ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra technických zařízení budov

DIPLOMOVÁ PRÁCE

VÝPOČTY PRO PRAKTICKOU ČÁST

Modelování rozvodů zdravotní techniky ve 3D

3D modeling of water installations and drainage systems

Bc. Martin Adolf

Studijní program: Budovy a prostředí

Studijní obor: Budovy a prostředí

Vedoucí diplomové práce: Ing. Stanislav Frolík, Ph.D.

Praha, 2020

SPLAŠKOVÁ KANALIZACE

Šachta	podlaží	U	UM	DŘ	VAN	SPR	AP	MN	WC
S1	1.NP	2	1	1	1	0	1	1	1
	2.NP	2	1	1	1	0	1	1	1
	3.NP	2	1	1	1	0	1	1	1
	4.NP	0	1	1	0	0	0	1	1
	Σ	6	4	4	3	0	3	4	4
S2	1.NP	1	0	1	0	1	1	1	1
	2.NP	1	0	1	0	1	1	1	1
	3.NP	1	0	1	0	1	1	1	1
	4.NP	4	1	0	1	1	1	0	1
	Σ	7	1	3	1	4	4	3	4
S3	1.NP	1	0	0	0	0	0	0	1
	2.NP	2	1	1	1	0	1	1	1
	3.NP	2	1	1	1	0	1	1	1
	4.NP	0	0	1	1	0	1	1	0
	Σ	5	2	3	3	0	3	3	3
S4	1.NP	2	1	1	1	0	1	1	1
	2.NP	2	1	1	1	0	1	1	1
	3.NP	2	1	1	1	0	1	1	1
	4.NP	0	1	1	0	0	0	1	1
	Σ	6	4	4	3	0	3	4	4
S5	1.NP	1	0	1	0	1	1	1	1
	2.NP	1	0	1	0	1	1	1	1
	3.NP	1	0	1	0	1	1	1	1
	4.NP	4	1	0	1	1	1	0	1
	Σ	7	1	3	1	4	4	3	4
S6	1.NP	1	0	0	0	0	0	0	1
	2.NP	2	1	1	1	0	1	1	1
	3.NP	2	1	1	1	0	1	1	1
	4.NP	0	0	1	1	0	1	1	0
	Σ	5	2	3	3	0	3	3	3

VÝPOČET PRŮTOKU SPLAŠKOVÝCH VOD

Krytický bod	U	UM	DŘ	VAN	SPR	AP	MN	WC	ΣDU
a1	0	1	1	0	0	0	1	1	3,9
a2	2	2	2	1	0	1	2	2	10,4
a3	4	3	3	2	0	2	3	3	16,9
a4	6	4	4	3	0	3	4	4	23,4
b1	4	1	0	1	1	1	0	1	6,5
b2	5	1	1	1	2	2	1	2	12
b3	6	1	2	1	3	3	2	3	17,5
b4	7	1	3	1	4	4	3	4	23
c2	2	1	2	2	0	2	2	1	9,7
c3	4	2	3	3	0	3	3	2	16,2
c4	5	2	3	3	0	3	3	3	18,7
5	7	1	4	1	5	5	4	4	26
6	12	3	7	4	5	8	7	7	44,7
7	18	7	11	7	5	11	11	11	68,1
8	36	14	22	14	10	22	22	22	136,2

KRYTICKÉ BODY

číslo bodu	DU l/s	√DU l/s	K	Q_{ww} l/s	DN
a1	3,9	1,97		0,99	100
a2	10,4	3,22		1,61	100
a3	16,9	4,11		2,06	100
a4	23,4	4,84		2,42	100
b1	6,5	2,55		1,27	100
b2	12	3,46		1,73	100
b3	17,5	4,18		2,09	100
b4	23	4,80	0,5	2,40	100
c2	9,7	3,11		1,56	100
c3	16,2	4,02		2,01	100
c4	18,7	4,32		2,16	100
5	26	5,10		2,55	100
6	44,7	6,69		3,34	125
7	68,1	8,25		4,13	125
8	136,2	11,67		5,84	150

VÝPOČET VODOVODNÍHO POTRUBÍ - ŘAD

převýšení h =	12,4	m	$p_{dis} \geq p_{RF}+p_{minFL}+p_e$ =	436147,8	Pa **VYHOVUJE**
p_{dis} =	4000000	Pa			
$p_e = \rho*g*h$ =	121644	Pa	$Q_D = \sqrt{\sum_{i=1}^{m} Q_{Ai}^{\,2} \cdot n_i}$		
p_{minFL} =	100000	Pa			

Výpočtový průtok Q_v											***Ztráty třením***		***míst.odpory***		***Tlakové ztáty***
Úsek	**Q_{Ai}**	**0,1**	**0,2**	**0,3**	**0,4**	**2**	**Q_D**	w_{skut}	**DN**	délka	p_R			p_F	$p_{RF}=R*L+Z$
číslo	**Q_{Ai}^2**	0,01	0,04	0,09	0,16	4			**Dxt**	úseku	R	$p_R=R.L$		p_F	
		počet	počet	počet	počet	počet	*l/s*	*m/s*	*mm*	*m*	*Pa/m*	*Pa*	-	*Pa*	*Pa*
1				1			0,30	1,84	**20x2,8**	2,08	3170,6	6594,8		7617,60	14212,4
2			1	1			0,36	2,21	**20x2,8**	0,86	4410,5	3793		3663,08	7456,1
3			2	1			0,41	1,61	**25x3,5**	0,69	1885,7	1301,1		648,03	1949,2
4			3	1			0,46	1,81	**25x3,5**	8,84	2327,3	20573		10647,33	31220,7
5			4	1			0,50	1,96	**25x3,5**	0,6	2686,3	1611,8		2881,20	4493,0
6		1	4	1			0,51	2,00	**25x3,5**	0,8	2786	2228,8		3000,00	5228,8
7		1	6	1			0,58	2,28	**25x3,5**	3,66	3530,9	12923		16894,80	29817,9
8		2	12	2			0,82	1,97	**32x4,5**	3	1998	5994		970,23	6964,2
9		3	18	3			1,01	1,55	**40x5,6**	3	980,6	2941,8		600,63	3542,4
10		4	24	4			1,17	1,80	**40x5,6**	2,03	1284,3	2607,1		13608,00	16215,1
11		4	24	4			1,17	1,80	**40x5,6**	10,92	1284,3	14025		4860,00	18884,6
12		11	60	27			2,22	2,16	**50x6,9**	6,94	1348,4	9357,9		6998,40	16356,3
13		22	120	54			3,14	3,05	**50x6,9**	18	2533,6	45605		12558,38	58163,2

p_{RF} = **Σ** **214503,8 Pa**

výtoková armatura	**q_i**	**výtoková armatura**	**q_i**	**výtoková armatura**	**q_i**
Baterie mísící vanová	0,3	Myčka, pračka (DN15)	0,2	Výtokový ventil DN15	0,2
Baterie umyvadlová, dřezová	0,2	Nádržkový splachovač	0,1	Výtokový ventil DN20	0,4
Sprchy s ruční sprchou	0,2	Bidetová souprava	0,1	Výtokový ventil DN25	1

ZTRÁTY MÍSTNÍMI ODPORY

úsek	w	K20°	K90°	T- odbočení (rozdělení)	T-průchod (rozdělení)	redukce na menší	KK25	KK32	KK50	p_F (Pa)
ζ		**0,35**	1,5	1,5	0,5	1	1	0,8	0,6	
1	1,84		3							7617,60
2	2,21				1	1				3663,08
3	1,61				1					648,03
4	1,81		4		1					10647,33
5	1,96			1						2881,20
6	2,00		1							3000,00
7	2,28		2		1	1	2			16894,80
8	1,97				1					970,23
9	1,55				1					600,63
10	1,80		3		1	1		3		13608,00
11	1,80		1		1	1				4860,00
12	2,16	1	1	1						6998,40
13	3,05			1					2	12558,38

NÁVRH ZÁSOBNÍKOVÉHO OHŘÍVAČE TEPLÉ VODY

OBJEM ZÁSOBNÍKOVÉHO OHŘÍVAČE

$$V_Z = q_{TV,max} \cdot n \cdot k_{TV} \cdot \psi$$

$$V_Z = 50 \cdot 48 \cdot 0{,}4 \cdot 1{,}5 = \quad \textbf{1101,6 l}$$

V_Z [l]			objem zásobníkového ohřívače nebo zásobnku TV
$q_{TV,\,max}$ [l/os·den]	45	l/os.·den	maximální specifická spotřeba teplné vody na osobu
n [os.]	48	os.	počet osob, pro které je ohřev vody navrhován
k_{TV} [-]	0,34	-	součinitel nerovnoměrnosti opotřeby TV podle počtu osob
Ψ [-]	1,5	-	součinitel mrtvého prostoru

Doba ohřevu vody v ohřívači t [h]	Bytové domy	
	Počet obyvatel n	k_{TV}
0,5	12 až 69	0,21
	70 až 450	0,12
1	12 až 69	0,22
	70 až 450	0,16
2	12 až 69	0,34
	70 až 450	0,26
3	12 až 69	0,45
	70 až 450	0,36

Druh ohřívače nebo zásobníku	Součinitel mrtvého prostoru ψ
Zásobník bez mrtvého prostoru nabíjený teplou vodou oběhovým čerpadlem z průtokového ohřívače	1,00
Ležatý zásobníkový ohřívač	1,20
Stojatý zásobníkový ohřívač bez mrtvého prostoru	1,15
Stojatý zásobníkový ohřívač s topnou vložkou umístěnou v max. 1/3 výšky ohřívače	1,50

VÝKON ZÁSOBNÍKOVÉHO OHŘÍVAČE

Tepelné ztráty potrubím

$$q_i = k_i \cdot (t_{stř} - t_{vzd})$$

$$q_{32} = 0{,}208 \cdot (55 - 15) = \quad \textbf{8,32 W/m}$$

$$q_{25} = 0{,}182 \cdot (55 - 15) = \quad \textbf{7,28 W/m}$$

q_i [W/m] délková tepelná ztráta potrubí cirkulace

k_{32} [W/m·K]	0,208	W/m·K	součinitel prostupu tepla stěnou potrubí DN32 s TI
k_{25} [W/m·K]	0,182	W/m·K	součinitel prostupu tepla stěnou potrubí DN25 s TI
$t_{stř}$ [°C]	55	°C	střední teplota teplé vody v potrubí
t_{vzd} [°C]	15	°C	teplota vzduchu v okolí úseku potrubí

Tloušťka tepelné izolace [mm]	Průměr potrubí							
	16 × 2,7	20 × 3,4	25 × 4,2	32 × 5,4	40 × 6,7	50 × 8,4	63 × 10,5	75 × 12,5
	Součinitel prostupu tepla stěnou potrubí opatřeného tepelnou izolací (pro izolace se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda = 0{,}04\ W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$) k [$W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$]							
20	0,172	0,194	0,220	0,254	0,292	0,338	0,395	0,446
30	0,145	0,162	0,182	0,208	0,237	0,271	0,314	0,352
40	0,130	0,143	0,160	0,181	0,204	0,232	0,267	0,298
50	0,119	0,131	0,145	0,163	0,183	0,207	0,236	0,262
60	0,111	0,122	0,134	0,150	0,168	0,188	0,214	0,237
80	–	–	–	–	0,147	0,164	0,184	0,203
100	–	–	–	–	0,133	0,148	0,165	0,181

$$P_C = \Sigma q_i \cdot l_i$$

$$P_C = 8{,}32 \cdot 192 + 7{,}28 \cdot 130 = \quad 2544\ W$$

2,54 kW

PC [W]			tepelné ztráty potrubí při cirkulaci
q_{32} [W/m]	8,32	W/m	délková tepelná ztráta potrubí DN32
q_{25} [W/m]	7,28	W/m	délková tepelná ztráta potrubí DN25
l_{32} [m]	192	m	délka cirkulačních okruhů DN32
l_{25} [m]	130	m	délka cirkulačních okruhů DN25

Výkon zásobníkového ohřívače

$$P_Z = \frac{V_Z \cdot c \cdot \Delta t}{z \cdot 3600} + P_C$$

$$P_Z = \frac{1101{,}6 \cdot 4{,}18 \cdot 45}{2 \cdot 3600} + P_C = \quad \textbf{31,32 kW}$$

PZ [kW]			potřebný výkon topné vložky ohřívače
VZ [l]	1101,6	l	objem zásobníkového ohřívače nebo zásobnku TC
c [kJ/kg·K]	4,18	kJ/kg·K	měrná tepelná kapacita vody
Δt [K]	45	K	rozdíl mezi teplotou teplé a studené vody
z [h]	2	h	doba ohřevu vody v ohřívači
PC [kW]	2,54	kW	tepelné ztráty potrubí při cirkulaci teplé vody

NAVRŽENÝ OBJEM ZÁSOBNÍKU JE 1224 LITRŮ A JEHO VÝKON JE NAVRŽEN NA 31,32 kW.

Použité podklady

[1] ČSN EN 806-3 - Vnitřní vodovod pro rozvod vody určené k lidské spotřebě – Část 3: Dimenzování potrubí – Zjednodušená metoda

[2] ČSN 75 5455 - Výpočet vnitřních vodovodů

[3] ČSN 75 6760: 2003 Vnitřní kanalizace

[4] Dimenzování ohřívačů vody | TOPIN. TOPIN – Topenářství instalace [online]. Copyright © Topin Media, s. r. o. Autorská práva jsou vyhrazena a vykonává je vydavatel [cit. 28.12.2020]. Dostupné z: https://www.topin.cz/clanky/dimenzovani-ohrivacu-vody-detail-3078