

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**  
**FAKULTA STAVEBNÍ**  
**KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV**



VYTÁPĚNÍ HISTORICKÉ VILY  
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**PŘÍLOHA 4**  
**VÝPOČTY**  
**VYTÁPĚNÍ**

**Vypracoval: Martin Najman**  
**Vedoucí práce: Ing. Stanislav Frolík, Ph.D.**



## LS 2020/2021

### Obsah

1	Výpočet přípravy teplé vody – zásobníkový ohřev.....	3
1.1	Potřeba teplé vody za časovou periodu V2p.....	3
1.2	Potřeba tepla odebraného z ohřívače E2p.....	3
1.1	Návrh zásobníku teplé vody.....	3
2	Součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí.....	5
3	Tepelné ztráty prostupem a větráním.....	5
4	Potřeba tepla na vytápění a ohřev teplé vody.....	7
4.1	Roční potřeba tepla na ohřev teplé vody.....	7
4.2	Roční potřeba tepla na vytápění.....	7
4.3	Celková roční potřeba tepla na vytápění ohřev teplé vody.....	8
5	Výpočet ohřevu bazénu.....	8
6	Rekapitulace výkonů.....	9
7	Návrh zdroje tepla.....	9
8	Návrh bivalentního zdroje.....	10
9	Návrh velikosti expanzní nádoby.....	11
10	Návrh otopných ploch a těles.....	12
11	Hydraulika.....	14
12	Návrh oběhových čerpadel .....	15
13	Závěr.....	16



## 1. Výpočet přípravy TV - zásobníkový ohřev

### 1.1 Potřeba TV vody za časovou periodu $V_{2p}$

Rodinné domy (vily):  $V_{2p} = 0,050 \text{ (m}^3\text{/osobu} \times \text{den)} = 50 \text{ (l/osobu} \times \text{den)}$

Předpokládaný maximální počet osob užívající objekt trvale je 8.

$$V_{2p} = v_{os} \times n$$

$$V_{2p} = 50 \times 8$$

$$V_{2p} = 400 \text{ l/den} = 0,4 \text{ m}^3\text{/den}$$

### 1.2 Potřeba tepla odebraného z ohřivače $E_{2p}$

$$E_{2p} = E_{2t} + E_{2z} \text{ [Wh/den]}$$

$$E_{2p} = 20,934 + 10,467$$

$$E_{2p} = 31,401 \text{ kWh/den}$$

$$E_{TV} = 31,401/24 = 1,31 \text{ kW} \dots \text{výkon ohřivače}$$

Teoretické teplo při ohřátí množství  $V_{2p}$

$$E_{2t} = V_{2p} \times \rho \times c \times (t_2 - t_1)$$

$$E_{2t} = 0,4 \times 1000 \times 1,163 \times (55 - 10)$$

$$E_{2t} = 20\,934 \text{ Wh/den} = 20,934 \text{ kWh/den}$$

kde:  $c$  měrná tep. kapacita vody ( $4182 \text{ J/kg.K} = 1,163 \text{ Wh/kg.K}$ )

$t_1$  teplota studené vody ( $10 \text{ }^\circ\text{C}$ )

$t_2$  teplota teplé vody ( $55 \text{ }^\circ\text{C}$ )

$\rho$  hustota vody ( $1000 \text{ kg/m}^3$ )

Teplo ztracené při ohřevu a dopravě TV

$$E_{2z} = E_{2t} \times z \text{ [Wh/den]}$$

$$E_{2z} = 20,934 \times 0,5$$

$$E_{2z} = 10\,467 \text{ Wh/den} = 10,467 \text{ kWh/den}$$

kde:  $z$  ztráta tepla při ohřevu=0,5

### 1.3 Návrh zásobníku TV

$$V_z = \frac{\Delta E_{\max}}{\rho \times c \times (t_2 - t_1)} \text{ [m}^3\text{]}$$

$$V_z = \frac{8110}{1000 \times 1,163 \times (55 - 10)} \text{ [m}^3\text{]}$$

$$V_z = 0,154 \text{ m}^3 = 154 \text{ l}$$

**Součástí systému TČ AquaMaster-75Z je 500l zásobník pro přípravu teplé vody.**

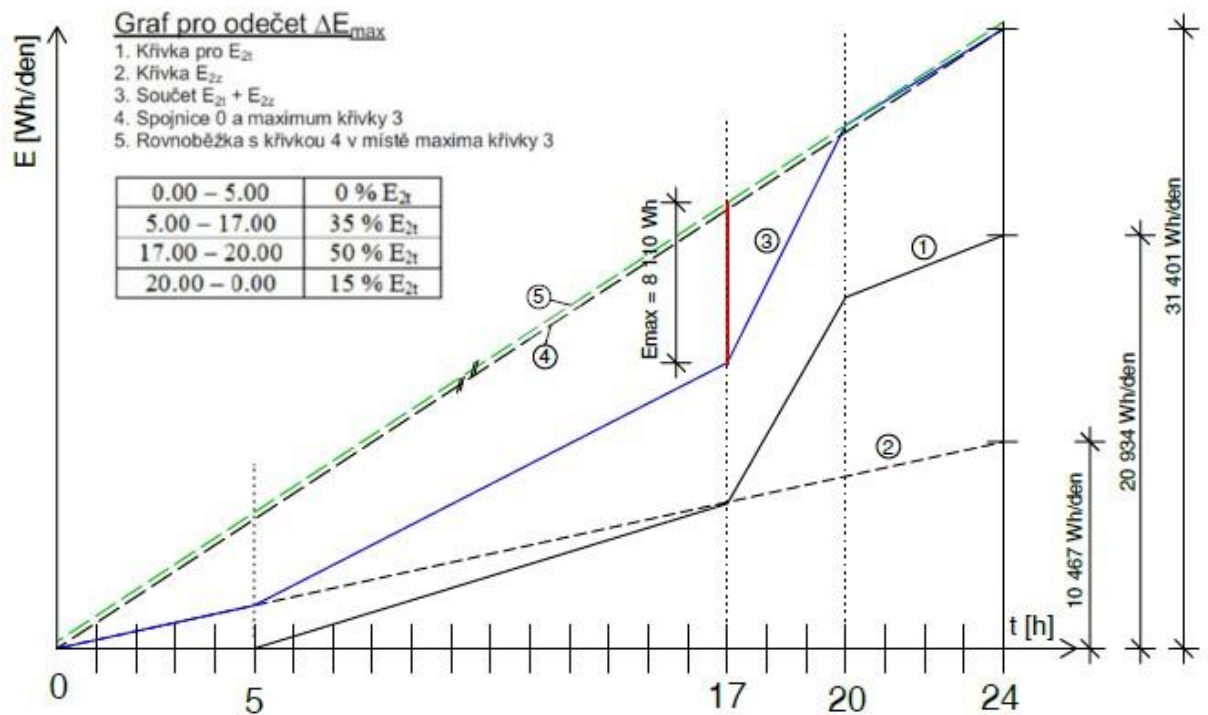
$\Delta E_{\max}$  odečteno z grafu

Sestrojení grafu pro  $\Delta E_{\max}$



POZNÁMKA:

[1] KABEL, Karel. *Technická zařízení budov: vytápění - podklady pro cvičení*. V Praze: České vysoké učení technické, 2013. ISBN 978-80-01-05203-7.



Obrázek 1 - Graf  $\Delta E_{\max}$



## 2. Součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí

Hodnoty součinitelů tepla byly vypočteny v programu Microsoft Excel a RAUCAD/TechCON. Hlavní součinitel prostupu tepla lze nalézt v teoretické části bakalářské práce v kapitole: 5.2 Součinitele prostupu tepla nových konstrukcí.

Název konstrukce	Navrhovaný součinitel prostupu tepla U
	W/m <sup>2</sup> .K
Obvodová nadzemní stěna tl. 680 mm	0,915
Obvodová nadzemní stěna tl. 480 mm	1,221
Obvodová nadzemní stěna tl. 330 mm	1,396
Obvodová nadzemní stěna tl. 530 mm	1,126
Obvodová nadzemní stěna tl. 380 mm	1,496
Obvodová podzemní stěna tl. 680 mm	0,951
Strop nad 1. podzemním podlažím - laminátová podlaha	0,390
Strop nad 1. a 2. nadzemním podlažím - laminátová podlaha	0,195
Strop nad 1. a 2. nadzemním podlažím - dlažba	0,200
Střecha	0,136
Okna	1,000
Střešní Okna	1,000
Vstupní dveře	1,500
Podlaha 1.pp na zemině - dlažba	0,302
Podlaha 1.np na zemině - dlažba	0,302
Podlaha 1.np na zemině - laminátová podlaha	0,290

Tabulka 1 – Součinitele prostupu tepla nových konstrukcí

## 3. Tepelné ztráty prostupem a větráním

Podrobný výpočet tepelných ztrát jednotlivých místnostech viz. PŘÍLOHA 1



<b>Tepelné ztráty</b>				
<b>Číslo místnosti</b> <b>i</b>	<b>Účel místnosti</b>	<b>Tepelná ztráta prostupem <math>\Phi_T</math> [W]</b>	<b>Tepelná ztráta větráním <math>\Phi_V</math> [W]</b>	<b>Tepelná ztráta celková <math>\Phi</math> [W]</b>
<b>1.PP</b>				
-1.01	Chodba	139	161	300
-1.02	WC	232	30	262
-1.03	Technická místnost	-81	296	215
-1.04	Posilovna	74	224	298
-1.06	Sprcha	108	96	204
<b>Celkem 1.NP</b>		<b>472</b>	<b>807</b>	<b>1279</b>
-1.05	Bazén*	<b>970</b>	<b>567</b>	<b>1537</b>
-1.05 Bazén: Větrání se ZZT s účinností 85%				
<b>1.NP</b>				
1.01	Hala	1361	819	2180
1.02	WC	699	51	750
1.03	Koupelna+WC	1852	529	2381
1.04	Kuchyně	1495	940	2435
1.05	Jídelna	455	300	755
1.06	Obývací pokoj	2137	666	2803
1.07	Pokoj	1315	337	1652
<b>Celkem 1.NP</b>		<b>9314</b>	<b>3642</b>	<b>12956</b>
<b>2.NP</b>				
2.01	Chodba+schodiště	635	321	956
2.02	WC	755	51	806
2.03	Vedlejší místnost	357	147	504
2.04	Koupelna+WC	1860	395	2255
2.05	Ložnice	1271	492	1763
2.06	Šatna	562	306	868
2.07	Pracovna	1929	679	2608
2.08	Pokoj	1338	352	1690
<b>Celkem 2.NP</b>		<b>8707</b>	<b>2743</b>	<b>11450</b>
<b>3.NP</b>				
3.01	Chodba+schodiště	219	460	679
3.02	Koupelna+WC	664	387	1052
3.03	Pokoj 1	651	287	938
3.04	Pokoj 2	232	255	486
3.05	Pokoj 3	915	432	1347
3.06	Pokoj 4	345	227	573
3.07	Sklad	243	95	338
3.08	WC	209	34	243
<b>Celkem 3.NP</b>		<b>3478</b>	<b>2178</b>	<b>5655</b>
<b>CELKEM BUDOVA</b>		<b>22941</b>	<b>9937</b>	<b>32877</b>

Tabulka 2 – Tepelná ztráta prostupem a větráním jednotlivých místnostech



Celková ztráta objektu\*\*

celková	32877	W
celková	32,88	KW

\*\* Součástí celkové tepelné ztráty objektu je započítána místnost -1.05 Bazén, která obsahuje ztrátu prostupem a ztrátu větráním. Ve ztrátě větráním je z důvodu instalace vzduchotechnického zařízení s rekuperací, která má účinnost 85 % a má za úkol ohřev a distribuci větracího vzduchu v této místnosti, kde je uvažována výpočtová teplota po výstupu rekuperace.

## 4. Potřeba tepla na vytápění a ohřev teplé vody

### 4.1 Roční potřeba tepla na přípravu teplé vody

Lokace: Cheb d=262

$$Q_{TV,r} = Q_{TV,d} \times d + 0,8 \times Q_{TV,d} \times \frac{55-t_{svl}}{55-t_{svz}} \times (N-d) \text{ [Wh/rok]}$$

$$Q_{TV,r} = 31,401 \times 262 + 0,8 \times 31,401 \times \frac{55-15}{55-10} \times (365-262)$$

$$Q_{TV,r} = 10\,338,605 \text{ kWh/rok} = 10,339 \text{ MWh/rok}$$

kde:  $Q_{TV,r}$  denní potřeba tepla na přípravu TV=  $E_{2p}$  (Wh)  
d počet dnů za rok s teplotou  $\leq 13^{\circ}\text{C}$ , tj. počet dní ot. období (262) - viz. tabulka TZb info  
0,8 součinitel zohledňující snížení potřeby TV v létě  
 $t_{svl}$  teplota studené vody v létě ( $15^{\circ}\text{C}$ )  
 $t_{svz}$  teplota studené vody v zimě (5 až  $10^{\circ}\text{C}$ )  
N počet pracovních dní soustavy v roce (350 - 365)

### 4.2 Roční potřeba tepla na vytápění - denostupňová metoda

$$Q_{VYT,r} = \frac{24 \times Q_c \times \epsilon \times D}{t_{is} - t_e} \text{ [Wh/rok]}$$

$$Q_{VYT,r} = \frac{24 \times 32\,877 \times 0,7969 \times 4\,296,8}{20 - (-15)}$$

$$Q_{VYT,r} = 77\,194,142 \text{ kWh/rok} = 77,194 \text{ MWh/rok}$$

kde:  $Q_c$  tepelná ztráta objektu [W] viz. PŘÍLOHA: P1  
 $t_{is}$  průměrná vnitřní výpočtová teplota ( $20^{\circ}\text{C}$ )  
 $t_e$  vnější výpočtová teplota [ $^{\circ}\text{C}$ ] - dle oblasti Cheb -  $15^{\circ}\text{C}$   
D počet denostupňů [K x den]

$$D = (t_{is} - t_{es}) \times d \text{ [K.den]}$$

$$D = (20 - 3,6) \times 262$$

$$D = 4296,8 \text{ K.den}$$

kde:  $t_{is}$  průměrná teplota v budově ( $20^{\circ}\text{C}$ )



- $t_{es}$  průměrná teplota v otopném období (3,6°C)  
 $d$  počet dnů za rok s teplotou  $\leq 13^{\circ}\text{C}$ , tj. počet dní otopném období (262)
- $\varepsilon$  opravný součinitel na snížení teploty, zkrácení doby vytápění, nesoučasnost, tepelné ztráty infilrací (0,7-0,8)

$$\varepsilon = \frac{e_i - e_t \cdot e_d}{\eta_o \cdot \eta_r}$$

- kde:  $e_i$  nesoučasnost tepelné ztráty infilrací a tepelné ztráty prostupem (0,85)  
 $e_t$  snížení teploty v místnosti během dne, respektive noci (0,9)  
 $e_d$  zkrácení doby vytápění u objektu s přestávkami v provozu (RD 1,0)  
 $\eta_o$  účinnost obsluhy, respektive možnosti regulace soustavy (1,0 - kotelna na plyn)  
 $\eta_r$  účinnost rozvodu vytápění (0,96 podle provedení)

$$\varepsilon = \frac{0,85 \times 0,9 \times 1,0}{1,0 \times 0,96} = 0,7969$$

### 4.3 Celková roční potřeba tepla na vytápění a ohřev teplé vody

$$Q_R = Q_{TV,r} + Q_{VYT,r}$$

- kde:  $Q_R$ ...celková roční potřeba tepla na vytápění a ohřev teplé vody (Wh/rok)  
 $Q_{VYT,r}$ ...roční potřeba tepla na vytápění (Wh/rok)  
 $Q_{TV,r}$ ...roční potřeba tepla na ohřev teplé vody (Wh/rok)

$$Q_R = 10,339 + 77,194 = 88,533 \text{ MWh/rok}$$

POZNÁMKA:

[1] KABEL, Karel. *Technická zařízení budov: vytápění - podklady pro cvičení*. V Praze: České vysoké učení technické, 2013. ISBN 978-80-01-05203-7.

## 5. Výpočet ohřevu bazénu

U bazénu vzniká největší ztráta vypařováním z vodní hladiny. Tato ztráta se u interiérových bazénech pohybuje od 150 do 200 W/m<sup>3</sup>/hod. Při zakrytí bazénu fólií lze tuto ztrátu snížit na hodnotu 5 až 10 W/m<sup>3</sup>/hod. Hodnota se odvíjí podle kvality zakrývací fólie. [2]

Pro výpočet ztráty odparem z vodní hladiny lze použít zjednodušený vzorec:

$$Q_{\text{bazén}} = S \times h \times Q_{vzv} \text{ [W]}$$

$$Q_{\text{bazén}} = 10,12 \times 1,6 \times 175$$

$$Q_{\text{bazén}} = 2833,6 \text{ W} = 2,834 \text{ kW}$$

- kde:  $S$  plocha vodní hladiny [m<sup>2</sup>]  
 $h$  hloubka bazénu [m]  
 $Q_{vzv}$  tepelná ztráta hladiny bazénu (175 W/m<sup>3</sup>/hod)





Tento výkon bude započítán do celkového požadavku na zdroj tepla. Bazén bude skrze výměník dohříván pomocí hlavního zdroje tepla objektu. Návrh bazénového výměníku není součástí této práce.

POZNÁMKA:

[2] Ohřev vody v bazénu: Co říkají odborníci? | STIEBEL ELTRON. 301 Moved Permanently [online]. Copyright © 2021 [cit. 25.04.2021]. Dostupné z: <https://www.stiebel-eltron.cz/cs/o-nas/zajimave-clanky/zajimave-clanky/ohrev-vody-v-bazenu-co-rikaji-odbornici.html>

## 6. Rekapitulace výkonů

Popis	Značení	Požadovaný výkon	MJ
Vytápění = ztráta prostem + větráním	$Q_c$	32,88	kW
Příprava TV	$Q_{TV}$	1,31	kW
Ohřev bazénu	$Q_{bazén}$	2,83	kW
	$Q_{celkem}$	<b>37,02</b>	<b>kW</b>

## 7. Návrh zdroje tepla

Pro návrh zdroje tepla je nutné provést redukci výkonu, protože vypočítaný výkon na vytápění (ztráta prostupem a větráním) je navržen na nejhorší možné klimatické podmínky, které by mohly nastat v řešené lokalitě. V našem případě budeme uvažovat o dimenzování na 70 % tepelného výkonu u pokrytí tepelných ztrát.

$$Q_{zdroj} = 0,7 \times Q_c + Q_{TV} + Q_{bazén} \text{ [kW]}$$

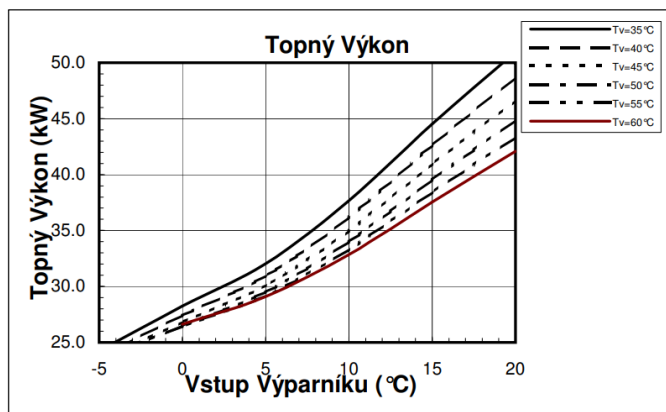
$$Q_{zdroj} = 0,7 \times 32,88 + 1,31 + 2,83$$

$$Q_{zdroj} = \mathbf{27,16 \text{ kW}}$$

Pro návrh bude uvažováno s maximálním požadovaným výkonem **27,16 kW**.

**Navrhují tepelné čerpadlo země/voda AquaMaster-75Z s hloubkovým vrtem o výkonu 28,2 kW.**

Teplotní spád otopného systému je navržen 40/35 °C



Obrázek 2 – Topný výkon TČ AquaMaster-75Z



Tepelné čerpadlo TČ AquaMaster-75Z je schopno pokrýt 100 % navržený maximální požadovaný výkon 27,36 kW.

Pokud by nastaly v zimním období velké mrazy, tak se musí počítat s výkonem, který nebude redukován. Je potřeba pokrýt celkovou tepelnou ztrátu prostupem a větráním, ohřev teplé vody a ohřev bazénu. Celková hodnota pro pokrytí všech ztrát je 37,31 kW. TČ pokryje tuto ztrátu pouze z 75 %. Z tohoto důvodu budou součástí tepelného čerpadla elektrokotel o výkonu 7,5 kW. Součástí sestavy tepelného čerpadla je akumulční zásobník o objemu 200l a zásobník na ohřev teplé vody o objemu 500l.

### Hloubkový vrt

Podle geologické posudku, který byl v minulosti na pozemku provede se v řešení území nachází podloží, které je z muskovitických granitů (žuly). Jsou to hlubinné vyvěřelé horniny. Zisky z vrtu lze uvažovat 70 W/m

Chladicí výkon  $Q_{CH}$  se spočítá jako:  $Q_{CH} = Q_T - P$

Hloubka vrtu  $H$  se rovná:  $H = \frac{Q_{CH}}{q_{VRT}}$

Výkon TČ	Příkon TČ	Chladicí výkon TČ	Topný faktor	Zisk vrtu	Potřebná hloubka vrtu
$Q_T$ 0/45	P	$Q_{CH}$	COP	$q_{VRT}$	H
[kW]	[kW]	[kW]	[-]	[W/m]	[m]
28,2	6,8	21,4	4,1	70	306

Navrhuji tři hloubkové vrty, kde každý bude mít hloubku 102 m. Rozestup mezi jednotlivými vrty musí být minimálně 10,2 m. Do připraveného vrtu bude vloženo potrubí DN 32 mm.

Bližší specifikace nejsou potřeba. Na hloubkové vrty musí být zpracována samostatná dokumentace odbornou osobou.

## 8. Návrh bivalentního zdroje

Jako bivalentní zdroj je navržen elektrokotel, který je součástí sestavy tepelného čerpadla AquaMaster-75Z.

### Technické údaje AQ75Z

#### Výkonové údaje

		B0W35*	B0W50	W10W35*	W10W50	B-5W35
Topný výkon	kW	28.2	26.7	37.7	34.2	23.8
Chladicí výkon	kW	21.5	17.8	30.6	24.8	17.2
Příkon	kW	6.8	8.9	7.2	9.5	6.7
Topný faktor	-	4.1	3.0	5.2	3.6	3.6
Provozní proud	A	12.0	15.3	12.6	16.0	11.8

#### Kompresor

Typ Scroll Sanyo

#### Elektrokotel (na přání)

Topný výkon 4.5-7.5 kW

Obrázek 3 – Technický list TČ AquaMaster-75Z

Navrhuji elektrokotel o výkonu 7,5 kW



## 9. Návrh velikosti expanzní nádoby

$$V_{ex} = 1,3 * V_o * n * (1/\eta)$$

kde:	$V_{ex}$	objem expanzní tlakové nádoby [l]
	$V_o$	objem vody v celé otopné soustavě [l] hodnota z programu RAUCAD/TechCON
	$n$	součinitel zvětšení objemu (viz Tabulka 3)
	$\eta$	stupeň využití [-]

objem vody v jednotlivých okruzích:

okruh 1 = 193,5 l

okruh 2 = 207 l

okruh 3 = 30,4 l

okruh 4 = 116,4 l

okruh 5 = 17,6 l

Celkem objem všech okruhů = 193,5+207+30,4+116,4+17,6 = **564,9l**

Popis	Objem [l]
Okruhy vtápění	564,9
Akumulační zásobník	200
Okruh TČ	25
Ostatní	60
<b><math>V_o =</math></b>	<b>849,9</b>

$\Delta t = t_{max} - 10$ [K]	20	30	40	45	50	55	60	65	70
$n$ [-]	0,00401	0,00749	0,01169	0,01413	0,01672	0,01949	0,02243	0,02551	0,02863
$\Delta t = t_{max} - 10$ [K]	75	80	85	90	95	100	105	110	115
$n$ [-]	0,03198	0,03553	0,03916	0,04313	0,04704	0,05112	0,05529	0,05991	0,06435

Tabulka 3 – Tabulka pro určení součinitele zvětšení objemu [3]

$$\eta = (p_{h,dov,A} - p_{d,A}) / p_{h,dov,A}$$

$n$  - součinitel zvětšení objemu ( $t_{max} = 40$  °C) = 0.00749

$p_{h,dov,A}$  - nejvyšší dovolený absolutní tlak [kPa]

$$(p_{h,dov,A} = p_{h,dov} + p_B) = 300 \text{ kPa}$$

$p_{d,A}$  - hydrostatický absolutní tlak [kPa]

$$p_{d,A} = \rho * g * h * 10^{-3} + p_B = 10 * 10,1 + 100 = 201 \text{ kPa}$$

$p_B$  - barometrický tlak [kPa] = 100 kPa

$$\eta = (300-201)/300 = 0,329$$

$$V_{ex} = 1,3 * 849,9 * 0,00749 * (1/0,329) = 25,15l$$

Minimální objem expanzní nádoby je 25,15l.

**Navrhuji expanzní nádobu Global Water PWB-35LX, 35l 10bar o objemu 35l.**



POZNÁMKA:

[3] Bašta, Jiří: *Návrh expanzní nádoby* [online]. Zdroj: tzb-info.cz, 16.10.2002, [vid. 6.5.2021].

Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/teorie-a-schemata/1156-navrh-expanzni-nadoby>

## 10. Návrh otopných ploch a těles

Návrh otopných těles a ploch byl proveden v programu RAUCAD/TechCON pomocí vypočtených tepelných ztrát objektu viz Příloha 1.

Bilance otopných těles					
Místnost	Minimální požadovaný výkon [W]	Výrobek	Teplotní spád [C°/C°]	Celkový výkon [W]	Průtok [kg/h]
<b>OKRUH 1</b>					
-1.02	115	RADIK 22 VK (600/400)	40/35	165	28,5
1.01	515	2x RADIK 22 VK (600/700)	40/35	578	99,6
1.02	494	RADIK 22 VK (600/1200)	40/35	496	85,4
1.03	720	2x RADIK 22 VK (600/700)	40/35	410	70,4
		RADIK 22 VK (600/500)	40/35	146	25,2
		KORALUX LINEAR COMFORT (1800/700)	40/35	234	40,4
2.01	956	RADIK 22 VK (600/800)	40/35	331	57,0
		RADIK 22 VK (600/1600)	40/35	661	113,9
2.02	806	RADIK 22 VK (600/1200)	40/35	496	85,4
		RADIK 22 VK (600/800)	40/35	331	57,0
2.03	504	RADIK 22 VK (600/900)	40/35	520	89,7
2.04	746	2x RADIK 22 VK (600/900)	40/35	526	90,6
		KORALUX LINEAR COMFORT (1800/700)	40/35	234	40,4
3.01	679	RADIK 22 VK (600/600)	40/35	248	42,7
		RADIK 22 VK (600/1100)	40/35	454	78,3
3.02	1052	RADIK 33 VK (700/1800)	40/35	837	144,3
		KORALUX LINEAR COMFORT (1800/700)	40/35	234	40,4
3.03	938	RADIK 22 VK (600/700)	40/35	289	49,8
3.07	338	RADIK 22 VK (600/900)	40/35	372	64,1
3.08	243	RADIK 22 VK (600/600)	40/35	248	42,7
<b>Celkový výkon a průtok otopných těles</b>				<b>7810</b>	<b>1345,8</b>

Tabulka 3 – Navržená otopná tělesa – okruh 1



Bilance otopných těles					
Místnost	Minimální požadovaný výkon [W]	Výrobek	Teplotní spád [C°/C°]	Celkový výkon [W]	Průtok [kg/h]
<b>OKRUH 2</b>					
-1.05	510	KORAWALL WKP BL (600/2000)	40/35	300	52,1
		KORAWALL WKP BL (600/1400)	40/35	210	37,6
-1.06	203	KORALUX LINEAR COMFORT (1800/700)	40/35	234	40,4
1.04	1372	RADIK 22 VK (600/1100)	40/35	454	78,3
		RADIK 22 VK (600/2300)	40/35	950	163,8
1.05	87	RADIK 10 VK (600/800)	40/35	124	21,4
1.06	1204	3x RADIK 22 VK (600/1000)	40/35	1239	213,6
1.07	619	RADIK 22 VK (600/1600)	40/35	661	113,9
2.05	1763	RADIK 33 VK (600/800)	40/35	470	80,9
		RADIK 33 VK (600/2300)	40/35	1350	232,7
2.06	838	RADIK 33 VK (600/1600)	40/35	939	161,9
2.07	2608	2x RADIK 33 VK (600/1800)	40/35	2114	364,2
		RADIK 33 VK (600/1000)	40/35	587	115,2
2.08	1690	RADIK 33 VK (600/1600)	40/35	939	161,9
		RADIK 33 VK (600/1400)	40/35	822	141,7
3.03	938	RADIK 22 VK (600/1600)	40/35	661	113,9
3.04	486	RADIK 22 VK (600/1200)	40/35	496	85,4
3.05	1347	RADIK 22 VK (600/1800)	40/35	744	128,2
		RADIK 22 VK (600/1600)	40/35	661	113,9
3.06	573	RADIK 22 VK (600/1400)	40/35	578	99,7
<b>Celkový výkon a průtok otopných těles</b>				<b>14533</b>	<b>2520,7</b>

Tabulka 4 – Navržená otopná tělesa – okruh 2

Bilance podlahového vytápění										
Okruh*	Místnost	Minimální požadovaný výkon [W]	Plocha topn. hada [m²]	Rozteč [m]	Délka okruhu* [m]	Teplotní spád [C°/C°]	Teplota podlahy [C°]	Průtok [kg/h]	Max. rychlost [m/s]	Celkový výkon [W]
<b>Okruh 3</b>										
1	-1.02	262	2,0	0,1	23,4	40/30,7	26,3	69,37	0,15	138
2	-1.01	300	10,1	0,3	36,7	40/30,7	19,9	66,86	0,14	524
3	-1.05	970	15,1	0,15	117,2	40/30,7	31,0	93,13	0,20	453
4	-1.04	298	14,3	0,3	51,4	40/30,7	23,9	81,18	0,17	563
<b>Celkový výkon a průtok otopných těles</b>								<b>310,54</b>		<b>1678</b>

Tabulka 5 – Navržené otopné plochy – okruh 3



Bilance podlahového vytápění										
Okruh*	Místnost	Minimální požadovaný výkon [W]	Plocha topn. hada [m <sup>2</sup> ]	Rozteč [m]	Délka okruhu* [m]	Teplotní spád [C°/C°]	Teplota podlahy [C°]	Průtok [kg/h]	Max. rychlost [m/s]	Celkový výkon [W]
<b>Okruh 4</b>										
1	1.03	2246	9,1	0,15	65	40/34,6	31,7	147,87	0,31	736
2			9,1	0,15	66,4	40/34,6	31,7	158,2	0,31	736
3	1.02	737	2,5	0,2	29,1	40/34,6	28,9	61,83	0,13	243
4	1.01	2070	13,4	0,2	79	40/34,6	24,8	109,44	0,23	665
5			15,4	0,2	83,9	40/34,6	24,8	124,46	0,26	762
6	1.07	1576	7,9	0,15	68,3	40/34,6	25,5	95,93	0,2	461
7			8,4	0,15	76,6	40/34,6	25,5	103,64	0,22	488
8	1.06	2806	16,5	0,2	92	40/34,6	24,7	121,88	0,26	801
9			16,5	0,2	95,6	40/34,6	24,7	122,57	0,26	801
10	1.05	755	12,6	0,2	67,9	40/34,6	24,9	121,92	0,26	639
11	1.04	2389	8,8	0,15	71,7	40/34,6	25,3	98,82	0,21	489
12			9,3	0,15	81,3	40/34,6	25,3	106,08	0,22	518
<b>Celkový výkon a průtok otopných těles</b>								<b>1372,6</b>		<b>7339</b>

Tabulka 6 – Navržené otopné plochy – okruh 4

Bilance podlahového vytápění										
Okruh*	Místnost	Minimální požadovaný výkon [W]	Plocha topn. hada [m <sup>2</sup> ]	Rozteč [m]	Délka okruhu* [m]	Teplotní spád [C°/C°]	Teplota podlahy [C°]	Průtok [kg/h]	Max. rychlost [m/s]	Celkový výkon [W]
<b>Okruh 5</b>										
1	2.04	2254	7,4	0,15	54,7	40/34,7	31,7	118,31	0,23	619
2			10,7	0,15	72,9	40/34,7	31,5	137,53	0,3	882
<b>Celkový výkon a průtok otopných těles</b>								<b>255,84</b>		<b>1501</b>

Tabulka 7 – Navržené otopné plochy – okruh 5

Bilance ohřevu vzduchu				
Místnost	Minimální požadovaný výkon [W]	Výrobek	Teplotní spád [C°/C°]	Celkový výkon [W]
<b>Okruh 6</b>				
-1.05	888,8	DUPLEX DRH5	40/30	888,8

Tabulka 8 – Výkon pro VZT jednotku

Všechna navržená tělesa splňují požadavky a dostatečně pokrývají tepelné ztráty jednotlivých místností.

## 11. Hydraulika

Všechny hydraulické výpočty byly podrobně provedeny v programu RAUCAD/TechCON. Jsou uvedeni v příloze 9



## 12. Návrh oběhových čerpadel

Oběhová čerpadla jsou umístěna v technické místnosti v 1. podzemním podlaží na jednotlivé větve okruhů za rozdělovač, viz projektová dokumentace (příloha 5 – výkres č. 8) Oběhová čerpadla jsou navržena na základě tlakových ztrát jednotlivých okruhů, které jsou převzaty z programu RAUCAD/TechCON.

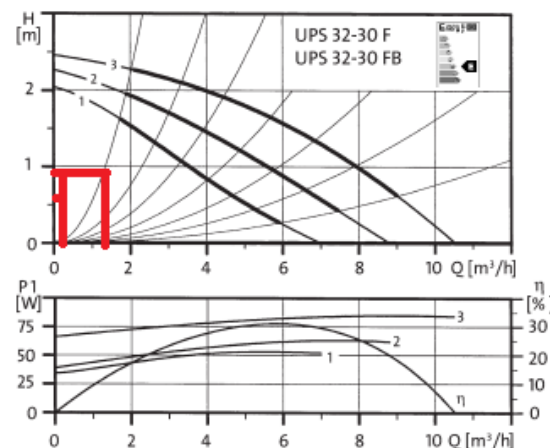
PARAMETRY JEDNOTLIVÝCH ČERPADEL:

Číslo okruhu	Průtok [m <sup>3</sup> /h]	Tlak [kPa]	DN	Navržené čerpadlo
O1	1,346	9,67	32	GRUNDFOS UPS 32-30 F
O2	1,821	22,92	32	GRUNDFOS UPS 32-60 F
O3	0,311	6,726	32	GRUNDFOS UPS 32-30 F
O4	1,363	9,741	32	GRUNDFOS UPS 32-30 F
O5	0,256	9,73	32	GRUNDFOS UPS 32-30 F
O6	0,05	0,32	32	GRUNDFOS UPS 32-30 F

### Okruh 1,3,4,5,6 – OBĚHOVÉ ČERPADLO GRUNDFOS UPS 32-30 F

#### Jednofázová čerpadla 1 x 230 V, 50 Hz

Jednoduchá čerpadla

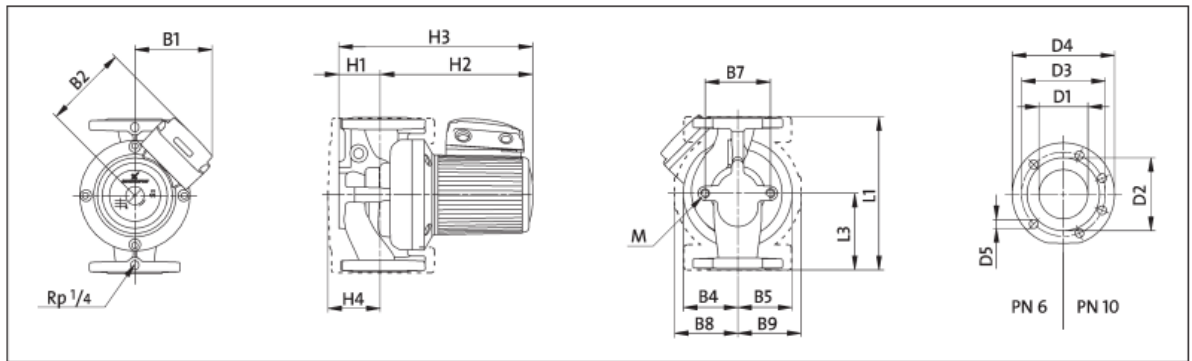


Elektrické údaje 1 x 230 V:

Typ	Otáčky	P <sub>1</sub> min. [W]	P <sub>1</sub> max. [W]	I <sub>N</sub> [A]
UPS 32-60 F (B)	3	120	190	0,88
UPSD 32-60 F	2	95	180	0,86
	1	90	170	0,84

Rozměry jednoduchých čerpadel

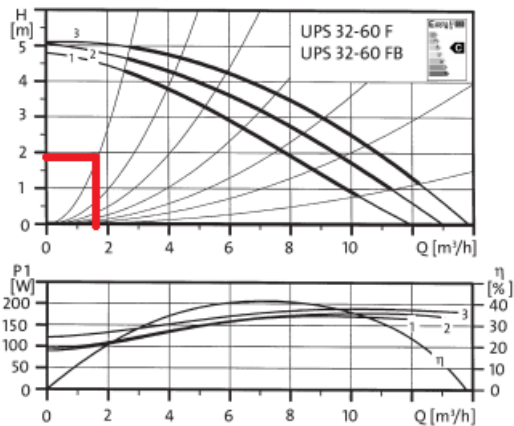
Typ	PN [bar]	DN [mm]	L1 [mm]	L3 [mm]	B1 [mm]	B2 [mm]	B4 [mm]	B5 [mm]	B7 [mm]	B8 [mm]	B9 [mm]	H1 [mm]	H2 [mm]	H3 [mm]	H4 [mm]	D1 [mm]	D2 [mm]	D3 [mm]	D4 [mm]	D5 [mm]	M
UPS 32-30 F (B)	6/10	32	220	110	135	141	75	75	80	110	110	68	245	313	104	32	78	90/100	140	14/19	M12



## Okruh 2 – OBĚHOVÉ ČERPADLO GRUNFOS UPS 32-60 F

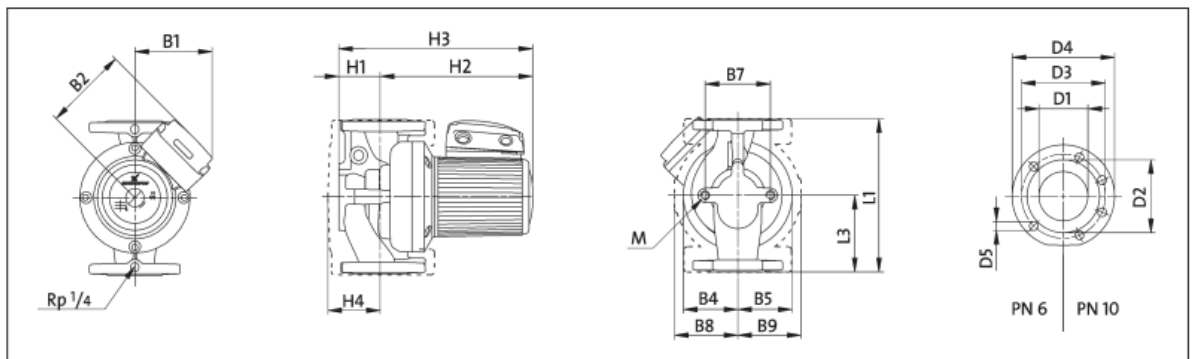
Jednofázová čerpadla 1 x 230 V, 50 Hz

Jednoduchá čerpadla



Elektrické údaje 1 x 230 V:

Typ	Otáčky	$P_1$ min. [W]	$P_1$ max. [W]	$I_N$ [A]
UPS 32-60 F (B)	3	120	190	0,88
UPSD 32-60 F	2	95	180	0,86
	1	90	170	0,84



Navržená čerpadla vyhovují podmínkám a požadavkům.

## 13. Závěr

Návrh systému vytápění je vyhovující.

Celý systém byl navržen v programu RAUCAD/TechCON ze kterého jsou veškeré výstupy a na základě toho je vyhotovena projektová dokumentace, včetně technických zpráv.