



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

OBCHODNÝ DOM V BRNĚ

DEPARTMENT STORE IN BRNO

B.5.1 NÁVRH ZDROJA TEPLA A CHLADU

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Ján Habrún

VEDÚCI PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Aleš Rubina, Ph.D.

BRNO 2026

Obsah

1	Koncepcia	2
2	Návrh výkonu zdroja pre zimné obdobie	2
2.1	Výpočet tepelný strát.....	2
2.2	Potreba tepla pre dvernú clonu.....	2
2.3	Prípojný výkon pre zdroj tepla	3
3	Návrh výkonu zdroja pre letné obdobie	4
3.1	Výpočet tepelnej záťaže predajnej plochy	4
4	Návrh zdroja tepla	4
5	Bivalentný zdroj	5
6	Zásobník tepla.....	6
7	Záver	6
8	Zoznam použitých zdrojov	7
9	Zoznam obrázkov a tabuliek.....	7
10	Príloha.....	7

1 Konceptcia

Navrhovaný systém v objekte je riešený formou jedného zdroja pre teplo aj chlad. Navrhnutý zdroj bude v zimnom období dodávať do objektu teplo a v letnom období, v reverznom chode, dodávať do objektu chlad. Na základe tejto koncepcie bude riešená voľba výkonu zdroja – rozhodujúca bude vyššia hodnota buď pre potrebu tepla, alebo pre potrebu chladu.

2 Návrh výkonu zdroja pre zimné obdobie

2.1 Výpočet tepelných strát

Výpočet tepelných strát objektu je určený obálkovou metódou, uvedený je v nasledujúcej tabuľke.

Tabuľka 1: Výpočet tepelných strát objektu

Smer tepelného toku	Označenie konštrukcie	Plocha konštrukcie			Súčiniteľ prestupu tepla	Prirážka na tepelné mosty	Vnútorná výpočtová teplota	Vonkajšia výpočtová teplota	Teplotný rozdiel	Teplota príslušného priestoru	Činiteľ teplotnej redukcie $b = (\Theta_i - \Theta_e) / (\Theta_i - \Theta_{e,r})$	Súčiniteľ tepelnej straty prestupom $H_T = A \cdot (U + \Delta U) \cdot b$	Návrhová tepelná strata prestupom $\Phi_T = H_T \cdot (\Theta_i - \Theta_e)$	Svetlá výška miestnosti	Objem vzduchu v rámci podlažia	Požadovaná výmena vzduchu	Merná tepelná kapacita vzduchu	Hustota vzduchu	Návrhová tepelná strata vetraním $\Phi_V = H_V \cdot (\Theta_i - \Theta_e) + q_{v,sp} \cdot (\Theta_{e,d} - \Theta_{e,r})$	Návrhová tepelná strata infiltráciou $\Phi_i = V \cdot n_{inf} \cdot c_p$	Celková tepelná strata $\Phi = \Phi_T + \Phi_V + \Phi_i$
		Plocha stien	Plocha otvorov	Plocha bez otvorov																	
		A	U	ΔU																	
		m ²	m ²	m ²	W m ⁻² K ⁻¹	W m ⁻² K ⁻¹	°C	°C	°C	°C	-	W K ⁻¹	W	m	m ³	h ⁻¹	Wh kg ⁻¹ K ⁻¹	kg m ⁻³	W	W	W
Z vykurovaného do vnútorného prostredia	SO1-S	266,000	120,000	146,000	0,140	0,02	20	-15	35	-15,0	1,000	23,360	24850,126	6,300	10710,00	0,5	0,34	37411,900	312,601	62574,628	
	SO2-Z	247,000	4,500	242,500	0,140	0,02				-15,0	1,000	38,800									
	SO3-J	60,000		60,000	0,140	0,02				-15,0	1,000	9,600									
	SO4-Z	38,000	9,555	28,445	0,140	0,02				-15,0	1,000	4,551									
	SO5-J	207,000		207,000	0,140	0,02				-15,0	1,000	33,120									
	SO6-Z	320,470	2,795	317,675	0,140	0,02				-15,0	1,000	50,828									
	STR1	1286,630		1286,630	0,150	0,02				-15,0	1,000	218,727									
	STR2	492,400		492,400	0,100	0,02				-15,0	1,000	59,088									
	O1	2,250		2,250	0,800	0,02				-15,0	1,000	1,845									
	O2	2,250		2,250	0,800	0,02				-15,0	1,000	1,845									
	LOP	120,000		120,000	0,800	0,02				-15,0	1,000	98,400									
	D1	2,795		2,795	0,900	0,02				-15,0	1,000	2,571									
	D2	2,795		2,795	0,900	0,02				-15,0	1,000	2,571									
	D3	2,795		2,795	0,900	0,02				-15,0	1,000	2,571									
	D4	2,795		2,795	0,900	0,02				-15,0	1,000	2,571									
	D6	6,760		6,760	1,100	0,02				-15,0	1,000	7,571									
Do zeminy $1,45 \cdot \Sigma H_{T,i\&}$	PDL	1700,000		1700,000	0,140					4,0	0,457	151,983									
												$\Sigma H_T =$	710,004								

Celková tepelná strata objektu dosahuje hodnotu **62,574 kW**.

2.2 Potreba tepla pre dvernú clonu

Vo vstupne do objektu sa uvažuje s dvernou clonou s výkonom 15 kW, s vodným ohrevom o navrhnutom teplotnom spáde 40/29 °C a prietokom 4 500 m³/h. Zvolená je dverná clona Systemair Pamir 500.

Tabuľka 2: Návrhové parametre dvernej clony

Základní výběr

Průtok vzduchu, stupeň

Parametry výběru

Vstupní teplota vzduchu Metoda výběru
 Vlhkost vzduchu (sání) Výstupní teplota média
 Vstupní teplota média Kapalina

Parametr

Výstup	15,01	kW	▼
Průtok vzduchu	4.500	m³/h	▼



Obrázok č. 1: Dverná clona

2.3 Přípojný výkon pre zdroj tepla

$$\theta_{SU} = f_{HL} \cdot \theta_{HL} + f_{DHW} \cdot \theta_{DHW} + f_{AS} \cdot \theta_{AS}$$

kde:

f_{HL} návrhový činiteľ pre tepelnú stratu
 θ_{HL} návrhová tepelná strata [kW]
 θ_{DHW} návrhový tepelný výkon pre prípravu teplej vody [kW]
 θ_{AS} návrhový tepelný výkon pro přípojně sústavy (dverná clona) [kW]

$f_{HL} = 0,95$
 $\theta_{HL} = 63 \text{ kW}$
 $f_{DHW} = 1$
 $\theta_{DHW} = 8 \text{ kW}$
 $f_{AS} = 1$
 $\theta_{AS} = 15 \text{ kW}$

S potrebou tepla pre VZT jednotku č. 1 sa vo výpočte neuvažuje z dôvodu hradenia 100 % tepelnej straty predajnej plochy, ktorá tvorí, ktorá tvorí 80 % celého objektu.

$$\theta_{SU} = 0,95 \cdot 63 + 1 \cdot 8 + 1 \cdot 15 = \mathbf{82,85 \text{ kW}}$$

3 Návrh výkonu zdroja pre letné obdobie

3.1 Výpočet tepelnej záťaže predajnej plochy

Z dôvodu návrhu prietoku a chladiča pre VZT jednotku č. 1, ktorá chladí predajnú plochu bola vypočítaná tepelná záťaž pre tento priestor. Tento priestor zahŕňa najväčšiu plochu zasklenia v objekte a zároveň tvorí 80 % celého objektu, preto je na základe tejto záťaže stanovená tepelná záťaž pre celý objekt percentuálnom prirážkou 30 %.

Tabuľka 3: Tepelná záťaž predajnej plochy

Severozápadná fasáda																		
Číslo miestnosti	Účel miestnosti	Plocha miestnosti [m ²]	Plocha okna [m ²]	Tieniaci súčiniteľ s	Čas				Tepelný zisk okien [W]	Plocha konštrukcie [m ²]	Hodnota pre obvodový plášť [W/m ²]	Tepelný zisk vonkajšej steny [W]	Plocha strechy [m ²]	Hodnota pre strechu so striem [W/m ²]	Tepelný zisk stredného plášťa [W]	Počet osôb	Hodnota pre osoby chodiacie, prechádzajúce [W/m ²]	Tepelný zisk osobami [W]
101	Predajná plocha	1300	-	-	-	-	-	-	-	319,74	5	1598,70	1290	5	6450	130	16	20800
																		Celkový tepelný zisk miestnosti [W]
																		39248,70
Severovýchodná fasáda																		
Číslo miestnosti	Účel miestnosti	Plocha miestnosti [m ²]	Plocha okna [m ²]	Tieniaci súčiniteľ s	Čas				Tepelný zisk okien [W]	Plocha konštrukcie [m ²]	Hodnota pre obvodový plášť [W/m ²]	Tepelný zisk vonkajšej steny [W]	Plocha strechy [m ²]	Hodnota pre strechu so striem [W/m ²]	Tepelný zisk stredného plášťa [W]	Počet osôb	Hodnota pre osoby chodiacie, prechádzajúce [W/m ²]	Tepelný zisk osobami [W]
101	Predajná plocha	1300	120	0,3	7	8	9	10	12996,000	130,32	5	651,59	-	-	-	-	-	-
																		13647,59
																		13647,59
Juhozápadná fasáda																		
Číslo miestnosti	Účel miestnosti	Plocha miestnosti [m ²]	Plocha okna [m ²]	Tieniaci súčiniteľ s	Čas				Tepelný zisk okien [W]	Plocha konštrukcie [m ²]	Hodnota pre obvodový plášť [W/m ²]	Tepelný zisk vonkajšej steny [W]	Plocha strechy [m ²]	Hodnota pre strechu so striem [W/m ²]	Tepelný zisk stredného plášťa [W]	Počet osôb	Hodnota pre osoby chodiacie, prechádzajúce [W/m ²]	Tepelný zisk osobami [W]
101	Predajná plocha	1300	-	-	-	-	-	-	-	207,685	7	1453,80	-	-	-	-	-	-
																		1453,80
																		1453,80
																		Celkom [W]
																		54350,08

Celková záťaž predajnej plochy: 54 350 kW
 Prirážka 30 %: 16 305 kW
 Celkom: 70 355 kW

Celková návrhová hodnota výkonu pre zdroj chladu je **70,4 kW**.

4 Návrh zdroja tepla

Pre návrh zdroja bola zvolená vyššia z návrhových hodnôt pre potrebu tepla alebo chladu. Vyššia je hodnota pre prípojný výkon zdroja tepla – **83 kW**.

Zvolená je dvojica tepelných čerpadiel vzduch-voda značky HELIOTHERM, typ S40L M Solid Compact s výkonom jedného čerpadla 44,86 kW (pri A2/W35), spolu **89,72 kW**. Zvolená je vyššia výkonová rada z dôvodu znižovania výkonu pri nižších teplotách.

Tabuľka 4: Parametre zvoleného zdroja tepla

SOLID M COMPACT	S30L-M-Solid-Compact	S40L-M-Solid-Compact	S55L-M-Solid-Compact
Energetická trieda - produkt	A+++	A+++	A+++
Topný výkon pri A2 / W35	38,67 kW	44,86 kW	58,01 kW
COP pri A2 / W35	4,3	4,4	4,2
Topný výkon pri A-10 / W35 pri 100%	27,62 kW	38,56 kW	45,24 kW
SCOP podl. topení / radiátory (průměrné klima)	5,07 / 3,83	5,18 / 4,05	5,07 / 3,83
Chladicí výkon pri A35 / W18 pri 100%	27,97 kW	45,96 kW	55,94 kW
EER pri A35 / W18 pri 100%	4,21	4,18	4,21
Chladicí výkon pri A35 / W7 pri 100%	28,20 kW	43,65 kW	56,40 kW
EER pri A35 / W7 pri 100%	4,02	3,99	4,02
SEER (fan-coily) / SEER (plošné chlazení)	6,14 / 6,5	5,38 / 6,15	6,14 / 6,5
Elektrické napájanie	400 V, 3N, 50 Hz + 230 V, 1N, 50 Hz (pre regulaci)		
Maximálny prúd	26 A	31 A	52 A
Maximálny rozběhový prúd	10 A	12 A	18 A
Maximálny príkon kompresoru	7,6 kW	13 kW	15,2 kW
Príkon ventilátoru (min. – max.)	120 – 380 W		
Doporučené jištění	3 x 32 A/C (TČ) + 1 x 13 A/B (regulace)	3 x 32 A/C (TČ) + 1 x 13 A/B (regulace)	3 x 50 A/C (TČ) + 1 x 13 A/B (regulace)
Elektrické krytí	IP 45		
Hladina akustického Nom./Max výkonu (7/35°C, EN 12102)	51/69 dB(A)	53/70 dB(A)	55/72 dB(A)
Množství chladiva (R410A) pro verzi „Bez chlazení“, potrubí do 10 m	15 kg	18 kg	28 kg
Množství chladiva (R410A) pro verzi „S chlazením“, potrubí do 10 m	18 kg	20 kg	30 kg
Množství oleje	2,3 l	2,3 l	2,3 l
Kompresor	Scroll - frekvenčně řízený		
Odtávání	horkým plynem		
Minimální a max. průtok kondenzátorem	2,2 - 4,7 m3/h	3,1 - 6,9 m3/h	4,4 - 9,3 m3/h
Maximální dovolený tlak vody	3 bar		
Maximální teplota topné vody při A 0°C	62°C		
Interní tlaková ztráta	28 kPa	29 kPa	31 kPa
Připojení topného okruhu (vnější závit)	6/4 "	2 "	2 1/2 "
Rozměry (výška x délka x hloubka) mm	1.516 x 2 948 x 1.136	1.516 x 2 948 x 1.136	1.516 x 3 900 x 1.136
Hmotnost	660 kg	675 kg	1025 kg
Provozní rozsah venkovních teplot	-25°C až + 45°C		
Max. průtok vzduchu	4.000 - 10.000 m3/h		
	6.000 - 15.000 m3/h		

5 Bivalentný zdroj

Ako bivalentný zdroj je volený elektrický teplovodný kotol s rozsahom výkonu 7,5 – 30 kW, ktorý bude primárne zabezpečovať ohrev teplej vody v letnom období, kedy bude dvojica tepelných čerpadiel v chladiacom režime a zároveň bude zásobovať objekt teplom v čase, keď dvojica tepelných čerpadiel nedokáže pokryť plnú tepelnú stratu objektu. Zvolený je elektrický teplovodný kotol Bosh Tronic 500 H.

Tabuľka 5: Parametre bivalentného zdroja

Jednotka		Tronic 5000 H 30	Tronic 5000 H 45	Tronic 5000 H 60
Tepelný výkon	kW	29,7	44,55	59,4
Celkový výkon, max.	kW	30,1	45,2	60,2
Celková účinnosť	%	99	99	99
Počet výkonových stupňů	—	4 (3)	4 (3)	4 (3)
Rozdelení výkonových stupňů	kW	7,5+7,5-7,5-7,5	15+7,5-15-7,5	15+15-15-15
Síťové napätí	V _{AC}	3 x 400/230 (+6 % / -10 %)	3 x 400/230 (+6 % / -10 %)	3 x 400/230 (+6 % / -10 %)
Příkon	A	45	67	88
Elektrické krytí	—	IP40	IP40	IP40
Počet stykačů	—	4	4	4
Bezhluché stykače	—	Ne	Ne	Ne
Zajištění před kotlem	A	50	80	100
Spínací výkon hlavního vypínače	A	63	160	160
Spínání výkonových stupňů (→ kapitola 7.3, str. 24)	kW	15-22,5-22,5-30	22,5-30-37,5-45	30-45-45-60
Řídicí napětí (zap/vyp)	V _{AC}	230 (+6 % / -10 %)	230 (+6 % / -10 %)	230 (+6 % / -10 %)
Min. průřez přivedených kabelů ¹⁾	mm ²	5(4) x 10	5(4) x 16	5(4) x 25
Pojistný ventil (½ ")	bar	2,5	2,5	2,5
Maximální přípustný provozní tlak	bar	2,5	2,5	2,5
Min. provozní tlak	bar	0,6...0,8	0,6...0,8	0,6...0,8
Max. teplota kotlové vody	°C	90	90	90
Obsah vody v kotli	l	29,5	29,5	29,5
Obsah vody expanzní nádoby (AG)	l	—	—	—
Přípojka výstupu z kotle	palce	G1	G1	G1
Přípojka zpátečky	palce	G1	G1	G1
Hmotnost (bez vody)	kg	48	53	62
Šířka x výška x hloubka	mm	615x852x332	615x852x332	615x852x332

Tab. 5 Technické údaje Tronic 5000H 30..60

1) Dimenzování podle místních předpisů, délky vedení a druhu instalace kabelů

6 Zásobník tepla

Pre ukládanie vykurovacej/chladiacej vody, ktoré vyrobí tepelné čerpadlá, je navrhnutý zásobník tepla/chladu o objeme 1000 l. Jedná sa o samostatnú nádobu pre oba prípady režimu.

7 Záver

Zdroj tepla a chladu je navrhnutý ako reverzibilný s vodným okruhom, v zimnom období bude objekt zásobovať teplom a letnom období chladom. Zdroj tepla a chladu bol navrhnutý na základe potrebného pripojovacieho výkonu pre zimné obdobie. Navrhnutý je dvojica tepelných čerpadiel vzduch-voda o spoločnom výkone približne 90 kW. Pre obdobia, kedy nebude zdroj objekt zásobovať teplom (leto), bude zdrojom tepla pre prípravu teplej vody elektrický teplovodný kotol s rozsahom výkonu 7,5 – 30 kW.

8 Zoznam použitých zdrojov

Elektronické zdroje

- [1] Dverná cloná. <https://www.systemair.com> [online]. 2025 [cit. 2025-04-15]. Dostupné z: <https://www.systemair.com/cs-cz/vyrobky/vzduchove-clony/prumyslove-vzduchove-clony/pamir-5000?sku=230390>
- [2] Parametre zvoleného typu zdroja tela. <https://www.projektuj-tepelna-cerpadla.cz> [online]. 2025 [cit. 2025-04-15]. Dostupné z: <https://www.projektuj-tepelna-cerpadla.cz/cz/heliotherm-solid-compact-s>
- [3] Parametre bivalentného zdroja. <https://www.bosch-homecomfort.com> [online]. 2025 [cit. 2025-04-15]. Dostupné z: <https://www.bosch-homecomfort.com/cz/cs/ocs/rodinne-domy-a-byty/tronic-5000-h-1098091-p>
- [4] MOODLE FAST. <https://www.lms.fce.vutbr.cz> [online]. 2025 [cit. 2025-09-11]. Dostupné z: <https://lms.fce.vutbr.cz/course/>

9 Zoznam obrázkov a tabuliek

Obrázky

Obrázok č. 1: Dverná clona 3

Tabuľky

Tabuľka 1: Výpočet tepelných strát objektu..... 2

Tabuľka 2: Návrhové parametre dvernej clony 3

Tabuľka 3: Tepelná záťaž predajnej plochy..... 4

Tabuľka 4: Parametre zvoleného zdroju tepla..... 5

Tabuľka 5: Parametre bivalentného zdroja 6

10 Príloha

B.5.2 – Koncept umiestnenia zdroja tepla a chladu M1:100