

ČESKÉ VYSOKÉ ÚČENÍ TECHNICKÉ
FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra technických zařízení budov



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Výpočty

Alina Markova

2020

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Daniel Adamovský, Ph.D.

1.	Výpočet tepelných ztrát.....	3
2.	Návrh otopných těles	5
3.	Tlakové ztráty	6
4.	Návrh oběhového čerpadla	7
5.	Návrh izolace potrubí.....	8
6.	Návrh expanzní nádoby.....	11
7.	Návrh kotelny.....	12
	7.1. Zásobník TV.....	12
	7.2. Kotel.....	13

1. Výpočet tepelných ztrát

Číslo místnosti	Účel místnosti	Tepelná ztráta [W]
1. nadzemní podlaží		
x1.1	Předsíň	26,997
x1.2	Obývací pokoj	1693,201
x1.4	Koupelna	275,182
x1.5	WC	-6,118
x1.6	Komora	46,991
Celkem		2036,252
x2.1	Předsíň	26,997
x2.2	Obývací pokoj	1693,201
x2.4	Koupelna	275,182
x2.5	WC	-6,118
x2.6	Komora	46,991
Celkem		2036,252
2. nadzemní podlaží		
x3.1	Předsíň	55,227
x3.2	Obývací pokoj	865,726
x3.3	Koupelna	863,457
Celkem		1784,411
x4.1	Předsíň	55,227
x4.2	Obývací pokoj	865,726
x4.3	Koupelna	863,457
Celkem		1784,411
x5.1	Předsíň	12,395
x5.2	Obývací pokoj	832,955
x5.3	Pokoj	472,002
x5.4	Pokoj	589,670
x5.5	Koupelna	1036,051
x5.6	WC	4,050
Celkem		2947,122
x6.1	Předsíň	12,395
x6.2	Obývací pokoj	832,955

x6.3	Pokoj	472,002
x6.4	Pokoj	589,670
x6.5	Koupelna	1036,051
x6.6	WC	4,050
Celkem		2947,122
3. nadzemní podlaží		
x7.1	Předsíň	59,739
x7.2	Obývací pokoj	1267,354
x7.4	Koupelna	803,149
Celkem		2130,241
x8.1	Předsíň	59,739
x8.2	Obývací pokoj	1267,354
x8.4	Koupelna	803,149
Celkem		2130,241
x9.1	Předsíň	37,102
x9.2	Obývací pokoj	1290,713
x9.4	Koupelna	892,653
Celkem		2220,468
x10.1	Předsíň	37,102
x10.2	Obývací pokoj	1290,713
x10.4	Koupelna	892,653
Celkem		2220,468
Celkem budova		22236,988

Podrobný výpočet — viz přílohy

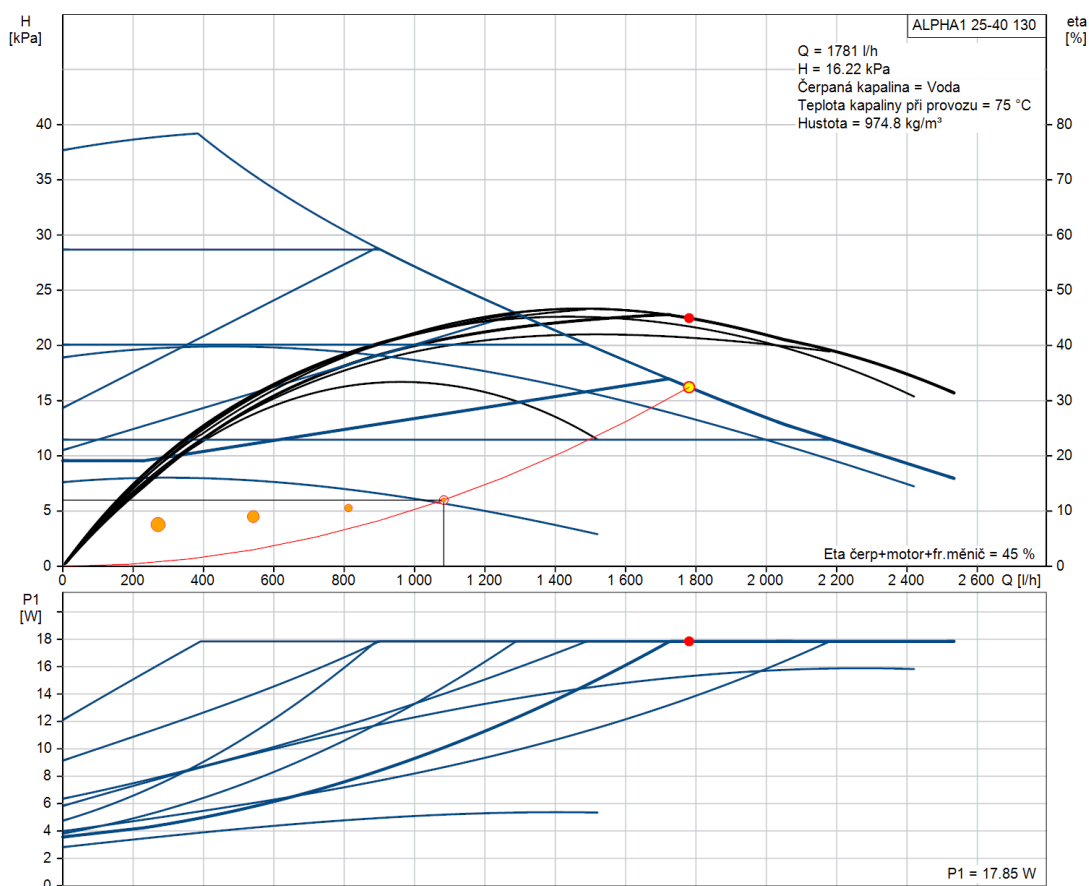
2. Návrh otopných těles

Návrh otopných ploch						
číslo místnosti	účel místnosti	výpočtová teplota	tepelná ztráta Φ [W]	typ otopné plochy	výkon otopné plochy Q_{ot} [W]	podíl $Q_{ot} \cdot 100 / \Phi$
x1.1	PŘEDSÍŇ	20	27,00			0,00%
x1.2	OBÝVACÍ POKOJ s KK	20	1693,20	KORAFLEX FKE 420 x 1800 x 90 mm	832,00	111,33%
				KORAFLEX FKE 420 x 2000 x 90 mm	1053,00	
x1.4	KOUPELNA	24	275,18	KORALUX LINEAR MAX 450 x 900 mm	320,00	116,29%
x1.5	WC	20	-6,12			0,00%
x1.6	KOMORA	20	46,99			0,00%
x2.1	PŘEDSÍŇ	20	27,00			0,00%
x2.2	OBÝVACÍ POKOJ s KK	20	1693,20	KORAFLEX FKE 420 x 1800 x 90 mm	832,00	111,33%
				KORAFLEX FKE 420 x 2000 x 90 mm	1053,00	
x2.4	KOUPELNA	24	275,18	KORALUX LINEAR MAX 450 x 900 mm	320,00	116,29%
x2.5	WC	20	-6,12			0,00%
x2.6	KOMORA	20	46,99			0,00%
x3.1	PŘEDSÍŇ	20	55,23			0,00%
x3.2	OBÝVACÍ POKOJ s KK	20	865,73	KORAFLEX FKE 420 x 2200 x 90 mm	1053,00	121,63%
x3.3	KOUPELNA s WC	24	863,46	KORALUX LINEAR MAX 750 x 1810 mm	1068,00	123,69%
x4.1	PŘEDSÍŇ	20	55,23			0,00%
x4.2	OBÝVACÍ POKOJ s KK	20	865,73	KORAFLEX FKE 420 x 2200 x 90 mm	1053,00	121,63%
x4.3	KOUPELNA s WC	24	863,46	KORALUX LINEAR MAX 750 x 1810 mm	1068,00	123,69%
x5.1	PŘEDSÍŇ	20	12,39			0,00%
x5.2	OBÝVACÍ POKOJ s KK	20	832,96	KORAFLEX FKE 420 x 2200 x 90 mm	1053,00	126,42%
x5.3	POKOJ	20	472,00	KORAFLEX FKE 420 x 1400 x 90 mm	610,00	129,24%
x5.4	POKOJ	20	589,67	KORAFLEX FKE 420 x 1600 x 90 mm	721,00	122,27%
x5.5	KOUPELNA s WC	24	1036,05	KORALUX LINEAR MAX 750 x 1810 mm	1068,00	103,08%
x5.6	WC	20	4,05			0,00%
x6.1	PŘEDSÍŇ	20	12,39			0,00%
x6.2	OBÝVACÍ POKOJ s KK	20	832,96	KORAFLEX FKE 420 x 2200 x 90 mm	1053,00	126,42%
x6.3	POKOJ	20	472,00	KORAFLEX FKE 420 x 1400 x 90 mm	610,00	129,24%
x6.4	POKOJ	20	589,67	KORAFLEX FKE 420 x 1600 x 90 mm	721,00	122,27%
x6.5	KOUPELNA s WC	24	1036,05	KORALUX LINEAR MAX 750 x 1810 mm	1068,00	103,08%
x6.6	WC	20	4,05			0,00%
x7.1	PŘEDSÍŇ	20	59,74			0,00%
x7.2	OBÝVACÍ POKOJ s KK	20	1267,35	KORAFLEX FKE 420 x 2000 x 90 mm	943,00	113,78%
				KORAFLEX FKE 420 x 1200 x 90 mm	499,00	
x7.4	KOUPELNA s WC	24	803,15	KORALUX LINEAR MAX 600 x 1810 mm	858,00	106,83%
x8.1	PŘEDSÍŇ	20	59,74			0,00%
x8.2	OBÝVACÍ POKOJ s KK	20	1267,35	KORAFLEX FKE 420 x 2000 x 90 mm	943,00	113,78%
				KORAFLEX FKE 420 x 1200 x 90 mm	499,00	
x8.4	KOUPELNA s WC	24	803,15	KORALUX LINEAR MAX 600 x 1810 mm	858,00	106,83%
x9.1	PŘEDSÍŇ	20	37,10			0,00%
x9.2	OBÝVACÍ POKOJ s KK	20	1290,71	KORAFLEX FKE 420 x 1200 x 90 mm	499,00	111,72%
				KORAFLEX FKE 420 x 2000 x 90 mm	943,00	
x9.4	KOUPELNA s WC	24	892,65	KORALUX LINEAR MAX 750 x 1810 mm	1068,00	119,64%
x10.1	PŘEDSÍŇ	20	37,10			0,00%
x10.2	OBÝVACÍ POKOJ s KK	20	1290,71	KORAFLEX FKE 420 x 1200 x 90 mm	499,00	111,72%
				KORAFLEX FKE 420 x 2000 x 90 mm	943,00	
x10.4	KOUPELNA s WC	24	892,65	KORALUX LINEAR MAX 750 x 1810 mm	1068,00	119,64%

3. Tlakové ztráty

Číslo okruhu	Číslo místnosti	Tlaková ztráta [Pa]
1	x8.2	7438
2	x2.2	6857
3	x4.2	6976
4	x3.2	6885
5	x3.3	6256
6	x4.3	6183
7	x7.2	7105
8	x7.4	6783
9	x7.2	6911
10	x8.4	6782
11	x8.2	6882
12	x10.2	6991
13	x5.5	6523
14	x6.5	6475
15	x6.3	6561
16	x6.2	6594
17	x6.4	6463
18	x5.3	6328
19	x5.4	6412
20	x5.2	6550
21	x9.4	7088
22	x9.2	7174
23	x9.2	7045
24	x10.4	7048
25	x10.2	7106
26	x1.2	6752
27	x1.4	6344
28	x1.2	6605
29	x2.4	6279
30	x2.2	6625

4. Návrh oběhového čerpadla



Specifikace

Název výrobku	ALPHA1 25-40 130
Objednáací číslo	99199574
EAN kód:	5712608550041
Cena	224,00 EUR

Techn.

Skutečná vypočítaná hodnota průtoku	1781 l/h
Výsledná dopravní výška čerpadla	16.22 kPa
Max. dopravní výška	40 dm
Teplotní třída TF	110
Schvál. značky na typovém štítku	CE,VDE
Model	B

Materiály

Těleso čerpadla	Litina
Těleso čerpadla	EN 1561 EN-GJL-150
Těleso čerpadla	ASTM A48M-150B
Oběžné kolo	PES

Instalace

Rozsah okolní teploty	0 .. 40 °C
Maximální provozní tlak	10 bar
Potrubiční přípojka	G 1 1/2
PN pro potrubiční přípojku	PN 10
Vzdálenost mezi sacím a výtlačným hrdlem	130 mm

Kapalina

Čerpaná kapalina	Voda
Rozsah teploty kapaliny	2 .. 110 °C
Vybraná teplota kapaliny	75 °C
Hustota	974.8 kg/m³
Kinematická viskozita	0.42 mm²/s

Elektrické údaje

Příkon - P1	3 .. 18 W
Frekvence el. sítě	50 / 60 Hz
Jmenovité napětí	1 x 230 V
Max. spotřeba el. proudu	0.04 .. 0.18 A
Krytí (IEC 34-5)	X4D
Třída izolace (IEC 85)	F
Motorová ochrana	Žádný
Teplotní ochrana	ELEC

Řídící jednotky

Automat. noční reduk. provoz	N
Poloha svorkovnice	6H

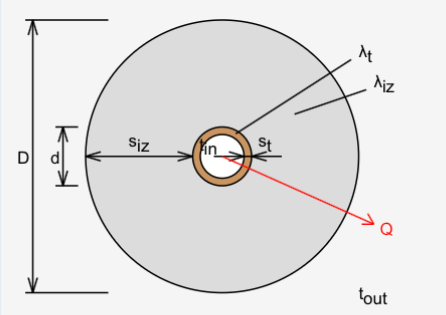
Jiné

Energet. účinnost (EEI)	0.20
Čistá hmotnost	1.86 kg
Hrubá hmotnost	1.99 kg
Převážný objem	0.004 m³
Swedish RSK No.	5758801
Finnish LVI No.	4615324
Norwegian NRF no.	9043117
Země původu	DK
Tarif	84137030

5. Návrh izolace potrubí

Izolace - podrobné technické informace	
PAROC > Section aluCoat T	
Rozměry izolace - tl. 40	
Tloušťka	$s_{iz} = 40$ mm
Souč. tepelné vodivosti	$\lambda_{iz} = 0.036$ W / m K

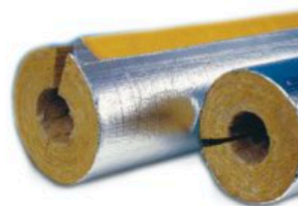
Trubka	
Ocelové trubky závitové běžné	
Rozměry trubky - DN 15 (1/2")	
Průměr	$d = 21.4$ mm
Tloušťka stěny	$s_t = 2.65$ mm
Souč. tepelné vodivosti	$\lambda_t = 50$ W / m K



$D = d + 2 s_{iz} = 101.4$ mm

Potrubí	
Teplota média	$t_{in} = 75$ °C
Teplota v okolí potrubí	$t_{out} = 15$ °C
Relativní vlhkost vzduchu	$rh = 65$ % ???
Teplota rosného bodu	$t_w = 8.7$ °C
Součinitel přestupu tepla	
na vnějším povrchu	$\alpha_e = 10$ W / m ² K
Délka potrubí	$l = 1$ m

Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 10 - DN 15 => $U_{o,193/2007} = 0.15$ W / m K
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_o = 0.139 \leq 0.15$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 17.6$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_p = 40.3$ W/m
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 8.4$ W/m
Energetická úspora izolovaného potrubí	79 %
Sřední spotřeba izolace	0.1929 m² - platí pro plošnou izolaci



Izolační pouzdra PAROC Section AluCoat T jsou vhodná na většinu standardních průměrů potrubí i ventilačních průduchů kruhových průřezů. Pro snazší montáž na potrubí jsou izolační pouzdra podélně rozříznuta. Při dobrém utěsnění spojů tvoří povrchová úprava parotěsnou zábranu

Rozsah provozních teplot: do 250 °C

Izolace - [podrobné technické informace](#)

PAROC > Section aluCoat T

Rozměry izolace - tl. 40

Tloušťka $s_{iz} = 40$ mm

Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.036$ W / m K

Trubka

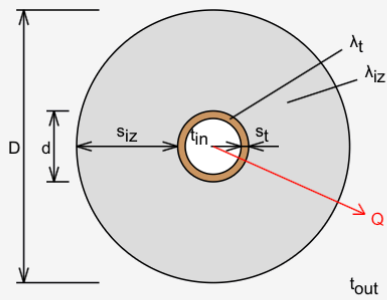
Ocelové trubky závitové běžné

Rozměry trubky - DN 20 (3/4")

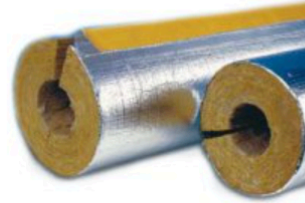
Průměr $d = 26.9$ mm

Tloušťka stěny $s_t = 2.65$ mm

Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 50$ W / m K



$$D = d + 2 s_{iz} = 106.9 \text{ mm}$$



Izolační pouzdra PAROC Section aluCoat T jsou vhodná na většinu standardních průměrů potrubí i ventilačních průduchů kruhových průřezů. Pro snazší montáž na potrubí jsou izolační pouzdra podélně rozříznuta. Při dobrém utěsnění spoju tvoří povrchová úprava parotěsnou zábranu

Rozsah provozních teplot: do 250 °C

Potrubí

Teplota média $t_{in} = 75$ °C

Teplota v okolí potrubí $t_{out} = 15$ °C

Relativní vlhkost vzduchu $rh = 65$ % ???

Teplota rosného bodu $t_w = 8.7$ °C

Součinitel přestupu tepla

na vnějším povrchu $\alpha_e = 10$ W / m² K

Délka potrubí $l = 1$ m

Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)

DN 20 - DN 32 => $U_{o,193/2007} = 0.18$ W / m K

Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí

$U_o = 0.157 \leq 0.18$ W / m K => **VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007**

Povrchová teplota izolovaného potrubí

$t_{p,iz} = 17.8$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci

Tepelná ztráta potrubí bez izolace

$q_p = 50.7$ W/m

Tepelná ztráta potrubí s izolací

$q_{iz} = 9.4$ W/m

Energetická úspora izolovaného potrubí

81 %

Střední spotřeba izolace

0.2102 m² - platí pro plošnou izolaci

Izolace - [podrobné technické informace](#)

PAROC > Section aluCoat T

Rozměry izolace - tl. 40

Tloušťka $s_{iz} = 40$ mm

Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.036$ W / m K

Trubka

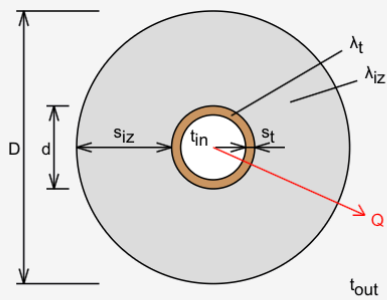
Ocelové trubky závitové běžné

Rozměry trubky - DN 25 (1")

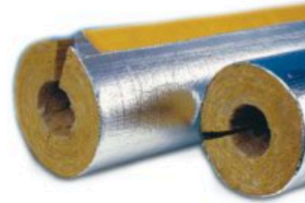
Průměr $d = 33.7$ mm

Tloušťka stěny $s_t = 3.25$ mm

Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 50$ W / m K



$$D = d + 2 s_{iz} = 113.7 \text{ mm}$$



Izolační pouzdra PAROC Section AluCoat T jsou vhodná na většinu standardních průměrů potrubí i ventilačních průduchů kruhových průřezů. Pro snazší montáž na potrubí jsou izolační pouzdra podélně rozříznuta. Při dobrém utěsnění spojů tvoří povrchová úprava parotěsnou zábranu

Rozsah provozních teplot: do 250 °C

Potrubí

Teplota média $t_{in} = 75$ °C

Teplota v okolí potrubí $t_{out} = 15$ °C

Relativní vlhkost vzduchu $rh = 65$ % ???

Teplota rosného bodu $t_w = 8.7$ °C

Součinitel přestupu tepla

na vnějším povrchu $\alpha_e = 10$ W / m² K

Délka potrubí $l = 1$ m

Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)

DN 20 - DN 32 => $U_{o,193/2007} = 0.18$ W / m K

Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí

$U_o = 0.177 \leq 0.18$ W / m K => **VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007**

Povrchová teplota izolovaného potrubí

$t_{p,iz} = 18$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci

Tepelná ztráta potrubí bez izolace

$q_p = 63.5$ W/m

Tepelná ztráta potrubí s izolací

$q_{iz} = 10.6$ W/m

Energetická úspora izolovaného potrubí

83 %

Střední spotřeba izolace

0.2315 m² - platí pro plošnou izolaci

6. Návrh expanzní nádoby

Výkon zdroje tepla - pojistný výkon $Q_p = 34$ kW

Maximální teplota otopné vody $t_{max} = 75$ °C

Součinitel zvětšení objemu při ($t_{max} - 10$ °C) $n = 0.0253$???

Zadejte nejnižší z těchto prvků soustavy

	Konstrukční přetlak P_{rx}	Výška nad MR h_{MR}
Čerpadlo	600 kPa	0 m
Kotel	400 kPa	-2,35 m
Otopné těleso	1000 kPa	3 m
jiné zařízení		

Konstrukční přetlak soustavy (v MR) $p_k = 377$ kPa ???

Výška nejvyššího bodu otopné soustavy $h = 6$ m ???

Nejnižší pracovní přetlak soustavy $p_d = 80$ kPa ???

Nejvyšší pracovní přetlak soustavy $p_{h,dov} = 327$ kPa ???

Vodní objem otopné soustavy

Kotel $V_k = 13,6$ l

Potrubí $V_p = 102$ l ???

Otopná tělesa $V_{OT} = 160,36$ l ???

Ostatní zařízení $V_{ost} = 0$ l

$V = V_k + V_p + V_{OT} + V_{ost} = 276$ l ???

Výsledky

Vypočítaný objem expanzní tlakové nádoby $V_{et} = 15,7$ l ???

Vnitřní průměr pojistného potrubí $d_v = 13,5$ mm ???

Nejnižší přetlak soustavy $p_d > p_{d,dov} \Rightarrow$ **VYHOVUJE**

$p_k > p_{h,dov} \Rightarrow$ **VYHOVUJE**

Návrh: Flamco expanzní nádoba Flexcon Premium 18, 6 bar.

7. Návrh kotelny

7.1. Zásobník TV

- Počet osob: $n = 24$ osoby;
- Potřeba TV za časovou periodu: $V_{2p,os} = 82$ litrů/osoba.den;
- Objemová hmotnost vody: $\rho = 1000$ kg/m³;
- Měrná tepelná kapacita vody: $c = 1,163$ kg/m³.K;
- Teplota studené vody: $t_1 = 10$ °C;
- Teplota horké vody: $t_2 = 55$ °C;
- Ztráta tepla při ohřevu a dopravě TV: $z = 0,5$.

Potřeba tepla odebraného z ohřivače, E_{2p} :

$$E_{2P} = E_{2T} + E_{2Z} = 103 + 51,5 = 154,5 \text{ kW/den}$$

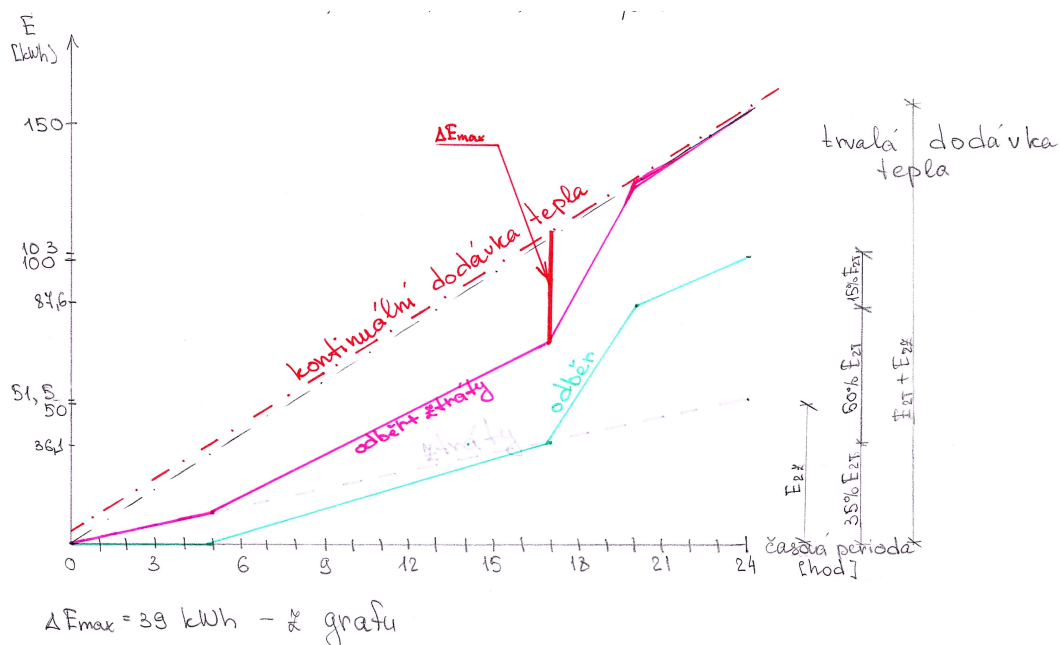
- Teoretické teplo pro ohřátí množství V_{2P} , E_{2T} :

$$E_{2T} = V_{2P} * \rho * c * (t_2 - t_1) = 1,968 * 1,163 * 45 = 102,995 \text{ kW/den}$$

$$V_{2P} = n * V_{2P,os} = 24 * 0,082 = 1,968 \text{ m}^3/\text{den}$$

- Teplo ztracené při ohřevu a dopravě TV, E_{2Z} :

$$E_{2Z} = E_{2T} * z = 102,995 * 0,5 = 51,448 \text{ kW/den}$$



Velikost zásobníku:

$$V_z = \frac{\Delta E_{max}}{c * \Delta t} = \frac{39}{1,163 * 45} = 0,745 \text{ m}^3 = 745 \text{ l}$$

Tepelný výkon ohřivače:

$$Q = \frac{E_{2P}}{\tau} = 6,438 \text{ kW/h}$$

Návrh: Nepřímotopný zásobník TV 750 l Regulus R2BC-750

7.2. Kotel

$Q_{vyt} = 24,46 \text{ kW/h}$ — výpočet pomocí programu TechCon

$$Q_{celk} = Q_{vyt} + Q_{zás} = 24,46 + 6,438 = 30,898 \text{ kW/h}$$

Návrh: VIADRUS GARDE G 42 ECO