

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**  
**FAKULTA STAVEBNÍ**  
KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



**Řešení systému pro úpravu vnitřního prostředí ve výškových  
budovách**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

Vypracoval:

Bc. Denis Smižanský

Vedoucí práce:

doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D.

2022/2023

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: <u>Smižanský</u>	Jméno: <u>Denis</u>	Osobní číslo: <u>476962</u>
Zadávací katedra: <u>K125 - Katedra technických zařízení budov</u>		
Studijní program: <u>Budovy a prostředí</u>		
Studijní obor/specializace: <u>Budovy a prostředí</u>		

### II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: <u>Řešení systému pro úpravu vnitřního prostředí ve výškových budovách</u>	
Název diplomové práce anglicky: <u>System solution for ensuring the indoor environment in high-rise buildings</u>	
Pokyny pro vypracování: Vypracujte studii popisující řešení technických systémů pro úpravu vnitřního prostředí ve výškových budovách v Evropském prostředí. Zhodnoťte specifika řešení systémů TZB ve výškových budovách. Pro typické podlaží vybrané výškové budovy navrhnete řešení systémů vytápění, chlazení a větrání. Řešení volte s ohledem na snížení energetické náročnosti. Seznam doporučené literatury: ASHRAE: Design guide for tall, supertall, and megatall building systems. ISBN 9781947192508 The Council on Tall Buildings and Urban Habitat (CTBUH). Online ( <a href="https://www.ctbuh.org/">https://www.ctbuh.org/</a> ) Sustainable High Rise Buildings in Urban Zones-Advantages, Challenges, and Global Case Studies. ISBN 9783319177564.	
Jméno vedoucího diplomové práce: <u>doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D.</u>	
Datum zadání diplomové práce: <u>22.9.2022</u>	Termín odevzdání DP v IS KOS: <u>9.1.2023</u> <i>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</i>
_____	_____
Podpis vedoucího práce	Podpis vedoucího katedry

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

<i>Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné 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“.</i>	
_____	_____
Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)

# ŠTRUKTÚRA DIPLOMOVEJ PRÁCE

## **A. TECHNICKÁ DOKUMENTÁCIA**

**A.I. ROZŠÍRENÁ TECHNICKÁ SPRÁVA**

**A.II. KONCEPCIA TYPICKÉHO PODLAŽIA**

**A.III. VÝKRESOVÁ DOKUMENTÁCIA**

## **B. ŠTÚDIA VÝŠKOVÝCH BUDOV**

**B1. VÝŠKOVÉ BUDOVY A ICH ŠPECIFIKÁ**

**B2. VNÚTORNÉ PROSTREDIE BUDOV A TYPICKÉ RIEŠENIA**

**B3. PRIESKUM RIEŠENÍ TECHNICKÝCH SYSTÉMOV VO  
VYBRANÝCH BUDOVÁCH**

**B4. PRÍPADOVÁ ŠTÚDIA HVAC ADMINISTRATÍVNEJ ČASTI**

## **C. PRÍLOHOVÁ ČASŤ**

**C.1 VÝPOČTOVÁ ČASŤ**

**C.2 TECHNICKÉ LISTY VÝROBKOV**

## **ČESTNÉ VYHLÁSENIE**

Vyhlasujem, že som svoju diplomovú prácu vypracoval samostatne a použil som k tomu zdroje uvedené na konci práce, a to v súlade s Metodickým pokynom o etické príprave vysokoškolských záverečných prác.

V Prahe dňa.....

.....

Bc. Denis Smižanský

## **POĎAKOVANIE**

Veľmi pekne ďakujem doc. Ing. Michalovi Kabrhelovi, Ph.D. za podnetné a cenné rady, v priebehu pravidelných konzultácií. Ďalej by som chcel poďakovať za technickú podporu projektantom a zástupcom oslovených spoločností.

V Prahe dňa.....

.....

Bc. Denis Smižanský

## **ABSTRAKT**

Predmetom diplomovej práce je poskytnúť prehľad špecifických riešení systémov vetrania, vykurovania a chladenia vo výškových budovách. Diplomová práca sa skladá z dvoch hlavných častí, a to technického riešenia systémov vykurovania, chladenia a vetrania pre vybrané typické podlažie, a štúdie výškových budov, vrátane analýzy zvolených variant riešení systémov pre úpravu vnútorného prostredia.

Prvá polovica teoretickej časti tejto diplomovej práce sa venuje popisom charakteristických prvkov systémov pre úpravu vnútorného prostredia a ich typických technických riešení. V druhej polovici teoretickej časti sú popísané konkrétne riešenia systémov vo vybraných výškových budovách troch európskych metropol. Na základe získaných znalostí sú v poslednej kapitole navrhnuté a porovnávané varianty systémov vetrania, vykurovania a chladenia pre administratívnu časť výškovej budovy. Porovnávanie zahŕňa centrálny vzduchotechnický systém s decentrálnym a veľkoplošný stropný vykurovací a chladiaci systém s mokrou a so suchou montážou.

Projekt, zameraný na riešenie typického podlažia a súvislostí spojených s výškovými budovami zahŕňa rozšírenú technickú správu, výkresovú dokumentáciu a prílohy. V rámci práce je spracovaný 3D model centrálného vzduchotechnického systému, kde je riešená koordinácia vzduchotechnického potrubia v technickom podlaží.

## **KLÚČOVÉ SLOVÁ**

Výškové budovy, vzduchotechnika, vytápění, chlazení, klimatizace, HVAC

## **ABSTRACT**

The subject of this thesis is to provide an overview of specific solutions for ventilation, heating and cooling systems in high-rise buildings. The thesis consists of two main parts, i.e. technical solution of heating, cooling and ventilation systems for a particular typical floor, and a study on high-rise buildings, including analysis of selected variants of system solutions for improving indoor environmental quality.

The first half of the theoretical part is devoted to descriptions of the HVAC systems' characteristic elements and typical technical solutions. The second half of the thesis describes specific solutions of the systems in selected high-rise buildings in three European metropolises. In the last chapter variants of ventilation, heating and cooling systems for the office part of the high-rise building are designed and compared based on the acquired knowledge. The comparison consists of central and decentral ventilations system and radiant cooling ceiling system by wet and dry installation.

The project, focusing on the solution of a typical floor and the contexts associated with high-rise buildings, includes an extended technical report, drawing documentation and attachments. Moreover the thesis includes a 3D model of the central ventilation system, addressing the coordination of the ventilation ductwork in the technical floor.

## **KEY WORDS**

High-rise buildings, ventilation, heating, cooling, air conditioning, HVAC

## ÚVOD

Výškové budovy sú považované za veľmi špecifickú kategóriu stavieb, a to z hľadísk stavebných, konštrukčných, technologických, prevádzkových a technických zariadení budov.

V dnešnej dobe je výstavba výškových budov trendom, ktorý neustále nabera na obľúbenosti. Všeobecne sa vyskytujú skôr vo veľkomestách, avšak z dôvodu zvyšovania hustoty osídlenia v spojení s obmedzenejšou dostupnosťou pozemkov a zvyšovaním ich cien, možno do budúcnosti očakávať, že výškové budovy budú viac stavané aj v menších mestách. Okrem toho hrajú v budovaní výškových budov svoju úlohu aj neustále sa zlepšujúce technológie a inovácie v stavebnom priemysle.

Cieľom tejto práce je zhodnotiť špecifické riešenie TZB systémov pri výškových budovách, s ohľadom na konkrétne spojitosti a skutočnosti významné pri ich navrhovaní a vytvoriť tak prehľad o najdôležitejších aspektoch pri výstavbe výškových budov vzhľadom na TZB systémy.

Práca sa v úvode zaoberá všeobecným popisom výškových budov a faktormi spojenými s ich výstavbou. Nasledujúca časť práce je venovaná vybraným európskym výškovým budovám. Hlavnou kapitolou tejto práce je kapitola č. 4, ktorá sa zaoberá výškovými budovami práve z pohľadu TZB systémov. 6až22



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**  
**FAKULTA STAVEBNÍ**  
**KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV**



**Řešení systému pro úpravu vnitřního prostředí ve výškových  
budovách**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**  
**A.I. ROZŠÍŘENÁ TECHNICKÁ SPRÁVA**

Vypracoval:

Bc. Denis Smižanský

Vedoucí práce:

doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D.

2022/2023

# OBSAH

ÚVOD .....	- 7 -
<b>A.1. PODKLADY A DATA .....</b>	<b>1</b>
1.1. POPIS OBJEKTU .....	1
1.2. PODKLADY PRE VYPRACOVANIE DOKUMENTÁCIE .....	2
1.3. ZÁKLADNÉ A VSTUPNÉ ÚDAJE A PARAMETRE NÁVRHU .....	2
1.4. POUŽITÝ SOFTWARE .....	4
<b>A.2. KONCEPČNÉ RIEŠENIE HVAC JEDNOTLIVÝCH ČASTÍ BUDOVY .....</b>	<b>4</b>
2.1. ADMINISTRATÍVNA ČASŤ .....	4
2.2. REŠTAURÁCIA .....	5
2.3. HOTEL .....	5
2.4. VÝŤAHOVÉ LOBBY .....	5
2.5. TECHNICKÉ MIESTNOSTI .....	6
2.6. ŠACHTY VÝŤAHOV .....	6
2.7. SCHODISKO .....	7
2.8. HROMADNÉ GARÁŽE .....	7
<b>A.3. TECHNICKÉ RIEŠENIE VETRANIA ADMINISTRATÍVNEJ ČASTI .....</b>	<b>8</b>
3.1. POPIS NAVRHNUTÉHO SYSTÉMU .....	8
3.2. ROZDELENIE DISTRIBÚCIE VZDUCHU .....	8
POPIS VZDUCHOTECHNICKÝCH ZARIADENÍ .....	9
3.3. AHU01; AHU02; AHU03; AHU04 .....	9
3.3.1. <i>Vetrание kancelárskeho priestoru .....</i>	<i>9</i>
3.3.2. <i>Zasadacie miestnosti .....</i>	<i>10</i>
3.3.3. <i>Vetrание chodieb .....</i>	<i>10</i>
3.3.4. <i>Čajová kuchynka .....</i>	<i>10</i>
3.4. AHU05; AHU06 .....	10
3.4.1. <i>Vetrание hygienických zariadení .....</i>	<i>11</i>
3.4.2. <i>Vetrание schodiska, výťahového lobby a pridružených miestností .....</i>	<i>11</i>
3.5. POTRUBIE .....	11
3.6. IZOLÁCIA POTRUBIA .....	12
3.7. PROTIHLUKOVÉ OPATRENIA .....	12
3.8. PROTIPOŽIARNE OPATRENIA .....	13
3.9. ÚVEDENIE DO PREVÁDZKY .....	13
3.10. MONTÁŽ, PREVÁDZKA A ÚDRŽBA .....	13
3.11. POŽIADAVKY NA NADVÄZUJÚCE PROFESIE .....	14

3.11.1.	<i>Stavba</i> .....	14
3.11.2.	<i>Vykurovanie a chladenie</i> .....	14
3.11.3.	<i>ZTI</i> .....	14
3.11.4.	<i>Meranie a regulácia</i> .....	14
3.11.5.	<i>Silnoprúdová elektrotechnika</i> .....	15
<b>A.4.</b>	<b>TECHNICKÉ RIEŠENIE VYKUROVANIA A CHLADENIA ADMINISTRATÍVNEJ ČASTI</b> .....	<b>16</b>
4.1.	ZDROJ TEPLA .....	16
4.2.	TEPELNÁ BILANCIA ADMINISTRATÍVNEJ ČASTI BUDOVY .....	16
4.3.	ZDROJ CHLADU .....	16
4.4.	BILANCIA POTREBY CHLADU ADMINISTRATÍVNEJ ČASTI BUDOVY .....	17
4.5.	DISTRIBÚCIA TEPLA A CHLADU - ROZDELENIE OKRUHOV VYKUROVANIA A CHLADENIA .....	18
4.6.	ROZVODY VYKUROVANIA A CHLADENIA.....	18
4.7.	KONCOVÉ PRVKY.....	20
4.7.1.	<i>Vykurovacie / chladiace stropy</i> .....	20
4.7.2.	<i>Kazetová jednotky typu fancoil</i> .....	21
4.8.	MERANIE SPOTREBY VYKUROVANIA A CHLADENIA .....	21
4.9.	TEPELNOTECHNICKÉ POŽIADAVKY NA TEP. IZOLÁCIU ROZVODOV VYKUROVACEJ VODY .....	21
4.10.	TEPELNOTECHNICKÉ POŽIADAVKY NA TEP. IZOLÁCIU ROZVODOV CHLADIACEJ VODY .....	21
4.11.	TLAKOVÁ OCHRANA SYSTÉMU .....	21
4.12.	OCHRANA PROTI HLUKU A VIBRÁCIÁM.....	22
4.13.	PODMIENKY UVEDENIA SYSTÉMOV DO PREVÁDZKY .....	22
4.13.1.	<i>Montáž</i> .....	22
4.13.2.	<i>Skúška tesnosti</i> .....	22
4.13.3.	<i>Vykurovacia skúška</i> .....	22
4.13.4.	<i>Údržba a kontrola</i> .....	22
4.14.	POŽIARNA OCHRANA .....	22
4.15.	POŽIADAVKY NA NADVÄZUJÚCE PROFESIE .....	23
4.15.1.	<i>Stavba</i> .....	23
4.15.2.	<i>ZTI</i> .....	23
4.15.3.	<i>Vetranie</i> .....	23
4.15.4.	<i>Meranie a regulácia</i> .....	23

## **A.1. PODKLADY A DATA**

### **1.1. Popis objektu**

Stavba má päť podzemných a štyridsaťštyri nadzemných podlaží. Budova je využívaná dvomi účelmi, a to ako priestory hotela a administratívne priestory. Spodná stavba slúži ako hromadné parkovisko, zásobovací dvor a je tam vymedzený priestor pre technické zázemie. Prvé dve nadzemné podlažia tvorí vstupná hala, ktorá je členená na dve samostatné zóny pre hotelovú a pre administratívnu časť. Tretie nadzemné podlažie je vymedzené pre reštauračný priestor a zázemie zamestnancov hotelu. Vzhľadom k celkovej výške objektu je na 16.NP a 44.NP vyhradený priestor pre technické zázemie, tak ako aj plochá strecha budovy je využitá pre technické zariadenia a inštalačné rozvody. Hotelová časť začína štvrtým nadzemným podlažím a posledné podlažie s týmto účelom je devätnáste. Administratívna časť je uvažovaná od 20.NP do 43.NP, kde každé podlažie je vybavené hygienickým zázemím a prípravou pre čajové kuchynky.

Konštrukčný systém je kombinovaný, skeletový bez rámu s rozponom stĺpov 9 metrov. Stenové jadro budovy je centrálné umiestnené. Budova má pôdorysné rozmery 65x25 metrov pričom špecifickou vlastnosťou objektu je, že od tretieho nadzemného po pätnáste nadzemné podlažie je pôdorys budovy zmenšený na lichobežníkový tvar o rozmeroch 46x25 metrov. Od 16.NP sa pôdorys nosnej železobetónovej dosky vracia k rozmerom 65x25 metrov, pričom časť budovy stojí na masívnych stĺpoch.

Obvodový plášť budovy má primárne tepelne-izolačnú, ochrannú a akustickú funkciu. Je použitý systém presadeného ľahkého obvodového plášťa, ktorý je závesný na nosných stropných doskách. Vzhľadom k veľkému pomeru použitých presklených plôch je uvažovaný systém automatického slnečného tienenia.

Koncepčný návrh systémov vykurovania, chladenia a vetrania administratívnej časti a jej typického podlažia je predmetom praktickej časti diplomovej práce. Typické podlažie je koncipované maximálne pre štyri samostatne využiteľné zóny, ktoré sú pripravené pre budúcich nájomcov.

## 1.2. Podklady pre vypracovanie dokumentácie

Slepé výkresy podlaží, výkres strechy a rezy budovy. Podklady a technické špecifikácie od výrobcov technických zariadení.

Použité normy a právne predpisy v aktuálnom znení:

- ČSN 12 7010 (Změna-Z1 2016) – Vzduchotechnická zařízení - Navrhování větracích a klimatizačních zařízení - Obecná ustanovení
- ČSN EN 16798-1 (08/2020) - Energetická náročnost budov - Větrání budov - Část 1: Vstupní parametry vnitřního prostředí pro návrh a posouzení energetické náročnosti budov s ohledem na kvalitu vnitřního vzduchu, tepelného prostředí, osvětlení a akustiky - Modul M1-6
- ČSN EN 16789-3 (03/2020) – Energetická náročnost budov - Větrání budov - Část 3: Pro nebytové budovy - Výkonové požadavky na větrací a klimatizační systémy místností (Moduly M5-1, M5-4)
- ČSN 73 0802 ed.2 (10/2020) – Požární bezpečnost staveb – nevýrobní objekty
- ČSN EN 81-20 ed. 2. (2021) - Bezpečnostní předpisy pro konstrukci a montáž výtahů - Výtahy pro dopravu osob a nákladů - Část 20: Výtahy pro dopravu osob a osob a nákladů
- ČSN EN 12828+A1 (2014): Tepelné soustavy v budovách – Navrhování teplovodních otopných soustav
- ČSN 73 0802 ed.2 (10/2020) – Požární bezpečnost staveb – nevýrobní objekty
- ČSN 06 0310 (2014): Tepelné soustavy v budovách – Projektování a montáž
- ČSN 73 0540-1 (2005): Tepelná ochrana budov - Část 1: Terminologie
- ČSN 73 0540-2 (2011): Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky
- ČSN 73 0540-3 (2005): Tepelná ochrana budov - Část 3: Návrhové hodnoty veličin
- ČSN 73 0540-4 (2005): Tepelná ochrana budov - Část 4: Výpočtové metody
- Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací

## 1.3. Základné a vstupné údaje a parametre návrhu

### Návrhové klimatické hodnoty (ČSN EN 12831-1)

Mesto: Praha

Zemepisná šírka: 50° 02' 58.3" N

Zemepisná dĺžka: 14° 26' 17.0" E

Letná návrhová teplota: – suchý teplomer 32 °C

Letná návrhová teplota: – mokrý teplomer 20,5 °C

Zimná návrhová teplota: - suchý teplomer -15 °C

Zimná návrhová relatívna vlhkosť vzduchu: 95 %

Nadmorská výška: ±0,000 = 268,2m v BpV

### Tepelne technické vlastnosti budovy

Obvodová stena (nad povrchom)	súčiniteľ prestupu tepla 0.19 W/(m <sup>2</sup> .K)
Obvodová stena (pod povrchom)	súčiniteľ prestupu tepla 0.3 W/(m <sup>2</sup> .K)
Strecha	súčiniteľ prestupu tepla 0.12 W/(m <sup>2</sup> .K)
Podlahy medzi vykurovaným a nevykurovaným priestorom	súčiniteľ prestupu tepla 0.24 W/(m <sup>2</sup> .K)
Podlaha priláhlá k zemine	súčiniteľ prestupu tepla 0.3 W/(m <sup>2</sup> .K)
Vnútna stena medzi vykurovaným a nevykurovaným priestorom	súčiniteľ prestupu tepla 0.40 W/(m <sup>2</sup> .K)
Vnútna stena a strop medzi vyk. a temperovaným priestorom	súčiniteľ prestupu tepla 0.75 W/(m <sup>2</sup> .K)
LOP - celok	súčiniteľ prestupu tepla 0.9 W.m-2.K-1
Solárny faktor zasklenia	$g \leq 0.35$ (tieniaci súčiniteľ $s=0.40$ )
Solárny faktor čierneho zasklenia	$g \leq 0.16$ (tieniaci súčiniteľ $s=0.18$ )
Trojvrstvový Profilit	$g \leq 0.31$ (tieniaci súčiniteľ $s=0.36$ )
	súčiniteľ prestupu tepla 0.7 W.m-2.K-1

### Návrhové parametre vnútorného prostredia

Typ priestoru	Obsadenosť	Doba obsadenosti	Interiérová teplota v lete	Interiérová teplota v zime	Max. vlhkosť SUP vzduchu v lete	Min. relatívna vlhkosť SUP vzduchu zime	Hladina akustického tlaku	Výmena vzduchu			Vnútnom tepelné zisky					
								SUP	ETA	Eudia	Techn.	Osv.				
	m <sup>2</sup> / osobu	hod	°C	°C	g / kg s.v.	%	dB(A)	m <sup>3</sup> /h na osobu	výmena / h	m <sup>3</sup> / h	Číselné W / osobu	Latentné W / osobu	W / m <sup>2</sup>	W	W / m <sup>2</sup>	
Kanc. - fasádny modul	1-1,5 osob	8-20	25±1	22±1	8,5	30	45	40	-	-	72	60	-	100	12	
Zasadačka	3	8-20	25±1	22±1	8,5	30	45	30	-	-	72	60	5	-	12	
Chodba	-	8-20	15	15	-	-	50	-	0,5	-	72	60	-	-	12	
Kuchyňa	2 os	8-20	18	18	-	-	50	-	-	100	72	60	10	-	12	
Výťahové lobby	5	6-22	25±1	22±1	-	-	50	-	0,2	-	82	79	-	-	-	
Schodisko	-	6-22	18	18	-	-	50	-	0,1	-	-	-	-	-	-	
Hygienické zariadenia	WC	-	6-22	18	18	-	-	50	-	-	50	-	-	-	-	
	Pisoár	-	6-22			-	-	50	-	-	25	-	-	-	-	-
	Umývadlo	-	6-22			-	-	50	-	-	35	-	-	-	-	-
	Sprcha	-	6-22			-	-	50	-	-	100	-	-	-	-	-
Technická miestnosť		6-22			-	-	50	-	0,5	-	-	-	-	-		

## 1.4. Použitý software

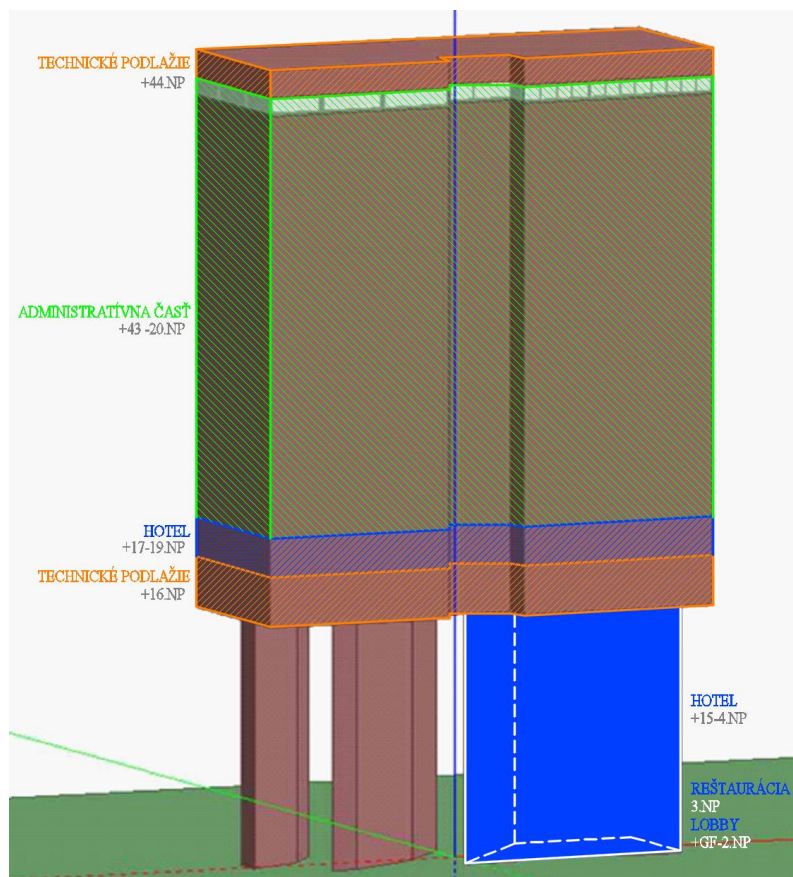
DDS-CAD 17

AutoCAD 2022

DesignBuilder

Microsoft Excel

## A.2. Konceptné riešenie HVAC jednotlivých častí budovy



Obrázok č. 1 Model riešenej výškovej budovy, Design Builder [vytvorené autorom]

### 2.1. Administratívna časť

Vykurovanie a chladenie je zaistené pomocou vykurovacích, resp. chladiacich stropov. Navrhnutý je mokrý proces, podmietská inštalácia. Pre zaistenie bezpečného prostredia z hľadiska rosného bodu je v režime chladenia navrhnutý upravený vzduch systémom núteného vetrania o teplote 25 °C a relatívnej vlhkosti v rozmedzí 30-45%. V prípade nedostatočného chladiaceho výkonu bude miestnosť doplnená fan-coil jednotkami.

Vetranie je zabezpečené vzduchotechnickými jednotkami, ktoré zaistia filtráciu, chladenie, ohrev, zvlhčenie a ovlhčenie požadovaného množstva prívodného vzduchu a odvod znehodnoteného vzduchu. Rozvody prívodného vzduchu sú vedené v podhl'ade a pre distribúciu vzduchu do miestností sú navrhnuté vzduchotechnické štrbiny. Odvádzaný vzduch z jednotlivých kancelárií je cez prefukové mriežky s útlmom hluku centrálne odvádzaný na chodbách. Časť vzduchu je odvádzaná z hygienického zázemia a čajovej kuchynky. Pre vetranie administratívnej časti je zvolená metóda uplatňujúca limitné koncentrácie znečisťujúcej látky. Ako indikátor obsadenosti je použitá koncentrácia CO<sub>2</sub> a východiskový limit je odporúčaný 600 ppm (10l/s vonkajšieho vzduchu na osobu). Typické podlažie je pripravené pre nájomcov v stave shell & core, kde z hľadiska úpravy vnútorného prostredia je pripravená vzduchová rezerva a systém vykurovania a chladenia s modulovým riešením. Táto príprava systémov pre stav shell & core je zobrazená v koordinačnom výkrese „CO.01 – Pôdorys typického podlažia – pripravenosť typického podlažia“.

## **2.2. Reštaurácia**

Priestory reštaurácie budú vybavené prípojkami pre vodné chladenie a vykurovanie. Dimenzovanie prípojok a zdrojov tepla a chladu nie je súčasťou tejto diplomovej práce, ako ani návrh vetrania tohto priestoru. Konceptne je priestor uvažovaný so samostatnou vzduchotechnickou jednotkou, ktorá zaistí filtráciu, ohrev a chladenie čerstvého vzduchu, a tým splní hygienické požiadavky. Odvod znehodnoteného vzduchu je uvažovaný s vyústením nad strechu budovy.

## **2.3. Hotel**

Jednotlivé hotelové izby budú vykurované a chladené za pomoci indukčných jednotiek s vodným výmenníkom pre chladenie a vykurovanie. Indukčná jednotka slúži zároveň pre distribúciu privádzaného vzduchu.

## **2.4. Výt'ahové lobby**

Vykurovanie a chladenie je zabezpečené štvor-trubkovými kazetovými jednotkami typu fan-coil. Priestor je vetraný riadeným systémom v miernom pretlaku.

Vo výškových budovách je vhodné zistiť tlakové pomery pre rôzne klimatické podmienky. Na základe tlakových pomerov sa riadeným vetraním priestor tlakovo vyváži.



Cieľom je vymedzenie negatívnych vplyvov komínového efektu. Návrh systému nie je súčasťou tejto diplomovej práce.

## **2.5. Technické miestnosti**

V technických miestnostiach je vetranie zabezpečené núteným systémom vetrania. V prípade požiadavky na chladenie týchto priestorov bude použitý multi-splitový chladivový systém. Technické miestnosti v spodnej stavbe budú mať umiestnené jednotky v priestoroch hromadných garáží, a v prípade technických miestností situovaných v 16.NP a 44.NP sú vonkajšie jednotky umiestnené vo vonkajších priestoroch podlažia, ktoré sú vymedzené pre tieto zariadenia.

## **2.6. Šachty výťahov**

### **Prevádzkové vetranie**

Tieto priestory sú špecifické a nie sú určené pre vetranie iných priestorov budovy. Vetranie výťahových šacht sa aktuálne navrhuje podľa ČSN EN 81-20 ed. 2, kde sú popísané rôzne faktory, ktoré majú vplyv na finálny návrh a požadovaný prietok vzduchu. Obecne sa využíva systém nafukovania v najnižšom bode výťahovej šachty, ale zároveň kvôli eliminácii šírenia škodlivín z hromadných garáží je prívod navrhovaný v prvom nadzemnom podlaží. Odvod vzduchu je v najvyššom mieste výťahovej šachty vyvedený potrubím nad strechu budovy so zakončením protidažďovou žalúziou.

### **Požiarne vetranie šachty evakuačného výťahu**

Pre prípad požiaru je nutné navrhnúť výmenu vzduchu, ktorá zabezpečuje pretlakové vetranie evakuačného výťahu a minimálnu výmenu vzduchu  $15h^{-1}$ , pri pretlaku vzduchu medzi chránenou únikovou cestou, predsieňou a príslušnými požiarnymi úsekmi podľa požiadaviek PBŘS. Takýto návrh prebieha odovzdaním technickej dokumentácie osobe, ktorá sa zaoberá protipožiarnym predpisom miestnych budov.

Vetranie zabezpečí ventilátor umiestnený v najnižšom poschodí v 5. PP. Výfuk vzduchu z evakuačného výťahu je najvyššom mieste výťahovej šachty vyvedený potrubím nad strechu budovy so zakončením protidažďovou žalúziou. Tieto žalúzie sú navrhnuté na požadovaný pretlak.

## **2.7. Schodisko**

### **Prevádzkové vetranie**

Prevádzkové vetranie schodiska je navrhnuté s ohľadom na minimálne hygienické požiadavky. Intenzita vetrania je učená na  $0,1h^{-1}$ . Distribúcia čerstvého vzduchu je výškovo rozdelená, a prívodný tanierový ventil je umiestnený každých osem podlaží.

### **Požiarne vetranie CHÚC**

Požiarne ventilátory s požadovanými menovitými údajmi zaisťujú pretlakové vetranie chránenej únikovej cesty. Kritéria sú určené projektom PBŘS, ktorý nie je súčasťou tejto diplomovej práce. Podľa požiadaviek PBŘS sú zariadenia napájané náhradnými zdrojmi. Signálom od EPS zaisťujú zapnutie prívodných ventilátorov, signalizáciu chodu zariadenia a signalizáciu poruchových stavov. Pri chode zariadenia musia byť zatvorené požiarne klapky do susedných požiarnych úsekov

## **2.8. Hromadné garáže**

### **Prevádzkové vetranie**

Prevádzkové vetranie je uvažované núteným vetraním prívodného a odvodného vzduchu. Odvádzaný vzduch z hotelovej časti bude využitý pre prívod vzduchu v hromadných garážach. Pre prípady kritických klimatických podmienok bude potrubie vybavené elektrickým ohrievačom. Kvôli úspore miesta a nákladov môžu byť využité rozvody požiarneho vetrania pre prívodný a odvodný vzduch. Toto potrubie ústi nad strechou objektu.

### **Požiarne vetranie**

Pre všetky podlažia bude navrhnuté požiarne odvetranie dymu a tepla podľa platnej legislatívy ČSN 73 6058. Pre tento účel budú využité prívodné a odvodné ventilátory o požadovanej požiarnej triede.

### **Havarijné vetranie**

V prípade povolenia vstupu vozidiel na alternatívne paliva CNG,LPG alebo elektrickú energiu bude zaistené havarijné vetranie podľa platnej legislatívy ČSN 73 6058.

**Návrh koncových prvkov a návrh distribučnej sústavy systému popísaných v podkapitole 2.2; 2.3; 2.5-2.8 nie je súčasťou tejto diplomovej práce.**

## A.3. TECHNICKÉ RIEŠENIE VETRANIA ADMINISTRATÍVNEJ ČASTI

### 3.1. Popis navrhnutého systému

Privádzaný čerstvý vzduch je upravovaný jednotkami, ktoré sú umiestnené v technických podlažiach na 16.NP a 44.NP. Pre nasávaný a vyfukovaný vzduch je v rámci technického podlažia vytvorená lodžia, ktorá je tepelne a akusticky izolovaná od zvyšnej časti budovy. Vzduch je nasávaný alebo vyfukovaný skrz proti-dažďové žalúzie, ktoré sú integrované do fasády a nenarušujú celkový vzhľad budovy. Z technických podlaží je upravený vzduch privádzaný jadrom budovy pre jednotlivé podlažia. Systém zásobovania privádzaného a odvádzaného vzduchu je zabezpečovaný pre južnú a severnú časť samostatnými vzduchotechnickými jednotkami, ktoré zabezpečujú požadovanú kvalitu vnútorného vzduchu (IAQ). Systém vetrania je na úrovni technickej pripravenosti „Shell and core“ a na typickom podlaží sú pripravené odbočky z inštalačnej šachty ukončené požiarnou klapkou. Umiestnenie koncových a regulačných prvkov s potrubím je navrhované na základe priestorových požiadaviek budúceho nájomcu. Návrh distribučných elementov a rozdelenia priestoru na zóny musí dodržiavať modulový fasádny systém.

### 3.2. Rozdelenie distribúcie vzduchu

Kancelárska časť budovy (20.NP až 43.NP) je zásobovaná dvomi jednotkami s tesným doskovým rekuperačným výmenníkom a celkovo štyrmi jednotkami s entalpickým regeneračným výmenníkom. Základné parametre jednotiek a ich umiestnenie je vidieť v tabuľke č. 1.

Zóna	Označenie	Typ ZZT	Prietok vzduchu		Rozmery
		Umiestnenie AHU	SUP* [m <sup>3</sup> /h]	ETA* [m <sup>3</sup> /h]	š*d*v [m]
20.NP -	AHU 01	Rotačný - 16.NP	34560	26700	2,5*6,88*4,24
	AHU 02	Rotačný - 16.NP	33750	27240	2,5*6,88*4,24
31.NP	AHU 05	Doskový - 16.NP	3210	10980	1,22*5,8*2,33
32.NP -	AHU 03	Rotačný - 44.NP	33600	25200	2,5*6,88*4,24
	AHU 04	Rotačný - 44.NP	34560	24000	2,5*6,88*4,24
43.NP	AHU 06	Doskový - 44.NP	3060	10880	1,22*5,8*2,33

*Tabuľka č. 1 Prehľad vzduchotechnických jednotiek pre kancelársku časť*

\*SUP – privádzaný vzduch, ETA – odvádzaný vzduch

## POPIS VZDUCHOTECHNICKÝCH ZARIADENÍ

### 3.3. AHU01; AHU02; AHU03; AHU04

Vzduchotechnické jednotky splňujú ErP 2018 (Ecodesign) podľa Nařízení komise (EU) č. 1253/2014 a sú zložené z nasledujúcich častí:

Komory privádzaného vzduchu:

- Tlmiaca vložka, uzatváracia klapka, filter F7, rotačný rekuperátor, zmiešavacia klapka, prívodný ventilátor, vodný ohrievač, vodný chladič, eliminátor kvapiek, parný zvlhčovač

Komory odvádzaného vzduchu:

- Tlmiaca vložka, filter M5, odvodný ventilátor, uzatváracia klapka

Jednotka je dimenzovaná na zvlhčovanie vzduchu o relatívnej vlhkosti 45%, pri 22 °C. Z hľadiska energetickej úspory je možné túto požiadavku zanedbať a stanoviť limitnú hodnotu relatívnej vlhkosti 30%. Pre podrobnejšie parametre vzduchotechnickej jednotky, viď príloha C.8 „*vzduchotechnické jednotky*“.

### **Vzduchotechnické jednotky zabezpečujú výmenu vzduchu pre nasledujúce priestory:**

#### 3.3.1. Vetranie kancelárskeho priestoru

Rozvody prívodného vzduchu sú vedené v podhl'ade. Pre distribúciu privádzaného vzduchu sú použité štrbinové výustky, ktorých lamely sú nastavené na horizontálny prietok vzduchu. Pre zabezpečenie správneho prúdenia vzduchu, sú štrbinové výustky umiestnené po obvode fasáde. Takýmto umiestnením sa zároveň eliminuje orosenie veľkých presklených plôch a zabezpečí požadovanú rýchlosť prúdiaceho vzduchu v pobytovej zóne.

Privádzaný vzduch je pre jednotlivé zóny riadený obsadenosťou, pričom výstupnou hodnotou je koncentrácia oxidu uhličitého. Tento parameter bude udržiavaný automatickou reguláciou v intervale 600-1000ppm. Typické podlažie je rozdelené do štyroch zón, kde každá zóna je vybavená centrálnym odťahom odvádzaného vzduchu. Časť vzduchu je odvádzaná z hygienických zariadení a čajovej kuchynky. Hodnota skutočného objemu privádzaného vzduchu, pre konkrétnu časť podlažia je prenášaná do regulátora odvádzaného vzduchu, ktorý slúži ako centrálny odvod pre túto zónu. Týmto spôsobom je prietok odvádzaného vzduchu riadený prietokom privádzaného vzduchu a zároveň je zabezpečený požadovaný tlakový pomer.

Podrobný náhľad návrhu štrbinových výustiek, tj. akustické parametre, rýchlosti šírenia vzduchu a dispozičný tlak prvkov je obsiahnutý v prílohe C.7 „*Navrhnuté prvky systému*“.

### **3.3.2. Zasadacie miestnosti**

Zasadacie miestnosti sú navrhnuté rovnakým spôsobom ako vetranie kancelárskych priestorov. Vzhľadom k väčšej obsadenosti na m<sup>2</sup> je v rámci typického podlažia navrhnutá stúpačka so vzduchovou prípravou pre tento prípad. Množstvo prietoku vzduchu je pre kancelárske a zasadacie miestnosti regulované na základe obsadenosti a koncentrácie CO<sub>2</sub>.

### **3.3.3. Vetranie chodieb**

Privádzaný vzduch je z jednotlivých kancelárií odvádzaný cez prefukové akustické mriežky, ktoré eliminujú prenos hluku medzi jednotlivými zónami. Tento vzduch je privádzaný do inštalačného kanálu (priestor vytvorený v podhl'ade chodby) odkiaľ je distribuovaný cez koncovku vírivého anemostatu do priestoru chodby. Vzduch z chodby je čiastočne odvádzaný do hygienického zázemia alebo jedným zo štyroch centrálnych odvodov, ktoré sú situované na chodbe. Centrálny od'ah funguje pre každú časť podlažia samostatne a od'ahové potrubie je skryté za architektonickú mriežku o požadovanej prietokovej ploche. Rozmiestnenie a počet prefukových elementov je navrhnutý pre každé podlažie individuálne. V prípade fasády s riadenými otváracími krídlami s mechatronickým kovaním toto riešenie umožňuje režim automatického nočného chladenia kancelárskych miestností.

### **3.3.4. Čajová kuchynka**

Priestor čajovej kuchynky je vetraný podtlakovo, vzduch je privádzaný z chodby cez prefukový element a odvádzaný tanierovou výustkou. Každá odbočka je regulovaná mechanickým samočinným regulátorom, ktorý je určený pre vyváženú vetvu s konštantným prietokom. Na päte stúpačky je umiestnený regulátor konštantného prietoku pre zabezpečenie požadovaného prietoku vzduchu na každom podlaží.

## **3.4. AHU05; AHU06**

Vzduchotechnické jednotky spĺňajú ErP 2018 (Ecodesign) podľa Nařízení komise (EU) č. 1253/2014, a sú zložené z nasledujúcich častí:

Komory privádzaného vzduchu:

- Tlmiaca vložka, uzatváracia klapka, filter F7, doskový rekuperátor, zmiešavacia klapka, prívodný ventilátor, vodný ohrievač, vodný chladič, eliminátor kvapiek, parný zvlhčovač

Komory odvádzaného vzduchu:

- Tlmiaca vložka, filter M5, odvodný ventilátor, uzatváracia klapka

Pripojenie odtoku kondenzátu bude realizované cez sifóny umiestnené priamo pri jednotke, ktoré je nutné zabezpečiť. Je nutné dodržať predpísanú výšku sifónu a každý odvod kondenzátu musí mať vlastný sifón. Pre podrobnejšie parametre vzduchotechnickej jednotky, vid' príloha C.8 „vzduchotechnické jednotky“.

**Vzduchotechnické jednotky zabezpečujú výmenu vzduchu pre nasledujúce priestory:**

#### **3.4.1. Vetranie hygienických zariadení**

Tieto priestory sú vetrané podtlakovo a privádzaný vzduch je prevzatý z pridruženej chodby cez prefukový element. Množstvo odvádzaného vzduchu je stanovené na hygienické minimum vzhľadom na počet sanitárnych zariadení. Znehodnotený vzduch je odvádzaný tanierovou výustkou do stúpačky, ktorá je regulovaná regulátorom konštantného prietoku vzduchu. Jednotlivé odbočky sú regulované mechanickým samočinným regulátorom, ktorý je určený pre vyváženie vetvy s konštantným prietokom.

#### **3.4.2. Vetranie schodiska**

Prevádzkové vetranie schodiska je navrhnuté tak, že každých 6 podlaží sa cez tanierový ventil do schodiskového priestoru privádza hygienické minimum ( $0,1h^{-1}$ ) upraveného vzduchu. Týmto je navrhnuté pretlakové vetranie

#### **3.5. Potrubie**

Potrubie je dimenzované tak, aby tlaková strata nepresahovala 1 Pa/m v rovnom úseku. Vzduchová príprava pre typické podlažie bola učená na 5680 m<sup>3</sup>/h (podľa kritéria: 6 m<sup>2</sup>/osobu kancelária; 3m<sup>2</sup>/osobu zasadacia miestnosť), ktorá je rovnomerne rozdelená v štyroch stúpačkách. Vetve potrubia na typickom podlaží a koncové prvky sú dimenzované na 40 m<sup>3</sup>/h privádzaného vzduchu pre osobu. Pre zasadacie miestnosti je navrhnutá vzduchová príprava 320 m<sup>3</sup>/h. Táto príprava je navrhnutá pre každú zo štyroch zón typického podlažia. Hlavné zvislé a vodorovné rozvody sú realizované z štvorhranného potrubia, ktoré

bude spojované pomocou prírubových spojov s tesnením. Vedľajšie vetvy a niektoré hlavné rozvody sú navrhnuté z kruhového spiro potrubia z pozinkovaného plechu. Toto vzduchotechnické potrubie bude zavesené na stropnej konštrukcii pomocou natákových hmoždínok určených do betónu, závitových tyčí a nosníkov. Počet nosných montážnych bodov zvolí montážna firma na základe váhy potrubia.

Koncové distribučné prvky sú napojené ohybným tlmiacim potrubím. Rozvody vzduchotechnického potrubia sú vedené v pohľade, a v prípade kríženia potrubia nedochádza ku zníženiu svetlej výšky v miestnosti.

### **3.6. Izolácia potrubia**

Rozvody prívodného vzduchu, ktoré sú vedené šachtami budú tepelne izolované izoláciou z minerálnej vlny o hrúbke 40mm. Rozvody primárneho vzduchu na typických podlažiach s tepelne upraveným vzduchom sú chránené tepelnou izoláciou z minerálnej vlny o hrúbke 30mm pre elimináciu zmeny teploty vzduchu v potrubí.

Pre zamedzenie rizika kondenzácie v potrubí s tepelne neupraveným vzduchom sú chránené tepelnou izoláciou z kaučuku o hrúbke 20mm.

V prípade potreby požiarnej ochrany potrubia, bude použitá izolácia a potrubie s požiarou odolnosťou podľa PBRS, resp. stupňa požiarnej bezpečnosti príslušného požiarneho úseku, ktorým dané potrubie prechádza. Potrubím s požiarou odolnosťou je myslené potrubie s požiarou izoláciou certifikované ako ucelený systém. Chránené vzduchotechnické potrubie musí byť pripevnené závesmi alebo inou nosnou konštrukciou s rovnakou alebo vyššou požiarou odolnosťou (R), ktorá zaistí stabilitu potrubia najmenej po požadovanú dobu požiarnej odolnosti tohto potrubia.

### **3.7. Protihlukové opatrenia**

Technické miestnosti, ktoré sa nachádzajú na 16.NP a 44.NP sú obklopené priestormi určenými ako kancelárske a hotelové priestory. Okolité miestnosti je nutné akusticky izolovať, aby šírenie hluku vzniknutého vzduchotechnickými zariadeniami bolo zamedzené.

Pre zariadenia, ktoré vytvárajú chvenie je nutné použiť tlmiace prvky (napr. izolátory chvenia, silentbloky), ktoré sú odporúčané a navrhnuté výrobcom zariadení.

Pre zamedzenie šírenia vyžarovaného hluku potrubím je nutné namontovať tlmiče hluku za zariadenia, ktoré tento hluk produkujú (napr. ventilátory, regulátory premenného prúdenia), tak aby hluk prúdením z koncových prvkov bol obmedzený na prípustnú hodnotu.

### **3.8. Protipožiarne opatrenia**

Prestupy potrubia požiarne deliacimi konštrukciami sú vybavené požiarnymi klapkami o potrebnej požiarnej odolnosti. Tie sú vybavené servopohonom napojeným na EPS, a v prípade vzniku požiaru dôjde k ich uzatvoreniu. Konkrétnejšie protipožiarne opatrenia sa budú riadiť podľa projektu PBŘS, ktorý nie je súčasťou tejto diplomovej práce. Použité požiarne izolácie musia byť v dostatočnej požiarnej odolnosti (podľa PBŘS) a musí byť použitý ucelený a certifikovaný systém pre požiarne izolácie.

Vetranie CHÚC schodiska nie je súčasťou diplomovej práce.

### **3.9. Uvedenie do prevádzky**

Vzduchotechnický systém je nutné regulovať a uviesť do prevádzky. Regulácia systému vzduchotechniky je riešená regulačnými prvkami nachádzajúcimi sa vo vzduchovodoch a regulačnými prvkami na koncových elementoch. Umiestnenie regulačných prvkov je zakreslené vo výkresovej dokumentácii.

Pre funkčnosť systému je nutné:

- Uvedenie vzduchotechnickej jednotky do prevádzky
- Zabezpečenie chladu, tepla a elektrickej energie pre prvky systému
- Regulácia tlaku v rozvodoch

Súčasťou uvedenia systému do prevádzky je:

- Protokol o inštalácii zariadení a zaškolení prevádzkovateľa
- Protokol o skúške chodu a zregulovania VZT zariadení
- Protokol o uvedení zariadení do prevádzky

### **3.10. Montáž, prevádzka a údržba**

Systém a každý jeho prvok musia byť usporiadané a inštalované tak, aby umožňovali energeticky účinnú a hygienickú prevádzku a údržbu. Pri montáži je nutné dbať na rozmery súčastí a jednotiek s ohľadom na následnú údržbu, čistenie, demontáž a opravy.

Taktiež je nutné dbať na pravidelnú výmenu filtrov vo vzduchotechnických jednotkách, a to podľa ČSN EN 15780. Potreba výmeny filtrov závisí na životnosti a stavu filtra. Stav filtra je možné určiť zvýšeným dispozičným tlakom v komore alebo vizuálnou kontrolou (poškodenie alebo znečistenie).



### 3.11. Požiadavky na nadväzujúce profesie

#### 3.11.1. Stavba

- Zhotovenie prestupov stavebnými konštrukciami pre vzduchotechnické potrubie s rezervou min. 50 mm na každej strane oproti skutočnému rozmeru potrubia;
- Dokončenie podhl'adov, prípadne zrealizovanie revízných otvorov pre revidovateľné prvky systému;
- Zaistenie transportnej cesty pre VZT zariadenia;
- Príprava a izolácia prestupov v obvodej konštrukcii.

#### 3.11.2. Vykurovanie a chladenie

- Profesia vykurovanie zabezpečí dostatočný výkon pre vodné výmenníky tepla podľa tabuľky č. 2.
- Profesia chladenie zabezpečí dostatočný výkon pre výmenníky tepla VZT podľa tabuľky č. 2.

Označenie jednotky	Teplo	Chladenie
	[kW]	[kW]
AHU 01	220	308
AHU 02	206	301
AHU 05	0,4	7
AHU 03	206	301
AHU 04	220	308
AHU 06	0,4	7

*Tabuľka č. 2 Potreby tepla a chladu pre vzduchotechnické jednotky*

#### 3.11.3. ZTI

- Napojenie prívodu a odvodu vody pre parné zvlhčovanie;
- Zabezpečenie odvodu kondenzátu od vzduchotechnických jednotiek. Pripojenie odtoku kondenzátu bude realizované cez sifóny umiestnené priamo pri jednotke. Je nutné dodržať predpísanú výšku sifónu, pričom každý odvod kondenzátu musí mať vlastný sifón.

#### 3.11.4. Meranie a regulácia

- Zaistenie regulácie celého systému ako celku;
- Napájanie, ovládanie a monitoring regulačných klapiek;

- Napájanie, ovládanie, monitoring a zabezpečenie požadovaných funkcií požiarnych klapiek a ventilátorov.

#### **3.11.5. Silnoprúdová elektrotechnika**

- Silové zapojenie ventilátorov, ohrievačov a zvlhčovačov.

## **A.4. TECHNICKÉ RIEŠENIE VYKUROVANIA A CHLADENIA ADMINISTRATÍVNEJ ČASTI**

### **4.1. Zdroj tepla**

Dodávka tepla bude zabezpečená prípojkom teplovodu a teplo bude predané pomocou objektovej predávacej stanice, pre ktorú je vyhradené miesto v prvom podzemnom podlaží. Projekt a dodanie prípojky, ktorá vstúpi do budovy v 1.PP, vrátane celej technológie predávacej stanice dodá poskytovateľ tepla. Uvažovaný teplotný spád, ktorý dodá poskytovateľ tepla počas vykurovacej sezóny je 80/40 °C. Menovitý tlak v potrubí na úrovni strojovni vykurovania je 16 barov na päte hlavnej stúpačky. Všetky pripájacie potrubia, armatúry a ostatné súčasti vetve v úrovni 1.PP musia vykazovať minimálnu tlakovú odolnosť PN20.

### **4.2. Tepelná bilancia administratívnej časti budovy**

Potreba tepla pre vykurovanie stropy ( $\Phi_{VYT}$ )	800 kW
Potreba tepla pre vykurovanie FCU ( $\Phi_{VYT}$ )	40 kW
Potreba tepla pre vetranie (zima + leto $\Phi_{VT}$ )	853 kW

Stanovenie prípojného tepelného výkonu pre celú budovu nie je súčasťou tejto diplomovej práce.

Tepelné straty častí typického podlažia (W/bežný meter LOP):

Zóna A 125W	Zóna C 137W
Zóna B 125W	Zóna D 137W

### **4.3. Zdroj chladu**

Dodávka chladu bude zaistená pomocou dvoch výrobníkov chladu typu voda/voda so skrutkovým kompresorom. Z dôvodu, že jednotky nebudú používané celoročne na 100% ich výkonu, bol návrh koncipovaný s ohľadom na dosiahnutie čo najvyššieho pomeru celkového chladiaceho výkonu k efektívnemu príkonu jednotky (EER). Z tohto dôvodu je prvý výrobnik chladu (VCH1), ktorý bude zásobovať vzduchotechnické jednotky a jednotky fancoil, navrhnutý s nižšou výstupnou teplotou. Druhý výrobnik chladu bude zásobovať chladiace stropy, ktoré majú vyššiu návrhovú teplotu.

Jednotky budú umiestnené v strojovni chladenia na šestnástom nadzemnom podlaží. Týmto umiestnením je dosiahnutá menšia početnosť doskových výmenníkov (zároveň

o nižšej tlakovej rade). Takéto umiestnenie zdroja zároveň skrátí celkovú dĺžku hlavných stúpačiek. Vyššie uvedené body vedú k nižšej tepelnej strate a energetickej náročnosti celého systému.

Výrobník chladu VCH1 s prívodom o teplote 5°C dodáva chlad pre 4. tlakovú zónu a zásobuje vzduchotechnické jednotky na 16.NP a fancoil jednotky pre druhú a tretiu tlakovú zónu.

Pre druhú a tretiu tlakovú zónu je určený výrobnik chladu (VCH2), ktorý bude zásobovať okruhy chladiacich stropov. Výstup z jednotky je 14°C. Okruh tohto výrobníku chladu bude vybavený doskovým výmenníkom tepla pre využitie voľného chladenia, tzv. „FREECOOLINGU“. V prípade vonkajších klimatických podmienok pri teplotách pod 13°C je prevádzka bez kondenzátoru výrobníku chladu VCH2.

Okruh, ktorý je na strane suchých chladičov bude naplnený nemrznúcou glykolovou zmesou s koncentráciou 30%. V okruhu výrobníku chladu je použité ekologické chladivo R1234ze. Pre podrobnejšie parametre výrobníkov chladu a suchých chladičov, viď príloha C.9 Zdroj chladu. Sériu dvoch suchých chladičov je umiestnená na streche budovy, kde je vyhradená plocha pre technológiu.

Na okruhu medzi suchými chladičmi a výrobníkmi chladu je menovitý tlak v potrubí na päte hlavnej stúpačky 11 barov. Všetky pripájacie potrubia, armatúry a ostatné súčasti vetve na tomto okruhu v úrovni 16.NP musia vykazovať minimálnu tlakovú odolnosť PN16.

Odpadné teplo z výrobníkov chladu je vhodné využiť pre predohrev TV v akumuláčnej nádobe (pre hotelovú časť budovy), ktorá bude vybavená elektrickou patronou. Pre tento účel je za kondenzátorom navrhnutá príprava pre trojcestný ventil, na ktorý môže byť napojená akumuláčna nádoba.

#### **4.4. Bilancia potreby chladu administratívnej časti budovy**

Maximálna okamžitá potreba chladu je stanovená na základe kritických klimatických podmienok v letnom návrhovom stave.

Potreba chladu pre stropy	1000 kW (15/19 °C)
Potreba chladu pre vetranie	1230 kW (6/12 °C)
Potreba chladu pre FCU + príprava pre zasadacie miestnosti	112,5kW (6/12 °C)

Chladiaci prívod 6 °C je navrhovaný primárne kvôli potrebe ochladovania vzduchu vo vzduchotechnických jednotkách. Teplotný spád 6/12 °C je potrebný v extrémnych teplotne-vlhkostných podmienkach, kde je maximálna záťaž kompenzovaná nízkou teplotou na chladiči (vodnom výmenníku). V období s miernejšími klimatickými podmienkami je možné uvažovať s vyššou teplotou, čím sa zaručí vyššia efektívnosť výrobníku chladu. To isté platí s prívodom chladu do stropných systémov, nižší prívod je možné uvažovať v prípade miernejších klimatických podmienkach, čím sa zvýši účinnosť systému.

#### 4.5. Distribúcia tepla a chladu - Rozdelenie okruhov vykurovania a chladenia

Vzhľadom k celkovej výške a tlakovým pomerom (hydrostatický tlak v potrubí) je budova rozdelená do tlakových pásiem, vid'. výkres č. HC.02. Rozdelenie tlakových pásiem je s cieľom dodržania tlakovej odolnosti 6 bar na koncových prvkoch (kazetových jednotkách) a jednotlivých okruhoch sálavého stropného systému.

Potreba tepla pre jednotlivé tlakové pásma		Výkonová potreba TEPLA			
		70/50°C	70/50°C	40/30°C	
Umiestnenie R/S	Koncový prvok	FCU	VZT	STROPY	celkom
	Tlakové pásmo	kW	kW	kW	kW
16.NP	2.tlakové pásmo	11,9	426,7	236,7	675,3
16.NP	3.tlakové pásmo	13,4	-	266,3	279,7
44.NP	4.tlakové pásmo	14,9	426,7	295,9	737,5

Tabuľka č. 3 Rozdelenie vykurovacieho výkonu na R/S

Potreba chladu pre jednotlivé tlakové pásma		Výkonová potreba CHLADU			
		6/12°C	6/12°C	15/19°C	
Umiestnenie R/S	Koncový prvok	FCU	VZT	STROPY	celkom
	Tlakové pásmo	kW	kW	kW	kW
16.NP	2.tlakové pásmo	33,3	614,6	295,8	943,7
16.NP	3.tlakové pásmo	37,5	-	332,8	370,3
44.NP	4.tlakové pásmo	41,7	614,6	369,7	1026,0

Tabuľka č. 4 Rozdelenie chladiaceho výkonu na R/S

#### 4.6. Rozvody vykurovania a chladenia

Z rozdeľovača/zberača bude vedené potrubie k inštaláčnym šachtám. Z inštaláčnych šacht budú vykonané odbočky do jednotlivých podlaží. Rozvody na poschodí budú vedené v inštaláčnych kanáloch, ktoré sú v podhl'ade chodieb.

Pre všetky stúpacie potrubia a hlavné rozvody v podzemných podlažiach bude použité oceľové potrubie. Pre hlavné stúpacie potrubie, ktoré distribuuje teplo a chlad na

technické podlžia je použitý modulový systém od výrobcu Victaulic. Konkrétne je navrhnutá rada Advanced Groove System (AGS).

Horizontálne rozvody chladenia a vykurovania menších dimenzií v nadzemných podlažiach budú z viacvrstvého plastového potrubia s kyslíkovou bariérou. Všetky demontovateľné spoje budú vykonané nasledovne:

- Armatúry do DN50 - závitové
- Armatúry DN65 a vyššie - prírubové a medzi prírubové

Minimálna tlaková odolnosť potrubia a prvkov sústavy je podľa tabuľky nižšie

Minimálna tlaková odolnosť		
Umiestnenie R/S	Tlaková zóna	[bar]
16.NP	2.tlaková zóna	PN6
16.NP	3.tlaková zóna	PN10
44.NP	4.tlaková zóna	PN6

Tabuľka č. 5 Rozdelenie tlakovej odolnosti súčastí vykurovacej a chladiacej sústavy

Pre tlakové vyváženie sústav vykurovania a chladenia sú navrhnuté doskové výmenníky tepla (DV.XY), ktorých umiestnenie je zobrazené na výkrese HC.01.Zoznam navrhnutých výmenníkov pre systémy:

#### **Vykurovanie:**

##### DV.01 - 2.tlaková zóna

676 kW, meďou spájkovaný výmenník  
80/55 °C, 16 kPa, PN16  
70/50 °C, 22 kPa, PN16  
Rozmery D x Š x V: 436 x 191 x 616 mm

##### DV.02 - 3.tlaková zóna

280 kW, meďou spájkovaný výmenník  
80/55 °C, 14 kPa, PN16  
70/50 °C, 20 kPa, PN16  
Rozmery D x Š x V: 216 x 191 x 616 mm

#### **Chladenie:**

##### DV.03 - 4.tlaková zóna

1024 kW, skladaný výmenník  
5/11 °C, 50 kPa, PN16  
6/12 °C, 50 kPa, PN16  
Rozmery D x Š x V: 2645 x 480 x 1981 mm

##### DV.04 - 2.tlaková zóna

332 kW, skladaný výmenník  
14/18 °C, 50 kPa, PN10  
15/19 °C, 50 kPa, PN10  
Rozmery D x Š x V: 1140 x 480 x 1885 mm

##### DV.5 - 03.tlaková zóna

28 kW, skladaný výmenník

5/11 °C, 48 kPa, PN16

6/12 °C, 48 kPa, PN16

Rozmery D x Š x V: 510 x 200 x 800 mm

V systéme bude v najvyššom mieste pre každú vetvu a odbočku inštalovaný automatický odvzdušňovací ventil, pred ktorým bude guľový kohút pre prípadnú výmenu ventilu. Rovnako bude osadený guľový kohút s vypúšťacím ventilom v najnižších miestach a zároveň na päte stúpačiek.

#### **4.7. Koncové prvky**

##### **4.7.1. Vykurovacie / chladiace stropy**

Vykurovanie a chladenie bude zaistené pomocou vykurovacích/chladiacich stropov (podomietková inštalácia). Navrhnutý systém pozostáva z plastovej vodiacej lišty, dvojitého držiaku, fixačného oblúku, spojok a plastového potrubia 10,1 x 1,1 mm. Ako pripojovacie potrubie je navrhnuté potrubie 20 x 2,0 mm. Rozvody potrubia v aktívnej vykurovacej a chladiacej ploche budú inštalované vo forme dvojitého meandru s predpokladaným rozstupom 150mm, podľa tabuľky výrobcu.

Pre zabezpečenie vyššej flexibility možnosti rozdelenia typického podlažia na menšie celky je vytvorený modulový systém. Jednotlivé vykurovacie / chladiace okruhy tvoria 1,5 m široké pásy o ploche 7,5 m<sup>2</sup>. Vytvorené moduly majú medzi sebou 150 mm medzeru, ktorá bude využívaná pre montáž osvetlenia, senzorov a ostatných prvkov mechanických a elektrotechnických profesií.

Navrhnutý systém tvorí skupinu minimálne troch okruhov, ktoré budú napojené súprúdovým zapojením (Tichelmann) na šesťcestný ventil, ktorý zaistí reguláciu a prepínanie prívodu chladiacej alebo vykurovacej vody. Každá takáto zóna je vybavená lokálnym ovládačom, kde si užívateľ vie nastaviť požadovanú teplotu a podľa toho aj režim chladenia alebo vykurovania.

Ďalším prvkom každej regulačnej zóny je systém ochrany proti tvorbe kondenzácii na stropných paneloch pre režim chladenia. Stropné vykurovanie a chladenie je navrhnuté s ohľadom na asymetriu radiačnej teploty.

#### **4.7.2. Kazetová jednotky typu fancoil**

Pre vykurovanie a chladenie výťahového lobby je použitá štvorcestná kazetová jednotka, ktorá je regulovaná šesťcestným ventilom s pohonom. Šesťcestný TA ventil meria prietok a tlakovú diferenciu, vďaka čomu je možná proporcionálna alebo trojbodová regulácia.

Pre kancelárske priestory, ktoré z dôvodu vysokej obsadenosti nebudú splňať požadovaný chladiaci výkon (zabezpečený stropným chladením), je navrhnuté dodatočné chladenie dvojcestnou kazetovou jednotkou typu fancoil s integrovaným senzorom pohybu a čerpadlom pre odvod kondenzátu. Pre tento prípad je na typickom podlaží navrhnutá kapacita potrubia pre 10kW výkonu. Jednotka je regulovaná tlakovo nezávislým regulačným ventilom s integrovaným automatickým regulátorom prietoku.

#### **4.8. Tepelnotechnické požiadavky na tep. izoláciu rozvodov vykurovacej vody**

Súčiniteľ tepelnej vodivosti (pri 0°C): max. 0,040 W/Mk

Pre vnútorné rozvody bude použitá minerálna izolácia s hliníkovou fóliou.

Referenčný výrobok: ROCKWOOL PIPO ALS,  $\lambda_{m(Pri 0\text{ }^{\circ}\text{C})}$ : 0,033 W.m-1.K-1 (DIN52613)

Rozvody vo vonkajšom prostredí budú oplechované, ako ochrana proti vtáctvu.

#### **4.9. Tepelnotechnické požiadavky na tep. izoláciu rozvodov chladiacej vody**

Súčiniteľ tepelnej vodivosti (pri 0°C): max. 0,038 W/mK

Súčiniteľ difúznej odolnosti: min. 5000

Na rozvody chladu vo vnútri budovy bude použitá kaučuková izolácia s uzavretou štruktúrou buniek zabraňujúcou prestupu pary.

Referenčný výrobok: Kaiflex ST-SK-O,  $\lambda_{m0\text{ }^{\circ}\text{C}} = 0,034\text{ W/mK}$ ;  $\mu \geq 10\ 000$

Vonkajšie rozvody budú izolované kaučukovou izoláciou, ktoré bude oplechované, ako ochrana proti vtáctvu a UV žiareniu.

#### **4.10. Tlaková ochrana systému**

K tomuto účelu sú pre každé tlakové pásmo použité hydraulické expanzné systémy, ktoré, zabezpečia konštantný a stabilný tlak a zároveň automaticky doplní vodu v prípade nedostatku alebo chráni sústavu pred preplnením.

Zvýšený objem, ktorý vzniká tepelnou rozťažnosťou v uzavretom okruhu, sa uvoľňuje cez poistné ventily do expanznej nádoby. V prípade poklesu tlaku v dôsledku nižších teplôt



zaznamenaných snímačom tlaku sa voda prečerpá späť do systému. Týmto spôsobom sa v uzavretom systéme neustále udrží stabilný a rovnomerný tlak.

#### **4.11. Ochrana proti hluku a vibráciám**

Všetky zariadenia, ktoré sú potenciálnym zdrojom hluku, alebo vibrácií, budú vybavené tlmiacimi prvkami. Budú použité anti-vibračné podložky, tlmiče hluku, silentbloky alebo pružné kompenzátory. Napojenie potrubia na zariadenia, ktoré môžu produkovať hluk či vibrácie, bude vykonané cez flexi hadice a kompenzátory.

#### **4.12. Podmienky uvedenia systémov do prevádzky**

Všetky skúšky budú prebiehať platnej legislatívy, následne budú vypracované protokoly a vykonaný zápis o prevádzkových stavoch.

##### **4.12.1. Montáž**

Všetky zariadenia a prvky systémov vykurovania a chladenia budú nainštalované v súlade s platnými českými normami a predpismi.

##### **4.12.2. Skúška tesnosti**

Tlaková skúška bude vykonaná na minimálnu hodnotu 1,5 násobku prevádzkového tlaku.

##### **4.12.3. Vykurovací skúška**

Hlavné body kontroly:

- správna funkcia všetkých armatúr;
- rovnomerné ohrievanie a chladenie stropného systému;
- správna funkcia zabezpečovacích zariadení.

##### **4.12.4. Údržba a kontrola**

Zariadenia bude prevádzkované podľa platných predpisov, technických listov a noriem.

#### **4.13. Požiarna ochrana**

Potrubia prechádzajúce medzi dvoma požiarnymi úsekmi musia byť požiariene utesnené požiarnou upchávkou a označené požiarnym štítkom. Materiál všetkých potrubí a tepelných izolácií v požiarnych únikových cestách musí byť požiariene odolný.

#### **4.14. Požiadavky na nadväzujúce profesie**

##### **4.14.1. Stavba**

- Vytvorenie prestupov konštrukciami;
- Zaistenie transportnej cesty pre zariadenia ako výrobník chladu a suché chladiče;
- Zaistenie konštrukcie alebo podkladu pre montáž suchých chladičov
- Príprava a izolácia prestupov v obvodej konštrukcii.

##### **4.14.2. ZTI**

- Podlahové vpuste v strojovniach chladenia a vykurovania;
- Napojenie kondenzátu z fancoilových jednotiek;
- Prípojka vodovodu do priestoru strojovne chladenia a vykurovania, pre napúšťanie a dopúšťanie systému;
- Umývadlo vrátane výtokovej batérie v strojovni vykurovania a chladenia.

##### **4.14.3. Vetranie**

- Zaistiť vetranie strojovne vykurovania;
- Zaistiť prevádzkové a havarijné vetranie strojovne chladenia.

##### **4.14.4. Meranie a regulácia**

- Zapojenie všetkých meriacich a regulačných prvkov systému vykurovania a chladenia;
- Monitoring a časový zber údajov z prvkov systému;
- Spúšťanie a riadenie prvkov systému;
- Umiestnenie vonkajšieho čidla teploty na severnej strane objektu tak, aby nebolo ovplyvnené slnečným žiarením;
- Ekvitermická regulácia vykurovacej vody okruhov vykurovacích stropov;
- Prepínanie medzi režimom voľného chladenia a chladenia výrobníkmi chladu;
- Protimrazová ochrana ohrievačov vzduchotechnických jednotiek;
- Akustická a svetelná signalizácia porúch a havarijných stavov.