

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



DIPLOMOVÁ PRÁCE

HOSPODAŘENÍ S VODOU V HOTELOVÉM PROVOZU
A- VÝPOČTOVÁ ČÁST

Vypracovala:

Bc. Gabriela Raiterová

Vedoucí práce:

Ing. Stanislav Frolík, Ph.D.

2019

Obsah

1	BILANCE POTŘEBY PITNÉ VODY.....	3
1.1	PRŮMĚRNÁ DENNÍ POTŘEBA VODY	3
1.2	MAXIMÁLNÍ DENNÍ POTŘEBA VODY	4
1.3	MAXIMÁLNÍ HODINOVÁ POTŘEBA VODY	4
1.4	ROČNÍ POTŘEBA VODY	5
1.5	ROZDĚLENÍ POTŘEBY VODY	5
2	BILANCE POTŘEBY TEPLÉ VODY.....	6
2.1	POTŘEBA TV PRO MYTÍ OSOB	6
2.2	POTŘEBA TV PRO MYTÍ NÁDOBÍ.....	7
2.3	POTŘEBA TV PRO ÚKLID A MYTÍ PODLAH	7
3	STANOVENÍ POTŘEBY TEPLA	8
3.1	STANOVENÍ KŘIVKY ODBĚRU TV.....	9
3.2	STANOVENÍ OBJEMU ZÁSOBNÍKU.....	10
3.3	NÁVRH EXPANZNÍCH NÁDOB JEDNOTLIVÝCH OKRUHŮ	10
3.4	NÁVRH TLOUŠŤKY TEPELNÉ IZOLACE	11
3.5	NÁVRH ČERPADLA PRO CÍRKULACI TEPLÉ VODY	12
4	NÁVRH VNITŘNÍHO VODOVODU A VODOVODNÍ PŘÍPOJKY.....	13
4.1	HYDRAULICKÉ POSOUZENÍ PŘÍVODNÍHO POTRUBÍ	14
4.2	NÁVRH ČERPADLA PRO UŽITKOVOU VODU	15
4.3	NÁVRH EXPANZNÍ NÁDOBY PRO AUTOMATICKOU TLAKOVOU STANICI	16
5	SEZNAM OBRÁZKŮ	17
6	SEZNAM TABULEK.....	18
7	SEZNAM GRAFŮ.....	19
8	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	20

1 Bilance potřeby pitné vody

Pro potřebu pitné vody bude budova napojena na stávající vodovodní řad. Hotel je složený z několika zón s rozdílnými požadavky na potřebu pitné vody. Bilance potřeby pitné vody je dle vyhlášky ministerstva zemědělství ČR č. 428/2001 Sb.

Vstupní údaje:

Zóna	MJ	počet MJ	provoz		specifická denní potřeba
			z (h/den)	y (den/rok)	q (l/MJ*den)
Ubytování	lůžko	162	24	365	125
Kavárna	strávník	162	8	365	9
Restaurace	zaměstnanec	14	12	365	220
Wellness	lůžko	162	8	365	30

Tabulka 1 Bilance potřeby pitné vody

1.1 Průměrná denní potřeba vody

$$Q_p = \sum q * n$$

- Q_p Průměrná denní potřeba vody
 q Specifická denní potřeba vody v l/MJ/den
 n Počet MJ

Zóna	q (l/MJ*den)	n počet MJ	Q_p (l/den)	Q_p (m ³ /den)
Ubytování	125	162	20250	20,25
Kavárna	9	162	1458	1,46
Restaurace	220	14	3080	3,08
Wellness	30	162	4860	4,86
Celkem				29,65

Tabulka 2 Průměrná denní potřeba vody

1.2 Maximální denní potřeba vody

$$Q_m = Q_p * k_d$$

- Q_m Maximální denní potřeba vody
 Q_p Průměrná denní potřeba vody
 k_d Součinitel denní nerovnoměrnosti

Zóna	Q_p (m ³ /den)	k_d	Q_m (m ³ /den)
Ubytování	20,25	1,25	25,31
Kavárna	1,46	1,25	1,82
Restaurace	3,08	1,25	3,85
Wellness	4,86	1,25	6,08
Celkem			37,06

Tabulka 3 Maximální denní potřeba vody

1.3 Maximální hodinová potřeba vody

$$Q_h = Q_m * k_h / z$$

- Q_h Maximální hodinová potřeba vody
 Q_m Maximální denní potřeba vody
 k_h Součinitel hodinové nerovnoměrnosti
 z Doba provozu

Zóna	Q_m (m ³ /den)	k_h	z	Q_h (m ³ /den)
Ubytování	25,31	3	24	3,16
Kavárna	1,82	3	8	0,68
Restaurace	3,85	3	12	0,96
Wellness	6,08	3	8	2,28
Celkem				7,09

Tabulka 4 Maximální hodinová potřeba vody

1.4 Roční potřeba vody

$$Q_r = Q_p * y$$

- Q_r Roční potřeba vody
 Q_p Průměrná denní potřeba vody
 y Počet provozních dnů

Zóna	Q_p (m ³ /den)	z	Q_r (m ³ /rok)
Ubytování	20,25	365	7391,25
Kavárna	1,458	365	532,17
Restaurace	3,08	365	1124,2
Wellness	4,86	365	1773,9
Celkem			10821,52

Tabulka 5 Roční potřeba vody

1.5 Rozdělení potřeby vody

V analýze je nutné zvážit hospodaření s pitnou vodou a stanovit množství, které může být nahrazeno vodou užitkovou, v tomto případě vodou šedou nebo vodou dešťovou. Pro analyzovaný hotelový provoz je výhodnější varianta č. 1.

Bilance potřeby pitné vody, šedé vody a dešťové vody

Zóna	Výchozí stav	VARIANTA 1 Hospodaření s šedou vodou			VARIANTA 2 Hospodaření s dešťovou vodou		
		Potřeba šedé vody	Dostupné množství šedé vody	Potřeba pitné vody	Potřeba dešťové vody	Dostupné množství dešťové vody	Potřeba pitné vody
Ubytování	7391,3	3104,3	4286,9	4286,9	3104,3		
Kavárna	532,2	159,7	106,4	372,5	159,7		
Restaurace	1124,2	337,3	224,8	786,9	337,3	-	-
Wellness	1773,9	354,8	709,6	1419,1	354,8		
Celkem	10821,5	3956,0	5327,8	6865,5	3956,0	1023,0	9798,5

Tabulka 6 Rozdělení potřeby pitné vody, šedé vody a dešťové vody

2 Bilance potřeby teplé vody

Bilance potřeby teplé vody je stanovena výpočtem dle ČSN 06 0320 a ČSN EN 12831-3. Pro výpočet potřeby je zvolena perioda jeden den.

$$V_{2P} = V_o + V_j + V_u$$

- V_{2P} Celková potřeba vody v dané periodě
 V_o Potřeba TV pro mytí osob v dané periodě
 V_j Potřeba TV pro mytí nádobí v dané periodě
 V_u Potřeba TV pro úklid a mytí podlah v dané periodě

	V_o (m ³ /den)	V_j (m ³ /den)	V_u (m ³ /den)	Celkem
V_{2P} (m ³ /den)	12,259	0,885	1,226	14,370

Tabulka 7 Bilance potřeby teplé vody

2.1 Potřeba TV pro mytí osob

$$V_o = n_i * \sum V_d$$

$$V_d = U_3 * \tau$$

- V_o Potřeba TV pro mytí osob v dané periodě
 n_i Počet uživatelů
 V_d Objem dávky
 U_3 Objemový průtok TV o teplotě $\theta = 55$ °C
 τ Doba dávky
 n_d Počet dávek

	Ubytování			Kavárna	Restaurace	Wellness	
	Mytí rukou	Sprchování	Koupání	Mytí rukou	Mytí rukou	Mytí rukou	Sprchování
U_3 (m ³ /hod)	0,140	0,230	0,470	0,140	0,140	0,140	0,230
τ (hod)	0,014	0,110	0,085	0,014	0,014	0,014	0,110
V_d (m ³ /hod)	0,002	0,025	0,040	0,002	0,002	0,002	0,025
n_d	3	2	1	5	5	2	2
n_i	177	115	62	5	15	50	50
$V_{o,j}$ (m ³ /den)	1,041	5,819	2,477	0,049	0,147	0,196	2,530
$V_{o,i}$ (m ³ /den)	9,337			0,049	0,147	2,726	
V_o (m ³ /den)	12,259						

Tabulka 8 Potřeba TV pro mytí osob

2.2 Potřeba TV pro mytí nádobí

$$V_j = n_i * \sum V_d$$

V_j Potřeba TV pro mytí nádobí
 n_i Počet uživatelů
 n_j Počet jídel
 V_d Objem dávky

	Kavárna	Restaurace
V_d (m ³ /hod)	0,001	0,002
n_j	1	2
n_i	177	177
$V_{j,i}$ (m ³ /den)	0,177	0,708
V_j (m ³ /den)	0,885	

Tabulka 9 Potřeba TV pro mytí nádobí

2.3 Potřeba TV pro úklid a mytí podlah

$$V_u = n_p * \sum V_d$$

V_u Potřeba TV pro mytí osob v dané periodě
 n_p Počet ploch
 V_d Objem dávky

	Ubytová ní	Kavárna	Restaurace	Wellnes s
V_d (m ³ /hod)	0,020	0,020	0,020	0,020
n_d	1	1	1	1
n_p	45	5	8	3
$V_{u,i}$ (m ³ /den)	0,906	0,100	0,160	0,060
V_u (m ³ /den)	1,226			

Tabulka 10 Potřeba TV pro úklid a mytí podlah

3 Stanovení potřeby tepla

$$Q_{2P} = Q_{2Z} + Q_{2T}$$

- Q_{2P} Teplu dodané ohříváčem do TV během periody
 Q_{2T} Teoretické teplo dodané ohříváčem do TV v době periody
 Q_{2Z} teplo ztracené při ohřevu a distribuci TV během periody

	Q_{2T} (kWh)	Q_{2Z} (kWh)	Celkem
Q_{2P} (kWh)	751,89	375,95	1127,84

Tabulka 11 Stanovení potřeby tepla

$$Q_{2T} = c * V_{2P} * (\theta_2 - \theta_1)$$

- Q_{2T} Teoretické teplo dodané ohříváčem do TV v době periody
 c Měrná tepelná kapacita vody
 V_{2P} Celková potřeba vody v dané periodě
 θ_1 Teplota studené vody ($\theta_1 = 10 \text{ }^\circ\text{C}$)
 θ_2 Teplota teplé vody ($\theta_2 = 55 \text{ }^\circ\text{C}$)

ρ (kg/m ³)	c (kJ/(kg*K))	V_{2P} (m ³ /den)	θ_2 (°C)	θ_1 (°C)	Q_{2T} (kWh)
1000	4,19	14,37	55	10	751,89

Tabulka 12 Výpočet teoretického tepla dodaného ohříváčem do TV

$$Q_{2Z} = z * Q_{2T}$$

- Q_{2Z} teplo ztracené při ohřevu a distribuci TV během periody
 Q_{2T} Teoretické teplo dodané ohříváčem do TV v době periody
 z Ztráta tepla při ohřevu ($z = 0,5$)

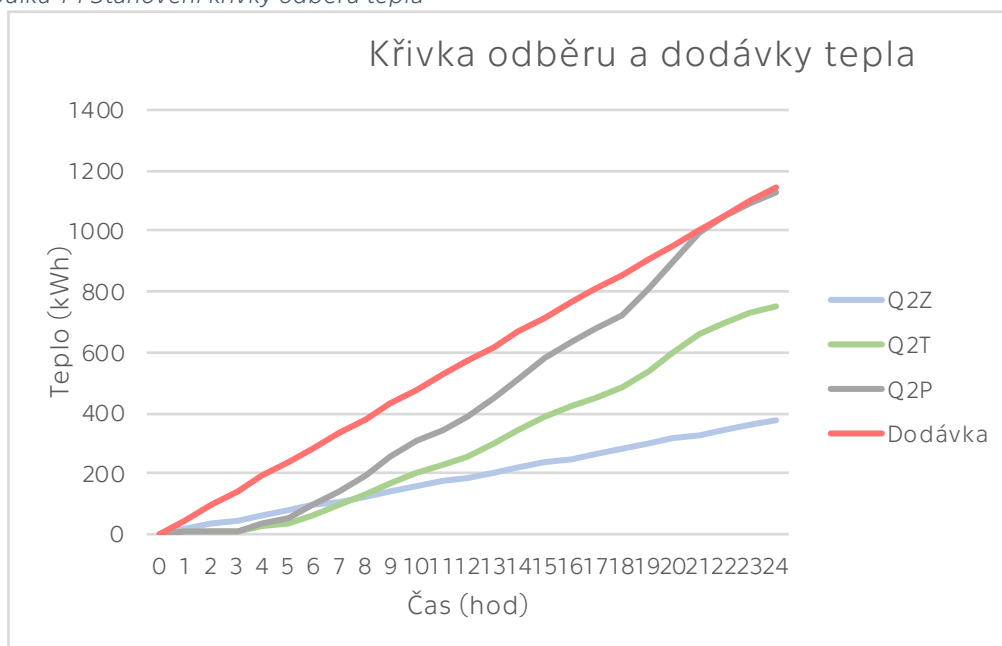
Q_{2T} (kWh)	z	Q_{2Z} (kWh)
751,89	0,50	375,95

Tabulka 13 Výpočet tepla ztraceného při ohřevu a distribuci TV

3.1 Stanovení křivky odběru TV

Čas (hod)	Odběr	Kumulovaný odběr	Ztráty	Kumulované ztráty	Odběr Q_{2T}	Kumulovaný odběr Q_{2T}	Odběr Q_{2P}	Kumulovaný odběr Q_{2P}	Kontinuální dodávka	Kumulovaná kontinuální dodávka	Rozdíl odběru a dodávky
0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1	1	15,66	15,66	7,52	7,52	11,28	11,28	47,68	47,68	36,40
2	0	1	15,66	31,33	0,00	7,52	0,00	11,28	47,68	95,35	84,08
3	0	1	15,66	46,99	0,00	7,52	0,00	11,28	47,68	143,03	131,75
4	2	3	15,66	62,66	15,04	22,56	22,56	33,84	47,68	190,71	156,87
5	2	5	15,66	78,32	15,04	37,59	22,56	56,39	47,68	238,38	181,99
6	3,5	8,5	15,66	93,99	26,32	63,91	39,47	95,87	47,68	286,06	190,19
7	4	12,5	15,66	109,65	30,08	93,99	45,11	140,98	47,68	333,74	192,76
8	5	17,5	15,66	125,32	37,59	131,58	56,39	197,37	47,68	381,41	184,04
9	5	22,5	15,66	140,98	37,59	169,18	56,39	253,76	47,68	429,09	175,33
10	4,5	27	15,66	156,64	33,84	203,01	50,75	304,52	47,68	476,77	172,25
11	3,5	30,5	15,66	172,31	26,32	229,33	39,47	343,99	47,68	524,44	180,45
12	4	34,5	15,66	187,97	30,08	259,40	45,11	389,10	47,68	572,12	183,02
13	5	39,5	15,66	203,64	37,59	297,00	56,39	445,50	47,68	619,80	174,30
14	6	45,5	15,66	219,30	45,11	342,11	67,67	513,17	47,68	667,48	154,31
15	6	51,5	15,66	234,97	45,11	387,22	67,67	580,84	47,68	715,15	134,31
16	5	56,5	15,66	250,63	37,59	424,82	56,39	637,23	47,68	762,83	125,60
17	3,5	60	15,66	266,30	26,32	451,13	39,47	676,70	47,68	810,51	133,80
18	4	64	15,66	281,96	30,08	481,21	45,11	721,82	47,68	858,18	136,36
19	8	72	15,66	297,62	60,15	541,36	90,23	812,04	47,68	905,86	93,81
20	8	80	15,66	313,29	60,15	601,51	90,23	902,27	47,68	953,54	51,26
21	8	88	15,66	328,95	60,15	661,66	90,23	992,50	47,68	1001,21	8,71
22	5	93	15,66	344,62	37,59	699,26	56,39	1048,89	47,68	1048,89	0,00
23	4	97	15,66	360,28	30,08	729,33	45,11	1094,00	47,68	1096,57	2,56
24	3	100	15,66	375,95	22,56	751,89	33,84	1127,84	47,68	1144,24	16,40

Tabulka 14 Stanovení křivky odběru tepla



Graf 1 Křivka odběru a dodávky tepla

3.2 Stanovení objemu zásobníku

$$V_z = \frac{\Delta Q_{max}}{c * (\theta_2 - \theta_1)} = \frac{192,75}{1,163 * (55 - 10)} = 3,68 \text{ m}^3$$

ΔQ_{max} Největší možný rozdíl tepla mezi dodávkou a Q_{2P} – vyčteno z grafu

θ_1 Teplota studené vody ($\theta_1 = 10 \text{ }^\circ\text{C}$)

θ_2 Teplota teplé vody ($\theta_2 = 55 \text{ }^\circ\text{C}$)

c Měrná tepelná kapacita vody

Navrhuji 2x nepřímotopný zásobník na teplou vodu Regulus RBC 2000.



Obrázek 1 Nepřímotopný zásobník na teplou vodu [1]

3.3 Návrh expanzních nádob jednotlivých okruhů

$$V_e = \frac{1,3 * V * \Delta v * (p_{h,dov} + 1)}{p_{h,dov} - p_{h,min}} = \frac{1,3 * 2000 * 0,018 * (3 + 1)}{3 - 0,5} = 72 \text{ l}$$

Navrhuji 2x expanzní nádobu Reflex REFIX DT 80/10.

Reflex DT

Reflex DT je speciální nádoba na pitnou vodu s vyměnitelnou membránou. Nádoba je průtočná a zaručuje splnění zvýšených hygienických požadavků podle DIN 1988. Variabilní způsob připojení umožňuje přizpůsobení se i velkým průtokům.

Jmenovitý objem	60-3000 l
Přípustný provozní tlak	10 16 bar
Přípustná provozní teplota	70 °C
Certifikace použití pro pitnou vodu	DVGW, ACS, SVGW
Zvláštní provedení	na dotaz
Barva	zelená


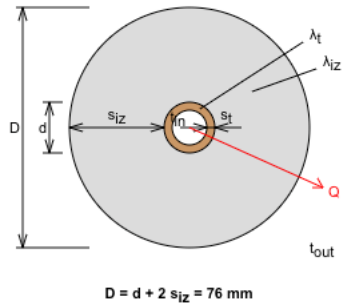


Obrázek 2 Expanzní nádoba Reflex [2]

3.4 Návrh tloušťky tepelné izolace

Návrh tloušťky izolace je proveden dle vyhlášky 193/2007 Sb. Rozvody potrubí se nachází v prostorech s teplotou vyšší než 5 °C.

Výpočet byl proveden pomocí výpočetní pomůcky serveru <http://vytapani.tzb-info.cz>.

<p>Izolace - podrobné technické informace</p> <p>PAROC > Section aluCoat T</p> <p>Rozměry izolace - tl. 30</p> <p>Tloušťka $s_{iz} = 30$ mm</p> <p>Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.036$ W / m K</p>	
<p>Trubka</p> <p>PP-R Ekoplastik PN 20</p> <p>Rozměry trubky - 16x2.7</p> <p>Průměr $d = 16$ mm</p> <p>Tloušťka stěny $s_t = 2.7$ mm</p> <p>Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 0.22$ W / m K</p>	<p>Izolační pouzdra PAROC Section AluCoat T jsou vhodná na většinu standardních průměrů potrubí i ventilačních proudů kruhových průřezů. Pro snazší montáž na potrubí jsou izolační pouzdra podélně rozříznuta. Při dobrém utěsnění spojů tvoří povrchová úprava parotěsnou zábranu</p> <p>Rozsah provozních teplot: do 250 °C</p>
 <p>$D = d + 2 s_{iz} = 76$ mm</p>	<p>Potrubí</p> <p>Teplota média $t_{in} = 70$ °C</p> <p>Teplota v okolí potrubí $t_{out} = 20$ °C</p> <p>Relativní vlhkost vzduchu $rh = 65$ % ???</p> <p>Teplota rosného bodu $t_w = 13.6$ °C</p> <p>Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu $\alpha_e = 10$ W / m² K</p> <p>Délka potrubí $l = 1$ m</p>
<p>Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)</p>	<p>DN 20 - DN 32 => $U_o, 193/2007 = 0.18$ W / m K</p>
<p>Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí</p>	<p>$U_o = 0.132 \leq 0.18$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007</p>
<p>Povrchová teplota izolovaného potrubí</p>	<p>$t_{p,iz} = 22.8$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci</p>
<p>Tepelná ztráta potrubí bez izolace</p>	<p>$q_p = 21.9$ W/m</p>
<p>Tepelná ztráta potrubí s izolací</p>	<p>$q_{iz} = 6.6$ W/m</p>
<p>Energetická úspora izolovaného potrubí</p>	<p>70 %</p>
<p>Střední spotřeba izolace</p>	<p>0.1445 m² - platí pro plošnou izolaci</p>

Obrázek 3 Návrh tloušťky tepelné izolace [3]

3.5 Návrh čerpadla pro cirkulaci teplé vody

$$H = \frac{1000 * \Delta p_{RF}}{(\rho * g)} = \frac{1000 * 40,7}{(985,7 * 9,81)} = 4,21 \text{ m}$$

H Dopravní výška čerpadla

Δp_{RF} Nejvyšší tlaková ztráta potrubí

ρ Hustota vody o teplotě 55 °C

g Gravitační zrychlení



$$Q_c = 0,7 \text{ l/s}$$

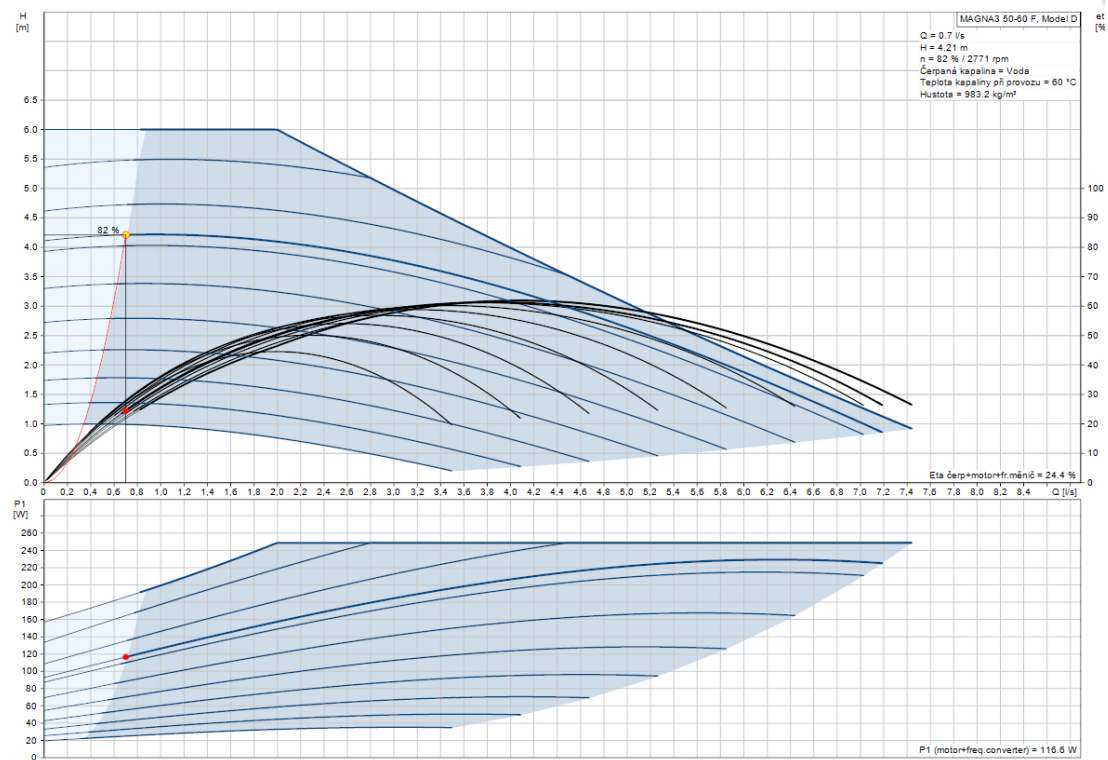
Q_c Průtok cirkulace

q_c Tepelné ztráty přívodního potrubí

Δt rozdíl teplot mezi výstupem přívodního potrubí teplé vody a spojením s cirkulačním potrubím

Obrázek 4 Čerpadlo Grundfos Magna3 60-50 [4]

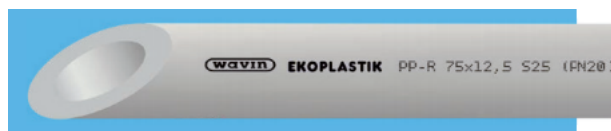
Navrhuji oběhové čerpadlo Grundfos Magna3 60-50.



Obrázek 5 Křivka oběhového čerpadla Grundfos Magna3 60-50 [4]

4 Návrh vnitřního vodovodu a vodovodní přípojky

Návrh vodovodu je dle ČSN 75 5455. Materiál rozvodů je zvolen Wavin EKOPLASTIK PN 20. Vlastnosti a tlakové ztráty potrubí a jednotlivých tvarovek jsou určeny z tabulek výrobce.



Obrázek 6 Potrubí Wavin EKOPLASTIK PN 20 [5]

Dimenze potrubí je stanovena na základě následujícího výpočtu.

$$Q_d = \sqrt{\sum (Q_A^2 * n)}$$

- Q_d Výpočtový průtok v přívodním potrubí
 Q_A Jmenovitý výtok armatury
 n Počet výtokových armatur zařizovacího předmětu

Tlaková ztráta vlivem tření a místních odporů v potrubí je vypočítána pro nejvytíženější větev.

$$\Delta p_{RF} = \sum (l_i * R_i + \Delta p_F)$$

4.1 Hydraulické posouzení přívodního potrubí

$$p_{dis} \geq p_{minFI} + \Delta p_e + \Delta p_{WM} + \Delta p_{Ap} + \Delta p_{RF}$$

p_{dis} Dispoziční přetlak na začátku posuzovaného potrubí

p_{minFI} Minimální požadovaný hydrodynamický přetlak u nejvyšší výtokové armatury

Δp_e Tlaková ztráta způsobená rozdílem mezi výškovou úrovní nejvyšší a nejbližší výtokové armatury a místa napojení

Δp_{WM} Tlaková ztráta vodoměru

Δp_{Ap} Tlaková ztráta napojených zařízení

Dispoziční přetlak:

Disponibilní výška tlakové čáry je 647 m.n.m., podlaha 1.NP je v úrovni 475 m.n.m. a nejnižší výtok -3 m pod úrovní 1.NP.

$$p_{dis} = 637 - 475 + 3 = 165 \text{ m V.S.} \sim 1650 \text{ kPa}$$

Minimální požadovaný hydrodynamický přetlak před výtokovou armaturou:

$$p_{minFI} = 100 \text{ kPa}$$

Tlaková ztráta vodoměru:

$$\Delta p_{WM} = 20 \text{ kPa}$$

Tlaková ztráta napojených zařízení:

$$\Delta p_{Ap} = 0 \text{ kPa}$$

Tlaková ztráta vlivem tření a místních odporů:

$$\Delta p_{RF} = 217,6 \text{ kPa}$$

$$\begin{aligned} p_{dis} &\geq p_{minFI} + \Delta p_e + \Delta p_{WM} + \Delta p_{Ap} + \Delta p_{RF} \\ 1650 &\geq 100 + 230 + 20 + 0 + 217,6 \\ \mathbf{1650} &\geq \mathbf{567,6 \text{ (kPa)}} - \text{Vyhovuje} \end{aligned}$$

4.2 Návrh čerpadla pro užitkovou vodu

$$Q_D = 1,38 \frac{l}{s} = 82,8 \frac{l}{min} = 4,97 \frac{m^3}{hod}$$

$$\Delta p = 204 \text{ kPa}$$

$$p_z = 18 + 20,4 + 10 = 48,4 \text{ m} = 484 \text{ kPa} \cong 500 \text{ kPa}$$

$$p_v = p_z + 100 = 500 + 100 = 600 \text{ kPa}$$

$$H = \frac{p_v}{(\rho * g)} = \frac{600000}{(999,7 * 9,81)} = 61,18 \text{ m}$$

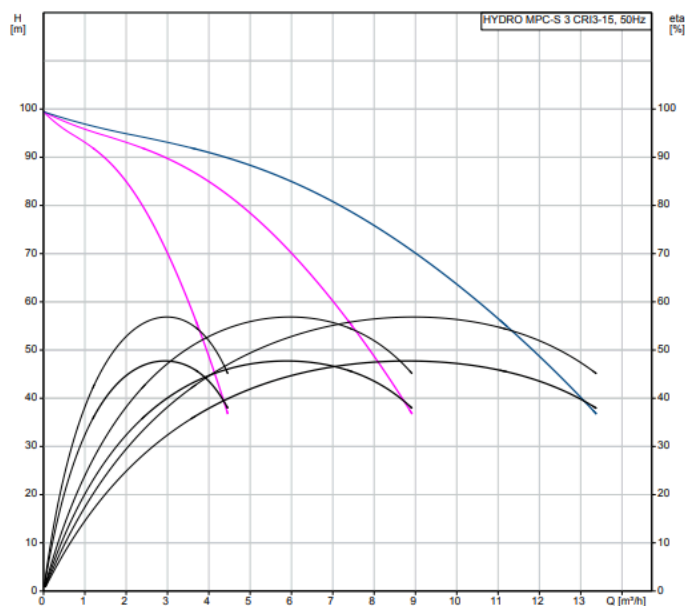
- H Dopravní výška čerpadla
- p_v Vypínací přetlak
- p_z Zapínací přetlak
- ρ Hustota vody o teplotě 55 °C
- g Gravitační zrychlení
- Q_d Výpočtový průtok



Obrázek 7 Tlaková stanice Grundfos MPC-S 3 CRI3-15 [6]

Navrhuji automatickou tlakovou stanici Grundfos MPC- S 3 CRI3-15

95009079 HYDRO MPC-S 3 CRI3-15 50 Hz



Obrázek 8 Křivka tlakové stanice [6]

4.3 Návrh expanzní nádoby pro automatickou tlakovou stanici

$$Q_D = 1,38 \frac{l}{s} = 82,8 \frac{l}{min} = 4,97 \frac{m^3}{hod}$$
$$Q_{\check{c},st\check{r}} = \frac{Q_{D\check{c},max} + Q_{\check{c},min}}{2} = \frac{14 + 3,99}{2} = 8,99 \frac{m^3}{hod}$$

$$p_z = 500 \text{ kPa}$$

$$p_v = 600 \text{ kPa}$$

$$p_p = 200 \text{ kPa}$$

$$V = Q_D * \frac{1-Q_D}{z} + p_z * p_v / (p_p * (p_v - p_z)) = 298 \text{ l}$$

p_v Vypínací přetlak

p_z Zapínací přetlak

p_p Předhuštění tlakové nádoby

Q_d Výpočtový průtok

5 Seznam obrázků

Obrázek 1 Nepřímotopný zásobník na teplou vodu [1]	10
Obrázek 2 Expanzní nádoba Reflex [2]	10
Obrázek 3 Návrh tloušťky tepelné izolace [3]	11
Obrázek 4 Čerpadlo Grundfos Magna3 60-50 [4].....	12
Obrázek 5 Křivka oběhového čerpadla Grundfos Magna3 60-50 [5]	12
Obrázek 6 Potrubí Wavin EKOPLASTIK PN 20 [6]	13
Obrázek 7 Tlaková stanice Grundfos MPC-S 3 CRI3-15 [7]	15
Obrázek 8 Křivka tlakové stanice [8].....	15

6 Seznam tabulek

Tabulka 1 Bilance potřeby pitné vody	3
Tabulka 2 Průměrná denní potřeba vody	3
Tabulka 3 Maximální denní potřeba vody	4
Tabulka 4 Maximální hodinová potřeba vody.....	4
Tabulka 5 Roční potřeba vody.....	5
Tabulka 6 Rozdělení potřeby pitné vody, šedé vody a dešťové vody	5
Tabulka 7 Bilance potřeby teplé vody	6
Tabulka 8 Potřeba TV pro mytí osob	6
Tabulka 9 Potřeba TV pro mytí nádobí.....	7
Tabulka 10 Potřeba TV pro úklid a mytí podlah	7
Tabulka 11 Stanovení potřeby tepla	8
Tabulka 12 Výpočet teoretického tepla dodaného ohřívačem do TV	8
Tabulka 13 Výpočet tepla ztraceného při ohřevu a distribuci TV	8
Tabulka 14 Stanovení křivky odběru tepla	9

7 Seznam grafů

Graf 1 Křivka odběru a dodávky tepla.....	9
---	---

8 Seznam použitých zdrojů

- [1] Zásobník RBC 2000: Regulus. Regulus: Tepelná čerpadla, solární panely a systémy [online].
Copyright © Copyright Regulus s.r.o. 2015 [cit 15.11.2017].
Dostupné z: <https://www.regulus.cz/cz/zasobnik-rbc-2000~1>
- [2] Expanzní nádoba Refix DT: Reflex. Reflex: Membránové expanzní nádoby [online]. [cit. 18.12.2018] Dostupné z:
<http://www.reflexcz.cz/cz/expanzni-nadoby-refix-dt5>
- [3] TZB.INFO- Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu [online]. 2013 [cit.18.12.2018] Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/44-tepelna-ztrata-potrubi-s-izolaci-kruhoveho-prurezu>
- [4] Oběhové čerpadlo MAGNA3, Grundfos. Oběhová čerpadla, čerpadla pro otopné systémy, čerpadla pro klimatizace, Grundfos [online]. [cit. 18.12.2018], Dostupné z: https://product-selection.grundfos.com/product-detail.product-detail.html?from__suid=1545127543151039110244040895714&hits=1&productnumber=97924281&searchstring=97924281&qcid=470144377
- [5] Wavin, systém EKOPLASTIK. Vnitřní instalace katalog [online].[cit. 18.12.2018] Dostupné z: <https://www.wavin.com/cs-cz/Katalog/Pitna-voda/Vnitrni-instalace/System-Ekoplastik>
- [6] Tlaková stanice HYDRO MPC-S 3 CRI3-15, Grundfos, Automatické tlakové stanice [online].[cit. 18.12.2018], Dostupné z: <https://cz.grundfos.com/Produkty/find-product/automaticke-tlakove-stance-hydrompc.html>

Další zdroje:

- (1) Vyhláška ministerstva zemědělství ČR č. 428/2001 Sb.
- (2) ČSN EN 75 5409- Vnitřní vodovody
- (3) ČSN EN 75 5455- Výpočet vnitřních vodovodů
- (4) ČSN EN 806-1- Vnitřní vodovod pro rozvody určené k lidské spotřebě
- (5) ČSN 01 3462- Výkresy vododvodu
- (6) ČSN 06 0320- Tepelné soustavy