



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ

INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURES

## MATERSKÁ ŠKOLA

KINDERGARTEN

## D1.4.08 NÁVRH ZDROJA TEPLA A PŘÍPRAVA TEPLEJ VODY

### DIPLOMOVÁ PRÁCA

MASTER'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Slavomír Marcibányi

### VEDÚCI PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Karel Struhala, Ph.D.

BRNO 2025

# Obsah

1. Úvod.....	2
2. Vstupné informácie .....	2
2.1 Údaje o stavbe.....	2
2.2 Použité právne predpisy a normy .....	2
3. Tepelné straty budovy.....	2
3.1 Zjednodušený výpočet tepelných strát obálkovou metódou.....	2
3.2 Tok vzduchu infiltráciou pre celú budovu.....	4
3.3 Tepelná strata vetraním (infiltráciou).....	4
3.4 Celková strata obálky budovy .....	4
4. Príprava teplej vody.....	4
4.1 Objem zásobníkového ohrievača .....	4
4.2 Výkon vykurovacej vložky ohrievača .....	6
4.2.1 Výpočet cirkulácie .....	7
4.3 Veľkosť teplosmennej plochy .....	7
4.3.1 Teplosmenná plocha .....	7
4.4 Návrh zásobníkového ohrievača .....	7
5. Návrh zdroja tepla .....	8
5.1 Vstupné údaje .....	8
5.2 Zjednodušený návrh tepelného čerpadla .....	9
5.2.1 Výpočet tepelného čerpadla .....	9
5.3 Návrh hĺbky vrtov.....	11
5.3.1 Hĺbka vrtu pre prvé tepelné čerpadlo .....	11
5.3.2 Hĺbka vrtu pre druhé tepelné čerpadlo .....	11
6. Záver .....	11

# 1. Úvod

Návrh je vypracovaný pre novostavbu materskej školy v Slavkove u Brna. Návrh sa zaoberá zdrojom tepla pre vykurovanie vnútorných priestorov budovy a prípravou teplej úžitkovej vody.

## 2. Vstupné informácie

### 2.1 Údaje o stavbe

Názov stavby:	Novostavba materskej školy v Slavkove u Brna
Miesto stavby:	Obec Slavkov u Brna, okres Vyškov, Juhomoravský kraj
Katastrálne územie:	Slavkov u Brna 750 301
Parcelné číslo:	2690/1
Účel stavby:	Školská budova
Druh stavby:	Materská škola
Projektant:	Bc. Slavomír Marcibányi

### 2.2 Použité právne predpisy a normy

- [1] ČSN EN 12831-1 – Energetická náročnosť budov – Výpočet tepelného výkonu – Časť 1: Tepelný výkon pre vykurovanie
- [2] ČSN 060320 – Tepelné sústavy v budovách – Príprava teplej vody – Navrhovanie a projektovanie

## 3. Tepelné straty budovy

### 3.1 Zjednodušený výpočet tepelných strát obálkovou metódou

$$\dot{Q}_{T, \text{build}} = \sum [A_k \cdot (U_k + \Delta U_{TB}) \cdot f_{x, k}] \cdot (\theta_{i, \text{build}} - \theta_e)$$

Kde:	$\dot{Q}_{T, \text{build}}$	- Strata prestupom obálkovou metódou	[kW]
	$\theta_{i, \text{build}}$	- Priemerná vnútorná teplota vzduchu v objekte	[°C]
	$\theta_e$	- Vonkajšia návrhová teplota v zimnom období	[°C]
	$A_k$	- Plocha konštrukcie	[m <sup>2</sup> ]
	$U_k$	- Súčiniteľ prestupu tepla konštrukcie	[W/m <sup>2</sup> K]
	$\Delta U_{TB}$	- Prirážka vplyvom tepelných mostov a väzieb	[W/m <sup>2</sup> K]
	$f_{x, k}$	- Redukčný súčiniteľ	[-]

Tab. č. 1: Výpočet celkovej tepelnej straty prestupom

Konštrukcia	Plocha $A_k$ [m <sup>2</sup> ]	Súčiniteľ prestupu tepla [W/m <sup>2</sup> K]	Prirážka na vplyv tepelných mostov a väzieb [W/m <sup>2</sup> K]	$f_1$ [-]	$f_2$ [-]	Opravný činiteľ ( $f_1 + f_2$ ) $f_{x,k}$ [-]	Priemerná vnútorná teplota vzduchu v objekte [°C]	Vonkajšia návrhová teplota [°C]	$\dot{Q}_{T, build}$ [W]
STN - S1	44,91	0,156	0,02	1	0,65	1,65	20	-12	416,55
STN - S2	53,015	0,156	0,02	1	0	1	20	-12	298,58
STN - V1	85,21	0,156	0,02	1	0	1	20	-12	479,90
STN - V2	53,75	0,156	0,02	1	0	1	20	-12	302,72
STN - J2	25,67	0,156	0,02	1	0	1	20	-12	144,57
STN - Z1	51,2	0,156	0,02	1	0	1	20	-12	288,36
STN - Z2	48,87	0,156	0,02	1	0	1	20	-12	275,24
STN - Z3	41,73	0,156	0,02	1	0,65	1,65	20	-12	387,05
STN - Z4	1,73	0,156	0,02	1	0	1	20	-12	9,74
STR - S	103,26	0,142	0,02	1	0,97	1,97	20	-12	1052,20
STR - V1	143,59	0,142	0,02	1	0,97	1,97	20	-12	1463,15
STR - V2	99,95	0,142	0,02	1	0,97	1,97	20	-12	1018,47
STR - J	60,24	0,142	0,02	1	0,97	1,97	20	-12	613,83
STR - Z1	19,90	0,142	0,02	1	0,97	1,97	20	-12	202,78
STR - Z2	98,31	0,142	0,02	1	0,97	1,97	20	-12	1001,76
STR - Z3	99,98	0,142	0,02	1	0,97	1,97	20	-12	1018,78
PDL	627,64	0,176	0,02	0,47	0	0,47	20	5	864,97
Okná - S	6,94	0,75	0,02	1	0	1	20	-12	171,00
Okná - V	16,69	0,75	0,02	1	0	1	20	-12	411,24
Okná - J1	52,00	0,75	0,02	1	0,65	1,65	20	-12	2110,11
Okná - J2	9,00	0,75	0,02	1	0	1	20	-12	221,76
Okná - J3	52,00	0,75	0,02	1	0,65	1,65	20	-12	2110,11
Okná - Z	17,81	0,75	0,02	1	0	1	20	-12	438,84
Dvere - S	6,38	0,90	0,02	1	0	1	20	-12	187,83
Dvere - V	3,78	0,90	0,02	1	0	1	20	-12	111,28
Dvere - Z	8,06	0,90	0,02	1	0	1	20	-12	237,29
Celková hodnota tepelných strát prestupom [kW]									15,84

Celková hodnota tepelných strát prestupom obáľkovou metódou  $\dot{Q}_{T, build} = 15,84$  kW.

## 3.2 Tok vzduchu infiltráciou pre celú budovu

$$q_{v, \min, i} = V_i \cdot n_{50} \cdot \varepsilon \cdot e$$

Kde:	$q_{v, \min, i}$	- Tok vzduchu infiltráciou	[m <sup>3</sup> /hod]
	$V_i$	- Vzduchový objem budovy – 80% z objemu budovy	[m <sup>3</sup> ]
	$n_{50}$	- Tesnosť budovy 1/h	[x/h]
	$\varepsilon$	- Činiteľ na počet okien a polohu budovy v krajine = 0,05	[-]
	$e$	- Výškový korekčný činiteľ – svetlá výška do 10 m = 1 – viac než jedna výplň = 0,03	

$$q_{v, \min, i} = 2\,741,64 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,03 = 82,25 \text{ m}^3 / \text{hod}$$

## 3.3 Tepelná strata vetraním (infiltráciou)

$$\theta_{v, \text{build}} = 0,34 \cdot q_{v, \min, i} \cdot (\theta_{\text{int}} - \theta_e)$$

Kde:	$\theta_{v, \text{build}}$	- Strata vetraním	[kW]
	$\rho$	- Hustota vzduchu	[kg/m <sup>3</sup> ]
	$c$	- Merná tepelná kapacita vzduchu	[kJ/kg.K]
	$\theta_{i, \text{build}}$	- Priemerná vnútorná teplota vzduchu v objekte	[°C]
	$\theta_e$	- Vonkajšia návrhová teplota v zimnom období	[°C]

$$\theta_{v, \text{build}} = 0,34 \cdot 82,25 \cdot (20 - (-12)) = 0,895 \text{ kW}$$

## 3.4 Celková strata obálky budovy

$$\theta_{\text{HL, build}} = \theta_{\text{T, build}} + \theta_{v, \text{build}}$$

Kde:	$\theta_{\text{HL, build}}$	- Tepelná strata budovy	[kW]
	$\theta_{\text{T, build}}$	- Hustota vzduchu	[kW]
	$\theta_{v, \text{build}}$	- Merná tepelná kapacita vzduchu	[kW]

$$\theta_{\text{HL, build}} = 15,84 + 0,895 = 16,74 \text{ kW}$$

# 4. Príprava teplej vody

## 4.1 Objem zásobníkového ohrievača

$$V_z = q_{\text{TV, max}} \cdot n \cdot k_{\text{TV}} \cdot \varphi$$

Kde:	$V_z$	- Objem zásobníkového ohrievača	[l]
	$q_{\text{TV, max}}$	- Maximálna špecifická potreba teplej vody v l (spotrebná jednotka . deň)	
	$n$	- počet obyvateľov, spotrebných jednotiek = 46	
	$k_{\text{TV}}$	- Súčiniteľ nerovnomernosti v (spotrebná jednotka . deň)	
	$\varphi$	- Súčiniteľ mŕtveho priestoru = 1,15	[-]

$$V_z = 14 \cdot 46 \cdot 0,29 \cdot 1,15 = 214,8 \text{ l}$$

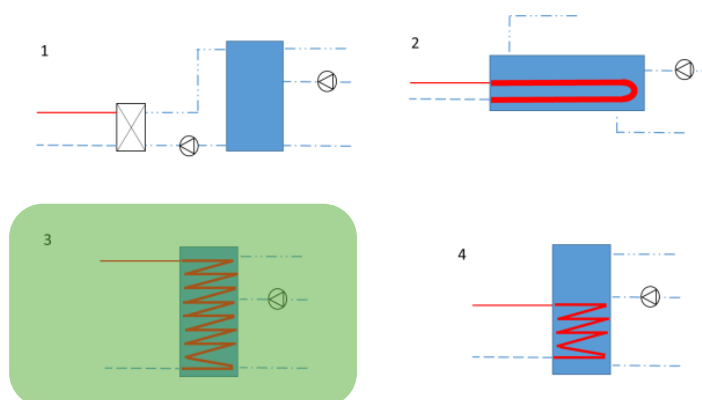
Bude navrhnutý zásobníkový ohrievač OKC 250 NTR/HP o objeme 234 l.

Tab. č. 2: Špecifická potreba teplej vody podľa druhu budovy

Druh budovy	Spotřební jednotka	q <sub>TV,max</sub>
Bytový dům	Obyvatel	60
Administrativní budova	Zaměstnanec	14
Mateřská škola	Dítě	14
Kavárna	Místo u stolu	40
Dětský domov	Lůžko	60
Domov seniorů	Lůžko	50
Restaurace, tradiční kuchyně, 2 jídla za den	Jídlo	32
Restaurace, samoobslužná, 2 jídla za den	Jídlo	12
Restaurace, tradiční kuchyně, 1 jídlo za den	Jídlo	15
Restaurace, samoobslužná, 1 jídlo za den	Jídlo	6
Hotel, 1-hvězdičkový, bez prádelny	Lůžko	84
Hotel, 1-hvězdičkový, s prádelnou	Lůžko	105
Hotel, 2-hvězdičkový, bez prádelny	Lůžko	114
Hotel, 2-hvězdičkový, s prádelnou	Lůžko	125
Hotel, 3-hvězdičkový, bez prádelny	Lůžko	146
Hotel, 3-hvězdičkový, s prádelnou	Lůžko	167
Hotel, 4 a vícehvězdičkový, bez prádelny	Lůžko	177
Hotel, 4 a vícehvězdičkový, s prádelnou	Lůžko	198
Ubytování	Lůžko	42
Nemocnice- bez prádelny	Lůžko	84*
Nemocnice – s prádelnou	Lůžko	132*
Sportovní zařízení	Sprcha	152
*Pokud jsou instalovány velkoobjemové vany nebo jiná léčebná zařízení zásobovaná teplou vodou, může být potřeba teplé vody výrazně vyšší		

Tab. č. 3: Špecifická potreba teplej vody podľa druhu budovy

Doba ohřevu (h)	Mateřská škola	Administrativní budova	Administrativní budova s restaurací	Restaurace a kavárny	Hotely	Nemocnice*
0,5	0,17	-	0,10	-	-	0,13
1	0,29	0,12	0,16	0,14	0,21	0,14-0,19
2	0,45	0,20	0,30	0,27	0,32	0,28-0,32
3	0,61	0,30	0,42	0,35	0,38	0,38-0,45
* Pokud jsou instalovány velkoobjemové vany, použije se vyšší z hodnot						



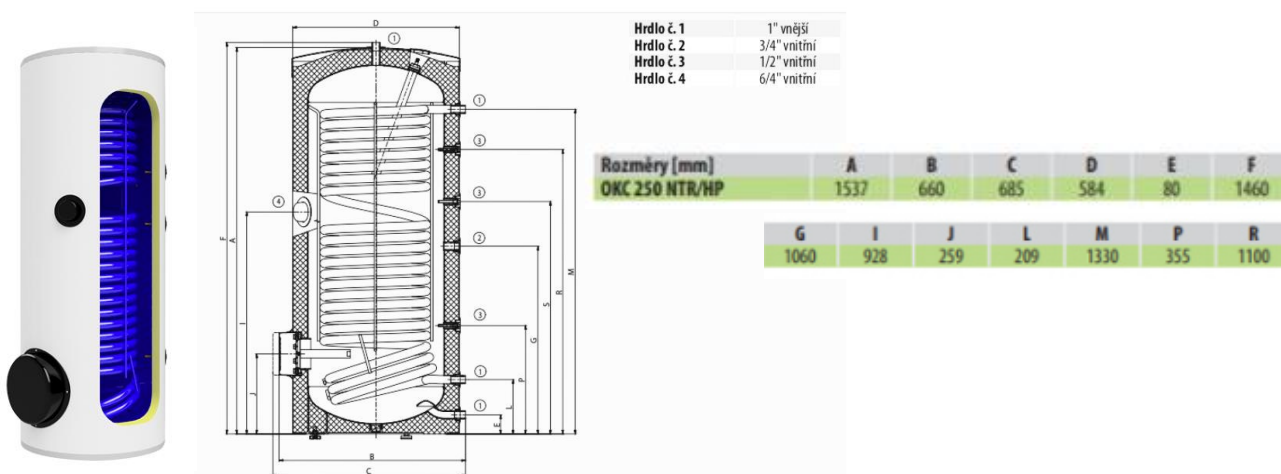
Obr. č. 1: Druhy ohrievačov / zásobníkov

Tab. č. 4: Súčiniteľ mŕtveho priestoru

	Druh ohrievače alebo zásobníku	Součinitel mrtvého prostoru
1	Zásobník bez mŕtveho priestoru nabitý teplou vodou oběhovým čerpadlem z průtokového ohřivače	1,0
2	Ležatý zásobníkový ohřivač	1,2
3	Stojatý zásobníkový ohřivač bez mŕtveho priestoru	1,15
4	Stojatý zásobníkový ohřivač s topnou vložkou umístěnou v max. 1/3 výšky ohřivače	1,50

Tab. č. 4: Súčiniteľ mŕtveho priestoru

Typ zásobníku		OKC 250 NTR/HP	OKC 300 NTR/HP	OKC 400 NTR/HP	OKC 500 NTR/HP	OKC 750 NTR/HP	OKC 1000 NTR/HP
Objednací číslo		110991401	121091401	121491401	121391401	105513051	105513052
Objem	[l]	234	286	352	469	710	930
Max. hmotnost ohřivače bez vody	[kg]	119	133	190	223	259	324
Izolace	[mm]	42	60	50	50	80	80
Tepelná vodivost izolace	[W·m <sup>-1</sup> ·K <sup>-1</sup> ]	0,022		0,021			0,032
Max. provozní teplota/přetlak v nádobě	[°C]/[bar]				80/10**		
Teplosměnná plocha výměníku *	[m <sup>2</sup> ]	2,5	3,2	5,2	6,4	7,0	9,0
Objem výměníku *	[l]	17	21	32	39	47	63
Doba ohřevu výměníkem z 10 °C na 50 °C *	[min]	34	32	26	24		16
Max. provozní teplota/přetlak ve výměníku	[°C]/[bar]				110/10		
Třída energetické účinnosti					C		
Statická ztráta	[W]	87	72	90	105	130	142



Obr. č. 2: Zásobníkový ohřivač Dražice OKC 250 NTR/HP

## 4.2 Výkon vykurovacej vložky ohrievača

$$Q_z = (V_z \cdot \rho \cdot c \cdot (t_2 - t_1) / (z \cdot 3600)) + Q_{\text{cirk}}$$

Kde:	$Q_z$	- Výkon vykurovacej vložky ohrievača	[kW]
	$\rho$	- Hustota vody	[kg/m <sup>3</sup> ]
	$c$	- Merná tepelná kapacita vody	[kJ/kg.K]
	$t_1$	- Teplota studenej vody	[°C]
	$t_2$	- Teplota teplej vody	[°C]
	$z$	- Doba ohrevu	[h]

$$Q_z = \{[(214,8 \cdot 1 \cdot 4,2 \cdot (55 - 10)) / (2 \cdot 3600)] + 0,32\} = 5,96 \text{ kW}$$

### 4.2.1 Výpočet cirkulácie

$$Q_{\text{cirk}} = \sum(q_i \cdot l_i)$$

Kde:  $q_i$  - Približná hodnota dĺžkovej tepelnej straty potrubia vodovodu s cirkuláciou podľa vyhlášky č. 193/2007 Sb. [W/m]  
 $l_i$  - Dĺžka najdlhšieho potrubia v budove [m]

$$Q_{\text{cirk}} = 8 \cdot 40 = 320 \text{ W}$$

Tab. č. 4: Približné hodnoty dĺžkovej tepelnej straty potrubia vodovodu s cirkuláciou pri hrúbke izolácie približne odpovedajúcej vonkajšiemu priemeru potrubia podľa vyhlášky č. 193/2007 Sb.

Druh potrubí	Vnější profil potrubí	q (W/m)
Stoupací potrubí přívodní vedené v instalační šachtě	25 až 42	7
Stoupací potrubí cirkulační vedené v instalační šachtě	20	7
Ležaté potrubí přívodní i cirkulační vedené v nevytápěném suterénu	20 až 88,9	10
Ležaté potrubí přívodní i cirkulační vedené ve vytápěných prostorech	20 až 88,9	8

### 4.3 Veľkosť teplosmennej plochy

$$\Delta t = [(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)] / \ln[(T_1 - t_2) / (T_2 - t_1)]$$

Kde:  $T_1$  - Teplota prívodnej vody [°C]  
 $T_2$  - Teplota vratnej vody [°C]  
 $t_1$  - Teplota studenej vody [°C]  
 $t_2$  - Teplota teplej vody [°C]

$$\Delta t = [(55 - 50) - (40 - 10)] / \ln[(55 - 50) / (40 - 10)] = 13,95 \text{ °C}$$

#### 4.3.1 Teplosmenná plocha

$$A = Q_z / (U \cdot \Delta t)$$

Kde:  $Q_z$  - Výkon vykurovacej vložky ohrievača [kW]  
 $U$  - Trvalý výkon teplej vody výmenníku [kW]

$$A = 5\,960 / (420 \cdot 13,95) = 1,02 \text{ m}^2$$

### 4.4 Návrh zásobníkového ohrievača

Navrhnutý ohrievač Dražice OKC 250 NTR/HP o objeme 234 l má výhrevnú plochy výmenníku 2,5 m<sup>2</sup>, ktorá vyhovuje požiadavkám.



## 5. Návrh zdroja tepla

### 5.1 Vstupné údaje

Potrebný výkon pre pokrytie tepelných strát	$Q_{\text{straty}} = 16,74 \text{ kW}$
Potrebný výkon pre ohrev TUV	$Q_{\text{TUV}} = 5,96 \text{ kW}$
Potrebný výkon pre VZT jednotku	$Q_{\text{VZT}} = 27,77 \text{ kW}$
Celkový potrebný výkon	$Q_{\text{CELKOM}} = 50,47 \text{ kW}$

$$Q_I = 0,7 \cdot Q_{\text{STRATY}} + 0,7 \cdot Q_{\text{VZT}} + Q_{\text{TUV}} + Q_{\text{FVE}} = 0,7 \cdot 16,74 + 0,7 \cdot 27,77 + 5,95 + 4 = 37,12 \text{ kW}$$

$$Q_{II} = Q_{\text{STRATY}} + Q_{\text{VZT}} = 16,74 + 27,77 = 44,51 \text{ kW}$$

V budove budú navrhnuté dve tepelné čerpadlá ECOFOREST na systém ZEM-VODA. Prvé čerpadlo typu ecoGEO 5-22, s vykurovacím výkonom maximálne 22,8 kW, bude slúžiť pre vykurovanie vnútorných priestorov budovy so systémom podlahového vykurovania. V zimnom období bude toto čerpadlo pracovať v reverznom režime – bude zdrojom chladu. Druhé čerpadlo typu ecoGEO HP 12-40, s vykurovacím výkonom maximálne 44,6 kW bude slúžiť pre ohrev teplej vody a ohrev vzduchu do VZT jednotky. V zimnom období bude toto čerpadlo taktiež pracovať v reverznom režime – bude zdrojom chladu pre VZT jednotku.

#### Prvé tepelné čerpadlo ECOFOREST ecoGEO 5-22

$$Q_1 = Q_{\text{STRATY}} = 16,74 \text{ kW}$$

#### Druhé tepelné čerpadlo ECOFOREST ecoGEO 12-40

$$Q_2 = 0,7 \cdot Q_{\text{VZT}} + Q_{\text{TUV}} = 0,7 \cdot 27,77 + 5,96 = 25,40 \text{ kW}$$

Tab. č. 5: Technické parametre tepelného čerpadla ECOFOREST ecoGEO HP 5-22

Tepelné čerpadlo		ecoGEO 1 – 6	ecoGEO 1 – 9	ecoGEO 3 – 12	ecoGEO 5 – 22
Topný výkon B0/W35 <sup>1</sup>	kW	1 – 6	1,3 – 11	2,5 – 16	4 – 22,8
Topný faktor COP B0/W35 <sup>1</sup>		4,3	4,6	4,6	4,9
Chladíci výkon (aktívny chlazení) B35/W7	kW	1 – 6	1,4 – 11	3,1 – 16	4,2 – 22
Chladíci faktor EER B35/W7		4,6		5,2	5,4
Chladíci výkon (pasívny chlazení) B16W19 / B16W23	kW	2,3 / 5,3		4 / 9,3	
Energetická trieda (s rídici jednotkou)				A+++	
Vestavbný nerezový zásobník teplej vody (provedení C)	l			165	
Vestavbný elektrokotel	kW	2	4		6
Max. teplota pro ohřev teplej vody (s výměníkem HTR) <sup>4</sup>	°C	75 (-) °C		63 (70) °C	
Teplota topné vody výroba / nastavení	°C	10 – 75 °C / 20 – 75 °C		10 – 60 °C / 20 – 60 °C	
Teplota chladič vody výroba / nastavení	°C		5 – 35 °C / 7 – 25 °C		
Vstupní teplota primárního okruhu při vytápění	°C		-25 – 35 °C		
Vstupní teplota primárního okruhu při chlazení	°C		10 – 60 °C		
Min.-max.tlak topného/primárního okruhu	bar		0,5 – 3,0 / 0,5 – 3,0		
Maximální tlak zásobníku teplej vody	bar		8		
Hladina akustického výkonu <sup>5</sup>	dB(A)	33 – 44		34 – 46	35 – 46
Elektrické připojení / doporučený jistič	V / A	230 V / C16	400 V / C10	400 V / C16	400 V / C20
Maximální elektrický příkon B0/W55	kW / A	2,4 / 10,4	3,8 / 5,6	6 / 7,2	6 / 8,7
Startovací proud	A	6,7	1,9	2,6	4,2
Kompresor			Scroll s invertorem		
Množství chladiva (podle provedení chlazení)	kg	0,16 (R 290)	0,85 – 1 (R 410A)	0,9 – 1 (R 410A)	1,4 – 1,6 (R 410A)
Rozměry: výška x šířka x hloubka (model B/C)	mm	1060 x 660 x 602 1845 x 600 x 720		1060 x 600 x 710 1845 x 600 x 720	
Hmotnost (model B/C)	kg		185 – 265		
Připojení primárního / sekundárního okruhu, vnější závit		G1" / G1"		G 5/4" / 5/4"	
Připojení teplej/studené vody, vnitřní závit				G1"	
Připojení oirkulace TV, vnitřní závit				G3/4"	

Tab. č. 6: Technické parametre tepelného čerpadla ECOFOREST ecoGEO HP 12-40

Tepelné čerpadlo		ecoGEO HP 12-40	ecoGEO HP 15-70	ecoGEO HP 20-85
Topný výkon B0/W35 <sup>1</sup>	kW	10,7 – 44,6	17,1 – 59,6	21,5 – 86,5
Topný faktor COP B0/W35 <sup>1</sup>		4,6	4,5	4,6
Chladicí výkon (aktívni chlazení) B35/W7	kW	11,3 – 45,8	15,1 – 61,5	21,4 – 73,7
Chladicí faktor EER B35/W7		4,4	4,5	4,5
Energetická trieda (s riadič jednotkou)		A+++ / A++	A+++ / A+++	A+++ / A++
Energetická účinnosť / SCOP (podlahové vytápění)		193 % / 4,94	200 % / 5,09	197 % / —
Energetická účinnosť / SCOP (radiátory)		148 % / 3,81	152 % / 3,9	—
Max. teplota pro ohřev teplé vody	°C		60	
Teplota topné vody výroba / nastavení	°C		10 – 60 / 20 – 60	
Teplota chladicí vody výroba / nastavení	°C		5 – 35 / 7 – 35	
Vstupní teplota primárního okruhu	°C		-20 – 35	
Min. – Max. tlak topného okruhu / primárního okruhu	bar	0,5 – 5,0 / 0,5 – 5,0	0,5 – 5,0 / 0,5 – 5,0	0,7 – 10 / 0,7 – 10
Nominální průtok primárního okruhu B0/W35 (ΔT = 3°C)	l/h	2 405 – 9 830	3 230 – 13 195	4 612 – 18 057
Nominální průtok topného okruhu B0/W35 (ΔT = 5°C)	l/h	1 845 – 7 685	2 465 – 10 265	3 572 – 14 398
Hladina akustického výkonu <sup>2</sup>	dB(A)	71	71	72
Elektrické připojení / doporučený jistič	V / A	400 / C40	400 / C50	400 / C63
Maximální elektrický příkon	kW / A	18,1 / 28,6	23,7 / 37,0	33,7 / 52,9
Startovací proud	A	9	11,8	16,7
Kompresor			Scroll s invertorem	
Množství chladiva R410A (HP1 / HP3)	kg	4,1 / 4,4	4,7 / 5,5	10
Rozměry: výška x šířka x hloubka	mm	1000 x 950 x 900	1000 x 950 x 900	1074 x 1009 x 916
Hmotnost (HP1 / HP3)	kg	295 / 307	322 / 336	450 / 465
Připojení primárního / sekundárního okruhu		2" vnější závit	2" vnější závit	2,5" vnější závit
HTR výměník		NE	NE	ANO

## 5.2 Zjednodušený návrh tepelného čerpadla

### 5.2.1 Výpočet tepelného čerpadla

$$\text{COP} = Q_x / P$$

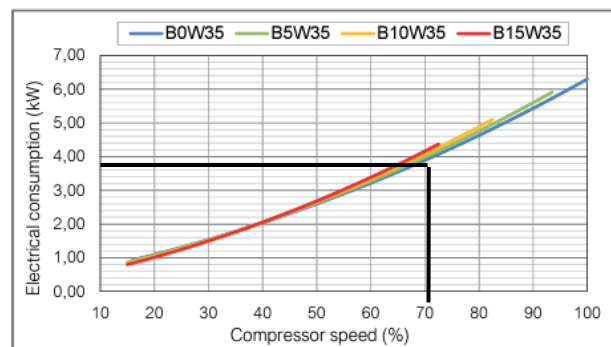
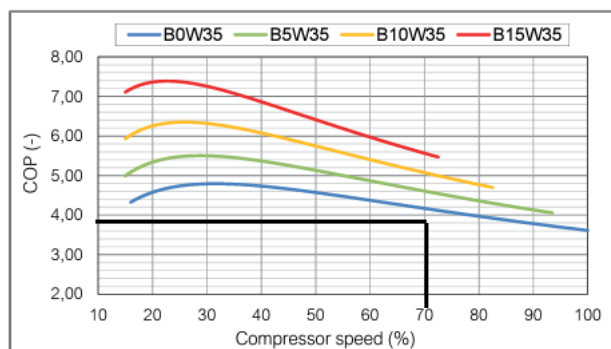
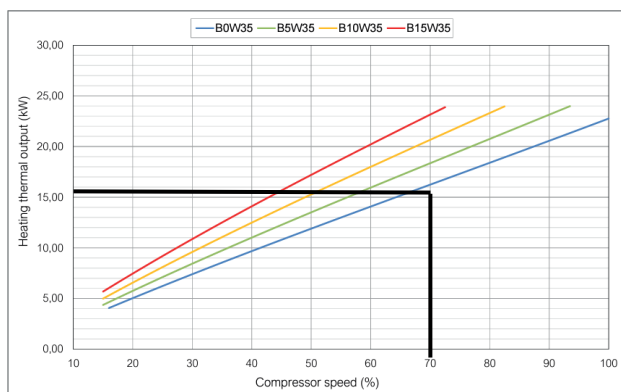
Kde:	COP	- Vykurovací (topný) faktor	[-]
	$Q_x$	- Potřebný výkon tepelného čerpadla	[kW]
	P	- příkon, který tepelné čerpadlo odoberá pre pohon kompresoru a ďalších prvkov, ktoré sú jeho súčasťou	[kW/A]

$$Q_{\text{CHL}} = Q_x - P$$

Kde:	$Q_{\text{CHL}}$	- Chladiaci výkon	[-]
	$Q_x$	- Potřebný výkon tepelného čerpadla	[kW]
	P	- příkon, který tepelné čerpadlo odoberá pre pohon kompresoru a ďalších prvkov, ktoré sú jeho súčasťou	[kW/A]

### Prvé tepelné čerpadlo ECOFOREST ecoGEO 5-22

$$Q_1 = Q_{\text{STRATY}} = 16,74 \text{ kW}$$



Návrh - výstupná teplota 35°C

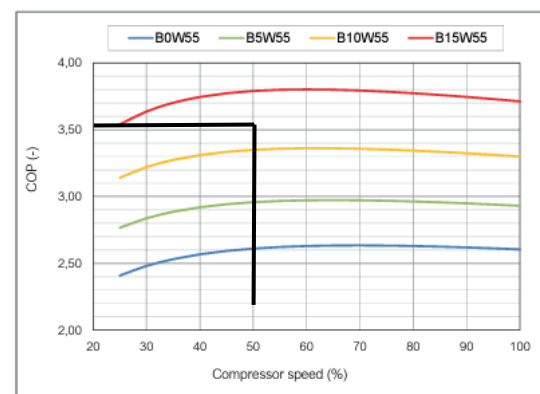
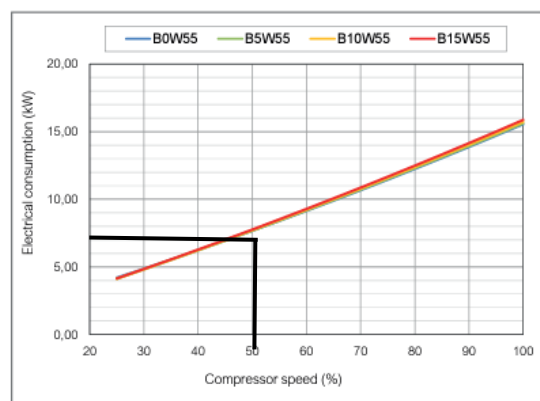
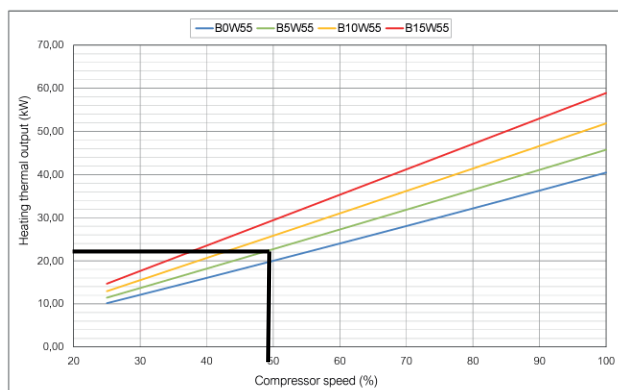
Vykurovací faktor COP = 4,1

Príkon P = 4,1 kW

$$Q_{\text{CHL}} = Q_1 - P = 16,74 - 4,1 = 12,54 \text{ kW}$$

### Druhé tepelné čerpadlo ECOFOREST ecoGEO 12-40

$$Q_2 = 0,7 \cdot Q_{\text{VZT}} + Q_{\text{TUV}} = 0,7 \cdot 27,77 + 5,96 = 25,40 \text{ kW}$$



Návrh - výstupná teplota 55°C

Vykurovací faktor COP = 3,8

Príkon P = 8,3 kW

$$Q_{\text{CHL}} = Q_2 - P = 25,40 - 8,3 = 17,10 \text{ kW}$$

## 5.3 Návrh hlĺbky vrtov

### 5.3.1 Hĺbka vrtu pre prvé tepelné  erpadlo

$$H_1 = Q_{CHL} = 12\,540 / 55 = 228 \text{ m}$$

### 5.3.2 Hĺbka vrtu pre druhé tepelné  erpadlo

$$H_2 = Q_{CHL} = 17\,100 / 55 = 311 \text{ m}$$

Návrh minimálne 6x vrtov po 90 m.

Tab.  . 7: Tabuľka hlĺbky vrtu podľa druhu zemského masívu

Druh zemsk�ho masívu	M�rn�y odb�rov�y tok p�i dob� provozu 1800 hod./rok (W/m)	M�rn�y odb�rov�y tok p�i dob� provozu 2400 hod./rok (W/m)
Such�y ���rk, p�sek	do 25	do 20
���rk nebo p�sek nasycen�y vodou	65-80	55-65
���rk nebo p�sek se siln�m proud�n�m spodn�i vody	80-100	80-100
Vlhk�y j�il	35-50	30-40
V�pencov�y masiv	55-70	45-60
P�skovec	65-80	55-65
K�femi�it�y magmatit	65-85	55-70
Baz�ln�i magmatit	40-65	35-55
Diorit	70-85	60-70

## 6. Záver

V budove budú navrhnuté dve tepelné čerpadlá ECOFOREST (systém ZEM-VODA) ako zdroj tepla ECOFOREST spolu s podlahovým vykurovacím systémom. Prvé  erpadlo typu ecoGEO 5-22, s vykurovacím výkonom maximálne 22,8 kW, bude sl  i   pre vykurovanie vnútorných priestorov budovy so systémom podlahového vykurovania. V zimnom období bude toto čerpadlo pracovať v reverznom režime – bude zdrojom chladu. Dru  e  erpadlo typu ecoGEO HP 12-40, s vykurovacím výkonom maximálne 44,6 kW bude sl  i   pre ohrev teplej vody a ohrev vzduchu do VZT jednotky. V zimnom období bude toto čerpadlo taktiež pracovať v reverznom režime – bude zdrojom chladu pre VZT jednotku.

Pre prípravu teplej    itkovej vody bude navrhnutý zásobníkový ohrieva  DRAŽICE OKC 250 NTR/HP o objeme 234 l a s v hrevnou plochou výmenníku 2,5 m .