VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

VYUŽITÍ VELKOPLOŠNÉHO SÁLAVÉHO VYTÁPĚNÍ

VÝPOČETNÍ ČÁST

VYPRACOVALA: BC. TEREZA SPURNÁ

VEDOUCÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE: ING. MIROSLAV URBAN, PH.D.

STUDIJNÍ OBOR: BUDOVY A PROSTŘEDÍ

2021/2022

Obsah

1. Výpočetní část 3

1.1. Výpočet tepelných ztrát dle ČSN EN 12831-1: 4

1.2. Návrh zdroje pro vytápění 6

1.3. Výpočet potřeby teplé vody a návrh zásobníku na teplou vodu 7

1.4. Návrh bezpečnostního zařízení otopné soustavy 9

1.4.1. Návrh expanzní nádoby 9

1.4.2. Návrh pojistného ventilu dle ČSN 06 0830 10

1.5. Návrh kapilárních rohoží 11

1.6. Nastavení otáček regulačního šroubení 13

1.7. Návrh expanzní nádoby pro kapilární rohože 13

1.8. Návrh vyvažovacích ventilů na patách větví 14

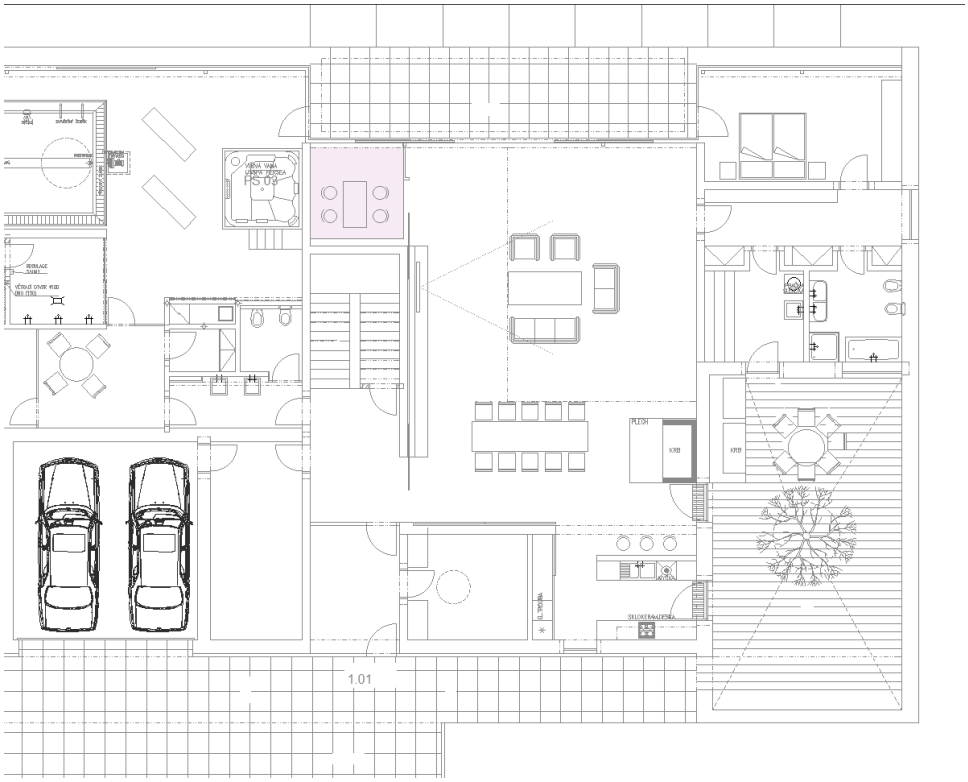
1.9. Návrh třícestného ventilu 14

1.10. Návrh oběhového čerpadla na větvi ´´A´´ - kapilární rohože 15

2. ZDROJE 16

1. Výpočetní část

Návrh vytápění a dílčí výpočty ukáži na referenční místnosti č.m. 113 – BAR. Místnost se nachází v 1. NP. Mezi ochlazované obvodové konstrukce patří podlaha a jedna obvodová stěna. Ze tří stěn místnost sousedí s pobytovými místnostmi. Na této místnosti budu demonstrovat návrh kapilárních rohoží.



1.1. Výpočet tepelných ztrát dle ČSN EN 12831-1:

Vybraná místnost se nachází v 1. NP.

Konstrukce:

PODL	Podlaha	$U_{konstrukce}$ = 0,3 W/m^{2}K ; U= 0,5 W/m^{2}K
SO	Stěna obvodová	U = 0,14 W/m^{2}K
OK	Okno	U = 0,8 W/m^{2}K
SN	Stěna vnitřní	U = 0,9 W/m^{2}K

Název místnosti:	BAR	Rozměry místnosti:				
Číslo místnosti:	113	délka [m]	šířka [m]	plocha [m^2]	sv. výška [m]	objem [m^3]
				9,02	3,5	31,57

název kce	poznámky	délka m	šířka, výška m	A m^2	poč.otvorů ks	Ao m^2	A-Ao m^2	U W/(m^{2}K)	U+ΔU$_{TB}$ W/(m^{2}K)	tepl. za kcí °C	rozdíl teplot K	TZ prostup W	teplota povrchu K
PODL				9,02			9,02	0,50	0,50	3,9	16,1	72	19,56
SO		2,825	3,7	10,45			10,4525	0,14	0,19	-12	32	64	19,81
OK		2,825	2,5	7,06			7,0625	0,80	0,85	-12	32	192	17,06
SN		2,95	3,5	10,33			10,325	0,90	0,95	27	-7	-69	21,46
-				0			0	0,00	0,05	0	20	0	0,00
-				0			0	0,00	0,05	0	20	0	0,00
-				0			0	0,00	0,05	0	20	0	0,00
-				0			0	0,00	0,05	0	20	0	0,00
-				0			0	0,00	0,05	0	20	0	0,00
-				0			0	0,00	0,05	0	20	0	0,00

Venkovní teplota	t_e	-12	°C	celkové tep.ztráty prostupem (W)	*259*
Výpočtová vnitřní teplot	t_i	20	°C	tep.ztráty větrání (W)	*195*
přirozený/nucený	P/N	N	-	celkové tep.ztráty (W)	***454***
požad. výměna vzduchu	n	0,50	1/h	měrné celkové tep.ztráty (W/m^3)	*14*
výšk. korek. činitel	ε	1	-	celk. tep.ztráty na 1 m^2 (W/m^2)	*50*
inzita vým. vzd. při 50 Pa	n50	5	1/h	střední radiační teplota (°C)	*19,69*
stínící činitel	e	0,03	-	teplota vzduchu (°C)	*20,31*
teplota přiváděného vzd	t_{su}	20	°C		
množ. přiváděného vzd.	V_{su}	15,79	m3/h		
množ. odváděného vzd.	V_{ex}	0,00	m3/h		
mech. infiltrace vzd.	$V_{mech,inf}$	0,00	m3/h		
přiroz. infiltrace vzd.	V_{inf}	9,47	m3/h		
hygienické min. vzd.	V_{min}	15,79	m3/h		

20,6

Celková tepelná ztráta objektu a potřebný výkon, který je potřeba pokrýt tepelným čerpadlem je v následující tabulce.

Název akce:	Vila
Investor:	-
Projektant:	-
Venkovní teplota:	t_e = -12 °C

název m.	č. m.	t_i	TZ-P+V	TZ-P	TZ-V
SCHODIŠTĚ	01.01	20	372	372	0
WC	01.02	20	14	14	0
SPOLEČENSKÁ MÍSTNOST	01.04	20	1017	824	203
SKLEP	01.05	15	75	75	0
ZÁDVEŘÍ	101	20	508	442	66
CHODBA	103	20	37	37	0
ŠATNA	104	20	266	266	0
K.K.+SPÍŽ	106	20	731	550	181
O.P.	107	20	1555	834	721
O.P.	107	20	2457	1514	943
PRÁDELNA	108	15	97	97	0
KOUPELNA	110	24	573	502	71
CHODBA	111	20	259	159	100
LOŽNICE	112	20	1254	1009	246
T.M.	115	15	122	122	0
UMÝVÁRNA	116	20	155	155	0
WC	117	20	0	-30	0
CHODBA	118	20	156	156	0
BAZÉN+WELNESS	119	27	4945	3726	1219
TECHNOLOGIE	121	20	116	116	0
POSILOVNA	122	20	809	651	158
GARÁŽ	123	0	58	58	0
ŠATNA	124	20	27	27	0
OCHLAZOVNA	125	22	232	232	0
CHODBA	201	20	362	221	141
POKOJ	203	20	462	317	145
POKOJ	204	20	644	503	141
KOUPELNA	205	24	245	232	13
PRACOVNA	206	20	246	190	56
PRACOVNA	207	20	587	448	139
KOMORA	211	20	65	65	0
BAR	113	20	454	259	195
Celkové tepelné ztráty objektu [W]			**18902**	14145	4737
				74,8%	25,1%

te´ [°C]	Q´ [kW]	tis [°C]
-12	28,3	20
-10	26,5	
-7	23,9	
-5	22,1	
-3	20,3	
0	17,7	
3	15,0	
5	13,3	
7	11,5	
10	8,8	
13	6,2	

Topný faktor COP		4,66

Podlahové vytápěn ztráta směrem k zemině [W]	2230,2
Tepelná ztráta bazénu [W]	**1800**
Potřebná energie na pokrytí VZT jednotek	**5370**
Celková tepelná ztráta [W]	***28302***
Chladící výkon [W]	**22 229**

Pro vnitřní bazén obvykle uvažujeme s **průměrnou tepelnou ztrátou 75 W/m2**, přičemž mimo užívání je bazén zakrytý. Není-li, použijeme hodnotu 150W/m2.

$$\dot{Q}_{ch} = \dot{Q}_t - \frac{\dot{Q}_t}{COP}$$

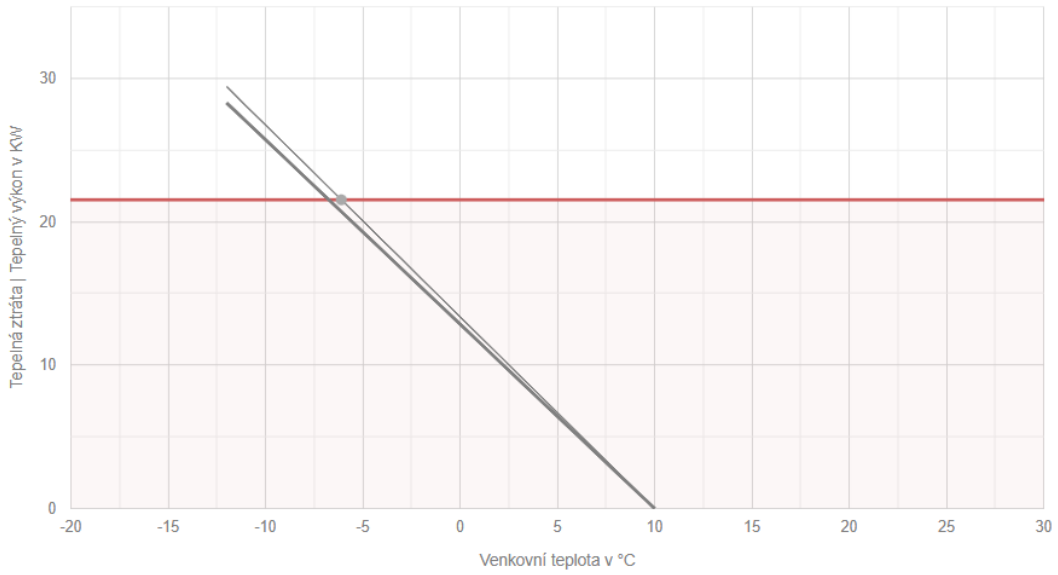
Předběžná délka vrtů [m]	**444,57**
Návrh počtu vrtů	**4,00**
Délka vrtu [m]	***111,14***

Zde je vidět že potřebný výkon je 28,3 kW. Z toho 21,13 kW je tepelná ztráta objektu. Pro pokrytí tepelné ztráty dohřevu vody v bazénu je potřeba 1,8 kW a na VZT jednotky je potřeba 5,37 kW.

Jsou zde navrženy 4 vrty o délce 112 m.

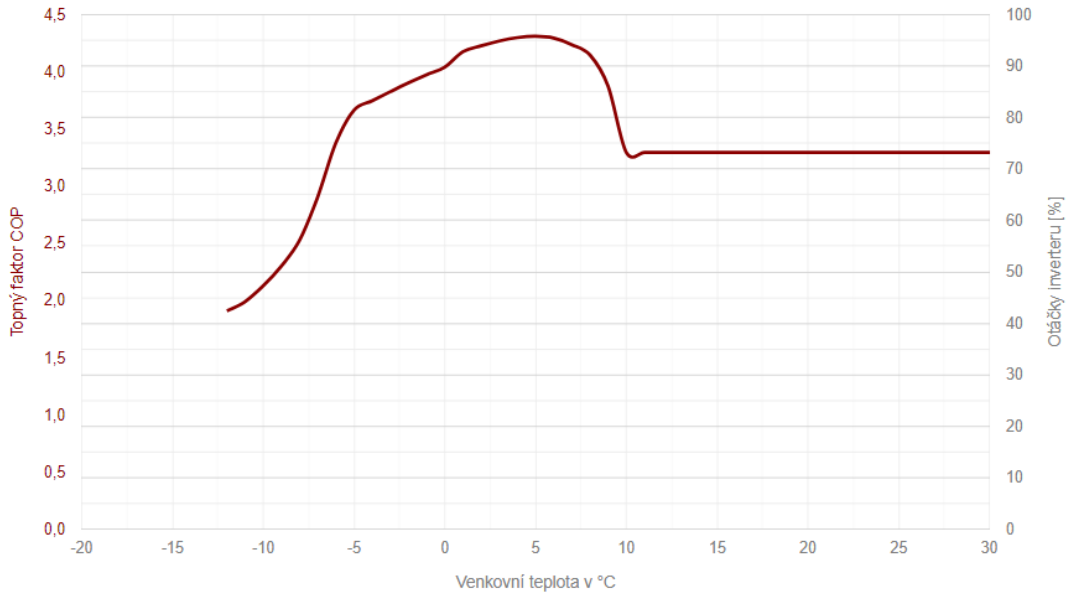
1.2. Návrh zdroje pro vytápění

U tohoto objektu je navržené tepelné čerpadlo země/voda od Stiebel Eltron WPF 20. Na následujícím obrázku je vyznačen bod bivalence, který je -6,1 °C. V akumulační nádobě a v zásobníku na teplou vodu je přidané elektrické topné těleso BGC 6 kW.



obr. /1/ Bod bivalencen

Na tomto grafu je znázorněn průběh topného faktoru COP



obr. /2/ Topný faktor

1.3. Výpočet potřeby teplé vody a návrh zásobníku na teplou vodu

Při výpočtu potřeby teplé vody jsou postupovala dle ČSN 06 0320. V této normě se uvažuje s celkovou potřebou teplé vody V_{2p} = 0,082m^3/os.den, tato hodnota je nadsazená, proto jsem ve výpočtu uvažovala s V_{2p} = 0,060m^3/os.den. V objektu uvažuji s 6 lidmi. Při přípravě vody neuvažuji s kontinuálním odběrem tepla pro přípravu teplé vody, ale se skokovým odběrem.

Výpočet zásobníku

a) Potřeba TV za časovou periodu V_{2p}

činnost	Spotřeba	Počet osob	Plocha
	[l]	-	m2
lidé	60	6	
-	0	0	-
-	0	0	0

Potřeba Tv + sprchy	V_{2p}	***360***	l/den	***0,36***	m3/den

b) Teoretické teplo pro ohřívání množství V_{2p}

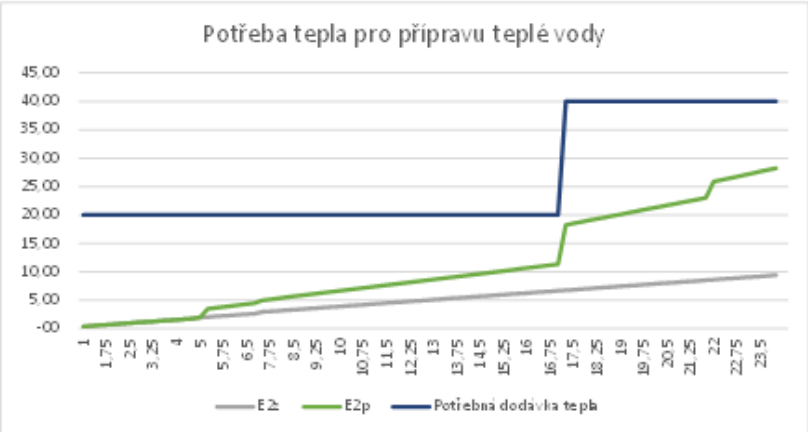
ρ	1000	kg/m^3		
c	4,18	kJ*kg^{-1}*K^{-1}	1,16	Wh/kg^{-1}*K^{-1}
Δt (55-10)	45			

Teoretické teplo pro ohřívání množství V2p	Qw	18,8	kWh
Teoretické tepelné ztráty teplé vody	$Q_{w,dis,ls}$	9,4	kWh
Teoretické teplo pro ohřívání množství V2p	$Q_{s,v,d}$	***28,2***	kWh
	Qmax	21,7	kW

c) Velikost zásobníku

Zásobník	Vz	***0,415***	m3	***415***	l

návrh:



Od výrobce je požadavek, aby plocha výměníku byla minimálně 6,7 m^2, z tohoto důvodu navrhuji zásobník Regulus RBC 750 HP s plochou výměníku 7,5 m^2.

V následujících tabulkách jsou stanoveny roční potřeby tepla pro vytápění a pro přípravu teplé vody.

d) Roční potřeba tepla pro teplou vodu

Počet dnů otopného období v roce	d	225	dnů
Součinitel zohledňující snížení potřeby TV v létě		0,8	-
Teplota studené vody v létě	t_{vl}	15	°C
Teplota studené vody v zimě	t_{vz}	10	°C
Počet pracovních dní soustavy v roce	N	365	dnů
Denní potřeba tepla	$Q_{t,v,d}$	28,2	kWh
Roční potřeba	$Q_{t,v,r}$	***9,17***	MWh/rok

e) Roční potřeba tepla pro vytápění

Tepelná ztráta objektu	Qc	28,3	kW
Počet dnů otopného období v roce	d	225	dnů
Průměrná teplota v budově	ti,s	20	°C
Průměrná venkovní teplota v otopném období	te,s	4,3	°C
Počet denostupňů	D	3532,5	-
Opravný součinitel na snížení teploty	ε	0,75	-
Vnitřní výpočtová teplota	ti	20	°C
Vnější výpočtová teplota	te	-12	°C
Roční potřeba tepla pro vytápění	$Q_{v,vyt,r}$	***56,08***	MWh/rok

1.4. Návrh bezpečnostního zařízení otopné soustavy

1.4.1. Návrh expanzní nádoby

Expanzní nádoba

$$V_{ET} = 1{,}3 * V_0 * n * \frac{1}{\eta}$$

t_{max}	60	°C	$\Delta t = t_{max} - 10$	50
Q_o	27	kW		
Součinitel zvětšení objemu *n*			0,01672	

Výška nejvyššího bodu otopné soustavy		3,8	m
Hydrostatický absolutní tlak $p_{d,p}$		138,0	kPa
Nejnižší dovoleny absulutní tlak $p_{d,dov,A}$		141,8	kPa
Nejvyšší dovolený absolutní tlak $p_{h,dov,p}$		350,0	kpa
	η =	0,595	

Vodní objem otopné soustavy

T.Č.	20	l	
Akumulační zásobník	415	l	
otopná tělesea	100	l	kapilární rohože
potrubí	84	l	
otopná tělesa	34	l	konvektory
otopná tělesa	215	l	podlahové vytápění
∑ =	868	l	

Výsledky

V_{ET} =	***31,72***	l

Návrh

Expanzní nádoba HS035

1.4.2. Návrh pojistného ventilu dle ČSN 06 0830

Návrh pojistného ventilu

Jmenovitý výkon zdroje	Qn	20	kW		
Pojistný výkon	Qp	20	kW		
Pojistný průtok	Vp	0,02	m3/h		
Navržený pojistný ventl		1/2"			
Výtokový součinitel	α_w	0,64	-		
Otvírací přetlak pojistného venitlu	p_{ot}	250	kPa		
Výpočet minimální průřez sedla	S_o	*4*	mm^2	<	201
Minimální vnitřní průměr vstupního potrubí	d_v	*13*	mm		

Výpočtové parametry pojistných ventilů: GIACOMINI

jmenovitá světlost	**DN** [mm]	**1/2"**	**3/4"**	**1"**	**5/4"**	**6/4"**	**2"**
nejmenší průtočný průřez	S_o[mm^2]	201	314	452	754		
výtokový součinitel	α_w [-]	0,64	0,61	0,60	0,62		

Poznámka: Přednastavené hodnoty průtočného průřezu a výtokového součinitele můžete změnit a výpočet se provede znovu pro Vámi zadané hodnoty.

DEFINICE DLE ČSN 06 0830

S_o průřez sedla ventilu [mm^2]

Pro vodu

$$S_O = \frac{2 \cdot Q_p}{\alpha_v \cdot \sqrt{p_{otv}}}$$

DEFINICE DLE ČSN 06 0830

d_v vnitřní průměr pojistného potrubí [mm]

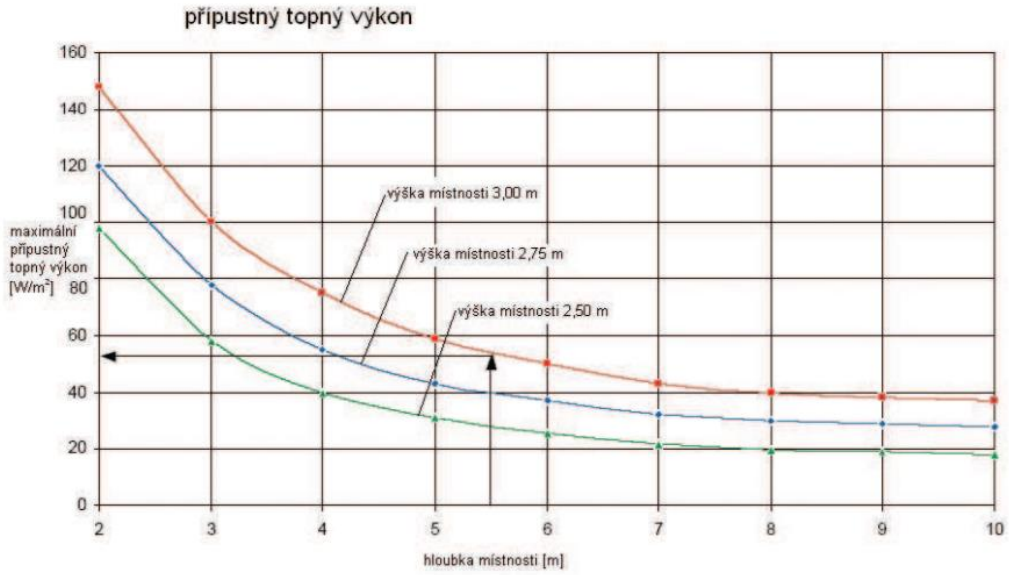
Pro vodu $d_v = 10 + 0,6 \cdot \sqrt{Q_p}$ [mm] =>Q_p[kW]

Pro páru (směs vody a páry) $d_v = 15 + 1,4 \cdot \sqrt{Q_p}$ [mm]=>Q_p [kW]

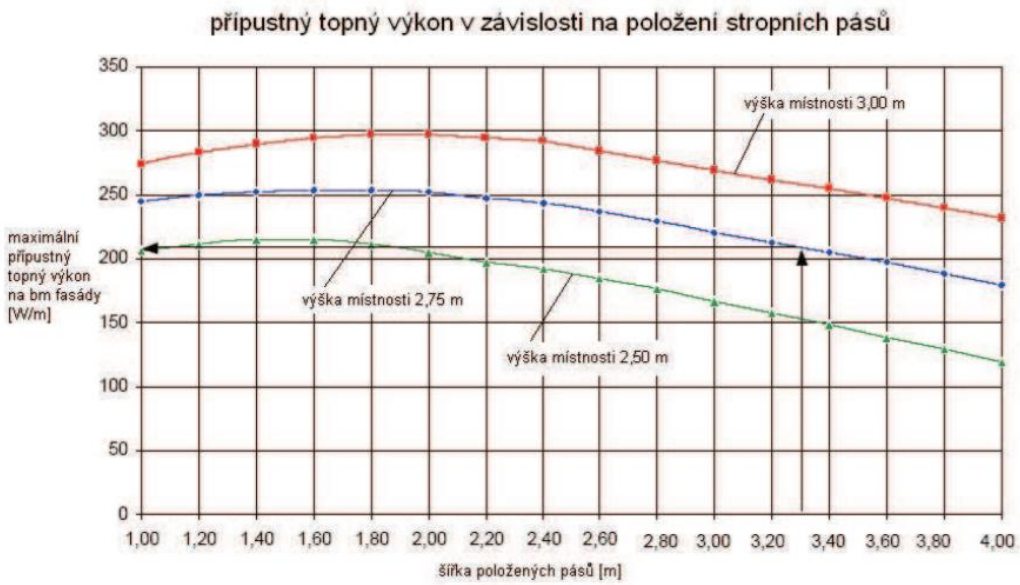
1.5. Návrh kapilárních rohoží

Při návrhu kapilárních rohoží je třeba dát pozor na maximální teplotu, aby nedocházelo k příliš velkému záření ze stropu, což by mohlo narušit tepelnou pohodu.

Na následujících grafech jsou znázorněné maximální přípustné topné výkony s ohledem na výšku, hloubku místnosti a šířku položených pásů.[7]



obr. /1/ Závislost topného výkon na hloubce místnosti [7]



obr. /2/ Závislost topného výkonu na šířce pásů [7]

Dimenzování topného stropu vychází z výpočtu přestupu přestupujícího tepla. Potřeba tepla pro větrání je uvažována, že bude pokryta rekuperací.

Dimenzování kapilárních rohoží

Bar

Údaje o prostoru

teplota místnosti	20,00	°C
plocha místnosti	9,02	m^2
výška místnosti	3,50	m
výškový faktor	0,96	-

Potřebný topný výkon

minimální obložitelná plocha	**0,65**	m^2
plocha obložitelná rohožemi	6,85	m^2
stupeň obložení stropu	0,76	-
celkový potřebný výkon	454	W
potřebný topný výkon stropu	50,33	W/m^2
měrný topný výkon	66,28	W/m^2
faktor obložení	0,98	-

Výpočet výkonu

náběhová teplota	33	°C
teplota zpátečky	31	°C
průměrná teplota vody	32	°C
účinná spodní teplota	12	°C
prostorová konstanta	0,94	-
normový topný výkon	77,62	W/m2
reálný topný výkon	73,15	W/m2
celkový výkon topné zony	***501***	W
celkové pokrytí	***110***	%

Množství vody

teplotní rozpětí vody	2,00	K
počet rohoží na místnost	4,00	ks
délka rohoží	2,50	m
šířka rohoží	0,69	m
plocha jedné rohože	1,71	m2
plocha obložená rohožemi	6,85	m2
vodní proud	**31,50**	l/(m2h)
teplota nad stropem	20,00	°C
tepelná vodivost vzhůru	0,14	W/m2K
výkon směrem vzhůru	5,03	W/m2
korigovaný vodní proud	33,67	kg/(m2h)
množství vody na místnost	***230,61***	kg/h

Tlakové ztráty	***4,76***	kPa

1.6. Nastavení otáček regulačního šroubení

Nastavení otáček regulačního šroubení

		S [m2]	Tp [°C]	Tz [°C]	m [kg/h]	Délka přívodu	Δp [kPa]	Kv	Nastavení
2.NP - R/S 5 - Kapilární rohože; m=2257,63 kg/h; Δp_{max}=9,8kPa									
1.Okruh	Bar 1.13	6,85	33	31	230,61	13,20	4,76	0,84	*2,25*
2.Okruh	Obývací pokoj 1.07	8,94	33	31	304,15	12,94	6,05	0,89	*2,25*
3.Okruh	Obývací pokoj 1.07	8,38	33	31	285,14	9,40	5,34	0,89	*2,25*
4.Okruh	Obývací pokoj 1.07	11,13	33	31	378,70	7,00	9,80	0,89	*2,25*
5.Okruh	Obývací pokoj 1.07	11,13	33	31	378,70	10,48	9,80	0,89	*2,25*
6.Okruh	Kuchyňský kout 1.06	8,87	33	31	293,40	12,06	5,73	0,89	*2,25*
7.Okruh	Šatna	3,39	33	31	129,41	6,70	4,93	0,64	*1,5*
8.Okruh	Zádveřří 1.01	7,50	33	31	257,50	3,78	6,40	0,89	*2,25*

3.NP - R/S 1 - Kapilární rohože; m=3238,64 kg/h; Δp_{max} =15,9kPa									
1. Okruh	Pokoj 2.06	7,16	33	31	254,83	7,04	4,04	0,49	*2*
2.Okruh	Pokoj 2.07	10,07	33	31	318,73	11,50	8,76	0,89	*2,25*
3.Okruh	Pokoj 2.07	10,07	33	31	318,73	14,50	8,76	0,89	*2,25*
4.Okruh	Pokoj 1.07	10,28	33	31	349,57	12,60	15,90	0,89	*2,25*
5.Okruh	Pokoj 1.07	9,76	33	31	332,09	14,60	14,40	0,89	*2,25*
6.Okruh	Pokoj 1.07	9,76	33	31	332,09	16,60	14,40	0,89	*2,25*
7.Okruh	Pokoj 2.03	10,96	33	31	379,85	15,60	12,10	0,89	*2,25*
8.Okruh	Pokoj 2.03	8,56	33	31	296,75	12,30	5,90	0,6	*1,5*
9.Okruh	Pokoj 2.04	10,15	33	31	352,26	12,30	11,00	0,89	*2,25*
10.Okruh	Pokoj 2.04	8,75	33	31	303,73	8,02	5,81	0,71	*1,75*

1.7. Návrh expanzní nádoby pro kapilární rohože

Expanzní nádobu pro kapilární rohože jsem navrhovala podle technického listu výrobce. Pro dimenzi je nutné uvažovat celkový plnící objem zařízení.

Expanzní nádoba

Objem vody v zařízení	V_A	100	l		$\rho_{t,max}$	995,6	kg/m3
Koeficient expanze	n	0,0004194	-	0,04	%		
Expanzní objem	V_e	0,042	l				
Dodávka vody	Vv	0,50	l				
Jmenovitý tlak pojistného ventilu	p_{SV}	2,5	bary				
Pracovní tlaková diference poj. ventilu	d_{pa}	0,5	bary				
Konečná tlak	pe	2	bary				
Přetlak v nestlačeném stavu	po	1	bar				
Jmenovitý objem vyrovnávací nádoby	$V_{n,min}$	1,63	l		***Návrh***	*5*	*l*

1.8. Návrh vyvažovacích ventilů na patách větví

Návrh vyvažovacích ventilů jsem vypočítala v programu PROTECH GDS. V následující tabulce jsou vypsané nastavení předregulace vyvažovacích ventilů.

Paty větví - vyvažovací ventily:							
Číslo větve	m [kh/h]	Typ vyvaž.ventilu	DN	Dispoziční tlak [Pa]	Nastavení [-]	kv [m3/h]	Tlak. ztráta krytá čerpadlem [Pa]
"A"	5496	STAD PN25	32	17 964	4,00	13,600	16 765
"B"	794	STAD PN25	20	8 485	2,06	2,000	15 935
"C"	310	STAD PN25	10	2 996	3,19	0,923	11 425
"D"	1452	STAD PN25	25	13 993	2,60	5,846	6 104
"E"	925	STAD PN25	20	4 644	2,56	2,969	9 821

1.9. Návrh třícestného ventilu

Návrh třícestného ventilu

Požadovaná autorita	P_v	0,7	-
Tlak. ztráta úseku s proměnným průtokem	Δp_{ps}	1	kPa
Tlaková ztráta ventilu při 100% otevření	$\Delta p_v 100$	2,3	kPa
Průtok přílušným okruhem	m	5496	kg/h
Teplota přívodu	T	33	°C
Hustota pro danou teplotu vody	ρ	994	kg/m^3
Nominální tlak. ztráta ventilu	Δp_o	100	kPa
Kvs hodnota	Kvs	36,2	m^3/h

navržený typ třícestnéh ventilu

Skutečná Kvs hodnota	$K_{vs,skut}$	40	m^3/h
Skutečná tlaková ztráta	$\Delta p_{vs,skut}$	***1,89***	kPa
Skutečná autorita	$P_{v,skut}$	***0,65***	-

ověření rychlosti přes třícestný ventil

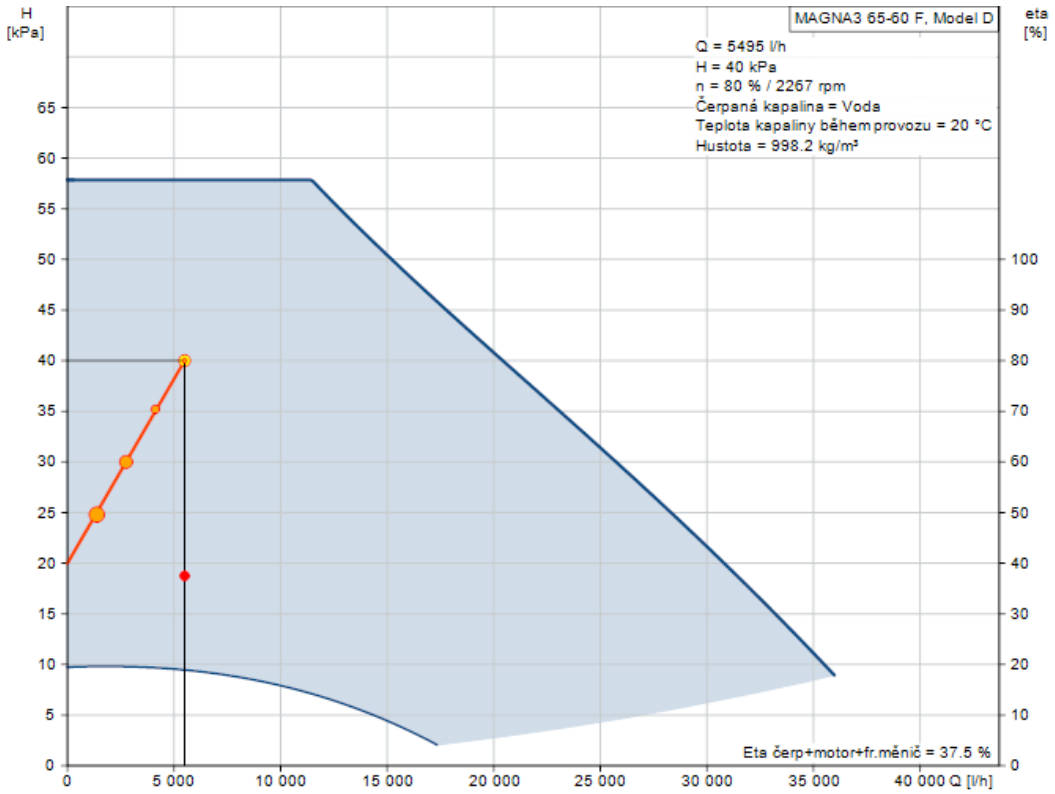
S	1,96E-03	m2	DN	50	
v	0,78	m/s	<	1,2	PRAVDA

Vztah pro vodu:

$$k_{Vs} = V \cdot \sqrt{\frac{\Delta p_o}{\Delta p_V}}$$

$$\Delta p_{v100} = \frac{P_v}{1 - P_v} \cdot \Delta p_{PS}$$

1.10. Návrh oběhového čerpadla na větvi ´´A´´ - kapilární rohože



Oběhové čerpadlo pro kapilární rohože vychází takto velké z důvodu vysokých průtoků a vysokých tlakových ztrát na větvi. Při návrhu kapilárních rohoží, uvádí výrobce požadavek, aby bylo minimální průtočné množství vody 17 l/m^{2}h. Tento požadavek je z důvodu, aby bylo dodrženo turbulentní proudění.

Množství vody

26	teplotní rozpětí vody	K		= teplota přívodní vody – teplota vratné vody
27	počet rohoží na místnost	ks		
28	délka rohoží	m		
29	šířka rohoží	m		
30	plocha obložená rohožemi	m²		= délka x šířka x počet rohoží
31	vodní proud	l/m²h		= (specifický chladicí výkon x 3600) /(dT x 4180) průtočné množství vody min. 17 l/m²h
32	teplota nad stropem	°C		obyčejně = teplota prostoru nahoře
33	tepelná vodivost směrem vzhůru	W/m²K		
34	výkon směrem vzhůru	W/m²		= tepelná vodivost nahoru x (teplota nahoře – střední teplota vody)
35	korigovaný vodní proud	l/m²h		= [(specifický chladicí výkon + výkon nahoru) x 3600] / (dT x 4180)
36	množství vody na místnost	l/h		= korigovaný průtok / 60 x obložená plocha
		l/h		= korigovaný průtok x obložená plocha

obr. /3/ Výpočet kapilárních rohoží [7]

Porovnávala jsem průtok s další studií, kde na experimentálním měření vychází průtoky 224 kg/h na aktivní ploše 8,25 m^2. Měření bylo provedeno firmou PIPELIFE. [10]

2. ZDROJE

Normy:

[1] ČSN EN 12 831-1 Energetická náročnost budov - Výpočet tepelného výkonu - Část 1: Tepelný výkon pro vytápění, Modul M3-3

[2] ČSN 06 0310 Tepelné soustavy v budovách - Projektování a montáž

[3] ČSN 06 0320 Tepelní soustavy v budovách – Příprava teplé vody – Navrhování a projektování

[4] ČSN 06 0830 Tepelné soustavy v budovách - Zabezpečovací zařízení

[5] ČSN 38 3350 Zásobování teplem, všeobecné zásady

Ostatní:

[6] Kapilární rohože: Typy instalací rohoží. In: *G-term.Henlich* [online]. [cit. 2021-11-30]. Dostupné z: https://g-term.hennlich.cz/produkty/kapilarni-rohoze-typy-instalaci-rohozi-918.html

[7] *Kapilární rohože - systém pro vytápění-chlazení: Souhrn pro projektanty* [online]. s.63 [cit. 2021-12-01]. Dostupné z: https://www.hennlich.cz/fileadmin/_migrated/Kapil%C3%A1rn%C3%AD_roho%C5%BEe_G-term-souhrn_projektanti.pdf

[8] BAŠTA, Jiří, 2004. Regulační armatury - teoretická základna (I). *TZB INFO* [online]. [cit. 2021-12-17]. Dostupné z: https://vytapeni.tzb-info.cz/teorie-a-schemata/2181-regulacni-armatury-teoreticka-zakladna-i

[9] VAVŘIČKA, Roman, 2017. *Návrh pojistného a zabezpečovacího zařízení* [elektronická přednáška]. In: . [cit. 2021-12-23]. Dostupné z: http://users.fs.cvut.cz/~vavrirom/Vytapeni/003_Pojistne_a_zabezpecovaci_zarizeni.pdf

[10] MATULA, Dalibor. Kapilární systémy PP-RCT CARBO oxy [elektronická přednáška]. 2021 [cit. 2021-12-27].

[11] *Projektování a instalace: Příručka pro plánování tepelných čerpadel*, 2015. Česká republika: STIEBEL ELTRON.

Použitý software:

[A] TechCON – GaicoCAD X (firemní verze 9.1)

[B] PROTECH GDS 2.9.7 (výukový program)

[C] Stiebel Eltron – Toolbox – dimenzování tepelného čerpadla

[D] Microsoft Office