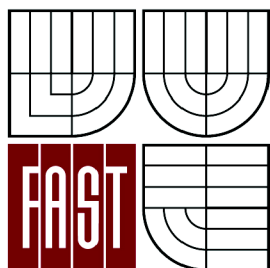


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ  
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

## ENERGETICKÉ HODNOCENÍ SYSTÉMŮ VRF ENERGY EVALUATION OF SYSTEMS VRF

DIPLOMOVÁ PRÁCE  
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

Bc. JURAJ GAŠPÁR

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

doc. Ing. ALEŠ RUBINA, Ph.D.

BRNO 2013



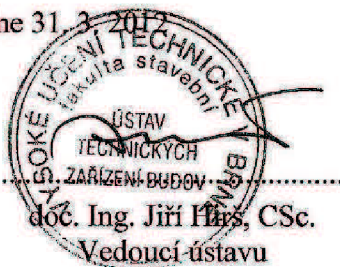
# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

**Studijní program** N3607 Stavební inženýrství  
**Typ studijního programu** Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia  
**Studijní obor** 3608T001 Pozemní stavby  
**Pracoviště** Ústav technických zařízení budov

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

**Diplomant** Bc. Juraj Gašpár  
**Název** Energetické hodnocení systémů VRF  
**Vedoucí diplomové práce** doc. Ing. Aleš Rubina, Ph.D.  
**Datum zadání diplomové práce** 31. 3. 2012  
**Datum odevzdání diplomové práce** 11. 1. 2013

V Brně dne 31. 3. 2012



doc. Ing. Jiří Hlás, CSc.  
Vedoucí ústavu

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



## **Podklady a literatura**

### Podklady a literatura

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

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

### A. Analýza tématu, cíle a metody řešení

Analýza zadaného tématu, normové a legislativní podklady

Cíl práce, zvolené metody řešení

Aktuální technická řešení v praxi

### B. Aplikace tématu na zadané budově - koncepční řešení

Návrh technického řešení ve 2 až 3 variantách v zadané specializaci (včetně doložených výpočtů) v rozsahu studie projektu: půdorysy v měřítku 1:100, stručná technická zpráva

Ideové řešení navazujících profesí TZB (ZTI, UT, silnoproud, MaR) v zadané budově

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

### C. Teoretické řešení (s využitím fyzikální podstaty dějů)

Řešení využívající výpočetní techniku a statistiku

## **Struktura bakalářské/diplomové práce**

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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

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

## **Abstrakt**

Diplomová práce se věnuje VRF systémům, které se používají pro rozsáhlé komerční a administrativní budovy nebo objekty, kde je více zón s různými požadovanými parametry. Cílem je vysvětlení funkce systému a jejich hodnocení a řazení do energetických tříd dle nové legislativy. Praktická část se zabývá aplikací VRF systému a jeho různými varianty v budově pobočky banky. Porovnání počátečních nákladů a následných nákladů na provoz systému. V experimentu jde o porovnání změřených hodnot VRF systému a porovnání s údaji od výrobce.

## **Klíčová slova**

VRF systém, topný faktor, chladicí faktor, chladivo, chladicí okruh, klimatizace,

## **Abstract**

This master thesis deals with VRF systems, which are used for extensive commercial and office buildings, or for buildings where there are multiple zones with different required parameters. The aim of the thesis is to explain the functions of the system and their evaluation and inclusion into energy classes according to the new legislation. The practical part deals with an application of the VRF system and its variants in the building of bank branch. The comparison of initial costs and resultant costs to operate the system. The experiment focuses on comparison of the measured values of VRF system and their comparison with data from the manufacturer.

## **Keywords**

VRF system, heating factor (COP), cooler factor (EER), refrigerant, cooling circuit, air-conditioning

### **Bibliografická citace VŠKP**

GAŠPÁR, Juraj. *Energetické hodnocení systémů VRF*. Brno, 2013. 83 s., 18 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce doc. Ing. Aleš Rubina, Ph.D..

### **Prohlášení:**

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

V Brně dne 10.1.2013

.....  
podpis autora

Bc. Juraj Gašpár

**Poděkování:**

Chtěl bych touto cestou poděkovat doc. Ing. Aleši Rubinovi, Ph.D. za velice obětavou pomoc při řešení a vypracování diplomové práce.

## Obsah

Úvod .....	- 3 -
<b>ANALÝZA TÉMATU</b>	
1. Úvod do VRF systémů .....	- 5 -
2. Tepelná čerpadla .....	- 6 -
2.1 Princip tepelného čerpadla .....	- 6 -
2.2 Tepelné čerpadlo – režim topení a režim chlazení .....	- 7 -
2.3 Rozdělení tepelných čerpadel.....	- 8 -
a) tepelné čerpadlo vzduch – voda .....	- 8 -
b) tepelné čerpadlo zem – voda.....	- 8 -
c) tepelné čerpadlo voda – voda .....	- 10 -
d) tepelné čerpadlo vzduch - vzduch.....	- 10 -
2.4 Stupně tepelného cyklu .....	- 11 -
2.5 Komponenty tepelného čerpadla.....	- 12 -
3. Tepelné oběhy pro přečerpávání tepla.....	- 14 -
3.1 Základní oběhy pro tepelné čerpadla jsou:.....	- 14 -
a) sorpční oběh.....	- 14 -
b) carnotův oběh .....	- 16 -
c) parní oběh .....	- 17 -
d) rankinův oběh.....	- 18 -
e) skutečný oběh .....	- 18 -
4. Chladicí faktor chladicího zařízení.....	- 20 -
5. Sezónní chladicí faktor SEER a topný faktor SCOP.....	- 21 -
5.1 Porovnání původního způsobu výpočtu a nového výpočtu faktorů .....	- 23 -
<b>APLIKACE</b>	
1. Aplikace tématu na objektu.....	- 27 -
1.1 Analýza objektu.....	- 27 -
1.2 Popis variant pro řešení dané pobočky banky .....	- 28 -
2. Rozdělení objektu.....	- 41 -
3. Použité systémy.....	- 47 -
4. Modely .....	- 51 -
5. Přibližné rozpočty pro jednotlivé varianty řešení pobočky banky .....	- 53 -
6. Závěr.....	- 57 -



## EXPERIMENT

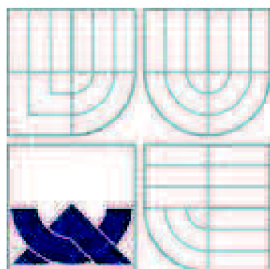
1. Úvod do experimentu .....	- 60 -
2. Analýza objektu.....	- 61 -
3. Skladba obvodových a vnitřních konstrukcí: .....	- 62 -
4. Analýza použitého systému VRF .....	- 63 -
5. Popis funkce systému .....	- 65 -
6. Data .....	- 66 -
7. Model .....	- 67 -
8. Vybrané údaje venkovní jednotky – podklady výrobce.....	- 68 -
9. Schéma chladičového okruhu PUHY-EP250-YHM-A.....	- 69 -
10. Vybrané údaje o vnitřních jednotkách PLFY – podklady výrobce .....	- 69 -
11. Průběh experimentu a naměřená data.....	- 71 -
12. Změřená data .....	- 74 -
13. Vyhodnocení dat .....	- 78 -
Seznam použitých zdrojů .....	- 79 -
seznam použitých zkratk a symbolů.....	- 81 -
Seznam příloh.....	- 83 -

## Úvod

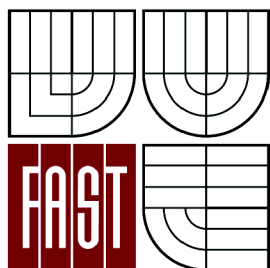
Tématem mé diplomové práce je energetické hodnocení systémů VRF. Jde především o popis jejich funkce a popis jednotlivých součástí systému. V teoretické části se zabývám hodnocením klimatizačních systémů, které se mění od 1. 1. 2013 a související legislativou.

V praktické části co představuje použití VRF systému v konkrétní budově navazuji na svou bakalářskou práci „Klimatizace pobočky banky“. Navrhnul jsem další 2 možnosti aplikace VRF systému s využitím nuceného větrání. Doloženy jsou výpočty tepelných ztrát a zátěží objektu. Systematicky jsou znázorněny další 2 varianty systému s popisem jednotlivých součástí.

Experimentální část se zabývá měřením VRF systému na konkrétní budově. Cílem bylo porovnat údaje výrobce a naměřené hodnoty chladicího faktoru. Součástí je výpočet tepelných zátěží a model systému.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ  
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

# ENERGETICKÉ HODNOCENÍ SYSTÉMŮ VRF

## ČÁST A – ANALÝZA TÉMATU

DIPLOMOVÁ PRÁCE  
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

Bc. JURAJ GAŠPÁR

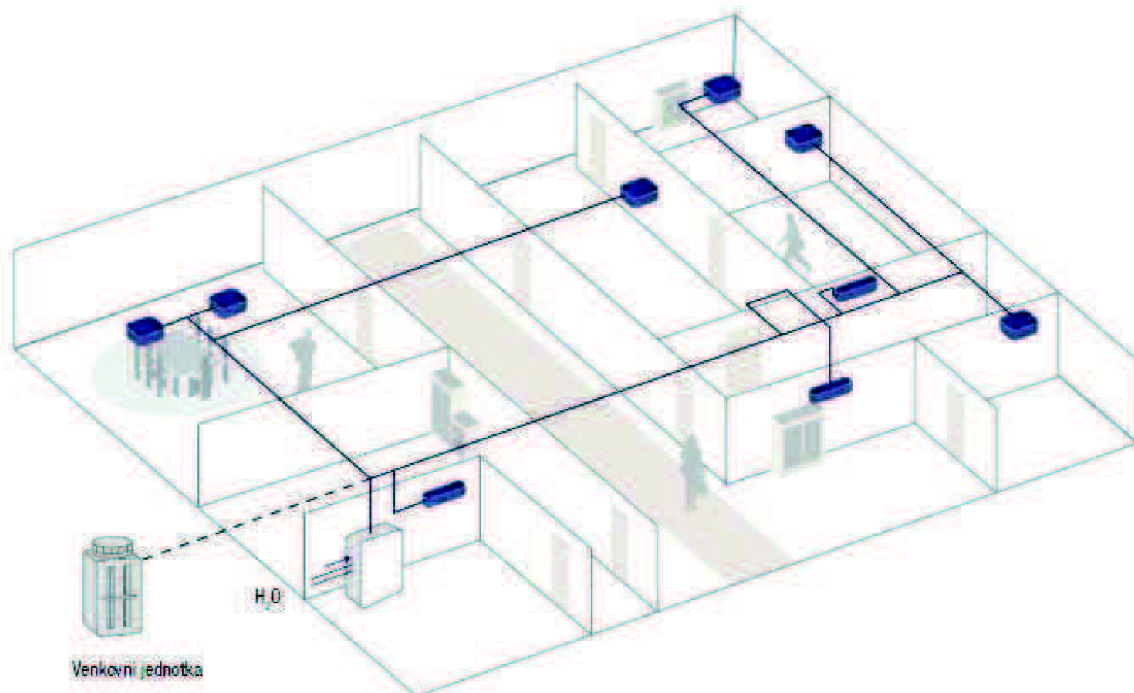
VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

doc. Ing. ALEŠ RUBINA, Ph.D.

BRNO 2013

## 1. Úvod do VRF systémů

VRF systém pracuje na konfiguraci jedné venkovní kondenzační jednotce a více vnitřních jednotek. Pojem VRF je označení pro „Variable refrigerant flow“, co v překladu znamená „proměnný průtok chladiva“. VRF systémy patří do kategorie systému přímého chlazení pro centrální klimatizace. V praxi se také setkáváme s označením VRV, DVM, MDV a GMV. V roce 1982 byl představen první systém tohoto druhu. Uplatnění našel především v rozsáhlých objektech s více podlažími a množstvím místností. Převážně administrativní budovy, výškové budovy, výrobní haly a především objekty s množstvím nezávislých klimatizovaných prostorů. Na rozdíl od typického asijského stylu klimatizace, kde se v převážné míře využívají mini split systémy. Každý systém je používán pro konkrétní místnost a pracuje pouze v režimu zapnuto a vypnuto podle potřeb. Klíčové je, že průtok chladiva je buď v plném toku nebo v žádném.



Obr. 1 VRF systém a příklad použití v administrativní budově

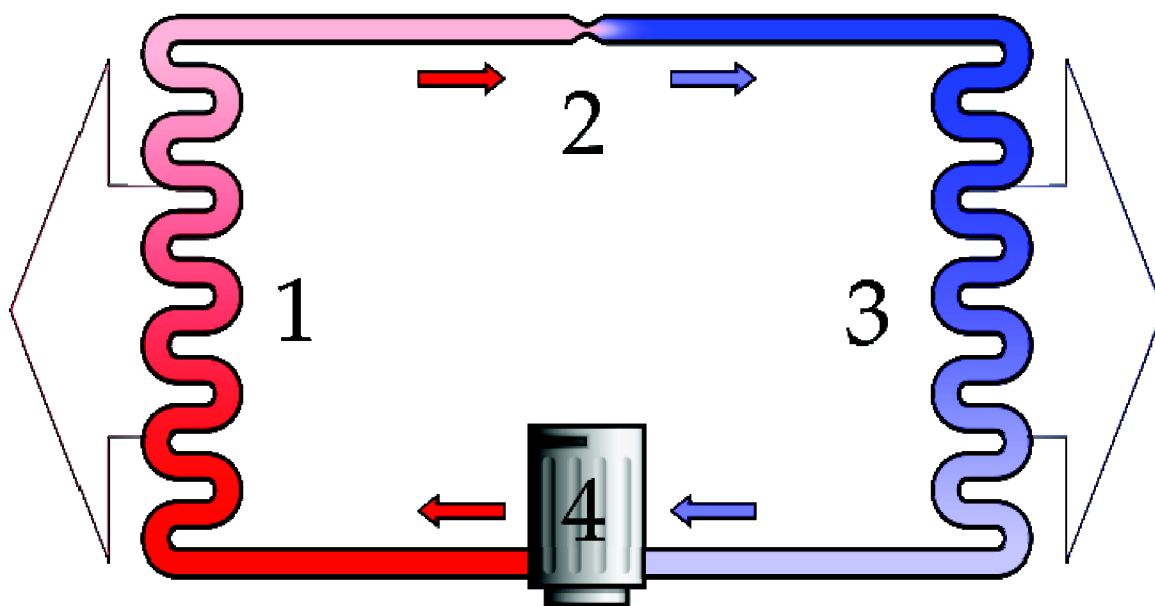
VRF systémy pracují právě na úpravě průtoku chladiva. Více chladiva (vyšší průtok chladiva) zajistí větší chladicí/topný výkon a naopak. Pokud je prostorové zatížení vysoké, je větší množství chladiva dodáváno do vnitřní jednotky, což zajistí více chlazení (v chladném období topení) a naopak, když je zatížení v místnosti nízké, je k dispozici menší průtok chladiva. Provoz VRF systému je i ekonomicky méně náročný než klasické split systémy. Během celé doby má k dispozici 100% velikosti vnějšího kondenzátoru, což znamená, že za určitých

podmínek při nízkém zatížení vnější jednotky dokáže pracovat s energetickou účinností až 1:6 a víc. Poměr 1:6 znamená, že z 1 kW elektrické energie vyprodukuje klimatizace typu VRF až 6 kW chladu nebo tepla. Všechno je závislé ale od vhodného systému regulace systému. Zmíněný poměr se u výrobků udává jako COP faktor (topný faktor), respektive EER faktor (chladicí faktor).

## 2. Tepelná čerpadla

### 2.1 Princip tepelného čerpadla

VRF systémy pracují na principu tepelného čerpadla. Přenášejí teplo z jednoho prostředí do druhého prostřednictvím chladiva. Tepelné čerpadlo je obrácené chladicí zařízení. Už ze samotného názvu je zřejmé že se využívá na topení a chladicí zařízení na chlazení. V režimu chlazení pracují tepelná čerpadla tak, že odvádějí teplo z místnosti nebo vnitřního prostoru do venkovního vzduchu, čímž ochlazují vnitřní prostor. V zimním období umí extrahovat latentní teplo z vnějšího vzduchu (i když je venkovní teplota  $-20^{\circ}\text{C}$ ) a vhnět jej dovnitř pro vytápění vnitřního prostoru.



Obr. 2 Princip tepelného čerpadla (1 - kondenzátor, 2 - tryska, 3- výparník, 4 - kompresor)

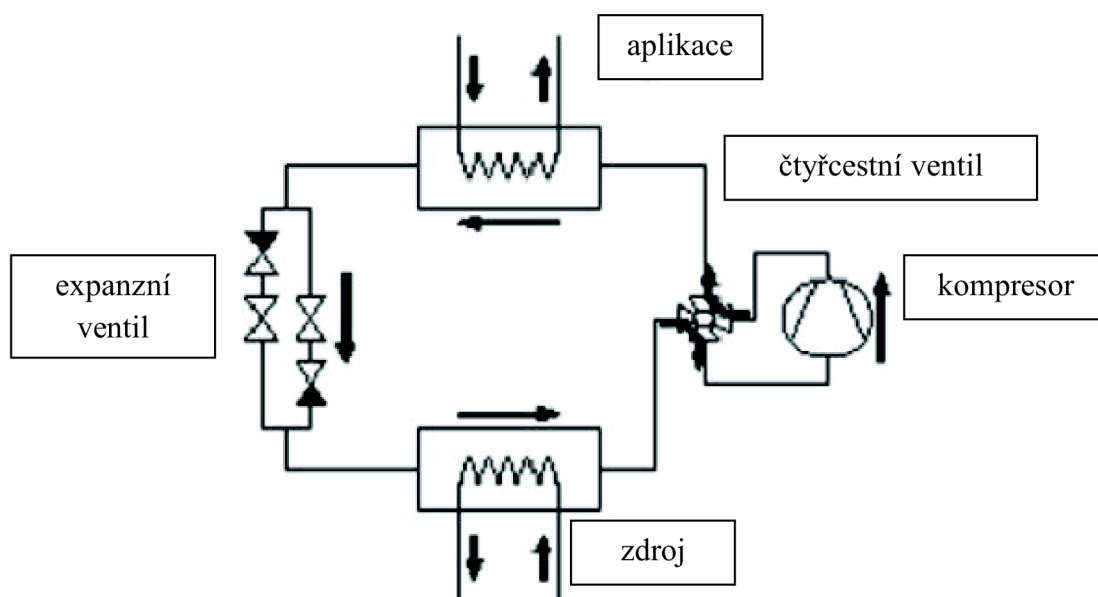
Nejčastějším typem je kompresorové tepelné čerpadlo, které pracuje na obráceném Carnotově cyklu. Jako teplotonosná látka v oběhu se využívá chladivo. V plynném stavu je



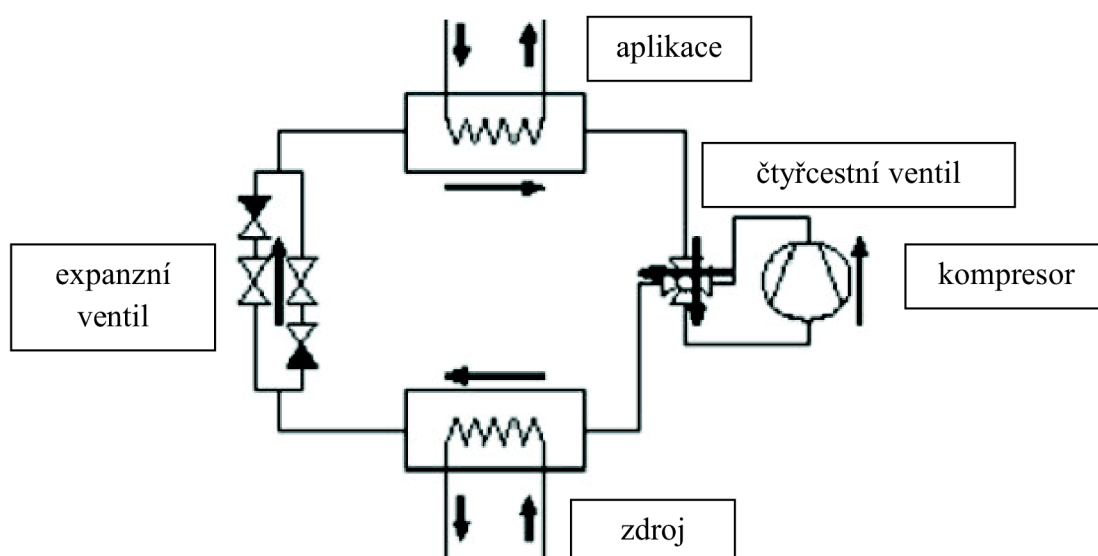
stlačeno kompresorem a poté vpuštěno do kondenzátoru, kde odevzdá své skupenské teplo. Následně je prohnáno přes expanzní trysku do výparníku. Skupenské teplo přijme a odpaří se.

## 2.2 Tepelné čerpadlo – režim topení a režim chlazení

Výhodou tepelných čerpadel je, že mohou být použity jak pro chlazení tak pro vytápění. Změny režimu tepelných čerpadel jde zabezpečit použitím čtyřcestných ventilů, které mění směr toku chladiva, jak je znázorněno na obrázcích dole.



Obr.3 Princip tepelného čerpadla v režime pro topení



Obr.4 Princip tepelného čerpadla v režime pro chlazení

### 2.3 Rozdělení tepelných čerpadel

Tepelné čerpadla se dělí podle druhu ochlazované a ohřívané látky, proto je rozdělení následující:

#### a) tepelné čerpadlo vzduch – voda



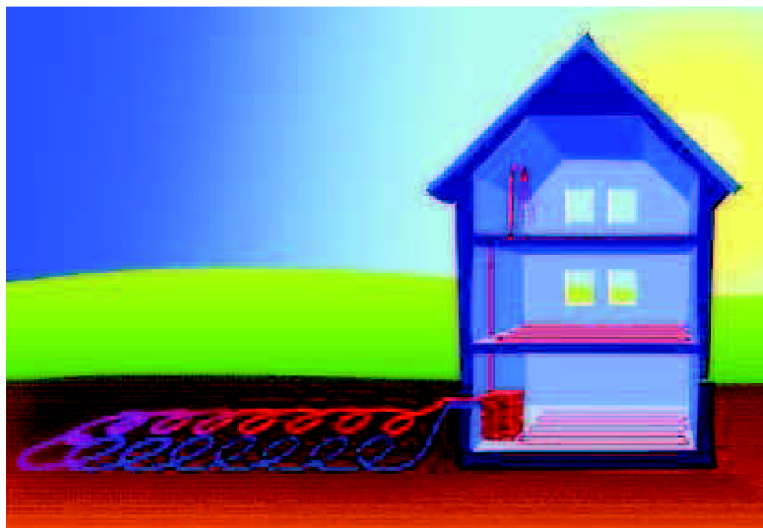
Obr. 5 Tepelné čerpadlo vzduch - voda

Tepelné čerpadlo vzduch – voda získává teplo ze vzduchu a odevzdává ho vodě nebo opačně. Mezi hlavní výhody systému patří dostupnost vzduchu jako zdroje energie, je možné použít téměř ve všech případech, instalace nevyžaduje žádné zásahy do okolního prostředí. Nevýhodou je vyšší pořizovací cena samostatného tepelného čerpadla. Nejsou zde ale další náklady (výkopové práce, vrty...). V případě vyšší hlučnosti jednotky může být její osazení problematické, abychom vyhověli hlukovým požadavkům. Výkon čerpadla klesá s venkovní teplotou. Pokles je v daném systému mnohem výraznější než při jiných provedeních.

#### b) tepelné čerpadlo zem – voda

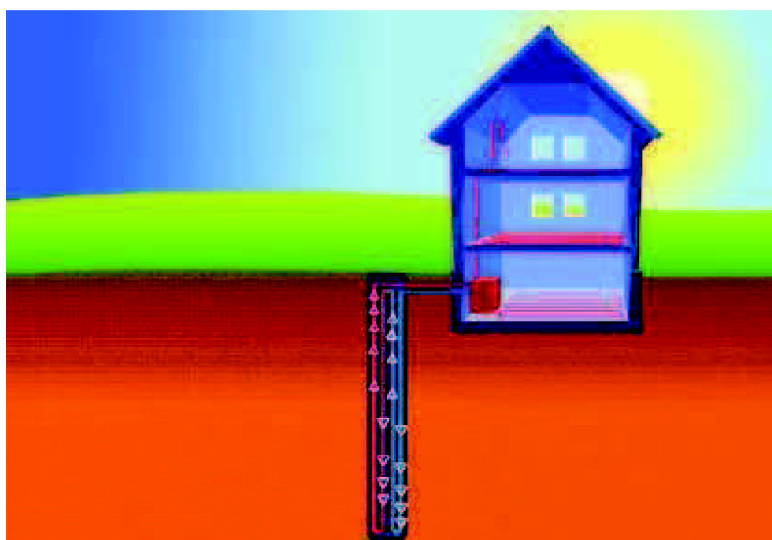
Tepelné čerpadla zem – voda využívají energii, která se dostává na povrch z vnitřku země a taky energii, která je naakumulovaná v povrchových vrstvách slunečním zářením. Využívají k tomu plošné kolektory nebo hloubkové vrty.

Zemní plošný kolektor – odebírá teplo z půdy. V hloubce přibližně 1 m a roztečí také kolem 1m je položena plastová trubka (kolektor). V kolektoru proudí nemrznoucí kapalina. Pro položení zemního kolektoru je potřeba dostatečně velká plocha. Pro příklad velikosti plochy pozemku pro 10 kW výkon čerpadla je nutno 250 – 350 m<sup>2</sup>. Pořizovací náklady kolektoru jsou nižší než vrty. Nevýhodou je již zmíněná velká plocha pozemku a na ploše se zemním kolektorem není možné stavět. V zimním období, kdy se zem neustále ochlazuje kolektorem, dochází k její promrzání a následně k snížení výkonu.



Obr. 6 Tepelné čerpadlo zem – voda v provedení s plošným zemním kolektorem

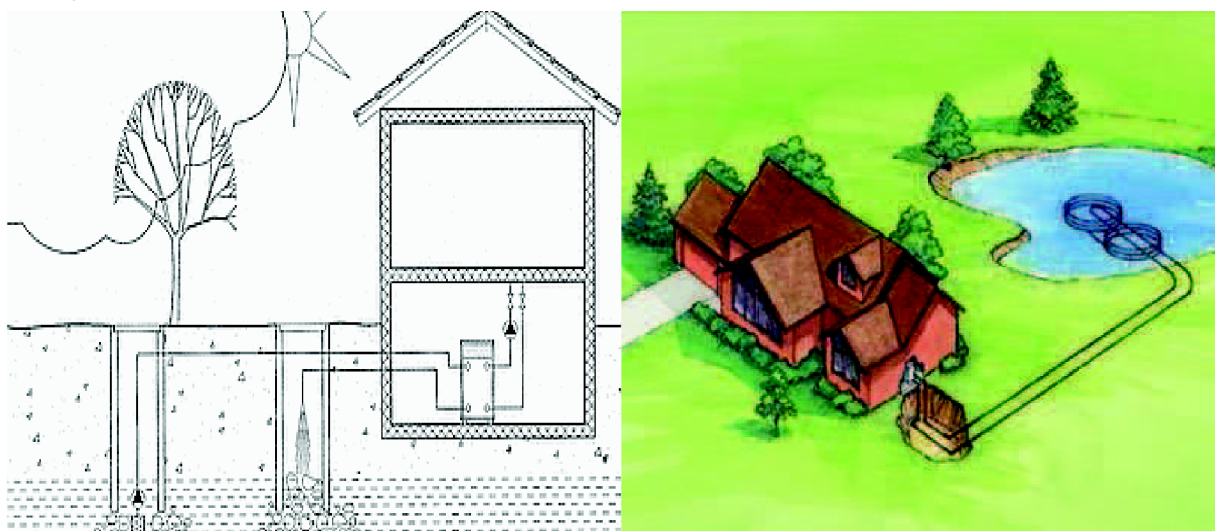
Tepelné čerpadla s hloubkovým vrtem na rozdíl od plošných kolektorů mají stabilní zdroj z vrtu (celý rok se teplota nemění) a tím je provoz s nízkými náklady. Venkovní teplota neovlivňuje spotřebu elektrické energie. Vrtů mohou být hluboké až do 150m a umístěny nejméně 10m od sebe. Pro názornost na výkon 10 kW je potřeba 120 – 180 m vrtů. Mezi mínusy patří určitě vysoké pořizovací náklady, co se týče hlavně zhotovení vrtů. Neustálým ochlazováním vrtu dochází k jeho postupnému promrzání a tím se dlouhodobě snižuje výkon tepelného čerpadla.



Obr. 7 Tepelné čerpadlo zem – voda v provedení s hloubkovým vrtem

### c) tepelné čerpadlo voda – voda

Tepelné čerpadlo voda – voda, využívající studniční vodu, vyžaduje celoročně dostatek vody. Pomocí čerpací zkoušky se ověří vydatnost studny. Mezi zásadní kritérium založení studny je složení vody, aby nedocházelo k zanášení výměníku. Voda je čerpaná ze studny ve většině případu ponorným čerpadlem, v tepelném čerpadle je ochlazena a vrací se zpět do vsakovací studny. Vsakovací studnu je nutno zhotovit v dostatečné vzdálenosti, aby voda neprosakovala zpět do sací studny. Hloubky vrtů jsou 10–30 m. Podmínkou pro provoz je dostatečně vysoká teplota vody v studni, aby ji bylo možno ochlazovat bez nebezpečí zamrznutí. Oproti vrtu jsou pořizovací náklady nižší. Venkovní část vyžaduje pravidelnou údržbu a je náchylná na poruchy.



Obr. 8 Vlevo tepelné čerpadlo voda – voda (studny) a napravo tepelné čerpadlo voda – voda (pozemní zdroj)

Tepelné čerpadlo se zdrojem povrchové vody se používá při vodních toků, z přírodních i umělých vodních nádrží, průsaků přes hráze přehrad apod. V těchto vodních zdrojů je od čerpadla vyveden výměník z polyetylénových trubek, ve které je cirkulována ekologická nemrznoucí směs. Na rozdíl od systému se studniční vodou má více nevýhod. Ve většině lokalit není dostupný zdroj, následně je složitá legislativa pro povolení o zapaštění do vody. Hrozí nebezpečí poškození výměníku a také velká délka. Teplota vody je kolísavá (závislá na počasí), proto tato varianta nepatří mezi stabilní zdroje. Velmi se v praxi s danou variantou neseťkáváme pouze ve specifických případech.

### d) tepelné čerpadlo vzduch - vzduch

V současnosti jsou tepelné čerpadla vzduch – vzduch považovány za neekonomičtější investici s nejkratší návratností. Vzduch je k dispozici v neomezeném množství, ale má

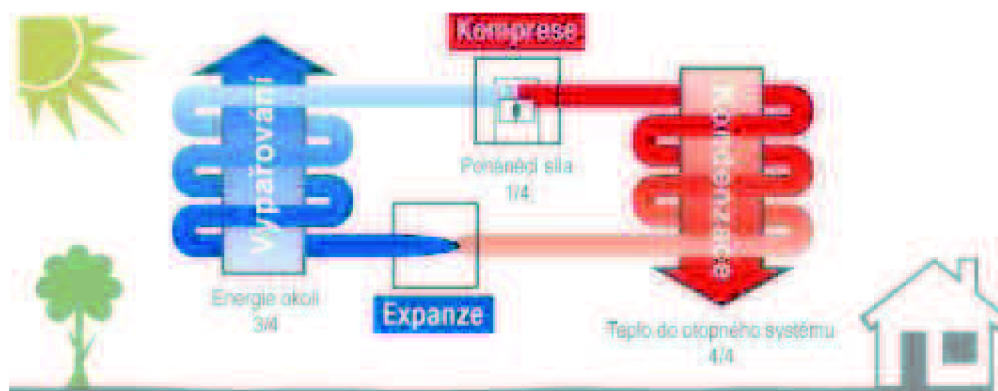
proměnlivou teplotu. Ekonomický a efektivní je provoz do cca  $-5^{\circ}\text{C}$  (pokryto 90% sezóny pro vytápění). Výhodou je, že jako tepelné čerpadlo vzduch – vzduch můžeme použít jednoduchou klimatizaci v reverzním režime optimalizovanou na vytápění.



Obr. 9 Tepelné čerpadlo vzduch – vzduch (multisplit systém)

## 2.4 Stupně tepelného cyklu

1. Vypařování – chladivo je vyparováno při nízkém tlaku a teplotě pomocí tepelné energie transformované z vnějšího zdroje tepla.
2. Komprese – chladivo je komprimované na vyšší tlak použitím kompresore, výsledkem je současně růst jeho teploty.
3. Kondenzace – vysokotlaká pára chladiva je kondenzována při vysoké teplotě.
4. Expanze – kapalně chladivo je expandované z vysokého tlaku v kondenzátore na nízký tlak ve výparníku. Výsledkem je prudké snížení teploty a proces se může znovu opakovat.



Obr. 10 Princip činnosti oběhu tepelného čerpadla



## 2.5 Komponenty tepelného čerpadla

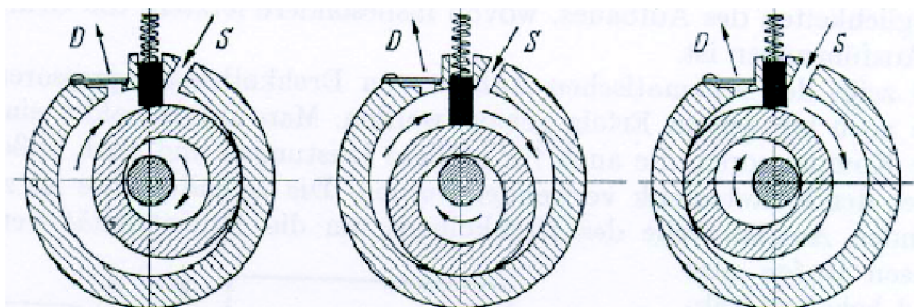
1. Chladivo – proudí v chladícím okruhu a je nuceno se vypařovat při nízkém tlaku a teplotě a kondenzovat při vysokém tlaku a teplotě. Typickým chladivem pro tepelné čerpadla je R 407c a R 410a.

2. Výparník – je to výměník tepla, v kterém chladivo absorbuje teplo z vnějšího nízkoteplotního zdroje (vzduch, voda, půda a jiné) nebo z teplonosného média, jako je například solanka. Teplota a tlak ve výparníku zůstávají při procesu vypařování konstantní. Pro tepelná čerpadla se zemskou kúrou jako zdroj tepla jsou rozvody pokládány horizontálně do země, nebo vertikálně do vrtů. Jestli je zdrojem tepla vzduch nebo voda (spodní, povrchová), tak tyto média protékají přímo skrz výparník.

3. Kompresor – vypařované chladivo je nasáváno z výparníku do kompresore a potom stlačeno na vyšší tlak a teplotu. Ve většině případů je kompresor poháněn elektromotorem.

Pro tepelné čerpadla v rodinných domech a průmyslových budovách jsou užívány tři druhy kompresorů. Kompresory s valivým pístem, pístové kompresory a scroll kompresory. Ve většina tepelných čerpadel pro domácí aplikace se užívají tzv. hermetické kompresory, kde pohonný elektromotor a kompresor je umístěn spolu v hermeticky uzavřeném plášti. Tímto způsobem je zabráněno úniku chladiva do atmosféry přes spojovací těsnění. Přes skříň procházejí jen dva nebo tři elektrické vedení.

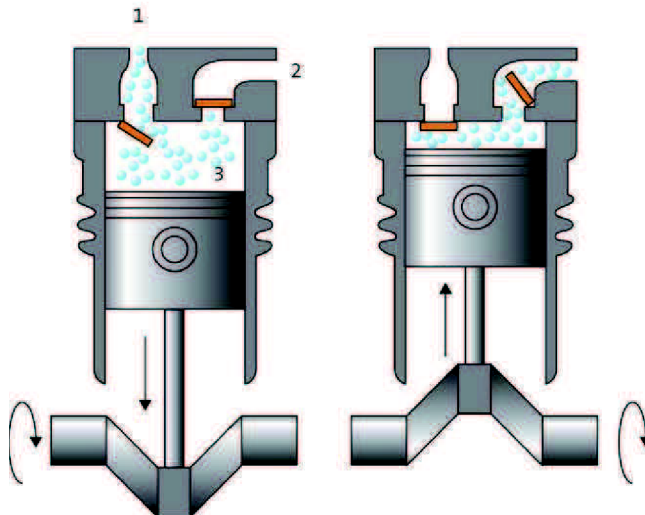
Kompresory s valivým pístem jsou často používány v tepelných čerpadlech vzduch – vzduch. Excentrický píst s radiálně pohybující se lamelou v skříni kompresoru stlačí plyn, jak je znázorněno na obrázku dole.



Obr. 11 Princip činnosti kompresoru s valivým pístem

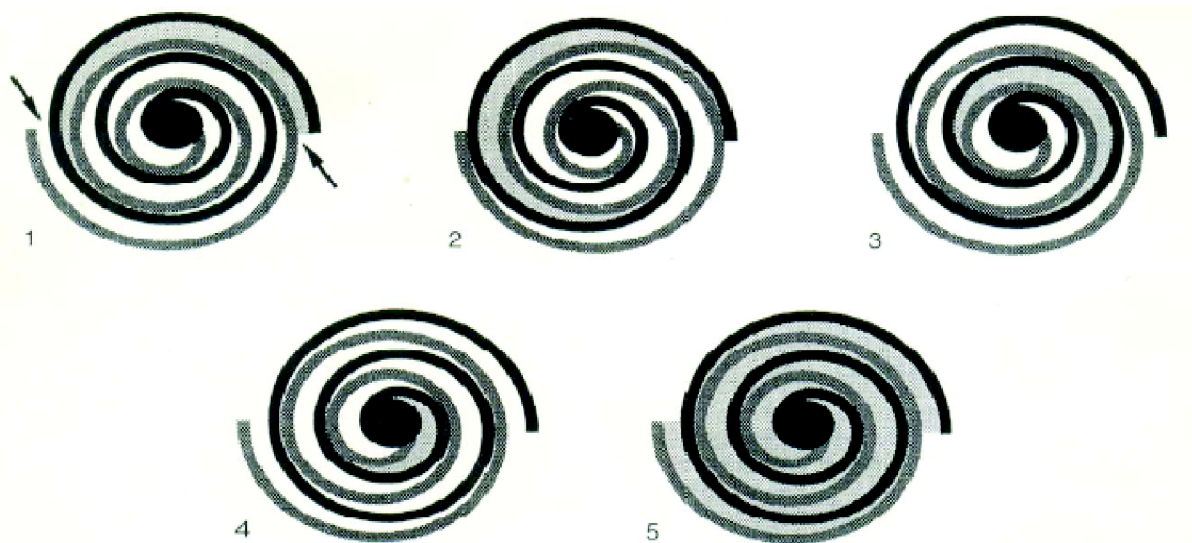
Pístové kompresory jsou nejstarší typy kompresorů. Reciproční píst nasává plyn přes sací ventil, stlačí ho ve válci a vytlačí skrz výtlační ventil. Sací i výtlační ventil jsou zavřeny

během komprese a výtlační ventil se otevře, když tlak ve válci dosáhne potřebný výtlační tlak. Vývoj pístových kompresoru stále pokračuje a je předpoklad jejich dalšího užívání v tepelných čerpadlech. V pístových kompresorech je vinutí elektromotoru často chlazeno nasávaným plynem chladiva.



Obr. 12 Princip činnosti pístového kompresoru

Scroll kompresory stlačejí páry chladiva mezi dvěma spirálami (scrolls), z kterých je jedna nepohyblivá, tzv. pevná spirála, a druhá, pohyblivá, se odvaluje na ní (spirála s orbitálním pohybem). Při tomto pohybu vznikají prostory mezi spirálami, v kterých se nachází parné chladivo. Jejich objem se neustále zmenšuje, chladivo se stlačí a pohybuje se k středu spirál. Uprostřed je výtokový otvor a chladivo se přibližně při kondenzačním tlaku vytlačí kompresoru.



Obr. 13 Princip činnosti scroll kompresoru

4. Kondenzátor – teplý zkomprimovaný plyn chladiva vchází do kondenzátoru – tepelného výměníku, z kterého je teplo transformováno do teplotnosného média (ve většině případu vzduch nebo voda). Pro dosažení tohoto toku tepla musí být kondenzační teplota vždy vyšší jako teplota chladicího média. Množství tepla, které je nutno dovést z kondenzátoru do chladicího média, je součtem tepla dodávaného do výparníku mechanické energie dodávané kompresoru. Ve většině tepelných čerpadel jsou jako kondenzátory užívány pájené nebo svařované deskové výměníky tepla. Teplota a tlak chladiva během kondenzace zůstává konstantní.

5. Expanzní ventil – pracuje jako různé škrticí klapky, udržují tlakový rozdíl mezi vysoko a nízkotlakou stranou chladicího oběhu a regulují tok chladiva z kondenzátoru do výparníku. Při přechodě chladiva expanzním ventilem se při poklesu tlaku část chladiva okamžitě vypaří. Chladivo se na základě odebraného výparného tepla ochladí a vstupuje jako směs páry a kapaliny do výparníku při výparné teplotě.

### **3. Tepelné oběhy pro přečerpávání tepla**

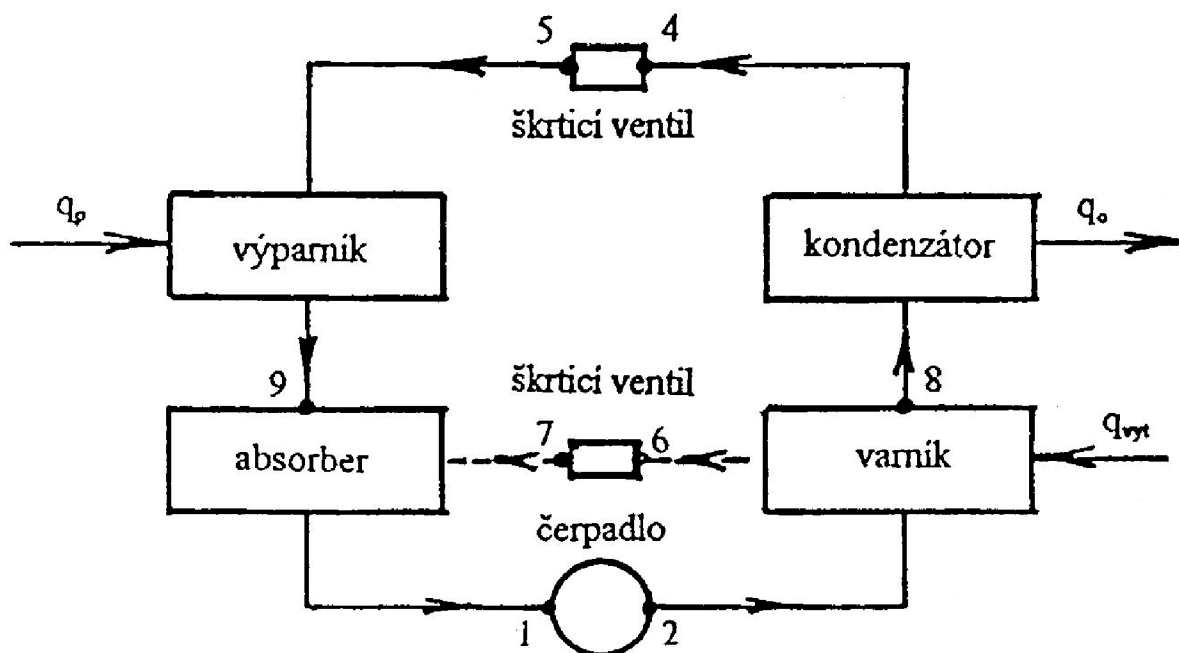
Zařízení které je určeno na přenos tepla je možno popsat tepelnými oběhy. Látky které pracují v těchto zařízeních procházejí skupenskými změnami. Tento jev je možné popsat v diagramech pro konkrétní pracovní látky.

#### **3.1 Základní oběhy pro tepelné čerpadla jsou:**

- a) sorpční oběh
- b) parní oběh
- c) proudový oběh

#### **Sorpční oběh**

Sorpční chladicí zařízení funguje na fyzikálně-chemickém principu, výměně tepla v tepelném oběhu spojené s pohlčováním a vypuzováním par chladiva absorbentem. V chladicím zařízení se sorpčním oběhem nejsou kompresory, ale místo nich je absorbér (pohlčovač) a varník (vypuzovač).

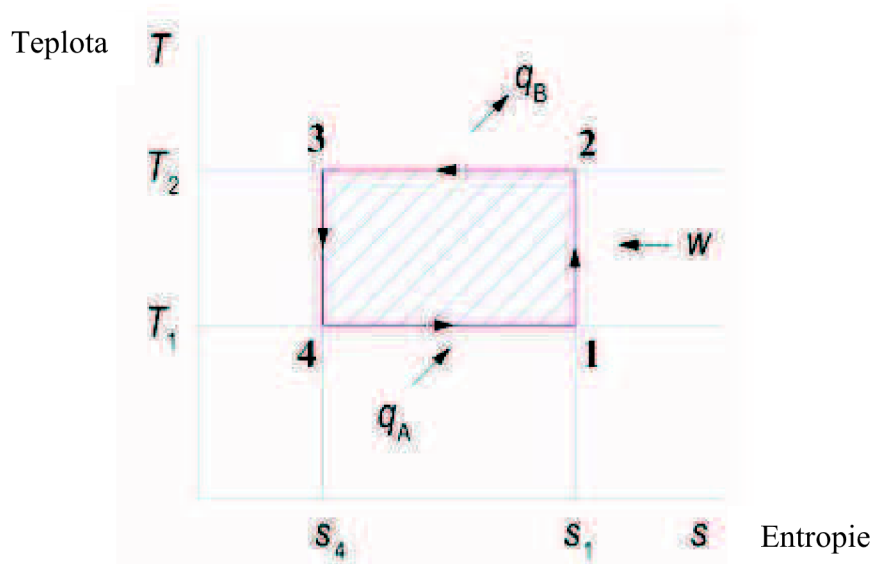


Obr. 14 Sorpční chladicí oběh

V bodě 1 na obr. 14 čerpadlo nasaje absorbent s vysokým obsahem par chladiva a následně ho tlačí do varníku, který je vytápěn teplem  $q_{vyt}$  přivedené z jiného zdroje. V bodě 8 vystupují z varníku uvolněné páry do kondenzátoru a zkapalňují. Mezi body 4 a 5 je škrťací ventil kde se snižuje tlak syté kapaliny chladiva. Ve výparníku dochází k prudkému varu chladiva a mění se mokrá pára na sytou. V bodě 9 je sytá pára pohlcována absorbentem a nasávaná následně s čerpadlem. Absorbent ochuzený o chladivo po uvolnění jeho par ve varníku prochází škrťacím ventilem (mezi body 6 a 7), kde se jeho tlak snižuje, aby byl schopen pohltil páry chladiva, které přicházejí z výparníku. U sorpčního chlazení se používá také varianta bez čerpadla. Tlak ve výparníku se upravuje přítomností třetí látky v plynném skupenství co je ve většině případu vodík.

### Carnotův oběh

Je to ideální tepelný oběh, který pozůstává z vratných změn (2 adiabaty a 2 izoterm). Carnotův oběh má nejvyšší termickou účinnost. I když se nedá prakticky realizovat, ukazuje nejvyšší teoreticky dosažitelnou účinnost oběhu. Na základě tohoto cyklu se dají dále zdokonalovat tepelné oběhy. Jsou zde dva druhy cyklů: izoentropický ( $s$ =konstanta) a izotermický ( $T$ =konstanta).



Obr. 15 Carnotův oběh v diagrame T-s

Práce plynu, daná rozdílem expanzní a kompresní práce, se v p-v diagrame zobrazí plochou 1-2-3-4-1. Rozdíl tepel  $q_B - q_A$  se mění na užitečnou práci.

Platí vztahy:

$$q_A = q_{41} = T_1 \cdot (s_1 - s_4)$$

$$q_B = q_{23} = T_2 \cdot (s_1 - s_4)$$

$$w = q_B - q_A = (T_2 - T_1) \cdot (s_1 - s_4)$$

Účinnost Carnotova cyklu je možné vyjádřit jako poměr výkonu a příkonu. V případě že se jedná o topný režim počítáme COP faktor. V režimu chlazení EER faktor.

a) COP faktor pro Carnotův cyklus

b) EER faktor pro Carnotův cyklus

$$COP_c = \frac{q_B}{w} = \frac{T_2}{T_2 - T_1}$$

$$EER_c = \frac{q_A}{w} = \frac{T_1}{T_2 - T_1} = COP_c - 1$$

Carnotův cyklus nezohledňuje reálné vlastnosti pracovních látek (chladičů), velikost teplotních ploch, skutečnou účinnost zdroje pohonné energie, tepelné ztráty cyklu do okolí a potřebu další energie pro pomocná zařízení.



### Parní oběh

Na obr. 16 je znázorněna schéma parního kompresorového oběhu, v kterém se daný oběh uskutečňuje. Přívod tepelného toku  $Q_o$  chlazenou látkou do výparníku se chladivo vypařuje a nasává ho kompresor s příkonem  $P_{iz}$ . Po stlačení na kondenzační tlak se v kondenzátore páře chladiva odebírá tepelný tok  $Q_k$ , přičemž kondenzují. Kapalné chladivo prochází z kondenzátoru do škrtícího ventilu, kde se jeho tlak sníží z kondenzačního tlaku  $p_k$  na výparný tlak  $p_o$ . Kapalina se změní na páru přívodem tepelného toku z ochlazované látky a okruh je uzavřený.

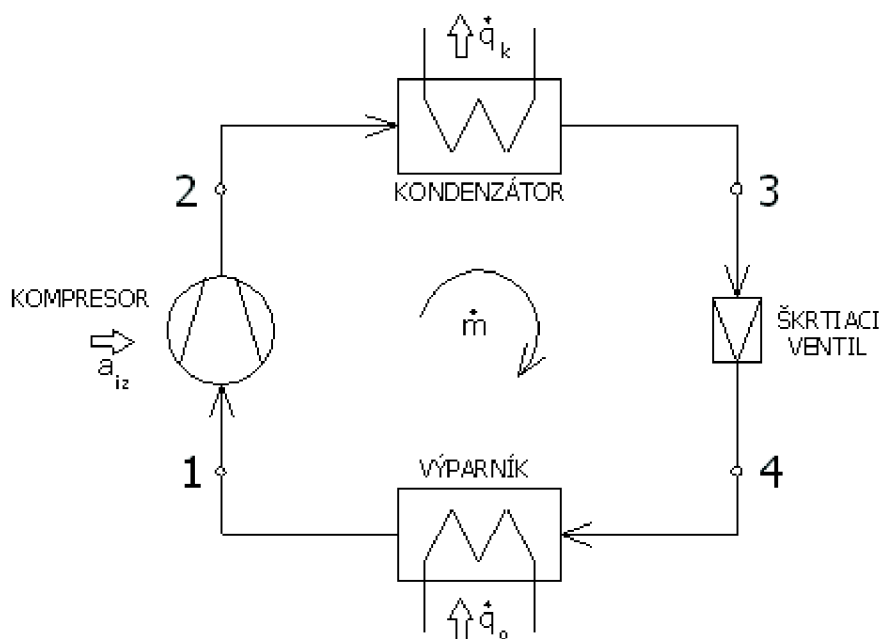
Základná tepelná bilance chladicího oběhu při uvažování ideálního oběhu a zanedbáním výměny tepla s okolím je následovná:

$$Q_o + P_{iz} = Q_k$$

$Q_o$  – chladicí výkon (W)

$P_{iz}$  – izoentropický příkon kompresoru (W)

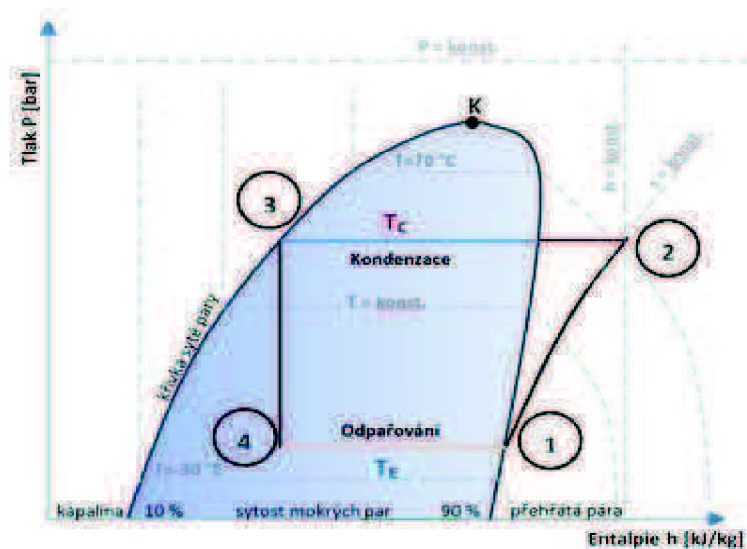
$Q_k$  – kondenzační výkon (W)



Obr. 16 Parní oběh

## Rankinův oběh

Parní oběh s reálnou pracovní látkou (chladičem) – idealizovaný Rankinův oběh



Obr. 17 Ideální Rankinův oběh

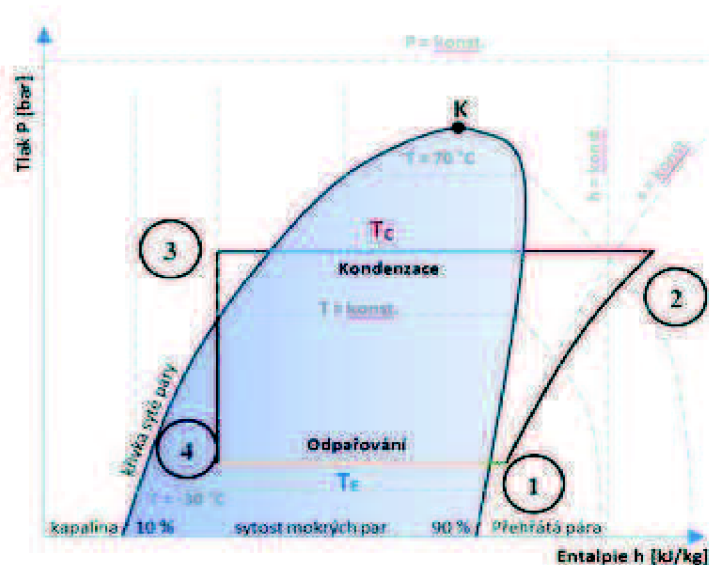
4–1: izobarické vypařování na mez syté páry

1–2: izoentropická komprese syté páry na přehřátou páru

2–3: izobarické ochlazení přehřátých par na mez sytosti a následná kondenzace na mez syté kapaliny

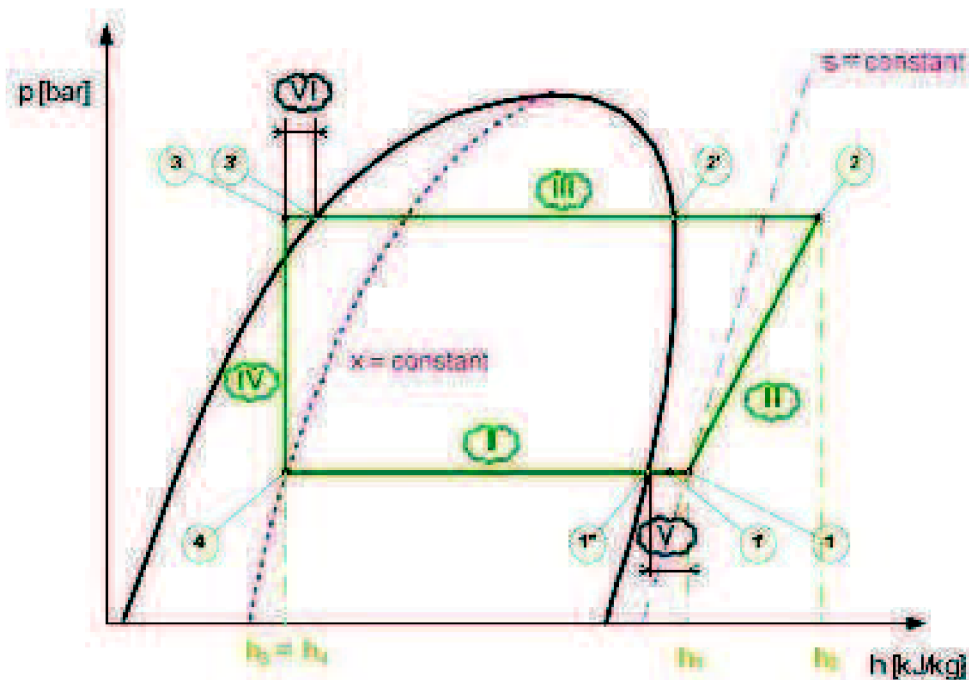
3–4: izoentalpické škrcení na mokrou páru, snížení tlaku škrcením, nekoná se práce, nepřivádí se teplo = nemění se entalpie (adiabatické škrcení)

## Skutečný oběh



Obr. 18 Skutečný (reálný) oběh

Hlavní rozdíl mezi skutečným oběhem a Rankinovým cyklem je v přehřívání par chladiva, podchlazení kapalného chladiva a kompresi par chladiva.



Obr. 19 Skutečný oběh – naznačení rozdílů mezi skutečným a Rankinovým cyklem

Legenda k obr. I – vypařování, II – komprese, III – kondenzace, IV – expanze, V – přehřátí, VI – podchlazení, 1 – vstup do kompresoru, 1' – výstup z výparníku, 1'' – 100% chladiva je vypařeno – začátek přehřívání, 2 – výstup z kompresoru, 2' – chladivo dosáhlo teplotu kondenzace – začátek kondenzace, 3 – vstup do expanzního ventilu, 3' – 100% chladiva je zkondenzované – začátek podchlazení, 4 – vstup do výparníku

Přehřátí je rozdíl mezi sáním (vstupem) do kompresoru a výparnou teplotou (teplotní rozdíl mezi body 1 a 1' na obrázku). Výparná teplota může být často odčítána na teplotní stupnici manometru, případně z tabulek teplot nasycení jednotlivých chladiv.

Přehřátí určuje, o kolik je teplejší nasávaný plyn v porovnání s výparní teplotou. Obvykle hodnoty leží v rozmezí 4 až 8 °C. Nedostatečné přehřátí může vést k vstupu kapaliny do kompresoru, což má za následek snížení COP faktoru nebo i poškození kompresoru. Příliš velké přehřátí ukazuje na neefektivní využití výparníku, což také způsobuje snížení COP.

Podchlazení určuje, o kolik bylo zkondenzované chladivo ochlazené pod kondenzační teplotu. Normální hodnoty jsou v rozmezí 2 až 5 °C. Příliš malé podchlazení ukazuje na nedostatek chladiva, což vede k snížení efektivnosti oběhu (COP). Příliš velké podchlazení ukazuje, že tepelné čerpadlo je přeplněné chladivem a potom pracuje také s menším výkonovým číslem COP, protože plocha kondenzátoru nemůže být využita v plném rozsahu (velikosti). Současně

vzniká riziko vypnutí provozu vysokotlakým presostatem nebo se vysokotlaký pojistný ventil otevře, když vysoko stoupne kondenzační teplota. Přibližné zhodnocení podchlazení můžeme dosáhnout porovnáním kondenzační teploty (odečtena přímo z manometru nebo tabulek chladiv) s teplotou měřenou na povrchu rourky odvodu chladiva z kondenzátoru.

#### 4. Chladicí faktor chladicího zařízení

Pod pojmem chladicí faktor rozumíme poměr mezi chladicím výkonem zařízení a příkonem (poměr získané energie k energii dodané). Kdybychom použili tuto obecnou definici pro celé klimatizační zařízení v režimu chlazení, pak bychom definovali COPAC jako poměr tepelné zátěže odvedené z klimatizovaného prostoru (přivedeného chladicího výkonu) k příkonu celého klimatizačního zařízení.

$$COP = \frac{\text{Chladicí výkon}}{\text{Příkon}}$$

Při výrobě a distribuci chladu po budově lze vysledovat více po sobě navazujících kroků. Zdroj chladu je základní bod. Ve většině zdrojů chladu pro klimatizaci pracuje systém na principu parního oběhu označovaným jako kompresorový. Pro porovnání a studium základních zákonitostí kompresorového oběhu se využívá již zmíněný Carnotův oběh. V praxi se k účinnosti Carnotova cyklu nikdy nedostaneme. Skutečné děje se od teoretických liší nevratností dějů. Porovnání skutečného oběhu a Carnotového lze vyjádřit účinností oběhu  $\eta_R$ . Chladicí faktor je pak výrazně odlišný od Carnotova.

$$COP_c = \frac{T_o}{T_k - T_o}$$

$T_o$  – vypařovací teplota,  $T_k$  – kondenzační teplota

$$COP_R = COP_c \cdot \eta_R = \frac{T_o}{T_k - T_o} \cdot \eta_R$$

V současnosti se pro chladicí faktor používá EER (Energy Efficiency Ratio) místo dříve používaného COP faktoru. Jedná se jen o nové značení, které tak rozlišuje chladicí faktor od topného faktoru. Celkový EER faktor reálného oběhu pro zdroj chladu je poměr chladicího výkonu  $Q_1$  na výparníku vůči elektrickému příkonu kompresoru a kondenzátoru, přičemž se musí zohlednit i účinnost kompresoru  $\eta_C$  a jeho pohonu  $\eta_E$ .

$$COP_1 = COP_R \cdot \eta_C \cdot \eta_E = \frac{Q_1}{P_1} = EER_1$$

Zahraniční literatura někdy uvádí EER v jednotkách Btu/Wh (British thermal unit/ Watt hours). Vydělením koeficientem 3,413 lze danou jednotku převést na bezrozměrnou hodnotu používanou v EU. V případě kompaktního zdroje s vzduchem chlazeným kondenzátorem jsou součástí zdroje chladu i ventilátory pro odvod kondenzačního tepla a jejich příkon je nutno zohlednit v chladicím faktoru zdroje.

$$COP_1' = \frac{Q_1}{P_1 + P_2} = EER_1'$$

## 5. Sezónní chladicí faktor SEER a topný faktor SCOP

SEER = Seasonal Energy efficiency Ratio (Sezónní energetický faktor). Ve srovnání k jednoduchému EER, je stanoven jako kombinace různých provozních podmínek definovaných nejnověji podle EUROVENT/CEN tak, aby faktor odrážel co nejlépe provoz stroje v normálních sezónních provozních podmínkách mimo projektované maximální parametry. ESEER se vypočítá kombinací na plný i částečný zatížení provozního ukazatele energetické účinnosti (EER) pro různé teploty vzduchu, vody a to včetně vhodných váhových faktorů. SCOP = Seasonal Coefficient of Performance (režim topení)

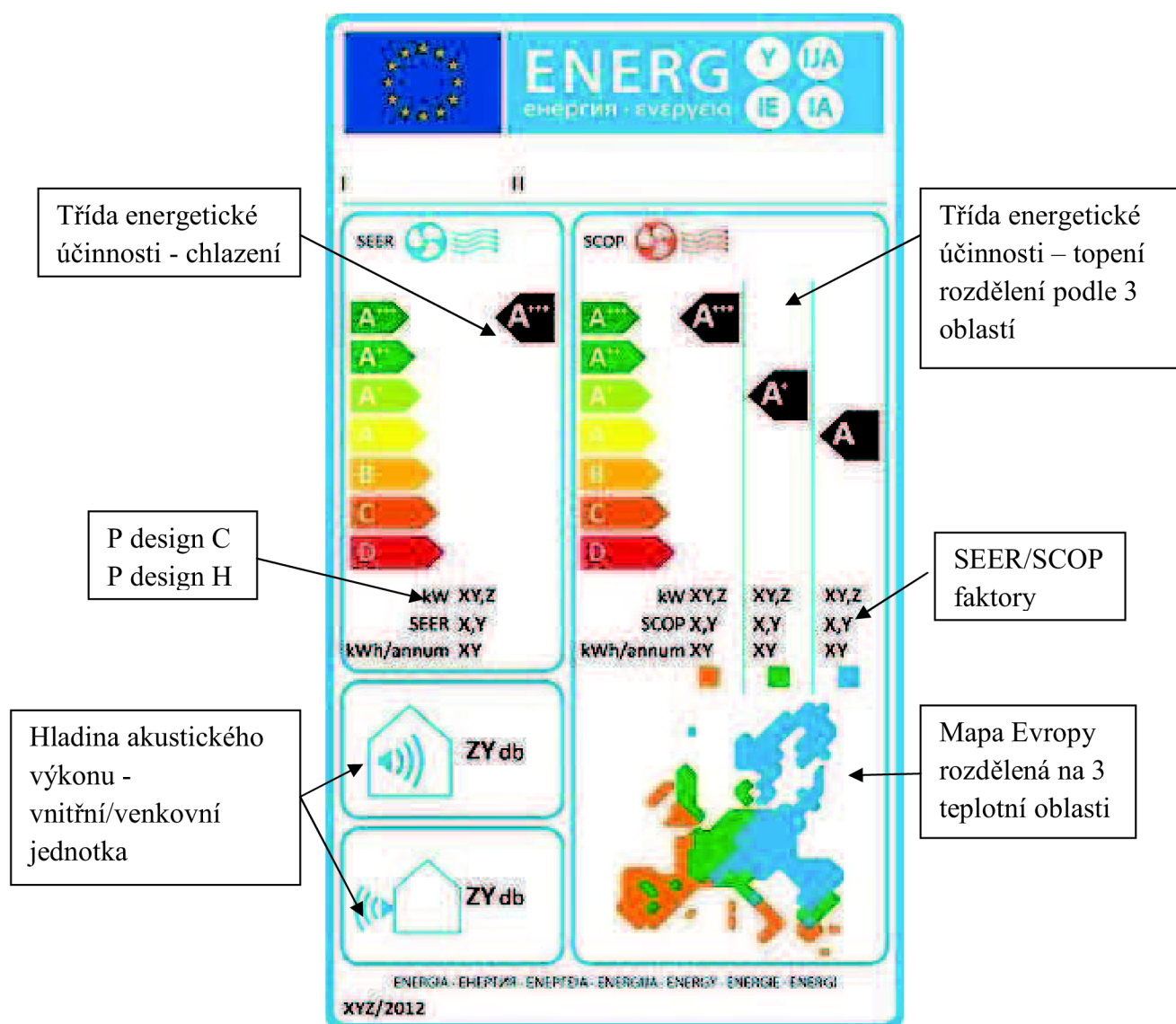
Evropská unie si stanovila do roku 2020 cíl 20/20/20. Výsledkem je i zavedení SEER a SCOP faktorů. Cíl 20/20/20 znamená, že se sníží v porovnání s rokem 1990 o 20% použití primární energie, o 20% snížení emisí CO<sub>2</sub> a o 20% se více budou využívat obnovitelné zdroje energie. Od 1. 1. 2013 musí klimatizační jednotka do výkonu 12 kW být v nejhorším případě v třídě D podle nových štítků. Od 1. 1. 2014 musí daná klimatizační jednotka být zařazena minimálně v třídě B. Pro klimatizační zařízení nad 12 kW výkonu ještě není určen přesný datum, od kdy se budou muset řídit podle nových požadavků. Předpokládáný je rok 2014 nebo 2015. Od 1. 1. 2013 pro vytápění, jednotky do 12 kW výkonu musí splňovat minimálně třídu A. Následně od 1. 1. 2014 minimálně třídu A<sup>+</sup>.

Evropa je podle nové legislativy rozdělena na 3 regiony, co je znázorněno na energetickém štítku. Teplý, který je na mapě znázorněn oranžovou barvou, střední region zelenou a studený modrou. V energetickém štítku přibyla položka pro hladinu akustického výkonu vnitřní a venkovní jednotky. Na rozdíl od akustického tlaku akustický výkon není ovlivněn umístěním zdroje a přijímače. V tabulce jsou maximální hodnoty akustického výkonu pro vnitřní a venkovní jednotky.



Chladicí výkon jednotky $\leq 6$ kW		Chladicí výkon jednotky $> 6$ kW $\leq 12$ kW	
Vnitřní jednotka	Venkovní jednotka	Vnitřní jednotka	Venkovní jednotka
60 dB(A)	65 dB(A)	65 dB(A)	70 dB(A)

Značení dle nových energetických štítků je možné od roku 2012. Jejich povinnost na výrobcích bude od roku 2013. Na daném energetickém štítku jsou kategorie pro SEER a SCOP faktory. Dělí se do 7 tříd, kde zařazení do třídy D je nejhorší a do třídy A<sup>+++</sup> nejlepší. Dále jsou zde hodnoty P design C a P design H. P design C se rovná výkonu jednotky při 100% chladicí zátěži (tento bod byl stanoven na 35°C). P design H je obdobný předešlému ale jde o 100% topné zátěži. Problém ale nastává při určení P design H, protože není určen přesný bod (teplota) pro kterou se má počítat. Závisí na bodu bivalence, který se volí z intervalu T design a T bivalent podle klimatické oblasti.



Obr. 20 Energetický štítek dle nařízení komise v převedené pravomoci (EU) č. 626/2011



## 5.1 Porovnání původního způsobu výpočtu a nového výpočtu faktorů

V původní legislativě a výpočtu se při faktore EER používala pouze jedna teplota, která se ale v průběhu roku vyskytovala pouze pár hodin. Proto se zavádí nová legislativa, která upravuje výpočet pro 4 různé teploty. Podobné opatření se dělá i při COP faktore. Nepočítá se pouze pro 1 teplotu, ale také pro 4 různé, který lépe vyjádří chod jednotky. Pro vzduchem chlazené jednotky jsou výpočtové teploty pro SEER 35°C, 30°C, 25°C a 20°C (znázorněno na grafe). Pro jednotlivé teploty jsou přiřazeny váhové koeficienty, které zohledňují, jak dlouho pracuje zařízení při konkrétních podmínkách. Pro přehled jsem vložil údaje do tabulky (hodnoty zátěží pro chlazení jsem čerpal od výrobce Mitsubishi Electric, v závorce v tabulce jsou hodnoty udávané v EUROVENT/CEN).

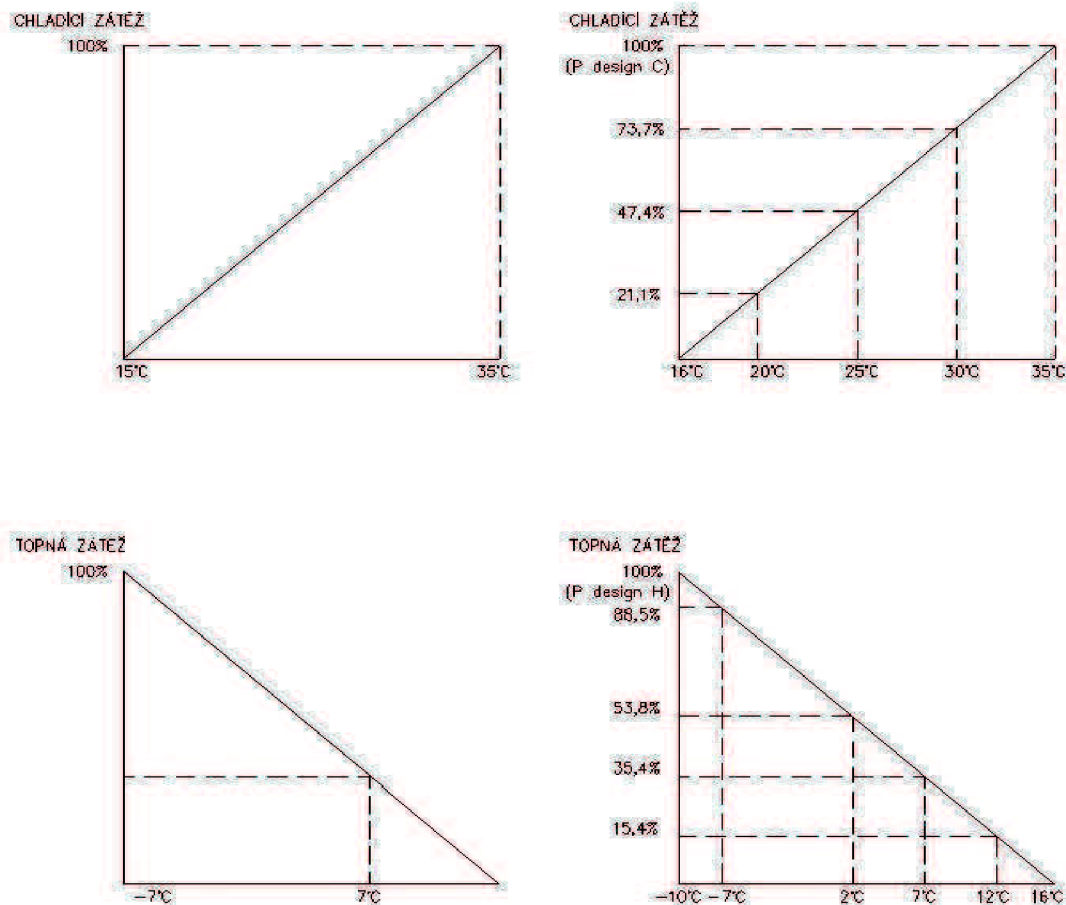
Zátěž pro chlazení	Teplota vzduchu °C	Váhový koeficient
100%	35	0,03 (A)
73,7% (75%)	30	0,33 (B)
47,4% (50%)	25	0,41 (C)
21,1% (25%)	20	0,23 (D)

Vztah pro výpočet SEER je pak následující:

$$SEER = A \cdot EER_{100\%} + B \cdot EER_{75\%} + C \cdot EER_{50\%} + D \cdot EER_{25\%}$$

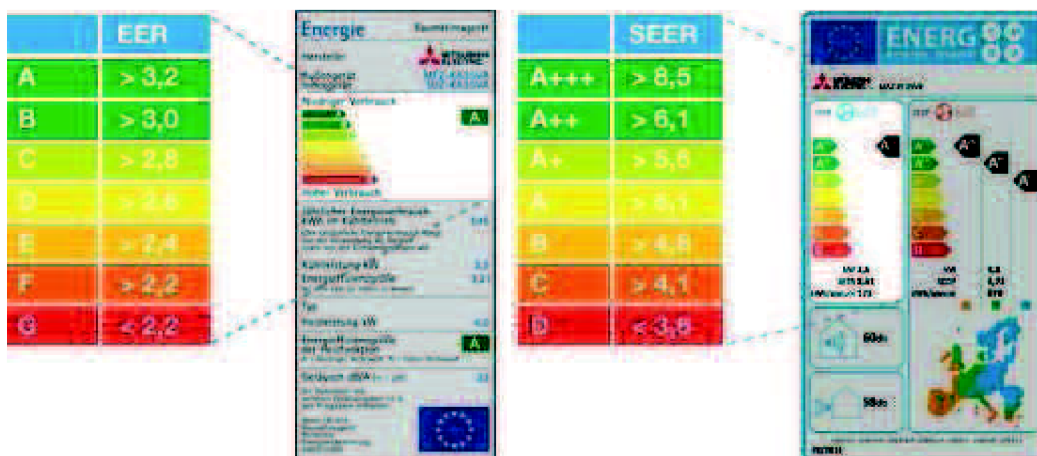
Pro výpočet SCOP je Evropa rozdělena do již zmíněných 3 klimatických zón. V tabulce je přehled výpočtových teplot a hodnoty zatížení pro jednotlivé teploty (hodnoty v tabulce jsou od Mitsubishi Electric).

Částečná zátěž	Teplá zóna			Částečná zátěž	Střední zóna			Částečná zátěž	Studená zóna		
	Teplotní podmínky				Teplotní podmínky				Teplotní podmínky		
	Venkovní		Vnitřní		Venkovní		Vnitřní		Venkovní		Vnitřní
	ST	MT	ST		ST	MT	ST		ST	MT	ST
-	-	-	20°C	88%	-7°C	-8°C	20°C	61%	-7°C	-8°C	20°C
100%	2°C	1°C	20°C	54%	2°C	1°C	20°C	37%	2°C	1°C	20°C
64%	7°C	6°C	20°C	35%	7°C	6°C	20°C	24%	7°C	6°C	20°C
29%	12°C	11°C	20°C	15%	12°C	11°C	20°C	11%	12°C	11°C	20°C

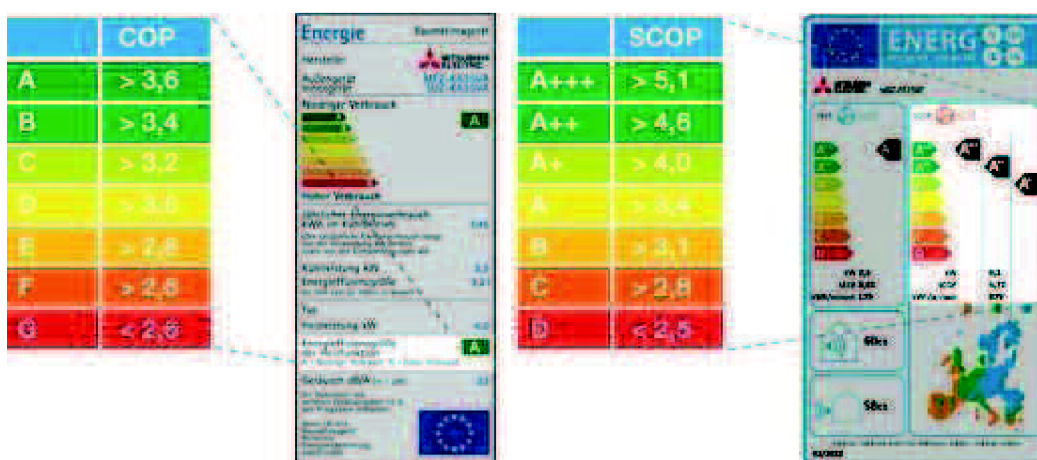


Obr. 21 Grafy znázorňující okrajové podmínky pro výpočet EER, SEER, COP a SCOP

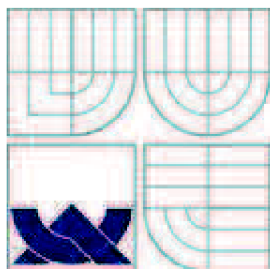
Rozdíl v nových energetických štítcích není pouze v okrajových podmínkách pro výpočet SEER a SCOP, ale také v již zmíněných třídách pro zatřídění. Počet tříd zůstal 7, ale jejich označení se změnilo. Místo tříd A až G je v novém štítku použité značení  $A^{+++}$ ,  $A^{++}$ ,  $A^+$ , A, B, C, a D. Hodnoty pro jednotlivé třídy jsou taky změněny, protože je metodika výpočtu jiná a dosahujeme odlišné hodnoty. Snaha EU je podporovat invertorové jednotky. Na rozdíl od neinverterových jednotek jsou energeticky méně náročné a z toho mají menší nepříznivý dopad na životné prostředí.



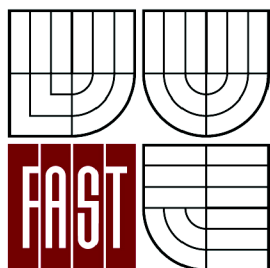
Obr. 22 Porovnání původních hodnot a tříd pro režim chlazení (EER a SEER)



Obr. 23 Porovnání původních hodnot a tříd pro režim topení (COP a SCOP)



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ  
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

# ENERGETICKÉ HODNOCENÍ SYSTÉMŮ VRF ČÁST B – APLIKACE

DIPLOMOVÁ PRÁCE  
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

Bc. JURAJ GAŠPÁR

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

doc. Ing. ALEŠ RUBINA, Ph.D.

BRNO 2013

## 1. Aplikace tématu na objektu

V praktické části diplomové práce jsem se zaměřil na různé varianty klimatizace a větrání pobočky banky. Celkem jsem použil 3 varianty, které se liší jak způsobem distribuce čerstvého vzduchu, tak i umístěním vnitřních jednotek VRF systému. První varianta je varianta použita v mé bakalářské práci, kde nebyl primárně brán zřetel na energetickou náročnost řešení. V druhé variantě je změna ve vnitřních elementech VRF systému a v poslední třetí je upravena i distribuce čerstvého vzduchu v objektu.

### 1.1 Analýza objektu

Jedná se o 3 podlažní budovu pobočky banky, která se nachází v Brně. V 1. podlaží se nachází hlavní kancelář, zasedací místnost, kuchyňka, WC se sprchou, úklidová komora a chodba. Ve 2. nadzemním podlaží je denní místnost (společenská místnost), WC, chodba, archiv, server, osobní poradce, manager a ředitelka. V posledním 3. Nadzemním podlaží je denní místnost, WC, zástupce ředitelky, osobní poradce, chodba, strojovna vzduchotechniky a místnost pro technika. Konstrukční výška podlaží je 3,8m. Konstrukční systém je Porotherm. Všechny místnosti kromě strojovny jsou opatřeny sádkartonovým podhledem. Světlá výška místností je 2,9m.

#### Konstrukce v objektu:

- a) Nosné cihelné zdivo tl.450mm:  $U=0,32\text{W/m}^2\text{K}$
- b) Vnitřní cihelné zdivo tl.300mm:  $U=0,7\text{W/m}^2\text{K}$
- c) Vnitřní cihelné zdivo tl.250mm:  $U=1,3\text{W/m}^2\text{K}$
- d) Konstrukce podlahy na terénu tl.300mm:  $U=0,3\text{W/m}^2\text{K}$
- e) Konstrukce stropu tl.350mm:  $U=1,3\text{W/m}^2\text{K}$
- f) Střecha:  $U=0,16\text{W/m}^2\text{K}$
- g) Okna:  $U=1,3\text{W/m}^2\text{K}$
- h) Dveře:  $U=2,3\text{W/m}^2\text{K}$

## **1.2 Popis variant pro řešení dané pobočky banky**

Navrhnul jsem 3 různé varianty pro daný objekt. Ve všech je objekt rozdělen na samostatné funkční celky. Zabývají se větráním, chlazením v létě a vytápěním prostor v zimě.

### **První varianta:**

Objekt je rozdělen na 4 funkční celky, které jsou obsluhovány samostatně pomocí 4 zařízení.

Zařízení č. 1 – Nucené teplovzdušné větrání

Zařízení č. 2 – Klimatizace VRF systém

Zařízení č. 3 – Split systém

Zařízení č. 4 – Podtlakové větrání

### **Druhá varianta:**

Pro systém VRF jsou při zařízení č. 2 použity místo podstropních kazetových jednotek instalovány parapetní jednotky. Zbylé zařízení jsou stejné, změna je pouze u prostor, kde jsou dané jednotky.

### **Třetí varianta:**

Objekt je jinak rozdělen než v případě 1 a 2. Přívod čerstvého vzduchu je přímo v kancelářích. Větrání okny je minimalizováno. Dané řešení je z hlediska energetické náročnosti nejefektivnější a nejúčinnější. Z hlediska komfortu pro uživatele je tato varianta také nejpříznivější.

### **Návrh**

Tepelné ztráty jsem počítal pomocí programu Excelu. Výsledky jsou v přílohách diplomové práci. Pro výpočet tepelné zátěže jsem použil software Teruna. Ukázka výpočtu pomocí softwaru Teruna je na následujících stránkách. Výsledky tepelných zátěží a ztrát jsou shrnuty v tabulce.

**VÝSTUP Z PROGRAMU TERUNA**  
**VÝPOČET TEPELNÉ ZÁTĚŽE**  
**ZA NESTACIONÁRNÍCH PODMÍNEK**

\*\*\*\*\* INFORMACE O PROJEKTU \*\*\*\*\*

101 Zasedací místnost

\*\*\*\*\* ZADANÉ PRVKY DO VÝPOČTU \*\*\*\*\*

Venkovní stěna

+----S01 stena cihelna - Porotherm (16,82m<sup>2</sup>, 0,45m, 0,23W/mK, 800kg/m<sup>3</sup>, 1000kJ/kgK)

Symetrická stěna

+----SV1 porotherm 450 (10,825m<sup>2</sup>, 0,45m, 0,23W/mK, 800kg/m<sup>3</sup>, 1000kJ/kgK)

+----dveře vnitřní plné (1,935m<sup>2</sup>, 2,3W/m<sup>2</sup>K)

Venkovní stěna

+----S02 stena cihelna - Porotherm (4,872m<sup>2</sup>, 0,45m, 0,23W/mK, 1000kg/m<sup>3</sup>, 900kJ/kgK)

Symetrická stěna

+----SV2 porotherm 300 (12,316m<sup>2</sup>, 0,3m, 0,3W/mK, 850kg/m<sup>3</sup>, 1000kJ/kgK)

+----dveře vnitřní plné (1,72m<sup>2</sup>, 2,3W/m<sup>2</sup>K)

Symetrická stěna

+----strop porotherm (35,264m<sup>2</sup>, 0,35m, 0,25W/mK, 1600kg/m<sup>3</sup>, 1000kJ/kgK)

Další akumul. hmota

+----nábytek (20m<sup>2</sup>, 200kg, 800kJ/kgK)

Asymetrická stěna

+----SV3 porotherm 300 (10,75m<sup>2</sup>, 0,3m, 0,3W/mK, 850kg/m<sup>3</sup>, 1000kJ/kgK)

Podlaha

+----podlaha beton s izolací (35,264m<sup>2</sup>, 0,3m, 0,13W/mK, 1900kg/m<sup>3</sup>, 800kJ/kgK)

\*\*\*\*\* VSTUPNÍ ÚDAJE \*\*\*\*\*

Výpočet proveden pro období od 21.7. do 21.7.

Časový krok: 300s

Objem místnosti : 94,395m<sup>3</sup>

Ve výpočtu bylo zavedeno:

Simulace oblačnosti: NE

Referenční rok:NE

Uvažován vliv sluneční radiace: ANO

Načtená klimatická data: 1.7.2002-31.7.2002 Brno - data Veverí

Osvětlení[1]: 8 - 10h, 300W

Větrání: NE

Ostatní tepelné zdroje[1]: 8 - 16h, 500W

Odpar vody: NE

Biologická produkce[1]: 8 - 9h, 75kg, počet osob: 8

Biologická produkce[2]: 15 - 16h, 75kg, počet osob: 8

Sálavé plochy: NE

\*\*\*\*\* VÝSLEDKY \*\*\*\*\*

Maxima tepelné zátěže:

21.7. 9h: Citelné teplo Max= 1481,85W

21.7. 24h: Citelné teplo Min= 0,44W

21.7. 9h: Vázané teplo=405,27W Merna Tz = -4,62W/K

21.7. 9h: Potřeba chladu = 6,16kWh Potřeba tepla = 0kWh

Suma potřeby chladu = 6,16kWh

Suma potřeby tepla = 0kWh



\*\*\*\*\* INFORMACE O PROJEKTU \*\*\*\*\*

103 Hlavní kancelář

\*\*\*\*\* ZADANÉ PRVKY DO VÝPOČTU \*\*\*\*\*

Venkovní stěna

- +-----S01 porotherm (5.67m<sup>2</sup>, 0.45m, 0.23W/mK, 800kg/m<sup>3</sup>, 1000kJ/kgK)
- +-----okno - dvosklo, žaluzie vnitřní (8.4m<sup>2</sup>, 1.3W/m<sup>2</sup>K)
- +-----dveře vchodové 1/3 skla (2.25m<sup>2</sup>, 2.3W/m<sup>2</sup>K)

Venkovní stěna

- +-----S02 porotherm (15.254m<sup>2</sup>, 0.45m, 0.23W/mK, 800kg/m<sup>3</sup>, 1000kJ/kgK)

Venkovní stěna

- +-----stena cihelna - Porotherm (15.254m<sup>2</sup>, 0.45m, 0.23W/mK, 800kg/m<sup>3</sup>, 1000kJ/kgK)

Symetrická stěna

- +-----SV1 porotherm (114.036m<sup>2</sup>, 0.3m, 0.3W/mK, 850kg/m<sup>3</sup>, 1000kJ/kgK)

Symetrická stěna

- +-----strop porotherm (48.918m<sup>2</sup>, 0.35m, 0.25W/mK, 1600kg/m<sup>3</sup>, 1000kJ/kgK)

Další akumul. hmota

- +-----nábytek (20m<sup>2</sup>, 200kg, 800kJ/kgK)

Asymetrická stěna

- +-----SV2 porotherm (9m<sup>2</sup>, 0.3m, 0.3W/mK, 850kg/m<sup>3</sup>, 1000kJ/kgK)

Podlaha

- +-----podlaha beton s izolací (48.918m<sup>2</sup>, 0.3m, 0.13W/mK, 1900kg/m<sup>3</sup>, 800kJ/kgK)

\*\*\*\*\* VSTUPNÍ ÚDAJE \*\*\*\*\*

Výpočet proveden pro období od 21.7. do 21.7.

Časový krok: 300s

Objem místnosti : 95m<sup>3</sup>

Ve výpočtu bylo zavedeno:

Simulace oblačnosti: NE

Referenční rok:NE

Uvažován vliv sluneční radiace: ANO

Načtená klimatická data: NE

Osvětlení[1]: 8 - 16h, 150W

Větrání[1]: 8 - 16h, 250m<sup>3</sup>/h

Ostatní tepelné zdroje[1]: 8 - 16h, 1000W

Odpar vody: NE

Biologická produkce[1]: 8 - 16h, 75kg, počet osob: 14

Sálavé plochy: NE

\*\*\*\*\* VÝSLEDKY \*\*\*\*\*

Maxima tepelné zátěže:

21.7. 7.25h: Citelné teplo Max= 3967.51W

21.7. 3.92h: Citelné teplo Min= -322.18W

21.7. 7.25h: Vázané teplo=0W Merna Tz = -1W/K

21.7. 7.25h: Potřeba chladu = 28.11kWh Potřeba tepla = 1.75kWh

Suma potřeby chladu = 28.11kWh

Suma potřeby tepla = 1.75kWh

\*\*\*\*\* INFORMACE O PROJEKTU \*\*\*\*\*

201 Denní místnost

\*\*\*\*\* ZADANÉ PRVKY DO VÝPOČTU \*\*\*\*\*

Venkovní stěna

+-----S01 (7.543m<sup>2</sup>, 0.45m, 0.23W/mK, 1000kg/m<sup>3</sup>, 900kJ/kgK)

+-----okno - dvosklo, žaluzie vnitřní (4.5m<sup>2</sup>, 2.7W/m<sup>2</sup>K)

Symetrická stěna

+-----porotherm podlaha (19.28m<sup>2</sup>, 0.35m, 0.25W/mK, 1600kg/m<sup>3</sup>, 800kJ/kgK)

Symetrická stěna

+-----porotherm strop (19.28m<sup>2</sup>, 0.35m, 0.25W/mK, 1600kg/m<sup>3</sup>, 800kJ/kgK)

Další akumul. hmota

+-----nábytek (20m<sup>2</sup>, 200kg, 800kJ/kgK)

Asymetrická stěna

+-----SV1 porotherm 300 (4.91m<sup>2</sup>, 0.3m, 0.3W/mK, 850kg/m<sup>3</sup>, 1000kJ/kgK)

Asymetrická stěna

+-----SV2 porotherm 125 (11.6m<sup>2</sup>, 0.125m, 0.4W/mK, 850kg/m<sup>3</sup>, 1000kJ/kgK)

\*\*\*\*\* VSTUPNÍ ÚDAJE \*\*\*\*\*

Výpočet proveden pro období od 21.7. do 21.7.

Časový krok: 300s

Objem místnosti : 55.361m<sup>3</sup>

Ve výpočtu bylo zavedeno:

Simulace oblačnosti: NE

Referenční rok: NE

Uvažován vliv sluneční radiace: ANO

Načtená klimatická data: NE

Osvětlení[1]: 8 - 9h, 30W

Osvětlení[2]: 11 - 12h, 30W

Osvětlení[3]: 15 - 16h, 30W

Větrání: NE

Ostatní tepelné zdroje[1]: 8 - 16h, 500W

Odpar vody: NE

Biologická produkce[1]: 8 - 9h, 75kg, počet osob: 4

Biologická produkce[2]: 11 - 12h, 75kg, počet osob: 4

Biologická produkce[3]: 15 - 16h, 75kg, počet osob: 4

Sálavé plochy: NE

\*\*\*\*\* VÝSLEDKY \*\*\*\*\*

Maxima tepelné zátěže:

21.7. 16h: Citelné teplo Max= 1706.32W

21.7. 4.25h: Citelné teplo Min= -427.99W

21.7. 16h: Vázané teplo=202.64W Merna Tz = -1W/K

21.7. 16h: Potřeba chladu = 9.61kWh Potřeba tepla = 3.99kWh

Suma potřeby chladu = 9.61kWh

Suma potřeby tepla = 3.99kWh

\*\*\*\*\* INFORMACE O PROJEKTU \*\*\*\*\*

203 Risk manager

\*\*\*\*\* ZADANÉ PRVKY DO VÝPOČTU \*\*\*\*\*

Venkovní stěna

+-----S01 stena cihelna - Porotherm (6.25m<sup>2</sup>, 0.45m, 0.23W/mK, 800kg/m<sup>3</sup>, 1000kJ/kgK)

+-----okno - dvosklo, žaluzie vnitřní (2.25m<sup>2</sup>, 1.3W/m<sup>2</sup>K)

Venkovní stěna

+-----S02 stena cihelna - Porotherm (15.254m<sup>2</sup>, 0.45m, 0.23W/mK, 800kg/m<sup>3</sup>, 1000kJ/kgK)

Symetrická stěna

+-----SV1 cihelna vnitřní (15.254m<sup>2</sup>, 0.25m, 0.3W/mK, 850kg/m<sup>3</sup>, 1000kJ/kgK)

Asymetrická stěna

+-----SV2 (6.6m<sup>2</sup>, 0.3m, 0.3W/mK, 850kg/m<sup>3</sup>, 1000kJ/kgK)

Symetrická stěna

+-----porotherm podlaha (3.682m<sup>2</sup>, 0.35m, 0.25W/mK, 1600kg/m<sup>3</sup>, 1000kJ/kgK)

Asymetrická stěna

+-----podlaha nad vstupom (15.78m<sup>2</sup>, 0.35m, 0.25W/mK, 1600kg/m<sup>3</sup>, 1000kJ/kgK)

Symetrická stěna

+-----porotherm strop (19.5m<sup>2</sup>, 0.35m, 0.25W/mK, 1600kg/m<sup>3</sup>, 1000kJ/kgK)

Další akumul. hmota

+-----nábytek (20m<sup>2</sup>, 200kg, 800kJ/kgK)

\*\*\*\*\* VSTUPNÍ ÚDAJE \*\*\*\*\*

Výpočet proveden pro období od 21.7. do 21.7.

Časový krok: 300s

Objem místnosti : 55.854m<sup>3</sup>

Ve výpočtu bylo zavedeno:

Simulace oblačnosti: NE

Referenční rok: NE

Uvažován vliv sluneční radiace: ANO

Načtená klimatická data: NE

Osvětlení[1]: 8 - 16h, 60W

Větrání[1]: 8 - 16h, 100m<sup>3</sup>/h

Ostatní tepelné zdroje[1]: 8 - 16h, 400W

Odpar vody: NE

Biologická produkce[1]: 8 - 16h, 75kg, počet osob: 5

Sálavé plochy: NE

\*\*\*\*\* VÝSLEDKY \*\*\*\*\*

Maxima tepelné zátěže:

21.7. 8.25h: Citelné teplo Max= 1217.8W

21.7. 4h: Citelné teplo Min= -136.72W

21.7. 8.25h: Vázané teplo=229.86W Merna Tz = -1W/K

21.7. 8.25h: Potřeba chladu = 8.95kWh Potřeba tepla = 0.88kWh

Suma potřeby chladu = 8.95kWh

Suma potřeby tepla = 0.88kWh

\*\*\*\*\* INFORMACE O PROJEKTU \*\*\*\*\*

204 Ředitelka

\*\*\*\*\* ZADANÉ PRVKY DO VÝPOČTU \*\*\*\*\*

Venkovní stěna

+-----S01 stena cihelna - Porotherm (4.375m<sup>2</sup>, 0.45m, 0.23W/mK, 800kg/m<sup>3</sup>, 1000kJ/kgK)

+-----okno - dvosklo, žaluzie vnitřní (2.25m<sup>2</sup>, 1.3W/m<sup>2</sup>K)

+-----okno - dvosklo, žaluzie vnitřní (2.25m<sup>2</sup>, 1.3W/m<sup>2</sup>K)

Symetrická stěna

+-----SV1 porotherm (15.254m<sup>2</sup>, 0.25m, 0.4W/mK, 850kg/m<sup>3</sup>, 1000kJ/kgK)

Symetrická stěna

+-----SV3 porotherm (15.254m<sup>2</sup>, 0.25m, 0.4W/mK, 850kg/m<sup>3</sup>, 1000kJ/kgK)

Asymetrická stěna

+-----SV2 porotherm (8.175m<sup>2</sup>, 0.3m, 0.3W/mK, 850kg/m<sup>3</sup>, 1000kJ/kgK)

Symetrická stěna

+-----strop (22.355m<sup>2</sup>, 0.35m, 0.25W/mK, 1600kg/m<sup>3</sup>, 1000kJ/kgK)

Symetrická stěna

+-----podlaha (22.325m<sup>2</sup>, 0.35m, 0.25W/mK, 1600kg/m<sup>3</sup>, 1000kJ/kgK)

Další akumul. hmota

+-----nábytek (20m<sup>2</sup>, 200kg, 800kJ/kgK)

\*\*\*\*\* VSTUPNÍ ÚDAJE \*\*\*\*\*

Výpočet proveden pro období od 21.7. do 21.7.

Časový krok: 300s

Objem místnosti : 64.177m<sup>3</sup>

Ve výpočtu bylo zavedeno:

Simulace oblačnosti: NE

Referenční rok: NE

Uvažován vliv sluneční radiace: ANO

Načtená klimatická data: NE

Osvětlení[1]: 8 - 16h, 60W

Větrání[1]: 8 - 16h, 100m<sup>3</sup>/h

Ostatní tepelné zdroje[1]: 8 - 16h, 300W

Odpar vody: NE

Biologická produkce[1]: 8 - 16h, 75kg, počet osob: 2

Sálavé plochy: NE

\*\*\*\*\* VÝSLEDKY \*\*\*\*\*

Maxima tepelné zátěže:

21.7. 6.92h: Citelné teplo Max= 1728.87W

21.7. 4h: Citelné teplo Min= -48.33W

21.7. 6.92h: Vázané teplo=0W Merna Tz = -1W/K

21.7. 6.92h: Potřeba chladu = 9.97kWh Potřeba tepla = 0.13kWh

Suma potřeby chladu = 9.97kWh

Suma potřeby tepla = 0.13kWh

\*\*\*\*\* INFORMACE O PROJEKTU \*\*\*\*\*

205 Osobní poradca 1

\*\*\*\*\* ZADANÉ PRVKY DO VÝPOČTU \*\*\*\*\*

Venkovní stěna

- +-----SO1 stena cihelna - Porotherm (7.245m<sup>2</sup>, 0.45m, 0.23W/mK, 800kg/m<sup>3</sup>, 900kJ/kgK)
- +-----okno - dvosklo, žaluzie vnitřní (2.25m<sup>2</sup>, 1.3W/m<sup>2</sup>K)

Venkovní stěna

+-----SO2 stena cihelna - Porotherm (15.254m<sup>2</sup>, 0.45m, 0.23W/mK, 800kg/m<sup>3</sup>, 1000kJ/kgK)

Symetrická stěna

- +-----SV1 porotherm (13.254m<sup>2</sup>, 0.25m, 0.4W/mK, 850kg/m<sup>3</sup>, 1000kJ/kgK)
- +-----dveře vnitřní plné (2m<sup>2</sup>, 2W/m<sup>2</sup>K)

Symetrická stěna

- +-----podlaha (21.303m<sup>2</sup>, 0.35m, 0.25W/mK, 1600kg/m<sup>3</sup>, 1000kJ/kgK)

Symetrická stěna

- +-----Strop (21.303m<sup>2</sup>, 0.35m, 0.25W/mK, 1600kg/m<sup>3</sup>, 900kJ/kgK)

Další akumul. hmota

- +-----nábytek (20m<sup>2</sup>, 200kg, 800kJ/kgK)

Asymetrická stěna

- +-----SV2 porotherm (9.595m<sup>2</sup>, 0.3m, 0.3W/mK, 850kg/m<sup>3</sup>, 1000kJ/kgK)

\*\*\*\*\* VSTUPNÍ ÚDAJE \*\*\*\*\*

Výpočet proveden pro období od 21.7. do 21.7.

Časový krok: 300s

Objem místnosti : 61.103m<sup>3</sup>

Ve výpočtu bylo zavedeno:

Simulace oblačnosti: NE

Referenční rok:NE

Uvažován vliv sluneční radiace: ANO

Načtená klimatická data: NE

Osvětlení[1]: 8 - 16h, 60W

Větrání[1]: 8 - 16h, 100m<sup>3</sup>/h

Ostatní tepelné zdroje[1]: 8 - 16h, 400W

Odpar vody: NE

Biologická produkce[1]: 8 - 16h, 75kg, počet osob: 5

Sálavé plochy: NE

\*\*\*\*\* VÝSLEDKY \*\*\*\*\*

Maxima tepelné zátěže:

21.7. 6.92h: Citelné teplo Max= 1022.81W

21.7. 4h: Citelné teplo Min= -153.88W

21.7. 6.92h: Vázané teplo=0W Merna Tz = -1W/K

21.7. 6.92h: Potřeba chladu = 7.01kWh Potřeba tepla = 1.09kWh

Suma potřeby chladu = 7.01kWh

Suma potřeby tepla = 1.09kWh

\*\*\*\*\* INFORMACE O PROJEKTU \*\*\*\*\*

301 Denní místnost

\*\*\*\*\* ZADANÉ PRVKY DO VÝPOČTU \*\*\*\*\*

Venkovní stěna

+-----SO1 stena cihelna - Porotherm (6.778m<sup>2</sup>, 0.45m, 0.23W/mK, 800kg/m<sup>3</sup>, 1000kJ/kgK)

+-----okno - dvosklo, žaluzie vnitřní (3.6m<sup>2</sup>, 1.3W/m<sup>2</sup>K)

Venkovní stěna

+-----strecha (19.28m<sup>2</sup>, 0.35m, 0.06W/mK, 1600kg/m<sup>3</sup>, 1000kJ/kgK)

Symetrická stěna

+-----podlaha (19.28m<sup>2</sup>, 0.35m, 0.25W/mK, 1600kg/m<sup>3</sup>, 1000kJ/kgK)

Další akumul. hmota

+-----nábytek (20m<sup>2</sup>, 200kg, 800kJ/kgK)

Asymetrická stěna

+-----SV1 porotherm (21.527m<sup>2</sup>, 0.3m, 0.3W/mK, 850kg/m<sup>3</sup>, 1000kJ/kgK)

Asymetrická stěna

+-----SV2 porotherm (11.6m<sup>2</sup>, 0.125m, 0.4W/mK, 850kg/m<sup>3</sup>, 1000kJ/kgK)

\*\*\*\*\* VSTUPNÍ ÚDAJE \*\*\*\*\*

Výpočet proveden pro období od 21.7. do 21.7.

Časový krok: 300s

Objem místnosti : 55.361m<sup>3</sup>

Ve výpočtu bylo zavedeno:

Simulace oblačnosti: NE

Referenční rok: NE

Uvažován vliv sluneční radiace: ANO

Načtená klimatická data: NE

Osvětlení[1]: 8 - 9h, 60W

Osvětlení[2]: 15 - 16h, 60W

Větrání: NE

Ostatní tepelné zdroje: NE

Odpar vody: NE

Biologická produkce[1]: 8 - 9h, 75kg, počet osob: 4

Biologická produkce[2]: 11 - 12h, 75kg, počet osob: 4

Biologická produkce[3]: 15 - 16h, 75kg, počet osob: 4

Sálavé plochy: NE

\*\*\*\*\* VÝSLEDKY \*\*\*\*\*

Maxima tepelné zátěže:

21.7. 16h: Citelné teplo Max= 1757.34W

21.7. 4.25h: Citelné teplo Min= -243.39W

21.7. 16h: Vázané teplo=202.64W Merna Tz = -1W/K

21.7. 16h: Potřeba chladu = 10.8kWh Potřeba tepla = 1.94kWh

Suma potřeby chladu = 10.8kWh

Suma potřeby tepla = 1.94kWh



\*\*\*\*\* INFORMACE O PROJEKTU \*\*\*\*\*

303 Osobní poradce 2

\*\*\*\*\* ZADANÉ PRVKY DO VÝPOČTU \*\*\*\*\*

Venkovní stěna

+-----SO1 stena cihelna - Porotherm (13.004m<sup>2</sup>, 0.45m, 0.23W/mK, 800kg/m<sup>3</sup>, 1000kJ/kgK)

Venkovní stěna

+-----SO2 stena cihelna - Porotherm (8.509m<sup>2</sup>, 0.45m, 0.23W/mK, 800kg/m<sup>3</sup>, 1000kJ/kgK)  
+-----okno - dvosklo, žaluzie vnitřní (2.25m<sup>2</sup>, 1.3W/m<sup>2</sup>K)

Venkovní stěna

+-----strecha (19.5146m<sup>2</sup>, 0.45m, 0.06W/mK, 1600kg/m<sup>3</sup>, 1000kJ/kgK)

Symetrická stěna

+-----SV1 porotherm (13.5146m<sup>2</sup>, 0.25m, 0.4W/mK, 850kg/m<sup>3</sup>, 1000kJ/kgK)  
+-----dveře vnitřní plné (2m<sup>2</sup>, 2W/m<sup>2</sup>K)

Symetrická stěna

+-----podlaha (19.5146m<sup>2</sup>, 0.35m, 0.25W/mK, 1600kg/m<sup>3</sup>, 1000kJ/kgK)

Další akumul. hmota

+-----nábytek (20m<sup>2</sup>, 200kg, 800kJ/kgK)

Asymetrická stěna

+-----SV2 porotherm (8.609m<sup>2</sup>, 0.3m, 0.3W/mK, 850kg/m<sup>3</sup>, 1000kJ/kgK)

\*\*\*\*\* VSTUPNÍ ÚDAJE \*\*\*\*\*

Výpočet proveden pro období od 21.7. do 21.7.

Časový krok: 300s

Objem místnosti : 55.854m<sup>3</sup>

Ve výpočtu bylo zavedeno:

Simulace oblačnosti: NE

Referenční rok: NE

Uvažován vliv sluneční radiace: ANO

Načtená klimatická data: NE

Osvětlení[1]: 8 - 16h, 60W

Větrání[1]: 8 - 16h, 100m<sup>3</sup>/h

Ostatní tepelné zdroje[1]: 8 - 16h, 400W

Odpar vody: NE

Biologická produkce[1]: 8 - 16h, 75kg, počet osob: 5

Sálavé plochy: NE

\*\*\*\*\* VÝSLEDKY \*\*\*\*\*

Maxima tepelné zátěže:

21.7. 8.25h: Citelné teplo Max= 1234.18W

21.7. 4h: Citelné teplo Min= -258.52W

21.7. 8.25h: Vázané teplo=208.01W Merna Tz = -1W/K

21.7. 8.25h: Potřeba chladu = 8.39kWh Potřeba tepla = 2.11kWh

Suma potřeby chladu = 8.39kWh

Suma potřeby tepla = 2.11kWh

\*\*\*\*\* INFORMACE O PROJEKTU \*\*\*\*\*

304 Zástupce ředitelky

\*\*\*\*\* ZADANÉ PRVKY DO VÝPOČTU \*\*\*\*\*

Venkovní stěna

+-----SO1 stena cihelna - Porotherm (4.375m<sup>2</sup>, 0.45m, 0.23W/mK, 800kg/m<sup>3</sup>, 1000kJ/kgK)

+-----okno - dvosklo, žaluzie vnitřní (4.5m<sup>2</sup>, 1.3W/m<sup>2</sup>K)

Venkovní stěna

+-----strecha (22.355m<sup>2</sup>, 0.35m, 0.06W/mK, 1600kg/m<sup>3</sup>, 1000kJ/kgK)

Symetrická stěna

+-----SV1 porotherm (30.508m<sup>2</sup>, 0.25m, 0.4W/mK, 850kg/m<sup>3</sup>, 1000kJ/kgK)

Symetrická stěna

+-----podlaha (22.355m<sup>2</sup>, 0.35m, 0.25W/mK, 1600kg/m<sup>3</sup>, 1000kJ/kgK)

Další akumul. hmota

+-----nábytek (20m<sup>2</sup>, 200kg, 800kJ/kgK)

Asymetrická stěna

+-----SV2 porotherm (8.175m<sup>2</sup>, 0.3m, 0.3W/mK, 850kg/m<sup>3</sup>, 1000kJ/kgK)

\*\*\*\*\* VSTUPNÍ ÚDAJE \*\*\*\*\*

Výpočet proveden pro období od 21.7. do 21.7.

Časový krok: 300s

Objem místnosti : 64.177m<sup>3</sup>

Ve výpočtu bylo zavedeno:

Simulace oblačnosti: NE

Referenční rok: NE

Uvažován vliv sluneční radiace: ANO

Načtená klimatická data: NE

Osvětlení[1]: 8 - 16h, 30W

Větrání[1]: 8 - 16h, 100m<sup>3</sup>/h

Ostatní tepelné zdroje[1]: 8 - 16h, 300W

Odpar vody: NE

Biologická produkce[1]: 8 - 16h, 75kg, počet osob: 2

Sálavé plochy: NE

\*\*\*\*\* VÝSLEDKY \*\*\*\*\*

Maxima tepelné zátěže:

21.7. 6.92h: Citelné teplo Max= 1837.42W

21.7. 4h: Citelné teplo Min= -190.9W

21.7. 6.92h: Vázané teplo=0W Merna Tz = -1W/K

21.7. 6.92h: Potřeba chladu = 7.07kWh Potřeba tepla = 1.59kWh

Suma potřeby chladu = 7.07kWh

Suma potřeby tepla = 1.59kWh

\*\*\*\*\* INFORMACE O PROJEKTU \*\*\*\*\*

305 Technik

\*\*\*\*\* ZADANÉ PRVKY DO VÝPOČTU \*\*\*\*\*

Venkovní stěna

+-----SO1 stena cihelna - Porotherm (7.245m<sup>2</sup>, 0.45m, 0.23W/mK, 800kg/m<sup>3</sup>, 1000kJ/kgK)

+-----okno - dvosklo, žaluzie vnitřní (2.25m<sup>2</sup>, 1.3W/m<sup>2</sup>K)

Venkovní stěna

+-----SO2 stena cihelna - Porotherm (15.254m<sup>2</sup>, 0.45m, 0.23W/mK, 800kg/m<sup>3</sup>, 1000kJ/kgK)

Venkovní stěna

+-----strecha (21.303m<sup>2</sup>, 0.35m, 0.06W/mK, 1600kg/m<sup>3</sup>, 1000kJ/kgK)

Symetrická stěna

+-----podlaha (21.303m<sup>2</sup>, 0.35m, 0.25W/mK, 1600kg/m<sup>3</sup>, 1000kJ/kgK)

Další akumul. hmota

+-----nábytek (20m<sup>2</sup>, 100kg, 800kJ/kgK)

Asymetrická stěna

+-----SV2 porotherm (7.595m<sup>2</sup>, 0.3m, 0.3W/mK, 850kg/m<sup>3</sup>, 1000kJ/kgK)

\*\*\*\*\* VSTUPNÍ ÚDAJE \*\*\*\*\*

Výpočet proveden pro období od 21.7. do 21.7.

Časový krok: 300s

Objem místnosti : 61.103m<sup>3</sup>

Ve výpočtu bylo zavedeno:

Simulace oblačnosti: NE

Referenční rok: NE

Uvažován vliv sluneční radiace: ANO

Načtená klimatická data: NE

Osvětlení[1]: 8 - 16h, 30W

Větrání[1]: 8 - 16h, 100m<sup>3</sup>/h

Ostatní tepelné zdroje[1]: 8 - 16h, 400W

Odpar vody: NE

Biologická produkce[1]: 8 - 16h, 75kg, počet osob: 5

Sálavé plochy: NE

\*\*\*\*\* VÝSLEDKY \*\*\*\*\*

Maxima tepelné zátěže:

21.7. 6.58h: Citelné teplo Max= 1149.82W

21.7. 3.92h: Citelné teplo Min= -263.59W

21.7. 6.58h: Vázané teplo=0W Merna Tz = -1W/K

21.7. 6.58h: Potřeba chladu = 6.8kWh Potřeba tepla = 2.27kWh

Suma potřeby chladu = 6.8kWh

Suma potřeby tepla = 2.27kWh



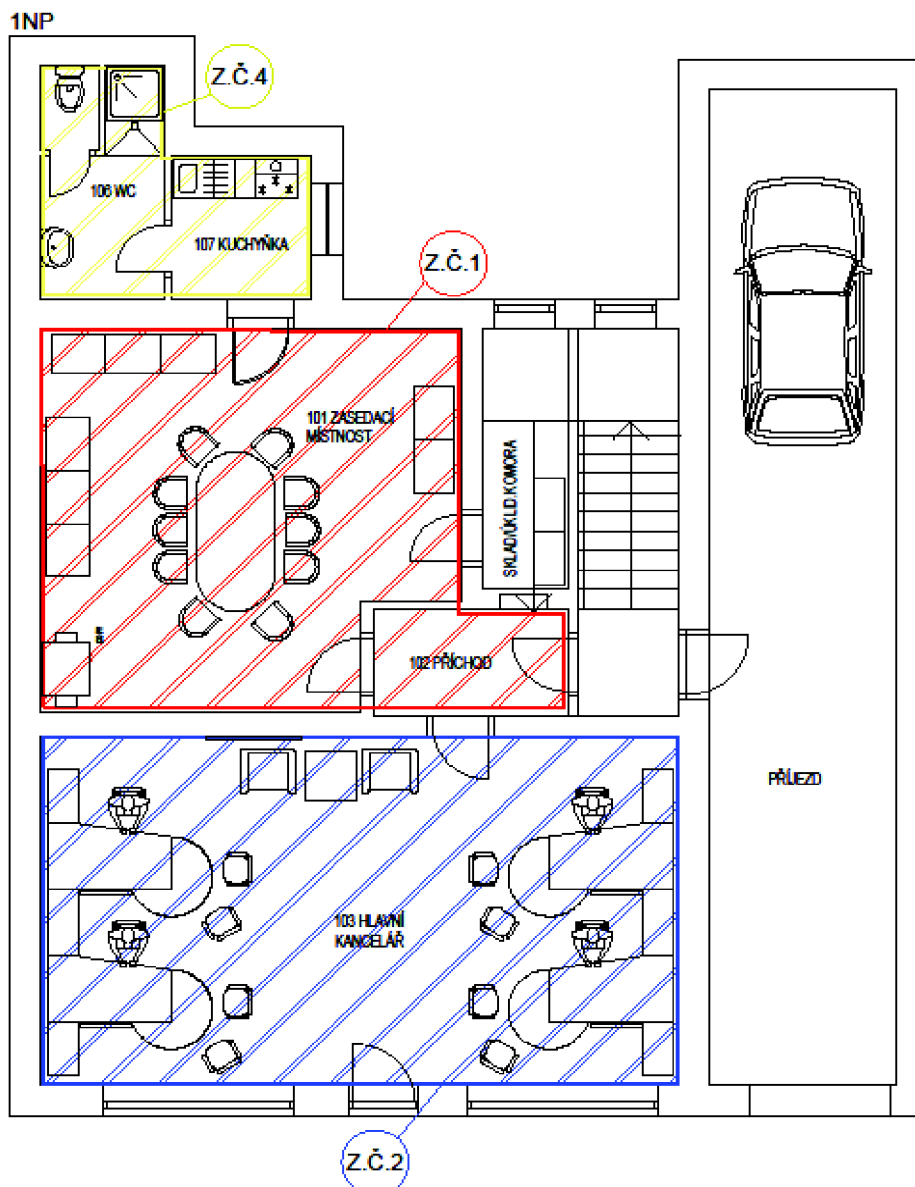




## 2. Rozdělení objektu

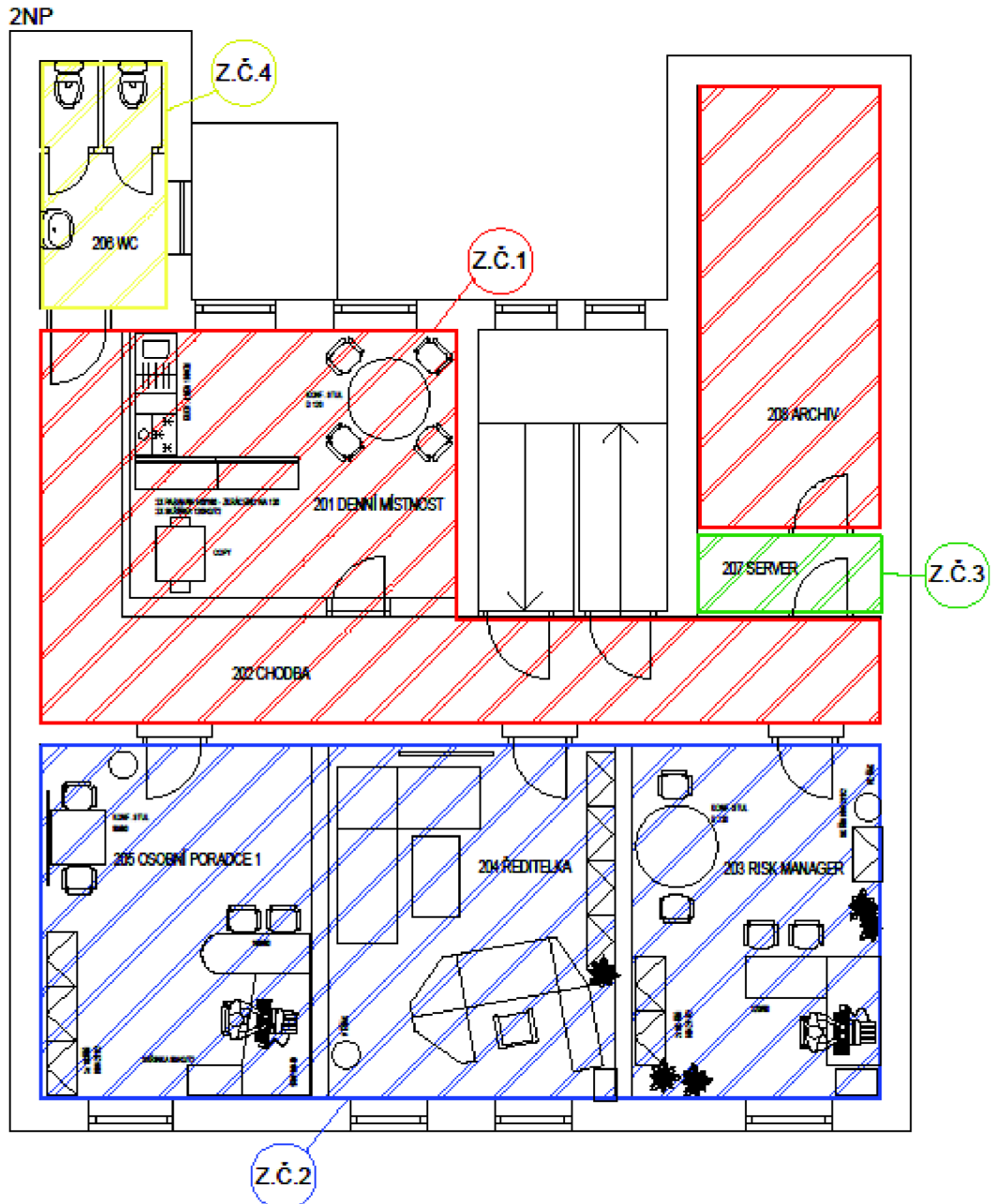
### 1. Varianta - rozdělení objektu 1NP pobočka banky

-rozdělení objektu pro 2. variantu je stejné jako pro první. Liší se pouze použitými (koncovými) vnitřními jednotkami VRF systému.

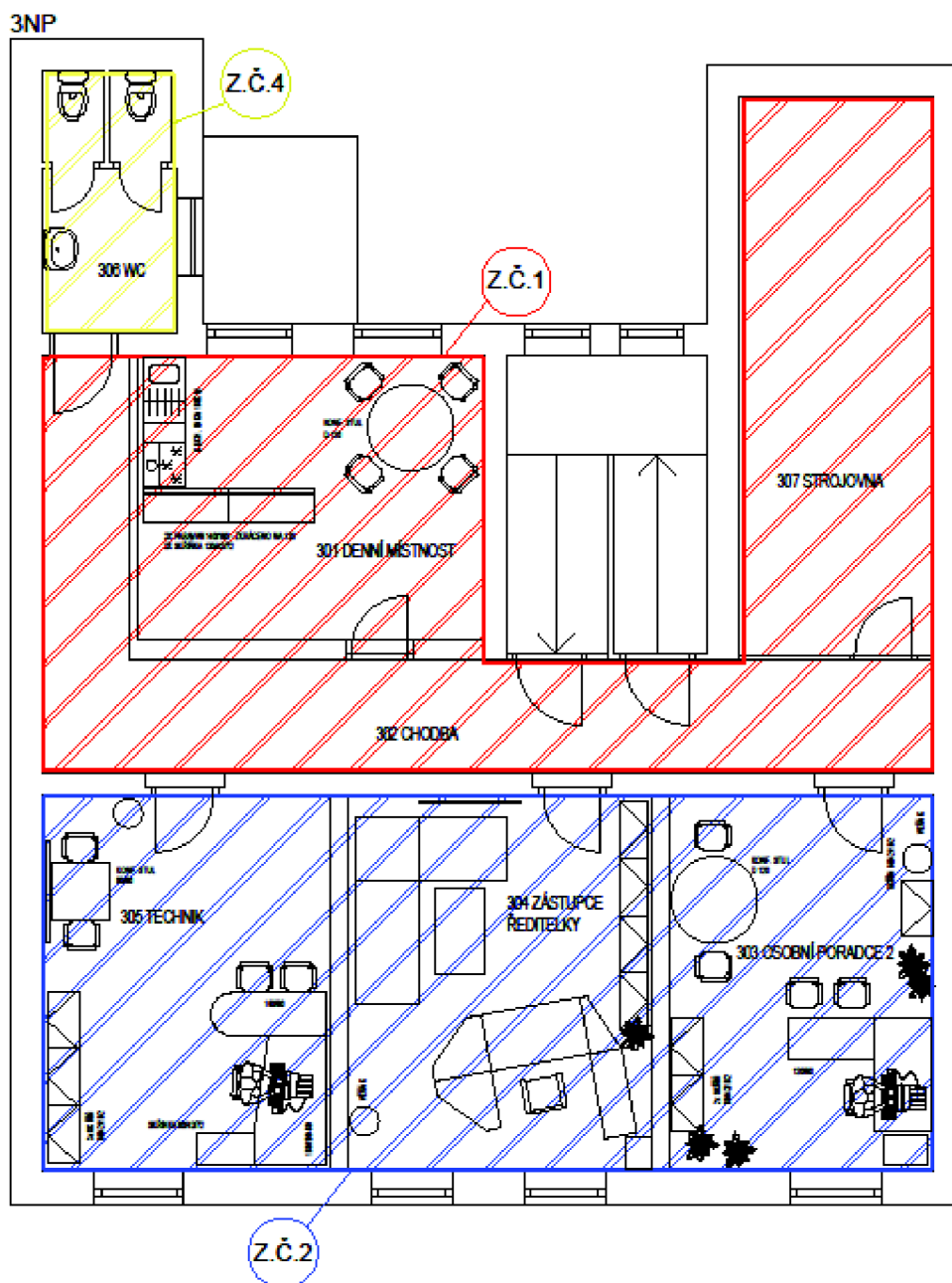




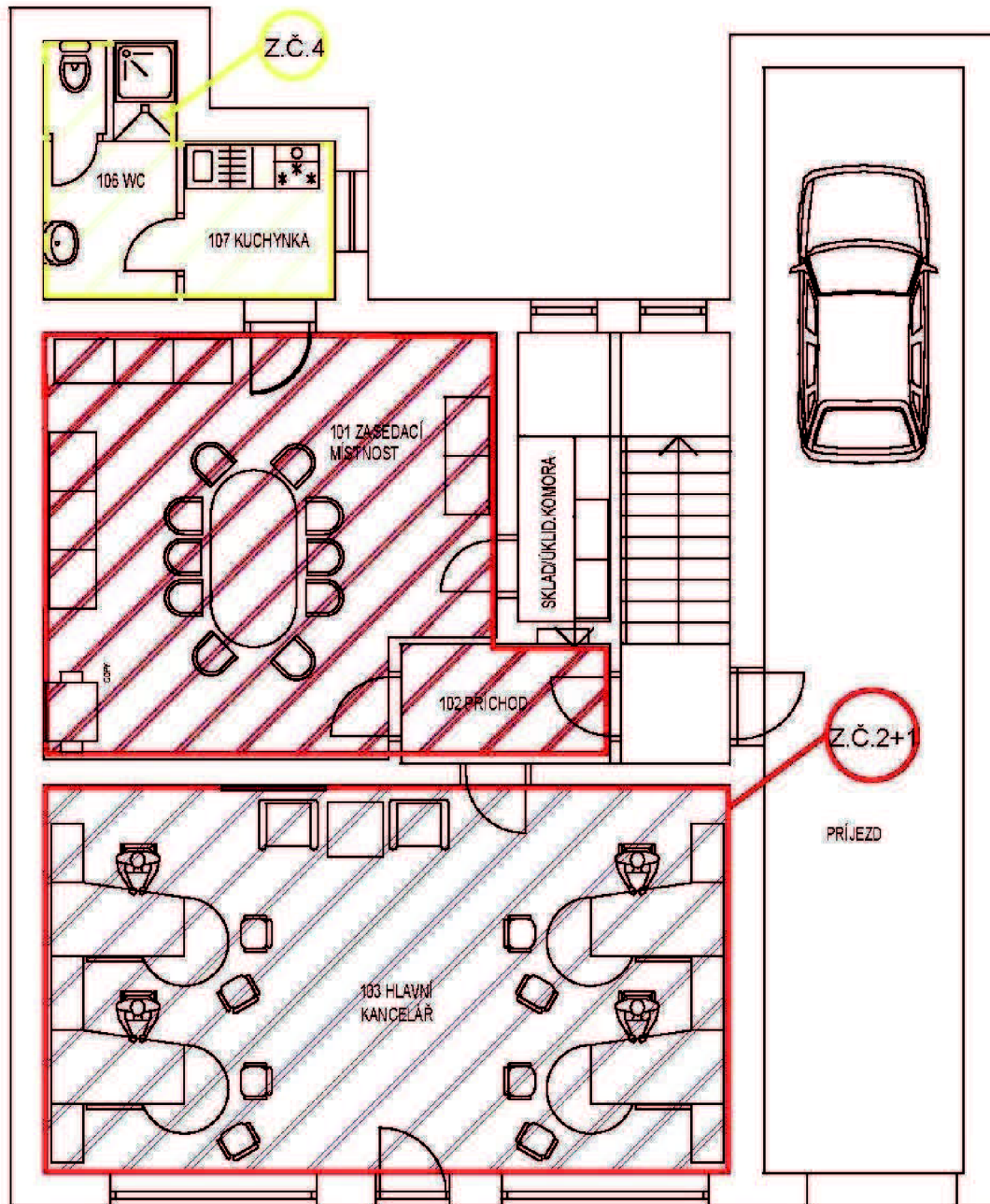
## 2NP pobočka banky



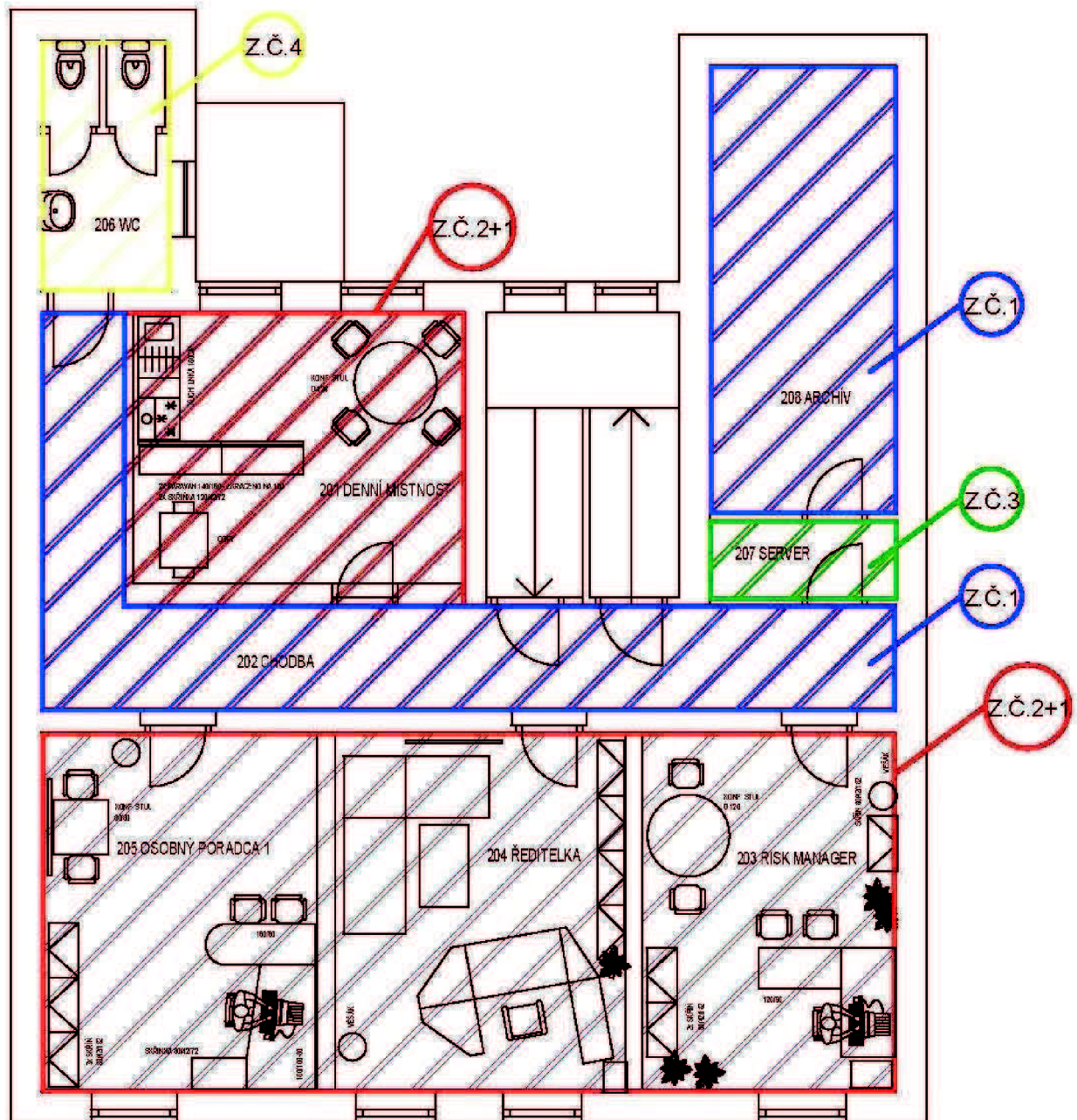
### 3NP pobočka banky



### 3. Varianta - rozdělení objektu 1NP pobočka banky

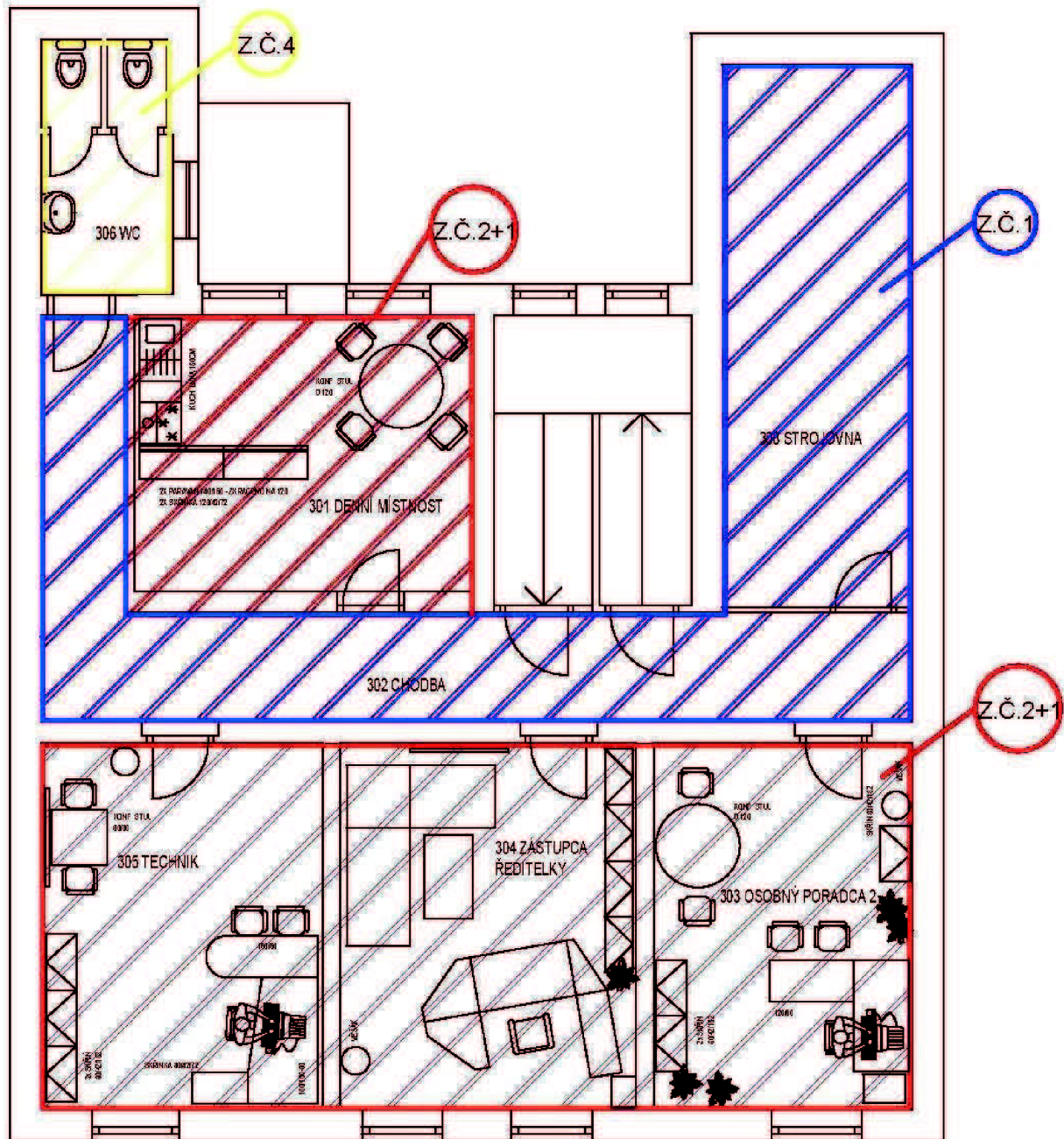


### 3. Varianta - rozdělení objektu 2NP pobočka banky



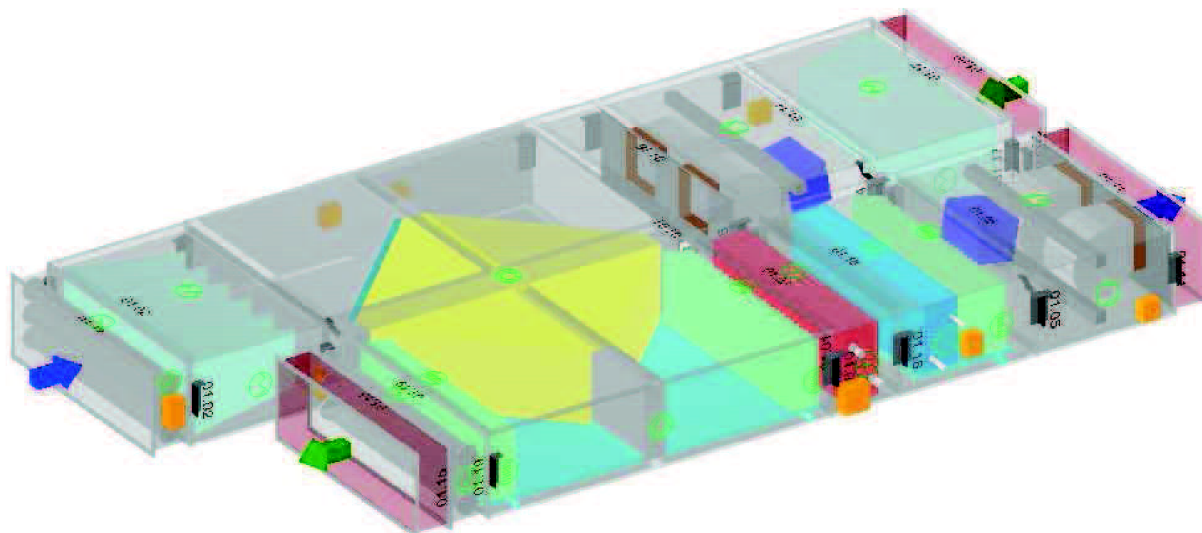


### 3. Varianta - rozdělení objektu 3NP pobočka banky



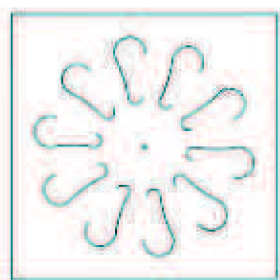
### 3. Použité systémy.

Pro zařízení číslo 1 (1. a 2. varianta řešení) – nucené teplovzdušné větrání je navrhnutá vzduchotechnická jednotka v podstropním provedení. Na návrh jsem použil návrhový software Aerocad. Zde je výstup jednotky, který jsem navrhnul pro první a druhou variantu pobočky banky. Ventilátory jsou navrhnuté na množství vzduchu 2200 m<sup>3</sup>/h (přívod) a 1550 m<sup>3</sup>/h (odvod). Výpočet tlakových ztrát jsem v diplomové práci neuváděl. Je součástí bakalářské práce. Jednotka je navrhnutá na 178 Pa (přívod) a 180 Pa (odvod).

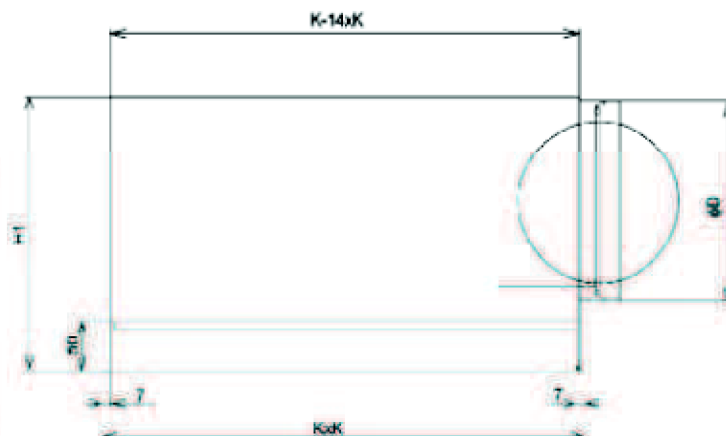


Obr. 24 Výstup programu Aerocad – podstropní vzduchotechnická jednotka

Jako distribuční elementy pro odvod vzduchu jsou použity vířivé anemostaty s pevnými lamelami.



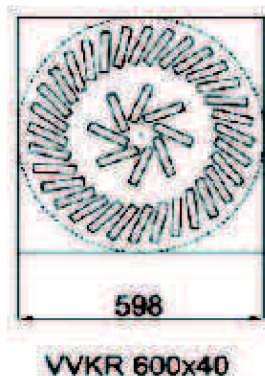
Obr. 25 Typ desky C



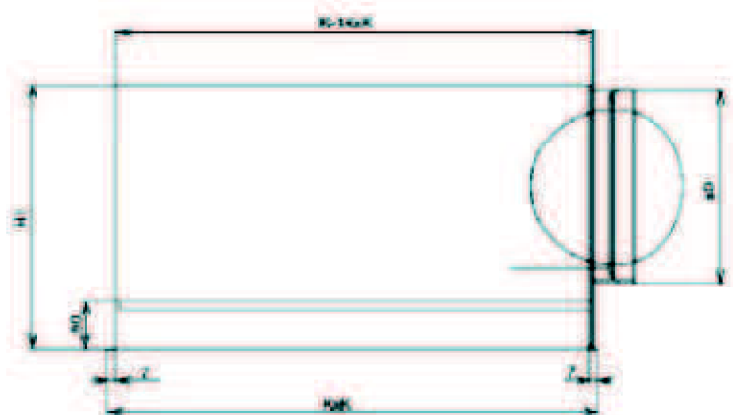
Obr. 26 Horizontální připojení



Pro přívod vzduchu jsem navrhnul vířivé anemostaty s přestavitelnými lamelami pro dosah proudu do 3m. Anemostaty s přestavitelnými lamelami jsou vhodné do prostor s výskytem osob, kde je nutné dodržet maximální rychlost v pobytové zóně.

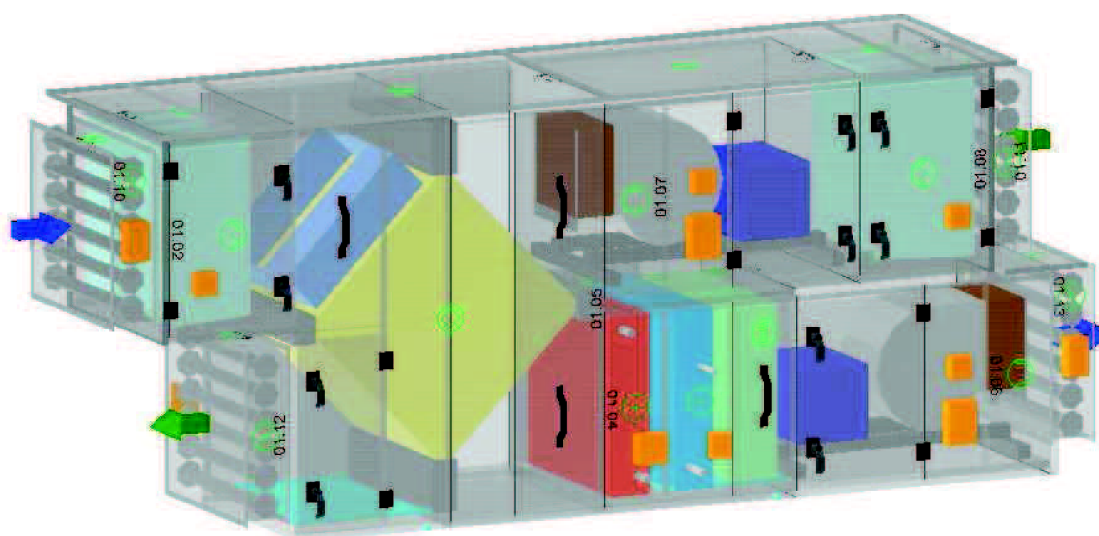


Obr. 27 Vířivá vyústka



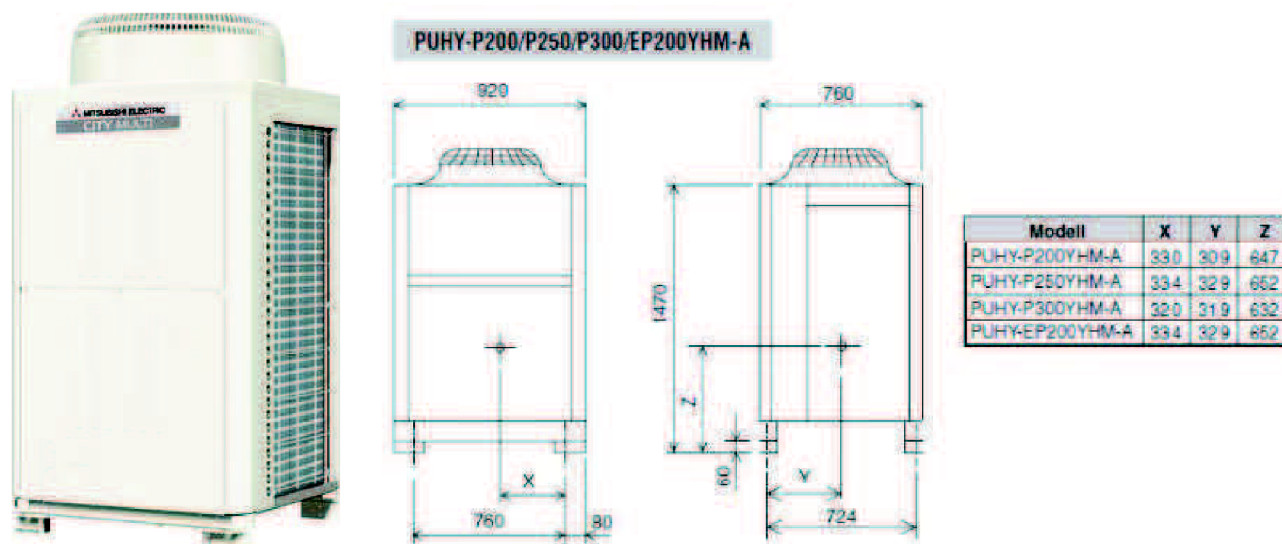
Obr. 28 Horizontální připojení

Pro 3. variantu je navrhnutá také vzduchotechnická jednotka od firmy REMAK pomocí programu Aerocad, ale je navržena na větší objemové průtoky a není v podstropním provedení (4100 m<sup>3</sup>/h přívod a 3450 m<sup>3</sup>/h odvod). Vzduchotechnická jednotka je umístěna na střeše objektu. Na rozdíl od předchozích 2 variant jsou kancelářské prostory větrány vzduchotechnickou jednotkou. Větrání okny je v daném řešení zakázané. Distribuční elementy zůstali stejné. Pro přívod je to vířivý anemostat s přestavitelnými lamelami a na odvod s pevnými lamelami.



Obr. 29 Vzduchotechnická jednotka ve venkovním provedení

VRF systém v pobočce banky je od výrobce Mitsubishi Electric. Při návrhu systému jsem bral výpočet tepelných zátěží, dle kterých jsem navrhoval vnitřní jednotky. Hlavní byly tepelné zisky a ne tepelné ztráty, protože byli větší.



Obr. 30 Venkovní jednotka – PUHY P200YHM-A

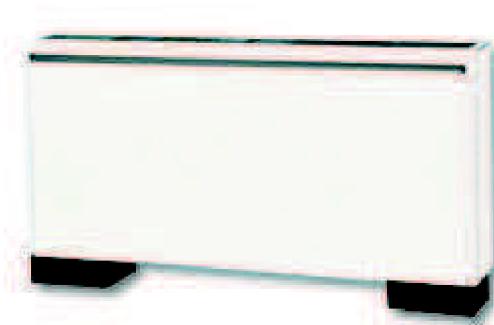
Výkon jednotky v režimu chlazení je 22,4 kW a 25 kW v režimu topení. Topný faktor COP je 4,14 a chladicí faktor EER je na úrovni 3,91 co udává výrobce. Venkovní jednotka VRF systému je umístěna na střeše objektu. Ve všech variantách jsou stejná, pouze se mění vnitřní jednotky.

Pro 1. variantu jsou použity jednocestné kazetové jednotky. Řešení jsem použil v bakalářské práci.



Obr. 31 1-cestní kazetová jednotka

V 2. variante jsou použity parapetní jednotky místo výše zmíněných kazetových jednotek. Výběr parapetních jednotek byl ovlivněn typem větrání v kancelářských prostorech. Pro větrání okna je vhodnější použití daných jednotek. Čerstvý vzduch je hned nasáván parapetní jednotkou a následně už upravený (ohřátý nebo ochlazený podle potřeby) poslán do prostoru. V místnostech, kde je nucené větrání a nevyužívají se okna k větrání jsou použity kazetové jednotky. Na obrázku níže je zobrazena parapetní jednotka VRF systému.



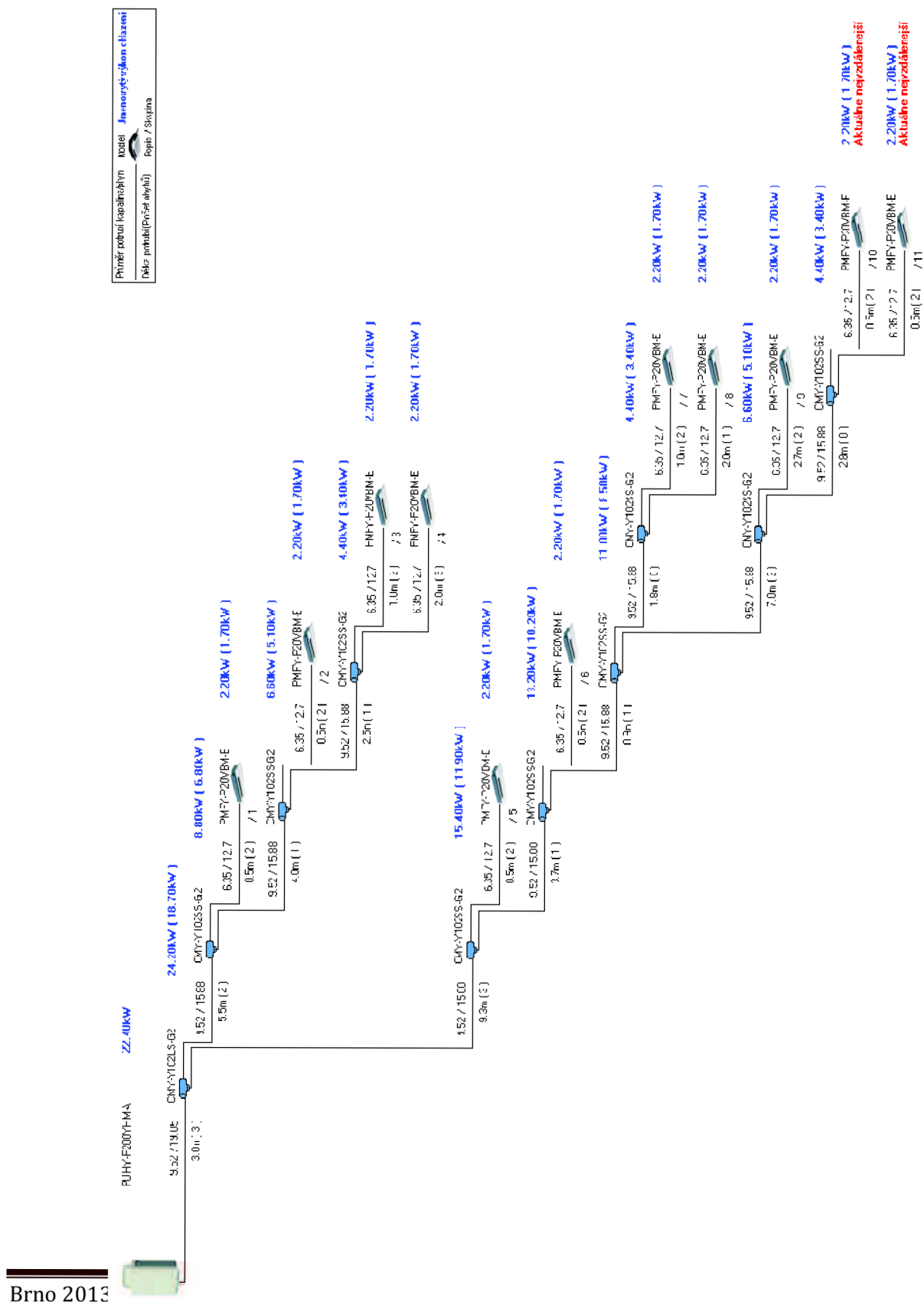
Obr. 32 Parapetní jednotka s opláštěním PFFY-P20VLEM-E

V 3. variante jsou použity stejné komponenty jak při první. Rozdíl je v rozdělení objektu na funkční celky a použité větrání. Místo již zmíněného větrání okny se používá nucené větrání pomocí vzduchotechnické jednotky.

## 4. Modely

### – 1. varianta VRF systému (kazetové jednotky)

-stejný model je také pro 3. variantu





## 5. Přibližné rozpočty pro jednotlivé varianty řešení pobočky banky

Všechny ceny jsou uváděny v českých korunách.

### 1. varianta

#### Nucené teplovzdušné větrání

ozn.	Popis zařízení	Jednotka	Množství	Cena za jednotku	Cena celkem
1.01	VZT jednotka - skladba: uzavírací klapky, sekce filtru F5, deskový rekuperátor, ohříváč, chladič, sekce ventilátoru 2x, sekce filtru G4, tlumící vložky, difuzor	ks	1	130000	130000
1.02	Tlumič hluku kulisový THP 10 - 600x400 - 1500/3	ks	1	5254	5254
1.03	Tlumič hluku kulisový THP 10 - 600x450 - 500/3	ks	1	3192	3192
1.04	Tlumič hluku kulisový THP 10 - 600x400 - 1000/3	ks	1	4000	4000
1.05	Tlumič hluku kulisový THP 10 - 650x450 - 1000/4	ks	1	4170	4170
1.06	Požární klapka IMOS-PK-I-EIS90S-400x400-DV2	ks	3	5208	15624
1.07	Vířivá výustka s prestavitelnými lamelami PŘÍVOD VVKR-Q-P-H-1-Q-400x16	ks	6	2825	16950
1.08	Plastový talířový ventil IT 100 PŘÍVOD	ks	1	179	179
1.09	Vířivá výustka s prestavitelnými lamelami PŘÍVOD VVKR-Q-P-H-1-Q-600x40	ks	2	4645	9290
1.10	Plastový talířový ventil odvodní VEF 125 ODVOD	ks	2	180	360
1.11	Vířivá výustka s pevnými lamelami ODVOD VVKN-E-Q-O-H-1-Q-400	ks	2	2610	5220
1.12	Vířivá výustka s pevnými lamelami ODVOD VVKN-C-Q-O-H-1-Q-400	ks	2	2365	4730
1.13	Vířivá výustka s pevnými lamelami ODVOD VVKN-A-Q-O-H-1-Q-300	ks	2	2160	4320
1.14	Vířivá výustka s pevnými lamelami ODVOD VVKN-C-Q-O-H-1-Q-400	ks	2	2365	4730
1.15	Požární klapka IMOS-PK-I-EIS90S-355x355-DV2	ks	2	5016	10032
1.16	Požární klapka IMOS-PK-I-EIS90S-250x250-DV2	ks	1	4389	4389
1.17	Protidešťová žaluzie PZ-AL 650x450-R2 S-RAL 6000	ks	1	2322	2322
1.18	Výfuková hlavice VHH-2-500x450-S-NR	ks	1	6020	6020
1.19	Čtyřhranné ocelové potrubí sk. I do obvodu				
	Do obv. 1050 / 20% tvar. dílů	bm	56	424	23744
	Do obv. 1500 / 10% tvar. dílů	bm	17	618	10506
	Do obv. 1890 / 10% tvar. dílů	bm	28	838	23464
	Do obv. 2200 / 10% tvar. dílů	bm	5	1140	5700



1.20	Ohebná hadice Sonoflex				
	Ø250	bm	2,5	277	692,5
	Ø200	bm	11,5	231	2656,5
	Ø160	bm	2	195	390
	Ø130	bm	2,5	160	400
1.21	Regulační klapka IMOS-RK-200x355-S-P1	ks	2	1284	2568
1.22	Regulační klapka IMOS-RK-355x355-S-P1	ks	1	1695	1695
1.23	Regulační klapka IMOS-RK-400x200-S-P1	ks	1	1662	1662
1.24	Regulační klapka IMOS-RK-400x250-S-P1	ks	2	1728	3456
1.25	Regulační klapka IMOS-RK-400x400-S-P1	ks	1	2091	2091
1.26	Regulační klapka IMOS-RK-250x200-S-P1	ks	2	1302	2604
1.27	Regulační klapka IMOS-RK-250x355-S-P1	ks	1	1473	1473
1.28	Regulační klapka IMOS-RK-250x250-S-P1	ks	1	1356	1356
1.29	Tepelná izolace tl. 60mm	m <sup>2</sup>	5	168	840
1.30	Tepelná izolace tl. 30mm	m <sup>2</sup>	45	107	4815
1.31	Dveřní mřížka 325 x 85 mm	ks	2	360	720
1.32	Mřížka do zdi 525 x 225 mm	ks	1	837	837
1.33	Mřížka do zdi 825 x 125 mm	ks	1	789	789
1.34	Mřížka do zdi 525 x 125 mm	ks	2	558	1116
Celková suma za celé zařízení					324357

### VRF systém

ozn.	Popis zařízení	Jednotka	Množství	Cena za jednotku	Cena celkem
2.01	PUHY - P200YHM - A	ks	1	230000	230000
2.02	PMFY - P20VBM-E 1-cestná kaz. jednotka	ks	11	18620	204820
2.03	PAR-F27MEA+Timer	ks	2	6000	12000
2.04	PAR-FL31MA součást vnitřních jednotek	ks	9	0	0
2.05	Vedení chladiva 6/12 mm, chladivo R410A, tepelná izolace, komunikační vedení, svod kondenzátu.	bm	12	980	11760
2.06	Vedení chladiva 10/16 mm, chladivo R410A, tepelná izolace, komunikační vedení, svod kondenzátu.	bm	38	1050	39900
2.07	Vedení chladiva 10/18 mm, chladivo R410A, tepelná izolace, komunikační vedení, svod kondenzátu.	bm	3	1130	3390
2.08	Rám pro uložení venkovní jednotky	komplet	1	2400	2400
Celková suma za celé zařízení					504270

## 2. varianta

### Nucené teplovzdušné větrání

Rozpočet pro nucené větrání je stejný jako v první variantě.

#### VRF systém

ozn.	Popis zařízení	Jednotka	Množství	Cena za jednotku	Cena celkem
2.01	PUHY - P200YHM - A	ks	1	230000	230000
2.02	PFFY - P20VLEM-E parapetní jednotka	ks	8	32999	263992
2.03	PMFY - P20VBM-E 1-cestná kaz. jednotka	ks	3	18620	55860
2.04	PAR-F27MEA+Timer	ks	2	6000	12000
2.05	PAR-FL31MA součást vnitřních jednotek	ks	9	0	0
2.06	Vedení chladiva 6/12 mm, chladivo R410A, tepelná izolace, komunikační vedení, svod kondenzátu.	bm	58	980	56840
2.07	Vedení chladiva 10/16 mm, chladivo R410A, tepelná izolace, komunikační vedení, svod kondenzátu.	bm	47	1050	49350
2.08	Vedení chladiva 10/18 mm, chladivo R410A, tepelná izolace, komunikační vedení, svod kondenzátu.	bm	3	1130	3390
2.09	Rám pro uložení venkovní jednotky	komplet	1	2400	2400
Celková suma za celé zařízení					673832

### 3. varianta

#### Nucené teplovzdušné větrání

ozn.	Popis zařízení	Jednotka	Množství	Cena za jednotku [	Cena celkem
1.01	VZT jednotka - skladba: uzavírací klapky, sekce filtru F5, deskový rekuperátor, ohřivač, chladič, sekce ventilátoru 2x, sekce filtru G4, tlumící vložky, difuzor	ks	1	300000	300000
1.02	Tlumič hluku kulisový THP 10 - 800x800 - 1500/4	ks	2	8772	17544
1.03	Tlumič hluku kulisový THP 10 - 800x800 - 1000/4	ks	2	6650	13300
1.04	Požární klapka IMOS-PK-I-EIS90S-500x500-DV2	ks	2	5940	11880
1.05	Požární klapka IMOS-PK-I-EIS90S-400x400-DV2	ks	2	5208	10416
1.06	Požární klapka IMOS-PK-I-EIS90S-350x350-DV2	ks	2	5016	10032
1.07	Vířivá výustka s prestavitelnými lamelami PŘÍVOD VVKR-Q-P-H-1-Q-400x16	ks	10	2825	28250
1.08	Plastový talířový ventil IT 100 PŘÍVOD	ks	1	179	179
1.09	Vířivá výustka s prestavitelnými lamelami PŘÍVOD VVKR-Q-P-H-1-Q-600x40	ks	4	4645	18580
1.10	Plastový talířový ventil odvodní VEF 125 ODVOD	ks	2	180	360
1.11	Vířivá výustka s pevnými lamelami ODVOD VVKN-E-Q-O-H-1-Q-400	ks	6	2610	15660
1.12	Vířivá výustka s pevnými lamelami ODVOD VVKN-C-Q-O-H-1-Q-400	ks	2	2365	4730
1.13	Vířivá výustka s pevnými lamelami ODVOD VVKN-A-Q-O-H-1-Q-300	ks	4	2160	8640
1.14	Vířivá výustka s pevnými lamelami ODVOD VVKN-C-Q-O-H-1-Q-400	ks	2	2365	4730
1.15	Vířivá výustka s pevnými lamelami ODVOD VVKN-C-Q-O-H-1-Q-600	ks	2	3575	7150
1.16	Vířivá výustka s prestavitelnými lamelami PŘÍVOD VVKR-Q-P-H-1-Q-300x8	ks	2	2425	4850
1.17	Protidešťová žaluzie PZ-AL 800x800-R1 S-RAL 6000	ks	2	3684	7368
1.18	Čtyřhranné ocelové potrubí sk. I do obvodu				
	Do obv. 1050 / 20% tvar. dílů	bm	85	424	36040
	Do obv. 1500 / 10% tvar. dílů	bm	26	618	16068
	Do obv. 1890 / 10% tvar. dílů	bm	12	838	10056
	Do obv. 2200 / 10% tvar. dílů	bm	18	1140	20520
	Do obv. 3200 / 10% tvar. dílů	bm	14	1430	20020

1.19	Ohebná hadice Sonoflex				
	Ø250	bm	6,5	277	1800,5
	Ø200	bm	26	231	6006
	Ø160	bm	5	195	975
	Ø130	bm	7	160	1120
1.20	Regulační klapka IMOS-RK-355x355-S-P1	ks	1	1695	1695
1.21	Regulační klapka IMOS-KK-160-S-P1	ks	3	690	2070
1.22	Regulační klapka IMOS-RK-200x200-S-P1	ks	2	1140	2280
1.23	Regulační klapka IMOS-RK-250x250-S-P1	ks	5	1356	6780
1.24	Tepelná izolace tl. 60mm s oplechováním	m <sup>2</sup>	25	348	8700
1.25	Tepelná izolace tl. 30mm	m <sup>2</sup>	95	107	10165
1.26	Dveřní mřížka 325 x 85 mm	ks	2	360	720
1.27	Mřížka do zdi 525 x 225 mm	ks	1	837	837
1.28	Mřížka do zdi 825 x 125 mm	ks	1	789	789
1.29	Mřížka do zdi 525 x 125 mm	ks	2	558	1116
Celková suma za celé zařízení					611177,5

## VRF systém

Rozpočet pro VRF systém je stejný jak v první variantě daného řešení.

## Souhrn

	Nucené větrání	VRF systém	Spolu
<b>1. varianta</b>	324 357	504 270	828 627
<b>2. varianta</b>	324 357	673 832	998 189
<b>3. varianta</b>	611 177,5	504 270	1 115 447,5

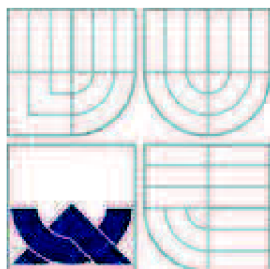
## 6. Závěr

Je zřejmé, že varianty bez nuceného větrání jsou při počátečních nákladech nižší než poslední varianta, která obsahuje větší VZT jednotku ve venkovním provedení. Když se ale hlavně zaměříme na komfort uživatele, tak je poslední možnost nejlepší. V letním období se oknem nepřivádí teplý vzduch přímo do místnosti, ale před distribucí se upraví ve VZT jednotce na teplotu 23 °C. V zimním období to je obdobné. Venkovní vzduch se ohřeje na teplotu 22 °C. Pro dosažení daných teplot se využívá elektrický ohřivač (zima) nebo vodní chladič (léto). Pro ekonomičtější provoz obsahuje vzduchotechnická jednotka rekuperátor se zpětným získáváním tepla.

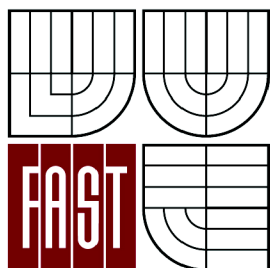
Při porovnání počátečních nákladů všech 3 variant jsem došel k závěru, že čím je provoz pro uživatele komfortnější, tím jsou ale i počáteční náklady a následný provoz vyšší. Zatím co jednotka VRF pracuje při 1. variantě s příkonem kolem 3,95 kW (průměrná hodnota příkonu z experimentální části pro chladicí výkon kolem 17,1 kW) a při 3. s příkonem 3,26 kW (chladicí výkon kolem 13,9 kW). Vzduchotechnická jednotka při 1. variantě pracuje s příkonem 6,81 kW v režimu chlazení a 17,81 kW v režimu topení. Zatím co navržená jednotka pro vyšší průtok vzduchu má příkon v režimu chlazení 26,89 kW a 14,89 kW v režimu topení.

	1. varianta	3. varianta
VRF systém (chlazení/ohřev)	3,95 kW / 4,8 kW	3,26 kW / 4,1 kW
VZT jednotka ventilátory	2,81 kW	3,89 kW
VZT jednotka (chlazení/ohřev)	4 kW / 15 kW	11 kW / 23 kW
Součet pro léto (chlazení)	10,76 kW	18,15 kW
Součet pro zimu (ohřev)	22,61 kW	30,99 kW
Odběr za 8h (chlazení/ohřev)	86,08 kWh / 180,88 kWh	145,2 kWh / 247,92 kWh
Propočet na Kč (chlazení/ohřev) 1 kWh/ 1,6Kč	137,78 Kč chlazení 289,41 Kč ohřev	232,32 Kč chlazení 396,672 Kč ohřev

Jak je zřejmé i z tabulky, kde jsou zahrnuty příkony pro VRF systém a VZT jednotku, komfortnější provoz pro uživatele je i finančně i energeticky náročnější. Proto se i v praxi nepoužívají stále řešení, které větrání okny zcela nepoužívají. Hledá se varianta pro největší komfort uživatele a cena (jak na pořízení, tak i na následný provoz).



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ  
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

# ENERGETICKÉ HODNOCENÍ SYSTÉMŮ VRF ČÁST C – EXPERIMENTÁLNÍ ŘEŠENÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE  
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

Bc. JURAJ GAŠPÁR

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

doc. Ing. ALEŠ RUBINA, Ph.D.

BRNO 2013



## 1. Úvod do experimentu

Cílem experimentálního měření dané diplomové práce bylo energeticky zhodnotit systém VRF na konkrétní budově. Jedná se o centrální budovu firmy Mitsubishi Electric v Pardubicích. V dané stavbě jsou použity 2 systémy: jednotky typu R2 pro 1. podlaží a jednotky typu Y pro 2. a 3. podlaží. V jednotlivých místnostech jsou instalovány kazetové jednotky (jednocestné, dvoucestné nebo čtyřcestné) různých velikostí podle tepelné zátěže.

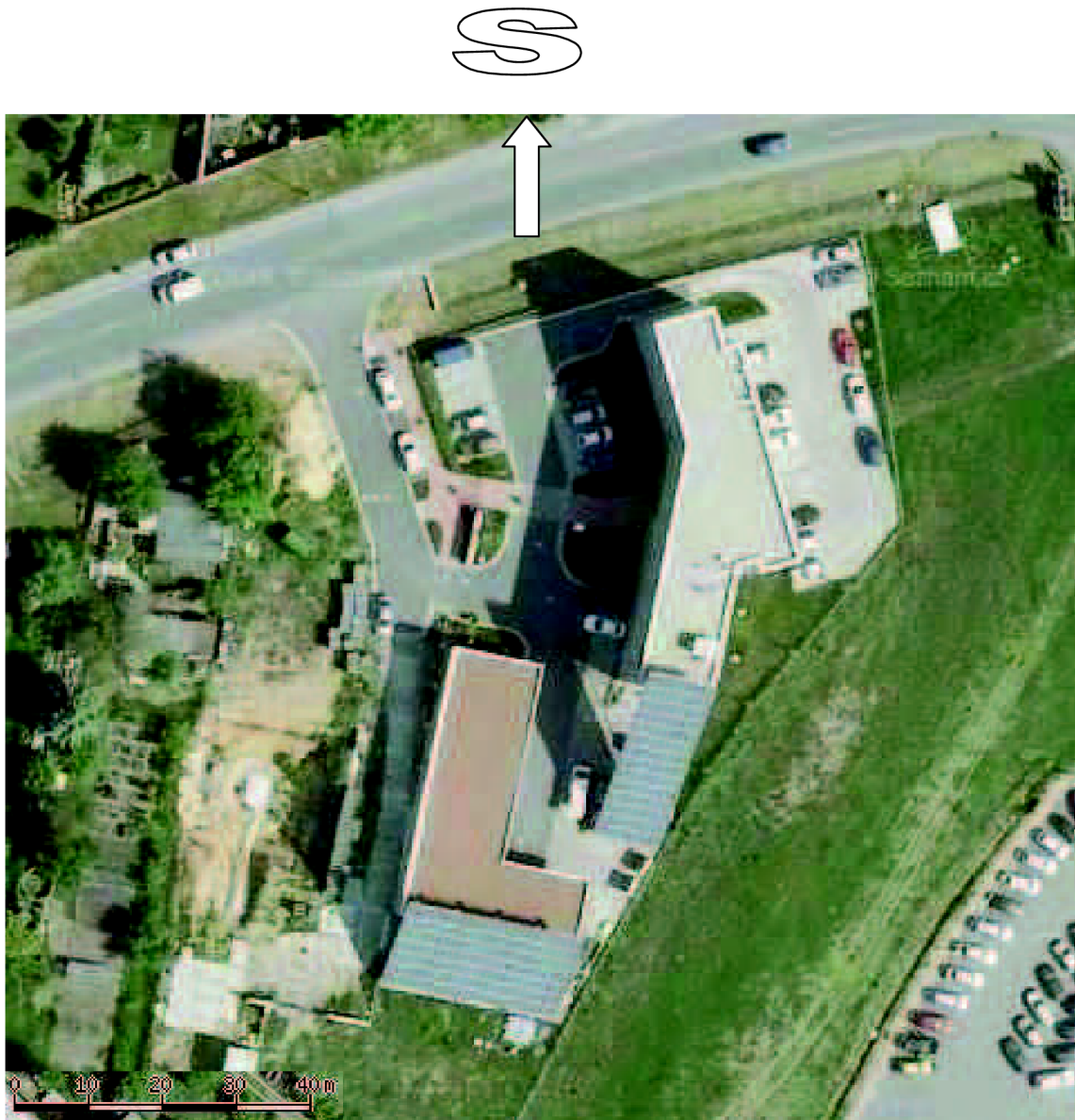
Hlavním úkolem bylo zpracovat naměřené data z venkovní jednotky a porovnat je s údajem od výrobce. Výsledkem experimentálního řešení teda spočívalo ověřit údaje při běžném provozu jednotky v režimu chlazení v letním období a režim topení v zimním. Data poskytla firma M-tech s.r.o.. Údaje se shromažďovali od 19. 3. 2011 do 19. 3. 2012 s určitými přestávkami, kdy měření neprobíhalo.



Obr. 33 Pohled na západní fasádu objektu

## 2. Analýza objektu

Měření bylo prováděno na konkrétní stavbě v Pardubicích. Jde o novostavbu s převážně kancelářskými prostory. Orientace budovy je zakreslena na výřezu z mapy.



Obr. 34 Výřez z mapy (mapy.cz) s naznačenou orientací na světové strany

Kancelářské prostory jsou převážně orientovány na západní stranu ve všech třech patrech. Na východní fasádu je situované převážně hygienické zázemí budovy.

### 3. Skladba obvodových a vnitřních konstrukcí:

#### 1. skladba - vnitřní příčky

Materiál	Tloušťka [mm]
mobilní příčky s povrchovou úpravou	100

#### 2. skladba - obvodové zdivo

Materiál	Tloušťka [mm]
fasádní stěnový sendvičový panel	100
zdivo z cihel Hodothem 25 P+D	250
omítka	10

#### 3. skladba - obvodové zdivo - jižní část (pod fotovoltaickými panely)

Materiál	Tloušťka [mm]
fasádní stěnový sendvičový panel	100
tepelná izolace	150
zdivo z cihel Hodothem 25 P+D	250
omítka	10

#### 4. Analýza použitého systému VRF

V objektu jsou použity 2 systémy CITY MULTI VRF. R2-série systém v 1. podlaží a Y-série systém v 2. a 3. podlaží. V experimentálním měření jsem se zabýval 2. podlažím a systémem Y, který je vhodnější pro danou budovu na rozdíl od systému R2. Použitý Y systém je dvoutrubkový, v režimu topení/chlazení lze kombinovat až 50 vnitřních jednotek jakéhokoli konstrukčního provedení v jednom chladícím okruhu. Velký výběr z vnitřních jednotek které lze kombinovat s daným systémem a neomezené možnosti ovládání jsou velkou výhodou. Možnost nastavit vnitřní mikroklima pro jednotlivé místnosti samostatně ocení každý uživatel.

Venkovní jednotky Y-série se pohybují v rozmezí 11,2 kW až do 140 kW. Hodnota výkonů všech připojených vnitřních jednotek se může pohybovat v rozmezí 50% až 130%. Za určitých podmínek je možné dosáhnout až 200% výkonu.

##### Použitý systém a komponenty v 2. NP

Venkovní jednotka – PUHY-EP250-YHM-A - 1ks



Obr. 35 Venkovní jednotky systému CITY MULTI VRF, zleva: PUHY-EP300-YHM-A (3.NP), **PUHY-EP250-YHM-A (2.NP)** a PURY-EP250-YHM-A (1.NP, R2 systém)



Umístění: na kovovém roště 150 mm nad terémem, odstup od objektu je 650mm pro možný pohyb osob a přístup k jednotkám k zadní straně. Minimální požadavek na odstup od zdi je 300mm pro dostatečné množství nasávaného vzduchu.

- Vnitřní jednotky
- vnitřní dvoucestná kazetová jednotka PLFY-P25 VLMD - 7ks
  - vnitřní dvoucestná kazetová jednotka PLFY-P40 VLMD - 1ks
  - vnitřní dvoucestná kazetová jednotka PLFY-P50 VLMD - 1ks



Obr. 36 Vnitřní dvoucestná kazetová jednotka PLFY-P25 VLMD, osazena v sádkartonovém podhledu spolu s osvětlením a přívodním ventilem

- Ovládání systému – centrální ovladač AG 150



Obr. 37 Centrální ovladač AG 150

Ve 2.NP v kancelářských a shromažďovacích prostorech na výměnu vzduchu je použita potrubní rekuperační vzduchotechnická jednotka LGH 100. Místnost se serverem 207 má vlastní systém s venkovní jednotkou PUAZ-RP50VHA a vnitřní nástěnní klimatizační jednotkou PKA-RP50.

## 5. Popis funkce systému

Navrhnutý systém Y pracuje v 2 režimech. V letním období v režimu chlazení a v zimním období v režimu topení. Souběžný chod obou režimů daný systém neumožňuje (R2 systém funguje právě na daném principu).

Nadřazeným ovládacím systémem je centrální jednotka AG 150, která umožňuje každé vnitřní jednotce přiřadit vlastní adresu k identifikaci a následnému ovládní. V provozní době je na centrálním ovladači nastavena teplota vnitřního vzduchu na  $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  v zimě a  $24^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ . V letním období je povolen pouze režim chlazení a v zimním topení. Důvodem je, aby nedocházelo k pádu systému, případně k neefektivnímu užívání hlavně v přechodném období. Kanceláře jsou přetlakově větrány rekuperační jednotkou Loosnay.

Provozní parametry pro měřenou venkovní kondenzační jednotku jsou pro chlazení od  $-15^{\circ}\text{C}$  až do  $43^{\circ}\text{C}$  a pro topení  $-20^{\circ}\text{C}$  až  $15,5^{\circ}\text{C}$ . Opatřena je taky proti namrzání kondenzátoru.



## 6. Data

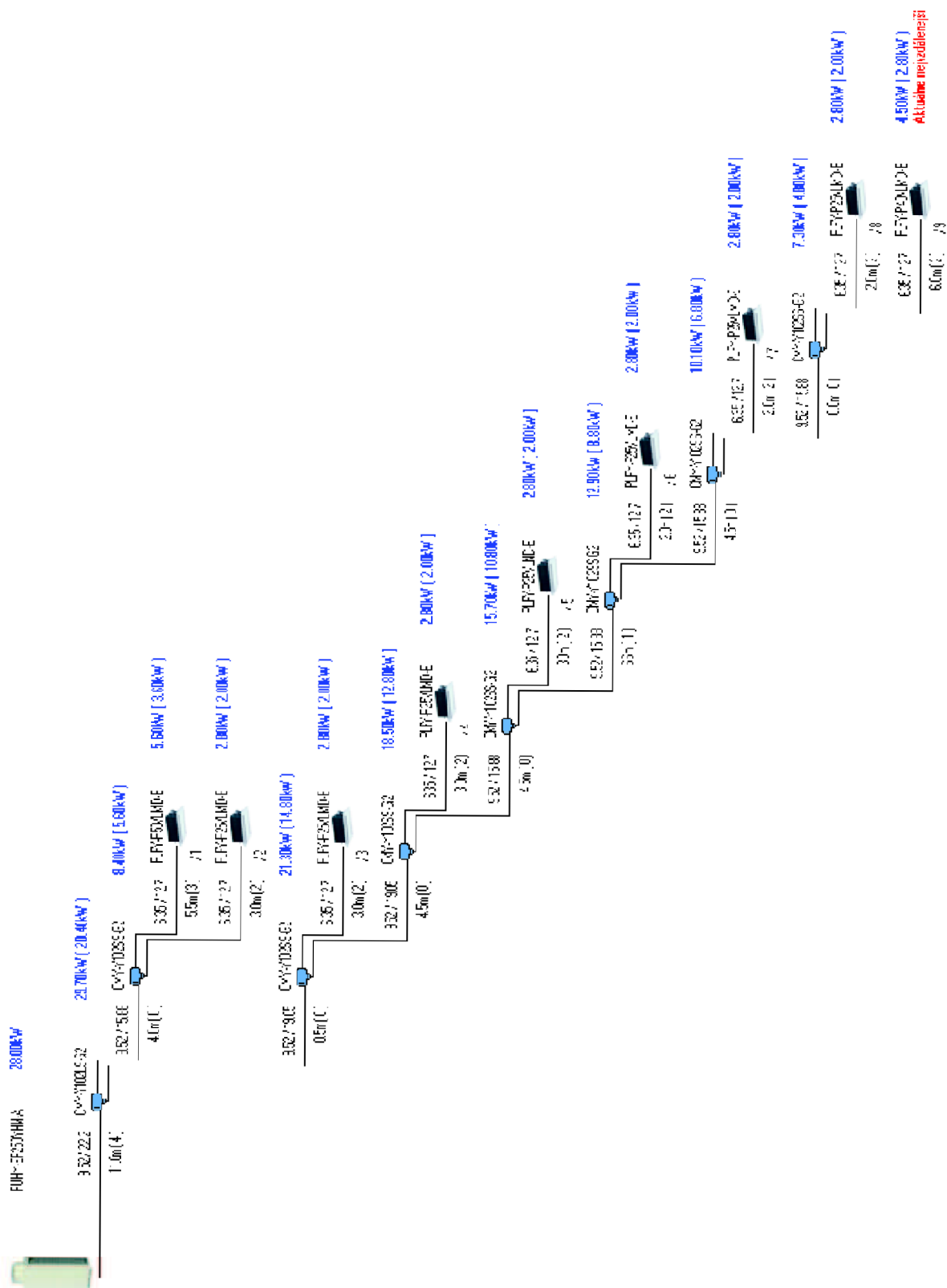
### Předmět experimentu – energetické hodnocení systému VRF

Na základě spočítaných tepelných zátěží v letním období pro den 22. 8. 2012.

Místnost	210	212	213	214	215	216	217	218	219	Q <sub>celkem</sub>
22.8.2011 0:00	4,67	-60,59	-60,59	-60,59	-60,59	-60,59	-57,32	-57,32	3,56	-409,35
22.8.2011 1:00	15,86	-58,30	-58,30	-58,30	-58,30	-58,30	-57,32	-57,32	10,93	-379,37
22.8.2011 2:00	9,98	-68,66	-68,66	-68,66	-68,66	-68,66	-69,75	-69,75	1,92	-470,92
22.8.2011 3:00	8,74	-68,24	-68,24	-68,24	-68,24	-68,24	-70,62	-70,62	-0,87	-474,56
22.8.2011 4:00	2,01	-64,51	-64,51	-64,51	-64,51	-64,51	-66,73	-66,73	-6,42	-460,41
22.8.2011 5:00	-11,03	-56,93	-56,93	-56,93	-56,93	-56,93	-56,98	-56,98	-14,73	-424,37
22.8.2011 6:00	126,62	92,59	92,59	92,59	92,59	92,59	91,32	91,32	122,98	895,17
22.8.2011 7:00	1965,87	971,93	971,93	971,93	971,93	971,93	1010,08	1010,08	1805,87	10651,54
22.8.2011 8:00	2136,86	1147,61	1147,61	1147,61	1147,61	1147,61	1162,28	1162,28	1953,74	12153,20
22.8.2011 9:00	2215,20	1230,38	1230,38	1230,38	1230,38	1230,38	1218,84	1218,84	2006,21	12810,98
22.8.2011 10:00	2337,79	1356,62	1356,62	1356,62	1356,62	1356,62	1324,67	1324,67	2108,67	13878,90
22.8.2011 11:00	2370,79	1392,75	1392,75	1392,75	1392,75	1392,75	1352,89	1352,89	2134,00	14174,33
22.8.2011 12:00	2356,83	1378,79	1378,79	1378,79	1378,79	1378,79	2114,11	2114,11	2895,22	16374,22
22.8.2011 13:00	2551,90	1575,69	1575,69	1575,69	1575,69	1575,69	2612,46	2612,46	3391,89	19047,17
22.8.2011 14:00	3126,23	2150,54	2150,54	2150,54	2150,54	2150,54	2875,67	2875,67	3654,62	23284,85
22.8.2011 15:00	3598,71	2622,50	2622,50	2622,50	2622,50	2622,50	2911,41	2911,41	3690,85	26224,89
22.8.2011 16:00	3739,87	2759,31	2759,31	2759,31	2759,31	2759,31	2640,71	2640,71	3427,54	26245,39
22.8.2011 17:00	3424,08	2439,82	2439,82	2439,82	2439,82	2439,82	2092,73	2092,73	2893,75	22702,38
22.8.2011 18:00	924,93	881,78	881,78	881,78	881,78	881,78	563,68	563,68	605,22	7066,42
22.8.2011 19:00	89,49	40,87	40,87	40,87	40,87	40,87	41,74	41,74	88,17	465,48
22.8.2011 20:00	73,00	21,99	21,99	21,99	21,99	21,99	22,87	22,87	71,00	299,71
22.8.2011 21:00	53,23	1,82	1,82	1,82	1,82	1,82	2,70	2,70	50,54	118,25
22.8.2011 22:00	36,90	-18,52	-18,52	-18,52	-18,52	-18,52	-14,87	-14,87	36,68	-48,76
22.8.2011 23:00	21,65	-37,94	-37,94	-37,94	-37,94	-37,94	-31,08	-31,08	24,52	-205,67
23.8.2011 0:00	12,18	-50,02	-50,02	-50,02	-50,02	-50,02	-44,68	-44,68	13,48	-313,83

Z daného výpočtu tepelných zátěží je nejnepříznivější doba mezi 15. a 16. hodinou. Tepelná zátěž se pohybuje kolem 26,3 kW. Podle tepelných bilancí jednotlivých místností se navrhli vnitřní kazetové jednotky. Místnost 210 jednotka P50, P40 do místnosti 219 a P25 do kanceláří. Venkovní jednotka je navrhnutá na chladicí výkon 28 kW. Kapacita vnitřních jednotek je 106% výkonu venkovní jednotky, což ale v daném systému není problém, protože je možné jít až do 130% výkonu venkovní jednotky. Pro dimenzování potrubí a kontrolu systému byl použit software CITY MULTI Design Tool. Výstupem je schéma jednotek, dimenze potrubí, tabulka s množstvím chladiva pro doplnění a popis T odboček.

7. Model

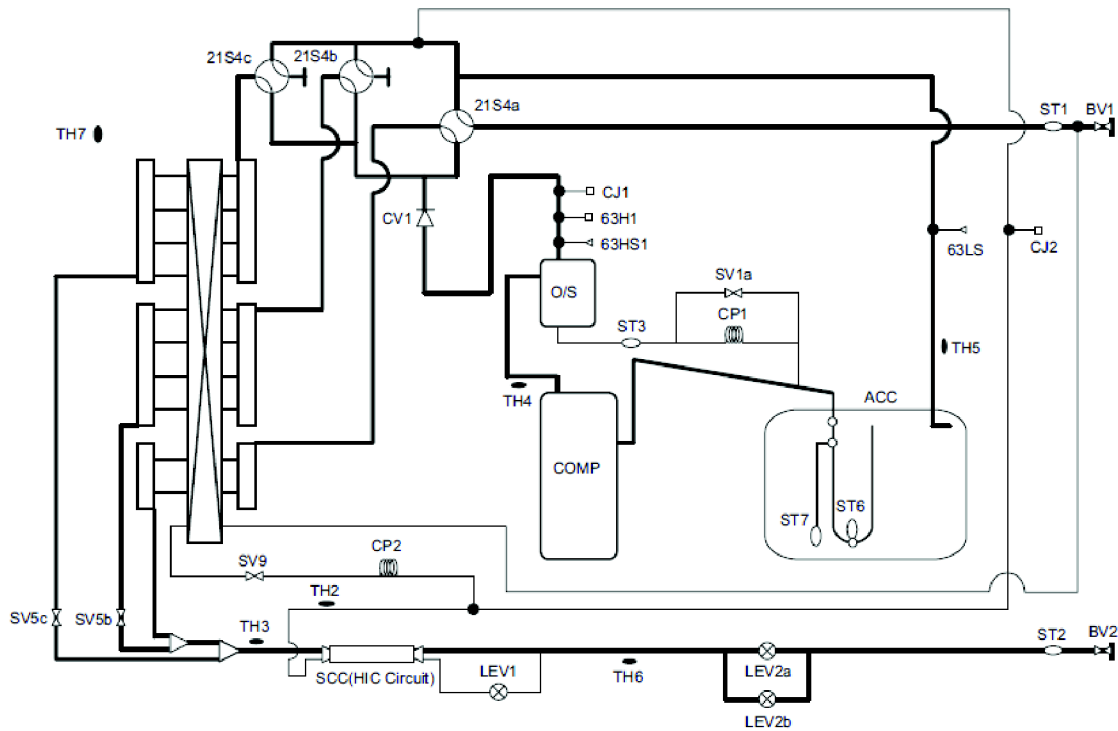


Obr. 38 Výstup z programu CITY MULTI Design Tool – 2.NP

## 8. Vybrané údaje venkovní jednotky – podklady výrobce

Model			PUHY-EP250YHM-A(-BS)	
Power source			3-phase 4-wire 380-400-415V 50/60Hz	
Cooling capacity (Nominal)	*1	kW	28.0	
	*1	kcal / h	24,100	
	*1	Btu / h	95,500	
	*2	kcal / h	25,000	
		Power input	kW	6.82
	Current input	A	11.5-10.9-10.5	
	COP (kW / kW)		4.10	
Temp. range of cooling	Indoor	W.B.	15 to 24degC (59 to 75degF)	
	Outdoor	D.B.	- 5 to 43degC (23 to 109degF)	
Heating capacity (Nominal)	*3	kW	31.5	
	*3	kcal / h	27,100	
	*3	Btu / h	107,500	
		Power input	kW	7.59
		Current input	A	12.8-12.1-11.7
	COP (kW / kW)		4.15	
Temp. range of heating	Indoor temp.	D.B.	15 to 27degC (59 to 81degF)	
	Outdoor temp.	W.B.	-20 to 15.5degC (- 4 to 60degF)	
Indoor unit connectable	Total capacity		50 - 130% of outdoor unit capacity	
	Model / Quantity		P15 - P250/1 - 21	
Sound pressure level (measured in anechoic room)		dB <A>	60	
Diameter of refrigerant pipe	Liquid	mm (in.)	9.52 (3/8) Brazed (12.7 (1/2) Brazed,total length>=90m)	
	Gas	mm (in.)	22.2(7/8) Brazed	
External finish			Pre-coated galvanized steel sheets (+powder coating for -BS type) <MUNSELL 5Y 8/1 or similar>	
External dimension H x W x D	mm		1,710(without legs 1,650)x1,220x760	
	in.		67-3/8(without legs 65)x48-1/16x29-15/16	
Net weight	kg (lb)		245 (541)	
Heat exchanger			Salt-resistant cross fin & copper tube	
Compressor	Type		Inverter scroll hermetic compressor	
	Manufacture		MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION	
	Starting method		Inverter	
	Motor output	kW	6.7	
	Case heater	kW	0.045	
	Lubricant		MEL32	
FAN	Air flow rate	m <sup>3</sup> / min	225	
		L/s	3,750	
		cfm	7,945	
	External static press.	*4	0 Pa (0mmH <sub>2</sub> O)	
	Type x Quantity		Propeller fan x 1	
	Control, Driving mechanism		Inverter-control, Direct-driven by motor	
	Motor output	kW	0.46 x 1	
HIC circuit (HIC: Heat Inter-Changer)			Copper pipe,tube-in-tube structure	
Protection	High pressure protection		High pres. Sensor & High pres. Switch at 4.15 MPa (601psi)	
	Inverter circuit (COMP./ FAN)		Over-heat protection, Over-current protection	
	Compressor		Over-heat protection	
	Fan motor		Thermal switch	
Defrosting method			Auto-defrost mode (Reversed refrigerant circle)	
Refrigerant	Type x original charge		R410A x 11.5 kg (26lb)	
	Control		LEV and HIC circuit	
Drawing	External		KB94T270	
	Wiring		KE94C319	

### 9. Schéma chladivového okruhu PUHY-EP250-YHM-A



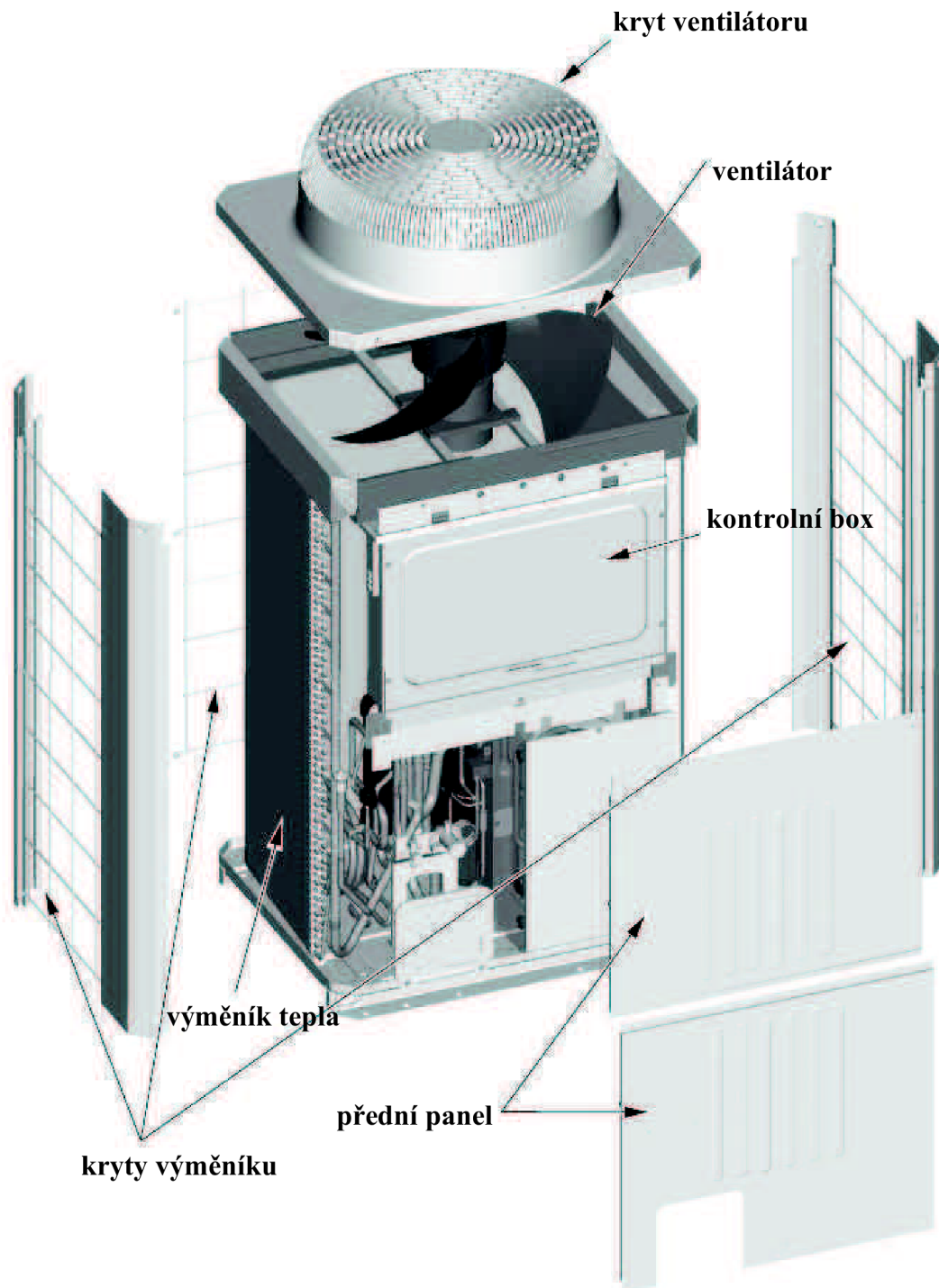
Obr. 39 Schéma venkovní jednotky PUHY-EP250-YHM-A

Popis základních částí chladicího okruhu znázorněného na obr. Schéma venkovní jednotky PUHY-EP250-YHM-A.

Symbol	Název ( popis)
COMP	Kompresor
63HS1	Vysokotlaký senzor
63LS	Nízkotlaký senzor
63H1	Tlakový spínač
TH x	Termistory
SV x	Elektromagnetické ventily
LEV x	Lineární expanzní ventil
21S4a, 21S4b, 21S4c	4- cestní ventil



### 3D venkovní jednotky s popisem komponentu



Obr. 40 Komponenty venkovní jednotky

#### **Použité chladivo v chladícím okruhu**

V daném chladícím okruhu je použito chladivo R410a. Chladivo R410a je azeotropní směs. Na rozdíl od alkyhalogenidová chladiva neobsahuje bróm ani chlór. Nepřispívá k poškozování ozonové vrstvy, a proto je stále rozšířenější používání tohoto chladiva.

## 10. Vybrané údaje o vnitřních jednotkách PLFY – podklady výrobce

Označení jednotek		PLFY-P40VLMD-E	PLFY-P50VLMD-E	PLFY-P25VLMD-E
Dekorační panel		CMP-40VLW-C	CMP-63VLW-C	CMP-40VLW-C
Chladicí výkon (kW)		4,5	5,6	2,8
Topný výkon (kW)		5,0	6,3	3,2
Objemový průtok vzduchu (m <sup>3</sup> /h)	nízký	420	540	390
	střední 1	510	660	480
	střední 2	-	-	-
	vysoký	630	750	570
Hladina akustického tlaku dB(A) *	nízká	28	30	26
	vysoká	36	37	33
Hmotnost (panelu) (kg)		24 (6,5)	27 (7,5)	23 (6,5)
Rozměry (panelu) (mm)**	výška	350 (20)	350 (20)	350 (20)
	šířka	776 (1080)	946 (1250)	776 (1080)
	hloubka	634 (710)	634 (710)	634 (710)
Průměr připojení chladiva (mm)	kapalina	6	6	6
	plyn	12	12	12
Zdroj el. napětí (V, fáze, Hz)		220-240, 1, 50	220-240, 1, 50	220-240, 1, 50
Max. el. příkon (kW)		0,085	0,086	0,075
Provozní el. proud (A)		0,42	0,43	0,37

## 11. Průběh experimentu a naměřená data

Pro měření a záznam údajů z venkovní jednotky slouží centrální ovladač AG150, který je propojený s venkovní jednotkou M-net sítí. Data jsou posílány do PC kde jsou ukládány.

Měření dat probíhalo v rozmezí od 19.3.2011 do 19.3.2012. Měřené hodnoty se zaznamenávali do tabulkového procesoru jako data odděleny čárkou. Časový krok měřených dat bol 5 minut každý den. V daném období ale nastali určité výpadky kdy měření neprobíhalo, proto nejsou údaje kompletní pro všechny dny. Mezi zaznamenávanými hodnotami byli údaje: elektrická energie dodávána do jednotky, elektrický výkon jednotky a účinnost chladicího zařízení (COP nebo EER faktor podle režimu provozu).

Z hydrometeorologické stanice v Pardubicích jsem obdržel data o průběhu teplot v daném měřeném období od 19.3.2011 do 19.3.2012 v časovém kroku 1h pro každý den.

V přílohách je část výpočtů tepelné zátěže v kancelářích a společenských místnostech.



### COP a EER faktor

COP v angličtině znamená (Coefficient of Performance) obecný výkonový koeficient definovaný poměrem získané energie k energii dodané.

Když jde o topný faktor používá se COP faktor

$$COP = \frac{\text{Topný výkon zařízení}}{\text{Příkon kompresora}}$$

EER faktor je obdobný COP faktoru, jde ale o chladicí faktor

$$EER = \frac{\text{Chladicí výkon zařízení}}{\text{Příkon kompresora}}$$

Ukázka z naměřených dat VRF systému v letním období 26.8.2011

Datum a čas měření	Elektrická energie	Elektrický příkon	Účinnost	Aktuální chladicí výkon zařízení	Venkovní teplota
26.8.2011 6:40	0,15	3,81	3,14	11,96	16,9
26.8.2011 6:45	0,14	3,62	2,67	9,66	16,9
26.8.2011 6:50	0	0	0	0	16,9
26.8.2011 6:55	0	0	0	0	16,9
26.8.2011 7:00	0,03	3,98	6,3	25,07	20,6
26.8.2011 7:05	0,16	3,28	3,63	11,90	20,6
26.8.2011 7:10	0,13	2,71	2,77	7,50	20,6
26.8.2011 7:15	0,1	2,25	2,44	5,49	20,6
26.8.2011 7:20	0	0	0	0	20,6
26.8.2011 7:25	0	0	0	0	20,6
26.8.2011 7:30	0	0	0	0	20,6
26.8.2011 7:35	0	0	0	0	20,6
26.8.2011 7:40	0	0	0	0	20,6
26.8.2011 7:45	0,14	3,88	4,44	17,22	20,6
26.8.2011 7:50	0,21	3,08	2,86	8,80	20,6
26.8.2011 7:55	0,23	2,85	2,7	7,69	20,6
26.8.2011 8:00	0,2	2,7	2,55	6,88	23,6
26.8.2011 8:05	0,2	2,44	2,42	5,90	23,6
26.8.2011 8:10	0,1	2,69	2,58	6,94	23,6
26.8.2011 8:15	0,25	3,13	2,64	8,26	23,6
26.8.2011 8:20	0,24	2,99	2,8	8,37	23,6
26.8.2011 8:25	0,24	2,97	2,74	8,13	23,6
26.8.2011 8:30	0,23	2,81	2,73	7,67	23,6
26.8.2011 8:35	0,24	3,48	2,78	9,67	23,6
26.8.2011 8:40	0,29	3,84	2,79	10,71	23,6
26.8.2011 8:45	0,28	3,48	2,79	9,70	23,6
26.8.2011 8:50	0,28	3,56	2,73	9,71	23,6

26.8.2011 8:55	0,29	3,56	2,7	9,61	23,6
26.8.2011 9:00	0,28	3,57	2,71	9,67	27,0
26.8.2011 9:05	0,17	2,44	2,41	5,88	27,0
26.8.2011 9:10	0,16	2,25	2,47	5,55	27,0
26.8.2011 9:15	0,27	3,66	2,69	9,84	27,0
26.8.2011 9:20	0,18	2,96	2,63	7,78	27,0

## 12. Změřená data

Na základě spočtených tepelných zátěží a porovnání venkovních teplot jsem pro porovnání EER od výrobce a naměřená data vybral měsíce červenec a srpen. Venkovní podmínky se nejvíce blíží k podmínkám, které udává výrobce daného produktu.

### Venkovní parametry udávané výrobcem:

Venkovní teplota – 35°C

Vnitřní teplota – 27°C

Délka vedení chladiva – 7,5 m

### Výstup z programu CITY MULTI Design tool pro 2.NP:

Vnitřní jednotka:	9 / 1 to 21	
Výkon:	265 / 125 to 325	106.0%
<small>Connectable to 100% or more, but the capacity is up to 100%.</small>		
Celková délka potrubí:	65.1 / 1000.0	m
Nejdelší trasa	37.6 / 165.0	m
Ekvivalentní:	39.7 / 190.0	m
Vzdálenost od první odbočky	26.6 / 40.0	m
Ekvivalentní:	27.0 / 40.0	m
Korekční faktor:		
Výkon venkovní jednotky:	1.00	1.00
Teplota:	1.00	1.00
Délka potrubí:	1.00	1.00
Odmrazování:	-	1.00
Total Derate:	1.00	1.00
Množství doplněného chladiva:	5.9	kg
Celkové množství chladiva:	17.4	kg
<hr/>		
Podmínky	Celsia	
Chlazení		
Vnitřní ST	24.0 Vlhkost: 63. %	Vnitřní MT: 19.0
Venkovní ST	35.0	
Topení		
Vnitřní ST	20.0	
Venkovní ST	7.0 Vlhkost: 87. %	Venkovní MT: 16.0

### Grafy zpracovaných dat

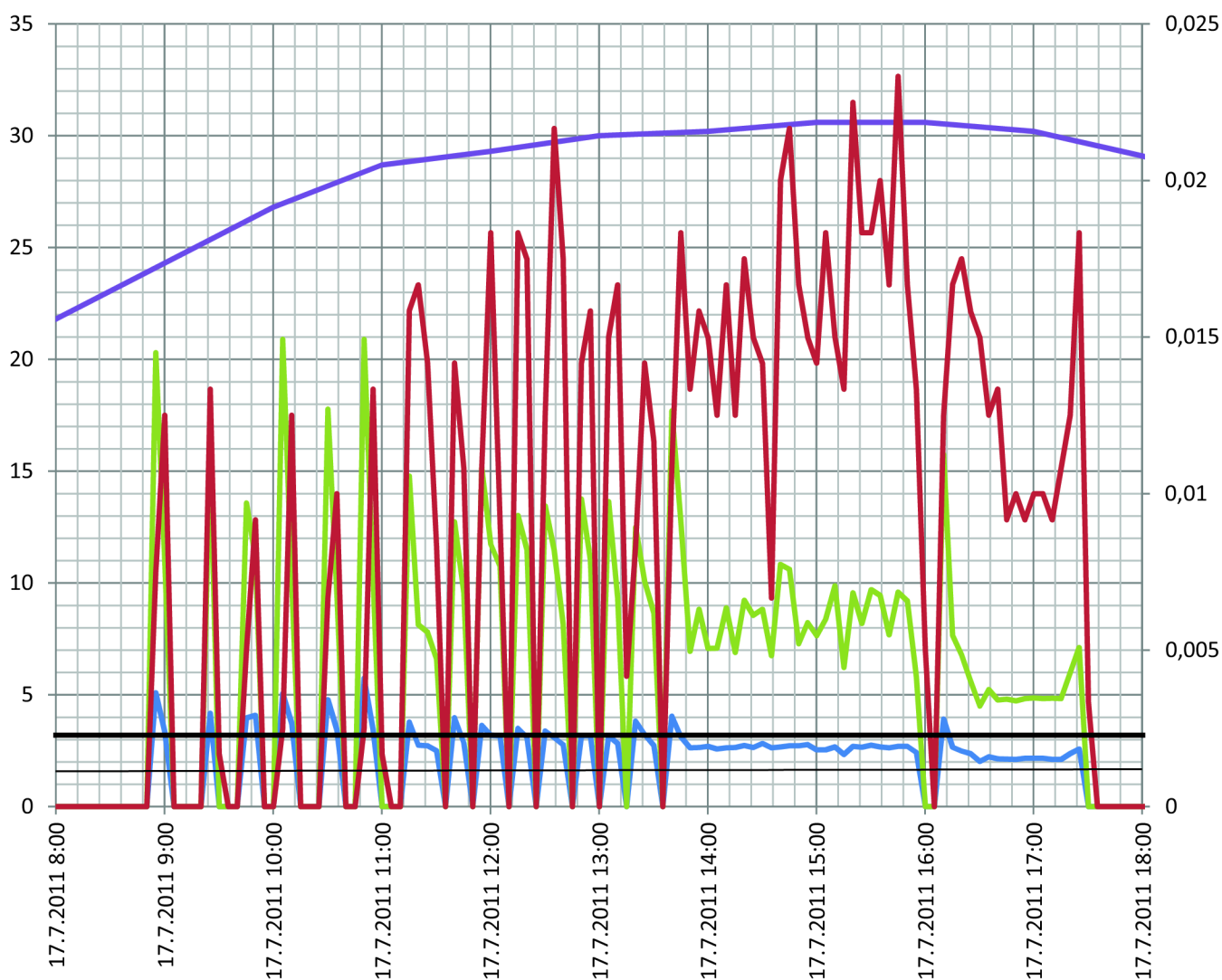
Po podrobném zpracování změřených dat jsem vybral pro ukázkou pár dní daného systému, které odpovídají nejvíce parametrům výrobce.

Den měření: 17. 7. 2011, levá osa:

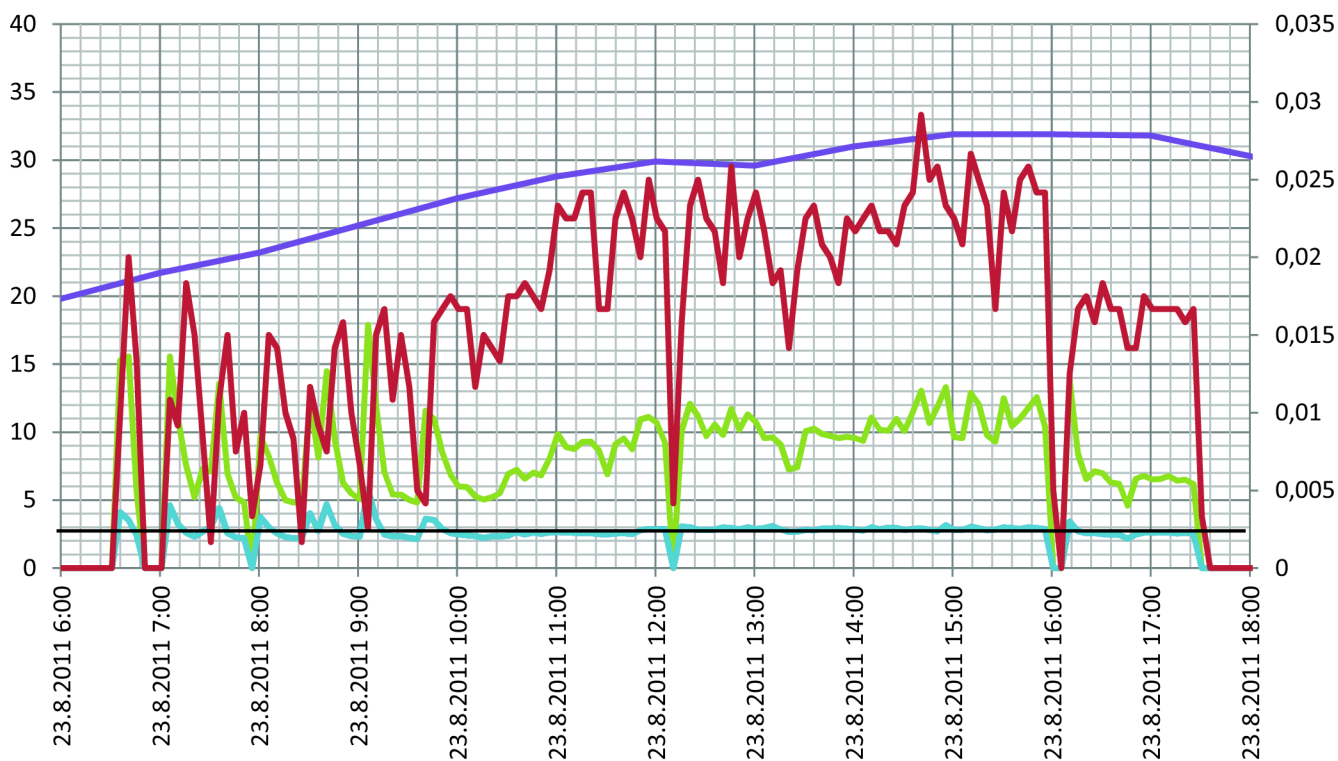
- průběh venkovních teplot z hydrometeorologické stanice [°C]
- EER faktor
- aktuální chladicí výkon [kW]
- průměrná hodnota EER faktoru

pravá osa:

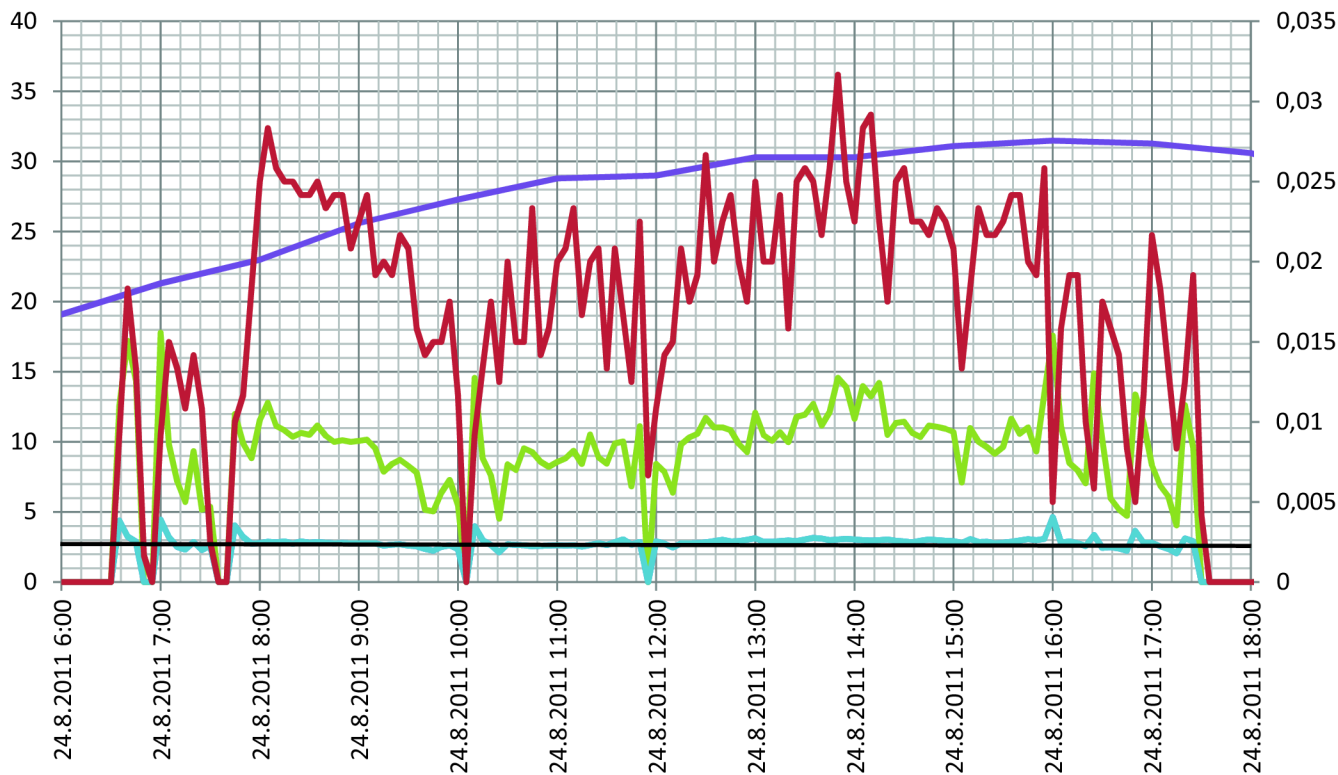
- spotřeba elektrické energie [kWh]



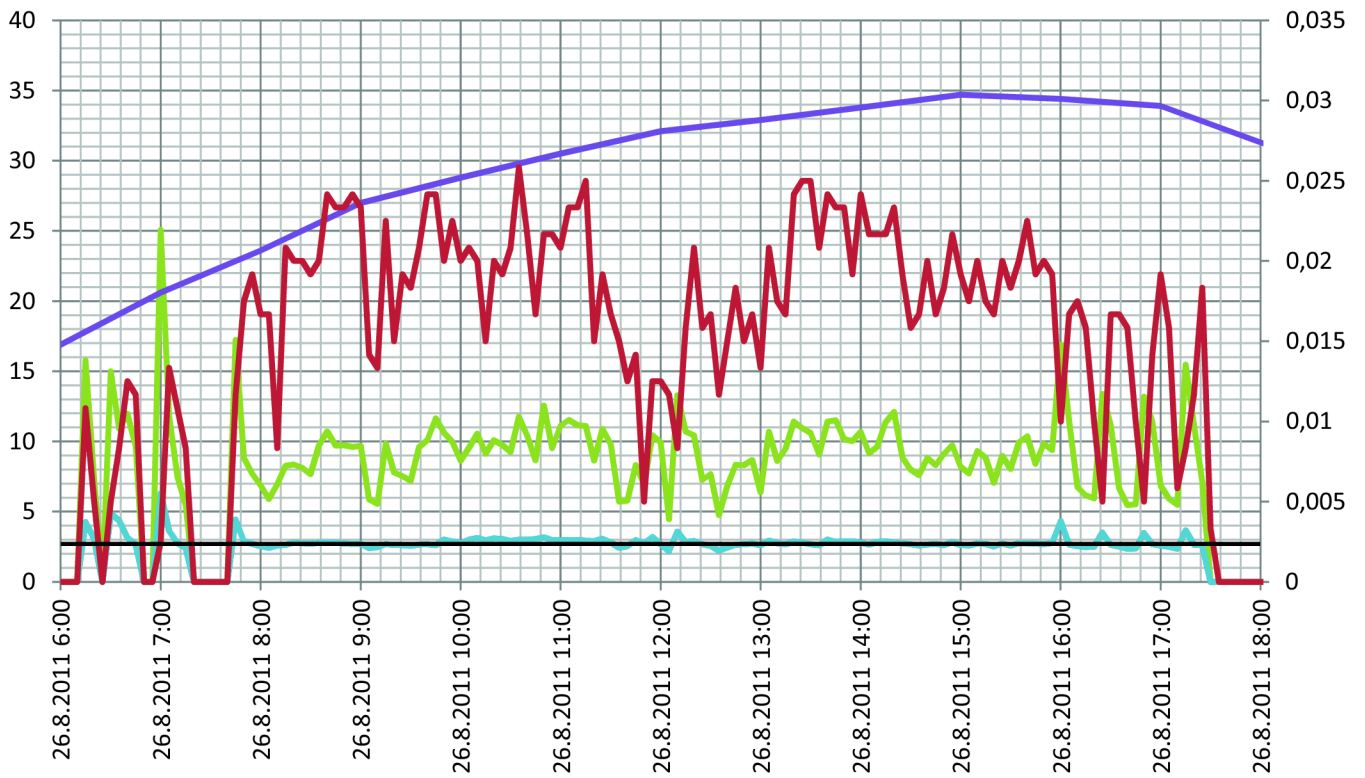
Graf 1. Chod jednotky PUHY a spouštění kompresoru při potřebě chladicího výkonu znázorněno zelenou čarou. Průměrná hodnota EER faktoru je 2,99.



Graf 2. 23. 8. 2011, průměrná hodnota EER je 2,82



Graf 3. 24. 8. 2011, průměrná hodnota EER je 2,86



Graf 4. 26. 8. 2011, průměrná hodnota EER je 2,86



### **13. Vyhodnocení dat**

Protože měření probíhalo celý rok s krátkými přerušeními, na zpracování bylo obrovské množství dat. Proto jsem pro zpracování a následné vyhodnocení použil nástroje statistiky a program Microsoft Office Excel.

Vyhodnocené data a údaje, které udává výrobce se docela liší. Průměrná hodnota EER faktoru se pohybovala na úrovni 3,01. Údaj od výrobce je 4,1. Jak je patrné, rozdíl je docela velký. Způsobeno je to tím, že chladicí zařízení nepracuje v jmenovitých, ale v nižších výkonech. Jen poměrně krátkou dobu dochází k využití celé chladicí kapacity VRF systému. Celkový chladicí faktor při sníženém výkonu je výrazně ovlivněn způsobem regulace jednotlivých prvků klimatizačního systému. I když by se zdálo, že při nižších venkovních teplotách vzduchu a menších potřebách chladu bude vyšší chladicí faktor, není tomu zcela tak. Chladicí faktor zařízení závisí na způsobu regulace kompresorů a ventilátorů. Jestliže ale zdroj chladu není optimálně regulován, může být chladicí faktor i při nižším výkonu nižší, což je přesně řešený experiment.

V grafech je jasně vidět, že při vyšších chladicích výkonech se i chladicí faktor pohybuje kolem hodnoty udávané výrobcem. Někdy dokonce převyšuje danou hodnotu, což je také způsobeno ne úplně optimální regulací.

## Seznam použitých zdrojů

- [1] HIRŠ, Jiří; GEBAUER, Günter . Vzduchotechnika v příkladech 1 : Prostředí budov. Brno : CERM akademické nakladatelství, 2006. 230 s. ISBN 80-7204-486-9.
- [2] GEBAUER, Günter; RUBINOVÁ, Olga; HORSKÁ, Helena . *Vzduchotechnika*. 2. Brno : Vydavatelství ERA, 2007. 262 s. ISBN 978-80-7366-091-8.
- [3] Vyhláška 148/2006 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací.
- [4] Katalog produktů. VENTILÁTORY Elektrodesign 2008
- [5] Katalog produktů. Mitsubishi electric 2012-2013
- [6] Katalog produktů. IMOS-Systemair
- [7] REMAK a.s. AeroCAD. Verze 4.9.68., počítačový program pro návrh VZT jednotek
- [8] CITY MULTI Design Tool. Verze 4.11.0.0, počítačový program pro návrh VRF systému
- [9] RUBINOVÁ, Olga. *Vzduchotechnika pro obor S*. Brno VUT, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov, 2012. Přednášky. Dostupné na internetu:  
<http://www.fce.vutbr.cz/TZB/rubinovala.o/vzt.htm>
- [11] Klimainfo.cz [online]. 20.6.2009 [cit. 2012-11-25]. Systémy centrálnej klimatizácie známe tiež ako VRV, VRF, DVM, MDV, SDV a GMV. Dostupné na internetu:  
<http://www.klimainfo.sk/produkty/systemy-centralnej-klimatizacie-zname-tiez-ako-vrv-vrf-dvm-mdv-sdv-a-gmv>
- [12] Vrf-air-conditioning.co.uk [online]. 2011 [cit. 2012-11-25]. VRF Air Conditioning from cfes Limited. Dostupné z internetu: <http://www.vrf-air-conditioning.co.uk/what-is-vrf.htm>
- [13] Ib.cvut.cz [online]. [cit. 2012-11-28]. Základy tepelných čerpadel. Dostupné z internetu:  
[http://www.ib.cvut.cz/sites/default/files/Studijni\\_materialy/AZE/P5-tepelna\\_cerpadla\\_zaklady.pdf](http://www.ib.cvut.cz/sites/default/files/Studijni_materialy/AZE/P5-tepelna_cerpadla_zaklady.pdf)

[14] Smart-energy.cz [online]. [cit. 2012-12-15]. Tepelná čerpadla. Dostupné z internetu: <http://www.smart-energy.cz/tepelna-cerpadla.htm>

[15] Tzb-info.cz [online]. [cit. 2012-12-13]. Tepelná čerpadla pro každého. Dostupné z internetu: <http://www.tzb-info.cz/957-tepelna-cerpadla-pro-kazdeho-ii>

[16] Tzb-info.cz [online]. [cit. 2012-12-13]. Sorpční chladicí zařízení. Dostupné z internetu: <http://vetrani.tzb-info.cz/klimatizace-a-chlazení/7712-sorpčni-chladicí-zarizení>

[17] Scribd.com [online]. [cit. 2012-12-05]. Service handbook. Dostupné z internetu: <http://www.scribd.com/doc/51787492/19/1-Outdoor-Unit-Components-and-Refrigerant-Circuit>

[18] Tzb-info.cz [online]. [cit. 2012-12-05]. Celkové chladicí faktory klimatizačních systémů a jejich zlepšování. Dostupné z internetu: <http://vetrani.tzb-info.cz/klimatizace-a-chlazení/8797-celkove-chladicí-faktory-klimatizacních-systemu-a-jejich-zlepšování>

[19] Scribd.com [online]. [cit. 2012-12-09]. Učebnica P-H diagram. Dostupné z internetu: <http://sk.scribd.com/doc/21394094/6-Ucebница-P-Hdiagram>

[20] Teruna, [počítačový program] Ver. 1,5.

[21] Microsoft Office, Excel, Word [počítačový program] Ver. 2007.

[22] Archicad, [počítačový program] Ver. 12.

[23] Autocad, [počítačový program] Ver. 2010.

[24] GAŠPÁR, Juraj. *Klimatizace pobočky banky : bakalářská práce*. Brno, 2011.107 s. , Vysoké učení technické v Brně. Fakulta stavební. Ústav technických zařízení budov. Vedoucí bakalářské práce Ing. ALEŠ RUBINA, Ph.D.

## seznam použitých zkratk a symbolů

A	-Váhový filtr A -Absorpční plocha místnosti [ $m^2$ ] -Plocha průřezu [ $m^2$ ]
COP	-Účinnost chlazení
dB	-Decibel
DP	-Přirozený útlum [dB]
E	-Exteriér
EER	-Účinnost topení
f	-Frekvence [Hz]
H	-Světlá výška místnosti [m]
Hz	-Herz
I	-Interiér
MaR	-Měření a regulace
MT	-Teplota mokrého teploměru [K], [ $^{\circ}C$ ]
NP	-Nadzemní podlaží
Pa	-Pascal
P	-Příkon [kW]
Q	-Tepelné zisky [W]
r	-Poloměr [m]
s	-entropie [J/K]
S	-Průřez potrubí [ $m^2$ ]
SCOP	-Sezónní faktor účinnosti topení
SEER	-Sezónní faktor účinnosti chlazení
ST	-Teplota suchého teploměru [K], [ $^{\circ}C$ ]
T	-Teplota [K]
$T_o$	-Teplota odpařovací [K]
$T_k$	-Teplota kondenzační [K]
te	-Teplota vzduchu v exteriéru [ $^{\circ}C$ ]
ti	-Teplota vzduchu v interiéru [ $^{\circ}C$ ]
tl.	-Tloušťka [m]
tp	-Teplota přiváděného vzduchu [ $^{\circ}C$ ]

V -Objemový průtok vzduchu [m<sup>3</sup>/h]

VZT -Vzduchotechnika

ZTI -Zdravotní a technické instalace

$\alpha$  -Součinitel pohltivosti materiálů, konstrukcí a osob

$\Delta p$  -Dopravní tlak ventilátoru [Pa]

$\eta$  -Účinnost

$\lambda$  -Součinitel tepelné vodivosti [W/mK]

$\xi$  -Součinitel místní tlakové ztráty

$\varphi$  -Relativní vlhkost [%]

## Seznam příloh

Výpočet tepelné zátěže k experimentálnímu měření

Souhrnná tabulka

Graf – venkovní teplota a tepelná zátěž

Výpočet tepelné zátěže – tabulky

Graf – VRF systém, tepelná zátěž a venkovní teplota

Technická zpráva k praktické části diplomové práci

Výkres č. 1	Půdorys 1NP 1. varianta, M1:50
Výkres č. 2	Půdorys 2NP 1.varianta, M1:50
Výkres č. 3	Půdorys 3NP 1. varianta, M1:50
Výkres č. 4	Půdorys střechy 1. varianta, M1:50
Výkres č. 5	Půdorys 1NP 2. varianta, M1:50
Výkres č. 6	Půdorys 2NP 2.varianta, M1:50
Výkres č. 7	Půdorys 3NP 2. varianta, M1:50
Výkres č. 8	Půdorys střechy 2. varianta, M1:50
Výkres č. 9	Půdorys 1NP 3. varianta, M1:50
Výkres č. 10	Půdorys 2NP 3.varianta, M1:50
Výkres č. 11	Půdorys 3NP 3. varianta, M1:50
Výkres č. 12	Půdorys střechy 3. varianta, M1:50

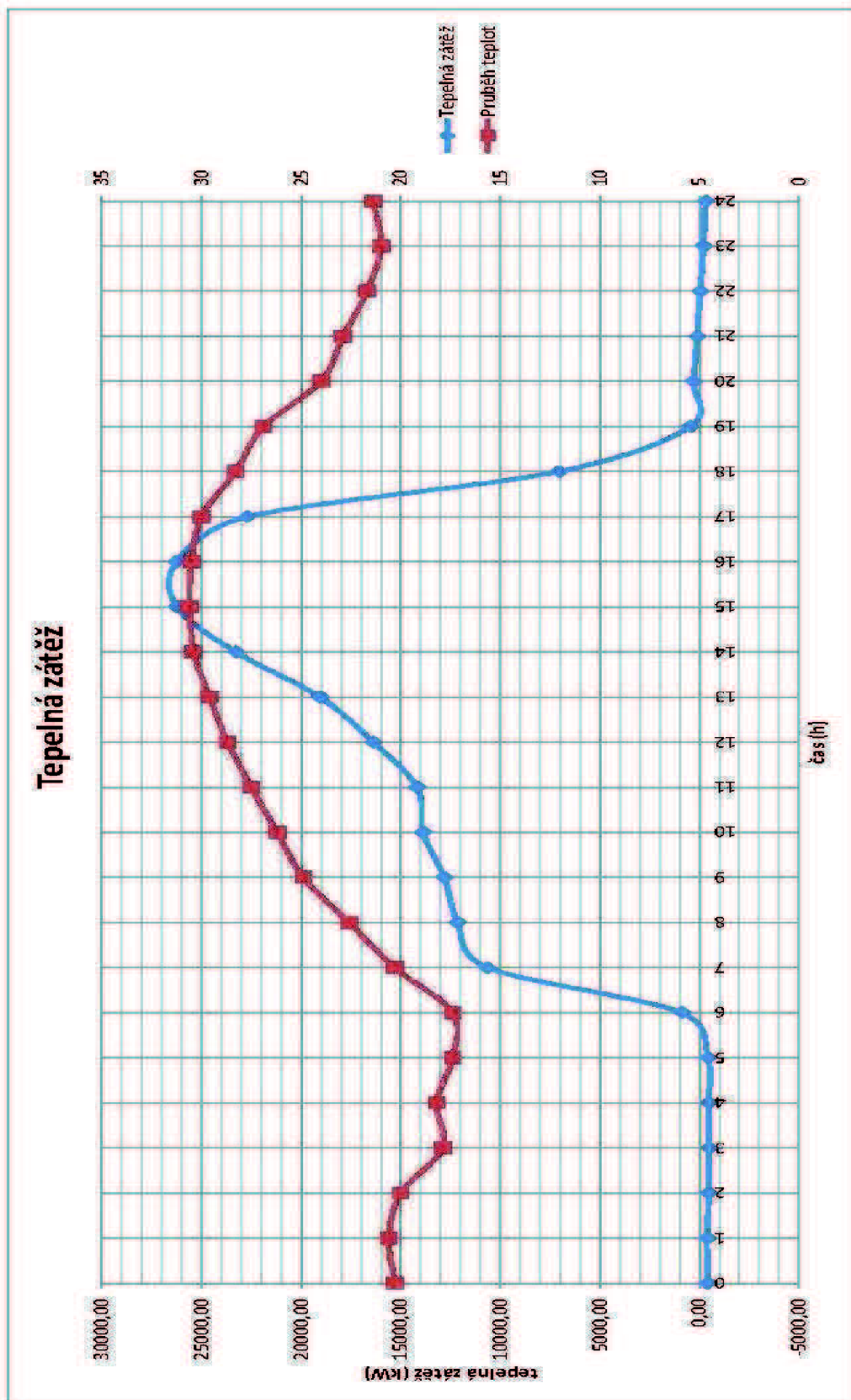


**Souhrnná tabulka tepelných zátěží**

Místnost	210	212	213	214	215	216	217	218	219	Q <sub>celkem</sub>
22.8.2011 0:00	4,67	-60,59	-60,59	-60,59	-60,59	-60,59	-57,32	-57,32	3,56	-409,35
22.8.2011 1:00	15,86	-58,30	-58,30	-58,30	-58,30	-58,30	-57,32	-57,32	10,93	-379,37
22.8.2011 2:00	9,98	-68,66	-68,66	-68,66	-68,66	-68,66	-69,75	-69,75	1,92	-470,92
22.8.2011 3:00	8,74	-68,24	-68,24	-68,24	-68,24	-68,24	-70,62	-70,62	-0,87	-474,56
22.8.2011 4:00	2,01	-64,51	-64,51	-64,51	-64,51	-64,51	-66,73	-66,73	-6,42	-460,41
22.8.2011 5:00	-11,03	-56,93	-56,93	-56,93	-56,93	-56,93	-56,98	-56,98	-14,73	-424,37
22.8.2011 6:00	126,62	92,59	92,59	92,59	92,59	92,59	91,32	91,32	122,98	895,17
22.8.2011 7:00	1965,87	971,93	971,93	971,93	971,93	971,93	1010,08	1010,08	1805,87	10651,54
22.8.2011 8:00	2136,86	1147,61	1147,61	1147,61	1147,61	1147,61	1162,28	1162,28	1953,74	12153,20
22.8.2011 9:00	2215,20	1230,38	1230,38	1230,38	1230,38	1230,38	1218,84	1218,84	2006,21	12810,98
22.8.2011 10:00	2337,79	1356,62	1356,62	1356,62	1356,62	1356,62	1324,67	1324,67	2108,67	13878,90
22.8.2011 11:00	2370,79	1392,75	1392,75	1392,75	1392,75	1392,75	1352,89	1352,89	2134,00	14174,33
22.8.2011 12:00	2356,83	1378,79	1378,79	1378,79	1378,79	1378,79	1214,11	1214,11	2895,22	16374,22
22.8.2011 13:00	2551,90	1575,69	1575,69	1575,69	1575,69	1575,69	2612,46	2612,46	3391,89	19047,17
22.8.2011 14:00	3126,23	2150,54	2150,54	2150,54	2150,54	2150,54	2875,67	2875,67	3654,62	23284,85
22.8.2011 15:00	3598,71	2622,50	2622,50	2622,50	2622,50	2622,50	2911,41	2911,41	3690,85	26224,89
22.8.2011 16:00	3739,87	2759,31	2759,31	2759,31	2759,31	2759,31	2640,71	2640,71	3427,54	26245,39
22.8.2011 17:00	3424,08	2439,82	2439,82	2439,82	2439,82	2439,82	2092,73	2092,73	2893,75	22702,38
22.8.2011 18:00	924,93	881,78	881,78	881,78	881,78	881,78	563,68	563,68	605,22	7066,42
22.8.2011 19:00	89,49	40,87	40,87	40,87	40,87	40,87	41,74	41,74	88,17	465,48
22.8.2011 20:00	73,00	21,99	21,99	21,99	21,99	21,99	22,87	22,87	71,00	299,71
22.8.2011 21:00	53,23	1,82	1,82	1,82	1,82	1,82	2,70	2,70	50,54	118,25
22.8.2011 22:00	36,90	-18,52	-18,52	-18,52	-18,52	-18,52	-14,87	-14,87	36,68	-48,76
22.8.2011 23:00	21,65	-37,94	-37,94	-37,94	-37,94	-37,94	-31,08	-31,08	24,52	-205,67
23.8.2011 0:00	12,18	-50,02	-50,02	-50,02	-50,02	-50,02	-44,68	-44,68	13,48	-313,83

denní  
doba

### Graf se znázorněním tepelné zátěže a venkovní teploty



Mikstov 212 - 216

Čís	Dátový úhel	Definície	Časový úhel	Výška slunce	Armut. stěna	β	pn	W/m2	Ip	W/m2	Id	W/m2	W/m2	Ip	Td	W/m2	Ido	W/m2	e1	e2	S05	SO	Gor	Obak	Te	Q (Gor + Obak)	Dílité	Gvozdění	Qtechnika	Qvmitní stěna	Qvmitní stěna	Qvmitní stěna	Číslo
1	259,16	11,69312188	0	28,30687312	0	270	90	270															84,7314	16,9	-84,7314	16,9	-84,7314	0	0	0	0	24,14192738	57,3188
2	259,16	11,69312188	15	26,92460294	16,51397389	270	104,6816	253,4866	270	104,6816	253,4866	270	119,3158	237,8799	270	119,3158	237,8799	270	119,3158	237,8799	270	119,3158	237,8799	84,7314	16,9	-84,7314	0	0	0	0	26,42460145	-58,3048	
3	259,16	11,69312188	30	25,44209649	15,13207064	270	133,8232	223,6569	270	133,8232	223,6569	270	148,0052	209,6706	270	148,0052	209,6706	270	148,0052	209,6706	270	148,0052	209,6706	95,4272	16	-95,4272	0	0	0	0	26,84703114	-68,6648	
4	259,16	11,69312188	45	24,00095958	14,34071366	270	168,3069	209,6706	270	168,3069	209,6706	270	183,0822	195,7378	270	183,0822	195,7378	270	183,0822	195,7378	270	183,0822	195,7378	106,3362	16,2	-106,3362	0	0	0	0	24,84908562	-68,2361	
5	259,16	11,69312188	60	22,69334443	13,70662744	270	216,0637	198,9314	270	216,0637	198,9314	270	231,1122	192,9712	270	231,1122	192,9712	270	231,1122	192,9712	270	231,1122	192,9712	127,5632	15,5	-127,5632	0	0	0	0	20,22332331	-64,5061	
6	259,16	11,69312188	75	21,52194443	13,24221829	270	268,3069	187,5778	270	268,3069	187,5778	270	283,3554	182,5270	270	283,3554	182,5270	270	283,3554	182,5270	270	283,3554	182,5270	148,8	15,1	-148,8	0	0	0	0	13,48009118	-56,9305	
7	259,16	11,69312188	90	20,57132443	12,91821829	270	320,6037	176,1365	270	320,6037	176,1365	270	335,6522	171,0833	270	335,6522	171,0833	270	335,6522	171,0833	270	335,6522	171,0833	170,2	14,8	-170,2	0	0	0	0	10,43385471	92,58632	
8	259,16	11,69312188	105	18,55211188	12,60136274	270	372,8502	164,8362	270	372,8502	164,8362	270	387,8987	159,7830	270	387,8987	159,7830	270	387,8987	159,7830	270	387,8987	159,7830	191,6	14,5	-191,6	0	0	0	0	8,454706949	1147,9304	
9	259,16	11,69312188	120	16,89131829	12,3868462	270	425,0971	152,5868	270	425,0971	152,5868	270	440,1456	147,5336	270	440,1456	147,5336	270	440,1456	147,5336	270	440,1456	147,5336	213,0	14,2	-213,0	0	0	0	0	6,475959189	1147,6069	
10	259,16	11,69312188	135	15,604885164	12,2638462	270	477,3440	140,3372	270	477,3440	140,3372	270	492,3925	135,2840	270	492,3925	135,2840	270	492,3925	135,2840	270	492,3925	135,2840	234,4	14,0	-234,4	0	0	0	0	5,508908527	1230,379	
11	259,16	11,69312188	150	14,59151322	12,20073626	270	529,5909	128,0870	270	529,5909	128,0870	270	544,6394	123,0338	270	544,6394	123,0338	270	544,6394	123,0338	270	544,6394	123,0338	255,8	13,8	-255,8	0	0	0	0	4,758949158	1356,621	
12	259,16	11,69312188	165	13,73211828	12,18273626	270	581,8378	115,8374	270	581,8378	115,8374	270	596,8863	110,7842	270	596,8863	110,7842	270	596,8863	110,7842	270	596,8863	110,7842	277,2	13,6	-277,2	0	0	0	0	4,136693985	1392,752	
13	259,16	11,69312188	180	13,02091828	12,16573626	270	634,0847	103,5878	270	634,0847	103,5878	270	649,1332	98,5346	270	649,1332	98,5346	270	649,1332	98,5346	270	649,1332	98,5346	298,6	13,4	-298,6	0	0	0	0	3,636398385	1428,883	
14	259,16	11,69312188	195	12,42071828	12,14873626	270	686,3316	91,3372	270	686,3316	91,3372	270	701,3801	86,2840	270	701,3801	86,2840	270	701,3801	86,2840	270	701,3801	86,2840	300,0	13,2	-300,0	0	0	0	0	3,216093385	1465,014	
15	259,16	11,69312188	210	11,92051828	12,13173626	270	738,5785	79,0866	270	738,5785	79,0866	270	753,6270	74,0334	270	753,6270	74,0334	270	753,6270	74,0334	270	753,6270	74,0334	301,4	13,0	-301,4	0	0	0	0	2,895788385	1501,145	
16	259,16	11,69312188	225	11,52031828	12,11473626	270	790,8254	66,8360	270	790,8254	66,8360	270	805,8739	61,7822	270	805,8739	61,7822	270	805,8739	61,7822	270	805,8739	61,7822	302,8	12,8	-302,8	0	0	0	0	2,675483385	1537,276	
17	259,16	11,69312188	240	11,22011828	12,09773626	270	843,0723	54,5854	270	843,0723	54,5854	270	858,1208	49,5316	270	858,1208	49,5316	270	858,1208	49,5316	270	858,1208	49,5316	304,2	12,6	-304,2	0	0	0	0	2,555178385	1573,407	
18	259,16	11,69312188	255	10,92001828	12,08073626	270	895,3192	42,3348	270	895,3192	42,3348	270	910,3677	37,2810	270	910,3677	37,2810	270	910,3677	37,2810	270	910,3677	37,2810	305,6	12,4	-305,6	0	0	0	0	2,535073385	1609,538	
19	259,16	11,69312188	270	10,72001828	12,06373626	270	947,5661	30,0842	270	947,5661	30,0842	270	962,6146	25,0294	270	962,6146	25,0294	270	962,6146	25,0294	270	962,6146	25,0294	307,0	12,2	-307,0	0	0	0	0	2,614968385	1645,669	
20	259,16	11,69312188	300	10,62001828	12,04673626	270	1000,0000	17,8336	270	1000,0000	17,8336	270	1015,0485	12,5748	270	1015,0485	12,5748	270	1015,0485	12,5748	270	1015,0485	12,5748	308,4	12,0	-308,4	0	0	0	0	2,794863385	1681,800	
21	259,16	11,69312188	315	10,62001828	12,02973626	270	1052,2469	5,5830	270	1052,2469	5,5830	270	1067,2954	0,3282	270	1067,2954	0,3282	270	1067,2954	0,3282	270	1067,2954	0,3282	309,8	11,8	-309,8	0	0	0	0	3,074758385	1717,931	
22	259,16	11,69312188	330	10,72001828	12,01273626	270	1104,4938	-7,7264	270	1104,4938	-7,7264	270	1119,5423	-12,8776	270	1119,5423	-12,8776	270	1119,5423	-12,8776	270	1119,5423	-12,8776	311,2	11,6	-311,2	0	0	0	0	3,454653385	1754,062	
23	259,16	11,69312188	345	10,92001828	12,00000000	270	1156,7407	-15,0250	270	1156,7407	-15,0250	270	1171,7892	-20,0202	270	1171,7892	-20,0202	270	1171,7892	-20,0202	270	1171,7892	-20,0202	312,6	11,4	-312,6	0	0	0	0	3,934548385	1790,193	
24	259,16	11,69312188	360	11,22001828	11,98273626	360	1208,9876	-22,2744	360	1208,9876	-22,2744	360	1224,0361	-27,3256	360	1224,0361	-27,3256	360	1224,0361	-27,3256	360	1224,0361	-27,3256	314,0	11,2	-314,0	0	0	0	0	4,414443385	1826,324	

Mikstov 217 - 218

Čís	Dátový úhel	Definície	Časový úhel	Výška slunce	Armut. stěna	β	pn	W/m2	Ip	W/m2	Id	W/m2	W/m2	Ip	Td	W/m2	Ido	W/m2	e1	e2	S05	SO	Gor	Obak	Te	Q (Gor + Obak)	Dílité	Gvozdění	Qtechnika	Qvmitní stěna	Qvmitní stěna	Qvmitní stěna	Číslo	
1	259,16	11,69312188	0	28,30687312	0	225	128,5077	225															-84,7314	16,9	-84,7314	16,9	-84,7314	0	0	0	0	27,41272766	-57,3188	
2	259,16	11,69312188	15	26,92460294	16,51397389	225	133,8232	223,6569	225	133,8232	223,6569	225	148,0052	209,6706	225	148,0052	209,6706	225	148,0052	209,6706	225	148,0052	209,6706	-84,7314	16,9	-84,7314	0	0	0	0	0	27,41272766	-57,3188	
3	259,16	11,69312188	30	25,44209649	15,13207064	225	168,3069	209,6706	225	168,3069	209,6706	225	183,0822	195,7378	225	183,0822	195,7378	225	183,0822	195,7378	225	183,0822	195,7378	-95,4272	16	-95,4272	0	0	0	0	0	0	27,41272766	-57,3188
4	259,16	11,69312188	45	24,00095958	14,34071366	225	216,0637	198,9314	225	216,0637	198,9314	225	231,1122	192,9712	225	231,1122	192,9712	225	231,1122	192,9712	225	231,1122	192,9712	-106,3362	16,2	-106,3362	0	0	0	0	0	0	27,41272766	-57,3188
5	259,16	11,69312188	60	22,69334443	13,70662744	225	268,3069	187,5778	225	268,3069	187,5778	225	283,3554	182,5270	225	283,3554	182,5270	225	283,3554	182,5270	225	283,3554	182,5270	-127,5632	15,5	-127,5632	0	0	0	0	0	0	27,41272766	-57,3188
6	259,16	11,69312188	75	21,52194443	13,24221829	225	320,6037	176,1365	225	320,6037	176,1365	225	335,6522	171,0833	225	335,6522	171,0833	225	335,6522	171,0833	225	335,6522	171,0833	-148,8	15,1	-148,8	0	0	0	0	0	27,41272766	-57,3188	
7	259,16	11,69312188	90	20,57132443	12,91821829	225	372,8502	164,8362	225	372,8502	164,8362	225	387,8987	159,7830	225	387,8987	159,7830	225	387,8987	159,7830	225	387,8987	159,7830	-170,2	14,8	-170,2	0	0	0	0	0	27,41272766	-57,3188	
8	259,16	11,69312188	105	18,55211188	12,60136274	225	425,0971	152,5868	225	425,0971	152,5868	225	440,1456	147,5336	225	440,1456	147,5336	225	440,1456	147,5336	225	440,1456	147,5336	-191,6	14,5	-191,6	0	0	0	0	0	27,41272766	-57,3188	
9	259,16	11,69312188	120	16,89131829	12,3868462	225	477,3440																											



## 1. Úvod

Předmětem této technické zprávy je návrh koncepce nuceného větrání a klimatizace pobočky banky v Brně, tak aby byly zajištěny předepsané hodnoty hygienických výměn vzduchu a pohody prostředí v uvažovaných místnostech. Podrobně se budeme věnovat zařízení č.1 a č.2 a jejich varianty.

### 1.1 Podklady pro zpracování

Podkladem pro zpracování této technické zprávy jsou výkresy jednotlivých půdorysů a řezů stavební části, příslušné zákony a prováděcí vyhlášky, české technické normy a podklady výrobců vzduchotechnických zařízení, zejména:

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

Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací

Vyhláška č. 6/2003 Sb., kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb.

ČSN 73 05 48 – Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů

ČSN 12 70 10 – Navrhování větracích a klimatizačních zařízení

ČSN 73 08 02 a ČSN 73 08 10 – Požární bezpečnost staveb.

ČSN 73 08 72 – Ochrana staveb proti šíření požáru vzduchotechnickým zařízením

Vyhláška č. 193/2007 – Povinnost opatřit rozvody tepelnou izolací v závislosti na DN potrubí

### 1.2 Výpočtové hodnoty klimatických poměrů

Místo:	Brno
Nadmořská výška:	156 m n. m.
Výpočtová teplota vzduchu:	Léto: 29°C Zima: -12°C
Relativní vlhkost:	Léto: 37% Zima: 95%



## 2. Základní koncepční řešení

Na základě hygienických požadavků je uvažováno s nuceným teplo-vzdušným větráním v zasedací místnosti 101, v denních místnostech 201,301, v archívu 208, v strojovně 308 a na chodbách 102, 202 a 302. V místnostech 101,201 a 301 je využíván systém VRF na úpravu vzduchu. Kanceláře v celé pobočce jsou větrány přirozeně a na úpravu vzduchu je využit systém klimatizace CITY MULTI VRF ve variantách 1 a 2. Ve 3. variantě jsou kancelářské prostory větrány VZT jednotkou. Pro dosažení požadovaných parametrů vzduchu je zde systém CITY MULTY VRF. Hygienické místnosti a kuchyňka jsou podtlakově větrány. V místnosti 207, v které je umístěn server je použitý Split systém. Výměna vzduchu v těchto provozech bude v souladu s příslušnými hygienickými, zdravotnickými, bezpečnostními, protipožárními předpisy a normami platnými na území České republiky, přitom implicitní hodnoty údajů ve výpočtech dále uvažovaných, jakož i předmětné výpočtové metody jsou převzaty zejména z výše uvedených obecně závazných předpisů a norem. V jednotlivých částech budovy bude nucené větrání a klimatizace rozdělena do jednotlivých základních typů (viz. analýza objektu).

### 2.1 Hygienické a stavební větrání

Hygienické větrání bude navrženo v úrovni nejméně hygienického minima ve smyslu obecně závazných předpisů. Přitom jako základní principy návrhu objektového řešení jsou přijaty následující podmínky:

- Podtlakové větrání je navrženo v místnostech hygienického vybavení a zázemí objektu (WC, sprechy, šatny).
- Úhrada vzduchu bude hrazena z okolního prostředí netěsnostmi ve stavebních konstrukcích nebo přes stěnové a dveřní mřížky.
- Odvětrávání bude vzhledem k obsluhovaným prostorům tvořit samostatné jednotlivé systémy podle stavební dispozice a podle potřeby nuceného větrání.
- Výfuky znehodnoceného vzduchu budou vedeny na fasádu objektu pro zařízení podtlakového větrání zázemí. Pro nucené teplo-vzdušné větrání budou výfuky umístěny na střeše strojovny která je umístěna ve třetím podlaží.
- Nejvyšší přípustná maximální hladina vnějšího a vnitřního hluku  $L_{Amax}=40-50dB$  dle druhu provozu a účelu jednotlivých místností a bude zajištěna tlumiči hluku (viz. útlum hluku).



## 2.2 Energetické zdroje

### Elektrická energie

Elektrická energie je uvažována pro pohon elektromotorů VZT, systému VRF, split systém a chladicích zařízení – rozvodná soustava 3+PEN, 50 Hz, 400V/230V.

### Tepelná energie

Pro ohřev vzduchu v tepelném výměníku centrálních vzduchotechnických jednotek bude sloužit topná voda s rozsahem pracovních teplot  $t_{w1}/t_{w2} = 80/60^{\circ}\text{C}$ . Výrobu teplé vody zajistí profese ÚT.

Pro chlazení vzduchu v centrální jednotce je uvažován systém přímého chlazení pomocí výparníku výparníků osazeného ve VZT jednotce a vzduchem chlazených kondenzátorem umístěný na střeše strojovny vzduchotechniky. Teplonosné médium je freon R410A.

Pro chlazení a ohřev systému VRF je použita venkovní jednotka, která využívá chladivo R410A.

Split systém využívá chladivo R410C. Pro chlazení vzduchu je venkovní jednotka, která je umístěna na střeše objektu nad strojovnou VZT.

## 3. Popis technického řešení

### 3.1 Koncepce větracích zařízení

Návrh řešení větrání předmětných prostor vychází ze současných stavebních dispozic a požadavků kladených na interní mikroklima jednotlivých místností. V zásadě jsou větrány místnosti, které to nezbytně potřebují z hlediska hygienického, funkčního či technologického. Pro rozvod vzduchu se počítá s nízkotlakým systémem.

Výměny vzduchu v jednotlivých místnostech jsou navrženy podle hygienických předpisů a podle výměn všeobecně stanovených 361/2007 Sb. (viz. průtoky vzduchu). Navržená zařízení jsou rozdělena do následujících funkčních celků:

#### **Zařízení č.1 – Nucené teplovzdušné větrání a VRF systém – 1.varianta a 2. varianta**

Pro dodržení hygienických potřeb výměn vzduchu a pokrytí tepelné zátěže(léto-vzduch) a tepelných ztrát(zima-vzduch) v místnostech 101, 102, 201, 202, 208, 301, 302, 308 je navržena centrální VZT jednotka, která zajistí jednostupňovou filtraci čerstvého vzduchu

(stupeň F5) a filtraci znehodnoceného vzduchu (stupeň G4), rekuperaci pomocí deskového výměníku tepla, ohřev a chlazení pomocí daných výměníků a také eliminaci kapek v odvodní i přívodní části jednotky.

Jednotka bude umístěna ve strojovně vzduchotechniky, (místnost č. 308), která je přístupná z chodby 302. Sání čerstvého vzduchu bude přiveden z fasády strojovny a kryt protidešťovou žaluzií. Výfuk znehodnoceného vzduchu bude vyveden na střechu strojovny a zakončen výfukovou hlavicí.

Transport jednotky na místo osazení bude probíhat po jednotlivých komorách.

Chlazení přiváděného vzduchu v letním období bude řešeno systémem přímého chlazení pomocí výparníku výparníků osazeného ve VZT jednotce a vzduchem chlazených kondenzátorem umístěný na střeše strojovny vzduchotechniky. Teplonosné médium je R410A.

Pro pokrytí tepelných zisků a ztrát v místnostech 101, 201, a 301 je použit systém VRF, který zajistí úpravu vzduchu na požadované hodnoty. V daných místnostech jsou navrženy 1-cestné kazetové jednotky opatřeny infračerveným dálkovým ovládáním, pro snadné nastavení. Pro úpravu chladiva se použije venkovní jednotka osazena na kovovém rámu. Rozvody pro chladivo a páru se opatří tepelnou izolací (podle DN potrubí). Všechny vnitřní jednotky jsou opatřeny čerpadlem na odvod kondenzátu.

Filtrovaný, tepelně upravený vzduch (teplota přiváděného vzduchu dle požadavku  $t_p = 23^\circ\text{C}$  (léto),  $t_p = 22^\circ\text{C}$  (zima) bude do obsluhovaných prostorů transportován čtyřhranným potrubím z pozinkovaného plechu a ohebnými hadicemi. Jako koncové elementy budou sloužit přívodní vířivé anemostaty. Odvod znehodnoceného vzduchu bude proveden potrubním rozvodem s osazenými koncovými elementy. Rozvody budou vedeny v sádkartonovém podhledu. Zařízení bude pracovat se 100% čerstvého vzduchu.

Izolace na centrálním VZT systému: Přívodní potrubí bude v prostorech objektu mimo strojovnu izolováno tepelnou izolací tl. 30mm, která bude zároveň plnit funkci požární izolace – zabránění kondenzace vodní páry na potrubí v letním období. Ve strojovně budou veškeré

trubní rozvody izolovány tvrzenou protihlukovou izolací tl. 60mm (viz. izolace potrubí). Odvodní potrubí nebude izolováno protože teplota okolního vzduchu a odváděného je stejná.

### **Zařízení č.1 – Nucené teplovzdušné větrání a VRF systém – 3.varianta**

Pro dodržení hygienických potřeb výměn vzduchu a pokrytí tepelné zátěže(léto-vzduch) a tepelných ztrát(zima-vzduch) v místnostech 101, 102, 103, 201, 202, 203, 204, 205, 208, 301, 302, 303, 304, 305 a 308 je navržena centrální VZT jednotka, která zajistí jednostupňovou filtraci čerstvého vzduchu (stupeň F5) a filtraci znehodnoceného vzduchu (stupeň G4), rekuperaci pomocí deskového výměníku tepla, ohřev a chlazení pomocí daných výměníků a také eliminaci kapek v odvodní i přívodní části jednotky.

Jednotka bude umístěna na střeše objektu a osazena na kovovém rámu. Vyrobená bude ve venkovním provedení aby odolávala venkovním vlivům. Sání i výfuk vzduchu budou na střeše objektu. Budou opačně orientovány a dostatečně od sebe vzdáleny aby se navzájem neovlivňovali.

Transport jednotky na místo osazení bude probíhat po jednotlivých komorách.

Chlazení přiváděného vzduchu v letním období bude řešeno systémem přímého chlazení pomocí výparníku výparníků osazeného ve VZT jednotce a vzduchem chlazených kondenzátorem umístěný na střeše strojovny vzduchotechniky. Teplonosné médium je R410A.

Filtrovaný, tepelně upravený vzduch (teplota přiváděného vzduchu dle požadavku  $t_p=23^{\circ}\text{C}$  (léto),  $t_p=22^{\circ}\text{C}$ (zima) bude do obsluhovaných prostorů transportován čtyřhranným potrubím z pozinkovaného plechu a ohebnými hadicemi. Jako koncové elementy budou sloužit přívodní vířivé anemostaty. Odvod znehodnoceného vzduchu bude proveden potrubním rozvodem s osazenými koncovými elementy. Rozvody budou vedeny v sádkartonovém podhledu. Zařízení bude pracovat se 100% čerstvého vzduchu.

Izolace na centrálním VZT systému: Přívodní potrubí bude v prostorech objektu izolováno tepelnou izolací tl. 30mm, která bude zároveň plnit funkci požární izolace – zabránění kondenzace vodní páry na potrubí v letním období. Na střeše budou veškeré trubní rozvody izolovány tvrzenou izolací tl. 60mm (viz. izolace potrubí) a opatřeny oplechováním

pro zvýšení odolnosti. Odvodní potrubí nebude izolováno, protože teplota okolního vzduchu a odváděného je stejná.

### **Zařízení č.2 – Klimatizace CITY MULTI VRF systém – 1.varianta**

Pro úpravu vzduchu v kancelářských místnostech je použita klimatizace CITY MULTI VRF. Výměna vzduchu je zajištěna okny. Každá místnost je opatřena vnitřní jednotkou fungující v režimu chlazení a topení. Použité jsou kazetové jednotky 1-cestné umístěny v sádkartonovém podhledu. Všechny jednotky jsou opatřeny infračerveným dálkovým ovládáním pro snadné nastavení. Na střeše je umístěná venkovní jednotka na úpravu chladiva pro vnitřní jednotky. Jako teplonosné médium je použité chladivo R410A. Vnitřní jednotky jsou dimenzovány na pokrytí tepelných ztrát a zisků. Každá vnitřní jednotka je opatřena čerpadlem na odvod kondenzátu.

Rozvody chladiva budou měděné a opatřeny tepelnou izolací podle DN. Pro potrubí DN 18 mm se volí izolace tloušťky 30mm. Pro DN 16, 12, 10 a 6 mm tl. 20 mm izolace.

### **Zařízení č.2 – Klimatizace CITY MULTI VRF systém – 2.varianta**

Na rozdíl od 1. varianty jsou kancelářské prostory vybaveny parapetní jednotkou VRF systému. Výměna vzduchu je zajištěna okny. Jednotky fungují jak v režimu topení tak i v režimu chlazení. Pro snadné ovládání jsou jednotky vybaveny infračerveným dálkovým ovládáním. Teplonosným médiem je chladivo R410A. Vnitřní jednotky jsou dimenzovány na pokrytí tepelných ztrát a zisků. Každá vnitřní jednotka je opatřena čerpadlem na odvod kondenzátu.

Rozvody chladiva budou měděné a opatřeny tepelnou izolací podle DN. Pro potrubí DN 18 mm se volí izolace tloušťky 30mm. Pro DN 16, 12, 10 a 6 mm tl. 20 mm izolace.

### **Zařízení č.2 – Klimatizace CITY MULTI VRF systém – 3.varianta**

Technické vybavení VRF systému je shodné s 1. variantou. Rozdíl je ve větrání. Výměna vzduchu již není pomocí okny ale vzduchotechnickou jednotkou. Vnitřní jednotky jsou dimenzovány na pokrytí tepelných ztrát a zisků které se snížili oproti 1. variante. Každá vnitřní jednotka je opatřena čerpadlem na odvod kondenzátu.

Rozvody chladiva budou měděné a opatřeny tepelnou izolací podle DN. Pro potrubí DN 18 mm se volí izolace tloušťky 30mm. Pro DN 16, 12, 10 a 6 mm tl. 20 mm izolace.

### **Zařízení č.3 – Split systém**

Daný systém bude použit v místnosti 207 ve které je umístěn server. Vnitřní jednotka je nástěnného typu. Vybavena je infračerveným dálkovým ovladačem pro regulaci. Dimenzována je na pokrytí tepelné zátěže, která je produkována hlavně serverem. Venkovní jednotka bude osazena v kovovém rámu a umístěna na střeše objektu nad strojovnou. Množství chladiva v daném okruhu 1,05kg – R410A. Rozvod chladiva pro vnitřní jednotku se provede z mědi a opatří tepelnou izolací, aby nedocházelo k tepelným ztrátám. Tloušťka izolace je 20mm.

### **Zařízení č.4 – Podtlakové větrání**

Pro nucené větrání prostor zázemí se tyto prostory rozdělí na tři samostatné funkční celky podle podlaží. V těchto jednotkách budou navrženy tři samostatné potrubní na odvod znehodnoceného vzduchu. K odvodu vzduchu je použit ventilátor MIXVENT TD 500/150, který je umístěn v podhledu místnosti 106 a je opatřen regulátorem konstantního průtoku a zpětnou klapkou. Ve druhém a třetím patře je osazen potrubní ventilátor MIXVENT TD 250/100, který je umístěn v místnostech 206 a 306. Opatřen je zpětnou klapkou a regulátorem konstantního průtoku.

Výfuk znehodnoceného vzduchu bude vyveden na fasádu v dostatečné vzdálenosti od ostatních otvorů na fasádě a bude opatřen protidešťovou žaluzií. Přívod čerstvého vzduchu bude zajištěn stěnovými a dveřními mřížkami z chodeb a ze zasedací místnosti.

Odvod znehodnoceného vzduchu bude potrubním rozvodem s osázenými koncovými elementy – talířovými ventily.

Izolace vzduchovodů nebude provedena, neboť vzduchovodem proudí vzduch o stejné teplotě a vlhkosti, jako v okolním prostředí.

#### 4. Nároky na energii

Součtové elektrické příkony ventilátorů a jednotek VRF:

1. a 2. varianta

1.01 -  $P_{V,odvod}=0,47\text{kW(VZT)}$        $P_{V,přivod}=1,07\text{kW(VZT)}$

2.01 -  $P_{VRF,venkovní jednotka}=5,72/6,03\text{kW(chlazení/topení)}$

2.02 -  $P_{vnitřní jednotka kazetová}=0,042\text{kW}$

2.03 -  $P_{vnitřní jednotka parapetní}=0,040\text{kW}$

3.01 -  $P_{split systém}=1,01\text{kW(chlazení)}$

4.01 -  $P_{V,mixvent TD-500/150}=0,05\text{kW}$

4.02 -  $P_{V,mixvent TD-250/100}=0,024\text{kW}$

3. varianta

1.01 -  $P_{V,odvod}=1,58\text{kW(VZT)}$        $P_{V,přivod}=2,34\text{kW(VZT)}$

2.01 -  $P_{VRF,venkovní jednotka}=5,72/6,03\text{kW(chlazení/topení)}$

2.02 -  $P_{vnitřní jednotka}=0,042\text{kW}$

3.01 -  $P_{split systém}=1,01\text{kW(chlazení)}$

4.01 -  $P_{V,mixvent TD-500/150}=0,05\text{kW}$

4.02 -  $P_{V,mixvent TD-250/100}=0,024\text{kW}$

#### 5. Měření a regulace, protimrazová ochrana

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

- Ovládání chodu ventilátorů, silové napájení ovládaných zařízení.
- Zajištění tlumeného chodu konkrétních zařízení mimo pracovní dobu cca  $\frac{1}{2}$  max. výkonu, na přívodu i odvodu vzduchu (jendootáčkový motor 6 – 60Hz), zajištění tlumeného chodu – frekvenční měniče.
- Regulace teploty vzduchu řízením výkonu teplovodního ohřívače v zimním období.
- Regulace teploty vzduchu výkonu nepřímo chlazeného chladiče ve VZT jednotce – Regulace výkonu výměníku rozdáváním – kvantitativní směšování.



- Umístění teplotních a vlhkostních čidel podle požadavků (referenční místnosti apod.)
- Řízení účinnosti protiúrazové ochrany deskového výměníku nastavováním obtokové klapky (na základě teploty odpadního vzduchu nebo tlakové ztráty)
- Ovládání uzavíracích klapek na jednotce včetně dodání servopohonů.
- Protiúrazová ochrana teplovodního výměníku – měření na straně vzduchu i vody. Při poklesu teploty 1.-vypnutí ventilátoru, 2.- uzavření klapek, 3.- otevření třicestného ventilu, 4.-spuštění čerpadla.
- Signalizace bezporuchového chodu ventilátoru pomocí diferenčního snímače tlaku.
- Měření a signalizace zanášení (tlakové ztráty) všech stupňů filtrace.
- Poruchová signalizace
- Připojení regulace a signalizace stavu všech zařízení na velící centralizované stanoviště.
- Zajištění požadované současnosti chodu jednotlivých zařízení v příslušných funkčních celcích.
- Signalizace požárních klapek (Z/O) – podružná signalizace polohy na panel požárních klapek a systému EPS.
- Regulace výkonu jednotlivých vnitřních jednotek VRF systému podle požadovaného vnitřního stavu prostředí (dálkové ovládání).
- Kontrola chladiva v soustavách.
- Regulace VRF systému ve večerných hodinách.

## **6. Protihluková a protiotřesová opatření**

Do rozvodných tras budou vloženy kulisové tlumiče hluku, které zabrání nadměrnému šíření hluku od ventilátorů do větraných místností a do okolní zástavby. Tyto tlumiče budou osazeny jak v přívodních, tak odvodních trasách vzduchovodů, kde by bez tlumiče nevyhověla hladina hluku dle nařízení vlády č.148/2006 (viz. útlum hluku). Vzduchovody budou protihlukově izolovány od zdroje hluku za jednotlivé tlumiče jak na sání, tak na výtlaku. Veškeré točivé stroje (jednotky, ventilátory) budou pružně uloženy za účelem

zmenšení vibrací. Veškeré vzduchovody budou napojeny na jednotky přes tlumící vložky. Všechny prostupy VZT potrubí stavebními konstrukcemi budou obloženy a dotěsněny izolací.

## 7. Izolace a nátěry

Jsou navrženy tvrzené izolace hlukové a tepelné. Ve výkresové části technické zprávy jsou uvažované izolace zobrazeny ve výkresech. Tepelná izolace tl. 60mm(strojovna) a tl. 30mm(objekt) bude zároveň plnit funkci hlukové izolace. Veškeré sací a výtlačné potrubí chladiva musí být včetně armatur od vnitřních jednotek až k venkovní jednotce tepelně izolováno. Pro rozvody chladiva jsou navrženy izolace tl. 20 a 30mm.

Tvrzené tepelné izolace – tl. izolace 30 a 60mm  $\lambda=0,04$  W/mK

Izolační pouzdra – tl. izolace 20 a 30mm  $\lambda=0,04$  W/mK

V případě použití jiného druhu izolací je nutné se řídit uvedenými parametry a dodržet hygienické a funkční parametry zařízení. Nátěry nejsou uvažovány. Všechny protidešťové žaluzie jsou tvořeny z pozinkovaného plechu – možnost nátěru.

## 8. Protipožární opatření

Všechny prostory vzduchovodních potrubí procházející přes požárně dělící konstrukce budou opatřeny požárními ucpávkami. Do vzduchovodů procházejících stavební konstrukcí ohraničující určitý požární úsek budou vřazeny protipožární klapky, zabraňující v případě požáru v některém požárním úseku jeho šíření do dalších úseků nebo na celý objekt. V případech, kdy nebude protipožární klapku možno osadit do požárně dělící konstrukce, bude potrubí mezi touto konstrukcí a požární klapkou opatřeno izolací s požadovanou dobou odolnosti. Osazené požární klapky budou v provedení teplotní a ruční spouštění se signalizací na 24V.

## 9. Nároky na spolusouvisející profese

### 9.1 Stavební úpravy

- Otvory pro prostupy vzduchovodů včetně zapravení a odklizení sutě.
- Zajistit ocelový rám pod VZT jednotku umístěnou na střechu objektu
- Obložení a dotěsnění prostupů VZT potrubí izolačními protiotřesovými hmotami v rámci zapravení.
- Dotěsnění a oplechování prostupů VZT. Oplechování tepelné izolace v exteriéru.
- Zajištění případných nátěrů VZT prvků na fasádě, či střeše objektu (architektonické ztvárnění)
- Zřízení prostorů strojovny VZT ve 3NP (Pro zařízení č.1) Zajištění dostatečného prostoru v podhledech pro rozvody VZT potrubí, rozvody pro VRF systém a umístění ventilátorů v hygienických místnostech.
- Zajištění povrchové úpravy podlahy pro bezprašný provoz a vyspádování podlahy k instalované vpusti.
- Stavební, výpomocné práce.
- Zřízení instalačních šachet pro vedení jednotlivých vzduchovodů.
- Zřízení revizních otvorů pro přístup k ventilátorům, regulačním a požárním klapkám nerozebíratelných částí podhledu.

### 9.2 Silová elektroinstalace

- Doplnění stávajícího rozvaděče v 3NP u schodiště o jističe pro napájení vzduchotechnických jednotek a připojení těchto jednotek k elektrické síti 230,400V/50Hz.
- Doplnění rozvaděče na střechu objektu pro napojení VZT jednotky k elektrické síti 230, 400V/50Hz
- Přivedení silového napájecího kabelu do hygienických prostor. (místo přivedení bude upřesněno investorem. Silový napájecí kabel bude veden v plastové liště po zdi.
- Provedení revize silového kabelu, popř. společně pro celý systém MaR.
- Uzemnění všech zařízení.

### 9.3 Zdravotechnika

- Odvod kondenzátu od vzduchotechnický jednotky č.1 umístěna ve strojovně vzduchotechniky. Svod kondenzátu bude napojen na odpadní potrubí .
- Odvod kondenzátu od vnitřních jednotek VRF systému je veden v podhledu. Napojeny jsou na společný svod a následně na odpadní potrubí vedeno z úklidové místnosti.

### 9.4 Chlazení

- Zajištění dostatečného množství chladu pro provoz jednotky vzduchotechniky č.1 zajistí profese chlazení i s projektem.

### 10. Montáž, provoz, údržba a obsluha zařízení

- Realizační firma v rámci své dodávky provede rozpis VZT potrubí pro výrobní a montážní účely (rozdělení vzduchovodů na jednotlivé roury a tvarovky včetně potřebných „rozměrů“ )včetně kontroly technické zprávy ve smyslu úplnosti §55 obchodního zákoníku.
- Realizační firma navrhne rozvody pro VRF systém a split systém, venkovní a vnitřní jednotky včetně kontroly technické zprávy ve smyslu úplnosti §55 obchodního zákoníku.
- Realizační firma před naceněním provede prohlídku stávajících prostorů a stávající stav demontáží. Rozvody VZT a chladící kapaliny budou instalovány před ostatními profesemi kvůli zjištění prostorových nároků.
- Všechny dešťové žaluzie budou tvořeny z pozinkovaného plechu připravené k případnému nátěru – architektonické řešení.
- Při montáži požárních klapek budou zajištěny přístupy pro následné revize – nutná opětovná koordinace se stavební profesí v průběhu realizace výstavby.
- Osazení VZT jednotky bude provedeno pomocí bočných úchytů při 1. a 2. variante
- Usazení VZT jednotky bude na kovový rošt vysoký 50 cm ve 3. variante na střeše objektu pobočky banky
- Osazení venkovní jednotky VRF systému a split jednotky bude na kovovém rámu.

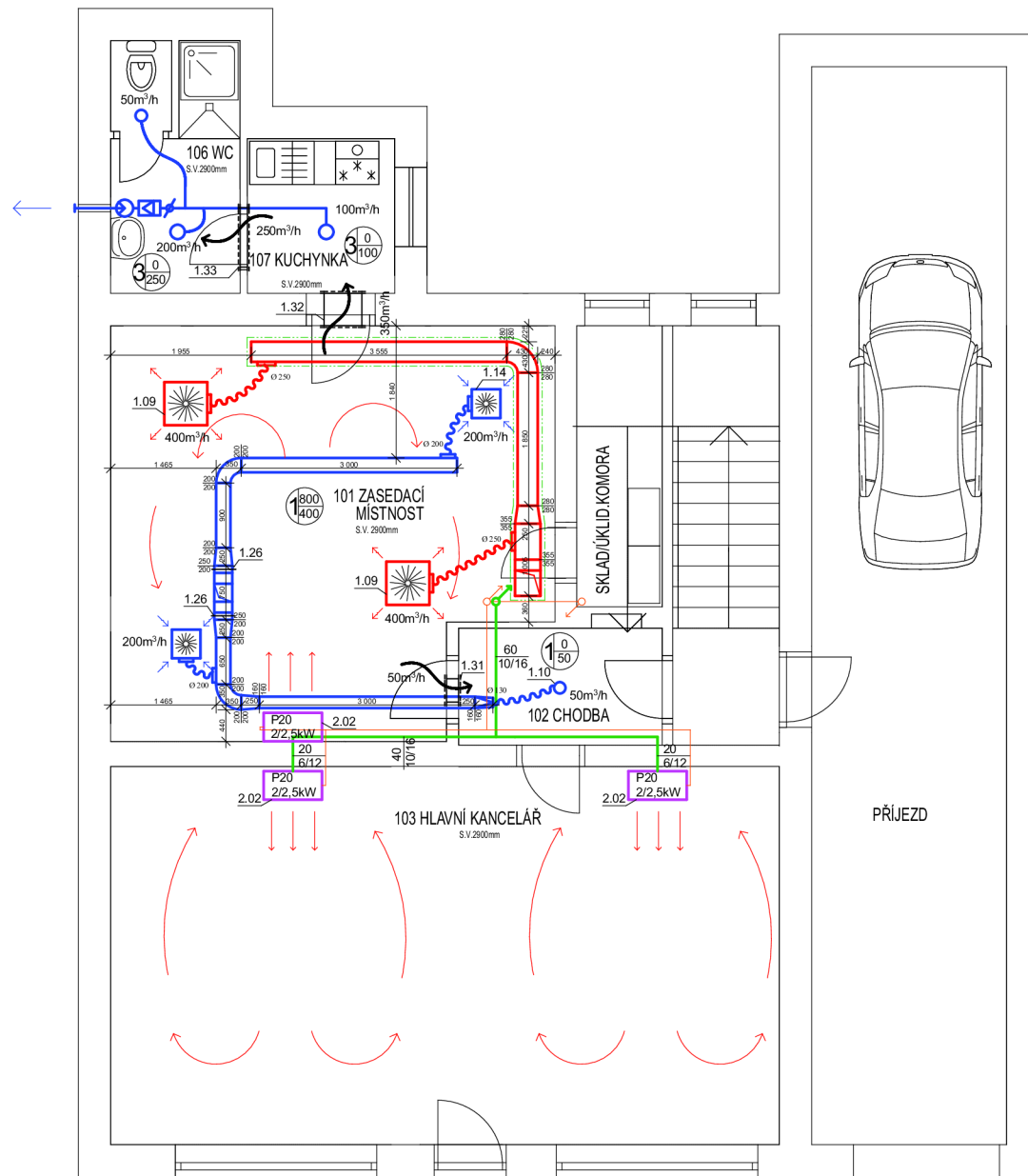
- Osazení vnitřních jednotek VRF systému se provede pomocí kovových kompletů do podhledu. Vnitřní jednotka split systému se uchytlí na zeď pomocí montážních bodů.
- Při zaregulování systému VZT s motory ovládanými frekvenčními měniči je nutné nastavení požadovaných vzduchových výkonů koordinovat s profesí MaR – např. pomocí prandtlové trubice.
- Montáž všech zařízení bude provedena odbornou montážní firmou. Navržená zařízení budou montována podle montážních předpisů jednotlivých prvků.
- Všechny odbočky, rozbočky a nástavce na čtyřhranných potrubních rozvodech budou vybaveny náběhovými plechy – třetí stupeň regulace.
- Připojení koncových elementů pro přívod i odvod vzduchu v zařízení č.1 bude provedeno tepelně izolovanými hadicemi typu SONOFLEX MI. Připojení koncových elementů zařízení č. 4 bude provedeno ohebnou hadicí ALUFLEX.
- Při montáži musí být dodržena veškerá bezpečnostní opatření dle platných předpisů.
- Veškerá zařízení musí být po montáži vyzkoušena a zaregulována. Při zaregulování vzduchotechnických systémů bude postupováno v součinnosti s profesí MaR. Uživatel musí být řádně seznámen s funkcí, provozem a údržbou zařízení.
- VZT zařízení, seřízená a odevzdaná do trvalého provozu, smí být obsluhována pouze řádně zaškolenými pracovníky, a to dle provozních předpisů dodavatelů vzduchotechnických zařízení, pokud není v projektové dokumentaci uvedeno jinak. Při provozu odpovídá za bezpečnost práce provozovatel. Všechny podmínky pro bezpečnou práci musí být uvedeny v provozním řádu. Vypracování provozního řádu včetně zaškolení obsluhy zajistí dodavatel.
- VRF systém a split systém smí obsluhovat pouze řádně zaškolen pracovník, a to dle provozních předpisů dodavatelů zařízení, pokud není v projektové dokumentaci uvedeno jinak. Při provozu odpovídá za bezpečnost práce provozovatel. Při provozu odpovídá za bezpečnost práce provozovatel. Všechny podmínky pro bezpečnou práci musí být uvedeny v provozním řádu. Vypracování provozního řádu včetně zaškolení obsluhy zajistí dodavatel. Ovládání vnitřních jednotek mohou také samotní zaměstnanci v daném objektu po obeznámení se s daným systémem a možnostmi regulace.

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

## 11. Závěr

Navržené varianty splňují nároky na provoz daného typu a charakteru. V daných místnostech zabezpečují optimální pohodu prostředí požadovanou předpisy. První varianta je z ekonomického hlediska nejvýhodnější. Pro komfort uživatele je ale výhodnější druhá varianta. Počáteční náklady jsou větší, ale provozní jsou stejné. Třetí varianta je pro uživatele nejkomfortnější. Počáteční náklady a náklady na provoz jsou ale největší.





# LEGENDA VZT ZAŘÍZENÍ

## ANEMOSTATY



LEGENDA ČTYŘHRANÉHO POTRUBÍ

— PŘÍVODNÍ POTRUBÍ  
— ODVODNÍ POTRUBÍ



STĚNOVÉ A DVEŘNÍ MŘÍŽKY  
1.32 1.31 1.33

## TEPELNÁ IZOLACE

--- TEPELNÁ IZOLACE TL.30MM

## OHEBNÁ HADICE

— OHEBNÁ HADICE SONOFLEX(TL. VIZ PŮDORYS)  
1.20

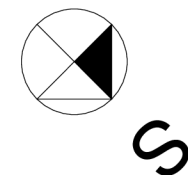
## PMFY VNITŘNÍ KAZETOVÁ JEDNOTKA

2.02

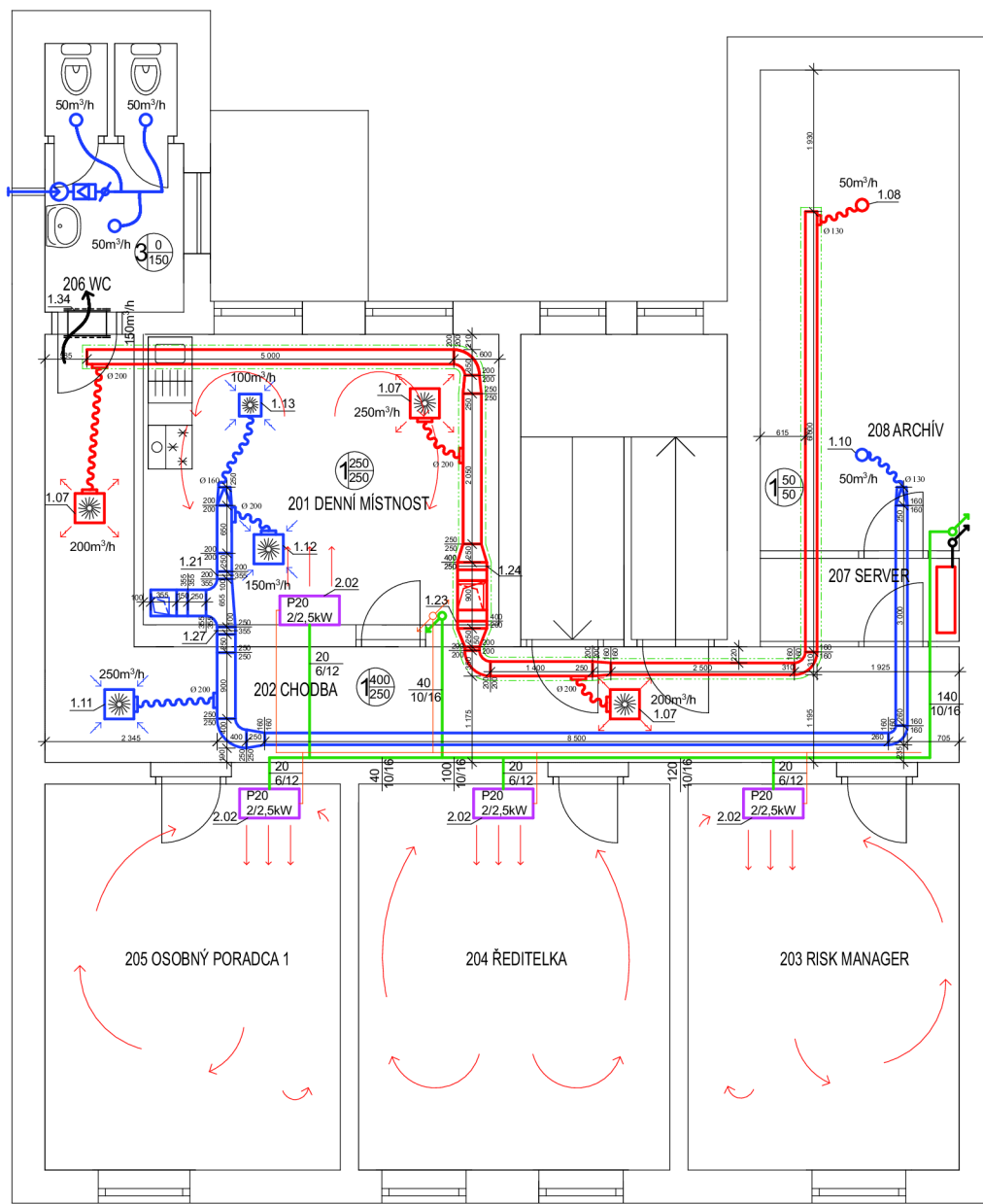
— ODVOD KONDENZÁTŮ  
— ROZVOD CHLADIVA

ČÍSLO VZT ZAŘÍZENÍ  
PŘÍVOD VZDUCHU (m³/h)  
ODVOD VZDUCHU (m³/h)

\*VŠECHNY MÍSTNOSTI JSOU SE SÁDROKARTONOVÝM PODHLEDEM

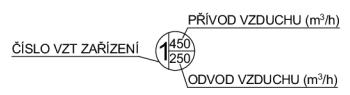
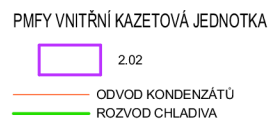
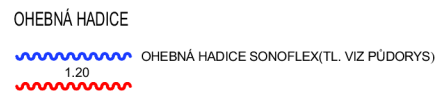
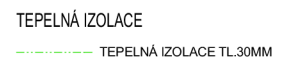
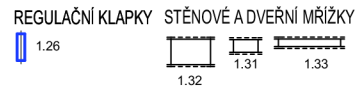
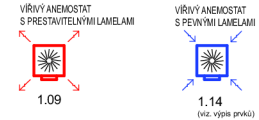


PROJEKTANT: Bc. JURAJ GAŠPÁR	PROJEKT: DIPLOMOVÁ PRÁCE	INVESTOR:	
VYPRACOVÁVÁJ: Bc. JURAJ GAŠPÁR	POBOČKA BANKY	STAVBAČKA:	
VEDOUČÍ: doc. Ing. ALEŠ RUBINA Ph.D.	PŮDORYS 1NP 1.varianta	STATUS DOKUMENTACE:	
	VYSOKÁ ŠKOLA TECHNICKÁ A EKONOMICKÁ V BRNĚ FACULTA STAVEBNÍ	MĚRITEL: 1:50	VYKRESLIL: 1
		FORMÁT: A2	DATUM: 7.5.2013



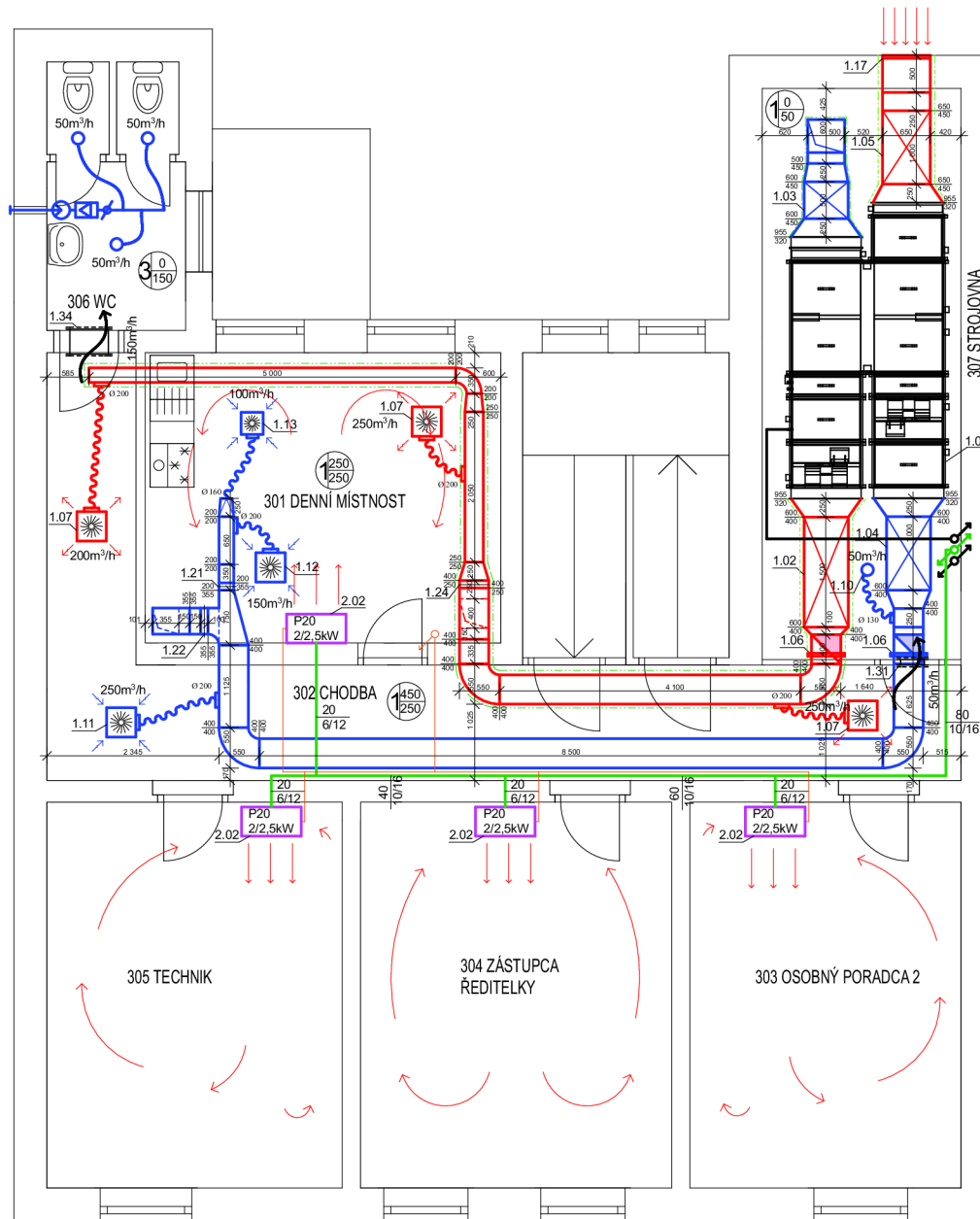
# LEGENDA VZT ZAŘÍZENÍ

## ANEMOSTATY



\*VŠECHNY MÍSTNOSTI JSOU SE SÁDROKARTONOVÝM PODHLEDEM

PROJEKTANT: Bc. JURAJ GAŠPÁR	PROJEKT: DIPLOMOVÁ PRÁCE	INVESTOR: P27 KATKY	
VYPRACOVAV: Bc. JURAJ GAŠPÁR	POBOČKA BANKY	STATUS DOKUMENTACE: 1	
VEDOUČÍ: doc. Ing. ALEŠ RUBINA Ph.D.		ŠKALA: 1:50	
	PŮDORYS 2NP 1.varianta	ČÍSLO DOKUMENTACE: 1	
		FORMÁT: A2	DATUM: 7.5.2013
		STŘEŠNÍ: CS	STRANA: 4

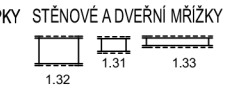
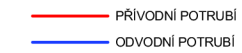


## LEGENDA VZT ZAŘÍZENÍ

### ANEMOSTATY



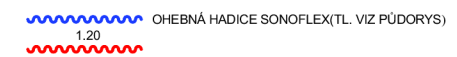
### LEGENDA ČTYŘHRANNÉHO POTRUBÍ



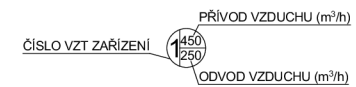
### TEPELNÁ IZOLACE




### OHEBNÁ HADICE

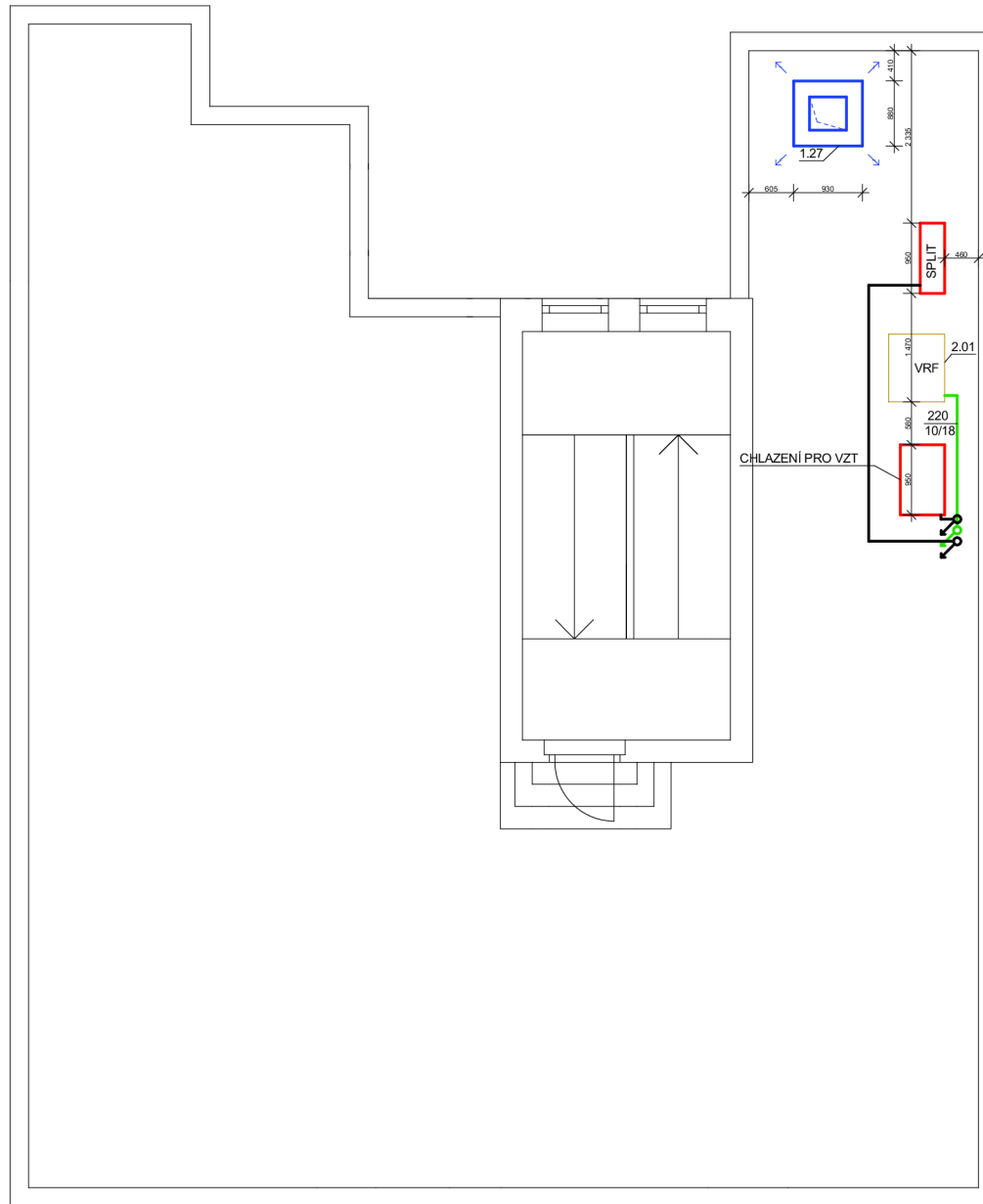


### PMFY VNITŘNÍ KAZETOVÁ JEDNOTKA



\*VŠECHNY MÍSTNOSTI JSOU SE SÁDROKARTONOVÝM PODHLEDEM

PROJEKTANT: Bc. JURAJ GAŠPÁR	PROJEKT: DIPLOMOVÁ PRÁCE	INŠTITÚT: F.7AKAŤKY
VYPRACOVÁV: Bc. JURAJ GAŠPÁR		STATUS DOKUMENTACE:
VEDOUČI: doc. Ing. ALEŠ RUBINA Ph.D.	POBOČKA BANKY	MĚRÍTKO: 1:50
	PŮDORYS 3NP 1.varianta	STRANA: 1
VYSOKÁ ŠKOLA TECHNICKÁ V BRNĚ FACULTA STAVEBNÍ		FORMÁT: A2
		DATUM: 7.5.2013
		JAZYK: CS
		LIŠTĚNÍ: 4



## LEGENDA VZT ZAŘÍZENÍ

### ANEMOSTATY



TALÍŘOVÉ VENTILY

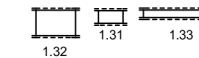
LEGENDA ČTYŘHRANNÉHO  
POTRUBÍ



— PŘÍVODNÍ POTRUBÍ  
— ODVODNÍ POTRUBÍ

REGULAČNÍ KLAPKY

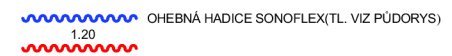
STĚNOVÉ A DVEŘNÍ MŘÍŽKY



TEPELNÁ IZOLACE



OHEBNÁ HADICE

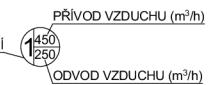


PMFY VNITŘNÍ KAZETOVÁ JEDNOTKA

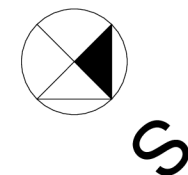


— ODVOD KONDENZÁTŮ  
— ROZVOD CHLADIVA

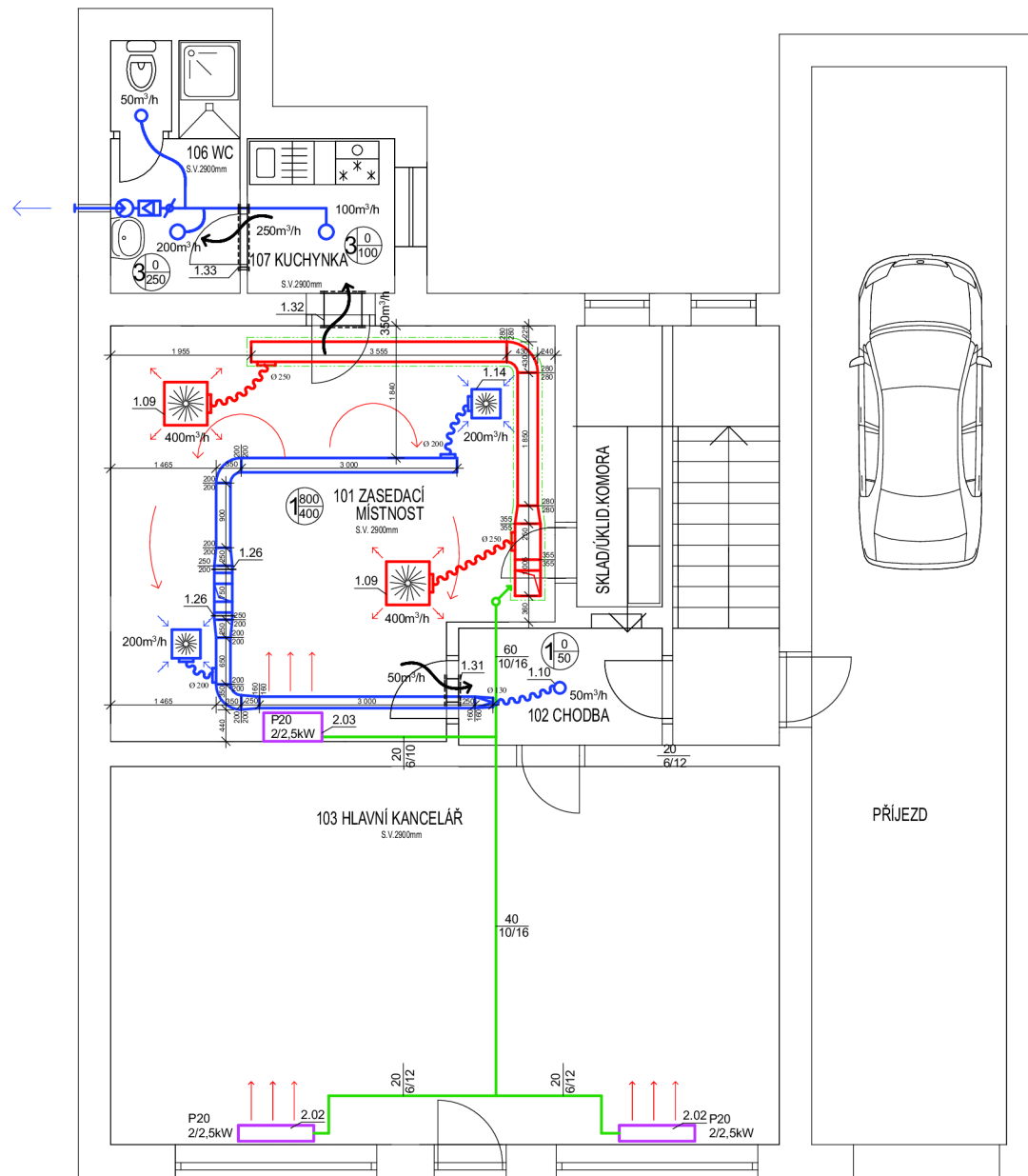
ČÍSLO VZT ZAŘÍZENÍ



\*VŠECHNY MÍSTNOSTI JSOU SE SÁDROKARTONOVÝM PODHLEDEM

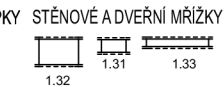
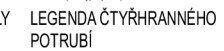


PROJEKTANT: Bc. JURAJ GAŠPÁR	PROJEKT: DIPLOMOVÁ PRÁCE	INVESTOR:
VYPRACOVAL: Bc. JURAJ GAŠPÁR	POBOČKA BANKY	Č. ZÁKAZKY:
VEDOUČÍ: doc. Ing. ALEŠ RUBINA Ph.D.	PŮDORYS střeška 1. varianta	STATUS DOKUMENTACE:
	VERZE: 1:50	VYKRES. Č. 1
	FORMÁT: A2	DATUM: 7.5.2013
		BARVA: CS
		LIŠTĚNÍ: 4



## LEGENDA VZT ZAŘÍZENÍ

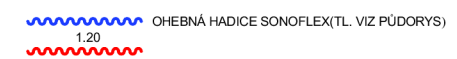
### ANEMOSTATY



### TEPELNÁ IZOLACE



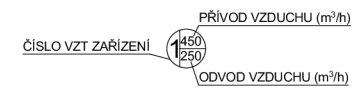
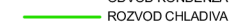
### OHEBNÁ HADICE



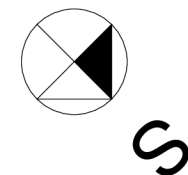
### PMFY VNITŘNÍ KAZETOVÁ JEDNOTKA



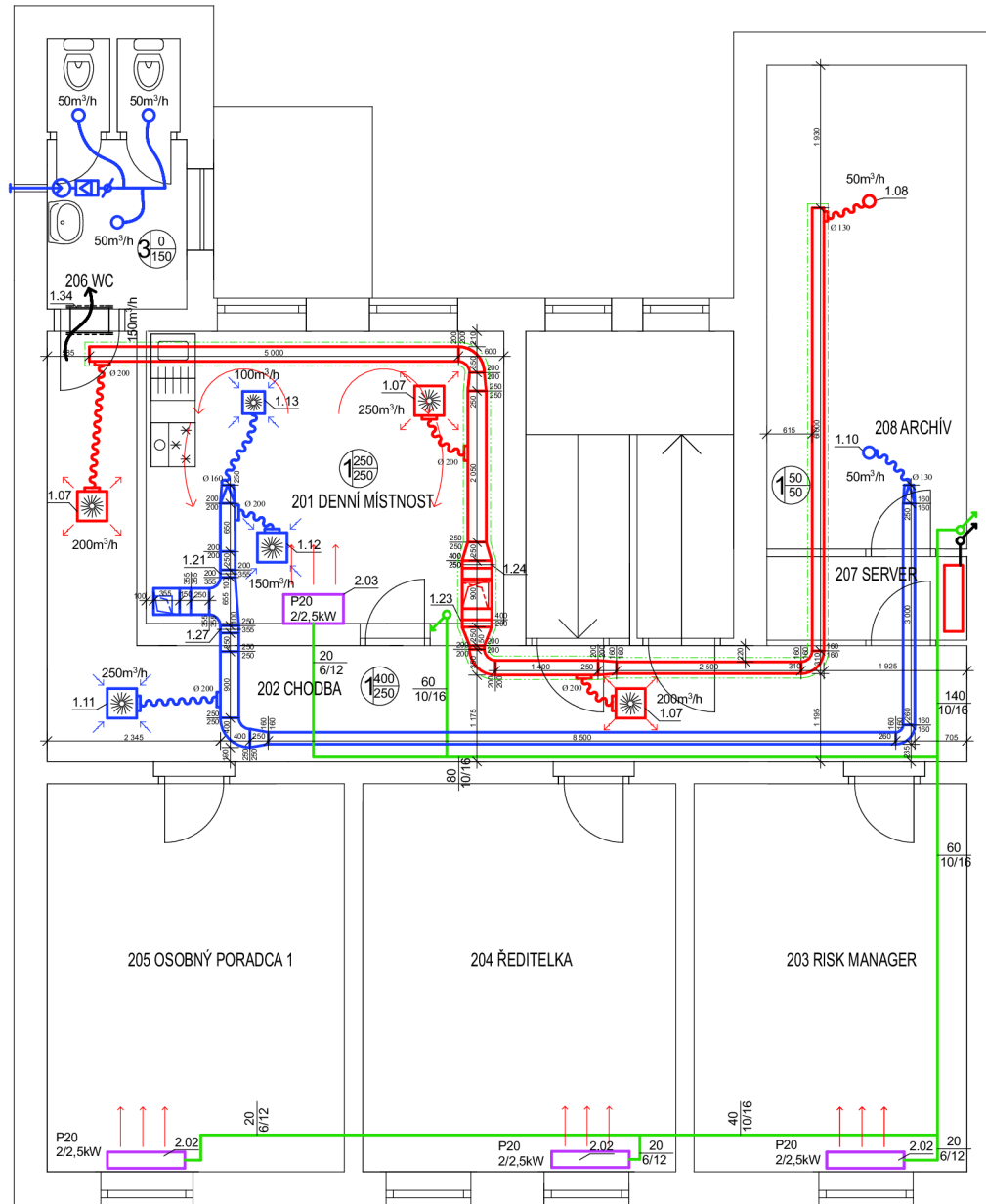
### PFY PARAPETNÍ JEDNOTKA



\*VŠECHNY MÍSTNOSTI JSOU SE SÁDROKARTONOVÝM PODHLEDEM



PROJEKTANT: Bc. JURAJ GAŠPÁR	PROJEKT: DIPLOMOVÁ PRÁCE	INŽENÝR:
VYPRACOVÁV: Bc. JURAJ GAŠPÁR		STAVBA:
VEDOUČÍ: doc. Ing. ALEŠ RUBINA Ph.D.		STATUS DOKUMENTACE:
<p>VYSOKÁ ŠKOLA TECHNICKÁ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ</p>	POBOČKA BANKY	MĚRÍTKO: 1:50
	PŮDORYS 1NP 2.varianta	STRANA: 1
	FORMÁT: A2	DATA: 7.5.2013
		STAV: CS
		LIST: 4

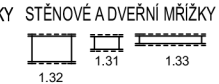


# LEGENDA VZT ZAŘÍZENÍ

## ANEMOSTATY



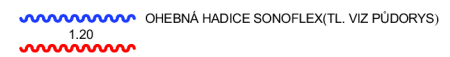
## LEGENDA ČTYŘHRANNÉHO POTRUBÍ



## TEPELNÁ IZOLACE



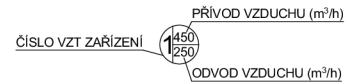
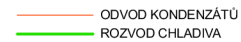
## OHEBNÁ HADICE



## PMFY VNITŘNÍ KAZETOVÁ JEDNOTKA



## PFY PARAPETNÍ JEDNOTKA

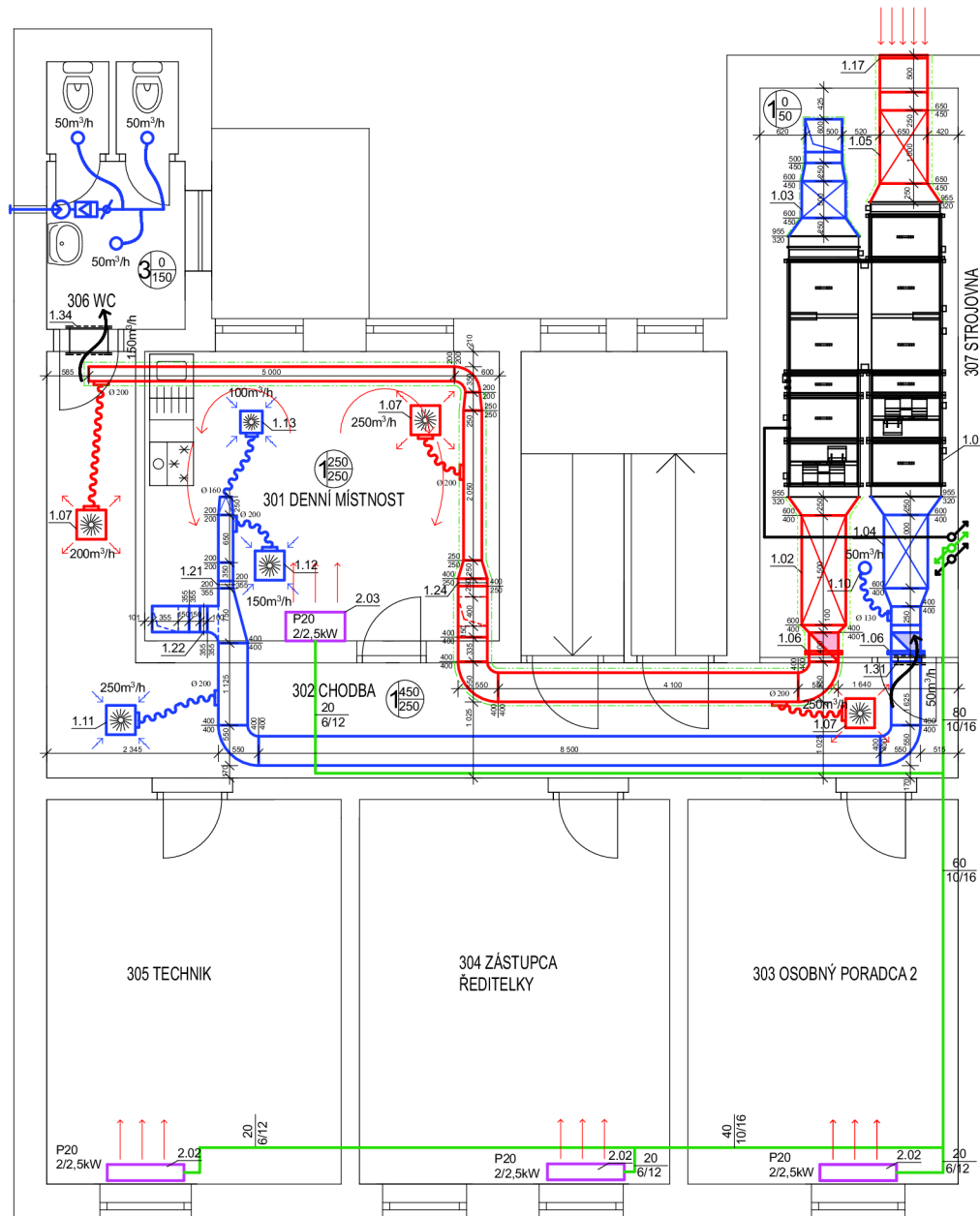


\*VŠECHNY MÍSTNOSTI JSOU SE SÁDROKARTONOVÝM PODHLEDEM



PROJEKTANT: Bc. JURAJ GAŠPÁR	PROJEKT: DIPLOMOVÁ PRÁCE	INVESTOR: P.7AKAŤKY
VYPRACOVAVŠÍ: Bc. JURAJ GAŠPÁR		STATUS DOKUMENTACE: 1
VEDOUČÍ: doc. Ing. ALEŠ RUBINA Ph.D.	POBOČKA BANKY	ŠKALA: 1:50
<p>VYSOKÁ ŠKOLA TECHNICKÁ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ</p>	PŮDORYS 2NP 2.varianta	ČÍSLO DOKUMENTACE: 1
		FORMÁT: A2
		STAV: CS
		STRANA: 4



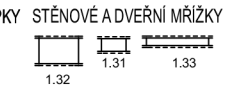


## LEGENDA VZT ZAŘÍZENÍ

### ANEMOSTATY



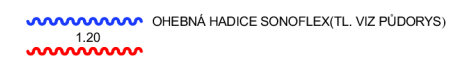
### LEGENDA ČTYŘHRANNÉHO POTRUBÍ



### TEPELNÁ IZOLACE



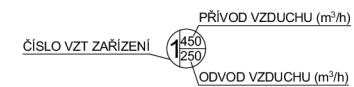
### OHEBNÁ HADICE



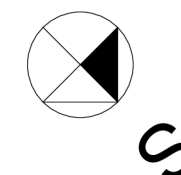
### PMFY VNITŘNÍ KAZETOVÁ JEDNOTKA




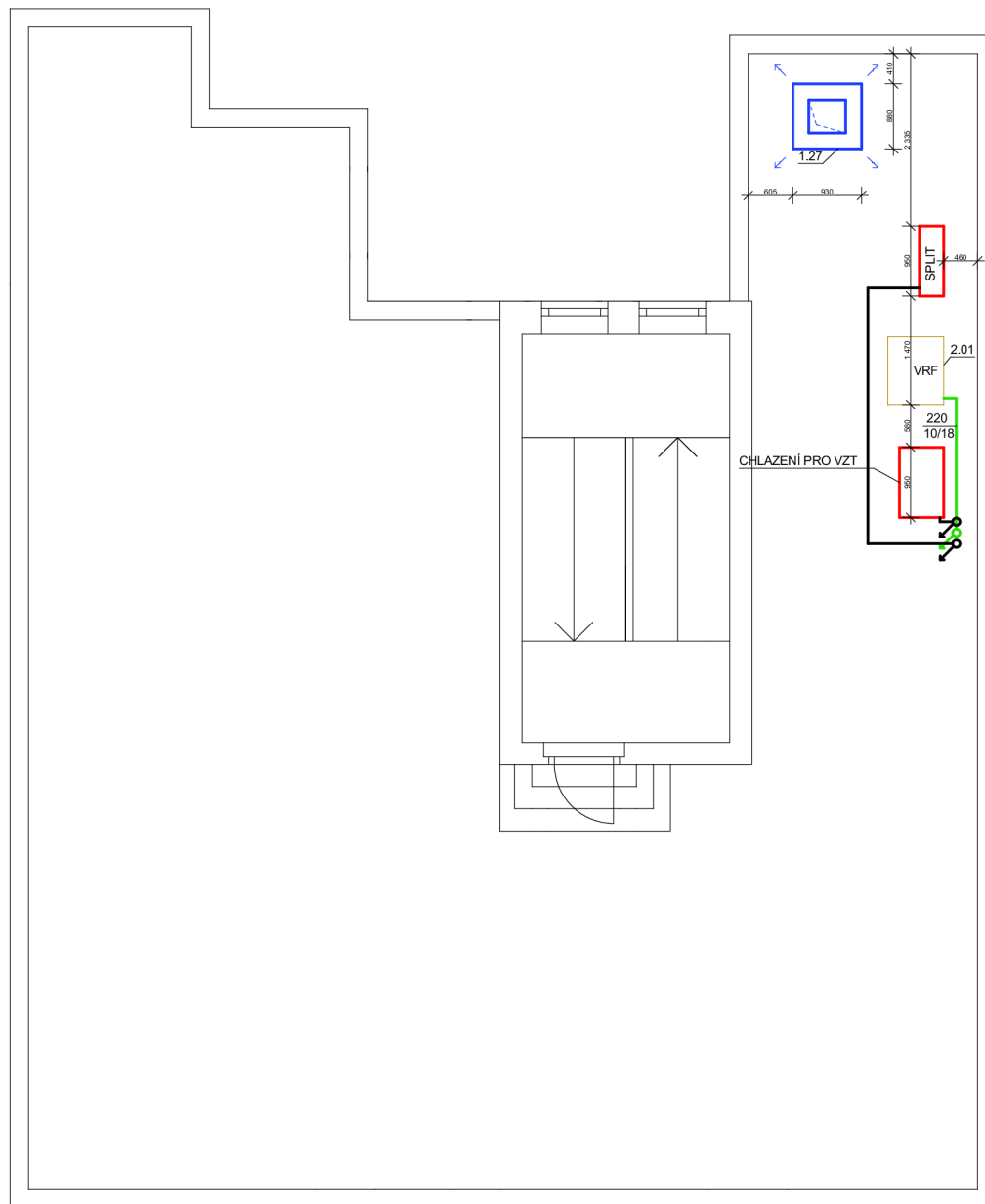
### PFFY PARAPETNÍ JEDNOTKA



\*VŠECHNY MÍSTNOSTI JSOU SE SÁDROKARTONOVÝM PODHLEDEM



PROJEKTANT: Bc. JURAJ GAŠPÁR	PROJEKT: DIPLOMOVÁ PRÁCE	INVESTOR: P.7AKAŤKY
VYPRACOVÁV: Bc. JURAJ GAŠPÁR		STATUS DOKUMENTACE: 1
VEDOUČÍ: doc. Ing. ALEŠ RUBINA Ph.D.	POBOČKA BANKY	ŠKALA: 1:50
	PŮDORYS 3NP 2.varianta	STRANA: 1
VYSOKÁ ŠKOLA TECHNICKÁ V BRNĚ FACULTA STAVEBNÍ		FORMÁT: A2
		DATUM: 7.5.2013
		JAZYK: CS
		LIŠTĚNÍ: 4



## LEGENDA VZT ZAŘÍZENÍ

### ANEMOSTATY



1.09

1.14  
(viz výpis prvků)

VŘÍVÝ ANEMOSTAT  
S PŘESTAVITELNÝMI LAMELAMI

VŘÍVÝ ANEMOSTAT  
S PEVNÝMI LAMELAMI

TALÍŘOVÉ VENTILY

LEGENDA ČTYŘHRANNÉHO  
POTRUBÍ

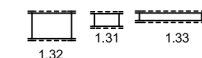


— PŘÍVODNÍ POTRUBÍ

— ODVODNÍ POTRUBÍ

REGULAČNÍ KLAPKY

STĚNOVÉ A DVEŘNÍ MŘÍŽKY



TEPELNÁ IZOLACE

— TEPELNÁ IZOLACE TL.30MM

OHEBNÁ HADICE

— OHEBNÁ HADICE SONOFLEX(TL. VIZ PŮDORYS)

— 1.20

PMFY VNITŘNÍ KAZETOVÁ JEDNOTKA

— 2.02

— ODVOD KONDENZÁTŮ

— ROZVOD CHLADIVA

ČÍSLO VZT ZAŘÍZENÍ

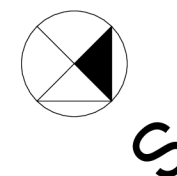
— PŘÍVOD VZDUCHU (m<sup>3</sup>/h)

1450

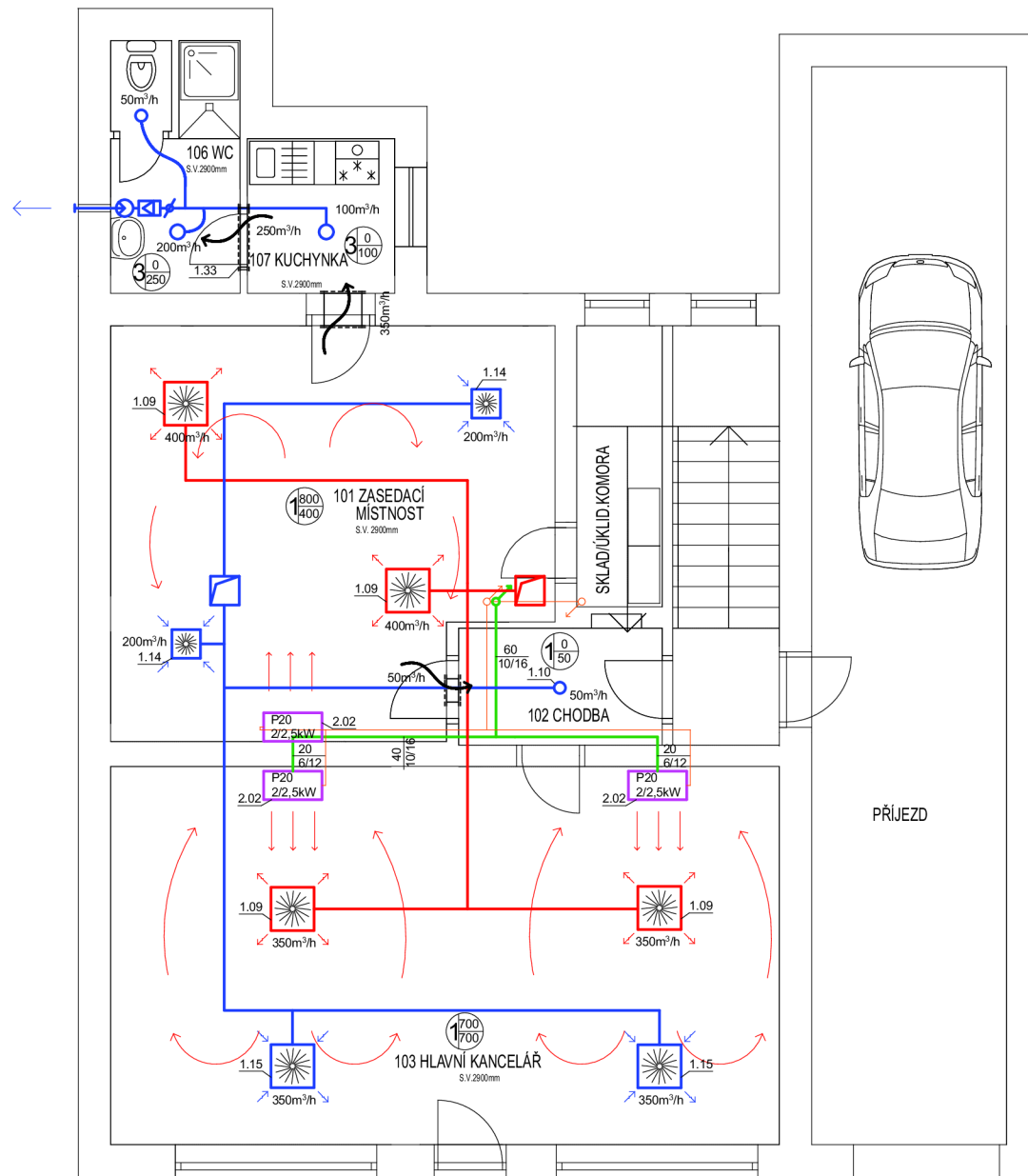
— ODVOD VZDUCHU (m<sup>3</sup>/h)

1250

\*VŠECHNY MÍSTNOSTI JSOU SE SÁDROKARTONOVÝM PODHLEDEM



PROJEKTANT: Bc. JURAJ GAŠPÁR	PROJEKT: DIPLOMOVÁ PRÁCE	INVESTOR:
VYPRACOVAVŠÍ: Bc. JURAJ GAŠPÁR		Č. ZÁKAZKY:
VEDOUČÍ: doc. Ing. ALEŠ RUBINA Ph.D.		STATUS DOKUMENTACE:
 VYSOKÁ ŠKOLA TECHNICKÁ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ	POBOČKA BANKY	MĚRÍTKO: 1:50
	PŮDORYS střeška 2.varianta	Č. DOKUMENTACE: 1
		FORMÁT: A2
		DATUM: 7.5.2013
		BAŤKA: CS
		STRÁNKY: 4

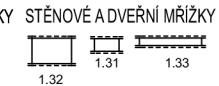


# LEGENDA VZT ZAŘÍZENÍ

## ANEMOSTATY



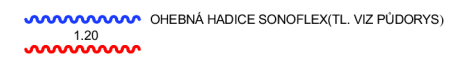
## LEGENDA ČTYŘHRANÉHO POTRUBÍ



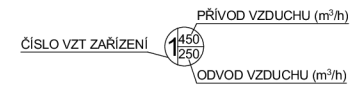
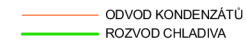
## TEPELNÁ IZOLACE



## OHEBNÁ HADICE



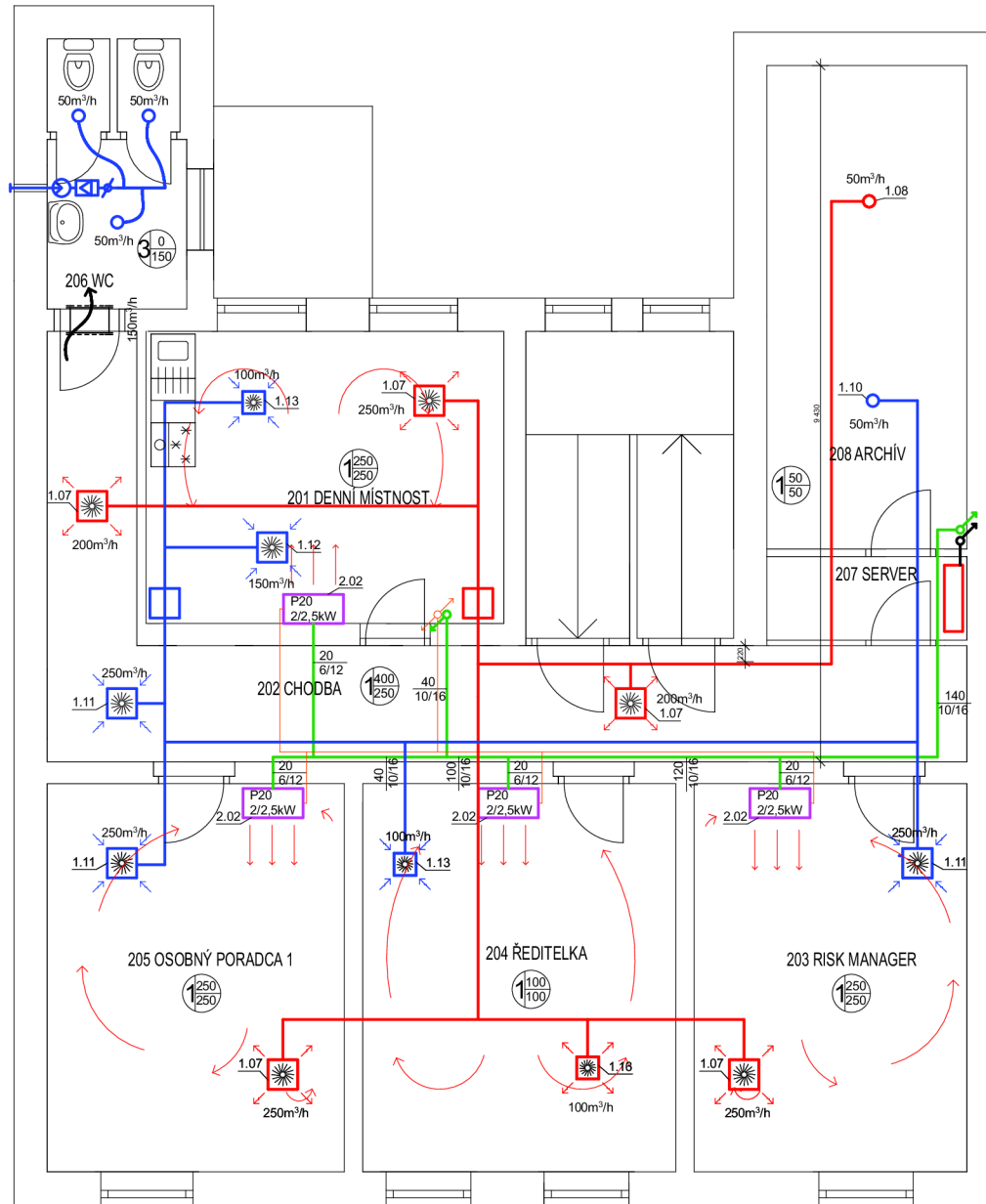
## PMFY VNITŘNÍ KAZETOVÁ JEDNOTKA



\*VŠECHNY MÍSTNOSTI JSOU SE SÁDROKARTONOVÝM PODHLEDEM

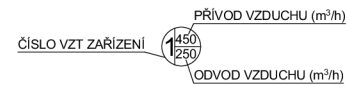
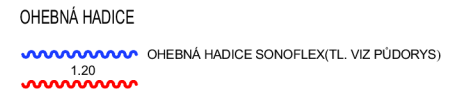
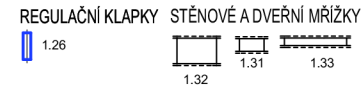
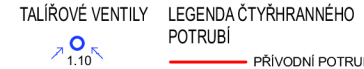
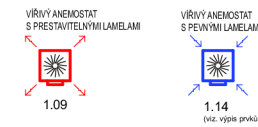


PROJEKTANT: Bc. JURAJ GAŠPÁR	PROJEKT: DIPLOMOVÁ PRÁCE	INVESTOR:
VYPRACOVÁVÁJ: Bc. JURAJ GAŠPÁR	POBOČKA BANKY	Č. ZAKAZNÍČKY:
VEDOUČÍ: doc. Ing. ALEŠ RUBINA Ph.D.	PŮDORYS 1NP 3.varianta	STATUS DOKUMENTACE:
<p>VYSOKÁ ŠKOLA TECHNICKÁ V BRNĚ FACULTA STAVEBNÍ</p>	MĚŘÍTKO: 1:50	VYKRESLIL: 1
	FORMÁT: A2	DATUM: 7.5.2013

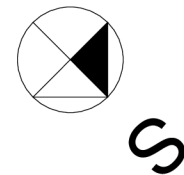


# LEGENDA VZT ZAŘÍZENÍ

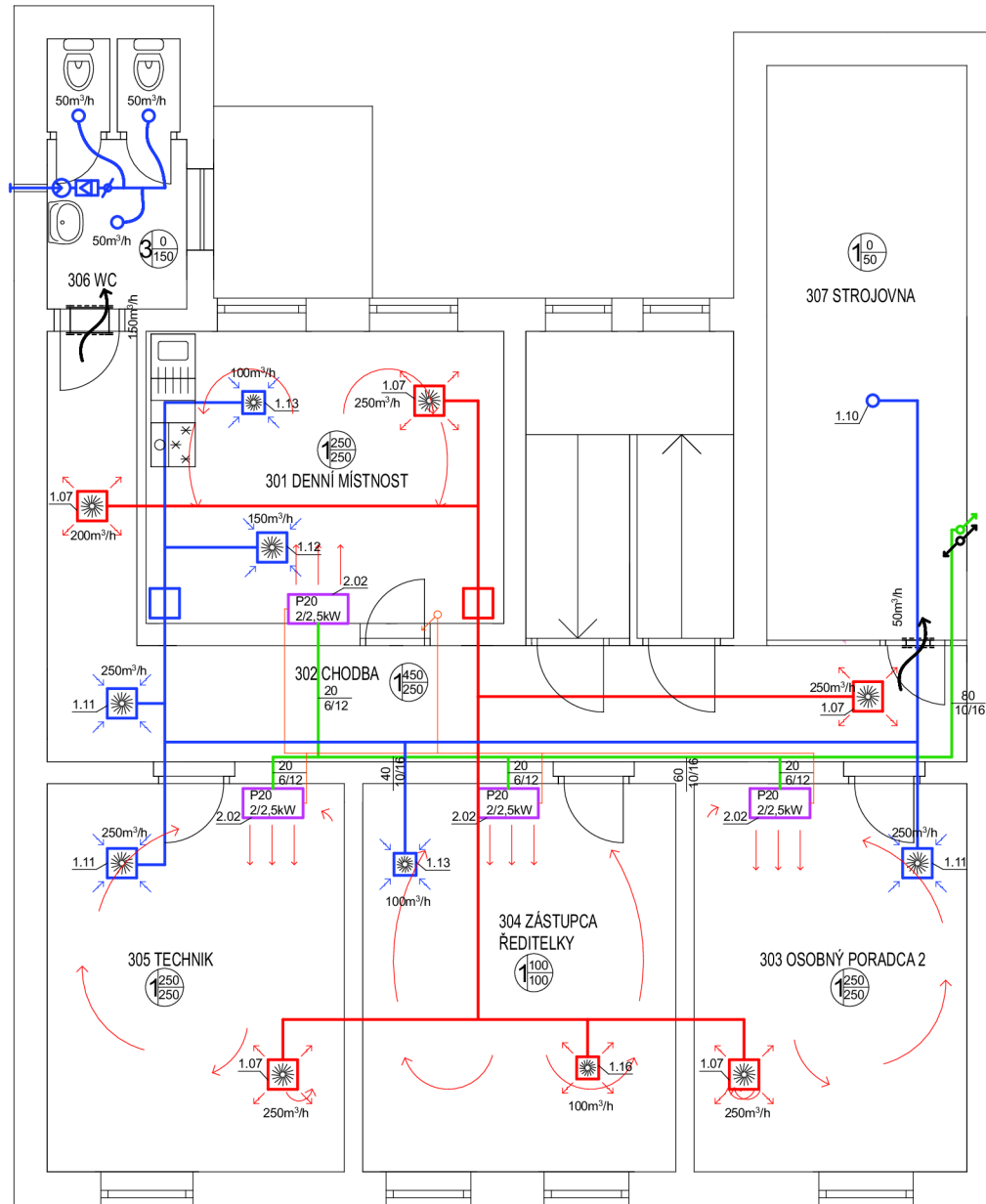
## ANEMOSTATY



\*VŠECHNY MÍSTNOSTI JSOU SE SÁDROKARTONOVÝM PODHLEDEM



PROJEKTANT: Bc. JURAJ GAŠPÁR	PROJEKT: DIPLOMOVÁ PRÁCE	INVESTOR:			
VYPRACOVÁVÁJ: Bc. JURAJ GAŠPÁR	POBOČKA BANKY PŮDORYS 2NP 3.varianta	Č. ZÁKAZKY:			
VEDOUČÍ: doc. Ing. ALEŠ RUBINA Ph.D.		STATUS DOKUMENTACE:			
	PŮDORYS 2NP 3.varianta	ŠKALA:	1:50	STRANA:	1
		Č. DOKUMENTACE:			
		FORMÁT:	DATUM:	BAŇKA:	STŘEŠ. AN:
		A2	7.5.2013	CS	4



## LEGENDA VZT ZAŘÍZENÍ

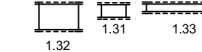
### ANEMOSTATY



### LEGENDA ČTYŘHRANNÉHO POTRUBÍ



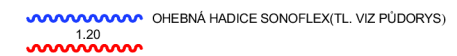
### STĚNOVÉ A DVEŘNÍ MŘÍŽKY



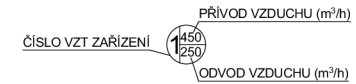
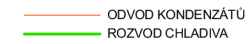
### TEPELNÁ IZOLACE



### OHEBNÁ HADICE



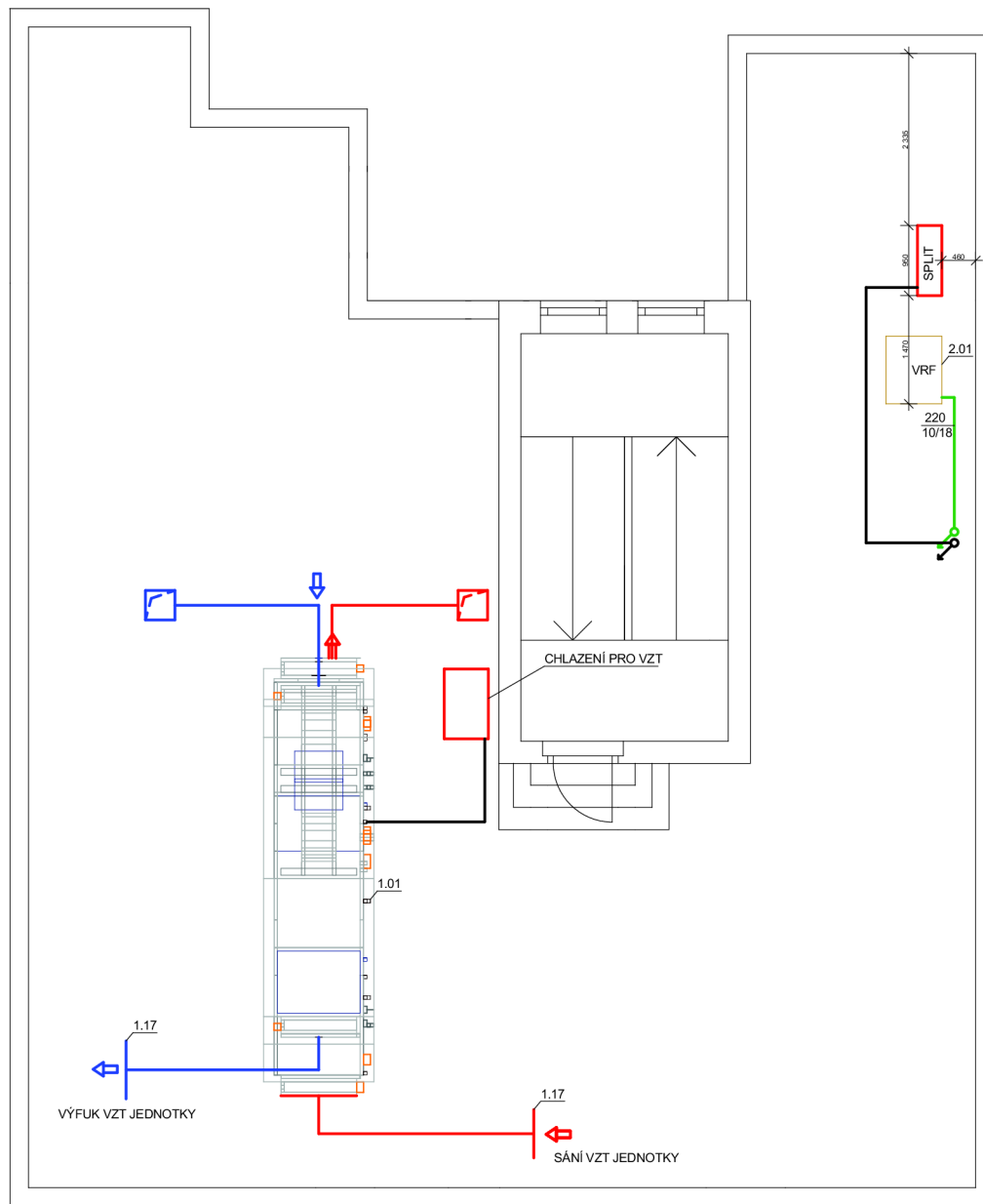
### PMFY VNITŘNÍ KAZETOVÁ JEDNOTKA



\*VŠECHNY MÍSTNOSTI JSOU SE SÁDROKARTONOVÝM PODHLEDEM



PROJEKTANT: Bc. JURAJ GAŠPÁR	PROJEKT: DIPLOMOVÁ PRÁCE	INVIZOR:
VYPRACOVÁVÁJ: Bc. JURAJ GAŠPÁR		Č. ZÁKAZKY:
VEDOUČÍ: doc. Ing. ALEŠ RUBINA Ph.D.		STATUS DOKUMENTACE:
<p>VYSOKÁ ŠKOLA TECHNICKÁ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ</p>	POBOČKA BANKY	MĚRÍTKO: 1:50
	PŮDORYS 3NP 3.varianta	Č. DOKUMENTACE: 1
	FORMÁT: A2	DATUM: 7.5.2013
		BAŇKA: CS
		LIŠTĚNÍ: 4



## LEGENDA VZT ZAŘÍZENÍ

### ANEMOSTATY



VÍŘIVÝ ANEMOSTAT  
S PŘESTAVITELNÝMI LAMELAMI  
1.09

VÍŘIVÝ ANEMOSTAT  
S PEVNÝMI LAMELAMI  
1.14  
(viz výpis prvků)

TALÍŘOVÉ VENTILY  
1.10

LEGENDA ČTYŘHRANNÉHO  
POTRUBÍ  
— PŘÍVODNÍ POTRUBÍ  
— ODVODNÍ POTRUBÍ

REGULAČNÍ KLAPKY  
1.26

STĚNOVÉ A DVEŘNÍ MŘÍŽKY  
1.32 1.31 1.33

### TEPELNÁ IZOLACE

— TEPELNÁ IZOLACE TL.30MM

### OHEBNÁ HADICE

— OHEBNÁ HADICE SONOFLEX(TL. VIZ PŮDORYS)  
1.20

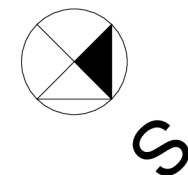
### PMFY VNITŘNÍ KAZETOVÁ JEDNOTKA

— 2.02

— ODVOD KONDENZÁTŮ  
— ROZVOD CHLADIVA

ČÍSLO VZT ZAŘÍZENÍ  
PŘÍVOD VZDUCHU (m³/h)  
ODVOD VZDUCHU (m³/h)

\*VŠECHNY MÍSTNOSTI JSOU SE SÁDROKARTONOVÝM PODHLEDEM



PROJEKTANT: Bc. JURAJ GAŠPÁR	PROJEKT: DIPLOMOVÁ PRÁCE	INŽENÝR:
VYPRACOVAVŠÍ: Bc. JURAJ GAŠPÁR		STUŽNOST:
VEDOUČÍ: doc. Ing. ALEŠ RUBINA Ph.D.		STATUS DOKUMENTACE:
 VYSOKÁ ŠKOLA TECHNICKÁ V BRNĚ FAKULTA STAVĚNÍ	POBOČKA BANKY	MĚŘÍTKO: 1:50
	PŮDORYS střeška 3.varianta	ČÍSLO DOKUMENTACE: 1
		FORMÁT: A2
		DATUM: 7.5.2013
		BAŤKA: CS
		STRANA: 4