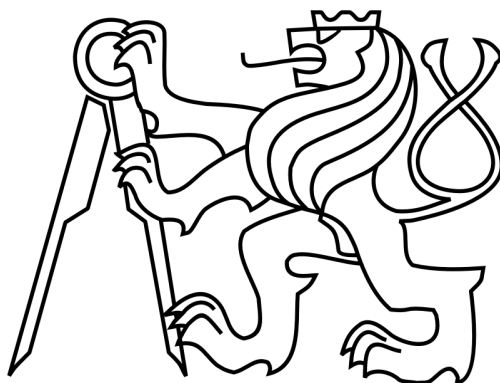


**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ**

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



**Projektová dokumentace vytápění a studie chlazení
administrativní budovy**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MAREK STRAUB

Vedoucí diplomové práce: Ing. Ilona Koubková, Ph.D

2016/2017



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE


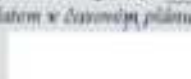
Fakulta stavební
Thákurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE


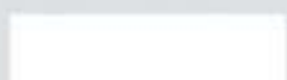
Příjmení: Straub	Jméno: Marek	Osobní číslo: 396683
Zadávací katedra: k125 - Katedra technických zařízení budov		
Studijní program: Budovy a prostředí		
Studijní obor: Budovy a prostředí		

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:	Projektová dokumentace vytápění a studie chlazení administrativní budovy		
Název diplomové práce anglicky:	Project documentation of heating system and cooling study of administration building		
Pokyny pro vypracování:	Rozšířená projektová dokumentace vytápění administrativní budovy pro stavební povolení obsahující: - výpočet tepelných ztrát, dimenzí, zaregulování systému - zadané půdorysy, řezy 1:100 - 1:200 - technickou zprávu		
Referše:	Studie možnosti chlazení zadaného objektu (zdroj chladu, distribuce).		
Seznam doporučené literatury:	KABELE, Karol. TECHNICKÁ ZAŘÍZENÍ BUDOV. Vytápění - podklady pro cvičení. I.vydání. Praha: ČVUT, 10/2014. 80 s. ISBN 978-80-01-05203-7 POČINKOVÁ, Marcela, TREUOVÁ, Lea. Vytápění. ERA group spol. s r.o., 11/2008. 146s. ISBN 978-80-7366-116-8		
Jméno vedoucího diplomové práce:	ing. Hona Koubková, Ph.D		
Datum zadání diplomové práce:	11.10.2016	Termín odevzdání diplomové práce:	8.1.2017
			
Podpis vedoucího práce		Podpis vedoucího katedry	

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Berou na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použitých literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutně uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

	
Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)

Čestné prohlášení o použití dat pro studijní účely

Jména žadatele

Marek Straub

Instituce

Fakulta stavební ČVUT v Praze, Thákurova 7/2077, 166 29, Praha 6 Dejvice

Účel

Použití podkladů stavební části objektu ArtGen Office Gallery pro návrh TZB v rámci diplomové práce studenta magisterského studia oboru TZB.

Zodpovědný konzultant

Ing. Ilona Koubková, Ph.D., fakulta stavební, katedra technických zařízení budov

Specifikace požadovaných dat

Výkresová dokumentace stavební části kancelářského objektu ArtGen Office Gallery.


Prohlášení o použití dat

„Data uvedené ve specifikaci požadovaných dat budou použita pouze ke zpracování studentské práce uvedené v účelu použití dat, nebudou použita ke komerčním ani jiným účelům a nebudou poskytnuta třetí osobě“.

Zodpovědný konzultant

.....
Ing. Ilona Koubková, Ph.D.

Zástupce za objednatele PPF:


.....
ing. Tomáš Franc

Student

.....
Marek Straub

V Praze dne 11.5.2016

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci vypracoval samostatně pod vedením vedoucí diplomové práce Ing. Ilony Koubkové, Ph.D a s použitím výhradně zdrojů, které jsou uvedeny v seznamu zdrojů na konci práce.

Praha 2.1.2017

Marek Straub

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkovat Ing. Iloně Koubkové, Ph.D, jakožto vedoucí mé diplomové práce, za odborné vedení a podnětné rady.

Obsah diplomové práce

1.část - Projektová dokumentace vytápění

1. Postup výpočtu
 - 1.1. Výpočet tepelných ztrát
 - 1.2. Návrh otopné soustavy
 - 1.3. Návrh izolace potrubí
 - 1.4. Návrh čerpadel
2. Seznam příložené dokumentace

2.část - Studie chlazení administrativní budovy ArtGen Gallery

Příloha 1: Seznam použitých zkratk

Příloha 2: Seznam použité literatury a zdrojů

Abstrakt

Tato diplomová práce je rozdělena do dvou částí. Cílem první části byl návrh kompletního systému vytápění pro administrativní budovu v Praze Holešovicích ve fázi rozšířené dokumentace pro stavební povolení. V této části práce jsem provedl veškeré výpočty potřebné pro návrh otopné soustavy a vypracoval dokumentaci obsahující půdorysy, řezy a technickou zprávu.

Druhá část diplomové práce obsahuje studii chlazení téhož objektu. Veškeré budovy jsou v letním období vystaveny tepelné zátěži, kterou je zapotřebí vhodným způsobem eliminovat. Stále častěji se setkáváme s prostory, které je nutné chladit po celý rok. Mezi tyto prostory patří např. technologie serveroven, rozvodny atd. Dále popisují návrh a možnosti systému chlazení řešeného objektu.

Abstract

The dissertation is composed of two parts. The aim of the first part is the proposal of the cooling system at the stage of advanced research material for the building permit using the example of the administration building situated in Prague Holesovice. In this part I made the calculation necessary for the proposal of the heating system as well as the materials including the platforms, cross sections and the technical report.

The second part of the dissertation includes the research of the cooling system of above mentioned object. All buildings in general are in summer time facing the temperature pressure that is necessary to eliminate appropriately.

More and more we are dealing with areas that are necessary to be cooled for the entire season. Among these areas belongs for instance the server or substations technologies, etc. Further more I will be describing the proposal and possibilities of the cooling system of respective object.

Klíčová slova

chlazení, chladící voda, chlazená voda, free-cooling, glykol, chladící věž, administrativní budova, objekt

1.ČÁST - PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE VYTÁPĚNÍ

1. Postup výpočtu

1.1. Výpočet teplených ztrát

Pro výpočet tepelných ztrát byl použit výpočetní program Tepelné ztráty firmy Protech s.r.o.. Součinitele prostupu tepla všech konstrukcí byly převzaty z podkladů. Podkladem byla kompletní dokumentace stavební části pro stavební povolení včetně tabulky skladby konstrukcí a dokumentace lehkého obvodového pláště.

Tepelné ztráty jsou děleny na TZ prostupem a TZ větráním. V navrhovaném objektu budou TZ prostupem pokryty nadpodlahovými konvektory JAGA a otopnými tělesy Korado. Naopak TZ vzniklé výměnou vzduchu budou v celé své části pokryty vzduchotechnikou. VZT jednotky budou vybaveny ohříváči, které budou upravovat teplotu přiváděného vzduchu. Z tohoto důvodu byl výpočet rozdělen na dvě část:

- výpočet TZ včetně větrání
- výpočet TZ bez větrání

Z výpočtu TZ včetně větrání byla převzata celková tepelná ztráta větráním pro návrh předběžný návrh okruhu VZT jednotek.

Při výpočtu TZ bez větrání byl u všech místnosti nastaven koeficient výměny vzduchu na hodnotu 0. Tyto výsledné hodnoty byly použity pro návrh konvektorů a otopných těles.

Návrh dveřních clon pro snížení úniku tepla při otevírání vchodových dveří byl proveden bez výpočtu, pouze odhadem po konzultaci s vedoucím diplomové práce.

Přikládám výstupy z výpočetního programu:

- Výpočet TZ včetně větrání (výsledné hodnoty)
- Výpočet TZ bez větrání (výsledné hodnoty všech vytápěných místností)

Výpočet TZ větráním:

Tento dokument obsahuje všechny zadané úseky

$t_e = -13 \text{ °C}$ $t_{ib} = 16,0 \text{ °C}$ $n_{50} = 2,5$ systém rozměrů: E - vnější

Σ úseku	V_{me} m ³	A_{pe} m ²	V_{mi} m ³	A_{pi} m ²	Φ_{Vm} W	Φ_{Tm} W	Φ_{HLm} W	Q_{cm} W
Σ úsek N	0,0	0,0	13 289,8	5 184,4	45 575	-37 809	7 766	7 766
Σ úsek 1 ÚSEK 1	620,4	206,8	27 706,7	10 382,8	308 596	212 719	521 315	521 315
Σ budovy	620,4	206,8	40 996,5	15 567,2	354 171	174 910	529 081	529 081

Výpočet TZ prostupem bez větrání:

Tento dokument obsahuje jen vybrané úseky

$t_e = -13 \text{ °C}$ $t_{ib} = 20,0 \text{ °C}$ $n_{50} = 0,0$ systém rozměrů: E - vnější

podl.	č.m.	účel	úsek	t_i °C	V_{me} m ³	A_{pe} m ²	V_{mi} m ³	A_{pi} m ²	Φ_{Vm} W	Φ_{Tm} W	Φ_{HLm} W	Q_{cm} W	q_{cm} W.m ⁻²	
ÚSEK 1														
-1	033	údržba	1	20	0,0	0,0	48,5	19,4	0	1 438	1 438	1 438	74,1	
-1	055	sprcha	1	24	0,0	0,0	11,0	4,4	0	434	434	434	98,5	
1	01001	recepce	1	20	0,0	0,0	455,6	151,9	0	2 459	2 459	2 459	16,2	
1	01003	gastro	1	20	0,0	0,0	1 825,0	608,3	0	13 720	13 720	13 720	22,6	
1	01041	obchod	1	20	0,0	0,0	806,3	268,8	0	4 005	4 005	4 005	14,9	
1	01050	wc invalida	1	20	0,0	0,0	10,7	4,1	0	104	104	104	25,2	
1	01051	Zázemí recepce	1	20	0,0	0,0	36,9	14,2	0	284	284	284	20,0	
1	01066	obchod	1	20	0,0	0,0	371,0	123,7	0	1 510	1 510	1 510	12,2	
1	01067	obchod	1	20	620,4	206,8	620,4	206,8	0	3 492	3 492	3 492	16,9	
1	01068	Obchod	1	20	0,0	0,0	1 191,2	397,1	0	10 108	10 108	10 108	25,5	
1	01086	velín	1	20	0,0	0,0	70,3	23,4	0	728	728	728	31,1	
1	01091	šatna ž	1	20	0,0	0,0	13,2	4,4	0	79	79	79	17,9	
1	01092	sprcha ž	1	24	0,0	0,0	11,5	4,4	0	105	105	105	23,6	
1	01093	šatna m	1	20	0,0	0,0	11,2	4,3	0	56	56	56	13,0	
1	01094	sprcha m	1	24	0,0	0,0	12,0	4,6	0	82	82	82	17,8	
2	02017	kanceláře1	1	20	0,0	0,0	1 701,2	654,3	0	8 306	8 306	8 306	12,7	
2	02018	kanceláře2	1	20	0,0	0,0	2 404,6	924,9	0	10 049	10 049	10 049	10,9	
2	02019	kanceláře3	1	20	0,0	0,0	1 701,2	654,3	0	8 306	8 306	8 306	12,7	
3	03017	kanceláře1	1	20	0,0	0,0	1 433,0	551,1	0	9 064	9 064	9 064	16,4	
3	03018	kanceláře2	1	20	0,0	0,0	1 868,5	718,7	0	10 402	10 402	10 402	14,5	
3	03019	kanceláře3	1	20	0,0	0,0	1 433,0	551,1	0	9 064	9 064	9 064	16,4	
4	4017	kanceláře1	1	20	0,0	0,0	990,6	381,0	0	7 213	7 213	7 213	18,9	
4	4018	kanceláře2	1	20	0,0	0,0	990,6	381,0	0	7 213	7 213	7 213	18,9	
4	4019	kanceláře3	1	20	0,0	0,0	990,6	381,0	0	7 213	7 213	7 213	18,9	
5	5017	kanceláře1	1	20	0,0	0,0	990,6	381,0	0	7 213	7 213	7 213	18,9	
5	5018	kanceláře2	1	20	0,0	0,0	990,6	381,0	0	7 213	7 213	7 213	18,9	
5	5019	kanceláře3	1	20	0,0	0,0	990,6	381,0	0	7 213	7 213	7 213	18,9	
6	6017	kanceláře1	1	20	0,0	0,0	990,6	381,0	0	7 776	7 776	7 776	20,4	
6	6018	kanceláře2	1	20	0,0	0,0	990,6	381,0	0	7 776	7 776	7 776	20,4	
6	6019	kanceláře3	1	20	0,0	0,0	990,6	381,0	0	7 776	7 776	7 776	20,4	
7	7017	kanceláře1	1	20	0,0	0,0	773,7	297,6	0	8 046	8 046	8 046	27,0	
7	7018	kanceláře2	1	20	0,0	0,0	773,7	297,6	0	8 046	8 046	8 046	27,0	
7	7019	kanceláře3	1	20	0,0	0,0	773,7	297,6	0	8 046	8 046	8 046	27,0	
Σ úsek 1 ÚSEK 1							620,4	206,8	27 273,0	10 216,0	0	184 542	184 542	184 542

Legenda

Φ_{Vm} - návrhová tepelná ztráta místnosti větráním

Φ_{HLm} - celkový návrhový tepelný výkon místnosti

$Q_{cm} = \Phi_{HLm} + Q_z$

Φ_{Tm} = návrhová tepelná ztráta místnosti prostupem tepla

1.2. Návrh otopné soustavy

Otopná soustava byla navržena hydraulickým výpočtem pomocí programu GDS firmy Protech s.r.o.. Jedná se o dvutrubkovou soustavu o šesti okruzích, každý s vlastním čerpadlem. Nejprve byly navrženy spotřebiče tepla. Výběr nadpodlahových konvektorů o nízkém výkonu byl z důvodu pokrytí co největší plochy prosklené fasády, aby nedocházelo ke vzniku kondenzace na skle a zároveň aby nebyl prostor přetápěn. Dále byly pomocí tohoto programu navrženy dimenze potrubí pro maximální rychlost $w=0,5$ m/s. Z důvodu hydraulické stability byla rychlost ve většině případu snížena na 0,3 m/s. Dále bylo navrženo nastavení regulačních armatur instalovaných na spotřebičích tepla a vyvažovacích ventilů instalovaných v soustavě. Za pomoci programu bylo také navrženo zabezpečovací zařízení (expanzní nádoba a pojistný ventil). V příloze přikládám následující výstupy z výpočetního programu:

- příloha 1: schéma otopné soustavy vytvořené v programu
- příloha 2: vytápěné místnosti - navržený výkon, odchylka výkonu
- příloha 3: regulace otopné soustavy
- příloha 4: specifikace spotřebičů tepla, nastavení a typ regulačních armatur
- příloha 5: nastavení a typ vyvažovacích ventilů
- příloha 6: návrh zabezpečovacího zařízení (expanzní nádoba a pojistný ventil)


1.3. Návrh izolace

Návrh izolace ocelového potrubí byl proveden v programu KI-Tech společnosti Knauf . Program navrhne minimální tloušťku izolace splňující požadavky vyhlášky 193/2007. PE-X potrubí Rehau může být dodáváno již z výroby izolované, v případě objednávky neizolovaného potrubí, je ve výkresech uvedena minimální tloušťka izolace, kterou uvádí a garantuje výrobce potrubí.

1.4. Návrh čerpadel

Čerpadla pro topné okruhy jsem navrhnul pomocí návrhového programu výrobce Grundfos. Specifikace všech čerpadel přikládám v příloze katalogových listů.

2. Seznam příložené dokumentace

Seznam dokumentace				
Účel:	Diplomová práce			
Název akce:	Rozšířená projektová dokumentace ústředního vytápění pro stavební povolení budovy ArtGen Gallery			
Objekt:	Gen			
Stupeň:	DpSP			
Projektant:	Marek Straub			
Číslo výkresu				Název
DP	DSP	UT	01	Technická zpráva
DP	DSP	UT	02	Seznam dokumentace
DP	DSP	UT	03.1	Půdorys 1.PP
DP	DSP	UT	03.2	Půdorys 1.NP
DP	DSP	UT	03.3	Půdorys 2.NP
DP	DSP	UT	03.4	Půdorys 3.NP
DP	DSP	UT	03.5	Půdorys 4.NP
DP	DSP	UT	03.6	Půdorys 5.NP
DP	DSP	UT	03.7	Půdorys 6.NP
DP	DSP	UT	03.8	Půdorys 7.NP
DP	DSP	UT	03.9	Schéma otopné soustavy
DP	DSP	UT	03.10	Schéma zdroje tepla

2.část - Studie chlazení administrativní budovy ArtGen Gallery

Obsah:

1. Identifikační údaje.....	5
2. Charakteristika objektu.....	6
3. Tepelné zisky.....	6
4. Zdroj chladu	8
5. Free-cooling.....	9
6. Chladicí soustava objektu.....	11
6.1. Okruhy chladicí vody	11
6.2. Potrubí	12
6.3. Vypouštění, odvzdušnění	13
6.4. Izolace a nátěry potrubí	14
7. Distribuce chladu.....	14
8. Úpravy vody	15
8.1. Okruh chladicí vody	15
8.2. Okruh chlazené vody - kondenzátorový okruh	15
8.3. Okruh vody pro chladicí věž	16
9. Měření chladu.....	16
10. Regulace	17
10.1. Regulace systému chlazení	17
10.2. Regulace chladicí věže.....	17
11. Uvedení do provozu	18
12. Požadavky na ostatní profese	19
12.1. Stavba.....	19
12.2. ZTI	19
12.3. ESI.....	19
12.4. MaR.....	19
12.5. VZT	20
13. Závěr	20

1. Identifikační údaje

Účel stavby:	Administrativní budova
Místo stavby:	ArtGen Gallery, U garáží 1, Praha 7 - Holešovice (objekt Gen)
Charakter stavby:	Novostavba
Projektant části RTCH:	Marek Straub

2. Charakteristika objektu

Jedná se o administrativní budovu v Praze 7 Holešovicích rozdělenou na dva objekty Art a Gen. Oba objekty jsou samostatné jednotky a nejsou propojeny žádnou technologií. Tato projektová dokumentace řeší pouze objekt **Gen**.

Objekt má hřebenovitý půdorys o rozměrech cca 35 x 86m s podélnou orientací v ose sever - jih, podél ulice U garáží. Celkový počet nadzemních podlaží je 7, přičemž je objekt spojen prvním až třetím podlažím, čtvrté podlaží je propojeno dvěma terasami. Ostatní podlaží jsou rozdělena na 3 věže (v dokumentaci označovány jako věž "jih", "střed" a "sever"). Střechy všech tří věží jsou ploché, střecha střední věže je využita pro technologie TZB.

Podzemní část objektu má obdélníkový půdorys o třech podlaží. Jednotlivá podlaží jsou v podélné ose rozdělena do dvou výškových úrovní.

První nadzemní podlaží se skládá z prostor určených k pronájmu pro obchodní nebo gastro provoz. Dále se v tomto podlaží nachází recepce a nutné provozní a technické zázemí objektu. Ostatní nadzemní podlaží jsou navrženy pro kancelářské provozy, které mohou být využity jako velkoprostorové open-space kanceláře nebo rozděleny na menší prostory. Modulární systém fasády určuje možné dispoziční řešení. Mezi věžemi na úrovni 4NP jsou přístupné terasy. Další terasy se nachází na každé věži na úrovni 7NP. Suterén objektu je využit převážně pro parkovací stání, dále se zde nachází prostory pro strojovnu VZT a strojovnu RTCH a zázemí údržby budovy.

Nosná kce objektu je ŽB skelet se ŽB třemi jádry. Suterénní stěny jsou taktéž železobetonové. Obvodový plášť je navržen jako systémový lehký obvodový plášť skládající se z prosklených a plných panelů. Vertikální komunikace po objektu je zajištěna třemi dvouramennými schodišti a šesti výtahy, které jsou po celé výšce objektu.

3. Tepelné zisky

Pro správný návrh chlazení objektu je zapotřebí podrobný výpočet tepelných zisků. Tepelné zisky jsou rozděleny na vnější a vnitřní.

Vnější: Podkladem pro výpočet vnějších zisků je přesná lokalita výstavby, orientace objektu, parametry obvodového pláště a veškerých stavebních kcí. Přesná lokalita výstavby a její okolí je nutné znát z důvodu stínění objektu. V případě stínění od sousedních budov může dojít k výraznému snížení tepelných zisků. Otázku stínění je vhodné konzultovat s

architektem již v průběhu jeho návrhu, např. zda by bylo možné využít pevné exteriérové stínící prvky nebo vnitřní / vnější žaluzie, rolety atd..

V případě řešeného objektu jsou jako stínící technika navrženy pouze interiérové žaluzie, které tepelné zisky sníží minimálně. Jelikož je objekt orientován podélně v ose sever - jih, tak je nejvíce osluněná jižní věž a stíní další dvě věže za ní.

Vnitřní : Pro výpočet vnitřních tepelných zisků je třeba odhadnout obsazenost a harmonogram provozu budovy. Při výpočtu vnitřních tepelných zisků jsou zahrnuty produkce tepla od osob, vybavení jako např. počítače, kopírky atd., svítidla, technologie serveroven, vybavení a zařízení kuchyně. Další důležitý parametr pro výpočet vnitřních tepelných zisků je "rozvrh" obsazenosti objektu. V našem případě se jedná o administrativní budovu, tedy můžeme předpokládat pracovní dobu od 8:00 do 18:00 hod (mimo víkendy a svátky), během které bude objekt plně obsazen. Tento návrh bude využit pro výstavbu budovy ve fázi shell and core, v případě fit-out a změn dispozice nebo využití prostoru dle požadavků nového nájemce bude výpočet proveden znova dle nového zadání.

Výpočet: Pro výpočet tepelné zátěže máme tři nejpoužívanější metody, které jsou odlišné v jejich složitosti. Záleží na množství vstupů do výpočtu a s nimi požadovaná přesnost matematického modelu.

- Stanovení tepelné zátěže dle ČSN 730548, kde se jedná o výpočet pro typický den a typickou hodinu v roce, umožňuje velmi přibližný výsledek. Tento výsledek reprezentující maximální možnou hodnotu tepelné zátěže není vhodný pro kalkulace v případě rodinných nebo bytových domů.
- Stanovení tepelné zátěže dle německé normy VDI 2078 (1992), zjednodušená metoda výpočtu, která pracuje s menším množstvím vstupů a představuje výpočet, který prezentuje použitelné hodnoty.
- Dynamická simulace provedená v jednom z nespočet simulačních SW nabízí roční průběh tepelné zátěže v dynamickém modelu, vyžaduje velké množství vstupů do výpočtu. Dynamická simulace je pracná a náročná, ale nabízí podrobně veškeré výstupy. V případě, že je dynamická simulace objektu vytvořena, je vhodné ji využít pro celoroční provoz objektu, tzn. také pro zimní období a efektivní nastavení systémů. V případě vytváření takovéto simulace je vhodná konzultace s projektanty ostatních profesí TZB pro její všeobecné využití (především VZT, ESI, MaR).

4. Zdroj chladu

Jako zdroj chladu máme na výběr z několika možností. Pro administrativní budovy o objemu řešeného objektu se nejčastěji využívá strojní kompresorové chlazení s centrální přípravou chladicí vody z důvodu vysokého požadovaného výkonu.

V případě použití strojního chlazení máme dvě běžné možnosti řešení:

- Vzduchem chlazená jednotka "chiller".
- Kapalinou chlazený chladicí stroj v kombinaci s chladicí věží nebo suchými chladiči.

V řešeném objektu se v 1-2 suterénu nachází strojovna chlazení společná s výměňkovou stanicí. Z tohoto důvodu je možnost využít prostoru pro chladicí stroj a není zapotřebí umísťovat těžký a hlučný chiller na střechu objektu. Navrhuji rozdělení potřebného výkonu mezi dva slabší chladicí stroje, pro možnost odstavení jednoho stroje v případě potřeby nižšího výkonu v přechodném období (jaro, podzim, noční předchlazení) nebo v případě poruchy jednoho ze strojů. Pro chlazení kondenzátoru bude na střeše objektu umístěna uzavřená chladicí věž. Uzavřenou chladicí věž volím z důvodu možnosti využití volného chlazení neboli "free-cooling".

Ve strojovně chlazení bude umístěn rozdělovač+sběrač okruhů chlazení. Také navrhuji akumulční nádobu chladu, která zajistí ekonomičtější provoz chladících strojů a pokryje výkyvy v odběru chladu. V případě pečlivého návrhu akumulční nádoby můžeme docílit návrhu slabšího chladicího stroje než jsou nejvyšší špičky v odběru chladu. Tyto špičky dokážeme pokrýt výkonem naakumulovaným v nádobě, která byla např. od brzkého rána dobíjena. Dále zde bude navrženo zabezpečovací, expanzní, doplňovací a odvzdušňovací zařízení. Jako expanzní zařízení bude navržen expanzní a doplňovací automat. Pro snížení frekvence doplňování a odpouštění bude navržena doplňková uzavřená expanzní nádoba s membránou PN10 (možnost instalace pojistného ventilu s otevíracím přetlakem až 900kPa) . Samotná uzavřená expanzní nádoba bez expanzního automatu by při této velikosti a objemu soustavy byla příliš velká.

Systém chlazení bude rozdělen na dva samostatné okruhy:

- Okruh *chladicí vody*, který je rozveden po objektu přímo ke spotřebičům chladu. Z důvodu vedení rozvodu pouze v interiéru nehrozí zamrznutí chladicí látky. Jako chladicí látka bude použita voda z vodovodního řadu dodatečně chemicky upravena.

- Okruh *chlazené vody*, pro chlazení kondenzátoru a free-cooling. Tento okruh je veden ze strojovny chlazení na střechu do chladicí věže. Z důvodu možnosti zamrznutí chladicí látky je volena směs ethylenglykolu.

5. Free-cooling

Free-cooling (česky volné chlazení) se využívá při nízkých venkovních teplotách pro výrobu chladu bez nutnosti použití kompresorového či jiného druhu chlazení. Jedná se o možnost chladit v zimním období, ale i v přechodném období a v noci bez nároků na vysokou spotřebu energie. Výsledkem je výrazné snížení provozních nákladů.

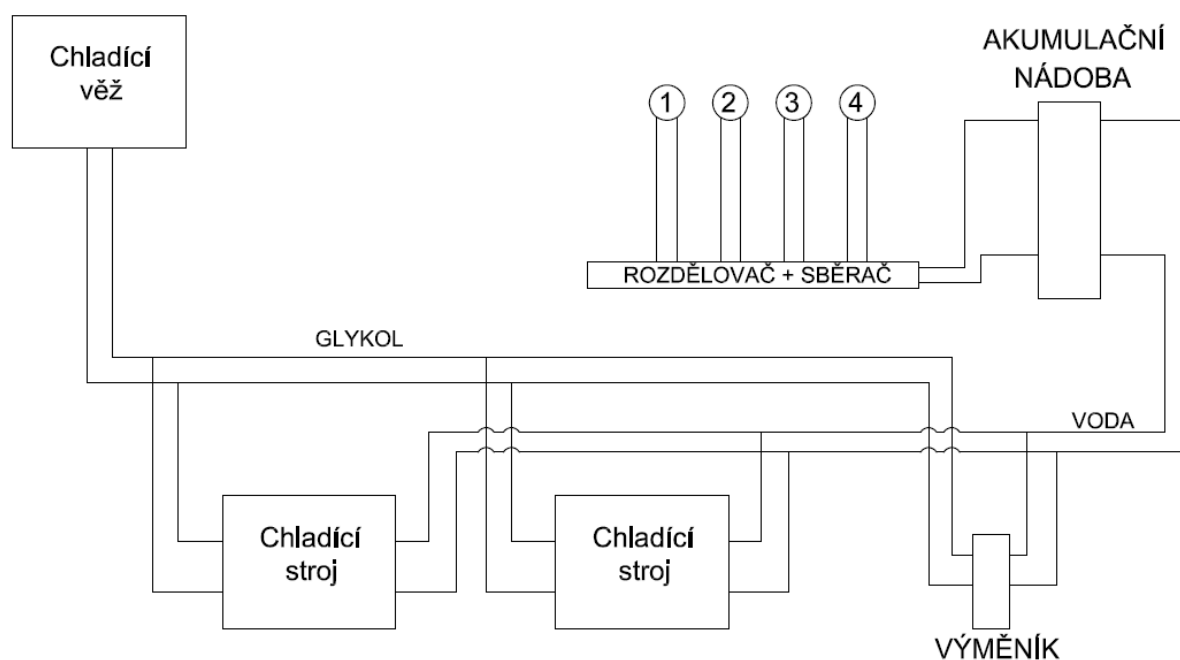
Tato možnost chlazení se využívá především v zimním období, kdy stále potřebujeme eliminovat tepelnou zátěž způsobenou technologií. Nejčastěji jde o místnosti serverů, silnoproudé rozvodny atd.. Pokud by nebyla možnost využít volného chlazení, bylo by zapotřebí tyto prostory chladit lokálně např. pomocí split jednotek, neboť celoroční provoz kompresorového chlazení by byl značně neekonomický. V případě poruchy systému nebo pravidelného servisu může dojít k odstavení chlazení. Je třeba se zamyslet nad zadáním a probrat s nájemci, jaké jsou jejich skutečné požadavky a zda je možné toto riziko podstoupit. Pokud je požadavek nájemce na zaručené chlazení prostor serverů bez možnosti výpadku, bude navržena záloha ve formě split jednotky. Při návrhu běžné administrativní budovy nebývají ve většině případů serverové místnosti tak náročné, aby k tomuto drobnému výpadku nemohlo dojít. Např. v případě administrativní budovy pro zázemí banky nebo budovy s větším nárokem na technologie, je nutnost zdroje rozdělit pro zaručení trvalého chlazení i při poruše jedno ze systému.

Dále se tohoto způsobu chlazení využívá např. k nočnímu předchlazení objektu. V praxi nastává situace, kdy je zapotřebí objekt chladit a zároveň v jiné části topit. Primárně bychom se této situaci měli vyvarovat v rámci návrhu objektu. Dochází k tomu v přechodných období (jaro, podzim), kdy je venkovní vzduch stále chladný, ale sluneční paprsky již mohou některé prostory přes prosklenou fasádu vyhřát na vysoké teploty. V tomto období je venkovní vzduch stále chladný a může se využít pro chlazení bez nutnosti zapnutí chladicího stroje. Uživatelé si na tyto situace v kancelářských objektech často stěžují, ale nelze vyhovět každému. Situaci by měla řešit především vzduchotechnika, která využije chladného venkovního vzduchu. V případě současného provozu vytápění a chlazení se objekt stává velmi energeticky náročným.

Z těchto důvodů navrhuji uzavřenou chladicí věž, u které je možnost využít free-cooling. Okruh chlazené vody se ochladí v uzavřené chladicí věži a její energie je předávána přes deskový výměník okruhu chladicí vody (viz. příložené schéma). Z důvodu okolní bytové zástavby předpokládám potřebu výstavby protihlukové stěny okolo chladicí věže. Tato skutečnost bude ověřena výpočtem. Další variantou chlazení kondenzátoru s možností free-cooling jsou suché chladiče. Suché chladiče mají značně nižší výkon a bývají hlučnější. Pro pokrytí požadovaného výkonu by bylo zapotřebí více suchých chladičů, které nárokují více prostoru na technologické střeše. Suché chladiče shledávám pro tento návrh nevhodné. Naopak nevýhodou chladících věží je jejich náročná údržba oproti suchým chladičům, nižší životnost a vysoká spotřeba chemicky upravené vody pro skrápění.

Nevýhodou volného chlazení jsou další investice. Je zapotřebí instalovat výkonný deskový výměník pro předání chladu z okruhu chladicí věže na okruh chladicí vody. Další investicí je nutnost výkonného oběhového čerpadla pro okruh glykolu. Důležitý je návrh ochrany proti zamrznutí deskového výměníku. V zimním období se nám může stát, že glykol uchládíme na záporné hodnoty teploty. Dále musíme ve výpočtu kompenzací potrubí zohlednit velmi vysoké teplotní rozdíly glykolu v průběhu roku. Z tohoto výpočtu můžeme zjistit potřebu dalších kompenzačních armatur, které ve větších dimenzích jsou také finančně náročné. Z důvodu využití uzavřené věže je nutné umístit do sprchové vany uvnitř věže topné tělísko, aby nedošlo k jejímu zamrznutí. Systém chlazení free cooling je v dnešní době často využíván, ale musíme uvažovat, zda tohoto systému skutečně v průběhu provozu využijeme. Investice do zařízení nutných pro tento způsob chlazení nejsou zanedbatelné a následný provoz také není zcela zdarma.

ZJEDNODUŠENÉ SCHÉMA ZDROJE CHLADU



6. Chladicí soustava objektu

Jak již bylo zmíněno výše, jedná se o centrální přípravu chladu. Po objektu bude rozveden uzavřený systém s nuceným oběhem chladicí vody k jednotlivým distribučním prvkům. Dále bude chladicí voda přivedena pro VZT jednotky, které zajistí úpravu venkovního vzduchu na požadované vnitřní klimatické podmínky. Systém bude plněn v celém svém objemu pouze upravenou chladicí vodou.

6.1. Okruhy chladicí vody

Chlazení objektu může být takto rozděleno na jednotlivé okruhy:

- chlazení technologie, serverovny
- chlazení věž jih
- chlazení přízemí
- chlazení věž střed+sever
- chladiče VZT jednotek

Okruhy mohou být po podrobném výpočtu tepelných zisků změněny dle skutečné potřeby výkonu chladu. Okruhy chlazení jsou rozděleny ve stejným způsobem jako okruhy ústředního vytápění. Oproti vytápění je spojen okruh věže střed a věž sever v

jeden. Ve vytápění mají jednotlivé věže stejné požadavky na teplo, ale pro chlazení ne. Věž jih bude absorbovat nejvíce slunečních paprsků a bude stínit zbývající dvě věže. Oproti vytápění přibyl okruh chlazení technologie. Tento okruh bude v provozu celoročně, a proto je oddělen od ostatních okruhů.

6.2. Potrubí

Veškeré potrubí bude vedeno v instalačních jádrech nebo v podhledech, v žádném místě nebude pro uživatele viditelné. Materiál potrubí může být volen jako ocelové svařované nebo plastové (např. Aquatherm blue pipe), použití měděného potrubí by v případě takto velkého objektu bylo opravdu velmi finančně náročné. Výhodou ocelového potrubí je především jeho cena a dostupnost naopak má spoustu nevýhod. Jedná se o pracný a pomalý postup a při svařování potrubí je zapotřebí řešit několik problémů. V místě svařování musí svářeč ochránit okolí sváru proti vznícení a popálení. V několika případech se již stalo, že svářeč nezakryl prosklenou fasádu a došlo k popálení skla, většinou se jedná o totální škodu a musí se skla vyměnit. Další nevýhodou je potřeba drahé a těžké svařovací techniky (autogen, invertové elektrické svářečky) případně zavitořezů v místech kde je potřeba vytvořit šroubový spoj. U větších dimenzí se stává problémem hmotnost potrubí (manipulace, kotvení ...) a náročnost svárů. Při vedení stoupacího potrubí nastává problém s místem v instalačních jádrech. Pokud je potrubí instalováno v rohu šachty, je nutnost s potrubím otáčet kolem své osy, abychom docílili jeho svaření. V případě potrubí desítky metrů dlouhého se tato otázka řeší náročně např. ložisky v patě stoupačky. V současnosti se největším problémem stává nedostatek kvalitních svářečů na pracovním trhu. Ocelové potrubí pro chlazení je nutno precizně zaizolovat, aby nedocházelo ke kondenzaci a následné korozi. Při instalaci je zapotřebí izolatéry neustále kontrolovat, v praxi se izolace dostatečně nekontrolují a v průběhu provozu se objevují zkorodovaná místa. U plastového potrubí některé problémy odpadají. Plastové potrubí je finančně náročnější především s ohledem na cenu tvarovek. Pro spojování menších dimenzí jsou potřeba pouze ruční polyfúzní svářečky a jeho instalace je velmi rychlá. V případě svařování velkých dimenzí (DN150 a více) se potrubí většinou svařuje "na tupo" a používají se již velké a těžké svářečky. Další možností jsou tzv. elektrospojky, které vytvoří kvalitní spoj a jedná se o velmi jednoduchou montáž, bohužel jsou tyto tvarovky velmi drahé. V dnešní době jsou běžně dostupné veškeré tvarovky a nabízí se možnosti i plastového rozdělovače+sběrače, takže je možné vytvořit

kompletní strojovnu z tohoto materiálu. Výraznou nevýhodou plastového potrubí je častá nutnost řešení kompenzace vlivem teplotní roztažnosti a dále také tlustostěnnost, naopak má potrubí nižší tlakovou ztrátu třením. Tloušťka stěny AQT blue pipe DN 200 je 22,7 mm, ocelové má tloušťku stěny pouze 6,2mm. Pokud řešíme problémy s prostorem, může se plastové potrubí stát nerealizovatelným. Další plus plastového potrubí je, že nemůže korodovat jako ocelové, ale doposud není garantovaná jeho životnost, uváděná životnost je pouze orientační. Výrobci často životnost garantují, ale doposud nebyla reálně ověřena.

V současnosti se materiály převážně kombinují. Většinou bývají strojovny, páteřní rozvod a stoupačky vytvořeny z ocelového potrubí a na plast přecházíme v patrových rozvodech. V případě páteřního rozvodu a stoupaček je u plastového potrubí problém se sváření spojů kvůli velké a těžké svářečce, případně vysoké ceny elektrospojek, jak již bylo zmíněno výše.

Při kotvení rozvodu potrubí nastává situace kdy je nutná konzultace se statikem. V případě řešeného objektu jsou stoupačky vedeny na skrz celou výšku objektu (7 podlaží). Pata stoupaček se nachází pod stropem 1PP, kde přechází v hlavní ležatý páteřní rozvod. Přímo pod patou stoupaček budou parkovací místa a je tedy nutné patu náročně kotvit ke stropu 1PP, aby nemohlo dojít k poklesu stoupaček a závažné nehodě.

Rozhodnutí o druhu materiálu přenechávám na dohodě mezi investorem a realizační firmou. V projektové dokumentaci budou uvedeny obě možnosti. Kompenzace potrubí bude upřesněna po dohodě.

Veškeré potrubí bude uloženo tak, aby splňovalo požadavky na bezpečné, trvalé, hluk a vibrace nepřenášející uložení. Uložení bude pomocí závěsů na závitové tyče do hmoždinek nebo na systémové konzoly s objímkami s gumovou výstelkou, např. systém Hilti.

6.3. Vypouštění, odvzdušnění

Vypouštění systému bude umístěno vždy v nejnižších místech stoupacího potrubí, ve strojovně, případně na dalších vhodných místech. Veškeré potrubí bude ve spádu k vypouštěcím armaturám.

Odvzdušňovací armatury budou vhodně umístěny dle konkrétního uložení na stavbě. Předpokládané umístění odvzdušňovacích armatur bude zakresleno ve výkresu "schéma soustavy chlazení". Celý systém musí být možno bez montážních zásahů odvzdušnit.

Nedoporučuji použití automatických odvzdušňovacích armatur z důvodu jejich časté poruchovosti a tím možnosti vzniku škod.

6.4. Izolace a nátěry potrubí

Veškeré ocelové potrubí bude opatřeno antikoročním nátěrem ve dvou vrstvách. Již natřené potrubí doporučuji projít a překontrolovat zda natěrač ošetřil i těžko přístupná místa. Veškeré potrubí musí být izolováno, aby splňovalo alespoň normové požadavky na součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí. Návrh izolace se provádí výpočtem, tloušťka izolace pro jednotlivé dimenze bude uvedena na výkresech. V místě kotvení potrubí budou použita izolační pouzdra, např. systém Hilti.

7. Distribuce chladu

Distribuci chladu nám ve většině případů zajišťuje částečně vzduchotechnika a především jednotky připojené na rozvod chladu v konkrétních prostorech. Těmito jednotkami je nejčastěji myšleno fan-coil unit (FCU) nebo indukční jednotky (chladicí trámy). Oboje jednotky můžeme dělit podle jejich připojení, buď dvoutrubkové nebo čtyřtrubkové připojení, neboli zda jednotka bude pouze chladit či topit nebo obojí. Dalším důležitým faktorem je, zda se jedná o pasivní nebo aktivní jednotku. Pasivní jednotka není připojena na přívod čerstvého vzduchu, takže chladí pouze cirkulační vzduch v místnosti, oproti tomu aktivní jednotka je připojena na přívod předupraveného venkovního vzduchu ze vzduchotechnické jednotky a tento vzduch dochlazuje.

Výběr způsobu distribuce chladu je vždy na projektantovi a nejedná se o jednoduché rozhodnutí. Rozhodnutí ovlivňují požadavky investora (design, parametry vnitřního prostředí atd.), často také rozhodují finanční možnosti investora a také záleží na způsobu distribuce tepla.

Indukční jednotky mají oproti FCU nevýhodu v jejich nízkém výkonu a musí jich být umístěno velké množství. Tento faktor je důležitý s hlediska pohledu, záleží na druhu pohledu a množství technologií v něm umístěných. Z důvodu jejich nízkého výkonu a velkého počtu jednotek je také náročná jejich regulace v průběhu roku. Indukční jednotky v administrativních budovách se většinou navrhují jako čtyřtrubkové pro vytápění i chlazení.

FCU mohou být podhledové nebo parapetní. Pokud chceme parapetní FCU využívat pro chlazení, tak je navrhujeme se čtyřtrubkovým zapojením, neboť jsou umístěny pod okny,

případně před prosklenou fasádou, nebylo by tedy kam umístit otopná tělesa pro zamezení vzniku rosného bodu na skle. V případě návrhu parapetních FCU ve velkých prostorech je vhodná kombinace s podhledovými FCU. Zásadní nevýhodou parapetních jednotek je jejich zábor m² plochy, která je k pronájmu.

Pro řešený objekt volím podhledové FCU připojené na přívod čerstvého vzduchu. Tepelnou ztrátu objektu pokrývají konvektory a VZT, z tohoto důvodu volím FCU pouze dvoutrubkové pro chlazení. Pro chlazení technologií budou využity nástěnné cirkulační jednotky (bez připojení na přívod čerstvého vzduchu).

8. Úpravy vody

8.1. Okruh chladicí vody

Pro tento okruh bude použita voda z vodovodního řadu, která bude před vstupem do systému změkčována a chemicky upravena v úpravně vody. Úpravna vody bude součástí strojovny chlazení. Chladicí okruhy musí být preventivně chráněny především před korozi, usazeninám a před růstem biologických organismů. Úpravna bude zajišťovat změkčování vody (katexové změkčovače), chemickou úpravu vody (dávkač chemikálií- inhibitory koroze a biocidů) a mechanickou filtraci vody. Dále zde bude osazeno posilovací čerpadlo pro zvýšení přetlaku vody.

Důležité je umístění oddělovací armatury před úpravnu vody, která znemožní průnik chemicky upravené chladicí vody do vodovodního řadu při případném poklesu přetlaku v řadu.

8.2. Okruh chlazené vody - kondenzátorový okruh

Jak již bylo zmíněno výše, pro tento okruh je zvolena směs ethylen-glykolu, aby nemohlo dojít k zamrznutí systému. Ve strojovně chlazení bude umístěno glykolové hospodářství, které slouží pro přípravu, doplňování a vypouštění nemrznoucí kapaliny kondenzátorového okruhu. Jedná se o komplexní zařízení skládající se z následujících zařízení:

- dvě míchací, doplňovací a sběrné nádrže (ve spodní části je jedna nádrž vybavena odběrem tlaku - snímač výšky hladiny glykolu v nádrži)
- posilovací čerpadlo sloužící pro:
 - zajištění stálých tlakových poměrů
 - promíchání glykolové směsi v míchací nádrži při přípravě směsi

- přečerpání směsi z míchací nebo sběrné nádrže
- chod čerpadla je blokován od snímače hladiny při případném nedostatku směsi v nádrži.

Pro udržování stálých tlakových poměrů jsou na přípojkách doplňovacího potrubí osazeny vypouštěcí solenoid ventily se zaústěním do sběrné nádrže glykolu.

Pro glykolový okruh bude navržen expanzní automat s doplňkovou expanzní nádobou obdobně jako pro okruh chladicí vody. Směs ethylen-glykolu má vysokou roztažnost oproti vodě, a proto musíme návrhu expanze a bezpečnostních armatur věnovat značnou pozornost.

8.3. Okruh vody pro chladicí věž

Pro chlazení kondenzátorového okruhu je navržena uzavřená chladicí věž. Tento typ věže má oddělený okruh chlazené vody a skrápěcí systém věže- chlazená voda nepřichází do styku s okolní atmosférou. Chladicí voda proudí výměníkem umístěným v chladicí věži. Na tento výměník je při vyšších venkovních teplotách rozstříkována voda. Voda, která se neodpaří, prokape do sběrné vany, ze které je čerpána zpět do rozstříkovacího zařízení. Voda, která je používána pro skrápění, musí být upravena obdobně jako chladicí voda. Důležitým faktorem je obsah solí ve vodě z řadu, při odpařování vody na výměníku by na něm zůstávaly krystalky soli a velmi rychle by došlo k jeho zničení korozí.

Úpravna vody pro chladicí věž je společná s úpravnou chladicí vody. Součástí této úpravny bude odsolovací automatika s analyzátozem vodivosti vody. Ta bude na základě snímání a vyhodnocování el. vodivosti zjišťovat obsah solí ve věžové vodě a automaticky řídit ovládání solenoid ventilu pro odpouštění z věžového okruhu do kanalizace.

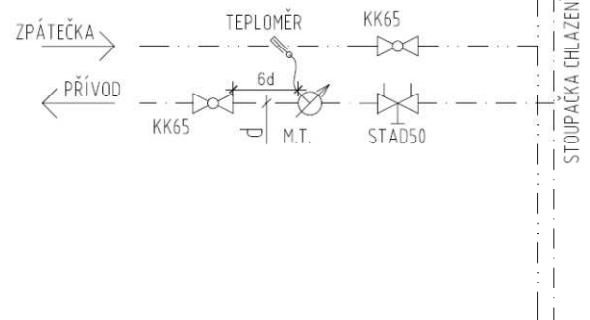
Obě úpravny vody budou umístěny ve strojovně chlazení na betonové podlaze, vypádané do podlahové vpusti, pro odvodnění při automatickém proplachu filtrů.

9. Měření chladu

K měření spotřebované energie chlazení budou sloužit kalorimetry. Potřeba měření spotřeby chladu je z důvodu fakturace pro jednotlivé nájemce. Každý samostatný prostor bude vybaven svým měřičem chladu. V případě požadavku investora budou osazeny hlavní měřiče chladu na každé větvi v místě sestavy armatur u rozdělovače sběrače. Tyto měřiče chladu jsou velkou investicí a záleží na rozhodnutí investora, zda to bude jeho požadavkem. Další podružné měřiče budou umístěny v místě odboček z páteře pro prostory k pronájmu v

podhledu nebo v instalační šachtě na přístupném místě opatřeném revizními dvířky. Pozice kalorimetrů pro měření chladu budou obdobné s pozicemi kalorimetrů pro měření spotřeby tepla. Měřiče chladu jsou dodávkou profese MaR, RTCH provede pouze jejich montáž.

VZOROVÁ SESTAVA MĚŘENÍ CHLADU



10. Regulace

10.1. Regulace systému chlazení

Celý systém chlazení musí být správně zaregulovaný, aby byla zaručena jeho správná funkce. K regulaci systému slouží speciální regulační armatury. Pro regulaci potrubního systému budou použity vyvažovací ventily firmy Imi hydronic typu "stad" případně "staf" pro větší dimenze. Jedná se o vyvažovací ventily s digitální stupnicí pro přesné vyvážení soustavy. Nastavení těchto ventilů se určí přesným hydraulickým výpočtem. Po uvedení do provozu budou ventily případně přednastaveny podle skutečně naměřených hodnot. Veškeré FCU budou vybaveny speciálními armaturami. Bude se jednat o tlakově nezávislé dvoucestné ventily s funkcí regulační i vyvažovací, které provádí automatické kontinuální vyvážení průtoku na základě jeho nominální hodnoty. Regulaci systému v průběhu provozu bude sledovat a měřit profese MaR.

10.2. Regulace chladicí věže

Dalším důležitým poznatkem pro správnou funkci chlazení je regulace chladicí věže. Chladicí věž má různou účinnost závislejší na venkovních podmínkách a zároveň potřebuje různý výkon závislejší na frekvenci provozu chladících strojů. Regulaci výkonu chladicí věže je možno řešit více způsoby. Základní regulací je vypínání a zapínání ventilátoru chladicí věže. V dnešní době je tato metoda nedostatečná, tak využíváme systém plynulé regulace otáček ventilátoru pomocí frekvenčního měniče. Při této regulaci je kolísání teploty velmi omezeno a při ustáleném provozu můžeme považovat teplotu za konstantní. Další regulací je změna průtoku chladicí vody přes chladicí věž. V praxi se využívají obě metody najednou.

11. Uvedení do provozu

Po kompletní montáži systému přichází fáze zprovoznění. Před započítím zkoušek systému budou všechny regulační armatury nastaveny na plně otevřeno. Pokud by některé vyvažovací ventily byly přivřené, hrozilo by usazení nečistot při proplachu potrubí. Měřiče chladu budou instalovány po závěrečné zkoušce chlazení, místo těchto armatur bude vložena přírubová vsuvka o rozměrech uvažovaného měřiče. Každé zařízení musí být před uvedením do provozu vyzkoušeno.

První zkouška bude zkouška těsnosti. Tato zkouška zjistí, zda veškeré spoje v systému jsou těsné a zda nedochází k nějakému úniku. Zkouší se tlakem vzduchu. Potrubí natlakujeme na maximální dovolenou hodnotu tlaku (většinou 6 bar) a necháme tlak působit po dobu jedné hodiny. Pokud tlak neklesne o více než 20kPa, byla zkouška úspěšná.

Dalším krokem bude řádný proplach soustavy. Při montáži se do potrubí dostane mnoho nečistot, prachu, strusky atd., tyto nečistoty musí být odstraněny před uvedením do provozu nebo by hrozila špatná funkce systému případně poškození některých armatur případně spotřebičů. Proplachování systému je doporučeno při demontovaných veškerých zařízeních, u kterých by mohlo dojít k jejich poškození vlivem nashromáždění nečistot. Proplachování se provádí při 24 hodinovém provozu oběhových čerpadel. Při proplachu je zapotřebí čistit filtry a na všech místech určených k odkalování odkalovat do čistého stavu.

Před uvedením do provozu musí být veškeré demontované prvky z důvodu proplachu zpětně nainstalovány. Následuje přednastavení regulačních armatur na předepsané hodnoty dle projektové dokumentace.

Dále bude provedena zkouška pojistných a expanzních zařízení za provozních podmínek. Následuje provozní zkouška a na závěr zkouška chlazení.

O veškerých zkouškách budou provedeny tyto zápisy:

- zkouška těsnosti
- proplach potrubí
- regulace soustavy
- zkoušky pojistných a expanzních zařízení
- provozní zkouška
- zkouška chlazení

12. Požadavky na ostatní profese

12.1. Stavba

- Provedení veškerých prostupů dle výkresové dokumentace.
- Provedení revizních otvorů v podhledu a do instalačních šachet.
- Provedení pružných základů pod čerpadla a zdroje chladu ve strojovně chlazení a pro chladicí věž na střeše věže střed včetně akustických opatření.
- Provedení protipožárních ucpávek.

12.2. ZTI

- Odvod kondenzátu od FCU do kanalizace.
- Osazení podlahové vpusti ve strojovně chlazení.
- Napojení glykolového hospodářství na rozvod vody.
- Napojení úpravny vody na rozvod vody a kanalizace.
- Napojení expanzních automatů na rozvod kanalizace.
- Odvod vody od pojistných ventilů.
- Rozvod teplé a studené vody v místnosti strojovny chlazení.

12.3. ESI

- Napojení FCU na el. energii.
- Uzemnění nové chladicí soustavy.
- Napojení veškerých zařízení na el. energii (bude vytvořen seznam zařízení s požadavky na el. energii a technickými listy).

12.4. MaR

- Spouštění a monitorování provozních stavů.
- Sledování tlaků v soustavě.
- Dodávka a připojení čidel.
- Sledování úniku chladiva.
- Připojení a ovládání oběhových čerpadel a trojcestných ventilů.

- Dodávka kalorimetrů (montáž zajistí RTCH).
- Dodávka veškerých regulačních armatur (montáž zajistí RTCH).
- Hlavní vypínač pro celý systém chlazení na ovládacím panelu MaR.
- Ovládání chladicí věže .
- Napojit a ovládat glykolové hospodářství.
- Napojit a ovládat úpravnu vody.
- Napojit a ovládat expanzní automaty.
- Napojit a ovládat třícestné ventily u FCU.
- Dodávka IRC regulátorů pro FCU.
- Zadání požadavků na instalaci jímek pro čidla.

12.5. VZT

- Odvětrání strojovny chlazení.
- Havarijní větrání strojovny chlazení.
- Zadání požadavků na potřebu chladu pro VZT jednotky.

13. Závěr

Zhotovitel je povinen si prověřit, zda jeho dílo bude plně funkční vzhledem k návaznostem na ostatní systémy. Zhotovitel je rovněž povinen vyžádat si k zapůjčení od objednatele DPS a následně provést kontrolu všech návazných systémů, které mají přímou i nepřímou souvislost s jeho předmětem díla a upozornit do třiceti (30) dnů od předání DPS na případné nesrovnalosti. V případě, že tak neučiní přebírá zodpovědnost za případnou nutnost doplnění všech návazností, nutných ke kompletnímu předání plně funkčního díla a jeho uvedení do provozu.

Zhotovitel je povinen postupovat při realizaci předmětného díla v součinnosti s ostatními zhotoviteli, s požadavky objednatele, s možnostmi prostředí a v souladu s event. dalšími požadavky objednatele, které vyplynou v průběhu realizace díla.

Příloha 1: Seznam použitých zkratk

RTCH	profese rozvody topení a chlazení
MaR	profese měření a regulace
VZT	profese vzduchotechnika
ZTI	profese zdravotně technická zařízení
ESI	profese elektro silnoproud
ČSN	Česká státní norma
DN	jmenovitý průměr
NP	nadzemní podlaží
PP	podzemní podlaží
ŽB	železobeton
FCU	fan coil unit - distribuční jednotka
TZB	technické zařízení budov
TZ	tepelné ztráty
kce	konstrukce
dle	podle
atd	a tak dále
tzv	tak zvaně

Příloha 1: Seznam použité literatury a zdrojů

Publikace

- [1] KABELE, Karel. TECHNICKÁ ZAŘÍZENÍ BUDOV. Vytápění - podklady pro cvičení. 1.vydání. Praha: ČVUT, 10/2014. 80 s. ISBN 978-80-01-05203-7
- [2] POČINKOVÁ, Marcela, TREUOVÁ, Lea. Vytápění. ERA group spol. s.r.o., 11/2008. 146s. ISBN 978-80-7366-116-8

Internetové zdroje

- [3] tzbinfo. Chladicí trám nebo fan-coil?. [online]. 2011. Dostupné na www: <<http://vetrani.tzb-info.cz/klimatizace-a-chlazení/7147-chladici-tram-nebo-fan-coil>>
- [4] grundfos. pump sizing. [online]. 2016. Dostupné na www: <<http://product-selection.grundfos.com/front-page.html?%252525253D=&%25253D=&qcid=53629054&time=1483715317266>>
- [5] jagacz. MINI stojanové konvektory. [online]. 2016. Dostupné na www: <<http://www.jagacz.com/MINF.html>>
- [6] korado. Otopná tělesa. [online] 2016. Dostupné na www: <<http://korado.cz/>>
- [7] danfoss. temostatické radiátorové ventily. [online]. 2016. Dostupné na www: <<http://products.danfoss.cz/productrange/heatingsolutions/termostaticke-radiatorove-ventily/#/>>
- [8] regulus. Expanzní nádoby pro otopné systémy. [online]. 2016. Dostupné na www: <<http://www.regulus.cz/cz/expanzni-nadoby-pro-otopne-systemy>>
- [9] sefen. vzduchové dveřní clony. [online]. 2016. Dostupné na www: <<http://www.sefen.cz/91/Info/Vzduchove-dverni-a-vratove-clony/Dverni-clony/AR300/>>
- [10] Knauf insulation. Izolace a zateplení. [online] 2016. Dostupné na www: <<http://www.knaufinsulation.cz/>>
- [11] IMI hydronic engineering. vyvažování a regulace. [online]. 2016. Dostupné na www: <<http://www.imi-hydronic.com/cs/produkty-a-eeni/vyvaovani-a-regulace/>>
- [12] chladicí věže. chladicí věže a suché chladiče. [online]. 2013. Dostupné na www: <<http://www.chladiciveze.com/veze2013/index.php/>>
- [13] sefen. vzduchové dveřní clony. [online]. 2016. Dostupné na www: <<http://www.sefen.cz/91/Info/Vzduchove-dverni-a-vratove-clony/Dverni-clony/AR300/>>