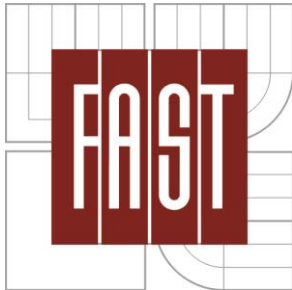


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

VZDUCHOTECHNIKA PRO BANKOVNÍ ÚSTAV

VENTILATION OF BANKING CENTER

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR THESIS

AUTOR PRÁCE

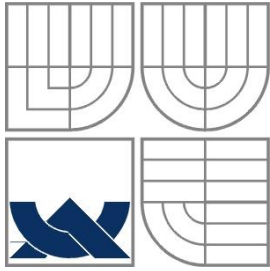
TOMÁŠ FÁRA

AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE Ing. OLGA RUBINOVÁ, Ph.D.

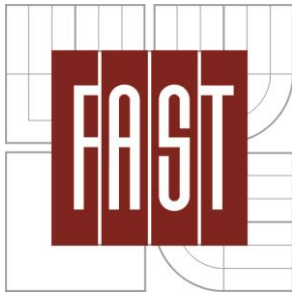
SUPERVISOR

BRNO 2016



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

DOKLADOVÁ ČÁST

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR THESIS

AUTOR PRÁCE

TOMÁŠ FÁRA

AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE Ing. OLGA RUBINOVÁ, Ph.D.

SUPERVISOR

BRNO 2016



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	Tomáš Fára
Název	Vzduchotechnika pro bankovní ústav
Vedoucí bakalářské práce	Ing. Olga Rubinová, Ph.D.
Datum zadání bakalářské práce	30. 11. 2015
Datum odevzdání bakalářské práce	27. 5. 2016
V Brně dne 30. 11. 2015	

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

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.,
MBA
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

A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu

B. Výpočtová část

analýza objektu – rozdělení na funkční celky VZT, 2-3 zařízení zpracovaná v tématech:

tepelné bilance,

průtoky vzduchu, tlakové poměry

distribuce vzduchu,

dimenzování potrubí a tlaková ztráta,

úpravy vzduchu, návrh VZT jednotek (hx diagramy),

útlum hluku

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

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).
- 3.

.....
Ing. Olga Rubinová, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt

Práce se zabývá návrhem vzduchotechniky pro bankovní centrum. Podrobně jsou řešeny všechny místnosti včetně velkých hal a hygienického zázemí. Objekt je dvoupodlažní. Haly a konferenční místnosti jsou klimatizovány centrálním vzduchotechnickým zařízením. Tepelná zátěž je částečně odváděna podstropními fancoily a částečně vzduchotechnickým zařízením. Hygienické zázemí a kanceláře jsou větrány druhým zařízením. Teoretická část je zaměřena na kombinované systémy klimatizace.

Klíčová slova

Hala, kanceláře, hygienické zázemí, klimatizace, nucené větrání, fan-coil, tepelné zisky, distribuční prvky.

Abstract

This bachelor's thesis looks into the proposal of ventilation for a banking center. In detail there are solved all rooms including large halls and sanitary facilities. The building is two-floor. Halls and conference rooms are air-conditioned by central air-conditioning equipment. Heat load is partially conducted away by under-ceiling fancoils and partially by air-conditioning equipment. Sanitary facilities and offices are ventilated by the second device. The theoretical part is focused on the combined air-conditioning systems.

Keywords

The hall, office, sanitary facilities, air conditioning, forced ventilation systems, fan coil units, heat gains, distribution elements.

Bibliografická citace VŠKP

Tomáš Fára *Vzduchotechnika pro bankovní ústav*. Brno, 2016. 110.s, 3s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Olga Rubinová, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ:

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

V Brně dne 27. 5. 2016

.....

podpis autora

PODĚKOVÁNÍ

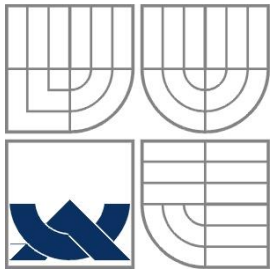
Touto cestou bych poděkoval vedoucí mé bakalářské práce, paní Ing. Olze Rubinové, Ph.D., za trpělivost, pomoc a užitečné rady. Dále bych rád poděkoval své rodině a přítelkyni, kteří ve mě věřili a umožňovali mi studium na vysoké škole. Bez nikoho z nich by tato bakalářská práce nevznikla.

OBSAH

A)	TEORETICKÁ ČÁST	17
1	ÚVOD.....	18
2	KLIMATIZACE	19
	2.1 KLIMATIZACE Z HISTORICKÉHO POHLEDU	19
	2.2 KOMFORTNÍ KLIMATIZACE	19
	2.3 ROZDĚLENÍ KLIMATIZAČNÍCH SYSTÉMŮ	21
3	KOMBINOVANÉ SYSTÉMY KLIMATIZACE	22
	3.1 ROZDĚLENÍ KOMBINOVANÝCH SYSTÉMŮ.....	22
	3.2 KOMBINOVANÝ SYSTÉM INDUKČNÍ.....	23
	3.2.1 MINULOST	23
	3.2.2 PRINCIP FUNGOVÁNÍ.....	23
	3.2.3 NÁVRH A UMÍSTĚNÍ	25
	3.2.4 OCHRANA PROTI KONDENZACI.....	27
	3.2.5 SOUČASNOST	27
	3.3 KOMBINOVANÝ SYSTÉM S FANCOILY.....	28
	3.3.1 MINULOST	28
	3.3.2 PRINCIP FUNGOVÁNÍ.....	28
	3.3.3 TYPY JEDNOTEK.....	29
	3.3.4 HYDRAULIKA ROZVODŮ CHLADÍČÍ VODY	32
	3.4 CHLADÍČÍ STROPY	34
	3.4.1 MINULOST	34
	3.4.2 PRINCIP FUNGOVÁNÍ.....	34
	3.4.3 RIZIKO KONDENZACE	36
	3.4.4 TYPY CHLADÍČÍCH STROPŮ	36
B)	VÝPOČTOVÁ ČÁST.....	39
1	ANALÝZA OBJEKTU	40
2	ROZDĚLENÍ DO FUNKČNÍCH CELKŮ.....	41
3	VÝPOČET SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA.....	46
	3.1 VZOREC PRO VÝPOČET SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA KONSTRUKCÍ.....	46
	3.2 VZOREC PRO VÝPOČET SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA OTVOREM	47
4	VÝPOČET TEPELNÝCH ZISKŮ	48
	4.1 VZORCE PRO VÝPOČET TEPELNÝCH ZISKŮ	48
	4.1.1 VNĚJŠÍ TEPELNÉ ZISKY	48
	4.1.2 VNITŘNÍ TEPELNÉ ZISKY.....	50
	4.1.3 VODNÍ ZISKY	50
	4.2 VZOROVÝ VÝPOČET TEPELNÝCH ZISKŮ	51
	4.3 TEPELNÉ A VODNÍ ZISKY USPOŘÁDANÉ DO TABULKY	52
5	PRŮTOKY VZDUCHU A TLAKOVÉ POMĚRY	53

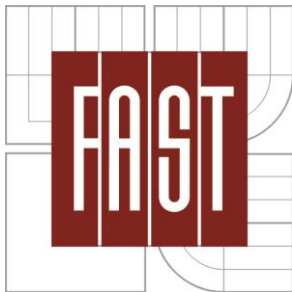
6	DISTRIBUCE VZDUCHU	54
	6.1VÍŘIVÉ VÝUSTĚ	54
	6.2ŠTĚRBINOVÉ VÝUSTĚ	56
	6.3TALÍŘOVÝ VENTIL.....	57
7	DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ A TLAKOVÁ ZTRÁTA	59
	7.1ZAŘÍZENÍ Č. 2	61
	7.1.1 PŘÍVOD VZDUCHU	61
	7.1.2 ODVOD VZDUCHU	64
	7.2ZAŘÍZENÍ Č. 1	66
	7.2.1 PŘÍVOD VZDUCHU	66
	7.2.2 ODVOD VZDUCHU	68
	7.3DIMENZOVÁNÍ ZÁVĚR.....	70
8	VZDUCHOTECHNICKÉ JEDNOTKY	71
	8.1JEDNOTKA Č. 1.....	71
	8.2JEDNOTKA Č. 2.....	76
9	JEDNOTKY FANCOIL.....	81
10	ÚTLUM HLUKU.....	82
C)	PROJEKT.....	91
1	ÚVOD	92
	1.1PODKLADY PRO ZPRACOVÁNÍ	92
	1.2VÝPOČTOVÉ HODNOTY KLIMATICKÝCH POMĚRŮ	92
	1.3VÝPOČTOVÉ HODNOTY VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ	93
2	ZÁKLADNÍ KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ	93
	2.1HYGIENICKÉ POŽADAVKY	93
	2.2ENERGETICKÉ ZDROJE	93
3	POPIS TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ	93
	3.1KONCEPCE VĚTRACÍCH ZAŘÍZENÍ	93
	3.2ZAŘÍZENÍ Č. 1	94
	3.3ZAŘÍZENÍ Č. 2	94
4	NÁROKY NA ENERGIE.....	95
5	MĚŘENÍ A REGULACE	95
6	NÁROKY NA SOUVISEJÍCÍ PROFESE	96
	6.1STAVEBNÍ ÚPRAVY	96
	6.2SILNOPROUD	96
	6.3VYTÁPĚNÍ A CHLAZENÍ	96
	6.4ZDRAVOTNÍ TECHNIKA	96
7	PROTIHLUKOVÁ A PROTITŘESOVÁ OPATŘENÍ	96
8	IZOLACE A NÁTĚRY	97
9	PROTIPOŽÁRNÍ OPATŘENÍ.....	97
10	MONTÁŽ, PROVOZ, ÚDRŽBA A OBSLUHA ZAŘÍZENÍ	97
11	ZÁVĚR	98
12	FUNKČNÍ SCHÉMA.....	99

13	POLOŽKOVÁ SPECIFIKACE	101
14	POUŽITÉ ZDROJE.....	103
15	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A OZNAČENÍ	106
16	SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ	108
17	PŘÍLOHY	110



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

A) TEORETICKÁ ČÁST

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR THESIS

AUTOR PRÁCE

TOMÁŠ FÁRA

AUTHOR

VEDOUcí PRÁCE Ing. OLGA RUBINOVÁ, Ph.D.

SUPERVISOR

BRNO 2016

1 Úvod

Ve své práci se budu zabývat tvorbou a hodnocením vnitřního mikroklimatu banky a přidružených prostor, které spadají do administrativní sféry, dle aktuální legislativy. Jako primární systém techniky prostředí, který bude utvářet požadovaný stav, jsem zvolil vzduchotechnické systémy a jejich kombinaci s jinými systémy. Tato práce je zaměřena na návrh vzduchotechnického zařízení pro prostor banky tak, aby splňovalo funkční, provozní, hygienické a architektonické požadavky na mikroklima administrativních objektů. Objekt banky je umístěn ve městě Náchod v Královéhradeckém kraji, z čehož vyplývají klimatické podmínky v exteriéru ovlivňující úpravy vzduchu a návrh vzduchotechnického systému.

Objekt je dvoupodlažní, nepodsklepený, tvořen zejména kanceláři pro zaměstnance banky. Zbývající část objektu je tvořena místnostmi nutnými pro provoz banky, jako jsou přijímací a jednací haly, sociální zařízení, kuchyňka, chodby, trezorová místnost. Vzduchotechnické jednotky jsou umístěny uvnitř budovy objektu. Budova banky je ze stavebního hlediska tvořena nosnými stěnami ze systému Heluz. V přijímacích halách je pro prostornější a variabilnější uspořádání užito železobetonových sloupů.

V této teoretické části se budu zabývat kombinovanými systémy klimatizace. Mým cílem je vysvětlit principy, výhody a nevýhody jednotlivých systémů klimatizace a přiblížit možnosti využití těchto systémů.

2 Klimatizace

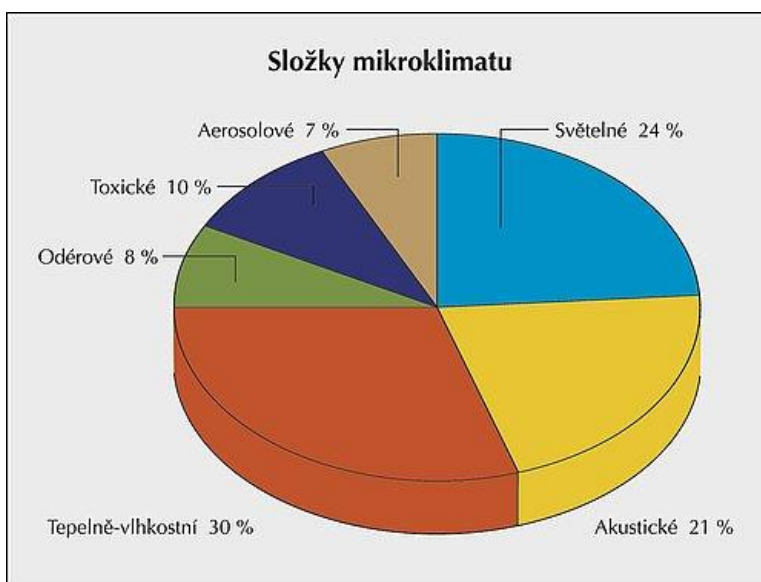
2.1 Klimatizace z historického pohledu

Fyzický i psychický stav člověka i funkci technologických částí bezprostředně ovlivňuje úprava teploty a vlhkosti vzduchu, a patří tak k historicky nejsledovanějším parametrům prostředí. Klimatizaci založenou na přirozených principech proudění, přenosu tepla a vlhkosti, nalezneme již v minulosti. V Indii bylo v horkých obdobích využíváno stálého proudění větru přes otvory na návětrné straně budov - byly zde zavěšovány vlhčené rohože k chlazení vzduchu vypařováním. Klimatizace se formovala v Anglii již v druhé polovině 19. st. v podobě různých prvků úpravy vzduchu v několika budovách (parlament v Londýně, koncertní hala v Liverpoolu).

V roce 1904 publikoval Dr. W. H. Carrier první prakticky použitelný psychrometrický diagram, základní pomůcku pro navrhování klimatizačních zařízení, který významně přispěl k pokroku v klimatizační technice. Ta v průběhu minulého století až do dnešní doby prodělala výrazný rozvoj jak v oblasti metod úpravy vzduchu, tak v konstrukci prvků a systémů. V zásadě se klimatizace zaměřuje na dvě cílové skupiny: osoby a technologie.[6]

2.2 Komfortní klimatizace

Klimatizace pro osoby nebo-li komfortní klimatizace upravuje čtyři hlavní veličiny - teplotu a vlhkost, čistotu a větrání ovzduší.[6] K nejdůležitějším složkám pro zajištění vnitřního prostředí z hlediska zdraví a spokojenosti lidí, ale i ve vztahu k životnosti stavebních materiálů, budov, výrobních technologií a dalších patří tepelně-vlhkostní mikroklima, což je složka prostředí tvořená tepelnými a vlhkostními toky.



Obrázek 1 – Složky mikroklimatu [20]

Teplota a vlhkost vzduchu se v budovách úzce vzájemně ovlivňují a podmiňují. Základními veličinami určujícími kvalitu tepelně-vlhkostního mikroklimatu v budovách jsou:

- teplota vzduchu
- výsledná teplota

- vypočtená operativní teplota
- rychlost proudění vzduchu
- relativní vlhkost vzduchu
- měrná vlhkost vzduchu
- teplota rosného bodu[5]

Optimální hodnoty teploty vzduchu, resp. operativní teploty závisí na intenzitě fyzické činnosti. Operativní teplota pro člověka, který vykonává velmi lehkou fyzickou práci se požaduje v zimě 22 °C, v létě pak s rostoucí teplotou venkovního vzduchu dosahuje až 26 °C. Důležité je, aby teplota vnitřního vzduchu v místnostech v letním období nebyla výrazně nižší než teplota venkovního vzduchu, doporučuje se maximální rozdíl 6 K. V opačném případě je riziko nachlazení osob při přecházení z teplého venkovního prostředí do chladnějšího klimatizovaného prostředí. Jako optimální hodnota relativní vlhkosti vzduchu se uvádí 50 %, připouští se však i širší rozmezí - max. 30 až 70 %. V zimním období je třeba vzduch vlhčit i pro dodržení relativní vlhkosti vzduchu 40%; přičemž v létě v našich klimatických podmínkách vlhkost vnitřního vzduchu zpravidla nepřekročí 60 % i bez úpravy vlhkosti v klimatizačním zařízení.

Přívod čerstvého venkovního vzduchu do vnitřního prostředí zajišťuje integrální součást komfortní klimatizace - větrání. Již v roce 1877 Max von Pettenkofer stanovil dávku čerstvého venkovního vzduchu přibližně 30 m³/h os. Učinil tak na základě limitní hodnoty obsahu oxidu uhličitého v místnostech, kde pobývají lidé. Přívod (upraveného, filtrovaného) venkovního vzduchu má být vždy součástí klimatizačního systému, jen ve výjimečných případech lze připustit větrání přirozeně okny.

	koncentrace CO₂ (ppm)	
nedoporučuje se delší pobyt	> 5000	
otupělost, zívání	2500	
snížení koncentrace, únava	1600 - 2000	
akceptovatelná úroveň	1200 - 1600	
přijatelná úroveň - vnitřní prostředí	800 - 1200	
venkovní prostředí	350 – 370 (390)	

Vliv prostředí na zdraví osob a pracovní výkonnost se stal předmětem zájmu několika studií z poslední doby. Hodnocení vztahu produktivity práce, nemocnosti a kvality prostředí je značně obtížné, přesto statistická studie (Seppänen, Vuole, 2000) prokázala, že vyšší kvalita pracovního ovzduší v administrativě (chlazení vzduchu v létě, zvýšení průtoku venkovního vzduchu) přispívá k vyšší

Obrázek 2 – Vliv koncentrace oxidu uhličitého na soustředění člověka[21]

produktivitě práce – to znamená, že i při vyšších finančních nákladech na provoz klimatizace je výsledný efekt finančně pozitivní. Zdravotní hledisko posuzovala studie (Fisk a ost., 2003) - výsledky ukázaly na cca 10 % pokles nemocnosti při zdvojnásobení intenzity větrání kvalitně upraveným (filtrací, ohřevem, chlazením) venkovním vzduchem. [6]

2.3 Rozdělení klimatizačních systémů

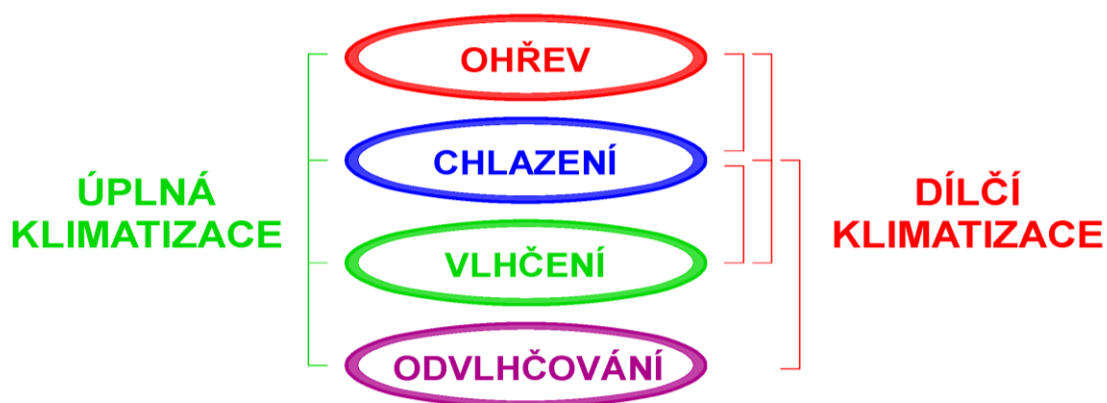
Klimatizační systémy můžeme rozdělit primárně na dvě skupiny a to jsou:

1. Systémy jednozónové (divadla, kina, sportovní i průmyslové haly aj.), v nichž se vzduch v klimatizační jednotce upravuje podle požadavků jediného prostoru.
2. Systémy vícezónové (pro budovy s větším počtem místností - hotely, administrativní budovy aj.), kde zdroje tepla, chladu a venkovního větracího vzduchu jsou ústřední a v jednotlivých místnostech se vzduch dohřívá/chladí na požadovanou teplotu ve vnitřních jednotkách.

Vícezónové klimatizační systémy se dále třídí podle způsobu rozvodu tepelné energie (tepla/chladu) do vnitřních jednotek. Vzduchové systémy rozvádí tepelnou energii vzduchem, vzduchovody; vodní systémy - vodou, potrubím pro topnou/chlazenou vodu; kombinované systémy vzduch/voda - vzduchem i vodou; chladivové systémy - chladivem, potrubím pro kapalné/plynné chladivo. Z rozdílných tepelných vlastností přenosových látek pak vyplývá, že nejmenší rozměry potrubí pro přenos stejného množství tepelné energie jsou u systému chladivového, největší u systému vzduchového. [6]

Další dělení může být z hlediska úplnosti klimatizace:

1. Úplná klimatizace zahrnuje veškeré úpravy teploty, vlhkosti a čistoty celoročně na požadované parametry.
2. Dílčí klimatizace slouží jen k částečné úpravě (pouze některých parametrů), např. úprava teploty chlazením v letním období.[9]



Obrázek 3 – Příklady rozdělení na dílčí a úplnou klimatizaci [19]

Klimatizační technika v našich podmínkách se rozšiřuje i do rodinných domů a bytů. Uplatňují se zde především chladivové systémy (split, multisplit), které jsou konstruovány jak pro funkci chlazení v létě, tak pro ohřev v zimě, při přepnutí na provoz tepelného čerpadla. [6,8]

Pro návrh klimatizace jsou třeba následující parametry:

- Parametry vnitřního prostředí – tepelně vlhkostní
- Parametry vnějšího prostředí
- Vlastnosti budovy – dispozice, tepelně technické vlastnosti
- Vnitřní zdroje tepla, chladu, vlhkosti v klimatizovaném prostoru
- Požadavky na větrání – průtok venkovního čerstvého vzduchu[9]

3 Kombinované systémy klimatizace

3.1 Rozdělení kombinovaných systémů

Kombinované systémy klimatizace se dají charakterizovat specifickým přenosem chladu a tepla, kdy přenos zde zprostředkovává voda a vzduch, k pokrytí tepelné zátěže a ztrát klimatizovaných místností. K větrání prostorů se využívá upravený čerstvý vzduch, který dopraví vzduchovody ze strojovny do koncových prvků osazených do jednotlivých klimatizovaných místností. Podstatnou část potřeb tepla a chladu k eliminaci tepelné zátěže a ztrát však pokrývá voda, která má lepší tepelnou kapacitu a vodivost, přenášející teplo a chlad mezi jejich zdroji a klimatizovanou místností. Ze zdroje tepla a chladu do koncových prvků, kterými jsou pro indukční jednotky, ventilátorové konvektory, tzv. fancoily, nebo velkoplošné výměníky (tzv. chladící stropy), je voda dopravována potrubní sítí. Dle koncových prvků se systémy dělí na:

- Indukční systémy
- Kombinované systémy
- Chladící stropy

O výměnu vzduchu čili větrání klimatizovaných místností se stará přívodní, tzv. primární vzduch, upravený zpravidla v ústřední strojovně. Průtok čerstvého vzduchu je odvozen z minimálních dávek vnějšího vzduchu každé klimatizované místnosti. Z ekonomických důvodů se využívá i oběhový vzduch, který je nasáván z klimatizované místnosti indukční jednotkou nebo fancoilem, v nichž se směšuje s čerstvým vzduchem a dále se pak tepelně upravuje.[1,2]

3.2 Kombinovaný systém indukční

3.2.1 Minulost

Samotná indukce vzduchu byla objevena již dávno. První krok směrem k chladícím trámům, jak je známe dnes, představuje patentované technické řešení norského inženýra Gunnara Frengera z roku 1958, nazývané tzv. Frengerův systém. Jednalo se o žebrované trubky na hliníkových profilech, které se v podstropní instalaci používaly pro vytápění a chlazení. V továrně firmy Volvo byl koncem roku 1960 instalován první pasivní radiační chladicí trám. V roce 1972 byl první aktivní chladicí trám s přívodem upraveného primárního vzduchu instalován v kanceláři v Göteborgu.[7] Často se používaly indukční jednotky v parapetním nebo podlahovém (ležatém) provedení, které umožňovaly odvod kondenzátu.[11]

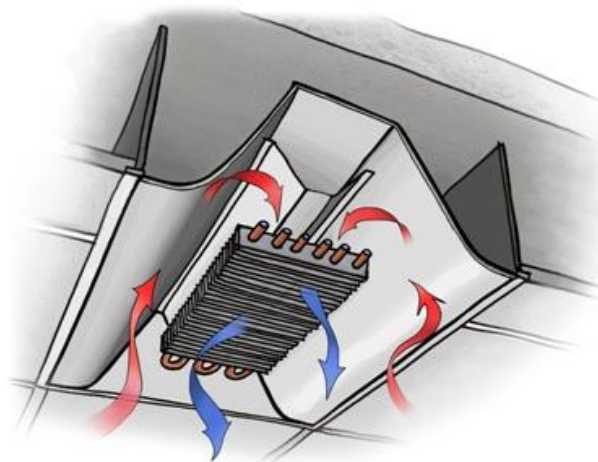
Zlom nastal v roce 1968. Letecká společnost SAS si zvolila toto řešení pro svou centrálu a nainstalovala více než 5 000 pasivních chladicích trámů. Nainstalovaný systém v kancelářích v této budově spolehlivě pracuje dodnes. [7] Díky mnoha svým specifickým vlastnostem se začíná čím dál tím více prosazovat v západní i ve střední Evropě.[10]

3.2.2 Princip fungování

Nespornou výhodou představuje skutečnost, že chladicí trámy nemají žádné pohyblivé části, jako jsou ventilátory, pohony klapky a čerpadla kondenzátu, a odpadají tak problémy s odvodem kondenzátu, hlukem a průvanem. Stejně tak provozní náklady jsou díky velmi snadné údržbě v porovnání například s fancoily velmi nízké.[7] Systémy s chladicími trámy jsou určeny pro větrání, chlazení, vytápění a případně i osvětlení. Všechny jmenované funkce jsou integrovány v jednom modulu. Typickým využitím pro tyto systémy jsou kancelářské budovy, hotely, nemocnice a obchody. [10] Chladicí trámy rozdělujeme do dvou kategorií – na pasivní a aktivní.

Pasivní chladicí trám

Pasivní chladicí trám (nazývaný také statický trám) tvoří chladicí výměník s lamelami uvnitř krytu s perforací pro snadnou cirkulaci vzduchu.[7] Je to vlastně specificky upravený tepelný výměník, který v sobě nemá zahrnut přívod větracího (primárního) vzduchu. Tyto typy trámů jsou využívány zejména pro chlazení (některé typy jsou určeny i pro vytápění), přičemž ochlazování zóny pobytu zajišťuje přirozená konvekce [11]



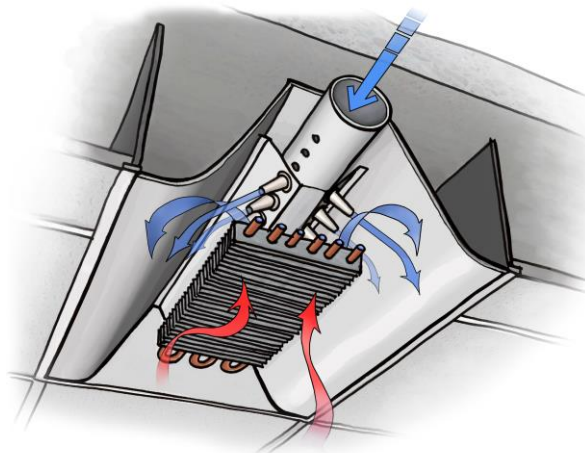
Obrázek 4 – Pasivní chladicí trám [22]

Chladicí voda proudí výměníkem a vzduch mezi lamelami ochlazený na teplotu nižší, než je okolní vzduch, klesá dolů do prostoru. Chladicí výkon je závislý na rozdílu teplot mezi teplotou výměníku a teplotou v místnosti, z tohoto důvodu je potřeba pasivní trámy umístit s ohledem na zdroje tepla a systémy přívodu čerstvého vzduchu. Chladicí trámy by měly fungovat v souladu se zdroji tepla v místnosti – to znamená, že je třeba určit jejich umístění co nejvýhodněji. Doporučení ohledně jejich správného umístění v místnosti, včetně chladicího výkonu, by měl poskytnout výrobce pasivních chladicích trámů. Dříve byla za nejlepší způsob řešení umístění v místnosti považována modelace místnosti ve zkušebně, kde se změřily teploty a rychlosti proudění vzduchu, ale v dnešní době je už na základě předchozích poznatků možné vytvořit počítačovou simulaci, ze které nám vyjdou teploty a rychlost proudění, a tento způsob je nepochybně efektivnější. [7]

U systémů s pasivním typem trámů je přívod větracího vzduchu zajišťován nezávislým způsobem, např. pomocí velkoplošných vyústění zapuštěných do stěn nebo do podlahy. Umístění distribučních elementů má významný vliv na výkon trámů. Pasivní trámy jsou výhodné v případech, kde jsou požadavky na individuální regulaci. Dále je lze instalovat do velkoprostorových objektů s výškami nad 4 m, ve kterých jsou požadavky na relativně velké průtoky větracího vzduchu, zajišťované jiným systémem. Nejvíce se systémy s trámy používají ve vnitřním prostředí kancelářských budov. Zde je při běžných instalacích jejich nejvyšší chladicí výkon max. 150 W/m délky při max. doporučené největší šířce jednotek 300 mm, a to kvůli vyvarování se vysokým rychlostem vzduchu v zóně pobytu. [11]

Aktivní chladicí trám

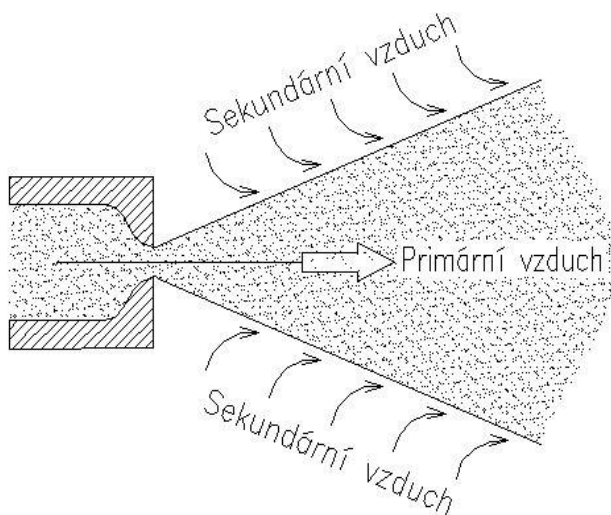
Aktivní trámy jsou pokrokovým a novějším typem oproti pasivním trámům. Jsou také tvořeny výměníkem s lamelami uvnitř zakrytými, ale navíc je do nich přiváděn čerstvý upravený - tzv. primární vzduch. [7] Z hlavní vzduchotechnické jednotky je přiváděn do větraného prostoru prostřednictvím chladicího trámu, z kterého je vstříkovan ven úzkými štěrbinami v jeho spodní části. Uvnitř trámu vzniká podtlak a přivodní vzduch do sebe indukuje sekundární vzduch z větraného prostoru (obr. 6). Ten je nucen proudit přes tepelný výměník



Obrázek 5 - Aktivní chladicí trám [23]

kuje sekundární vzduch z větraného prostoru (obr. 6). Ten je nucen proudit přes tepelný výměník jednotky, který je v závislosti na typu umístěný buď v její spodní, nebo horní části.11

Regulace teploty ve větraném prostoru je zajištěna průtokem chladícího/topného media přes tepelný výměník, přičemž na jeden regulační uzel se napojuje většinou 1 až 5 trámů. V zá-



Obrázek 6 – Indikce vzduchu [24]

omezení související s tvarem místnosti, s rozmístěním zdrojů tepla, s tím, jaké je umístění chladících trámů, a tím vytvořený obrazec proudění distribuovaného vzduchu. Řešení se bude odvíjet od řady faktorů, z nichž některá jsou popsána níže. [7]

zemí potřebuje systém s trámy zdroj chladu, příp. tepla a vzduchotechnickou jednotku. Na tato zařízení ani na rozvody media a vzduchu nejsou kladeny žádné zvláštní nároky.[11] Výhodou je, že umístění aktivních chladících trámů je tak méně citlivé na umístění v místnosti a zároveň výsledný chladicí výkon je podstatně vyšší než u pasivních chladících trámů. Mluvíme o větrání směšování. Existuje více způsobů, jak chladicí trámy instalovat. Všechny mají své výhody a

3.2.3 Návrh a umístění

Abychom dosáhli optimálního systému pro danou aplikaci, je důležité brát při návrhu systému s chladícími trámy zřetel na výběr správného typu. Trámy jsou vyráběny v celé řadě základních typů. Mohou být pasivní, aktivní, pro instalaci do podhledu (dále rozdělujeme na nasávání indukovaného vzduchu spodní nebo svrchní) nebo pro volnou instalaci. Požadovaného obrazu proudění vzduchu ve větraném prostoru a komfortního klima, jež je vyžadováno, dosáhneme jedině správnou volbou typu trámy a provozních parametrů.

Některé typy trámů navíc umožňují spojení přímých (spodních) nebo nepřímých (svrchních) osvětlovacích těles, a díky tomu jsme schopni v různých kombinacích řešit požadavky na osvětlení v různorodých prostorech. V takovém případě se trám může stát integrovanou jednotkou, která zahrnuje funkci větrání, chlazení, vytápění a osvětlení. [10]

V případě stropních trámů rozlišujeme tři základní způsoby instalace, a to:

- kolmo k fasádě,
- rovnoběžně s fasádou,
- rovnoběžně se zadní stěnou.

První ze způsobů - umístění kolmo k fasádě, představuje alternativu pro standardní kancelář 3 × 4 m nebo pro kanceláře bez stavebních příček. V tomto případě je chladicí trám umístěný ve středu místnosti nebo blízko k nejbližší dělicí zdi. Nejčastější je umístění ve středu místnosti, zejména proto, že to vyhovuje všem druhům výrobků a jak aktivním, tak pasivním chladicím trámům. Zatímco umístění blízko k dělicím zdím je vhodné pro asymetrický obrazec distribuovaného vzduchu



Obrázek 7 – Umístění IJ kolmo k fasádě [25]

Dalším způsobem instalace je umístění rovnoběžně s fasádou. Podél venkovní zdi je vhodné jak pro malé, tak pro velké místnosti, jako jsou např. velkoplošné kanceláře a obchody. Pro řadu výhod je tento systém v severských zemích užíván nejčastěji. Vzduch je rozšiřován směrem ke středu místnosti, kde dochází ke spojování se stoupavými konvektivními proudy, přičemž tyto proudy jsou teplejší než okolní vzduch. V závislosti na správné distribuci vzduchu z chladicích trámů je dosaženo stálého komfortního klimatu.



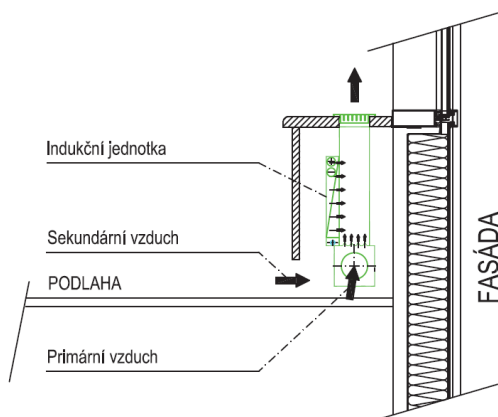
Obrázek 8 – Umístění IJ rovnoběžně s fasádou [25]

Třetí způsob – umístění rovnoběžně se zadní stěnou, představuje řešení s chladicími trámy umístěnými podél zdi sousedící s chodbou. Toto řešení je vhodné pro standardní modulové kanceláře, velkoplošné kanceláře apod. Distribuce vzduchu je buď symetrická, nebo asymetrická.[7]

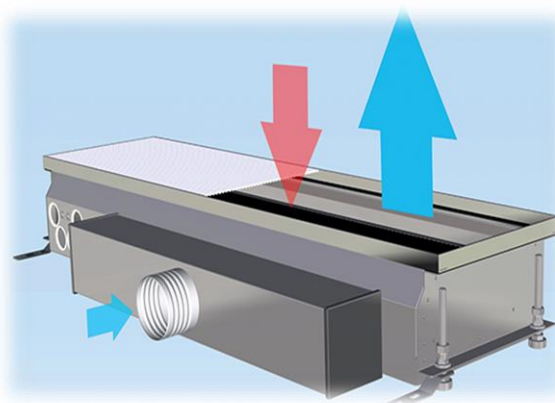


Obrázek 9 – Umístění IJ rovnoběžně se zadní stěnou [25]

V případě, parapetních a podlahových indukčních jednotek je umístění situováno pod okno. Opět mohou sloužit v režimu topení i chlazení. Podlahové indukční jednotky jsou ideální pro klimatizování prostorů s prosklenou fasádou.



Obrázek 11 – IJ parapetní [26]



Obrázek 10 – IJ podlahová [27]

3.2.4 Ochrana proti kondenzaci

Nežádoucím jevem je stoupající míra kondenzace vlhkosti, která nastává v teplých letních dnech s vysokou vlhkostí vzduchu. Kondenzaci je nutné předcházet. Nejsnadněji toho lze dosáhnout chlazením pouze primárního vzduchu. Čidlo vlhkosti, které je umístěno v potrubí odtahového vzduchu zajistí, že teplota primárního vzduchu se drží nad teplotou rosného bodu. Toto čidlo umožňuje, aby teplota vody v celé budově byla zvýšena naráz a chladicí trámy si udržely svůj chladicí výkon. Když čidlo v místnosti vyše pokyn k uzavření ventilu na přívodu chladicí vody do výměníku chladicího trámu, pak chladicí trámy ztrácejí po nějakou dobu svůj chladicí výkon. Tak může nastat diskomfort vnitřního klimatu. [7]

3.2.5 Současnost

V poslední době investovali výrobci indukčních jednotek velké prostředky na vývoj nové generace jednotek s vysokým indukčním poměrem a také do následné marketingové podpory.[12] Dříve bylo řešení pomocí chladících trámů neobvyklé, to v současné době už neplatí, naopak se očekává jejich další rozšiřování. Jejich klady, jako je energetická účinnost, jednoduchost instalace a údržby a jejich schopnost vytvořit komfortní vnitřní klima, signalizují, že chladicí trámy budou stále více získávat na popularitě.[7] V současné době právě projektanti a investoři rozhodují, jaký systém zvolí pro řešení klimatizace konkrétního prostoru, zda to budou indukční jednotky nebo fancoily, kterým se budu věnovat v následující kapitole.[12]

3.3 Kombinovaný systém s fancoily

3.3.1 Minulost

Fancoily si poměrně dlouhou dobu udržely na evropském trhu převládající postavení. Zajímavostí z hlediska historického vývoje je, že nahrazovaly indukční jednotky vyráběné většinou v parapetním provedení. Díky schopnosti odstranit nedostatky původních indukčních jednotek (tj. vyšší hlučnost; závislost na přívodu primárního vzduchu o vysokém tlaku; problémy s rozvody primárního vzduchu, které spočívají v nezbytnosti přivedení většího množství vzduchu než bylo hygienicky nutné z důvodu pokrytí chladicího výkonu exponovaného prostoru fasády apod.), se fancoily dostaly až ke klimatizaci obchodních a prodejních prostor, hotelů, restaurací, školících a učebních prostor ale i ke klimatizacím obytných domů. [12]

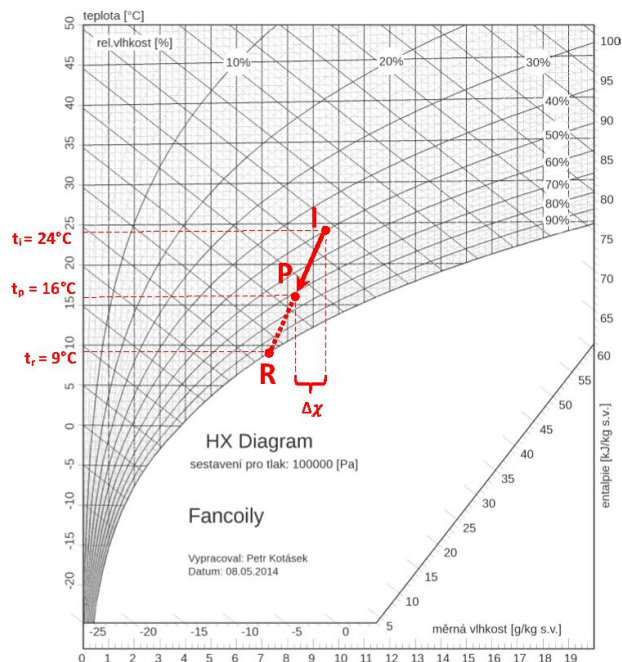
3.3.2 Princip fungování

Fancoily, jako nejběžnější koncový spotřebič chladu, fungují na principu konvektoru a zajišťují tepelnou pohodu v místnostech. Jednotky známe buď ve dvou, tří nebo čtyřtrubkovém provedení.

- Dvourubkové systémy jsou určeny buď pro chlazení, nebo pro vytápění.
- Třítrubkový systém je určený pro vytápění i chlazení s podmínkou, že zpáteční odvod vody bude stejný pro oba přívody.
- Čtyřtrubkový systém umožňuje vytápět a chladit v různých částech budovy současně. Má samostatný přívod i samostatný i odvod vody pro okruh vytápění i chlazení. [14]

Intenzita vytápění (chlazení) je možné regulovat pomocí škrcení (zmenšování průtoku otopného nebo chladicího média) či změnou otáček ventilátoru. Ovládání může být místní, kdy je termostat v dané místnosti, nebo dálkové – tzv. z velínu. [13]

Jednotka fancoil se sestává z několika důležitých složek. Hlavní z těchto komponentů je výměník s chladicí nebo otopnou vodou. Voda je přiváděna rozvody ze strojovny chlazení nebo z kotelny. Zpravidla je výměník tvořen měděnými trubkami s hliníkovými lamelami, díky nimž dokáže lépe předávat teplo. Další velmi důležitou součástí je ventilátor - obvykle radiální. Ventilátor nasává vzduch z místnosti skrz nasávací otvor a filtr, poté se vzduch tím, jak prochází skrz výměník, ochladí nebo ohřeje a výdechovou mřížkou se vrací zpět do místnosti. V případě režimu chlazení se stává nepostradatelnou součástí fancoilu kondenzační vana, která zachytí kondenzát. Výměníky fancoilů nejčastěji pracují s teplotním spádem 6/12°C (střední teplota vody je tedy 9°C). Jak můžeme vidět z hx diagramu na obrázku 12, při chlazení na tuto teplotu vzniká kondenzát, který je v diagramu vyjádřen snížením měrné vlhkosti o $\Delta\chi$.



Obrázek 12 – hx diagram pro výměníky fancoil [28]

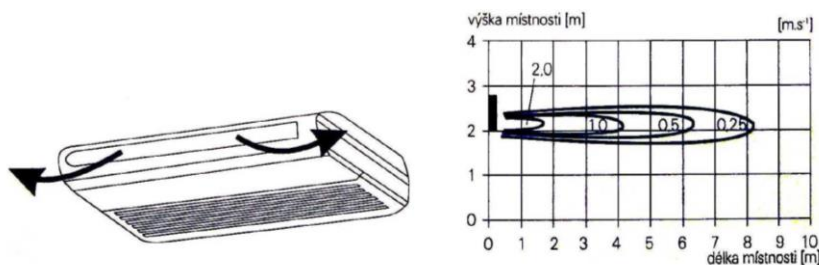
Kondenzát je odváděn pomocí gravitace nebo čerpadla kondenzátu do výše položených sběrných a odpadních míst. [14]

3.3.3 Typy jednotek

Podokenní (parapetní)

Tyto jednotky se většinou v zimním období využívají pro vytápění. Umísťují se zpravidla pod okno a je ji možné umístit kdekoli na podlaze. Vyrábí se jako vestavěné, nebo volně stojící.

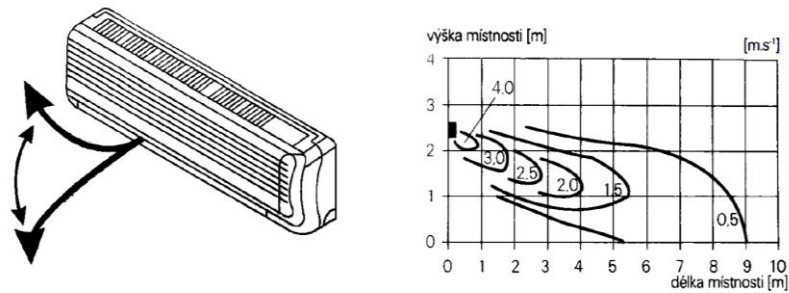
Podstropní



Obrázek 13- Podstropní jednotka [29]

Rozložení vyfukovaného vzduchu do místnosti se upravuje nastavitelnými žaluziemi. Ty mohou být pohyblivé směrem nahoru/dolů, nebo vlevo/vpravo. Hlavní výhodou těchto jednotek je, že šetří užitnou plochu místnosti. Společně s parapetními jednotkami se využívaly spíše v minulosti. Jsou výhodné zejména proto, že postupně vylučují tepelné zisky a ztráty u obvodových konstrukcí a oken, kde je zátěž největší. [14]

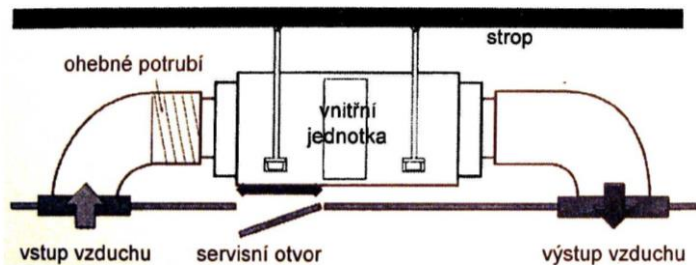
Nástěnné



Obrázek 14 – Nástěnná jednotka [29]

Tyto jednotky najdou uplatnění především na místech, kde nelze jednotky zabudovat do podhledu, nebo pod parapet, popřípadě do podlahy. Umísťují se na stěnu ve výšce přibližně dvou metrů nad podlahou. Správné rozložení vyfukovaného vzduchu se dosahuje nastavením určitého úhlu lamel. Ty jsou ovládané buď krokově (několik pevných poloh), nebo spojitě.

Kanálová (potrubní)

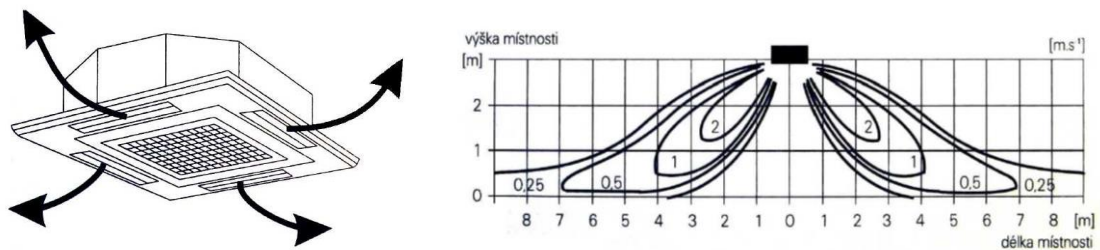


Obrázek 15 – Kanálová jednotka [29]

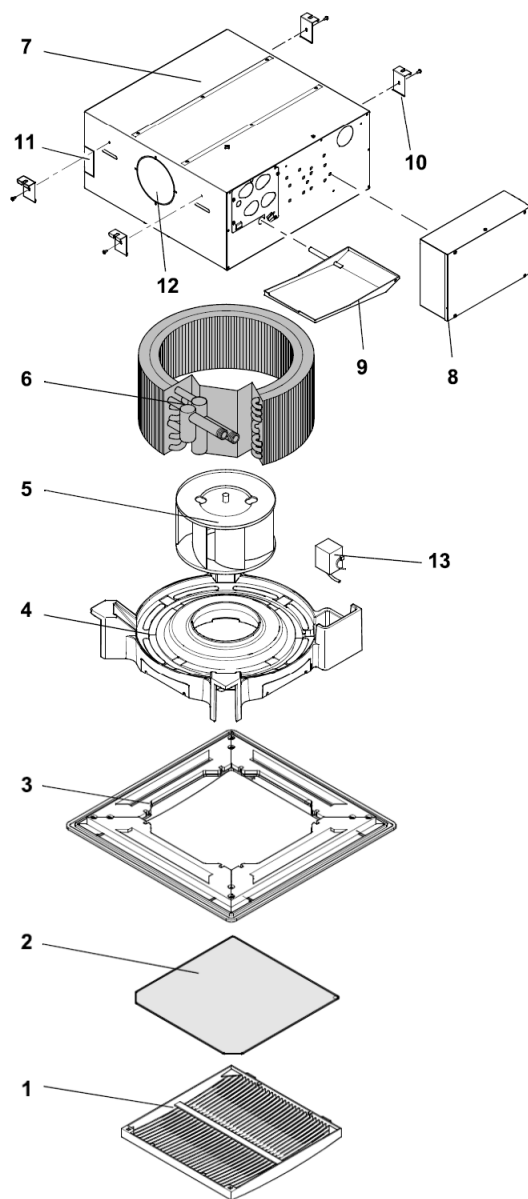
Jsou zabudované do stavební konstrukce, nejčastěji pod stropem v podhledu, nebo v podlaze, kde je jednotka napojena na vzduchotechnické potrubí. Pro umístění je potřebná výška minimálně 40 cm. Tento fakt omezuje jejich použití na místnosti s vysokým stropem (restaurace, společenské místnosti, obchody). Z jednotky může vést několik větví, z kterých je možné každou regulovat samostatnou klapkou. Vzduch je vedený pružným potrubím a jednoduše se přizpůsobí stavebním či jiným překážkám. Velkou výhodou je, že polohu koncových elementů je možné rozmístit téměř libovolně. Proto je tento systém oblíbeným prvkem pro klimatizace složitých interiérů.

Kazetové

Tato jednotka je zabudovaná ve stropě a v místnosti je jen její výfuková část. Podle umístění je možné zvolit počet výfuků (2,3,4). Výhodou je, že jednotky nezabírají užitečný prostor v místnosti a vypadají velmi nenápadně a esteticky. Nevýhodou je vyšší pořizovací cena. [15]



Obrázek 17 – Kazetová jednotka [29]



Obrázek 16 – Konstrukční díly kazetové jednotky [28]

1 – mřížka sání, 2 – filtr, 3 – čelní panel s lamelami, 4 – kondenzační vana, 5 – radiální ventilátor, 6 - výměník, 7 – skříň jednotky, 8 – elektro skříň, 9 – postranní kondenzační vana, 10 – montážní úchyty, 11 – otvor pro přívod primárního vzduchu, 12 – otvor pro kanál externí vyústky, 13 – čerpadlo kondenzátu

Pokud se rozhodneme řešit klimatizaci prostoru pomocí fancoilu (FCU), velmi důležitý je pří-
vod čerstvého teplotně upraveného vzduchu z centrální jednotky. Existují tyto možnosti:

- Přívod do prostoru sání FCU (sací komora s nátrubky)
- Přívod do potrubí na výtlačku z FCU
- Samostatný přívod
- Čerstvý vzduch lze rovněž přivádět do klimatizovaných prostor přímo, bez úpravy centrální jednotkou (přirozené větrání).

K hlavním výhodám jednotek fancoil patří jednoduchý návrh a flexibilita. Při porovnání s jed-
notkami pro přímé chlazení zjistíme, že je možné snížením průtoku vzduchu snížit také hlučnost.
Hlavní nevýhodou je nezbytnost řešení odvodu kondenzátu a potřeba nezávislého řešení rozši-
řování větracího vzduchu. Ve vztahu k indukčním jednotkám jsou fancoily výrazně hlučnější a
také nákladnější na provoz.

Fancoily se v první řadě hodí do prostorů, v nichž se předpokládá flexibilní provoz i dispoziční
řešení s flexibilním průtokem primárního vzduchu řízené dle obsahu škodlivin (CO₂), neurčitou
tepelnou zátěží a dynamickým provozováním. [14]

3.3.4 Hydraulika rozvodů chladicí vody

Při částečném vytížení mají skoro všechny systémy rozvodu chladicí vody problém udržet
nastavenou teplotu. Tento problém je nazýván „syndrom nízkého ΔT “. Obecně lze říci, že syn-
drom delta T se týká rozdílu teplot mezi vodou, která opouští zařízení, tzv. přiváděnou vodou a
vodou, která se vrací zpět, tzv. vratnou vodou. Existuje několik možných příčin syndromu nízkého
 ΔT :

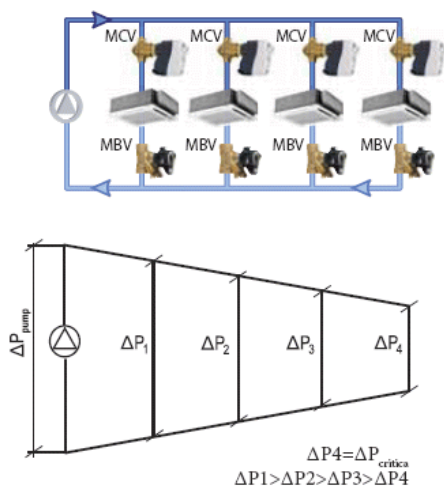
1. Použití třicestných regulačních ventilů - třicestné ventily mohou propojit bypassem pří-
vod chladicí vody se zpátečkou, takže reálná teplota chladicí vody je nižší než navržená
2. Špatný výběr dvoucestných regulačních ventilů s nesprávným vyvážením systému - ne-
vhodná velikost dvoucestného ventilu může vést k potřebě většího průtoku vody, než je
navrženo.
3. Syndrom nízkého ΔT se zhoršuje při částečném zatížení kvůli změnám tlaku v systému,
což vede k vyššímu nadprůtoku přes aplikované regulační ventily. Tento jev se objevuje
zejména u systémů se špatným hydraulickým vyvážením

Problém s nadprůtokem

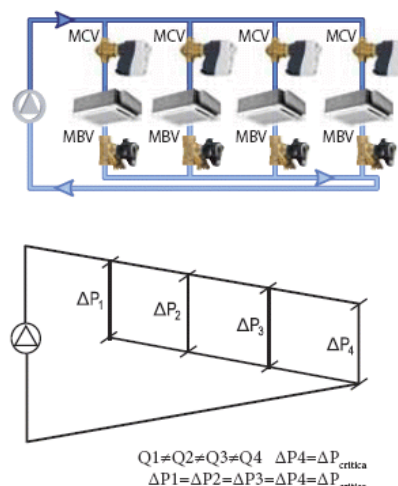
Problém s nadprůtokem vzniká v důsledku toho, že jednotky jsou navrženy na nominální
podmínky (100% zatížení), pro které projektanti vypočítali výtlačnou výšku čerpadla, a to na zá-
kladě pravidla, že tlaková ztráta v kritických smyčkách zahrnuje:

- tlakovou ztrátu na potrubí
- tlakovou ztrátu na koncových jednotkách
- tlakovou ztrátu na seřizovacích ventilech
- tlakovou ztrátu na regulačních ventilech
- a dalších prvcích instalace (sítka, měřidla vody atd.)

Pro zajištění vysoké autority regulačního ventilu je třeba zajistit dostatečný tlak na regulačních ventilech. Každá jednotka se svým regulačním ventilem, která je umístěna blíže k čerpadlu, bude mít vyšší dispoziční tlak. Je nezbytné, aby nadbytečný tlak u takovéto aplikace byl snížen manuálně seřizovacími ventily. Systém funguje tak, jak má, při 100% zatížení.

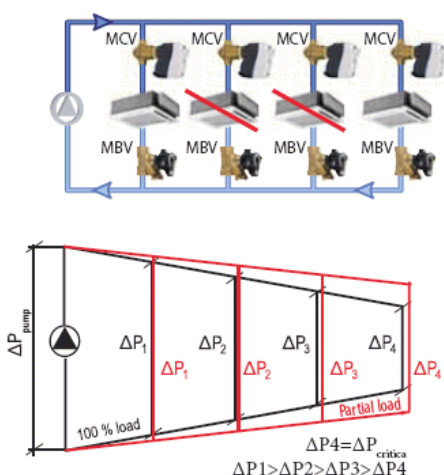


Obrázek 19 - Přímý vratný systém (nedoporučuje se) [30]

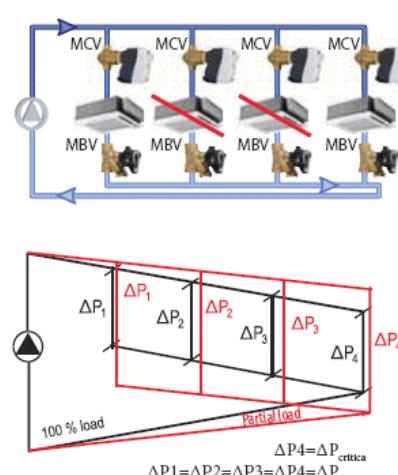


Obrázek 18 - FCU s proměnným průtokem a statickou regulací [30]

Průtok na každé klimatizační jednotce regulují dvoucestné regulační ventily. Počítáme se situací s částečným zatížením (tj. klimatizační jednotky 2 a 3 jsou uzavřené).



Obrázek 21 - Částečná zátěž – přímý vratný systém [30]



Obrázek 20 - Proměnný průtok – statická regulace FCU [30]

V potrubí se mění tlaková ztráta díky nižšímu průtoku v systému a v otevřených smyčkách jsou k dispozici dva nové vyšší tlaky. Protože seřízení systému bylo nastaveno manuálním fixním ventilem na výpočtový stav 100% zatížení a manuální ventil nedokáže sám snížit nadbytečný tlak, při vyšším vytížení nastává nadprůtok v klimatizační jednotce. Tento jev můžeme pozorovat v přímém vratném systému i v reverzním vratném systému. To je důvod, proč aplikace systému na obrázku 18 není doporučovaným řešením, a to proto, že smyčky klimatizačních jednotek jsou na tlaku nezávislé.[16]

3.4 Chladicí stropy

3.4.1 Minulost

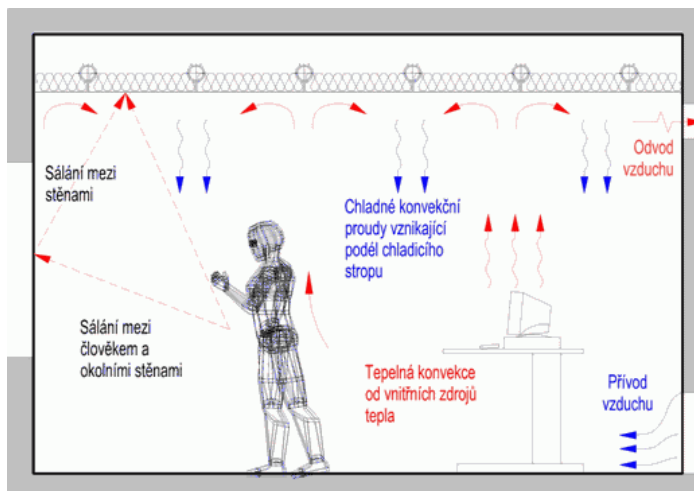
Původní systém pod názvem Crittal se objevil v Anglii poprvé už v roce 1926, byl ale navržen pouze pro účely vytápění. Přesto nelze říci, že by byl systém sálavých panelů systémem novým. Poté v roce 1935 si analogický systém nechal patentovat holanďan Van Dooren. Systém se skládá z potrubního systému, který je meandrovitě vložen do masivní stropní konstrukce. U nás bylo tímto systémem vybaveno poměrně velké množství budov postavených v 50. - 60. letech minulého století. Úvahy o rekonstrukci těchto budov jsou velmi aktuální a díky tomu, že prostor pro instalaci vzduchového systému je hodně omezený, může být možnost využít stávající systém pro chlazení velmi výhodným řešením.

Potrubní rozvody stropních sálavých konstrukcí jsou v současné době tvořeny většinou z plastu a pouze omítnuty. Do popředí se však dostávají lehké konstrukce, které lze měrně snadno umístit například do podhledů místností.[17]

3.4.2 Princip fungování

Chladicí stropy jsou pasivní chladicí zařízení bez přívodu primárního vzduchu, která pracují s teplotou vstupní chladicí vody nad rosným bodem a tím pádem odpadá proces odvodu kondenzátu.[18] V prostoru s chladicím stropem dochází k přenosu tepla konvekcí a sáláním. Vzduch se v prostoru pohybuje vlivem tepelné konvekce vznikající podél vnitřních zdrojů tepla (osoby, počítače aj.). Ohřátý vzduch stoupá vzhůru ke stropu a vlivem konvekce, která vzniká podél stropu, změní směr a vrací se zpět do pásma pobytu osob (obrázek 22). Výsledkem tohoto mechanismu je přirozená cirkulace vzduchu v místnosti. To platí v situaci, kdy v místnosti není instalován nucený přívod vzduchu, nebo pokud přiváděný vzduch neovlivňuje proudové pole v místnosti. Toho bývá dosaženo v kombinaci se zdrojovým (zaplavovacím) větráním.[17]

V prostoru s chladicím stropem se uplatňuje ještě další princip - sálání. Jak přesně řešit sdílení tepla sáláním mezi jednotlivými povrchy v místnosti není úplně jednoduché. Projevuje se zde hlavně nerovnoměrnost rozložení povrchových teplot, nepravidelnost povrchu, různorodost sálovostí jednotlivých materiálů atd. Sdílení tepla v místnosti s chladicím stropem je patrné z obrázku 22.[17]



Obrázek 22 - Sdílení tepla v prostoru s chladicím stropem [31]

Kombinovaný systém chladicích stropů by se dal charakterizovat, jako vodní a vzduchový systém, protože bez proudění vzduchu by tento systém pozbýval na účinnosti. Vodní systém může tepelnou zátěž pokrýt zcela, nebo jen z části. V zimním období se navíc chladicí strop může využívat i k vytápění. Chladicí část tvoří plochý trubkový výměník, který se nachází zpravidla pod stropem. Trubkovým výměníkem protéká chladicí voda a odjímá teplo z prostoru. Teplota chladicí vody se volí přibližně 19-20°C. Modifikací chladicího stropu je chladicí podlaha. Pro člověka je ale příjemnější teplo od nohou a chlad z vrchu. Z tohoto důvodu se podlahové vytápění většinou nepoužívá pro chlazení.

Vzduchový systém zajišťuje výměnu vzduchu a jeho vlhčení, pokrytí tepelných ztrát, nebo částečné tepelné zátěže klimatizovaných místností. Pokud celou tepelnou zátěž pokryje chladicí strop, tak se do jednotlivých místností přivádí vlhkově upravený vzduch s teplotou vzduchu v místnosti a průtokem vyplývajícím z hygienicky nutné dávky. Přívod čerstvého vzduchu může být v mnoha vyhotoveních. Mezi příklady bych zařadil umístění nad stropem a skrze otvory ve stropu proudění do místnosti. Další z možností je umístění stěnových, nebo vířivých výustí, které omývají strop čerstvým vzduchem a zvyšují účinnost chladicího stropu.[1]

Jako každý systém, má i systém s chladicím stropem svoje výhody a nevýhody. Obecně je lze shrnout do následujících bodů.

Výhody:

- kvalita tepelného komfortu
- nízká spotřeba energie
- přívod minimálního množství čerstvého vzduchu
- menší nároky na rozvody vzduchu

- hlukové parametry
- odpadá nebezpečí vzniku průvanu
- "samoregulovatelnost" systému

Nevýhody:

- investiční náklady
- nebezpečí orosování
- nelze jimi odvádět teplo vázané ve vodní páře
- omezení výkonu

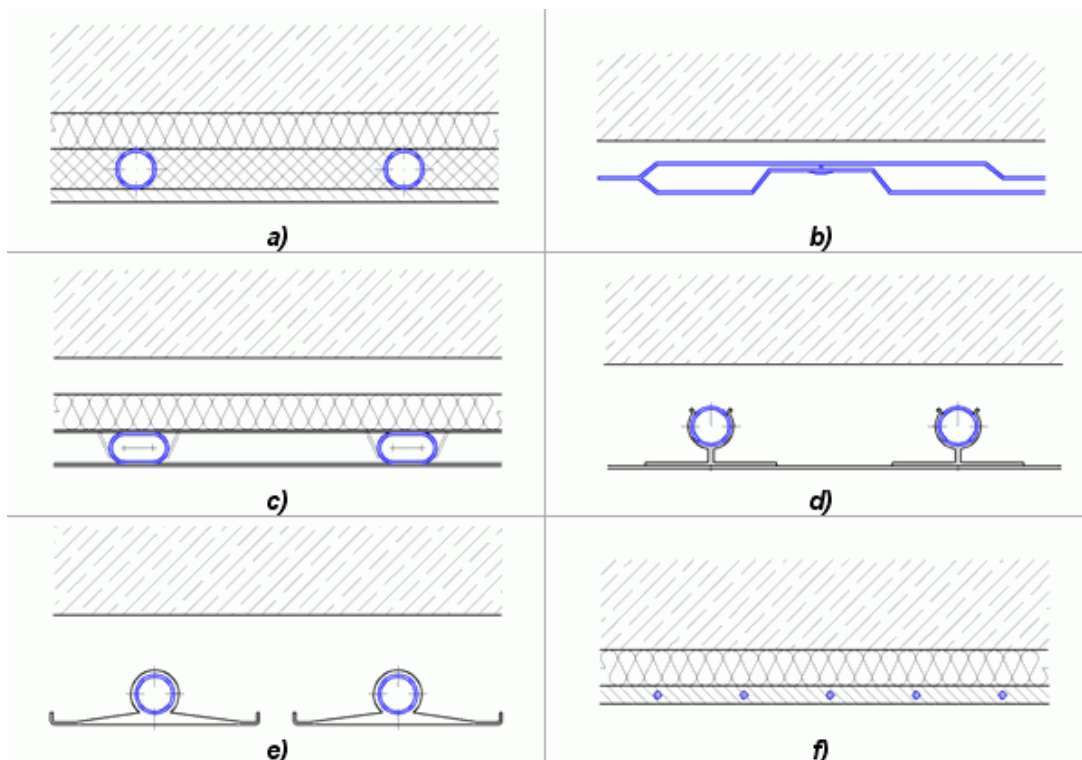
3.4.3 Riziko kondenzace

U sálavých chladicích systému je jedním z hlavních omezujících faktorů riziko kondenzace. Teplota přívodní vody do chladicího stropu je volena v souladu s tím, aby nedocházelo k orosování povrchu (povrchová teplota panelu pak musí být vyšší než teplota rosného bodu vzduchu proudícího kolem panelu, zpravidla je to o 1 K). U lehkých chladicích stropů je kontrola povrchové teploty poměrně snadná. Díky rychlé odezvě systému se nestane, aby minimální povrchová teplota klesla pod teplotu rosného bodu. Kdežto u masivních chladicích stropů to není prakticky možné vzhledem k dlouhé době zpoždění. Často je to řešeno omezením teploty přívodní vody. V našich podmínkách (v místnostech bez dalších zdrojů vlhkosti) se teplota přívodní vody t_{w1} volí ≥ 16 °C, maximálně 20°C.

3.4.4 Typy chladicích stropů

Podle konstrukce je možné rozdělit chladicí stropy na masivní a lehké. Masivní chladicí stropy jsou tvořeny potrubním systémem vloženým do betonové stropní konstrukce (v zahraniční literatuře "slab cooling"). Lehké chladicí stropy bývají zavěšené pod betonovou deskou zpravidla v podhledu, nebo samostatně (v zahraniční literatuře "cooled ceiling").

Lehké chladicí stropy můžeme dále dělit na otevřené a uzavřené. Otevřené chladicí stropy, které někdy nazýváme konvektivní a pro něž jsou typické otvory či mezery, umožňují proudění vzduchu až ke stropu. U těchto otevřených chladicích stropů převažuje konvektivní složka přenosu tepla mezi povrchem stropu a okolním vzduchem. Oproti tomu uzavřené (sálavé) chladicí stropy pracují převážně se sálavou složkou tepelného toku. Z pohledu tepelného toku, by měly být uzavřené chladicí stropy na horní straně vždy izolovány. V určitých případech může funkci tepelné izolace nahradit vzduchová mezera, která vznikla mezi stropní betonovou deskou a chladicím prvkem.



Obrázek 23 - a) Masivní chladicí strop jako součást stropní konstrukce b) Modulační klima deska c) Chladicí panely umístěné v podhledové konstrukci opatřené izolací d) Lamelový chladicí strop upevněný na vodní potrubí e) Otevřený chladicí strop v podobě protlačovaných profilů s vodními kanály f) Kapilární systém umístěný v omítce [31]

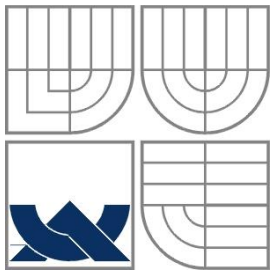
Na obrázku 23 jsou schématicky znázorněny řezy některými konstrukcemi chladicích stropů. Obrázek 23a znázorňuje masivní sálavý chladicí strop umístěný v betonové stropní konstrukci opatřený izolací na horní straně aktivní plochy.

Obrázek 23b znázorňuje tzv. modulační klima desku, umístěnou pod stropní konstrukcí. V některých aplikacích mohou být umístěny i na stěnách místností. Tato konstrukce však není příliš rozšířená.

Na obrázku 23c je znázorněno jedno z nejčastějších řešení - chladicí panely umístěné v podhledové konstrukci opatřené na horní straně tepelnou izolací (nemusí být podmínkou). Panely podhledové konstrukce jsou zpravidla z ocelového (někdy perforovaného) pozinkovaného plechu s povrchovou úpravou a plní i estetickou úlohu. Podobným případem je provedení chladicích stropu ve formě lamel (obrázek 23d) upevněných na vodní potrubí, které je pevně fixované ke stropní desce.

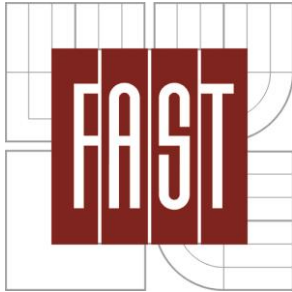
Obrázek 23e znázorňuje chladicí strop v podobě protlačovaných profilů s vodními kanály a vlisovaným měděným potrubím v otevřeném provedení.

Posledním příkladem (obrázek 23f) jsou tzv. kapilární rohože, které mohou být umístěny jak pod omítkou (na stropě, nebo na bočních stěnách), tak v kazetách podhledové konstrukce. Rohože jsou tvořeny sítí tenkých plastových trubiček, do nichž je rozváděna chladicí voda. [17]



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

B) VÝPOČTOVÁ ČÁST

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR THESIS

AUTOR PRÁCE

TOMÁŠ FÁRA

AUTHOR

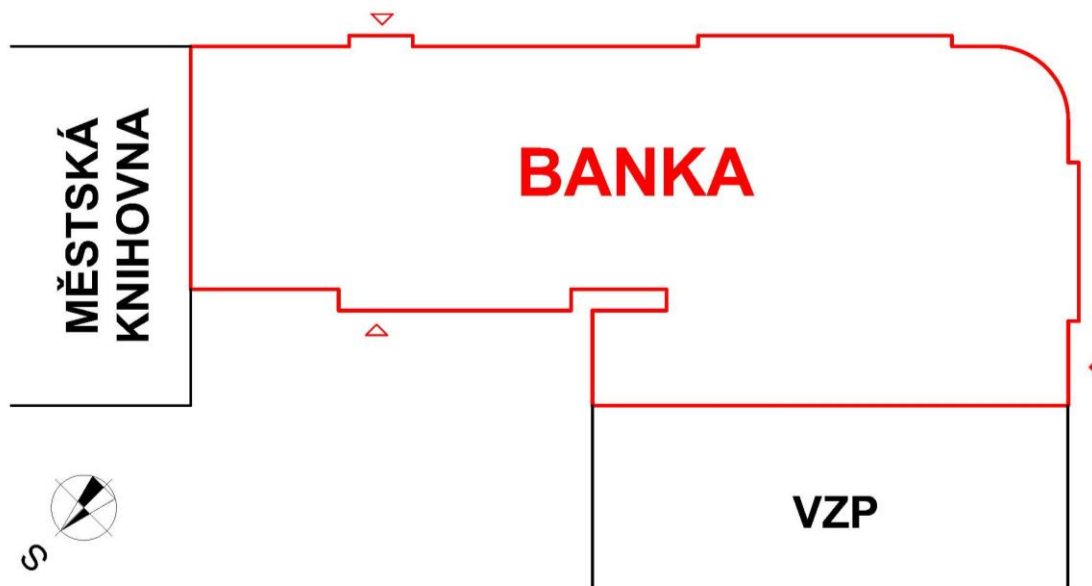
VEDOUcí PRÁCE Ing. OLGA RUBINOVÁ, Ph.D.

SUPERVISOR

BRNO 2016

1 Analýza objektu

Objekt, který jsem si vybral pro realizaci vzduchotechniky je pobočka banky, která se nachází v Králověhradeckém kraji ve městě Náchod. Jedná se o dvoupodlažní novostavbu s plochou střechou. Banka je postavena z keramických tvárnic HELUZ. Budova byla postavena do proluky po staticky nevyhovujícím objektu. Na budovu Banky navazuje městská knihovna a pobočka VZP ve tvaru L, který vznikl po odstranění staré budovy.



Obrázek 24 – Pobočka banky a její okolí

Jelikož se jedná o novostavbu, splňuje tepelné prostupy tepla konstrukcemi. Objekt je založený na základových pásech ze železobetonu se základovou spárou v hloubce -1,700 m k projektované výšce prvního podlaží. Výška budovy po atiku je 10,150 m nad úrovní upraveného terénu. Okna a dveře jsou hliníková s izolačními dvojskly. Hlavní vstup do veřejné části je orientovaný na jihozápad. Další, tentokrát bezbariérové vstupy, se nacházejí na severozápadě a na jihovýchodě a slouží převážně pro personál. Vzhledem k velkým rozměrům oken se při projekční části volilo fixní zasklení v převážné části budovy.

Z tohoto poznatku vyplývá, že v budově musí být navržena vzduchotechnika, aby byla zajištěna minimální výměna vzduchu, protože tuto funkci nemohou obstarat netěsnosti v obálce budovy. Další problém, při takto situovaném značném prosklení na jih a přilehlé světové strany, je přehřívání. V návaznosti na to, bude navržena kombinovaná klimatizace v jednacích halách, kde se shromažďuje největší počet lidí, pro zvýšení komfortu v letních měsících.

2 Rozdělení do funkčních celků

Do objektu navrhne 2 centrální zařízení, které budou mít rozdílné vlastnosti. Jedna bude obstarávat pouze nucené větrání tj. výměna vzduchu, kterou nepokryjí spáry v obálce a druhá bude kombinovaná větrání + klimatizace.

První VZT zařízení bude rovnotlance větrat kanceláře v prvním i druhém patře, trezorovou místnost, některé chodby a kuchyňku, která je určena pouze k ohřátí připraveného jídla nebo nachystání menšího občerstvení k jednání. Dále bude přetlakově větrat chodby 118, 121, 220, 222 a pánské a dámské šatny. Naproti tomu budou podtlakově větráno veškeré sociální zázemí budovy. Zařízení budou opatřena zpětným získáváním tepla a bude použit deskový výměník.

Druhé VZT zařízení bude rovnotlance obsluhovat haly 103 a 201, které slouží pro standardní jednání s klienty a dále konferenční místnost s přidruženou kanceláří. Zařízení bude obsahovat klimatizaci a ZZT, kde bude použit deskový výměník

Vzduchotechnické zařízení budou pracovat v letním i zimním období. Je to z důvodu, že je banka otevřená celoročně. Tímto nám vznikají rozdílné požadavky pro provoz v letním a zimním období.

Požadavky v létě:

- Zajištění výměny vzduchu
- Chlazení vzduchu
- Filtrace vzduchu
- Proměnný průtok vzduchu

Požadavky v zimě:

- Zajištění výměny vzduchu
- Zpětné získávání tepla
- Filtrace vzduchu
- Proměnný průtok vzduchu



Obrázek 25 - Rozdělení 1.NP na funkční VZT celky a tlakové poměry

Tabulka 1 - Rozdělení místností na funkční celky a tlakové poměry 1. NP

Zaří- zení	Zatřídění do části	Č. míst.	Popis místnosti	Plocha m.	Sv. výška m.	Objem	
-	-	-	-	[m ²]	[m]	[m ³]	
1	Rovnotlaké větrání	104	TREZOROVÁ MÍSTNOST	10,2	3,300	33,7	
		105	KANCELÁŘ	19,2		63,2	
		106	ZASEDACÍ MÍSTNOST	32,0		105,7	
		107	KUCHYŇKA	18,1		59,8	
		117	CHODBA	17,5		57,8	
		119	CHODBA	36,8		121,3	
		120	CHODBA	9,3		30,8	
						Celkem	472,2
	Přetlakové větrání	118	CHODBA	7,8	3,300	25,9	
		121	CHODBA	29,5		97,4	
							Celkem
	Podtlakové větrání	110	UMÝVÁRNA	3,7	3,300	12,1	
		111	WC	1,9		6,1	
		112	WC	2,2		7,3	
		113	WC	2,2		7,3	
		114	WC	2,2		7,3	
		115	WC PRO INVALIDY	3,3		10,9	
		116	ÚKLIDOVÁ MÍSTNOST	3,3		10,9	
						Celkem	61,8
	2	Rovnotlaké vě- trání + klimatizace	103	HALA	223,0	3,300	736,0
			122	CHODBA	28,2		92,9
					Celkem	828,9	



Obrázek 26 - Rozdělení 2.NP na funkční VZT celky a tlakové poměry

Tabulka 2 - Rozdělení místností na funkční celky a tlakové poměry 2. NP

Zařízení	Zatřídění do části	Č. míst.	Popis místnosti	Plocha m.	Sv. výška m.	Objem			
-	-	-	-	[m ²]	[m]	[m ³]			
1	Rovnotlaké větrání	204	KANCELÁŘ	19,7		65,0			
		205	KANCELÁŘ	34,7		114,3			
		206	KANCELÁŘ	32,6		107,4			
		207	KANCELÁŘ	36,0		118,7			
		208	KANCELÁŘ	18,8		61,9			
		221	CHODBA	20,4		67,4			
							Celkem	534,6	
	Přetlakové větrání	218	SPRCHY MUŽI	4,3		14,3			
		219	SPRCHY ŽENY	4,3		14,2			
		220	CHODBA	43,5		143,6			
		222	CHODBA	8,1		26,8			
							Celkem	184,5	
		Podtlakové větrání	209	UMÝVÁRNA		3,6		11,7	
	210		WC	2,1	6,8				
	211		WC	2,2	7,3				
	212		WC	2,2	7,3				
	213		WC	2,2	7,3				
	214		WC PRO INVALIDY	3,3	10,9				
	215		ÚKLIDOVÁ MÍSTNOST	3,3	10,9				
	218		SPRCHY MUŽI	4,3	14,3				
	219		SPRCHY ŽENY	4,3	14,2				
						Celkem		90,5	
	2	Rovnotlaké větrání + klimatizace	201	HALA	144,9		478,2		
			202	KANCELÁŘ	25,5		84,2		
			203	ZASEDACÍ MÍSTNOST	63,1		208,1		
								Celkem	770,5

V zimním období je celá budova vytápěna dálkovým vytápěním z městské kotelny, která vytápí i přilehlé objekty. Vzduchotechnické zařízení zajišťují pouze nucené větrání místností. V jednotkách bude umístěn ohřívač a chladič, ale to jen z toho důvodu, abych ohříval přiváděný vzduch a neproudil chladný vzduch do místností nebo v letním období ochladil přiváděný vzduch. Tím se první jednotkou v letním období celá tepelná zátěž neodvede, ale jen její část. Jedná se tedy pouze o VZT jednotku nuceného větrání a ne klimatizační. Druhá jednotka bude rovněž větrat, ale bude doplněna a kombinovaný systém s fancoily. Tento kombinovaný systém dokáže pokrýt celou tepelnou zátěž z místností. Všechny VZT jednotky budou umístěny ve strojovně. Strojovna s označením místnosti 108 bude zpřístupněná jedním vchodem z chodby.

VZT jednotky budou mít sání vzduchu z fasády skrz proti dešťovou žaluzii a výfuk vyveden na střechu budovy. Sání a výfuk od sebe budou dostatečně daleko, takže nehrozí, že by se mísil čerstvý vzduch s vyfukovaným.

3 Výpočet součinitele prostupu tepla

3.1 Vzorec pro výpočet součinitele prostupu tepla konstrukcí

$$R = \sum dj/\lambda_j \quad [\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}] \quad (3.1)$$

d tloušťka konstrukce [m]

λ součinitel tepelné vodivosti [W/m·K]

$$R_T = R_{se} + R + R_{si} \quad [\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}] \quad (3.2)$$

R_{se} odpor při přestupu tepla na vnější straně [m²·K/W]

R_{si} odpor při přestupu tepla na vnitřní straně [m²·K/W]

$$U = 1/R_T \quad [\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}] \quad (3.3)$$

Tabulka 3 – Vzorový výpočet součinitele prostupu tepla

Výpočet součinitele prostupu tepla u obloukové stěny							
Č. vrstvy	Jméno vrstvy	λ [W/m·K]	d [m]	R [m ² ·K/W]	R_{si} [m ² ·K/W]	R_{se} [m ² ·K/W]	U [W/m ² ·K]
1	Omítka vápenná	0,88	0,015	0,0170	0,13	0,04	
2	Železobeton	1,43	0,25	0,1748			
3	Minerální vlna	0,056	0,25	4,4643			
4	Omítka perlitová	0,11	0,025	0,2273			
			$\Sigma R =$	4,8834	$R_T =$	5,053	0,198

Součinitelé prostupu tepla dalších konstrukcí

• Vnější nosné zdivo Heluz Family 50	0,14 [W/m ² *K]
• Vnitřní nosné zdivo Heluz 24	0,84 [W/m ² *K]
• Vnitřní nenosné zdivo Heluz 14	1,25 [W/m ² *K]
• Oblouková stěna ŽB + minerální vlna	0,2 [W/m ² *K]
• Střecha plochá	0,13 [W/m ² *K]

3.2 Vzorec pro výpočet součinitele prostupu tepla otvorem

$$U_w = \frac{U_f \times A_f + U_g \times A_g + l_g \times \psi_g}{A_f + A_g} \quad [W/m^2 \cdot K] \quad (3.4)$$

U _f	Součinitel prostupu tepla rámu	[W/m ² *K]
U _g	Součinitel prostupu tepla zasklením	[W/m ² *K]
A _f	Plocha rámu	[m ²]
A _g	Plocha zasklení	[m ²]
l _g	Obvod zasklení otvoru	[m]
ψ _g	Vliv tepelných mostů distančním rámečkem	[-]

Vzorový výpočet okna O4 podle vzorce (3.4)

$$U_w = \frac{0,9 \times 0,792 + 1,1 \times 7,458 + 11,04 \times 0,08}{0,792 + 7,458}$$

$$U_w = 1,187 [W/m^2 \cdot K]$$

Z názorného příkladu vyplývá, že v případě velkých rozměrů okenních tabulí má převažující vliv na součinitel prostupu tepla typ zasklení. Z tohoto důvodu jsem volil tepelně izolační konexové dvojsklo plněné argonem, které dosahuje součinitele prostupu 1,1 W/m²*K. Součinitel stínění tohoto skla je 0,67. Pro zlepšení součinitele prostupu tepla se může zvolit zasklení trojsklem. V našem případě jsem toto zasklení nepoužil z důvodu využití nižších tepelných zisků v zimních měsících, kde si můžeme tepelnými zisky ušetřit náklady na vytápění. Další negativum trojskla je vyšší hmotnost. V kombinaci s konexovým sklem na vnější straně by byla manipulace u takto rozměrných oken velmi náročná.

- Pro podobné rozměry otvorů a usnadnění výpočtu budeme hodnotu součinitele prostupu tepla otvory U_w uvažovat jako přibližnou hodnotu 1,2 W/m²*K

4 Výpočet tepelných zisků

4.1 Vzorce pro výpočet tepelných zisků

4.1.1 Vnější tepelné zisky

Tepelné zisky okny:

Osluněná část okna

$$S_{os} = [l_a - (e_1 - f)] * [l_b - (e_2 - g)] \quad [\text{m}^2] \quad (4.01)$$

l_a výška zasklení [m]

l_b šířka zasklení [m]

f odstup od svislé stínící překážky [m]

g odstup od vodorovné stínící překážky [m]

c hloubka okna od okraje svislého slunolamu [m]

d hloubka okna od okraje vodorovného slunolamu [m]

vodorovný stín:

$$e_1 = c * \tan |\alpha - \gamma| \quad [\text{m}]$$

svislý stín:

$$e_2 = d * \tan h / \cos |\alpha - \gamma| \quad [\text{m}]$$

h výška slunce

α sluneční azimut

γ azimut stěny

Poznámka: Pokud je délka stínu e_1 (e_2) menší než f (g), se stínem nepočítáme, protože stín nedopadá na sklo okna.

Tepelný zisk sluneční radiací pro jedno okno:

$$Q_{or} = [S_{os} * I_o * c_o + (S_o - S_{os}) * I_{o,dif}] * s \quad [\text{W}] \quad (4.02)$$

c_o korekce na čistotu atmosféry [-]

I_o celková intenzita radiace procházející oknem [Wm^{-2}]

$I_{o,dif}$ intenzita difúzní radiace procházející oknem [Wm^{-2}]

s stínící součinitel [-]

S_o plocha zasklení jednoho okna [m^2]

Tepelné zisky oken konvekcí:

$$Q_{ok} = S_{ok} * U_o * (t_e - t_i) \quad [\text{W}] \quad (4.03)$$

t_e teplota exteriéru [$^{\circ}\text{C}$]

t_i teplota interiéru [$^{\circ}\text{C}$]

U_o	tepelný součinitel prostupem okna	[W/m ² K]
S_{ok}	plocha okna	[m ²]

Celková tepelná zátěž okny:

$$Q_o = Q_{or} + Q_{ok} \quad [W] \quad (4.04)$$

Tepelné zisky stěn:

4. Stěna vnější lehká:

$$Q_s = U_s * S * (t_r - t_i) \quad [W] \quad (4.05)$$

t_r	rovnocenná sluneční teplota pro určenou hodinu	[°C]
U_s	tepelný součinitel prostupem stěny	[W/m ² K]

5. Stěna vnější středně těžká:

$$Q_s = U_s * S_s * [(t_{rm} - t_i) + m * (t_{r\psi} - t_{rm})] \quad [W] \quad (4.05a)$$

t_{rm}	průměrná rovnocenná sluneční teplota vnějšího vzduchu za 24h	[°C]
$t_{r\psi}$	rovnocenná sluneční teplota v době o ψ hodin dřív	[°C]
U_s	tepelný součinitel prostupem stěny	[W/m ² K]
S_s	plocha stěny s odečtenými otvory	[m ²]

součinitel zmenšení teplotního kolísání:

$$m = \frac{1+7,6 \times \delta}{2500\delta} \quad [-]$$

δ	tloušťka stěny	[m]
----------	----------------	-----

Fázové posunutí teplotních kmitů ψ :

$$\psi = 32 * \delta - 0,5 \quad [h]$$

6. Stěna těžká

$$Q_s = U_s * S * (t_{rm} - t_i) \quad [W] \quad (4.05b)$$

7. Stěna vnitřní:

$$Q_{si} = U_s * S * (t_{io} - t_i) \quad [W] \quad (4.06)$$

t_{io}	teplota na druhé straně stěny	[°C]
U_s	tepelný součinitel prostupem stěny	[W/m ² K]

Tepelné zisky střechy:

$$Q_{str} = U_{str} * S_{str} * (t_{rm} - t_i) \quad [W] \quad (4.06a)$$

U_{str}	tepelný součinitel prostupem střechy	[W/m ² K]
S_{str}	plocha střechy	[m ²]

4.1.2 Vnitřní tepelné zisky

Produkce tepla od osob:

$$Q_l = n_l * 6,2 * (36 - t_i) \quad [\text{W}] \quad (4.07)$$

počet lidí:

$$n_l = 0,85 * i_z + 0,75 * i_d + i_m \quad [-]$$

$$i_z \quad \text{počet žen} \quad [-]$$

$$i_d \quad \text{počet dětí} \quad [-]$$

$$i_m \quad \text{počet mužů} \quad [-]$$

$$Q_l = n_l * q_{lm} \quad [\text{W}] \quad (4.07a)$$

$$q_{lm} \quad \text{produkce tepla od osob při dané aktivitě} \quad [\text{W}]$$

Produkce tepla od svítidel:

$$Q_{sv} = S_s * P_s * c_1 * c_2 \quad [\text{W}] \quad (4.08)$$

$$P_s \quad \text{výkon osvětlení} \quad [\text{W/m}^2] \quad]$$

$$c_1 \quad \text{součinitel současnosti používání svítidel} \quad [-]$$

$$c_2 \quad \text{zbytkový součinitel (odsávání)} \quad [-]$$

$$S_s \quad \text{podlahová plocha zmenšená o přirozeně osvětlenou plochu u oken} \quad [\text{m}^2]$$

Produkce tepla od spotřebičů:

$$Q_{sv} = \Sigma P_s * c_2 * c_3 [\text{W}] \quad (4.08a)$$

$$P_s \quad \text{výkon} \quad [\text{W}]$$

4.1.3 Vodní zisky

Produkce vodní páry od osob:

$$M_w = n_l * m_l \quad [\text{g/h}] \quad (4.09)$$

$$n_l \quad \text{počet lidí}$$

$$m_l \quad \text{produkce vodní páry na jednu osobu} \quad [-]$$

4.2 Vzorový výpočet tepelných zisků

Výpočet místnosti 103 - Hala 1.NP

Určení doby výpočtu

- Plocha okna O3 – 13,75 m²
- Plocha okna O4 – 8,25 m²

Tabulka 4 - Určení doby výpočtu

Osluněná fasáda	Čas výpočtu				
	9	10	11	12	13
Jihovýchodní	3 x 8,25 x 511	3 x 8,25 x 506	3 x 8,25 x 437	3 x 8,25 x 316	3 x 8,25 x 185
Jižní	1 x 13,75 x 230	1 x 13,75 x 335	1 x 13,75 x 409	1 x 13,75 x 435	1 x 13,75 x 409
Jihozápadní	2 x 8,25 x 117	2 x 8,25 x 130	2 x 8,25 x 185	2 x 8,25 x 316	2 x 8,25 x 437
Součet	17740,25	19274,75	19492	19016,25	17413

Z přiložené tabulky je patrné, že největší solární zisky v místnosti 103 jsou v čase 11h.

Tepelné zisky okny:

Osluněná část okna jihovýchodní fasáda

Vstupní údaje: - Azimut stěny $\gamma = 135^\circ$

- Azimut slunce $\alpha = 152^\circ$

- Výška slunce $h = 58^\circ$

Podle vzorce (4.01) $S_{OS} = [3,160 - (0,0306 - 0,07)] * [2,36 - (0,167 - 0,07)] = 7,15 \text{ m}^2$

Podle vzorce (4.02) $Q_{or} = [7,15 * 437 * 1 + (8,25 - 7,15) * 139] * 0,67 * 0,95 = 2086 \text{ W}$

Podle vzorce (4.03) $Q_{ok} = 8,25 * 1,2 * (30 - 26) = 37 \text{ W}$

Podle vzorce (4.04) $Q_o = 2086 + 37 = 2123 \text{ W}$

Tepelná zisky vnějších stěn

Podle vzorce (4,05b) $Q_s = 0,14 * 4,5 * (30,2 - 26) = 2,6 \text{ W}$

Stěny mají zanedbatelné tepelné zisky, nevyplatí se s nimi uvažovat.

Tepelné zisky okny:

Osluněná část okna jižní fasáda

Vstupní údaje: - Azimut stěny $\gamma = 180^\circ$

Oblouk z archicadu $S_{OS} = 2,72 + 2,71 + 2,65 + 2,48 = 10,56 \text{ m}^2$

Podle vzorce (4.02) $Q_{or} = [10,56 * 409 * 1 + (13,75 - 10,56) * 139] * 0,67 * 0,95 = 3031 \text{ W}$

Podle vzorce (4.03) $Q_{ok} = 13,75 * 1,2 * (30 - 26) = 66 \text{ W}$

Podle vzorce (4.04) $Q_o = 3031 + 66 = 3097 \text{ W}$

Osluněná část okna jihužápadní fasáda

Vstupní údaje: - Azimut stěny $\gamma = 225^\circ$

Podle vzorce (4.01) $S_{0s} = [3,160 - (0,327 - 0,07)] * [2,36 - (0,547 - 0,07)] = 5,46 \text{ m}^2$

Podle vzorce (4.02) $Q_{or} = [5,46 * 185 * 1 + (8,25 - 5,46) * 139] * 0,67 * 0,95 = 890 \text{ W}$

Podle vzorce (4.03) $Q_{ok} = 8,25 * 1,2 * (30 - 26) = 37 \text{ W}$

Podle vzorce (4.04) $Q_o = 890 + 37 = 927 \text{ W}$

Tepelné zisky od osob

Na osobu přiřadíme 4 m² podlahové plochy, tepelné zisky od jedné osoby 62 W, sedící mírně aktivní. Počet osob $n_1 = 223 / 4 = 56$

Podle vzorce (4.07a) $Q_l = 56 * 62 = 3472 \text{ W}$

Tepelné zisky od osvětlení

$P_s = 9 \text{ W/m}^2$ - zářivky

Podle vzorce (4.08) $Q_{sv} = 213 * 9 * 0,8 * 1 = 1577 \text{ W}$

Vodní zisky od osob

Produkce vodní páry jednoho člověka $m_{lw} = 116 \text{ g/h}$, sedící mírně aktivní

Podle vzorce (4.09) $M_w = 56 * 116 = 6496 \text{ g/h}$

Celkové zisky místnosti 103 – Hala

- Tepelné zisky $Q_l = 3 * 2123 + 3097 + 2 * 927 + 3472 + 1577 = 15\ 442 \text{ W}$
- Vodní zisky $M_w = 6496 \text{ g/h}$

4.3 Tepelné a vodní zisky uspořádané do tabulky

Tabulka 5 – Výpočet tepelných a vodních zisků pro vybrané místnosti

Číslo místnosti	Název místnosti	Plocha místnosti	Počet osob	Tepelné zisky okny	Tep. zisky osvětlení	Tep. zisky od osob	Tep. zisky celkem [W]	Vodní zisky celkem [g/h]
103	Hala	223	56	11320	1577	3472	16369	6496
105	Kancelář	19,2	2	1454	134	124	1712	232
106	Zasedací míst.	32	14	2908	223	868	3999	1624
107	Kuchyňka	18,1	1	1454	126	62	1642	116
201	Hala	144,9	37	6410	1012	2294	9716	4292
202	Kancelář	25,5	1	3468	178	62	3708	116
203	Zasedací míst.	63,1	25	7389	441	1550	9380	2900
204	Kancelář	19,7	2	1454	138	124	1716	232
205	Kancelář	34,7	4	2908	242	248	3398	464
206	Kancelář	32,6	4	2908	228	248	3384	464
207	Kancelář	36	4	2908	251	248	3407	464
208	Kancelář	18,8	2	146	131	124	401	232

5 Průtoky vzduchu a tlakové poměry

V objektu bankovního ústavu máme dvě centrální jednotky. Každá VZT jednotka funguje na rovnotlakém systému = kolik vzduchu přivedeme, tolik odebereme, tím se nám musejí sumy odvodu a přívodu rovnat. Ovšem v budově máme různé tlakové poměry, z důvodu přivádění a odvádění vzduchu (obrázek č. 25, 26). V bance, je nutné dodržet minimální průtoky pro počet osob, aby byl zachován vysoký standart prostředí, tak bude uvažováno 70 m³/h vzduchu na osobu.

Tabulka 6 - Průtoky vzduchu a tlakové poměry zařízení 1

Zařízení č. 1 - Větrání								
Č. míst.	Popis místnosti	Plocha m.	Objem	Počet osob	Počet zař. před.	Výměna	Přívod	Odvod
-	-	[m ²]	[m ³]	-	-	(x/h)	[m ³ /h]	[m ³ /h]
104	TREZOROVÁ MÍSTNOST	10,2	33,7			1,5	50	50
105	KANCELÁŘ	19,2	63,2	2			200	200
106	ZASEDACÍ MÍSTNOST	32,0	105,7	14			1000	1000
107	KUCHYŇKA	18,1	59,8	1	1	5	300	300
110	UMÝVÁRNA	3,7	12,1		2			100
111	WC	1,9	6,1		1			50
112	WC	2,2	7,3		2			50
113	WC	2,2	7,3		2			50
114	WC	2,2	7,3		2			50
115	WC PRO INVALIDY	3,3	10,9		2			50
116	ÚKLIDOVÁ MÍSTNOST	3,3	10,9		2			50
117	CHODBA	17,5	57,8			2,5	150	150
118	CHODBA	7,8	25,9				150	
119	CHODBA	36,8	121,3			2	250	250
120	CHODBA	9,3	30,8			2,5	100	100
121	CHODBA	29,5	97,4				250	
204	KANCELÁŘ	19,7	65,0	2			150	150
205	KANCELÁŘ	34,7	114,3	4			300	300
206	KANCELÁŘ	32,6	107,4	4			300	300
207	KANCELÁŘ	36,0	118,7	4			300	300
208	KANCELÁŘ	18,8	61,9	2			150	150
209	UMÝVÁRNA	3,6	11,7		2			100
210	WC	2,1	6,8		1			50
211	WC	2,2	7,3		2			50
212	WC	2,2	7,3		2			50
213	WC	2,2	7,3		2			50
214	WC PRO INVALIDY	3,3	10,9		2			50
215	ÚKLIDOVÁ MÍSTNOST	3,3	10,9		2			50
216	ŠATNA MUŽI	6,6	21,7				200	
217	ŠATNA ŽENY	6,5	21,5				200	
218	SPRCHY MUŽI	4,3	14,3		3			200
219	SPRCHY ŽENY	4,3	14,2		3			200
220	CHODBA	43,5	143,6				250	
221	CHODBA	20,4	67,4			3	200	200
222	CHODBA	8,1	26,8				150	
Celkový objem vzduchu [m³/h]							Přívod	Odvod
							4650	4650

Tabulka 7 - Průtoky vzduchu a tlakové poměry zařízení 2

Zařízení č. 2 - Větrání + kombinovaná klimatizace								
Č. míst.	Popis místnosti	Plocha m.	Objem	Počet osob	Počet zař. před.	Výměna	Přívod	Odvod
-	-	[m ²]	[m ³]	-	-	(x/h)	[m ³ /h]	[m ³ /h]
103	HALA	223,0	736,0	56			3950	3950
122	CHODBA	28,2	92,9			2		200
201	HALA	144,9	478,2	37			2600	2400
202	KANCELÁŘ	25,5	84,2	1		2	200	200
203	ZASEDACÍ MÍSTNOST	63,1	208,1	25			1750	1750
Celkový objem vzduchu [m³/h]							Přívod	Odvod
							8500	8500

6 Distribuce vzduchu

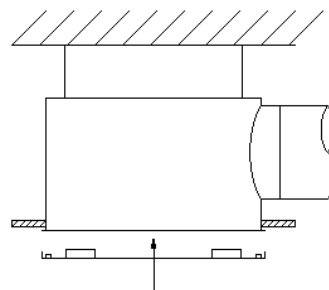
V bankovním ústavu jsem zvolil především tři druhy koncových prvků. Prvním z nich jsou vířivé výustě, které jsou využity pouze pro přívod čerstvého vzduchu pro jejich vlastnost tangenciálně radiálního proudění přiváděného vzduchu. Druhým prvkem jsou talířové ventily, které budou využity pro odvod vzduchu z hygienických místností. Poslední prvek bude zastupovat štěrbínová vyústka, která poslouží k odvodu i přívodu vzduchu.

6.1 Vířivé výustě



Obrázek 27 – Vířivá výust s pevnými lamelami

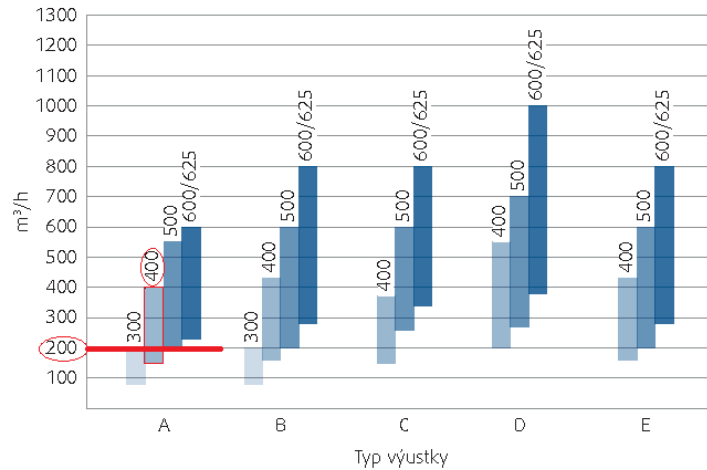
Pro vzorový návrh jsem si zvolil vyústku v místnosti 216 – požadovaný průtok vzduchu 200m³/h



Obrázek 28 – Montáž vířivé vyústky do stropu

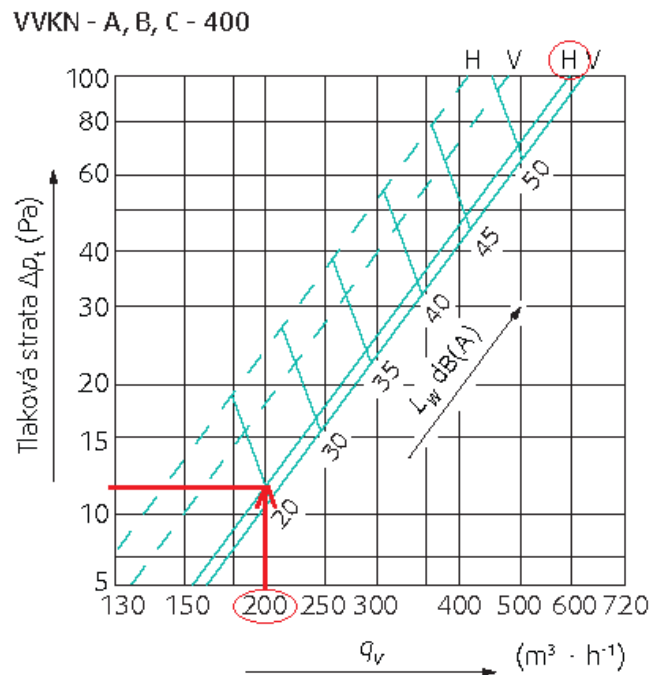
Jako první krok jsem udělal hrubý návrh podle grafu rychlého výběru z kterého vyplývá, že nevhodnější bude zvolit velikost 400.

Rychlý výběr



Obrázek 29 – Graf rychlého výběru pro vířivé výústky

Jako druhý krok jsem určil tlakovou ztrátu a hladinu akustického tlaku samotné výústky z grafu vyplývá, že pro zadaný průtok vzduchu 200m³/h je tlaková ztráta výústky 12 Pa a hladina akustického tlaku 19 dB. Vzhledem k jedné výústce a vzdálenosti od stropu k osobám vyhoví i hodnota maximální rychlosti proudění v pobytové zóně. Ostatní výústky byly navrženy stejným principem



Obrázek 30 – Graf hlučnosti a tlakové ztráty vířivé výústky

6.2 Štěrbínové výustě

Pro vzorový návrh jsem si zvolil výustku jedno-štěrbínovou výustku v místnosti 220 – požadovaný průtok vzduchu 125m³/h

MULTI/VAC

▶ LT350 ◀ štěrbinová výust'

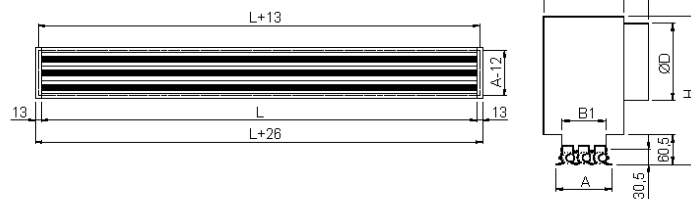


LT350 stropní štěrbinová výust'

ZÁKLADNÍ INFORMACE

- Hliníková stropní štěrbinová výust'
- Nastavitelné plastové deflektory 0° až 180°
- Pro přívod i odvod vzduchu do místnosti
- Pro vysoké výkony
- Až 4 štěrbin pro distribuci vzduchu
- Pro výšku místnosti od 2,4 do 4 m
- Délka štěrbin od 300 do 2000 mm, možnost dodání jakékoliv délky po 1 mm
- Přírodní eloxovaný hliníkový povrch
- Bílá barva (RAL 9010)

INSTALAČNÍ ROZMĚRY

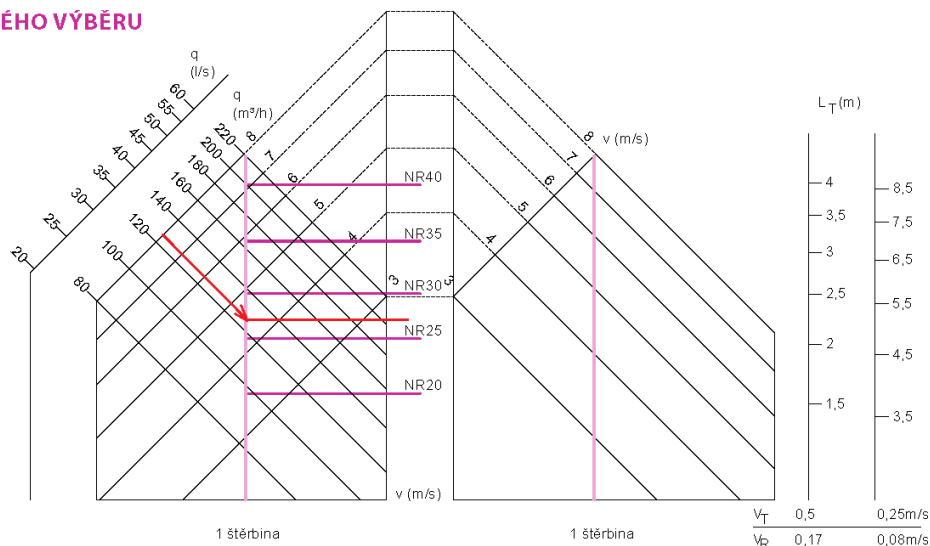


Počet štěrbin	A [mm]	B1 [mm]	B2 [mm]	W [mm]	H [mm]	D [mm]
1 štěrbin	50	23	39	99	215	123
2 štěrbin	83	56	72	132	250	158
3 štěrbin	116	89	105	163	300	158
4 štěrbin	149	122	138	196	340	198

Obrázek 31 – Popis štěrbinových výustí

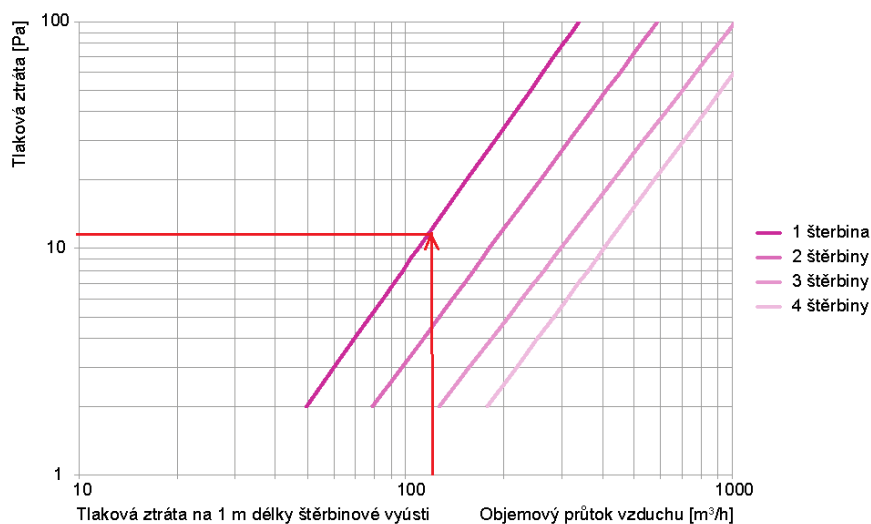
Postup při návrhu byl následující. Při průtoku 125m³/h vyplývá hladina akustického tlaku 27dB. Bohužel rychlost v obytné zóně se mi nepovedlo z žádného grafu odečíst. Vzhledem k tomu, že výustka má standartní vzdálenost osazení a průtok vzduchu, který leží poblíž ve středních hodnotách grafu, tak usuzuji, že rychlost proudění vyhoví. Pro při hlubším zkoumání bych kontaktoval s dotazem výrobce konkrétního produktu.

GRAF RYCHLÉHO VÝBĚRU



Obrázek 32 – Štěrbínová výustka – Graf rychlého výběru

GRAF TLAKOVÉ ZTRÁTY



Obrázek 33 – Šterbinová vyústka – Graf tlakové ztráty

Tlaková ztráta z přiloženého grafu odpovídá hodnotě 12 Pa. Ostatní vyústky budou navrženy stejným způsobem.

6.3 Talířový ventil



Pro vzorový návrh jsem si zvolil talířový ventil v místnosti 219 – požadovaný průtok vzduchu 100m³/h

DVS

ZÁKLADNÍ INFORMACE

- Kovový talířový ventil pro odvod vzduchu
- Nastavitelný středový disk pro regulaci množství vzduchu

Kovový talířový ventil DVS se používá pro odvod vzduchu. Umístění do stropu, podhledu, zdi atd. Nastavitelný středový disk umožňuje regulaci množství a tvaru proudu vzduchu, poloha disku se fixuje kontramatkou. Pracuje v rozsahu teplot -20°C až +140°C

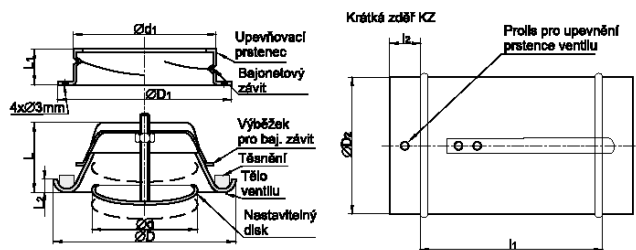
KONSTRUKCE

Talířový ventil je vyroben z ocelového plechu s epoxypolyesterovým nátěrem bílé barvy RAL 9010. Upevňovací prstenec je vyroben z pozinkovaného plechu. Snadno nastavitelný středový disk je uložen na šroubu. Talířový ventil a upevňovací prstenec jsou osazeny bajonetovým závitem pro pevné uchycení ventilu k prstenci.

PŘÍSLUŠENSTVÍ

KZ - krátká zděf (více informací viz. katalogový list KZ)

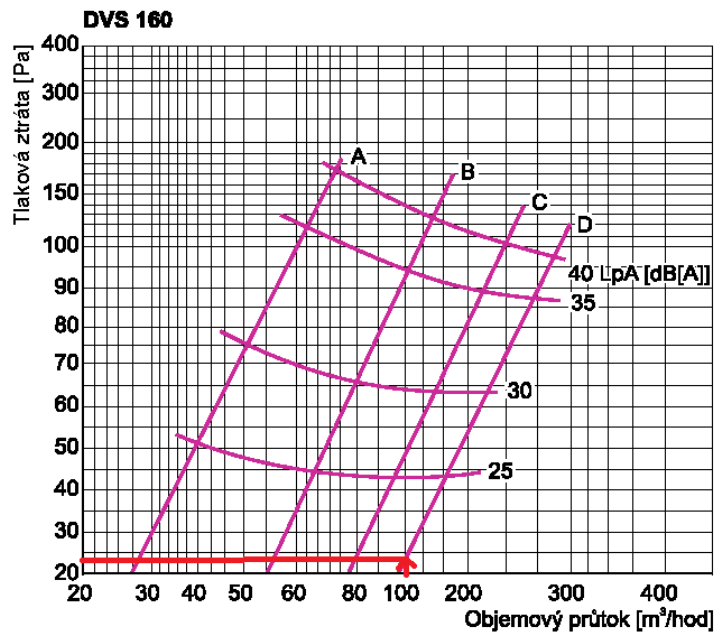
ROZMĚRY



Typ	Rozměry [mm]									
	ØD	ØD1	Ød	Ød1	L	L1	L2	ØD2	I1	I2
DVS 80	116	110	78	79	42	30	10	80	100	40
DVS 100	139	130	93	98	47	50	10	100	100	40
DVS 125	163	155	111	122	56	50	11	125	100	40
DVS 150	203	190	134	148	60	50	11	150	150	40
DVS 160	221	190	145	158	63	50	12	160	160	40
DVS 200	249	236	195	198	66	50	12	200	200	40

Obrázek 34 – Popis talířových ventilů

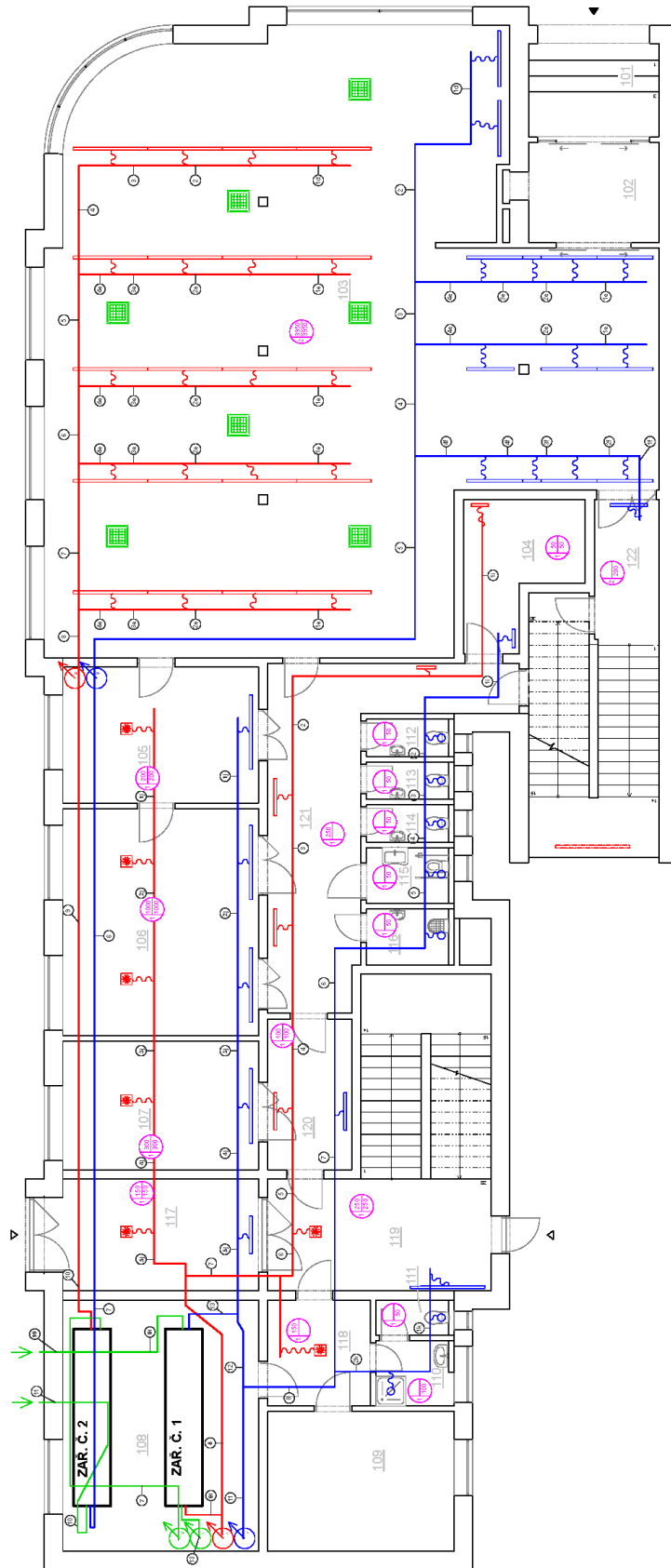
Vzhledem k faktu, že talířové ventily mají velkou tlakovou ztrátu, tak jsem volil prvky na co největší otevření. Kde při relativně malém prvku je malá tlaková ztráta 24 Pa. Hluk je zanedbatelně malý. Ostatní prvky budou navrženy stejným způsobem



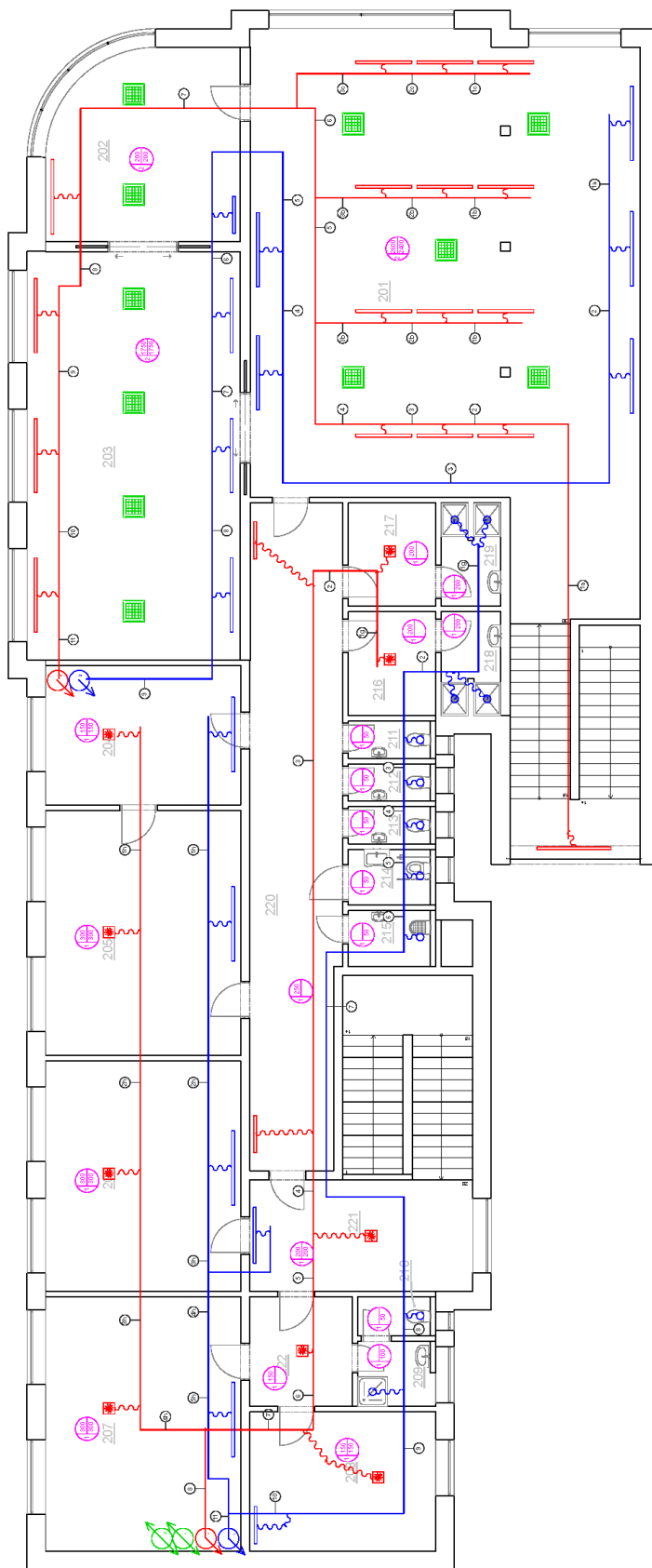
- L_pA - hladina akustického výkonu A [dB(A)]
- Otevření ventilu: A = 1/4, B = 1/2, C = 3/4, D = otevřeno

Obrázek 35 – Graf tlakové ztráty – talířový ventil

7 Dimenzování potrubí a tlaková ztráta



Obrázek 36 – Idealizované jednočarové schéma 1.NP



Obrázek 37 - Idealizované jednočárové schéma 2.NP

7.1 Zařízení č. 2

7.1.1 Přívod vzduchu

Tabulka 8 – Dimenzování vzduchotechnického potrubí + tlaková ztráta potrubí

Z VÝKRESU			VYPOČTENÉ					TLAKOVÁ ZTRÁTA CELKEM		POZNÁMKA	
Č.Ú.	V	L	Rozměr		S	v	R	ξ	Z		Z + R x L
-	m ³ x h ⁻¹	m	mm		m ²	m x s ⁻¹	Pa x m ⁻¹	-	Pa	Pa	
Zařízení č. 2 - Začátek v místnosti 103											
1d	197,5	2,5	160	140	0,022	2,46	0,67		1,7	3,4	Rovné potrubí
						2,46		0,3	1,1	1,1	Redukce
						2,46		0,3	1,1	1,1	Odbočení
						2,46			8,0	8,0	Koncový element
						2,46		1,5	5,4	5,4	Regulační klapka
2	395	2	225	200	0,045	2,44	0,42		0,8	1,7	Rovné potrubí
						2,44		0,2	1,4	1,4	2x Oblouk <30°
						2,44		0,3	1,1	1,1	Redukce
						2,44		0,3	1,1	1,1	Odbočení
3	592,5	2	250	250	0,063	2,64	0,39		0,8	1,6	Rovné potrubí
						2,64		0,3	1,3	1,3	Redukce
						2,64		0,3	1,3	1,3	Odbočení
4	790	4	315	250	0,079	2,79	0,38		1,5	3,1	Rovné potrubí
						2,79		0,6	2,8	2,8	Oblouk 90°
						2,79		0,3	1,4	1,4	Redukce
						2,79		0,3	1,4	1,4	e Odbočení
5	1580	3	400	400	0,160	2,74	0,23		0,7	1,4	Rovné potrubí
						2,74		0,3	1,4	1,4	Redukce
						2,74		0,3	1,4	1,4	e Odbočení
6	2370	3	500	450	0,225	2,93	0,21		0,6	1,2	Rovné potrubí
						2,93		0,3	1,5	1,5	Redukce
						2,93		0,3	1,5	1,5	e Odbočení
7	3160	3	630	450	0,284	3,10	0,20		0,6	1,2	Rovné potrubí
						3,10		0,3	1,7	1,7	Redukce
						3,10		0,3	1,7	1,7	e Odbočení
8	3950	2,5	710	450	0,320	3,43	0,23		0,6	1,1	Rovné potrubí
						3,43		0,3	2,1	2,1	Redukce
						3,43		0,3	2,1	2,1	a Odbočení
						3,43		1,5	10,6	10,6	Regulační klapka
9	8500	15	710	630	0,447	5,28	0,40		6,0	11,9	Rovné potrubí
						5,28	1,40	0,3	0,0	0,0	Redukce
10	8500	13	630	630	0,397	5,95	0,54		7,0	13,9	Rovné potrubí
						5,95		0,6	102,0	102,0	8x Oblouk 90°
						5,95		0,2	8,5	8,5	2x Oblouk <30°
						5,95			25,0	25,0	Požární klapka
						5,95		0,3	6,4	6,4	Redukce
11	8500	0,5	1250	1000	1,250	1,89	0,03		0,0	0,0	Rovné potrubí
						1,89			5,0	5,0	Protidešťová žal.
									Σ=	238,7	Pa

Z VÝKRESU			VYPOČTENÉ						TLAKOVÁ ZTRÁTA CELKEM		POZNÁMKA
Č.Ú.	V	L	Rozměr		S	v	R	ξ	Z	Z + R x L	
			Šířka	Výška							Pa
-	m ³ x h ⁻¹	m	mm		m ²	m x s ⁻¹	Pa x m ⁻¹	-	Pa	Pa	
Zařízení č. 2 - Začátek v místnosti 201											
1a	200	11	160	140	0,022	2,48	0,69		7,5	15,1	Rovné potrubí
						2,48		0,2	1,5	1,5	2x Oblouk <30°
						2,48		0,6	2,2	2,2	Oblouk 90°
						2,48		0,3	1,1	1,1	Redukce
						2,48		0,3	1,1	1,1	Odbočení
						2,48			8,0	8,0	Koncový element
						2,48		1,5	5,5	5,5	Regulační klapka
2	400	2	225	200	0,045	2,47	0,43		0,9	1,7	Rovné potrubí
						2,47		0,3	1,1	1,1	Redukce
						2,47		0,3	1,1	1,1	Odbočení
3	600	2	250	250	0,063	2,67	0,40		0,8	1,6	Rovné potrubí
						2,67		0,3	1,3	1,3	Redukce
						2,67		0,3	1,3	1,3	Odbočení
4	800	4,5	280	280	0,078	2,83	0,39		1,8	3,5	Rovné potrubí
						2,83		0,6	2,9	2,9	Oblouk 90°
						2,83		0,3	1,4	1,4	Redukce
						2,83		0,3	1,4	1,4	b Odbočení
5	1400	3,5	400	315	0,126	3,09	0,33		1,2	2,3	Rovné potrubí
						3,09		0,3	1,7	1,7	Redukce
						3,09		0,3	1,7	1,7	b Odbočení
6	2000	3	500	355	0,178	3,13	0,27		0,8	1,6	Rovné potrubí
						3,13		0,3	1,8	1,8	Redukce
						3,13		0,6	3,5	3,5	Oblouk 90°
						3,13		0,3	1,8	1,8	c Odbočení
7	2600	3	630	355	0,224	3,23	0,26		0,8	1,6	Rovné potrubí
						3,23		0,3	1,9	1,9	Redukce
						3,23		0,6	3,8	3,8	Oblouk 90°
						3,23		0,3	1,9	1,9	Odbočení
8	2800	3,5	630	355	0,224	3,48	0,30		1,0	2,1	Rovné potrubí
						3,48		0,2	2,9	2,9	2x Oblouk <30°
						3,48		0,3	2,2	2,2	Redukce
						3,48		0,3	2,2	2,2	Odbočení
9	3383	3,75	500	500	0,250	3,76	0,30		1,1	2,3	Rovné potrubí
						3,76		0,4	6,8	6,8	2x Oblouk 45°
						3,76		0,3	2,5	2,5	Redukce
						3,76		0,3	2,5	2,5	Odbočení
10	3966	3,75	560	500	0,280	3,93	0,31		1,2	2,3	Rovné potrubí
						3,93		0,3	2,8	2,8	Redukce
						3,93		0,3	2,8	2,8	Odbočení
11	4550	6	560	560	0,314	4,03	0,30		1,8	3,6	Rovné potrubí
						4,03		0,6	5,8	5,8	Oblouk 90°
						4,03		1,5	14,6	14,6	Regulační klapka
									Σ=	130,8	Pa

Z VÝKRESU			VYPOČTENÉ						TLAKOVÁ ZTRÁTA CELKEM		POZNÁMKA
Č.Ú.	V	L	Rozměr		S	v	R	ξ	Z	Z + R x L	
-	m ³ xh ⁻¹	m	Šířka	Výška	m ²	m x s ⁻¹	Pa x m ⁻¹	-	Pa	Pa	
Zařízení č. 2 - větev b - začátek v místnosti 201											
1b	200	2	160	140	0,022	2,48	0,69		1,4	2,7	Rovné potrubí
						2,48		0,3	1,1	1,1	Redukce
						2,48		0,3	1,1	1,1	Odbočení
						2,48			8,0	8,0	Koncový element
						2,48		1,5	5,5	5,5	Regulační klapka
2b	400	2	225	200	0,045	2,47	0,43		0,9	1,7	Rovné potrubí
						2,47		0,3	1,1	1,1	Redukce
						2,47		0,3	1,1	1,1	Odbočení
3b	600	1,5	250	250	0,063	2,67	0,40		0,6	1,2	Rovné potrubí
						2,67		0,3	1,3	1,3	Redukce
						2,67		0,3	1,3	1,3	Odbočení
						2,67		1,5	6,4	6,4	Regulační klapka
									Σ=	32,6	2x Pa

Z VÝKRESU			VYPOČTENÉ						TLAKOVÁ ZTRÁTA CELKEM		POZNÁMKA
Č.Ú.	V	L	Rozměr		S	v	R	ξ	Z	Z + R x L	
-	m ³ xh ⁻¹	m	Šířka	Výška	m ²	m x s ⁻¹	Pa x m ⁻¹	-	Pa	Pa	
Zařízení č. 2 - větev c - začátek v místnosti 201											
1c	200	2	160	140	0,022	2,48	0,69		1,4	2,7	Rovné potrubí
						2,48		0,3	1,1	1,1	Redukce
						2,48		0,3	1,1	1,1	Odbočení
						2,48			8,0	8,0	Koncový element
						2,48		1,5	5,5	5,5	Regulační klapka
2c	400	2	225	200	0,045	2,47	0,43		0,9	1,7	Rovné potrubí
						2,47		0,3	1,1	1,1	Redukce
						2,47		0,3	1,1	1,1	Odbočení
3c	600	3	250	250	0,063	2,67	0,40		1,2	2,4	Rovné potrubí
						2,67		0,3	1,3	1,3	Redukce
						2,67		0,3	1,3	1,3	Odbočení
						2,67		0,6	2,6	2,6	Oblouk 90°
						2,67		1,5	6,4	6,4	Regulační klapka
									Σ=	36,3	Pa

Z VÝKRESU			VYPOČTENÉ						TLAKOVÁ ZTRÁTA CELKEM		POZNÁMKA
Č.Ú.	V	L	Rozměr		S	v	R	ξ	Z	Z + R x L	
-	m ³ xh ⁻¹	m	Šířka	Výška	m ²	m x s ⁻¹	Pa x m ⁻¹	-	Pa	Pa	
Zařízení č. 2 - větev e - začátek v místnosti 103											
1e	197,5	2,5	160	140	0,022	2,46	0,67		1,7	3,4	Rovné potrubí
						2,46		0,3	1,1	1,1	Redukce
						2,46		0,3	1,1	1,1	Odbočení
						2,46			8,0	8,0	Koncový element
						2,46		1,5	5,4	5,4	Regulační klapka
2e	395	2	225	200	0,045	2,44	0,42		0,8	1,7	Rovné potrubí
						2,44		0,2	1,4	1,4	2x Oblouk <30°
						2,44		0,3	1,1	1,1	Redukce
						2,44		0,3	1,1	1,1	Odbočení
3e	592,5	2	250	250	0,063	2,64	0,39		0,8	1,6	Rovné potrubí
						2,64		0,3	1,3	1,3	Redukce
						2,64		0,3	1,3	1,3	Odbočení
4e	790	1	315	250	0,079	2,79	0,38		0,4	0,8	Rovné potrubí
						2,79		1,5	7,0	7,0	Regulační klapka
									Σ=	36,1	4x Pa

7.1.2 Odvod vzduchu

Z VÝKRESU			VYPOČTENÉ						TLAKOVÁ ZTRÁTA CELKEM		POZNÁMKA
Č.Ú.	V	L	Rozměr		S	v	R	ξ	Z	Z + R x L	
-	m ³ x h ⁻¹	m	mm		m ²	m x s ⁻¹	Pa x m ⁻¹	-	Pa	Pa	
Zařízení č. 2 - Začátek v místnosti 103											
1d	338,5	1,5	200	200	0,040	2,35	0,42		0,6	1,3	Rovné potrubí
						2,35		0,3	1,0	1,0	Redukce
						2,35		0,6	2,0	2,0	Přípoj
						2,35			13,0	13,0	Koncový element
						2,35		1,5	5,0	5,0	Regulační klapka
2	677	2	280	280	0,078	2,40	0,29		0,6	1,2	Rovné potrubí
						2,40		0,4	2,8	2,8	2x Oblouk 45°
						2,40		0,3	1,0	1,0	Redukce
						2,40		0,6	2,1	2,1	e Přípoj
						2,40		1,5	5,2	5,2	Regulační klapka
3	1805,5	1,5	500	315	0,158	3,18	0,31		0,5	0,9	Rovné potrubí
						3,18		0,3	1,8	1,8	Redukce
						3,18		0,6	3,6	3,6	e Přípoj
						3,18		1,5	9,1	9,1	Regulační klapka
4	2821	2,5	560	355	0,199	3,94	0,39		1,0	2,0	Rovné potrubí
						3,94		0,3	2,8	2,8	Redukce
						3,94		0,6	5,6	5,6	f Přípoj
						3,94		1,5	14,0	14,0	Regulační klapka
5	4185,5	14	710	355	0,252	4,62	0,48		6,7	13,3	Rovné potrubí
						4,62		0,6	15,4	15,4	2x Oblouk 90°
						4,62		0,2	10,2	10,2	4x Oblouk <30°
						4,62		0,3	3,8	3,8	Redukce
						4,62		0,6	7,7	7,7	a Přípoj
						4,62		1,5	19,2	19,2	Regulační klapka
6	8500	15	710	630	0,447	5,28	0,40		6,0	11,9	Rovné potrubí
						5,28		0,3	5,0	5,0	2x Redukce
7	8500	28	630	630	0,397	5,95	0,54		15,1	30,2	Rovné potrubí
						5,95			40,0	40,0	2x Požární klapka
						5,95		0,6	114,7	114,7	9x Oblouk 90°
						5,95		0,1	2,1	2,1	Nerezová mřížka
									Σ=	347,9	Pa

Z VÝKRESU			VYPOČTENÉ						TLAKOVÁ ZTRÁTA CELKEM		POZNÁMKA
Č.Ú.	V	L	Rozměr		S	v	R	ξ	Z	Z + R x L	
-	m ³ x h ⁻¹	m	mm		m ²	m x s ⁻¹	Pa x m ⁻¹	-	Pa	Pa	
Zařízení č. 2 - větev e - začátek v místnosti 103											
1e	338,5	1,5	200	200	0,040	2,35	0,42		0,6	1,3	Rovné potrubí
						2,35		0,3	1,0	1,0	Redukce
						2,35		0,6	2,0	2,0	Přípoj
						2,35			13,0	13,0	Koncový element
						2,35		1,5	5,0	5,0	Regulační klapka
2e	677	1	280	280	0,078	2,40	0,29		0,3	0,6	Rovné potrubí
						2,40		0,4	2,8	2,8	Oblouk 45°
						2,40		0,3	1,0	1,0	Redukce
						2,40		0,6	2,1	2,1	Přípoj
3e	790	1	280	280	0,078	2,80	0,38		0,4	0,8	Rovné potrubí
						2,80		0,3	1,4	1,4	Redukce
						2,80		0,6	2,8	2,8	Přípoj
4e	1128,5	2	315	315	0,099	3,16	0,40		0,8	1,6	Rovné potrubí
						3,16		0,2	2,4	2,4	2x Oblouk <30°
						3,16		0,3	1,8	1,8	Redukce
						3,16		0,6	3,6	3,6	Přípoj
						3,16		1,5	9,0	9,0	Regulační klapka
									Σ=	52,0	2x Pa

Z VÝKRESU			VYPOČTENÉ						TLAKOVÁ ZTRÁTA CELKEM		POZNÁMKA
Č.Ú.	V	L	Rozměr		S	v	R	ξ	Z	Z + R x L	
			Šířka	Výška							mm
Zařízení č. 2 - větev f - začátek v místnosti 122											
1f	236	2,5	225	225	0,051	1,29	0,13		0,3	0,7	Rovné potrubí
						1,29		0,3	0,3	0,3	Redukce
						1,29		0,6	0,6	0,6	Přípoj
						1,29		0,6	0,6	0,6	Oblouk 90°
						1,29			7,0	7,0	Koncový element
						1,29		1,5	1,5	1,5	Regulační klapka
2f	574,5	1,5	250	225	0,056	2,83	0,48		0,7	1,4	Rovné potrubí
						2,83		0,3	1,4	1,4	Redukce
						2,83		0,6	2,9	2,9	Přípoj
3f	913	1	315	280	0,088	2,88	0,38		0,4	0,8	Rovné potrubí
						2,88		0,3	1,5	1,5	Redukce
						2,88		0,6	3,0	3,0	Přípoj
4f	1026	1	315	280	0,088	3,23	0,47		0,5	0,9	Rovné potrubí
						3,23		0,2	2,5	2,5	2x Oblouk <30°
						3,23		0,3	1,9	1,9	Redukce
						3,23		0,6	3,8	3,8	Přípoj
5f	1364,5	2	315	315	0,099	3,82	0,56		1,1	2,2	Rovné potrubí
						3,82		0,2	3,5	3,5	2x Oblouk <30°
						3,82		0,3	2,6	2,6	Redukce
						3,82		0,6	5,3	5,3	Přípoj
						3,82		1,5	13,1	13,1	Regulační klapka
									Σ=	57,5	Pa

Z VÝKRESU			VYPOČTENÉ						TLAKOVÁ ZTRÁTA CELKEM		POZNÁMKA
Č.Ú.	V	L	Rozměr		S	v	R	ξ	Z	Z + R x L	
			Šířka	Výška							mm
Zařízení č. 2 - Začátek v místnosti 201											
1a	473	3,5	225	225	0,051	2,60	0,44		1,5	3,1	Rovné potrubí
						2,60		0,3	1,2	1,2	Redukce
						2,60		0,6	2,4	2,4	Přípoj
						2,60			6,0	6,0	Koncový element
						2,60		1,5	6,1	6,1	Regulační klapka
2	946	3,5	315	315	0,099	2,65	0,29		1,0	2,0	Rovné potrubí
						2,65		0,3	1,3	1,3	Redukce
						2,65		0,6	2,5	2,5	Přípoj
3	1419	14,5	450	315	0,142	2,78	0,26		3,7	7,4	Rovné potrubí
						2,78		0,6	5,6	5,6	2x Oblouk 90°
						2,78		0,3	1,4	1,4	Redukce
						2,78		0,6	2,8	2,8	Přípoj
4	1892	3,5	500	355	0,178	2,96	0,25		0,9	1,7	Rovné potrubí
						2,96		0,3	1,6	1,6	Redukce
						2,96		0,6	3,2	3,2	Přípoj
5	2365	6,5	630	355	0,224	2,94	0,22		1,4	2,8	Rovné potrubí
						2,94		0,6	6,2	6,2	2x Oblouk 90°
						2,94		0,3	1,6	1,6	Redukce
						2,94		0,6	3,1	3,1	Přípoj
6	2565	3	630	355	0,224	3,19	0,25		0,8	1,5	Rovné potrubí
						3,19		0,2	1,2	1,2	2x Oblouk <30°
						3,19		0,3	1,8	1,8	Redukce
						3,19		0,6	3,7	3,7	Přípoj
7	3148	3,75	500	500	0,250	3,50	0,27		1,0	2,0	Rovné potrubí
						3,50		0,3	2,2	2,2	Redukce
						3,50		0,6	4,4	4,4	Přípoj
8	3731	3,75	560	500	0,280	3,70	0,28		1,0	2,1	Rovné potrubí
						3,70		0,3	2,5	2,5	Redukce
						3,70		0,6	4,9	4,9	Přípoj
9	4314	9,5	560	560	0,314	3,82	0,27		2,6	5,1	Rovné potrubí
						3,82		0,6	10,5	10,5	2x Oblouk 90°
						3,82		0,6	5,3	5,3	Přípoj
						3,82		1,5	13,1	13,1	Regulační klapka
									Σ=	109,1	Pa

7.2 Zařízení č. 1

7.2.1 Přívod vzduchu

Z VÝKRESU			VYPOČTENÉ						TLAKOVÁ ZTRÁTA CELKEM		POZNÁMKA
Č.Ú.	V	L	Rozměr		S	v	R	ξ	Z	Z + R x L	
-	m ³ x h ⁻¹	m	Šířka	Výška	m ²	m x s ⁻¹	Pa x m ⁻¹	-	Pa	Pa	
Zařízení č. 1 - začátek v místnosti 104											
1i	50	6	80	100	0,008	1,74	0,78		4,7	9,3	Rovné potrubí
						1,74		0,3	0,5	0,5	Redukce
						1,74		0,3	0,5	0,5	Odbočení
						1,74		1,5	2,7	2,7	Regulační klapka
						1,74			3,0	3,0	Koncový element
						1,74		0,6	1,1	1,1	Oblouk 90°
2	100	7	125	100	0,013	2,22	0,89		6,2	12,5	Rovné potrubí
						2,22		0,3	0,9	0,9	Redukce
						2,22		0,3	0,9	0,9	Odbočení
						2,22		0,6	1,8	1,8	Oblouk 90°
3	200	3,5	180	125	0,023	2,47	0,69		2,4	4,8	Rovné potrubí
						2,47		0,3	1,1	1,1	Redukce
						2,47		0,3	1,1	1,1	Odbočení
4	300	5	200	160	0,032	2,60	0,59		3,0	5,9	Rovné potrubí
						2,60		0,3	1,2	1,2	Redukce
						2,60		0,3	1,2	1,2	Odbočení
5	400	3	200	200	0,040	2,78	0,57		1,7	3,4	Rovné potrubí
						2,78		0,3	1,4	1,4	Redukce
						2,78		0,3	1,4	1,4	Odbočení
6	650	1	250	250	0,063	2,89	0,47		0,5	0,9	Rovné potrubí
						2,89		0,3	1,5	1,5	Redukce
						2,89		0,3	1,5	1,5	Odbočení
						2,89		0,6	3,0	3,0	Oblouk 90°
7	800	2,5	280	250	0,070	3,17	0,52		1,3	2,6	Rovné potrubí
						3,17		0,3	1,8	1,8	j Odbočení
						3,17		0,3	1,8	1,8	Redukce
8	2450	7	450	450	0,203	3,36	0,28		2,0	3,9	Rovné potrubí
						3,36		0,4	10,8	10,8	4x Oblouk 45°
						3,36		0,3	2,0	2,0	g Odbočení
						3,36			25,0	25,0	Požární klapka
						3,36		1,5	10,2	10,2	Regulační klapka
						3,36		0,3	2,0	2,0	Redukce
9i	4650	6,5	650	600	0,390	3,31	0,18		1,2	2,4	Rovné potrubí
						3,31		0,6	15,8	15,8	4x Oblouk 90°
						3,31		0,3	2,0	2,0	Redukce
10	4650	0,5	1250	1000	1,250	1,03	0,01		0,0	0,0	Rovné potrubí
						1,03			5,0	5,0	Protidešťová žal.
									Σ=	147,1	Pa

Z VÝKRESU			VYPOČTENÉ						TLAKOVÁ ZTRÁTA CELKEM		POZNÁMKA
Č.Ú.	V	L	Rozměr		S	v	R	ξ	Z	Z + R x L	
-	m ³ x h ⁻¹	m	Šířka	Výška	m ²	m x s ⁻¹	Pa x m ⁻¹	-	Pa	Pa	
Zařízení č. 1 - větve h - začátek v místnosti 204											
1h	150	5	125	160	0,020	2,08	0,59		2,9	5,9	Rovné potrubí
						2,08		0,3	0,8	0,8	Redukce
						2,08		0,3	0,8	0,8	Odbočení
						2,08			15,0	15,0	Koncový element
2h	450	7	250	225	0,056	2,22	0,31		2,1	4,3	Rovné potrubí
						2,22		0,3	0,9	0,9	Redukce
						2,22		0,3	0,9	0,9	Odbočení
3h	750	6	280	280	0,078	2,66	0,35		2,1	4,2	Rovné potrubí
						2,66		0,3	1,3	1,3	Redukce
						2,66		0,3	1,3	1,3	Odbočení
4h	1050	2	315	315	0,099	2,94	0,35		0,7	1,4	Rovné potrubí
						2,94		0,3	1,6	1,6	Redukce
						2,94		1,5	7,8	7,8	Regulační klapka
									Σ=	45,9	Pa

Z VÝKRESU			VYPOČTENÉ						TLAKOVÁ ZTRÁTA CELKEM		POZNÁMKA
Č.Ú.	V	L	Rozměr		S	v	R	ξ	Z	Z + R x L	
-	m ³ xh ⁻¹	m	Šířka	Výška	m ²	m x s ⁻¹	Pa x m ⁻¹	-	Pa	Pa	
Zařízení č. 1 - začátek v místnosti 216											
1g	200	3	125	225	0,028	1,98	0,45		1,3	2,7	Rovné potrubí
						1,98		0,3	0,7	0,7	Redukce
						1,98		0,3	0,7	0,7	Odbočení
						1,98			12,0	12,0	Koncový element
						1,98		0,6	1,4	1,4	Oblouk 90°
2	400	2,5	225	225	0,051	2,19	0,33		0,8	1,7	Rovné potrubí
						2,19		0,3	0,9	0,9	Redukce
						2,19		0,3	0,9	0,9	Odbočení
						2,19		0,6	1,7	1,7	Oblouk 90°
3	525	16	280	225	0,063	2,31	0,31		5,0	10,0	Rovné potrubí
						2,31		0,3	1,0	1,0	Redukce
						2,31		0,3	1,0	1,0	Odbočení
4	650	2,5	315	225	0,071	2,55	0,35		0,9	1,7	Rovné potrubí
						2,55		0,3	1,2	1,2	Redukce
						2,55		0,3	1,2	1,2	Odbočení
						2,55		0,4	3,1	3,1	2x Oblouk 45°
5	850	3	355	250	0,089	2,66	0,33		1,0	2,0	Rovné potrubí
						2,66		0,3	1,3	1,3	Redukce
						2,66		0,3	1,3	1,3	Odbočení
6	1000	3	355	280	0,099	2,79	0,32		1,0	1,9	Rovné potrubí
						2,79		0,3	1,4	1,4	Redukce
						2,79		0,3	1,4	1,4	Odbočení
						2,79		0,6	2,8	2,8	Oblouk 90°
7	1150	2	355	315	0,112	2,86	0,31		0,6	1,2	Rovné potrubí
						2,86		0,3	1,5	1,5	h Odbočení
						2,86		0,6	2,9	2,9	Oblouk 90°
8	2200	5	450	450	0,203	3,02	0,23		1,2	2,3	Rovné potrubí
						3,02		0,6	3,3	3,3	Oblouk 90°
						3,02		1,5	8,2	8,2	Regulační klapka
									Σ=	73,2	Pa

Z VÝKRESU			VYPOČTENÉ						TLAKOVÁ ZTRÁTA CELKEM		POZNÁMKA
Č.Ú.	V	L	Rozměr		S	v	R	ξ	Z	Z + R x L	
-	m ³ xh ⁻¹	m	Šířka	Výška	m ²	m x s ⁻¹	Pa x m ⁻¹	-	Pa	Pa	
Zařízení č. 1 - větev j - začátek v místnosti 105											
1j	200	4	125	225	0,028	1,98	0,45		1,8	3,6	Rovné potrubí
						1,98		0,3	0,7	0,7	Redukce
						1,98		0,3	0,7	0,7	Odbočení
						1,98		1,5	3,5	3,5	Regulační klapka
						1,98			10,0	10,0	Koncový element
						1,98		0,6	1,4	1,4	Oblouk 90°
2j	700	3	280	280	0,078	2,48	0,31		0,9	1,8	Rovné potrubí
						2,48		0,3	1,1	1,1	Redukce
						2,48		0,3	1,1	1,1	Odbočení
3j	1200	3,5	355	355	0,126	2,64	0,25		0,9	1,7	Rovné potrubí
						2,64		0,3	1,3	1,3	Redukce
						2,64		0,3	1,3	1,3	Odbočení
4j	1500	3,5	400	355	0,142	2,93	0,28		1,0	1,9	Rovné potrubí
						2,93		0,3	1,5	1,5	Redukce
						2,93		0,3	1,5	1,5	Odbočení
5j	1650	2	400	355	0,142	3,23	0,33		0,7	1,3	Rovné potrubí
						2,23		1,5	4,5	4,5	Regulační klapka
									Σ=	39,0	Pa

7.2.2 Odvod vzduchu

Z VÝKRESU			VYPOČTENÉ						TLAKOVÁ ZTRÁTA CELKEM		POZNÁMKA
Č.Ú.	V	L	Rozměr		S	v	R	ξ	Z	Z + R x L	
-	m ³ x h ⁻¹	m	Šířka	Výška	m ²	m x s ⁻¹	Pa x m ⁻¹	-	Pa	Pa	
Zařízení č. 1 - začátek v místnosti 219											
1g	200	3	125	225	0,028	1,98	0,45		1,4	2,7	Rovné potrubí
						1,98		0,3	0,7	0,7	Redukce
						1,98		0,6	1,4	1,4	Přípoj
						1,98		0,6	1,4	1,4	Oblouk 90°
						1,98			24,0	24,0	Koncový element
2	400	3	225	225	0,051	2,19	0,33		1,0	2,0	Rovné potrubí
						2,19		0,6	1,7	1,7	Oblouk 90°
						2,19		0,3	0,9	0,9	Redukce
						2,19		0,6	1,7	1,7	Přípoj
3	450	1	250	225	0,056	2,22	0,31		0,3	0,6	Rovné potrubí
						2,22		0,6	1,8	1,8	Přípoj
4	500	1	250	225	0,056	2,47	0,37		0,4	0,7	Rovné potrubí
						2,47		0,3	1,1	1,1	Redukce
						2,47		0,6	2,2	2,2	Přípoj
5	550	1	250	250	0,063	2,44	0,34		0,3	0,7	Rovné potrubí
						2,44		0,6	2,1	2,1	Přípoj
6	600	1,5	250	250	0,063	2,67	0,40		0,6	1,2	Rovné potrubí
						2,67		0,3	1,3	1,3	Redukce
						2,67		0,6	2,6	2,6	Přípoj
7	650	14,5	280	250	0,070	2,58	0,35		5,1	10,3	Rovné potrubí
						2,58		0,3	1,2	1,2	Redukce
						2,58		0,6	2,4	2,4	Přípoj
8	700	2	280	250	0,070	2,78	0,41		0,8	1,6	Rovné potrubí
						2,78		0,3	1,4	1,4	Redukce
						2,78		0,6	2,8	2,8	Přípoj
9	800	7	315	250	0,079	2,82	0,39		2,7	5,5	Rovné potrubí
						2,82		0,3	1,4	1,4	Redukce
						2,82		0,6	2,9	2,9	Přípoj
10	950	1	315	280	0,088	2,99	0,40		0,4	0,8	Rovné potrubí
						2,99		0,6	3,2	3,2	h Přípoj
						2,99		0,3	1,6	1,6	Redukce
11	2200	9	450	450	0,203	3,02	0,23		2,1	4,2	Rovné potrubí
						3,02		0,6	3,3	3,3	i Přípoj
						3,02		0,6	6,6	6,6	2x Oblouk 90°
						3,02		1,5	8,2	8,2	Regulační klapka
12	3000	2	500	500	0,250	3,33	0,24		0,5	1,0	Rovné potrubí
						3,33		0,6	4,0	4,0	j Přípoj
						3,33		0,6	4,0	4,0	Oblouk 90°
						3,33		1,5	10,0	10,0	Regulační klapka
						3,33		0,3	2,0	2,0	Redukce
13	4650	12	630	630	0,397	3,25	0,17		2,0	4,1	Rovné potrubí
						3,25			40,0	40,0	2x Požární klapka
						3,25		0,6	15,2	15,2	4x Oblouk 90°
						3,25		0,1	0,6	0,6	Nerezová mřížka
									Σ=	189,0	Pa

Z VÝKRESU			VYPOČTENÉ						TLAKOVÁ ZTRÁTA CELKEM		POZNÁMKA
Č.Ú.	V	L	Rozměr		S	v	R	ξ	Z	Z + R x L	
			Šířka	Výška							m ²
Zařízení č. 1 - větev h - začátek v místnosti 204											
1h	150	7	125	160	0,020	2,08	0,59		4,1	8,2	Rovné potrubí
						2,08		0,3	0,8	0,8	Redukce
						2,08		0,6	1,6	1,6	Přípoj
						2,08		1,5	3,9	3,9	Regulační klapka
						2,08			15,0	15,0	Koncový element
2h	450	7	280	200	0,056	2,23	0,32		2,2	4,4	Rovné potrubí
						2,23		0,3	0,9	0,9	Redukce
						2,23		0,6	1,8	1,8	Přípoj
3h	750	1	315	280	0,088	2,36	0,26		0,3	0,5	Rovné potrubí
						2,36		0,3	1,0	1,0	Redukce
						2,36		0,6	2,0	2,0	Přípoj
4h	950	1	315	315	0,099	2,66	0,29		0,3	0,6	Rovné potrubí
						2,66		0,3	1,3	1,3	Redukce
						2,66		0,6	2,5	2,5	Přípoj
5h	1250	1	355	315	0,112	3,11	0,36		0,4	0,7	Rovné potrubí
						3,11		0,6	3,5	3,5	Přípoj
						3,11		1,5	8,7	8,7	Regulační klapka
						3,11		0,2	7,0	7,0	6X Oblouk <30°
									Σ=	64,3	Pa

Z VÝKRESU			VYPOČTENÉ						TLAKOVÁ ZTRÁTA CELKEM		POZNÁMKA
Č.Ú.	V	L	Rozměr		S	v	R	ξ	Z	Z + R x L	
			Šířka	Výška							m ²
Zařízení č. 1 - začátek v místnosti 104											
1i	50	5	80	100	0,008	1,74	0,78		3,9	7,8	Rovné potrubí
						1,74		0,3	0,5	0,5	Redukce
						1,74		0,6	1,1	1,1	Přípoj
						1,74		1,5	2,7	2,7	Regulační klapka
						1,74			3,0	3,0	Koncový element
						1,74		0,6	2,2	2,2	2x Oblouk 90°
2	100	1	100	160	0,016	1,74	0,49		0,5	1,0	Rovné potrubí
						1,74		0,3	0,5	0,5	Redukce
						1,74		0,6	1,1	1,1	Přípoj
3	150	1	125	160	0,020	2,08	0,59		0,6	1,2	Rovné potrubí
						2,08		0,3	0,8	0,8	Redukce
						2,08		0,6	1,6	1,6	Přípoj
4	200	1	140	160	0,022	2,48	0,69		0,7	1,4	Rovné potrubí
						2,48		0,3	1,1	1,1	Redukce
						2,48		0,6	2,2	2,2	Přípoj
5	250	1,5	160	160	0,026	2,71	0,73		1,1	2,2	Rovné potrubí
						2,71		0,3	1,3	1,3	Redukce
						2,71		0,6	2,6	2,6	Přípoj
6	300	7	180	160	0,029	2,89	0,77		5,4	10,8	Rovné potrubí
						2,89		0,3	1,5	1,5	Redukce
						2,89		0,6	3,0	3,0	Přípoj
						2,89		0,6	6,0	6,0	2x Oblouk 90°
7	400	7	225	180	0,041	2,74	0,56		3,9	7,8	Rovné potrubí
						2,74		0,3	1,4	1,4	Redukce
						2,74		0,6	2,7	2,7	Přípoj
						2,74		0,6	2,7	2,7	Oblouk 90°
8	800	2,5	250	250	0,063	3,56	0,68		1,7	3,4	Rovné potrubí
						3,56			20,0	20,0	Požární klapka
						3,56		0,3	2,3	2,3	Redukce
						3,56		0,6	4,6	4,6	k Přípoj
						3,56		1,5	11,4	11,4	Regulační klapka
									Σ=	111,8	Pa

Z VÝKRESU			VYPOČTENÉ						TLAKOVÁ ZTRÁTA CELKEM		POZNÁMKA
Č.Ú.	V	L	Rozměr		S	v	R	ξ	Z	Z + R x L	
			Šířka	Výška							
Zařízení č. - větev j - začátek v místnosti 105											
1j	200	4	125	225	0,028	1,98	0,45		1,8	3,6	Rovné potrubí
						1,98		0,3	0,7	0,7	Redukce
						1,98		0,6	1,4	1,4	Přípoj
						1,98		1,5	3,5	3,5	Regulační klapka
						1,98			10,0	10,0	Koncový element
						1,98		0,6	1,4	1,4	Oblouk 90°
2j	700	3	280	280	0,078	2,48	0,31		0,9	1,8	Rovné potrubí
						2,48		0,3	1,1	1,1	Redukce
						2,48		0,6	2,2	2,2	Přípoj
3j	1200	3,5	355	355	0,126	2,64	0,25		0,9	1,7	Rovné potrubí
						2,64		0,3	1,3	1,3	Redukce
						2,64		0,6	2,5	2,5	Přípoj
4j	1500	3,5	400	355	0,142	2,93	0,28		1,0	1,9	Rovné potrubí
						2,93		0,3	1,5	1,5	Redukce
						2,93		0,6	3,1	3,1	Přípoj
5j	1650	4	400	355	0,142	3,23	0,33		1,3	2,6	Rovné potrubí
						3,23		1,5	9,4	9,4	Regulační klapka
						3,23			20,0	20,0	Požární klapka
						3,23		0,3	1,9	1,9	Redukce
						3,23		0,4	10,0	10,0	4x Oblouk 45°
									Σ=	81,8	Pa

Z VÝKRESU			VYPOČTENÉ						TLAKOVÁ ZTRÁTA CELKEM		POZNÁMKA
Č.Ú.	V	L	Rozměr		S	v	R	ξ	Z	Z + R x L	
			Šířka	Výška							
Zařízení č. - větev k - začátek v místnosti 119											
1j	250	1,5	160	160	0,026	2,71	0,73		1,1	2,2	Rovné potrubí
						2,71		0,3	1,3	1,3	Redukce
						2,71		0,6	2,6	2,6	Přípoj
						2,71		1,5	6,6	6,6	Regulační klapka
						2,71			15,0	15,0	Koncový element
2j	300	2,5	180	160	0,029	2,89	0,77		1,9	3,8	Rovné potrubí
						2,89		0,3	1,5	1,5	Redukce
						2,89		0,6	3,0	3,0	Přípoj
						2,89		0,6	3,0	3,0	Oblouk 90°
3j	400	3,5	200	180	0,036	3,09	0,74		2,6	5,2	Rovné potrubí
						3,09		1,5	8,6	8,6	Regulační klapka
									Σ=	52,9	Pa

7.3 Dimenzování závěr

Z podrobných dimenzačních tabulek vyplývá tlaková ztráta pro jednotlivá zařízení.

Výstup z dimenzování - Tlaková ztráta v [Pa]			
Zařízení č. 1		Zařízení č. 2	
Prívod	Odvod	Prívod	Odvod
147	189	239	348

Tabulka 9 – Tlaková ztráta jednotlivých zařízení

8 Vzduchotechnické jednotky

VZT jednotky byly navrženy v programu AeroCAD dle předchozích vstupních údajů externí tlakové ztráty sacího a výfukového potrubí (Tab. 9). První byly navrženy VZT jednotky na odhadované extrémní tlakové ztráty. Po osazení jednotek do strojovny a propojení potrubí, se provedl nový výpočet už se zpřesněnou tlakovou ztrátou.

8.1 Jednotka č. 1

Zařízení číslo 1 zajišťuje nucené větrání kanceláří, chodeb a podtlakově větrá hygienické místnosti z tohoto důvodu jsem zvolil deskový výměník, který má sice menší účinnost oproti rotačnímu, ale nesměšuje vzduch, který by v tomto případě odvodu z hygienickým mohl tvořit

ID nabídky	
Projekt	[1] Pobočka banky fára
Číslo / Název zařízení	01 / Zařízení č. 1
Určení jednotky	Standardní prostředí

STRUČNÁ SPECIFIKACE ZAŘÍZENÍ

Základní parametry zařízení		
Druh, rozměr	AeroMaster XP 06	
Typ řídicího systému	Není	
Hmotnost (+-10%)	847 kg	
Umístění jednotky	Vnitřní	
Materiálové provedení		
Vnější plášť	Lakovaný plech (RAL 9002)	
Vnitřní plášť	Pozinkovaný plech	
	Přívod	Odvod
Průtok vzduchu	4650 m ³ /h	4650 m ³ /h
Externí tlaková rezerva	200 Pa	200 Pa
Rychlost v průřezu	2.84 m/s	2.84 m/s
Příkon ventilátorů	1.75 kW	1.29 kW
1. stupeň filtrace	M5	G4
2. stupeň filtrace	-	-
SFP _i	1306 W.m ⁻³ .s	
Celkový příkon jednotky	3.04 kW	
Napájecí napětí		
Celkový proud I _{max}		
SFP _{AHU}	2352 W.m ⁻³ .s	

Nejdůležitější parametry vybraných komponentů

	Na straně vzduchu		Na straně média	
Zpětný zisk tepla	-15.0 -> 4.4 °C	54 %		
Ohřev	4.4 -> 22.0 °C	27.9 kW	80/36 °C, Voda, 2.0 kPa, 0.56 m ³ /h	
Chlazení	30.0 -> 22.0 °C	11.7 kW	7/16 °C, Voda, 3.1 kPa, 1.16 m ³ /h	

Detailní specifikace a výsledné parametry jsou součástí detailní specifikace vzduchotechnického zařízení

Hlukové parametry zařízení

	LwAokt* [dB]								LwA** [dB(A)]
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Přívod - sání	40.8	45.8	62.1	59.8	57.1	53.0	47.6	44.1	65.4
Přívod - výtlač	47.9	56.0	71.9	75.6	81.8	78.6	74.1	69.2	84.9
Přívod - okolí	40.9	39.9	52.8	48.6	52.1	48.4	44.8	36.0	57.4
Odvod - sání	43.5	51.0	65.3	65.3	59.8	57.6	53.6	51.5	69.5
Odvod - výtlač	48.0	56.6	72.1	75.2	81.3	76.7	72.5	69.0	84.1
Odvod - okolí	41.0	40.5	53.0	48.2	51.6	46.5	43.3	35.8	57.0

* Hladiny akustického výkonu v oktávových pásmech

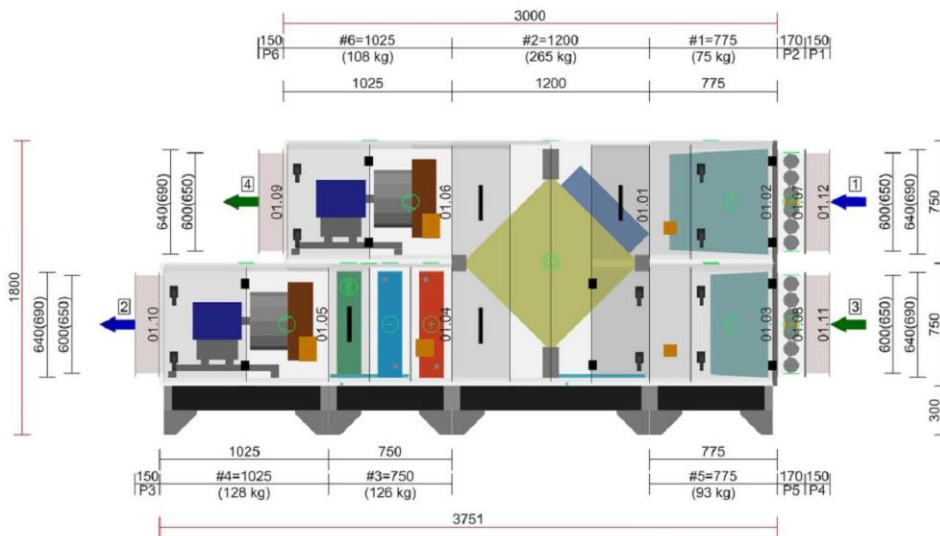
** Celková hladina akustického výkonu

Obrázek 38 – Nejdůležitější parametry vzduchotechnické jednotky č. 1

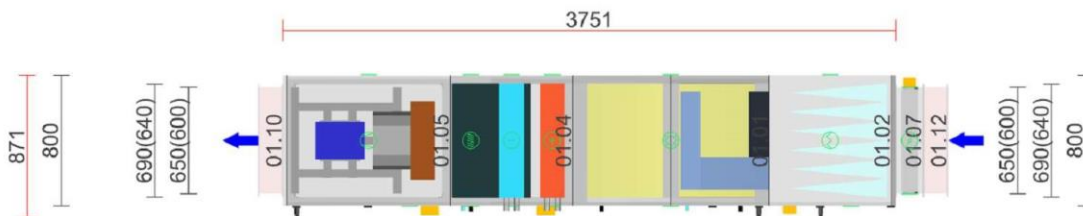
GRAFICKÉ POHLEDY

Bokorys servisní strany

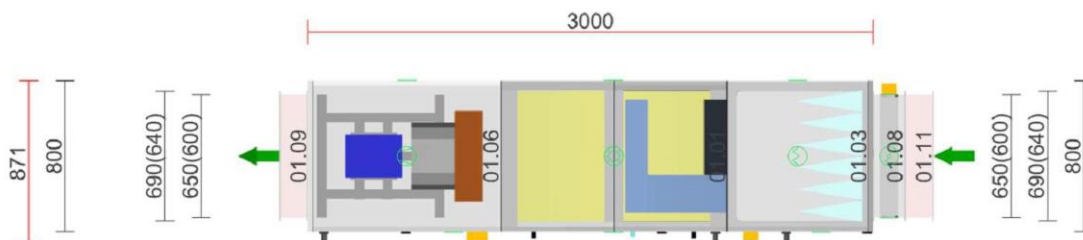
Číslování větví: 1 - venkovní vzduch, 2 - přívodní vzduch, 3 - odtahový vzduch, 4 - odpadní vzduch, 5 - cirkulační vzduch



Půdorys přívodní větve



Půdorys odtahové větve



Obrázek 39 – VZT jednotka č. 1 bokorys + půdorys

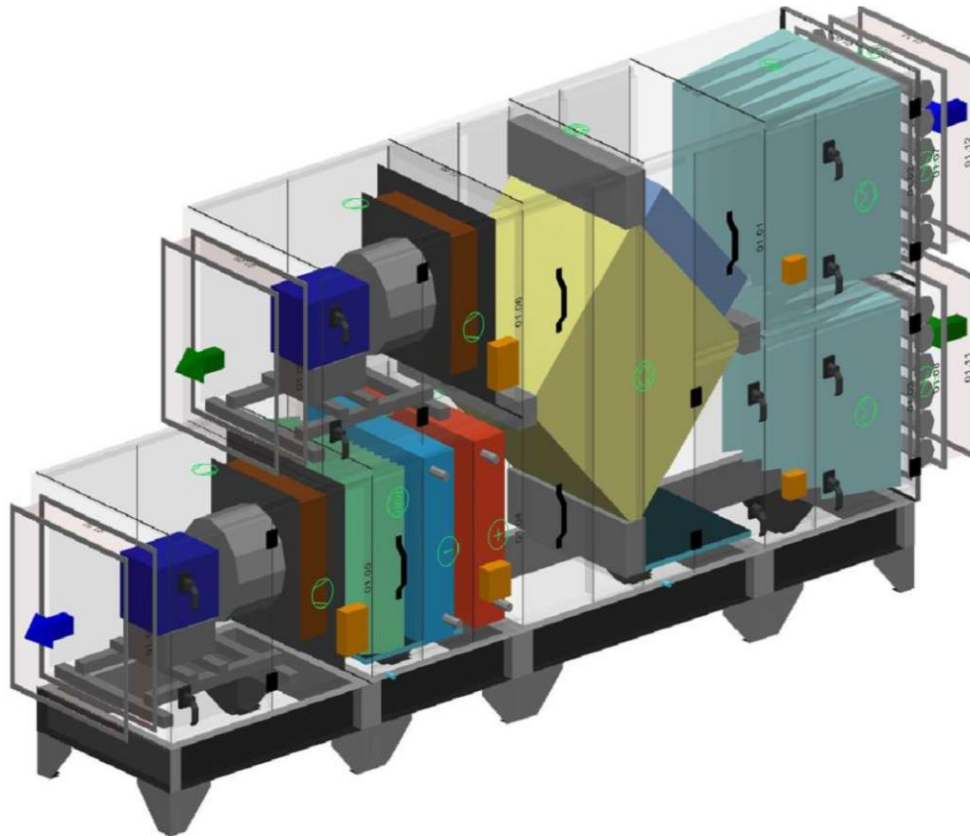
ID nabídky
Projekt
Číslo / Název zařízení
Určení jednotky

[1] Pobočka banky fára
01 / Zařízní č. 1
Standardní prostředí

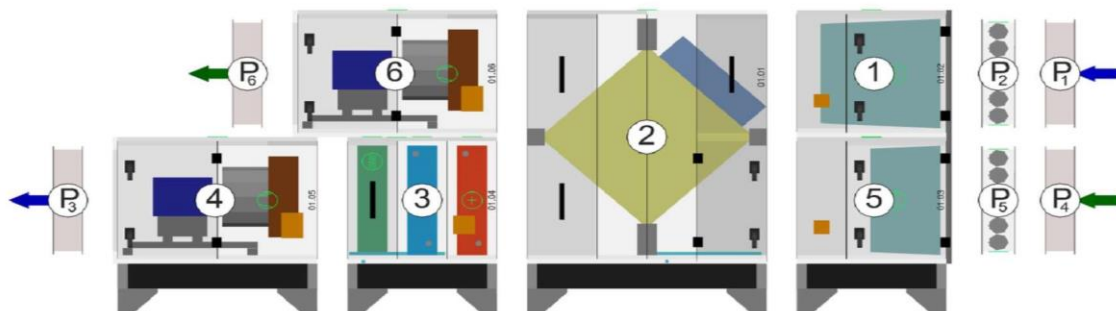


ROZŠÍŘENÝ VÝKRESOVÝ VÝSTUP

Axonometrický pohled na zařízení

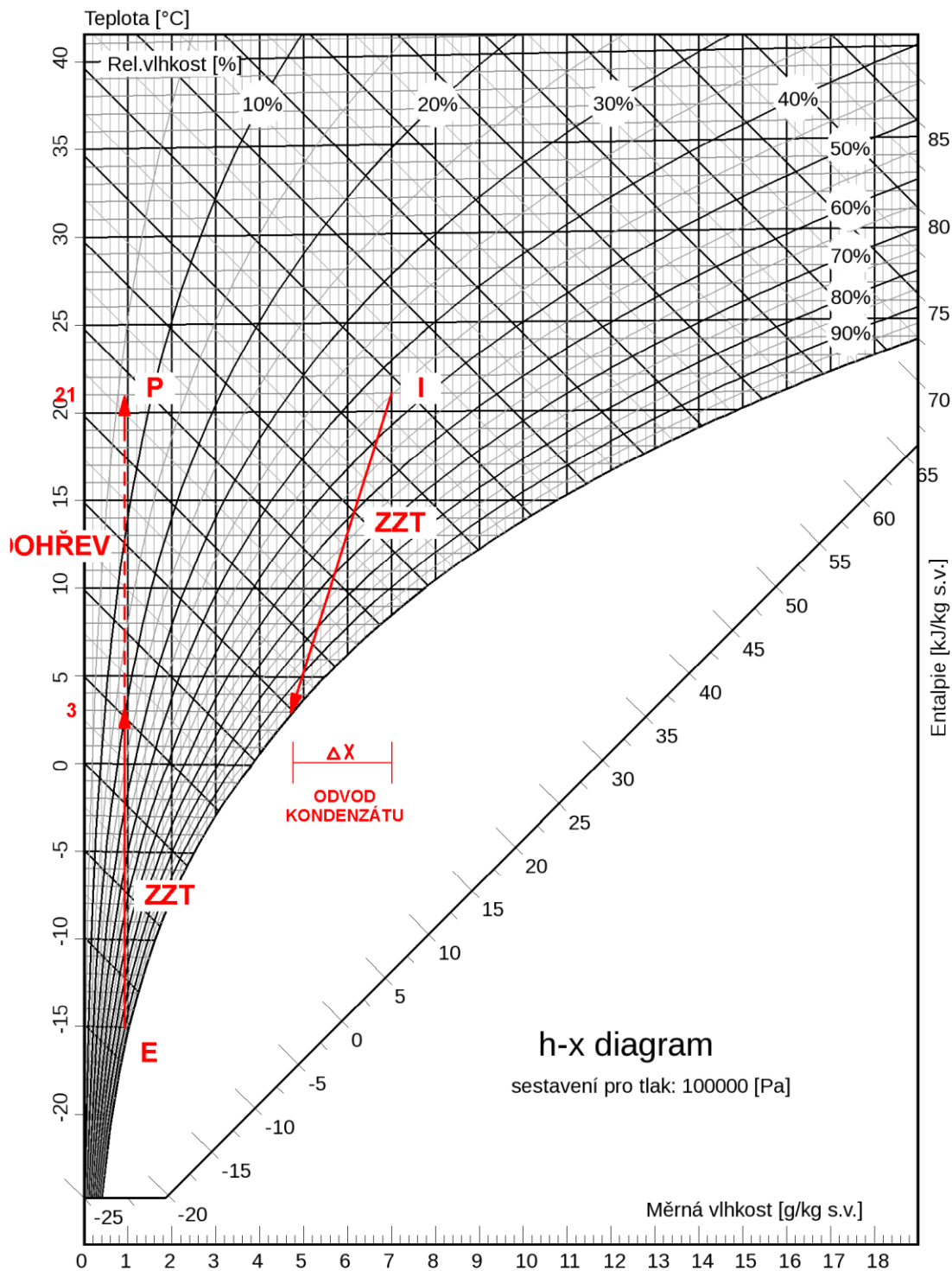


Transportní bloky



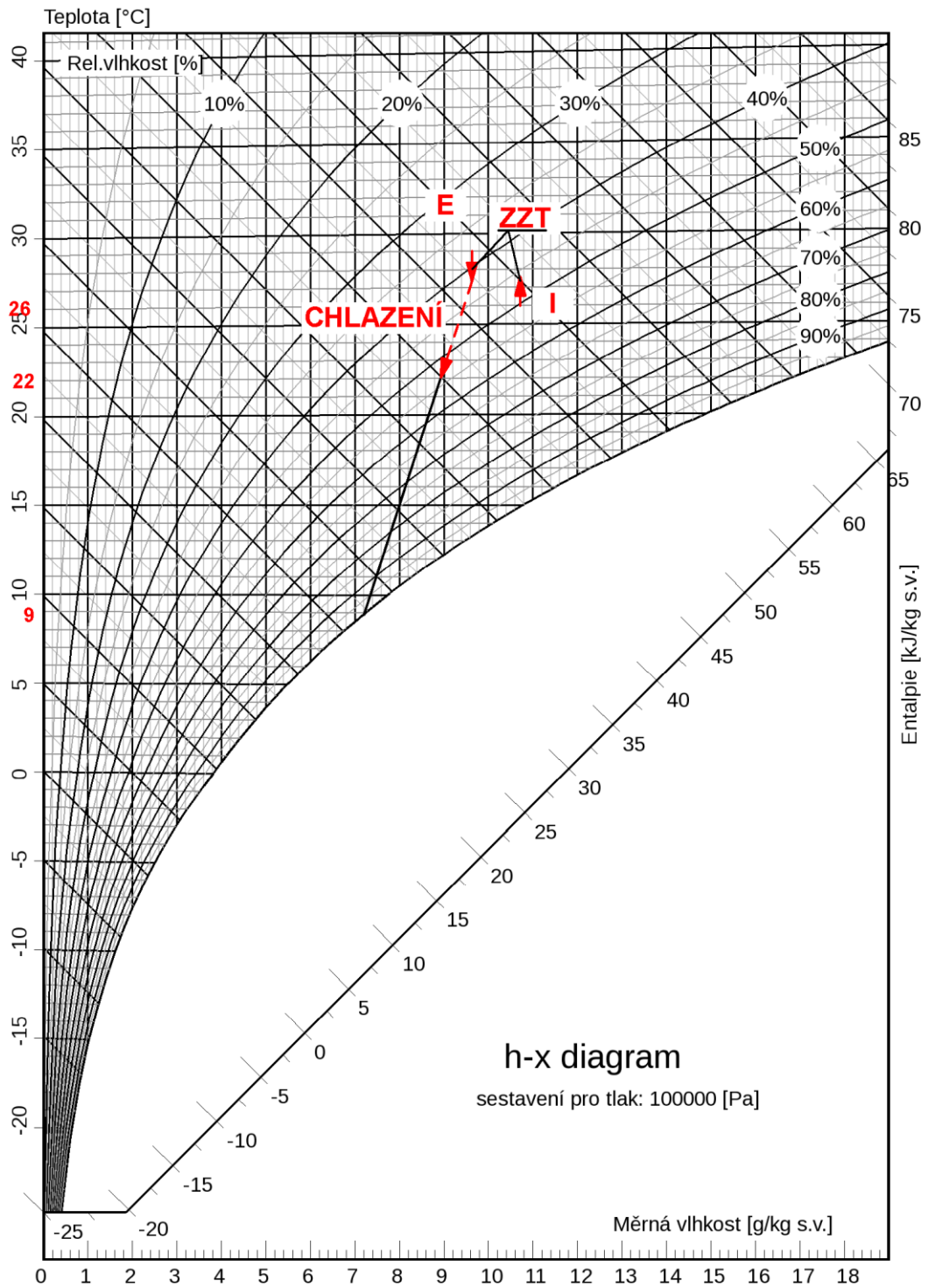
Obrázek 40 - VZT jednotka č. 1 axonometrie + transportní bloky

Zařízení č. 1 deskový rekuperátor - zima



Obrázek 41 – h-x diagram zařízení č. 1 zima

Zařízení č. 1 deskový rekuperátor - léto



Obrázek 42 – h-x diagram zařízení č. 1 léto

8.2 Jednotka č. 2

Zařízení číslo 2 zajišťuje nucené větrání s kombinovanou klimatizací halových prostor s konferenční místností. Z tohoto důvodu jsem zvolil rotační výměník, který má větší účinnost zpětného získávání tepla. Nevýhodou je, že v malé části směšuje čerstvý vzduch s odpadním. V našem případě u zařízení č. 2 nemáme žádné kritické místnosti, které by mohly nepříznivě ovlivnit kvalitu vzduchu. Zařízení bude obsahovat filtraci (M5) přívodního vzduchu a filtraci (G4) vzduchu

ID nabídky	
Projekt	[1] Pobočka banky fára
Číslo / Název zařízení	02 / Zařízení č. 2
Určení jednotky	Standardní prostředí

STRUČNÁ SPECIFIKACE ZAŘÍZENÍ

Základní parametry zařízení	
Druh, rozměr	AeroMaster XP 10
Typ řídicího systému	Není
Hmotnost (+/-10%)	1 276 kg
Umístění jednotky	Vnitřní
Materiálové provedení	
Vnější plášť	Lakovaný plech (RAL 9002)
Vnitřní plášť	Pozinkovaný plech
Přívod	
Průtok vzduchu	8500 m ³ /h
Externí tlaková rezerva	250 Pa
Rychlost v průřezu	3.39 m/s
Příkon ventilátorů	3.59 kW
1. stupeň filtrace	M5
2. stupeň filtrace	-
SFP _i	1470 W.m ⁻³ .s
Odvod	
Průtok vzduchu	8500 m ³ /h
Externí tlaková rezerva	350 Pa
Rychlost v průřezu	3.39 m/s
Příkon ventilátorů	2.74 kW
1. stupeň filtrace	G4
2. stupeň filtrace	-
SFP _o	1470 W.m ⁻³ .s
Celkový příkon jednotky	6.52 kW
Napájecí napětí	
Celkový proud I _{max}	
SFP _{AHU}	2684 W.m ⁻³ .s

Nejdůležitější parametry vybraných komponentů

	Na straně vzduchu	Na straně média
Zpětný zisk tepla	-15.0 -> 12.5 °C	76 %
Ohřev	12.5 -> 22.0 °C	27.5 kW
Chlazení	28.5 -> 22.0 °C	17.8 kW
		80/47 °C, Voda, 2.8 kPa, 0.73 m ³ /h
		7/13 °C, Voda, 4.7 kPa, 2.54 m ³ /h

Detailní specifikace a výsledné parametry jsou součástí detailní specifikace vzduchotechnického zařízení

Hlukové parametry zařízení

	LwAokt* [dB]								LwA** [dB(A)]
Oktávové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Přívod - sání	42.1	50.7	67.5	63.5	62.2	56.5	51.7	50.7	70.1
Přívod - výtlak	50.4	59.6	77.6	81.4	87.0	81.2	77.2	74.6	89.6
Přívod - okolí	43.4	43.5	58.5	54.4	57.3	51.0	47.9	41.4	62.5
Odvod - sání	44.3	54.4	69.2	67.8	65.2	60.6	56.8	58.3	73.0
Odvod - výtlak	51.0	60.4	78.7	80.6	86.1	79.1	75.8	75.5	88.8
Odvod - okolí	44.0	44.3	59.6	53.6	56.4	48.9	46.5	42.3	62.4

* Hladiny akustického výkonu v oktávových pásmech

** Celková hladina akustického výkonu

Obrázek 43 - Nejdůležitější parametry vzduchotechnické jednotky č. 2

ID nabídky
Projekt
Číslo / Název zařízení
Určení jednotky

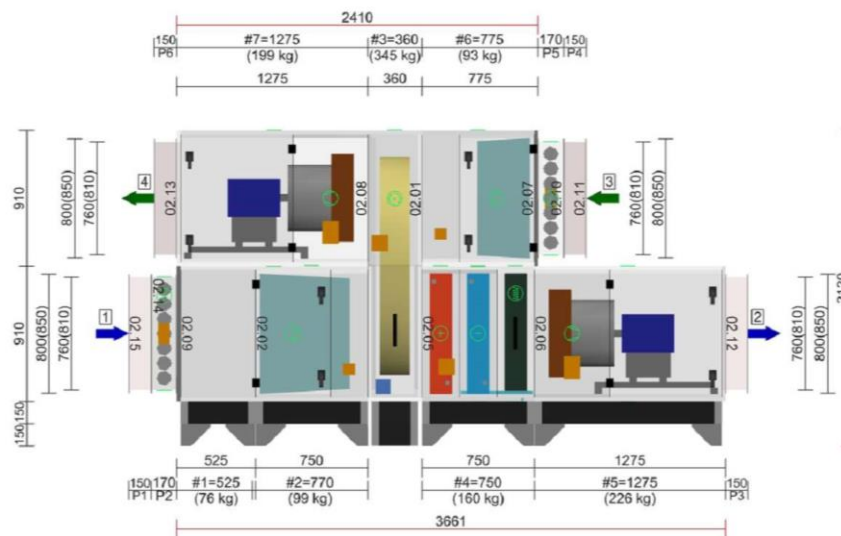
[1] Pobočka banky fára
02 / Zařízení č. 2
Standardní prostředí



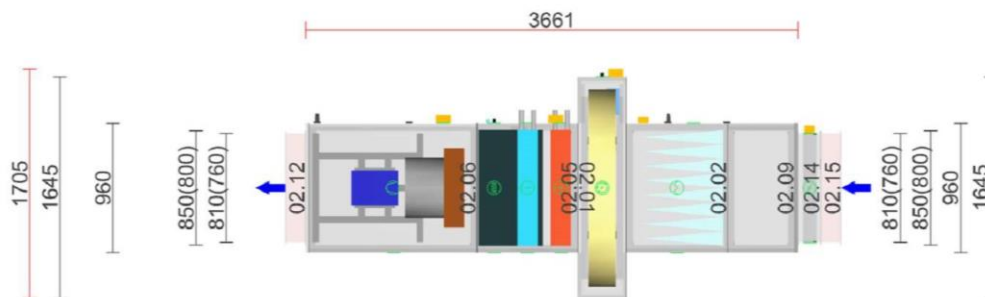
GRAFICKÉ POHLEDY

Bokorys servisní strany

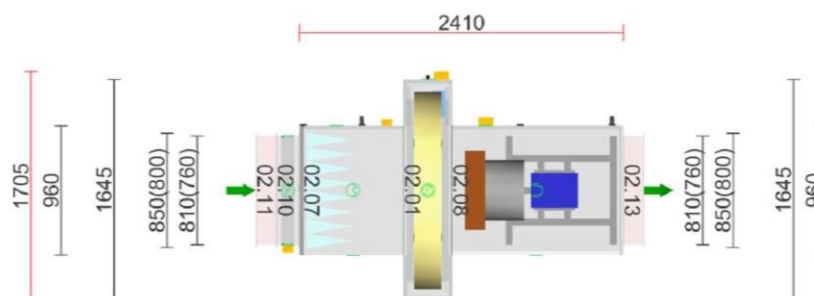
Číslování větví: 1 - venkovní vzduch, 2 - přívodní vzduch, 3 - odtahový vzduch, 4 - odpadní vzduch, 5 - cirkulační vzduch



Půdorys přívodní větve



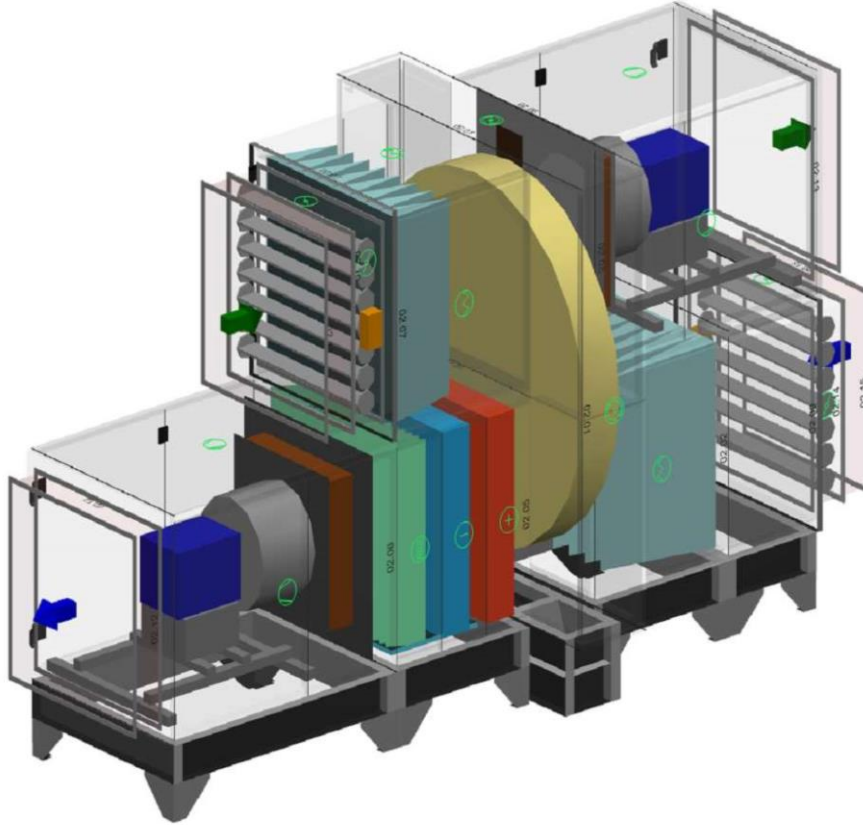
Půdorys odtahové větve



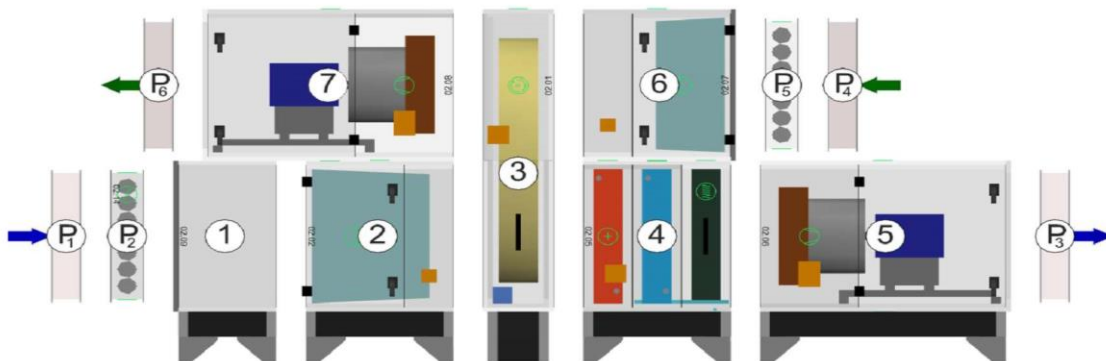
Obrázek 44 - VZT jednotka č. 2 bokorys + půdorys

ROZŠÍŘENÝ VÝKRESOVÝ VÝSTUP

Axonometrický pohled na zařízení

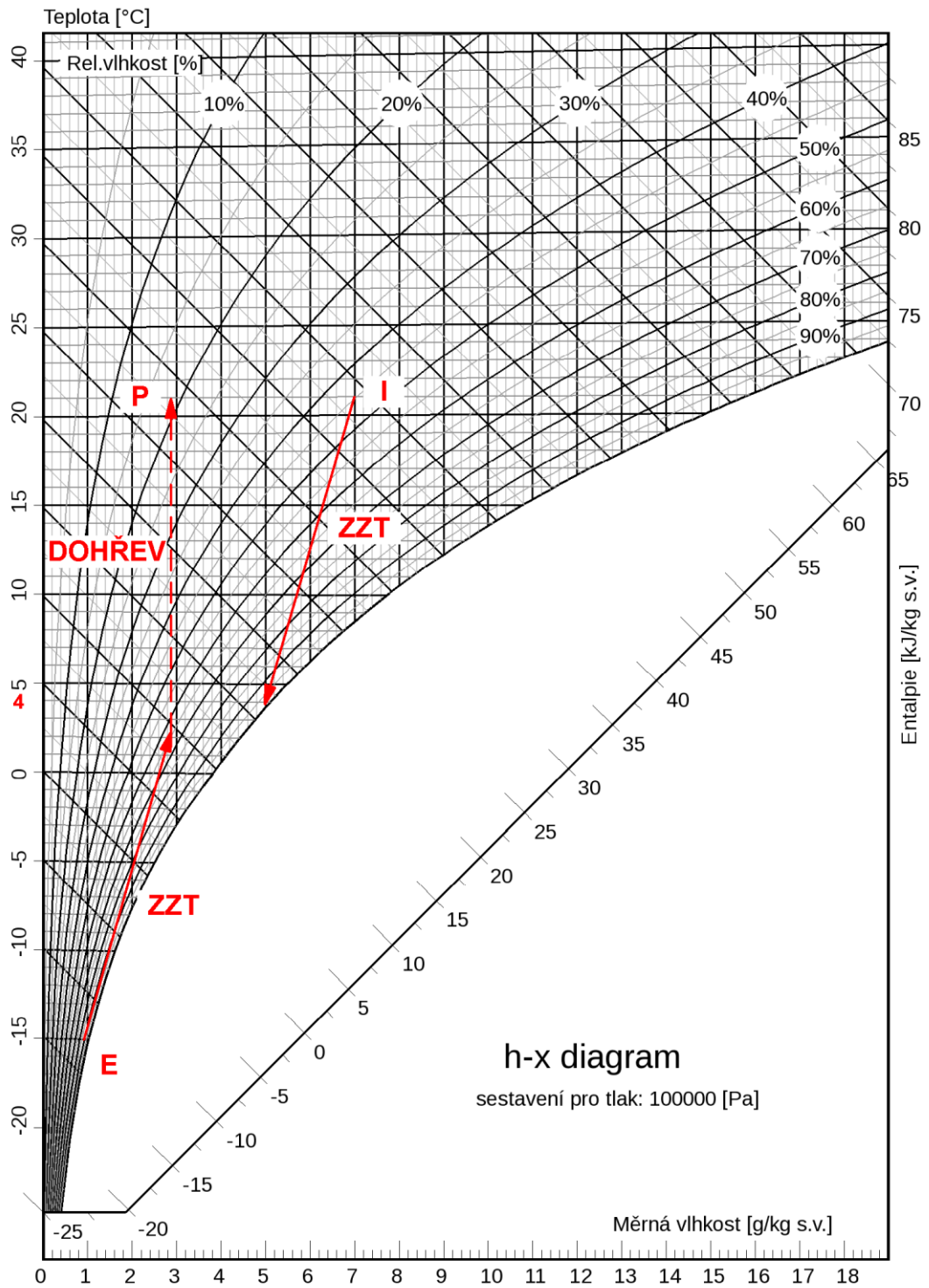


Transportní bloky



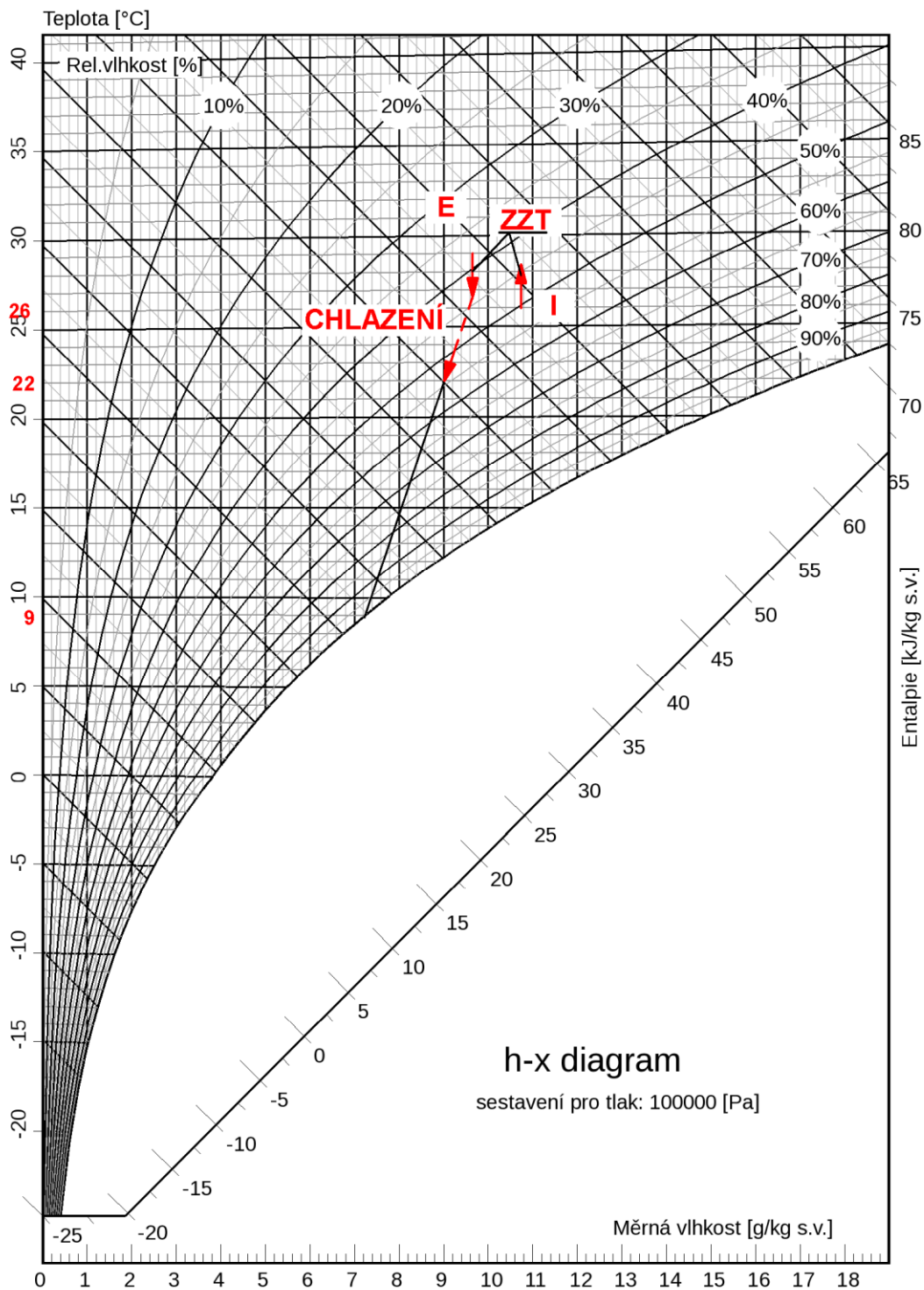
Obrázek 45 - VZT jednotka č. 2 axonometrie + transportní bloky

Zařízení č. 2 rotační rekuperátor - zima



Obrázek 46 – h-x diagram zařízení č. 2 zima

Zařízení č. 2 rotační rekuperátor - léto



Obrázek 47 – h-x diagram zařízení č. 2 léto

9 Jednotky fancoil



Obrázek 48 – Jednotka fancoil

Jednotky fancoil v mém projektu doplňují zařízení č. 2, které obsluhuje haly a konferenční místnost s přidruženou kanceláří. Při návrhu jsem uvažoval, že část tepelné zátěže, která se nachází v místnostech, odvede chladič umístěný ve VZT jednotce. Zvolil jsem kazetové podstropní jednotky

Tabulka 10 – Návrh fancoilů

FANCOILY									
Číslo místnosti	Název místnosti	Plocha místnosti	Průtok vzduchu	Tep. zisky celkem	VZT chladič výkon léto	Tepelné zisky po ochlazení	počet v místnosti	Jmenovitý výkon 1 FCU	Typ FCU
103	Hala	223	3950	16369	2660	13709	7	1958	sk12
201	Hala	144,9	2600	9716	1751	7965	5	1593	sk12
202	Kancelář	25,5	200	3708	135	3573	2	1787	sk12
203	Zasedací míst.	63,1	1750	9380	1178	8201	4	2050	sk12

Do místnosti jsem navrhl fancoily s jmenovitým výkonem citelného tepla do 2kW značky SkyStar typ sk12. Spád vody 7/12°C

model		SK 02			SK 12			SK 22			SK 32		
rychlost		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
průtok vzduchu	m ³ /h	310	420	610	310	420	520	320	500	710	430	610	880
celkový chladič výkon	kW	1,27	1,63	1,98	1,84	2,34	2,68	2,25	3,34	4,33	2,94	3,88	5,02
citelný chladič výkon	kW	1,01	1,32	1,64	1,35	1,75	2,04	1,57	2,39	3,18	2,08	2,81	3,74
topný výkon	kW	1,62	2,12	2,64	2,22	2,9	3,35	2,56	3,93	5,23	3,43	4,63	6,17
průtok vody	l/h	219	280	340	316	402	461	387	574	745	506	667	863
ΔP chlazení	kPa	4,5	7,0	10,0	4,9	7,6	9,7	4,6	9,4	15,1	7,5	12,4	19,7
ΔP topení	kPa	4,0	6,0	9,0	4,1	6,3	8,2	3,0	6,2	9,7	6,7	11,2	17,7
hladina akustického výkonu	dB(A)	33	40	49	33	40	45	33	45	53	41	49	59
hladina akustického tlaku*	dB(A)	24	31	40	24	31	36	24	36	44	32	40	50
ventilátor	W	25	32	57	25	32	44	25	44	68	32	57	90
	A	0,11	0,15	0,27	0,11	0,15	0,20	0,11	0,20	0,32	0,15	0,27	0,45
FCEER / FCOOP	-	E / E			D / D			C / D			D / D		
objem výměníku	l	0,8			1,4			2,1			2,1		
rozměry	mm	575 x 575 x 275											

Obrázek 49 – Návrhová tabulka fancoil

10 Útlum hluku

Hluk se šíří vzduchovodama od ventilátoru k vyústkám do místností. Tlumiče hluku zamezují toto šíření. Podle účelu místnosti máme maximální hladiny hluku. Výchozí hodnota pro zjištění hluku od ventilátorů je jejich akustický výkon od frekvence 250 Hz do 8000 Hz. Pomocí výpočtů zjistíme, zda bude potřeba tlumič hluku. Po výpočtu hluku v místnosti, provedeme i výpočet v exteriéru.

Tabulka 11 – Tabulky útlumu hluku + použité tlumiče

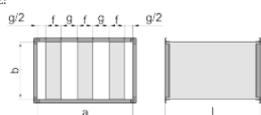
ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Zařízení č. 2 - přívod výtlak - místnost 103							PŘÍVOD - ODVOD VZDUCHU - ZAŘ. 5
		250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina	
	frekvence (Hz)								výpočet
$L_{v,v}$	Hluk ventilátoru								
$L_{v,v}$	Hladina akustického výkonu zdroje 1	78	81	87	81	77	75	90	podklady výrobce
D_p	Přirozený útlum								
	... přirozený útlum /oblouky,	8	4	4	4	4	4		Rovné potrubí 400 - 710
	... přirozený útlum /oblouky,	3	6	9	9	9	9		Oblouky 500 - 900
	... přirozený útlum /oblouky,	0	1	2	3	3	3		Oblouky 250-450
	Útlum koncovým odrazem	12	7	3	2	2	2		
	útlum tlumič hluku 1	17	31	51	46	39	23		tlumič hluku v potrubí čtyřhraný 1,5m
	útlum tlumiče hluku 1 (např.)								2. tlumič hluku (např. 1. tlumič nestačí, nebo jsou distribuční prvky připojeny zvukově izolačním
$L_{v,1}$	Hladina akustického výkonu ve výústce	38	33	18	17	20	34	39	
$L_{v,y}$	Hladina akustického výkonu výústky							20	údaj výrobce z úlohy nucené větrání, distribuce vzduchu
K	Korekce na počet výústek					počet výústek:	20	13	Zohlední se vliv dalších (stejně hlučných) výústek v místnosti (na stejném potrubí - přívod nebo odvod)
L_s	Hladina akustického výkonu všech							52	hladina akustického výkonu zdrojů v místnosti - vliv více zdrojů a vlastního hluku výústky
Q	směrový činitel							2	nabývá hodnoty 2 až 8 podle umístění výústky v prostoru
r	vzdálenost od výústky k posluchači							1,5	nejmenší vzdálenost mezi výústkou a osobami v místnosti
A	pohltivá plocha místnosti	pohltivá plocha místn.		680	pohltivost (-)		0,2	136	poměrná pohltivost povrchů místnosti (tab.)
L_{so}	Hladina akustického tlaku v místě							42	Hodnota, která se posuzuje s hygienickými předpisy
$L_{p,A}$	Předepsaná hodnota hladiny akustického							50	Směrodatné hodnoty určuje nařízení vlády o ochraně před hlukem a vibracemi

typ tlumiče:
kulisový

číslo pozice:
1

ÚTLUM HLUKU:

GEOMETRIE:



šířka tlumiče:

a = 630 mm

výška tlumiče:

b = 630 mm

délka tlumiče:

l = 1500 mm

náběhové hrany:

ano

PARAMETRY PROUDĚNÍ:

průtok vzduchu:

Q = 3950 m³/h

šířka kulisy:

f = 100 mm

počet kulis:

e = 3

průtočná mezera:

g = 110 mm

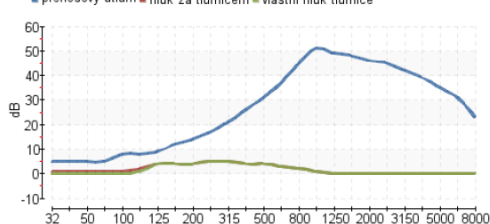
odtokové hrany:

ano

hustota vzduchu:

p = 1.2 kg/m³

■ přenosový útlum ■ hluk za tlumičem ■ vlastní hluk tlumiče



VÝSLEDNÉ HODNOTY:

frekvence:frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina	
přenosový útlum:	5	5	9	17	31	51	46	39	23	-	dB
vlastní hluk tlumiče:	0	0	4	5	4	1	0	0	0	12	dB(A)
M. akust. výkonu za tlumičem s vah. III. A:	1	1	4	5	4	1	0	0	0	12	dB(A)

ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Zařízení č. 2 - odvod sání - místnost 103							PŘÍVOD - ODVOD VZDUCHU - ZAŘ. 5
		frekvence (Hz)	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L _{VV}	Hluk ventilátoru								
L _{VV}	Hladina akustického výkonu zdroje 1	69	68	65	67	57	58	74	podklady výrobce
D _p	Přirozený útlum								
	... přirozený útlum /oblouky, rozbočky/...	11	6	6	6	6	6		Rovné potrubí 400 - 710
	... přirozený útlum /oblouky, rozbočky/...	4	8	12	12	12	12		Oblouky 500 - 900
	... přirozený útlum /oblouky, rozbočky/...	0	0	0	0	0	0		
	Útlum koncovým odrazem	8	4	2	2	2	2		
	útlum tlumiče hluku 1	13	24	37	34	29	19		tlumič hluku v potrubí čtyřhraný 1m
	útlum tlumiče hluku 1 (např. ohebné potř.)								2. tlumič hluku (např. 1. tlumič nestačí, nebo jsou distribuční prvky připojeny zvukově izolačním potrubím)
L _{V1}	Hladina akustického výkonu ve výústce	33	26	9	13	8	20	34	
L _{VY}	Hladina akustického výkonu výústky							22	údaj výrobce z úlohy nucené větrání, distribuce vzduchu
K	Korekce na počet výústek					počet výústek:	11	10	Zohlední se vliv dalších (stejně hluchých) výústek v místnosti (na stejném potrubí - přívod nebo odvod)
L _S	Hladina akustického výkonu všech výústek							44	hladina akustického výkonu zdrojů v místnosti - vliv více zdrojů a vlastního hluku výústky
Q	směrový činitel							2	nabývá hodnoty 2 až 8 podle umístění výústky v prostoru
r	vzdálenost od výústky k posluchači							1,5	nejmenší vzdálenost mezi výústkou a osobami v místnosti
A	pohltivá plocha místnosti	pohltivá plocha místn.	680		pohltivost (-)		0,2	136	poměrná pohltivost povrchů místnosti (tab.)
L _{SO}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače							34	Hodnota, která se posuzuje s hygienickými předpisy
L _{p,A}	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti							50	Směrodatné hodnoty určuje nařízení vlády o ochraně před hlukem a vibracemi

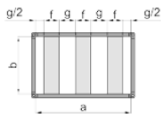
Místnost 103 - Hala

Součet	Přívod	Odvod	Fancoily	Hluk	Podmínka	
Hluk	42	34	36	43	50	Vyhoví s tlumiči

typ tlumiče:
kuličový

číslo pozice:
1

GEOMETRIE:



šířka tlumiče:
a = 630 mm
výška tlumiče:
b = 630 mm
délka tlumiče:
l = 1000 mm
náběhové hrany:
ano

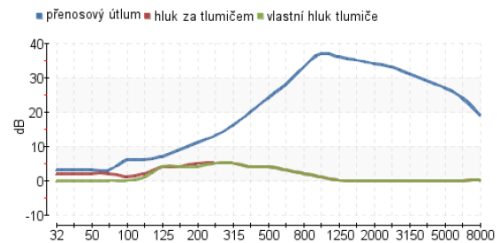
šířka kuličky:
f = 100 mm
počet kuliček:
e = 3
průtočná mezera:
g = 110 mm
odtokové hrany:
ano

PARAMETRY PROUDĚNÍ:

průtok vzduchu:
Q = 3950 m³/h

hustota vzduchu:
ρ = 1.2 kg/m³

ÚTLUM HLUKU:



VÝSLEDNÉ HODNOTY:

frekvence:frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina	
přenosový útlum:	3	3	7	13	24	37	34	29	19	-	dB
vlastní hluk tlumiče:	0	0	4	5	4	1	0	0	0	12	dB(A)
hl. akust. výkonu za tlumičem s vř. hl. A:	2	2	4	5	4	1	0	0	0	12	dB(A)

ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Zařízení č. 2 - přívod sání exteriér							součtová hladina	PRÍVOD - ODVOD VZDUCHU - ZAŘ. 5
		250	500	1000	2000	4000	8000	výpočet		
	frekvence (Hz)									
L _{VV}	Hluk ventilátoru									
L _{VV}	Hladina akustického výkonu zdroje 1	68	64	62	57	52	51	70	podklady výrobce	
D _p	Přirozený útlum									
	... přirozený útlum /oblouky, rozbočky/...	3	1	1	1	1	1		Rovné potrubí 400 - 710	
	... přirozený útlum /oblouky, rozbočky/...	5	10	15	15	15	15		Oblouky 500 - 900	
	... přirozený útlum /oblouky, rozbočky/...	0	0	0	0	0	0			
	Útlum koncovým odrazem	2	2	2	2	2	2			
	útlum tlumič hluku 1								není tlumič	
	útlum tlumiče hluku 1 (např. ohebné potr.)								2. tlumič hluku (např. 1. tlumič nestačí, nebo jsou distribuční prvky připojeny zvukově izolačním potrubím)	
L _{V1}	Hladina akustického výkonu ve výústce	58	50	44	38	33	32	59		
L _{VV}	Hladina akustického výkonu výústky							20	údaj výrobce z úlohy nucené větrání, distribuce vzduchu	
K	Korekce na počet výústek					počet výústek:	1	0	Zohlední se vliv dalších (stejně hlučných) výústek v místnosti (na stejném potrubí - přívod nebo odvod)	
L _S	Hladina akustického výkonu všech výústek							59	hladina akustického výkonu zdrojů v místnosti - vliv více zdrojů a vlastního hluku výústky	
Q	směrový činitel							1	nabývá hodnoty 2 až 8 podle umístění výústky v prostoru	
r	vzdálenost od výústky k posluchači							6	nejmenší vzdálenost mezi výústkou a osobami v místnosti	
L _{so}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače							32	Hodnota, která se posuzuje s hygienickými předpisy	
L _{p,A}	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v exteriéru							40	Směrodatné hodnoty určuje nařízení vlády o ochraně před hlukem a vibracemi	

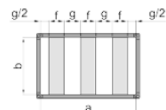
Tlumič není třeba navrhovat

ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Zařízení č. 2 - odvod výtlak exteriér							PŘÍVOD - ODVOD VZDUCHU - ZAŘ. 5
		250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina	výpočet
L _{VV}	Hluk ventilátoru								
L _{VV}	Hladina akustického výkonu zdroje 1	79	81	86	79	76	76	89	podklady výrobce
D _p	Přirozený útlum								
	... přirozený útlum /oblouky, rozbočky/...	3	1	1	1	1	1		Rovně potrubí 400 - 710
	... přirozený útlum /oblouky, rozbočky/...	2	4	6	6	6	6		Oblouky 500 - 900
	... přirozený útlum /oblouky, rozbočky/...	0	0	0	0	0	0		
	Útlum koncovým odrazem	0	0	0	0	0	0		
	útlum tlumiče hluku 1	17	31	51	46	39	23		tlumič hluku v potrubí čtyřhraný 1,5m
	útlum tlumiče hluku 1 (např. ohebné potr.)								2. tlumič hluku (např. 1. tlumič nestačí, nebo jsou distribuční prvky připojeny zvukově izolačním potrubím)
L _{V1}	Hladina akustického výkonu ve výústce	57	44	28	26	30	45	57	
L _{VY}	Hladina akustického výkonu výústky							0	údaj výrobce z úlohy nucené větrání, distribuce vzduchu
K	Korekce na počet výústek				počet výústek:		1	0	Zohlední se vliv dalších (stejně hlučných) výústek v místnosti (na stejném potrubí - přívod nebo odvod)
L _S	Hladina akustického výkonu všech výústek							57	hladina akustického výkonu zdrojů v místnosti - vliv více zdrojů a vlastního hluku výústky
Q	směrový činitel							1	nabývá hodnoty 2 až 8 podle umístění výústky v prostoru
r	vzdálenost od výústky k posluchači							5	nejmenší vzdálenost mezi výústkou a osobami v místnosti
L _{so}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače							32	Hodnota, která se posuzuje s hygienickými předpisy
L _{p,A}	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v exteriéru							40	Směrodatné hodnoty určuje nařízení vlády o ochraně před hlukem a vibracemi

typ tlumiče:
kuličový

číslo pozice:
1

GEOMETRIE:



šířka tlumiče:
a = 630 mm
výška tlumiče:
b = 630 mm
délka tlumiče:
l = 1500 mm
náběhové hrany:
ano

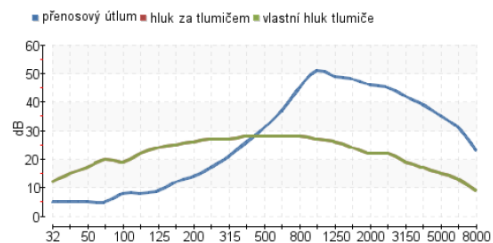
šířka kuličky:
f = 100 mm
počet kuliček:
e = 3
průtočná mezera:
g = 110 mm
odtokové hrany:
ano

PARAMETRY PROUDĚNÍ:

průtok vzduchu:
Q = 8500 m³/h

hustota vzduchu:
ρ = 1.2 kg/m³

ÚTLUM HLUKU:

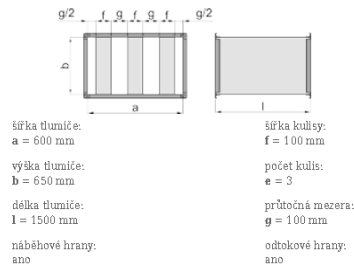


VÝSLEDNÉ HODNOTY:

frekvence:frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina	
přenosový útlum:	5	5	9	17	31	51	46	39	23	-	dB
vlastní hluk tlumiče:	12	20	24	27	28	27	22	17	9	34	dB(A)
hl. akust. výkonu za tlumičem s váb. hl. A:	12	20	24	27	28	27	22	17	9	34	dB(A)

ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Zařízení č. 1 - přívod výtlak - místnost 106							výpočet
		250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina	
L _{VV}	Hluk ventilátoru								
L _{VV}	Hladina akustického výkonu zdroje 1	72	76	82	79	74	69	85	podklady výrobce
D _p	Přirozený útlum								
	... přirozený útlum /oblouky, rozbočky/...	5	2	2	2	2	2		Rovné potrubí 400 - 710
	... přirozený útlum /oblouky, rozbočky/...	0	5	10	15	15	15		Oblouky 250-450
	... přirozený útlum /oblouky, rozbočky/...	0	0	0	0	0	0		
	Útlum koncovým odrazem	6	3	2	2	2	2		
	útlum tlumiče hluku 1	18	33	55	50	42	24		tlumič hluku v potrubí čtyřhraný 1,5m
	útlum tlumiče hluku 1 (např. ohebné potr.)	11	22	39	37	31	20		tlumič hluku v potrubí čtyřhraný 0,5m
L _{V1}	Hladina akustického výkonu ve výústce	32	10	0	0	0	6	32	
L _{VY}	Hladina akustického výkonu výústky							32	údaj výrobce z úlohy nucené větrání, distribuce vzduchu
K	Korekce na počet výústek				počet výústek:	2		3	Zohlední se vliv dalších (stejně hlučných) výústek v místnosti (na stejném potrubí - přívod nebo odvod)
L _S	Hladina akustického výkonu všech výústek							38	hladina akustického výkonu zdrojů v místnosti - vliv více zdrojů a vlastního hluku výústky
Q	směrový činitel							2	nabývá hodnoty 2 až 8 podle umístění výústky v prostoru
r	vzdálenost od výústky k posluchači							1,5	nejmenší vzdálenost mezi výústkou a osobami v místnosti
A	pohltivá plocha místnosti	pohltivá plocha místn.		139	pohltivost (-)		0,2	28	poměrná pohltivost povrchů místnosti (tab.)
L _{so}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače							32	Hodnota, která se posuzuje s hygienickými předpisy
L _{p,A}	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti							50	Směrodatné hodnoty určuje nařízení vlády o ochraně před hlukem a vibracemi

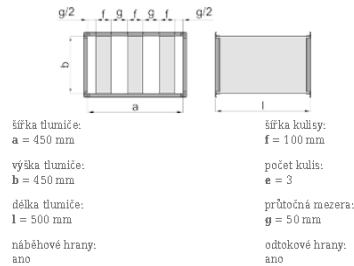
GEOMETRIE:



PARAMETRY PROUDĚNÍ:

průtok vzduchu: Q = 4650 m³/h
hustota vzduchu: ρ = 1.2 kg/m³

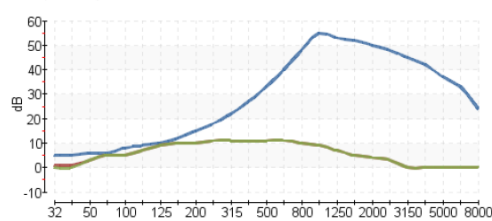
GEOMETRIE:



PARAMETRY PROUDĚNÍ:

průtok vzduchu: Q = 4650 m³/h
hustota vzduchu: ρ = 1.2 kg/m³

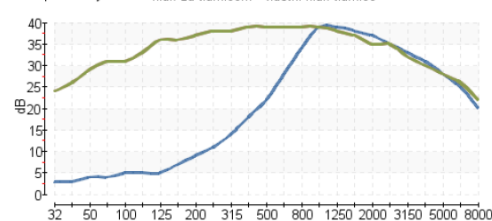
■ přenosový útlum ■ hluk za tlumičem ■ vlastní hluk tlumiče



VÝSLEDNÉ HODNOTY:

frekvence:frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina	
přenosový útlum:	5	6	10	18	33	55	50	42	24	-	dB
vlastní hluk tlumiče:	0	5	9	11	11	9	4	0	0	17	dB(A)
M. akust. výkonu za tlumičem s váb. Hl. A:	1	5	9	11	11	9	4	0	0	17	dB(A)

■ přenosový útlum ■ hluk za tlumičem ■ vlastní hluk tlumiče



VÝSLEDNÉ HODNOTY:

frekvence:frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina	
přenosový útlum:	3	4	5	11	22	39	37	31	20	-	dB
vlastní hluk tlumiče:	24	31	36	38	39	39	35	30	22	45	dB(A)
M. akust. výkonu za tlumičem s váb. Hl. A:	24	31	36	38	39	39	35	30	22	45	dB(A)

ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Zařízení č. 1 - odvod sání - místnost 106							PŘÍVOD - ODVOD VZDUCHU - ZAŘ. 5
		250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina	výpočet
L _{VV}	Hluk ventilátoru								
L _{VV}	Hladina akustického výkonu zdroje 1	65	66	60	58	54	52	70	podklady výrobce
D _p	Přirozený útlum								
	... přirozený útlum /oblouky, rozbočky/...	4	2	2	2	2	2		Rovně potrubí 400 - 710
	... přirozený útlum /oblouky, rozbočky/...	0	5	10	15	15	15		Oblouky 250-450
	... přirozený útlum /oblouky, rozbočky/...	0	0	0	0	0	0		
	Útlum koncovým odrazem	12	7	3	2	2	2		
	útlum tlumič hluku 1	14	25	40	37	31	20		tlumič hluku v potrubí čtyřhraný 1m
	útlum tlumiče hluku 1 (např. ohebné potr.)								2. tlumič hluku (např. 1. tlumič nestačí, nebo jsou distribuční prvky připojeny zvukově izolačním potrubím)
L _{V1}	Hladina akustického výkonu ve výstce	36	27	5	2	4	13	36	
L _{VY}	Hladina akustického výkonu výstky							21	údaj výrobce z úlohy nucené větrání, distribuce vzduchu
K	Korekce na počet výstek					počet výstek: 4		6	Zohlední se vliv dalších (stejně hlučných) výstek v místnosti (na stejném potrubí - přívod nebo odvod)
L _S	Hladina akustického výkonu všech výstek							42	hladina akustického výkonu zdrojů v místnosti - vliv více zdrojů a vlastního hluku výstky
Q	směrový činitel							2	nabývá hodnoty 2 až 8 podle umístění výstky v prostoru
r	vzdálenost od výstky k posluchači							1,5	nejmenší vzdálenost mezi výstky a osobami v místnosti
A	pohltivá plocha místnosti	pohltivá plocha místn.		139	pohltivost (-)		0,2	28	poměrná pohltivost povrchů místnosti (tab.)
L _{SO}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače							36	Hodnota, která se posuzuje s hygienickými předpisy
L _{p,A}	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti							50	Směrodatné hodnoty určuje nařízení vlády o ochraně před hlukem a vibracemi

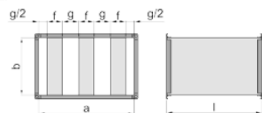
Místnost 106 - Zasedací místnost

Součet	Přívod	Odvod	Hluk	Podmínka
Hluk	32	36	37	50
				Vyhoví s tlumiči

typ tlumiče:
kulisový

číslo pozice:
1

GEOMETRIE:



šířka tlumiče:
a = 600 mm

výška tlumiče:
b = 650 mm

délka tlumiče:
l = 1000 mm

náběhové hrany:
ano

PARAMETRY PROUDĚNÍ:

průtok vzduchu:
Q = 4650 m³/h

šířka kulis:
f = 100 mm

počet kulis:
e = 3

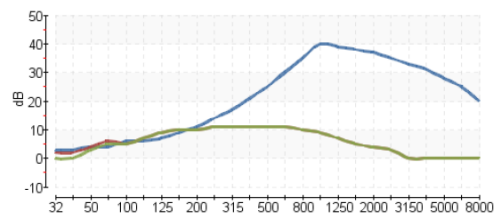
průtočná mezera:
g = 100 mm

odtokové hrany:
ano

hustota vzduchu:
ρ = 1.2 kg/m³

ÚTLUM HLUKU:

■ přenosový útlum ■ hluk za tlumičem ■ vlastní hluk tlumiče



VÝSLEDNÉ HODNOTY:

frekvence:frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
přenosový útlum:	3	4	7	14	25	40	37	31	20	-
vlastní hluk tlumiče:	0	5	9	11	11	9	4	0	0	17
hl. akust. výkonu za tlumičem s vliv. dB(A):	2	6	9	11	11	9	4	0	0	17

ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Zařízení č. 1 - přívod sání exteriér							součtová hladina	PŘÍVOD - ODVOD VZDUCHU - ZAŘ. 5
		250	500	1000	2000	4000	8000	výpočet		
	frekvence (Hz)									
L _{v,v}	Hluk ventilátoru									
L _{v,v}	Hladina akustického výkonu zdroje 1	62	60	57	53	48	44	65	podklady výrobce	
D _p	Přirozený útlum									
	... přirozený útlum /oblouky, rozbočky/...	2	1	1	1	1	1		Rovné potrubí 400 - 710	
	... přirozený útlum /oblouky, rozbočky/...	3	6	9	9	9	9		Oblouky 500 - 900	
	... přirozený útlum /oblouky, rozbočky/...	0	0	0	0	0	0			
	Útlum koncovým odrazem	2	2	2	2	2	2			
	útlum tlumič hluku 1								není tlumič	
	útlum tlumiče hluku 1 (např. ohebné potr.)								2. tlumič hluku (např. 1. tlumič nestačí, nebo jsou distribuční prvky připojeny zvukově izolačním potrubím)	
L _{v,1}	Hladina akustického výkonu ve výústce	55	51	45	41	36	32	57		
L _{v,v}	Hladina akustického výkonu výústky							20	údaj výrobce z úlohy nucené větrání, distribuce vzduchu	
K	Korekce na počet výústek					počet výústek:	1	0	Zohlední se vliv dalších (stejně hlučných) výústek v místnosti (na stejném potrubí - přívod nebo odvod)	
L _s	Hladina akustického výkonu všech výústek							57	hladina akustického výkonu zdrojů v místnosti - vliv více zdrojů a vlastního hluku výústky	
Q	směrový činitel							1	nabývá hodnoty 2 až 8 podle umístění výústky v prostoru	
r	vzdálenost od výústky k posluchači							7,5	nejmenší vzdálenost mezi výústkou a osobami v místnosti	
L _{so}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače							29	Hodnota, která se posuzuje s hygienickými předpisy	
L _{p,A}	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v exteriéru							40	Směrodatné hodnoty určuje nařízení vlády o ochraně před hlukem a vibracemi	

Tlumič není třeba navrhovat

ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Zařízení č. 1 - odvod výtlak exteriér							PŘÍVOD - ODVOD VZDUCHU - ZAŘ. 5
		frekvence (Hz)	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L _{VV}	Hluk ventilátoru								
L _{VV}	Hladina akustického výkonu zdroje 1	72	75	81	77	73	69	84	podklady výrobce
D _p	Přirozený útlum								
	... přirozený útlum /oblouky, rozbočky/...	3	2	2	2	2	2		Rovně potrubí 400 - 710
	... přirozený útlum /oblouky, rozbočky/...	2	4	6	6	6	6		Oblouky 500 - 900
	... přirozený útlum /oblouky, rozbočky/...	0	0	0	0	0	0		
	Útlum koncovým odrazem	2	2	2	2	2	2		
	útlum tlumič hluku 1	9	16	24	22	20	14		tlumič hluku v potrubí čtyřhraný 0,5m
	útlum tlumiče hluku 1 (např. ohebné potř.)								2. tlumič hluku (např. 1. tlumič nestačí, nebo jsou distribuční prvky připojeny zvukově izolačním potrubím)
L _{V1}	Hladina akustického výkonu ve výústce	56	52	48	45	43	45	58	
L _{VY}	Hladina akustického výkonu výústky							0	údaj výrobce z úlohy nucené větrání, distribuce vzduchu
K	Korekce na počet výústek					počet výústek:	1	0	Zohlední se vliv dalších (stejně hlučných) výústek v místnosti (na stejném potrubí - přívod nebo odvod)
L _S	Hladina akustického výkonu všech výústek							58	hladina akustického výkonu zdrojů v místnosti - vliv více zdrojů a vlastního hluku výústky
Q	směrový činitel							1	nabývá hodnoty 2 až 8 podle umístění výústky v prostoru
r	vzdálenost od výústky k posluchači							6,7	nejmenší vzdálenost mezi výústkou a osobami v místnosti
L _{so}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače							30	Hodnota, která se posuzuje s hygienickými předpisy
L _{p,A}	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v exteriéru							40	Směrodatné hodnoty určuje nařízení vlády o ochraně před hlukem a vibracemi

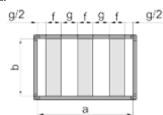
Exteriér						
Součet	Přívod	Odvod			Hluk	Podmínka
Hluk z. 1	29	30				
Hluk z. 2	32	32			37	40
						Vyhoví s tlumiči

typ tlumiče:
kulisový

číslo pozice:

ÚTLUM HLUKU:

GEOMETRIE:



šířka tlumiče:

a = 630 mm

výška tlumiče:

b = 630 mm

délka tlumiče:

l = 500 mm

náběhové hrany:

ano

PARAMETRY PROUDĚNÍ:

průtok vzduchu:

Q = 4650 m³/h

šířka kulis:

f = 100 mm

počet kulis:

e = 3

průtočná mezera:

g = 110 mm

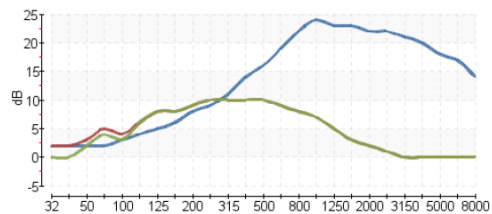
otočkové hrany:

ano

hustota vzduchu:

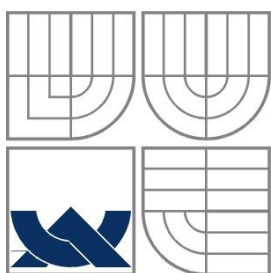
ρ = 1.2 kg/m³

■ přenosový útlum ■ hluk za tlumičem ■ vlastní hluk tlumiče



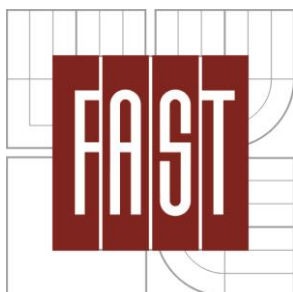
VÝSLEDNÉ HODNOTY:

frekvence:frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina	
přenosový útlum:	2	2	5	9	16	24	22	20	14	-	dB
vlastní hluk tlumiče:	0	4	8	10	10	7	2	0	0	16	dB(A)
hl. akust. výkonu za tlumičem s vah. řít. A:	2	5	8	10	10	7	2	0	0	16	dB(A)



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

C) PROJEKT

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR THESIS

AUTOR PRÁCE

TOMÁŠ FÁRA

AUTHOR

VEDOUcí PRÁCE Ing. OLGA RUBINOVÁ, Ph.D.

SUPERVISOR

BRNO 2016

1 Úvod

Předmětem této projektové dokumentace je návrh koncepce nuceného větrání v objektu bankovního ústavu v Náchodě tak, aby byly zajištěny hygienické hodnoty výměn vzduchu a příznivé vnitřní prostředí v řešených místnostech. Podrobně budeme řešit zařízení č.1 a č.2.

1.1 Podklady pro zpracování

Podkladem pro zpracování této technické zprávy jsou výkresy jednotlivých půdorysů a řezů stavební části. Součástí podkladů jsou příslušné zákony a prováděcí vyhlášky, České technické normy a podklady výrobců vzduchotechnických zařízení, především:

- Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví
- Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
- Nařízení vlády č. 6/2003 Sb., hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb
- Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci
- ČSN 73 05 48 – Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů
- ČSN 73 08 72 – Požární bezpečnost staveb. Ochrana staveb proti šíření požáru vzduchotechnickým zařízením
- ČSN 12 70 10 – Vzduchotechnická zařízení. Navrhování větracích a klimatizačních zařízení
- ČSN EN 12 792 – Větrání budov – Značky, terminologie a grafické značky

1.2 Výpočtové hodnoty klimatických poměrů

Místo	:	Náchod
Nadmořská výška	:	344 m n. m.
Normální tlak vzduchu	:	97,2 kPa
Výpočtová teplota vzduchu	:	léto: + 30°C, zima: -15°C,
Entalpie	:	léto 54,1 kJ/kg, zima: -13 kJ/kg
Relativní vlhkost	:	léto 37 %, zima 95 %

1.3 Výpočtové hodnoty vnitřního prostředí

Rychlost vzduchu v pobytové zóně nepřekračuje hodnotu 0,25 m/s. Hluk ve vnějším prostoru stavby v denní době nepřekračuje normou danou hodnotu 50 dB a v noční době nepřekračuje hodnotu 40 dB v místě pobytu osob. Vzhledem k charakteru obsluhované stavby je uvažováno s provozem zařízení v noční době.

2 Základní koncepční řešení

První VZT zařízení bude rovnotlance větrat kanceláře v prvním i druhém patře, trezorovou místnost, některé chodby a kuchyňku, která je určena pouze k ohřátí připraveného jídla nebo nachystání menšího občerstvení k jednání. Dále bude přetlakově větrat chodby 118, 121, 220, 222 a pánské a dámské šatny. Naproti tomu budou podtlakově větráno veškeré sociální zázemí budovy. Zařízení budou opatřena zpětným získáváním tepla a bude použit deskový výměník.

Druhé VZT zařízení bude rovnotlance obsluhovat haly 103 a 201, které slouží pro standartní jednání s klienty a dále konferenční místnost s přidruženou kanceláří. Zařízení bude obsahovat kombinovanou klimatizaci a ZZT, kde bude použit rotační výměník.

Vzduchotechnické zařízení budou pracovat v letním i zimním období. Je to z důvodu, že je banka otevřená celoročně. Tímto nám vznikají rozdílné požadavky pro provoz v letním a zimním období.

2.1 Hygienické požadavky

Dávka čerstvého vzduchu na osobu je uvažována velkorysá hodnota 70 m³/h z důvodu reprezentativních prostor bankovního ústavu. Hodnoty dávek vzduchu na zařizovací předměty jsou následující WC 50 m³/h, sprcha 100 m³/h. Třídy filtrace přiváděného vzduchu jsou uvedeny v popisu zařízení. Vytápění všech místností zajistí podlahové vytápění.

2.2 Energetické zdroje

Elektrická energie Elektrická energie je uvažována pro pohon elektromotorů VZT a KLM zařízení.

3 Popis technického řešení

3.1 Koncepce větracích zařízení

Všechny tři zařízení jsou umístěné ve strojovně (č.m. 108). Strojovna je přístupná jedním vstupem z chodby. Strojovna je přirozeně větraná okny a tím i přirozeně osvětlená. Podlaha VZT

strojovny musí být vyspárovaná, kvůli odvodu kondenzátu. VZT jednotky mají oddělené nasávání, které je umístěno na stěně a opatřeno proti dešťovou žaluzií. Výfuk je taktéž oddělený a výfuk odpadního vzduchu je umístěný nad střechou budovy zakončeno sešikmeným dílem rovného potrubí, aby byl vstup ochráněn před povětrnostními podmínkami, především atmosférickými srážkami. Rozvádění vzduchu bude zajištěno čtyřhranným potrubím z pozinkovaného plechu tl. 1 mm umístěný pod stropem a zakrytý podhledem. Potrubí výfuku, sání a přívodu bude tepelně izolováno, aby se zamezilo kondenzaci.

Distribuční prvky pro přívod a odvod vzduchu do bytových místností jsou vířivé vyústky, štěrbinové vyústky a talířové ventily, které slouží pouze pro odvod odpadního vzduchu z hygienických místností.

3.2 Zařízení č. 1

Nucené větrání se zpětným získáváním tepla je navrženo na přívod a odvod vzduchu pro místnosti kanceláře v prvním i druhém patře, trezorovou místnost, některé chodby a kuchyňku. Dále bude přetlakově větrat chodby 118, 121, 220, 222 a pánské a dámské šatny. Naproti tomu budou podtlakově větráno veškeré sociální zázemí budovy. Zařízení je opatřeno zpětným získáváním tepla a bude použit deskový souproudý výměník. VZT jednotka AeroMaster XP 06 je navržena v provedení nad sebou a je umístěna na podlaze ve strojovně. Kondenzační jednotka, která vytváří chlad pro chladič ve VZT jednotce, bude umístěna na fasádě. Rozvedení vzduchu je zajištěno čtverhranným potrubím, které je umístěno pod stropem a zakryté podhledem. Distribuce vzduchu z potrubí do místnosti je zajištěno pomocí ohebného potrubí přes vyústky.

Jednotka má skladbu:

- Přívod: Tlumící vložka, klapka, filtr, deskový výměník, ohříváč, chladič, eliminátor kapek, ventilátor, tlumící vložka
- Odvod: Tlumící vložka, klapka, filtr, deskový výměník, ventilátor, tlumící vložka

3.3 Zařízení č. 2

Zařízení bude rovnotlance obsluhovat haly 103 a 201 a konferenční místnost s přidruženou kancelář. Zařízení bude obsahovat kombinovanou klimatizaci a ZZT, kde bude použit rotační výměník VZT jednotka AeroMaster XP 10 je navržena v provedení nad sebou a je umístěna na podlaze ve strojovně. Kondenzační jednotka, která vytváří chlad pro chladič ve VZT jednotce, Je totožná, jako u zařízení č. 1. Rozvedení vzduchu je zajištěno čtverhranným potrubím, které je umístěno pod stropem a zakryté podhledem. Distribuce vzduchu z potrubí do místnosti je zajištěno pomocí ohebného potrubí přes vyústky.

Jednotka má skladbu:

- Přívod: Tlumící vložka, klapka, filtr, rotační výměník, ohříváč, chladič, eliminátor kapek, ventilátor, tlumící vložka
- Odvod: Tlumící vložka, klapka, filtr, rotační výměník, ventilátor, tlumící vložka

Zařízení č. 2 je doplněno kazetovými fancoily SkyStar typ sk12.

4 Nároky na energie

K zajištění chodu větracích a klimatizačních zařízení je třeba zabezpečit následující zdroje energií: viz. příloha X

5 Měření a regulace

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

6 Nároky na související profese

6.1 Stavební úpravy

Vypádování podlahy strojovny do vpusti a natření ochranným nátěrem, zřízení základu s protivibračními podložkami pro uložení VZT zařízení. Vytvoření ocelové kce pro venkovní kondenzační jednotku. Prostupy pro VZT potrubí zhotovit o 50mm větší než je jejich jmenovitý rozměr. Po uložení potrubí pořádně zaizolovat. Nad dveře v hygienických místnostech osadit ventilační mřížky podle projektu. Vytvoření prostupy v konstrukcích pro vedení vzt potrubí

6.2 Silnoproud

Připojení VZT jednotky a venkovní kondenzační jednotky.

Uzemnit zařízení!

Zajistit ochranu před zásahem elektrickým proudem.

Napojení zařízení podle návodu výrobců.

Napojení softwaru MaR s jednotlivými komponenty

6.3 Vytápění a chlazení

Připojení na rozvod topné vody o teplotním spádu 80/60°C na oba ohřivače ve VZT jednotkách č. 1 a 2. Připojení obou chladičů na venkovní kondenzátory o teplotním spádu 13/7°C pomocí měděného potrubí.

6.4 Zdravotní technika

Odvod kondenzátu ze VZT jednotky a fancoilů bude v jednotkách sveden do odvodní vany a odtud do zápachové uzávěrky kanalizace.

Ve strojovně vzduchotechniky bude ve středu místnosti umístěna podlahová vpust' pro případný únik kondenzátu nebo chladicí vody.

7 Protihluková a protiotřesová opatření

Do rozvodů budou vloženy kulisové tlumiče hluku, které zabrání nadměrnému šíření hluku od ventilátorů do obsluhovaných místností a do okolní zástavby. Tyto tlumiče budou osazeny v přívodních i odvodních trasách vzduchovodů, kde by bez tlumiče nevyhověla hladina akustického hluku dle nařízení vlády č. 148/2006 (viz útlum hluku). Vzduchovody budou protihlukově izolovány na sání i výtlačku od VZT jednotky po kulisový tlumič včetně tlumiče. Veškeré točivé

zařízení (jednotky, ventilátory) budou pružně uloženy pro zmenšení účinku vibrací přenášejších se do stavebních konstrukcí – stavitelné nohy budou podloženy tlumící gumovou podložkou. Veškeré vzduchovody budou napojeny na jednotky pomocí tlumících vložek. Veškeré prostupy VZT potrubí budou utěsněny a odizolovány od okolních konstrukcí, aby nedošlo k přenosu hluku do stavebních konstrukcí. Sání vyvedené na fasádu objektu budou opatřeny protidešťovými žaluziemi proti dešti a povětrnostním podmínkám. Sání obou zařízení bude vyvedeno nad střešní konstrukci opatřené nerezovou mřížkou. (viz výkresová část).

8 Izolace a nátěry

Jsou navrženy tvrzené izolace tepelné a protipožární. Tepelnou izolací bude opatřeno potrubí dopravující ochlazený vzduch. Tepelná izolace plnící funkci zvukové izolace budou opatřeny všechna potrubí ve strojovně po tlumiče (včetně) je-li osazen. U zařízení je tepelnou izolací opatřeno přívodní potrubí do jednotek. Umístění protipožární izolace je zobrazeno ve výkresové části. Veškeré izolace potrubních rozvodů jsou zakresleny ve výkresech.

- Tvrzené tepelné izolace – tloušťka izolace 60 mm $\lambda = 0,04 \text{ W/m}^2$
- Protipožární izolace – tloušťka izolace 60 mm EI 60 minut

9 Protipožární opatření

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

10 Montáž, provoz, údržba a obsluha zařízení

- Při montáži požárních klapek budou provedeny přístupy pro následné revize – nutná koordinace se stavební profesí v průběhu realizace výstavby.
- Osazení VZT jednotek bude provedeno na gumové tlumící podložky
- Všechny protidešťové žaluzie budou tvořeny plechem s pozinkovanou povrchovou úpravou připravené k natření
- Při regulace systému VZT s motory ovládanými frekvenčními měniči je nutné nastavení požadovaných vzduchových výkonů koordinovat s profesí MaR.

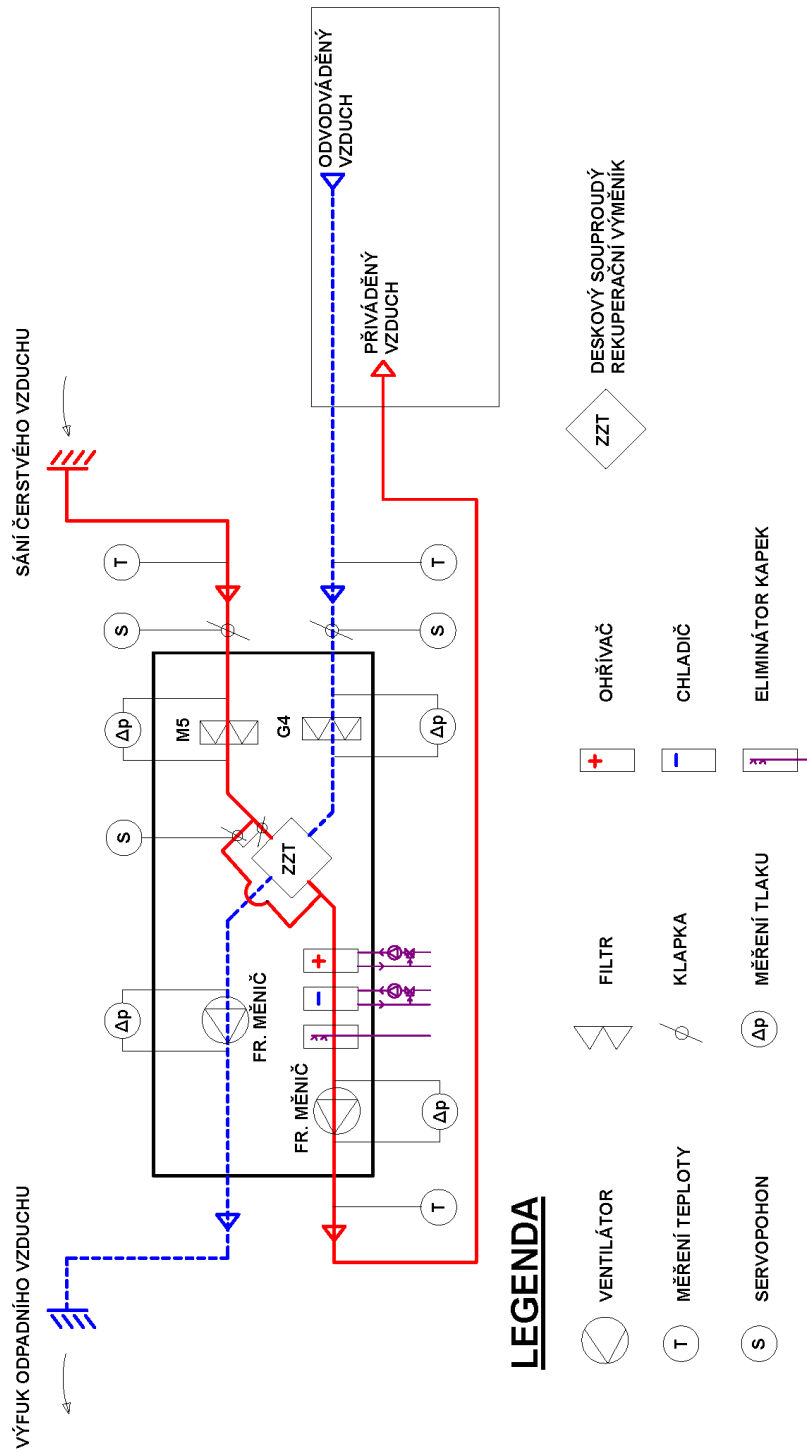
- Všechny montáže vzduchotechnických zařízení musí být provedena odbornou montážní firmou. VZT zařízení budou montována podle montážních postupů jednotlivých VZT prvků.
- Veškeré rozbočky, odbočky a nástavce na čtyřhranných potrubních rozvodech budou opatřeny náběhovými plechy
- Připojení přívodních koncových elementů bude provedeno ohebnými tepelně izolovanými hadicemi SONOFLEX MO
- Při montáži VZT potrubí musí být dodržena veškerá bezpečnostní opatření.
- Všechna zařízení musí být po montáži vyzkoušena a zaregulována. Při regulaci vzduchotechnických systémů se bude postupovat ve spolupráci s profesí MaR.
- Uživatel musí být řádně seznámen s funkcí, provozem a údržbou VZT zařízení.
- VZT zařízení seřizená a odevzdaná do trvalého provozu smí obsluhovat pouze řádně vyškolení pracovníci dle provozních předpisů dodavatele vzduchotechnických zařízení, pokud není v projektové dokumentaci uvedeno jinak. Za bezpečnost práce při provozu odpovídá provozovatel. Všechny podmínky pro bezpečnou práci musí být uvedeny v provozním řádu. Vypracování provozního řádu a zaškolení pracovníku provede dodavatel VZT zařízení.
- VZT zařízení musí být v pravidelných intervalech kontrolována, čištěna a udržována v provozuschopném stavu. VZT zařízení musí být vždy čisté a přístupné pro kontrolu, údržbu a obsluhu. Filtrační části jednotlivých VZT zařízení budou kontrolována jednou týdně a pomocí profese MaR bude kontrolováno zanášení filtrace (měření tlakové difference filtrů). O kontrolách a údržbách budou vedeny záznamy a jejich frekvence bude dána v provozním řádu.
- Výměna prvků vzduchotechnických zařízení bude provedena dle předpisů jednotlivých výrobců.
- Navržená vzduchotechnická zařízení budou řízena a regulována systémem měření a regulace. Údržbu systému měření a regulace budou zajišťovat techničtí pracovníci kulturního centra, kteří budou pro tuto činnost zaškoleni.

11 Závěr

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

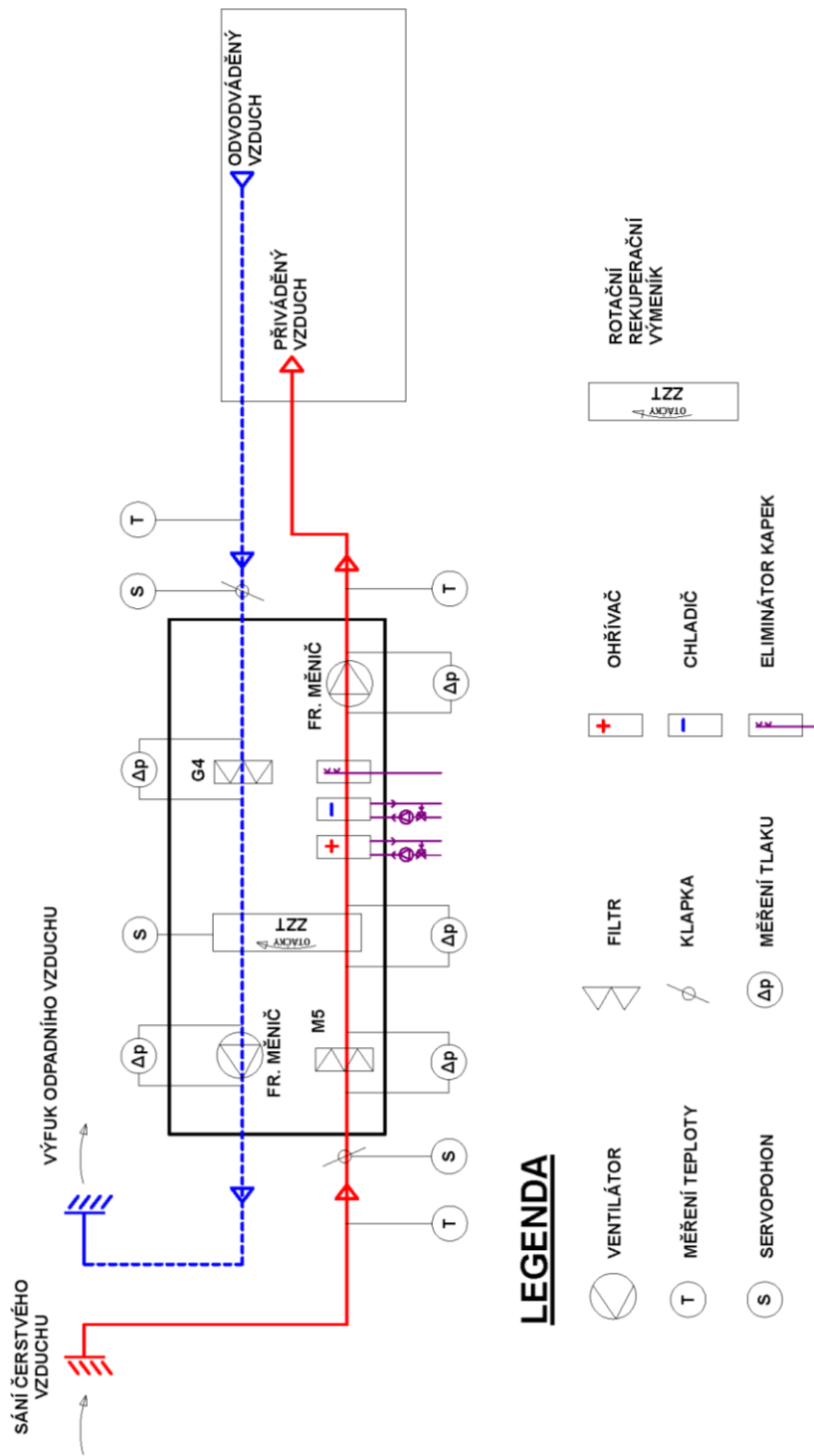
12 Funkční schéma

FUNKČNÍ SCHÉMA ZAŘÍZENÍ Č. 1



Obrázek 50 – Funkční schéma zařízení č. 1

FUNKČNÍ SCHEMA ZAŘÍZENÍ Č. 2



Obrázek 51 - Funkční schéma zařízení č. 2

13 Položková specifikace

Tabulka 12 – Položková specifikace zařízení č. 1

Bankovní ústav			
Položková specifikace zařízení č. 1			
Ozn.	Popis zařízení	Jednotka	Množství
1.0.1	VDUCHOTECHNICKÁ JEDNOTKA - vnitřní jednotka, deskový souproudý rekuperátor, filtr (M5) a (G4), ohřivač, chladič, eliminátor kapek, pružné manžety, 2x ventilátor, klapky se servopohonem	ks	1
1.1.1	PROTIDEŠŤOVÁ ŽALUZIE 1000 x 1250mm, vč. síta	ks	1
1.1.2	NEREZOVÁ MŘÍŽKA 630 x 630mm, velikost ok 0,5 x 0,5mm	ks	1
1.2.1	POŽÁRNÍ KLAPKA 250 x 250mm	ks	1
1.2.2	POŽÁRNÍ KLAPKA 400 x 355mm	ks	1
1.2.3	POŽÁRNÍ KLAPKA 450 x 450mm	ks	3
1.2.4	POŽÁRNÍ KLAPKA 650 x 600mm	ks	1
1.3.1	REGULAČNÍ KLAPKA Ø 100mm, ruční ovládání	ks	14
1.3.2	REGULAČNÍ KLAPKA Ø 160mm, ruční ovládání	ks	6
1.3.3	REGULAČNÍ KLAPKA Ø 200mm, ruční ovládání	ks	9
1.3.4	REGULAČNÍ KLAPKA Ø 250mm, ruční ovládání	ks	2
1.3.5	REGULAČNÍ KLAPKA 200 x 200mm, ruční ovládání	ks	4
1.3.6	REGULAČNÍ KLAPKA 250 x 200mm, ruční ovládání	ks	2
1.3.7	REGULAČNÍ KLAPKA 250 x 250mm, ruční ovládání	ks	1
1.3.8	REGULAČNÍ KLAPKA 280 x 250mm, ruční ovládání	ks	1
1.3.9	REGULAČNÍ KLAPKA 315 x 280mm, ruční ovládání	ks	1
1.3.10	REGULAČNÍ KLAPKA 315 x 315mm, ruční ovládání	ks	1
1.3.11	REGULAČNÍ KLAPKA 355 x 315mm, ruční ovládání	ks	2
1.3.12	REGULAČNÍ KLAPKA 400 x 355mm, ruční ovládání	ks	2
1.4.1	KULISOVÝ TLUMIČ HLUKU 600 x 650 - 1,5m, šířka kulis 100, počet kulis 3	ks	1
1.4.2	KULISOVÝ TLUMIČ HLUKU 450 x 450 - 0,5m, šířka kulis 100, počet kulis 3	ks	2
1.4.3	KULISOVÝ TLUMIČ HLUKU 600 x 650 - 1m, šířka kulis 100, počet kulis 3	ks	1
1.4.4	KULISOVÝ TLUMIČ HLUKU 630 x 630 - 0,5m, šířka kulis 100, počet kulis 3	ks	1
1.5.1	TALÍŘOVÝ VENTIL DVS Ø 160mm - pro odvod	ks	18
1.5.2	VÍŘIVÁ VÝUSTĚ 300 x 300mm - pro přívod, pevné lamely	ks	5
1.5.3	VÍŘIVÁ VÝUSTĚ 400 x 400mm - pro přívod, pevné lamely	ks	9
1.5.4	VÍŘIVÁ VÝUSTĚ 600 x 600mm - pro přívod, pevné lamely	ks	2
1.5.5	JEDNO-ŠTĚRBINOVÁ VÝUSTĚ - 0,5m - pro přívod i odvod	ks	3
1.5.6	JEDNO-ŠTĚRBINOVÁ VÝUSTĚ - 1m - pro přívod i odvod	ks	15
1.5.7	JEDNO-ŠTĚRBINOVÁ VÝUSTĚ - 2m - pro přívod i odvod	ks	4
1.5.8	DVOU-ŠTĚRBINOVÁ VÝUSTĚ - 1,5m - pro přívod i odvod	ks	1
1.5.9	TŘÍ-ŠTĚRBINOVÁ VÝUSTĚ - 1m - pro přívod i odvod	ks	4
1.5.10	STĚNOVÁ MŘÍŽKA 500 x 250mm s protiběžnými regulačními lamelami	ks	4
1.6.1	OHEBNÉ ZVUKOVĚ IZOLAČNÍ POTRUBÍ Ø 100mm	bm	35
1.6.2	OHEBNÉ ZVUKOVĚ IZOLAČNÍ POTRUBÍ Ø 160mm	bm	45
1.6.3	OHEBNÉ ZVUKOVĚ IZOLAČNÍ POTRUBÍ Ø 200mm	bm	15
1.6.4	OHEBNÉ ZVUKOVĚ IZOLAČNÍ POTRUBÍ Ø 250mm	bm	4
1.7.1	ČTYŘHRANNÉ POTRUBÍ - do obvodu 650mm / 20% tvarovek	bm	39,5
1.7.2	ČTYŘHRANNÉ POTRUBÍ - do obvodu 1050mm / 30% tvarovek	bm	85,5
1.7.3	ČTYŘHRANNÉ POTRUBÍ - do obvodu 1500mm / 30% tvarovek	bm	61,5
1.7.4	ČTYŘHRANNÉ POTRUBÍ - do obvodu 1890mm / 40% tvarovek	bm	34
1.7.5	ČTYŘHRANNÉ POTRUBÍ - do obvodu 2630mm / 70% tvarovek	bm	59,5
1.7.6	ČTYŘHRANNÉ POTRUBÍ - do obvodu 3000mm / 100% tvarovek	bm	4
1.7.7	ČTYŘHRANNÉ POTRUBÍ - do obvodu 5600mm / 50% tvarovek	bm	1,5

Tabulka 13 - Položková specifikace zařízení č. 2

Bankovní ústav			
Položková specifikace zařízení č. 2			
Ozn.	Popis zařízení	Jednotka	Množství
2.0.1	VDUCHOTECHNICKÁ JEDNOTKA - vnitřní jednotka, rotační rekuperátor, filtr (M5) a (G4), ohřivač, chladič, eliminátor kapek, pružné manžety, 2x ventilátor, klapky se servopohonem	ks	1
2.0.2	JEDNOTKA FANCOIL SKYSTAR TYP SK 12	ks	18
2.1.1	PROTIDEŠTOVÁ ŽALUZIE 1000 x 1250mm, vč. síta	ks	1
2.1.2	NEREZOVÁ MŘÍŽKA 630 x 630mm, velikost ok 0,5 x 0,5mm	ks	1
2.2.1	POŽÁRNÍ KLAPKA 630 x 630mm	ks	2
2.2.2	POŽÁRNÍ KLAPKA 810 x 760mm	ks	1
2.3.1	REGULAČNÍ KLAPKA Ø 100mm, ruční ovládání	ks	34
2.3.2	REGULAČNÍ KLAPKA Ø 160mm, ruční ovládání	ks	15
2.3.3	REGULAČNÍ KLAPKA 250 x 200mm, ruční ovládání	ks	11
2.3.4	REGULAČNÍ KLAPKA 250 x 250mm, ruční ovládání	ks	3
2.3.5	REGULAČNÍ KLAPKA 315 x 250mm, ruční ovládání	ks	4
2.3.6	REGULAČNÍ KLAPKA 315 x 315mm, ruční ovládání	ks	3
2.3.7	REGULAČNÍ KLAPKA 560 x 560mm, ruční ovládání	ks	2
2.3.8	REGULAČNÍ KLAPKA 710 x 630mm, ruční ovládání	ks	2
2.4.1	KULISOVÝ TLUMIČ HLUKU 630 x 630 - 1m, šířka kulis 100, počet kulis 3	ks	1
2.4.2	KULISOVÝ TLUMIČ HLUKU 630 x 630 - 1,5m, šířka kulis 100, počet kulis 4	ks	2
2.5.1	JEDNO-ŠTĚRBINOVÁ VÝUSŤ - 1,5m - pro přívod i odvod	ks	2
2.5.2	JEDNO-ŠTĚRBINOVÁ VÝUSŤ - 2m - pro přívod i odvod	ks	34
2.5.3	DVOU-ŠTĚRBINOVÁ VÝUSŤ - 0,5m - pro přívod i odvod	ks	1
2.5.4	DVOU-ŠTĚRBINOVÁ VÝUSŤ - 1m - pro přívod i odvod	ks	1
2.5.5	DVOU-ŠTĚRBINOVÁ VÝUSŤ - 1,5m - pro přívod i odvod	ks	10
2.5.6	TŘÍ-ŠTĚRBINOVÁ VÝUSŤ - 1m - pro přívod i odvod	ks	23
2.6.1	OHEBNÉ ZVUKOVĚ IZOLAČNÍ POTRUBÍ Ø 100mm	bm	44
2.6.2	OHEBNÉ ZVUKOVĚ IZOLAČNÍ POTRUBÍ Ø 160mm	bm	49
2.7.1	ČTYŘHRANNÉ POTRUBÍ - do obvodu 650mm / 20% tvarovek	bm	20
2.7.2	ČTYŘHRANNÉ POTRUBÍ - do obvodu 1050mm / 30% tvarovek	bm	26
2.7.3	ČTYŘHRANNÉ POTRUBÍ - do obvodu 1500mm / 30% tvarovek	bm	24,5
2.7.4	ČTYŘHRANNÉ POTRUBÍ - do obvodu 1890mm / 40% tvarovek	bm	32
2.7.5	ČTYŘHRANNÉ POTRUBÍ - do obvodu 2630mm / 90% tvarovek	bm	82
2.7.6	ČTYŘHRANNÉ POTRUBÍ - do obvodu 3000mm / 10% tvarovek	bm	15
2.7.7	ČTYŘHRANNÉ POTRUBÍ - do obvodu 5600mm / 50% tvarovek	bm	1,5

14 Použité zdroje

Knižní zdroje, vyhlášky, normy směrnice

1. GEBAUER, Günter, Olga RUBINOVÁ a Helena HORKÁ. *Vzduchotechnika*. Brno: ERA, 2005. Technická knihovna (ERA). ISBN 80-7366-027-X.
2. VRÁNA, Jakub. *Technická zařízení budov v praxi: [příručka pro stavaře]*. 1. vyd. Praha: Grada, 2007. Stavitel. ISBN 978-80-247-1588-9.
3. DUFKA, Jaroslav. *Větrání a klimatizace domů a bytů. 2., přeprac. vyd.* Praha: Grada, 2005. Profi & hobby. ISBN 80-247-1144-3.
4. BYSTŘICKÝ, Václav a Antonín POKORNÝ. *Technická zařízení budov - B. Vyd. 2.* V Praze: Nakladatelství ČVUT, 2006. ISBN 80-01-03450-X.

Elektronické zdroje

5. BEDNÁŘOVÁ, Petra. Zdravotní nezávadnost staveb [online]. Vysoká škola technická a ekonomická v Českých Budějovicích, 2013 [cit. 2016-02-10]. Dostupné z: <http://docplayer.cz/3265447-Zdravotni-nezavadnost-staveb.html>
6. DRKAL, F. K vývoji klimatizace (I). *TZB-info* [online]. Praha: ČVUT v Praze, 2005 [cit. 2016-02-12]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/2547-k-vyvoji-klimatizace-i>
7. SVENSSON, Gunar. Chladicí trámy – komplexní řešení. *ABS-portal* [online]. Swegon, 2009 [cit. 2016-02-19]. Dostupné z: <http://www.asb-portal.cz/tzb/vetrani-a-klimatizace/chladici-tramy-komplexni-reseni>
8. DRKAL, F. K čemu je dobrá klimatizace v budovách. *TZB-info* [online]. Brno: Veletrhy Brno, a.s., 2007 [cit. 2016-02-19]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/4066-k-cemu-je-dobra-klimatizace-v-budovach>
9. DRKAL, František, Miloš LAIN, Jan SCHWARZER a Vladimír ZMRHAL. *Klimatizace a průmyslová vzduchotechnika* [online]. Praha, 2009 [cit. 2016-02-19]. Dostupné z: https://www.ib.cvut.cz/sites/default/files/Studijni_materialy/KPV/Klim_a_prum_vzd.pdf
10. SYROVÝ, J. Chladicí trámy - alternativní vzduchotechnický systém. *TZB-info* [online]. Multi-VAC, 2002 [cit. 2016-02-25]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/1277-chladici-tramy-alternativni-vzduchotechnicky-system>
11. ZMRHAL, V. Úpravy vzduchu v klimatizačních zařízeních (VI). *TZB-info*[online]., 2013 [cit. 2016-02-26]. Dostupné z: <http://vetrani.tzb-info.cz/klimatizace-a-chlazení/10622-upravy-vzduchu-v-klimatizacnich-zarizenich-vi>
12. TROJAN, R. Fan coil - jeho pád nebo renesance. *TZB-info* [online]., 2013 [cit. 2016-03-5]. Dostupné z: <http://vetrani.tzb-info.cz/klimatizace-a-chlazení/8857-fan-coil-jeho-pad-nebo-renesance>

13. NECOKLIMA, Fan-coily a indukční jednotky. NEKO klima [online]. [cit. 2016-03-10]. Dostupné z: <http://neko.cz/reseni/fan-coily-a-indukcni-jednotky/>
14. KOTÁSEK, Petr. *Systémy chlazení a jejich řízení v kancelářských provozech* [online]. Brno, 2014 [cit. 2016-03-10]. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_ve-rejne.php?file_id=90565
15. MICHALKO, Ján. *Fan-Coil systémy* [online]. Praha, 2009 [cit. 2016-03-12]. Dostupné z: https://support.dce.felk.cvut.cz/mediawiki/images/3/36/Bp_2009_michalko_jan.pdf
16. DANFOSS, Syndrom nízkého ΔT . *ABS-portal* [online]. DANFOSS, 2012 [cit. 2016-03-13]. Dostupné z: <http://vetrani.tzb-info.cz/8598-syndrom-nizkeho-t>
17. ZMRHAL, Vladimír. Sálavé chladicí systémy (I). TZB-info [online]. 2006, [cit. 2016-03-20]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/3251-salave-chladici-systemy-i>.
18. KECEK, P. Volba systému vzt a chlazení. *osobní web* [online]. Trox [cit. 2016-03-20]. Dostupné z: <http://kecek.cz/wp-content/uploads/2015/03/Volba-systemu-VZT-a-chlazení.pdf>

Obrazové zdroje

19. Vlastní tvorba
20. [online]. [cit. 2016-02-10]. Dostupné z: http://www.stavebnictvi3000.cz/obr/clanky2/2008/10_li-kos_2.jpg
21. [online]. [cit. 2016-02-19]. Dostupné z: <http://vetrani.tzb-info.cz/docu/clanky/0107/010752o3.png>
22. [online]. [cit. 2016-02-25]. Dostupné z: http://www.aquatherm-mos-cow.ru/RXRU/RXRU_Aquatherm_Russian_V2/images/2016/news/passive%20beam.jpg?v=635642748562715194
23. [online]. [cit. 2016-02-25]. Dostupné z: http://s3images.coroflot.com/user_files/individual_files/original_131681_Zu1MU46aZjawLOFMzgfXci5tt.jpg
24. [online]. [cit. 2016-02-25]. Dostupné z: <http://www.ingmatejicek.cz/wp-content/uploads/2015/09/Obr-1.jpg>
25. [online]. [cit. 2016-02-26]. Dostupné z: <http://www.asb-portal.cz/tzb/vetrani-a-klimatizace/chladici-tramy-komplexni-reseni>
26. [online]. [cit. 2016-02-26]. Dostupné z: <http://vetrani.tzb-info.cz/docu/clanky/0139/013946o3.png>
27. [online]. [cit. 2016-02-26]. Dostupné z: <http://indukcni-jednotky.cz/indukcni/img/slide-c.png>
28. KOTÁSEK, Petr. *Systémy chlazení a jejich řízení v kancelářských provozech* [online]. Brno, 2014 [cit. 2016-03-10]. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_ve-rejne.php?file_id=90565

29. MICHALKO, Ján. *Fan-Coil systémy* [online]. Praha, 2009 [cit. 2016-03-12]. Dostupné z:
https://support.dce.felk.cvut.cz/mediawiki/images/3/36/Bp_2009_michalko_jan.pdf
30. Syndrom nízkého ΔT . *ABS-portal* [online]. DANFOSS, 2012 [cit. 2016-03-13]. Dostupné z:
<http://vetrani.tzb-info.cz/8598-syndrom-nizkeho-t>
31. [online]. [cit. 2016-03-20]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/docu/clanky/0032/003251o1.gif>

15 Seznam použitých zkratek a označení

<i>Značka</i>	<i>Veličina</i>	<i>Jednotka</i>
A	plocha; průřez	m ²
b	šířka	m
c	měrná tepelná kapacita	J/kgK
D	útlum akustického výkonu	dB
d	průměr	m
f	frekvence	Hz
h	výška; měrná entalpie	m; J/kg
h	výška slunce nad obzorem	°
I	intenzita zvuku; sluneční radiace	dB; W/m ²
l	délka	m
L	hladina akustického tlaku a výkonu	dB
m	měrný hmotnostní tok	kg/s
n	intenzita výměny vzduchu	h ⁻¹
O	objem	m ³
p	tlak; měrná ztráta tlaku	Pa; Pa/m
P	akustický tlak; akustický výkon	dB
Q	tepelný tok	W
r	poloměr	m
R	tepelný odpor	m ² K/W
s	stínící součinitel	-
S	plocha; průřez	m ²
T	teplota	°C
U	součinitel prostupu tepla	W/m ² K
v	měrný objem	m ³ /kg
V	objem	m ³
x	měrná vlhkost	kg/kg

X	výměna vzduchu	h-1
Y	dávka vzduchu	m ³ /h
Z	tlaková ztráta	Pa
γ	azimutový úhel stěny	°
ξ	součinitel vřazeného odporu	-
η	účinnost	-
λ	součinitel tepelné vodivosti	W/mK
ρ	objemová hmotnost	kg/m ³
φ	relativní vlhkost vzduchu	%
ψ	časové zpoždění	h
α	sluneční azimut	°
IJ	Indukční jednotka	
MaR	Software	
VZP	Všeobecná zdravotní pojišťovna	
VZT	Vzduchotechnická jednotka	
ZZT	Zpětné získávání tepla	

16 Seznam obrázků, tabulek a grafů

Obrázky

Obrázek 1 – Složky mikroklimatu [20].....	19
Obrázek 2 – Vliv koncentrace oxidu uhličitého na soustředění člověka[21]	20
Obrázek 3 – Příklady rozdělení na dílčí a úplnou klimatizaci [19].....	21
Obrázek 4 – Pasivní chladicí trám [22]	23
Obrázek 5 - Aktivní chladicí trám [23]	24
Obrázek 6 – Indikce vzduchu [24]	25
Obrázek 7 – Umístění IJ kolmo k fasádě [25]	26
Obrázek 8 – Umístění IJ rovnoběžně s fasádou [25].....	26
Obrázek 9 – Umístění IJ rovnoběžně se zadní stěnou [25].....	26
Obrázek 10 – IJ podlahová [27]	27
Obrázek 11 – IJ parapetní [26]	27
Obrázek 12 – hx diagram pro výměníky fancoil [28]	29
Obrázek 13 - Podstropní jednotka [29]	29
Obrázek 14 – Nástěnná jednotka [29].....	30
Obrázek 15 – Kanálová jednotka [29]	30
Obrázek 16 – Konstrukční díly kazetové jednotky [28]	31
Obrázek 17 – Kazetová jednotka [29]	31
Obrázek 18 - FCU s proměnným průtokem a statickou regulací [30]	33
Obrázek 19 - Přímý vratný systém (nedoporučuje se) [30]	33
Obrázek 20 - Proměnný průtok – statická regulace FCU [30].....	33
Obrázek 21 - Částečná zátěž – přímý vratný systém [30].....	33
Obrázek 22 - Sdílení tepla v prostoru s chladicím stropem [31].....	35
Obrázek 23 - a) Masivní chladicí strop jako součást stropní konstrukce b) Modulační klima deska c) Chladicí panely umístěné v podhledové konstrukci opatřené izolace d) Lamelový chladicí strop upevněný na vodní potrubí e) Otevřený chladicí strop v podobě protlačovaných profilů s vodními kanály f) Kapilární systém umístěný v omítce [31]	37
Obrázek 24 – Pobočka banky a její okolí	40
Obrázek 25 - Rozdělení 1.NP na funkční VZT celky a tlakové poměry	42
Obrázek 26 - Rozdělení 2.NP na funkční VZT celky a tlakové poměry	44
Obrázek 27 – Vířivá výust s pevnými lamelami	54
Obrázek 28 – Montáž vířivé vyústky do stropu	54
Obrázek 29 – Graf rychlého výběru pro vířivé vyústky.....	55
Obrázek 30 – Graf hlučnosti a tlakové ztráty vířivé vyústky.....	55

Obrázek 31 – Popis štěrbinových výústí.....	56
Obrázek 32 – Štěrbínová vyústka – Graf rychlého výběru	56
Obrázek 33 – Štěrbínová vyústka – Graf tlakové ztráty	57
Obrázek 34 – Popis talířových ventilů.....	57
Obrázek 35 – Graf tlakové ztráty – talířový ventil.....	58
Obrázek 36 – Idealizované jednočarové schéma 1.NP.....	59
Obrázek 37 - Idealizované jednočarové schéma 2.NP.....	60
Obrázek 38 – Nejdůležitější parametry vzduchotechnické jednotky č. 1	71
Obrázek 39 – VZT jednotka č. 1 bokorys + půdorys	72
Obrázek 40 - VZT jednotka č. 1 axonometrie + transportní bloky	73
Obrázek 41 – h-x diagram zařízení č. 1 zima	74
Obrázek 42 – h-x diagram zařízení č. 1 léto	75
Obrázek 43 - Nejdůležitější parametry vzduchotechnické jednotky č. 2	76
Obrázek 44 - VZT jednotka č. 2 bokorys + půdorys	77
Obrázek 45 - VZT jednotka č. 2 axonometrie + transportní bloky	78
Obrázek 46 – h-x diagram zařízení č. 2 zima	79
Obrázek 47 – h-x diagram zařízení č. 2 léto	80
Obrázek 48 – Jednotka fancoil	81
Obrázek 49 – Návrhová tabulka fancoil	81
Obrázek 50 – Funkční schéma zařízení č. 1	99
Obrázek 51 - Funkční schéma zařízení č. 2.....	100

Tabulky

Tabulka 1 - Rozdělení místností na funkční celky a tlakové poměry 1. NP.....	43
Tabulka 2 - Rozdělení místností na funkční celky a tlakové poměry 2. NP.....	45
Tabulka 3 – Vzorový výpočet součinitele prostupu tepla.....	46
Tabulka 4 - Určení doby výpočtu	51
Tabulka 5 – Výpočet tepelných a vodních zisků pro vybrané místnosti	52
Tabulka 6 - Průtoky vzduchu a tlakové poměry zařízení 1	53
Tabulka 7 - Průtoky vzduchu a tlakové poměry zařízení 2	54
Tabulka 8 – Dimenzování vzduchotechnického potrubí + tlaková ztráta potrubí	61
Tabulka 9 – Tlaková ztráta jednotlivých zařízení.....	70
Tabulka 10 – Návrh fancoilů	81
Tabulka 11 – Tabulky útlumu hluku + použité tlumiče.....	82
Tabulka 12 – Položková specifikace zařízení č. 1.....	101
Tabulka 13 - Položková specifikace zařízení č. 2	102

17 Přílohy

- 1) Půdorys 1.NP
- 2) Půdorys 2.NP
- 3) Řezy A-E