VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

VZDUCHOTECHNIKA PENSIONU
AIRCONDITIN OF GUESTHOUSE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE Zdeněk Miesler
AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE Ing. PAVEL UHER, Ph.D.
SUPERVISOR

BRNO 2017

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	Zdeněk Miesler
NÁZEV	Vzduchotechnika pensionu
VEDOUCÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE	Ing. Pavel Uher, Ph.D.
DATUM ZADÁNÍ	30. 11. 2016
DATUM ODEVZDÁNÍ	26. 5. 2017

V Brně dne 30. 11. 2016

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ fakulta stavební DĚKAN -1-

N.r.

doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.	prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Vedoucí ústavu	Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

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

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ (ZADÁNÍ, CÍLE PRÁCE, POŽADOVANÉ VÝSTUPY)

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

a) titulní list,
b) zadání VŠKP,
c) abstrakt v českém a anglickém jazyce, klíčová slova v českém a anglickém jazyce,
d) bibliografická citace VŠKP dle ČSN ISO 690,
e) prohlášení autora o původnosti práce, podpis autora,
f) poděkování (nepovinné),
g) obsah,
h) úvod,
i) vlastní text práce s touto osnovou:
A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu
B. Výpočtová část
analýza objektu – rozdělení na funkční celky VZT, 2-3 zařízení zpracovaná v tématech:
tepelné bilance,
průtoky vzduchu, tlakové poměry
distribuce vzduchu,
dimenzování potrubí a tlaková ztráta,
úpravy vzduchu, návrh VZT jednotek (hx diagramy),
útlum hluku
C. Projekt – úroveň prováděcího projektu: výkresy dvoučarově, půdorysy + řezy (řešené místnosti, strojovna) legenda prvků, 1:50 (1:100) – budou uloženy samostatně jako přílohy, technická zpráva (tabulka místností, tabulka zařízení), položková specifikace, funkční (regulační) schéma
j) závěr,
k) seznam použitých zdrojů,
l) seznam použitých zkratek a symbolů,
m) seznam příloh,
n) přílohy - výkresy

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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

.....

Ing. Pavel Uher, Ph.D.

Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Má bakalářská práce se zabývá návrhem dvou vzduchotechnických jednotek pro pension. První jednotka slouží k přívodu a odvodu vzduchu s chlazením, druhá jednotka řeší ubytovací část pensionu v druhém podlaží. V projektu je výpočet teplených bilancí veškerých řešených místností, průtoky vzduchu, návrh jednotlivých distribučních prvků, dimenzování potrubí, návrh jednotek s následným útlumem hluku na požadované hodnoty normy.

KLÍČOVÁ SLOVA

Vzduchotechnika, pension, mikroklima, distribuce vzduchu, textilní vyústky, restaurace, salonek

ABSTRACT

My bachelor thesis follows up to design two air-conditiong units for a pension. The fist unit is used to supply and remove of air with cooling, the second unit is used to the accommodation part of the pension on the second floor. In the project, there is the calculation of the heat balances of all solved rooms, air flows, the design of the individual distribution elements, the design of pipes, the design of units with the reduction of the noise to the required values.

KEYWORDS

Ventilation, pension, microclimate, air distribution, textile diffusers, restaurant, lounge

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Zdeněk Miesler *Vzduchotechnika pensionu.* Brno, 2017. 83 s., 43 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Pavel Uher, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

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

V Brně dne 26. 5. 2017

Zdeněk Miesler

autor práce

Poděkování

Rád bych zde poděkoval mému vedoucímu práce Ing. Pavlu Uherovi Ph.D. za pomoc, ochotu, čas a především trpělivost, kterou mi věnoval. Rovněž bych chtěl poděkovat mé rodině a všem, kteří mě podpořili.

OBSAH

ÚVOD **11**

1 TEORETICKÁ ČÁST **12**

1.1 MIKROKLIMA 12
1.1.1 TEPLOTNĚ-VLHKOSTNÍ MIKROKLIMA 13
1.1.1.1 JEDNOTLIVÉ VSTUPUJÍCÍ VELIČINY 13
1.1.1.2 HODNOCENÍ TEPLOTNĚ-VLHKOSTNÍCH MIKROKLIMATICKÝCH PODMÍNEK 14
1.1.1.3 OCHRANA ZDRAVÍ PŘED NEPŘÍZNIVÝM MIKROKLIMATEM 17
1.1.2 ODÉROVÉ MIKROKLIMA 18
1.1.3 AKUSTICKÉ MIKROKLIMA 20
1.1.3.1 TLUMIČ HLUKU 23

1.2 TEXTILNÍ ROZVODY POTRUBÍ 24
1.2.1 MATERIÁL 24
1.2.2 POTRUBÍ 25
1.2.2.1 VEDENÍ VZDUCHU 25
1.2.2.2 ODVOD VZDUCHU 25
1.2.2.3 DISTRIBUCE VZDUCHU - VYÚSTKY 27
1.2.3 POUŽITÍ 29

2 VÝPOČTOVÁ ČÁST **30**

2.1 ANALÝZA OBJEKTU 30
2.1.1 POPIS OBJEKTU 30
2.1.2 ROZDĚLENÍ NA FUNKČNÍ CELKY 31

2.2 TEPELNÁ BILANCE 32
2.2.1 SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA U [W/M^{2}K] 32
2.2.2 VÝPOČET TEPELNÉ BILANCE PRO RESTAURACI (MÍSTNOST 101) 32
2.2.2.1 TEPELNÁ ZÁTĚŽ OKNY 32
2.2.2.2 TEPELNÁ ZÁTĚŽ VNĚJŠÍCH STĚN 35
2.2.2.3 PRODUKCE TEPLA OD LIDÍ Q_L A POKRMŮ Q_P [W] 36
2.2.2.4 PRODUKCE TEPLA OD SVÍTIDEL Q_{SV} [W] 36
2.2.2.5 VODNÍ ZISKY Q_L [G/H] 37
2.2.2.6 CELKOVÁ TEPELNÁ ZÁTĚŽ Q [W] 37

2.3 PRŮTOKY VZDUCHU A TLAKOVÉ POMĚRY V OBJEKTU 38
2.3.1 DÁVKY VZDUCHU 38
2.3.2 TABULKY MÍSTNOSTÍ 39

2.4 DISTRIBUCE VZDUCHU 41
2.4.1 NÁVRH VĚTRACÍCH MŘÍŽEK 41

VĚTRACÍ MŘÍŽKY BYLY DO OBJEKTU NAVRŽENY Z DŮVODU VYROVNÁVÁNÍ JEDNOTLIVÝCH TLAKŮ V MÍSTNOSTECH. MAXIMÁLNÍ RYCHLOST PROUDĚNÍ VZDUCHU JE NAVRŽENA NA MAXIMÁLNÍ RYCHLOST 2 M/S. VŠECHNY JSOU NAVRŽENY NA MONTÁŽ DO STĚNY. 41
2.4.2 NÁVRH TALÍŘOVÉHO VENTILU DO POKOJE 41
2.4.3 NÁVRH VÍŘIVÉHO ANEMOSTATU PRO POKOJ 43
2.4.4 NÁVRH PŘÍVODNÍ TEXTILNÍ VYÚSTKY DO RESTAURACE 45
2.4.5 TABULKA DISTRIBUČNÍCH PRVKŮ 46

2.5 DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ A TLAKOVÁ ZTRÁTA POTRUBÍ 49

2.6 NÁVRH VZT JEDNOTEK 53
2.6.1 JEDNOTKA Č. 1 53
2.6.2 JEDNOTKA Č. 2 54

2.7 ÚPRAVY VZDUCHU 55
2.7.1 ZAŘÍZENÍ Č. 1 55
2.7.2 ZAŘÍZENÍ Č. 2 55

2.8 NÁVRH IZOLACE POTRUBÍ 55

2.9 ÚTLUM HLUKU 57

3 TECHNICKÁ ZPRÁVA 64

3.1 ÚVOD 64
3.1.1 PODKLADY PRO ZPRACOVÁNÍ 64
3.1.2 VÝPOČTOVÉ HODNOTY KLIMATICKÝCH POMĚRŮ 64
3.1.3 VÝPOČTOVÉ HODNOTY VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ 65

3.2 ZÁKLADNÍ KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ 65
3.2.1 HYGIENICKÉ VĚTRÁNÍ A KLIMATIZACE 65
3.2.2 ENERGETICKÉ ZDROJE 66

3.3 POPIS TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ 66
3.3.1 KONCEPCE VĚTRACÍCH A KLIMATICKÝCH ZAŘÍZENÍ 66
3.3.2 ZAŘÍZENÍ Č. 1 66
3.3.3 ZAŘÍZENÍ Č. 2 67

3.4 NÁROKY NA ENERGIE 67

3.5 MĚŘENÍ A REGULACE 68

3.6 NÁROKY NA SOUVISEJÍCÍ PROFESE 68
3.6.1 STAVEBNÍ ÚPRAVY 68
3.6.2 SILNOPROUD 69
3.6.3 VYTÁPĚNÍ 69
3.6.4 ZDRAVOTECHNIKA 69

3.7 PROTIHLUKOVÁ A PROTIOTŘESOVÁ OPATŘENÍ 69

3.8 IZOLACE NA NÁTĚRY 69

3.9 PROTIPOŽÁRNÍ OPATŘENÍ 70

3.10 MONTÁŽ, PROVOZ, ÚDRŽBA A OBSLUHA ZAŘÍZENÍ 70

3.11 ZÁVĚR 70

3.12 TABULKA ZAŘÍZENÍ 71
3.13 TABULKA MÍSTNOSTÍ 72
3.14 POLOŽKOVÁ SPECIFIKACE 74
3.15 FUNKČNÍ SCHÉMA 76
4 ZÁVĚR 78
5 POUŽITÉ ZDROJE 79
6 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A OZNAČENÍ 80
7 SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ 81
PŘÍLOHY 83

ÚVOD

Předmětem mé bakalářské práce je tvorba mikroklimatu v pensionu. V dnešní době se snažíme o co největší úspory energií a tak co nejvíce utěsňujeme obálku budovy, aby nedocházelo k infiltraci vzduchu do budovy. Snažíme se o co největší úspory k našemu životnímu prostředí, nicméně ne vždycky je to ku prospěchu věci a interiér následně pro pohodu člověka není zcela ideální.

V první kapitole budu pojednávat o mikroklimatu v zadaném objektu – pensionu, kde je velmi důležité mít správnou pohodu pro hosty, aby se rádi vraceli na dané místo. V jedné části pensionu jsou navrženy textilní rozvody vzduchotechniky, kterými se bude zaobírat v druhé části teoretické části.

Výpočtová část řeší zadané téma pensionu. Je zde udělán výpočet a posouzení veškerých hodnot k návrhu ideálních vzduchotechnických jednotek s chlazením v prostoru restaurace a salonku s ohledem na využití prostor v pensionu.

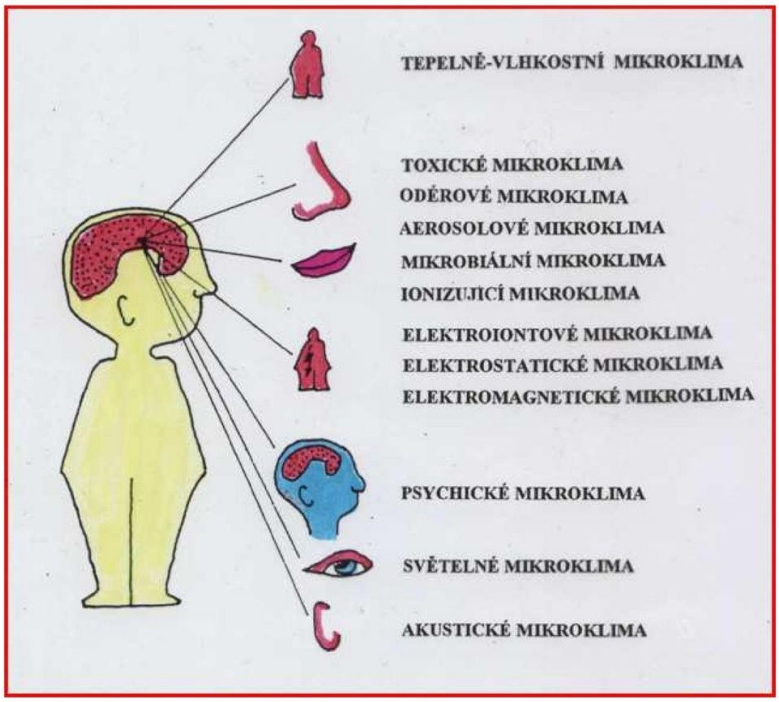
Třetí část je technická zpráva obsahující vše potřebné, které požaduje vyhláška č. 499/2006 Sb. O dokumentaci staveb [1].

1 TEORETICKÁ ČÁST

1.1 Mikroklima

Mikroklimatické podmínky mají velmi významný vliv na pohodu lidí v daném prostředí a skládá se z těchto nejvýznamnějších složek: teplotně vlhkostní, odérová, aerosolová, mikrobiální a akustická složka. Jednotlivá procenta složek, udává graf 1 [7]. Na obrázku 2 [8], jsou uvedeny další složky mikroklimatu a ukázáno, čím je vnímáme.

Graf 1 - Složky mikroklimatu v procentech



Obrázek 1 - Složky mikroklimatu a čím je vnímáme

Dále se budu již zabývat jen třemi největšími složkami mikroklimatu a to je: teplotně vlhkostní mikroklima, odérové mikroklima a akustika.

1.1.1 Teplotně-vlhkostní mikroklima

Mezi hlavní faktory ovlivňující tepelně-vlhkostní mikroklimatické podmínky dané budovy patří: teplota vzduchu, výsledná teplota, radiační teplota, povrchový teplota, relativní vlhkost vzduchu, rychlost proudění vzduchu. Veškeré teploty se uvádějí ve stupních Celsia (°C), rozdíl teplot se může udávat také ve stupních celsia (°C), případně ho udáváme ve stupních Kelvina (°K).

1.1.1.1 Jednotlivé vstupující veličiny

Teplota vzduchu se měří teploměrem a nesmí být ovlivněna sáláním z okolních ploch.

Výsledná teplota se zjišťuje kulovým teploměrem a je v ní zahrnut vliv rychlosti proudění vzduchu i se sálavými zdroji teploty vzduchu.

Radiační teplota se měří radiometry v prostorách se sálavým zdrojem tepla. Pokud je rychlost proudění vzduchu v daném prostoru menší jak 0,2 ms^{-1} může se nahradit výslednou teplotou kulového teploměru, jinak se stanovuje výpočtem.

Povrchovou teplotu můžeme měřit kontaktně teploměry či bezkontaktně přístroji. Měří se jednotlivé povrchy, kterých se dotýkáme v daném prostředí.

Relativní vlhkost měříme vlhkoměry, pomocí této veličiny určujeme teplotu rosného bodu (tento bod je velmi důležitý – dochází při něm ke kondenzaci vodní páry ve vzduchu). Udáváme jí v procentech (%).

Velmi významnou veličinou je rychlost proudění vzduchu, kterou měříme anemometry v ms^{-1}.

Všechny tyto veličiny se objektivizují měřením na požadovaných místech a i venkovních prostorech. Venkovní místo musí být ve stínu a nesmí být ovlivněno žádným tepelným zdrojem. V prostorách obytných se měří ve třech úrovních – první je výšková úroveň hlavy stojícího člověka (165 cm), druhá výšková úroveň je sedícího člověka (105 cm) a poslední je ve výši kotníků (15 cm).

1.1.1.2 Hodnocení teplotně-vlhkostních mikroklimatických podmínek

Hodnocení podmínek je velmi složité a zjednodušeně je rozdělujeme na dvě části – objektivní posouzení a subjektivní posouzení.

Subjektivní metody jsou založeny na zjišťování jednotlivých názorů osob nacházejících se v daném prostředí. Metody objektivní vycházejí z fyzikálních výsledků měření, které určují stav prostředí.

Subjektivní metody mikroklimatických podmínek umožní v rozhodnutí:

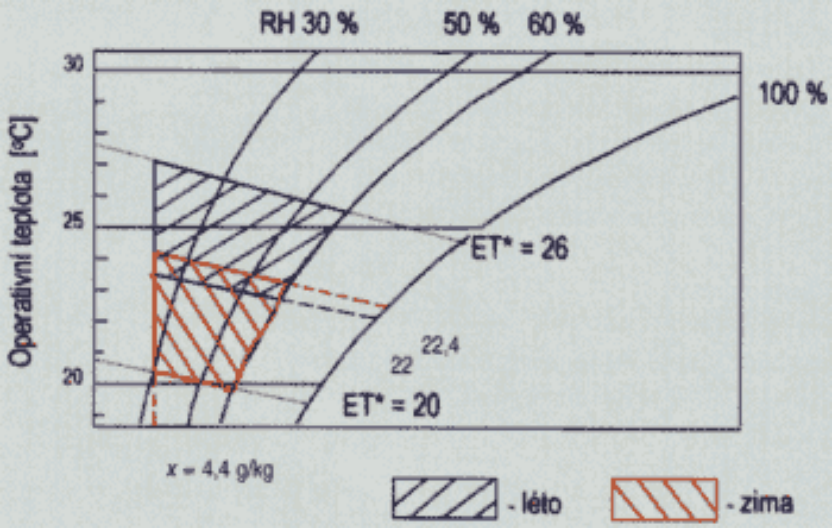
a) O provádění dalších objektivních šetření.
b) Jaká místa nejsou komfortní pro pobyt lidí, a je třeba se s nimi zabývat.

Je množství stupnic, které hodnotí posuzované prostředí na hodnotu pohody. Jeden z možných pohledů uvádí graf 2 [6], dělení na stupnici, dle ČSN EN ISO 7730 - Oprava 1 [2]:

a) Pohoda – zde by člověk měl mít neutrální pocity, nepociťovat teplo, chlad, proudění vzduchu, oděv nesmí být nepříjemně pociťován, vzduch osobám připadá jako vyhovující, tudíž ani suchý či vlhký.
b) Mírná nepohoda – pociťujeme mírné chladno či teplo, máme nevýrazné pocity chladu či tepla. Proudění vzduchu i oděv je pociťován, avšak není snaha měnit oděv. Lidé udávají k chladnu pocit vlhka a k teplu směr sucha.
c) Nepohoda – vnímáme teplo či chladno, které velmi výrazně vnímáme a máme pocit mírného pocení. Proudění vzduchu je poměrně velké a vnímáme ho v chladu jako průvan, v teple ho vnímáme opačně a to příjemně. Máme zde snahu změnit oděv,

bud je příliš lehký (v chladnu) či naopak příliš těžký v teple, dle relativní vlhkosti dochází k pocitům chladna ve vlhku a opačně v teple pocit sucha a dusna.

d) Značná nepohoda – výrazná zima či horko, kde dochází k třesu zimou nebo pocením z horka. Průvan je pociťován negativně již v teple i chladu, v chladu jako závan zimy a v horku způsobuje velké ochlazování částí těla s propoceným oděvem. Oděv již je zcela nevyhovující, dle relativní vlhkosti máme pocit vlhka v zimě nebo velkého sucha či tíživého dusna v horku.



Graf 2 - Oblast tepelné pohody v letním a zimním období znázorněná v modifikovaném diagramu vlhkého vzduchu, podle normy ASHRAE 55-1992 [6]

Je třeba vždy upřesnit související faktory, jako jsou charakter činnosti, skladba oděvu, individuální regulace teploty a také individuální informace o osobě - věk, hmotnost, výška pracovní zařazení a další podstatné informace.

Pro zhodnocení mikroklimatu může být postačující subjektivní metoda, pro vyhodnocení objektivního vyšetřování je podstatné, kolik procent pracovníků z celkového je nespokojeno se stávajícím stavem (pocit nepohody) více jak 20 % (osoby v lehkém oděvu), případně 10 % u osob v těžším oděvu. Důležité je prozkoumat u nespokojených osob, kde se nachází jejich pracovní pozice – u odtahů oken, sálání od stěny, či přehřátí od zdroje sálavého tepla, zde se musí provést objektivní zjištění. Subjektivní hodnocení lze považovat za dostatečné při minimálním počtu 20 osob.

Objektivní metody spočívají v měření fyzikálních veličin, které se poté porovnávají s hodnoty kritérií buď na základě méně či více zjednodušeného šetření rovnice tepelné bilance, nebo s kritérii z více subjektivních vyšetření, případně kombinací obou z nich. Měřené veličiny jsou: teplota vzduchu, výsledná nebo radiační teplota,

Rychlost proudění vzduchu a relativní vlhkost. Jejich hodnotícím kritériem je stanovení operativní teploty vzduchu. Tepelná bilance člověka se musí také posoudit dle tepelné produkce člověka a přenosových vlastností oděvu. Tepelná produkce osoby je dle jeho mechanické práce uvedena v tab. 1 [12], u oděvu jeho odporem tepla - tab. 2 [12].

Tabulka 1 - Hodnoty metabolismu u jednotlivých činností

Činnost	W	$W.m^{-2}$	met
Spaní	70	40	0,7
Odpočívání, ležení na posteli	80	46	0,8
Sezení, odpočívání	100	58	1,0
Stání, práce v sedě	120	70	1,2
Velmi lehká práce (učitel, nakupování, vaření)	160	93	1,6
Lehká práce (domácí práce,práce s přístroji)	200	116	2,0
Středně těžká práce (tanec)	300	175	3,0
Těžká práce (tenis)	600	350	6,0
Velmi těžká práce (squash, práce v hutích)	700	410	7,0

Tabulka 2 - Izolace jednotlivých součástí oblečení v jednotkách clo

Muži	Oblečení	clo	Ženy	Oblečení	clo
Spodní prádlo	tílko	0,06	Spodní prádlo	podprsenka kalhotky	0,05
	tričko	0,09		krátké kombiné	0,13
	slipy	0,05		dlouhé kombiné	0,19
	nátělník dl. rukáv	0,35		nátělník dl. rukáv	0,35
	dlouhé spodky	0,35		dlouhé spodky	0,35
Košile	slabá kr. rukáv	0,14	Halenky	slabá	0,20
	slabá dl. rukáv	0,22		silná	0,29
	silná kr. rukáv	0,25	Šaty	slabé	0,22
	silná dl. rukáv	0,29		silné	0,70
+ 5 % pro kravatu nebo rolák					
Vesta	slabá	0,15	Sukně	slabá	0,10
	silná	0,29		silná	0,22
Kalhoty	slabé	0,26	Kalhoty	slabé	0,26
	silné	0,32		silné	0,44
Svetr	slabý	0,20	Svetr	slabý	0,17
	silný	0,37		silný	0,37
Sako	slabé	0,22	Sako	slabé	0,17
	silné	0,49		silné	0,37
Ponožky	krátké	0,04	Punčochy	všechny délky	0,01
	vysoké (podkolenky)	0,10		punčochové kalhoty	0,01
Boty	sandály	0,02	Boty	sandály	0,02
	polobotky	0,04		polobotky	0,04
	kotníkové	0,08		kotníkové	0,08

1.1.1.3 Ochrana zdraví před nepříznivým mikroklimatem

Vysoká zátěž konvekčního tepla a vysoký podíl sálavého tepla způsobuje nadměrnou zátěž teplem, většinou se objevuje kombinace obou zátěží. K ochraně proti této zátěži se používá technických, organizačních či náhradních opatření technického a organizačního charakteru. Technická opatření omezují tepelnou zátěž. Konvekční zátěž lze omezit dostatečným větráním. U sálavé zátěže se uplatňuje:

a) Snížení intenzity sálání zdroje – snížení povrchové teploty či snížení součinitele sálání, povrchovou teplotu můžeme snížit izolací či vodních chlazením, součinitel sálání snížíme vhodnou povrchovou úpravou.
b) Odclonění pracovníka – umístíme vhodné clony do objektu, které odráží či pohlcují teplo, mohou být mechanické či vodní.
c) Ochlazování pracovníků – se řeší užitím vzduchových sprch, přímého rozprašování vody nebo sálavých ochlazovacích panelů.
d) Tepelná izolace pracovníků – využívání speciálních oděvů s velkým tepelným odporem.

1.1.2 Odérové mikroklima

Odérové mikroklima jsou plynné složky v ovzduší místnosti. Rozdělují se na organické a anorganické látky. Tyto látky člověk produkuje svou činností, poté jsou uvolňovány ze stavebních konstrukcí a jsou dány předpisem. Obsah odérů určuje kvalitu vzduchu, které obsahuje subjektivní hodnocení (pachy) a objektivní hodnocení z hygienického hlediska, ve většině případů je venkovní vzduch lepší, než v interiéru prostředí.

Z venkovního prostředí se dostávají do interiéru budovy větráním (motory aut, kotelny v exteriéru). Ve vnitřním prostředí se uvolňují z nábytku – formaldehyd, rozpouštědla z nátěrových hmot, cigaretový kouř. Jejich koncentrace neohrožuje bezprostředně zdraví, nicméně působí negativně na pokles výkonnosti, ztrátu soustředění, pocit nevolnosti.

Pro hodnocení se používá Pettenkoferovo kritérium, ve kterém je stanoven optimální koncentrace CO_2 ve výši 1000 ppm = 1800 $\mu g \cdot m^{-3}$, maximální přípustná hranice koncentrace 1000 ppm. Nutný přívod venkovního vzduchu pro koncentraci 1000 ppm je 30 $m^3 hod^{-1} osoba^{-1}$. Pro nárazovou koncentraci CO_2 ve výši 1200 ppm musí být minimálně přivedeno 25 $m^3 hod^{-1} osoba^{-1}$ městského vzduchu. Jednotlivé hodnoty CO_2 a co způsobují, jsou uvedeny v tabulce 3,4 [13].

Tabulka 3 - Stupnice kvality vzduchu

Stupnice kvality vzduchu v domácnostech dle koncentrace CO2

koncentrace CO2	Kvalita vzduchu	Příznaky
400 - 700 ppm	Výborná	
700 - 1000 ppm	Dobrá	
1000-1500 ppm	Zhoršená - větrání doporučeno	Únava a snižování koncentrace
nad 1500 ppm	Velmi špatná - okamžité větrání nutné	Otupělost, bolest hlavy
1500 ppm	Nevyhovující	Max. přípustný limit koncentrace CO2 v pobytové místnosti dle vyhlášky č.20/2012 Sb.

S tímto problémem se spojuje pojem SBS - Sick building syndrome (Syndrom nezdravých budov). Kvalita vnitřního prostředí se snižuje díky snižování energetické náročnosti budovy a tím nedochází k přirozené výměně vzduchu, ke kterému v historii díky netěsnostem docházelo. V 70. letech se tyto problémy začaly objevovat a v roce 1983 byly definovány světovou zdravotnickou organizací. Nejčastější příznaky SBS:

a) Pálení, svědění a slzení očí.
b) Ucpaný noc, ornamentní rýma, krvácení z nosu.
c) Sucho či bolest v krku, dušnost až astmatického rázu, pocit nedostatku vzduchu k dýchání, chrapot.
d) Suchá, svědící, podrážděná či načervenalá pokožka.
e) Bolesti hlavy, únava ve dne, nespavost s poruchy spánku, poruchy soustředění, astmatické a alergické problémy.

Nejdůležitější příčiny SBS:

a) Malá výměna vzduchu v interiéru, velká vlhkost v objektu.
b) Velká koncentrace radonu.
c) Výskyt organických těkavých sloučenin – přirozené lidské a zvířecí pachy, parfémy, výpary z koberců, nábytku, lepidel.
d) Výskyt mikroskopických hub.
e) Výskyt zplodin kouření, zplodin motorů zvenčí, prachu a dalších alergenů.

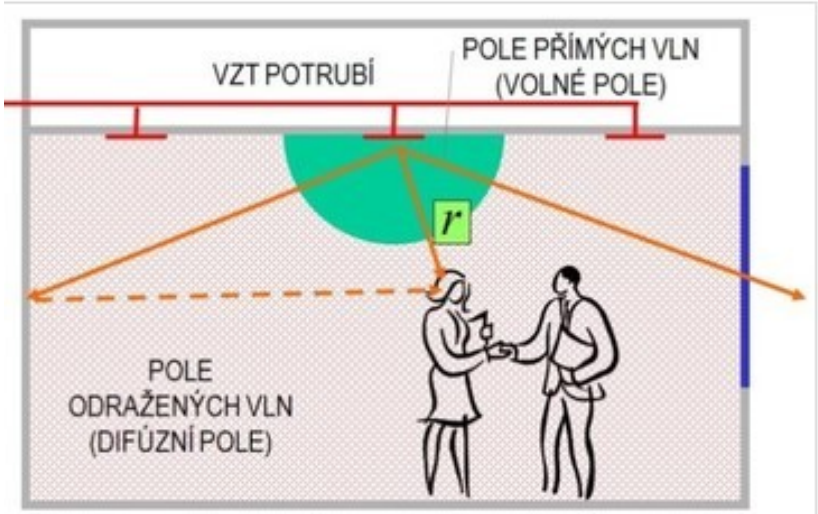
Tabulka 4 - Co způsobují jednotlivé koncentrace vzduchu

Příznaky otravy oxidem uhelnatým dle tabulky MUDr. M. Hájka

Koncentrace CO ve vzduchu	Obsah HbCO v krvi	Příznaky
< 35 ppm	5%	Žádné
50 ppm	10%	Bolesti hlavy, dušnost, nepohodlí, neklid
100 ppm	20%	Silné bolesti hlavy, dušnost, neklid
200 ppm	30%	Silné bolesti hlavy, poruchy vidění, spavost
300 - 500 ppm	40 - 50%	Zrychlená činnost srdce, zmatenost, otupělost, kolaps
800 - 1200 ppm	60 - 70%	Bezvědomí, křeče
1900 ppm	80%	Náhlá smrt

1.1.3 Akustické mikroklima

Akustické mikroklima je vytvářeno rozkmitáním molekul vzduchu nebo kapaliny zdrojem zvuku, tím vzniknou vlny různých vlnových délek a kmitočtů. Do interiéru proniká zvuk přes obvodový plášť a také je utvářen zdroji uvnitř objektu. Od zdroje se hluk může šířit vzduchem, nebo je přenášen konstrukcemi a pak následně vzduchem. Vlny rozeznáváme z hlediska odrazu: přímé a odražené – viz obrázek 2 [14].

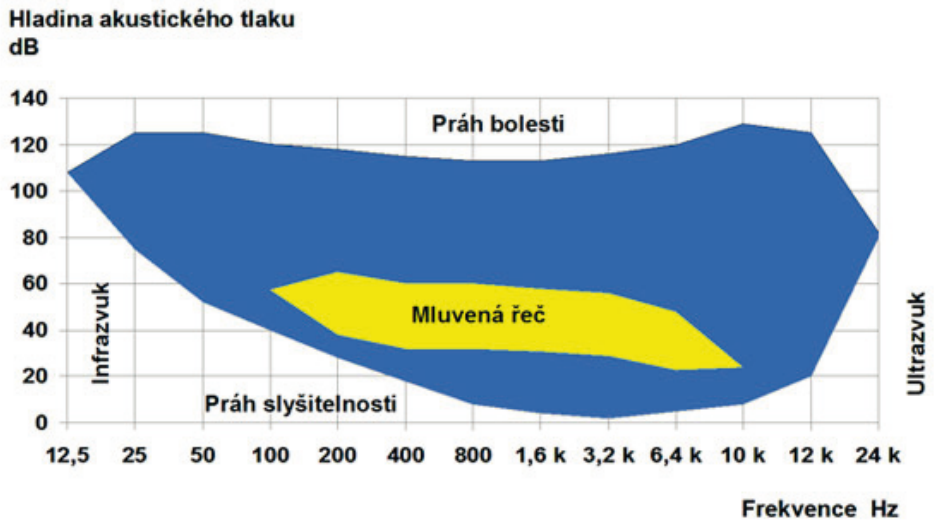


Obrázek 2 - Odraz přímých a odražených vln zvuku

Z časového hlediska v daném místě:

a) Ustálený – v čase se nemění o víc než 5dB.
b) Proměnný - v čase se jeho hladina mění o víc než 5dB.
c) Přerušovaný – mění hladinu akustického tlaku či hladinu zvuku, která je v průběhu intervalu ustálený.
d) Impulsivní.

Hladina hluku se vyhodnocuje logaritmickou stupnicí a decibelovými veličiny, které nabývají hodnot dle slyšitelnosti lidského ucha. Hodnota akustického tlaku 20 dB je vnímáno jako ticho, běžný hovor je okolo 50 dB, při 130dB se nachází práh bolesti, při 160 dB hrozí protržení ušního bubínku. Ukázka slyšitelnosti je v grafu 3 [10].



Graf 3 - Oblast slyšitelného zvuku člověka

Ve vnitřních i vnějších prostorech musíme posoudit hladinu hluku, požadované hodnoty nám udává nařízení vlády 272/2011 Sb. O ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací [3].

Hluk šířící se z vnitřních zdrojů objektu se stanovuje maximální hladina akustického tlaku 40 dB v interiéru, u které se dle prostoru a době přihlíží ke korekci, viz tabulka 5 [3].

Tabulka 5 - Korekce hygienických limitů hluku v interiéru

Druh chráněného vnitřního prostoru	Doba pobytu	Korekce v dB
Nemocniční pokoje	doba mezi 6.00 a 22.00 hodinou	0
	doba mezi 22.00 a 6.00 hodinou	-15
Lékařské vyšetřovny, ordinace	po dobu používání	-5
Obytné místnosti	doba mezi 6.00 a 22.00 hodinou	0
	doba mezi 22.00 a 6.00 hodinou	-10
Hotelové pokoje	doba mezi 6.00 a 22.00 hodinou	10
	doba mezi 22.00 a 6.00 hodinou	0
Přednáškové síně, učebny a pobytové místnosti škol, jeslí, mateřských škol a školských zařízení	po dobu používání	**5**

Pro posouzení prostor exteriéru se pro běžné objekty stanovuje maximální hladina akustického tlaku 50 dB, ke které se připočítává korekce ke druhu prostoru a době, která u stacionárních zdrojů je rovna nule, viz tabulka 6 [3].

Tabulka 6 - korekce limitů hygienických limitů hluku pro exteriér

Druh chráněného prostoru	Korekce [dB]			
	1)	2)	3)	4)
Chráněný venkovní prostor staveb lůžkových zdravotnických zařízení včetně lázní	-5	0	5	15
Chráněný venkovní prostor lůžkových zdravotnických zařízení včetně lázní	0	0	5	15
Chráněný venkovní prostor ostatních staveb a chráněný ostatní venkovní prostor	**0**	5	10	20

Při výpočtu hladiny akustického tlaku dále potřebujeme:

a) Velikost pohltivé plochy místnosti.
b) Součinitel akustické pohltivosti – schopnost pohlcení materiálu, hodnota 0 až 1, při hodnotě 1 zvuk pohltí absolutně, při 0 odráží dokonale.
c) směrový činitel šíření zvuku.

1.1.3.1 Tlumič hluku

Navrhuje se pro omezení šíření hluku potrubím, vkládá se mezi ventilátor a koncový element. Je to rovné potrubí s hlukově pohltivým materiálem - minerální vlnou. Povrch bývá upraven děrovaným plechem, textilií či plastovou folií nebo kombinací. Běžné tlumiče jsou do rychlosti proudění vzduchu 20 m/s, běžnou rychlostí je 3-4m/s, maximální rychlost se doporučuje 5 m/s.

1.2 Textilní rozvody potrubí

Textilní rozvody vzduchotechniky jsou známy již několik desetiletí, nicméně až poslední dobou prožívají rozmach a jejich obliba stále roste. V české republice se tyto rozvody vyrábí od roku 1994.

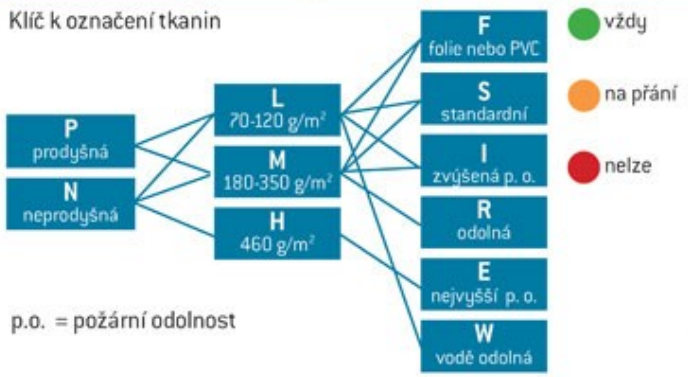
1.2.1 Materiál

Veškeré tkaniny mají optimální pevnost a je tím vyloučená možnost protržení, jsou 3 stupně požární odolnosti. Nejvyšší stupeň je zcela nehořlavý materiál – zde se používají skelná vlákna s polyuretanovým nátěrem. Jsou neprodyšné, méně pevné a křehčí než polystyrenové tkaniny. Tkanina má antistatickou úpravu pomocí vláken PMI/NMI, který odvádí elektrický náboj z povrchu. Ničení bakterií je díky speciální anti-bakteriální úpravě, která nemizí ani při několikanásobném praní. V tabulce 7 [15] jsou jednotlivé označení materiálů a jejich vlastnosti.

Tabulka 7 - Vlastnosti jednotlivých materiálů, textilní vzduchotechniky

Označení	Prodyšnost	Hmotnost	Materiál	Charakteristika								
				antibakteriální	požární odolnost	antistatická	vysoká pevnost	praní v pračce	vhodná pro čisté prostory	počet standardních barev	speciální barvy	voděodolnost
PMS/NMS	ano/ne	střední	100% polyester	na přání	nelze	nelze	vždy	vždy	vždy	9	na přání	nelze
PMI/NMI	ano/ne	střední	100% polyester	vždy	vždy	vždy	vždy	vždy	vždy	9	na přání	nelze
PLS/NLS	ano/ne	lehká	100% polyester	na přání	nelze	nelze	nelze	vždy	vždy	9	na přání	nelze
PLI/NLI	ano/ne	lehká	100% polyester	na přání	vždy	nelze	nelze	vždy	vždy	9	na přání	nelze
NLF	ne	lehká	100% polyetylen	nelze	nelze	nelze	nelze	nelze	nelze	1	nelze	nelze
NMF	ne	střední	100% polyester +2x PVC	nelze	vždy	nelze	nelze	nelze	nelze	4	nelze	nelze
NHE	ne	těžká	100% skelné vlákno+ 2x polyuretan	nelze	vždy	nelze	nelze	nelze	nelze	7	nelze	nelze
NMR	ne	střední	100% polyester	vždy	vždy	vždy	vždy	vždy	vždy	1	na přání	nelze
NLW	ne	lehká	85% polyester, 15% nylon	nelze	nelze	nelze	nelze	vždy	nelze	1	na přání	vždy

Klíč k označení tkanin



p.o. = požární odolnost

1.2.2 Potrubí

Textilní potrubí umožňuje snadný přechod z kruhového průřezu na půlkruh, výseč a i zpětně – výhodné pro překonávání překážek a obcházení konstrukcí. Potrubí je i nehořlavé, tudíž je vhodné do velmi náročných provozů, jako jsou laboratoře. Potrubí může sloužit k přívodu čistého vzduchu do místnosti - může být teplý až do 70°C na vytápění daného prostoru, nebo naopak chladný k chlazení daných prostorů. Výhodou celého potrubí je možnost ho sundat, jednoduše vyprat v automatické pračce a znova zavěsit. Při realizaci se většinou objednávají rovnou dvě stejná potrubí, jedno je zavěšené a druhé slouží jako náhrada v případě, že se první potrubí pere. Veškeré spoje jsou na zip. Montáž textilních vyústek je velmi jednoduchá a není potřeba specializované firmy. Odpadá zde výpočet a montáž vyústek, hučení, difuzorů, bodové víření a vibrace. Potrubí můžeme mít různých tvarů, nejčastější a nejvíce doporučované je kruhového, které je výhodné pro údržbu, poté můžeme mít půlkruhové, čtvrtkruhové, kruhovou úseč, čtyřhranné či trojúhelníkové. Potrubí můžeme instalovat dle způsobu zavěšení, které je v tabulce 8 [16].

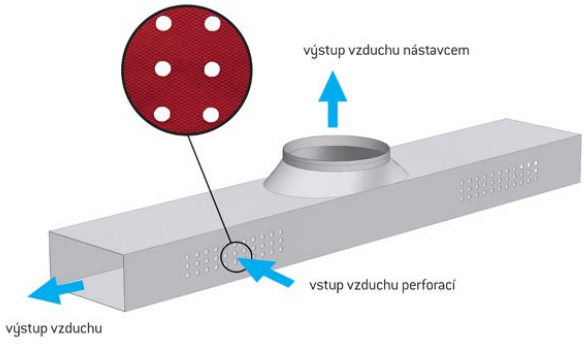
Potrubí má tři funkce: vedení vzduchu, odvod vzduchu, distribuce vzduchu.

1.2.2.1 Vedení vzduchu

Vzduch je veden v potrubí, které je tvarově variabilní dle požadavků jednotlivých místností, esteticky lepší je potrubí mít v jednotné dimenzi a neměnit jí po celé délce.

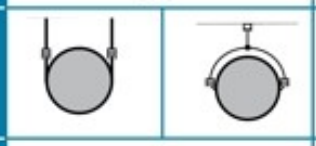
1.2.2.2 Odvod vzduchu

Odvod vzduchu probíhá pouze v obdélníkovém průřezu či trojúhelníkovém a to pomocí perforace, obr. 3 [17]. Potrubí musí být dokonale vypnuté v podélném i příčném směru.



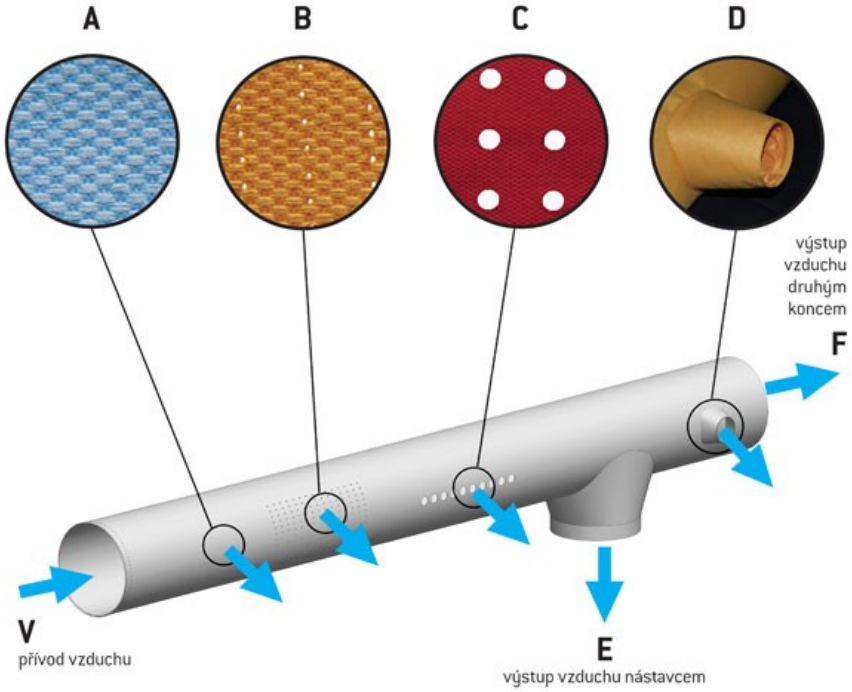
Obrázek 3 - Odvod vzduchu z místností pomocí perforace

Tabulka 8 - Způsoby zavěšení jednotlivých profilů textilního potrubí

Číslo instalace	Schéma průřezu	Způsob zavěšení	Možnosti dalšího vybavení	
0	bez montážního materiálu, háčků nebo zesílených pásků			
1		lanko	D, F, K, M	
2		lanko	D, F, K, M	
3		profil , suchý zip	A, B, C, G, J, H, L	
4		profil	B, C, G	
5		zavěšený profil	A, B, C, G, I, D, E, F, K, L, M	
6		zavěšený profil	A, B, C, G, I, D, E, F, K, L, M	N
7		napínač	D, F, H lze přidat ke kterékoliv jiné instalaci	
8		profily, suchý zip	A (pro trojúhelníkový průřez vždy), B, C, G, L, H, J	
9		profily	A, D, E, F, K, L, M	
10		profily	A, L	
11		profily	A, E, K, L, M	

1.2.2.3 Distribuce vzduchu - vyústky

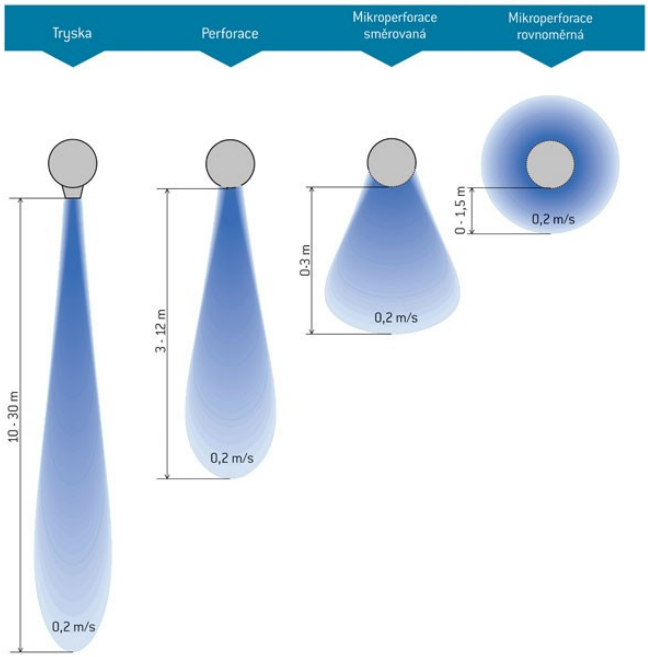
Vystupování vzduchu z vyústek můžeme libovolně měnit po délce vyústky, dosah proudů nezávisí jen na rychlosti výstupu, ale také na rozdílu teplot. Možnosti výstupu z vyústek jsou uvedeny na obrázku 4 [17]. Rychlost ve vyústkách se používá obdobně jako u tradičního potrubí, jeho maximální rychlost je nicméně omezená hlukem na místo použití, turbulencí proudění, která způsobuje vibrace tkaniny. Musíme tedy zohlednit konkrétní podmínky proudění - obrázek 5 [17], hmotnost použité tkaniny a statický tlak.



Obrázek 4 - Možnosti výstupu vzduchu z vyústky

Legenda:

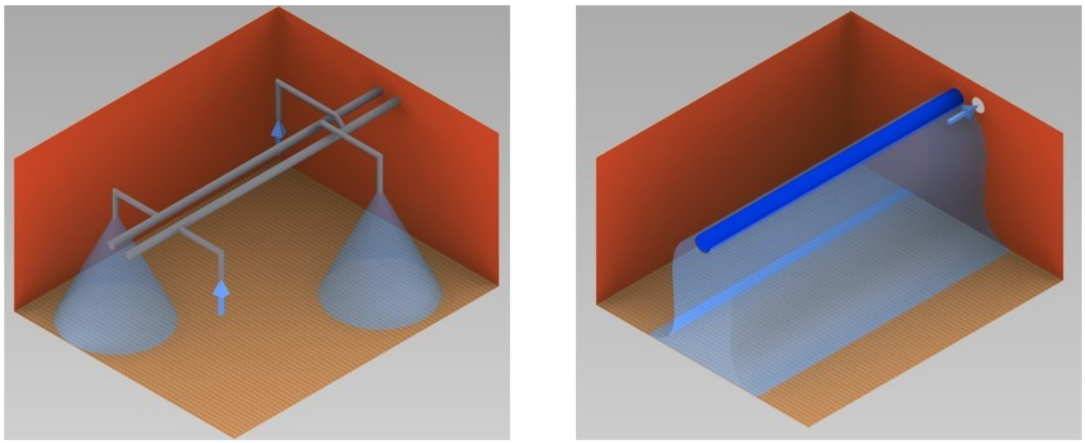
A – prodyšná tkanina
B – Mikroperforace – malé otvory v průměru 0,2 až 0,4 mm
C – Perforace – otvory v průměru 4 mm a více pro usměrněný přívod vzduchu
D – tryska
E – nástavec
F – výstup vzduchu druhým koncem



Obrázek 5 - Dosah proudů z jednotlivých vyústek při optimální rychlosti

Výhody textilních vyústek:

a) Nedochází k průvanu a je optimalizován distribuce vzduchu.
b) Je možnost zvolit barvu dle architektonického hlediska.
c) Malé náklady na konstrukce, díky malé hmotnosti vyústek a potrubí, ideální do rekonstruovaných budov.
d) Jednoduchá instalace díky přesně vyrobeným tvarovkám.
e) Úspora nákladů na dopravu, vyústky jsou zabaleny v kartonu.
f) Nedochází ke vzniku kondenzátu, nemusíme izolovat potrubí.
g) Náklady na instalaci až o 70% nižší než u tradičního plechového potrubí.
h) Nekorozivní vlastnosti.
i) Potrubí slouží zároveň jako filtr a dle potřeby se může vyprat a sloužit tak znova v plné kvalitě i nadále.
j) Lze v případě potřeby zmáčknout, odstrčit při jakékoliv manipulaci v místnostech.
k) Distribuce vzduchu je rovnoměrnější a účinnější – obrázek 6 [18].
l) Vyústkou může být celé potrubí i v délce 200 m.



Obrázek 6 - Vlevo rozmístění plechového potrubí, vpravo textilní vyústky

1.2.3 Použití

Textilní rozvody mají velmi široké použití, jsou zde uvedeny jen ty nejdůležitější z nich:

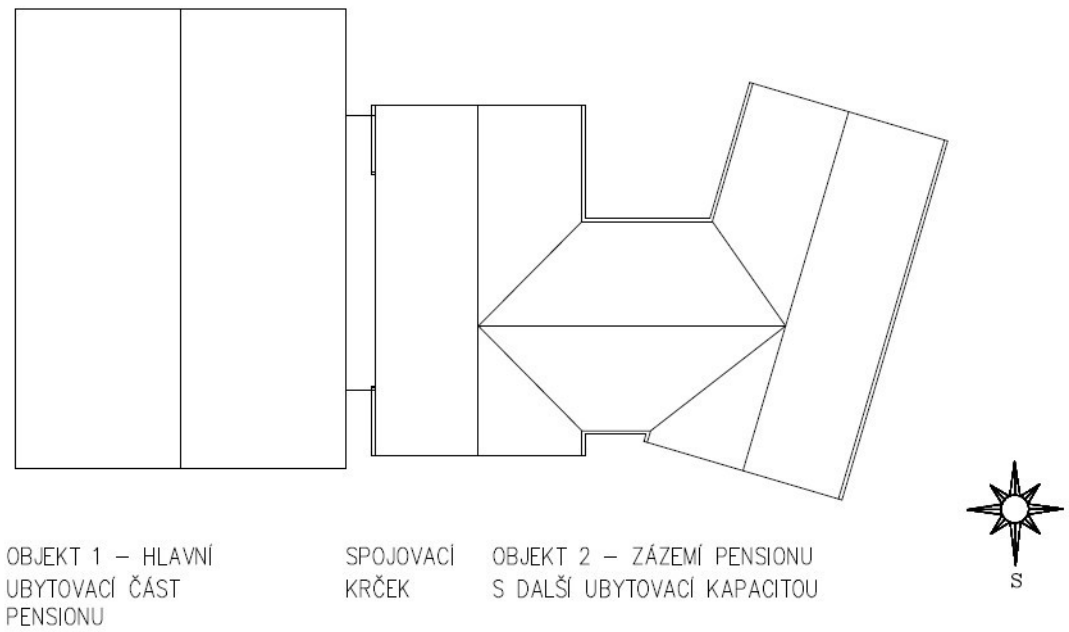
a) Potravinářský průmysl - první tkaninové vyústky byly použity v potravinářském průmyslu, kde hygienické předpisy nařizují snadnou a dokonalou čistitelnost a takové podmínce vyhovují pouze tkaninové potrubí. Tkaniny z nekonečných vláken jsou dokonale hladké a nedochází tak k usazování nečistot.
b) Supermarkety – tyto objekty jsou s vysokými stropy a klasické potrubí není optimální, dochází k nerovnoměrné distribuci vzduchu. U tkaninových potrubí se používají větší otvory či trysky jako vyústky.
c) Pracoviště s nízkou teplotou vzduchu – rovnoměrné rozprostření distribuce vzduchu a tím ideální udržování stálých teplot pro skladování potravin.
d) Sportovní centra – stropy jsou poměrně nízké a půlkruhové vyústky jsou ideální pro rovnoměrnou distribuci vzduchu po místnosti
e) Dočasné instalace – velmi výhodné u vytápění velkoprostorových stanů při nejrůznějších akcích, kde chceme docílit teplené pohody i ve venkovním prostředí v jakékoliv roční době.

2 VÝPOČTOVÁ ČÁST

2.1 Analýza objektu

2.1.1 Popis objektu

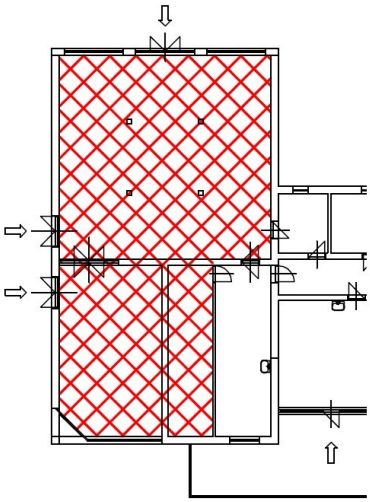
Objekt pensionu, pro který jsem navrhl systém nuceného větrání, se nachází v obci Vír. Tato obec se nachází v okrese Žďár nad Sázavou - kraj Vysočina, ve výšce 580 m. n. m. Pension se skládá ze dvou budov propojených krčkem. Budova nacházející se vlevo je budova pro ubytování hostů s lepším zázemím a lepší výbavou, tato budova má 4. Podlaží a je se sedlovou střechou. Druhá budova je dvoupodlažní s valbovou střechou. V přízemí je zázemí celého pensionu – skladovací prostory, restaurace, salonek, kuchyně a další. V druhém podlaží se nachází ubytovací kapacity pro méně náročnou klientelu. Některé pokoje mají vlastní malé kuchyňky, některé kuchyňky jsou společné pro více pokojů.



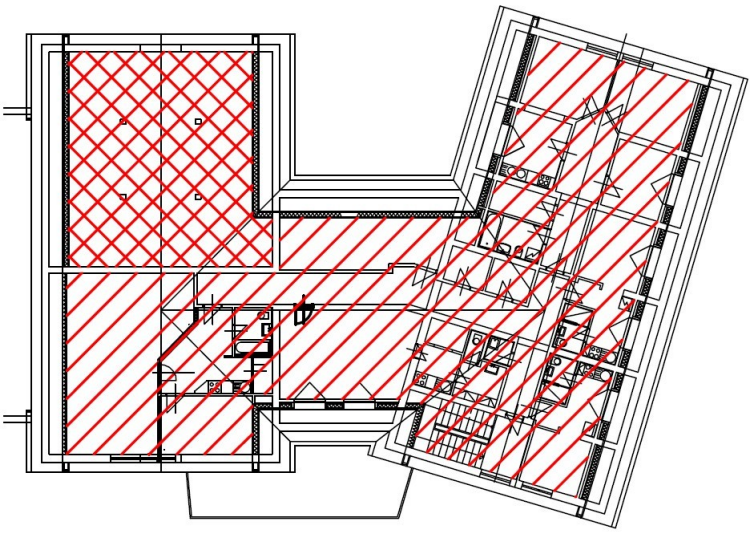
Obrázek 7 - Objekt pensionu

2.1.2 Rozdělení na funkční celky

Z důvodu velikosti objektu jsem se zabýval pouze objektem číslo 2. Ve kterém jsem se zabýval v prvním podlaží jeho dvěma hlavníma místnostmi – restaurací a salonkem, do které byla navržena jednotka číslo 1. Místnost restaurace zasahuje přes obě dvě patra. Tyto dvě místnosti mají naprosto jiné požadavky od dalších prostorů v daném podlaží, a proto byla navržena pro tyto místnosti samostatná jednotka. V dalších prostorech podlaží se nachází zázemí pensionu, např. kuchyně, skladovací prostory, pro které jsem nenavrhoval jednotku. Jednotka je umístěna ve strojovně v prvním podlaží vedle salonku. Sání a výtlak bude proveden skrz stěnu. Celé druhé podlaží, kde se nachází ubytovací kapacity, obsluhuje jednotka číslo 2, která je umístěna v daném podlaží. Sání je provedeno skrz stěnu a výtlak je nad střechu objektu.



Obrázek 8 - Řešená oblast v 1. NP



Obrázek 9 - Řešená oblast v 2. NP

2.2 Tepelná bilance

Tepelná bilance je spočítána dle normy ČSN 73 05 48 [4]. Výpočet byl proveden pro lokalitu Žďár nad Sázavou k datu 21. července. Pokrytí tepelných ztrát v objektu zajišťuje ústřední vytápění, tepelné ztráty nejsou předmětem této práce, nebyly tudíž počítány.

2.2.1 Součinitel prostupu tepla U [W/m²K]

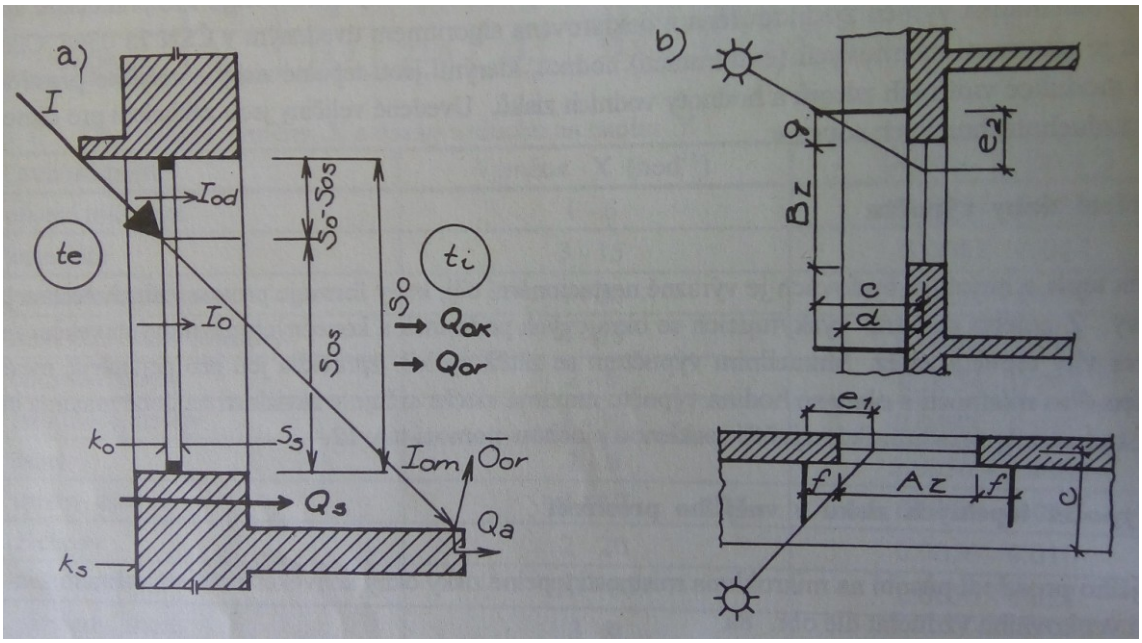
- pro podlahu na zemině U = 0,80 W/m^2K
- pro obvodovou stěnu U = 0,25 W/m^2K
- pro střechu U = 0,22 W/m^2K
- pro okna U = 1,30 W/m^2K
- pro dveře U = 1,30 W/m^2K
- pro vnitřní stěnu U = 2,50 W/m^2K

2.2.2 Výpočet tepelné bilance pro restauraci (místnost 101)

- okna na jih – doba výpočtu ve 12 hodin
- maximální sluneční radiace I_0 = 435 Wm^{-2}
- sluneční radiace $I_{0,dif}$ = 141 Wm^{-2}
- výška slunce nad obzorem h = 60°
- sluneční azimut α = 180°
- azimut obvodové stěny γ = 180°
- stínící součinitel (vnitřní žaluzie, dvojité sklo) s = 0,504
- hloubka okna a = b = c = d = 100 mm

2.2.2.1 Tepelná zátěž okny

Jednotlivé veličiny návrhu při výpočtu oslunění okna jsou na obrázku 10 [9]



Obrázek 10 - Výpočet osluněné části okna

Vodorovný stín e_1 [m]

$e_1 = c \cdot \tan |\alpha - \gamma|$ [m]

c	- hloubka okna	[m]
α	- sluneční azimut	[°]
γ	- azimut stěny	[°]

$e_1 = 0{,}1 \cdot \tan |180 - 180| = 0{,}1 \cdot 0 = 0$ m

$= 0{,}100 \cdot \tan 60 / \cos|180 - 180| = 0{,}173$ m

Svislý stín e_2 [m]

$$e_2 = d \cdot \frac{\tan h}{\cos|\alpha - \gamma|} \text{ [m]}$$

d	- hloubka okna	[m]
h	- výška slunce nad obzorem	[°]
α	- sluneční azimut	[°]
γ	- azimut stěny	[°]

$$e_2 = 0{,}1 \cdot \frac{\tan 60}{\cos|180 - 180|} = 0{,}1 \cdot \frac{\tan 60}{1} = 0{,}173 \text{ m}$$

Osluněná část okna [m^2]

$S_{OS1} = 1,3 \cdot [2,8 - (0,173 - 0,1)] = 1,3 \cdot 2,727 = 3,55\ m^2$
$S_{OS2} = 2,2 \cdot [2,8 - (0,173 - 0,1)] = 2,2 \cdot 2,727 = 6,00\ m^2$
$S_{OS} = 3,55 + 6,00 = 9,55\ m^2$

Celková plocha oken S_{COK} [m^2]

$S_{OK} = 2 \cdot 3 \cdot 1,5 = 9\ m^2$
$S_{DV} = 3 \cdot 2,4 = 7,2\ m^2$
$S_{cok} = S_{OK} + S_{DV} = 9 + 7,2 = 16,2\ m^2$

Tepelná zátěž konvekcí Q_{OK} [W]

$Q_{OK} = S_{COK} \cdot U_O \cdot (t_e - t_i)$ [W]

S_{COK}	- celková plocha okna	[m^2]
U_O	- součinitel prostupu tepla	[W/m^2K]
t_e	- teplota vnějšího vzduchu	[°]
t_i	- teplota interiéru	[°]

$Q_{OK} = 16,2 \cdot 1,3 \cdot (50,2 - 26)$
$Q_{OK} = 21,06 \cdot 24,2 = 509,65\ W$

Tepelná zátěž sluneční radiací Q_{OR} [W]

$Q_{OR} = [S_{OS} \cdot I_O \cdot c_o + (S_{ok} - S_{os}) \cdot I_{0,dif}] \cdot s$ [W]

SOS	- osluněná část okna	[m2]
IO	- celková intenzita radiace	[W/m2]
CO	- korekce na čistotu atmosféry	[-]
S_{OK}	- celková plocha okna	[m^2]
$I_{0,dif}$	- celková intenzita difúzní radiace	[W/m^2]
s	- stínící součinitel	[-]

$Q_{OR} = [9,55 \cdot 435 \cdot 1,15 + (16,2 - 9,55) \cdot 141] \cdot 0,504 = 2880,38\ W$

2.2.2.2 Tepelná zátěž vnějších stěn

Středně těžká stěna – jižní Q_{s1} (tl. 0,375 m) [W]

$Q_{S1} = U_{S1} \cdot S \cdot [(t_{rm} - t_i) + m \cdot (t_{r\Psi} - t_{rm})]$ [W]

U_{S1}	- součinitel prostupu tepla	[W/m^{2}K]
S	- plocha stěny s odečtenými otvory	[m^2]
$t_{r\Psi}$	- rovnocenná sluneční teplota v době o Ψ hodin dříve	[°C]
t_i	- teplota interiéru	[°C]
t_{rm}	- průměrná sluneční teplota za 24 hodin	[°C]
m	- součinitel zmenšení teplotního kolísání	[-]
Ψ	- fázové posunutí	[hod.]

$t_{r\Psi} = 12 – \Psi = 12 - 11,5 = 0,5$ hod.

$m = \frac{1 + 7,6 \cdot \delta}{2500^{\delta}} = \frac{1 + 7,6 \cdot 0,375}{2500^{0,375}} = 0,205$

$\Psi = 32 \cdot \delta - 0,5 = 32 \cdot 0,375 - 0,5 = 11,5$ h

$S = 11,45 \cdot 3,6 + 8,75 \cdot 1,2 + 1,810 \cdot 8,750 - 1,810 \cdot 1,821 - 16,2 = 48,06$ m^2

$Q_{S1} = 0,25 \cdot (48,06) \cdot [(29,6 - 26) + 0,205 \cdot (17,5 - 29,6)] =$

$= 0,25 \cdot 48,06 \cdot (3,6 - 2,48) = 13,46$ W

Středně těžká stěna – západní Q_{s2} (tl. 0,375 m) [W]

$t_{r\Psi} = 12 - \Psi = 12 - 11,5 = 0,5$ h

$m = \frac{1 + 7,6 \cdot \delta}{2500^{\delta}} = \frac{1 + 7,6 \cdot 0,375}{2500^{0,375}} = 0,205$

$\Psi = 32 \cdot \delta - 0,5 = 32 \cdot 0,375 - 0,5 = 11,5$ h

$S = 7 \cdot 3,6 = 25,2$ m^2

$Q_{S2} = 0,25 \cdot (7 \cdot 3,6) \cdot [(29,7 - 26) + 0,205 \cdot (17,5 - 29,7)] =$

$= 0,25 \cdot 25,02 \cdot (3,7 - 2,5) = 7,506$ W

Středně těžká stěna – východní Q_{s1} (tl. 0,375 m) [W]

$t_{r\Psi} = 12 - \Psi = 12 - 11,5 = 0,5$ h

$m = \frac{1 + 7,6 \cdot \delta}{2500^{\delta}} = \frac{1 + 7,6 \cdot 0,375}{2500^{0,375}} = 0,205$

$\Psi = 32 \cdot \delta – 0,5 = 32 \cdot 0,375 - 0,5 = 11,5$ h

$Q_{S3} = 0,25 \cdot (3,55 \cdot 3,6) \cdot [(29,7 - 26) + 0,205 \cdot (17,5 - 29,7)] = 3,83$ W

Středně těžká stěna – západní sklon střechy Q_{s4} [W]

$t_{r\Psi} = 12 – \Psi = 12 - 11,5 = 0,5$ h

$m = \frac{1 + 7,6 \cdot \delta}{2500^{\delta}} = \frac{1 + 7,6 \cdot 0,375}{2500^{0,375}} = 0,205$

$\Psi = 32 \cdot \delta - 0,5 = 32 \cdot 0,375 - 0,5 = 11,5$ h

$Q_{S4} = U_{s2} \cdot S \cdot [(t_{rm} - t_i) + m \cdot (t_{r\Psi} - t_{rm})] =$

$= 0,22 \cdot 26,88 \cdot [(32,5 - 26) + 0,205 \cdot (17,5 - 32,5)] = 0,22 \cdot 26,88 \cdot (4,9) =$

$= 28,98$ W

Středně těžká stěna – východní sklon střechy Q_{s5} [W]

$t_{r\Psi} = 12 – \Psi = 12 - 11,5 = 0,5$ h

$m = \frac{1 + 7,6 \cdot \delta}{2500^{\delta}} = \frac{1 + 7,6 \cdot 0,375}{2500^{0,375}} = 0,205$

$\Psi = 32 \cdot \delta - 0,5 = 32 \cdot 0,375 - 0,5 = 11,5$ h

$Q_{S5} = U_{S2} \cdot S \cdot [(t_{rm} - t_i) + m \cdot (t_{r\Psi} - t_{rm})] =$

$= 0,22 \cdot 29,03 \cdot [(32,5 - 26) + 0,205 \cdot (17,5 - 32,5)] = 0,22 \cdot 29,03 \cdot (4,9) =$

$= 31,29$ W

Tepelná zátěž vnitřních stěn Q_{s6} [W]

$Q_{S6} = U_{S5} \cdot S \cdot (t_{io} - t_i) = 0$ W

2.2.2.3 Produkce tepla od lidí Q_L a pokrmů Q_P [W]

$Q_L = n_L \cdot 6,2 \cdot (36 - t_i)$ [W]

$Q_P = n_L \cdot 5$ [W]

n_L	- počet osob (50 hostů + 10 personál)	[-]
t_i	- teplota interiéru	[°C]

$Q_L = 60 \cdot 6,2 \cdot (36 - t_i) = 60 \cdot 6,2 \cdot (36 - 26) = 3720$ W

$Q_p = 50 \cdot 5 = 250$ W/h

2.2.2.4 Produkce tepla od svítidel Q_{SV} [W]

$Q_{SV} = S_S \cdot P_S \cdot c_1 \cdot c_2$ [W]

S_S	- podlahová plocha zmenšená	[m]
	o přirozeně osvětlenou plochu oken	

P_S	- výkon osvětlení	[W/m^2]
c_1	- součtový součinitel	[-]
c_2	- zbytkový součinitel	[-]

$Q_{SV} = 106{,}06 \cdot 80 \cdot 1 \cdot 1 = 8484{,}8$ W

2.2.2.5 Vodní zisky Q_L [g/h]

$Q_L = n_{L1} \cdot m_{L1} + n_{L2} \cdot m_{L2} + n_{L3} \cdot m_{L3}$

n_L	- počet osob (50 hostů, 10 obsluha)	[-]
	o přirozeně osvětlenou plochu oken	
m_L	- produkce vodní páry na osobu	[g/h]

$Q_L = 50 \cdot 116 + 10 \cdot 143 + 50 \cdot 10 = 7730$ g/h

2.2.2.6 Celková tepelná zátěž Q [W]

$Q = Q_{OK} + Q_{OR} + Q_{S1} + Q_{S2} + Q_{S3} + Q_{S4} + Q_{S5} + Q_{S6} + Q_L + Q_P + Q_{sv}$ [W]

Q_{OK}	- tepelné zisky okny konvekcí	[W]
Q_{OK}	- tepelné zisky okny radiací	[W]
Q_{SI}	- tepelná zátěž vnějších stěn	[W]
Q_L	- produkce tepla od lidí	[W]
Q_P	- produkce tepla od pokrmů	[W]
Q_{SV}	- produkce tepla od svítidel	[W]

Q = 509,65 + 2880,38 + 13,46 + 7,506 + 3,83 + 28,98 + 31,29 + 0 + 3720 + 250 + 8484,8 = 15 929,89 W

2.3 Průtoky vzduchu a tlakové poměry v objektu

Do objektu jsem navrhl dvě vzduchotechnické jednotky, obě jednotky jsou v rovnotlakém větracím systému. Rovnotlaký systém znamená, že je stejné množství vzduchu přiváděno jako odváděno.

2.3.1 Dávky vzduchu

Minimální dávky vzduchu jsou dány vyhláškou č. 343/2009 Sb. [5]. Místnosti, které nejsou určeny k trvalému pobytu osob, by měli mít minimální výměnu vzduchu 2 · hod. V následující tabulce 9 [5] je uveden příklad dávky vzduchu pro hygienická zařízení.

Tabulka 9 - Minimální dávka vzduchu pro hygienická zařízení dle vyhlášky č. 6/2003 Sb. [5]

	Teplota vzduchu t_i (°C)	Množství odváděného vzduchu za hodinu
Umývárny	22	30 m^3 na 1 umyvadlo
Sprchy	25	35 - 110 m^3 na 1 sprchu
WC	18	50 m^3 na 1 mísu 25 m^3 na 1 pisoár

2.3.2 Tabulky místností

Tabulka 10 - Tabulka místností jednotky č. 1

č. m	název místnosti	plocha	objem	požadavky	počet	požadavek na vzduch	přívod návrženo	odvod	výměna vzduchu
		(m^2)	(m^3)	(x/h)	(ks)	(m^3/h)	(m^3/h)	(m^3/h)	(x/h)
101	restaurace	99,15	627,86	60/osoba + 70/personal	50+10	3700	3800	3800	6,05
102	salonek	43,5	143,55	60/osoba + 70/personal	20+5	1550	1600	1600	11,15
					celkem		5400	5400	

Tabulka 11 - Tabulka místností jednotky č. 2

č. m	název místnosti	plocha	OBJEM	požadavky	počet	požadavek na vzduch	přívod návrženo	odvod	výměna vzduchu
		(m^2)	(m^3)	(x/h)	(ks)	(m^3/h)	(m^3/h)	(m^3/h)	(x/h)
203	pokoj	43,16	78,92	40/osoba	2	80	80	40	0,51
204	pokoj	12,18	31,81	40/osoba	2	80	80		2,51
205	hala s kuchyňským koute	14,46	41,85	40/osoba	4	160	160	0	3,82
206	koupelna	4,14	12,46	50/WC+30/umyvadlo+80/vana	0 + 0 + 1	80		80	6,42
233	komora	1,575	3,5	0,5x/h	0	10		10	2,86
207	pokoj	26,76	71,12	40/osoba	4	160	160		2,25
208	strojovna vzduchotechnik	19,29	44,38	0,5x/h		25		40	0,90
209	chodba	29,7	89,397	0,75x/h		50		50	0,56
210	schodiště	11,3	74,69	0,75x/h		60		80	1,07
211	podesta	4,79	14,42	0,75x/h		15			5,55
212	kuchyně	3,8	11,44	40/osoba	2	80	80	80	6,99
213	předsíň	2,28	6,86	2x/h		15		30	4,37
234	wc	1,2	16,07	50/WC	0	50		50	3,11
214	koupelna	4,03	16,07	30/umyvadlo	1	30		50	3,11
215	úklid	1,44	4,33	30/výlevka	1	30		30	6,93
216	komora	3,3	9,93	2x/h		20		20	2,01
217	pradlo	3,38	10,17	3x/h	0	40	50	50	4,92
218	koupelna	5,4	13,28	50/WC+30/umyvadlo+80/vana	1	80		80	6,02
219	komora	4,2	10,33	2x/h	0	30		30	2,90
220	kuchyně	8,91	21,73	40/osoba	2	80		80	3,68
221	pokoj	12,45	32,03	40/osoba	2	80	80		2,50
222	pokoj	12,52	32,24	40/osoba	2	80	80		2,48
223	pokoj	9,4	22,85	40/osoba	2	80	80		3,50
224	chodba	13,69	41,21	0,75x/h	0	35		50	1,21
225	pokoj	10,39	25,83	40/osoba	2	80	80		3,10
226	kuchyně	5,44	10,93	40/osoba	2	80	80	80	7,32
227	předsíň	1,72	5,18	2x/h	0	10			15,44
228	koupelna	3,04	9,15	50/WC+30/umyvadlo+80/vana	0	80		80	8,74
229	koupelna	3,04	9,15	50/WC+30/umyvadlo+80/vana	0	80		80	8,74
230	předsíň	1,72	5,18	2x/h	0	10	80	80	15,44
231	kuchyně	5,44	10,93	40/osoba	2	80			7,32
232	pokoj	7,69	18,69	40/osoba	2	80	80		4,28
						celkem	1170	1170	

2.4 Distribuce vzduchu

V objektu jsou navrženy v 1. podlaží textilní vyústky kruhového průřezu s mikroperforací, které přivádějí potřebné množství vzduchu do místnosti, viz příloha 2. Pro odvod jsou zde použity také textilní rozvody obdélníkového tvaru s perforací, které zajišťují odvod potřebného vzduchu z místnosti. V druhém podlaží je použito klasické potrubí s talířovými ventily, které ve většině místností jsou dostatečné pro přívod/odvod požadovaného množství vzduchu. Ve dvou místnostech jsou použity vířivé anemostaty.

2.4.1 Návrh větracích mřížek

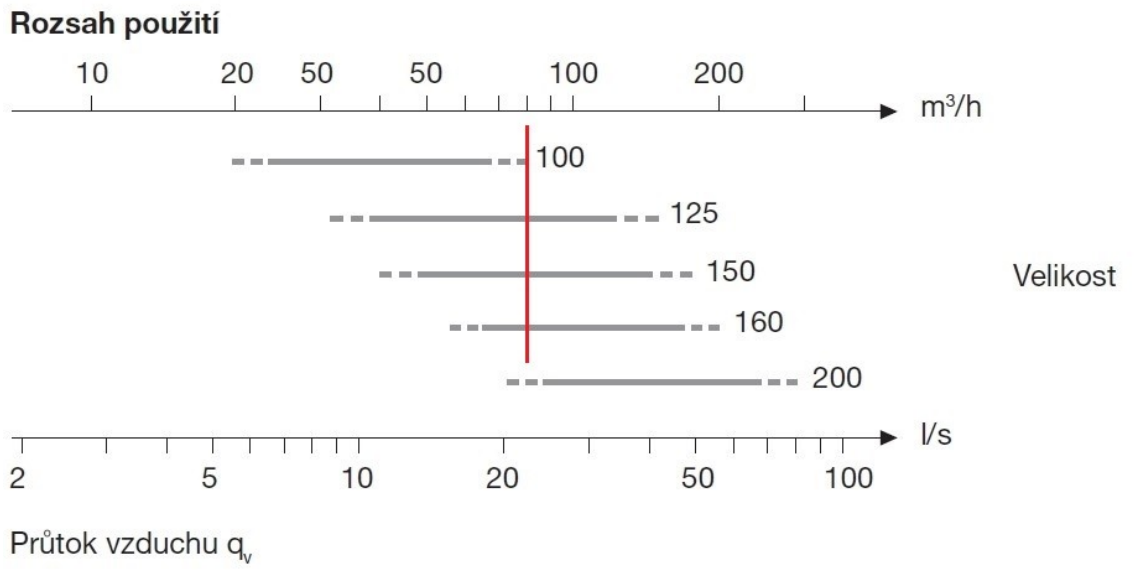
Větrací mřížky byly do objektu navrženy z důvodu vyrovnávání jednotlivých tlaků v místnostech. Maximální rychlost proudění vzduchu je navržena na maximální rychlost 2 m/s. Všechny jsou navrženy na montáž do stěny.

Místnost	V	V	v_{ef}'	A_{ef}'	Mřížka	A_{ef}	v_{ef}
	(m^3/h)	(m^3/s)	(m / s)	(m^2)	(mm)	(m^2)	(m / s)
103 → 105	40	0,011	2	0,006	225x75	0,007	1,587
104 →105	80	0,022	2	0,011	425x75	0,014	1,587
106 →105	90	0,025	2	0,013	425x75	0,014	1,786
109 →111	80	0,022	2	0,011	425x75	0,014	1,587
122 →124	80	0,022	2	0,011	425x75	0,014	1,587
123 →124	80	0,022	2	0,011	425x75	0,014	1,587
124 →118	80	0,022	2	0,011	425x75	0,014	1,587
126 →128	80	0,022	2	0,011	425x75	0,014	1,587
131 →129	80	0,022	2	0,011	425x75	0,014	1,587

2.4.2 Návrh talířového ventilu do pokoje

Do této místnosti je požadavek na přívod vzduchu 80 m^3/h, byl zde navržen přívodní talířový ventil od firmy mandik. [19]

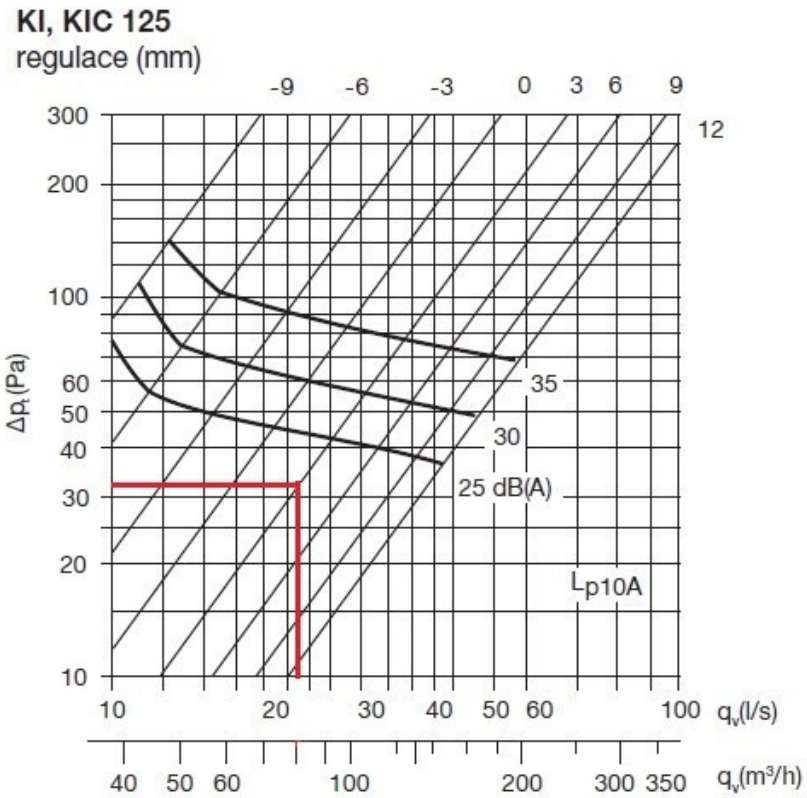
Z grafu rychlého návrhu byl navržen přívodní talířový ventil Kl 125.



Graf 4- Graf rychlého návrhu k určení velikosti přívodního ventilu [19]

Z následujícího grafu určíme:

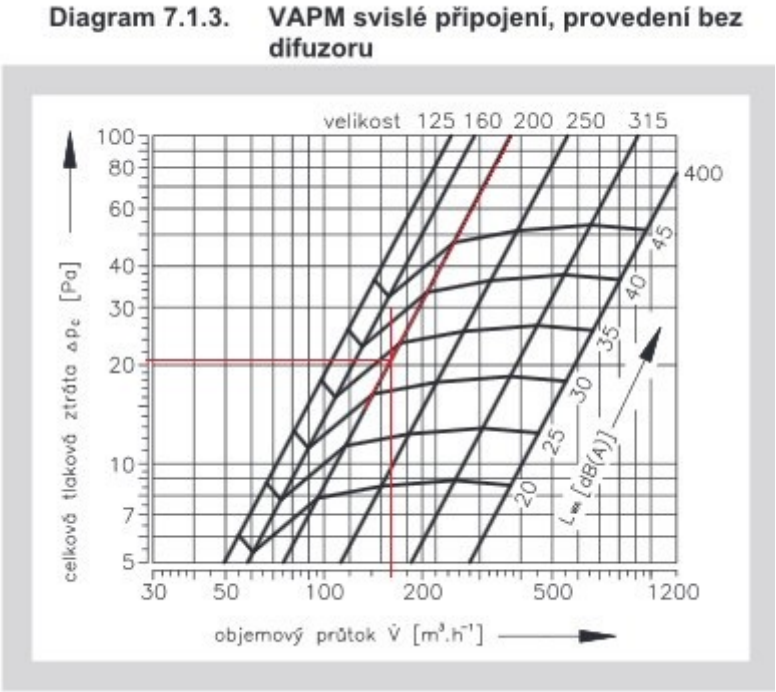
- Tlakovou ztrátu elementu: 32 Pa
- Hladinu akustického výkonu: 20 dB(A)



Graf 5 - Graf k určení tlaku a akustického výkonu elementu [19]

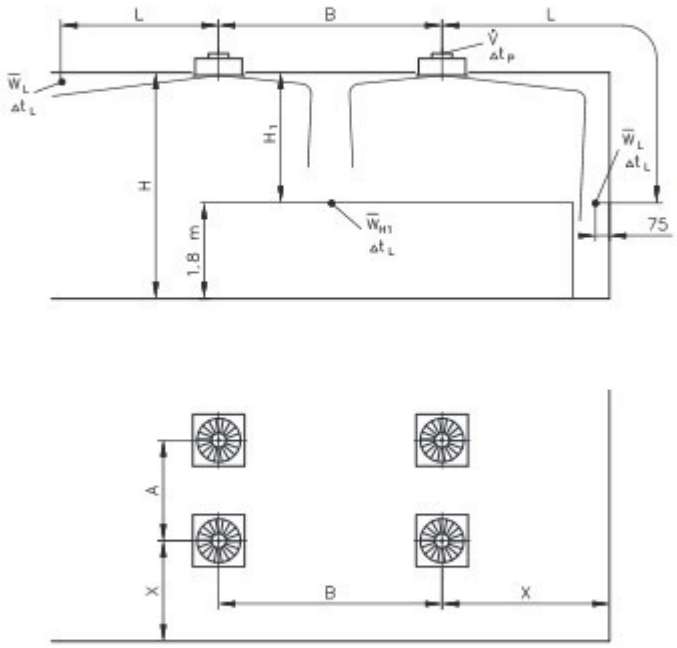
2.4.3 Návrh vířivého anemostatu pro pokoj

Do této místnosti je požadavek na přívod vzduchu 160 m^3/h, do místnosti byl navržen jeden vířivý anemostat, na který připadá tedy 160 m^3/h. Anemostat jsem navrhl dle podkladů firmy Mandik [19]. Podle objemového průtoku, jsem si vybral anemostat VAPM-V200 – vířivý anemostat s pevnými lamelami, který bude napojován svisle.

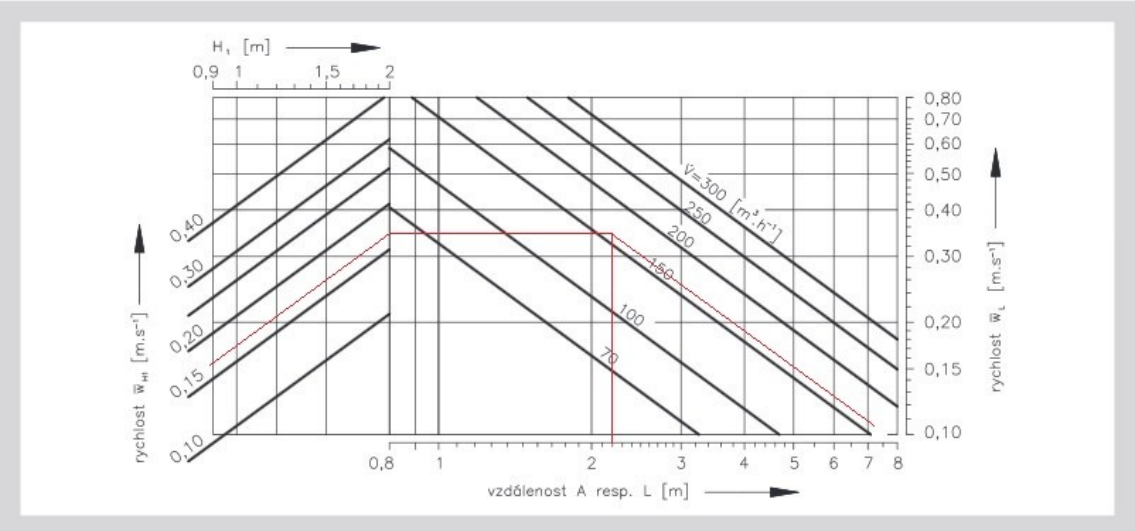


Graf 6 - Návrh a zjištění veličin návrhu anemostatu [19]

Graf ukazuje tlakovou ztrátu elementu, která činí 21 Pa a také hlučnost elementu, která je 34 dB(A). Je nutné také zkontrolovat rychlost proudění vzduchu v pobytové zóně - obrázek 11 [19]. Rychlost vzduchu ve výšce 1,8 metru nad podlahou je pod hodnotou 0,20 m/s, což je optimální hodnota.



Obrázek 11 - Vzdálenost mezi anemostaty a vzdálenost k posluchači



Graf 7 - Minimální vzdálenost k posouzení rychlosti přívodního vzduchu [19]

2.4.4 Návrh přívodní textilní vyústky do restaurace

Návrh textilních vyústek provedla firma Příhoda s.r.o. [20], dle zadaných kritérií pro místnosti: restaurace a salonek (viz. – příloha 2)

místnost 101

Nabídka č. NA17 Pozice: 1 / 4

Zdeněk Miesler / Návrh do restaurace a salonku

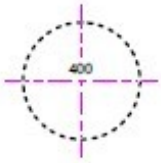
Vzduchové potrubí šité na míru Počet kusů : 2

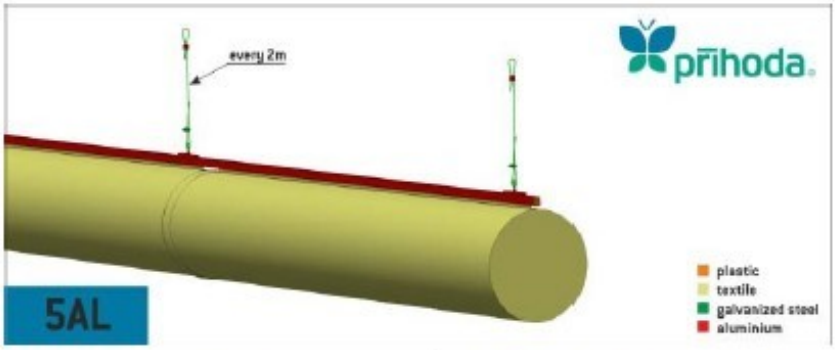
Tvar Kruhový, Rozměr 400 mm, Celková délka 9000 mm, První konec Začátek, Druhý konec Zaslepení, 2ks Zip 400, Průtok 1900 m3/h, Použitelný přetlak 100 Pa, Tlaková ztráta třením = 3,1 Pa, Vyztužující obruče Hliníkové Uvnitř

Tkanina NMS - 100% polyester, nekonečné vlákno (multifilament), hmotnost 225 g/m², tloušťka 0,31 mm, prodyšnost 0 m³/h/m² při 120 Pa, pevnost (osnova/útek) 1810/1090 N (ČSN EN ISO 13934-1), požární odolnost - třída B-s1, d0 dle ČSN EN 13501-1+A1: 2010, teplotní odolnost -30 až +110°C, srážlivost (osnova/útek) 0,5/0,5 % při 40°C dle ČSN EN ISO 6330-2000, vhodná pro čisté prostory - třída č. 4 (ČSN EN ISO 14644-1), pratelná v pracce, Provedení "Office", Barva Světle šedá

Seznam montážního materiálu:
4ks 2000mm Hliníkový profil, 1ks 850mm Hliníkový profil, 4ks Hliníková spojka profilů přímá, 6ks Hliníkový úchyt profilu, 2ks Napínač v profilu, 6ks Lankový závěs pozink 1500 mm, 1ks Kruhový 400 mm Nerez připojovací pásek

Mikroperforace
S1 8850mm, 1900m3/h, Rovnoměrná





Cena za 1 ks : 8675 CZK **Cena celkem za poz. 1 : 17349 CZK**

Hmotnost : 20 kg

Obrázek 12 - Návrh textilní vyústky

2.4.5 Tabulka distribučních prvků

V prvním podlaží distribučními prvky jsou textilní vyústky, které byly navrženy softwarem firmy Příhoda s.r.o. Výstupy ze softwaru jsou v příloze 2.

Tabulka 12 - Tabulka distribučních prvků 1. NP

č. m	název místnosti	plocha	objem	označení vyústky	průtok	přívod/ odvod	počet	průtok na 1 element	Δp_c	L_{wa}
		(m^2)	(m^3)		(m^3/h)		(ks)	(m^3/h)	(Pa)	dB(A)
101	restaurace	99,15	627,86	tex. pom. mikro perfomací	3800	P	2	1900	3,1	30
				tex. pom. perforací	3800	O	3	1267	2,5	30
102	salonek	43,5	143,55	tex. pom. mikro perfomací	1600	P	1	1600	1,7	30
				tex. pom. perforací	1600	O	2	800	2,2	30

Tabulka 13 - Tabulka distribučních prvků 2. NP (část 1)

č. m	název místnosti	plocha	objem	označení vyústky	průtok	přívod/ odvod	počet	průtok na 1 element	Δp_c	L_{wa}
		(m^2)	(m^3)		(m^3/h)		(ks)	(m^3/h)	(Pa)	dB(A)
203	pokoj	43,16	78,92	Odvodní talířový ventil KI 100	40	O	1	40	21	17
				Přívodní talířový ventil KI 125	80	P	1	80	32	20
204	pokoj	12,18	31,81	Přívodní talířový ventil KI 125	80	P	1	80	32	20
205	hala s kuchyňským koutem	14,46	41,85	VAPM-V 200	160	P	1	160	21	34
206	koupelna	4,14	12,46	Odvodní talířový ventil KI 125	90	O	1	90	23	38
233	komora	1,575	3,5	bez elementu	10	bez elementu				
207	kancelář	26,76	71,12	VAPM-V 200	160	P	1	160	21	34
208	strojovna vzduchotechniky	19,29	44,38	Přívodní talířový ventil KI 100	40	O	1	40	29	18
209	chodba	29,7	89,397	Přívodní talířový ventil KI 100	60	O	1	60	31	22
210	schodiště	11,3	74,69	Odvodní talířový ventil KI 125	80	O	1	80	22	15
211	podesta	4,79	14,42							
212	kuchyně	3,8	11,44	Přívodní talířový ventil KI 125	80	P	1	80	32	20
				Odvodní talířový ventil KI 125	80	O	1	80	22	15
213	předsíň	2,28	6,86	Přívodní talířový ventil KI 100	30	O	1	30	16	10
234	WC	1,2	16,07	Odvodní talířový ventil KI 100	50	O	1	50	22	15
214	koupelna	4,03	16,07	Odvodní talířový ventil KI 100	50	O	1	50	22	15
215	úklid	1,44	4,33	Odvodní talířový ventil KI 100	30	O	1	30	40	21
216	komora	3,3	9,93	bez elementu	20	bez elementu				
217	pradlo	3,38	10,17	Přívodní talířový ventil KI 100	50	P	1	50	22	15
				Odvodní talířový ventil KI 100	50	O	1	50	34	22
218	koupelna	5,4	13,28	Odvodní talířový ventil KI 125	80	O	1	80	22	15

Tabulka 14 - Tabulka distribučních prvků 2. NP (část 2)

č. m	název místnosti	plocha	objem	označení vyústky	průtok	přívod/ odvod	počet	průtok na 1 element	Δp_c	L_{wa}
		(m^2)	(m^3)		(m^3/h)		(ks)	(m^3/h)	(Pa)	dB(A)
219	komora	4,2	10,33	Odvodní talířový ventil KI 100	30	O	1	30	40	21
220	kuchyně	8,91	21,73	Odvodní talířový ventil KI 125	80	O	1	80	22	15
221	pokoj	12,45	32,03	Přívodní talířový ventil KI 125	80	P	1	80	32	20
222	pokoj	12,52	32,24	Přívodní talířový ventil KI 125	80	P	1	80	32	20
223	pokoj	9,4	22,85	Přívodní talířový ventil KI 125	80	P	1	80	32	20
224	chodba	13,69	41,21	Odvodní talířový ventil KI 100	50	O	1	50	34	22
225	pokoj	10,39	25,83	Přívodní talířový ventil KI 125	80	P	1	80	32	20
226	kuchyně	5,44	10,93	Odvodní talířový ventil KI 125	80	O	1	80	22	15
227	předsíň	1,72	5,18	Přívodní talířový ventil KI 125	80	P	1	80	32	20
228	koupelna	3,04	9,15	Odvodní talířový ventil KI 125	80	O	1	80	22	15
229	koupelna	3,04	9,15	Odvodní talířový ventil KI 125	80	O	1	80	22	15
230	předsíň	1,72	5,18	Přívodní talířový ventil KI 125	80	P	1	80	32	20
231	kuchyně	5,44	10,93	Odvodní talířový ventil KI 125	80	O	1	80	22	15
232	pokoj	7,69	18,69	Přívodní talířový ventil KI 125	80	P	1	80	32	20

2.5 Dimenzování potrubí a tlaková ztráta potrubí

Tabulka 15 - Dimenze přívodního potrubí jednotky č. 1

Zařízení č. 1 - přívodní potrubí													
u	V (m^3h^{-1})	V (m^3s^{-1})	L (m)	v' (ms^{-1})	S' (m^2)	d' (m)	d (m)	S (m^2)	v (ms^{-1})	R (Pa/m)	ξ	Z [Pa]	Z+R*L (Pa)
1	1900	0,528	5	4,2	0,126	0,400	0,400	0,126	4,202	0,344	2,2	23,191	24,911
2	5400	1,500	7	5,0	0,300	0,618	0,630	0,312	4,814	0,344	1,8	24,907	27,315
napojení vyústek na potrubí je stejné dimenze jako vyústky													
												∑	52,226
											vyúst		3,1
											požární kl		6
											∑		61,326 Pa

Tabulka 16 - Dimenze odvodního potrubí jednotky č. 1

Zařízení č. 2 - odvodní potrubí hranaté																
u	V (m^3h^{-1})	V (m^3s^{-1})	L (m)	v' (ms^{-1})	S' (m^2)	a' (m)	b' (m)	a (m)	b (m)	S (m^2)	v(ms^{-1})	R (Pa/m)	ξ	Z [Pa]	Z+R*L
1	800	0,222	2,8	4,4	0,050	0,250	0,200	0,250	0,200	0,050	4,444	0,244	1,5	17,689	18,372
2	2067	0,574	4,6	4,4	0,130	0,250	0,522	0,250	0,500	0,125	4,593	0,244	1,5	18,894	20,016
3	3334	0,926	3,2	4,4	0,210	0,400	0,526	0,400	0,500	0,200	4,631	0,244	1,5	19,201	19,982
4	4600	1,278	2,85	4,4	0,290	0,500	0,581	0,500	0,550	0,275	4,646	0,244	1,5	19,334	20,029
5	5400	1,500	2,8	5,0	0,300	0,500	0,600	0,500	0,600	0,300	5,000	0,244	2,4	35,820	36,503
napojení vyústek na potrubí je stejné dimenze jako vyústky															
														∑	114,903
														výúst	2,2
														požární kl	8
														∑	125,103 Pa

Tabulka 17 - Dimenze přívodního potrubí jednotky č. 2

Zařízení č. 2 - přívodní potrubí													
u	V (m^3h^{-1})	V (m^3s^{-1})	L (m)	v' (ms^{-1})	S' (m^2)	d' (m)	d (m)	S (m^2)	v (ms^{-1})	R (Pa/m)	ξ	Z [Pa]	Z+R*L (Pa)
1	80	0,022	1,4	2,0	0,011	0,119	0,140	0,015	1,444	0,269	0,6	0,747	1,124
2	160	0,044	2,2	2,0	0,022	0,168	0,180	0,025	1,747	0,272	0,6	1,094	1,692
3	240	0,067	3,6	2,0	0,033	0,206	0,200	0,031	2,123	0,344	0,6	1,615	2,853
4	320	0,089	1,95	3,0	0,030	0,194	0,225	0,040	2,237	0,307	0,6	1,792	2,391
5	370	0,103	0,55	3,0	0,034	0,209	0,225	0,040	2,586	0,395	0,3	1,198	1,415
6	450	0,125	1,4	3,5	0,036	0,213	0,225	0,040	3,145	0,5578	0,3	1,772	2,553
7	610	0,169	5,3	4,0	0,042	0,232	0,250	0,049	3,454	0,582	9,27	66,010	69,095
8	690	0,192	3,3	4,0	0,048	0,247	0,250	0,049	3,907	0,721	0,3	2,733	5,113
9	1170	0,325	3,5	4,5	0,072	0,303	0,315	0,078	4,172	0,598	2,8	29,102	31,195
10	80	0,022	2	2,0	0,011	0,119	0,125	0,012	1,812	0,45	0,6	1,176	2,076
11	160	0,044	7,4	2,5	0,018	0,150	0,160	0,020	2,212	0,487	1,2	3,504	7,108
12	320	0,089	5,5	2,5	0,036	0,213	0,225	0,040	2,237	0,307	0,6	1,792	3,481
13	480	0,133	2,3	2,5	0,053	0,261	0,250	0,049	2,718	0,384	0,6	2,645	3,529
14	80	0,022	2,5	2,0	0,011	0,119	0,125	0,012	1,812	0,45	0,6	1,176	2,301
15	160	0,044	4,2	2,5	0,018	0,150	0,160	0,020	2,212	0,487	0,6	1,752	3,797
												∑	117,430
											vyúst		32
											požární klapky		10,5
												∑	159,930 Pa

Tabulka 18 - Dimenze odvodního potrubí jednotky č. 2

Zařízení č. 2 - odvodní potrubí													
u	V (m^3h^{-1})	V (m^3s^{-1})	L (m)	v' (ms^{-1})	S' (m^2)	d' (m)	d (m)	S (m^2)	v(ms^{-1})	R (Pa/m)	ξ	Z [Pa]	Z+R*L
1	80	0,022	1,5	2,0	0,011	0,119	0,140	0,015	1,444	0,269	0,9	1,121	1,524
2	130	0,036	2,45	2,0	0,018	0,152	0,160	0,020	1,797	0,31	0,9	1,735	2,494
3	210	0,058	0,05	2,0	0,029	0,193	0,200	0,031	1,858	0,274	0,9	1,854	1,868
4	370	0,103	0,65	2,5	0,041	0,229	0,225	0,040	2,586	0,395	0,9	3,594	3,850
5	530	0,147	0,55	2,5	0,059	0,274	0,250	0,049	3,001	0,45	1,1	5,913	6,161
6	820	0,228	3,8	3,0	0,076	0,311	0,280	0,062	3,701	0,596	0,6	4,907	7,171
7	850	0,236	1	3,5	0,067	0,293	0,280	0,062	3,836	0,629	0,6	5,272	5,901
8	930	0,258	3,1	3,5	0,074	0,307	0,280	0,062	4,198	0,734	0,8	8,415	10,690
9	1060	0,294	1,65	4,0	0,074	0,306	0,280	0,062	4,784	0,928	0,6	8,199	9,730
10	1130	0,314	1,4	4,0	0,078	0,316	0,280	0,062	5,100	1,04	0,6	9,318	10,774
11	1170	0,325	0,5	4,5	0,072	0,303	0,280	0,062	5,281	1,112	0,6	9,989	10,545
12	80	0,022	0,5	2,0	0,011	0,119	0,110	0,009	2,340	0,822	0,9	2,941	3,352
13	130	0,036	1,9	2,5	0,014	0,136	0,140	0,015	2,347	0,599	0,9	2,960	4,098
14	160	0,044	1,8	2,5	0,018	0,150	0,140	0,015	2,889	0,927	0,9	4,483	6,152
15	240	0,067	2,3	3,0	0,022	0,168	0,160	0,020	3,317	0,921	0,6	3,942	6,060
16	290	0,081	1,4	3,5	0,023	0,171	0,160	0,020	4,009	1,29	1,1	10,552	12,358
17	50	0,014	0,5	2,0	0,007	0,094	0,110	0,009	1,462	0,338	0,6	0,766	0,935
18	80	0,022	1	2,0	0,011	0,119	0,110	0,009	2,340	0,822	0,9	2,941	3,763
19	80	0,022	0,6	2,0	0,011	0,119	0,110	0,009	2,340	0,822	0,6	1,961	2,454
20	160	0,044	1,9	2,5	0,018	0,150	0,140	0,015	2,889	0,927	0,9	4,483	6,245
21	80	0,022	0,6	2,0	0,011	0,119	0,110	0,009	2,340	0,822	0,6	1,961	2,454
22	160	0,044	1,9	2,5	0,018	0,150	0,140	0,015	2,889	0,927	0,9	4,483	6,245
23	40	0,011	4,3	2,0	0,006	0,084	0,110	0,009	1,170	0,324	0,6	0,490	1,883
24	130	0,036	5,5	2,5	0,014	0,136	0,160	0,020	1,797	0,31	0,9	1,735	3,440
												∑	70,710
											výúst		22
											požární klapky		8,1
												∑	100,810 Pa

2.6 Návrh VZT jednotek

Návrh jednotek byl proveden v programu AeroCad od společnosti REMAK a.s. [21]. Technické listy jsou v příloze 2, 3.

2.6.1 Jednotka č. 1

STRUČNÁ SPECIFIKACE ZAŘÍZENÍ

Základní parametry zařízení		
Druh, rozměr	AeroMaster XP 17	
Typ řídicího systému	Není	
Hmotnost (+-10%)	1 855 kg	
Umístění jednotky	Vnitřní	
Materiálové provedení		
Vnější plášť	Lakovaný plech (RAL 9002)	
Vnitřní plášť	Pozinkovaný plech	
	Přívod	Odvod
Průtok vzduchu	5400 m³/h	5400 m³/h
Externí tlaková rezerva	127 Pa	166 Pa
Rychlost v průřezu	1.30 m/s	1.30 m/s
Příkon ventilátorů	1.42 kW	1.42 kW
1. stupeň filtrace	F7	F7
2. stupeň filtrace	-	-
SFP_i	950 W.m⁻³.s	950 W.m⁻³.s
Celkový příkon jednotky	51.60 kW	
Napájecí napětí		
Celkový proud Imax		
SFP_{AHU}	1900 W.m⁻³.s	

Model box AMXP3

Parametry pláště dle EN1886	
Mechanická stabilita	D2(M)
Netěsnost skříně	L2(M)
Termická izolace	T3(M)
Faktor tepelných mostů	TB3(M)
Netěsnost mezi filtrem a rámem	< 0,5 % (F9)

Nejdůležitější parametry vybraných komponentů			
	Na straně vzduchu		Na straně média
Zpětný zisk tepla	-20.0 → 2.9 °C	56 %	
Ohřev	2.9 → 20.0 °C	30.8 kW	70/46 °C, Voda, 1.3 kPa, 1.13 m³/h
Chlazení	32.0 → 24.0 °C	13.1 kW	7/16 °C, Voda, 0.3 kPa, 1.24 m³/h
Vlhčení	20.0 → 20.0 °C	3 → 55 %	65.0 kg/h, 48.8 kW

Detailní specifikace a výsledné parametry jsou součásti detailní specifikace vzduchotechnického zařízení

Hlukové parametry zařízení

	LwAokt* [dB]								LwA** [dB(A)]
Oktávové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Přívod - sání	48	60	58	57	54	50	43	37	64
Přívod - výtlak	50	64	65	69	70	70	67	60	76
Přívod - okolí	44	49	47	42	40	40	37	27	53
Odvod - sání	49	61	60	60	59	56	50	44	67
Odvod - výtlak	50	64	64	68	68	68	65	58	74
Odvod - okolí	44	49	47	42	40	40	37	27	53

* Hladiny akustického výkonu v oktávových pásmech
** Celková hladina akustického výkonu

Obrázek 13 - Stručná specifikace jednotky 1

2.6.2 Jednotka č. 2

STRUČNÁ SPECIFIKACE ZAŘÍZENÍ

Základní parametry zařízení		
Druh, rozměr	AeroMaster XP 04	
Typ řídicího systému	Není	
Hmotnost (+-10%)	752 kg	
Umístění jednotky	Vnitřní	
Materiálové provedení		
Vnější plášť	Lakovaný plech (RAL 9002)	
Vnitřní plášť	Pozinkovaný plech	
	Přívod	Odvod
Průtok vzduchu	1170 m³/h	1170 m³/h
Externí tlaková rezerva	287 Pa	289 Pa
Rychlost v průřezu	1.19 m/s	1.19 m/s
Příkon ventilátorů	0.56 kW	0.56 kW
1. stupeň filtrace	F7	F7
2. stupeň filtrace	-	-
SFP_i	1722 W.m⁻³.s	1722 W.m⁻³.s
Celkový příkon jednotky	12.37 kW	
Napájecí napětí		
Celkový proud Imax		
SFP_{AHU}	3443 W.m⁻³.s	

Model box AMXP3

Parametry pláště dle EN1886	
Mechanická stabilita	D2(M)
Netěsnost skříně	L2(M)
Termická izolace	T3(M)
Faktor tepelných mostů	TB3(M)
Netěsnost mezi filtrem a rámem	< 0,5 % (F9)

Nejdůležitější parametry vybraných komponentů			
	Na straně vzduchu		Na straně média
Zpětný zisk tepla	-20.0 → 4.7 °C	60 %	
Ohřev	4.7 → 20.0 °C	5.9 kW	70/45 °C, Voda, 2.2 kPa, 0.21 m³/h
Vlhčení	20.0 → 20.0 °C	3 → 55 %	15.0 kg/h, 11.3 kW

Detailní specifikace a výsledné parametry jsou součásti detailní specifikace vzduchotechnického zařízení

Hlukové parametry zařízení

				LwAokt* [dB]					LwA** [dB(A)]
Oktávové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Přívod - sání	49	62	66	64	62	59	52	45	70
Přívod - výtlak	50	65	71	72	73	74	70	63	80
Přívod - okolí	44	49	53	45	43	44	40	30	56
Odvod - sání	49	62	67	64	64	61	55	48	71
Odvod - výtlak	50	65	70	71	71	72	68	61	78
Odvod - okolí	44	49	53	45	43	44	40	30	56

* Hladiny akustického výkonu v oktávových pásmech
** Celková hladina akustického výkonu

Obrázek 14 - Stručná specifikace jednotky 2

2.7 Úpravy vzduchu

Úpravy vzduchu jsou v h-x diagramech v příloze č. 3

2.7.1 Zařízení č. 1

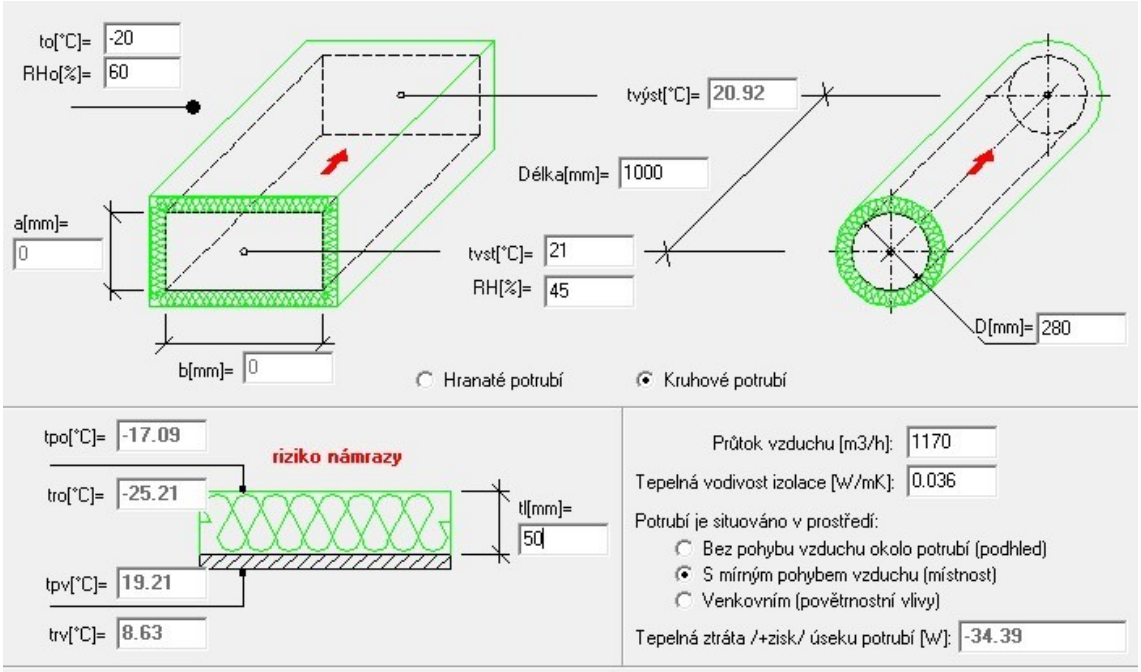
Navržená jednotka zajišťuje potřebné nucené větrání jednotlivých místností. V jednotce je umístěn ohřívač a chladič pro úpravu vzduchu na požadované hodnoty v interiéru, v zimě na teplotu 21°C, v létě na teplotu 26°C. Tepelné ztráty jsou pokryty lokálním vytápěním. V letním období jednotka chladí salonek a restauraci na požadovanou hodnotu. Požadovaná vlhkost je zajištěna parním vlhčením. Filtry jsou v jednotce třídy F7.

2.7.2 Zařízení č. 2

Navržená jednotka zajišťuje potřebné nucené větrání jednotlivých místností. V jednotce je umístěn ohřívač pro úpravu vzduchu na požadované hodnoty v interiéru, v zimě na teplotu 21°C. Tepelné ztráty jsou pokryty lokálním vytápěním. Požadovaná vlhkost je zajištěna parním vlhčením. Filtry jsou v jednotce třídy F7.

2.8 Návrh izolace potrubí

Návrh izolace je proveden na extrémní zimní teplotu exteriéru, která je t_e = -20 °C. Izolace bude provedena na výtlaku z jednotky číslo 2, která odvádí vzduch nad střechu. Potrubí bude od firmy ISOVER, izolace nese název Orstech 45. Tato izolace je vhodná na vzduchotechnická potrubí. Výpočet byl proveden v programu TERUNA.



Obrázek 15 - Návrh izolace potrubí pro jednotku 2

2.9 Útlum hluku

Útlum posuzujeme dle nařízení vlády č. 272/2011 S. [3], které stanovuje v pobytových místnostech maximální přípustnou hodnotu hluku 40 dB, v exteriéru poté se tato hodnota zvyšuje na 50dB.

Tabulka 19 - Výpočet útlumu hluku jednotky 1 – přívod do místnosti

ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU Z VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávových pásmech								
	frekvence (Hz)	**63**	**125**	**250**	**500**	**1000**	**2000**	**4000**	**8000**	**součtová hladina**
L_{vv}	Hluk ventilátoru									
L_{vv}	Hladina akustického výkonu zdroje 1	50	64	65	69	70	70	67	60	**76**
L_{vv}	součet	50	64	65	69	70	70	67	60	**76**
D_p	Přirozený útlum									
	... přirozený útlum - potrubí 7 m	8,40	4,20	2,10	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	
	... přirozený útlum - rozbočka 1	4,60	4,60	4,60	4,60	4,60	4,60	4,60	4,60	
	... přirozený útlum - koleno	0,00	0,00	5,00	10,00	15,00	15,00	15,00	15,00	
	Útlum koncovým odrazem	12,00	8,00	3,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	
	útlum tlumič hluku 1		5,00	8,00	14,00	18,00	11,00	12,00	13,00	
	útlum tlumič hluku 2									
L_{v1}	Hladina akustického výkonu ve vyústce	25,01	42,21	42,31	37,36	29,36	36,36	32,36	24,36	**47**
L_{vy}	Hladina akustického výkonu vyústky									**30**
K	Korekce na počet vyústek					počet vyústek:			1	**0**
L_s	Hladina akustického výkonu všech vyústek									**47**
Q	směrový činitel									**2**
r	vzdálenost od vyústky k posluchači									**1,18**
A	pohltivá plocha místnosti	plocha povrchů místnosti (m2)				183,34	pohltivost (-)		0,3	**55**
L_{so}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače									**39**
$L_{p,A}$	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti									**40**

Tabulka 20 - Výpočet útlumu hluku jednotky 1 – odvod z místnosti

ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU Z MÍSTNOSTI DO VENTILÁTORU	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávových pásmech								
	frekvence (Hz)	**63**	**125**	**250**	**500**	**1000**	**2000**	**4000**	**8000**	**součtová hladina**
L_{vv}	Hluk ventilátoru									
L_{vv}	Hladina akustického výkonu zdroje 1	49	62	62	62	61	59	54	48	**69**
L_{vv}	součet	49	62	62	62	61	59	54	48	**69**
D_p	Přirozený útlum									
	... přirozený útlum - potrubí 6,2 m	0	4	2	1	1	1	1	1	
	... přirozený útlum - oblouky	0	0	2	4	6	6	6	6	
	... přirozený útlum - rozbočka	4	4	4	4	4	4	4	4	
	Útlum koncovým odrazem	15	10	5	3	2	2	2	2	
	útlum tlumič hluku 1	3	6	11	22	27	30	26	21	
	útlum tlumič hluku 2									
L_{v1}	Hladina akustického výkonu ve vyústce	27	39	38	28	21	16	15	14	**42**
L_{vy}	Hladina akustického výkonu vyústky									**30**
K	Korekce na počet vyústek					počet vyústek:			2	**3**
L_s	Hladina akustického výkonu všech vyústek									**45**
Q	směrový činitel									**2**
r	vzdálenost od vyústky k posluchači									**1,18**
A	pohltivá plocha místnosti	plocha povrchů místnosti (m2)				183,4	pohltivost (-)		0,30	**55**
L_{so}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače									**38**
$L_{p,A}$	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti									**40**

Tabulka 21 - Posouzení vnitřních součtových hodnot

Posouzení	
ŠÍŘENÍ HLUKU Z VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	35
ŠÍŘENÍ HLUKU Z MÍSTNOSTI DO VENTILÁTORU	38
Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti	40
Logaritmický součet	3,12
Logaritmický součet předepsaných hodnot	3,20
Podmínka je splněna	

Tabulka 22 - Výpočet útlumu hluku jednotky 2 – přívod do místnosti

ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU Z VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávových pásmech								
	frekvence (Hz)	**63**	**125**	**250**	**500**	**1000**	**2000**	**4000**	**8000**	**součtová hladina**
L_{vv}	**Hluk ventilátoru**									
L_{vv}	Hladina akustického výkonu zdroje 1	50	65	71	72	73	74	70	63	**79**
L_{vv}	součet	50	65	71	72	73	74	70	63	79
D_p	**Přirozený útlum**									
	... přirozený útlum - potrubí 6,7 m	0,00	4,02	3,02	2,01	1,34	1,24	1,34	1,34	
	... přirozený útlum - oblouky	0,00	0,00	0,00	5,00	10,00	15,00	15,00	15,00	
	... přirozený útlum - rozbočka	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01	
	Útlum koncovým odrazem	17,00	12,00	8,00	4,00	2,00	2,00	2,00	2,00	
	útlum tlumič hluku 1	0,00	4,00	7,00	14,00	23,00	21,00	13,00	14,00	0,5 m
	Ohebné potrubí 1,35	16,88	28,35	36,45	30,38	23,63	17,55	22,28	13,50	
L_{v1}	Hladina akustického výkonu ve vyústce	13	14	14	14	10	14	13	14	**22**
L_{vy}	Hladina akustického výkonu vyústky									**20**
K	Korekce na počet vyústek					počet vyústek:			1	**0**
L_s	Hladina akustického výkonu všech vyústek									**24**
Q	směrový činitel									**2**
r	vzdálenost od vyústky k posluchači									**0,80**
A	pohltivá plocha místnosti	plocha všech povrchů místnosti (m2)				16,82	pohltivost (-)		0,2	**3**
L_{so}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače									**26**
$L_{p,A}$	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti									**40**

Tabulka 23 - Výpočet útlumu hluku jednotky 2 – odvod z místnosti

ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU Z MÍSTNOSTI DO VENTILÁTORU	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávových pásmech								
	frekvence (Hz)	**63**	**125**	**250**	**500**	**1000**	**2000**	**4000**	**8000**	**součtová hladina**
L_{vv}	**Hluk ventilátoru**									
L_{vv}	Hladina akustického výkonu zdroje 1	49	62	67	64	64	61	55	48	**71**
L_{vv}	součet	49	62	67	64	64	61	55	48	71
D_p	**Přirozený útlum**									
	... přirozený útlum - potrubí3,4 m	0,00	2,04	1,53	1,02	0,68	0,68	0,68	0,68	
	... přirozený útlum - oblouky	0,00	0,00	0,00	4,00	8,00	12,00	12,00	12,00	
	... přirozený útlum - rozbočka	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	Útlum koncovým odrazem	15,00	11,00	7,00	5,00	2,00	2,00	2,00	2,00	
	útlum tlumič hluku 1									
	Ohebné potrubí 1,35	16,88	28,35	36,45	30,38	23,63	17,55	22,28	13,50	
L_{v1}	Hladina akustického výkonu ve vyústce	17	21	22	24	30	29	18	20	**34**
L_{vy}	Hladina akustického výkonu vyústky									**20**
K	Korekce na počet vyústek					počet vyústek:			1	**0**
L_s	Hladina akustického výkonu všech vyústek									**34**
Q	směrový činitel									**2**
r	vzdálenost od vyústky k posluchači									**0,80**
A	pohltivá plocha místnosti	plocha všech povrchů místnosti (m2)				16,82	pohltivost (-)		0,2	**3**
L_{so}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače									**36**
$L_{p,A}$	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti									**40**

Tabulka 24 - Výpočet útlumu hluku jednotky 2 – přívod z exteriéru do jednotky

ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU Z VENKU DO VENTILÁTORU	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávových pásmech								
	frekvence (Hz)	**63**	**125**	**250**	**500**	**1000**	**2000**	**4000**	**8000**	**součtová hladina**
L_{vv}	**Hluk ventilátoru**									
L_{vv}	Hladina akustického výkonu zdroje 1	50	65	70	71	71	72	68	61	**78**
L_{vv}	součet	50	65	70	71	71	72	68	61	**78**
D_p	**Přirozený útlum**									
	... přirozený útlum - potrubí 1,75 m	0,00	0,90	0,68	0,45	0,30	0,30	0,30	0,30	
	... přirozený útlum - oblouky	0,00	0,00	0,00	1,00	2,00	3,00	3,00	3,00	
	... přirozený útlum - rozbočka	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	Útlum koncovým odrazem	15,00	11,00	7,00	5,00	2,00	2,00	2,00	2,00	
	útlum - dešťová žaluzie	-3,00	5,00	7,00	-2,00	-5,00	-12,00	-22,00	-29,00	
	útlum tlumič hluku 2	0,00	4,00	7,00	14,00	23,00	21,00	13,00	14,00	
L_{v1}	Hladina akustického výkonu ve vyústce	38,00	44,10	48,33	52,55	48,70	57,70	71,70	70,70	**74**
K	Korekce na počet vyústek					počet vyústek:			1	**0**
L_s	Hladina akustického výkonu všech vyústek									**74**
Q	směrový činitel									**2**
r	vzdálenost od vyústky k posluchači									**9,10**
L_{so}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače									**47**
$L_{p,A}$	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v exteriéru									**50**

Tabulka 25 - Posouzení vnitřních součtových hodnot

Posouzení	
ŠÍŘENÍ HLUKU Z VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	26
ŠÍŘENÍ HLUKU Z MÍSTNOSTI DO VENTILÁTORU	36
Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti	40
Logaritmický součet	2,97
Logaritmický součet předepsaných hodnot	3,20
Podmínka je splněna	

3 TECHNICKÁ ZPRÁVA

3.1 Úvod

V projektu je řešen návrh vzduchotechniky pro objekt pensionu v obci Vír.

3.1.1 Podklady pro zpracování

Pro zpracování projektu byly výkresy objektu – půdorys prvního a druhého nadzemního podlaží a řezy objektu.

Poté byly použity české normy a vyhlášky, podklady výrobců vzduchotechnických zařízení.

- ČSN 730872 Požární bezpečnost staveb. Ochrana staveb proti šíření požáru vzduchotechnickým zařízením
- ČSN 730548 Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů
- Vyhláška č. 499/2006 Sb. Vyhláška o dokumentaci staveb
- Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
- Vyhláška č. 6/2003 Sb. kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb
- Mandík a.s. – podklady výrobce
- REMAK a.s. – podklady výrobce
- Elektrodesign a.s. – podklady výrobce
- Příhoda s.r.o. – podklady výrobce
- Mart s.r.o. – podklady výrobce
- Systém Air a.s. – podklady výrobce
- SGCP CZ a.s. – podklady výrobce
- Trox a.s. – podklady výrobce

3.1.2 Výpočtové hodnoty klimatických poměrů

Místo:	Žďár nad Sázavou
Nadmořská výška:	580 m. n.m.
Výpočtová teplota vzduchu:	Léto 32°C, Zima -20°C
Relativní vlhkost vzduchu:	Léto 40%, zima 60%

3.1.3 Výpočtové hodnoty vnitřního prostředí

Vzduchotechnika zajišťuje nucené větrání objektu, přivádí čerstvý vzduch do místností a odvádí na druhé straně místnosti. Jednotka číslo jedna zajišťuje nucené větrání s chlazením v letním období, nepokrývá tepelné ztráty objektu v zimním období. U jednotky číslo dvě se jedná se také o nucené větrání, nicméně jednotka nepokrývá tepelné ztráty objektu v zimním období, ani tepelné zisky v letním období. Tepelné ztráty objektu jsou řešený lokálním topením, které není řešeno v této práci. Tepelná zátěž objektu je částečně eliminována žaluziemi a teplenou akumulací stěn. Provoz jednotek je uvažován celoroční. V celém objektu je maximální proudění vzduchu 0,2 m/s, aby byla splněna norma na pobytovou zónu. Je uvažováno s provozem i v nočních hodinách.

- Výpočtová teplota vzduchu: Léto 26 °C, Zima 21°C
- Relativní vlhkost vzduchu: Léto 65 %, zima 45 %
- Hladina akustického tlaku: max. 40 dB(A)

3.2 Základní koncepční řešení

Celý objekt je koncipován jako rovnotlaký, každá jednotka obsluhuje svou část objektu, která je rovnotlaká. Některé místnosti jsou v přetlaku a některé v podtlaku, pro úsporu návrhu vyústek. Vlhčení je zajištěno parním zvlhčovačem. U každé vyústky jsou klapky pro regulaci do jednotlivých místností. Regulaci VZT zajišťuje samostatné MaR. Jednotka č. 1 je umístěna ve strojovně vedle salonku v prvním podlaží, jednotka číslo 2, je umístěna ve strojovně v druhém podlaží. Místnosti s malými průtoky jsou větrány přirozeně.

3.2.1 Hygienické větrání a klimatizace

Všechny jednotky jsou pro větrání navrženy v rovnotlaku. Jsou dodrženy minimální dávky vzduchu jak na zařizovací předměty tak osoby.

- dávka venkovního vzduchu na hosta v restauraci a salonku je 60 m^3/h
- dávka venkovního vzduchu na personál obsluhující je 70 m^3/h
- dávka venkovního vzduchu na osobu v pokoji je 40 m^3/h
- dávka venkovního vzduchu na zařizovací předměty:
    - WC 50 m^3/h
    - Vana 80 m^3/h
    - Umyvadlo 30 m^3/h

    - Výlevka 30 m^3/h
- u obou zařízení je použita jednostupňová filtrace F7 jak na přívodu, tak na odvodu
- vytápění zajišťuje lokální vytápění

3.2.2 Energetické zdroje

Elektrická energie:

Elektrická energie je uvažována pro pohon elektromotorů VZT - 3NPE 400 V, 50 Hz.

Tepelná energie:

Vzduch do výměníků VZT bude ohříván pomocí kotle na tuhá paliva pro lokální vytápění s teplotním spádem 70/45 °C. Součást jednotky 1 je umístění chladiče, pro chlazení místností restaurace a salonku.

3.3 Popis technického řešení

3.3.1 Koncepce větracích a klimatických zařízení

Vzduchotechnická zařízení zajišťují v objektu pensionu nucené větrání vybraných prostorů a v letních měsících chlazení restaurace a salonku. Minimální dávka vzduchu byla navržena dle platných legislativních požadavků na mikroklima objektu. VZT jsou umístěny ve vnitřním prostoru pensionu. Je použito hranaté i kruhové potrubí a bude zhotoveno z pozinkovaného plechu. Potrubí, které vedené z interiéru do exteriéru bude tepelně izolováno.

Přívodní distribuční elementy u jednotky číslo jedna budou textilní s mikroperforací. Na odvodu jsou použity obdélníkové vyústky s perforačními štěrbinami. U jednotky číslo dvě se jedná o klasické distribuční elementy – talířové ventily a anemostaty.

3.3.2 Zařízení č. 1

Jednotka zajišťuje nucené větrání se zpětným získáváním tepla pro odvod a přívod vzduchu pro restauraci a salonek, v letním období slouží k chlazení těchto místností. Jednotka je navržena horizontálně s posazením na podlaze ve strojovně. Jednotka obsahuje ohřívač pro případný dohřev vzduchu vodním ohřívačem. Rozvody jsou kru-

hovým textilním potrubím s mikroperforací, odvody hranatým textilním potrubím s perforací. Na sání a výtlak je použito hranaté potrubí, které je provedeno do fasády. V restauraci a salonku je veškeré potrubí viditelné. Systém je navržen jako rovnotlaký. Regulaci a ovládání zajišťuje profese MaR.

Skladba jednotky:

Přívod: Tlumící vložka, klapka, filtr, deskový rekuperátor, vodní ohřívač, vodní chladič, eliminátor kapek, zvlhčovač parní, ventilátor, prázdná sekce, tlumicí vložka

Odvod: Tlumící vložka, filtr, tlumič, eliminátor kapek, ventilátor, klapka, tlumící vložka

3.3.3 Zařízení č. 2

Jednotka zajišťuje nucené větrání se zpětným získáváním tepla pro odvod a přívod vzduchu pro 2 nadzemní podlaží. Jednotka je navržena horizontálně s posazením na podlaze ve strojovně. Jednotka obsahuje ohřívač pro případný dohřev vzduchu vodním ohřívačem. Rozvody jsou kruhovým pozinkovaným potrubím. Na sání a výtlak je použito hranaté potrubí, sání je provedeno do fasády, výtlak je proveden nad střechu. Veškeré rozvody potrubí jsou zakryty SDK podhledem. Systém je navržen jako rovnotlaký. Regulaci a ovládání zajišťuje profese MaR.

Skladba jednotky:

Přívod: Tlumící vložka, klapka, filtr, deskový rekuperátor, vodní ohřívač, zvlhčovač parní, ventilátor, prázdná sekce, tlumicí vložka

Odvod: tlumící vložka, filtr, deskový rekuperátor, eliminátor kapek, ventilátor, prázdná sekce, klapka, tlumící vložka

3.4 Nároky na energie

Pro zajištění vzduchotechnických zařízení musíme zabezpečit zdroje energie, uvedené v tabulce zařízení.

3.5 Měření a regulace

Měření a regulace navrženého systému VZT bude probíhat pomocí samostatného měřícího a regulačního systému – profese MaR.

- Ovládání ventilátorů, silové napájení ovládaných zařízení
- Regulace teploty vzduchu řízením výkonu ohřívače v zimním období
- Umístění teplotních a vlhkostních čidel dle požadavků
- Protimrazová ochrana teplovodního deskového výměníku
- Ovládání uzavíracích klapek jednotek
- Signalizace bezporuchového chodu ventilátorů, plynulá regulace výkonu ventilátorů 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

3.6 Nároky na související profese

3.6.1 Stavební úpravy

- Z místnosti office (č. m. 104) je udělána v 1. NP strojovna vzduchotechniky (č. m. 103), zbourání stávající příčky a její posun a dozdění po okraje místnosti. Příčka bude mít minimální požadovanou požární odolnost a budou zde osazeny protipožární dveře
- Vybourání dveří z místnosti salonku (č. m. 102) do nové strojovny vzduchotechniky (č. m. 103) a zazdění
- Vybourání dveří z místnosti restaurace (č. m. 101) do nové strojovny vzduchotechniky (1.03) a zazdění
- Vybourání okna z restaurace (č. m. 101) do office (č. m. 104) a zazdění nových dveří v místě bývalého okna
- V 2. NP zbourání příčky mezi bývalou strojovnou vzduchotechniky (č. m. 202) a pokojem (č. m. 203) - propojení místností
- Vybourání okna z bývalé strojovny (č. m. 202) v 2.NP do restaurace (č. m. 101) a zazdění
- Zazdění dveří ze strojovny (č. m. 202) v 2.NP na chodbu
- Posun dveří v místnosti (č. m. 108
- Vytvoření prostupů pro vzduchotechnické potrubí o požadované světlosti + 50 mm a jejich následné zapravení

- Zaklopení SDK podhledem veškeré potrubí v 2. NP
- Vytvoření otvorů pro větrací mřížky

3.6.2 Silnoproud

- Napojení VZT zařízení
- Zapojení softwaru MaR s jednotlivými komponenty
- Zajištění uzemnění zařízení a ochranu před zásahem elektrickým proudem
- Zapojení zařízení dle návodu výrobce

3.6.3 Vytápění

- Napojení ohřívačů na rozvody topné vody s teplotním spádem 70/45°C

3.6.4 Zdravotechnika

- Odvedení kondenzátu s deskových výměníků VZT jednotek, parního zvlhčovače a chladící části jednotky

3.7 Protihluková a protiotřesová opatření

- V potrubí jsou umístěny tlumiče hluku pro zamezení šíření nadměrného hluku do místností
- Budou umístěna na potrubí do místnosti a na potrubí do venkovního prostředí od jednotky č. 2, pro přívod vzduchu do jednotky
- VZT budou pružně uloženy a potrubí k nim bude napojeno pomocí tlumící vložky, která brání přenosu otřesům na potrubí

3.8 Izolace na nátěry

- Na izolaci potrubí do exteriéru bude použita izolace ISOVER ORSTECH 45, tloušťky 50 mm. VZT jednotky jsou napojeny na potrubí tlumícími vložkami

3.9 Protipožární opatření

- Do rozvodů procházející požárně dělícími konstrukcemi budou osazeny protipožární klapky

3.10 Montáž, provoz, údržba a obsluha zařízení

- Montáž se provádí dle návodu jednotlivých výrobců vzduchotechnického zařízení a musí být dodržena všechna bezpečnostní opatření dle platnosti předpisů.
- U prvního spuštění zařízení je vhodné provést kontrolu všech prvků a seřízení jednotlivých částí. Obsluhující technik musí být kvalifikován a seznámen s jednotkami, kvůli předejití poruchám a havárií. Pokyny pro bezpečnou práci s jednotkami jsou uvedeny v provozním řádu zařízení.
- Dle předpisů výrobce musí být prováděna pravidelná údržba. VZT jsou řízena a regulována systémem MaR, který signalizuje zanesení filtrů.

3.11 Závěr

Vzduchotechnická zařízení nuceného větrání splňují požadavky na úsporu energií, vnitřní mikroklima a hlukové parametry.

3.12 Tabulka zařízení

Tabulka 26 - Tabulka zařízení

zařízení č.	Pension	Přívod/odvod	Ventilátor			Elektrická energie			Ohřev			Chlazení		
			množství vzduchu	Externí tlak	Kusů	El. Příkon	El. Proud	Napětí/Frekvence	Topný výkon	Průtok topné vody	tlaková ztráta	chladící výkon	Hmotnostní průtok	kondenzát
			m^3/h	Pa	ks	kW	A	V/Hz	kW	m^3/s	kPa	kW	m^3/s	kg/h
1	Zařízení č.1													
1.00	Remak Aeromaster XP 17													
	Přívodní ventilátor	P	5400	353	1	1,42	3,08	3NPE 400V, 50Hz						
	Odvodní ventilátor	O	5400	353	1	1,42	3,08	3NPE 400V, 50Hz						
	vodní chladič	P	5400	32	1							13,1	1,24	0
	Vodní ohřívač	P	5400	11	1				30,8	1,13	1,3			
	ZZT	P/O	5400/5400	30/34	1									
	Parní vlhčení	P	5400	5	1									
2	Zařízení č.2													
2.00	Remak Aeromaster XP 10													
	Přívodní ventilátor	P	1170	478	1	0,56	2,11	3NPE 400V, 50Hz						
	Odvodní ventilátor	O	1170	478	1	0,56	2,11	3NPE 400V, 50Hz						
	Vodní ohřívač	P	1170	10	1				5,9	0,21	2,2			
	Rekuperátor ZZT	P/O	1170/1170	39/43	1									
	Parní zvlhčovač	P	1170		1	11,3	2,1	3NPE 400V, 50Hz						

3.13 Tabulka místností

Tabulka 27 - Tabulka místností v 1. NP

č. m	název místnosti	plocha	objem	požadavky	počet	požadavek na vzduch	přívod návrženo	odvod	výměna vzduchu	Tepelná zátěž	Vlhkostní zátěž
		(m^2)	(m^3)	(x/h)	(ks)	(m^3/h)	(m^3/h)	(m^3/h)	(x/h)	(W)	(g/h)
101	restaurace	99,15	627,86	60/osoba + 70/personal	50+10	3700	3800	3800	6,05	15929,89	7730
102	salonek jídelna	43,5	143,55	60/osoba + 70/personal	20+5	1550	1600	1600	11,15	14569,28	3235
						celkem	5400	5400			

Tabulka 28 - Tabulka místností v 2. NP

č. m	název místnosti	plocha	OBJEM	požadavky	počet	požadavek na vzduch	přívod návrženo	odvod	výměna vzduchu	Tepelná zátěž	Vlhkostní zátěž
		(m^2)	(m^3)	(x/h)	(ks)	(m^3/h)	(m^3/h)	(m^3/h)	(x/h)	(W)	(g/h)
203	pokoj	43,16	78,92	40/osoba	2	80	80	40	0,51	1026,5	232
204	pokoj	12,18	31,81	40/osoba	2	80	80		2,51	1078,6	232
205	hala s kuchyňským koute	14,46	41,85	40/osoba	4	160	160	0	3,82	1069,74	232
206	koupelna	4,14	12,46	50/WC+30/umyvadlo+80/vana	0 + 0 + 1	80		80	6,42	0	0
233	komora	1,575	3,5	0,5x/h	0	10		10	2,86	31,31	0
207	pokoj	26,76	71,12	40/osoba	4	160	160		2,25	2317,03	232
208	strojovna vzduchotechnik	19,29	44,38	0,5x/h		25		40	0,90	387	0
209	chodba	29,7	89,397	0,75x/h		50		50	0,56	0	0
210	schodiště	11,3	74,69	0,75x/h		60		80	1,07	907,15	0
211	podesta	4,79	14,42	0,75x/h		15			5,55	792,14	0
212	kuchyně	3,8	11,44	40/osoba	2	80	80	80	6,99	313,96	232
213	předsíň	2,28	6,86	2x/h		15		30	4,37	0	0
234	wc	1,2	16,07	50/WC	0	50		50	3,11	0	0
214	koupelna	4,03	16,07	30/umyvadlo	1	30		50	3,11	106,88	0
215	úklid	1,44	4,33	30/výlevka	1	30		30	6,93	0	0
216	komora	3,3	9,93	2x/h		20		20	2,01	66,05	0
217	pradlo	3,38	10,17	3x/h	0	40	50	50	4,92	0	0
218	koupelna	5,4	13,28	50/WC+30/umyvadlo+80/vana	1	80		80	6,02	431,58	0
219	komora	4,2	10,33	2x/h	0	30		30	2,90	83,68	0
220	kuchyně	8,91	21,73	40/osoba	2	80		80	3,68	1333,63	232
221	pokoj	12,45	32,03	40/osoba	2	80	80		2,50	1755,19	232
222	pokoj	12,52	32,24	40/osoba	2	80	80		2,48	1754,5	232
223	pokoj	9,4	22,85	40/osoba	2	80	80		3,50	1306,38	232
224	chodba	13,69	41,21	0,75x/h	0	35		50	1,21	0	0
225	pokoj	10,39	25,83	40/osoba	2	80	80		3,10	876,22	232
226	kuchyně	5,44	10,93	40/osoba	2	80	80	80	7,32	0	0
227	předsíň	1,72	5,18	2x/h	0	10			15,44	0	0
228	koupelna	3,04	9,15	50/WC+30/umyvadlo+80/vana	0	80		80	8,74	0	0
229	koupelna	3,04	9,15	50/WC+30/umyvadlo+80/vana	0	80		80	8,74	0	0
230	předsíň	1,72	5,18	2x/h	0	10	80	80	15,44	0	0
231	kuchyně	5,44	10,93	40/osoba	2	80			7,32	876,27	232
232	pokoj	7,69	18,69	40/osoba	2	80	80		4,28	1152,66	232
						celkem	1170	1170			

3.14 Položková specifikace

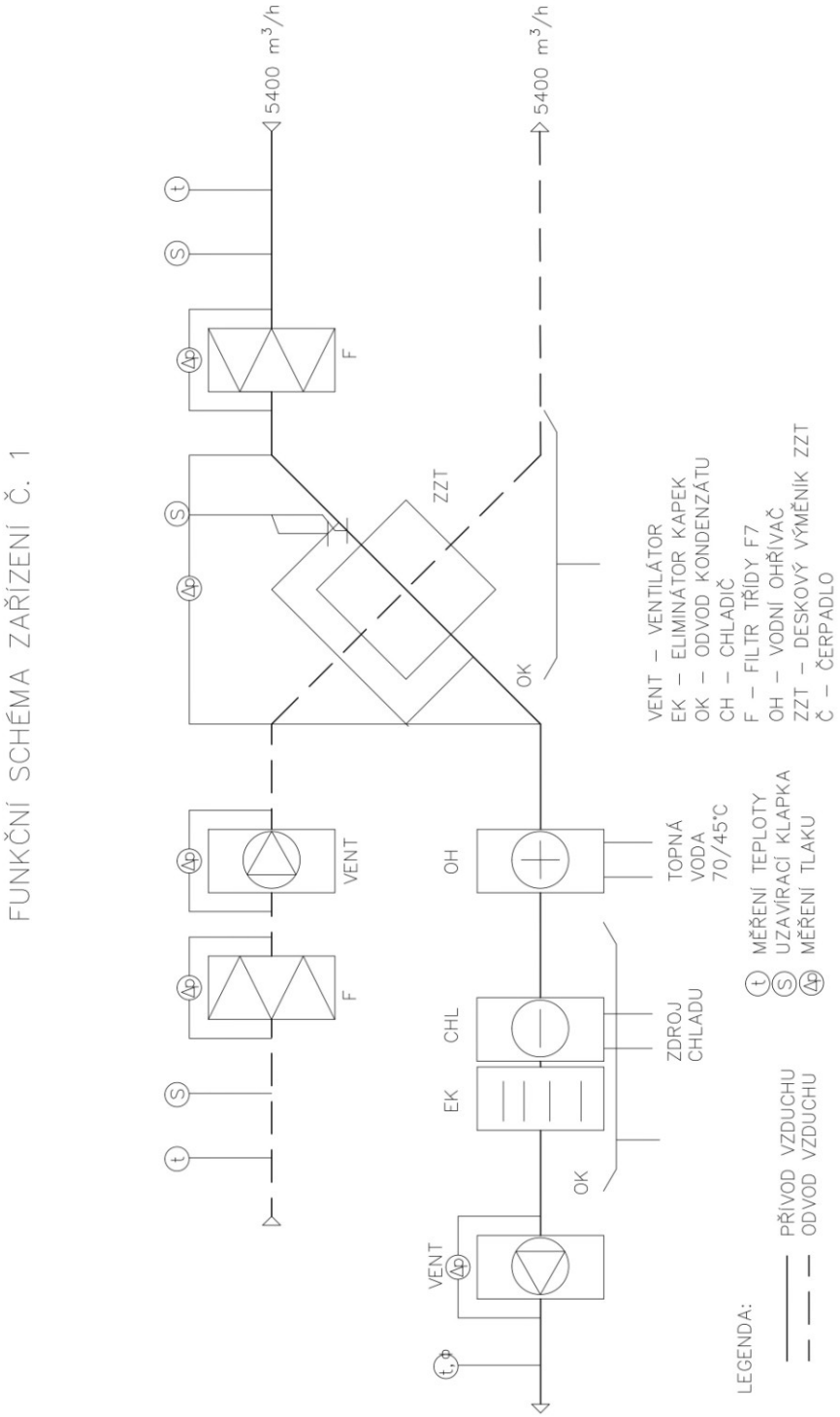
Tabulka 29 - Položková specifikace jednotky 1

Zařízení č. 1				
Ozn.	Výrobce	Popis	Jednotka	Množství
1.01	Remak	VZT jednotka AeroMaster XP 17	ks	1
1.02	Příhoda s.r.o	Textilní vyúst přívodní, délka 9 m	ks	2
1.03	Příhoda s.r.o	Textilní vyúst odvodní, délka 9 m	ks	3
1.04	Příhoda s.r.o	Textilní vyúst přívodní, délka 7 m	ks	1
1.05	Příhoda s.r.o	Textilní vyúst odvodní, délka 6,5 m	ks	2
1.06	Příhoda s.r.o	Tlumič hluku	ks	2
1.07	Příhoda s.r.o	Tkaninová uzavírací klapka	ks	5
	Příhoda s.r.o	kruhové potrubí		
		Ø 315 / 10 % tvar. Dílů	bm	13
		hranaté potrubí		
		250 x 200 / 10 % tvar. Dílů		3
		250 x 500 / 10 % tvar. Dílů		5
		400 x 500/ 10 % tvar. Dílů		3,5
		500 x 550 / 10 % tvar. Dílů		3
		500 x 600 / 10 % tvar. Dílů		3

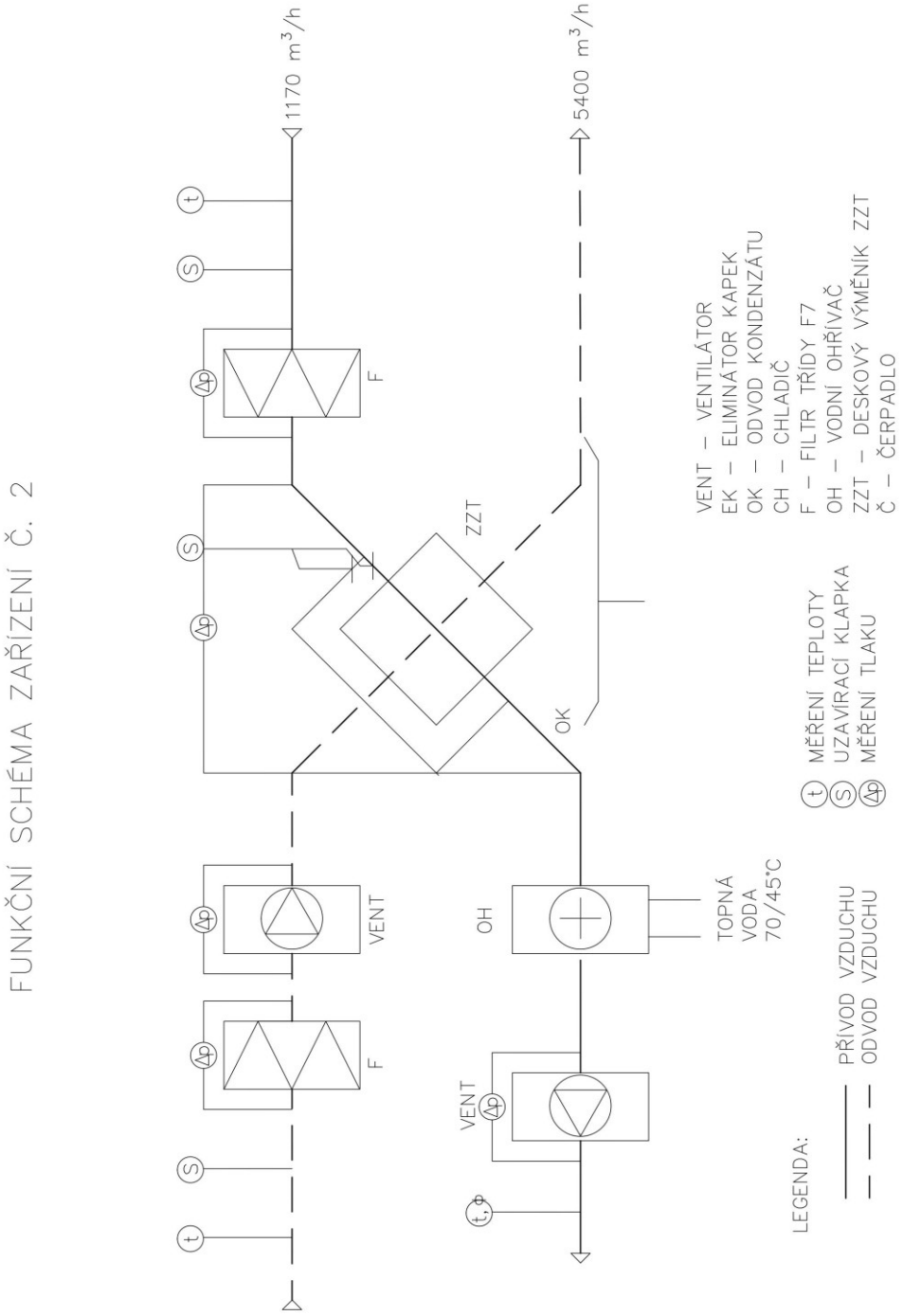
Tabulka 30 - Položková specifikace jednotky 2

Zařízení č. 2				
Ozn.	Výrobce	Popis	Jednotka	Množství
2.01	Remak	VZT jednotka AeroMaster XP 04	ks	1
2.02	Mandík	Přívodní vířivý anemostat VAPM-V 200	ks	2
2.03	Mandík	Přívodní talířový ventil kl 125	ks	10
2.04	Mandík	Přívodní talířový ventil kl 100	ks	1
2.05	Mandík	Odvodní talířový ventil kl 125	ks	9
2.06	Mandík	Odvodní talířový ventil kl 100	ks	10
2.07	Mandík	Tlumič hluku SMR-100 315/500	ks	2
2.08	Elektrodesign	Protipožární klapka CR60 - šířky 225	ks	2
2.09	Elektrodesign	Protipožární klapka CR60 - šířky 160	ks	2
2.10	Elektrodesign	Protipožární klapka CR60 - šířky 280	ks	2
2.11	Elektrodesign	Protipožární klapka CR60 - šířky 315	ks	1
2.12	Elektrodesign	Protipožární klapka CR60 - šířky 250	ks	1
2.13	Elektrodesign	Protipožární klapka CR60 - šířky 200	ks	1
2.14	Mandík	Regulační klapka RKKM 110 P	ks	4
2.15	Mandík	Regulační klapka RKKM 125 P	ks	2
2.16	Mandík	Regulační klapka RKKM 100 P	ks	24
2.17	Mandík	Regulační klapka RKKM 140 P	ks	2
2.18	Trox	Větrací mřížka VAT 225x75 mm	ks	1
2.19	Trox	Větrací mřížka VAT 425x75 mm	ks	8
	Elektrodesign	Ohebná hadice SONOFLEX MI 100	bm	30
	Mart	Kruhové potrubí		
		Ø 315 / 40 % tvar. dílů	bm	4,5
		Ø 280 / 20 % tvar. dílů	bm	11
		Ø 250 / 10 % tvar. dílů	bm	10
		Ø 225 / 10 % tvar. dílů	bm	10,5
		Ø 200 / 10 % tvar. dílů	bm	4
		Ø 180 / 10 % tvar. dílů	bm	2,5
		Ø 160 / 25 % tvar. dílů	bm	25
		Ø 140 / 10 % tvar. dílů	bm	10,5
		Ø 125 / 10 % tvar. dílů	bm	2,5
		Ø 110 / 10 % tvar. dílů	bm	7

3.15 Funkční schéma



Obrázek 16 - Funkční schéma jednotky 1



Obrázek 17 - Funkční schéma jednotky 2

4 ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce byla projektová dokumentace pro návrh vzduchotechnických zařízení pro pension. Byly navrženy dvě jednotky, které zajistí v zadané části budovy požadovanou výměnu vzduchu po celý rok. Pro odvedení tepelné zátěže v restauraci a salonku v letních měsících, byl do jednotky číslo 1 zařazen chladič.

Vzduchotechnické zařízení číslo 1 obsluhuje restauraci a salonek, jednotka je umístěna v přízemí v místnosti vedle salonku. Vedení vzduchotechniky zde bylo zvoleno textilní, přívodní potrubí je kruhové, odvodní je hranaté. Vše je přiznané. Vyústky jsou provedeny pro přívod mikroperforací, pro odvod perforací. Zařízení č. 2 je umístěno v 2. NP ve strojovně. Přívodní i odvodní potrubí je kruhového průřezu s distribučními prvky – vířivé anemostaty a talířové ventily. Vedení celého potrubí je schováno do SDK podhledu. Větrací mřížky byly osazeny do stěn nade dveřmi.

V celém objektu byla vzduchotechnika navržena tak, aby co nejméně ovlivnila pohodu hostů v pensionu a zároveň s ohledem na životní prostředí, ekonomické hledisko a hlučnost.

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

5 POUŽITÉ ZDROJE

Zákony, normy a vyhlášky

[1] Vyhláška č. 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb. In: .2006.

[2] ČSN EN ISO 7730 - Oprava 1, Ergonomie tepelného prostředí - Analytické stanovení a interpretace tepelného komfortu pomocí výpočtu ukazatelů PMV a PPD a kritéria místního tepelného komfortu. In: .2006

[3] Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. In: .2011.

[4] ČSN 730548 Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů. In: .1986.

[5] Vyhláška č. 6/2003 Sb. kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb. Ln: .2003

[6] Norma ASHRAE 55, Tepelné podmínky prostředí pro lidské obsazení. Ln: .1992

Bibliografie

[7] RUBINA, Aleš. Klimatizační systémy. V Brně: Vysoké učení technické, 2015. ISBN 978-80-214-5105-6.

[8] Jokl, Miloslav. Mikroklima v interiéru budov s různou materiálně-technickou základnou. Praha:ČVUT, 2009

[9] CIHLÁŘ, Jiří a Günter GEBAUER. Technická zařízení budov: C - vzduchotechnika : cvičení, ateliérová tvorba. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 1995. Učební texty vysokých škol. ISBN 80-85867-67-2.

[10] JELÍNEK, Ondřej, Aleš, RUBINA, Petr, BLASINSKI. Akustika a protihluková opatření ve vzduchotechnice. Český instalatér. 2013, 23 (3), 5. ISBN 1210-695x

[11] DRKAL, František a Vladimír ZMRHAL. Větrání. V Praze: České vysoké učení technické, 2013. ISBN 978-80-01-05181-8.

Internetové zdroje

[12] CENTNEROVÁ, Lada. Tepelná pohoda a nepohoda[online]. In: .2000 [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: http://www.tzb-info.cz/404-tepelna-pohoda-a-nepohoda

[13] Syndrom nezdravých budov [online]. In: .2000 [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: http://www.syndromnezdravychbudov.cz/?page_id=16

[14] JELÍNEK, Ondřej, Aleš, RUBINA, Petr, BLASINSKI. Ekvivalentní hladina akustického tlaku vnitřních prostorů v praxi [online]. In: .2013 [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: http://vetrani.tzb-info.cz/vnitrni-prostredi/9743-ekvivalentni-hladina-akustickeho-tlaku-vnitrnich-prostoru-v-praxi

[15] Prihoda s.r.o, Material [online]. In: .2017 [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: http://www.prihoda.com/cs/material

[16] Prihoda s.r.o, Instalace [online]. In: .2017 [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: http://www.prihoda.com/cs/instalace-2

[17] Prihoda s.r.o, Distribuce vzduchu [online]. In: .2017 [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: http://www.prihoda.com/cs/distribuce-vzduchu

[18] Euroair, Textilní vyústky [online]. In: .2017 [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: http://www.euroair.eu/cz/v%C3%BDrobky/pro%C4%8D-textiln%C3%AD-vy%C3%BAstky/

[19] Mandik [online]. 2017 [cit. 2017-05-18]. Dostupné z: http://www.mandik.cz/

[20] Prihoda s.r.o. [online]. 2017 [cit. 2017-05-18]. Dostupné z: http://www.prihoda.com/cs

[21] REMAK [online]. 2017 [cit. 2017-05-18]. Dostupné z: http://www.remak.eu/cs

6 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A OZNAČENÍ

Zkratky

m.č. - místnost číslo
MaR - měření a regulace
SBS - syndrom nemocných budov
SDK - sádrokarton
VZT - vzduchotechnika
CO_2 - oxid uhličitý

Fyzikální veličiny

t	teplota	°C
clo	jednotka tepelné pohody	-
v	rychlost	m/s
φ	relativní vlhkost	%
Ø	průměr	mm
C	koncentrace	ppm
V	objemový průtok	m^3/h
L	délka	m
v'	předběžná rychlost vzduchu v potrubí	m/s
S'	předběžná plocha průřezu potrubí	m^2
d'	předběžný průměr potrubí	m
d	skutečný průměr potrubí	m
S	skutečná plocha průřezu	m^2
R	odpor třením	Pa
ξ	součinitel vřazených odporů	-
Z	vřazený odpor	Pa
x/h	násobná výměna vzduchu	-

7 SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ

Obrázky

Obrázek 1 - Složky mikroklimatu a čím je vnímáme 13
Obrázek 2 - Odraz přímých a odražených vln zvuku 20
Obrázek 3 - Odvod vzduchu z místností pomocí perforace 25
Obrázek 4 - Možnosti výstupu vzduchu z vyústky 27
Obrázek 5 - Dosah proudů z jednotlivých vyústek při optimální rychlosti 28
Obrázek 6 - Vlevo rozmístění plechového potrubí, vpravo textilní výústky 29
Obrázek 7 - Objekt pensionu 30
Obrázek 8 - Řešená oblast v 1. NP 31
Obrázek 9 - Řešená oblast v 2. NP 31
Obrázek 10 - Výpočet osluněné části okna 33
Obrázek 12 - Vzdálenost mezi anemostaty a vzdálenost k posluchači 44
Obrázek 13 - Návrh textilní vyústky 45
Obrázek 14 - Stručná specifikace jednotky 1 53
Obrázek 15 - Stručná specifikace jednotky 2 54
Obrázek 16 - Návrh izolace potrubí pro jednotku 2 56
Obrázek 17 - Funkční schéma jednotky 1 76
Obrázek 18 - Funkční schéma jednotky 2 77

Tabulky

Tabulka 1 - Hodnoty metabolismu u jednotlivých činností 16
Tabulka 2 - Izolace jednotlivých součástí oblečení v jednotkách clo 17
Tabulka 3 - Stupnice kvality vzduchu 19
Tabulka 4 - Co způsobují jednotlivé koncentrace vzduchu 20
Tabulka 5 - Korekce hygienických limitů hluku v interiéru 22
Tabulka 6 - korekce limitů hygienických limitů hluku pro exteriér 22
Tabulka 7 - Vlastnosti jednotlivých materiálů, textilní vzduchotechniky 24
Tabulka 8 - Způsoby zavěšení jednotlivých profilů textilního potrubí 26
Tabulka 9 - Minimální dávka vzduchu pro hygienická zařízení dle vyhlášky č. 6/2003 Sb. [5] 38
Tabulka 10 - Tabulka místností jednotky č. 1 39
Tabulka 11 - Tabulka místností jednotky č. 2 40
Tabulka 12 - Tabulka distribučních prvků 1. NP 46
Tabulka 13 - Tabulka distribučních prvků 2. NP (část 1) 47
Tabulka 14 - Tabulka distribučních prvků 2. NP (cast 2) 48
Tabulka 15 - Dimenze přívodního potrubí jednotky č. 1 49
Tabulka 16 - Dimenze odvodního potrubí jednotky č. 1 50

Tabulka 17 - Dimenze přívodního potrubí jednotky č. 2 51
Tabulka 18 - Dimenze odvodního potrubí jednotky č. 2 52
Tabulka 19 - Výpočet útlumu hluku jednotky 1 – přívod do místnosti 57
Tabulka 20 - Výpočet útlumu hluku jednotky 1 – odvod z místnosti 58
Tabulka 21 - Posouzení vnitřních součtových hodnot.....59
Tabulka 22 - Výpočet útlumu hluku jednotky 2 – přívod do místnosti 60
Tabulka 23 - Výpočet útlumu hluku jednotky 2 – odvod z místnosti 61
Tabulka 24 - Výpočet útlumu hluku jednotky 2 – přívod z exteriéru do jednotky 62
Tabulka 25 - Posouzení vnitřních součtových hodnot.....63
Tabulka 26 - Tabulka zařízení 71
Tabulka 27 - Tabulka místností v 1. NP.....72
Tabulka 28 - Tabulka místností v 2. NP.....73
Tabulka 29 - Položková specifikace jednotky 1 74
Tabulka 30 - Položková specifikace jednotky 2 75

Grafy

Graf 1 - Složky mikroklimatu v procentech.....12
Graf 2 - Oblast tepelné pohody v letním a zimním období znázorněná v modifikovaném diagramu vlhkého vzduchu, podle normy ASHRAE 55-1992 [6] 15
Graf 3 - Oblast slyšitelného zvuku člověka 21
Graf 4- Graf k určení velikosti přívodního ventilu [19].....42
Graf 5 - Graf k určení tlaku a akustického výkonu elementu [19] 42
Graf 6 - Návrh a zjištění veličin návrhu anemostatu [19] 43
Graf 7 - Minimální vzdálenost k posouzení rychlosti přívodního vzduchu [19].....44

PŘÍLOHY

P1 Tepelná bilance místností

P2 Textilní vyústky pro přívodní a odvodní potrubí

P3 Zařízení č. 1

P4 Zařízení č. 2

P5 Půdorys 1.NP, řezy E-E', F-F'

P6 Půdorys 2.NP

P7 Řezy A-A', B-B', C-C', D-D',