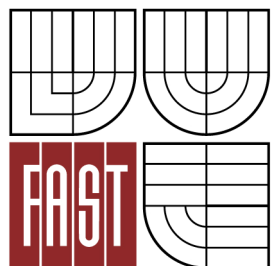




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

VZDUCHOTECHNIKA POLYFUNKČNÍHO OBJEKTU

AIR CONDITION OF MULTIFUNCTIONAL BUILDING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

JAN JUNEK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. PAVEL UHER, Ph.D.



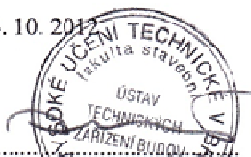
VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

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

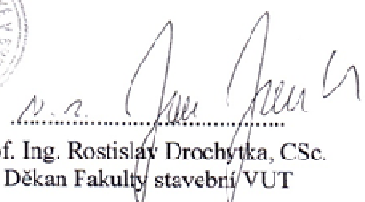
ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student Jan Junek
Název Vzduchotechnika polyfunkčního objektu
Vedoucí bakalářské práce Ing. Pavel Uher, Ph.D.
Datum zadání bakalářské práce 30. 11. 2012
Datum odevzdání bakalářské práce 24. 5. 2013

V Brně dne 4. 10. 2012


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




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

Podklady a literatura

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

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

- 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 zkratk a symbolů,
- m) seznam příloh,
- n) přílohy - výkresy

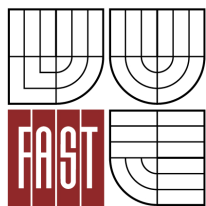
Vše bude svázáno pevnou vazbou. Volné dokumenty (metadata, prohlášení o shodě, posudky, výsledky obhajoby) budou vloženy do kapsy na přední straně desek, výkresy budou poskládány a uloženy jako příloha v kapse na zadní straně desek.

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozdělte 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



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA STAVEBNÍ

POPISNÝ SOUBOR ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Vedoucí práce Ing. Pavel Uher, Ph.D.

Autor práce Jan Junek

Škola Vysoké učení technické v Brně

Fakulta Stavební

Ústav Ústav technických zařízení budov

Studijní obor 3608R001 Pozemní stavby

Studijní program B3607 Stavební inženýrství

Název práce Vzduchotechnika polyfunkčního objektu

Název práce v anglickém jazyce Air condition of multifunctional building

Typ práce Bakalářská práce

Přidělovaný titul Bc.

Jazyk práce Čeština

Datový formát elektronické verze *.pdf

Anotace práce Bakalářská práce je zpracována pro návrh vzduchotechnického zařízení pro polyfunkční objekt. Do polyfunkčního objektu je navrženo teplovzdušné vytápění, teplovzdušné větrání a cirkulace vzduchu pro prostory kanceláří, relaxační místnosti a průmyslové haly. Projektová část obsahuje vypracovaný projekt k realizaci vzduchotechnických zařízení.

Anotace práce v anglickém jazyce Bachelor's work is made for project of air-conditioning system for polyfunctional building. There is designed warmed air heating, warmed airing and circulation of air for office spaces, relax room and industrial hall in the polyfunctional building. Project part includes realization of air-conditioning devices.

Klíčová slova Polyfunkční objekt, teplovzdušné vytápění, teplovzdušné větrání, cirkulace vzduchu, bilance tepla, klimatizace, úprava vzduchu, dimenzování potrubí, distribuční prvky

Klíčová slova v anglickém jazyce Residence house, hot air-ventilation, hot air-heating, air circulation, , thermal balance, air conditioning, air adjustment, dimensions of the pipe, distribution elements

Bibliografická citace VŠKP

JUNEK, Jan. *Vzduchotechnika polyfunkčního objektu*. Brno, 2013. XX s., YY 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 13.5.2013

.....

podpis autora

Jan Junek

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval svému vedoucí bakalářské práce panu Ing. Pavlu Uherovi PhD. za rady a za spolupráci při vypracování bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat své rodině a nejbližším za podporu při mém studiu.

Obsah

1	Tepelné zisky budovy.....	16
1.1	Tepelné zisky od vnitřních zdrojů tepla	16
1.2	Tepelné zisky z vnějších prostředí.....	21
2	Zpětné získávání tepla.....	27
2.1	Účinnost zpětného získávání tepla	28
2.2	Rekuperační výměníky pro zpětné získávání tepla	29
3	Univerzální stavebnicové odsavače.....	32
3.1	Funkce odsavačů.....	33
3.2	Jednotlivé části odsavačů.....	34
3.2.1	Zásobník prachu	34
3.2.2	Filtrační komora	34
3.2.3	Ventilátorová komora.....	34
3.2.4	Kryt odsavače	34
3.2.5	Skříň II. stupně filtrace.....	34
4	Analýza objektu.....	36
5	Konstrukce v objektu a výpočet jejich tepelných vlastností	38
5.1	obvodové zdivo.....	38
5.2	Střecha	38
5.3	Podlaha 1	38
5.4	Podlaha 2	38
5.5	Střecha 2	39
6	Tepelná ztráty jednotlivých místností	40
6.1	místnost 1.14 – výrobní hala.....	40
6.2	místnost 1.23 – relaxační místnost	40
6.3	místnost 1.16 – denní místnost	41
6.4	místnost 1.19 – WC	41
6.5	místnost 1.20 – chodba	41
6.6	místnost 1.01 – kancelář	42
6.7	místnost 1.02 – kancelář	42
6.8	místnost 1.04 – kancelář	43

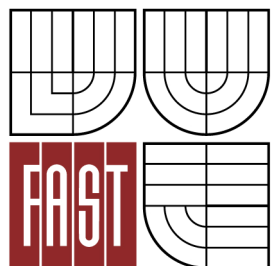
7	Tepelné zisky jednotlivých místností.....	44
7.1	místnost 1.14 - výrobní hala	44
7.1.1	Osluněná část okna.....	45
7.1.2	Tepelný zisk sluneční radiací pro jedno okno.....	46
7.1.3	Tepelné zisky oken konvencí	47
7.1.4	Tepelná zátěž vnějších stěn	47
7.1.5	Produkce tepla od lidí.....	48
7.1.6	Tepelná produkce svítidel	48
7.1.7	Vodní zisky od osob	48
7.1.8	Tepelné zisky od strojů	48
7.1.9	Přehled vypočítaných hodnot	49
7.2	místnost 1.23 – relaxační místnost	50
7.2.1	Tepelný zisk sluneční radiací pro jedno okno.....	51
7.2.2	Tepelné zisky oken konvencí	51
7.2.3	Tepelná zátěž vnějších stěn	51
7.2.4	Produkce tepla od lidí.....	51
7.2.5	Vodní zisky od osob	52
7.2.6	Tepelné zisky od strojů	52
7.2.7	Tepelné zisky z vodní hladiny.....	52
7.2.8	Přehled vypočítaných hodnot	52
7.3	místnost 1.16 – denní místnost	53
7.3.1	Osluněná část okna.....	54
7.3.2	Tepelný zisk sluneční radiací pro jedno okno.....	55
7.3.3	Tepelné zisky oken konvencí	55
7.3.4	Tepelná zátěž vnějších stěn	56
7.3.5	Produkce tepla od lidí.....	56
7.3.6	Tepelná produkce svítidel	56
7.3.7	Vodní zisky od osob	56
7.3.8	Přehled vypočítaných hodnot	57
7.4	místnost 1.01 - kancelář	58
7.4.1	Osluněná část okna.....	59
7.4.2	Tepelný zisk sluneční radiací pro jedno okno.....	60
7.4.3	Tepelné zisky oken konvencí	60

7.4.4	Tepelná zátěž vnějších stěn	61
7.4.5	Produkce tepla od lidí.....	61
7.4.6	Tepelná produkce svítidel	61
7.4.7	Vodní zisky od osob	61
7.4.8	Přehled vypočítaných hodnot	61
7.5	místnost 1.02 – kancelář	63
7.5.1	Osluněná část okna.....	63
7.5.2	Tepelný zisk sluneční radiací pro jedno okno	64
7.5.3	Tepelné zisky oken konvencí	64
7.5.4	Tepelná zátěž vnějších stěn	64
7.5.5	Produkce tepla od lidí.....	65
7.5.6	Tepelná produkce svítidel	65
7.5.7	Vodní zisky od osob	65
7.5.8	Přehled vypočítaných hodnot	65
7.6	místnost 1.04 - kancelář	66
7.6.1	Osluněná část okna.....	66
7.6.2	Tepelný zisk sluneční radiací pro jedno okno	67
7.6.3	Tepelné zisky oken konvencí	67
7.6.4	Tepelná zátěž vnějších stěn	67
7.6.5	Produkce tepla od lidí.....	68
7.6.6	Tepelná produkce svítidel	68
7.6.7	Vodní zisky od osob	68
7.6.8	Přehled vypočítaných hodnot	68
8	Prostor č. 1 – Kanceláře	69
8.1	stanovení průtoků vzduchu	69
8.1.1	výpočet vstupních údajů pro jednotlivé místnosti.....	69
8.1.2	řešení celého prostoru.....	71
8.1.3	komponenty pro distribuci vzduchu	72
8.1.4	Návrh VZT jednotky pomocí ručního výpočtu a softwaru ATREA DUPLEX .	93
8.1.5	Tlumení hluku	98
8.1.6	Tepelná izolace.....	101
9	Prostor č 2 – relaxační prostor.....	103
9.1	Stanovení průtoku vzduchu	104

9.1.1	výpočet vstupních údajů pro jednotlivé místnosti.....	104
9.1.2	komponenty pro distribuci vzduchu	105
9.1.3	Návrh VZT jednotky pomocí ručního výpočtu a softwaru ATREA DUPLEX.....	112
9.1.4	Tlumení hluku	117
9.1.5	Tepelná izolace.....	120
10	Prostor č 2 – průmyslová část	121
10.1	stanovení průtoků vzduchu	122
10.1.1	výpočet vstupních údajů pro jednotlivé místnosti.....	122
10.1.2	komponenty pro distribuci vzduchu	122
10.1.3	Návrh VZT jednotky pomocí ručního výpočtu a softwaru AeroCad od firmy REMAK.	133
10.1.4	Tlumení hluku	140
10.1.5	Tepelná izolace.....	143



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ÚVOD

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

JAN JUNEK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. PAVEL UHER, Ph.D.

BRNO 2013

Tématem mé bakalářské práce je návrh vzduchotechniky polyfunkčního objektu. Objekt se nachází v Horním Třešňovci (klimatické podmínky Ústí nad Orlicí). Budova má dvě nadzemní podlaží. První nadzemní podlaží se dělí na tři samostatné celky. Kancelářská část, průmyslová a obytná část. Druhé nadzemní podlaží není používáno. V budoucnosti majitel počítá s výstavbou bytu, skladu a dvěma ubytovací jednotky.

Kancelářská část obsahuje tři kancelářské místnostmi a WC. Kanceláře jsou přístupny z první kanceláře na severovýchodě objektu. Průmyslová část je nejrozsáhlejší část objektu. Je tvořena výrobny, skladem, denní místností pro zaměstnance a dvě WC. V obytné části je byt majitele (kuchyň, koupelna a ložnice) a relaxační části, ve které je umístěn termální plavecký a masážní bazén.

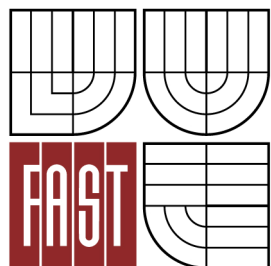
Budova dříve sloužila jako kravín, majitel objektu kompletně přestavěl. Konstrukčně je stavba řešena jako zděná, obvodový plášť je tl. 450 až 600mm. Budova má nově zateplenou fasádu a nová okna. V objektu není počítáno s tělesně postiženými, takže objekt není bezbariérový.

V teoretické části jsem se zaměřil na tepelné zisky budovy, rekuperační výměníky pro zpětné získávání tepla a univerzální stavebnicové odsavače.

V projektové části jsem řešil teplovzdušné vytápění a teplovzdušné větrání jednotlivých částí.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

A) TEORETICKÁ ČÁST

VZDUCHOTECHNIKA POLYFUNKČNÍHO OBJEKTU

AIR CONDITION OF MULTIFUNCTIONAL BUILDING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

JAN JUNEK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. PAVEL UHER, Ph.D.

BRNO 2013

1 Tepelné zisky budovy

Tepelné zisky představují tepelný tok, vnikající do klimatizovaného prostoru. Nezahrnují se do nich zisky tepla, plynoucí z přívodu venkovního vzduchu do klimatizačního zařízení. Nežádoucí vnikání teplého vzduchu do místnosti (např. otvíráním dveří) se však do tepelných zisků zahrnuje.

Tepelné zisky podle jejich původu můžeme rozdělit do dvou skupin: tepelné zisky od vnitřních zdrojů tepla a tepelné zisky z vnějšího prostředí. [4]

1.1 Tepelné zisky od vnitřních zdrojů tepla

Mezi vnitřní zdroje tepla řadíme produkci tepla strojů, svítidel, lidí a prostup tepla ze sousedních místností. V řešeném objektu je hlavním tepelným ziskem tepelným zisk od strojů. V průmyslové části jsou to stroje na tlakové lidí kovů Dynakast SO 21 s příkonem 9,8 kW a svářečky. V relaxační části je hlavní tepelný zisk střešním oknem konvencí.

1.1.1.1 Produkce tepla lidí

Tato produkce závisí na tělesné práci, teplotě vzduchu a složení skupiny lidí. Jako základ se uvažuje s teplotní produkcí muže sedícího u stolu mírně pracujícího, při teplotě 26 °C. Jeho teplotní produkce je 62 W. Pro jinou teplotu vzduchu použijeme vzorec

$$Q_1 = 6,2 (36 - t_i) \cdot i_1$$

- Kde i_1 je počet lidí. Pro ženy platí, že produkují 85% mužského citelného tepla a u dětí je to 75%. Při různorodém složení skupiny osob produkující citelné teplo se řídíme podle vzorce na ekvivalentní přepočet

$$i_1 = 0,85i_z + 0,75i_d + i_m$$

- i_z , i_d , i_m je počet žen, dětí a mužů.

Pro zjištění produkce citelného tepla, vázaného tepla a vodní páry mužů lze také použít tabulku 1

Tabulka 1 Produkce tepla lidí

činnost člověka	místo činnosti	meta- bolické teplo	teplota vzduchu									
			21		24		25		26		28	
			teplo citelné	vodní pára	teplo citelné	vodní pára	teplo citelné	vodní pára	teplo citelné	vodní pára	teplo citelné	vodní pára
			W	g/h	W	g/h	W	g/h	W	g/h	W	g/h
sedící, odpočívající	divadlo, kino	115	93	33	74	60	68	70	62	79	50	97
sedící, mírně aktivní	kanceláře, byt	140	93	70	74	98	68	107	62	116	50	135
stojící, lehká práce	obchody, sklady	150	90	89	72	116	66	125	60	134	48	152
chodící, přecházející	obchodní domy, banky	160	96	95	77	124	70	134	64	143	51	162
lehká práce u stolu	Dílny	230	99	203	79	225	73	234	55	244	53	264
mírný tance	Sály	260	116	116	92	250	85	261	77	273	62	296

1.1.1.2 Produkce tepla svítidel

S touto produkcí se počítá pouze tehdy, jsou-li svítidla používána v době nejvyšších tepelných zisků (např. v kinech, divadlech, bezokenních halách a podobně) a také v místnostech, kde denní osvětlení není dostatečné (rýsovy, dílny, jemná mechanická práce). U větších a hlubších místností je uvažováno s umělým osvětlením ve vzdálenosti větší než 5 metrů od oken.



Obrázek 1

Pro výpočet teplotní produkce svítidel je nutné znát intenzitu osvětlení, která je v místnosti vyžadována. Nemáme-li tyto hodnoty k dispozici, zjišťujeme tyto hodnoty odpovídající produkci tepla podle tabulky 2. Pokud nemáme zjištěné jiné hodnoty, počítáme, že světelný tok žárovek je 5 lm/W a u zářivek 15 lm/W. Máme-li u zářivek udán výkon bez předřadníku, násobíme tuto hodnotu součinitelem 1,25. Při dosažení osvětlení 100 lx se u žárovek počítá s tepelnou produkcí 21 – 25 W/m², u zářivek 5 – 7 W/m².

Tabulka 2 Doporučené intenzity osvětlení a odpovídající produkce tepla pro různá pracoviště

pracoviště	intenzita osvětlení lx	žárovky W/m ²	zářivky W/m ²
skladiště, byty, restaurace, divadla	120	20 až 30	7 až 9
učebny, pokladny, jednoduchá montáž	250	40 až 55	13 až 18
kanceláře, čítárny, výpočetní střediska, výzkum	500	75 až 105	25 až 35
výstavba, obchodní domy, jemná montáž	750	115 až 160	38 až 53
montáž elektroniky, retuš	1000	-	50 až 70
jemná montáž, elektronika	1500	-	75 až 105
hodinařství, subminiaturní elektronika	2000	-	100 až 140

U svítidel je počítáno s celým jejich příkonem, který se mění na teplo a následně se sáláním a konvencí šíří do osvětlovaných prostor. Pro výpočet tepelných zisků od svítidel je důležité znát zbytkový součinitel c_2 , který udává poměrnou část tepla produkovaného svítidlem. Speciálně konstruované svítidla s vlastním odsáváním nám udává hodnotu součinitele c_2 výrobce. V případě, že máme odsávání pod stropem nebo vedle svítidel a není v místě vzduch rozvířen přiváděným vzduchem, počítáme s hodnotou $c_2 = 0,7$. Pokud máme místnost dostatečně provětrávanou bere se $c_2 = 1$. Stejnou hodnotu má součinitel c_2 v případě, že máme u místností odsávání u podlahy.

Tepelné zisky od svítidel se počítá podle vztahu

$$Q_{sv} = P \cdot c_1 \cdot c_2$$

P je celkový příkon svítidel včetně ztráty v předřadníku (W), c_1 je součinitel současnosti používání světla a c_2 je zbytkový součinitel.

1.1.1.3 Tepelné zisky od technologie

Každý točivý stroj obsahuje hnací jednotku, nejčastěji elektromotor. Elektrický příkon hnací jednotky se v konečné fázi mění na teplo. Je důležité respektovat skutečný příkon, účinnost motoru a současnost chodu. Produkce tepla elektromotoru je

$$Q_m = c_1 \cdot \sum (c_2 \cdot c_3 \frac{N}{\eta_m})$$

- N nám udává štítkový výkon elektromotoru, c_1 je součinitel současnosti chodu všech elektromotorů, c_2 je zbytkový součinitel při odsávání (bez odsávání je $c_2 = 1$), c_3 je průměrné zatížení strojů a η_m je účinnost elektromotorů. Pro zjištění průměrné účinnosti je používána tabulka 3.

Tabulka 3 průměrné účinnosti elektromotorů

jmenovitý výkon N (kW)	0.2	0.5	1	2	3	5	10	20
účinnost (%)	63	70	76	80	82	84	88	90

Je-li všechen chladící vzduch pro chlazení motorů odváděn mimo místnost, produkci tepla nám představuje pouze práce elektromotorů, tedy $Q_m = c_1 \cdot c_3 \cdot N$. Odvádí-li elektromotor práci mimo místnost, je $c_2 = 1 - \eta_m$.

Teplu produkuje všechny elektrické zařízení (počítače, tiskárny, televizory a podobně), ale při menších příkonů než 100 W tyto zisky zanedbáváme. Tepelné zisky z těchto zdrojů tedy počítáme

$$Q_e = c_1 \cdot c_3 \cdot \sum P$$

Dále počítáme tepelné zisky přestupem tepla z povrchů majících jinou teplotu než vzduch v místnosti

$$Q = \alpha \cdot S \cdot \Delta t_m$$

- α je celkový součinitel přestupu tepla konvencí a sáláním. Proudí-li vzduch kolem povrchu volně, lze brát $\alpha = 10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. S je teplosměsný povrch a Δt_m je střední rozdíl teplot mezi povrchem a vzduchem v místnosti.

Při dopravě materiálu nebo zboží přes klimatizovanou místnost, určujeme tepelné zisky z toho, jak se mění jeho teplota. Tepelné zisky určíme z bilance

$$Q_z = M \cdot c \cdot (t' - t'')$$

Kde M je hmotnost přepravovaného zboží (kg/s), c je měrná tepelná kapacita materiálu, t' a t'' jsou teploty zboží při vstupu a výstupu z místnosti.

Další tepelné zisky nastávají, když klimatizovaná místnost sousedí s místností, která má jinou teplotu.

$$Q = k \cdot S \cdot (t_{is} - t_i)$$

kde t_{is} je střední teplota v sousední místnosti.

1.1.1.4 Tepelné zisky z vodní hladiny

V řešeném objektu se nachází i bazén a proto je nutné zohlednit i tepelné zisky z jeho vodní hladiny. Tento zisk se počítá podle vztahu

$$Q_{hl} = \alpha \cdot S_{hl} \cdot \Delta t$$

kde α je součinitel přestupu tepla mezi vodní hladinou a okolním vzduchem, pro teplotu vody v rozmezí 0 až 90 °C platí $\alpha = 10 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$, S_{hl} je plocha volné hladiny a Δt je teplotní rozdíl mezi vodní hladinou a okolním vzduchem

1.1.1.5 Tepelné zisky od součástí klimatizačního zařízení

Při průchodu vzduchu ventilátorem se vzduch zahřívá. Máme-li v průchodu vzduchu také elektromotor, potom se celý příkon elektromotoru mění v teplo:

$$Q_v = \frac{V \cdot \Delta p}{\eta_v \cdot \eta_m}$$

- kde V je průtok vzduchu ventilátorem, Δp je celkový tlak ventilátoru, η_v a η_m jsou účinnosti ventilátoru a elektromotoru. Umístíme-li ventilátor mimo proud vzduchu, počítáme pak jen s příkonem ventilátoru:

$$Q_v = V \cdot \frac{\Delta p}{\eta_v}$$

Ohřátí vzduchu Δt při průchodu ventilátorem je:

$$\Delta t = \frac{\Delta p}{1200 \eta_v} (1 - \eta_v)$$

Účinnost ventilátoru nám udává výrobce.

Vzduch procházející teplejším prostorem se rovněž ohřívá.

Přibližně platí

$$\Delta t = \frac{k \cdot S \cdot \Delta t_m}{1200 \cdot w \cdot A}$$

- kde S je povrch vzduchovodu, kterým se přenáší teplo, Δt_m je střední rozdíl teplot mezi vzduchem v potrubí a vzduchem okolním, w je rychlost proudění vzduchu a A je průřez vzduchovodu.

1.2 Tepelné zisky z vnějších prostředí

Tyto zisky, především zisky od slunečního záření, mají rozhodující vliv na tepelnou zátěž budovy. Zohledňujeme typ okna, zasklení, stínění a orientaci. Mají podstatný vliv na hospodárny chod a dimenzování klimatizačního zařízení. Oknům se tudíž věnuje mimořádná pozornost.

1.2.1.1 Tepelné zisky okny

Z hlediska výpočtu má tepelný tok dvě složky a to prostup tepla konvencí a prostup tepla sluneční radiací.

1.2.1.2 Prostup tepla konvencí oknem

spočítáme pomocí vztahu

$$Q_{ok} = U_o \cdot S_{ok} \cdot (t_e - t_i)$$

kde U_o je součinitel prostupu tepla okna. Nejčastější hodnoty součinitele prostupu tepla pro okna s dřevěnými a kovovými rámy jsou uvedeny v tabulce 4. Pro okna s plastovými rámy výrobci nejčastěji uvádějí hodnotu mezi 1,1 až 1,3 W/(m²K). Tato položka má na tento tepelný zisk má vliv velmi malý. S_{ok} je pak plocha okna, t_i je teplota interiéru a t_e je teplota vnějšího vzduchu pro určenou hodinu, která je daná tabulkou 5.

Tabulka 4 Součinitele tepla pro různá provedení oken (W/(m²K))

druh okna	dřevěný rám	kovový rám
jednoduché okno s jedním sklem	5,2	7
jednoduché okno dvojitě zasklené a zdvojené okno, mezera větší než 10 mm	3,7	4,7
jednoduché okno dvojitě zasklené a zdvojené okno, mezera větší než 10 mm	3,3	4,2
dvojitě okno	2,7	3,7
zdvojené okno	2,9	4
okno s trojitým zasklením		2,7
jednoduché okno + zdvojené okno	1,9	2,6

Tabulka 5 Rovnocenné sluneční teploty vzduchu

Hodiny	te	Rovnocenná sluneční teplota tr ve °C pro plochu								
		H	S	SV	V	JV	J	JZ	Z	SZ
1	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9
2	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2
3	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
4	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2
5	16,9	19,1	19,3	20,9	20,8	19,1	18,1	18,1	18,1	18,1
6	18,1	25,1	23,5	31,4	32,9	27,2	20,9	20,6	20,6	20,6
7	19,5	32,8	23,9	36,8	41,7	35,8	23,2	23,3	23,2	23,2
8	21,2	40,8	25,9	37,9	46,3	42,8	29,3	25,9	25,9	25,9
9	23	48,4	28,5	36	47,2	47,4	36,6	28,5	28,5	28,5
10	24,8	54,7	30,9	32,4	45	49,4	43	30,9	30,9	30,9
11	26,5	59,3	33	33	40,6	48,7	47,7	38,1	33	33
12	27,9	61,7	34,6	34,6	34,6	45,6	50,2	45,6	34,6	34,6
13	29,1	61,8	35,6	35,6	35,6	40,6	50,3	51,3	43,1	35,6
14	29,8	59,6	35,9	35,9	35,6	35,9	47,9	54,4	50	37,3
15	30	55,4	35,5	35,5	35,5	35,5	43,6	54,4	54,2	43
16	29,8	49,4	34,4	34,4	34,4	34,4	37,9	51,3	54,9	46,4
17	29,1	42,3	33,5	32,7	32,7	32,7	32,7	45,3	51,3	46,4
18	27,9	35	33,4	30,5	30,5	30,5	30,5	37,1	42,8	41,3
19	26,5	28,7	28,9	27,6	27,6	27,6	27,6	28,7	30,4	30,4
20	24,8	24,8	24,8	24,8	24,8	24,8	24,8	24,8	24,8	24,8
21	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
22	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2
23	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5
24	18,1	18,1	18,1	18,1	18,1	18,1	18,1	18,1	18,1	18,1
průměr	23	35,3	26,2	27,8	29,7	30,2	29,6	30,2	29,7	27,8

1.2.1.3 Prostup tepla oknem sluneční radiací

Intenzity sluneční radiace, procházející standardním zasklením je daná tabulkou vždy k 21. Každého měsíce. Náš objekt počítáme k 21. Červenci (tabulka 6). Hodnoty platí pro střední čistotu atmosféry. Objekty ve venkovské oblasti se násobí součinitelem $c_o = 1,15$, pro velkoměstskou a průmyslovou oblast je součinitel $c_o = 0,85$. V tabulce 7 jsou uvedeny hodnoty stínícího součinitele s . Při více stínících prostředků se jejich hodnoty navzájem násobí.

Tepelné zisky oknem sluneční radiací se počítají podle vztahu

$$Q_{or} = [S_{os} \cdot I_o \cdot c_o + (S_o - S_{os}) \cdot I_{odif}] \cdot s$$

- Kde S_{os} je plocha osluněné části okna, I_o je celková intenzita sluneční radiace, procházející standardním jednoduchým zasklením, I_{odif} intenzita sluneční radiace za stejných podmínek, c_o je korekce a čistota na čistotu atmosféry a s je stínící součinitel.

Tabulka 6 Intenzita sluneční radiace pro 21. července, 50° s.š.

Směr	Intenzita sluneční radiace / (Wm^{-2}) pro denní dobu														
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
S	45	87	80	100	117	130	139	141	139	130	117	100	80	87	45
SV	85	287	361	321	217	135	139	141	139	130	117	100	78	53	24
V	83	322	481	539	505	389	232	141	139	130	117	100	78	53	24
JV	41	180	335	452	511	506	437	316	185	130	117	100	78	53	24
JV	24	53	78	128	230	335	409	435	409	335	230	128	78	53	24
JZ	24	53	78	100	117	130	185	316	437	506	511	452	335	180	41
Z	24	53	78	100	117	130	139	141	232	389	505	539	481	322	83
SZ	24	53	78	100	117	130	139	141	139	135	217	321	361	287	85
H	41	122	249	379	534	640	706	729	706	640	534	397	249	122	41

Tabulka 7 Stínící součinitel s

Druh zasklení	
jednoduché sklo	1
dvojité sklo	0,9
trojité sklo	0,72
jednoduché determální	0,7
vnější determální, vnitřní obyčejné	0,6
reflexní sklo, průměrná jakost	0,7
barevné nástřiky světlé	0,7
zdvojené reflexní sklodobré jakosti	0,3

reflexní folie tmavá	0,25
reflexní folie světlá	0,42
Stínící prostředky	
vnitřní žaluzie lamely 40° světlé	0,56
vnitřní žaluzie lamely 40° střední	0,65
vnitřní žaluzie lamely 40° tmavé	0,75
vnější žaluzie, ven jasné, dovnitř tmavé	0,13
vnější markysy, meziprostor větrán	0,3
závěsy vnitřní, bavlna, umělá vlákna	0,8
vnější žaluzie lamely 40° tmavé	0,15
meziokenní žaluzie, prostor nevětrán	0,5

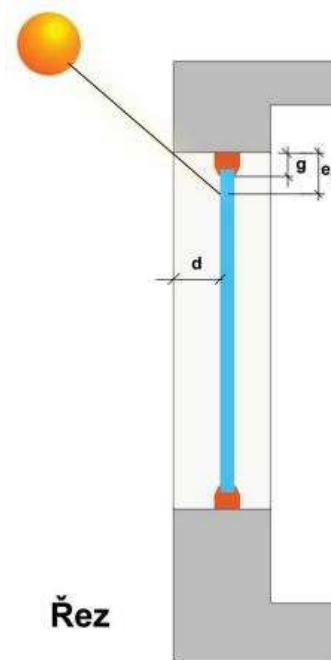
Při výpočtu prostupu tepla oknem sluneční radiací je nutné znát osluněnou část okna S_{os} . To je plocha zasklení, na kterou v danou hodinu dopadá sluneční záření. Vypočítá se pomocí vztahu

$$S_{os} = [l_A - (e_1 - f)] \cdot [l_B - (e_2 - g)]$$

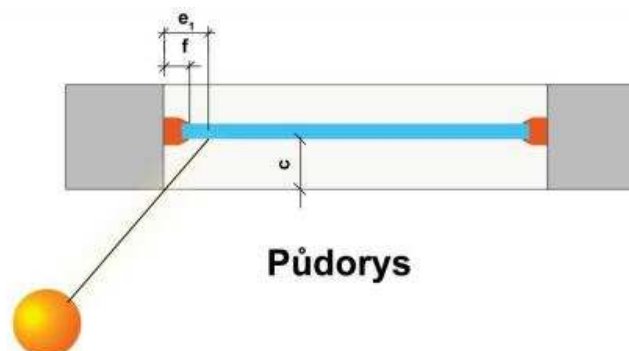
- kde l_A a l_B je šířka a výška zasklené části okna, f a g jsou odstupy svislé a vodorovné části okna od slunolamů, e_1 a e_2 jsou délky stínů v okenním otvoru od kraje slunolamů. D je hloubka okna a c je hloubka okna vzhledem k horní stínící desce (vše viz obrázek 1 a 2). Délka stínů se určí podle vztahu

$$e_2 = [c \cdot \tan h / \cos (\alpha - \gamma)]$$

$$e_1 = [d \cdot \tan (\alpha - \gamma)]$$



Obrázek 2



Obrázek 3

1.2.1.4 Tepelné zátěž vnějších stěn

Při výpočtu je nutno zjistit, do jaké ze tří možných kategorií zařadíme danou stěnu. Tyto kategorie jsou: lehké, středně těžké a těžké.

1.2.1.5 Lehké stěny

Mají malou tepelnou kapacitu, tím i zpoždění tepelných toků. Uvažujeme s ustáleným procesem prostupu tepla. Do kategorie lehké stěny patří stěny tloušťky od 0,08 m. Prostup tepla se určuje ze vztahu

$$Q_s = U_s \cdot S \cdot (t_r - t_i)$$

- kde U_s je tepelný odpor konstrukce, S je plocha stěny s odečtenými otvory a t_r je rovnocenná sluneční teplota vnějšího vzduchu pro určenou hodinu (tabulka 5).

1.2.1.6 Středně těžké stěny

U těchto stěn je třeba respektovat ovlivnění prostupu tepla kolísáním teplot. Pokud počítáme pomocí počítačových programů, vždy se počítá podle tohoto vzorce. Mezi stěny středně těžké řadíme stěny o tloušťce mezi 0,08 až 0,45 m. Tepelný tok se určuje pomocí vztahu

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

- kde t_{rm} je průměrná rovnocenná sluneční teplota vzduchu za 24 hodin (tabulka 5), $t_{r\psi}$ je rovnocenná sluneční teplota v době o ψ dřívější, m je součinitel zmenšení teplotního kolísání při prostupu tepla stěnou. Časové zpoždění v hodinách zjistíme ze vztahu

$$\Psi = 32\delta - 0,5$$

kde δ je tloušťka stěny. Například doba výpočtu je 10h, fázové posunutí je $\psi = 3h \rightarrow 10 - 3 = 7$ h předešlý den (teplu trvá 3h než projde stěnou, proto se bere teplota, která byla venku před 3 hodinami). Z tabulky 5 je pak $t_{r\psi} = 19,5$ °C pro východní fasádu.

součinitel zmenšení teplotního kolísání

$$m = \frac{1+7,6 \cdot \delta}{2500\delta}$$

1.2.1.7 Těžké stěny

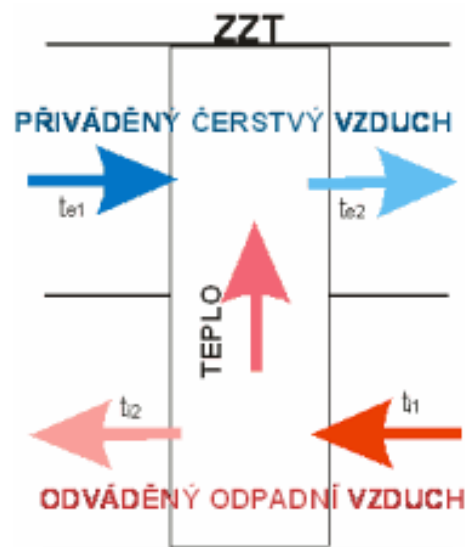
Mají velkou tepelnou kapacitu, že zanedbáváme kolísání na jejich vnitřním povrchu. Stěny mají větší tloušťku než 0,45 m. Tepelný tok určíme podle vztahu

$$Q = U_s \cdot S \cdot (t_{i0} \cdot t_i)$$

- kde t_{i0} je teplota na druhé straně stěny.

2 Zpětné získávání tepla

Zpětné získávání tepla je proces, při kterém využíváme energii obsaženou v odváděném znehodnoceném vzduchu opouštějícího budovu. V poslední době se zpětné získávání tepla stalo nedílnou součástí větracích a klimatizačních zařízení. Hlavním cílem zpětného získávání tepla je snížení spotřeby energie na ohřev vzduchu a omezení výdajů na vytápění. Důležitá je volba systémů, protože při malém



Obrázek 4

využívání se může ukázat, že zpětné získávání tepla je neekonomické a vlastně představuje plýtvání. Z velké části jsou to zařízení, které si předávají citelné teplo. Existují i zařízení umožňující i přenos vlhkosti, tedy tepla vázaného. Tyto zařízení se někdy nazývají entalpické výměníky. Citelné teplo se určí pomocí vztahu

$$Q_c = m \cdot c \cdot \Delta t = \rho \cdot V \cdot (t_{e2} - t_{e1})$$

- kde ρ je objemová hmotnost, m je hmotnostní průtok, c je měrná tepelná kapacita, V je objemový průtok a h je měrná entalpie.

Celkové teplo spočítáme

$$Q_v = m \cdot \Delta h = \rho \cdot V \cdot (h_{e2} - h_{e1})$$

2.1 Účinnost zpětného získávání tepla

Protože zařízení zpětného získávání tepla používáme především kvůli ekonomickému přínosu, doporučuje se aplikovat zařízení s účinností alespoň 60%. K vyjádření účinnosti ZZT nám slouží koeficient teplotní účinnosti φ , který je sice závislý na provozu zařízení, ale díky němu snadno zjistíme teploty za výměníkem.

$$\varphi = \frac{t_{e2} - t_{e1}}{t_{i1} - t_{e1}}$$

kde t_{e1} je teplota přiváděného vzduchu před výměníkem, t_{e2} je teplota přiváděného vzduchu za výměníkem a t_{i1} je teplota odváděného vzduchu před výměníkem

pro zařízení se zpětným získáváním vlhkosti je definována vlhkostní účinnost ψ

$$\psi = \frac{x_{e2} - x_{e1}}{x_{i1} - x_{e1}}$$

- kde x_{e1} je měrná vlhkost přiváděného vzduchu před výměníkem, x_{e2} je měrná vlhkost přiváděného vzduchu za výměníkem a x_{i1} je měrná vlhkost odváděného vzduchu před výměníkem

Účinnost zařízení ZZT může být velmi výrazně ovlivněna dimenzováním a provozem. Jako u všech výměníků tepla je základním parametrem teplosměnná plocha, tj. velikost výměníku vzhledem k průtoku vzduchu. Je-li pro malý průtok použito velkého výměníku, roste účinnost a klesají tlakové ztráty a naopak. Je pravda, že snižování průtoku způsobí i pokles rychlosti a tím i snížení součinitele přestupu tepla, ale ve většině případů je vliv větší teplosměnné plochy výraznější.[1]

Další podstatnou věcí je, že výrobci udávaná účinnost se může měnit. Je ovlivněna průtokem přiváděného i odváděného vzduchu a kondenzací vlhkosti z odváděného vzduchu. Protože při kondenzaci roste součinitel přestupu tepla stěn výměníku a do přiváděného vzduchu se přidává i vázané výparné teplo, zvyšuje se účinnost výparníku o 5 – 7%.

Zařízení pro zpětné získávání tepla můžeme rozdělit do dvou základních skupin a to na zařízení rekuperační a regenerační. Regenerační zařízení funguje na principu předávání tepla z odváděného vzduchu na teplonosnou látku, která za využití akumulace předává teplo dál do

přiváděného vzduchu. U rekuperačního systému se teplo předává přímo z odváděného vzduchu do vzduchu přiváděného.

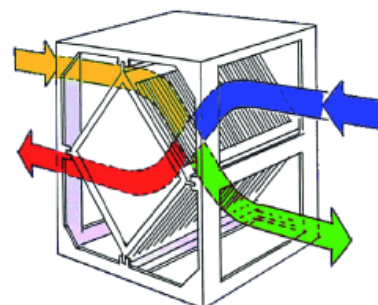
2.2 Rekuperační výměníky pro zpětné získávání tepla

Tyto zařízení můžeme rozdělit podle způsobu výměny tepla do čtyř skupin na:

- deskové výměníky
- kapalinové okruhy
- tepelné trubice
- tepelná čerpadla

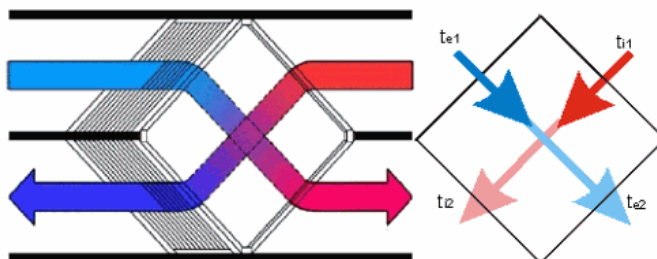
2.2.1.1 Deskové výměníky

Deskové rekuperační výměníky jsou velmi rozšířené především v zařízeních s menším průtokem vzduchu, pro domácnosti a menší provozovny. Proud odváděného vzduchu prochází výměníkem a od proudu přiváděného vzduchu je oddělen tepelně vodivými profilovanými deskami. Tyto desky jsou teplosměnnou plochou výměníku. [1]



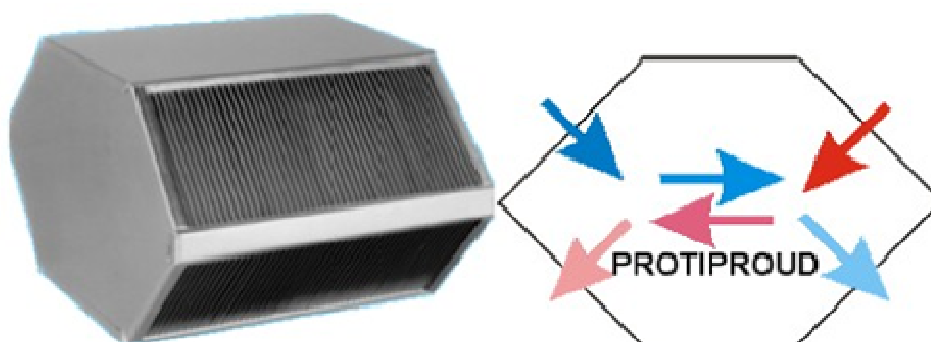
Desky mohou být z různých materiálů (nerez, ocel, hliník, *Obrázek 5* plasty) a bývají slepeny nebo jinak mechanicky spojeny, sletovány nebo svařeny, výjimečně i sešroubovány. Profil desek a šířka průduchů záleží na předpokládaném znečištění vzduchu. [1]

Nejčastější je provedení deskových výměníků s kolmým křížením proudů ve tvaru čtverce. Teplotní účinnost deskových výměníků s křížením proudů je 40 až 80%. [1]



Obrázek 6

Existují i provedení s částečně protiproudým vedením proudů vzduchu, které mají vyšší účinnost, a to až 95 %.[1]



Obrázek 7

Nejdůležitějším faktorem účinnosti výměníku je velikost teplosměsné plochy tzn. velikostí výměníku. Velikost teplosměsné plochy výměníku je však přímo úměrná s jeho cenou. To lze řešit zařazením více výměníků za sebe, v tomto případě však roste tlaková ztráta. Účinnost deskových výměníků můžeme zvýšit i zrychlením proudění vzduchu nebo zdrsňením povrchů, ale toto řešení nám opět zvyšuje tlakové ztráty.

Deskové výměníky nemají žádné mechanické pohyblivé části a vlastní výměník není možné přímo vypnout či regulovat. Vzhledem k tomu, že určitou část roku není většinou vhodné provozovat ZZT (například v letním období kdy je teplota venkovního vzduchu nižší než požadovaná teplota v interiéru) osazují se většinou deskové výměníky bypassem (obchodem) s uzavírací klapkou, který zajistí průchod přiváděného vzduchu mimo výměník. [1]

2.2.1.2 Kapalinové okruhy

Zařízení jsou tvořena dvěma výměníky tepla, nejčastěji lamelovými, které jsou propojeny kapalinovým okruhem. Teplo se převádí systémem vzduch - kapalina - vzduch. Jako teplotonosné médium se používá voda nebo častěji nemrznoucí směs. Největší výhodou tohoto systému je, že přívodní a odvodní potrubí vzduchotechniky mohou být libovolně vzdálené a také, že se jedná o bezpečné oddělení přívodního a odvodního vzduchu. Nevýhodou je, že k pohybu teplotonosného média se potřebuje další energie, práci čerpadla. Účinnosti těchto systémů dosahují do cca 60 - 70 %. Běžně bývá účinnost výrazně nižší, takto vysoká účinnost je možná jen u systémů s velkým počtem řad. [2]

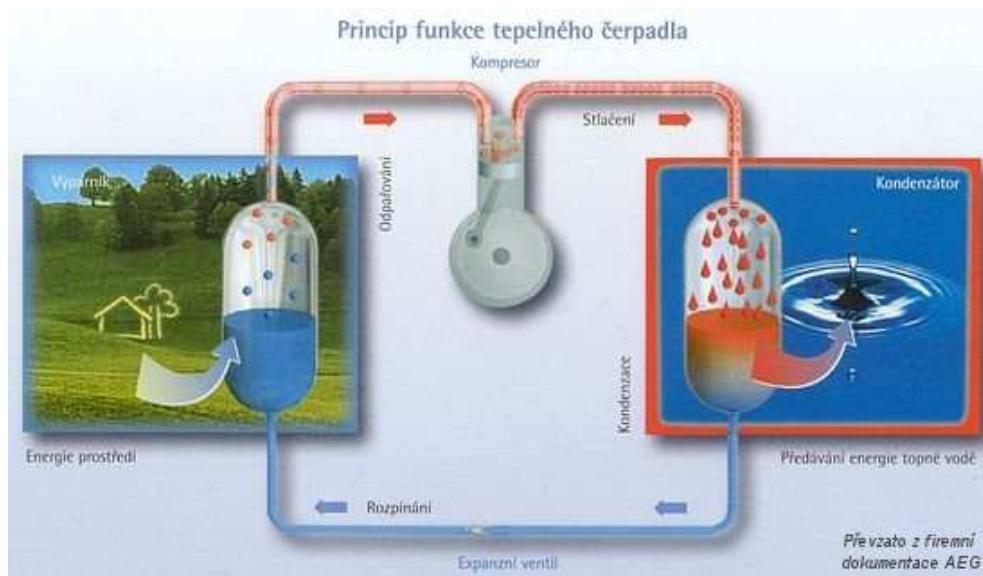
Kapalinové okruhy jsou používány tehdy, není-li možné dovést odsávaný vzduch ke vzduchotechnické jednotce, v níž by byl jiný typ výměníku.

2.2.1.3 Tepelné trubice

Základem je tepelná trubice, uzavřená trubka, v níž je náplň. Obvykle chladivová náplň jako čpavek, freon, ale může být i voda. Odváděný obvykle teplý vzduch proudí kolem spodní části trubky, kde dochází k varu náplně a ta v podobě par stoupá vzhůru. Kolem horní poloviny trubky proudí chladný vzduch, který ochlazuje páry náplně, ty kondenzují a stékají do spodní poloviny trubky. Proces se pak opakuje. Teplý vzduch v dolní polovině se ochlazuje a studený vzduch v horní polovině se ohřívá. Existují i vodorovné rekuperátory s tepelnými trubicemi, kde jsou trubky jen v minimálním spádu a zde se pro přenos tepla uplatňují víc než gravitační síly kapilární síly. Účinnosti těchto rekuperátorů jsou cca do 65%. Jejich největší výhodou je, že k pohybu náplně nepotřebují žádný pohon, nevýhodou je problematické těsnění rozhraní mezi přívodním a odvodním vzduchem. Voda jako náplň se použije tehdy, když teplota odsávaného vzduchu bude mít vyšší teplotu jak 100°C. Při nižších teplotách odsávaného vzduchu se volí náplň dle její teploty varu. [2]

2.2.1.4 Tepelná čerpadla

Patří k cenově nejnáročnějším typům ZZT. Přenos tepla probíhá při využití kondenzačního a výparného tepla chladivové náplně za práce pohonu, čímž je v tomto případě kompresor tepelného čerpadla. Mohou se použít systémy se stavebně oddělenými výměníky výparníku a kondenzátoru (podobně jako v případě kapalinových okruhů), nebo tyto mohou být umístěny v jedné vzduchotechnické jednotce. Setkáváme se s aplikacemi, kdy výměníky tepelného čerpadla jsou umístěny i ve vzduchotechnických jednotkách s deskovými rekuperátory, kde ještě více vychlazuje odpadní vzduch za rekuperátorem a dohřívají přívodní vzduch za rekuperátorem. Takováto jednotka pak nemusí mít dohříváč za rekuperací, aby se přiváděl vzduch o stejné teplotě, jako se odvádí.



Obrázek 8

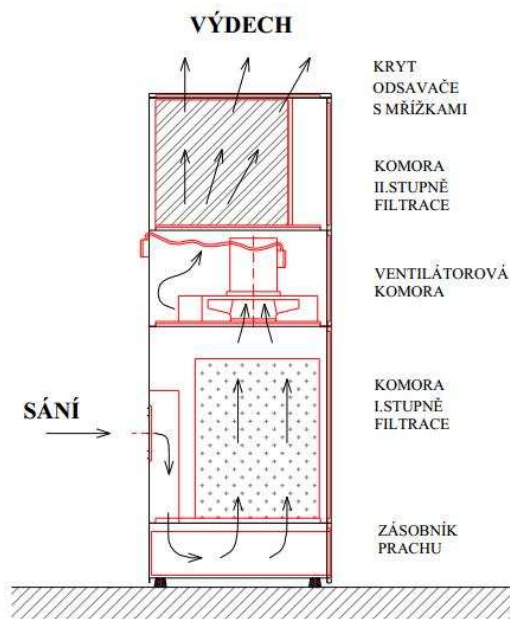
Velmi časté je využití tepelných čerpadel vzduch - vzduch při známých aplikacích splitových, multisplitových systémů pro chlazení či ohřev vnitřního vzduchu nebo u třítrubkových systémů s proměnným průtokem chladiva, kdy předávání tepla se děje nejen vůči venkovnímu prostředí, ale také navzájem mezi rozdílnými teplotními zónami uvnitř budovy. Tyto systémy však neodebírají teplo ze vzduchu odváděného a většinou nepracují s výměnou vzduchu v prostorách, proto se nejedná o ZZT tak, jak ho chápeme v oboru větrání a klimatizace. Protože je nutné při použití těchto systémů dbát také na požadavky větrání, z hlediska technologických či hygienických, je nutno chápat, že toto není ZZT tak jak je definováno, tedy to, které odebírá teplo z odváděného vzduchu. [2]

3 Univerzální stavebnicové odsavače

Jedná se o lokální odsavače s několikanásobným stupněm filtrace. Používají se hlavně ve strojírenství, stavebnictví, textilním a potravinářském průmyslu a podobně. Likvidují například škodliviny vznikající při svařování, řezání plazmou a laserem, při pájení, při broušení atd. Průmyslové odsavače jsou konstrukčně řešeny jako modulový stavebnicový systém. Jsou určeny pro práci v prostředí bez nebezpečí výbuchu při teplotách od -20°C do $+40^{\circ}\text{C}$. Teplota odsávané vzdušiny nesmí překročit 90°C . Odsavače se umísťují uvnitř budov.

3.1 Funkce odsavačů

Znečištěný vzduch přiváděný odsávacím potrubím nebo pomocí odsávacího ramene, prochází nejprve prostorem zásobníku, kde dochází k odloučení těžších odsávaných částic vlivem poklesu rychlosti vzduchu. Následně vzdušnina prostupuje filtrační komorou s kapsovým filtrem, který zachycuje jemné nečistoty do velikosti $0,3\mu\text{m}$ a aerosoly a pak je vedena přes ventilátorovou komoru na výtlak. V případě požadavku na záchyt prachových částic menších než $0,3\mu\text{m}$ nebo na záchyt plynných škodlivin a par lze jako součást odsavače před či za ventilátorovou komoru zařadit skříň II. Stupně filtrace s příslušnými filtračními vložkami. Přefiltrovaný vzduch je možno přes kryt s mřížkami vypouštět zpět do odsávaného prostoru nebo odvést vzduchotechnickým potrubím napojeným na kryt s nátrubkem mimo halu.[3]



Obrázek 9

Přefiltrovaný vzduch je možno přes kryt s mřížkami vypouštět zpět do odsávaného prostoru nebo odvést vzduchotechnickým potrubím napojeným na kryt s nátrubkem mimo halu.[3]

3.2 Jednotlivé části odsavačů

Odsavače se kompletují ze čtyř hlavních částí a to zásobníku prachu, filtrační komory s oklepem, ventilátorová komora a kryt odsavače.

3.2.1 Zásobník prachu

Spodní část odsavače tvoří zásobník prachu. Zde se po provedení regenerace shromažďují částice zachycené kapsovým filtrem a částice, odloučené vlivem poklesu rychlosti vzduchu při jeho průchodu. Zásobník je třeba v pravidelných intervalech vyprazdňovat.

3.2.2 Filtrační komora

Nad zásobník prachu se montuje filtrační komora. Komora je zepředu opatřena odnímatelným víkem. Víko umožňuje snadnou kontrolu stavu kapsového filtru. V zadní části filtrační komory je umístěn sací otvor, určený k montáži odsávacího potrubí.

3.2.3 Ventilátorová komora

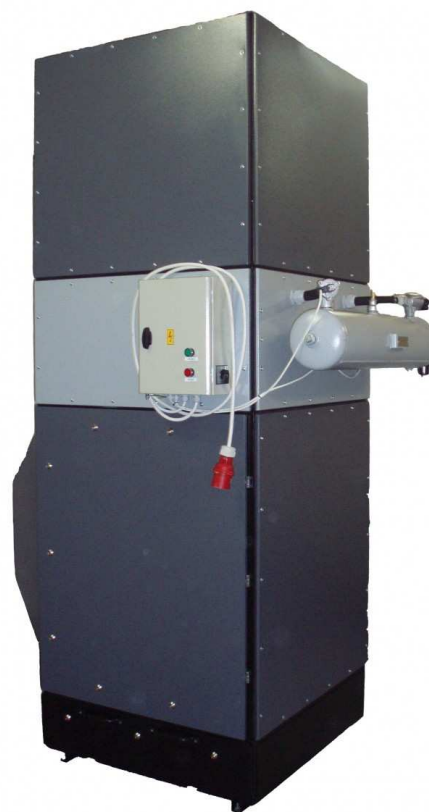
Hlavní částí odsavače je ventilátorová komora (V). Použitý ventilátor určuje technické parametry odsavače.

3.2.4 Kryt odsavače

Vrchní část odsavače, určenou pro výdech přefiltrovaného vzduchu. Jsou vyráběny v různých provedeních například ho může tvořit kryt s nátrubkem pro napojení na výdechové potrubí, kryt s 1 výdechovou mřížkou pro výdech volně do prostoru nebo kryt se 2 výdechovými mřížkami.

3.2.5 Skříň II. stupně filtrace

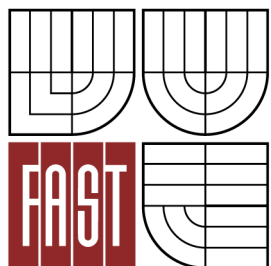
V případě požadavku na zachycení velmi jemných prachových částic nebo na záchyt plyných příměsí z odsávané vzdušiny je vhodné jako součást odsavače zařadit skříň II. stupně filtrace. Druhý stupeň filtrace se řadí za ventilátorovou komoru.



Obrázek 10



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

B) VÝPOČTOVÁ ČÁST

VZDUCHOTECHNIKA POLYFUNKČNÍHO OBJEKTU

AIR CONDITION OF MULTIFUNCTIONAL BUILDING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

JAN JUNEK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. PAVEL UHER, Ph.D.

BRNO 2013

4 Analýza objektu

Objekt se nachází ve vesničce Horní Třešňovec nedaleko města Lanškroun okres Ústí nad Orlicí ve východních Čechách. Jedná se o bývalý statek – hospodářské stavení, kde byly v posledních 16 letech prováděny stavební úpravy a přístavba na strojní výrobu – tlakové lití kovů. V průběhu stavby došlo k podstatné redukci původních záměrů, takže vůbec není využito 2.N.P. V budoucnosti však majitel počítá s výstavbou bytu, skladu a dvěma ubytovací jednotky.

Stavba je založena na pasech z prostého betonu a lomového kamene. Svislé konstrukce jsou provedeny ze zdiva z plných cihel tloušťky 45 cm a dodatečně zatepleno polystyrenem o tloušťce 12 cm. Stropy jsou v severním křídle tvořeny valenými klenbami do ocelových válcovaných nosníků, Ostatní stropy jsou složeny z ocelových nosníků a stropních vložek HURDIS. Ve stropích není tepelná izolace a tím dochází ke značným tepelným ztrátám.

Při původním provádění podlah nebyla obnovena vodorovná hydroizolace a byl použit beton nedostatečné pevnosti bez ocelové výztuže.

Střešní konstrukce nad 2.N.P. je z dřevěných sbíjených vazníků doplněných ocelovými průvlaky. Krytina je z vlnových tvarovek ONDULINE na dvojitém laťování s kontralatěmi, pojistnou krytinu tvoří difúzně otevřená fólie uložená na bednění.

Střešní konstrukce nad 2.N.P. je z dřevěných sbíjených vazníků doplněných ocelovými průvlaky. Krytina je z vlnových tvarovek ONDULINE na dvojitém laťování s kontralatěmi, pojistnou krytinu tvoří difúzně otevřená fólie uložená na bednění.

Střecha nad bývalým dvorem je plochá, střešní vaznice jsou z ocelových profilů I 180, průvlaky jsou ze dvou profilů I 240. Na této ocelové konstrukci jsou přivařeny sloupy bočnice velkoprostorového světlíku z jacklu 80/80/5. Na laťování je samopřeznými šrouby připevněno bednění z OSB desek pero - drážka tl. 25 mm, stejně jsou zabeďněny i bočnice velkoprostorového světlíku. Nad světlíkem je provedena sedlová část střechy, kde je od bedněním nosná konstrukce z trámů 100/120 mm. Na bednění je položena parozábrana z asfaltových samolepících pásů, nad parozábranou je tepelná izolace z polystyrenu EPS 100 S ze dvou vrstev tl. 100 mm, v sedlové části je použit spádový klín. Tepelná izolace je překryta separační textilií 300 g/m², na ní je uložena střešní fólie z PVC tl. 1,5 mm kotvená do bednění. Jsou zde osazeny dva bodové světlíky 160/250 cm se zateplenou manžetou výšky 30 cm. Světlíky jsou kopulové s trojitým polykarbonátovým zasklením, jeden je pevný, jeden

otvíravý s dálkovým ovládním otevření. Střešní krytina je vytažena na stěny do výše 40 cm, je ukončena na liště z viplanilu. V projektové dokumentaci jsou tyto práce uvedeny jako hotové. Projektová dokumentace se zabývá vestavbou v druhém nadzemním podlaží a částečnou vestavbou v prvním nadzemním podlaží (schody, výtah).

Objekt jsem rozdělil podle funkce na

- a) Kancelářskou část tvořena třemi kancelářemi v severovýchodní části objektu a WC
- b) Relaxační část, je samostatný prostor uprostřed budovy
- c) Průmyslová část tvořena výrobní halou a dvěma WC

Dělení místností a seznam místností je podrobněji uveden v příloze – výkres č. 1



Obrázek 11

5 Konstrukce v objektu a výpočet jejich tepelných vlastností

5.1 obvodové zdivo

1. omítka Baumit Silikontop	$R = 0,021 \text{ m}^2\text{K/W}$
2. tepelná izolace Isover EPS Greywall	$R = 3,750 \text{ m}^2\text{K/W}$
3. omítka vápenná	$R = 0,017 \text{ m}^2\text{K/W}$
4. cihla plná pálená tl. 450 mm	$R = 0,580 \text{ m}^2\text{K/W}$
5. omítka vápenná	$R = 0,017 \text{ m}^2\text{K/W}$
	$\Sigma R = 4,385 \text{ m}^2\text{K/W}$

$$U = \frac{1}{R_{si} + \Sigma R + R_{se}} = \frac{1}{0,13 + 4,385 + 0,04} = 0,2195 \text{ W/ m}^2\text{K}$$

5.2 Střecha

1. střešní folie	
2. separační folie 300 g/m ²	
3. Isover EPS 150 S tl. 200 mm	$R = 5,714 \text{ m}^2\text{K/W}$
4. parozábrana – samolepící asf. pas 5 mm	$R = 0,038 \text{ m}^2\text{K/W}$
5. OSB deska tl. 25 mm	$R = 0,192 \text{ m}^2\text{K/W}$
6. Isover Unirol profit l. 60 mm	$R = 1,818 \text{ m}^2\text{K/W}$
7. sádkarton GKBI tl. 12,5 mm	$R = 0,057 \text{ m}^2\text{K/W}$
	$\Sigma R = 7,019 \text{ m}^2\text{K/W}$

$$U = \frac{1}{R_{si} + \Sigma R + R_{se}} = \frac{1}{0,17 + 7,019 + 0,04} = 0,1397 \text{ W/ m}^2\text{K}$$

5.3 Podlaha 1

1. beton 200 mm	$R = 0,163 \text{ m}^2\text{K/W}$
2. betonová mazanina tm. 30 mm	$R = 0,025 \text{ m}^2\text{K/W}$
3. Teraco dlažba tl. 28 mm	$R = 0,027 \text{ m}^2\text{K/W}$
	$\Sigma R = 0,216 \text{ m}^2\text{K/W}$

$$U = \frac{1}{R_{si} + \Sigma R + R_{se}} = \frac{1}{0,17 + 0,216 + 0,04} = 2,591 \text{ W/ m}^2\text{K}$$

5.4 Podlaha 2

1. beton 250 mm	$R = 0,203 \text{ m}^2\text{K/W}$
2. tmel 10 mm ($\lambda = 1,1$)	$R = - \text{ m}^2\text{K/W}$
3. keramická dlažba tl. 12 mm	$R = 0,012 \text{ m}^2\text{K/W}$
	$\Sigma R = 0,215 \text{ m}^2\text{K/W}$

$$U = \frac{1}{R_{si} + \Sigma R + R_{se}} = \frac{1}{0,17 + 0,215 + 0,04} = 2,597 \text{ W/ m}^2\text{K}$$

5.5 Střecha 2

1. Onduline

$$R = - \text{ m}^2\text{K/W}$$

2. prkna tl. 25 mm

$$R = 0,125 \text{ m}^2\text{K/W}$$

3. Isover Unirol profit

$$R = 5,455 \text{ m}^2\text{K/W}$$

4. sádrokarton

$$R = 0,057 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$\Sigma R = 5,637 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U = \frac{1}{R_{si} + \Sigma R + R_{se}} = \frac{1}{0,17 + 5,637 + 0,04} = 0,173 \text{ W/ m}^2\text{K}$$

6 Tepelná ztráty jednotlivých místností

tepelné ztráty jsou počítány pomocí vzorce

$$Q = U \cdot A \cdot \Delta t$$

6.1 místnost 1.14 – výrobní hala

$$Q_{\text{vrata}} = 0,915 \cdot (5 \cdot 3) \cdot [20 - (-15)] = 480,375 \text{ W}$$

$$Q_{\text{dveřeven}} = 1,1 \cdot (0,98 \cdot 2,5) \cdot [20 - (-15)] = 102,9 \text{ W}$$

$$Q_{\text{dveřevnitřní}} = (1,5 \cdot (3,15 \cdot 2,1) \cdot [20 - (-15)]) + (1,5 \cdot (5,4 \cdot 2,1) \cdot (20 - 20)) = 49,61 \text{ W}$$

$$Q_{\text{oknaven}} = 1,1 \cdot (9,45) \cdot [20 - (-15)] = 396,9 \text{ W}$$

$$Q_{\text{zed'ven}} = 0,2195 \cdot [(19,5 \cdot 3,37) - (9,45)] \cdot [20 - (-15)] = 432,26 \text{ W}$$

$$Q_{\text{zed'250}} = 1,1 \cdot (10,5 \cdot 3,37) \cdot (-4) = -155,69 \text{ W}$$

$$Q_{\text{zed'Vn450}} = (1,7 \cdot [(4,99 + 1,7 \cdot 3,37) - (3,15 \cdot 2,1)] \cdot [20 - 15]) + (1,7 \cdot (12,4 \cdot 3,37) \cdot (20 - 24)) = -149,15 \text{ W}$$

$$Q_{\text{podlaha}} = 2,591 \cdot (208,9) \cdot (20 - 5) = 8118,9 \text{ W}$$

$$Q_{\text{střecha}} = 0,1397 \cdot (208,9 - 8,48) \cdot [20 - (-15)] = 979,95 \text{ W}$$

$$Q_{\text{střešníkno}} = 1,4 \cdot (8,48) \cdot [20 - (-15)] = 415,52 \text{ W}$$

$$Q_{1.14} = 10671,575 \text{ W}$$

6.2 místnost 1.23 – relaxační místnost

$$Q_{\text{vrata}} = 1,5 \cdot (3,545 \cdot 3,37) \cdot [24 - 15] = 161,3 \text{ W}$$

$$Q_{\text{dveře}} = 1,1 \cdot (3 \cdot 2) \cdot [24 - 20] = 28,8 \text{ W}$$

$$Q_{\text{okna}} = 1,1 \cdot (2,56 - 1,5) \cdot [24 - 20] = 18,432 \text{ W}$$

$$Q_{\text{zed'Vn450}} = [1,7 \cdot (31,87 \cdot 3,37 - 9,84) \cdot (24 - 20)] + [1,7 \cdot (0,305 \cdot 3,37) \cdot (24 - 15)] = 679,15 \text{ W}$$

$$Q_{\text{podlaha}} = 2,597 \cdot (132,72) \cdot (20 - 5) = 5159,33 \text{ W}$$

$$Q_{\text{střecha}} = 0,1397 \cdot (132,72 - 28,09) \cdot [20 - (-15)] = 511,588 \text{ W}$$

$$Q_{\text{střešníokno}} = 1,4 \cdot (5,3 \cdot 5,3) \cdot [20 - (-15)] = 1376,41 \text{ W}$$

$$Q_{\text{zed}250} = 1,1 \cdot (10,5 \cdot 3,37) \cdot (24 - 20) = 155,69 \text{ W}$$

$$Q_{1.23} = 7950,7 \text{ W}$$

6.3 místnost 1.16 – denní místnost

$$Q_{\text{zed}300} = 0,83 \cdot (5,86 \cdot 3,37 - 2,1 \cdot 2,1) \cdot (20 - 15) = 63,65 \text{ W}$$

$$Q_{\text{okna}} = 1,1 \cdot 13,87 \cdot [20 - (-15)] = 582,54 \text{ W}$$

$$Q_{\text{zed}ven} = 0,2195 \cdot (18,165 \cdot 3,37 - 13,87) \cdot [20 - (-15)] = 363,74 \text{ W}$$

$$Q_{\text{dveřechodba}} = 1,1 \cdot (2,1 \cdot 2,1) - (9,45) \cdot (20 - 15) = 26,46 \text{ W}$$

$$Q_{\text{podlaha}} = 2,597 \cdot 75,39 \cdot (20 - 5) = 2930,03 \text{ W}$$

$$Q_{\text{strop}} = 4,2 \cdot 75,39 \cdot (20 - 15) = 1583 \text{ W}$$

$$Q_{1.16} = 5549,42 \text{ W}$$

6.4 místnost 1.19 – WC

$$Q_{\text{zed}300} = 0,83 \cdot 2,9 \cdot 3,37 \cdot (20 - 15) = 40,56 \text{ W}$$

$$Q_{\text{zed}450} = 1,7 \cdot (1,965 \cdot 3,37 - 1,1 \cdot 1,5) \cdot (20 - 24) = -33,81 \text{ W}$$

$$Q_{\text{okno}} = 1,2 \cdot 1,1 \cdot 1,5 \cdot (20 - 24) = -7,92 \text{ W}$$

$$Q_{\text{strop}} = 4,2 \cdot 7,0035 \cdot (20 - 15) = 147,07 \text{ W}$$

$$Q_{\text{podlaha}} = 2,597 \cdot 7,0035 \cdot (20 - 5) = 272,19 \text{ W}$$

$$Q_{1.19} = 418,09 \text{ W}$$

6.5 místnost 1.20 – chodba

$$Q_{\text{vrata}} = 1,5 \cdot (3,545 \cdot 3,37) \cdot [15 - 24] = -161,3 \text{ W}$$

$$Q_{\text{zdivo}450} = 1,7 \cdot (0,305 \cdot 3,37) \cdot [24 - 15] = -15,73 \text{ W}$$

$$Q_{\text{dveřevnití}} = (-26,46) + [(1,2 \cdot 2,1 + 2,1 \cdot 2,1) \cdot (20-15)] = -39,06 \text{ W}$$

$$Q_{\text{zdivo300}} = 0,83 \cdot (17,92 \cdot 3,37 - (2,1 + 2,1 \cdot 2,1)) \cdot (24-15) = -223,6 \text{ W}$$

$$Q_{\text{dveřevn}} = 1,1 \cdot (3,665 \cdot 2,4) \cdot [20-(-15)] = 369,43 \text{ W}$$

$$Q_{\text{zdivoven}} = 0,2195 \cdot [(3,85-3,665) \cdot 3,37 + (3,665 \cdot (3,37 - 2,4))] \cdot [20-(-15)] = 32,1 \text{ W}$$

$$Q_{\text{podlaha}} = 2,597 \cdot 3,85 \cdot 8,96 \cdot (20-5) = 893,79 \text{ W}$$

$$\mathbf{Q_{1.20} = 1016,93 \text{ W}}$$

6.6 místnost 1.01 – kancelář

$$Q_{\text{zed'ven}} = 0,2195 \cdot (14,6 \cdot 2,6 - 8,07) \cdot [20-(-15)] = 271,06 \text{ W}$$

$$Q_{\text{okna+dveře}} = 1,1 \cdot 8,07 \cdot [20-(-15)] = 338,94 \text{ W}$$

$$Q_{\text{strop}} = 4,2 \cdot 48,15 \cdot (20-15) = 1011,15 \text{ W}$$

$$Q_{\text{podlaha}} = 2,597 \cdot 48,15 \cdot (20-5) = 1871,35 \text{ W}$$

$$\mathbf{Q_{1.01} = 3430,47 \text{ W}}$$

6.7 místnost 1.02 – kancelář

$$Q_{\text{zed'ven}} = 0,2195 \cdot (6,24 \cdot 2,6 - 2,88) \cdot [20-(-15)] = 147,36 \text{ W}$$

$$Q_{\text{okna}} = 1,1 \cdot 2,88 \cdot [20-(-15)] = 120,96 \text{ W}$$

$$Q_{\text{dveře1.23}} = 1,1 \cdot 2 \cdot 2,1 \cdot [20-24] = -20,16 \text{ W}$$

$$Q_{\text{zed'1.23}} = 1,7 \cdot (2,75 \cdot 2,6 - 4,2) \cdot [20-24] = -20,06 \text{ W}$$

$$Q_{\text{podlaha}} = 2,597 \cdot 56,31 \cdot (20-5) = 2188,49 \text{ W}$$

$$Q_{\text{strop}} = 4,2 \cdot 56,31 \cdot (20-15) = 1182,51 \text{ W}$$

$$\mathbf{Q_{1.02} = 3599,103 \text{ W}}$$

6.8 místnost 1.04 – kancelář

$$Q_{\text{zed'ven}} = 0,2195 \cdot 9,028 \cdot [20 - (-15)] = 81,87 \text{ W}$$

$$Q_{\text{okna}} = 1,1 \cdot 2,88 \cdot [20 - (-15)] = 120,96 \text{ W}$$

$$Q_{\text{zed'1.23}} = 1,7 \cdot 17,32 \cdot [20 - 24] = -117,776 \text{ W}$$

$$Q_{\text{podlaha}} = 2,597 \cdot 29,97 \cdot (20 - 5) = 1164,75 \text{ W}$$

$$Q_{\text{strop}} = 4,2 \cdot 29,97 \cdot (20 - 15) = 629,37 \text{ W}$$

$$Q_{1.04} = 1879,174 \text{ W}$$

7 Tepelné zisky jednotlivých místností

7.1 místnost 1.14 - výrobní hala

Tabulka 8

	Intenzita sluneční radiace pro denní dobu														
čas	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Jižní strana	24	53	78	128	230	335	409	435	409	335	230	128	78	53	24
Horizontální st.	41	122	249	379	534	640	706	729	706	640	534	397	249	122	41

Tabulka 9

Plocha zasklení jižní strana	7,41	m ²
Plocha zasklení horizontální strana	7,32	m ²

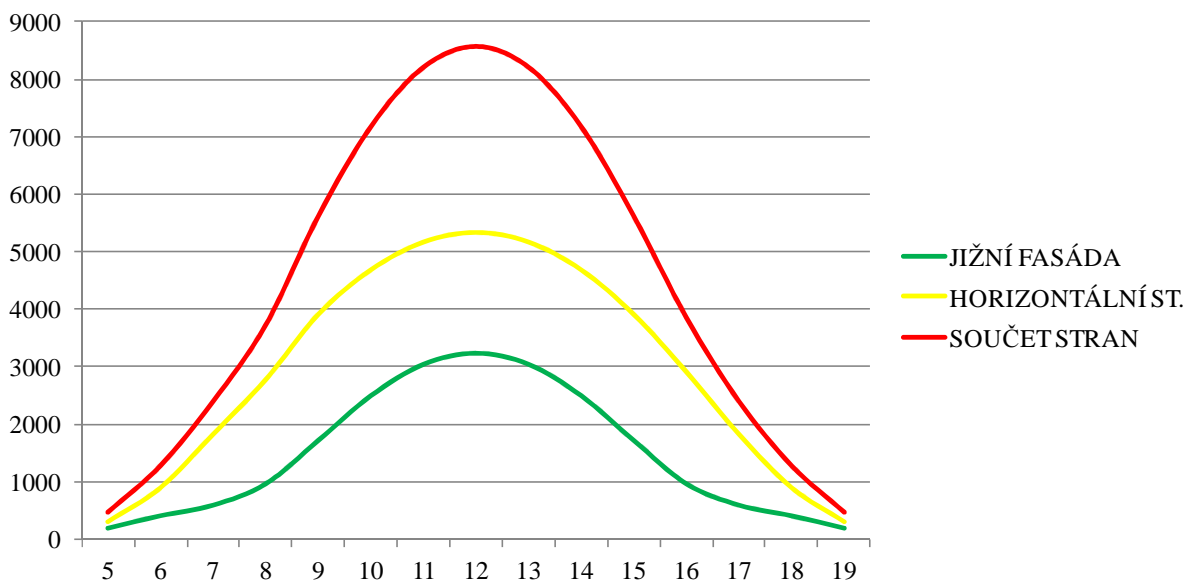
Tabulka 10

čas	5	6	7	8	9	10	11
Jižní fasáda	177,8	392,7	578	948,5	1704	2482	3031
Horizontální st.	300,1	893	1823	2774	3909	4685	5168
SOUČET STRAN	478	1286	2401	3723	5613	7167	8199

Tabulka 11

čas	12	13	14	15	16	17	18	19
Jižní fasáda	3223	3031	2482	1704	948,5	578	392,7	177,8
Horizontální st..	5336	5168	4685	3909	2906	1823	893	300,1
SOUČET STRAN	8560	8199	7167	5613	3855	2401	1286	478

Graf 1



Kritická hodina stanovena na 12:00

7.1.1 Osluněná část okna

Výška slunce nad obzorem h a sluneční azimut α pro jednotlivé měsíce pro 50° s.š.

Tabulka 12

	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Výška slunce h	25	34	44	52	58	60	58	52	44	34	25	18
Sluneční azimut α	88	100	114	131	152	180	208	229	246	260	272	286

Azimut jižní stěny γ je 180°

Jižní fasáda - výpočet vodorovného (e_1) a svislého (e_2) stínu

$$e_1 = c \cdot \tan(\alpha - \gamma) = 0,2 \cdot \tan(180 - 180) = 0$$

$$e_2 = d \cdot \frac{\tan h}{\cos(\alpha - \gamma)} = 0,2 \cdot \frac{\tan 60}{\cos(180 - 180)} = 0,34$$

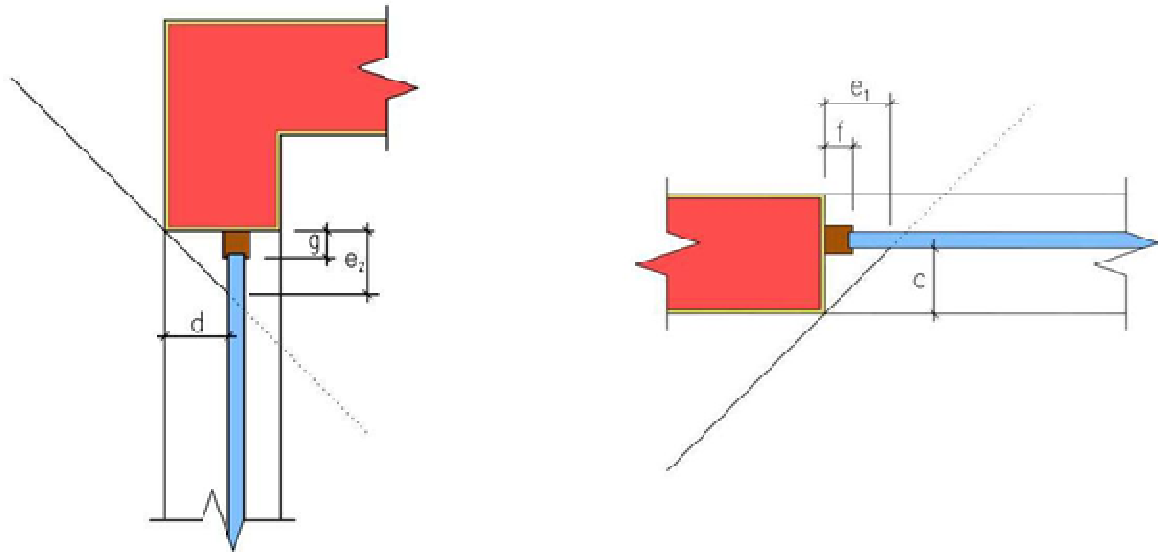
kde: c – hloubka okna [m]

d – hloubka okna [m]

h – výška slunce nad obzorem [m]

α – azimut slunce [$^\circ$]

γ – azimut stěny (odchylka normály od severu) [$^\circ$]



Obrázek 12

jižní strana – rozměry okna jsou 2,1 x 1,5 m, zasklení je 1,9 x 1,3 m

$$S_{os} = [l_a - (e_1 - f)] \cdot [l_b - (e_2 - g)] = [1,9 - (0 - 0,2)] \cdot [1,3 - (0,34 - 0,2)] = 2,12 \text{ m}^2$$

kde: S_{os} – osluněná část zasklení [m^2]

I_o – celková intenzita sluneční radiace, procházející jednoduchým zasklením

I_{odif} – intenzita sluneční radiace za stejných podmínek (nahrazena příslušnou hodnotou pro severní směr)

c_o – korekce čistoty atmosféry

s – stínící součinitel

horizontální strana – střešní okno – rozměry jsou 1,6 x 5,3 m, zasklení 1,36 x 5,1 m pro toho okno uvažujeme ve 12 hodin osluněnou část stejnou, jako plochu zasklení tedy

$$S_{os} = 7,32 \text{ m}^2$$

7.1.2 Tepelný zisk sluneční radiací pro jedno okno

$$Q_{or} = (S_{os} \cdot I_o \cdot c_o + (S_o - S_{os}) \cdot I_{odif}) \cdot s$$

$c_o = 1,15$ – pro venkovskou oblast

$s = 0,72$ – trojsklo

$I_o = 435$ pro okna na jižní straně, 729 pro střešní okno

okno jižní (3x)

$$Q_{or} = (2,12 \cdot 435 \cdot 1,15 + (2,47 - 2,12) \cdot 130) \cdot 0,72 = 928,58 \text{ W}$$

okno střešní

$$Q_{or} = (7,32 \cdot 729 \cdot 1,15 + (7,32 - 7,32) \cdot 130) \cdot 0,72 = 4279,04 \text{ W}$$

7.1.3 Tepelné zisky oken konvencí

$$Q_{ok} = S_{ok} \cdot U_o \cdot (t_e - t_i)$$

kde: t_e – teplota vnějšího vzduchu pro určenou hodinu

t_i – teplota interiéru

okno jižní (3x)

$$S_{ok} = 3,15 \text{ m}^2, U_o = 1,1 \text{ W/ m}^2\text{K}, t_e = 50,2 \text{ }^\circ\text{C}, t_i = 26 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q_{ok} = 3,15 \cdot 1,1 \cdot (50,2 - 26) = 57,3 \text{ W}$$

okno střešní

$$S_{ok} = 8,48 \text{ m}^2, U_o = 1,2 \text{ W/ m}^2\text{K}, t_e = 61,7 \text{ }^\circ\text{C}, t_i = 26 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q_{ok} = 8,48 \cdot 1,2 \cdot (61,7 - 26) = 292,5 \text{ W}$$

7.1.4 Tepelná zátěž vnějších stěn

$$Q_s = U_s \cdot S \cdot (t_{rm} - t_i)$$

jižní stěna

$$S = 47,485 \text{ m}^2, t_{rm} = 29,6 \text{ }^\circ\text{C}, t_i = 26 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q_s = 0,2195 \cdot 47,485 \cdot (29,6 - 26) = 37,52 \text{ W}$$

horizontální stěna

$$S = 215,9 \text{ m}^2, t_{rm} = 35,3 \text{ }^\circ\text{C}, t_i = 26 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q_s = 0,1397 \cdot 215,9 \cdot (35,3 - 26) = 280,5 \text{ W}$$

7.1.5 Produkce tepla od lidí

$$Q_l = n_l \cdot q_{lm}$$

$$Q_l = 8 \cdot 55$$

$$Q_l = 440 \text{ W}$$

7.1.6 Tepelná produkce svítidel

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

$$Q_{sv} = 113,6 \cdot 55 \cdot 0,5 \cdot 1$$

$$Q_{sv} = 6124 \text{ W}$$

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

P_s – výkon osvětlení

c_1 – součinitel současnosti používání svítidel

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

7.1.7 Vodní zisky od osob

$$Q_l = n_l \cdot m_l$$

$$Q_l = 8 \cdot 244$$

$$Q_l = 1952 \text{ g/h}$$

kde: n_l – počet osob

m_l – produkce vodní páry [g/h]

7.1.8 Tepelné zisky od strojů

Ve výrobní hale je hlavní náplní práce tlakové lití kovů. V hale jsou umístěny dva stroje na tlakové lití kovů Dynakast SO 21 (příkon jednoho stroje je 9,8 kW), které však nikdy nepracují společně. Dále je zde svářečka Varostar 3100 s příkonem 4,7 kW a svářečka Transpocket 4000 s příkonem 5,1 kW.

$$Q_m = c_1 \cdot c_3 \cdot N$$

$$Q_m = 0,7 \cdot 1,0 \cdot (4,7 + 5,1 + 9,8)$$

$$Q_m = 13720 \text{ W}$$

7.1.9 Přehled vypočítaných hodnot

$$Q_{or} = 7064,78 \text{ W}$$

$$Q_{ok} = 464,4 \text{ W}$$

$$Q_s = 318,02 \text{ W}$$

$$Q_l = 440 \text{ W}$$

$$Q_{sv} = 3124 \text{ W}$$

$$Q_m = 13720 \text{ W}$$

$$Q_c = 25131,2 \text{ W}$$

7.2 místnost 1.23 – relaxační místnost

Tabulka 13

	Intenzita sluneční radiace pro denní dobu														
čas	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Horizontální st.	41	122	249	379	534	640	706	729	706	640	534	397	249	122	41

Tabulka 14

Plocha zasklení horizontální strana	27,7m ²
--	--------------------

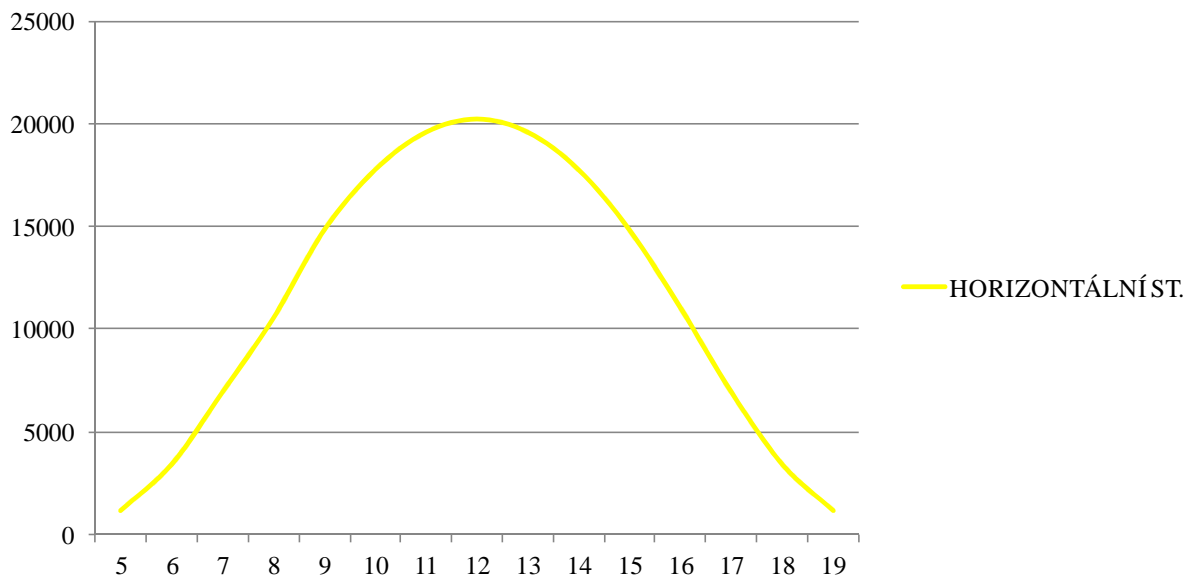
Tabulka 15

čas	5	6	7	8	9	10	11
Horizontální st.	3280	9760	19920	30320	42720	51200	56480

Tabulka 16

čas	12	13	14	15	16	17	18	19
Horizontální st.	58320	56480	51200	42720	31760	19920	9760	3280

Graf 2



Kritická hodina stanovena na 12:00

Výška slunce nad obzorem h a sluneční azimut α pro jednotlivé měsíce pro 50° s.š.

Tabulka 17

	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Výška slunce h	25	34	44	52	58	60	58	52	44	34	25	18
Sluneční azimut α	88	100	114	131	152	180	208	229	246	260	272	286

horizontální strana – střešní okno – rozměry jsou 5,3 x 5,3 m, zasklení 5,1 x 5,1 m pro toho okno uvažujeme ve 12 hodin osluněnou část stejnou, jako plochu zasklení tedy

$$S_{os} = 27,77 \text{ m}^2$$

7.2.1 Tepelný zisk sluneční radiací pro jedno okno

$$Q_{or} = (S_{os} \cdot I_o \cdot c_o + (S_o - S_{os}) \cdot I_{o \text{ dif}}) \cdot s$$

$c_o = 1,15$ – pro venkovskou oblast

$s = 0,72$ – trojsklo

$$I_o = 729$$

okno střešní

$$Q_{or} = (27,77 \cdot 729 \cdot 1,15 + (27,77 - 27,77) \cdot 130) \cdot 0,72 = 16762,31 \text{ W}$$

7.2.2 Tepelné zisky oken konvencí

$$Q_{ok} = S_{ok} \cdot U_o \cdot (t_e - t_i)$$

okno střešní

$$S_{ok} = 27,77 \text{ m}^2, U_o = 1,2 \text{ W/ m}^2\text{K}, t_e = 61,7 \text{ }^\circ\text{C}, t_i = 26 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q_{ok} = 27,77 \cdot 1,2 \cdot (61,7 - 26) = 1203,38 \text{ W}$$

7.2.3 Tepelná zátěž vnějších stěn

$$Q_s = U_s \cdot S \cdot (t_{rm} - t_i)$$

horizontální stěna

$$S = 104,62 \text{ m}^2, t_{rm} = 35,3 \text{ }^\circ\text{C}, t_i = 26 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q_s = 0,1397 \cdot 104,62 \cdot (35,3 - 26) = 135,90 \text{ W}$$

7.2.4 Produkce tepla od lidí

$$Q_l = n_l \cdot q_{lm}$$

$$Q_l = 6 \cdot 62$$

$$Q_l = 372 \text{ W}$$

7.2.5 Vodní zisky od osob

$$Q_l = n_l \cdot m_l$$

$$Q_l = 8 \cdot 116$$

$$Q_l = 696 \text{ g/h}$$

7.2.6 Tepelné zisky od strojů

V relaxační místnosti je umístěn termální plavecký bazén s masážním bazénem. Oba bazény mají příkony čerpadel 2,1 kW.

$$Q_m = c_1 \cdot c_3 \cdot N$$

$$Q_m = 0,25 \cdot 1,0 \cdot (2,1 + 2,1)$$

$$Q_m = 1000 \text{ W}$$

7.2.7 Tepelné zisky z vodní hladiny

$$Q_{hl} = \alpha \cdot S_{hl} \cdot \Delta t$$

$$Q_{hl} = 10 \cdot 4,57 \cdot (35 - 26)$$

$$Q_{hl} = 411,3 \text{ W}$$

7.2.8 Přehled vypočítaných hodnot

$$Q_{or} = 16762,31 \text{ W}$$

$$Q_{ok} = 1203,38 \text{ W}$$

$$Q_s = 135,90 \text{ W}$$

$$Q_l = 372 \text{ W}$$

$$Q_m = 1000 \text{ W}$$

$$Q_{hl} = 411,3 \text{ W}$$

$$Q_c = 19871,598 \text{ W}$$

7.3 místnost 1.16 – denní místnost

Tabulka 18

	Intenzita sluneční radiace pro denní dobu														
čas	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Východní strana	83	322	481	539	503	389	232	141	139	130	117	100	78	53	24
Jižní strana	24	53	78	128	230	335	409	435	409	335	230	128	78	53	24

Tabulka 19

Plocha zasklení východní strana	8,49 m ²
Plocha zasklení jižní strana	4,94 m ²

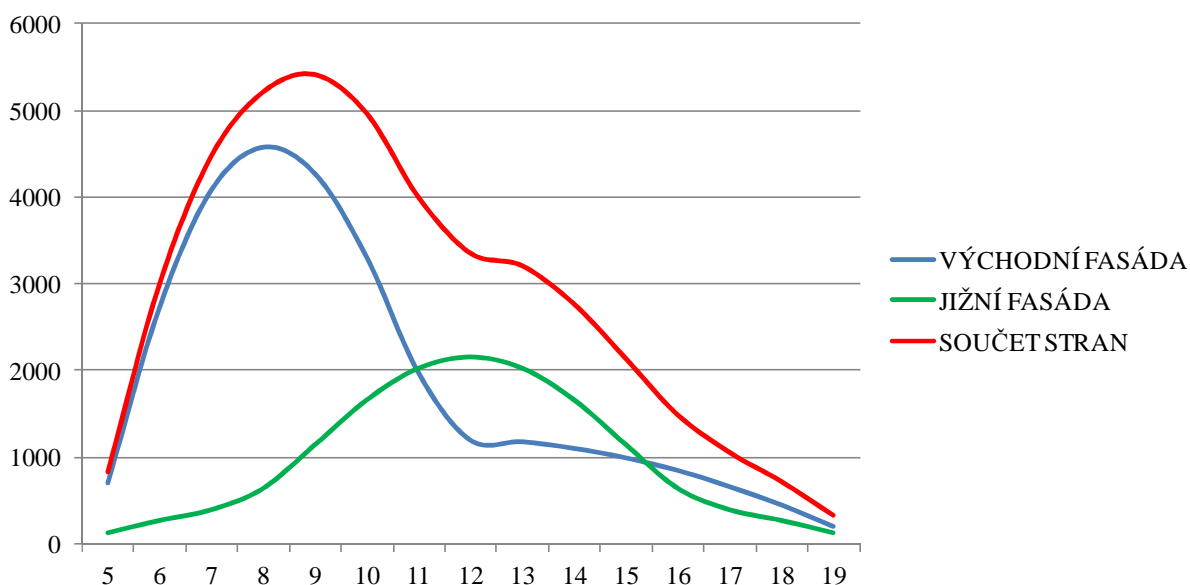
Tabulka 20

čas	5	6	7	8	9	10	11
Východní fasáda	704,7	2734	4084	4576	4270	3303	1970
Jižní fasáda	118,6	261,8	385,3	632,3	1136	1655	2020
SOUČET STRAN	823,2	2996	4469	5208	5407	4958	3990

Tabulka 21

čas	12	13	14	15	16	17	18	19
Východní fasáda	1197	1180	1104	993,3	849	662,2	450	203,8
Jižní fasáda	2149	2020	1655	1136	632,3	385,3	261,8	118,6
SOUČET STRAN	3346	3201	2759	2130	1481	1048	711,8	322,3

Graf 3



Kritická hodina stanovena na 09:00

7.3.1 Osluněná část okna

Výška slunce nad obzorem h a sluneční azimut α pro jednotlivé měsíce pro 50° s.š.

Tabulka 22

	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Výška slunce h	25	34	44	52	58	60	58	52	44	34	25	18
Sluneční azimut α	88	100	114	131	152	180	208	229	246	260	272	286

Azimut jižní stěny γ je 180°

Azimut východní stěny γ je 90°

Jižní fasáda - výpočet vodorovného (e_1) a svislého (e_2) stínu

$$e_1 = c \cdot \tan(\alpha - \gamma) = 0,2 \cdot \tan(114 - 180) = -0,45$$

$$e_2 = d \cdot \frac{\tan h}{\cos(\alpha - \gamma)} = 0,2 \cdot \frac{\tan 44}{\cos(114 - 180)} = 0,47$$

jižní strana – rozměry okna jsou 2,1 x 1,5 m, zasklení je 1,9 x 1,3 m

$$S_{os} = [l_a - (e_1 - f)] \cdot [l_b - (e_2 - g)] = [1,9 - ((-0,45) - 0,2)] \cdot [1,3 - (0,47 - 0,2)] = 2,28 \text{ m}^2$$

Východní fasáda - výpočet vodorovného (e_1) a svislého (e_2) stínu

$$e_1 = c \cdot \tan(\alpha - \gamma) = 0,2 \cdot \tan(114 - 90) = 0,09$$

$$e_2 = d \cdot \frac{\tan h}{\cos(\alpha - \gamma)} = 0,2 \cdot \frac{\tan 44}{\cos(114 - 90)} = 0,21$$

východní strana – rozměry okna jsou 1,1 x 1,2 m, zasklení je 0,9 x 1,0 m

$$S_{osO} = [l_a - (e_1 - f)] \cdot [l_b - (e_2 - g)] = [0,9 - (0,09 - 0,2)] \cdot [1,0 - (0,21 - 0,2)] = 0,81 \text{ m}^2$$

východní strana – rozměry dveří jsou 2,5 x 2,5 m, zasklení je 2,3 x 2,3 m – sloupek tl. 0,1 m

$$S_{osD} = [l_a - (e_1 - f)] \cdot [l_b - (e_2 - g)] = [2,1 - (0,09 - 0,2)] \cdot [2,1 - (0,21 - 0,2)] = 4,22 \text{ m}^2$$

7.3.2 Tepelný zisk sluneční radiací pro jedno okno

$$Q_{or} = (S_{os} \cdot I_o \cdot c_o + (S_o - S_{os}) \cdot I_{o \text{ dif}}) \cdot s$$

$c_o = 1,15$ – pro venkovskou oblast

$s = 0,72$ – trojsklo

$I_o = 230$ pro okna na jižní straně, 505 pro východní okno

okno jižní (2x)

$$Q_{or} = (2,28 \cdot 230 \cdot 1,15 + (2,47 - 2,28) \cdot 130) \cdot 0,72 = 451,99 \text{ W}$$

okno východní

$$Q_{orO} = (0,81 \cdot 505 \cdot 1,15 + (0,9 - 0,81) \cdot 130) \cdot 0,72 = 347,12 \text{ W}$$

dveře východní

$$Q_{orD} = (4,22 \cdot 505 \cdot 1,15 + (4,41 - 4,22) \cdot 130) \cdot 0,72 = 1782,33 \text{ W}$$

7.3.3 Tepelné zisky oken konvencí

$$Q_{ok} = S_{ok} \cdot U_o \cdot (t_e - t_i)$$

okno jižní (2x)

$$S_{ok} = 2,47 \text{ m}^2, U_o = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}, t_e = 36,6 \text{ }^\circ\text{C}, t_i = 26 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q_{ok} = 2,47 \cdot 1,1 \cdot (36,6 - 26) = 28,8 \text{ W}$$

okno východní

$$S_{ok} = 0,9 \text{ m}^2, U_o = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}, t_e = 47,2 \text{ }^\circ\text{C}, t_i = 26 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q_{ok} = 0,9 \cdot 1,1 \cdot (47,2 - 26) = 20,99 \text{ W}$$

dveře východní

$$S_{ok} = 4,41 \text{ m}^2, U_o = 1,1 \text{ W/ m}^2\text{K}, t_e = 47,2 \text{ }^\circ\text{C}, t_i = 26 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q_{ok} = 4,41 \cdot 1,1 \cdot (47,2 - 26) = 102,84 \text{ W}$$

7.3.4 Tepelná zátěž vnějších stěn

$$Q_s = U_s \cdot S \cdot (t_{rm} - t_i)$$

jižní stěna

$$S = 31,68 \text{ m}^2, t_{rm} = 29,6 \text{ }^\circ\text{C}, t_i = 26 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q_s = 0,2195 \cdot 31,68 \cdot (29,6 - 26) = 25,03 \text{ W}$$

východní stěna

$$S = 29,42 \text{ m}^2, t_{rm} = 29,7 \text{ }^\circ\text{C}, t_i = 26 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q_s = 0,1397 \cdot 29,42 \cdot (29,7 - 26) = 23,25 \text{ W}$$

7.3.5 Produkce tepla od lidí

$$Q_l = n_l \cdot q_{lm}$$

$$Q_l = 8 \cdot 55$$

$$Q_l = 440 \text{ W}$$

7.3.6 Tepelná produkce svítidel

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

$$Q_{sv} = 5,05 \cdot 50 \cdot 1 \cdot 1$$

$$Q_{sv} = 125 \text{ W}$$

7.3.7 Vodní zisky od osob

$$Q_l = n_l \cdot m_l$$

$$Q_l = 8 \cdot 244$$

$$Q_l = 1952 \text{ g/h}$$

7.3.8 Přehled vypočítaných hodnot

$$Q_{or} = 3033,43 \text{ W}$$

$$Q_{ok} = 181,43 \text{ W}$$

$$Q_s = 48,33 \text{ W}$$

$$Q_l = 440 \text{ W}$$

$$Q_{sv} = 125 \text{ W}$$

$$Q_c = \mathbf{3828,19 \text{ W}}$$

7.4 místnost 1.01 - kancelář

Tabulka 23

	Intenzita sluneční radiace pro denní dobu														
čas	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Východní strana	83	322	481	539	503	389	232	141	139	130	117	100	78	53	24
Severní strana	45	87	80	100	117	130	139	141	139	130	117	100	80	87	45

Tabulka 24

Plocha zasklení východní strana	3 m ²
Plocha zasklení severní strana	2 m ²

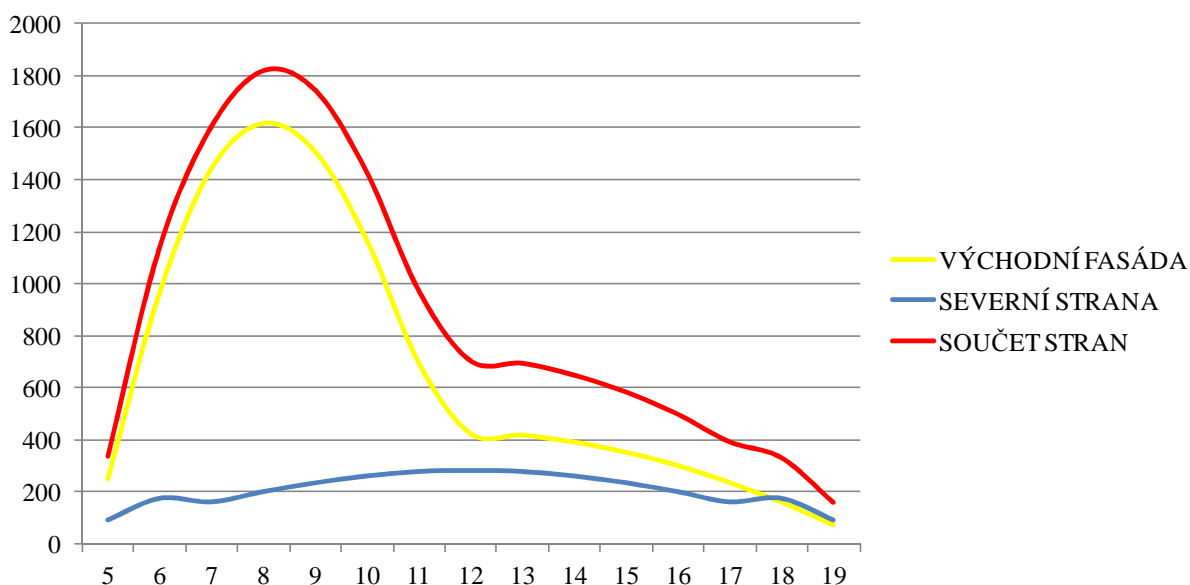
Tabulka 25

čas	5	6	7	8	9	10	11
Východní fasáda	249	966	1443	1617	1509	1167	696
Severní strana	90	174	160	200	234	260	278
SOUČET STRAN	339	1140	1603	1817	1743	1427	974

Tabulka 26

čas	12	13	14	15	16	17	18	19
Východní fasáda	423	417	390	351	300	234	159	72
Severní strana	282	278	260	234	200	160	174	90
SOUČET STRAN	705	695	650	585	500	394	333	162

Graf 4



Kritická hodina stanovena na 08:00

7.4.1 Osluněná část okna

Výška slunce nad obzorem h a sluneční azimut α pro jednotlivé měsíce pro 50° s.š.

Tabulka 27

	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Výška slunce h	25	34	44	52	58	60	58	52	44	34	25	18
Sluneční azimut α	88	100	114	131	152	180	208	229	246	260	272	286

Azimut severní stěny γ je 0°

Azimut východní stěny γ je 90°

Na severní fasádu slunce nesvítí proto výpočet vodorovného (e_1) a svislého (e_2) stínu vynecháváme.

Východní fasáda - výpočet vodorovného (e_1) a svislého (e_2) stínu

$$e_1 = c \cdot \tan(\alpha - \gamma) = 0,2 \cdot \tan(100 - 90) = 0,04$$

$$e_2 = d \cdot \frac{\tan h}{\cos(\alpha - \gamma)} = 0,2 \cdot \frac{\tan 34}{\cos(100 - 90)} = 0,14$$

východní strana – rozměry okna jsou 1,2 x 1,2 m, zasklení je 1,0 x 1,0 m

$$S_{osO} = [l_a - (e_1 - f)] \cdot [l_b - (e_2 - g)] = [1,0 - (0,04 - 0,2)] \cdot [1,0 - (0,14 - 0,2)] = 0,963 \text{ m}^2$$

východní strana – rozměry dveří jsou 2,1 x 1,1 m, zasklení je 1,1 x 0,9 m

$$S_{osD} = [l_a - (e_1 - f)] \cdot [l_b - (e_2 - g)] = [1,0 - (0,04 - 0,2)] \cdot [0,9 - (0,14 - 0,2)] = 0,957 \text{ m}^2$$

7.4.2 Tepelný zisk sluneční radiací pro jedno okno

$$Q_{or} = (S_{os} \cdot I_o \cdot c_o + (S_o - S_{os}) \cdot I_{o \text{ dif}}) \cdot s$$

$c_o = 1,15$ – pro venkovskou oblast

$s = 0,72$ – trojsklo

$I_o = 100$ pro okna na severní straně, 539 pro východní okno

okno severní (2x)

$$Q_{or} = S_o \cdot I_{o \text{ dif}} \cdot s = 1,0 \cdot 130 \cdot 0,72 = 93,6 \text{ W}$$

okno východní (2x)

$$Q_{orO} = (0,963 \cdot 539 \cdot 1,15 + (1,0 - 0,963) \cdot 130) \cdot 0,72 = 433,24 \text{ W}$$

dveře východní

$$Q_{orD} = (0,957 \cdot 539 \cdot 1,15 + (1,0 - 0,957) \cdot 130) \cdot 0,72 = 431,13 \text{ W}$$

7.4.3 Tepelné zisky oken konvencí

$$Q_{ok} = S_{ok} \cdot U_o \cdot (t_e - t_i)$$

okno severní (2x)

$$S_{ok} = 1,0 \text{ m}^2, U_o = 1,1 \text{ W/ m}^2\text{K}, t_e = 25,9 \text{ }^\circ\text{C}, t_i = 26 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q_{ok} = 1,0 \cdot 1,1 \cdot (25,9 - 26) = -0,10296 \text{ W}$$

okno východní (2x)

$$S_{ok} = 1,0 \text{ m}^2, U_o = 1,1 \text{ W/ m}^2\text{K}, t_e = 46,3 \text{ }^\circ\text{C}, t_i = 26 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q_{ok} = 1,0 \cdot 1,1 \cdot (46,3 - 26) = 21,5 \text{ W}$$

dveře východní

$$S_{ok} = 1,0 \text{ m}^2, U_o = 1,1 \text{ W/ m}^2\text{K}, t_e = 46,3 \text{ }^\circ\text{C}, t_i = 26 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q_{ok} = 1,0 \cdot 1,1 \cdot (46,3 - 26) = 21,4 \text{ W}$$

7.4.4 Tepelná zátěž vnějších stěn

$$Q_s = U_s \cdot S \cdot (t_{rm} - t_i)$$

severní stěna

$$S = 14,93 \text{ m}^2, t_{rm} = 26,2 \text{ °C}, t_i = 26 \text{ °C}$$

$$Q_s = 0,2195 \cdot 14,93 \cdot (26,2 - 26) = 0,42 \text{ W}$$

východní stěna

$$S = 18,73 \text{ m}^2, t_{rm} = 29,7 \text{ °C}, t_i = 26 \text{ °C}$$

$$Q_s = 0,1397 \cdot 18,73 \cdot (29,7 - 26) = 17,955 \text{ W}$$

7.4.5 Produkce tepla od lidí

$$Q_l = n_l \cdot q_{lm}$$

$$Q_l = 2 \cdot 60$$

$$Q_l = 120 \text{ W}$$

7.4.6 Tepelná produkce svítidel

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

$$Q_{sv} = 7,63 \cdot 80 \cdot 1 \cdot 1$$

$$Q_{sv} = 610,4 \text{ W}$$

7.4.7 Vodní zisky od osob

$$Q_l = n_l \cdot m_l$$

$$Q_l = 2 \cdot 134$$

$$Q_l = 268 \text{ g/h}$$

7.4.8 Přehled vypočítaných hodnot

$$Q_{or} = 1484,81 \text{ W}$$

$$Q_{ok} = 43,808 \text{ W}$$

$$Q_s = 18,73 \text{ W}$$

$$Q_l = 120 \text{ W}$$

$$Q_{sv} = 610,4 \text{ W}$$

$$Q_c = 2327,668 \text{ W}$$

7.5 místnost 1.02 – kancelář

Tabulka 28

	Intenzita sluneční radiace pro denní dobu														
čas	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Severní strana	45	87	80	100	117	130	139	141	139	130	117	100	80	87	45

Tabulka 29

Plocha zasklení severní strana	2 m ²
--------------------------------	------------------

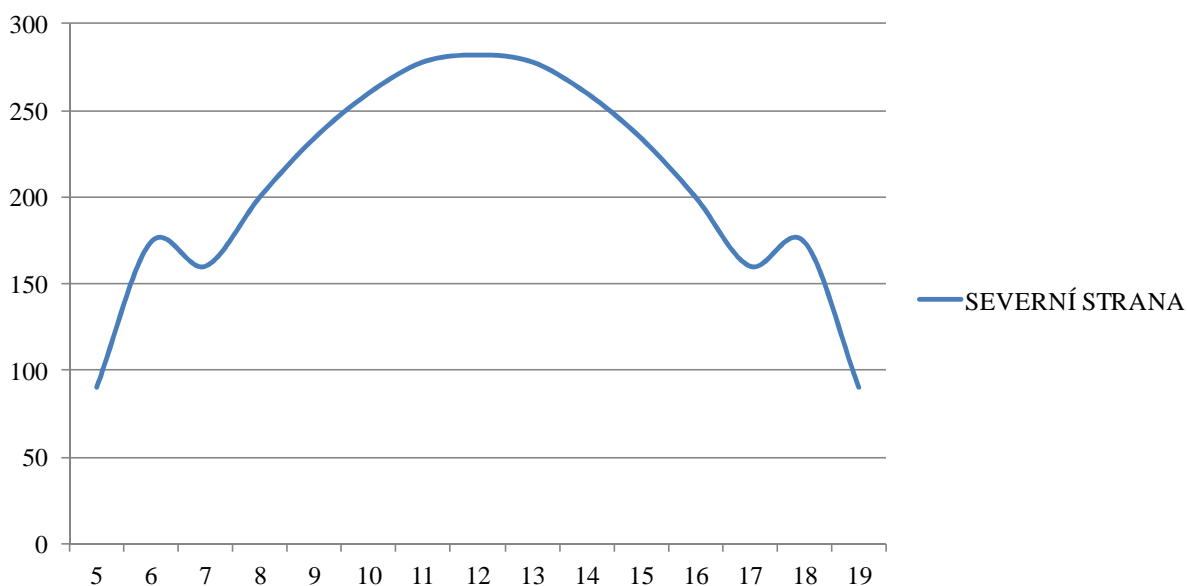
Tabulka 30

čas	5	6	7	8	9	10	11
Severní strana	90	174	160	200	234	260	278

Tabulka 31

čas	12	13	14	15	16	17	18	19
Severní strana	282	278	260	234	200	160	174	90

Graf 5



Kritická hodina stanovena na 12:00

7.5.1 Osluněná část okna

Výška slunce nad obzorem h a sluneční azimut α pro jednotlivé měsíce pro 50° s.š.

Tabulka 32

	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Výška slunce h	25	34	44	52	58	60	58	52	44	34	25	18
Sluneční azimut α	88	100	114	131	152	180	208	229	246	260	272	286

Azimut severní stěny γ je 0°

Na severní fasádu slunce nesvítí proto výpočet vodorovného (e_1) a svislého (e_2) stínu vynecháváme.

7.5.2 Tepelný zisk sluneční radiací pro jedno okno

$$Q_{or} = (S_{os} \cdot I_o \cdot c_o + (S_o - S_{os}) \cdot I_{o \text{ dif}}) \cdot s$$

$c_o = 1,15$ – pro venkovskou oblast

$s = 0,72$ – trojsklo

$I_o = 100$ pro okna na severní straně

okno severní (2x)

$$Q_{or} = S_o \cdot I_o \text{ dif} \cdot s = 1,0 \cdot 130 \cdot 0,72 = 93,6 \text{ W}$$

7.5.3 Tepelné zisky oken konvencí

$$Q_{ok} = S_{ok} \cdot U_o \cdot (t_e - t_i)$$

okno severní (2x)

$$S_{ok} = 1,0 \text{ m}^2, U_o = 1,1 \text{ W/ m}^2\text{K}, t_e = 25,9 \text{ }^\circ\text{C}, t_i = 26 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q_{ok} = 1,0 \cdot 1,1 \cdot (25,9 - 26) = -0,10296 \text{ W}$$

7.5.4 Tepelná zátěž vnějších stěn

$$Q_s = U_s \cdot S \cdot (t_{rm} - t_i)$$

severní stěna

$$S = 13,5 \text{ m}^2, t_{rm} = 26,2 \text{ }^\circ\text{C}, t_i = 26 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q_s = 0,2195 \cdot 13,5 \cdot (26,2 - 26) = 0,6996 \text{ W}$$

7.5.5 Produkce tepla od lidí

$$Q_l = n_l \cdot q_{lm}$$

$$Q_l = 2 \cdot 60$$

$$Q_l = 120 \text{ W}$$

7.5.6 Tepelná produkce svítidel

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

$$Q_{sv} = 24,2 \cdot 80 \cdot 1 \cdot 1$$

$$Q_{sv} = 1936 \text{ W}$$

7.5.7 Vodní zisky od osob

$$Q_l = n_l \cdot m_l$$

$$Q_l = 2 \cdot 134$$

$$Q_l = 268 \text{ g/h}$$

7.5.8 Přehled vypočítaných hodnot

$$Q_{or} = 187,2 \text{ W}$$

$$Q_{ok} = -20,592 \text{ W}$$

$$Q_s = 0,6996 \text{ W}$$

$$Q_l = 120 \text{ W}$$

$$Q_{sv} = 1936 \text{ W}$$

$$Q_c = 2245,76 \text{ W}$$

7.6 místnost 1.04 - kancelář

Tabulka 33

	Intenzita sluneční radiace pro denní dobu														
čas	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Severní strana	45	87	80	100	117	130	139	141	139	130	117	100	80	87	45

Tabulka 34

Plocha zasklení severní strana	2 m ²
---------------------------------------	------------------

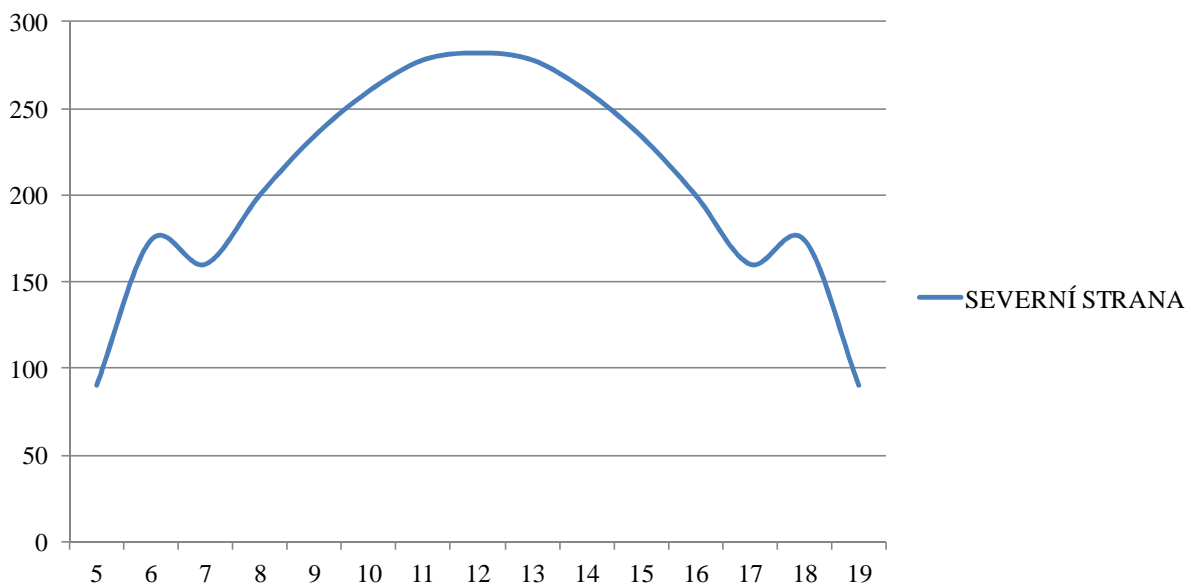
Tabulka 35

čas	5	6	7	8	9	10	11
Severní strana	90	174	160	200	234	260	278

Tabulka 36

čas	12	13	14	15	16	17	18	19
Severní strana	282	278	260	234	200	160	174	90

Graf 6



Kritická hodina stanovena na 12:00

7.6.1 Osluněná část okna

Výška slunce nad obzorem h a sluneční azimut α pro jednotlivé měsíce pro 50° s.š.

Tabulka 37

	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Výška slunce h	25	34	44	52	58	60	58	52	44	34	25	18
Sluneční azimut α	88	100	114	131	152	180	208	229	246	260	272	286

Azimut severní stěny γ je 0°

Na severní fasádu slunce nesvítí proto výpočet vodorovného (e_1) a svislého (e_2) stínu vynecháváme.

7.6.2 Tepelný zisk sluneční radiací pro jedno okno

$$Q_{or} = (S_{os} \cdot I_o \cdot c_o + (S_o - S_{os}) \cdot I_{o\ dif}) \cdot s$$

$c_o = 1,15$ – pro venkovskou oblast

$s = 0,72$ – trojsklo

$I_o = 100$ pro okna na severní straně

okno severní (2x)

$$Q_{or} = S_o \cdot I_{o\ dif} \cdot s = 1,0 \cdot 130 \cdot 0,72 = 93,6 \text{ W}$$

7.6.3 Tepelné zisky oken konvencí

$$Q_{ok} = S_{ok} \cdot U_o \cdot (t_e - t_i)$$

okno severní (2x)

$$S_{ok} = 1,0 \text{ m}^2, U_o = 1,1 \text{ W/ m}^2\text{K}, t_e = 25,9 \text{ }^\circ\text{C}, t_i = 26 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q_{ok} = 1,0 \cdot 1,1 \cdot (25,9 - 26) = -0,10296 \text{ W}$$

7.6.4 Tepelná zátěž vnějších stěn

$$Q_s = U_s \cdot S \cdot (t_{rm} - t_i)$$

severní stěna

$$S = 9,028 \text{ m}^2, t_{rm} = 26,2 \text{ }^\circ\text{C}, t_i = 26 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q_s = 0,2195 \cdot 9,028 \cdot (26,2 - 26) = 0,47 \text{ W}$$

7.6.5 Produkce tepla od lidí

$$Q_l = n_l \cdot q_{lm}$$

$$Q_l = 2 \cdot 60$$

$$Q_l = 120 \text{ W}$$

7.6.6 Tepelná produkce svítidel

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

$$Q_{sv} = 22,65 \cdot 80 \cdot 1 \cdot 1$$

$$Q_{sv} = 1812 \text{ W}$$

7.6.7 Vodní zisky od osob

$$Q_l = n_l \cdot m_l$$

$$Q_l = 2 \cdot 134$$

$$Q_l = 268 \text{ g/h}$$

7.6.8 Přehled vypočítaných hodnot

$$Q_{or} = 187,2 \text{ W}$$

$$Q_{ok} = -20,592 \text{ W}$$

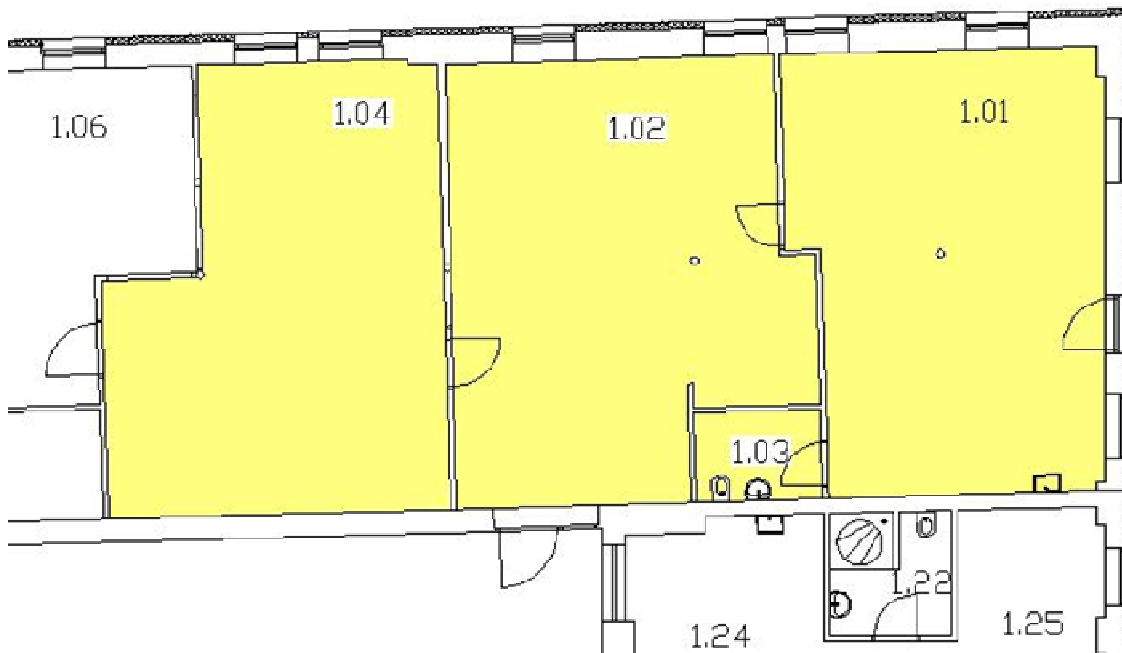
$$Q_s = 0,47 \text{ W}$$

$$Q_l = 120 \text{ W}$$

$$Q_{sv} = 1812 \text{ W}$$

$$Q_c = 2245,65 \text{ W}$$

8 Prostor č. 1 – Kanceláře



Obrázek 13

návrh vzduchotechnického zařízení a prostoru

Prostor bude větrán nízkotlakým klimatizačním systémem. Systém je navržen tak, aby pokryl tepelnou zátěž v letním období a v zimním období pokryl tepelné ztráty. Zařízení bude navrženo na jeden konstantní průtok po celý rok.

Vzduch bude přiváděn do místností č. 1.01, 1.02 a 1.04. Jako přívodní a odvodní elementy jsou použity nastavitelné vyústky Mandík. Přívod venkovního vzduchu je řešen podle vyhlášky č. 6, kterou se stanoví hygienické limity pro vnitřní prostředí pobytových prostor. Uvažoval jsem s 30 m³/h na osobu.

Odvod z hygienického prostoru je připojen na odvodní potrubí celého prostoru. Ve dveřích do hygienického prostoru je umístěna větrací mřížka.

8.1 stanovení průtoků vzduchu

8.1.1 výpočet vstupních údajů pro jednotlivé místnosti

8.1.1.1 místnost 1.01 – kancelář

Přehled výchozích hodnot:

Celková tepelná zátěž – $Q_L = 2327,67 \text{ W}$

Tepelné ztráty – $Q_Z = 3430,47 \text{ W}$

Vodní zisky – $M_W = 268 \text{ g/h}$

Počet osob – 2 osoby

Požadovaná teplota v létě – 26

Požadovaná teplota v zimě – 20

určení základních veličin

objemový průtok přívodního vzduchu:

$$\text{Zima: } V_Z = \frac{Q_Z}{\rho \cdot c \cdot \Delta t} = \frac{3430,47}{1,2 \cdot 1010 \cdot 10} = 0,28 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Léto: } V_L = \frac{Q_L}{\rho \cdot c \cdot \Delta t} = \frac{2327,67}{1,2 \cdot 1010 \cdot 6} = 0,32 \text{ m}^3/\text{s}$$

8.1.1.2 místnost 1.02 – kancelář

Přehled výchozích hodnot:

Celková tepelná zátěž – $Q_L = 2245,76 \text{ W}$

Tepelné ztráty – $Q_Z = 3599,1 \text{ W}$

Vodní zisky – $M_W = 268 \text{ g/h}$

Počet osob – 2 osoby

Požadovaná teplota v létě – 26

Požadovaná teplota v zimě – 20

určení základních veličin

objemový průtok přívodního vzduchu:

$$\text{Zima: } V_Z = \frac{Q_Z}{\rho \cdot c \cdot \Delta t} = \frac{3599,1}{1,2 \cdot 1010 \cdot 10} = 0,297 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Léto: } V_L = \frac{Q_L}{\rho \cdot c \cdot \Delta t} = \frac{2245,76}{1,2 \cdot 1010 \cdot 6} = 0,32 \text{ m}^3/\text{s}$$

8.1.1.3 místnost 1.04 – kancelář

Přehled výchozích hodnot:

Celková tepelná zátěž – $Q_L = 2245,65 \text{ W}$

Tepelné ztráty – $Q_Z = 1879,174 \text{ W}$

Vodní zisky – $M_W = 268 \text{ g/h}$

Počet osob – 2 osoby

Požadovaná teplota v létě – $26 \text{ }^\circ\text{C}$

Požadovaná teplota v zimě – $20 \text{ }^\circ\text{C}$

určení základních veličin

objemový průtok přívodního vzduchu:

$$\text{Zima: } V_Z = \frac{Q_Z}{\rho \cdot c \cdot \Delta t} = \frac{1879,174}{1,2 \cdot 1010 \cdot 10} = 0,155 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Léto: } V_L = \frac{Q_L}{\rho \cdot c \cdot \Delta t} = \frac{2245,65}{1,2 \cdot 1010 \cdot 6} = 0,31 \text{ m}^3/\text{s}$$

8.1.2 řešení celého prostoru

místnost 1.01 $V_L = 0,32 \text{ m}^3/\text{s}$

$$V_Z = 0,28 \text{ m}^3/\text{s}$$

místnost 1.02 $V_L = 0,31 \text{ m}^3/\text{s}$

$$V_Z = 0,30 \text{ m}^3/\text{s}$$

místnost 1.04 $V_L = 0,31 \text{ m}^3/\text{s}$

$$V_Z = 0,155 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\Sigma V_L = 0,93 \text{ m}^2/\text{s} = 3350 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\Sigma V_Z = 0,735 \text{ m}^2/\text{s} = 2650 \text{ m}^3/\text{s}$$

8.1.3 komponenty pro distribuci vzduchu

8.1.3.1 přívodní potrubí

Distribuci vzduchu v prostoru budou zajišťovat nastavitelné vyústky, které budou umístěny přímo na přívodním potrubí. Vyústky distribuují vzduch horizontálním směrem. Přívodní potrubí bude vedené pod stropem a bude viditelné. Na WC (místnost 1.03) lze dodatečně nainstalovat podhled. V projektu bylo pomýšleno i na tuto možnost. Potrubí bude kruhové, maximální průměr přívodního potrubí bude 500 mm. Potrubí je vedeno do strojovny která je v místnosti 1.06.

Jsou zde navrženy nastavitelné vyústky od firmy Mandík. Jedná se o vyústky z hliníkových profilů se skrytým uchycením pomocí pérových sponek nebo s uchycením šrouby. Sestava vyústky je tvořena obdélníkovým rámem, ve kterém je upevněna jedna řada otočných listů. Těsnost vyústek je zajištěna těsněním po obvodě. Jsou to vyústky určené pro prostory s ochranou před povětrnostními podmínkami. Neodolávají námraze, tvorbě ledu, a podobně. Tyto vyústky také nejsou vhodné pro vzdušninu s abrazivními, chemickými a lepivými příměsemi. Dovolенý dosah teplot v místě instalace je od $-20 \text{ }^\circ\text{C}$ do $+70 \text{ }^\circ\text{C}$.

použité vyústky:

místnost 1.01

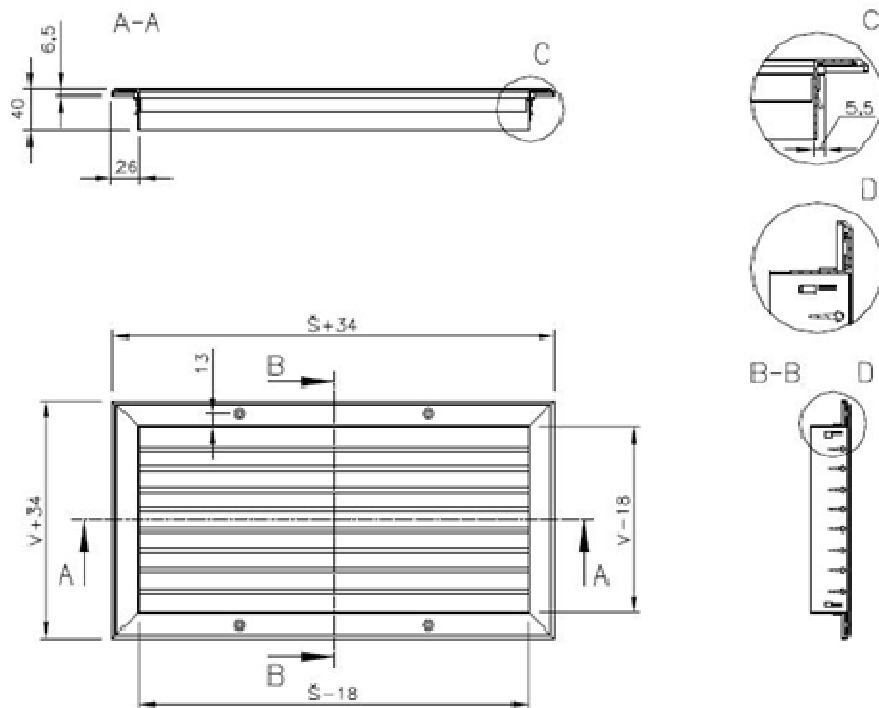
3 x VNM 520/100

místnost 1.02

2 x VNM 720/100

místnost 1.04

2 x VNM 720/100



Obrázek 14

Návrh přívodních elementů

Místnost 1.01

$$\Delta t_z = 10 \text{ K}$$

$$\Delta t_z = 6 \text{ K}$$

$$V_L = 0,32 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_Z = 0,28 \text{ m}^3/\text{s}$$

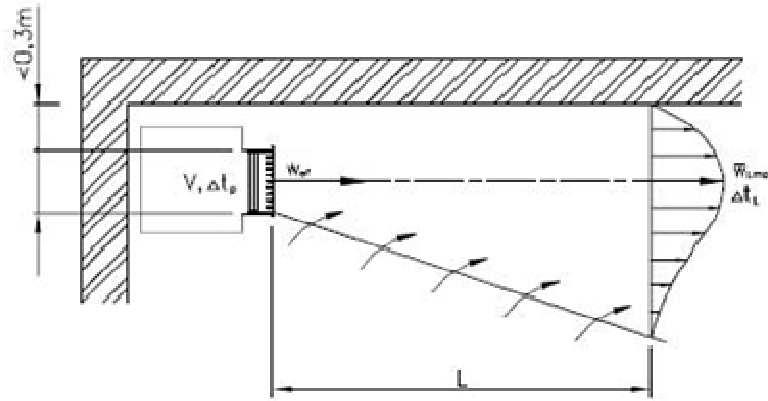
$$V_z = V_L$$

$$\Delta t_p = \frac{Q_z}{\rho \cdot c \cdot V} = \frac{3430,47}{1,2 \cdot 1010 \cdot 0,32} = 8,85 \text{ K}$$

$$V_p = 0,32 \cdot 3600 = 1152 \text{ m}^3/\text{h}$$

volím 3 x 383 m³/h

Nastavitelná vyústka VNM2 520 x 100 s regulací R1 pro přívod vzduchu (otevření regulace 75%), s vlivem stropu



Obrázek 15

$$V = 383,3 \text{ m}^3/\text{h}$$

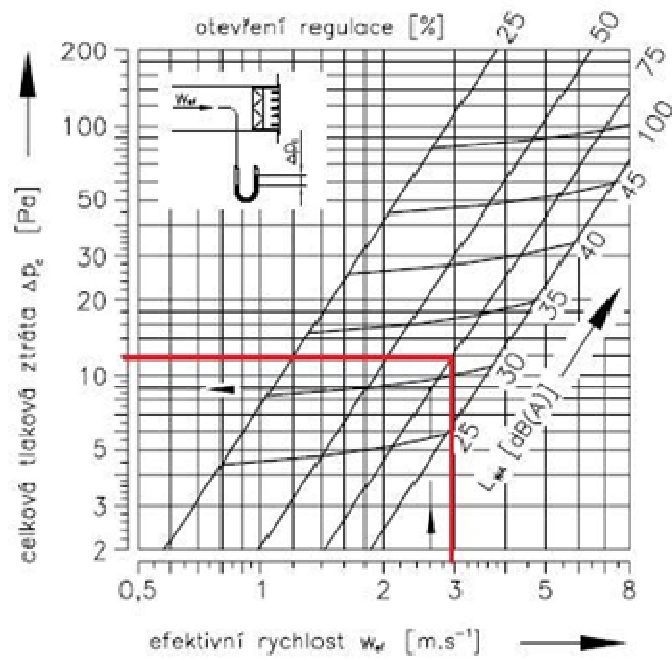
$$L = 7,5 \text{ m}$$

$$\Delta t_L = 8,85 \text{ K}$$

$$S_{ef} = 0,036 \text{ m}^2$$

$$W_{ef} = V / 3600 * S_{ef} = 383,3 / 3600 * 0,036$$

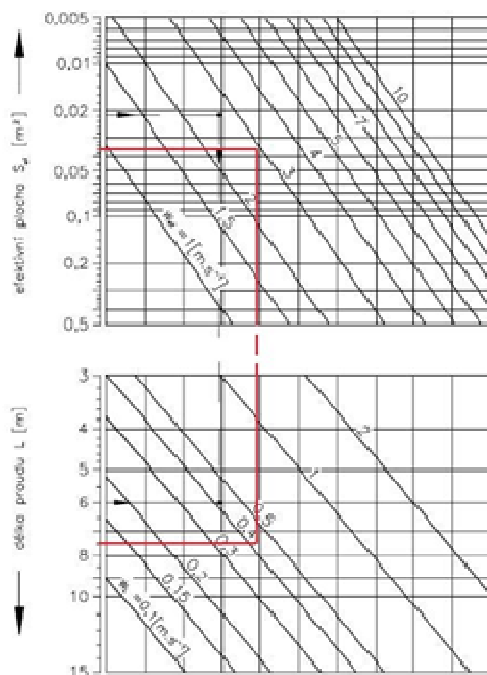
$$W_{ef} = \underline{2,958 \text{ m/s}}$$



Obrázek 16

$\Delta p_c = 12 \text{ pa}$

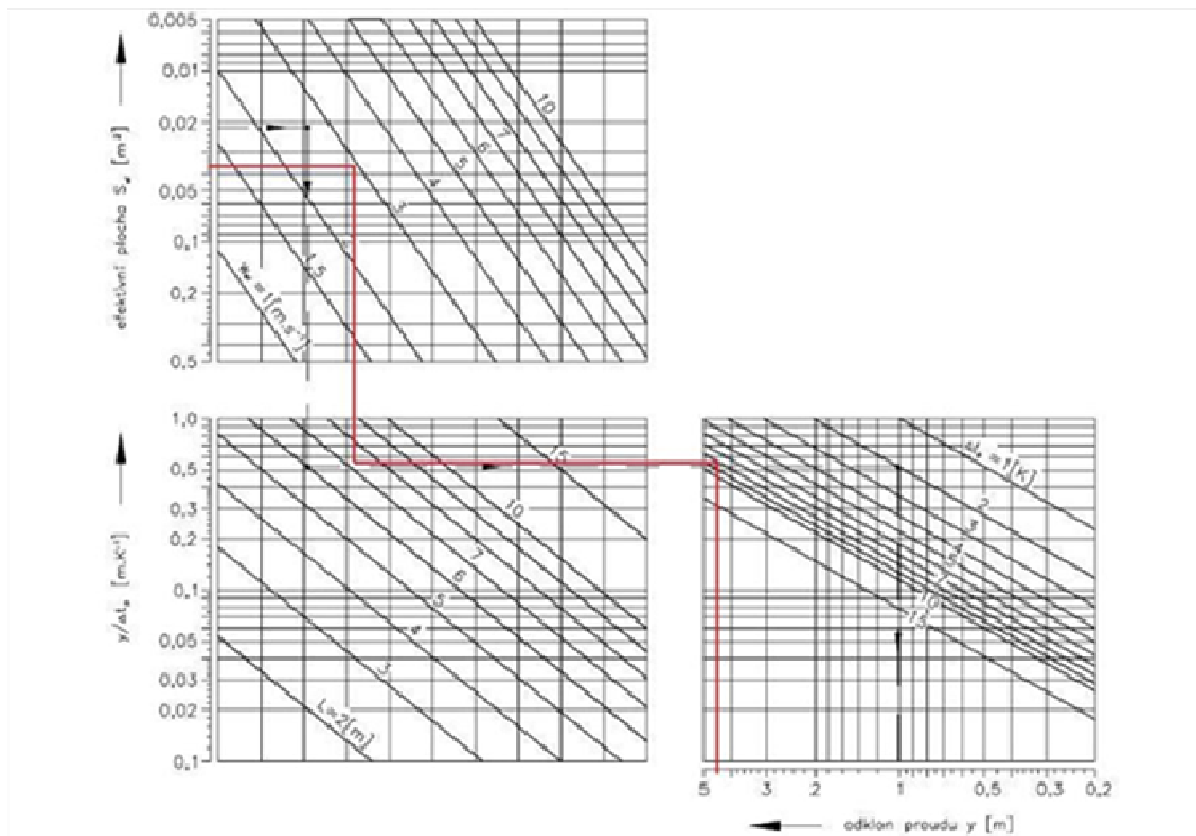
$L_{WA} = 31,5 \text{ dB (A)}$



Korekce pro proudění s vlivem stropu:
 $\bar{w}_L = 1,4 \cdot \bar{w}_L$

Obrázek 17

$W_L = 0,43 \cdot 1,4 = 0,602 \text{ m/s}$



Obrázek 18

$y=4,5$ m

Místnost 1.02

$$\Delta t_z = 10 \text{ K}$$

$$\Delta t_z = 6 \text{ K}$$

$$V_L = 0,31 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_Z = 0,30 \text{ m}^3/\text{s}$$

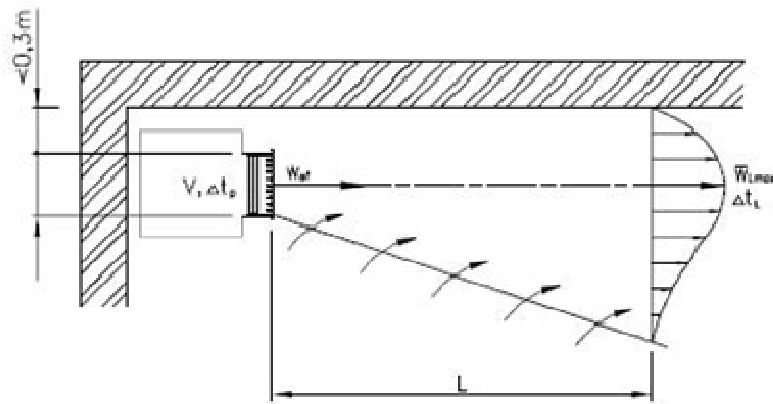
$$V_z = V_L$$

$$\Delta t_p = \frac{Q_z}{\rho \cdot c \cdot V} = \frac{3430,47}{1,2 \cdot 1010 \cdot 0,32} = 9,61 \text{ K}$$

$$V_p = 0,32 \cdot 3600 = 1110 \text{ m}^3/\text{h}$$

volím 2 x 550 m³/h

Nastavitelná vyústka VNM2 720 x 100 s regulací R1 pro přívod vzduchu (otevření regulace 75%), s vlivem stropu



Obrázek 19

$$V = 550 \text{ m}^3/\text{h}$$

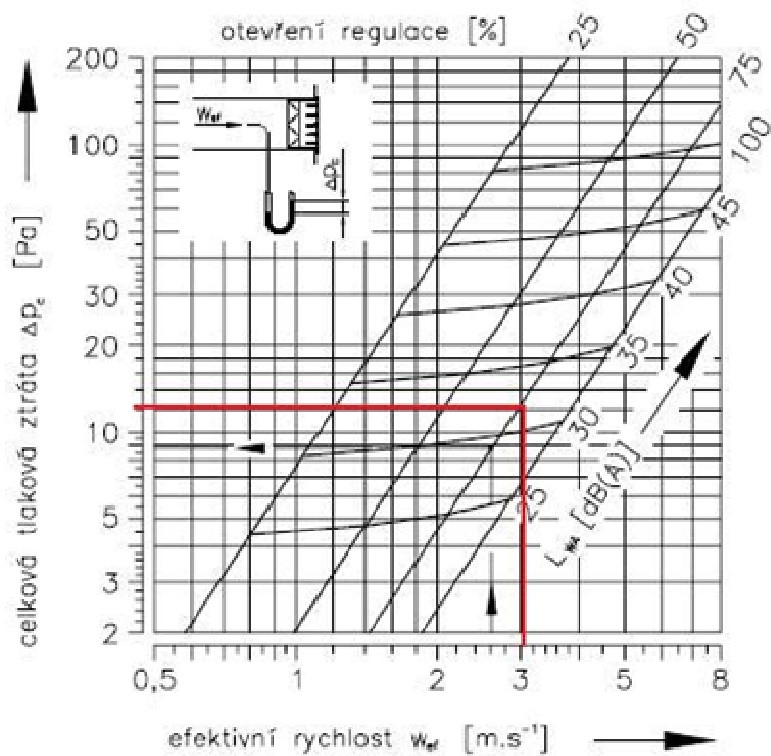
$$L = 7,5 \text{ m}$$

$$\Delta t_L = 9,61 \text{ K}$$

$$S_{ef} = 0,0502 \text{ m}^2$$

$$W_{ef} = V / 3600 * S_{ef} = 550 / 3600 * 0,0502$$

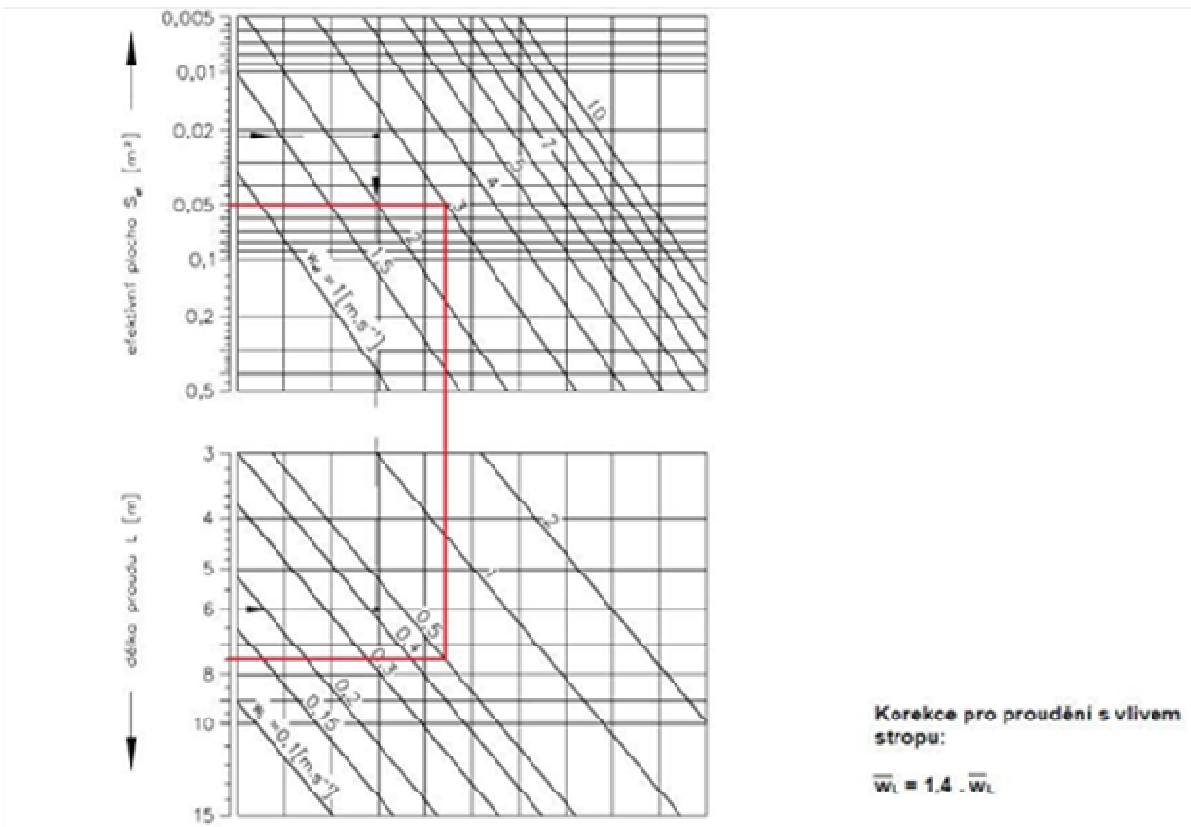
$$W_{ef} = \underline{3,04 \text{ m/s}}$$



Obrázek 20

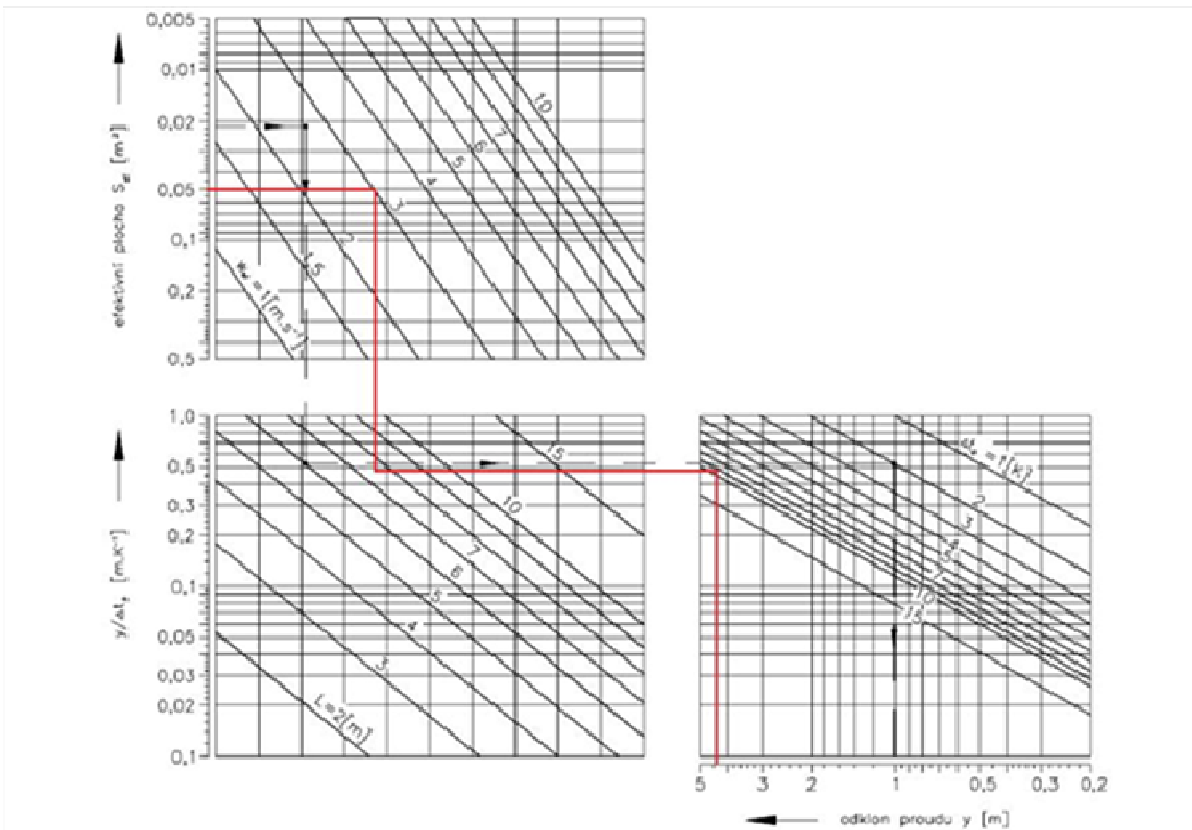
$\Delta p_c = 12 \text{ pa}$

$L_{WA} = 32 \text{ dB (A)}$



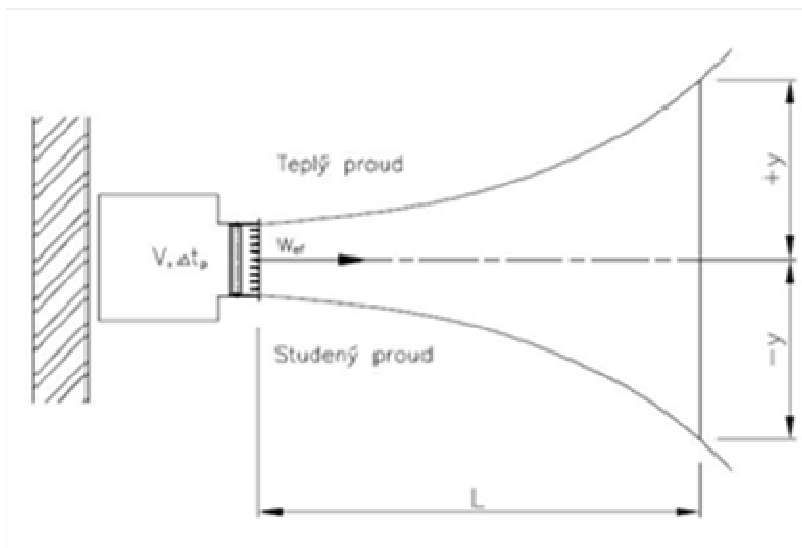
Obrázek 21

$$W_L = 0,05 \cdot 1,4 = 0,7 \text{ m/s}$$



Obrázek 22

$$y=4,4 \text{ m}$$



Obrázek 23

Místnost 1.04

$$\Delta t_z = 10 \text{ K}$$

$$\Delta t_z = 6 \text{ K}$$

$$V_L = 0,31 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_Z = 0,155 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_z = V_L$$

$$\Delta t_p = \frac{Q_z}{\rho \cdot c \cdot V} = \frac{2245,65}{1,2 \cdot 1010 \cdot 0,32} = 5,98 \text{ K}$$

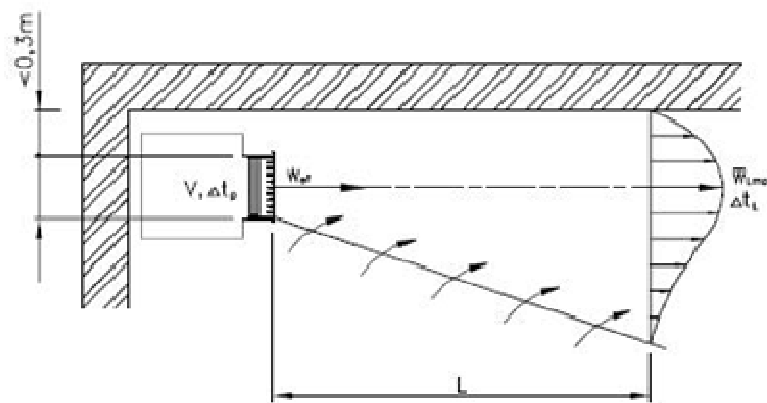
$$V_p = 0,31 \cdot 3600 = 1110 \text{ m}^3/\text{h}$$

volím 2 x 550 m³/h

$$V_o = 1110 \text{ m}^3/\text{h}$$

2 x 550 m³/h

Nastavitelná vyústka VNM2 720 x 100 s regulací R1 pro přívod vzduchu (otevření regulace 75%), s vlivem stropu



Obrázek 24

$$V = 550 \text{ m}^3/\text{h}$$

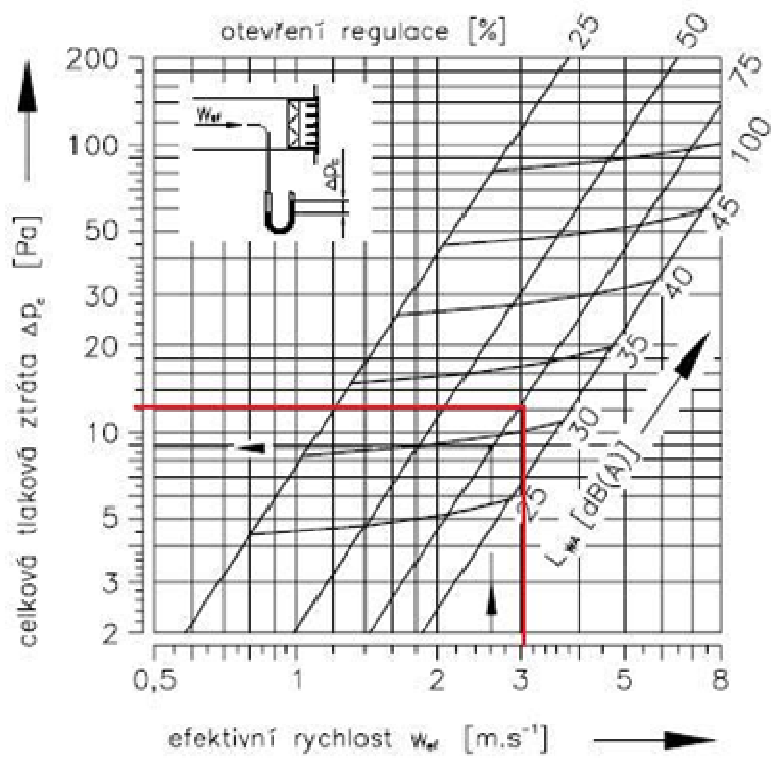
$$L = 7,5 \text{ m}$$

$$\Delta t_L = 9,61 \text{ K}$$

$$S_{ef} = 0,0502 \text{ m}^2$$

$$W_{ef} = V / 3600 * S_{ef} = 550 / 3600 * 0,0502$$

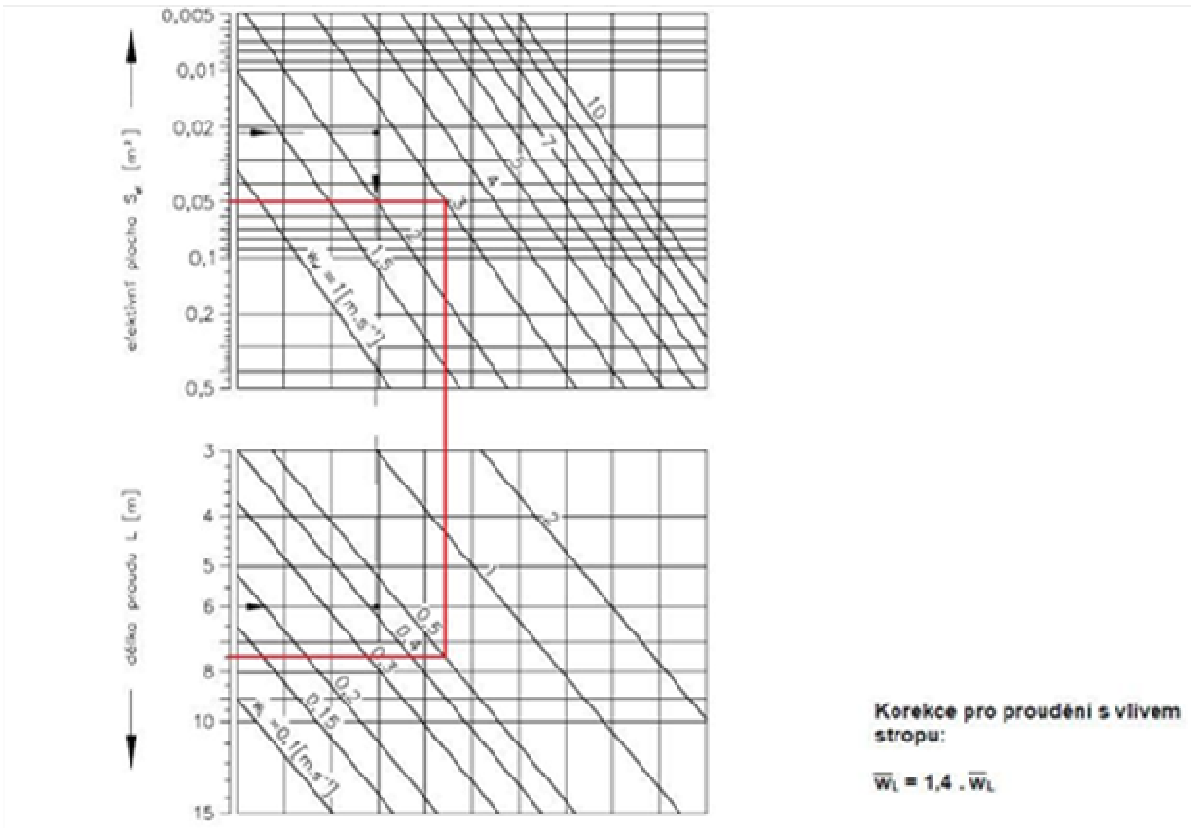
$$W_{ef} = \underline{3,04 \text{ m/s}}$$



Obrázek 25

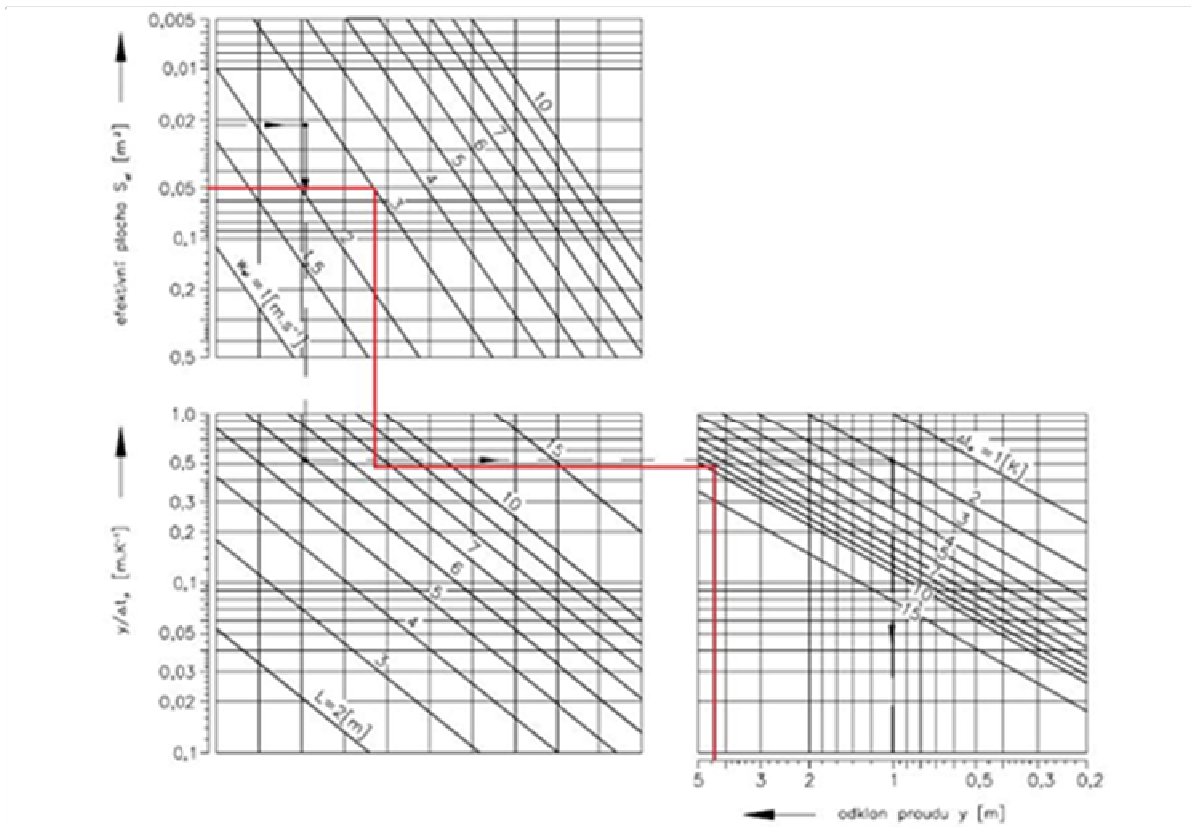
$$\Delta p_c = 12 \text{ Pa}$$

$$L_{WA} = 32 \text{ dB (A)}$$



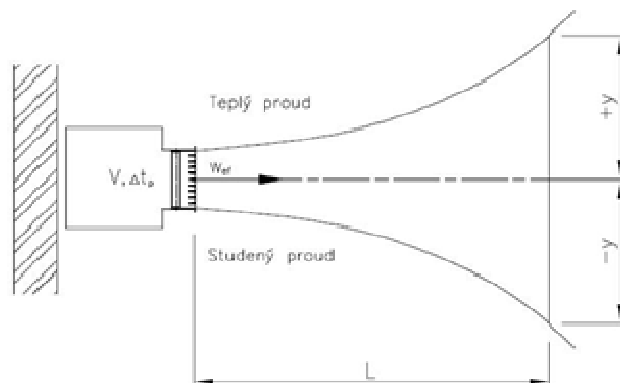
Obrázek 26

$$W_L = 0,05 * 1,4 = 0,7 \text{ m/s}$$



Obrázek 27

$y=4,4$ m



Obrázek 28

8.1.3.2 odvodní potrubí

Odvod vzduchu z prostoru budou zajišťovat nastavitelné vyústky, které budou umístěny přímo na odvodním potrubí. Vyústky jsou umístěny na spodní části potrubí. Potrubí bude vedené pod stropem a bude viditelné. Na WC (místnost 1.03) lze dodatečně nainstalovat podhled. V projektu bylo pomýšeno i na tuto možnost. Potrubí bude kruhové, maximální průměr přívodního potrubí bude 500 mm. Potrubí je vedeno do strojovny která je v místnosti 1.06.

Jsou zde navrženy nastavitelné vyústky od firmy Mandík. Jedná se o vyústky z hliníkových profilů se skrytým uchycením pomocí pérových sponek nebo s uchycením šrouby. Sestava vyústky je tvořena obdélníkovým rámem, ve kterém je upevněna jedna řada otočných listů.

použité vyústky:

místnost 1.01	2 x VNM 720/100
místnost 1.02	2 x VNM 720/100
místnost 1.03	2 x VNM 325/100
místnost 1.04	2 x VNM 720/100

místnost 1.01

$$V_o = 1152 - 80 = 1070 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{volím } 2 \times 535 \text{ m}^3/\text{h}$$

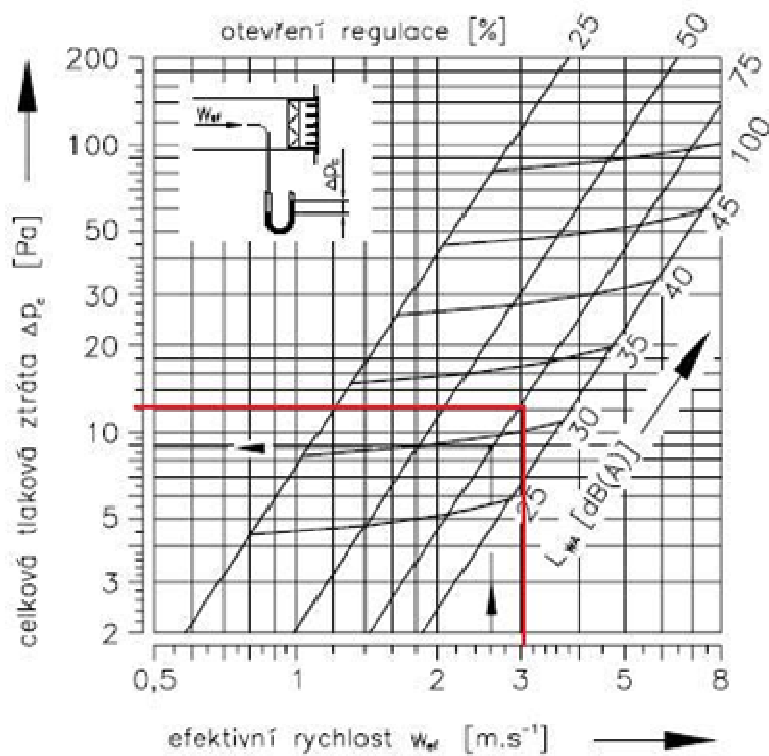
Nastavitelná vyústka VNM2 720 x 100

$$V = 550 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$S_{ef} = 0,0502 \text{ m}^2$$

$$W_{ef} = V / 3600 * S_{ef} = 550 / 3600 * 0,0502$$

$$W_{ef} = \underline{3,04 \text{ m/s}}$$



Obrázek 29

$$\Delta p_c = 12 \text{ Pa}$$

$$L_{WA} = 32 \text{ dB (A)}$$

místnost 1.02

$$V_o = 1110 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{volím } 2 \times 550 \text{ m}^3/\text{h}$$

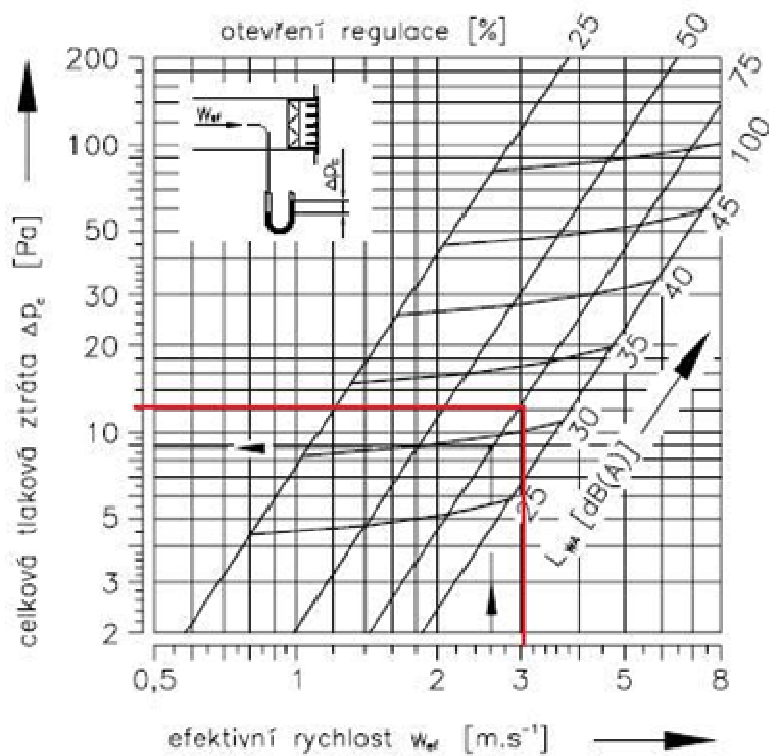
Nastavitelná vyústka VNM2 720 x 100

$$V = 550 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$S_{ef} = 0,0502 \text{ m}^2$$

$$W_{ef} = V / 3600 * S_{ef} = 550 / 3600 * 0,0502$$

$$W_{ef} = \underline{3,04 \text{ m/s}}$$



Obrázek 30

$$\Delta p_c = 12 \text{ pa}$$

$$L_{WA} = 32 \text{ dB (A)}$$

místnost 1.03

$$V_o = 80 \text{ m}^3/\text{h}$$

volím 1 x 80 m³/h

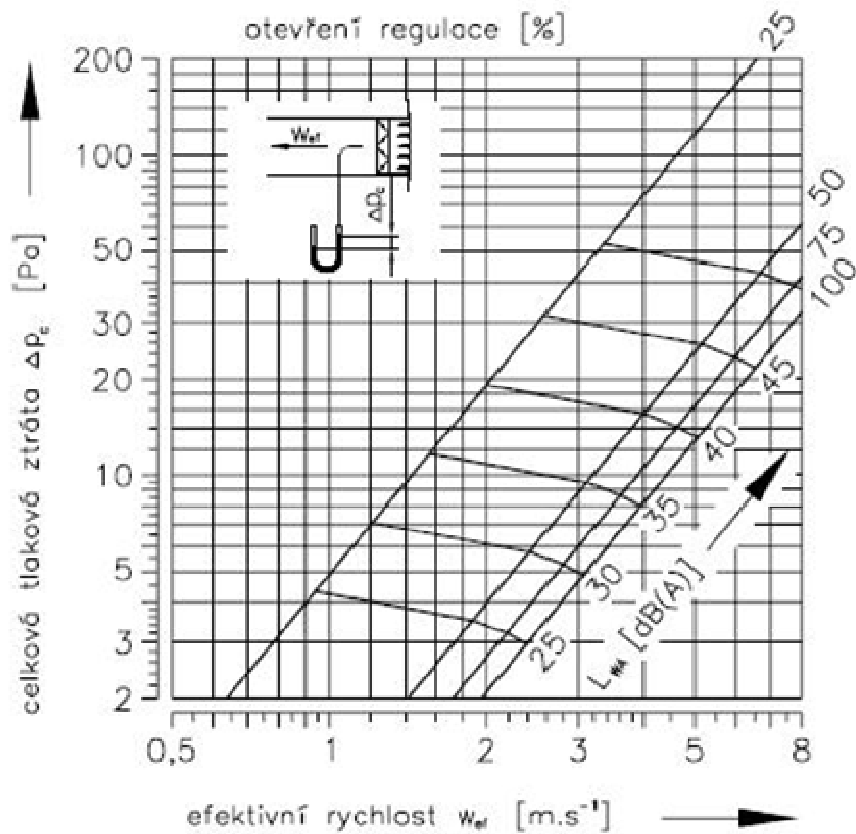
Nastavitelná vyústka VNM2 325 x 100

$$V = 80 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$S_{ef} = 0,0217 \text{ m}^2$$

$$W_{ef} = V / 3600 * S_{ef} = 80 / 3600 * 0,0217$$

$$W_{ef} = \underline{1,024 \text{ m/s}}$$



Obrázek 31

$$\Delta p_c = 0 \text{ pa}$$

$$L_{wA} = 0 \text{ dB (A)}$$

místnost 1.02

$$V_o = 1110 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{volím } 2 \times 550 \text{ m}^3/\text{h}$$

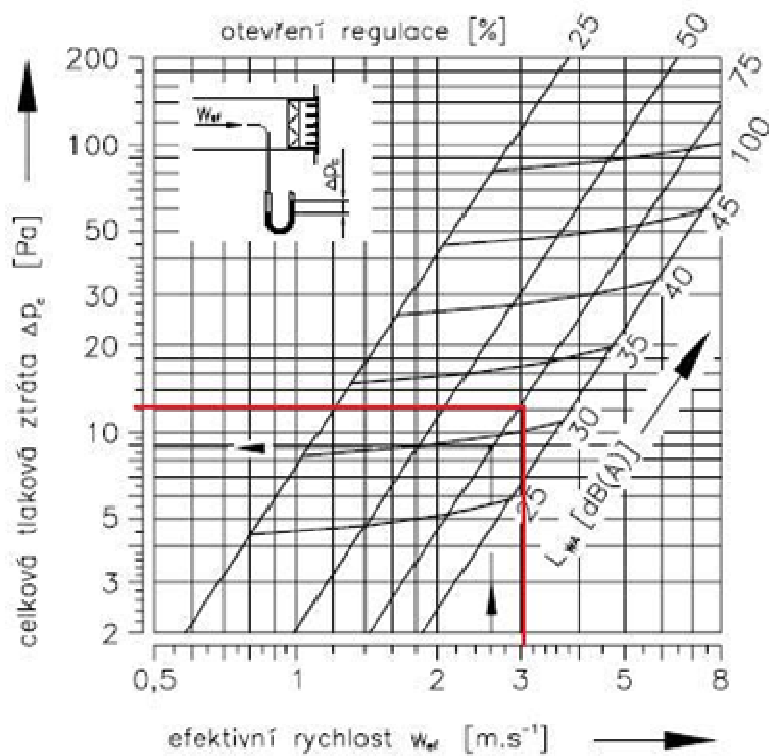
Nastavitelná vyústka VNM2 720 x 100

$$V = 550 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$S_{ef} = 0,0502 \text{ m}^2$$

$$W_{ef} = V / 3600 * S_{ef} = 550 / 3600 * 0,0502$$

$$W_{ef} = \underline{3,04 \text{ m/s}}$$



Obrázek 32

$\Delta p_c = 12$ pa

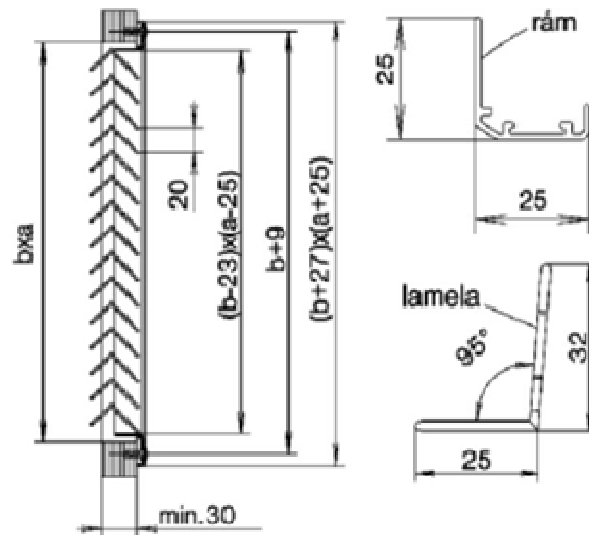
$L_{wA} = 32$ dB (A)

8.1.3.3 Komponenty do potrubí Větrací mřížky dveřní

Dveřní mřížka IMOS-DMNJ je umístěna ve dveřích mezi WC (místnost 1.03) a kanceláří (místnost 1.01). Funkčnost dveřní mřížky spočívá v propojení dvou větracích prostorů. Mřížka má rozměry 425 x 85 mm.



Obrázek 33



Obrázek 34

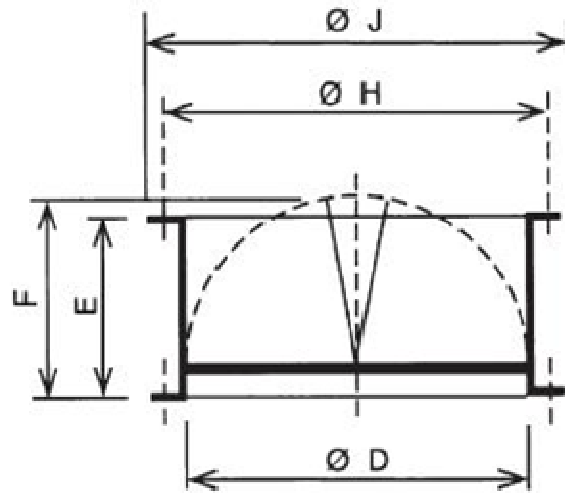
Zpětná klapka

Klapka navržena od firmy Elektrodesign.

Klapka se umísťuje za ventilátor a zamezuje vnikání chladného vzduchu opačným směrem do prostoru, které by negativně ovlivňovalo interní mikroklima. Klapka na odvodní větev bude TSKM 500.



Obrázek 35



Obrázek 36

Dimenzování přívodního potrubí

přívodní potrubí

Tabulka 38

Pořadové číslo úseku potrubí	u	[-]	1	2	3	4	5	6	7
Délka úseku	L	[m]	2	2	4	2,3	2,3	2,5	5,4
Předběžná rychlost	v'	[m.s-1]	2,9	3,2	3,5	4	4,3	4,9	5,5
Průtok vzduchu v úseku	V	[m³.s-1]	383,3	766,6	1150	1700	2250	2800	3350
Průtočná plocha	S'	[m²]	0,036715	0,066545	0,09127	0,118056	0,145349	0,15873	0,169192
Odpovídající průměr kruhového potrubí	d'	[m]	0,216264	0,291154	0,34098	0,387801	0,4303	0,449671	0,464253
Průměr potrubí dle rozměrové řady	d	[mm]	225	315	355	400	450	450	500
Skutečná rychlost odpovídající navrženému průměru	v	[m.s-1]	2,679178	2,733855	3,229007	3,759731	3,931745	4,892838	4,741684
Měrná tlaková ztráta	R	[Pa.m-1]	0,33	0,3	0,32	0,43	0,42	0,52	0,42
∑ vřazených odporů v jednotlivých úseku	ξ	[-]	0,6	0,6	0,6	0,6	0,3	0,6	1,2
Tlaková ztráta místními odpory $Z=0,5 \cdot \xi \cdot \rho \cdot v^2$	Z	[Pa]	2,584079	2,690628	3,753535	5,088808	2,782551	8,618351	16,18817
Celková tlaková ztráta úseku	Z + R*L	[Pa]	3,244079	3,290628	5,033535	6,077808	3,748551	9,918351	18,45617

odvodní potrubí

Tabulka 39

Pořadové číslo úseku potrubí	u	[-]	1	2	3	4	5	6	7
Délka úseku	L	[m]	2	3	2	2,3	2,3	2,5	6,15
Předběžná rychlost	v'	[m.s-1]	3	3,4	3,5	3,8	4,3	4,8	5,2
Průtok vzduchu v úseku	V	[m ³ .s-1]	535	1070	1150	1700	2250	2800	3350
Průtočná plocha	S'	[m ²]	0,049537	0,087418	0,09127	0,124269	0,145349	0,162037	0,178953
Odpovídající průměr kruhového potrubí	d'	[m]	0,251206	0,333708	0,34098	0,397875	0,4303	0,454331	0,477457
Průměr potrubí dle rozměrové řady	d	[mm]	280	355	355	400	450	500	500
Skutečná rychlost odpovídající navrženému průměru	v	[m.s-1]	2,414713	3,00438	3,229007	3,759731	3,931745	3,963199	4,741684
Měrná tlaková ztráta	R	[Pa.m-1]	0,3	0,31	0,33	0,43	0,38	0,39	0,42
∑ vřazených odporů v jednotlivých úsecích	ξ	[-]	0,6	0,3	0,6	0,6	0,6	0,3	0,6
Tlaková ztráta místními odpory $Z=0,5 \cdot \xi \cdot \rho \cdot v^2$	Z	[Pa]	2,099102	1,624734	3,753535	5,088808	5,565102	2,82725	1,707006
Celková tlaková ztráta úseku	Z + R*L	[Pa]	2,699102	2,554734	4,413535	6,077808	6,439102	3,80225	4,290006

8.1.4 Návrh VZT jednotky pomocí ručního výpočtu a softwaru ATREA DUPLEX

$$V_p = 3350 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_L = 180 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_C = 3170 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\Delta t = 8 \text{ }^\circ\text{C}$$

- z navrhovacího programu firmy Atrea byla vybrána jednotku Duplex 6000 s rekuperačním výměníkem o účinnosti 54%. Potom byl spočítán výkon ohřívače

$$Q = \frac{V_C}{3600} \cdot \rho \cdot c \cdot (t_p - t_i) + \left[\frac{V_L}{3600} \cdot \rho \cdot c \cdot (t_p - (-t_e)) \right] \cdot \eta$$

- kde V_C je vzduch cirkulační, V_L je čerstvý vzduch přiváděný z exteriéru pro 6 lidí stanovené vyhláškou č. 6, která se stanovuje hygienické limity pro vnitřní prostředí pobytových prostor. t_p je přiváděný vzduch (ohřátý na takovou teplotu, aby pokryla tepelná ztráty), t_i je teplota interieru, t_e je teplota exteriéru a η je účinnost rekuperace

$$Q = \frac{3170}{3600} \cdot 1,2 \cdot 1010 \cdot (28 - 20) + \left[\frac{180}{3600} \cdot 1,2 \cdot 1010 \cdot (28 - (-15)) \right] \cdot 0,46$$

$$Q = 11144 \text{ m}^3/\text{s}$$

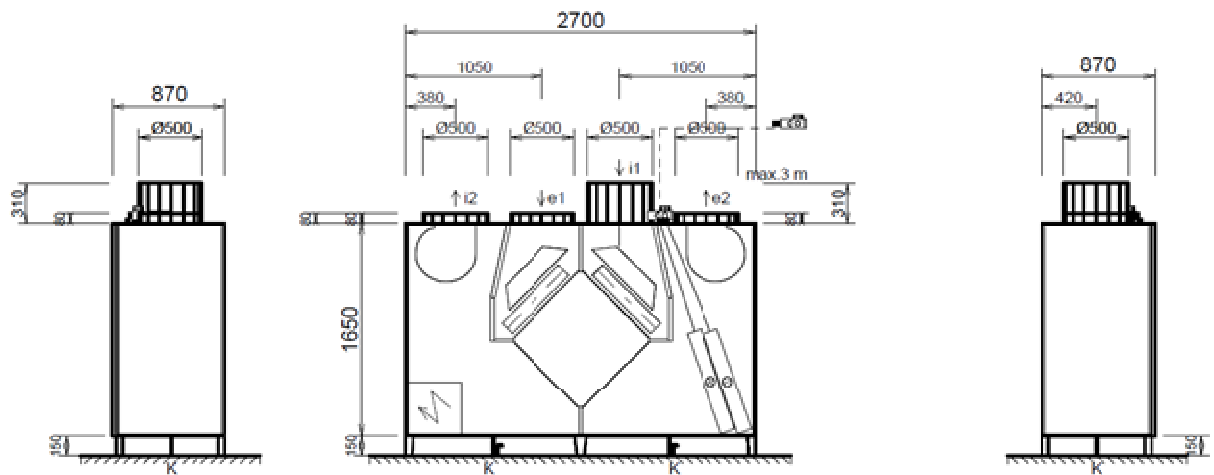
- byl zvolen 4-cestný vodní ohřívač T6000 3R s výkonem 11,8 kW
- v jednotce je umístěn chladič W 6000 3R s výkonem $Q = 7,400 \text{ kW}$

jednotka

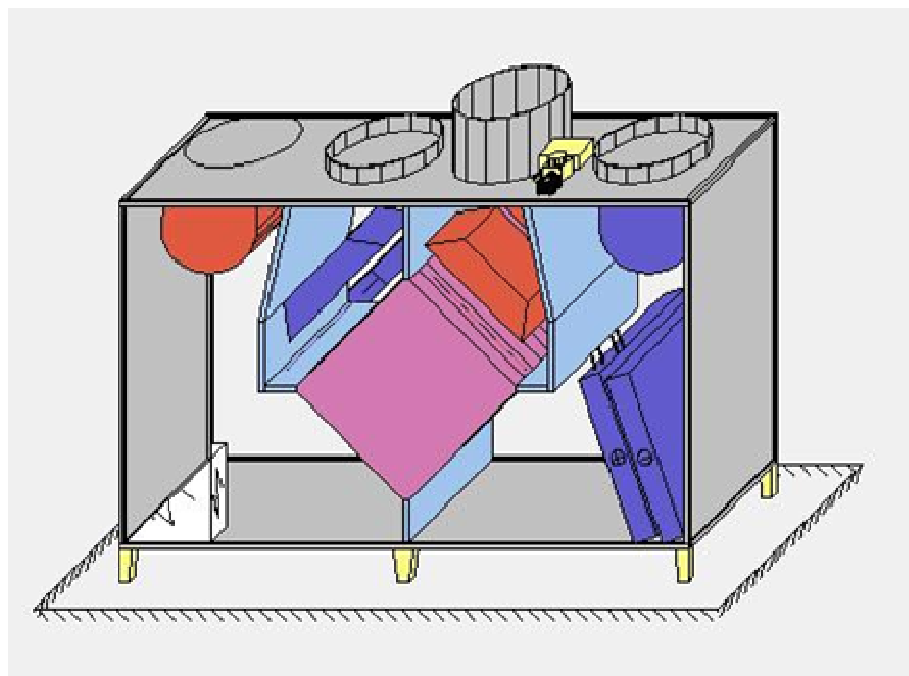
Jednotka je určena do prostorů normálních s teplotou od 5 do 55 °C (nesmí být vystavena povětrnostním vlivům, zejména dešti nebo sněhu!).

V případě, že je jednotka umístěna v prostoru normálním s teplotou klesající pod +5 °C, je nutno dostatečně tepelně chránit:

- topný okruh vodního ohřívače nemrznoucí náplní s odpovídající tepelnou odolností
- vývod kondenzátu topným kabelem, který se automaticky spíná termostatem.



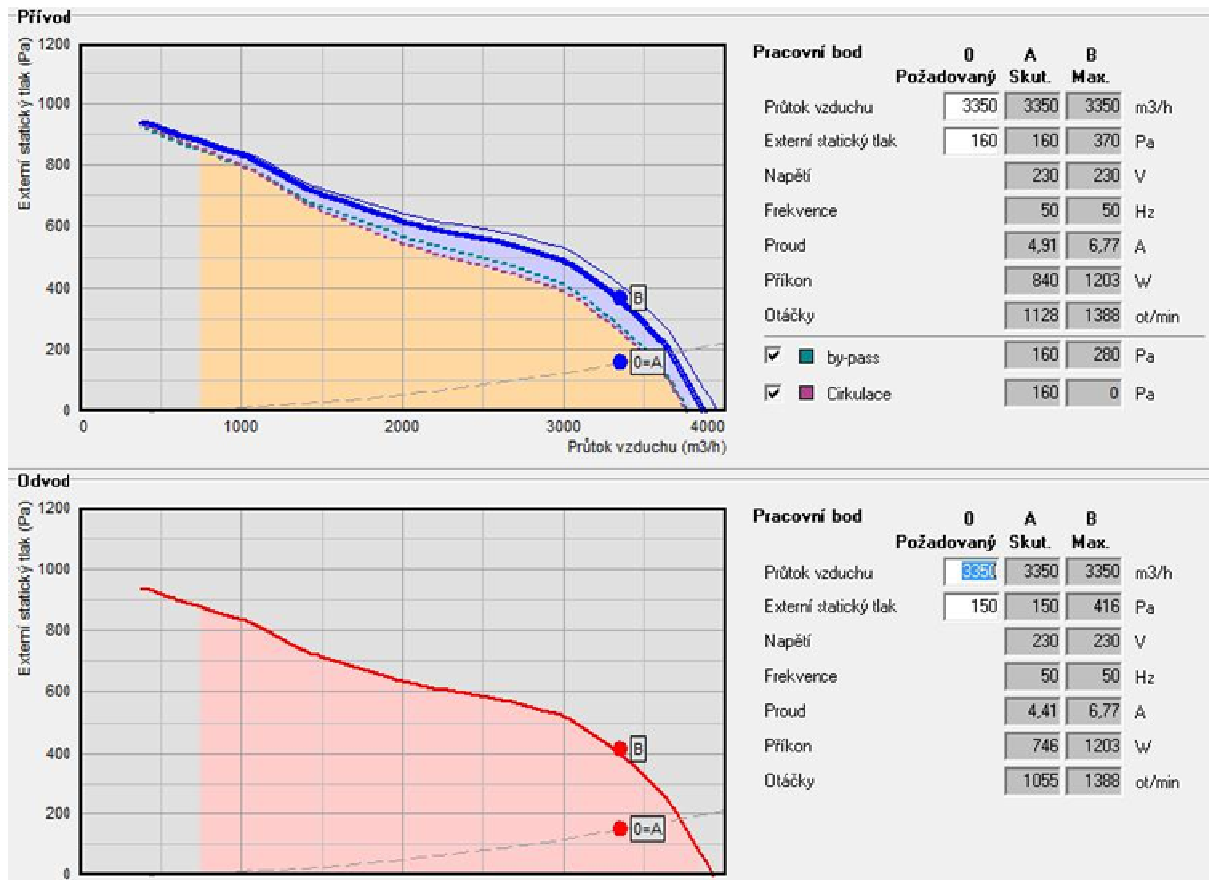
Obrázek 37



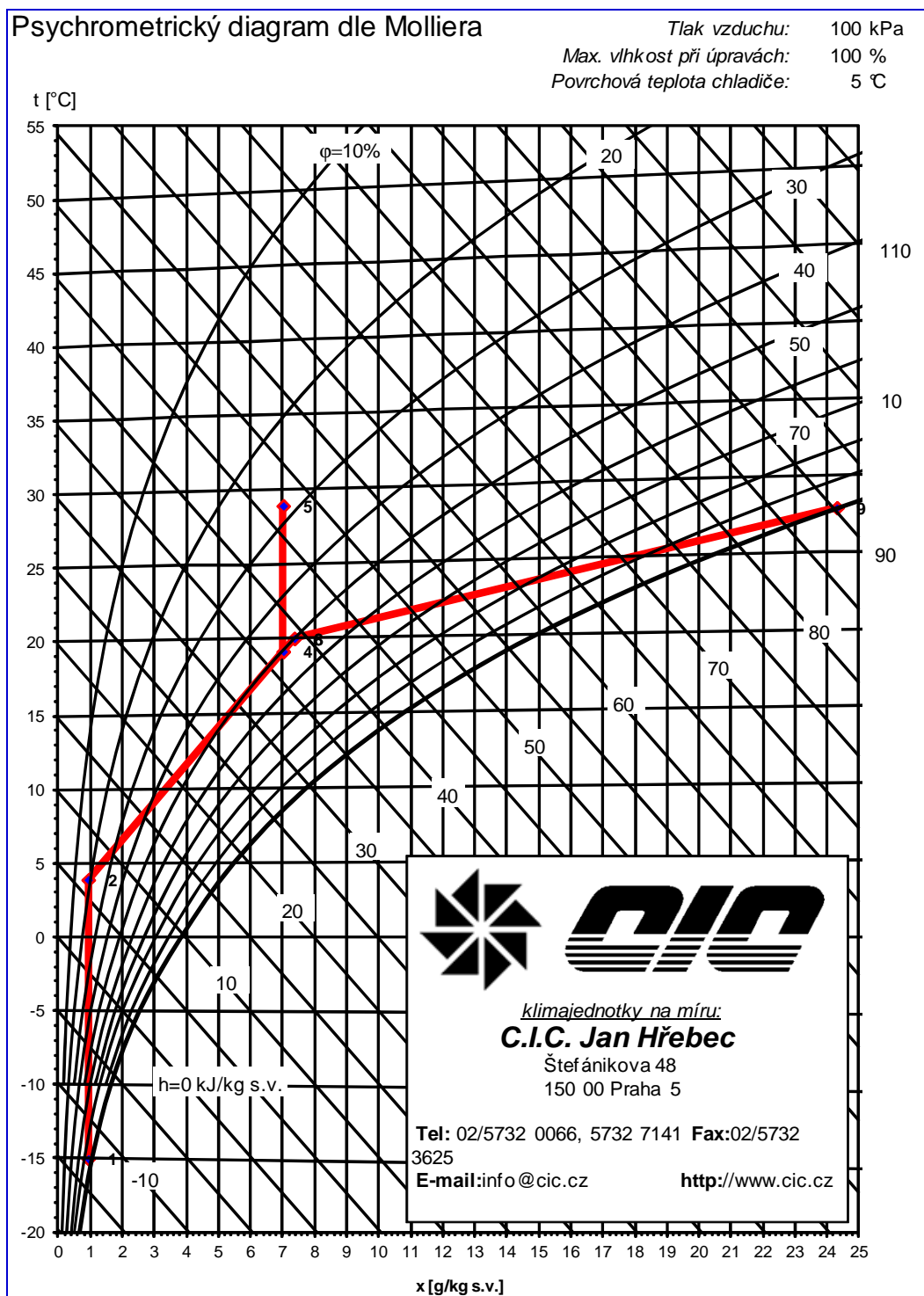
Obrázek 38

charakteristika jednotky

Graf 7

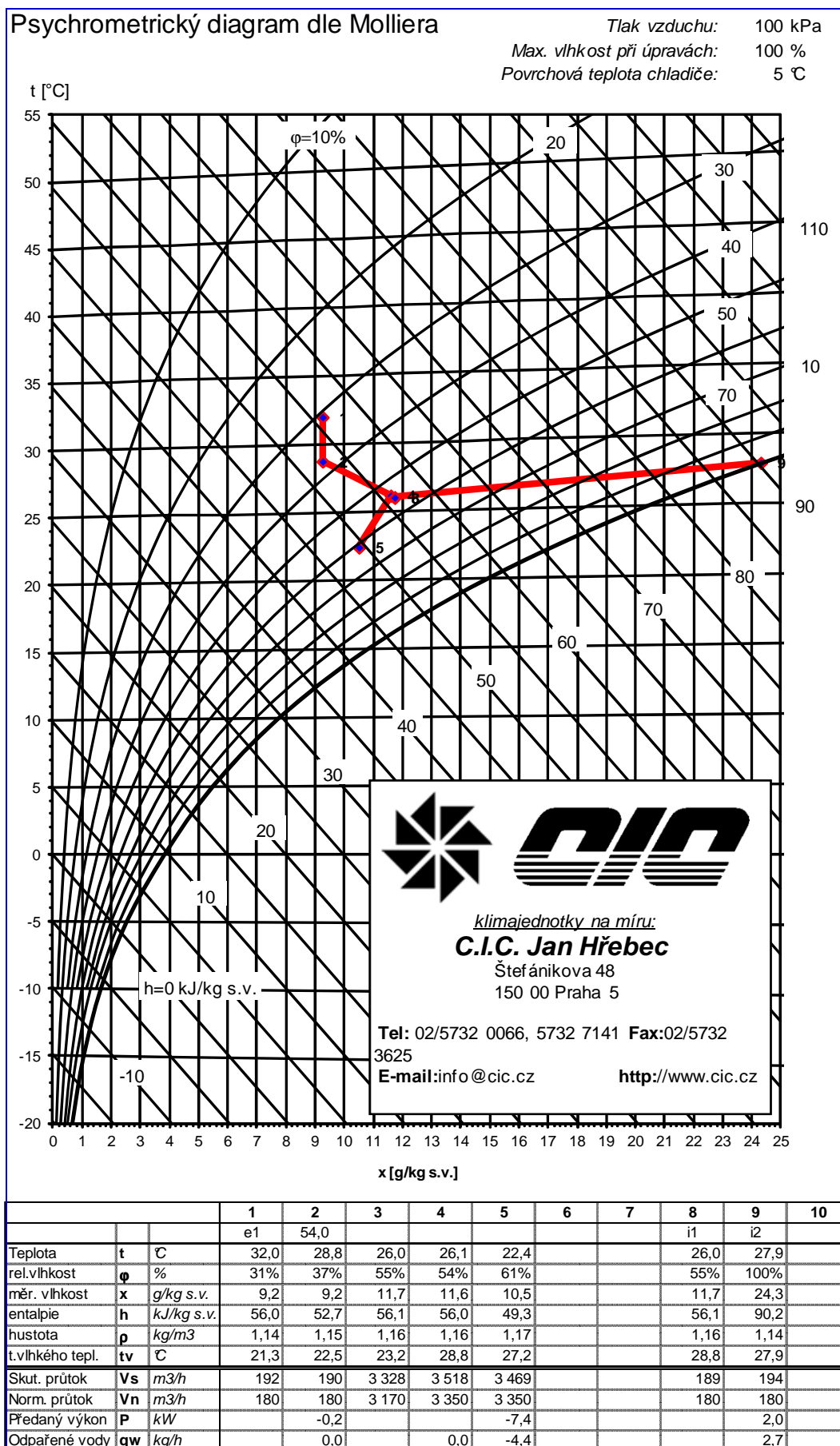


Graf 8 V zimě



			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			e1	54,0						i1	i2	
Teplota	t	°C	-15,0	3,9	20,0	19,1	28,9			20,0	27,9	
rel.vlhkost	φ	%	90%	18%	50%	50%	28%			50%	100%	
měr. vlhkost	x	g/kg s.v.	0,9	0,9	7,4	7,0	7,0			7,4	24,3	
entalpie	h	kJ/kg s.v.	-12,9	6,3	38,9	37,1	47,1			38,9	90,2	
hustota	ρ	kg/m ³	1,35	1,26	1,18	1,19	1,15			1,18	1,14	
t.vlhkého tepl.	tv	°C	21,3	22,5	23,2	28,8	27,2			28,8	27,9	
Skut. průtok	Vs	m ³ /h	160	172	3 239	3 411	3 525			184	194	
Norm. průtok	Vn	m ³ /h	180	180	3 170	3 350	3 350			180	180	
Předaný výkon	P	kW		1,1			11,1				3,1	
Odpařené vody	qw	kg/h		0,0		0,0	0,0				3,7	

Graf 9 V létě

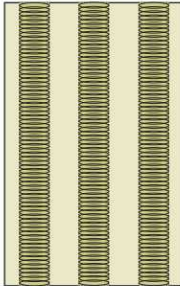


8.1.5 Tlumení hluku

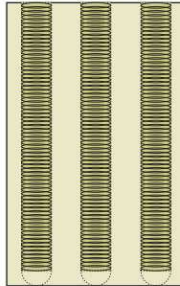
Na návrh tlumiče zvuku jsem použil program společnosti Mart s.r.o. Navrhoval jsem na každé potrubí tlumič o rozměrech 500 x 400 mma délce 1000 mm. Tyto tlumiče budou umístěny ve strojovně vzduchotechniky v místnosti 1.06.

Přehled a značení možných variant kulisy v tlumičích THKU:

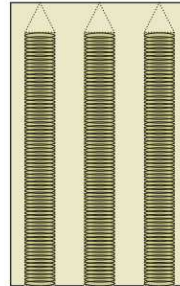
THKU
(kulisy bez náběhových
a odtokových hran)



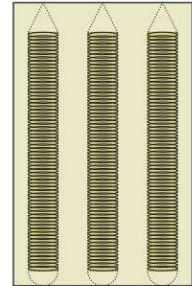
THKU.1
(kulisy náběhovými hranami)



THKU.2
(kulisy s odtokovými hranami)



THKU.3
(kulisy s náběhovými
i odtokovými hranami)



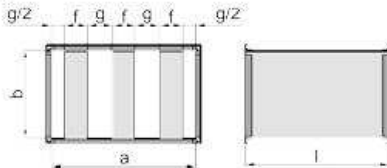


VSTUPNÍ HODNOTY

typ tlumiče:
kulisový

číslo pozice:

GEOMETRIE:



šířka tlumiče:
a = 500 mm

šířka kulisy:
f = 100 mm

výška tlumiče:
b = 400 mm

počet kulis:
e = 3

délka tlumiče:
l = 1000 mm

průtočná mezera:
g = 66.666666666667 mm

náběhové hrany:
ano

odtokové hrany:
ano

PARAMETRY PROUDĚNÍ:

průtok vzduchu:
Q = 3350 m³/h

hustota vzduchu:
ρ = 1.2 kg/m³

VYBRANÉ FREKVENCE:

frekvence: f
32 Hz 500 Hz 5000 Hz

AKUSTICKÝ VÝKON VENTILÁTORU:

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
hl. akust. výkonu s váhovým filtrem A: [dB(A)]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10

KÓD OBJEDNÁVKY: [THKU.500.400.1000-3](#) [3X KTH.100.400.1000](#)



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

VÝSLEDNÉ HODNOTY

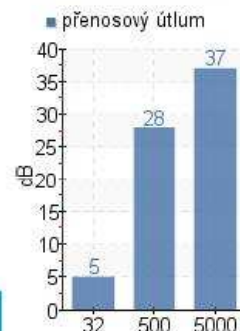
ÚTLUM HLUKU:



VÝSLEDNÉ HODNOTY:

frekvence:frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina	
přenosový útlum:	5	6	8	16	31	55	50	42	24	-	dB
vlastní hluk tlumiče:	11	18	22	25	26	24	19	14	6	31	dB(A)
hl. akust. výkonu za tlumičem s váh. filt. A:	11	18	22	25	26	24	19	14	6	31	dB(A)

VYBRANÉ FREKVENCE:



TLAKOVÁ ZTRÁTA TLUMIČE:

tlaková ztráta:	53	Pa
plocha tlumiče:	0.2	m ²

RYCHLOST PROUDĚNÍ:

v celkovém průřezu:	4.7	m/s
ve volné ploše:	11.6	m/s

Všechny uvedené hodnoty jsou vypočteny s tolerancí ± 10%.

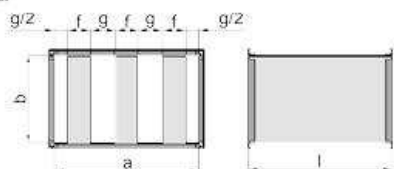


VSTUPNÍ HODNOTY

typ tlumiče:
kulisový

číslo pozice:

GEOMETRIE:



šířka tlumiče:
a = 500 mm

výška tlumiče:
b = 400 mm

délka tlumiče:
l = 1000 mm

náběhové hrany:
ano

šířka kulisy:
f = 100 mm

počet kulis:
e = 3

průtočná mezera:
g = 66.666666666667 mm

odtokové hrany:
ano

PARAMETRY PROUDĚNÍ:

průtok vzduchu:
Q = 3350 m³/h

hustota vzduchu:
ρ = 1.2 kg/m³

VYBRANÉ FREKVENCE:

frekvence: f
32 Hz 500 Hz 5000 Hz

AKUSTICKÝ VÝKON VENTILÁTORU:

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
hl. akust. výkonu s váhovým filtrem A: [dB(A)]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10

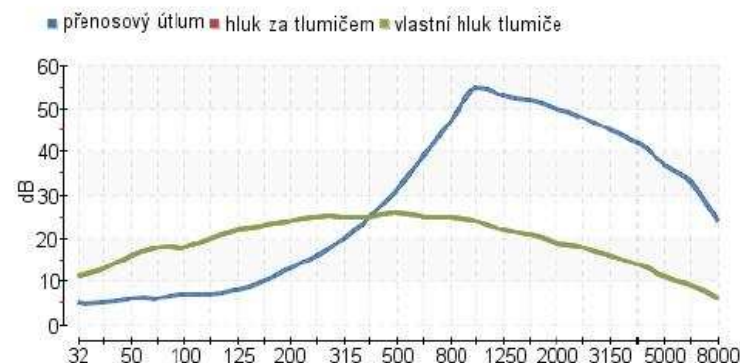
KÓD OBJEDNÁVKY: **IHKU.500.400.1000-3 X KTH.100.400.1000**



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

VÝSLEDNĚ HODNOTY

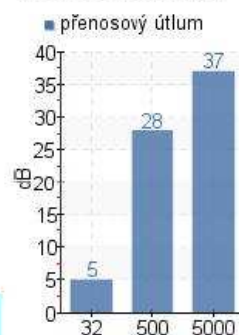
ÚTLUM HLUKU:



VÝSLEDNĚ HODNOTY:

frekvence:frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina	
přenosový útlum:	5	6	8	16	31	55	50	42	24	-	dB
vlastní hluk tlumiče:	11	18	22	25	26	24	19	14	6	31	dB(A)
hl. akust. výkonu za tlumičem s váh. filt. A:	11	18	22	25	26	24	19	14	6	31	dB(A)

VYBRANÉ FREKVENCE:



TLAKOVÁ ZTRÁTA TLUMIČE:

tlaková ztráta:	53	Pa
plocha tlumiče:	0.2	m ²

RYCHLOST PROUDĚNÍ:

v celkovém průřezu:	4.7	m/s
ve volné ploše:	11.6	m/s

Všechny uvedené hodnoty jsou vypočteny s tolerancí ± 10%.

8.1.6 Tepelná izolace

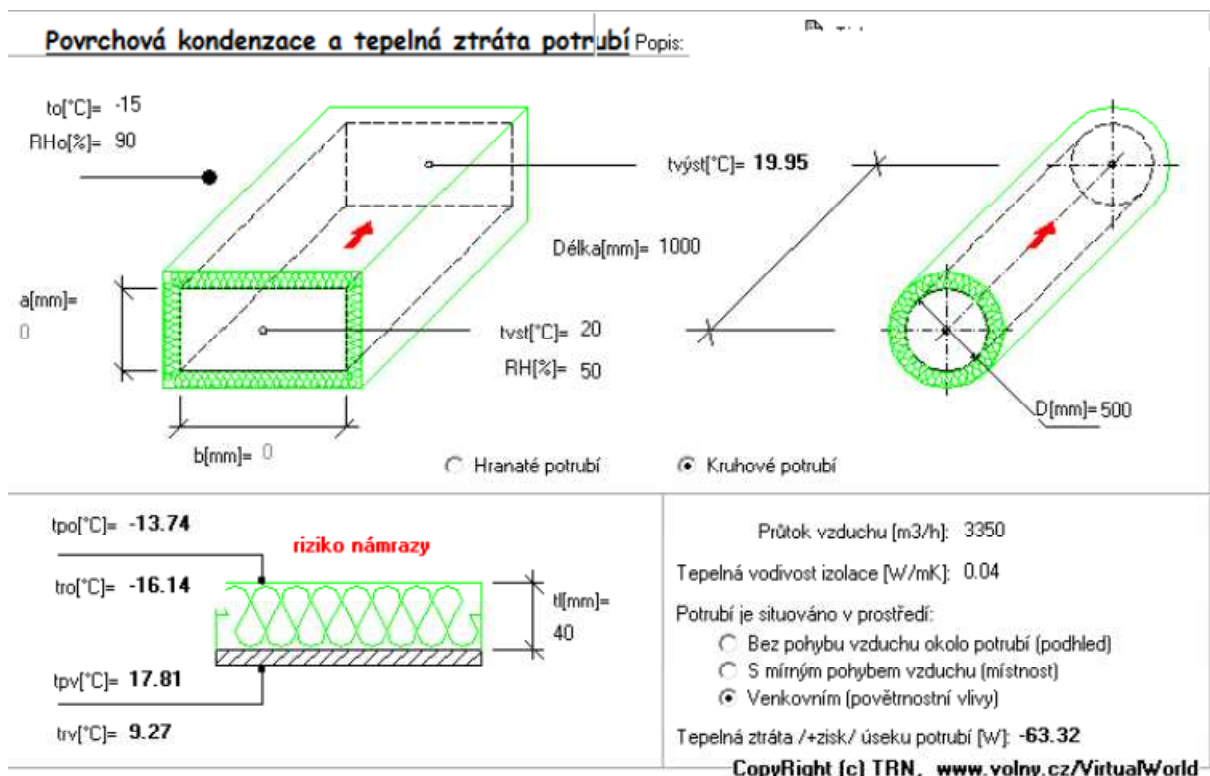
Potrubí se izolují z důvodu kondenzace vodních par v potrubí nebo na jeho povrchu. Dochází k tomu v případě, že potrubí prochází prostředím s chladnějším vzduchem než je vzduch v potrubí.

Chceme-li zamezit kondenzaci, musíme použít odpovídající tloušťku tepelné izolace, která má dostatečný difuzní odpor. Součástí izolace může také být parotěsná zábrana.

Tloušťka tepelných izolací se pohybuje mezi 40 – 100 mm.

8.1.6.1 Návrh venkovního potrubí (přívodní i odvodní)

Návrh izolace provádíme v programu TERUNA.

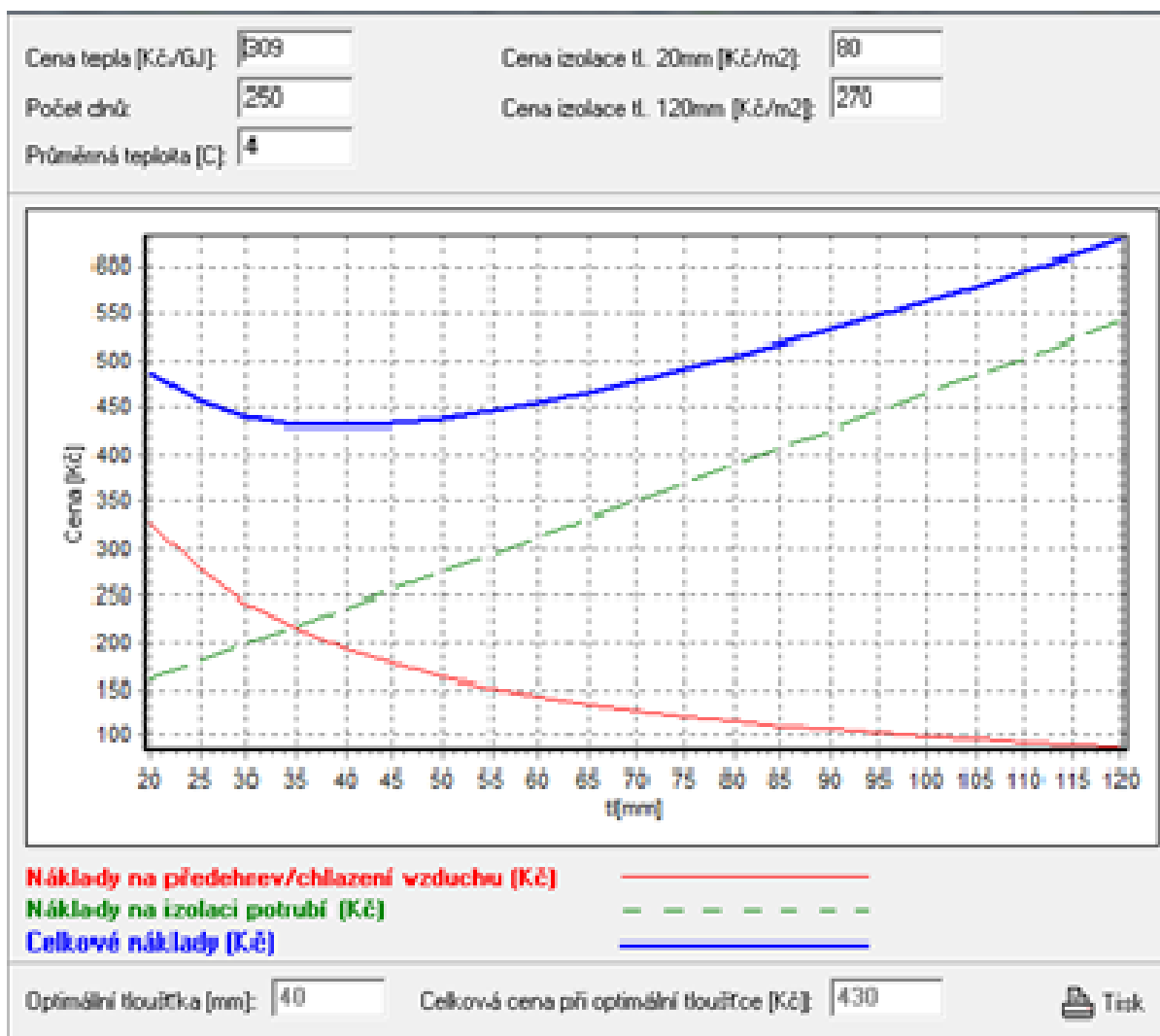


Obrázek 39

8.1.6.2 návrh izolace přívodního vnitřního potrubí

Návrh izolace provádíme v programu TERUNA. Výstup je zpracovaný do tabulky.

Graf 10



okolní vzduch 20 °C, relativní vlhkost 50%

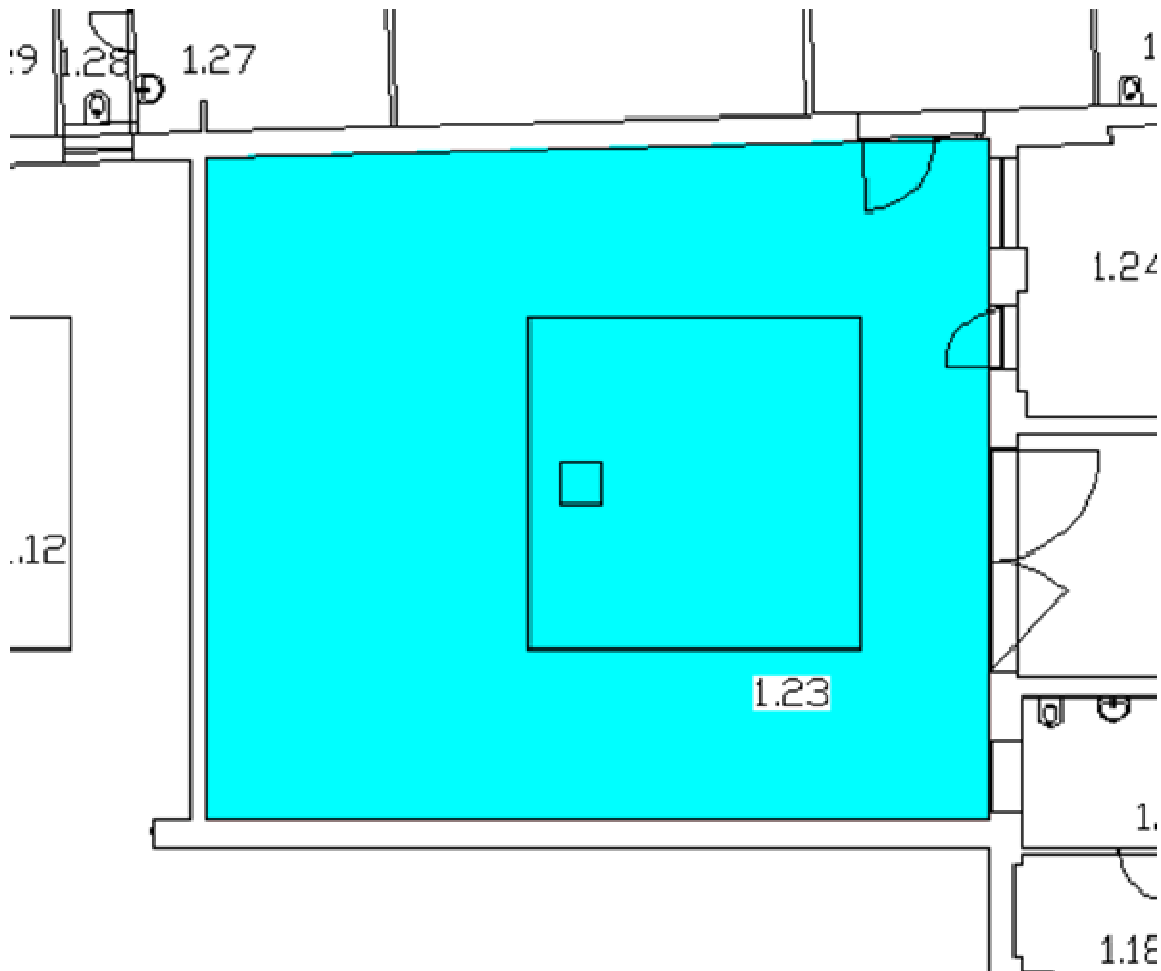
přívodní vzduch 28 °C, relativní vlhkost 37%

průtok vzduchu 3350 m³/h, tepelná vodivost izolace 0,04 [W/mK]

Tabulka 40

délka úseku [mm]	D [mm]	tl. izol. [mm]	t _{ro} [°C]	t _{po} [°C]	t _{pv} [°C]	t _{rv} [°C]	tep. ztr. úseku
8700	500	50	9,27	20,24	27,52	11,96	106,26
4900	450	50	9,27	20,24	27,58	11,96	55,06
2300	400	50	9,27	20,24	27,64	11,96	23,56
3900	355	45	9,27	20,26	27,63	11,96	39,44
1700	315	45	9,27	20,26	27,69	11,96	15,72
1900	225	45	9,27	20,27	27,79	11,96	13,85

9 Prostor č 2 – relaxační prostor



Obrázek 40

návrh vzduchotechnického zařízení a prostoru

Prostor bude větrán nízkotlakým klimatizačním systémem. Systém je navržen tak, aby pokryl tepelnou zátěž v letním období a v zimním období pokryl tepelné ztráty. Zařízení bude navrženo na jeden konstantní průtok po celý rok.

Vzduch bude přiváděn do místností šesti dýzami. Jako odvodní elementy jsou použity nastavitelné vyústky Mandík. Přívod venkovního vzduchu jsem kvůli vysoké vlhkosti v místnosti odhadnut na 1500 m³/h.

Vzduchotechnická jednotka je umístěna na střeše budovy.

9.1 Stanovení průtoku vzduchu

9.1.1 výpočet vstupních údajů pro jednotlivé místnosti

9.1.1.1 místnost 1.23 –relaxační prostor

Přehled výchozích hodnot:

Celková tepelná zátěž – $Q_L = 19871,6 \text{ W}$

Tepelné ztráty – $Q_Z = 7950,5 \text{ W}$

Vodní zisky – $M_W = 268 \text{ g/h}$

Počet osob – 2 osoby

Požadovaná teplota v létě – 26

Požadovaná teplota v zimě – 24

určení základních veličin

výpočet potřeby přívodního vzduchu vzhledem k odparu z bazénů:

plocha bazénů: $12,05 \text{ m}^2$

pro bazény platí, že odpar z m^2 je 700 g/kg

celkový odpar je zde: $12,05 \cdot 700 = 8436 \text{ g/kg}$

výpočet pro jednotlivá období

zima: $\varphi_i = 50\%$, $x_i = 13,5 \text{ g/kg}$

$t_e = 0 \text{ }^\circ\text{C}$, $\varphi_e = 80\%$, $x_e = 3 \text{ g/kg}$

$$V = \frac{8436}{(13,5-3) \cdot 1,2} = 669,52 \text{ m}^3/\text{h}, \text{ volím } 700 \text{ m}^3/\text{h}$$

$\varphi_i = 50\%$, $x_i = 13,5 \text{ g/kg}$

$$t_e = -15 \text{ °C}, \varphi_i = 90\%, x_e = 0,9 \text{ g/kg}$$

$$V = \frac{8436}{(13,5-0,9) \cdot 1,2} = 557,9 \text{ m}^3/\text{h}$$

přechodné: $\varphi_i = 60\%, x_i = 16,5 \text{ g/kg}$

$$t_e = 15 \text{ °C}, \varphi_i = 70\%, x_e = 7 \text{ g/kg}$$

$$V = \frac{8436}{(16,5-7) \cdot 1,2} = 755,9 \text{ m}^3/\text{h}$$

léto: $\varphi_i = 65\%, x_i = 17 \text{ g/kg}$

$$t_e = 26 \text{ °C}, \varphi_i = 60\%, x_e = 12 \text{ g/kg}$$

$$V = \frac{8436}{(17-12) \cdot 1,14} = 1480 \text{ m}^3/\text{h}, \text{ volím } 1500 \text{ m}^3/\text{h}$$

objemový průtok přívodního vzduchu:

$$\text{Zima: } V_Z = \frac{Q_Z}{\rho \cdot c \cdot \Delta t} = \frac{10671,575}{1,2 \cdot 1010 \cdot 10} = 0,88 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Léto: } V_L = \frac{Q_L}{\rho \cdot c \cdot \Delta t} = \frac{19871,598}{1,2 \cdot 1010 \cdot 6} = 2,73 \text{ m}^3/\text{s}$$

9.1.2 komponenty pro distribuci vzduchu

9.1.2.1 přívodní potrubí

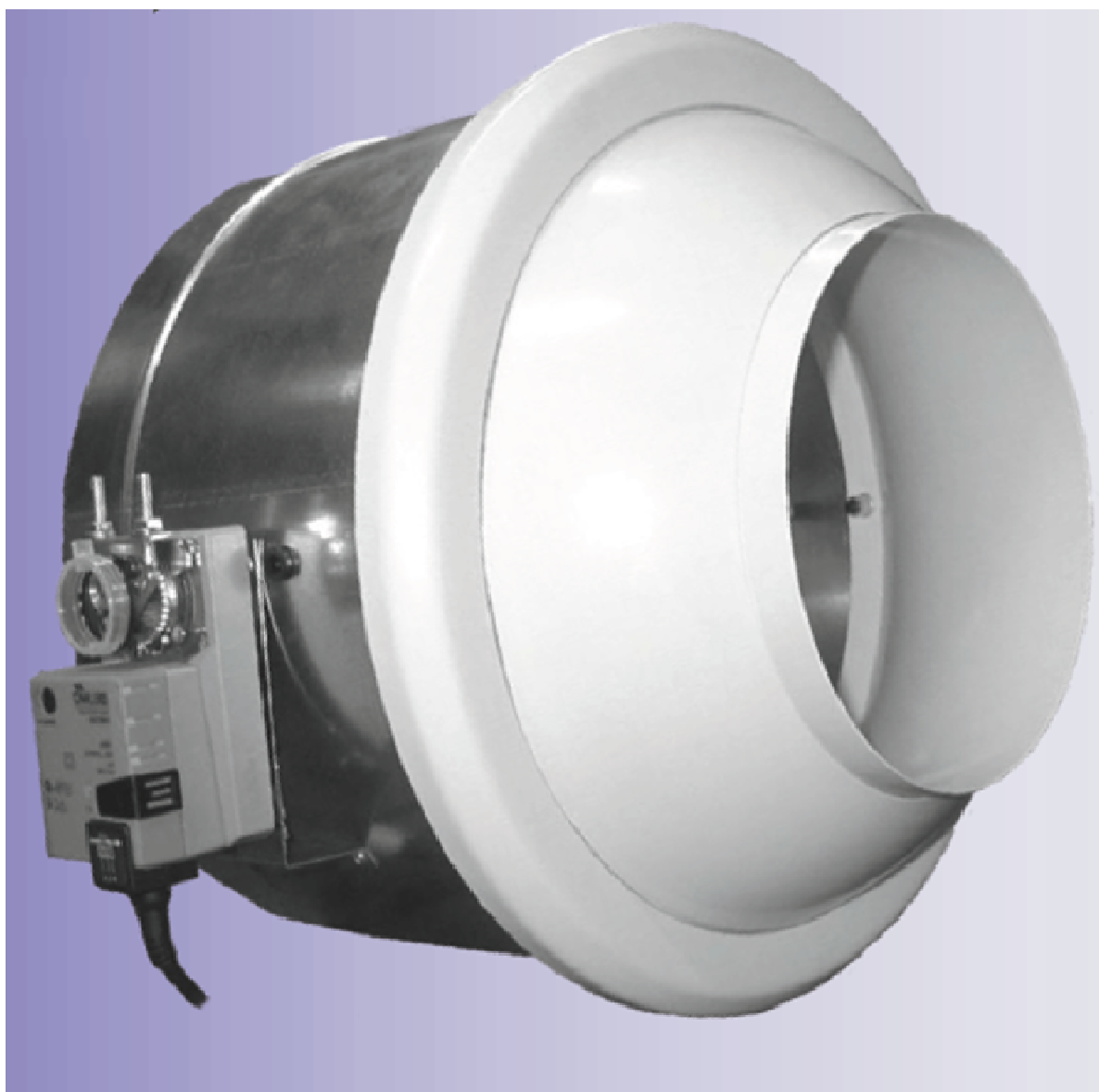
Distribuci vzduchu v prostoru budou zajišťovat dýzy s dalekým dosahy nastavitelné vyústky. Dýzy budou distribuovat vzduch pod stropem horizontálním směrem, nastavitelné vyústky budou zajišťovat ofukování střešního okna. Přívodní potrubí bude vedené pod stropem v místnosti 1.14 a bude viditelné. Potrubí bude kruhové, maximální průměr přívodního

potrubí bude 800 mm. Potrubí je vedeno na střechu, kde je umístěna střešní vzduchotechnická jednotka.

Jsou zde navrženy dýzy s dalekým dosahem a nastavitelné vyústky od firmy Mandík. Jsou to vyústky a dýzy určené pro prostory s ochranou před povětrnostními podmínkami. Neodolávají námraze, tvorbě ledu, a podobně. Dovolovaný dosah teplot v místě instalace je od -20 °C do +70 °C.

použité elementy:

místnost 1.23	2 x VNM 225/80
místnost 1.23	6 x DDM II



Obrázek 41

Návrh přívodních elementů

Místnost 1.3

$$V_L = 2,73 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_Z = 0,88 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_p = 2,73 \cdot 3600 = 9807 \text{ m}^3/\text{h}$$

volím 2 x 400 m³/h – vyústka VMN 225/80

6 x 1500 m³/h – dýza DDM II

návrh vyústek

$$V = 400 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$L = 3 \text{ m}$$

$$S_{ef} = 0,0117 \text{ m}^2$$

výpočet dle diagramů výrobce

$$W_{ef} = V / 3600 * S_{ef} = 383,3 / 3600 * 0,017$$

$$W_{ef} = \underline{7,958 \text{ m/s}}$$

$$\Delta p_c = 45 \text{ pa}$$

$$L_{WA} = 44,5 \text{ dB (A)}$$

9.1.2.2 odvodní potrubí

Odvod vzduchu z prostoru budou zajišťovat nastavitelné vyústky, které budou umístěny ve zdi. Potrubí bude vedené pod přívodním potrubí v místnosti 1.14 a bude viditelné. Potrubí bude kruhové, maximální průměr přívodního potrubí bude 800 mm. Potrubí je vedeno na střeše, kde je umístěna střešní vzduchotechnická jednotka.

Jsou zde navrženy nastavitelné vyústky od firmy Mandík. Jedná se o vyústky z hliníkových profilů se skrytým uchycením pomocí pérových sponek nebo s uchycením šrouby. Sestava vyústky je tvořena obdélníkovým rámem, ve kterém je upevněna jedna řada otočných listů.

použité vyústky:

místnost 1.23

9 x VNM 620/320

místnost 1.23

$V_o = 9800 \text{ m}^3/\text{h}$

volím 9 x $1088 \text{ m}^3/\text{h}$

Nastavitelná vyústka VNM2 620 x 320

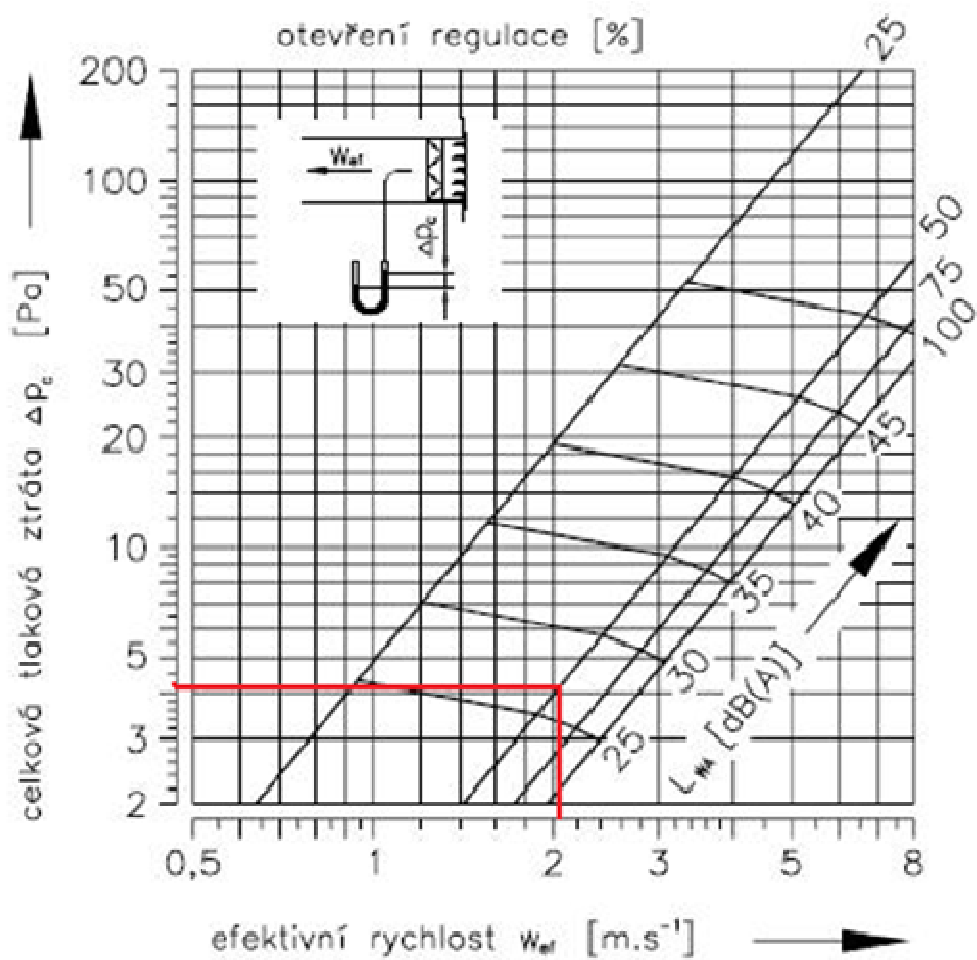
$V = 1088 \text{ m}^3/\text{h}$

$S_{ef} = 0,1456 \text{ m}^2$

$W_{ef} = V / 3600 * S_{ef} = 1088 / 3600 * 0,1456$

$W_{ef} = \underline{2,075 \text{ m/s}}$

Graf 11



$$\Delta p_c = 4,2 \text{ pa}$$

$$L_{WA} = 27 \text{ dB (A)}$$

Tabulka 41

Pořadové číslo úseku potrubí	u	[-]	1	2	3	4	5	6	7	8
Délka úseku	L	[m]	2	0,545	1,455	0,315	1,685	2	2	3
Předběžná rychlost	v'	[m.s-1]	3	3,5	3,7	3,8	4,1	4,6	4,9	5,5
Průtok vzduchu v úseku	V	[m³.s-1]	1500	3000	3400	4900	5300	6800	8300	9800
Průtočná plocha	S'	[m²]	0,138889	0,238095	0,255255	0,358187	0,359079	0,410628	0,470522	0,494949
Odpovídající průměr kruhového potrubí	d'	[m]	0,420629	0,550732	0,570233	0,675492	0,676332	0,723252	0,774203	0,794046
Průměr potrubí dle rozměrové řady	d	[mm]	450	630	630	710	710	800	800	800
Skutečná rychlost odpovídající navrženému průměru	v	[m.s-1]	2,621163	2,674656	3,031277	3,439594	3,720378	3,759731	4,589084	5,418436
Měrná tlaková ztráta	R	[Pa.m-1]	0,17	0,13	0,15	0,17	0,19	0,16	0,26	0,31
∑ vřazených odporů v jednotlivých úsecích	ξ	[-]	0,6	0,3	0,6	0,3	0,6	0,3	0,3	2,4
Tlaková ztráta místními odpory $Z=0,5 \cdot \xi \cdot \rho \cdot v^2$	Z	[Pa]	2,473379	1,287682	3,307911	2,129546	4,982835	2,544404	3,790744	42,27761
Celková tlaková ztráta úseku	Z + R*L	[Pa]	2,813379	1,358532	3,526161	2,183096	5,302985	2,864404	4,310744	43,20761

Tabulka 42

Pořadové číslo úseku potrubí	u	[-]	1	2	3	4	5	6	7		
Délka úseku	L	[m]	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	4
Předběžná rychlost	v'	[m.s-1]	3,1	3,6	3,9	4,4	4,9	5,4	5,9	6,5	7
Průtok vzduchu v úseku	V	[m³.s-1]	1087,8	2175,6	3263,4	4351,2	5439	6526,8	7614,6	8702,4	9800
Průtočná plocha	S'	[m²]	0,09747 3	0,16787	0,232436	0,2746 97	0,30833 3	0,33574 1	0,35850 3	0,37189 7	0,38888 9
Odpovídající průměr kruhového potrubí	d'	[m]	0,35237 7	0,46243 7	0,544148	0,5915 51	0,62672 3	0,65398 4	0,67579	0,68829 8	0,70384 6
Průměr potrubí dle rozměrové řady	d	[mm]	355	500	560	630	630	710	710	710	800
Skutečná rychlost odpovídající navrženému průměru	v	[m.s-1]	3,05436	3,07940 6	3,682325	3,8793 22	4,84915 2	4,58154	5,34513	6,10872	5,41843 6
Měrná tlaková ztráta	R	[Pa.m-1]	0,31	0,27	0,22	0,23	0,34	0,27	0,3	0,43	0,3
∑ vřazených odporů v jednotlivých úseku	ξ	[-]	0,6	0,6	0,6	0,3	0,6	0,3	0,3	0,6	1,2
Tlaková ztráta místními odpory Z=0,5.ξ.ρ.v²	Z	[Pa]	3,35848 1	3,41378 6	4,881426	2,7088 45	8,46513 9	3,77829 1	0,96212 3	2,19913 9	3,90127 4
Celková tlaková ztráta úseku	Z + R*L	[Pa]	3,79248 1	3,79178 6	5,189426	3,0308 45	8,94113 9	4,15629 1	1,38212 3	2,80113 9	5,10127 4

9.1.3 Návrh VZT jednotky pomocí ručního výpočtu a softwaru ATREA DUPLEX

$$V_p = 3350 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_L = 180 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_C = 3170 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_Z = \frac{V_p}{3600} \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t$$

$$7950 = \frac{9800}{3600} \cdot 1,2 \cdot 1010 \cdot \Delta t$$

$$\Delta t = 2,4^\circ\text{C}$$

- z navrhovacího programu firmy Atrea byla vybrána nástřešní jednotku Duplex-N 15000 s rekuperačním výměníkem o účinnosti 60%. Potom byl spočítán výkon ohřívače

$$Q = \frac{V_C}{3600} \cdot \rho \cdot c \cdot (t_p - t_i) + \left[\frac{V_L}{3600} \cdot \rho \cdot c \cdot (t_p - (-t_e)) \right] v$$

- kde V_C je vzduch cirkulační, V_L je čerstvý vzduch přiváděný z exteriéru, jeho množství jsem počítal pro zimní období na $700 \text{ m}^3/\text{h}$. t_p je přiváděný vzduch (ohřátý na takovou teplotu, aby pokryla tepelná ztráty), t_i je teplota interieru, t_e je teplota exteriéru a v je účinnost rekuperace

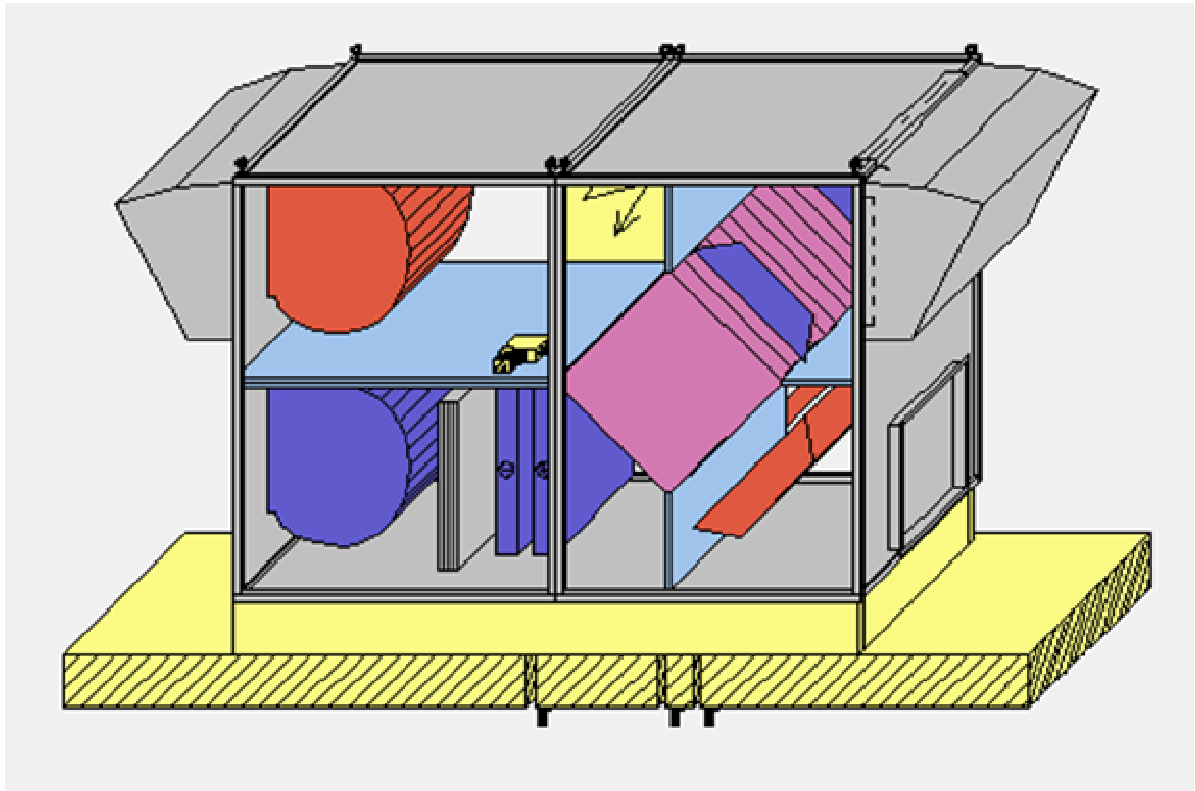
$$Q = \frac{9100}{3600} \cdot 1,2 \cdot 1010 \cdot (26,4 - 24) + \left[\frac{700}{3600} \cdot 1,2 \cdot 1010 \cdot (26,4 - (-15)) \right] \cdot 0,4$$

$$Q = 11255 \text{ m}^3/\text{s}$$

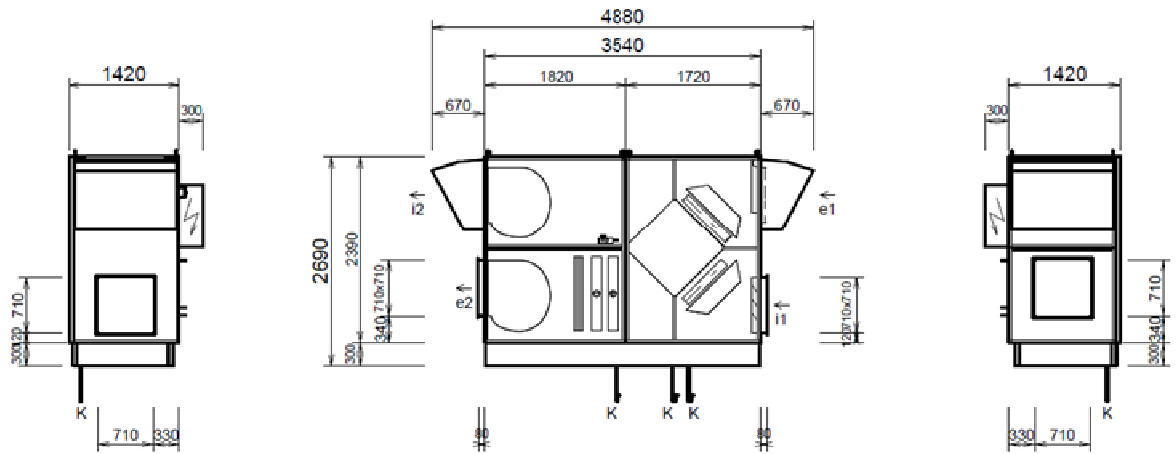
- byl zvolen 4-cestný vodní ohřívač T15000 3R s výkonem 18,7 kW, v programu není možné navrhnout méně výkonný ohřívač.
-
- v jednotce je umístěn chladič W 15000 3R s výkonem $Q = 21,600 \text{ kW}$, v letním období se do místnosti přivádí $1500 \text{ m}^3/\text{h}$ venkovního vzduchu.

jednotka

Jedná se o nástřešní jednotku Atrea Duplex-N 15000. Okruh vodního ohřívače nástřešní jednotky je nutné dostatečně tepelně chránit použitím nemrznoucí náplně s dostatečnou teplotní odolností.



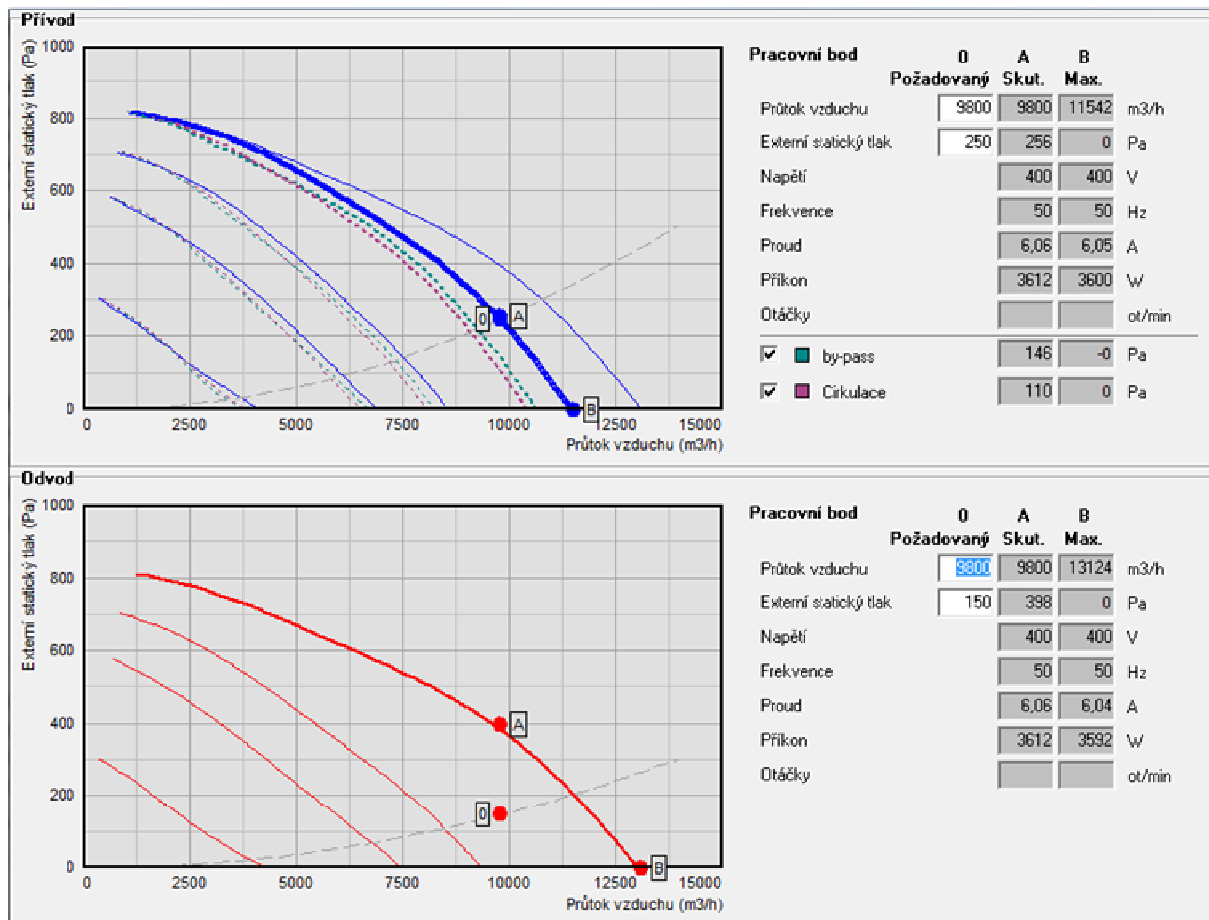
Obrázek 42

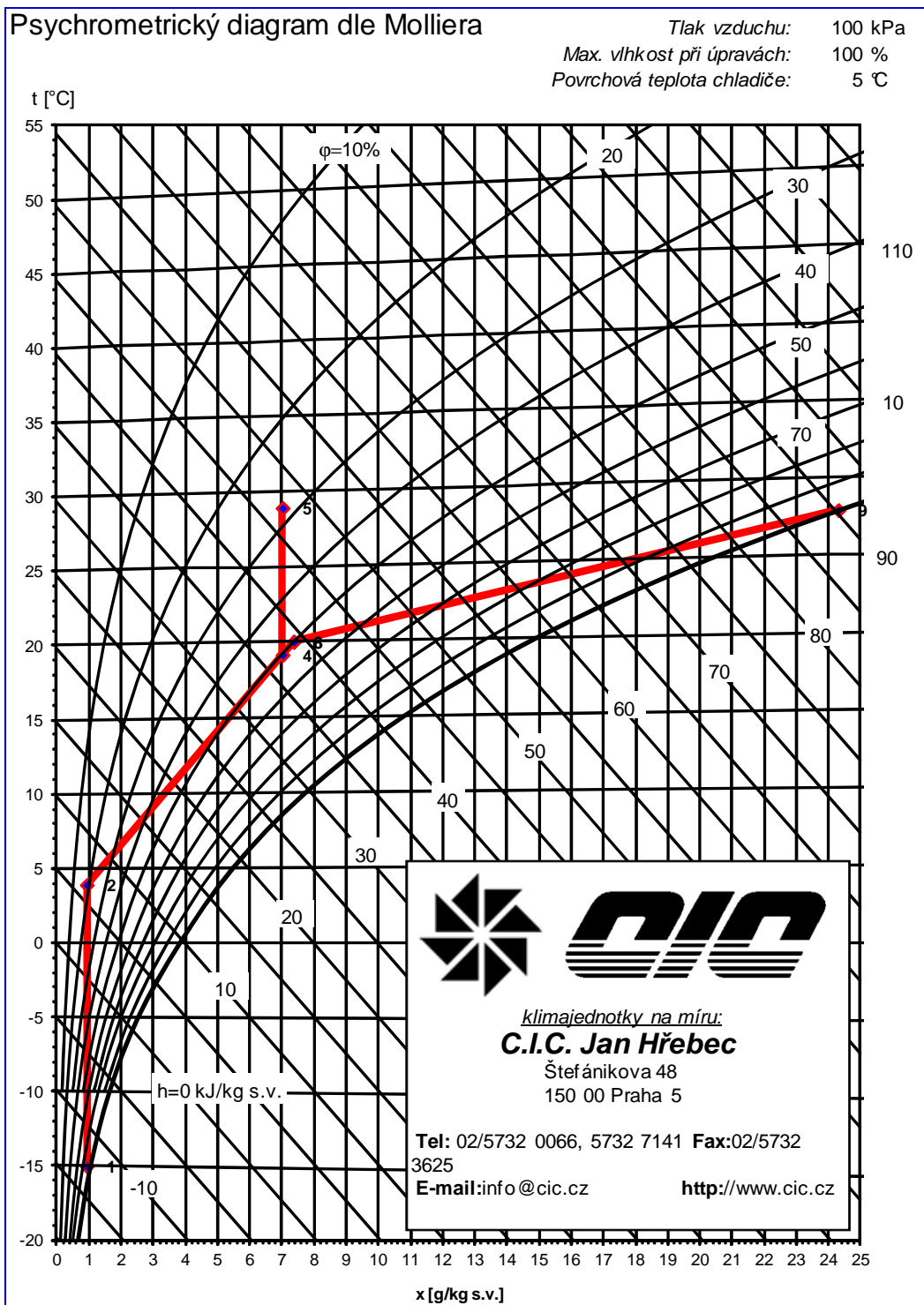


Obrázek 43

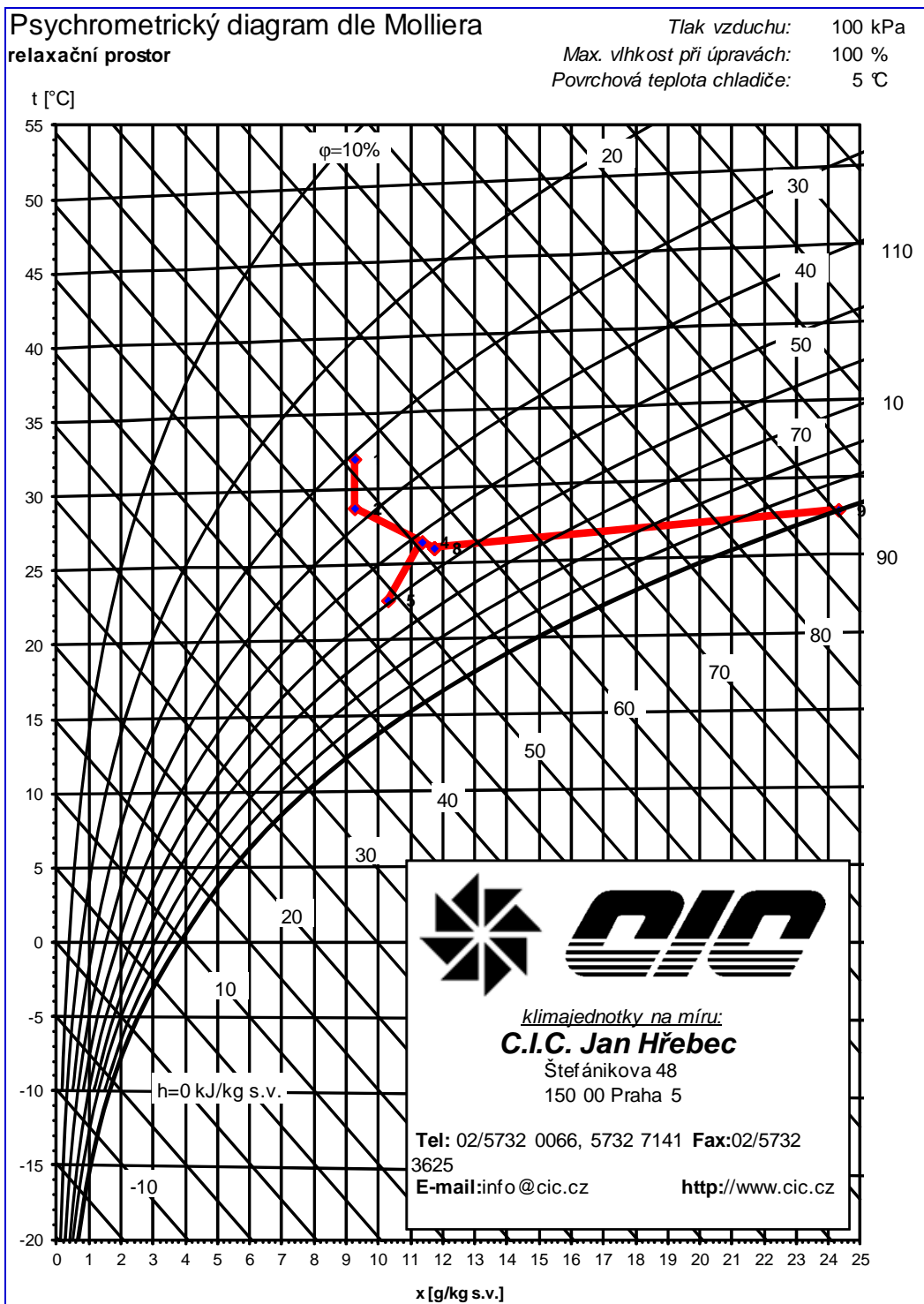
charakteristika jednotky

Graf 12





		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		e1	54,0						i1	i2	
Teplota	t	°C	-15,0	3,9	20,0	19,1	28,9		20,0	27,9	
rel.vlhkost	φ	%	90%	18%	50%	50%	28%		50%	100%	
měr. vlhkost	x	g/kg s.v.	0,9	0,9	7,4	7,0	7,0		7,4	24,3	
entalpie	h	kJ/kg s.v.	-12,9	6,3	38,9	37,1	47,1		38,9	90,2	
hustota	ρ	kg/m3	1,35	1,26	1,18	1,19	1,15		1,18	1,14	
t.vlhkého tepl.	t _v	°C	21,3	22,5	23,2	28,8	27,2		28,8	27,9	
Skut. průtok	V _s	m3/h	160	172	3 239	3 411	3 525		184	194	
Norm. průtok	V _n	m3/h	180	180	3 170	3 350	3 350		180	180	
Předaný výkon	P	kW		1,1			11,1			3,1	
Odpařené vody	q _w	kg/h		0,0		0,0	0,0			3,7	



		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		e1	54,0						i1	i2	
Teplota	t °C	32,0	28,8	26,0	26,4	22,6			26,0	27,9	
rel.vlhkost	φ %	31%	37%	55%	52%	59%			55%	100%	
měr. vlhkost	x g/kg s.v.	9,2	9,2	11,7	11,3	10,3			11,7	24,3	
entalpie	h kJ/kg s.v.	56,0	52,7	56,1	55,6	49,0			56,1	90,2	
hustota	ρ kg/m3	1,14	1,15	1,16	1,15	1,17			1,16	1,14	
t.vlhkého tepl.	tv °C	21,3	22,5	23,2	28,8	27,2			28,8	27,9	
Skut. průtok	Vs m3/h	1 600	1 583	8 715	10 298	10 150			1 575	1 616	
Norm. průtok	Vn m3/h	1 500	1 500	8 300	9 800	9 800			1 500	1 500	
Předaný výkon	P kW		-1,7			-21,6				17,0	
Odpařené vody	qw kg/h		0,0		0,0	-12,4				22,6	

9.1.4 Tlumení hluku

Na návrh tlumiče zvuku jsem použil program společnosti Mart s.r.o. Navrhoval jsem na přívodní potrubí tlumič o rozměrech 700 x 700 mm a délce 1000 mm. Tyto tlumiče budou umístěny na střeše. Na odvodní potrubí jsem navrhl tlumič o rozměrech 600 x 600 mm a o délce 1000 mm. Tlumič bude také umístěn na střeše objektu.

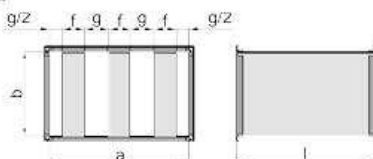


VSTUPNÍ HODNOTY

typ tlumiče:
kulisový

číslo pozice:

GEOMETRIE:



šířka tlumiče:
a = 700 mm

výška tlumiče:
b = 700 mm

déřka tlumiče:
l = 1000 mm

náběhové hrany:
ano

šířka kulisy:
f = 100 mm

počet kulis:
e = 4

průtočná mezera:
g = 75 mm

odtokové hrany:
ano

PARAMETRY PROUDĚNÍ:

průtok vzduchu:
Q = 9800 m³/h

hustota vzduchu:
ρ = 1.2 kg/m³

VYBRANÉ FREKVENCE:

frekvence: f
32 Hz 500 Hz 5000 Hz

AKUSTICKÝ VÝKON VENTILÁTORU:

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
hl. akust. výkonu s váhovým filtrem A: [dB(A)]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10

KÓD OBJEDNÁVKY: **THKL 700 700 1000-3 4X KTH 100 700 1000**

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

VÝLEDNÉ HODNOTY

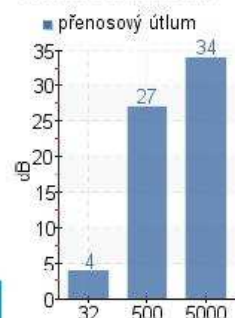
ÚTLUM HLUKU:



VÝLEDNÉ HODNOTY:

frekvence:frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina	
prenosový útlum:	4	5	9	17	31	50	46	38	23	-	dB
vlastní hluk tlumiče:	14	21	26	29	31	30	26	20	12	36	dB(A)
hl. akust. výkonu za tlumičem s váh. filt. A:	14	21	26	29	31	30	26	20	12	36	dB(A)

VYBRANÉ FREKVENCE:



TLAKOVÁ ZTRÁTA TLUMIČE:

tlaková ztráta:	60	Pa
plocha tlumiče:	0.49	m ²

RYCHLOST PROUDĚNÍ:

v celkovém průřezu:	5.6	m/s
ve volné ploše:	13	m/s

Všechny uvedené hodnoty jsou vypočteny s tolerancí ± 10%.

Obrázek 44 tlumič – přívod

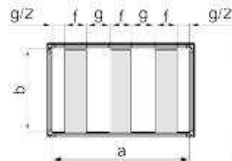


VSTUPNÍ HODNOTY

typ tlumiče:
kulisový

číslo pozice:

GEOMETRIE:



šířka tlumiče:
a = 600 mm

výška tlumiče:
b = 600 mm

délka tlumiče:
l = 1000 mm

náběhové hrany:
ano



šířka kulisy:
f = 100 mm

počet kulisy:
e = 4

průtočná mezera:
g = 50 mm

odtokové hrany:
ano

PARAMETRY PROUDĚNÍ:

průtok vzduchu:
Q = 9800 m³/h

hustota vzduchu:
ρ = 1.2 kg/m³

VYBRANÉ FREKVENCE:

frekvence: f
32 Hz 500 Hz 5000 Hz

AKUSTICKÝ VÝKON VENTILÁTORU:

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
hl. akust. výkonu s váhovým filtrem A: [dB(A)]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10

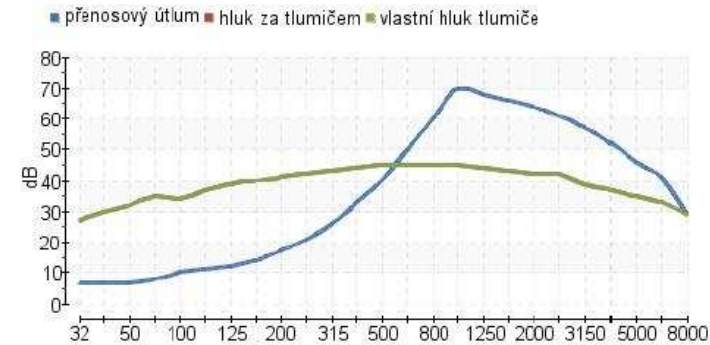
KÓD OBJEDNÁVKY: [THKU.600.600.1000-3 4X KTH.100.600.1000](#)



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

VÝSLEDNÉ HODNOTY

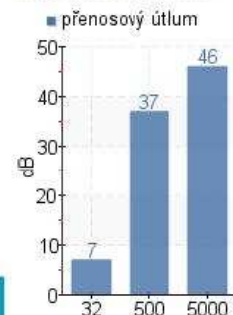
ÚTLUM HLUKU:



VÝSLEDNÉ HODNOTY:

frekvence:frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina	
přenosový útlum:	7	8	12	21	40	70	64	52	29	-	dB
vlastní hluk tlumiče:	27	35	39	42	45	45	42	37	29	50	dB(A)
hl. akust. výkonu za tlumičem s váh. filt. A:	27	35	39	42	45	45	42	37	29	50	dB(A)

VYBRANÉ FREKVENCE:



TLAKOVÁ ZTRÁTA TLUMIČE:

tlaková ztráta:	261	Pa
plocha tlumiče:	0.36	m ²

RYCHLOST PROUDĚNÍ:

v celkovém průřezu:	7.6	m/s
ve volné ploše:	22.7	m/s

Všechny uvedené hodnoty jsou vypočteny s tolerancí ± 10%.

Obrázek 45tlumič - odvod

9.1.5 Tepelná izolace

9.1.5.1 Návrh venkovního potrubí (přívodní i odvodní)

Návrh izolace provádíme v programu TERUNA. Výstup je zpracovaný do tabulky.

okolní vzduch -15 °C, relativní vlhkost 90%

odvodní vzduch 24°C, relativní vlhkost 50%

průtok vzduchu 9800 m³/h, tepelná vodivost izolace 0,04 [W/mK]

odvodní

Tabulka 43

délka úseku [mm]	D [mm]	tl. izol. [mm]	t _{ro} [°C]	t _{po} [°C]	t _{pv} [°C]	t _{rv} [°C]	tep. ztr. úseku
4800	710	45	-16,14	-13,73	22	12,94	422,73

přívodní

Tabulka 44

délka úseku [mm]	D [mm]	tl. izol. [mm]	t _{ro} [°C]	t _{po} [°C]	t _{pv} [°C]	t _{rv} [°C]	tep. ztr. úseku
12000	500	50	-16,14	-13,73	22	12,94	452,87

9.1.5.2 návrh izolace přívodního vnitřního potrubí

Návrh izolace provádíme v programu TERUNA. Výstup je zpracovaný do tabulky.

okolní vzduch -15 °C, relativní vlhkost 90%

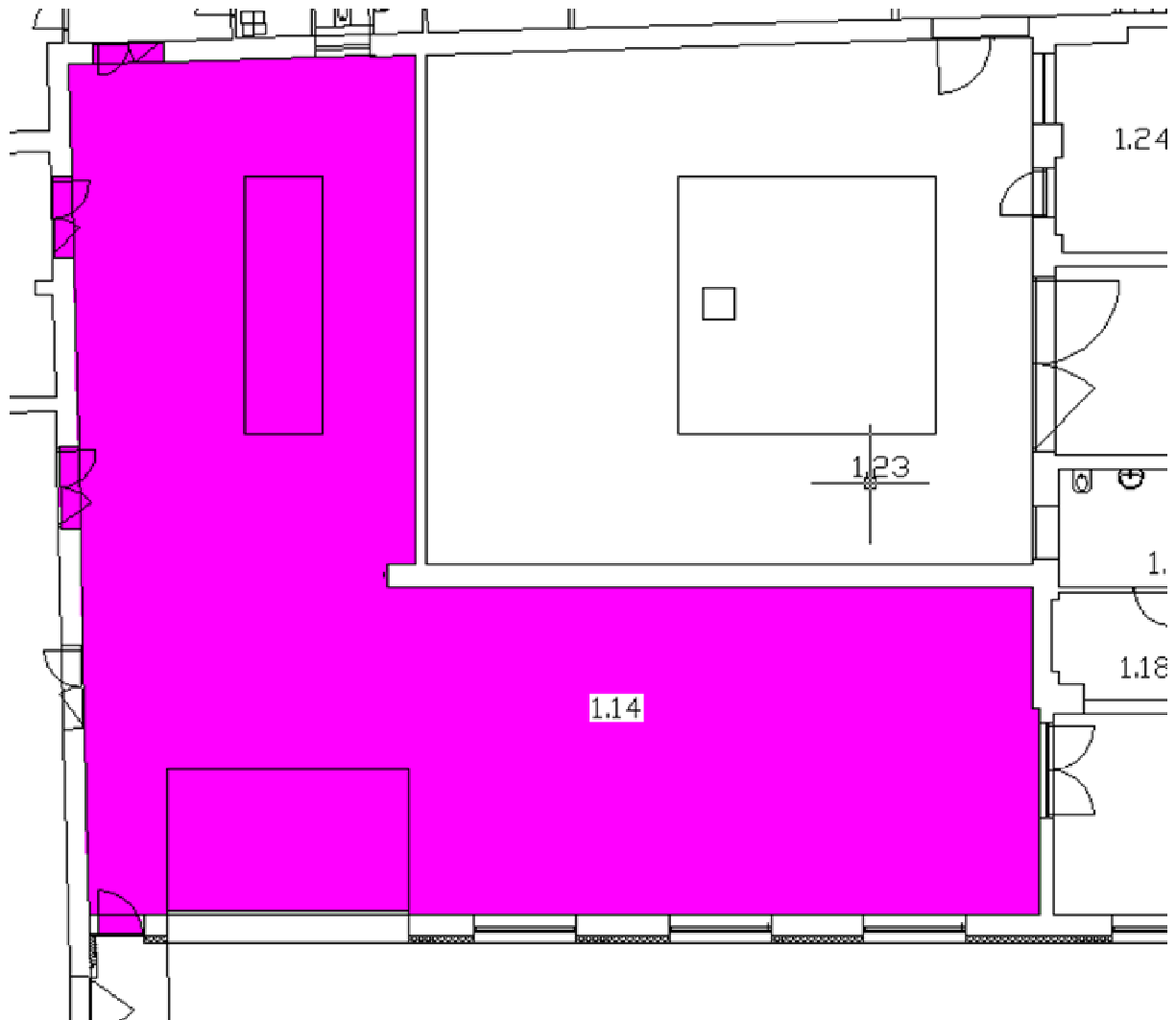
přívodní vzduch 26,1 °C, relativní vlhkost 37%

průtok vzduchu 9800 m³/h, tepelná vodivost izolace 0,04 [W/mK]

Tabulka 45

délka úseku [mm]	D [mm]	tl. izol. [mm]	t _{ro} [°C]	t _{po} [°C]	t _{pv} [°C]	t _{rv} [°C]	tep. ztr. úseku
5800	800	50	9,27	20,24	27,59	11,96	106,51
2000	710	50	9,27	20,24	27,64	11,96	33,19
2000	630	50	9,27	20,24	27,67	11,96	30,05
2000	450	50	9,27	20,26	27,77	11,96	22,92

10 Prostor č 2 – průmyslová část



Obrázek 46

návrh vzduchotechnického zařízení a prostoru

Prostor bude větrán nízkotlakým klimatizačním systémem. Systém je navržen tak, aby pokryl tepelnou zátěž v letním období a v zimním období pokryl tepelné ztráty. Zařízení bude navrženo na jeden konstantní průtok po celý rok. Pro

Vzduch bude přiváděn do místnosti 1.14 čtyřmi velkoplošnými výústěmi. Jako odvodní elementy jsou použity nastavitelné vyústky Mandík. Vzduch bude odváděn z místností 1.14, 1.19, 1.28 a 1.27.

Vzduchotechnická jednotka je umístěna na střeše budovy.

10.1 stanovení průtoků vzduchu

10.1.1 výpočet vstupních údajů pro jednotlivé místnosti

10.1.1.1 místnost 1.14 – průmyslová hala

Přehled výchozích hodnot:

Celková tepelná zátěž – $Q_L = 25600 \text{ W}$

Tepelné ztráty – $Q_Z = 10600 \text{ W}$

Vodní zisky – $M_W = 400 \text{ g/h}$

Počet osob – 8 osoby

Požadovaná teplota v létě – 26

Požadovaná teplota v zimě – 20

určení základních veličin

objemový průtok přírodního vzduchu:

$$\text{Zima: } V_Z = \frac{Q_Z}{\rho \cdot c \cdot \Delta t} = \frac{10600}{1,2 \cdot 1010 \cdot 10} = 0,88 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Léto: } V_L = \frac{Q_L}{\rho \cdot c \cdot \Delta t} = \frac{41188}{1,2 \cdot 1010 \cdot 6} = 3,52 \text{ m}^3/\text{s}$$

10.1.2 komponenty pro distribuci vzduchu

10.1.2.1 přírodní potrubí

Distribuci vzduchu v prostoru budou zajišťovat velkoplošné výstě. Ty budou distribuovat vzduch u podlahy. Přírodní potrubí bude vedené pod stropem v místnosti 1.14 a bude viditelné. Potrubí bude kruhové, maximální průměr přírodního potrubí bude 900 mm. Potrubí je vedeno na střechu, kde je umístěna střešní vzduchotechnická jednotka.

Jsou zde navrženy velkoplošné vyústě od firmy Mandík. Venkovní vzduch se přivádí nízkou rychlostí v blízkosti podlahy a odvádí škodliviny z pobytové oblasti do podstropního prostoru.

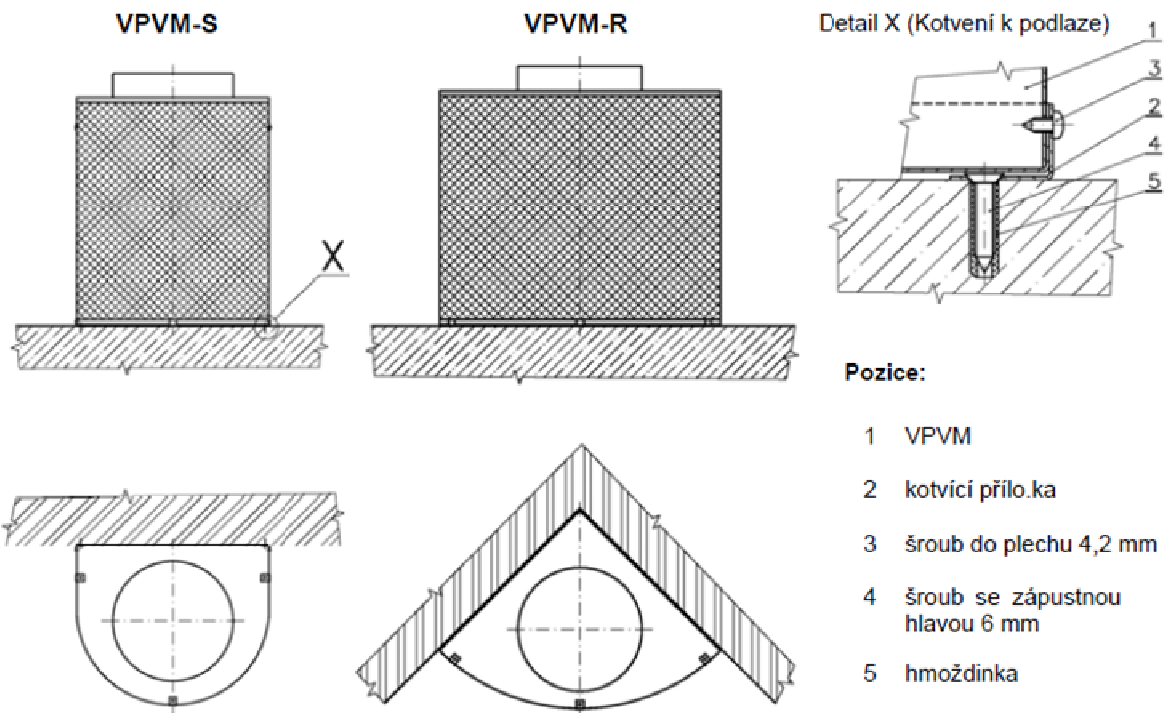
použité elementy:

místnost 1.14

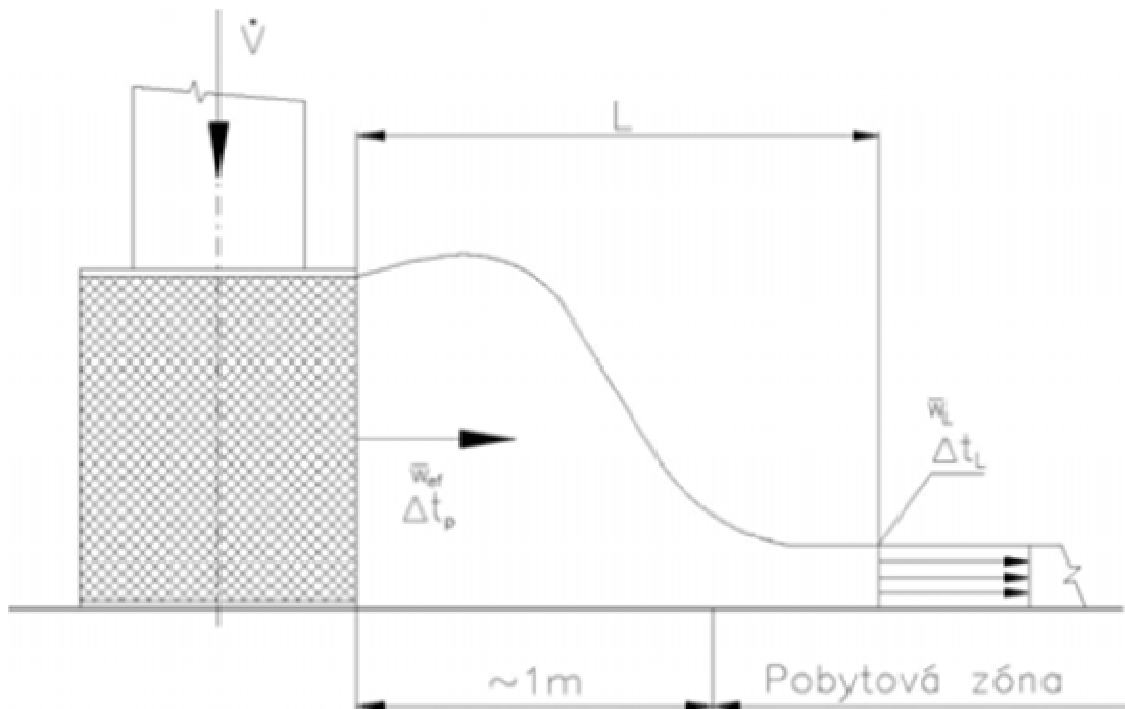
3 x VPVM – S 1200

místnost 1.14

1 x VPVM – R 2000



Obrázek 47



Obrázek 48

Návrh přívodních elementů

Místnost 1.14

$$V_L = 3,52 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_Z = 0,88 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_p = 3,52 \cdot 3600 = 12800 \text{ m}^3/\text{h}$$

volím 1 x 3000 m³/h – velkoplošná vyúst' VPVM-R 2000

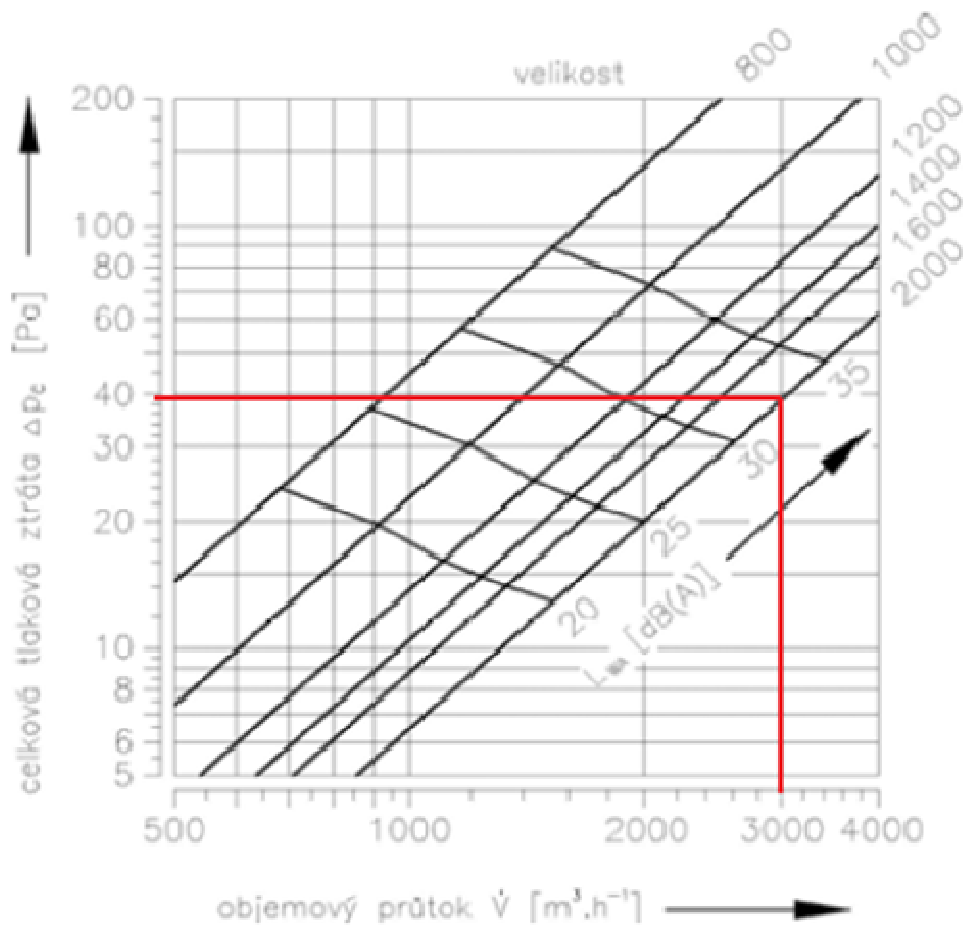
3 x 3267 m³/h – velkoplošná vyúst' VPVM-S 2000

návrh vyústí

velkoplošná vyúst' VPVM-R 2000

$$V = 3000 \text{ m}^3/\text{h}$$

Graf 15



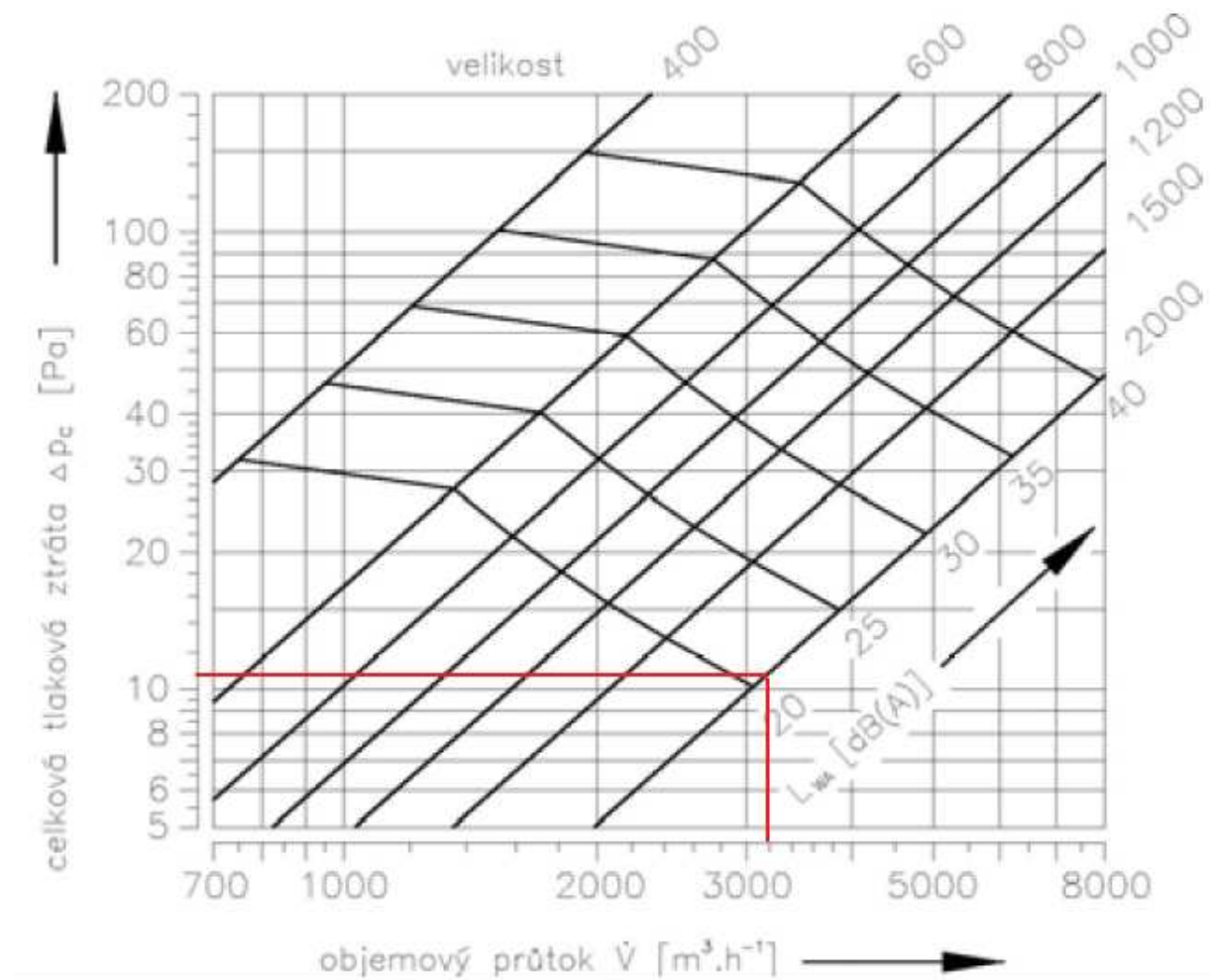
$$\Delta p_c = 39 \text{ pa}$$

$$L_{WA} = 32 \text{ dB (A)}$$

velkoplošná vyúst' VPVM-R 2000

$$V = 3267 \text{ m}^3/\text{h}$$

Graf 16



10.1.2.2 odvodní potrubí

Odvod vzduchu z prostoru budou zajišťovat nastavitelné vyústky, které budou umístěny ve zdi. Potrubí bude vedené pod přívodním potrubím v místnosti 1.14 a bude viditelné. Potrubí bude kruhové, maximální průměr přívodního potrubí bude 900 mm. Potrubí je vedeno na střechu, kde je umístěna střešní vzduchotechnická jednotka.

Jsou zde navrženy nastavitelné vyústky od firmy Mandík. Jedná se o vyústky z hliníkových profilů se skrytým uchycením pomocí pérových sponek nebo s uchycením šrouby. Sestava vyústky je tvořena obdélníkovým rámem, ve kterém je upevněna jedna řada otočných listů. použité vyústky:

místnost 1.14

6 (7) x VNM 1225/200

místnost 1.28

6 (7) x VNM 200/75

místnost 1.19

6 (7) x VNM 200/75

místnost 1.24

volím 6(7) x 2133 m³/h

V této místnosti jsou umístěny 2 stroje Dynakast, které nikdy nepracují současně. Vždy když pracuje jeden, příslušná vyústka je otevřená a vyústka nad druhým strojem je zavřená. O správnou funkčnost se nám stará klapka se servo-pohonem napojeným na spouštění strojů.

Nastavitelná vyústka VNM 1225 x 200

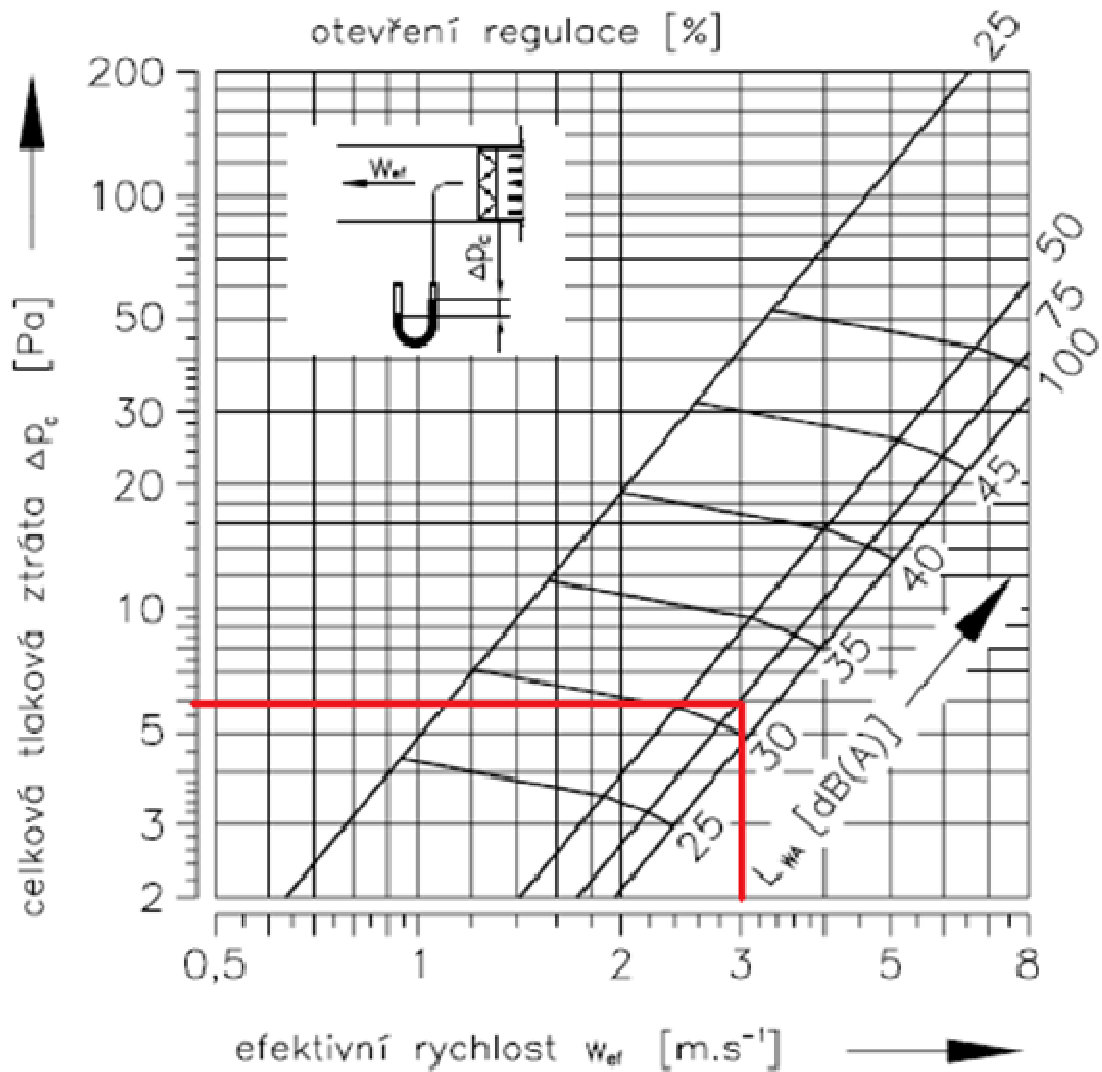
$$V = 2133 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$S_{\text{ef}} = 0,1793 \text{ m}^2$$

$$W_{\text{ef}} = V / 3600 * S_{\text{ef}} = 2133 / 3600 . 0,1793$$

$$W_{\text{ef}} = \underline{3,3 \text{ m/s}}$$

Graf 17



místnost 1.19

volím 1 x 80 m³/h

Nastavitelná vyústka VNM 200 x 75

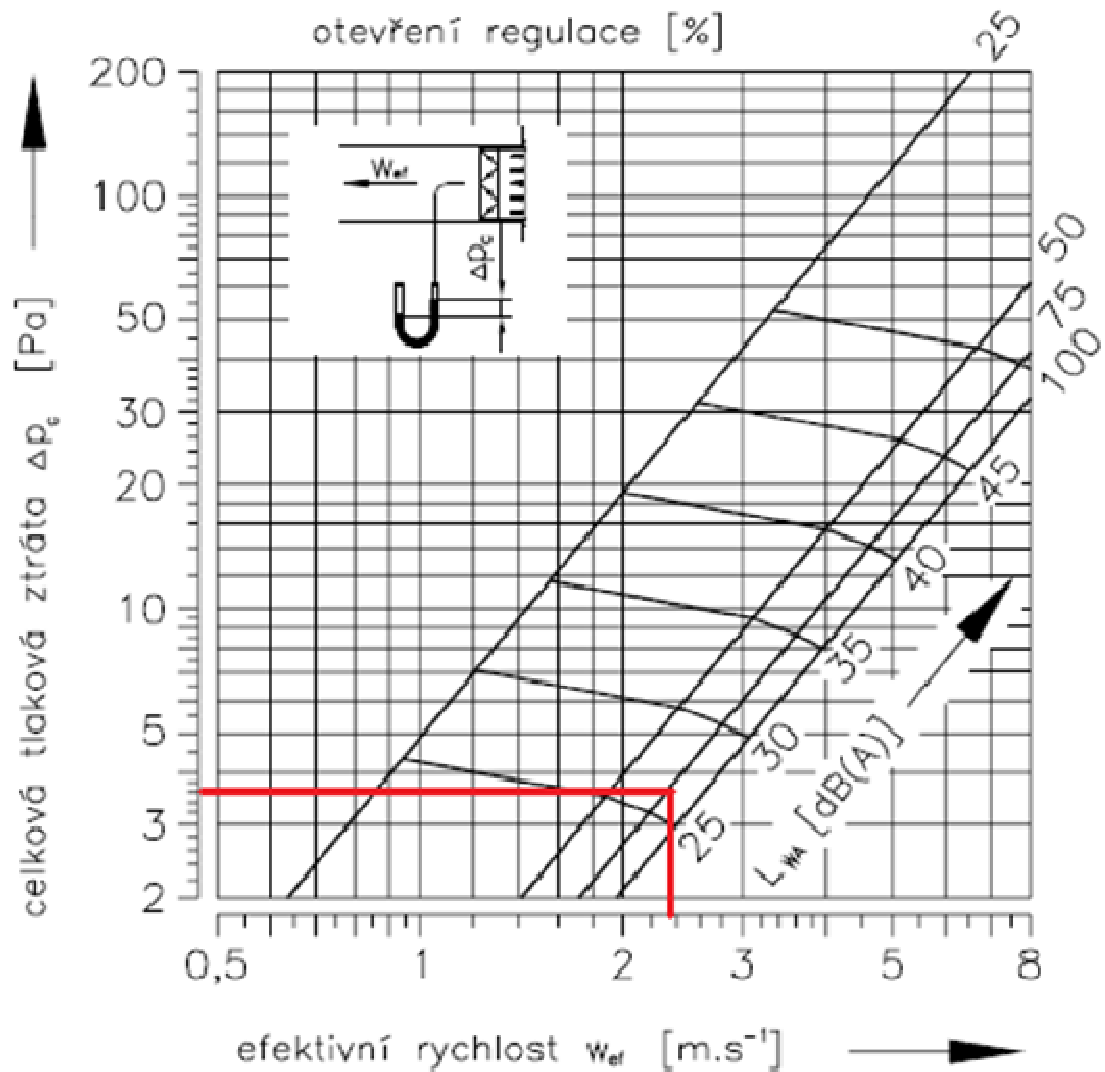
$V = 80 \text{ m}^3/\text{h}$

$S_{ef} = 0,0094 \text{ m}^2$

$W_{ef} = V / 3600 * S_{ef} = 80 / 3600 . 0,0094$

$W_{ef} = \underline{2,36 \text{ m/s}}$

Graf 18



místnost 1.28

volím 1 x 80 m³/h

Nastavitelná vyústka VNM 200 x 75

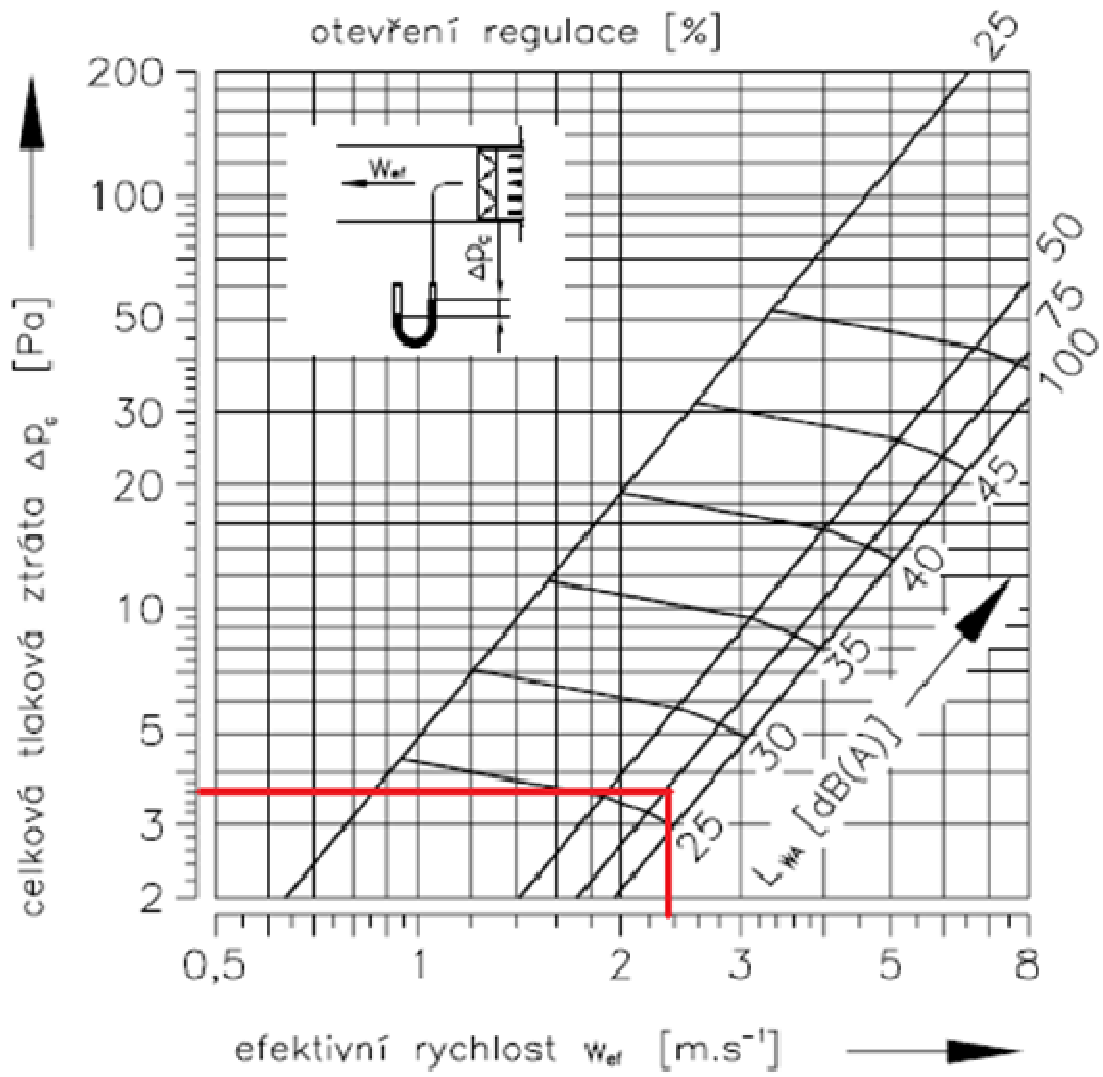
$V = 80 \text{ m}^3/\text{h}$

$S_{ef} = 0,0094 \text{ m}^2$

$W_{ef} = V / 3600 * S_{ef} = 80 / 3600 . 0,0094$

$W_{ef} = \underline{2,36 \text{ m/s}}$

Graf 19



Tabulka 46

Pořadové číslo úseku potrubí	u	[-]	1	2	3	4
Délka úseku	L	[m]	8,3	13,6	8,4	3
Předběžná rychlost	v'	[m.s-1]	3	3,5	3,7	3,8
Průtok vzduchu v úseku	V	[m³.s-1]	3000	6267	9534	12800
Průtočná plocha	S'	[m²]	0,277778	0,497381	0,715766	0,935673
Odpovídající průměr kruhového potrubí	d'	[m]	0,594859	0,795994	0,954884	1,09176
Průměr potrubí dle rozměrové řady	d	[mm]	630	800	900	900
Skutečná rychlost odpovídající navrženému průměru	v	[m.s-1]	2,674656	3,465035	4,165028	5,591815
Měrná tlaková ztráta	R	[Pa.m-1]	0,14	0,15	1,18	0,27
∑ vřazených odporů v jednotlivých úseku	ξ	[-]	0,6	0,6	0,3	1,2
Tlaková ztráta místními odpory $Z=0,5 \cdot \xi \cdot \rho \cdot v^2$	Z	[Pa]	2,575363	4,322327	3,122543	22,51324
Celková tlaková ztráta úseku	Z + R*L	[Pa]	3,737363	6,362327	13,03454	23,32324

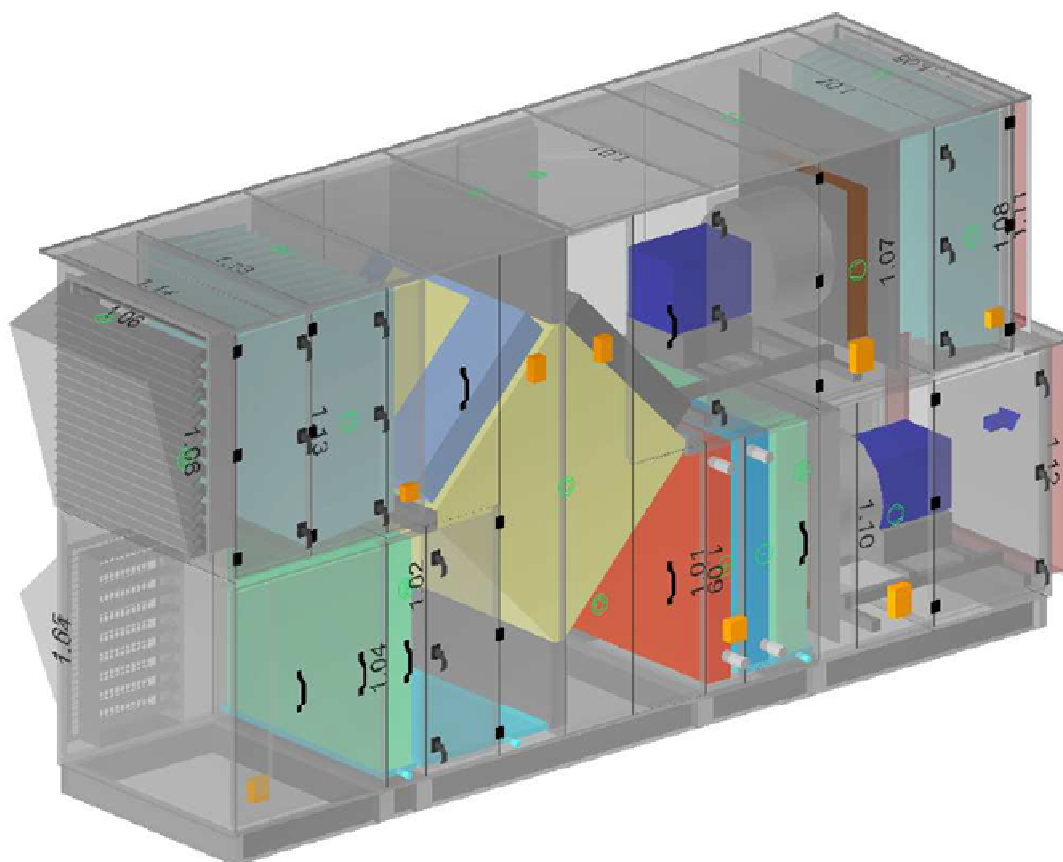
Tabulka 47

Pořadové číslo úseku potrubí	u	[-]	1	2	3	4	5	6	1	2	3
Délka úseku	L	[m]	7,3	3	7,5	4,6	3	4	0,46	4,2	1,95
Předběžná rychlost	v'	[m.s-1]	3	3,6	3,9	4,4	4,9	5,4	3	3,2	3,8
Průtok vzduchu v úseku	V	[m³.s-1]	80	2213,3	4346,6	6479,9	8613,2	10747	30	80	2213,3
Průtočná plocha	S'	[m²]	0,00740 7	0,17077 9	0,30958 7	0,40908 5	0,48827 7	0,55282 9	0,00277 8	0,00694 4	0,16179 1
Odpovídající průměr kruhového potrubí	d'	[m]	0,09714	0,46642 6	0,62799 5	0,72189 1	0,78867 5	0,83919 1	0,05948 6	0,09405 5	0,45398 6
Průměr potrubí dle rozměrové řady	d	[mm]	100	500	630	800	800	900	100	100	450
Skutečná rychlost odpovídající navrženému průměru	v	[m.s-1]	2,83085 6	3,13276 7	3,87522 1	3,58274 7	4,76225 2	4,69494	1,06157 1	2,83085 6	3,86761 4
Měrná tlaková ztráta	R	[Pa.m-1]	1,35	0,29	0,22	0,14	0,27	0,22	0,3	1,35	0,37
∑ vřazených odporů v jednotlivých úseku	ξ	[-]	1,2	0,6	0,6	0,3	0,6	1,8	0,3	0,6	0,8
Tlaková ztráta místními odpory $Z=0,5 \cdot \xi \cdot \rho \cdot v^2$	Z	[Pa]	5,76989 8	3,53312 3	5,40624	2,31049 4	8,16445 7	23,8058 6	0,19108 3	1,01910 8	1,85645 5
Celková tlaková ztráta úseku	Z + R*L	[Pa]	15,6249	4,40312 3	7,05624	2,95449 4	8,97445 7	24,6858 6	0,32908 3	6,68910 8	2,57795 5

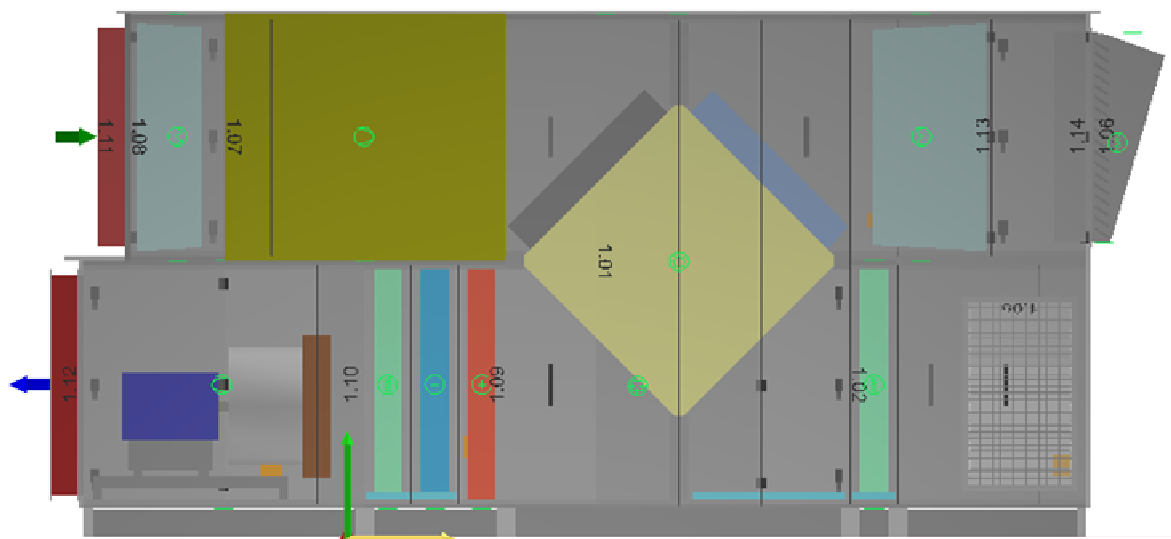
10.1.3 Návrh VZT jednotky pomocí ručního výpočtu a softwaru AeroCad od firmy REMAK.

Tabulka 48

Klimatické a vstupní podmínky (zima/léto)									
Teplota vzduchu (venkovní) [°C]	-15 / 32	Teplota z místnosti [°C]	20 / 26						
Relativní vlhkost (venkovní) [%]	95 / 34	Relativní vlhkost z místnosti [%]	45 / 65						
Tlak vzduchu [kPa]	98 / 98								
Vzduchové parametry zařízení (přívod/odvod)									
Skutečný průtok vzduchu [m ³ /h]	12800 / 12800	Tlaková ztráta komponentů v sestavě [Pa]	243 / 127						
Rychlost v průřezu [m/s]	2.30 / 2.30	Výstupní teplota z přívodu (zima/léto) [°C]	23 / 22						
Skutečná externí tlaková ztráta (rezerva) [Pa]	150 / 100	Výstupní relativní vlhkost z přívodu (zima/léto) [%]	34 / 75						
Rozdíl (k zaregulování) [Pa]	0 / 0								
Výkonové parametry zařízení (přívod/odvod)*									
Dimenzováno na výkonový stupeň ventilátorů	5 / 5	Součtové výkony pro ohřev [kW]	19 / 0						
Součtové výkony ventilátorů [kW]	2.57 / 1.80	Součtové výkony pro chlazení [kW]	28 / 0						
Specifický výkon zařízení $SFP_{E, W, m^{-3} \cdot s}$	1230	Výkon zpětného získání tepla [kW]	13						
*Návrh s vlivem kondenzace									
Hlukové parametry zařízení									
Přívod									
	Hladiny akustického výkonu v oktavových pásmech $L_{w,okt}$ [dB(A)] a celková hladina L_{w} [dB(A)]								
Oktávové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	L_{w}
Vstup	46.5	58.2	67.2	68.1	63.2	56.0	46.4	39.8	71.7
Výstup	50.5	64.2	75.2	80.1	79.2	76.0	71.4	64.8	84.4
Okolí	43.5	48.1	56.1	53.1	49.5	45.8	42.1	31.6	59.2
Odvod									
	Hladiny akustického výkonu v oktavových pásmech $L_{w,okt}$ [dB(A)] a celková hladina L_{w} [dB(A)]								
Oktávové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	L_{w}
Vstup	48.4	59.9	70.8	74.5	72.8	67.4	61.8	55.2	78.3
Výstup	48.4	60.9	70.8	73.5	72.6	68.4	62.8	56.2	78.0
Okolí	42.4	46.8	54.7	51.5	47.9	44.2	40.5	30.0	57.8



Obrázek 49



Obrázek 50

Detaily ke komponentům zařízení

Tabulka 49

1.06 Protidešťová žaluzie		XPZO 1070-1120	Kód: XPZOS1011Z
Norma / Katalog	RMK 25.1	Materiál vnějšího pláště	Pozinkovaný plech
Objem [m ³]	0.52	Skutečný průtok vzduchu [m ³ /h]	1792
Hmotnost (+-10%) [kg]	43	Tlaková ztráta [Pa]	0
1.14 Sekce servisní		XPJS 22/S	Kód: XPJSS22ZP-S
Norma / Katalog	RMK 25.1	Materiál vnitřního pláště / Těsnost	Pozinkovaný plech / L2
Objem [m ³]	1.80	Servisní přístup	Zprava
Hmotnost (+-10%) [kg]	87	Skutečný průtok vzduchu [m ³ /h]	1792
Materiál vnějšího pláště	Pozinkovaný plech		
<ul style="list-style-type: none"> Panel čelní - vstup XPK 22/K 		Kód: XPKOS22Z-K	
Tlaková ztráta [Pa]	1		
<ul style="list-style-type: none"> Servopohon NF 24A-SR Montážní sada panelu XPK 22/K (MSP) 		Kód: XPSES24S	
		Kód: MPKOS22Z-K	
1.13 Sekce filtru		XPFO 22/D	Kód: XPHOS22ZPD
Norma / Katalog	RMK 25.1	Materiál vnitřního pláště / Těsnost	Pozinkovaný plech / L2
Objem [m ³]	2.72	Servisní přístup	Zprava
Hmotnost (+-10%) [kg]	121	Skutečný průtok vzduchu [m ³ /h]	1792
Materiál vnějšího pláště	Pozinkovaný plech		
<ul style="list-style-type: none"> Filtrační vložka XPNH 22/5 		Kód: XPNHS2205	
Tlaková ztráta pro výpočet [Pa]	102	Střední odlučivost na atmosférický prach [%]	44.00
Tlaková ztráta pro výpočet při středním zanesení	Při středním zanesení	Filtrační plocha [m ²]	16.10
Počáteční tlaková ztráta [Pa]	4	Koncová tlaková ztráta [Pa]	200
Rychlost v průřezu [m/s]	0.41	Jímavost [g]	2050
Typ filtru	Kapsový	Teplotní odolnost max. [°C]	80
Třída filtrace	M5	Třída hořlavosti	F1
Střední odlučivost na syntetický prach [%]	88.00	Regenerovatelnost	Neregenerovatelný
<ul style="list-style-type: none"> Snímač tlakové difference P33 N (30 - 500 Pa) 		Kód: XPP33N	

1.01 Sekce deskového rekuperátoru s by-passem		XPQM 22/BP (FV - 120/W - 98,5)		Kód: XPMQS22Z-L11P101FV/GW28
Norma / Katalog		Hustota - nemá hmotnost [kg/m ³]	1.160	1.160
Objem [m ³]	7.10	Entalpie [kJ/kg]	9.88	55.54
Hmotnost (+-10%) [kg]	681	Skutečný průtok [m ³ /h]	1792	1792
Poloha přívodu	Poloha 1	Hmotnostní průtok [kg/h]	2079	2079
Materiál vnějšího pláště	Pozinkovaný plech	<u>Vstupní parametry odvodního vzduchu</u>	<u>Zima</u>	<u>Léto</u>
Materiál vnitřního pláště / Těsnost	Pozinkovaný plech / L2	Teplota [°C]	20.0	26.0
Poloha odvodu kondenzátu	Na straně se servis. Panely	Relativní vlhkost [%]	45	65
Materiálové provedení kostry	V - Standard	Měrná vlhkost [g/kg]	6.75	14.19
Skutečný průtok vzduchu [m ³ /h]	1792 / 1792	Hustota - nemá hmotnost [kg/m ³]	1.160	1.132
Tlaková ztráta [Pa]	4 / 4	Entalpie [kJ/kg]	37.33	62.41
Provázovat v období	Zima i léto	Skutečný průtok [m ³ /h]	12800	12800
Kompenzace znečištění chladného vzduchu	vzduch po hrubé filtraci (G3)	Hmotnostní průtok [kg/h]	14746	14281
Kompenzace znečištění teplého vzduchu	vzduch po hrubé filtraci (G3)	<u>Výstupní parametry odvodního vzduchu</u>	<u>Zima</u>	<u>Léto</u>
Aktivovat návrh atyp.funkce	Ne	Teplota [°C]	4.3	29.3
<u>Vstupní parametry přívodního vzduchu</u>	<u>Zima</u>	Relativní vlhkost [%]	83	54
Teplota [°C]	-15.0	Měrná vlhkost [g/kg]	4.40	14.20
Relativní vlhkost [%]	95	Hustota - nemá hmotnost [kg/m ³]	1.160	1.160
Měrná vlhkost [g/kg]	1.00	Entalpie [kJ/kg]	15.38	65.86
Hustota - nemá hmotnost [kg/m ³]	1.322	Skutečný průtok [m ³ /h]	1792	1792
Entalpie [kJ/kg]	-12.68	Hmotnostní průtok [kg/h]	2079	2079
Skutečný průtok [m ³ /h]	1792	<u>Výkonové parametry</u>	<u>Zima</u>	<u>Léto</u>
Hmotnostní průtok [kg/h]	2366	Účinnost [%]	62	56
<u>Výstupní parametry přívodního vzduchu</u>	<u>Zima</u>	Výkon [kW]	12.6	-1.9
Teplota [°C]	6.8	Množství kondenzátu [kg/h]	5.0	0.0
Relativní vlhkost [%]	19	Označení Hoval	FV - 120/W - 98,5	
Měrná vlhkost [g/kg]	1.20			
• Směšování XPMDX 22				
Skutečný průtok vzduchu [m ³ /h]	12800 / 12800	Hmotnostní průtok [kg/h]	2079	2079
Tlaková ztráta [Pa]	14 / 14	<u>Výstupní parametry přívodního vzduchu</u>	<u>Zima</u>	<u>Léto</u>
Procento cirkulačního vzduchu [%]	96	Teplota [°C]	18.2	26.4
<u>Vstupní parametry přívodního vzduchu</u>	<u>Zima</u>	Relativní vlhkost [%]	45	61
Teplota [°C]	6.8	Měrná vlhkost [g/kg]	5.97	13.66
Relativní vlhkost [%]	19	Hustota - nemá hmotnost [kg/m ³]	1.160	1.136
Měrná vlhkost [g/kg]	1.20	Entalpie [kJ/kg]	33.48	61.45
Hustota - nemá hmotnost [kg/m ³]	1.160	Skutečný průtok [m ³ /h]	12800	12800
Entalpie [kJ/kg]	9.88	Hmotnostní průtok [kg/h]	14757	14339
Skutečný průtok [m ³ /h]	1792			
• Servopohon směšování NM 24A-SR		Kód: XPSE3N24S		
• Servopohon klapky obtoku SM 24A-SR/D		Kód: XPSESS24S		
• Souprava pro odvod kondenzátu XPOK 300		Kód: XPOKS30-L1P10		
• Snímač namrzání NS 120		Kód: XPNS120N		

1.09 Sekce ohřivač, chladič, eliminátor		XPQD 22/V		Kód: XPQDS22ZPPVS
Norma / Katalog	FMK 25.1	Materiál vnitřního pláště / Těsnost	Pozinkovaný plech / L2	
Objem [m ³]	2.88	Servisní přístup	Zprava	
Hmotnost (+-10%) [kg]	218	Připojení médií	Zprava	
Materiál vnějšího pláště	Pozinkovaný plech	Skutečný průtok vzduchu [m ³ /h]	12800	
• Vodní ohřivač XPNC 22/1R		Kód: XPNCS221		
Tlaková ztráta [Pa]	22	Entalpie [kJ/kg]	33.48	61.45
Dimenzovat na podmínky	Zima	Skutečný průtok [m ³ /h]	12800	12800
Teplonosné médium	30 % Ethylenglykol (Antifrogen N), topná voda	Hmotnostní průtok [kg/h]	14757	14339
Kompenzace vnitřního znečištění	vzduch po hrubé filtraci (G3)	<u>Výstupní parametry vzduchu</u>	<u>Zima</u>	<u>Léto</u>
Kompenzace vnějšího znečištění	vzduch po hrubé filtraci (G3)	Teplota [°C]	22.6	26.4
Povolit zvýšení teploty výstupního média	Ne	Relativní vlhkost [%]	34	61
Aktivovat návrh atyp.funkce	Ne	Měrná vlhkost [g/kg]	5.98	13.66
Vstupní teplota média [°C]	80	Hustota - nemá hmotnost [kg/m ³]	1.150	1.136
Výstupní teplota média (zadaná) [°C]	60	Entalpie [kJ/kg]	38.02	61.45
Teplota vzduchu za ohřivačem (požadovaná) [°C]	22.6	Skutečný průtok [m ³ /h]	12800	12800
<u>Vstupní parametry vzduchu</u>	<u>Zima</u>	Hmotnostní průtok [kg/h]	14757	14339
Teplota [°C]	18.2	Teplota vzduchu za ohřivačem (skutečná) [°C]	22.6	
Relativní vlhkost [%]	45	Výstupní teplota média (skutečná) [°C]	60	
Měrná vlhkost [g/kg]	5.97	Topný výkon (skutečný) [kW]	18.7	
Hustota - nemá hmotnost [kg/m ³]	1.160	Použitelná teplosměnná plocha [m ²]	32.4	

Průtok teplotonosného média [m³/h]	0.87	Materiál trubek [mm]	Cu	
Tlaková ztráta média [kPa]	0.3	Materiál lamel	Al	
Počet řad	1	Průměr připojení ["]	2	
Počet okruhů	1	Vodní obsah [l]	8	
Rozteč lamel	2.1			
• Směšovací uzel SUMX 2.5 (2)		Kód: VSU0225B-		
• Vodní chladič XPND 22/2R		Kód: XPND222		
Tlaková ztráta [Pa]	60	Měrná vlhkost [g/kg]	5.98	12.76
Dimenzovat na podmínky	Léto	Hustota - měrná hmotnost [kg/m³]	1.150	1.149
Teplotnosné medium	Voda	Entalpie [kJ/kg]	38.02	54.43
Kompenzace vnitřního znečištění	topná voda	Skutečný průtok [m³/h]	12800	12800
Kompenzace vnějšího znečištění	vzduch po hrubé filtraci (G3)	Hmotnostní průtok [kg/h]	14757	14339
Aktivovat návrh atyp.funkce	Ne	Teplota vzduchu za výměníkem (skutečná) [°C]	21.8	
Vstupní teplota média [°C]	6	Výstupní teplota média (skutečná) [°C]	13	
Výstupní teplota média (zadaná) [°C]	12	Chladičí výkon [kW]	27.6	
Teplota vzduchu za chladičem (požadovaná) [°C]	21.8	Použitelná teplosměrná plocha [m²]	64.8	
<u>Výstupní parametry vzduchu</u>	Zima	Léto		
Teplota [°C]	22.6	26.4	Množství kondenzátu [kg/h]	12.6
Relativní vlhkost [%]	34	61	Průtok teplotonosného média [m³/h]	3.55
Měrná vlhkost [g/kg]	5.98	13.66	Tlaková ztráta média [kPa]	1.6
Hustota - měrná hmotnost [kg/m³]	1.150	1.136	Počet řad	2
Entalpie [kJ/kg]	38.02	61.45	Počet okruhů	1
Skutečný průtok [m³/h]	12800	12800	Rozteč lamel	2.1
Hmotnostní průtok [kg/h]	14757	14339	Materiál trubek [mm]	Cu
<u>Výstupní parametry vzduchu</u>	Zima	Léto	Materiál lamel	Al
Teplota [°C]	22.6	21.8	Průměr připojení ["]	2
Relativní vlhkost [%]	34	75	Vodní obsah [l]	16
• Směšovací uzel chladiče SUMX 10 (2)		Kód: VSU02A0B-		
• Eliminátor kapek XPNU 22		Kód: XPNU22		
Tlaková ztráta [Pa]	28			
• Protimrazové čidlo NS 130 R		Kód: XPNS130R		
• Souprava pro odvod kondenzátu XPOO 3W		Kód: XPOOS31-P		

1.10 Sekce ventilátoru XPAP 22/D Kód: XPAPS22ZPLL-D

Norma / Katalog	RMK 25.1	Materiál vnitřního pláště / Těsnost	Pozinkovaný plech / L2
Objem [m³]	5.42	Servisní přístup	Zprava
Hmotnost (+-10%) [kg]	327	Skutečný průtok vzduchu [m³/h]	12800
Materiál vnějšího pláště	Pozinkovaný plech		
• Panel čelní - výtlak XPK 22/P		Kód: XPKOS22Z-P	
Tlaková ztráta [Pa]	12		
• Montážní sada panelu XPK 22/P (MSP)		Kód: MPKOS22Z-P	
• Ventilátor XPVP 630-3,0/87-J6 (IE2)		Kód: XPVPS22630-AZD306B1	
Tlakový zisk pro výpočet [Pa]	393	Otáčky [1/min]	1178
Statický tlak [Pa]	393	Průtok vzduchu max. [m³/h]	17637
Celkový tlak [Pa]	442	Celkový tlak max. [Pa]	720
Výkon ventilátoru [kW]	2.11	Napájecí napětí motoru	3NPE 400 V, 50 Hz
Účinnost [%]	74	Výkon motoru nom. [W]	3000
Elektrický příkon [kW]	2.57	Proud max. [A]	6.98
Specifický výkon ventilátoru [W.m ⁻³ .s]	724	Pracovní teplota max. [°C]	40
Rychlost v průřezu [m/s]	2.30	Počet pólů	6
Dimenzovat na výkonový stupeň	5	Termokontakty	Ano
Pracovní frekvence [Hz]	61	Krytí	IP 55
Průměr kola [mm]	630	Třída izolace	F
Zahnutí lopatek	Dozadu	Typ regulace	frekvenční
Převod	Přímý	Třída účinnosti motoru	IE2
• Regulator výkonu XPFM 3.0 (3x400V) V		Kód: XPFMID303B20	

1.12 Tlumicí vložka DV 1220-1170 Kód: VDV011211

Norma / Katalog	RMK 25.1	Hmotnost (+-10%) [kg]	8
Objem [m³]	0.18	Tlaková ztráta [Pa]	0

1.11 Tlumicí vložka DV 1220-1170 Kód: VDV011211

Norma / Katalog	RMK 25.1	Hmotnost (+-10%) [kg]	8
Objem [m³]	0.18	Tlaková ztráta [Pa]	0

1.08 Sekce filtru XPHO 22/S Kód: XPHOS22ZLS

Norma / Katalog	RMK 25.1	Materiál vnitřního pláště / Těsnost	Pozinkovaný plech / L2
Objem [m³]	1.80	Servisní přístup	Zleva
Hmotnost (+-10%) [kg]	96	Skutečný průtok vzduchu [m³/h]	12800
Materiál vnějšího pláště	Pozinkovaný plech		
• Panel čelní - vstup XPK 22/P		Kód: XPKOS22Z-P	
Tlaková ztráta [Pa]	12		
• Montážní sada panelu XPK 22/P (MSP)		Kód: MPKOS22Z-P	
• Filtrační vložka XPNH 22/4		Kód: XPNHS2204	
Tlaková ztráta pro výpočet [Pa]	96	Počáteční tlaková ztráta [Pa]	39
Tlaková ztráta pro výpočet	Při středním zanesení	Typ filtru	Kapsový
Třída filtrace	G4	Jímavost [g]	3160
Střední odučivost na syntetický prach [%]	90.00	Teplotní odolnost max. [°C]	80
Filtrační plocha [m²]	8.36	Třída hořlavosti	F1
Koncová tlaková ztráta [Pa]	150	Regenerovatelnost	Neregenerovatelný
• Snímač tlakové difference P33 N (30 - 500 Pa)		Kód: XPP33N	

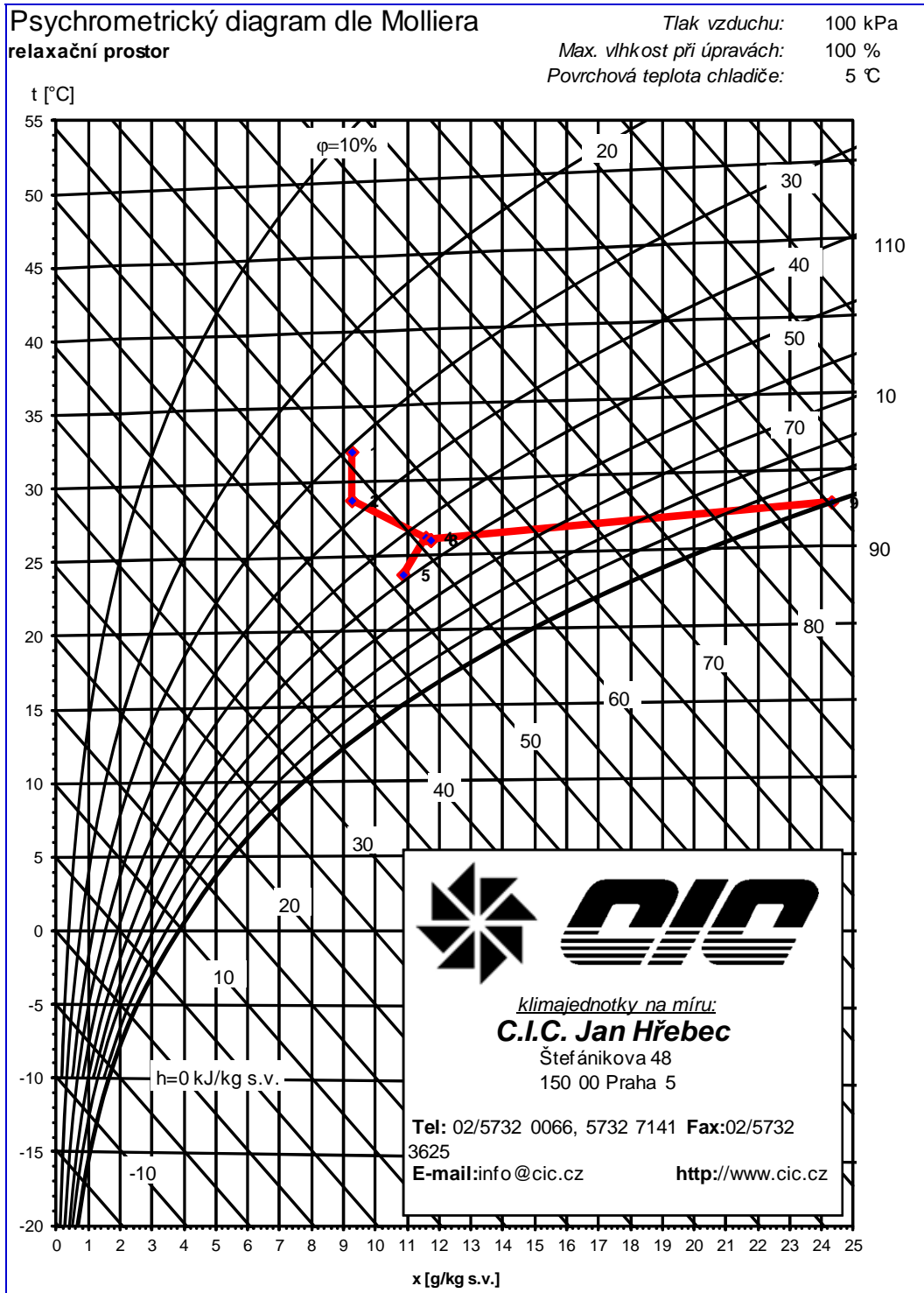
1.07 Sekce ventilátoru		XPAP 22/D		Kód: XPAPS22ZLL-L-0
Norma / Katalog	RMK 25.1	Materiál vnitřního pláště / Těsnost		Pozinkovaný plech / L2
Objem [m ³]	5.42	Servisní přístup		Zleva
Hmotnost (+10%) [kg]	317	Skutečný průtok vzduchu [m ³ /h]		12600
Materiál vnějšího pláště	Pozinkovaný plech			
• Ventilátor XPVP 630-3,0/67-J6 (IE2)		Kód: XPVPS22630-AZD306B1		
Tlakový zisk pro výpočet [Pa]	227	Průtok vzduchu max. [m ³ /h]		17837
Statický tlak [Pa]	227	Celkový tlak max. [Pa]		569
Celkový tlak [Pa]	276	Napájecí napětí motoru		3NPE 400 V, 50 Hz
Výkon ventilátoru [kW]	1.48	Výkon motoru nom. [W]		3000
Účinnost [%]	66	Proud max. [A]		6.98
Elektrický příkon [kW]	1.80	Pracovní teplota max. [°C]		40
Specifický výkon ventilátoru [W.m ⁻³ .s]	506	Počet pólů		6
Dimenzovat na výkonový stupeň	5	Termokontakty		Ano
Pracovní frekvence [Hz]	56	Krytí		IP 55
Průměr kota [mm]	630	Třída izolace		F
Zahnutí lopatek	Dozadu	Typ regulace		frekvenční
Převod	Přímý	Třída účinnosti motoru		IE2
Otáčky [1/min]	1075			
• Regulator výkonu XPFM 3.0 (3x400V) V		Kód: XPFMD303820		

1.02 Sekce eliminátoru		XPUO 22		Kód: XPUOS22ZLLK
Norma / Katalog	RMK 25.1	Materiál vnitřního pláště / Těsnost		Pozinkovaný plech / L2
Objem [m ³]	0.90	Servisní přístup		Zleva
Hmotnost (+10%) [kg]	63	Připojení médií		Zleva
Materiál vnějšího pláště	Pozinkovaný plech	Skutečný průtok vzduchu [m ³ /h]		1792
• Eliminátor kapek XPNU 22		Kód: XPNUS22		
Tlaková ztráta [Pa]	1			
• Souprava pro odvod kondenzátu XPOO 001		Kód: XPOOS31-L		

1.04 Sekce rohová		XPBR 22/V		Kód: XPBR22ZLLV
Norma / Katalog	RMK 25.1	Materiál vnitřního pláště / Těsnost		Pozinkovaný plech / L2
Objem [m ³]	1.80	Servisní přístup		Zleva
Hmotnost (+10%) [kg]	184	Skutečný průtok vzduchu [m ³ /h]		1792
Materiál vnějšího pláště	Pozinkovaný plech	Tlaková ztráta [Pa]		1
• Servopohon NF 24A-SR		Kód: XPSES824S		

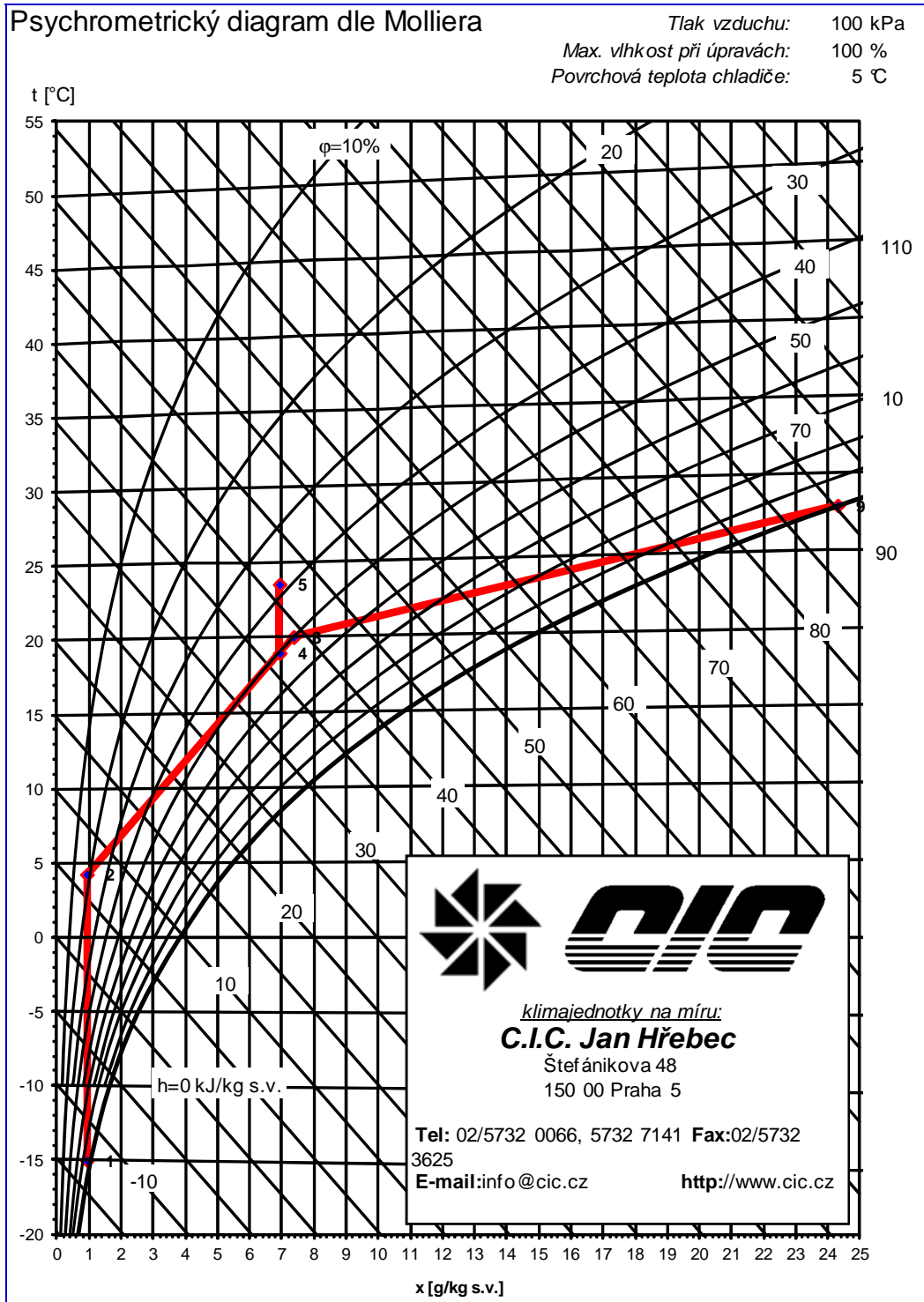
1.05 Výfukový nástavec		XPFO 550-970		Kód: XPFO5597Z
Norma / Katalog	RMK 25.1	Materiál vnějšího pláště		Pozinkovaný plech
Objem [m ³]	0.40	Skutečný průtok vzduchu [m ³ /h]		1792
Hmotnost (+10%) [kg]	7			

Graf 20



			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			e1	54,0						i1	i2	
Teplota	t	°C	32,0	28,8	26,0	26,2	23,7			26,0	27,9	
rel. vlhkost	φ	%	31%	37%	55%	54%	58%			55%	100%	
měr. vlhkost	x	g/kg s.v.	9,2	9,2	11,7	11,6	10,9			11,7	24,3	
entalpie	h	kJ/kg s.v.	56,0	52,7	56,1	55,9	51,6			56,1	90,2	
hustota	ρ	kg/m ³	1,14	1,15	1,16	1,16	1,17			1,16	1,14	
t.vlhkého tepl.	tv	°C	21,3	22,5	23,2	28,8	27,2			28,8	27,9	
Skut. průtok	Vs	m ³ /h	853	844	12 600	13 444	13 320			1 575	1 616	
Norm. průtok	Vn	m ³ /h	800	800	12 000	12 800	12 800			1 500	1 500	
Předaný výkon	P	kW		-0,9				-18,4				17,0
Odpařené vody	qw	kg/h		0,0		0,0	-10,9					22,6

Graf 21



			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			e1	55,0						i1	i2	
Teplota	t	°C	-15,0	4,3	20,0	18,9	23,5			20,0	27,9	
rel.vlhkost	φ	%	90%	18%	50%	50%	38%			50%	100%	
měr. vlhkost	x	g/kg s.v.	0,9	0,9	7,4	6,9	6,9			7,4	24,3	
entalpie	h	kJ/kg s.v.	-12,9	6,6	38,9	36,7	41,4			38,9	90,2	
hustota	ρ	kg/m3	1,35	1,26	1,18	1,19	1,17			1,18	1,14	
t.vlhkého tepl.	t _w	°C	21,3	22,5	23,2	28,8	27,2			28,8	27,9	
Skut. průtok	V _s	m3/h	713	766	11 240	12 006	12 194			817	862	
Norm. průtok	V _n	m3/h	800	800	11 000	11 800	11 800			800	800	
Předaný výkon	P	kW		5,2			18,4				13,7	
Odpařené vody	q _w	kg/h		0,0		0,0	0,0				16,3	

10.1.4 Tlumení hluku

Na návrh tlumiče zvuku jsem použil program společnosti Mart s.r.o. Navrhoval jsem na přívodní potrubí tlumič o rozměrech 800 x 800 mm a délce 1000 mm. Tyto tlumiče budou umístěny na střeše. Na odvodní potrubí jsem navrhl tlumič o rozměrech 800 x 800 mm a o délce 840 mm. Tlumič bude také umístěn na střeše objektu.

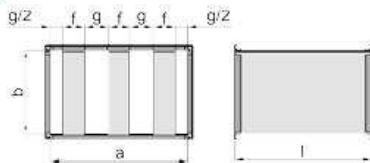


VSTUPNÍ HODNOTY

typ tlumiče:
kulisový

číslo pozice:

GEOMETRIE:



šířka tlumiče:
a = 800 mm

výška tlumiče:
b = 800 mm

délka tlumiče:
l = 1000 mm

náběhové hrany:
ano

šířka kulisy:
f = 100 mm

počet kulis:
e = 5

průtočná mezera:
g = 60 mm

odtokové hrany:
ano

PARAMETRY PROUDĚNÍ:

průtok vzduchu:
Q = 11800 m³/h

hustota vzduchu:
ρ = 1.2 kg/m³

VYBRANÉ FREKVENCE:

frekvence: f
32 Hz 500 Hz 5000 Hz

AKUSTICKÝ VÝKON VENTILÁTORU:

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
hl. akust. výkonu s váhovým filtrem A: [dB(A)]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10

KÓD OBJEDNÁVKY: [THKU.800.800.1000-3 5X KTH.100.800.1000](#)



Technické řešení:

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

VÝSLEDNĚ HODNOTY

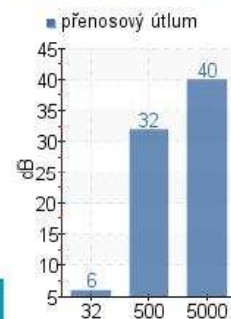
ÚTLUM HLUKU:



VÝSLEDNĚ HODNOTY:

frekvence:frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina	
přenosový útlum:	6	7	11	20	36	60	55	45	26	-	dB
vlastní hluk tlumiče:	13	21	26	29	32	31	27	22	14	37	dB(A)
hl. akust. výkonu za tlumičem s váh. filt. A:	13	21	26	29	32	31	27	22	14	37	dB(A)

VYBRANÉ FREKVENCE:



TLAKOVÁ ZTRÁTA TLUMIČE:

tlaková ztráta:	81	Pa
plocha tlumiče:	0.64	m ²

RYCHLOST PROUDĚNÍ:

v celkovém průřezu:	5.1	m/s
ve volné ploše:	13.7	m/s

Všechny uvedené hodnoty jsou vypočteny s tolerancí ± 10%.

Obrázek 51

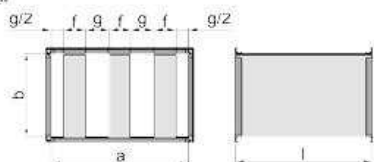


VSTUPNÍ HODNOTY

typ tlumiče:
kulisový

číslo pozice:

GEOMETRIE:



šířka tlumiče:
a = 800 mm

šířka kulisy:
f = 100 mm

výška tlumiče:
b = 800 mm

počet kulis:
e = 5

délka tlumiče:
l = 840 mm

průtočná mezera:
g = 60 mm

náběhové hrany:
ano

odtokové hrany:
ano

PARAMETRY PROUDĚNÍ:

průtok vzduchu:
Q = 11800 m³/h

hustota vzduchu:
ρ = 1.2 kg/m³

VYBRANÉ FREKVENCE:

frekvence: f
32 Hz 500 Hz 5000 Hz

AKUSTICKÝ VÝKON VENTILÁTORU:

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
hl. akust. výkonu s váhovým filtrem A: [dB(A)]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10

KÓD OBJEDNÁVKY: [THKU.800.800.840-3 5X KTH.100.800.840](#)



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

VÝSLEDNÉ HODNOTY

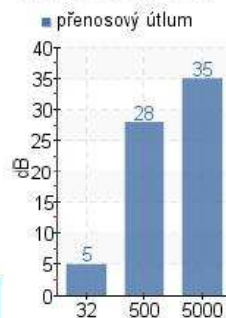
ÚTLUM HLUKU:



VÝSLEDNÉ HODNOTY:

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina	
přenosový útlum:	5	6	10	18	32	52	47	39	23	-	dB
vlastní hluk tlumiče:	13	21	26	29	32	31	27	22	14	37	dB(A)
hl. akust. výkonu za tlumičem s váh. filt. A:	13	21	26	29	32	31	27	22	14	37	dB(A)

VYBRANÉ FREKVENCE:



TLAKOVÁ ZTRÁTA TLUMIČE:

tlaková ztráta:	73	Pa
plocha tlumiče:	0.64	m ²

RYCHLOST PROUDĚNÍ:

v celkovém průřezu:	5.1	m/s
ve volné ploše:	13.7	m/s

Všechny uvedené hodnoty jsou vypočteny s tolerancí ± 10%.

Obrázek 52

10.1.5 Tepelná izolace

10.1.5.1 Návrh venkovního potrubí (přívodní i odvodní)

Návrh izolace provádíme v programu TERUNA. Výstup je zpracovaný do tabulky.

odvodní

okolní vzduch -15 °C, relativní vlhkost 90%

odvodní vzduch 20°C, relativní vlhkost 50%

průtok vzduchu 11800 m³/h, tepelná vodivost izolace 0,04 [W/mK]

Tabulka 50

délka úseku [mm]	D [mm]	tl. izol. [mm]	t _{ro} [°C]	t _{po} [°C]	t _{pv} [°C]	t _{rv} [°C]	tep. ztr. úseku
6000	900	50	-16,14	-13,97	18,18	9,27	-535,18

přívodní

okolní vzduch -15 °C, relativní vlhkost 90%

odvodní vzduch 22,6°C, relativní vlhkost 50%

průtok vzduchu 11800 m³/h, tepelná vodivost izolace 0,04 [W/mK]

Tabulka 51

délka úseku [mm]	D [mm]	tl. izol. [mm]	t _{ro} [°C]	t _{po} [°C]	t _{pv} [°C]	t _{rv} [°C]	tep. ztr. úseku
6000	900	50	-16,14	-13,89	20,64	11,04	474,94

10.1.5.2 návrh izolace přívodního vnitřního potrubí

Návrh izolace provádíme v programu TERUNA. Výstup je zpracovaný do tabulky.

okolní vzduch 20 °C, relativní vlhkost 50%

přívodní vzduch 22,6 °C, relativní vlhkost 55%

průtok vzduchu 11800 m³/h, tepelná vodivost izolace 0,04 [W/mK]

Tabulka 52

délka úseku [mm]	D [mm]	tl. izol. [mm]	t_{ro} [°C]	t_{po} [°C]	t_{pv} [°C]	t_{rv} [°C]	tep. ztr. úseku
9200	900	45	9,27	20,88	22,46	11,04	59,76
11600	800	45	9,27	20,88	22,45	11,04	75,63
7500	630	45	9,27	20,09	22,49	11,04	40,19

Stavebnicový odsavač

Ve výrobní hale jsou umístěny svářečky, které při práci mohou produkovat škodlivé látky, proto je u nich přistaven stavebnicový odsavač SOS FB 8000.S/6 s dvoustupňovou filtrací. 1. stupeň filtrace je polyester s teflonovou membránou a 2. stupeň filtrace je Carbotex.

Výška	300 cm
Šířka	155 cm
Délka	130 cm
Průřez filtr. modulu	100x100 cm
Průměr sání	400 mm
Napětí	400 V
Maximální průtok	8000 m ³ /h
Maximální podtlak	3,7 kPa
Jmenovitý proud	13,7 A
Hmotnost	700 kg
Filtr 1. stupeň	Polyester s teflonovou membránou, pl=6x16 (12,3; 10,4) m ²
Filtr 2. stupeň	Carbotex
Název/typ	SOS FB 8000.S
Příkon	7500 W

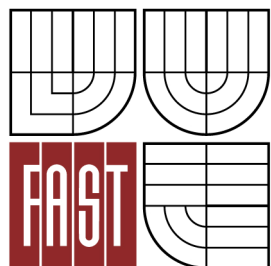


Akumulační zákryty

akumulační zákryty jsou usazeny nad stroji DYNKAST v průmyslové části. Jedná se o zákryt pro lepší zachycení tepla sálajícího od stroje. Jelikož stroj neprodukuje žádné škodliviny, není potřeba žádná další filtrace a nebo jiná opatření.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

C) PROJEKTOVÁ ČÁST

VZDUCHOTECHNIKA POLYFUNKČNÍHO OBJEKTU

AIR CONDITION OF MULTIFUNCTIONAL BUILDING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

JAN JUNEK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. PAVEL UHER, Ph.D.

BRNO 2013

takovým způsobem, aby byla dodržena minimální teplota – požadavek investora teploty na 15°C.

Jednotka pro kanceláře bude umístěna na ve strojovně (místnost 1.06). Jednotky pro relaxační prostory a výrobní halu jsou umístěny na střeše objektu. Přístup k jednotkám bude po žebříku a po pochůzně střeše. V okolí jednotek je vytvořena rovinná plocha z kovových podložek, pro lepší přístup k jednotce a její údržbě. Jednotky budou zajištěny rektifikačními podložkami pro stabilitu ve vodorovné poloze. Výfuky a sání budou ukončeny jednotlivými výfukovými hlavicemi a protidešťovými žaluziemi. Doprava jednotek s tlumiči hluku bude prováděna po částech. Na střechu se budou jednotky dopravovat pomocí vhodného zvedacího zařízení. Do obsluhovaných prostor bude vzduch dopravován pomocí kruhového potrubí z pozinkovaného plechu. Jako koncové elementy budou složité obdélníkové výústky s regulací, velkoplošné výústě a dýzy s dalekým dosahem. Odvod znehodnoceného vzduchu je v celém objektu řešen přes koncové výústky na kruhovém potrubí. Odvodní i přívodní potrubí z relaxační a průmyslové části je vedeno, prostupem na střechu k VZT zařízení. WC která jsou zahrnuta do jednotlivých částí jsou větraná podtlakově, pomocí odvodu vzduchu, příslušnou větví. Vzduch je nasáván z vedlejších místností pomocí dveřních mřížek. Ve všech jednotkách je využito směšování vzduchu.

Přívodní a odvodní rozvody mimo objekt budou opatřeny tepelnou izolací z minerálních vláken 40 mm. Jejich tloušťka byla navržena pomocí programu TERUNA. V interiéru jsou izolována pouze přívodní potrubí, aby zde nedocházelo k tepelným ztrátám. Všechna izolovaná potrubí jsou opatřena tepelnou izolací v dostatečné tloušťce, tak aby nedocházelo ke kondenzaci na potrubí.

3. Měření a regulace, protimrazová ochrana

Každý z navržených vzduchotechnických systémů bude řízen a regulován nezávisle samostatným systémem M+R. Základní funkční parametry jsou:

- ovládání chodu ventilátorů – silové napájení a jištění
- regulace teploty vzduchu řízením výkonu ohřívače v zimním období
- regulace teploty vzduchu řízením výkonu vodního chladiče v letním období
- regulace teploty přiváděného vzduchu dle nastavené prostorové teploty
- řízení klapky by-passu deskového výměníku
- protimrazová ochrana teplovodního výměníku a rekuperátoru
- měření a signalizace zanášení všech stupňů filtrace
- poruchová signalizace

4. Protihluková a proti dešťová opatření

Do potrubí budou umístěny tlumiče hluku od firmy MART, které budou zabránovat nadměrnému šíření hluku do všech větraných prostor. Všechny točivé stroje (jednotky,

ventilátory) budou uloženy na pružné podložky, které budou zmenšovat přenos vibrací do stavební konstrukce. Vzduchovody budou bez výjimky připojeny k jednotkám přes tlumící vložky. Prostupy potrubí stavebními konstrukcemi, budou řádným způsobem zabezpečeny proti proniknutí vody a budou dostatečně tepelně izolovány.

5. Izolace a nátěry

Potrubí je izolováno pomocí tepelné izolace z minerálních vláken opatřených hliníkovou folií. Potrubí opáreno tepelnou izolací je ve výkresové části technické zprávy dostatečně zobrazeno. Tloušťka izolací na potrubních rozvodech je řešena ve výpočtové části. V exteriéru je potrubí opatřeno vnějším oplechováním zlepšující odolnost potrubí proti povětrnostním podmínkám, zlepšuje také životnost izolace.

U izolace z minerální vlny, jsme brali - $\lambda=0,04 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{k}^{-1}$ s ochrannými nátěry neuvažujeme

6. Protipožární opatření

Vzduchotechnické potrubí do průřezu $0,04\text{m}^2$ procházející požárně dělícími konstrukcemi budou opatřeny požárními ucpávkami. Bude-li mít potrubí průřez větší než $0,04\text{m}^2$ a bude procházet vzduchovod stavební konstrukcí ohraničující určitý požární úsek, bude v daném místě umístěna protipožární klapka, zamezující rozšíření požáru do ostatních požárních úseků nebo na celý objekt.

7. Nároky na související profese

- práce stavební

- Otvory pro prostupy musí být zapraveny a suť odklizená
- Obložení a dotěsnění prostupů pro VZT potrubí v rámci zapravení
- Dotěsnění a oplechování prostupů VZT
- Zajištění pochůzích lávek okolo zařízení pro bezpečnou manipulaci a údržbu
- Stavební a pomocné práce
- Zajištění nátěrů VZT prvků na fasádě či střeše objektu
- Zřízení revizních objektů pro přístup k ventilátorům

- práce ÚT a chlazení

- Napojit teplovodní ohříváče na teplou vodu dle dohodnutého teplotního spádu, osadit směšovací ventily
- Napojit vodní chladič na zdroj chladné vody – spád $6/12^\circ\text{C}$, osadit směšovací ventily

- práce elektro

- silové napájení řídicích jednotek
- prokabelování VZD systémů dle požadavku M+R
- jištění všech systémů

- práce kanalizační

- zajistit odvody kondenzátu pod rekuperátory a pod výměníky chlazení přes sifon do kanalizace

8. Montáž, provoz a údržba zařízení

Firma realizující dodávku provede rozpis VZT potrubí pro výrobní a montážní účely. Provede se kontrola technické zprávy ve smyslu úplnosti § 55. Realizační firma před oceněním provede prohlídku stávajících a stávající stav demontáží. Rozvody VZT budou instalovány před ostatními profesemi z důvodu zajištění nároků na prostor. Při umístění požárních klapek je nutné zajistit místo pro následné revize. Všechna VZT zařízení budou montovány odbornou montážní firmou. VZT zařízení musí být montovány dle montážních předpisů. VZT jednotky budou usazeny na podložky z rýhované gumy. Připojení koncových elementů v relaxační části bude pomocí flexi hadic. Odvodní výustky jsou v kancelářské a průmyslové části montovány do předem připravených otvorů. Při montáži musí být opatřena veškerá opatření co se týče bezpečnostních norem. Provozní řád včetně školení obsluhy zajistí dodavatel. Musí být zajištěna pravidelná kontrola čištění a udržování vzduchotechnických jednotek. Jednotky musí být v provozu schopném stavu. O kontrolách a údržbě musí být veden záznam, jejich frekvence bude uvedena v provozním řádu.

9. Závěr

Klimatizační a větrací zařízení plně splňuje nároky kladené na provoz a charakteru.

Seznam tabulek:

Tabulka 1 Produkce tepla lidí.....	17
Tabulka 2 Doporučené intenzity osvětlení a odpovídající produkce tepla pro různá pracoviště	18
Tabulka 3 průměrné účinnosti elektromotorů	19
Tabulka 4 Součinitele tepla pro různá provedení oken (W/(m ² K)).....	23
Tabulka 5 Rovnocenné sluneční teploty vzduchu	23
Tabulka 6 Intenzita sluneční radiace pro 21. července, 50° s.š.	24
Tabulka 7 Stínící součinitel s	24
Tabulka 8.....	44
Tabulka 9.....	44
Tabulka 10.....	44
Tabulka 11.....	44
Tabulka 12.....	45
Tabulka 13.....	50
Tabulka 14.....	50
Tabulka 15.....	50
Tabulka 16.....	50
Tabulka 17.....	51
Tabulka 18.....	53
Tabulka 19.....	53
Tabulka 20.....	53
Tabulka 21.....	53
Tabulka 22.....	54
Tabulka 23.....	58
Tabulka 24.....	58
Tabulka 25.....	58
Tabulka 26.....	58
Tabulka 27.....	59
Tabulka 28.....	63
Tabulka 29.....	63
Tabulka 30.....	63
Tabulka 31.....	63
Tabulka 32.....	64
Tabulka 33.....	66
Tabulka 34.....	66
Tabulka 35.....	66
Tabulka 36.....	66
Tabulka 37.....	67
Tabulka 38.....	91
Tabulka 39.....	92
Tabulka 40.....	102
Tabulka 41.....	110

Tabulka 42.....	111
Tabulka 43.....	120
Tabulka 44.....	120
Tabulka 45.....	120
Tabulka 46.....	131
Tabulka 47.....	132
Tabulka 48.....	133
Tabulka 49.....	134
Tabulka 50.....	143
Tabulka 51.....	143
Tabulka 52.....	144

Seznam obrázků:

Obrázek 1	18
Obrázek 2	25
Obrázek 3	25
Obrázek 4	27
Obrázek 5	29
Obrázek 6	29
Obrázek 7	30
Obrázek 8	32
Obrázek 9	33
Obrázek 10	34
Obrázek 11	37
Obrázek 12	46
Obrázek 13	69
Obrázek 14	73
Obrázek 15	74
Obrázek 16	75
Obrázek 17	75
Obrázek 18	76
Obrázek 19	77
Obrázek 20	78
Obrázek 21	78
Obrázek 22	79
Obrázek 23	79
Obrázek 24	80
Obrázek 25	81
Obrázek 26	82
Obrázek 27	83
Obrázek 28	83
Obrázek 29	85

Obrázek 30	86
Obrázek 31	87
Obrázek 32	88
Obrázek 33	88
Obrázek 34	89
Obrázek 35	89
Obrázek 36	90
Obrázek 37	94
Obrázek 38	101
Obrázek 39	103
Obrázek 40	106
Obrázek 41	113
Obrázek 42	113
Obrázek 43 tlumič – přívod.....	118
Obrázek 44tlumič - odvod.....	119
Obrázek 45	121
Obrázek 46	123
Obrázek 47	124
Obrázek 48	133
Obrázek 49	134
Obrázek 50	141
Obrázek 51	142

Seznam grafů:

Graf 1.....	45
Graf 2.....	50
Graf 3.....	54
Graf 4.....	59
Graf 5.....	63
Graf 6.....	66
Graf 7.....	95
Graf 8 V zimě.....	96
Graf 9 V létě.....	97
Graf 10.....	102
Graf 11.....	109
Graf 12.....	114
Graf 13.....	115
Graf 14.....	116
Graf 15.....	125
Graf 16.....	126
Graf 17.....	128
Graf 18.....	129

Graf 19.....	130
Graf 20.....	138
Graf 21.....	139

Citace:

[1] Ing. Miloš Lain, Ph.D. Zpětné získávání tepla ve větrání a klimatizaci (I)

<http://www.tzb-info.cz/3648-zpetne-ziskavani-tepla-ve-vetrani-a-klimatizaci-i>

[2] Ing. Zdeněk Zikán, ATREA Zpětné získávání tepla a větrání objektů

<http://vetrani.tzb-info.cz/rekuperace-tepla/6325-zpetne-ziskavani-tepla-a-vetrani-objektu>

[3] <http://www.vzduchotechnik.cz/domain/vzt/files/prumyslove-normy/odsavace-poc-6-9.pdf>

[4] Větrání a klimatizace, J. Chylský, K. Hemzal a kol., Bolit, rok vydání 1993, 560 stran, 35 TA