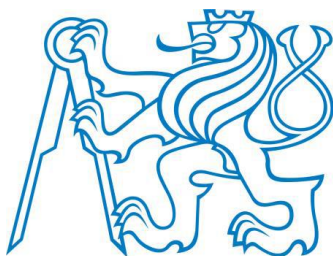


**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  
FAKULTA STAVEBNÍ**

**KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV**



**Vytápění mateřské školky**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Projekt vytápění mateřské školky**  
The projekt of heating of the kindergarten

**TECHNICKÁ ZPRÁVA**

**Bc. Mirka Hakenová**

**Vedoucí diplomové práce: Ing. Roman Musil, Ph.D.**  
**2016/2017**

# Obsah

1 Technické řešení .....	4
1.1 Účel a koncepce zařízení .....	4
1.2 Podklady pro zpracování projektu .....	4
1.3 Tepelná bilance objektu, dimenzování zařízení .....	4
1.4 Zdroj tepla a TV .....	5
1.5 Záložní zdroj tepla .....	12
1.6 Akumulační nádrž .....	14
1.7 Příprava teplé vody .....	16
1.8 Zásobník teplé vody .....	18
1.9 Návrh trojcestného ventilu .....	19
1.10 Návrh oběhových čerpadel pro jednotlivé okruhy .....	24
1.11 HVDT hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků .....	26
1.12 Návrh zabezpečovacího zařízení .....	27
1.13 Návrh pojistného ventilu .....	30
1.14 Roční výpočet potřeby tepla pro MŠ .....	31
1.15 Vytápění otopnými tělesy .....	32
1.16 Podlahové vytápění .....	35
1.17 Primární potrubí chladiva .....	40
1.18 MaR .....	40
2 Montážní podmínky, uvedení do provozu .....	40
3 Požadavky na související profese .....	41
3.1 Větrání technické místnosti .....	41
3.2 ZTI .....	41
3.3 Elektro .....	41

3.4 Stavba .....	41
4 Bezpečnostní část .....	41
5 Závěr .....	42
Příloha č. 1 Tepelný výkon - místností	
Příloha č. 2 Výpis použitých otopných těles a jejich specifikace	
Příloha č. 3 Výpis podlahových smyček a jejich specifikace	

# **1 Technické řešení**

## **1.1 Účel a koncepce zařízení**

Projekt řeší ústřední vytápění a přípravu teplé vody v novostavbě mateřské školy v obci Bílovice nad Svitavou. Jedná se o dvoupodlažní objekt. Zdrojem tepla a přípravy teplé vody bude SET tepelného čerpadla geoTHERM typu vzduch/voda od firmy Vaillant. Pro přípravu teplé vody je navržený zásobník teplé vody Logalux SU 300 (W) o objemu 300 l. Otopný systém objektu je navržen jako nucený nízkoteplotní, rozdělený na dva topné okruhy. Jeden okruh pro otopná tělesa a druhý okruh pro podlahové vytápění. Regulace je zvolena ekvitermní.

## **1.2 Podklady pro zpracování projektu**

Při zpracování tohoto projektu se vycházelo ze stavebních podkladů předaných projektantem stavby a z požadavků na instalované zařízení v prostoru MŠ.

Byly použity tyto normy:

ČSN 06 3010 - Tepelné soustavy v budovách, projektování a montáž

STN EN 12831 - Výpočet tepelného výkonu budov

ČSN 73 0540/ 2007 - Tepelná ochrana budov (říjen 2011)

ČSN 06 0320 - Tepelné soustavy v budovách - Příprava teplé vody

- Navrhování a projektování

ČSN 06 0830 - Tepelné soustavy v budovách - Zabezpečovací zařízení

a ostatní související normy a předpisy

## **1.3 Tepelná bilance objektu, dimenzování zařízení**

Výpočet tepelného výkonu je proveden pomocí návrhového programu PROTECH pro oblastní teplotu  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ , nepřerušované vytápění. Výpočet je vyhotoven pro vnitřní teploty, viz výkresová dokumentace. Výsledky výpočtu tepelného výkonu jsou uvedeny v příloze č. 1, kde je též znázorněná jednotlivá výměna vzduchu v jednotlivých prostorech. Pro výpočet tepelné ztráty objektu je u většiny místností uvažováno přirozené větrání. V místnostech JÍDELNA-HERNA (č.112, č.212), LEHÁRNA (č.113, č.213), ŠATNA (č.108, č.109), UMÝVÁRNA DĚTÍ (č.109, č.209) a WC DĚTÍ (č. 110, č.210) je uvažováno nucené větrání s účinností rekuperace 70%, které bude zajišťovat přívod čerstvého vzduchu a odvod vzduchu

znehodnoceného pro zajištění dostatečné výměny vzduchu a zároveň tepelné pohody. Pro prostor denních místností dětí je uvažována výměna vzduchu 1m<sup>3</sup>/h. Přirozeným větráním nelze zajistit požadované hodnoty.

Tepelná ztráta objektu (-15 °C)	32 kW
Výkon otopných těles	16 kW
Výkon podlahového vytápění	19 kW
Výkon ohřevu teplé vody	1,74 kW
Maximální výkon záložního zdroje – elektrický kotel Ray 21	21 kW
Výkon tepelného čerpadla (A2/W55 podle EN14511)	22kW
Topný faktor tepelného čerpadla	4,3
Parametry otopného systému	
Dispoziční tlak pro otopná tělesa	16 kPa
Dispoziční tlak pro podlahové vytápění	26,7 kPa
Hmotnostní průtok otopná tělesa	1370 kg/h
Hmotnostní průtok podlahové vytápění	1330 kg/h
Teplotní spád otopná tělesa	50/40
Teplotní spád podlahové vytápění	38/26
Maximální přetlak v otopné soustavě	300

## 1.4 Zdroj tepla a TV

Potřebný výkon pro vytápění: 32 kW

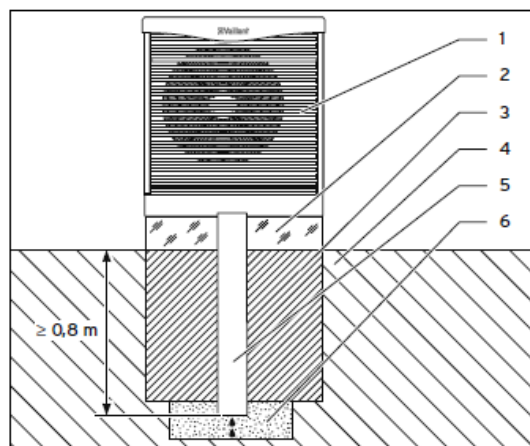
Potřebný výkon pro přípravu teplé vody: 1,74 kW

Celkový potřebný výkon zdroje: 33,74 kW

Zvolený zdroj tepla je tepelné čerpadlo vzduch/voda od firmy Vaillant - geoTHERM VWL 171/3 S o výkonu 22 kW (2/55 °C) a topném faktoru 4,3 (2/55 °C), s dvěma venkovními jednotkami VWL 10/3 SA. Výkon odpovídá 70 % tepelné ztráty objektu.

Dvě venkovní jednotky VWL 10/3 SA umístěné ve venkovním prostředí poblíž hranice pozemku v ochranné kleci z pletiva odebírají nízkopotenciální zdroj tepla ze vzduchu a vnitřní jednotka umístěná v technické místnosti, tuto energii přeměňuje na vyšší úroveň (50/40 °C). Potrubí primárního okruhu je navrženo z mědi Cu 35x1, potrubí spojuje venkovní





Obrázek 3,4: Vytvoření základu pro venkovní jednotku, venkovní jednotka otevřená - pohled zepředu, Zdroj: Vaillant.cz. *Návod k instalaci*. [online]. 7.11.2016 [cit. 2016-11-07]. Dostupné z: <http://www.vaillant.cz/downloads/n-vody/ni-vwl-1-3-s-425727.pdf>

1 Výměník tepla vzduch/solanka (venkovní jednotka)

2 Základ

3 Zhutněný štěrk

4 Zemina

5 Potrubí kondenzátu

6 Štěrkové lože v nezámrazné hloubce

#### Vybavení venkovní jednotky:

1 Odvzdušňovací ventily

2 Typový štítek

3 Elektronický box

4 Typový štítek se servisní nálepkou

5 Odmrazovač

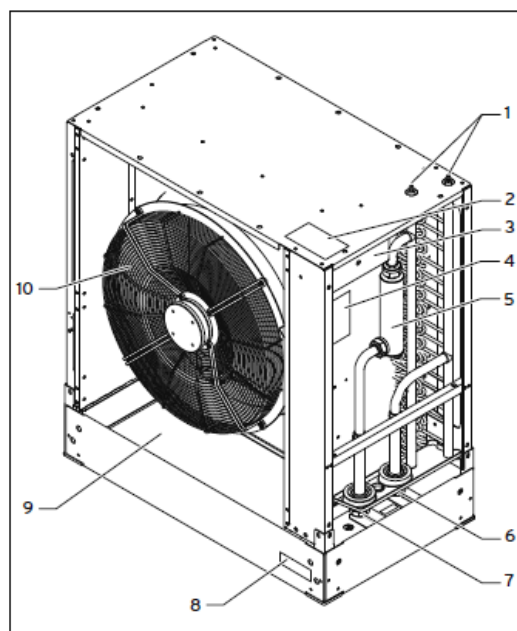
6 Od zdroje tepla k tepelnému čerpadlu (teplá solanka)

7 Od tepelného čerpadla ke zdroji tepla (studená solanka)

8 Nálepka s typovým označením

9 Vana na kondenzát

10 Ventilátor



### **Technické údaje venkovní jednotky VWL 10/3 SA:**

Jmenovité napětí: 400 V/50 Hz

Elektrický příkon max.: 6,5 kW

Vstupní teplota vzduchu (min./max.): -20/35 °C

Připojení výstupu/vstupu okruhu s nemrznoucí směsí: R 11/4

Hladina hlučnosti (A7 W35 podle EN 12102 a EN 14511): 52 dB

Výška bez přípojek: 1256 mm

Šířka: 1192 mm

Hloubka: 785 mm

Maximální délka potrubí (vzdálenost od vnitřní jednotky): 30 m

### **Vybavení vnitřní jednotky:**

1 Elektrické přípojky

2 Deska regulátoru

3 Stykače

4 Bezpečnostní omezovač teploty záložního vytápění

5 Elektrické záložní topení 6 kW

6 Kondenzátor

7 Vysokoučinné čerpadlo topného okruhu

8 Plnicí a vypouštěcí ventil topného okruhu

9 Typový štítek

10 Kompresor - Scroll

11 Expanzní ventil

12 Vana na kondenzát

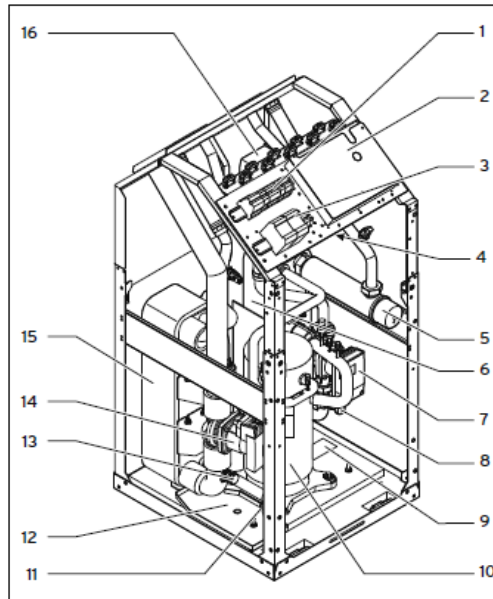
13 Plnicí a vypouštěcí ventil okruhu solanky

14 Vysokoučinné čerpadlo solanky

15 Výparník

16 Přepínací ventil topení/ohřevu zásobníku





Obrázek 5: Vnitřní jednotka otevřená - pohled zepředu, Zdroj: vaillant.cz. *Návod k instalaci*. [online]. 10. 11. 2016 [cit. 2016-11-10]. Dostupné z: <http://www.vaillant.cz/downloads/n-vody/ni-vwl-1-3-s-425727.pdf>

### **Vybavení vnitřní jednotky:**

- Ekvitermní regulátor energetické bilance se zobrazením ekologicky získávané energie
- Řízená a vysoce účinná oběhová čerpadla topení a nemrznoucí směsi
- Ventilátor EC s modulací ve venkovní jednotce
- Elektricky ovládaný trojcestný ventil (teplá/topná voda)
- Elektrické přídatné topení 6 kW
- Odmrazovač 6 kW ve venkovní jednotce
- Venkovní, akumulární a výstupní čidlo a čidlo zásobníku teplé vody
- Součástí dodávky je vyrovnávací nádoba nemrznoucí směsi s pojistným ventilem pro primární okruh

### **Technické údaje jednotky VWL 171/3 S:**

Topný výkon (A10/W35 podle EN 14511): 18,1 kW

Příkon: 4,2 kW

Topný faktor: 4,5

Topný výkon (A2/W55 ΔTK5 podle EN 14511): 22 kW

Příkon: 5,8 kW

Topný faktor: 4,3

Jmenovité napětí řídicího okruhu: 230 V/50 Hz

Jmenovité napětí kompresoru: 400 V/50 Hz

Jmenovité napětí přídavného topení: 400 V/50 Hz

Elektrický příkon oběhového čerpadla topení: 8-140 W

Elektrický příkon čerpadla nemrznoucí směsi: 16-310 W

Teplota topné větve (min./max.): 25/62 °C

Teplota okruhu zdroje tepla (min./max.): -20/20 °C

Provozní tlak topné větve: 3 bar

Provozní tlak okruhu zdroje tepla: 3 bar

Připojení výstupu/vstupu topení: G 5/4 / Ø 28 mm

Připojení výstupu/vstupu zdroje tepla: G 5/4 Ø 28 mm

Hladina hlučnosti (A7 W35 podle EN 12102 a EN 14511): 53 dB

Chladicí medium (chladiivo):

Typ: R 407 C, množství: 2,9 kg, povolený provozní tlak: 2,9 MPa

### **Kompresor:**

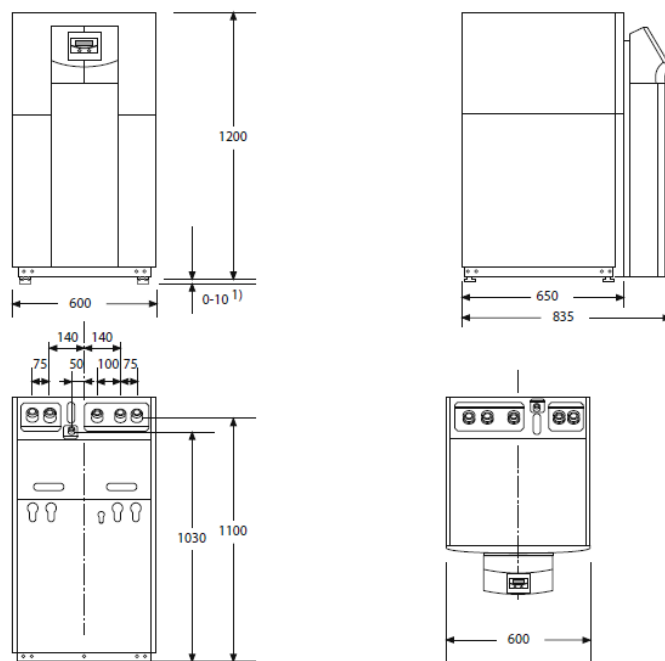
Typ: Scroll, olej, olejová náplň: Ester, 1,89 l

Rozměry tepelného čerpadla:

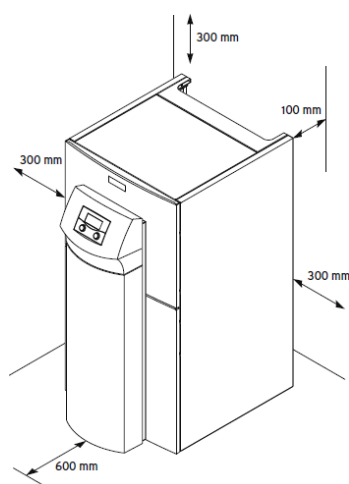
Výška: 1200 mm

Šířka: 600 mm

Hloubka: 840 mm



Obrázek 6: Schéma a rozměry geoTHERM VWL..1/3 S, Zdroj: vaillant.cz. *Návod k instalaci*. [online]. 5. 11. 2016 [cit. 2016-11-05]. Dostupné z: <http://www.vaillant.cz/downloads/n-vody/ni-vwl-1-3-s-425727.pdf>



Obrázek 7: Minimální rozměry pro instalaci vnitřní jednotky, Zdroj: Vaillant.cz. *Návod k instalaci*. [online]. 5. 11. 2016 [cit. 2016-11-05]. Dostupné z: <http://www.vaillant.cz/downloads/n-vody/ni-vwl-1-3-s-425727.pdf>

Předmětem dodávky setu není primární potrubí (potrubí propojující venkovní a vnitřní jednotku), pojistný ventil topného okruhu a teplé vody, expanzní nádoba, propojovací MaR kabely. Na výstupu z kompaktní vnitřní jednotky bude napojen hlavní okruh - měděné potrubí SUPERSAN 42x1,5. Jako expanzní zařízení dle ČSN 06 0830 „Tepelné soustavy v budovách - Zabezpečovací zařízení“ je osazena tlaková expanzní nádoba s membránou Reflex NG 35/6 o objemu 35 l (expanzní nádoba není součástí vnitřní jednotky tepelného čerpadla. Kontrolní výpočet potřebné velikosti expanzní nádoby je uveden v kapitole: 9.1.12. Návrh zabezpečovacího zařízení. Jako pojistné zařízení dle ČSN 06 0830 je bezprostředně za tepelným čerpadlem instalován pojistný ventil s otevíracím přetlakem 300 kPa, pojistný ventil není součástí vnitřní jednotky tepelného čerpadla. Návrh potřebné velikosti pojistného ventilu je uveden v kapitole 9.1.13. Návrh zabezpečovacího zařízení. Napouštění celého zařízení se bude provádět dle „Podmínek pro montáž a provoz“ vydaných výrobcem tepelného čerpadla. Hlavní okruh vytápění je navržen z měděného potrubí SUPERSAN 42 x 1,5. Hlavní okruh z vnitřní jednotky bude napojen na akumulární nádrž Regulus pro tepelná čerpadla TYP PS2F o objemu 650 l a na zásobník TUV Logalux SU 300 (W) s integrovaným výměníkem tepla o objemu 300 l. Z akumulátoru bude potrubí vedeno k výstupním větvím otopných těles a podlahového vytápění, kde se napojí na potrubí ze záložního zdroje - elektrokotel Protherm RAY 21. Okruh z elektrokotle bude řešen přes hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků HVDT a zpětné klapky.

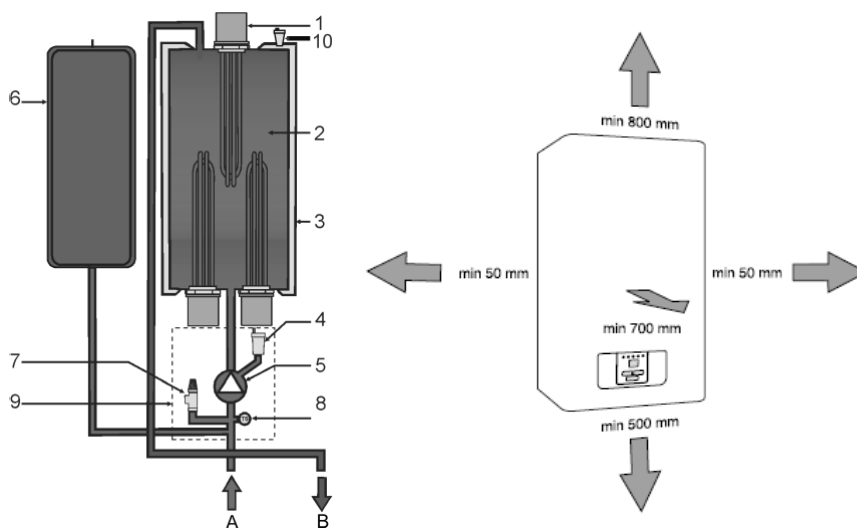
## **1.5 Záložní zdroj tepla**

Jako záložní zdroj tepla pro soustavu je zvolen závěsný elektrokotel Protherm RAY 21, výkon 2,3-21 kW s plynulou modulací výkonu, který v případě nedostatečného výkonu tepelného čerpadla bude dohřívat otopnou vodu na požadovanou teplotu. Elektrokotel je bez ekvitermního zařízení, v případě podlahového vytápění je nutno připojit bezpečnostní termostat. Nastavení teplotní spádu 50/40 °C. MaR ovládání od tepelného čerpadla. Konstrukčně je elektrokotel určený k použití v teplovodních otopných systémech s nuceným oběhem vody. Slouží k ohřevu otopné vody, která je v systému ústředního topení čerpadlem rozváděna k radiátorům nebo do podlahového vytápění. Elektrokotel je vybaven válcovým výměníkem s topnými spirálami a hydroblokem, který slučuje oběhové čerpadlo, pojistný ventil a automatický odvzdušňovací ventil. Ke kompenzaci tepelné roztažnosti otopné vody v systému slouží vestavěná 7 - litrová expanzní nádoba. Kotel je vybaven spínacím blokem se stykačem pro ovládání signálem HDO (hromadného dálkového ovládání).

Jednotlivé stupně modulace výkonu kotle podle typu kotle.

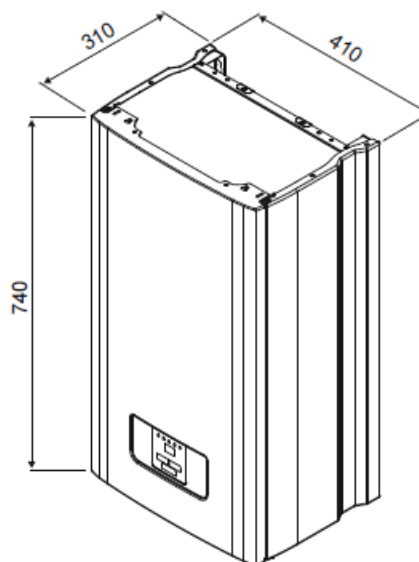
Výkon kotle	Topné články (kW)	Jednotlivé výkonové stupně (kW)												
6 kW	3 + 3	1	2	3	4	5	6							
9 kW	6 + 3	1	2	3	4	5	6	7	8	9				
12 kW	6 + 6	2	4	6	8	10	12							
14 kW	7 + 7	2,3	4,7	7	9,3	11,7	14							
18 kW	6 + 6 + 6	2	4	6	8	10	12	14	16	18				
21 kW	7 + 7 + 7	2,3	4,7	7	9,3	11,7	14	16,3	18,7	21				
24 kW	6 + 6 + 6 + 6	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	
28 kW	7 + 7 + 7 + 7	2,3	4,7	7	9,3	11,7	14	16,3	18,7	21	23,3	25,7	28	

Elektrokotel je vybaven funkcí plynulé modulace výkonu (postupného spínání výkonu), takže při zapínání elektrokotle nedochází k nežádoucím rázům v elektrorozvodné síti. Plynulá modulace výkonu kotle spočívá v postupném spínání nebo odpojení jednotlivých topných spirál a jejich částí.



Obrázek 8,9,10: Pracovní schéma kotle, minimální montážní vzdálenost, připojovací rozměry kotle, Zdroj: protherm.cz. *Projekční podklady 4.1 RAY, ver. 5 Závěsné elektrokotle RAY.* [online]. 5. 11. 2016 [cit. 2016-11-5]. Dostupné z: <http://www.protherm.cz/files/products/kotel-ray/pp-4-1-ver-5-ray-v13-577831.pd>

- 1 Topné spirály
- 2 Výměník
- 3 Izolace
- 4 Automatická odvěšňovací ventil
- 5 Čerpadlo
- 6 Expanzní nádoba
- 7 Pojistný ventil



- 8 Snímač tlaku otopné vody
- 9 Integrovaný hydraulický blok
- 10 Manuální odvzdušňovací ventil výměníku
- A Vstup otopné vody
- B Výstup otopné vody

## 1.6 Akumulační nádrž

Tepelné čerpadlo typu vzduch/voda, je vhodné zapojit do systému přes akumulaci nádrž, která má několik funkcí. Hydraulické oddělení okruhu zdroje tepla od okruhu spotřeby. Odděluje průtok tepelným čerpadlem a průtok otopnou soustavou. Správně dimenzovaná akumulaci nádrž obsahuje dostatečné množství topné vody pro odtávání tepelného čerpadla vzduch/voda - ochrana proti zamrznutí. Správně dimenzovaná akumulaci nádrž obsahuje dostatečné množství topné vody k zamezení cyklování provozu tepelného čerpadla při nepříznivých podmínkách v závislosti na aktuální potřebě tepla. Dochází tak ke snížení četnosti spínání kompresoru a tím k přispívání prodloužení jeho životnosti. To se uplatní především v případě tepelných čerpadel bez modulace výkonu kompresoru.

### Návrh objemu akumulátoru - běžná velikost 15-30 l/kW:

$$V = k * Q_z \text{ [kW]}$$

V<sub>a</sub> ...aktivní objem topné vody ve vytápěcím systému [l]

k...konstanta (minimální doporučená hodnota 15-30)

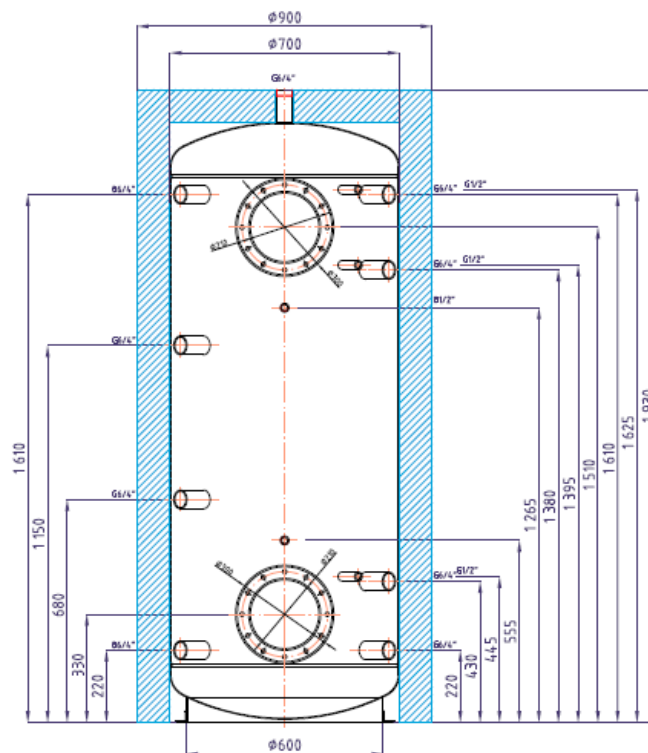
Q<sub>z</sub>...jmenovitý topný výkon tepelného čerpadla při podmínkách A2/W55 [kW]

$$V = (15 \text{ až } 30) * 22 = 330 \text{ až } 650 \text{ l} \approx 650 \text{ l}$$

Navržena akumulaci nádrž PS2F 650 N, která je určena pro akumulaci a následnou distribuci tepelné energie z tepelného čerpadla.



Obrázek 11: Akumulační nádrž Regulus PSF2 650 N, Zdroj: Regulus.cz. *Akumulační nádrž Regulus SPF2 650 N.* [online]. 8.12.2016 [cit. 2016-12-8]. Dostupné z: <http://www.regulus.cz/cz/akumulacni-nadrz-ps2f-500-n>



Obrázek 12: Akumulační nádrž Regulus SPF2 650 N, Zdroj: Regulus.cz. *Akumulační nádrž Regulus SPF2 650 N.* [online]. 8.12.2016 [cit. 2016-12-8]. Dostupné z: <http://www.regulus.cz/download/tech-listy/cz/technicky-list-ps2f-500-n.pdf>

### **Technické údaje akumulární nádrže:**

Objem: 661 l

Celkový objem kapaliny v nádrži: 650 l

Průměr: 700 mm

Maximální provozní teplota v nádrži: 95 °C

Maximální provozní tlak v nádrži: 4 bar

Hmotnost prázdné nádrže: 90 kg

Klopná výška při sundané izolaci: 1970 mm

Tloušťka izolace z měkké polyuretanové pěny: 100 mm

### **1.7 Příprava teplé vody**

Zásobníkový ohřev (nepřímý ohřev TV akumulacním způsobem)

#### **Denní potřeba teplé vody:**

Počet osob: 54 děti + 4 učitelky + 1 kuchařka + 1 uklízečka = 54 dětí + 7 dospělých

Celkem: 61 osob

$V_o = 61 * 0,002$  (mytí rukou) +  $3 * 0,025$  (sprcha) = 0,197 m<sup>3</sup>

Mytí nádobí – pouze výdej jídel (na počet jídel) = 61 jídel

$V_n = 61 * 0,001 = 0,061$  m<sup>3</sup>

Mytí podlahy + úklid (20 l/100 m<sup>2</sup> podlahové plochy) cca 370 m<sup>2</sup>

$V_p = 0,02 * 3,7 = 0,074$  m<sup>3</sup>

Celkem  $V_{2P} = 0,332$  m<sup>3</sup>

#### **Teplo odebrané**

$Q_{2t} = \rho * c * V_{2P} * (t_{TV} - t_{SV})$

$Q_{2t} = 1,163 * 0,332 * (50 - 10) = 17,38$  kWh

$\rho$  ... měrná hmotnost vody (1000 kg/m<sup>3</sup>)

$c$  ... měrná tepelná kapacita vody (4,182 kJ/kg K = 4182 J/kg K)

$t_{TV}$  ... teplota teplé vody (50 °C)

$t_{SV}$  ... teplota studené vody (10 °C)

$V_{2P}$  ... celková denní potřeba teplé vody [m<sup>3</sup>/den]



### Teplo ztracené (cirkulace)

$$Q_{2z} = Q_{2t} * z = 17,38 * 0,3 = 5,2 \text{ kWh}$$

Teplo celkem

$$Q_{2p} = Q_{2t} + Q_{2z} = 17,38 + 5,2 = 22,58 \text{ kWh}$$

Čas [h]	Podíl [%]	Množství odebraného tepla [kWh]	Množství celkového tepla [kWh]
6-11	15%	2,61	3,39
11-15	65%	11,3	14,68
15-17	20%	3,47	4,51

$$6-11 \text{ hod } 15 \% \quad Q_{2t} = 0,15 * 17,38 = 2,6 \text{ kWh}$$

$$11-15 \text{ hod } 65 \% \quad Q_{2t} = 0,65 * 17,38 = 11,3 \text{ kWh}$$

$$\text{Od počátku ohřevu } 2,6 + 11,3 = 13,9 \text{ kWh}$$

$$15-17 \text{ hod } 20 \% \quad Q_{2t} = 0,2 * 17,38 = 3,48 \text{ kWh}$$

$$\text{Od počátku ohřevu } 2,6 + 11,3 + 3,48 = 17,38 \text{ kWh}$$

$$Q_{1p} = Q_{2p} = Q_{2t} + Q_{2z} = 17,38 + 5,2 = 22,58 \text{ kWh}$$

Viz obrázek - Křivka odběru a dodávky tepla

### Velikost zásobníku

$$V_z = \Delta Q_{\max} / (1,163 * \Delta t) = 14,12 / (1,163 * 45) = 0,269 \text{ m}^3 = 269 \text{ l}$$

Jmenovitý výkon ohřevu

$$Q_{1n} = (Q_{1t})_{\max} = 22,58 / 13 = 1,74 \text{ kWh (od 5.00 do 18.00)}$$

Potřebná teplosměnná plocha (80/60)

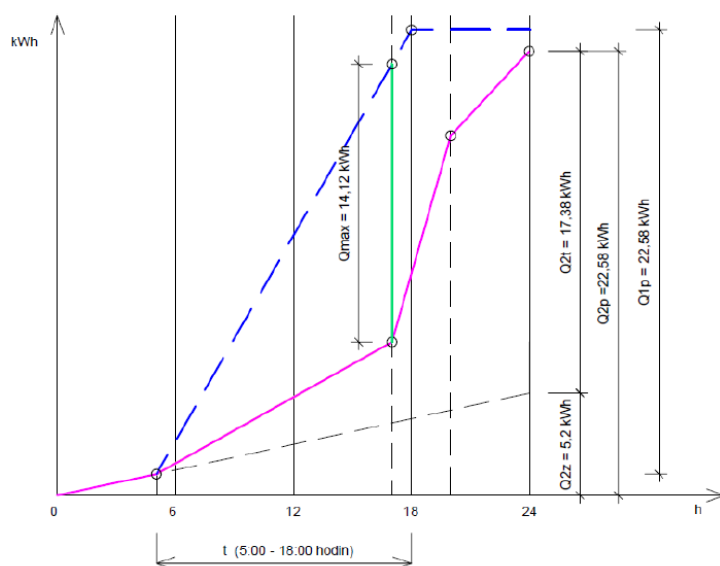
$$\Delta t = (T_1 - t_2) - (T_2 - t_1) / \ln [(T_1 - t_2) / (T_2 - t_1)] = (80 - 50) - (60 - 10) / \ln [(80 - 50) / (60 - 10)]$$

$$\Delta t = -25 / -0,69 = 36,07$$

$$A = (Q_{1n} * 103) / (U * t) = 1736,9 / (420 * 36,07) = 0,115 \text{ m}^2$$

U = součinitel prostupu tepla teplosměnné plochy

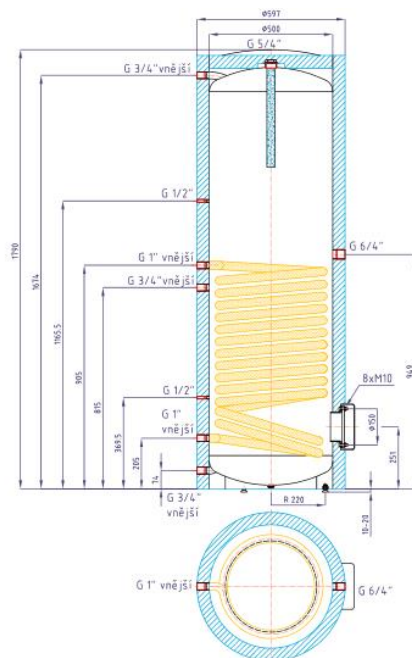
$$U = 420 \text{ W} / (\text{m}^2 * \text{K})$$



Obrázek 13: Křivka odběru a dodávky tepla

## 1.8 Zásobník teplé vody

Zvolený zásobníkový ohřivač Regulus zásobník RDC 300 s integrovaným výměníkem tepla.



Obrázek 14: Rozměry zásobníku RDC 300, Zdroj: regulus.cz. Zásobníkový ohřivač vody Regulus RDC 300. [online]. 10. 12. 2016 [cit. 2016-12-10]. Dostupné z:

<http://www.regulus.cz/download/tech-listy/cz/technicky-list-rdc-300-cz.pdf>

### Technické údaje zásobníku:

Celkový objem kapalin v zásobníku: 297 l

Objem teplé vody v zásobníku: 287 l

Objem kapaliny ve výměníku: 10 l

Teplosměnná plocha výměníku: 1,5 m<sup>2</sup>

Průměr: 597 mm

Výška: 1790 mm

Maximální provozní teplota v zásobníku: 95 °C

Maximální provozní teplota ve výměníku: 110 °C

Hmotnost prázdného zásobníku: 114 kg

Maximální provozní tlak v zásobníku: 10 bar

Maximální provozní tlak ve výměníku: 10 bar



Obrázek 15: Zásobník RDC 300 , Zdroj: regulus.cz. *Zásobníkový RDC 300*. [online].

10. 12. 2016 [cit. 2016-12-10]. Dostupné z: <http://www.regulus.cz/cz/zasobnik-rdc-300>

### 1.9 Návrh trojcestného ventilu

Přibližný výpočet trojcestného ventilu :

$P_v$  - autorita ventilu = podíl celkové tlakové ztráty zcela otevřeného ventilu k tlakové ztrátě části otopné soustavy s proměnným průtokem

Podmínka...  $P_v \geq 0,7$

$$\Delta p_{var} = 1 * \lambda/d * \frac{1}{2} * \rho * w^2$$

$$\Delta p_{var} = 2,4 * 0,026/0,042 * \frac{1}{2} * 983 * 0,4^2 = 116 \text{ Pa}$$

l...délka úseku

$\lambda$ ...součinitel tření pro turbulentní proudění

d...průměr potrubí [m] (0,042 m)

$\rho$ ...hustota vody [kg/m<sup>3</sup>]

w...rychlost proudění [m/s]

$$Re = (w * d)/ \nu$$

$$Re = (0,4 * 0,042)/(1,06 * 10^{-6}) = 15 850,4$$

Re...Reynoldsovo číslo (vyjadřuje způsob proudění tekutiny v potrubí)

w...rychlost proudění [m/s]

d...průměr potrubí v [m] (0,042 m)

$$\lambda = 0,3164 * Re^{-0,25}$$

$$\lambda = 0,3164 * 15\,850,4^{-0,25} = 0,026$$

$$\Delta p_v = P_v * [(\Delta P_{var} + \Sigma \Delta p) / (1 - P_v)]$$

$$\Delta p_v = 0,7 * [(90 + 1401) / (1 - 0,7)] = 3479 \text{ Pa} = 3,5 \text{ kPa}$$

$\Delta p_v$ ...tlaková ztráta trojcestného ventilu při 100% otevření

$P_v$ ...požadovaná autorita ventilu

$\Delta p_{var}$ ...tlaková ztráta úseku s proměnným průtokem

$\Sigma \Delta p$ ...tlaková ztráta regulačních ventilů:

- kulový kohout s filtrem – FILTR BALL IVAR.51F 1", 86 Pa

- kulový uzávěr - VODA PERFECTA FIV.8363 1", 5 Pa

- mezipřírubová motýlová zpětná klapka BRA.D6.031 DN 50, 530 Pa

- směšovací ventil třícestný IVAR.MIX 3 - 5/4" - Kv 6 - 10 Nm, 780 Pa

$$K_{vs} = V * \sqrt{(\Delta p_o / \Delta p_v)}$$

$$K_{vs} = (2600/983) * \sqrt{(100/3,5)} = 13,2$$

Volím Kv 12 m<sup>3</sup>/h

V...průtok příslušným okruhem [m<sup>3</sup>/h]

$\Delta p_o$ ...nominální tlaková ztráta při měřeném průtoku 100 kPa

$\Delta p_v$ ...tlaková ztráta trojcestné armatury [kPa]

Výpočet skutečné ztráty trojcestného směšovacího ventilu:

$$\Delta p_v = (V^2 * \Delta p_o) / K_v^2$$

$$\Delta p_v = [(1600/983)^2 * 100] / 12^2 = 6 \text{ kPa}$$

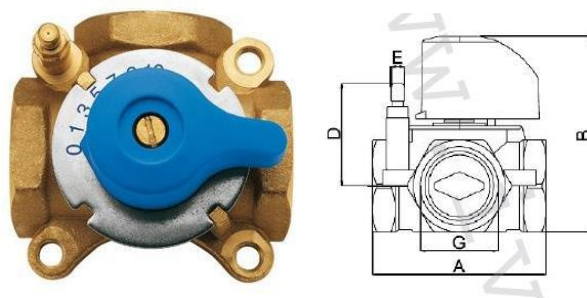
Výpočet skutečné autority ventilu:

$$P_v = \Delta p_v / (\Delta P_{var} + \Sigma \Delta p + \Delta p_v)$$

$$P_v = 6 / (0,09 + 1,4 + 6) = 0,8 \geq 0,7 \text{ Vyhoví}$$

Volím směšovací ventil třícestný IVAR.MIX3 - 5/4", Kv 12

Rozměry 2": A: 82 mm, B: 90 mm, D: 44 mm, E: 6 mm



Obrázek 16,17: Směšovací ventil třicestný - IVAR.MIX 3 , Zdroj: ivarcs.cz. *Směšovací ventil třicestný IVAR.MIX 3.* [online]. 2.1.2017 [cit. 2017-01-02]. Dostupné z: <http://www.ivarcs.cz/cz/smesovaci-ventil-tricestny-ivar-mix-3>

### Technické údaje:

Krouticí moment servopohonu: 10 Nm

Maximální provozní tlak statický: 10 bar

Maximální vstupní teplota: 120 °C

Materiál: tělo a rotor ventilu mosaz CW617N, velikost 5/4" mosaz CW753S, těsnění EPDM, podložka s vyobrazením nastavení nerez AISI 304, ovládací hlava PA + 30 % skelných vláken

Přibližný výpočet trojcestného ventilu pro **větev otopných těles**:

$P_v$  - autorita ventilu = podíl celkové tlakové ztráty zcela otevřeného ventilu k tlakové ztrátě části otopné soustavy s proměnným průtokem

Podmínka... $P_v \geq 0,7$

$$\Delta p_{var} = l * \lambda / d * \frac{1}{2} * \rho * w^2$$

$$\Delta p_{var} = 2,4 * 0,026 / 0,035 * \frac{1}{2} * 983 * 0,41^2 = 147 \text{ Pa}$$

l...délka úseku

$\lambda$ ...součinitel tření pro turbulentní proudění

d...průměr potrubí [m] (0,035 m)

$\rho$ ...hustota vody [kg/m<sup>3</sup>]

w...rychlost proudění [m/s]

$$Re = (w * d) / \nu$$

$$Re = (0,41 * 0,035) / 1,06 * 10^{-6} = 14 \text{ 350}$$

Re...Reynoldsovo číslo (vyjadřuje způsob proudění tekutiny v potrubí)

w...rychlost proudění [m/s]

d...průměr potrubí v [m] (0,035 m)

$$\lambda = 0,3164 * Re^{-0,25}$$

$$\lambda = 0,3164 * 14\,350^{-0,25} = 0,03$$

$$\Delta p_v = P_v * [(\Delta P_{var} + \Sigma \Delta p) / (1 - P_v)]$$

$$\Delta p_v = 0,7 * [(147 + 1822) / (1 - 0,7)] = 4461 \text{ Pa} = 4,5 \text{ kPa}$$

$\Delta p_v$ ...tlaková ztráta trojcestného ventilu při 100% otevření

$P_v$ ...požadovaná autorita ventilu

$\Delta p_{var}$ ...tlaková ztráta úseku s proměnným průtokem

$\Sigma \Delta p$ ...tlaková ztráta regulačních ventilů:

- kulový kohout s filtrem – FILTR BALL IVAR.51F 2", 980 Pa

- kulový uzávěr - VODA PERFECTA FIV.8363 1", 12 Pa

- mezipřírubová motýlová zpětná klapka BRA.D6.031 DN 50, 530 Pa

- směšovací ventil třícestný IVAR.MIX 3 - 3/4" -  $K_v$  6 - 5 Nm, 780 Pa

$$K_{vs} = V * \sqrt{(\Delta p_o / \Delta p_v)}$$

$$K_{vs} = (1370/983) * \sqrt{(100/4,5)} = 6,6$$

Volím  $K_v$  6 m<sup>3</sup>/h

V...průtok příslušným okruhem [m<sup>3</sup>/h]

$\Delta p_o$ ...nominální tlaková ztráta při měřeném průtoku 100 kPa

$\Delta p_v$ ...tlaková ztráta trojcestné armatury [kPa]

Výpočet skutečné ztráty trojcestného směšovacího ventilu:

$$\Delta p_v = (V^2 * \Delta p_o) / K_v^2$$

$$\Delta p_v = [(1370/983)^2 * 100] / 6^2 = 5,4 \text{ kPa}$$

Výpočet skutečné autority ventilu:

$$P_v = \Delta p_v / (\Delta P_{var} + \Sigma \Delta p + \Delta p_v)$$

$$P_v = 6 / (0,09 + 1,822 + 6) = 0,75 \geq 0,7 \text{ Vyhoví}$$

Volím směšovací ventil třícestný IVAR.MIX3 - 3/4",  $K_v$  6

Rozměry 2": A: 76 mm, B: 85 mm, D: 44 mm, E: 6 mm

Přibližný výpočet trojcestného ventilu pro **větev podlahového vytápění**:

$P_v$  - autorita ventilu = podíl celkové tlakové ztráty zcela otevřeného ventilu k tlakové ztrátě části otopné soustavy s proměnným průtokem

Podmínka...  $P_v \geq 0,7$

$$\Delta p_{var} = l * \lambda / d * \frac{1}{2} * \rho * w^2$$

$$\Delta p_{var} = 2,4 * 0,026 / 0,030 * \frac{1}{2} * 983 * 0,42^2 = 160 \text{ Pa}$$

$l$ ...délka úseku

$\lambda$ ...součinitel tření pro turbulentní proudění

$d$ ...průměr potrubí [m] (0,030 m)

$\rho$ ...hustota vody [kg/m<sup>3</sup>]

$w$ ...rychlost proudění [m/s]

$$Re = (w * d) / \nu$$

$$Re = (0,42 * 0,030) / 1,06 * 10^{-6} = 11\,880$$

$Re$ ...Reynoldsovo číslo (vyjadřuje způsob proudění tekutiny v potrubí)

$w$ ...rychlost proudění [m/s]

$d$ ...průměr potrubí  $v$  [m] (0,030 m)

$$\lambda = 0,3164 * Re^{-0,25}$$

$$\lambda = 0,3164 * 11\,880^{-0,25} = 0,026$$

$$\Delta p_v = P_v * [(\Delta P_{var} + \Sigma \Delta p) / (1 - P_v)]$$

$$\Delta p_v = 0,7 * [(160 + 1822) / (1 - 0,7)] = 4624 \text{ Pa} = 4,6 \text{ kPa}$$

$\Delta p_v$ ...tlaková ztráta trojcestného ventilu při 100% otevření

$P_v$ ...požadovaná autorita ventilu

$\Delta p_{var}$ ...tlaková ztráta úseku s proměnným průtokem

$\Sigma \Delta p$ ...tlaková ztráta regulačních ventilů:

- kulový kohout s filtrem – FILTR BALL IVAR.51F 2", 980 Pa
- kulový uzávěr - VODA PERFECTA FIV.8363 1", 12 Pa
- mezipřírubová motýlová zpětná klapka BRA.D6.031 DN 50, 530 Pa
- směšovací ventil třícestný IVAR.MIX 3 - 3/4"- Kv 6 - 5 Nm, 780 Pa

$$K_{vs} = V * \sqrt{(\Delta p_o / \Delta p_v)}$$

$$K_{vs} = (1320 / 983) * \sqrt{(100 / 4,5)} = 6,5$$

## Volím Kv 6 m3/h

V...průtok příslušným okruhem [m3/h]

$\Delta p_o$ ...nominální tlaková ztráta při měřeném průtoku 100 kPa

$\Delta p_v$ ...tlaková ztráta trojcestné armatury [kPa]

Výpočet skutečné ztráty trojcestného směšovacího ventilu:

$$\Delta p_v = (V^2 * \Delta p_o) / K_v^2$$

$$\Delta p_v = [(1320/983)^2 * 100] / 6^2 = 5,5 \text{ kPa}$$

Výpočet skutečné autority ventilu:

$$P_v = \Delta p_v / (\Delta P_{var} + \Sigma \Delta p + \Delta p_v)$$

$$P_v = 6 / (0,09 + 1,822 + 6) = 0,75 \geq 0,7 \text{ Vyhoví}$$

Volím směšovací ventil třícestný IVAR.MIX3 - 3/4", Kv 6

Rozměry 2": A: 76 mm, B: 85 mm, D: 44 mm, E: 6 mm

### **1.10 Návrh oběhových čerpadel pro jednotlivé okruhy**

#### **Okruh otopných těles**

Vstupní hodnoty:

Požadovaný tlak: 14 kPa

Průtok: 1,4 m3/h

#### **Tlakové ztráty kryté čerpadlem:**

Tlaková ztráta okruhu vytápění otopnými tělesy- 13 kPa

4500 Pa - SMĚŠOVACÍ VENTIL TŘÍCESTNÝ IVAR.MIX 3 - 3/4" - Kv 6 - 5 Nm

86 Pa - KULOVÝ KOHOUT S FILTREM - FILTR BALL IVAR.51F 1"

86 Pa - KULOVÝ KOHOUT S FILTREM - FILTR BALL IVAR.51F 1"

5 Pa - KULOVÝ UZÁVĚR VODA PERFECTA FIV.8363 1"

125 Pa - MEZIPŘÍRUBOVÁ ZPĚTNÁ KLAPKA NEREZ BRA.W6.626

20 Pa - VYPOUŠTĚCÍ KULOVÝ KOHOUT S PÁČKOU IVAR.EURO M 3/4"

Volím oběhové čerpadlo MAGNA 25 - 40 230V PN10 180 mm



**Technické údaje:**

Maximální teploty kapaliny: 95 °C

Maximální provozní tlak: 10 bar

Těleso čerpadla: litina, EN-JL 1040

Oběžné kolo: kompozit , PES

Okolní teplota max.: 40 °C

Potrubií přípojka: G 1 ½

Vzdálenost mezi sacím a výtlačným hrdlem: 180 mm

Příkon: 10-37 W



Obrázek 19: MAGNA 25 - 40 , Zdroj: cerpadla-neptun.cz. MAGNA 25-40. [online]. 20. 5. 2016 [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: [http://www.cerpadla-neptun.cz/foto/man\\_produkty.html?im=man1\\_1325760091147.pdf](http://www.cerpadla-neptun.cz/foto/man_produkty.html?im=man1_1325760091147.pdf)

**Okruh podlahového vytápění**

Vstupní hodnoty:

Požadovaný tlak: 26 kPa

Průtok: 1,32 m<sup>3</sup>/h

**Tlakové ztráty kryté čerpadlem:**

Tlaková ztráta okruhu podlahového vytápění – 1,3 kPa

4600 Pa - SMĚŠOVACÍ VENTIL TŘÍCESTNÝ IVAR.MIX 3 - 3/4" - Kv 6 - 5 Nm

980 Pa - KULOVÝ KOHOUT S FILTREM - FILTR BALL IVAR.51F 2"

980 Pa - KULOVÝ KOHOUT S FILTREM - FILTR BALL IVAR.51F 2"

12 Pa - KULOVÝ UZÁVĚR VODA PERFECTA FIV.8363 2"

530 Pa - MEZIPŘÍRUBOVÁ MOTÝLOVÁ ZPĚTNÁ KLAPKA BRA.D6.031

25 Pa - KULOVÝ KOHOUT S VYPOUŠTĚNÍM R250DS GIACOMINI 2"

Volím oběhové čerpadlo MAGNA 25 - 40 230V PN10 180 mm

### **1.11 HVDT hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků**

- Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků odděluje otopnou soustavu od kotlového okruhu bez zásahu do hydraulické stability kotlového okruhu
- Díky osazení HVDT se vyruší přebytek dynamického tlaku oběhových čerpadel kotlového okruhu přenášený do otopné soustavy, a tím se zajistí vytvoření hydraulické stability otopné soustavy
- Průtok vody kotlovým okruhem není ovlivněn otopnou soustavou

Návrh HDVT:

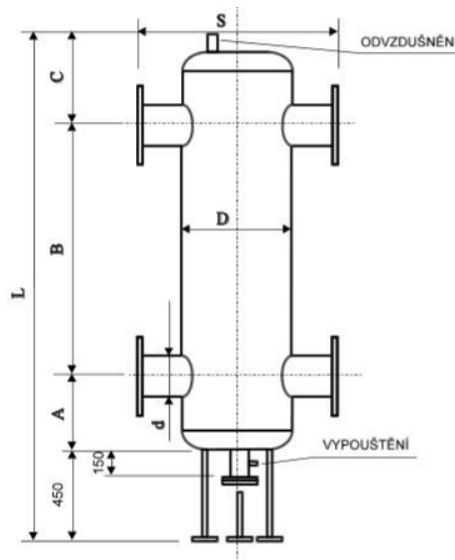
Výrobce udává doporučení, že pro správnou funkci hydraulického vyrovnávače dynamických tlaků by měl být průtok kotlovým okruhem o 5-10 % větší než průtok otopnou soustavou.

Hmotnostní průtok soustavou:

okruh podlahového vytápění + okruh vytápění tělesy  
= 1330 kg/h + 1370 kg/h = 2700 kg/h  $\approx$  2,74 m<sup>3</sup>/h... + 5-10%  $\approx$  3 m<sup>3</sup>/h

Volím HVDT 2“ od výrobce AQUA product:

Technická data		HVDT II
Průtok	m <sup>3</sup> /h	8
Závitové přip.	G	-
Přírubové přip.	DN	65
Průměr tělesa D	mm	159
Průměr hrdla d	mm	76
Rozměr A	mm	120
Rozměr B	mm	500
Rozměr C	mm	130
Výška L	mm	1200
Rozměr S	mm	400
Hmotnost	kg	35
<b>Objednací číslo</b>		<b>10.2.2.1</b>



Obrázek 20,21: HVDT, Zdroj: aquaproduct.cz. 10.2 HVDT hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků. [online]. 25. 4. 2016 [cit. 2016-25-04]. Dostupné z: <http://www.aquaproduct.cz/hvdt-hydraulicky-vyrovnavač-dynamických-tlaku-p>

HVDT je možno upevnit na zeď nebo na vodorovnou plochu. V horním dně je hydraulický vyrovnávač vybaven automatickým odvzdušňovacím ventilem. Plní tak funkci odlučovače vzduchu a plynů z protékající vody. Hydraulický vyrovnávač rovněž zachycuje kaly. Pro jejich odkalení je ve spodním dně instalována odkalovací armatura.

## 1.12 Návrh zabezpečovacího zařízení

### Objem vody v soustavě:

Vot - Otopná tělesa 273 dm<sup>3</sup>

Vpodl - Podlahové vytápění 295 dm<sup>3</sup>

Vaku - Akumulační nádoba 650 dm<sup>3</sup>

$V_o = V_{ot} + V_{podl} + V_{aku}$

$V_o = 273 + 295 + 650 = 1218 \text{ dm}^3$

### Expanzní objem:

$V_e = 1,3 * V_o * n$

$V_e \dots \text{expanzní objem [dm}^3\text{]}$

$V_o$ ...objem vody v soustavě [dm<sup>3</sup>]

$n$ ...součinitel zvětšení objemu (0,0141)

$$V_e = 1,3 * 1218 * 0,0141 = 22,33 \text{ l}$$

**Nejnižší pracovní přetlak soustavy:**

$$p_d \geq h * \rho * g$$

$$p_d \geq 5 * 1000 * 9,81 * 10^{-3} \geq 19,62 \text{ kPa}$$

volím 30 kPa

**Plnicí tlak:**

$$p_p \geq (h * \rho * g) + 30$$

$$p_p \geq (5 * 1000 * 9,81 * 10^{-3}) + 30 = 54 \text{ kPa}$$

**Nejvyšší pracovní přetlak soustavy:**

$$P_{h,dov} \leq p_k - (h_m R * \rho * g * 10^{-3})$$

$p_k$ ...přetlak, na které je nastaveno pojistné zařízení (300 kPa)

$$P_{h,dov} \leq 300 - (5 * 1000 * 9,81 * 10^{-3}) \leq 300 - 19,62 \leq 280,38 \text{ kPa}$$

Volím 250 kPa

Nejmenší potřebná velikost expanzní nádoby: (vlastní výpočet na TZB info: 32,9 l)

Výkon zdroje tepla - pojistný výkon  $Q_p = 32$  kW

Maximální teplota otopné vody  $t_{max} = 50$  °C

Součinitel zvětšení objemu  $n = 0.0118$  ???  
při ( $t_{max} - 10$  °C)

Zadejte nejnižší z těchto prvků soustavy

	Konstrukční přetlak $p_{rx}$	Výška nad MR $h_{MR}$
Čerpadlo	300 kPa	0 m
Kotel	300 kPa	0 m
Otopná tělesa	1000 kPa	5 m
Jiné zařízení	300 kPa	2 m

Konstrukční přetlak soustavy (v MR)  $p_k = 300$  kPa ???

Výška nejvyššího bodu otopné soustavy  $h = 4,5$  m ???

Nejnižší pracovní přetlak soustavy  $p_d = 50$  kPa ???

Nejvyšší pracovní přetlak soustavy  $p_{h,dov} = 250$  kPa ???

Nejnižší přetlak soustavy  $p_{d,dov} = 49$  kPa ???

$p_d > p_{d,dov} \Rightarrow$  VYHOVUJE

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

Vodní objem otopné soustavy

Kotel  $V_k = 0$  l

Potrubi  $V_p = 385$  l ???

Otopná tělesa  $V_{OT} = 188$  l ???

Ostatní zařízení  $V_{ost} = 650$  l

$V = V_k + V_p + V_{OT} + V_{ost} = 1223$  l ???

Výsledky

Vypočítaný objem expanzní tlakové nádoby  $V_{et} = 32,9$  l ???

Vnitřní průměr pojistného potrubí  $d_v = 13,39$  mm ???

Obrázek 22: Výpočet expanzní nádoby, Zdroj: Vytapeni.tzb-info.cz. *Tabulky a výpočty*. [online]. 22. 12. 2016 [cit. 2016-12-22]. Dostupné z: <http://vytapeni.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/60-tlakova-expanzni-nadoba>

Navržená expanzní nádoba má objem 35 l. Typ Reflex NG 35/6 pro uzavřené soustavy topení a chlazení. Závitové připojení. Zalisovaná, nevyměnitelná membrána. Membrána podle DIN EN 13 831. Schválení podle směrnice pro tlaková zařízení 97/23/EG.

### Technické údaje:

Nejvyšší dovolený přetlak: 6 bar

Teplota na membránu: do 70 °C.

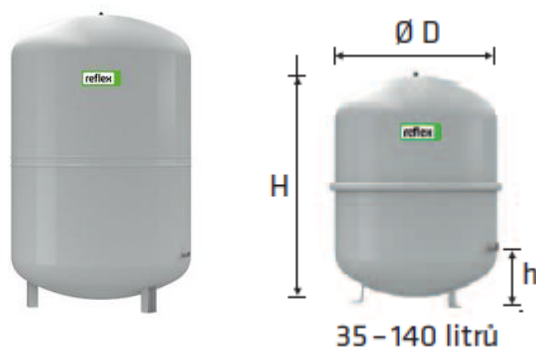
Hmotnost: 4,8 kg

Ø D: 354 mm

H: 460 mm

h: 130 mm

Přetlak plynu: 1,5 bar



Obrázek 23: Nádoba Reflex NG, Zdroj: reflexcz.cz. *Expanzní nádoby Reflex NG a N.* [online]. 2. 12. 2016 [cit. 2016-12-02]. Dostupné z: <http://www.reflexcz.cz/cz/expanzni-nadoby-reflex-ng-a-n>

### 1.13 Návrh pojistného ventilu

Výrobce tepelného čerpadla udává požadavek na umístění pojistného přetlakového ventilu ve výstupu topného kruhu, bezprostředně za tepelným čerpadlem. Minimální DN 20, otevírací tlak 3 bar. Navržen je pojistný ventil pro topení IVAR.PV 527, pojistný ventil pro topení - 1" F x 5/4" F - 3 bar.



Obrázek 24: Pojistný ventil IVAR PV, Zdroj: ivarcs.cz. *Pojistný ventil pro topení IVAR.PV 527.* [online]. 4. 5. 2016 [cit. 2016-05-04]. Dostupné z: <http://www.ivarcs.cz/cz/pojistny-ventil-pro-topeni-ivar-pv-527>

**Technické údaje:**

Maximální provozní tlak: 10 bar

Rozsah provozní teploty: +5 °C až +110 °C

Otevírací tlak: 3 bar

Maximální otevírací tlak Pset: +10 %

Minimální uzavírací tlak: Pset: -20 %

Materiál: tělo mosaz CB753S dle UNI EN 1982, kryt mosaz CW617N dle UNI EN 12165, ovládací vřeteno mosaz CW614N dle UNI EN 12164, pružina ocel UNI EN 12270-1, ovládací hlava plast PA6G20, těsnění a membrána EPDM

Rozměr 1" F x 5/4":

Ø výstupního otvoru: 25 mm

Výtokový součinitel  $\alpha_w$ : 0,88

**1.14 Roční výpočet potřeby tepla pro MŠ**

Je součtem potřeby tepla na vytápění a ohřev teplé užitkové vody.

$Q_c = Q_{TOP} + Q_{TUV}$  [kWh/rok]

$Q_{TOP}$ ...potřeba tepla pro topení

$Q_{TUV}$ ...potřeba tepla pro teplou užitkovou vodu

**Výpočet potřeby tepla pro topení:**

$D = d * (t_{im} - t_{em})$  denostupňů

$D = 242 (19 - 3,6) = 3726,8$  denostupňů

d...počet dní topné sezony (242 dní)

$t_{im}$ ...průměrná vnitřní teplota (19 °C)

$t_{em}$ ...průměrná venkovní teplota topné sezony (3,6 °C)

$Q_{TOP} = (24 * Q_H * D * \epsilon) / (t_i - t_e)$  [kWh/rok]

$Q_{TOP} = (24 * 32 * 3726,8 * 0,8) / (19+15) = 67\,345,47$  kWh/rok

$Q_H$ ...tepelná ztráta objektu (32 kW)

D...počet denostupňů (242 dní)

$\epsilon$ ...opravný součinitel na snížení teploty, zkrácení doby vytápění, nesoučasnost, tepelné ztráty infilrací [-]

$t_i$ ...vnitřní výpočtová teplota (19 °C)

$t_e$ ...vnější výpočtová teplota (-15 °C)

### **Výpočet potřeby tepla pro ohřev teplé užitkové vody:**

$$QTUV = Q_{2t} * d + 0,8 * Q_{2t} * (55 - t_{svl} / 55 - t_{svz}) * (N - d)$$

$$QTUV = 17,38 * 242 + 0,8 * 17,38 * 8/9 * (365 - 242) = 5\,726,1 \text{ kWh / rok}$$

Q<sub>2t</sub>...denní potřeba tepla na ohřev teplé vody

d...počet dnů otopného období v roce (242dnů)

0,8...součinitel zohledňující snížení potřeby TV v létě

t<sub>svl</sub>... teplota studené vody v létě (15 °C)

t<sub>svz</sub>... teplota studené vody v zimě (5 až 10 °C)

N... počet pracovních dní soustavy v roce (365)

$$Q_c = Q_{TOP} + QTUV$$

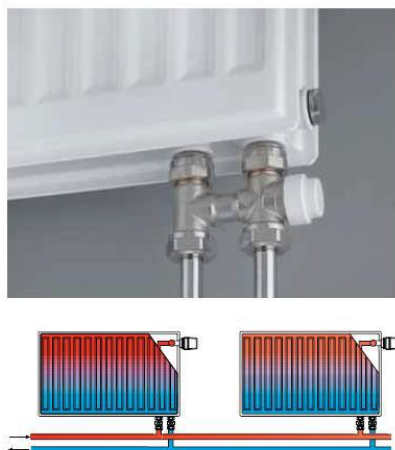
$$Q_c = 67\,345,47 + 5\,726,1 = 73\,071,57 \text{ kWh}$$

### **1.15 Vytápění otopnými tělesy**

Všechna otopná tělesa jsou navržena od výrobce KORADO - otopná tělesa Korado Radik VK se spodním připojením. Otopná tělesa VK budou připojeny na otopnou soustavu pomocí přímého regulačního šroubení Vekolux KORADO/15 a budou osazeny termostatickými hlavicemi, potrubí bude vedeno v podlaze. Nutno dodržet dimenze přípojek uvedených na výkrese. Napojení těles bude vždy přímo z podlahy (napřímo). Přípojky k tělesům budou vždy 15x1. Potrubí bude izolováno dle údajů v této technické zprávě.

Přívodní a vratné potrubní rozvody jsou navrženy z měděných trubek různých dimenzí značky Hetcu. Pozn. veškeré prostupy potrubí konstrukcemi budou opatřeny prostupovými chráničkami a budou provedeny v kluzném uložení z důvodu prevence přenosu rázů a kročejového zvuku z rozvodů do konstrukcí objektu.





Obrázek 25: Detail připojení tělesa RADIK VK, Zdroj: korado.cz. *desková otopná tělesa*. [online]. 5.12.2016 [cit. 2016-12-05]. Dostupné z: <https://www.korado.cz/common/downloads/radik-deskova-otopna-telesa.pdf>

Výpočet návrhu otopných těles byl proveden pomocí návrhového programu PROTECH. Výsledkem výpočtu dle zadaných vstupních hodnot, jako jsou požadované vnitřní teploty místností, jednotlivé tepelné ztráty, požadovaný teplotní spád soustavy atd. je návrh konkrétních velikostí a typů otopných těles, včetně jejich výkonů. Teplotní spád u otopných těles je zvolen 50/40 °C. V programu PROTECH, je též vyřešeno hydraulické posouzení systému vytápění otopnými tělesy, soustava se zakreslí, navrhnou se jednotlivé dimenze potrubí, materiál potrubí, délky úseků, požadovaná rychlost proudění teplotnosné látky, regulační prvky a další parametry. Po uzavření celého systému do jednotlivých větví program určí hmotnostní průtoky, tlakové ztráty, výkony těles a všechny další parametry soustavy nutné pro realizaci systému vytápění otopnými tělesy.

V místnostech 101, 110, 113, 201, 210, 213 kde mohou děti přijít do přímého kontaktu s otopnými tělesy, budou tělesa opatřena zákrytem s perforací ve spodní části o výšce minimálně rovné tloušťce otopného tělesa a délce po celém čele zákrytu, perforace bude i v místě parapetu o šířce minimálně rovné tloušťce otopného tělesa + 40 mm a délce po celém parapetu.

#### **Izolace potrubí:**

Mirelon PRO, tl. 25 mm

## Izolace potrubí MIRELON PRO

Potrubní izolační pouzdra MIRELON PRO jsou termoizolační trubice z pěnového polyetylenu s uzavřenou buněčnou strukturou. Mají tvar dutého podélně děleného válce vyrobeného z jednoho nebo více segmentů, se zámkem zamezujícím ztrátě tepla v podélném spoji.

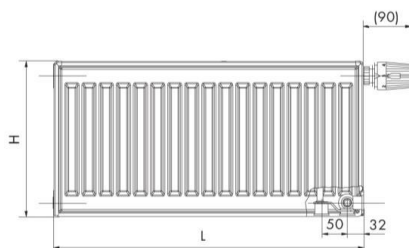
### RADIK® VK



#### Popis

Model **RADIK VK** je deskové otopné těleso v provedení VENTIL KOMPAKT, které umožňuje **pravé spodní připojení** na otopnou soustavu s nuceným oběhem. Ze zadní strany jsou přivařeny dvě horní a dolní příchytky, otopná tělesa o délce 1800 mm a delší mají navařených šest příchyttek.

#### Přehled typů



#### Technické údaje

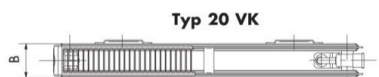
<b>Výška H</b>	300, 400, 500, 600, 900 mm
<b>Délka L</b>	400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2300, 2600, 3000 mm
<b>Hloubka B</b>	
Typ 10 VK	47 mm
Typ 11 VK	63 mm
Typ 20 VK	66 mm
Typ 21 VK	66 mm
Typ 22 VK	100 mm
Typ 33 VK	155 mm
<b>Připojovací rozteč</b>	50 mm
<b>Připojovací závit</b>	6 x G1/2 vnitřní
<b>Nejvyšší přípustný provozní přetlak</b>	1,0 MPa
<b>Nejvyšší přípustná provozní teplota</b>	110 °C
<b>Připojení otopného tělesa</b>	pravé spodní



Typ 10 VK



Typ 11 VK



Typ 20 VK



Typ 21 VK

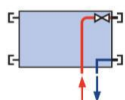


Typ 22 VK



Typ 33 VK

#### Způsoby připojení na otopnou soustavu



pravé spodní  
 $\varphi = 1$

Obrázek 26: Popis těles RADIK VK, Zdroj: korado.cz. *desková otopná tělesa*. [online]. 21.12.2016

[cit. 2016-12-21]. Dostupné z: <https://www.korado.cz/common/downloads/radik-deskova-otopna-telesa.pdf>

## 1.16 Podlahové vytápění

Vytápění podlahovým systémem GIACOMINI je navrženo v obou denních místnostech a koupelnách dětí. V každé denní místnosti je umístěn rozdělovač/sběrač pro jednotlivé okruhy, Celkem budou nainstalovány 2 podlahové rozdělovače, přičemž oba z nich mají vývody pro 11 okruhů. V prostorech denních místností dětí je podlahový systém navržen tak, aby pokryl tepelné ztráty prostupem a větráním pro násobnou výměnu vzduchu 1. Pro požadovanou hodnotu výměny vzduchu 20-30 m<sup>3</sup>/h na žáka, zde musí být nainstalováno nucené větrání, např. vzduchotechnická jednotka s ohřívacem a rekuperací tepla (návrh není součástí práce, je s ní ovšem počítáno ve zmíněném návrhu).

Výpočet podlahového vytápění byl proveden pomocí návrhového programu PROTECH. Výsledkem výpočtu dle zadaných vstupních hodnot, jako jsou plochy místností, požadované vnitřní teploty, jednotlivé tepelné ztráty, skladba podlahy atd., je stanovení návrhových parametrů podlahového vytápění. Přívodní teploty teplotnosné látky, počet okruhů pro jednotlivé místnosti, určení teploty vratné teplotnosné látky, plocha smyček, délka smyček, rozteč trubek, výkon smyček, tlakové ztráty na potrubí atd. Hodnoty lze dále upravovat dle kladených požadavků na vytápění – dělení na menší úseky, návrh doplňkového vytápění otopnými tělesy atd. Zvolený teplotní spád je 38/26 °C. Program PROTECH, též řeší hydraulické posouzení systému podlahového vytápění, soustava se zakreslí, navrhnou se jednotlivé dimenze potrubí, materiál potrubí, délky úseků, požadovaná rychlost proudění teplotnosné látky, regulační prvky a další parametry. Po uzavření celého systému do jednotlivých větví program určí hmotnostní průtoky, tlakové ztráty, výkony smyček a všechny další parametry soustavy nutné pro realizaci podlahového systému vytápění.

### SKLADBA PODLAH:

Podlaha v místnostech 108,109,110,111, 208,

209,210 a 211

(šatna, koupelna a WC)

- *Povrch podlahy - dlažba tl. 13 mm -0,011(m<sup>2</sup>\*K)/W*
- *Lepidlo tl. 2 mm*
- *-Monolitická betonová mazanina tl. 50 mm*
- *Trubky PE-X GIACOMINI 16x2,0 (mazanina kolem trubky)*
- *Systémová deska Giacomini tl.50mm*

- *Podlahový polystyren tl. 100 mm*
- *Podlahový polystyren tl. 20 mm*
- *Železobetonová montážní deska C20/25 tl. 200mm*

#### Podlaha v místnostech 112, 113, 212 a 213

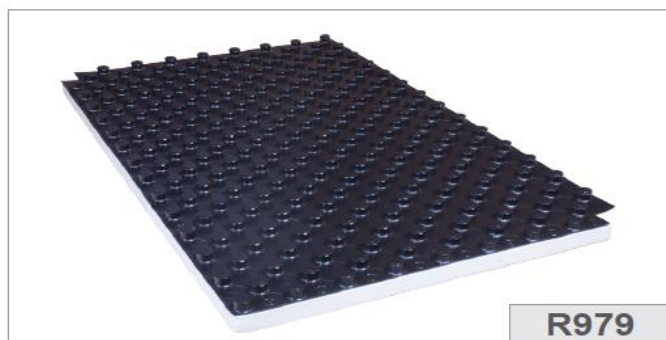
(pobytové místnosti)

- *Povrch podlahy - PVS. 10 mm  $-0,020(m^2 \cdot K)/W$*
- *Lepidlo tl. 2 mm*
- *Monolitická betonová mazanina tl. 50 mm*
- *Trubky PE-X GIACOMINI 16x2,0 (mazanina kolem trubky)*
- *Systémová deska Giacomini tl.50mm*
- *Podlahový polystyren tl. 100 mm*
- *Podlahový polystyren tl. 20 mm*
- *Železobetonová montážní deska C20/25 tl. 200 mm*

Podlahové vytápění je navrženo pro uvedené skladby podlah a konkrétní tepelné vlastnosti konstrukcí. Jakékoliv změny v skladbě podlahových konstrukcí mohou negativně ovlivnit správnou funkci navrženého systému vytápění. Případné změny či nejasnosti v projektu je nutné předem zkontrolovat s projektantem vytápění. V případě nedodržení technického řešení a pokynů pro instalaci uvedeného v této technické zprávě, či pokyny uvedené dodavateli jednotlivých komponentů stavby, projektant nenese odpovědnost za vzniklé závady či nesprávnou funkci vytápění.

#### **Použité prvky a popis systému:**

Navržen je systém GIACOMINI. Jedná se o systém podlahového vytápění se systémovou deskou. Giacomini systémová deska pro podlahové vytápění se skládá z desky polystyrénu s kontrolovanou kvalitou podle ČSN EN 13163 a z folie z polystyrénu tvarovaného za tepla. Pro jednotlivé okruhy vytápění - přívodní a vratné potrubní smyčky, jsou použity trubky PE-X Giacomini rozměr 16x2. Peroxidově zesílený polyetylén (PE-Xa) s kyslíkovou bariérou, odolná vůči kyslíku podle DIN 4726.



Obrázek 27,28: Trubka PE-X GIACOMINI A SYSTÉMOVÁ DESKA GIACOMINI Zdroj: giacomini.com. plošné vytápění / chlazení. [online]. 27. 12. 2016 [cit. 2016-12-27]. Dostupné z: <http://www.giacomini.com/download/1398838/864600-technicke-informace-plosne-vytapeni-chlazen-2015-cz.pdf>

### Technické údaje:

Materiál izolace: polystyren

Rozměry:

Délka: 2 m

Šířka: 1 m

Výška: 50 mm

Plocha: 2 m<sup>2</sup>

Rozteč pokládky: 5 cm a násobky

Tepelná vodivost: 0,040 W/(m\*K)

Tepelný odpor: 1,25 (m<sup>2</sup>\*K)/W

Plošné zatížení max: 5 kN/m<sup>2</sup>

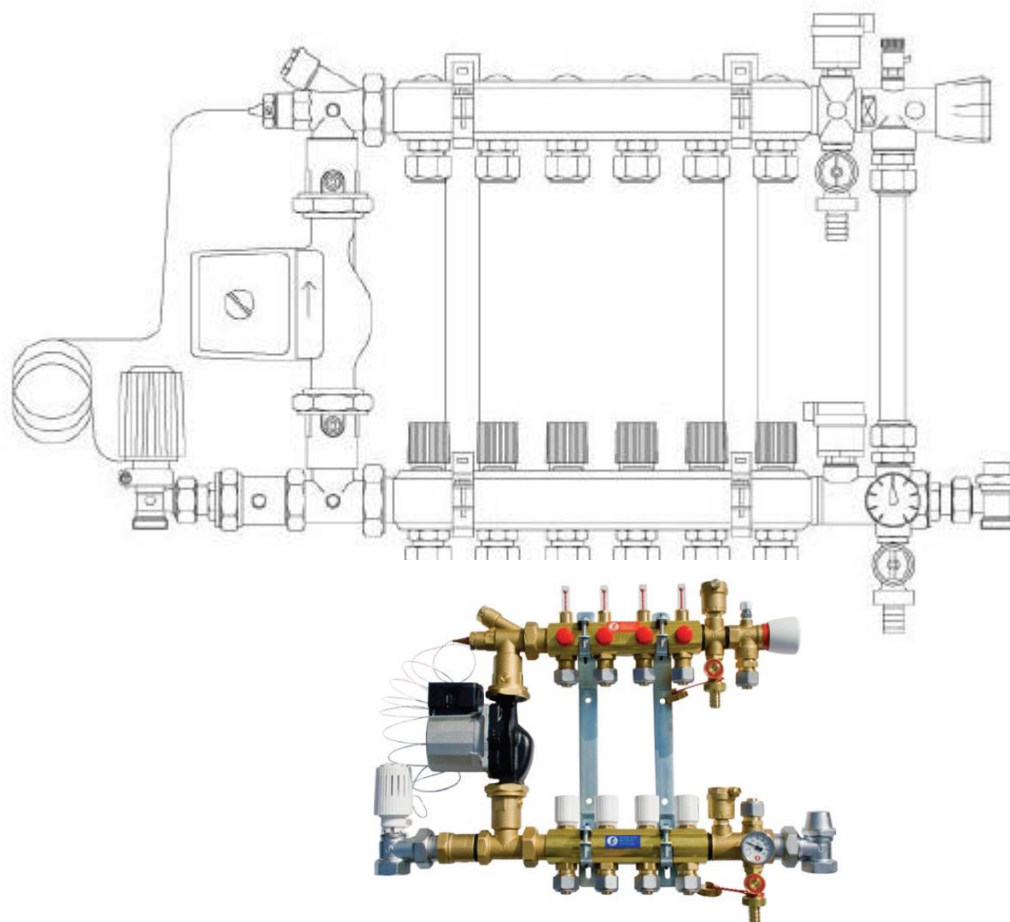
Dynamická tuhost: 15 MN/m<sup>3</sup>

Třída stavebních hmot podle DIN 4102: B2

Reakce na oheň podle ČSN EN 13501: E

Okruhy jsou napojeny na sestavu rozdělovač + sběrač GIACOMINI R557F, s reg. šroubeními a ventily, průtokoměry 0,5÷5 l/min, pro 11 okruhů vytápění.

Rozdělovač je určen k rozvodům topné vody (podlahové vytápění, chlazení, rozvody k tělesům). Rozdělovač je osazen integrovaným regulačním šroubením a průtokoměrem, na sběrači integrovaným uzavíracím ventilem standardně osazeným ruční ovládací hlavou. Ruční hlava se může po sejmutí nahradit termostatickou hlavou s kapilárou, nebo termoelektrickou hlavou. Rozdělovač a sběrač je spojen držáky. Připojení na rozvod je závitem G 1, nebo G 5/4. Jednotlivé vývody jsou řešeny pro připojení trubek z mědi nebo umělé hmoty pomocí adaptérů R178 a R179. Nastavení rozdělovače se provádí klíčem R558. Aretační kroužek slouží jako paměť nastavení při případném uzavření okruhu.



Obrázek 29,30: ROZDĚLOVAČ GIACOMINI nerezová ocel se sadou kulového ventilu – přímé provedení, Zdroj: rehau.com. *plošné vytápění / chlazení. [online]. 27. 12. 2016 [cit. 2016-12-27]. Dostupné z: <http://www.giacomini.com/download/1398838/864600-technicke-informace-plosne-vytapeni-chlazení-2015-cz.pdf>*

### Technické údaje:

Materiál izolace: nerezová ocel

Maximální provozní teplota 110°C

Maximální provozní teplota v okruhu podlahového vytápění 45°C

Maximální provozní tlak 1 MPa

Maximální diferenční tlak 140 kPa

Rozměr: 380 x 573 x 106mm

Rozdělovač instalovaný v denních místnostech dětí je opatřen skříňí rozdělovače AP na omítku. Kryt k začištění konce potěru je odnímatelný. Skříň rozdělovače je osazena univerzálním držákem pro rozdělovače. Materiál ocelový plech, lakován bíle (podobné jako RAL 9016). Typ skříňe AP 1005.

Rozměry skříňe:

Konstrukční výška: 420 mm

Celková šířka: 1000 mm

Celková hloubka: 110 mm



Obrázek 31,32: Osazená skříň rozdělovače na omítku AP, připojovací set . přímé provedení,  
Zdroj: .com. *plošné vytápění/chlazení. [online]. 27. 12. 2016 [cit. 2016-12-27]. Dostupné z:*  
<http://www.giacomini.com/download/1398838/864600-technicke-informace-plosne-vytapeni-chlazen-2015-cz.pdf>

**Izolace potrubí:**

Mirelon PRO, tl. 25 mm

**1.17 Primární potrubí chladiva**

Montáž primárního potrubí bude v souladu s výkresem: Umístění a zapojení tepelného čerpadla a v souladu s pokyny výrobce na způsobu vedení a uložení potrubí v rýze. Potrubí primárního chladiva bude vedeno v potrubí Cu 35x1.

**1.18 MaR**

Schéma zapojení tepelné techniky je součástí profese elektro.

**2 Montážní podmínky, uvedení do provozu**

Montáž teplovodního potrubí bude provedena v souladu s výše uvedenými normami STN EN. Potrubí a armatury musí být uloženy s maximální přesností v délkách, dimenzích a spádech odpovídajících projektu. Při přerušení prací je nutno konce trubek znepřístupnit proti vniknutí cizích předmětů. Pro montáž otopného systému se může použít pouze atestovaný materiál a výrobky. Při montáži je nutná vzájemná koordinace s ostatními profesemi a v případě nejasností projednat s investorem a projektantem. Po dokončení montáže bude rozvodné potrubí vyzkoušeno dle norem, zkušební přetlak 0,6 MPa. Napouštění zařízení se bude provádět vodou vyhovující normám. Po úspěšných zkouškách potrubí bude provedena provozní zkouška. Součástí provozní zkoušky je doregulování otopné soustavy, zaškolení obsluhy a provedení záznamu do stavebního deníku nebo samostatným zápisem. Provozní zkouška se provádí za účasti všech účastníků výstavby. Provoz soustavy nesmí být zahájen, pokud nebude vyhovovat všem bezpečnostním předpisům. Zabezpečovací zařízení musí být odzkoušeno za příslušných provozních podmínek a za účelem zjištění, zda jsou splněny požadavky dle předpisů a norem. O zkoušce musí být vyhotoven zápis. Před uvedením ústředního vytápění do provozu bude celý systém řádně propláchnut a odvzdušněn.



### **3 Požadavky na související profese**

#### **3.1 Větrání technické místnosti**

V případě technické místnosti, je nutné zajistit větrání s násobnou výměnou vzduchu 0,5. Prostor větrat podtlakově pomocí lokálního ventilátoru s přirozenou náhradou vzduchu z okolního prostoru pomocí mřížky ve dveřích. Ventilátor by měl být opatřen filtrem a tlumičem hluku. V provedení pod strop se zpětnou klapkou a dobřehovým spínačem by byl umístěn horní hranou 0,5 m pod stropem větrané místnosti. Ventilátor tak nasává vzduch přímo z prostoru přes čelní mřížku a pomocí vzduchotechnického potrubí umístěného svisle pod stropem místnosti je dopravován nad střechu objektu, kde by mělo být ukončeno cca 0,5 m nad střechou výfukovou hlavicí s ochranným sítem.

#### **3.2 ZTI**

Zhotovení výtokového ventilu DN 20 pro napuštění otopné soustavy v prostoru technické místnosti. Zhotovení podlahové vpusti pro odvod kondenzátu z pojistného ventilu na straně TUV a vytápění. Napojení rozvodů teplé vody a studené vody a cirkulace na zásobník TV.

#### **3.3 Elektro**

Zapojení tepelné techniky na elektrickou energii, zapojení ekvitermní regulace, uzemnění otopné soustavy

#### **3.4 Stavba**

Prostup základovou deskou pro primární potrubí, stavební připravenost dle půdorysu vytápění.

### **4 Bezpečnostní část**

Výstavba, uvedení do provozu a provoz nových zdrojů tepla a vytápěcích zařízení bude v souladu s normami a předpisy. Při zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci se vychází ze zákoníku práce a z patřičných zákonů o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích, přičemž po vydání zvláštních prováděcích právních předpisů se postupuje též

podle nařízení vlády o bližších požadavcích na bezpečnost práce a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky a podle podrobnějších požadavků na pracoviště a pracovní prostředí.

## **5 Závěr**

Provádění prací na tomto stavebním objektu musí být v souladu se všemi platnými bezpečnostními předpisy ve stavební výrobě. Jedná se především o vyhlášku ČÚBP a ČBÚ č.324/1990 Sb. o bezpečnosti práce a technických zařízení při stavebních pracích. Pro správnou realizaci projektu musejí být všechna zařízení instalována dle realizačních a montážních pokynů daných výrobcí jednotlivých zařízení. Všechna navržená zařízení splňují hygienické požadavky. Všechna zařízení, která mohou být zdrojem hluku, je nutné instalovat tak, aby hluk nepřesahoval předepsané hygienické požadavky. Průchodky zdmi a stěnami, stejně jako upevnění provádět kluzně. Technologie navržené v této projektové dokumentaci lze nahradit jinými, ale vždy komplexním a certifikovaným systémem. V rámci zvoleného systému budou dodrženy technologické postupy dodavatele systému. Veškeré uvedené materiály nejsou závazné, je možné je nahradit jinými, ale vždy na stejné či vyšší kvalitativní úrovni a to po důkladné konzultaci s investorem a generálním dodavatelem stavby. Před uvedením do provozu provést veškeré zkoušky dle příslušných norem uvedených v technické zprávě. Technická zpráva je nadřazena projektové dokumentaci, v případě jakýchkoliv nesrovnalostí či v případě nejasností je nutné okamžitě kontaktovat projektanta.

V Praze dne 29. 12. 2016

Bc. Mirka Hakenová