



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

VZDUCHOTECHNIKA PRO MENŠÍ SÍDLO FIRMY

AIR CONDITIONING FOR SMALLER COMPANY HEADQUARTERS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Pavel Staňa

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PAVEL UHER, Ph.D.

BRNO 2022



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	Pavel Staňa
Název	Vzduchotechnika pro menší sídlo firmy
Vedoucí práce	Ing. Pavel Uher, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2021
Datum odevzdání	27. 5. 2022

V Brně dne 30. 11. 2021

prof. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu

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

PODKLADY A LITERATURA

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

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

- práce bude zpracována v souladu s platnými předpisy (zákony, vyhláškami, normami) pro navrhování zařízení techniky staveb

- obsah a uspořádání práce dle směrnice FAST, vlastní text práce s touto osnovou:

A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu

B. Výpočtová část

analýza objektu – rozdělení na funkční celky VZT, 1-2 zařízení zpracovaná v tématech:

tepelné bilance,

průtoky vzduchu, tlakové poměry

distribuce vzduchu,

dimenzování potrubí a tlaková ztráta,

úpravy vzduchu, návrh VZT jednotek (hx diagramy),

útlum hluku

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

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).

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

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá návrhem systému vzduchotechniky pro sídlo menší firmy. Tématem teoretické části jsou klimatizační systémy a jejich principy se zaměřením na chladivový klimatizační systém. Cílem výpočtové části je analýza budovy a návržení vhodného řešení pro dosažení požadovaného vnitřního mikroklimatu. V projektové části je zpracována technická zpráva se specifikací navržených zařízení.

PREFACE

The bachelor's thesis deals with the design of an air conditioning system for the a smaller company headquarters. The topic of the theoretical part is air conditioning systems and their principles with a focus on refrigerant air conditioning system. The aim of the calculation part is to analyze the building and design a suitable solution to achieve the required indoor microclimate. In the project part, a technical report is prepared with the specification of the proposed equipment

KLÍČOVÁ SLOVA

Vzduchotechnika, sídlo firmy, chlazení, nucené větrání, výměna vzduchu

KEY WORDS

Air-handling, company headquarters, cooling, forced ventilation, air exchange

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Pavel Staňa *Vzduchotechnika pro menší sídlo firmy*. Brno, 2022. 98 s., 12s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Pavel Uher, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Vzduchotechnika pro menší sídlo firmy* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 26. 5. 2022

Pavel Staňa
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Vzduchotechnika pro menší sídlo firmy* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 26. 5. 2022

Pavel Staňa
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Pavlovi Uherovi, Ph.D. za jeho trpělivost a cenné rady v rámci zpracování této bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat kantorům na ústavu tzb za další odborné informace a také své rodině za podporu při studiu.

OBSAH

ÚVOD	11
A) TEORETICKÁ ČÁST	12
1 ÚVOD	13
2 KLIMATIZAČNÍ SYSTÉMY	13
2.1 ROZDĚLENÍ KLIMATIZAČNÍCH SYSTÉMŮ	13
2.2 VZDUCHOVÉ SYSTÉMY	13
2.3 KOMBINOVANÉ SYSTÉMY	14
2.4 CHLADIVOVÉ SYSTÉMY	16
2.4.1 ZÁKLADNÍ PRINCIP	16
2.4.2 SYSTÉM SPLIT	18
2.4.3 SYSTÉM MULTISPLIT	18
2.4.4 SYSTÉM MULTISPLIT S PROMĚNNÝM PRŮTOKEM CHLADIVA	19
2.4.5 VNITŘNÍ JEDNOTKY	20
2.4.6 VENKOVNÍ JEDNOTKY	22
2.4.7 CHLADIVO	22
B) VÝPOČTOVÁ ČÁST	25
3 ANALÝZA OBJEKTU	26
3.1 POPIS ŘEŠENÉHO OBJEKTU	26
3.2 ROZDĚLENÍ NA FUNKČNÍ CELKY	26
3.3 PARAMETRY VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ	27
4 TEPELNÉ BILANCE	28
4.1 TEPELNÉ TECHNICKÉ VLASTNOSTI KONSTRUKCÍ	28
4.2 TEPELNÉ ZISKY	28
4.3 TEPELNÉ ZTRÁTY	30
5 PRŮTOKY VZDUCHU	31
6 DISTRIBUČNÍ PRVKY	35
7 DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ	37
7.1 ZAŘÍZENÍ Č. 1	37
7.2 ZAŘÍZENÍ Č. 2	39
7.3 ZAŘÍZENÍ Č. 3	43
8 NÁVRH VZDUCHOTECHNICKÝCH JEDNOTEK	44
8.1 ZAŘÍZENÍ Č. 1	44

8.2 ZAŘÍZENÍ Č. 2.....	47
8.3 ZAŘÍZENÍ Č. 3.....	50
9 ÚTLUM HLUKU	51
10 NÁVRH IZOLACE	56
C) PROJEKT	59
11 TECHNICKÁ ZPRÁVA	60
11.1 ÚVOD.....	60
11.1.1 PODKLADY PRO ZPRACOVÁNÍ.....	60
11.1.2 VÝPOČTOVÉ HODNOTY KLIMATICKÝCH POMĚRŮ.....	60
11.1.3 VÝPOČTOVÉ HODNOTY VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ	61
11.2 ZÁKLADNÍ KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ	61
11.2.1 HYGIENICKÉ VĚTRÁNÍ A KLIMATIZACE	62
11.2.2 TECHNOLOGICKÉ VĚTRÁNÍ A CHLAZENÍ	62
11.2.3 ENERGETICKÉ ZDROJE.....	62
11.3 POPIS TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ	63
11.3.1 KONCEPCE VĚTRACÍCH A KLIMATIZAČNÍCH ZAŘÍZENÍ	63
11.4 NÁROKY NA ENERGIE.....	64
11.5 MĚŘENÍ A REGULACE	64
11.6 NÁROKY NA SOUVISEJÍCÍ PROFESE.....	64
11.6.1 STAVEBNÍ ÚPRAVY	64
11.6.2 SILNOPORUD	65
11.6.3 VYTÁPĚNÍ	65
11.6.4 ZDRAVOTNÍ TECHNIKA.....	65
11.7 PROTIHLUKOVÁ A PROTITŘESOVÁ OPATŘENÍ	65
11.8 IZOLACE A NÁTĚRY	65
11.9 PROTIPOŽÁRNÍ OPATŘENÍ.....	65
11.10 MONTÁŽ, PROVOZ, ÚDRŽBA A OBSLUHA ZAŘÍZENÍ.....	65
11.11 ZÁVĚR.....	66
11.12 TABULKA ZAŘÍZENÍ	67
11.13 SPECIFIKACE PRVKŮ	68
11.14 REGULAČNÍ SCHÉMA.....	71
12 ZÁVĚR.....	73
13 POUŽITÉ ZDROJE	73
14 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A OZNAČENÍ.....	74
15 SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ.....	75
PŘÍLOHY	78

A.	REMAK – PODKLADY OD VÝROBCE.....	78
A.1	ZAŘÍZENÍ Č. 1	78
A.2	ZAŘÍZENÍ Č. 2	89
B.	VÝKRESY	98
B.1	PŮDORYS 1NP	98
B.2	PŮDORYS 2NP	98
B.3	ŘEZY BUDOVY.....	98

ÚVOD

Předmětem této bakalářské práce je návrh vzduchotechnických zařízení pro provozní budovu firmy. Firma se nachází v obci Mrsklesy v Olomouckém kraji. Jedná se o dvoupodlažní budovu. V prvním podlaží jsou umístěny kanceláře a hygienické zázemí pro zaměstnance. Ve druhém podlaží se pak nachází Výstavní místnost a strojovna vzduchotechniky.

Teoretická část se zabývá Klimatizačními systémy se zaměřením na chladivový systém

Ve výpočtové části jde o návrh jednotlivých vzduchotechnických zařízení a klimatizačního zařízení s ohledem na jejich funkci a provoz budovy během roku a zajištění vnitřního mikroklimatu.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

A) TEORETICKÁ ČÁST

KLIMATIZAČNÍ SYSTÉMY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Pavel Staňa

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PAVEL UHER, Ph.D.

BRNO 2022

1 ÚVOD

Tématem teoretické části bakalářské práce jsem si zvolil klimatizační systémy, jejich princip rozdělení a využití. Zaměřil jsem se zejména na chladivový klimatizační systém, a to z důvodu návrhu systému pro řešenou budovu ve výpočtové části, která má zajistit větší komfort především v extrémních podmínkách letního období v prostorách kanceláří.

Klimatizací se pro účely tvorby vnitřního prostředí, tj. interního mikroklimatu budov, rozumí úprava vzduchu. Úpravy tvoří chlazení, ohřev, vlhčení a odvlhčování. [1]

Klimatizační zařízení zajistí podle svého provedení tyto funkce:

- Výměnu vzduchu v místnosti za vzduch vnější s odvodem škodlivin, tzn. Řízené větrání;
- Filtraci vzduchu, event. Jeho další úpravy (ionizaci, sterilizaci apod.);
- Chlazení nebo vytápění místností, což představuje tepelnou úpravu vzduchu;
- Zvlhčování nebo odvlhčování vzduchu v místnosti, tzn. Úpravu vlhkosti vzduchu.

Klimatizační zařízení, které zajistí alespoň chlazení nebo vlhčení či odvlhčování, je označeno za dílčí klimatizace.

Soubor technických prvků s výše uvedenými funkcemi tvoří klimatizační systém [1]

2 KLIMATIZAČNÍ SYSTÉMY

Klimatizační systém má především za úkol odvézt tepelnou zátěž a škodliviny v ovzduší z klimatizovaného prostoru do exteriéru. Tepelnou zátěž se nejčastěji rozumí tepelné zisky vnější (okny radiací, prosklenými plochami) a vnitřní (od osob, osvětlení)

2.1 Rozdělení klimatizačních systémů

Rozdělení lze pojmut z vícero pohledů a hledisek.

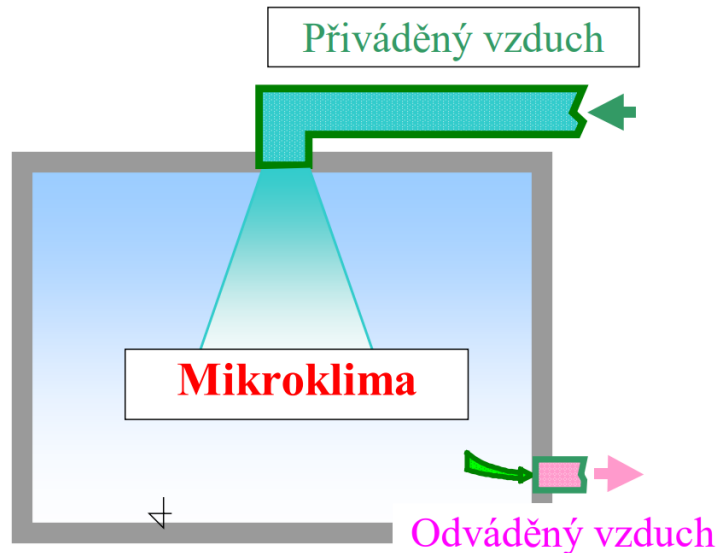
Dle účelu můžeme klimatizační systémy rozdělit na komfortní (sloužící ke zlepšení podmínek pro pobývání osob v klimatizované místnosti) a technologické (sloužící pro vytváření prostředí nezbytné k průběhu technologických procesů)

Dle technického provedení a typických teplotních látek lze klimatizační systémy rozdělit na vzduchové, kombinované, chladivové. [1]

2.2 Vzduchové systémy

Uvedené systémy se vyznačují tím, že nositelem tepelné energie pro krytí tepelné zátěže i ztrát daného prostoru je jen vzduch. Podle rychlosti proudění vzduchu v potrubí lze systémy rozdělit na nízkotlaké a vysokotlaké. [2]

Vzduchové systémy se v hojné míře využívají tam, kde jsou požadovány vysoké průtoky čerstvého vzduchu. Typické jsou aplikace jednozónového jednonálového vzduchového systému v restauracích, divadlech kinech a jiných shromažďovacích prostorech [21]



Obrázek 2.1 Schéma vzduchového systému [2]

2.3 Kombinované systémy

Kombinované klimatizační systémy se vyznačují tím, že nositelem tepla a chladu pro tvorbu interního mikroklimatu a pokrytí tepelné zátěže i ztrát místností je voda, která se rozvádí z místa své úpravy do jednotlivých klimatizovaných místností budovy potrubní sítí. K předání tepla jsou osazeny koncové prvky s teplosměnnou plochou sdílející teplo:

- Konvekcí pomocí indukčních jednotek,
- Konvekcí pomocí ventilátorových jednotek tzv. fan-coilů,
- Sáláním velkoplošnou plochou tzv. chladícím stropem

Systémy s indukčními jednotkami i fan-coily jsou v podstatě analogické, liší se pouze koncovými prvky. [2]

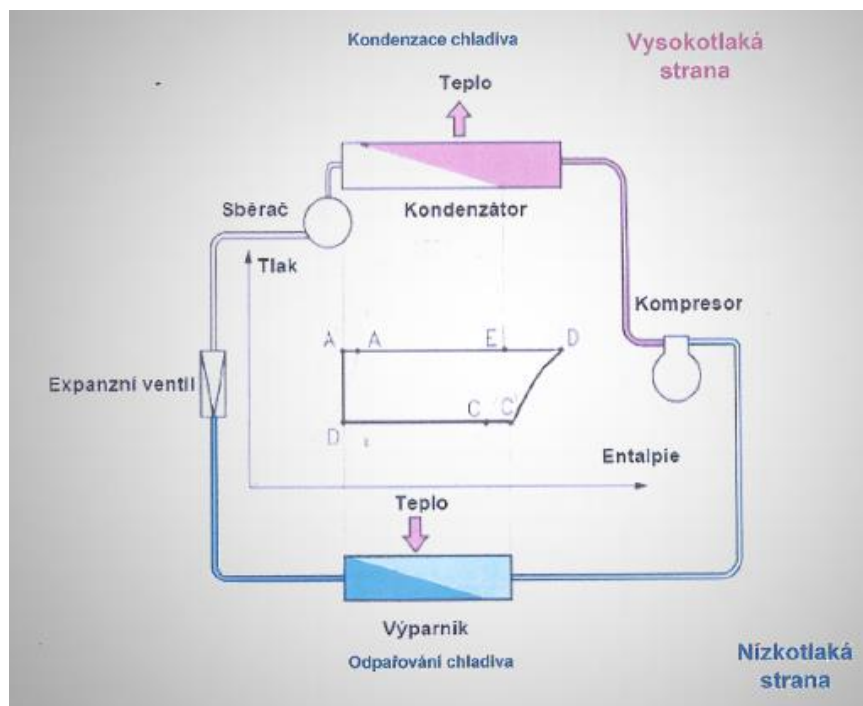
2.4 Chladivové systémy

Populárním klimatizačním systémem jsou v poslední době chladivové systémy, které představují moderní pojetí klimatizace. Jejich předností oproti ostatním systémům je především komfort uživatelů, a přitom malá prostorová náročnost.

Chladivové systémy se vyznačují tím, že teponosnou látkou k přenosu tepelné energie mezi zdrojem a klimatizovanou místností k pokrytí tepelné zátěže, event. tepelných ztrát je chladivo, které umožňuje přenos tepla pomocí skupenských změn (kapalina, pára). [1]

2.4.1 Základní princip

Chladivové systémy pracují se základní variantou kompresorového chladicího okruhu viz Obrázek 2.4.1. Vyznačují se dvoutrubkovým nebo třítrubkovým rozvodem chladiva a děleným chladícím zařízením tzv. split systém, který se skládá s vnitřní a venkovní jednotky. V základním chladícím režimu probíhá vypařování chladiva ve vnitřní jednotce a kondenzace chladiva ve vnější jednotce. Dříve se používal pouze režim chlazení, ale dnes už je běžné, že se tyto jednotky dají přepnout do reverzního režimu, kdy jednotka topí.



Obrázek 2.5 Kompresorový chladicí okruh [3]

Chladicí okruh začíná svou činností sání vypařených par chladiva do kompresoru, dále kompresor nasáté páry chladiva stlačuje. Při stlačování par dochází k ohřívání, přehřáté páry vstupují do kondenzátoru, kde dochází k jejich ochlazení a kondenzování do podoby kapaliny při kondenzační teplotě. V závěru kondenzace dochází k podchlazení kapalného chladiva. Pro spolehlivou činnost chladicího okruhu je důležité získat dostatečné podchlazení. Kapalina pod vysokým tlakem prochází škrtícím orgánem (expanzní ventil), dochází k prudkému poklesu tlaku. Při prudkém snížení tlaku dochází k varu chladiva a jeho prudkému vypařování chladiva. Vypařovací teplo je přiváděno přes výparník k chlazenému prostoru. Škrtící orgán musí zajistit dostatečné přehřátí par chladiva. Přehřátí zajistí, aby kompresor nenasál páry chladiva s podílem kapalného chladiva, což by mohlo poškodit kompresor. Na následujících obrázcích jsou základní části kompresorového chladicího okruhu. [17]



Obrázek 2.6 Výparník [17]



Obrázek 2.7 Kondenzátor [17]



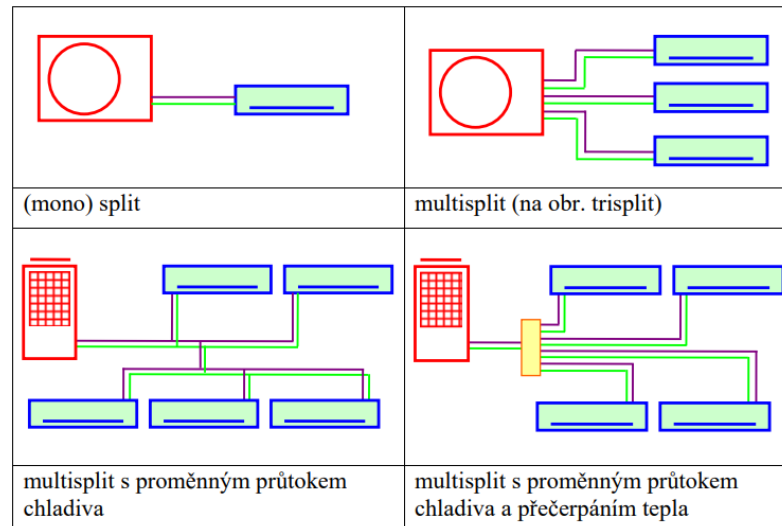
Obrázek 2.8 Kompresor [17]



Obrázek 2.9 Škrtící orgán [17]

Systemy lze podle provedení zařadit do čtyř základních skupin

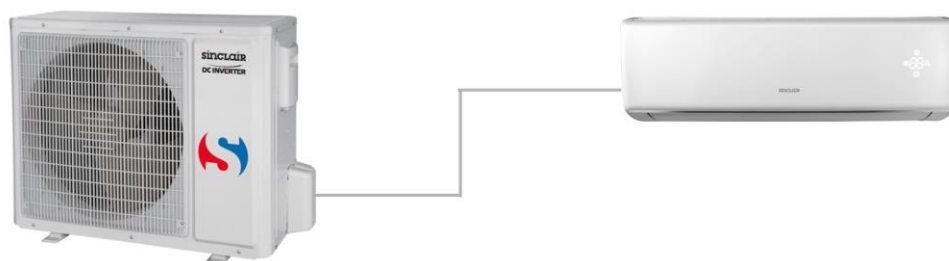
- Systém chladivový split
- Systém chladivový multisplit
- Systém chladivový multisplit s proměnným průtokem chladiva
- Systém chladivový multisplit s proměnným průtokem chladiva a přečerpáváním



Obrázek 2.10 Schéma základních druhů chladivových systémů [2]

2.4.2 Systém split

Skládá se z jedné vnitřní jednotky (výparník) a z jedné venkovní jednotky (kompresor, kondenzátor). Obě jednotky jsou spojeny izolovaným chladivovým potrubím. Minimální a maximální délky potrubí stanovuje výrobce. Ty jsou nezbytné pro správný a bezchybný provoz zařízení a je nutné tyto požadavky dodržet.



Obrázek 2.11 Systém Split [20]

2.4.3 Systém multisplit

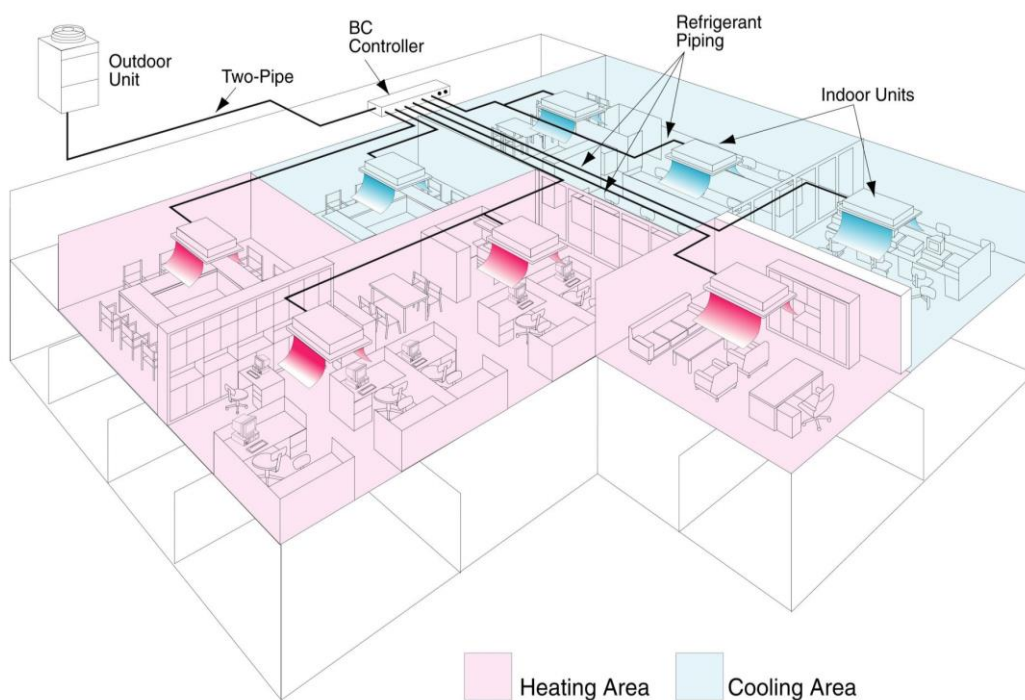
Skládá se ze dvou až pěti vnitřních jednotek a z jedné venkovní. Vnitřní jednotky pracují ve stejném režimu, každá je ovládaná samostatně. Tento systém jsem zvolil jako dílčí klimatizaci tří kanceláří v prvním podlaží řešeného objektu.



Obrázek 2.12 Systém multisplit [20]

2.4.4 Systém multisplit s proměnným průtokem chladiva

Známý také pod obchodními názvy VRV, VRF je systém skládající se ze 2 až 53 vnitřních jednotek a jedné venkovní jednotky. Chladicí výkon se reguluje pomocí změny průtoku chladiva.



Obrázek 2.13 VRF systém [22]

2.4.5 Vnitřní jednotky

Jsou umístěny přímo v klimatizované místnosti a obsahují výměník (výparník, také kondenzátor), ventilátor a také vzduchový filtr. Jednotky mohou pracovat s oběhovým vzduchem, nebo mohou pracovat z přírodním vzduchem s exteriéru. Do jednotky může být vestavěn i ionizátor vzduchu. Výkony vnitřních jednotek jsou různé podle výrobců, ale nejčastěji se pohybují v rozmezí od 2 do 12 kW. Podle umístění v klimatizované místnosti existují:

- Nástěnná jednotka

Jednotka k montáži na stěnu s nastavitelným lamelami, které mohou rovnoměrně vyfukovat vzduch do místnosti. Lepší modely už dnes nabízejí připojení k wifi a dají se tak ovládat přes síť.



Obrázek 2.14 Nástěnná jednotka [20]

- Podstropní jednotka

Jednotka určená k montáži na strop. Používá se do místností, kde nelze použít podhled. Podstropní jednotka zajistí optimální rozložení teploty v místnosti s výdechem podél stropu, aby vzduch proudil nad zónou výskytu lidí.



Obrázek 2.15 Podstropní jednotka

- Parapetní jednotka

Nebo také konzolová jednotka je určena k montáži nad podlahou a esteticky vypadají jako běžná otopná tělesa.



Obrázek 2.16 Parapetní jednotka [20]

- Kazetová jednotka

Jednotka určená k montáži do podhledu. Má čtyři výstupy vzduchu zajišťující rovnoměrné promíchání vzduchu v místnosti s možností nastavení pozice lamel. Esteticky jsou tyto jednotky nejzajímavější.



Obrázek 2.17 Kazetová jednotka [20]

- Kanálová jednotka

Ideální řešení pro haly, dílny a větší místnosti. Díky silnému výkonu je zajištěno mohutné proudění vzduchu z jednotky, tak aby se vzduch dostal i do nejbližších koutů klimatizované místnosti.



Obrázek 2.18 Kanálová jednotka

2.4.6 Venkovní jednotky

Součástí venkovní kondenzační jednotky je kondenzátor spolu s kompresorem a ventilátorem. Většina venkovních jednotek je vzduchem chlazená, ale může být i vodou chlazená. Důležité je u venkovní jednotky její umístění v exteriéru. Podle charakteru stavby a její konstrukce může být venkovní jednotka volně stojící vedle objektu nebo na ploché střeše, zavěšená pomocí konzol na fasádě nebo na šikmé střeše. Musí však být umístěna tak, aby byl umožněn přístup k servisu, či demontáži jednotky. Vzhledem k tomu, že jednotka obsahuje kompresor a ventilátor a bude zdrojem hluku, je třeba ověřit, zda splní všechny předepsané limity hluku do okolí i do objektu.

2.4.7 Chladivo

Chladivo je chemická látka, která převádí teplo z jednoho prostředí do druhého, přitom využívá svých vlastností změny skupenství, a to kapalně a plynně. Na rozdíl od teplotně stálé látky, jakou je například voda, která mění pouze svoji teplotu.

Rozdělení chladiv:

- Přírodní (látky vyskytující se v přírodě): čpavek, voda, CO₂ a další
- Syntetická (vyráběné průmyslově): CFC, HCFC, HFC, HFO chladiva a další

Značení chladiv:

Celosvětově se podle ASHRAE standardu chladiva označují písmenem *R* (z anglického Refrigerant= chladivo) a číslem. Pokud je za číslem ještě velké písmeno *A* – jde o směs, malé písmeno *a* – jde o jednosložkové chladivo

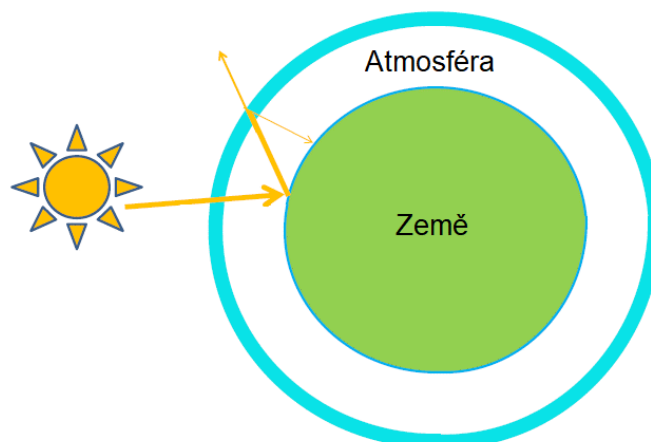
Požadavky na vlastnosti chladiva jsou především:

- Co nejmenší vliv na životní prostředí
- Přiměřené tlaky (na sací straně by měl být tlak vždy vyšší, než tlak okolí)
- Nehořlavost
- Nevýbušnost
- Nejedovatost

Nikdy však nelze dosáhnout ideálního chladiva, který by měl nízký dopad na životní prostředí a zároveň neměl žádné negativní vlastnosti. V dnešní době je největším tématem právě životní prostředí. Jinak tomu není ani v chladivových systémech, kde chladivo ovlivňuje globální oteplování a rozklad ozonové vrstvy Země. Z těchto důvodů byly stanoveny hodnotící kritéria, podle kterých se kategorizují chladiva. Jsou to: ODP, GWP, TEWI

ODP (z anglického ozone depletion potential) je relativní množství poškození ozonové vrstvy, jaké může látka způsobit. Odvozuje se od chladiva R11, pro které je ODP rovno 1.

GWP (z anglického globale warming potencial) je skleníkový efekt v atmosféře, který způsobuje, že část vyzařovaného tepla zpět ze Země v infračerveném záření se odráží zpět k Zemi a způsobuje globální oteplování. GWP 1 vyjadřuje vliv 1 kg CO₂ na globální klima. Látky způsobující globální oteplování označujeme jako F-plyny a je nutná jejich regulace na trhu. Pro legislativu je hraniční hodnota GWP 150. Hodnoty lze najít v tabulkách přílohy Nařízení ES č.517/2014.

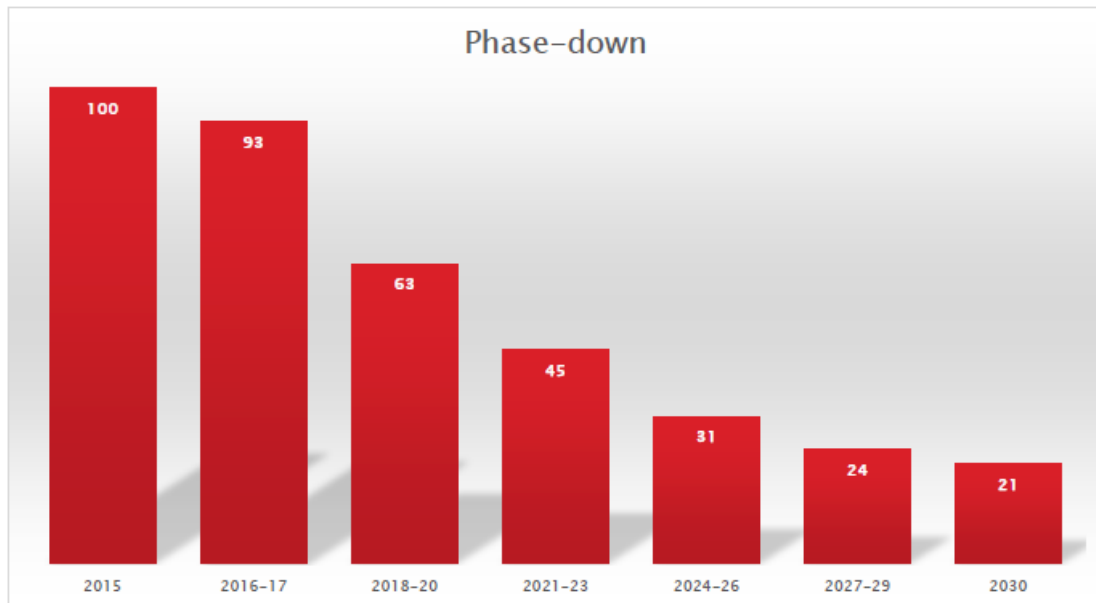


Obrázek 2.19 Skleníkový efekt

TEWI (z anglického total equivalent warming impact) je celkový vliv chladiva na životní prostředí (včetně energie spotřebované zařízením po dobu životnosti)

Od roku 2015 se regulace používání chladiv řídí tzv. ekvivalentem CO₂. Ekvivalent CO₂ je součin GWP chladiva v zařízení a hmotnosti chladiva v zařízení

Phase-down je pojem, kterým se označuje od roku 2015 postupné snižování množství F-plynu na trhu EU. Počínaje rokem 2015 je stanoven strop pro dovoz a výrobu F-plynů. Tento strop bude postupně snižovat až do roku 2030, kdy by měl dosáhnout hodnoty 21 % ve srovnání s rokem 2015 viz následující graf [3]



Graf 1 Phase-down [3]

Důležité je kontrola případného úniku chladiva z okruhu. Každý provozovatel chladícího zařízení je povinen provést veškerá opatření k prevenci úniků F-plynů a zajistit kontrolu těsnosti v předepsaných intervalech dle ekvivalentu CO₂. Únik chladiva se zjišťuje nejčastěji bublinkovou metodou nebo detektory úniku chladiv.



Obrázek 2.20 Elektronický detektor úniku chladiv [3]



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

B) VÝPOČTOVÁ ČÁST

VZDUCHOTECHNIKA PRO MENŠÍ SÍDLU FIRMY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Pavel Staňa

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PAVEL UHER, Ph.D.

BRNO 2022

3 ANALÝZA OBJEKTU

3.1 Popis řešeného objektu

Řešeným objektem je dvoupodlažní provozní budova sídla firmy. Nachází se na katastrálním území obce Mrsklesy v Olomouckém kraji v nezastavěném území. V prvním nadzemním podlaží jsou umístěny tři kanceláře, chodba s malou kuchyňkou, hygienické zázemí pro zaměstnance, archiv a příruční sklad. Ve druhém podlaží se pak nachází Výstavní místnost, chodba a strojovna vzduchotechniky. Budova má šikmou sedlovou střechu.

3.2 Rozdělení na funkční celky

Objekt je rozdělen na tři funkční celky z důvodů odlišných požadavků na vnitřní mikroklima, různé provozní doby.

- Funkční celek č. 1

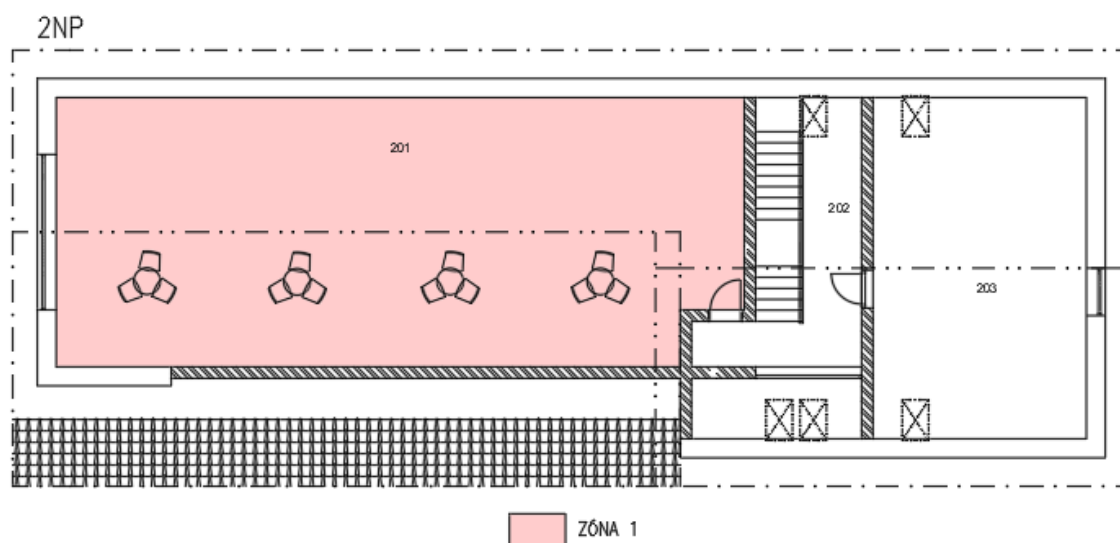
Prvním funkčním celkem je Výstavní místnost č.201, kterou bude obsluhovat zařízení č.1- sestavná vzduchotechnická jednotka s teplovzdušným vytápěním a chlazením.

- Funkční celek č. 2A

Druhým funkčním celkem je chodba, kuchyňka, archiv, příruční sklad a hygienické zázemí pro zaměstnance firmy. Tento funkční celek bude obsluhovat zařízení č.2- kompaktní vzduchotechnická jednotka, která bude zajišťovat nucené větrání.

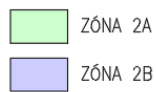
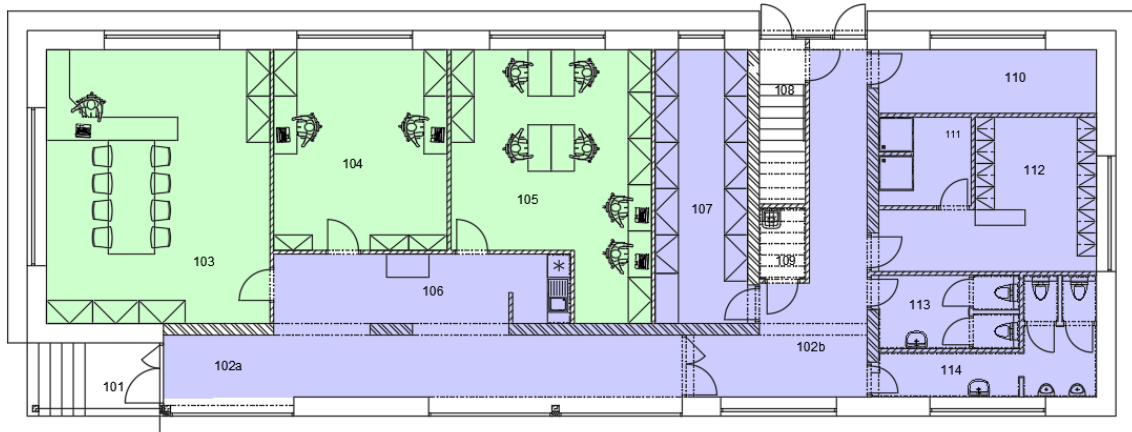
- Funkční celek č. 2B:

Třetím funkčním celkem jsou kanceláře zaměstnanců. O tento funkční celek se bude starat zařízení č.2- kompaktní vzduchotechnická jednotka, která bude zajišťovat nucené větrání a zařízení č.3- Dílčí chladivový systém klimatizace multisplit se třemi vnitřními jednotkami zajišťující tepelnou pohodu v letních měsících všech kanceláří.



Obrázek 3.1 Funkční celky – 2NP

1NP



Obrázek 3.2 Funkční celky – 1NP

3.3 Parametry vnitřního prostředí

Tabulka 1 Parametry vnitřního prostředí [5]

Označení	Název místnosti	Výpočtová vnitřní teplota v zimě θ_i [°C]	Relativní vlhkost vzduchu v zimě φ_{ai} [%]	Výpočtová vnitřní teplota v létě θ_i [°C]	Relativní vlhkost vzduchu v létě φ_{ai} [%]
102	chodba	18	38	25	50
103	kancelář	21	38	24	50
104	kancelář	21	38	24	50
105	kancelář	21	38	24	50
106	chodba s kuchyňkou	18	38	25	50
107	archiv	18	38	25	50
108	schodiště	18	38	25	50
110	sklad	18	38	25	50
111	sprchy	24	38	24	50
112	šatna	24	38	24	50
113	WC-ženy	18	38	25	50
114	WC-muži	18	38	25	50
201	výstavní místnost	21	38	24	50
202	chodba se schodištěm	18	38	25	50

4 TEPELNÉ BILANCE

4.1 Tepelně technické vlastnosti konstrukcí

Řešeným objektem je novostavba, a tak jsou všechny konstrukce navrženy, aby vyhovovaly doporučeným hodnotám součinitele prostupu tepla U [$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$] dle ČSN 73 0540-2 Z1 [6]. V tabulce 2 jsou uvedeny kce, které byly použity pro výpočty tepelných ztrát a zisků.

Tabulka 2 Posouzení na součinitel prostupu tepla [6]

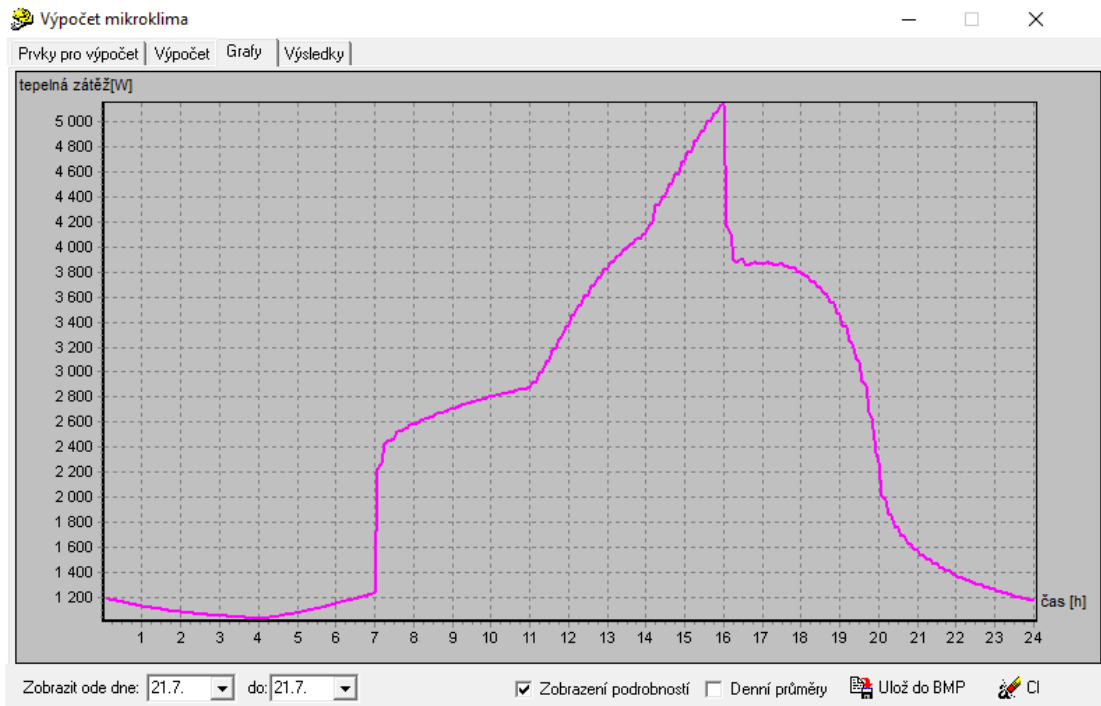
Ozn.	Popis konstrukce	tloušťka kce [m]	U kce [$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$]	Doporučená hodnota $U_{rec,20}$ [$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$]
SO1	Obvodová stěna z keramických bloků	0,5	0,16	0,2
SCH	Střecha	0,32	0,11	0,16
STR1	Strop na půdu	0,32	0,11	0,4
SN1	Stěna vnitřní z keramických bloků	0,3	0,5	1,8
SN2	Stěna vnitřní z keramických bloků	0,3	0,5	1,8
STR2	Strop z keramických nosníků a vložek	0,25	0,73	1,45

4.2 Tepelné zisky

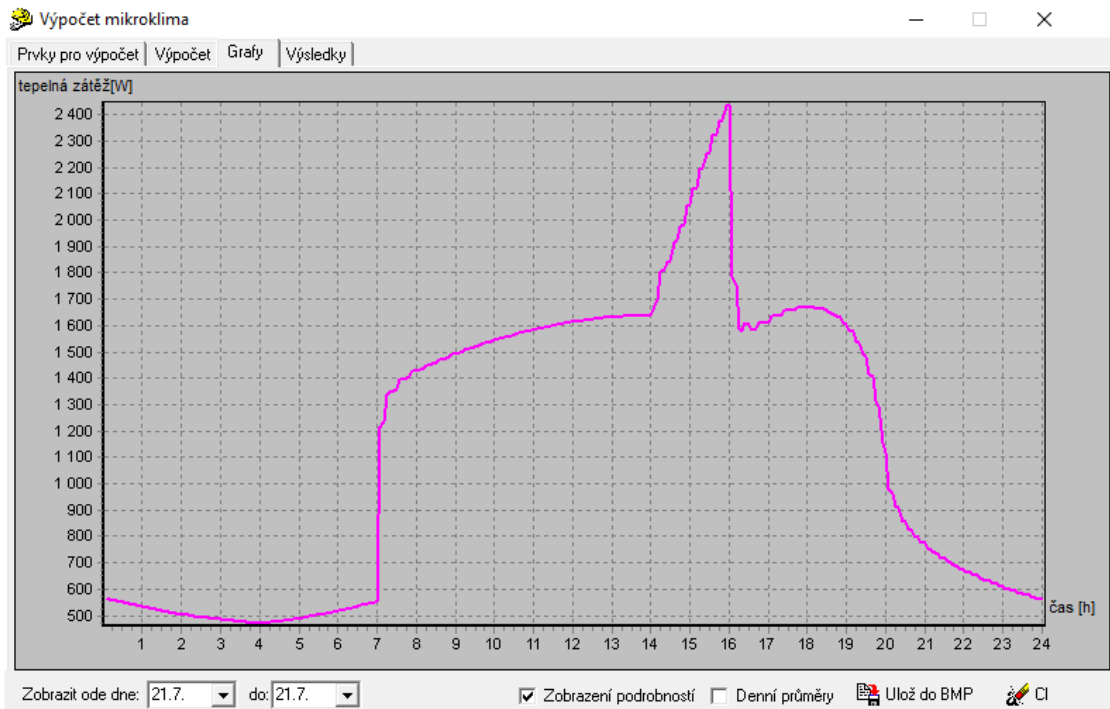
Vypočet tepelných zisků byl řešen v programu Teruna [25] za okrajových podmínek viz tabulka 3. Řešené byly pouze místnosti kanceláří a výstavní místnost pro 21. červenec.

Tabulka 3 Venkovní klimatické podmínky

Místo	Nadmořská výška	Tlak vzduchu p [kPa]	Výpočtová venkovní teplota v zimě θ_e [°C]	entalpie v létě h_e [$kJ \cdot kg^{-1}$]	Výpočtová venkovní teplota v létě θ_e [°C]
Mrsklesy	324 m.n.m	98,7	-17	66,4	32

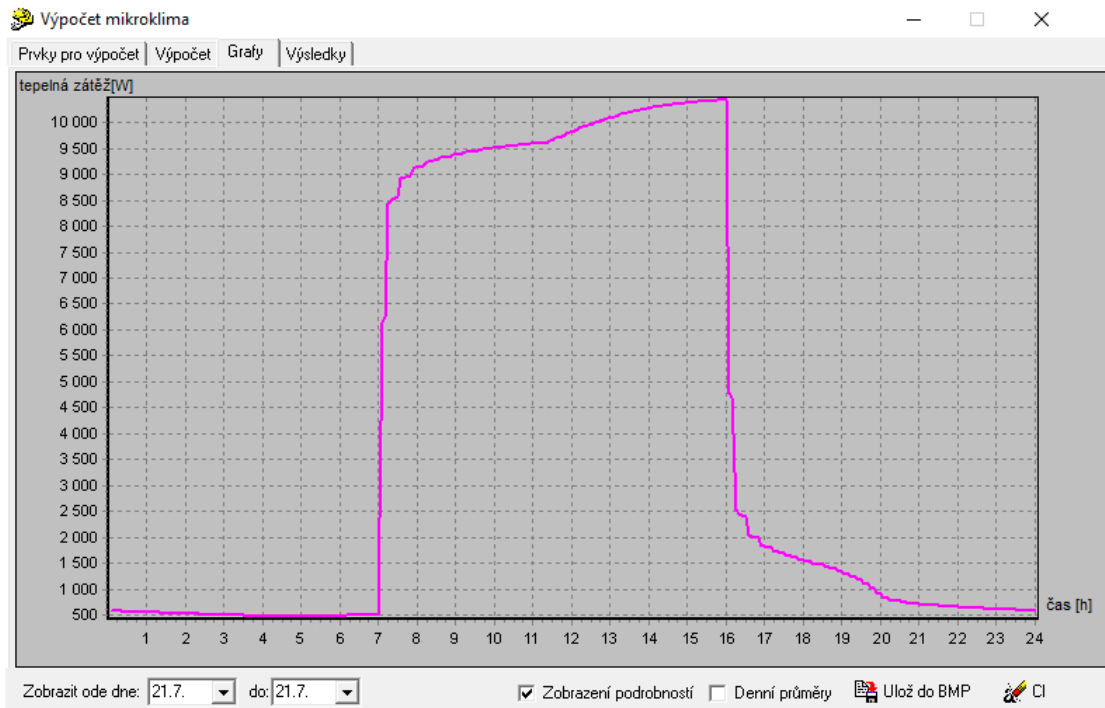


Graf 3 Tepelné zisky v kanceláři č. 103 v průběhu dne



Graf 2 Tepelné zisky v kanceláři č. 105 v průběhu dne

Vzhledem ke stejnému charakteru a světové orientaci kanceláří č. 104 a č. 105, byly Tepelné zisky kanceláře č. 104 zjednodušeně přepočítány přes plochu fasády.



Graf 4 Tepelné zisky výstavní místnost v průběhu dne

4.3 Tepelné ztráty

Výpočet tepelných ztrát byl proveden pro výstavní místnost, která bude vytápěna vzducho-technickou jednotkou zařízením č.1. Výpočet byl proveden dle ČSN EN 12831-1 [7]

Tabulka 4 Tepelné ztráty výstavní místnost

H _{T,ie} - měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí								
OZN	Popis	A _K	U _K	ΔU _B	U _K + ΔU _B	f _{U,k}	f _{ie,k}	H _{T,ie}
SO1	Stěna ochlazovaná ven	43,985	0,16	0,05	0,21	1	1	9,237
O1	Okno ochlazované	3,075	1,2	0,05	1,25	1	1	3,844
SCH	Střecha	94,64	0,11	0,05	0,16	1	1	15,142
							ΣH_{T,ie}	28,2 W/K

H _{T,ia} - měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vyt. (nevyt.) prostoru						
OZN	Popis	A _K	U _K	f _{ia,k}	H _{T,ia}	
Str1	Strop na půdu	52,78	0,11	0,631578947	3,666821	
SN1	Stěna vnitřní k chodbě	20,19	0,5	0,078947368	0,796974	
SN2	Stěna vnitřní ke schod.	5,427	0,5	0,078947368	0,214224	
DN1	Dveře vnitřní	1,818	1,11	0,078947368	0,159314	
Str2	strop Ochlazovaný	13,86	0,73	0,078947368	0,798774	
					ΣH_{T,ia}	5,6 W/K

H _{T,ig} - měrný tepelný tok prostupem do zeměny (=1,45*Σ)								
OZN	Popis	A _K	U _K	U _{equiv,k}	f _{ig,k}	f _{GW,k}	H _{T,ig}	
							Σ=	0

H _{T,i} = ΣH _{T,ie} +ΣH _{T,ia} +ΣH _{T,ig}		θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} - θ _e	H _{T,ig}	0,0 W/K
33,86		21	-17	38		

Celková ztráta prostupem Φ_{T,j}		1286,65 W			
---	--	------------------	--	--	--

n	objem místnosti V _i	ρ.c	H _{v,j}	θ _{int,i} - θ _e	Celková tep. ztráta větráním Φ _{V,j}
0,5	0	0,34	0	38	0,00 W

Návrhový tepelný výkon pro místnost Φ_{HL,i}=Φ_{T,j} + Φ_{V,j} + Φ_{RH}					1286,65 W
--	--	--	--	--	------------------

5 PRŮTOKY VZDUCHU

Průtoky vzduchu byly navrženy dle charakteru místností a právních předpisů. Dávka čerstvého vzduchu pro osoby v objektu byla stanovena na 30 m³·h⁻¹

Tabulka 5 Dávka vzduchu z Vyhlášky č.6/2003 Sb

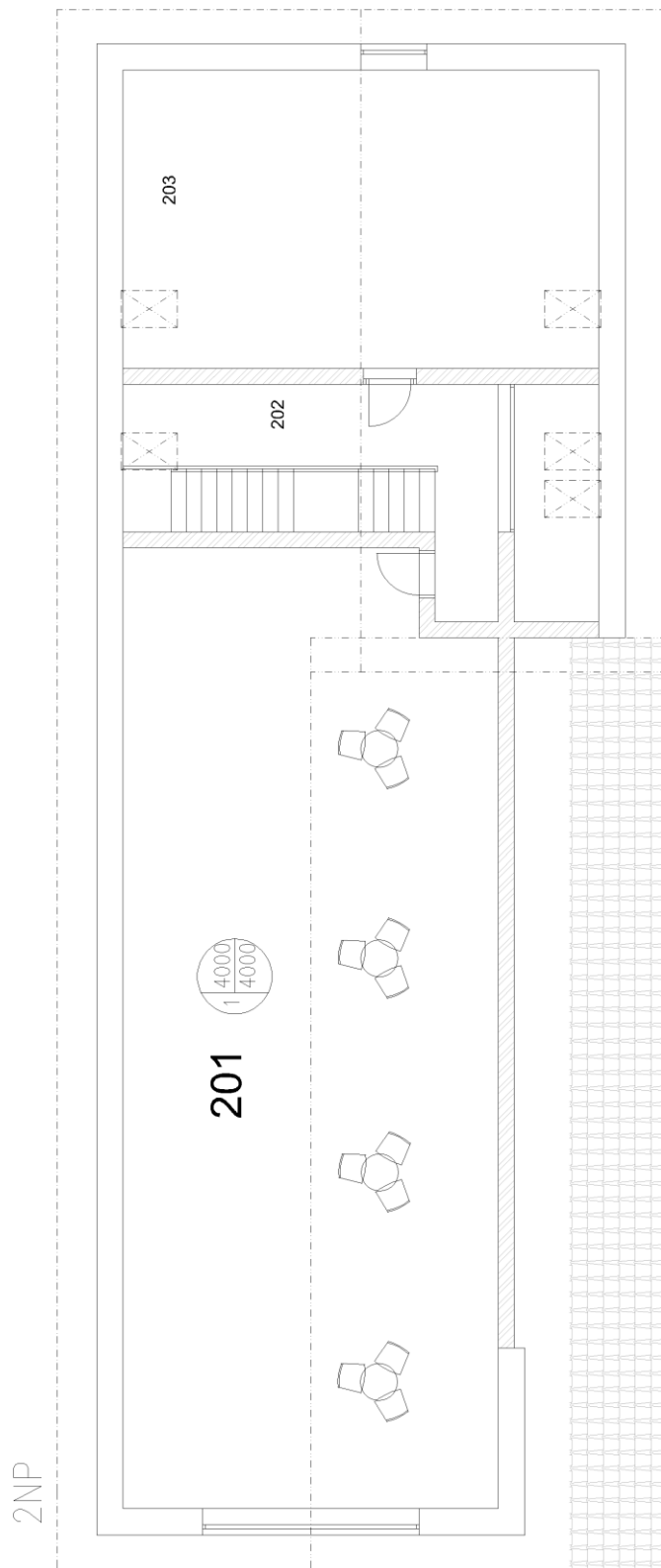
umyvadlo	30 m ³ /h.ks
sprcha	35 - 110 m ³ /h.ks
WC	50 m ³ /h.ks
pisoiár	25 m ³ /h.ks

Tabulka 6 Dávka vzduchu z Vyhlášky č. 410/2005 Sb.

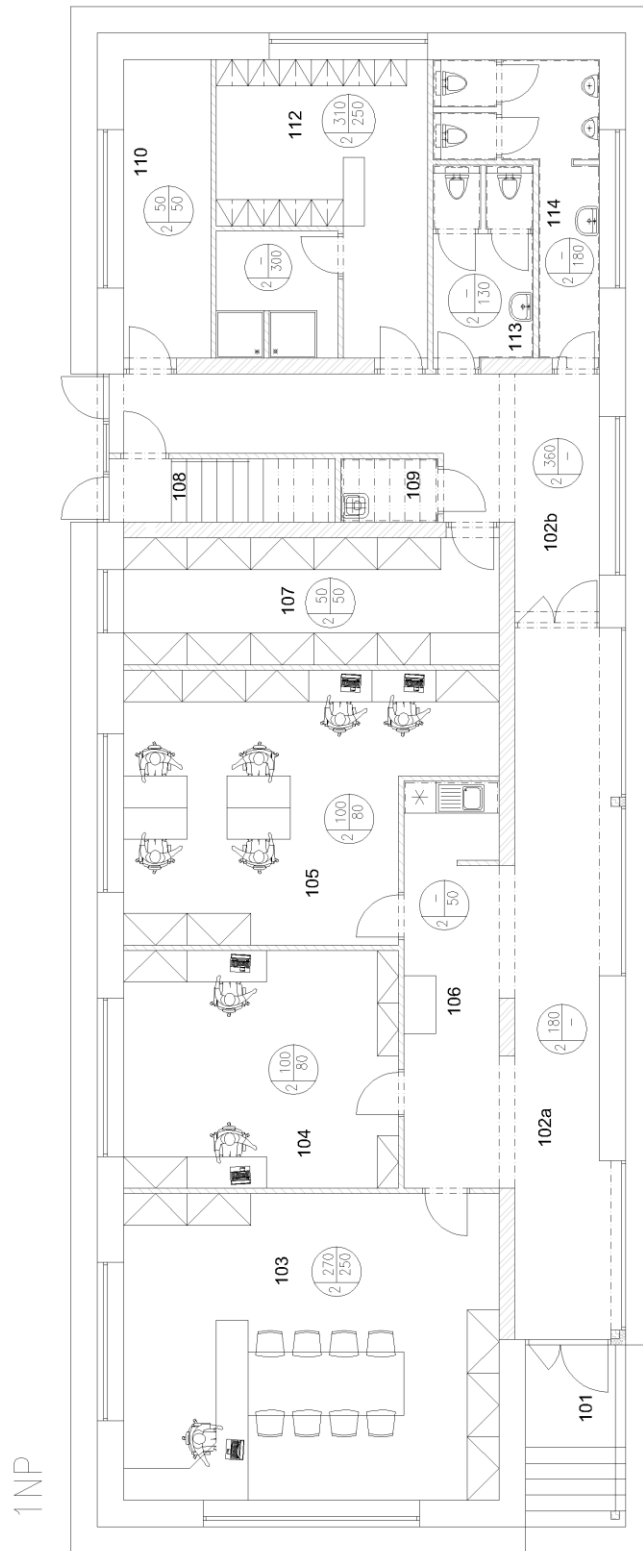
žáci ve školách	20 - 30 m ³ /h.os
šatní místo	20 - 25 m ³ /h.os
sprcha	150 - 200 m ³ /h.os

Tabulka 7 Průtoky vzduchu

OZN	název místnosti	plocha [m ²]	světla výška [m]	objem [m ³]	počet osob	tepelná ztráta [kW]	tepelná zátěž [kW]	vlhkostní zátěž [kg/h]	min výměna [x/h]	průtok vzduchu na pokrytí počtu lidí [m ³ /h]	průtok vzduchu na pokrytí tepelné zátěže [m ³ /h]	prívod [m ³ /h]	odvod [m ³ /h]
Zařízení č.1- Teplovzdušné vytápění a chlazení výstavní místnosti													
201	Výstavní místnost	126,7	2,6	322	40	1,3	10,4	4,64	0,5	1200	3861	4000	4000
											Σ	4000	4000
Zařízení č.2- Nucené větrání kanceláří, hygienických zařízení a zázemí firmy													
102	Chodba	46,7	2,7	126					3			540	
103	Kancelář	41,2	2,7	111	9		5,1					270	250
104	Kancelář	23,4	2,7	63	2		2,1					100	80
105	Kancelář	30,8	2,7	83	6		2,4					180	160
106	Kuchyňka	13,8	2,7	37									50
107	Archiv	17	2,7	46					1			50	50
110	Sklad	9,3	2,7	25					1			50	50
111	Sprchy	5,5	2,7	15									300
112	Šatna	16,6	2,7	45	10							310	250
113	WC-ženy	6,9	2,7	19									130
114	WC-muži	10,3	2,7	28									180
											Σ	1500	1500



Obrázek 5.1 Tlakové poměry – zařízení č. 1



Obrázek 5.2 Tlakové poměry – zařízení č. 2

6 DISTRIBUČNÍ PRVKY

Distribuční prvky byly navrženy dle vypočítaných průtoků vzduchu a typu prostoru, ve kterém vzduch distribuují. Pro kanceláře a odvod pro výstavní místnost byly zvoleny čtvercové difuzory s perforovanou čelní deskou od výrobce Lindab. Na malé průtoky byly navrženy Taliřové ventily od výrobce Lindab. Výrobky od firmy Lindab byly navrženy v softwaru lindQST [24]. Pro přívod do výstavní místnosti jsem zvolil tkaninovou vyústku s mikro perforací od firmy Příhoda s.r.o. Kanceláře jsou ještě doplněny o vnitřní nástěnné jednotky multisplit od výrobce Sinclair.



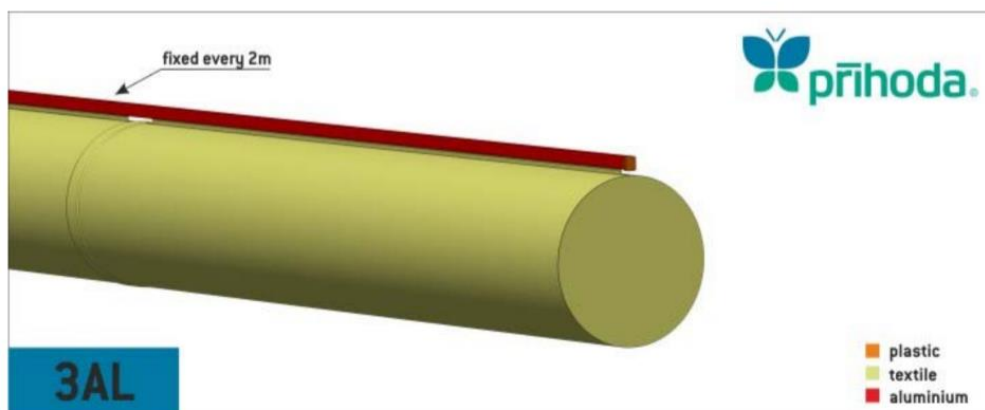
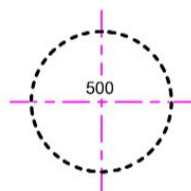
Požadavky:		
Objemový průtok vzduchu	q_v	1000 m ³ /h
Útlum místnosti	D_r	4 dB
Max. tlaková ztráta	Δp	0 Pa
Výsledky::		
Celková tlaková ztráta	Δp_{tot}	23 Pa
Akustický výkon	L_{wA}	27 dB(A)
Hladina akustického tlaku	L_{pA}	23 dB(A)

Hz	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K
Coct	12	2	-2	-2	-3	-12	-22	-26
ΔL	7	8	8	12	16	16	16	18

Obrázek 6.1 Navržený difuzor pro odvod z výstavní místnosti [24]

Mikroperforace

S1 17350mm, 4000m³/h, Rovnoměrná



Obrázek 6.2 Navržený textilní rukáv pro přívod do výstavní místnosti



Požadavky:		
Objemový průtok vzduchu	qv	300 m3/h
Útlum místnosti	Dr	4 dB
Max. tlaková ztráta	Δp	0 Pa
Výsledky::		
Celková tlaková ztráta	Δp_t	22 Pa
Akustický výkon	LwA	22 dB(A)
Hladina akustického tlaku	LpA	<20 dB(A)

Hz	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K
Coct	-3	-3	-2	-3	2	-5	-14	-23
ΔL	16	10	7	6	6	6	10	7

Obrázek 6.3 Navržený talířový ventil pro odvod ze sprch [24]



Obrázek 6.4 Navržená vnitřní nástěnná jednotka klimatizace kanceláří

Analogicky byly navrženy všechny ostatní distribuční prvky v celé budově. Podrobnější informace o distribučním prvcích jsou uvedeny ve výpisu prvků a návrhu zařízení.

7 DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ

7.1 Zařízení č. 1

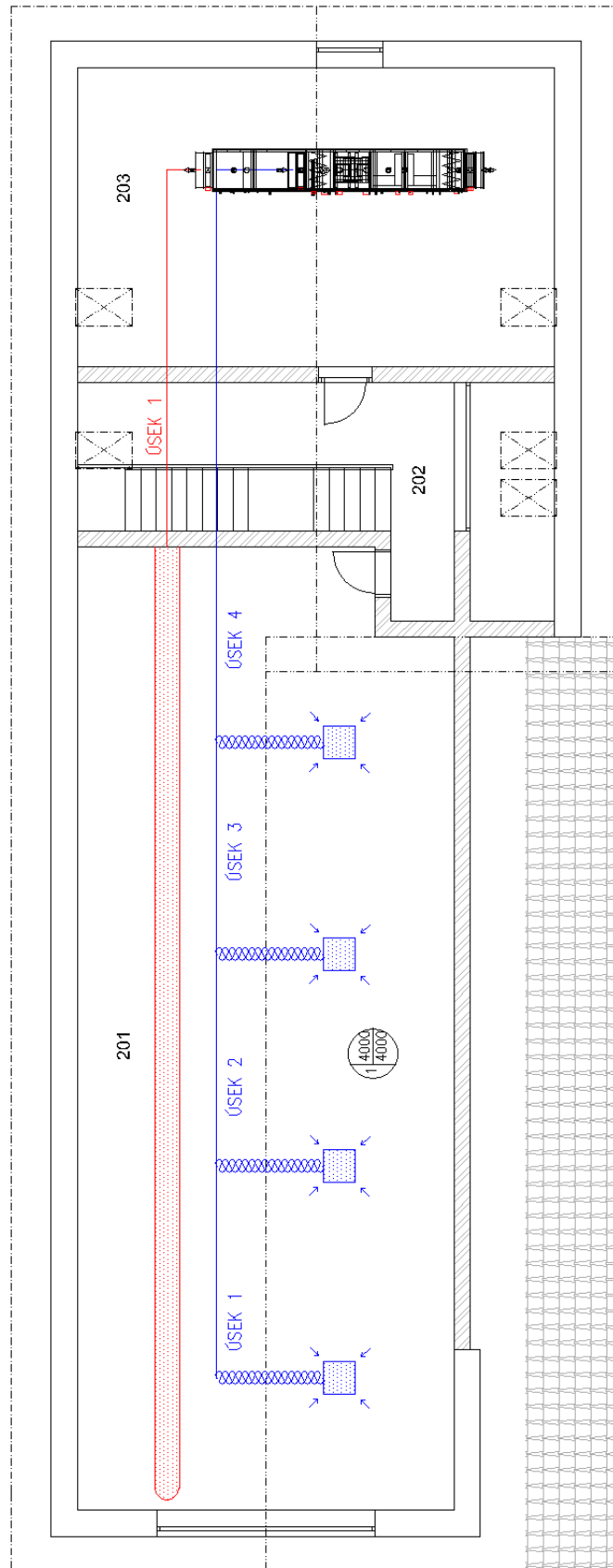
Tabulka 9 Přívodní větev – zařízení č. 1

Základní charakteristiky			Předběžné hodnoty			Výpočtové hodnoty					Tlakové ztráty			
úsek	V		L	v'	S'	d'	AxB	d	v	R	ξ	Z	R*L	
-	[m ³ /h]	[m ³ /s]	[m]	[m/s]	[m ²]	[m]	[m]	[m]	[m/s]	[Pa/m]	-	[Pa]	[Pa]	
1	4000	1,111	10,5	5	0,222	0,532	0,5	0,5	5,66	0,36	1,2	23,056	3,780	
												Σ	23,056	3,780
												Σ	27 Pa	
												Výustí	50 Pa	
												Klapky	0 Pa	
												Žaluzie-sání	11 Pa	
												Tlumič hluku	34 Pa	
												Celková tlaková ztráta potrubím	129 Pa	

Tabulka 8 Odvodní větev – zařízení č. 1

Základní charakteristiky			Předběžné hodnoty			Výpočtové hodnoty					Tlakové ztráty			
úsek	V		L	v'	S'	d'	AxB	d	v	R	ξ	Z	R*L	
-	[m ³ /h]	[m ³ /s]	[m]	[m/s]	[m ²]	[m]	[m]	[m]	[m/s]	[Pa/m]	-	[Pa]	[Pa]	
1	1000	0,278	4,5	2	0,139	0,421	0,4	0,4	2,21	0,16	0,6	1,76	2,48	
2	2000	0,556	4	3	0,185	0,486	0,45	0,45	3,49	0,31	0,9	6,59	7,83	
3	3000	0,833	4	4	0,208	0,515	0,5	0,5	4,24	0,365	0,9	9,73	11,19	
4	4000	1,111	11,8	5	0,222	0,532	0,5	0,5	5,66	0,595	1,2	23,06	30,08	
												Σ	41,13	51,57
												Σ	93 Pa	
												Výustí	23 Pa	
												Klapky	5 Pa	
												Žaluzie-výtlač	11 Pa	
												Tlumič hluku	45 Pa	
												Celková tlaková ztráta potrubím	280 Pa	

ZNP



Obrázek 7.1 Dimenzační schéma – zařízení č. 1

7.2 Zařízení č. 2

Tabulka 10 Přívodní nejdelší větev – zařízení č. 2

Základní charakteristiky			Předběžné hodnoty				Výpočtové hodnoty					Tlakové ztráty	
úsek	V		L	v'	S'	d'	AxB	d	v	R	ξ	Z	R*L
-	[m ³ /h]	[m ³ /s]	[m]	[m/s]	[m ²]	[m]	[m]	[m]	[m/s]	[Pa/m]	-	[Pa]	[Pa]
1	270	0,075	4,4	2	0,038	0,219	0,225	0,225	1,8863	0,229	0,9	1,921	1,008
2	370	0,103	5	2,4	0,043	0,234	0,25	0,25	2,0938	0,249	0,9	2,367	1,245
3	550	0,153	3,6	3,5	0,044	0,236	0,25	0,25	3,1124	0,483	1,2	6,974	1,739
4	600	0,167	5,8	3,6	0,046	0,243	0,25	0,25	3,3953	0,566	1,2	8,300	3,283
5	650	0,181	1,1	3,7	0,049	0,249	0,25	0,25	3,6782	0,648	0,8	6,494	0,713
6	1500	0,417	6	5	0,083	0,326	0,315	0,315	5,3466	0,95	3,5	60,031	5,700
											Σ	86,088	13,687
											Σ	100 Pa	
											Výust'	10 Pa	
											Klapky	5 Pa	
											Žaluzie-sání	11 Pa	
											Tlumič hluku	24 Pa	
											Celková tlaková ztráta potrubím	177 Pa	

Tabulka 11 Odvodní nejdelší větev – zařízení č. 2

Základní charakteristiky			Předběžné hodnoty				Výpočtové hodnoty					Tlakové ztráty	
úsek	V		L	v'	S'	d'	AxB	d	v	R	ξ	Z	R*L
-	[m ³ /h]	[m ³ /s]	[m]	[m/s]	[m ²]	[m]	[m]	[m]	[m/s]	[Pa/m]	-	[Pa]	[Pa]
1	250	0,069	4,4	2	0,035	0,21	0,2	0,2	2,2105	0,229	0,9	2,6386	3,646
2	330	0,092	5	2,2	0,042	0,23	0,2	0,2	2,9178	0,249	0,9	4,5974	5,842
3	490	0,136	10,9	3,5	0,039	0,223	0,25	0,25	2,7728	0,483	1,2	5,5358	10,8
4	590	0,164	4	4	0,041	0,228	0,25	0,25	3,3387	0,621	1,1	7,357	9,841
5	1500	0,417	6	5	0,083	0,326	0,315	0,315	5,3466	0,95	3,5	60,031	65,73
											Σ	80,160	95,861
											Σ	176 Pa	
											Výust'	6 Pa	
											Klapky	5 Pa	
											Žaluzie-výfuk	11 Pa	
											Tlumič hluku	29 Pa	
											Celková tlaková ztráta potrubím	227 Pa	

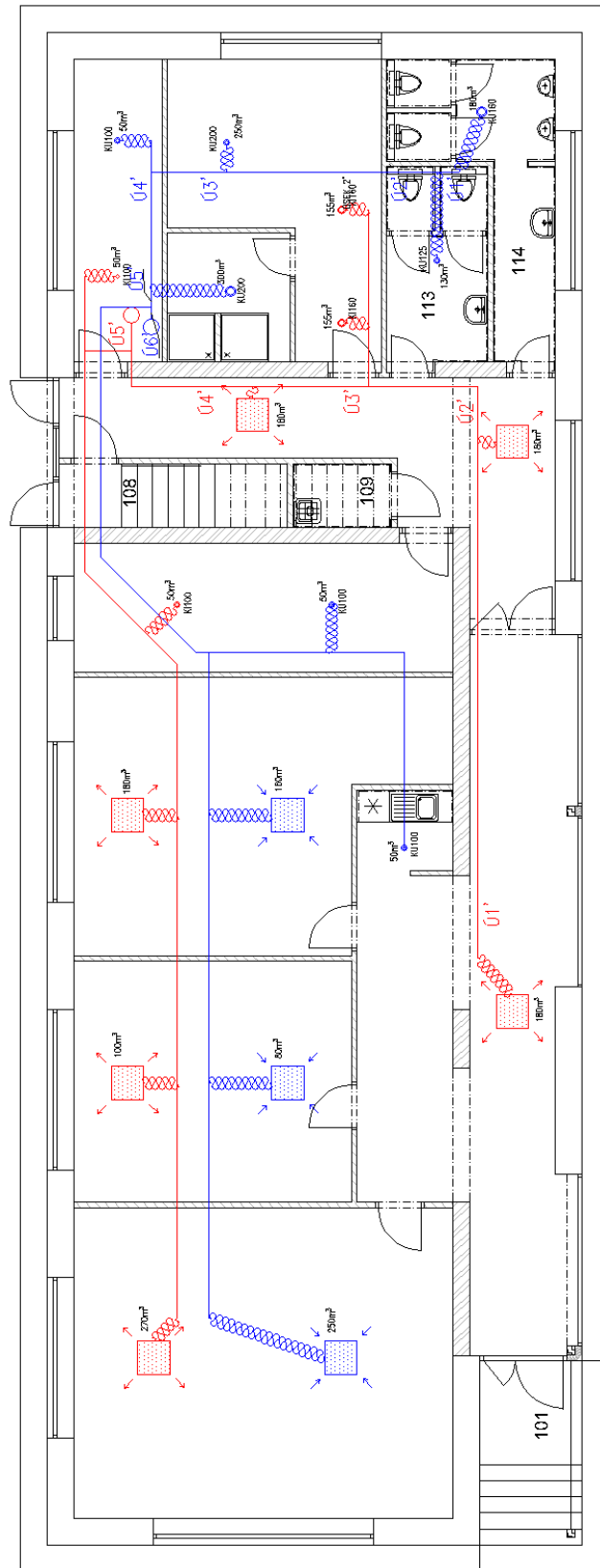
Tabulka 12 Přívodní kritická větev – zařízení č. 2

Základní charakteristiky			Předběžné hodnoty				Výpočtové hodnoty					Tlakové ztráty		
úsek	V		L	v'	S'	d'	AxB	d	v	R	ξ	Z	R*L	
-	[m ³ /h]	[m ³ /s]	[m]	[m/s]	[m ²]	[m]	[m]	[m]	[m/s]	[Pa/m]	-	[Pa]	[Pa]	
1'	180	0,05	9,6	2	0,025	0,178	0,18	0,18	1,9649	0,336	0,9	2,085	3,226	
2'	360	0,1	3,1	2,5	0,04	0,226	0,225	0,225	2,515	0,377	1,5	5,693	1,169	
3'	670	0,186	2,2	3,5	0,053	0,26	0,25	0,25	3,7914	0,683	0,9	7,762	1,503	
4'	850	0,236	2,4	3,9	0,061	0,278	0,28	0,28	3,8345	0,629	1,2	10,587	1,510	
5'	1500	0,417	6	5	0,083	0,326	0,315	0,315	5,3466	0,95	3,5	60,031	5,700	
												Σ	86,158	13,107
												Σ	99 Pa	
													Výustí	12 Pa
													Klapky	5 Pa
													Žaluzie-sání	11 Pa
													Tlumič hluku	24 Pa
													Celková tlaková ztráta potrubím	177 Pa

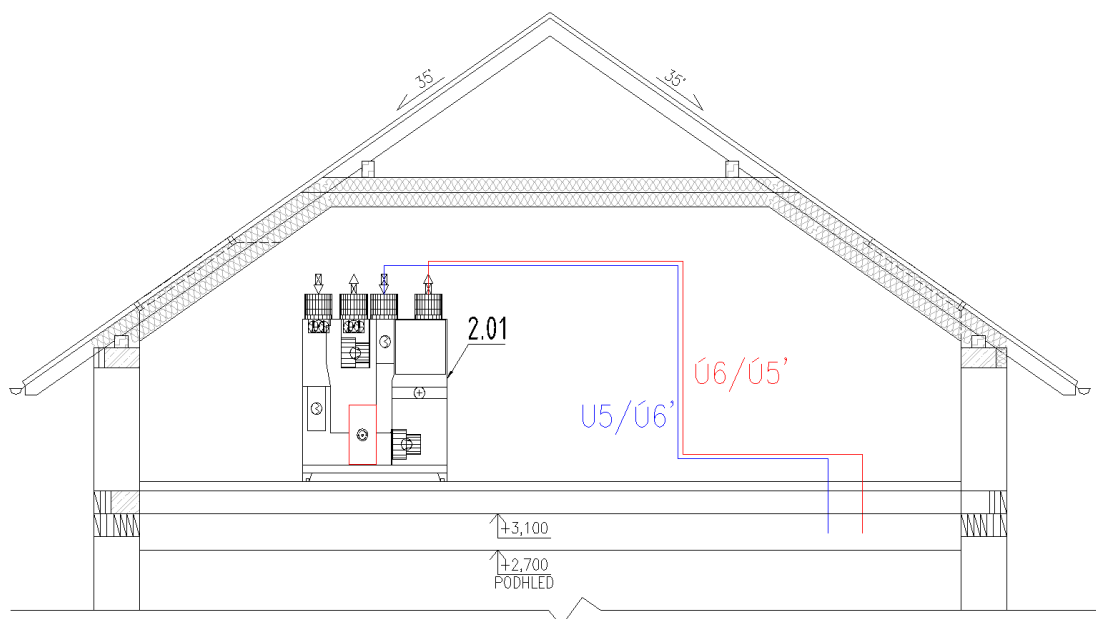
Tabulka 13 Odvodní kritická větev – zařízení č. 2

Základní charakteristiky			Předběžné hodnoty				Výpočtové hodnoty					Tlakové ztráty		
úsek	V		L	v'	S'	d'	AxB	d	v	R	ξ	Z	R*L	
-	[m ³ /h]	[m ³ /s]	[m]	[m/s]	[m ²]	[m]	[m]	[m]	[m/s]	[Pa/m]	-	[Pa]	[Pa]	
1'	180	0,05	0,4	2	0,025	0,178	0,18	0,18	1,9649	0,336	0,9	2,0848	2,219	
2'	310	0,086	3,9	2,5	0,034	0,209	0,2	0,2	2,741	0,52	0,9	4,0571	6,085	
3'	560	0,156	2,2	3,3	0,047	0,245	0,25	0,25	3,169	0,5	0,9	5,4228	6,523	
4'	610	0,169	1,4	3,5	0,048	0,248	0,25	0,25	3,4519	0,582	0,6	4,2896	5,104	
5'	910	0,253	0,7	4	0,063	0,284	0,28	0,28	4,1052	0,473	0,9	9,1004	9,431	
6'	1500	0,417	6	5	0,083	0,326	0,315	0,315	5,3466	0,95	3,5	60,031	65,73	
												Σ	84,986	95,094
												Σ	180 Pa	
													Výustí	32 Pa
													Klapky	5 Pa
													Žaluzie-výfuk	11 Pa
													Tlumič hluku	29 Pa
													Celková tlaková ztráta potrubím	257 Pa

1NP



Obrázek 7.3 Dimenzační schéma kritické větve – zařízení č. 2



Obrázek 7.4 Dimenzační schéma ve strojovně – zařízení č.2

7.3 Zařízení č. 3

Dimenzování chladivového potrubí pro klimatizační jednotky v kancelářích budovy není součástí zadání této bakalářské práce. Dimenze potrubí je dána výrobcem

8 NÁVRH VZDUCHOTECHNICKÝCH JEDNOTEK

8.1 Zařízení č. 1

Dle okrajových vnitřních a venkovních podmínek jsem navrhnul sestavnou vzduchotechnickou jednotku v programu AeroCad [23] od firmy Remak, která bude obsluhovat výstavní místnost v druhém nadzemním podlaží. Tato jednotka plní funkci teplovzdušného vytápění v zimních měsících a v letním období funkci chlazení. Obsahuje Deskový rekuperátor se zpětným získáváním tepla, směšování v poměru 70 % cirkulačního a 30 % čerstvého vzduchu, aby byly zajištěny hygienické požadavky na čerstvý vzduch. Dále jednotka disponuje vodním ohříváčem, vodním chladičem, parním zvlhčovačem vzduchu a také eliminátorem kapek na odvodu, aby nedocházelo ke kondenzaci vodních par. V neposlední řadě je jednotka doplněna o filtry, které chrání jednotku i vnitřní prostředí.

ID	
Projekt	[1] Bakalářská práce
Číslo / Název zařízení	01 / zařízení č.1-showroom
Určení jednotky	Standardní prostředí

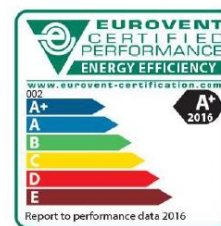


STRUČNÁ SPECIFIKACE ZAŘÍZENÍ

Základní parametry zařízení

Druh, rozměr	AeroMaster XP 06	
Řídicí jednotka VCS (Climatix)	Ne	
Hmotnost (+-10%)	1 110 kg	
Umístění VZT jednotky	Vnitřní	
Materiálové provedení		
Vnější plášť	Lakovaný plech (RAL 9002)	
Vnitřní plášť	Pozinkovaný plech	

Model box AMXP3



	Přívod	Odvod
Průtok vzduchu	4000 m³/h	4000 m³/h
Externí tlaková rezerva	129 Pa	280 Pa
Rychlost v průřezu	2.45 m/s	2.45 m/s
Výkon motoru nominální	1.10 kW	1.10 kW
Typ motoru ventilátoru	AC motor	AC motor
Frekv. měnič součást dodávky	Ano (IP21)	Ano (IP21)
1. stupeň filtrace	M5 / ISO ePM 10 >60%	G3 / ISO Coarse 50 %
2. stupeň filtrace	-	-
SFP _{vi}	804 W.m ³ .s	816 W.m ³ .s
	Parametry pláště dle EN1886	
	Mechanická stabilita	D2(M)
	Netěsnost skříně	L1(R)
	Netěsnost skříně (reál. jednotka)	L3(R) @ -400Pa, L3(R) @ +400Pa
	Termická izolace	T4(M)
SFP _{vahu}	1620 W.m ³ .s	Faktor tepelných mostů TB3(M)
		Netěsnost mezi filtrem a rámem < 0,5 % (F9)

Nejdůležitější parametry vybraných komponentů

	Na straně vzduchu	Na straně média
Zpětný zisk tepla	-17.0 -> 5.9 °C	60 %, 8.9 kW
Směšování	5.9 -> 16.5 °C	70.0 %
Ohřev	16.5 -> 21.0 °C	5.9 kW 70/41 °C, Voda, 0.2 kPa, 0.18 m³/h, 1 "
Chlazení	25.1 -> 17.0 °C	11.9 kW 7.0/13 °C, Voda, 3.7 kPa, 1.63 m³/h, 1 "
Vlhčení	21.0 -> 21.0 °C	28 -> 32 % 3.0 kg/h, 2.2 kW**

Detailní specifikace a výsledné parametry jsou součástí detailní specifikace vzduchotechnického zařízení

** Napájení a jištění zvlhčovače není řešeno z ŘJ VCS

Hlukové parametry zařízení

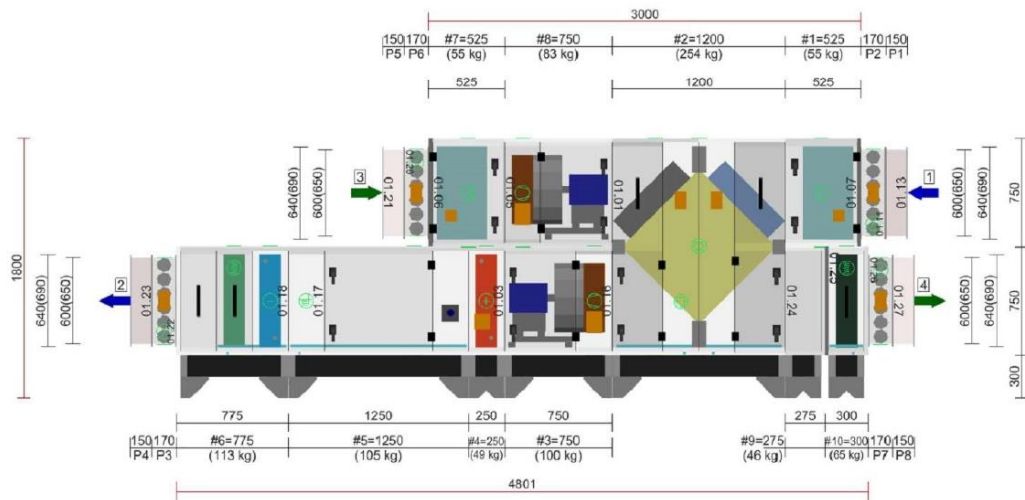
	LwA _{okt} [dB(A)]								ΣLwA [dB(A)]
Oktávové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Přívod - sání	40	47	64	66	63	61	57	51	70
Přívod - výtlak	43	53	69	72	76	72	67	60	79
Přívod - okolí	40	40	53	49	53	49	46	40	58
Odvod - sání	41	50	66	69	67	67	65	58	74
Odvod - výtlak	43	52	69	71	76	72	67	61	79
Odvod - okolí	40	40	53	49	53	49	46	40	58

Obrázek 8.1 Specifikace zařízení č. 1

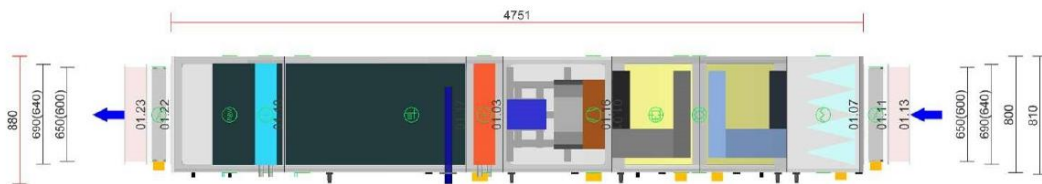
GRAFICKÉ POHLEDY

Bokorys servisní strany

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



Půdorys přívodní větve

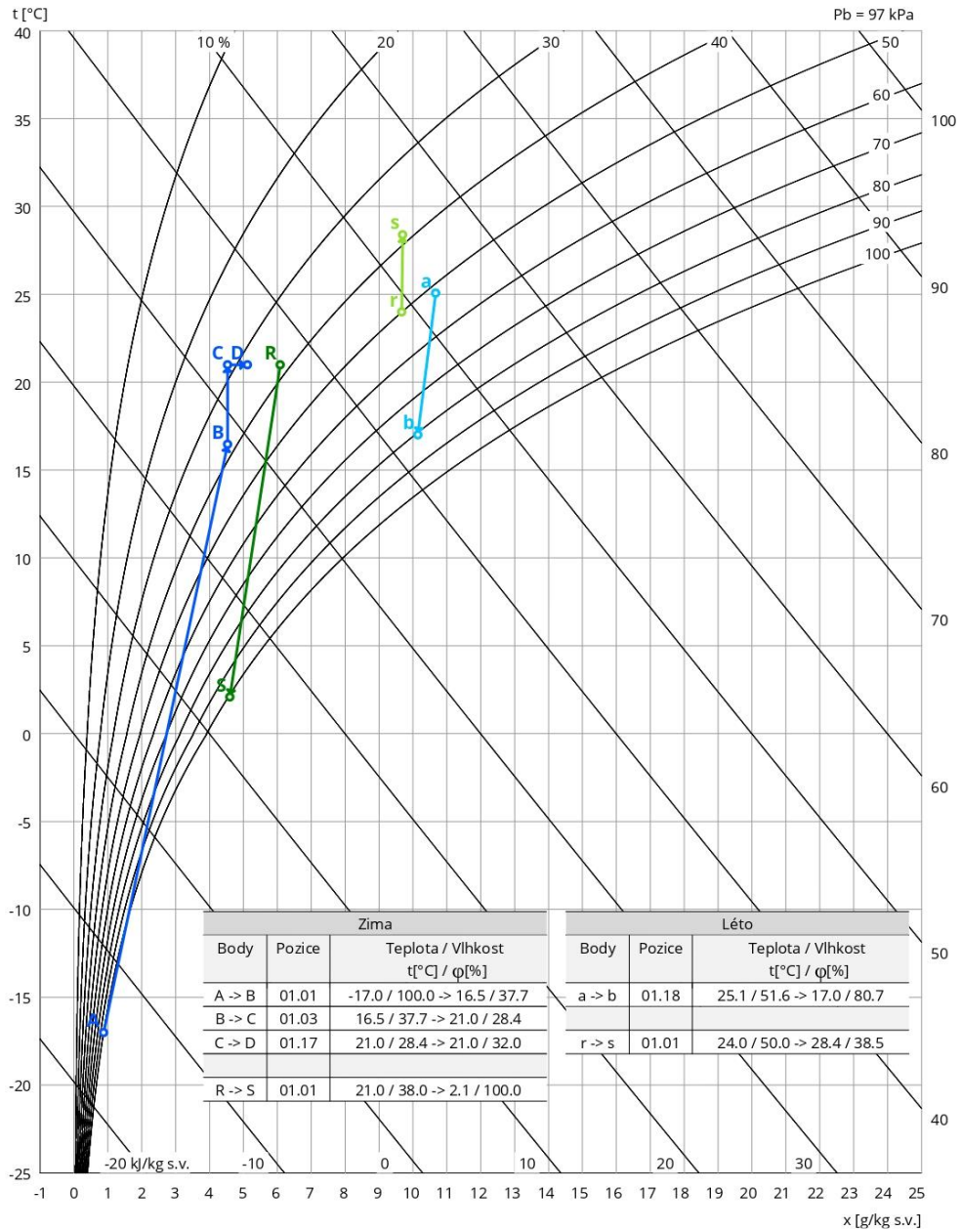


Půdorys odtahové větve



Obrázek 8.2 Grafické pohledy a rozměry zařízení č. 1

Psychrometrický diagram



Graf 5 H-X diagram zařízení č. 1

8.2 Zařízení č. 2

Do prvního nadzemního podlaží jsem navrhnul kompaktní vzduchotechnickou jednotku, která slouží k nucenému větrání kanceláří, hygienického a technického zázemí budovy. Jednotka se skládá z rotačního rekuperátoru se zpětným získáváním tepla. Dále jednotka disponuje vodním ohřeváčem, který zajistí teplovzdušné vytápění v zimním období. Na vstupu i výstupu je opatřena filtry. Jedná se o jednoduchou předem typovou jednotku navrženou přímo výrobcem a je tak neekonomičtějším řešením pro tyto prostory.

ID	
Projekt	[1] Bakalářská práce
Číslo / Název zařízení	07 / zařízení č.2-Větrání kanceláří, hyg. zázemí
Určení jednotky	Standardní prostředí



STRUČNÁ SPECIFIKACE ZAŘÍZENÍ

Základní parametry zařízení			
Druh, rozměr	Cake VR-3		
Řídicí jednotka VCS (Climatix)	Ano		
	Webové ovládání + mobilní aplikace pro OS Android		
Hmotnost (+-10%)	389 kg		
Umístění VZT jednotky	Vnitřní		
Materiálové provedení			
Vnější plášť	Pozinkovaný plech		
Vnitřní plášť	Pozinkovaný plech		
	Přívod	Odvod	
Průtok vzduchu	1500 m ³ /h	1500 m ³ /h	
Externí tlaková rezerva	177 Pa	257 Pa	
Rychlost v průřezu	1.91 m/s	1.91 m/s	
Výkon motoru nominální	0.50 kW	0.50 kW	
Typ motoru ventilátoru	EC motor	EC motor	
1. stupeň filtrace	F7 / ISO ePM 10 75 %	M5 / ISO Coarse 80 %	
2. stupeň filtrace	-	-	
SFP _{vi}	766 W.m ⁻³ .s	969 W.m ⁻³ .s	
		Parametry pláště dle EN1886	
Nominální příkon ŘJ VCS	1.02 kW*	Mechanická stabilita	D1(M)
Napájecí napětí ŘJ VCS	3x400V+N+PE 50Hz	Netěsnost skříňe	L1(M)
Nominální proud ŘJ VCS I _{max}	8 A*	Termická izolace	T2(M)
		Faktor tepelných mostů	TB2(M)
SFP _{vAHU}	1735 W.m ⁻³ .s	Netěsnost mezi filtrem a rámem	< 0,5 % (F9)



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

Nejdůležitější parametry vybraných komponentů			
	Na straně vzduchu		Na straně média
Zpětný zisk tepla	-17,0 -> 15,2 °C	85 %, 13,4 kW	25 W, frekvenční měnič je součástí dodávky
Ohřev	15,2 -> 21,0 °C	2,9 kW	70/50 °C, Voda, 1,1 kPa, 0,13 m ³ /h, 1/2"

Detailní specifikace a výsledné parametry jsou součástí detailní specifikace vzduchotechnického zařízení

Hlukové parametry zařízení

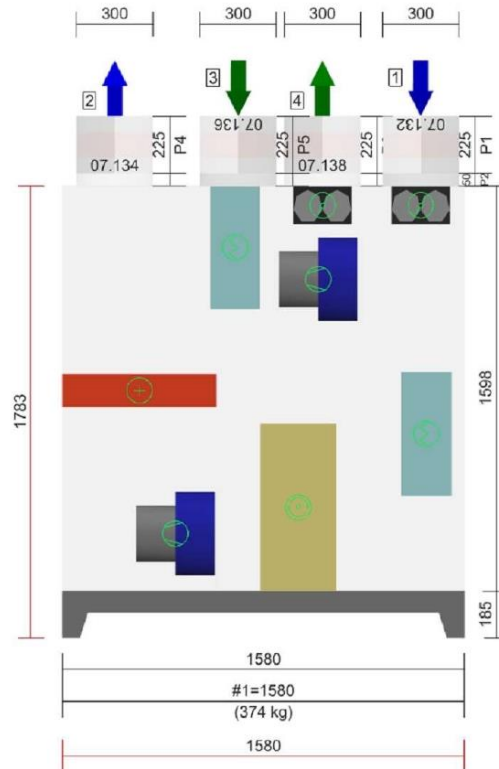
Oktávové pásmo	LwA _{okt} [dB(A)]								ΣLwA [dB(A)]
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Přívod - sání	40	47	57	62	61	61	57	50	67
Přívod - výtlak	42	49	62	67	70	69	63	55	74
Přívod - okolí	40	40	40	40	40	40	40	40	49
Odvod - sání	41	48	59	63	63	62	59	52	69
Odvod - výtlak	43	51	63	67	71	71	64	57	75
Odvod - okolí	40	40	41	40	40	40	40	40	49

Obrázek 8.3 Specifikace zařízení č. 2

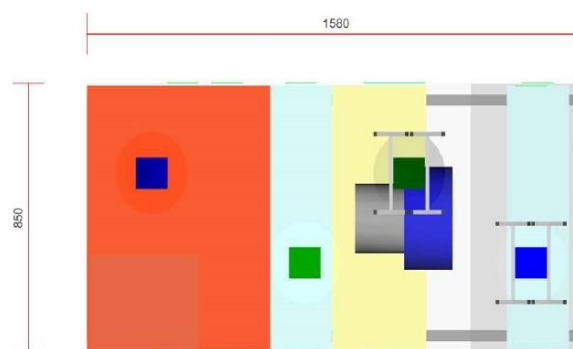
GRAFICKÉ POHLEDY

Bokorys servisní strany

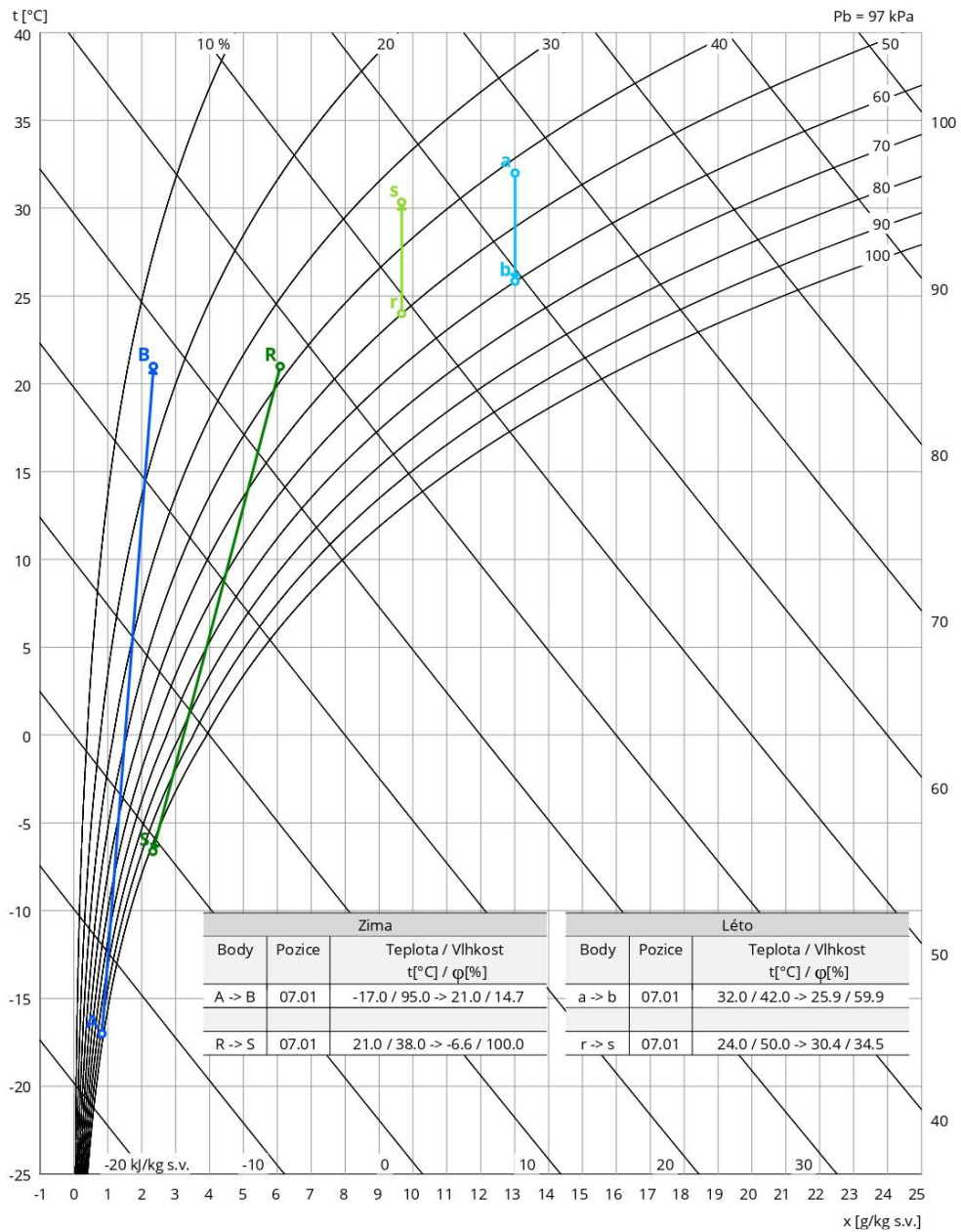
Číslování větví: 1 - venkovní vzduch, 2 - přívodní vzduch, 3 - odtahový vzduch, 4 - odpadní vzduch, 5 - cirkulační vzduch



Půdorys jednotky



Psychrometrický diagram



Graf 6 H-X diagram zařízení č. 2

8.3 Zařízení č. 3

V kancelářích v prvním nadzemním podlaží je navržen chladivový systém multisplit. Každá kancelář bude mít jednu vnitřní jednotku navrženou podle tepelných zátěží jednotlivých kanceláří spočítaných v programu Teruna [25]. Všechny tři vnitřní jednotky budou propojeny samostatným izolovaným Cu potrubím k vnější jednotce umístěné na zemi u fasády objektu. V potrubích bude jako teplotonosná látka chladivo R32, které podléhá regulaci a je nutné zajistit pravidelné kontroly těsnosti a zamezení úniku chladiva.

Tabulka 14 Návrh vnitřních a venkovních klimatizačních jednotek

OZN	název místnosti	plocha [m ²]	světla výška [m]	objem [m ³]	počet osob	tepelná zátěž-TERUNA [kW]	přívod [m ³ /h]	odvod [m ³ /h]	tepelná zátěž od VZT [kW]	celkový potřebný chladicí výkon [kW]
Zařízení č.3- Klimatizace kanceláří										
103	Kancelář	41,2	2,7	111	9	5,1	270	250	0,18	5,3
104	Kancelář	23,4	2,7	63	2	2,1	100	80	0,07	2,1
105	Kancelář	30,8	2,7	83	6	2,4	180	160	0,12	2,5

Návrh vnitřních jednotek

OZN m.	typ	Výkon chlazení [kW]	Izolované Cu potrubí [inch]	
			kapalina	plyn
103	Sinclair SIH-24BIR	6,2	1/4	1/2
104	Sinclair SIH-07BIK	2,2	1/4	3/8
105	Sinclair SIH-09BIK	2,7	1/4	3/8

Návrh venkovní jednotky

potřebný chladicí výkon [kW]	typ	Výkon chlazení [kW]
11,1	Sinclair MV-E42B12	12,1

9 ÚTLUM HLUKU

Útlum hluku je důležitou součástí návrhu vzduchotechnických jednotek. Při zanedbání hluku může jednotka působit škodlivě na osoby, zvířata v budově i v okolí. Proto je nutné dodržovat maximální stanovené limity hluku. Tento objekt je posuzován na akustický výkon za nejbližším distribučním prvkem v místnosti pro každé zařízení a k nejbližšímu místu pohybu osob od protidešťové žaluzie na fasádě objektu, což je místo šaten, kde by při otevřeném okně mohlo docházet ke zvýšenému hluku.

Tabulka 15 Útlum hluku – zařízení č.1: odvod

ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI: ODVOD-ZAŘÍZENÍ Č.1	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávních pásmech										
		frekvence (Hz)	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L_w	Hluk ventilátoru											
L_{wt}	Hladina akustického výkonu zdroje 1	0	41	50	67	70	69	69	67	60	76	
L_w	součet	3	41	50	67	70	69	69	67	60	76	
D_p	Přírozený útlum											
	rovný úsek 11,8m	0	0	7	4	2	2	2	2	2		
	obklouky 3ks	0	0	0	3	6	9	9	9	9		
	Odbočka 1ks	6	6	6	6	6	6	6	6	6		
	ohebné potrubí 1,6m	0	12	22	28	23	18	13	17	10		
	Útlum koncovým odrazem	0	12	6	4	10	4	3	4	6		
	útlum tlumič hluku 1	6	7	11	16	29	45	40	32	23		
L_{vt}	Hladina akustického výkonu ve výústce	0	5	0	7	0	0	0	0	5	10	
L_y	Hladina akustického výkonu výústky										27	
K	Korekce na počet výústek								počet výústek:	4	6	
L_s	Hladina akustického výkonu všech výústek										33	

Hladina akustického tlaku na odvodním zařízení pro zařízení č. 1 v místě posluchače L_s musí být menší než předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti $L_{p,A}$, která se určí dle Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. Pro obytné místnosti od 6 h do 22 h je hodnota stanovena na 40 dB. Tato hodnota byla bez návrhu tlumiče překročena, proto byl pro odvodní zařízení č. 1 navržen buňkový tlumič hluku od firmy Greif [16] o rozměrech 1000 x 500 mm a délce 1000 mm.

Tabulka 16 Útlum hluku – zařízení č.1: přívod a posouzení

ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI: PŘÍVOD-ZAŘÍZENÍ Č.1	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávných pásmech										
		frekvence (Hz)	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L_w	Hluk ventilátoru											
L_{wv1}	Hladina akustického výkonu zdroje 1	0	43	53	69	72	76	73	68	60	80	
L_w	součet	3	43	53	69	72	76	73	68	60	80	
D_p	Přirozený útlum											
	rovný úsek 10,6m	0	0	6	3	2	2	2	2	2		
	obklouky 3ks	0	0	0	3	6	9	9	9	9		
	Útlum koncovým odrazem	11	6	3	1	0	0	0	0	0		
	útlum tlumič hluku 1	8	9	19	28	36	43	35	25	15		
L_{v1}	Hladina akustického výkonu ve výústce	0	28	25	34	28	22	27	32	34	38	
L_y	Hladina akustického výkonu výústky										40	
K	Korekce na počet výústek							počet výústek:	1	0		
L_s	Hladina akustického výkonu všech výústek										42	
$L_{w,s}$	Součtová hladina akus. Výkonu (přívod+odvod)										43	
Q	směrový činitel										2	
r	vzdálenost od výústky k posluchači										1	
A	pohltivá plocha místnosti	plocha všech povrchů místnosti (m ²)					360,5	pohltivost (-)		0,3	108	
L_{so}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače										38	
$L_{p,A}$	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti										40	

Hladina akustického tlaku pro přívodní zařízení č. 1 v místě posluchače L_{so} musí být menší než předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti $L_{p,A}$, která se určí dle Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. Pro obytné místnosti od 6 h do 22 h je hodnota stanovena na 40 dB. Hodnota L_{so} zahrnuje v sobě i spolupůsobení akustického výkonu z přívodní i odvodní větve. Tato hodnota byla bez návrhu tlumiče překročena, proto byl pro přívodní větev zařízení č. 1 navržen buňkový tlumič hluku od firmy Greif [16] o rozměrech 800 x 500 mm a délce 2000mm.

Tabulka 17 Útlum hluku – zařízení č.2: odvod

ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI: ODVOD-ZAŘÍZENÍ Č.2	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávních pásmech									
		32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L_w	Hluk ventilátoru										
L_{w1}	Hladina akustického výkonu zdroje 1	0	41	48	58	63	62	62	58	51	68
L_w	součet	3	41	48	58	63	62	62	58	51	68
D_p	Přirozený útlum										
	rovný úsek 8,5m	0	0	6	4	3	2	2	2	2	
	obklouky 5ks	0	0	0	5	10	15	15	15	15	
	Odbočka 1ks	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
	ohébné potrubí 1,3m	0	12	21	27	23	18	13	16	10	
	Útlum koncovým odrazem	0	16	10	7	6	6	6	10	7	
	útlum tlumič hluku 1										
L_{v1}	Hladina akustického výkonu ve výústce	0	9	7	10	17	17	21	10	12	24
L_v	Hladina akustického výkonu výústky										22
K	Korekce na počet výústek							počet výústek:	1	0	
L_s	Hladina akustického výkonu všech výústek										26

Tabulka 18 Útlum hluku – zařízení č.2: přívod a posouzení

ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI: PŘÍVOD-ZAŘÍZENÍ Č.2	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávních pásmech									
		32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L_w	Hluk ventilátoru										
L_{w1}	Hladina akustického výkonu zdroje 1	0	42	49	61	67	69	69	62	55	74
L_w	součet	3	42	49	61	67	69	69	62	55	74
D_p	Přirozený útlum										
	rovný úsek 9,8m	0	0	6	4	3	2	2	2	2	
	obklouky 6ks	0	0	0	6	12	18	18	18	18	
	Odbočka 1ks	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
	ohébné potrubí 0,45m	0	5	8	10	9	7	0	6	4	
	Útlum koncovým odrazem	0	15	15	5	17	13	15	16	18	
	útlum tlumič hluku 1										
L_{v1}	Hladina akustického výkonu ve výústce	0	16	14	29	20	23	27	14	7	32
L_{vy}	Hladina akustického výkonu výústky										20
K	Korekce na počet výústek							počet výústek:	2		3
L_s	Hladina akustického výkonu všech výústek										36
$L_{w,s}$	Součtová hladina akus. Výkonu										36
Q	směrový činitel										2
r	vzdálenost od výústky k posluchači										1
A	pohltivá plocha místnosti	plocha v šech povrchů místnosti (m2)					112,9	pohltivost (-)		0,3	34
L_{so}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače										32
$L_{p,A}$	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti										40

Hladina akustického tlaku pro zařízení č. 2 v místě posluchače L_{so} je menší než předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti $L_{p,A}$. Toho se podařilo dosáhnout i bez tlumiče hluku, a to především kvůli menším průtokům a větší vzdálenosti distribučního prvku od vzduchotechnické jednotky.

Tabulka 19 Útlum hluku – výtlač do exteriéru

ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO EXTERIÉRU: VÝTLAK	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávových pásmech									
	frekvence (Hz)	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L_w	Hluk ventilátoru										
L_{v1}	Hladina akustického výkonu zdroje 1	0	43	52	69	71	76	72	67	60	79
L_{v2}	Hladina akustického výkonu zdroje 2	0	42	51	63	67	71	70	64	57	75
L_w	součet	3	46	55	70	72	77	74	69	62	81
D_p	Přirozený útlum										
	rovný úsek- kruhové potrubí 2,7m	0	0	2	1	0	0	0	0	0	
	obklouky- kruhové potrubí 5ks	0	0	0	0	5	10	15	15	15	
	Odbočka- čtyřhranné potrubí 1ks	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	rovný úsek- čtyřhranné potrubí 4,5m	0	0	3	1	1	1	1	1	1	
	obklouky- čtyřhranné potrubí 1ks	0	0	0	1	2	3	3	3	3	
	útlum tlumič hluku 1	8	9	17	27	40	49	47	39	22	
L_{v1}	Hladina akustického výkonu ve výústce	0	34	30	37	21	11	5	8	18	38
Q	směrový činitel										2
r	vzdálenost od fasády k posluchači										1
L_{so}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače										33
$L_{p,A}$	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti										40

Potrubí do exteriéru je spojeno s obou jednotek, a tak je nutné započítat oba zdroje akustického výkonu. Pro šíření hluku do exteriéru se počítá s hodnotami denního limitu 50 dB a nočního 40 dB dle Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. Pro lepší komfort jsem zvolil i přes den přísnější hodnotu a navrhnul pro výtlač do exteriéru buňkový tlumič od firmy Greif [16] o rozměrech 600 x 500 mm a délce 1500mm.

Tabulka 20 Útlum hluku – sání z exteriéru

ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO EXTERIÉRU: SÁNÍ	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávních pásmech										
		frekvence (Hz)	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L_w	Hluk ventilátoru											
L_{w1}	Hladina akustického výkonu zdroje 1	36	36	30	30	30	36	36	30	20	43	
L_{w2}	Hladina akustického výkonu zdroje 2	0	40	47	57	62	61	61	57	50	67	
L_w	součet	36	41	47	57	62	61	61	57	50	67	
D_p	Přirozený útlum											
	rovný úsek- kruhové potrubí 3,3m	0	0	2	1	0	0	0	0	0		
	obklouky- kruhové potrubí 3ks	0	0	0	0	3	6	9	9	9		
	Odbočka- čtyřhranné potrubí 1ks	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
	rovný úsek- čtyřhranné potrubí 1m	0	0	1	0	0	0	0	0	0		
	obklouky- čtyřhranné potrubí 2ks	0	0	0	2	4	6	6	6	6		
	útlum tlumič hluku 1	7	8	12	19	34	46	41	31	20		
L_{v1}	Hladina akustického výkonu na fasádě	26	30	30	32	18	0	2	8	12	34	
Q	směrový činitel										2	
r	vzdálenost od fasády k posluchači										1	
L_{so}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače										29	
L_{pA}	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti										40	

I na straně sání z exteriéru je lepší navrhnout buňkový tlumič od firmy Greif [16] o rozměrech 600 x 500 mm a délce 1000 mm.

10 NÁVRH IZOLACE

Izolace potrubí se navrhuje především z důvodů zamezení kondenzace vodních par, zamrzání, kvůli tepelným ztrátám, a také přirozeně tlumit hladinu akustického výkonu vzduchotechnické jednotky. V tomto případě byla navržena tepelná izolace na kruhové potrubí ROCKWOOL – KLIMAFIX tl. 60 mm a na čtyřhranné potrubí izolace ROCKWOOL TECHROCK 60 ALS tl.60 mm, a to na straně exteriéru. K návrhu a posouzení izolace jsem použil funkci Povrchová kondenzace v programu Teruna [25], kde jsem simuloval podmínky pro léto a zimu. U zařízením plnicích pouze funkci nuceného větrání nemusí být izolace použita.

Tabulka 21 Vstupní údaje pro ověření zamezení kondenzace

OZN	Název místnosti	LÉTO		ZIMA	
		t [°C]	φ [%]	t [°C]	φ [%]
201	Výstavní místnost	24	50	21	38
203	Strojovna VZT	27	50	18	38
	Exteriér	32	42	-17	90

Níže jsou uvedené tři příklady čtyřhranného potrubí v letním i zimním období, analogicky se postupuje s kruhovým potrubím.

Povrchová kondenzace

Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí Popis: 4- STROJOVNA 203 Přívod z EXT. - LÉTO

Výpočet Vymazat Načíst Uložit Optimální tloušťka izolace - graf Tisk OK

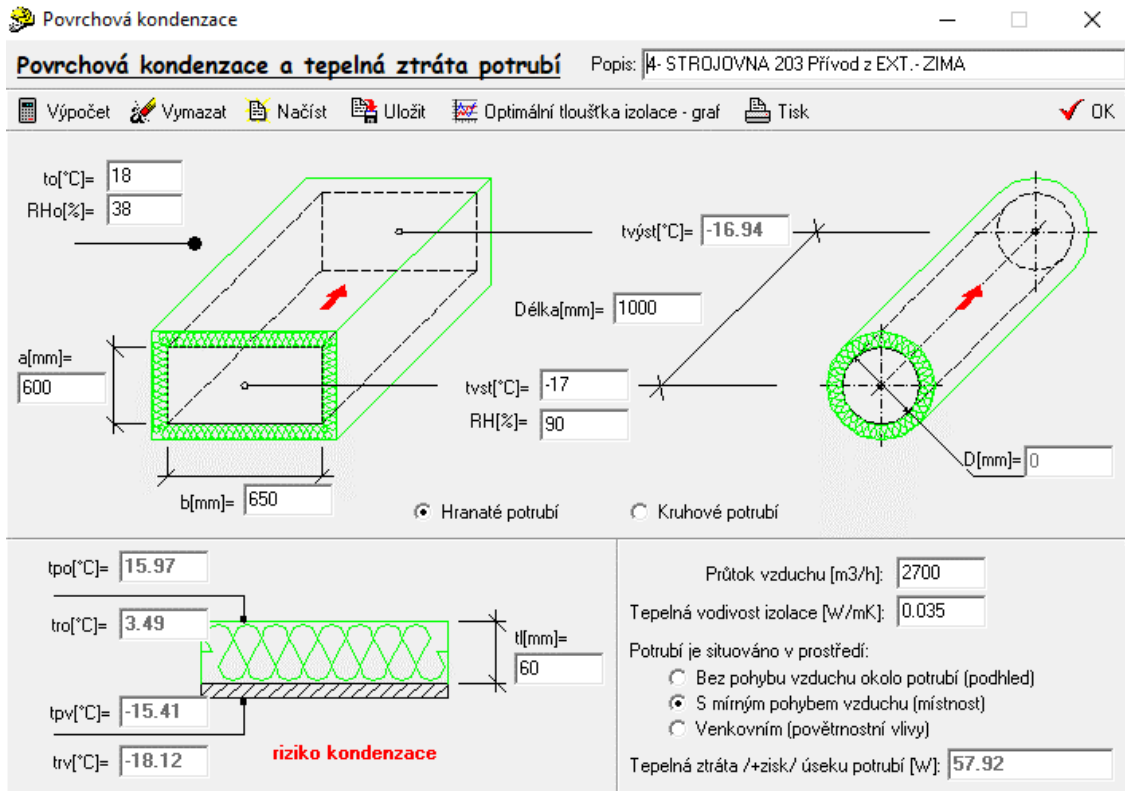
$t_{oi}[^{\circ}\text{C}] = 27$
 $\text{RH}_{oi}[\%] = 50$
 $a[\text{mm}] = 600$
 $b[\text{mm}] = 650$
 $\text{Délka}[\text{mm}] = 1000$
 $\text{tvst}[^{\circ}\text{C}] = 32$
 $\text{RH}[\%] = 42$
 Hranaté potrubí Kruhové potrubí

$\text{tvýst}[^{\circ}\text{C}] = 31.99$
 $D[\text{mm}] = 0$

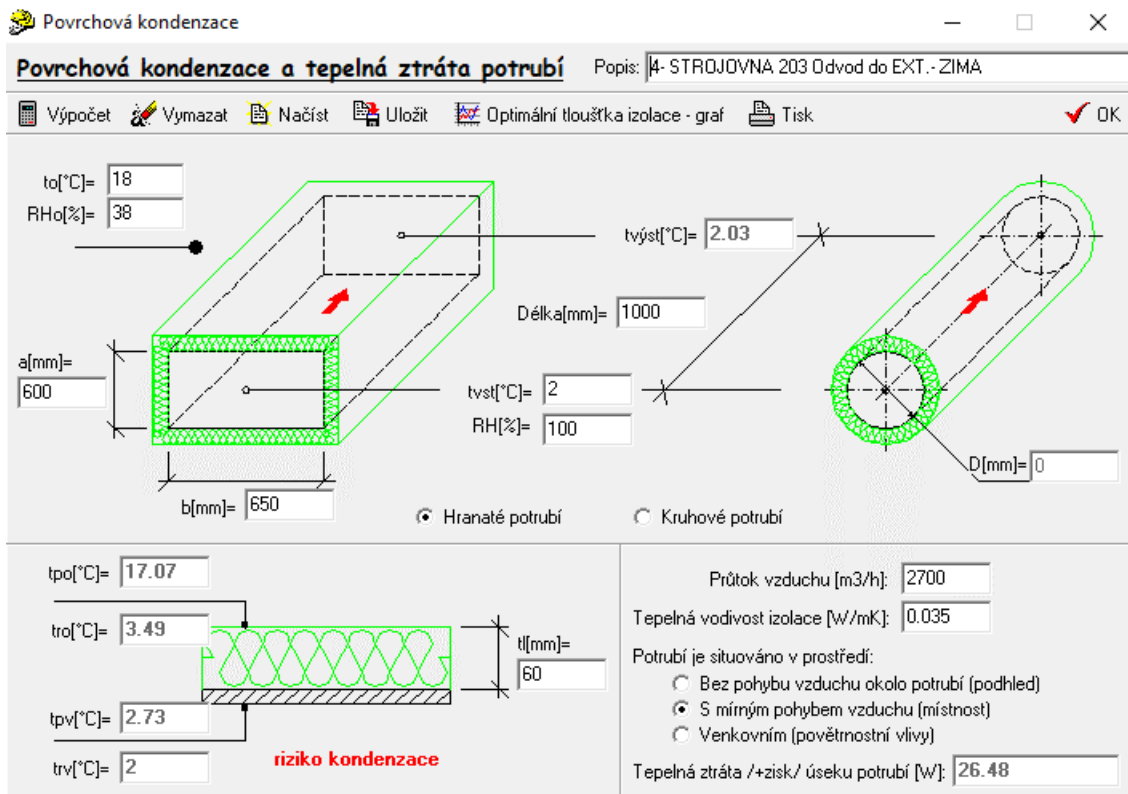
$t_{po}[^{\circ}\text{C}] = 27.29$
 $t_{ro}[^{\circ}\text{C}] = 15.69$
 $t_{pv}[^{\circ}\text{C}] = 31.76$
 $t_{rv}[^{\circ}\text{C}] = 17.47$
 $t[\text{mm}] = 60$

Průtok vzduchu [m³/h]: 2700
 Tepelná vodivost izolace [W/mK]: 0.035
 Potrubí je situováno v prostředí:
 Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled)
 S mírným pohybem vzduchu (místnost)
 Venkovním (povětrnostní vlivy)
 Tepelná ztráta /+zisk/ úseku potrubí [W]: -8.27

Obrázek 10.1 Posouzení tloušťky izolace – přívod z exteriéru: léto



Obrázek 10.2 Posouzení tloušťky izolace – přívod z exteriéru: zima



Obrázek 10.3 Posouzení tloušťky izolace – odvod do exteriéru: zima



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

C) PROJEKT

VZDUCHOTECHNIKA PRO MENŠÍ SÍDLO FIRMY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Pavel Staňa

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PAVEL UHER, Ph.D.

BRNO 2022

11 TECHNICKÁ ZPRÁVA

11.1 Úvod

Předmětem této projektové dokumentace pro provedení stavby je návrh vzduchotechnických zařízení pro sídlo firmy. Jedná se o dvoupodlažní budovu, rozdělenou na tři funkční celky. Vzduchotechnika má zajistit minimální hygienické požadavky na výměnu vzduchu a vnitřní mikroklima

11.1.1 Podklady pro zpracování

Podkladem pro zpracování byla výkresová dokumentace půdorysy, řezy, situace objektu. Součástí podkladů jsou příslušné platné zákony a prováděcí vyhlášky v nejnovějším znění, České technické normy a podklady výrobců vzduchotechnických zařízení.

ČSN 12 7010 Vzduchotechnická zařízení – Navrhování větracích a klimatizačních zařízení – Obecná ustanovení (2014)

ČSN 73 0540-2 Z1 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky (2012)

ČSN 73 0540-3 Tepelná ochrana budov – Část 3: Návrhové hodnoty veličin (2005)

ČSN EN 12 831-1 Energetická náročnost budov – Výpočet tepelného výkonu – Část 1: Tepelný výkon pro vytápění, Modul M3-3 (2018)

Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. Nařízení vlády, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci

Vyhláška č. 268/2009 Sb. Vyhláška o technických požadavcích na stavby

Vyhláška č. 499/2006 Sb. Vyhláška o dokumentaci staveb

Vyhláška č. 6/2003 Sb. Vyhláška, kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biolo-gických ukazatelů pro vnitřní prostředí obytných místností některých staveb

Vyhláška č. 415/2012 Sb. Vyhláška o přípustné úrovni znečišťování a jejím zjišťování a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší

Zákon č. 201/2012 Sb. Zákon o ochraně ovzduší

Podklady výrobců: Elektrodesign, Lindab, Greif, Moravská vzduchotechnika, Remak, Rockwool, Sinclair

11.1.2 Výpočtové hodnoty klimatických poměrů

Místo: obec Mrsklesy

Nadmořská výška: 324 m.n.m B.p.v

Normální tlak vzduchu: 987 hPa

Výpočtová teplota vzduchu: léto: +32 °C, zima: -17 °C

Entalpie v létě: 66,4 kJ·kg⁻¹ s.v.

11.1.3 Výpočtové hodnoty vnitřního prostředí

Vzduchotechnická zařízení zajišťují podmínky pro vnitřní prostředí místností objektu, které jsou v následující tabulce.

Tabulka 22 Vnitřní prostředí

Označení	Název místnosti	Výpočtová vnitřní teplota v zimě θ_i [°C]	Relativní vlhkost vzduchu v zimě φ_{ai} [%]	Výpočtová vnitřní teplota v létě θ_i [°C]	Relativní vlhkost vzduchu v létě φ_{ai} [%]	Hladina akustického tlaku A [dB]
102	chodba	18	38	25	50	50
103	kancelař	21	38	24	50	40
104	kancelař	21	38	24	50	40
105	kancelař	21	38	24	50	40
106	chodba s kuchyňkou	18	38	25	50	50
107	archiv	18	38	25	50	50
108	schodiště	18	38	25	50	50
110	sklad	18	38	25	50	50
111	sprchy	24	38	24	50	50
112	šatna	24	38	24	50	50
113	wc-ženy	18	38	25	50	50
114	wc-muži	18	38	25	50	50
201	Výstavní místnost	21	38	24	50	40
202	chodba se schodištěm	18	38	25	50	50
203	strojovna vzt	18	38	27	50	50

Rychlosti vzduchu v pobytové zóně by neměla být větší než 0,2 m·s⁻¹.

Hluk ve vnějším prostoru je 50 dB přes den a 40 dB přes noc. Vzhledem k charakteru prostoru není uvažováno s provozem zařízení v noci. Provoz budovy je stanoven od 7 h do 16 h.

11.2 Základní koncepční řešení

Budova je rozdělena na tři funkční celky. V prvním celku bude vzduchotechnická jednotka plnit funkci teplovzdušného vytápění a klimatizace včetně zvlhčování vzduchu. Pro druhý funkční celek je navržena vzduchotechnická jednotka sloužící k nucenému větrání. Vlhčení zde není uvažováno. Části hygienických zařízení jsou v podtlaku, aby odváděly škodliviny a přebytečnou vlhkost z prostoru. V kancelářích bude individuální dochlazování v letním extrémním období dílčím chladivovým systémem multisplit. Provoz vzduchotechnických zařízení bude řízen samostatným systémem MaR. Všechny VZT jednotky jsou umístěny ve strojovně v druhém nadzemním podlaží.

11.2.1 Hygienické větrání a klimatizace

Větrání je navrženo podle hygienických předpisů.

Dávka venkovního vzduchu na osobu je $30 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. Počet osob jednotlivých místností byl stanoven podle mobiliáře nebo byla uvažována 1 osoba na 3 m^2 podlahové plochy místnosti.

Dávky vzduchu na zařizovací předměty a šatny jsou uvedené v tabulkách 5 a 6.

- Umyvadlo $30 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{ks}^{-1}$
- Sprcha $150 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{os}^{-1}$
- WC $50 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{ks}^{-1}$
- Pisoár $25 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{os}^{-1}$
- Šatní místo $25 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{os}^{-1}$

V ostatních místnostech byl stanoven průtok vzduchu podle násobnosti výměny vzduchu.

Výstavní místnost je rovnotlaká.

Hygienické zařízení, kuchyňka jsou větrány v podtlaku a vzduch je přiváděn z chodby nebo šaten, které jsou v přetlakovém větrání. Celkově je ale vzduchotechnická jednotka rovnotlaká.

Obě zařízení disponují jednostupňovou filtrací. Přiváděný vzduch v sestavné jednotce je filtrován kapsovým filtrem M5. Kompaktní jednotka na přívodní větví obsahuje kapsový filtr třídy F7.

11.2.2 Technologické větrání a chlazení

V řešeném objektu se nenavrchovalo technologické větrání ani chlazení

11.2.3 Energetické zdroje

Elektrická energie

Elektrická energie je uvažována pro pohon elektromotorů VZT jednotek a venkovní chladicí jednotky – soustava 3 + PEN, 50 Hz, 400 V /230V.

Teplená energie

Pro ohřev vzduchu ve vodním ohřivači VZT jednotek bude sloužit voda o teplotním spádu 70/40 °C.

Pro chlazení venkovního vzduchu ve vodním chladiči VZT jednotky bude sloužit voda o teplotním spádu 7/13°C.

11.3 Popis technického řešení

11.3.1 Koncepce větracích a klimatizačních zařízení

Všechny VZT systémy jsou nízkotlaké ve vnitřním provedení. Pro VZT jednotky je v druhém nadzemním podlaží vyčleněna strojovna, která je přirozeně větraná střešními okenními otvory. Doprava vzduchu z exteriéru bude na sání i na výtlačku realizovaná izolovaným čtyřhranným potrubím z pozinkovaného ocelového plechu. Výfuk i sání z exteriéru je přímo ve strojovně pomocí protidešťových žaluzií, které chrání jednotky před vniknutím ptáků a hmyzu dovnitř systému. Rozvody potrubí po objektu už jsou pak vedeny kruhovým spiro potrubím. Jako distribuční prvky jsou použity čtvercové difuzory s perforovanou čelní deskou a talířové ventily osazené do kazetového podhledu připojené pomocí ohebného potrubí sonoflex, které má také funkci útlumu hluku do místnosti. Ve výstavní místnosti je jako přívodní distribuční prvek po celé délce zvolen textilní rukáv s mikroperforací.

Zařízení č. 1- Teplovzdušné vytápění a klimatizace Výstavní místnosti

Toto zařízení obsluhuje po celý rok pouze výstavní místnost. Jedná se o sestavnou jednotku AeroMaster XP 06 od firmy Remak, která se na přívodu skládá z tlumící vložky, uzavírací klapky, filtru třídy M5, deskového rekuperátoru se zpětným získáváním tepla, ventilátoru, vodního ohříváče, parní zvlhčovač, vodní chladič a eliminátor kapek. Na odvodu je pak tlumící vložka, uzavírací klapka, filtr třídy G3, ventilátor, deskový rekuperátor, eliminátor kapek. V deskovém rekuperátoru probíhá směšování. Z exteriéru je přiváděn vzduch o objemu $1200 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. V místnosti cirkuluje vzduch o objemu $4000 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. Distribuce vzduchu je volena v podhledu spiro potrubím, kde jsou také umístěny odvodní difuzory. Přívodní potrubí končí ve stěně místnosti, kde je napojena přívodní textilní vyústka. Systém je navržený jako rovnotlaký. Z jednotky je také nutné odvádět kondenzát, proto bude v místech vany na kondenzát napojena na odpadní systém. Z důvodů použití vodního ohříváče a chladiče je potřebné připojit jednotku na vodovodní systém. Jednotka je ve strojovně umístěna tak, aby k ní byl přístup k servisu, či výměně. Jednotku je nutné transportovat do strojovny před kci střechy z důvodu malého manipulačního prostoru v objektu. Ovládání a regulaci zajistí profese MaR.

Zařízení č. 2- Nucené větrání kanceláří a zázemí firmy

Pro nucené větrání prvního nadzemního podlaží byla navržena kompaktní jednotka Cake VR-3 od společnosti Remak. Skládá se na přívodu z tlumící vložky, uzavírací klapky, filtru třídy F7, rotačního rekuperátoru se zpětným získáváním tepla, ventilátoru, vodního ohříváče. Na odvodu je pak tlumící vložka, uzavírací klapka, filtr třídy M5 a ventilátor. Z exteriéru je přiváděn vzduch o objemu $1500 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. Distribuce přívodního i odváděného vzduchu je volena v podhledu spiro potrubím, kde jsou také umístěny přívodní a odvodní difuzory nebo talířové ventily. Systém je navržený jako rovnotlaký, ale hygienické části jsou podtlakové a chodba přetlaková. Z důvodů použití vodního ohříváče je potřebné připojit jednotku na vodovodní systém. Jednotka je ve strojovně umístěna tak, aby k ní byl přístup k servisu, či výměně. Jednotku je nutné transportovat do strojovny před kci střechy z důvodu malého manipulačního prostoru v objektu. Ovládání a regulaci zajistí profese MaR.

Zařízení č.3- Dílčí klimatizace kanceláří

K dílčí klimatizaci kanceláří pro odvod tepelné zátěže v létě bude sloužit chladivový systém multisplit od firmy Sinclair se třemi vnitřními jednotkami a jednou venkovní. Jde o systém přímého chlazení, které využívá v přenosu tepelné energie chladivo R32. Je tak potřeba dbát na pravidelné kontroly těsnosti a úniku chladiva. Chladivové izolované Cu potrubí povede podhledem na fasádu a následně v liště k venkovní jednotce. Vnitřní i venkovní jednotky je nutné napojit na odpadní potrubí pro odvod kondenzátu. Vnitřní jednotky disponují Wifi přijímačem a je tam možné je regulovat vzdáleně přes síť.

11.4 Nároky na energie

K zajištění chodu větracího a klimatizačních zařízení je nutné zabezpečit následující zdroje energií viz příloha technické zprávy: Přehled výkonů po zařízeních

11.5 Měření a regulace

Navržené systémy VZT budou řízeny a regulovány samostatným systémem měření a regulace – profese MaR :

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

11.6 Nároky na související profese

11.6.1 Stavební úpravy

- zřízení prostupů obvodovou kci pro přívodní a odvodní potrubí a pro chladivové potrubí
- zřízení prostupů stěnami a stropem pro rozvodné potrubí po objektu
- obložení a dotěsnění prostupů VZT

- vyspádování podlahy ve strojovně a odvod do odpadního systému.

11.6.2 Silnoporud

- Napojení VZT jednotek
- Napojení rozvaděče MaR
- uzemnění všech kovových částí

11.6.3 Vytápění

- připojení ohřivačů a chladiče vzduchotechnických jednotek na vodu včetně příslušných armatur

11.6.4 Zdravotní technika

- napojení vany na kondenzát VZT jednotky na odpadní potrubí
- umístění podlahových vpustí ve strojovně a napojení na odpadní potrubí
- odvod kondenzátu z chladících jednotek

11.7 Protihluková a protitřesová opatření

Nejdůležitější částí protihlukových opatření jsou tlumiče hluku navržené ve výpočtové části v kapitole útlum hluku. V tomto objektu jsou navrženy buňkové tlumiče na výtlačku i sání, kde je také potrubí izolované. Na přívodním a odvodním potrubí prvního zařízení jsou také navrženy stejné tlumiče. Všechny vzduchovody budou napojeny na jednotky přes tlumící vložky a všechny spoje a prostupy budou utěsněny. Distribuční prvky budou napojeny na ohebné potrubí. Ke každému distribučnímu prvku budou namontovány regulační klapky. Jednotky a ventilátory budou pružně uloženy na gumových podložkách pro snížení šíření vibrací do ostatních kcí.

11.8 Izolace a nátěry

Tepelná izolace potrubí byla navržena ve strojovně pro výtlač a sání z exteriéru v tl. 60 mm především kvůli zamezení vzniku kondenzace vodních par, tepelným ztrátám a přirozenému útlumu hluku. Potrubí není v tomto případě nutné opatřovat ochrannými nátěry, neboť je z pozinkovaného ocelového plechu.

11.9 Protipožární opatření

V tomto případě není nutné navrhovat žádná protipožární opatření. Dle PBŘ je celý objekt klasifikován jako jeden požární úsek. Nejsou tedy nutné požární klapky.

11.10 Montáž, provoz, údržba a obsluha zařízení

- montáž VZT i klimatizačních jednotek bude provedena spolehlivou a odbornou firmou
- všechna zařízení musí být uvedena do provozu a odzkoušena před předáním investo- rovi.
- provoz zařízení bude řízen systémem MaR.
- VZT zařízení musí být pravidelně kontrolována a čištěna

- údržbě budou vedeny záznamy

11.11 Závěr

Návrh VZT a klimatizačních systémů byl proveden tak, aby splňoval všechny předepsané hygienické, hlukové, funkční požadavky. Aby dodržel a splnit právní předpisy a hlavně, aby vyhověl požadavkům a přáním investora a vytvářel tak komfortní prostředí pro celou firmu.

11.12 Tabulka zařízení

Tabulka 23 Tabulka zařízení

Ozn.	Typ	Název	Ventilátor			Elektrina			Ohřev			Chlazení									
			Prívod/odvod	Množství vzduchu	Externí tlak	Počet	Elektrický příkon jednotkový	Elektrický příkon celkem	Elektrický proud celkem	Napětí/frekvence	Topný výkon	Průtok	Tlaková ztráta	Teplonosná látka	Chladicí výkon	Průtok	Tlaková ztráta	Kondenzát	Ovládaní		
			[m ³ /h]	[Pa]	[ks]	[kW]	[kW]	[A]	[V], [Hz]	[kW]	[m ³ /h]	[kPa]		[kW]	[m ³ /h]	[kPa]	[kg/h]				
Zařízení č.1- Teplotově suché větrání a klimatizace výstavní místnosti																					
1.01	Sestava VZT jednotka	přívodní ventilátor vodní ohřivač vodní chladič odvodní ventilátor ZZT	P	4000	129	1	1,01	1,01	2,3	400V, 50 Hz	5,9	0,18	0,2						motor- MaR směšovací uzet- MaR		
			O	4000	280	1	0,99	0,99	2,3	400V, 50 Hz				voda	11,9	1,63	3,7	2,3	rozdělovací uzet- MaR		
																				motor- MaR	
																			2	Otbok- MaR	
Zařízení č.2- Nucené větrání kanceláři a zázemí																					
2.01	Kompaktní VZT jednotka	přívodní ventilátor vodní ohřivač odvodní ventilátor ZZT	P	1500	177	1	0,36	0,36	2,07	230V, 50 Hz	2,9	0,13	1,1						motor- MaR směšovací uzet- MaR		
			O	1500	257	1	0,41	0,41	2,07	230V, 50 Hz									motor- MaR		
																				Otbok- MaR	
Zařízení č.3- Klimatizace kancelář																					
3.01		Venkovní jednotka													RS2				12,1		
3.02		Vnitřní jednotka v m.103													RS2				6,2		
3.03		Vnitřní jednotka v m.105													RS2				2,7		
3.04		Vnitřní jednotka v m.104													RS2				2,2		
										Σ [kW]	8,8										
										Σ [kW]	2,77										
										Σ [kW]	0,9										
										Σ [kW]	7,92										
										Σ [kW]	35										
										Σ [kW]	0,8										
										Σ [kW]	28										
										Σ [kW]	28										

P2N: Průtoky vzduchu u klimatizačních jednotek mají 4 stupně

Předpokládaná sr. Předpokádaná souč. Celkem [kW]

11.13 Specifikace prvků

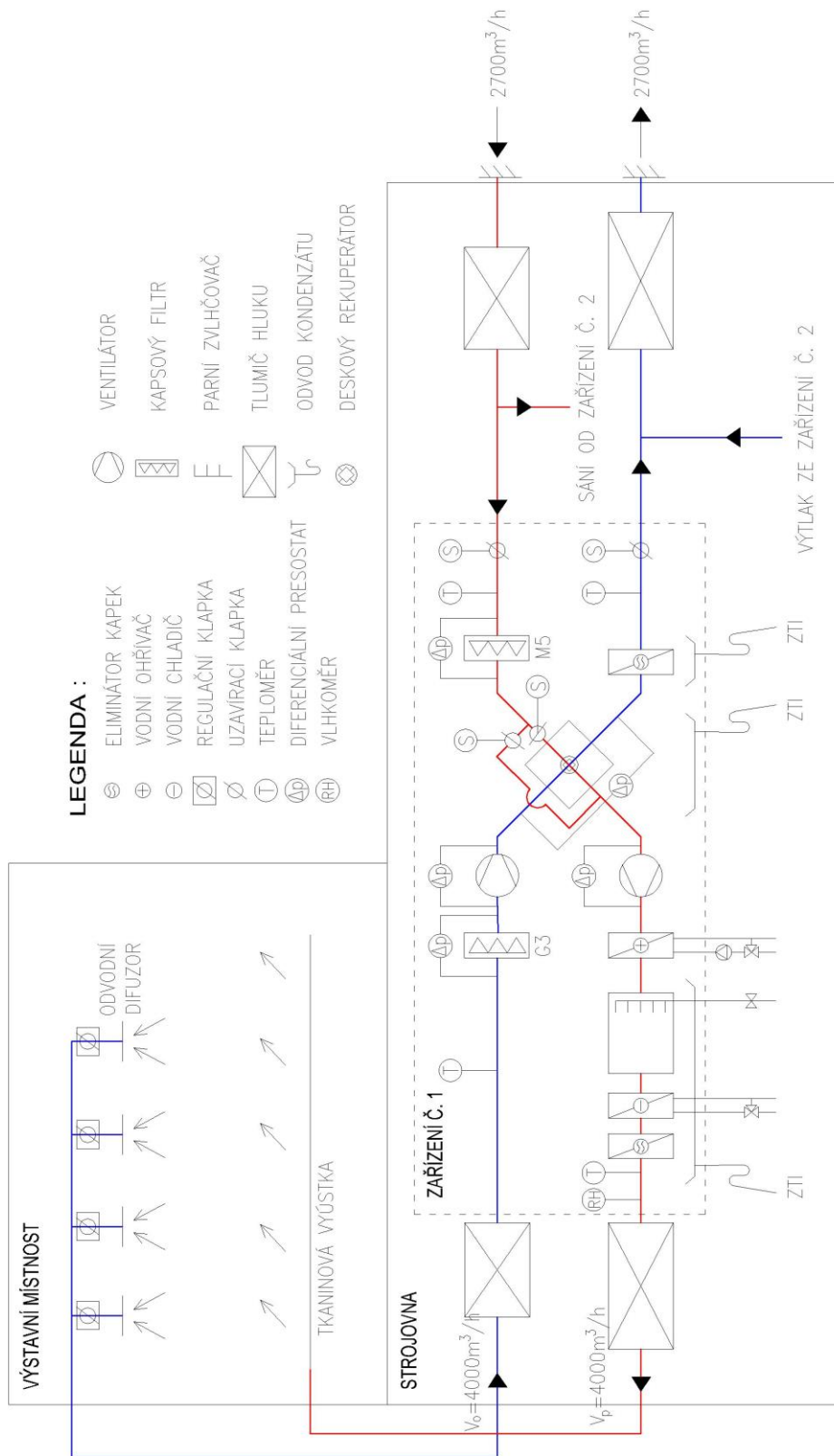
Tabulka 24 Specifikace prvků

1.01	Remak	Sestavná VZT jednotka AeroMaster XP 06-skladba:	ks	1
		Tlumící manžety, sekce filtru M5, Deskový rekupe- rátor vč. směšování, ohřívací komora, chladič, 2x ventilátorová komora, Filtr G3, parní vlhčení, eli- minátor kapek, rám s nosnými nohami		
1.02	Příhoda	PŘÍVOD: Tkaninová vyúska- 100% polyester, Tvar Kruhový, Rozměr 500 mm, Celková délka 17500 mm	ks	1
1.03	Lindab	ODVOD: Čtvercový difuzor s perforovanou čelní deskou PKAN-400+MBE-315-400	ks	4
1.04	Lindab	P+O: Hliníková protidešťová žaluzie se sítí proti ptákům a hmyzu WLA-11-NI-800-600	ks	2
1.05	Greif	PŘÍVOD: Tlumič hluku buňkový G400x500x2000.1	ks	2
1.06	Greif	ODVOD: Tlumič hluku buňkový GE250x500x1000.1	ks	4
1.07	Greif	SÁNÍ: Tlumič hluku buňkový GE300x500x1000.1	ks	2
1.08	Greif	VÝTLAK: Tlumič hluku buňkový GE300x500x1500.1	ks	2
1.09	Lindab	Regulační klapka se seříznutým listem, plynule nastavitelný 0–90 ° DRU-315 -Ø315	ks	4
2.01	Remak	kompaktrní VZT jednotka Cake VR-3 - skladba:	ks	1
		Tlumící manžety, sekce filtru F7, Rotační rekupe- rátor, ohřívací komora, 2x ventilátorová komora, Filtr M5, rám s nosnými nohami	ks	1
2.02	Lindab	P+O: Čtvercový difuzor s perforovanou čelní deskou PKAN-315+MBC-200-315	ks	2
2.03	Lindab	P+O: Čtvercový difuzor s perforovanou čelní deskou PKAN-250+MBC-160-250	ks	7
2.04	Lindab	ODVOD: Talířový ventil KU-200 -Ø200	ks	2
2.05	Lindab	P+O: Talířový ventil KU-160 -Ø160	ks	3
2.06	Lindab	P+O: Talířový ventil KU-125 -Ø125	ks	1
2.07	Lindab	P+O: Talířový ventil KU-100 -Ø100	ks	5
2.08	Lindab	Regulační klapka se seříznutým listem, plynule nastavitelný 0–90 ° DRU-250 -Ø250	ks	2

2.09	Lindab	Regulační klapka se seříznutým listem, plynule nastavitelný 0–90 ° DRU-200 -Ø200	ks	4
2.10	Lindab	Regulační klapka se seříznutým listem, plynule nastavitelný 0–90 ° DRU-160 -Ø160	ks	10
2.11	Lindab	Regulační klapka se seříznutým listem, plynule nastavitelný 0–90 ° DRU-125 -Ø125	ks	1
2.12	Lindab	Regulační klapka se seříznutým listem, plynule nastavitelný 0–90 ° DRU-100 -Ø100	ks	5
3.01	Sinclair	Venkovní jednotka Sinclair MV-E42BI2- 12,1kW	ks	1
3.02	Sinclair	Vnitřní nástěnná jednotka Sinclair SIH-24BIR-6,2kW	ks	1
3.03	Sinclair	Vnitřní nástěnná jednotka Sinclair SIH-09BIK-2,7kW	ks	1
3.04	Sinclair	Vnitřní nástěnná jednotka Sinclair SIH-07BIK-2,2kW	ks	1
	Moravská vzduchotechnika	Čtyřhranné ocelové potrubí 3500/0% tvarovek	bm	1,0
		Čtyřhranné ocelové potrubí 2630/30% tvarovek	bm	14,5
		Kruhové spiropotrubí ocelové potrubí Ø500/0% tvarovek	bm	14,9
		Kruhové spiropotrubí ocelové potrubí Ø450/0% tvarovek	bm	3,5
		Kruhové spiropotrubí ocelové potrubí Ø400/0% tvarovek	bm	3,6
		Kruhové spiropotrubí ocelové potrubí Ø315/40% tvarovek	bm	25,1
		Kruhové spiropotrubí ocelové potrubí Ø280/20% tvarovek	bm	2,1
		Kruhové spiropotrubí ocelové potrubí Ø250/20% tvarovek	bm	32,2
		Kruhové spiropotrubí ocelové potrubí Ø225/10% tvarovek	bm	6,8
		Kruhové spiropotrubí ocelové potrubí Ø200/0% tvarovek	bm	12,5
		Kruhové spiropotrubí ocelové potrubí Ø180/0% tvarovek	bm	10,6
		Kruhové spiropotrubí ocelové potrubí Ø160/0% tvarovek	bm	2,1

	Moravská vzduchotechnika	Kruhové spiropotrubí ocelové potrubí Ø125/0% tvarovek	bm	2,5
	Moravská vzduchotechnika	Kruhové spiropotrubí ocelové potrubí Ø100/0% tvarovek	bm	3,8
	Elektrodesign	Ohebné potrubí SONOFLEX Ø315	bm	6,0
		Ohebné potrubí SONOFLEX Ø200	bm	3,7
		Ohebné potrubí SONOFLEX Ø160	bm	7,9
		Ohebné potrubí SONOFLEX Ø125	bm	0,4
		Ohebné potrubí SONOFLEX Ø100	bm	4,6
	Coolservis	Měděná Cu trubka izolovaná DUAL 1/4" + 1/2" (6,35+12,7mm), stěna 0,8mm	bm	8,7
	Coolservis	Měděná Cu trubka izolovaná DUAL 1/4" + 3/8" (6,35+9,52mm), stěna 0,8mm	bm	8,2
	Rockwool	Izolace čtyřhranného potrubí tl. 60mm: ROCKWOOL TECHROCK 60 ALS, $\lambda_D = 0,035$	m ²	41,8
	Rockwool	Izolace kruhového potrubí tl. 60mm: ROCKWOOL- KLIMAFIX, $\lambda_D = 0,039$	m ²	9,5

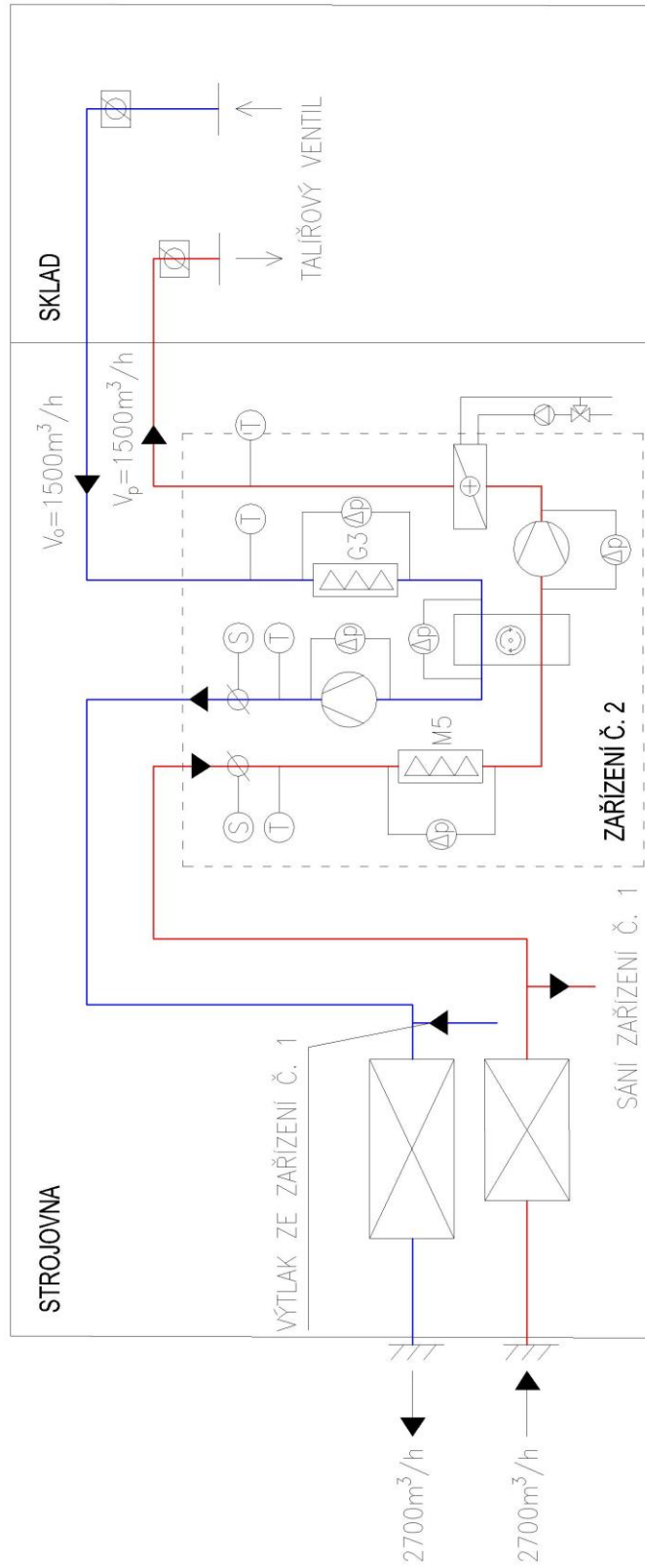
11.14 Regulační schéma



Obrázek 11.1 Regulační schéma – zařízení č. 1

LEGENDA :

- | | | | | | |
|---|------------------|---|-------------------------|---|---------------------|
| ⊕ | VODNÍ OHŘÍVAČ | ⊗ | KAPSOVÝ FILTR | ⊗ | VENTILÁTOR |
| ⊗ | REGULAČNÍ KLAPKA | ⊗ | TLUMIČ HLUKU | ⊗ | ROTAČNÍ REKUPERÁTOR |
| ⊗ | UZAVÍRACÍ KLAPKA | ⊗ | DIFERENCIÁLNÍ PRESOSTAT | | |
| ⊗ | TEPLOMĚR | | | | |



Obrázek 11.2 Regulační schéma – zařízení č. 2

12 ZÁVĚR

V teoretické části jsem se věnoval systémům klimatizace, a to především chladivovému systému. Teoretické znalosti jsem pak využil u návrhu zařízení č. 3 ve výpočtové části.

Výsledkem výpočtové a projektové bakalářské práce je návrh tří zařízení včetně projektové dokumentace, která je součástí příloh této závěrečné práce. Pro první funkční celek byla navržena sestavná vzduchotechnická jednotka označena jako zařízení č.1, která bude ve výstavní místnosti teplovzdušně vytápět a chladit. Provoz jednotky je celoroční. Ve druhém funkčním celku jsem se rozhodl pro kompaktní vzduchotechnickou jednotku označenou jako zařízení č.2, která bude zajišťovat nuceným větráním přívod čerstvého vzduchu do kanceláří a chodby. Dále odvod znečištěného vzduchu z kanceláří a odvod oděru z hygienického zázemí. Provoz jednotky je celoroční. Kvůli většímu komfortu bude do kanceláří umístěna dilčí chladivová klimatizace systémem multisplit. Venkovní kondenzační jednotka bude obsluhovat tři vnitřní jednotky. Návrh VZT a klimatizačních systémů byl proveden tak, aby splňoval všechny předepsané hygienické, hlukové, funkční požadavky. Aby dodržel a splnit právní předpisy a hlavně, aby vyhověl požadavkům a přáním investora a vytvářel tak komfortní prostředí pro celou firmu.

13 POUŽITÉ ZDROJE

Knižní a akademické zdroje

1. GEBAUER, Günter, Olga RUBINOVÁ a Helena HORKÁ. Vzduchotechnika. 2. vyd. Brno: ERA, 2007. Technická knihovna (ERA). ISBN 978-80-7366-091-8.
2. HIRŠ, Jiří a Günter GEBAUER. TZB – vzduchotechnika. Klimatizace: Modul BT02-08. Brno: Vysoké učení technické, Fakulta stavební, 2005, 39 s. : il.
3. BT055 – Ochlazování budov – přednášky Ondřej ŠIKULA. Brno: Vysoké učení technické, Fakulta stavební.

Zákony, vyhlášky, normy směrnice

4. ČSN 12 7010 Vzduchotechnická zařízení – Navrhování větracích a klimatizačních zařízení – Obecná ustanovení (2014)
5. ČSN 73 0540-3 Tepelná ochrana budov – Část 3: Návrhové hodnoty veličin (2005)
6. ČSN 73 0540-2 Z1 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky (2012)
7. ČSN EN 12831-1 Energetická náročnost budov – Výpočet tepelného výkonu – Část 1: Tepelný výkon pro vytápění, Modul M3-3 (2018)
8. Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. Nařízení vlády, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci
9. Vyhláška č. 268/2009 Sb. Vyhláška o technických požadavcích na stavby
10. Vyhláška č. 499/2006 Sb. Vyhláška o dokumentaci staveb
11. Vyhláška č. 6/2003 Sb. Vyhláška, kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí obytných místností některých staveb

12. Vyhláška č. 415/2012 Sb. Vyhláška o přípustné úrovni znečišťování a jejím zjišťování a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší
13. Zákon č. 201/2012 Sb. Zákon o ochraně ovzduší

Elektronické zdroje

14. Coolservis [online]. [cit. 2022-05-24]. Dostupné z: <https://eshop.coolservis.cz/>
15. Elektrodesign [online]. [cit. 2022-05-24]. Dostupné z: <https://www.elektrodesign.cz/>
16. Greif [online]. [cit. 2022-05-24]. Dostupné z: <https://greif.cz/vyrobky-pro-snizeni-hluku/tlumice-hluku/>
17. Klimatizace [online]. [cit. 2022-05-22]. Dostupné z: <http://klimatizace.blgz.cz/>
18. Lindab [online]. [cit. 2022-05-22]. Dostupné z: <http://www.lindab.com/global/pro/pages/default.aspx?redirecttomarket=true&i=551>
19. Moravská vzduchotechnika [online]. [cit. 2022-05-24]. Dostupné z: <https://mvt.cz/>
20. Sinclair [online]. [cit. 2022-05-22]. Dostupné z: <https://www.sinclair-solutions.com/cs/uvod/>
21. Tzb info [online]. [cit. 2022-05-22]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/>
22. Construction specifier [online]. [cit. 2022-05-23]. Dostupné z: <https://www.constructionspecifier.com/vrf-zoning-energy-efficiency-data-five-questions-specifiers-should-ask/>

Programy

23. AeroCad v6.9.27 [online]. [cit. 2022-05-24]. Dostupné z: <https://www.remak.eu/cs/aerocad>
24. LindQST [online]. [cit. 2022-05-24]. Dostupné z: <https://www.lindqst.com/default.aspx>
25. Teruna v1.5b [online]. [cit. 2022-05-24]. Dostupné z: <https://www.remak.eu/cs/aerocadhttp://www.technikabudov.cz/software/>

14 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A OZNAČENÍ

Zkratky

- kce – Konstrukce
- MaR – Měření a regulace
- NP – nadzemní podlaží
- SZZ – státní závěrečná zkouška
- tl. – tloušťka
- VŠKP – vysokoškolská kvalifikační práce
- VRF – variable refrigerant flow, česky proměnný průtokem/objem chladiva
- VRV – variable refrigerant volume, česky proměnný průtokem/objem chladiva
- VZT – vzduchotechnika, vzduchotechnická
- ZZT – zpětné získávání tepla

Fyzikální veličiny

A	– podlahová plocha [m ²]
d	– průměr [mm]
h _e	– venkovní entalpie [kJ·kg ⁻¹]
H _T	– měrná tepelná ztráta [W·K ⁻¹]
h	– výška [m]
L	– délka [m]
L _w	– hluk ventilátoru [dB]
m	– hmotnost [kg]
n	– násobnost výměny vzduchu [h ⁻¹]
p	– tlak [Pa]
r	– vzdálenost posluchače od zdroje hluku [m]
R	– odpor [Pa·m ⁻¹]
S	– plocha [m ²]
t	– čas [s], teplota [°C]
U	– součinitel prostupu tepla [W·m ⁻² ·K ⁻¹]
v	– rychlost [m·s ⁻¹]
V	– objemový průtok [m ³ ·h ⁻¹]
Z	– tlaková ztráta [Pa]
α	– součinitel pohltivosti místnosti [-]
θ _e	– venkovní teplota [°C]
ξ	– efektivita [-]
φ	– relativní vlhkost [%]
λ _D	– součinitel tepelné vodivosti [W·m ⁻¹ ·K ⁻¹]

15 SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ

Seznamy obrázků tabulek a grafů se generují automaticky podle titulků v textu.

Obrázky

Obrázek 2.1	Schéma vzduchového systému [2]	14
Obrázek 2.2	Schéma systému s fan-coily [2]	15
Obrázek 2.3	Schéma klimatizačního indukčního systému [2]	15
Obrázek 2.4	Schéma chladicího stropu [2]	15
Obrázek 2.5	Kompresorový chladicí okruh [3]	16
Obrázek 2.6	Výparník [17]	17
Obrázek 2.7	Kondenzátor [17]	17
Obrázek 2.8	Kompresor [17]	17
Obrázek 2.9	Škrťací orgán [17]	17
Obrázek 2.10	Schéma základních druhů chladivových systémů [2]	18
Obrázek 2.11	Systém Split [20]	18
Obrázek 2.12	Systém multisplit [20]	19

Obrázek 2.13 VRF systém [22]	19
Obrázek 2.14 Nástěnná jednotka [20]	20
Obrázek 2.15 Podstropní jednotka	20
Obrázek 2.16 Parapetní jednotka [20].....	21
Obrázek 2.17 Kazetová jednotka [20].....	21
Obrázek 2.18 Kanálová jednotka	22
Obrázek 2.19 Skleníkový efekt.....	23
Obrázek 2.20 Elektronický detektor úniku chladiv [3].....	24
Obrázek 3.1 Funkční celky – 2NP	26
Obrázek 3.2 Funkční celky – 1NP	27
Obrázek 5.1 Tlakové poměry – zařízení č. 1	33
Obrázek 5.2 Tlakové poměry – zařízení č. 2	34
Obrázek 6.1 Navržený difuzor pro odvod z výstavní místnosti [24]	35
Obrázek 6.2 Navržený textilní rukáv pro přívod do výstavní místnosti.....	35
Obrázek 6.3 Navržený talířový ventil pro odvod ze sprch [24].....	36
Obrázek 6.4 Navržená vnitřní nástěnná jednotka klimatizace kanceláří.....	36
Obrázek 7.1 Dimenzační schéma – zařízení č. 1	38
Obrázek 7.2 Dimenzační schéma nejdelší větve – zařízení č. 2	41
Obrázek 7.3 Dimenzační schéma kritické větve – zařízení č. 2.....	42
Obrázek 7.4 Dimenzační schéma ve strojovně – zařízení č.2	43
Obrázek 8.1 Specifikace zařízení č. 1	44
Obrázek 8.2 Grafické pohledy a rozměry zařízení č. 1.....	45
Obrázek 8.3 Specifikace zařízení č. 2	47
Obrázek 8.4 Grafické pohledy a rozměry zařízení č. 2.....	48
Obrázek 10.1 Posouzení tloušťky izolace – přívod z exteriéru: léto	57
Obrázek 10.2 Posouzení tloušťky izolace – přívod z exteriéru: zima.....	58
Obrázek 10.3 Posouzení tloušťky izolace – odvod do exteriéru: zima	58
Obrázek 11.1 Regulační schéma – zařízení č. 1	71
Obrázek 11.2 Regulační schéma – zařízení č. 2	72

Tabulky

Tabulka 1 Parametry vnitřního prostředí [5]	27
Tabulka 2 Posouzení na součinitel prostupu tepla [6].....	28
Tabulka 3 Venkovní klimatické podmínky	28
Tabulka 4 Tepelné ztráty výstavní místnost	31
Tabulka 5 Dávka vzduchu z Vyhlášky č.6/2003 Sb.....	31
Tabulka 6 Dávka vzduchu z Vyhlášky č. 410/2005 Sb.....	31
Tabulka 7 Průtoky vzduchu.....	32
Tabulka 8 Odvodní větev – zařízení č. 1	37
Tabulka 9 Přívodní větev – zařízení č. 1.....	37
Tabulka 10 Přívodní nejdelší větev – zařízení č. 2	39
Tabulka 11 Odvodní nejdelší větev – zařízení č. 2	39

Tabulka 12 Přívodní kritická větev – zařízení č. 2	40
Tabulka 13 Odvodní kritická větev – zařízení č. 2	40
Tabulka 14 Návrh vnitřních a venkovních klimatizačních jednotek	50
Tabulka 15 Útlum hluku – zařízení č.1: odvod.....	51
Tabulka 16 Útlum hluku – zařízení č.1: přívod a posouzení	52
Tabulka 17 Útlum hluku – zařízení č.2: odvod.....	53
Tabulka 18 Útlum hluku – zařízení č.2: přívod a posouzení	54
Tabulka 19 Útlum hluku – výtlak do exteriéru	55
Tabulka 20 Útlum hluku – sání z exteriéru	56
Tabulka 21 Vstupní údaje pro ověření zamezení kondenzace	57
Tabulka 22 Vnitřní prostředí.....	61
Tabulka 23 Tabulka zařízení.....	67
Tabulka 24 Specifikace prvků.....	68

Grafy

Graf 1 Phase-down [3]	24
Graf 2 Tepelné zisky v kanceláři č. 105 v průběhu dne.....	29
Graf 3 Tepelné zisky v kanceláři č. 103 v průběhu dne.....	29
Graf 4 Tepelné zisky výstavní místnost v průběhu dne	30
Graf 5 H-X diagram zařízení č. 1.....	46
Graf 6 H-X diagram zařízení č. 2.....	49

PŘÍLOHY

A. Remak – Podklady od výrobce

A.1 Zařízení č. 1

The logo for REMAK, consisting of the word "REMAK" in a bold, blue, sans-serif font. The letters are spaced out, with the 'E' being significantly larger than the other letters.

Název projektu

Bakalářská práce

Technická specifikace zařízení

Číslo zařízení	Název zařízení	Určení jednotky	Strana
01	zařízení č.1-showroom	Standardní prostředí	2

ID
Vypracoval
Projekt vytvořen:
Tisk:

Pavel Staňa - VUT v Brně
05.11.2020,14:42
25.05.2022,17:06

ID
 Projekt [1] Bakalářská práce
 Číslo / Název zařízení 01 / zařízení č.1-showroom
 Určení jednotky Standardní prostředí



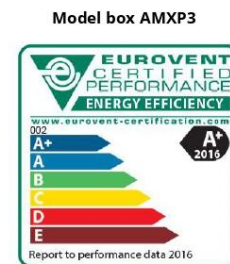
STRUČNÁ SPECIFIKACE ZAŘÍZENÍ

Základní parametry zařízení

Druh, rozměr	AeroMaster XP 06
Řídicí jednotka VCS (Climatix)	Ne

Hmotnost (+-10%)	1 110 kg
Umístění VZT jednotky	Vnitřní
Materiálové provedení	
Vnější plášť	Lakovaný plech (RAL 9002)
Vnitřní plášť	Pozinkovaný plech

	Přívod	Odvod
Průtok vzduchu	4000 m ³ /h	4000 m ³ /h
Externí tlaková rezerva	129 Pa	280 Pa
Rychlost v průřezu	2.45 m/s	2.45 m/s
Výkon motoru nominální	1.10 kW	1.10 kW
Typ motoru ventilátoru	AC motor	AC motor
Frekv. měnič součást dodávky	Ano (IP21)	Ano (IP21)
1. stupeň filtrace	M5 / ISO ePM 10 >60%	G3 / ISO Coarse 50 %
2. stupeň filtrace	-	-
SFP _v	804 W.m ³ .s	816 W.m ³ .s



		Parametry pláště dle EN1886
		Mechanická stabilita D2(M)
		Netěsnost skříně L1(R)
		Netěsnost skříně (reál. jednotka) L3(R) @ -400Pa, L3(R) @ +400Pa
		Termická izolace T4(M)
SFP _{vAHU}	1620 W.m ³ .s	Faktor tepelných mostů TB3(M)
		Netěsnost mezi filtrem a rámem < 0,5 % (F9)

Nejdůležitější parametry vybraných komponentů

	Na straně vzduchu		Na straně média
Zpětný zisk tepla	-17.0 → 5.9 °C	60 %, 8.9 kW	
Směšování	5.9 → 16.5 °C	70.0 %	
Ohřev	16.5 → 21.0 °C	5.9 kW	70/41 °C, Voda, 0.2 kPa, 0.18 m ³ /h, 1 "
Chlazení	25.1 → 17.0 °C	11.9 kW	7.0/13 °C, Voda, 3.7 kPa, 1.63 m ³ /h, 1 "
Vlhčení	21.0 → 21.0 °C	28 → 32 %	3.0 kg/h, 2.2 kW**

Detailní specifikace a výsledné parametry jsou součástí detailní specifikace vzduchotechnického zařízení

** Napájení a jištění zvlhčovače není řešeno z ŘJ VCS

Hlukové parametry zařízení

	LwA _{okt} [dB(A)]								ΣLwA [dB(A)]
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Přívod - sání	40	47	64	66	63	61	57	51	70
Přívod - výtlak	43	53	69	72	76	72	67	60	79
Přívod - okolí	40	40	53	49	53	49	46	40	58
Odvod - sání	41	50	66	69	67	67	65	58	74
Odvod - výtlak	43	52	69	71	76	72	67	61	79
Odvod - okolí	40	40	53	49	53	49	46	40	58

ID
 Projekt
 Číslo / Název zařízení
 Určení jednotky

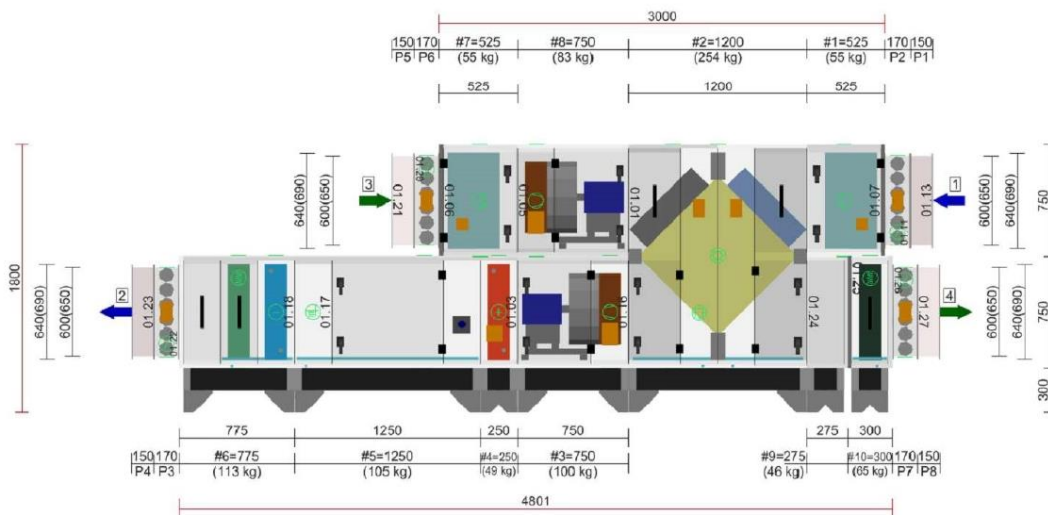
[1] Bakalářská práce
 01 / zařízení č.1-showroom
 Standardní prostředí



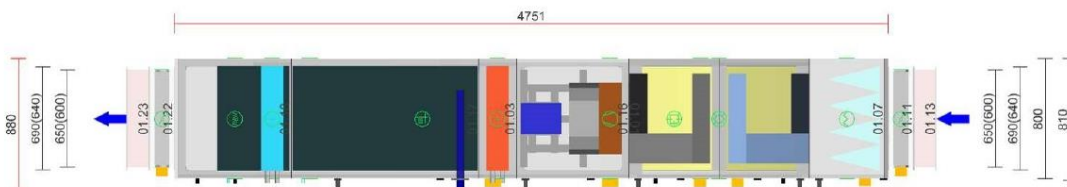
GRAFICKÉ POHLEDY

Bokorys servisní strany

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



Půdorys přívodní větve



Půdorys odtahové větve



ID
 Projekt [1] Bakalářská práce
 Číslo / Název zařízení 01 / zařízení č.1-showroom
 Určení jednotky Standardní prostředí



DETAILNÍ PARAMETRY ZAŘÍZENÍ

01.13 Tlumič vložka Přívod DV 650-600

Kód	VDV016560
Nominální průtok vzduchu	1200 m³/h

01.11 Klapka Přívod LK 650-600

Kód	VLK016560
Nominální průtok vzduchu	1200 m³/h
Plocha klapek	0.39 m²
Třída těsnosti	2
Počet servopohonů	1 ks
Krouticí moment serva	10 Nm

Příslušenství vestavěné

- Servopohon NM 24A-SR, Kód: XPSESN24S, Počet: 1

01.07 Filtr Přívod XPNH 06/5 (K)

Kód	XPNH006-S0K5S
Servisní přístup	Zleva
Materiál vnitřního pláště	Pozinkovaný plech
Nominální průtok vzduchu	1200 m³/h
Tlaková ztráta	113 Pa
Třída filtrace dle EN 779	M5
Třída filtrace dle ISO 16890-1	ISO ePM 10 >60%
Energetická třída	E
Typ filtru	Kapsový
Počáteční / Koncová tlaková ztráta	26 / 200 Pa
Koncová tlaková ztráta podle výrobce	450 Pa
Koncová tlaková ztráta podle Eurovent	78 Pa

Příslušenství vestavěné

- Panel čelní - vstup XPK 06/P, Kód: XPK006RS-P, Počet: 1
- Montážní sada panelu XPK 06/P (MSP), Kód: MPK006RS-P, Počet: 1
- Snímač tlakové difference P33 N (30 - 500 Pa), Kód: XPP33N, Počet: 1

Skladba filtru

- Kód AX **11Z50903058**
- Rozměr vložky (délka × výška × hloubka) 340x645x360 mm
- Třída filtrace M5
- Počet kapes v jedné vložce 5 ks
- Počet vložek v jedné filtrační vestavbě **2 ks**

01.01 Deskový rekuperátor Přívod/Odvod XPMQ 06/BP (SV - 70/W - 69,5 - Optim)

Kód	XPMQ106RS0-L12P221SVDW0I		Zima		Léto
Nominální průtok vzduchu	4000 / 4000 m³/h	Teplota / Vlhkost - Přívod			
Tlaková ztráta	19 / 19 Pa	Vstup	-17,0 °C / 100 %	32,0 °C / 42 %	
Tlaková ztráta při standardní hustotě	18 / 18 Pa	Výstup	5,9 °C / 15 %	27,6 °C / 54 %	
Rychlost v průřezu	1,0 / 1,0 m/s	Teplota / Vlhkost - Odvod			
Materiálově provedení kostky	V - Standard	Vstup	21,0 °C / 38 %	24,0 °C / 50 %	
Typ	-	Výstup	2,1 °C / 100 %	28,4 °C / 38 %	
Rozteč lamel	6,3 mm	Účinnost	60 %	55 %	
Třída účinnosti / Účinnost (EN 13053)	H5 / 54 %	Suchá teplotní účinnost	54 %	54 %	
Množství kondenzátu	2,0 kg/h	Výkon	8,9 kW	-1,7 kW	

Příslušenství vestavěné

ID
 Projekt [1] Bakalářská práce
 Číslo / Název zařízení 01 / zařízení č.1-showroom
 Určení jednotky Standardní prostředí



- Obtoková klapka LK (PMO), Kód: , Počet: 1
- Servopohon klapky obtoku NM 230A, Kód: XPSESN23-, Počet: 1
- Snímač namrzání CAP 3M, Kód: XPNSCAP3, Počet: 1

01.01 Směšování	Přívod	XPPIX 06		
Kód	XPMQ106RS0-L12P221SVDW0I		Zima	Léto
Nominální průtok vzduchu	4000 m ³ /h	Teplota / Vlhkost		
Tlaková ztráta	11 / - Pa	Vstup	5.9 °C / 15 %	27.6 °C / 54 %
		Výstup	16.5 °C / 38 %	25.1 °C / 52 %
		Poměr cirkul. vzduchu (ICH)	0.0 %	0.0 %
		Poměr cirkul. vzduchu	70.0 %	70.0 %

Příslušenství vestavěné

- Směšovací klapka LK, Kód: , Počet: 1
- Servopohon směšování NM 24A-SR, Kód: XPSESN24S, Počet: 1

01.16 Ventilátor	Přívod	XPVP 315-1,1/J2 (IE3)
Kód	XPVP006RS031OPAS2B11Z1	
Nominální průtok vzduchu	4000 m ³ /h	
Statický tlak	427 Pa	
Celkový tlak	508 Pa	
Externí tlaková ztráta	129 Pa	
Výkon na hřídeli	816 W	
Otáčky ventilátoru (n)/(nmax)	2734/2910 1/min	
Požadované otáčky v prac. bodě	94 %	
Účinnost - η_{EL}	69 %	
Účinnost - $\eta_{E,sys}$	56 %	
Účinnost - $\eta_{F,sys}$	47 %	
Elektrický příkon	1.01 kW	
Specifický výkon ventilátoru SFP _v	804 W.m ³ .s	
Rychlost v průřezu	0.73 m/s	
Pracovní frekvence	47 Hz	
Pracovní frekvence max.	51 Hz	
Typ ventilátoru	S volným oběžným kolem	
Typ	ER31C-2DN.B7.CR	
Artiklové číslo	130599/ZZ41	
Zapojení ventilátoru	Samostatně	
Převod	Přímý	
K-faktor	95	
Diference tlaku na dýze	1773 Pa	
Max. rozsah čidla průtoku vzduchu	4249 m ³ /h	
Motor		
Třída účinnosti motoru	IE3	
Výkon motoru nom.	1100 W	
Jmenovitý proud	2.30 A	
Napájecí napětí motoru	3NPE 400 V, 50 Hz	
Počet pólů	2	
Jištění	Termistory	

Poznámka: Ventilátor je navržen se zohledněním systémového efektu (mj. jde o vliv vzdálenosti stěn pláště od ventilátoru na příkon a akustický výkon)

Příslušenství vestavěné

- Regulace na konstantní průtok CPG-P (příprava pro čidlo CPG), Kód: CPG03, Počet: 1

Příslušenství nenamontované

- Regulator výkonu XPFM 1.5 (IP21, FC051, 3x400V), Kód: XPFMIM153B20, Počet: 1

ID
 Projekt [1] Bakalářská práce
 Číslo / Název zařízení 01 / zařízení č.1-showroom
 Určení jednotky Standardní prostředí



01.03 Vodní ohřivač	Přívod	XPNC 06/FR	Zima	Léto
Kód	XPNC006-S0F			
Nominální průtok vzduchu	4000 m ³ /h	Teplota / Vlhkost		
Tlaková ztráta	22 Pa	Vstup	16.5 °C / 38 %	25.1 °C / 52 %
Rychlost v průřezu	3.5 m/s	Výstup	21.0 °C / 28 %	25.1 °C / 52 %
Teplonosné médium	Voda			
Počet řad	2	Teplotní spád	70/41 °C	
Počet okruhů	1			
Rozteč lamel	10.0 mm	Výkon	5.9 kW	
Materiál				
Materiál trubek	Cu	Teplonosné médium		
Materiál lamel	Al	Průtok	0.18 m ³ /h	
Připojení		Tlaková ztráta	0.2 kPa	
Průměr připojení	1 "			
Vnitřní objem	2.94 l			
Typ	A.32.CU.20.AL.16.02.0565.A0.W.X.X.004.032.R 1" L			

Příslušenství vestavěné

- Protimrazové čidlo NS 130 R, Kód: XPNS130R, Počet: 1
- Doplňková protimrazová ochrana CAP 3M, Kód: XPNSCAP3, Počet: 1

Příslušenství nenamontované

- Směšovací uzel SUMX 1/EU (1), Kód: VSU0410B-, Počet: 1

01.17 Zvlhčovač parní	Přívod	CA-UE 3/60A	Zima	Léto
Kód	CA-UE0030601A			
Nominální průtok vzduchu	4000 m ³ /h	Teplota / Vlhkost		
Tlaková ztráta	10 Pa	Vstup	21.0 °C / 28 %	25.1 °C / 52 %
Systém distribuce páry	elektrodový	Výstup	21.0 °C / 32 %	25.1 °C / 52 %
Napájecí napětí zvlhčovače	3NPE 400 V, 50 Hz			
Elektrický příkon zvlhčovače	2.2 kW	Parní výkon (požadovaný)	2.7 kg/h	
Délka připojovacích hadic	3 m	Parní výkon (skutečný)	3.0 kg/h	

Příslušenství nenamontované

- Souprava pro odvod kondenzátu XPOO 300, Kód: XPOOS30, Počet: 1

01.18 Vodní chladič	Přívod	XPND 06/4R	Zima	Léto
Kód	XPND006-S04			
Nominální průtok vzduchu	4000 m ³ /h	Teplota / Vlhkost		
Tlaková ztráta	110 Pa	Vstup	21.0 °C / 32 %	25.1 °C / 52 %
Suchá tlaková ztráta	- Pa	Výstup	21.0 °C / 32 %	17.0 °C / 81 %
Rychlost v průřezu	3.4 m/s			
Teplonosné médium	Voda	Teplotní spád	7.0/13 °C	
Počet řad	4			
Počet okruhů	1	Výkon	11.9 kW	
Rozteč lamel	2.1 mm	Množství kondenzátu	2.3 kg/h	
Materiál		Teplonosné médium		
Materiál trubek	Cu	Průtok teplonos. média	1.63 m ³ /h	
Materiál lamel	Al	Tlaková ztráta	3.7 kPa	
Připojení				
Průměr připojení	1 "			
Vnitřní objem	4.67 l			
Typ	6.35.CU.10.AL.23.04.0565.21.W.X.X.015.092.R 1" L			

Poznámka: Ventilátor je navržen na základě mokré tlakové ztráty výměníku.

Příslušenství nenamontované

ID
 Projekt [1] Bakalářská práce
 Číslo / Název zařízení 01 / zařízení č.1-showroom
 Určení jednotky Standardní prostředí



- Směšovací uzel chladiče SUMX 2,5/EU (3), Kód: VSU0425B-, Počet: 1
- Souprava pro odvod kondenzátu XPOO 300, Kód: XPOOS30, Počet: 1

01.18 Eliminátor kapek	Přívod	XPNU 06
Kód	XPNU006-S0	
Nominální průtok vzduchu	4000 m ³ /h	
Tlaková ztráta	11 Pa	

Příslušenství vestavěné

- Panel čelní - výstup XPK 06/P, Kód: XPKO006RS-P, Počet: 1, Tlaková ztráta: 1 Pa
- Montážní sada panelu XPK 06/P (MSP), Kód: MPKO006RS-P, Počet: 1

01.22 Klapka	Přívod	LK 650-600
Kód	VLK016560	
Nominální průtok vzduchu	4000 m ³ /h	
Tlaková ztráta	1 Pa	
Plocha klapek	0.39 m ²	
Třída těsnosti	2	
Počet servopohonů	1 ks	
Krouticí moment serva	10 Nm	

Příslušenství vestavěné

- Servopohon NM 230A, Kód: XPSESN23-, Počet: 1

01.23 Tlumicí vložka	Přívod	DV 650-600
Kód	VDV016560	
Nominální průtok vzduchu	4000 m ³ /h	

01.21 Tlumicí vložka	Odvod	DV 650-600
Kód	VDV016560	
Nominální průtok vzduchu	4000 m ³ /h	

01.20 Klapka	Odvod	LK 650-600
Kód	VLK016560	
Nominální průtok vzduchu	4000 m ³ /h	
Tlaková ztráta	1 Pa	
Plocha klapek	0.39 m ²	
Třída těsnosti	2	
Počet servopohonů	1 ks	
Krouticí moment serva	10 Nm	

Příslušenství vestavěné

- Servopohon NM 230A, Kód: XPSESN23-, Počet: 1

01.06 Filtř	Odvod	XPNH 06/3
Kód	XPNH006-S003S	
Servisní přístup	Zprava	
Materiál vnitřního pláště	Pozinkovaný plech	
Nominální průtok vzduchu	4000 m ³ /h	
Tlaková ztráta	94 Pa	
Třída filtrace dle EN 779	G3	
Třída filtrace dle ISO 16890-1	ISO Coarse 50 %	
Typ filtru	Kapsový	
Počáteční / Koncová tlaková ztráta	37 / 150 Pa	
Koncová tlaková ztráta podle výrobce	250 Pa	
Koncová tlaková ztráta podle Eurovent	87 Pa	

ID
 Projekt [1] Bakalářská práce
 Číslo / Název zařízení 01 / zařízení č.1-showroom
 Určení jednotky Standardní prostředí



Příslušenství vestavěné

- Panel čelní - vstup XPK 06/P, Kód: XPKO006RS-P, Počet: 1, Tlaková ztráta: 1 Pa
- Montážní sada panelu XPK 06/P (MSP), Kód: MPKO006RS-P, Počet: 1
- Snímač tlakové difference P33 N (30 - 500 Pa), Kód: XPP33N, Počet: 1

Skladba filtru

- Kód AX **11Z50041847**
- Rozměr vložky (délka × výška × hloubka) 340x645x350 mm
- Třída filtrace G3
- Počet kapes v jedné vložce 3 ks
- Počet vložek v jedné filtrační vestavbě **2 ks**

01.05 Ventilátor	Odvod	XPVP 315-1,1/J2 (IE3)
Kód	XPVP006RS031OPAS2B11Z1	
Nominální průtok vzduchu	4000 m ³ /h	
Statický tlak	406 Pa	
Celkový tlak	488 Pa	
Externí tlaková ztráta	280 Pa	
Výkon na hřídeli	792 W	
Otáčky ventilátoru (n)/(nmax)	2714/2910 1/min	
Požadované otáčky v prac. bodě	93 %	
Účinnost – η_{FL}	68 %	
Účinnost – $\eta_{F,sys}$	55 %	
Účinnost – $\eta_{AF,sys}$	46 %	
Elektrický příkon	0,99 kW	
Specifický výkon ventilátoru SFP _v	816 W.m ⁻³ .s	
Rychlost v průřezu	2,44 m/s	
Pracovní frekvence	47 Hz	
Pracovní frekvence max.	51 Hz	
Typ ventilátoru	S volným oběžným kolem	
Typ	ER31C-2DN.B7.CR	
Artiklové číslo	130599/ZZ41	
Zapojení ventilátoru	Samostatně	
Převod	Přímý	
K-faktor	95	
Diference tlaku na dýze	1773 Pa	
Max. rozsah čidla průtoku vzduchu	4249 m ³ /h	
Motor		
Třída účinnosti motoru	IE3	
Výkon motoru nom.	1100 W	
Jmenovitý proud	2,30 A	
Napájecí napětí motoru	3NPE 400 V, 50 Hz	
Počet pólů	2	
Jištění	Termistory	

Poznámka: Ventilátor je navržen se zohledněním systémového efektu (mj. jde o vliv vzdálenosti stěn pláště od ventilátoru na příkon a akustický výkon)

Příslušenství vestavěné

- Regulace na konstantní průtok CPG-P (příprava pro čidlo CPG), Kód: CPG03, Počet: 1

Příslušenství nenamontované

- Regulátor výkonu XPFM 1.5 (IP21, FC051, 3x400V), Kód: XPFMIM153B20, Počet: 1

01.24 Sekce prázdná	Odvod	XPJP 06/K
Kód	XPJP006RS0-K	
Nominální průtok vzduchu	1200 m ³ /h	

Příslušenství vestavěné

- Panel čelní - výstup XPK 06/P, Kód: XPKO006RS-P, Počet: 1
- Montážní sada panelu XPK 06/P (MSP), Kód: MPKO006RS-P, Počet: 1

ID
Projekt [1] Bakalářská práce
Číslo / Název zařízení 01 / zařízení č.1-showroom
Určení jednotky Standardní prostředí



01.25 Eliminátor kapek	Odvod	XPNU 06
Kód	XPNU006-S0	
Nominální průtok vzduchu	1200 m ³ /h	
Tlaková ztráta	1 Pa	

Příslušenství vestavěné

- Panel čelní - vstup XPK 06/P, Kód: XPKO006RS-P, Počet: 1
- Montážní sada panelu XPK 06/P (MSP), Kód: MPKO006RS-P, Počet: 1
- Panel čelní - výstup XPK 06/P, Kód: XPKO006RS-P, Počet: 1
- Montážní sada panelu XPK 06/P (MSP), Kód: MPKO006RS-P, Počet: 1

Příslušenství nenamontované

- Souprava pro odvod kondenzátu XPOO 300, Kód: XPOOS30, Počet: 1

01.26 Klapka	Odvod	LK 650-600
Kód	VLK016560	
Nominální průtok vzduchu	1200 m ³ /h	
Plocha klapek	0.39 m ²	
Třída těsnosti	2	
Počet servopohonů	1 ks	
Krouticí moment serva	10 Nm	

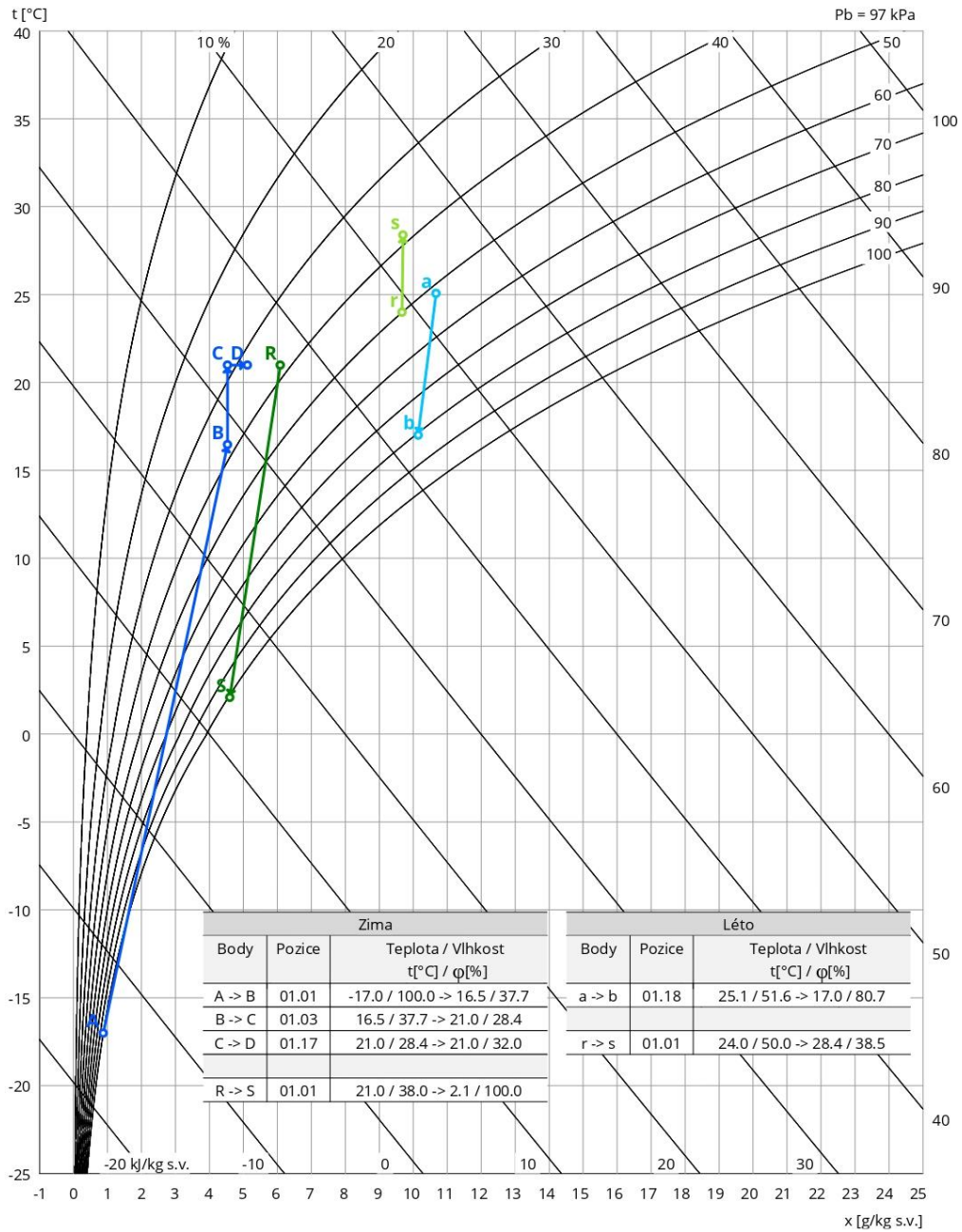
Příslušenství vestavěné

- Servopohon NM 24A-SR, Kód: XPSESN24S, Počet: 1

01.27 Tlumič vložka	Odvod	DV 650-600
Kód	VDV016560	
Nominální průtok vzduchu	1200 m ³ /h	



Psychrometrický diagram



ID
 Projekt
 Číslo / Název zařízení
 Určení jednotky

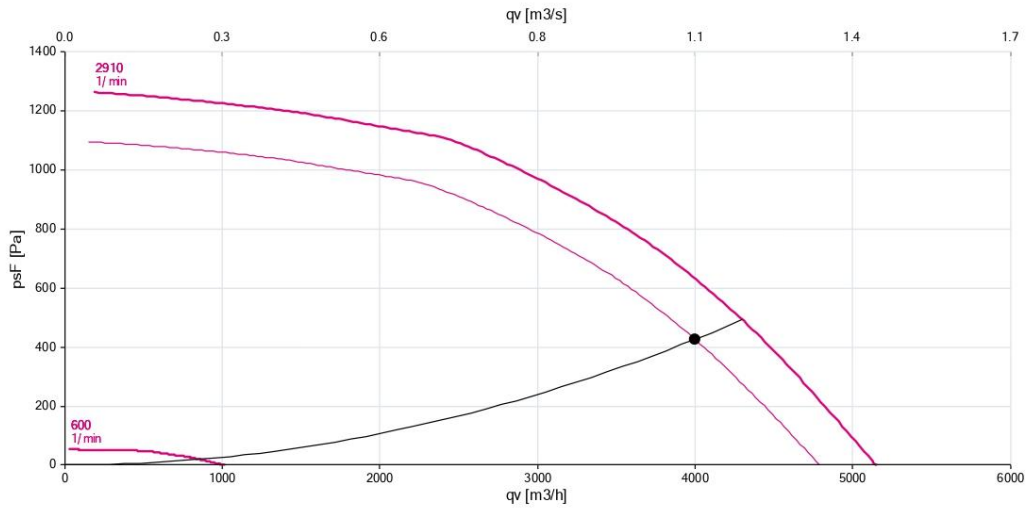
[1] Bakalářská práce
 01 / zařízení č.1-showroom
 Standardní prostředí



Charakteristika ventilátorů

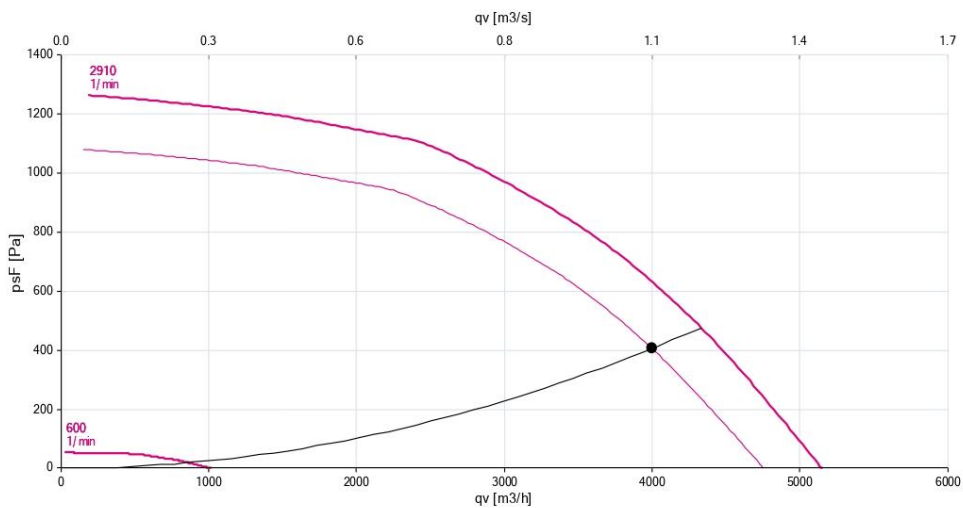
Přívodní větev

Typ	V_n [m³/h]	$\Sigma \Delta p_s$ [Pa]	$\Sigma \Delta p_r$ [Pa]	n [1/min]	U [V]	P [kW]	η [%]
XPVP 315-1,1/J2 (IE3)	4000	427	508	2734	3NPE 400 V, 50 Hz	1.10	47



Odvodní větev

Typ	V_n [m³/h]	$\Sigma \Delta p_s$ [Pa]	$\Sigma \Delta p_r$ [Pa]	n [1/min]	U [V]	P [kW]	η [%]
XPVP 315-1,1/J2 (IE3)	4000	406	488	2714	3NPE 400 V, 50 Hz	1.10	46



A.2 Zařízení č. 2



Název projektu

Bakalářská práce

Technická specifikace zařízení

Číslo zařízení	Název zařízení	Určení jednotky	Strana
07	zařízení č.2-Větrání kanceláří, hyg. zázemí	Standardní prostředí	2

ID

Vypracoval

Projekt vytvořen:

Tisk:

Pavel Staňa - VUT v Brně

05.11.2020, 14:42

24.05.2022, 17:21

ID
 Projekt [1] Bakalářská práce
 Číslo / Název zařízení 07 / zařízení č.2-Větrání kanceláří, hyg. zázemí
 Určení jednotky Standardní prostředí



STRUČNÁ SPECIFIKACE ZAŘÍZENÍ

Základní parametry zařízení

Druh, rozměr	Cake VR-3	
Řídicí jednotka VCS (Climatix)	Ano	
	Webové ovládání + mobilní aplikace pro OS Android	
Hmotnost (+-10%)	389 kg	
Umístění VZT jednotky	Vnitřní	
Materiálové provedení		
Vnější plášť	Pozinkovaný plech	
Vnitřní plášť	Pozinkovaný plech	
	Přívod	Odvod
Průtok vzduchu	1500 m ³ /h	1500 m ³ /h
Externí tlaková rezerva	177 Pa	257 Pa
Rychlost v průřezu	1.91 m/s	1.91 m/s
Výkon motoru nominální	0.50 kW	0.50 kW
Typ motoru ventilátoru	EC motor	EC motor
1. stupeň filtrace	F7 / ISO ePM 10 75 %	M5 / ISO Coarse 80 %
2. stupeň filtrace	-	-
SFP _{vi}	766 W.m ³ .s	969 W.m ³ .s

Model box CAKE



		Parametry pláště dle EN1886	
Nominální příkon ŘJ VCS	1.02 kW*	Mechanická stabilita	D1(M)
Napájecí napětí ŘJ VCS	3×400V+N+PE 50Hz	Netěsnost skříně	L1(M)
Nominální proud ŘJ VCS I _{max}	8 A*	Termická izolace	T2(M)
		Faktor tepelných mostů	TB2(M)
SFP _{VAHU}	1735 W.m ³ .s	Netěsnost mezi filtrem a rámem	< 0,5 % (F9)

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

Nejdůležitější parametry vybraných komponentů

	Na straně vzduchu		Na straně média
Zpětný zisk tepla	-17.0 -> 15.2 °C	85 %, 13.4 kW	25 W, frekvenční měnič je součástí dodávky
Ohřev	15.2 -> 21.0 °C	2.9 kW	70/50 °C, Voda, 1.1 kPa, 0.13 m ³ /h, 1/2"

Detailní specifikace a výsledné parametry jsou součástí detailní specifikace vzduchotechnického zařízení

Hlukové parametry zařízení

	LwA _{oakt} [dB(A)]								ΣLwA [dB(A)]
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Přívod - sání	40	47	57	62	61	61	57	50	67
Přívod - výtlak	42	49	62	67	70	69	63	55	74
Přívod - okolí	40	40	40	40	40	40	40	40	49
Odvod - sání	41	48	59	63	63	62	59	52	69
Odvod - výtlak	43	51	63	67	71	71	64	57	75
Odvod - okolí	40	40	41	40	40	40	40	40	49

ID
Projekt
Číslo / Název zařízení
Určení jednotky

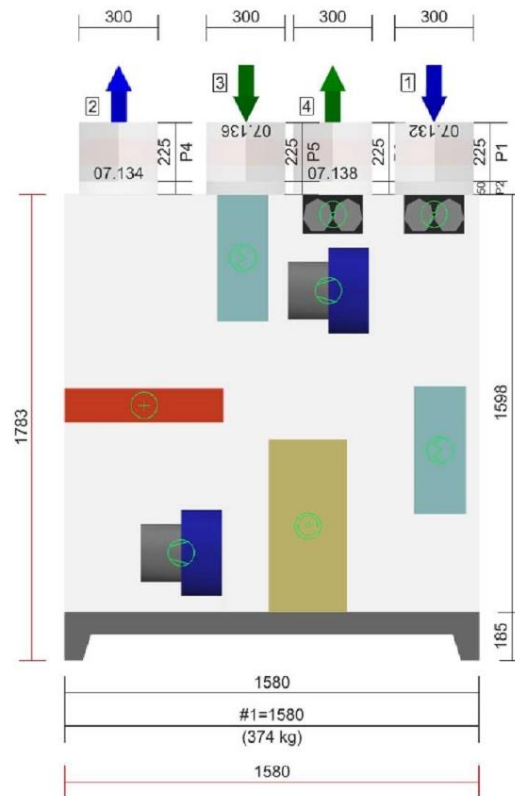
[1] Bakalářská práce
07 / zařízení č.2-Větrání kanceláří, hyg. zázemí
Standardní prostředí



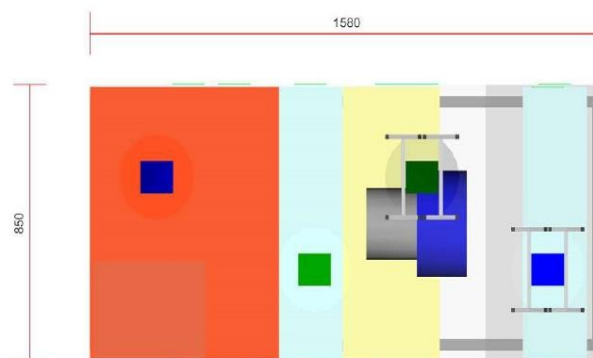
GRAFICKÉ POHLEDY

Bokorys servisní strany

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



Půdorys jednotky



ID
 Projekt [1] Bakalářská práce
 Číslo / Název zařízení 07 / zařízení č.2-Větrání kanceláří, hyg. zázemí
 Určení jednotky Standardní prostředí



DETAILNÍ PARAMETRY ZAŘÍZENÍ

07.132 Tlumič vložka	Přívod	DV 300
Kód	11Z20060282	
Nominální průtok vzduchu	1500 m ³ /h	

Příslušenství nenamontované

- Spojka vnější KSE 300, Kód: 11Z20060236, Počet: 1

07.01 Rotační rekuperátor	Přívod/Odvod	RHEX-200-1.6-645-H	Zima	Léto
Kód				
Nominální průtok vzduchu	1500 / 1500 m ³ /h	Teplota / Vlhkost - Přívod		
Tlaková ztráta	119 / 162 Pa	Vstup	-17.0 °C / 95 %	32.0 °C / 42 %
Rychlost v průřezu	3.6 / 3.4 m/s	Výstup	15.2 °C / 21 %	25.9 °C / 60 %
Typ výměníku	Al	Teplota / Vlhkost - Odvod		
Výška vlny / šířka rotoru	1,6	Vstup	21.0 °C / 38 %	24.0 °C / 50 %
Průměr vnější	645 mm	Výstup	-6.6 °C / 100 %	30.4 °C / 34 %
Motor				
Napájecí napětí	3NPE 230 V, 50 Hz	Teplotní účinnost	85 %	77 %
Výkon	25 W	Výkon		
Napájecí napětí regulátoru	1NPE 230 V, 50 Hz	Celkový výkon	13.4 kW	2.8 kW
		Vázaný výkon	13.4 kW	2.8 kW

Příslušenství vestavěné

- Regulátor otáček XPFM 0.37 (IP21, FC051, 1x230V, 50 Hz), Kód: XPFMIM031A20, Počet: 1
- Snímač namrzání TGL 100, Kód: 31E55010123, Počet: 1

07.01 Klapka na přívodu	Přívod	LK-ODA-300
Kód		
Nominální průtok vzduchu	1500 m ³ /h	
Tlaková ztráta	40 Pa	
Plocha klapek	0.07 m ²	
Počet servopohonů	1 ks	

Příslušenství vestavěné

- Servopohon přívodní klapky LM 230A, Kód: XPSESL23-, Počet: 1

07.01 Klapka na odvodu	Odvod	LK-EHA-300
Kód		
Nominální průtok vzduchu	1500 m ³ /h	
Tlaková ztráta	40 Pa	
Plocha klapek	0.07 m ²	
Počet servopohonů	1 ks	

Příslušenství vestavěné

- Servopohon odvodní klapky LF 230, Kód: XPSESF23-, Počet: 1

07.01 Filtr na přívodu	Přívod	F-ODA-BAG-F7-685x320x380
Kód		
Materiál vnitřního pláště	Pozinkovaný plech	
Nominální průtok vzduchu	1500 m ³ /h	
Tlaková ztráta	148 Pa	
Třída filtrace dle EN 779	F7	
Třída filtrace dle ISO 16890-1	ISO ePM 10 75 %	
Energetická třída	E	
Typ filtru	Kapsový	
Počáteční / Koncová tlaková ztráta	97 / 200 Pa	

ID
 Projekt [1] Bakalářská práce
 Číslo / Název zařízení 07 / zařízení č.2-Větrání kanceláří, hyg. zázemí
 Určení jednotky Standardní prostředí



Koncová tlaková ztráta podle Eurovent 290 Pa

Příslušenství vestavěné

- Snímač tlakové diference filtru P33 N (30 - 500 Pa), Kód: XPP33N, Počet: 1

07.01 Filtr na odvodu	Odvod	F-ETA-BAG-M5-685x320x380
Kód		
Materiál vnitřního pláště	Pozinkovaný plech	
Nominální průtok vzduchu	1500 m ³ /h	
Tlaková ztráta	107 Pa	
Třída filtrace dle EN 779	M5	
Třída filtrace dle ISO 16890-1	ISO Coarse 80 %	
Typ filtru	Kapsový	
Počáteční / Koncová tlaková ztráta	14 / 200 Pa	
Koncová tlaková ztráta podle Eurovent	41 Pa	

Příslušenství vestavěné

- Snímač tlakové diference filtru P33 N (30 - 500 Pa), Kód: XPP33N, Počet: 1

07.01 Vodní ohříváč	Přívod	HCW-2-616x450/1R		
Kód			Zima	Léto
Nominální průtok vzduchu	1500 m ³ /h	Teplota / Vlhkost		
Tlaková ztráta	8 Pa	Vstup	15.2 °C / 21 %	25.9 °C / 60 %
Rychlost v průřezu	1.5 m/s	Výstup	21.0 °C / 15 %	25.9 °C / 60 %
Teplonosné médium	Voda			
Počet řad	1	Teplotní spád	70 / 50 °C	
Počet okruhů	1			
Rozteč lamel	2.1 mm	Výkon	2.9 kW	
Materiál				
Materiál trubek	Cu	Teplonosné médium		
Materiál lamel	Al	Průtok	0.13 m ³ /h	
Připojení		Tlaková ztráta	1.1 kPa	
Průměr připojení	1/2"			
Vnitřní objem	0.98 l			
Typ	6.30.CU.10.AL.18.01.0616.21.W.X.X.002.018.R 1/2" L			

Příslušenství vestavěné

- Protimrazové čidlo NS 150A, Kód: 31E55010118, Počet: 1

Příslušenství nenamontované

- Směšovací uzel SUMX 1/EU (1), Kód: VSU0410B-, Počet: 1

ID
 Projekt [1] Bakalářská práce
 Číslo / Název zařízení 07 / zařízení č.2-Větrání kanceláří, hyg. zázemí
 Určení jednotky Standardní prostředí



07.01 Ventilátor na přívodu	Přívod	SUP-RH28C-6IK.BA.CR (114847)
Kód		
Nominální průtok vzduchu	1500 m ³ /h	
Statický tlak	492 Pa	
Celkový tlak	510 Pa	
Externí tlaková ztráta	177 Pa	
Proud v pracovním bodě	1.52 A	
Účinnost – $\eta_{f,sys}$	60 %	
Účinnost – $\eta_{st,sys}$	58 %	
Elektrický příkon	0.36 kW	
Specifický výkon ventilátoru SFP _v	766 W.m ⁻³ .s	
Rychlost v průřezu	1.90 m/s	
Pracovní frekvence	50 Hz	
Typ ventilátoru	S volným oběžným kolem	
Typ	RH28C-6IK.BA.CR	
Artiklové číslo	114847	
Zapojení ventilátoru	Samostatně	
Převod	Přímý	
Diference tlaku na dýze	400 Pa	
Motor		
Třída účinnosti motoru	EC-integrovaný regulátor	
Výkon motoru nom.	0.5 kW	
Jmenovitý proud	2.07 A	
Napájecí napětí motoru	1NPE 230 V, 50 Hz	
Jištění	EC kontrolér	

Poznámka: Ventilátor je navržen se zohledněním systémového efektu (mj. jde o vliv vzdálenosti stěn pláště od ventilátoru na příkon a akustický výkon)

07.01 Ventilátor na odvodu	Odvod	EHA-RH28C-6IK.BA.CR (114847)
Kód		
Nominální průtok vzduchu	1500 m ³ /h	
Statický tlak	566 Pa	
Celkový tlak	584 Pa	
Externí tlaková ztráta	257 Pa	
Proud v pracovním bodě	1.76 A	
Účinnost – $\eta_{f,sys}$	59 %	
Účinnost – $\eta_{st,sys}$	57 %	
Elektrický příkon	0.41 kW	
Specifický výkon ventilátoru SFP _v	969 W.m ⁻³ .s	
Rychlost v průřezu	1.90 m/s	
Pracovní frekvence	50 Hz	
Typ ventilátoru	S volným oběžným kolem	
Typ	RH28C-6IK.BA.CR	
Artiklové číslo	114847	
Zapojení ventilátoru	Samostatně	
Převod	Přímý	
Diference tlaku na dýze	400 Pa	
Motor		
Třída účinnosti motoru	EC-integrovaný regulátor	
Výkon motoru nom.	0.5 kW	
Jmenovitý proud	2.07 A	
Napájecí napětí motoru	1NPE 230 V, 50 Hz	
Jištění	EC kontrolér	

Poznámka: Ventilátor je navržen se zohledněním systémového efektu (mj. jde o vliv vzdálenosti stěn pláště od ventilátoru na příkon a akustický výkon)

07.134 Tlumič vložka	Přívod	DV 300
Kód		
Nominální průtok vzduchu	1500 m ³ /h	

ID
Projekt [1] Bakalářská práce
Číslo / Název zařízení 07 / zařízení č.2-Větrání kanceláří, hyg. zázemí
Určení jednotky Standardní prostředí



Příslušenství nenamontované

- Spojka vnější KSE 300, Kód: 11Z20060236, Počet: 1

07.136 Tlumič vložka	Odvod	DV 300
Kód	11Z20060282	
Nominální průtok vzduchu	1500 m³/h	

Příslušenství nenamontované

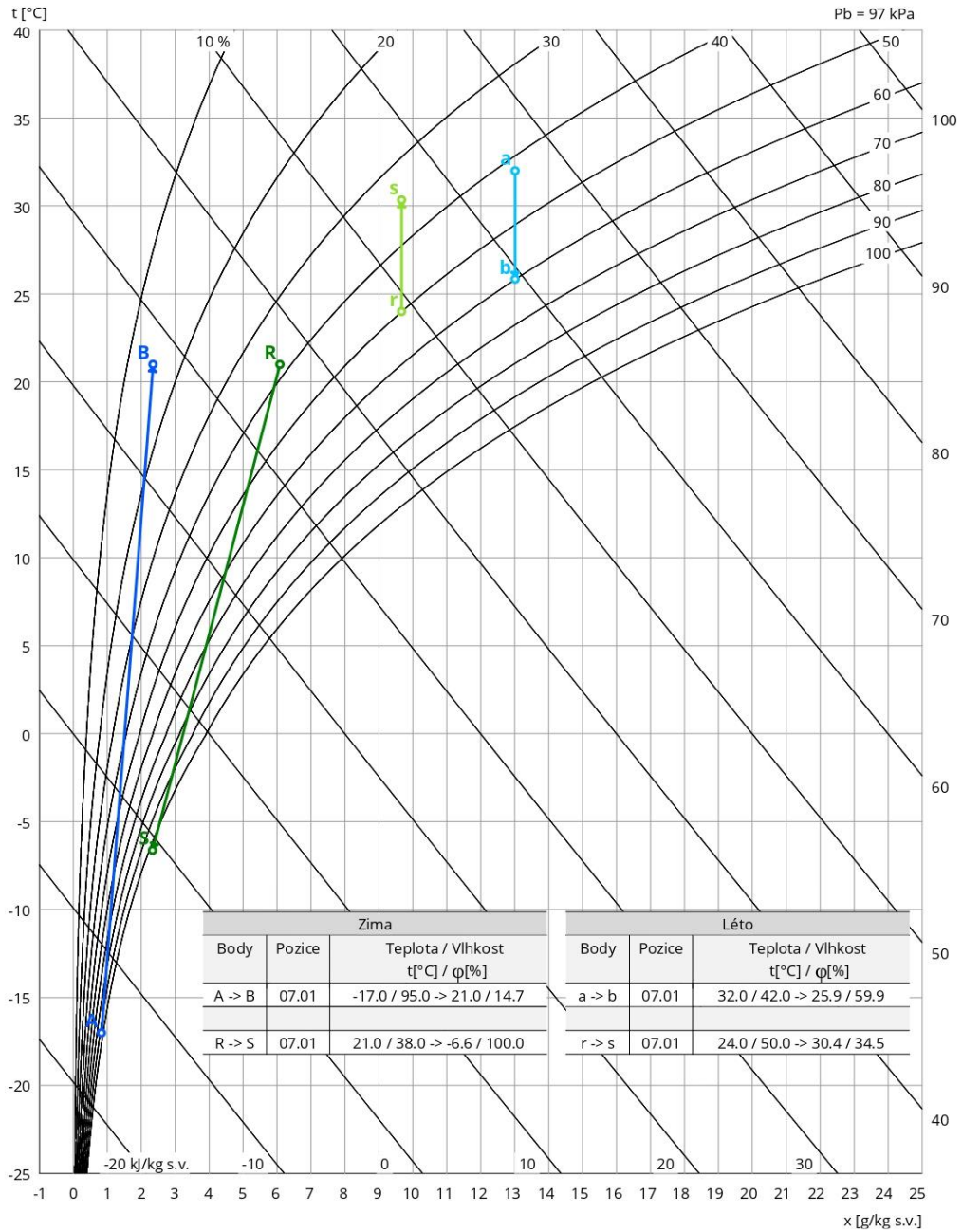
- Spojka vnější KSE 300, Kód: 11Z20060236, Počet: 1

07.138 Tlumič vložka	Odvod	DV 300
Kód	11Z20060282	
Nominální průtok vzduchu	1500 m³/h	

Příslušenství nenamontované

- Spojka vnější KSE 300, Kód: 11Z20060236, Počet: 1

Psychrometrický diagram



ID
 Projekt
 Číslo / Název zařízení
 Určení jednotky

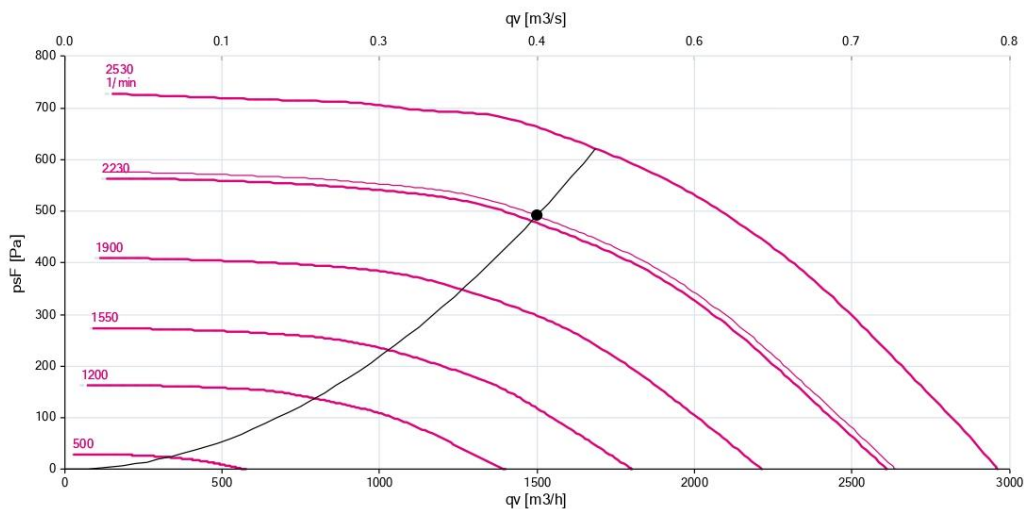
[1] Bakalářská práce
 07 / zařízení č.2-Větrání kanceláří, hyg. zázemí
 Standardní prostředí



Charakteristika ventilátorů

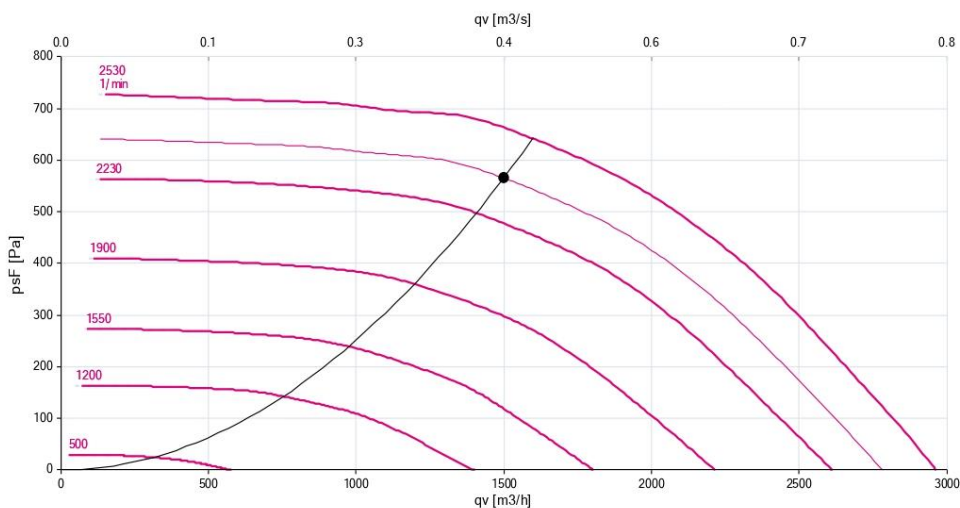
Přívodní větev

Typ	V_n [m³/h]	$\Sigma \Delta p_s$ [Pa]	$\Sigma \Delta p_r$ [Pa]	n [1/min]	U [V]	P [kW]	η [%]
SUP-RH28C-6IK.BA.CR (114847)	1500	492	510	2251	1NPE 230 V, 50 Hz	0.36	58



Odvodní větev

Typ	V_n [m³/h]	$\Sigma \Delta p_s$ [Pa]	$\Sigma \Delta p_r$ [Pa]	n [1/min]	U [V]	P [kW]	η [%]
EHA-RH28C-6IK.BA.CR (114847)	1500	566	584	2375	1NPE 230 V, 50 Hz	0.41	57



B. Výkresy

B.1 Půdorys 1NP

B.2 Půdorys 2NP

B.3 Řezy budovy