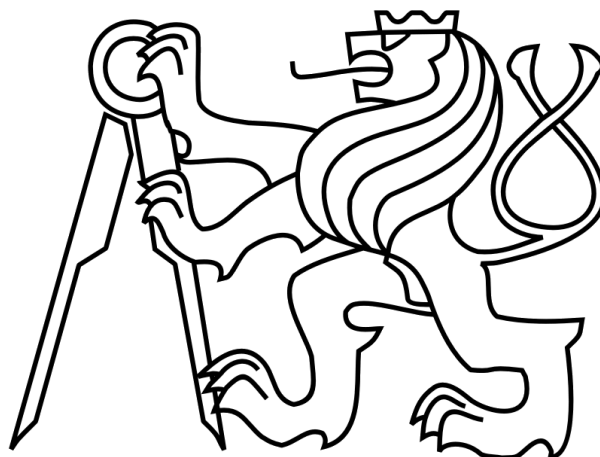


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra technických zařízení budov



PŘÍLOHA K DIPLOMOVÉ PRÁCI
ČÁST VYTÁPĚNÍ

Příloha č. 2: Výpočty

Obsah

1	Výpočet tepelných ztrát dle ČSN EN 12831.....	2
2	Potřeba tepla pro přípravu teplé vody	5
3	Roční potřeba tepla pro vytápění a přípravu TV.....	6
4	Požadovaný výkon zdroje	7
5	Návrh – Varianta 1, kondenzační kotle	7
6	Návrh – Varianta 2, tepelné čerpadlo.....	8

Označení místnosti	Označení stěny	Plocha stěny					Souchtilí postup tepla	Souchtilí postup tepla	Čísel tepelná redukce	Souchtilí tepelné ztráty postupem	vnitřní výpočtová teplota	vnější výpočtová teplota	K	Návrhová teplotná ztráta prostupem a větráním	Celková teplotná ztráta									
		délka	šířka nebo výška	plocha	Počet otvorů	Plocha otvorů										Plocha bez otvorů								
		m	m	m²		m²	m²	W/m²K	W/m²K	-	W K⁻¹	°C	°C	K	W	W								
KOUPELNA NAD SKLEPEM	SN1 - CHODBA	2,60	2,70	7,02	0		7,02	0,950	0,020	0,15	1,05													
	SN2 - ZÁDVEŘÍ	1,90	2,70	5,13	1	1,52	3,61	1,500	0,020	0,15	0,84													
	DN2	0,80	1,90	1,52	0		1,52	2,000	0,020	0,15	0,47													
	SN3 - POKOJ	2,30	2,70	6,21	0		6,21	1,500	0,020	0,10	0,97													
	POD	2,30	2,60	5,98	0		5,98	0,190	0,020	0,43	0,54			14										
	nucené větrání - ztráta větráním započítaná pro celý byt uť v místnosti pokoj										H _T =	3,872			Φ _T = H _T x (Θ _i - Θ _e) =	151,019								
										měrná tepelná kapacita vzduchu hustota vzduchu		c _p = 0,279 Wh/kg K ρ = 1,23 kg/m³ H _v = V _v x c _p x ρ = 0,000 W / K	Φ _v = H _v x (Θ _i - Θ _e) =	0,000	151									
KOUPELNA VNITŘNÍ	SN1 - CHODBA	2,60	2,70	7,02	0		7,02	0,950	0,020	0,15	1,05													
	SN2 - ZÁDVEŘÍ	1,90	2,70	5,13	1	1,52	3,61	1,500	0,020	0,15	0,84													
	DN2	0,80	1,90	1,52	0		1,52	2,000	0,020	0,15	0,47													
	SN3 - POKOJ	2,30	2,70	6,21	0		6,21	1,500	0,020	0,10	0,97													
											H _T =	3,332			Φ _T = H _T x (Θ _i - Θ _e) =	129,959								
	nucené větrání - ztráta větráním započítaná pro celý byt uť v místnosti pokoj										měrná tepelná kapacita vzduchu hustota vzduchu		c _p = 0,279 Wh/kg K ρ = 1,23 kg/m³ H _v = V _v x c _p x ρ = 0,000 W / K	Φ _v = H _v x (Θ _i - Θ _e) =	0,000	130								
ZÁDVEŘÍ POD STŘECHOU	SN1 - CHODBA	2,20	2,70	5,94	1	1,71	4,23	0,950	0,020	0,00	0,00													
	DN1	0,90	1,90	1,71	0		1,71	2,000	0,020	0,00	0,00													
	SN2 - KOUPELNA	1,90	2,70	5,13	1	1,52	3,61	1,500	0,020	-0,18	-1,00													
	DN2	0,80	1,90	1,52	0		1,52	2,000	0,020	-0,18	-0,56													
	SN3 - POKOJ	2,20	2,70	5,94	0		5,94	1,500	0,020	-0,06	-0,55													
	STR	2,30	2,60	5,98	0		5,98	0,140	0,020	1,00	0,96													
										H _T =	-1,146			Φ _T = H _T x (Θ _i - Θ _e) =	-37,829									
nucené větrání - ztráta větráním započítaná pro celý byt uť v místnosti pokoj										měrná tepelná kapacita vzduchu hustota vzduchu		c _p = 0,279 Wh/kg K ρ = 1,23 kg/m³ H _v = V _v x c _p x ρ = 0,000 W / K	Φ _v = H _v x (Θ _i - Θ _e) =	0,000	-38									
ZÁDVEŘÍ NAD SKLEPEM	SN1 - CHODBA	2,20	2,70	5,94	1	1,71	4,23	0,950	0,020	0,00	0,00													
	DN1	0,90	1,90	1,71	0		1,71	2,000	0,020	0,00	0,00													
	SN2 - KOUPELNA	1,90	2,70	5,13	1	1,52	3,61	1,500	0,020	-0,18	-1,00													
	DN2	0,80	1,90	1,52	0		1,52	2,000	0,020	-0,18	-0,56													
	SN3 - POKOJ	2,20	2,70	5,94	0		5,94	1,500	0,020	-0,06	-0,55													
	POD	2,30	2,60	5,98	0		5,98	0,190	0,020	0,43	0,54													
										H _T =	-1,563			Φ _T = H _T x (Θ _i - Θ _e) =	-51,583									
nucené větrání - ztráta větráním započítaná pro celý byt uť v místnosti pokoj										měrná tepelná kapacita vzduchu hustota vzduchu		c _p = 0,279 Wh/kg K ρ = 1,23 kg/m³ H _v = V _v x c _p x ρ = 0,000 W / K	Φ _v = H _v x (Θ _i - Θ _e) =	0,000	-52									
ZÁDVEŘÍ VNITŘNÍ	SN1 - CHODBA	2,20	2,70	5,94	1	1,71	4,23	0,950	0,020	0,00	0,00													
	DN1	0,90	1,90	1,71	0		1,71	2,000	0,020	0,00	0,00													
	SN2 - KOUPELNA	1,90	2,70	5,13	1	1,52	3,61	1,500	0,020	-0,18	-1,00													
	DN2	0,80	1,90	1,52	0		1,52	2,000	0,020	-0,18	-0,56													
	SN3 - POKOJ	2,20	2,70	5,94	0		5,94	1,500	0,020	-0,06	-0,55													
											H _T =	-2,103			Φ _T = H _T x (Θ _i - Θ _e) =	-69,403								
nucené větrání - ztráta větráním započítaná pro celý byt uť v místnosti pokoj										měrná tepelná kapacita vzduchu hustota vzduchu		c _p = 0,279 Wh/kg K ρ = 1,23 kg/m³ H _v = V _v x c _p x ρ = 0,000 W / K	Φ _v = H _v x (Θ _i - Θ _e) =	0,000	-69									
CHODBA A POD STŘECHOU	SN1 - KOUPELNA	19,50	2,70	52,65	0		52,65	0,950	0,020	-0,18	-9,29													
	SO1 - OBVODOVÁ STĚNA	42,00	2,70	113,40	4	40,00	73,40	0,190	0,020	1,00	15,41													
	OT1	2,50	4,00	10,00	0		40,00	0,800	0,020	1,00	32,80													
	STR	70,80	1,00	70,80	0		70,80	0,140	0,020	1,00	11,33													
											H _T =	50,256			Φ _T = H _T x (Θ _i - Θ _e) =	1658,463								
	výměna vzduchu ve vytápěném prostoru				$V_v = V_m \times n = 19 \text{ m}^3/\text{h}$				požadovaná výměna vzduchu				$n = 0,1 \text{ 1/h}$				objem vzduchu v místnosti		$V_m = 191,16 \text{ m}^3$		světlná výška místnosti		$v = 2,700 \text{ m}$	
										měrná tepelná kapacita vzduchu hustota vzduchu		c _p = 0,279 Wh/kg K ρ = 1,23 kg/m³ H _v = V _v x c _p x ρ = 6,564 W / K	Φ _v = H _v x (Θ _i - Θ _e) =	216,611	1875									
CHODBA A NAD SKLEPEM	SN1 - KOUPELNA	19,50	2,70	52,65	0		52,65	0,950	0,020	-0,18	-9,29													
	SO1 - OBVODOVÁ STĚNA	42,00	2,70	113,40	4	40,00	73,40	0,190	0,020	1,00	15,41													
	OT1	2,50	4,00	10,00	0		40,00	0,800	0,020	1,00	32,80													
	POD	70,80	1,00	70,80	0		70,80	0,190	0,020	0,43	6,39													
											H _T =	45,322			Φ _T = H _T x (Θ _i - Θ _e) =	1495,616								
	výměna vzduchu ve vytápěném prostoru				$V_v = V_m \times n = 19 \text{ m}^3/\text{h}$				požadovaná výměna vzduchu				$n = 0,1 \text{ 1/h}$				objem vzduchu v místnosti		$V_m = 191,16 \text{ m}^3$		světlná výška místnosti		$v = 2,700 \text{ m}$	
										měrná tepelná kapacita vzduchu hustota vzduchu		c _p = 0,279 Wh/kg K ρ = 1,23 kg/m³ H _v = V _v x c _p x ρ = 6,564 W / K	Φ _v = H _v x (Θ _i - Θ _e) =	216,611	1712									
CHODBA A VNITŘNÍ	SN1 - KOUPELNA	19,50	2,70	52,65	0		52,65	0,950	0,020	-0,18	-9,29													
	SO1 - OBVODOVÁ STĚNA	42,00	2,70	113,40	4	40,00	73,40	0,190	0,020	1,00	15,41													
	OT1	2,50	4,00	10,00	0		40,00	0,800	0,020	1,00	32,80													
											H _T =	38,928			Φ _T = H _T x (Θ _i - Θ _e) =	1284,639								
	výměna vzduchu ve vytápěném prostoru				$V_v = V_m \times n = 19 \text{ m}^3/\text{h}$				požadovaná výměna vzduchu				$n = 0,1 \text{ 1/h}$				objem vzduchu v místnosti		$V_m = 191,16 \text{ m}^3$		světlná výška místnosti		$v = 2,700 \text{ m}$	
											měrná tepelná kapacita vzduchu hustota vzduchu		c _p = 0,279 Wh/kg K ρ = 1,23 kg/m³ H _v = V _v x c _p x ρ = 6,564 W / K	Φ _v = H _v x (Θ _i - Θ _e) =	216,611	1501								

CHODBA B POD STŘECHOU	SN1 - KOUPELNA	10,80	2,70	29,16	0	29,16	0,950	0,020	-0,18	-5,14											
	SO1 - OBVODOVÁ STĚNA	21,25	2,70	57,38	4	24,15	33,23	0,190	0,020	1,00	6,98										
	OT1	4,30	1,50	19,35	0		19,35	0,800	0,020	1,00	15,87										
	OT2	3,20	1,50	4,80	0		4,80	0,800	0,020	1,00	3,94										
	STR	29,50	1,00	29,50	0		29,50	0,140	0,020	1,00	4,72			Θ_i	Θ_e	$\Theta_e - \Theta_i$					
											$H_T =$	26,357	18	-15	33	$\Phi_T = H_T \times (\Theta_i - \Theta_e) =$	869,797				
	výměna vzduchu ve vytápěném prostoru	$V_i = V_m \times n =$				8 m ³ /h					měrná tepelná kapacita vzduchu	$c_p =$	0,279 Wh/kg K	Φ_v Φ_t Φ_e Φ							
	požadovaná výměna vzduchu	$n =$				0,1 1/h					hustota vzduchu	$\rho =$	1,23 kg/m ³								
	objem vzduchu v místnosti	$V_m =$				79,65 m ³					$H_v = V_i \times c_p \times \rho =$	2,735 W / K									
	světelná výška místnosti	$v =$				2,700 m					$\Phi_v = H_v \times (\Theta_i - \Theta_e) =$	90,254									
960																					
CHODBA B VNITŘNÍ	SN1 - KOUPELNA	10,80	2,70	29,16	0	29,16	0,950	0,020	-0,18	-5,14											
	SO1 - OBVODOVÁ STĚNA	21,25	2,70	57,38	4	24,15	33,23	0,190	0,020	1,00	6,98										
	OT1	4,30	1,50	19,35	0		19,35	0,800	0,020	1,00	15,87										
	OT2	3,20	1,50	4,80	0		4,80	0,800	0,020	1,00	3,94										
											$H_T =$	21,637	18	-15	33	$\Phi_T = H_T \times (\Theta_i - \Theta_e) =$	714,037				
		výměna vzduchu ve vytápěném prostoru	$V_i = V_m \times n =$				8 m ³ /h					měrná tepelná kapacita vzduchu	$c_p =$	0,279 Wh/kg K	Φ_v Φ_t Φ_e Φ						
	požadovaná výměna vzduchu	$n =$				0,1 1/h					hustota vzduchu	$\rho =$	1,23 kg/m ³								
	objem vzduchu v místnosti	$V_m =$				79,65 m ³					$H_v = V_i \times c_p \times \rho =$	2,735 W / K									
	světelná výška místnosti	$v =$				2,700 m					$\Phi_v = H_v \times (\Theta_i - \Theta_e) =$	90,254									
804																					
1.NP - VSTUP	LOP1	15,40	4,15	63,91	0	63,91	0,900	0,020	1,00	58,80											
	LOP2	2,60	4,15	10,79	0	10,79	0,900	0,020	1,00	9,93											
	SO1 - OBVODOVÁ STĚNA	10,80	4,15	44,82	0		44,82	0,190	0,020	1,00	9,41										
	SN1 - SÁL	9,00	4,15	37,35	2		32,04	0,950	0,020	-0,06	-1,88										
	DN1	0,90	1,90	1,71	0		1,71	2,000	0,020	-0,06	-0,21										
	DN1	1,80	2,00	3,60	0		3,60	2,000	0,020	-0,06	-0,44										
	SN1 - POKOJ	2,00	4,15	8,30	0		8,30	1,500	0,020	-0,06	-0,76										
	POD	92,00	1,00	92,00	0		92,00	0,200	0,020		13,36										
											$H_T =$	88,196	18	-15	33	$\Phi_T = H_T \times (\Theta_i - \Theta_e) =$	2910,480				
		výměna vzduchu ve vytápěném prostoru	$V_i = V_m \times n =$				115 m ³ /h					měrná tepelná kapacita vzduchu	$c_p =$	0,279 Wh/kg K	Φ_v Φ_t Φ_e Φ						
		požadovaná výměna vzduchu	$n =$				0,3 1/h					hustota vzduchu	$\rho =$	1,23 kg/m ³							
	objem vzduchu v místnosti	$V_m =$				381,80 m ³					$H_v = V_i \times c_p \times \rho =$	39,330 W / K									
	světelná výška místnosti	$v =$				4,150 m					$\Phi_v = H_v \times (\Theta_i - \Theta_e) =$	1297,896									
4208																					
SPOLEČENSKÝ SÁL	LOP1	8,90	4,15	36,94	0	36,94	0,900	0,020	1,00	33,98											
	LOP2	9,00	4,15	37,35	0	37,35	0,900	0,020	1,00	34,36											
	SO1 - OBVODOVÁ STĚNA	9,00	4,15	37,35	0		37,35	0,190	0,020	1,00	7,84										
	DN1	0,90	1,90	1,71	0		1,71	2,000	0,020	0,06	0,20										
	DN1	1,80	2,00	3,60	0		3,60	2,000	0,020	0,06	0,42										
	POD	80,10	1,00	80,10	0		80,10	0,200	0,020	0,66	11,63				14						
											$H_T =$	88,429	20	-15	35	$\Phi_T = H_T \times (\Theta_i - \Theta_e) =$	3095,020				
	výměna vzduchu ve vytápěném prostoru	$V_i = V_p \times n =$				700,0 m ³ /h					měrná tepelná kapacita vzduchu	$c_p =$	0,279 Wh/kg K	Φ_v Φ_t Φ_e Φ							
	počet osob v bytě	$n =$				20,0 os					hustota vzduchu	$\rho =$	1,23 kg/m ³								
	objem Vp na osobu	$V_p =$				35 m ³ /h					$H_v = V_i \times c_p \times \rho =$	240,363 W / K									
	Teplota příhodného vzduchu	$T_p =$				14 °C					$\Phi_v = H_v \times (\Theta_i - \Theta_e) =$	1442,175									
4537																					

Výpočet celkových ztrát objektu

Ztráty prostupem po místnostech:	Byty	31392	W
	Chodby	8933	W
	Sál	3095	W
Ztráty prostupem CELKEM		43420	W
Ztráty větráním po místnostech:	Byty	3850	W
	Chodby	2677	W
	Sál	1442	W
Ztráty větráním CELKEM		7969	W
Ztráty celkem po místnostech:	Byty	35242	W
	Chodby	11610	W
	Sál	4537	W
CELKOVÉ ZTRÁTY:		51389	W

2 POTŘEBA TEPLA PRO PŘÍPRAVU TEPLÉ VODY

Vstupní údaje

Počet osob: $n = 75$

Specifická spotřeba vody dle ČSN EN 15316-3 [52]: $V_p = 0,04 \text{ m}^3/\text{os.den}$

Poměrná ztráta tepla při ohřevu a distribuci $z = 0,5$

Teplota studené vody $t_1 = 10 \text{ }^\circ\text{C}$

Teplota teplé vody $t_2 = 55 \text{ }^\circ\text{C}$

časové rozložení odběru podle ČSN EN 15316-3 [52] (z celkového množství TV):

od 6 do 9 hodin	= 35 %
od 9 do 19 hodin	= 15 %
od 19 do 22 hodin	= 40 %
od 22 do 24 hodin	= 10 %

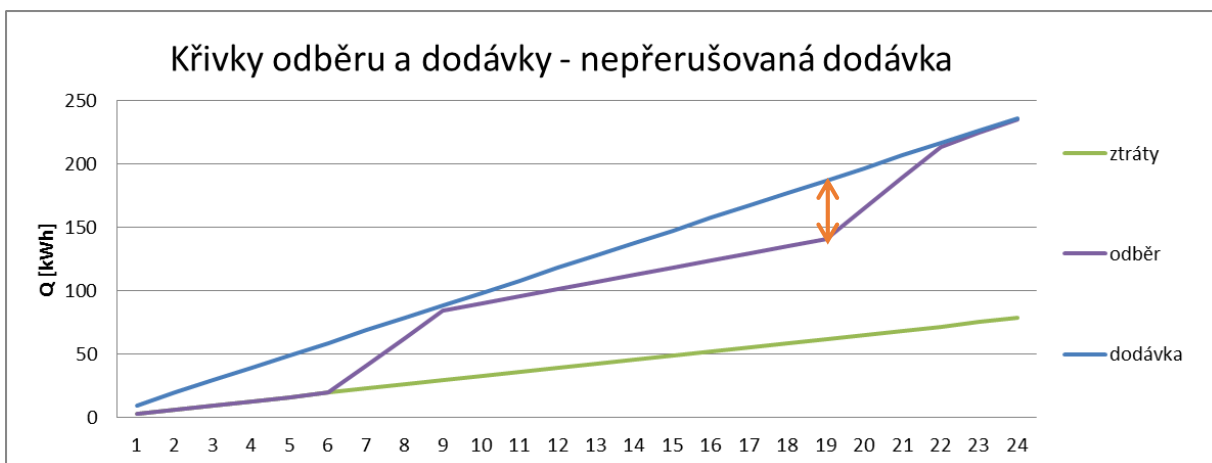
Denní potřeba teplé vody $V_{2p} = n \cdot V_p = 75 \cdot 0,04 = \underline{3 \text{ m}^3/\text{den}}$

Teplu odebrané $Q_{2p} = Q_{2t} + Q_{2z} = 157 + 78,5 = \underline{236 \text{ kWh}}$

Teplu teoretické $Q_{2t} = 1,163 \cdot V_{2p} \cdot (\theta_2 - \theta_1) = 1,163 \cdot 3 \cdot (55-10) = \underline{157 \text{ kWh}}$

Teplu ztracené $Q_{2z} = Q_{2t} \cdot z = 157 \cdot 0,5 = 157 \cdot 0,5 = \underline{78,5 \text{ kWh}}$

Q [kWh]	hod																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
ztráty	3	7	10	13	16	20	23	26	29	33	36	39	43	46	49	52	56	59	62	65	69	72	75	79
odběr	3	7	10	13	16	20	41	63	84	90	96	101	107	113	118	124	129	135	141	165	189	213	224	236
dodávka	10	20	30	39	49	59	69	79	89	98	108	118	128	138	148	157	167	177	187	197	207	216	226	236
ΔQ_{\max}	6,6	13	20	26	33	39	28	16	4,2	8,4	13	17	21	25	29	34	38	42	46	32	18	3,2	1,9	0,7



Zásobníkový ohřev

Velikost zásobníku

$$V_z = \frac{\Delta Q_{\max}}{1,163 \cdot (\theta_2 - \theta_1)} = \frac{46}{1,163 \cdot 45} = \underline{0,9 \text{ m}^3}$$

Jmenovitý výkon ohřevu

$$Q_{TV} = \frac{Q_1}{t} = \frac{236}{24} = \underline{9,8 \text{ kW}}$$

Návrh zásobníku SK 1000-4 ZB o objemu 1000l, napojený na samostatný okruh.

3 ROČNÍ POTŘEBA TEPLA PRO VYTÁPĚNÍ A PŘÍPAVU TV

Klimatické podmínky

Lokalita: Opava

$t_{em} = 13^\circ\text{C}$

$t_e = -15^\circ\text{C}$

$d = 229$

$t_{es} = 3,9^\circ\text{C}$

$Q_C = 51,1 \text{ Kw}$

$$Q_{vyt,r} = \frac{24 \cdot Q_C \cdot \varepsilon \cdot D}{t_{i,s} - t_{e,s}} = \underline{103,1 \text{ MWh/rok}}$$

$$\varepsilon = \frac{\varepsilon_i \cdot \varepsilon_t \cdot \varepsilon_d}{\eta_0 \eta_r} = 0765$$

vstupní údaje vytápění:

$$\varepsilon = 0,827$$

$$\varepsilon_i = 0,9; \varepsilon_t = 0,9 \quad \varepsilon_d = 1,0; \eta_0 = 1,0; \eta_r = 0,98$$

$$t_{is} = 19^\circ\text{C}$$

$$t_e = -15^\circ\text{C}$$

$$D = 3458 \text{ [K/den]}$$

vstupní údaje ohřev TV

$$t_1 = 10^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 55^\circ\text{C}$$

$$t_{svl} = 15^\circ\text{C}$$

$$t_{svz} = 5^\circ\text{C}$$

$$Z=0,5$$

$$V_{2p} = 3 \text{ m}^3/\text{den}$$

$$Q_{tv,r} = Q_{TV,d} \cdot d + 0,8 \cdot Q_{TV,d} \cdot \frac{55 - t_{svl}}{55 - t_{svz}} \cdot (N - d) = \underline{74,4 \text{ MWh/rok}}$$

$$Q_r = Q_{VYT,r} + Q_{tv,r} = 103,1 + 74,4 = 177,5 \text{ MWh/rok}$$

4 POŽADOVANÝ VÝKON ZDROJE

$$Q_{prip} = \max(Q_I; Q_{II}) = \underline{51,3 \text{ kW}}$$

$$Q_I = 0,7 \cdot Q_{VYT} + Q_{TV} = 0,7 \cdot 48,6 + 9,8 = \underline{45,7 \text{ kW}}$$

$$Q_{II} = Q_{VYT} = \underline{51,3 \text{ kW}}$$

5 NÁVRH – VARIANTA 1, KONDENZAČNÍ KOTLE

Kotel

Návrh kaskády 2 x CerapurComfort ZSBR 28-3 (P_{max} = 2 x 27,4 kW, 54,8 kW pro 50/30°C)

Expanzní nádoba

Velikost expanzní nádoby, P_{max} = 54kW, h = 15m

$$V_o = 10 \cdot P_{\max} = 10 \cdot 54 = 540 \text{ l}$$

$$V_e = 1,3 \cdot V_o \cdot n = 1,3 \cdot 0,54 \cdot 0,029 = 0,020 \text{ m}^3$$

$$V_{ep} = \frac{V_e(\text{php}+100)}{(\text{php}-\text{pd})} = \frac{0,035 \cdot (300+100)}{(300-161)} = 0,058 \text{ m}^3$$

Expanzní nádoby 2x12 l, které jsou součástí kotlů, nejsou dostatečné.

Návrh expanzní nádoby AQUAFILL HS 35

6 NÁVRH – VARIANTA 2, TEPELNÉ ČERPADLO

Tepeelné čerpadlo – návrh intervalová metoda

vzduch voda typ HP3AW 36SB

Program: Návrh Tepelného Čerpadla (NTC.exe verz dle ČSN EN 15316-4-2 na základě energetické bilance

Datum: 10. května 2017 (21:49)

VSTUPNÍ ÚDAJE:

Tepelné čerpa HP3AW36SB (vzduch/voda)

spád:	35/-15	35/-7	35/2	35/7	35/10	35/15	50/-15	50/-7	50/2	50/7	50/10	50/15
výkon:	23,1	29	36,4	40,8	43,5	48,2	21,3	26,5	33	36,9	39,3	43,5
COP:	2,6	3,1	3,6	3,9	4,1	4,4	2	2,3	2,7	2,9	3	3,3

Výpočtová venkovní teplota:	te,N =	-15 [°C]
Mezní teplota otopného období:	te,m =	13 [°C]
Průměrná teplota vzduchu v interiéru:	ti =	20 [°C]
Teplota připravované teplé vody:	tTV =	55 [°C]
Teplota topné vody v soustavě:	tw1,N =	45 [°C]
Teplota vratné voda v soustavě:	tw2,N =	35 [°C]
Roční potřeba tepla na přípravu teplé vody:	Qp,tv,rok	74 400 [kWh]
Roční potřeba tepla na vytápění:	Qp,vyt,rok	103 010 [kWh]
Elektrický příkon pomocných zařízení pracujících na přípravě teplé vody:	Ppom,tv =	0,1 [kW]
Elektrický příkon pomocných zařízení pracujících na vytápění:	Ppom,vyt =	0,2 [kW]
Teplotní exponent podle převažujících otopných ploch:	n =	1,3 [-]

VYPOČTENÉ HODNOTY:

Počet hodinostupňů za otopné období:	DHrok =	95 872 [K-hod]
Roční potřeba tepla na vytápění a ohřev teplé vody:	Qp,rok =	172 400 [kWh]
Roční dodávka tepla tepelným čerpadlem na vytápění a ohřev teplé vody:	Qtč,rok =	164 953 [kWh]
Roční dodávka tepla doplňkovým zdrojem tepla na vytápění a ohřev teplé vody:	Qd,rok =	7 447 [kWh]
Roční potřeba elektrické energie pro pohon tepelného čerpadla:	Etč,rok =	52 476 [kWh]
Roční potřeba elektrické energie pro pohon pomocných zařízení:	Epom,rok =	715 [kWh]
Roční pokrytí potřeby tepla z tepelného čerpadla na ohřev teplé vody a vytápění:	f =	95,03 [%]
Sezónní topný faktor tepelného čerpadla:	SPFtč =	3,14 [-]
Sezónní topný faktor celé soustavy:	SPF =	3,1 [-]

VYSVĚTLIVKY:

Klimatická data

te	[°C]	Střední venkovní teplota v intervalu
τ	[hod]	Doba trvání teplotního intervalu
DH	[K·hod]	Počet hodinostupňů v teplotním intervalu

Teplá voda

tv1,tv	[°C]	Teplota vody na vstupu do výparníku v tepelném čerpadle při ohřevu teplé vody
tk2,tv	[°C]	Teplota vody na výstupu z kondenzátoru v tepelném čerpadle při ohřevu teplé vody
Φ_k ,tv	[kW]	Okamžitý tepelný výkon tepelného čerpadla při ohřevu teplé vody
COP,tv	[-]	Okamžitý topný faktor COP tepelného čerpadla při ohřevu teplé vody
Qp,tv	[kWh]	Teplo potřebné pro ohřev teplé vody
Qk,tv	[kWh]	Teplo dostupné z tepelného čerpadla pro ohřev teplé vody
Qtč,tv	[kWh]	Teplo skutečně dodané z tepelného čerpadla pro ohřev teplé vody
τ tč,tv	[hod]	Doba běhu tepelného čerpadla při ohřevu teplé vody
Etč,tv	[kWh]	Elektrická energie pro pohon tepelného čerpadla při ohřevu teplé vody
Epom,tv	[kWh]	Elektrická energie pro pohon pomocných zařízení při ohřevu teplé vody
Qd,tv	[kWh]	Teplo pro dohřev teplé vody z doplňkového zdroje tepla

Vytápění

tv1,vyt	[°C]	Teplota vody na vstupu do výparníku v tepelném čerpadle při vytápění
tk2,vyt	[°C]	Teplota vody na výstupu z kondenzátoru v tepelném čerpadle při vytápění
Φ_k ,vyt	[kW]	Okamžitý tepelný výkon tepelného čerpadla při vytápění
COP,vyt	[-]	Okamžitý topný faktor COP tepelného čerpadla při vytápění
Qp,vyt	[kWh]	Teplo potřebné pro vytápění
Qk,vyt	[kWh]	Teplo dostupné z tepelného čerpadla pro vytápění
Qtč,vyt	[kWh]	Teplo skutečně dodané z tepelného čerpadla pro vytápění
τ tč,vyt	[hod]	Doba běhu tepelného čerpadla při vytápění
Etč,vyt	[kWh]	Elektrická energie pro pohon tepelného čerpadla při vytápění
Epom,vyt	[kWh]	Elektrická energie pro pohon pomocných zařízení při vytápění
Qd,vyt	[kWh]	Teplo pro dohřev topné vody z doplňkového zdroje tepla

Sumy

Qp	[kWh]	Roční potřeba tepla na vytápění a ohřev teplé vody
Qtč	[kWh]	Roční dodávka tepla tepelným čerpadlem na vytápění a ohřev teplé vody
Qd	[kWh]	Roční dodávka tepla doplňkovým zdrojem tepla na vytápění a ohřev teplé vody
Etč	[kWh]	Roční potřeba elektrické energie pro pohon tepelného čerpadla
Epom	[kWh]	Roční potřeba elektrické energie pro pohon pomocných zařízení

Klimatická data Výpočetní interval	te,j [°C]	tj [hod]	DHj [K·hod]	Teplá voda											
				tv1,tv,j [°C]	tk2,tv,j [°C]	Φk,tv,j [kW]	COP,tv,j [-]	Qp,tv,j [kWh]	Qk,tv,j [kWh]	Qtč,tv,j [kWh]	ttč,tv,j [hod]	Etč,tv,j [kWh]	Epom,tv,j [kWh]	Qd,tv,j [kWh]	
< -14,50 , -13,50 >	-14	9	306	-14	60	21,3	2	76,44	191,7	76,44	3,59	38,22	0,36	0	
< -13,50 , -12,50 >	-13	27	891	-13	60	21,3	2	229,32	575,1	229,32	10,77	114,66	1,08	0	
< -12,50 , -11,50 >	-12	35	1120	-12	60	21,3	2	297,26	745,5	297,26	13,96	148,63	1,4	0	
< -11,50 , -10,50 >	-11	33	1023	-11	60	21,3	2	280,27	702,9	280,27	13,16	140,14	1,32	0	
< -10,50 , -09,50 >	-10	28	840	-10	60	26,5	2,3	237,81	742	237,81	8,97	103,39	0,9	0	
< -09,50 , -08,50 >	-9	28	812	-9	60	26,5	2,3	237,81	742	237,81	8,97	103,39	0,9	0	
< -08,50 , -07,50 >	-8	84	2352	-8	60	26,5	2,3	713,42	2226	713,42	26,92	310,18	2,69	0	
< -07,50 , -06,50 >	-7	70	1890	-7	60	26,5	2,3	594,52	1855	594,52	22,43	258,49	2,24	0	
< -06,50 , -05,50 >	-6	131	3406	-6	60	26,5	2,3	1112,6	3471,5	1112,6	41,99	483,74	4,2	0	
< -05,50 , -04,50 >	-5	143	3575	-5	60	26,5	2,3	1214,52	3789,5	1214,52	45,83	528,05	4,58	0	
< -04,50 , -03,50 >	-4	204	4896	-4	60	26,5	2,3	1732,6	5406	1732,6	65,38	753,31	6,54	0	
< -03,50 , -02,50 >	-3	182	4186	-3	60	26,5	2,3	1545,75	4823	1545,75	58,33	672,07	5,83	0	
< -02,50 , -01,50 >	-2	209	4598	-2	60	33	2,7	1775,07	6897	1775,07	53,79	657,43	5,38	0	
< -01,50 , -00,50 >	-1	265	5565	-1	60	33	2,7	2250,69	8745	2250,69	68,2	833,59	6,82	0	
< -00,50 , 00,50 >	0	395	7900	0	60	33	2,7	3354,79	13035	3354,79	101,66	1242,52	10,17	0	
< 00,50 , 01,50 >	1	275	5225	1	60	33	2,7	2335,62	9075	2335,62	70,78	865,04	7,08	0	
< 01,50 , 02,50 >	2	340	6120	2	60	33	2,7	2887,67	11220	2887,67	87,51	1069,51	8,75	0	
< 02,50 , 03,50 >	3	304	5168	3	60	33	2,7	2581,92	10032	2581,92	78,24	956,27	7,82	0	
< 03,50 , 04,50 >	4	308	4928	4	60	33	2,7	2615,89	10164	2615,89	79,27	968,85	7,93	0	
< 04,50 , 05,50 >	5	307	4605	5	60	36,9	2,9	2607,4	11328,3	2607,4	70,66	899,1	7,07	0	
< 05,50 , 06,50 >	6	326	4564	6	60	36,9	2,9	2768,77	12029,4	2768,77	75,03	954,75	7,5	0	
< 06,50 , 07,50 >	7	301	3913	7	60	36,9	2,9	2556,44	11106,9	2556,44	69,28	881,53	6,93	0	
< 07,50 , 08,50 >	8	277	3324	8	60	36,9	2,9	2352,6	10221,3	2352,6	63,76	811,24	6,38	0	
< 08,50 , 09,50 >	9	298	3278	9	60	39,3	3	2530,96	11711,4	2530,96	64,4	843,65	6,44	0	
< 09,50 , 10,50 >	10	330	3300	10	60	39,3	3	2802,74	12969	2802,74	71,32	934,25	7,13	0	
< 10,50 , 11,50 >	11	327	2943	11	60	39,3	3	2777,26	12851,1	2777,26	70,67	925,75	7,07	0	
< 11,50 , 12,50 >	12	356	2848	12	60	39,3	3	3023,56	13990,8	3023,56	76,94	1007,85	7,69	0	
< 12,50 , 13,50 >	13	328	2296	13	60	43,5	3,3	2785,75	14268	2785,75	64,04	844,17	6,4	0	
< 13,50 , 14,50 >	14	343	0	14	60	43,5	3,3	2913,15	14920,5	2913,15	66,97	882,77	6,7	0	
< 14,50 , 15,50 >	15	322	0	15	60	43,5	3,3	2734,79	14007	2734,79	62,87	828,73	6,29	0	
< 15,50 , 16,50 >	16	307	0	16	60	43,5	3,3	2607,4	13354,5	2607,4	59,94	790,12	5,99	0	
< 16,50 , 17,50 >	17	276	0	17	60	43,5	3,3	2344,11	12006	2344,11	53,89	710,34	5,39	0	
< 17,50 , 18,50 >	18	273	0	18	60	43,5	3,3	2318,63	11875,5	2318,63	53,3	702,62	5,33	0	
< 18,50 , 19,50 >	19	237	0	19	60	43,5	3,3	2012,88	10309,5	2012,88	46,27	609,96	4,63	0	
< 19,50 , 20,50 >	20	218	0	20	60	43,5	3,3	1851,51	9483	1851,51	42,56	561,06	4,26	0	
< 20,50 , 21,50 >	21	185	0	21	60	43,5	3,3	1571,23	8047,5	1571,23	36,12	476,13	3,61	0	
< 21,50 , 22,50 >	22	183	0	22	60	43,5	3,3	1554,25	7960,5	1554,25	35,73	470,98	3,57	0	
< 22,50 , 23,50 >	23	142	0	23	60	43,5	3,3	1206,03	6177	1206,03	27,72	365,46	2,77	0	
< 23,50 , 24,50 >	24	131	0	24	60	43,5	3,3	1112,6	5698,5	1112,6	25,58	337,15	2,56	0	
< 24,50 , 25,50 >	25	89	0	25	60	43,5	3,3	755,89	3871,5	755,89	17,38	229,06	1,74	0	
< 25,50 , 26,50 >	26	56	0	26	60	43,5	3,3	475,62	2436	475,62	10,93	144,13	1,09	0	
< 26,50 , 27,50 >	27	44	0	27	60	43,5	3,3	373,7	1914	373,7	8,59	113,24	0,86	0	
< 27,50 , 28,50 >	28	16	0	28	60	43,5	3,3	135,89	696	135,89	3,12	41,18	0,31	0	
< 28,50 , 29,50 >	29	9	0	29	60	43,5	3,3	76,44	391,5	76,44	1,76	23,16	0,18	0	
< 29,50 , 30,50 >	30	6	0	30	60	43,5	3,3	50,96	261	50,96	1,17	15,44	0,12	0	
< 30,50 , 31,50 >	31	3	0	31	60	43,5	3,3	25,48	130,5	25,48	0,59	7,72	0,06	0	
Průměr:	8,64			8,64	60	37,49	2,94								
Celkem:		8760	95872						74400	328454,4	74400	2040,33	25659,03	204,03	0

Klimatická data	Vytápění													
	te,j	tj	DHj	tv1,vyt,j	tk2,vyt,j	Φk,vyt,j	COP,vyt,j	Qp,vyt,j	Qk,vyt,j	Qtč,vyt,j	ttč,vyt,j	Etč,vyt,j	Σpom,vyt,j	Qd,vyt,j
Výpočetní interval	[°C]	[hod]	[K-hod]	[°C]	[°C]	[kW]	[-]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[hod]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
< -14,50, -13,50 >	-14	9	306	-14	49,42	22,02	2,06	312,79	119,16	119,16	5,41	57,82	1,08	193,63
< -13,50, -12,50 >	-13	27	891	-13	48,83	22,74	2,12	910,78	369,17	369,17	16,23	173,99	3,25	541,61
< -12,50, -11,50 >	-12	35	1120	-12	48,24	23,46	2,18	1144,86	493,72	493,72	21,04	226,17	4,21	651,14
< -11,50, -10,50 >	-11	33	1023	-11	47,65	21,3	2	1045,71	422,63	422,63	19,84	211,31	3,97	623,08
< -10,50, -09,50 >	-10	28	840	-10	47,05	26,5	2,3	858,64	504,19	504,19	19,03	219,21	3,81	354,45
< -09,50, -08,50 >	-9	28	812	-9	46,45	26,5	2,3	830,02	504,19	504,19	19,03	219,21	3,81	325,83
< -08,50, -07,50 >	-8	84	2352	-8	45,85	26,5	2,3	2404,21	1512,58	1512,58	57,08	657,64	11,42	891,63
< -07,50, -06,50 >	-7	70	1890	-7	45,24	26,5	2,3	1931,95	1260,48	1260,48	47,57	548,03	9,51	671,47
< -06,50, -05,50 >	-6	131	3406	-6	44,63	28,12	2,63	3481,6	2502,91	2502,91	89,01	951,3	17,8	978,69
< -05,50, -04,50 >	-5	143	3575	-5	44,01	28,94	2,71	3654,35	2812,33	2812,33	97,17	1038,4	19,43	842,02
< -04,50, -03,50 >	-4	204	4896	-4	43,39	29,77	2,79	5004,67	4126,44	4126,44	138,62	1481,22	27,72	878,23
< -03,50, -02,50 >	-3	182	4186	-3	42,77	30,59	2,86	4278,91	3783,63	3783,63	123,67	1321,28	24,73	495,29
< -02,50, -01,50 >	-2	209	4598	-2	42,14	31,49	2,95	4700,06	4888,12	4700,06	149,24	1593,45	29,85	0
< -01,50, -00,50 >	-1	265	5565	-1	41,5	32,46	3,04	5688,52	6387,98	5688,52	175,25	1869,22	35,05	0
< -00,50, 00,50 >	0	395	7900	0	40,86	36,4	3,6	8075,35	10677,56	8075,35	221,85	2243,15	44,37	0
< 00,50, 01,50 >	1	275	5225	1	40,22	36,4	3,6	5340,98	7433,75	5340,98	146,73	1483,6	29,35	0
< 01,50, 02,50 >	2	340	6120	2	39,56	36,4	3,6	6255,84	9190,81	6255,84	171,86	1737,73	34,37	0
< 02,50, 03,50 >	3	304	5168	3	38,9	36,4	3,6	5282,71	8217,67	5282,71	145,13	1467,42	29,03	0
< 03,50, 04,50 >	4	308	4928	4	38,24	36,4	3,6	5037,38	8325,79	5037,38	138,39	1399,27	27,68	0
< 04,50, 05,50 >	5	307	4605	5	37,57	40,8	3,9	4707,21	9642,62	4707,21	115,37	1206,98	23,07	0
< 05,50, 06,50 >	6	326	4564	6	36,88	40,8	3,9	4665,3	10239,4	4665,3	114,35	1196,23	22,87	0
< 06,50, 07,50 >	7	301	3913	7	36,19	40,8	3,9	3999,85	9454,17	3999,85	98,04	1025,6	19,61	0
< 07,50, 08,50 >	8	277	3324	8	35,49	40,8	3,9	3397,78	8700,35	3397,78	83,28	871,23	16,66	0
< 08,50, 09,50 >	9	298	3278	9	34,78	43,5	4,1	3350,76	10161,56	3350,76	77,03	817,26	15,41	0
< 09,50, 10,50 >	10	330	3300	10	34,06	43,5	4,1	3373,25	11252,73	3373,25	77,55	822,74	15,51	0
< 10,50, 11,50 >	11	327	2943	11	33,32	43,5	4,1	3008,32	11150,43	3008,32	69,16	733,74	13,83	0
< 11,50, 12,50 >	12	356	2848	12	32,57	43,5	4,1	2911,22	12139,31	2911,22	66,92	710,05	13,38	0
< 12,50, 13,50 >	13	328	2296	13	31,8	48,2	4,4	2346,96	12722,86	2346,96	48,69	533,4	9,74	0
< 13,50, 14,50 >	14	343	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
< 14,50, 15,50 >	15	322	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
< 15,50, 16,50 >	16	307	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
< 16,50, 17,50 >	17	276	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
< 17,50, 18,50 >	18	273	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
< 18,50, 19,50 >	19	237	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
< 19,50, 20,50 >	20	218	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
< 20,50, 21,50 >	21	185	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
< 21,50, 22,50 >	22	183	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
< 22,50, 23,50 >	23	142	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
< 23,50, 24,50 >	24	131	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
< 24,50, 25,50 >	25	89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
< 25,50, 26,50 >	26	56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
< 26,50, 27,50 >	27	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
< 27,50, 28,50 >	28	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
< 28,50, 29,50 >	29	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
< 29,50, 30,50 >	30	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
< 30,50, 31,50 >	31	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Průměr:	8,64			2,57	25,83	25,55	2,43							
Celkem:		8760	95872					98000	168996,5	90552,92	2552,53	26816,69	510,51	7447,08

Klimatická data			Sumy					
Výpočetní interval	te,j [°C]	τj [hod]	DHj [K·hod]	Qp,j [kWh]	Qtč,j [kWh]	Qd,j [kWh]	Etč,j [kWh]	Epom,j [kWh]
< -14,50 , -13,50 >	-14	9	306	389,23	195,6	193,63	96,04	1,44
< -13,50 , -12,50 >	-13	27	891	1140,09	598,49	541,61	288,64	4,32
< -12,50 , -11,50 >	-12	35	1120	1442,12	790,98	651,14	374,8	5,6
< -11,50 , -10,50 >	-11	33	1023	1325,98	702,9	623,08	351,45	5,28
< -10,50 , -09,50 >	-10	28	840	1096,45	742	354,45	322,61	4,7
< -09,50 , -08,50 >	-9	28	812	1067,83	742	325,83	322,61	4,7
< -08,50 , -07,50 >	-8	84	2352	3117,63	2226	891,63	967,83	14,11
< -07,50 , -06,50 >	-7	70	1890	2526,47	1855	671,47	806,52	11,76
< -06,50 , -05,50 >	-6	131	3406	4594,2	3615,51	978,69	1435,04	22
< -05,50 , -04,50 >	-5	143	3575	4868,87	4026,85	842,02	1566,46	24,02
< -04,50 , -03,50 >	-4	204	4896	6737,28	5859,04	878,23	2234,52	34,26
< -03,50 , -02,50 >	-3	182	4186	5824,67	5329,38	495,29	1993,35	30,57
< -02,50 , -01,50 >	-2	209	4598	6475,13	6475,13	0	2250,88	35,23
< -01,50 , -00,50 >	-1	265	5565	7939,21	7939,21	0	2702,81	41,87
< -00,50 , 00,50 >	0	395	7900	11430,14	11430,14	0	3485,67	54,54
< 00,50 , 01,50 >	1	275	5225	7676,59	7676,59	0	2348,65	36,42
< 01,50 , 02,50 >	2	340	6120	9143,51	9143,51	0	2807,24	43,12
< 02,50 , 03,50 >	3	304	5168	7864,63	7864,63	0	2423,69	36,85
< 03,50 , 04,50 >	4	308	4928	7653,27	7653,27	0	2368,12	35,6
< 04,50 , 05,50 >	5	307	4605	7314,61	7314,61	0	2106,08	30,14
< 05,50 , 06,50 >	6	326	4564	7434,07	7434,07	0	2150,98	30,37
< 06,50 , 07,50 >	7	301	3913	6556,29	6556,29	0	1907,13	26,54
< 07,50 , 08,50 >	8	277	3324	5750,38	5750,38	0	1682,47	23,03
< 08,50 , 09,50 >	9	298	3278	5881,72	5881,72	0	1660,91	21,85
< 09,50 , 10,50 >	10	330	3300	6175,99	6175,99	0	1756,99	22,64
< 10,50 , 11,50 >	11	327	2943	5785,58	5785,58	0	1659,49	20,9
< 11,50 , 12,50 >	12	356	2848	5934,78	5934,78	0	1717,91	21,08
< 12,50 , 13,50 >	13	328	2296	5132,72	5132,72	0	1377,57	16,14
< 13,50 , 14,50 >	14	343	0	2913,15	2913,15	0	882,77	6,7
< 14,50 , 15,50 >	15	322	0	2734,79	2734,79	0	828,73	6,29
< 15,50 , 16,50 >	16	307	0	2607,4	2607,4	0	790,12	5,99
< 16,50 , 17,50 >	17	276	0	2344,11	2344,11	0	710,34	5,39
< 17,50 , 18,50 >	18	273	0	2318,63	2318,63	0	702,62	5,33
< 18,50 , 19,50 >	19	237	0	2012,88	2012,88	0	609,96	4,63
< 19,50 , 20,50 >	20	218	0	1851,51	1851,51	0	561,06	4,26
< 20,50 , 21,50 >	21	185	0	1571,23	1571,23	0	476,13	3,61
< 21,50 , 22,50 >	22	183	0	1554,25	1554,25	0	470,98	3,57
< 22,50 , 23,50 >	23	142	0	1206,03	1206,03	0	365,46	2,77
< 23,50 , 24,50 >	24	131	0	1112,6	1112,6	0	337,15	2,56
< 24,50 , 25,50 >	25	89	0	755,89	755,89	0	229,06	1,74
< 25,50 , 26,50 >	26	56	0	475,62	475,62	0	144,13	1,09
< 26,50 , 27,50 >	27	44	0	373,7	373,7	0	113,24	0,86
< 27,50 , 28,50 >	28	16	0	135,89	135,89	0	41,18	0,31
< 28,50 , 29,50 >	29	9	0	76,44	76,44	0	23,16	0,18
< 29,50 , 30,50 >	30	6	0	50,96	50,96	0	15,44	0,12
< 30,50 , 31,50 >	31	3	0	25,48	25,48	0	7,72	0,06
Průměr:	8,64							
Celkem:		8760	95872	172400	164952,9	7447,08	52475,71	714,54

Návrh akumulční nádrže

$$V_A = k \cdot P_z = 20 \cdot 61,32 = 1226 \text{ l}$$

$$k [-] = 15 - 20$$

P_z - Výkon přepočtený na počet hodin denně s nízkým tarifem (20h)

$$P_z = Q_C \cdot 24 / 20 = 51,1 \cdot 24 / 20 = 61,32 \text{ kW}$$

Akumulční nádrž KXT0 1500l d1000

Expanzní nádoba

Velikost expanzní nádoby, $P_{\max} = 48\text{kW}$, $h = 15\text{m}$

$$V_o = 10 \cdot P_{\max} + 1500 = 10 \cdot 48 + 1500 = 2040 \text{ l}$$

$$V_e = 1,3 \cdot V_o \cdot n = 1,3 \cdot 0,54 \cdot 0,029 = 0,076 \text{ m}^3$$

$$V_{ep} = \frac{V_e(p_{hp}+100)}{(p_{hp}-p_d)} = \frac{0,076 \cdot (300+100)}{(300-161)} = 0,218 \text{ m}^3$$

Návrh expanzní nádoby AQUAFILL HS 300 l

Praha, květen 2017

Vypracovala: Bc. Nikola Čermáková