



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

VZDUCHOTECHNIKA OBCHODU S RESTAURACÍ

AIR CONDITIONING IN SHOP AND RESTAURANT

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Matěj Vostal

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PETR BLASINSKI, Ph.D.

BRNO 2021



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	Matěj Vostal
Název	Vzduchotechnika obchodu s restaurací
Vedoucí práce	Ing. Petr Blasinski, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2020
Datum odevzdání	28. 5. 2021

V Brně dne 30. 11. 2020

prof. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

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.

Osnova práce:

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 zpracování
- tepelné bilance,
- průtoky vzduchu, tlakové poměry
- distribuce vzduchu,
- dimenzování potrubí a tlaková ztráta,
- úpravy vzduchu návrh VZT jednotek (hx diagramy),
- útlum hluku

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

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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

Ing. Petr Blasinski, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se věnuje návrhu vzduchotechnických zařízení pro rekreační objekt v Brně. Práce je rozdělená do tří částí.

První část je teoretická, která se věnuje návrhem větrání komerčních kuchyní, popisuje hygienické podmínky a předpoklady pro správný návrh větrání, dále koncepci a samotnou výpočtovou metodu pro dimenzování kuchyní.

Druhá část je výpočtová část, která se zabývá návrhem tří vzduchotechnických jednotek do tří funkčních celků objektu. Konkrétně se jedná o návrh větrání do restaurace, kuchyně a prostoru kasina.

Třetí a poslední část je projektová dokumentace navržené vzduchotechniky.

KLÍČOVÁ SLOVA

vzduchotechnika, vzduchotechnická jednotka, větrání, kuchyně, tepelná zátěž, vlhkostní zátěž, výměna vzduchu

ABSTRACT

This bachelor thesis focuses on the design of air conditioning systems for a recreational facility in Brno. The thesis is divided into three parts.

The first part is theoretical, which focuses on the design of ventilation of commercial kitchens, describes the hygienic conditions and requirements for correct design of ventilation, as well as the concept and the calculation method for sizing kitchens.

The second part is the calculation part, which focuses on the design of three air conditioning units for the three functional units of the building. Specifically the design of ventilation for the restaurant, the kitchen and the casino area.

The third and final part is the design documentation of the designed air conditioning system.

KEYWORDS

air conditioning, air handling unit, ventilation, kitchen, heat load, humidity load, air exchange

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Matěj Vostal *Vzduchotechnika obchodu s restaurací*. Brno, 2021. 106 s., 5 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Petr Blasinski, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Vzduchotechnika obchodu s restaurací* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 25. 5. 2021

Matěj Vostal
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Vzduchotechnika obchodu s restaurací* zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 25. 5. 2021

Matěj Vostal
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Chtěl bych velmi poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Petrovi Blasinskému, Ph.D. za vedení, cenné rady a ochotu při zpracovávání této bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat rodině a přítelkyni za podporu při studiu.

OBSAH

ÚVOD.....	13
A. TEORETICKÁ ČÁST	14
NAVRHOVÁNÍ VZDUCHOTECHNICKÝCH SYSTÉMŮ V KOMERČNÍCH KUCHYNÍCH.....	14
1 ÚVOD.....	15
2 VŠEOBECNÉ PŘEDPOKLADY NÁVRHU	15
2.1 KONSTRUKČNÍ A HYGIENICKÉ POŽADAVKY NA VNITŘNÍ PROSTŘEDÍ KUCHYNĚ	16
2.1.1 TEPELNÁ POHODA A TOLERANCE	16
2.1.2 TEPLOTA VZDUCHU V MÍSTNOSTI	17
2.1.3 VLHKOST VZDUCHU	18
2.1.4 RYCHLOST VZDUCHU V POBYTOVÉ ZÓNĚ.....	18
2.1.5 HLUK V PROSTORU	18
2.1.6 HYGIENICKÉ POŽADAVKY	19
3 DIMENZOVÁNÍ VĚTRÁNÍ KUCHYNĚ.....	19
3.1 PRODUKCE TEPLA A VLHKOSTI OD SPOTŘEBIČŮ	19
3.2 PRŮTOK VZDUCHU OD ZDROJE TEPLA	20
3.3 PRŮTOK ODVÁDĚNÉHO VZDUCHU ZÁKRYTY A VYÚSTKAMI	21
3.4 PRŮTOK ODVÁDĚNÉHO VZDUCHU VĚTRACÍMI STROPY	21
3.5 KONTROLA NA ZÁKLADĚ VLHKOSTNÍ BILANCE	21
3.6 CELKOVÝ PRŮTOK PŘIVÁDĚNÉHO VZDUCHU	22
3.7 VĚTRÁNÍ POMOCNÝCH MÍSTNOSTÍ.....	22
4 KONCEPCE VĚTRÁNÍ KUCHYNÍ	22
4.1 PŘÍVOD VZDUCHU	23
4.1.1 PŘÍVOD VZDUCHU SMĚŠOVÁNÍM	23
4.1.1.1 HORIZONTÁLNÍ PŘÍVOD VZDUCHU	23
4.1.1.2 VERTIKÁLNÍ PŘÍVOD VZDUCHU	24
4.1.2 PŘÍVOD VZDUCHU ZAPLAVOVÁNÍM.....	24
4.2 ODVOD VZDUCHU	25
4.2.1 ODSÁVACÍ ZÁKRYTY	25
4.2.2 VĚTRACÍ STROPY	26
4.2.3 INDUKČNÍ ODSÁVACÍ ZÁKRYTY – INDUKČNÍ DIGESTOŘE.....	27
4.3 MECHANICKÉ ODLUČOVAČE TUKŮ	28
4.4 POTRUBÍ.....	29
4.5 REGULACE.....	29

B. VÝPOČTOVÁ ČÁST	31
1 ANALÝZA OBJEKTU	32
1.1 POPIS OBJEKTU.....	32
1.2 ROZDĚLENÍ OBJEKTU NA FUNKČNÍ CELKY	32
1.3 URČENÍ KLIMATICKÝCH PODMÍNEK.....	33
2 VÝPOČET SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA	33
3 VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT	34
4 VÝPOČET TEPELNÉ ZÁTĚŽE	37
4.1 VÝPOČET TEPELNÉ ZÁTĚŽE ÚSEKU RESTAURACE + SALONEK.....	37
4.1.1 ZADANÉ PRVKY DO VÝPOČTU	37
4.1.2 VSTUPNÍ ÚDAJE.....	38
4.1.3 VÝSLEDKY.....	38
4.2 VÝPOČET TEPELNÉ ZÁTĚŽE ÚSEKU KASINO.....	39
4.2.1 ZADANÉ PRVKY DO VÝPOČTU	39
4.2.2 VSTUPNÍ ÚDAJE.....	39
4.2.3 VÝSLEDKY.....	40
4.3 VÝPOČET TEPELNÉ ZÁTĚŽE A PRŮTOKU VZDUCHU ÚSEKU KUCHYNĚ	41
4.3.1 KONVEKČNÍ TEPELNÉ ZATÍŽENÍ $Q_{S,K}$	41
4.3.2 VÝPOČET TERMICKÝCH PROUDŮ OD JEDNOTLIVÝCH ZAŘÍZENÍ.....	41
4.3.3 VÝPOČET MNOŽSTVÍ ODSÁVANÉHO VZDUCHU OD JEDNOTLIVÝCH ZDROJŮ.....	41
4.3.4 KONTROLNÍ VÝPOČET – VLHKOSTNÍ BILANCE	42
4.3.5 CELKOVÉ MNOŽSTVÍ ODVÁDĚNÉHO VZDUCHU	42
4.3.6 CELKOVÉ MNOŽSTVÍ PŘIVÁDĚNÉHO VZDUCHU	42
5 STANOVENÍ PRŮTOKŮ VZDUCHU.....	43
6 DISTRIBUČNÍ PRVKY	44
6.1 DISTRIBUČNÍ ELEMENTY	44
6.1.1 VÍŘIVÁ VÝÚSTĚ RS14.....	44
6.1.2 VÍŘIVÁ VÝÚSTĚ RS16.....	45
6.1.3 TEXTILNÍ VYÚSTKA	48
6.1.4 ODSÁVACÍ ZÁKRYT	49
6.2 KONCOVÉ ELEMENTY PRO JEDNOTLIVÉ MÍSTNOSTI	49
6.3 SIMULACE KONCOVÝCH ELEMENTŮ	49
6.3.1 SIMULACE PRO ÚSEK RESTAURACE + SALONEK.....	50
6.3.2 SIMULACE PRO ÚSEK KASINO.....	51

7	DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ	52
7.1	DIMENZAČNÍ SCHÉMATA FUNKČNÍCH ÚSEKŮ	52
7.2	DIMENZOVÁNÍ HLAVNÍCH VĚTVÍ	53
8	NÁVRH VZDUCHOTECHNICKÝCH JEDNOTEK	56
8.1	ZAŘÍZENÍ Č. 1 – RESTAURACE + SALONEK	56
8.2	ZAŘÍZENÍ Č. 2 – KUCHYNĚ	61
8.3	ZAŘÍZENÍ Č. 3 - KASINO	65
9	ÚTLUM HLUKU	70
9.1	ÚTLUM HLUKU OD ZAŘÍZENÍ Č. 1	70
9.2	ÚTLUM HLUKU OD ZAŘÍZENÍ Č. 2	72
9.3	ÚTLUM HLUKU OD ZAŘÍZENÍ Č. 3	73
9.4	ÚTLUM HLUKU DO VENKOVNÍM PROSTŘEDÍ	75
10	IZOLACE	78
10.1	NÁVRHOVÉ PARAMETRY PRO POSOUZENÍ V INTERIÉRU A EXTERIÉRU	78
10.2	NÁVRHOVÉ PARAMETRY V POTRUBÍ PRO POSOUZENÍ IZOLACE	79
10.3	VÝSTUPNÍ HODNOTY	79
C.	PROJEKT	81
1	ÚVOD	82
1.1	PODKLADY PRO ZPRACOVÁNÍ	82
1.2	VÝPOČTOVÉ HODNOTY KLIMATICKÝCH POMĚRŮ	82
1.3	VÝPOČTOVÉ HODNOTY VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ	83
2	ZÁKLADNÍ KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ	83
2.1	TECHNOLOGICKÉ VĚTRÁNÍ	84
2.2	ENERGETICKÉ ZDROJE	84
2.2.1	ELEKTRICKÁ ENERGIE	84
2.2.2	TEPELNÁ ENERGIE	84
3	POPIS TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ	84
3.1	KONCEPCE VĚTRACÍCH A KLIMATIZAČNÍCH ZAŘÍZENÍ	84
4	NÁROKY NA ENERGIE	88
5	MĚŘENÍ A REGULACE	89
6	NÁROKY NA SOUVISEJÍCÍ PROFESE	89
6.1	STAVEBNÍ ÚPRAVY	89
6.2	SILNOPROUD	90
6.3	VYTÁPĚNÍ A CHLAZENÍ	90

6.4 ZDRAVOTECHNIKA	90
7 PROTIHLUKOVÁ A PROTIOTŘESOVÁ OPATŘENÍ.....	90
8 IZOLACE A NÁTĚRY	91
9 PROTIPOŽÁRNÍ OPATŘENÍ.....	91
10 MONTÁŽ, PROVOZ, ÚDRŽBA A OBSLUHA ZAŘÍZENÍ.....	91
11 ZÁVĚR	91
12 TECHNICKÁ SPECIFIKACE ZAŘÍZENÍ	92
12.1 ZAŘÍZENÍ Č. 1 – RESTAURACE + SALONEK.....	92
12.2 ZAŘÍZENÍ Č. 2 – KUCHYNĚ	93
12.3 ZAŘÍZENÍ Č. 3 – KASINO	94
13 FUNKČNÍ SCHÉMATA.....	95
13.1 ZAŘÍZENÍ Č. 1 – RESTAURACE + SALONEK.....	95
13.2 ZAŘÍZENÍ Č. 2 – KUCHYNĚ	96
13.3 ZAŘÍZENÍ Č. 3 – KASINO	97
ZÁVĚR	98
POUŽITÉ ZDROJE.....	99
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A OZNAČENÍ	101
SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK	104
SEZNAM PŘÍLOH.....	106
A. IZOLACE – VÝSTUP Z PROGRAMU TERUNA.....	106
A.1. ZAŘÍZENÍ Č. 1 – RESTAURACE + SALONEK.....	106
A.2. ZAŘÍZENÍ Č. 2 – KUCHYNĚ	106
A.3. ZAŘÍZENÍ Č. 1+2 – STROJOVNA – SÁNÍ + VÝTLAK	106
A.4. ZAŘÍZENÍ Č. 3 – KASINO	106
B. VÝKRESY.....	106
A.1. VÝKRES V01 – PŮDORYS 1NP (1:100).....	106
A.2. VÝKRES V02 – ŘEZ A-A' (1:100)	106
A.3. VÝKRES V03 – ŘEZ B-B' (1:100).....	106

ÚVOD

Předmětem této bakalářské práce je návrh větrání a vhodného vzduchotechnického zařízení pro obchodní a rekreační objekt. V přízemí objektu se nachází prostory jako restaurace, kuchyně, kasino, prodejna, skladovací prostory a personální a technické zázemí. V nadzemním podlaží se nachází pokoje pro hosty a kanceláře. V rámci bakalářské práce se věnuji návrhu větrání místností restaurace + salonek, kuchyně a kasina. Prostor restaurace je tepelně namáhám jak z venku z důvodu orientace prostoru na jihovýchod a velkému počtu oken, tak zevnitř kvůli velkému množství lidí, kteří se budou v restauraci nacházet, tudíž je potřeba zajistit přísun čerstvého vzduchu. V prostoru kuchyně je potřeba zajistit specifické hygienické podmínky. Kuchyňské spotřebiče produkují velké množství škodlivých látek, vodní páry a oděrů, tyto škodliviny je nutné efektivně odvádět a filtrovat, ale zároveň zajistit ekonomický provoz.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

A. TEORETICKÁ ČÁST

NAVRHOVÁNÍ VZDUCHOTECHNICKÝCH SYSTÉMŮ V KOMERČNÍCH KUCHYNÍCH

DESIGN OF AIR CONDITIONING SYSTEMS IN COMMERCIAL KITCHEN

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Matěj Vostal

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PETR BLASINSKI, Ph.D.

BRNO 2021

1 ÚVOD

Pro zajištění kvalitního vnitřního prostředí v komerční kuchyni je zapotřebí specifické a správně navržené větrání. V profesionální kuchyni vzniká řada tepelné a vlhkostní zátěže, jako třeba kondenzovaná voda, škodliviny při vaření, spaliny nebo pachy, které je potřeba eliminovat. Pokud by se tyto škodliviny, pachy a vlhkost správně neodváděly, mohly by vznikat plísně, které mohou způsobovat zdravotní potíže nebo negativně ovlivňovat stavební konstrukce a tím narušovat chod kuchyně.

Evropská norma EN 16282:2017^[1] stanovuje základní předpoklady a konstrukční zásady pro správný návrh větrání komerčních kuchyní a zároveň popisuje výpočtovou metodu dimenzování větrání. Tato norma platí pro vzduchotechnické systémy pro komerční kuchyně a prostory spojené se zpracováním potravin určené pro komerční použití.

2 VŠEOBECNÉ PŘEDPOKLADY NÁVRHU

Návrh vzduchotechnického systému podle této normy se týká kuchyní s celkovým instalovaným příkonem spotřebičů přesahující 25 kW.

Typické kuchyňské spotřebiče, které znečišťují ovzduší kuchyně:

- myčky nádobí,
- mikrovlnky, topinkovače,
- vodní lázně
- ohřívače talířů,
- indukční a sklokeramické varné desky,
- horkovzdušné trouby,
- Brattovy výklopné pánve,
- plynové sporáky,
- kontaktní grily,
- fritézy,
- elektrické udírny
- varné kotle apod.

Při návrhu větrání kuchyně musí být k dispozici následující údaje:

- typ větraného prostoru
- počet připravovaných porcí za časovou jednotku
- provozní doba

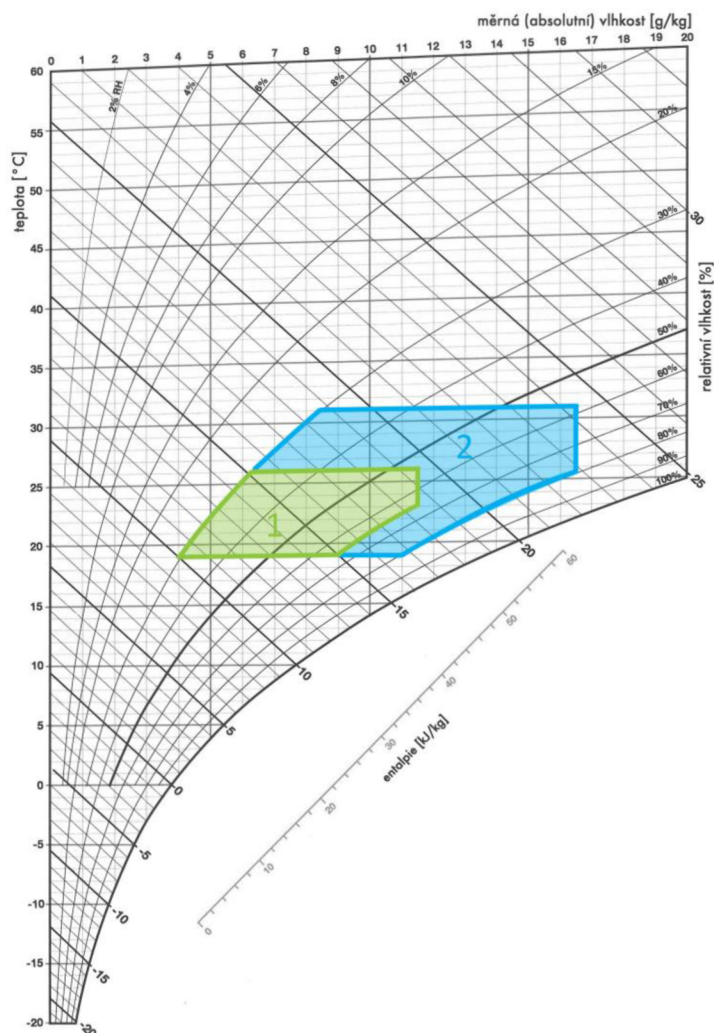
- rozměry místnosti
- typ a příkon instalovaných spotřebičů
- typ a příkon osvětlení
- umístění a rozměry spotřebičů

2.1 Konstrukční a hygienické požadavky na vnitřní prostředí kuchyně

Komfortní, resp. doporučené hodnoty tepelně-vlhkostních podmínek vnitřního klimatu kuchyní definuje norma EN 16282-1^[1], ovšem zejména v přímé blízkosti některých kuchyňských spotřebičů nelze efektivně těchto komfortních podmínek dosáhnout. Norma proto definuje i mírnější – únosné teplotně-vlhkostní podmínky pro místa s vysokým zatížením zhruba do jednoho metru od spotřebiče. Podmínky si popíšeme níže.

2.1.1 Tepelná pohoda a tolerance

Pro určení tepelné pohody se předpokládá, že personál kuchyně má na sobě kuchyňský oděv, který odpovídá hodnotě 0,6 clo. Clo je hodnota, která se využívá pro určení parametrů tepelné pohody podle ČSN EN ISO 7730^[7]. Hodnota clo = 0 odpovídá neoblečené osobě, hodnota clo = 1 odpovídá hodnotě oblečení potřebného k udržení pohodlí člověka v klidu v místnosti o teplotě 21 °C (70 °F), s rychlostí vzduchu 0,1 m/s a vlhkostí nižší než 50 % - typicky osoba v obleku.



Obrázek 1 Komfortní a únosné teplotně-vlhkostní podmínky

Kde:

- 1 komfortní podmínky na pracovišti
- 2 únosné podmínky na pracovišti

Samozřejmě není vždy možné dodržet komfortní podmínky na všech místech v kuchyni, na místa zhruba do 1 metru od spotřebičů vydávající silné teplo, např. sporáků, fritéz apod. se aplikují podmínky únosné podle obrázku 1.

2.1.2 Teplota vzduchu v místnosti

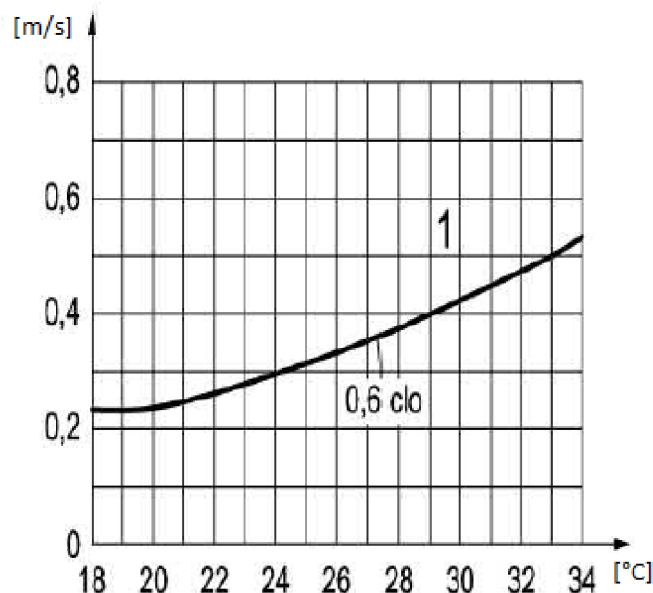
Teplota vzduchu v místnosti nesmí nikdy klesnout pod 18 °C a v komfortních podmínkách nesmí překročit 26 °C. Horní hranice pro únosné podmínky blízko spotřebičů je 32 °C

2.1.3 Vlhkost vzduchu

Protože nelze vždy zaručit komfortní podmínky v kuchyních, je stanovena maximální hodnota obsahu vodní páry ve vzduchu na 16,5 g na kg suchého vzduchu a 80 % relativní vlhkosti. To platí pro únosné podmínky. Pro komfortní podmínky je hodnota stanovena na 11,5 g vodní páry na kg suchého vzduchu a 65 % relativní vlhkosti. Jako spodní hodnota pro vlhkost vzduchu se dá považovat 30% relativní vlhkost vzduchu nezávisle na teplotu vzduchu. Občasné překročení této hranice je přijatelné. Dodatečné vlhčení prostoru kuchyně není nutné.

2.1.4 Rychlost vzduchu v pobytové zóně

Graf níže ukazuje limitní hodnoty rychlosti vzduchu, které nesmí být překročeny. Měření se provádí v úrovni pracoviště ve výšce 1,7 m od země. Pro určení limitních hodnot se uvažuje s hodnotou oblečení 0,6 clo.



Obrázek 2 Limitní hodnoty rychlosti vzduchu v pobytové zóně^[1]

Meze rychlosti vzduchu v pobytové zóně se pohybují od 0,2 m/s do 0,5 m/s a závisí na teplotě vnitřního vzduchu a stupni tepelného odporu oblečení clo. Pokud by mez rychlosti byla překročena, může dojít v důsledku vyšších rychlostí vzduchu k nežádoucímu průvanu, a to zejména tam, kde množství přiváděného vzduchu do místnosti přesahuje 90 m³ na m²/h.

2.1.5 Hluk v prostoru

V rámci korekční křivky A je maximální hodnota akustického tlaku měřená na pracovišti stanovena na 60 dB(A). Pokud se jídlo podává přes výdejní okénko, neměla by hladina

akustického tlaku překročit 50 dB(A). Tato hodnota může být překročena v místech, kde se umývá nádobí a kuchyňské náčiní. Všechna měření by měla probíhat ve výšce 1,55 nad zemí.

2.1.6 Hygienické požadavky

Z hlediska hygieny musí systém větrání a vzduchotechniky zabránit jakékoliv kontaminaci potravin během přípravy, skladování a podávání a také zabránit šíření pachů a znečišťujících látek. Pokud jsou v různých částech kuchyně požadovány jiné hygienické předpoklady, je třeba jich dosáhnout správným rozložením průtoku vzduchu v prostoru.

V prostoru kuchyně by měl být udržovaný mírný podtlak, aby se zabránilo šíření pachů z kuchyně. V kuchyních, kde není dostatečná hygiena, by mělo být zabráněno recirkulaci vzduchu. Větrat se musí pouze pomocí venkovního přiváděného vzduchu. Systémy s recirkulací by se měly používat pouze po vhodném a dostatečném filtrování, ošetření a vyčištění odsávaného vzduchu.

3 DIMENZOVÁNÍ VĚTRÁNÍ KUCHYNĚ

Následující výpočet popisuje norma EN 16282-1^[1]. Princip návrhu vychází z německé směrnice VDI 2052^[6].

3.1 Produkce tepla a vlhkosti od spotřebičů

$$Q_{cit,k} = \Sigma(0,5 \times P \times Q_s) [W] \quad (1)$$

Hodnota 0,5 je výchozí hodnota, která předpokládá, že polovina citelného tepla je konvekcí přenášena do okolního vzduchu, tato hodnota může být jiná, pokud jsou známy bližší údaje.

kde:

P	příkon zařízení	[kW]
Q _s	měrná produkce citelného tepla určená dle tabulky 1 pro konkrétní druh kuchyňského spotřebiče	[W/kW]

$$M_w = \Sigma_{i=1}^n (P \times G) [g/h] \quad (2)$$

kde:

G	měrná produkce vodní páry určená dle tabulky 1 pro konkrétní druh kuchyňského spotřebiče	[g/(h.kW)]
---	------------------------------------------------------------------------------------------	------------

Kuchyňský spotřebič	Elektrické a parní spotřebiče		Plynové spotřebiče	
	Měrná produkce tepla Q_s	Měrná produkce vodní páry G	Měrná produkce tepla Q_s	Měrná produkce vodní páry G
	[W/kW]	[g(h.kW)]	[W/kW]	[g(h.kW)]
Horkovzdušné trouby	120	265	150	265
Varné kotle	35	441	100	441
Fritézy	90	1030	90	1030
Výklopné pánve	450	588	450	630
Smažící a pečící trouby	350	235	350	294
Sporáky	200	118	250	147
Vodní lázně	125	194	195	323

Tabulka 1 Příklady produkce citelného tepla a vodní páry pro některé spotřebiče

3.2 Průtok vzduchu od zdroje tepla

$$V_{th} = k \times (\sum_{i=1}^n Q_{cit,k,i} \times \varphi)^{\frac{1}{3}} \times (h_d + 1,7 \times d_{hydr})^{\frac{5}{3}} \times r \text{ [m}^3/\text{h]} \quad (3)$$

kde:

n počet spotřebičů ve varném centru

k empiricky zjištěná konstanta, $k = 18 \text{ [m}^{4/3} \cdot \text{W}^{-1/3} \cdot \text{h}^{-1}]$

h_d vzdálenost odsávacího zákrytu nad zdrojem tepla, pokud je zdroj tepla například výklopná pánve, vzdálenost h_d se počítá od poloviny výklopné vzdálenosti [m]

d_{hydr} hydraulický průměr zdroje tepla

$$d_{hydr} = 2 \times L \times \frac{b}{L+b} \text{ [m]} \quad (4)$$

φ součinitel současnosti určený podle velikosti kuchyně a počtu porcí
 $\varphi = 0,6$ až $1,0$ [-]

r polohový faktor určený podle uložení varného bloku v prostoru, $r = 1$ pro umístění v prostoru, $r = 0,63$ pro umístění u stěny [-]

P příkon zařízení [kW]

L délka varného centra [m]

b šířka varného centra [m]

3.3 Průtok odváděného vzduchu zákryty a vyústkami

Pokud je část vzduchu odsávána přes odsávací zákryt V_{th} [m^3/h] a část vzduchu před odvodní vyústky $V_{th,ne}$ [m^3/h], vypočítá se celkový průtok odváděného vzduchu:

$$V_{od} = a \times (V_{th} + V_{th,ne}) \text{ [m}^3/\text{h]} \quad (5)$$

Pokud je v kuchyni víc odsávacích zákrytů než jeden, tak se průtoky nad zdroji tepla podle počtu odsávacích zákrytů m sčítají:

$$V_{od} = a \times (\sum_{j=1}^m V_{th,j} + V_{th,ne}) \text{ [m}^3/\text{h]} \quad (6)$$

kde:

- a součinitel zohledňující druh rozptýlení vzduchu v prostoru (směšování 1,2 až 1,25; zaplavování 1,05 až 1,1) [-]

Průtok $V_{th,ne}$ se stanoví pomocí rovnice (3) s předpokladem, že konvektivní proud vzduchu stoupá až do výše $h_d = 2,5$ m nad podlahou a k odsávání dochází pod stropem místnosti.

Pokud je průtok $V_{th,ne}$ méně než 10 % z průtoku odváděného odsávacími zákryty V_{th} , uvažuje se s kompenzačním průtokem vzduchu. Průtok odsávaného vzduchu vyústkami $V_{th,ne}$ se pak rovná minimálně 10 % z průtoku vzduchu odváděného odsávacími zákryty:

$$V_{th,ne} + V_{kom} \geq 0,1 \times a \times V_{th} \text{ [m}^3/\text{h]} \quad (7)$$

3.4 Průtok odváděného vzduchu větracími stropy

Průtok odváděného vzduchu, který zajistí celoplošný větrací strop, se stanoví:

$$V_{od} = a \times V_{th} \text{ [m}^3/\text{h]} \quad (8)$$

resp.

$$V_{od} = a \times \sum_{j=1}^m V_{th,j} \text{ [m}^3/\text{h]} \quad (9)$$

Průtok V_{th} se stanoví pomocí rovnice (3) s předpokladem, že konvektivní proud vzduchu stoupá až do výše $h_d = 2,5$ m nad podlahou a k odsávání dochází pod stropem místnosti.

3.5 Kontrola na základě vlhkostní bilance

Zařízení, které zajišťuje větrání, musí zajistit spolehlivý odvod vodní páry vznikající při vaření a zabránit tak nežádoucí kondenzaci. Celkový průtok odváděného vzduchu pro odvod vodní páry se stanoví:

$$V_{od,s} = \frac{M_v \times \varphi}{(x_{od} - x_p) \times \rho} \text{ [m}^3/\text{h]} \quad (10)$$

kde:

$(x_{od} - x_p)$ rozdíl měrných vlhkostí, $(x_{od} - x_p) = 6 \text{ g/kg}$ při zachování podmínky

$x_{od} \geq 16,5 \text{ g/kg}$

Pro návrh větrání se použije největší z hodnot průtoků odváděného vzduchu stanovených z rovnic (5), (8) a (10).

3.6 Celkový průtok přiváděného vzduchu

Prostor kuchyní se dimenzují jako rovnotlaké, nebo lépe s mírným pod tlakem, aby se zabránilo šíření pachů a odérů do sousedních místností.

$$V_{př} = (0,95 - 0,97) \times V_{od} \text{ [m}^3/\text{h]} \quad (11)$$

3.7 Větrání pomocných místností

Při dimenzování větrání kuchyní je třeba brát ohled i na pomocné místnosti, které jsou důležité pro chod kuchyně, prostory sloužící jako zázemí kuchyně, sklady, kde se uchovávají potraviny nebo přípravny potravin. Pro tyto pomocné místnosti upravuje norma EN 16282 návrhové hodnoty výměny vzduchu v $[\text{m}^3/\text{h na m}^2]$. V následující tabulce jsou vypsány orientační hodnoty některé místnosti, kde je výměna vzduchu přepočítána na $[\text{h}^{-1}]$ pro výšku místnosti 3 m.

Kuchyňský provoz	Výměna vzduchu $[\text{h}^{-1}]$
Přípravna masa, ryb, drůbeže a zeleniny	8-10
Přípravna těsta, brambor a zeleniny	6-8
Suché sklady, sklady bez jídla, sklad chleba, sklad prázdných obalů	2
Výdej jídel	20
Umývárna nádobí	10-20

Tabulka 2 Orientační hodnoty výměny vzduchu

4 KONCEPCE VĚTRÁNÍ KUCHYNÍ

Pro správně navržené větrání kuchyně a pomocných prostor, ve kterých se připravuje, skladuje nebo vydává jídlo, je potřeba posuzovat každý kuchyňský provoz individuálně podle velikosti kuchyňského prostoru, počtu připravovaných porcí za časovou jednotku, rozmístění

kuchyňských spotřebičů nebo typu připravovaných jídel. Větrání v komerčních kuchyních se navrhuje výhradně jako nucené.

4.1 Přívod vzduchu

Úkolem systémů přiváděného vzduchu je nahradit odváděný vzduch a vytvořit podmínky pro odvod tepla a vlhkosti. Systémy přívodu vzduchu musí být navrženy tak, aby odsávání, úprava, přívod nebo distribuce vzduchu neměly nepříznivý vliv na hygienickou situaci v prostoru kuchyně. Distribuce vzduchu musí být navržena pečlivě. V prostoru kuchyně by nemělo docházet k pocitu průvanu. Přívod vzduchu by měl být situován nejlépe do uliček, mimo kuchyňské spotřebiče – varná centra, směrem k osobám.

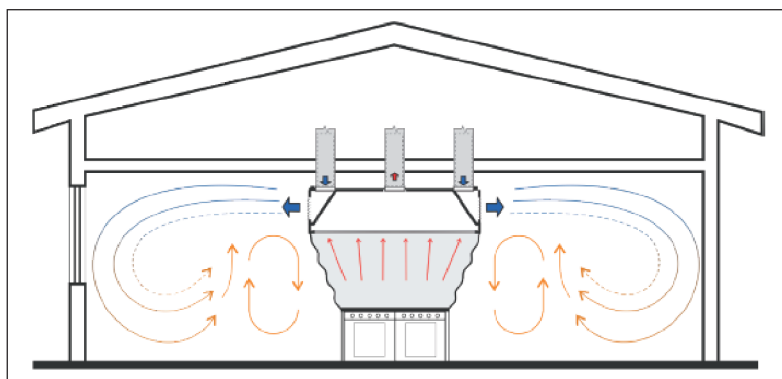
Pro distribuci vzduchu lze použít dvou způsobů, a to směšovací způsob nebo zaplavovací způsob. Při využití zaplavovacího způsobu lze průtok přiváděného vzduchu snížit zhruba o 20 % oproti směšovacímu způsobu (viz rovnice (6)). Teplota přiváděného vzduchu do prostoru kuchyně t_p by měla být větší než 19 °C. Maximální pracovní rozdíl teplot interiéru a přiváděného vzduchu ($t_i - t_p$) nesmí být větší než 8 K. Aby nedocházelo k průvanu, je maximální průtok vzduchu omezen podmínkou 90 m³/h na m², to odpovídá výměně vzduchu v prostoru s třímetrovým stropem 30 h⁻¹.

4.1.1 Přívod vzduchu směšováním

Čistý přiváděný vzduch se kompletně smíchá se znečištěným vzduchem proudícím od kuchyňských spotřebičů. Znečištěný vzduch v místnosti je zředěn přiváděným venkovním vzduchem, a tak je v celém prostoru dosaženo téměř stejné teploty a koncentrace škodlivin. Vysoké úrovně směšování je dosaženo proudy přiváděného vzduchu vysokou rychlostí splňující požadavky na komfortní podmínky prostředí.

4.1.1.1 Horizontální přívod vzduchu

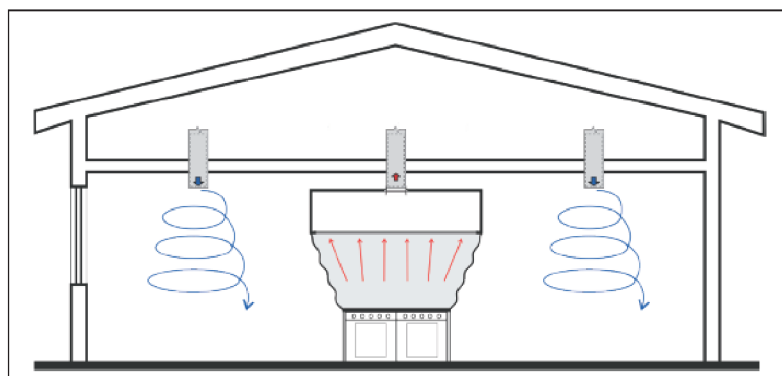
Jako přívodní prvky vzduchu pro horizontální způsob směšování se běžně používají větrací mřížky, vzduchové trysky nebo dýzy. Vzduch je přiváděn horizontálně pod stropem místnosti tryskou nebo dýzou. Tento způsob ale může odklonit tepelné proudy od varných spotřebičů do pracovního prostoru a může dojít k narušení odtahových proudů u odsávacích prvků osazených nad kuchyňskými spotřebiči. Přívodní prvky mohou být i součástí odsávacího zákrytu.



Obrázek 3 Horizontální přívod vzduchu s prvky osazenými na odsávacím zákrytu^[13]

4.1.1.2 Vertikální přívod vzduchu

Směšování lze také dosáhnout několika kuželovitými proudy vzduchu ze stropu místnosti, které zajistí anemostaty nebo děrované výústky. Kolem každého přívodního prvku vzduchu se vytvoří směšovací a indukční prostor. Je třeba vzít v úvahu konkrétní výšku stropu, výšku odsávacích prvků vzduchu a případné pracovní plochy pod nimi.



Obrázek 4 Vertikální přívod vzduchu anemostaty^[13]

4.1.2 Přívod vzduchu zaplavováním

Pro zaplavovací systém přívodu vzduchu se využívá velkoplošných příváděcích prvků s malými výstupními rychlostmi proudění vzduchu. Výústky se osazují buď těsně nad podlahu místnosti nebo těsně pod strop místnosti. Vhodnější je umístění výústky u stropu, protože přívodní chladnější vzduch s vyšší měrnou objemovou hmotností než teplejší vzduch v místnosti, klesá k zemi a postupně zaplavuje celý prostor. Za předpokladu, že není narušen teplotní proud, který vzniká u varných spotřebičů, dochází ve srovnání se směšovací přívodem vzduchu k výraznému snížení znečištění škodlivinami a teplem. Rychlost proudění vzduchu v obývané zóně nesmí překročit 0,2 m/s.

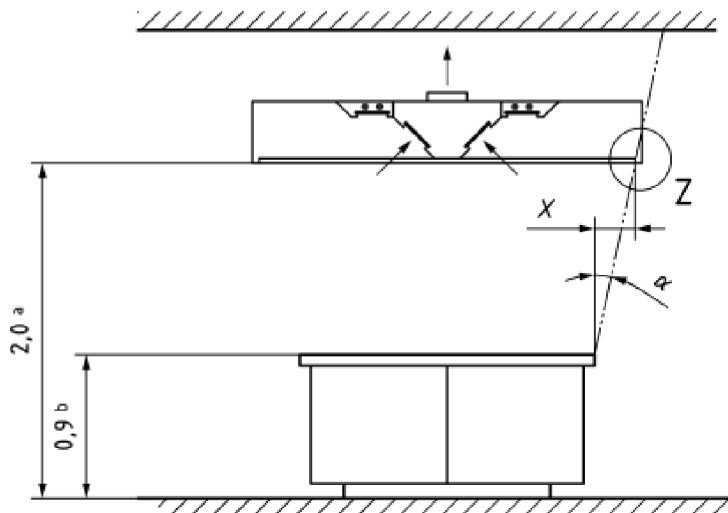
4.2 Odvod vzduchu

Jako odvodní prvky pro odvod vzduchu se v kuchyni využívá odsávacích zákrytů, nebo větracích stropů. V případě odsávacích zákrytů je odvod vzduchu omezen na oblast pod ním, většinou to jsou varné centra.

Odvod vzduchu musí být navržen tak, aby se nežádoucí složky ve vzduchu oddělily účinným odsáváním vzduchu tak, aby byly zachovány přípustné hodnoty škodlivin. Pára vznikající při mytí nádobí a mechanicky vznikající odpadní vzduch z myčky nádobí (někdy chemicky znečištěný) se musí zachycovat a pokud možno odděleně odsávat ihned v místě, kde vzniká.

4.2.1 Odsávací zákryty

Odsávací zákryty musí být osazeny vyjímatelnými a omyvatelnými odlučovači tuků a spádovým sběrným žlábkem, který zachycuje stékající látky – tuky nebo zkondenzovanou páru. Výška instalace odsávacího zákrytu, jak je uvedeno na obrázku 5, nesmí být menší než 2,0 m a větší než 2,5 m nad úrovní podlahy. Délka, respektive šířka digestoře musí být navržena tak, aby byl zajištěn přesah pod úhlem $\alpha = 15^\circ$, jak je uvedeno na obrázku 1, a zároveň nejméně 300 mm přesahující vnější okraj varného centra, respektive spotřebiče. U zařízení s předními dvířky (trouby, parní hrnce) musí být zajištěn přesah 600 mm.



Obrázek 5 Schéma konstrukčních zásad odsávacího zákrytu^[1]

Kde:

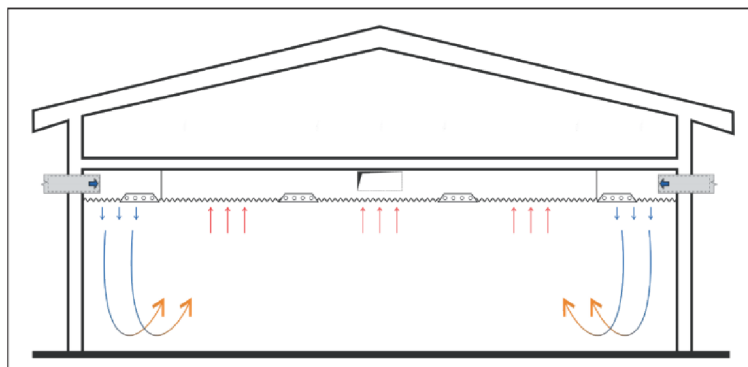
- a minimální výška instalace odsávacího zákrytu
- b výška spotřebičů
- α úhel 15°

X	přesah 300 mm
Z	detail přesahu

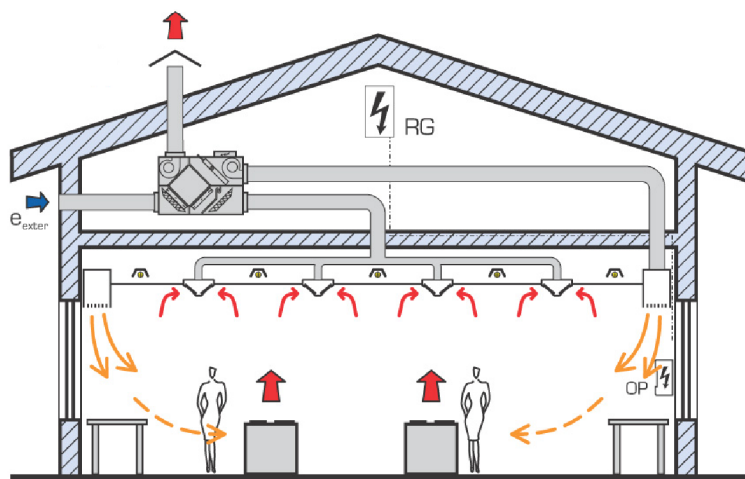
4.2.2 Větrací stropy

Větrací stropy jsou velkoplošné prvky, které se osazují přes po celé ploše místnosti a které zpravidla zajistí, jak odvod vzduchu, tak i přívod a zároveň i osvětlení pracovního prostoru. Spodní hrana, respektive výška větracího stropu je 2,5 - 3,5 m. Přívodní prvky větracího stropu by se neměly instalovat nad varná centra, ale nejlépe po obvodu větracího stropu. Znečištěný odpadní vzduch z kuchyně musí být před vtokem do vzduchovodu upraven pomocí účinného aerosolového filtru. Plenum boxy přívodních a odvodních prvků musí být vybaveny regulačními klapkami pro nastavení průtoku vzduchu pro rovnoměrnou distribuci a odvod vzduchu. Přívodní prvky větracího stropu musí být osazeny odnímatelnými čelními deskami pro možnost čištění.

Větrací stropy se navrhují ve dvou variantách – otevřené a uzavřené větrací stropy. Uzávěřený strop odvádí znečištěný vzduch přímo z prostoru kuchyně ven do venkovního prostředí pomocí integrovaného odsávacího vzduchovodu. Otevřený systém obsahuje vzduchovou mezeru mezi větracím stropem a vzduchovodem, odkud se následně pod tlakem znečištěný vzduch odsává.

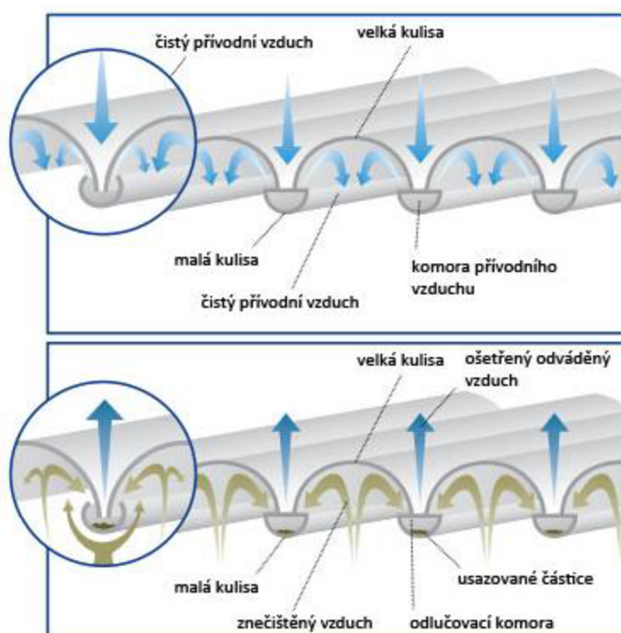


Obrázek 6 Schéma otevřeného větracího stropu^[13]



Obrázek 7 Schéma uzavřeného větracího stropu^[11]

Firma GIF ActiveVent s.r.o. nabízí řešení větracích stropů pomocí kazetových větracích modulů různých druhů, které zároveň slouží jako odlučovače tuků a kondenzátu. Odlučované částice jsou shromažďovány v malých zásobnících. Kazety lze snadno vyjmout a lze je mýt v myčce nádobí.

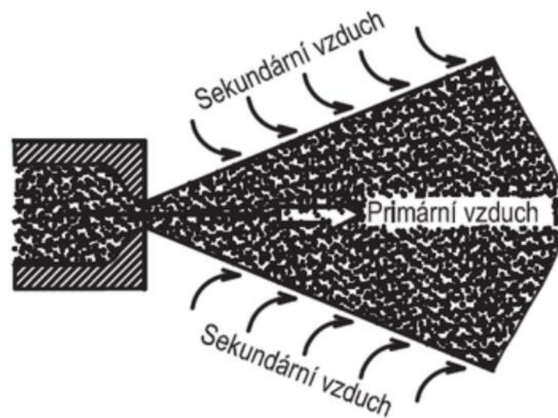


Obrázek 8 Kazetový systém odlučování tuků a kondenzátu^[9]

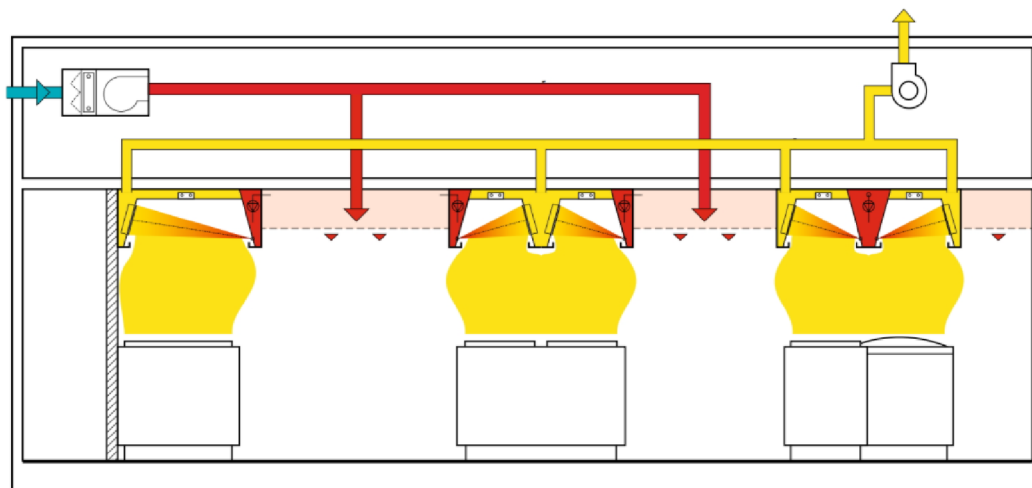
4.2.3 Indukční odsávací zákryty – indukční digestoře

Indukční odsávací zákryty, resp. indukční digestoře se liší od klasických odsávacích zákrytů tím, jak pracují se znečištěným vzduchem. Fungují na principu odvádění vzduchu jako nositele škodlivin, kdy se snaží minimalizovat objem vzduchu a maximalizovat koncentraci škodlivin v tomto objemu. Tyto zákryty jsou vybaveny systémem trysek, které nasávají malé množství odváděného primárního vzduchu a velkou rychlostí ho vyfukuje v místech stoupavých teplých

proudů směrem na odsávací prvky zákrytu. Vyfukováním primárního vzduchu dochází k indukci stoupavého sekundárního vzduchu a ke zvýšení koncentrace škodlivin dopravovaných k odsávacím prvkům.^[18]



Obrázek 9 Princip indukce vzduchu^[17]



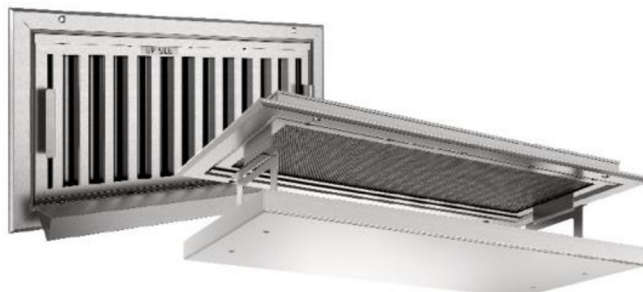
Obrázek 10 Schéma indukčního zákrytu^[19]

4.3 Mechanické odlučovače tuků

Nedílnou a důležitou součástí odsávacích prvků jsou odlučovače tuků. Instalují se do odsávacích prvků a zabraňují zanášení potrubí, ventilátorů a vzduchotechnických jednotek tukem a mastnotou. Odlučovače tuků bývají zpravidla jedinou možností, jak ošetřit odsávaný znečištěný vzduch od tuků, než se dostane do vzduchotechnické jednotky.

Do odsávacích prvků by měly být odlučovače vždy osazovány tak, aby se daly jednoduše demontovat a pravidelně čistit. Odlučovače tuků by měly být vyrobeny z nerezové oceli z důvodu vysoké koncentrace vlhkosti a aerosolů na odlučování. Dle německé směrnice DIN 18 869^[8], ze které vychází směrnice VDI 2052^[6], je minimální hodnota odlučivosti tukových filtrů stanovena na 65 %.

Odlučovače se do odsávacích prvků osazují pod úhlem 35-90°, aby byl zajištěn odtok odlučovaných kapalných látek do sběrného žlabu, který je instalovaný pod odlučovačem tuků. Při nedodržení těchto zásad může být zásadně snížena funkčnost filtru i celého vzduchotechnického systému.



Obrázek 11 Odlučovače tuku GT od firmy Systemair^[11]

Mechanickou filtraci je možné doplnit tzv. UV-C filtrací. Jedná se o lampy, které se instalují za mechanické odlučovače. Tyto lampy produkují UV-C záření, které generuje ozon. Ozon se váže na organické sloučeniny, které rozkládá na oxid uhličitý, vodu a stopové množství bílého prášku.^[12]

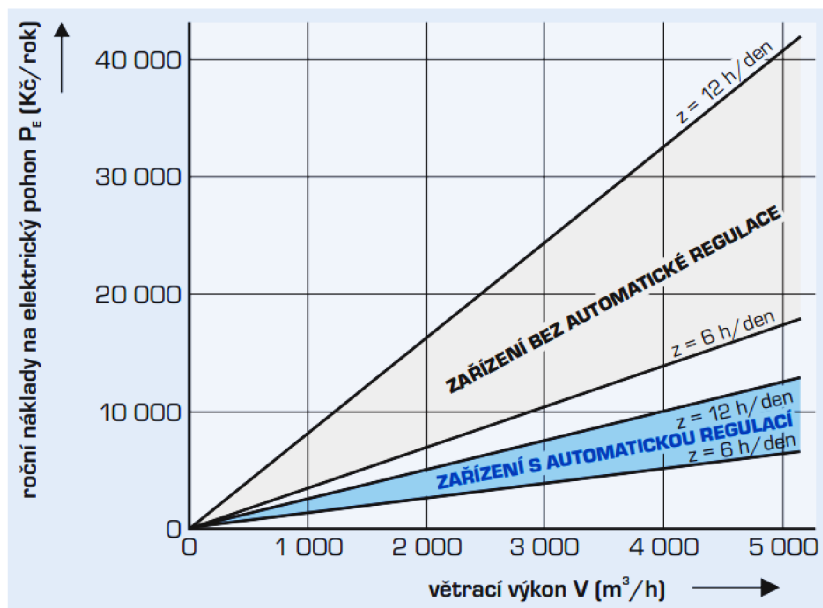
4.4 Potrubí

Potrubní systémy musí být dimenzovány tak, aby byly zajištěny nízké úniky vzduchu, nízké tepelné ztráty a byly zaručeny hygienické podmínky během jejich provozu. Pokud je to možné, je dobré se vyhnout osazování ohebného potrubí z důvodu obtížného čištění. Stabilita vzduchovodů, jejich spojovacích a montážních prvků musí být navržena tak, aby bylo zajištěno, že dlouhodobě vydrží namáhání a zatížení způsobené provozem. Potrubí by mělo být instalované ve spádu pro možnost vypuštění kondenzátu v nejnižším místě.

4.5 Regulace

Do komerčních kuchyní je velice vhodné instalovat automatickou regulaci. Kuchyně je totiž provoz, kde je potřeba vzduchotechniky pouze v provozní době kuchyně, kdy je prostor zatěžován vypočtenou tepelnou zátěží, v době mimo provoz je tepelná zátěž nulová nebo minimální. Účinná automatická regulace dokáže průtok vzduchu a jeho výměnu přizpůsobit aktuálním potřebám provozu a zásadně snížit provozní náklady vzduchotechniky.

Na následujícím grafu je znázorněna úspora na ročních nákladech při využití regulace. Výpočet je proveden pro parametry vzduchotechnického systému: tlaková ztráta $p = 550 \text{ Pa}$, účinnost ventilátoru 0,55, doba provozu 300 dní/rok.^[11]



Obrázek 12 Roční náklady^[11]

Na trhu je mnoho regulací, většinou pracující na principu snímání dvou teplot, a to nad varným centrem a v prostoru kuchyně, tyto dvě teploty se navzájem porovnávají. V případě, že se tyto teploty neliší, nebo se liší jen minimálně, jsou otáčky ventilátorů nastaveny na nízký výkon pro zajištění minimální výměny vzduchu. Pokud rozdíl těchto teplot bude vyšší, sepnou se ventilátory na vyšší až maximální výkon pro dosažení správných podmínek.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

B. VÝPOČTOVÁ ČÁST

VZDUCHOTECHNIKA OBCHODU S RESTAURACÍ

AIR CONDITIONING IN SHOP AND RESTAURANT

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Matěj Vostal

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PETR BLASINSKI, Ph.D.

BRNO 2021

1 ANALÝZA OBJEKTU

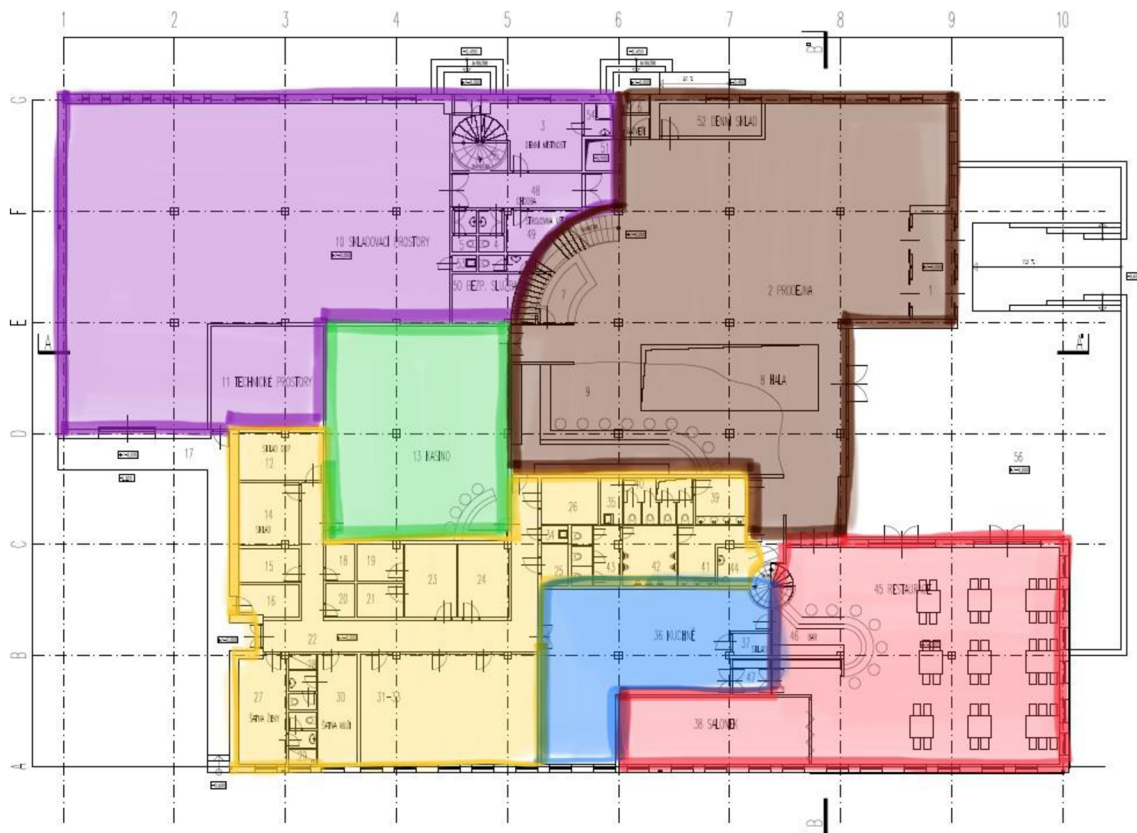
1.1 Popis objektu

Jedná se o obchodní a rekreační objekt, dům je dvoupatrový. Obvodové stěny jsou vyzděny z keramických tvarovek Porotherm tl. 300 mm a zatepleny tepelnou izolací EPS 70 F tl. 150 mm. V přízemí objektu se nachází prodejna, restaurace, kuchyně, skladovací prostory a personální a technické zázemí. Ve druhém nadzemním podlaží se nachází pokoje pro hosty a kanceláře pro personál.

1.2 Rozdělení objektu na funkční celky

Přízemí objektu je rozděleno na 5 funkčních celků, každý celek má vlastní zařízení.

- | | |
|---------------|-------------------------------------------|
| Zařízení č. 1 | úsek restaurace + salonek (červená barva) |
| Zařízení č. 2 | úsek kuchyně (modrá barva) |
| Zařízení č. 3 | úsek kasino (zelená barva) |
| Zařízení č. 4 | úsek prodejna (hnědá barva) |
| Zařízení č. 5 | úsek sklad (fialová barva) |
| Zařízení č. 6 | úsek technické zázemí (žlutá barva) |



Obrázek 13 Rozdělení 1NP na funkční celky

1.3 Určení klimatických podmínek

Objekt se nachází v okrese Brno-město. Pro stanovení klimatických návrhových podmínek byly použity hodnoty z normy ČSN 12 7010-Z1.^[9]

	Teplé období roku			Chladné období roku	
	99,6 %	99 %	98 %	0,4 %	1 %
Teplota venkovního vzduchu [°C]	34,4	33	31,7	-17,9	-14,8
Entalpie venkovního vzduchu [kJ/kg]	69,0	66,1	63,4	-	-
Absolutní extrémy	Maximum			Minimum	
Teplota venkovního vzduchu [°C]	36,5			-24,1	
Entalpie venkovního vzduchu [kJ/kg]	77,6			-23,4	

Tabulka 3 Venkovní klimatické podmínky^[9]

č. m.	Místnost	Teplota vzduchu v zimním období [°C]	Teplota vzduchu v letním období [°C]	Relativní vlhkost v zimním období [%]	Relativní vlhkost v letním období [%]
2	Prodejna	22	25	40	55
10	Sklad	19	26	40	55
13	Kasino	24	25	40	55
36	Kuchyně	23	25	40	55
45	Restaurace + salonek	23	25	40	55
-	Technické zázemí	21	26	40	55

Tabulka 4 Vnitřní klimatické podmínky ve funkčních celcích

2 VÝPOČET SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA

Pro výpočet součinitelů prostupů tepla byly použity následující vztahy:

$$U = \frac{1}{R} \quad [\text{W/m}^2\text{K}]$$

$$R = R_{si} + R_{se} + R_T \quad [\text{m}^2\text{K/W}]$$

$$R = \frac{d_i}{\lambda_i} \quad [\text{m}^2\text{K/W}]$$

kde:

R_T tepelný odpor při přestupu tepla [m²K/W]

R_{si} tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce [m²K/W]

R_{se}	tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce	$[m^2K/W]$
d_i	tloušťka konstrukce	$[m]$
λ_i	součinitel tepelné vodivosti	$[W/m.K]$

č. vrstvy	materiál	Tloušťka d [m]	součinitel tepelné vodivosti λ [W/m.K]	tepelný odpor při přestupu tepla R [m^2K/W]
1	omítka vápenná	0,015	0,88	0,017
2	Porotherm 30 Profi	0,3	0,175	1,714
3	EPS 70 F	0,15	0,039	3,846
4	omítka	0,015	0,1	0,150
$R_T = R_{si} + R + R_{se}$				5,897 m^2K/W
$U = 1/R_T$				0,170 W/m^2K

Tabulka 5 Výpočet součinitele prostupu tepla obvodové stěny

Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce $R_{si} = 0,13 m^2K/W$

Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce $R_{se} = 0,04 m^2K/W$

3 VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí

$$H_{T,ie} = \Sigma(A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k) \quad [W/K]$$

kde:

A_k	podlahová plocha	$[m^2]$
U_{kc}	součinitel prostupu tepla upravený o ΔU	$[W/m^2K]$
ΔU	součinitel prostupu tepla	$[W/m^2K]$
e_k	korekční součinitel zohledňující klimatické podmínky	$[-]$

Tepelné ztráty z nebo do prostorů rozdílné teploty

$$H_{T,ij} = \Sigma(A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}) \quad [W/K]$$

kde:

f_{ij}	součinitel redukce teploty	$[-]$
----------	----------------------------	-------

$$f_{ij} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_u}{\theta_{int,i} - \theta_e} \quad [-]$$

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem

$$H_{T,iue} = \Sigma(A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u) \quad [W/K]$$

kde:

b_u součinitel redukce teploty [-]

$$b_u = \frac{\theta_{int,i} - \theta_u}{\theta_{int,i} - \theta_e} \quad [-]$$

Tepelné ztráty zeminou

$$H_{T,ig} = \Sigma(A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w \quad [W/K]$$

kde:

$U_{equiv,k}$ ekvivalentní součinitel prostupu tepla konstrukce v kontaktu se zeminou [W/m²K]

f_{g1} opravný součinitel, uvažující vliv roční změny průběhu venkovní teploty, stanovena národní hodnota [-]

f_{g2} opravný teplotní součinitel, zahrnující rozdíl mezi roční průměrnou venkovní teplotou a výpočtovou venkovní teplotou [-]

G_w opravný součinitel na vliv spodní vody; je-li předpokládaná hladina méně než 1 m od úrovně uvažuje se 1,15, jinak je roven 1 [-]

Celková měrná tepelná ztráta prostupem tepla

$$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig} \quad [W/K]$$

kde:

$H_{T,ie}$ tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí [W/K]

$H_{T,iue}$ tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí [W/K]

$H_{T,ij}$ tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí [W/K]

$H_{T,ig}$ tepelné ztráty zeminou [W/K]

Návrhová ztráta prostupem tepla

$$\Phi_{T,i} = H_{T,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) \quad [W]$$

kde:

$\theta_{int,i}$ návrhová vnitřní teplota [°C]

θ_e návrhová venkovní teplota [°C]

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí								
č.k.	popis	A_k	U_k	ΔU	$U_{kc}=U_k+\Delta U$	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$	
S1	stěna obvodová	95,1	0,17	0,02	0,19	1	18,07	
D1	dveře vchodové	16,56	1,5	0,02	1,52	1	25,17	
O1	okna	32,64	1	0,02	1,02	1	33,29	
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venk. prostředí $H_{T,ie} = \Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ [W/K]							76,53	
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty								
č.k.	popis	A_k	U_k	f_{ij}			$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$	
D2	do prodejny		8,40	2,00	0,03		0,42	
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. $H_{T,ij} = \Sigma A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ [W/K]							0,42	
Tepelné ztráty zeminou								
č.k.	popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
P1	podlaha na zemině	209,00	0,28	57,89	1,45	0,49	1,00	0,71
				$(\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k})$	57,89			
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$ [W/K]							41,09	
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$								
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]				
23	-17,9	40,9	118,05	4828				

Tabulka 6 Tepelné ztráty úseku restaurace + salonek

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí								
č.k.	popis	A_k	U_k	ΔU	$U_{kc}=U_k+\Delta U$	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$	
S1	stěna obvodová	9,21	0,17	0,02	0,19	1	1,75	
O1	okna	3,84	1	0,02	1,02	1	3,92	
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ [W/K]							5,667	
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty								
č.k.	popis	A_k	U_k	f_{ij}			$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$	
S2	stěna do zázemí		72,10	0,80	0,05		2,821	
D3	dveře do zázemí		2,88	1,10	0,05		0,155	
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. $H_{T,ij} = \Sigma A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ [W/K]							2,821	
Tepelné ztráty zeminou								
č.k.	popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
P1	podlaha na zemině	85,5	0,28	23,684	1,45	0,477	1	0,692
				$(\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k})$	23,684			
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$ [W/K]							16,392	
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$								
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]				
23	-17,9	40,9	24,88	1018				

Tabulka 7 Tepelné ztráty úseku kuchyně

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty								
č.k.	popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$			
S2	stěna do skladu	46,5	0,8	0,119	4,439			
S2	stěna do tech zázemí	57,6	0,8	0,072	3,299			
S2	stěna do prodejny	24	0,8	0,048	0,916			
D3	dveře do prodejny	2,76	1,10	0,05	0,145			
D3	dveře do zázemí	3,36	1,10	0,07	0,265			
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. $H_{T,ij} = \sum A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ [W/K]					9,064			
Tepelné ztráty zeminou								
č.k.	popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
P1	podlaha na zemině	113,7	0,28	31,495	1,45	0,477	1	0,692
$(\sum A_k \cdot U_{equiv,k})$				31,495				
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$ [W/K]							21,798	
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$								
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]				
24		-17,9	41,9	30,86	1293			

Tabulka 8 Tepelné ztráty úseku kasino

4 Výpočet tepelné zátěže

Tepelné zátěže úseků restaurace + salonek a kasino byly vypočítány pomocí výpočtového programu Teruna, úsek kuchyně byl vypočítán ručním výpočtem dle ČSN EN 16282-1.

4.1 Výpočet tepelné zátěže úseku restaurace + salonek

4.1.1 Zadané prvky do výpočtu

Venkovní stěna

- stena1_SV (26.28 m², 0.45 m, 0.08 W/m.K, 1000 kg/m³, 900 kJ/kg.K)
 - izolační dvojsklo (Argon) (1.92 m², 1 W/m²K)
 - izolační dvojsklo (Argon) (1.92 m², 1 W/m²K)
 - izolační dvojsklo (Argon) (1.92 m², 1 W/m²K)
 - izolační dvojsklo (Argon) (1.92 m², 1 W/m²K)
 - izolační dvojsklo (Argon) (1.92 m², 1 W/m²K)
 - izolační dvojsklo (Argon) (1.92 m², 1 W/m²K)

Venkovní stěna

- stena2_JV (51.78 m², 0.45m, 0.08W/m.K, 1000 kg/m³, 900 kJ/kg.K)
 - izolační dvojsklo (Argon) (1.92 m², 1 W/m²K)
 - izolační dvojsklo (Argon) (1.92 m², 1 W/m²K)
 - izolační dvojsklo (Argon) (1.92 m², 1 W/m²K)
 - izolační dvojsklo (Argon) (1.92 m², 1 W/m²K)
 - izolační dvojsklo (Argon) (1.92 m², 1 W/m²K)
 - izolační dvojsklo (Argon) (1.92 m², 1 W/m²K)
 - izolační dvojsklo (Argon) (1.92 m², 1 W/m²K)

- izolační dvojsklo (Argon) (1.92 m², 1 W/m²K)
- izolační dvojsklo (Argon) (1.92 m², 1 W/m²K)
- izolační dvojsklo (Argon) (1.92 m², 1 W/m²K)
- izolační dvojsklo (Argon) (1.92 m², 1 W/m²K)

Venkovní stěna

- stena3_SZ (19.44 m², 0.45m, 0.08 W/m.K, 1000 kg/m³, 900 kJ/kg.K)
- dveře vchodové 1/3 skla (8.28 m², 4 W/m²K)
- dveře vchodové 1/3 skla (8.28 m², 4 W/m²K)

Symetrická stěna

- cihelná příčka (14.76 m², 0.1 m, 0.8 W/m.K, 1700 kg/m³, 900 kJ/kg.K)
- dveře vnitřní 1/3 sklo (2.94 m², 2 W/m²K)

Další akumulční hmota

- nábytek (28.2 m², 200 kg, 800 kJ/kg.K)

Asymetrická stěna

- cihelna vnitřní (48.27 m², 0.15m, 0.8 W/m.K, 1000 kg/m³, 900 kJ/kg.K)

Podlaha

- podlaha beton s izolací (210.4 m², 0.25m, 0.13 W/m.K, 1900 kg/m³, 800 kJ/kg.K)

4.1.2 Vstupní údaje

Výpočet proveden pro období od 21.7. do 21.7.

Časový krok: 300 s

Objem místnosti : 631.2 m³

Ve výpočtu bylo zavedeno:

Simulace oblačnosti: NE

Referenční rok: NE

Uvažován vliv sluneční radiace: ANO

Načtená klimatická data: NE

Osvětlení[1]: 18–23 h, 2000 W

Větrání[1]: 0–24 h, 10 m³/h

Ostatní tepelné zdroje: NE

Odpar vody: NE

Biologická produkce[1]: 7–21 h, 75 kg, počet osob: 58

Biologická produkce[2]: 6–22 h, 75 kg, počet osob: 5

Sálavé plochy: NE

4.1.3 Výsledky

Maxima tepelné zátěže:

21.7. 18.08 h: Citelné teplo Max= 10674.18 W

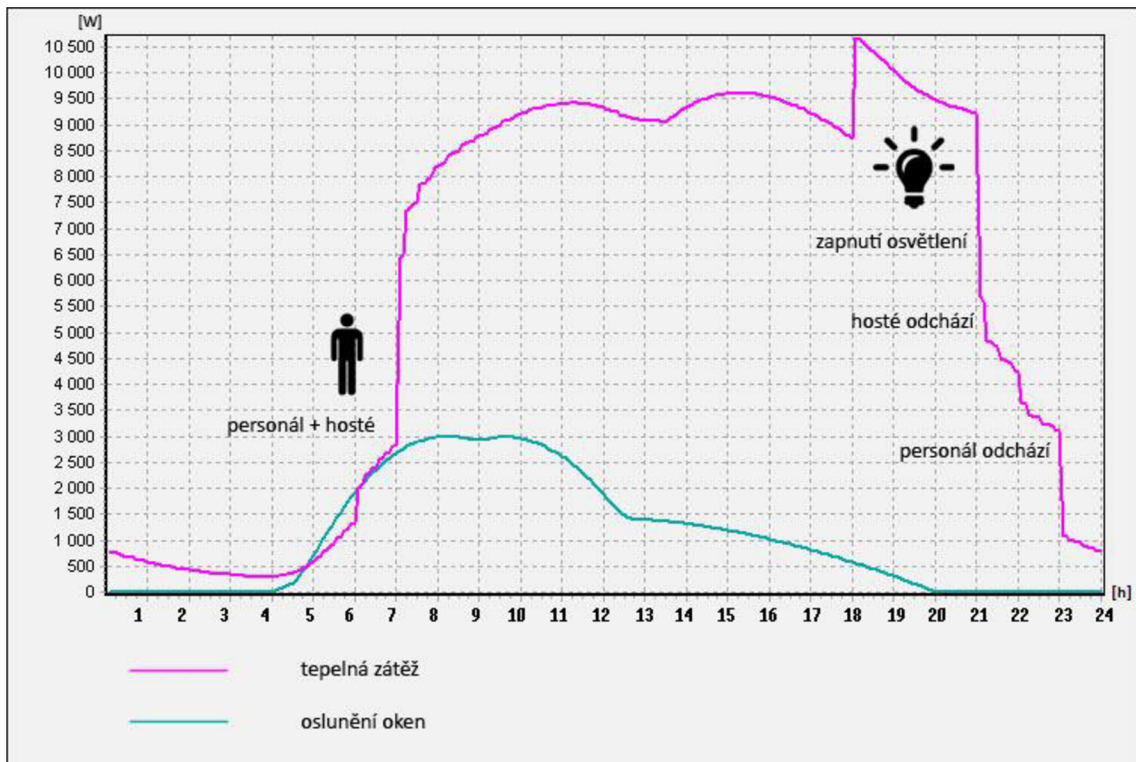
21.7. 3.75 h: Citelné teplo Min= 289.48 W

21.7. 18.08 h: Vázané teplo=3346.6 W Merna Tz = 3.31 W/K

21.7. 18.08 h: Potřeba chladu = 143.71 kWh Potřeba tepla = 0 kWh

Suma potřeby chladu = 143.71 kWh

Suma potřeby tepla = 0 kWh



Obrázek 14 Graf tepelné zátěže úseku Restaurace + salonek

4.2 Výpočet tepelné zátěže úseku kasino

4.2.1 Zadané prvky do výpočtu

Symetrická stěna

- cihelná příčka_sym (21.06 m², 0.15 m, 0.8 W/m.K, 1700 kg/m³, 900 kJ/kg.K)
- dveře vnitřní plné (2.94 m², 2 W/m²K)

Další akumulční hmota

- nábytek (44.6 m², 200 kg, 450 kJ/kg.K)

Asymetrická stěna

- cihelná vnitřní (47.22 m², 0.15 m, 0.8 W/m.K, 1000 kg/m³, 900 kJ/kg.K)

Podlaha

- podlaha beton s izolací (114 m², 0.25 m, 0.13 W/m.K, 1900 kg/m³, 800 kJ/kg.K)

4.2.2 Vstupní údaje

Výpočet proveden pro období od 21.7. do 21.7.

Časový krok: 300 s

Objem místnosti : 342 m³

Ve výpočtu bylo zavedeno:

Simulace oblačnosti: NE

Referenční rok: NE

Uvažován vliv sluneční radiace: ANO

Načtená klimatická data: NE

Osvětlení[1]: 9–24 h, 1500 W

Větrání[1]: 0–24 h, 10 m³/h

Ostatní tepelné zdroje: NE

Odpar vody: NE

Biologická produkce[1]: 9–24 h, 75 kg, počet osob: 5

Biologická produkce[2]: 15–23 h, 75 kg, počet osob: 20

Sálavé plochy: NE

4.2.3 Výsledky

Maxima tepelné zátěže:

21.7. 22.92 h: Citelné teplo Max= 3867.91 W

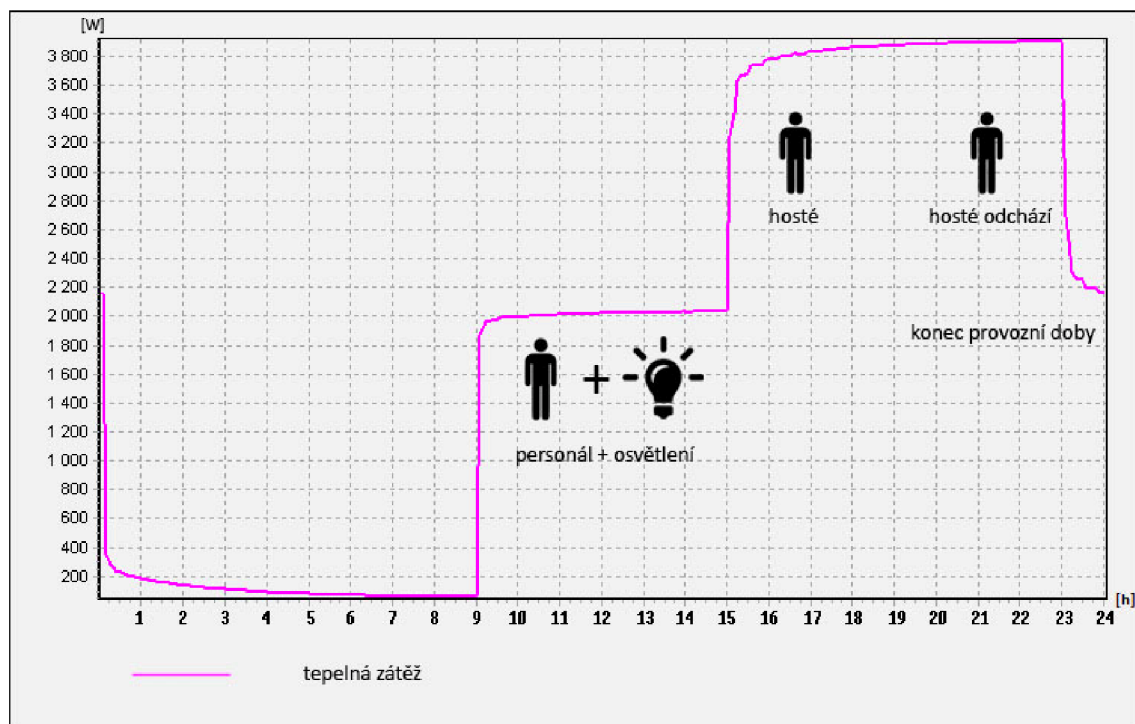
21.7. 7.92 h: Citelné teplo Min= 88.4 W

21.7. 22.92 h: Vázané teplo=1328.02 W Merna Tz = 48.63 W/K

21.7. 22.92 h: Potřeba chladu = 47.68 kWh Potřeba tepla = 0 kWh

Suma potřeby chladu = 47.68 kWh

Suma potřeby tepla = 0 kWh



Obrázek 15 Graf tepelné zátěže úseku Kasino

4.3 Výpočet tepelné zátěže a průtoku vzduchu úseku kuchyně

4.3.1 Konvekční tepelné zatížení $Q_{S,K}$

$$Q_{S,K} = Q_S \cdot b \cdot \varphi \quad [\text{W}]$$

$$Q_{S1} = 350 \cdot 11 + 100 \cdot 16 + 250 \cdot 38 + 350 \cdot 5,5 + 100 \cdot 9 = 17775 \cdot 0,5 \cdot 0,7 = 6221 \text{ W}$$

$$Q_{S2} = 350 \cdot 11 + 100 \cdot 16 + 250 \cdot 38 + 350 \cdot 5,5 + 100 \cdot 9 = 17775 \cdot 0,5 \cdot 0,7 = 6221 \text{ W}$$

$$Q_{S,K} = 6221 + 6221 = 12442 \text{ W}$$

kde:

Q_S	maximální produkce citelného tepla	[W]
b	stupeň zatížení (konvekční podíl)	[-]
φ	faktor současnosti	[-]

4.3.2 Výpočet termických proudů od jednotlivých zařízení

$$V_{th} = k \cdot Q_{S,K}^{\frac{1}{3}} \cdot (z + 1,7 \cdot d_{hydr})^{\frac{5}{3}} \cdot r \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

$$V_{th1} = 18 \cdot 6221^{1/3} \cdot (0,9 + 1,7 \cdot 1,358)^{5/3} \cdot 1 = 2311 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V_{th2} = 18 \cdot 6221^{1/3} \cdot (0,9 + 1,7 \cdot 1,358)^{5/3} \cdot 0,63 = 1456 \text{ m}^3/\text{h}$$

kde:

k	empiricky stanovený koeficient	$[\text{m}^{4/3}\text{W}^{1/3}\text{h}^{-1}]$
$Q_{S,K}$	celkové konvekční tepelné zatížení	[W]
z	účinná odsávací výška pro jednotlivé zdroje: $z_i = h - H_0$	[m]
H_0	výška zdroje tepla nad podlahou	[m]
h	výška odsávacího vzduchotechnického zařízení	[m]
d_{hydr}	hydraulický průměr jednotlivých zdrojů: $d_{hydr} = 2 \times L_0 \times B_0 / (L_0 + B_0)$	[m]

$$d = 2 \cdot 4,5 \cdot 0,8 / (4,5 + 0,8) = 1,358 \text{ m}$$

kde:

L_0, B_0	půdorysný rozměr zdroje tepla	[m]
r	redukční polohový faktor	[-]

4.3.3 Výpočet množství odsávaného vzduchu od jednotlivých zdrojů

$$V_{ods}^{dig} = V_{th} \cdot a \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

$$V_{dig} = (2311 + 1456) \cdot 1,2 = 4520 \text{ m}^3/\text{h}$$

kde:

V_{th}	termický proud vzduchu	$[\text{m}^3/\text{h}]$
----------	------------------------	-------------------------

a přírážkový faktor poruch termického proudu [-]

Z kuchyně je nutno dále odvádět spaliny z instalovaných plynových zařízení pod digestořemi:

$$V_{G,ods} = 1,35 \cdot P \cdot \varphi \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

$$V_1 = 1,35 \cdot 160 \cdot 0,7 = 151,2 \text{ m}^3/\text{h}$$

kde:

$V_{G,ods}$ množství spalin [m^3/h]

P instalovaný příkon plynových spotřebičů [kW]

φ faktor současnosti [-]

4.3.4 Kontrolní výpočet – vlhkostní bilance

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

$$V = (52626 \cdot 0,7) / (3 \cdot 1,26) = 9746 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$m_{d1} = 588 \cdot 11 + 441 \cdot 16 + 147 \cdot 38 + 588 \cdot 5,5 + 441 \cdot 9 = 26313 \text{ g/h}$$

$$m_{d2} = 588 \cdot 11 + 441 \cdot 16 + 147 \cdot 38 + 588 \cdot 5,5 + 441 \cdot 9 = 26313 \text{ g/h}$$

$$\sum m_d = 26313 + 26313 = 52626 \text{ g/h}$$

kde:

V_{ods}^{ext} množství odváděného vzduchu k ochraně před kondenzací [m^3/h]

$\sum m_d$ součet předání vodní páry od jednotlivých kuchyňských zařízení [g/h]

φ faktor současnosti [-]

ρ objemová hmotnost vzduchu [kg/m^3]

4.3.5 Celkové množství odváděného vzduchu

$$V_{ods} = \max \{V_{ods}^{ext}; V_{ods}^{dig}\} \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

$$V_{ods} = \max \{9746; 4520\} = 9746 \text{ m}^3/\text{h}$$

4.3.6 Celkové množství přiváděného vzduchu

$$\sum V_{př} = \sum V_{ods} \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

$$V_{př} = 9746 \text{ m}^3/\text{h}$$

5 Stanovení průtoků vzduchu

ZADANÉ HODNOTY										VYPOČTENÉ HODNOTY														
místnost						léto		zima		M	Q [W]		přívod				Δx	odvod						
Č. ZAŘÍZENÍ	Č. MÍSTNOSTI	NÁZEV	PLOCHA [m ²]	OBJEM [m ³]	POČET OSOB	POŽADOVANÁ VÝMĚNA VZDUCHU [h ⁻¹]	VZD/OSOBA [m ³ /h]	t [°C]	φ [%]	t [°C]	φ [%]	vodní zisky	TEP. ZISKY	TEP. ZTRÁTY	HYG. VZD z výměny	HYG. VZD na spotřební jednotku [m ³ /h]	VZD NA KRYTÍ T. ZISKŮ [m ³ /h]	VZD NA KRYTÍ T. ZTRÁT [m ³ /h]	VZD [m ³ /h]	LÉTO t [°C]	ZIMA t [°C]	ODVLHČENÍ [g/kg]	Č. ZAŘÍZENÍ	VZD [m ³ /h]
1	45	Restaurace	172,2	516,6	53	1	50	25	55	23	40	2,13	9123	4828	627,9	3300	3601	1906	3600	18	27	1,7	1	3600
	38	Salonek	37,1	111,3	13		50	25	55	23	40	2,13	9123	4828	627,9	3300	3601	1906	3600	18	27	1,7	1	3600
			3600																					
2	36	Kuchyně	85,5	256,5	6	6	60	25	55	23	40	14,62	12442	1018	1539	9746	5730	402	9750	21	23	4,2	2	9750
				9750																				
3	13	Kasino	114	342	25	1	50	25	55	24	40	0,74	3868	1293	342	1250	1527	595	1550	18	25	1,3	3	1550
				1550																				

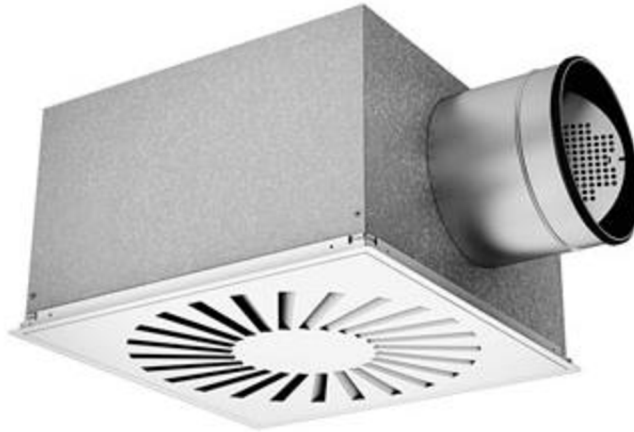
Tabulka 9 Tabulka průtoků vzduchu

6 DISTRIBUČNÍ PRVKY

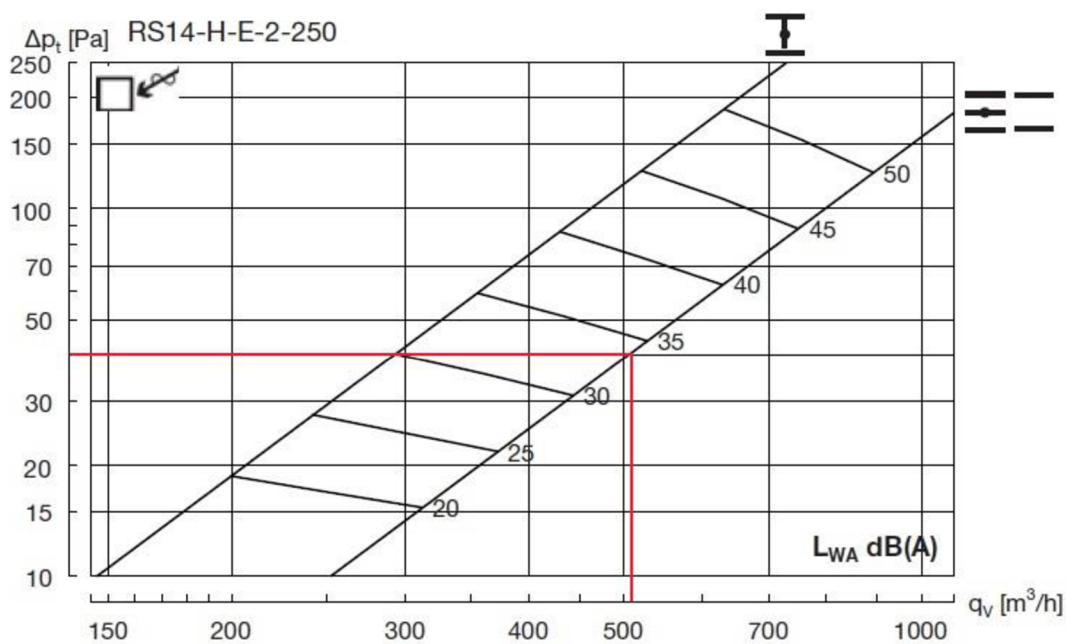
6.1 Distribuční elementy

6.1.1 Vířivá vyúst' RS14

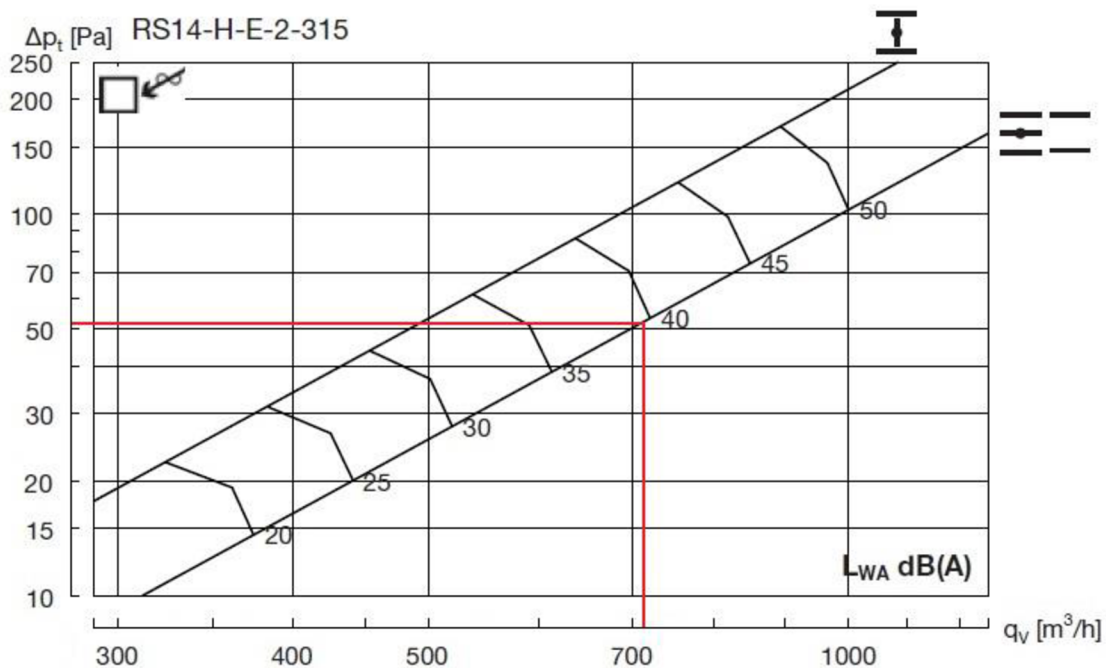
Vířivá vyúst' RS14 je čtvercový difuzor s fixními lamelami, vhodný pro přívod i odvod vzduchu. Vyúst' RS14 je navržena jako odvodní prvek.



Obrázek 16 Vířivá vyúst' RS14^[14]



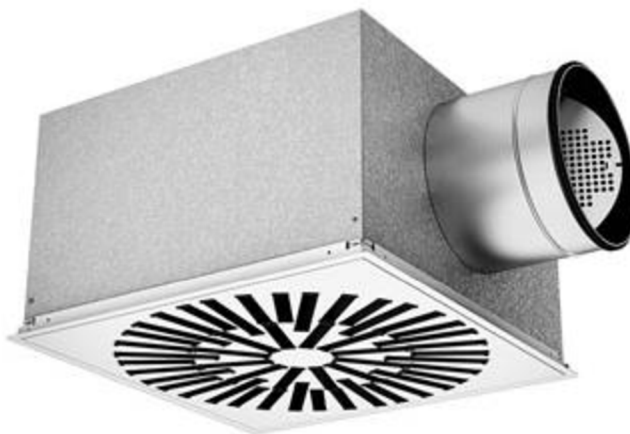
Obrázek 17 Určení tlakové ztráty vířivé vyústí RS14 dimenze 250 mm



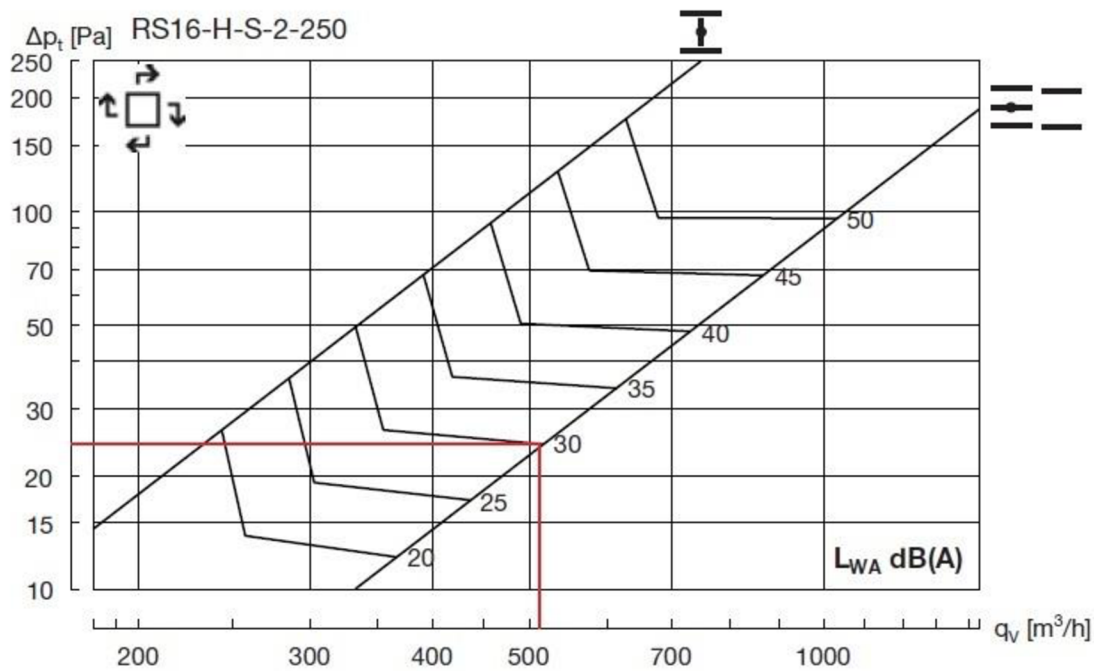
Obrázek 18 Určení tlakové ztráty vířivé výusti RS14 dimenze 315 mm

6.1.2 Vířivá výúst' RS16

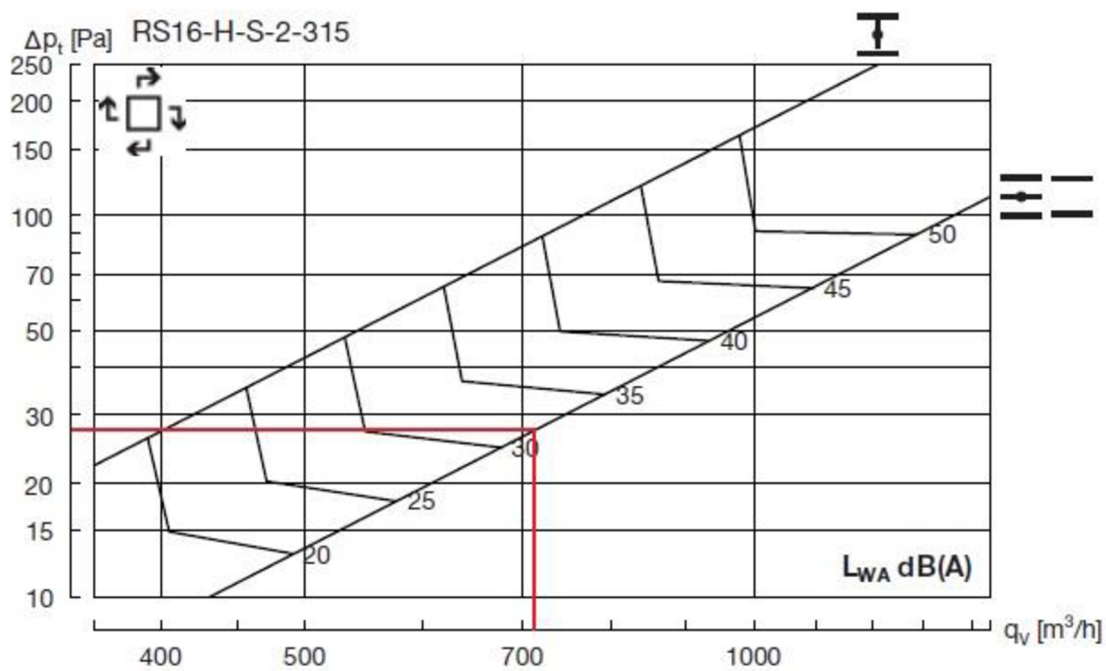
Vířivá výúst' RS16 je čtvercový difuzor s nastavitelnými lamelami, vhodný pro přívod i odvod vzduchu. Výúst' RS16 je navržena jako hlavní přívodní prvek v úseku restaurace + salonek a kasinu a jako vedlejší přívodní prvek v kuchyni.



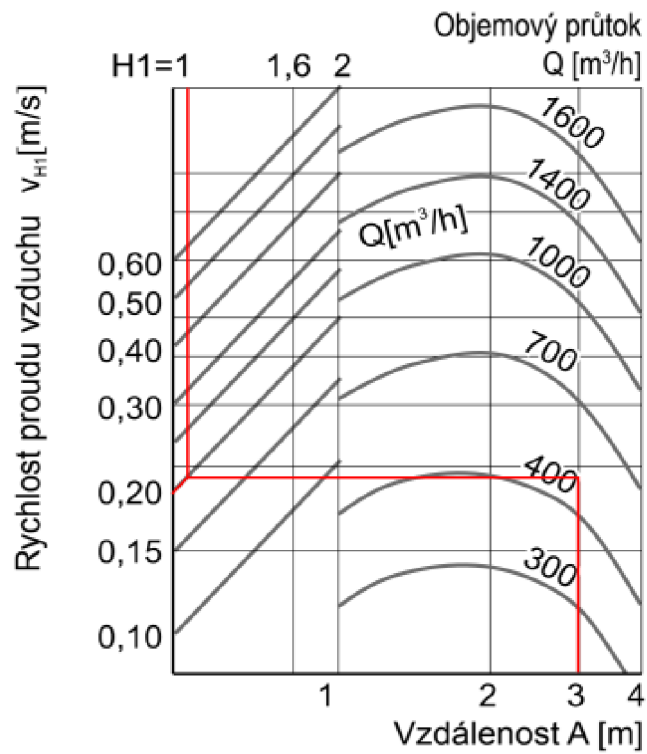
Obrázek 19 Vířivá vyúst' RS16^[14]



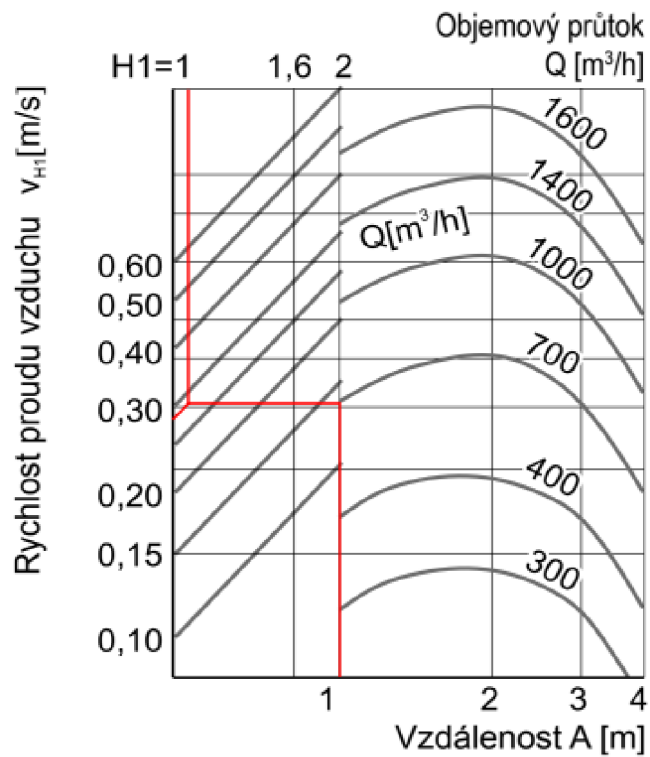
Obrázek 20 Určení tlakové ztráty vířivé vyústí RS16 dimenze 250



Obrázek 21 Určení tlakové ztráty vířivé vyústí RS16 dimenze 315



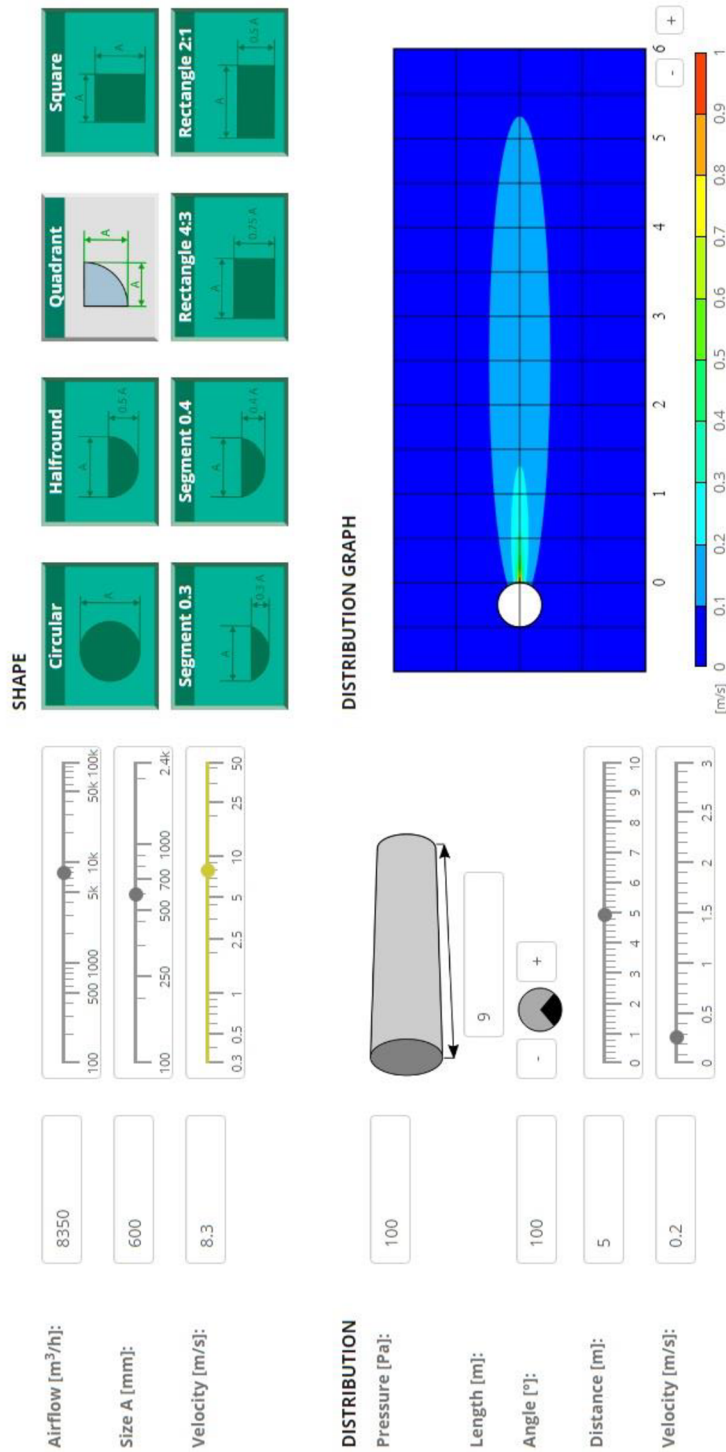
Obrázek 22 Určení rychlosti proudění v pobytové oblasti pro 500 m^3/h



Obrázek 23 Určení rychlosti proudění v pobytové oblasti pro 720 m^3/h

6.1.3 Textilní vyústka

Jako přírodní distribuční prvek do kuchyně byla zvolena textilní vyústka. Pro návrh textilní vyústky byl použit návrhový program firmy PŘÍHODA s.r.o.^[15], tvar vyústky byl zvolen jako čtvrtkruh s poloměrem 600 mm a délkou 9000 mm, průtok vzduchu je nastaven na 8350 m³/h.



Obrázek 24 Návrh textilní vyústky^[15]

6.1.4 Odsávací zákryt

Jako distribuční odsávací prvek do kuchyně byl zvolen odsávací zákryt. Odsávací zákryty budou dva, jejich velikosti budou 2800x1600 mm a 3600x1300 mm, každý bude nad svou sekci sporáků. Zákryty budou poptané od firmy, která je na zakázku vyrobí podle zadaných rozměrů a parametrů.

6.2 Koncové elementy pro jednotlivé místnosti

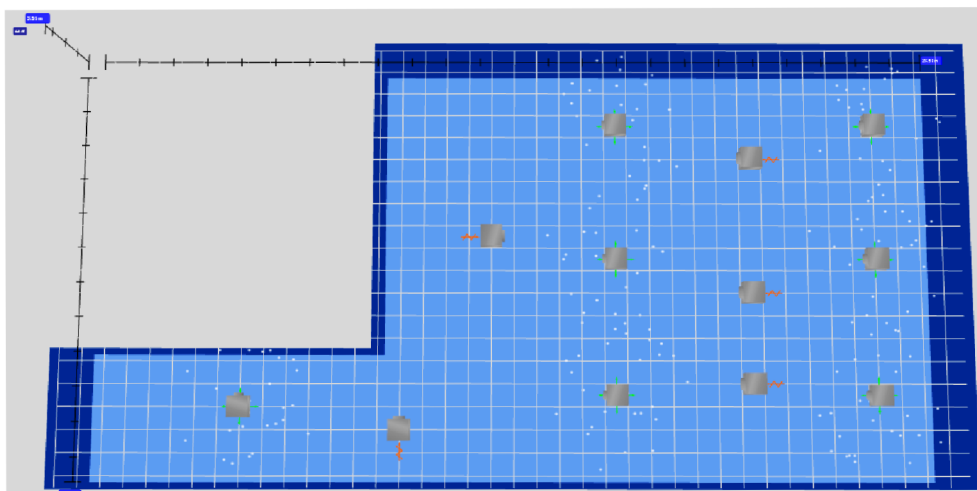
Č. MÍSTNOSTI	NÁZEV	PLOCHA	OBJEM	PŘÍVOD/ODVOD	OZNAČENÍ VYÚSTKY	POČET	PRŮTOK NA 1 ELEMENT	Δp_c	v	L _{wa}
		[m ²]	[m ³]			ks	m ³ /h	Pa	m/s	dB
Zařízení č. 1 – Restaurace + salonek										
45	RESTAURACE	158	475	P	RS16-H-S-2-250	6	514	24	0,2	30
				O	RS14-H-E-2-315	4	720	52		39
38	SALONEK	37,1	111	P	RS16-H-S-2-250	1	514	24	0,2	30
				O	RS14-H-E-2-315	1	720	52		39
Zařízení č. 2 – Kuchyně										
36	KUCHYŇĚ	77,6	233	P	RS16-H-S-2-315	2	700	28	0,28	31
				P	Textilní vyústka	1	8350	100	0,2	42
				O	Odsávací zákryt 2800x1600	1	4875	52		47
				O	Odsávací zákryt 3600x1300	1	4875	52		46
Zařízení č. 3 – Kasino										
13	KASINO	113	340	P	RS16-H-S-2-250	3	517	24	0,2	30
				O	RS14-H-E-2-250	3	517	40		34

Obrázek 25 Navržené koncové elementy místností

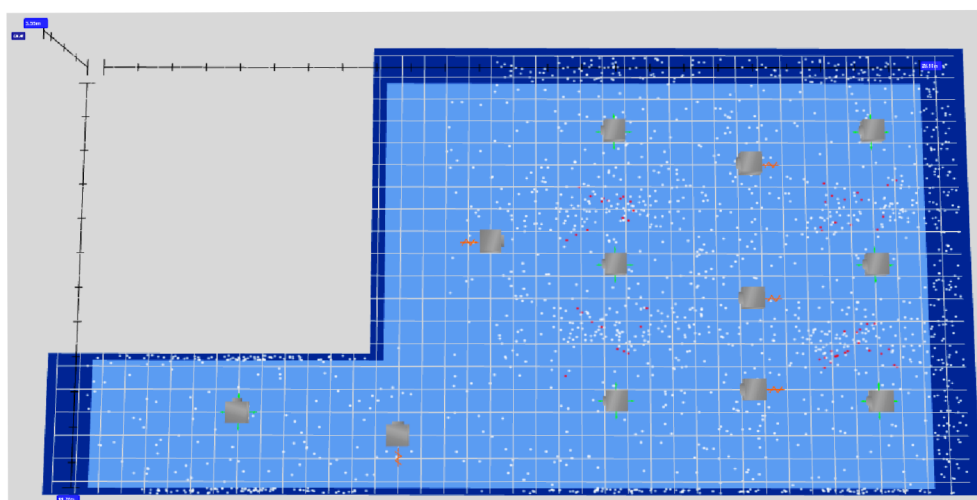
6.3 Simulace koncových elementů

Pro vytvoření simulace proudění vzduchu byl použit návrhový program LindQST od firmy Lindab. Simulace proudění je vytvořeno pro úseky Restaurace + salonek a Kasino.

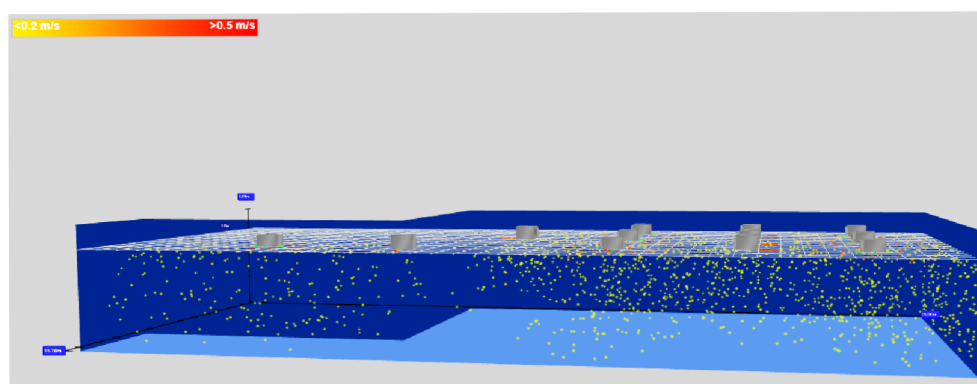
6.3.1 Simulace pro úsek Restaurace + salonek



Obrázek 26 Úvodní obraz proudění vzduchu (půdorys)

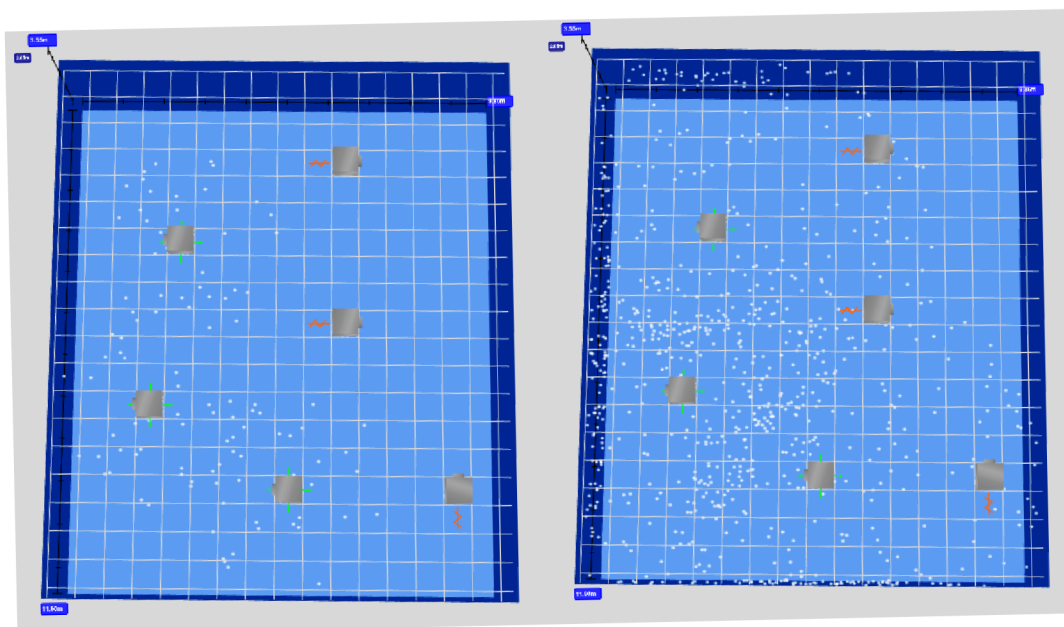


Obrázek 27 Obraz proudění vzduchu (půdorys)

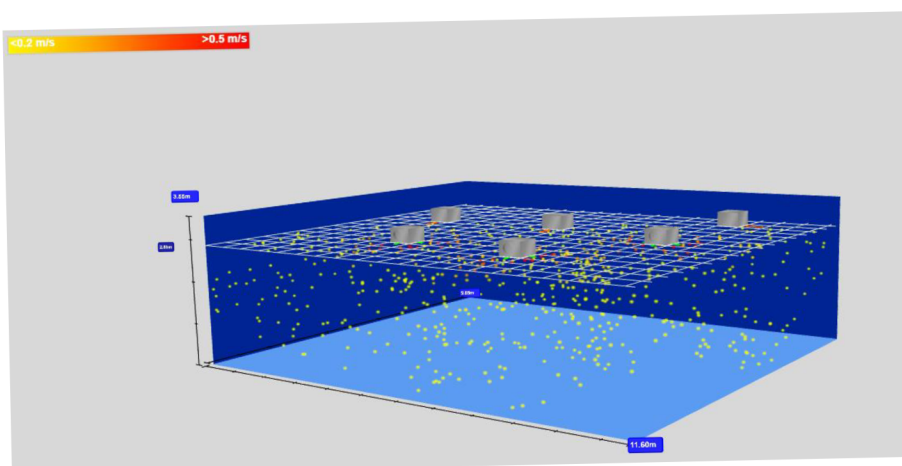


Obrázek 28 Rychlost proudění vzduchu (řez)

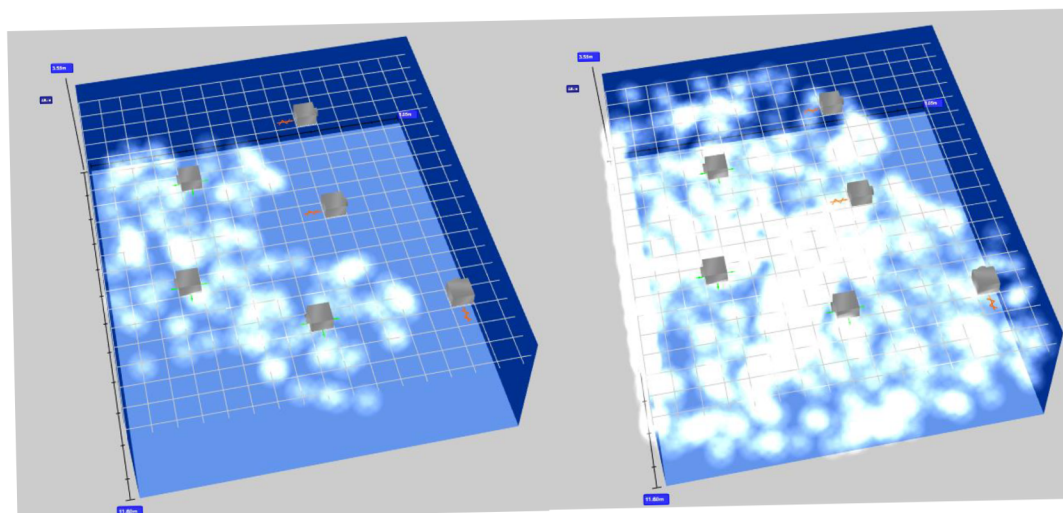
6.3.2 Simulace pro úsek Kasino



Obrázek 29 Úvodní obraz proudění vzduchu (vlevo) a celkový obraz proudění (vpravo)



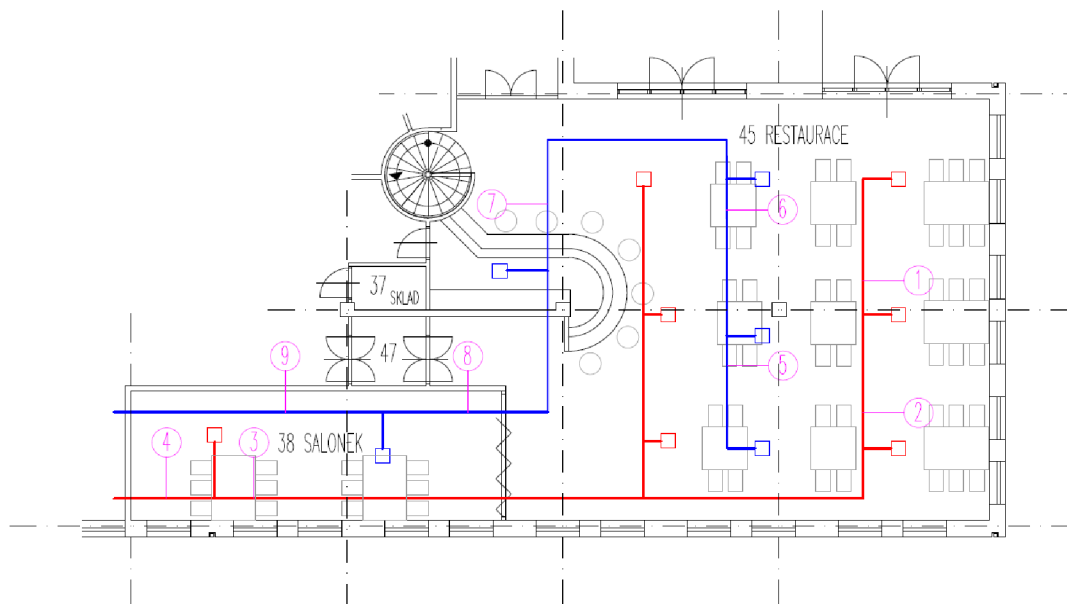
Obrázek 30 Rychlost proudění vzduchu (řez)



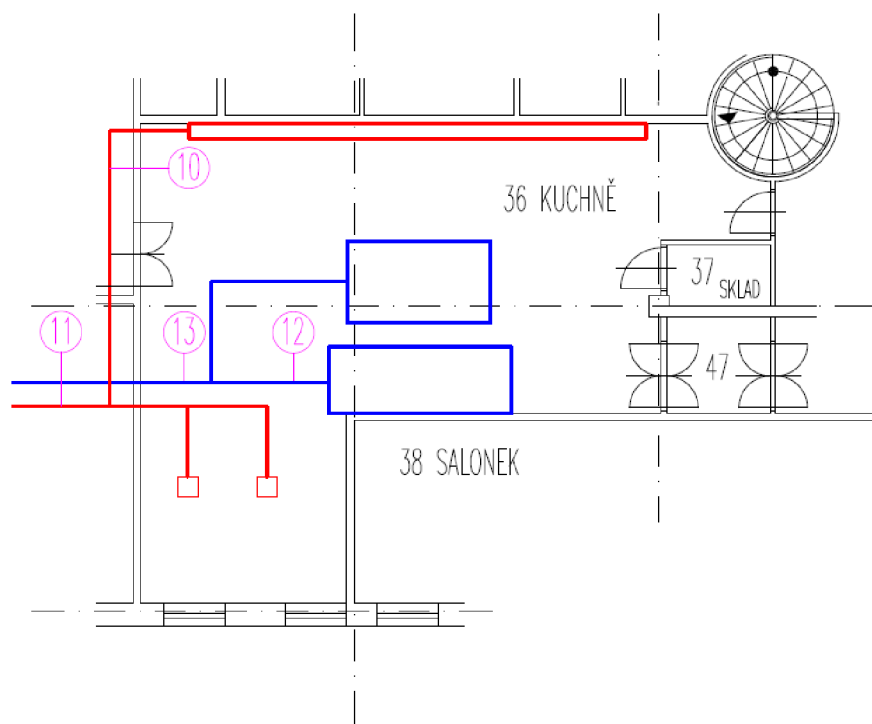
Obrázek 31 Úvodní obraz proudění kouře (vlevo) a celkový obraz proudění kouře (vpravo)

7 DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ

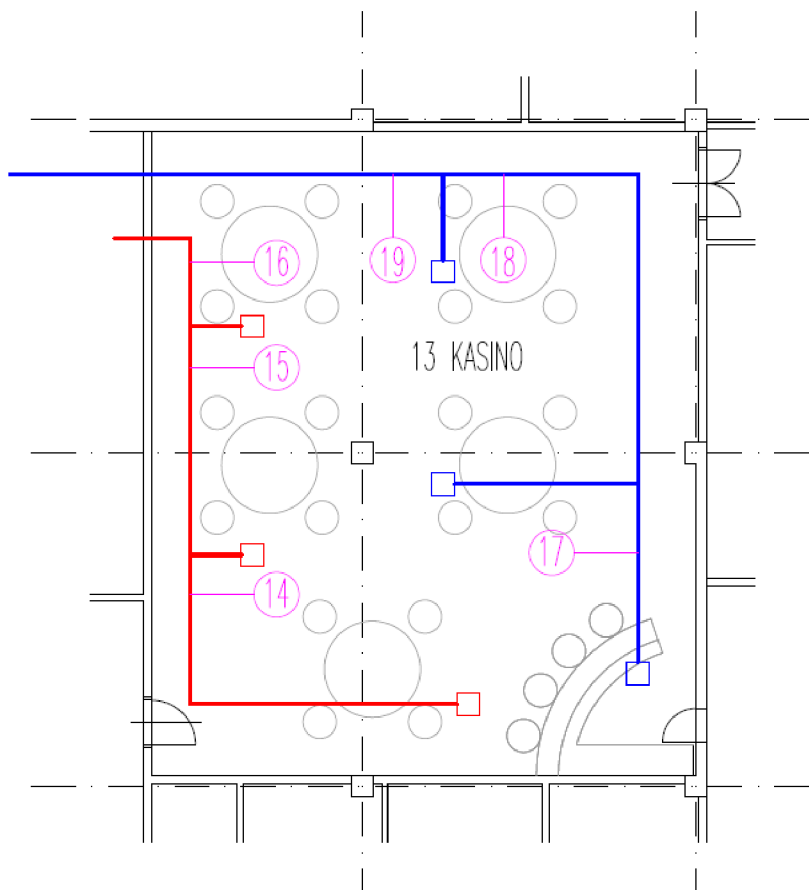
7.1 Dimenzační schémata funkčních úseků



Obrázek 32 Dimenzační schéma úseku Restaurace + salonek



Obrázek 33 Dimenzační schéma úseku Kuchyně



Obrázek 34 Dimenzační schéma úseku Kasino

7.2 Dimenzování hlavních větví

Z PLÁNU			HODNOTY									TLAKOVÁ ZTRÁTA		POZNÁMKA
Č.Ú.	V	l	PŘEDBĚŽNÉ		d _r (kruh)	S	v	p _d (Z)	R ₁	ξ	R _{1,l}	ξ, p _d (Z)		
			v'	S'										
-	m ³ /h	m ³ /s	m	m/s	m ²	mm	m ²	m/s	Pa	Pa.m ⁻¹	-	Pa	Pa	
Zařízení č. 1 - Restaurace + salonek – Přívodní potrubí														
1	515	0,143	4,5	2	0,072	0,315	0,078	1,84	0,233	0,175	0,5	0,80	0,12	
2	1030	0,286	9,0	3	0,095	0,355	0,099	2,89	0,052	0,26	0,9	2,35	0,05	
3	3090	0,858	29,2	4	0,215	0,500	0,196	4,37	0,007	0,38	2,8	11,10	0,02	
4	3600	1,000	38,2	5	0,200	0,500	0,196	5,09	0,006	0,45	2,4	17,19	0,02	
												Σ	31,43	0,20
												Σ	31,6	
													24	VYÚŠŤ
													15	KLAPKY
													1,95	SÁNÍ
													15	ŽALUZIE
													30	TLUMIČ HLUKU
												Σ	117,6	

Tabulka 10 Dimenzování hlavní větve přívodního potrubí zařízení č. 1

Z PLÁNU			HODNOTY									TLAKOVÁ ZTRÁTA		POZNÁMKA
Č.Ú.	V		l	PŘEDBĚŽNÉ								R _{1,l}	ξ, p _d (Z)	
	m ³ /h	m ³ /s		v'	S'	d _r (kruh)	S	v	p _d (Z)	R ₁	ξ			
-	m ³ /h	m ³ /s	m	m/s	m ²	mm	m ²	m/s	Pa	Pa.m ⁻¹	-	Pa	Pa	
Zařízení č. 1 - Restaurace + salonek – Odvodní potrubí														
5	720	0,200	3,9	2	0,100	0,355	0,099	2,02	0,192	0,15	0,5	0,59	0,10	
6	1440	0,400	9,0	2,75	0,145	0,400	0,126	3,18	0,032	0,22	1,2	1,98	0,04	
7	2160	0,600	19,5	3,5	0,171	0,450	0,159	3,77	0,014	0,33	1,9	6,44	0,03	
8	2880	0,800	29,2	4,25	0,188	0,500	0,196	4,07	0,008	0,33	3,1	9,64	0,02	
9	3600	1,000	45,0	5	0,200	0,500	0,196	5,09	0,003	0,45	4,8	20,25	0,02	
												Σ	38,89	0,20
												Σ	39,1	
													52	VYÚŠŤ
													15	KLAPKY
													1,95	SÁNÍ
													8	ŽALUZIE
													30	TLUMIČ HLUKU
													Σ	146,0

Tabulka 11 Dimenzování hlavní větve odvodního potrubí zařízení č. 1

Z PLÁNU			HODNOTY									TLAKOVÁ ZTRÁTA		POZNÁMKA	
Č.Ú.	V		l	PŘEDBĚŽNÉ								R _{1,l}	ξ, p _d (Z)		
	m ³ /h	m ³ /s		v'	S'	A	B	S (čtyř)	v	p _d (Z)	R ₁				ξ
-	m ³ /h	m ³ /s	m	m/s	m ²	mm	mm		m/s	Pa	Pa.m ⁻¹	-	Pa	Pa	
Zařízení č. 2 - Kuchyně – Přívodní potrubí															
10	8350	2,319	6,0	2	1,160	1250	500	0,625	3,71	0,028	0,45	1	2,70	0,03	
11	9750	2,708	8,0	5	0,542	1250	500	0,625	4,33	0,015	1	1,4	8,00	0,02	
													Σ	10,70	0,05
													Σ	10,7	
														100	VYÚŠŤ
														16	KLAPKY
														2,5	SÁNÍ
														15	ŽALUZIE
														33	TLUMIČ HLUKU
													Σ	177,2	

Tabulka 12 Dimenzování hlavní větve přívodního potrubí zařízení č. 2

Z PLÁNU			HODNOTY									TLAKOVÁ ZTRÁTA		POZNÁMKA	
Č.Ú.	V		l	PŘEDBĚŽNÉ								R _{1,l}	ξ, p _d (Z)		
	m ³ /h	m ³ /s		v'	S'	A	B	S (čtyř)	v	p _d (Z)	R ₁				ξ
-	m ³ /h	m ³ /s	m	m/s	m ²	mm	mm		m/s	Pa	Pa.m ⁻¹	-	Pa	Pa	
Zařízení č. 2 - Kuchyně – Odvodní potrubí															
13	4875	1,354	5,2	2	0,677	1000	450	0,450	3,01	0,043	0,45	1	2,32	0,04	
14	9750	2,708	17,5	5	0,542	1250	450	0,563	4,81	0,009	1	1,9	17,50	0,02	
													Σ	19,82	0,06
													Σ	19,9	
														83	VYÚŠŤ
														16	KLAPKY
														2,5	SÁNÍ

																8	ŽALUZIE
																33	TLUMIČ HLUKU
																Σ	162,4

Tabulka 13 Dimenzování hlavní větve odvodního potrubí zařízení č. 2

Z PLÁNU			HODNOTY								TLAKOVÁ ZTRÁTA		POZNÁMKA	
Č.Ú.	V		l	PŘEDBĚŽNÉ		d _r	S	v	p _d (Z)	R ₁	ξ	R ₁ ·l		ξ·p _d (Z)
	m ³ /h	m ³ /s		v'	S'									
Zařízení č. 3 - Kasino – Přívodní potrubí														
14	517	0,144	7,5	2	0,072	0,315	0,078	1,84	0,231	0,18	0,5	1,35	0,12	
15	1034	0,287	12,8	3	0,096	0,355	0,099	2,90	0,027	0,31	1,7	3,97	0,05	
16	1550	0,431	18,4	5	0,086	0,400	0,126	3,43	0,010	0,67	3,4	12,33	0,03	
												Σ	17,6	0,2
												Σ	17,8	
													24	VYÚŠŤ
													15	KLAPKY
													2,17	SÁNÍ
													15	ŽALUZIE
													28	TLUMIČ HLUKU
												Σ	102,0	

Tabulka 14 Dimenzování hlavní větve přívodního potrubí zařízení č. 3

Z PLÁNU			HODNOTY								TLAKOVÁ ZTRÁTA		POZNÁMKA	
Č.Ú.	V		l	PŘEDBĚŽNÉ		d _r	S	v	p _d (Z)	R ₁	ξ	R ₁ ·l		ξ·p _d (Z)
	m ³ /h	m ³ /s		v'	S'									
Zařízení č. 3 - Kasino – Odvodní potrubí														
17	517	0,144	3,2	2	0,072	0,315	0,078	1,84	0,231	0,18	0,5	0,58	0,12	
18	1034	0,287	15,6	3	0,096	0,355	0,099	2,90	0,039	0,31	1,2	4,84	0,05	
19	1550	0,431	27,1	5	0,086	0,400	0,126	3,43	0,014	0,67	2,4	18,16	0,03	
												Σ	23,6	0,2
												Σ	23,8	
													40	VYÚŠŤ
													15	KLAPKY
													2,17	SÁNÍ
													8	ŽALUZIE
													28	TLUMIČ HLUKU
												Σ	116,9	

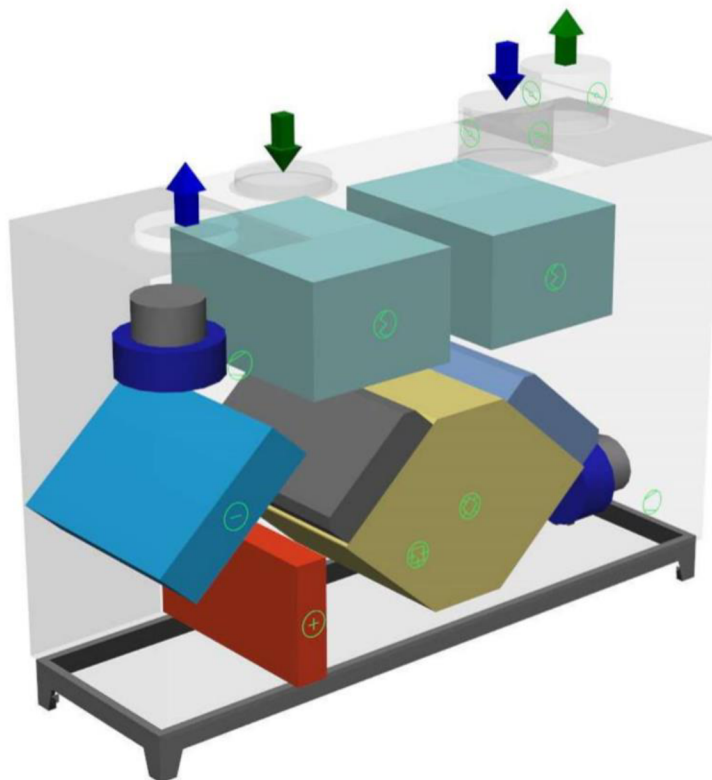
Tabulka 15 Dimenzování hlavní větve odvodního potrubí zařízení č. 3

8 NÁVRH VZDUCHOTECHNICKÝCH JEDNOTEK

Návrh všech tří vzduchotechnických jednotek byl proveden v programu AeroCAD od firmy REMAK a.s.

8.1 Zařízení č. 1 – Restaurace + salonek

Pro úsek restaurace byla navržena jednotka Cake VZ-7, která je navržena v rovnotlakém režimu a slouží pro vytápění i chlazení. Je opatřena kapsovým filtrem M5 na přívodu a G4 na odvodu. Deskový rekuperátor zajišťuje zpětné získávání tepla. Jednotka bude umístěna ve strojovně 1 a osazena na kovovém rámu výšky 185 mm.



Obrázek 35 Axonometrie VZT jednotky č. 1

ID nabídky
Projekt
Číslo / Název zařízení
Určení jednotky

[2021-02-23] Návrh VZT jednotek - Bakalářská práce
01 / 01 Úsek reskautace+salonek
Standardní prostředí



STRUČNÁ SPECIFIKACE ZAŘÍZENÍ

Základní parametry zařízení

Druh, rozměr	Cake VZ-7		
Řídicí jednotka VCS (Climatix)	Ano		
	Webové ovládání + mobilní aplikace pro OS Android		
Hmotnost (+/-10%)	660 kg		
Umístění VZT jednotky	Vnitřní		
Materiálové provedení			
Vnější plášť	Pozinkovaný plech		
Vnitřní plášť	Pozinkovaný plech		
	Přívod	Odvod	
Průtok vzduchu	3600 m ³ /h	3600 m ³ /h	
Externí tlaková rezerva	118 Pa	146 Pa	
Rychlost v průřezu	2.32 m/s	2.32 m/s	
Výkon motoru nominální	1.35 kW	1.35 kW	
Typ motoru ventilátoru	EC motor	EC motor	
1. stupeň filtrace	M5 / ISO Coarse 80 %	G4 / ISO Coarse 60 %	
2. stupeň filtrace	-	-	
SFP _{vi}	989 W.m ³ .s	963 W.m ³ .s	
		Parametry pláště dle EN1886	
Nominální příkon ŘJ VCS	2.70 kW*	Mechanická stabilita	D1(M)
Napájecí napětí ŘJ VCS	3x400V+N+PE 50Hz	Netěsnost skříně	L1(M)
Nominální proud ŘJ VCS I _{max}	8 A*	Termická izolace	T2(M)
		Faktor tepelných mostů	TB2(M)
SFP _{vAHU}	1953 W.m ³ .s	Netěsnost mezi filtrem a rámem	< 0,5 % (F9)

Model box CAKE



* Nominální příkon a proud je uveden bez zahrnutí vyvíječe páry, případně bez externí kondenzační jednotky/tepelného čerpadla apod. Pokud dále ve specifikaci ŘJ není uvedeno jinak, tato zařízení musí být jištěna a napájena mimo ŘJ VCS. Řídicí signály pro jejich ovládání (v případě, že tyto zařízení jsou příslušenstvím VZT jednotky) mohou být řešeny z ŘJ VCS, viz dále konfigurace řídicího systému, kde je typ řídicích signálů specifikován.

Nejdůležitější parametry vybraných komponentů

	Na straně vzduchu		Na straně média
Zpětný zisk tepla	-14.8 -> 14.7 °C	80 %	31.7 kW
Směšování	14.7 -> 15.4 °C	9.0 %	
Ohřev	15.4 -> 27.0 °C	14.0 kW	70/50 °C, Voda, 3.2 kPa, 0.61 m ³ /h, 1/2"
Chlazení	25.0 -> 18.0 °C	12.0 kW	6 °C, Freon R410A (Mix), 17.5 kPa, 287 kg/h

Detailní specifikace a výsledné parametry jsou součástí detailní specifikace vzduchotechnického zařízení

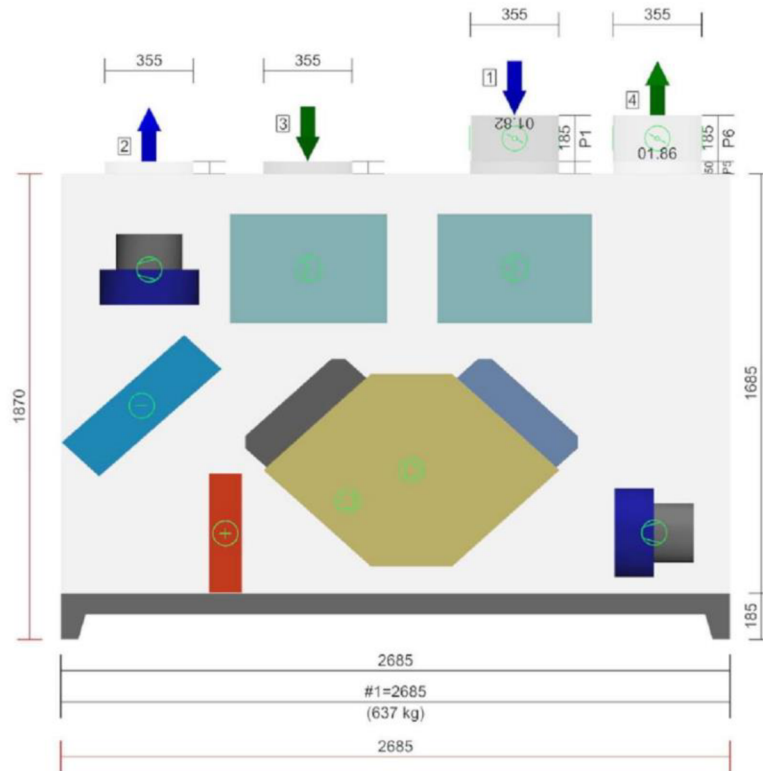
Hlukové parametry zařízení

Oktávové pásmo	LwA _{okt} [dB(A)]								ΣLwA [dB(A)]
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Přívod - sání	45	51	65	71	69	70	66	61	76
Přívod - výtlač	46	53	70	75	81	81	76	70	85
Přívod - okolí	37	34	49	47	44	39	30	24	52
Odvod - sání	44	51	66	72	71	72	68	63	77
Odvod - výtlač	44	53	69	74	79	79	73	68	83
Odvod - okolí	35	34	48	47	44	39	30	23	52

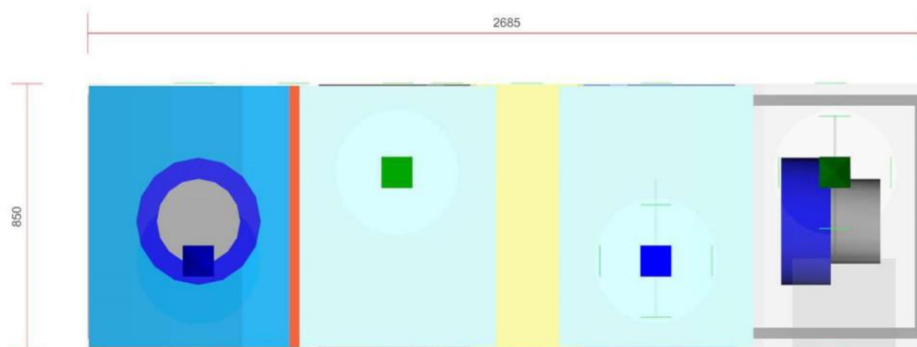
GRAFICKÉ POHLEDY

Bokorys servisní strany

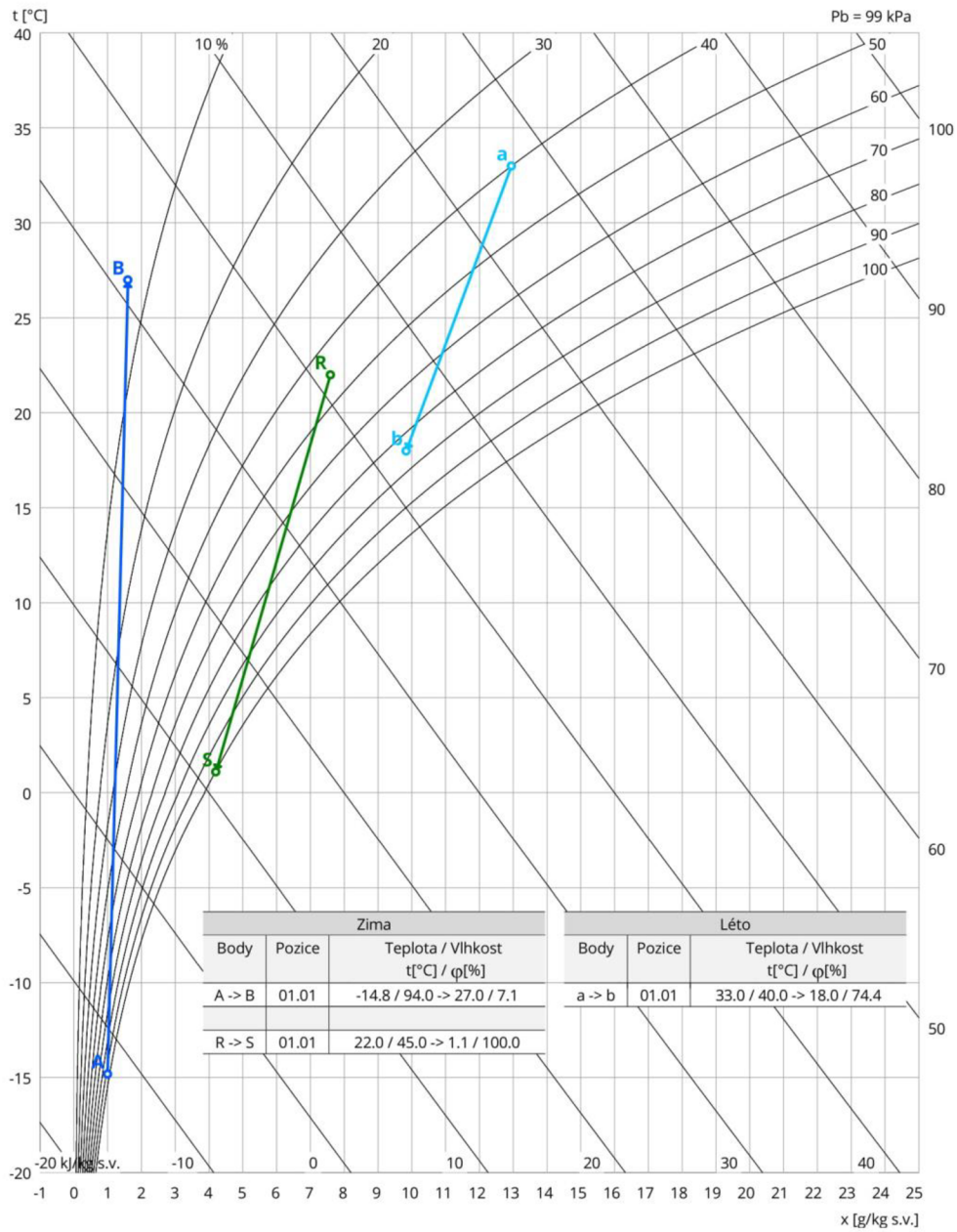
Číslování větví: 1 - venkovní vzduch, 2 - přívodní vzduch, 3 - odtahový vzduch, 4 - odpadní vzduch, 5 - cirkulační vzduch



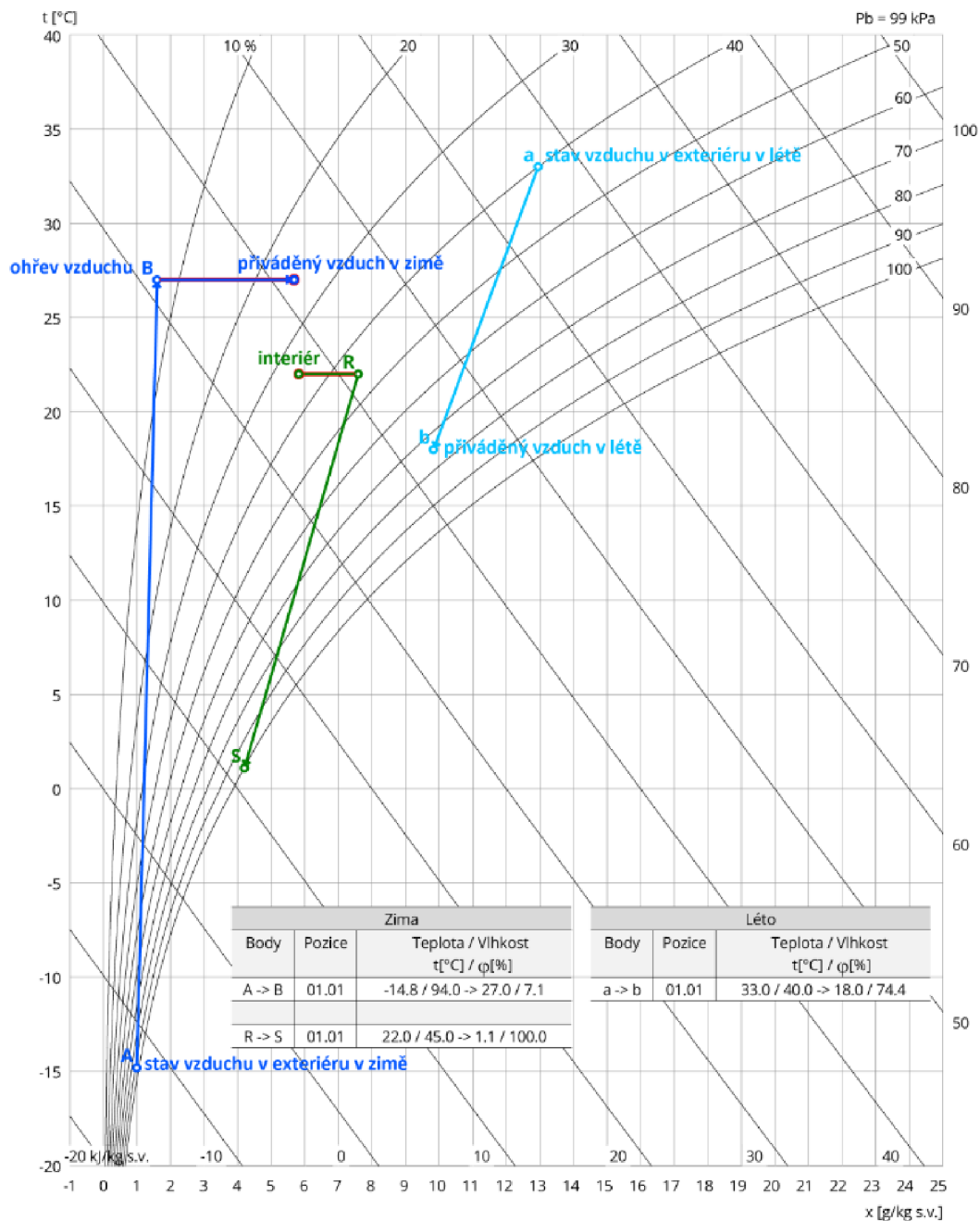
Půdorys jednotky



Psychrometrický diagram



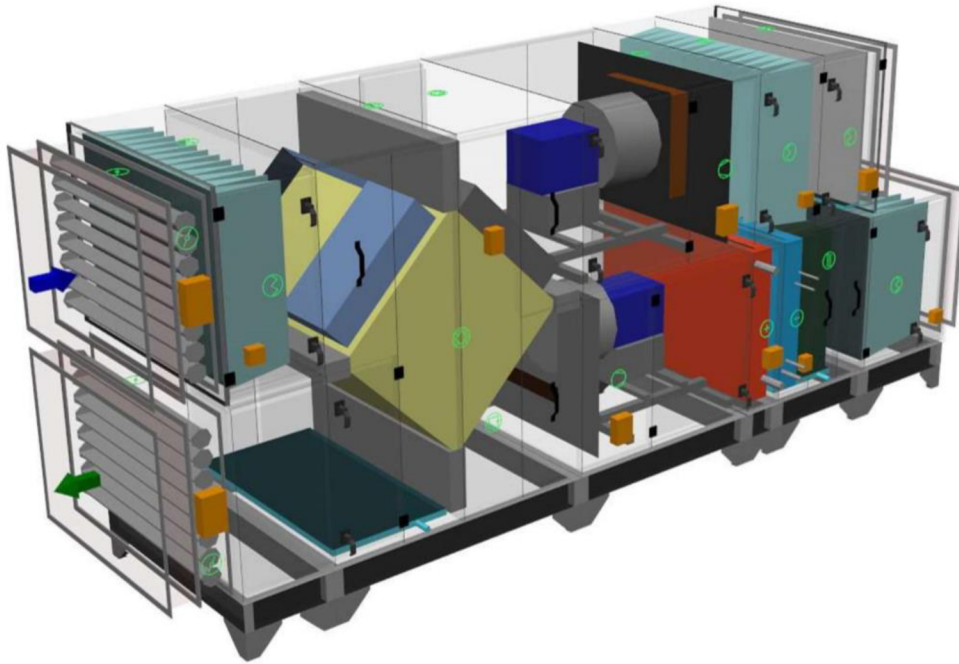
Jednotka č. 1 bude vybavena externím odporovým vyvíječem páry Condair RS 16 o výkonu páry 16 kg/h, který zajistí zvlhčení prostoru. Vodní zisky v prostoru činí 2,13 g/s, to odpovídá potřebnému odvlhčení $\Delta x = \frac{2,13}{\frac{1,29 \times 3600}{3600}} = 1,7 \text{ g/kg}$. Externí vyvíječ par dodá do prostoru cca 4 g/kg vodní páry, to odpovídá výkonu vyvíječe $M_w = \frac{4}{\frac{1,29 \times 3600}{3600}} = 3,1 \text{ g/s} = \frac{3,1}{1000} \times 3600 = 11,16 \text{ kg/h}$.



Obrázek 36 Úprava vzduchu po zvlhčení prostoru

8.2 Zařízení č. 2 – Kuchyně

Pro tento úsek byla navržena jednotka AeroMaster XP 17, která je navržena v rovnotlakém režimu a slouží pro vytápění i chlazení. Je opatřena filtrem M5 a F7 na sání a G3 na odvodu. Jednotka bude dále opatřena filtrem G2 z tahokovu na odvodu. Deskový rekuperátor zajišťuje zpětné získávání tepla. Jednotka bude umístěna ve strojovně 1 a osazena na kovovém rámu výšky 300 mm.



Obrázek 37 Axonometrie VZT jednotky č. 2

ID nabídky
 Projekt [2021-02-23] Návrh VZT jednotek - Bakalářská práce
 Číslo / Název zařízení 02 / 02 Úsek Kuchyně
 Určení jednotky Standardní prostředí



STRUČNÁ SPECIFIKACE ZAŘÍZENÍ

Základní parametry zařízení

Druh, rozměr	AeroMaster XP 17	
Řídicí jednotka VCS (Climatix)	Ne	
Hmotnost (+/-10%)	1 876 kg	
Umístění VZT jednotky	Vnitřní	
Materiálové provedení		
Vnější plášť	Lakovaný plech (RAL 9002)	
Vnitřní plášť	Pozinkovaný plech	
	Přívod	Odvod
Průtok vzduchu	9750 m³/h	9750 m³/h
Externí tlaková rezerva	175 Pa	162 Pa
Rychlost v průřezu	2.34 m/s	2.34 m/s
Výkon motoru nominální	3.00 kW	3.00 kW
Typ motoru ventilátoru	AC motor	AC motor
Frekv. měnič součást dodávky	Ano (IP21)	Ano (IP21)
1. stupeň filtrace	M5 / ISO ePM 10 >60%	G3 / ISO Coarse 50 %
2. stupeň filtrace	F7 / ISO ePM 2,5 >65%	G3 / ISO Coarse 50 %
SFP ₀	814 W.m ³ .s	805 W.m ³ .s

Model box AMXP3



Parametry pláště dle EN1886

Mechanická stabilita	D2(M)
Netěsnost skříně	L1(R)
Termická izolace	T4(M)
Faktor tepelných mostů	TB3(M)
Netěsnost mezi filtrem a rámem	< 0,5 % (F9)

SFP_{WAHU} 1619 W.m³.s

Nejdůležitější parametry vybraných komponentů

	Na straně vzduchu		Na straně média
Zpětný zisk tepla	-14.8 → 8.3 °C	63 %, 22.1 kW	
Směšování	8.3 → 17.9 °C	70.0 %	
Ohřev	17.9 → 23.0 °C	16.5 kW	70/44 °C, Voda, 0.2 kPa, 0.55 m³/h, 1 1/2 "
Chlazení	27.4 → 18.8 °C	37.6 kW	6 °C, Freon R410A (Mix), 7.2 kPa, 904 kg/h

Detailní specifikace a výsledné parametry jsou součástí detailní specifikace vzduchotechnického zařízení

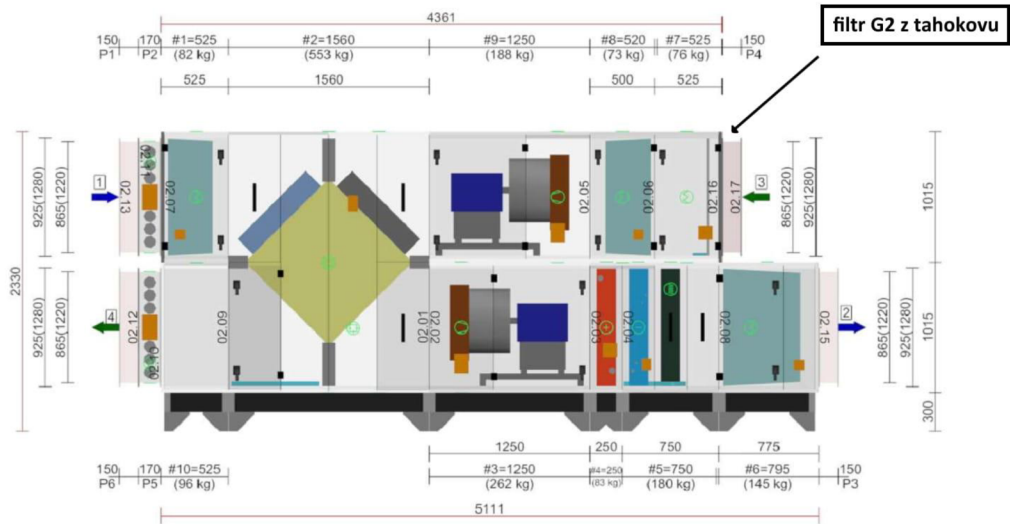
Hlukové parametry zařízení

	LwA _{oakt} [dB(A)]								ΣLwA [dB(A)]
Oktávové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Přívod - sání	42	55	67	65	61	58	56	57	70
Přívod - výtlak	47	60	74	74	74	65	60	60	79
Přívod - okolí	42	47	59	54	53	48	47	43	62
Odvod - sání	51	61	75	73	69	69	66	70	79
Odvod - výtlak	52	62	77	77	79	72	70	70	83
Odvod - okolí	46	49	63	56	57	51	49	47	65

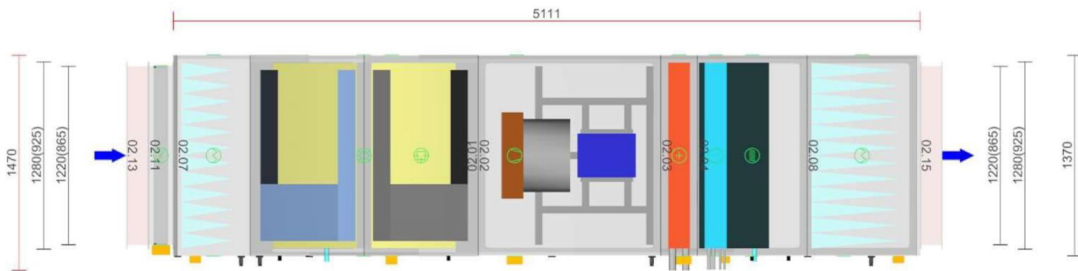
GRAFICKÉ POHLEDY

Bokorys servisní strany

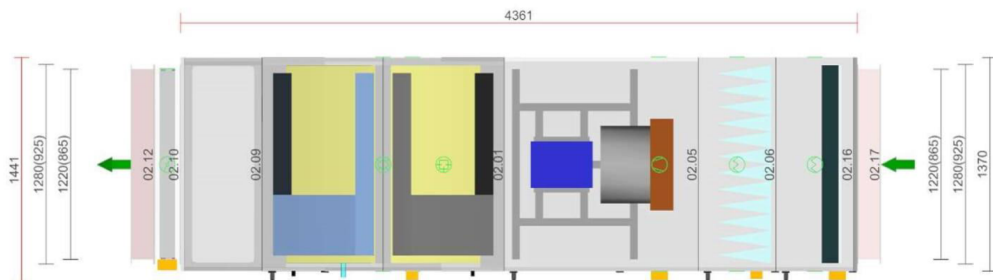
Číslování větví: 1 - venkovní vzduch, 2 - přívodní vzduch, 3 - odtahový vzduch, 4 - odpadní vzduch, 5 - cirkulační vzduch



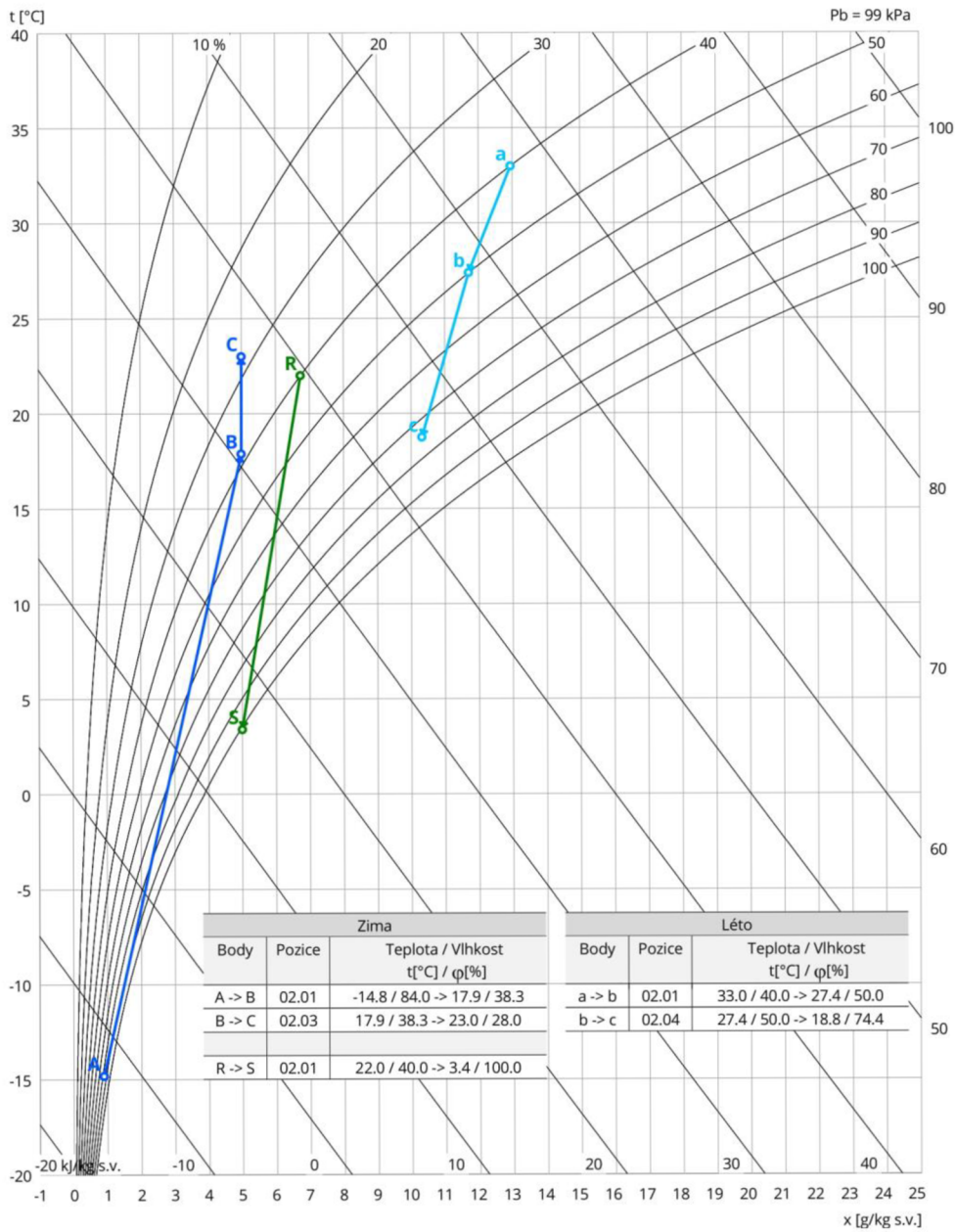
Půdorys přívodní větve



Půdorys odtahové větve

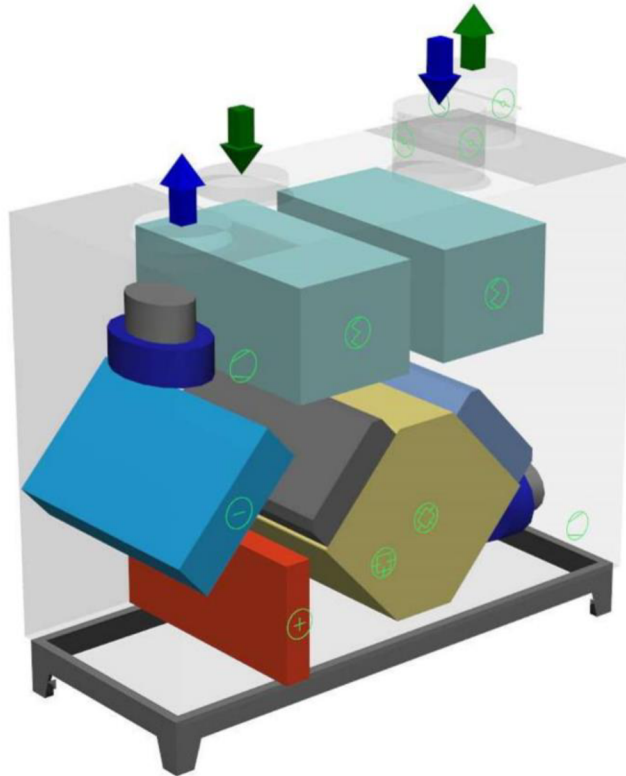


Psychrometrický diagram



8.3 Zařízení č. 3 - Kasino

Pro tento úsek byla navržena jednotka Cake VZ-4, která je navržena v rovnotlakém režimu a slouží pro vytápění i chlazení. Je opatřena kapsovým filtrem M5 na přívodu a G4 na odvodu. Deskový rekuperátor zajišťuje zpětné získávání tepla. Jednotka bude umístěna ve strojovně 2 a osezena na kovovém rámu výšky 185 mm.



Obrázek 38 Axonometrie VZT jednotky č. 3

ID nabídky
 Projekt [2021-02-23] Návrh VZT jednotek - Bakalářská práce
 Číslo / Název zařízení 04 / 03 Úsek Kasino
 Určení jednotky Standardní prostředí



STRUČNÁ SPECIFIKACE ZAŘÍZENÍ

Základní parametry zařízení

Druh, rozměr	Cake VZ-4	
Řídicí jednotka VCS (Climatix)	Ano	
	Webové ovládání + mobilní aplikace pro OS Android	
Hmotnost (+/-10%)	439 kg	
Umístění VZT jednotky	Vnitřní	
Materiálové provedení		
Vnější plášť	Pozinkovaný plech	
Vnitřní plášť	Pozinkovaný plech	
	Prívod	Odvod
Průtok vzduchu	1550 m ³ /h	1550 m ³ /h
Externí tlaková rezerva	102 Pa	117 Pa
Rychlost v průřezu	1.25 m/s	1.25 m/s
Výkon motoru nominální	0.50 kW	0.50 kW
Typ motoru ventilátoru	EC motor	EC motor
1. stupeň filtrace	M5 / ISO Coarse 80 %	G4 / ISO Coarse 60 %
2. stupeň filtrace	-	-
SFP _{pr}	502 W.m ³ .s	530 W.m ³ .s
Nominální příkon ŘJ VCS	1.00 kW*	Parametry pláště dle EN1886
Napájecí napětí ŘJ VCS	3×400V+N+PE 50Hz	Mechanická stabilita
Nominální proud ŘJ VCS I _{max}	4 A*	Netěsnost skříně
		Termická izolace
		Faktor tepelných mostů
SFP _{WAHU}	1032 W.m ³ .s	Netěsnost mezi filtrem a rámem
		< 0,5 % (F9)

Model box CAKE



* Nominální příkon a proud je uveden bez zahrnutí vyvíječe páry, případně bez externí kondenzační jednotky/tepelného čerpadla apod. Pokud dále ve specifikaci ŘJ není uvedeno jinak, tato zařízení musí být jistiště a napájena mimo ŘJ VCS. Řídicí signály pro jejich ovládání (v případě, že tyto zařízení jsou příslušenstvím VZT jednotky) mohou být řešeny z ŘJ VCS, viz dále konfigurace řídicího systému, kde je typ řídicích signálů specifikován.

Nejdůležitější parametry vybraných komponentů

	Na straně vzduchu		Na straně média
Zpětný zisk tepla	-14.8 -> 18.2 °C	90 %	13.0 kW
Směšování	18.2 -> 19.1 °C	24.0 %	
Ohřev	19.1 -> 25.0 °C	3.0 kW	70/50 °C, Voda, 0.9 kPa, 0.13 m ³ /h, 1/2"
Chlazení	31.1 -> 21.0 °C	7.4 kW	6 °C, Freon R410A (Mix), 24.5 kPa, 177 kg/h

Detailní specifikace a výsledné parametry jsou součástí detailní specifikace vzduchotechnického zařízení

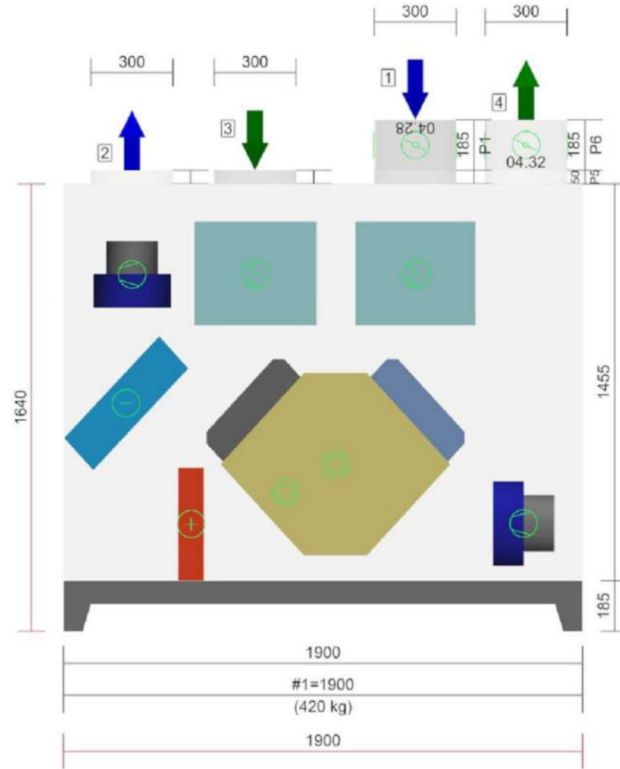
Hlukové parametry zařízení

	LwAokt [dB(A)]								ΣLwA [dB(A)]
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Prívod - sání	38	43	54	60	59	57	55	51	65
Prívod - výtlak	38	44	58	64	68	68	63	58	73
Prívod - okolí	29	26	36	36	30	26	18	12	40
Odvod - sání	37	46	55	61	60	59	55	48	66
Odvod - výtlak	38	47	58	64	66	65	58	52	70
Odvod - okolí	29	29	37	37	30	25	15	7	41

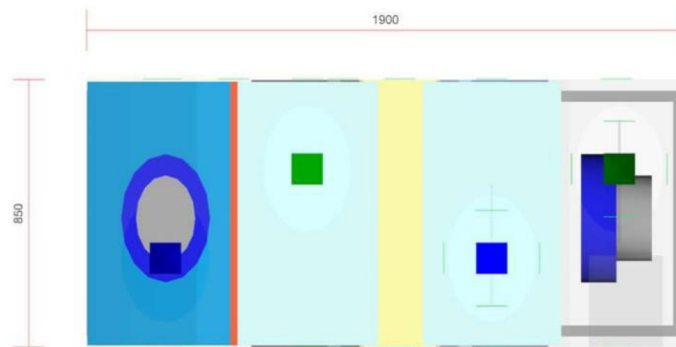
GRAFICKÉ POHLEDY

Bokorys servisní strany

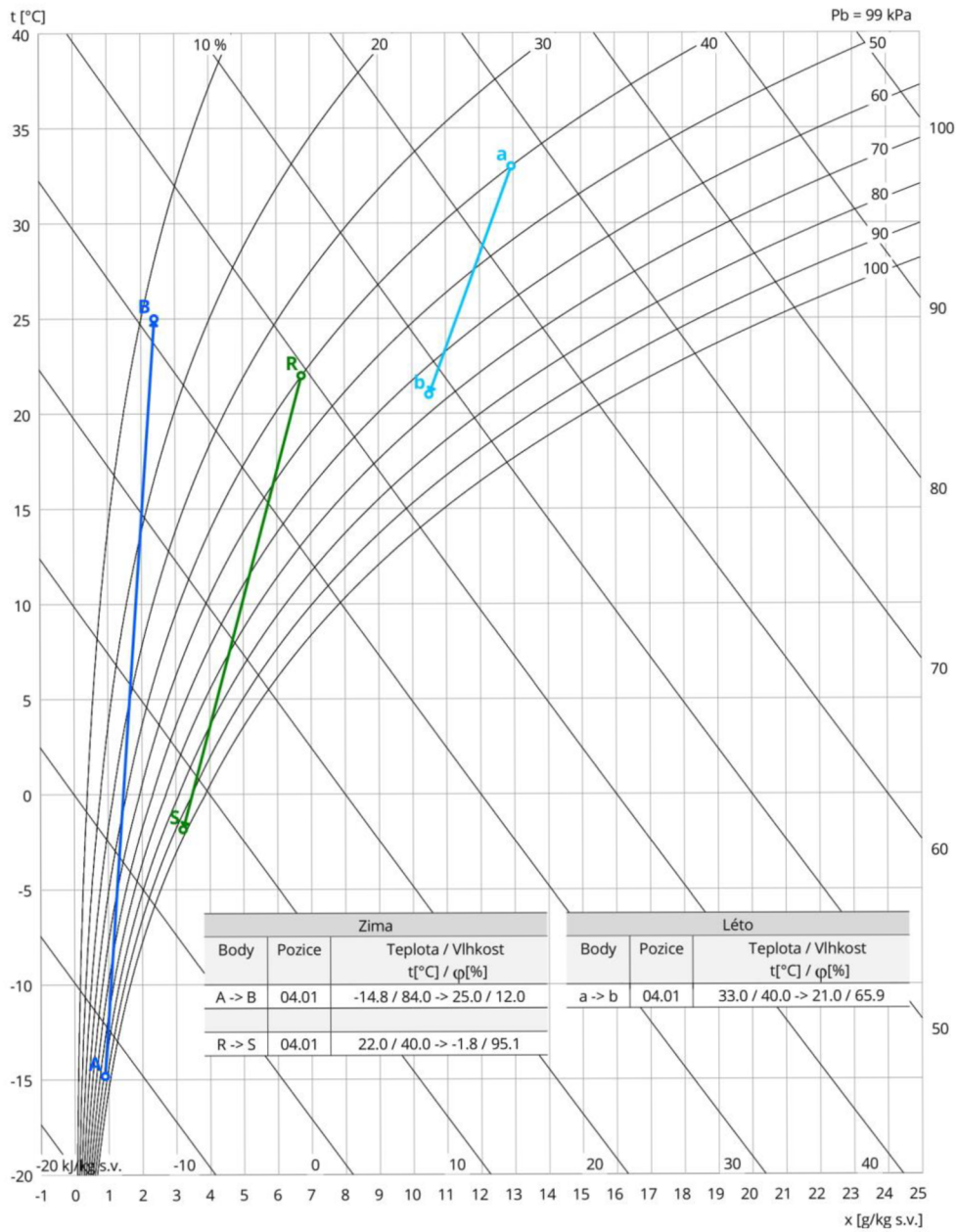
Číslování větví: 1 - venkovní vzduch, 2 - přívodní vzduch, 3 - odtahový vzduch, 4 - odpadní vzduch, 5 - cirkulační vzduch



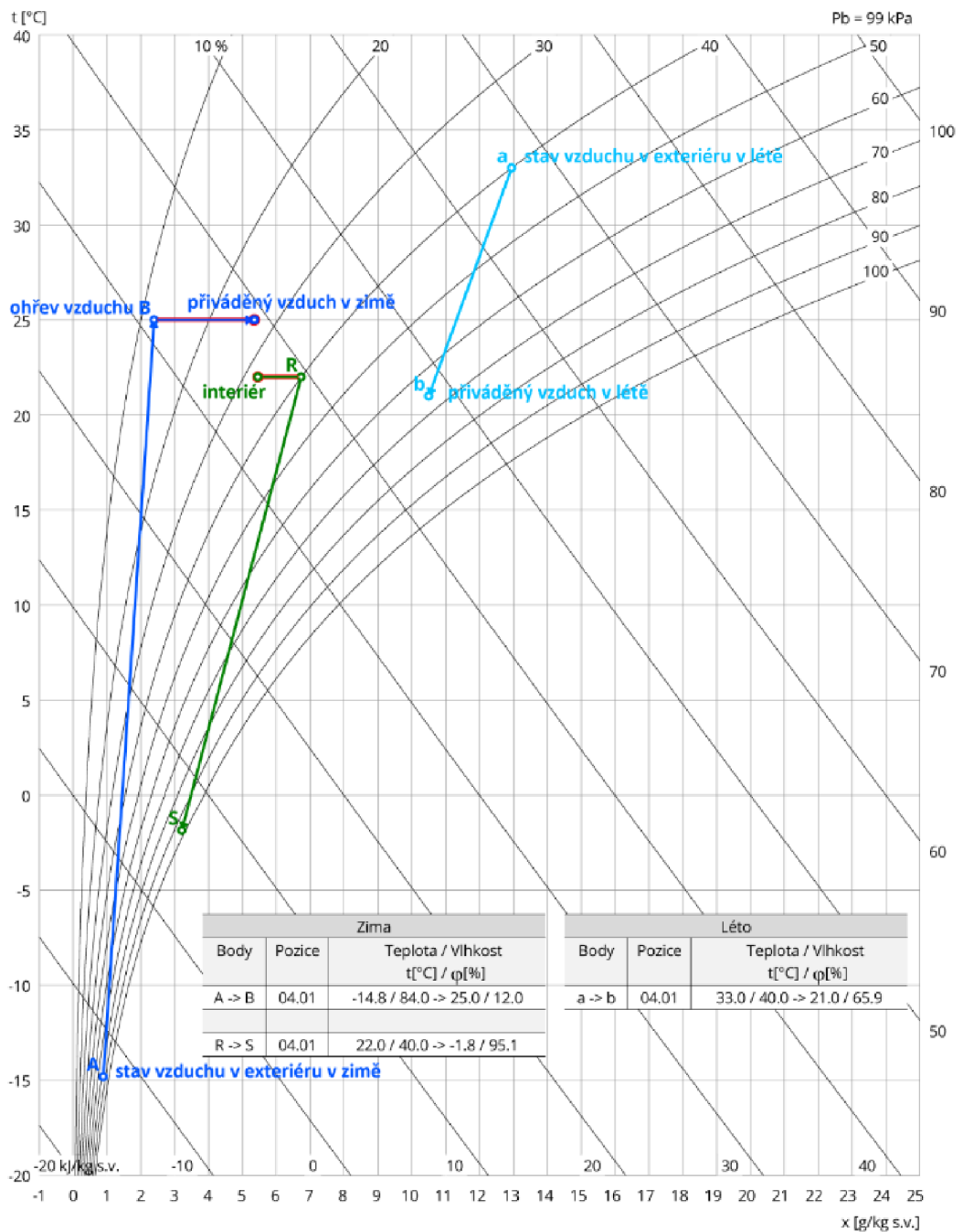
Půdorys jednotky



Psychrometrický diagram



Jednotka č. 3 bude vybavena externím odporovým vyvíječem páry Condair RS 20 o výkonu páry 20 kg/h, který zajistí zvlhčení prostoru. Vodní zisky v prostoru činí 0,74 g/s, to odpovídá potřebnému odvlhčení $\Delta x = \frac{0,74}{\frac{1,29 \times 1550}{3600}} = 1,3 \text{ g/kg}$. Externí vyvíječ par dodá do prostoru cca 3 g/kg vodní páry, to odpovídá výkonu vyvíječe $M_w = \frac{3}{\frac{1,29 \times 1550}{3600}} = 5,4 \text{ g/s} = \frac{3,1}{1000} \times 3600 = 19,4 \text{ kg/h}$.



Obrázek 39 Úprava vzduchu po zvlhčení prostoru

9 ÚTLUM HLUKU

Pro útlum hluku byly zvoleny tlumiče hluku od firmy Greif-akustika s.r.o.^[16], pro kruhové potrubí byly navrženy tlumiče GDE a GD a pro hranaté potrubí tlumiče G. Pro návrh tlumičů byl využit návrhový program Greif.

9.1 Útlum hluku od zařízení č. 1

Hygienický limit hluku v restauračním provozu je 55 dB(A). Pro splnění tohoto limitu byly na přívodní potrubí a odvodní potrubí navrženy kruhové jádrové tlumiče Greif GDE délky 1000 a většího průměru 710 mm. Výsledná hladina hluku je 39 dB(A), tato hodnota splňuje limity.

ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávních pásmech									
	frekvence (Hz)	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L _w	Hluk ventilátoru										
L _w	Hladina akustického výkonu zdroje 1 (ventilátor)	46	46	53	70	75	81	81	76	70	85
K _a	Hladina akustického výkonu zdroje 2 (tlumič hluku)	49,6	43,5	37,3	30,2	21,7	12,1	3,0	0,0	0,0	51
L _w	součet	51	48	53	70	75	81	81	76	70	85
D _p	Přirozený útlum										
	Rovné potrubí (12 m)	7,2	7,2	7,2	3,6	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	
	Oblouky (1 ks)	0	0	0	1	2	3	3	3	3	
	Odbočka k vyústce (1 ks)	6,99	6,99	6,99	6,99	6,99	6,99	6,99	6,99	6,99	
	Útlum koncovým odrazem	7	7	6	6	5	5	4	4	3	
	útlum tlumič hluku 1	1	2	6	12	23	38	33	24	17	
	ohebné potrubí (250 mm 1 m)	8,5	8,5	15	19	16	12,5	9	11,5	7	
L _{v1}	Hladina akustického výkonu ve vyústce	20	16	12	21	20	14	23	25	31	29
L _{vy}	Hladina akustického výkonu vyústky										30
K	Korekce na počet vyústek									7	8
L _s	Hladina akustického výkonu všech vyústek										41

Tabulka 16 Útlum hluku přívodního potrubí zařízení č. 1

ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávních pásmech									
	frekvence (Hz)	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L _w	Hluk ventilátoru										

L_{v1}	Hladina akustického výkonu zdroje 1 (ventilátor)	44	44	51	66	72	71	72	68	63	78
K_a	Hladina akustického výkonu zdroje 2 (tlumič hluku)	49,7	43,6	37,4	30,3	21,8	12,2	3,2	0,0	0,0	51
L_{v2}	součet	51	47	51	66	72	71	72	68	63	78
D_p	Přirozený útlum										
	Rovné potrubí (18,9 m)	4,2	4,2	4,2	2,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	
	Oblouky (4 ks)	0	0	0	4	8	12	12	12	12	
	Odbočka k vyústce (1 ks)	6,99	6,99	6,99	6,99	6,99	6,99	6,99	6,99	6,99	
	Útlum koncovým odrazem	7	7	6	6	5	5	4	4	3	
	útlum tlumič hluku 1	1	2	6	12	23	38	33	24	17	
	ohebné potrubí (315 mm 1 m)	7,5	7,5	13,5	17,5	14,5	11	8	10,5	6	
L_{v3}	Hladina akustického výkonu ve vyústce	24	19	14	17	13	0	7	9	17	21
L_{vy}	Hladina akustického výkonu vyústky										40
K	Korekce na počet vyústek							počet vyústek:		5	7
L_s	Hladina akustického výkonu všech vyústek										47

Tabulka 17 Útlum hluku odvodního potrubí zařízení č. 1

L_s	Hladina akustického výkonu přívodu a odvodu										48
Q	směrový činitel										2
r	vzdálenost od vyústky k posluchači										1,2
A	pohltivá plocha místnosti	plocha všech povrchů místnosti [m ²]		668,2	pohltivost (-)		0,3				200
L_{so}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače										39
$L_{p,A}$	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti										55

Tabulka 18 Šíření hluku od zařízení č. 1

9.2 Útlum hluku od zařízení č. 2

Hygienický limit hluku v kuchyňském provozu je 60 dB(A). Pro splnění tohoto limitu byly na přívodní potrubí a odvodní potrubí navrženy čtyřhranné buňkové tlumiče Greif G o rozměrech 1000x1250x500 mm (d/š/v). Výsledná hladina hluku je 46 dB(A), tato hodnota splňuje limity.

ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávních pásmech									
		32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L _v	Hluk ventilátoru										
L _w	Hladina akustického výkonu zdroje 1 (ventilátor)	47	47	60	74	74	74	65	60	60	79
K _a	Hladina akustického výkonu zdroje 2 (tlumič hluku)	57,6	52,1	47,8	45,0	42,6	38,8	33,7	28,0	22,0	59
L _w	součet	58	53	60	74	74	74	65	60	60	79
D _p	Přirozený útlum										
	Rovné potrubí (6 m)	3,6	3,6	3,6	1,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	
	Oblouky (2 ks)	0	0	0	2	4	6	6	6	6	
	Odbočka k vyústce (1 ks)	9,55	9,55	9,55	9,55	9,55	9,55	9,55	9,55	9,55	
	Útlum koncovým odrazem	7	7	6	6	5	5	4	4	3	
	útlum tlumič hluku 1	6	7	11	16	29	41	34	26	17	
	ohebné potrubí (315 mm 1 m)	7,5	7,5	13,5	17,5	14,5	11	8	10,5	6	
L _{v1}	Hladina akustického výkonu ve vyústce	24	19	17	21	11	1	3	3	18	27
L _{vy}	Hladina akustického výkonu vyústky										32
K	Korekce na počet vyústek							počet vyústek:	3		5
L _s	Hladina akustického výkonu všech vyústek										38

Tabulka 19 Útlum hluku přívodního potrubí zařízení č. 2

ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávních pásmech									
		32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L _v	Hluk ventilátoru										
L _w	Hladina akustického výkonu zdroje 1 (ventilátor)	51	51	61	75	73	69	69	66	70	79
K _a	Hladina akustického výkonu zdroje 2 (tlumič hluku)	57,5	52,1	47,7	44,9	42,5	38,8	33,7	27,9	21,9	59
L _w	součet	58	55	61	75	73	69	69	66	70	79

D _p	Přirozený útlum										
	Rovné potrubí (7 m)	4,2	4,2	4,2	2,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	
	Oblouky (4 ks)	0	0	0	4	8	12	12	12	12	
	Útlum koncovým odrazem	7	7	6	6	5	5	4	4	3	
	útlum tlumič hluku 1	6	7	11	16	29	41	34	26	17	
L _{v1}	Hladina akustického výkonu ve výústce	41	36	40	47	30	10	18	23	37	49
L _{vy}	Hladina akustického výkonu výústky										47
K	Korekce na počet výústek							počet výústek:	2		3
L _s	Hladina akustického výkonu všech výústek										54

Tabulka 20 Útlum hluku odvodního potrubí zařízení č. 2

L _s	Hladina akustického výkonu přívodu a odvodu										54
Q	směrový činitel										2
r	vzdálenost od výústky k posluchači										1,2
A	pohltivá plocha místnosti	plocha všech povrchů místnosti [m ²]	305,3	pohltivost (-)	0,3						92
L _{so}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače										46
L _{p,A}	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti										60

Tabulka 21 Šíření hluku od zařízení č. 2

9.3 Útlum hluku od zařízení č. 3

Hygienický limit hluku v tomto provozu je 55 dB(A). Pro splnění tohoto limitu byly na přívodní potrubí a odvodní potrubí navrženy kruhové jádrové tlumiče Greif GDE délky 1000 a vnějšího průměru 600 mm. Výsledná hladina hluku je 32 dB(A), tato hodnota splňuje limity.

ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávových pásmech									
	frekvence (Hz)	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L _{vv}	Hluk ventilátoru										
L _{vv}	Hladina akustického výkonu zdroje 1 (ventilátor)	38	38	44	58	64	68	68	63	58	73
K _a	Hladina akustického výkonu zdroje 2 (tlumič hluku)	40,5	34,3	27,8	19,9	10,3	0,0	0,0	0,0	0,0	42
L _{vv}	součet	42	40	44	58	64	68	68	63	58	73

D _p	Přirozený útlum										
	Rovné potrubí (4 m)	2,4	2,4	2,4	1,2	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	
	Oblouky (3 ks)	0	0	0	3	6	9	9	9	9	
	Odbočka k vyústce (1 ks)	5,51	5,51	5,51	5,51	5,51	5,51	5,51	5,51	5,51	
	Útlum koncovým odrazem	7	7	6	6	5	5	4	4	3	
	útlum tlumič hluku 1	3	3	7	13	25	40	38	29	21	
	ohebné potrubí (250 mm 1 m)	8,5	8,5	15	19	16	12,5	9	11,5	7	
L _{v1}	Hladina akustického výkonu ve vyústce	16	13	8	10	6	0	2	3	12	14
L _{vy}	Hladina akustického výkonu vyústky										28
K	Korekce na počet vyústek							počet vyústek:	3		5
L _s	Hladina akustického výkonu všech vyústek										33

Tabulka 22 Útlum hluku přívodního potrubí zařízení č. 3

ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávních pásmech									
		32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L _w	Hluk ventilátoru										
L _w	Hladina akustického výkonu zdroje 1 (ventilátor)	37	37	46	55	61	60	59	55	48	66
K _a	Hladina akustického výkonu zdroje 2 (tlumič hluku)	16,8	10,5	3,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18
L _w	součet	37	37	46	55	61	60	59	55	48	66
D _p	Přirozený útlum										
	Rovné potrubí (18,9 m)	11,3	11,3	11,3	5,7	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	
	Oblouky (4 ks)	0	0	0	4	8	12	12	12	12	
	Odbočka k vyústce (1 ks)	5,51	5,51	5,51	5,51	5,51	5,51	5,51	5,51	5,51	
	Útlum koncovým odrazem	7	7	6	6	5	5	4	4	3	
	útlum tlumič hluku 1	1	2	5	11	23	25	16	12	7	
	ohebné potrubí (250 mm 1 m)	8,5	8,5	15	19	16	12,5	9	11,5	7	
L _{v1}	Hladina akustického výkonu ve vyústce	4	3	3	4	1	0	10	7	11	13
L _{vy}	Hladina akustického výkonu vyústky										34
K	Korekce na počet vyústek							počet vyústek:	3		5
L _s	Hladina akustického výkonu všech vyústek										39

Tabulka 23 Útlum hluku odvodního potrubí zařízení č. 3

L_s	Hladina akustického výkonu přívodu a odvodu										40
Q	směrový činitel										2
r	vzdálenost od výústky k posluchači										1,2
A	pohltivá plocha místnosti	plocha všech povrchů místnosti [m ²]	355,8	pohltivost (-)	0,3						107
L_{so}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače										32
$L_{p,A}$	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti										55

Tabulka 24 Šíření hluku od zařízení č. 3

9.4 Útlum hluku do venkovním prostředí

Hladinu akustického tlaku je potřeba posuzovat i v exteriéru, ve strojovně 1 mají jednotky č. 1 a č. 2 společné potrubí pro sání a výtlak vzduchu, před napojením potrubí jsou osazené tlumiče hluku Greif

ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO EXTERIÉRU	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávových pásmech									
	frekvence (Hz)	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L_{wv}	Hluk ventilátoru										
L_{wv}	Hladina akustického výkonu zdroje 1 (ventilátor Restaurace)	45	45	51	65	71	69	70	66	61	76
L_{wv}	Hladina akustického výkonu zdroje 2 (ventilátor Kuchyně)	42	42	55	67	65	61	58	56	57	71
K_a	Hladina akustického výkonu zdroje 3 (tlumič hluku)	58,2	52,1	46,0	39,5	32,1	23,9	16,2	9,6	3,4	59
L_{wv}	součet	59	53	57	69	72	70	70	66	62	77
D_p	Přirozený útlum										
	Rovné potrubí (5,1 m)	3,1	3,1	3,1	1,5	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	
	Oblouky (3 ks)	0	0	0	3	6	9	9	9	9	
	Odbočka k výústce (1 ks)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	útlum tlumič hluku 1	1	1	2	7	12	20	15	8	6	
L_{v1}	Hladina akustického výkonu ve výústce	51	46	49	55	50	37	42	46	44	57
L_{vy}	Hladina akustického výkonu výústky										42
K	Korekce na počet výústek							počet výústek:		1	0

L_s	Hladina akustického výkonu všech výústek											57
-------	------------------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----------

Tabulka 25 Útlum hluku přívodního potrubí zařízení č. 1+2

ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO EXTERIÉRU	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávových pásmech										
	frekvence (Hz)	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina	
L_w	Hluk ventilátoru											
L_w	Hladina akustického výkonu zdroje 1 (ventilátor Restaurace)	44	44	53	69	74	79	79	74	68	83	
L_w	Hladina akustického výkonu zdroje 2 (ventilátor Kuchyně)	52	52	62	77	77	79	72	70	70	83	
K_a	Hladina akustického výkonu zdroje 3 (tlumič hluku)	58,3	52,2	46,1	39,6	32,2	24,0	16,4	9,7	3,5	60	
L_w	součet	59	55	63	78	79	82	80	75	72	86	
D_p	Přirozený útlum											
	Rovné potrubí (10 m)	6,0	6,0	6,0	3,0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5		
	Oblouky (3 ks)	0	0	0	3	6	9	9	9	9		
	Odbočka k výústce (1 ks)	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
	útlum tlumič hluku 1	2	2	4	10	20	39	29	16	9		
L_{v1}	Hladina akustického výkonu ve výústce	48	44	50	59	48	30	37	46	50	60	
L_{vy}	Hladina akustického výkonu výústky											42
K	Korekce na počet výústek									1	0	
L_s	Hladina akustického výkonu všech výústek											60

Tabulka 26 Útlum hluku odvodního potrubí zařízení č. 1+2

L_s	Hladina akustického výkonu přívodu a odvodu											62
Q	směrový činitel											2
r	vzdálenost od výústky k posluchači											2
L_{so}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače											48
$L_{p,A}$	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v exteriéru											55

Tabulka 27 Šíření hluku od zařízení č. 1+2 do venkovního prostředí

ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO EXTERIÉRU	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávových pásmech									
		32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L _v	Hluk ventilátoru										
L _v	Hladina akustického výkonu zdroje 1 (ventilátor Restaurace)	38	38	43	54	60	59	57	55	51	65
K _a	Hladina akustického výkonu zdroje 3 (tlumič hluku)	17,7	11,4	4,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19
L _v	součet	38	38	43	54	60	59	57	55	51	65
D _p	Přirozený útlum										
	Rovné potrubí (8 m)	4,8	4,8	4,8	2,4	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	
	Oblouky (2 ks)	0	0	0	3	6	9	9	9	9	
	útlum tlumič hluku 1	1	2	5	11	23	25	16	12	7	
L _{v1}	Hladina akustického výkonu ve výústce	32	31	33	38	30	24	31	33	34	41
L _{vy}	Hladina akustického výkonu výústky										42
K	Korekce na počet výústek									1	0
L _s	Hladina akustického výkonu všech výústek										44
L _s	Hladina akustického výkonu přívodu a odvodu										60
Q	směrový činitel										2
r	vzdálenost od výústky k posluchači										2
L _{so}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače										30
L _{p,A}	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v exteriéru										55

Tabulka 28 Šíření hluku od sání zařízení č. 3 do venkovního prostředí

ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO EXTERIÉRU	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávových pásmech									
		32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L _v	Hluk ventilátoru										
L _v	Hladina akustického výkonu zdroje 1 (ventilátor Restaurace)	38	38	47	58	64	66	65	58	52	70
K _a	Hladina akustického výkonu zdroje 3 (tlumič hluku)	16,8	10,5	3,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18
L _v	součet	38	38	47	58	64	66	65	58	52	70

D _p	Přírozený útlum										
	Rovné potrubí (10 m)	6,0	6,0	6,0	3,0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	
	Oblouky (2 ks)	0	0	0	3	6	9	9	9	9	
	útlum tlumič hluku 1	1	2	5	11	23	25	16	12	7	
L _{v1}	Hladina akustického výkonu ve výústce	31	30	36	41	34	31	39	36	35	45
L _{vy}	Hladina akustického výkonu výústky										42
K	Korekce na počet výústek									počet výústek: 1	0
L _s	Hladina akustického výkonu všech výústek										47
L _s	Hladina akustického výkonu přívodu a odvodu										60
Q	směrový činitel										2
r	vzdálenost od výústky k posluchači										4
L _{so}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače										27
L _{p,A}	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v exteriéru										55

Tabulka 29 Šíření hluku od výtlačku zařízení č. 3 do venkovního prostředí

10 IZOLACE

Riziko kondenzace vzniklo na potrubí pro sání ve strojovně 1 a dále na potrubí pro sání i výtlačk zařízení č.3 ve strojovně 2.

10.1 Návrhové parametry pro posouzení v interiéru a exteriéru

Místnost	léto	rel. vlhkost	zima	rel. vlhkost
	t _i [°C]	φ [%]	t _z [°C]	φ [%]
Strojovna 1	26	55	22	40
Strojovna 2	26	55	22	40
Int. Restaurace	25	55	23	40
Int. Kuchyně	25	55	23	40
Int. Kasino	25	55	24	40
Exteriér	33	44	-14,8	84

Tabulka 30 Návrhové parametry pro posouzení v interiéru a exteriéru

10.2 Návrhové parametry v potrubí pro posouzení izolace

Místnost	léto	rel. vlhkost	zima	rel. vlhkost
	t_L [°C]	φ [%]	t_z [°C]	φ [%]
Přívod				
Restaurace	18	74,4	27	7,1
Kuchyně	18,8	74,4	23	28
Kasino	21	65,9	25	12
Odvod				
Restaurace	25	55	23	40
Kuchyně	25	55	23	40
Kasino	25	55	24	40
Sání				
Restaurace	33	40	-14,8	84
Kuchyně	33	40	-14,8	84
Kasino	33	40	-14,8	84
Výtlak				
Restaurace	25	55	14,7	80
Kuchyně	25	55	8,3	63
Kasino	25	55	18,2	90

Tabulka 31 Návrhové parametry v potrubí pro posouzení izolace

10.3 Výstupní hodnoty

Zařízení č. 1 - Restaurace + salonek		Strojovna				Interiér
		Přívod	Odvod	Sání	Výtlak	Přívod
Tloušťka izolace [mm]		60	60	40	40	40
Léto	t_{po} [°C]	25,51	25,94	26,62	25,91	23,42
	t_{ro} [°C]	16,26	16,26	16,26	16,26	15,33
	t_{pv} [°C]	18,29	25,04	32,63	25,05	18,31
	t_{rv} [°C]	13,38	15,04	17,59	15,33	13,38
	$t_{výst}$ [°C]	18,03	25,01	32,98	25,01	18,24
Tep. ztráta/zisk v potrubí [W/m]		9,53	1,19	-18,88	2,70	9,48
Zima	t_{po} [°C]	22,31	22,06	18,74	21,07	23,9
	t_{ro} [°C]	7,79	7,79	7,79	7,79	8,69
	t_{pv} [°C]	26,8	22,96	-12,95	12,03	26,8
	t_{rv} [°C]	-11,49	8,69	-16,68	6,54	-11,49
	$t_{výst}$ [°C]	26,98	22,99	-14,68	11,56	26,98
Tep. ztráta/zisk v potrubí [W/m]		-5,96	-1,19	99,28	28,33	-5,41

Tabulka 32 Výstupní hodnoty pro zařízení č. 1

Zařízení č. 2 - Kuchyně		Strojovna				Interiér
		Přívod	Odvod	Sání	Výtlak	Přívod
Tloušťka izolace [mm]		60	60	40	40	40
Léto	t _{po} [°C]	25,56	25,94	26,62	25,91	23,62
	t _{ro} [°C]	16,26	16,26	16,26	16,26	15,33
	t _{pv} [°C]	19,11	25,04	32,63	25,05	19,13
	t _{rv} [°C]	14,15	15,33	17,59	15,33	14,15
	t _{vyst} [°C]	18,81	25	32,98	25,01	18,83
Tep. ztráta/zisk v potrubí [W/m]		16,96	2,35	-18,88	2,70	17,14
Zima	t _{po} [°C]	22,06	22,06	18,74	21,07	23
	t _{ro} [°C]	7,79	7,79	7,79	7,79	8,69
	t _{pv} [°C]	22,95	22,95	-12,95	12,03	23
	t _{rv} [°C]	3,53	8,69	-16,68	6,54	3,53
	t _{vyst} [°C]	23	23	-14,68	11,56	23
Tep. ztráta/zisk v potrubí [W/m]		-2,35	-2,35	99,28	28,33	0,00

Tabulka 33 Výstupní hodnoty pro zařízení č. 2

Zařízení č. 3 - Kasino		Strojovna				Interiér
		Přívod	Odvod	Sání	Výtlak	Přívod
Tloušťka izolace [mm]		60	60	40	40	40
Léto	t _{po} [°C]	25,69	25,94	26,61	25,91	24,1
	t _{ro} [°C]	16,26	16,26	16,26	16,26	15,33
	t _{pv} [°C]	21,21	25,04	32,46	25,06	24,2
	t _{rv} [°C]	14,39	15,33	17,59	15,33	14,39
	t _{vyst} [°C]	21,03	25,01	32,86	25,02	21,11
Tep. ztráta/zisk v potrubí [W/m]		4,97	1,00	-9,17	1,31	4,46
Zima	t _{po} [°C]	22,18	22,18	18,77	21,67	24,22
	t _{ro} [°C]	7,79	7,78	7,79	7,79	9,58
	t _{pv} [°C]	24,86	24,86	-12,64	18,42	24,92
	t _{rv} [°C]	-6,32	-6,32	-16,68	16,53	-6,32
	t _{vyst} [°C]	24,98	24,98	-14,08	18,29	24,97
Tep. ztráta/zisk v potrubí [W/m]		-2,98	-2,98	48,10	4,98	-1,11

Tabulka 34 Výstupní hodnoty pro zařízení č. 3



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

C. PROJEKT

VZDUCHOTECHNIKA OBCHODU S RESTAURACÍ

AIR CONDITIONING IN SHOP AND RESTAURANT

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Matěj Vostal

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PETR BLASINSKI, Ph.D.

BRNO 2021

1 ÚVOD

Předmětem této projektové dokumentace je návrh tří vzduchotechnických zařízení pro větrání obchodního a rekreačního objektu. Jedná se o dvoupodlažní dům, kde v přízemí objektu se nachází obchod, restaurace, kuchyně, kasino, strojovny vzduchotechniky, sklad a technické zázemí a v 1. nadzemním podlaží se nachází pokoje pro hosty a kanceláře. Objekt je rozdělen na několik funkčních celků: restaurace + salonek, kuchyně, prodejna, sklad a technické zázemí. Tato dokumentace řeší větrání restaurace, kuchyně a kasina.

1.1 Podklady pro zpracování

Podkladem pro zpracování byly použity výkresy půdorysů a řezů stavební části objektu. Pro zpracování také sloužily příslušné zákony a prováděcí vyhlášky, české technické normy a podklady výrobců vzduchotechnických zařízení:

- Vyhláška 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby,
- Vyhláška č. 6/2003 Sb., kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí obytných místností některých staveb,
- Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
- ČSN 73 0548 - Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů,
- Norma ČSN EN 16282-1:2017, Zařízení komerčních kuchyní – prvky pro větrání komerčních kuchyní – Část 1: obecné požadavky včetně výpočtové metody.

Podklady výrobců:

- REMAK a.s. – podklady výrobce, návrhový program AeroCAD,
- Technika budov, s.r.o. – návrhový program tepelných zátěží Teruna v 1.5b,
- Greif-akustika, s.r.o. – návrhový program tlumičů hluku,
- Lindab; LindQST – podklady výrobce; výpočetní program na distribuční prvky,
- PŘÍHODA s.r.o. – návrhový kalkulátor textilních vyústek.

1.2 Výpočtové hodnoty klimatických poměrů

Místo:	Brno-město
Nadmořská výška:	237 m n. m.
Normální tlak vzduchu:	100 kPa
Letní výpočtová teplota:	33 °C

Letní výpočtová entalpie: 66,1 kJ/kg

Zimní výpočtová teplota: -14,8 °C

1.3 Výpočtové hodnoty vnitřního prostředí

VZT zajišťuje tyto podmínky vnitřního prostředí:

č. m.	Místnost	Teplota vzduchu v zimním období [°C]	Teplota vzduchu v letním období [°C]	Relativní vlhkost v zimním období [%]	Relativní vlhkost v letním období [%]
2	Prodejna	22	25	40	55
10	Sklad	19	26		
13	Kasino	24	25		
36	Kuchyně	23	25		
45	Restaurace + salonek	23	25		
-	Technické zázemí	21	26		

Rychlost proudění vzduchu na koncových elementech je ± 2 m/s. rychlost v pobytové zóně je max. 0,3 m/s.

Hluk od VZT potrubí v exteriéru bude v denní době menší než 50 dB(A). Vzhledem k charakteru větraných prostor není uvažováno s nočním provozem zařízení. Hluk v interiéru bude v době provozu menší než 50 dB(A). V kuchyni bude hluk do 60 dB(A).

2 ZÁKLADNÍ KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ

Předmětem této projektové dokumentace je návrh tří vzduchotechnických zařízení pro větrání obchodního a rekreačního objektu. Řešenou částí jsou tři funkční celky: restaurace + salonek, kuchyně a kasino. Větrání funkčních celků je navrženo jako rovnotlaké. Vzduchotechnické jednotky pro restauraci a kuchyni jsou umístěné ve strojovně 1, vedle kuchyně, VZT jednotka pro kasino je umístěna ve strojovně 2 ve východní části objektu.

Dávky vzduchu na osobu:

- Restaurace + salonek 50 m³/h,
- Kasino 50 m³/h.

2.1 Technologické větrání

V objektu se nachází prostor kuchyně, na kterou jsou kladeny speciální hygienické požadavky pro zabezpečení vnitřního komfortu prostředí, odvodu tepelné zátěže a škodlivin. Větrání prostoru kuchyně bylo dimenzováno speciálním výpočtem dle normy ČSN EN 16282-1:2017^[1].

2.2 Energetické zdroje

2.2.1 Elektrická energie

Elektrická energie je uvažována pro pohon elektromotorů VZT jednotek.

2.2.2 Tepelná energie

K ohřevu vody v tepelném výměníku VZT jednotky bude sloužit topná voda, která má teplotní spád 70/50 °C. K chlazení vody bude sloužit studená voda teplotního spádu 6/12 °C. Rozvody topné a studené vody zajistí profese ÚT a chlazení.

3 POPIS TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ

3.1 Koncepce větracích a klimatizačních zařízení

Všechny VZT systémy jsou navrženy jako rovnotlaké. VZT zařízení bude sloužit pro dodržení nastavení hygienických podmínek vnitřního mikroklimatu. VZT jednotky pro celky restaurace a kuchyně jsou umístěny ve strojovně 1 vedle kuchyně. Jednotka pro kasino je umístěna ve strojovně 2 ve východní části objektu. Jednotky jsou vybaveny výměníkem pro ZZT, ohřivači a chladiči vzduchu a filtry na přívodu i odvodu.

Doprava vzduchu je zajištěna pomocí kruhového potrubí, pouze na přívodu a odvodu v kuchyni je navrženo potrubí čtyřhranné. Na každém přívodním potrubí je instalována tepelná izolace z minerální vaty tl. 40 mm. Na potrubí sání a výtlačku ve strojovnách je tepelná izolace tl. 60 mm. Ve strojovnách je na potrubí přívodu a odvodu osazena tepelná izolace tl. 60 mm. Na odvodním potrubí v interiéru není tepelná izolace instalována.

V restauraci a kasinu jsou jako distribuční prvky zvoleny vířivé anemostaty. V kuchyni jsou osazeny dva odsávací zákryty jako odvodní prvky, jako hlavní přívodní prvek je zvolena textilní vyústka a dvojice vířivých anemostatů. Na přívodních distribučních prvcích jsou osazeny regulační klapky.

Potrubí pro sání a výtlač vzduchu ve strojovně 1 je od obou jednotek napojeno do společného potrubí pro sání a výtlač. Potrubí pro sání vzduchu je opatřeno kruhovým tlumičem hluku GDE délky 1000 mm. Potrubí pro výtlač vzduchu je opatřeno kruhovým tlumičem hluku GDE délky 1500 mm.

Zařízení č. 1 – Klimatizace úseku restaurace + salonek

Zařízení č. 1 obsluhuje funkční úsek restaurace + salonek. Pro toto zařízení byla zvolena vzduchotechnická jednotka REMAK CAKE VZ-7. Systém je navržený jako rovnotlaký, pro přívod a odvod vzduchu je dimenzován průtok vzduchu 3600 m³/h. Regulace potřebného množství vzduchu bude prováděna pomocí regulačních klapek.

VZT jednotka bude umístěna ve strojovně 1. Bude umístěna na kovovém rámu výšky 185 mm. Bude pokryta pozinkovaným plechem.

Jednotka zajišťuje třídu filtrace na přívodu M5 dle EN 779 (ISO Coarse 80 % dle ISO 16890-1), na odvodu třídu filtrace G4 dle EN 779 (ISO Coarse 60 % dle ISO 16890-1), zajišťuje rekuperaci vzduchu pomocí deskového rekuperátoru o výkonu 31,7 kW opatřený bypassem, v zimě zajišťuje ohřev vzduchu pomocí vodního ohříváče se spádem 70/50 °C, v létě chlazení pomocí přímého výparníku s teplotou vypařování 6 °C. Směšování vzduchu bude nastaveno na 9 %. Na přívodu i odvodu jsou osazeny tlumící vložky. Potrubí pro přívod i odvod vzduchu je opatřeno tlumiči hluku GDE délky 1000 mm.

Jednotka bude vybavena externím odporovým vyvíječem páry Condair RS 16 o výkonu páry 16 kg/h, který zajistí zvlhčení prostoru na požadovanou hodnotu.

Distribuce vzduchu je řešena kruhovým potrubím umístěným v podhledu restaurace. Jako distribuční prvky jsou zvoleny vířivé anemostaty napojené přes ohebné potrubí. Přívodní distribuční prvky budou opatřeny regulačními klapkami. Výtlač i sání vzduchu je ukončeno na fasádě v úrovni 1NP. Přívodní potrubí bude zaizolováno tepelnou izolací tl. 60 mm ve strojovně a tl. 40 mm v interiéru restaurace. Odvodní potrubí bude zaizolováno pouze ve strojovně tl. 60 mm.

V letním období bude přiváděn vzduch o teplotě 18 °C, který zajistí výslednou teplotu vzduchu 25 °C a pokryje tak tepelnou zátěž. V zimním období bude přiváděn vzduch o teplotě 27 °C, který zajistí výslednou teplotu 23 °C a pokryje tak tepelné ztráty.

Zařízení č. 2 – Klimatizace kuchyně

Zařízení č. 2 obsluhuje funkční úsek kuchyně. Pro toto zařízení byla zvolena vzduchotechnická jednotka REMAK AEROMASTER XP 17. Systém je navržený jako rovnotlaký, pro přívod a odvod vzduchu je dimenzován průtok vzduchu 9750 m³/h. Regulace potřebného množství vzduchu bude prováděna pomocí regulačních klapek jak na přívodním potrubí, tak na odvodním potrubí.

VZT jednotka bude umístěna ve strojovně 1. Bude umístěna na kovovém rámu výšky 300 mm. Bude pokryta pozinkovaným plechem.

Jednotka zajišťuje třídu filtrace na přívodu M5 dle EN 779 (ISO ePM 10 >60 % dle ISO 16890-1) na vstupu do VZT jednotky, dále třídu filtrace F7 dle EN 779 (ISO ePM 2,5 >65 % dle ISO 16890-1) na výstupu z VZT jednotky, na odvodu filtr G2 z tahokovu, dále filtr G3 dle EN 779 (ISO Coarse 50 % dle ISO 16890-1), zajišťuje rekuperaci vzduchu pomocí deskového rekuperátoru o výkonu 22,1 kW opatřený bypassem, v zimě zajišťuje ohřev vzduchu pomocí vodního ohříváče se spádem 70/44 °C, v létě chlazení pomocí přímého výparníku s teplotou vypařování 6 °C. Směšování vzduchu bude nastaveno na 70 %. Pro dodržení hygienických předpisů pro směšování, bude na odsávacím zákrytu osazený UV-C filtr. Na přívodu i odvodu jsou osazeny tlumící vložky. Potrubí pro přívod i odvod vzduchu je opatřeno tlumiči hluku G délky 1000 mm.

Distribuce vzduchu je řešena čtyřhranným potrubím. Jako hlavní přívodní distribuční prvek je zvolena textilní vyústka u stropu místnosti s průtokem vzduchu 8350 m³/h, dále jsou navrženy dva vířivé anemostaty napojené přes ohebné potrubí. Přívodní distribuční prvky budou opatřeny regulačními klapkami. Jako odvodní prvky budou osazené dva odsávací zákryty nad varné centra kuchyně. Odsávací zákryty budou opatřeny žlaby pro odvod kondenzátu, odlučovači tuků, osvětlením a UV-C filtry. Výtlač i sání vzduchu je ukončeno na fasádě v úrovni 1NP. Přívodní potrubí bude zaizolováno tepelnou izolací tl. 60 mm ve strojovně a tl. 40 mm v interiéru restaurace. Odvodní potrubí bude zaizolováno pouze ve strojovně tl. 60 mm.

V letním období bude přiváděn vzduch o teplotě 18,8 °C, který zajistí výslednou teplotu vzduchu 25 °C a pokryje tak tepelnou zátěž. V zimním období bude přiváděn vzduch o teplotě 23 °C.

Zařízení č. 3 – Klimatizace kasina

Zařízení č. 3 obsluhuje funkční úsek kasino. Pro toto zařízení byla zvolena vzduchotechnická jednotka REMAK CAKE VZ-4. Systém je navržený jako rovnotlaký, pro přívod a odvod

vzduchu je dimenzován průtok vzduchu 1550 m³/h. Regulace potřebného množství vzduchu bude prováděna pomocí regulačních klapek.

VZT jednotka bude umístěna ve strojovně 2. Bude umístěna na kovovém rámu výšky 185 mm. Bude pokryta pozinkovaným plechem.

Jednotka zajišťuje třídu filtrace na přívodu M5 dle EN 779 (ISO Coarse 80 % dle ISO 16890-1), na odvodu třídu filtrace G4 dle EN 779 (ISO Coarse 60 % dle ISO 16890-1), zajišťuje rekuperaci vzduchu pomocí deskového rekuperátoru o výkonu 31,7 kW opatřený bypassesem, v zimě zajišťuje ohřev vzduchu pomocí vodního ohříváče se spádem 70/50 °C, v létě chlazení pomocí přímého výparníku s teplotou vypařování 6 °C. Směšování vzduchu bude nastaveno na 24 %. Na přívodu i odvodu jsou osazeny tlumící vložky. Potrubí pro přívod vzduchu je opatřeno tlumičem hluku GDE délky 1000 mm. Potrubí pro podvod vzduchu je opatřeno tlumičem hluku GD délky 1000 mm.

Jednotka bude vybavena externím odporovým vyvíječem páry Condair RS 20 o výkonu páry 20 kg/h, který zajistí zvlhčení prostoru na požadovanou hodnotu.

Distribuce vzduchu je řešena kruhovým potrubím umístěným v podhledu kasina. Jako distribuční prvky jsou zvoleny vířivé anemostaty napojené přes ohebné potrubí. Přívodní distribuční prvky budou opatřeny regulačními klapkami. Výtlač i sání vzduchu je ukončeno na fasádě v úrovni 1NP. Přívodní potrubí bude zaizolováno tepelnou izolací tl. 60 mm ve strojovně a tl. 40 mm v interiéru restaurace. Odvodní potrubí bude zaizolováno pouze ve strojovně tl. 60 mm.

V letním období bude přiváděn vzduch o teplotě 21 °C, který zajistí výslednou teplotu vzduchu 25 °C a pokryje tak tepelnou zátěž. V zimním období bude přiváděn vzduch o teplotě 25 °C, který zajistí výslednou teplotu 24 °C a pokryje tak tepelné ztráty.

Název	Ventilátor				Elektrina			Ohřev			Chlazení					Regulace
	Přívod/odvod/cirkul.	Množství vzduchu	Externí tlak	Počet	Elektrický příkon jednotky	Elektrický proud jednotky	Napětí / frekvence	Topný příkon	Průtok teplotnosné látky	Tlaková ztráta	Chladivo	Chladicí výkon	Průtok teplotnosné látky	Tlaková ztráta	Kondenzát	
	m ³ /h	Pa	ks	kW	A	V/Hz	kW	m ³ /h	kPa		kW	kg/h	kPa	kg/h		
Zařízení č. 1 - Restaurace + salonek																
přívodní ventilátor	P	3600	118	1	1,14	5,54	230/50								řídící j. REMAK VCS	
vodní ohřivač								14	0,61	3,2						
přímý výparník											R410A	12	287	17,5	5,4	
odvodní ventilátor	O	3600	146	1	1,05	5,54	230/50								řídící j. REMAK VCS	
Zařízení č. 2 - Kuchyně																
přívodní ventilátor	P	9750	175	1	2,72	6,36	400/50								řídící j. REMAK VCS	
vodní ohřivač								16,5	0,55	0,2						
přímý výparník											R410A	37,6	904	7,2	15	
odvodní ventilátor	O	9750	162	1	2,51	6,36	400/50								řídící j. REMAK VCS	
Zařízení č. 3 - Kasino																
přívodní ventilátor	P	1550	102	1	0,27	2,07	230/50								řídící j. REMAK VCS	
vodní ohřivač								3	0,13	0,9						
přímý výparník											R410A	7,4	177	24,5	3,4	
odvodní ventilátor	O	1550	117	1	0,28	2,07	230/50								řídící j. REMAK VCS	

Tabulka 35 Tabulka zařízení

4 NÁROKY NA ENERGIE

K zajištění chodu větracích a klimatizačních zařízení je třeba zabezpečit následující zdroje energií:

5 MĚŘENÍ A REGULACE

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

- ovládání chodu ventilátorů, silové napájení ovládaných zařízení,
- regulace teploty vzduchu řízením výkonu teplovodního ohříváče v zimním období,
- regulace teploty vzduchu řízením výkonu vodního chladiče v letním období,
- umístění teplotních a vlhkostních čidel podle požadavku,
- protimrazová ochrana deskového výměníku nastavováním obtokové klapky,
- ovládání uzavíracích klapek na jednotce včetně dodání servopohonů,
- protimrazová ochrana teplovodního výměníku – měření na straně vzduchu i vody,
 - při poklesnutí teploty:
 - 1) vypnutí ventilátoru,
 - 2) uzavření klapky,
 - 3) otevření třicestného ventilu,
 - 4) spuštění čerpadla,
- signalizace bezporuchového chodu ventilátorů pomocí diferenčního snímače tlaku,
- plynulá regulace výkonu ventilátorů frekvenčními měniči na přívodu i odvodu vzhledem k zanášení,
- filtrů a možnosti nastavení vzduchového výkonu zařízení podle potřeby provozu a časového rozvrhu,
- snímání a signalizace zanesení filtrů,
- poruchová signalizace,
- snímání signalizace chodu, poruchy a zapnutí a vypnutí zdroje chladu.

6 NÁROKY NA SOUVISEJÍCÍ PROFESI

6.1 Stavební úpravy

VZT jednotky budou umístěné ve dvou strojovnách, strojovny budou mít světlou výšku 3,55 m, vstup do strojovny bude mít rozměry 1,4x3,0 m z důvodu dopravy částí VZT jednotek. Ve strojovnách budou zřízená vyspádaná podlaha do podlahové vpusti o rozměrech 200x200 mm. Budou zřízeny prostupy v obvodových stěnách pro ukončení potrubí. Dále budou zřízeny prostupy v příčkách pro potrubí. Prostupy budou obloženy a dotěsněny tak, aby se

zamezilo případnému šíření požáru po rozvodech potrubí. Budou zřízeny revizní otvory pro přístup k ventilátorům, regulačním a požárním klapkám v nerozebíratelných částech podhledu.

6.2 Silnoproud

Profese elektro zajistí:

- silové napojení rozvaděče MaR,
- silové napojení a spouštění zařízení dle tabulek výkonů,
- pro každé zařízení musí být zajištěn samostatně jištěný přívod,
- všechny VZT jednotky musí být uzemněny,
- el. zařízení budou připojena dle ČSN 33 2180, ČSN 33 2190, ČSN 33 2000-1, ČSN 33 2000-4-46, ČSN 33 2000-5-537,
- opatření el. Zařízení výstražnými štítky dle ČSN ISO 3864-1.

6.3 Vytápění a chlazení

Profese vytápění a chlazení zajistí:

- připojení chladičů VZT jednotek na rozvody chladiva, je použito chladivo R410A,
- připojení ohřivačů VZT jednotek.

6.4 Zdravotechnika

Profese ZTI zajistí:

- odvod kondenzátu od chladiče, výměníku ZZT a VZT jednotek,
- ve strojovnách budou umístěné podlahové vpusti napojené na odpadní potrubí přes zá-pachovou uzávěrku.

7 PROTIHLUKOVÁ A PROTIOTŘESOVÁ OPATŘENÍ

Veškeré potrubí bude na jednotku napojeno přes pružné vložky. Všechny točivé stroje (jednotky, ventilátory) budou pružně uloženy za účelem snížení přenosu vibrací do stavebních konstrukcí – nohy podpěrného rámu se podloží gumovými pásy. Do rozvodných tras potrubí se vloží buňkové tlumiče hluku, které sníží šíření akustického tlaku od ventilátorů do místností a exteriéru. Tyto tlumiče se umístí na přívodních i odvodních potrubích všech vzduchodů v rozměrech dle výpočtů. Stavební prostupy konstrukcemi se dotěsní a vyplní izolací.

8 IZOLACE A NÁTĚRY

Jsou navrženy tvrzené izolace tepelné a protipožární. Na každém přívodním potrubí v interiéru je instalována tepelná izolace z minerální vaty tl. 40 mm. Na potrubí sání a výtlačku ve strojovnách je instalována tepelná izolace tl. 60 mm. Ve strojovnách je na potrubí přívodu a odvodu osazena tepelná izolace tl. 60 mm. Na přívodním potrubí od zařízení č. 2 je za požární klapkou ve strojovně osazena protipožární izolace tl. 60 mm.

9 PROTIPOŽÁRNÍ OPATŘENÍ

Do vzduchovodů procházejících stavebními konstrukcemi ohraničující požární úsek strojovny se umístí navržené protipožární klapky k zabránění šíření požáru, je nutné k nim zajistit servisní přístup. V případě přívodního potrubí od zařízení č. 2, není požární klapka osazena v požárně dělící konstrukci, ale ještě ve strojovně, za touto požární klapkou je instalována protipožární izolace tl. 60 mm. Samotné klapky jsou opatřeny servopohonem a signalizací polohy.

10 MONTÁŽ, PROVOZ, ÚDRŽBA A OBSLUHA ZAŘÍZENÍ

- Montáž všech zařízení a rozvodů bude provedena odbornou firmou,
- během montáže budou dodržována všechna bezpečnostní opatření v souladu s platnými právními předpisy,
- veškerá zařízení musí být po montáži vyzkoušena a seřizena dle požadavků MaR,
- uživatel musí být seznámen s obsluhou, provozem a údržbou zařízení,
- z důvodu velké prostorové náročnosti budou rozvody VZT potrubí provedeny přednostně před ostatními profesemi,
- zařízení smí obsluhovat pouze řádně vyškolený personál,
- musí být zajištěn snadný přístup ke všem zařízením,
- zařízení musí být pravidelně kontrolováno a udržováno.

11 ZÁVĚR

Navržené větrací a klimatizační zařízení splňuje nároky kladené na provoz daného typu a charakteru. V obsluhovaných prostorách celoročně zajistí pohodu prostředí požadovanou předpisy s ohledem na technické možnosti, požadavky a investora při zabezpečení maximální hospodárnosti.

12 TECHNICKÁ SPECIFIKACE ZAŘÍZENÍ

12.1 Zařízení č. 1 – Restaurace + salonek

Technická specifikace – zařízení č. 1 - Restaurace + salonek			
OZN.	POLOŽKA	MĚRNÁ JEDNOTKA	MNOŽSTVÍ
1.1	VZT jednotka REMAK CAKE VZ-7, přívod/odvod (3600/3600 m ³ /h), s deskovým rekuperátorem s bypassem a směšováním, dvěma ventilátory, vodním ohřevačem, přímým výparníkem, filtr na přívodu M5, filtr na odvodu G4, rám s nohami, řídicí jednotka VCS	ks	1
1.2	Odporový vyvíječ páry Condair RS 16, výkon páry 16 kg/h při 400 V/50 Hz	ks	1
1.3	Kruhový tlumič s jádrem GDE, délka 1000 mm, Ø710	ks	2
1.4	Odvodní vířivá vyúst RS14 600x600 mm, napojení na Ø315, průtok vzduchu 720 m ³ /h	ks	5
1.5	Přívodní vířivá vyúst RS16 600x600 mm, napojení na Ø250, průtok vzduchu 514 m ³ /h	ks	7
1.6	Flexibilní hadice AKUCOM Ø315	bm	5
1.7	Flexibilní hadice AKUCOM Ø250	bm	7
1.8	Kruhové pozinkované potrubí Ø500 / 10 % tvar. díly	bm	59
1.9	Kruhové pozinkované potrubí Ø355/ 40 % tvar. díly	bm	15
1.10	Kruhové pozinkované potrubí Ø315/ 10 % tvar. díly	bm	17
1.11	Kruhové pozinkované potrubí Ø250	bm	1
1.12	Regulační klapka kruhová DRU Ø355, ruční	ks	2
1.13	Regulační klapka kruhová DRU Ø250, ruční	ks	7
1.14	Požární klapka kruhová Ø500 WH45, třída účinnosti úniku C	ks	2
1.15	Tepelná izolace s polepem s hliníkovou fólií tl. 40 mm	m ²	135
1.16	Tepelná izolace s polepem s hliníkovou fólií tl. 60 mm	m ²	27

Tabulka 36 Technická specifikace zařízení č. 1 - Restaurace + salonek

12.2 Zařízení č. 2 – Kuchyně

Technická specifikace – zařízení č. 2 - Kuchyně			
OZN.	POLOŽKA	MĚRNÁ JEDNOTKA	MNOŽSTVÍ
2.1	VZT jednotka REMAK AEROMASTER XP 17, přívod/odvod (9750/9750 m ³ /h), s deskovým rekuperátorem s bypassem a směšováním, dvěma ventilátory, vodním ohřevačem, přímým výparníkem, filtr na přívodu M5 + F7, filtr na odvodu G2 z tahokovu + G3, rám s nohama	ks	1
2.2	Buňkový tlumič G, 1250x500x1000	ks	2
2.3	Odsávací zákryt 3600x1300 mm, průtok vzduchu 4875 m ³ /h	ks	1
2.4	Odsávací zákryt 2800x1600 mm, průtok vzduchu 4875 m ³ /h	ks	1
2.5	Přívodní textilní vyústka, tvar čtvrtkruh, r=600 mm, délka 9000 mm, průtok vzduchu 8350 m ³ /h	ks	1
2.6	Přívodní vířivá vyúst RS16 600x600 mm, napojení na Ø315, průtok vzduchu 700 m ³ /h	ks	2
2.7	Flexibilní hadice AKUCOM Ø315	bm	3
2.8	Čtyřhranné pozinkované potrubí 1000x500 / 60 % tvar. díly	bm	17
2.9	Čtyřhranné pozinkované potrubí 500x500 / 40 % tvar. díly	bm	3
2.10	Kruhové pozinkované potrubí Ø900 / 30 % tvar. díly	bm	13
2.11	Regulační klapka čtyřhranná 1000x500 mm, ruční	ks	3
2.12	Požární klapka WK45 čtyřhranná 1000x500 , třída účinnosti úniku C	ks	2
2.13	Požární klapka kruhová Ø900, třída účinnosti úniku C	ks	1
2.14	Tepelná izolace s polepem s hliníkovou fólií tl. 40 mm	m ²	40
2.15	Tepelná izolace s polepem s hliníkovou fólií tl. 60 mm	m ²	53
2.16	Protidešťová žaluzie 1250x900 mm	ks	2

Tabulka 37 Technická specifikace zařízení č. 2 - Kuchyně

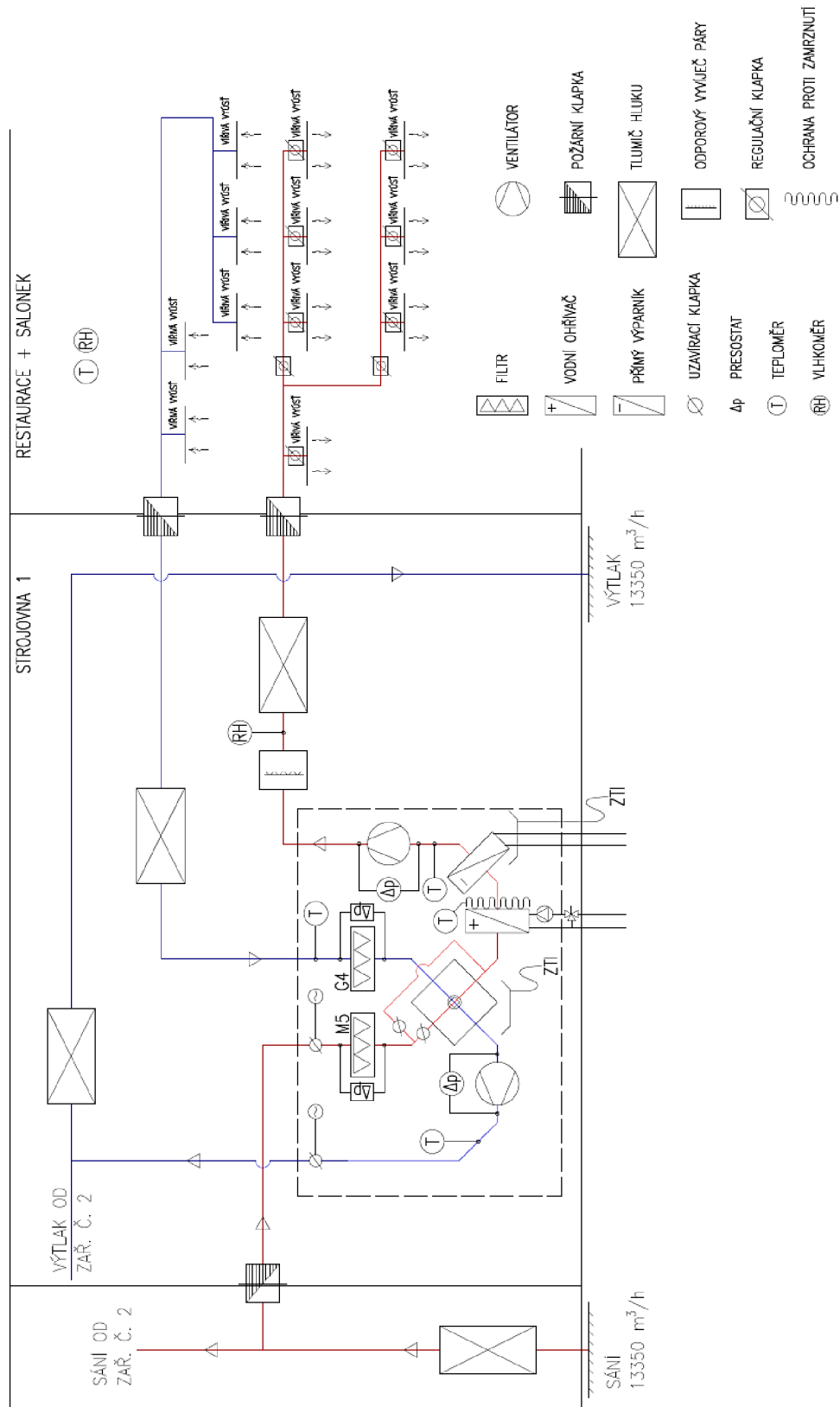
12.3 Zařízení č. 3 – Kasino

Technická specifikace – zařízení č. 3 - Kasino			
OZN.	POLOŽKA	MĚRNÁ JEDNOTKA	MNOŽSTVÍ
3.1	VZT jednotka REMAK CAKE VZ-4, přívod/odvod (1550/1550 m ³ /h), s deskovým rekuperátorem s bypassem a směřováním, dvěma ventilátory, vodním ohřívačem, přímým výparníkem, filtr na přívodu M5, filtr na odvodu G4, rám s nohami, řídicí jednotka VCS	ks	1
3.2	Odporový vyvíječ páry Condair RS 20, výkon páry 20 kg/h při 230 V/50 Hz	ks	1
3.3	Kruhový tlumič s jádrem GDE, délka 1000 mm, Ø710	ks	2
3.4	Odvodní vířivá vyúst RS14 600x600 mm, napojení na Ø250, průtok vzduchu 517 m ³ /h	ks	3
3.5	Přívodní vířivá vyúst RS16 600x600 mm, napojení na Ø250, průtok vzduchu 517 m ³ /h	ks	3
3.6	Flexibilní hadice AKUCOM Ø250	bm	6
3.7	Kruhové pozinkované potrubí Ø400 / 10 % tvar. díly	bm	33
3.8	Kruhové pozinkované potrubí Ø355 / 10 % tvar. díly	bm	10
3.9	Kruhové pozinkované potrubí Ø315 / 10 % tvar. díly	bm	8
3.10	Kruhové pozinkované potrubí Ø250	bm	1
3.11	Regulační klapka kruhová DRU Ø400, ruční	ks	1
3.12	Regulační klapka kruhová DRU Ø250, ruční	ks	3
3.13	Požární klapka kruhová Ø500 WH45, třída účinnosti úniku C	ks	2
3.14	Tepelná izolace s polepem s hliníkovou fólií tl. 40 mm	m ²	27
3.15	Tepelná izolace s polepem s hliníkovou fólií tl. 60 mm	m ²	22
3.16	Protidešťová žaluzie 1000x400 mm	ks	2

Tabulka 38 Technická specifikace zařízení č. 3 - Kasino

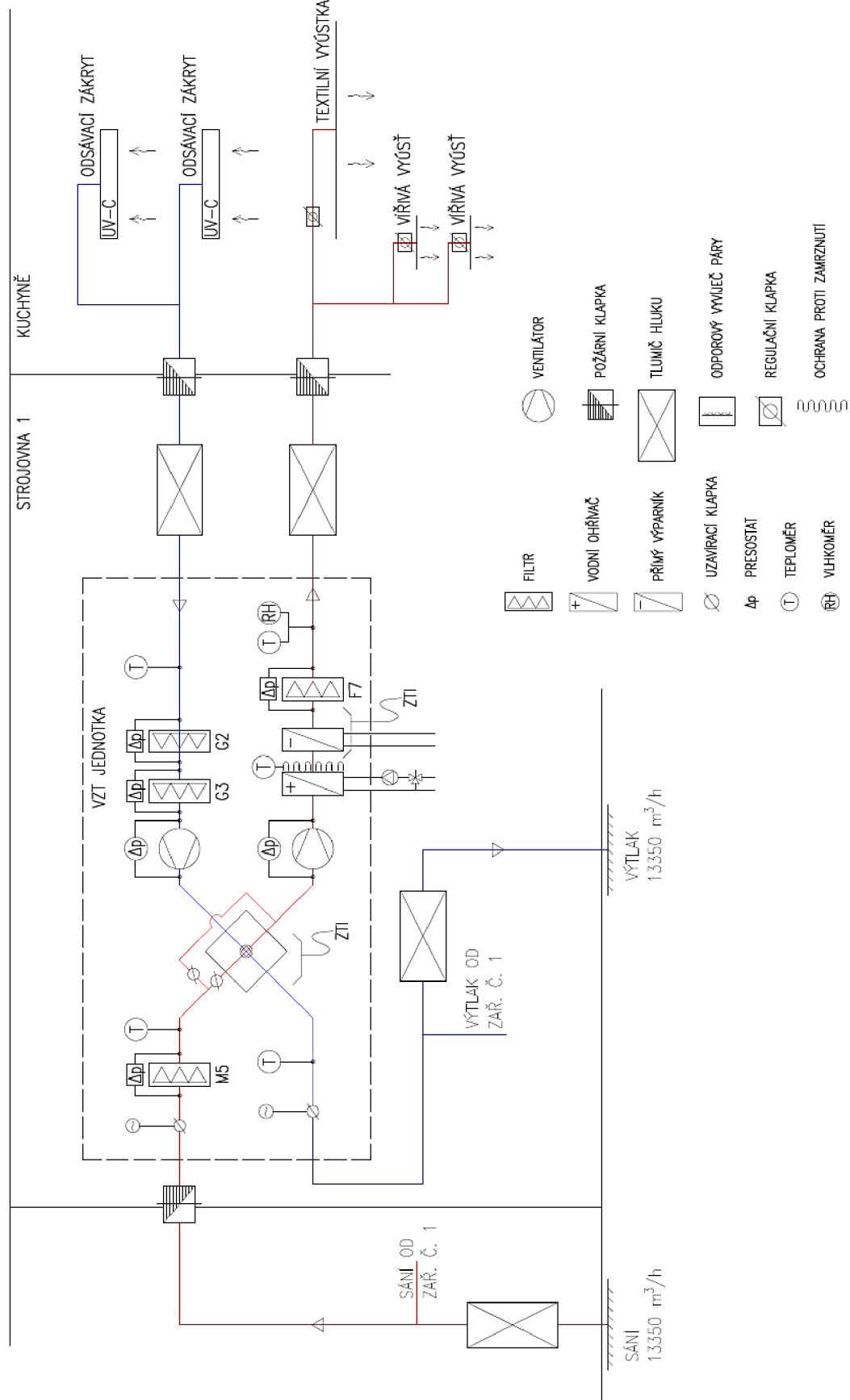
13 FUNKČNÍ SCHÉMATA

13.1 Zařízení č. 1 – Restaurace + salonek



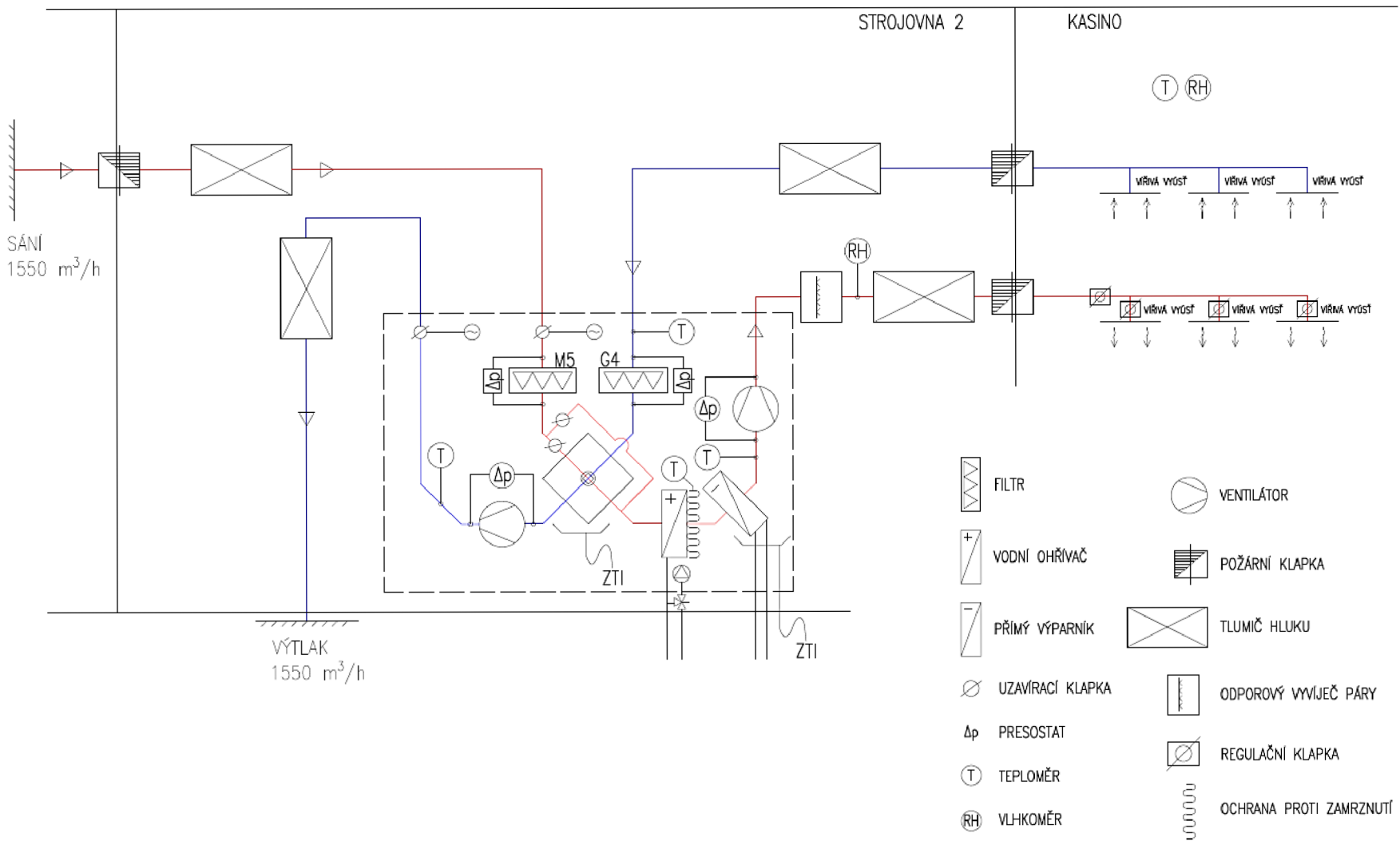
Obrázek 40 Funkční schéma zařízení č. 1 – Restaurace + salonek

13.2 Zařízení č. 2 - Kuchyně



Obrázek 41 Funkční schéma zařízení č. 2 – Kuchyně

13.3 Zařízení č. 3 – Kasino



Obrázek 42 Funkční schéma zařízení č. 3 – Kasino

ZÁVĚR

Výsledkem této bakalářské práce je návrh tří vzduchotechnických jednotek pro rekreační objekt, které obsluhují tři funkční celky podle individuálních podmínek vnitřního prostředí. Zařízení jsou navržena tak, aby splňovala hygienické limity a klimatické podmínky vnitřního prostoru.

V projektové části jsou jednotlivá zařízení popsána v technické zprávě a znázorněna pomocí funkčních schémat. Jednotlivé výrobky jsou popsány v technické specifikaci.

Teoretická část se zabývá popisem a návrhem větrání komerčních kuchyní.

POUŽITÉ ZDROJE

Zákony, vyhlášky, normy, směrnice

1. NORMA ČSN EN 16282-1 *Zařízení komerčních kuchyní – prvky pro větrání komerčních kuchyní – Část 1: obecné požadavky včetně výpočtové metody*, 2017,
2. NORMA ČSN EN 16282-2 *Vybavení komerčních kuchyní – Součásti větracích zařízení pro komerční kuchyně – Část 2: Kuchyňské větrací zákryty – Konstrukce a bezpečnostní požadavky*, 2017,
3. NORMA ČSN EN 16282-3 *Vybavení komerčních kuchyní – Součásti větracích zařízení pro komerční kuchyně – Část 3: Větrací stropy – Konstrukce a bezpečnostní požadavky*, 2017,
4. NORMA ČSN EN 16282-5 *Zařízení komerčních kuchyní – Prvky pro větrání komerčních kuchyní – Část 5: Vzduchovod; Návrh a dimenzování*, 2017,
5. NORMA ČSN EN 16282-6 *Zařízení komerčních kuchyní – Prvky pro větrání komerčních kuchyní – Část 6: Oddělovače aerosolu; Konstrukce a bezpečnostní požadavky*, 2017,
6. SMĚRNICE VDI 2052 *Raumlufttechnische Anlagen für Küchen*, 2015,
7. NORMA ČSN EN ISO 7730 *Ergonomie tepelného prostředí – Analytické stanovení a interpretace tepelného komfortu pomocí výpočtu ukazatelů PMV a PPD a kritéria místního tepelného komfortu*, 2006,
8. NORMA DIN 18 869-5 *Equipment for commercial kitchens - Components for ventilation - Part 5: Aerosol separators, requirements and testing*, 2007,
9. NORMA ČSN 12 7010-Z1 *Vzduchotechnická zařízení – Navrhování větracích a klimatizačních zařízení – Obecná ustanovení*, 2016.

Elektronické zdroje

10. Firemní podklady *GIF ActiveVent GmbH*, Dostupné z WWW: <http://gif-activevent.com/>
11. Firemní podklady *ATREA s.r.o.*, Dostupné z WWW: <http://atrea.cz/>
12. Firemní podklady *Systemair a.s.*, Dostupné z WWW: <http://systemair.com/>
13. FORET, J.; MORÁVEK, P.; KOTT, T.; ZMRHAL, V. *Větrání komerčních kuchyní podle ČSN EN 16282*. [online] [cit. 2021-05-16] Dostupné z WWW: http://users.fs.cvut.cz/~zmrhavla/Publikace/2018/Foret_05_2018_ko01_sch.pdf
14. Firemní podklady *Lindab*, Dostupné z WWW: <http://lindab.com/>
15. Firemní podklady *PŘÍHODA s.r.o.*, Dostupné z WWW: <http://prihoda.com/>
16. Firemní podklady *Greif-akustika, s.r.o.*, Dostupné z WWW: <http://greif.cz/>
17. MATĚJČEK, K. *Praktické zkušenosti s využitím indukčních výustí k distribuci vzduchu a z provozu vzduchotechnických systémů*. [online] [cit. 2021-05-20] Dostupné z WWW: <https://vetrani.tzb-info.cz/regulace-vetrani-klimatizace/13946-prakticke-zkusenosti-s-vyuzitim-indukcnich-vyusti-k-distribuci-vzduchu-a-z-provozu-vzduchotechnicky-systemu>

18. KRATOCHVÍL, P.; MENCL, V. Co musí splňovat indukční odsávací zákryt (digestoř) [online] [cit. 2021-05-20] Dostupné z WWW: <https://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-kuchyni/21781-co-musi-splnovat-indukcni-odsavaci-zakryt-digestor>
19. Firemní podklady firmy INDUCTAIR s.r.o. Dostupné z WWW: <https://inductair.cz/>

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A OZNAČENÍ

Veličiny

a	součinitel zohledňující druh rozptýlení vzduchu v prostoru (směšování 1,2 až 1,25; zaplavování 1,05 až 1,1)	[-]
A_k	podlahová plocha	[m ²]
b	šířka varného centra	[m]
b_u	součinitel redukce teploty	[-]
d_{hydr}	hydraulický průměr zdroje tepla	[m]
d_i	tloušťka konstrukce	[m]
e_k	korekční součinitel zohledňující klimatické podmínky	[-]
f_{ij}	součinitel redukce teploty	[-]
f_{g1}	opravný součinitel, uvažující vliv roční změny průběhu venkovní teploty, stanovena národní hodnota	[-]
f_{g2}	opravný teplotní součinitel, zahrnující rozdíl mezi roční průměrnou venkovní teplotou a výpočtovou venkovní teplotou	[-]
G	měrná produkce vodní páry určená dle tabulky 1 pro konkrétní druh kuchyňského spotřebiče	[g/(h.kW)]
G_w	opravný součinitel na vliv spodní vody; je-li předpokládána hladina méně než 1 m od úrovně uvažuje se 1,15, jinak je roven 1	[-]
h	výška odsávacího vzduchotechnického zařízení	[m]
h_d	vzdálenost odsávacího zákrytu nad zdrojem tepla, pokud je zdroj tepla například výklopná pánev, vzdálenost h_d se počítá od poloviny výklopné vzdálenosti	[m]
H_o	výška zdroje tepla nad podlahou	[m]
H_T	tepelné ztráty	[W/K]
k	empiricky zjištěná konstanta, $k = 18$	[m ^{4/3} .W ^{-1/3} .h ⁻¹]
l	délka potrubí	[m]
L	délka varného centra	[m]
L_w	hladina akustického výkonu ventilátoru	[dB]

L_{v1}	hladina akustického výkonu ve vyústce	[dB]
Mw	produkce vlhkosti od spotřebičů	[kW]
n	počet spotřebičů ve varném centru	[-]
n	násobná výměna vzduchu	[h ⁻¹]
Q_{cit}	produkce tepla od spotřebičů	[kW]
Q_s	měrná produkce citelného tepla určená dle tabulky 1 pro konkrétní druh kuchyňského spotřebiče	[W/kW]
$Q_{S,K}$	celkové konvekční tepelné zatížení	[W]
P	příkon zařízení	[kW]
$Pd(Z)$	tlaková ztráta místními odpory	[Pa]
r	polohový faktor určený podle uložení varného bloku v prostoru, $r = 1$ pro umístění v prostoru, $r = 0,63$ pro umístění u stěny	[-]
R_1	měrná tlaková ztráta	[Pa/m]
R_{se}	tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce	[m ² K/W]
R_{si}	tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce	[m ² K/W]
R_T	tepelný odpor při přestupu tepla	[m ² K/W]
S	průřezová plocha potrubí	[m ²]
S'	předběžná průřezová plocha potrubí	[m ²]
t_i	teplota interiéru	[°C]
t_L	teplota letní	[°C]
t_Z	teplota zimní	[°C]
t_p	teplota přiváděného vzduchu	[°C]
t_{po}	teplota vnějšího povrchu	[°C]
t_{pv}	teplota vnitřního povrchu	[°C]
t_{ro}	teplota rosného bodu vnějšího povrchu	[°C]
t_{rv}	teplota rosného bodu vnitřního povrchu	[°C]
$t_{výst}$	teplota výstupní	[°C]
U	součinitel prostupu tepla	[W/m ² K]

$U_{equiv,k}$	ekvivalentní součinitel prostupu tepla konstrukce v kontaktu se zemínou	[W/m ² K]
U_{kc}	součinitel prostupu tepla upravený o ΔU	[W/m ² K]
v	rychlost proudění vzduchu v pobytové oblasti	[m/s]
V	objem vzduchu	[m ³ /h]
v'	předběžná rychlost proudění vzduchu v potrubí	[m/s]
V_{od}	průtok odváděného vzduchu	[m ³ /h]
V_{pr}	průtok přiváděného vzduchu	[m ³ /h]
V_{th}	průtok vzduchu od zdroje tepla	[m ³ /h]
x_i	měrná vlhkost interiérového vzduchu	[g/kg]
x_p	měrná vlhkost přiváděného vzduchu	[g/kg]
Δp_c	tlaková ztráta	[m]
θ_e	návrhová venkovní teplota	[°C]
$\theta_{int,i}$	návrhová vnitřní teplota	[°C]
λ_i	součinitel tepelné vodivosti	[W/m.K]
ξ	součet součinitelů vřazených odporů tvarovek v úseku	[-]
Φ_T	opravný součinitel na vliv spodní vody;	[-]
φ	součinitel současnosti určený podle velikosti kuchyně a počtu porcí	[-]
φ	relativní vlhkost	[%]

SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Obrázky

Obrázek 1 Komfortní a únosné teplotně-vlhkostní podmínky.....	17
Obrázek 2 Limitní hodnoty rychlosti vzduchu v pobytové zóně ^[1]	18
Obrázek 3 Horizontální přívod vzduchu s prvky osazenými na odsávacím zákrytu ^[13]	24
Obrázek 4 Vertikální přívod vzduchu anemostaty ^[13]	24
Obrázek 5 Schéma konstrukčních zásad odsávacího zákrytu ^[1]	25
Obrázek 6 Schéma otevřeného větracího stropu ^[13]	26
Obrázek 7 Schéma uzavřeného větracího stropu ^[11]	27
Obrázek 8 Kazetový systém odlučování tuků a kondenzátu ^[9]	27
Obrázek 9 Princip indukce vzduchu ^[17]	28
Obrázek 10 Schéma indukčního zákrytu ^[19]	28
Obrázek 11 Odlučovače tuku GT od firmy Systemair ^[11]	29
Obrázek 12 Roční náklady ^[11]	30
Obrázek 13 Rozdělení 1NP na funkční celky	32
Obrázek 14 Graf tepelné zátěže úseku Restaurace + salonek	39
Obrázek 15 Graf tepelné zátěže úseku Kasino.....	40
Obrázek 16 Vířivá vyúst RS14 ^[14]	44
Obrázek 17 Určení tlakové ztráty vířivé vyústí RS14 dimenze 250 mm.....	44
Obrázek 18 Určení tlakové ztráty vířivé vyústí RS14 dimenze 315 mm.....	45
Obrázek 19 Vířivá vyúst RS16 ^[14]	45
Obrázek 20 Určení tlakové ztráty vířivé vyústí RS16 dimenze 250.....	46
Obrázek 21 Určení tlakové ztráty vířivé vyústí RS16 dimenze 315.....	46
Obrázek 22 Určení rychlosti proudění v pobytové oblasti pro 500 m ³ /h	47
Obrázek 23 Určení rychlosti proudění v pobytové oblasti pro 720 m ³ /h	47
Obrázek 24 Návrh textilní vyústky ^[15]	48
Obrázek 25 Navržené koncové elementy místností	49
Obrázek 26 Úvodní obraz proudění vzduchu (půdorys)	50
Obrázek 27 Obraz proudění vzduchu (půdorys)	50
Obrázek 28 Rychlost proudění vzduchu (řez)	50
Obrázek 29 Úvodní obraz proudění vzduchu (vlevo) a celkový obraz proudění (vpravo)	51
Obrázek 30 Rychlost proudění vzduchu (řez)	51
Obrázek 31 Úvodní obraz proudění kouře (vlevo) a celkový obraz proudění kouře (vpravo)....	51
Obrázek 32 Dimenzační schéma úseku Restaurace + salonek.....	52
Obrázek 33 Dimenzační schéma úseku Kuchyně	52
Obrázek 34 Dimenzační schéma úseku Kasino	53
Obrázek 35 Axonometrie VZT jednotky č. 1.....	56
Obrázek 36 Úprava vzduchu po zvlhčení prostoru	60
Obrázek 37 Axonometrie VZT jednotky č. 2.....	61
Obrázek 38 Axonometrie VZT jednotky č. 3.....	65
Obrázek 39 Úprava vzduchu po zvlhčení prostoru	69

Obrázek 40 Funkční schéma zařízení č. 1 – Restaurace + salonek	95
Obrázek 41 Funkční schéma zařízení č. 2 – Kuchyně	96
Obrázek 42 Funkční schéma zařízení č. 3 – Kasino	97

Tabulky

Tabulka 1 Příklady produkce citelného tepla a vodní páry pro některé spotřebiče.....	20
Tabulka 2 Orientační hodnoty výměny vzduchu	22
Tabulka 3 Venkovní klimatické podmínky ^[9]	33
Tabulka 4 Vnitřní klimatické podmínky ve funkčních celcích	33
Tabulka 5 Výpočet součinitele prostupu tepla obvodové stěny	34
Tabulka 6 Tepelné ztráty úseku restaurace + salonek.....	36
Tabulka 7 Tepelné ztráty úseku kuchyně.....	36
Tabulka 8 Tepelné ztráty úseku kasino.....	37
Tabulka 9 Tabulka průtoků vzduchu.....	43
Tabulka 10 Dimenzování hlavní větve přívodního potrubí zařízení č. 1	53
Tabulka 11 Dimenzování hlavní větve odvodního potrubí zařízení č. 1	54
Tabulka 12 Dimenzování hlavní větve přívodního potrubí zařízení č. 2	54
Tabulka 13 Dimenzování hlavní větve odvodního potrubí zařízení č. 2	55
Tabulka 14 Dimenzování hlavní větve přívodního potrubí zařízení č. 3	55
Tabulka 15 Dimenzování hlavní větve odvodního potrubí zařízení č. 3	55
Tabulka 16 Útlum hluku přívodního potrubí zařízení č. 1	70
Tabulka 17 Útlum hluku odvodního potrubí zařízení č. 1.....	71
Tabulka 18 Šíření hluku od zařízení č. 1.....	71
Tabulka 19 Útlum hluku přívodního potrubí zařízení č. 2	72
Tabulka 20 Útlum hluku odvodního potrubí zařízení č. 2.....	73
Tabulka 21 Šíření hluku od zařízení č. 2.....	73
Tabulka 22 Útlum hluku přívodního potrubí zařízení č. 3	74
Tabulka 23 Útlum hluku odvodního potrubí zařízení č. 3.....	75
Tabulka 24 Šíření hluku od zařízení č. 3.....	75
Tabulka 25 Útlum hluku přívodního potrubí zařízení č. 1+2	76
Tabulka 26 Útlum hluku odvodního potrubí zařízení č. 1+2.....	76
Tabulka 27 Šíření hluku od zařízení č. 1+2 do venkovního prostředí	76
Tabulka 28 Šíření hluku od sání zařízení č. 3 do venkovního prostředí.....	77
Tabulka 29 Šíření hluku od výtlačku zařízení č. 3 do venkovního prostředí.....	78
Tabulka 30 Návrhové parametry pro posouzení v interiéru a exteriéru	78
Tabulka 31 Návrhové parametry v potrubí pro posouzení izolace.....	79
Tabulka 32 Výstupní hodnoty pro zařízení č. 1.....	79
Tabulka 33 Výstupní hodnoty pro zařízení č. 2.....	80
Tabulka 34 Výstupní hodnoty pro zařízení č. 3.....	80
Tabulka 35 Tabulka zařízení.....	88
Tabulka 36 Technická specifikace zařízení č. 1 - Restaurace + salonek	92

Tabulka 37 Technická specifikace zařízení č. 2 - Kuchyně.....	93
Tabulka 38 Technická specifikace zařízení č. 3 - Kasino.....	94

SEZNAM PŘÍLOH

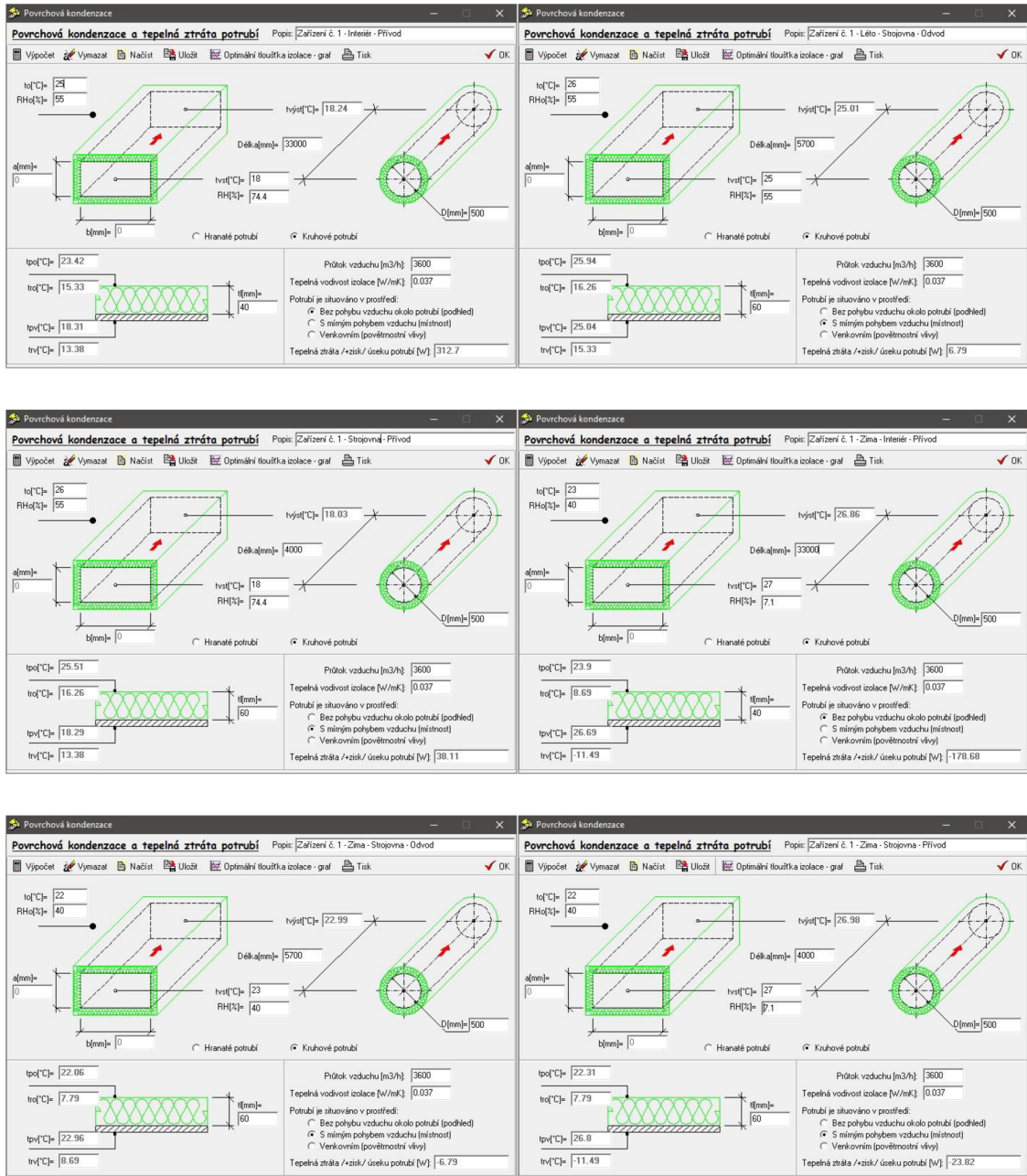
A. Izolace – výstup z programu Teruna

- A.1. Zařízení č. 1 – Restaurace + salonek
- A.2. Zařízení č. 2 – Kuchyně
- A.3. Zařízení č. 1+2 – strojovna – sání + výtlač
- A.4. Zařízení č. 3 – Kasino

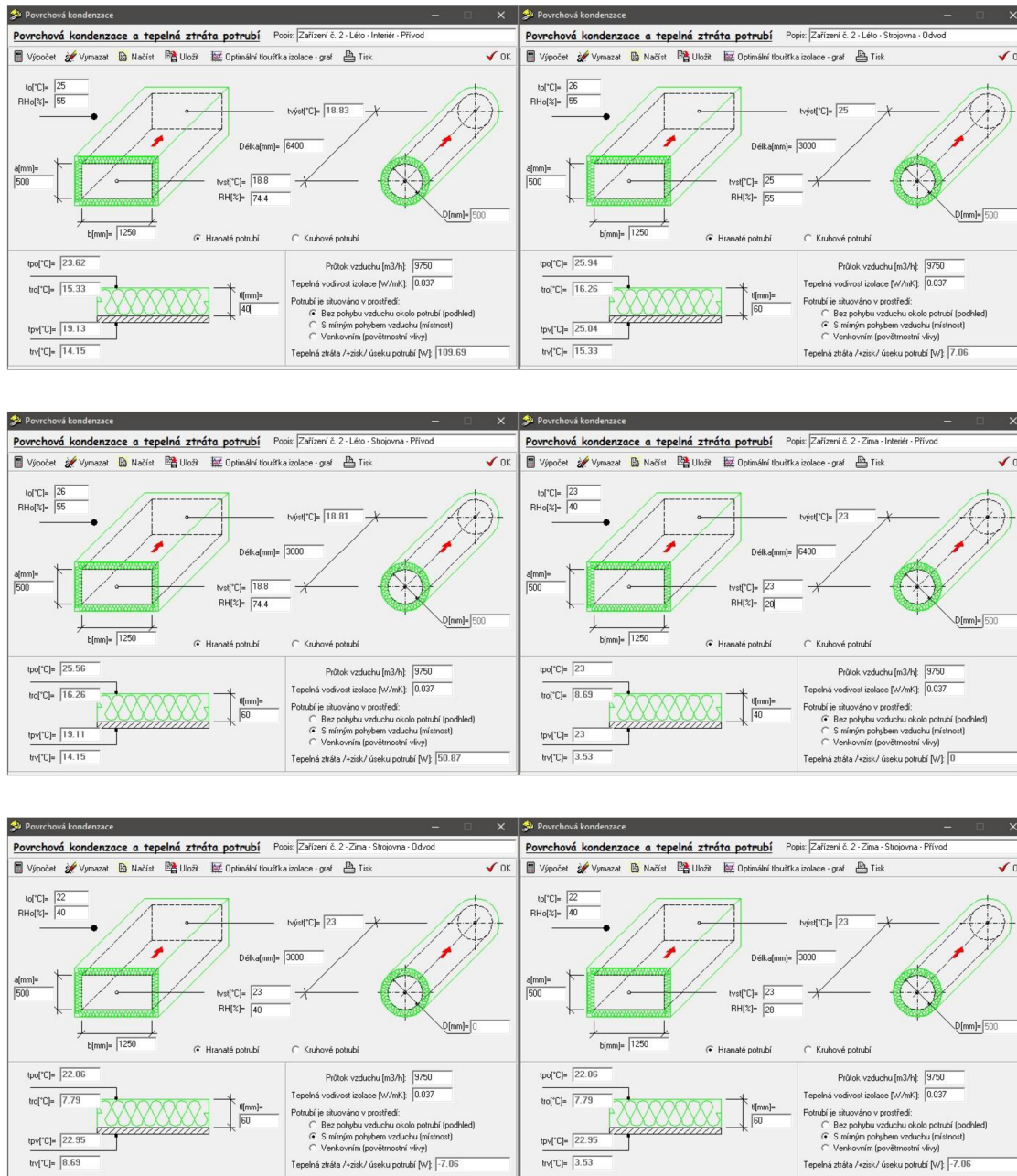
B. Výkresy

- A.1. Výkres V01 – Půdorys 1NP (1:100)
- A.2. Výkres V02 – Řez A-A' (1:100)
- A.3. Výkres V03 – Řez B-B' (1:100)

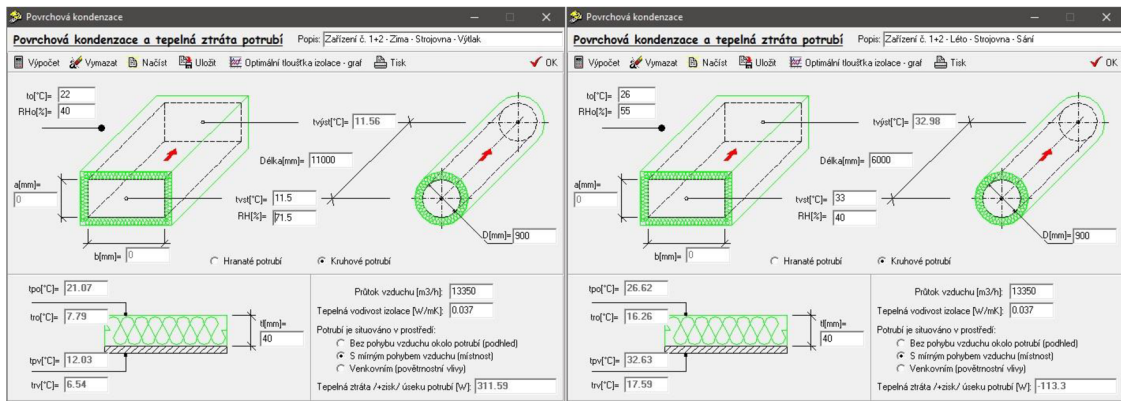
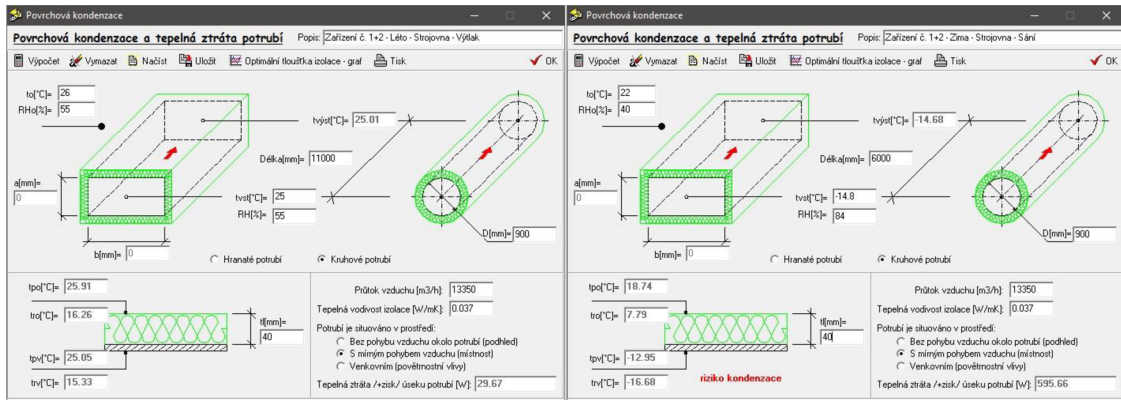
A.1. Zařízení č. 1 – Restaurace + salonek



A.2. Zařízení č. 2 – Kuchyně



A.3. Zařízení č. 1+2 – strojovna – sání + výtlak



A.4. Zařízení č. 3 – Kasino

<p>Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí Popis: [Zařízení č. 3 - Zima - Stojovna - Sání]</p> <p> <input type="checkbox"/> Výpočet <input type="checkbox"/> Vymazat <input type="checkbox"/> Načíst <input type="checkbox"/> Uložit <input type="checkbox"/> Optimalizace izolace - graf <input type="checkbox"/> Tisk </p> <p> $t_{\text{a}} [^{\circ}\text{C}] = 22$ $\text{RH}_{\text{a}} [\%] = 40$ $\text{Délka} [mm] = 8400$ $\text{h}_{\text{vys}} [^{\circ}\text{C}] = -14.08$ $\text{t}_{\text{vst}} [^{\circ}\text{C}] = -14.8$ $\text{RH} [\%] = 84$ $a [mm] = 0$ $b [mm] = 0$ $D [mm] = 400$ </p> <p> <input type="radio"/> Hranaté potrubí <input checked="" type="radio"/> Kulhové potrubí </p> <p> $t_{\text{po}} [^{\circ}\text{C}] = 18.77$ $t_{\text{co}} [^{\circ}\text{C}] = 7.79$ $t_{\text{pv}} [^{\circ}\text{C}] = 12.64$ $t_{\text{rv}} [^{\circ}\text{C}] = 16.68$ riziko kondenzace </p> <p> Průtok vzduchu [m³/h]: 1550 Tepelná vodivost izolace [W/mK]: 0.037 Potrubí je situováno v prostředí: <input type="checkbox"/> Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled) <input checked="" type="checkbox"/> S mírným pohybem vzduchu (místnost) <input type="checkbox"/> Venkovním (povětrnostní vířiv) Tepelná ztráta /zisk/ úseku potrubí [W]: 404.81 </p>	<p>Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí Popis: [Zařízení č. 3 - Zima - Stojovna - Přívod]</p> <p> <input type="checkbox"/> Výpočet <input type="checkbox"/> Vymazat <input type="checkbox"/> Načíst <input type="checkbox"/> Uložit <input type="checkbox"/> Optimalizace izolace - graf <input type="checkbox"/> Tisk </p> <p> $t_{\text{a}} [^{\circ}\text{C}] = 22$ $\text{RH}_{\text{a}} [\%] = 40$ $\text{Délka} [mm] = 3000$ $\text{h}_{\text{vys}} [^{\circ}\text{C}] = 24.98$ $\text{t}_{\text{vst}} [^{\circ}\text{C}] = 25$ $\text{RH} [\%] = 12$ $a [mm] = 500$ $b [mm] = 1250$ $D [mm] = 400$ </p> <p> <input type="radio"/> Hranaté potrubí <input checked="" type="radio"/> Kulhové potrubí </p> <p> $t_{\text{po}} [^{\circ}\text{C}] = 22.18$ $t_{\text{co}} [^{\circ}\text{C}] = 7.79$ $t_{\text{pv}} [^{\circ}\text{C}] = 24.86$ $t_{\text{rv}} [^{\circ}\text{C}] = 6.32$ </p> <p> Průtok vzduchu [m³/h]: 1550 Tepelná vodivost izolace [W/mK]: 0.037 Potrubí je situováno v prostředí: <input type="checkbox"/> Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled) <input checked="" type="checkbox"/> S mírným pohybem vzduchu (místnost) <input type="checkbox"/> Venkovním (povětrnostní vířiv) Tepelná ztráta /zisk/ úseku potrubí [W]: 8.95 </p>
<p>Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí Popis: [Zařízení č. 3 - Zima - Stojovna - Odvod]</p> <p> <input type="checkbox"/> Výpočet <input type="checkbox"/> Vymazat <input type="checkbox"/> Načíst <input type="checkbox"/> Uložit <input type="checkbox"/> Optimalizace izolace - graf <input type="checkbox"/> Tisk </p> <p> $t_{\text{a}} [^{\circ}\text{C}] = 22$ $\text{RH}_{\text{a}} [\%] = 40$ $\text{Délka} [mm] = 4000$ $\text{h}_{\text{vys}} [^{\circ}\text{C}] = 24.98$ $\text{t}_{\text{vst}} [^{\circ}\text{C}] = 25$ $\text{RH} [\%] = 12$ $a [mm] = 0$ $b [mm] = 0$ $D [mm] = 400$ </p> <p> <input type="radio"/> Hranaté potrubí <input checked="" type="radio"/> Kulhové potrubí </p> <p> $t_{\text{po}} [^{\circ}\text{C}] = 22.18$ $t_{\text{co}} [^{\circ}\text{C}] = 7.79$ $t_{\text{pv}} [^{\circ}\text{C}] = 24.86$ $t_{\text{rv}} [^{\circ}\text{C}] = 6.32$ </p> <p> Průtok vzduchu [m³/h]: 1550 Tepelná vodivost izolace [W/mK]: 0.037 Potrubí je situováno v prostředí: <input type="checkbox"/> Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled) <input checked="" type="checkbox"/> S mírným pohybem vzduchu (místnost) <input type="checkbox"/> Venkovním (povětrnostní vířiv) Tepelná ztráta /zisk/ úseku potrubí [W]: 11.93 </p>	<p>Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí Popis: [Zařízení č. 3 - Zima - Interier - Přívod]</p> <p> <input type="checkbox"/> Výpočet <input type="checkbox"/> Vymazat <input type="checkbox"/> Načíst <input type="checkbox"/> Uložit <input type="checkbox"/> Optimalizace izolace - graf <input type="checkbox"/> Tisk </p> <p> $t_{\text{a}} [^{\circ}\text{C}] = 24$ $\text{RH}_{\text{a}} [\%] = 40$ $\text{Délka} [mm] = 14000$ $\text{h}_{\text{vys}} [^{\circ}\text{C}] = 24.97$ $\text{t}_{\text{vst}} [^{\circ}\text{C}] = 25$ $\text{RH} [\%] = 12$ $a [mm] = 500$ $b [mm] = 1250$ $D [mm] = 400$ </p> <p> <input type="radio"/> Hranaté potrubí <input checked="" type="radio"/> Kulhové potrubí </p> <p> $t_{\text{po}} [^{\circ}\text{C}] = 24.22$ $t_{\text{co}} [^{\circ}\text{C}] = 9.58$ $t_{\text{pv}} [^{\circ}\text{C}] = 24.92$ $t_{\text{rv}} [^{\circ}\text{C}] = 6.32$ </p> <p> Průtok vzduchu [m³/h]: 1550 Tepelná vodivost izolace [W/mK]: 0.037 Potrubí je situováno v prostředí: <input type="checkbox"/> Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled) <input checked="" type="checkbox"/> S mírným pohybem vzduchu (místnost) <input type="checkbox"/> Venkovním (povětrnostní vířiv) Tepelná ztráta /zisk/ úseku potrubí [W]: 15.6 </p>
<p>Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí Popis: [Zařízení č. 3 - Létlo - Stojovna - Vytáček]</p> <p> <input type="checkbox"/> Výpočet <input type="checkbox"/> Vymazat <input type="checkbox"/> Načíst <input type="checkbox"/> Uložit <input type="checkbox"/> Optimalizace izolace - graf <input type="checkbox"/> Tisk </p> <p> $t_{\text{a}} [^{\circ}\text{C}] = 26$ $\text{RH}_{\text{a}} [\%] = 55$ $\text{Délka} [mm] = 10500$ $\text{h}_{\text{vys}} [^{\circ}\text{C}] = 25.02$ $\text{t}_{\text{vst}} [^{\circ}\text{C}] = 25$ $\text{RH} [\%] = 55$ $a [mm] = 0$ $b [mm] = 0$ $D [mm] = 400$ </p> <p> <input type="radio"/> Hranaté potrubí <input checked="" type="radio"/> Kulhové potrubí </p> <p> $t_{\text{po}} [^{\circ}\text{C}] = 25.91$ $t_{\text{co}} [^{\circ}\text{C}] = 16.26$ $t_{\text{pv}} [^{\circ}\text{C}] = 25.06$ $t_{\text{rv}} [^{\circ}\text{C}] = 15.33$ </p> <p> Průtok vzduchu [m³/h]: 1550 Tepelná vodivost izolace [W/mK]: 0.037 Potrubí je situováno v prostředí: <input type="checkbox"/> Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled) <input checked="" type="checkbox"/> S mírným pohybem vzduchu (místnost) <input type="checkbox"/> Venkovním (povětrnostní vířiv) Tepelná ztráta /zisk/ úseku potrubí [W]: 13.75 </p>	<p>Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí Popis: [Zařízení č. 3 - Létlo - Stojovna - Sání]</p> <p> <input type="checkbox"/> Výpočet <input type="checkbox"/> Vymazat <input type="checkbox"/> Načíst <input type="checkbox"/> Uložit <input type="checkbox"/> Optimalizace izolace - graf <input type="checkbox"/> Tisk </p> <p> $t_{\text{a}} [^{\circ}\text{C}] = 26$ $\text{RH}_{\text{a}} [\%] = 55$ $\text{Délka} [mm] = 8400$ $\text{h}_{\text{vys}} [^{\circ}\text{C}] = 32.86$ $\text{t}_{\text{vst}} [^{\circ}\text{C}] = 33$ $\text{RH} [\%] = 40$ $a [mm] = 0$ $b [mm] = 0$ $D [mm] = 400$ </p> <p> <input type="radio"/> Hranaté potrubí <input checked="" type="radio"/> Kulhové potrubí </p> <p> $t_{\text{po}} [^{\circ}\text{C}] = 26.61$ $t_{\text{co}} [^{\circ}\text{C}] = 16.26$ $t_{\text{pv}} [^{\circ}\text{C}] = 32.46$ $t_{\text{rv}} [^{\circ}\text{C}] = 17.59$ </p> <p> Průtok vzduchu [m³/h]: 1550 Tepelná vodivost izolace [W/mK]: 0.037 Potrubí je situováno v prostředí: <input type="checkbox"/> Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled) <input checked="" type="checkbox"/> S mírným pohybem vzduchu (místnost) <input type="checkbox"/> Venkovním (povětrnostní vířiv) Tepelná ztráta /zisk/ úseku potrubí [W]: 7.77 </p>

