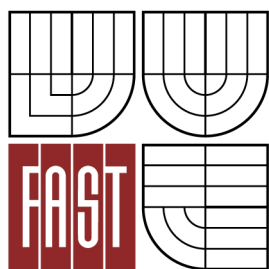




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

VZDUCHOTECHNIKA DOMU S LÉKAŘSKOU SLUŽBOU

AIRCONDITIONING OF THE HOUSE TO THE MEDICAL SERVICE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

MICHAL VYTASIL

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. ALEŠ RUBINA, Ph.D.

BRNO 2014



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

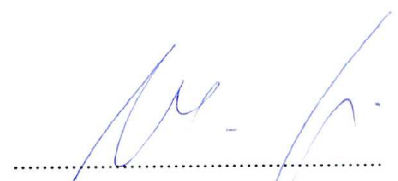
Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608R001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav technických zařízení budov

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Michal Vytasil
Název	Vzduchotechnika domu s lékařskou službou
Vedoucí bakalářské práce	doc. Ing. Aleš Rubina, Ph.D.
Datum zadání bakalářské práce	30. 11. 2013
Datum odevzdání bakalářské práce	30. 5. 2014

V Brně dne 30. 11. 2013


doc. Ing. Jiří Hirs, CSc.
Vedoucí ústavu


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

Podklady a literatura

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

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

A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu, rozsah 15 až 20 stran

B. Výpočtová část

analýza objektu – rozdělení na funkční celky VZT, koncepční řešení celé budovy, vedoucí zadá 1-2 zařízení k dalšímu rozpracování

tepelné bilance,

průtoky vzduchu, tlakové poměry

distribuce vzduchu,

dimenzování potrubí a tlaková ztráta,

úpravy vzduchu návrh VZT jednotek (hx diagramy),

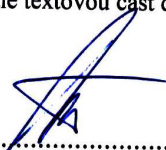
útlum hluku

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

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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



.....
doc. Ing. Aleš Rubina, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá návrhem vzduchotechnických zařízení v domě s lékařskou službou. Řešeno je podlaží suterénu s čekárnami, recepcí a hygienickými místnostmi a 1.NP s ordinacemi. Tepelná zátěž z části suterénu je kompletně odváděna VZT jednotkou, v ostatních místnostech je použit dílčí systém s jednotkami fancoil. Hygienické místnosti jsou podtlakově větrány podstropním zařízením. V teoretické části se práce zaměřuje na obtokový součinitel, povrchovou teplotu chladiče a jejich vliv na odvlhčování vzduchu.

Klíčová slova

Dům s lékařskou službou, vzduchotechnika, klimatizace, chlazení, tepelné zisky, ztráty, fancoil, obtokový součinitel, povrchová teplota chladiče, distribuce vzduchu, dimenzování potrubí, hluk

Abstract

This bachelor's thesis deals with the design of air conditioning equipment in the house to the medical service. The solution is the basement floor with a waiting room, reception and sanitary rooms and 1.NP with surgery. Heating load of part of the basement is completely drained air handling units, in other rooms are used sub-system with fan coil units. Sanitary rooms are exhaust ventilation ceiling-suspended equipment. In the theoretical part of the thesis focuses on the bypass factor, surface temperature of the heat sink and their effect on the dehumidification.

Keywords

The house to the medical service, ventilation, air conditioning, cooling, heat gains, heat losses, fan coil, bypass factor, surface temperature of the heat sink, air distribution, sizing of ducting, noise

Bibliografická citace VŠKP

Michal Vytasil *Vzduchotechnika domu s lékařskou službou*. Brno, 2014. 147 s., 7 s. příl.
Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických
zařízení budov. Vedoucí práce doc. Ing. Aleš Rubina, Ph.D.

Prohlášení:

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

V Brně dne 7. 5. 2014

.....
podpis autora
Michal Vytasil

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

Prohlášení:

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 7. 5. 2014

.....
podpis autora
Michal Vytasil

Poděkování

Chtěl bych poděkovat vedoucímu mé práce doc. Ing. Aleši Rubinovi, Ph.D. za cenné připomínky, rady a trpělivost a dále Ing. Petru Blasinskému za příkladný vzor.

OBSAH:

A) TEORETICKÁ ČÁST	11
Úvod	13
Činitelé ovlivňující výpočet	14
Obtokový součinitel F	14
Vztah mezi F, FCTP a FCTZ	16
Efektivní povrchová teplota chladiče t_{ep}	20
Model chladiče vzduchu dle ARI 410	22
Obtokový součinitel a povrchová teplota ve výpočtech odvlhčovacích zařízení	25
Závěr	28
b) VÝPOČTOVÁ ČÁST	29
Analýza objektu	31
Tepelně hmotnostní bilance	34
Průtoky vzduchu	44
Distribuce vzduchu	48
Dimenzování potrubí	57
Zařízení	62
Útlum hluku	93
Izolace potrubí	112
C) PROJEKT	118
Závěr	140
Zdroje	141
Seznam použitých zkratk	143
Seznam obrázků	145
Seznam tabulek	147
Seznam příloh	148

ÚVOD

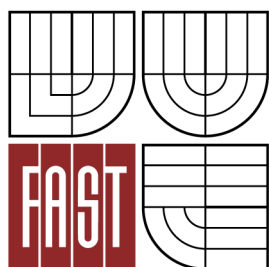
Bakalářská práce se zabývá návrhem vzduchotechnických zařízení v domě s lékařskou službou v Jihlavě. V suterénu objektu se nachází 3 sekce čekáren a recepce, v nadzemních podlažích ordinace, sociální zázemí a chodby a v podkroví je umístěna strojovna.

Budova je rozdělena do tří funkčních celků, jejichž mikroklima zajišťují tři vzduchotechnické jednotky a kazetové jednotky fancoil. V prvním celku je navrženo teplovzdušné větrání, vytápění a chlazení s vlhčením vzduchu. Ve druhém a třetím celku je uvažováno teplovzdušné větrání a dílčí klimatizace pomocí jednotek fancoil.

Práce je členěna na část teoretickou, výpočtovou a projektovou. V teoretické části se práce zaměřuje na obtokový součinitel, povrchovou teplotu chladiče a jejich vliv na odvlhčování vzduchu. Výpočtová část vychází z požadavků interního mikroklimatu řešených částí. Jde především o výpočty tepelných zátěží a ztrát, stanovení průtoků vzduchu, určení distribuce vzduchu a dimenzování rozvodů, z těchto hodnot se vychází pro návrh VZT jednotek, tlumičů hluku a izolace potrubí. Projektová část obsahuje technickou zprávu a výkresovou dokumentaci, které shrnují výsledky návrhu, specifikují jednotlivá zařízení a stanovují požadavky na související profese.



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

OBTOKOVÝ SOUČINITEL CHLADIČE V SOUVISLOSTI S ODVLHČOVÁNÍM A ZVLHČOVÁNÍM VZDUCHU

VZDUCHOTECHNIKA DOMU S LÉKAŘSKOU SLUŽBOU

AIRCONDITIONING OF THE HOUSE TO THE MEDICAL SERVICE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

MICHAL VYTASIL

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. ALEŠ RUBINA, Ph.D.

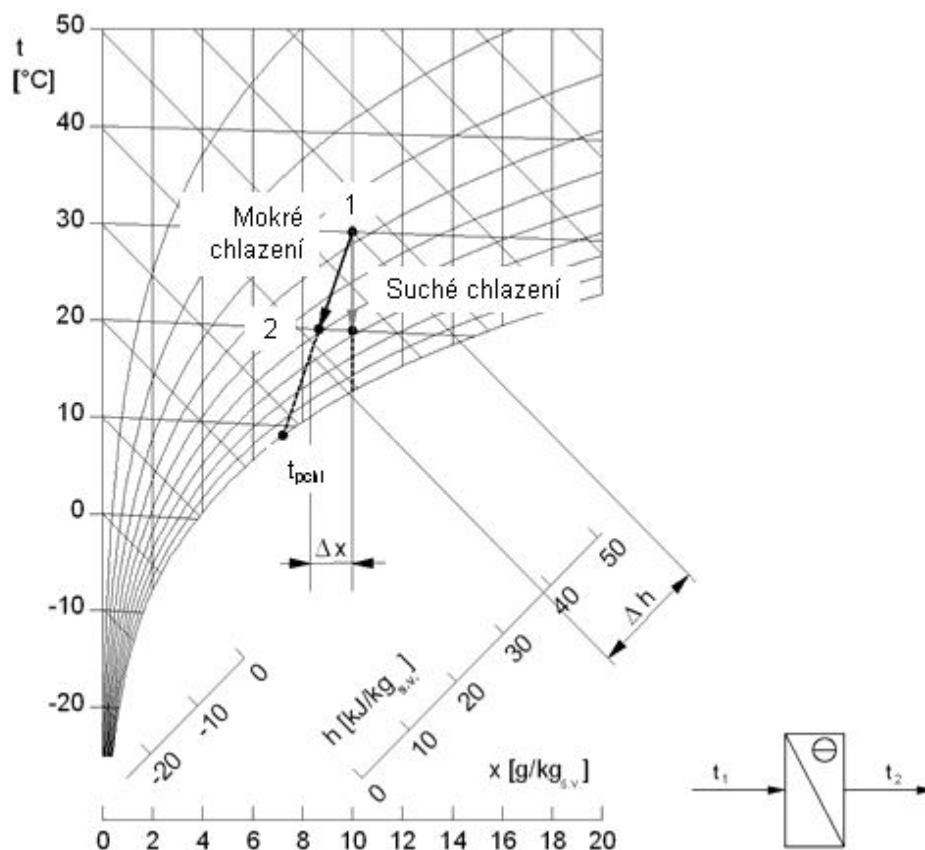
BRNO 2014

OBSAH:

1. Úvod.....	13
2. Činitelé ovlivňující výpočet	14
3. Obtokový součinitel F	14
4. Vztah mezi F , F_{CTP} a F_{CTZ}	16
5. Efektivní povrchová teplota chladiče t_{ep}	20
6. Model chladiče vzduchu dle ARI 410.....	22
7. Obtokový součinitel a povrchová teplota ve výpočtech odvlhčovacích zařízení	25
8. Závěr	28

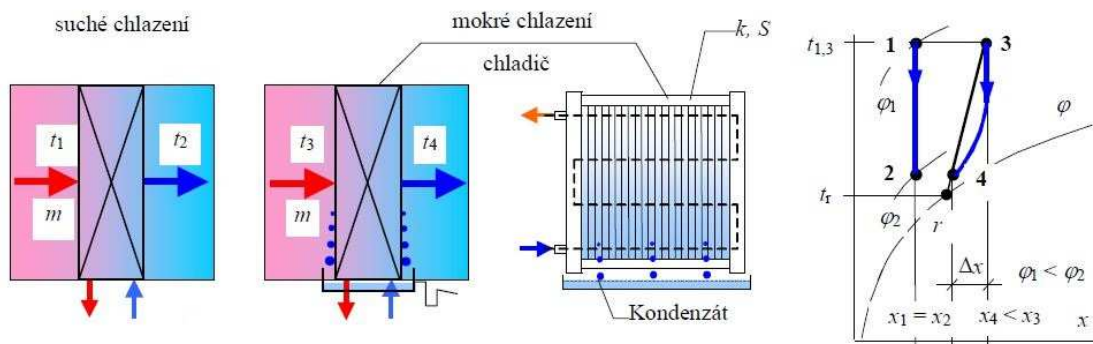
Úvod

Chlazení vzduchu je proces, který představuje snížení teploty přívodního vzduchu za stálé měrné relativní vlhkosti, za jejího zmenšení, nebo ve specifických případech chlazení adiabatickým zvlhčováním i s jejím nárůstem. Běžné úpravy vzduchu chlazením jsou na obr. 1



Obrázek 1 - Průběh změny stavu vzduchu při chlazení [1]

Prvky, ve kterých dochází k ochlazování, se nazývají chladiče vzduchu. Jak uvádí [2] tyto prvky jsou nejčastěji konstruovány jako rekuperační výměníky, v nichž obě tekutiny proudí současně a přenos energie z jedné tekutiny do druhé se uskutečňuje stěnou, která je odděluje. V případě, že je teplota výměníku vyšší než teplota rosného bodu, proběhne chlazení suché, beze změny vodního obsahu. Pokud dojde v chladiči ke změně teploty vzduchu pod teplotu rosného bodu, dochází k tzv. chlazení mokrému, kdy se vysráží vodní páry na povrchu výměníku a sníží se tím vodní obsah ochlazovaného vzduchu. Mokrý chlazení se díky tomuto využívá jako jedna z možností odvlhčování.



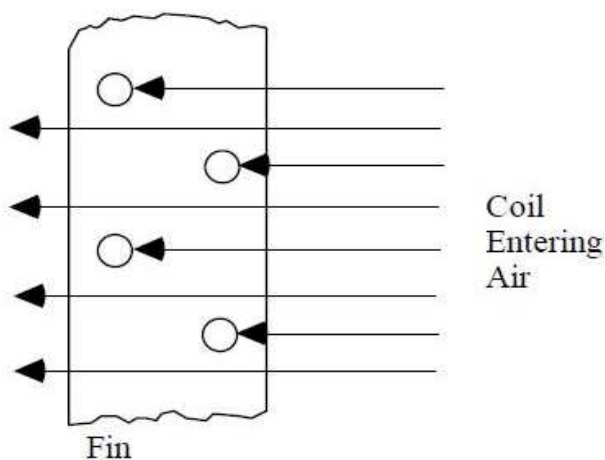
Obrázek 2 - Chlazení vzduchu [3]

Činitelé ovlivňující výpočet

Skutečný průběh teplotních a vlhkostních změn vzduchu závisí na konstrukci chladiče, způsobu proudění a vodních cestách, teplotě rosného bodu resp. efektivní povrchové teplotě a na obtokovém součiniteli. [2]

Obtokový součinitel F

V ideálním výměníku bychom mohli očekávat 100% účinnost přenosu tepla. Vzduch procházející přes takový chladič by měl teplotu rovnající se teplotě rosného bodu. Ale vzhledem k omezením plynoucím z geometrie a konstrukce opouští chladič část vzduchu, aniž by se jakkoliv ochladil či odvlhčil (obr. 3).



Obrázek 3 - Průchod vzduchu chladičem [4]

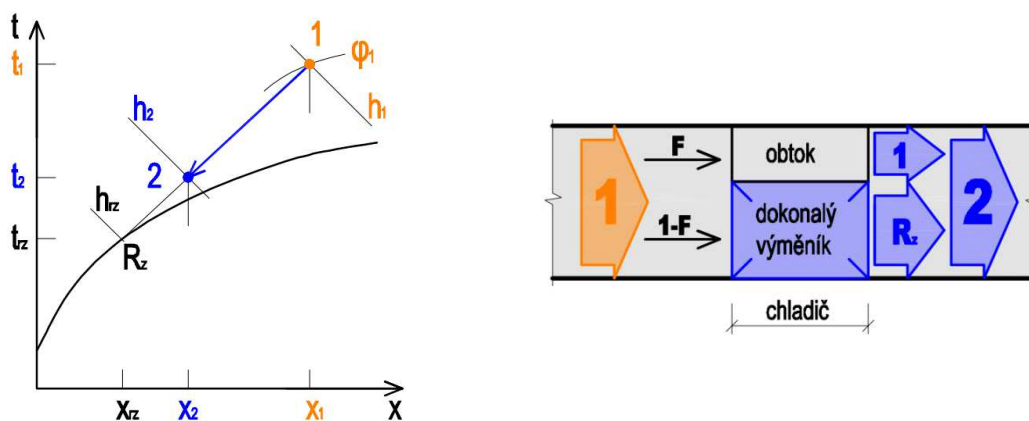
Chladič si tedy můžeme představit jako rekuperační výměník se 100% účinností s obtokem (obr. 4). Stav vzduchu za chladičem pak představuje stav po smíšení dvou proudů – jednoho, který projde chladičem a je ochlazen na teplotu rosného bodu a druhého, který zůstal v původním stavu. Neúčinnost neboli obtokový součinitel chladiče F tak vyjadřuje poměrný hmotnostní tok vzduchu, který proudí chladičem zdánlivě bez úpravy.

Naopak kontaktní součinitel $1 - F$ vyjadřuje poměrný hmotnostní tok, který se při průtoku chladičem ochladí na stav o teplotě rosného bodu zařízení. Označuje se též jako chladicí účinnost. Účinnost η_{ch} označuje i poměr skutečně dosaženého a maximálně dosažitelného ochlazení vzduchu. [5]

Oba součinitele se určují poměrem rozdílů entalpií, měrných vlhkostí nebo teplot.

$$F = \frac{h_2 - h_{rz}}{h_1 - h_{rz}} = \frac{x_2 - x_{rz}}{x_1 - x_{rz}} \cong \frac{t_2 - t_{rz}}{t_1 - t_{ep}}; \quad (1)$$

$$\eta_{ch} = 1 - F = \frac{h_1 - h_2}{h_1 - h_{rz}} = \frac{x_1 - x_2}{x_1 - x_{rz}} \cong \frac{t_1 - t_2}{t_1 - t_{ep}} \quad (2)$$

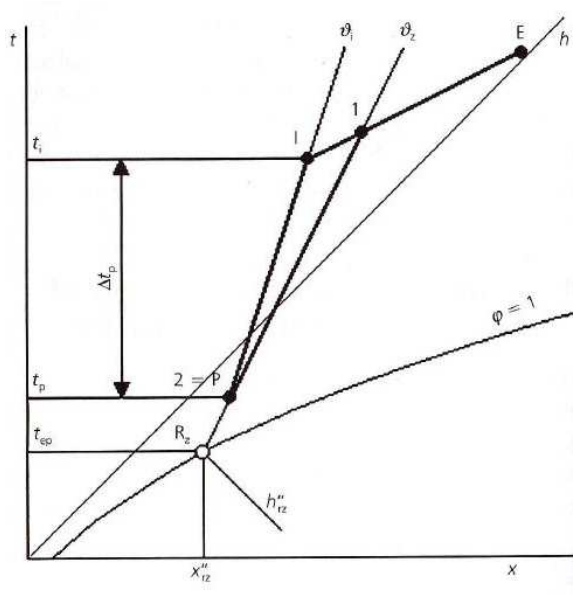


Obrázek 4 - Chladič vzduchu jako výměník se 100% účinností

Vztah mezi obtokovým součinitel F, faktorem citelného tepla prostoru FCTP a faktorem citelného tepla zařízení FCTZ

Obtokový součinitel nabývá hodnot (0;1), v případě ideálního zařízení by se rovnal nule a stav přiváděného vzduchu by svou teplotou odpovídal teplotě rosného bodu. V běžných zařízeních nabývá nenulových hodnot a stav přiváděného vzduchu leží na průsečíku faktoru citelného tepla prostoru (FCTP) a faktoru citelného tepla zařízení (FCTZ).

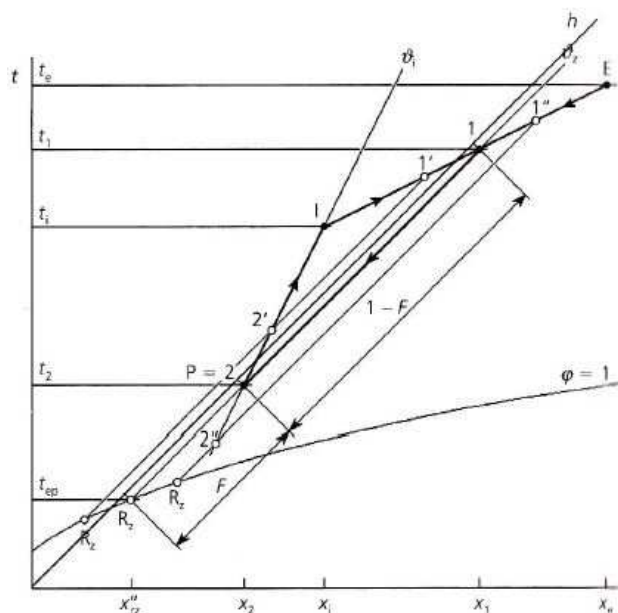
Dle [5] můžeme pomocí čar FCTP a FCTZ určit jednak průtok přiváděného vzduchu m_p potřebný k odvedení tepelných zátěží Q_{ic} a Q_{iv} z prostoru, jednak průtok vzduchu zařízením m_1 , který jako nosič energie odvádí do chladiče celkovou tepelnou zátěž Q_s . Po nakreslení čar FCTP a FCTZ do diagramu dostaneme v jejich průsečíku (obr. 5) stav vzduchu na výstupu z chladiče, s nímž se při $m_1 = m_p$ shoduje stav přiváděného vzduchu P.



Obrázek 5 - Znázornění vztahu mezi FCTP (ϑ_i) a FCTZ (ϑ_z) [5]

Jak je dále uvedeno v [5] je možné pozorovat psychometrickou závislost mezi obtokovým součinitelem F , faktorem citelného tepla zařízení $FCTZ$ a faktorem citelného tepla prostoru $FCTP$ (obr. 6). Stav přívodního vzduchu P musí vždy ležet na čáře $FCTP$, změním – li hodnotu F , dojde zároveň ke změně vzájemné polohy přímek ϑ_1 a ϑ_z (obr. 6). Změnou polohy čáry $FCTZ$ se změní stavu vzduchu před chladiče a za ním 1 a 2, průtoky vzduchu m_1 a m_p , obtokový součinitel a teplota rosného bodu chladiče. Průtok vzduchu zařízením m_1 je dán psychometrickou závislostí, tentokrát mezi efektivní povrchovou teplotou

chladiče t_{ep} , obtokovým součinitelem F a faktorem efektivního citelného tepla prostoru FECTP (ϑ_{ef}).



Obrázek 6 - Psychometrická závislost mezi obtokovým součinitelem chladiče F , faktorem citelného tepla prostoru a faktorem citelného tepla zařízení [5]

Faktor efektivního citelného tepla prostoru FECTP je úzce spjat s teplotou rosného bodu chladiče a s obtokovým součinitelem. Dle [5] vyjadřuje směr úpravy vzduchu v místnosti za předpokladu, že k běžné tepelné zátěži by se připočítala i tepelná zátěž podílem čerstvého vzduchu, který protéká chladičem zdánlivě bez úpravy a jeho podíl je úměrný právě obtokovému součiniteli. Byl zaveden z důvodu vhodného využití právě obtokového součinitele a efektivní povrchové teploty chladiče za účelem zjednodušení výpočtu průtoku vzduchu zařízením m_1 a usnadnění výběru zařízení. FECTP je definován takto:

$$\vartheta_{ef} = \frac{Q_{icef}}{Q_{sief}} = \frac{Q_{ic} + F Q_{ec}}{Q_{ic} + F Q_{ec} + Q_{iv} + F Q_{ev}} = \frac{Q_{ic} + F Q_{ec}}{Q_{si} + F Q_{se}} \quad (3)$$

Jak je uvedeno v [5] obtokový součinitel F závisí na konstrukčních a provozních vlastnostech chladiče, které ho ovlivňují těmito způsoby:

- zmenšováním teplosměnné plochy, např. zmenšováním počtu řad trubek a zvětšováním rozestupů mezi lamelami hodnota F roste (hodnota η_{ch} klesá)

- zmenšováním průtokové rychlosti vzduchu se prodlužuje doba kontaktu vzduchu s povrchem chladiče, proto se vzduch může ochladit na nižší teplotu; účinnost chladiče tak stoupá, případně jeho obtokový součinitel klesá

Hodnota F však mnohem více závisí na velikosti přenosové plochy než na rychlosti vzduchu, proto ji lze ovlivnit více při konstruování než při provozu chladiče.

Jak dále uvádí [6], při dimenzování klimatizačního zařízení se hodnoty F zvolí z určitého rozpětí, čím je zařízení náročnější, tím je vhodnější menší hodnota F (souvisí to s hospodárností chodu zařízení). Doporučené rozpětí hodnot F podle oblastí, případně účelů použití klimatizačního zařízení jsou dle Carriera [7] v tab. 1. V tab. 2 jsou průměrné hodnoty F pro chladiče ze žebrovaných trubek o průměru 5/8" (16 mm) s rozestupem 1 1/4" (32 mm) a při průtokových rychlostech o vzduchu 1,5 až 3,5 m/s (rychlost se vztahuje na vtokový průřez zmenšený o průřez trubek a žeber).

	Oblast použití klimatizačního zařízení - příklady	Tepelné podmínky	Obtokový součinitel F
1.	obytné domy	nepatrná tepelná zátěž nebo větší zátěž při malém FCTP	0,3 – 0,5
2.	malé obchodní místnosti	KZ pro běžný komfort s rel. Malou tep. Zátěží nebo s větší zátěží při malém FCTP	0,2 – 0,3
3.	velké obchodní místnosti, banky, spořitelny	typická komfortní zařízení	0,1 – 0,2
4.	obchodní domy, restaurace, tovární haly	velká zátěž citelným teplem, velký podíl čerstvého vzduchu	0,05 – 0,1
5.	nemocnice, operační sály, různé laboratoře	provoz jen s čerstvým vzduchem	0,05 i méně

Tabulka 1 - Hodnoty obtokového součinitele F v závislosti na oblasti použití KZ [7]

Počet řad n_r	trubky bez ostříku		trubky s ostříkem	
	rozestup žeber [mm]		rozestup žeber [mm]	
	3,2	1,8	3,2	1,8
2	0,42 – 0,55	0,22 – 0,38		
3	0,27 – 0,40	0,10 – 0,23		
4	0,19 – 0,30	0,05 – 0,14	0,12 – 0,22	0,03 – 0,10
5	0,12 – 0,23	0,02 – 0,09	0,08 – 0,14	0,01 – 0,08
6	0,08 – 0,18	0,01 – 0,06	0,06 – 0,11	0,01 – 0,05
8	0,03 – 0,08		0,02 – 0,05	

Tabulka 2 - Hodnoty obtokového součinitele v závislosti na jeho konstrukčních parametrech a způsobu provozu [5]

Pokud se v rámci dimenzování KZ hodnota F vypočítá, vybere se podle ní vhodný chladič (např. z tab. 2). Je třeba mít na zřeteli, že hodnota F ovlivňuje uvedené parametry klimatizačního zařízení:

1) Malé hodnoty F

- efektivní povrchová teplota chladiče t_{ep} bývá vyšší. Při přímém chlazení vzduchu mohou být chladiče - výparníky dimenzovány na vyšší výparné teploty chladiv, při nepřímém chlazení mohou být vodní chladiče dimenzovány na menší průtoky vody (při její stálé teplotě na vstupu do chladiče) nebo na vyšší teploty chladicí vody (při jejím stálém průtoku). Obvykle vycházejí menší chladicí stroje.
- stačí menší průtok vzduchu chladičem $\dot{m}_1$ (do klimatizačního zařízení je možné navrhnout obtok) a tím i menší průtokovou rychlost zařízením.
- je vyžadována větší teplosměnná plocha chladiče, tj. větší počet řad, žeber apod. při menším průtoku chladicí vody stačí rozvodné potrubí s menšími rozměry, případně v důsledku menších hydraulických odporů stačí menší výkon čerpadla

2) Velké hodnoty F

- efektivní povrchová teplota chladiče t_{ep} bývá nižší. Při přímém chlazení vzduchu je třeba dimenzovat výparníky na nižší výparné teploty chladiv, při nepřímém chlazení vzduchu je třeba dimenzovat chladiče na větší průtoky nebo nižší teploty chladicí vody. Obvykle vycházejí větší chladicí stroje.
- průtok vzduchu chladičem $\dot{m}_1$ je větší, a tím je větší i jeho průtoková rychlost

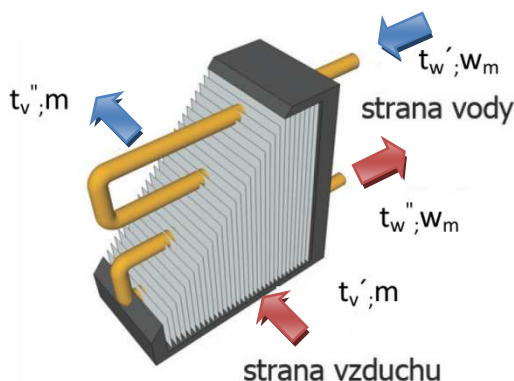
- stačí menší teplosměnné plochy chladičů, tj. menší počty řad, žeber apod.
- při větším průtoku chladicí vody jsou vyžadovány větší rozměry potrubí

Efektivní povrchová teplota chladiče t_{ep}

V případě početního řešení obtokového součinitele F pomocí teplot je zapotřebí znát kromě vstupní a výstupní teploty i tzv. efektivní povrchovou teplotu chladiče t_{ep} . Tato teplota byla do psychometrických výpočtů zavedena z důvodu nestejnoměrné teploty na povrchu výměníku. Při této teplotě má chladič stejný chladicí účinek, jaký má při skutečném rozložení teplot na jeho povrchu, přibližně se rovná střední povrchové teplotě na straně vzduchu. Tento bod se také označuje jako rosný bod chladiče. Povrchovou teplotu chladiče lze stanovit více způsoby:

- Nalezením průsečíku faktoru efektivního citelného tepla prostoru a faktoru citelného tepla zařízení
- Nalezením průniku směrového měřítka ϑ_{ef} s křivkou nasycení

Jak uvádí [8] přesnější je stanovení dle b) nejlépe pomocí numerického modelu, protože stanovení dle a) nemusí vždy splňovat podmínku, aby nalezený bod ležel na křivce nasycení. Této podmínky můžeme dosáhnout změnou obtokového součinitele, ztratíme tím ale výhodu kontroly nad tímto součinitelem a tím kontroly nad celkovým množstvím vzduchu, které bude zařízením protékat.



Obrázek 7 - Řez chladičem vzduchu

Při prostupu tepla ze vzduchu do chladicí vody se střední povrchová teplota výměníku t_{ep} na straně vzduchu dá dle [5] vyjádřit vztahem:

$$t_{ep} \cong \bar{t}_v - \Delta t_v = \bar{t}_w + \Delta t_{ln} - \Delta t_v \quad (4)$$

kde $\bar{t}_v = \bar{t}_w + \Delta t_{ln}$ je střední teplota vzduchu v chladiči [°C]
 Δt_v je střední rozdíl teploty vzduchu a teploty chladiče [K]

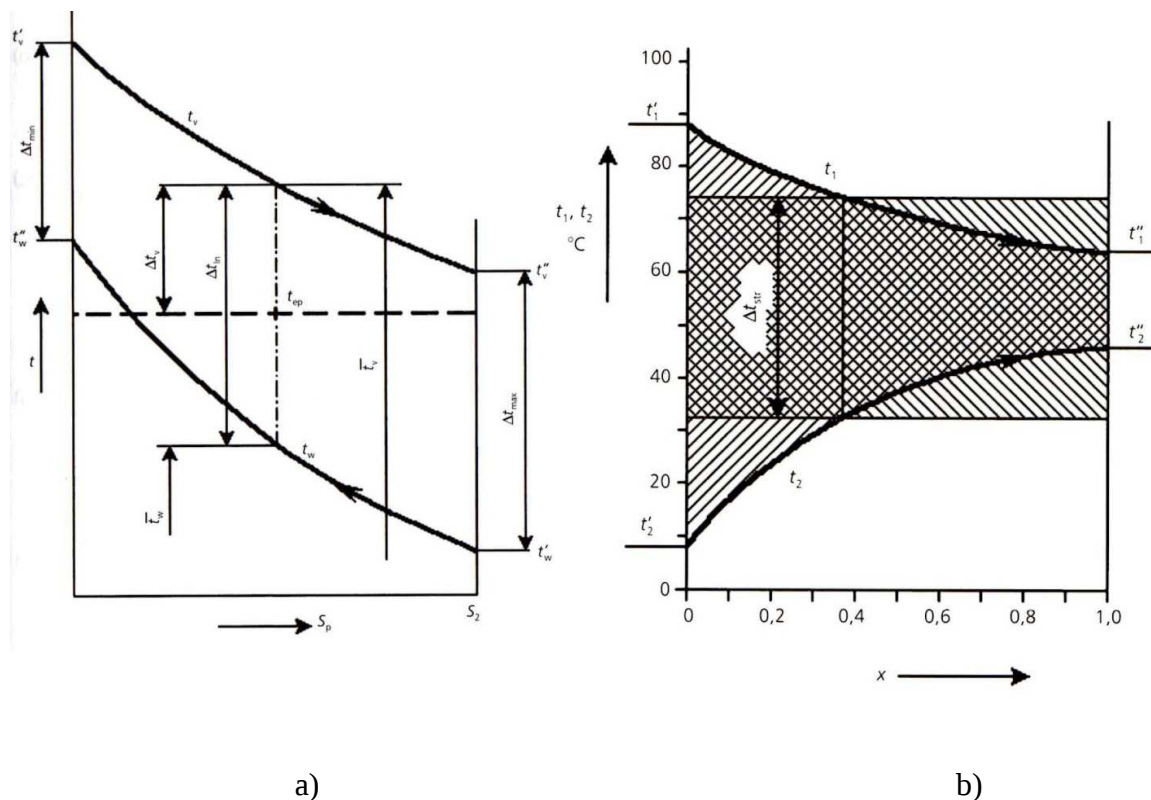
$$\bar{t}_w = \frac{t''_w - t'_w}{\ln \frac{(t''_w + 273,15)}{(t'_w + 273,15)}} - 273,15 \cong \frac{t''_w - t'_w}{2} \quad (5)$$

kde $\bar{t}_w$ je střední teplota vody v chladiči [°C]
 t'_w, t''_w je teplota vody na vstupu do chladiče a teplota vody na výstupu z něj [°C]

$$\Delta t_{ln} = \frac{\Delta t_{max} - \Delta t_{min}}{\ln \frac{\Delta t_{max}}{\Delta t_{min}}} \quad (6)$$

kde Δt_{ln} je střední logaritmický rozdíl teplot vzduchu a vody [K]
 Δt_{max} je větší rozdíl teplot vzduchu a vody na koncích chladiče [K]
 Δt_{min} je menší rozdíl teplot vzduchu a vody na koncích chladiče [K]

Střední logaritmický rozdíl teplot vychází ze zapojení výměníku. Chladiče vzduchu jsou nejčastěji řešené jako protiproudé (obr. 8a), při souproudém zapojení (obr. 8b) je výkon výrazně nižší. S příčným proudem je třeba počítat u chladičů, u nichž jsou teplotní rozdíly mezi chladicí vodou a vzduchem malé. Tyto výměníky jsou však obvykle čtyřřadé a větší, takže je lze uvažovat jako protiproudé.

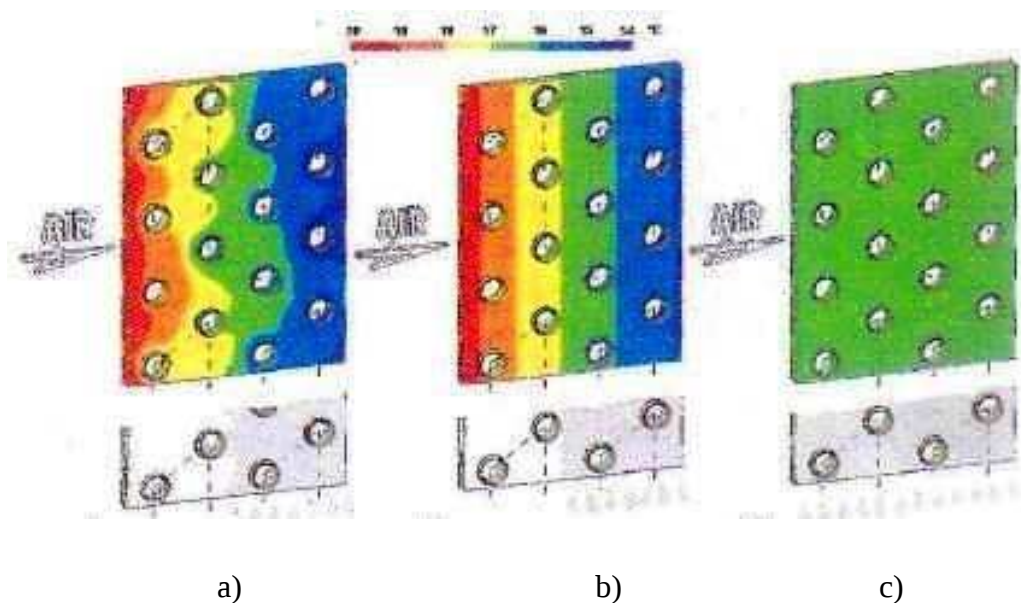


Obrázek 8 - a) průběh teplot v závislosti na velikosti přenosové plochy chladiče u protiproudého výměníku, b) střední rozdíl teplot v souproutém výměníku [5]

Model chladiče vzduchu dle ARI 410

Určení povrchové teploty chladiče není důležité pouze z hlediska výpočtu obtokového součinitele, ale je vhodné znát ji společně s teplotním polem (obr. 9) pro určení stavu vzduchu za chladičem a výpočet výkonu. Velmi častý způsob stanovení povrchové teploty je takový, že projektant si na křivce nasycení najde bod odpovídající zvolené povrchové teplotě chladiče, tento bod spojí s bodem charakterizující stav vstupního vzduchu a na průsečíku této přímky s horizontálou odpovídající teplotě, na kterou je třeba vzduch ochladit leží hledaný stav vzduchu za chladičem. Jak je ale uvedeno v [9] skutečný výkon chladiče se může od takto vypočteného lišit o desítky procent.

Proto byla ve Spojených státech amerických zavedena norma ARI 410, která garantuje správnost celkového výkonu výměníku $\pm 5\%$. Model je založen na přístupu dle obr. 9.b.



Obrázek 9 - Teplotní pole povrchu chladiče – a), b) jednorozměrný teplotní profil dle normy ARI 410, c) model konstantní povrchové teploty [9]

Přístup byl dále popsán v [9], kde je uvedeno pět situací, které mohou nastat podle toho, jaký je rosný bod vstupního vzduchu vzhledem k teplotě povrchu výměníku. Můžeme narazit na jednu z následujících situací:

- a1. Výměník je suchý.
- a2. Výměník se rosí.
- a3. Povrch výměníku je částečně suchý a částečně mokrý, latentní výkon činí méně než 5 % celkového výkonu.
- b. Povrch výměníku je částečně suchý a částečně mokrý.
- c. Povrch výměníku je mokrý.

V situaci a2. sice dochází k místní kondenzaci, kapičky se buď však velmi rychle vypaří, stečou na teplejší místo povrchu, nebo je zasáhne turbulentní proud teplého vzduchu. V situaci a3. je velmi těžké stanovit množství kondenzátu. Z těchto důvodů předepisuje norma ARI 410 uvažovat ve výpočtech pro situace a1., a2., a3. suchý povrch chladiče.

Pro klimatické podmínky střední Evropy je nejvýznamnější situace b., kdy se část výměníku počítá dle vztahů pro mokrý povrch a část dle vztahů pro suchý povrch.

V ideálním případě vedení v konstrukci výměníku, uvažujeme dva teplotní odpory, odpor na straně vzduchu a odpor na straně vody. Ty jsou popsány následovně:

$$r_{aD} = 1/(S_a \alpha_{aD}) \quad (5)$$

$$r_{aW} = 1/(S_a \alpha_{aW}) \quad (6)$$

$$r_w = 1/(S_w \alpha_w) \quad (7)$$

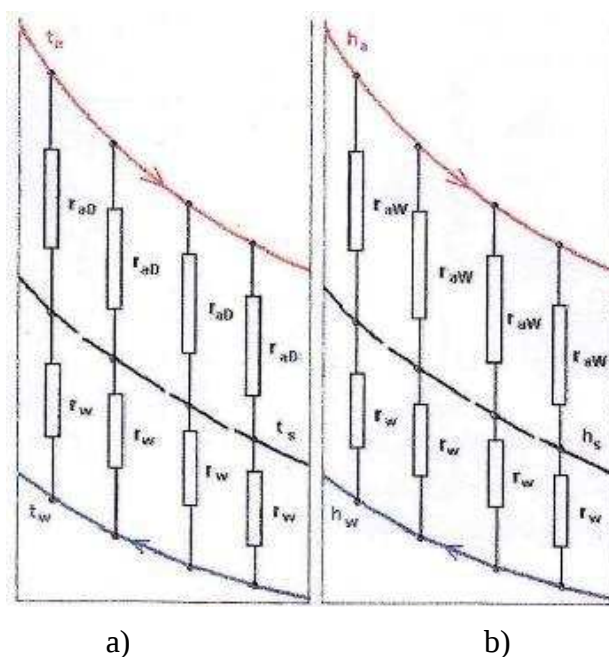
kde r_{aD} je teplotní odpor na straně vzduchu pro suchý povrch
 r_{aW} je teplotní odpor na straně vzduchu pro mokrý povrch
 r_w je teplotní odpor na straně chladiva
 S_a je sekundární teplosměnná plocha (lamela + krčky)
 S_w je primární teplosměnná plocha (vnitřek trubek)
 α_{aD} je součinitel přestupu tepla na straně vzduchu při suchém povrchu
 α_{aW} je součinitel přestupu tepla na straně vzduchu při mokrém povrchu
 α_w je součinitel přestupu tepla na straně chladicí tekutiny

Povrchová teplota, resp. entalpie pro suchý, resp. mokrý výměník je dána vztahem:

$$t_s = t_w + [r_w / (r_{aD} + r_w)] \cdot (t_a - t_w) \quad (8)$$

$$h_s = h_w + [r_w / (r_{aD} + r_w)] \cdot (h_a - h_w) \quad (9)$$

kde t_s je povrchová teplota
 h_s je povrchová entalpie
 t_w je střední teplota chladicí tekutiny
 h_w je entalpie nasyceného vzduchu odpovídající t_w
 t_a je střední teplota mezi lamelami
 h_a je střední entalpie mezi lamelami



Obrázek 10 - Schéma výpočtu povrchové teploty chladiče - a) suchý povrch, b) mokrý povrch [9]

Zda se bude teplota povrchu chladiče blížit teplotě chladiva nebo teplotě vzduchu, tedy závisí, jak je uvedeno v [9], na poměru teplotních odporů na straně vzduchu a na straně chladiva. Zlepšením přestupu na straně chladiva povrchovou teplotu snížíme, zlepšením přestupu na straně vzduchu povrchovou teplotu zvýšíme.

Obtokový součinitel a povrchová teplota chladiče ve výpočtech odvlhčovacích zařízení

Běžně se pro letní provoz navrhují zařízení, která vedle chlazení rovněž odvlhčují. Tato zařízení můžeme dimenzovat následujícími způsoby:

- Pomocí přípustného rozdílu teplot $\Delta t_{p,max}$
- Pomocí efektivní povrchové teploty chladiče t_{ep}
- Volbou obtokového součinitele F
- Volbou chladiče a z toho vyplývajících hodnot obtokového součinitele a efektivní povrchové teploty

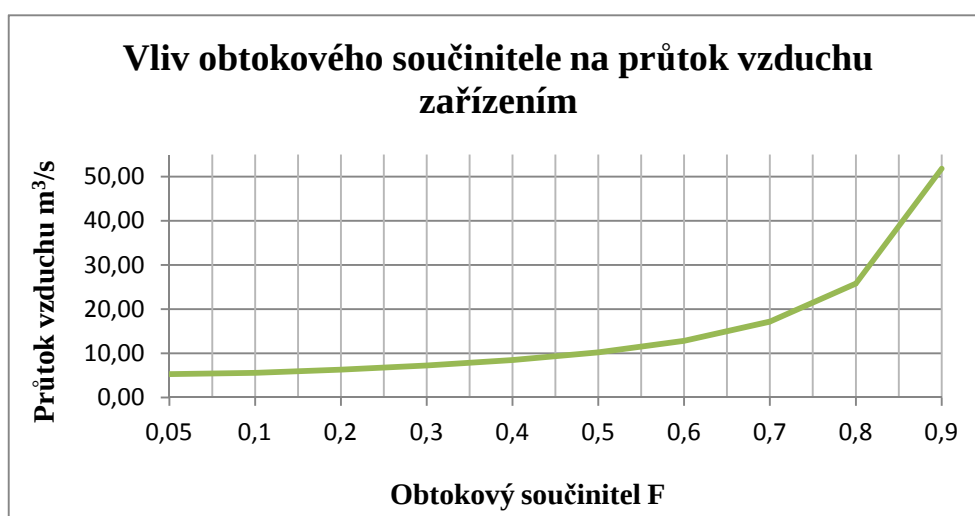
Nejčastěji se zařízení dimenzují dle stavu vnějšího vzduchu s větší vlhkostí. Dle [5] je ale také nutné zkontrolovat stav při menší vlhkosti, kdy dostaneme jiný rosný bod chladiče a odlišnou povrchovou teplotu. Pak je třeba určit nový obtokový součinitel, který je vždy menší než původní a pro dimenzování zařízení je velmi důležitý. Chladič vzduchu následně vybíráme dle většího vypočteného chladicího výkonu a dle požadavku na obtokový součinitel, resp. chladicí účinnost.

Jak je uvedeno v [10], dimenzujeme – li zařízení pomocí přípustného rozdílu teplot nebo pomocí efektivní povrchové teploty chladiče, navrhují se zařízení bez obtoku. Hodnoty obtokového součinitele poté vycházejí příliš velké, jsou značné průtoky vzduchu zařízením a rozměrná klimatizační zařízení.

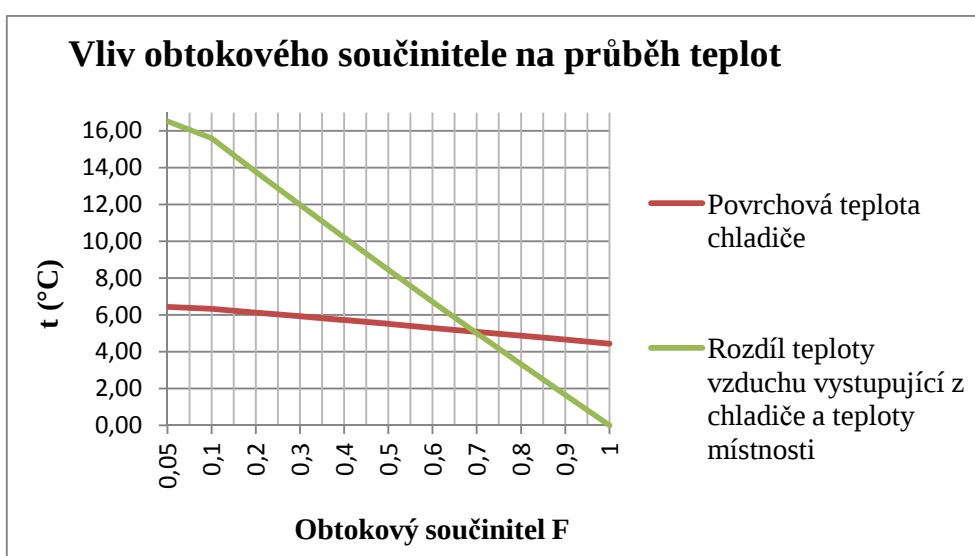
Vhodnější je navrhovat zařízení volbou obtokového součinitele. Hodnoty obtokového součinitele volíme dle oblasti použití klimatizačního zařízení, případně s ohledem na konstrukci chladiče (tab. 1 a 2). Velmi často dojde k situaci, kdy vzduch vystupující

z chladiče má velmi vysoký pracovní rozdíl teplot a nelze ho tak přivést do klimatizovaného prostoru. Pak je třeba provést obtok oběhového vzduchu a jeho přimíchávání do upraveného vzduchu, čímž je možné teplotu přiváděného vzduchu zvýšit.

Na obr. 11 je zobrazen vliv obtokového součinitele na průtok vzduchu při odvlhčování, na obr. 12 jeho vliv na povrchovou teplotu chladiče, rozdíl teplot mezi teplotou vzduchu za chladičem a teplotou vzduchu v místnosti. Z obrázků je patrné, co bylo řečeno na začátku, a sice to, že se zvyšujícím se obtokovým součinitelem se zvyšuje i průtok vzduchu zařízením, klesá povrchová teplota chladiče a snižuje se rozdíl teplot mezi teplotou vzduchu před chladičem a teplotou vzduchu za chladičem.



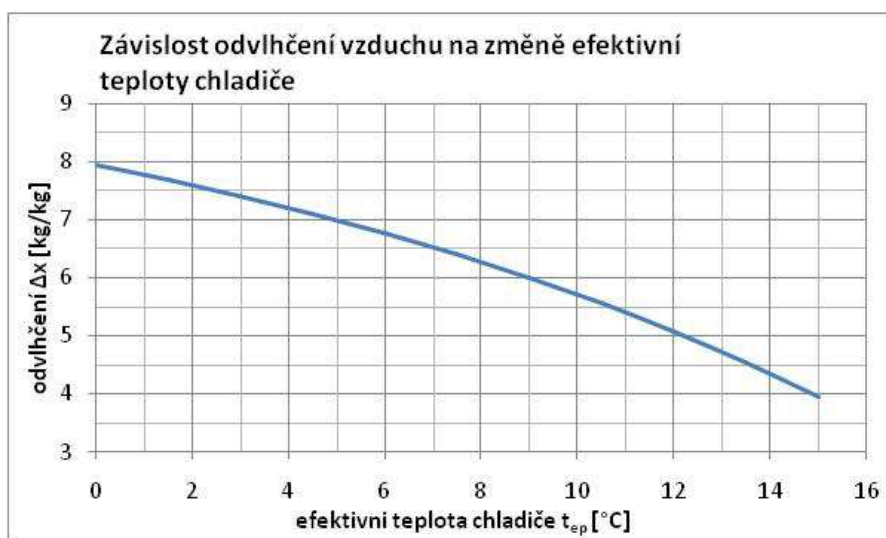
Obrázek 11 - Vliv obtokového součinitele na průtok vzduchu zařízením



Obrázek 12 - Vliv obtokového součinitele na průběh teplot

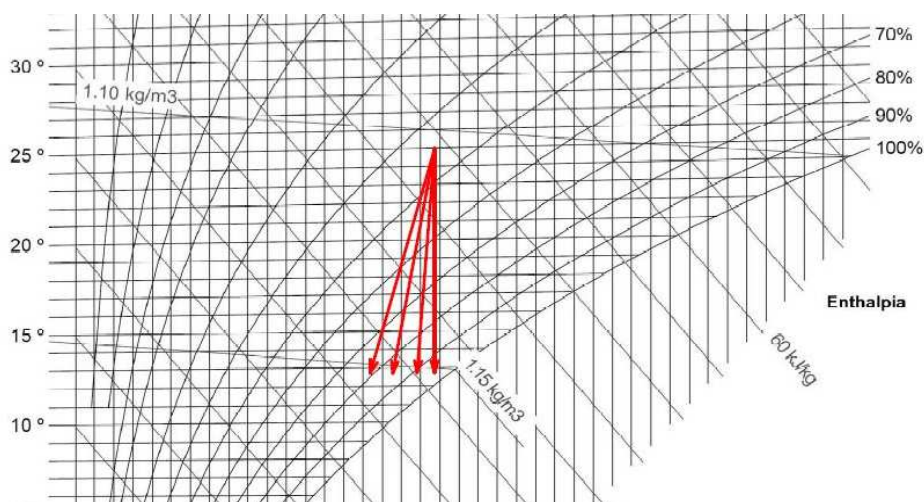
Odvhlčení prostor s vyšší produkcí vlhkosti

Odvhlčení vzduchu z prostor s vyšší produkcí vlhkosti je vhodné provádět klimatizačním zařízením s tepelnými čerpadly, která jsou energeticky výhodná, neboť při chlazení vzduchu ve výparníku získávají více energie, než je třeba k jeho ohřevu v kondenzátoru. Vhodné jsou i z toho důvodu, že na rozdíl od běžného chladiče dosahují nižších povrchových teplot. Čím je totiž nižší povrchová teplota chladiče, tím vyšší je odvlhčení (obr. 11).



Obrázek 13 - Závislost odvlhčení na změně efektivní teploty chladiče

V případě běžného chladiče lze zvýšit intenzitu odvlhčení přidáváním řad. Povrch výměníku bude částečně mokrá, až pro určité případy může být mokrá zcela a odvlhčování se tím zintenzivní (obr. 12).



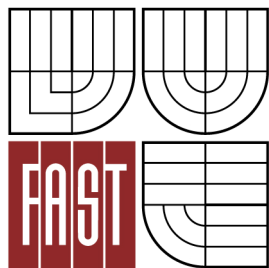
Obrázek 14 - Chlazení vzduchu se zvětšujícím se počtem řad - zvětšujícím se výkonem

Závěr

Obtokový součinitel a efektivní povrchová teplota chladiče jsou faktory, které významně ovlivňují návrh klimatizačních zařízení, kde mají vliv zejména na zařízení pro chlazení, odvlhčení a vlhčení vzduchu. Zvolíme – li variantu návrhu těchto zařízení volbou obtokového součinitele F , je důležité volit tyto hodnoty tak, aby byl nalezen soulad mezi investičními a provozními náklady klimatizačního zařízení. Jako pomůcka může sloužit tabulka 1 dle Carriera, případně podklady výrobců.



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 DOMU S LÉKAŘSKOU SLUŽBOU

AIRCONDITIONING OF THE HOUSE TO THE MEDICAL SERVICE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

MICHAL VYTASIL

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. ALEŠ RUBINA, Ph.D.

BRNO 2014

OBSAH:

1. Analýza objektu	31
2. Tepelně hmotnostní bilance	34
3. Průtoky vzduchu.....	44
4. Distribuce vzduchu.....	48
5. Dimenzování potrubí.....	57
6. Zařízení	62
7. Útlum hluku	93
8. Izolace potrubí.....	112

1. Analýza objektu

Lékařský dům se nachází v Jihlavě v nadmořské výšce 526 m. n. m. Budova má tvar písmene L. Z jihovýchodní strany je přistavěna k sousednímu objektu. Vstup pro pacienty je ze severozápadní strany v úrovni suterénu, pro zaměstnance z jihozápadní v úrovni 1. NP. V suterénu objektu se nachází 3 sekce čekáren, dělené na sekce infekční a neinfekční a recepce, v nadzemních podlažích se nachází ordinace, sociální zázemí a chodby, v podkroví je umístěna strojovna.

Objekt je založen na základových pasech. Obvodová svislá nosná konstrukce je tvořena smíšeným zdivem z cihel a kamene zatepleným v nadzemních podlažích kontaktním zateplovacím systémem ETICS z minerálních vláken tl. 120 mm a z desek XPS tl. 80 mm v suterénu. Vnitřní nosnou konstrukci tvoří železobetonové sloupy a průvlaky, na kterých jsou uloženy železobetonové a ocelobetonové stropy. Příčky a dělicí stěny se skládají ze sádkartonových příček KNAUF a z tvánic POROTHERM. Střecha je valbová, krov vaznicový s ležatou stolicí. Světlá výška po podhled v 1S je 2,83 m, v 1NP 2,79 m a v podkroví je nad většinou plochy strojovny výška 3,0 m. Výška budovy od roviny 0,000 je 16,370 m. Okna a vstupní dveře jsou plastová v imitaci dřeva.

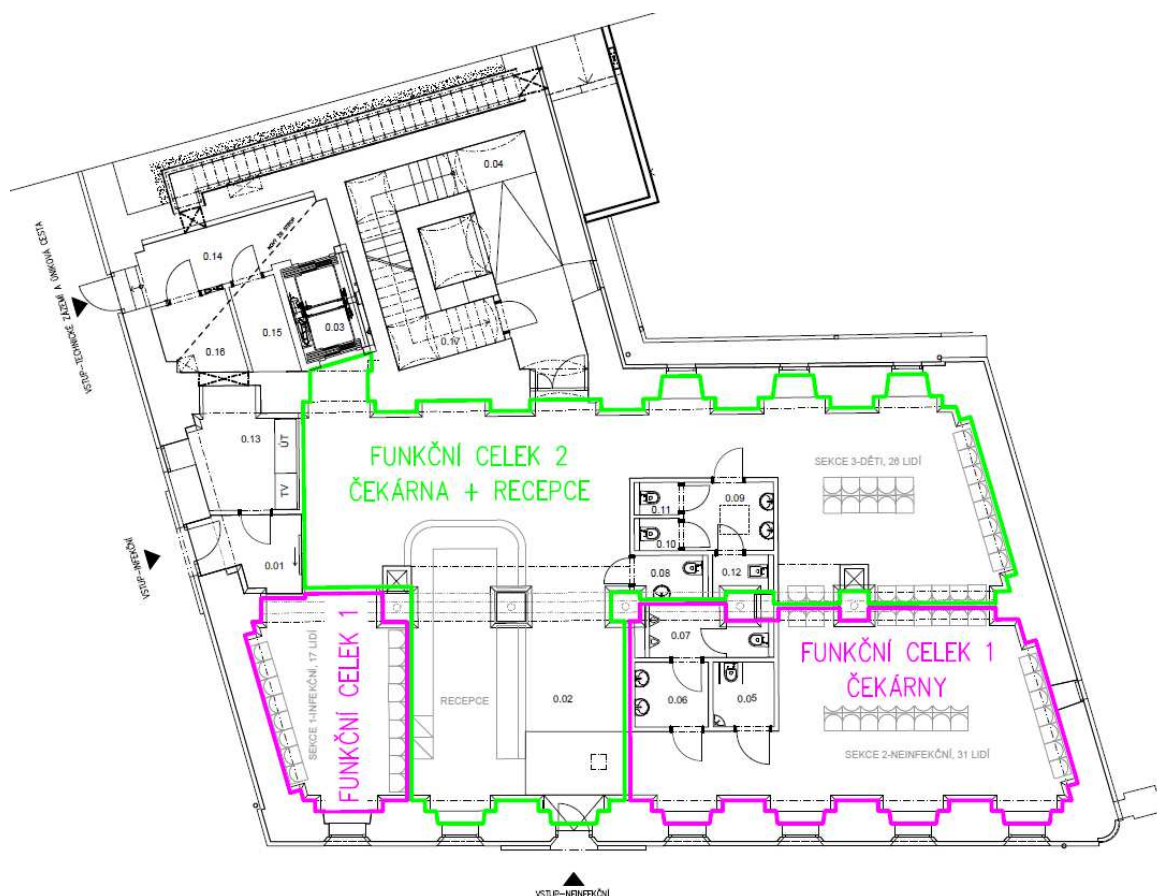
Celková půdorysná plocha objektu je 3636,6 m², vnější objem budovy činí 11911,1 m³.

Základní konstrukce objektu:

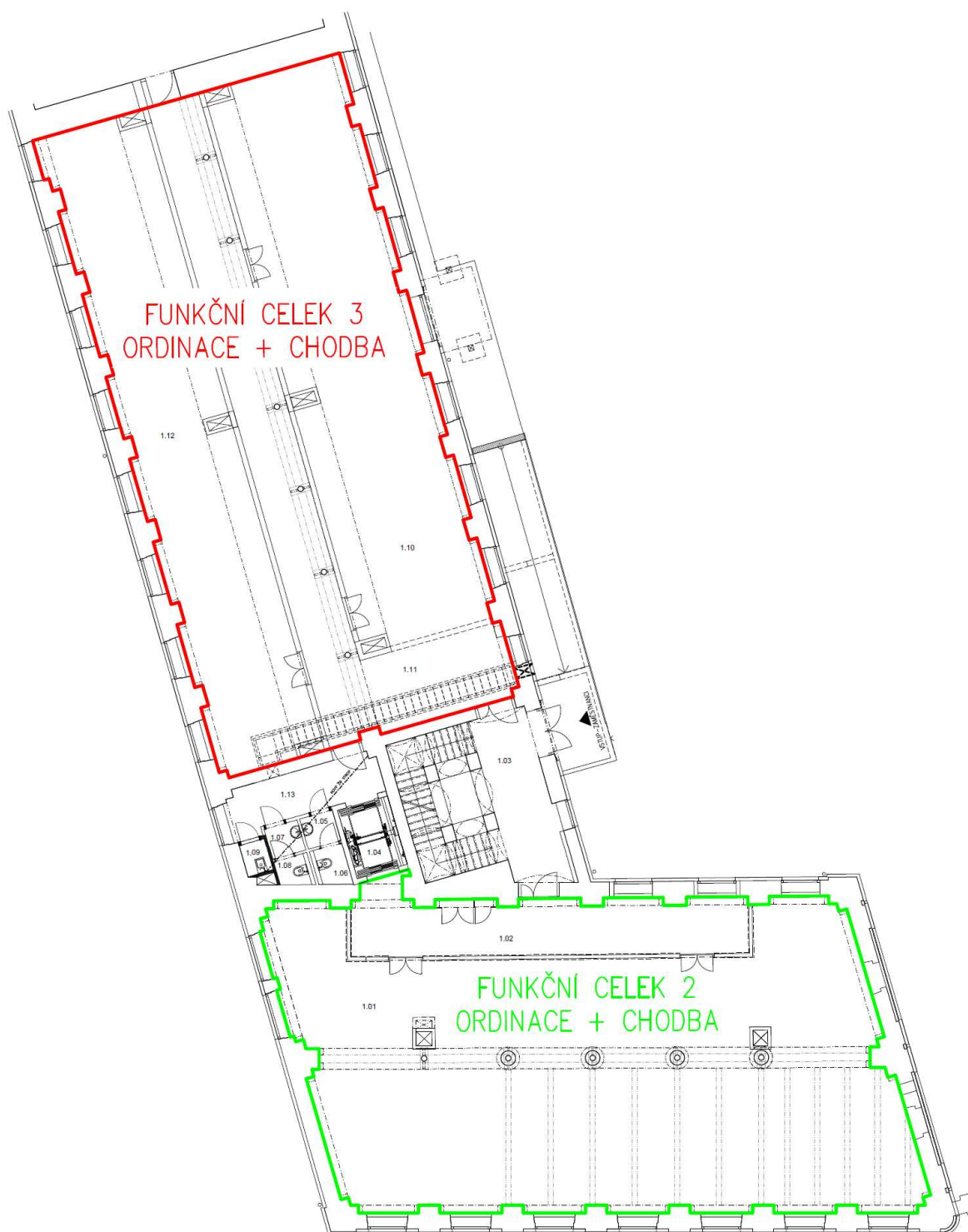
- Obvodové svislé stěny v nadzemních podlažích: tl. 1000 mm, $U = 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Obvodové svislé stěny v suterénu: tl. 1150 mm, $U = 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Stropní konstrukce: tl. 300 mm, $U = 0,26 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Podlaha na zemině: tl. 350 mm, $U = 0,33 \text{ W/m}^2\text{K}$

Na základě provozních požadavků a dispozice byl objekt rozdělen na 3 funkční celky:

1. Sekce 1 a 2 – infekční a neinfekční oddělení čekáren a související hygienické zázemí – zařízení pro teplovzdušné vytápění, chlazení, vlhčení vzduchu
2. Sekce 3 – čekárna pro děti, ordinace 1.01 a chodba 1.02 a související hygienické zázemí – zařízení pro teplovzdušné větrání doplněné o dílčí klimatizaci, kterou tvoří kazetové jednotky fancoil
3. Ordinace 1.10, 1.12 a chodba 1.11 – zařízení pro teplovzdušné větrání doplněné o dílčí klimatizaci, kterou tvoří kazetové jednotky fancoil



Obrázek 15 - Rozdělení na funkční celky 1.S



Obrázek 16 - Rozdělení na funkční celky 1.NP

2. Tepelně hmotnostní bilance

Pro všechny funkční celky byly zátěže počítány v softwaru Teruna pro den 21. července a pro okrajové podmínky viz výstup níže.

Tepelné ztráty byly spočítány pro každou místnost podrobnou metodou (dle ČSN EN 12831). Součinitel prostupu tepla jednotlivých konstrukcí byl určen na základě známých skladeb, případně tak, aby konstrukce vyhověly doporučeným hodnotám součinitele prostupu tepla (dle ČSN EN 730540-2).

V projektu nebyla přesně specifikována dispozice ordinací v 1.NP. Z toho důvodu nejsou ordinace v 1.NP děleny na menší místnosti, ale je s nimi uvažována jako s většími celky.

Součinitelé prostupu tepla jednotlivých konstrukcí:

Konstrukce	U [W/m ² .K]
Obvodová stěna	0,25
Podlaha na zemině	0,33
Vnitřní stěna tl. 125 mm	2,7
Vnitřní stěna tl. 200 mm	1,49
SDK stěna tl. 205 mm	0,29
Stěna mezi 1.12 a 1.13	0,72
Stěna mezi budovami	0,32
Stropní konstrukce	0,26

Tabulka 3 - Součinitelé prostupu tepla jednotlivých konstrukcí

Výpočet tepelných ztrát												
OZN.M.: SEKCE 1, $\theta_{\text{int},i} = 20^{\circ}\text{C}$, $\theta_e = -15^{\circ}\text{C}$												
OZN.	Tloušťka (m)	Délka (m)	Výška/šířka (m)	Plocha (m ²)	Počet otvorů (ks)	Plocha otvorů (m2)	Plocha bez otvorů (m2)	Součinitel U_k (W/m ² .K)	ΔU (W/m ² .K)	$U_{kc} U_{\text{equiv, bf}}$ (W/m ² .K)	b, f_{ij} , f_g -	H W/K
SO	0,80	2,87	2,72	7,81		1,25	6,56	0,25	0,10	0,35	1,00	2,29
OZ1		1,00	1,25	1,25	1,00	1,25	0,00	1,20	0,10	1,30	1,00	1,63
SO	0,80	5,15	2,72	14,01		0,00	14,01	0,25	0,10	0,35	1,00	4,90
Pdz		5,20	3,40	17,68		0,00	17,68	0,33	0,10	0,43	0,50	3,80
											$\sum H_{T,i}$	12,62
	$\theta_{t,i} = \sum H_{T,i} \cdot (\theta_{\text{int},i} - \theta_e) = 13,03 \cdot (20 - (-15))$											441,831

Výpočet tepelných ztrát												
OZN. M.: SEKCE 2, $\theta_{\text{int},i} = 20^{\circ}\text{C}$, $\theta_e = -15^{\circ}\text{C}$												
OZN.	Tloušťka (m)	Délka (m)	Výška/šířka (m)	Plocha (m ²)	Počet otvorů (ks)	Plocha otvorů (m2)	Plocha bez otvorů (m2)	Součinitel U_k (W/m ² .K)	ΔU (W/m ² .K)	$U_{kc} U_{\text{equiv, bf}}$ (W/m ² .K)	b, f_{ij} , f_g -	H W/K
SO	0,80	12,01	2,72	32,67		5,00	27,67	0,25	0,10	0,35	1,00	9,68
OZ1		1,00	1,25		4,00	5,00	0,00	1,20	0,10	1,30	1,00	6,50
SO	0,80	5,25	1,95	10,24		1,25	8,99	0,25	0,10	0,35	1,00	3,15
OZ1		1,00	1,25		1,00	1,25	0,00	1,20	0,10	1,30	1,00	1,63
SO	0,80	4,25	1,20	5,10		0,00	5,10	0,25	0,10	0,35	0,49	0,87
Pdz		7,01	6,59	46,20		0,00	46,20	0,33	0,10	0,43	0,43	8,54
Str		7,01	6,59	46,20		0,00	46,20	0,26	0,10	0,36	-0,11	-1,83
											$\sum H_{T,i}$	30,37
	$\theta_{t,i} = \sum H_{T,i} \cdot (\theta_{\text{int},i} - \theta_e) = 30,46 \cdot (20 - (-15))$											1062,96

Výpočet tepelných ztrát												
OZN.M.: SEKCE 3 + RECEPCE, $\theta_{\text{int},i} = 20^{\circ}\text{C}$, $\theta_e = -15^{\circ}\text{C}$												
OZN.	Tloušťka (m)	Délka (m)	Výška/šířka (m)	Plocha (m ²)	Počet otvorů (ks)	Plocha otvorů (m2)	Plocha bez otvorů (m2)	Součinitel U_k (W/m ² .K)	ΔU (W/m ² .K)	$U_{kc} U_{\text{equiv, bf}}$ (W/m ² .K)	b, f_{ij} , f_g -	H W/K
SO	0,80	5,35	1,50	8,03		0,00	8,03	0,25	0,10	0,35	0,61	1,71
SO	0,80	5,35	1,25	6,69		0,00	6,69	0,25	0,10	0,35	1,00	2,34
SO	0,80	9,87	1,22	12,04		3,75	8,29	0,25	0,10	0,35	1,00	4,21
OZ1		1,00	1,25		3,00	3,75	0,00	1,20	0,10	1,30	1,00	4,88
SO	0,80	9,87	1,50	14,81		0,00	14,81	0,25	0,10	0,35	0,65	3,37
SO	0,80	6,22	2,72	16,92		1,25	13,73	0,25	0,10	0,35	1,00	5,92
OZ1		1,00	1,25		1,00	1,25	0,00	1,20	0,10	1,30	1,00	1,63
DZ1		0,90	2,15		1,00	1,94	0,00	1,70	0,10	1,80	1,00	3,48
Pdz		9,70	12,20	118,34		0,00	118,34	0,33	0,10	0,43	0,50	25,44
											$\sum H_{T,i}$	52,98
	$\theta_{t,i} = \sum H_{T,i} \cdot (\theta_{\text{int},i} - \theta_e) = 66,49 \cdot (20 - (-15))$											1854,44

Výpočet tepelných ztrát												
Č.M.: 0.05, $\theta_{\text{int},i} = 20^{\circ}\text{C}$, $\theta_e = -15^{\circ}\text{C}$												
OZN.	Tloušťka (m)	Délka (m)	Výška/šířka (m)	Plocha (m ²)	Počet otvorů (ks)	Plocha otvorů (m2)	Plocha bez otvorů (m2)	Součinitel U_k (W/m ² .K)	ΔU (W/m ² .K)	$U_{kc} U_{\text{equiv, bf}}$ (W/m ² .K)	b, f_{ij} , f_g -	H W/K
Pdz		2,13	1,65	3,51		0,00	3,51	0,33	0,05	0,38	0,43	0,57
Str		2,13	1,65	3,51		0,00	3,51	0,26	0,05	0,31	-0,11	-0,12
											$\sum H_{T,i}$	0,57
	$\theta_{t,i} = \sum H_{T,i} \cdot (\theta_{\text{int},i} - \theta_e) = 0,56 \cdot (20 - (-15))$											20,0522

Výpočet tepelných ztrát												
Č.M.: 1.01, $\theta_{\text{int},i} = 22^{\circ}\text{C}$, $\theta_e = -15^{\circ}\text{C}$												
OZN.	Tloušťka (m)	Délka (m)	Výška/šířka (m)	Plocha (m ²)	Počet otvorů (ks)	Plocha otvorů (m2)	Plocha bez otvorů (m2)	Součinitel U_k (W/m ² .K)	ΔU (W/m ² .K)	$U_{kc} \ U_{\text{equiv, bf}}$ (W/m ² .K)	b, f_{ij} , f_g -	H W/K
SO	0,80	11,20	2,83	31,70		2,63	29,07	0,25	0,10	0,35	1,00	10,17
OZ2		1,75	1,50		1,00	2,63		1,20	0,10	1,30	1,00	3,41
SO	0,80	21,75	2,83	61,55		15,75	45,80	0,25	0,10	0,35	1,00	16,03
OZ3		1,50	1,50	2,25	7,00	15,75	2,25	1,20	0,10	1,30	1,00	2,93
SO	0,80	11,82	2,83	33,45		0,00	33,45	0,25	0,10	0,35	1,00	11,71
SO	0,80	3,15	2,83	8,91		2,25	6,66	0,25	0,10	0,35	1,00	2,33
OZ3		1,50	1,50	2,25	1,00	2,25		1,20	0,10	1,30	1,00	2,93
Pd		15,22	14,70	223,73		0,00	223,73	0,28	0,10	0,38	0,50	42,51
											$\sum H_{T,i}$	92,02
	$\theta_{t,i} = \sum H_{T,i} \cdot (\theta_{\text{int},i} - \theta_e) = 87,56 \cdot (22 - (-15))$											3404,66

[illegible]

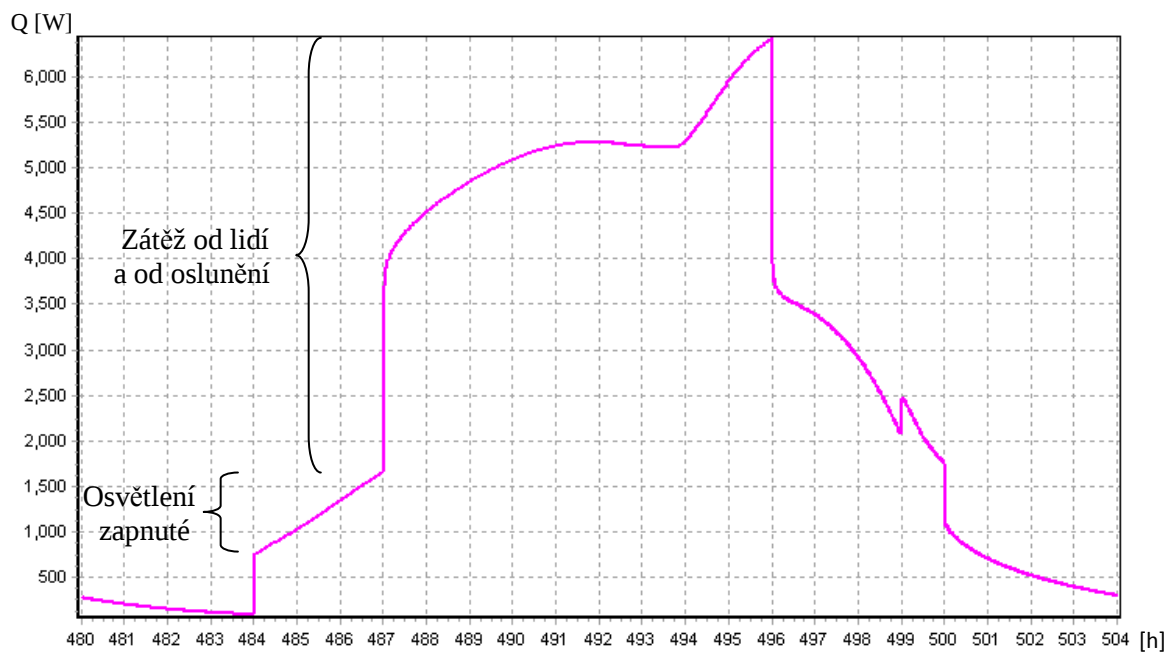
[illegible][illegible]

Výpočet tepelných ztrát												
Č.M.: 1.12, $\theta_{\text{int},i} = 22^{\circ}\text{C}$, $\theta_e = -15^{\circ}\text{C}$												
OZN.	Tloušťka (m)	Délka (m)	Výška/šířka (m)	Plocha (m ²)	Počet otvorů (ks)	Plocha otvorů (m ²)	Plocha bez otvorů (m ²)	Součinitel U_k (W/m ² .K)	ΔU (W/m ² .K)	$U_{kc} U_{\text{equiv, bf}}$ (W/m ² .K)	b, f_{ij} , f_g -	H W/K
SO	0,80	25,20	2,83	71,32		18,00	53,32	0,25	0,10	0,35	1,00	18,66
OZ3		1,50	1,50	2,25	8,00	18,00	0,00	1,20	0,10	1,30	1,00	23,40
Pdz		24,20	4,10	99,22		0,00	99,22	0,28	0,10	0,38	0,50	18,85
											$\Sigma H_{T,i}$	60,91
	$\theta_{t,i} = \Sigma H_{T,i} \cdot (\theta_{\text{int},i} - \theta_e) = 60,91 \cdot (22 - (-15))$											2253,76

Výpočet tepelných zátěží pomocí programu Teruna:

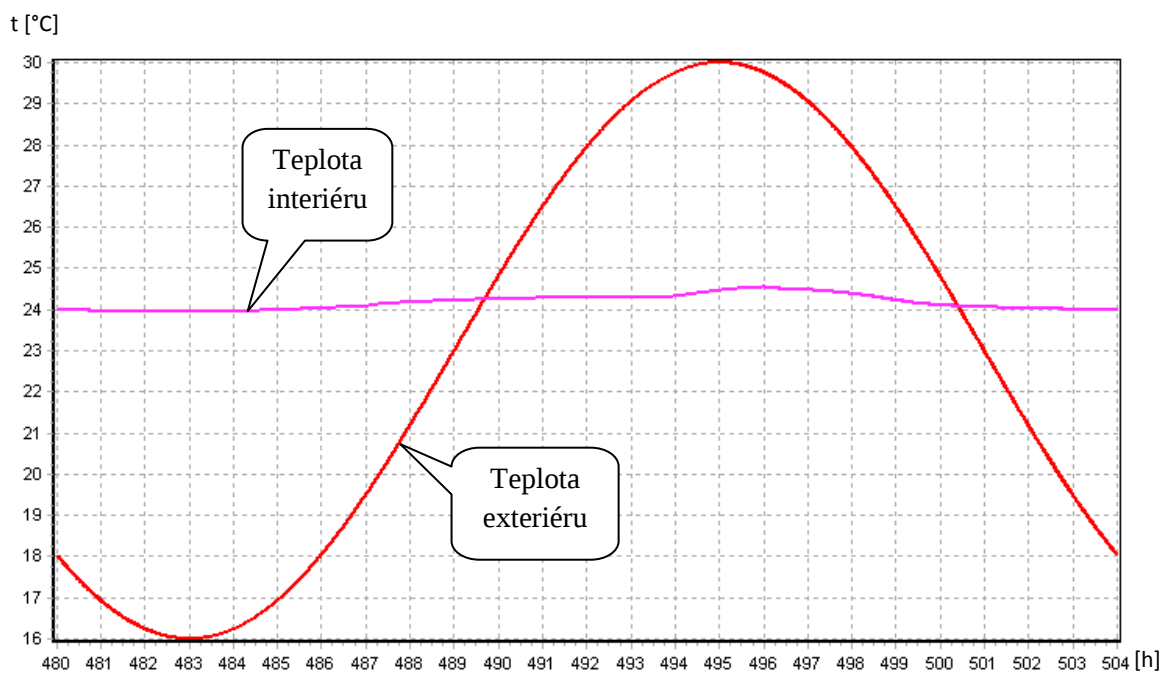
Výpočet pro vzorovou místnost č. 1.01. Tepelné zátěže ostatních místností jsou shrnuty v tabulkách 4 a 5 společně s průtoky vzduchu.

Simulace průběhu tepelné zátěže místnosti 1.01 pro 21.7



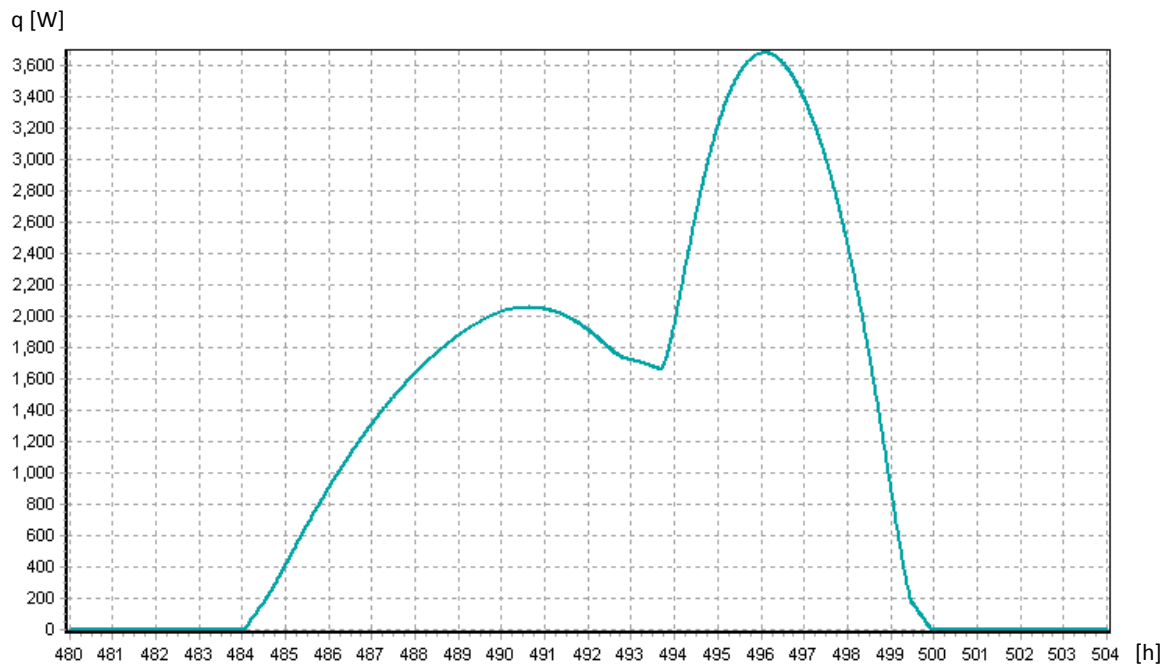
Obrázek 17 - Simulace průběhu tepelné zátěže

Simulace průběhu denní teploty:



Obrázek 18 - Simulace průběhu teplot

Simulace tepelného toku okny:



Obrázek 19 - Simulace tepelného toku okny

Výstup z programu Teruna:

***** ZADANÉ PRVKY DO VÝPOČTU *****

Venkovní stěna

+-----Stěna jihovýchod 1.01 (6.66m², 0.8m, 0.25W/mK, 1850kg/m³, 1000kJ/kgK)

+-----Okno 1,5x1,5 (2.25m², 1W/m²K)

Venkovní stěna

+-----Stěna severovýchodní 1.01 (32.83m², 0.8m, 0.25W/mK, 1850kg/m³, 1000kJ/kgK)

+----- (0m², 0W/m²K)

+----- (0m², 0W/m²K)

Venkovní stěna

+-----Stěna jihozápadní 1.01 (33.45m², 0.8m, 0.25W/mK, 1850kg/m³, 1000kJ/kgK)

Venkovní stěna

+-----Stěna severozápad 1.01 (45.6m², 0.8m, 0.25W/mK, 1850kg/m³, 1000kJ/kgK)

+-----Okno 1,5x1,5 (2.25m², 1W/m²K)

+-----Okno 1,5x1,5 (2.25m², 1W/m²K)

+-----Okno 1,5x1,5 (2.25m², 1W/m²K)

+-----Okno 1,5x1,5 (2.25m², 1W/m²K)

+-----Okno 1,5x1,5 (2.25m², 1W/m²K)

+-----Okno 1,5x1,5 (2.25m², 1W/m²K)

+-----Okno 1,5x1,5 (2.25m², 1W/m²K)

Symetrická stěna

+-----STĚNA (94.201m², 0.205m, 0.045W/mK, 1200kg/m³, 850kJ/kgK)

+-----dveře vnitřní 1/3 sklo (4m², 2W/m²K)

Symetrická stěna

+-----podlaha (223.67m², 0.3m, 0.098W/mK, 1140kg/m³, 1030kJ/kgK)

Symetrická stěna

+-----STROP (223.7m², 0.3m, 0.098W/mK, 1140kg/m³, 1030kJ/kgK)

***** VSTUPNÍ ÚDAJE *****

Výpočet proveden pro období od 21.7. do 21.7.

Časový krok: 50s

Objem místnosti : 633.07m³

Ve výpočtu bylo zavedeno:

Simulace oblačnosti: NE

Referenční rok: NE

Uvažován vliv sluneční radiace: ANO

Načtená klimatická data: NE

Osvětlení[1]: 4 - 7h, 600W

Osvětlení[2]: 19 - 20h, 600W

Větrání: NE

Ostatní tepelné zdroje[1]: 7 - 16h, 750W

Odpar vody: NE

Biologická produkce[1]: 4 - 7h, 75kg, počet osob: 1

Biologická produkce[2]: 7 - 16h, 75kg, počet osob: 30

Biologická produkce[3]: 16 - 20h, 75kg, počet osob: 1

Sálavé plochy: NE

***** VÝSLEDKY *****

Maxima tepelné zátěže:

21.7. 15.99h: *Citelné teplo* $Max = 6405.03W$

21.7. 3.99h: *Citelné teplo* $Min = 82.27W$

21.7. 15.99h: *Vázané teplo* $= 1519.76W$ *Měrná Tz* $= 4.16W/K$

21.7. 15.99h: *Potřeba chladu* $= 62.98kWh$ *Potřeba tepla* $= 0kWh$

Suma potřeby chladu $= 62.98kWh$

Suma potřeby tepla $= 0kWh$

3. Průtoky vzduchu

Ukázka výpočtu průtoku vzduchu pro zařízení č. 1

Vzduchotechnická jednotka zařízení č. 1 zajišťuje jak chlazení v letním období, tak teplovzdušné vytápění v zimním období.

Průtok vzduchu v sekci 1 a 2 je stanovena na základě požadavku odvedení tepelné zátěže, respektive krytí tepelných ztrát objektu s ohledem na požadovanou výměnu vzduchu. Průtok vzduchu v hygienických místnostech je navržen dle počtu zařizovacích předmětů a požadovaného množství vzduchu pro jeden zařizovací předmět.

Tepelné zisky: Sekce 1: $Q_z = 1610 \text{ W}$

Sekce 2: $Q_z = 3460 \text{ W}$

Tepelné ztráty: Sekce 1: $Q = 441 \text{ W}$

Sekce 2: $Q = 1063 \text{ W}$

Dimenzování pro letní období:

Volba $\Delta t = t_i - t_p = 24 - 18 = 6 \text{ °C}$

$$Q_z = V_p \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t \quad \Rightarrow \quad V_p = Q_z / (\rho \cdot c \cdot \Delta t)$$

Sekce 1

$$V_{p1} = 1610 / (1,2 \cdot 1010 \cdot 6) = 0,206 \text{ m}^3/\text{s} = 743 \text{ m}^3/\text{h} \Rightarrow 800 \text{ m}^3/\text{h}$$

Sekce 2

$$V_{p2} = 3460 / (1,2 \cdot 1010 \cdot 6) = 0,444 \text{ m}^3/\text{s} = 1597 \text{ m}^3/\text{h} \Rightarrow 1600 \text{ m}^3/\text{h}$$

WC vozíčkáři

Umyvadlo – 30 m³/h; WC – 50 m³/h

$$V_{o1} = 1.30 + 1.50 = 80 \text{ m}^3/\text{h} \quad \Rightarrow \quad 100 \text{ m}^3/\text{h}$$

Předsín WC muži

Umyvadlo – 30 m³/h

$$V_{o2} = 2.30 = 60 \text{ m}^3/\text{h} \quad \Rightarrow \quad 100 \text{ m}^3/\text{h}$$

WC muži

Umyvadlo – 30 m³/h; WC – 50 m³/h

$$V_{o3} = 2.30 + 1.50 = 110 \text{ m}^3/\text{h} \quad \Rightarrow \quad 150 \text{ m}^3/\text{h}$$

Prívod vzduchu do hygienických místností je zajištěn přes mřížky ve dveřích. Odvod talířovými ventily a výfuk nad střechu.

Prívod vzduchu celkem

$$V_p = V_{p1} + V_{p1} = 800 + 1600 = 2400 \text{ m}^3/\text{h}$$

Odvod vzduchu ventilátorem nad střechu

$$V_{ov} = V_{o1} + V_{o2} + V_{o3} = 100 + 100 + 150 = 350 \text{ m}^3/\text{h}$$

Odvod vzduchu VZT jednotkou

$$V_{ovzt} = V_p - V_{ov} = 2400 - 350 = 2050 \text{ m}^3/\text{h}$$

Další vzduchotechnické jednotky slouží k teplovzdušnému větrání, letní tepelná zátěž je kryta jednotkami fancoil. Tepelné ztráty v zimním období pokrývají otopná tělesa. Průtoky vzduchu ve zbývajících dvou zařízeních jsou navrhovány především s ohledem na průtok vzduchu na osobu, resp. s ohledem na zařizovací předměty v hygienických místnostech.

Průtoky vzduchu všemi vzduchotechnickými zařízeními jsou shrnuty v tabulkách 4 a 5.

		Bakalářská práce 2014																			
		Michal Vytasil																			
		Vzduchotechnika domu s lékařskou službou																			
Zařízení č. 1 - Teplovzdušně vytápění s klimatizací																					
Místnosti							Léto		Zima				Přívod								Odvod
Podlaží	Č. místnosti	Název	Plocha [m ²]	Objem [m ³]	Počet osob	VZD/osoba [m ³ /h]	t [°C]	φ [%]	t [°C]	φ [%]	Tepelné zisky [W]	Tepelné ztráty [W]	Č. zařízení	VZD na krytí tep. ztrát [m ³ /h]	VZD na krytí tep. zisků [m ³ /h]	VZD na počet osob [m ³ /h]	Čerstvý vzduch [m ³ /h]	Léto t [°C]	Zima t [°C]	Výměna [h ⁻¹]	VZD [m ³ /h]
1.S	-	SEKCE 1 - INFEKČNÍ	17,68	48,09	17	45	24	55	22	45	1610	441	1	81	743	765	800	18	37	17	800
1.S	-	SEKCE 2 - NEINFEKČNÍ	46,20	125,66	31	35	24	55	22	45	3460	1063	1	196	1597	1085	1600	18	37	13	1250
1.S	0.05	WC VOZÍČKÁŘI	3,00	8,16	-	50; 30	24	55	22	45	214	20	1	4	99	-	-	-	-	12,3	100
1.S	0.06	PŘEDSÍŇ WC MUŽI	3,70	10,06	-	30	24	55	22	45	214	26	1	5	99	-	-	-	-	9,9	100
1.S	0.07	WC MUŽI	4,10	11,15	-	50; 30	24	55	22	45	213	40	1	7	98	-	-	-	-	13,5	150
Σ																	2400	Σ			2400

Tabulka 4 - Průtoky vzduchu zařízením č. 1

		Bakalářská práce 2014																				
		Michal Vytasil																				
		Vzduchotechnika domu s lékařskou službou																				
Zařízení č. 2 - Teplovzdušně větrání s dílčí klimatizací																						
Místnosti							Léto		Zima				Přívod								Odvod	
Podlaží	č. místnosti	Název	Plocha [m ²]	Objem [m ³]	Počet osob	VZD/osoba [m ³ /h]	t [°C]	φ [%]	t [°C]	φ [%]	Tepelné zisky [W]	Tepelné ztráty [W]	Č. zařízení	VZD na krytí tep. ztrát [m ³ /h]	VZD na krytí tep. zisků [m ³ /h]	VZD na počet osob [m ³ /h]	Čerstvý vzduch [m ³ /h]	Léto t [°C]	Zima t [°C]	Výměna [h ⁻¹]	VZD [m ³ /h]	
1.S	-	SEKCE 3 - DĚTI + RECEPCE	118,34	321,88	30	50	24	55	22	45	3430	1854	2	342	1583	1500	1500	-	-	4,7	1150	
1.S	0.08	WC DĚTI	2,20	5,98	-	50; 30	24	55	22	45	209	22	2	4	96	-	-	-	-	17	100	
1.S	0.09	PŘEDSÍŇ WC ŽENY	4,70	12,78	-	30	24	55	22	45	214	45	2	8	99	-	-	-	-	8	100	
1.S	0.10	WC ŽENY	1,10	2,99	-	50	24	55	22	45	150	11	2	2	69	-	-	-	-	17	50	
1.S	0.11	WC ŽENY	1,10	2,99	-	50	24	55	22	45	150	11	2	2	69	-	-	-	-	17	50	
1.S	0.12	ÚKLIDOVÁ KOMORA	1,40	3,81	-	30	24	55	22	45	170	14	2	3	78	-	-	-	-	13	50	
1.NP	1.01	ORDINACE	223,70	633,07	30	60	24	55	22	45	6405	3405	2	629	2956	1800	1800	-	-	2,8	1800	
1.NP	1.02	CHODBA	31,90	90,28	-	-	24	55	22	45	1490	367	2	68	688	-	600	-	-	6,6	600	
Σ																	3900	Σ		3900		

Zařízení č. 3 - Teplovzdušně větrání s dílčí klimatizací																					
1.NP	1.10	ORDINACE	114,10	322,9	25	60	24	55	22	45	5278	2358	3	435	2436	1500	1500	-	-	4,6	1500
1.NP	1.11	CHODBA	67,00	189,61	-	-	24	55	22	45	1087	435	3	80	502	-	600	-	-	3,2	600
1.NP	1.12	ORDINACE	99,10	282,45	25	60	24	55	22	45	3792	2254	3	416	1750	1500	1500	-	-	5,3	1500
Σ																	3600			Σ	3600

Tabulka 5 - Průtoky vzduchu zařízením č. 2 a 3

4. Distribuce vzduchu

Přívod i odvod vzduchu z jednotlivých místností kromě hygienických je řešen pomocí výustí s vířivým výtokem vzduchu od firmy Mandík.

Ukázka návrhu distribuce vzduchu funkčního celku 1

Sekce 1

- Průtok přiváděného i odváděného vzduchu $V_{p1} = V_{o1} = 800 \text{ m}^3/\text{h}$
- Distribuce vzduchu je řešena pomocí výustí s vířivým výtokem vzduchu.
- Je použita jedna výust' pro přívod a jedna pro odvod umístěné v kazetovém podhledu.
- Průtok vzduchu výustí $V_p = V_{p1} = 800 \text{ m}^3/\text{h}$.

Výběr výusti

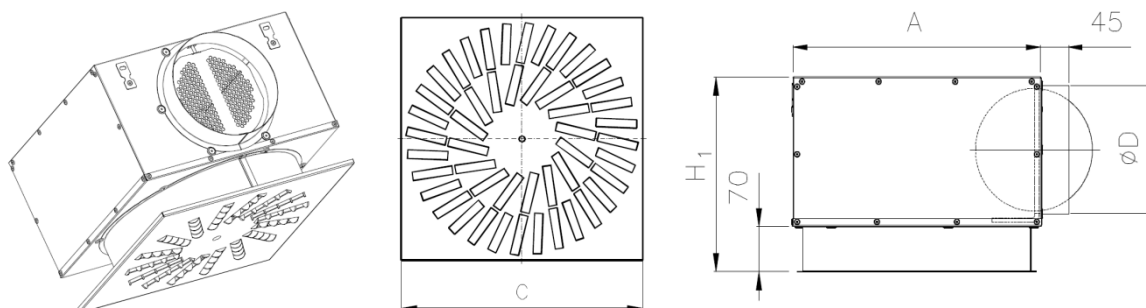
Jmenovitý rozměr	300 8 lamel	400, 500, 600, 625 16 lamel	500 24 lamel	600, 625 24 lamel	600, 625 48 lamel	625 54 lamel	825 72 lamel
$\dot{V}_{\max} [\text{m}^3/\text{h}]$	180	320	420	660	850	950	1200
$\dot{V}_{\min} [\text{m}^3/\text{h}]$	55	100	140	200	360	400	560
$L_{WA\max} [\text{dB(A)}]$	39	40	39	40	40	43	40
$L_{WA\min} [\text{dB(A)}]$	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
$S_{ef} [\text{m}^2]$	0,007	0,014	0,021	0,0295	0,042	0,0473	0,0715

Tabulka 6 - Základní parametry výustí Mandík sekce 1 [11]

Vybrána výust' s vířivým výtokem vzduchu Mandík VVM 625 C/V/P/54/R TPM 001/96

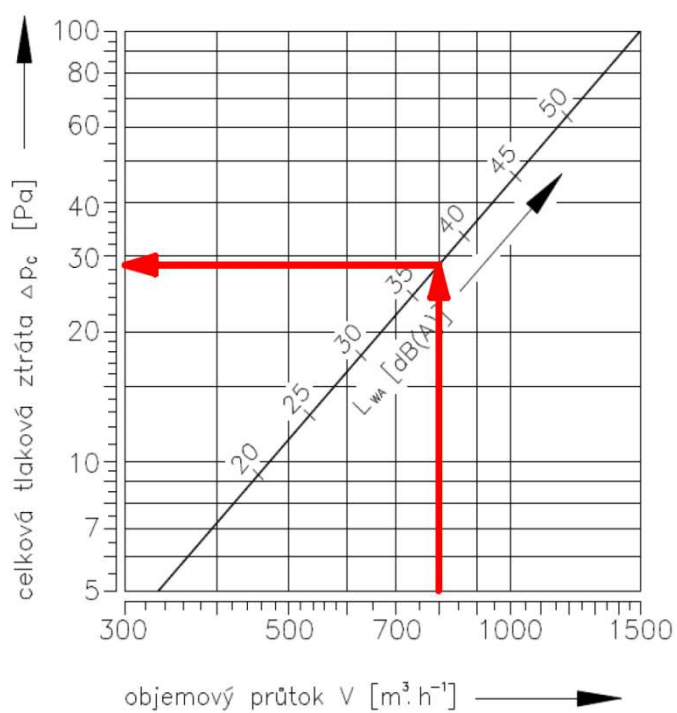
Počet lamel	Jm. rozměr	C	ØK	ØD	ØB	A	H ₁	H ₂
54	625	623	625	248	595	640	430	300

Tabulka 7 - Rozměry výustí sekce 1 [11]



Obrázek 20 - Grafické znázornění výustí [11]

Tlaková ztráta výustě, akustický výkon



Obrázek 21 - Diagram tlakové ztráty a akustického výkonu výustky

$$V_p = 800 \text{ m}^3/\text{h}; \Delta p_c = 29 \text{ Pa}; L_{wa} = 38 \text{ dB}$$

Sekce 2 - Přívod

- Průtok přiváděného vzduchu $V_p = 1600 \text{ m}^3/\text{h}$
- Distribuce vzduchu je řešena pomocí výustí s vířivým výtokem vzduchu.
- Jsou použity 3 výustě
- Průtok vzduchu výustí $V_p = 1600/3 = 530 \text{ m}^3/\text{h}$

Výběr výusti

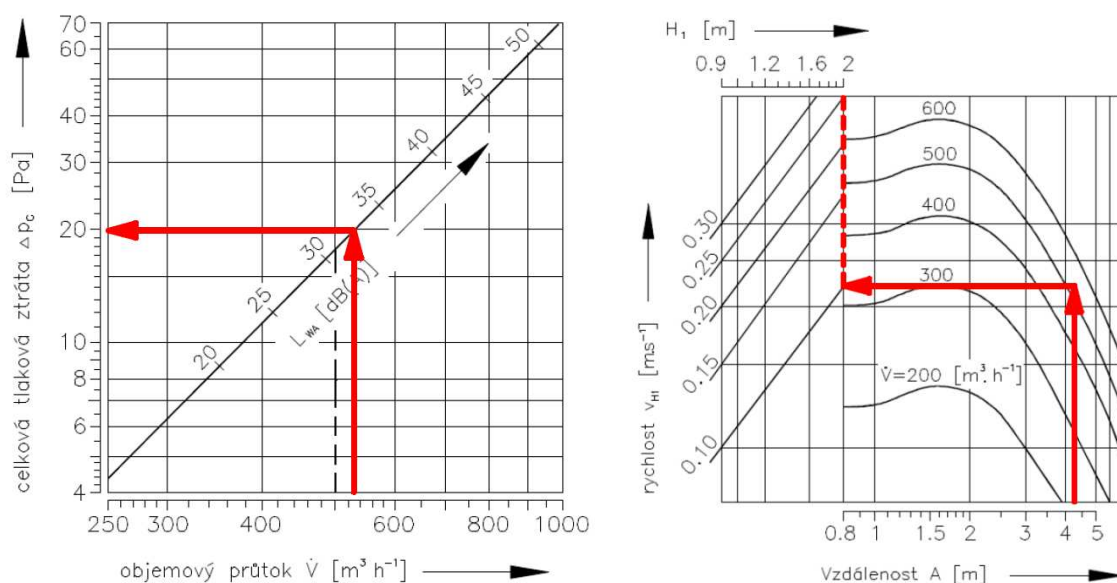
Jmenovitý rozměr	300 8 lamel	400, 500, 600, 625 16 lamel	500 24 lamel	600, 625 24 lamel	600, 625 48 lamel	625 54 lamel	825 72 lamel
$\dot{V}_{\max} [\text{m}^3/\text{h}]$	180	320	420	660	850	950	1200
$\dot{V}_{\min} [\text{m}^3/\text{h}]$	55	100	140	200	360	400	560
$L_{WA\max} [\text{dB(A)}]$	39	40	39	40	40	43	40
$L_{WA\min} [\text{dB(A)}]$	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
$S_{ef} [\text{m}^2]$	0,007	0,014	0,021	0,0295	0,042	0,0473	0,0715

Tabulka 8 - Základní parametry výstky Mandík sekce 2 přívod [11]

Počet lamel	Jm. rozměr	C	ØK	ØD	ØB	A	H ₁	H ₂
24	625	623	625	248	559	600	350	200

Tabulka 9 - Rozměry výustí sekce 2 přívod [11]

Tlaková ztráta výustě, akustický výkon, rychlost vzduchu proudění



Obrázek 22 - Diagram tlakové ztráty, akustického výkonu výustky a rychlosti proudění

$V_p = 530 \text{ m}^3/\text{h}$; $\Delta p_c = 20 \text{ Pa}$; $L_{wa} = 33 \text{ dB}$; $v_{H1} = 0,1 \text{ m/s}$

Sekce 2 - Odvod

- Průtok odváděného vzduchu $V_p = 1250 \text{ m}^3/\text{h}$
- Odvod vzduchu je řešen pomocí výustí s vířivým výtokem vzduchu.
- Jsou použity 2 výustě
- Průtok vzduchu výustí $V_p = 1250/2 = 625 \text{ m}^3/\text{h}$

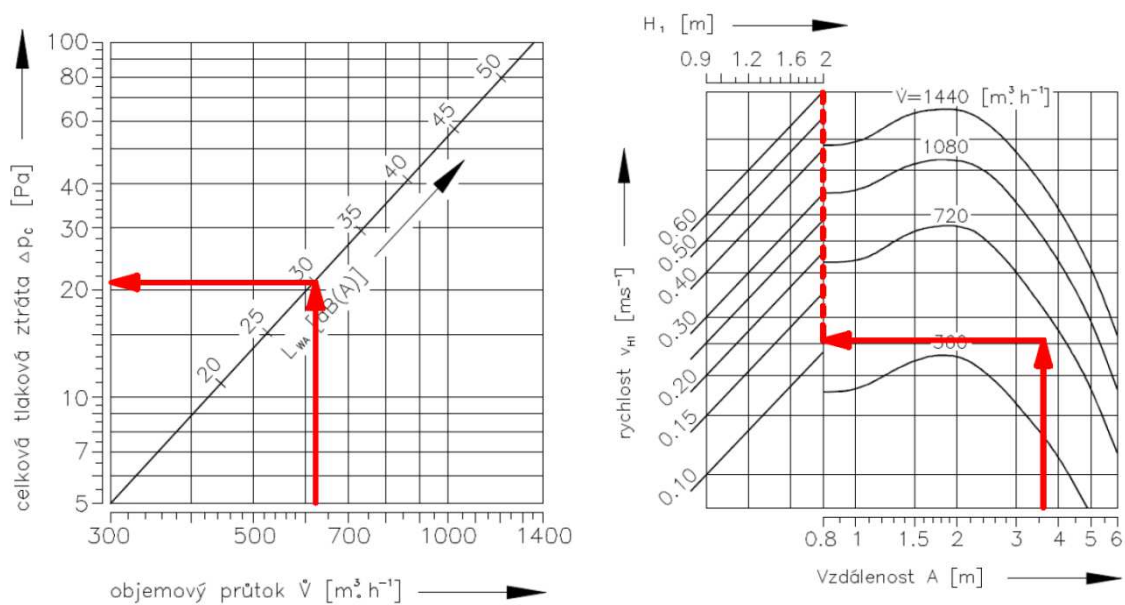
Výběr výusti

Jmenovitý rozměr	300 8 lamel	400, 500, 600, 625 16 lamel	500 24 lamel	600, 625 24 lamel	600, 625 48 lamel	625 54 lamel	825 72 lamel
$\dot{V}_{\max}$ [m³/h]	180	320	420	660	850	950	1200
$\dot{V}_{\min}$ [m³/h]	55	100	140	200	360	400	560
$L_{WA\max}$ [dB(A)]	39	40	39	40	40	43	40
$L_{WA\min}$ [dB(A)]	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
S_{ef} [m²]	0,007	0,014	0,021	0,0295	0,042	0,0473	0,0715

Počet lamel	Jm. rozměr	C	ØK	ØD	ØB	A	H ₁	H ₂
48	625	623	625	248	578	640	430	300

Tabulka 10 - Rozměry výustí sekce 2 odvod [11]

Tlaková ztráta výustě, akustický výkon, rychlost vzduchu proudění



Obrázek 23 - Diagram tlakové ztráty, akustického výkonu výustky a rychlosti proudění

$\dot{V}_p = 625 \text{ m}^3/\text{h}$; $\Delta p_c = 21 \text{ Pa}$; $L_{wa} = 30 \text{ dB}$; $v_{H1} = 0,11 \text{ m/s}$

WC vozičkáři - Odvod

- Průtok odváděného vzduchu $V_p = 100 \text{ m}^3/\text{h}$
- Odvod vzduchu je řešen jedním talířovým ventilem.
- Průtok vzduchu ventilem $V_p = 100 \text{ m}^3/\text{h}$



Obrázek 24 - Odvodní talířový ventil TVOM [12]

Výběr ventilu

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

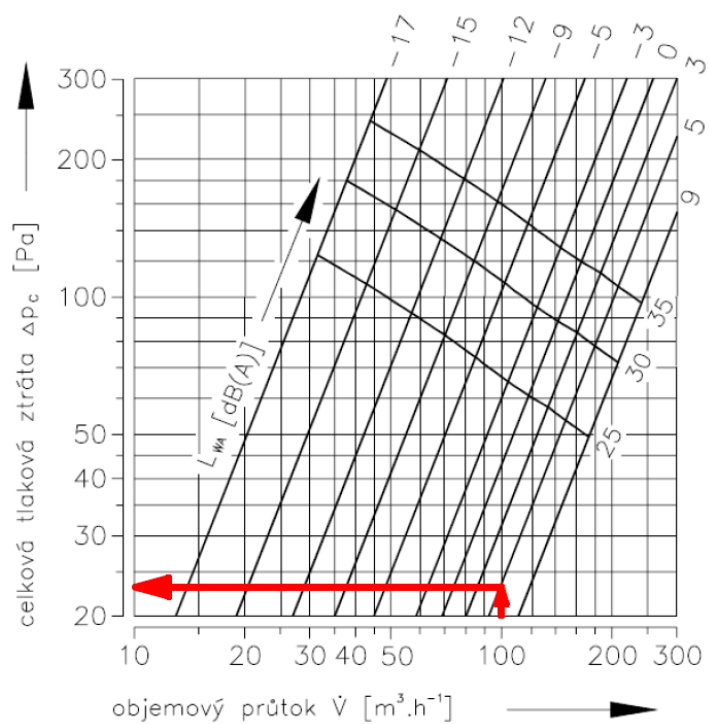
Tabulka 11 – Velikosti ventilu a odpovídající průtoky [12]

Parametry ventilu

Jm. rozměr	$\varnothing D$	$\varnothing D_1$	$\varnothing d_1$	L	L ₁	Nastavení ventilu s		Hmotnost [kg]	
						TVPM	TVOM	TVPM	TVOM
80	115	105	79	42	50	9 až -3	12 až -15	0,150	0,125
100	138	125	99	40	50	10 až -3	10 až -10	0,190	0,170
125	164	150	124	46	50	15 až -7	9 až -17	0,270	0,230
150	202	175	149	50	50	15 až -5	10 až -15	0,390	0,350
160	211	185	159	54	50	15 až -10	5 až -20	0,420	0,380
200	248	225	199	63	50	20 až -3	20 až -25	0,590	0,510

Tabulka 12 - Parametry ventilu TVOM

Tlaková ztráta a hlučnost ventilu



Obrázek 25 - Diagram tlakové ztráty a objemového průtoku talířového ventilu TVOM

$$V_o = 100 \text{ m}^3/\text{h}; \Delta p_c = 23 \text{ Pa}; s = 5$$

Výsledky návrhů jsou shrnuty do tabulek 13 – 14.

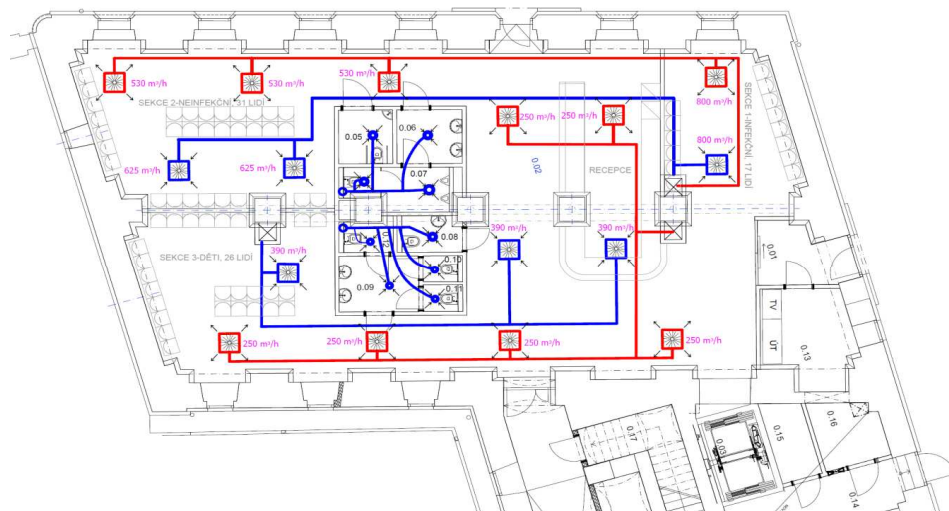
Tabulka 13 - Distribuční prvky jednotlivých místností zařízení č. 1 a 2

Podlaží	č. místnosti	Název	Plocha [m ²]	Objem [m ³]	Přívod/Odvod	Označení výustky	Počet [ks]	Průtok na 1 element [m ³ /h]	Δpc [Pa]	w _{H1} [m/s]	L _{WA} [dB]	H [m]	H _z [m]
Zařízení č. 1 - Teplovzdušně vytápění s klimatizací													
1.S	-	SEKCE 1 - INFEKČNÍ	17,68	48,09	P	VVM 625 C/V/P/54/R TPM 001/96	1	800	29		38	2,72	1,8
					O	VVM 625 C/V/O/54/R TPM 001/96	1	800	29		38	2,72	1,8
1.S	-	SEKCE 2 - NEINFEKČNÍ	46,20	125,66	P	VVM 625 C/V/P/24/R TPM 001/96	3	530	20	0,10	33	2,72	1,8
					O	VVM 625 C/V/P/48/R TPM 001/96	2	625	21	0,11	30	2,72	1,8
1.S	0.05	WC VOZÍČKÁŘI	3,00	8,16	O	TVOM 125 TPM 028/03	1	100	23		20	2,72	1,8
1.S	0.06	PŘEDSÍŇ WC MUŽI	3,70	10,06	O	TVOM 125 TPM 028/03	1	100	23		20	2,72	1,8
1.S	0.07	WC MUŽI	3,05	8,29	O	TVOM 80 TPM 028/03	1	60	45		25		
			1,05	2,89	O	TVOM 80 TPM 028/03	1	50	45		25	2,72	1,8
Zařízení č. 2 - Teplovzdušně větrání s klimatizací													
1.S	-	SEKCE 3 - DĚTI + RECEPCE	118,34	321,88	P	VVM 625 C/V/P/16/R TPM 001/96	6	250	18	0,17	30	2,72	1,8
					O	VVM 625 C/V/P/24/R TPM 001/96	3	390	11	0,2	24	2,72	1,8
1.S	0.08	WC DĚTI	2,20	5,98	O	TVOM 125 TPM 028/03	1	100	23		20	2,72	1,8
1.S	0.09	PŘEDSÍŇ WC ŽENY	4,70	12,78	O	TVOM 125 TPM 028/04	1	100	23		20	2,72	1,8
1.S	0.10	WC ŽENY	1,10	2,99	O	TVOM 80 TPM 028/05	1	50	45		25	2,72	1,8
1.S	0.11	WC ŽENY	1,10	2,99	O	TVOM 80 TPM 028/06	1	50	45		25	2,72	1,8
1.S	0.12	ÚKLIDOVÁ KOMORA	1,40	3,81	O	TVOM 80 TPM 028/07	1	50	45		25	2,72	1,8
1.NP	1.01	ORDINACE	223,70	633,07	P	VVM 625 C/V/P/16/R TPM 001/96	12	150	8	0,13	10	2,72	1,8
					O	VVM 625 C/V/P/24/R TPM 001/96	5	360	9	0,17	20	2,72	1,8
1.NP	1.02	CHODBA	31,90	90,28	P	VVM 625 C/V/P/16/R TPM 001/96	2	300	26	0,25	35	2,72	1,8
					O	VVM 625 C/V/P/16/R TPM 001/96	2	300	26	0,25	35	2,72	1,8

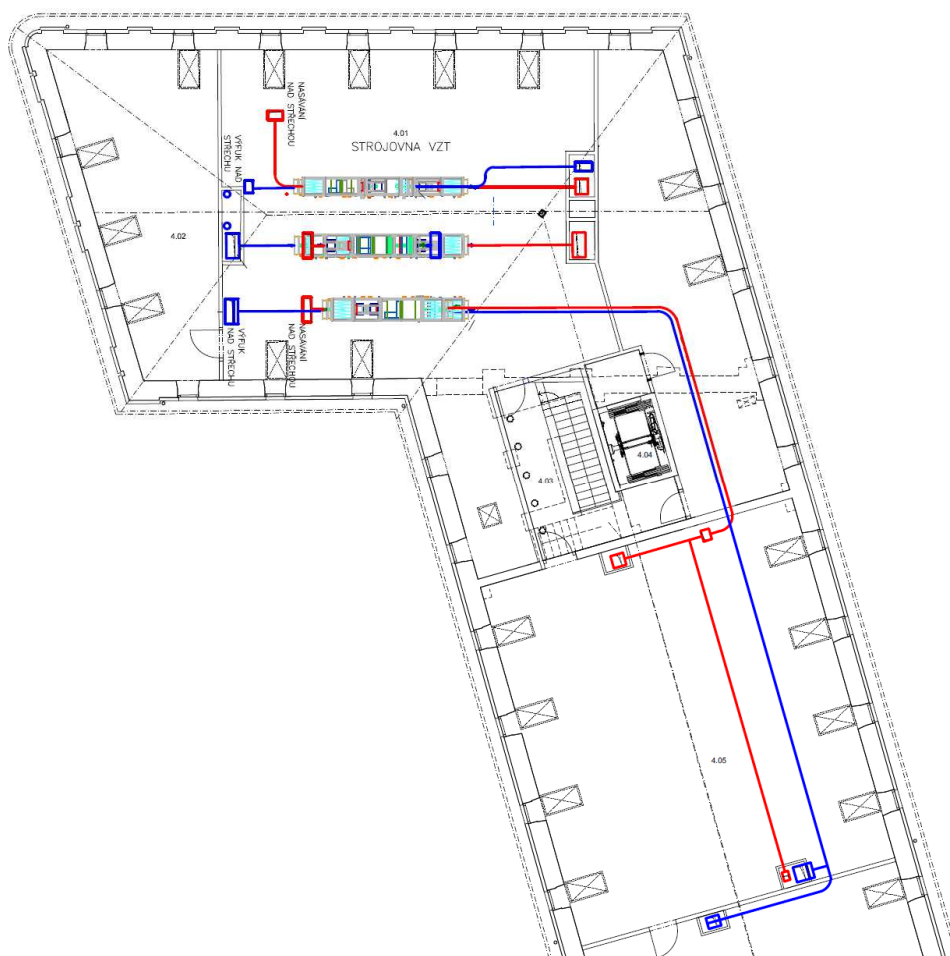
Tabulka 14 - Distribuční prvky jednotlivých místností zařízení č. 3

Podlaží	Č. místnosti	Název	Plocha [m ²]	Objem [m ³]	Přívod/Odvod	Označení výustky	Počet [ks]	Průtok na 1 element [m ³ /h]	Δpc [Pa]	w _{H1} [m/s]	L _{WA} [dB]	H [m]	H _z [m]
Zařízení č. 3 - Teplovzdušně větrání s klimatizací													
1.NP	1.10	ORDINACE	114,10	322,9	P	VVM 625 C/V/P/16/R TPM 001/96	6	250	18	0,18	30	2,72	1,8
					O	VVM 625 C/V/P/24/R TPM 001/96	4	375	11	0,23	23	2,72	1,8
1.NP	1.11	CHODBA	67,00	189,61	P	VVM 625 C/V/P/16/R TPM 001/96	3	200	12	0,17	23	2,72	1,8
					O	VVM 625 C/V/P/16/R TPM 001/97	2	300	26	0,25	35	2,72	1,8
1.NP	1.12	ORDINACE	99,10	280,45	P	VVM 625 C/V/P/16/R TPM 001/97	7	215	12	0,16	24	2,72	1,8
					O	VVM 625 C/V/P/24/R TPM 001/97	4	375	11	0,13	24	2,72	1,8

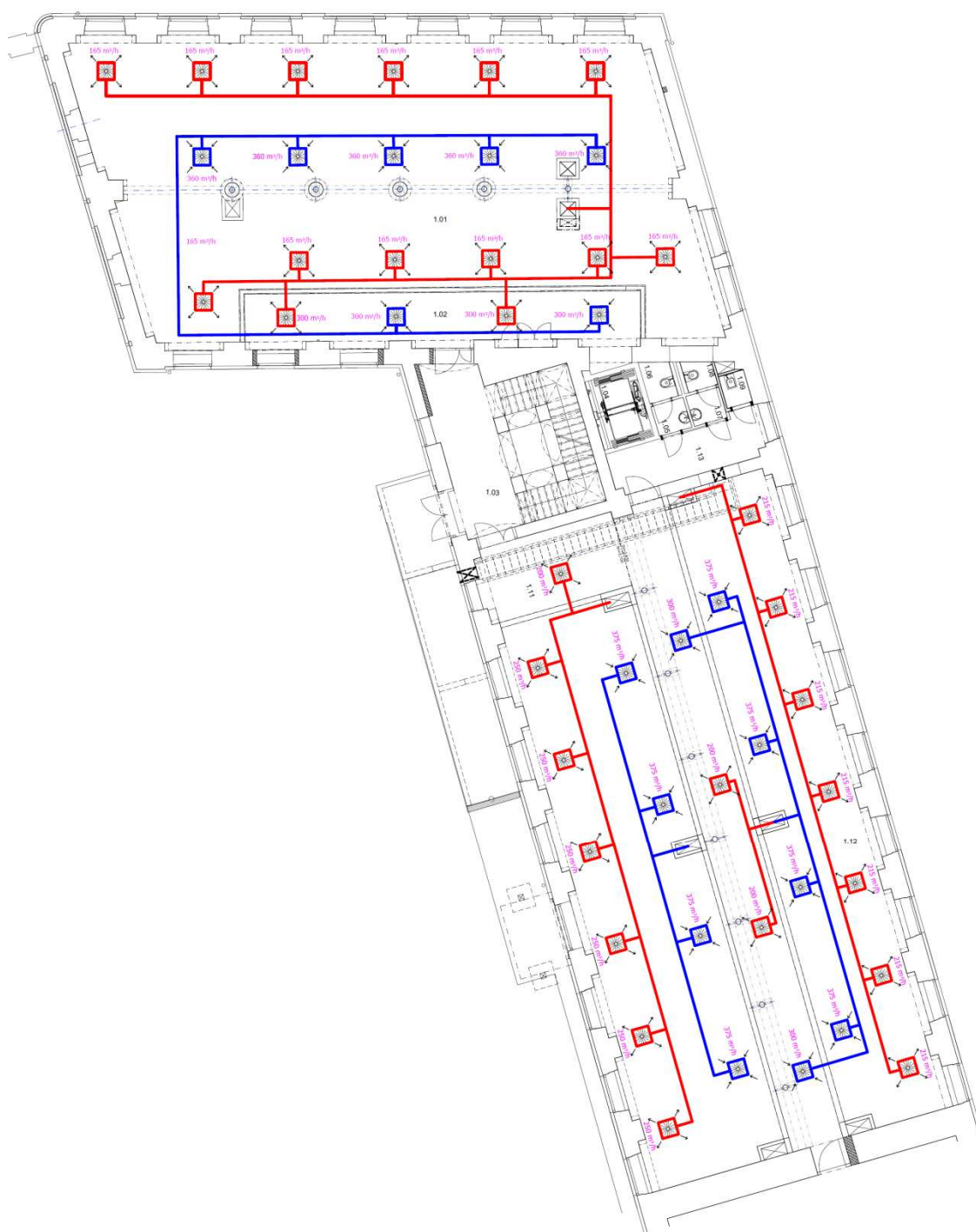
5. Dimenzování potrubí



Obrázek 26 - Ideové schéma vedení potrubí 1S



Obrázek 27 - Ideové schéma vedení potrubí ve strojovně a na půdě



Obrázek 28 - Ideové schéma vedení potrubí v 1.NP

Výpočty a výsledky návrhů jsou shrnuty do tabulek č. 15 – 17.

Hodnoty												Tlak. ztráta		Vytasil
Z plánu			Předběžné			Skutečné - vypočtené								
č. ú.	V [m³/h]	V [m3/s]	L [m]	v' [m/s]	S' [m²]	d' [m]	AxB [m]	d [m]	v [m/s]	R [Pa/m]	ξ [-]	Z [Pa]	Z+R*L [Pa]	Poznámka
Zařízení č. 1 - Teplovzdušně vytápění s klimatizací - přívodní potrubí														
1	530	0,1472	4,3	2,0	0,074	0,306	0,400x0,250	0,308	1,976	0,181	0,3	0,691	1,4694	
2	1060	0,2944	4,3	2,5	0,118	0,387	0,500x0,315	0,387	2,5032	0,207	0,6	2,218	3,1082	
3	1590	0,4417	10,2	3,5	0,126	0,401	0,560x0,315	0,403	3,4625	0,311	0,6	4,244	7,4288	
4	2390	0,6639	22,4	5,0	0,133	0,411	0,560x0,315	0,403	5,2047	0,760	3,9	62,33	79,371	
												Σ	91,38	
													13,00	Výustka
													50,00	Klapky
													56,87	Sání
													35,00	Tlumič hluku
												Σ	246,25	
Zařízení č. 1 - Teplovzdušně vytápění s klimatizací - odvodní potrubí														
1	625	0,1736	4,5	2,5	0,069	0,297	0,400x0,250	0,31	2,3302	0,181	0,3	0,961	1,7755	
2	1250	0,3472	15,5	3,5	0,099	0,355	0,400x0,315	0,352	3,5681	0,402	0,9	6,76	12,971	
3	2050	0,5694	18,1	5,0	0,114	0,381	0,450x0,315	0,371	5,2676	0,856	3,9	63,85	79,341	
												Σ	94,088	
													19,00	Výustka
													50,00	Klapky
													71,70	Výtlač
													45,00	Tlumič hluku
												Σ	279,79	
Zařízení č. 1 - Hygienické zázemí - kruhové odvodní potrubí														
1	60	0,0167	0,3	2	0,008	0,103	-	0,125	1,3581	0,27	0,3	0,326	0,4075	
2	160	0,0444	0,9	3	0,015	0,137	-	0,125	3,6217	1,5	0,6	4,643	5,9932	
3	260	0,0722	0,6	4	0,018	0,152	-	0,160	3,592	1,0	0,3	2,284	2,8838	
4	310	0,0861	18,5	4	0,022	0,166	-	0,160	4,2828	1,41	1,8	19,48	45,565	
												Σ	54,849	
													45,00	Výustka
													12,00	Výtlač
												Σ	111,85	

Tabulka 15 - Dimenzování potrubí zařízení č. 1

Hodnoty												Tlak. ztráta		Vytasil
Z plánu			Předběžné			Skutečné - vypočtené								
č. ú.	V [m³/h]	V [m3/s]	L [m]	v' [m/s]	S' [m²]	d' [m]	AxB [m]	d [m]	v [m/s]	R [Pa/m]	ξ [-]	Z [Pa]	Z+R*L [Pa]	Poznámka
Zařízení č. 2 - Teplovzdušně větrání s dílčí klimatizací - přívodní potrubí														
Hlavní větev														
1	250	0,0694	4,62	2,0	0,035	0,21	0,225x0,200	0,21	1,9673	0,291	0,3	0,685	2,0295	
2	500	0,1389	4,62	2,5	0,056	0,266	0,315x0,250	0,279	2,2718	0,261	0,6	1,827	3,0328	
3	750	0,2083	3,49	3,0	0,069	0,297	0,355x0,280	0,313	2,7076	0,294	1,2	5,19	6,2164	
4	1000	0,2778	4,29	3,5	0,079	0,318	0,355x0,280	0,313	3,6101	0,464	0,3	2,307	4,2974	
5	1500	0,4167	3,54	4,5	0,093	0,343	0,400x0,315	0,352	4,2817	0,557	1,2	12,98	14,951	
6	3900	1,0833	12,6	5,0	0,217	0,525	0,900x0,315	0,467	6,3247	0,817	1,8	42,48	52,776	
												Σ	83,303	
													18,00	Výustka
													90,00	Klapky
													77,71	Sání
													35,00	Tlumič hluku
												Σ	304,01	
Zařízení č. 2 - Teplovzdušně větrání s dílčí klimatizací - odvodní potrubí														
Hlavní větev														
1	390	0,1083	3,35	2,5	0,043	0,235	0,250x0,250	0,25	2,2069	0,280	0,3	0,862	1,8001	
2	780	0,2167	12,5	3,5	0,062	0,281	0,400x0,250	0,308	2,908	0,309	1,2	5,987	9,85	
3	1170	0,325	4,74	4,5	0,072	0,303	0,400x0,250	0,308	4,3621	0,598	1,5	16,84	19,674	
4	3600	1,000	12,8	5,0	0,2	0,505	0,900x0,315	0,467	5,8382	0,817	1,2	24,13	34,589	
												Σ	65,913	
													11,00	Výustka
													75,00	Klapky
													70,42	Výtlač
													35,00	Tlumič hluku
												Σ	257,33	
Zařízení č. 2 - Hygienické zázemí - kruhové odvodní potrubí														
1	100	0,0278	0,3	2,0	0,014	0,133	-	0,140	1,8045	0,38	0,3	0,576	0,6903	
2	150	0,0417	0,4	2,5	0,017	0,146	-	0,140	2,7067	0,89	0,6	2,594	2,9495	
3	200	0,0556	0,4	3,0	0,019	0,154	-	0,180	2,1832	0,4	0,3	0,844	1,0156	
4	300	0,0833	0,75	3,5	0,024	0,174	-	0,180	3,2748	0,88	0,3	1,898	2,5582	
5	350	0,0972	18,5	4,0	0,024	0,176	-	0,180	3,8206	1,2	1,8	15,5	37,702	
												Σ	44,916	
													23,00	Výustka
													12,00	Výtlač
												Σ	79,916	

Tabulka 16 - Dimenzování potrubí zařízení č. 2

Hodnoty												Tlak. ztráta		Vytasil
Z plánu			Předběžné			Skutečné - vypočtené								
č. ú.	V [m³/h]	V [m3/s]	L [m]	v' [m/s]	S' [m²]	d' [m]	AxB [m]	d [m]	v [m/s]	R [Pa/m]	ξ [-]	Z [Pa]	Z+R*L [Pa]	Poznámka
Zařízení č. 3 - Teplovzdušně větrání s dílčí klimatizací - přívodní potrubí														
Hlavní větev														
1	250	0,069	3,62	2,0	0,035	0,21	0,200x0,200	0,200	2,2105	0,286	0,3	0,865	1,9002	
2	500	0,139	3,62	2,5	0,056	0,266	0,355x0,225	0,275	2,3384	0,200	0,6	1,936	2,6597	
3	750	0,208	3,62	3,0	0,069	0,297	0,355x0,280	0,313	2,708	0,401	0,6	2,595	4,0468	
4	1000	0,278	3,62	3,5	0,079	0,318	0,355x0,280	0,313	3,6101	0,543	0,3	2,307	4,2725	
5	1250	0,347	3,62	3,5	0,099	0,355	0,400x0,315	0,352	3,568	0,523	0,6	4,507	6,4001	
6	1500	0,417	3,62	4,0	0,104	0,364	0,450x0,315	0,371	3,8543	0,609	1,2	10,52	12,723	
7	1700	0,472	14,9	4,0	0,118	0,388	0,450x0,315	0,371	4,368	0,817	1,5	16,89	29,061	
8	2100	0,583	0,15	4,5	0,13	0,406	0,560x0,315	0,403	4,573	0,817	0,6	7,403	7,526	
9	3600	1,000	16,5	5,0	0,2	0,505	0,900x0,315	0,467	5,838	0,817	2,4	48,26	61,744	
												Σ	130,33	
													18,00	Výustka
													100,00	Klapky
													68,42	Sání
													63,00	Tlumič hluku
												Σ	379,75	
Zařízení č. 3 - Teplovzdušně větrání s dílčí klimatizací - odvodní potrubí														
Hlavní větev														
1	300	0,083	3,35	2,5	0,033	0,206	0,200x0,225	0,212	2,361	0,389	0,3	0,986	2,2896	
2	675	0,188	5,62	3,0	0,063	0,282	0,400x0,225	0,288	2,878	0,412	0,6	2,933	5,25	
3	1050	0,292	2,67	3,0	0,097	0,352	0,400x0,315	0,352	2,997	0,306	0,6	3,18	3,997	
4	2100	0,583	12,4	4,0	0,146	0,431	0,560x0,315	0,403	4,573	0,410	2,0	24,68	29,762	
5	3600	1,000	26,6	5,0	0,2	0,505	0,900x0,315	0,467	5,838	0,461	2,3	46,25	58,515	
												Σ	99,812	
													11,00	Výustka
													90,00	Klapky
													71,24	Výtlač
													47,00	Tlumič hluku
												Σ	319,05	

Tabulka 17 - Dimenzování potrubí zařízení č. 3

6. Zařízení

6.1 Zařízení č. 1 - sekce 1 + sekce 2

eREMAK a.s.
Roznov pod Radhostem
Czech Republic
<http://www.remak.cz>



Klimatické a vstupní podmínky (zima/léto)

Teplota vzduchu (venkovní) [°C]	-15 / 30	Teplota z místnosti [°C]	22 / 24
Relativní vlhkost (venkovní) [%]	60 / 40	Relativní vlhkost z místnosti [%]	45 / 55
Tlak vzduchu [kPa]	95 / 95		

Vzduchové parametry zařízení (přívod/odvod)

Skutečný průtok vzduchu [m³/h]	2400 / 2050	Tlaková ztráta komponentů v sestavě [Pa]	757 / 294
Rychlost v průřezu [m/s]	2.43 / 2.08	Výstupní teplota z přívodu (zima/léto) [°C]	37 / 18
Skutečná externí tlaková ztráta (rezerva) [Pa]	261 / 404	Výstupní relativní vlhkost z přívodu (zima/léto) [%]	19 / 77
Rozdíl (k zaregulování) [Pa]	+15 / +124		

Výkonové parametry zařízení (přívod/odvod)*

Dimenzováno na výkonový stupeň ventilátorů	5 / 5	Součtové výkony pro ohřev [kW]	23 / 0
Součtové výkony ventilátorů [kW]	1.56 / 1.38	Součtové výkony pro chlazení [kW]	8 / 0
Specifický výkon zařízení SFP _F [W·m ⁻³ ·s]	4416	Výkon zpětného získání tepla [kW]	17

*Návrh s vlivem kondenzace

Hlukové parametry zařízení

Přívod	Hladiny akustického výkonu v oktaóvových pásmech L _{WAokt} [dB(A)] a celková hladina L _{WA} [dB(A)]								
Oktákové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	L _{WA}
Vstup	48.8	62.8	63.0	65.8	61.1	54.9	49.1	41.0	69.8
Výstup	56.0	67.3	71.4	74.5	70.1	68.9	58.0	51.7	78.2
Okolí	45.8	52.7	52.9	51.8	48.4	45.7	42.8	32.8	58.4

Odvod	Hladiny akustického výkonu v oktaóvových pásmech L _{WAokt} [dB(A)] a celková hladina L _{WA} [dB(A)]								
Oktákové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	L _{WA}
Vstup	52.8	65.2	75.7	73.0	72.2	72.6	67.6	62.1	80.1
Výstup	52.9	64.3	74.5	69.5	69.4	70.7	66.6	60.1	78.2
Okolí	46.8	50.1	58.6	49.0	47.5	49.4	46.3	36.9	60.6

Soupis komponentů zařízení

Pozice	Název komponentu	Typové označení	ks	Hmotnost	Informace*		
					A	B	C
01.24	Tlumič vložka	DV 500-450	1	3.1			
01.23	Klapka uzavírací	LK 500-450	1	8.4			
	Servopohon	LMC 24A-SR	1				•
01.02	Sekce filtru	XPHO 04/D	1	56.9			
	Panel čelní - vstup	XPK 04/P	1				•
	Montážní sada panelu	XPK 04/P (MSP)	1				
	Filtrační vložka	XPNH 04/5	1				•
	Snímač tlakové difference	P33 N (30 - 500 Pa)	1				•
01.01	Sekce deskového rekuperátoru s by-passem	XPMK 04/BP (SV - 60/R - 45,5)	1	197.6			
	Eliminátor kapek a vana na odvodu	XPNU 04	1				•
	Snímač namrzání	NS 120	1				•
	Souprava pro odvod kondenzátu	XPPO 300	1				
	Směšování	XPMIX 04	1				•
	Servopohon směšování	LMC 24A-SR	1				•
01.03	Sekce ohříváče	XPTV 04	1	31.7			
	Vodní ohříváč	XPNC 04/2R	1				•
	Směšovací uzel	SUMX 2,5 (2)	1				
	Protimrazové čidlo	NS 130 R	1				•
01.14	Sekce zvlhčování	XPJZ 04	1	130.9			
	Komplet zvlhčovacího zařízení	CA-UE 25/60C	1				•
	Sada náhradních varných válců	CA-UN 25	1				
	Souprava pro odvod kondenzátu	XPOO 300	1				
	Základní hygrostat	DPWC	1				•

	Omezovací hygrostat	DPDC	1				•
01.16	Sekce chladič, eliminátor	XPQU 04/V	1	59.4			
	Vodní chladič	XPND 04/4R	1				•
	Směšovací uzel chladiče	SUMX 2,5 (2)	1				
	Eliminátor kapek	XPNU 04	1				•
	Souprava pro odvod kondenzátu	XPOO 300	1				
01.21	Sekce ventilátoru	XPAA 04/P-D	1	102.4			
	Panel čelní - výtlač	XPM 04/A	1				•
	Ventilátor	XPVR 225-100/140-1,5-J2 (IE1)	1				•
	Regulátor výkonu	XPFM 1.5 (IP21)	1				
	Snímač tlakové difference	P33 V (20 - 200 Pa)	1				•
	Kukátko/průhledítko	HLED 150	1				•
01.29	Sekce filtru	XPHO 04/D	1	56.9			
	Panel čelní - výstup	XPKE 04/P	1				•
	Montážní sada panelu	XPKE 04/P (MSP)	1				
	Filtrační vložka	XPNH 04/7	1				•
	Snímač tlakové difference	P33 N (30 - 500 Pa)	1				•
01.30	Tlumič vložka	DV 500-450	1	3.1			
01.27	Tlumič vložka	DV 500-450	1	3.1			
01.26	Klapka uzavírací	LK 500-450	1	8.4			
	Servopohon	LM 230A	1				•
01.07	Sekce filtru	XPHO 04/D	1	56.9			
	Panel čelní - vstup	XPKE 04/P	1				•
	Montážní sada panelu	XPKE 04/P (MSP)	1				
	Filtrační vložka	XPNH 04/4	1				•
	Snímač tlakové difference	P33 N (30 - 500 Pa)	1				•
01.08	Sekce ventilátoru	XPAA 04/P-D	1	98.7			
	Panel čelní - výtlač	XPM 04/A	1				•
	Ventilátor	XPVA 200-125/100-1,1-J2 (IE1)	1				•
	Regulátor výkonu	XPFM 1.5 (IP21)	1				
	Snímač tlakové difference	P33 V (20 - 200 Pa)	1				•
01.09	Sekce prázdná	XPJP 04/D	1	52.8			
	Panel čelní - výstup	XPKE 04/P	1				•
	Montážní sada panelu	XPKE 04/P (MSP)	1				
01.25	Tlumič vložka	DV 500-450	1	3.1			
01.XX	Spojovací sada montážní	XPSS 04/M	5	20.0			
01.XX	Základový rám	XPR 04/1000-3	1	18.4			
01.XX	Základový rám	XPR 04/500-3	1	14.4			
01.XX	Základový rám	XPR 04/1250-3	1	24.4			
01.XX	Základový rám	XPR 04/250-3	1	12.4			
01.XX	Základový rám	XPR 04/1250-3	1	24.4			
01.XX	Základový rám	XPR 04/750-3	1	16.4			
01.XX	Základový rám	XPR 04/750-1	1	10.4			

Celková hmotnost zařízení

1014.2 kg

Vysvětlivka*

:

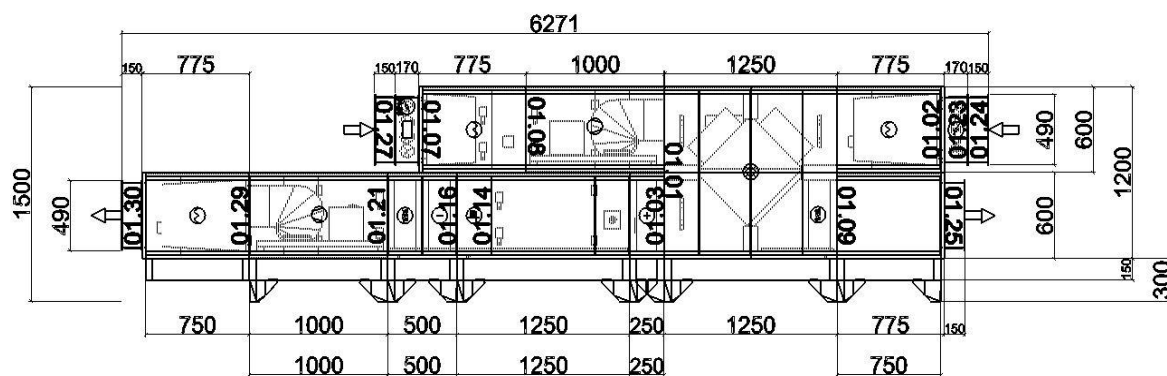
A – zahrnuto v součtu cen vzduchotechniky

B – zahrnuto v součtu cen regulace

C – zabudované příslušenství (uvnitř nebo na komponentu)

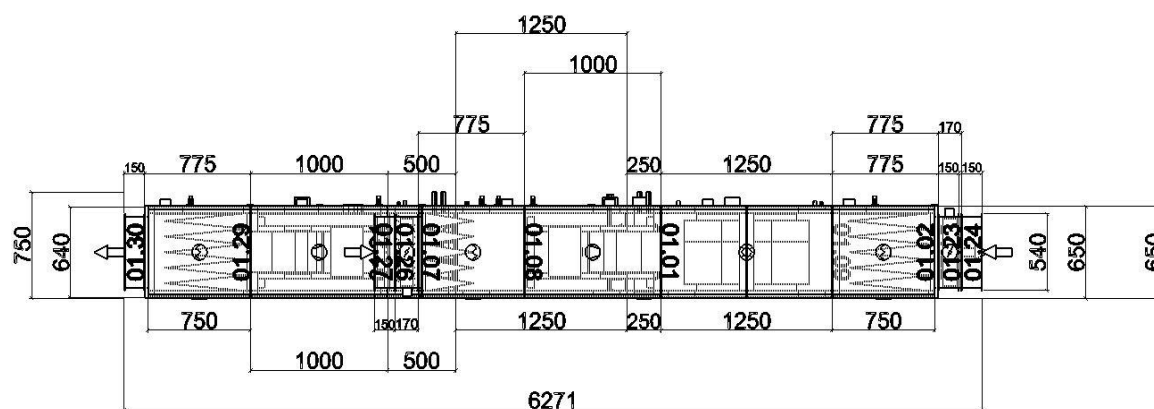
Grafický pohled
 Zařízení
 Obrysové rozměry

Zepředu XZ
 01 - Zařízení č. 1 - sekce 1 + sekce 2
 X = 6271 mm, Y = 1500 mm



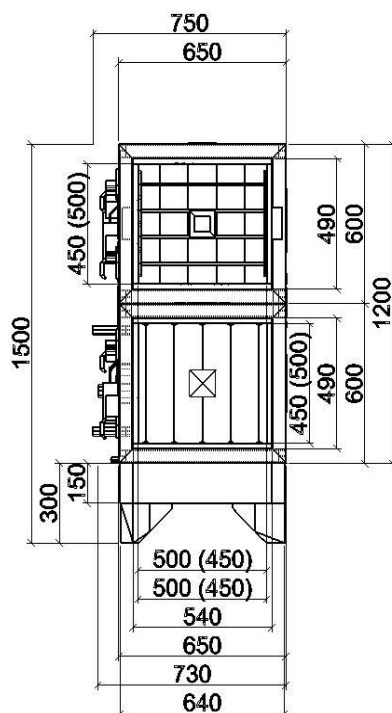
Grafický pohled
 Zařízení
 Obrysové rozměry

Shora XY
 01 - Zařízení č. 1 - sekce 1 + sekce 2
 X = 6271 mm, Y = 750 mm



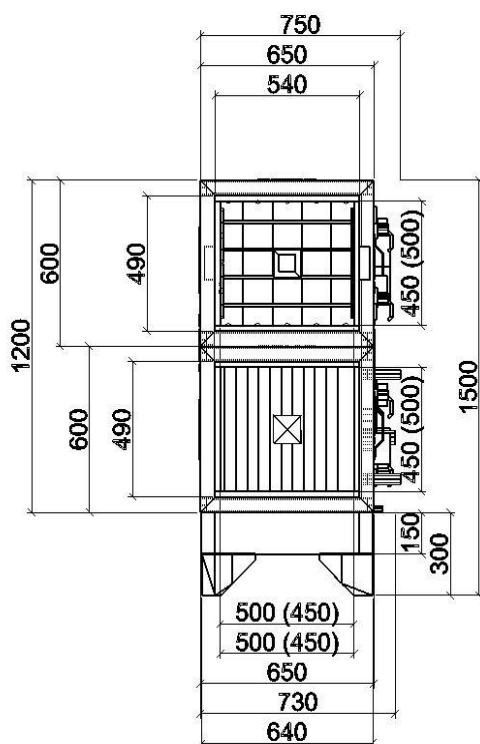
Grafický pohled
 Zařízení
 Obrysové rozměry

Zleva YZ
 01 - Zařízení č. 1 - sekce 1 + sekce 2
 X = 750 mm, Y = 1500 mm



Grafický pohled
 Zařízení
 Obrysové rozměry

Zprava YZ
 01 - Zařízení č. 1 - sekce 1 + sekce 2
 X = 750 mm, Y = 1500 mm



Grafický pohled

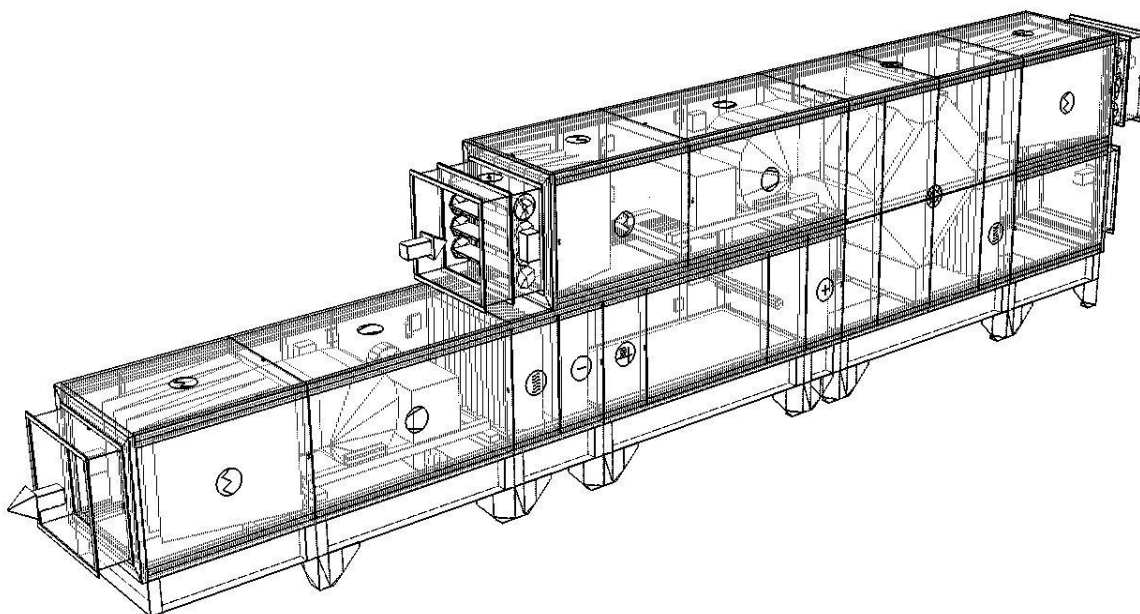
Zařízení

Obrysové rozměry

Axonometrie XYZ zepředu

01 - Zařízení č. 1 - sekce 1 + sekce 2

X = 6271 mm, Y = 750 mm, Z = 1500 mm



Grafický pohled

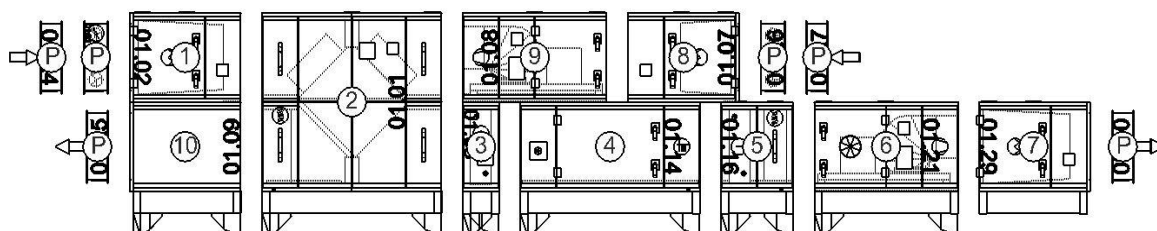
Zařízení

Obrysové rozměry

Bloky

01 - Zařízení č. 1 - sekce 1 + sekce 2

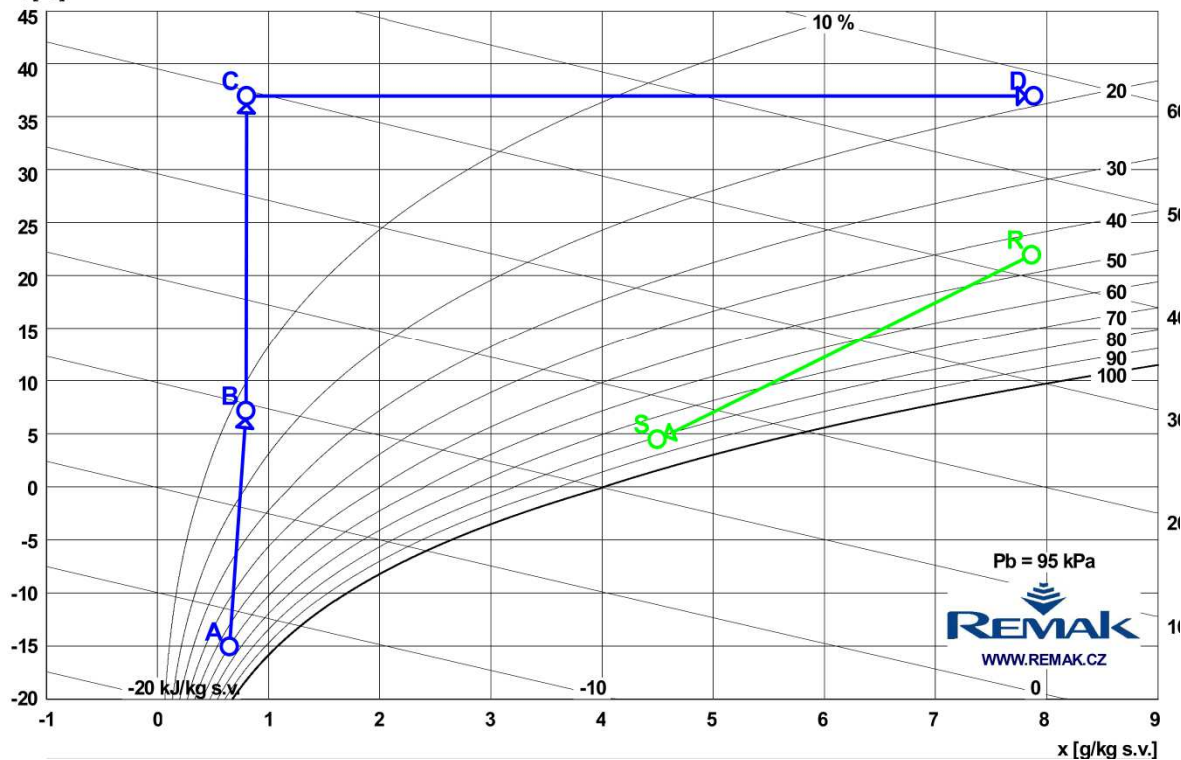
X = 6271 mm, Y = 1500 mm



Psychrometrický diagram

Provozní režim – Zima

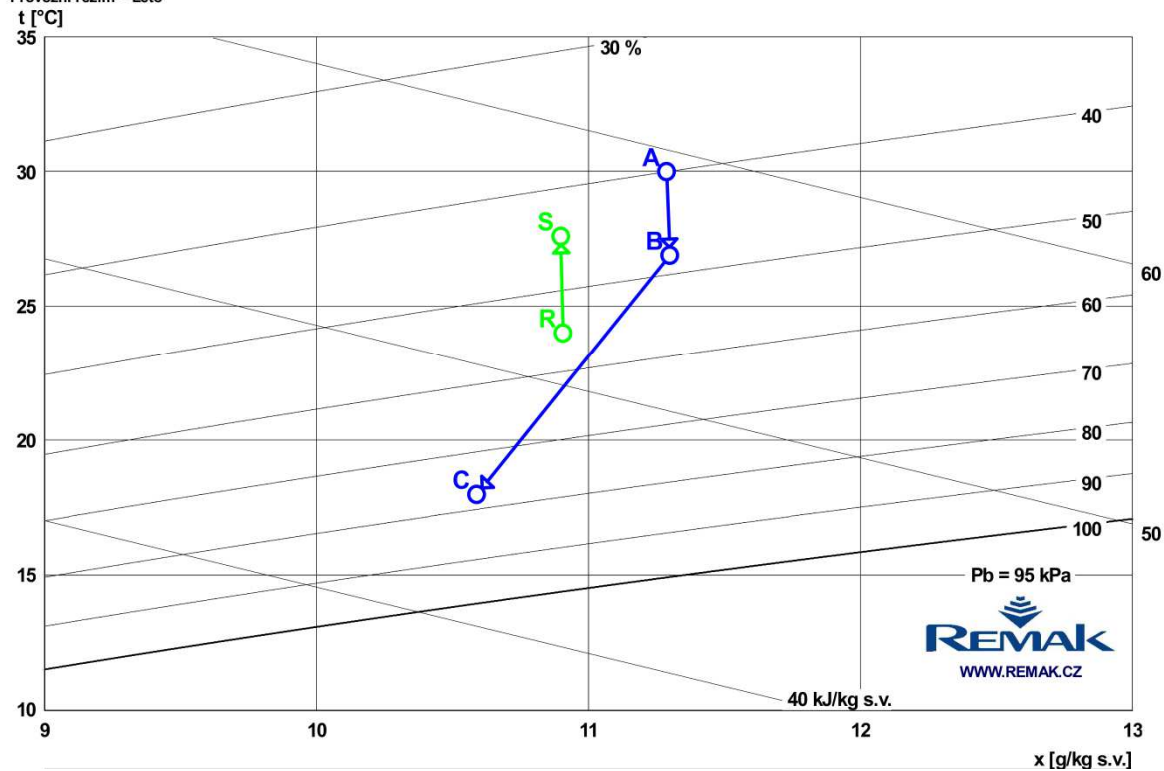
t [°C]



Bod	Pozice	Teplota vzduchu t [°C]	Relativní vlhkost j [%]	Měrná vlhkost x [g/kg]	Entalpie h [kJ/kg]	Hustota r [kg/m ³]
A	01.01	-15.0	60.0	0.6	-13.5	1.28
B		7.2	12.1	0.8	9.3	1.13
C	01.03	37.0	2.0	0.8	39.4	1.07
D	01.14	37.0	19.0	7.9	57.6	1.06
R	01.01	22.0	45.0	7.9	42.2	1.12
S		4.5	80.9	4.5	15.8	1.13

Psychrometrický diagram

Provozní režim – Léto



Bod	Pozice	Teplota vzduchu t [°C]	Relativní vlhkost j [%]	Měrná vlhkost x [g/kg]	Entalpie h [kJ/kg]	Hustota r [kg/m ³]
A	01.01	30.0	40.0	11.3	59.1	1.09
B		26.9	47.9	11.3	56.0	1.13
C	01.16	18.0	77.3	10.6	45.0	1.13
R	01.01	24.0	55.0	10.9	52.0	1.11
S		27.6	44.5	10.9	55.7	1.13

6.2 Zařízení č. 2 - - Sekce 3 + Ordinance 1.10

eREMAK a.s.
Roznov pod Radhostem
Czech Republic
<http://www.remak.cz>



Klimatické a vstupní podmínky (zima/léto)

Teplota vzduchu (venkovní) [°C]	-15 / 30	Teplota z místnosti [°C]	22 / 24
Relativní vlhkost (venkovní) [%]	60 / 40	Relativní vlhkost z místnosti [%]	45 / 55
Tlak vzduchu [kPa]	95 / 95		

Vzduchové parametry zařízení (přívod/odvod)

Skutečný průtok vzduchu [m³/h]	3900 / 3600	Tlaková ztráta komponentů v sestavě [Pa]	644 / 378
Rychlost v průřezu [m/s]	2.39 / 2.20	Výstupní teplota z přívodu (zima/léto) [°C]	23 / 23
Skutečná externí tlaková ztráta (rezerva) [Pa]	331 / 302	Výstupní relativní vlhkost z přívodu (zima/léto) [%]	4 / 60
Rozdíl (k zaregulování) [Pa]	+27 / +45		

Výkonové parametry zařízení (přívod/odvod)*

Dimenzováno na výkonový stupeň ventilátorů	5 / 5	Součtové výkony pro ohřev [kW]	18 / 0
Součtové výkony ventilátorů [kW]	2.75 / 2.06	Součtové výkony pro chlazení [kW]	5 / 0
Specifický výkon zařízení SFP _{E [W.m⁻³.s]}	4440	Výkon zpětného získání tepla [kW]	29

*Návrh s vlivem kondenzace

Hlukové parametry zařízení

Přívod	Hladiny akustického výkonu v oktaóvových pásmech L _{WAokt} [dB(A)] a celková hladina L _{WA} [dB(A)]								L _{WA}
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Vstup	53.2	66.7	72.3	73.7	69.0	65.8	55.4	49.0	77.6
Výstup	59.6	70.8	78.0	82.9	75.7	77.4	68.1	58.3	85.7
Okolí	49.2	56.6	61.2	57.7	54.3	54.6	49.1	39.8	64.9

Odvod	Hladiny akustického výkonu v oktaóvových pásmech L _{WAokt} [dB(A)] a celková hladina L _{WA} [dB(A)]								L _{WA}
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Vstup	58.0	70.4	71.7	70.2	73.6	70.7	67.0	59.6	78.9
Výstup	56.6	67.1	68.5	66.1	70.6	68.7	65.0	56.6	75.9
Okolí	52.0	55.3	54.6	46.2	48.9	47.5	45.7	34.4	60.0

Soupis komponentů zařízení

Pozice	Název komponentu	Typové označení	ks	Hmotnost	Informace*		
					A	B	C
02.05	Sekce filtru	XPHO 06/D	1	65.3			
	Filtrační vložka	XPNH 06/5	1				•
	Snímač tlakové difference	P33 N (30 - 500 Pa)	1				•
02.06	Klapka uzavírací	LKSF 80-50/230	1	11.5			
02.07	Tlumič vložka	DV 80-50	1	4.0			
02.04	Sekce deskového rekuperátoru s by-passem	XPMK 06/BS (SV - 70/R - 56,5)	1	319.9			
	Eliminátor kapek a vana na odvodu	XPNU 06	1				•
	Servopohon klapky obtoku	NM 230A	1				•
	Snímač namrzání	NS 120	1				•
	Souprava pro odvod kondenzátu	XPOK 300	1				
02.03	Sekce ohřivač, chladič, eliminátor	XPQD 06/V	1	103.7			
	Vodní ohřivač	XPNC 06/1R	1				•
	Směšovací uzel	SUMX 1,6 (1)	1				
	Vodní chladič	XPND 06/2R	1				•
	Směšovací uzel chladiče	SUMX 1,6 (2)	1				
	Eliminátor kapek	XPNU 06	1				•
	Protimrazové čidlo	NS 130 R	1				•
	Souprava pro odvod kondenzátu	XPOO 300	1				
02.02	Sekce ventilátoru	XPAA 06/P	1	136.5			
	Panel čelní - výtlač	XPM 06/A	1				•
	Ventilátor	XPVR 225-100/170-3,0-J2 (IE1)	1				•
	Regulátor výkonu	XPFM 3.0 (IP21)	1				
	Snímač tlakové difference	P33 V (20 - 200 Pa)	1				•
	Kukátko/průhledítko	HLED 150	1				•
02.01	Sekce filtru	XPHO 06/D	1	75.3			
	Panel čelní - výstup	XPK 06/P	1				•
	Montážní sada panelu	XPK 06/P (MSP)	1				
	Filtrační vložka	XPNH 06/7	1				•

	Snímač tlakové difference	P33 N (30 - 500 Pa)	1				•
02.12	Tlumič vložka	DV 650-600	1	4.0			
02.14	Tlumič vložka	DV 650-600	1	4.0			
02.13	Klapka uzavírací	LK 650-600	1	13.0			
	Servopohon	NM 230A	1				•
02.09	Sekce filtru	XPHO 06/D	1	75.3			
	Panel čelní - vstup	XPK 06/P	1				•
	Montážní sada panelu	XPK 06/P (MSP)	1				
	Filtrační vložka	XPNH 06/5	1				•
	Snímač tlakové difference	P33 N (30 - 500 Pa)	1				•
02.08	Sekce ventilátoru	XPAA 06/P	1	136.0			
	Panel čelní - výtlak	XPM 06/A	1				•
	Ventilátor	XPVA 250-170/200-2,2-J4 (IE1)	1				•
	Regulátor výkonu	XPFM 2.2 (IP21)	1				
	Snímač tlakové difference	P33 V (20 - 200 Pa)	1				•
	Kukátko/průhledítko	HLED 150	1				•
02.10	Sekce prázdná	XJP 06/D	1	66.0			
	Panel čelní - výstup	XPK 06/P	1				•
	Montážní sada panelu	XPK 06/P (MSP)	1				
02.11	Tlumič vložka	DV 650-600	1	4.0			
02.XX	Spojovací sada montážní	XPSS 06/M	3	15.0			
02.XX	Základový rám	XPR 06/750-3S	1	16.6			
02.XX	Základový rám	XPR 06/1000-3S	1	18.6			
02.XX	Základový rám	XPR 06/750-3S	1	16.6			
02.XX	Základový rám	XPR 06/1500-3S	1	28.6			
02.XX	Základový rám	XPR 06/1000-3S	1	18.6			
02.XX	Základový rám	XPR 06/750-3S	1	16.6			

Celková hmotnost zařízení

1149.1 kg

Vysvětlivka*

:

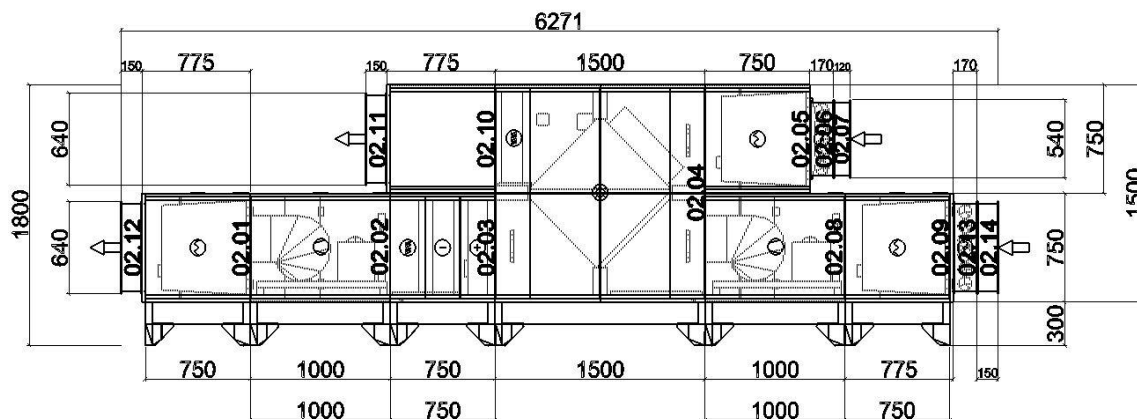
A – zahrnuto v součtu cen vzduchotechniky

B – zahrnuto v součtu cen regulace

C – zabudované příslušenství (uvnitř nebo na komponentu)

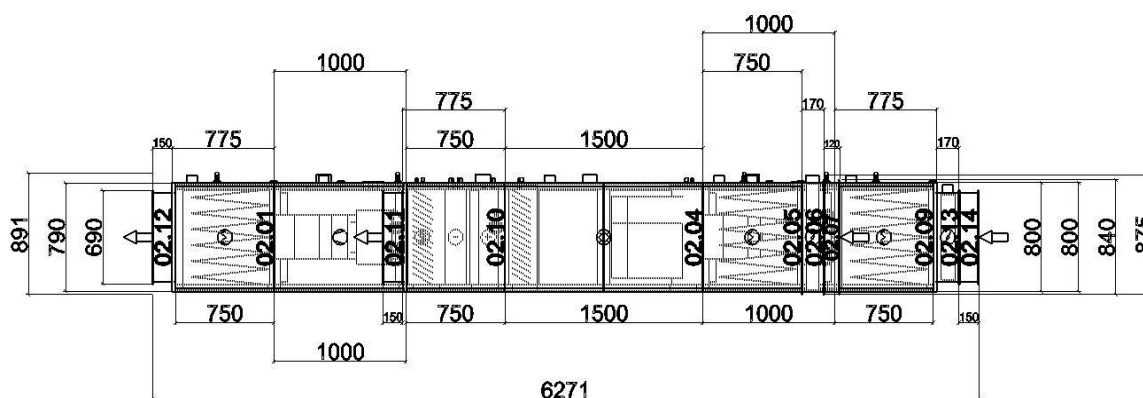
Grafický pohled
 Zařízení
 Obrysové rozměry

Zepředu XZ
 02 - Zařízení č.2 - Sekce 3 + Ordinace 1.10
 X = 6271 mm, Y = 1800 mm



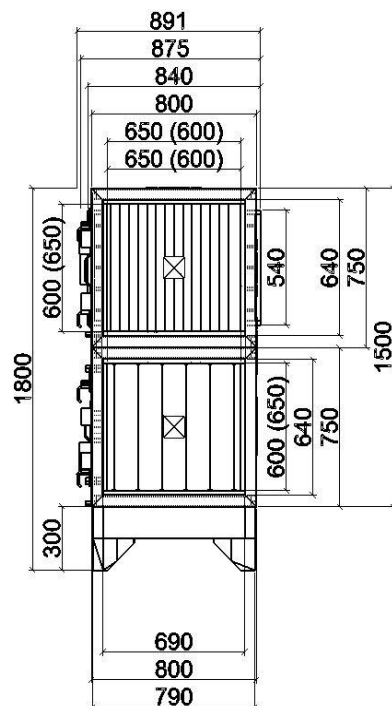
Grafický pohled
 Zařízení
 Obrysové rozměry

Shora XY
 02 - Zařízení č.2 - Sekce 3 + Ordinace 1.10
 X = 6271 mm, Y = 891 mm



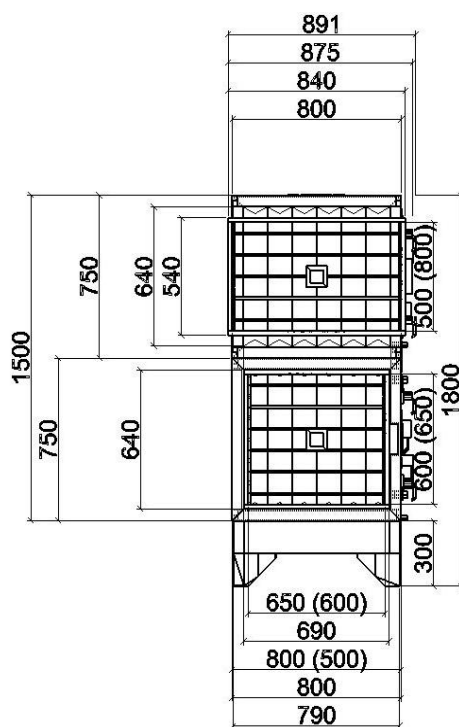
Grafický pohled
 Zařízení
 Obrysové rozměry

Zleva YZ
 02 - Zařízení č.2 - Sekce 3 + Ordinance 1.10
 X = 891 mm, Y = 1800 mm



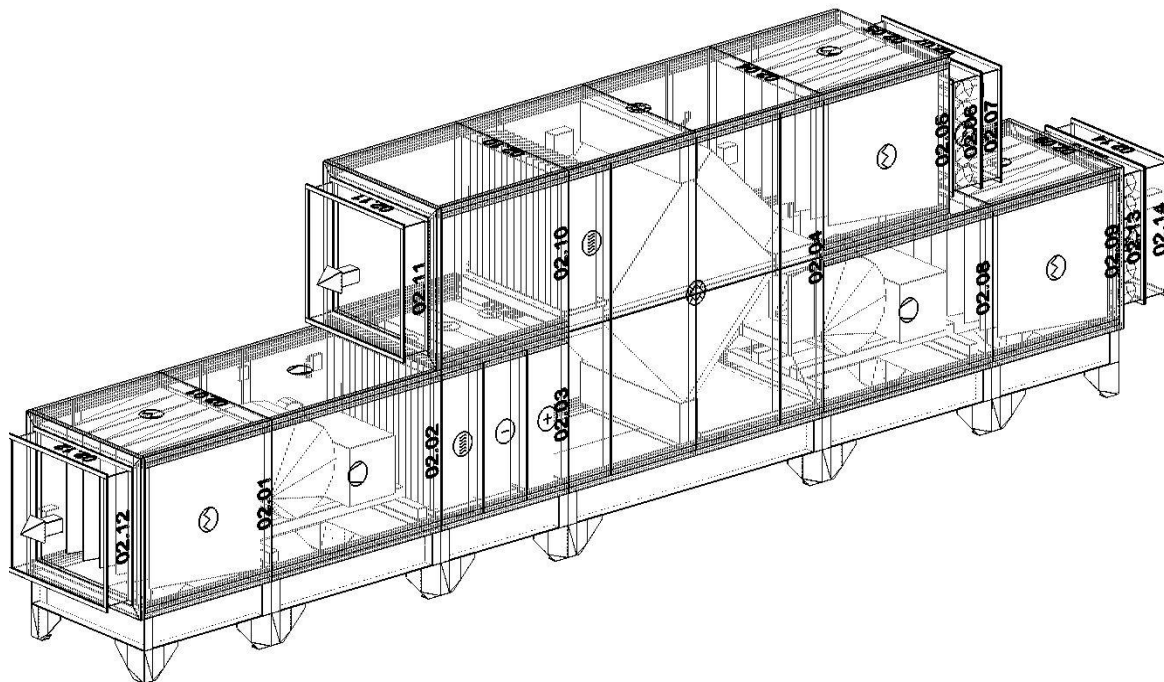
Grafický pohled
 Zařízení
 Obrysové rozměry

Zprava YZ
 02 - Zařízení č.2 - Sekce 3 + Ordinance 1.10
 X = 891 mm, Y = 1800 mm



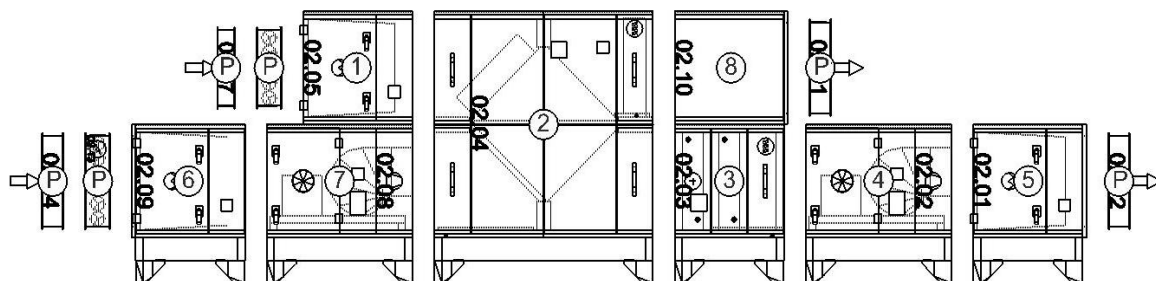
Grafický pohled
 Zařízení
 Obrysové rozměry

Axonometrie XYZ zepředu
 02 - Zařízení č.2 - Sekce 3 + Ordinance 1.10
 X = 6271 mm, Y = 891 mm, Z = 1800 mm



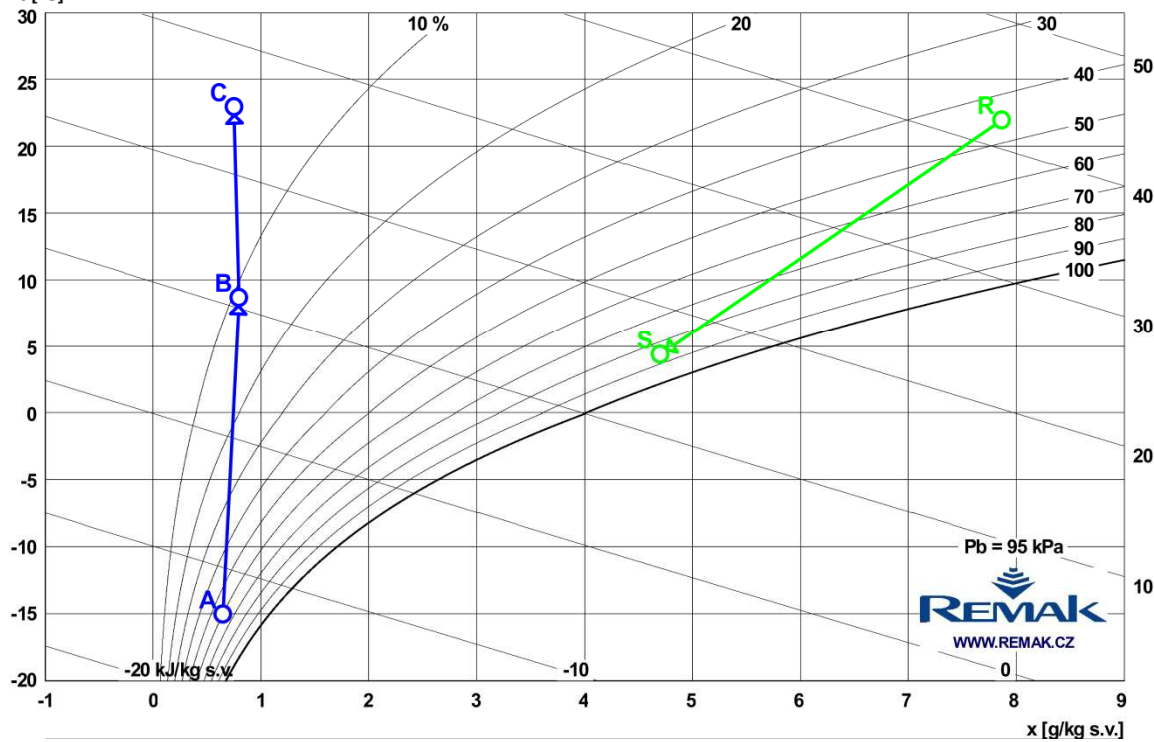
Grafický pohled
 Zařízení
 Obrysové rozměry

Bloky
 02 - Zařízení č.2 - Sekce 3 + Ordinance 1.10
 X = 6271 mm, Y = 1800 mm



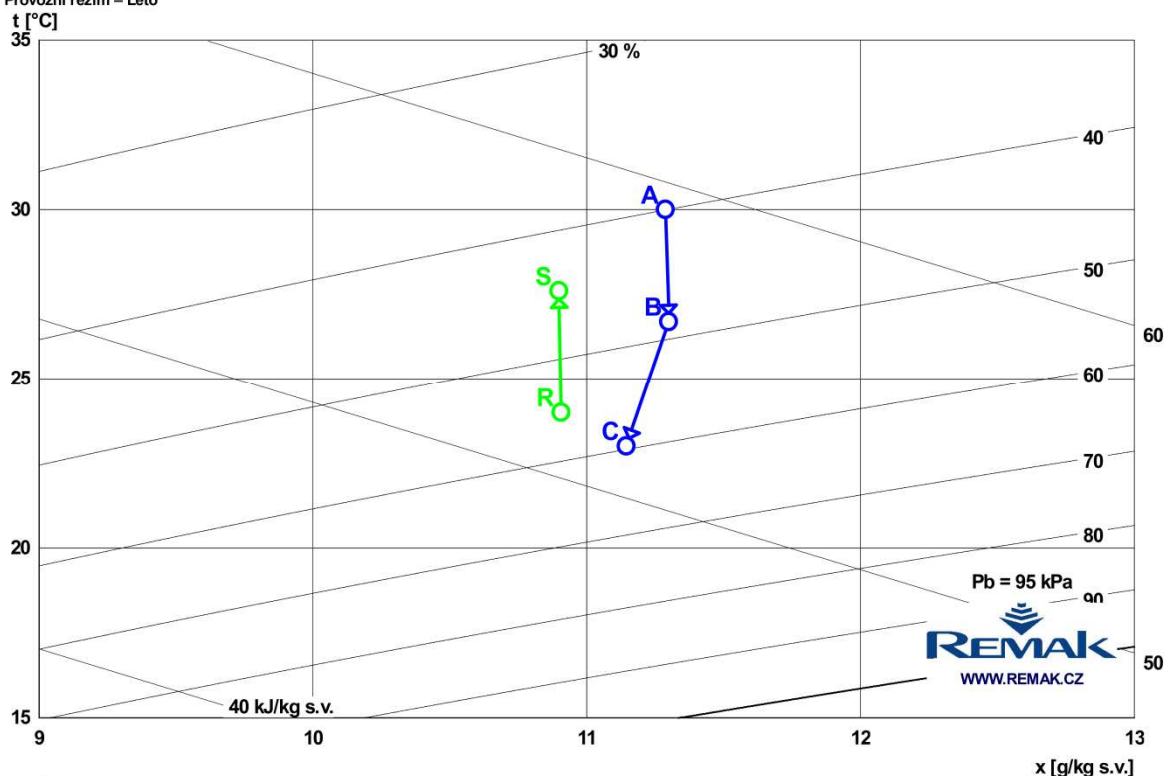
Psychrometrický diagram

Provozní režim – Zima
t [°C]



Bod	Pozice	Teplota vzduchu t [°C]	Relativní vlhkost j [%]	Měrná vlhkost x [g/kg]	Entalpie h [kJ/kg]	Hustota r [kg/m ³]
A	02.04	-15.0	60.0	0.6	-13.5	1.28
B		8.7	10.2	0.8	10.8	1.13
C	02.03	23.0	4.1	0.8	25.1	1.12
R	02.04	22.0	45.0	7.9	42.2	1.12
S		4.4	84.6	4.7	16.2	1.13

Provozní režim – Léto



Bod	Pozice	Teplota vzduchu t [°C]	Relativní vlhkost j [%]	Měrná vlhkost x [g/kg]	Entalpie h [kJ/kg]	Hustota ρ [kg/m ³]
A	02.04	30.0	40.0	11.3	59.1	1.09
B		26.7	48.5	11.3	55.8	1.13
C	02.03	23.0	59.7	11.1	51.6	1.11
R	02.04	24.0	55.0	10.9	52.0	1.11
S		27.6	44.4	10.9	55.7	1.13

6.3 Zařízení č. 3 - Ordinance 1.10, 1.12 + chodba 1.11

eREMAK a.s.
Roznov pod Radhostem
Czech Republic
<http://www.remak.cz>



Klimatické a vstupní podmínky (zima/léto)

Teplota vzduchu (venkovní) [°C]	-15 / 30	Teplota z místnosti [°C]	22 / 24
Relativní vlhkost (venkovní) [%]	60 / 40	Relativní vlhkost z místnosti [%]	45 / 55
Tlak vzduchu [kPa]	95 / 95		

Vzduchové parametry zařízení (přívod/odvod)

Skutečný průtok vzduchu [m³/h]	3600 / 3600	Tlaková ztráta komponentů v sestavě [Pa]	549 / 328
Rychlost v průřezu [m/s]	2.20 / 2.20	Výstupní teplota z přívodu (zima/léto) [°C]	23 / 23
Skutečná externí tlaková ztráta (rezerva) [Pa]	531 / 352	Výstupní relativní vlhkost z přívodu (zima/léto) [%]	4 / 60
Rozdíl (k zaregulování) [Pa]	+151 / +33		

Výkonové parametry zařízení (přívod/odvod)*

Dimenzováno na výkonový stupeň ventilátorů	5 / 5	Součtové výkony pro ohřev [kW]	18 / 0
Součtové výkony ventilátorů [kW]	3.15 / 1.99	Součtové výkony pro chlazení [kW]	5 / 0
Specifický výkon zařízení SFP _E [W.m ⁻³ .s]	5137	Výkon zpětného získání tepla [kW]	26

*Návrh s vlivem kondenzace

Hlukové parametry zařízení

Přívod	Hladiny akustického výkonu v oktaóvových pásmech L _{WAokt} [dB(A)] a celková hladina L _{WA} [dB(A)]								
	Oktávové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Vstup		56.1	66.6	78.2	78.3	75.2	75.6	71.5	65.7
Výstup		56.9	64.5	74.6	71.7	67.8	64.7	56.5	50.7
Okolí		50.1	51.5	61.1	54.3	50.5	52.4	50.2	40.5

Odvod	Hladiny akustického výkonu v oktaóvových pásmech L _{WAokt} [dB(A)] a celková hladina L _{WA} [dB(A)]								
	Oktávové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Vstup		57.0	67.4	67.7	64.2	67.6	63.7	59.0	51.6
Výstup		58.6	71.1	73.5	73.1	78.6	77.7	75.0	67.6
Okolí		52.0	55.3	54.6	46.2	48.9	47.5	45.7	34.4

Soupis komponentů zařízení

Pozice	Název komponentu	Typové označení	ks	Hmotnost	Informace*		
					A	B	C
03.12	Klapka uzavírací	LK 650-600	1	13.0			
	Servopohon	NM 230A	1				
03.13	Tlumič vložka	DV 650-600	1	4.0			
03.10	Sekce filtru	XPHO 06/D	1	75.3			
	Panel čelní - vstup	XPK 06/P	1				
	Montážní sada panelu	XPK 06/P (MSP)	1				
	Filtrační vložka	XPNH 06/5	1				
	Snímač tlakové difference	P33 N (30 - 500 Pa)	1				
03.09	Sekce ventilátoru	XPAA 06/P	1	140.0			
	Panel čelní - výtlak	XPM 06/A	1				
	Ventilátor	XPVA 225-160/140-3,0-J2 (IE2)	1				
	Regulátor výkonu	XPFM 3.0 (IP21)	1				
	Snímač tlakové difference	P33 V (20 - 200 Pa)	1				
	Kukátko/průhledítko	HLED 150	1				
	Vnitřní osvětlení	SVT	1				
03.01	Sekce deskového rekuperátoru s by-passem	XPMK 06/BP (SV - 70/X - 56,5)	1	314.4			
	Eliminátor kapek a vana na odvodu	XPNU 06	1				
	Servopohon klapky obtoku	NM 230A	1				
	Snímač namrzání	NS 120	1				
	Souprava pro odvod kondenzátu	XPOK 300	1				
03.17	Sekce ohříváč, chladič, eliminátor	XPQD 06/V	1	103.7			
	Vodní ohříváč	XPNC 06/1R	1				
	Směšovací uzel	SUMX 1,6 (1)	1				
	Vodní chladič	XPND 06/2R	1				
	Směšovací uzel chladiče	SUMX 1,6 (3)	1				
	Eliminátor kapek	XPNU 06	1				
	Protimrazové čidlo	NS 130 R	1				
	Souprava pro odvod kondenzátu	XPOO 300	1				
03.18	Sekce filtru	XPHO 06/D	1	75.3			
	Panel čelní - výstup	XPK 06/P	1				

	Montážní sada panelu	XPB 06/P (MSP)	1				
	Filtrační vložka	XPNH 06/7	1				•
	Snímač tlakové difference	P33 N (30 - 500 Pa)	1				•
03.19	Tlumič vložka	DV 650-600	1	4.0			
03.04	Tlumič vložka	DV 650-600	1	4.0			
03.03	Klapka uzavírací	LK 650-600	1	13.0			
	Servopohon	NM 230A	1				•
03.02	Sekce filtru	XPHO 06/D	1	75.3			
	Panel čelní - vstup	XPB 06/P	1				•
	Montážní sada panelu	XPB 06/P (MSP)	1				
	Filtrační vložka	XPNH 06/5	1				•
	Snímač tlakové difference	P33 N (30 - 500 Pa)	1				•
03.14	Sekce ventilátoru	XPAA 06/P	1	137.0			
	Panel čelní - výtlak	XPM 06/A	1				•
	Ventilátor	XPVA 250-170/200-2,2-J4 (IE2)	1				•
	Regulátor výkonu	XPFM 2.2 (IP21)	1				
	Snímač tlakové difference	P33 V (20 - 200 Pa)	1				•
	Kukátko/průhledítko	HLED 150	1				•
03.20	Sekce prázdná	XPJP 06/D	1	66.0			
	Panel čelní - výstup	XPB 06/P	1				
	Montážní sada panelu	XPB 06/P (MSP)	1				•
03.21	Tlumič vložka	DV 650-600	1	4.0			
03.XX	Spojovací sada montážní	XPSS 06/M	3	15.0			
03.XX	Základový rám	XPR 06/1500-3S	1	28.6			
03.XX	Základový rám	XPR 06/750-3S	1	16.6			
03.XX	Základový rám	XPR 06/1000-3S	1	18.6			
03.XX	Základový rám	XPR 06/750-3S	1	16.6			
03.XX	Základový rám	XPR 06/750-3S	1	16.6			

Celková hmotnost zařízení

1141.0 kg

Vysvětlivka*

:

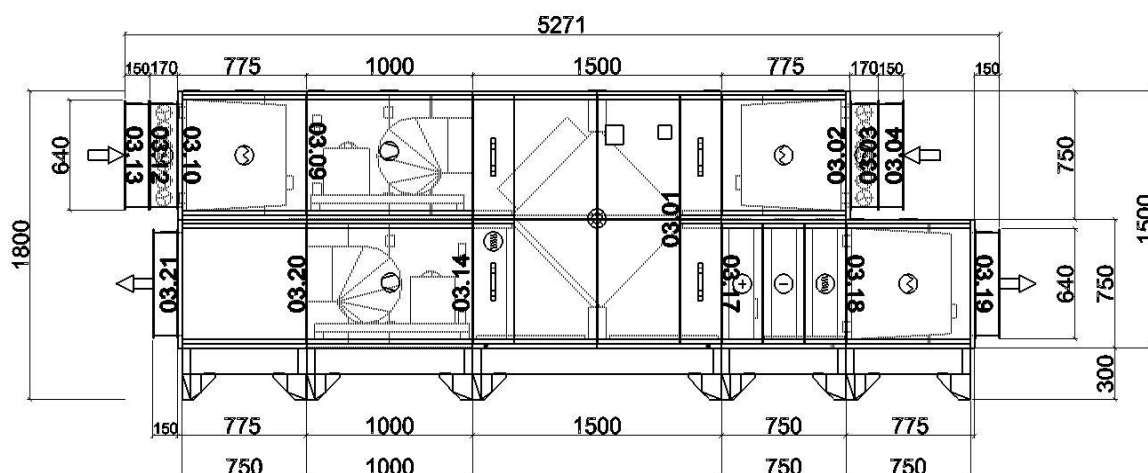
A – zahrnuto v součtu cen vzduchotechniky

B – zahrnuto v součtu cen regulace

C – zabudované příslušenství (uvnitř nebo na komponentu)

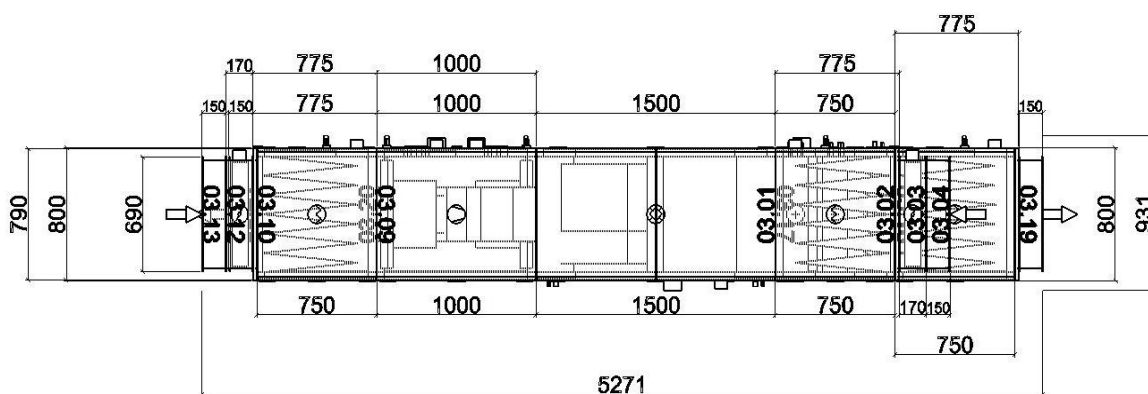
Grafický pohled
 Zařízení
 Obrysové rozměry

Zepředu XZ
 03 - Zařízení č. 3 - Ordinace 1.10, 1.12 + chodba 1.11
 X = 5271 mm, Y = 1800 mm



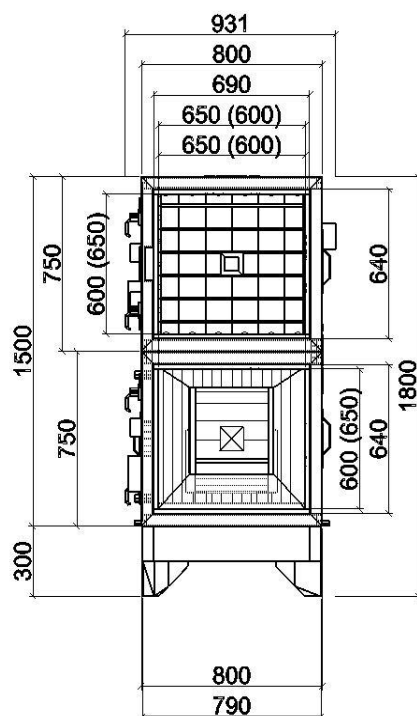
Grafický pohled
 Zařízení
 Obrysové rozměry

Shora XY
 03 - Zařízení č. 3 - Ordinace 1.10, 1.12 + chodba 1.11
 X = 5271 mm, Y = 931 mm



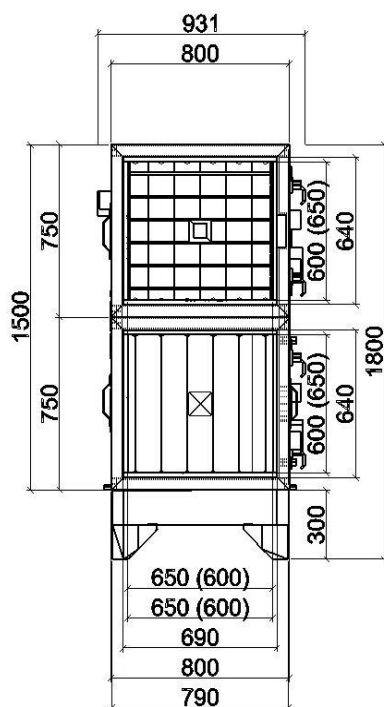
Zleva YZ

03 - Zařízení č. 3 - Ordinance 1.10, 1.12 + chodba 1.11
X = 931 mm, Y = 1800 mm



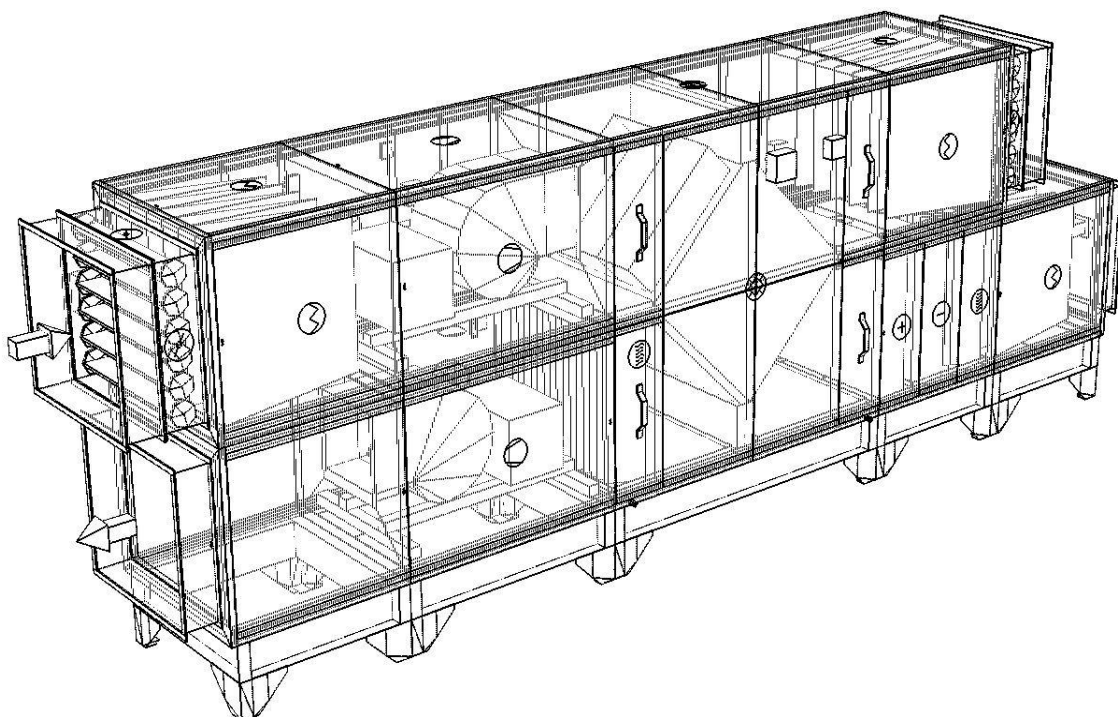
Zprava YZ

03 - Zařízení č. 3 - Ordinace 1.10, 1.12 + chodba 1.11
X = 931 mm, Y = 1800 mm



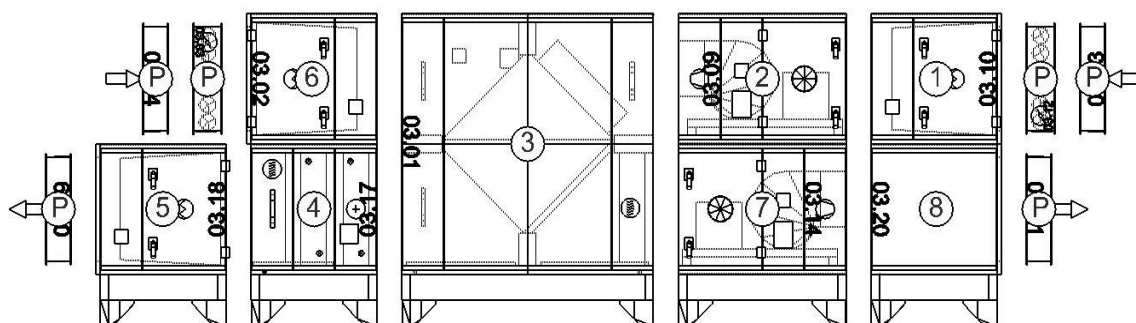
Grafický pohled
 Zařízení
 Obrysové rozměry

Axonometrie XYZ zepředu
 03 - Zařízení č. 3 - Ordinance 1.10, 1.12 + chodba 1.11
 X = 5271 mm, Y = 931 mm, Z = 1800 mm



Grafický pohled
 Zařízení
 Obrysové rozměry

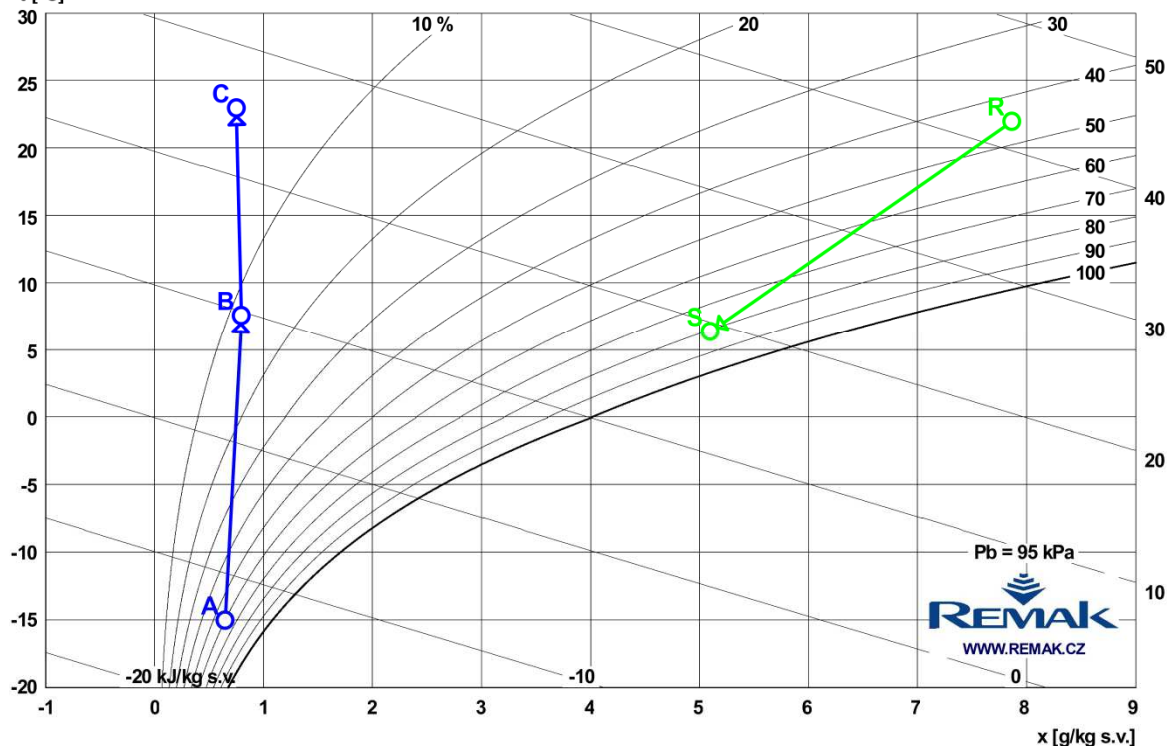
Bloky
 03 - Zařízení č. 3 - Ordinance 1.10, 1.12 + chodba 1.11
 X = 5271 mm, Y = 1800 mm



Psychrometrický diagram

Provozní režim – Zima

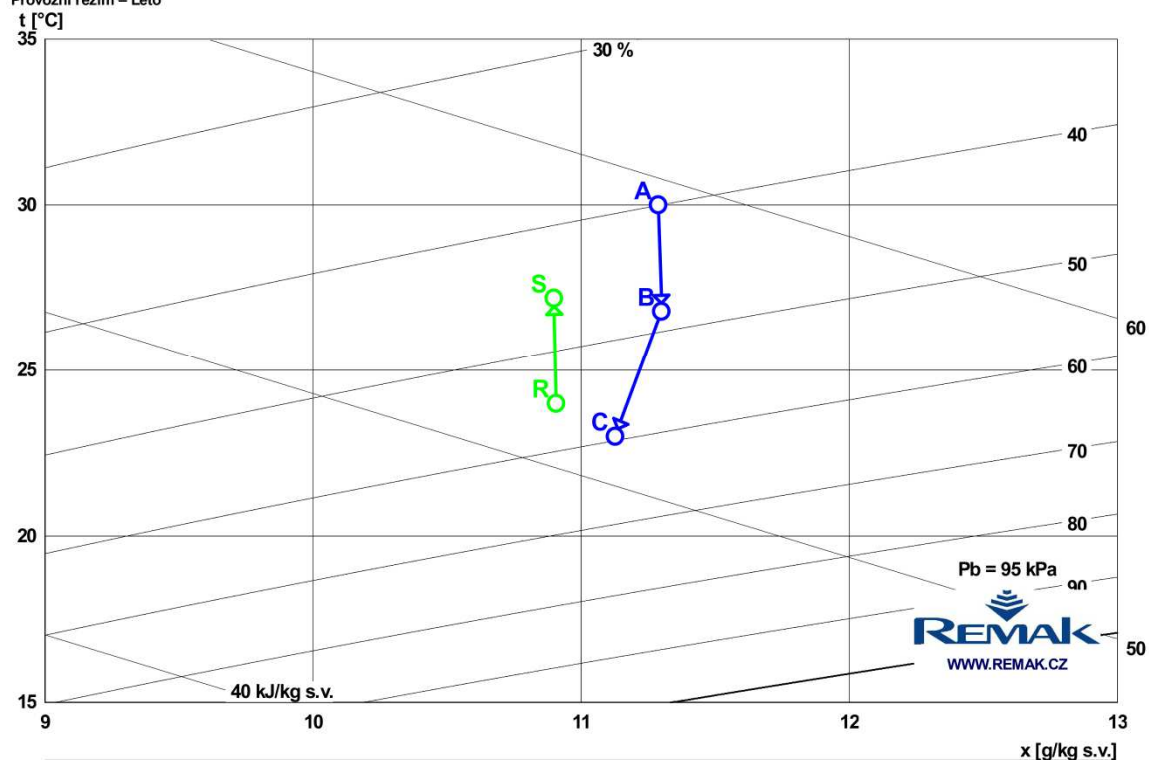
t [°C]



Bod	Pozice	Teplota vzduchu	Relativní vlhkost	Měrná vlhkost	Entalpie	Hustota
		t [°C]	j [%]	x [g/kg]	h [kJ/kg]	r [kg/m ³]
A	03.01	-15.0	60.0	0.6	-13.5	1.28
B		7.6	11.0	0.8	9.7	1.13
C	03.17	23.0	4.1	0.8	25.1	1.12
R	03.01	22.0	45.0	7.9	42.2	1.12
S		6.4	80.6	5.1	19.3	1.13

Psychrometrický diagram

Provozní režim – Léto



Bod	Pozice	Teplota vzduchu t [°C]	Relativní vlhkost j [%]	Měrná vlhkost x [g/kg]	Entalpie h [kJ/kg]	Hustota r [kg/m ³]
A	03.01	30.0	40.0	11.3	59.1	1.09
B		26.8	48.2	11.3	55.9	1.13
C	03.17	23.0	59.6	11.1	51.5	1.11
R	03.01	24.0	55.0	10.9	52.0	1.11
S		27.2	45.4	10.9	55.3	1.13

Podrobný popis všech VZT zařízení je přiložen v příloze.

6.4 Jednotky FCU

a) Sekce 3

Vstupní údaje:

$$t_e = 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$h_e = 56,1 \text{ kJ/kg}$$

$$t_i = 24 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\varphi_i = 55 \%$$

$$\text{Tepelná zátěž } Q_l = 3,43 \text{ kW}$$

$$\text{Vlhkostní zátěž } M_w = n \cdot q_{lm} = 30 \cdot 60 = 1800 \text{ g/h} = 0,5 \text{ g/s}$$

$$\text{Teplotní spád FCU: } 5/12 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Průtok primárního vzduchu } V_{VZT} = 1500 \text{ m}^3/\text{h} = 0,417 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Střední povrchová teplota chladiče } t_{r,VZT} = t_{r,FCU} = 8,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Teplota přívodního vzduchu FCU} = 18 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Výpočet:

$$\text{Chladicí výkon primárního vzduchu } Q_{VZT} = 0 \text{ kW}$$

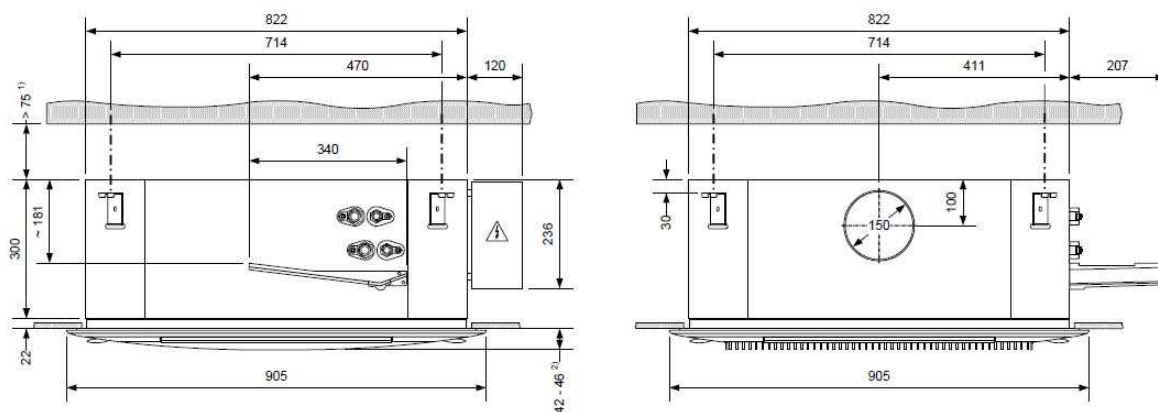
$$\text{Odvlhčení prim. vzduchem: } \Delta x_{VZT} = M_w / (V_{VZT} \cdot \rho) = 0,5 / (0,417 \cdot 1,2) = 1,00 \text{ g/kg}$$

$$\text{Chladicí výkon příváděného vzduchu } Q_{FCU} = 3,43 \text{ kW}$$

$$\text{Oběhový průtok vzduchu FCU: } V_{FCU} = Q_l / (\rho \cdot c \cdot \Delta t) = 3430 / (1,2 \cdot 1010 \cdot 6) = 1700 \text{ m}^3/\text{h}$$

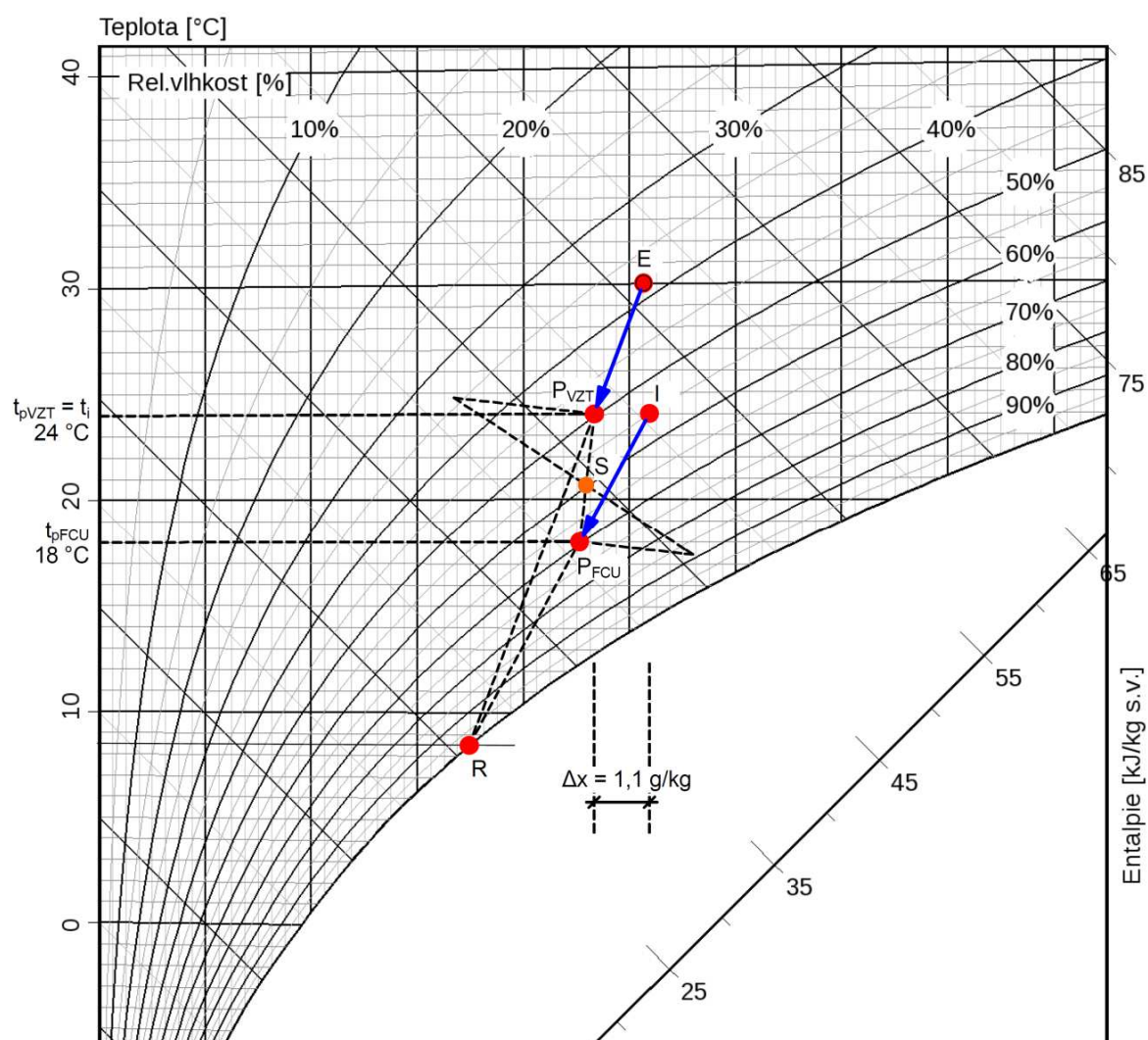
$$\text{Návrh- 3x FCU GEA Cassette-Geko – Big Single, výkonová řada 1 - V = 620 m}^3/\text{h}$$

$$\text{Skutečný chladicí výkon FCU: } Q = 3 \cdot ((620/3600) \cdot 1,2 \cdot 1010 \cdot (24 - 18)) = 3,76 \text{ kW}$$



Obrázek 29 - Rozměry jednotky Gea Cassette Geko - Big Single [13]

Zakreslení do hx – diagramu:



Obrázek 30 - Změny stavu vzduchu v hx diagramu

b) Místnost č. 101 - Ordinace

Vstupní údaje:

$$t_e = 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$h_e = 56,1 \text{ kJ/kg}$$

$$t_i = 24 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\varphi_i = 55 \%$$

$$\text{Tepelná zátěž } Q_l = 6,41 \text{ kW}$$

$$\text{Vlhkostní zátěž } M_w = n \cdot q_{lm} = 30 \cdot 60 = 1800 \text{ g/h} = 0,5 \text{ g/s}$$

$$\text{Teplotní spád FCU: } 5/12 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Průtok primárního vzduchu } V_{VZT} = 1800 \text{ m}^3/\text{h} = 0,5 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Střední povrchová teplota chladiče } t_{r,VZT} = t_{r,FCU} = 8,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Teplota přívodního vzduchu FCU} = 18 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Výpočet:

$$\text{Chladicí výkon primárního vzduchu } Q_{VZT} = 0 \text{ kW}$$

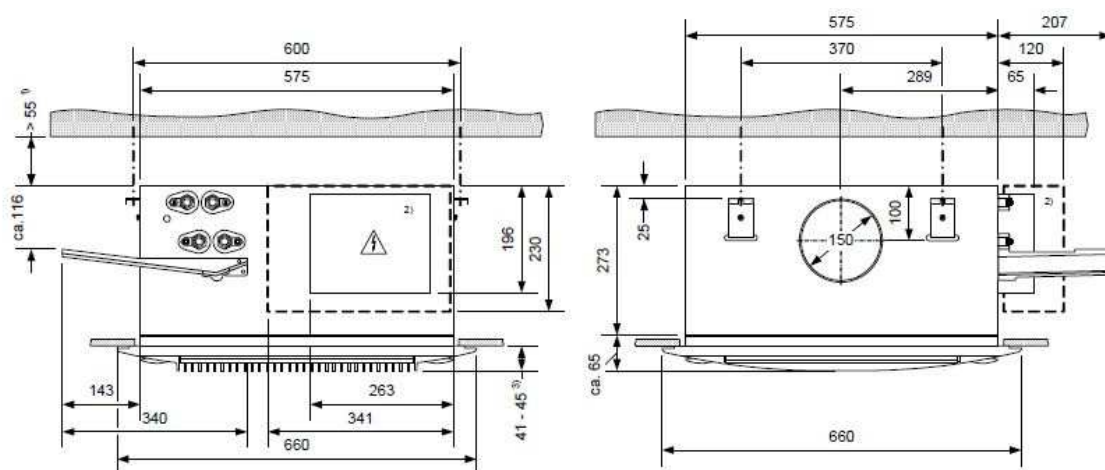
$$\text{Odvlhčení prim. vzduchem: } \Delta x_{VZT} = M_w / (V_{VZT} \cdot \rho) = 0,5 / (0,5 \cdot 1,2) = 0,83 \text{ g/kg}$$

$$\text{Chladicí výkon přiváděného vzduchu } Q_{FCU} = 6,41 \text{ kW}$$

$$\text{Oběhový průtok vzduchu FCU: } V_{FCU} = Q_l / (\rho \cdot c \cdot \Delta t) = 6410 / (1,2 \cdot 1010 \cdot 6) = 3170 \text{ m}^3/\text{h}$$

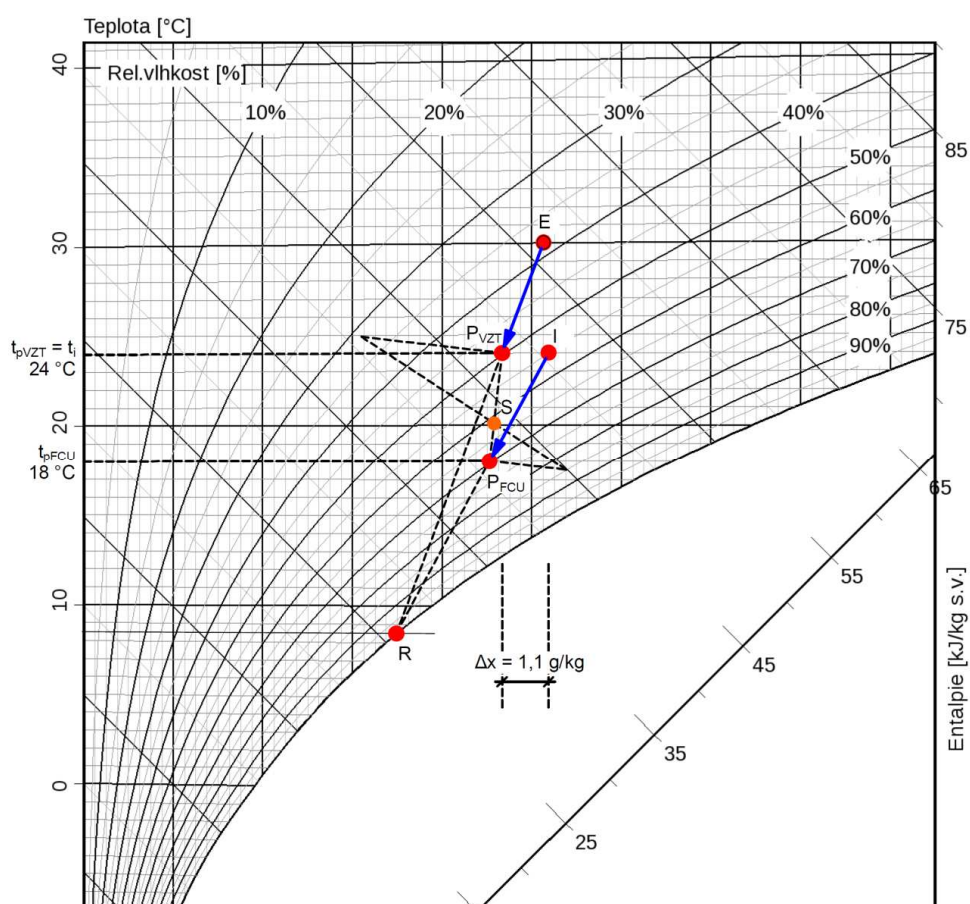
$$\text{Návrh- 10x FCU GEA Cassette-Geko – Single, výkonová řada 1 - V = 330 m}^3/\text{h}$$

$$\text{Skutečný chladicí výkon FCU: } Q = 10 \cdot ((330/3600) \cdot 1,2 \cdot 1010 \cdot (24 - 18)) = 6,67 \text{ kW}$$



Obrázek 31 - Rozměry jednotky Gea Cassette Geko – Single [13]

Zakreslení do hx – diagramu:



Obrázek 32 - Změny stavu vzduchu v hx diagramu

c) Místnost č. 110 - Ordinace

Vstupní údaje:

$$t_e = 30 \text{ °C}$$

$$h_e = 56,1 \text{ kJ/kg}$$

$$t_i = 24 \text{ °C}$$

$$\varphi_i = 55 \%$$

$$\text{Tepelná zátěž } Q_l = 4,99 \text{ kW}$$

$$\text{Vlhkostní zátěž } M_w = n \cdot q_{lm} = 12 \cdot 60 = 720 \text{ g/h} = 0,2 \text{ g/s}$$

$$\text{Teplotní spád FCU: } 5/12 \text{ °C}$$

$$\text{Průtok primárního vzduchu } V_{VZT} = 1500 \text{ m}^3/\text{h} = 0,417 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Střední povrchová teplota chladiče } t_{r,VZT} = t_{r,FCU} = 8,5 \text{ °C}$$

$$\text{Teplota přívodního vzduchu FCU} = 18 \text{ °C}$$

Výpočet:

$$\text{Chladicí výkon primárního vzduchu } Q_{VZT} = 0 \text{ kW}$$

$$\text{Odvlhčení prim. vzduchem: } \Delta x_{VZT} = M_w / (V_{VZT} \cdot \rho) = 0,2 / (0,417 \cdot 1,2) = 0,4 \text{ g/kg}$$

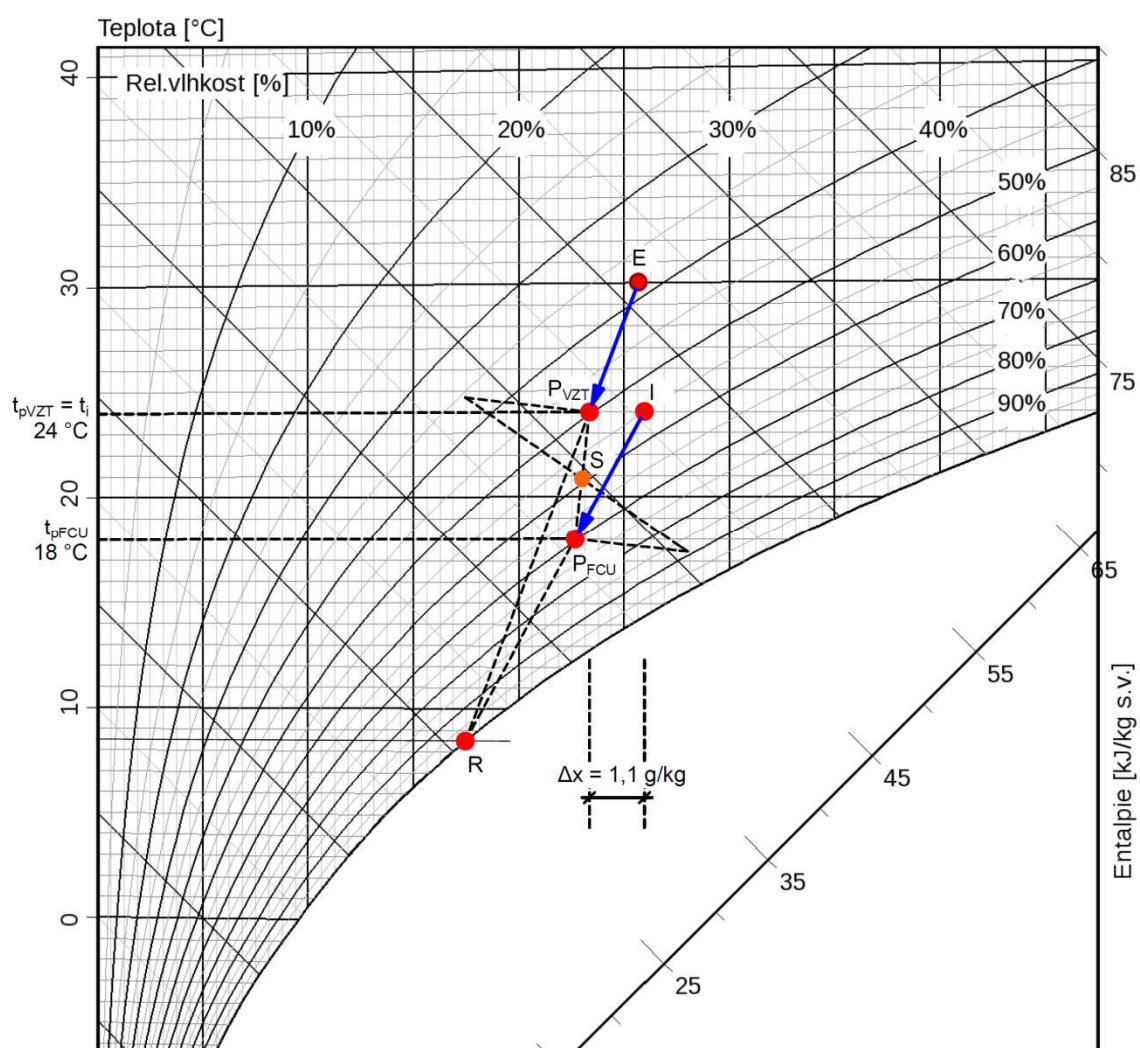
$$\text{Chladicí výkon přiváděného vzduchu } Q_{FCU} = 4,99 \text{ kW}$$

$$\text{Oběhový průtok vzduchu FCU: } V_{FCU} = Q_l / (\rho \cdot c \cdot \Delta t) = 4990 / (1,2 \cdot 1010 \cdot 6) = 2470 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Návrh- 4x FCU GEA Cassette-Geko – BiG Single, výkonová řada 1 - } V = 620 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Skutečný chladicí výkon FCU: } Q = 4 \cdot ((620/3600) \cdot 1,2 \cdot 1010 \cdot (24 - 18)) = 5,00 \text{ kW}$$

Zakreslení do hx – diagramu:



Obrázek 33 - Změny stavu vzduchu v hx diagramu

d) Místnost č. 112 - Ordinace

Vstupní údaje:

$$t_e = 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$h_e = 56,1 \text{ kJ/kg}$$

$$t_i = 24 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\varphi_i = 55 \%$$

$$\text{Tepelná zátěž } Q_l = 3,80 \text{ kW}$$

$$\text{Vlhkostní zátěž } M_w = n \cdot q_{lm} = 20 \cdot 60 = 1200 \text{ g/h} = 0,333 \text{ g/s}$$

$$\text{Teplotní spád FCU: } 5/12 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Průtok primárního vzduchu } V_{VZT} = 1500 \text{ m}^3/\text{h} = 0,417 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Střední povrchová teplota chladiče } t_{r,VZT} = t_{r,FCU} = 8,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Teplota přívodního vzduchu FCU} = 18 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Výpočet:

$$\text{Chladicí výkon primárního vzduchu } Q_{VZT} = 0 \text{ kW}$$

$$\text{Odvlhčení prim. vzduchem: } \Delta x_{VZT} = M_w / (V_{VZT} \cdot \rho) = 0,333 / (0,417 \cdot 1,2) = 0,667 \text{ g/kg}$$

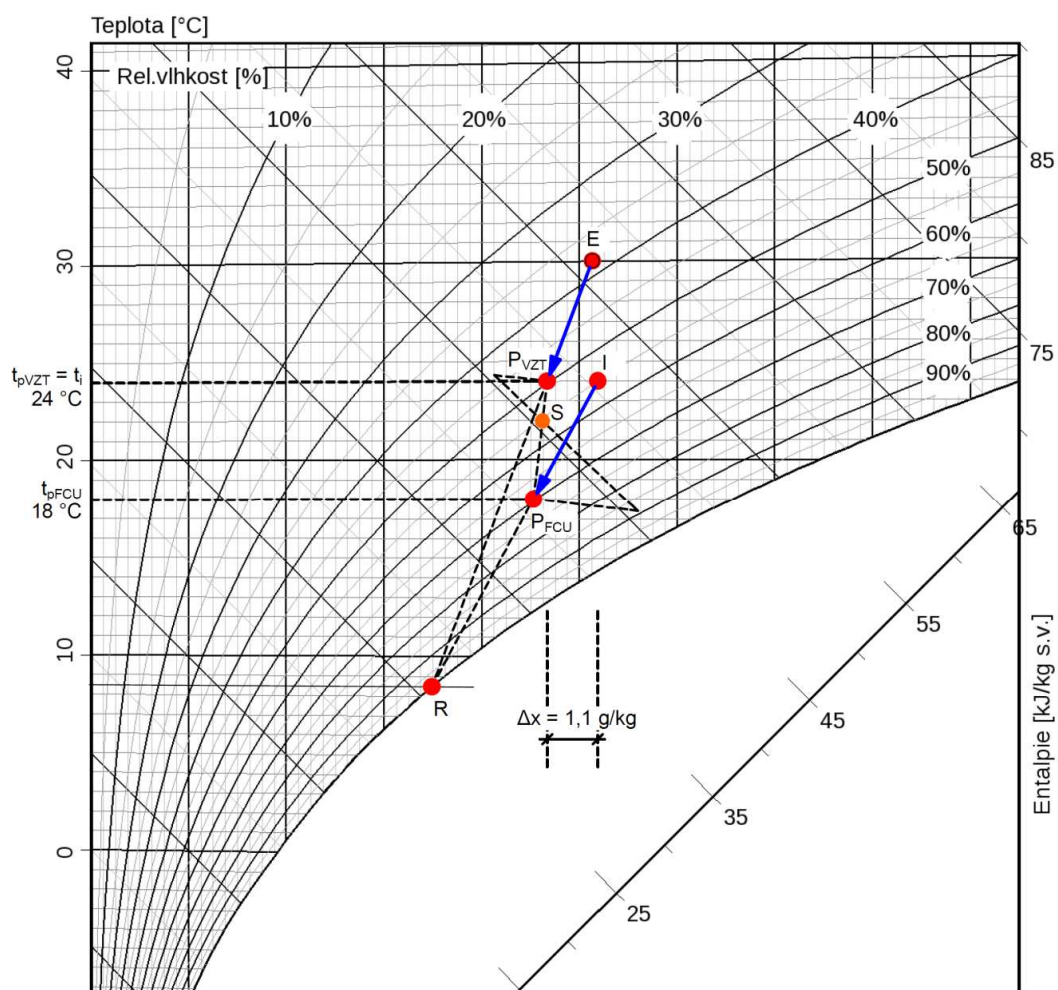
$$\text{Chladicí výkon přiváděného vzduchu } Q_{FCU} = 3,80 \text{ kW}$$

$$\text{Oběhový průtok vzduchu FCU: } V_{FCU} = Q_l / (\rho \cdot c \cdot \Delta t) = 3800 / (1,2 \cdot 1010 \cdot 6) = 1850 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Návrh- 3x FCU GEA Cassette-Geko – BiG Single, výkonová řada 1 - } V = 620 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Skutečný chladicí výkon FCU: } Q = 3 \cdot ((620/3600) \cdot 1,2 \cdot 1010 \cdot (24 - 18)) = 3,80 \text{ kW}$$

Zakreslení do hx – diagramu:



Obrázek 34 - Změny stavu vzduchu v hx diagramu

Shrnutí:

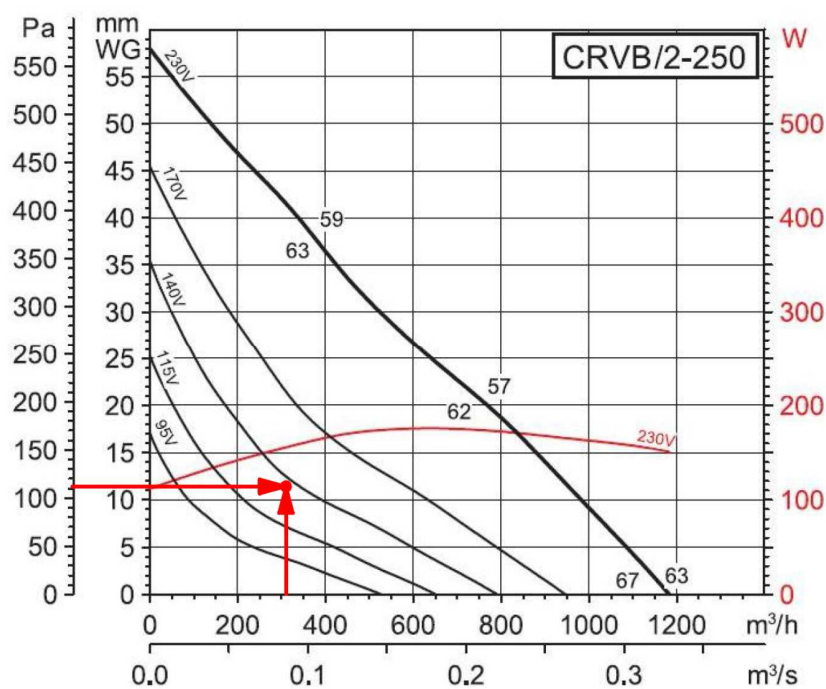
Č.M	Účel	Typ FCU	Výkonová řada	ks	Objemový průtok vzduchu [m ³ /h]	Celkový chladicí výkon [kW]	Akustický výkon [dB(A)]	Tlaková ztráta [kPa]
Sekce 3	Čekárna	GEA Cassette-Geko – Big Single	1	3	620	3,76	32	1,1
101	Ordinace	GEA Cassette-Geko – Single	1	10	330	6,67	35	1,3
110	Ordinace	GEA Cassette-Geko – Big Single	1	4	620	5,00	32	1,1
112	Ordinace	GEA Cassette-Geko – Big Single	1	3	620	3,80	32	1,1

6.5 Ventilátory odvodu vzduchu z hygienických místností

a) Hygienické místnosti zařízení č. 1

Tlaková ztráta $\Delta p = 111,85 \text{ Pa}$, průtok vzduchu $V = 310 \text{ m}^3/\text{h}$

Navržen ventilátor CRVB/2-250 od společnosti Elektrodesign ventilátory s.r.o.

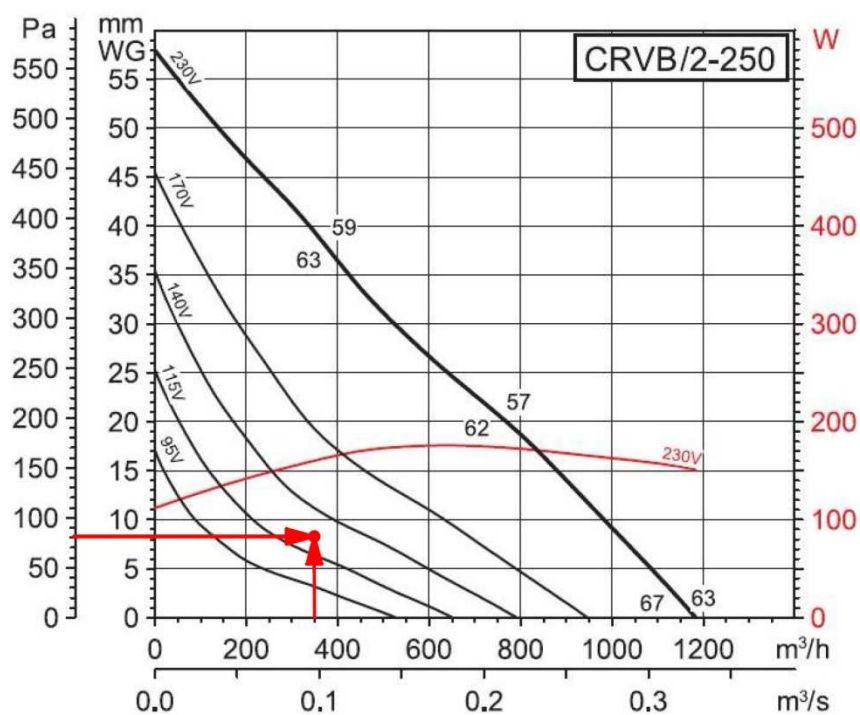


Obrázek 35 – Zakreslení parametrů ventilátoru do charakteristiky

b) Hygienické místnosti zařízení č. 2

Tlaková ztráta $\Delta p = 79,92 \text{ Pa}$, průtok vzduchu $V = 350 \text{ m}^3/\text{h}$

Navržen ventilátor CRVB/2-250 od společnosti Elektrodesign ventilátory s.r.o.



Obrázek 36 - Zakreslení parametrů ventilátoru do charakteristiky

7. Útlum hluku

Poznámka: Z důvodu nejistoty vznikajícího aerodynam. zvuku prouděním vzduchu v potrubí a návrhu útlumu na tzv. stranu bezpečnou, útlum hluku v potrubí zanedbávám.

a) Zařízení č. 1

1) přívod vzduchu do místnosti

Výpočet bez tlumiče hluku:

ozn.	šíření hluku od ventilátoru do místnosti	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktaóvových pásmech							
		125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L _{VV}	Hluk ventilátoru								
L _{VV}	Hladina akustického výkonu zdroje	67	71	75	70	69	58	52	78
K _a	Korekce váhového filtru A	0	0	0	0	0	0	0	0
L _{VV}	součet	67	71	75	70	69	58	52	78
D _p	Přirozený útlum								
	rovný úsek (0,630x0,315) - 41 m	11	8	4	1	0	0	0	
	kolena 6ks	0	0	0	0	0	0	0	
	odbočky, rozbočky	0	0	0	0	0	0	0	
	Ohebné potrubí zvukově izolační potrubí	5	6	5	4	3	4	2	
	Útlum koncovým odrazem	0	0	0	0	0	0	0	
L _{V1}	Hladina akustického výkonu ve výústce	51	57	66	65	66	54	50	78
L _{VY}	Hladina akustického výkonu výústky								38
K	Korekce na počet výústek					počet výústek:	1		0
L _s	Hladina akustického výkonu všech výústek								78
Q	směrový činitel								2
r	vzdálenost od výústky k posluchači								1,5
A	pohltivá plocha místnosti	plocha všech povrchů místnosti (m2)			50,41	pohltivost (-)		0,1	5
L _{so}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače								78
L _{p,A}	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti			Nevyhoví			čekáma		55

Tabulka 18 - Útlum hluku zařízení č. 1 - přívod bez tlumiče hluku

Zařízení bez tlumiče hluku nevyhoví, je tedy nutné provést návrh tlumiče.

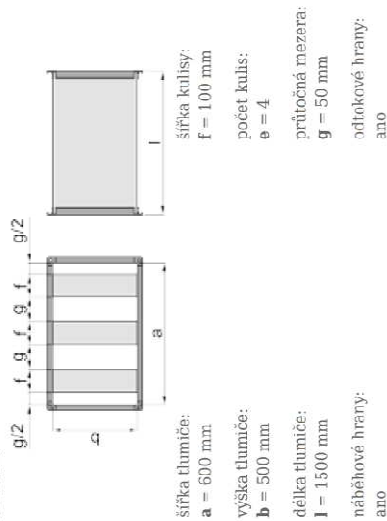


VSTUPNÍ HODNOTY

typ tlumiče:
kulisový

číslo pozice:
1 - přívod

GEOMETRIE:



PARAMETRY PROUDĚNÍ:

přítok vzduchu:
 $Q = 2400$ m³/h

hustota vzduchu:
 $\rho = 1.2$ kg/m³

VYBRANÉ FREKVENCE:

frekvence: f
32 Hz 500 Hz 5000 Hz

AKUSTICKÝ VÝKON VENTILÁTORU:

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtové hladina
hl. akust. výkon s váhovým títním A:	0	0	67	71	75	70	69	58	52	73
[dB(A)]										

KÓD OBJEDNAVKY: THKU.600.500.1500-3 4X KTH.100.500.1500

Technické řešení:

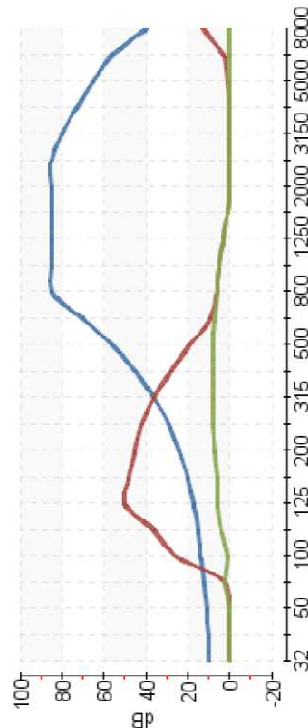
Vysoké učení technické v Brně - Fakulta stavební - Ústav technických zařízení budov

Mart

VÝSLEDNÉ HODNOTY

ÚTLUM HLUKU:

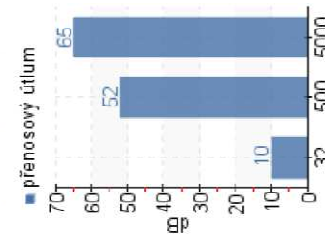
■ přenosový útlum ■ hluk za tlumičem ■ vlastní hluk tlumiče



VÝSLEDNÉ HODNOTY:

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
přenosový útlum:	10	12	17	29	56	85	85	73	39	-
vlastní hluk tlumiče:	0	2	6	8	8	5	0	0	14	dB(A)
hl. akust. výkon za tlumičem s váh. títn. A:	0	2	50	42	19	5	0	13	51	dB(A)

VYBRANÉ FREKVENCE:



TLAKOVÁ ZTRÁTA TLUMIČE:

tlaková ztráta:	29	Pa
plocha tlumiče:	0.3	m ²

RYCHLOST PROUDĚNÍ:

v celkovém průřezu:	2.2	m/s
ve volné ploše:	6.7	m/s

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

Posouzení s tlumičem hluku:

ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávových pásmech							
		125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L _{VV}	Hluk ventilátoru								
L _{VV}	Hladina akustického výkonu zdroje	67	71	75	70	69	58	52	78
K _a	Korekce váhového filtru A	0	0	0	0	0	0	0	0
L _{VV}	součet	67	71	75	70	69	58	52	78
D _p	Přirozený útlum								
	rovný úsek (0,630x0,315) - 41 m	11	8	4	1	0	0	0	
	kolena 6ks	0	0	0	0	0	0	0	
	odbočky, rozbočky	0	0	0	0	0	0	0	
	Ohebné potrubí zvukově izolační potrubí	5	6	5	4	3	4	2	
	Útlum koncovým odrazem	0	0	0	0	0	0	0	
	útlum tlumič hluku 1	17	29	56	85	85	73	39	
	Hluk tlumiče	6	8	8	5	0	0	0	
L _{V1}	Hladina akustického výkonu ve výústce	40	36	18	0	0	0	11	41
L _{Vy}	Hladina akustického výkonu výústky								38
K	Korekce na počet výústek					počet výústek:		1	0
L _s	Hladina akustického výkonu všech výústek								43
Q	směrový činitel								2
r	vzdálenost od výústky k posluchači								1,5
A	pohltivá plocha místnosti	plocha všech povrchů místnosti (m2)			50,41	pohltivost (-)		0,1	5
L _{so}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače								42
L _{p,A}	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti			Vyhoví			čekárna		55

Tabulka 19 - Útlum hluku zař. č. 1 - přívod s tlumičem hluku

2) odvod vzduchu z místnosti

Výpočet bez tlumiče hluku:

	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávových pásmech							
		125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
ozn.	frekvence (Hz)								
L_{vv}	Hluk ventilátoru								
L_{vv}	Hladina akustického výkonu zdroje	65	76	73	72	73	68	62	80
K_a	Korekce váhového filtru A	0	0	0	0	0	0	0	0
L_{vv}	součet	65	76	73	72	73	68	62	80
D_p	Přirozený útlum								
	rovný úsek (0,450x0,315) - 35,1 m	10	7	4	1	0	0	0	
	kolena	0	0	0	0	0	0	0	
	odbočky, rozbočky	0	0	0	0	0	0	0	
	Ohebné potrubí zvukově izolační potrubí	15	19	16	12,5	9	11,5	7	
	Útlum koncovým odrazem	0	0	0	0	0	0	0	
L_{v1}	Hladina akustického výkonu ve výústce	40	50	53	58	64	57	55	66
L_{vy}	Hladina akustického výkonu výústky								38
K	Korekce na počet výústek					počet výústek:		1	0
L_s	Hladina akustického výkonu všech výústek								66
Q	směrový činitel								2
r	vzdálenost od výústky k posluchači								1,5
A	pohltivá plocha místnosti	plocha všech povrchů místnosti (m2)			50,41	pohltivost (-)		0,1	5
L_{so}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače								66
$L_{p,A}$	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti			Nevyhoví			čekárna		55

Tabulka 20 - Útlum hluku zař. 1 - odvodní potrubí bez tlumiče hluku

Zařízení bez tlumiče hluku nevyhoví, je tedy nutné provést návrh tlumiče.

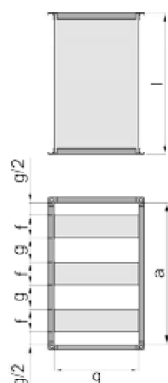


VÝSTUPNÍ HODNOTY

typ tlumiče:
kulisový

číslo pozice:
1 - odvod

GEOMETRIE:



šířka tlumiče:
 $a = 450$ mm

výška tlumiče:
 $b = 450$ mm

délka tlumiče:
 $l = 1250$ mm

náběhové hrany:
ano

odtokové hrany:
ano

PARAMETRY PROUDĚNÍ:

průtok vzduchu:
 $Q = 2050$ m³/h

hustota vzduchu:
 $\rho = 1.2$ kg/m³

VYBRANÉ FREKVENCE:

frekvence: f
32 Hz 500 Hz 5000 Hz

AKUSTICKÝ VÝKON VENTILÁTORU:

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
hl. akust. výkonu s váhovým filtrem A_v [dB(A)]	0	0	65	76	73	72	73	68	62	80

KÓD OBJEDNÁVKY: THKU.450.450.1250-3 3X KTH.100.450.1250

Technické řešení:

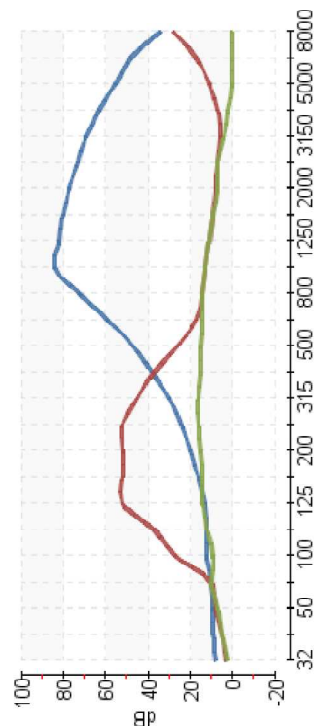
Výsoké učení technické v Brně - Fakulta stavební - Ústav technických zařízení budov

Mart

VÝSLEDNÉ HODNOTY

ÚTLUM HLUKU:

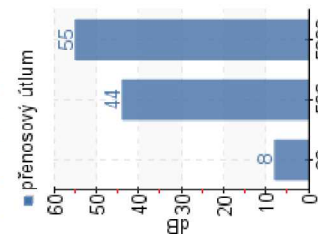
■ přenosový útlum ■ hluk za tlumičem ■ vlastní hluk tlumiče



VÝSLEDNÉ HODNOTY:

frekvence:frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
přenosový útlum:	8	10	13	24	47	84	77	63	34	-
vlastní hluk tlumiče:	2	10	14	16	15	13	7	2	0	21
hl. akust. výkonu za tlumičem s váh. filt. A_v :	3	10	52	52	26	13	8	7	28	55

VYBRANÉ FREKVENCE:



TLAKOVÁ ZTRÁTA TLUMIČE:

tlaková ztráta:	41	Pa
plocha tlumiče:	0.2	m ²

RYCHLOST PROUDĚNÍ:

v celkovém průřezu:	2.8	m/s
ve volné ploše:	8.4	m/s

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

ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávových pásmech							
		125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L _{VV}	Hluk ventilátoru								
L _{VV}	Hladina akustického výkonu zdroje	65	76	73	72	73	68	62	80
K _a	Korekce váhového filtru A	0	0	0	0	0	0	0	0
L _{VV}	součet	65	76	73	72	73	68	62	80
D _p	Přirozený útlum								
	rovný úsek (0,450x0,315) - 35,1 m	10	7	4	1	0	0	0	
	kolena	0	0	0	0	0	0	0	
	odbočky, rozbočky	0	0	0	0	0	0	0	
	Ohebné potrubí zvukově izolační potrubí	15	19	16	12,5	9	11,5	7	
	Útlum koncovým odrazem	0	0	0	0	0	0	0	
	útlum tlumič hluku 1	13	24	47	84	77	63	34	
	Hluk tlumiče	14	16	15	13	7	2	0	
L _{V1}	Hladina akustického výkonu ve výústce	41	42	21	0	0	0	21	44
L _{Vy}	Hladina akustického výkonu výústky								38
K	Korekce na počet výústek					počet výústek:		1	0
L _s	Hladina akustického výkonu všech výústek								45
Q	směrový činitel								2
r	vzdálenost od výústky k posluchači								1,5
A	pohltivá plocha místnosti	plocha všech povrchů místnosti (m2)			50,41	pohltivost (-)		0,1	5
L _{so}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače								45
L _{p,A}	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti			Vyhoví			čekárna		55

Tabulka 21 - Útlum hluku - zař. č. 1 - odvod s tlumičem hluku

b) Zařízení č. 2

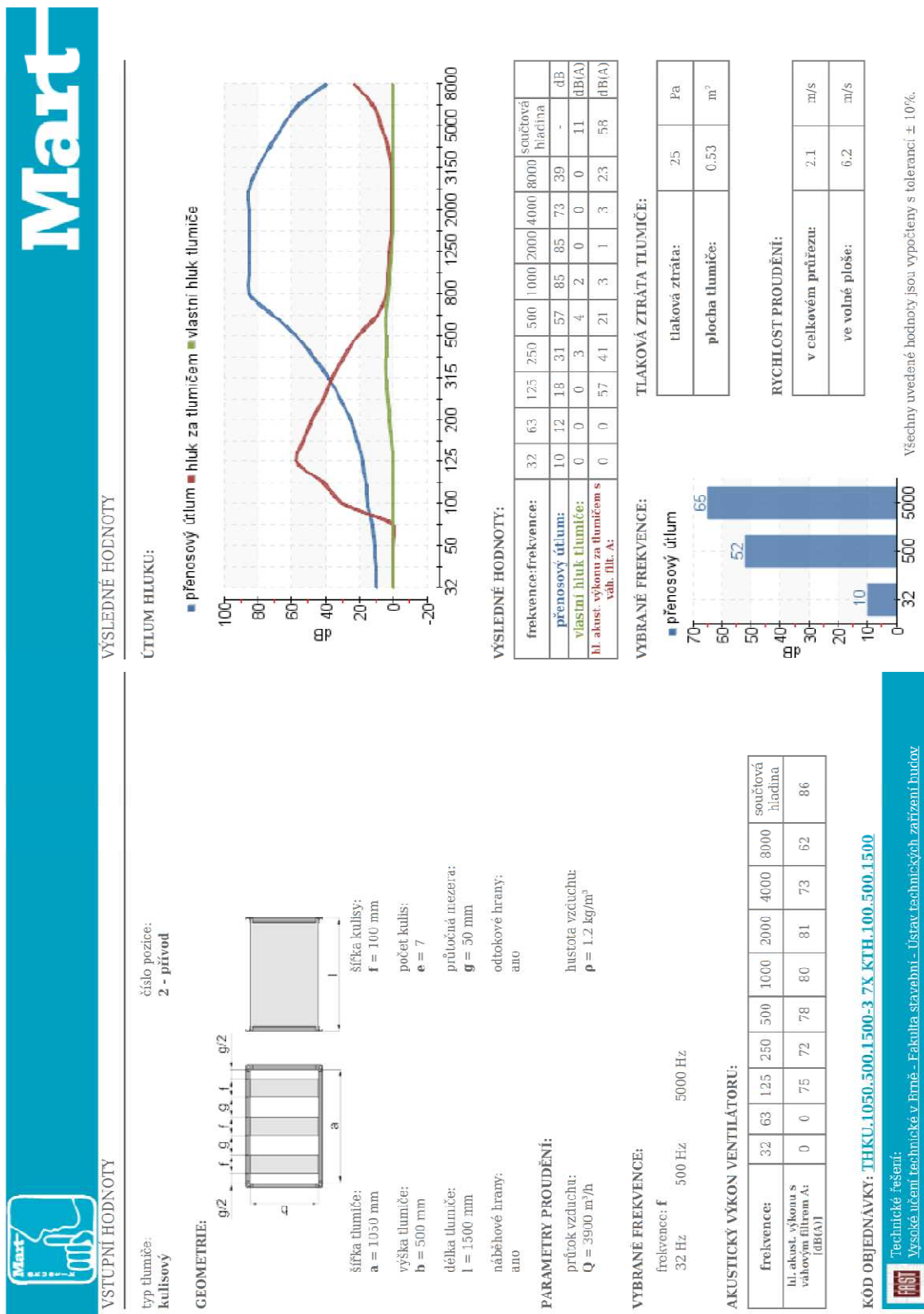
1) přívod vzduchu do místnosti

ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávových pásmech							
		125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L _{VV}	Hluk ventilátoru								
L _{VV}	Hladina akustického výkonu zdroje 1	71	78	83	76	77	68	58	86
K _a	Hladina akustického výkonu zdroje 2	0	0	0	0	0	0	0	0
L _{VV}	součet	71	78	83	76	77	68	58	86
D _p	Přirozený útlum								
	rovný úsek (0,900x0,315) - 36,9 m	10	6	3	0	0	0	0	
	kolena 6ks	0	0	0	0	0	0	0	
	odbočka k výustce	0	0	0	0	0	0	0	
	rozbočka 0,630*0,315/0,355x0,315/0,315x0,250	0	0	0	0	0	0	0	
	Ohebné potrubí	15	19	16	12,5	9	11,5	7	
	Útlum koncovým odrazem	0	0	0	0	0	0	0	
L _{V1}	Hladina akustického výkonu ve výustce	46	53	64	63	68	57	51	71
L _{Vy}	Hladina akustického výkonu výustky								17
K	Korekce na počet výustek					počet výustek:		11	10
L _s	Hladina akustického výkonu všech výustek								81
Q	směrový činitel								2
r	vzdálenost od výustky k posluchači								1,5
A	pohltivá plocha místnosti	plocha povrchů místnosti (m2)			612,2	pohltivost (-)		0,1	61
L _{so}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače								72
L _{p,A}	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti			Nevyhoví			ordinace		35

Tabulka 22 - Útlum hluku zař. č. 2 - přívod vzduchu bez tlumiče hluku

Zařízení bez tlumiče hluku nevyhoví, je tedy nutné provést návrh tlumiče.

Navržen tlumič Mart, šířka = 1050 mm, výška = 500 mm, délka = 1500 mm



	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávových pásmech							
ozn.	frekvence (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L _{vv}	Hluk ventilátoru								
L _{vv}	Hladina akustického výkonu zdroje 1	71	78	83	76	77	68	58	86
K _a	Hladina akustického výkonu zdroje 2	0	0	0	0	0	0	0	0
L _{vv}	součet	71	78	83	76	77	68	58	86
D _p	Přirozený útlum								
	rovný úsek (0,900x0,315) - 36,9 m	10	6	3	0	0	0	0	
	kolena 6ks	0	0	0	0	0	0	0	
	odbočka k výustce	0	0	0	0	0	0	0	
	rozbočka 0,630*0,315/0,355x0,315/0,315x0,250	0	0	0	0	0	0	0	
	Ohebné potrubí	15	19	16	12,5	9	11,5	7	
	Útlum koncovým odrazem	0	0	0	0	0	0	0	
	útlum tlumič hluku	18	31	57	85	85	73	39	
	Hluk tlumiče	0	3	4	2	0	0	0	
L _{v1}	Hladina akustického výkonu ve výustce	28	25	11	0	0	0	12	30
L _{vy}	Hladina akustického výkonu výustky								17
K	Korekce na počet výustek					počet výustek:		11	10
L _s	Hladina akustického výkonu všech výustek								41
Q	směrový činitel								2
r	vzdálenost od výustky k posluchači								1,5
A	pohltivá plocha místnosti	plocha povrchů místnosti (m2)			612,2	pohltivost (-)		0,1	61
L _{so}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače								32
L _{p,A}	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti			Vyhoví			ordinace		35

Tabulka 23 - Útlum hluku zař. č. 2 - přívod vzduchu s tlumičem hluku

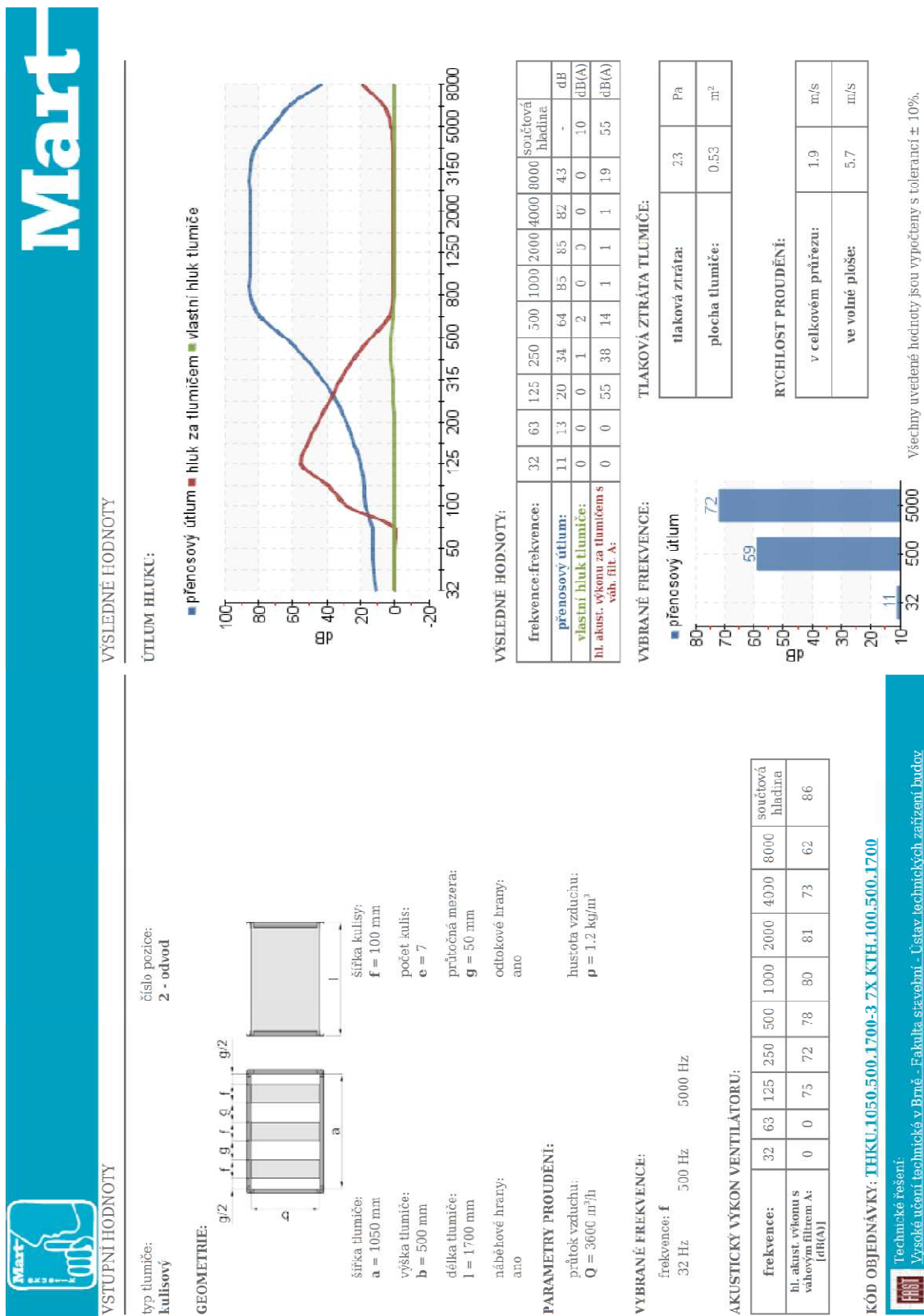
2) odvod vzduchu z místnosti

ozn.	frekvence (Hz)	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávových pásmech							
		125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L _{VV}	Hluk ventilátoru								
L _{VV}	Hladina akustického výkonu zdroje 1	70	72	70	74	71	67	60	79
K _a	Hladina akustického výkonu zdroje 2	0	0	0	0	0	0	0	0
L _{VV}	součet	70	72	70	74	71	67	60	79
D _p	Přirozený útlum								
	rovný úsek - 38,7 m	10	7	3	0	0	0	0	
	kolena	0	0	0	0	0	0	0	
	odbočka k výústce	0	0	0	0	0	0	0	
	rozbočka 0,560x0,315/0,560x0,315/0,180x0,225	0	0	0	0	0	0	0	
	Ohebné potrubí	5	6	5	4	3	4	2	
	Útlum koncovým odrazem	0	0	0	0	0	0	0	
L _{V1}	Hladina akustického výkonu ve výústce	55	59	62	70	68	63	58	73
L _{Vy}	Hladina akustického výkonu výústky								20
K	Korekce na počet výústek					počet výústek:		5	7
L _s	Hladina akustického výkonu všech výústek								80
Q	směrový činitel								2
r	vzdálenost od výústky k posluchači								1,5
A	pohltivá plocha místnosti	plocha všech povrchů místnos			612,2	pohltivost (-)		0,1	61
L _{so}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače								72
L _{p,A}	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti			Nevyhoví			ordinace		35

Tabulka 24 - Útlum hluku zař. č. 2 - odvod vzduchu bez tlumiče hluku

Zařízení bez tlumiče hluku nevyhoví, je tedy nutné provést návrh tlumiče.

Navržen tlumič Mart, šířka = 1050 mm, výška = 500 mm, délka = 1700 mm



ozn.	šíření hluku od ventilátoru do místnosti	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávových pásmech							
		125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L _{VV}	Hluk ventilátoru								
L _{VV}	Hladina akustického výkonu zdroje 1	70	72	70	74	71	67	60	79
K _a	Hladina akustického výkonu zdroje 2	0	0	0	0	0	0	0	0
L _{VV}	součet	70	72	70	74	71	67	60	79
D _p	Přirozený útlum								
	rovný úsek (0,900x0,315) - 38,7 m	10	7	3	0	0	0	0	
	kolena	0	0	0	0	0	0	0	
	odbočka k výustce	0	0	0	0	0	0	0	
	rozbočka 0,560x0,315/0,560x0,315/0,180x0,225	0	0	0	0	0	0	0	
	Ohebné potrubí	5	6	5	4	3	4	2	
	Útlum koncovým odrazem	0	0	0	0	0	0	0	
	útlum tlumič hluku 1	20	34	64	85	85	82	43	
	Hluk tlumiče	0	1	2	0	0	0	0	
L _{V1}	Hladina akustického výkonu ve výustce	35	26	0	0	0	0	15	35
L _{Vy}	Hladina akustického výkonu výustky								20
K	Korekce na počet výustek					počet výustek:		5	7
L _s	Hladina akustického výkonu všech výustek								43
Q	směrový činitel								2
r	vzdálenost od výustky k posluchači								1,5
A	pohltivá plocha místnosti	plocha všech povrchů místnosti (m2)			612,2	pohltivost (-)		0,1	61
L _{so}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače								34
L _{p,A}	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti			Vyhoví			ordinace		35

Tabulka 25 - Útlum hluku zař. č. 2 - odvodní potrubí s tlumičem hluku

c) Zařízení č. 3

1) přívod vzduchu do místnosti

	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktavových pásmech							
		125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L _{VV}	Hluk ventilátoru								
L _{VV}	Hladina akustického výkonu zdroje 1	65	75	72	68	64	59	52	78
K _a	Hladina akustického výkonu zdroje 2	0	0	0	0	0	0	0	0
L _{VV}	součet	65	75	72	68	64	59	52	78
D _p	Přirozený útlum								
	rovný úsek - 22,1 m	6	5	3	1	0	0	0	
	kolena 6ks	0	0	0	0	0	0	0	
	odbočka k výstce	0	0	0	0	0	0	0	
	rozbočka 0,900x0,315/0,450x0,315/0,180x0,225	0	0	0	0	0	0	0	
	Ohebné potrubí	5	6	5	4	3	4	2	
	Útlum koncovým odrazem	0	0	0	0	0	0	0	
L _{V1}	Hladina akustického výkonu ve výstce	54	64	64	63	61	55	50	70
L _{Vy}	Hladina akustického výkonu výstky								25
K	Korekce na počet výstek					počet výstek:		7	8
L _s	Hladina akustického výkonu všech výstek								78
Q	směrový činitel								2
r	vzdálenost od výstky k posluchači								1,5
A	pohltivá plocha místnosti	plocha povrchů místnosti (m2)			345,76	pohltivost (-)		0,1	35
L _{so}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače								71
L _{p,A}	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti						ordinace		35

Tabulka 26 - Útlum hluku zař. č. 3 - přívodní potrubí bez tlumiče hluku

Zařízení bez tlumiče hluku nevyhoví, je tedy nutné provést návrh tlumiče.

Navržen tlumič Mart, šířka = 1050 mm, výška = 500 mm, délka = 2200 mm



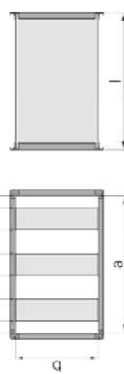
VÝSTUPNÍ HODNOTY

typ tlumiče:
kulisový

číslo pozice:
3 - přívod

GEOMETRIE:

$g/2$ f g f g f $g/2$



šířka tlumiče:
a = 1050 mm

šířka kulisy:
f = 100 mm

výška tlumiče:
b = 500 mm

počet kulis:
e = 7

délka tlumiče:
l = 2200 mm

přítočná mezera:
g = 50 mm

náběhové hrany:
ano

odtokové hrany:
ano

hustota vzduchu:
 ρ = 1.2 kg/m³

PARAMETRY PROUDĚNÍ:

přítok vzduchu:
Q = 3600 m³/h

VYBRANÉ FREKVENCE:

frekvence: **f**
32 Hz 500 Hz 5000 Hz

AKUSTICKÝ VÝKON VENTILÁTORU:

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
hl. akust. výkonu s váhovým filtrem A:	0	0	70	73	69	72	71	64	57	78

KÓD OBJEDNÁVKY: THKU.1050.500.2200-3 7X KTH.100.500.2200

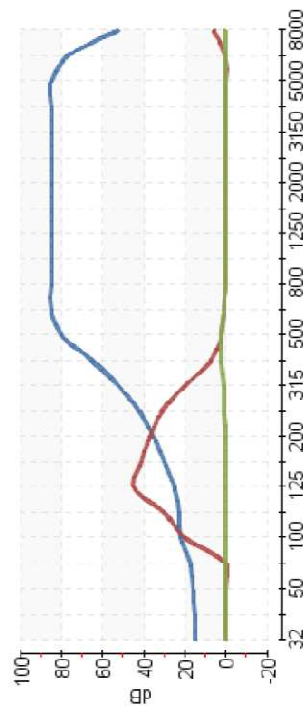
Technické řešení:

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

VÝSLEDNÉ HODNOTY

ÚTLUM HLUKU:

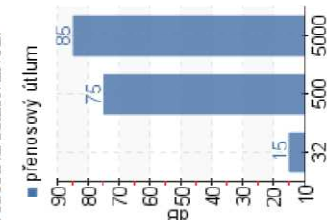
■ přenosový útlum ■ hluk za tlumičem ■ vlastní hluk tlumiče



VÝSLEDNÉ HODNOTY:

frekvence/frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
přenosový útlum:	15	17	25	42	80	85	85	52	-	-
vlastní hluk tlumiče:	0	0	0	1	2	0	0	0	10	dB(A)
hl. akust. výkonu za tlumičem s váh. filt. A:	0	0	45	31	2	0	0	6	45	dB(A)

VYBRANÉ FREKVENCE:



TLAKOVÁ ZTRÁTA TLUMIČE:

tlaková ztráta:	28	Pa
plocha tlumiče:	0.53	m ²

RYCHLOST PROUDĚNÍ:

v celkovém průřezu:	1.9	m/s
ve volné ploše:	5.7	m/s

Všechny uvedené hodnoty jsou vypočteny s tolerancí ± 10%.

	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávových pásmech							
ozn.	frekvence (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L _{VV}	Hluk ventilátoru								
L _{VV}	Hladina akustického výkonu zdroje 1	65	75	72	68	64	59	52	78
K _a	Hladina akustického výkonu zdroje 2	0	0	0	0	0	0	0	0
L _{VV}	součet	65	75	72	68	64	59	52	78
D _p	Přirozený útlum								
	rovný úsek - 19 m	6	5	3	1	0	0	0	
	kolena 6ks	0	0	0	0	0	0	0	
	odbočka k výstce	0	0	0	0	0	0	0	
	rozbočka 0,900x0,315/0,450x0,315/0,180x0,225	0	0	0	0	0	0	0	
	Ohebné potrubí	5	6	5	4	3	4	2	
	Útlum koncovým odrazem	0	0	0	0	0	0	0	
	útlum tlumič hluku	25	42	80	85	85	85	52	
	Hluk tlumiče	0	1	2	0	0	0	0	
L _{V1}	Hladina akustického výkonu ve výstce	29	23	0	0	0	0	0	30
L _{Vy}	Hladina akustického výkonu výústky								25
K	Korekce na počet výústek					počet výústek:		7	8
L _s	Hladina akustického výkonu všech výústek								40
Q	směrový činitel								2
r	vzdálenost od výústky k posluchači								1,5
A	pohltivá plocha místnosti	plocha povrchů místnosti (m2)			345,76	pohltivost (-)		0,1	35
L _{so}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače								32
L _{p,A}	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti						ordinace		35

Tabulka 27 - Útlum hluku zař. č. 3 - přívodní potrubí s tlumičem hluku

2) odvod vzduchu z místnosti

ozn.	šíření hluku od ventilátoru do místnosti	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávových pásmech							
		125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L _{VV}	Hluk ventilátoru								
L _{VV}	Hladina akustického výkonu zdroje 1	67	68	64	68	68	64	59	75
K _a	Hladina akustického výkonu zdroje 2	0	0	0	0	0	0	0	0
L _{VV}	součet	67	68	64	68	68	64	59	75
D _p	Přirozený útlum								
	rovný úsek - 17,7 m	5	3	2	0	0	0	0	
	kolena	0	0	0	0	0	0	0	
	odbočka k výustce	0	0	0	0	0	0	0	
	Rozbočka 0,400*0,315/0,400*0,315	0	0	0	0	0	0	0	
	Rozbočka 0,900*0,315/0,400*0,315	0	0	0	0	0	0	0	
	Ohebné potrubí	5	6	5	4	3	4	2	
	Útlum koncovým odrazem	0	0	0	0	0	0	0	
L _{V1}	Hladina akustického výkonu ve výustce	57	59	57	64	65	60	57	69
L _{Vy}	Hladina akustického výkonu výustky								22
K	Korekce na počet výustek					počet výustek:		4	6
L _s	Hladina akustického výkonu všech výustek								76
Q	směrový činitel								2
r	vzdálenost od výustky k posluchači								1,5
A	pohltivá plocha místnosti	plocha všech povrchů místnosti			345,76	pohltivost (-)		0,1	35
L _{so}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače								68
L _{p,A}	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti			Nevyhoví			ordinace		35

Tabulka 28 - Útlum hluku zař. č. 3 - odvodní potrubí bez tlumiče hluku

Zařízení bez tlumiče hluku nevyhoví, je tedy nutné provést návrh tlumiče.

Navržen tlumič Mart, šířka = 1050 mm, výška = 500 mm, délka = 2000 mm

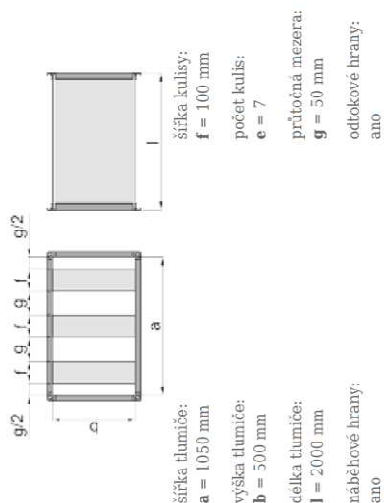


VSTUPNÍ HODNOTY

typ tlumiče:
kulisový

číslo pozice:
3 - odvod

GEOMETRIE:



PARAMETRY PROUDĚNÍ:

průtok vzduchu:
 $Q = 3600$ m³/h

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 váhovou filtrací A:	0	0	68	64	73	69	68	60	51	76

KOD OBJEDNÁVKY: **JHKU.1050.500.2000-3 7X KTH.100.500.2000**

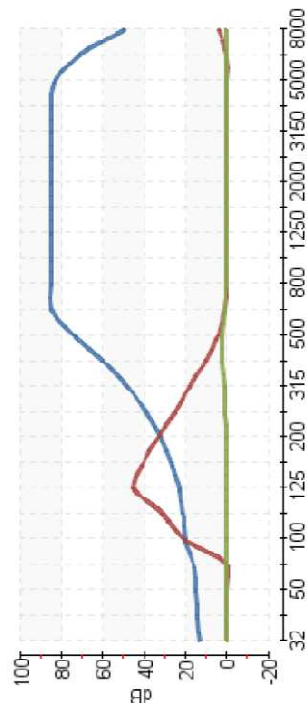
Technické řešení:

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

VÝSLEDNÉ HODNOTY

ÚTLUM HLUKU:

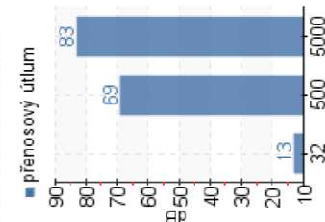
■ přenosový útlum ■ hluk za tlumičem ■ vlastní hluk tlumiče



VÝSLEDNÉ HODNOTY:

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
přenosový útlum:	13	16	23	39	74	85	85	85	49	-
vlastní hluk tlumiče:	0	0	0	1	2	0	0	0	0	10
hl. akust. výkonu za tlumičem s váh. filtr. A:	0	0	45	25	4	0	0	0	4	45

VYBRANÉ FREKVENCE:



TLAKOVÁ ZTRÁTA TLUMIČE:

tlaková ztráta:	26	Pa
plocha tlumiče:	0.53	m ²

RYCHLOST PROUDĚNÍ:

v celkovém průřezu:	1.9	m/s
ve volné ploše:	5.7	m/s

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

	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávových pásmech							
ozn.	frekvence (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L _{VV}	Hluk ventilátoru								
L _{VV}	Hladina akustického výkonu zdroje 1	67	68	64	68	68	64	59	75
K _a	Hladina akustického výkonu zdroje 2	0	0	0	0	0	0	0	0
L _{VV}	součet	67	68	64	68	68	64	59	75
D _p	Přirozený útlum								
	rovný úsek - 22,6 m	5	3	2	0	0	0	0	
	kolena	0	0	0	0	0	0	0	
	odbočka k výustce	0	0	0	0	0	0	0	
	Rozbočka 0,400*0,315/0,400*0,315	0	0	0	0	0	0	0	
	Rozbočka 0,900*0,315/0,400*0,315	0	0	0	0	0	0	0	
	Ohebné potrubí	5	6	5	4	3	4	2	
	Útlum koncovým odrazem	0	0	0	0	0	0	0	
	útlum tlumič hluku 1	23	39	74	85	85	85	49	
	Hluk tlumiče	0	1	2	0	0	0	0	
L _{V1}	Hladina akustického výkonu ve výustce	34	21	0	0	0	0	8	34
L _{VY}	Hladina akustického výkonu výustky								22
K	Korekce na počet výustek					počet výustek:		4	6
L _S	Hladina akustického výkonu všech výustek								41
Q	směrový činitel								2
r	vzdálenost od výustky k posluchači								1,5
A	pohltivá plocha místnosti	plocha všech povrchů místnosti			345,76	pohltivost (-)		0,1	35
L _{so}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače								33
L _{p,A}	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti			Vyhoví			ordinace		35

Tabulka 29 - Útlum hluku zař. č. 3 - odvodní potrubí s tlumičem hluku

d) Útlum hluku do vnějšího prostředí

ozn.	šíření hluku od ventilátoru do místnosti	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávových pásmech							
		125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L _{VV}	Hluk přívod. ventilátoru - zař. č. 2								
L _{VV}	Hladina akustického výkonu zdroje 1	67	72	74	69	66	55	49	78
K _a	Korekce váhového filtru	0	0	0	0	0	0	0	0
L _{VV}	součet	67	72	74	69	66	55	49	78
L _{VV}	Hluk odvod. ventilátoru - zař. č. 2								
L _{VV}	Hladina akustického výkonu zdroje 1	67	69	66	71	69	65	57	76
K _a	Korekce váhového filtru	0	0	0	0	0	0	0	0
L _{VV}	součet	67	69	66	71	69	65	57	76
L _{VV}	Hluk přívod. ventilátoru - zař. č. 3								
L _{VV}	Hladina akustického výkonu zdroje 1	67	78	78	75	76	72	66	83
K _a	Korekce váhového filtru	0	0	0	0	0	0	0	0
L _{VV}	součet	67	78	78	75	76	72	66	83
L _{VV}	Hluk odvod. ventilátoru - zař. č. 3								
L _{VV}	Hladina akustického výkonu zdroje 1	71	74	73	78	78	75	68	83
K _a	Korekce váhového filtru	0	0	0	0	0	0	0	0
L _{VV}	součet	71	74	73	78	78	75	68	83
	Celkový hluk všech zařízení	74	80	80	81	81	77	70	87
D _p	Přirozený útlum								
	rovný úsek -	6	4	2	2	1	0	0	
	kolena	0	0	0	0	0	0	0	
	odbočka k výstce	0	0	0	0	0	0	0	
	rozbočka 0,900x0,315/0,450x0,315/0,180x0,225	0	0	0	0	0	0	0	
	Ohebné potrubí	0	0	0	0	0	0	0	
	Útlum koncovým odrazem	0	0	0	0	0	0	0	
L _{V1}	Hladina akustického výkonu ve výstce	68	76	78	79	80	77	70	85
Q	směrový činitel								1
r	vzdálenost od výstky k okolní zástavbě								18
L _{so}	Hladina akustického tlaku v dané vzdálenosti								49
L _{p,A}	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku						Lékařský dům		50

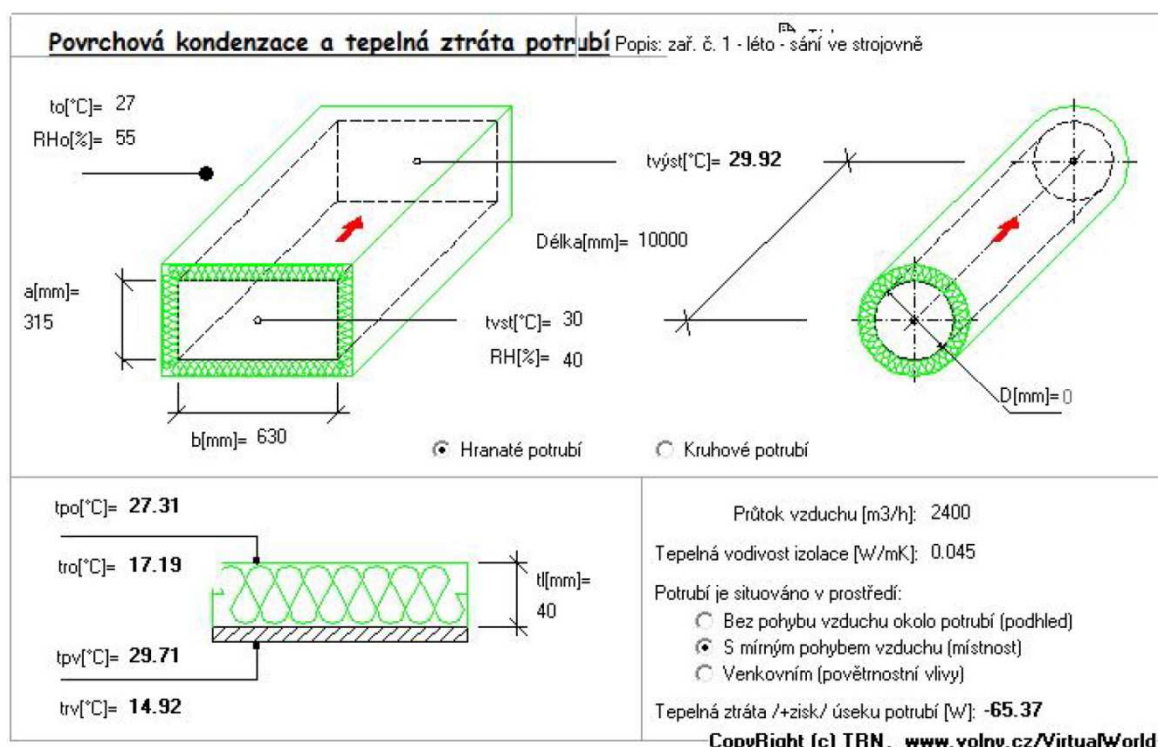
Tabulka 30 - Útlum hluku do vnějšího prostředí

8. Izolace potrubí

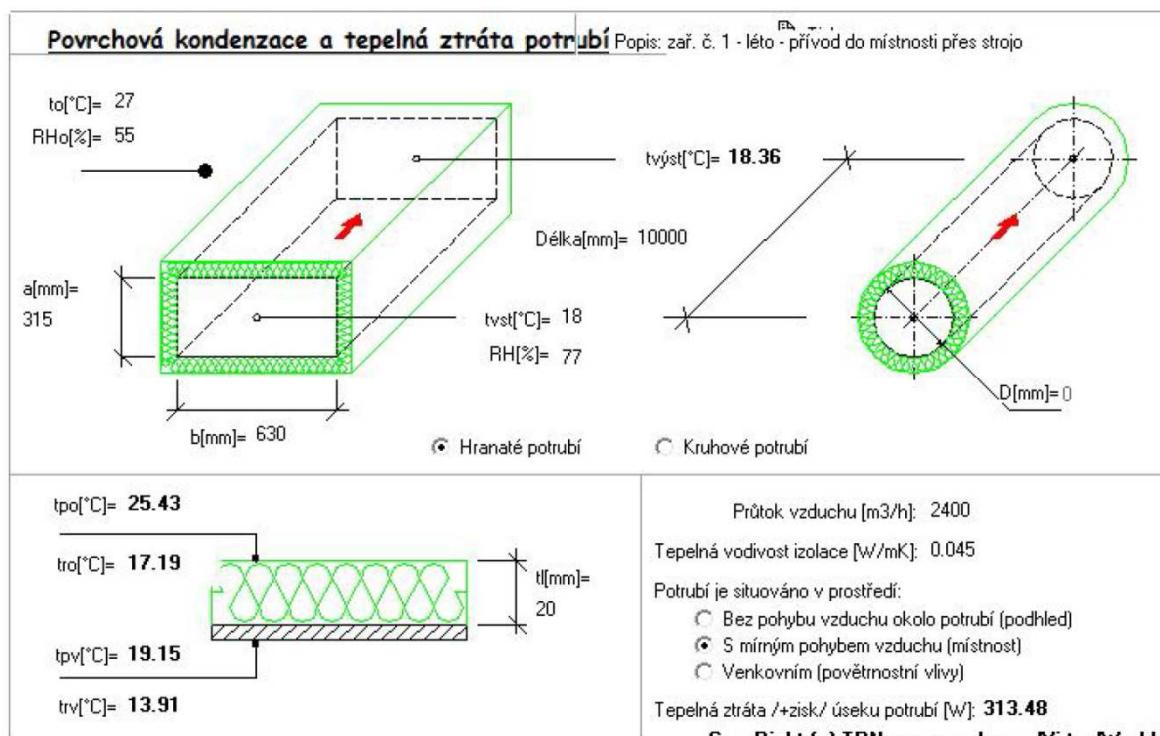
Byl proveden návrh izolace s ohledem na riziko kondenzace a tepelné ztráty. Izolováno bude celé přívodní potrubí zařízení č. 1. U ostatních zařízení je potrubí izolováno ve strojovně a venkovním prostředí. Do vnitřního i vnějšího prostředí byla navržena tepelná izolace Isover Orstech, s hliníkovou folií ve vnitřním provedení a s oplechováním ve venkovním prostředí. Tloušťky izolací byly stanoveny na základě výpočtů v programu Teruna.

Ukázka výpočtu pro zařízení č. 1:

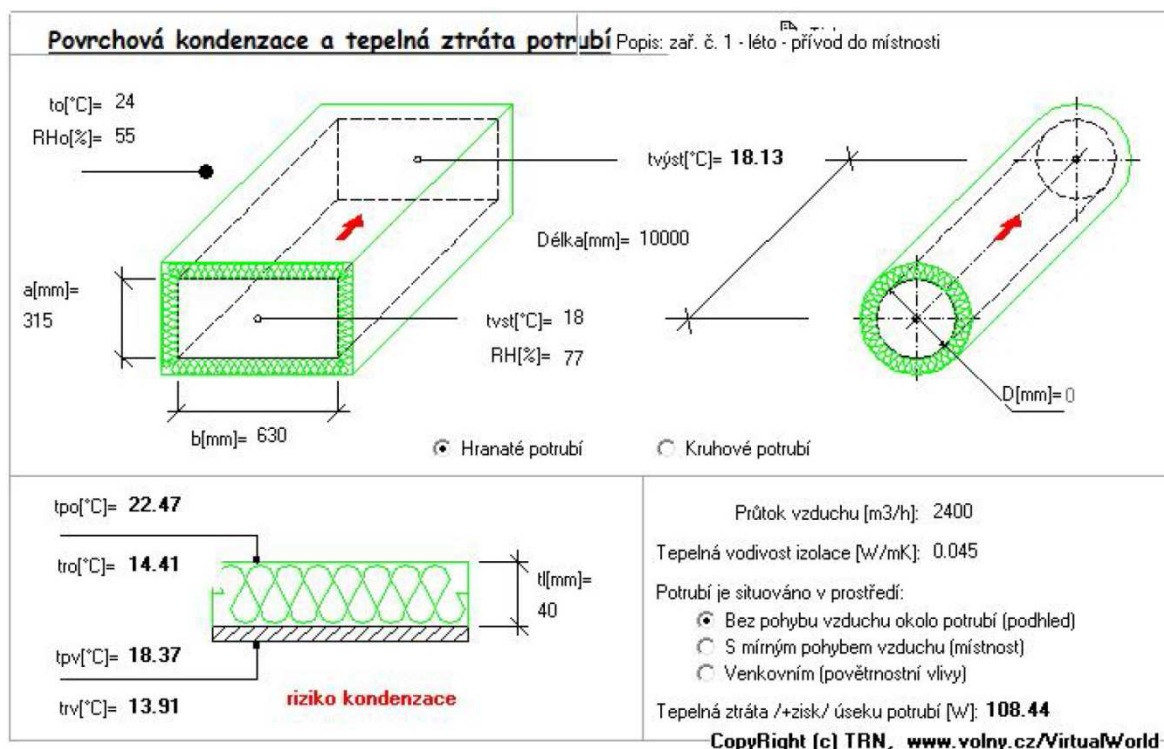
a) Letní období



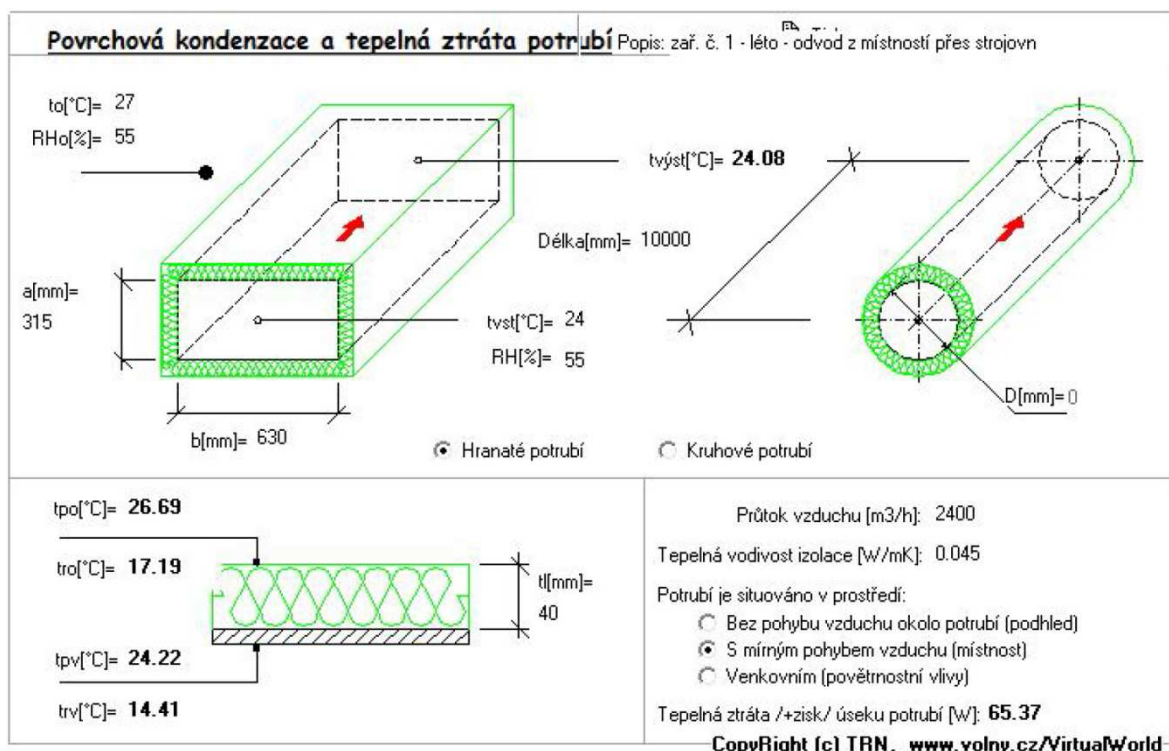
Obrázek 37 - Izolace potrubí zař. č. 1 - sání přes strojovnu v letním období



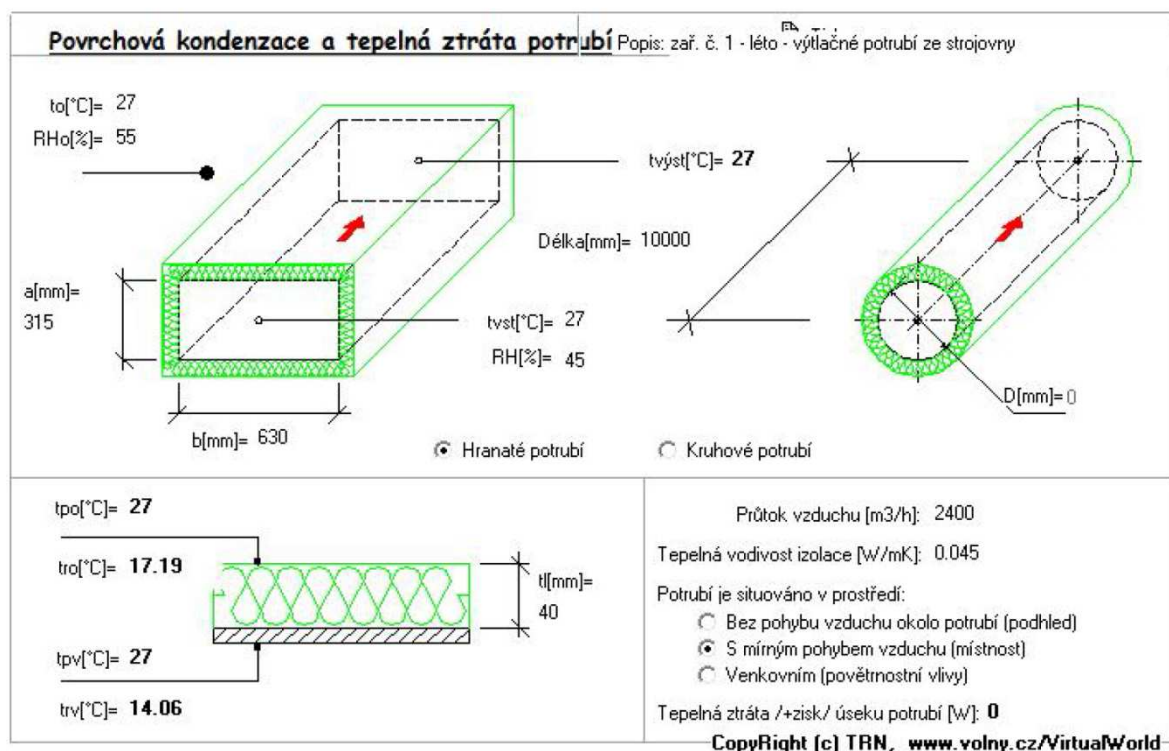
Obrázek 38 - Izolace potrubí zař. č. 1 pro letní období - přívod vzduchu do místnosti přes strojovnu



Obrázek 39 - Izolace potrubí zař. č. 1 pro letní období - přívod vzduchu do místnosti

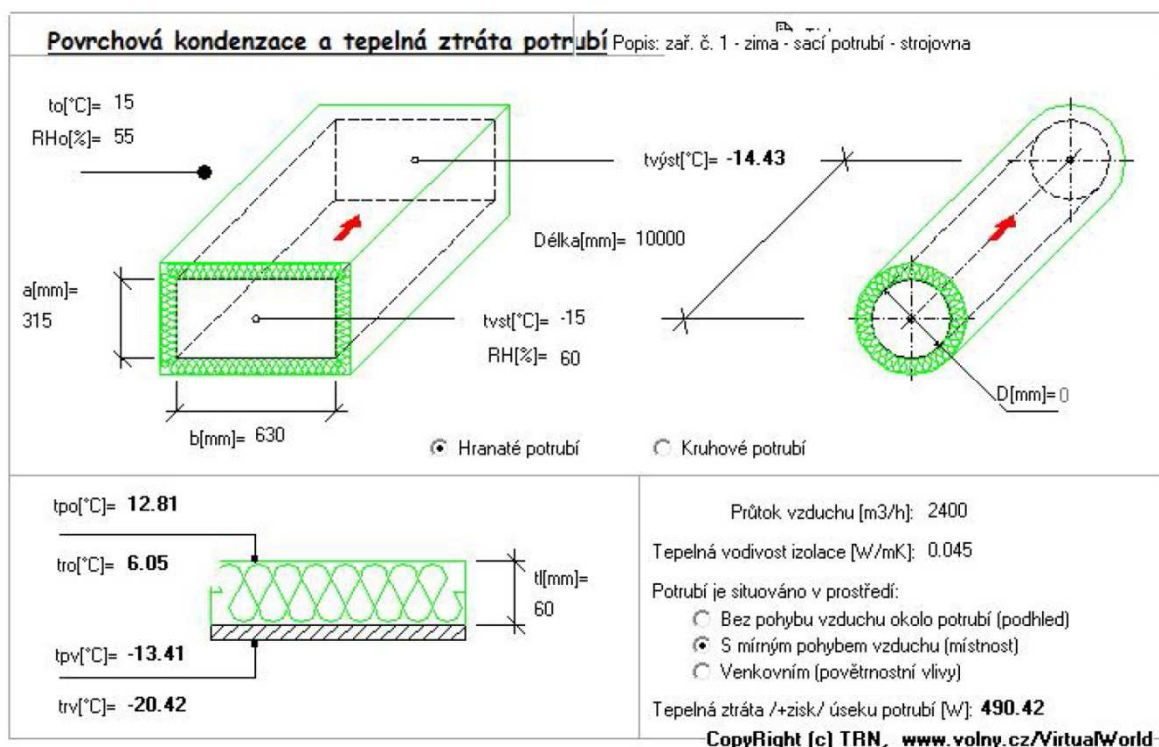


Obrázek 40 - Izolace potrubí zař. č.1 pro letní období - odvod vzduchu z místností přes strojovnu

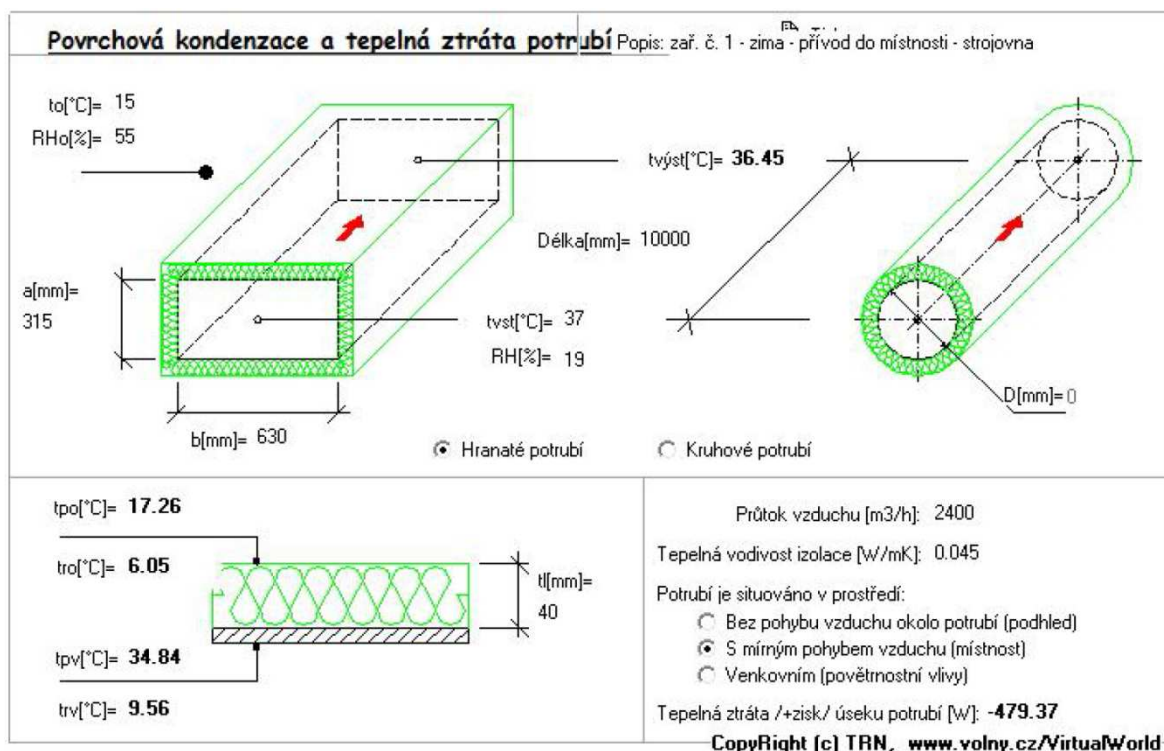


Obrázek 41 - Izolace potrubí zař. č. 1 pro letní období - odvod vzduchu ze strojovny ven

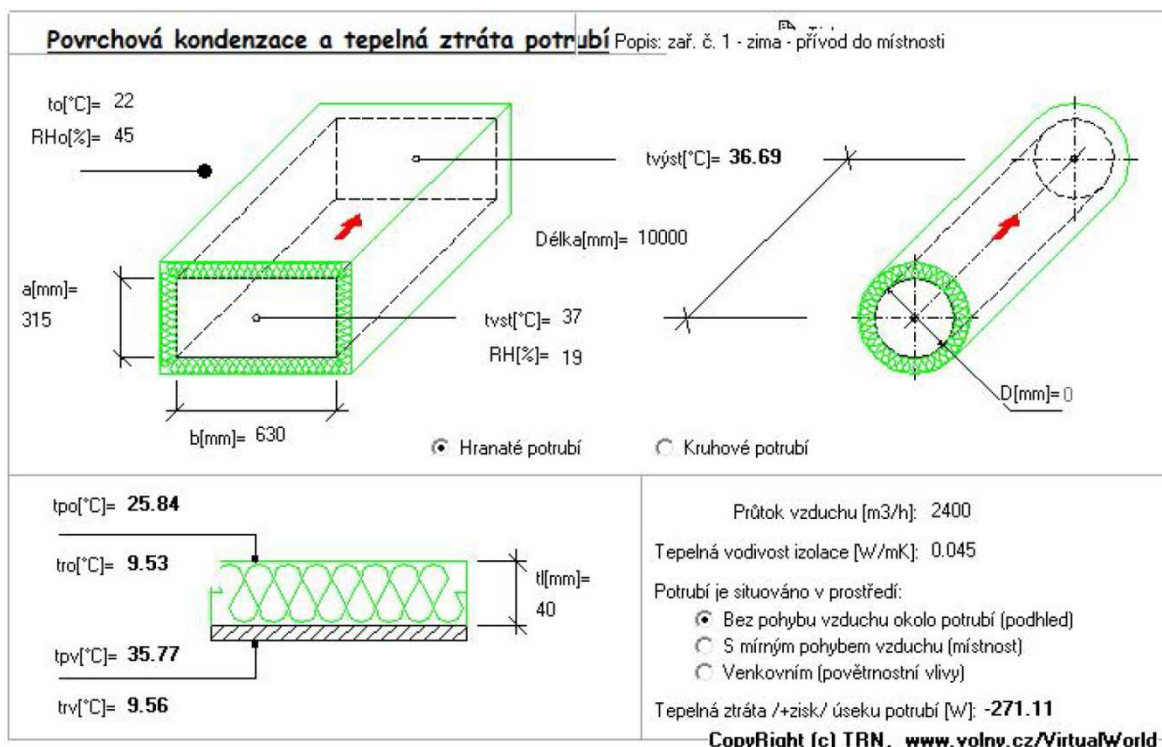
b) Zimní období



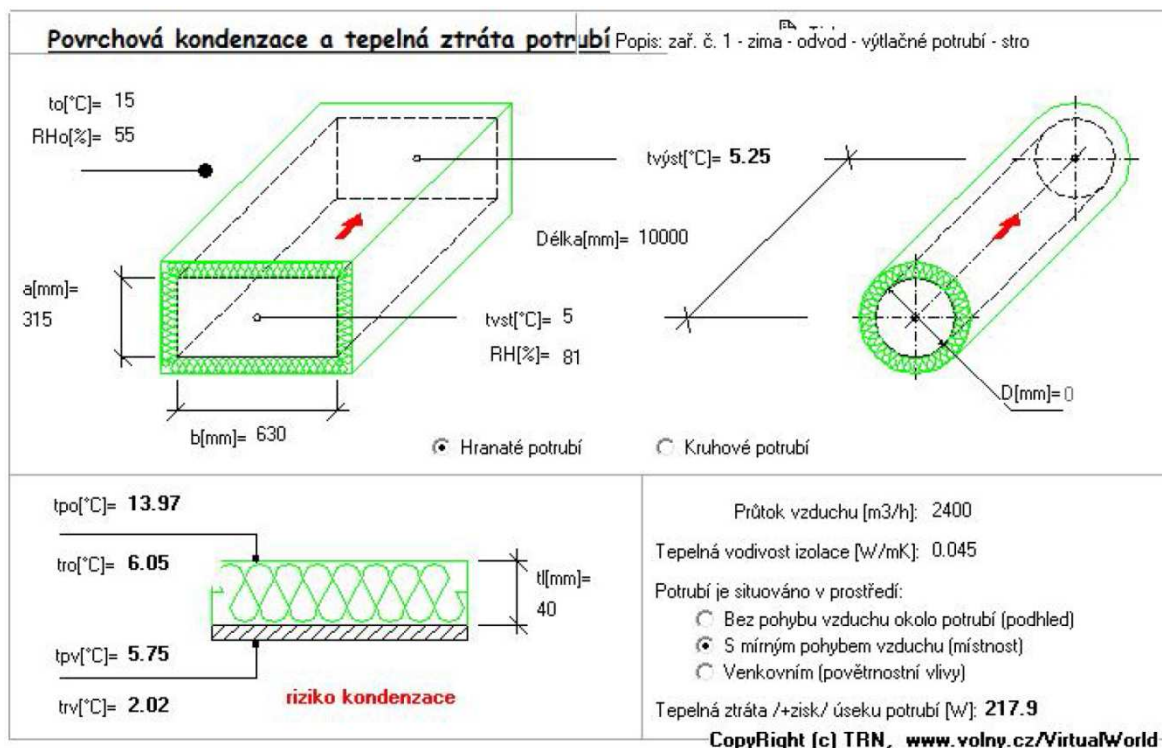
Obrázek 42 - Izolace potrubí zař. č. 1 pro zimní období - sání vzduchu přes strojovnu



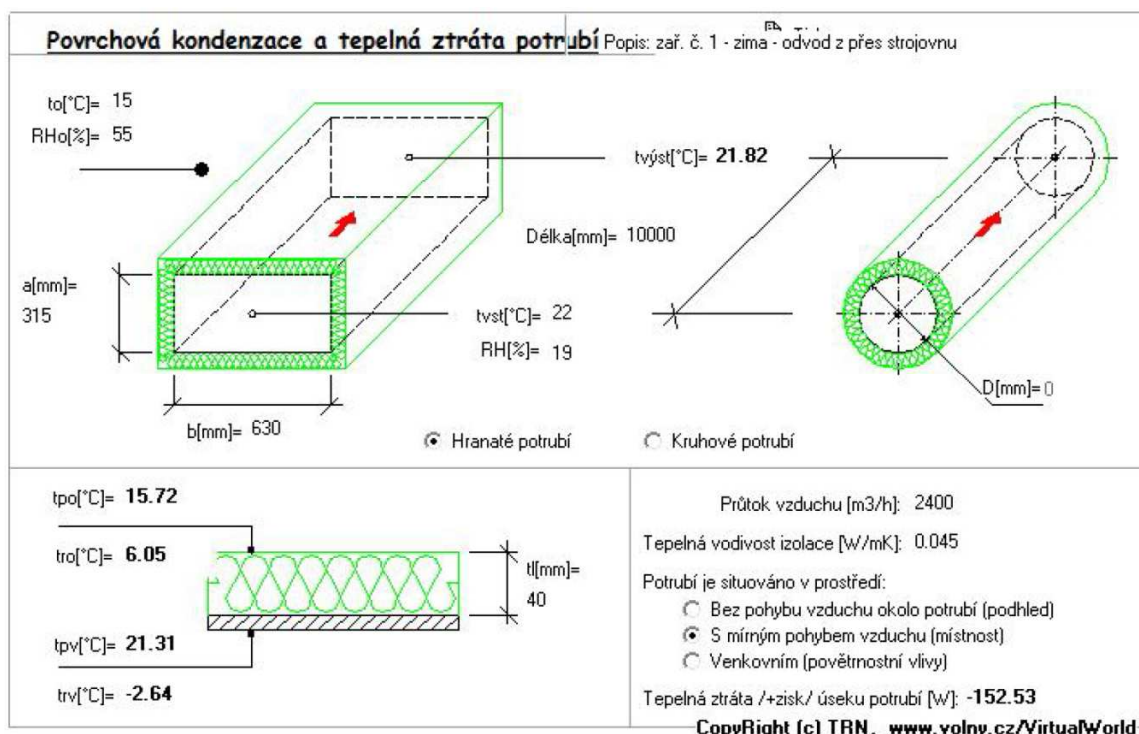
Obrázek 43 - Izolace potrubí zař. č. 1 pro zimní období - přívod vzduchu do místnosti přes strojovnu



Obrázek 44 - Izolace potrubí zař. č. 1 pro zimní období - přívod vzduchu do místnosti



Obrázek 45 - Izolace potrubí zař. č. 1 pro zimní období - výfuk vzduchu ze strojovny ven



Obrázek 46 - Izolace potrubí zař. č. 1 pro zimní období - odvod vzduchu přes strojovnu

Souhrn:

Úsek	tl. Izolace [mm]	typ izolace
Sání vzduchu ve strojovně	60	Isover Orstech
Přívod do místnosti přes strojovnu	40	Isover Orstech
Přívod do místnosti	40	Isover Orstech
Odvod z místnosti přes strojovnu	40	Isover Orstech
Výfuk ze strojovny do ven	40	Isover Orstech

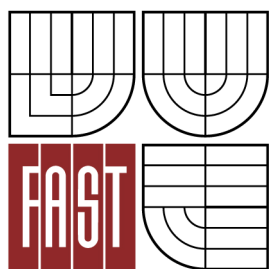
Tabulka 31 - Tloušťky izolací zař. č. 1

Úsek	tl. Izolace [mm]	typ izolace
Sání vzduchu ve strojovně	60	Isover Orstech
Přívod do místnosti přes strojovnu	40	Isover Orstech
Odvod z místnosti přes strojovnu	40	Isover Orstech
Výfuk ze strojovny do ven	40	Isover Orstech

Tabulka 32 - Tloušťky izolací zař. č. 2 a 3



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

C) PROJEKT

VZDUCHOTECHNIKA DOMU S LÉKAŘSKOU SLUŽBOU

AIRCONDITIONING OF THE HOUSE TO THE MEDICAL SERVICE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

MICHAL VYTASIL

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. ALEŠ RUBINA, Ph.D.

BRNO 2014

Obsah:

Technická zpráva.....	120
1. Úvod	120
2. Základní koncepční řešení.....	122
3. Popis technického řešení	123
4. Nároky na energie	127
5. Měření a regulace	127
6. Protihluková a protiotřesová opatření.....	128
7. Izolace a nátěry	128
8. Protipožární opatření.....	129
9. Nároky na související profese.....	129
10. Montáž, provoz, údržba a obsluha zařízení	131
11. Závěr.....	132
Funkční schémata	134
Technická specifikace:.....	137

Technická zpráva

1. Úvod

Předmětem této projektové dokumentace je návrh koncepce zařízení č. 1, týkající se klimatizace dvou sekcí čekáren a zařízení č. 2 a 3 s teplovzdušným větráním a dílčí klimatizací ordinací, jedné sekce čekárny a hygienického zázemí v domě s lékařskou službou v Jihlavě tak, aby byly zajištěny hygienické hodnoty výměn vzduchu a příznivé vnitřní prostředí v řešených místnostech.

1.1. Podklady pro zpracování

Podkladem pro zpracování této technické zprávy jsou výkresy jednotlivých půdorysů a řezů stavební části. Obdržená dokumentace ale neobsahovala rozdělení jednotlivých ordinací na dílčí úseky, z toho důvody jsou ordinace řešeny jako souhrnné bloky, uvažované vždy jako jedna velká místnost. Součástí podkladů jsou rovněž příslušné zákony a prováděcí vyhlášky, České technické normy a podklady výrobců vzduchotechnických zařízení, především:

- Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví, vč. příslušných změn
- Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
- Nařízení vlády č. 6/2003 Sb., hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb
- Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, vč. příslušných změn
- ČSN 73 05 48 – Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů
- ČSN 73 05 40 – Tepelná ochrana budov
- ČSN 73 08 72 – Požární bezpečnost staveb. Ochrana staveb proti šíření požáru vzduchotechnickým zařízení

- ČSN 12 70 10 – Vzduchotechnická zařízení. Navrhování větracích a klimatizačních zařízení
- ČSN EN 12 792 – Větrání budov – Značky, terminologie a grafické značky

1.2. Výpočtové hodnoty klimatických poměrů

Místo	:	Jihlava
Nadmožská výška	:	526 m. n m.
Normální tlak vzduchu	:	94,95 kPa
Výpočtová teplota	:	léto: +30 °C, zima: -15 °C
Entalpie	:	léto: 56,1 KJ/kg

1.3. Výpočtové hodnoty vnitřního prostředí

Místnost	Výsledná teplota [°C]		Relativní vlhkost [%]		Hladina akust. tlaku [dB/A]
	Zima	Léto	Zima	Léto	
Sekce 1	22	24	45	55	55
Sekce 2	22	24	45	55	55
Sekce 3	22	24	45	55	55
Ordinace 1.01	22	24	45	55	35
Chodba 1.02	22	24	45	55	55
Ordinace 1.10	22	24	45	55	35
Chodba 1.11	22	24	45	55	55
Ordinace 1.12	22	24	45	55	35
Strojovna 3.01	15	30	35	65	55

Tabulka 33 - Výpočtové hodnoty vnitřního prostředí

Rychlost vzduchu v pobytové zóně nepřekračuje hodnotu 0,25 m/s. Hluk ve vnějším prostoru stavby nepřekračuje normou danou hodnotu 50 dB

2. Základní koncepční řešení

Na základě hygienických požadavků je uvažováno s klimatizací pro čekárny sekce 1 a sekce 2. Klimatizování bude zajišťováno samostatným systémem vzduchové klimatizace s ohřevem, vlhčením a chlazením v centrální jednotce umístěné ve strojovně vzduchotechniky. Zbývající místnosti budou teplovzdušně větrány a částečně klimatizovány centrální vzduchovou klimatizací a částečně dílčím systémem vodní klimatizace s jednotkami fancoil umístěnými v podhledu. Prostory hygienického zázemí budou opatřeny podtlakovým nuceným větráním s úhradou vzduchu z okolních prostorů dvevní mřížky. Objekt bude řeše dle jednotlivých úseků (viz analýza objektu).

2.1. Hygienické a stavební větrání

Hygienické větrání je navrženo s ohledem na přívod minimálního množství vzduchu dle závazných předpisů. Přitom jako základní předpisy návrhu objektového řešení jsou přijaty následující podmínky:

- podtlakové větrání je navrženo v místnostech hygienického vybavení objektu (WC, sprchy, úklidové komory apod.)
- úhrada vzduchu bude hrazena z okolních prostorů netěsnostmi ve stavební kci., či přes stěnové mřížky
- odvětrání bude vzhledem k obsluhovaným prostorům tvořit samostatné jednotlivé systémy podle stavební dispozice
- výfuky znehodnoceného vzduchu budou vyvedeny nad střechu objektu.
- nejvyšší přípustná maximální hladina vnitřního hluku $L_{Amaxp} = 40 - 60 \text{ dB(A)}$ dle druhu provozu a účelu jednotlivých místností

2.2. Technologické větrání a chlazení

V objektu se nepředpokládá technologické větrání a chlazení

2.3. Energetické zdroje

Elektrická energie:

Elektrická energie je uvažována pro pohon elektromotorů vzduchotechnických a klimatizačních zařízení včetně zdroje chladu – soustava 3 + PEN, 50 Hz, 400 V/230V.

Tepelná energie:

Pro ohřev vzduchu v tepelném výměníku centrální vzduchotechnické jednotky bude sloužit topná voda s rozsahem pracovních teplot $t_{w1}/t_{w2} = 90/70^{\circ}\text{C}$. Výrobu topné vody zajistí profese ÚT.

Pro chlazení vzduchu v centrální jednotce je v této fázi PD uvažován systém nepřímého chlazení. Vodní chladič je osazen v centrální jednotce VZT a venkovní kondenzační jednotky umístěné na střeše objektu. Rozvody chladiva včetně komunikační kabeláže budou dodávkou profese VZT.

3. Popis technického řešení

3.1. Koncepce větracích a klimatizačních zařízení

Návrh řešení větrání předmětných prostor vychází ze současných stavebních dispozic, které ještě nejsou zcela vyřešené a požadavků kladených na interní mikroklima jednotlivých místností. Všechny navržené vzduchotechnické systémy jsou nízkotlaké. Doprava vzduchu bude realizována ocelovým pozinkovaným hranatým potrubím, kromě hygienických místností, kde bude doprava zajištěna kruhovým potrubím. Izolace potrubí bude provedena z minerálních hydrofobizovaných desek s hliníkovou folií. Tloušťky tepelných izolací jsou uvedeny ve výpočtové části. Pro umístění VZT jednotek bude nutné zřízení strojovny o rozměrech zobrazených na výkresech. Ve strojovně bude zřízen výfuk a sání. Oboje bude realizováno nad střešní konstrukcí.

Navržená VZT zařízení jsou rozdělena do následujících celků:

Zařízení č. 1 – Klimatizace sekce 1 a sekce 2

Pro dodržení potřeb výměn vzduchu a pokrytí tepelné zátěže v čekárnách sekce 1 a 2 je navržena centrální VZT jednotka, které se skládá z dvoustupňové filtrace na přívodu – filtry G4 a F7, filtrace na odvodu – filtr G4, protiproudého deskového rekuperátoru, výměníků pro ohřev, vlhčení a chlazení s eliminátorem kapek a z ventilátorů. Snížení vzduchového výkonu v mimopracovní době bude provedeno pomocí frekvenčních měničů přívodního a odvodního ventilátoru. Na vstupu přívodního vzduchu do jednotky a výstupu vzduchu budou osazeny klapky se servopohonem.

Jednotka bude umístěna ve strojovně VZT umístěné v podkroví objektu. Výfuk znehodnoceného a sání čerstvého vzduchu bude proveden tak, aby nedošlo k nasátí znehodnoceného vzduchu do sání. Sání a výfuk budou zakončeny nasávacími a výfukovými koleny. Jednotka bude do strojovny transportována po dílech a na místě složena. V případě hygienických místností bude výfuk zajištěn taktéž nad střechu objektu pomocí ventilátoru.

Priváděný vzduch v letním období bude chlazen systémem nepřímého chlazení pomocí venkovní kondenzační jednotky umístěné na střeše objektu. Venkovní jednotka bude osazena na nosných konzolách při stěně výtahové šachty na střeše objektu - nosné konzoly dodávka stavby. Min. výška spodní hrany nad rovinou střechy je 500mm.

Tepelně upravený dvoustupňově filtrovaný vzduch (teplota přívodního vzduchu $t_p = +18^{\circ}\text{C}$ (léto), $t_p = +37^{\circ}\text{C}$ (zima)) bude do místností transportován čtyřhranným potrubím a ohebnými hadicemi. K přívodu vzduchu budou sloužit nastavitelné vířivé výustě. Odvod znehodnoceného vzduchu bude zajištěn čtyřhranným potrubím, kromě hygienických místností, kde bude doprava zajištěna kruhovým potrubím a ohebnými hadicemi, na kterých budou umístěny odvodní výustky, v případě hygienických místností talířové ventily.

Rozvody vzduchu budou vedeny ve stropním podhledu.

Zařízení bude pracovat se 100 % čerstvého vzduchu.

Ovládání a regulaci zajistí profese MaR (blíže samostatná kapitola měření a regulace).

Izolace na potrubí zařízení č. 1: Přívodní potrubní rozvod bude v jednotlivých podlažích izolován minerální tvrzenou tepelnou izolací tl. 40 mm – zabránění kondenzace vodní páry na potrubí v letním období. Potrubní rozvody ve strojovně budou izolovány izolací tl. 40 a 60 mm – zabránění přenosu hluku do vzduchovodu a kondenzace vodní páry (viz izolace potrubí).

Zařízení č. 2 – Teplovzdušné větrání sekce 3, ordinace 1.01 a chodby 1.02 s dílčí klimatizací pomocí jednotek fancoil

Pro dodržení potřeb výměn vzduchu v čekárně sekce 3, ordinaci 1.01 a chodby 1.02 je navržena centrální VZT jednotka, které se skládá z dvoustupňové filtrace na přívodu – filtry G4 a F7, filtrace na odvodu – filtr G4, souproudého deskového rekuperátoru, výměníků pro ohřev a chlazení s eliminátorem kapek a z ventilátorů. Snížení vzduchového výkonu v mimopracovní době bude provedeno pomocí frekvenčních měničů přívodního a odvodního ventilátoru. Na vstupu přívodního vzduchu do jednotky a výstupu vzduchu budou osazeny klapky se servopohonem.

Jednotka bude umístěna ve strojovně VZT umístěné v podkroví objektu. Výfuk znehodnoceného a sání čerstvého vzduchu bude proveden tak, aby nedošlo k nasátí znehodnoceného vzduchu do sání. Sání a výfuk budou zakončeny nasávacími a výfukovými koleny. Jednotka bude do strojovny transportována po dílech a na místě složena.

Tepelně upravený dvoustupňově filtrovaný vzduch (teplota přívodního vzduchu $t_p = +23^{\circ}\text{C}$ (léto i zima)) bude do místností transportován čtyřhranným potrubím a ohebnými hadicemi. K přívodu vzduchu budou sloužit nastavitelné vířivé výustě. Odvod znehodnoceného vzduchu bude zajištěn čtyřhranným potrubím a ohebnými hadicemi, na kterých budou umístěny odvodní výustky.

Rozvody vzduchu budou vedeny ve stropním podhledu.

Zařízení bude pracovat se 100 % čerstvého vzduchu.

Ovládání a regulaci zajistí profese MaR (blíže samostatná kapitola měření a regulace).

Izolace na potrubí zařízení č. 2: Potrubní rozvody ve strojovně budou izolovány izolací tl. 40 mm a 60 mm – zabránění přenosu hluku do vzduchovodu a kondenzace vodní páry (viz izolace potrubí).

Tepelnou zátěž budou pokrývat jednotky fancoil Geo Cassette Geko umístěné v podhledu. Vzduch bude chlazen přes vodní chladič. V čekárně sekce 3 jsou umístěny 3 jednotky, v ordinaci 1.01 10 jednotek. Případný kondenzát bude odveden do kanalizace. Zdroj chladu je umístěn na střeše objektu.

Zařízení č. 3 – Teplovzdušné větrání ordinací 1.10, 1.12 a chodby 1.11 s dílčí klimatizací pomocí jednotek fancoil

Pro dodržení potřeb výměn vzduchu v čekárně sekce 3, ordinaci 1.01 a chodby 1.02 je navržena centrální VZT jednotka, které se skládá z dvoustupňové filtrace na přívodu – filtry G4 a F7, filtrace na odvodu – filtr G4, protiproudého deskového rekuperátoru, výměníků pro ohřev a chlazení s eliminátorem kapek a z ventilátorů. Snížení vzduchového výkonu v mimopracovní době bude provedeno pomocí frekvenčních měničů přívodního a odvodního ventilátoru. Na vstupu přívodního vzduchu do jednotky a výstupu vzduchu budou osazeny klapky se servopohonem.

Jednotka bude umístěna ve strojovně VZT umístěné v podkroví objektu. Výfuk znehodnoceného a sání čerstvého vzduchu bude proveden tak, aby nedošlo k nasátí znehodnoceného vzduchu do sání. Sání a výfuk budou zakončeny nasávacími a výfukovými koleny. Jednotka bude do strojovny transportována po dílech a na místě složena.

Tepelně upravený dvoustupňově filtrovaný vzduch (teplota přívodního vzduchu $t_p = +23^{\circ}\text{C}$ (léto i zima)) bude do místností transportován čtyřhranným potrubím a ohebnými hadicemi. K přívodu vzduchu budou sloužit nastavitelné vířivé výustě. Odvod znehodnoceného vzduchu bude zajištěn čtyřhranným potrubím a ohebnými hadicemi na kterých budou umístěny odvodní výustky.

Rozvody vzduchu budou vedeny ve stropním podhledu.

Zařízení bude pracovat se 100 % čerstvého vzduchu.

Ovládání a regulaci zajistí profese MaR (blíže samostatná kapitola měření a regulace).

Izolace na potrubí zařízení č. 1: Potrubní rozvody ve strojovně budou izolovány izolací tl. 40 a 60 mm – zabránění přenosu hluku do vzduchovodu a kondenzace vodní páry (viz izolace potrubí).

Tepelnou zátěž ordinací č. 1.10 a 1.12 budou pokrývat jednotky fancoil Geo Cassette Geko umístěné v podhledu. Vzduch bude chlazen přes vodní chladič. V místnosti 1.10 jsou celkem 4, v místnosti 1.12 3 jednotky. Případný kondenzát bude odveden do kanalizace. Zdroj chladu je umístěn na střeše objektu.

4. Nároky na energie

K zajištění chodu větracích a klimatizačních zařízení je třeba zabezpečit zdroje energií uvedené v tabulce č. 34 – Technická specifikace strojů a zařízení

5. Měření a regulace

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

- ovládání chodu ventilátorů, silové napájení ovládaných zařízení
- zajištění tlumeného chodu konkrétních zařízení mimo pracovní - frekvenční měniče
- regulace teploty vzduchu řízením výkonu teplovodního ohřívače v zimním období – vlečná regulace (směšováním)
- regulace teploty vzduchu vodního chladiče - ovládáním průtoku teplotnosné látky
- umístění teplotních a vlhkostních čidel podle požadavku (refer. místnosti apod.)
- řízení účinnosti protimrazové ochrany deskového výměníku nastavováním obtokové klapky (na základě teploty odpadního vzduchu nebo tlakové ztráty)
- ovládání uzavíracích klapek na jednotce včetně dodání servopohonů

- protimrazová ochrana teplovodního výměníku - měření na straně vzduchu i vody. Při poklesnutí teploty - 1.-vypnutí ventilátoru, 2.-uzavření klapek, 3.-otevření třícestného ventilu, 4.-spuštění čerpadla
- signalizace bezporuchového chodu ventilátorů pomocí diferenčního snímače tlaku
- měření a signalizace zanášení (tlakové ztráty) všech stupňů filtrace
- poruchová signalizace
- připojení regulace a signalizace stavu všech zařízení na velící centralizované stanoviště
- zajištění požadovaných současností chodu jednotlivých zařízení v příslušných funkčních celcích
- signalizace požárních klapek (Z/O) - podružná signalizace polohy na panel požárních klapek (VZT dodá ke každé klapce koncový spínač 24V)

6. Protihluková a protiotřesová opatření

Do rozvodných tras potrubí budou vloženy tlumiče hluku, které zabrání nadměrnému šíření hluku od ventilátorů do větraných místností. Tyto tlumiče budou osazeny jak v přívodních, tak odvodních trasách všech vzduchovodů. Veškeré točivé stroje (jednotky, ventilátory) budou pružně uloženy za účelem zmenšení vibrací přenášejících se stavebními konstrukcemi - stavitelné nohy budou podloženy rýhovanou gumou. Veškeré vzduchovody budou napojeny na ventilátory přes tlumicí vložky nebo ohebné zvukově izolované potrubí. Potrubí bude na závěsech podloženo tlumicí gumou. Všechny prostupy VZT potrubí stavebními konstrukcemi budou obloženy a dotěsněny izolací - dodávka stavby.

7. Izolace a nátěry

Jsou navrženy tvrzené izolace hlukové, protipožární a tepelné. Tepelná izolace tl. 60 mm bude zároveň plnit funkci hlukové. Pro přívod a odvod od výustek bude použito zvukověizolační spiro potrubí. Potrubní rozvody ve strojovně VZT budou izolovány tvrzenou izolací tl. 60 mm, přívodní potrubní rozvod bude izolován tvrzenou izolací tl.

40 mm - viz. výpočet tepelných izolací. Požárně budou izolovány potrubní rozvody přecházející přes samostatný požární úsek, místa na potrubních rozvodech pro doizolování představené požární klapky před požárně dělící konstrukcí a to tak, že patřičná část vzduchovodu bude chráněna izolací s požadovanou dobou odolnosti.

Umístění izolací je vyobrazeny na výkresech.

Tvrzené tepelné - šířka izolace 40 a 60mm souč. tepelné vodivosti 0,04W/m²K

Tvrzené hlukové - šířka izolace 60mm souč. zvukové pohltivosti 0,81.

Požární - požární odolnost 45 min

V případě použití jiného druhu izolací je nutné se řídit uvedenými parametry. Nátěry nejsou uvažovány.

8. Protipožární opatření

Všechna vzduchovodní potrubí procházející přes požárně dělící konstrukce budou opatřena požárními uzávěry. Do vzduchovodů procházejících stavební konstrukcí ohraničující určitý požární úsek budou vloženy protipožární klapky, bránící v případě požáru v některém z požárních úseků jeho rozšíření do dalších požárních úseků nebo na celý objekt. V případech, kdy nebude možné klapky osadit do požárně dělící konstrukce, opatříme potrubí mezi konstrukcí a požární klapkou protipožární izolací s požadovanou dobou odolnosti. Osazené požární klapky budou v provedení teplotního a ručního spouštění se signalizací na 24 V.

9. Nároky na související profese

9.1. Stavební úpravy

- Provedení otvorů pro prostupy vzduchovodů.
- Zaizolování a dotěsnění prostupů VZT potrubí izolačními protiotřesovými hmotami.
- Dotěsnění a oplechování prostupů VZT potrubí z exteriéru do interiéru.
- Zajištění nátěrů VZT prvků na fasádě objektu.

- Zajištění protiskluzové úpravy podlahy a vyspárování podlahy k instalované podlahové vpusti.
- Zřízení instalačních šachet pro vedení jednotlivých rozvodů
- Zřízení prostoru strojovny ve 3. NP
- Zřízení revizních otvorů pro přístup k ventilátorům, regulačním a požárním klapkám nerozebíratelných částí podhledu
- Zřízení ocelové konstrukce pro umístění venkovní jednotky pro chlazení na střeše objektu
- Zřízení přístupu k venkovní jednotce

9.2. Silnoproud

- silové napojení a spouštění jednotlivých ventilátorů všech zařízení včetně zajištění časového doběhu
- ovládání uzavírání požárních klapek (při spuštění ventilátoru dojde k otevření klapky (servopohon na 230V dodávka VZT)

Potřeby energií viz. seznam strojů a zařízení

9.3. Vytápění a chlazení

- Připojení ohřívačů vzduchotechnických jednotek na topnou vodu s teplotním spádem 90/70°C (včetně příslušných regulačních armatur)
- Připojení chladičů FCU a vzduchotechnických jednotek na rozvod studené vody s teplotním spádem 5/12°C (včetně příslušných regulačních armatur)

9.4. Zdravotní technika

- Odvod kondenzátu ze VZT jednotky a fancoilů bude v jednotkách sveden do odvodní vany a odtud do zápachové uzávěrky kanalizace.
- Ve strojovně vzduchotechniky bude ve středu místnosti umístěna podlahová vpust' pro případný únik kondenzátu nebo chladicí vody.

- Odvod kondenzátu od nátrubků DN 25 na patách jednotlivých stoupacích rozvodů

10. Montáž, provoz, údržba a obsluha zařízení

- Realizační firma v rámci své dodávky provede rozpis VZT potrubí pro výrobní a montážní účely (rozdělení vzduchovodů na jednotlivé tvarovky a roury včetně potřebných „doměrů“) včetně kontroly PD ve smyslu úplnosti § 55 obchodního zákoníku.
- Realizační firma před naceněním provede prohlídku stávajících prostorů a přesný rozsah demontáží. Rozvody VZT budou instalovány před ostatními profesemi - prostorové nároky.
- Při montáži požárních klapek budou zajištěny přístupy pro následné revize - nutná opětovná koordinace se stavební profesí v průběhu realizace výstavby.
- Osazení VZT jednotek bude provedeno na podložky z rýhované gumy.
- Při zaregulování systémů VZT s motory ovládanými frekvenčními měniči je nutné nastavení požadovaných vzduchových výkonů koordinovat s profesí MaR
- Montáž všech VZT zařízení bude provedena odbornou montážní firmou. Navržená VZT zařízení budou montována podle montážních předpisů jednotlivých VZT prvků.
- Všechny odbočky, rozbočky a nástavce na čtyřhranných potrubních rozvodech budou vybaveny náběhovými plechy - třetí stupeň regulace.
- Při montáži musí být dodržována veškerá bezpečnostní opatření dle platných předpisů. Veškerá zařízení musí být po montáži vyzkoušena a zaregulována. Při zaregulování vzduchotechnických systémů bude postupováno v součinnosti s profesí MaR. Uživatel musí být řádně seznámen s funkcí, provozem a údržbou zařízení.
- VZT zařízení, seřízená a odevzdaná do trvalého provozu, smí být obsluhována pouze řádně zaškolenými pracovníky, a to dle provozních předpisů dodavatelů vzduchotechnických zařízení, pokud není v PD uvedeno jinak. Při provozu odpovídá za bezpečnost práce provozovatel. Všechny podmínky pro bezpečnou

práci musí být uvedeny v provozním řádu. Vypracování provozního řádu včetně zaškolení obsluhy zajistí dodavatel.

- VZT zařízení musí být pravidelně kontrolována, čištěna a udržována stále v provozuschopném stavu. Okolí zařízení musí být vždy čisté a přístupné pro snadnou kontrolu a bezpečnou obsluhu nebo údržbu. Vizually bude hygienická účinnost provozu (filtrační části) jednotlivých KLM zařízení kontrolována nejméně jednou týdně, v rámci profese MaR bude kontrolováno zanášení jednotlivých stupňů filtrace (prostřednictvím měření tlakové difference filtru). O kontrolách a údržbě musí být veden záznam a jejich frekvence bude určena v provozním řádu – zajistí dodavatel.
- Výměna dílčích prvků vzduchotechnických zařízení a následné nakládání s nimi bude prováděna podle předpisů jednotlivých výrobců.
- Navržená VZT a KLM zařízení budou řízena a regulována samostatným systémem měření a regulace -profese MaR. Údržbu a kontrolu nad chodem zařízení bude zajišťovat technický správce, který musí být pro tuto činnost zaškolen.

11. Závěr

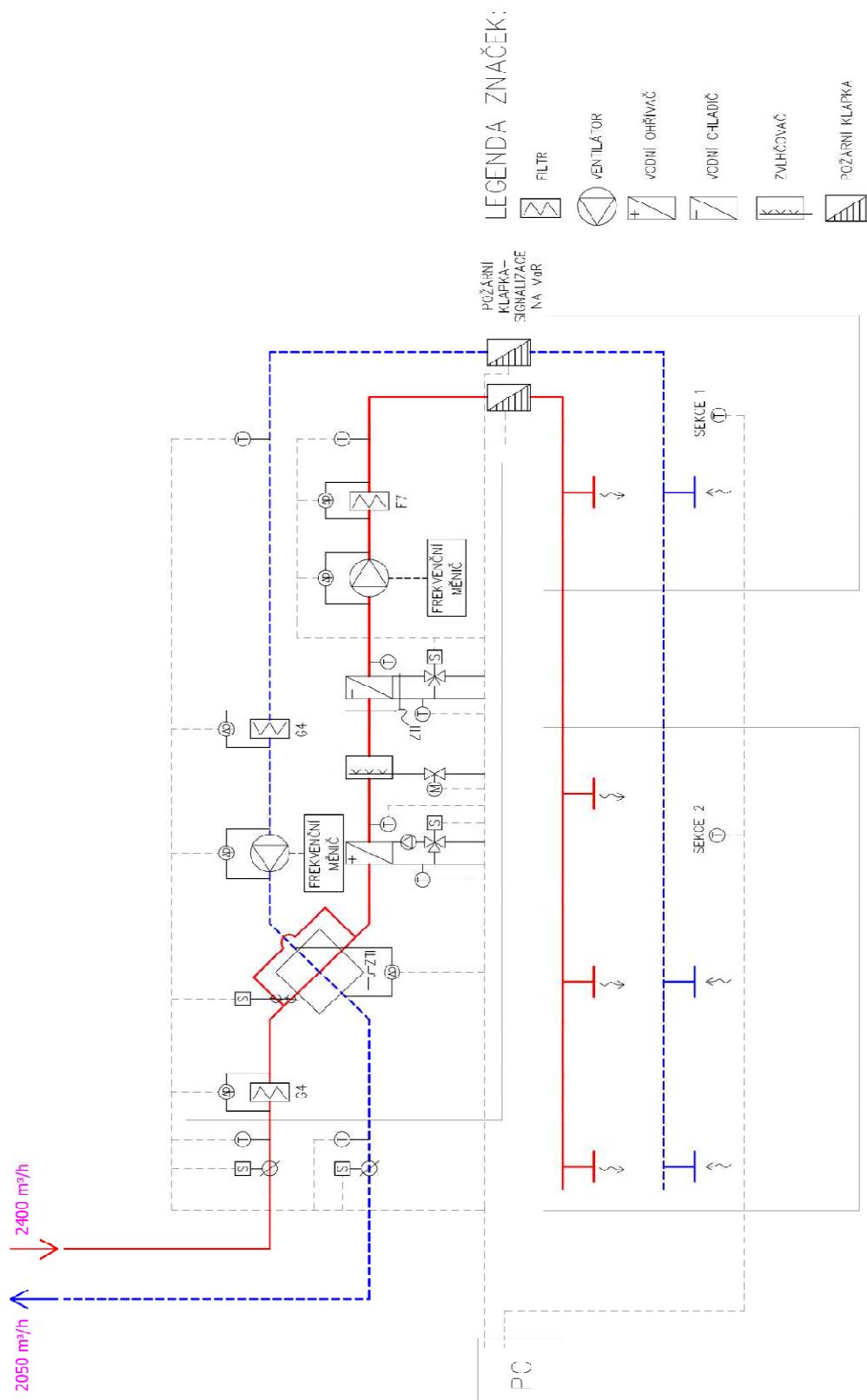
Navržená větrací a klimatická zařízení splňují nároky na hospodárný, hygienický a komfortní provoz daný typem budovy a provozu uvnitř.

Tabulka 34 - Technická specifikace strojů a zařízení

Pozice	Zařízení, prvky	Přívod/Odvod	Ventilátor				Elektrina				Ohřev			Vlhčení			Chlazení				Ovládání
			Množství vzduchu	Externí tlak	Celkový tlak	Počet	Elektrický příkon jednotkový	Elektrický proud jednotkový	Elektrický příkon celkem	Napětí/frekvence	Topný výkon 90/70 °C	Průtok topné vody	Tlakový ztráta výměníku	Elektrický příkon	Parní výkon	Tlaková ztráta	Chladicí výkon 5/12 °C	Průtok chladicí vody	Tlaková ztráta výměníku	Kondenzát	
			m ³ /h	Pa	Pa	ks	kW	A	kW	V/Hz	kW	l/s	Pa	kW	kg/h	Pa	kW	l/s	Pa	kg/h	
1	Zařízení č. 1 - Klimatizace čekáren sekce 1 a 2																				
1.1	Jednotka Remak AeroMaster XP 04																				
	Přívodní ventilátor	P	2400	261	1017	1	1,56	3,26	1,56	3x400/50											Regulátor výkonu XPFM, přes rozhraní WebClima
	Deskový rekuperátor	P/O	2400/2050			1				3x400/50											Servopohon směšování LMC 24A-SR - MaR
	Vodní ohřevač, t _p = 37 °C	P	2400			1					22,6	0,81	62								Směšovací uzel SUMX 2,5 - MaR
	Zvlhčovač	P	2400			1				3x400/50				18,8	25,0	4					Základní hygrostat DPWC, Omezovací hygrostat DPDC - MaR
	Vodní chladič s eliminátorem kapek, t _p = 18 °C	P	2400			1											8,2	0,95	31	1,9	Směšovací uzel chladiče SUMX 2,5 - MaR
	Odvodní ventilátor	O	2050	404	697	1	1,38	2,42	1,38	3x400/50											Regulátor výkonu XPFM 1,5, přes rozhraní WebClima
	Vstupní klapka se servopohonem					1															Servopohon LMC 24A-SR - MaR
	Výstupní klapka se servopohonem					1															Servopohon LM 230A - MaR
	m = 1014 kg																				
2	Zařízení č. 2 - Teplovzdušné větrání - sekce 3 + Ordinance 1.01																				
2.1	Jednotka Remak AeroMaster XP 06																				
	Přívodní ventilátor	P	3900	331	975	1	2,75	5,99	2,75	3x400/50											Regulátor výkonu XPFM 3.0, přes rozhraní WebClima
	Deskový rekuperátor	P/O	3900/3600			1				3x400/50											Servopohon klapky obtoku NM 230A - MaR
	Vodní ohřevač, t _p = 23 °C	P	3900			1					17,6	0,42	26								Směšovací uzel SUMX 1,6 - MaR
	Vodní chladič s eliminátorem kapek, t _p = 23 °C	P	3900			1											5,1	0,63	55	0,6	Směšovací uzel chladiče SUMX 1,6 - MaR
	Odvodní ventilátor	O	3600	302	680	1	2,06	4,81	2,06	3x400/50											Regulátor výkonu XPFM 2.2, přes rozhraní WebClima
	Vstupní klapka se servopohonem					1															Servopohon NM 230A - MaR
	Výstupní klapka se servopohonem					1															Servopohon NM 230A - MaR
	m = 1149 kg																				
2.2	Pomocné chlazení sekce 2																				
	FCU GEA Cassette-Geko - Single	C	620			3	0,103	0,58	0,103	230/50							3,3				
2.3	Pomocné chlazení ordinace 1.01																				
	FCU GEA Cassette-Geko - Big Single	C	330			10	0,05	0,22	0,05	230/50							4,9				
3	Zařízení č. 3 - Teplovzdušné větrání - Ordinance 1.10, 1.12 + chodba 1.11																				
3.1	Jednotka Remak AeroMaster XP 06																				
	Přívodní ventilátor	P	3600	531	1080	1	3,15	5,99	3,15	3x400/50											Regulátor výkonu XPFM 3.0, přes rozhraní WebClima
	Deskový rekuperátor	P/O	3600/3600			1				3x400/50											Servopohon klapky obtoku NM 230A - MaR
	Vodní ohřevač, t _p = 23 °C	P	3600								17,5	0,43	22								Směšovací uzel SUMX 1,6 - MaR
	Vodní chladič s eliminátorem kapek, t _p = 23 °C	P	3600														4,9	0,7	48	0,7	Směšovací uzel SUMX 1,6 - MaR
	Odvodní ventilátor	O	3600	352	680	1	1,99	4,81	1,99	3x400/50											Regulátor výkonu XPFM 2.2 - přes rozhraní WebClima
	Vstupní klapka se servopohonem																				Servopohon NM 230A - MaR
	Výstupní klapka se servopohonem																				Servopohon NM 230A - MaR
	m = 1141 kg																				
3.2	Pomocné chlazení ordinace 1.10																				
	FCU GEA Cassette-Geko - Big Single	C	620			4	0,103	0,58	0,103	230/50							4,9				
3.2	Pomocné chlazení ordinace 1.12																				
	FCU GEA Cassette-Geko - Big Single	C	620			3	0,103	0,58	0,103	230/50							4,9				

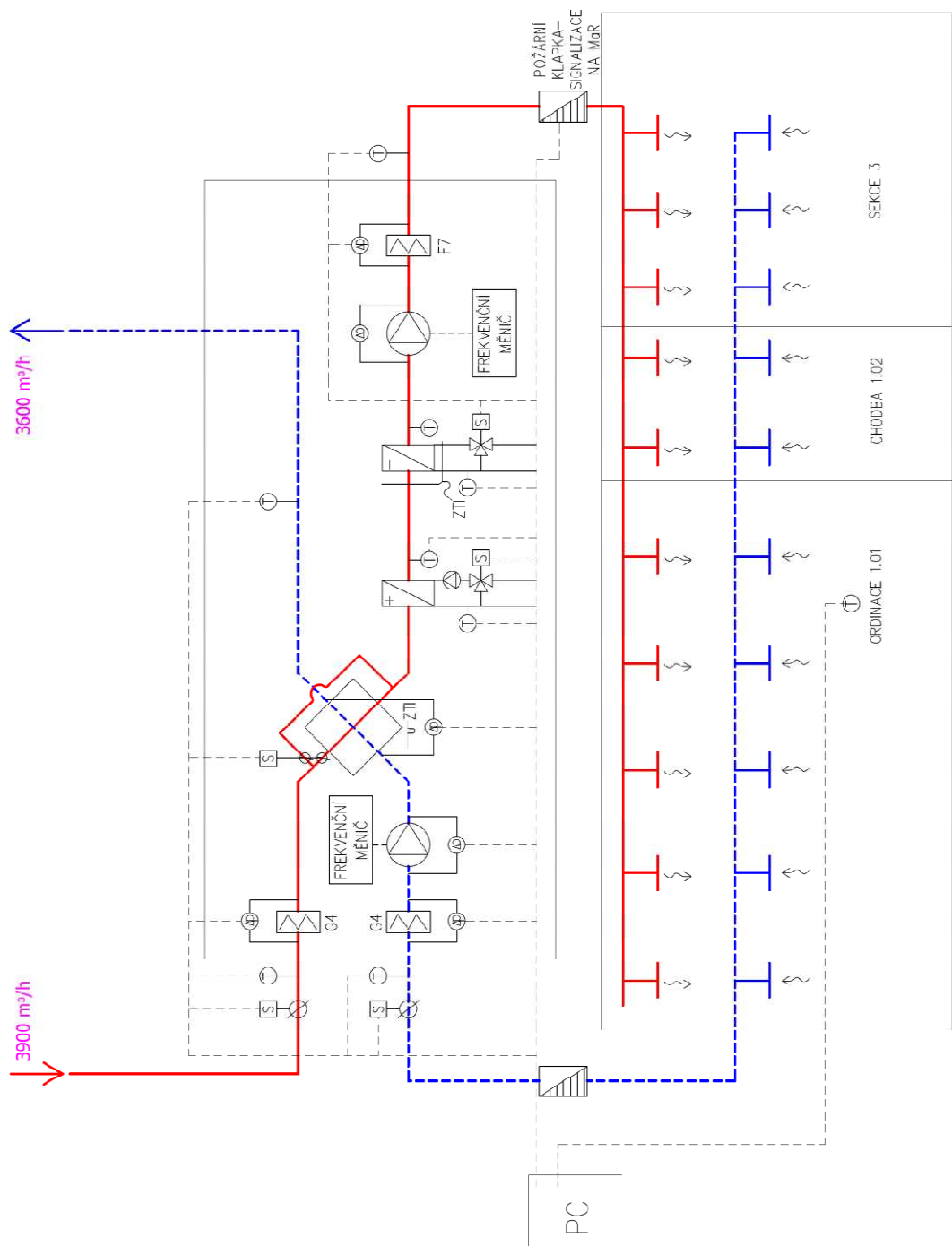
Funkční schémata

FUNKČNÍ SCHÉMA ZAŘÍZENÍ Č. 1 - SEKCE 1 A SEKCE 2



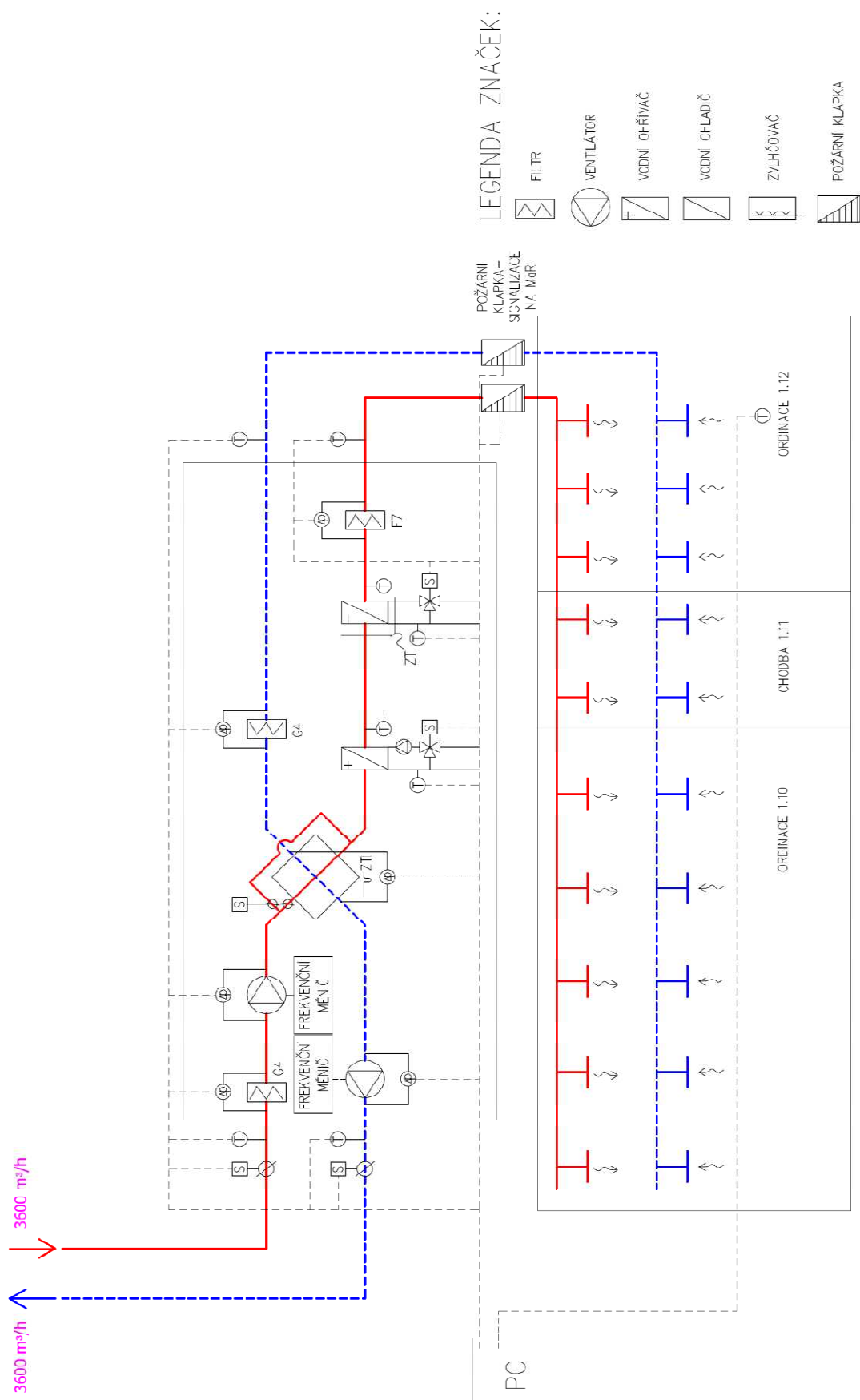
Obrázek 47 - Funkční schéma zařízení č. 1

FUNKČNÍ SCHÉMA ZAŘÍZENÍ Č. 2 - SEKCE 3, ORDINACE 1.01 A CHODBA 1.02



Obrázek 48 - Funkční schéma zařízení č. 2

FUNKČNÍ SCHÉMA ZAŘÍZENÍ Č. 3 - ORDINACE 1.10, 1.12 A CHODBA 1.11



Obrázek 49 - Funkční schéma zařízení č. 3

Technická specifikace:

	Bakalářská práce 2014			
	Michal Vytasil			
	Vzduchotechnika domu s lékařskou službou			
Zařízení č. 1 - Klimatizace čekáren sekce 1 a 2				
Ozn.	Výrobce	Popis	Jednotka	Množství
1.01	Klimat	Čtyřhranné nasávací koleno - 315x560 mm	ks	1
1.02	AZ KLIMA	Čtyřhranné ocelové potrubí - 560x315 mm	bm	39,1
1.03	AZ KLIMA	Přechod čtyřhranný 560x315 - 500x450 mm	ks	2
1.04	Remak	VZT jednotka pro přívod a odvod vzduchu ve skladbě: tlumící vložky, uzavírací klapky, dvoustupňová filtrace na přívodu - G4 a F7, jednostupňová filtrace na odvodu G4, deskový výměník, vodní ohřivač, zvlhčovač, vodní chladič, eliminátor kapek, sekce ventilátoru, vnitřní provedení, nosný rám	ks	1
1.05	AZ KLIMA	Oblouk čtyřhranný - 560x315/90°	ks	5
1.06	AZ KLIMA	Přechod čtyřhranný 560x315 - 600x500 mm	ks	2
1.07	Mart	Tlumič hluku kulisový THKU - délka 1500 mm, šířka 600 mm, š. vložek 100 mm, š. otvorů 50 mm	ks	1
1.08	Mandík	Protipožární klapka PKTM 90 - C 560x315 se servopohonem BF 230-T (BLF 230-T) s termoelektrickým aktivačním zařízením	ks	3
1.09	AZ KLIMA	Oblouk čtyřhranný - 560x315/90°	ks	2
1.10	Mandík	Regulační klapka RKKM 250 S - 57, ovládání servopohonem 24V SR s plynulou regulací polohy	ks	7
1.11	AZ KLIMA	Přechod čtyřhranný 500x315 - 560x315 mm	ks	1
1.12	AZ KLIMA	Čtyřhranné ocelové potrubí - 500x315 mm	bm	4,1
1.13	AZ KLIMA	Přechod čtyřhranný 400x250 - 500x315 mm	ks	1
1.14	AZ KLIMA	Čtyřhranné ocelové potrubí - 400x250 mm	bm	4,1
1.15	Mandík	Výúst s vířivým výtokem vzduchu VVM 625 C/V/P/54/R TPM 001/96	ks	7
1.16	Elektrogesign	Spiro potrubí DN 250	bm	7,9
1.17	Klimat	Čtyřhranné výfukové koleno - 450x315 mm	ks	1
1.18	AZ KLIMA	Čtyřhranné ocelové potrubí - 450x315 mm	bm	21,3
1.19	AZ KLIMA	Oblouk čtyřhranný - 450x315/90°	ks	5
1.20	Mart	Tlumič hluku kulisový THKU - délka 1250 mm, šířka 450 mm, š. vložek 100 mm, š. otvorů 50 mm	ks	1
1.21	AZ KLIMA	Přechod čtyřhranný 450x315 - 500x450 mm	ks	2
1.22	AZ KLIMA	Oblouk čtyřhranný - 315x400/90°	ks	2
1.23	Mandík	Protipožární klapka PKTM 90 - C 450x250 se servopohonem BF 230-T (BLF 230-T) s termoelektrickým aktivačním zařízením	ks	3
1.24	AZ KLIMA	Přechod čtyřhranný 400x315 - 450x315 mm	ks	1
1.25	AZ KLIMA	Oblouk čtyřhranný - 450x315/90°	ks	1
1.26	AZ KLIMA	Čtyřhranné ocelové potrubí - 400x315 mm	bm	12,3
1.27	AZ KLIMA	Přechod čtyřhranný 400x250 - 400x315 mm	ks	1
1.28	AZ KLIMA	Kruhové ocelové potrubí - Ø 125 mm	bm	1
1.29	AZ KLIMA	Přechod kruhový 125- 160 mm	ks	1
1.30	AZ KLIMA	Kruhové ocelové potrubí - Ø 160 mm	bm	19,5
1.31	AZ KLIMA	Oblouk kruhový - Ø 225/90°	ks	3
1.32	Mandík	Talířový ventil TVOM 125 TPM 028/03	ks	2
1.33	Mandík	Talířový ventil TVOM 80 TPM 028/03	ks	2
1.34	Elektrogesign	Spiro potrubí DN 160	bm	4,5
1.35	Multivac	Dveřní mřížka AF981 - 600x200 - 30 NR	ks	1
1.36	Multivac	Dveřní mřížka AF981 - 400x200 - 20 NR	ks	2
1.37	Elektrogesign	Střešní dvouotáčkový ventilátor TH 500/150	ks	1

Tabulka 35 - Specifikace zařízení č. 1

 Bakalářská práce 2014 Michal Vytasil Vzduchotechnika domu s lékařskou službou				
Zařízení č. 2 - Sekce 3 + Ordinance 1.01				
Ozn.	Výrobce	Popis	Jednotka	Množství
2.01	Klimat	Čtyřhranné nasávací koleno - 900x315 mm	ks	1
2.02	AZ KLIMA	Čtyřhranné ocelové potrubí - 900x315 mm	bm	16,2
2.03	AZ KLIMA	Oblouk čtyřhranný - 900x315/90°	ks	6
2.04	AZ KLIMA	Přechod čtyřhranný 900x315 - 650x600 mm	ks	3
2.05	Remak	VZT jednotka pro přívod a odvod vzduchu ve skladbě: tlumicí vložky, uzavírací klapky, dvoustupňová filtrace na přívodu - G4 a F7, jednostupňová filtrace na odvodu G4, deskový výměník, vodní ohřevač, vodní chladič, eliminátor kapek, sekce ventilátoru, vnitřní provedení, nosný rám	ks	1
2.06	Mart	Tlumič hluku kulisový THKU - délka 1500 mm, šířka 1050 mm, š. vložek 100 mm, š. otvorů 50 mm	ks	2
2.07	AZ KLIMA	Přechod čtyřhranný 900x315 - 1050x500 mm	ks	4
2.08	Mandik	Protipožární klapka PKTM 90 - C 900x315 se servopohonem BF 230-T (BLF 230-T) s termoelektrickým aktivčním zařízením	ks	4
2.09	AZ KLIMA	Čtyřhranné ocelové potrubí - 400x315 mm	bm	0,8
2.10	AZ KLIMA	OB rozbočka čtyřhranná - 315x250/355x280/400x315	ks	1
2.11	AZ KLIMA	Čtyřhranné ocelové potrubí - 355x280 mm	bm	6,6
2.12	AZ KLIMA	Oblouk čtyřhranný - 355x280/90°	ks	1
2.13	AZ KLIMA	Přechod čtyřhranný 315x250 - 355x280 mm	ks	1
2.14	AZ KLIMA	Čtyřhranné ocelové potrubí - 315x250 mm	bm	4,2
2.15	AZ KLIMA	Přechod čtyřhranný 225x200 - 315x250 mm	ks	2
2.16	AZ KLIMA	Čtyřhranné ocelové potrubí - 225x200 mm	bm	7,2
2.17	Mandik	Regulační klapka RKKM 250 S - 57, ovládání servopohonem 24V SR s plynulou regulací polohy	ks	28
2.18	Elektrogesign	Spiro potrubí DN 250	bm	25,5
2.19	Mandik	Výúst s vířivým výtokem vzduchu VVM 625 C/V/P/16/R TPM 001/96	ks	20
2.20	AZ KLIMA	Oblouk čtyřhranný - 315x250/90°	ks	1
2.21	AZ KLIMA	Oblouk čtyřhranný - 315x250/60°	ks	2
2.22	AZ KLIMA	Čtyřhranné ocelové potrubí - 200x160 mm	bm	6,3
2.23	AZ KLIMA	Přechod čtyřhranný 200x160 - 200x200 mm	ks	1
2.24	AZ KLIMA	Čtyřhranné ocelové potrubí - 200x200 mm	bm	3,4
2.25	AZ KLIMA	Přechod čtyřhranný 200x200 - 250x250 mm	ks	1
2.26	AZ KLIMA	Čtyřhranné ocelové potrubí - 250x250 mm	bm	10,1
2.27	AZ KLIMA	Přechod čtyřhranný 250x250 - 250x280 mm	ks	1
2.28	AZ KLIMA	Čtyřhranné ocelové potrubí - 250x280 mm	bm	7,1
2.29	AZ KLIMA	Oblouk čtyřhranný - 250x280/90°	ks	1
2.30	AZ KLIMA	Oblouk čtyřhranný - 250x280/60°	ks	2
2.31	AZ KLIMA	OB rozbočka čtyřhranná - 250x280/400x280/710x315	ks	1
2.32	AZ KLIMA	Čtyřhranné ocelové potrubí - 710x315 mm	bm	1,1
2.33	AZ KLIMA	OB rozbočka čtyřhranná - 400x315/900x315/710x315	ks	1
2.34	AZ KLIMA	Oblouk čtyřhranný - 400x280/90°	ks	1
2.35	AZ KLIMA	Čtyřhranné ocelové potrubí - 450x280 mm	bm	5,6
2.36	AZ KLIMA	Přechod čtyřhranný 315x280 - 450x280 mm	ks	1
2.37	AZ KLIMA	Čtyřhranné ocelové potrubí - 315x280 mm	bm	7,5
2.38	AZ KLIMA	Přechod čtyřhranný 200x160 - 315x280 mm	ks	1
2.39	Klimat	Čtyřhranné výfukové koleno - 900x315 mm	ks	1
2.40	AZ KLIMA	Přechod čtyřhranný 1050x500 - 650x600 mm	ks	1
2.41	Mart	Tlumič hluku kulisový THKU - délka 1700 mm, šířka 1050 mm, š. vložek 100 mm, š. otvorů 50 mm	ks	1
2.42	AZ KLIMA	Přechod čtyřhranný 250x250 - 400x250 mm	ks	1
2.43	AZ KLIMA	Čtyřhranné ocelové potrubí - 400x250 mm	bm	8,3
2.44	AZ KLIMA	Oblouk čtyřhranný - 400x250/90°	ks	2
2.45	AZ KLIMA	Oblouk čtyřhranný - 400x250/90°	ks	1
2.46	AZ KLIMA	OB rozbočka čtyřhranná - 400x250/900x315/560x315	ks	1
2.47	AZ KLIMA	Čtyřhranné ocelové potrubí - 560x315 mm	bm	9,5
2.48	AZ KLIMA	OB rozbočka čtyřhranná - 560x315/280x200/560x315	ks	1
2.49	AZ KLIMA	Oblouk čtyřhranný - 560x315/60°	ks	2
2.50	AZ KLIMA	Oblouk čtyřhranný - 560x315/90°	ks	1
2.51	AZ KLIMA	Přechod čtyřhranný 450x315 - 560x315 mm	ks	1
2.52	AZ KLIMA	Čtyřhranné ocelové potrubí - 450x315 mm	bm	3,4
2.53	AZ KLIMA	Přechod čtyřhranný 315x315 - 450x315 mm	ks	1
2.54	AZ KLIMA	Čtyřhranné ocelové potrubí - 315x315 mm	bm	3,4
2.55	AZ KLIMA	Přechod čtyřhranný 250x250 - 315x315 mm	ks	1
2.56	AZ KLIMA	Čtyřhranné ocelové potrubí - 280x200 mm	bm	10,7
2.57	AZ KLIMA	Oblouk čtyřhranný - 280x200/90°	ks	1
2.58	AZ KLIMA	Přechod čtyřhranný 200x200 - 280x200 mm	ks	1
2.59	Mandik	Výúst s vířivým výtokem vzduchu VVM 625 C/V/P/24/R TPM 001/96	ks	8
2.60	GEA	Kazetová jednotka GEA Cassette-Geko - Single	ks	10
2.61	GEA	Kazetová jednotka GEA Cassette-Geko - Big Single	ks	3
2.62	AZ KLIMA	Kruhové ocelové potrubí - Ø 140 mm	bm	0,5
2.63	AZ KLIMA	Přechod kruhový 140- 180 mm	ks	1
2.64	AZ KLIMA	Kruhové ocelové potrubí - Ø 180 mm	bm	20
2.65	AZ KLIMA	Oblouk kruhový - Ø 225/90°	ks	3
2.66	Elektrogesign	Spiro potrubí DN 125	bm	7,5
2.67	Mandik	Talířový ventil TVOM 125 TPM 028/03	ks	2
2.68	Mandik	Talířový ventil TVOM 80 TPM 028/03	ks	3
2.69	Elektrogesign	Střešní dvouotáčkový ventilátor TH 500/150	ks	1
2.70	Mandik	Regulační klapka RKM 315x250 - 56 TPM 009/00	ks	1
2.71	Mandik	Regulační klapka RKM 355x280 - 56 TPM 009/00	ks	1
2.72	Mandik	Regulační klapka RKM 250x280 - 56 TPM 009/00	ks	1
2.73	Mandik	Regulační klapka RKM 400x280 - 56 TPM 009/00	ks	1
2.74	Mandik	Regulační klapka RKM 280x200 - 56 TPM 009/00	ks	1
2.75	Mandik	Regulační klapka RKM 560x315 - 56 TPM 009/00	ks	1
2.76	Multivac	Dveřní mřížka AF981 - 600x200 - 30 NR	ks	1
2.77	Multivac	Dveřní mřížka AF981 - 400x200 - 30 NR	ks	1
2.78	Multivac	Dveřní mřížka AF981 - 300x100 - 20 NR	ks	1

Tabulka 36 - Specifikace zařízení č. 2

 Bakalářská práce 2014 Michal Vytasil Vzduchotechnika domu s lékařskou službou				
Zařízení č. 3 - Teplovzdušné větrání Ordinance 1.10, 1.12 + chodba 1.11				
Ozn.	Výrobce	Popis	Jednotka	Množství
3.01	Klimat	Čtyřhranné nasávací koleno - 900x315 mm	ks	1
3.02	AZ KLIMA	Čtyřhranné ocelové potrubí - 900x315 mm	bm	16,2
3.03	AZ KLIMA	Oblouk čtyřhranný - 900x315/90°	ks	3
3.04	AZ KLIMA	Přechod čtyřhranný 900x315 - 650x600 mm	ks	2
3.05	Remak	dvoustupňová filtrace na přívodu - G4 a F7, jednostupňová filtrace na odvodu G4, deskový výměník, vodní ohříváč, vodní chladič, eliminátor kapek, sekce ventilátoru, vnitřní provedení, nosný rám	ks	1
3.06	Mart	Tlumič hluku kulisový THKU - délka 2200 mm, šířka 1050 mm, š. vložek 100 mm, š. otvorů 50 mm	ks	1
3.07	AZ KLIMA	Přechod čtyřhranný 900x315 - 1050x500 mm	ks	4
3.08	AZ KLIMA	Oblouk čtyřhranný - 900x315/30°	ks	1
3.09	AZ KLIMA	Oblouk čtyřhranný - 900x315/90°	ks	1
3.10	AZ KLIMA	OB rozbočka čtyřhranná - 900x315/900x315/400x280	ks	1
3.11	AZ KLIMA	OB rozbočka čtyřhranná - 900x315/560x315/180x225	ks	1
3.12	AZ KLIMA	Regulační klapka RKM 560x315 - 56 TPM 009/00	ks	1
3.13	AZ KLIMA	Přechod čtyřhranný 560x315 - 450x315 mm	ks	1
3.14	AZ KLIMA	Čtyřhranné ocelové potrubí - 450x315 mm	bm	18,8
3.15	AZ KLIMA	Oblouk čtyřhranný - 450x315/90°	ks	2
3.16	AZ KLIMA	Oblouk čtyřhranný - 450x315/90°	ks	1
3.17	AZ KLIMA	Přechod čtyřhranný 450x315 - 400x315 mm	ks	1
3.18	AZ KLIMA	Čtyřhranné ocelové potrubí - 400x315 mm	bm	3,5
3.19	AZ KLIMA	Přechod čtyřhranný 400x315 - 355x280 mm	ks	1
3.20	AZ KLIMA	Čtyřhranné ocelové potrubí - 355x280 mm	bm	7,1
3.21	AZ KLIMA	Přechod čtyřhranný 355x280 - 355x225 mm	ks	1
3.22	AZ KLIMA	Čtyřhranné ocelové potrubí - 355x225 mm	bm	10,0
3.23	AZ KLIMA	Přechod čtyřhranný 355x225 - 200x200 mm	ks	2
3.24	AZ KLIMA	Čtyřhranné ocelové potrubí - 200x200 mm	bm	6,8
3.25	Mandík	Výúst s vířivým výtokem vzduchu VVM 625 C/V/P/16/R TPM 001/96	ks	18
3.26	Mandík	Regulační klapka RKKM 250 S - 57, ovládání servopohonem 24V SR s plynulou regulací polohy	ks	24
3.27	Elektrogesign	Spiro potrubí DN 250	bm	13,0
3.28	AZ KLIMA	Přechod čtyřhranný 355x225 - 355x250 mm	ks	1
3.29	AZ KLIMA	Čtyřhranné ocelové potrubí - 355x250 mm	bm	3,4
3.30	AZ KLIMA	Přechod čtyřhranný 355x225 - 355x280 mm	ks	1
3.31	AZ KLIMA	Přechod čtyřhranný 355x280 - 400x280 mm	ks	1
3.32	AZ KLIMA	Čtyřhranné ocelové potrubí - 400x280 mm	bm	15,2
3.33	AZ KLIMA	Oblouk čtyřhranný - 450x280/90°	ks	1
3.34	AZ KLIMA	Oblouk čtyřhranný - 450x280/90°	ks	1
3.35	AZ KLIMA	Čtyřhranné ocelové potrubí - 180x225 mm	bm	26,6
3.36	AZ KLIMA	RB rozbočka čtyřhranná - 180x225/180x225/180x225	ks	1
3.37	AZ KLIMA	Oblouk čtyřhranný - 180x225/90°	ks	2
3.38	Klimat	Čtyřhranné výfukové koleno - 900x315 mm	ks	1
3.39	Mart	Tlumič hluku kulisový THKU - délka 2000 mm, šířka 1050 mm, š. vložek 100 mm, š. otvorů 50 mm	ks	1
3.40	AZ KLIMA	OB rozbočka čtyřhranná - 900x315/560x315/900x315	ks	1
3.41	AZ KLIMA	Oblouk čtyřhranný - 560x315/90°	ks	2
3.42	AZ KLIMA	Čtyřhranné ocelové potrubí - 560x315 mm	bm	10,8
3.43	AZ KLIMA	OB rozbočka čtyřhranná - 400x315/560x315/400x315	ks	1
3.44	AZ KLIMA	Čtyřhranné ocelové potrubí - 560x315 mm	bm	20,5
3.45	AZ KLIMA	Přechod čtyřhranný 400x280 - 400x315 mm	ks	2
3.46	AZ KLIMA	Čtyřhranné ocelové potrubí - 400x280 mm	bm	8,0
3.47	AZ KLIMA	Přechod čtyřhranný 200x225 - 400x280 mm	ks	2
3.48	AZ KLIMA	Čtyřhranné ocelové potrubí - 200x225 mm	bm	2,1
3.49	AZ KLIMA	OB rozbočka čtyřhranná - 400x225/400x315/400x225	ks	1
3.50	AZ KLIMA	Oblouk čtyřhranný - 400x315/90°	ks	2
3.51	AZ KLIMA	Oblouk čtyřhranný přechodový - 400x315/900x315/90°	ks	1
3.52	Mandík	Výúst s vířivým výtokem vzduchu VVM 625 C/V/P/24/R TPM 001/96	ks	8
3.53	GEA	Kazetová jednotka GEA Cassette-Geko - Big Single	ks	7
3.54	Mandík	Protipožární klapka PKTM 90 - C 560x315 se servopohonem BF 230-T (BLF 230-T) s termoelektrickým aktivačním zařízením	ks	2
3.55	Mandík	Protipožární klapka PKTM 90 - C 400x315 se servopohonem BF 230-T (BLF 230-T) s termoelektrickým aktivačním zařízením	ks	2
3.56	Mandík	Protipožární klapka PKTM 90 - C 180x225 se servopohonem BF 230-T (BLF 230-T) s termoelektrickým aktivačním zařízením	ks	2
3.57	Mandík	Protipožární klapka PKTM 90 - C 900x315 se servopohonem BF 230-T (BLF 230-T) s termoelektrickým aktivačním zařízením	ks	2
3.58	Mandík	Regulační klapka RKM 180x225 - 56 TPM 009/00	ks	1
3.59	Mandík	Regulační klapka RKM 900x315 - 56 TPM 009/00	ks	1

Tabulka 37 - Specifikace zařízení č. 3

ZÁVĚR

Výsledkem této bakalářské práce je návrh tří vzduchotechnických jednotek odpovídajících rozdělení objektu na celky a zpracování projektové dokumentace. Zařízení č. 1 zajišťuje teplovzdušné vytápění, chlazení a vlhčení zóny. Zařízení č. 2 a 3 obstarávají teplovzdušné větrání, chlazení místností zajišťují jednotky fancoil. Hygienické místnosti jsou větrány podtlakově. Všechna zařízení jsou navržena v souladu s platnými hygienickými vyhláškami a normami. V teoretické části byl shrnut vliv obtokového součinitele na povrchovou teplotu chladiče, chlazení a odvlhčování, z čehož vyplynulo, že nejvýhodnější je navrhování zařízení volbou obtokového součinitele. Vždy je ale nutné, aby byl nalezen soulad mezi investičními a provozními náklady klimatizačního zařízení.

ZDROJE:

- [1] SCHWARZER, Jan. Teorie vlhkého vzduchu (III): Základní úpravy vlhkého vzduchu. In: *Tzb-info* [online]. 2006 [cit. 2014-05-07]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/3382-teorie-vlhkeho-vzduchu-iii>
- [2] GEBAUER, G.; RUBINOVÁ, O., HORKÁ, H. *Vzduchotechnika*. Vzduchotechnika. Technická knihovna. Brno: Vydavatelství Era Brno, 2005. s. 1-260. ISBN: 80-7366-027- X
- [3] Vzduchotechnika: Úvod do předmětu, mikroklima budov, vlhký vzduch a jeho úpravy. In: [online]. 2013 [cit. 2014-05-07]. Dostupné z: <http://www.fce.vutbr.cz/TZB/rubanova/o/>
- [4] ELDER, Keith. Air Conditioning Design: Psychrometrics & Coil Load Calculations. In: *Courses.washington* [online]. 2007 [cit. 2014-05-07]. Dostupné z: <http://courses.washington.edu/me425/425%20Psychrometric%20Review%202007.pdf>
- [5] SZÉKYOVÁ, Karol FERSTL a Richard NOVÝ. *Větrání a klimatizace*. Bratislava: Jaga Group, 2006. ISBN 80-8076-037-3
- [6] CHYSKÝ, Jaroslav. *Vlhký vzduch*. Praha: SNTL, 1977. ISBN 04-239-77
- [7] CARRIER AIR CONDITIONING COMPANY. *Handbook of Air Conditioning System Design*. Dallas: Mcgraw-hill, 1966. ISBN 007010090X.
- [8] ŠIKULA, Ondřej. MODELOVÁNÍ TEPELNĚ VLHKOSTNÍCH ÚPRAV V CHLADIČÍCH VZDUCHU. In: *Fakulta stavební VUT v Brně* [online]. 2004 [cit. 2014-05-07]. Dostupné z: http://www.fce.vutbr.cz/veda/dk2004texty/pdf/01_Pozemni%20stavitelstvi/1_04_Technicka%20zarizeni%20a%20energie%20budov/Sikula_Ondrej.pdf
- [9] HAROK, Vojtěch. Lamelové výměníky: Nepohodlná pravda III. Povrchová teplota chladiče. *Klimatizace*. 2011, roč. 20, č. 2.
- [10] CHYSKÝ, J. HEMZAL, K A KOLEKTIV TP Větrání a klimatizace, Brno: Bolit-B press, 1993, ISBN 80-901574-0-8

- [11] Vyúst' s vířivým výtokem vzduchu. In: *Mandík* [online]. 2011 [cit. 2014-05-07]. Dostupné z:
http://mandik.cz/images/stories/soubory/anemostaty/vvm/001_96cz_Z2_VVM.pdf
- [12] Talířový ventil. In: *Mandík* [online]. 2011 [cit. 2014-05-07]. Dostupné z:
http://mandik.cz/images/stories/soubory/dyzy_a_ventily/tvpm_tvom/028_03cz_Z1_TVPM_TVOM.pdf
- [13] Přehled výrobků GEA. In: *GEA LVZ* [online]. 2011 [cit. 2014-05-07]. Dostupné z:
http://web.telecom.cz/gealvz/downloads/lvz/mn/klim/A_VK_PR_2011-0150-CZ_Cassette_Geko_BA_05_2011_150dpi.pdf
- [14] AHRI Standard 410-2001. *Forced-Circulation, Air-Cooling and Air-Heating Coils*. Arlington, VA 22201, U.S.A.: Air Conditioning Heating and Refrigeration Institute, 2011
- [15] REMAK a.s. *AeroCAD Ver.5.1.32*, Počítačový program pro návrh VZT jednotek
- [16] Technika budov s.r.o. *Teruna Ver. 1.5b*, Počítačový program pro simulace tepelných zátěží, odparu, výpočty kondenzace v potrubí a výpočty bazénových jednotek
- [17] Mart s.r.o. *MartAkustik*, Počítačový program pro výpočet útlumu tlumičů hluku. Dostupné z: <http://mart.cz/martakustik/>

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

A	Plocha
D	Průměr potrubí
D_p	Přirozený útlum hluku
E	Stav vnějšího mikroklimatu
F	Obtokový součinitel
H	Světlá výška místnosti
H1	Vzdálenost mezi přírodní vyústkou a pobytovou zónou
FCTP	Faktor citelného tepla prostoru
FCTZ	Faktor citelného tepla zařízení
FECTP	Faktor efektivního citelného tepla prostoru
H_T	Měrná tepelná ztráta
h_n	Entalpie n-tého stavu vzduchu
I	Stav vnitřního mikroklimatu
KZ	Klimatizační zařízení
L_v	Hladina akustického výkonu
m_p	Množství přiváděného vzduchu
M_w	Množství odpařené vody
O	Směrový činitel
P	Stav přiváděného vzduchu
q	Tepelný tok

Q_{ic}	Tepelná zátěž citelným teplem
Q_{iv}	Tepelná zátěž vázaným teplem
r_a	Teplotní odpor
S	Stav směsi dvou stavů vzduchu
t_{ep}	Efektivní povrchová teplota chladiče
Δt_{ln}	Střední logaritmický rozdíl teplot vzduchu a vody
t_r	Teplota rosného bodu
$\overline{t_w}$	Střední teplota vody v chladiči
U	Součinitel prostupu tepla
V_p	Průtok přiváděného vzduchu
V_o	Průtok odváděného vzduchu
VZT	Vzduchotechnika
x	Měrná vlhkost vzduchu
φ	Relativní vlhkost vzduchu
Δp_t	Tlaková ztráta třením

SEZNAM OBRÁZKŮ:

Obrázek 1 - Průběh změny stavu vzduchu při chlazení [1].....	13
Obrázek 2 - Chlazení vzduchu [3].....	14
Obrázek 3 - Průchod vzduchu chladičem [4]	14
Obrázek 4 - Chladič vzduchu jako výměník se 100% účinností.....	15
Obrázek 5 - Znázornění vztahu mezi FCTP (θ_i) a FCTZ (θ_z) [5].....	16
Obrázek 6 - Psychometrická závislost mezi obtokovým součinitel chladiče F, faktorem citelného tepla prostoru a faktorem citelného tepla zařízení [5].....	17
Obrázek 7 - Řez chladičem vzduchu	20
Obrázek 8 - a) průběh teplot v závislosti na velikosti přenosové plochy chladiče u protiproudého výměníku, b) střední rozdíl teplot v souproutém výměníku	22
Obrázek 9 - Teplotní pole povrchu chladiče – a), b) jednorozměrný teplotní profil dle normy ARI 410, c) model konstantní povrchové teploty [9].....	23
Obrázek 10 - Schéma výpočtu povrchové teploty chladiče - a) suchý povrch, b) mokrý povrch [9].....	24
Obrázek 11 - Vliv obtokového součinitele na průtok vzduchu zařízením	26
Obrázek 12 - Vliv obtokového součinitele na průběh teplot.....	26
Obrázek 13 - Závislost odvlhčení na změně efektivní teploty chladiče.....	27
Obrázek 14 - Chlazení vzduchu se zvětšujícím se počtem řad - zvětšujícím se výkonem.....	27
Obrázek 15 - Rozdělení na funkční celky 1.S	32
Obrázek 16 - Rozdělení na funkční celky 1.NP	33
Obrázek 17 - Simulace průběhu tepelné zátěže.....	40
Obrázek 18 - Simulace průběhu teplot.....	40
Obrázek 19 - Simulace tepelného toku okny.....	41
Obrázek 20 - Grafické znázornění výstří [11]	49
Obrázek 21 - Diagram tlakové ztráty a akustického výkonu výstřky.....	49
Obrázek 22 - Diagram tlakové ztráty, akustického výkonu výstřky a rychlosti proudění.....	51
Obrázek 23 - Diagram tlakové ztráty, akustického výkonu výstřky a rychlosti proudění.....	52
Obrázek 24 - Odvodní talířový ventil TVOM [12]	53
Obrázek 25 - Diagram tlakové ztráty a objemového průtoku talířového ventilu TVOM ..	54
Obrázek 26 - Ideové schéma vedení potrubí 1S.....	57
Obrázek 27 - Ideové schéma vedení potrubí ve strojovně a na půdě	57
Obrázek 28 - Ideové schéma vedení potrubí v 1.NP	58
Obrázek 29 - Rozměry jednotky Gea Cassette Geko - Big Single [13]	84
Obrázek 30 - Změny stavu vzduchu v hx diagramu.....	84
Obrázek 31 - Rozměry jednotky Gea Cassette Geko – Single [13]	86
Obrázek 32 - Změny stavu vzduchu v hx diagramu.....	86
Obrázek 33 - Změny stavu vzduchu v hx diagramu.....	88
Obrázek 34 - Změny stavu vzduchu v hx diagramu.....	90
Obrázek 35 – Zakreslení parametrů ventilátoru do charakteristiky	91
Obrázek 36 - Zakreslení parametrů ventilátoru do charakteristiky	92
Obrázek 37 - Izolace potrubí zař. č. 1 - sání přes strojovnu v letním období.....	112

Obrázek 38 - Izolace potrubí zař. č. 1 pro letní období - přívod vzduchu do místnosti přes strojovnu	113
Obrázek 39 - Izolace potrubí zař. č. 1 pro letní období - přívod vzduchu do místnosti...	113
Obrázek 40 - Izolace potrubí zař. č. 1 pro letní období - odvod vzduchu z místnosti přes strojovnu	114
Obrázek 41 - Izolace potrubí zař. č. 1 pro letní období - odvod vzduchu ze strojovny ven	114
Obrázek 42 - Izolace potrubí zař. č. 1 pro zimní období - sání vzduchu přes strojovnu..	115
Obrázek 43 - Izolace potrubí zař. č. 1 pro zimní období - přívod vzduchu do místnosti přes strojovnu	115
Obrázek 44 - Izolace potrubí zař. č. 1 pro zimní období - přívod vzduchu do místnosti.	116
Obrázek 45 - Izolace potrubí zař. č. 1 pro zimní období - výfuk vzduchu ze strojovny ven	116
Obrázek 46 - Izolace potrubí zař. č. 1 pro zimní období - odvod vzduchu přes strojovnu	117
Obrázek 47 - Funkční schéma zařízení č. 1.....	134
Obrázek 48 - Funkční schéma zařízení č. 2.....	135
Obrázek 49 - Funkční schéma zařízení č. 3.....	136

SEZNAM TABULEK:

Tabulka 1 - Hodnoty obtokového součinitele F v závislosti na oblasti použití KZ [7].....	18
Tabulka 2 - Hodnoty obtokového součinitele v závislosti na jeho konstrukčních parametrech a způsobu provozu [5].....	19
Tabulka 3 - Součinitelé prostupu tepla jednotlivých konstrukcí	34
Tabulka 4 - Průtoky vzduchu zařízením č. 1	46
Tabulka 5 - Průtoky vzduchu zařízením č. 2 a 3	47
Tabulka 6 - Základní parametry výustí Mandík sekce 1 [11]	48
Tabulka 7 - Rozměry výustí sekce 1 [11].....	49
Tabulka 8 - Základní parametry výstky Mandík sekce 2 přívod [11]	50
Tabulka 9 - Rozměry výustí sekce 2 přívod [11]	50
Tabulka 10 - Rozměry výustí sekce 2 odvod [11].....	52
Tabulka 11 – Velikosti ventilu a odpovídající průtoky [12]	53
Tabulka 12 - Parametry ventilu TVOM	54
Tabulka 13 - Distribuční prvky jednotlivých místností zařízení č. 1 a 2	55
Tabulka 14 - Distribuční prvky jednotlivých místností zařízení č. 3	56
Tabulka 15 - Dimenzování potrubí zařízení č. 1	59
Tabulka 16 - Dimenzování potrubí zařízení č. 2	60
Tabulka 17 - Dimenzování potrubí zařízení č. 3	61
Tabulka 18 - Útlum hluku zařízení č. 1 - přívod bez tlumiče hluku	93
Tabulka 19 - Útlum hluku zař. č. 1 - přívod s tlumičem hluku	95
Tabulka 20 - Útlum hluku zař. 1 - odvodní potrubí bez tlumiče hluku.....	96
Tabulka 21 - Útlum hluku - zař. č. 1 - odvod s tlumičem hluku	98
Tabulka 22 - Útlum hluku zař. č. 2 - přívod vzduchu bez tlumiče hluku.....	99
Tabulka 23 - Útlum hluku zař. č. 2 - přívod vzduchu s tlumičem hluku.....	101
Tabulka 24 - Útlum hluku zař. č. 2 - odvod vzduchu bez tlumiče hluku	102
Tabulka 25 - Útlum hluku zař. č. 2 - odvodní potrubí s tlumičem hluku.....	104
Tabulka 26 - Útlum hluku zař. č. 3 - přívodní potrubí bez tlumiče hluku.....	105
Tabulka 27 - Útlum hluku zař. č. 3 - přívodní potrubí s tlumičem hluku	107
Tabulka 28 - Útlum hluku zař. č. 3 - odvodní potrubí bez tlumiče hluku	108
Tabulka 29 - Útlum hluku zař. č. 3 - odvodní potrubí s tlumičem hluku.....	110
Tabulka 30 - Útlum hluku do vnějšího prostředí.....	111
Tabulka 31 - Tloušťky izolací zař. č. 1.....	117
Tabulka 32 - Tloušťky izolací zař. č. 2 a 3.....	117
Tabulka 33 - Výpočtové hodnoty vnitřního prostředí	121
Tabulka 34 - Technická specifikace strojů a zařízení	133
Tabulka 35 - Specifikace zařízení č. 1.....	137
Tabulka 36 - Specifikace zařízení č. 2.....	138
Tabulka 37 - Specifikace zařízení č. 3.....	139

SEZNAM PŘÍLOH:

Výkres č. 1.....	Půdorys 1.PP – M 1:50
Výkres č. 2.....	Půdorys 1.NP – M 1:50
Výkres č. 3.....	Půdorys 3. NP, strojovna – M 1:50
Výkres č. 4	Řezy – M 1:50
Výkres č. 5	Axonometrie 1.S
Výkres č. 6	Axonometrie 1.NP
Výkres č. 7	Axonometrie 3.NP