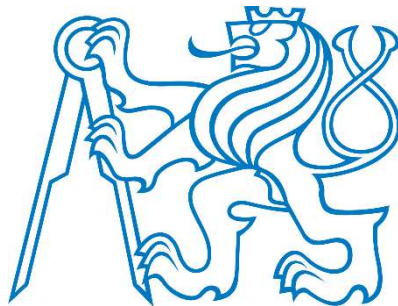


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



PŘÍLOHA č.3 – VÝPOČET A REGULACE SOUSTAVY PRO
VYTÁPĚNÍ/CHLAZENÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí diplomové práce :
Vypracovala:

doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D
Bc. Andrea Hlávková

2017/2018

OBSAH:

1. DIMENZE A NÁVRH OBĚHOVÝCH ČERPADEL.....	2
1.1 VZT - ODBYTOVÝ PROSTOR.....	2
1.1.1 TLAKOVÁ ZTRÁTA POTRUBÍ.....	2
1.1.2 TLAKOVÁ ZTRÁTA ARMATURAMI.....	3
1.1.3 NÁVRH OBĚHOVÉHO ČERPADLA – Č1.....	4
2.1 VZT – KUCHYŇ	5
2.1.1 TLAKOVÁ ZTRÁTA POTRUBÍ.....	5
2.1.2 TLAKOVÁ ZTRÁTA ARMATURAMI.....	5
2.1.3 NÁVRH OBĚHOVÉHO ČERPADLA – Č2.....	6
3.1 VZT – WC	7
3.1.1 TLAKOVÁ ZTRÁTA POTRUBÍ.....	7
3.1.2 TLAKOVÁ ZTRÁTA ARMATURAMI.....	7
3.1.3 NÁVRH OBĚHOVÉHO ČERPADLA – Č3.....	8
4.1 OKRUH OTOPNÝCH TĚLES	9
4.1.1 TLAKOVÁ ZTRÁTA POTRUBÍ Z PROGRAMU PROTECH	9
4.1.2 TLAKOVÁ ZTRÁTA ARMATURAMI.....	12
4.1.3 SCHÉMA Z VÝPOČTOVÉHO PROGRAMU PROTECH GDS	13
4.1.4 NÁVRH OBĚHOVÉHO ČERPADLA – Č4.....	14
5.1 OKRUH PODLAHOVÉHO VYTÁPĚNÍ/CHLAZENÍ	15
5.1.1 TLAKOVÁ ZTRÁTA POTRUBÍ Z PROGRAMU PROTECH	15
5.1.2 TLAKOVÁ ZTRÁTA ARMATURAMI.....	18
5.1.3 SCHÉMA Z VÝPOČTOVÉHO PROGRAMU PROTECH GDS.....	19
5.1.4 NÁVRH OBĚHOVÉHO ČERPADLA – Č5.....	20
6.1 OKRUH PODLAHOVÉHO VYTÁPĚNÍ/CHLAZENÍ.....	21
6.1.1 TLAKOVÁ ZTRÁTA POTRUBÍ Z PROGRAMU PROTECH	21
6.1.2 TLAKOVÁ ZTRÁTA ARMATURAMI.....	24
6.1.3 NÁVRH OBĚHOVÉHO ČERPADLA – Č6.....	25

1. DIMENZE A NÁVRH OBĚHOVÝCH ČERPADEL

1.1 VZT – ODBYTOVÝ PROSTOR

Do obytného prostoru je přiváděno 1650 m³/h vzduchu, který je potřeba ohřát otopnou vodou o teplotě 40°C. Součástí vzduchotechniky je deskový výměník se 75% účinností rekuperace.

$$\text{Vzduch: } Q_1 = \rho_1 \times V_1 \times c_1 \times \Delta t_1$$

$$Q_1 = 1,2 \times \frac{1650}{3600} \times 1010 \times 8$$

$$Q_1 = 4\,444 \text{ W (100\%)} - \text{rekuperace (75\%)} = 1111 \text{ W}$$

$$Q_1 = Q_2$$

$$\text{Voda: } Q_2 = \rho_2 \times V_2 \times c_2 \times \Delta t_2$$

$$1111 = 1000 \times V_2 \times 4200 \times 5$$

$$V_2 = 0,0000529 \text{ m}^3/\text{s} = 0,19044 \text{ m}^3/\text{h} = \mathbf{190 \text{ l/h}}$$

Legenda:

Q	tepelný výkon [kW]
V ₁	objem vzduchu [kg/m ³]
V ₂	objem vody [kg/m ³]
ρ ₁	hustota vzduchu=1,2 [kg/m ³]
ρ ₂	hustota vody=1000 [kg/m ³]
c ₁	měrná tepelná kapacita vzduchu 1010 [J/kg.K]
c ₂	měrná tepelná kapacita vody 4200 [J/kg.K]

1.1.1 TLAKOVÁ ZTRÁTA POTRUBÍ

střední teplota vody (°C)	Hmotnostní průtok (l/h)	Délka úseku (m)	Rozměr potrubí (mm)	rychlost w (m/s)	odpor R (Pa/m)	Σξ	R _{xl} (Pa)	z (Pa)	R _{xl} + z (Pa)
37,5	190,44	12	22x1	0,169	27,3	6	327,6	85,7	413,3
37,5	190,44	11,8	22x1	0,169	27,3	6	322,14	85,7	407,84
Σ									821,14
19	190,44	12	22x1	0,168	24,35	6	292,2	84,7	376,9
19	190,44	11,8	22x1	0,168	24,35	6	287,33	84,7	372,03
Σ									748,93

LEGENDA:

w	rychlost průtoku vody [m/s]
R _{xl}	tlaková ztráta třením [Pa]
ξ	součinitel místního odporu [-]
z	tlaková ztráta vřazenými odpory [Pa]
R _{xl+z}	celková tlaková ztráta [Pa]

$$P_{ZT} = \frac{\lambda}{d} \times \frac{v^2}{2} \times \rho \times l = R \times l \quad \text{tlaková ztráta třením [Pa]}$$

$$P_{ZM} = \xi \times \frac{v^2}{2} \times \rho = z \quad \text{tlaková ztráta vřazenými odpory [Pa]}$$

$$P_{ZT} + P_{ZM} = R \times l + z \quad \text{celková tlaková ztráta [Pa]}$$

Výpočet tlakových ztrát armatur přes kv hodnotu vyhledanou u konkrétního výrobce.

$$k_v = \frac{10 \times V}{\sqrt{\Delta p_{[kPa]}}} \quad [m^3/h]$$

1.1.2 TLAKOVÁ ZTRÁTA ARMATURAMI

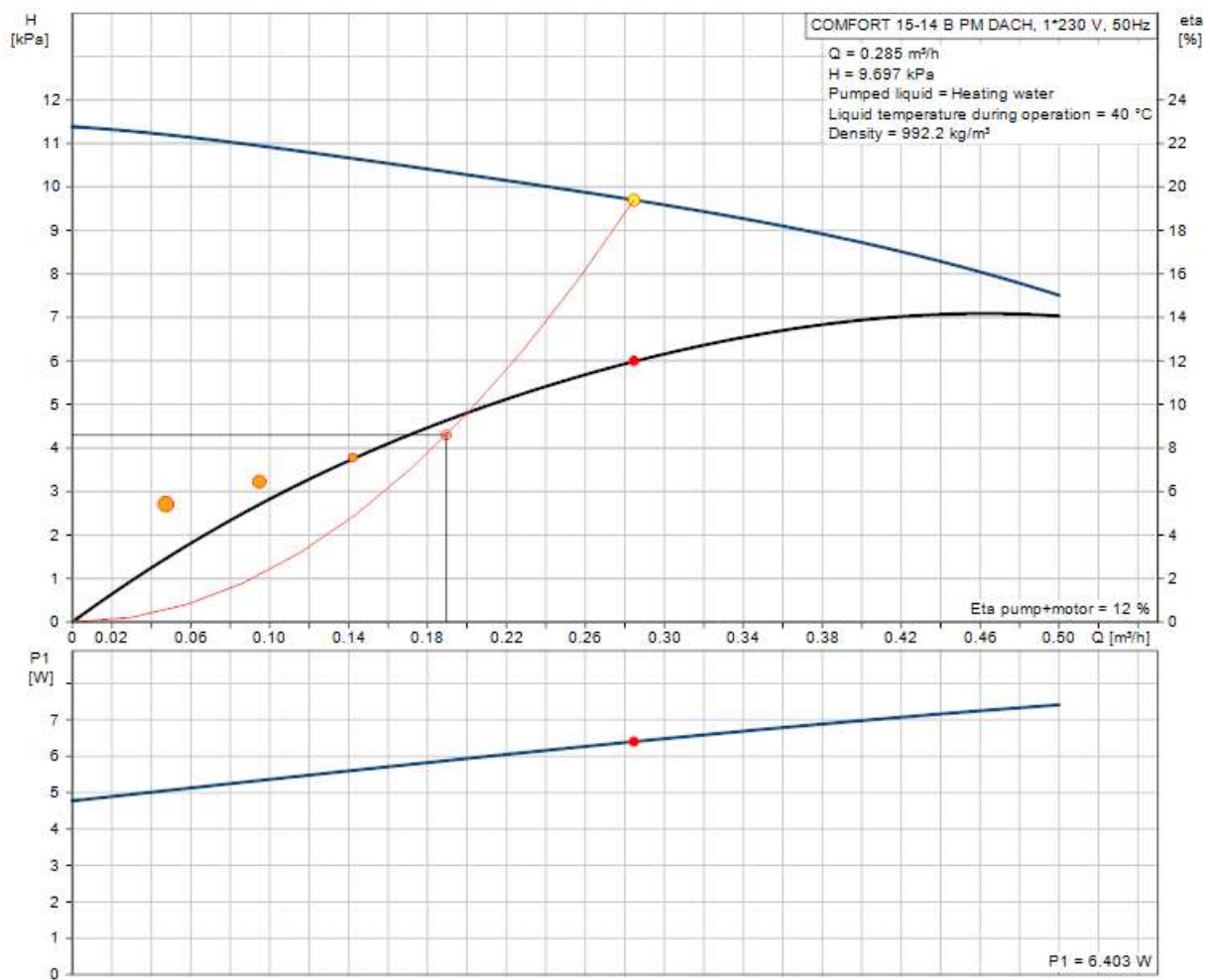
Okruh VZT odbytový prostor (101 a 102)	Δ T °C	m l/h	Δ P kPa	typ -	dimenze mm	kvs m3/h
armatury	40/35 18/20	190,44	0,12	4 x kulový kohout IVAR.BRA.A3	DN 22	10,7
filtr			0,08	1 x Filtr IVAR.BRA 10.000	DN 22	6,8
rozdělovač/sběrač			0,1	rozdělovač/sběrač	-	6,13
zpětná klapka			0,05	zpětná klapka IVAR W6	DN 22	9
trojcestný ventil			0,09	1x VRG 131	DN 22	6,3
výměník			3	1x PGV 2-2.5	-	-
tlaková ztráta okruhu			0,821	vnitřní rozvody vytápění	DN 22	-
celkem		Σ	4,261			
čerpadlo	GRUNDFOS COMFORT 15-14					
řízení	automatické - konstantní tlak					

Čerpadlo bude pracovat s tlakovou ztrátou 4,3 kPa a hmotnostním průtokem 190 l/h.

1.1.3 NÁVRH OBĚHOVÉHO ČERPADLA – Č1

Tlaková ztráta: $\Delta p = 4300 \text{ kPa}$
Hmotnostní průtok vody: $m = 190 \text{ kg/h}$
Objemový průtok vody: $Q = 0,19 \text{ m}^3/\text{h}$

NÁVRH: GRUNDFOS COMFORT 15-14 B PM DACH



Čerpadlo je navrženo podle návrhového programu GRUNDFOS.

2.1 VZT – KUCHYŇ

Do kuchyně je přiváděno 1800m³/h vzduchu, který je potřeba ohřát otopnou vodou o teplotě 40°C. Součástí vzduchotechniky je deskový výměník se 75% účinností rekuperace.

$$\text{Vzduch: } Q_1 = \rho_1 \times V_1 \times c_1 \times \Delta t_1$$

$$Q_1 = 1,2 \times \frac{1800}{3600} \times 1010 \times 12$$

$$Q_1 = 7272 \text{ W (100\%)} - \text{rekuperace (75\%)} = 1818 \text{ W}$$

$$Q_1 = Q_2$$

$$\text{Voda: } Q_2 = \rho_2 \times V_2 \times c_2 \times \Delta t_2$$

$$1818 = 1000 \times V_2 \times 4200 \times 5$$

$$V_2 = 0,0000866 \text{ m}^3/\text{s} = 0,311657 \text{ m}^3/\text{h} = \mathbf{312 \text{ l/h}}$$

2.1.1 TLAKOVÁ ZTRÁTA POTRUBÍ

střední teplota vody (°C)	Hmotnostní průtok (l/h)	Délka úseku (m)	Rozměr potrubí (mm)	rychlost w (m/s)	odpor R (Pa/m)	$\Sigma \xi$	R _{xl} (Pa)	z (Pa)	R _{xl} + z (Pa)
37,5	311,66	10,9	22x1	0,276	64,9	6	707,41	228,53	935,94
37,5	311,66	11,8	22x1	0,276	64,9	6	765,82	228,53	994,35
Σ									1930,29
19	311,66	10,9	22x1	0,275	71,5	6	779,35	228,53	1007,88
19	311,66	11,8	22x1	0,275	71,5	6	843,7	228,53	1072,23
Σ									2080,11

2.1.2 TLAKOVÁ ZTRÁTA ARMATURAMI

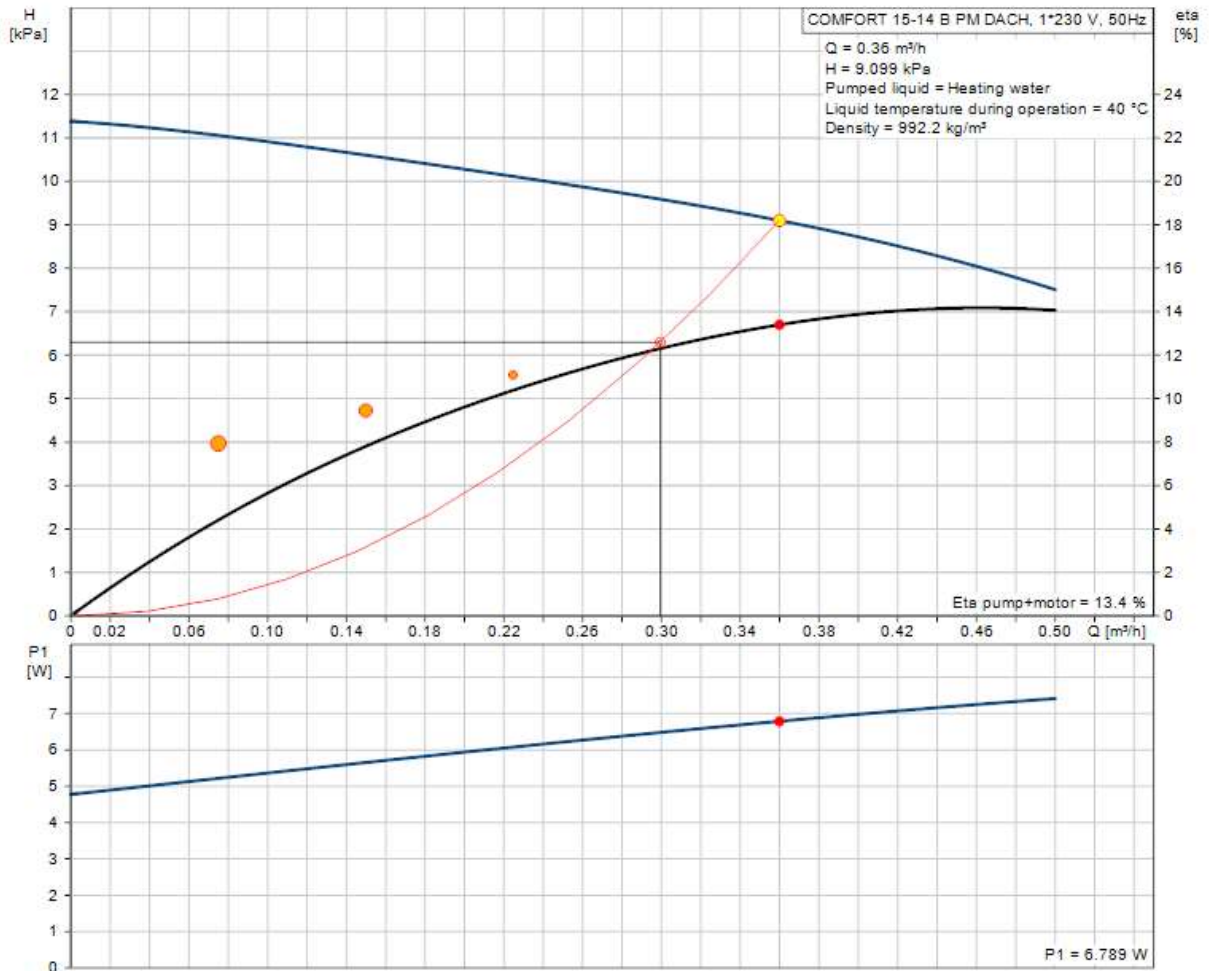
Okruh VZT kuchyň	ΔT	m	ΔP	typ	dimenze	kvs
	°C					
armatury	40/35 18/20	311,66	0,36	4 x kulový kohout IVAR.BRA.A3	DN 22	10,7
filtr			0,21	1 x Filtr IVAR.BRA 10.000	DN 22	6,8
rozdělovač/sběrač			0,26	rozdělovač/sběrač	-	6,13
zpětná klapka			0,12	zpětná klapka IVAR W6	DN 22	9
trojcestný ventil			0,25	1x VRG 131	DN 22	6,3
výměník			3	1x PGV 2-2.5	-	-
tlaková ztráta okruhu			2,1	vnitřní rozvody vytápění	DN 22	-
celkem	Σ		6,3			
čerpadlo	GRUNDFOS COMFORT 15-14					
řízení	automatické - konstantní tlak					

Čerpadlo bude pracovat s tlakovou ztrátou 6,3 kPa a hmotnostním průtokem 312 l/h.

2.1.3 NÁVRH OBĚHOVÉHO ČERPADLA – Č2

Tlaková ztráta: $\Delta p = 6300 \text{ Pa}$
Hmotnostní průtok vody: $m = 312 \text{ kg/h}$
Objemový průtok vody: $Q = 0,3 \text{ m}^3/\text{h}$

NÁVRH: GRUNDFOS COMFORT 15-14 B PM DACH



Čerpadlo je navrženo podle návrhového programu GRUNDFOS.

3.1 VZT – WC HOSTÉ

Do prostoru je přiváděno 400 m³/h vzduchu, který je potřeba ohřát otopnou vodou o teplotě 40°C.

Vzduch: $Q_1 = \rho_1 \times V_1 \times c_1 \times \Delta t_1$

$$Q_1 = 1,2 \times \frac{400}{3600} \times 1010 \times 8$$

$$Q_1 = 1077,33 \text{ W}$$

$$Q_1 = Q_2$$

Voda: $Q_2 = \rho_2 \times V_2 \times c_2 \times \Delta t_2$

$$1077 = 1000 \times V_2 \times 4200 \times 5$$

$$V_2 = 0,0000513 \text{ m}^3/\text{s} = 0,18463 \text{ m}^3/\text{h} = \mathbf{185 \text{ l/h}}$$

3.1.1 TLAKOVÁ ZTRÁTA POTRUBÍ

střední teplota vody (°C)	Hmotnostní průtok (l/h)	Délka úseku (m)	Rozměr potrubí (mm)	rychlost w (m/s)	odpor R (Pa/m)	$\Sigma \xi$	R _{xl} (Pa)	z (Pa)	R _{xl} + z (Pa)
37,5	184,63	1,9	22x1	0,161	25,3	6	48,07	77,763	125,833
37,5	184,63	2,1	22x1	0,161	25,3	6	53,13	77,763	130,893
Σ									256,726
19	184,63	1,9	22x1	0,161	21,5	6	40,85	77,763	118,613
19	184,63	2,1	22x1	0,161	21,5	6	45,15	77,763	122,913
Σ									241,526

3.1.2 TLAKOVÁ ZTRÁTA ARMATURAMI

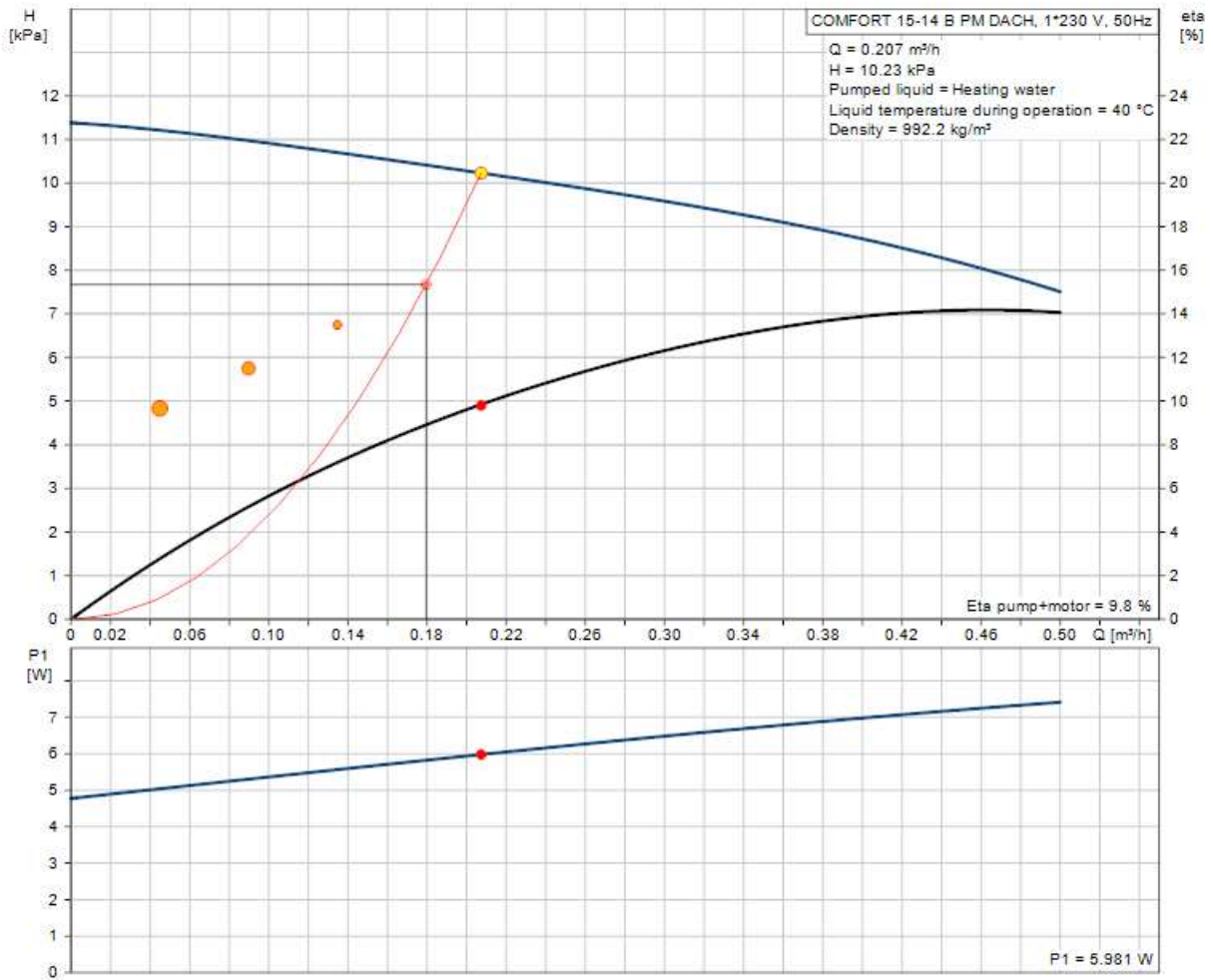
Okruh VZT kuchyň	ΔT	m	ΔP	typ	dimenze	kvs
	°C	l/h	kPa	-	mm	m ³ /h
armatury	40/35 18/20	184,63	0,03	4 x kulový kohout IVAR.BRA.A3	DN 22	10,7
filtr			0,08	1 x Filtr IVAR.BRA 10.000	DN 22	6,8
rozdělovač/sběrač			0,09	rozdělovač/sběrač	-	6,13
zpětná klapka			0,04	zpětná klapka IVAR W6	DN 22	9
trojcestný ventil			0,09	1x VRG 131	DN 22	6,3
výměník			7	1x CWW 200-2-2.5	-	-
tlaková ztráta okruhu			0,26	vnitřní rozvody vytápění	DN 22	-
celkem	Σ		7,59			
čerpadlo	GRUNDFOS COMFORT 15-14					
řízení	automatické - konstantní tlak					

Čerpadlo bude pracovat s tlakovou ztrátou 7,6 kPa a hmotnostním průtokem 185 l/h.

3.1.3 NÁVRH OBĚHOVÉHO ČERPADLA – Č3

Tlaková ztráta: $\Delta p = 7600 \text{ Pa}$
Hmotnostní průtok vody: $m = 185 \text{ kg/h}$
Objemový průtok vody: $Q = 0,18 \text{ m}^3/\text{h}$

NÁVRH: GRUNDFOS COMFORT 15-14 PM DACH



Čerpadlo je navrženo podle návrhového programu GRUNDFOS.

4.1 OKRUH OTOPNÝCH TĚLES

4.1.1 TLAKOVÁ ZTRÁTA POTRUBÍ Z PROGRAMU PROTECH

V následující tabulce je uvedena tlaková ztráta větve V2 otopných těles, jsou zde průtoky, rychlosti proudění v jednotlivých úsecích a typy použitého potrubí. Tabulka je výstupem z výpočetního programu PROTECH GDS.

LEGENDA:

M	Hmotnostní průtok [kg/h]
w	Rychlost proudění [m/s]
R	Měrná tlaková ztráta třením [Pa/m]
R.L	Tlaková ztráta třením [Pa]
Δp_z	Tlaková ztráta na místních odporech ($Z_p + Z_k$) [Pa]
Δp_s	Tlaková ztráta spotřebiče [Pa]
Δp_u	Tlaková ztráta úseku (tření + místními odpory) [Pa]

větev	č.ú.	spotřebič	M [kg/h]	w [m/s]	R [Pa/m]	R*L	Δp_z [Pa]	Δp_s [Pa]	Δp_u [Pa]
V2	1	107-01	47	0,116	16,46	28	91	17	119
V2	1'		47	0,116	18,52	31	81		112
V2	2	117-01	94,6	0,234	88,41	35	140	50	175
V2	2'		94,6	0,234	87,35	35	99		134
V2	3		141,7	0,351	176,9	265	116		381
V2	3'		141,7	0,35	182,48	274	103		377
V2	4	111-01	90,6	0,224	82,21	206	190	46	396
V2	4'		90,6	0,224	75,71	189	128		317
V2	5		232,3	0,368	144,72	43	39		82
V2	5'		232,3	0,367	149,13	45	30		75
V2	6	115-01	16	0,04	5,61	3	8	2	11
V2	6'		16	0,04	6,31	4	10		14
V2	7	114-01	30,5	0,076	10,67	19	19	17	38
V2	7'		30,5	0,075	12,01	22	20		42
V2	8		46,5	0,115	16,28	29	116		145
V2	8'		46,5	0,115	18,31	33	-8		25
V2	9		278,8	0,442	198,73	378	20		398
V2	9'		278,8	0,441	204,64	389	22		411
V2	10	113-01	30,3	0,075	10,61	6	127	7	133
V2	10'		30,3	0,075	11,94	7	-43		
V2	11		309,2	0,49	237,89	476	446		922
V2	11'		309,2	0,489	244,87	490	423		913
V2	12	118-01	75,7	0,187	49,01	29	74	45	103
V2	12'		75,7	0,187	43,28	26	44		70
V2	13		384,8	0,22	30,88	124	110		234
V2	13'		384,8	0,219	31,82	127	103		230
V2	14	122-01	88,1	0,218	78,25	473	244	43	717

V2	14'		88,1	0,218	68,86	417	239		656
V2	15	120-01	111,5	0,276	117,15	35	235	69	270
V2	15'		111,5	0,276	120,98	36	197		233
V2	16		199,6	0,316	111,24	111	249		360
V2	16'		199,6	0,316	114,71		44		44
V2	17		584,4	0,333	63,85	255	248		503
V2	17'		584,4	0,333	65,71	263	248		511

LEGENDA:

Y _t	Hydraulická stabilita rozvodů větve [-]
Q	Přenášený výkon [W]
L	Délka úseku [m]
Kolena	Počet kolien v úseku
Trubka	Použité potrubí
DN	DN trubky v úseku
K	Suma součinitelů místních odporů

větev	č.ú.	spotřebič	Y _t	Q [W]	L [m]	kolena	trubka	DN [Pa]	zk
V2	1	107-01	0,673	273	1,7	2	CUT 6104	15x1	13,57
V2	1'				1,7	2	CUT 6104	15x1	12,07
V2	2	117-01	0,667	549	0,4	1	CUT 6104	15x1	3,98
V2	2'				0,4	1	CUT 6104	15x1	3,21
V2	3			822	1,5	0	CUT 6104	15x1	1,89
V2	3'				1,5	0	CUT 6104	15x1	1,69
V2	4	111-01	0,649	526	2,5	2	CUT 6104	15x1	6,2
V2	4'				2,5	2	CUT 6104	15x1	4,98
V2	5			1348	0,3	0	CUT 6104	18x1	0,57
V2	5'				0,3	0	CUT 6104	18x1	0,44
V2	6	115-01	0,748	93	0,6	1	CUT 6104	15x1	10,73
V2	6'				0,6	1	CUT 6104	15x1	13,15
V2	7	114-01	0,74	177	1,8	2	CUT 6104	15x1	6,63
V2	7'				1,8	2	CUT 6104	15x1	7,08
V2	8			270	1,8	1	CUT 6104	15x1	9,99
V2	8'				1,8	1	CUT 6104	15x1	0,71
V2	9			1618	1,9	0	CUT 6104	18x1	0,21
V2	9'				1,9	0	CUT 6104	18x1	0,23
V2	10	113-01	0,812	176	0,6	1	CUT 6104	15x1	23,42
V2	10'				0,6	1	CUT 6104	15x1	-6,72
V2	11			1794	2	2	CUT 6104	18x1	3,74
V2	11'				2	2	CUT 6104	18x1	3,55
V2	12	118-01	0,903	439	0,6	1	CUT 6104	15x1	3,56

V2	12'				0,6	1	CUT 6104	15x1	2,77
V2	13			2233	4	2	CUT 6104	28x1,5	4,59
V2	13'				4	2	CUT 6104	28x1,5	4,31
V2	14	122-01	0,652	511	6,05	3	CUT 6104	15x1	10,36
V2	14'				6,05	3	CUT 6104	15x1	10,14
V2	15	120-01	0,801	647	0,3	2	CUT 6104	15x1	5,53
V2	15'				0,3	2	CUT 6104	15x1	5,02
V2	16			1158	1	2	CUT 6104	18x1	5,01
V2	16'				1	2	CUT 6104	28x1,5	0,89
V2	17				4	3	CUT 6104	28x1,5	4,5
V2	17'			3391	4	3	CUT 6104	28x1,5	4,5

V následující tabulce je uveden typ regulačních prvků a přípojovacích šroubení. Dále tu jsou uvedeny hodnoty nastavení těchto jednotlivých regulačních prvků. Tabulka je výstupem z výpočetního programu PROTECH GDS:

OTOPNÁ TĚLESA:

RADIK VKM – typ 21 VKM o hloubce 66 mm

RADIK VKM – typ 22 VKM o hloubce 100 mm

RADIK VKM – typ 33 VKM o hloubce 155 mm

LEGENDA:

Typ	Označení typu regulačního prvku
Δp_{1max}	Maximální přípustná tlaková ztráta regulačního prvku [Pa]
DN	DN regulačního prvku
Np	Nastavení předregulace
kv	kv regulačního prvku [m ³ /h]
Δp	Tlaková ztráta regulačního prvku [Pa]
DTRS	Dispoziční tlak pro regulaci spotřebiče [Pa]

větev	č.ú.	otopné těleso	TYP	Δp_{1max} [Pa]	DN	Np	kv [m ³ /h]	Δp [Pa]	DTRS [Pa]
V2	1	KORADO-VKM - TYP 22	22	V-exakt	15	5	0,364	1684	4559
V2	1'			Regutec	15	1	0,62	579	
V2	2	KORADO-VKM - TYP 22	22	V-exakt	15	3,5	0,468	4120	4439
V2	2'			Regutec	15		1,68	319	
V2	4	KORADO-VKM - TYP 33	33	V-exakt	15	6	0,468	3782	4212
V2	4'			Regutec	15	2,42	1,386	430	
V2	6	KORADO-VKM - TYP 21	21	V-exakt	15	2	0,098	2696	5643
V2	6'			Regutec	15	0,25	0,22	534	
V2	7	KORADO-VKM - TYP 21	21	V-exakt	15	4	0,234	1713	5515
V2	7'			Regutec	15	0,25	0,22	1934	

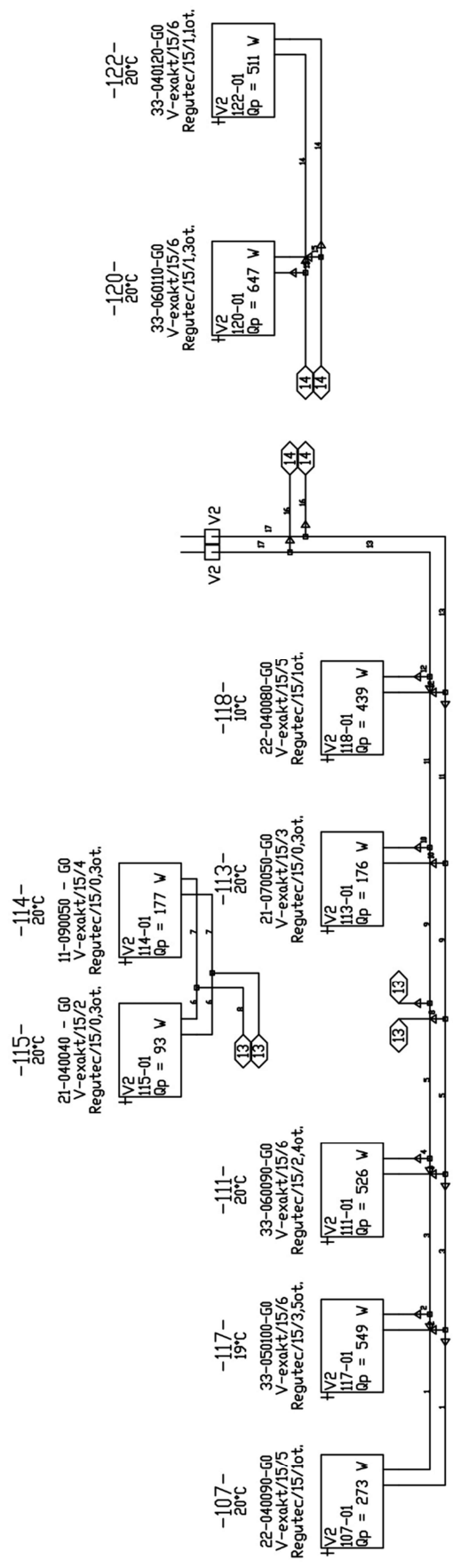
V2	10	KORADO-VKM - TYP 21	21	V-exakt	15	3	0,161	3578	6657
V2	10'			Regutec	15	0,25	0,22	1912	
V2	12	KORADO-VKM - TYP 33	33	V-exakt	15	5	0,364	4354	8185
V2	12'			Regutec	15	1	0,62	1498	
V2	14	KORADO-VKM - TYP 33	33	V-exakt	15	6	0,468	3569	5365
V2	14'			Regutec	15	1,07	0,659	1796	
V2	15	KORADO-VKM - TYP 33	33	V-exakt	15	6	0,468	5722	7618
V2	15'			Regutec	15	1,32	0,812	1896	

4.1.2 TLAKOVÁ ZTRÁTA ARMATURAMI

Okruh otopných těles V2	ΔT	m	ΔP	typ	dimenze	kvs
	°C	l/h	kPa	-	mm	m3/h
armatury	40/35 18/20	584,39	0,48	4 x kulový kohout IVAR.BRA.A3	DN 28	17,1
filtr			0,24	1 x Filtr IVAR.BRA 10.000	DN 28	11,95
rozdělovač/sběrač			0,57	rozdělovač/sběrač	-	7,8
zpětná klapka			0,14	zpětná klapka IVAR W6	DN 28	16
trojcestný ventil			0,21	1x VRG 131	DN 28	6,3
tlaková ztráta okruhu			9,8	vnitřní rozvody vytápění	DN 28	-
celkem	Σ		11,4			
čerpadlo	GRUNDFOS ALPHA3 25-40					
řízení	automatické - konstantní tlak					

Tlaková ztráta okruhu je vypočtena v návrhovém programu PROTECH GDS – 10 kPa a je s ní dále počítáno při návrhu oběhového čerpadla.

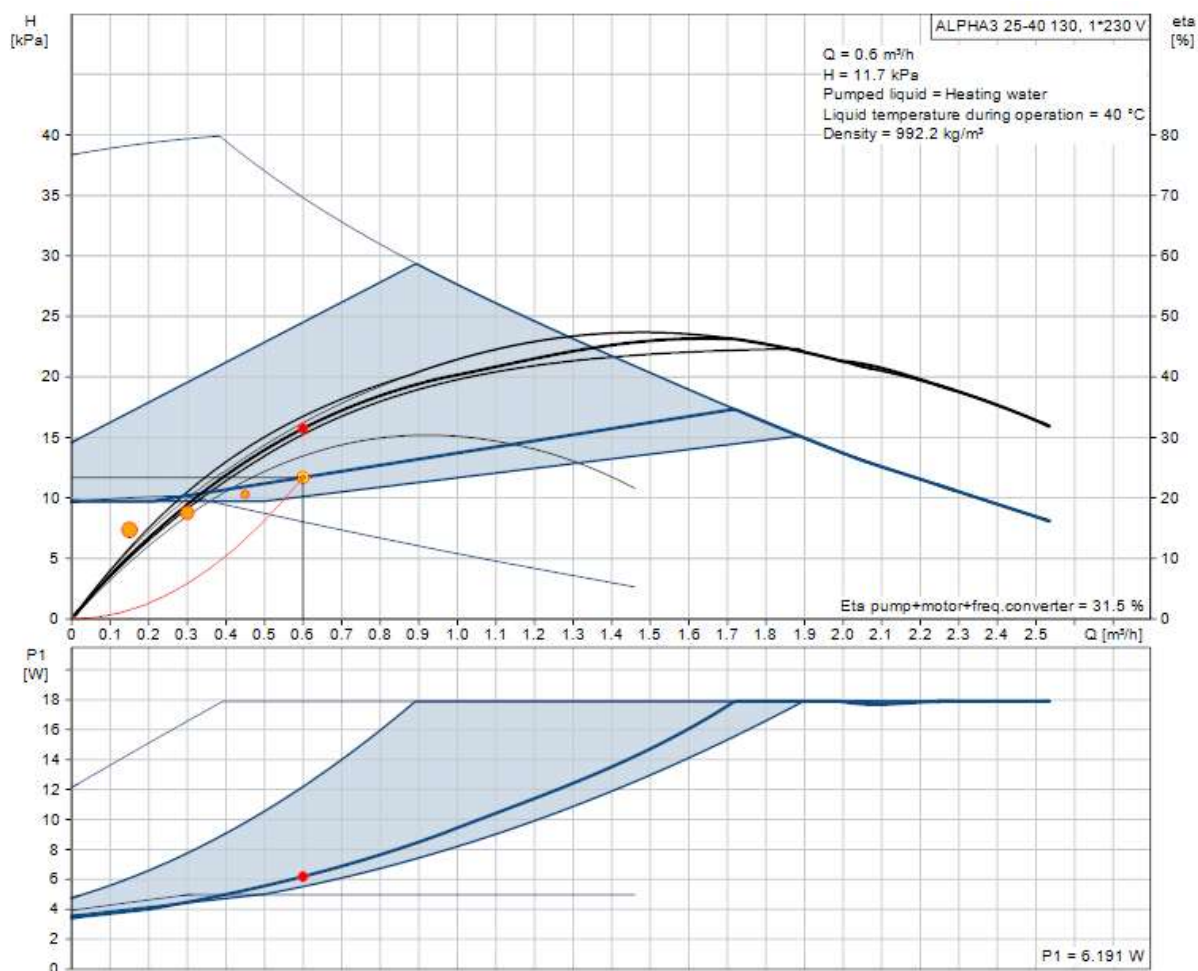
4.1.3 SCHÉMA Z VÝPOČTOVÉHO PROGRAMU GDS PROTECH



4.1.4 NÁVRH OBĚHOVÉHO ČERPADLA – Č4

Plaková ztráta: $\Delta p = 11440 \text{ Pa}$
Hmotnostní průtok vody: $m = 584 \text{ kg/h}$
Objemový průtok vody: $Q = 0,6 \text{ m}^3/\text{h}$

NÁVRH: GRUNDFOS ALPHA3 25-40



Čerpadlo je navrženo podle návrhového programu GRUNDFOS.

5.1 OKRUH PODLAHOVÉ CHLAZENÍ/VYTÁPĚNÍ

5.1.1 TLAKOVÁ ZTRÁTA POTRUBÍ Z PROGRAMU PROTECH

V následující tabulce je uvedena tlaková ztráta větve V1,V3 a V5 okruhů podlahového chlazení, jsou zde průtoky, rychlosti proudění v jednotlivých úsecích a typy použitého potrubí. Tabulka je výstupem z výpočetního programu PROTECH GDS.

Podlahové vytápění /chlazení bylo navrženo s rozdílnými průtoky. V tabulkách je výpočet varianty s nepříznivější variantou a tou je – chlazení.

LEGENDA:

M	Hmotnostní průtok [kg/h]
w	Rychlost proudění [m/s]
R	Měrná tlaková ztráta třením [Pa/m]
R.L	Tlaková ztráta třením [Pa]
Δp_z	Tlaková ztráta na místních odporech ($Z_p + Z_k$) [Pa]
Δp_s	Tlaková ztráta spotřebiče [Pa]
Δp_u	Tlaková ztráta úseku (tření + místními odpory) [Pa]

větev	č.ú.	spotřebič	M [kg/h]	w [m/s]	R [Pa/m]	Δp_z [Pa]	Δp_s [Pa]	Δp_u [Pa]
V1	1	1-01s/f1	185,7	0,256	77,66	253	6476	253
V1	1'		185,7	0,257	83,05	261		261
V1	2	1-02s/f1	188,8	0,261	82,07	179	6960	179
V1	2'		188,8	0,261	85,44	133		133
V1	3		374,4	0,331	96,88	98		98
V1	3'		374,4	0,331	95,67	85		85
V1	4	1-03s/f1	224	0,309	116,08	315	11227	315
V1	4'		224	0,31	114,62	181		181
V1	5		598,5	0,529	218,06	147		147
V1	5'		598,5	0,529	215,49	110		110
V1	6	1-04s/f1	201	0,279	96,43	391	8367	391
V1	6'		201	0,279	95,18	106		106
V1	7		799,5	0,706	361,16	128		128
V1	7'		799,5	0,707	357,06	101		101
V1	8	1-05s/f1	147,3	0,203	38	426	2479	426
V1	8'		147,3	0,204	39,57	-40		
V1	9		946,8	0,837	485,49	189		189
V1	9'		946,8	0,837	480,11	147		147
V1	10	1-06s/f1	181,1	0,25	71,44	288	5803	288
V1	10'		181,1	0,25	76,25	51		51
V1	11		1127,9	0,59	189,43	0		8190
V1	11'		1127,9	0,59	187,3	0		
V3	1	1-07s/f1	199,5	0,275	95,17	257	8194	257

V3	1'		199,5	0,276	93,94	271		271
V3	2	1-08s/f1	182,6	0,252	73,46	173	6020	173
V3	2'		182,6	0,252	78,47	125		125
V3	3		382,1	0,338	100,33	81		81
V3	3'		382,1	0,338	99,08	64		64
V3	4	1-09s/f1	175,4	0,242	64,33	229	5054	229
V3	4'		175,4	0,242	68,48	103		103
V3	5		557,5	0,493	192,78	136		136
V3	5'		557,5	0,493	190,49	103		103
V3	6	1-10s/f1	199,5	0,275	95,17	363	8194	363
V3	6'		199,5	0,276	93,94	112		112
V3	7		757	0,669	328,28	173		173
V3	7'		757	0,669	324,53	128		128
V3	8	1-11s/f1	191,8	0,265	86,68	251	7367	251
V3	8'		191,8	0,265	87,83	96		96
V3	9		948,8	0,496	140,07	37		37
V3	9'		948,8	0,496	138,46	34		34
V3	10	1-12s/f1	124,3	0,172	25,21	212	1365	212
V3	10'		124,3	0,172	25,42	-22		
V3	11		1073,1	0,561	173,64	0		7414
V3	11'		1073,1	0,561	171,67	0		
V5	1	V1	1127,9	0,59	189,43	308	20735	308
V5	1'		1127,9	0,959	606,71	1244		1244
V5	2	V2	1073,1	0,561	173,64	303	16892	303
V5	2'		1073,1	0,561	171,67	422		422
V5	3		2201	0,714	196,87	0		
V5	3'		2201	0,715	194,76	0		

LEGENDA:

Yt	Hydraulická stabilita rozvodů větve [-]
Q	Přenášený výkon [W]
Trubka	Použité potrubí
DN	DN trubky v úseku
ZK	Suma součinitelů místních odporů
$\Delta p1 \text{ max}$	Maximální přípustná tlaková ztráta regulačního prvku [Pa]
DTRS	Dispoziční tlak pro regulaci spotřebiče [Pa]

větev	č.ú.	spotřebič	Yt	Q [W]	trubka	DN [Pa]	zk	$\Delta p1 \text{ max}$ [Pa]	DTRS [Pa]
V1	1	1-01s/f1	0,729	428	REH 1232	20	3,89	10000	4550
V1	1'				REH 1232	20	4,02		
V1	2	1-02s/f1	0,736	435	REH 1232	20	2,67	10000	4268
V1	2'				REH 1232	20	1,98		
V1	3				CUT 6103	22x1	1,79		

V1	3'				CUT 6103	22x1	1,55		
V1	4	1-03s/f1	0,736	516	REH 1232	20	3,33	10000	0
V1	4'				REH 1232	20	1,92		
V1	5				CUT 6103	22x1	1,05		
V1	5'				CUT 6103	22x1	0,78		
V1	6	1-04s/f1	0,744	463	REH 1232	20	5,13	10000	3116
V1	6'				REH 1232	20	1,39		
V1	7				CUT 6103	22x1	0,51		
V1	7'				CUT 6103	22x1	0,4		
V1	8	1-05s/f1	0,755	339	REH 1232	20	10,43	10000	9344
V1	8'				REH 1232	20	-0,99		
V1	9				CUT 6103	22x1	0,54		
V1	9'				CUT 6103	22x1	0,42		
V1	10	1-06s/f1	0,767	417	REH 1232	20	4,67	10000	6403
V1	10'				REH 1232	20	0,82		
V1	11				CUT 6103	28x1,5			
V1	11'				CUT 6103	28x1,5			
V3	1	1-07s/f1	0,696	460	REH 1232	20	3,43	10000	0
V3	1'				REH 1232	20	3,62		
V3	2	1-08s/f1	0,706	421	REH 1232	20	2,76	10000	2404
V3	2'				REH 1232	20	1,98		
V3	3				CUT 6103	22x1	1,42		
V3	3'				CUT 6103	22x1	1,13		
V3	4	1-09s/f1	0,711	404	REH 1232	20	3,95	10000	3481
V3	4'				REH 1232	20	1,77		
V3	5				CUT 6103	22x1	1,12		
V3	5'				CUT 6103	22x1	0,84		
V3	6	1-10s/f1	0,715	460	REH 1232	20	4,84	10000	437
V3	6'				REH 1232	20	1,5		
V3	7				CUT 6103	22x1	0,77		
V3	7'				CUT 6103	22x1	0,57		
V3	8	1-11s/f1	0,732	442	REH 1232	20	3,63	10000	1693
V3	8'				REH 1232	20	1,38		
V3	9				CUT 6103	22x1	0,3		
V3	9'				CUT 6103	22x1	0,28		
V3	10	1-12s/f1	0,742	286	REH 1232	20	7,27	10000	7923
V3	10'				REH 1232	20	-0,76		
V3	11				CUT 6103	28x1,5			
V3	11'				CUT 6103	28x1,5			
V5	1	V1	0,965	2598	CUT 6103	28x1,5	1,77		0
V5	1'				CUT 6103	28x1,5	2,42		
V5	2	V3	0,984	2473	CUT 6103	28x1,5	1,92		3848
V5	2'				CUT 6103	28x1,5	2,67		
V5	3				CUT 6103	35x1,5			
V5	3'				CUT 6103	35x1,5			

5.1.2 TLAKOVÁ ZTRÁTA ARMATURAMI

Tabulka porovnáva hmotnostní průtoky a ztráty vytápění a chlazení.

teplota přívodní vody	č.ú.	M [kg/h]	Δp [Pa]
18°C	V1-V5	1127,9	20735
18°C	V3-V5	16892	1073,1
40°C	V1-V5	748,2	12727
40°C	V3-V5	717,3	12201,4

Rozdělovač/sběrač je započten v programu PROTECH GDS, proto ho nezapočítáváme do tlakových ztrát armatur.

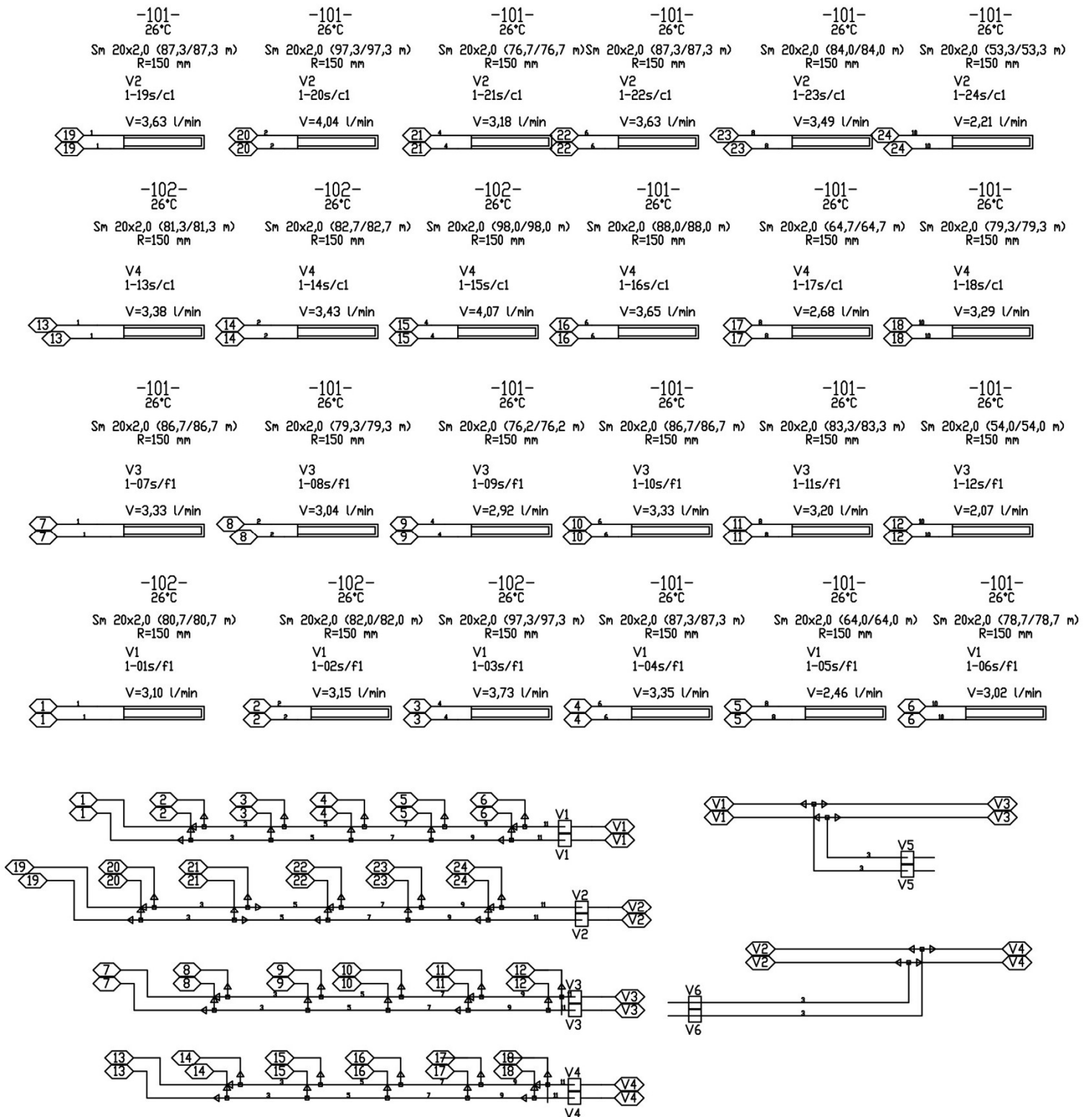
Okruh podlahové vytápění	ΔT	m	ΔP	typ	dimenze	kvs
	°C	l/h	kPa	-	mm	m ³ /h
armatury	40/35	748,2	0,44	4 x kulový kohout IVAR.BRA.A3	DN 35	23
filtr			0,17	1 x Filtr IVAR.BRA 10.000	DN 35	18
rozdělovač/sběrač			vč	rozdělovač/sběrač	-	7,8
zpětná klapka			0,11	zpětná klapka IVAR W6	DN 35	23
trojcestný ventil			0,2	1x VRG 131	DN 35	17
tlaková ztráta okruhu			12,73	vnitřní rozvody vytápění	DN 35	-
celkem			Σ		13,65	
čerpadlo						
řízení						

Čerpadlo v zimě bude pracovat s tlakovou ztrátou 13,7 kPa a hmotnostním průtokem 748 l/h.

Okruh podlahové chlazení	ΔT	m	ΔP	typ	dimenze	kvs
	°C	l/h	kPa	-	mm	m ³ /h
armatury	18/20	1128	0,96	4 x kulový kohout IVAR.BRA.A3	DN 35	23
filtr			0,39	1 x Filtr IVAR.BRA 10.000	DN 35	18
rozdělovač/sběrač			vč	rozdělovač/sběrač	-	7,8
zpětná klapka			0,24	zpětná klapka IVAR W6	DN 35	23
trojcestný ventil			0,44	1x VRG 131	DN 35	17
tlaková ztráta okruhu			20,74	vnitřní rozvody vytápění	DN 35	-
celkem			Σ		22,77	
čerpadlo	GRUNDFOS ALPHA2L 25-40					
řízení	automatické - konstantní tlak					

Čerpadlo v létě bude pracovat s tlakovou ztrátou 22,8 kPa a hmotnostním průtokem 1125 l/h.

5.1.3 SCHÉMA Z VÝPOČTOVÉHO PROGRAMU GDS PROTECH

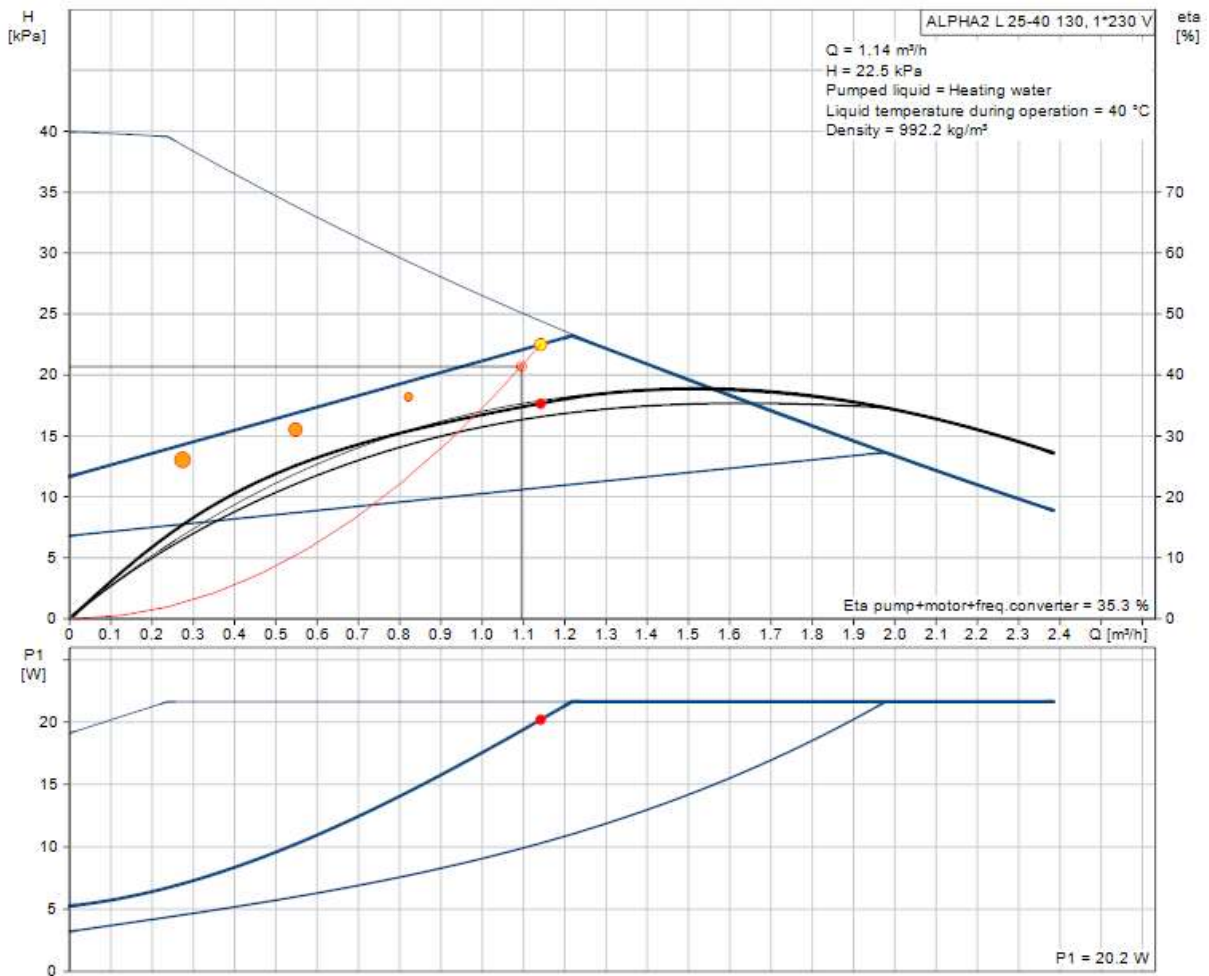


Toto schéma je pro okruh podlahového i stropního chlazení (čerpadlo 5 a čerpadlo 6).

5.1.4 NÁVRH OBĚHOVÉHO ČERPADLA – Č5

	VYTÁPĚNÍ	CHLAZENÍ
Tlaková ztráta:	$\Delta p = 12727 \text{ Pa}$	$\Delta p = 20735 \text{ Pa}$
Hmotnostní průtok vody:	$m = 748,2 \text{ kg/h}$	$m = 1128 \text{ kg/h}$
objemový průtok vody:	$Q = 0,7 \text{ m}^3/\text{h}$	$Q = 1,1 \text{ m}^3/\text{h}$

NÁVRH: GRUNDFOS ALPHA2L 25-40



Čerpadlo je navrženo podle návrhového programu GRUNDFOS.

6.1 OKRUH STROPNÍ CHLAZENÍ

6.1.1 TLAKOVÁ ZTRÁTA POTRUBÍ Z PROGRAMU PROTECH

V následující tabulce je uvedena tlaková ztráta větve V2,V4 a V6 okruhu stropní chlazení, jsou zde průtoky, rychlosti proudění v jednotlivých úsecích a typy použitého potrubí. Tabulka je výstupem z výpočetního programu PROTECH GDS.

LEGENDA:

M	Hmotnostní průtok [kg/h]
w	Rychlost proudění [m/s]
R	Měrná tlaková ztráta třením [Pa/m]
R.L	Tlaková ztráta třením [Pa]
Δp_z	Tlaková ztráta na místních odporech ($Z_p + Z_k$) [Pa]
Δp_s	Tlaková ztráta spotřebiče [Pa]
Δp_u	Tlaková ztráta úseku (tření + místními odpory) [Pa]

větev	č.ú.	spotřebič	M [kg/h]	w [m/s]	R [Pa/m]	Δp_z [Pa]	Δp_s [Pa]	Δp_u [Pa]
V4	1	1-13s/f1	202,5	0,28	97,66	300	7892	300
V4	1'		202,5	0,28	96,4	310		310
V4	2	1-14s/f1	205,8	0,284	100,42	213	8248	213
V4	2'		205,8	0,284	99,13	158		158
V4	3		408,4	0,361	112,51	117		117
V4	3'		408,4	0,361	111,12	101		101
V4	4	1-15s/f1	244	0,337	134,47	374	13095	374
V4	4'		244	0,337	132,79	215		215
V4	5		652,4	0,557	253,35	175		175
V4	5'		652,4	0,557	250,4	131		131
V4	6	1-16s/f1	219,1	0,303	111,79	464	9770	464
V4	6'		219,1	0,303	110,32	126		126
V4	7		871,5	0,77	419,93	153		153
V4	7'		871,5	0,771	415,22	120		120
V4	8	1-17s/f1	161	0,222	49,17	507	3263	507
V4	8'		161	0,222	51,87	-47		
V4	9		1032,6	0,912	565,17	225		225
V4	9'		1032,6	0,913	558,97	175		175
V4	10	1-18s/f1	197,5	0,273	93,58	343	7376	343
V4	10'		197,5	0,273	92,37	60		60
V4	11		1230,1	0,643	220,47	0		
V4	11'		1230,1	0,644	218,02	0		
V2	1	1-19s/f1	217,5	0,3	110,34	394	9570	394
V2	1'		217,5	0,3	108,89	394		394
V2	2	1-20s/f1	242,4	0,335	132,89	287	12854	287

V2	2'		242,4	0,335	131,23	219		219
V2	3		459,8	0,406	138,1	107		107
V2	3'		459,8	0,407	136,42	83		83
V2	4	1-21s/f1	190,9	0,264	85,28	925	6722	925
V2	4'		190,9	0,264	87,11	107		107
V2	5		650,7	0,898	742,92	1591		1591
V2	5'		650,7	0,899	735,08	1380		1380
V2	6	1-22s/f1	217,5	0,3	110,34	460	9570	460
V2	6'		217,5	0,3	108,89	123		123
V2	7		868,2	0,767	417,13	214		214
V2	7'		868,2	0,768	412,45	159		159
V2	8	1-23s/f1	209,2	0,289	103,21	606	8614	606
V2	8'		209,2	0,289	101,89	39		39
V2	9		1077,4	0,952	608,94	121		121
V2	9'		1077,4	0,953	602,3	119		119
V2	10	1-24s/f1	132,8	0,183	29,16	262	1570	262
V2	10'		132,7	0,183	29,8	-38		
V2	11		1210,2	0,633	214,26	0		9429
V2	11'		1210,2	0,633	211,87	0		
V6	1	V2	1210,2	0,633	214,26	374	26563	374
V6	1'		1210,2	0,633	211,87	518		518
V6	2	V4	1230,1	0,643	220,47	376	14663	376
V6	2'		1230,1	0,644	218,02	518		518
V6	3		2440,3	0,792	236,12	0		
V6	3'		2440,3	0,792	233,62	0		

LEGENDA:

Y _t	Hydraulická stabilita rozvodů větve [-]
Q	Přenášený výkon [W]
Trubka	Použité potrubí
DN	DN trubky v úseku
ZK	Suma součinitelů místních odporů
Δ p _{1 max}	Maximální přípustná tlaková ztráta regulačního prvku [Pa]
DTRS	Dispoziční tlak pro regulaci spotřebiče [Pa]

větev	č.ú.	spotřebič	Y _t	Q [W]	trubka	DN [Pa]	zk	Δ p _{1max} [Pa]	DTRS [Pa]
V4	1	1-13s/f1	0,936	455	REH 1232	20	3,89	10000	4964
V4	1'				REH 1232	20	4,02		
V4	2	1-14s/f1	0,945	462	REH 1232	20	2,67	10000	4847
V4	2'				REH 1232	20	1,98		
V4	3				CUT 6103	22x1	1,79		

V4	3'				CUT 6103	22x1	1,55		
V4	4	1-15s/f1	0,945	548	REH 1232	20	3,33	10000	0
V4	4'				REH 1232	20	1,92		
V4	5				CUT 6103	22x1	1,05		
V4	5'				CUT 6103	22x1	0,78		
V4	6	1-16s/f1	0,956	492	REH 1232	20	5,13	10000	3630
V4	6'				REH 1232	20	1,39		
V4	7				CUT 6103	22x1	0,51		
V4	7'				CUT 6103	22x1	0,4		
V4	8	1-17s/f1	0,97	361	REH 1232	20	10,43	10000	10540
V4	8'				REH 1232	20	-0,99		
V4	9				CUT 6103	22x1	0,54		
V4	9'				CUT 6103	22x1	0,42		
V4	10	1-18s/f1	0,986	443	REH 1232	20	4,67	10000	6884
V4	10'				REH 1232	20	0,82		
V4	11				CUT 6103	28x1,5			
V4	11'				CUT 6103	28x1,5			
V2	1	1-19s/f1	0,688	488	REH 1232	20	4,42	10000	0
V2	1'				REH 1232	20	4,42		
V2	2	1-20s/f1	0,696	544	REH 1232	20	2,6	10000	3002
V2	2'				REH 1232	20	1,98		
V2	3				CUT 6103	22x1	1,3		
V2	3'				CUT 6103	22x1	1		
V2	4	1-21s/f1	0,686	428	REH 1232	20	13,47	10000	5796
V2	4'				REH 1232	20	1,56		
V2	5				CUT 6103	22x1	1,99		
V2	5'				CUT 6103	22x1	1,73		
V2	6	1-22s/f1	0,775	488	REH 1232	20	5,16	10000	6368
V2	6'				REH 1232	20	1,38		
V2	7				CUT 6103	22x1	0,73		
V2	7'				CUT 6103	22x1	0,54		
V2	8	1-23s/f1	0,782	469	REH 1232	20	7,36	10000	7635
V2	8'				REH 1232	20	0,48		
V2	9				CUT 6103	22x1	0,27		
V2	9'				CUT 6103	22x1	0,26		
V2	10	1-24s/f1	0,798	298	REH 1232	20	7,89	10000	15340
V2	10'				REH 1232	20	-1,16		
V2	11				CUT 6103	28x1,5			
V2	11'				CUT 6103	28x1,5			
V6	1	V2	0,984	2761	CUT 6103	28x1,5	1,87		0
V6	1'				CUT 6103	28x1,5	2,58		
V6	2	V4	0,984	2715	CUT 6103	28x1,5	1,82		11898
V6	2'				CUT 6103	28x1,5	2,5		
V6	3				CUT 6103	35x1,5			
V6	3'				CUT 6103	35x1,5			

6.1.2. TLAKOVÁ ZTRÁTA ARMATURAMI

Rozdělovač/sběrač je započten v programu PROTECH GDS, proto ho nezapočítáváme do tlakových ztrát armatur.

teplota přívodní vody	č.ú.	M [kg/h]	Δp [Pa]
40°C	V2-V6	1210,19	26563
40°C	V4-V6	1230,11	14663

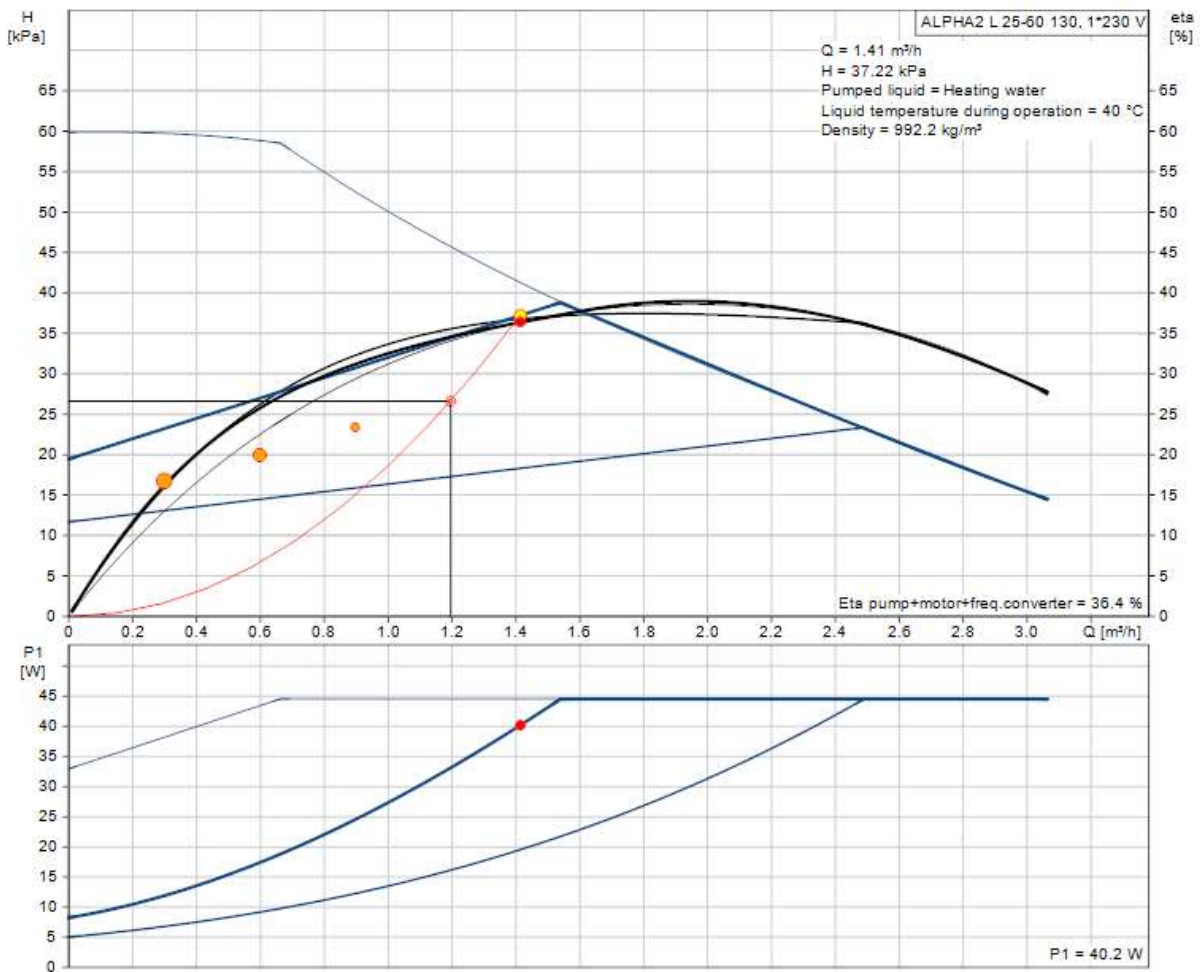
Okruh stropního chlazení	ΔT	m	ΔP	typ	dimenze	kvs
	°C	l/h	kPa	-	mm	m ³ /h
armatury	18/20	1230,11	1,16	4 x kulový kohout IVAR.BRA.A3	DN 35	23
filtr			0,47	1 x Filtr IVAR.BRA 10.000	DN 35	18
rozdělovač/sběrač			vč	rozdělovač/sběrač	-	7,8
zpětná klapka			0,29	zpětná klapka IVAR W6	DN 35	23
trojcestný ventil			0,56	1x VRG 131	DN 35	17
tlaková ztráta okruhu			26,6	vnitřní rozvody vytápění	DN 35	-
celkem	Σ		29,08			
čerpadlo	GRUNDFOS ALPHA2 L 25-60					
řízení	automatické - konstantní tlak					

Čerpadlo v létě bude pracovat s tlakovou ztrátou 29 kPa a hmotnostním průtokem 1230 l/h.

6.1.3 NÁVRH OBĚHOVÉHO ČERPADLA – Č6

Tlaková ztráta: $\Delta p = 26563 \text{ Pa}$
Hmotnostní průtok vody: $m = 1230 \text{ kg/h}$
Objemový průtok vody: $Q = 1,2 \text{ m}^3/\text{h}$

NÁVRH: GRUNDFOS ALPHA2L 25-60



Čerpadlo je navrženo podle návrhového programu GRUNDFOS.