

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



REKONSTRUKCE SYSTÉMU VYTÁPĚNÍ RODINNÉHO DOMU
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

PŘÍLOHA 9
OTOPNÁ SOUSTAVA

Vypracoval:
Vedoucí práce:

Anna Smolíková
Ing. Pavla Dvořáková, Ph.D.

2018/2019

Návrh dimenzí potrubí a regulačního ventilu otopného tělesa

Zvolená výpočtová metoda: metoda optimální rychlosti v potrubí

Jednotlivé úseky viz Příloha 10, výkres č. 3

$$m = \frac{Q}{c * (t_1 - t_2)}$$

$$Z = \Sigma \xi * \rho * \frac{w^2}{2}$$

Kde:

m je hmotnostní průtok v kg/h

Q je přenášený výkon daného úseku

***t*₁** je teplota přívodní vody 75°C

***t*₂** je teplota vratné vody 65°C

c je měrná tepelná kapacity vody 4,2 kJ/kgK = 1,135 Wh/kgK

$\Sigma \xi$ je součet součinitelů vřazených odporů

ρ je hustota vody 1000 kg/m³

w je rychlost proudění vody v m/s

Zdroj:

http://tzb.fsv.cvut.cz/vyucujici/91/5_otopnesoustavy/dimenzovani_dvoutrubky.pdf

Hodnoty pro ztráty třením a místními odpory:

<http://tzb.fsv.cvut.cz/vyucujici/reinberk/vypocty/dimtab.php>

https://www.fce.vutbr.cz/TZB/pocinkova.m/vytapeni_soubory/BT01_C7.pdf

Úsek	Druh vřazeného odporu ξ a jeho hodnota						ξ
	redukce	OT	kolena	T-kus pravoúhlý		Armatury	
		dle tělesa	dle DN	rozdělovací	spojovací		
1			3	3		7,5	13,5
1'			3		8	4	15
2			3	3			6
2'			3		8		11
3	1,5			3			4,5
3'	0,1				8		8,1
4	1,5			3			4,5
4'	0,2				8		8,2
5		8,5	2				10,5
5'		8,5	2				10,5
6	1,5	8,5	2				12
6'	0,1	8,5	2				10,6
7	1,5			3			4,5
7'	0,1				8		8,1
8		8,5	2				10,5
8'		8,5	2				10,5
9	1,5	8,5	2				12
9'	0,1	8,5	2				10,6
10	1,5			3			4,5
10'	0,1				8		8,1
11	1,5			3			4,5
11'	0,1				8		8,1
12	1,5	8,5	2				12
12'	0,1	8,5	2				10,6
13	1,5	8,5	2				12
13'	0,1	8,5	2				10,6
14	1,5			3			4,5
14'	0,2				8		8,2
15	1,5	8,5	2				12
15'	0,1	8,5	2				10,6
16	1,5	8,5	2				12
16'	0,1	8,5	2				10,6
17	1,5			3			4,5
17'	0,1				8		8,1
18	1,5			3			4,5
18'	0,1				8		8,1
19	1,5	8,5	2				12
19'	0,1	8,5	2				10,6
20	1,5	8,5	2				12
20'	0,1	8,5	2				10,6
21	1,5	8,5	4				14
21'	0,2	8,5	4				12,7

Úsek 1-5											
Úsek	Přenášený výkon	Hmotnostní průtok	Délka úseku	D N	w	R	Σx	R*I	Z	R*I+Z	Dispoziční tlak na konci úseku
	Q	m	l								
	[W]	[kg/h]	[m]		[m/s]	[Pa/m]		[Pa]	[Pa]	[Pa]	[Pa]
5	1208	106,43	8,5	1 5	0,2 14	62,1	10 ,5	527,85	235,14	762,99	3000
5'	1208	106,43	8,5	1 5	0,2 14	62,1	10 ,5	527,85	235,14	762,99	
4	1619	142,64	2,5	1 5	0,3	112,7	4, 5	281,75	198,05	479,80	4525,98
4'	1619	142,64	2,5	1 5	0,3	112,7	8, 2	281,75	360,88	642,63	
3	3590	316,30	2,1 5	2 2	0,2 89	61,2	4, 5	131,58	183,79	315,37	5648,41
3'	3590	316,30	2,1 5	2 2	0,2 89	61,2	8, 1	131,58	330,82	462,40	
2	6144	541,32	3,9	2 8	0,2 89	46,1	6	179,79	245,05	424,84	6426,17
2'	6144	541,32	3,9	2 8	0,2 89	46,1	11	179,79	449,26	629,05	
1	7973	702,47	3,0 5	2 8	0,4 05	84,5	13 ,5	257,73	1082,81	1340,54	7480,06
1'	7973	702,47	3,7 5	2 8	0,4 05	84,5	15	316,88	1203,12	1520,00	
Σ										7340,60	
								Rezervní tlaková ztráta		3000	
								Celková tlaková ztráta		1034,06	
								Nastavení regulačního ventilu tělesa		6	
Úsek 6											
Úsek	Přenášený výkon	Hmotnostní průtok	Délka úseku	D N	w	R	Σx	R*I	Z	R*I+Z	Dispoziční tlak na konci úseku
	Q	m	l								
	[W]	[kg/h]	[m]		[m/s]	[Pa/m]		[Pa]	[Pa]	[Pa]	[Pa]
6	411	36,21	0,8 6	1 2	0,1 27	27,1	12	23,31	94,64	117,95	4301,12
6'	411	36,21	0,8 6	1 2	0,1 27	27,1	10 ,6	23,31	83,60	106,91	

Σ									Celková tlaková ztráta 6-4	224,86	
									Celková tlaková ztráta 4-1	4525,98	
Σ									Rozdíl tlaků - škrcení ventilem	4301,12	>pmin=3000Pa
									Nastavení regulačního ventilu tělesa	3	
Úsek 7-8											
Úsek	Přenášený výkon	Hmotnostní průtok	Délka úseku	D	w	R	Σx	R*I	Z	R*I+Z	Dispoziční tlak na konci úseku
	Q	m	l								
	[W]	[kg/h]	[m]		[m/s]	[Pa/m]		[Pa]	[Pa]	[Pa]	[Pa]
8	1208	106,43	7,9	15	0,214	62,1	10,5	490,59	235,14	725,73	3611,78
8'	1208	106,43	7,9	15	0,214	62,1	10,5	490,59	235,14	725,73	
7	1971	173,66	0,4	15	0,289	88,2	4,5	35,28	183,79	219,07	5063,24
7'	1971	173,66	0,4	15	0,289	88,2	8,1	35,28	330,82	366,10	
Σ									Celková tlaková ztráta 8-3	2036,63	
									Celková tlaková ztráta 3-1	5648,41	
									Rozdíl tlaků - škrcení ventilem	3611,78	>pmin=3000Pa
									Nastavení regulačního ventilu tělesa	5	
Úsek 9											
Úsek	Přenášený výkon	Hmotnostní průtok	Délka úseku	D	w	R	Σx	R*I	Z	R*I+Z	Dispoziční tlak na konci úseku
	Q	m	l								
	[W]	[kg/h]	[m]		[m/s]	[Pa/m]		[Pa]	[Pa]	[Pa]	[Pa]
9	763	67,22	1,2	12	0,253	117,3	12	140,76	375,60	516,36	4074,33
9'	763	67,22	1,2	12	0,253	117,3	10,6	140,76	331,78	472,54	
Σ									Celková tlaková ztráta 9-7	988,91	
									Celková tlaková ztráta 7-1	5063,24	
									Rozdíl tlaků - škrcení ventilem	4074,33	>pmin=3000Pa

								Nastavení regulačního ventilu tělesa	4		
Úsek 10-12											
Úsek	Přenášený výkon	Hmotnostní průtok	Délka úseku	D N	w	R	Σx	R*I	Z	R*I+Z	Dispoziční tlak na konci úseku
	Q	m	l								
	[W]	[kg/h]	[m]		[m/s]	[Pa/m]		[Pa]	[Pa]	[Pa]	[Pa]
12	802	70,66	3,94	15	0,15	33,3	12	131,20	132,03	263,23	4830,97
12'	802	70,66	3,94	15	0,15	33,3	10,6	131,20	116,63	247,83	
11	1346	118,59	2,5	18	0,193	43	4,5	107,50	81,97	189,47	5342,03
11'	1346	118,59	2,5	18	0,193	43	8,1	107,50	147,54	255,04	
10	2554	225,02	6,3	22	0,199	31,4	4,5	197,82	87,14	284,96	5786,53
10'	2554	225,02	6,3	22	0,199	31,4	8,1	197,82	156,86	354,68	
Σ								Celková tlaková ztráta 12-2		1595,20	
								Celková tlaková ztráta 2-1		6426,17	
								Rozdíl tlaků - škrcení ventilem		4830,97	>pmin=3000Pa
								Nastavení regulačního ventilu tělesa		4	
Úsek 13											
Úsek	Přenášený výkon	Hmotnostní průtok	Délka úseku	D N	w	R	Σx	R*I	Z	R*I+Z	Dispoziční tlak na konci úseku
	Q	m	l								
	[W]	[kg/h]	[m]		[m/s]	[Pa/m]		[Pa]	[Pa]	[Pa]	[Pa]
13	544	47,93	0,9	12	0,163	54,1	12	48,69	155,91	204,60	4951,02
13'	544	47,93	0,9	12	0,163	54,1	10,6	48,69	137,72	186,41	
Σ								Celková tlaková ztráta 13-11		391,00	
								Celková tlaková ztráta 11-1		5342,03	
								Rozdíl tlaků - škrcení ventilem		4951,02	>pmin=3000Pa

								Nastavení regulačního ventilu tělesa		3	
Úsek 14-15											
Úsek	Přenášený výkon	Hmotnostní průtok	Délka úseku	D	w	R	Σx	R*I	Z	R*I+Z	Dispoziční tlak na konci úseku
	Q	m	l								
	[W]	[kg/h]	[m]		[m/s]	[Pa/m]		[Pa]	[Pa]	[Pa]	[Pa]
15	604	53,22	1,1	1 2	0,1 81	65	12	71,50	192,24	263,74	4947,39
15'	604	53,22	1,1	1 2	0,1 81	65	10,6	71,50	169,81	241,31	
14	1208	106,43	0,4	1 5	0,2 14	62,1	4,5	24,84	100,77	125,61	5452,45
14'	1208	106,43	0,4	1 5	0,2 14	62,1	8,2	24,84	183,63	208,47	
								Celková tlaková ztráta 15-10		839,14	
								Celková tlaková ztráta 10-1		5786,53	
								Rozdíl tlaků - škrcení ventilem		4947,39	>pmin=3000Pa
								Nastavení regulačního ventilu tělesa		3	
Úsek 16											
Úsek	Přenášený výkon	Hmotnostní průtok	Délka úseku	D	w	R	Σx	R*I	Z	R*I+Z	Dispoziční tlak na konci úseku
	Q	m	l								
	[W]	[kg/h]	[m]		[m/s]	[Pa/m]		[Pa]	[Pa]	[Pa]	[Pa]
16	604	53,22	0,9	1 2	0,1 81	65	12	58,50	192,24	250,74	4973,39
16'	604	53,22	0,9	1 2	0,1 81	65	10,6	58,50	169,81	228,31	
Σ								Celková tlaková ztráta 16-14		479,05	
								Celková tlaková ztráta 14-1		5452,45	
								Rozdíl tlaků - škrcení ventilem		4973,39	>pmin=3000Pa
								Nastavení regulačního ventilu tělesa		3	

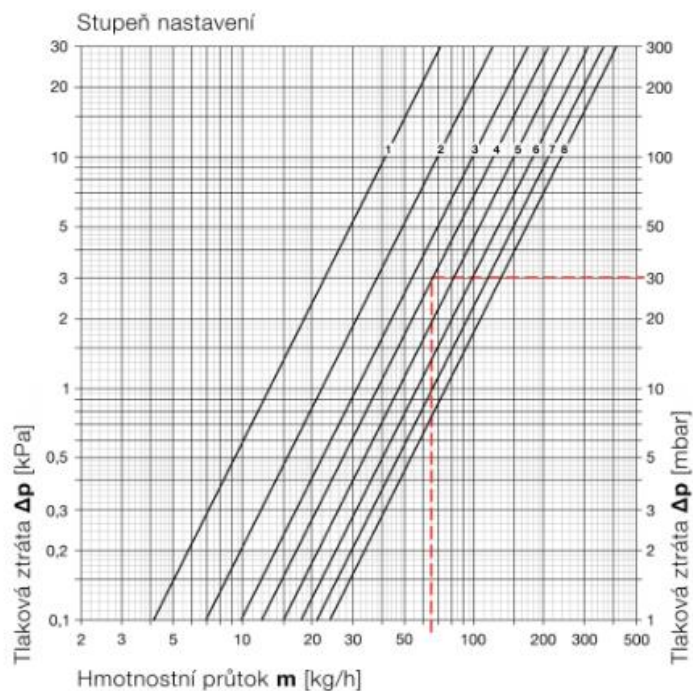
Úsek 17-19												
Úsek	Přenášený výkon	Hmotnostní průtok	Délka úseku	D N	w	R	Σx	R*I	Z	R*I+Z	Dispoziční tlak na konci úseku	
	Q	m	l									
	[W]	[kg/h]	[m]		[m/s]	[Pa/m]		[Pa]	[Pa]	[Pa]	[Pa]	
19	802	70,66	0,95	12	0,253	117,3	12	111,44	375,60	487,04	4106,47	
19'	802	70,66	0,95	10,6	0,253	117,3	10,6	111,44	331,78	443,22		
18	1285	113,22	2,5	4,5	0,257	85,7	4,5	214,25	145,34	359,59	5036,73	
18'	1285	113,22	2,5	8,1	0,257	85,7	8,1	214,25	261,61	475,86		
17	1829	161,15	3,1	4,5	0,342	143,1	4,5	443,61	257,38	700,99		
17'	1829	161,15	3,1	8,1	0,342	143,1	8,1	443,61	463,28	906,89		
									Celková tlaková ztráta 19-1		3373,60	
									Celková tlaková ztráta 1		7480,06	
									Rozdíl tlaků - škrcení ventilem		4106,47	>pmin=3000Pa
									Nastavení regulačního ventilu tělesa		4	
Úsek 20												
Úsek	Přenášený výkon	Hmotnostní průtok	Délka úseku	D N	w	R	Σx	R*I	Z	R*I+Z	Dispoziční tlak na konci úseku	
	Q	m	l									
	[W]	[kg/h]	[m]		[m/s]	[Pa/m]		[Pa]	[Pa]	[Pa]	[Pa]	
20	483	42,56	0,63	12	0,145	39,3	12	24,76	123,37	148,13	4754,85	
20'	483	42,56	0,63	10,6	0,145	39,3	10,6	24,76	108,98	133,74		
Σ								Celková tlaková ztráta 20-18		281,87		
									Celková tlaková ztráta 18-1		5036,73	
									Rozdíl tlaků - škrcení ventilem		4754,85	>pmin=3000Pa
									Nastavení regulačního ventilu tělesa		3	

Úsek 21											
Úsek	Přenášený výkon	Hmotnostní průtok	Délka úseku	D N	w	R	Σx	R*I	Z	R*I+Z	Dispoziční tlak na konci úseku
	Q	m	l								
	[W]	[kg/h]	[m]		[m/s]	[Pa/m]		[Pa]	[Pa]	[Pa]	[Pa]
21	544	47,93	1,08	12	0,163	54,1	14	58,43	181,89	240,32	7016,31
21'	544	47,93	1,08	12	0,163	54,1	12,7	58,43	165,00	223,43	
Σ								Celková tlaková ztráta 21-1		463,75	
								Celková tlaková ztráta 1		7480,06	
								Rozdíl tlaků - škrcení ventilem		7016,31	>pmin=3000Pa
								Nastavení regulačního ventilu tělesa		3	

Nastavení regulačního ventilu

Odečteno z grafu od výrobce dle tlakové ztráty a hmotnostního průtoku

Zdroj: <https://www.korado.cz/produkty/radik/vseobecne-udaje/dvoutrubkova-otopna-soustava.html>



Návrh expanzního zařízení

$$V_e = 1,3 * V_0 * n$$

Kde:

V_e je expanzní objem v m³

n je součinitel zvětšení objemu

V_0 je objem vody v soustavě m³

Zdroj:

Topenářská příručka. Praha: Agentura ČSTZ, 2007. ISBN 978-80-86028-13-2.

	Objem vody [l]
Otopná tělesa	36,62
Kotel	40,5
Potrubí	24,51
Celkem V_0	101,63
V_e	3,96
n	0,03

Objem otopných těles viz Tabulka v hlavní části v kapitole Návrh nového systému Potrubí spočteno dle: https://www.tzb-info.cz/docu/tabulky/0000/000060_h_elp.html

Objem vody v kotli převzat z informací od výrobce

Čerpadlo Grundfos

Zdroj: <https://www.topenilevne.cz/grundfos-alpha2-25-40-180-mm-p6770/#gallery>

Návrh dle tlakové ztráty a průtoku okruhu

