



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ

INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURES

## ADMINISTRATIVNÍ BUDOVA

OFFICE BUILDING

## D.1.4.5.01 NÁVRH CHLAZENÍ OBJEKTU

### DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

#### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Radka Rousková

#### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

ÚPST – Ing. Roman Brzoň, Ph.D.

ÚTZB – Ing. Petr Blasinski, Ph.D.

BRNO 2023

## Obsah

<b>Obsah</b>	<b>2</b>
<b>1. Základní popis objektu</b>	<b>3</b>
<b>2. Zjednodušený výpočet tepelné zátěže</b>	<b>4</b>
2.1 Výpočet tepelné zátěže okny radiací .....	4
2.2 Tepelná zátěž stavební konstrukce .....	4
2.3 Tepelná zátěž osobami.....	5
2.4 Tepelná zátěž technologických zařízení .....	5
<b>3. Návrh koncepce</b>	<b>6</b>
<b>4. Návrh distribučních prvků</b>	<b>7</b>
<b>5. Návrh zdroje chladu</b>	<b>8</b>

## **1. Základní popis objektu**

Jedná se o samostatně stojící administrativní budovu v Lanškrouně na ulici Komenského. Objekt má dvě nadzemní podlaží a je částečně zapuštěn do terénu pozemku, který je svažité, díky tomu nebude narušovat svým vzhledem danou lokalitu. Hmota objektu respektuje výškovou hladinu okolní zástavby.

## 2. Zjednodušený výpočet tepelné zátěže

### 2.1 Výpočet tepelné zátěže okny radiací

$$I_D = A_V \cdot I_{OV} \cdot s \text{ [W]}$$

Kde:  $A_V$  plocha oken  
 $I_{OV}$  intenzita sluneční radiace  
 $s$  stínící součinitel

Intenzita sluneční radiace $I$ (W/m <sup>2</sup> ) procházející jednoduchým oknem s ocelovým rámem															
Směr	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
<b>S</b>	45	87	80	100	117	130	139	141	139	130	117	100	80	87	45
<b>SV</b>	85	287	361	321	217	135	139	141	139	130	117	100	78	53	24
<b>V</b>	83	322	481	539	505	389	232	141	139	130	117	100	78	53	24
<b>JV</b>	41	180	335	452	511	506	437	316	185	130	117	100	78	53	24
<b>J</b>	24	53	78	128	230	335	409	435	409	335	230	128	78	53	24
<b>JZ</b>	24	53	78	100	117	130	185	316	437	506	511	452	335	180	41
<b>Z</b>	24	53	78	100	117	130	139	141	232	389	505	539	481	321	83
<b>SZ</b>	24	53	78	100	117	130	139	141	139	135	217	321	361	287	85
<b>H</b>	41	122	249	379	534	640	706	729	706	640	534	397	249	122	41

Tabulka 1 Intenzita sluneční radiace  $I$  (W/m<sup>2</sup>)

### 2.2 Tepelná zátěž stavební konstrukce

Uvažováno: obvodová stěna beton 1NP, dřevostavba 2NP, střecha zelená extenzivní

	Porotherm	Pórobeton	Beton	Dřevostavba (TI 150)
	[W/m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> ]
Sever	2,8	2,9	12	1
Východ	3,8	3,9	16	2
Jih	4,0	4,1	16,2	3
Západ	3,9	4,0	15,7	2

Tabulka 2 Obvodová konstrukce

Beton	Dřevěný krov (TI 80)	PUR panel	Zelená extenzivní	Zelená intenzivní
[W/m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> ]
22,5	12	15	5	0

Tabulka 3 Střecha

## 2.3 Tepelná zátěž osobami

Uvažována zátěž 80 W/os. (sedavá práce, malá aktivita osob).

## 2.4 Tepelná zátěž technologických zařízení

$$Q_T = c_1 \cdot c_2 \cdot \sum P [W]$$

Kde:  $\sum P$  celkový příkon elektronických zařízení (W)  
 $c_1$  součinitel současnosti chodu elektronických zařízení (-),  $c_1 = 0,9$   
 $c_2$  průměrné zatížení zařízení (-),  $c_2 = 1,0$

Uvažováno: stolní počítač s monitorem na pracovní místo o příkonu 300 W  
tiskárna pro každou kancelář o příkonu 850 W  
multifunkční tiskárna 1000 W  
plotr 112 W  
dataprojektor 297 W  
server 1500 W

### 3. Návrh koncepce

Chladicí soustava je navržena jako dvoutrubková, protiproudá, s nuceným oběhem chladicí vody s teplotním spádem 7/12 °C. Sekundární okruh chladicí soustavy se za akumulaci chladu dělí v trubkovém rozdělovači a sběrači DN150 (159x4,5) na 3 větve:

Větev CH1 -FCU – severovýchod 7/12 °C

Větev CH2 -FCU – jihozápad 7/12 °C

Větev CH3 -Vzduchotechnika 7/12 °C

Větev „CH1“ -oběh chladicí vody a kvantitativní regulaci bude zajišťovat elektronicky řízené oběhové čerpadlo, pata větve bude také osazena měřicí a regulační armaturou.

Větev „CH2“ -oběh chladicí vody a kvantitativní regulaci bude zajišťovat elektronicky řízené oběhové čerpadlo, pata větve bude také osazena měřicí a regulační armaturou.

Větev „CH3“ bude provozována s regulací na konstantní teplotu chladicí vody. Jedná se o větev pro VZT jednotky, příslušná teplota pro danou jednotku se bude regulovat u VZT jednotky pomocí dvoucestného vstřikovacího zapojení. Oběh chladicí vody větve bude zajišťovat oběhové čerpadlo, pata větve bude také osazena měřicí a regulační armaturou.) Chladicí Fancoily – chladicí plocha je tvořena pomocí dvoutrubkového výměníku. Navržený je jeden typ FCU, který je určen k zabudování na stěnu – nástěnný FCU.

## 4. Návrh distribučních prvků

### Nástěnná jednotka Daikin FWT-GT

				FWT02GATNMV1	FWT03GATNMV1	FWT04GATNMV1	FWT05GATNMV1	FWT06GATNMV1
Chladič výkon (standardní podmínky)	Číselný výkon (2trubkový)	Nízký	kW	1.50 (1)	1.49 (1)	1.91 (1)	2.77 (1)	3.22 (1)
		Vysoký	kW	1.82 (1)	1.99 (1)	2.60 (1)	3.38 (1)	4.03 (1)
	Celkový výkon (2trubkový)	Nízký	kW	1.94 (1)	2.02 (1)	2.52 (1)	3.76 (1)	4.04 (1)
		Vysoký	kW	2.40 (1)	2.67 (1)	3.27 (1)	4.49 (1)	5.21 (1)
Topný výkon (standardní podmínky)	Výkon (2trubkový)	Nízký	kW	2.06 (2)	2.25 (2)	2.75 (2)	4.03 (2)	4.83 (2)
		Vysoký	kW	2.71 (2)	2.96 (2)	3.71 (2)	5.07 (2)	6.23 (2)
Přiklon		Nízký	kW	0.03	0.03	0.03	0.04	0.06
		Vysoký	kW	0.031	0.032	0.042	0.053	0.072
Rozměry	Jednotka	Výška	mm	288	288	288	310	310
		Šířka	mm	800	800	800	1,070	1,070
		Hloubka	mm	206	206	206	224	224
Weight	Jednotka		kg	9.00	9.00	9.00	14.0	14.0
Střih	Barva		Bílý	Bílý	Bílý	Bílý	Bílý	Bílý
Hladina celkového akustického výkonu		Nízký	dBA	36 (4)	39 (4)	45 (4)	47 (4)	51 (4)
		Vysoký	dBA	45 (4)	48 (4)	55 (4)	55 (4)	59 (4)
Hladina akustického tlaku		Nízký	dBA	25 (5)	25 (5)	32 (5)	34 (5)	39 (5)
		Vysoký	dBA	34 (5)	35 (5)	42 (5)	42 (5)	46 (5)
Průtok vody	Chlazení	Nízký	l/h	420	460	570	780	910
		Vysoký	l/h	420	460	570	780	910
	Vytápění	Vysoký	l/h	420	460	570	780	910
		Nízký	l/h	420	460	570	780	910
Tlaková ztráta vody	Chlazení	Nízký	kPa	24	20	28	23	26
		Vysoký	kPa	34	24	31	30	36
	Vytápění	Nízký	kPa	23	16	19	24	30
		Vysoký	kPa	35	23	31	32	42
Spoje potrubí	Voda	Vstup	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
		Výstup	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
	Vypouštění	OD	mm	19	19	19	19	19
Power supply	Typ		230 / 1 / 50	230 / 1 / 50	230 / 1 / 50	230 / 1 / 50	230 / 1 / 50	230 / 1 / 50
		Fáze	1N~	1N~	1N~	1N~	1N~	1N~
		Frekvence	Hz	50	50	50	50	50
		Napětí	V	220-240	220-240	220-240	220-240	220-240
Proudový příkon		Nízký	A	0.17	0.19	0.19	0.25	0.31
		Vysoký	A	0.19	0.20	0.21	0.29	0.34
Motor ventilátoru	Přiklon	Nízký	kW	0.025	0.029	0.033	0.042	0.060
		Vysoký	kW	0.031	0.032	0.042	0.053	0.072



## 5. Návrh zdroje chladu

$$Q_{VZT} = \frac{V}{3600} \cdot \rho \cdot c \cdot (t_e - t_i) = \frac{1117}{3600} \cdot 1,2 \cdot 1010 \cdot (35 - 24) = 4,14 \text{ kW}$$

Potřeba chladicího výkonu pro vzduchotechniku a chlazené místnosti:

$$Q_{ZDROJ} = (Q_{VZT} + Q_{MÍSTNOSTI}) \cdot s = (V_P \cdot \rho \cdot c \cdot (t_e - t_i) + Q_{MÍSTNOSTI}) \cdot s$$

$$Q_{ZDROJ} = (4,14 + 30,73) \cdot 0,7 = 24,41 \text{ kW}$$

Navrhují

EWAQ-BAWN/BAWP

### Vzduchem chlazená chladicí jednotka, spirálový kompresor s invertorem

- › Vysoká účinnost a ve **své třídě jedinečná hodnota ESEER**
- › Minimální rozběhové proudy a krátká doba návratnosti investice
- › Ve standardních aplikacích není nutná vyrovnávací nádrž
- › **Velký provozní rozsah** (teplota okolí až do 43 °C)
- › Na každou jednotku lze instalovat bránu modbus (RTD-W) a umožnit tak regulování a monitorování ovladačem Daikin nebo systémem řízení budovy 3. strany a tím dále zvýšit účinnost systému
- › Všechny systémy propojené přes RTD-W mohou být regulovány a **monitorovány z jednoho místa** pomocí regulační sady pro nadřazenou/podřazenou jednotku: sekvenční ovladač EKCC-W



Cena na str. 184



## Návrh zdroje chladu

Pouze chlazení				EWAQ-BAWN/BAWP	016	021	025	032	040	050	064
Chladicí výkon	Jmen.			kW	17,4 (1) / 16,6 (2)	21,7 (1) / 20,7 (2)	25,8 (1) / 24,7 (2)	32,3 (1) / 30,9 (2)	43,4 (1) / 41,5 (2)	51,8 (1) / 49,7 (2)	64,5 (1) / 62,3 (2)
Příkon	Chlazení	Jmen.		kW	5,60 (1) / 5,80 (2)	7,25 (1) / 7,59 (2)	9,29 (1) / 9,74 (2)	13,0 (1) / 13,5 (2)	14,7 (1) / 15,4 (2)	18,8 (1) / 19,7 (2)	26,4 (1) / 27,4 (2)
Regulace výkonu	Metoda							Invertorové řízení			
	Minimální výkon			%				25			
EER					3,11 (1) / 2,86 (2)	2,99 (1) / 2,73 (2)	2,78 (1) / 2,54 (2)	2,48 (1) / 2,29 (2)	2,95 (1) / 2,69 (2)	2,76 (1) / 2,52 (2)	2,44 (1) / 2,27 (2)
ESEER					4,33 (1) / 4,21 (2)	4,08 (1) / 4,18 (2)	3,85 (1) / 4,04 (2)	3,39 (1) / 3,62 (2)	4,19 (1) / 4,24 (2)	3,96 (1) / 4,12 (2)	3,64 (1) / 3,78 (2)
Rozměry	Jednotka	Výška		mm				1 684			
		Šířka		mm		1 371		1 684	2 358		2 980
		Hloubka		mm			74			780	
Hmotnost	Jednotka			kg	264		317	397		571	730
	Provozní hmotnost			kg	267		320	401		577	738
Vodní výměník tepla	Typ							Pájený deskový			
	Objem vody			l		1,9		2,9	3,8		5,7
	Průtok vody	Chlazení	Jmen.	l/min	50	62	74	93	124	148	185
	Tlaková ztráta vody	Chlazení	Celkem	kPa	20	30	42		30	42	30
Vzduchový výměník tepla	Typ							Hi-XSS			
Kompresor	Typ							Hermetický spirálový kompresor			
	Množství				1		2	3	4		6
Ventilátor	Typ							Axiální			
	Množství					1			2		4
	Průtok vzduchu	Chlazení	Jmen.	m³/min	171		185	233		370	466
Hladina akustického výkonu	Chlazení	Jmen.		dBA		78		80		81	83
Provozní rozsah	Teploty vody	Chlazení	Min.-Max.	°CDB				-10~20			
	Teploty vzduchu	Chlazení	Min.-Max.	°CDB				-5~43			
Chladivo	Typ / GWP							R-410A / 2 087,5			
	Regulace							Elektronický expanzní ventil			
	Okruhy	Množství						1			
Náplň chladiva	Na okruh			kg/TCO,Eq		7,6 / 15,9		9,6 / 20,0	15,2 / 31,7		19,2 / 40,1
Vodní okruh	Průměr připojovacích potrubí			palce		1-1/4"	Zásuvka			2" (zásuvka)	
	Potrubí			palce			1-1/4"			1-1/2"	
Proud	Maximální rozběhový proud			A	0	77,7	78,7	88,7	99,8	101,9	120,7
	Maximální proud při provozu			A	22,2	25,3	26,4	35,2	47,4	49,6	67,2
Elektrické napájení	Počet fází / Frekvence / Napětí			Hz/V				3N- / 50 / 400			

(1) EWAQ-BAWN: Verze bez čerpadla (2) EWAQ-BAWP: Verze s čerpadlem