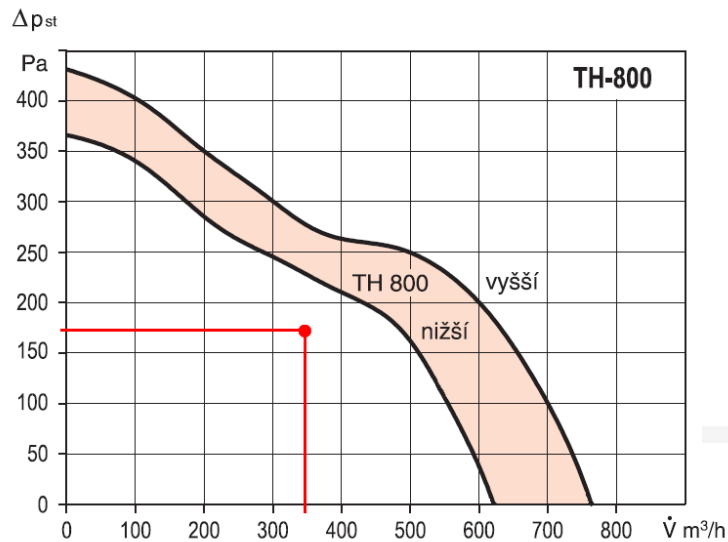
Tlaková ztráta na ventilátor: $\Delta p = 50 + 47 + 25 + 43 + 3,2 = 168 \text{ Pa}$

- **Tlumení hluku**

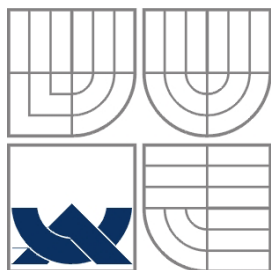
Navržen tlumič od firmy ELEKTRODESIGN s.r.o.

Typ MAA 200

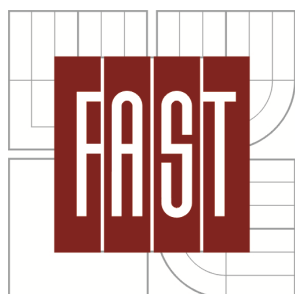
Tlaková ztráta – 50 Pa



Obr. 48: Charakteristiky Ventilátoru MIXVENT-TH 800 (předprostor kuchyně) [11]



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

C) PROJEKTOVÁ ČÁST

VZDUCHOTECHNIKA MATEŘSKÉ ŠKOLKY *VENTILATION IN KINDERGARTEN*

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

JAN MÜLLER

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

ING. PAVEL UHER

BRNO 2012

1. Technická zpráva:

1.1. Úvod

Podkladem této technické zprávy je návrh koncepce nuceného větrání a klimatizace prostorů v objektu Mateřské školky v Kuřimi tak, aby byli zajištěny předepsané hodnoty hygienických výměn vzduchu a pohody prostředí v uvažovaných místnostech.

Podrobně se budeme zabírat prostorem č.1 (oddělení č.1) a oběma koncepčními řešeními prostoru č.2 (kuchyně velká).

1.1.1.Podklady pro zpracování

Podkladem pro zpracování této technické zprávy jsou výkresy jednotlivých půdorysů a řezů stavební části, příslušné zákony a prováděcí vyhlášky, ČSN a podklady výrobců VZT zařízení. Jedná se například o:

- Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci
- Nařízení vlády č. 148/2006 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
- Vyhláška č. 410/2005 Sb., o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých
- Vyhláška č. 6/2003 Sb., kterou stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb
- ČSN 73 0548 – Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů
- ČSN 12 7010 – Navrhování větracích a klimatizačních zařízení
- ČSN 73 0802 a ČSN 73 0810 – Požární bezpečnost staveb
- ČSN 73 0872 – Ochrana staveb proti šíření požáru vzduchotechnickým zařízení

1.1.2.Výpočtové hodnoty klimatických poměrů

Místo stavby:	ulice Brněnská, Kuřim
Nadmořská výška:	286 m n. m.
Výpočtová teplota vzduchu:	Léto: 29°C; Zima: -12°C
Relativní vlhkost:	Léto: 60%; Zima: 30%

1.2. Základní koncepční řešení

Na základě hygienických požadavků je uvažováno s teplovzdušným vytápěním jednotlivých oddělení mateřské školy a s teplovzdušným větráním v obou kuchyních. V odděleních je zabezpečena bezpečná výměna vzduchu v souladu s příslušnými hygienickými, zdravotnickými, bezpečnostními, protipožárními předpisy a normami platnými na území České republiky, přitom implicitní hodnoty údajů ve výpočtech dále uvažovaných, jakož i předmětné výpočtové metody jsou převzaty zejména z výše uvedených obecně závazných předpisů a norem. Mateřská škola je rozdělena do celků podle výkresu č. 1.

1.2.1. Hygienické a stavební větrání

Hygienické větrání bude navrženo v úrovni nejméně hygienického minima ve smyslu obecně závazných předpisů. Přitom jako základní principy návrhu objektového řešení jsou přijaty následující podmínky:

- Podtlakové větrání je navrženo v místnostech hygienického vybavení a zázemí objektu (veškeré WC v objektu, obě kuchyně).
- Úhrada vzduchu bude hrazena z okolního prostředí netěsnostmi ve stavebních konstrukcích nebo přes stěnové mřížky.
- Odvětrání bude vzhledem k obsluhovaným prostorům tvořit samostatné jednotlivé systémy podle stavební dispozice a podle potřeby nuceného větrání.
- Výfuky znehodnoceného vzduchu budou vedeny nad střechou strojovny.
- Největší maximální přípustná hodnota hladina vnějšího a vnitřního hluku $L_{Amax}=45$ dB v jednotlivých odděleních pro výchovu, $L_{Amax}=60$ dB v kuchyňských provozech. Požadované hodnoty se dosáhne navržením vhodného tlumiče do potrubí.

1.2.2. Energetické zdroje

Elektrická energie

Elektrická energie je uvažována pro pohon elektromotorů VZT a chladicího zařízení – rozvodná soustava 3NPE, 50 Hz, 400V.

Tepelná energie

Pro ohřev vzduchu v tepelném výměníku centrálních vzduchotechnických jednotek bude sloužit topná voda s rozsahem pracovních teplot $t_{w1}/t_{w2} = 70/50^{\circ}\text{C}$. Výrobu teplé vody zajistí profese ÚT.

Pro chlazení vzduchu v centrální jednotce č. 1 – Herna použito nepřímé chlazení. Chlazení pomocí blokové chladicí jednotky (CHILLER), která obsahuje kompletní chladicí zařízení. Umístění v blízkosti jednotky. V zařízení č. 2 je uvažován systém přímého chlazení, přímým výparníkem v jednotce. Použité chladivo R134a. Výrobu studené vody dále zajišťuje profese chlazení. Pracovní rozsah vody ve vodním chladiči ve vzduchotechnické jednotce je $t_{w1}/t_{w2} = 7/13^{\circ}\text{C}$. U jednotky č. 1 je předpokládáno zastínění přívodu vzduchu vhodně navrženou konstrukcí (příliš vysoká teplota ze střechy). Bez zastínění by do zařízení vstupovala mnohem vyšší teplota přírodního vzduchu z exteriéru, způsobená celodenní akumulací tepla na střeše a tím by zařízení nebylo dostatečně nadimenzováno.

1.3. Popis technického řešení

1.3.1. Koncepce větracích zařízení

Návrh řešení větrání předmětných prostor vychází ze současných stavebních dispozic a požadavků kladených na interní mikroklima jednotlivých místností. V zásadě jsou větrány místnosti, které to nezbytně potřebují z hlediska hygienického, funkčního či technologického. Pro rozvod vzduchu se počítá s nízkotlakým systémem.

Výměnu vzduchu v jednotlivých místnostech jsou navrženy podle hygienických předpisů a podle výměn všeobecně stanovených 361/2007 Sb. Navržená VZT zařízení jsou rozdělena do následujících funkčních celků.

1.3.2. Zařízení č. 1 – Teplovzdušné vytápění s klimatizací

Pro dodržení hygienických potřeb výměn vzduchu a pokrytí tepelné zátěže (léto) a tepelných ztrát (zima) v prostorech jednotlivých oddělení je pro každé z těchto oddělení navržena samostatná VZT jednotka, která zajišťuje jednostupňovou filtraci čerstvého vzduchu (stupeň F5) a filtraci znehodnoceného vzduchu (stupeň G4), rekuperaci pomocí deskového výměníku tepla, ohřev a chlazení přírodního vzduchu pomocí daných výměníků a směšování. V době mimo provoz mateřské školy bude zařízení odstaveno. Spínat se bude o hodinu před plánovaným začátkem provozu mateřské školy.

Jednotka bude umístěna na střeše budovy nad větraným oddělením. Přístup k jednotkám je po pochozí střeše. Rovina okolo jednotky je vytvořena pomocí kovových podlážek v okolí jednotky (kvůli lepšímu přístupu k jednotce a servisu). Jednotka bude ve vodorovné poloze, kterou zajistí rektifikačních podložky. Přístup na střechu je od vchodu do objektu pomocí stupadlového řebříku. Výfuk a sání budou zakončeny jednotlivými výfukovými (sacími) hlavicemi a protidešťovými žaluziemi. Transport jednotky na požadované místo, včetně tlumičů hluku, bude po jednotlivých komorách a na místě sestaven. Výškovou dopravu zajistí vhodné zvedací zařízení.

V letním období bude chlazení přírodního vzduchu řešeno jako systém nepřímého chlazení, pomocí blokové chladicí jednotky (CHILLER). Chiller bude napojen na chladič ve vzduchotechnické jednotce.

Filtrovaný vzduch po tepelné úpravě $t_p = +17^\circ\text{C}$ (léto), $t_p = +25,8^\circ\text{C}$ (zima) bude do obsluhovaných prostorů transportován čtyřhranným a odsávání kruhovým potrubím z pozinkovaného plechu. Jako koncové elementy budou sloužit přírodní textilní vyústky s perforací. Za textilními vyústkami jsou osazeny čtyřhranné regulační klapky, které slouží k regulaci a usměrňování přívodu vzduchu (režim 1 a režim 2). Princip je popsán podrobně ve výpočtové části prostoru č.1 - herna. Odvod znehodnoceného vzduchu je přes koncové vyústky na kruhovém potrubí s podobnou regulací kruhová regulační klapka. Rozvody jsou vedeny prostupem ve stropní konstrukci na střechu k VZT zařízení.

V prostor je řešen jako přetlakový ($V_p > V_o$), kde se přebytečný vzduch dostává do okolních místností netěsnými spárami a stěnovými vyústkami. V řešeném prostoru se navíc vyskytuje WC, větrané podtlakově. Místnost má své samostatné odvodní potrubí a přívod vzduchu do této místnosti je řešen přes stěnovou mřížku, umístěnkou do hery. V jednotce je využito ZZT se směšováním, protože systém pracuje s větším množstvím vzduchu. Procento cirkulačního vzduchu je 70%.

Izolace na centrálním VZT systému: na přírodní a odvodní rozvod bude použita tepelná izolace z pěnového polyuretanu tl. 80mm ve venkovních podmínkách pro přívod i odvod a o tl. 40mm na přívodní větví v interiéru. TI z pěnového polyuretanu je výhodná zejména proto, že díky své tuhosti a součiniteli tepelné vodivosti dosahuje oproti jiným izolacím i poloviční tloušťky izolace se stejnou izolační schopností. Těmi tloušťkami se zamezuje ztrátě teploty a možnosti kondenzace na potrubí. Návrhy izolací jsou u jednotlivých zařízení.

1.3.3. Zařízení č. 2 – Koncepce č. 1 – Kombinovaný klimatizační systém (VZT+SPLIT)

Navrženo pro dodržení hygienických potřeb výměn vzduchu a pokrytí tepelné zátěže (léto) a temperování s kombinací klasického vytápění (zima) v kuchyních (malé i velké) je navržena potrubní sestavná VZT jednotka, která zajišťuje jednostupňovou filtraci čerstvého vzduchu (stupeň F5) a dvoustupňovou filtraci znehodnoceného vzduchu (stupeň G3 a G4), přičemž filtr G3 je součástí odsávací digestoře a filtr G4 je umístěn před ventilátor. Toto řešení je navrženo z důvodu ochrany potrubí a případnému zamezení zanesení a čištění potrubí. Ohřev přírodního vzduchu pomocí výměníku ve VZT jednotce.

Chlazení je řešeno kombinovaně pomocí výměníku ve vzduchotechnické jednotce a dochlazení pomocí přímého výparníku systému split. Splits (navržené v praktické části) musí být opatřeny filtry proti zanesení (např. katechinový filtr). Důvodem je vyšší koncentrace škodlivin a tuků ve vzduchu, které by měly za následek zanesení výparníku. Pracovní látkou je chladivo R410A.

Přívodní a odvodní větve jsou umístěny odděleně na obou stranách kuchyně, aby docházelo k co možná nejefektivnějšímu provětrání celého prostoru. Provoz zařízení bude probíhat během pracovní směny a bude regulován dle potřeb kuchyňského provozu.

Jednotka bude umístěna v podstropní části kuchyně (zavěšena). Přístup a servisní prostor je zespoda jednotky a z boku do prostoru kuchyně. Sání čerstvého vzduchu bude přivedeno z fasády s přes obvodovou stěnu, za kterou bude umístěna jednotka, a sání bude kryto protidešťovou žaluzií. Navržené splits budou umístěny v prostoru a budou spojeny s venkovní kondenzační jednotkou. Odvodní větev je taktéž umístěna v podstropní části a je odvod je veden prostupem přes stropní konstrukci a střechu. Výfuk je chráněn dvěma koleny opatřen protidešťovou žaluzií. Jednotka se bude montovat na zemi a poté se umístí pod stropní konstrukci.

Filtrovaný vzduch po tepelné úpravě $t_p = +18^\circ\text{C}$ (léto), $t_p = +25,5^\circ\text{C}$ (zima) bude do obsluhovaných prostorů transportován čtyřhranným potrubím z pozinkovaného plechu. Jako koncové elementy budou sloužit koncové vyústky umístěné na kruhovém potrubí. Odvod znehodnoceného vzduchu je odváděn dvěma digestořemi napojených na hraně potrubí. Prostor je řešen jako podtlakový ($V_o > V_p$). Zbylý vzduch je do místnosti nasáván netěsnými spárami mezi konstrukcemi a stěnovou vyústkou, umístěnou do prostoru chodby (místnost č. 1.50). V prostoru není použito ZZT (krátkodobé nárazové využití během dne, komponenty daleko od sebe). V kuchyni je počítáno s dodávkou termosů a polotovarů, blíží se spíše podmínkám domácí kuchyně než kuchyňskému provozu.

Izolace na centrálním VZT systému: na odvodní část v exteriéru bude použita tepelná izolace z pěnového polyuretanu tl. 80mm. Uvnitř objektu bude použita na přívod i odvod izolace o tl. 40mm. Těmi tloušťkami se zamezuje ztrátě teploty a možnosti kondenzace na potrubí.

1.3.4. Zařízení č. 2 – Koncepce č. 2 – Kombinovaný klimatizační systém (VZT)

Vycházíme ze stejné dispozice jako u 3.1.2. Toto řešení zahrnuje zvýšení průtoků vzduchu a tím změnu dimenzí potrubí a komponentů jednotek. Při zvýšení průtoku vzduchu již není potřeba dochlazovat dalším systémem.

Navrženo pro dodržení hygienických potřeb výměn vzduchu a pokrytí tepelné zátěže (léto) a temperování s kombinací klasického vytápění (zima) v kuchyních (malé i velké) je navržena potrubní sestavná VZT jednotka, která zajišťuje jednostupňovou filtraci čerstvého vzduchu (stupeň F5) a dvoustupňovou filtraci znehodnoceného vzduchu (stupeň G3 a G4), přičemž filtr G3 je součástí odsávací digestoře a filtr G4 je umístěn před ventilátor. Toto řešení je navrženo z důvodu ochrany potrubí a případnému zamezení zanesení a čištění potrubí. Ohřev a chlazení přírodního vzduchu pomocí výměníku ve VZT jednotce. Přívodní a odvodní větve jsou umístěny odděleně na obou stranách kuchyně, aby docházelo k co možná nejefektivnějšímu provětrání celého prostoru. Provoz zařízení bude probíhat během pracovní směny a bude regulován dle potřeb kuchyňského provozu.

Jednotka bude umístěna v podstropní části kuchyně (zavěšena). Přístup a servisní prostor je zespoda jednotky a z boku do prostoru kuchyně. Sání čerstvého vzduchu bude přivedeno z fasády s přes obvodovou stěnu, za kterou bude umístěna jednotka, a sání bude kryto protidešťovou žaluzií. Odvodní větev je taktéž umístěna v podstropní části a je odvod je veden prostupem přes stropní konstrukci a střechu. Výfuk je chráněn dvěma koleny opatřen protidešťovou žaluzií. Jednotka se bude montovat na zemi a poté se umístí pod stropní konstrukci.

Filtrovaný vzduch po tepelné úpravě $t_p = +16^\circ\text{C}$ (léto), $t_p = +23,9^\circ\text{C}$ (zima) bude do obsluhovaných prostorů transportován čtyřhranným potrubím z pozinkovaného plechu. Jako koncové elementy budou sloužit koncové vyústky umístěné na kruhovém potrubí. Odvod znehodnoceného vzduchu je odváděn dvěma digestořemi napojených na hraněné potrubí. Prostor je řešen jako podtlakový ($V_o > V_p$). Zbylý vzduch je do místnosti nasáván netěsnými spárami mezi konstrukcemi a stěnovou vyústkou, umístěnou do prostoru chodby (místnost č. 1.50). V prostoru není použito ZZT (krátkodobé nárazové využití během dne, komponenty daleko od sebe). V kuchyni je počítáno s dodávkou termosů a polotovarů, blíží se spíše podmínkám domácí kuchyně než kuchyňskému provozu.

Izolace na centrálním VZT systému: na odvodní část v exteriéru bude použita tepelná izolace z pěnového polyuretanu tl. 80mm. Uvnitř objektu bude použita na přívod i odvod izolace o tl. 40mm. Těmi tloušťkami se zamezuje ztrátě teploty a možnosti kondenzace na potrubí.

1.4. Nároky na energie

Součtové elektrické příkony ventilátorů:

VZT jednotka, prostor č. 1:	$P_{V, \text{odvod}} = 1,75 \text{ kW}; P_{V, \text{přívod}} = 1,15 \text{ kW}$	(3x)
VZT jednotka, kuchyně velká:	$P_{V, \text{odvod}} = 0,43 \text{ kW}; P_{V, \text{přívod}} = 0,57 \text{ kW}$	(1x)
VZT jednotka, kuchyně menší:	$P_{V, \text{odvod}} = 0,2 \text{ kW}; P_{V, \text{přívod}} = 0,23 \text{ kW}$	(1x)
Součet samostatných ventilátorů:	$P_{V, \text{odvod}} = 0,39 \text{ kW}$	

1.5. Měření a regulace, protiúrazová ochrana

Navržený vzduchotechnický systém bude řízen a regulován samostatným systémem měření a regulace – profese MaR. Základ funkční parametry jsou:

- Ovládání chodů ventilátorů, silové napájení ovládaných zařízení.
- Regulování teploty vzduchu řízením výkonu teplovodního ohřívače v zimním období.
- Regulace teploty vzduchu výkonu přímého chladiče ve VZT jednotce.
- Umístění teplotních a vlhkostních čidel podle požadavků (referenční místnosti apod.).
- Řízení účinnosti protimrazové ochrany deskového výměníku nastavováním obtokové klapky (na základě teploty odpadního vzduchu nebo tlakové ztráty).
- Ovládání uzavíracích klapek na jednotce včetně ovládání servopohonů.
- Protimrazová ochrana teplovodního výměníku – měření na straně vzduchu i vody. Při poklesu teploty: 1. -vypnutí ventilátoru, 2. -uzavření klapek, 3. -otevření třícestného ventilu, 4. -spuštění čerpadla.
- Signalizace bezporuchového chodu ventilátoru pomocí diferenčního snímače tlaku.
- Měření signalizace zanášení (tlakové ztráty) všech stupňů filtrace.
- Poruchová signalizace.
- Připojení regulace a signalizace stavu všech zařízení na velící centralizované stanoviště.
- Zajištění požadované současnosti chodu jednotlivých zařízení příslušných funkčních celků.
- Signalizace požárních klapek (Z/O) – podružná signalizace polohy na panel požárních klapek a systému EPS.

1.6. Protihluková a protidešťová opatření

Do rozvodných tras budou vloženy kulisové tlumiče hluku, které zabrání nadměrnému šíření hluku od ventilátorů do větraných místností a do okolní zástavby. Tyto tlumiče budou obsazeny jak v potrubí přívodním, tak v odvodním. Bez tlumičů by hladina hluku dle nařízení vlády 148/2006 Sb.

Vzduchovody budou protihlukově od zdroje hluku za jednotlivé tlumiče jak na sání, tak na výtlaku. Veškeré točivé stroje (jednotky, ventilátory) budou pružně uloženy za účelem zmenšení vibrací přenášejících se stavebními konstrukcemi – stavitelné nohy budou podloženy rýhovanou gumou. Veškeré vzduchovody budou napojeny na jednotky přes tlumící vložky. Všechny prostupy VZT potrubí stavebními konstrukcemi budou obloženy a dotěsněny izolací.

1.7. Izolace a nátěry

Jsou navrženy tvrzené tepelné izolace. Ve výkresové části technické zprávy jsou uvažované izolace zobrazeny ve výkresech. Potrubní rozvody v exteriéru budou izolovány tvrzenou izolací tl. 80mm a uvnitř objektu tl. 40mm. Izolace na exteriérové bude navíc opatřena vnějším oplechováním, zabezpečující lepší odolnost vůči povětrnostním podmínkám a životnosti izolace.

Tvrzená tepelná izolace z pěnového polyuretanu – tloušťky 40, 60 a 80 mm – $\lambda = 0,028 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$

Nátěry nejsou uvažovány. Všechny protidešťové žaluzie jsou tvořeny z pozinkovaného plechu (možnost nátěru).

1.8. Protipožární opatření

Všechny prostory vzduchotechnických potrubí procházející přes požárně dělící konstrukce budou opatřeny požárními ucpávkami. Do vzduchovodů procházejících stavební konstrukcí ohraničující určitý požární úsek budou vřazeny protipožární klapky, zabráňující v případě požáru v některém požárním úseku jeho šíření do dalších úseků nebo na celý objekt. V případech, kdy nebude protipožární klapku možno osadit do požárně dělící konstrukce, bude potrubí mezi touto konstrukcí a požární klapkou opatřeno izolace s požadovanou dobou odolnosti. Osazené požární klapky budou v provedení teplotní a ruční spouštění se signalizací na 24V.

1.9. Nároky na související profese

1.9.1. Stavební úpravy

- Otvory pro prostupy vzduchovodů včetně zapravení a odklizení sutě.
- Obložení a dotěsnění prostupů VZT potrubí izolačními protiotřesovými hmotami v rámci zapravení.
- Dotěsnění a oplechování prostupů VZT. Oplechování tepelné izolace v exteriéru.
- Dotěsnění a oplechování prostupů VZT.
- Zajištění případných nátěrů VZT prvků na fasádě, či střeše objektu (architektonické řešení).
- Zřízení prostoru pro zastínění u přívodního vzduchu (u zařízení č.1).
- Zajištění pochozích lávek okolo zařízení pro bezpečnou manipulaci a údržbu.
- Stavební, pomocné práce.
- Zřízení revizních otvorů pro přístup k ventilátorům, regulačním a požárním klapkám.

1.10. Montáž, provoz, údržba a obsluha zařízení

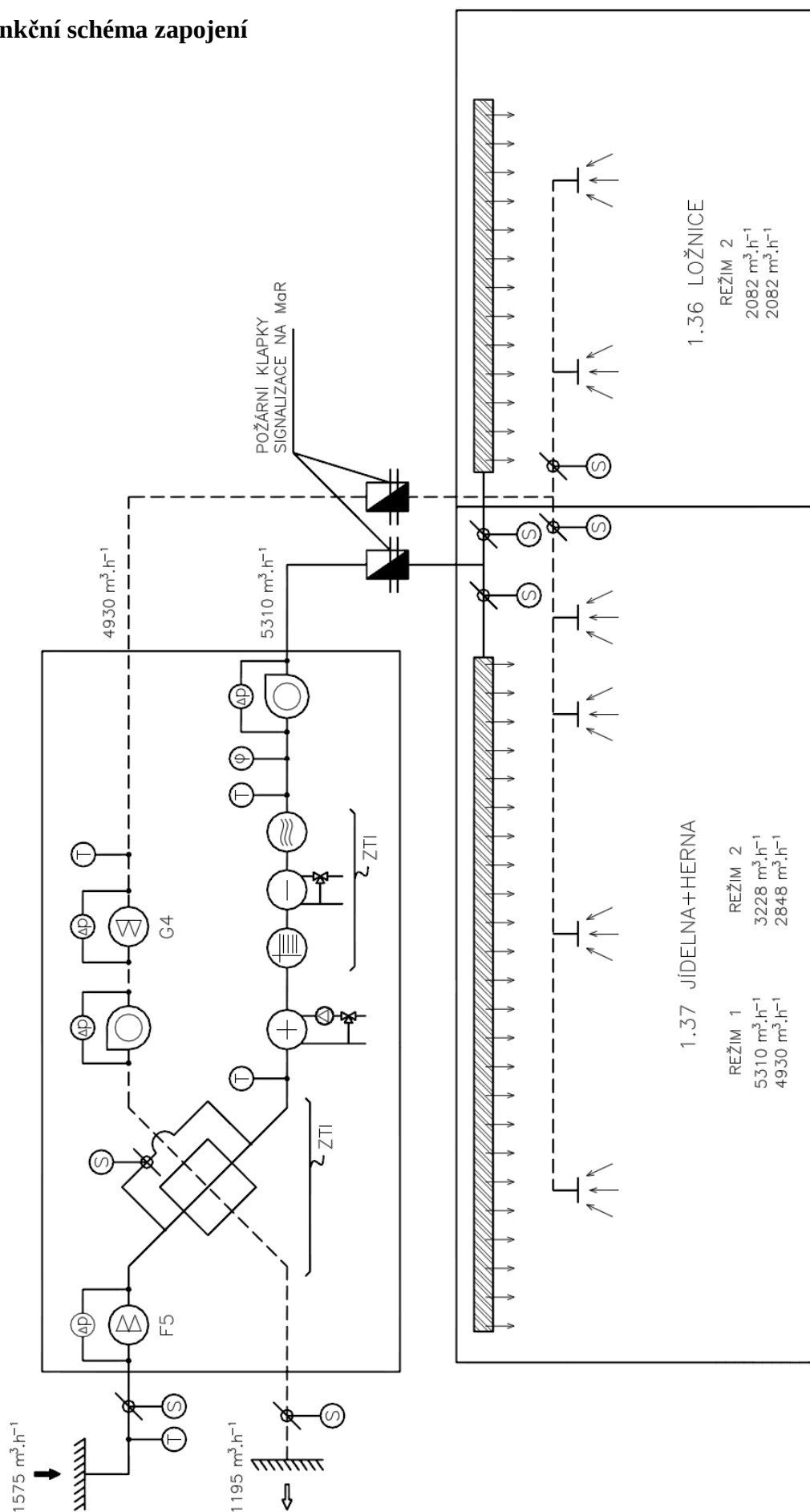
- Realizační firma v rámci své dodávky provede rozpis VZT potrubí pro výrobní a montážní účely (rozdělení vzduchovodů na jednotlivé roury a tvarovky, včetně potřebných „rozměrů“) včetně kontroly technické zprávy ve smyslu úplnosti §55 obchodního zákoníku.
- Realizační firma před naceněním provede prohlídku stávajících prostorů a stávající stav demontáží. Rozvody VZT budou instalovány před ostatními profesemi kvůli zjištění prostorových nároků.
- Všechny dešťové žaluzie budou tvořeny z pozinkovaného plechu připravené k případnému nátěru – architektonické řešení.
- Při montáži požárních klapek budou zajištěny přístupy pro následné revize – nutná opětovná koordinace se stavební profesí v průběhu realizace výstavby.
- Osazení VZT jednotek bude provedeno na podložky z rýhované gumy.
- Při regulování systému VZT s motory ovládanými frekvenčními měniči je nutné nastavení požadovaných vzduchových výkonů koordinovat s profesí MaR – např. pomocí prandtlové trubice.
- Montáž všech VZT zařízení bude provedena odbornou montážní firmou. Navržená VZT zařízení budou montována podle montážních předpisů jednotlivých VZT prvků.
- Všechny odbočky, rozbočky a nástavce čtyřhranných potrubních rozvodů budou vybaveny náběhovými plechy – třetí stupeň regulace.

- Připojení koncových elementů pro přívod bude proveden náběhovými troubami, které jsou o min. 50mm větší než rozměr textilní vyústky. Odvodní vyústky jsou montovány do předem připravených otvorů v potrubí. Při montáži musí být dodržena veškerá bezpečnostní opatření dle platných předpisů.
- Veškerá zařízení musí být po montáži vyzkoušena a zaregulována. Při zaregulování vzduchotechnických systémů bude postupováno v součinnosti s profesí MaR. Uživatel musí být řádně seznámen s funkcí, provozem a údržbou zařízení.
- VZT zařízení, seřízená a odevzdaná do trvalého provozu, smí být obsluhována pouze řádně zaškolenými pracovníky, a to dle provozních předpisů dodavatelů VZT zařízení, pokud není v projektové dokumentaci uvedeno jinak. Při provozu odpovídá za bezpečnost práce provozovatel. Všechny podmínky pro bezpečnou práci musí být uvedeny v provozním řádu. Vypracování provozního řádu včetně zaškolení obsluhy zajistí dodavatel.
- VZT zařízení musí být pravidelně kontrolována, čištěna a udržována stále v provozuschopném stavu. Okolí zařízení musí být vždy čisté a přístupné pro snadnou kontrolu a bezpečnou obsluhu nebo údržbu. Vizually bude hygienická účinnost provozu (filtrační část) jednotlivých VZT zařízení kontrolována nejméně jednou týdně, v rámci profese MaR bude kontrolováno zanášení jednotlivých stupňů filtrace (pomocné měření tlakové difference filtrů). O kontrolách a údržbě musí být veden záznam a jejich frekvence bude určena v provozním řádu – zajistí dodavatel.
- Výměna dílčích prvků VZT zařízení a následné nakládání s nimi bude prováděna podle předpisů jednotlivých výrobců.
- Navržená VZT zařízení budou řízena a regulována samostatným systémem měření a regulace – profese MaR. Údržbu a kontrolu nad chodem zařízení budou zajišťovat techničtí pracovníci Mateřské školy, kteří jsou pro tuto činnost zaškoleni.

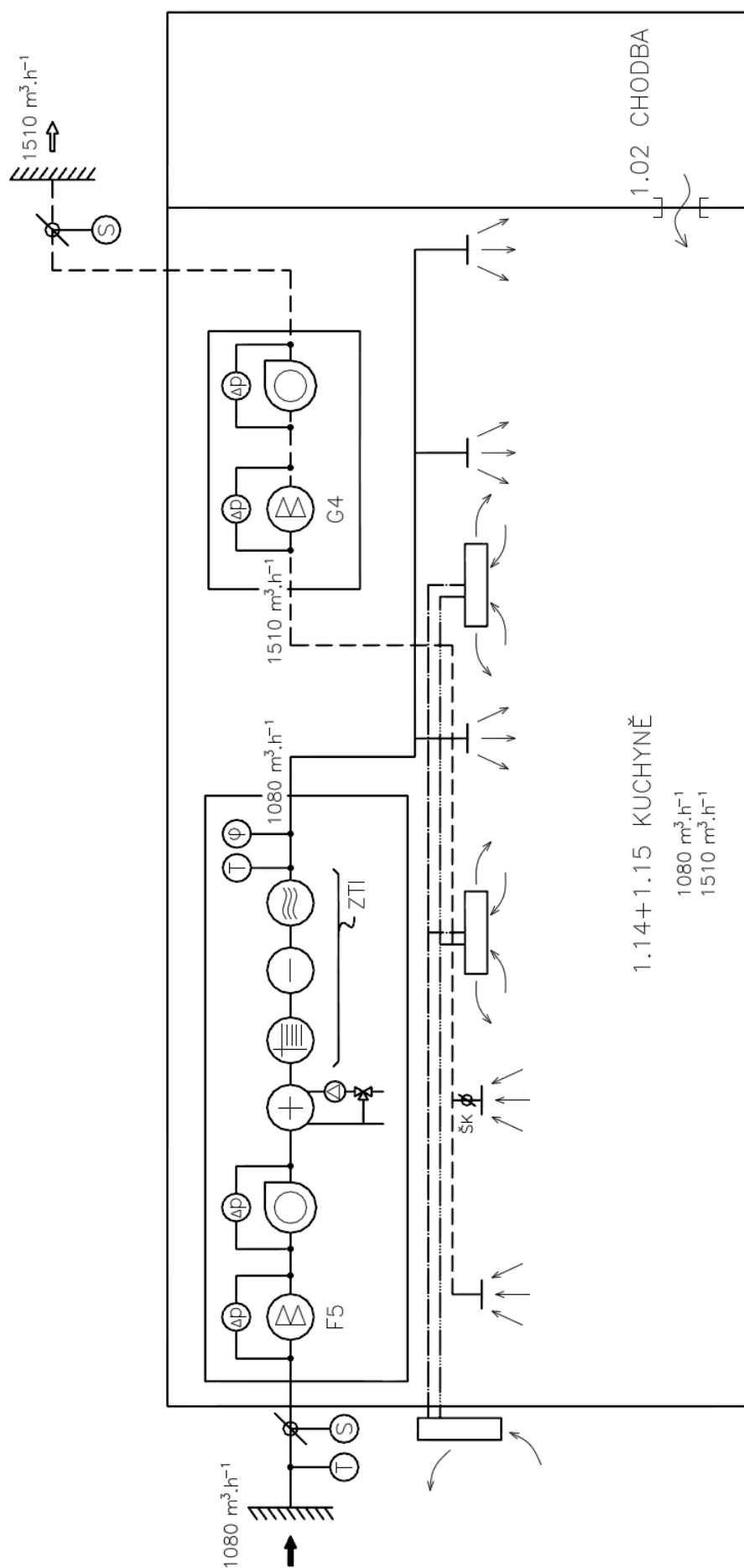
1.11. Závěr

Navržená větrací a klimatizační zařízení splňují nároky kladené na provoz daného typu a charakteru. Zabezpečí v daných místnostech optimální pohodu prostředí požadovanou předpisy. [2]

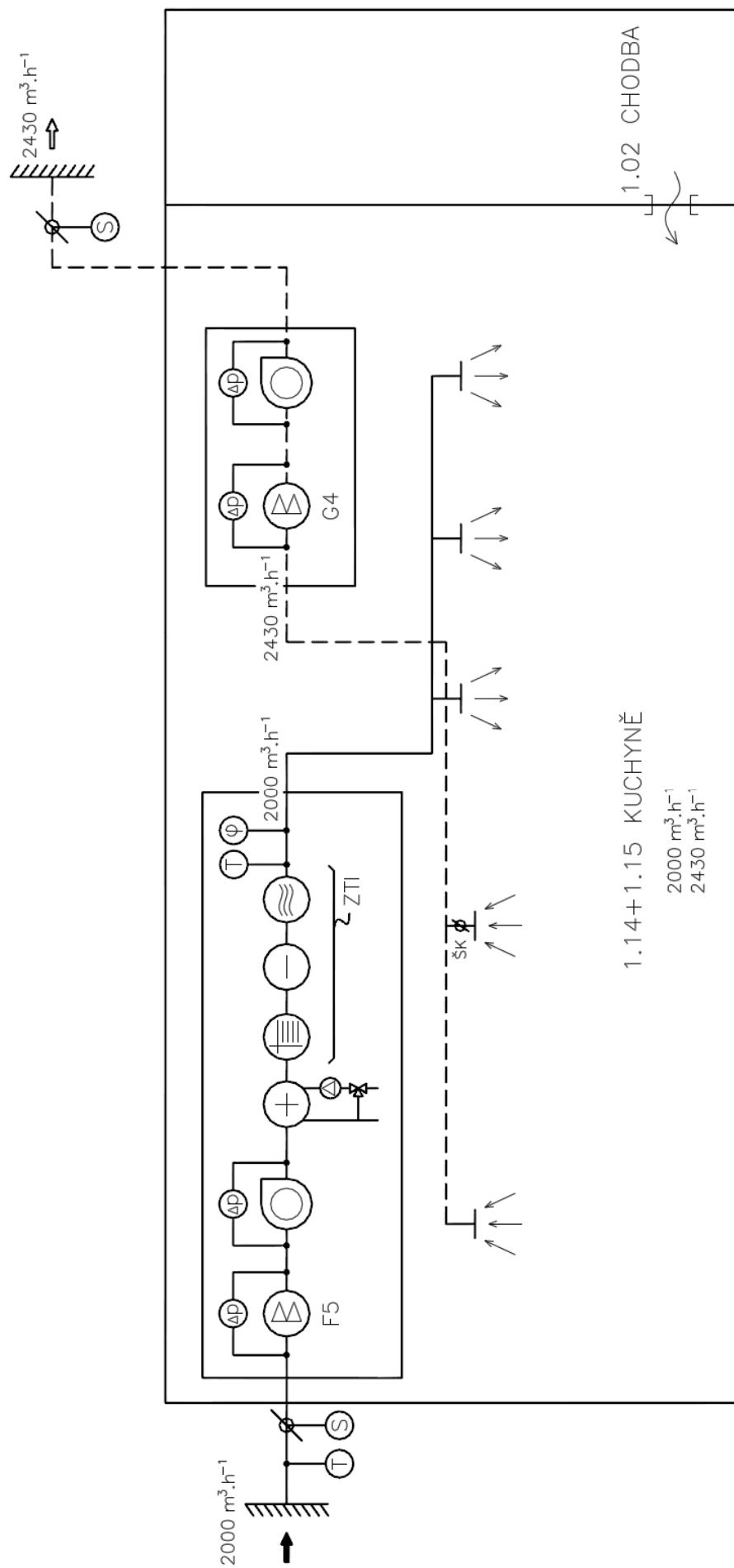
2. Funkční schéma zapojení



FUNKČNÍ SCHÉMA – ZAŘÍZENÍ Č. 1
TEPLOVZDUŠNÉ VYTÁPĚNÍ PROSTORU Č.1 – HERNA



FUNKČNÍ SCHÉMA – ZAŘÍZENÍ Č. 2 (KONCEPCE 1)
TEPLOVZDUŠNÉ VĚTRÁNÍ PROSTORU Č. 2 – KUCHYŇĚ VELKÁ



FUNKČNÍ SCHÉMA – ZAŘÍZENÍ Č. 2 (KONCEPCE 2)
TEPLOVZDUŠNÉ VĚTRÁNÍ PROSTORU Č. 2 – KUCHYŇĚ VELKÁ

3. Specifikace zařízení

Položková specifikace č. 1 - Herna:

Pol.	Název prvku	Jednotka	Množství	Refer. výrobce
1.01	Vzduchotechnická jednotka	ks	1	Remak
	Přívodní část			
	Protidešťová žaluzie			
	Klapka uzavírací			
	Sekce filtru F5			
	Deskový rekuperátor s by-passem			
	Sekce Ohřívač, Pračka, Chladič, Eliminátor kapek			
	Ventilátorová komora			
	Difuzor			
	Tlumicí vložka			
	Odvodní část			
	Tlumicí vložka			
	Sekce filtru G4			
	Ventilátorová komora			
	Difuzor			
	Deskový rekuperátor			
	Rohová sekce			
	Klapka uzavírací			
	Protidešťová žaluzie			
1.02	Střešní ventilátor MIXVENT-TH 500/150	kus	1	Elektrodesign s.r.o.
1.03	Tlumič hlukuTHKU.1400.560.1500-3	kus	2	Mart s.r.o.
1.04	Tlumič hlukuTHKU.1400.560.2500-3	kus	1	
1.05	Tlumič hlukuTHKU.1400.560.2000-3	kus	1	
1.06	Tlumič hluku na kruhové potrubí MAA 160, délky 600mm	kus	1	Elektrodesign s.r.o.
1.07	Regulační klapka čtyřhranná 500x1000 s ovládáním MaR	kus	1	Mandík a.s.
1.08	Regulační klapka čtyřhranná 315x630 s ovládáním MaR	kus	1	
1.09	Regulační klapka Ø630 s ovládáním na MaR	kus	1	
1.10	Regulační klapka Ø500 s ovládáním na MaR	kus	1	
1.11	Škrťací klapka s těsněním MSKG Ø100	kus	4	Elektrodesign s.r.o.
1.12	Textilní vyústka půlkruhová, průměr 1000mm, délky 8,0 m	kus	1	Příhoda s.r.o.
1.13	Textilní vyústka půlkruhová, průměr 630mm, délky 4,6 m	kus	1	VKV Pardubice
1.14	Velkoplošná výust' IMOS-TRS1-625x125	kus	7	
1.15	Talířový ventil TVOM, Ø80 mm	kus	5	
1.16	Talířový ventil TVOM, Ø100 mm	kus	1	
1.17	Ohebná hadicové potrubí Aluflex Ø 82	bm	2,75	Elektrodesign s.r.o.
1.18	Ohebná hadicové potrubí Aluflex Ø102	bm	0,45	
1.19	Čtyřhranné ocelové potrubí sk.I do obvodu			
	1890 / 10% tvar. dílů	bm	0,5	Pozinkovaný plech
	2540 / 40% tvar. dílů	bm	18,3	PP
	3000	bm	0,3	PP
1.20	Kruhové ocelové potrubí sk. I do průměru			PP
	Ø100 / 5% tvar. dílů	bm	0,5	PP
	Ø125 / 15% tvar. dílů	bm	0,8	PP
	Ø140 / 15% tvar. dílů	bm	0,8	PP
	Ø160 / 15% tvar. dílů	bm	0,8	PP
	Ø180 / 15% tvar. dílů	bm	2,4	PP
	Ø200 / 60% tvar. dílů	bm	0,2	PP
	Ø400 / 10% tvar. dílů	bm	6,4	PP
	Ø500 / 35% tvar. dílů	bm	1,0	PP
	Ø560 / 15% tvar. dílů	bm	4,6	PP
	Ø630 / 10% tvar. dílů	bm	12,8	PP
1.18	Připojovací kus pro pol. 1.12 – 1000×500-1100×560/0,25	kus	1	PP
1.19	Připojovací kus pro pol. 1.13 – 630×315-710×355/0,25	kus	7	PP
1.20	Redukce potrubí 500×1000-Ø630/620	kus	1	PP

1.21	Redukce potrubí Ø630-560×710/500	kus	2	PP
1.22	Redukce potrubí 560×710-560×1400/500	kus	8	PP
1.23	T-kus 630×315-500×1000-500×1000	Kus	1	PP
1.24	Požární klapka kruhová [PK-I – EI 60S – 630 – DV5 – NT]	kus	2	Mandík a.s.
1.25	Zpětná klapka motýlková Ø180	kus	1	Elektrodesign s.r.o.
1.26	Stěnová mřížka SMM, 225×125	kus	2	Mandík a.s.
1.27	Stěnová mřížka SMM, 500x150	kus	1	
1.28	Tepelná a zvuková izolace z pěnového polyetyleny tl. 40mm, s Al. polepem na trny, přelepení spojů Al. páskou	m ²	9,5	Mirel Trading a.s.
1.29	Tepelná a zvuková izolace z pěnového polyetyleny tl. 80mm, s vrchním oplechováním (proti povětrnosti)	m ²	91,5	

*položková specifikace prostoru č. 1 nezahrnuje potrubí, které vede z místnosti 1.32 – WC učitelka

Položková specifikace č. 2 – Kuchyně velká (pro koncepci 1 – VZT+SPLIT):

Pol.	Název prvku	Jednotka	Množství	Refer. výrobce
2.01	Vzduchotechnická jednotka - Přívodní část	ks	1	Remak
	Protidešťová žaluzie			
	Klapka uzavírací			
	Sekce filtru F5			
	Tlumící vložka - Ventilátorová komora – Tlumící vložka			
	Sekce Ohřívač, Pračka, Chladič, Eliminátor kapek			
	Tlumící vložka			
2.02	Vzduchotechnická jednotka - Odvodní část			
	Tlumící vložka			
	Sekce filtru G4			
	Tlumící vložka - Ventilátorová komora – Tlumící vložka			
	Klapka uzavírací			
	Přetlaková klapka			
2.03	Tlumič hlukuTHKU.600.355.1600-3	kus	1	Mart s.r.o.
2.04	Tlumič hlukuTHKU.800.400.1200-3	kus	1	
2.05	Škrťací klapka s těsněním MSKG Ø200	kus	1	Elektrodesign s.r.o.
2.06	Velkoplošná výust' IMOS-TRS1-525x125	kus	3	VKV Pardubice
2.07	Kuchyňská nerezová odsávací digestoř délky 600mm	kus	2	Výtahy kvadro
2.08	Vnitřní výparníková kazetová jednotka SDV-36CA	kus	2	Sinclair
2.09	Vnější kondenzační jednotka SDV-120EA	kus	1	
2.10	Ohebná hadicové potrubí Aluflex Ø203	bm	1,5	Elektrodesign s.r.o.
2.11	Čtyřhranné ocelové potrubí sk.I do obvodu			
2.12	Čtyřhranné ocelové potrubí sk.I do obvodu			
	1120 / 5% tvar. dílů	bm	1,4	Pozinkovaný plech
	1260 / 5% tvar. dílů	bm	4,1	PP
	1340 / 20% tvar. dílů	bm	0,9	PP
	1510 / 25% tvar. dílů	bm	0,9	PP
	1610 / 15% tvar. dílů	bm	1,0	PP
	1700 / 40% tvar. dílů	bm	2,2	PP
2.13	Redukce potrubí 355×400-400×800/200	kus	1	PP
2.14	Redukce potrubí 300×500-400×800/200	kus	1	PP
2.15	Redukce potrubí 355×450-355×600/150	kus	1	PP
2.16	Redukce potrubí 300×500-355×600/150	kus	1	PP
2.17	Stěnová mřížka SMM 725×125	kus	1	Mandík a.s.
2.18	Tepelná a zvuková izolace z pěnového polyetyleny tl. 40mm, s Al. polepem na trny, přelepení spojů Al. páskou	m ²	33,0	Mirel Trading a.s.
2.19	Tepelná a zvuková izolace z pěnového polyetyleny tl. 80mm, s Al. polepem na trny, přelepení spojů Al. páskou	m ²	2,0	
2.20	Tepelná a zvuková izolace z pěnového polyetyleny tl. 80mm, s vrchním oplechováním (proti povětrnosti)	m ²	1,8	Mirel Trading a.s.

Položková specifikace č. 3 – Kuchyně malá (pro koncepci 1 – VZT+SPLIT):

Pol.	Název prvku	Jednotka	Množství	Refer. výrobce
3.01	Vzduchotechnická jednotka - Přívodní část	kus	1	Remak
	Protidešťová žaluzie			
	Klapka uzavírací			
	Sekce filtru F5			
	Tlumící vložka - Ventilátorová komora – Tlumící vložka			
	Prázdná sekce	bm	0,8	PP
	Sekce Ohřívač, Pračka, Chladič, Eliminátor kapek			Remak
	Tlumící vložka			
3.02	Vzduchotechnická jednotka - Odvodní část			
	Tlumící vložka			
	Sekce filtru G4			
	Tlumící vložka - Ventilátorová komora – Tlumící vložka			
	Klapka uzavírací			
	Přetlaková klapka			
3.03	Tlumič hluku THKU.800.400.1000-3	kus	1	Mart s.r.o.
3.04	Tlumič hluku THKU.800.400.1300-3	kus	1	
3.05	Velkoplošná výust' IMOS-TRS1-525x125	kus	2	VKV Pardubice
3.06	Kuchyňská nerezová odsávací digestoř délky 700mm	kus	1	Výtahy kvadro
3.07	Vnitřní výparníková kazetová jednotka SDV-28CA	kus	1	Sinclair
3.08	Vnitřní výparníková kazetová jednotka SDV-36CA	kus	1	Sinclair
3.09	Vnější kondenzační jednotka SDV-120EA	kus	1	
3.10	Ohebná hadicové potrubí Aluflex Ø229	bm	0,5	Elektrodesign s.r.o.
3.11	Čtyřhranné ocelové potrubí sk.I do obvodu			
	950 / 5% tvar. dílů	bm	1,0	Pozinkovaný plech
	1130 / 35% tvar. dílů	bm	1,7	PP
	1340 / 40% tvar. dílů	bm	1,3	PP
	1500 / 40% tvar. dílů	bm	1,8	PP
	1510 / 25% tvar. dílů	bm	0,9	PP
	1600 / 30% tvar. dílů	bm	1,3	PP
	1610 / 15% tvar. dílů	bm	1,0	PP
3.12	Redukce potrubí 250×315-400×800/325	kus	1	PP
3.13	Redukce potrubí 300×500-400×800/200	kus	1	PP
3.14	Redukce potrubí 315×355-400×800/200	kus	1	PP
3.15	Redukce potrubí 250×500-400×800/200	kus	1	PP
3.16	Stěnová mřížka SMM 525×125	kus	1	Mandík a.s.
3.17	Tepelná a zvuková izolace z pěnového polyetyleny tl. 40mm, s Al. polepem na trny, přelepení spojů Al. páskou	m ²	2,5	Mirel Trading a.s.
3.18	Tepelná a zvuková izolace z pěnového polyetyleny tl. 80mm, s Al. polepem na trny, přelepení spojů Al. páskou	m ²	11,5	
3.19	Tepelná a zvuková izolace z pěnového polyetyleny tl. 80mm, s vrchním oplechováním	m ²	2,0	

Položková specifikace č. 4 – Hygienické zázemí (WC personál, invalidé, sborovna a šatna)

Pol.	Název prvku	Jednotka	Množství	Refer. výrobce
4.01	Ventilátor střešní MIXVENT-TH 500/150	kus	1	Elektrodesign s.r.o.
4.02	Ventilátor axiální MIXVENT-TD 250/100	kus	1	
4.03	Ventilátor nástěnný SWF-150	kus	1	
4.04	Zpětná klapka samotížná JCA 300	kus	1	
4.05	Zpětná klapka RSK Ø150	kus	1	
4.06	Plastová větrací mřížka LG 150 ED	kus	1	
4.07	Tlumič hluku MAA 160	kus	1	
4.08	Škrťící klapka s těsněním MSKG 100	kus	7	
4.09	Škrťící klapka s těsněním MSKG 160	kus	1	
4.10	Talířový ventil TVOM, Ø80 mm	kus	9	VKV Pardubice
4.11	Talířový ventil TVOM, Ø160 mm	kus	2	

4.12	Ohebné hadicové potrubí Aluflex Ø82	bm	5,0	Elektrodesign s.r.o.
4.13	Ohebná hadicové potrubí Aluflex Ø160	bm	1,5	Elektrodesign s.r.o.
4.14	Kruhové ocelové potrubí sk. I do průměru			PP
	Ø100 / 20% tvar. dílů	bm	2,0	PP
	Ø125 / 10% tvar. dílů	bm	2,8	PP
	Ø140 / 20% tvar. dílů	bm	4,7	PP
	Ø160 / 30% tvar. dílů	bm	0,5	PP
4.15	Dveřní mřížka NOVA-D, 200×100	kus	1	Systemair
4.16	Dveřní mřížka NOVA-D, 300×100	kus	1	
4.17	Dveřní mřížka NOVA-D, 300×150	kus	1	
4.18	Dveřní mřížka NOVA-D, 300×400	kus	1	
4.19	Tepelná a zvuková izolace z pěnového polyetyleny tl. 40mm, s Al. polepem na trny, přelepení spojů Al. páskou	m ²	2,5	Mirel Trading a.s.

Položková specifikace č. 5 – WC učitelka a technická místnost

Pol.	Název prvku	Jednotka	Množství	Refer. výrobce
5.01	Ventilátor střešní MIXVENT-TH 500/150	kus	1	Elektrodesign s.r.o.
5.02	Zpětná klapka RSK Ø150	kus	1	
5.03	Tlumič hluku MAA 160, délky 900mm	kus	1	
5.04	Škrťací klapka s těsněním MSKG 100	kus	7	Elektrodesign s.r.o.
5.05	Talířový ventil TVOM, Ø100mm	kus	2	VKV Pardubice
5.06	Ohebné hadicové potrubí Aluflex Ø102	bm	2,5	Elektrodesign s.r.o.
5.07	Kruhové ocelové potrubí sk. I do průměru			
	Ø125 / 5% tvar. dílů	bm	2,2	PP
	Ø140 / 20% tvar. dílů	bm	0,5	PP
	Ø160 / 25% tvar. dílů	bm	1,3	PP
5.08	Dveřní mřížka NOVA-D, 300×150	kus	1	Systemair
5.09	Tepelná a zvuková izolace z pěnového polyetyleny, s Al. Polepem na trny. Přelepení spojů Al. páskou	m ²	1,5	Mirel Trading a.s.

Položková specifikace č. 6 – 2xWC učitelka + předprostoru kuchyně (1.08, 1.11, 1.12, 1.13 a 1.20)

Pol.	Název prvku	Jednotka	Množství	Refer. výrobce
6.01	Ventilátor střešní MIXVENT-TH 500/150	kus	1	Elektrodesign s.r.o.
6.02	Zpětná klapka RSK Ø200	kus	1	
6.03	Tlumič hluku MAA 200, délky 900mm	kus	1	
6.04	Škrťací klapka s těsněním MSKG 100	kus	3	
6.05	Škrťací klapka s těsněním MSKG 140	kus	1	
6.06	Talířový ventil TVOM, Ø80 mm	kus	5	VKV Pardubice
6.07	Ohebné hadicové potrubí Aluflex Ø82	bm	7,5	Elektrodesign s.r.o.
6.08	Kruhové ocelové potrubí sk. I do průměru			PP
	Ø125 / 15% tvar. dílů	bm	5,9	PP
	Ø140 / 20% tvar. dílů	bm	1,8	PP
	Ø160 / 10% tvar. dílů	bm	1,0	PP
	Ø200 / 40% tvar. dílů	bm	1,4	PP
6.09	Dveřní mřížka NOVA-D, 200×100	kus	3	Systemair
6.10	Stěnová mřížka SMM, 225×75	kus	2	
6.11	Tepelná a zvuková izolace z pěnového polyetyleny, s Al. Polepem na trny. Přelepení spojů Al. páskou	m ²	2,0	Mirel Trading a.s.

Tabulky zařízení

Zařízení prostoru č. 1 (Herna):

Pozice v jednotce	sekcce			součásti
01.03	přívod	klapka uzavírací	Servopohon	NM 24A-SR
01.02	přívod	filtr	Třída filtrace	F5
			Snímač tlakové difference	-
01.01	-	deskový rekuperátor s by-passem	Servopohon obtoku klapky	NM 230A
			Snímač namrzání	-
			Souprava pro odvod kondenzátu	-
			Směšování	-
			Servopohon směšování	NM 24A-SR
01.08	přívod	ohřívač	t_{w1}/t_{w2} [°C]	70/50
			Topný výkon	16,0
01.09	přívod	zvlhčování	Napájecí napětí zvlhčovače	3NPE 400 V, 50 Hz
01.11	přívod	chladič, eliminátor	t_{w1}/t_{w2} [°C]	7/13
			Chladicí výkon	17,0
01.12	přívod	ventilátor	Napájecí motoru	3NPE 400 V, 50 Hz
			Napájecí napětí regulátoru	1NPE 230 V, 50 Hz
			Elektrický příkon [kW]	1,75
			Výkon ventilátoru [kW]	1,33
01.13	přívod	difuzor	-	-
01.14	přívod	tlumící vložka	-	-
01.18	odvod	tlumící vložka	-	-
01.17	odvod	filtr	Třída filtrace	G4
			Snímač tlakové difference	-
01.16	odvod	ventilátor	Napájecí motoru	3NPE 400 V, 50 Hz
			Napájecí napětí regulátoru	1NPE 230 V, 50 Hz
			Elektrický příkon [kW]	1,15
			Výkon ventilátoru [kW]	0,71
01.15	odvod	difuzor	-	-
01.06	odvod	klapka uzavírací	Servopohon	NM 24A-SR

*přehled položek též v kapitole 4.4.

Zařízení prostoru č. 2 (kuchyně velká):

Pozice v jednotce	sekcce			součásti
01.01	přívod	protidešťová žaluzie	-	-
01.02	přívod	klapka uzavírací	Servopohon	NM 24A-SR
01.03	přívod	filtr	Třída filtrace	F5
			Snímač tlakové difference	-
01.05	přívod	ventilátor	Napájecí motoru	3NPE 400 V, 50 Hz
			Napájecí napětí regulátoru	1NPE 230 V, 50 Hz
			Elektrický příkon [kW]	0,92
			Výkon ventilátoru [kW]	0,55
01.08	přívod	ohřívač vodní	t_{w1}/t_{w2} [°C]	70/50
			Topný výkon	28,0
01.09	přívod	zvlhčování	Napájecí napětí zvlhčovače	3NPE 400 V, 50 Hz
01.11	přívod	přímý chladič, eliminátor	R 134a - t_{w1}/t_{w2} [°C]	5/9
			Chladicí výkon	9,0
02.02	odvod	filtr	Třída filtrace	G4
			Snímač tlakové difference	P33 N
01.12	přívod	ventilátor	Napájecí motoru	3NPE 400 V, 50 Hz
			Napájecí napětí regulátoru	1NPE 230 V, 50 Hz
			Elektrický příkon [kW]	1,11
			Výkon ventilátoru [kW]	0,79
02.09	odvod	klapka uzavírací	Servopohon	NM 24A-SR

02.10	odvod	přetlaková klapka	-	-	-
-------	-------	-------------------	---	---	---

**přehled položek též v kapitole 5.4.4*

Pozice		sekce			součásti
2.08	vnitřní	Kazetová jednotka SDV-36CA	Výstupní teplota t_{split}	18	Počet jednotek - 2
			Chladicí výkon [kW]	2,7	-
			Topný výkon [kW]	4,3	-
			Chladivo/teplonosná látka	R410A	-
2.09	vnější	Kondenzační jednotka SDV-120EA	Výkon při chlazení [kW]	7,0	Počet jednotek - 1
			Výkon při chlazení [kW]	8,5	-

Zařízení prostoru č. 3 (kuchyně malá):

Pozice		sekce			součásti
01.01	přívod	protidešťová žaluzie	-	-	-
01.02	přívod	klapka uzavírací	Servopohon	NM 24A-SR	-
01.04	přívod	filtr	Třída filtrace	F5	-
			Snímač tlakové difference	-	-
01.06	přívod	ventilátor	Napájecí motoru	3NPE 400 V, 50 Hz	Snímač tlakové difference
			Napájecí napětí regulátoru	1NPE 230 V, 50 Hz	
			Elektrický příkon [kW]	0,43	
			Výkon ventilátoru [kW]	0,29	
01.08	přívod	Ohřívač vodní	t_{w1}/t_{w2} [°C]	70/50	Směšovací uzel
			Topný výkon	15,0	Protimrazové číslo
01.09	přívod	zvlhčování	Napájecí napětí zvlhčovače	3NPE 400 V, 50 Hz	Souprava pro odvod kondenzace
					Základní hygroskop
					Omezovací hygroskop
01.10	přívod	přímý chladič, eliminátor	R 134a - t_{w1}/t_{w2} [°C]	5/9	Výparník
			Chladicí výkon	5,0	Eliminátor kapek
					Kapilárový termostat
02.02	odvod	filtr	Třída filtrace	G4	
			Snímač tlakové difference	P33 N	
01.12	odvod	ventilátor	Napájecí motoru	3NPE 400 V, 50 Hz	Snímač tlakové difference
			Napájecí napětí regulátoru	1NPE 230 V, 50 Hz	Regulátor výkonu
			Elektrický příkon [kW]	0,56	Servisní vypínač
			Výkon ventilátoru [kW]	0,41	-
02.09	odvod	klapka uzavírací	Servopohon	NM 24A-SR	-
02.10	odvod	přetlaková klapka	-	-	-

**přehled položek též v kapitole 6.4.4*

+ Split systém

Pozice		sekce			součásti
3.07	vnitřní	Kazetová jednotka SDV-28CA	Výstupní teplota t_{split}	18	Počet jednotek - 1
			Chladicí výkon [kW]	2,7	-
			Topný výkon [kW]	3,2	-
			Chladivo/teplonosná látka	R410A	-
3.08	vnitřní	Kazetová jednotka SDV-36CA	Výstupní teplota t_{split}	18	Počet jednotek - 1
			Chladicí výkon [kW]	3,5	-
			Topný výkon [kW]	4,0	-
			Chladivo/teplonosná látka	R410A	-
3.09	vnější	Kondenzační jednotka SDV-120EA	Výkon při chlazení [kW]	6,2	Počet jednotek - 1
			Výkon při chlazení [kW]	7,5	-

Zařízení prostoru č. 4 (hygienické zázemí – 1.47, 1.48 a 1.49):

Pozice		sekce			součásti
4.04	přívod	zpětná klapka			-
4.01	přívod	ventilátor	Výkon [W]	40	-
			Proud [A]	0,19	-
			Napětí	230 V, 50 Hz	-

Závěr

Výsledkem této bakalářské práce je projektová dokumentace pro návrh vzduchotechnického řešení mateřské školy v Kuřimi. Objekt je rozdělen na základě stavební dispozice a specifických potřeb do čtyř skupin s podobným provozem.

Na úrovni prováděcí dokumentace jsem vyřešil teplovzdušně vytápění jednotlivých oddělení mateřské školy (heren) se samostatným odvodním potrubím z hygienických prostor jednotlivých oddělení. Potrubí je vedeno volně prostorem – navržené komponenty jsou navrženy i s ohledem na estetiku prostoru (textilní vyústky a velkoplošné odvodní vyústky).

Dále jsem navrhl výměnu vzduchu a teplovzdušné větrání kuchyňských zázemí pro jednotlivé oddělení ve dvou řešeních (kombinace VZT+Split a pomocí samostatné VZT jednotky). Přívodní a odvodní větev je umístěna na protějších stranách prostoru kvůli co možná nejlepšímu provětrání prostoru.

Chodby s halou jsou větrány přirozeně a jsou navrženy komponenty integrovaného větracího systému s rekuperátorem pro nepříznivé vnější klimatické podmínky (čistota vzduchu, teplota v exteriéru). Hygienická zázemí pro zaměstnance, WC v šatnách, sborovně a předprostorů před kuchyní jsou řešeny jako podtlakové větrání.

Veškeré zařízení je projektováno v souladu s platnými hygienickými vyhláškami a normami.



Obr.49: Pohled na zadaný objekt mateřské školy

Seznam použitých zdrojů:

- [1] GEBAUER, Günter; RUBINOVA, Olga; HORKA, Helena, *Vzduchotechnika*. vyd. ERA, 2005. 262 s. ISBN 80-7366-027-X
- [2] HIRŠ, Jiří; GEBAUER, Günter, *Vzduchotechnika v příkladech 1.* vyd. Cerm, 2006. 230 s. ISBN 80-7204-486-9
- [3] RUBINOVÁ, Olga, *BT02-TZB III-Vzduchotechnika pro obor S* [online]. Brno: VUT Brno, FAST, Ústav technických zařízení budov, 2012. Přednášky
Dostupné z WWW: <http://www.fce.vutbr.cz/TZB/rubanova.o/vzt.htm>
- [4] ŠIKULA, Ondřej, *Ochlazování budov*. Brno: VUT Brno, FAST, ústav technických zařízení budov, 2012. Přednášky
- [5] POČINKOVÁ, Marcela, *BT02-TZB II-Vytápění*. Brno: VUT Brno, FAST, Ústav Technických zařízení budov, 2011. Přednášky
Dostupné z WWW: <http://www.fce.vutbr.cz/TZB/pocinkova.m/>
- [6] REMAK a.s. *AeroCAD Ver.4.9.07.*, Počítačový program pro návrh VZT jednotek.
- [7] SDV Selection Výběrový software, ver. 1., Počítačový program pro návrh Split systému.
- [8] Příhoda s.r.o. Ver. 1201, počítačový program pro návrh textilních výustek.
- [9] *Katalog produktů*. IMOS-Systemair
- [10] *Katalog produktů*. Mandík
- [11] *Katalog produktů*. Ventilátory. Elektrodesign s.r.o.
- [12] Vyhláška 6/2003 Sb. kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb.
- [13] Vyhláška 343/2009 Sb., která mění vyhlášku 410/2005 Sb., o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých.
- [14] Nařízení vlády 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací.
- [15] TZB-info [online], ISSN 1801-4399
Dostupné z WWW: <http://www.tzb-info.cz/>
- [16] *Technika prostředí* [online]. Výpočet tloušťky izolace a tepelných ztrát potrubí.
Dostupné z WWW: <http://www.qpro.cz/?id=Vypocty-online-pro-vzduchotechniku-a-klimatizaci>
- [17] C.I.C. Jan Hřebec, s.r.o. (2008-2012). Hx diagram pro MS Excel
Dostupné z WWW: <http://www.cic.cz/www/uvodni-stranka>
- [18] Mart s.r.o. [online]. MartAkustik – program na výpočet tlumičů hluku
Dostupné z WWW: <http://mart.cz/martakustik/>
- [19] *Katalog produktů*. Výtahy kvadro, v.o.s. (kuchyňské odsávací digestoře).

Přehled vybraných použitých značek

- *Symbols ve výpočtech*

Značka	Jednotka	Popis
A	[m ²]	– plocha, průřez
b	[m]	– délkový rozměr, šířka
c	[J·kg ⁻¹ ·K ⁻¹]	– měrná tepelná kapacita
d	[m]	– průměr potrubí
g	[m·s ⁻¹]	– tíhové zrychlení
h	[m]	– vzdálenost, výška
	[°]	– výška slunce nad obzorem
i	[m ³ ·s ⁻¹ ·m ⁻¹ ·Pa ⁻¹]	– součinitel průvzdušnosti
I	[W·m ⁻²]	– intenzita sluneční radiace
l	[m]	– délka
L	[dB]	– hladina akustického tlaku
L _w	[dB]	– celková hladina akustického výkonu ventilátoru
L _{wa}	[dB]	– hladina akustického výkonu v oktávovém pásmu
n	[h ⁻¹]	– intenzita výměny vzduchu
O	[m ³]	– objem
p	[Pa]	– tlak
Q	[W]	– tepelné zisky
r	[m]	– poloměr
R	[m ² ·K·W ⁻¹]	– tepelný odpor
S	[m ²]	– plocha, průřez
t	[K (°C)]	– teplota
t _i	[K (°C)]	– teplota vnitřní
t _e	[K (°C)]	– teplota vnější
t _p	[K (°C)]	– Teplota přiváděného vzduchu
w	[m·s ⁻¹]	– průtočná rychlost
v	[m ³ ·kg ⁻¹]	– měrný objem
V	[m ³ ·h ⁻¹]	– objemový průtok
x	[kg/kg]	– měrná vlhkost (vodní obsah)

- *Řecká abeceda*

α	[W·m ⁻² ·K ⁻¹]	– součinitel přestupu tepla
γ	[°]	– azimutový úhel normály stěny
Δ	[-]	– konečný rozdíl dvou teplot
δ	[°]	– sluneční deklinace
ξ	[-]	– součinitel vřazeného odporu
η	[-]	– účinnost
λ	[W·m ⁻¹ ·K ⁻¹]	– součinitel tepelné vodivosti
ρ	[kg·m ⁻³]	– objemová hmotnost, hustota
φ	[-]	– relativní vlhkost vzduchu
ψ	[h]	– časové zpoždění

- *Zkratky v textu*

apod.	[-]	– a podobně
MaR	[-]	– měření a regulace
např.	[-]	– například
obr.	[-]	– obrázek
tl.	[-]	– tloušťka
VZT	[-]	– vzduchotechnika
viz.	[-]	– odkaz na jinou stránku/ text
ZTI	[-]	– zdravotní a technická instalace
ZZT	[-]	– zpětné získávání tepla

Seznam příloh

- **Tabulky, výstupy**

- Výpis vybraných násobných výměn vzduchu	P1
- Dávky vzduchu použité na ve výpočtech	P2
- Dimenzace samostatných potrubí u podtlakového větrání	P3
- Tepelná bilance dílčích částí budovy	P4
- Návrh textilních vyústek – výstup ze softwaru Příhoda s.r.o.	P5
- Návrh chlazení SPLIT systému – kuchyně velká	P6
- Návrh chlazení SPLIT systému – kuchyně malá	P7
- REMAK – návrh jednotek 1, 2a, 2b, 3a a 3b	P8

- **Seznam volně ložených výkresů**

- Výkres č. 1.....	Půdorysné rozdělení do zón	M1:120	P9
- Výkres č. 2.....	Půdorys prostoru č. 1	M1:50	P10
- Výkres č. 3.....	Půdorys prostoru č. 2 a č. 3	M1:50	P11
- Výkres č. 4.....	Vybrané části hygienického zázemí	M1:50	P12
- Výkres č. 5.....	Zakreslení v celém objektu	M1:50	P13
- Výkres č. 6.....	Půdorys střechy	M1:100	P14
- Výkres č. 7.....	Vybrané řezy A-M	M1:50	P15