



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

KLIMATIZAČNÍ SYSTÉMY V BUDOVÁCH PRO VZDĚLÁNÍ

AIR CONDITIONING SYSTEMS IN EDUCATIONAL BUILDINGS

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Martin Husák

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. OLGA RUBINOVÁ, Ph.D.

BRNO 2024

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav technických zařízení budov

Student: **Bc. Martin Husák**

Vedoucí práce: **Ing. Olga Rubinová, Ph.D.**

Akademický rok: 2023/24

Studijní program: N0732A260023 Stavební inženýrství – pozemní stavby

Děkan Fakulty Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Klimatizační systémy v budovách pro vzdělávání

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Literární rešerše ze zadaného tématu, na kterou navazuje návrh koncepčního řešení zařízení vzducho-techniky ve dvou variantách a jejich vzájemné porovnání. Třetí část bude mít podobu prováděcího projektu.

Cíle a výstupy diplomové práce:

A. Analýza tématu, cíle a metody řešení

Analýza zadaného tématu, normové a legislativní podklady

Cíl práce, zvolené metody řešení

Aktuální technická řešení v praxi

Teoretické řešení (s využitím fyzikální podstaty dějů)

Experimentální řešení (popis metody a přístrojové techniky)

Řešení využívající výpočetní techniku a modelování

B. Aplikace tématu na zadané budově

Návrh technického řešení ve 2 variantách v zadané specializaci (včetně doložených výpočtů) v rozpracovanosti projektu pro stavební povolení: půdorysy v měřítku 1:100, stručná technická zpráva.

Hodnocení navržených variant řešení z hlediska vnitřního prostředí, uživatelského komfortu, prostorových nároků, ekonomiky provozu, dopadu na životní prostředí apod.;

C. Volitelná část

Technické řešení zadané specializace s grafickými i textovými výstupy v úrovni projektu pro provedení stavby

Seznam doporučené literatury a podklady:

Aktuální legislativa ČR

České i zahraniční technické normy

Odborná literatura

Zdroje na internetu

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku.

V Brně, dne 8. 3. 2023

L. S.

prof. Ing. Jiří Hirš, CSc.

vedoucí ústavu

Ing. Olga Rubinová, Ph.D.

vedoucí práce

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA, dr. h. c.

děkan

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. Analýza tématu, cíle a metody řešení

Analýza zadaného tématu, normové a legislativní podklady

Cíl práce, zvolené metody řešení, Aktuální technická řešení v praxi

Teoretické řešení (s využitím fyzikální podstaty dějů)

Experimentální řešení (popis metody a přístrojové techniky)

Řešení využívající výpočetní techniku a modelování

B. Aplikace tématu na zadané budově - koncepční řešení

Návrh technického řešení ve 3 variantách v zadané specializaci (včetně doložených výpočtů) v rozpracovanosti projektu pro stavební povolení: půdorysy v měřítku 1:100, stručná technická zpráva.

Může mít i podobu energetického auditu s návrhem opatření a studií technického provedení navržených opatření, např. ve formě schématu.

Hodnocení navržených variant řešení z hlediska vnitřního prostředí, uživatelského komfortu, prostorových nároků, ekonomiky provozu, dopadu na životní prostředí apod.;

C. Volitelná část

Technické řešení vybrané varianty - Technické řešení zadané specializace s grafickými i textovými výstupy v úrovni projektu pro provedení stavby

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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

Ing. Olga Rubinová, Ph.D.

vedoucí práce

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá návrhem několika variant chlazení na daný objekt a vzduchotechnického zařízení. Budova je rozdělena do několika zón. Byla vybrána jedna zóna, na niž byli vytvořeny varianty chlazení. První varianta chlazení byla vybrána jako VRV systém. Druhý byl vybrán chladící strop s tepelným čerpadlem. Poslední varianta jsou fancoily s tepelným čerpadlem. Ze všech variant byli vyhodnoceny výsledky. V teoretické části je větší část zaměřená na tepelná čerpadla a jejich využití na chlazení.

KLÍČOVÁ SLOVA

Vzduchotechnika, chlazení, mikroklima, klimatizace, chladící systémy, varianty chlazení, větrání, tepelná izolace, čerstvý vzduch

ABSTRACT

The diploma thesis deals with the design of several variants of cooling for a given building and air conditioning equipment. The building is divided into several zones. One zone was selected for which cooling variants were created. The first cooling variant was chosen as VRV system. The second was chosen cooling ceiling with heat pump. The last variant is fancoils with a heat pump. The results from all variants were evaluated. The theoretical part is a larger part focused on heat pumps and their use for cooling.

KEYWORDS

Ventilation system, cooling, microclimate, air conditioning, cooling systems, cooling variants, ventilation, thermal insulation, fresh air

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

HUSÁK, Martin. *Klimatizační systémy v budovách pro vzdělávání*. Brno, 2023. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí Ing. Olga Rubinová, Ph.D.

Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy závěrečné práce

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Klimatizační systémy v budovách pro vzdělávání* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 12. 12. 2023

Bc. Martin Husák

autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Klimatizační systémy v budovách pro vzdělávání* zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 12. 12. 2023

Bc. Martin Husák
Autor práce

Poděkování

Především bych chtěl poděkovat vedoucí mé diplomové práce, paní Ing. Rubinové Ph.D., za její pomoc, užitečné rady a její přátelský přístup. Dále bych chtěl poděkovat svojí rodině a přátelům za podporu při studiu.

OBSAH

ÚVOD	15
TEORETICKÁ ČÁST	17
1. Chlazení budov.....	17
1.1. Úvod.....	17
1.2. Tepelná čerpadla	17
1.2.1. Obecně tepelná čerpadla	17
1.2.2. Princip kompresorových tepelných čerpadel.....	17
1.2.3. Využití TČ.....	19
1.2.4. Druhy tepelných čerpadel	20
VÝPOČTOVÁ ČÁST	30
2. Popis objektu	30
3. Rozdělení do dispozičních celků	30
4. Návrhové parametry.....	35
4.1. Návrhové parametry venkovního vzduchu	35
4.2. Návrhové parametry pro vnitřní vzduch	35
5. Varianty chlazení pro 2. zónu	36
5.1. Varianta č.1 - VRV	36
5.2. Varianta č. 2 – Chladící strop + TČ.....	37
5.3. Varianta č. 3 – Fancoil + TČ.....	38
6. Tepelná bilance	39
6.1. Tepelné odpory konstrukcí.....	39
6.2. Tepelná ztráta.....	40
6.2.1. Vzorec pro ztrátu prostupem.....	40
6.2.2. Vzorec pro ztrátu větráním	40

6.2.3.	Celková tabulka tepelné ztráty	41
6.3.	Tepelné zisky	41
6.3.1.	Tepelný zisk od lidí	41
6.3.2.	Tepelný zisk od konvekci okny	41
6.3.3.	Tepelný zisk od konvekci ostatními konstrukcemi.....	42
6.3.4.	Tepelný zisk od větrání.....	42
6.3.5.	Tepelný zisk technologii	42
6.3.6.	Tepelný zisk radiací okny.....	42
6.3.7.	Výpočet tepelných zisků pro jednotlivé varianty a pro jednotlivé vybrané místnosti	44
6.3.8.	Celková tabulka zisků pro vypočítané místnosti.....	54
7.	Průtoky vzduchu a tepelné zisky mezi místnostmi	54
7.1.	Zóna č. 1.....	55
7.2.	Zóna č. 2.....	55
7.3.	Zóna č.3	56
7.4.	Zóna č.4	57
7.5.	Zóna č. 5.....	57
7.6.	Celková tabulka pro jednotlivé zóny	58
8.	Dimenzování chlazení jednotlivých variant	58
8.1.	Návrh totožných prvků ve variantách	58
8.1.1.	Návrh distribučních elementů.....	58
8.1.2.	Dimenzační schéma.....	67
8.1.3.	Dimenzování.....	69
8.1.4.	VZT jednotka	70
8.1.5.	Útlum hluku.....	71

8.1.6.	Izolace potrubí.....	72
9.	1. varianta – VRV.....	74
9.1.	Popis	74
9.2.	VRV systém	74
9.2.1.	Celková tabulka vnitřních jednotek pro zónu č.2.....	74
9.2.2.	Celková tabulka venkovních jednotek pro celou budovu.....	74
9.3.	VZT jednotka	76
10.	2. varianta – Chladící strop + TČ.....	78
10.1.	Popis.....	78
10.2.	Chladící stropy.....	78
10.3.	Tepelné čerpadlo	80
10.4.	VZT jednotka	81
11.	3. varianta – Fancoil + TČ	83
11.1.	Popis.....	83
11.2.	Fancoily	83
11.3.	Tepelné čerpadlo	84
11.4.	VZT jednotka	85
12.	Hodnocení	87
PROJEKT		89
13.	Technická zpráva	89
13.1.	Úvod.....	89
13.2.	Podklady pro zpracování.....	89
13.3.	Výpočtové hodnoty klimatických poměrů.....	89
13.4.	Výpočtové hodnoty vnitřního prostředí	90
13.5.	Základní koncepční řešení.....	90

13.5.1.	Hygienické větrání	91
13.5.2.	Technologické větrání a chlazení.....	91
13.5.3.	Energetické zdroje	91
13.6.	Popis technického řešení	92
13.6.1.	Zařízení č. 1 – Větrání Administrace 4.NP	92
13.6.2.	Zařízení č. 2 – Chlazení Administrace 4.NP	93
13.7.	Nároky na energii.....	93
13.8.	Měření a regulace	93
13.9.	Nároky na související profese	94
13.9.1.	Stavba	94
13.9.2.	Silnoproud	94
13.9.3.	Vytápění.....	95
13.9.4.	Zdravotechnika	95
13.9.5.	Chlazení	95
13.10.	Protihluková a protiotřesová opatření	95
13.11.	Izolace a nátěry	95
13.12.	Protipožární opatření.....	95
13.13.	Montáž, provoz, údržba a obsluha zařízení	96
13.14.	Závěr	96
14.	Specifikace.....	97
15.	Tabulky zdrojů	100
16.	Funkční schéma pro MaR.....	101
ZÁVĚR.....		102
POUŽITÉ ZDROJE		103
SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK		105

PŘÍLOHY	108
---------------	-----

ÚVOD

Tato diplomová práce je zaměřena na návrh různých typů chlazení a větrání v daném objektu. Tento objekt je rozdělen do několika zón. V této budově se nachází z velké části kanceláře, poté výukové centrum, správa budovy a krátkodobé ubytování. Většina všech místností je větrána nuceným větráním. V daných místnostech je navržena výměna vzduchu na základě hygienických požadavků. Pro celý objekt jsou navrženy 3 typy chlazení. Pro ukázkou je vybrána jedna zóna. Pro tuto zónu je navržena jedna ze 3 variant a vyhotovena na prováděcí dokumentaci. Všechny zařízení musí být navržena tak, aby splňovali provozní požadavky dané místnosti. U nejkritičtějších míst bude dbáno na akustický tlak v místnosti, aby splňovali hygienické normy. Další problém je kondenzace vody v potrubí. Tento problém, bude vyřešen pomocí tepelné izolace přidávané na potrubí.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

**KLIMATIZAČNÍ SYSTÉMY V BUDOVÁCH PRO
VZDĚLÁNÍ**

AIR CONDITIONING SYSTEMS IN EDUCATIONAL BUILDINGS

A) TEORETICKÁ ČÁST

THEORETICAL SECTION

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

BRNO 2024

Bc. Martin Husák

Ing. OLGA RUBINOVÁ, Ph.D.

TEORETICKÁ ČÁST

1. Chlazení budov

1.1. Úvod

V dnešní době musíme zajistit mikroklima v místnosti či pracovišti. Toto mikroklima se skládá s několika faktorů. Jednou z těchto kritérií je teplota a vlhkost, které se dají upravovat podle požadavků investora, nájemníka, zaměstnance atd.

U strojního chlazení se zejména zabýváme tepelnými zisky od vnitřních i vnějších zdrojů energie jako jsou radiace od slunce, tepelný zisk od osob a jiné. Na tepelné zisky dále navrhujeme chlazení. Ve všech případech se projektant musí zamyslet jaké druhy či typy jsou optimální na dané prostředí.

1.2. Tepelná čerpadla

1.2.1. Obecně tepelná čerpadla

Tepelná čerpadla jsou zařízení, která odebírají tepelnou energii z jednoho místa o nižší teplotě do jiných míst, pomocí chladiva, které mění svoji energii. Tyto čerpadla mají mnoho využití např. ohřev TV, vytápění, ale i chlazení v letních obdobích.

1.2.2. Princip kompresorových tepelných čerpadel

Základní princip všech tepelných čerpadel je chladicí okruh. Všechny tyto okruhy mají 4 části a ty jsou kompresor, kondenzátor, expanzní ventil a výparník.

Kompresor v TČ je nejdůležitější část celé chladicí soustavy. Kompresor zajišťuje stlačení chladiva do kapalného stavu. Díky stlačení chladiva se ohřeje na vyšší teplotě, než je v místě kondenzátoru, kde předá svoji tepelnou energii. [1]



Obr. 1 Kompresor v TČ [2]

Kondenzátor je výměník na straně kapalného chladiva. V tomto výměníku se předává teplo z chladiva do jiného prostředí. Mezi tyto prostředí patří např. okolní proudící vzduch, cirkulační teplotonosné látky z vrtů do země, cirkulační teplotonosné látky z kolektorů těsně pod povrchem země aj. [1]



Obr. 2 Kondenzátor v TČ

Expanzní ventil je zařízení, které pomocí trysky zabudované ve ventilu vstříkne do výparníku chladivo. Pomocí toho, že se chladivo vstříkne, se roztahuje a tím pádem snižuje svoji teplotu. [1]



Obr. 3 Expanzní ventil v TČ [3]

Výparník je výměník na straně kapalného/plynného chladiva. Na začátku procesu je chladivo stále jako kapalina. Tato kapalina, díky předávání tepla a především kvůli jejímu nízkému tlaku, se změní na plyn. Tento plyn pak ochlazuje či ohřívá dané prostředí. [1]



Obr. 4 Výparník v TČ [4]

Poté se pomocí sání od kompresoru vrací do něj a stává se z ní opět kapalina. Tento cyklus se neustále opakuje.

1.2.3. Využití TČ

Máme dvě základní využití, kdy v zimním období potřebujeme topit a v letním období potřebujeme chladit.

1.2.3.1. Topení

Při funkci topení se používá energie z externího prostředí a přes chladicí okruh se dostává do interiéru pomocí teplotnosného media. TČ se dimenzuje na tepelnou ztrátu celé budovy nebo na část ztráty.

V této funkci je maximální teplota otopné vody 60°C. Doporučuje se, aby z TČ šla voda do akumulární nádrže, tak aby se tepelné čerpadlo neustále nespouštělo a nevypínalo. Poté když bude více větví na topení se použije dostatečně velký rozdělovač a sběrač. Z rozdělovače a sběrače je více okruhů, které jdou do distribučních elementů jako jsou podlahové topení, radiátory, VZT atd. [5]

1.2.3.2. Chlazení

Tato funkce je reverzní funkce k topení, kdy energii z místnosti ukládáme do exteriéru. Tuto činnost především využíváme v letním prostředí. V letním období musíme vykompenzovat tepelné zisky jak z vnitřního prostředí tak i z vnějšího prostředí.

U chlazení je přímo odebíráno teplo buď přímo pomocí za pomoci chladiva (klimatizace). A nebo nepřímo přes teplotnosnou látku, jako je nejčastěji voda. Voda je využívána o různých teplotách např. 7/12°C, 10/14°C i 18/20°C podle toho na jaký distribuční prvky se používají. Pokud používáme chladicí stropy musíme zajistit teplejší vodu např. 18/20, tak abychom zajistili, že zde nebude kondenzovat voda. U fancoilu je potřeba zajistit nižší teplotu, tak aby byla schopná i odvlhčovat vzduch v místnosti pomocí kondenzování. [1]

1.2.4. Druhy tepelných čerpadel

Máme několik druhů tepelných čerpadel. Dělí se podle toho odkud berou energii a poté kam ji odvádí čili teplotnosné médium. Tepelný čerpadla se dělí hlavně na voda/voda, vzduch/voda, země/voda a vzduch/vzduch. [6]

1.2.4.1. Voda/voda

- Kolektorový

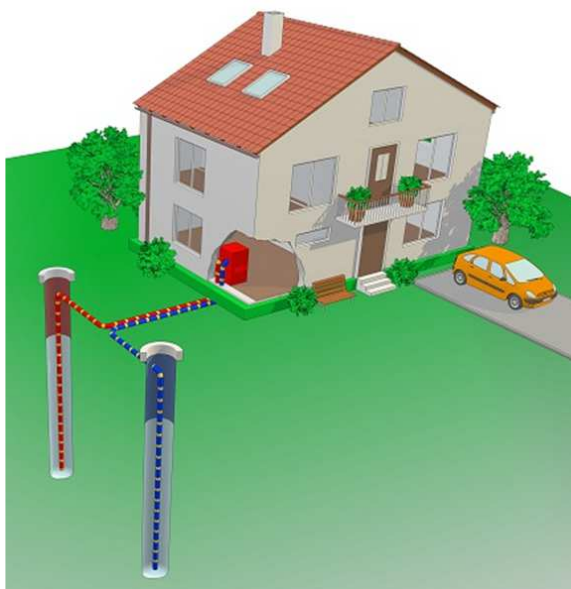
Toto zařízení je umístěno zejména tam, kde máme v blízkosti objektu větší vodní plochu. Na dně vodní plochy je položené pružné PE potrubí. V potrubí proudí nemrznoucí směs vody a alkoholu, která předává teplo z vody do tepelného čerpadla a obráceně.



Obr. 5 TČ voda/voda kolektor [6]

- Se dvěma studnami

Jedná se o systém, kdy je snadno přístupná spodní voda pomocí dvou nezávislých studen. Z jedné studny je odčerpávána voda o nízké teplotě a do druhé je přiváděna teplejší voda z tepelného čerpadla. Voda musí během celého roku mít teplotu od 7°C do 12°C. Podmínky, které studny musí dodržet, jsou minimální vzdálenost od sebe a to je 10m, aby se neovlivňovaly. Musí se dát pozor na proudy spodní vody, tak aby nedocházelo ke zkratování průtoku.



Obr. 6 TČ voda/voda se studnami [6]

1.2.4.2. Vzduch/voda

Tento druh TČ odebírá tepelnou energii z venkovního vzduchu kolem venkovní jednotky. Přenáší ho pomocí chladiva o různých parametrech do vodní soustavy obsažené v budově. Toto čerpadlo musí mít dvě části, jak vnitřní tak i venkovní jednotku. Ve vnitřní části se nachází kompresor a výměník (kondenzátor). Venkovní část se skládá z expanzního ventilu a výměníku (výparník). [7]

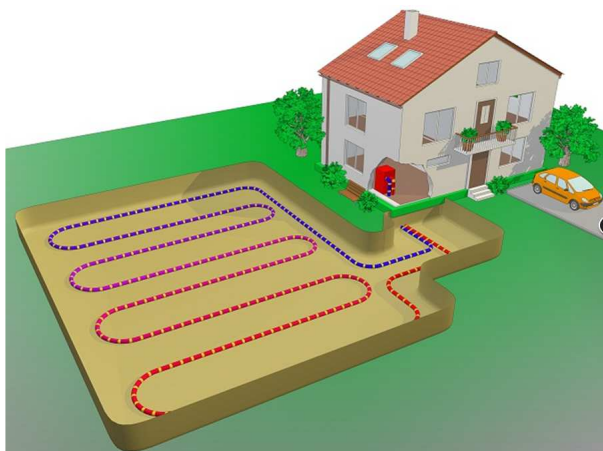


Obr. 7 TČ vzduch/voda [6]

1.2.4.3. Země/Voda

- Kolektorový

Tento typ odebírá tepelnou energii z plošného zemního kolektoru. U zemní kolektor se prohřívá vrchní vrstva půdy během letního období sluncem. Teplo se do půdy akumuluje buď přímou absorpcí a nebo pomocí dešťových srážek. Potrubí je tvořeno z PE potrubí, ve kterém proudí nemrznoucí směs. [7]



Obr. 8 TČ země/voda kolektorový [6]

- Hlubinný vrt

Tepelná čerpadla tohoto systému mohou odebírat energii z geotermálního hlubinného vrtu. Ve spodní půdní vrstvě se skrývá zdroj tepla, který je možno využívat celoročně, protože má konstantní teplotu. Tento systém je používán pro všechny typy budov. Toto provedení oproti plošnému kolektoru má velkou výhodu v to, že vyžaduje minimum prostoru. V potrubí se pohybuje nemrzoucí směs. [7]



Obr. 9 TČ země/voda hlubinný vrt [6]

1.2.4.4. Vzduch/Vzduch

S tímto druhem tepelného čerpadla se setkáváme ve formě především klimatizací. Obsahuje venkovní část, která má kompresor a vnitřní kde se nachází expanzní ventil. Teplo je předáváno pomocí výměníku do vzduchu a ventilátorem je rozdmýcháváno do místnosti. [7]

1.2.4.4.1. Druhy klimatizace

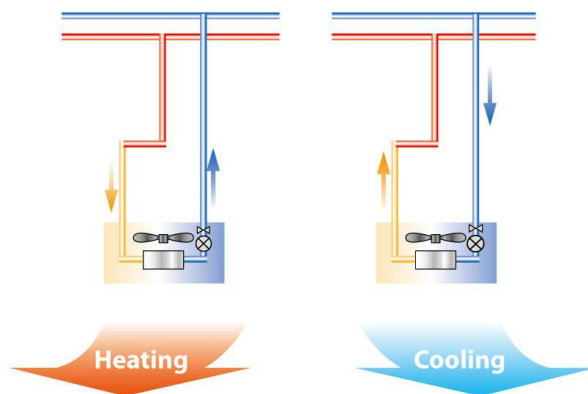
Rozdělujeme druhy klimatizací především podle distribuce chladiva, a nebo typy vnitřních jednotek.

Distribuce chladiva

Distribuce se rozděluje na dva základní typy - dvoutrubkový a třítrubkový systém, podle toho na jaký účel slouží celý systém. Pro pohyb chladiva se používá převážně měděné potrubí, které se izoluje z důvodu kondenzace.

- Dvoutrubkový systém

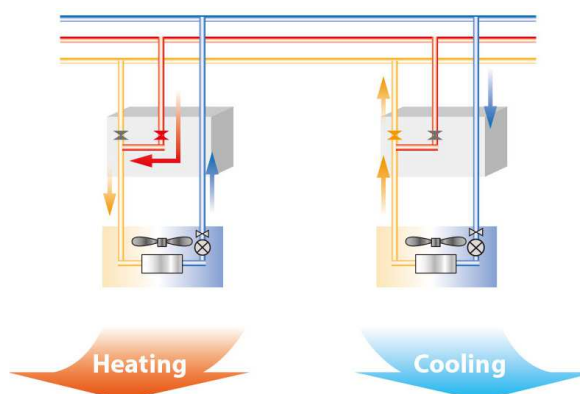
Dvoutrubkový systém se především vyznačuje tím, že od každé jednotky vedou dvě trubky. Jedna trubka předává kapalné chladivo a v druhé trubce protéká plyn. Pokud má jedna venkovní jednotka více vnitřních zařízení, musí se všechny jednotky spouštět jen na chlazení nebo na topení. [8]



Obr. 10 dvoutrubkový systém [8]

- Třítrubkový systém

Tento systém má přednost v to, že se ve vnitřních jednotkách může topit a v jiných místnostech se dá chladit. U VRV systému se jedná to, že před každou vnitřní jednotkou distributor tak, aby smíchal potřebný poměr chladiva do jednotky. Od venkovní jednotky do distributoru vedou tři trubky a od distributorů k vnitřní jednotce jen dvě. Tato konstrukce má především výhodu, kde se v objektu z části musí chladit a z části topit. Především je tento systém využíván v přechodných obdobích. [8]



Obr. 11 třítrubkový systém [8]

1.2.4.4.2. Typy vnitřních jednotek

Distribuce chladiva do vnitřních prostor můžeme rozdělit do několika typů. Každá varianta má svoje výhody a nevýhody.

Rozděluje se do několika druhů:

- mobilní klimatizace
 - okenní klimatizace
 - systémy split
 - VRF systémy
 - přímé chlazení (venkovní jednotka vytváří chlad pro VZT)
-
- Mobilní klimatizace

Mobilní klimatizace je určena pro jednu místnost. Převážně se využívá pro krátkodobé užívání. Všechny potřebné části chladicího okruhu se nachází v jedné kompaktní jednotce. Tato jednotka musí být umístěna v ochlazené místnosti. Ohřátý vzduch z jednotky je pomocí ohebné hadice veden ven z dané místnosti. V tomto systému máme řadu výhod jako je cena, lehká montáž, mobilita, atd., ale i řadu nevýhod jako je její nízká účinnost a hlučnost. [9]



Obr. 12 Mobilní klimatizace [10]

- Okenní klimatizace

U tohoto zařízení je funkce stejná jako u mobilních klimatizací. Jediný rozdíl mezi těmito dvěma klimatizacemi je, že okenní klimatizace je namontována ve stěně. Jednotka se skládá ze dvou částí. První částí je směřována do místnosti a druhá je otočena do venkovního prostoru. V první části je zabudován expanzní ventil s výparníkem. V druhé části

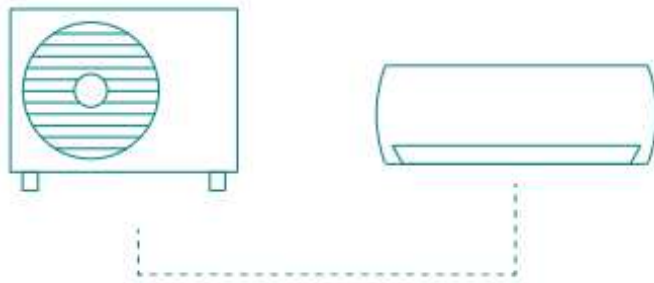
se nachází kompresor s kondenzátorem. Velkou výhodou je jednoduchá montáž a cena. Zato nevýhody je potřeba stavení příprava, hlučnost a nízká efektivita.



Obr. 13 Okenní klimatizace [11]

- Splitové systémy

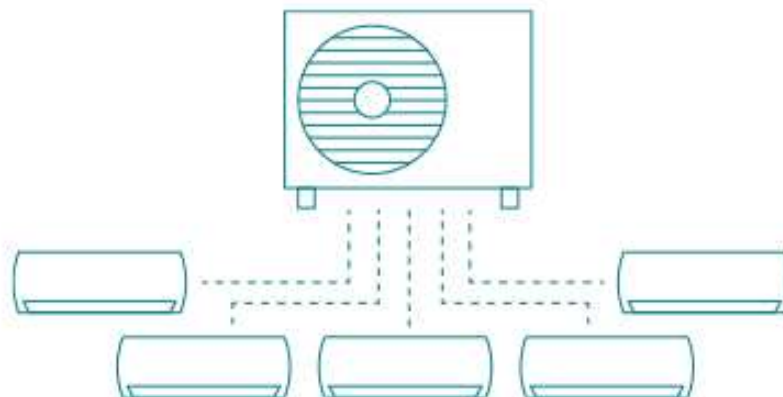
Tento systém klimatizací se vyznačuje tím, že na každou venkovní jednotku připadá jedna vnitřní jednotka. Vnitřní jednotky obsahují expanzní ventil a výparník. Venkovní mají u sebe kompresor, kondenzátor a ventilátor. Její výkon je v rozsahu 2kW až 7kW. [12]



Obr. 14 Split klimatizace [12]

- Multisplitové systémy

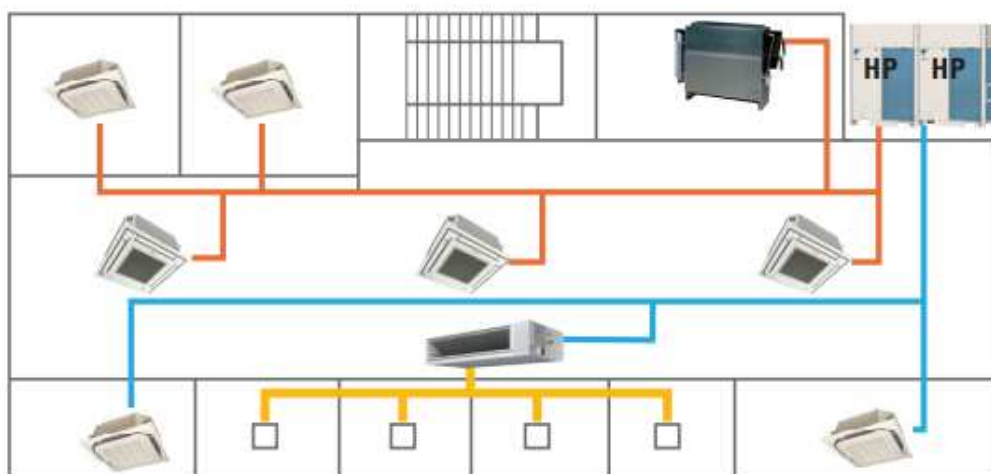
U toho typu jednotek je princip stejný jak u splitového systému. Jediný rozdíl je s tím, že na venkovní jednotku je napojeno až pět jednotek vnitřních. Všechny vnitřní jednotky mohou být umístěny v různých zónách. V jednu dobu může celé zařízení buď chladit nebo topit. Každá vnitřní jednotka je napojena samostatným potrubím do venkovní jednotky. [12]



Obr. 15 Multisplitová klimatizace [12]

- VRF systémy

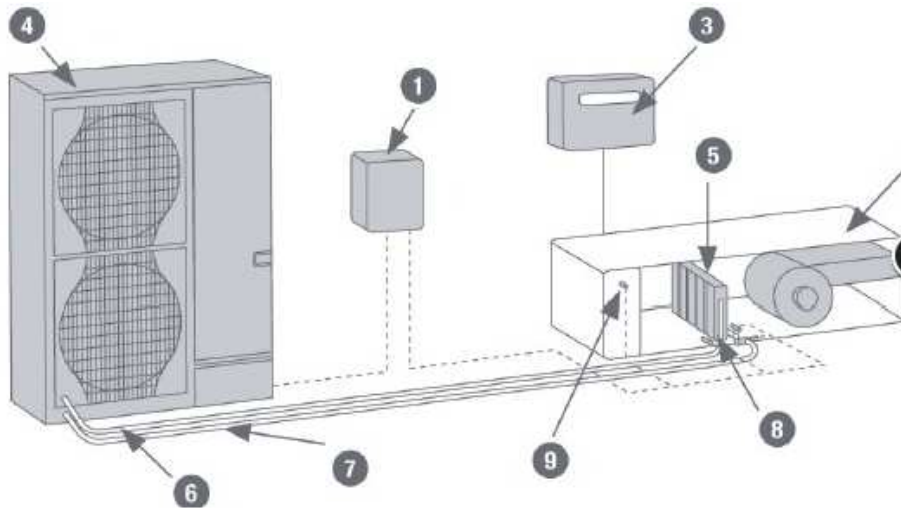
VRF systém je stanoven především pro objekty, kde je rozsáhlý počet zón na chlazení. Tato soustava klimatizací může být třítrubková nebo dvoutrubková. V tomto uspořádání lze napojit hodně vnitřních jednotek a několik venkovních. V systému se chladivo distribuuje pomocí potrubí, které tvoří takzvanou páteř. V páteři se rozděluje do okolních jednotek pomocí buď distributorů, a nebo pomocí refnetů. [13]



Obr. 16 VRF systém [14]

- Přímé chlazení do VZT

Rozdíl mezi přímým chlazením do VZT a klimatizacemi je, že expanzní ventil není součástí vnitřních jednotek. Expanzní ventil je upevněn na VZT jednotce u výměníku. Chladivo se přímo vstříkuje do výměníku ve VZT jednotce. Pomocí ventilátoru distribuuje ochlazený vzduch do místností o určité teplotě. [15]



Obr. 17 přímé chlazení do VZT [15]



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

KLIMATIZAČNÍ SYSTÉMY V BUDOVÁCH PRO VZDĚLÁNÍ

AIR CONDITIONING SYSTEMS IN EDUCATIONAL BUILDINGS

B) VÝPOČTOVÁ ČÁST

SECTION OF CALCULATION

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

BRNO 2024

Bc. Martin Husák

Ing. OLGA RUBINOVÁ, Ph.D.

VÝPOČTOVÁ ČÁST

2. Popis objektu

Cílem práce je navrhnout potřebné hygienické větrání a variace několika opatření na tepelný zisky pro jednu z vybraných zón u budovy Administrativní a školící centrum v Brně. V této budově se nachází jedno podzemní podlaží a čtyři nadzemní podlaží. V podzemním podlaží je situována strojovna pro RTCH. V 1NP je v polovině patra správa budovy a v druhé jsou kanceláře. 2NP se rozléhá školící centrum a kanceláře. Kanceláře se dále rozkládají po celém 3NP a 4NP je půlka kanceláří a druhá půlka je tvořena krátkodobými ubytovacími apartmány. Celý objekt může být chlazen pomocí několika variant chlazení. Pro tuto práci byla vybrána jedna zóna.

3. Rozdělení do dispozičních celků

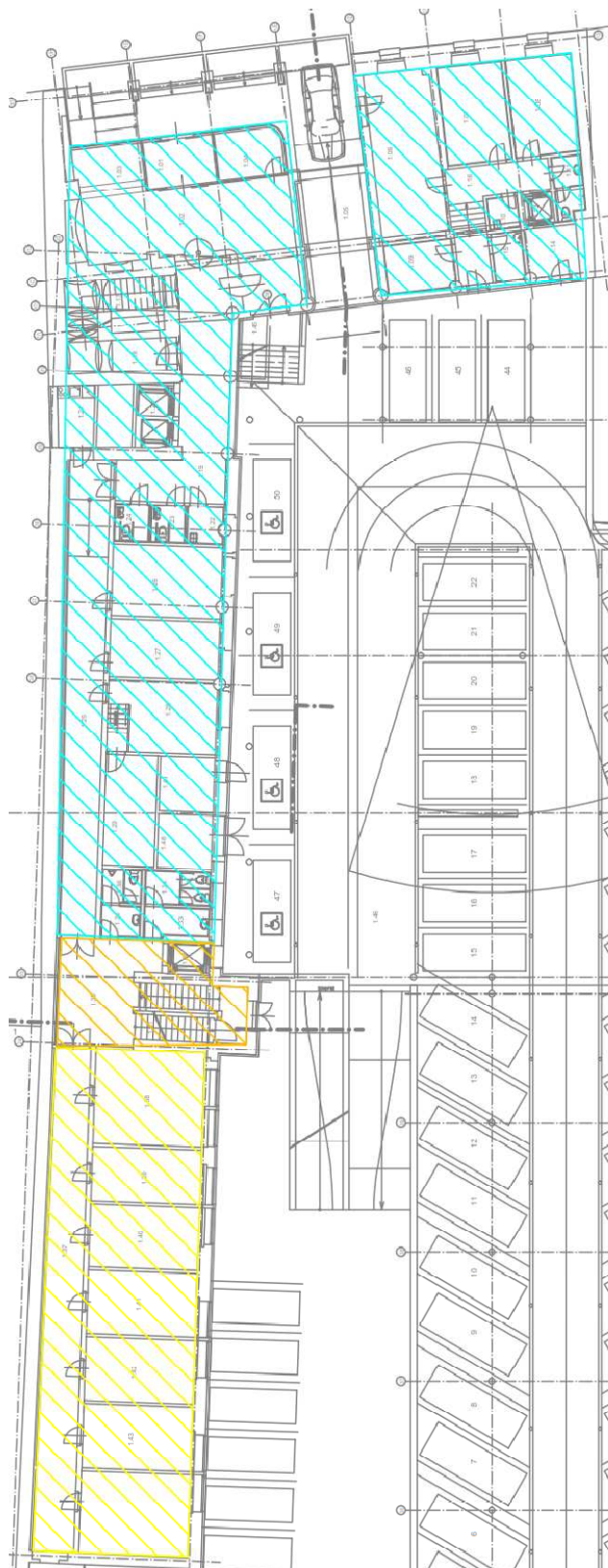
První zóna (žlutá barva) zahrnuje kancelářské prostory od 1NP po 3 NP. V 1NP a 2NP se kanceláře nachází nad sebou. Tato zóna se rozkládá po celém 3NP.

Ve druhé zóně (zelená barva) se nachází kanceláře s ředitelnu a sekretariátem. Na tuto zónu budou navrženy 3 varianty VZT jednotky a 3 varianty chlazení.

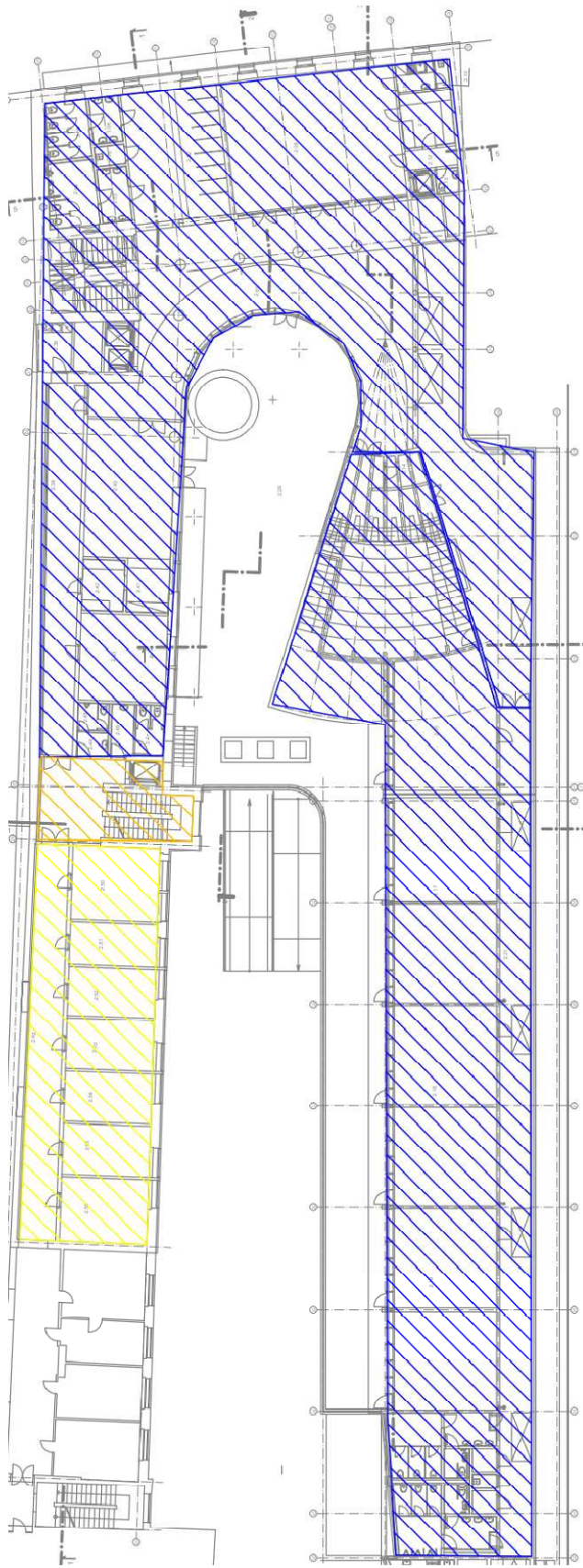
Třetí zóna (tyrkysová barva) je správa budovy, která obsahuje vrátnici, halu, různé sklady, ochranku atd. Tato zóna se nachází v 1NP.

Čtvrtá zóna (modrá barva) je specifická tím, že se jedná o školící centrum s několika učebnami, 1 konferenčním sálem a restaurací (výdejna jídla). Nachází se v 2NP.

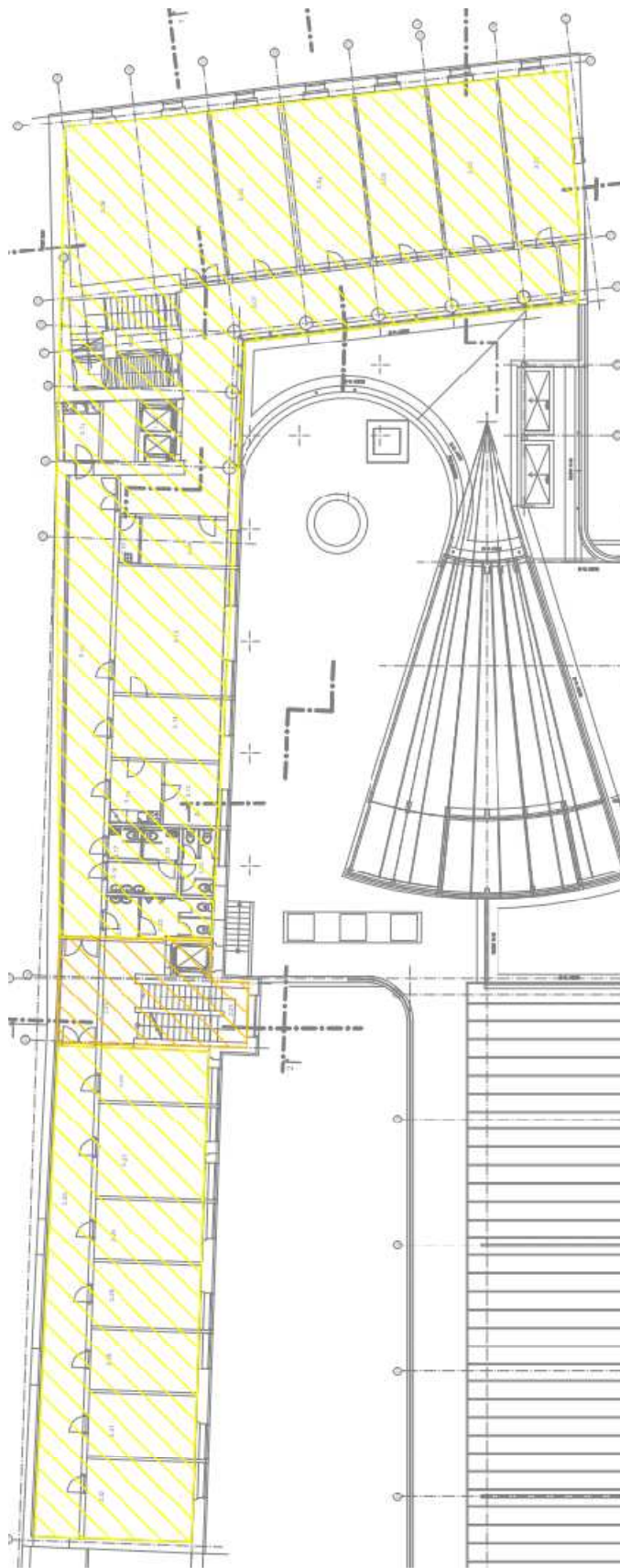
Pátá zóna (růžová barva) je v nejvyšším patře budovy na jižní straně. V této zóně je umístěno krátkodobé ubytování.



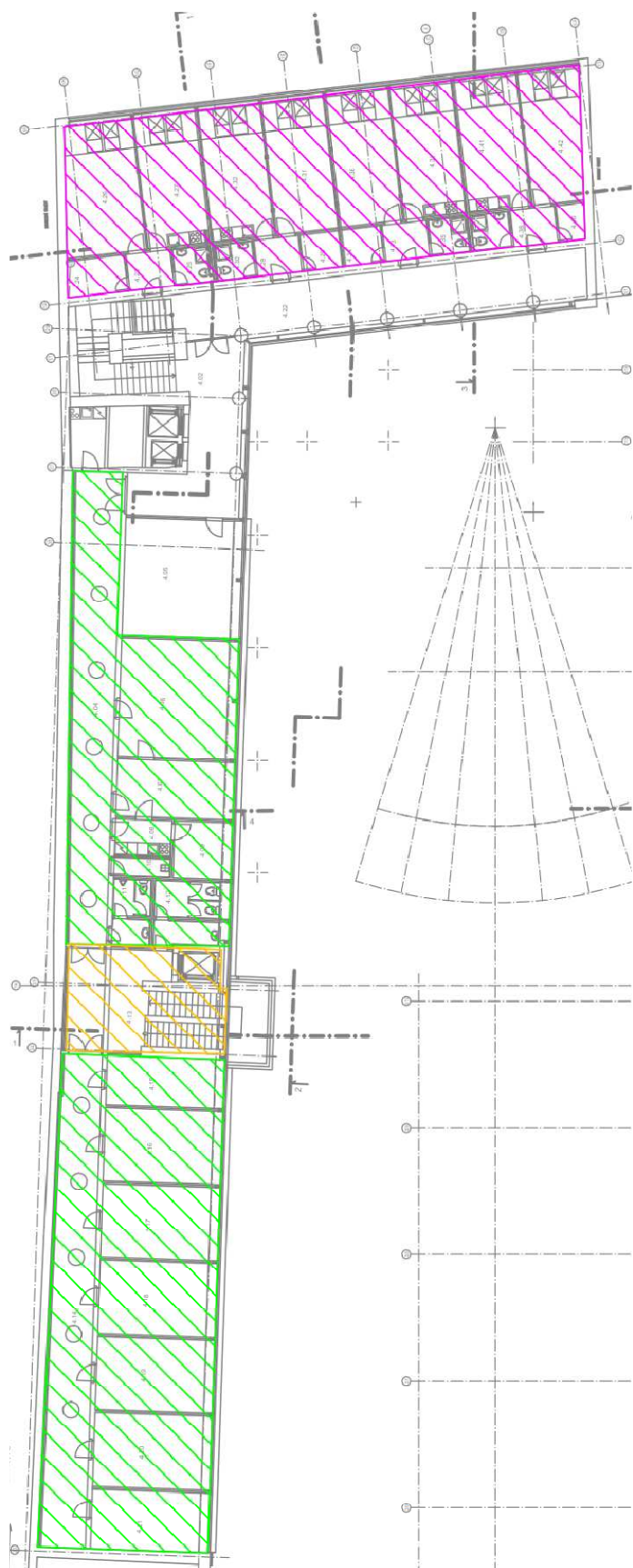
Obr. 18 Rozdělení 1.NP na funkční zóny



Obr. 19 Rozdělení 2.NP na funkční zóny



Obr. 20 Rozdělení 3.NP na funkční zóny



Obr. 21 Rozdělení 4.NP na funkční zóny

4. Návrhové parametry

Pro návrh klimatizačních variant a VZT jednotek jsou potřeba definovat několik parametrů např. umístění budovy, vlhkost a teplotu v daném městě.

4.1. Návrhové parametry venkovního vzduchu

Umístění stavby – Brno Cejl

Zimní období – $t_e = -15\text{ °C}$, $\varphi_e = 95\%$

Letní období – $t_e = 27\text{ °C}$, $\varphi_e = 35\%$

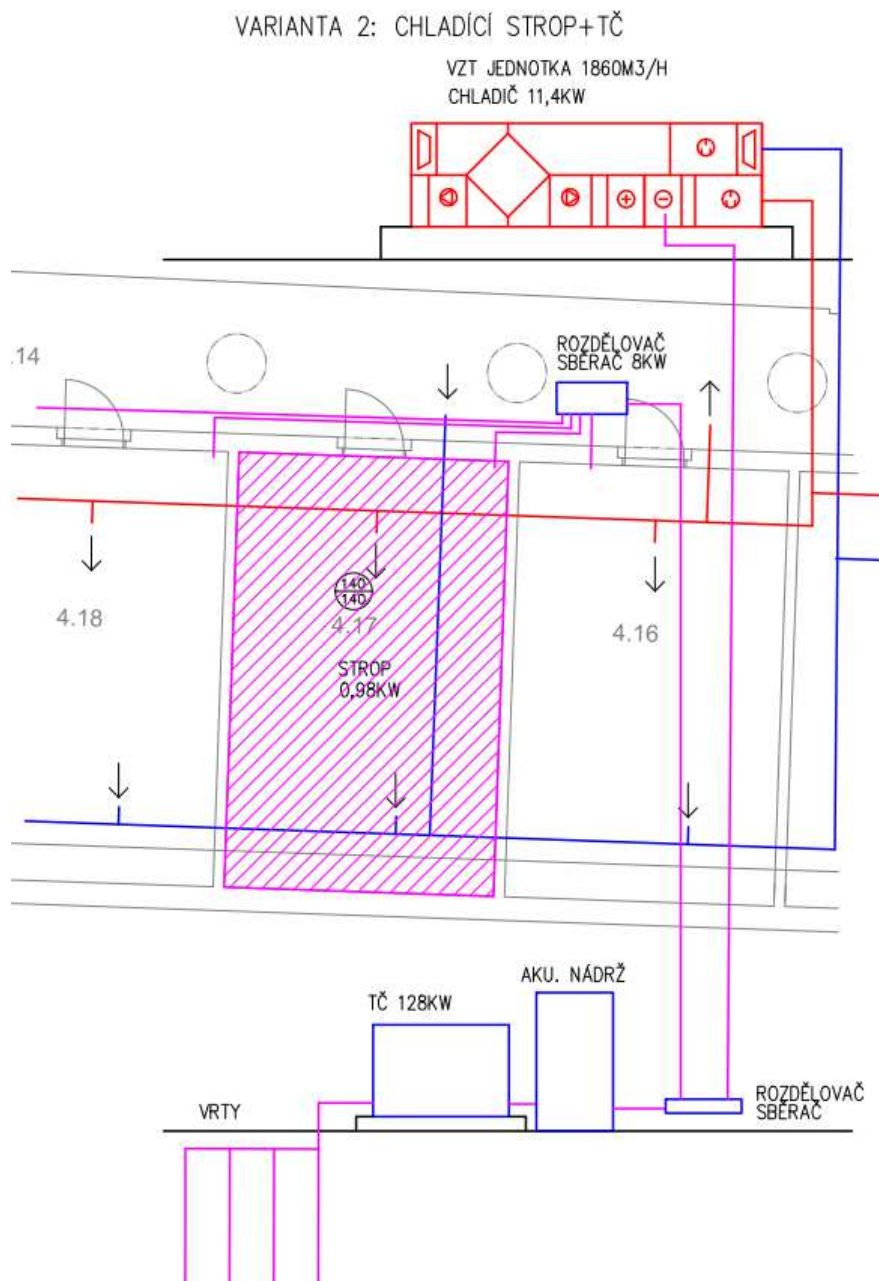
4.2. Návrhové parametry pro vnitřní vzduch

Tab. 1 Návrhové parametry pro vnitřní vzduch

název místnosti	léto		zima	
	teplota (°C)	vlhkost (%)	teplota (°C)	vlhkost (%)
Kancelář	24	max 65	20	min.30
Restaurace				
Ředitelna				
Sekretariat				
Učebna				
Ložnice				
Obývací pokoj + Kuchyň	35	max 65	20	min.30
Elektromístnosti				
wc				
umývárna	-	-	-	max 70

5.2. Varianta č. 2 – Chladící strop + TČ

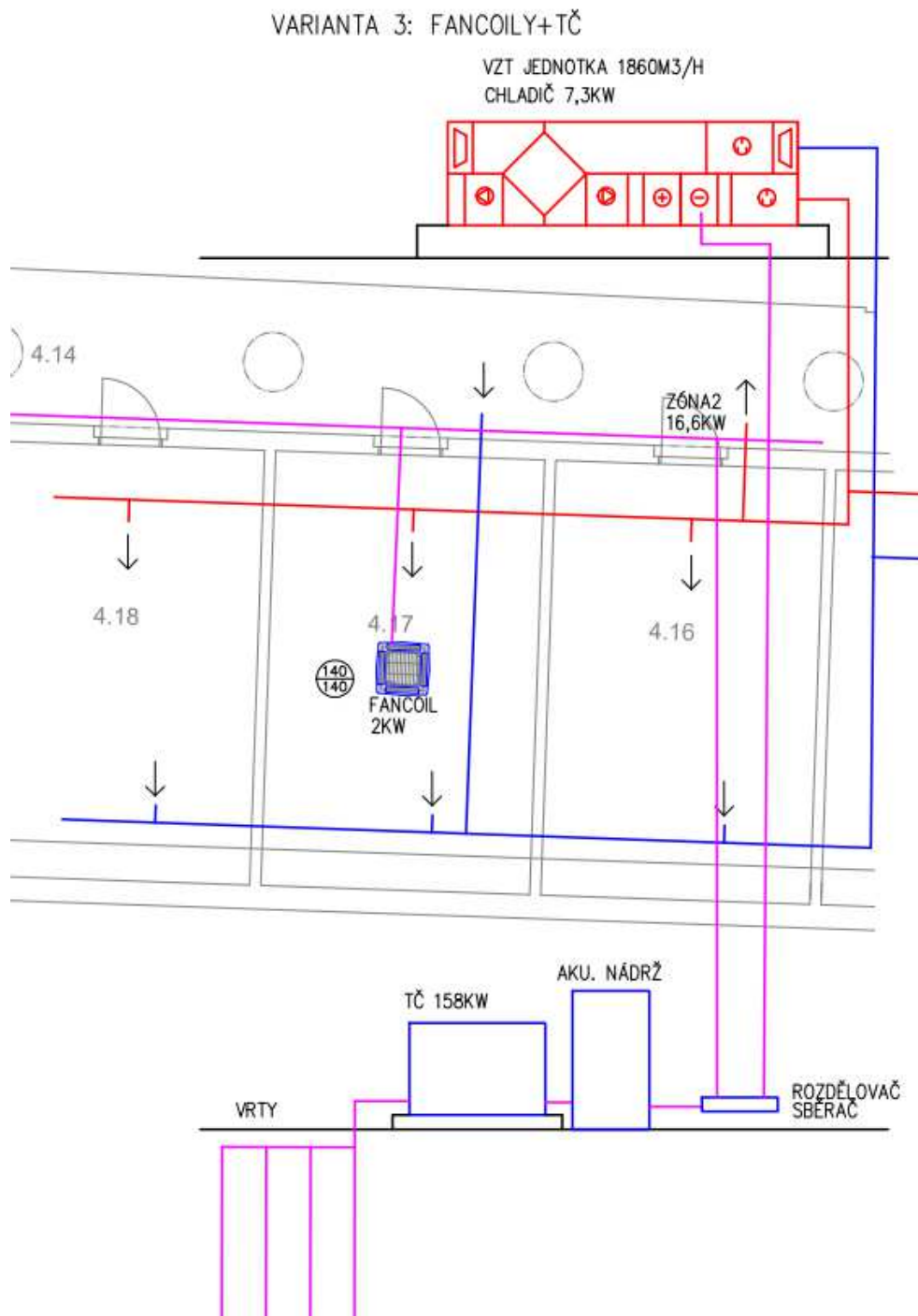
Tento návrh je navržen tak, aby kompenzoval tepelný zisk pomocí chladícího sádrokartonového stropu a VZT jednotky, která obsahuje chladič na tepelnou zátěž od větráním a odvlhčení. Přes tepelné čerpadlo se žene voda bez samotného spuštění TČ. Tepelný zisk se ukládá do země pomocí vrtů.



Obr. 23 Schéma varianty č. 2 chladící strop + TČ

5.3. Varianta č. 3 – Fancoil + TČ

U této možnosti chlazení je použit fancoil a VZT jednotka, která bude kompenzovat tepelný zisk větráním. TČ se bude spouštět, tak abychom dodali potřebnou chladicí vodu o určité teplotě do systému.



Obr. 24 Schéma varianty č. 3 fancoil + TČ

6. Tepelná bilance

6.1. Tepelné odpory konstrukcí

V následujících tabulkách jsou vypočítány tepelné odpory v konstrukci budovy.

Tab. 2 Tepelný odpor podlahy přilehlé k zemině

Podlaha přilehlá k zemině	Označení	P1	Umístění	suterén, 1NP					
Skladba	Tloušťka	λ	R (m ² K/W)	R _{SI} (m ² K/W)	R _{SE} (m ² K/W)	R _t (m ² K/W)	U (W/m ² K)	U _{N,20} (W/m ² K)	Hodnocení
Podkladový beton	200,00	1,30	0,15	0,17	0	3,51	0,27	<0,7*0,45	Vyhovuje
Hydroizolace	4,00	0,20	0,02						
Tepelná izolace	150,00	0,04	3,41						
Parotěsná izolace	1,00	0,20	0,01						
Beton	43,00	1,20	0,04						
Lepidlo	2,00	0,90	0,00						
Dlažba	4,00	0,07	0,06						

Tab. 3 Tepelný odpor stěny vnější

Stěny vnější	Označení	S1	umístění	1NP, 2NP, 3NP, 4NP					
Skladba	Tloušťka	λ	R (m ² K/W)	R _{SI} (m ² K/W)	R _{SE} (m ² K/W)	R _t (m ² K/W)	U (W/m ² K)	U _{N,20} (W/m ² K)	Hodnocení
omítka	5,00	0,80	0,01	0,13	0,04	5,07	0,19	<0,7*0,3	Vyhovuje
Porobeton	375,00	0,20	1,88						
Lepidlo	2,00	0,90	0,00						
Tepelná izolace EPS	140,00	0,04	3,18						
omítka	5,00	0,80	0,01						

Tab. 4 Tepelný odpor střechy

střecha	Označení	Stř 1	umístění	2NP, 4NP					
Skladba	Tloušťka	λ	R (m ² K/W)	R _{SI} (m ² K/W)	R _{SE} (m ² K/W)	R _t (m ² K/W)	U (W/m ² K)	U _{N,20} (W/m ² K)	Hodnocení
ŽB Deska	150,00	1,30	0,12	0,1	0,1	6,06	0,16	<0,7*0,24	Vyhovuje
Parotesná izolace	3,00	0,20	0,02						
Tepelná izolace EPS	260,00	0,04	5,91						
PVC folie	2,00	0,20	0,01						
geotextilie	4,00	0,50	0,01						
kačírek	150,00	1,00	0,15						

Tab. 5 Tepelný odpor stěny přilehlé k zemi

Stěna přilehlá k zemi	Označení	S2	umístění	suterén					
Skladba	Tloušťka	λ	R (m ² K/W)	R _{SI} (m ² K/W)	R _{SE} (m ² K/W)	R _t (m ² K/W)	U (W/m ² K)	U _{N,20} (W/m ² K)	Hodnocení
omítka	5,00	0,80	0,01	0,13	0	2,53	0,32	<0,7*0,45	Vyhovuje
Porobeton	500,00	0,20	2,50						
hrubá omítka	5,00	0,80	0,01						
Hydroizolace	4,00	0,20	0,02						

Tab. 6 Tepelný odpor okna a dveří

Konstrukce	U (W/m ² K)	U _{N,20} (W/m ² K)	Hodnocení
okno	0,7	<1,5*0,7	Vyhovuje
dveře	0,9	<1,7*0,7	Vyhovuje

6.2. Tepelná ztráta

Kvůli návrhu tepelného čerpadla je podle obálkové metody vypočítána tepelná ztráta.

V budově je uvažováno s otopnými tělesy.

6.2.1. Vzorec pro ztrátu prostupem

$$Q = U_i * A_i * \Delta t \text{ (W)}$$

U_i tepelný odpor (W/K*m²)

A_i plocha skladby (m²)

Δt rozdíl teplot (K)

6.2.2. Vzorec pro ztrátu větráním

$$Q = V * \rho * c * (t_p - t_e * (1 - \eta)) / 3600 \text{ (W)}$$

V průtok vzduchu (m³/h)

ρ hustota vzduchu (kg/m³)

c měrná tepelná kapacita vzduchu (J/kg*K)

t_p teplota přiváděného vzduchu (K)

t_e teplota venkovního vzduchu (K)

6.2.3. Celková tabulka tepelné ztráty

V této tabulce je zapsána celková tepelná ztráta v budově.

Tab. 7 Celková tabulka tepelné ztráty

Ztráta obálkou budovy + větráním				
Skladba	U (W/K*m ²)	A (m ²)	H (W/K)	Q (W)
Obvodová zeď	0,21	3762	868	27783
Suteréní zeď	0,34	270	96	3072
Střecha	0,18	1630	326	10422
Podlaha na zemině	0,29	837	261	8342
Okna	0,72	458	339	10845
Dveře	0,92	43,5	41	1308
			Celková ztráta prostupem	61773
			Ztráta větráním	59796
			Celková ztráta	121570

6.3. Tepelné zisky

Pro výpočet tepelného zisku v jednotlivých místnostech byli vybrány tři specifické místnosti, který mají jinou geometrii a parametry.

6.3.1. Tepelný zisk od lidí

$$Q_l = n_l * q_l \text{ (W)}$$

n_l počet osob (-)

q_l jednotkový výkon v dané aktivitě (W)

6.3.2. Tepelný zisk od konvekci okny

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

S_{ok} plocha okna (m²)

U_o součinitel prostupu tepla okna (W/m²*K)

t_e teplota na vnějším povrchu (°C)

t_i teplota v interiéru (°C)

6.3.3. Tepelný zisk od konvekci ostatními konstrukcemi

$$Q_i = S_i * U_i * (t_e - t_i) \text{ (W)}$$

S_i plocha konstrukce (m^2)

U_i součinitel prostupu tepla konstrukce ($W/m^2 * K$)

t_e teplota na vnějším povrchu ($^{\circ}C$)

t_i teplota v interiéru ($^{\circ}C$)

6.3.4. Tepelný zisk od větrání

$$Q = V * \rho * c * (t_p - t_e) / 3600 \text{ (W)}$$

V průtok vzduchu (m^3/h)

ρ hustota vzduchu (kg/m^3)

c měrná tepelná kapacita vzduchu ($J/kg * K$)

t_p teplota přiváděného vzduchu (K)

t_e teplota venkovního vzduchu (K)

6.3.5. Tepelný zisk technologií

$$\Sigma Q_l = n_l * q_l \text{ (W)}$$

n_l počet technologických zařízení (-)

q_l jednotkový výkon k příslušným zařízením (W)

6.3.6. Tepelný zisk radiací okny

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

S_{os} Osluněný povrch okna (m^2)

S_o celková plocha okna (m^2)

I_o celková intenzita slun. radiace, procházející standartním jednoduchým zasklením (W/m^2)

I_{odif} intenzita difúzní slun. radiace, procházející standartním jednoduchým zasklením (W/m^2)

c_o korekce na čistotu atmosféry (-)

s stínící součinitel (-)

Osluněná část okna

$$S_{\text{os}} = (I_a - (e_1 - f)) * (I_b - (e_2 - g)) \text{ (m}^2\text{)}$$

I_a výška zasklení (m)

I_b šířka zasklení (m)

e_1 vodorovný stín (m)

f odstup od svislé stínící překážky (m)

e_2 svislý stín (m)

g odstup od vodorovné stínící překážky (m)

Vodorovný stín

$$e_1 = c * \tan |\alpha - \gamma| \text{ (m)}$$

c hloubka okna (m)

α sluneční azimut ($^\circ$)

γ azimut stěny ($^\circ$)

Svislý stín

$$e_2 = (d * \tan h) / \cos |\alpha - \gamma| \text{ (m)}$$

d hloubka okna (m)

h výška obzoru ($^\circ$)

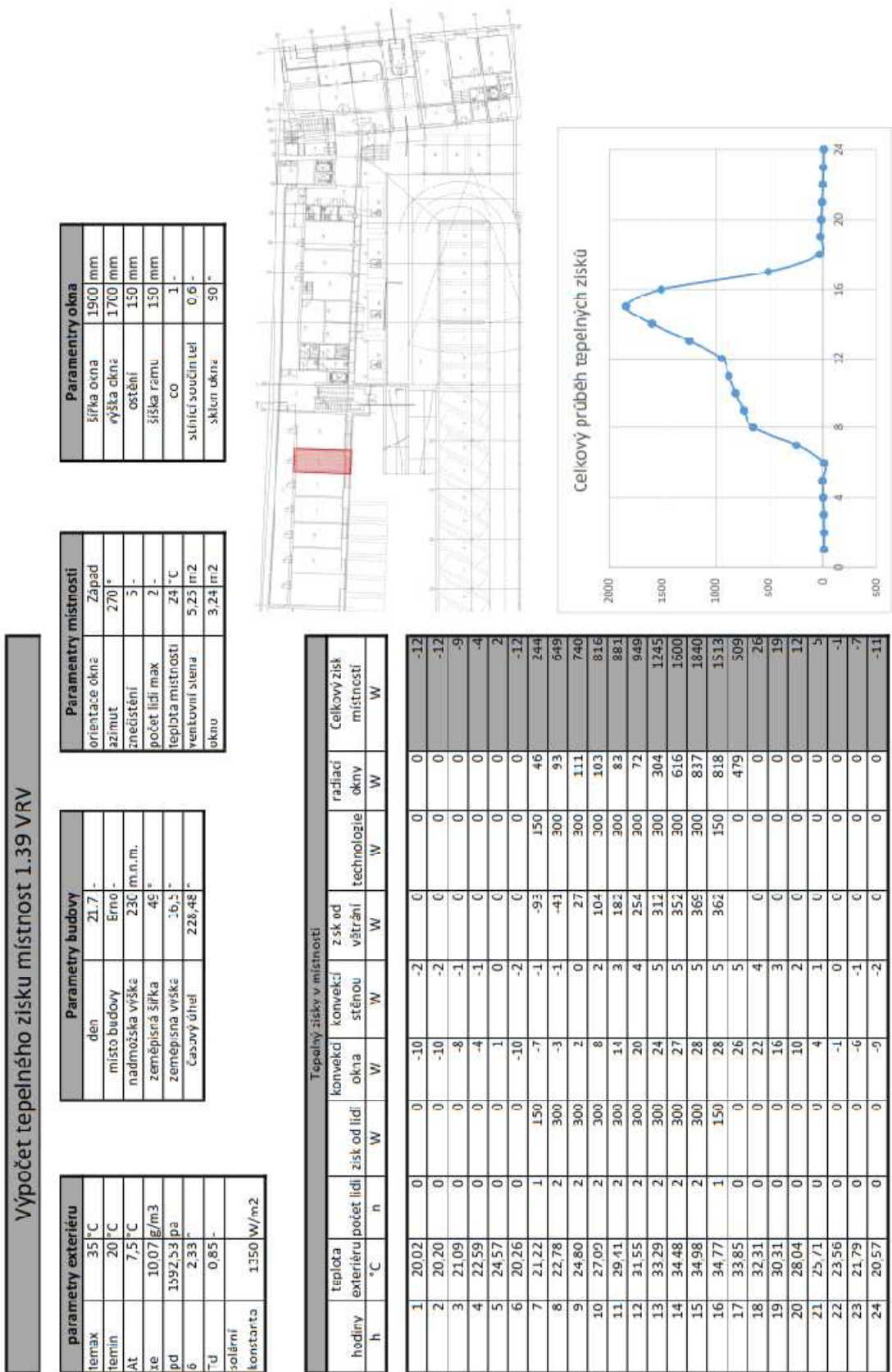
α sluneční azimut ($^\circ$)

γ azimut stěny ($^\circ$)

6.3.7. Výpočet tepelných zisků pro jednotlivé varianty a pro jednotlivé vybrané místnosti

Výpočet jednotlivých tepelných zisků byl proveden v programu Excel. U varianty č. 1 VRV bylo počítáno s tím, že VRV systém bude jak odvlhčovat tak i kompenzovat teplotní zisky od větrání. Ve variantě č.2 Chladicí strop + TČ je zahrnuto, že VZT jednotka bude odvlhčovat a částečně kompenzovat teplotní zisky. Varianta č. 3 Fancoil + TČ obsahuje fancoil, který bude jen z části odvlhčovat a bude kompenzovat tepelné zisky bez větrání a VZT jednotka je bude kompenzovat zisky od větrání. Varianty č. 1 VRV a č. 3 Fancoil + TČ je uvažován stínící součinitel pro vnitřní žaluzie. U varianty č. 2 Chladicí strop + TČ byly použity venkovní žaluzie, tak aby se snížil tepelný zisk radiací.

Tab. 8 Výpočet zisku pro místnost 1.39 VRV



Tab. 9 Výpočet zisku pro místnost 1.39 chladicí strop + TČ

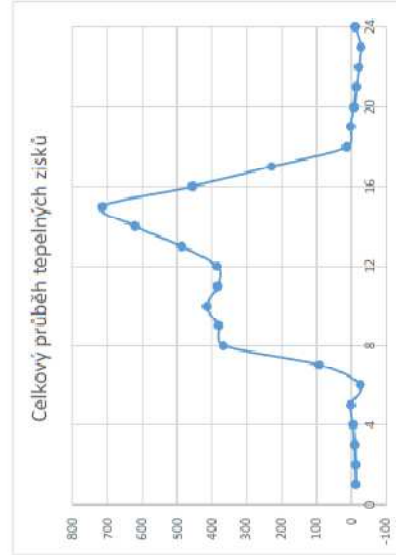
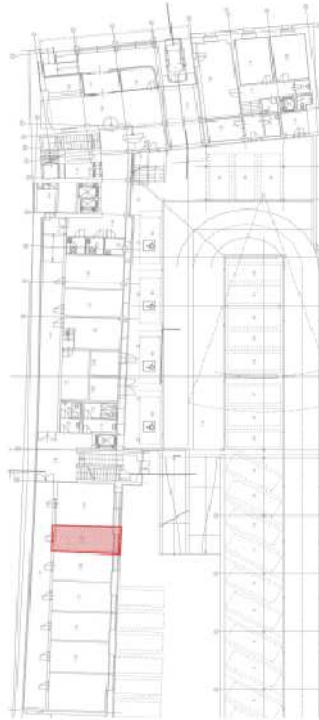
Výpočet tepelného zisku místnost 1.39 chladicí strop + TČ

parametry exteriéru	
temax	35 °C
temin	20 °C
At	7,5 °C
xe	10,07 g/m ³
pd	1592,53 pa
δ	2,33 °
Td	0,85 -
solární konstanta	1350 W/m ²

Parametry budovy	
den	21.7. -
místo budovy	Brno -
nadmožská výška	230 m.n.m.
zeměpisná šířka	49 °
zeměpisná výška	16,5 °
časový úhel	228,48 °

Parametry místnosti	
orientace okna	Západ
azimut	270 °
znečištění	5 -
počet lidí max	2 -
teplota místnosti	24 °C
venkovní stěna	5,25 m ²
okno	3,24 m ²

Parametry okna	
šířka okna	1900 mm
výška okna	1700 mm
ostění	150 mm
šířka ramu	150 mm
co	1 -
stínící součinitel	0,25 -
sklon okna	90 °



Tepelný zisk v místnosti									
hodiny	teplota exteriéru °C	počet lidí n	zisk od lidí W	konvekční zisk od okna W	radiaci okna W	zisk od větrání W	technologické W	radiaci okny W	Celkový zisk místnosti W
1	20,02	0	0	-10	-2	0	0	0	-12
2	20,20	0	0	-10	-2	0	0	0	-12
3	21,09	0	0	-8	-1	0	0	0	-9
4	22,59	0	0	-4	-1	0	0	0	-4
5	24,57	0	0	1	0	0	0	0	2
6	20,26	0	0	-10	-2	0	0	-13	-25
7	21,22	1	150	-7	-1	-158	100	19	92
8	22,78	2	300	-3	-1	-158	200	39	367
9	24,80	2	300	2	0	-158	200	46	381
10	27,09	2	300	8	2	-158	200	73	414
11	29,41	2	300	14	3	-158	200	34	383
12	31,55	2	300	20	4	-158	200	30	385
13	33,29	2	300	24	5	-158	200	127	487
14	34,48	2	300	27	5	-158	200	257	621
15	34,98	2	300	28	5	-158	200	349	715
16	34,77	1	150	28	5	-158	100	341	456
17	33,85	0	0	26	5	0	0	199	230
18	32,31	0	0	22	4	0	0	-12	14
19	30,31	0	0	16	3	0	0	-17	3
20	28,04	0	0	10	2	0	0	-20	-7
21	25,71	0	0	4	1	0	0	-20	-14
22	23,56	0	0	-1	0	0	0	-20	-21
23	21,79	0	0	-6	-1	0	0	-20	-26
24	20,57	0	0	-9	-2	0	0	0	-11

Tab. 10 Výpočet zisku pro místnost 1.39 fancoil + TČ

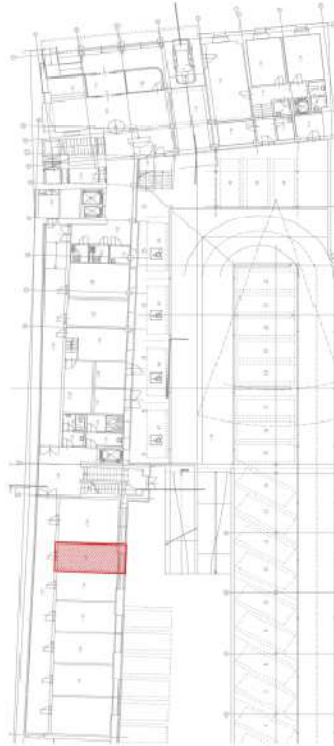
Výpočet tepelného zisku místnost 1.39 Fancoil + TČ

parametry exteriéru	
t _{max}	35 °C
t _{min}	20 °C
At	7,5 °C
xe	10,07 g/m3
pd	1592,53 pa
δ	2,33 °
Td	0,85 °
solární konstanta	1350 W/m2

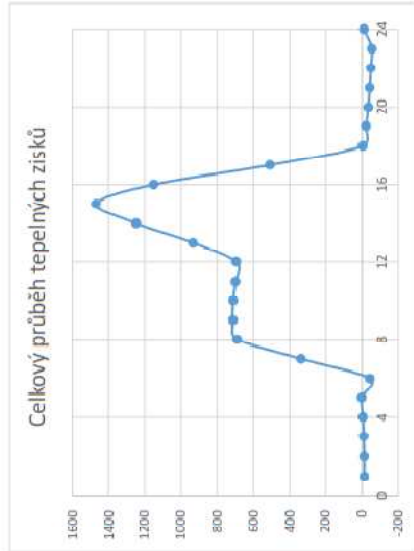
Parametry budovy	
den	21.7. -
místo budovy	Brno -
nadmožská výška	230 m.n.m.
zeměpisná šířka	49°
zeměpisná výška	16,5°
časový úhel	228,48°

Parametry místnosti	
orientace okna	Západ
azimut	270°
znečištění	5 -
počet lidí max	2 -
teplota místnosti	24 °C
venkovní stena okno	5,25 m2
okno	3,24 m2

Parametry okna	
šířka okna	1900 mm
výška okna	1700 mm
ostění	150 mm
šířka ramu	150 mm
co	1 -
stínicí součinitel	0,6 -
sklon okna	90°



Tepelný zisk v místnosti													
hodiny	teplota exteriéru °C	počet lidí n	zisk od lidí		konvekční zisk od okna		zisk od stěnou		zisk od větrání		radiaci		Celkový zisk místnosti W
			W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	
1	20,02	0	0	0	-10	-2	0	0	0	0	0	0	-12
2	20,20	0	0	0	-10	-2	0	0	0	0	0	0	-12
3	21,09	0	0	0	-8	-1	0	0	0	0	0	0	-9
4	22,59	0	0	0	-4	-1	0	0	0	0	0	0	-4
5	24,57	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
6	20,26	0	0	0	-10	-2	0	0	0	0	-31	0	-43
7	21,22	1	150	2	300	-7	-1	0	150	46	337	0	690
8	22,78	2	300	2	300	-3	-1	0	300	93	690	0	713
9	24,80	2	300	2	300	2	0	0	300	111	713	0	712
10	27,09	2	300	2	300	8	2	0	300	103	699	0	696
11	29,41	2	300	2	300	14	3	0	300	83	696	0	933
12	31,55	2	300	2	300	20	4	0	300	72	1248	0	1471
13	33,29	2	300	2	300	24	5	0	300	304	1151	0	509
14	34,48	2	300	2	300	27	5	0	300	616	509	0	-3
15	34,98	2	300	2	300	28	5	0	300	837	-21	0	-35
16	34,77	1	150	28	26	5	0	0	150	818	-42	0	-48
17	33,85	0	0	0	26	5	0	0	0	479	-48	0	-54
18	32,31	0	0	0	22	4	0	0	0	-29	-47	0	-11
19	30,31	0	0	0	16	3	0	0	0	-41	0	0	0
20	28,04	0	0	0	10	2	0	0	0	-47	0	0	0
21	25,71	0	0	0	4	1	0	0	0	-47	0	0	0
22	23,56	0	0	0	-1	0	0	0	0	-47	0	0	0
23	21,79	0	0	0	-6	-1	0	0	0	-47	0	0	0
24	20,57	0	0	0	-9	-2	0	0	0	0	0	0	0



Tab. 11 Výpočet zisku pro místnost 2.17 VRV

Výpočet tepelného zisku místnost 2.17 VRV

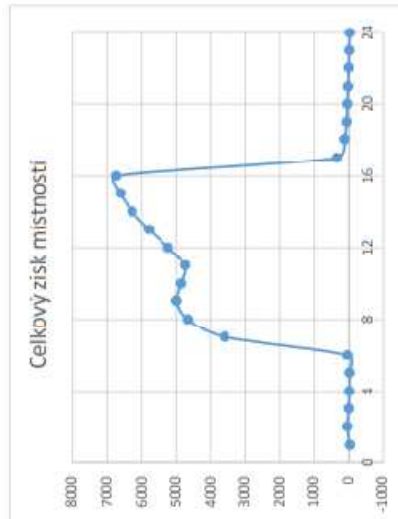
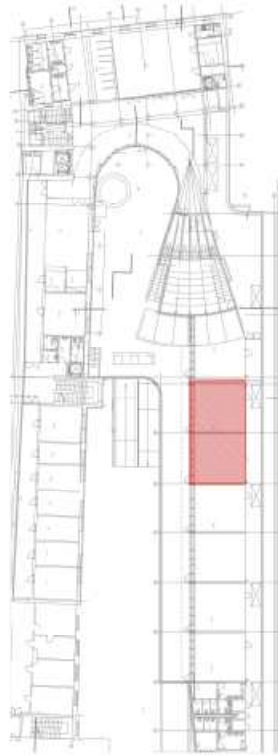
parametry exteriéru	
temax	35 °C
temin	20 °C
At	7,5 °C
xe	10,07 g/m ³
pd	1592,53 Pa
δ	2,33 h
Td	0,85 h
solární konstanta	1350 W/m ²

Parametry budovy	
der	21,7 °C
místo budovy	Brno -
nadmožská výška	230 m.n.m.
zeměpisná šířka	49°
zeměpisná výška	16,5 m
časový úhel	228,48°

Parametry místnosti	
orientace okna	Východ
azimut	75°
znečištění	5
počet lidí max	21
teplota místnosti	24 °C
venkovní stěna okno	11,2 m ²
okno	9,9 m ²

Parametry okna	
šířka okna	6000 mm
výška okna	1650 mm
ostění	150 mm
šířka ramu	150 mm
co	1
stínící součinitel	0,6
sklon okna	90°

Tepelný zisk v místnosti									
hodiny	teplota exteriéru °C	počet lidí	zisk od lidí W	konvekční okna W	konvekční stěnou W	zisk od větrání W	technologie W	radiaci okny W	Celkový zisk místnosti W
1	20,98	0	0	-24	-5	0	0	0	-28
2	20,23	0	0	-30	-6	0	0	79	43
3	20,00	0	0	-32	-6	0	0	37	-1
4	20,30	0	0	-29	-6	0	0	21	-14
5	21,17	0	0	-23	-4	0	0	17	-15
6	22,39	0	0	-13	-2	0	0	52	37
7	24,03	21	3150	0	0	-829	3150	1281	3602
8	25,91	21	3150	15	3	-463	3150	1971	4676
9	27,91	21	3150	31	6	8	3150	1801	4996
10	29,88	21	3150	47	9	551	3150	1108	4864
11	31,67	21	3150	61	12	1126	3150	406	4754
12	33,17	21	3150	73	14	1692	3150	312	5241
13	34,27	21	3150	81	15	2210	3150	339	5796
14	34,88	21	3150	86	16	2642	3150	391	6285
15	34,97	21	3150	87	16	2958	3150	412	6623
16	34,52	21	3150	83	16	3134	3150	366	6750
17	33,58	0	0	76	14	0	0	242	332
18	32,19	0	0	65	12	0	0	41	118
19	30,48	0	0	51	10	0	0	0	61
20	28,55	0	0	36	7	0	0	0	43
21	26,55	0	0	20	4	0	0	0	24
22	24,61	0	0	5	1	0	0	0	6
23	22,88	0	0	-9	-2	0	0	0	-11
24	21,48	0	0	-20	-4	0	0	0	-24



Tab. 12 Výpočet zisku pro místnost 2.17 chladičí strop + TČ

Výpočet tepelného zisku místnost 2.17 Chladičí strop + TČ

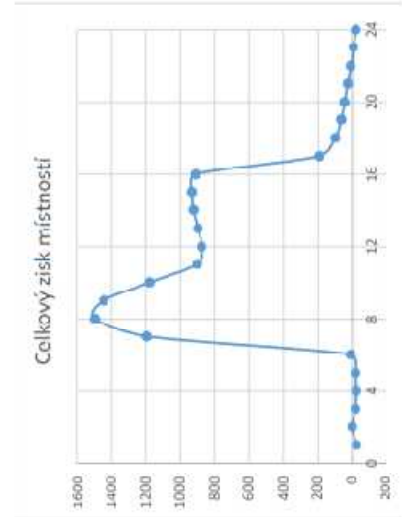
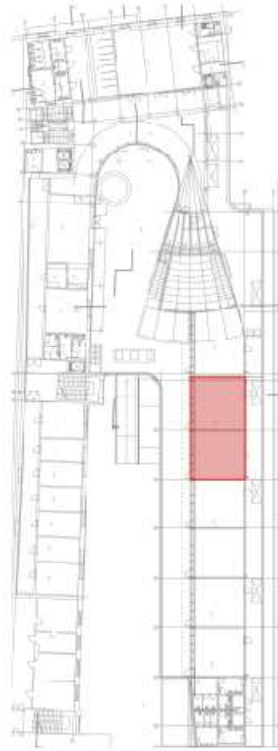
parametry exteriéru	
temax	35 °C
temin	20 °C
At	7,5 °C
xe	10,07 g/m ³
pd	1592,53 Pa
δ	2,33 °
Td	0,85 -
solární konstanta	1350 W/m ²

Parametry budovy	
den	21.7. -
místo budovy	Brno -
nadměříška výška	230 m.n.m.
zeměpisná šířka	49 °
zeměpisná výška	16,5 °
časový uhel	228,48 °

Parametry místnosti	
orientace okna	Východ
azimut	75 °
znečištění	5 -
počet lidí max	21 -
teplota místnosti	24 °C
venkovní stěna	11,2 m ²
okno	9,3 m ²

Parametry okna	
šířka okna	6000 mm
výška okna	1650 mm
ostěří	150 mm
šířka ramu	150 mm
CO	1 -
sliniv součinitel	0,25
sklon okna	90 °

Tepelný zisk v místnosti									
hodiny	teplota exteriéru °C	počet lidí	zisk od lidí W	konvektivní okna W	konvektivní stěnou W	zisk od větrání W	technologie W	radiaci okny W	Celkový zisk místnosti W
1	20,98	0	0	-24	0	-5	0	0	-28
2	20,23	0	0	-30	0	-6	0	33	-3
3	20,00	0	0	-32	0	-6	0	15	-22
4	20,30	0	0	-29	0	-6	0	9	-26
5	21,12	0	0	-23	0	-4	0	5	-22
6	22,39	0	0	-13	0	-2	0	22	6
7	24,03	21	3150	0	0	-1440	2100	534	1194
8	25,91	21	3150	15	3	-1440	2100	821	1499
9	27,91	21	3150	31	6	-1440	2100	750	1447
10	29,88	21	3150	47	9	-1440	2100	462	1177
11	31,67	21	3150	61	12	-1440	2100	169	902
12	33,17	21	3150	73	14	-1440	2100	130	876
13	34,27	21	3150	81	15	-1440	2100	141	898
14	34,88	21	3150	86	16	-1440	2100	163	925
15	34,97	21	3150	87	16	-1440	2100	172	935
16	34,52	21	3150	83	16	-1440	2100	153	912
17	33,58	0	0	76	14	0	0	101	191
18	32,19	0	0	65	12	0	0	17	94
19	30,48	0	0	51	10	0	0	0	61
20	28,55	0	0	36	7	0	0	0	43
21	26,55	0	0	20	4	0	0	0	24
22	24,61	0	0	5	1	0	0	0	6
23	22,88	0	0	-9	-2	0	0	0	-11
24	21,48	0	0	-20	-4	0	0	0	-24



Tab. 13 Výpočet zisku pro místnost 2.17 fancoil + TČ

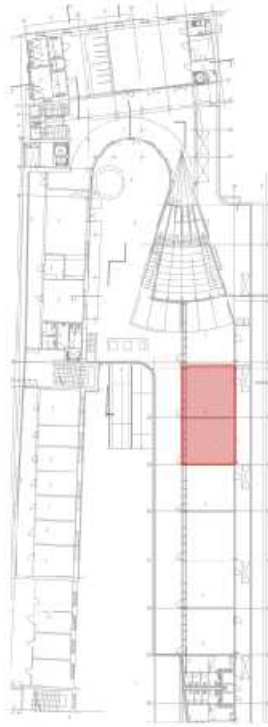
Výpočet tepelného zisku místnost 2.17 Fancoil + TČ

parametry exteriéru	
t _{max}	35 °C
t _{amin}	20 °C
AL	7,5 °C
ρ _e	10,07 g/m ³
ρ _d	1552,33 pa
φ	2,33 °
T _d	0,35 -
solární konstanta	1350 W/m ²

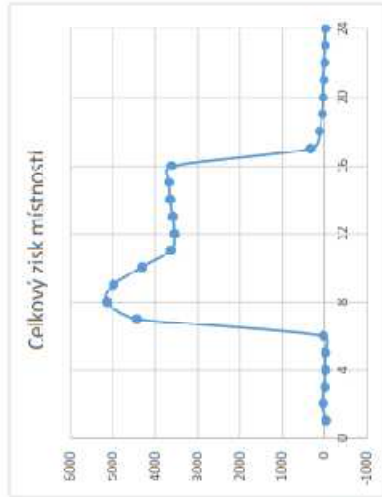
Parametry budovy	
den	21.7. -
místo budovy	Břno -
nadmožská výška	230 m.n.m.
zeměpisná šířka	49 °
zeměpisná výška	16,5 °
časový úhel	228,48 °

Parametry místnosti	
orientace okna	Východ
zřímot	75 °
nečistění	5 -
počet lidí max	21 -
teplota místnosti	24 °C
venkovní stěna okno	11,2 m ²
	9,9 m ²

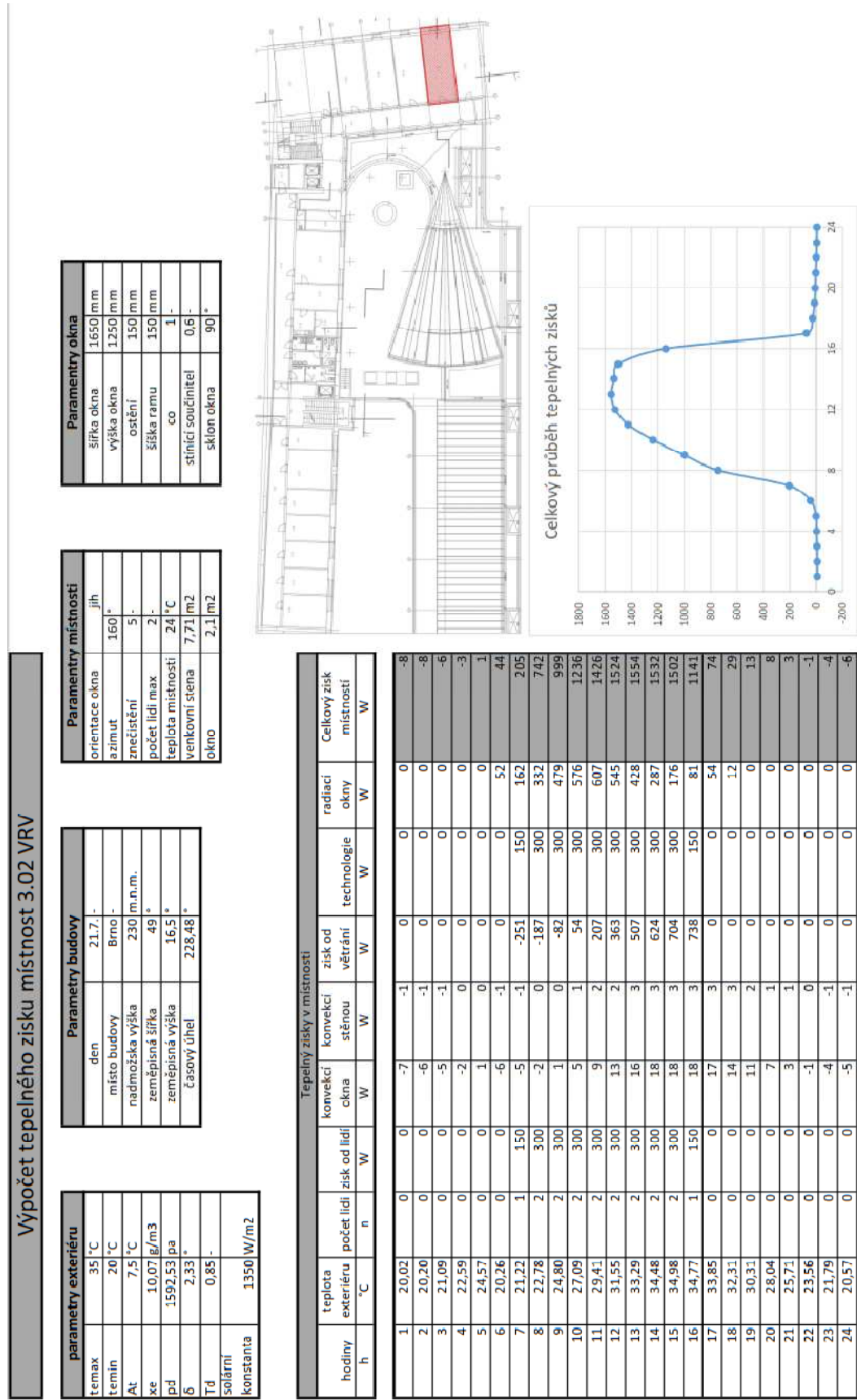
Parametry okna	
šířka okna	6000 mm
výška okna	1650 mm
oxlání	150 mm
šířka ramu	150 mm
co	1
střnicí součinitel	0,6 -
sklon okna	90 °



Tepelný zisk v místnosti													
hodiny	teplota exteriéru °C	počet lidí	zisk od lidí		konvekční zisk od stěn		zisk od větrání		technologické okny		rediaci okny		Celkový zisk místnosti W
			W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	
1	20,98	0	0	0	-24	-5	0	0	0	0	0	0	-28
2	20,23	0	0	0	-30	-6	0	0	0	0	0	0	43
3	20,00	0	0	0	-32	-6	0	0	0	0	0	0	-1
4	20,30	0	0	0	-29	-6	0	0	0	0	0	0	-14
5	21,12	0	0	0	-23	-4	0	0	0	0	0	0	-15
6	22,39	0	0	0	-13	-2	0	0	0	0	0	0	37
7	24,03	21	3150	0	0	0	0	0	0	3150	1781	0	4431
8	25,31	21	3150	15	3	0	0	0	0	3150	1971	0	5139
9	27,91	21	3150	31	6	0	0	0	0	3150	1801	0	4587
10	29,38	21	3150	47	9	0	0	0	0	3150	1108	0	4314
11	31,57	21	3150	61	12	0	0	0	0	3150	405	0	3629
12	33,17	21	3150	73	14	0	0	0	0	3150	312	0	3548
13	34,27	21	3150	81	15	0	0	0	0	3150	139	0	3586
14	34,88	21	3150	86	16	0	0	0	0	3150	391	0	3643
15	34,97	21	3150	87	16	0	0	0	0	3150	412	0	3665
16	34,52	21	3150	83	16	0	0	0	0	3150	365	0	3615
17	33,28	0	0	0	76	14	0	0	0	0	242	0	332
18	32,19	0	0	0	65	17	0	0	0	0	41	0	118
19	30,48	0	0	0	51	30	0	0	0	0	0	0	61
20	28,55	0	0	0	36	7	0	0	0	0	0	0	43
21	26,55	0	0	0	20	4	0	0	0	0	0	0	24
22	24,01	0	0	0	5	1	0	0	0	0	0	0	6
23	22,88	0	0	0	-9	-2	0	0	0	0	0	0	-11
24	21,48	0	0	0	-20	-4	0	0	0	0	0	0	-24



Tab. 14 Výpočet zisku pro místnost 3.02 VRV



Tab. 15 Výpočet zisku pro místnost 3.02 chladící strop + TČ

Výpočet tepelného zisku místnost 3.02 Chladící strop + TČ

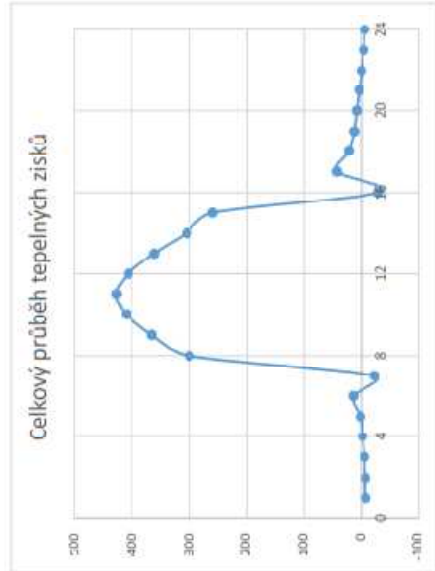
parametry exteriéru	
temax	35 °C
temin	20 °C
At	7,5 °C
xe	10,07 g/m3
pd	1592,53 pa
δ	2,33 *
Td	0,85 -
soární konstanta	1350 W/m2

Parametry budovy	
den	21.7. -
místo budovy	Brno -
nadměřská výška	230 m.r.m.
zeměpisná šířka	49°
zeměpisná výška	16,5°
časový úhel	228,48°

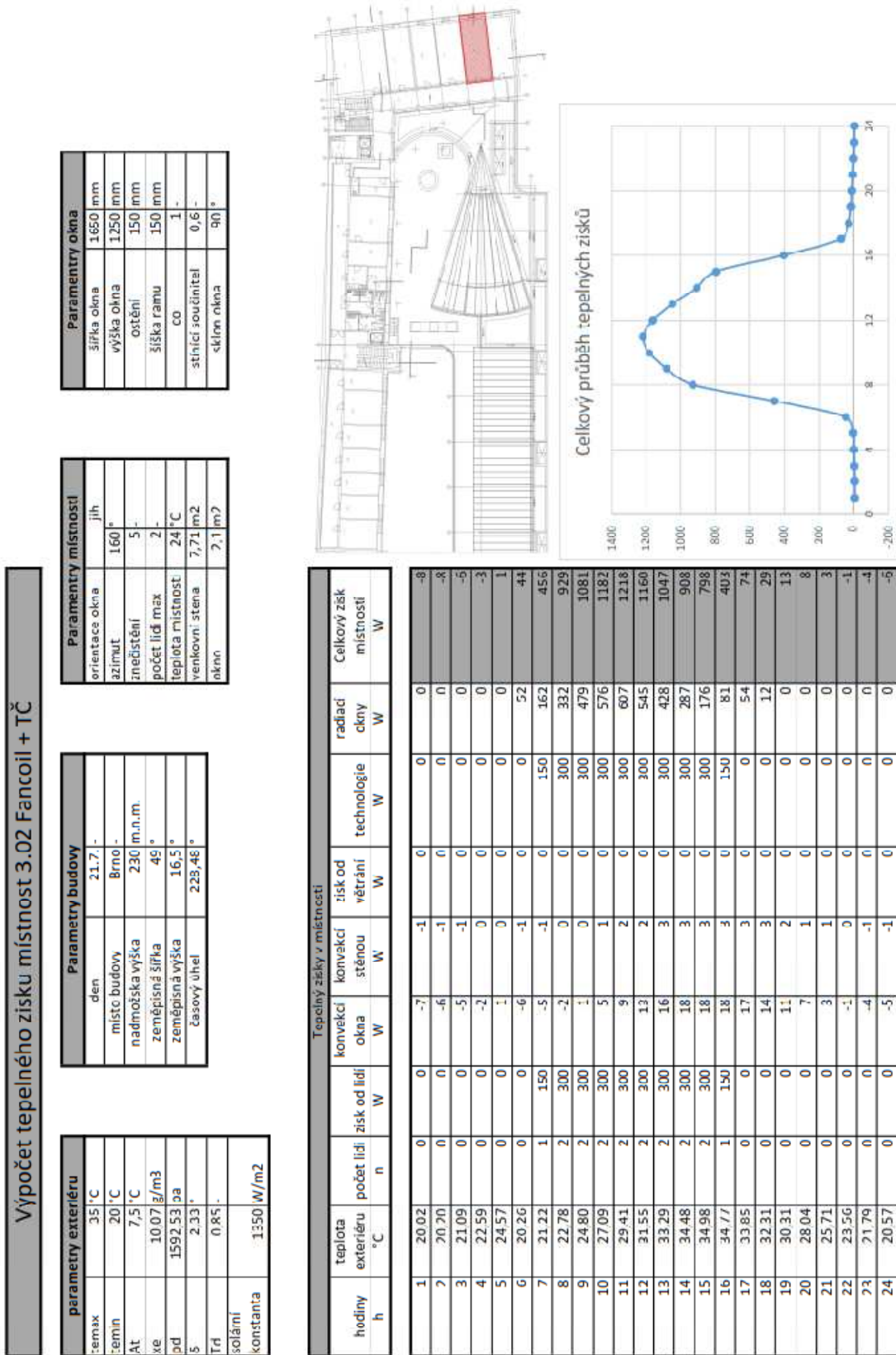
Parametry místnosti	
orientace okna	jih
azimut	160°
znečistiři	5 -
počet lidí max	2 -
teplota místnosti	24 °C
venkovní stěna	7,71 m2
okno	2,1 m2

Parametry okna	
šířka okna	1650 mm
výška okna	1250 mm
ostění	150 mm
šířka ramu	150 mm
co	1 -
střnicí součinitel	0,25 -
sklon okna	90°

hodiny h	teplota exteriéru t _c	počet lidí n	zisk od lidí W	konvekce		zisk od větrání W	zisk od stěnou W	technologie W	radiaci okny W	Celkový zisk místnosti W
				okna W	konvekce W					
1	20,02	0	0	-7	-1	0	0	0	0	-3
2	20,20	0	0	-6	-1	0	0	0	0	-3
3	21,09	0	0	-5	-1	0	0	0	0	-5
4	22,59	0	0	-2	0	0	0	0	0	-3
5	24,57	0	0	1	0	0	0	0	0	1
6	20,26	0	0	-6	-1	0	0	0	22	14
7	21,22	1	150	-5	-1	-336	100	67	138	303
8	22,78	2	300	-2	0	-336	200	200	200	365
9	24,80	2	300	1	0	-336	200	200	240	410
10	27,09	2	300	5	1	-336	200	253	277	428
11	29,41	2	300	9	2	-336	200	277	178	361
12	31,55	2	300	11	2	-336	200	119	73	259
13	33,29	2	300	16	3	-336	200	34	23	42
14	34,48	2	300	18	3	-336	100	5	22	22
15	34,98	2	300	18	3	-336	0	0	13	3
16	34,77	1	150	18	3	-336	0	0	0	3
17	33,85	0	0	17	3	0	0	0	0	-1
18	32,31	0	0	14	3	0	0	0	0	-4
19	30,31	0	0	11	2	0	0	0	0	-5
20	28,04	0	0	7	1	0	0	0	0	-3
21	25,71	0	0	3	1	0	0	0	0	-1
22	23,56	0	0	-1	0	0	0	0	0	-4
23	21,79	0	0	-4	-1	0	0	0	0	-5
24	20,57	0	0	-5	-1	0	0	0	0	-5



Tab. 16 Výpočet zisku pro místnost 3.02 fancoil + TČ



6.3.8. Celková tabulka zisků pro vypočítané místnosti

Tato tabulku ukazuje tepelný zisk v místnosti a vlhkostní zisk pro dané varianty.

Tab. 17 Celková tabulka zisků pro vypočítané místnosti

místnosti/varianta	tepelný zisk v místnosti	Vlhkostní zisk
1.39 VRV	1840	185
1.39 stropy	715	185
1.39 fancoily	1471	185
3.02 VRV	1554	365
3.02 stropy	428	365
3.02 fancoily	1218	365
2.17 VRV	6750	1535
2.17 stropy	1499	1535
2.17 fancoily	5139	1535

7. Průtoky vzduchu a tepelné zisky mezi místnostmi

Vypočítané hodnoty tří místností byli použity pro přepočítání na všechny podstatné místnosti. Průtoky byly vypočítány na základě minimálního průtoku vzduchu. Následující tabulky zachycují všechny tyto hodnoty pro různé zóny.

7.1. Zóna č. 1

Tab. 18 Průtoky vzduchu a tepelných zisků pro zónu č. 1

zóna 1	kanceláře 1	plocha	výška	objem	počet lidí	léto		zima		teplotní zisky			vlhkostní zisk	Přívod		odvod
						teplota (°C)	vlhkost (%)	teplota (°C)	vlhkost (%)	1 Varianta	2 Varianta	3 Varianta		V (m3/h)	výměna (h-1)	
1.37	chodba	35,8	2,85	102,0	-	-	max 65	20	min 30	-	-	-	-	250	2,45	250
1.38	kancelář	24,6	2,85	70,1	4	24	max 65	20	min 30	3143	1221	2512	365	140	2	140
1.39	kancelář	14,4	2,85	41,0	2	24	max 65	20	min 30	1840	715	1471	185	70	1,71	70
1.40	kancelář	16,6	2,85	47,3	2	24	max 65	20	min 30	2121	824	1695	185	70	1,48	70
1.41	kancelář	17,1	2,85	48,7	2	24	max 65	20	min 30	2185	849	1746	185	70	1,44	70
1.42	kancelář	16,8	2,85	47,9	2	24	max 65	20	min 30	2146	834	1716	185	70	1,46	70
1.43	kancelář	17,2	2,85	49,0	2	24	max 65	20	min 30	2198	853	1757	185	70	1,43	70
1.44	kancelář	30,5	2,85	86,9	4	24	max 65	20	min 30	3897	1513	3115	365	140	1,61	140
2.49	chodba	40,5	3,25	131,6	-	-	max 65	20	min 30	-	-	-	-	250	1,9	250
2.50	kancelář	24,9	3,25	80,9	4	24	max 65	20	min 30	3181	1236	2543	365	140	1,73	140
2.51	kancelář	14,3	3,25	46,5	2	24	max 65	20	min 30	1827	710	1461	185	70	1,51	70
2.52	kancelář	16,5	3,25	53,6	2	24	max 65	20	min 30	2108	819	1685	185	70	1,31	70
2.53	kancelář	17	3,25	55,3	2	24	max 65	20	min 30	2172	844	1736	185	70	1,27	70
2.54	kancelář	16,8	3,25	54,6	2	24	max 65	20	min 30	2146	834	1716	185	70	1,28	70
2.55	kancelář	17,1	3,25	55,6	2	24	max 65	20	min 30	2185	849	1746	185	70	1,26	70
2.56	kancelář	31,9	3,25	103,7	4	24	max 65	20	min 30	4076	1583	3258	365	140	1,35	140
3.01	kancelář	27,74	3	83,2	4	24	max 65	20	min 30	1771	688	1416	365	140	1,68	140
3.02	kancelář	28,81	3	86,4	4	24	max 65	20	min 30	1840	715	1471	365	140	1,62	140
3.03	kancelář	29,95	3	89,9	4	24	max 65	20	min 30	1913	743	1529	365	140	1,56	140
3.04	kancelář	30	3	90,0	4	24	max 65	20	min 30	1916	744	1531	365	140	1,56	140
3.05	kancelář	30,02	3	90,1	4	24	max 65	20	min 30	1917	745	1532	365	140	1,55	140
3.06	zasedací místnost	60,83	3	182,5	20	24	max 65	20	min 30	3885	1509	5505	1800	700	3,84	700
3.07	chodba	81,85	3	245,6	-	-	max 65	20	min 30	-	-	-	-	500	2,04	450
3.08	schodiště	25,08	3	75,2	-	-	max 65	20	min 30	-	-	-	-	0	0	0
3.09	archiv	10,01	3	30,0	-	-	max 65	20	max 70	-	-	-	-	0	0	0
3.10	úklid	2,51	3	7,5	-	-	max 65	20	max 70	-	-	-	-	0	0	50
3.11	kuchyňka	8,14	3	24,4	-	-	max 65	20	min 30	-	-	-	-	50	2,05	50
3.12	chodba	47,84	3	143,5	-	-	max 65	20	min 30	-	-	-	-	800	5,57	170
3.13	ředitelna	34,96	3	104,9	1	24	max 65	20	min 30	4467	1735	3571	95	100	0,95	100
3.14	sekretariát	17,18	3	51,5	2	24	max 65	20	min 30	2195	853	1755	185	70	1,36	70
3.15	achriv	8,58	3	25,7	-	-	max 65	20	min 30	-	-	-	-	0	0	0
3.16	kuchyňka	8,13	3	24,4	-	-	max 65	20	min 30	-	-	-	-	50	2,05	50
3.17	WC-M	2,72	3	8,2	-	-	max 65	20	max 70	-	-	-	-	0	0	80
3.18	WC -Předsíň	5,7	3	17,1	-	-	max 65	20	max 70	-	-	-	-	0	0	90
3.19	WC- Ž	2,88	3	8,6	-	-	max 65	20	max 70	-	-	-	-	0	0	100
3.20	WC- Ž	5,82	3	17,5	-	-	max 65	20	max 70	-	-	-	-	0	0	150
3.21	WC-Předsíň	3,57	3	10,7	-	-	max 65	20	max 70	-	-	-	-	0	0	60
3.22	WC-M	7,48	3	22,4	-	-	max 65	20	max 70	-	-	-	-	0	0	150
3.25	chodba	40,63	3	121,9	-	-	max 65	20	min 30	-	-	-	-	250	2,05	250
3.26	kancelář	14,48	3	43,4	2	24	max 65	20	min 30	1850	719	1479	185	70	1,61	70
3.27	kancelář	25,87	3	77,6	4	24	max 65	20	min 30	3305	1284	2642	365	140	1,8	140
3.28	kancelář	16,92	3	50,8	2	24	max 65	20	min 30	2162	840	1728	185	70	1,38	70
3.29	kancelář	17,41	3	52,2	2	24	max 65	20	min 30	2224	864	1778	185	70	1,34	70
3.30	kancelář	17,15	3	51,5	2	24	max 65	20	min 30	2191	851	1752	185	70	1,36	70
3.31	kancelář	17,49	3	52,5	2	24	max 65	20	min 30	2235	868	1786	185	70	1,33	70
3.32	kancelář	31,61	3	94,8	4	24	max 65	20	min 30	4039	1569	3228	365	140	1,48	140
Celkem		1013,4		3058,9	97,0					73134	28404	60862	8870	5610		5610

7.2. Zóna č. 2

Tab. 19 Průtoky vzduchu a tepelných zisků pro zónu č. 2

zóna 2	kanceláře 2	plocha	výška	objem	počet lidí	léto		zima		teplotní zisky			vlhkostní zisk	Přívod		odvod
						teplota (°C)	vlhkost (%)	teplota (°C)	vlhkost (%)	1 Varianta	2 Varianta	3 Varianta		V (m3/h)	výměna (h-1)	
4.04	chodba	48,89	2,6	127,1	-	-	max 65	20	min 30	-	-	-	-	550	4,33	250
4.06	kancelář ředitele	31,32	2,6	81,4	1	24	max 65	20	min 30	4002	1554	3199	95	100	1,23	100
4.07	sekretariát	15,23	2,6	39,6	1	24	max 65	20	min 30	1946	756	1555	95	70	1,77	70
4.08	kuchyňka	5,22	2,6	13,6	-	-	max 65	20	min 30	-	-	-	-	50	3,68	50
4.09	archiv	6,8	2,6	17,7	-	-	max 65	20	min 30	-	-	-	-	0	0	0
4.10	úklid	2,75	2,6	7,2	-	-	max 65	20	max 70	-	-	-	-	0	0	50
4.11	WC- M	5,99	2,6	15,6	-	-	max 65	20	max 70	-	-	-	-	0	0	120
4.12	WC-Ž	10,34	2,6	26,9	-	-	max 65	20	max 70	-	-	-	-	0	0	130
4.14	chodba	43,14	2,6	112,2	-	-	max 65	20	min 30	-	-	-	-	250	2,23	250
4.15	archiv	13,09	2,6	34,0	-	-	max 65	20	min 30	-	-	-	-	0	0	0
4.16	kancelář	19,77	2,6	51,4	4	24	max 65	20	min 30	2526	981	2019	365	140	2,72	140
4.17	kancelář	19,77	2,6	51,4	4	24	max 65	20	min 30	2526	981	2019	365	140	2,72	140
4.18	kancelář	19,77	2,6	51,4	4	24	max 65	20	min 30	2526	981	2019	365	140	2,72	140
4.19	kancelář	19,77	2,6	51,4	4	24	max 65	20	min 30	2526	981	2019	365	140	2,72	140
4.20	kancelář	19,83	2,6	51,6	4	24	max 65	20	min 30	2534	984	2025	365	140	2,72	140
4.21	kancelář	17,5	2,6	45,5	4	24	max 65	20	min 30	2236	868	1787	365	140	3,08	140
Celkem		299,2		777,9	26,0					20821	8086	16644	2380	1860		1860

7.3. Zóna č.3

Tab. 20 Průtoky vzduchu a tepelných zisků pro zónu č. 3

zóna 3	správa budovy	plocha	výška	objem	počet lidí	léto		zima		teplotní zisky			vlhkostní zisk	Přívod		odvod
						teplota (°C)	vlhkost (%)	teplota (°C)	vlhkost (%)	1 Varianta	2 Varianta	3 Varianta		V (m3/h)	výměna (h-1)	
číslo	název															
1.01	zádveří	7,8	2,85	22,2	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	
1.02	hala	50,9	2,85	145,1	3	24	max 65	20	min 30	3250	1262	2598	275	150	1,03	250
1.03	recepce	8	2,85	22,8	1	24	max 65	20	min 30	511	198	408	95	50	2,19	0
1.04	vrátnice	7,3	2,85	20,8	1	24	max 65	20	min 30	466	181	373	95	50	2,4	0
1.06	kancelář ostrahy	26,3	2,85	75,0	1	24	max 65	20	min 30	1680	652	1343	95	100	1,33	100
1.07	šatna	15,4	2,85	43,9	-	-	max 65	20	min 30	-	-	-	-	50	1,14	50
1.08	přípravná	15,5	2,85	44,2	2	24	max 65	20	min 30	990	384	791	185	100	2,26	100
1.09	sklad	7,9	2,85	22,5	-	-	max 65	20	min 30	-	-	-	-	100	4,44	100
1.10	úklid	2,3	2,85	6,6	-	-	max 65	20	max 70	-	-	-	-	0	0	50
1.11	předsíňka WC	2,2	2,85	6,3	-	-	max 65	20	max 70	-	-	-	-	0	0	50
1.12	WC	1,9	2,85	5,4	-	-	max 65	20	max 70	-	-	-	-	0	0	50
1.13	výtah. šachta	2,2	2,85	6,3	-	-	max 65	20	min 30	-	-	-	-	0	0	0
1.14	příjem	6	2,85	17,1	-	-	max 65	20	min 30	-	-	-	-	0	0	0
1.15	odpad	3,6	2,85	10,3	-	-	max 65	20	min 30	-	-	-	-	0	0	50
1.16	chodba	14,5	2,85	41,3	-	-	max 65	20	min 30	-	-	-	-	250	6,05	50
1.17	schodiště	25,33	2,85	72,2	-	-	max 65	20	min 30	-	-	-	-	0	0	0
1.18	strojovna výtahu	8,2	2,85	23,4	-	-	max 65	20	min 30	-	-	-	-	0	0	0
1.19	chodba	29,8	2,85	84,9	-	-	max 65	20	min 30	-	-	-	-	250	2,94	100
1.20	výtah. šachta	5,6	2,85	16,0	-	-	max 65	20	min 30	-	-	-	-	0	0	0
1.21	kuchyň	8,4	2,85	23,9	-	-	max 65	20	min 30	-	-	-	-	50	2,09	50
1.22	úklid	3	2,85	8,6	-	-	max 65	20	max 70	-	-	-	-	0	0	50
1.23	WC-M	3,1	2,85	8,8	-	-	max 65	20	max 70	-	-	-	-	0	0	50
1.24	WC-Ž	3,1	2,85	8,8	-	-	max 65	20	max 70	-	-	-	-	0	0	50
1.25	chodba	43	2,85	122,6	-	-	max 65	20	min 30	-	-	-	-	400	3,26	150
1.26	sklad	18,6	2,85	53,0	-	-	max 65	20	min 30	-	-	-	-	100	1,89	100
1.27	sklad, dílna	15	2,85	42,8	-	24	max 65	20	min 30	-	-	-	-	100	2,34	100
1.28	rezerva elektro	18,5	2,85	52,7	-	35	max 65	20	max 70	-	-	-	-	100	1,9	100
1.29	rozvodna NN	13,5	2,85	38,5	-	35	max 65	20	max 70	-	-	-	-	100	2,6	100
1.33	předsíňka WC-Ž	4,9	2,85	14,0	-	-	max 65	20	min 30	-	-	-	-	0	0	30
1.34	WC-Ž	5,2	2,85	14,8	-	-	max 65	20	min 30	-	-	-	-	0	0	100
1.35	předsíňka WC-M	3	2,85	8,6	-	-	max 65	20	min 30	-	-	-	-	0	0	30
1.36	WC-M	3,2	2,85	9,1	-	-	max 65	20	min 30	-	-	-	-	0	0	90
1.48	trafokobka	7	2,85	20,0	-	35	max 65	20	max 70	-	-	-	-	0	0	0
1.49	rozvodna VN	7	2,85	20,0	-	35	max 65	20	max 70	-	-	-	-	0	0	0
Celkem		397,23		1132	8					6897	2679	5513	745	1950		1950

7.4. Zóna č. 4

Tab. 21 Průtoky vzduchu a tepelných zisků pro zónu č. 4

zóna 4		vyukové centrum				léto		zima		teplotní zisky			vlhkostní zisk	Přívod		odvod
číslo	název	plocha	výška	objem	počet lidí	teplota (°C)	vlhkost (%)	teplota (°C)	vlhkost (%)	1 Varianta	2 Varianta	3 Varianta		V (m3/h)	výměna (h-1)	
2.01	hala	298,2	3,25	969,2	24	24	max 65	20	min 30	11308	2512	8609	2165	840	0,87	840
2.02	šatna	22,9	3,25	74,4	-	-	max 65	20	min 30	-	-	-	-	700	9,41	0
2.03	umývárna M	6,3	3,25	20,5	-	-	max 65	20	max 70	-	-	-	-	0	0	125
2.04	WC-M	12,2	3,25	39,7	-	-	max 65	20	max 70	-	-	-	-	0	0	200
2.05	úklidová komora	2,3	3,25	7,5	-	-	max 65	20	max 70	-	-	-	-	0	0	50
2.06	umývárna Ž	5,4	3,25	17,6	-	-	max 65	20	max 70	-	-	-	-	0	0	125
2.07	WC-Ž	9,6	3,25	31,2	-	-	max 65	20	max 70	-	-	-	-	0	0	200
2.08	restaurace	86,9	3,25	282,4	24	24	max 65	20	min 30	7640	1464	6068	2165	1200	4,25	920
2.09	bílé nádoby	4,2	3,25	13,7	-	-	max 65	20	min 30	-	-	-	-	0	0	50
2.10	úklid	1,4	3,25	4,6	-	-	max 65	20	max 70	-	-	-	-	0	0	50
2.11	číšnícká chodba	11	3,25	35,8	-	-	max 65	20	min 30	-	-	-	-	0	0	100
2.12	chodba	3,8	3,25	12,4	-	-	max 65	20	min 30	-	-	-	-	0	0	0
2.13	WC	2,2	3,25	7,2	-	-	max 65	20	max 70	-	-	-	-	0	0	80
2.14	příruční sklad	5,7	3,25	18,5	-	-	max 65	20	min 30	-	-	-	-	0	0	0
2.15	kongresový sál	114,6	6	687,6	25	24	max 65	20	min 30	9741	1930	7667	2255	1100	1,6	1100
2.16	učebna	56,3	3,25	183,0	11	24	max 65	20	min 30	5320	948	3251	995	400	2,19	400
2.17	učebna	89	3,25	289,3	17	24	max 65	20	min 30	6750	1499	5139	1535	600	2,07	600
2.18	učebna	87,1	3,25	283,1	17	24	max 65	20	min 30	7656	1467	5029	1535	600	2,12	600
2.19	učebna	36,3	3,25	118,0	8	24	max 65	20	min 30	3803	611	2096	725	280	2,37	280
2.20	učebna	36,3	3,25	118,0	8	24	max 65	20	min 30	3803	611	2096	725	280	2,37	280
2.21	chodba	56	3,25	182,0	-	-	max 65	20	min 30	-	-	-	-	920	5,05	150
2.22	umývárna Ž	7,5	3,25	24,4	-	-	max 65	20	max 70	-	-	-	-	0	0	90
2.23	WC invalida Ž	3,3	3,25	10,7	-	-	max 65	20	max 70	-	-	-	-	0	0	80
2.24	WC - Ž	9,3	3,25	30,2	-	-	max 65	20	max 70	-	-	-	-	0	0	150
2.25	WC invalida m	4,7	3,25	15,3	-	-	max 65	20	max 70	-	-	-	-	0	0	80
2.26	úklidová komora	1,9	3,25	6,2	-	-	max 65	20	max 70	-	-	-	-	0	0	50
2.27	umývárna M	3,8	3,25	12,4	-	-	max 65	20	max 70	-	-	-	-	0	0	80
2.28	WC muži	13,2	3,25	42,9	-	-	max 65	20	max 70	-	-	-	-	0	0	240
2.38	Chodba	47,4	3,25	154,1	-	-	max 65	20	min 30	-	-	-	-	450	2,92	210
2.39	Kuchyně	8,1	3,25	26,3	-	-	max 65	20	max 70	-	-	-	-	50	1,9	50
2.40	Kantýna	46,9	3,25	152,4	10	24	max 65	20	max 70	4607	790	5790	905	500	3,28	400
2.41	Výdejní pult	8,7	3,25	28,3	2	24	max 65	20	max 70	-	-	-	-	0	0	100
2.42	Sklad	8,3	3,25	27,0	-	-	max 65	20	max 70	-	-	-	-	0	0	0
2.43	Kancelář	29	3,25	94,3	4	24	max 65	20	min 30	3249	489	2962	365	140	1,49	140
2.44	Umývárna M	2,8	3,25	9,1	-	-	max 65	20	max 70	-	-	-	-	0	0	30
2.45	WC muži	3,4	3,25	11,1	-	-	max 65	20	max 70	-	-	-	-	0	0	80
2.46	umývárna Ž	4,6	3,25	15,0	-	-	max 65	20	max 70	-	-	-	-	0	0	30
2.47	WC ženy	5,8	3,25	18,9	-	-	max 65	20	max 70	-	-	-	-	0	0	100
Celkem		712,6		2631	102					44929	8347	34030	9040	8060		8060

7.5. Zóna č. 5

Tab. 22 Průtoky vzduchu a tepelných zisků pro zónu č. 5

zóna 5		apartmány				léto		zima		teplotní zisky			vlhkostní zisk	Přívod		odvod
číslo	název	plocha	výška	objem	počet lidí	teplota (°C)	vlhkost (%)	teplota (°C)	vlhkost (%)	1 Varianta	2 Varianta	3 Varianta		V (m3/h)	výměna (h-1)	
4.23	předsiňka	4	2,6	10,4	-	-	max 65	20	min 30	-	-	-	-	0	0	0
4.24	šatna	5,32	2,6	13,8	-	-	max 65	20	min 30	-	-	-	-	0	0	0
4.25	koupelna	3,5	2,6	9,1	-	-	max 65	20	max 70	-	-	-	-	0	0	50
4.26	ložnice	23,9	2,6	62,1	2	24	max 65	20	min 30	1832	711	1464	185	140	2,25	90
4.27	pokoj+kuch. Kout	20,01	2,6	52,0	2	24	max 65	20	min 30	1533	596	1226	185	70	1,35	70
4.28	předsiňka	4	2,6	10,4	-	-	max 65	20	min 30	-	-	-	-	0	0	0
4.29	šatna	3,5	2,6	9,1	-	-	max 65	20	min 30	-	-	-	-	0	0	0
4.30	koupelna	3,5	2,6	9,1	-	-	max 65	20	max 70	-	-	-	-	0	0	50
4.31	ložnice	19,98	2,6	51,9	2	24	max 65	20	min 30	1531	595	1224	185	140	2,7	90
4.32	pokoj+kuch. Kout	20,01	2,6	52,0	2	24	max 65	20	min 30	1533	596	1226	185	70	1,35	70
4.33	předsiňka	4	2,6	10,4	-	-	max 65	20	min 30	-	-	-	-	0	0	0
4.34	šatna	3,5	2,6	9,1	-	-	max 65	20	min 30	-	-	-	-	0	0	0
4.35	koupelna	3,5	2,6	9,1	-	-	max 65	20	max 70	-	-	-	-	0	0	50
4.36	ložnice	19,98	2,6	51,9	2	24	max 65	20	min 30	1531	595	1224	185	140	2,7	90
4.37	pokoj+kuch. Kout	19,98	2,6	51,9	2	24	max 65	20	min 30	1531	595	1224	185	70	1,35	70
4.38	předsiňka	4	2,6	10,4	-	-	max 65	20	min 30	-	-	-	-	0	0	0
4.39	šatna	2,41	2,6	6,3	-	-	max 65	20	min 30	-	-	-	-	0	0	0
4.40	koupelna	3,5	2,6	9,1	-	-	max 65	20	max 70	-	-	-	-	0	0	50
4.41	ložnice	18,33	2,6	47,7	2	24	max 65	20	min 30	1405	546	1123	185	140	2,94	90
4.42	pokoj+kuch. Kout	19,98	2,6	51,9	2	24	max 65	20	min 30	1531	595	1224	185	70	1,35	70
Celkem		206,9		537,9	16					12427	4827	9934	1480	840		840

7.6. Celková tabulka pro jednotlivé zóny

Tato tabulka zachycuje všechny důležité hodnoty pro všechny zóny.

Tab. 23 Celková tabulka průtoků a zisků

zóny	název	umístění	počet osob	velikost		teplotní zisky			tepelná ztráta	vlhkostní zisk	Průtok	
				plocha	objem	1 Varianta	2 Varianta	3 Varianta			Přívod	Odvod
zóna 1	kanceláře 1	1-3 NP	97	1013,4	3058,9	73134	28404	60862	-	8870	5610	5610
zóna 2	kanceláře 2	4 NP	26	299,2	777,9	20821	8086	16644	-	2380	1860	1860
zóna 3	správa budovy	1NP	8	397,2	1132,1	6897	2679	5513	-	745	1950	1950
zóna 4	školicí centrum	2NP	102	46,9	152,4	44929	8347	34030	-	9040	8060	8060
zóna 5	apartmány	4NP	16	206,9	537,9	12427	4827	9934	-	1480	840	840
Celkem			249	1963,6	5659,2	158207	52342	126983	61773	22515	18320	18320
Tepelná zátěž od větrání						0	62368	31224	59796			
Celkový součet						158207	114710	158207	121570			

8. Dimenzování chlazení jednotlivých variant

Pro ukázkou jednotlivých variant byla vybrána zóna č. 2, která má okna směřována převážně na západ a nachází se v 4. NP. Pro všechny varianty byli navrženy stejné trasy, rozměry potrubí a tlumiče hluku. U druhé varianty Chladicí stropy + TČ a třetí varianty Fancoil + TČ byl stejný návrh tepelného čerpadla a ostatních potřebných zařízení na provoz chlazení s drobnými změnami.

8.1. Návrh totožných prvků ve variantách

V této kapitole se budeme zabývat návrhy totožných prvků v různých variantách.

8.1.1. Návrh distribučních elementů

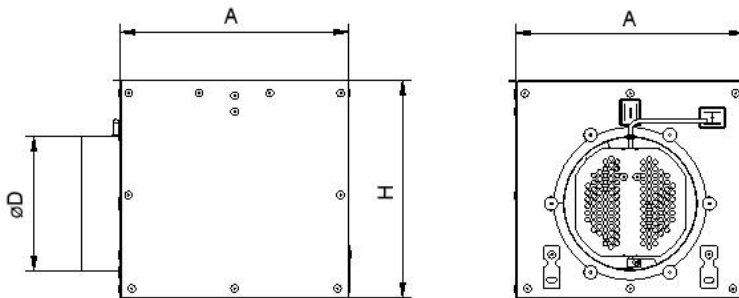
Tato část se zabývá návrhem vhodných distribučních elementů do jednotlivých místností.

8.1.1.1. Přívodní elementy

Pro místnosti v zóně č. 2 byli vybrány dva typy elementů. Jedním typem je vířivá výust' a druhým je talířový ventil o různé velikosti. Pro ukázkou bylo vybráno několik místností.

Místnost 4.04

Navrženy elementy typu VVM C/V/P/16/R.



Obr. 25 Rozměry připojovací krabice [16]

Tab. 24 Návrhové hodnoty pro vířivou výúst [16]

Jmenovitý rozměr	300 8 lamel	400, 500, 600, 625 16 lamel	500 24 lamel	600, 625 24 lamel	600, 625 48 lamel	625 54 lamel	825 72 lamel
\dot{V}_{\max} [m ³ /h]	180	320	420	660	850	950	1200
\dot{V}_{\min} [m ³ /h]	55	100	140	200	360	400	560
$L_{WA\max}$ [dB(A)]	39	40	39	40	40	43	40
$L_{WA\min}$ [dB(A)]	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
S_{ef} [m ²]	0,007	0,014	0,021	0,295	0,420	0,473	0,715

Diagram 9.2.1. Tlaková ztráta a akustický výkon

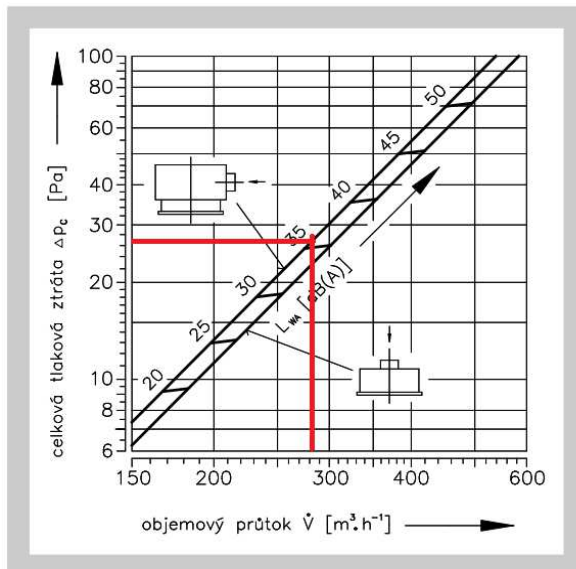
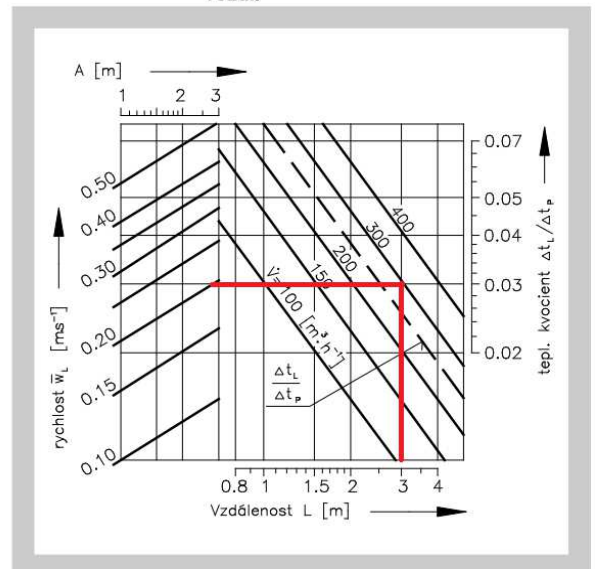


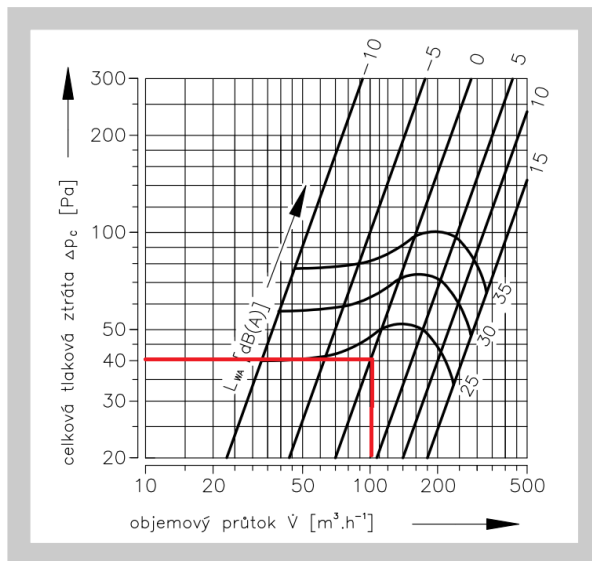
Diagram 9.2.2. Rychlost vzduchu proudění a teplotní rozdíl



Obr. 26 Návrhové grafy pro element VVM C/V/P/16/R [16]

Místnost 4.06

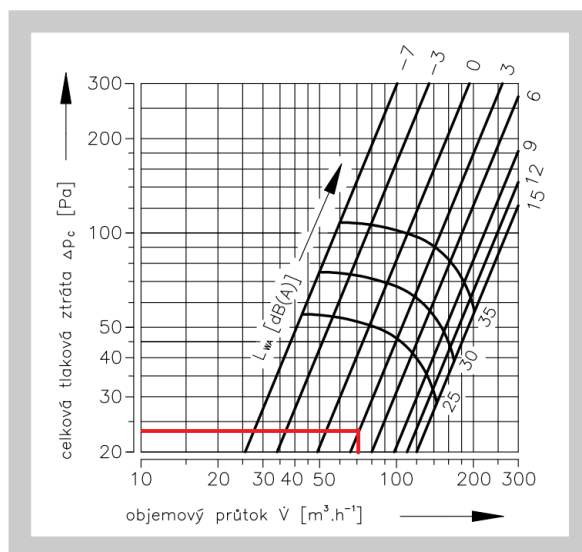
Pro tuto místnost byl vybrán typ elementu TVPM 160



Obr. 27 Návrhový graf pro element TVPM 160 [17]

Místnost 4.07

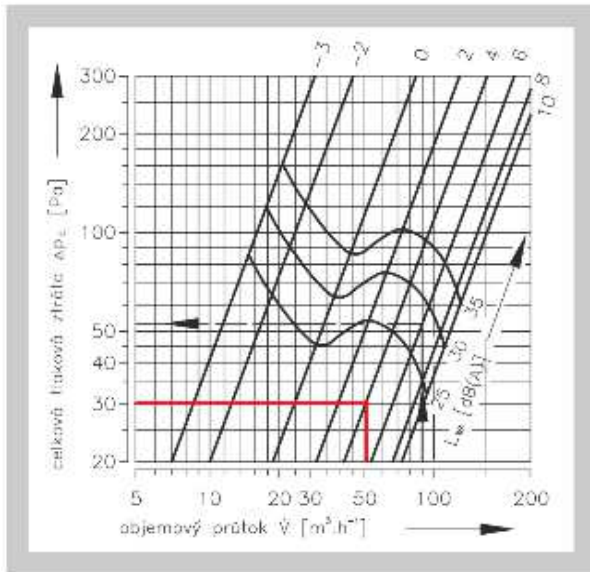
Pro tuto místnost byl vybrán typ elementu TVPM 125



Obr. 28 Návrhový graf pro element TVPM 125 [17]

Místnost 4.08

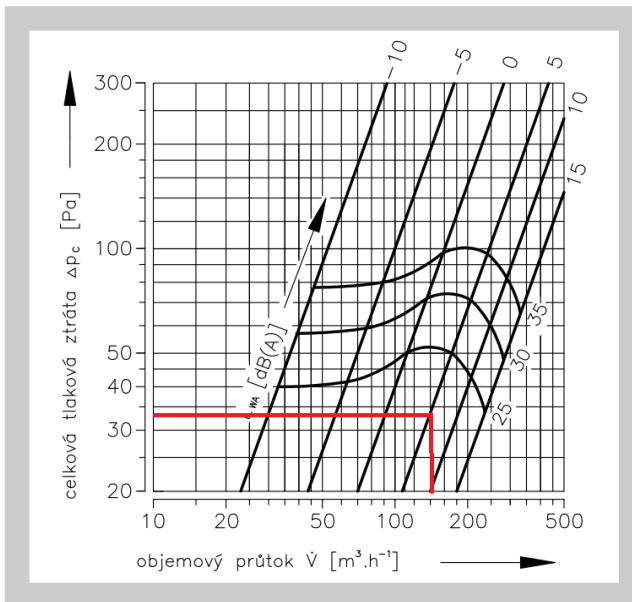
Pro tuto místnost byl vybrán typ elementu TVPM 100



Obr. 29 Návrhový graf pro element TVPM 100 [17]

Místnost 4.16-4.21

Pro tyto místnosti byl vybrán typ elementu TVPM 160



Obr. 30 Návrhový graf pro element TVPM 160 [17]

8.1.1.2. Odvodní elementy

Pro danou zónu byli vybrány talířové ventily a do jedné místnosti byla vybrána vířivá výust. Několik vybraných elementů je popsáno níže.

Místnost 4.04

Pro místnost 4.04 je vybrán element VVM C/V/P/16/R.

Diagram 9.2.1. Tlaková ztráta a akustický výkon

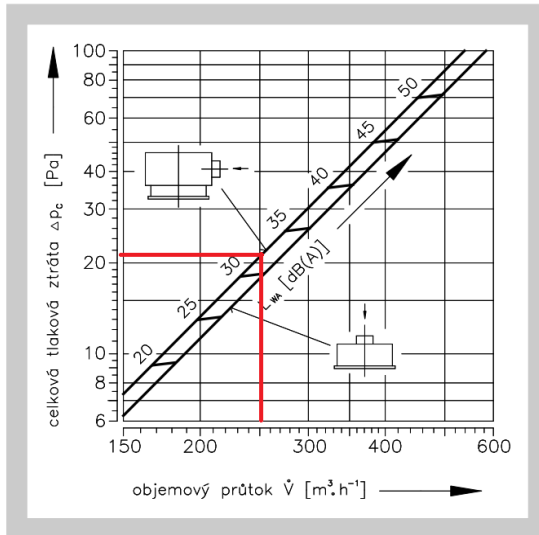
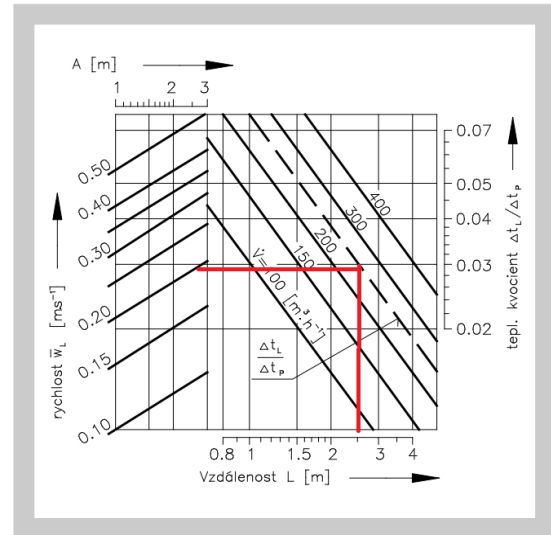


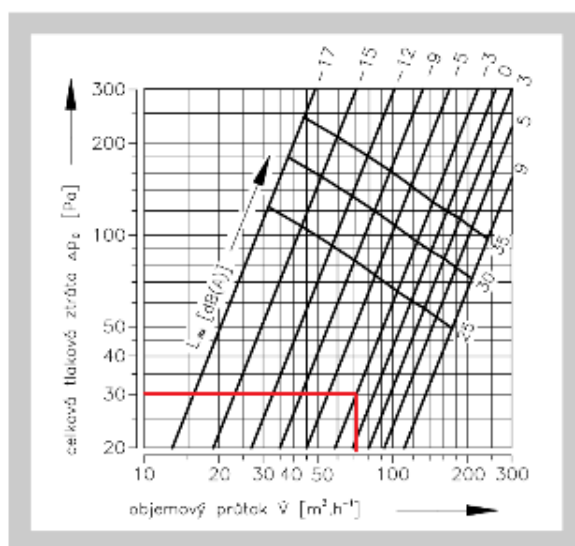
Diagram 9.2.2. Rychlost vzduchu proudění a teplotní rozdíl



Obr. 31 Návrhové grafy pro element VVM C/V/P/16/R [16]

Místnost 4.07

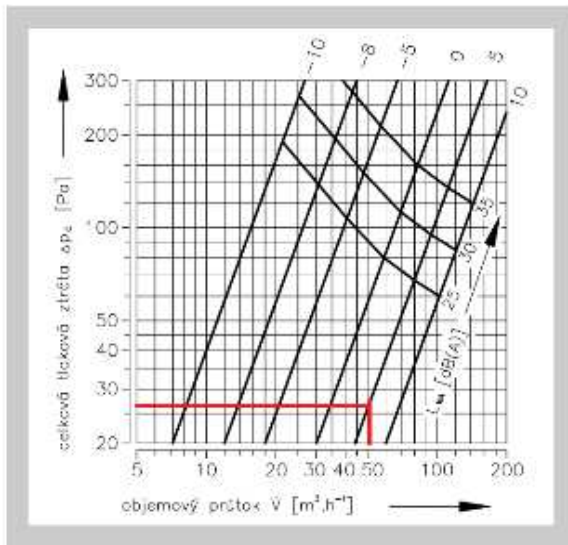
Pro tyto místnosti byl vybrán typ elementu TVOM 125



Obr. 32 Návrhový graf pro element TVOM 125 [17]

Místnost 4.08

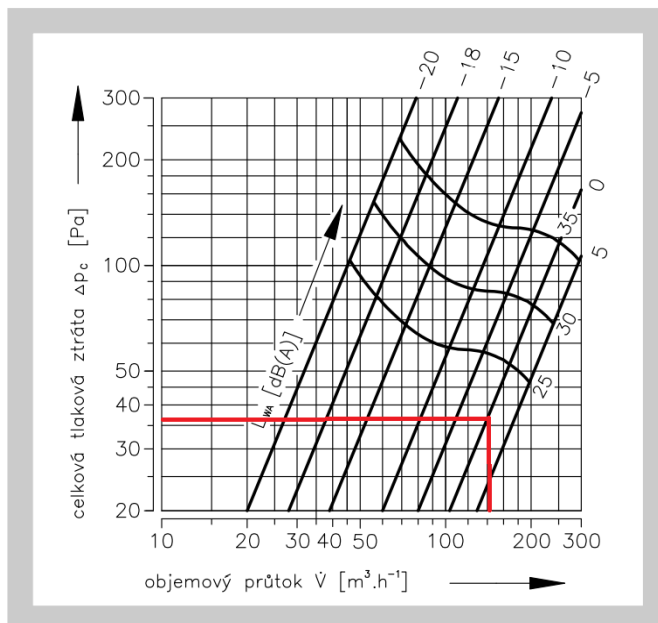
Pro tyto místnosti byl vybrán typ elementu TVOM 100



Obr. 33 Návrhový graf pro element TVOM 100 [17]

Místnosti 4.16-4.21

V těchto místnostech byl vybrán typ elementu TVOM 160



Obr. 34 Návrhový graf pro element TVOM 160 [17]

8.1.1.3. Celková tabulka distribučních elementů pro zónu č. 2

Následující tabulka ukazuje souhrn všech distribučních elementů pro zónu č. 2.

Tab. 25 Tabulka distribučních elementů pro zónu č. 2

zóna 2 číslo	kanceláře 2 název	Přívod		odvod	Přívodní element				Odvodní elementy					
		V (m ³ /h)	výměna (h-1)	V (m ³ /h)	název	m ³ /h/1ks	ks	ΔPc	Lwa	název	m ³ /h/1ks	ks	ΔPc	Lwa
4.04	chodba	-	-	550	VVM 500 C/V/P/16/R	275	2	26	35	VVM 500 C/V/O/16/R	250	1	22	32
4.06	kancelář ředitele	3199	95	100	TVPM 160	100	1	40	33	TVOM 160	100	1	33	20
4.07	sekretariát	1555	95	70	TVPM 125	70	1	23	15	TVOM 125	70	1	30	20
4.08	kuchyňka	-	-	50	TVPM 100	50	1	30	18	TVOM 100	50	1	26	15
4.09	archiv	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.10*	úklid	-	-	0	-	-	-	-	-	TVOM 100	50	1	26	15
4.11*	WC- M	-	-	0	-	-	-	-	-	TVOM 100	40	1	26	15
										TVOM 125	80	1	27	19
4.12*	WC-Ž	-	-	0	-	-	-	-	-	TVOM 100	50	1	26	15
										TVOM 125	80	1	27	19
4.14	chodba	-	-	250	TVPM 160	125	2	30	18	TVOM 160	125	2	33	20
4.15	archiv	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.16	kancelář	2019	365	140	TVPM 160	140	1	34	20	TVOM 160	140	1	36	20
4.17	kancelář	2019	365	140	TVPM 160	140	1	34	20	TVOM 160	140	1	36	20
4.18	kancelář	2019	365	140	TVPM 160	140	1	34	20	TVOM 160	140	1	36	20
4.19	kancelář	2019	365	140	TVPM 160	140	1	34	20	TVOM 160	140	1	36	20
4.20	kancelář	2025	365	140	TVPM 160	140	1	34	20	TVOM 160	140	1	36	20
4.21	kancelář	1787	365	140	TVPM 160	140	1	34	20	TVOM 160	140	1	36	20

*pozn. Přívod vzduchu je pomocí dveřní nebo stěnové mřížky

8.1.1.4. Dveřní/stěnová mřížky

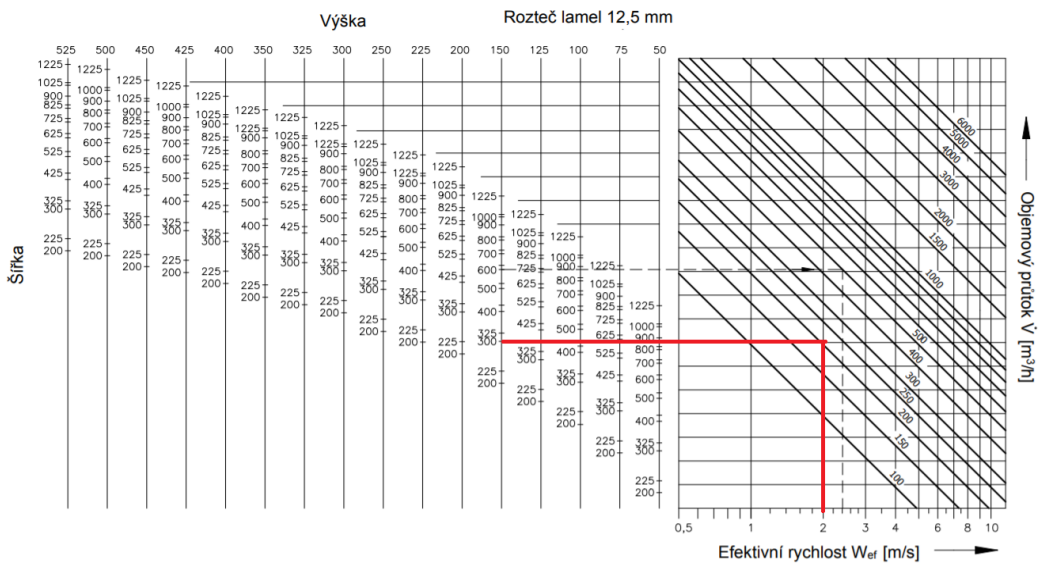
Do některých místností bylo potřeba umístit stěnové mřížky. Celková tabulka pro tuto zónu je uvedeno pod grafy.

Dveřní mřížky do 100 m³/h

Tab. 26 Dimenzační tabulka pro dveřní mřížky [19]

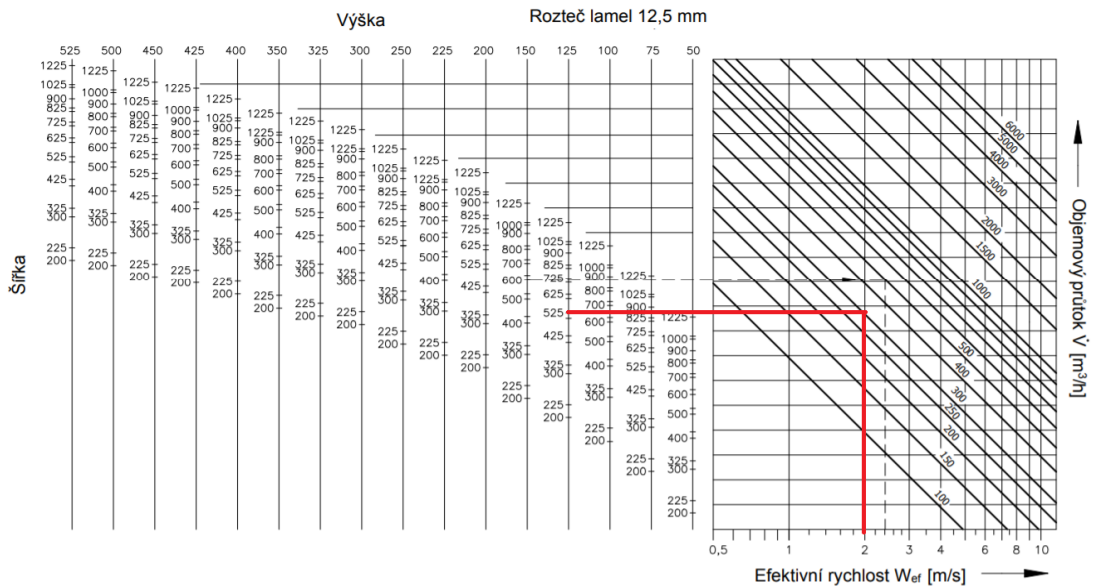
Typ	A _v [m ²]	Q [m ³ /h]		L _{wa} [dB(A)]		Δp _v [Pa]	
		min	max	min	max	min	max
DME 200x100	0,0140	30	60	24	39	5	20
DME 300x100	0,0209	40	90	22	40	5	20
DME 400x100	0,0276	60	120	24	40	5	20
DME 500x100	0,0344	70	150	23	40	5	20
DME 600x100	0,0411	90	180	25	40	5	20

Stěnová mřížka do 200 m³/h



Obr. 35 Návrhový graf pro stěnové mřížky do 200 m³/h [18]

Stěnová mřížka od 200 m³/h do 300 m³/h



Obr. 36 Návrhový graf pro stěnové mřížky od 200 m³/h do 300 m³/h [18]

8.1.1.5. Celková tabulka dveřních a stěnových mřížek

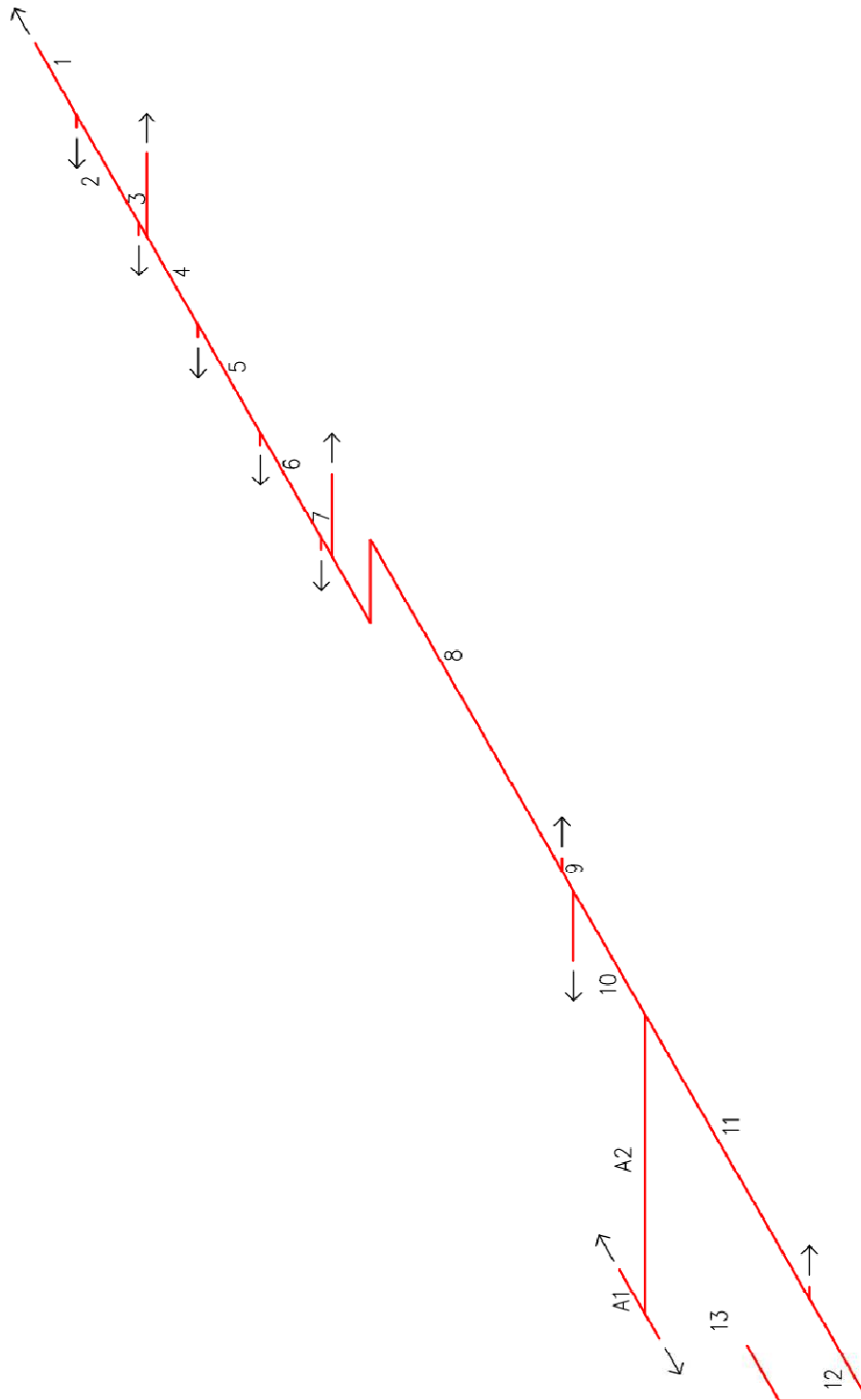
Tab. 27 Dveřní a stěnové mřížky

zóna 2	kanceláře 2	Přívod	Přívodní element	
			místnost	umístění
	název	V (m3/h)	název	
4.10	úklid	90	DME 500x100	Dvěře
4.11	WC- M	250	SMM 12,5A 525x125	Stěna
		80	DME 500x100	Dvěře
4.12	WC-Ž	130	SMM 12,5A 300x150	Stěna
		80	DME 500x100	Dvěře

8.1.2. Dimenzační schéma

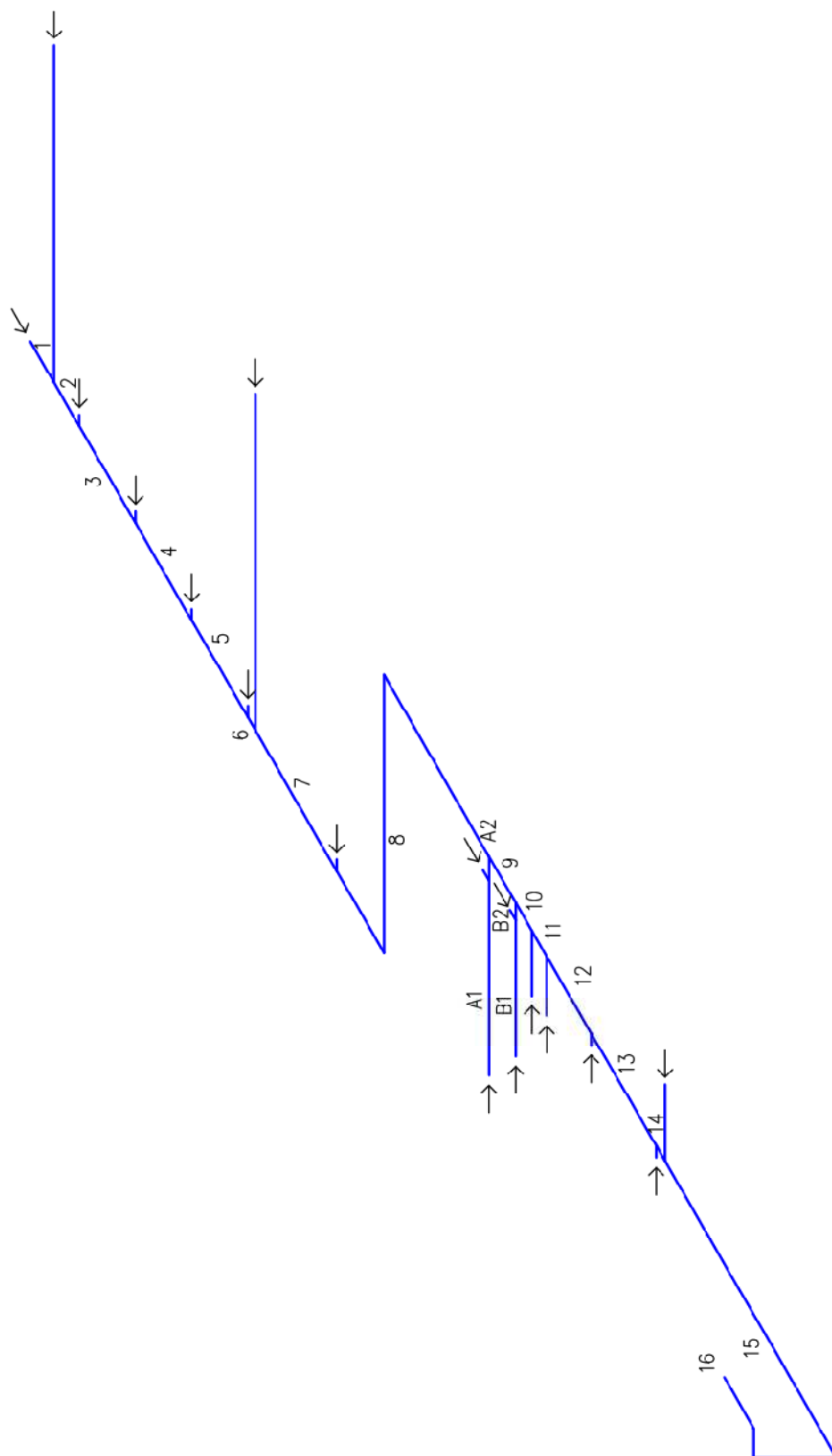
Následuje schéma pro další dimenzování po jednotlivých úsecích pro 2. zónu.

8.1.2.1. Přívodní část



Obr. 37 Schéma přívodního potrubí zařízení č. 1

8.1.2.2. Odvodní část



Obr. 38 Schéma odvodního potrubí zařízení č. 1

8.1.3. Dimenzování

V této části je vypočítána potřebná velikost potrubí pro zónu č. 2 – její přívodní a odvodní část.

8.1.3.1. Přívodní část

Tab. 28 Dimenzování přívodní části

Z VÝKRESU			HODNOTY								TLAKOVÉ ZTRÁTY				Poznámky
Číslo úseku	Objemový průtok	Délka potrubí	PŘEDBĚŽNÉ		SKUTEČNÉ - VYPOČÍTANÉ						Ztráta třením	Ztrátový souč.	Ztráta místní	Celková tlak.ztráta	
			Zvolená rychlost	Výška potrubí	Šířka potrubí	Navržená šířka potr.	Navržená výška potr.	Skutečná rychlost	Ekvivalentní průměr	Tlakový spád					
i	V_p	l_i	w_i	B_o	A_o	A	B	w	d_{iv}	R	R.l	ξ	Z	R.l+Z	
[-]	[m ³ .h ⁻¹]	[m]	[m.s ⁻¹]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[m.s ⁻¹]	[mm]	[Pa.m ⁻¹]	[Pa]	[-]	[Pa]	[Pa]	

ZAŘÍZENÍ Č. 2 - Přívodní potrubí															
1	140	2,6	1,5	160				1,93	160	0,40	1,05	0,1	0,22	1,27	
2	280	3,9	1,8	224				1,97	224	0,28	1,08	0,1	0,23	1,31	
3	420	0,5	2,0	250				2,38	250	0,34	0,17	0,1	0,34	0,51	
4	545	3,2	2,2	250	275	250	250	2,42	282	0,30	0,98	0,1	0,35	1,33	
5	685	3,9	2,4	250	317	300	250	2,54	309	0,30	1,16	0,1	0,39	1,55	
6	825	3,8	2,6	250	353	300	250	3,06	309	0,42	1,60	0,1	0,56	2,16	
7	965	0,7	2,8	250	383	300	250	3,57	309	0,57	0,40	0,1	0,77	1,16	
8	1090	15,7	3,0	250	404	355	250	3,41	336	0,47	7,33	1,1	7,68	15,01	
9	1365	0,7	3,5	250	433	355	250	4,27	336	0,71	0,50	0,1	1,10	1,59	
10	1415	4,5	3,7	250	425	355	250	4,43	336	0,76	3,43	0,1	1,18	4,60	
11	1585	10,3	3,9	250	452	355	250	4,96	336	0,94	9,70	0,1	1,48	11,18	
12	1860	7,1	4,4	250	470	355	250	5,82	336	1,27	9,03	1	20,33	29,36	
13	1860	2	4,4	250	470	355	250	5,82	336	1,27	2,54	2	40,67	43,21	
													Potrubí	114,24	
													výustka	34,00	
													tłumič	20,00	
													klapka	20,00	
													klapka	20,00	
													klapka	20,00	
													mřížka	35,00	
													celkem	263,24	

ZAŘÍZENÍ Č. 2 - Přívodní potrubí Kancelář 4.06, 4.07						
A1	70	1,6	3,5	125		1,58
A2	170	4,7	3,9	160		2,35

8.1.3.2. Odvodní část

Tab. 29 Dimenzování odvodní části

Z VÝKRESU			HODNOTY								TLAKOVÉ ZTRÁTY				Poznámky
Číslo úseku	Objemový průtok	Délka potrubí	PŘEDBĚŽNÉ			SKUTEČNÉ - VYPOČÍTANÉ					Ztráta třením	Ztrátový souč.	Ztráta místní	Celková tlak.ztráta	
			Zvolená rychlost	Výška potrubí	Šířka potrubí	Navržená šířka potr.	Navržená výška potr.	Skutečná rychlost	Ekvivalentní průměr	Tlakový spád					
i	V_p	l_i	w_i	B_o	A_o	A	B	w	d_{vj}	R	R.l	ξ	Z	R.l+Z	
[-]	[$m^3 \cdot h^{-1}$]	[m]	[$m \cdot s^{-1}$]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[$m \cdot s^{-1}$]	[mm]	[$Pa \cdot m^{-1}$]	[Pa]	[-]	[Pa]	[Pa]	
ZAŘÍZENÍ Č. 2 - Odvodní potrubí															
1	125	5,7	1,5	160				1,73	160	0,33	1,86	0,3	0,54	2,39	
2	265	1,7	1,7	180				2,89	180	0,74	1,26	0,2	1,00	2,26	
3	405	3,8	1,9	224				2,85	224	0,55	2,10	0,2	0,98	3,07	
4	545	3,8	2,1	250				3,08	250	0,56	2,12	0,2	1,14	3,26	
5	685	3,7	2,3	250	331	250	250	3,04	282	0,47	1,73	0,2	1,11	2,84	
6	825	0,5	2,5	250	367	250	250	3,67	282	0,66	0,33	0,2	1,61	1,95	
7	950	3,5	2,7	250	391	315	250	3,35	317	0,49	1,70	0,2	1,35	3,05	
8	1090	15	2,9	250	418	315	250	3,84	317	0,63	9,43	1,2	10,64	20,08	
9	1190	1,8	3,1	250	427	315	250	4,20	317	0,74	1,33	0,2	2,11	3,45	
10	1340	1,1	3,3	315	358	355	250	4,19	336	0,69	0,76	0,2	2,11	2,87	
11	1390	1	3,5	315	350	355	250	4,35	336	0,74	0,74	0,2	2,27	3,01	
12	1440	3	3,7	315	343	355	250	4,51	336	0,79	2,36	0,2	2,44	4,80	
13	1510	4,4	3,9	315	341	355	250	4,73	336	0,86	3,78	0,2	2,68	6,46	
14	1610	0,6	4,1	315	346	355	250	5,04	336	0,97	0,58	0,2	3,05	3,63	
15	1860	15,5	4,3	315	381	355	250	5,82	336	1,27	19,71	1,5	30,50	50,21	
16	1860	2	4,5	315	364	355	250	5,82	336	1,27	2,54	1,5	30,50	33,04	
													Potrubí	146,37	
													výustka	33,00	
													tlumič	20,00	
													klapka	20,00	
													klapka	20,00	
													klapka	20,00	
													mřížka	35,00	
													celkem	294,37	

ZAŘÍZENÍ Č. 2 - Odvodní potrubí WC 4.11, WC 4.12						
A1	50	3,3	3,5	100		1,77
A2	120	0,4	3,9	125		2,72

ZAŘÍZENÍ Č. 2 - Odvodní potrubí WC 4.11, WC 4.12						
B1	50	2,3	3,5	100		1,77
B2	130	0,3	3,9	125		2,94

8.1.4. VZT jednotka

Zařízení VZT jsou umístěna v kancelářích, sekretariátu, ředitelny a přilehlých hygienických zázemích. Tato zóna zahrnuje průtok o velikosti 1860 m³/h. Zařízení pracuje s tlakovou ztrátou 300 Pa na přívodu a 300 Pa na odvodu. Tyto tlakové ztráty jsou vypočítány pomocí několika prvků vložených do potrubí nebo jsou přímo dané potrubím. V letních případech se konstrukce u všech variant mění díky různým způsobům chlazení daných místností. V zimním období zůstává konstrukce stejná, aby zajistil stálý přísun 20 °C do místností. Ohřev v zimním období není uvažovaný z důvodu vytápění pomocí ústředního topení. Tato Jednotka obsahuje dva filtry na odvodu a na přívodu. ZZT je tvořeno deskovým výměníkem. Ventilátory jsou EC a jednotka obsahuje ohříváč na teplou vodu pro zajištění tepelných ztrát větráním. Pro tuto zónu byla vybrána jednotka Remak Aero-Master XP 04.

8.1.5. Útlum hluku

Je nutné zmenšit intenzitu hluku v místnostech, tak aby byly dodrženy hygienické limity stanovené vládním nařízením. Tento hluk vzniká od VZT jednotek a chladících jednotek. Posuzujeme nejkritičtější místnost, která má větší váhu (např. Kancelář, učebnu atd.)

U návrhu distribučních elementů bylo zohledněno, aby jednotlivé prvky měli menší hodnotu než $L_{wA} < 40\text{dB}$. Všechny distribuční prvky jsou připojeny ohebnou hadicí, která funguje podobně jako tlumič hluku. Pro Vzduchotechnickou jednotku jsou navrženy jen přírodní a odvodní tlumiče, která jsou umístěna přímo v jednotce.

8.1.5.1. Návrh tlumičů pro zařízení č. 2

Tab. 30 Výpočet akustické hladiny zvuku pro zař. č. 1

ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávových pásmech									PŘÍVOD VZDUCHU - ZAŘ. 2
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina	
L_{wv}	Hluk ventilátoru										
L_{wv}	Hladina akustického výkonu zdroje 1	40	40	52	42	40	40	40	41	54	
L_{wv}	součet	40	40	52	42	40	40	40	41	54	
D_p	Přirozený útlum										
	přirozený útlum (přímý úsek 23m)	14	14	10	7	5	5	5	5		
	přirozený útlum (4 kolen)	3	0	0	4	8	12	12	12		
	Útlum koncovým odrazem	0	0	0	0	0	0	0	0		
	útlum tlumič v jednotce	0	0	0	0	0	0	0	0		
	útlum tlumiče hluku 2 ohebné potr.	10,5	18	23	19	15	11	14	8,5	Je započítán už v jednotce	
L_{v1}	Hladina akustického výkonu ve výústce	13	9	19	12	12	12	9	16	23	
L_{vy}	Hladina akustického výkonu výústky									33	
K	Korekce na počet výústek								počet výústek: 1	0	
L_s	Hladina akustického výkonu všech výústek									33	
Q	směrový činitel									2	
r	vzdálenost od výústky k posluchači									1,5	
A	pohltivá plocha místnosti					150	pohltivost (-)	0,2		30	
L_{so}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače									27	
$L_{p,A}$	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti									50	

ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávních pásmech									ODVOD VZDUCHU - ZAŘ. 2
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina	
	frekvence (Hz)										
L _w	Hluk ventilátoru										
L _w	Hladina akustického výkonu zdroje 1	40	40	40	40	40	40	40	40	49	
L _w	součet	40	40	40	40	40	40	40	40	49	
D _b	Přirozený útlum										
	přirozený útlum (přímý úsek 16,3m)	10	10	7	5	3	3	3	3		
	přirozený útlum (4 kolen)	3	0	0	4	8	12	12	12		
	Útlum koncovým odrazem	0	0	0	0	0	0	0	0		
	útlum tlumič v jednotce	0	0	0	0	0	0	0	0		Je započítán už v jednotce
	útlum tlumiče hluku 2 ohebné potr.	10,5	18	23	19	15	11	14	8,5		
L _{v1}	Hladina akustického výkonu ve výústce	17	13	10	12	14	14	11	16	23	
L _{vy}	Hladina akustického výkonu výústky									20	
K	Korekce na počet výústek									počet výústek: 1	0
L _e	Hladina akustického výkonu všech výústek										25
Q	směrový činitel										2
r	vzdálenost od výústky k posluchači										1,5
A	pohltivá plocha místnosti					150	pohltivost (-)	0,2			30
L _{so}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače										18
L _{p,A}	Předepsaná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti										50

	druh hluku	počet dB
celkový hluk	Přívodní potrubí	27
	Odvodní potrubí	18
	klimatizace	35
	celková hladina hluku	42
	předepsaná hodnota hladiny aku. Tlaku v místnosti	50

8.1.6. Izolace potrubí

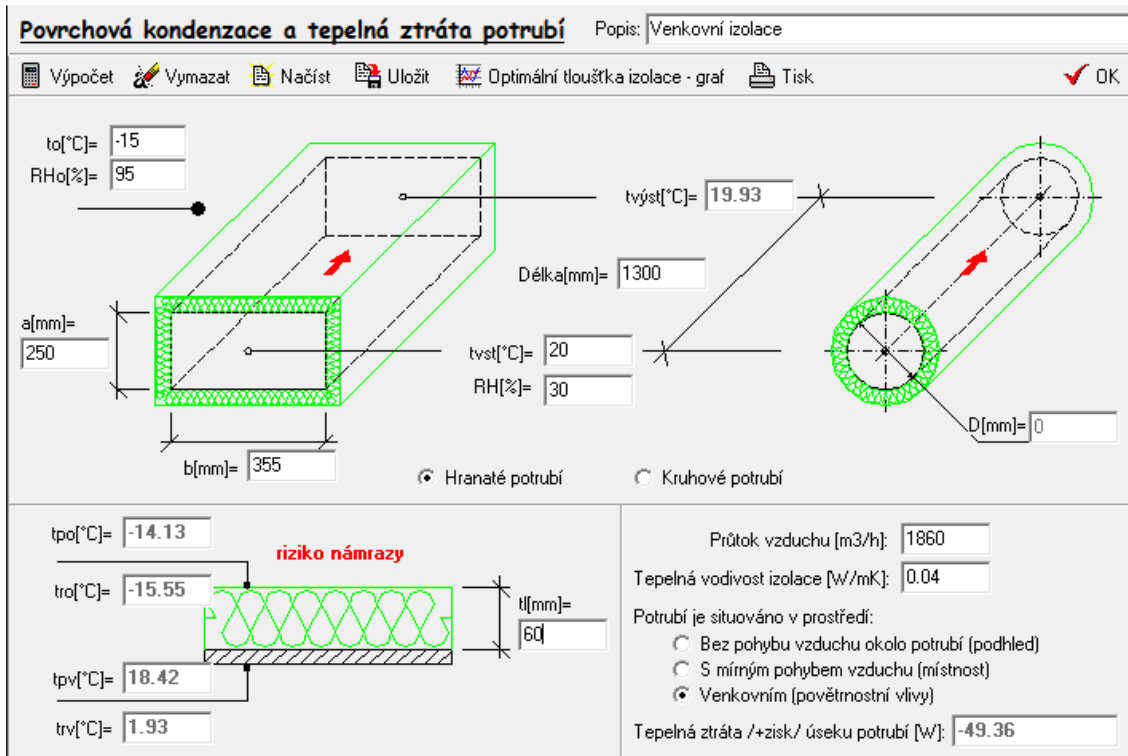
Aby nedocházelo ke kondenzaci nebo ke zmenšení rizik kondenzace je potrubí nutné izolovat. Na střeše bude vše izolováno s oplechováním. U 2. varianty jsou izolovány i přívodní potrubí v budově, aby nedocházelo k tepelným ztrátám pláštěm. Odvodní část není třeba izolovat, protože odváděný vzduch má stejnou teplotu jako v místnostech, ve kterých je potrubí vedeno. Pro návrh izolace byla použita část programu TERUNA. Byla vybrána izolace ISOVER ML-3 o tloušťce 60mm pro všechny varianty do venkovního prostředí a o tloušťce 40mm pouze pro 2. variantu na přívod.

VAR. 1 – vnitřní izolace nebude

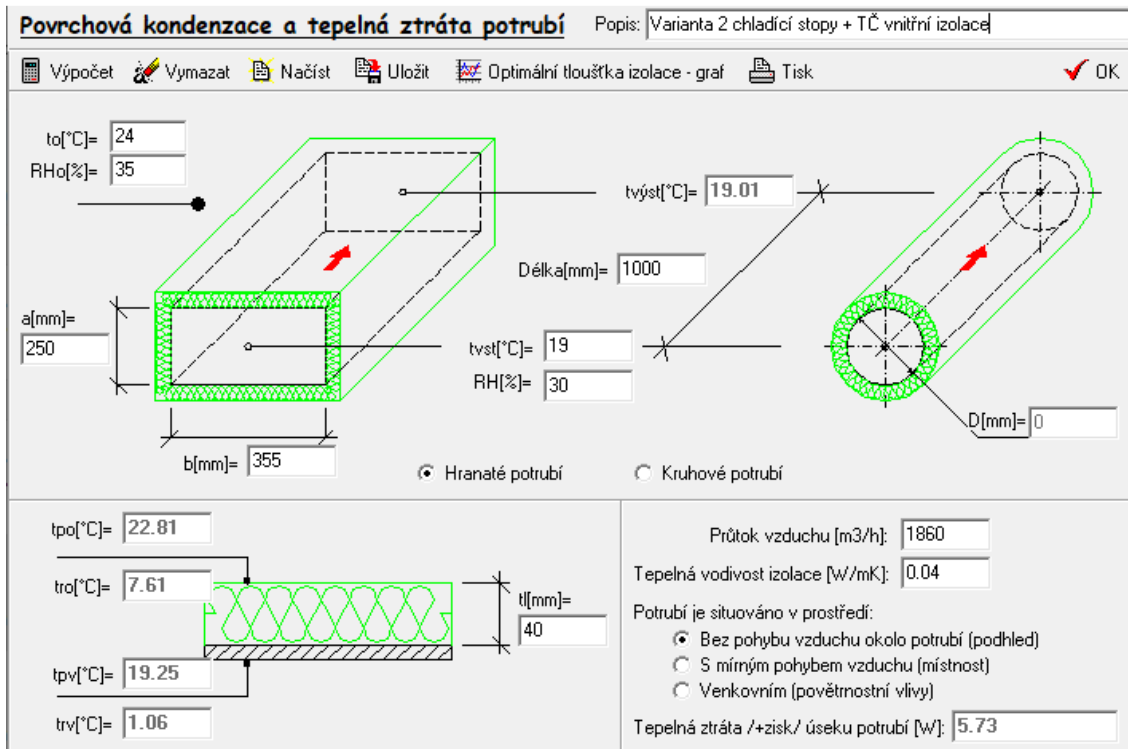
VAR. 2 – vnitřní izolace bude viz výše

VAR. 3 – vnitřní izolace nebude

Následují tabulky pro výpočet TI.



Obr. 39 Výpočet TI ve venkovním prostředí



Obr. 40 Výpočet TI u varianty 2

9. 1. varianta – VRV

9.1. Popis

Pro návrh chlazení u tohoto zařízení byl navržen VRV systém od firmy LG a VZT jednotka od firmy Remak. Klimatizační jednotky musí kompenzovat veškeré tepelné zisky. Ve VZT jednotce nebude žádný návrh chladiče.

9.2. VRV systém

Tato část se zabývá návrhem na VRV systém. Následují tabulky, ve kterých nalezneme výpis všech navrhovaných jednotek.

9.2.1. Celková tabulka vnitřních jednotek pro zónu č.2

Tab. 31 Celková tabulka vnitřních jednotek pro zónu 2

Vnitřní jednotky		plocha	Citelný zisk (W)	Celkový výkon (W)	Model	Chladicí výkon (kW)	topný výkon (kW)	Lwa (dB)
zóna 2 číslo	kanceláře 2 název							
4.04	chodba	48,89	-	-	-	-	-	-
4.06	kancelář ředitele	31,32	4002	5402	LG ARNU18GTQB4	5,6	6,3	35
4.07	sekretariát	15,23	1946	2627	LG ARNU09GTRB4	2,8	3,2	30
4.08	kuchyňka	5,22	-	-	-	-	-	-
4.09	archiv	6,8	-	-	-	-	-	-
4.10	úklid	2,75	-	-	-	-	-	-
4.11	WC- M	5,99	-	-	-	-	-	-
4.12	WC-Ž	10,34	-	-	-	-	-	-
4.14	chodba	43,14	-	-	-	-	-	-
4.15	archiv	13,09	-	-	-	-	-	-
4.16	kancelář	19,77	2526	3410	LG ARNU12GTRB4	3,6	4	30
4.17	kancelář	19,77	2526	3410	LG ARNU12GTRB4	3,6	4	30
4.18	kancelář	19,77	2526	3410	LG ARNU12GTRB4	3,6	4	30
4.19	kancelář	19,77	2526	3410	LG ARNU12GTRB4	3,6	4	30
4.20	kancelář	19,83	2534	3420	LG ARNU12GTRB4	3,6	4	30
4.21	kancelář	17,5	2236	2795	LG ARNU12GTRB4	3,6	4	30
Celkem		299,2	20821	27884		30	33,5	

9.2.2. Celková tabulka venkovních jednotek pro celou budovu

Tab. 32 Celková tabulka venkovních jednotek pro celou budovu

Venkovní jednotky		Citelný zisk (W)	Celkový výkon (W)	Model	Počet	Chladicí výkon (kW)	Topný výkon (kW)	Akustický tlak (dB)
Zony								
Zona 1		73134	98731	LG MULTI V 5 ARUM180LTE5	2	50,4	50,4	63
Zona 2		20821	27884	LG MULTI V 5 ARUN100LSS0	1	28,1	28,9	60
Zona 3		6897	9311	LG MULTI F MU4R27.U40	1	7,9	9,1	54
Zona 4		44929	60654					
Zona 5		12427	16776	LG MULTI V 5 ARUM220LTE5	1	61,6	61,6	63

9.3. VZT jednotka

Toto zařízení zajišťuje výměnu vzduchu o velikosti 1860 m³/h. Obsahuje dva ventilátory, jeden na přívodu a jeden na odvodu. V letním období přivádí venkovní vzduch, který je ochlazován přes ZZT a v zimním období ohřívá vzduch. Tepelné ztráty větráním jsou dále kompenzovány pomocí vodního ohříváče. Tepelné zisky nejsou nijak kompenzovány. Filtry jsou umístěny na přívodu a výfuku. Jedná se o jednostupňovou filtraci a v jednotce jsou umístěny tlumiče hluku.

STRUČNÁ SPECIFIKACE ZAŘÍZENÍ

Základní parametry zařízení

Druh, rozměr	AeroMaster XP 04	
Řídicí jednotka VCS (Climatix)	Ano	
	Webové ovládání + mobilní aplikace pro OS Android	
Hmotnost (+/-10%)	961 kg	
Umístění VZT jednotky	Venkovní včetně stříšky	
Materiálové provedení		
Vnější plášť	Pozinkovaný plech	
Vnitřní plášť	Pozinkovaný plech	

Model box AMXP3



	Prívod	Odvod
Průtok vzduchu	1860 m ³ /h	1860 m ³ /h
Externí tlaková rezerva	300 Pa	300 Pa
Rychlost v průřezu	1.88 m/s	1.88 m/s
Výkon motoru nominální	0.78 kW	0.78 kW
Typ motoru ventilátoru	EC motor	EC motor
1. stupeň filtrace	F7 / ISO ePM 2,5 >65%	M5 / ISO ePM 10 >60%
2. stupeň filtrace	-	-
SFP ₀	892 W.m ³ .s	887 W.m ³ .s

		Parametry pláště dle EN1886	
Nominální příkon ŘJ VCS	1.56 kW*	Mechanická stabilita	D2(M)
Napájecí napětí ŘJ VCS	3x400V+N+PE 50Hz	Netěsnost skříně	L1(R)
Nominální proud ŘJ VCS I _{max}	5 A*	Netěsnost skříně (reál. jednotka)	L3(R) @ -400Pa, L3(R) @ +400Pa
		Termická izolace	T4(M)
SFP _{0,4HU}	1779 W.m ³ .s	Faktor tepelných mostů	TB3(M)
		Netěsnost mezi filtrem a rámem	< 0,5 % (F9)

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

Nejdůležitější parametry vybraných komponentů

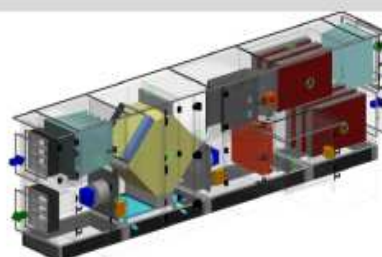
	Na straně vzduchu		Na straně média
Zpětný zisk tepla	-15,0 -> 11,8 °C	77 %, 16,5 kW	
Ohřev	6,8 -> 20,0 °C	8,5 kW	50/40 °C, Voda, 5,9 kPa, 0,71 m ³ /h, 1 "

Detailní specifikace a výsledné parametry jsou součástí detailní specifikace vzduchotechnického zařízení

Hlukové parametry zařízení

Oktávové pásmo	L _{wAokt} [dB(A)]								ΣL _{wA} [dB(A)]
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Prívod - sání	40	40	49	50	50	41	40	40	55
Prívod - výtlač	40	40	52	42	40	40	40	41	53
Prívod - okolí	40	40	45	40	43	41	40	40	51
Odvod - sání	40	40	40	40	40	40	40	40	49
Odvod - výtlač	40	44	64	65	70	69	65	61	75
Odvod - okolí	40	40	46	40	43	41	40	40	51

Axonometrický pohled na zařízení



Obr. 42 VZT jednotka pro variantu č. 1

10. 2. varianta – Chladící strop + TČ

10.1. Popis

U 2. varianty se kompenzují tepelné zisky pomocí chladících stropů a chladiče ve VZT jednotce. Tepelné zisky se oproti ostatním variantám liší i z důvodu použití venkovních žaluzií. VZT jednotka musí zajistit odvlhčení a částečné vykompenzování tepelných zisků. Do chladících stropů je pouštěna voda o teplotě 18/20°C, aby se zabránilo kondenzování na stropě. Jako zdroj chladu se používá tepelné čerpadlo, které je zapnuté v obráceném režimu, kdy do země vypouští teplejší teplotonosnou látku a chladnější ji dostává do TČ. Chladící voda je pomocí čerpadla přeměněna na teplotu 7/12°C, která putuje do akumulační nádrže. Poté jde z akumulační nádrže do hl. rozdělovačů a sběračů, které se větví na různé okruhy, ve kterých jsou potřeba. Všechny chladící stropy jsou napojeny jednotlivé desky pomocí Tichlemanova zapojení, aby se docílilo rovnoměrné rozptýlení chladné vody. Tichleman je zapojen do stropní rozdělovací sestavy. Tato sestava obsahuje trojcestný ventil, čerpadlo, průtokoměry a šroubovací ventily na změnění průtoku. V kotelně jsou navrženy dvě soustavy, jedna na topení a jedna na chlazení.

10.2. Chladící stropy

Pro návrh chladících stropů byly využity sádkartonové desky s vyfrézovanými a vloženými trubičkami. Na montáž bylo vybráno několik typů desek, tak aby se docílilo co největší plochy a přitom bylo možné umístit některé prvky na stropě např. ventily, osvětlení atd.

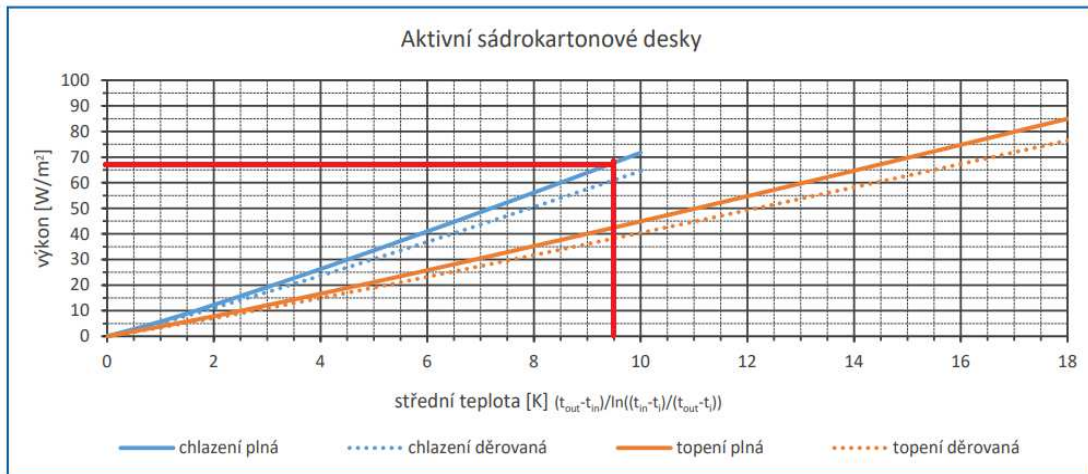
Tab. 33 Návrh chladícího stropu

Návrh 2. varianty	
T _{out}	24 °C
T _{in}	20 °C
T _i	16 °C

střední teplota	9,5	-
Výkon	66	W/m ²

zóna 2 číslo	kanceláře 2 název	plocha	Tepelný zisk (w)	Potřebná plocha m ²	Plocha desek m ²	Skutečný výkon (w)
4.04	chodba	48,89	-	-	-	-
4.06	kancelář ředitele	31,32	1554,2	23,5	25,0	1650,0
4.07	sekretariát	15,23	755,7	11,5	10,0	660,0
4.08	kuchyňka	5,22	-	-	-	-
4.09	archiv	6,8	-	-	-	-
4.10	úklid	2,75	-	-	-	-
4.11	WC- M	5,99	-	-	-	-
4.12	WC-Ž	10,34	-	-	-	-
4.14	chodba	43,14	-	-	-	-
4.15	archiv	13,09	-	-	-	-
4.16	kancelář	19,77	981,0	14,9	13,8	907,5
4.17	kancelář	19,77	981,0	14,9	13,8	907,5
4.18	kancelář	19,77	981,0	14,9	13,8	907,5
4.19	kancelář	19,77	981,0	14,9	13,8	907,5
4.20	kancelář	19,83	984,0	14,9	13,8	907,5
4.21	kancelář	17,5	868,4	13,2	13,8	907,5
Celkem		163,0	8086,3	122,5	117,5	7755,0

graf výkonu



Obr. 43 Návrhový graf pro chladící strop

10.3. Tepelné čerpadlo

Tepelné čerpadlo bylo vybráno druh země/voda. Tepelné čerpadlo se navrhuje na nejhorší stav, jak na chlazení nebo na topení. Z těchto paramentů bylo nejkritičtější topení s výkonem 121 kW. Byli navrženy dvě tepelná čerpadla IVT GEO G 264 se dvěma kompresory. Každé má velikost 64KW, i když je větší výkon TČ než u potřebného výkonu. Tento rozdíl je vykompenzován pomocí akumulární nádrže.

Tab. 34 Návrh tepelného čerpadla pro variantu 2

Návrh tepelného čerpadla		
Teplený zisk celkový	114710	W
Tepelná ztráta	121570	W
navrhují na tepelný zisk		
volím 2 čerpadla IVT GEO G 264		

Tab. 35 Návrh vrtů pro variantu 2

Návrh vrtů		
jímavost podloží	50	W/m
Potřebný výkon	121570	W
Topný faktor	0,75	-
délka vrtů	1823,55	m
volím 19 vrtu po 100m		

Teplotné čerpadlo		G 222	G 228	G 238	G 248	G 254	G 264	G 272	G 280
Energetická trieda nízkoteplotní / středněteplotní		A+++ / A+++							
Výkon / COP (0 / 55) EN14825 (2 kompresory)	kW	23,3 / 3,0	29,3 / 3,1	38,8 / 3,1	47,7 / 3,1	57,2 / 3,1	64 / 3,0	73,9 / 3,0	81,1 / 3,0
Výkon / COP (0 / 45) EN14825 (2 kompresory)	kW	23,14 / 3,63	29,08 / 3,66	38,53 / 3,6	46,97 / 3,58	56,15 / 3,68	64,72 / 3,59	74,14 / 3,59	80,3 / 3,56
Výkon / COP (0 / 45) EN14825 (1 kompresor)	kW	11,50 / 3,90	14,75 / 3,94	19,70 / 3,83	24,40 / 3,78	28,01 / 3,76	33,52 / 3,84	37,45 / 3,76	41,71 / 3,89
Výkon / COP (0 / 35) EN14825 (2 kompresory)	kW	22,90 / 4,57	28,90 / 4,59	38,73 / 4,5	47,47 / 4,36	54,94 / 4,53	64,01 / 4,42	72,82 / 4,39	78,32 / 4,30
Výkon / COP (0 / 35) EN14825 (1 kompresor)	kW	11,62 / 4,91	15,02 / 4,95	20,05 / 4,78	25,00 / 4,72	28,24 / 4,82	32,96 / 4,77	37,08 / 4,70	41,69 / 4,72
SCOP pro podlahové topení a chladné klima		5,82	5,61	5,48	5,27	5,54	5,39	5,33	5,30
SCOP pro otopná tělesa a chladné klima		4,42	4,45	4,49	4,41	4,44	4,34	4,36	4,33
Připojení studeného okruhu	mm	DN 40	DN 50			Victoria 76,1			
Připojení teplého okruhu	mm	DN 40				Victoria 76,1			
Oběhové čerpadlo studeného/teplého okruhu		ANO / ANO				NE / NE			
Vestavěný elektrokotel	kW	6-9-15		NE		NE			
Pracovní tlak systému studeného okruhu max/min	bar	6 / 0,5							
Teploty nemrzoucí směsi	°C	Vstupní teplota -5 až 30°C, výstupní teplota -8 až 15°C							
Ředění nemrzoucí směsi	%	etylenglykol 30 až 35%, etanol 27 až 29 %, propylenglykol 30%							
Nominální průtok (glykol 30%) (delta 3°C)	l/s	1,44	1,86	2,41	3	3,4	4,0	4,6	5,0
Nominální průtok (etanol 25%) (delta 3°C)	l/s	1,33	1,72	2,23	2,78	3,1	3,7	4,3	4,6
Interní tlaková ztráta glykol 30% / etanol 25%	kPa					23 / 19	22 / 18	22 / 18	25 / 21
Externí tlak čerpadel glykol 30% / etanol 25%	kPa	70 / 79	62 / 72	70 / 80	79 / 91				
Nominální průtok topné vody (delta 8°C)	l/s	0,7	0,8	1,1	1,4	1,6	1,9	2,2	2,4
Min. průtok topné vody (delta 10°C)	l/s	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,8	1,9
Pracovní tlak topného systému max / min	bar	6 / 0,5							
Interní tlaková ztráta (sekundární okruh)	kPa					13	14	16	15
Externí tlak čerpadel (sekundární okruh)	kPa	43	17	38	29				
Kompresor		2 x Scroll							
Topná voda		Výstupní teplota 68°C (1 kompresor), 65°C (2 kompresory). Max. vstupní teplota 60°C							
Chladivo R410A	kg	4,5	5,0	6,3	7,5	9,5	9,3	10,6	10,6
Hladina akustického výkonu ¹⁾	dB(A)	56	57	55	54	67	67	67	67
Elektrické připojení		400V 3N-50Hz (+/- 10%)							
Regulace / komunikace		REGO 5200/MODbus, BACnet IP, Web							
Jistič gL-gG / D (*bez oběhových čerpadel)	A	25 (50 s kotlem)		40	50	50*	63*	80*	80*
Max. příkon kompresorů	kW	10	12,4	16,4	20,1	24	28,2	31,4	35,2
Rozběhový proud včetně / bez softstartéru ²⁾	A	22 / 43	30 / 54	39 / 78	48 / 100	40 / 97,5	47 / 105	63,5 / 141	61,3 / 135,4
Max. provozní proud kompresorů	A	19	24	36	43	45	55	68,5	71,5
Rozměry (šířka x hloubka x výška)	mm	700 x 750 x 1620				1450 x 750 x 1000			
Hmotnost	kg	350	360	370	380	460	470	480	490

Obr. 44 Návrh TČ pro variantu č. 2 [20]

10.4. VZT jednotka

VZT jednotka je navržena tak, aby měla průtok vzduchu 1860 m³/h. U odtahu a přívodu je vždy jeden ventilátor. Na každé větvi je filtr o daných parametrech. V zimním období je vzduch ohříván pomocí ZZT a v letním je zase ochlazován. Jednotka obsahuje vodní ohřivač na zajištění tepelné ztráty. Pro vykompenzování tepelných zisků větráním a odvlhčení je v jednotce umístěn vodní chladič. Tlumiče hluku jsou přímo v jednotce.

STRUČNÁ SPECIFIKACE ZAŘÍZENÍ

Základní parametry zařízení

Druh, rozměr	AeroMaster XP 04	
Řídicí jednotka VCS (Climatix)	Ano	
	Webové ovládání + mobilní aplikace pro OS Android	
Hmotnost (+/-10%)	1 096 kg	
Umístění VZT jednotky	Venkovní včetně stříšky	
Materiálové provedení		
Vnější plášť	Pozinkovaný plech	
Vnitřní plášť	Pozinkovaný plech	
	Přívod	Odvod
Průtok vzduchu	1860 m ³ /h	1860 m ³ /h
Externí tlaková rezerva	300 Pa	300 Pa
Rychlost v průřezu	1.88 m/s	1.88 m/s
Výkon motoru nominální	0.78 kW	0.78 kW
Typ motoru ventilátoru	EC motor	EC motor
1. stupeň filtrace	F7 / ISO ePM 2,5 >65%	M5 / ISO ePM 10 >60%
2. stupeň filtrace	-	-
SFP _{pr}	1020 W.m ⁻³ .s	887 W.m ⁻³ .s
		Parametry pláště dle EN1886
Nominální příkon ŘJ VCS	1.56 kW*	Mechanická stabilita D2(M)
Napájecí napětí ŘJ VCS	3×400V+N+PE 50Hz	Netěsnost skříně L1(R)
Nominální proud ŘJ VCS I _{max}	5 A*	Netěsnost skříně (reál. jednotka) L3(R) @ -400Pa, L3(R) @ +400Pa
		Termická izolace T4(M)
SFP _{pr+HU}	1907 W.m ⁻³ .s	Faktor tepelných mostů TB3(M)
		Netěsnost mezi filtrem a rámem < 0,5 % (F9)

Model box AMXP3



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

Nejdůležitější parametry vybraných komponentů

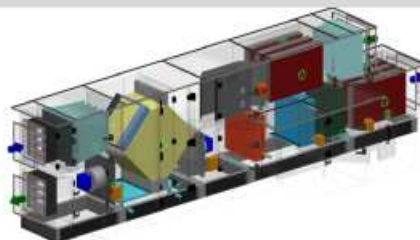
	Na straně vzduchu		Na straně média
Zpětný zisk tepla	-15.0 -> 11.8 °C	77 %, 16.5 kW	
Ohřev	6.8 -> 20.0 °C	8.5 kW	50/40 °C, Voda, 5.9 kPa, 0.71 m ³ /h, 1 "
Chlazení	35.0 -> 19.0 °C	11.4 kW	7.0/12 °C, Voda, 10.0 kPa, 1.92 m ³ /h, 1 "

Detailní specifikace a výsledné parametry jsou součástí detailní specifikace vzduchotechnického zařízení

Hlukové parametry zařízení

	LwAokt [dB(A)]								ΣLwA [dB(A)]
Oktávové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Přívod - sání	40	40	50	50	51	42	40	40	56
Přívod - výtlač	40	40	51	40	40	40	40	40	53
Přívod - okolí	40	40	47	40	44	42	40	40	51
Odvod - sání	40	40	40	40	40	40	40	40	49
Odvod - výtlač	40	44	64	65	70	69	65	61	75
Odvod - okolí	40	40	46	40	43	41	40	40	51

Axonometrický pohled na zařízení



Obr. 45 VZT jednotka pro variantu č. 2

11. 3. varianta – Fancoil + TČ

11.1. Popis

U této varianty je navržena VZT jednotka s chladičem, který kompenzuje tepelné zisky větráním. Pro vykompenzování ostatních zisků je navržen systém fancoilů. Rozvody mají totožného pořadí prvků jak u předchozí varianty. Rozdíly v této variantě je velikost jednotlivých prvků (např. čerpadel, izolací, dimenze potrubí, počet vrtů, atd.). Voda obsažená v soustavě má teplotu 7/12°C.

11.2. Fancoily

Fancoily byli navrženy na celkový výkon v místnostech. Tyto prvky jsou zvoleny jako kazetové jednotky, která jsou umístěna uprostřed místnosti.

Tab. 36 Návrh fancoilů

Návrh 3. varianty		
Výměník VZT tw1/tw2	7/12	°C
Výměník FCU tw1/tw2	7/12	°C
střední teplota	9,5	°C

Návrh chladiče	max. Te °C	ti °C	účinnost ZTT	teplota za ZTT	průtok m3/h	Výkon chladiče (W)	Qs kg/s	Qh kg/h
VZT jednotka 4	35	24	70	27,3	1860	7300	0,3476	1251,4

zóna 2 číslo	kanceláře 2 název	plocha	Citelný zisk (W)	Celkový zisk (W)	Návrh jednotky	Citelný výkon (kW)	Celkový výkon (kW)	Qh kg/h	Lwa (dB)
4.04	chodba	48,89	-	-	-	-	-	-	-
4.06	kancelář ředitele	31,32	3199	4318	Skystar SK 52 nízké	3,7	5,3	913	25
4.07	sekretariát	15,23	1555	2100	Skystar SK 32 nízké	2,1	2,9	506	32
4.08	kuchyňka	5,22	-	-	-	-	-	-	-
4.09	archiv	6,8	-	-	-	-	-	-	-
4.10	úklid	2,75	-	-	-	-	-	-	-
4.11	WC- M	5,99	-	-	-	-	-	-	-
4.12	WC-Ž	10,34	-	-	-	-	-	-	-
4.14	chodba	43,14	-	-	-	-	-	-	-
4.15	archiv	13,09	-	-	-	-	-	-	-
4.16	kancelář	19,77	2019	2726	Skystar SK 32 nízké	2,1	2,9	506	32
4.17	kancelář	19,77	2019	2726	Skystar SK 32 nízké	2,1	2,9	506	32
4.18	kancelář	19,77	2019	2726	Skystar SK 32 nízké	2,1	2,9	506	32
4.19	kancelář	19,77	2019	2726	Skystar SK 32 nízké	2,1	2,9	506	32
4.20	kancelář	19,83	2025	2734	Skystar SK 32 nízké	2,1	2,9	506	32
4.21	kancelář	17,5	1787	2413	Skystar SK 32 nízké	2,1	2,9	506	32
Celkem		299,2	16644	2380			25,6	4455	

Naměřené parametry

2-trubkové provedení – měření bylo provedeno při následujících parametrech:

Chlazení

teplota vstup. vzduchu +27 °C (suchý teploměr), +19 °C (vlhký teploměr)

teplota chladicí vody +7/12 °C

Topení

teplota vstupního vzduchu +20 °C

teplota topné vody +50 °C

model	SK 02			SK 12			SK 22			SK 32			SK 42			SK 52			SK 62			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
rychlost																						
průtok vzduchu	m ³ /h	310	420	610	310	420	520	320	500	710	430	610	880	630	820	1140	710	970	1500	710	1280	1820
celkový chladicí 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	4,21	4,91	6,16	5,31	6,78	9,51	5,31	8,45	11,10
čistelný chladicí 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	3,03	3,58	4,59	3,71	4,80	6,94	3,71	6,09	8,25
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	5,12	6,03	7,77	6,13	8,02	11,70	6,13	10,30	14,00
průtok vody	l/h	219	280	340	316	402	461	387	574	745	506	667	863	724	845	1060	913	1166	1636	913	1453	1909
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	10,9	14,3	21,6	9,4	14,7	26,9	9,4	21,8	35,6
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	6,7	9,9	15,1	7,9	12,4	23,0	7,9	18,6	30,6
hladina akustického výkonu	dB(A)	33	40	49	33	40	45	33	45	53	41	49	59	33	40	48	34	40	53	34	48	58
hladina akustického tlaku*	dB(A)	24	31	40	24	31	36	24	36	44	32	40	50	24	31	39	25	31	44	25	39	49
ventilátor	W	25	32	57	25	32	44	25	44	68	32	57	90	33	48	77	42	63	120	42	95	170
	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	0,15	0,23	0,36	0,18	0,28	0,53	0,18	0,42	0,74
FCEER / FCOOP	-	E / E			D / D			C / D			D / D			C / C			C / C			C / C		
objem výměníku	l	0,8			1,4			2,1			2,1			3,0			4,0			4,0		
rozměry	mm	575 x 575 x 275																				

Obr. 46 Návrh fancoilu [21]

11.3. Tepelné čerpadlo

U tepelného čerpadla byla vybrána varianta země/voda. Toto čerpadlo se navrhovalo na tepelný zisk, který má hodnotu 158 kW. Z důvodu velkého tepelného zisku jsou navržena dvě tepelná čerpadla IVT GEO G 280 se dvěma kompresory. Každé čerpadlo má výkon 81,1 kW. Přebytečný výkon je vykompenzován akumulací nádrží.

Tab. 37 Návrh tepelného čerpadlo pro variantu 3

Návrh tepelného čerpadla		
Teplený zisk celkový	158127	W
Teplná ztráta	121570	W
navrhují na tepelný zisk		
volím 2 čerpadla IVT GEO G 280		

Tab. 38 Návrh vrtů pro variantu 3

Návrh vrtů		
jímovost podloží	50	W/m
Potrebný výkon	158127	W
Topný faktor	0,75	-
délka vrtů	2371,906	m
volím 24 vrtů po 100m		

Tepelné čerpadlo		G 222	G 228	G 238	G 248	G 254	G 264	G 272	G 280
Energetická třída nízkoteplotní / středněteplotní		A+++ / A+++							
Výkon / COP (0 / 55) EN14825 (2 kompresory)	kW	23,3 / 3,0	29,3 / 3,1	38,8 / 3,1	47,7 / 3,1	57,2 / 3,1	64 / 3,0	73,9 / 3,0	81,1 / 3,0
Výkon / COP (0 / 45) EN14825 (2 kompresory)	kW	23,14 / 3,63	29,08 / 3,66	38,53 / 3,6	46,97 / 3,58	56,15 / 3,68	64,72 / 3,59	74,14 / 3,59	80,3 / 3,56
Výkon / COP (0 / 45) EN14825 (1 kompresor)	kW	11,50 / 3,90	14,75 / 3,94	19,70 / 3,83	24,40 / 3,78	28,01 / 3,78	33,52 / 3,84	37,45 / 3,76	41,71 / 3,89
Výkon / COP (0 / 35) EN14825 (2 kompresory)	kW	22,90 / 4,57	28,90 / 4,59	38,73 / 4,5	47,47 / 4,36	54,94 / 4,53	64,01 / 4,42	72,82 / 4,39	78,32 / 4,30
Výkon / COP (0 / 35) EN14825 (1 kompresor)	kW	11,62 / 4,91	15,02 / 4,95	20,05 / 4,78	25,00 / 4,72	28,24 / 4,82	32,96 / 4,77	37,08 / 4,70	41,69 / 4,72
SCOP pro podlahové topení a chladné klima		5,62	5,61	5,48	5,27	5,54	5,39	5,33	5,30
SCOP pro topná tělesa a chladné klima		4,42	4,45	4,49	4,41	4,44	4,34	4,36	4,33
Připojení studeného okruhu	mm	DN 40	DN 50			Victaulic 76,1			
Připojení teplého okruhu	mm	DN 40			Victaulic 76,1				
Oběhové čerpadlo studeného/teplého okruhu		ANO / ANO				NE / NE			
Vestavěný elektrokotel	kW	6-9-15			NE		NE		
Pracovní tlak systému studeného okruhu max/min	bar	6 / 0,5							
Teploty nemrzoucí směsi	°C	Vstupní teplota -5 až 30°C, výstupní teplota -8 až 15°C							
Ředění nemrzoucí směsi	%	etylenglykol 30 až 35%, etanol 27 až 29 %, propylenglykol 30%							
Nominální průtok (glykol 30%) (delta 3°C)	l/s	1,44	1,86	2,41	3	3,4	4,0	4,6	5,0
Nominální průtok (etanol 25%) (delta 3°C)	l/s	1,33	1,72	2,23	2,78	3,1	3,7	4,3	4,6
Interní tlaková ztráta glykol 30% / etanol 25%	kPa					23 / 19	22 / 18	22 / 18	25 / 21
Externí tlak čerpadel glykol 30% / etanol 25%	kPa	70 / 79	62 / 72	70 / 80	79 / 91				
Nominální průtok topné vody (delta 8°C)	l/s	0,7	0,8	1,1	1,4	1,6	1,9	2,2	2,4
Min. průtok topné vody (delta 10°C)	l/s	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,8	1,9
Pracovní tlak topného systému max / min	bar	6 / 0,5							
Interní tlaková ztráta (sekundární okruh)	kPa					13	14	16	15
Externí tlak čerpadel (sekundární okruh)	kPa	43	17	38	29				
Kompresor		2 x Scroll							
Topná voda		Výstupní teplota 68°C (1 kompresor), 65°C (2 kompresory). Max. vstupní teplota 60°C							
Chladivo R410A	kg	4,5	5,0	6,3	7,5	9,5	9,3	10,6	10,6
Hladina akustického výkonu ¹⁾	dB(A)	56	57	55	54	67	67	67	67
Elektrické připojení		400V 3N-50Hz (+/- 10%)							
Regulace / komunikace		REGO 5200/MODbus, BACnet IP, Web							
Jistič gL-gG / D (*bez oběhových čerpadel)	A	25 (50 s kotlem)		40	50	50*	63*	80*	80*
Max. příkon kompresorů	kW	10	12,4	16,4	20,1	24	28,2	31,4	35,2
Rozběhový proud včetně / bez softstartéru ²⁾	A	22 / 43	30 / 54	39 / 78	48 / 100	40 / 97,5	47 / 105	63,5 / 141	61,3 / 135,4
Max. provozní proud kompresorů	A	19	24	36	43	45	55	68,5	71,5
Rozměry (šířka x hloubka x výška)	mm	700 x 750 x 1620				1450 x 750 x 1000			
Hmotnost	kg	350	360	370	380	460	470	480	490

Obr. 47 Návrh TČ pro variantu č. 3 [20]

11.4. VZT jednotka

VZT jednotka je navržena tak, aby měla průtok vzduchu 1860 m³/h. U odtahu a přívodu je vždy jeden ventilátor. Na každé větvi je filtr o daných parametrech. V zimním období je vzduch ohříván pomocí ZZT a v letním je zase ochlazován. Jednotka obsahuje vodní ohříváč na zajištění tepelné ztráty. Pro vykompenzování tepelných zisků větráním a odvlhčení je v jednotce umístěn vodní chladič. Tlumiče hluku jsou přímo v jednotce. Jednotka obsahuje dva ventilátory. VZT zařízení má také dva filtry, jeden na přívodu a jeden na odvodu. Pro zajištění zlepšení tepelných vlastností byl přidán ZZT. V letních měsících se vzduch ochlazuje a v zimních ohřívá. Z důvodů vykompenzování tepelných zisků větráním je navržena vodní chladič. Pro tepelnou ztrátu je umístěn vodní ohříváč. V konstrukci jsou vloženy tlumiče.

STRUČNÁ SPECIFIKACE ZAŘÍZENÍ

Základní parametry zařízení

Druh, rozměr	AeroMaster XP 04		
Řídicí jednotka VCS (Climatix)	Ano		
	Webové ovládání + mobilní aplikace pro OS Android		
Hmotnost (+/-10%)	1 094 kg		
Umístění VZT jednotky	Venkovní včetně střešky		
Materiálové provedení			
Vnější plášť	Pozinkovaný plech		
Vnitřní plášť	Pozinkovaný plech		
	Prívod	Odvod	
Průtok vzduchu	1860 m ³ /h	1860 m ³ /h	
Externí tlaková rezerva	300 Pa	300 Pa	
Rychlost v průřezu	1.88 m/s	1.88 m/s	
Výkon motoru nominální	0.78 kW	0.78 kW	
Typ motoru ventilátoru	EC motor	EC motor	
1. stupeň filtrace	F7 / ISO ePM 2,5 >65%	M5 / ISO ePM 10 >60%	
2. stupeň filtrace	-	-	
SFP ₀	987 W.m ⁻³ .s	887 W.m ⁻³ .s	
		Parametry pláště dle EN1886	
Nominální příkon ŘJ VCS	1.56 kW*	Mechanická stabilita	D2(M)
Napájecí napětí ŘJ VCS	3×400V+N+PE 50Hz	Netěsnost skříně	L1(R)
Nominální proud ŘJ VCS I _{max}	5 A*	Netěsnost skříně (reál. jednotka)	L3(R) @ -400Pa, L3(R) @ +400Pa
		Termická izolace	T4(M)
SFP _{WAHU}	1874 W.m ⁻³ .s	Faktor tepelných mostů	TB3(M)
		Netěsnost mezi filtrem a rámem	< 0,5 % (F9)

Model box AMXP3



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

Nejdůležitější parametry vybraných komponentů

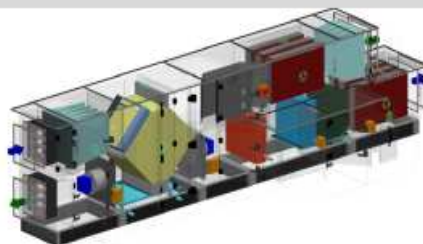
	Na straně vzduchu		Na straně média
Zpětný zisk tepla	-15.0 → 11.8 °C	77 %, 16.5 kW	
Ohřev	6.8 → 20.0 °C	8.5 kW	50/40 °C, Voda, 5.9 kPa, 0.71 m ³ /h, 1 "
Chlazení	35.0 → 24.0 °C	7.3 kW	7.0/12 °C, Voda, 6.7 kPa, 1.25 m ³ /h, 1 "

Detailní specifikace a výsledné parametry jsou součástí detailní specifikace vzduchotechnického zařízení

Hlukové parametry zařízení

	Lw _A okt [dB(A)]								ΣLw _A [dB(A)]
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Prívod - sání	40	40	50	50	51	42	40	40	56
Prívod - výtlak	40	40	51	40	40	40	40	40	53
Prívod - okolí	40	40	46	40	43	41	40	40	51
Odvod - sání	40	40	40	40	40	40	40	40	49
Odvod - výtlak	40	44	64	65	70	69	65	61	75
Odvod - okolí	40	40	46	40	43	41	40	40	51

Axonometrický pohled na zařízení



Obr. 48 VZT jednotka pro variantu č. 3

12.Hodnocení

V souhrnné tabulce je zaznamenáno vyhodnocení jednotlivých parametrů. Každé z těchto kritérií má za úkol něco jiného. Hodnocení 1 je nejlepší varianta na dané kritérium a naopak 3 je nejhorší.

Tab. 39 Hodnocení

Porovnání/Varianta	VRV	Chladící stropy	Fancoily
OZE	Ne	Ano	Ano
Komfort chlazení	3	1	2
Montážní složitost	1	3	2
Energetická náročnost	3	1	2
Cena	1	3	2
Údžba	1	3	2
Estetika	2	1	3
Opravitelnost	3	1	2

Konkrétně nejde říci, který systém je nejlepší. Každý má své výhody a nevýhody. Všechny varianty se dají použít pro všechny druhy budov jen s tím rozdílem, že se musí projektant zamyslet nad tím, který je ze všech typů nejlepší na daný objekt či jednotlivé místnosti.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

KLIMATIZAČNÍ SYSTÉMY V BUDOVÁCH PRO VZDĚLÁNÍ

AIR CONDITIONING SYSTEMS IN EDUCATIONAL BUILDINGS

C) PROJEKT

PROJECT

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

BRNO 2024

Bc. Martin Husák

Ing. OLGA RUBINOVÁ, Ph.D.

PROJEKT

Na základě předchozích výpočtů byla vybrána varianta VRV systému. Tato varianta nejlépe splňuje všechny potřebné aspekty pro tuto konkrétní budovu.

13. Technická zpráva

13.1. Úvod

Tato dokumentace je určena pro stavební povolení a realizaci stavby. V projektu je návrh vzduchotechnické části pro objekt Administrativní a školící centrum Brno. Vybraná varianta musí splňovat všechny dané legislativy.

13.2. Podklady pro zpracování

- Nařízení vlády č. 241/2018 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 272/2011 Sb. ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací ve znění
- nařízení vlády č. 217/2016 Sb
- Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci
- Nařízení vlády č. 68/2010 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci
- Nařízení vlády č. 32/2016 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, ve znění pozdějších předpisů
- Vyhláška č. 20/2012 Sb., kterou se mění Vyhláška 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby
- ČSN 73 0548 - Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů
- ČSN 12 7010/Z1 Vzduchotechnická zařízení – Navrhování větracích a klimatizačních zařízení – Obecná ustanovení
- ČSN 73 0802 - Požární bezpečnost staveb (2009) + Z1 (2013)

13.3. Výpočtové hodnoty klimatických poměrů

místo – Brno

nadmořská výška – 237 m. n. m.

Normální tlak vzduchu – 98 kPa

Výpočtová teplota vzduchu v zimě - -15°C

Výpočtová teplota vzduchu v létě – max. 35°C min. 20°C

13.4. Výpočtové hodnoty vnitřního prostředí

VZT zajišťuje tyto parametry vzduchu:

název místnosti	léto		zima	
	teplota (°C)	vlhkost (%)	teplota (°C)	vlhkost (%)
Kancelář	24	max 65	20	min.30
Ředitelna				
Sekretariát				
wc	-	-		max 70

Hluk v Interiéru musí být menší než 50 dB a v exteriéru musí být přes den hodnota menší než 50 dB a v noci 35 dB. Díky využívání daného objektu se neuvažuje s provozem v noci tzn. že v noční době zařízení nebude funkční.

Rychlost vzduchu v distribučních elementech je ± 2 m/s.

13.5. Základní koncepční řešení

Větrání pro tuto část objektu je pomocí jednoho zařízení. Prostory, které nejsou nuceně větrány, jsou větrány pomocí oken. Všechny hygienické prostory mají podtlakové větrání. Okolní místnosti jsou větrány naopak přetlakově. Pohyb mezi těmito místnostmi je pomocí větracích místností buď ve stěnách nebo ve dveřích. VZT jednotka je umístěna na střeše objektu. Vybrané místnosti z této zóny jsou chlazeny pomocí chladičového systému. VZT jednotka je řízena automaticky přes systém MaR. Jednotlivé klimatizační jednotky jsou řízeny přes ovládání v místnostech.

Vzduchotechnika: Zařízení č. 1 Administrativa 4.NP

Klimatizace: Zařízení č. 2 Administrativa 4.NP

13.5.1. Hygienické větrání

Větrání je vytvořeno pomocí hygienických předpisů a norem pro budovy. Veškerá hygienická zázemí je navrženo tak, aby byli větrány podtlakově. Abychom mohli mít rovnotlaké zařízení, je potřeba v okolních místnostech uvažovat s přetlakovým stavem. Daný vzduch se dostává do podtlakové zóny pomocí stěnových nebo dveřních mřížek. Ostatní místnosti je rovnotlaké. Maximální hluk pro jednotlivé místnosti je max. 50 dB. Vytápění této části je řešeno ústředním topením. Jediný případ tepelné ztráty, které ÚT nezajišťuje, je větráním. Tuto ztrátu zajišťuje ohříváč vodní v VZT jednotce. Pro místnosti je navržen filtr F7 a pro odvod vzduchu M5.

Dávka vzduchu	(m ³ /h)
Osoba v kanceláři	35
WC	50
Umyvadlo	30

13.5.2. Technologické větrání a chlazení

V tomto projektu není žádné technologické větrání ani chlazení.

13.5.3. Energetické zdroje

Energetické zdroje dělíme na elektrickou a tepelnou energii.

- Elektrická energie

Elektrická energie je určena pro pohon ventilátorů a klimatizačních zařízení. Pro ventilátory je potřeba zajistit dva přívody o velikosti 1x230 V. Pro venkovní klimatizační jednotku bude potřeba zajistit 3x 400 V a pro vnitřní 1x230 V.

- Tepelná energie

Pro ohřev vzduchu v ohříváči VZT jednotky slouží voda o teplotě 50/40 °C.

13.6. Popis technického řešení

Systém nuceného systému větrání je navržen jako rovnotlaké. Zařízení je navrženo tak, aby udrželo mikroklima ve vnitřním prostředí. VZT jednotka je umístěna na střeše objektu. Toto zařízení obsahuje ZZT, vodní ohříváč vzduchu, dva filtry vzduchu a dva tlumiče.

Doprava potrubí je vedeno pomocí čtyřhranného a kruhového potrubí spiro z pozinkovaného plechu. Tepelná izolace je umístěna jen na střeše z důvodu kondenzace. Je tvořena z minerální vaty, která je oplechována. Její tloušťka je 60 mm.

Distribuční elementy jsou rozděleny do dvou skupin, přívodní a odvodní. Každá skupina má své parametry a účely. V této části jsou dva typy. Nejčastějšími prvky je talířové ventily. Ventily se používají v hygienickém zařízení na odvodu vzduchu a v kancelářích na odvod a přívod potřebného vzduchu. Druhým typem je vířivá výust', která se nachází na chodbě k zajištění dostatečném množství vzduchu do hygienického zázemí. Všechny elementy budou osazeny přes zvukově izolační ohebnou hadici SONOFLEX MI. Talířové ventily se regulují pomocí zašroubování vnitřní části a následným zaaretování. Vířivé výustě mají regulovatelnost v připojovací krabici.

Navržená klimatizace bude používat chladicí systém.

13.6.1. Zařízení č. 1 – Větrání Administrace 4.NP

Následuje popis skladby zařízení.

Toto zařízení slouží k přívodu čerstvého vzduchu a odvodu vzduchu do venkovního prostoru z místností. Celý systém je řízen pomocí dvou ventilátory, které jsou umístěny ve VZT jednotce. Jednotka je Remak AeroMaster XP 04. Dimenzování výkonu jednotky bylo uděláno pomocí počtů osob v daných místnostech. Objemový průtok je 1860m³/h.

Jednotka má v sobě zabudované také zpětné získávání tepla, vodní ohříváč, tlumiče zvuku a dva filtry. VZT zařízení neobsahuje žádný chladič na vykompenzování tepelných zisků. Vodní ohříváč kompenzuje tepelnou ztrátu větráním. V potrubí se nachází čtyři požární klapky, které jsou umístěny ve stěnách s CHÚC. Tyto klapky jsou usazeny do stěny a kolem nich je vytvořena požární ucpávka o dané odolnosti.

Distribuční elementy v hygienických místnostech jsou řešeny podtlakově. Okolní místnosti jsou tvořeny naopak přetlakově tak, aby byl zajištěn rovnotlaký systém. V jiných místnostech je odvod roven přívodu tzn. taktéž rovnotlaký systém. Odpadní a přívodní potrubí vede až na střechu, kde je umístěna VZT jednotka. Potrubí na střeše je izolováno.

13.6.2. Zařízení č. 2 – Chlazení Administrace 4.NP

Následující odstavec popisuje VRV systém chlazení.

Toto zařízení plní funkci, které kompenzuje tepelné zisky v letním období. Každá místnost má svoji vnitřní jednotku a všechny mají jednu venkovní jednotku. Vnitřní jednotky jsou kotveny pomocí ocelových táhel, která vedou až do stropu. Venkovní jednotka je postavena na gumových pražcích na ploché střeše. Vnitřní jednotky jsou v provedení kazet. Tyto jednotky jsou spojeny s venkovní jednotkou pomocí potrubí, které se větví. Kondenzát z vnitřních jednotek je zajištěn pomocí zabudovaných čerpadel v jednotkách. Tyto čerpadla mají za úkol vytlačit vodu do patřičné výšky, aby byl zajištěn gravitační odvod kanalizace. Ovládání všech jednotek je nástěnné.

13.7. Nároky na energii

Potřebná energie všech zařízení je uvedena v technických specifikacích zařízení.

13.8. Měření a regulace

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

- Ovládání chodu ventilátorů, silové napájení ovládaných zařízení
- Regulace teploty vzduchu řízením výkonu teplovodního ohříváče v zimním období – vlečná regulace
- Umístění teplotních čidel podle požadavků
- Protimrazová ochrana deskového výměníku nastavováním obtokové klapky
- Ovládání uzavíracích klapek na jednotce včetně dodání servopohonů
- Ovládání požárních klapek v případě požáru

- Protimrazová ochrana teplovodního výměníku – měření na straně vzduchu i vody. Při poklesnutí teploty:
 - vypnutí ventilátoru
 - uzavření klapek
 - otevření třícestného ventilu
 - spuštění čerpadla
- Signalizace bezporuchového chodu ventilátoru pomocí ventilátorů pomocí diferenčního snímače tlaku
- Plynulá regulace výkonu ventilátorů na přívodu i odvodu vzhledem k zanášení filtrů a možnosti nastavení vzduchového výkonu zařízení podle potřeby provozu a časového rozvrhu
- Snímání a signalizace zanesení filtru
- Poruchová signalizace

13.9. Nároky na související profese

Pro montáž vzduchotechniky a klimatizace je potřeba několik profesí. Všechny profese musí splnit některé požadavky.

13.9.1. Stavba

- Otvory pro prostupy všech rozvodů a následné zapravení
- Provedení revizních otvorů pro regulátory a požární klapky
- Zajištění střešní izolace u prostupu do budovy
- Vytvoření ocelové konstrukce na zařízení
- Vyhotovení požárních ucpávek

13.9.2. Silnoproud

- Silové napojení všech elektrických spotřebičů dle tabulky výkonů
- Pro každé zařízení musí být zajištěný silový přívod a jištění
- Všechny prvky musí být uzemněny

13.9.3. Vytápění

- Ohřívače VZT jednotek jsou připojeny na vodu o teplotě 50/40°C, musí obsahovat regulační armatury podle dokumentace

13.9.4. Zdravotechnika

- Odvod kondenzátu z vnitřních jednotek, které obsahují čerpadla a je vyvedeno nahoru a poté gravitačně svedeno do kanalizace přes zápachovou uzávěrkou

13.9.5. Chlazení

- Všechny chladicí jednotky musí být správně upevněny na podklad
- Všechny chladicí systémy musí být zkontrolovány tlakovou zkouškou
- Jednotky budou osazeny podle projektové dokumentace

13.10. Protihluková a protitřesová opatření

- Všechny zařízení budou uloženy na antivibračních podložkách, aby nepřenášeli vibrace do okolí
- Připojení potrubí a VZT jednotek je vytvořeno pomocí tlumících vložek
- Potrubí je uloženo v táhlech s gumovou vložkou
- Všechny distribuční elementy jsou připojeny ohebnou hadicí SONOFLEX MI

13.11. Izolace a nátěry

Izolace je navržena jen na jednom místě a to na přívodu a odvodu v exteriéru. Tato izolace je obalena plechem. Pro tento účel byla vybrána izolace Isover ML-3 tl. 60mm.

Použitá izolace:

Tepelná/zvuková izolace – minerální vlna ISOVER ML-3 60, součinitel tepelné vodivosti 0,04W/m*K

13.12. Protipožární opatření

V místech kde potrubí prochází jiným požárním úsekem budou vloženy protipožární klapky. Umístění je dáno podle požární dokumentace.

Požární klapky jsou umístěny do požárně dělících konstrukcí. Všechny prostupy budou opatřeny protipožární ucpávkou o dané odolnost.

13.13. Montáž, provoz, údržba a obsluha zařízení

Při montáži VZT je třeba dávat pozor, aby byla namontována v souladu s podklady od výrobce. Před započítí montáže musí být všichni pracovníci proškoleni o BOZP a následně ji dodržovat.

Všechny prvky musí být vyzkoušeny a seřízeny v souladu s dokumentací. Dodavatel musí proškolit pracovníky o provozech a údržby.

Do všech zařízení VZT musí být přístup pro údržbu a kontrolu.

Zregulování celé soustavy musí udělat pouze vyškolená osoba na provádění tohoto úkolu. Při zanešení filtru musí být pomocí MaR signalizovat výměnu filtrů.

Servis a údržba musí být proveden na základě předpisů dodavatele VZT.

13.14. Závěr

Všechny VZT a chladicí zařízení jsou navrženy, aby byly v souladu s normami a nařízení vlády. Musí splňovat požadavky na provoz, ekonomiku a hluk. Požadavky na mikroklima v místnostech jsou zajištěny s ohledem na požadavky investora a hospodárnost celé soustavy.

14.Specifikace

Následuje soupis potřebného materiálu a zařízení.

Tab. 40 Specifikace pro jednotlivá zařízení

TECHNICKÁ SPECIFIKACE				
OZN.	VÝROBCE	POPIS	JEDNOTKY	POČET
ZAŘÍZENÍ Č. 1				
1.01	Remak	Remak AeroMaster XP 04, venkovní provedení, nominální průtok 1860 m3/h, obsahuje vodní ohřivač 50/40 °C, vstupní filtr F7, výstupní M5, MaR systém zabudovaný, krycí skříňka, EC motor, tlaková rezerva 300 Pa,	ks	1
1.02	Mandík	požární klapka čtyřhranný FDMB 315x250-.40 TPM 145/20 se servopohonem BF 230-TN - napájecí napětí AC 230 V	ks	4
1.03	Mandík	požární klapka čtyřhranný FDMB 355x250-.40 TPM 145/20 se servopohonem BF 230-TN - napájecí napětí AC 230 V	ks	2
1.04	Mandík	vřířivá výúst VVC 500 C/V/P/16/R	ks	2
1.05	Mandík	vřířivá výúst VVC 500 C/V/O/16/R	ks	1
1.06	Mandík	univerzální připojovací skřín s čelním připojením	ks	3
1.07	Mandík	talířový ventil TVPM - 160	ks	9
1.08	Mandík	talířový ventil TVPM - 125	ks	1
1.09	Mandík	talířový ventil TVPM - 100	ks	1
1.10	Mandík	talířový ventil TVOM - 160	ks	9
1.11	Mandík	talířový ventil TVOM - 125	ks	3
1.12	Mandík	talířový ventil TVOM - 100	ks	4
1.13	Mandík	Tlumicí vložka FFDM čtvercová 450x450 20 - 105 80 °C TPM 137/19	ks	2
1.14	Mandík	venkovní žaluzie PDZM 70 400x400 222 TPM079/10	ks	2
1.15	Elektrodesign	Ohebná hadice SONOFLEX MI-203	bm	3
1.16	Elektrodesign	Ohebná hadice SONOFLEX MI-160	bm	18
1.17	Elektrodesign	Ohebná hadice SONOFLEX MI-127	bm	4
1.18	Elektrodesign	Ohebná hadice SONOFLEX MI-102	bm	5
1.19	Mandík	stěnová mřížka pozink 525x125	ks	1
1.20	Mandík	dveřní mřížka pozink 500x100	ks	3
1.21	Mandík	stěnová mřížka pozink 300x150	ks	1
1.22	-	kruhové ocel. potrubí spiro průměr 100/30%	bm	7
1.23	-	kruhové ocel. potrubí spiro průměr 125/30%	bm	7
1.24	-	kruhové ocel. potrubí spiro průměr 160/30%	bm	35
1.25	-	kruhové ocel. potrubí spiro průměr 180/30%	bm	2
1.26	-	kruhové ocel. potrubí spiro průměr 200/30%	bm	2
1.27	-	kruhové ocel. potrubí spiro průměr 224/30%	bm	10
1.28	-	kruhové ocel. potrubí spiro průměr 250/30%	bm	5
1.29	-	ocelové čtyřhrané potrubí - rovné	m2	148
1.30	-	ocelové čtyřhrané potrubí - tvarovky	m2	26
1.29	Isover	tepelná izolace, ISOVER ML-3, tl. 60mm, lambda 0,04W/m*K	m2	8

TECHNICKÁ SPECIFIKACE				
OZN.	VÝROBCE	POPIS	JEDNOTKY	POČET
ZAŘÍZENÍ Č. 2				
2.01	LG	Venkovní jednotka ARUN100LSSO, chladicí skutečný výkon 28,1kW, topný skutečný výkon 28,9kW, připojení 3x400V, hmotnost 142kg	ks	1
2.02	LG	Vnitřní kazetová jednotka ARNU09GTRB4, chladicí skutečný výkon 2,8 kW, topný skutečný výkon 3,2 kW, připojení 1x230V, hmotnost 13,7kg	ks	1
2.02	LG	Vnitřní kazetová jednotka ARNU12GTRB4, chladicí skutečný výkon 3,6 kW, topný skutečný výkon 4 kW, připojení 1x230V, hmotnost 13,7kg	ks	6
2.04	LG	Vnitřní kazetová jednotka ARNU18GTRB4, chladicí skutečný výkon 5,6 kW, topný skutečný výkon 6,3 kW, připojení 1x230V, hmotnost 13,7kg	ks	1
2.05	LG	Refnet ARBLN01621	ks	5
2.06	LG	Refnet ARBLN03321	ks	2
2.07	-	Předizolované CU potrubí 6.35/12.7	bm	45
2.07	-	Předizolované CU potrubí 9.52/15.88	bm	30
2.08	-	Předizolované CU potrubí 9.52/19.05	bm	10
2.09	-	Předizolované CU potrubí 9.52/22.2	bm	8
2.10	LG	Nástěnné ovladače, bílé	ks	8
2.11	-	chladiivo R32	kg	5,4

Legenda symbolů:

t – teplota [°C]

ϕ – relativní vlhkost [%]

h – entalpie [kg/kJ]

U – součinitel prostupu tepla [$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$]

λ – součinitel tepelné vodivosti [$W/m \cdot K$]

V – průtok vzduchu [m^3/h]

V_{min} – minimální objem výměny vzduchu [m^3/h]

V_p – průtok přívodního vzduchu [m^3/h]

V_o – průtok odvodního vzduchu [m^3/h]

H – výška místnosti [m]

A – plocha [m^2]

S – plocha celého prostoru podlaha, strop, stěny [m^2]

ξ – součinitel vrážených odporů [-]

v – rychlost [m/s]

ΔP – tlaková ztráta [Pa]

Q_{ch} – chladicí výkon [W]

LWA – hladina vlastního hluku [dB]

LS – hladina akustického tlaku [dB]

LP – hladina akustického tlaku [dB]

f – frekvence [Hz]

ρ – hustota [m^3/kg]

c – měrná tepelná kapacita [$\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$]

VZT – vzduchotechnika

VRF – Variable Refrigerant Flow

MaR – měření a regulace

ZTI – zdravotnická

ZZT – zpětné získávání tepla

ÚT – ústřední topení

15. Tabulky zdrojů

Tab. 41 Tabulka zdrojů

tabulka zdrojů		ventilátor			elektrína				ohřev			chlazení					
zařízení č. pozice	název	Množství m3/h	externí tlak Pa	počet ks	Elektrický příkon kW	Elektrický příkon kW	Elektrický příkon kW	Elektrický proud jednotkový A	Napětí/frek vence V/Hz	topný výkon kW	průtok m3/h	tlaková ztráta kPa	chladičí výkon kW	průtok media kg/s	tlaková ztráta kPa	průtok media kg/s	tlaková ztráta kPa
1																	
zařízení č.1 - VZT																	
1.01	Remak AeroMaster XP 04	1860	300	2	0,78	1,56	6	3x400V/5 0Hz		8,5	0,71	5,9	-	-	-	-	-
zařízení č.2 - VRV																	
2																	
2.01	LG ARUN100LSSO	-	-	1	8,7	8,7	35	230/50		28,9	-	-	28,1	-	-	-	-
2.02	LG ARNU09GTRB4	-	-	1	0,1	0,1	0,4	230/50		2,8	-	-	3,2	-	-	-	-
2.03	LG ARNU12GTRB4	-	-	6	0,1	0,6	0,4	230/50		3,6	-	-	4	-	-	-	-
2.04	LG ARNU18GTRB5	-	-	1	0,1	0,1	0,4	230/50		6,3	-	-	5,6	-	-	-	-

ZÁVĚR

Výsledkem diplomové práce je návrh na vzduchotechniku a varianty chlazení na daný prostor v jedné části budovy. Budova se nachází v Brně. Objekt je rozdělený do několika zón. Vybraná zóna, na kterou byly navrženy varianty chlazení, se nachází v 4 NP. V dispozici převládají převážně kanceláře. V všech třech variantách byly navrženy stejné rozvody a distribuční elementy. V první variantě byl navržen systém VRV, který kompenzoval veškeré tepelné zisky. VZT jednotka kompenzovala jenom tepelnou ztrátu větráním. U druhé varianty bylo vybráno chlazení pomocí chladících stropů, které mají chlazenou vodu pomocí tepelného čerpadla země/voda. VZT zařízení zajišťuje ochlazení přívodního vzduchu a jeho vysušení. Třetí varianta obsahuje fancoily a VZT jednotku s chladičem, který vykompenzuje tepelné zisky větráním. Následně byli vyhodnoceny všechny tři varianty, aby byla vybrána ta nejlepší alternativa na zvolenou budovu. Z těchto variant byla vybrána varianta VRV, která byla vyprojektována do podoby prováděcího projektu. V daných místnostech vzniká optimální mikroklimatické podmínky pro užívání osob. Všechny části projektu byly vyprojektovány v souladu se všemi požadavky investora, daných norem, atd.

POUŽITÉ ZDROJE

- [1] ŠIKULA, O., Ochlazování budov. Brno: VUT Brno, FAST, Ústav technických zařízení budov, 2020. Přednášky
- [2] Komponenty pro chlazení. *Sinop* [online]. 2024 [cit. 2024-01-08]. Dostupné z: <https://sinop.cz/vyrobky-a-sluzby/komponenty-pro-chlazení>
- [3] Ventil expan. TX7 N18. Online. Pragopolair. 2024. Dostupné z: <https://eshop.pragopolair.cz/ventily/12368-ventil-expan-tx7-n18.html>. [cit. 2024-01-08].
- [4] Co dělat, když v bytě uniká klimatizace? Online. Ibuilder. 2024. Dostupné z: <https://ibuilder-cs.techinfus.com/split-sistemy/potek-kondicioner/>. [cit. 2024-01-08].
- [5] POČINKOVÁ, M., Obnovitelné zdroje energie. Brno: VUT Brno, FAST, Ústav technických zařízení budov, 2020. Přednášky
- [6] Typy tepelných čerpadel. Online. Čerpadla-IVT. 2024. Dostupné z: <https://www.cerpadla-ivt.cz/cz/typy-tepelnych-cerpadel>. [cit. 2024-01-08].
- [7] Typy tepelných čerpadel. Online. TZB-info.cz. 2024. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla/19284-tepelna-cerpadla-v-letech-1981-2019-druhy-vyvoj-prodeje-vykony-tepelne-factory>. [cit. 2024-01-08].
- [8] Technické podrobnosti výrobků VRF. Online. Toshiba-aircondition. 2024. Dostupné z: <https://www.toshiba-aircondition.com/cz/technicke-podrobnosti-vyrobu-vrf.html>. [cit. 2024-01-08].
- [9] Jak funguje mobilní klimatizace. Gavri [online]. Brno: Gavri.cz, 2016. Dostupné z: <https://www.gavri.cz/clanky-o-mobilnich-klimatizacich/jak-fungujemobilni-klimatizace/>. [cit. 2020-05-22].
- [10] Vivax Air Cooler AC-6081. Online. Gelis. 2024. Dostupné z: <https://www.gelis.cz/vivax-air-cooler-ac-6081--chlazení--cistení-a-zvlhčovani-vzduchu/>. [cit. 2024-01-02].
- [11] Okenní jednotky WINDOW Série. Online. TZB-info.cz. 2024. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/klimatizace-a-chlazení/15542-sinclair-predstavuje-kompaktni-okenni-jednotky-window-serie>. [cit. 2024-01-02].
- [12] Splitové systémy. Online. Toshiba-aircondition. 2024. Dostupné z: <https://www.toshiba-aircondition.com/cz/veskere-domaci-vyrobky.html>. [cit. 2023-12-15].

- [13] VRV systémy. Online. Daikin. 2024. Dostupné z: https://www.dai-kin.cz/cs_cz/about/daikin-innovations/variabilni-objem-chladiva.html. [cit. 2023-12-15].
- [14] VRV Reference Guide. Daikin [online]. 2024 [cit. 2023-12-15]. Dostupné z: <https://www.daikinac.com/content/assets/DOC/Product%20Brochures/PM-DVRV.pdf>
- [15] Chladivový systém pro přímý ohřev a chlazení ve vzduchotechnice. Online. TZB-info.cz. 2024. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/12755-chladivovy-system-pro-primy-ohrev-a-chlazení-ve-vzduchotechnice-zakladni-zasady-navrhu>. [cit. 2023-12-30].
- [16] Katalog vyústí s vířivým výtokem vzduchu. Mandík [online]. Hostomice: MANDÍK, 2020 [cit. 2023-12-01]. Dostupné z: http://www.mandik.cz/getattachment/a243f18b377d-4651-8e55-5d53014b0625/001_96_cz_VVM.aspx
- [17] Katalog - talířové ventily. Mandík [online]. 2019 [cit. 2023-12-01]. Dostupné z: https://www.mandik.cz/getattachment/39f9280f-9343-4b9e-b06d-689eca38fbda/028_03_cz_TVPM_TVOM.aspx
- [18] Katalog - stěnových mřížek. Online. Mandík. 2021. Dostupné z: https://www.mandik.cz/getattachment/3d0f1aa9-2108-4a15-893f-9d67be956d0a/014_01_cz_SMM.aspx. [cit. 2023-12-01].
- [19] Katalog - dveřních mřížek. Online. Elektrodesign. 2021. Dostupné z: <https://www.elektrodesign.cz/upload/Downloads/files/table/20/item/20145/column/0/17813/DME.pdf>. [cit. 2023-12-01].
- [20] Technický list - Tepelných čerpadel IVT Geo G. Online. IVT Geo G. 2020. Dostupné z: <https://www.projektuj-tepelna-cerpadla.cz/cz/ivt-geo-g-zeme-voda>. [cit. 2023-11-05].
- [21] Technický list - Fancoilů Skystar. Online. Hydronix. 2013. Dostupné z: <https://www.hydronix.cz/kazetove-2-trubkove-fancoily-skystar-sk-ecm-s-kovovou-celni-deskou/>. [cit. 2023-11-05].

SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Obrázky

Obr. 1 Kompresor v TČ [2]	18
Obr. 2 Kondenzátor v TČ	18
Obr. 3 Expanzní ventil v TČ [3]	19
Obr. 4 Výparník v TČ [4]	19
Obr. 5 TČ voda/voda kolektor [6]	21
Obr. 6 TČ voda/voda se studnami [6]	21
Obr. 7 TČ vzduch/voda [6]	22
Obr. 8 TČ země/voda kolektorový [6].....	22
Obr. 9 TČ země/voda hlubinný vrt [6]	23
Obr. 10 dvoutrubkový systém [8]	24
Obr. 11 třítrubkový systém [8].....	24
Obr. 12 Mobilní klimatizace [10]	25
Obr. 13 Okenní klimatizace [11]	26
Obr. 14 Split klimatizace [12].....	26
Obr. 15 Multisplitová klimatizace [12].....	27
Obr. 16 VRF systém [14]	27
Obr. 17 přímé chlazení do VZT [15]	28
Obr. 18 Rozdělení 1.NP na funkční zóny.....	31
Obr. 19 Rozdělení 2.NP na funkční zóny.....	32
Obr. 20 Rozdělení 3.NP na funkční zóny.....	33
Obr. 21 Rozdělení 4.NP na funkční zóny.....	34
Obr. 22 Schéma varianty č. 1 -VRV	36
Obr. 23 Schéma varianty č. 2 chladící strop + TČ.....	37
Obr. 24 Schéma varianty č. 3 fancoil + TČ	38
Obr. 25 Rozměry přípojovací krabice [16]	59
Obr. 26 Návrhové grafy pro element VVM C/V/P/16/R [16].....	59
Obr. 27 Návrhový graf pro element TVPM 160 [17].....	60
Obr. 28 Návrhový graf pro element TVPM 125 [17].....	60

Obr. 29 Návrhový graf pro element TVPM 100 [17].....	61
Obr. 30 Návrhový graf pro element TVPM 160 [17].....	61
Obr. 31 Návrhové grafy pro element VVM C/V/P/16/R [16].....	62
Obr. 32 Návrhový graf pro element TVOM 125 [17]	62
Obr. 33 Návrhový graf pro element TVOM 100 [17]	63
Obr. 34 Návrhový graf pro element TVOM 160 [17]	63
Obr. 35 Návrhový graf pro stěnové mřížky do 200 m ³ /h [18]	65
Obr. 36 Návrhový graf pro stěnové mřížky od 200 m ³ /h do 300m ³ /h [18].....	65
Obr. 37 Schéma přívodního potrubí zařízení č. 1	67
Obr. 38 Schéma odvodního potrubí zařízení č. 1	68
Obr. 39 Výpočet TI ve venkovním prostředí.....	73
Obr. 40 Výpočet TI u varianty 2	73
Obr. 41 Schéma VRF systému	75
Obr. 42 VZT jednotka pro variantu č. 1.....	77
Obr. 43 Návrhový graf pro chladící strop	79
Obr. 44 Návrh TČ pro variantu č. 2 [20].....	81
Obr. 45 VZT jednotka pro variantu č. 2.....	82
Obr. 46 Návrh fancoilu [21]	84
Obr. 47 Návrh TČ pro variantu č. 3 [20].....	85
Obr. 48 VZT jednotka pro variantu č. 3.....	86
Obr. 49 Schéma zapojení pro zařízení č.1.....	101

Tabulky

Tab. 1 Návrhové parametry pro vnitřní vzduch.....	35
Tab. 2 Tepelný odpor podlahy přilehlé k zemině.....	39
Tab. 3 Tepelný odpor stěny vnější	39
Tab. 4 Tepelný odpor střechy	39
Tab. 5 Tepelný odpor stěny přilehlé k zemi.....	39
Tab. 6 Tepelný odpor okna a dveří	40
Tab. 7 Celková tabulka tepelné ztráty	41

Tab. 8 Výpočet zisku pro místnost 1.39 VRV	45
Tab. 9 Výpočet zisku pro místnost 1.39 chladicí strop + TČ.....	46
Tab. 10 Výpočet zisku pro místnost 1.39 fancoil + TČ	47
Tab. 11 Výpočet zisku pro místnost 2.17 VRV	48
Tab. 12 Výpočet zisku pro místnost 2.17 chladicí strop + TČ	49
Tab. 13 Výpočet zisku pro místnost 2.17 fancoil + TČ	50
Tab. 14 Výpočet zisku pro místnost 3.02 VRV	51
Tab. 15 Výpočet zisku pro místnost 3.02 chladicí strop + TČ	52
Tab. 16 Výpočet zisku pro místnost 3.02 fancoil + TČ	53
Tab. 17 Celková tabulka zisků pro vypočítané místnosti.....	54
Tab. 18 Průtoky vzduchu a tepelných zisků pro zónu č. 1	55
Tab. 19 Průtoky vzduchu a tepelných zisků pro zónu č. 2	55
Tab. 20 Průtoky vzduchu a tepelných zisků pro zónu č. 3	56
Tab. 21 Průtoky vzduchu a tepelných zisků pro zónu č. 4	57
Tab. 22 Průtoky vzduchu a tepelných zisků pro zónu č. 5	57
Tab. 23 Celková tabulka průtoků a zisků	58
Tab. 24 Návrhové hodnoty pro vířivou výúst [16].....	59
Tab. 25 Tabulka distribučních elementů pro zónu č. 2.....	64
Tab. 26 Dimenzační tabulka pro dveřní mřížky [19]	64
Tab. 27 Dveřní a stěnové mřížky.....	66
Tab. 28 Dimenzování přívodní části.....	69
Tab. 29 Dimenzování odvodní části	70
Tab. 30 Výpočet akustické hladiny zvuku pro zař. č. 1	71
Tab. 31 Celková tabulka vnitřních jednotek pro zónu 2	74
Tab. 32 Celková tabulka venkovních jednotek pro celou budovu.....	74
Tab. 33 Návrh chladícího stropu	79
Tab. 34 Návrh tepelného čerpadla pro variantu 2.....	80
Tab. 35 Návrh vrtů pro variantu 2	80
Tab. 36 Návrh fancoilů	83
Tab. 37 Návrh tepelného čerpadla pro variantu 3	84

Tab. 38 Návrh vrtů pro variantu 3	84
Tab. 39 Hodnocení	87
Tab. 40 Specifikace pro jednotlivá zařízení.....	97
Tab. 41 Tabulka zdrojů.....	100

PŘÍLOHY

Výkres č. 1 – Půdorys 4.NP

Výkres č. 2 – Půdorys střechy + Řez