

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STROJNÍ
ÚSTAV TECHNIKY PROSTŘEDÍ

PROJEKT KLIMATIZACE ADMINISTRATIVNÍ BUDOVY

DIPLOMOVÁ PRÁCE

ONDŘEJ BARTOŠ

1 – TŽP – 2020

SOUHRN

Tato diplomová práce se zabývá koncepční projektem klimatizace zadané budovy ve dvou variantách. Popisuje úpravy mikroklimatu prostor administrativní budovy, výpočet tepelných zisků, dimenzování vzduchotechnické jednotky a klimatizačního systému. Následně porovnává oba klimatizační systémy dle energetické a finanční náročnosti.

SUMMARY

This diploma thesis studies a conceptual project of air conditioning of a given building in two variants. It describes modifications of microclimate of the office building space, calculation of heat gains, sizing of air handling unit and airconditioning system. Subsequently, it compares both airconditioning systems according to energy and financial demands.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem: „projekt klimatizace administrativní budovy“ vypracoval samostatně pod vedením Ing. Miloš Laina, Ph.D., s použitím literatury, uvedené na konci bakalářské práce v seznamu použité literatury.

V Praze 13.1.2020

Ondřej Bartoš

OBSAH

1. ÚVOD	11
2. HISTORIE CHLAZENÍ	12
3. ZÁKLADNÍ TEORIE	13
3.1. Pohoda prostředí	14
3.1.1. Hodnocení vnitřního prostředí	15
3.1.1.1 Měření	16
3.1.1.2 Dotazníky	17
3.1.2. Tepelná pohoda prostředí	18
3.1.3. Kvalita vnitřního vzduchu	19
3.2. Vzduchotechnické systémy	20
3.2.1. Přirozené větrání	20
3.2.1. Nucené větrání	21
3.3. Klimatizační systémy	21
3.4. Klimatizační zařízení	22
3.4.1. Vzduchové klimatizační zařízení	22
3.4.2. Kapalinová klimatizační zařízení	25
3.4.2.1 Jednotky fancoil	25
3.4.3. Chladivové klimatizační systémy (zdroje chladu)	26
3.4.3.1 Chladivová zařízení	28
3.4.3.2 Výrobníky chladu (chillery)	31
4. ADMINISTRATIVNÍ BUDOBA KOLBENOVA	35
4.1. Stávající stav objektu	38

4.1.1. Vzduchotechnika.....	38
4.1.2. Chlazení.....	38
4.2. Využitelnost původních zařízení pro novou funkci objektu a nové dispozice	39
4.3. Podklady pro vypracování koncepčního projektu	39
4.3.1. Obecné a legislativní podklady	39
4.3.2. Základní předpoklady návrhu techniky prostředí.....	40
4.3.2.1 Vnější výpočtové údaje	41
4.3.2.2 Tepelné technické vlastnosti budovy.....	41
4.3.2.3 Maximální vnitřní tepelné zátěže klimatizovaných prostor ..	44
4.3.2.4 Předpokládané provozní doby	44
4.3.2.5 Požadavky na mikroklimatické podmínky jednotlivých prostor s nuceným větráním a chlazením	45
5. VÝPOČET TEPELNÉ ZÁTEŽE	47
5.1. Vnitřní tepelné zisky	48
5.2. Vnější tepelné zisky	48
5.3. Tepelné zisky vypočítané v „Protech TV“	49
6. NÁVRH KLIMATIZAČNÍHO SYSTÉMU	55
6.1. Potřeby chladu.....	55
6.2. Klimatizační systém využívající jednotky fancoil.....	56
6.2.1. Návrh výrobníku chladu	56
6.2.2. Rozvody chladu	57
6.2.2.1 Zabezpečení systému	58

6.2.3. Okruhy chlazení	60
6.2.3.1 Okruhy fancoilových jednotek	60
6.2.3.2 Okruhy vzduchotechniky	61
6.3. Klimatizační systém využívající jednotky VRV	61
6.3.1. Návrh VRV systému.....	61
6.3.2. Rozvody chladiva	62
6.3.3. SPLIT systém pro chlazení serverů	62
6.4. Návrh vzduchotechnické jednotky	63
6.5. Filtrace vzduchu	68
6.6. Maximální hodnoty hladin hluku	68
6.7. Předpoklady technického řešení.....	69
6.7.1. Obecný popis systémů techniky prostředí	69
6.7.2. Protipožární opatření	69
6.7.3. Prostředky ke snížení vibrací a přenosu hluku.....	70
6.7.4. Opatření proti šíření škodlivých látek a hluku mimo objekt	70
6.7.5. Dimenzování zařízení	71
6.8. Návrh technického řešení vzduchotechnické jednotky pro provedení se systémem VRV	73
6.8.1. Kondenzační jednotka pro vzduchotechnickou jednotku	78
6.8.2 Tepelné izolace.....	78
6.8.3 Hluková izolace	78

6.9	Návrh technického řešení vzduchotechnické jednotky pro provedení s výrobníkem chladu	79
7.	POROVNÁNÍ CHLADÍCÍCH SYSTÉMŮ	83
7.1.	Energetické porovnání.....	84
7.2.	Porovnání z hlediska investičních nákladů	85
7.2.1.	Investiční náklady chladícího systému FCU.....	86
7.2.2.	Investiční náklady chladícího systému VRV.....	87
7.3.	Porovnání z hlediska provozních nákladů	89
7.4.	Návratnost investic	90
8.	ZÁVĚR.....	92
9.	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	93
10.	SEZNAM OBRÁZKŮ	95
11.	SEZNAM TABULEK.....	97
12.	SEZNAM PŘÍLOH	98

POUŽITÉ ZNAČENÍ

U	součinitel prostupu tepla	[W/m ² ·K]
S	podlahová plocha	[m ²]
V	objem	[m ³ , l]
Ṁ	průtok vzduchu	[m ³ /h]
I	intenzita výměny vzduchu	[1/hod]
Q_{osl}	tepelné zisky z oslunění	[W, kW]
Q_v	tepelné zisky větráním	[W, kW]
Q_{citelné}	citelné tepelné zisky	[W, kW]
Q_{celkem}	celkové tepelné zisky	[W, kW]
Q_{lidé}	tepelné zisky z lidí	[W, kW]
Q_{osv.}	tepelné zisky z osvětlení	[W, kW]
Q_{tech}	tepelné zisky z technologií	[W, kW]
Q_{ch}	chladící výkon	[W, kW]
τ_{max}	doba maxima zisků z oslunění	[hod]
c	měrná tepelná kapacita vzduchu	[J/kg·K]
s₁	stínící součinitel skla	[-]
s₂	stínící součinitel stínících prostředků	[-]
t	teplota okolí	[°C]
t_e	teplota vnějšího prostředí	[°C]
t_{emax}	maximální teplota vnějšího prostředí v létě	[°C]

t_g	teplota kulového teploměru	[°C]
t_i	teplota vnitřního prostředí	[°C]
t_v	teplota přiváděného vzduchu	[°C]
t_w	teplota vody	[°C]
t_{ch}	teplota chladiva	[°C]
t_r	střední radiační teplota	[°C]
t_{zzt}	teplota za zpětným získáváním tepla	[°C]
w	rychlost proudění vzduchu	[°C]
ρ	hustota vzduchu	[kg/m ³]
η_{zzt}	účinnost zpětného získávání tepla	[-]
ρ	relativní vlhkost vzduchu	[%]
L_{wa}	akustický výkon	[dB]
L_a	akustický tlak	[db]
P_{min}	minimální tlak v systému	[kPa, Pa, Bar]
P_{max}	maximální tlak v systému	[kPa, Pa, Bar]
P_s	statický tlak v systému	[kPa, Pa, Bar]
P_e	statický tlak v místě expanze	[kPa, Pa, Bar]

1 ÚVOD

Problematika chlazení administrativních budov je v dnešní době neustálého budování administrativních objektů zajímavým tématem. Kvalita vnitřního mikroklimatu a s ní spojené dobré pracovní podmínky mají vysoký vliv na zdraví zaměstnanců a produktivitu práce.

Klimatizační systém je zapotřebí navrhovat na základě vstupních hodnot, které se liší dle oblasti, kde se budova nachází, podmínek, které vychází z konstrukce budovy a vnitřních tepelných zátěží.

Hlavní výzva z hlediska chlazení trend prosklených administrativních budov. Velké prosklené plochy přináší vysokou zátěž od oslunění vnějších konstrukcí budovy a cílem chladících systémů je tuto zátěž eliminovat a přitom zajistit dobrou kvalitu vnitřního mikroklimatu nezávisle na vnějším prostředí.

Další z významných požadavků je ekonomičnost, dlouhá životnost, snadná údržba a minimální dopad na životní prostředí. Volba správného chladícího systému je tedy takřka nutností.

2 HISTORIE CHLAZENÍ

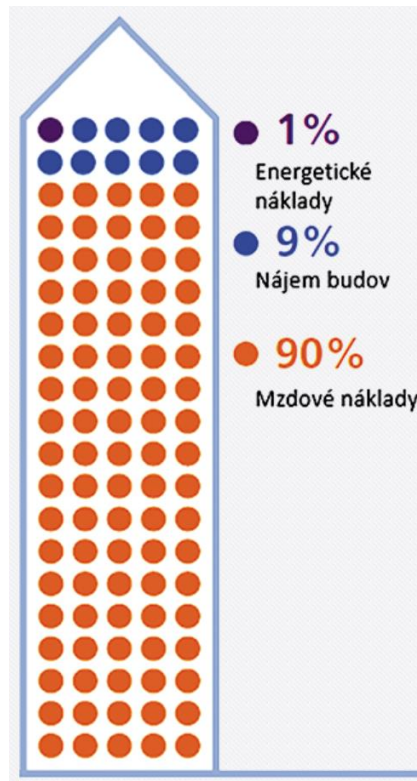
Již v dávných dobách si naši předkové stavěli různé přístřešky, které je chránily před vlivy vnějšího prostředí. Postupem času se přístřešky měnily ve stavby, které člověka dokázaly dostatečně chránit před deštěm, větrem a sluncem, popř. zimou. Tyto stavby začaly připomínat dnešní domy. Vznikl prostor uvnitř stavby a s tímto prostorem i vnitřní prostředí stavby.

Sokrates (okolo 400 př. n. l.) se zabýval myšlenkou jak stavět domy, aby v nich byla zajištěna pohoda prostředí pro člověka. Bohužel v praxi měly jeho návrhy jen minimální vliv. Až do průmyslové revoluce totiž nebyla tepelná pohoda skutečným problémem, protože v té době bylo k dispozici jen velmi málo nástrojů, jak tepelnou pohodu ovlivnit. Bylo-li chladno, zapálil se oheň, bylo-li teplo, používaly se vějíře nebo ventilátory poháněné sluhy. Koncem 18. století se však zdokonalila vytápěcí technika, počátkem 20. století se začalo používat mechanické chlazení a již bylo možné budovu jak přetopit, tak podchladiť. A to byl podnět pro výzkum pohody prostředí. [3,5]

3 ZÁKLADNÍ TEORIE

3.1 Pohoda prostředí

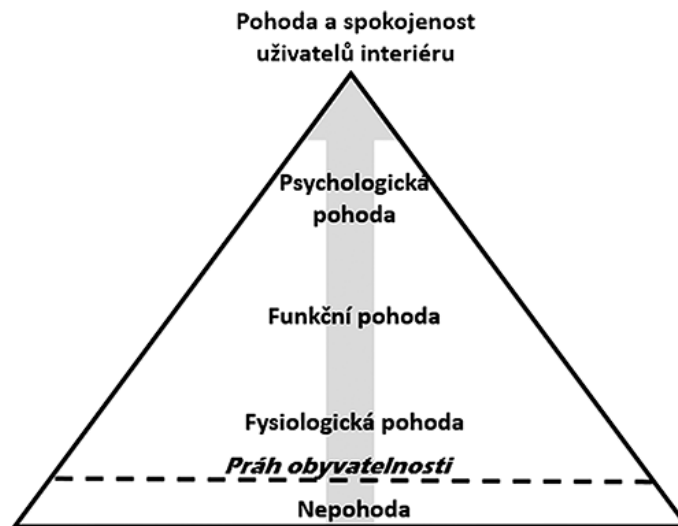
Je prokázáno, že spokojenost s vnitřním prostředím je přímo spojená s produktivitou člověka, což je velmi podstatným argumentem v investicích do technických systémů budov. Pokud se zaměříme na provozní náklady firem, zjistíme, že mzdové náklady tvoří cca 90 % veškerých provozních nákladů. Je tedy nutné, aby se tyto náklady využily co nejefektivněji. Oproti tomu energetické tvoří pouhé 1 % provozních nákladů. Zbylých 9 % připadá na nájem budov. [3]



Obr. 2.1-1 – Provozní náklady firem [3]

Jak jsem již zmínil v úvodu, kvalita vnitřního prostředí v němž se člověk nachází, je základním předpokladem klimatizovaného prostoru.

Pohoda prostředí se určuje na základě objektivně měřených hodnot a subjektivního vnímání člověka, což je poměrně složité. Byly proto vyvinuty softwary a metody pro hodnocení a zjišťování prostředí. V posledních letech se na základě mnoha nových výzkumů značně rozšířil počet faktorů, které mohou mít vliv na hodnocení vnitřního prostředí a s vývojem nových technologií se klade stále větší důraz na lidské hodnoty, což je promítnuto i do problematiky vnitřního prostředí. Snaha o snižování energií přináší nové problémy s kvalitou prostředí a to vyžaduje specifická řešení. [2,3]



Obr. 3.1-1 – Pohoda a spokojenost uživatelů interiéru [5]

Kvalitu vnitřního prostředí v administrativních budovách popisují tři zákony a několik vyhlášek a nařízení vlády:

- *Zákon č.50/1976 Sb.* – stavební zákon
- *Zákon č.20/1966 Sb.* – o zdraví lidu ve znění zákona č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví
- *Zákon č.65/1965 Sb.* – zákoník práce

Vnitřní prostředí administrativních budov se vždy odvíjí od činnosti, kterou člověk v budovách vykonává. Na jednotlivé typy činností jsou zaměřeny konkrétní

požadavky na mikroklimatické parametry vnitřního prostředí budov. Tyto požadavky popisují následující prováděcí předpisy k uvedeným zákonům:

- *Prováděcí předpis k zákoníku práce – nařízení vlády č. 178/2001 Sb.* stanoví podmínky ochrany zdraví při práci před některými riziky plynoucími z pracovních podmínek a požadavky na pracovní prostředí a pracoviště, v plném znění
- *Vyhláška č. 137/2004 Sb.* – o hygienických požadavcích na stravovací služby a o zásadách osobní a provozní hygieny při činnostech epidemiologicky závažných
- *Vyhláška č. 6/2003 Sb.* – hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb. [3,5]

3.1.1 Hodnocení vnitřního prostředí

Kvalitu vnitřního prostředí určují následující faktory:

- teplota vzduchu t_a
- střední radiální teplota t_{rs}
- rychlost proudění vzduchu w_a
- relativní vlhkost vzduchu φ_a
- koncentrace CO_2 a dalších škodlivých látek
- hladina akustického tlaku L_p
- doba dozvuku τ_o
- intenzita osvětlení I_{osv}
- tlak vzduchu
- intenzita elektrických a magnetických polí
- intenzita ionizujícího ozáření
- prostorové, dispoziční a estetické řešení prostředí
- oděv
- tělesná konstituce člověka
- činnost člověka

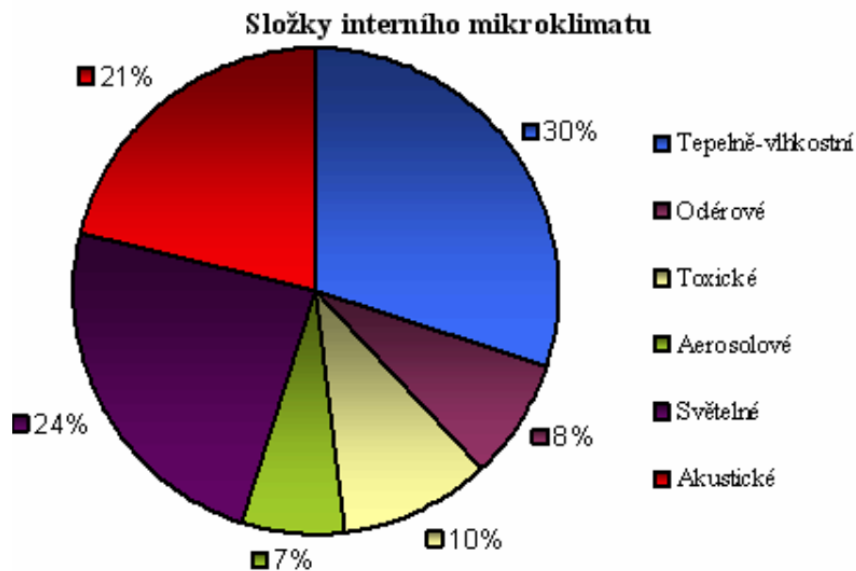
- schopnost aklimatizace (adaptace na venkovní klima)
- schopnost aklimace (adaptace na vnitřní klima)
- klima, rasové zvláštnosti a návyky lidí
- další vlivy (psychické stavy, atd.)

V dnešní době se používají dvě zásadně odlišné metody pro hodnocení vnitřního prostředí:

1. Měření
2. Dotazníky

3.1.1.1 Měření

Pomocí měření se zjišťují fyzikální parametry, které ovlivňují vnitřní prostředí. Samotné měření se provádí pomocí čidel a měřících přístrojů uvnitř budovy. Regulační systémy poté upravují výkon chlazení, vytápění, průtoku vzduchu, otevírání oken, stahování žaluzií a podobně. Ve starších budovách se měření provádí pouze nárazově a systémy se regulují mechanicky. [3]



Obr. 3.1.1.1-1 – Průměrné podíly jednotlivých složek na stavu interního mikroklimatu [6]

3.1.1.2 Dotazníky

Neboli ankety, jsou úplně odlišnou metodou, která zjišťuje subjektivní hodnocení lidí, kteří se ve vnitřním prostředí budovy nachází. Dotazník se vztahuje k určitému uplynulému období za které mohli lidé nasbírat dostatek zkušeností a poznatků týkajících se vnitřního mikroklimatu budovy. Jedná se tedy o období uplynulé, nikoli aktuální. [3]

Post Occupancy Evaluation je multidisciplinární výzkum, který zjišťuje úroveň spokojenosti s vnitřním prostředím na základě vnímaných fyzikálních parametrů v kombinaci s enviromentální psychologií. Enviromentální psychologie se stává součástí integrovaného návrhu vnitřního prostředí a doplňuje techniku prostředí. Lidé se tak dostávají do centra pozornosti při návrhu a provozu budov.

Toto hodnocení probíhá na základě pěti lidských smyslů, kterými vnímáme okolí:

- *sluch*
- *zrak*
- *čich*
- *chuť*
- *hmat*

Pomocí posledního ze zmiňovaných smyslů vnímáme také teplo a chlad. Tepelné senzory jsou tak jako sensory hmatu umístěny v kůži, a proto je naše tepelné vnímání nejpřesnější při dotyku.

Ostatní lidské smysly také konstantně vnímají okolí a náš mozek tyto informace vyhodnocuje. Nejprve je tedy potřeba zajistit optimální teplotu a teprve potom zajišťovat případné další faktory nepohody, protože jejich vliv se může ukázat jako zanedbatelný. [3]

3.1.2 Tepelná pohoda prostředí

Je zásadní podmínkou pro dosažení spokojenosti s vnitřním prostředím. Tímto termínem je označován stav, při kterém prostředí odnímá člověku jeho tepelnou produkci bez výrazného pocení. Lidské tělo je nepřetržitým zdrojem tepla, ale každý člověk disponuje individuálními odchylkami fyziologických funkcí díky kterým nelze zajistit podmínky tepelné pohody všem osobám z většího souboru přítomných v pracovních nebo schromažďovacích prostorách. Vždy se najde určitý podíl nespokojených lidí. Tento podíl tvoří cca 5 % obyvatel daného prostoru. Z toho důvodu jsou zavedeny také přípustné podmínky tepelného mikroklimatu, které jsou určeny fyzickou aktivitou a typem oblečení obyvatel prostoru. [2]

Činnost	W	W.m ⁻²	met
Spaní	70	40	0,7
Odpočívání, ležení na posteli	80	46	0,8
Sezení, odpočívání	100	58	1
Stání, práce v sedě (administrativa)	120	70	1,2
Velmi lehká práce (administrativa)	160	93	1,6
Lehká práce	200	116	2
Středně těžká práce	300	175	3
Těžká práce	600	350	6
Velmi těžká práce	700	410	7

Tab. 2-1 Hodnoty metabolismu [5]

Dosažení tepelné rovnováhy závisí na teplotě vzduchu, rychlosti proudění vzduchu, relativní vlhkosti a střední radiační teplotě okolních ploch. Poslední zmiňované kritérium je velmi důležité a přesto se na něj často zapomíná. Problém nastává především v zimním období, kdy plochy obklopující člověka ochlazují okolní vzduch a dochází k výměně tepla mezi tělem člověka a okolními plochami. [5]

3.1.3 Kvalita vnitřního vzduchu

Kvalita vnitřního vzduchu je ovlivněna objemovým průtokem větracího vzduchu, kvalitou venkovního vzduchu a produkcí škodlivin látek v interiéru.

Škodliviny ve vnitřním vzduchu způsobují pokles produktivní činnosti člověka, ohrožují jeho zdraví, ale také mají negativní vliv na zařízení uvnitř budovy, na budovu samotnou a v neposlední řadě poškozují přírodní prostředí.

Škodliviny jsou výsledkem výrobní činnosti (průmyslové škodliviny) nebo produkcí zapříčiněné člověkem (biologické příměsi). [2]

Mezi škodliviny, které se nacházejí v administrativních budovách patří:

- CO₂ (lidé)
- formaldehyd (nábytek)
- vlhkost
- další chemické látky (zařizovací předměty kanceláří, přístroje, aj.)

Mezi průmyslové škodliviny řadíme:

- plyny
- páry
- kapalné aerosoly (mlhovina)
- tuhé aerosoly (kouř, prach)

Průmyslové škodliviny však v administrativních budovách nacházíme ve velmi malém množství. Mezi výjimky patří technické místnosti, kotelny, místnosti vzduchotechniky, sklady, aj.

Pokud se v administrativních budovách nachází prostor, kde člověk vykonává zvýšenou fyzickou práci, je zapotřebí úměrně snížit hodnoty přípustných koncentrací škodlivin. Tyto hodnoty stanovují příslušné normy a nařízení.

Úkolem větracích zařízení je odvod škodlivin a starého vzduchu a přívod čerstvého venkovního vzduchu. [3]

3.2 Vzduchotechnické systémy

Tyto systémy zajišťují větrání, což je přívod čerstvého vzduchu a odvod znehodnoceného vzduchu.

Větrání je rozděleno na dva základní způsoby:

1. větrání přirozené
2. větrání nucené

3.2.1 Přirozené větrání

Přívod čerstvého vzduchu a odvod znehodnoceného vzduchu zajišťují rozdíly způsobené gravitačním vztlakem a dynamickým účinkem větru. Dříve tento systém fungoval velmi spolehlivě, díky velkým netěsnostem rámců oken a dveří. V dnešní době tento typ větrání u administrativních budov nenajdeme. Využívá se zejména v průmyslových halách, skladech a dalších objemných objektech. Dále jako lokální větrání pomocí šachet. [2]

3.2.2 Nucené větrání

K nucenému větrání je zapotřebí zařízení, které zajistí výměnu vzduchu. [2]

Nucené větrání dělíme dle druhu na:

- místní přívod vzduchu
- místní odsávání vzduchu
- celkové větrání

3.3 Klimatizační systémy

Klimatizační systémy se od větracích liší díky vlastnostem upravovat teplotu a vlhkost přiváděného vzduchu. V mnoha případech také částečně nebo úplně eliminují přebytečné vnitřní tepelné zisky.

		ÚPRAVY VZDUCHU					
		větrání	filtrace	ohřev	chlazení	zvlhčování	odvlhčování
NÁZEV VZT SYSTÉMU	podtlakové větrání						
	přírozené větrání						
	teplovzdušné větrání						
	teplovzdušné větrání s chlazením						
	chlazení oběhového vzduchu						
	klimatizace						
	klimatizace s řízeným odvlhčováním						

Obr. 3.3-1 – Základní členění vzduchotechnických systémů [1]

Určení klimatizace dle typu:

- **Vzduchové** – teplonosnou látkou je vzduch vedený vzduchovody. Z důvodu malé tepelné kapacity vzduchu je zapotřebí větší průtok, což vede k větším výměnám vzduchu v místnosti. Pro svůj provoz vyžadují zdroj chladící vody.
- **S lokální úpravou teploty**
 - **Kapalinové** – teplonosnou látkou je voda nebo chladivo, které je pomocí rozvodů vedeno ke koncovým prvkům. Koncovými prvky jsou převážně fancoily (dvoutrubkové, třítrubkové, čtyřtrubkové) nebo chladící stropy. Pro svůj provoz vyžadují zdroj chladící vody. [2]

- **Chladivové** – systémy VRV/VRF, split a multi-split s přímým výparem chladiva. Obsahují celý chladicí okruh
- **Kombinované** – teplotonosnou látkou je voda i vzduch. Tento princip využívají indukční jednotky. Pro svůj provoz vyžadují zdroj chladicí vody. [2]

Určení klimatizace dle kategorie:

- **Komfortní** – zajišťuje úpravu mikroklimatu z hlediska hygienických požadavků s ohledem na osoby zdržující se v klimatizované místnosti. Tato klimatizace se využívá ve shromažďovacích a společenských prostorech, jako jsou sály, kina, hotely, aj.
- **Průmyslová** – upravuje prostředí z hlediska technologických požadavků pro správnou činnost výrobních strojů. Je nadřazena požadavkům na pohodu člověka. [1,2]

3.4 Klimatizační zařízení

Zajišťují nucené větrání klimatizovaných prostor a současně eliminují škodliviny, produkované vlhkosti, kompenzují tepelné zátěže a ztráty.

3.4.1 Vzduchové klimatizační zařízení

Tato zařízení pracují velmi často s oběhovým vzduchem. Důvodem jsou velké výměny vzduchu, které vycházejí z přípustných rozdílů teplot.

Zařízení se dělí dle rychlosti vzduchu v hlavním potrubí na:

- **Nízkotlaké** – do 500 Pa
- **Vysokotlaké** – do 2000 Pa

Vysokotlaký systém se od nízkotlakého koncepčně liší v distribuci přiváděného vzduchu do místnosti. Vysokotlaký systém přivádí vzduch do koncového prvku a tím zajišťuje neměnný průtok nezávisle na kolísání tlaku v síti. Díky vysokým rychlostem proudícího vzduchu v potrubí vznikají vyšší tlakové ztráty a tím rostou požadavky na těsnost distribučního potrubí a jeho aerodynamické řešení. Tím se zvyšují investice

do potrubí a hlučnost systému. Naopak s vyšší rychlostí vzduchu se snižuje velikost potrubí a regulace je snazší.

Zařízení se dále dělí dle počtu kanálů na:

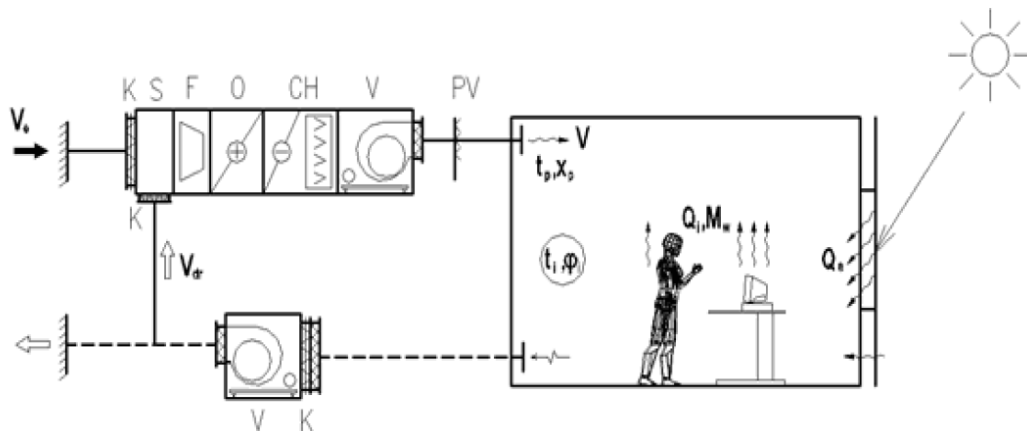
- **jednokanálový**
 - **nízkotlaký systém** – úprava vzduchu probíhá ve strojovně a do všech místností se přivádí stejný vzduch. Zařízení zajišťuje přívod a v některých případech i odvod vzduchu. Pokud systém zajišťuje pouze přívod, přebytečný vzduch uniká netěsnostmi a otvory ve stěnách a stropech. Tento typ vzduchotechnického klimatizačního systému se využívá u (samostatných) velkých místností občanských i průmyslových staveb s větším podílem venkovního vzduchu. [1,2]
 - **vysokotlaký systém** – úprava vzduchu probíhá ve strojovně a do všech místností se přivádí stejný vzduch. Tento typ vzduchotechnického klimatizačního systému se využívá u objektů s nutností intenzivního větrání (posluchárny, obchodní domy). [1,2]
- **dvoukanálový vysokotlaký systém** – úprava vzduchu probíhá ve strojovně a vzduch se upravuje na dva stavy. Chladný a teplý vzduch poté putuje oddělenými vzduchovody do speciálních směšovacích skříní, kde se podle požadavků daných prostor směšuje na výslednou teplotu. Nevýhodou systému je velikost rozvodů (vždy dvě potrubí pro chladný a teplý vzduch). Tento typ vzduchotechnického klimatizačního systému se využívá u budov s vyšším počtem místností s různými požadavky na mikroklima. [1,2]

V obecné vzduchové klimatizační jednotce, která je znázorněna na obrázku Obr.3.4.1-1, probíhají následující procesy úpravy vzduchu:

- **filtrace** – filtrem atmosférického vzduchu (F)
- **ohřívání** – ohříváčem přiváděného vzduchu (O)
- **vlhčení** – parním zvlhčovačem (PV) v případě zimního režimu
- **chlazení** – chladičem (CH) v případě letního režimu

- **směšování** – směšovací komorou (S) pro úsporu energií

Tyto procesy zajišťují jednotlivé komponenty jednotky. Další důležitou součástí jednotky je ventilátor (V), který zajišťuje uvedení vzduchu do pohybu za účelem jeho transportu na místo určení a uzavírací klapky (K), které se využívají při odstavení jednotky.



Obr. 3.4.1-1 – Klimatizační jednotka [9]

U vzduchových klimatizačních zařízení je žádoucí provádět pravidelný servis jak jednotky, tak rozvodů a distribučních prvků. Zamezí se tak negativním dopadům na lidské zdraví z důvodu např. extrémně nízké teploty přiváděného vzduchu nebo přemnožení a rozšíření choroboplodných mikroorganismů.

Jednotky se umísťují do volného venkovního prostoru (nejčastěji střecha objektu) anebo do strojoven, které se nachází poblíž nebo uvnitř klimatizovaného objektu. Umístění jednotky je důležité volit tak, aby byla zabezpečena trasa kapacitního přívodu čerstvého vzduchu, současně byly minimalizovány rozvody větracího vzduchu po objektu z důvodu optimalizace investičních i provozních nákladů a znečištění hlukem bylo minimální. [9]

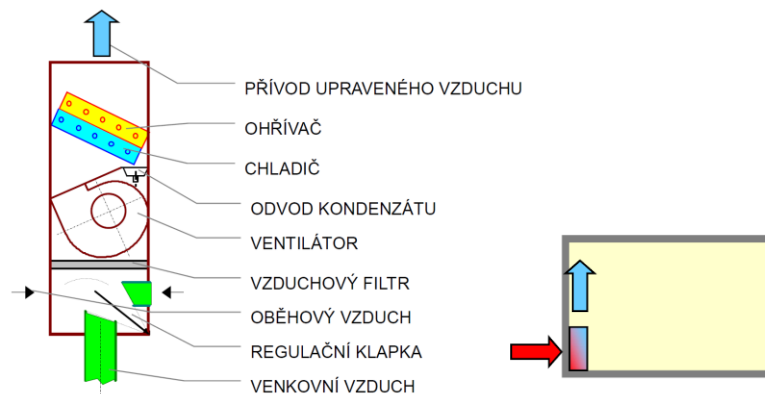
3.4.2 Kapalinová klimatizační zařízení

Systémy u nichž je chlazení objektu obstaráno především vodou. Rozvody vody jsou napojeny na výměníky koncových prvků. Jako koncové prvky se využívají ventilátorové jednotky umístěné v klimatizovaných místnostech. Tyto ventilátorové jednotky pracují zejména s oběhovým vzduchem, nicméně je možné i provedení se zaústěným větracím vzduchem. Pro jednotky pracující pouze s cirkulačním vzduchem je zapotřebí zajistit přívod čerstvého vzduchu nízkotlakým větracím systémem nebo otevíratelnými okny. Mají jeden (dvoutrubkový systém) nebo dva (čtyřtrubkový přepínací systém) výměníky. Výkon jednotek se řídí regulací průtoku a pomocí čidel, či termostatů v jednotlivých zónách. Tento typ klimatizačního systému se hojně využívá u administrativních budov, obchodních center (samostatné zařízení pro malé obchodní jednotky) a v prostorech s nároky na individuální řízení místnosti. Výhodou systému je nižší cena, vyšší spolehlivost, ovladatelnost a regulovatelnost oproti většině klimatizačních systémů. Nevýhodou je vyšší hlučnost a životnost ventilátorů. [1,2,]

3.4.2.1 Jednotky fancoil

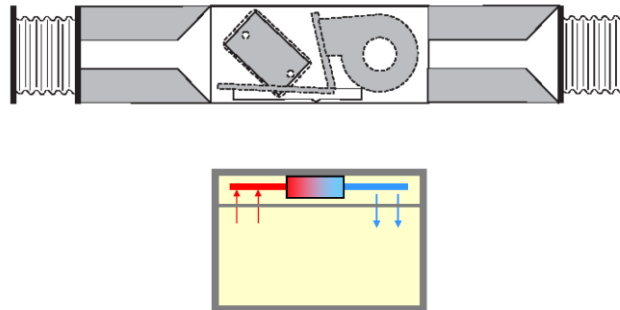
Fancoilové klimatizační jednotky dělíme dle provedení na:

- **parapetní (podstropní)**



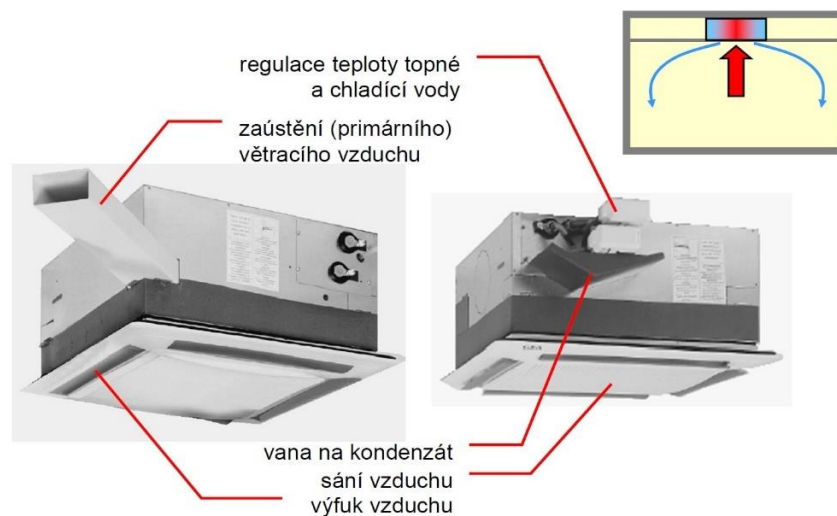
Obr. 3.4.2.1-1 – Parapetní fancoil [1]

- **potrubní** – základní jednotka + příslušenství (tlumiče, pružné manžety)



Obr. 3.4.2.1-2 – Potrubní fancoil [1]

- **kazetové (mezistropní)**



Obr. 3.4.2.1-2 – Kazetový čtyřsměrný fancoil [1]

3.4.3 Chladivové klimatizační systémy (zdroje chladu)

Chladicí zařízení bývají nutnou součástí klimatizačních zařízení. Podíl chlazení na provozních nákladech činí obvykle méně než 15-20 %. Při volbě zařízení je třeba respektovat účinnost daného chladicího zařízení, protože na plný chladicí výkon pracuje jen několik dní v roce. [2]

Chladicí zařízení užívaná pro běžnou klimatizaci se dělí do dvou hlavních skupin:

- **Kompresorová**
 - S pístovými kompresory – hermetické, polohermetické a uzavřené
 - S turbokompresory – velké chladicí výkony (500 - 20 000 kW)
- **Absorpční**

V dnešní době je kompresorové chlazení nejčastější. Důvodem je cena tepelné energie. Absorpční chlazení se vyplatí pouze tehdy, je-li k dispozici odpadní teplo o teplotě alespoň 100 °C.

Chlazení v klimatizačních zařízeních se dělí dle způsobu na:

- **Přímé chlazení chladičem** – výparník chladí vzduch
- **Nepřímé chlazení** – výparník chladí kapalinu, která v dalším výměníku chladí vzduch, popř. vodu

Hlediska pro výběr správného chladivového zařízení:

- Investiční a provozní náklady a možnost dodávky,
- Požadovaný výkon, charakteristika chladicího zařízení při menších výkonech, regulovatelnost,
- Vlastnosti chladiva, toxicita,
- Potřeba prostoru, požadavky na strojovnu, možnost dopravy a instalace,
- Provozní vlastnosti: potřeba obsluhy, údržba, hlučnost.

Dalším důležitým hlediskem je zdroj chladu pro kondenzátor chladicího zařízení a možnost vazby na klimatizaci. [1]

V menších systémech se nejčastěji používá chladivo R410a. Toto chladivo je směsí R32 a R125. Chladivo není hořlavé, toxické a neničí ozonovou vrstvu. Ve splitových jednotkách potom chladivo R32. Pro větší systémy se užívají chladiva 134a, 1234Ze. [8]

3.4.3.1 Chladivová zařízení

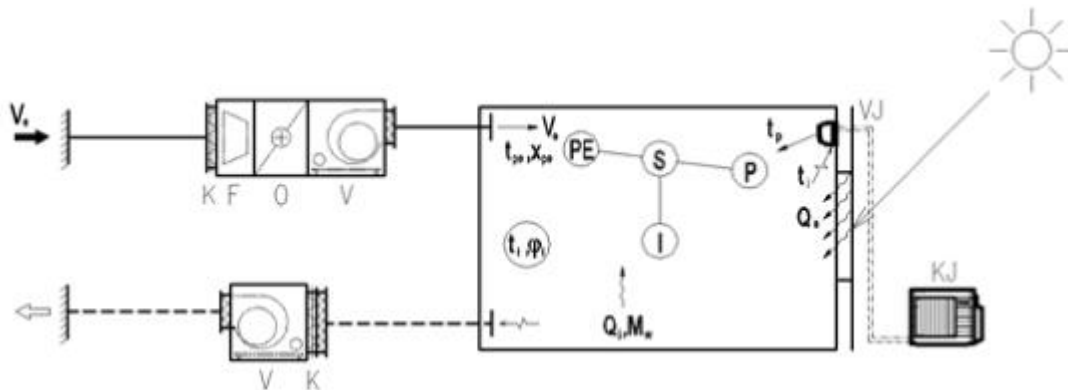
Hlavní části těchto zařízení jsou:

- **Venkovní jednotka** – tato jednotka obsahuje výměník chladivo/venkovní vzduch (kondenzátor), kompresor a ventilátor. Instalují se především do venkovního prostředí.
- **Vnitřní jednotka** – tato jednotka obsahuje filtr oběhového vzduchu, ventilátor oběhového nebo smíšeného vzduchu, a výměník chladivo/ vnitřní vzduch (výparník). Instalují se do vnitřního prostředí budovy.

Obě jednotky jsou propojeny chladivovým potrubím. [1,17]

Na obrázku číslo 3.4.3.2-1 je znázorněna zjednodušená kombinace chladivového a klimatizačního systému s nezávisle pracující větrací jednotkou. Ta slouží pro přívod minimální dávky čerstvého vzduchu. [9]

Pro konečnou úpravu vzduchu v místnosti (odvod tepelné zátěže z prostoru) slouží chladivový systém, který je složen z vnitřní jednotky (VJ) a kondenzační jednotky (KJ). Pro jednoduchost není uvedena směšovací komora. [9]

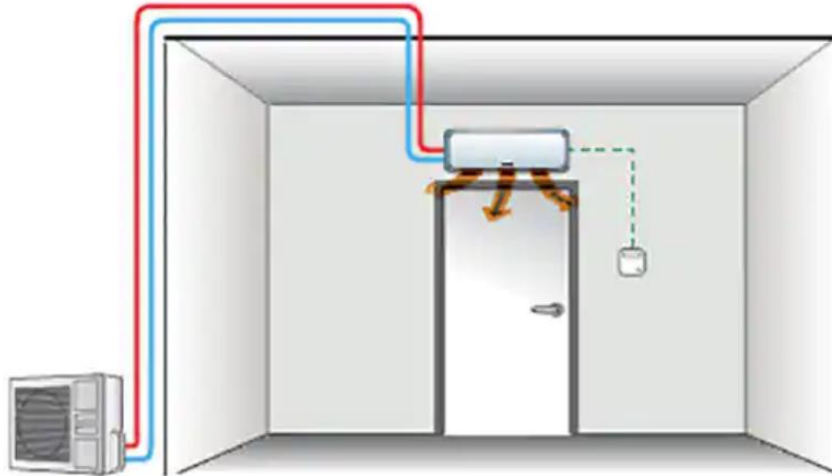


Obr. 3.4.3.2-1 – Schéma chladivového klimatizačního systému [9]

Velká výhoda těchto jednotek je možnost změny směru proudění chladiva, což umožňuje režim tepelného čerpadla.

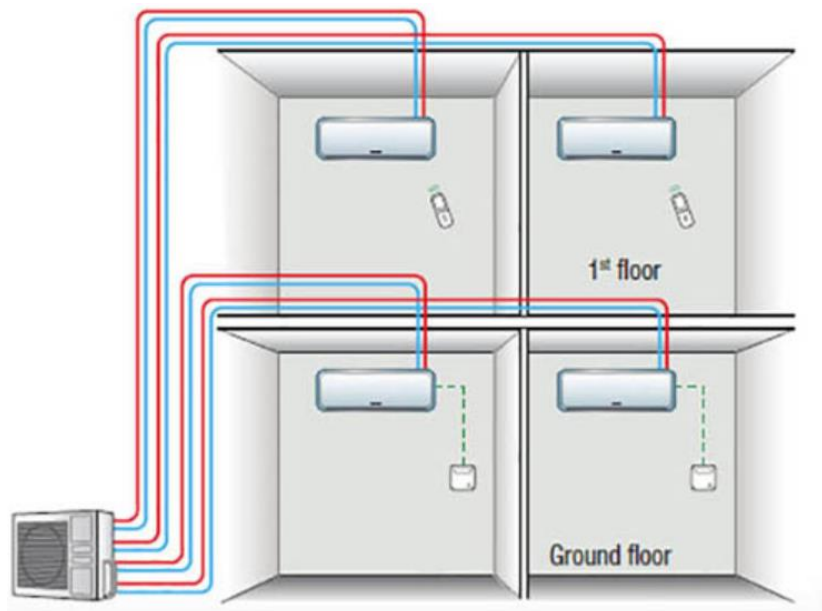
Typ chladivového systému se určuje dle počtu připojených vnitřních jednotek:

- **split** – jedna vnitřní jednotka, konstantní otáčky



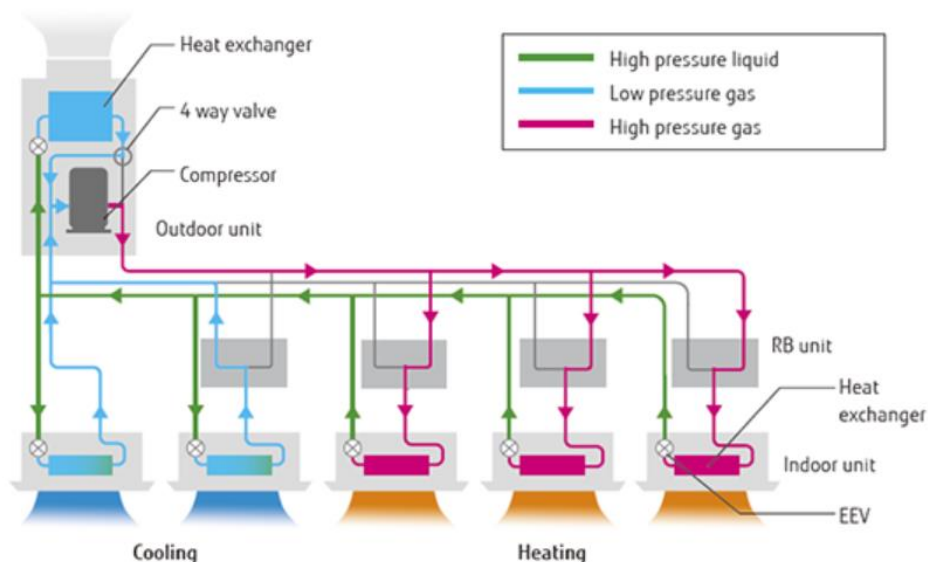
Obr. 3.4.3.2-2 – Splitový systém [17]

- **multisplit** – více vnitřních jednotek za předpokladu identického režimu (maximálně 8 vnitřních jednotek na jednu venkovní). Jedna z vnitřních jednotek je nadřazená ostatním, které jsou nadřazenou jednotkou řízené. Systém multisplit pracuje s konstantními otáčkami. [17]



Obr. 3.4.3.2-3 – Multisplitový systém [17]

- **VRV/VRF** – zkratka „VRV“ znamená „Variable Refrigerant Volume“. VRV je patentovaný název firmy Daikin, která s tímto systémem přišla na trh jako první. Jedná se o zařízení s proměnným průtokem chladiva a lze na něj napojit až 64 vnitřních jednotek. O proměnný průtok chladiva se stará kompresor změnou otáček. Výhodou třítrubkových VRV systémů je možnost současného vytápění a chlazení vnitřními jednotkami. Rozvody chlazení z venkovní jednotky vedou nejprve do rozdělovacího boxu a následně k samotným vnitřním jednotkám. Třítrubkové VRV systémy mohou přečerpávat teplo z místností, které je potřeba chladit do místností, které je potřeba vytápět. V tomto režimu se spotřebuje přibližně 30% energie. [1,17]



Obr. 3.4.3.2-4 – VRV/VRF systém se zpětným získáváním tepla [10]

Správná volba vnitřní jednotky má zásadní vliv na následnou distribuci vzduchu do prostoru.

Vnitřní jednotky se dělí dle umístění a distribuce vzduchu na:

- **Nástěnnou jednotku** – připevnění na stěnu
- **Podstropní vertikální jednotku** – vertikální šíření vzduchu
- **Podstropní horizontální jednotku** – horizontální šíření vzduchu

- **Kazetovou jednotku** – instalace do stropu. Distribuce vzduchu možná do jednoho nebo všech čtyřech směrů a také po celém obvodu jednotky

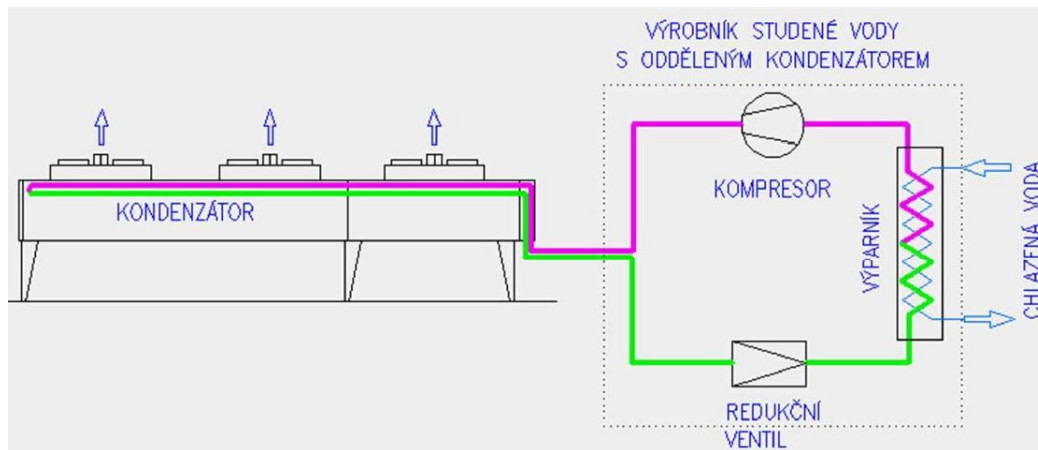


Obr. 3.4.3.2-5 – Typy vnitřních jednotek [10]

3.4.3.2 Výrobníky chladu (chillery)

Zajišťují nepřímé chlazení vzduchu vodou nebo směsí vody a chladiva. Tento systém je složený ze třech hlavních komponent [1]:

- vzduchem (vodou) chlazený kondenzátor
- vzduchem (vodou) ohříváný výparník
- kompresor (jeden a více)
- redukční ventil



Obr. 3.4.3.3-1 – Chladící okruh kondenzátor/výparník [1]

Zelená barva znázorňuje nízkotlakou část a růžová vysokotlakou část. [1]

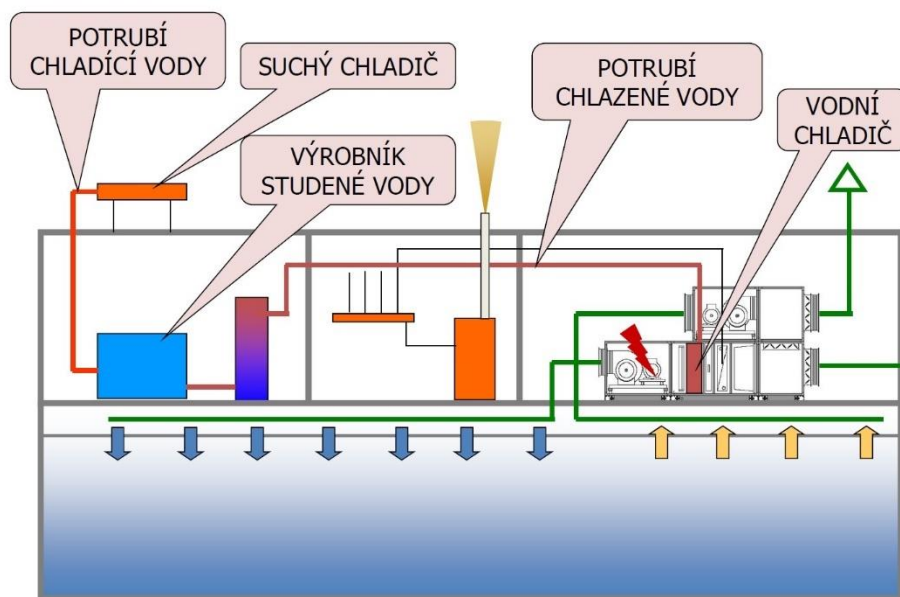
Výrobníky chladu se dělí dle provedení na:

- **Vzduchem chlazený kondenzátor**
 - **Kompaktní** – kondenzátor zabudovaný přímo v jednotce s možností integrovaného hydromodulu (hydraulická sekce). Použití tohoto provedení je třeba dobře zvážit s ohledem na vysokou cenu a některé problémy s ochranou před zamrznutím. [17]



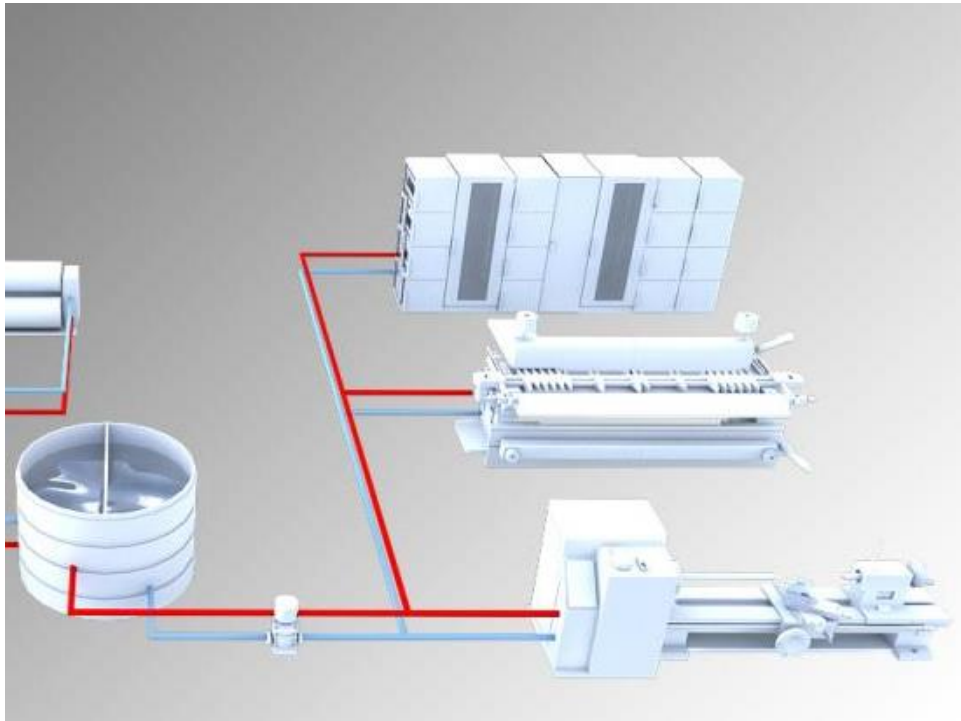
Obr. 3.4.3.3-2 – Kompaktní chiller [10]

- **S odděleným kondenzátorem** – splitový výrobek chladu. Umístění odděleného kondenzátoru do venkovního prostředí a výrobku chladu do strojovny značně snižuje riziko zamrznutí. Další výhodou je snížení hluku. Systém se zpravidla skládá ze dvou okruhů. První okruh je mezi suchým chladičem a výrobníkem chladu (směs chladiva a vody). Druhý okruh je mezi výrobníkem chladu a akumulací (chladící voda). [17]



Obr. 3.4.3.3-3 – Nepřímé chlazení vzduchu (vodou) [1]

- **Kapalinou chlazený kondenzátor** – Je-li k dispozici v místě provozu věžová voda či jinak upravený centrální rozvod chladicí vody s vyhovujícím průtokem a teplotou, nejlepším řešením konstrukce nízkoteplotního chlazení vody (teplota vody nižší než je centrální chlazení) je systém s vodou chlazeným kondenzátorem. Výhodami jsou prostorové uzpůsobení, vysoká účinnost, nízká energetická náročnost, snadná údržba a dlouhá životnost. [20]



Obr. 3.4.3.3-3 – *Kapalinou chlazený kondenzátor* [20]

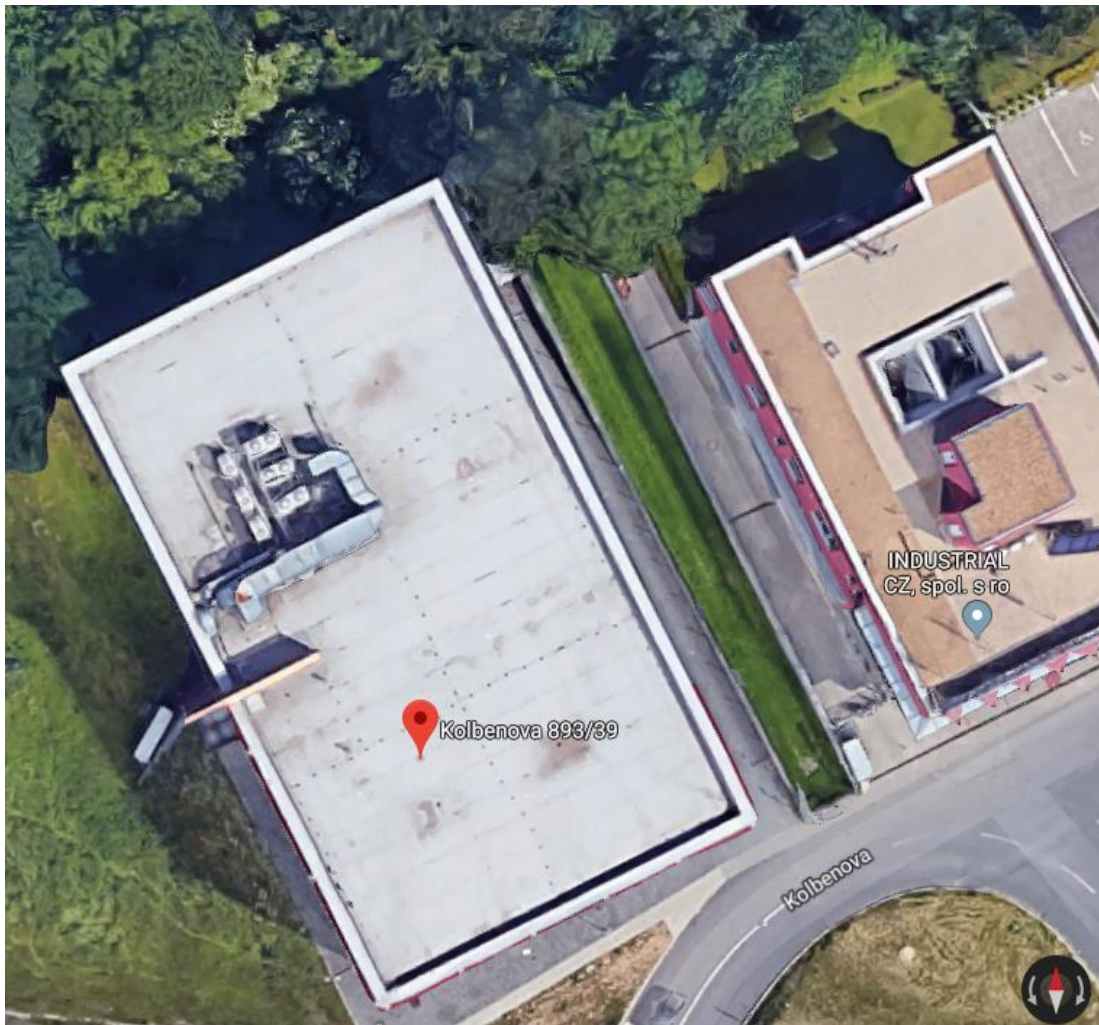
4 ADMINISTRATIVNÍ BUDOVA KOLBENOVA

Jako porovnávací projekt klimatizačních systémů byla zadána administrativní budova sídlící v ulici Kolbenova v městské části Praha 14. Jedná se o kancelářskou budovu s vlastním showroomem. Objekt byl postaven roku 2006 . Celá budova je prosklená a tak velmi náchylná na zisky z oslunění. Důvodem je absence venkovního stínění venkovními žaluziemi nebo pasivními stínícími prvky.



Obr. 4-1 – Administrativní budova v Kolbenově ulici [11]

Na Obr. 4-2 je vidět, že strana budovy, kde se nachází hlavní vchod vedoucí do showroomu, je orientována na Jih. Jedná se o část budovy s největším poměrem prosklené plochy.



Obr. 4-2 – Orientace budovy

V podzemním patře se nachází garáže a strojovny TZB. První patro disponuje velkým showroom prostorem, který je určený pro předvádění produktů firmy, která zde bude sídlit. Dále archivy, kanceláře, zasedací místnosti, toalety, kuchyňkou, sklady a úklidovými místnostmi. Zbylá patra, včetně mezipatra, jsou zařízena velice podobně. Podlahová plocha budovy činí 3350 m².



Obr. 4-3 – *Prostor showroomu a mezipatra* [11]

Původně byla budova využívána jako obchod s nábytkem. Všechny patra byla dispozičně řešena jako open space prostory s výjimkou 3.NP, kde se nacházely kanceláře a další administrativní prostory. Nyní budova prochází značnou rekonstrukcí vnitřních prostor. Vznikají nové prostory oddělený kanceláří, zasedacích místností a společných prostor. Tato změna vyžaduje nové řešení vzduchotechnického a klimatizačního systému.

4.1 Stávající stav TZB systémů v budově

4.1.1 Vzduchotechnika

Prodejní plochy s ohledem na velmi omezenou možnost přirozeného větrání otevíratelnými okny mají nucené větrání (přívod a odvod vzduchu).

Větrací jednotka je umístěna na střeše (výrobce REMAK) a přiváděný vzduch:

- Filtruje (základní filtrace G4)
- Předehřev systému zpětného získávání tepla
- Dohřívá pomocí plynového ohřívače

Vzduchový výkon systému je cca $8.000 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$.

Rozvody vzduchu jsou v podhledu, distribuce vzduchu je převážně pomocí vířivých anemostatů.

Samostatné odsávací zařízení mají:

- a) Sociální zázemí
- b) Čajové kuchyňky

4.1.2 Chlazení

Chlazení objektu je pomocí tepelných čerpadel pracujících v reverzním chodu. Jako koncových prvků chlazení a vytápění prodejních ploch se využívá převážně kazetových jednotek v podhledu.

Chladicí výkon všech jednotek je odhadován na cca 145 kW, což je 43 W/m^2 měrného chladícího výkonu.

4.2 Využitelnost původních zařízení pro novou funkci objektu a nové dispozice

System větrání a chlazení objektu je navržen na původní funkci tj. prodejní plochy s nábytkem, kde se lidé na ploše spíše pohybují a nejsou tak náchylní na kolísání teplot v prostoru, proudění vzduchu, vyšší hlučnost a nedostatek výkonu klimatizačního systému. Z těchto důvodů je původní systém větrání a chlazení nevhodný a není možné garantovat podmínky vnitřního prostředí vyžadované pro současné administrativní objekty.

Zařízení je z roku 2006/2007, což znamená cca 12 let provozu. Zvláště kompresorové jednotky, které byly v provozu celoročně, za sebou mají značný počet provozních hodin (cca 73 tisíc provozních hodin, což je na hranici garantované technické životnosti).

4.3 Podklady pro vypracování koncepčního projektu

4.3.1 Obecné a legislativní podklady

Tento koncepční projekt, v profesi chlazení a vzduchotechnika, řeší zajištění vnitřního mikroklimatu jednotlivých prostor z hlediska zajištění zdroje, rozvodu chladu, přívodu a úpravy čerstvého vzduchu a odvodu znehodnoceného vzduchu .

Jako podklady pro zpracování koncepčního projektu byly použity:

- Architektonická studie pro daný projekt zpracovaná architektonickým ateliérem „Archina“
- Stavebně technické podklady – výkresy provedené v softwaru autoCAD a technické zprávy
- Klimatické podmínky na území stavby

Pro zpracování byly použity následující platné české normy, směrnice a předpisy:

- Nařízení vlády 361/2007 sb. o ochraně zdraví při práci, v platném znění
- Nařízení vlády č. 217/2016 sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
- Vyhláška MMR ČR č. 268/2009 Sb. O technických požadavcích na výstavbu v platném znění.
- A další patřičné právní předpisy

Dále bylo při zpracování přihlédnuto k následující českým technickým normám.

- ČSN 12 7010/2014 „Navrhování vzduchotechnických a klimatizačních zařízení“ – Obecná ustanovení (změna Z1-1/2016)
- ČSN 73 0540-2 „Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů“
- ČSN 73 0802 „Požární ochrana staveb, nevýrobní objekty“
- ČSN 730872 „Požární bezpečnost staveb. Ochrana staveb proti šíření požáru vzduchotechnickým zařízením“
- ČSN EN 15251 „Vstupní parametry vnitřního prostředí pro návrh a posouzení energetické náročnosti budov s ohledem na kvalitu vnitřního vzduchu, teplotního prostředí, osvětlení a akustiky“.
- Vyhláška 193/2007 Sb. kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu chladu

A další zákonná ustanovení platná pro jednotlivé provozní celky.

4.3.2 ZÁKLADNÍ PŘEDPOKLADY NÁVRHU TECHNIKY PROSTŘEDÍ

Základní návrh systémů techniky prostředí vychází z následujících úvah a předpokladů:

- a) Vytvoření maximálně energeticky úsporné budovy při zajištění komfortního vnitřního prostředí.
- b) S ohledem na řešení objektu zajistit z hlediska budoucích změn dispozice a užití jednotlivých prostor systém umožňující bez snížení standardu vnitřního prostředí respektovat změny jednotlivých ploch.
- c) V provozních místnostech budovy zajistit spolehlivý chod zde instalovaných technologií.
- d) Zajistit ekologické a energeticky úsporné řešení z hlediska primárních energií při chlazení objektu.
- e) Dodržení všech legislativních opatření.
- f) Dodržení požadovaných standardů

4.3.2.1 Vnější výpočtové údaje

Vnější výpočtové údaje jsou předpokládány následující:

- zeměpisná šířka 50°01' N
- zeměpisná délka 14°25' E
- nadmořská výška 189 m. n. m.
- maximální tlak vzduchu 96 kPa

Teplota a hydrometrie vzduchu

Parametry	Teplé období
Teplota suchého teploměru	+32 °C, Červenec
Teplota vlhkého teploměru	+22 °C
Entalpie vzduchu	+65 kJ/kg
Relativní vlhkost vzduchu	42 %
Absolutní vlhkost vzduchu	12,8 g/kg

Tab. 4.3.2.1 Teplota a hydrometrie vzduchu

Poznámka:

- Letní hodnoty relativní vlhkosti vzduchu odpovídají maximálním výpočtovým parametrům pro oblast Praha (Karlov) v letním období

4.3.2.2 Tepelně technické vlastnosti budovy

Pro orientační výpočet tepelných zisků bylo uvažováno s následujícími hodnotami požadovanými normou ČSN 730540-2:

Prosklené plochy vč. rámu (otevíratelné či neotevíratelné)

- součinitel prostupu tepla oken $U = 1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$
- součinitel prostupu tepla dveří $U = 1,7 \text{ W/m}^2\text{K}$
- stínící součinitel prosklených vertikálních ploch
dvojsklo šedé + vnitřní žaluzie střední barvy $s = 0,7 \cdot 0,5 = 0,3$

Poznámka:

- a) Vnitřní žaluzie budou instalovány pro všechny ochlazované prostory
- b) Natočení venkovních žaluzií u ochlazovaných místností je uvažováno tak, aby do prostoru pronikalo 20 % světelné zátěže a chlazený prostor tak bych osvětlen přirozeně. Stínící součinitel prosklených vertikálních ploch při přirozeném osvětlení typických místností je $s = 0,350$

Svislé stavební konstrukce neprosklené vnější

- součinitel prostupu tepla $U = 0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$
- součinitel pohltivosti slunečního záření $\Psi = 0,5$

Svislé stavební konstrukce neprosklené vnitřní

- součinitel prostupu tepla

- (rozdíl teplot mezi prostory do 5 °C) $U = 2,7 \text{ W/m}^2\text{K}$
- součinitel prostupu tepla
(rozdíl teplot mezi prostory do 10 °C) $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$
- součinitel pohltivosti slunečního záření $\Psi = 0,5$

Horizontální stavební konstrukce neprosklené vnitřní

- součinitel prostupu tepla
(rozdíl teplot mezi prostory do 5 °C) $U = 2,2 \text{ W/m}^2\text{K}$
- součinitel prostupu tepla
(rozdíl teplot mezi prostory do 10 °C) $U = 1,05 \text{ W/m}^2\text{K}$
- součinitel pohltivosti slunečního záření $\Psi = 0,5$

Střešní horizontální konstrukce

- součinitel prostupu tepla $U = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$
- součinitel pohltivosti slunečního záření $\Psi = 0,5$

Podlahová konstrukce

- součinitel prostupu tepla $U = 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$

4.3.2.3 Maximální vnitřní tepelné zátěže klimatizovaných prostor

Pro orientační dimenzování klimatizačních zařízení, které odpovídá tomuto předprojektovému stupni, jsou uvažovány následující tepelné zátěže:

Prostor	Maximální vnitřní tepelná zátěž		
	Obsazenost	Osvětlení	Technologie
Kancelář	10 m ² /osobu	10 W/m ²	10 W/m ²
Zasedací místnost	2 m ² /osobu	10 W/m ²	10 W/m ²
Showroom	4 osoby	10 W/m ²	5 W/m ²
Denní místnost	10 m ² /osobu	5 W/m ²	5 W/m ²
Kuchyňka	-	10 W/m ²	300 W
Výpočetní technika	-	5 W/m ²	8 000 W

Tab. 4.3.3.3-1 – Maximální vnitřní tepelná zátěž

Poznámka:

- a) Tepelné zatížení od technologie zahrnuje IT technologii v prostoru kanceláří, uvedená hodnota je včetně lokálních tepelných zisků v podobě kopírovacích strojů, apod.

4.3.2.4 Předpokládané provozní doby

Pro dimenzování celkových potřeb energií a hlukové zátěže okolí budovy jsou předpokládány následující provozní doby:

- a) Kancelářské prostory 7.00 – 22.00 hodin
 b) Výpočetní technika nepřetržitě

c) technické provozy budovy nepřetržitě

Pro dimenzování celkových potřeb energií a hlukové zátěže okolí budovy je předpokládán provoz zařízení chlazení během dne. Kancelářské prostory budou během noci předchlazovány. Během noci budou jednotky chlazení v provozu na nejnižší otáčky.

4.3.2.5 Požadavky na mikroklimatické podmínky jednotlivých prostor s nuceným větráním a chlazením

Níže jsou uvedeny předpokládané mikroklimatické podmínky u místností s nuceným větráním.

Místnost	Letní období	
	Teplota suchého teploměru [°C]	Relativní vlhkost [%]
Kancelář	24±2	N
Zasedací místnost	24±2	N
Výpočetní technika	23±0	N
Sklady	20±2	N
Showroom	24±2	N

Tab. 4.3.3.5-1 – Mikroklimatické podmínky

Poznámka:

- a) Ve výše uvedené tabulce hodnoty N znamenají, že hodnota relativní vlhkosti není garantována.
- b) Výše uvedené hodnoty se váží na limitní hodnoty venkovního vzduchu. Při hodnotách venkovního vzduchu nad tyto limity budou hodnoty vnitřního prostředí přiměřeně překročeny.

5 VÝPOČET TEPELNÉ ZÁTĚŽE

Pro návrh optimálního klimatizačního zařízení je nutný výpočet tepelné zátěže objektu resp. tepelných zisků pro letní období, které jsou následně kompenzovány klimatizačním zařízením. Tyto výpočty se provádějí pro extrémní venkovní podmínky, které mohou v daném okolí nastat jenom několik dní v roce.

Výpočty byly provedeny dle normy ČSN 73 0548 „Výpočet tepelné zátěže klimatizovaným prostor“, které popisují tepelnou zátěž a zisky následovně:

- **Tepelná zátěž** je celkový tok tepla do klimatizovaného prostoru, který musí být kompenzován chladícím výkonem klimatizačního zařízení. V tepelné zátěži je zahrnuto i teplo, obsažené ve větracím vzduchu a teplo, produkované klimatizačním zařízením. Není v ní však zahrnuto teplo, které nějakým způsobem odchází, např. se akumuluje do různých hmot. [2]
- **Tepelné zisky** představují tepelný tok, vnikající do klimatizovaného prostoru. Nezahrnují se do nich zisky tepla, plynoucí z přívodu venkovního vzduchu do klimatizačního zařízení. Nežádoucí vnikání tepelného vzduchu do místnosti, například otevřenými otvory nebo infiltrační spár, se však do tepelných zisků zahrnuje. [2]

Tepelné zisky se dělí dle původu:

1. tepelné zisky od vnitřních zdrojů tepla
2. tepelné zisky z vnějšího prostředí

5.1 Vnitřní tepelné zisky

Produkcí tepla od vnitřních zdrojů rozdělujeme do několika kategorií:

1. **Produkce tepla lidí** – do této produkce se zahrnuje pouze teplo citelné. To závisí na tělesné práci, teplotě vzduchu, počtu a rozmístění lidí v místnosti. Jako základ se uvádí produkce tepla muže při mírně aktivní práci u stolu,

při teplotě 26 °C (70 W/os.). Pokud se aktivita liší, je nutné zvolit příslušnou hodnotu produkce tepla. Přehled hodnot produkce tepla příslušných aktivit – viz tab.2-1 [2]

2. **Produkce tepla svítidel** – počítá se pouze tehdy, jsou-li svítidla v provozu i v době špičkových tepelných zisků a kde není denní osvětlení dostatečné. U hlubších místností se počítá s umělým osvětlením ve vzdálenostech větších než 5 m od okna. [2]
3. **Produkce tepla technologie** – v administrativních budovách je řada elektrických zařízení produkujících teplo (počítače, tiskárny, serverovny, zařízení kuchyněk, aj.). Celý elektrický příkon těchto zařízení se mění v teplo. [2]
4. **Prostup tepla ze sousední místnosti** – pokud klimatizovaná místnost sousedí s místností o teplotě vyšší, dochází k prostupu tepla. [2]

Výpočet dle normy ČSN 73 0548 je poměrně složitý a obsáhlý. Z tohoto důvodu jsem v diplomové práci uvedl výpočetní příklad jedné místnosti. Jedná se o místnost kanceláře č. 1.05 v přízemí budovy. Celá budova je potom počítána v programu „Protech – Tepelná Zátěž“, který se také řídí normou ČSN 73 0548.

5.2 Vnější tepelné zisky

Tepelné zisky, zejména od oslunění, mají rozhodující vliv na tepelnou zátěž u budov s velkými zasklenými plochami. Okna, jejich provedení, orientace a stínění mají podstatný vliv na hospodárny chod a dimenzování klimatizačních zařízení.

1. **Tepelné zisky okny** – tepelný tok okny má z hlediska výpočtu dvě složky: prostup tepla konvekcí a prostup tepla radiací. [2]

2. **Tepelné zisky stěnami** – prostup tepla stěnami vnějšími i vnitřními, podlahou a stropem, má při prosklených fasádách jen malý význam. Je mu však zapotřebí věnovat pozornost u přízemních, horizontálně rozlehlých staveb a u staveb bez oken. [2]
3. **Tepelné zisky infiltrací venkovního vzduchu** – V letních měsících, při maximálních teplotách venkovního vzduchu se uvažuje infiltrace u podtlakových klimatizačních systémů. Počítá se s vnikáním venkovního vzduchu o objemu, který je dán rozdílem objemů odváděného a přiváděného vzduchu. [2]

5.3 Tepelné zisky vypočítané v „Protech TV“

Program „Protech TV“ je určen k výpočtu návrhového tepelného výkonu podle ČSN EN 12831 a STN EN 1283.

Ve spolupráci s modulem „Tepelná zátěž“ lze provádět výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů podle ČSN 73 0548. [21]

Postup výpočtu byl následující:

- Nejprve jsem zadal základní údaje o budově, které se odvozují od místa, kde budova stojí. Tyto hodnoty jsou podrobněji popsány v odstavci č. 4.3.3.1 – Vnější výpočtové údaje

Výpočet podle STN EN 12831
 Systém rozměrů
 vnitřní celkově vnitřní vnější
 Lokalita
 Praha (Karlovy) ...
 Nadmořská výška 181 m
 Klimatická oblast 1
 Výpočtová venkovní teplota t_e -13 °C
 Roční průměrná teplota t_{me} 5,1 °C
 Zátopová přírážka
 Typ budovy obytná

Obr. 5.3-1 Vnější výpočtové údaje budovy

- Dalším krokem ve výpočtu bylo zadání všech obvodových a vnitřních konstrukcí, jejich součinitelů prostupu tepla a součinitelů pohltivosti slunečního záření, Tyto hodnoty jsou podrobněji popsány v odstavci č. 4.3.3.2 – Tepelně technické vlastnosti budovy

Pro výběr materiálů použít **Katalog CZ**

Popis: **stěna vnější**

Označení konstrukce: OK **SO1** Hranice zóny

Přilehlá k zemině z m

Způsob zadání: ZZ **0**

Teplota za konstrukcí: **tzk** °C

Součinitel prostupu tepla: U **0,300** W/(m²·K)

Normové údaje: UN,20 **0,30** W/(m²·K)
Urec,20 **0,20** W/(m²·K)
Upas,20 **0,00** W/(m²·K)
e1.UN,20 **0,30** W/(m²·K)

Cena: 0 Kč/m²

Rozměr 1: x m ×

Rozměr 2: y m ×

Plocha: A m²

Propustnost: g

Činitel prostupu: τE

Podíl rámu a vliv ostění: FF %

Součinitel prostupu skla: Ug W/(m²·K)

Součinitel prostupu rámu: Uf W/(m²·K)

Součinitel průvzdušnosti: i LV

Ekvivalentní souč. prostupu tepla: ?

Uekv W/(m²·K) Uekv/U

UNekv W/(m²·K) UNekv/U

Výpočet Uw pro okna

Skladba

KC	Vrstva	Název	d mm

< > Zadání / Tepelný odpor

Faktor pro okna: 1,00

Přídavek k délce spáry: ΔLS m

Délka spáry: LS

Obr. 5.3-2 Zadání výpočetních údajů vnější stěny

OK	ZZ	PZ	V2	V2?	HZ	U(V1) W/(m ² ·K)	U(V2) W/(m ² ·K)	Uekv(V1) W/(m ² ·K)	Uekv(V2) W/(m ² ·K)	UN,20 W/(m ² ·K)	UNekv W/(m ² ·K)	Urec,20 W/(m ² ·K)	Upas,20 W/(m ² ·K)
SO1	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0,300	0,300			0,30		0,20	0,00
SO2	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0,300	0,300			0,30		0,20	0,00
SO3	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0,300	0,300	0,300	0,300	0,30		0,20	0,00
SN1	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2,700	2,700			0,60		0,40	0,00
SN2	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1,300	1,300			0,60		0,40	0,00
PDL1	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0,450	0,450	0,042	0,042	0,45		0,30	0,00
STR1	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2,200	2,200			0,24		0,16	0,00
STR2	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1,050	1,050			0,24		0,16	0,00
STR3	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0,600	0,600			0,75		0,16	0,00
SCH1	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0,240	0,240			0,24		0,16	0,00
OX1	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1,500	1,500			1,50		1,20	0,00
DX1	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1,700	1,700			1,70		1,20	0,00

Obr. 5.3-3 Přehled zadaných konstrukcí

- Pro správný výpočet zisků v místnosti je nutné detailní zadání příslušné místnosti. V místnostech se zadává:
 - rozměry místnosti
 - rozměry konstrukcí
 - rozměry otvorů
 - počet otvorů
 - vnitřní teplota
 - teplota za konstrukcí
 - výměna vzduchu
 - světová strana konstrukce

Při změně čísla místnosti změnit i vazby

Podlaží - číslo místnosti: 1 | 105

Uživatelské číslo místn.: 105

Kód místnosti: 11111

Úsek OS - zóna: 2 | 1

Světová strana: JZ

Výpočtová teplota: t_i 20 °C

Výměna vzduchu: n_p 0,10 1/hod

Nucené větrání: Ano

Tepelné zisky: Q_z 0 W

Výškový činitel: ϵ 1,0

Zátopový součinitel f_{RH} : 0 W/m²

Stínící součinitel: e 0,03

Parametr: $B'm$ 2,0

Plocha podlahy: A_{pe} 36,50 m²

Plocha podlahy: A_{pi} 29,73 m²

Objem: V_{me} 114,97 m³

Objem: V_{mi} 84,73 m³

Topná plocha: A_{pu} 29,73 m²

Účel: kancelář 2

Rozměry místnosti: Systém rozměrů : E - vnější

Název	Značka	Vnější rozměr m	Vnitřní rozměr m
Výška konstrukční/světlá	h / hs	3,15	2,85
Šířka	s / sv	36,50	29,73
Délka	l / lv	1,00	1,00

Zadané konstrukce Tvar místnosti

OK	x	y	PO	SS	inf	tzk	Text	Parapet m
SO1	3,605		h	-1	S		V	
OX1	3,08	2,40	1	S	1		V	0,00
SO1	1,55		h	-1	SZ		V	
OX1	1,32	2,40	1	SZ	1		V	0,00
STR3		l	s	0			M001	

104 | 106

Plochy ? | Lineární vazby ?

Obr. 5.3-4 Zadání místnosti pro výpočet

- Po vytvoření modelu místnosti jsem zadal hodnoty vnitřních zisků dle Tab. 4.3.3.3-1

Místnost: 105 kancelář 2

Údaje převzít z místnosti

Zisk z osvětlení čas 16 h 746,5 W

Činnost lidí Ct Muži Ženy Děti
Sedící, odpočívající 130 W počet 3 0 0 390,0 W

Svítlidla Tepelný tok Plocha
Žárovky 0 W/m² 29,7 m² 0,0 W
Zářivky 10 W/m² 6 m² 60,0 W
Jiná 10 W/m² 29,7 m² 297,0 W

Výpočet zisků z přívodu venkovního vzduchu
temax zadat te 32,0 °C ti 28 °C 0 m³/h 0,0 W

Zisk od technologie 0,0 W

Jiné zisky 0,0 W

Tepelná zátěž místnosti celkem 1493,5 W

Obr. 5.3-5 Zadání vnitřních zisků

- Následně vnějších zisků.

Výpočet pro měsíc srpen temax 32 °C A 7 K oblast normální c0 1,00

Seznam místností [] jen vybrané

Posuzovaná místnost Číslo 105
Přípustná teplota tv 24 °C odchylka 2 K
Provozní doba od 7 do 22 h
Stupeň zadání konstrukcí 0,0 %
Korekce na vázané tepelné zisky 1,00

Implicitní hodnoty
 T
 Sp

Zobrazené údaje platí pro zadaný čas Zohlednění akumulace tepla v místnosti kMm = 0.0 %

OK	ZZ	U	SR	tzk	tzk-TV	PO	Typ	Sklon	Azimut	Sp	T	M	km	t _{rm}	Sos	dQ	Q _p	Q _r	Q _m		
			m ²	°C				°	°		°C	kg	%	°C	m ²	W	W	W	W		
SO1	0	0,300	3,96		V	1	Vnější	90	S	0,50					26,93				3,5		
OX1	0	1,500	7,39		V	1	Výplň	90	S		0,350					0,00			86,1	232,8	0,0
SO1	0	0,300	1,71		V	1	Vnější	90	SZ	0,50					28,14				2,1		
OX1	0	1,500	3,17		V	1	Výplň	90	SZ		0,350					3,17			36,9	341,3	87,0
STR3	0	0,600	36,50	24,00	M001	0	Vnitřní	90				0,00	0				0,0		43,8		

Maximální zisk z osvětlení 16 h 746 W Časový průběh Výpočet zvoleného měsíce
Výpočet pro čas max h W Výpočet ročního maxima

Obr. 5.3-6 Zadání vnějších zisků

- Takto zadaný model místnosti je kompletní a připravený pro výpočet vnějších i vnitřních zisků.

Přehled zisků vypočítaných programem Protech TV:

roční maximum opravný činitel $c_0 = 1,00$

č.m.	název	měsíc	t_{max} °C	t_v °C	Δt K	τ_{max} h	k_{Mm} %	Q_{osl} W	Δt_v K	Q_v W	Q W	$Q_{\text{citelné}}$ W	k_x	Q_{celkem} W
101	open space	srpen	32,0	24	2	14	0,0	41 595	4,0	0	8 037	49 632	1,00	49 632
102	archiv B	srpen	32,0	20	2	7	0,0	2 194	4,0	0	680	2 874	1,00	2 874
103	archiv A	srpen	32,0	20	2	7	0,0	1 976	4,0	0	680	2 655	1,00	2 655
104	kancelář 3	červen	28,5	24	2	17	0,0	1 792	0,5	0	2 102	3 894	1,00	3 894
105	kancelář 2	červen	28,5	24	2	17	0,0	848	0,5	0	747	1 595	1,00	1 595
106	kancelář 1	červen	28,5	24	2	17	0,0	875	0,5	0	1 002	1 878	1,00	1 878
108	zasedací místnost A	březen	19,0	24	2	7	0,0	389	-9,0	0	3 081	3 470	1,00	3 470
109	zasedací místnost B	březen	19,0	24	2	7	0,0	288	-9,0	0	2 556	2 845	1,00	2 845
111	kuchyňka	březen	19,0	24	2	7	0,0	103	-9,0	0	548	651	1,00	651
113	hala	březen	19,0	24	2	7	0,0	193	-9,0	0	270	463	1,00	463
201	kancelář-Fondy	červen	28,5	24	2	17	0,0	800	0,5	0	1 015	1 815	1,00	1 815
202	kancelář-Vnitr. bank	červen	28,5	24	2	17	0,0	800	0,5	0	990	1 790	1,00	1 790
203	kancelář/e	květen	26,5	24	2	8	0,0	3 050	-1,5	0	2 292	5 342	1,00	5 342
204	kancelář-Bitcoin	květen	26,5	24	2	8	0,0	2 754	-1,5	0	1 708	4 462	1,00	4 462
205	kancelář-kom. burza	květen	26,5	24	2	8	0,0	2 807	-1,5	0	2 068	4 875	1,00	4 875
206	kancelář-Esset bank	březen	19,0	24	2	7	0,0	304	-9,0	0	2 427	2 731	1,00	2 731
207	serverovna	březen	19,0	23	0	7	0,0	554	-9,0	0	8 377	8 931	1,00	8 931
225	archiv/sklad	březen	19,0	20	2	7	0,0	1 263	-9,0	0	259	1 522	1,00	1 522
226	kancelář-Esset bank	květen	26,5	24	2	16	0,0	3 069	-1,5	0	921	3 989	1,00	3 989
301	denní místnost	květen	26,5	24	2	16	0,0	4 514	-1,5	0	1 967	6 481	1,00	6 481
302	kancelář 1	červen	28,5	24	2	17	0,0	1 235	0,5	0	1 253	2 488	1,00	2 488
303	kancelář 2	červen	28,5	24	2	8	0,0	3 587	0,5	0	2 394	5 981	1,00	5 981
304	kancelář 3	květen	26,5	24	2	8	0,0	4 973	-1,5	0	4 381	9 354	1,00	9 354
305	kancelář 4	květen	26,5	24	2	8	0,0	2 502	-1,5	0	2 261	4 763	1,00	4 763
306	zasedací míst. A,B,C	březen	19,0	24	2	7	0,0	209	-9,0	0	8 160	8 369	1,00	8 369
307	kancelář 5	březen	19,0	24	2	10	0,0	8 409	-9,0	0	2 720	11 129	1,00	11 129
308	kancelář 6	říjen	23,5	24	2	11	0,0	3 340	-4,5	0	1 322	4 662	1,00	4 662
309	kancelář 7	březen	19,0	24	2	14	0,0	8 605	-9,0	0	2 702	11 307	1,00	11 307
311	kancelář 9	srpen	32,0	24	2	15	0,0	2 909	4,0	0	1 100	4 009	1,00	4 009
402a	kancelář 1	květen	26,5	24	2	16	0,0	3 489	-1,5	0	988	4 477	1,00	4 477
402b	kancelář 2	červen	28,5	24	2	17	0,0	1 285	0,5	0	988	2 273	1,00	2 273
402c	kancelář 3	červen	28,5	24	2	17	0,0	1 324	0,5	0	1 253	2 577	1,00	2 577
402d	kancelář 4	červen	28,5	24	2	17	0,0	1 324	0,5	0	1 253	2 577	1,00	2 577
403	kancelář-ekonom	květen	26,5	24	2	8	0,0	3 092	-1,5	0	877	3 968	1,00	3 968
404	účetárna	květen	26,5	24	2	8	0,0	5 215	-1,5	0	3 036	8 251	1,00	8 251
405	kancelář 6-fin.řed.	květen	26,5	24	2	8	0,0	2 636	-1,5	0	916	3 552	1,00	3 552
406	velká zasedací místn	srpen	32,0	24	2	7	0,0	519	4,0	0	8 160	8 679	1,00	8 679

Tab. 5.3-1 – Přehled vnějších a vnitřních zisků počítaných programem Protech TV

č.m.	název	měsíc	t_{emax} °C	t_v °C	Δt K	τ_{max} h	k_{Mm} %	Q_{osl} W	Δt_v K	Q_v W	Q W	$Q_{\text{citelné}}$ W	k_x	Q_{celkem} W
407	kancelář 8-obch.řed.	srpen	32,0	24	2	10	0,0	8 609	4,0	0	1 921	10 529	1,00	10 529
408	malá zasedací míst.	říjen	23,5	24	2	11	0,0	3 297	-4,5	0	3 402	6 699	1,00	6 699
409	kancelář 7-gener.řed	srpen	32,0	24	2	14	0,0	8 513	4,0	0	1 903	10 416	1,00	10 416
411	kancelář-bankéř	srpen	32,0	24	2	15	0,0	3 067	4,0	0	1 100	4 167	1,00	4 167

Výpočet hodnoty Q_v je proveden pro hodnotu Δt_v

Celkový potřebný výkon zdroje chladu

měsíc	t_{emax} °C	τ_{max} h	Q_{osl} W	$Q_{\text{lidé}}$ W	$Q_{\text{osv.}}$ W	Q_v W	Q_{tech} W	$Q_{\text{jiné}}$ W	$Q_{\text{citelné}}$ W	Q_{celkem} W
srpen	32,0	11	114 927	38 974	46 489	0	8 350	0	208 740	208 740

τ_{max} - doba maxima zisků z oslunění

Tab. 5.3-2 – Přehled vnějších a vnitřních zisků počítaných programem Protech TV

Z výsledku tepelných zisků mohu vyvodit několik důležitých poznatků:

- Severní část budovy má nejvyšší vnější zisky v měsíci březnu.
- Vůbec nejvyšší zisky má, dle předpokladu, jižní strana. Důvodem je nejvyšší poměr prosklené plochy a orientace na jih.
- V místnostech, situovaných uvnitř budovy (tedy ne u obvodových konstrukcí), jsou převážně dominantní vnitřní zisky

Pro samotné dimenzování vnitřních jednotek je důležité volit hodnoty těchto extrémních případů. K tomu dochází při kombinaci všech zisků.

Pro dimenzování zdroje chladu je lepší volit nejextrémnější měsíc.

6 NÁVRH KLIMATIZAČNÍHO SYSTÉMU

Podkladem pro návrh klimatizačních systémů jsou výpočty, kterými se stanovují parametry pro jejich dimenzování. Jsou to tepelné zisky, produkce vodní páry a produkce škodlivin. Tyto výpočty najdeme v patřičných normách, které jsem uvedl v předchozích odstavcích.

Při návrhu klimatizačního systému je nutné dodržovat několik zásadních pravidel:

- Dodržení hygienických požadavků množství čerstvého vzduchu
- Zajištění kvalitního vnitřního mikroklimatu
- Nenáročnost systému na údržbu
- Co neekonomičtější a zároveň neekologičtější provoz

6.1 Potřeby chladu

Vnější zisky	115 kW
Vnitřní zisky	94 kW
Potřeba chladu pro VZT chladič	44 kW
Celkem	253 kW
Potřebný výkon zdroje chladu	253 kW
Odběr elektrické energie	1300 hod/rok
Celková roční potřeba chladu	329 MWh/rok
Celková roční potřeba chladu	2130 GJ/rok

Tab. 5.3-2 – Výsledná potřeba chladu

Chladicí výkon instalovaných jednotek volím 2x128 kW.

6.2 Klimatizační systém využívající jednotky fancoil

Pro systém chlazení jsou zvoleny kompresorové chladicí jednotky ve vnitřním provedení s mařením tepla pomocí suchých chladičů v horizontální pozici, se skrápěním. Do jednotlivých kanceláří je dovedena chladicí voda a napojena na vnitřní kazetové jednotky fancoil.

6.2.1 Návrh výrobku chladu

Pro výrobu chladicí vody jsou navrženy 2 chladicí jednotky typu: CIAT DYNACIATPOWER LG 480A ve vnitřním provedení se suchými chladiči se skrápěním, umístěnými na střeše. Jednotky budou vybaveny softstartem. Jednotky i strojovna chlazení budou umístěny v 1.PP. Jednotky pracují s chladivem R410A a budou připravovat vodu o teplotním spádu 6/12°C. Chladicí jednotky i suché chladiče jsou umístěny na betonovém soklu a podloženy izolátory chvění, které je nutné umístit mezi základ a jednotku. Maximální akustický výkon 1 chladicí jednotky $L_{wa} = 76 \text{ dB(A)}$.

Suché chladiče jsou vybaveny regulací axiálních ventilátorů (ventilátory s EC motorem a plynulou regulací otáček). Ventilátory s EC motory se zapínají všechny na jednou a fungují na nízké otáčky, v případě potřeby přidávají plynule na otáčkách. Maximální akustický výkon 1 zařízení $L_{wa} = 68,2 \text{ dB}$. Maximální akustický tlak 1 zařízení $L_a = 36,1 \text{ dBA}$ v 10m. Suché chladiče jsou vyzvednuty horní hranou do výšky 2050 nad podlahou.

Jako teplonosná látka kondenzátorové části (propojení výrobku chladu se suchým chladičem) je navržena 30% nemrznoucí směs ethylenglykolu. Výpočtová teplota nemrznoucí kapaliny v extrému je 48/42°C. Ve strojovně chlazení jsou umístěna oběhová čerpadla glykolového okruhu a zařízení pro přípravu glykolové směsi. Na straně glykolu je připojena do okruhu tlaková expanzní nádoba.

Výrobky chladu jsou umístěny ve strojovně chlazení. Za jednotkami jsou osazeny oběhová čerpadla primárního okruhu, podávající chlad do akumulační nádoby o objemu 1000 l.

Za nádobou je instalován kombinovaný rozdělovač/sběrač s okruhem pro jednotky vzduchotechniky a FCU kanceláří

Jištění systému je pomocí pojistných ventilů (glykolová i vodní část), teplotní rozdíly (resp. objemové) chlazené vody jsou vyrovnávány automatickým zařízením s expanzí nádobou, v glykolové části samostatnou expanzní nádobou. Doplnění vody do systému probíhá přes úpravnu vody, která je společná pro chladicí okruh vodní i glykolový.

6.2.2 Rozvody chladu

V chladicí jednotce se voda vychlazuje na požadovanou teplotu 6°C a dopravuje se potrubím do rozdělovače. Z rozdělovače systém pokračuje v samostatných větvích. Každá větev zásobuje příslušnou část systému a je opatřena vlastním oběhovým čerpadlem/čerpadly. Z jednotlivých větví se oteplená voda vrací do sběrače. Odtud je voda dopravována do chladicí jednotky, kde se opět ochlazuje.

Rozvody chladné vody jsou provedeny z ocelových trubek, armatury jsou použity závitové, pro dimenze do DN50 včetně, a mezipřírubové, nebo přírubové, pro dimenze vyšší. Veškeré zařízení chlazení na straně vody je tepelně a parotěsně izolované na bázi kaučuku pro zabránění tepelných ztrát a kondenzace vzdušné vlhkosti.

Systém je v nejvyšších místech odzdušněn, a v nejnižších opatřen vypouštěním. Potrubí je spádováno takovým způsobem, aby byla každá část systému vypustitelná a odzdušnitelná.

Rozvody vodního systému vedené exteriérem jsou opatřeny elektrickým odporovým drátem proti zámruzu, tepelně izolovány, včetně ochrany Al plechem proti UV záření. Délková roztažnost potrubních rozvodů je přednostně řešena přirozenými kompenzátory – změnou směru vedení potrubí. Na rovných trasách, kde není možné využít přirozené kompenzátory, jsou osazeny kompenzátory délkové roztažnosti.

Předeepsané tloušťky tepelné izolace pro potrubí pro chlazení:

Potrubí DN 20, 18x1..... izolační pouzdro Armaflex AC tl. 25mm
 Potrubí DN 25, 22x1..... izolační pouzdro Armaflex AC tl. 25mm
 Potrubí DN 32, 28x1,5..... izolační pouzdro Armaflex AC tl. 25mm
 Potrubí DN 40, 35x1,5..... izolační pouzdro Armaflex AC tl. 25mm
 Potrubí DN 50, 42x1,5, 54x2 izolační pouzdro Armaflex AC tl. 25mm
 Potrubí DN 65, 64x2, 76x2 izolační pouzdro Armaflex AC tl. 32mm
 Potrubí DN 80 izolační pouzdro Armaflex AC tl. 32mm
 Potrubí DN 100, izolační pouzdro Armaflex AC tl. 32mm
 Potrubí DN 125..... izolační pouzdro Armaflex AC tl. 32mm

ocel - závitové - 100 Pa					ocel - závitové - 100 Pa				
				dt = 6					dt = 6
DN	m [kg/h]	w [m/s]	R [Pa/m]	Q [kW]	DN	m [kg/h]	w [m/s]	R [Pa/m]	Q [kW]
3/8" (DN10)	105	0,26	100	0,7	50	4670	0,64	100	32
1/2" (DN15)	210	0,30	100	1,4	65	10500	0,78	100	72
3/4" (DN20)	460	0,36	100	3,1	80	16150	0,87	100	110
1" (DN25)	870	0,43	100	5,9	100	27510	0,99	100	188
5/4" (DN32)	1800	0,51	100	12,3	125	48400	1,14	100	331
6/4" (DN40)	2730	0,56	100	18,7	150	79950	1,28	100	547
2" (DN50)	5100	0,66	100	34,9	200	184350	1,57	100	1260

Tab. 6.2.2-1 – Dimenze ocelového potrubí

6.2.2.1 Zabezpečení systému

Přesný výpočet jsem provedl v programu „Dimos“. Program je určen k dimenzování a zaregulování stávajících a nově navrhovaných otopných a chladících soustav. Práce s programem je podporována katalogem trubek, ventilů, otopných těles, čerpadel, izolací a kapalin. [21]

Zabezpečení systému – primární strana (glykolová směs):

- Statický tlak v systému (m) $P_s = 17 + 3 = 20 \text{ m}$ (2 Bar)
- Statický tlak v místě expanze $P_e = 19 + 3 = 22 \text{ m}$ (2,2 Bar)
- Minimální tlak v systému $P_{\min} = 22 + 3 \text{ m} = 25 \text{ m}$ (2,5 Bar)
- Maximální tlak v systému $P_{\max} = 22 + 7 \text{ m} = 29 \text{ m}$ (2,9 Bar)
- Minimální otevírací tlak pojistného ventilu $S_{\min} = 22 + 10 \text{ m} = 32 \text{ m}$ (3,2 Bar)

Otevírací tlak pojistného ventilu je nastaven na 4 Bary. Přepad z pojistného ventilu je vyveden do míchací nádoby glykolové směsi.

Zabezpečení systému – sekundární strana (voda):

- Statický tlak v systému (m) $P_s = 15 \text{ m} + 3 = 18 \text{ m}$ (1,8 Bar)
- Statický tlak v místě expanze (H) $P_e = 0 \text{ m} + 3 = 3 \text{ m}$ (0,3 Bar)
- Minimální tlak v systému $P_{\min} = H + 4 \text{ m} = 7 \text{ m}$ (0,7 Bar)
- Maximální tlak v systému $P_{\max} = H + 7 \text{ m} = 10 \text{ m}$ (1 Bar)
- Minimální otevírací tlak pojistného ventilu $S_{\min} = H + 10 \text{ m} = 13 \text{ m}$ (1,3 Bar)

Otevírací tlak pojistného ventilu je nastaven na 3 Bary.

Zakázka		Místnosti a tělesa		Podlaží		Připojky		Věve		Zařízení úseků		Úseky		Spotřebiče		Paty větví		Expanze		Hydraulický okruh		Jednotrubka V		Režim výpočtu: Chlazení		Je nutno spustit výpočet																			
Seznam větví		Info:		Seznam úseků		Spotřebič		M úseků je počítáno z Q požadovaného		Q _u do		to		l _p		Kolena		Oblouky		w		Trubka		DN		Fix DN		w		R		Zpp		Zk		Editovat...		Typ 1.RP		Typ 2.RP		Prvky			
Císl...	Popís...	Ty...	Ú	Čpó	T kus	Spotřeb...	Připojka	Podlaží	Místnost	to	°C	l _p	m	Kolena	Oblouky	w	m/s	Trubka	DN	Fix DN	w	m/s	R	Pa/m	Zpp	Zk	Editovat...	Typ 1.RP	Typ 2.RP	Prvky															
V2	1.NP	D	p	1	3	2x115	Bu			24,00	4,00	1	3	UPO 4701	25	✗										7,68						TA-COMP	0-0												
V3	2.NP	D	p	2	3	Sz 2x115	Bu			24,00	4,20	1	2	UPO 4701	25	✗										0,00	5,13																		
V4	3.NP	D	p	3	5					24,00	4,70	0	0	FET 6002	32												1,58																		
V5	4.NP	D	p	4	5	Sz 115_140	Bu			26,00	3,00	1	2	UPO 4701	25	✗											5,14																		
			p	5	7					26,00	3,50	0	0	FET 6002	40											0,00	0,48																		
			p	6	7	Sz 140	Au			26,00	2,00	1	2	UPO 4701	20	✗											7,59																		
			p	7	9					26,00	3,70	0	0	FET 6002	40											0,00	0,85																		
			p	8	9	Sz 120_100	Bu			26,00	4,50	1	2	UPO 4701	25	✗											5,35																		
			p	9	11					26,00	3,50	1	0	FET 6002	40											0,00	1,65																		
			p	10	11	Sz 120_115	Bu			26,00	3,00	1	2	UPO 4701	25	✗											5,17																		
			p	11	13					26,00	5,40	0	0	FET 6002	50											0,00	0,50																		
			p	12	13	Sz 120_115	Bu			26,00	3,00	1	2	UPO 4701	25	✗											5,24																		
			p	13	15					26,00	5,10	0	0	FET 6002	50											0,00	0,42																		
			p	14	15	Sz 160_115	Bu			26,00	3,00	1	2	UPO 4701	25	✗											5,20																		
			p	15	33					26,00	3,30	0	0	FET 6002	50											0,00																			
			p	17	19	120_115	Bu			26,00	6,00	1	3	UPO 4701	25	✗											7,68																		
			p	18	19	Sz 120_115	Bu			26,00	2,00	1	2	UPO 4701	25	✗											5,13																		
			p	19	21					26,00	5,70	0	0	FET 6002	32											0,00	1,54																		
			p	20	21	Sz 120_115	Bu			26,00	2,00	1	2	UPO 4701	25	✗											5,14																		
			p	21	23					26,00	2,70	1	0	FET 6002	40											0,00	2,10																		
			p	22	23	Sz 120_120	Bu			26,00	5,10	1	3	UPO 4701	25	✗											6,19																		
			p	23	25					26,00	3,30	0	0	FET 6002	40											0,00	0,39																		
			p	24	25	Sz 184	Au			26,00	2,50	1	2	UPO 4701	20	✗											7,64																		
			p	25	27					26,00	3,40	0	0	FET 6002	40											0,00	0,76																		
			p	26	27	Sz 184_160	Bu			26,00	3,90	1	2	UPO 4701	25	✗											5,14																		
			p	27	29					26,00	4,70	0	0	FET 6002	50											0,00	0,46																		
			p	28	29	Sz 120_115	Bu			26,00	5,10	1	3	UPO 4701	25	✗											6,21																		
			p	29	31					26,00	2,20	1	0	FET 6002	50											0,00	0,86																		
			p	30	31	Sz 120_115	Bu			26,00	2,00	0	0	UPO 4701	25	✗											1,59																		
			p	31	33					26,00	2,60	0	0	FET 6002	50											0,00																			
			p	33	0					26,00	6,30	3	0	FET 6002	65												1,50																		

Obr. 6.2.2.1-1 – Příklad výpočtu 3.NP v programu Dimos

6.2.3 Okruhy chlazení

- Vzduchotechnická jednotka – teplotní spád 6/12 °C
- Fancoilové jednotky – teplotní spád 6/12°C

Koncové prvky jsou navrženy na teplotní spád 7/12 °C. Předpokládá se možné oteplení teploty kapaliny v rozsáhlém systému. Vzduchotechnická jednotka je navržena na teplotní spád 8/14 °C z důvodu vedení připojovacího potrubí venkovním prostředím.

6.2.3.1 Okruh fancoilových jednotek

Okruh slouží pro chlazení kancelářských a dalších příslušných prostor, které budou pro potřeby chlazení vybaveny jednotkami fancoil (dále jen FCU).

Pata větve FCU je vybavena příslušnými ventily a oběhovým čerpadlem s frekvenčním měničem. Oběhová čerpadla jsou instalována paralelně a čerpadlo číslo dvě funguje jako záloha.

Na konci stoupaček je vyhotoven zkrat. Je zde osazen automatický vyvažovací ventil, kombinovaný s dvojcestným regulačním ventilem v jednom těle, o nastavené hodnotě průtoku, který bude umožňovat trvalý chod oběhového čerpadla v případě požadavku na chlazení.

Potrubí je vedeno šachtami do jednotlivých podlaží.

Chlazení vybraných prostor je řešeno pomocí cirkulačních podstropních FCU jednotek. Napojení FCU je provedeno přes nerezové tlakové hadice. FCU jednotky jsou ovládány na zpátečce osazenými automatickými vyvažovacími ventily kombinovanými s dvojcestným regulačním ventilem v jednom těle vč. servopohonu ovládaný pomocí MaR. Před každým výměníkem jsou dále osazeny příslušné uzavírací, vypouštěcí a odvzdušňovací armatury.

Jejich nominální výkon uvedený v dokumentaci je vztažen k nominálním otáčkám ventilátoru vnitřních jednotek tak, aby byly splněny hlukové parametry požadované vyhláškami pro dané prostředí.

FCU jednotky jsou ve dvoutrubkovém provedení pro chlazení. Umístění jednotek je v podhledu. Jednotky jsou na výfuku napojeny potrubím na tlumič hluku. Sání do jednotky je provedeno přefukem z prostoru do podhledu.

Ovládání jednotky je možné vždy v dané místnosti, pro kterou jsou jednotky určeny. V případě více jednotek pro místnost bude pouze jeden ovladač.

6.2.3.2 Okruh vzduchotechniky

Okruh slouží pro zásobování chladem jednotky VZT umístěné na střeše budovy. Okruh je vybaven příslušnými ventily a oběhovým čerpadlem s frekvenčním měničem.

Výměník vzduchotechnické jednotky je ovládán na zpátečce osazeným automatickým vyvažovacím ventilem kombinovaným s dvojcestným regulačním ventilem v jednom těle se servopohonem. Před každým výměníkem jsou dále osazeny příslušné uzavírací, vypouštěcí, odvzdušňovací armatury a filtry.

6.3 Klimatizační systém využívající jednotky VRV

Pro systém chlazení jsou zvoleny kompaktní kompresorové chladicí jednotky. Do jednotlivých kanceláří je dovedeno chladivo a napojeno na vnitřní kazetové jednotky VRV.

6.3.1 Návrh VRV systému

Zdrojem chladu je dvojtrubkový VRV systém s přímým výparem chladiva. Venkovní jednotky o nominálním chladícím výkonu 2x 106 kW jsou umístěny v exteriéru na střeše objektu. Zde se předpokládají nejpříznivější podmínky z hlediska hlukových poměrů a rozvodů potrubí. Venkovní kondenzační jednotky jsou umístěny na pružném podkladě, který odpovídá systémovému řešení výrobce jednotek. Pružné uložení zamezí přenosu vibrací pohyblivých částí jednotky do konstrukce budovy. VRV/VRF systém je navržen pro chlazení i vytápění daných prostor. Pod venkovní jednotky je nutné umístit venkovní elektrickou topnou rohož z důvodu odmrzáení

odkapaného kondenzátu. Specifikace daný jednotek se nachází v přílohách. Návrh systému byl proveden v návrhovém programu od firmy Daikin.

6.3.2 Rozvody chladiva

Rozvody chladiva jsou provedeny z měděných trubek a budou opatřeny parotěsnou izolací na bázi kaučuku. Z venkovních jednotek je potrubí chladiva vedeno skrz střechu do jednotlivých podlaží. V interiéru je páteřní rozvod chladiva veden přednostně v podhledu hlavní chodby, odkud jsou napojovány jednotlivé vnitřní jednotky.

Na venkovní jednotku jsou připojeny vnitřní nástěnné a kazetové chladicí jednotky. Jsou použity kazetové vnitřní jednotky umístované přednostně uprostřed místnosti.

Systém chlazení je regulován pokojovými termostaty, kde je možnost uživatelsky měnit teplotu vnitřního prostoru. Jsou použity nástěnné ovladače s pohybovými senzory a IC senzory.

6.3.3 SPLIT systém pro chlazení serverů

Pro odvod tepelné zátěže od serveru kancelářských prostor jsou nad dveřmi a na stěnu umístěny nástěnné vnitřní chladicí jednotky s přímým odparem chladiva (tzv.split) s celoročním provozem. Venkovní chladicí jednotky jsou umístěny na střeše a je k nim přiveden potřebný silový příkon. Pod venkovní jednotky je nutné umístit venkovní elektrickou topnou rohož z důvodu odmrzáení odkapaného kondenzátu.

Ovládání chodu zařízení je z prostoru serveru nástěnným ovladačem. Pro server je navržena samostatná split jednotka se 100% zálohou. Tedy server bude mít dva samostatné split systémy, kdy každý z nich pokryje 100% tepelné zátěže. Funkce redundance (zálohování) zajišťuje kontinuální klimatizaci i při výpadku jednoho ze

systémů. Přes externí vstupy a výstupy lze kdykoliv sledovat provozní stav zařízení.

Od vnitřních VRV/VRF jednotek je proveden rozvod kanalizace pro odvod kondenzátu.

Specifikace dané jednotky se nachází v přílohách.

6.4 Návrh vzduchotechnické jednotky

Prvním z požadavků je dodržení hygienických požadavků množství čerstvého vzduchu, čehož lze docílit návrhem správné vzduchotechnické jednotky.

V souladu s platnými českými právními předpisy a s přihlédnutím na předpokládaný způsob využívání jsou minimální průtoky čerstvého venkovního vzduchu stanoveny následovně.

Místnost	Přívod čerstvého vzduchu [os. ⁻¹]
Kanceláře	36 m ³ h ⁻¹ /osobu
Zasedací místnost kancelářů	30 m ³ h ⁻¹ /osobu
Chodby	0,5. násobná výměna vzduchu
Kuchyňka	150 m ³ h ⁻¹
Nechlazené části skladu	0,5. násobná výměna vzduchu
Recepce	25 m ³ h ⁻¹ /osobu

Tab. 6.4-1 – Přívod čerstvého vzduchu

Poznámky:

1. Pro určení množství přiváděného vzduchu je budova uvažovaná dle ČSN-EN 15251 jako nízkoemisní při kategorii II.

2. Všechny prostory v budově se uvažují jako nekuřácké.

Na základě české legislativy stanovit minimální množství odsávaného vzduchu z prostor se vznikem škodlivin (pachů):

- Umyvadlo – $30 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$
- WC / mísa – $50 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$
- WC / pisoár – $25 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$
- úklidová místnost – $50 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$
- čajová kuchyňka – $150 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$
- technické místnosti – 0,5. násobná výměna vzduchu
- spisovny a archivy – 0,5. násobná výměna vzduchu

Z těchto údajů jsem určil potřebné množství pro přívod vzduchu do objektu:

Přívod čerstvého vzduchu								
číslo místnosti	účel místnosti	podlahová plocha [m ²]	vnitřní objem místnosti [m ³]	požadovaná plocha / osoba [m ² /os]	osoby	množství čerstvého vzduchu / osoba [m ³ /hod]	množství čerstvého vzduchu celkem [m ³ /hod]	intenzita výměny vzduchu [1/hod]
101	open space	375,8	2 067,1	8	45	36	1620	-
102	archiv B	68	272				136	0,5
103	archiv A	68	272				136	0,5
104	kancelář 3	66,1	188,4	10	7	36	238	-
105	kancelář 2	29,7	84,7	10	3	36	107	-
106	kancelář 1	30,6	87,3	10	3	36	110	-
108	zasedací místnost A	37,1	105,6	2	19	30	557	-
109	zasedací místnost B	30,3	86,4	2	15	30	455	-
114	hala						150	-
126	sklad	3,3	9,4				19	2
1NP	celkem						3527	
201	kancelář-Fondy	31,2	89		- 2	36	72	-
202	kancelář-Vnitř. bank	30	85,5		- 2	36	72	-
203	kancelář/e	69,1	197		- 4	36	144	-
204	kancelář-Bitcoin	52,9	150,8	10	5	36	190	-
205	kancelář-kom. burza	64,4	183,5	10	6	36	232	-
206	kancelář-Esset bank	75,8	216,1	10	8	36	273	-
207	serverovna	37,7	107,5		- -	-	32	0,3
225	Archiv/sklad	25,9	74				37	0,5
226	kancelář-Esset bank	27,5	78,4		- 2	36	72	-
1.5NP	celkem						1124	
301	denní místnost	59,4	169,1		5 12	30	356	-
302	kancelář 1	37,6	107,2		10 4	36	135	-
303	kancelář 2	74,2	211,5		10 7	36	267	-
304	kancelář 3	134,6	383,5		10 13	36	485	-
305	kancelář 4	67,6	192,5		10 7	36	243	-
306	zasedací míst. A,B,C	96	273,6		2 48	30	1440	-
307	kancelář 5	84	239,4		10 8	36	302	-
308	kancelář 6	40,1	114,3		10 4	36	144	-
309	kancelář 7	83,1	236,8		10 8	36	299	-
311	kancelář 9	35,5	101,2		10 4	36	128	-
313	recepce	17,6	50,2		8 2	25	55	-
2NP	celkem						3856	
402a	kancelář 1	29,9	85,2		10 3	36	108	-
402b	kancelář 2	29,9	85,2		10 3	36	108	-
402c	kancelář 3	37,6	107,2		10 4	36	135	-
402d	kancelář 4	37,6	107,2		10 4	36	135	-
403	kancelář-ekonom	37,6	107,2		10 4	36	135	-
404	účetárna	134,6	383,5		10 13	36	485	-
405	kancelář 6-fin.řed.	67,6	192,5		10 7	36	243	-
406	velká zasedací místn	96	273,6		2 48	30	1440	-
407	kancelář 8-obch.řed.	84	239,4		10 8	36	302	-
408	malá zasedací míst.	40,1	114,3		2 20	36	722	-
409	kancelář 7-gener.řed	83,1	236,8		10 8	36	299	-
411	kancelář-bankéř	35,5	101,2		10 4	36	128	-
413	recepce	17,6	50,2		8 2	25	55	-
3NP	celkem						4295	
Celá budova	celkem						12802	

Tab. 6.4-1 – Přívod čerstvého vzduchu

A následně odvod znehodnoceného vzduchu:

<i>Odvod znehodnoceného vzduchu</i>						
číslo místnosti	účel místnosti	podlahová plocha [m ²]	vnitřní objem místnosti [m ³]	požadovaná plocha / osoba [m ² /os]	osoby	množství odvedeného vzduchu celkem [m ³ /hod]
107	<i>zádveří</i>	10	35			-50
111	<i>kuchyňka</i>	6,8	19,4		-	-150
112	<i>úklid</i>	2,5	7,1		-	-50
115	<i>umývárna muži</i>	7,1	20,1	4xumyvadlo	-	-120
116	<i>WC muži pisoáry</i>	5,8	16,5	4xpisoár	-	-100
117	<i>WC muži</i>	1,4	4	1xWC	-	-50
118	<i>WC muži</i>	1,4	4	1xWC	-	-50
119	<i>úklidová místnost WC</i>	2,1	6,1		-	-50
120	<i>umývárna ženy</i>	6,1	17,4	4xumyvadlo	-	-120
122	<i>WC ženy</i>	1,4	4,1	1xWC	-	-50
123	<i>WC ženy</i>	1,4	4,1	1xWC	-	-50
124	<i>WC ženy</i>	1,4	4,1	1xWC	-	-50
125	<i>WC invalida</i>	4,9	14	1xWC	-	-50
126	<i>sklad</i>	3,3	9,4			-20
1NP	celkem					-960
207	<i>serverovna</i>	37,7	107,5		-	-50
214	<i>úklidová místnost WC</i>	7,1	20,1		-	-50
215	<i>umývárna muži</i>	5,8	16,5	4xumyvadlo	-	-120
216	<i>WC muži pisoáry</i>	1,4	4	4xpisoár	-	-100
217	<i>WC muži</i>	1,4	4	1xWC	-	-50
218	<i>WC muži</i>	2,1	6,1	1xWC	-	-50
220	<i>umývárna ženy</i>	6,1	17,4	4xumyvadlo	-	-120
222	<i>WC ženy</i>	1,4	4,1	1xWC	-	-50
223	<i>WC ženy</i>	1,4	4,1	1xWC	-	-50
224	<i>WC ženy</i>	1,4	4,1	1xWC	-	-50
1.5NP	celkem					-690

Tab. 6.4-2 – Odvod znehodnoceného vzduchu

Odvod znehodnoceného vzduchu						
číslo místnosti	účel místnosti	podlahová plocha [m ²]	vnitřní objem místnosti [m ³]	požadovaná plocha / osoba [m ² /os]	osoby	množství odvedeného vzduchu celkem [m ³ /hod]
314	<i>kuchyňka</i>	5,8	16,5	-	-	-150
315	<i>umývárna muži</i>	7,1	20,1	4xumyvadlo	-	-120
316	<i>WC muži pisoáry</i>	5,8	16,5	4x pisoár	-	-100
317	<i>WC muži</i>	1,4	4	1xWC	-	-50
318	<i>WC muži</i>	1,4	4	1xWC	-	-50
319	<i>úklidová místnost WC</i>	2,1	6,1	-	-	-50
320	<i>umývárna ženy</i>	6,1	17,4	4xumyvadlo	-	-120
322	<i>WC ženy</i>	1,4	4,1	1xWC	-	-50
323	<i>WC ženy</i>	1,4	4,1	1xWC	-	-50
324	<i>WC ženy</i>	1,4	4,1	1xWC	-	-50
327	<i>VIP umývárna muži</i>	2,8	8	1xumyvadlo	-	-30
328	<i>VIP WC muži pisoár</i>	1,7	4,8	1x pisoár	-	-25
329	<i>VIP WC muži</i>	1,8	5,1	1xWC	-	-50
330	<i>sklad a úklid-kancel</i>	8,3	23,7	-	-	-50
331	<i>VIP umývárna ženy</i>	2,8	8	1xumyvadlo	-	-30
332	<i>VIP WC ženy</i>	1,8	5,1	1xWC	-	-50
2NP	celkem					-1025
414	<i>kuchyňka</i>	5,8	16,5	-	-	-150
415	<i>umývárna muži</i>	7,1	20,1	4xumyvadlo	-	-120
416	<i>WC muži pisoáry</i>	5,8	16,5	4x pisoár	-	-100
417	<i>WC muži</i>	1,4	4	1xWC	-	-50
418	<i>WC muži</i>	1,4	4	1xWC	-	-50
419	<i>úklidová místnost WC</i>	2,1	6,1	-	-	-50
420	<i>umývárna ženy</i>	6,1	17,4	4xumyvadlo	-	-120
422	<i>WC ženy</i>	1,4	4,1	1xWC	-	-50
423	<i>WC ženy</i>	1,4	4,1	1xWC	-	-50
424	<i>WC ženy</i>	1,4	4,1	1xWC	-	-50
427	<i>VIP umývárna muži</i>	2,8	8	1xumyvadlo	-	-30
428	<i>VIP WC muži pisoár</i>	1,7	4,8	1x pisoár	-	-25
429	<i>VIP WC muži</i>	1,8	5,1	1xWC	-	-50
430	<i>sklad a úklid-kancel</i>	8,3	23,7	-	-	-50
431	<i>VIP umývárna ženy</i>	2,8	8	1xumyvadlo	-	-30
432	<i>VIP WC ženy</i>	1,8	5,1	1xWC	-	-50
3NP	celkem					-1025
Celá budova	celkem					-3700

Tab. 6.4-3 – Odvod znehodnoceného vzduchu

6.5 Filtrace vzduchu

VZT systém je vybaven střední filtrací ochraňující teplosměnné plochy výměníků proti zanesení odpovídající třídě filtru ISO ePM10 s 50 % účinností odloučení v neošetřeném stavu dle ČSN EN ISO 16890. Jako koncový stupeň filtrace je použit jemný filtr odpovídající třídě filtru ISO ePM1 se 70 % účinností odloučení v neošetřeném stavu i elektrostaticky vybitém stavu dle ČSN EN ISO 16890.

S ohledem na provoz zařízení vzduchotechniky a jeho ekonomický provoz budou přednostně používány kapsové filtry s vysokou jímavostí prachu.

6.6 Maximální hodnoty hladin hluku

Aby se na maximální možnou míru eliminovaly nepříznivé vlivy hluku a vibrací vznikající provozem vzduchotechniky a klimatizace, budou přijata taková opatření (vč. použití odpovídajících prvků) snižující hluk do vnitřního i vnějšího prostředí od provozu vzduchotechnických a klimatizačních zařízení na požadované hodnoty.

Prostor	Maximální hladina akustického tlaku [dB (A)]
Kanceláře	35
Zasedací místnosti	35
Sociální zázemí	50
Kuchyně	55
Sklady	55
Technické místnosti	70

Tab. 6.6-1 – Maximální hodnoty hladin hluku

6.7 Předpoklady technického řešení

6.7.1 Obecný popis systémů techniky prostředí

Z hlediska větrání jsem navrhl nízkotlaký vzduchotechnický systém s konstantním průtokem vzduchu řízeným na základě stanovených fyzikálních veličin. Umístění vzduchotechnické jednotky je na střeše.

Nasávání a výfuk vzduchu je řešen tímto způsobem:

- nasávání čerstvého vzduchu bude přednostně prováděno z míst, kde není nebezpečí nasávání vzduchu kontaminovaného pachy, škodlivinami či nadměrně tepelně znečištěného vzduchu
- výfuk vzduchu znečištěného pachy či škodlivinami bude vyveden tak, aby nedošlo ke zpětnému nasávání a případnému obtěžování okolí

6.7.2 Protipožární opatření

Protipožární opatření není náplní diplomové práce, alespoň tedy uvedu podmínky, které je nutno dodržovat.

S ohledem na protipožární ochranu objektů je možno obecně rozdělit opatření na:

- prvky aktivního rázu, které pracují při vzniku požáru a zajišťují bezpečný únik osob z objektu.
- prvky pasivního rázu, které zabraňují šíření požáru po budově.

Protipožární opatření pasivního rázu, spočívají především:

- a) Při průchodu požárně dělící konstrukcí bude potrubí o průřezu větším než $0,04 \text{ m}^2$ opatřeno požární klapkou příslušné požární odolnosti
- b) V případě, že potrubí pouze vedlejším požárním úsekem prochází, aniž by do tohoto úseku ústilo, je tento úsek potrubí opatřen protipožární izolací příslušné odolnosti. Požární izolace příslušné požární odolnosti je použita i v těchto případech, pokud požární klapku není možno osadit přímo do

požárního předělu z důvodů stavebních, provozních či obsluhy; v tomto případě je tento úsek mezi požárním předělem a požární klapkou požárně izolován s požární odolností dle požadavku výrobce.

- c) V případě, že potrubí prochází požárním předělem má menší průřez než $0,04 \text{ m}^2$ a vzdálenost k dalšímu takovému potrubí je větší než $0,5 \text{ m}$, souhrnná plocha všech prostupujících potrubí není větší než $1/100$ plochy požárně dělící konstrukce, kterou vzduchotechnické potrubí prostupuje a jsou splněny požadavky na materiál potrubí a provedení prostupu (dle ČSN 73 0872), nejsou žádná protipožární opatření nutná.
- d) Veškeré prostory instalací vedené přes předěly nutno opatřit požárnímu ucpávkami.

6.7.3 Prostředky ke snížení vibrací a přenosu hluku

Z důvodu zabránění přenosu vibrací od vzduchotechnických a klimatizačních zařízení jsou předpokládána následující antivibrační opatření:

- zařízení, která jsou zdrojem nežádoucích vibrací a otřesů jsou uložena na kovových, či pryžových izolátorech chvění;
- potrubí jsou na závěsech od stavební konstrukce pružně odděleny, jednotky a ventilátory jsou od potrubní sítě odděleny pružnými dilatačními vložkami;
- sokly ve strojvnách jsou provedeny jako plovoucí;
- v prostupech stavebních konstrukcí je vzduchotechnické a ostatní potrubí od stavební konstrukce pružně odděleno (např. obalením pružným materiálem).

6.7.4 Opatření proti šíření škodlivých látek a hluku mimo objekt

Z hlediska vlivu stavby na životní prostředí lze posuzovat dopady, působící na okolní prostředí vlivem umístění stavby, v dané lokalitě a jejich působení po dobu využívání dané budovy (např. hluk či emise některých látek).

Aby tyto vlivy na vlastní objekt a okolní prostředí byly minimalizovány, budou výfuky z těchto částí objektu vyvedeny do míst, kde jejich vliv bude omezen.

Výfuk vzduchu, který je mírně kontaminovaný pachy či škodlivými plynnými látkami (výfuk ze sociálních zázemí apod.), bude vyveden z fasády objektu, kde nebude hrozit jeho vliv na okolní budovy či budovu samotnou (např. při otevření oken).

V případě nutnosti a konkrétní hlučnosti zvolených zařízení musí být použito akustických zástěn.

Z hlediska úniku škodlivých látek v případě provozních havárií je nutno uvažovat:

- Únik chladiva při poruše chladících kompresorových jednotek. Pro omezení vlivu unikajícího chladiva jsou použity chladící jednotky s náplní ekologickým R410A chladivem mající minimální vliv na životní prostředí.
- Pro strojovnu chlazení je navrženo zařízení zajišťující havarijní větrání s výfukem vzduchu nad střechu objektu.
- Pro případ požáru je navrženo zařízení obtížně hořlavé s minimálním únikem škodlivých látek při hoření.

6.7.5 Dimenzování zařízení

Zařízení zajišťuje větrání v následujících místnostech:

- Kanceláře
- Zasedací místnosti
- Chodby
- Čajové kuchyňky
- Hygienické zázemí
- Serverovna

Pro dimenzování přívodu čerstvého vzduchu jsou použity hodnoty množství vzduchu z Tab. 6.4-1, Tab. 6.4-2 a Tab. 6.4-3. Celkové množství vzduchu tak vychází:

- Přívod čerstvého vzduchu 12 802 m³/h
- Odvod vzduchu 3 700 m³/h

Vzduchotechnická jednotka je navržena na množství přiváděného vzduchu 15 000 m³/h s tím, že se předpokládá větrání garážových prostor, které není v této diplomové práci řešeno.

Potrubí přívodního vzduchu je dimenzováno následovně:

- Hlavní rozvody – rychlosti do 6 m/s
- Páteřní rozvody – rychlosti do 4m/s
- Přívodní potrubí – rychlosti do 2m/s

Samotné dimenzování potrubí jsem provedl pomocí výpočtového excelu na dimenzování potrubí. Zde je náhled výpočtu potrubí obdélníkového průřezu ve 3.np (viz výkresová dokumentace).

V [m³/h]	Azad [mm]	Bvyp [mm]	B [mm]	wskut [m/s]	R [Pa/m]
3810	800	234,46	250	5,29	0,912
2700	615	235,68	250	4,88	0,853
2520	560	245,80	250	5,00	0,925
1150	500	153,03	250	2,56	0,275
850	400	152,55	250	2,36	0,261
550	315	139,85	250	1,94	0,204
400	250	138,83	250	1,78	0,198
250	200	122,07	200	1,74	0,250

Tab. 6.7.5-1 – Dimenzování potrubí 3.NP

6.8 Návrh technického řešení vzduchotechnické jednotky pro provedení se systémem VRV

Pro nízkotlaký vzduchotechnický systém je navržena samostatná centrální vzduchotechnická jednotka, která je umístěna na střeše objektu. Sání čerstvého vzduchu a výfuk odpadního vzduchu je realizován na střeše objektu. Výfuk vzduchu je v oblasti, kde nehrozí zpětné nasátí odpadního vzduchu příváděcími otvory.

Jednotka je od firmy SystemAir a disponuje chladícím výkonem 44 kW při teplotním spádu 8/14 °C chladiva.

Ze zdroje chladu vystupuje chladivo o teplotním spádu 6/12 °C. Předpokládají se ztráty v rozvodech chladu. Jednotka chladí vzduch na neutrální teplotu 24° C

Vzduchotechnická jednotka je ve venkovním provedení a má následující složení:

Přívodní část

- Připojovací manžeta.
- Těsná žaluziová klapka.
- Kapsový filtr M5 (ISO ePM10 50 %).
- Přívodní část deskového výměníku zpětného získávání tepla s odlučovačem kapek.
- Axiální ventilátor
- Výměník přímého výparu pro chlazení přiváděného vzduchu. Výměník pro připojení kondenzační jednotky pro chladivo R410A. Součástí komory odlučovač kapek.
- Elektrický ohřivač pro ohřev přiváděného vzduchu – Ohřivač chrání výměník přímého výparu proti námraze. Při nižších teplotách přívodního vzduchu (cca 2 °C) totiž vzniká námraza na výměníku. Ohřivač upravuje teplotu na 10 °C.
- Kapsový filtr F7 (ISO ePM1 50 %).
- Připojovací manžeta.

Odvodní část

- Připojovací manžeta.
- Kapsový filtr M5 (ISO ePM10 50 %).
- Axiální ventilátor
- Odvodní část deskového výměníku zpětného získávání tepla s kondenzační vanou.
- Těsná žaluziová klapka.
- Připojovací manžeta.

Součástí vzduchotechnické jednotky je:

- Základový rám

- Zápachové uzávěrky
- Potrubí bude standardní z ocelového pozinkovaného plechu třídy těsnosti II. Do potrubí budou vloženy následující prvky:
 - Regulační prvky a tvarovky s regulovatelnými náběhovými plechy
 - Tlumiče hluku
 - Regulátory konstantního průtoku vzduchu

Izolace potrubí budou následující:

- Potrubí pro sání čerstvého vzduchu a výfuk odpadního vzduchu je opatřeno parotěsnou izolací s hliníkovým polepem.
- Tlumiče hluku na sání vzduchu a výfuku odpadního vzduchu až po žaluziové klapky vzduchotechnické jednotky jsou opatřeny parotěsnou izolací bez polepu, na kterou je umístěna protihluková izolace s ocelovým pozinkovaným oplechováním.
- Potrubí od vzduchotechnické jednotky až po tlumič hluku pro přívod a odvod vzduchu jsou opatřeny protihlukovou izolací s ocelovým pozinkovaným oplechováním.
- Potrubí pro přívod a odvod vzduchu v podhledech je opatřeno parotěsnou izolací bez polepu
- Potrubí pro přívod a odvod vzduchu vedené volně je opatřeno parotěsnou izolací s hliníkovým polepem

Distribuce přiváděného vzduchu v kancelářích je napojena na vnitřní kazetové jednotky VRV systému. V místnostech hygienického zázemí slouží pro odvod vzduchu talířové ventily.

Vzduch proudí z kanceláří přes potrubí s tlumičem do chodeb. Celý systém je navržen v přetlaku pro zamezení vniku nechtěných pachů a škodlivin do budovy.

Mezi chodbami a sociálními zařízeními jsou podříznuty dveře.

Centrální systém přívodu a odvodu vzduchu je vybaven automatickou regulací, která zajišťuje:

V rámci centrální vzduchotechnické jednotky

- Ovládání uzavíracích klapek (servopohony s havarijní funkcí).
- Protimrazovou ochranu výměníku přímého výparu chladiva.
- Ovládání a regulaci výkonu deskového výměníku zpětného získávání tepla (včetně zajištění ochrany proti zamrznutí výměníku).
- Regulaci výkonu výměníku přímého výparu tak, aby teplota přiváděného vzduchu v letním období byla 24 ± 2 °C.
- Regulaci otáček ventilátorů tak, aby v potrubní síti byl požadovaný stálý statický tlak.
- Signalizaci provozních stavů vzduchotechnické jednotky.
- Spínací hodiny s časovým programem

Signalizace provozních stavů

Sledovány jsou zejména následující veličiny:

- a) Teplota a vlhkost venkovního vzduchu;
- b) Teplota a vlhkost před každým výměníkem tepla;
- c) Statický tlak v potrubí za vzduchotechnickou jednotkou;
- d) Diferenční tlak v každém filtru pro signalizaci zanesení filtrů;
- e) Diferenční tlak výměníku zpětného získávání tepla (na straně odváděného vzduchu) pro realizaci funkce protimrazové ochrany;
- f) Poloha obchozové klapky výměníku zpětného získávání tepla;
- g) Polohy uzavíracích klapek v jednotce;
- h) Otáčky přívodního a odvodního ventilátoru;

6.8.1 Kondenzační jednotka pro vzduchotechnickou jednotku

Pro zajištění chlazení přiváděného vzduchu pro vzduchotechnickou jednotku zařízení č.2 bude na střeše objektu umístěna kondenzační jednotka v provedení tepelné čerpadlo. Kondenzační jednotka bude uložena na hliníkovém podstavci pro zajištění ochrany před sněhovou pokrývkou. Chladivo R410A.

Kondenzační jednotka bude součástí automatické regulace, která bude zajišťovat:

- a) Chod a regulaci kondenzační jednotky dle požadavku na výkon a provoz výměníku přímého výparu vzduchotechnické jednotky zařízení č.2.
- b) Signalizaci provozních stavů a poruch, zejména zamrznání výparníku kondenzační jednotky.
- c) Protimrazovou ochranu odvodu kondenzátu.

Specifikace dané jednotky se nachází v přílohách.

6.8.2 Tepelné izolace

Tepelně budou izolovány úseky potrubí, ve kterém je dopravován vzduch o jiné teplotě, než je teplota okolí, což se v tomto případě týká pouze potrubí vedeného ve venkovním prostředí.

Veškeré izolace na střeše objektu budou provedeny v tloušťce 100 mm a oplechovány.

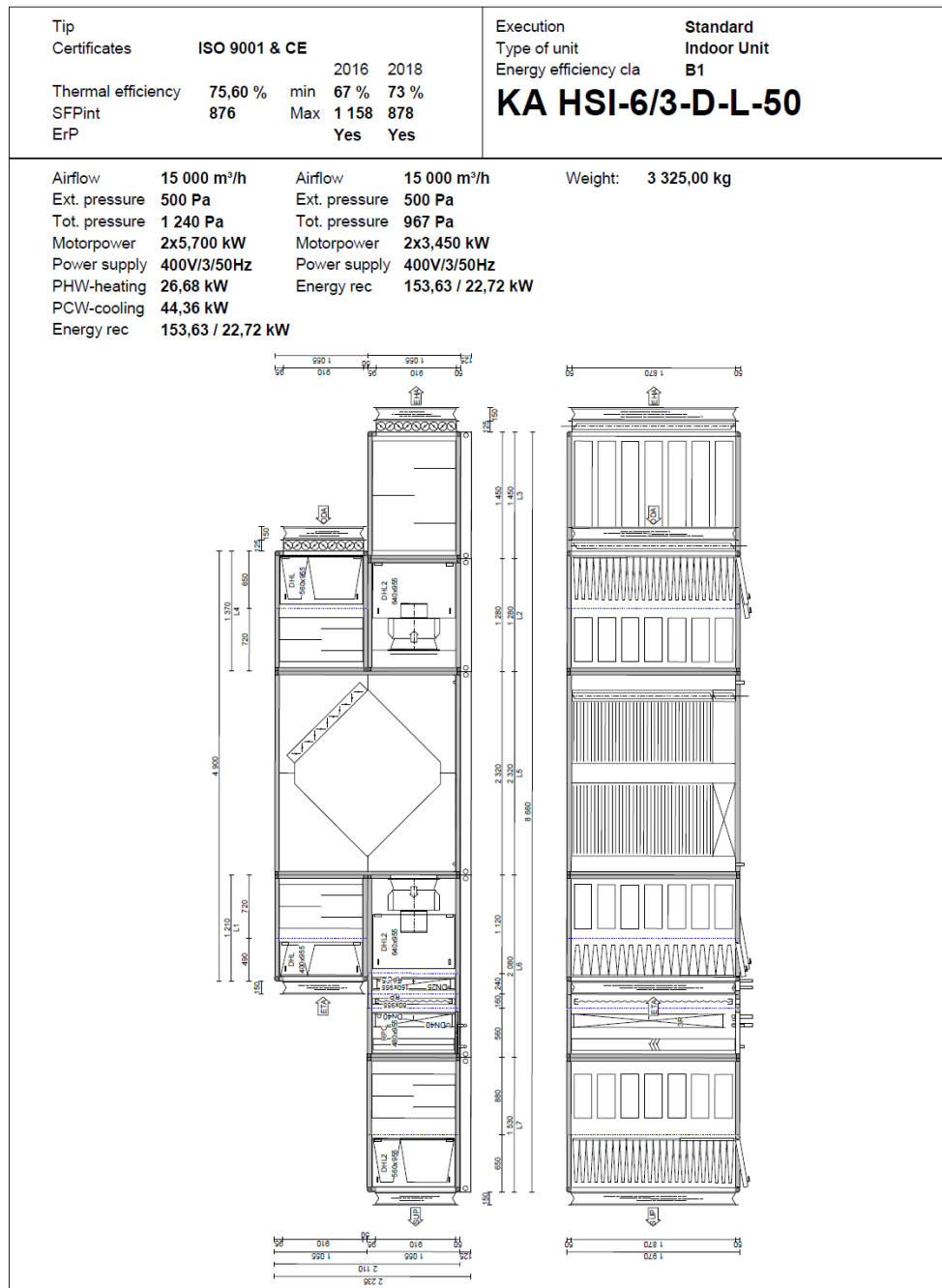
6.8.3 Hluková izolace

Předpokládá se použití desek z minerální plsti s vysokou hustotou a s oplechováním pozinkovaným plechem o tl. 0,6 mm. Akustický útlum použitých akustických izolací musí být garantován.

Hluková izolace bude mít minimální hustotu 140 kg/m³.

6.9 Návrh technického řešení vzduchotechnické jednotky pro provedení s výrobníkem chladu

Z výrobníku chladu vystupuje voda o teplotním spádu 6/12 °C. Předpokládají se ztráty v rozvodech chladu. Jednotka chladí vzduch na neutrální teplotu 24° C.



Obr. 6.9-1 – Vzduchotechnická jednotka systému VRV

Vzduchotechnická jednotka je ve venkovním provedení a má následující složení:

Přívodní část

- Připojovací manžeta.
- Těsná žaluziová klapka.
- Kapsový filtr M5 (ISO ePM10 50 %).
- Přívodní část deskového výměníku zpětného získávání tepla s odlučovačem kapek.
- Axiální ventilátor
- Vodní lamelový chladič vzduchu.
- Elektrický ohřívač pro ohřev přiváděného vzduchu – Ohřívač chrání výměník proti námraze. Při nižších teplotách přívodního vzduchu (cca 2 °C) totiž vzniká námraza na výměníku. Ohřívač upravuje teplotu na 10 °C.
- Kapsový filtr F7 (ISO ePM1 50 %).
- Připojovací manžeta.

Odvodní část

- Připojovací manžeta.
- Kapsový filtr M5 (ISO ePM10 50 %).
- Axiální ventilátor
- Odvodní část deskového výměníku zpětného získávání tepla s kondenzátní vanou.
- Těsná žaluziová klapka.
- Připojovací manžeta.

Součástí vzduchotechnické jednotky je:

- Základový rám
- Zápachové uzávěrky
- Frekvenční měniče

Potrubí je standardní z ocelového pozinkovaného plechu třídy těsnosti II. Do potrubí jsou vloženy následující prvky:

- Regulační prvky a tvarovky s regulovatelnými náběhovými plechy
- Tlumiče hluku
- Regulátory konstantního průtoku vzduchu

Izolace potrubí jsou následující:

- Potrubí pro sání čerstvého vzduchu a výfuk odpadního vzduchu je opatřeno parotěsnou izolací s hliníkovým polepem.
- Tlumiče hluku na sání vzduchu a výfuku odpadního vzduchu až po žaluziové klapky vzduchotechnické jednotky jsou opatřeny parotěsnou izolací bez polepu, na kterou je umístěna protihluková izolace s ocelovým pozinkovaným oplechováním.
- Potrubí od vzduchotechnické jednotky až po tlumič hluku pro přívod a odvod vzduchu jsou opatřeny protihlukovou izolací s ocelovým pozinkovaným oplechováním.
- Potrubí pro přívod a odvod vzduchu v podhledech je opatřeno parotěsnou izolací bez polepu
- Potrubí pro přívod a odvod vzduchu vedené volně je opatřeno parotěsnou izolací s hliníkovým polepem

Distribuce přiváděného vzduchu v kancelářích je napojena na vnitřní fancoilové kazetové jednotky. V místnostech hygienického zázemí slouží pro odvod vzduchu talířové ventily.

Vzduch proudí z kanceláří přes potrubí s tlumičem do chodeb. Celý systém je navržen v přetlaku pro zamezení vniku nechtěných pachů a škodlivin do budovy.

Mezi chodbami a sociálními zařízeními jsou podříznuty dveře.

Centrální systém přívodu a odvodu vzduchu je vybaven automatickou regulací, která zajišťuje:

V rámci centrální vzduchotechnické jednotky

- Ovládání uzavíracích klapek (servopohony s havarijní funkcí).
- Protimrazovou ochranu výměníku.
- Ovládání a regulaci výkonu deskového výměníku zpětného získávání tepla (včetně zajištění ochrany proti zamrznutí výměníku).
- Regulaci výkonu výměníku tak, aby teplota přiváděného vzduchu v letním období byla 24 ± 2 °C.
- Regulaci otáček ventilátorů tak, aby v potrubní síti byl požadovaný stálý statický tlak.
- Signalizaci provozních stavů vzduchotechnické jednotky.
- Spínací hodiny s časovým programem

Signalizace provozních stavů

Sledovány jsou zejména následující veličiny:

- Teplota a vlhkost venkovního vzduchu;
- Teplota a vlhkost před každým výměníkem tepla;
- Statický tlak v potrubí za vzduchotechnickou jednotkou;
- Diferenční tlak v každém filtru pro signalizaci zanesení filtrů;
- Diferenční tlak výměníku zpětného získávání tepla (na straně odváděného vzduchu) pro realizaci funkce protimrazové ochrany;
- Poloha obchozové klapky výměníku zpětného získávání tepla;
- Polohy uzavíracích klapek v jednotce;
- Otáčky přívodního a odvodního ventilátoru

Ve všech kancelářích se chladí pomocí podstropních FCU jednotek.

FCU jednotky jsou ve dvoutrubkovém provedení pro chlazení. Umístění jednotek je v podhledu. Jednotky jsou na výfuku napojeny potrubím na tlumič hluku. Sání do jednotky bude přefukem z prostoru do podhledu.

Ovládání jednotky bude možné vždy v dané místnosti, pro kterou jsou jednotky určeny. V případě více jednotek pro místnost bude pouze jeden ovladač.

Specifikace daných jednotek se nachází v přílohách.

7 POROVNÁNÍ CHLADÍCÍCH SYSTÉMŮ

Jak jsem uvedl na začátku diplomové práce, výběr správného klimatizačního systému má velký dopad na energetický a s tím spojený ekonomický provoz budovy. Z mého krátkého působení v projekční kanceláři TZB jsem stihl zaznamenat, že výsledným rozhodovacím argumentem při volbě klimatizačních systémů je takřka pokaždé výše investičních a nákladů. Provozní náklady bývají až sekundární činitel.

7.1 Energetické porovnání

Porovnávám zde pouze potřebu energie chladících systémů, neboť energetické nároky vzduchotechnického systému zůstávají pro obě varianty stejné.

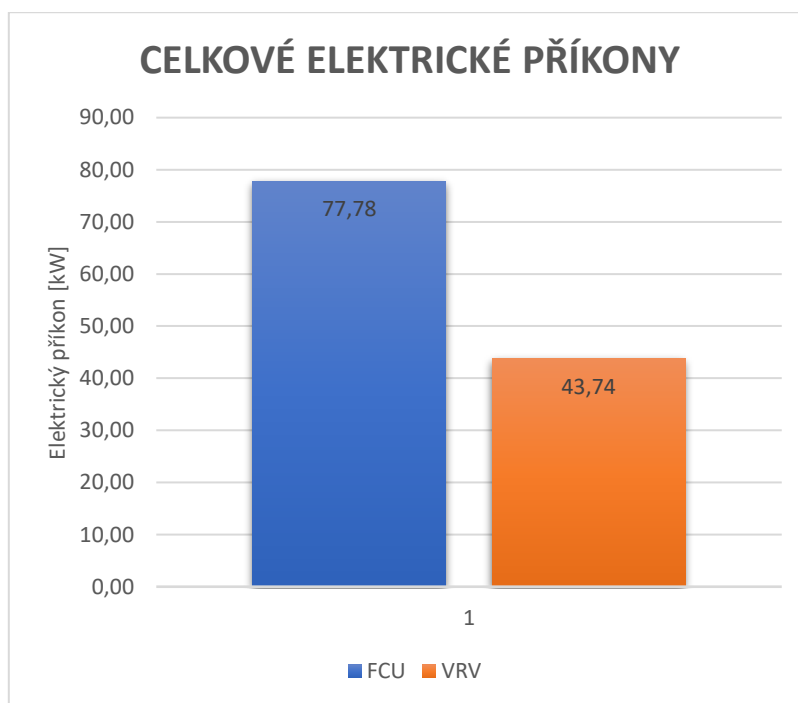
SYSTÉM FCU									
Označení	Popis	Počet	chladičí výkon	Průtok	Čerpadlo dp	El.příkon jednotky dle SEER	El.příkon celkem	Napětí	Referenční typ zařízení
		[ks]	[kW]	[kg/h]	[kPa]	[kW]	[kW]	[V]	[l]
Chlazení									
CH.1	Výrobník chladu, 6/12°C	1	128,00	18373		21,50	21,50	3~400	CIAT DYNACIAT LG 480A R410A
CH.2	Výrobník chladu, 6/12°C	1	128,00	18373		21,50	21,50	3~400	CIAT DYNACIAT LG 480A R410A
CH.3	Suchý chladič - tří ventilátorový, glykol 30%, 48/42°C	1	168,30	25892		8,94	8,94	3~400	OPERA DLN 9032-1 SHI 450E9A 12A1
CH.4	Suchý chladič - tří ventilátorový, glykol 30%, 48/42°C	1	168,30	25892		8,94	8,94	3~400	OPERA DLN 9032-1 SHI 450E9A 12A1
CH.5	Expanzní a odplyňovací automat	1				0,70	0,70	1~230	Reflex Variomat
CH.6	Zařízení pro přípravu glykolové směsi	1				0,35	0,35	1~230	Reflex Filcontrol Auto
CH.O.Č.1.1	Oběhové čerpadlo primárního okruhu (glykol 30%, 48/42°C)	1	168,30	25892	130	2,20	2,20	3~400	KSB ETL 050-050-250 GGS AV66D200224 BKSBI E4
CH.O.Č.2.1	Oběhové čerpadlo primárního okruhu (glykol 30%, 48/42°C)	1	168,30	25892	130	2,20	2,20	3~400	KSB ETL 050-050-250 GGS AV66D200224 BKSBI E4
CH.O.Č.1.2	Oběhové čerpadlo sekundárního okruhu (voda, 6/12°C)	1	128,00	18373	60	0,93	0,93	1~230	KSB CALIO 50-150
CH.O.Č.2.2	Oběhové čerpadlo sekundárního okruhu (voda, 6/12°C)	1	128,00	18373	60	0,93	0,93	1~230	KSB CALIO 50-150
CH.O.Č.3	Oběhové čerpadlo okruhu - FCU (voda, 6/12°C)	1	206,00	29569	100	3,20	3,20	3~400	KSB ETL 040-040-250 GGS AV11D200154 BKSBI E5
CH.O.Č.5	Oběhové čerpadlo okruhu - VZT JEDNOTKY (voda, 6/12°C)	1	28,00	4019	100	0,37	0,37	1~230	KSB CALIO 32-120
CH.8	kazetový fancoil		1,23	177		0,03	0,00	1~230	GCS0.UW0.A04
CH.9	kazetový fancoil	8	1,99	286		0,04	0,30	1~230	GCS1.UW0.A05
CH.10	kazetový fancoil	9	2,86	411		0,07	0,67	1~230	GCS2.UW0.A05
CH.11	kazetový fancoil	7	3,34	479		0,07	0,52	1~230	GCD1.UW0.A05
CH.12	kazetový fancoil	25	5,27	756		0,15	3,68	1~230	GCD2.UW0.A05
CH.13	kazetový fancoil	10	4,89	702		0,07	0,74	1~230	GCB1.UW0.K05
CH.14	podstropní fancoil	1	4,51	647		0,12	0,12	1~231	GF82.UW01(2).C00A1
	Celkem příkon chlazení:						77,78		

Tab. 7.1-1 – Tabulka zařízení systému FCU

SYSTÉM VRV									
Označení	Popis	Počet	chladicí výkon	Průtok	Čerpadlo dp	El.příkon jednotky dle SEER	El.příkon celkem	Napětí	Referenční typ zařízení
		[ks]	[kW]	[g/h]	[Pa]	[kW]	[kW]	[V]	[t]
Chlazení									
CH1	Venkovní jednotka VRV	1	106,00	16308		16,01	16,01	3~400	Daikin RXYQ40U
CH2	Venkovní jednotka VRV	1	106,00	16308		16,01	16,01	3~400	Daikin RXYQ40U
CH3	Venkovní jednotka VRV - vzduchotechnika	1	45,00	6923		7,03	7,03	3~400	Daikin RXYQ16U
CH4	Venkovní jednotka split - serverovna								Daikin RZASG100MY1
CH5	Vnitřní jednotka split - serverovna	1	9,50	1462		2,35	2,35	1~230	Daikin FAA100A
CH6	VRV Round Flow FXFQ-B - Round flow cassette	9	1,69	259		0,04	0,342	1~230	Daikin FXFQ20B
CH7	VRV Round Flow FXFQ-B - Round flow cassette	4	1,98	305		0,04	0,152	1~230	Daikin FXFQ25B
CH8	VRV Round Flow FXFQ-B - Round flow cassette	4	2,70	415		0,05	0,2	1~230	Daikin FXFQ32B
CH9	VRV Round Flow FXFQ-B - Round flow cassette	8	3,24	498		0,06	0,48	1~230	Daikin FXFQ40B
CH10	VRV Round Flow FXFQ-B - Round flow cassette	9	3,91	602		0,07	0,63	1~230	Daikin FXFQ50B
CH11	VRV Round Flow FXFQ-B - Round flow cassette	6	6,26	964		0,09	0,54	1~230	Daikin FXFQ80B
Celkem příkon chlazení:							43,74		

Tab. 7.1-2 – Tabulka zařízení systému VRV

Z přehledu elektrických příkonů je snadné vyčíst, že VRV chladicí systém je oproti FCU systému z energetického hlediska velmi úspornou variantou.



Obr. 7.1-1 – Celkové elektrické příkony

Systém VRV přináší bezmála dvakrát vyšší úsporu elektrické energie. Je to díky vysoké hodnotě SEER, která vyjadřuje energetickou účinnost klimatizace po dobu celého roku. Dalším důvodem jsou poměrně vysoké příkony suchých chladičů a oběhových čerpadel systému FCU. Vnitřní jednotky obou systémů disponují poměrně stejnými elektrickými příkony.

V dnešní době se začíná více přihlížet k hodnocení dle SEER, protože v České Republice, kde je proměnné klima, určuje účinnost přístroje přesněji než EER.

- **SEER** – Seasonal Energy Efficiency Ratio je měření chladícího příkonu za celé období v průběhu jednoho roku, kdy jednotka chladí. Řídit se dle SEER je vhodnější v proměnlivých klimatických podnebí, kde klimatizace neběží po celý rok. [18]
- **EER** – Energy Efficiency Ratio je měření chladícího příkonu v průběhu jednoho roku, při specifické venkovní teplotě. Řídit se dle EER je vhodnější v teplých klimatických podnebí, kde klimatizace běží po celý rok. [18]

Čím vyšší je hodnota SEER, tím více klimatizace ušetří na svých provozních nákladech díky energetické účinnosti. [18]

Hodnota SEER VRV systému činí 6,58 a v porovnání s hodnotou výrobce chladu, která je 5,96 při teplotním spádu vody 6/12 °C.

7.2 Porovnání z hlediska investičních nákladů

Pokud systémy splňují základní podmínky z kapitoly 3.1, následujícím výběrovým faktorem klimatizačního systému často bývají investiční náklady. Ty se mohou, systém od systému, zásadně lišit.

Přehled investičních nákladů mnou navržených klimatizačních systémů tomu nasvědčuje.

7.2.1 Investiční náklady chladícího systému FCU

V nacenění jsem neuvažoval systém vzduchotechniky, jelikož je pro oba chladící systémy totožný.

Mechanická zařízení								
Popis	Typ	Komentáře k typům	Výrobce	MJ	Počet	Jednotková cena bez DPH	Celková cena bez DPH	
1.1	Dopliňovací a odplyňovací zařízení glykolového okruhu	Fillcontrol auto	Automatické doplňovací zařízení s čerpadlem pro plnění a doplňování teplosnosného média z otevřené zásobníkové a míchací nádoby v uzavřených solárních, topných a chladicích soustavách. Maximální provozní teplota do 30 °C, včetně uvedení do provozu	Reflex	KS	1	60 325 Kč	60 325 Kč
1.2	Nádobu pro přípravu glykolové směsi	400l		Reflex	KS	1	12 525 Kč	12 525 Kč
1.3	Expanzní automat	Variomat VS1	Sestava jednočerpadelového expanzního automatu (pro základní nádobu 200) skládající se z řídicí jednotky se základním ovládním Control Basic a příslušné přípojovací soupravy, včetně uvedení do provozu	Reflex	KS	2	126 521 Kč	253 042 Kč
1.4	Expanzní nádoba	Reflex NG35 grey	Včetně izolované pancéřové hadice pro připojení, kulového kohoutu MK 3/4; výška 460 mm; průměr 354 mm; barva šedá	Reflex	KS	2	1 927 Kč	3 854 Kč
1.5	Expanzní nádoba	Reflex NG140 grey	Včetně izolované pancéřové hadice pro připojení, kulového kohoutu MK 1; výška 912 mm; průměr 480 mm; barva šedá	Reflex	KS	1	5 298 Kč	5 298 Kč
1.6	Kombinovaný rozdělovač/sběrač CHL	ETL EKOTHERM Modul 250	dle výkresů chlazení; včetně nožek a materiálu pro upevnění, tepelné izolace, tepelné izolace mezi komorami, KS pro systém chlazení, včetně odvzdušnění a vypouštění	ETL	KS	1	26 515 Kč	26 515 Kč
1.7	Oběhové čerpadlo, CHL	okruh FCU, ETL 050-050-160; průtok 29,4 m³/h; 18 m	včetně tepelné izolace, přípojovacího materiálu, příslušenství, nastavení, oživení, uvedení do provozu, Zxtlakoměr	KSB	KS	1	60 000 Kč	60 000 Kč
1.8	Oběhové čerpadlo, CHL	okruh VZT, Calio 40-180, průtok 6,5 m³/h; 22 m	včetně tepelné izolace, přípojovacího materiálu, příslušenství, nastavení, oživení, uvedení do provozu, Zxtlakoměr	KSB	KS	1	50 000 Kč	50 000 Kč
1.9	Oběhové čerpadlo, CHL	Primární strana CHL, 30% ethylen glykol, ETL 050-050-250 GGSAAV66D00224 BKSBE4; průtok 26 m³/h; 22 m	včetně tepelné izolace, přípojovacího materiálu, příslušenství, nastavení, oživení, uvedení do provozu, Zxtlakoměr	KSB	KS	2	80 000 Kč	160 000 Kč
1.10	Oběhové čerpadlo, CHL	Sekundární strana CHL, voda, Calio 50-150; průtok 19 m³/h; 22 m	včetně tepelné izolace, přípojovacího materiálu, příslušenství, nastavení, oživení, uvedení do provozu, Zxtlakoměr	KSB	KS	2	75 000 Kč	150 000 Kč
1.11	Chladicí jednotka s kapalinou chlazením kondenzátorem	Dynaciat LG 480A R410A	vodou chlazený výrobek chladu; chladivo R410a (27,5 KG); 2 chladivové okruhy; 4 kompresory scroll; regulace výkonu 100-78-71-50-28-21-0%; kaskádový rozběh; chladicí výkon 128 kW (12/6°C); seer 5,96; odpadní teplo 168-3 kW (42/48°C) s tlakovou ztrátou 25,2 kPa; příkon 41 kW 3f/400V/50Hz; proud 93 A; startovací proud se soft startem 151 A; rozměry 1583x488x1574 mm; provozní hmotnost 841 kg; celkový akustický výkon 76 dBA; včetně soft-startu, anti-vibration mounts; včetně standardního a potřebného příslušenství; uvedení do provozu; čidla pro zaznamenání úniku chladiva a montáže ventilů pro omezení úniku chladiva	Ciat	KS	2	579 496 Kč	1 158 992 Kč
1.12	Suchý chladič se skrápěním	výkon 168 kW	Teplotní výkon 168 kW (48/42°C/tex35°C); kapalina 30% MEG; tlaková ztráta 65,6 kPa; aku.výkon 68,1 Dba; rozměry 6060x1400x1240 mm; hmotnost 1100 kg; se skrápěním a potřebným příslušenstvím pro provoz a montáž; rozvaděče; teplotního čidla; externího čidla teploty; sady 4 ks zvýšených nohou		KS	2	326 324 Kč	652 648 Kč
1.13	Akumulační nádoba chlazení	Reflex Recon 1000/PN6	Akumulační nádrž chlazení viz výkres, zásobník z uhlíkové oceli pro kapalinu a plyny; včetně kaučukové tepelné izolace tl.32 mm; Objem (l): 1000; 2x hrdlo DN200; 4x hrdlo DN 100 pod 90°; průměr 800 mm; výška 2370 mm vč.izolace, montáže a stojánku, odvzdušnění, vypouštění	Reflex	KS	1	34 510 Kč	34 510 Kč
1.16	pojistný ventil	Duco Meibes 1/2" x 3/4" KD	3 Bar	Duco Meibes	KS	3	500 Kč	1 500 Kč
Potrubní prvky								
Rodina	Typ	Komentáře k typům	Výrobce	MJ	Počet			
1.17	ABQM	Tlakově nezávislý seřizovací a regulační ventil	se servopohonem 0-10V, napájení 24V, NC	Danfoss	ks	5	2 541 Kč	12 705 Kč
1.18	FILTR_DN65	-		Hydronic Systems	ks	1	3 525 Kč	3 525 Kč
1.19	FILTR_DN100	-		Hydronic Systems	ks	2	5 755 Kč	11 510 Kč
1.20	FILTR_DN125	-		Hydronic Systems	ks	1	7 250 Kč	7 250 Kč
1.21	Měřič tepla, Sharky 775	DN65_qp25	Kompaktní měřič tepla ulrazukový pro systémy vytápění a chlazení, včetně šroubení, mosazné jímky, příslušenství pro dálkový přenos dat M-bus	Enbra	kpl	2	42 530 Kč	85 060 Kč
1.22	Přizový kompenzátor	Přizový kompenzátor	viz výkresová dokumentace	KOMO	ks	14	1 131 Kč	15 834 Kč
1.23	Ruční vyvažovací ventil	DN50		Hydronic Systems	ks	1	7 852 Kč	7 852 Kč
1.24	Ruční vyvažovací ventil	DN80		Hydronic Systems	ks	2	12 439 Kč	24 878 Kč
1.25	Ruční vyvažovací ventil	DN100		Hydronic Systems	ks	1	14 563 Kč	14 563 Kč
1.26	Teploměr	Teploměr-systém CHL	rozsaň -30 - + 50°C, včetně čidla a potřebného příslušenství	IVAR CS	ks	21	150 Kč	3 150 Kč
1.27	Tlakoměr	Tlakoměr		IVAR CS	ks	15	180 Kč	2 700 Kč
1.28	Trojcestný ventil	DN65, kvs 63	včetně servopohonu napájení 24V, řízení 0-10V	Danfoss	ks	2	9 497 Kč	18 994 Kč
1.29	Uzavírací klapka	DN 65		KSB	ks	14	913 Kč	12 782 Kč
1.30	Uzavírací klapka	DN 100		KSB	ks	4	1 586 Kč	6 344 Kč
1.31	Uzavírací klapka_DN125	DN125		KSB	ks	8	2 125 Kč	17 000 Kč
1.33	Uzavírací ventil	DN20 MK 3/4 - zajištění v otevřené poloze	uzavírací		ks	1	822 Kč	822 Kč
1.34	Uzavírací ventil	DN25 MK 3 - zajištění v otevřené poloze	uzavírací		ks	1	956 Kč	956 Kč
1.35	Zpětná klapka, mezipřírubová DN65			KSB	ks	1	565 Kč	565 Kč
1.36	Zpětná klapka, mezipřírubová DN100			KSB	ks	4	788 Kč	3 152 Kč
1.37	Zpětná klapka, mezipřírubová DN125			KSB	ks	2	962 Kč	1 924 Kč
1.38	Vypouštěcí ventil	DN 20	vypouštěcí kulový kohout s páčkou	Giacomini	ks	3	198 Kč	594 Kč
Výkaz potrubí a jeho příslušenství								
Potrubí včetně potrubních prvků, jako např. T-kusů, kolen, přírub, dvojnásobného náteru potrubí i armatur								
Typ	Průměr	Typ izolace	Tloušťka izolace	MJ	Délka			
1.39	Ocel - Závrtová	20 mm	Kaučuková izolace Izolace l = 0,036 W/mk, μ ≥7000; Armaflex AC	25 mm	M	33	275 Kč	9 158 Kč
1.40	Ocel - Závrtová	25 mm	Kaučuková izolace Izolace l = 0,036 W/mk, μ ≥7000; Armaflex AC	25 mm	M	266	370 Kč	98 420 Kč
1.41	Ocel - Závrtová	32 mm	Kaučuková izolace Izolace l = 0,036 W/mk, μ ≥7000; Armaflex AC	25 mm	M	48	420 Kč	20 160 Kč
1.42	Ocel - Závrtová	40 mm	Kaučuková izolace Izolace l = 0,036 W/mk, μ ≥7000; Armaflex AC	25 mm	M	84	460 Kč	38 640 Kč
1.43	Ocel - Závrtová	50 mm	Kaučuková izolace Izolace l = 0,036 W/mk, μ ≥7000; Armaflex AC	25 mm	M	182	490 Kč	89 180 Kč
1.44	Ocel - Svařovaná	65 mm	Kaučuková izolace Izolace l = 0,036 W/mk, μ ≥7000; Armaflex AC	32 mm	M	168	620 Kč	104 160 Kč
1.45	Ocel - Svařovaná	80 mm	Kaučuková izolace Izolace l = 0,036 W/mk, μ ≥7000; Armaflex AC	32 mm	M	101	770 Kč	77 616 Kč
1.46	Ocel - Svařovaná	100 mm	Kaučuková izolace Izolace l = 0,036 W/mk, μ ≥7000; Armaflex AC	32 mm	M	38	920 Kč	34 960 Kč
1.47	Ocel - Svařovaná	125 mm	Kaučuková izolace Izolace l = 0,036 W/mk, μ ≥7000; Armaflex AC	32 mm	M	10	1 110 Kč	11 100 Kč
Doplnění								
Popis	Typ	Komentáře k typům	Výrobce	MJ	Počet			
1.48	Nemrzoucí směs ethylenglykolu	30% koncentrace	Velvana	l	520	150 Kč	78 000 Kč	
celkem							3 442 763 Kč	

Tab. 7.2.1-1 – Přehled ceny systému FCU

Výsledná cena systému fancoilových jednotek pro chlazení je **3 442 763 Kč**.

7.2.2 Investiční náklady chladicího systému VRV

V nacenění jsem neuvažoval systém vzduchotechniky, jelikož je pro oba chladicí systémy totožný. Nacenit tento systém bylo složité, neboť firma Daikin dodává větší chladivové systémy jako celek. Pro nacenění byl použit návrhový program společnosti Daikin.

Cenová kalkulace

1. VEN2 (2.-3.NP)

Materiál	Popis	ks	Cena/ks	Cena celkem
RXYQ12U	venk. jedn. VRV IV+ 400V	1	316.486,00 CZK	316.486,00 CZK
RXYQ14U	venk. jedn. VRV IV+ 400V	2	369.224,00 CZK	738.448,00 CZK
FXFQ20B	vnitřní jednotka kazetová VRV 900x900mm	9	33.613,00 CZK	302.517,00 CZK
FXFQ25B	vnitřní jednotka kazetová VRV 900x900mm	4	34.773,00 CZK	139.092,00 CZK
FXFQ32B	vnitřní jednotka kazetová VRV 900x900mm	4	36.968,00 CZK	147.872,00 CZK
FXFQ40B	vnitřní jednotka kazetová VRV 900x900mm	8	40.812,00 CZK	326.496,00 CZK
FXFQ50B	vnitřní jednotka kazetová VRV 900x900mm	9	43.087,00 CZK	387.783,00 CZK
KHRQ22M20T	refnet	24	3.387,00 CZK	81.288,00 CZK
KHRQ22M64T	refnet	8	3.727,00 CZK	29.816,00 CZK
KHRQ22M75T	refnet	1	6.541,00 CZK	6.541,00 CZK
BHFQ22P1517	propojení modulů venkovní VRV jednotky	1	8.124,00 CZK	8.124,00 CZK
BRC1H519W7	kabelový ovladač Madoka bílý	34	4.783,00 CZK	162.622,00 CZK
BYCQ140E	dekorační panel bílý	34	7.791,00 CZK	264.894,00 CZK
Dílicí cena				2.911.979,00 CZK

2. VEN1 (1.NP-mezipatro)

Materiál	Popis	ks	Cena/ks	Cena celkem
RXYQ16U	venk. jedn. VRV IV+ 400V	2	423.121,00 CZK	846.242,00 CZK
FXFQ20B	vnitřní jednotka kazetová VRV 900x900mm	8	33.613,00 CZK	268.904,00 CZK
FXFQ25B	vnitřní jednotka kazetová VRV 900x900mm	6	34.773,00 CZK	208.638,00 CZK
FXFQ32B	vnitřní jednotka kazetová VRV 900x900mm	1	36.968,00 CZK	36.968,00 CZK
FXFQ40B	vnitřní jednotka kazetová VRV 900x900mm	2	40.812,00 CZK	81.624,00 CZK
FXFQ80B	vnitřní jednotka kazetová VRV 900x900mm	6	55.757,00 CZK	334.542,00 CZK
KHRQ22M20T	refnet	14	3.387,00 CZK	47.418,00 CZK
KHRQ22M29T9	refnet	2	3.955,00 CZK	7.910,00 CZK
KHRQ22M64T	refnet	4	3.727,00 CZK	14.908,00 CZK
KHRQ22M75T	refnet	2	6.541,00 CZK	13.082,00 CZK
BHFQ22P1007	propojení modulů venkovní VRV jednotky	1	3.955,00 CZK	3.955,00 CZK
BRC1H519W7	kabelový ovladač Madoka bílý	18	4.783,00 CZK	86.094,00 CZK

Tab. 7.2.2-1 – Přehled ceny systému VRV



CZECH REPUBLIC
Telefon: +420/221 715 700

BYCQ140E	dekorační panel bílý	23	7.791,00 CZK	179.193,00 CZK
Díličí cena				2.129.478,00 CZK

Server 207

Materiál	Popis	ks	Cena/ks	Cena celkem
RZASG100MY1	venkovní jednotka Sky Air R32 400V	1	50.294,00 CZK	50.294,00 CZK
FAA100A	vnitř. jedn. nástěnná Sky Air R32/R410A	1	17.296,00 CZK	17.296,00 CZK
BRC1H519W7	kabelový ovladač Madoka bílý	1	4.783,00 CZK	4.783,00 CZK
Díličí cena				72.373,00 CZK

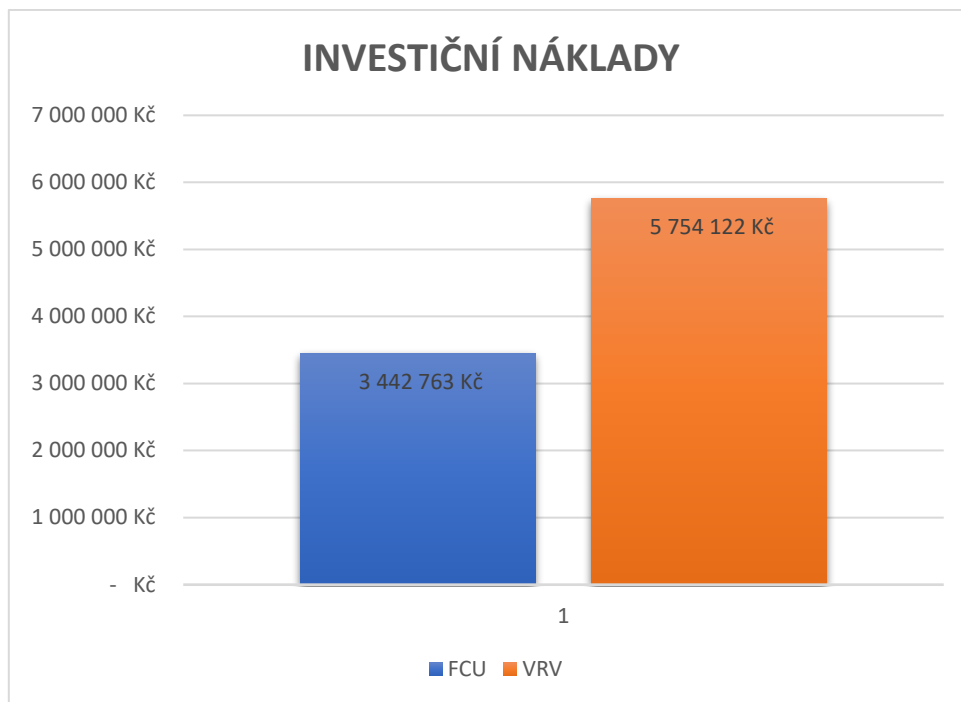
Celkem

			Celková cena (bez DPH)	5.113.830,00 CZK
--	--	--	-------------------------------	-------------------------

Tab. 7.2.2-2 – přehled ceny systému VRV

Výsledná cena systému se nakonec lišila, neboť jsem byl nucen zvolit výkonnější venkovní jednotky u systému VEN1 (stejně tři jednotky, jakými disponuje systém VEN2) a připočíst cenu chladičové venkovní jednotky pro výměník přímého výparu ve vzduchotechnické jednotce, která činí 431 600 Kč.

Nová cena systému je **5 754 122 Kč**.



Obr. 7.2.2-1 – Investiční náklady

Rozdíl ceny mezi oběma systémy je velký, a to přibližně 2 300 000 Kč.

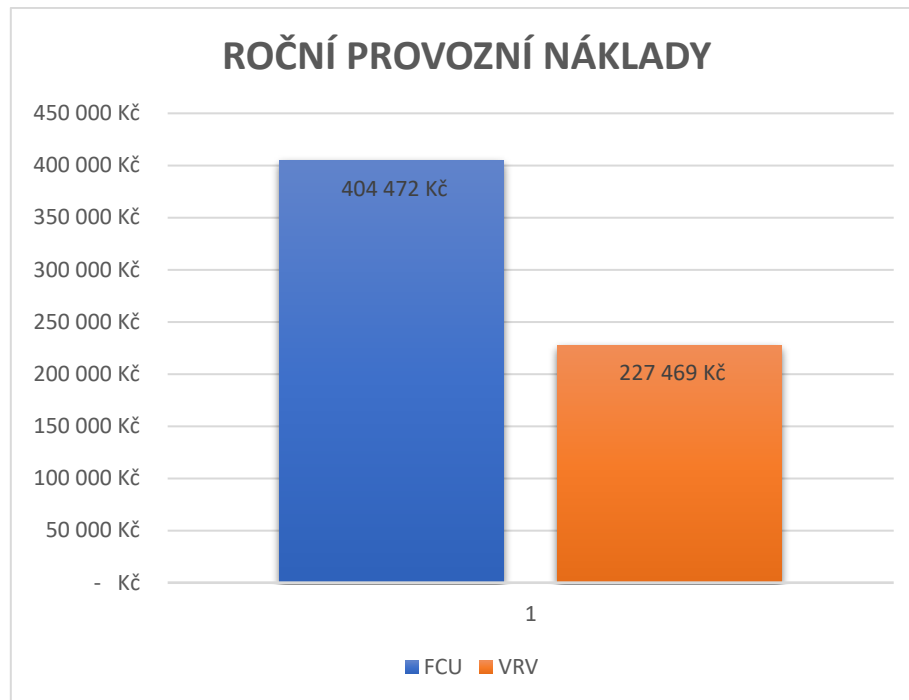
Nicméně výsledná cena za chladicí systémy se v průběhu několika málo let, může razantně lišit. Jak je možné předpokládat díky datům z kapitoly 7.1, s výslednou cenou velmi zahýbají náklady na provoz systémů.

7.3 Porovnání z hlediska provozních nákladů

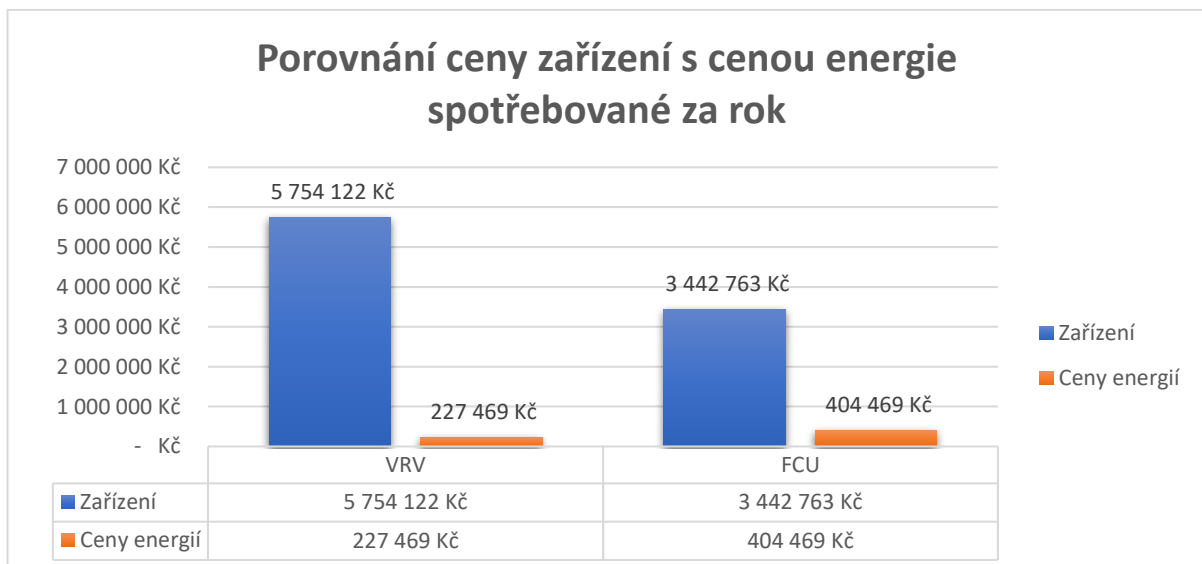
Při určování provozních nákladů jsem počítal s cenou elektrické energie 4 Kč/kWh. Cena jsem odvodil a zprůměroval dle ceníku skupiny ČEZ. Období provozu chladících zařízení jsem stanovil na hodnotu 1 300 hodin za rok. [19]

	Qch [kW]	Qch [MWh/rok]	Qch [kWh/rok]	cena [1/rok]
FCU	77,78	101,12	101118	404 472 Kč
VRV	43,74	56,87	56867	227 469 Kč

Tab. 7.3-1 – přehled ceny energií



Obr. 7.3-1 – Roční provozní náklady



Obr. 7.3-2 – Roční provozní náklady

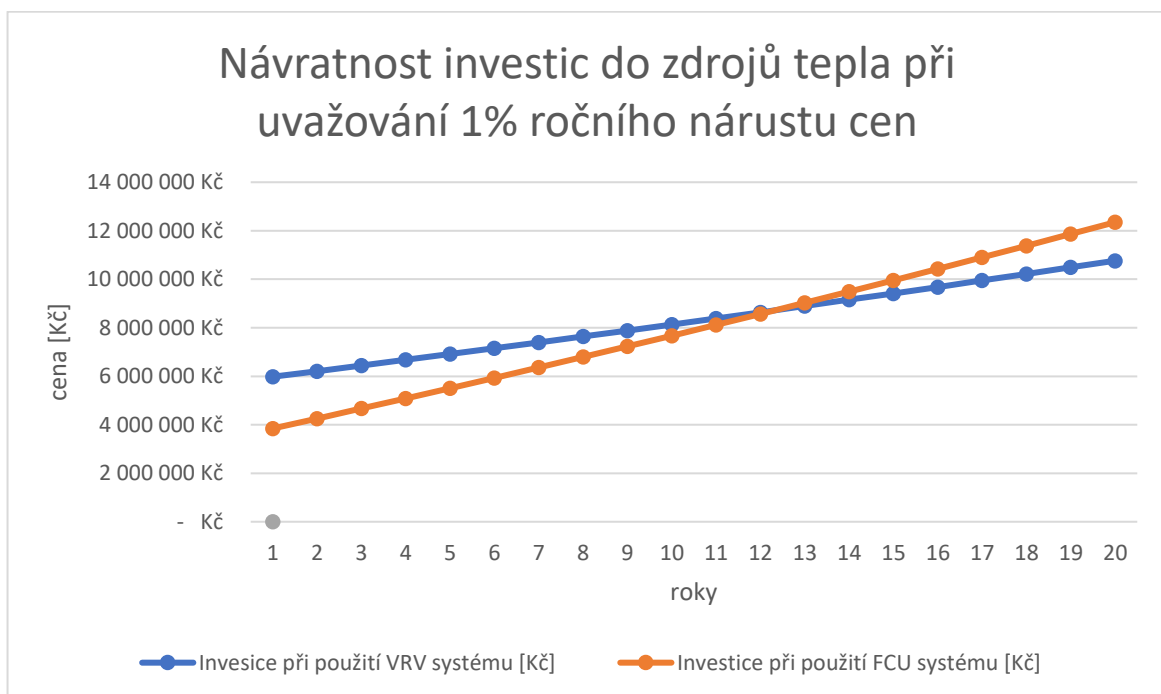
Při dnešních cenách, ušetří systém VRV přibližně 100 % jeho provozních nákladů, v porovnání se systémem FCU.

7.4 Návratnost investic

Z přechozí podkapitoly 7.3 jsem zjistil důležitý poznatek ve formě značné úspory na provozních nákladech při volbě VRV systémů.

Nastává důležitá otázka: „Je tento systém finančně výhodnější?“

Abych našel odpověď na tuto otázku, sestavil jsem graf návratnosti investic, který bere v potaz jednocentní roční nárůst cen elektrické energie.



Obr. 7.4-1 – Návratnost investic

Z výsledných hodnot je patrné, že zlomový rok, kdy začne být VRV systém v celkových nákladech finančně výhodnější, je rok číslo 12.

VRV systém v průběhu 20 let ušetří téměř 2 miliony korun na provozních nákladech. Bohužel celková životnost těchto systémů bývá kratší.

8 ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo zpracování koncepčního projektu klimatizace zadané administrativní budovy ve dvou provedeních a následné zpracování ceny a porovnání obou systémů. Systém má po rekonstrukci sloužit k zajištění vnitřního mikroklimatu. Typ budovy byl ideálním případem pro porovnávání chladících systémů. Nicméně měla nedostatek pasivních faktorů, které by mohly snížit potřebu energie na chlazení a tak ušetřit velké množství peněz při provozu budovy. Jedním z takovýchto chybějících faktorů byla absence venkovních žaluzií a dalších stínících prvků.

Jako porovnávací klimatizační systémy jsem zvolil VRV systém v kombinaci se vzduchotechnickou jednotkou pro zajištění přívodu čerstvého vzduchu a FCU systém s výrobníkem chladu a téměř stejnou vzduchotechnickou jednotkou. Oba systémy se jeví velmi vhodně pro danou administrativní budovu. Princip, kterým prostory budovy chladí je téměř totožný a oba systémy pracují na elektrickou energii.

Návrh systémů probíhal dle vypočtených hodnot tepelných zisků a přívodu čerstvého vzduchu.

Při následném porovnávání investičních a provozních nákladů s ohledem na životnost systémů přibližně 12 let, vyšly varianty také velice podobně.

Výhodu ve VRV systému vidím v případě užití systému, jak pro chlazení, tak pro vytápění. Pokud by se VRV varianta využívala i na vytápění, rozdíl pořizovacích investic systémů by se snížil o pořizovací ceny topného okruhu systému FCU (hl. zdroj tepla a oběhová čerpadla, popř. akumulční nádoby, aj.). Také je ekologičtější v ohledu spotřeby energie.

Výhodou druhého systému je pořizovací cena, snazší zaregulovatelnost a servis. Chladící jednotka, která je umístěna ve strojovně, není tolik náchylná na vlivy venkovního prostředí.

9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] RUBINOVÁ, Olga. Učební prezentace VUT Brno – TZB II. přednáška č. 11
- [2] CHYSKÝ, Jaroslav a HEMZAL, Karel. Větrání a klimatizace – Technický průvodce, Brno: Bolit-B press, 1993, 490 s.
- [3] CENTNEROVÁ, Lada. Časopis Topenářství instalace č. 6/2016, článek Pohoda vnitřního prostředí.
- [4] BARTOŠ, Ondřej. Bakalářská práce Budovy s téměř nulovou potřebou energie pro vytápění.
- [5] CENTNEROVÁ, Lada. Oborový informační portál TZB-info [online]. Tepelná pohoda a nepohoda [cit. 2000-12-13]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vnitri-prostredi/404-tepelna-pohoda-a-nepohoda>
- [6] DOLEŽÍLKOVÁ, Hana. Oborový informační portál TZB-info [online]. Kvalita vnějšího a vnitřního vzduchu [cit. 2010-05-17]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vnitri-prostredi/6486-kvalita-vnejsiho-a-vnitriho-vzduchu>
- [7] Oborový informační portál TZB-info [online]. Vzduchotechnická zařízení. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vzduchotechnicka-zarizeni>
- [8] Firemní portál widea.cz [online]. Chladivo – freon. Dostupné z: <https://www.midea.cz/chladivo---freon>
- [9] ZMRHAL, Vladimír. Oborový informační portál TZB-info [online]. Úpravy vzduchu v klimatizačních zařízeních (V) [cit. 2006-11-13]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/3668-upravy-vzduchu-v-klimatizacnich-zarizenich-v>
- [10] Firemní portál achs.cz [online]. VRF klimatizace. Dostupné z: <https://achs.cz/dodavane-technologie/klimatizace/vrf-klimatizace/>
- [11] Firemní portál estate.cz [online]. Nemovitost Kolbenova, Hloubětín. Dostupné z: <https://www.estate.cz/pronajem-komercnich-prostor-obchodni-prostory-kolbenova-hloubetin-4780>
- [12] ČSN 73 0548: Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů, 1986
- [13] ČSN 73 0540-2: Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky, 2011

- [14] ČSN 73 0802: Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty, 2009
- [15] ČSN EN 15251: Vstupní parametry vnitřního prostředí pro návrh a posouzení energetické náročnosti budov s ohledem na kvalitu vnitřního vzduchu, tepelného prostředí, osvětlení a akustiky, 2011
- [16] ČSN EN 16890-1: Vzduchové filtry pro všeobecné větrání – Část 1: Technické specifikace, požadavky a klasifikační metody založené na účinnosti odlučování částic (ePM), 2017
- [17] Firemní portál daikin.cz [online]. Dostupné z:
https://www.daikin.eu/en_us/products/FXFQ-A.table.html
- [18] Informační portál pichvac.com [online]. SEER VS EER – What's the Real Difference between Them. Dostupné z:
<https://www.pichvac.com/faq/seer-vs-eer/>
- [19] Firemní portál cez.cz [online]. Ceník elektřiny. Dostupné z:
<https://www.cez.cz/cs/elektrina/elektrina-na-1-rok/cenik.html>
- [20] Firemní portál lucoklima.cz [online]. Dostupné z:
<http://www.lucoklima.cz/index.php?id=571>
- [21] Firemní portál lucoklima.cz [online]. Dostupné z:
<https://www.protech.cz/>

10 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 2.1-1 – <i>Provozní náklady firem</i> [3]	13
Obr. 3.1-1 – <i>Pohoda a spokojenost uživatelů interiéru</i> [5]	14
Obr. 3.1.1.1-1 – <i>Průměrné podíly jednotlivých složek na stavu interního mikroklimatu</i> [6]	16
Obr. 3.3-1 – <i>Základní členění vzduchotechnických systémů</i> [1]	21
Obr. 3.4.1-1 – <i>Klimatizační jednotka</i> [9]	24
Obr. 3.4.2.1-1 – <i>Parapetní fancoil</i> [1]	24
Obr. 3.4.2.1-2 – <i>Potrubní fancoil</i> [1]	26
Obr. 3.4.2.1-2 – <i>Kazetový čtyřsměrný fancoil</i> [1]	26
Obr. 3.4.3.2-1 – <i>Schéma chladivového klimatizačního systému</i> [9]	28
Obr. 3.4.3.2-2 – <i>Splitový systém</i> [17]	29
Obr. 3.4.3.2-3 – <i>Multisplitový systém</i> [17]	29
Obr. 3.4.3.2-4 – <i>VRV/VRF systém se zpětným získáváním tepla</i> [10]	30
Obr. 3.4.3.2-5 – <i>Typy vnitřních jednotek</i> [10]	31
Obr. 3.4.3.3-1 – <i>Chladicí okruh kondenzátor/výparník</i> [1]	32
Obr. 3.4.3.3-2 – <i>Kompaktní chiller</i> [10]	32
Obr. 3.4.3.3-3 – <i>Nepřímé chlazení vzduchu (vodou)</i> [1]	33
Obr. 3.4.3.3-3 – <i>Kapalinou chlazený kondenzátor</i> [20]	34
Obr. 4-1 – <i>Administrativní budova v Kolbenově ulici</i> [11]	35
Obr. 4-2 – <i>Orientace budovy</i>	36
Obr. 4-3 – <i>Prostor showroomu a mezipatra</i> [11]	37
Obr. 5.3-1 <i>Vnější výpočtové údaje budovy</i>	49
Obr. 5.3-2 <i>Zadání výpočetních údajů vnější stěny</i>	50
Obr. 5.3-3 <i>Přehled zadaných konstrukcí</i>	50
Obr. 5.3-4 <i>Zadání místnosti pro výpočet</i>	51

Obr. 5.3-5 <i>Zadání vnitřních zisků</i>	52
Obr. 5.3-6 <i>Zadání vnějších zisků</i>	52
Obr. 6.2.2.1-1 – <i>Příklad výpočtu 3.NP v programu Dimos</i>	59
Obr. 6.8-1 – <i>Vzduchotechnická jednotka systému VRV</i>	74
Obr. 6.9-1 – <i>Vzduchotechnická jednotka systému VRV</i>	79
Obr. 7.1-1 – <i>Celkové elektrické příkony</i>	84
Obr. 7.2.2-1 – <i>Investiční náklady</i>	89
Obr. 7.3-1 – <i>Roční provozní náklady</i>	90
Obr. 7.3-2 – <i>Roční provozní náklady</i>	90

11 SEZNAM TABULEK

Tab. 2-1 <i>Hodnoty metabolismu</i> [5]	18
Tab. 4.3.2.1 <i>Teplota a hydrometrie vzduchu</i>	41
Tab. 4.3.3.3-1 – <i>Maximální vnitřní tepelná zátěž</i>	44
Tab. 4.3.3.5-1 – <i>Mikroklimatické podmínky</i>	45
Tab. 5.3-1 – <i>Přehled vnějších a vnitřních zisků počítaných programem Protech TV</i>	53
Tab. 5.3-2 – <i>Přehled vnějších a vnitřních zisků počítaných programem Protech TV</i>	54
Tab. 5.3-2 – <i>Výsledná potřeba chladu</i>	55
Tab. 6.2.2-1 – <i>Dimenze ocelového potrubí</i>	58
Tab. 6.4-1 – <i>Přívod čerstvého vzduchu</i>	63
Tab. 6.4-1 – <i>Přívod čerstvého vzduchu</i>	65
Tab. 6.4-2 – <i>Odvod znehodnoceného vzduchu</i>	66
Tab. 6.4-3 – <i>Odvod znehodnoceného vzduchu</i>	67
Tab. 6.6-1 – <i>Maximální hodnoty hladin hluku</i>	68
Tab. 6.7.5-1 – <i>Dimenzování potrubí 3.NP</i>	72
Tab. 7.1-1 – <i>Tabulka zařízení systému FCU</i>	83
Tab. 7.1-2 – <i>Tabulka zařízení systému VRV</i>	84
Tab. 7.2.1-1 – <i>Přehled ceny systému FCU</i>	86
Tab. 7.2.2-1 – <i>Přehled ceny systému VRV</i>	87
Tab. 7.2.2-2 – <i>Přehled ceny systému VRV</i>	88
Tab. 7.3-1 – <i>Přehled ceny energií</i>	89

12 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Excel – výměna vzduchu

Příloha 2: Excel – tabulka zařízení

Příloha 3: Excel – cena systémů

Příloha 4: Excel – návratnost investic

Příloha 5: PDF – tepelné zisky

Příloha 6: PDF – návrh VRV systémů

Příloha 7: PDF – technické listy FCU jednotek

Příloha 8: PDF – technický list výrobce chladu

Příloha 9: PDF – technický list vzduchotechnické jednotky

Příloha 10: PDF – výkres 1.01

Příloha 10: PDF – výkres 1.02

Příloha 10: PDF – výkres 1.03

Příloha 10: PDF – výkres 1.04

Příloha 10: PDF – výkres 1.05

Příloha 10: PDF – výkres 1.06

Příloha 10: PDF – výkres 1.07