


|                                                      |                                                       |                                          |                                                                                                                       |
|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Zpracoval<br>Bc. Jindřich Svoboda                    | Vedoucí diplomové práce<br>Ing. Miroslav Urban, Ph.D. | Školní rok<br>2019-2020                  | Fakulta stavební<br><b>ČVUT</b>  |
| Diplomová práce - Katedra technických zařízení budov |                                                       |                                          |                                                                                                                       |
| Název:<br><b>Návrh vytápění a chlazení objektu</b>   |                                                       | Datum<br>12/2019                         |                                                                                                                       |
|                                                      |                                                       | Měřítko<br>-                             |                                                                                                                       |
|                                                      |                                                       | Číslo přílohy<br>01                      |                                                                                                                       |
| Příloha:<br><b>Technická zpráva a specifikace</b>    |                                                       | Konzultant<br>Ing. Miroslav Urban, Ph.D. |                                                                                                                       |

## Obsah

|       |                                                                             |    |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| 1     | ÚVOD .....                                                                  | 4  |
| 2     | KLIMATICKÉ ÚDAJE .....                                                      | 4  |
| 3     | TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU .....                                                | 4  |
| 4     | TEPELNÁ ZÁTĚŽ OBJEKTU .....                                                 | 5  |
| 5     | ZDROJ TEPLA A CHLADU .....                                                  | 5  |
| 5.1   | Zemní vrty, primární okruh .....                                            | 6  |
| 5.2   | Regulace .....                                                              | 8  |
| 5.3   | Příprava teplé vody .....                                                   | 9  |
| 5.4   | Pojistné a zabezpečovací zařízení.....                                      | 9  |
| 6     | SOUSTAVA VYTÁPĚNÍ .....                                                     | 10 |
| 6.1   | Otopné plochy .....                                                         | 10 |
| 6.1.1 | Podlahové vytápění.....                                                     | 10 |
| 6.1.2 | Koupelňová otopná tělesa.....                                               | 11 |
| 6.1.3 | Podlahové konvektory s ventilátorem pro čtyřtrubkové systémy .....          | 11 |
| 6.1.4 | Bazénové podlahové konvektory s ventilátorem.....                           | 12 |
| 6.1.5 | Podlahový konvektor s ventilátorem .....                                    | 13 |
| 6.1.6 | Ocelové deskové otopné těleso .....                                         | 13 |
| 6.2   | Rozvod otopné vody.....                                                     | 14 |
| 6.2.1 | Okruh podlahového vytápění a okruh podlahového vytápění neobytné části..... | 14 |
| 6.2.2 | Okruh otopných těles.....                                                   | 15 |
| 7     | SOUSTAVA CHLAZENÍ .....                                                     | 15 |
| 7.1   | Chladicí plochy.....                                                        | 15 |
| 7.1.1 | Stropní chlazení .....                                                      | 15 |
| 7.1.2 | Podlahový konvektor s ventilátorem pro čtyřtrubkové systémy .....           | 16 |
| 7.2   | Rozvod chladicí vody .....                                                  | 16 |
| 7.2.1 | Okruh stropního chlazení .....                                              | 17 |
| 7.2.2 | Okruh podlahových konvektorů pro chlazení .....                             | 17 |
| 8     | SOUHRN.....                                                                 | 18 |
| 9     | POŽADAVKY NA PROFESE .....                                                  | 18 |
| 9.1   | Elektro .....                                                               | 18 |
| 9.2   | ZTI .....                                                                   | 19 |
| 9.3   | Stavba.....                                                                 | 19 |

|      |                                  |    |
|------|----------------------------------|----|
| 9.4  | MaR .....                        | 19 |
| 10   | ZÁVĚR .....                      | 20 |
| 10.1 | Podmínky uvedení do provozu..... | 20 |
| 10.2 | Použité normy .....              | 20 |
| 11   | SPECIFIKACE.....                 | 21 |

## 1 ÚVOD

Předložená dokumentace pro provedení stavby řeší vytápění a chlazení objektu třípatrové vily.

Podkladem pro vypracování dokumentace byly výkresy objektu ze stavební části projektu včetně skladeb stavebních konstrukcí.

V objektu je navržen nízkoteplotní systém vytápění a vysokoteplotní systém chlazení se zdrojem tepla a chladu v podobě tepelného čerpadla země/voda umístěného v technické místnosti. Jako bivalentní zdroj tepla slouží vestavěný elektrokotel. Tepelné čerpadlo dále zajišťuje přípravu teplé vody a zásobování teplem bazénové technologie.

## 2 KLIMATICKÉ ÚDAJE

|                                        |                 |
|----------------------------------------|-----------------|
| Venkovní výpočtová teplota zimní ..... | -12 °C          |
| Krajina.....                           | normální        |
| Nadmořská výška.....                   | do 400 m n. m.  |
| Počet topných dnů .....                | 216 dnů         |
| Průměrná teplota v topném období ..... | 4,0 °C          |
| Průměrná vnitřní teplota.....          | 21 °C           |
| Poloha objektu .....                   | nechráněná      |
| Druh budovy.....                       | osaměle stojící |
|                                        |                 |
| Venkovní výpočtová teplota letní.....  | 32 °C           |
| Výpočtový měsíc.....                   | červenec        |

## 3 TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU

Výpočet tepelné ztráty byl proveden v programu Designbuilder pro výše uvedené klimatické podmínky bez návrhové přírážky a také kontrolně v programu Protech podle ČSN EN 12831.

Na základě výpočtu tepelného výkonu pro dané stavební konstrukce byla stanovena celková tepelná ztráta objektu 18,6 kW.

## 4 TEPELNÁ ZÁTĚŽ OBJEKTU

Výpočet tepelné zátěže objektu byl proveden v programu Designbuilder pro výše uvedené klimatické podmínky bez návrhové přírážky.

Ve výpočtu byly zahrnuty tepelné zisky okny, obalovými konstrukcemi a vnitřní tepelné zisky od osvětlení, elektrických přístrojů, vaření a osob.

Na základě výpočtu tepelné zátěže pro dané stavební konstrukce a za předpokladu použití vnějších žaluzií byla stanovena celková tepelná zátěž objektu 8,3 kW a potřebný výkon zdroje chladu 8,0 kW.

## 5 ZDROJ TEPLA A CHLADU

Jako zdroj tepla a chladu je navrženo tepelné čerpadlo IVT PremiumLine EQ E13. Jedná se o tepelné čerpadlo země/voda s vestavěným elektrokotlem o výkonu 9 kW s kaskádovým spínáním výkonu. Elektrokotel slouží jako bivalentní zdroj tepla pokrývající tepelnou ztrátu objektu při velmi nízkých venkovních teplotách. Jako případný doplňkový zdroj tepla bude v obytném prostoru (číslo místnosti 1.07) instalována krbová vložka, která je včetně odkouření a přívodu spalovacího vzduchu z exteriéru kompletně součástí dodávky stavby.

V letním období svým výkonem tepelné čerpadlo pokrývá 100 % tepelné zátěže objektu. Kromě vytápění a chlazení objektu tepelné čerpadlo dále zajišťuje přípravu teplé vody a zásobování teplem bazénové technologie.

Jmenovitý tepelný výkon při teplotě na vstupu do výparníku 0 °C a výstupu z kondenzátoru 45 °C je 12,8 kW. Při podmínkách B10/W45 je jeho výkon 16,3 kW. Jmenovitý chladicí výkon při B10/W35 je 14,34 kW.

Systém je navržen tak, aby umožňoval současné pokrytí potřeby tepla a chladu, které bude v části roku nastávat při dohřevu bazénové vody, vytápění prostoru bazénu a chlazení obytných místností.

Zapojení tepelného čerpadla dále umožňuje využívat pasivního chlazení. V tomto režimu bude trojcestný přepínací ventil 4.1 přepnut tak, aby chladná nemrzoucí směs primárního okruhu vystupující ze zemních vrtů předávala chlad přes deskový výměník 5.1 - Reflex Longtherm rhc 40/30 do akumulátoru chladu 5.3 - IVT BC 120/3.

V období, kdy bude pasivní chlazení nedostačující, tepelné čerpadlo automaticky přepne na aktivní chlazení. Trojcestné přepínací ventily 4.1 a 4.2 budou přepnuty tak, aby pracovní kapalina na chladné straně tepelného čerpadla vůbec nevstupovala do zemních vrtů a přímo předávala chlad přes deskový výměník 5.1 - Reflex Longtherm rhc 40/30 do akumulátoru chladu 5.3 - IVT BC 120/3. Teplo vzniklé při aktivním chlazení bude využíváno na přípravu teplé vody, dohřev bazénové vody, vytápění prostoru bazénu a případné odpadní teplo je využíváno na nahřívání zemních vrtů pro následující zimní období. Při odvodu odpadního tepla bude trojcestný přepínací ventil 3.1 přepnut tak, aby topná voda směřovala k deskovému výměníku 3.4 - Reflex Longtherm rhc 15/20 a následně předané teplo do zemních vrtů. Odpadní teplo je za tímto deskovým výměníkem odváděno pomocí oběhového čerpadla 3.5 - Wilo-Yonos PICO 25/1-6. Při vytápění je toto oběhové čerpadlo nečinné a otopná voda směřuje přes trojcestný přepínací ventil 3.1 do akumulátoru topné vody 2.1 - IVT BC 300/3.

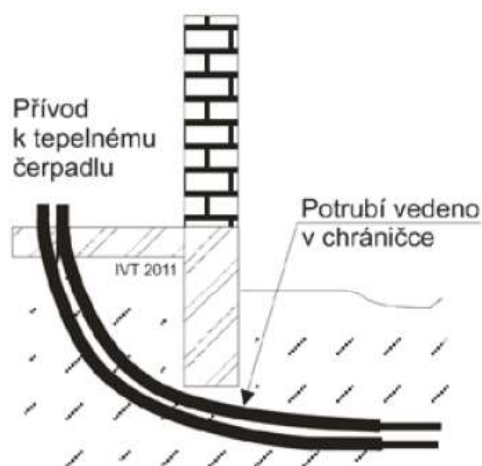
V objektu je navržen vnitřní bazén s celoročním provozem. Tepelné čerpadlo s využitím trojcestného směšovacího ventilu 3.2 přes bazénový výměník 3.3 - Bowman 60 Titan dodává teplo pro dohřev (prvotní ohřev) bazénové vody. Zásobování teplem bazénové technologie bude probíhat při filtraci bazénové vody podle potřeby v závislosti na její teplotě. Bazénová technologie bude předávat nadřazenému inteligentnímu systému MaR požadavek na teplo. Dohřev bazénové vody má nižší prioritu než příprava teplé vody a vytápění objektu. Dodávka vytápění končí bazénovým výměníkem v místnosti technologie (číslo místnosti 1.22). Zbývající část bazénové technologie je kompletně součástí dodávky stavby.

Tepelné čerpadlo bude umístěno v technické místnosti (číslo místnosti 1.15), bude osazeno na pružné podložky a napojení rozvodů bude provedeno přes pružné hadice. Pro akumulaci tepla je navržen akumulátor topné vody 2.1 - IVT BC 300/3 o objemu 300 litrů a pro akumulaci chladu je navržen akumulátor chladu 5.3 - IVT BC 120/3 o objemu 120 litrů. Akumulátory jsou umístěny také v technické místnosti dle části výkresové dokumentace.

## **5.1 Zemní vrty, primární okruh**

Pro potřeby tepelného čerpadla byly navrženy tři zemní vrty. Hloubka každého vrtu je 110 metrů a jejich rozmístění je znázorněno v části výkresové dokumentace. V zemních vrtech bude použita čtyřtrubková geotermální sonda Gerotop GEROtherm PE 100-RC, SDR11,

4x32 mm. U hrdla každého zemního vrtu bude provedena redukce na GEROtherm PE GT-RC FAST 2x40 mm. Potrubí je následně vedeno k zemi sběrné šachtě Pak Easy 600, ve které bude instalován rozdělovač a sběrač pro 3 okruhy a dále v předizolovaném potrubí Rehau Rauthermex cool do technické místnosti objektu. Toto potrubí je opatřeno vnějším ochranným pláštěm z PE-LD a již není nutné umísťovat ho do chráničky. Po vstupu do technické místnosti bude proveden přechod na měděné potrubí, které bude vedeno k tepelnému čerpadlu. Měděné potrubí bude v technické místnosti opatřeno tepelnou izolací Armaflex AF o tloušťce 13 mm.



**Obrázek 9:** Prostup potrubí do objektu [16]

Rozdělovač a sběrač ve sběrné šachtě musí být přístupný pro případ revize. Bude vybaven kulovými kohouty, odvzdušňovacími ventily a vyvažovacími ventily, pomocí kterých budou vyváženy jednotlivé okruhy. Sběrná šachta a její vstrojení je již součástí dodávky zemních vrtů, dodávka vytápění končí kulovými kohouty před sběrnou šachtou.

Potrubí mezi zemními vrty, rozdělovací šachtou a objektem bude vedeno v nezámrazné hloubce a je doporučeno nad něj umístit signální fólii.

Celý primární okruh včetně geotermálních sond bude napuštěn nemrznoucí směsí přes plnicí sestavu IVT skládající se ze tří kulových kohoutů. Nemrznoucí směs bude připravena v poměru 2 díly vody a necelý 1 díl Termofrost L tak, aby výsledný obsah ethanolu byl maximálně roven 28 % a díky tomu byl splněn požadavek na jeho maximální koncentraci pro použití trojcestných prepínacích ventilů ESBE VRG231.

Oběh nemrznoucí směsi primárního okruhu bude zajišťovat oběhové čerpadlo vestavěné v tepelném čerpadle.

## 5.2 Regulace

Regulaci celé soustavy bude zajišťovat nadřazený inteligentní systém MaR. Budou osazena čidla teploty (teploměry) dle části výkresové dokumentace. Na základě naměřených hodnot bude nadřazený inteligentní systém MaR pomocí pohonů na trojcestných ventilech a oběhových čerpadlech řídit distribuci tepla a chladu v soustavě.

Pro vytápění je navržena ekvitermní regulace teploty topné vody. Exteriérová teplota bude měřena venkovním čidlem teploty, které bude umístěné na severní fasádě objektu ve výšce cca 2,5 metru nad terénem dle části výkresové dokumentace.

Pro režim chlazení je navržena nepřímá místní regulace podle vnitřní teploty. V místnostech, které jsou vybaveny stropním chlazením, budou instalovány prostorové termostaty se senzorem relativní vlhkosti a s čidlem teploty stropu. Nadřazený systém MaR v každé z těchto místností na základě naměřené teploty a relativní vlhkosti bude stanovovat aktuální teplotu rosného bodu podle níže uvedeného vzorce. Ke každé této teplotě přičte 2 K jako bezpečnostní rezervu a vybere tu ze všech nejvyšší. Tato hodnota je pro aktuální vnitřní prostředí kritické místnosti z hlediska vzniku kondenzace na chladícím stropě považována za bezpečnou. Nadřazený systém bude následně řídit trojcestný směšovací ventil tak, aby teplota přívodní chladící vody v okruhu stropního chlazení neklesla pod tuto hodnotu. Vzorec pro stanovení minimální teploty chladící vody v okruhu stropního chlazení:

$$t_R = \frac{5745}{\frac{5745}{(t_i + 273,15)} - \ln \frac{RH}{100}} - 273,15 + 2$$

kde:

$t_i$  Teplota vzduchu v interiéru místnosti [°C]

RH Relativní vlhkost v místnosti [%]

[21]

V místnostech, ve kterých je navrženo podlahové vytápění v kombinaci s podlahovými konvektory nebo koupelnovým otopným tělesem, budou instalovány prostorové termostaty s čidlem teploty podlahy. Tyto termostaty je doporučeno použít i u místností, kde je podlahové vytápění jediným prvkem pro sdílení tepla. U místností s podlahovým vytápěním i stropním chlazením budou termostaty vybaveny čidlem teploty podlahy



i stropu a senzorem relativní vlhkosti. V místnosti číslo 0.04 v prvním podzemním patře bude instalován prostorový termostat bez přídatných čidel teploty.

Prostorové termostaty budou instalovány na stěnách místností dle části výkresové dokumentace a budou ovládat termopohony ventilů na příslušném rozdělovači podlahového vytápění, stropního chlazení a otopných tělesech.

Prostorové termostaty včetně kabelového propojení budou součástí dodávky inteligentního nadřazeného systému MaR.

Pro správnou funkčnost soustavy vytápění a chlazení je zapotřebí nastavit veškeré termostatické ventily, regulační šroubení a ventilovou vložku na všech otopných tělesech, rozdělovačích podlahového vytápění a stropního chlazení na vypočtené hodnoty nastavení.

V případě použití jiných regulačních prvků, než navržených v této projektové dokumentaci, je jejich uvedené nastavení neplatné a je nutné jejich správné nastavení přepočítat pomocí uvedené Kv hodnoty.

### **5.3 Příprava teplé vody**

Pro přípravu teplé vody je navržen nepřímotopný zásobník ACV Smart 320 o objemu 263 litrů. Po celý rok je uvažováno s přednostní přípravou teplé vody, kdy bude tepelné čerpadlo připravovat teplou vodu formou nahřívání zásobníku teplé vody v pravidelných časových intervalech na požadovanou teplotu 55 °C. Nárazový potřebný výkon na přípravu teplé vody 5 kW.

Zásobník bude napojen na rozvody studené a teplé vody a cirkulace dle projektu ZTI.

### **5.4 Pojistné a zabezpečovací zařízení**

Tepelné čerpadlo bude jištěno pojistnými ventily, které budou osazeny v jeho těsné blízkosti dle schématu zapojení zdroje. Na hlavním okruhu vytápění, okruhu přípravy teplé vody a hlavním okruhu chlazení budou instalovány pojistné ventily Duco Meibes 1/2" x 3/4" KD o otevíracím přetlaku 2,5 baru. Na primárním okruhu bude instalován pojistný ventil o otevíracím přetlaku 4 bary, který je součástí dodávky tepelného čerpadla.

Pro kompenzaci objemových změn jsou na stěně technické místnosti či instalovány tlakové expanzní nádoby. Na hlavním okruhu vytápění je navržena expanzní nádoba Reflex C 50/3 o objemu 50 litrů, na hlavním okruhu chlazení je navržena expanzní nádoba Reflex C 18/3 o objemu 18 litrů a na primárním okruhu je osazena expanzní nádoba Reflex NG 18/6 o objemu 18 litrů.

Veškeré ostatní použité armatury a jejich rozmístění je znázorněno na schématu zapojení zdroje.

## **6 SOUSTAVA VYTÁPĚNÍ**

### **6.1 Otopné plochy**

Pro vytápění řešeného objektu bude většina podlah vybavena podlahovým vytápěním. V obytném prostoru a ložnici bude podlahové vytápění doplněno podlahovými konvektory podél prosklené fasády, stejně tak také v prostoru bazénu, kde budou instalovány podlahové konvektory v provedení InPool.

Ve společenské místnosti zajišťuje vytápění podlahový konvektor. V koupelnách jsou navržena koupelňová otopná tělesa s elektrickou topnou patronou pro možnost využití tělesa i mimo otopné období. Garáž bude vytápěna pomocí ocelového deskového otopného tělesa.

#### **6.1.1 Podlahové vytápění**

Podlahové vytápění je hlavní otopnou plochou pro vytápění objektu. Bude použit mokřý způsob pokládky s využitím systémové desky Rehau Varionova 11 mm, která umožňuje snadnou instalaci potrubí s roztečí 50 mm a násobky této hodnoty. Pro rozvod teplotně odolné látky bude použito potrubí Rehau Rautherm S 17x2,0 ze síťovaného polyethylenu PE-Xa. Kvůli zabránění vniku kyslíku do potrubního systému je toto potrubí opatřeno kyslíkovou bariérou. Spojování potrubí bude provedeno pomocí násuvné objímky dle pokynů výrobce. Pokládka bude ve všech místnostech realizována formou plošné spirály.

Při lití betonové mazaniny budou plochy větší než 40 m<sup>2</sup> rozděleny dilatační spárou na menší celky. Žádná délka strany dilatačního celku nesmí být větší než 8 m. Při instalaci je nutné dodržovat veškeré další pokyny výrobce.

Podlahy s podlahovým vytápěním je nevhodné zakrývat koberci. Při zakrytí by došlo ke snížení tepelného výkonu podlahy.

Při návrhu podlahového vytápění byly uvažovány tyto nášlapné vrstvy:

- keramická/kamenná dlažba  $R_{\max} = 0,015 \text{ m}^2\text{K/W}$
- třívrstvá dřevěná podlaha  $R_{\max} = 0,130 \text{ m}^2\text{K/W}$
- epoxidová stěrka  $R_{\max} = 0,011 \text{ m}^2\text{K/W}$

Všechny nášlapné vrstvy musí být určeny pro podlahové vytápění.

Okruhy podlahového vytápění budou vyregulovány na předepsané průtoky a vyvažovací ventil Rehau na přívodu otopné vody ke každému rozdělovači podlahového vytápění bude nastaven na požadovanou hodnotu.

### **6.1.2 Koupelnová otopná tělesa**

V koupelnách jsou navržena koupelnová otopná tělesa P.M.H. Sorano Frame se spodním středovým připojením a roztečí 50 mm. Otopná tělesa budou na rozvod otopné vody napojena ze zdi pomocí rohových regulačních připojovacích armatur Danfoss VHS s krytem dodávaným jako volitelné příslušenství. Toto šroubení (armatura) umožňuje odstavit otopné těleso z provozu a vypustit bez přerušení dodávky tepla do dalších otopných těles v soustavě.

Regulační šroubení bude vybaveno termopohonem Danfoss TWA-A, typ a ovládací napětí dle požadavků MaR, který bude řízen stejně jako příslušný okruh podlahového vytápění prostorovým termostatem umístěným na stěně místnosti dle části výkresové dokumentace. Prostorové termostaty včetně kabelového propojení budou součástí dodávky inteligentního nadřazeného systému MaR.

Otopná tělesa budou vybavena elektrickými topnými tyčemi P.M.H. GT-MS-300W pro možnost jejich využití i mimo otopné období. Výkon elektrické topné tyče 300 W.

### **6.1.3 Podlahové konvektory s ventilátorem pro čtyřtrubkové systémy**

V obytném prostoru a ložnici budou dle části výkresové dokumentace instalovány podlahové konvektory s ventilátorem Korado Koraflex FW 13/34. Provedení krycí mřížky dle požadavků investora případně architekta. Jedná se o podlahové konvektory určené pro

vytápění a chlazení místností se standartně zabudovaným odtokem kondenzátu na dně konvektoru. Tento odvod je nutné napojit na kanalizaci přes zápachovou uzávěrku.

Podlahové konvektory budou na rozvod otopné vody a také chladicí vody napojeny pomocí rohových termostatických ventilů Danfoss RA-N s termopohonem TWA-A na přívodním potrubí a rohových regulačních šroubení Danfoss RLV na vratném potrubí. Typ a ovládací napětí termopohonů Danfoss TWA-A dle požadavků MaR.

Konvektory jsou pro režim vytápění navrženy tak, aby společně s podlahovým vytápěním dodaly potřebný tepelný výkon i s nulovými otáčkami ventilátoru. Ventilátor je primárně určen pro potřeby chlazení těchto místností, případně může být využit při potřebě rychlého zvýšení teploty v otopném období.

Termopohony termostatických ventilů a ventilátory podlahových konvektorů budou řízeny prostorovými termostaty umístěnými na stěnách místností dle části výkresové dokumentace. Prostorové termostaty včetně kabelového propojení budou součástí dodávky inteligentního nadřazeného systému MaR.

#### **6.1.4 Bazénové podlahové konvektory s ventilátorem**

V prostoru bazénu jsou podél prosklené fasády navrženy bazénové podlahové konvektory s ventilátorem Korado Koraflex FV 11/34 InPool. Krycí mřížka bude provedena z nerezů, další parametry krycí mřížky dle požadavků investora případně architekta.

Podlahové konvektory budou na rozvod otopné vody napojeny pomocí rohových termostatických ventilů Danfoss RA-N s termopohonem TWA-A na přívodním potrubí a rohových regulačních šroubení Danfoss RLV na vratném potrubí. Typ a ovládací napětí termopohonů Danfoss TWA-A dle požadavků MaR.

Termopohony termostatických ventilů a ventilátory podlahových konvektorů budou řízeny prostorovými termostaty umístěnými na stěnách místností dle části výkresové dokumentace. Prostorové termostaty včetně kabelového propojení budou součástí dodávky inteligentního nadřazeného systému MaR.

Termostaty pro prostor bazénu a prostor přilehlé ochlazovny musí být schopny odolávat agresivnímu prostředí, zejména trvale zvýšené vlhkosti. V případě, že toto nebude možné zajistit, budou do těchto prostorů instalována pouze čidla prostorové teploty a čidla

teploty podlahy. Tato čidla budou kabelově propojena s řídicími prvky (termostaty), které budou umístěny na zdi v místnosti číslo 1.19 před vstupem do prostoru bazénu.

Bazénové podlahové konvektory jsou vybaveny separační přepážkou pro případný odchyt bazénové vody. Odtokové otvory separační přepážky je nutné napojit na kanalizaci přes zápachovou uzávěrku.

### **6.1.5 Podlahový konvektor s ventilátorem**

Pro vytápění společenské místnosti byl navržen podlahový konvektor s ventilátorem Korado Koraflex FV 11/28. Provedení krycí mřížky dle požadavků investora případně architekta.

Podlahový konvektor bude na rozvod otopné vody napojen pomocí rohového termostatického ventilu Danfoss RA-N s termopohonem TWA-A na přívodním potrubí a rohového regulačního šroubení Danfoss RLV na vratném potrubí. Typ a ovládací napětí termopohonu Danfoss TWA-A dle požadavků MaR.

Termopohon termostatického ventilu a ventilátor podlahového konvektoru bude řízen prostorovým termostatem umístěným na stěně místnosti dle části výkresové dokumentace. Prostorový termostat včetně kabelového propojení bude součástí dodávky inteligentního nadřazeného systému MaR.

### **6.1.6 Ocelové deskové otopné těleso**

Pro vytápění garáže bylo navrženo ocelové deskové otopné těleso Korado Radik VKL. Jedná se o deskové otopné těleso s vestavěnou ventilovou vložkou a spodním levým připojením.

Otopné těleso bude na rozvod otopné vody napojeno ze zdi pomocí rohové regulační připojovací armatury Danfoss VHS. Toto šroubení (armatura) umožňuje odstavit otopné těleso z provozu a vypustit bez přerušení dodávky tepla do dalších otopných těles v soustavě.

Otopné těleso bude vybaveno termostatickou hlavicí s připojovacím závitem M 30x1,5 například Danfoss RAX-K.

## **6.2 Rozvod otopné vody**

Otopná voda bude od tepelného čerpadla IVT PremiumLine EQ E13 vedena do akumulátoru topné vody IVT BC 300/3 o objemu 300 litrů. Na rozvod mezi tepelným čerpadlem a akumulátorem topné vody je přes trojcestný směšovací ventil napojen okruh zásobování teplem bazénové technologie viz schéma zapojení zdroje. Od akumulátoru je následně otopná voda vedena k rozdělovači Meibes. Z rozdělovače bude napojen okruh podlahového vytápění, okruh podlahového vytápění neobytné části a okruh otopných těles. Z tepelného čerpadla bude také napojen okruh přípravy teplé vody.

Oběh otopné vody mezi zdrojem tepla, akumulátorem topné vody a nepřímotopným zásobníkem teplé vody bude zajištěn pomocí oběhového čerpadla vestavěného v tepelném čerpadle.

Hlavní rozvod okruhu vytápění a veškeré další okruhy vytápění včetně okruhu zásobování teplem bazénové technologie a okruhu přípravy teplé vody jsou navrženy z měděného potrubí. Rozvody budou vedeny v podlaze, pod stropem a v drážce zdi případně při zdi v technické místnosti v trasách dle části výkresové dokumentace. Rozvody budou na nejnižších místech opatřeny vypouštěcími kohouty a na nejvyšších místech odvzdušňovacími ventily.

Měděné rozvody jsou opatřeny izolací Armaflex ACE o tloušťkách dle části výkresové dokumentace.

Napouštění soustavy vytápění bude provedeno přes demineralizační patronu.

### **6.2.1 Okruh podlahového vytápění a okruh podlahového vytápění neobytné části**

Jedná se o ekvitermně řízené směšované okruhy s návrhovou přívodní teplotou otopné vody 37 °C. Na rozvody z měděného potrubí jsou napojeny rozdělovače podlahového vytápění. Z rozdělovačů budou napojeny jednotlivé okruhy podlahového vytápění. Rozdělovače budou nad podlahou osazeny do skříní rozdělovačů Rehau. Okruhy budou vyregulovány na požadované průtoky.

Jednotlivé okruhy budou na rozdělovačích vybaveny regulačními ventily s termopohony Rehau UNI, ovládací napětí dle požadavků MaR. Případně jinými termopohony se závitem M30x1,5 dle požadavků MaR. V každé místnosti s podlahovým vytápěním bude instalován

prostorový termostat s příslušným příslušenstvím, který bude součástí dodávky nadřazeného inteligentního systému MaR.

Na patě okruhu podlahového vytápění je osazeno oběhové čerpadlo Wilo-Yonos PICO 25/1-5-130, trojcestný směšovací ventil ESBE VRG131 Kvs = 2,5 s pohonem ARA643 - 24V nebo dle požadavků MaR, a další armatury viz schéma zapojení zdroje. Teplotní spád okruhu 37/28 °C.

Na patě okruhu podlahového vytápění neobytné části je osazeno oběhové čerpadlo Wilo-Yonos PICO 15/1-4, trojcestný směšovací ventil ESBE VRG131 Kvs = 1,6 s pohonem ARA643 - 24V nebo dle požadavků MaR, a další armatury viz schéma zapojení zdroje. Teplotní spád okruhu 37/30 °C.

### **6.2.2 Okruh otopných těles**

Okruh otopných těles bude napojen z rozdělovače Meibes umístěného v technické místnosti (číslo místnosti 1.15). Jedná se o ekvitermně řízený nesměšovaný okruh s výpočtovým teplotním spádem 45/35 °C. Na patě okruhu je osazeno oběhové čerpadlo Wilo-Yonos PICO 15/1-4 a další armatury viz schéma zapojení zdroje.

## **7 SOUSTAVA CHLAZENÍ**

### **7.1 Chladicí plochy**

Pro chlazení objektu je navrženo stropní chlazení a podlahové konvektory s odděleným napojením na rozvod chladicí a otopné vody.

#### **7.1.1 Stropní chlazení**

Na stropích objektu v místnostech dle části výkresové dokumentace bude instalováno stropní chlazení.

Bude použit mokřý způsob pokládky, kdy budou na hrubou stropní konstrukci osazeny komponenty systému Rehau, a to vodící lišty 10 spolu s dvojitými držáky 10 pro fixaci potrubí. Pro rozvod chladivonosné látky bude použito potrubí Rehau Rautherm Speed 10,1x1,1 ze síťovaného polyethylenu PE-Xa. Toto potrubí je kvůli zabránění vniku

kyslíku do potrubního systému opatřeno kyslíkovou bariérou. Spojování potrubí bude provedeno pomocí násuvné objímky dle pokynů výrobce. Pokládka bude provedena ve všech místnostech v podobě dvojitého meandru. Po osazení bude potrubí následně překryto omítkou.

Vzdálenost mezi jednotlivými lištami musí být menší než 330 mm a zároveň budou tyto vodící lišty ke stropu kotveny po vzdálenosti maximálně 330 mm. Při instalaci je nutné dodržovat veškeré další pokyny výrobce.

Použité stropní omítky v místnostech s instalovaným stropním chlazením musí být určeny pro stropní chlazení (vytápění). Každý okruh bude vyregulován na předepsaný průtok a vyvažovací ventil Rehau na přívodu otopné vody ke každému rozdělovači stropního chlazení bude nastaven na požadovanou hodnotu.

### **7.1.2 Podlahový konvektor s ventilátorem pro čtyřtrubkové systémy**

Pro chlazení obytného prostoru a ložnice budou instalovány podlahové konvektory s ventilátorem Korado Koraflex FW 13/34. Jedná se o stejné podlahové konvektory, které jsou již popsány výše v části otopných ploch. Podlahové konvektory FW budou obdobně napojeny také na rozvod chladicí vody.

V režimu chlazení jsou konvektory navrženy již s využitím otáček ventilátorů.

## **7.2 Rozvod chladicí vody**

Od deskového výměníku, který odděluje primární okruh zdroje chladu s nemrznoucí směsí od hlavního rozvodu chlazení, bude chladicí voda vedena do akumulátoru chladu IVT BC 120/3 o objemu 120 litrů a následně k rozdělovači Meibes. Z rozdělovače bude napojen okruh stropního chlazení a okruh podlahových konvektorů pro chlazení. Oběh chladicí vody mezi akumulátorem chladu a deskovým výměníkem bude zajištěn pomocí oběhového čerpadla Wilo-Yonos PICO 25/1-4.

Hlavní rozvod okruhu chlazení a veškeré další okruhy chlazení včetně rozvodu pro odvod přebytečného tepla jsou navrženy z měděného potrubí. Rozvody budou vedeny v podlaze, pod stropem a v drážce zdi případně při zdi v technické místnosti v trasách dle části



výkresové dokumentace. Rozvody budou na nejnižších místech opatřeny vypouštěcími kohouty a na nejvyšších místech odvodušňovacími ventily.

Veškeré ventily, deskový výměník 5.1 i akumulátor chladu 5.3 a oběhová čerpadla na rozvodech chlazení budou izolovány tepelnou izolací s vysokým difuzním odporem o potřebné tloušťce tak, aby nedocházelo na jejich površích ke kondenzaci. Měděné rozvody jsou opatřeny izolací Armaflex AF o tloušťkách dle části výkresové dokumentace. Rozvod pro odvod přebytečného tepla je izolován tepelnou izolací Armaflex ACE o tloušťce 25 mm.

Napouštění soustavy chlazení bude provedeno přes demineralizační patronu.

### **7.2.1 Okruh stropního chlazení**

Jedná se o směšovaný okruh s výpočtovým teplotním spádem 16/22 °C. Na patě okruhu je osazeno oběhové čerpadlo Wilo-Yonos PICO 25/1-5-130, trojcestný směšovací ventil ESBE VRG131 Kvs = 1,6 s pohonem ARA643 - 24V nebo dle požadavků MaR a další armatury viz schéma zapojení zdroje.

Na rozvod z měděného potrubí jsou napojeny rozdělovače stropního chlazení. Z rozdělovačů budou napojeny jednotlivé okruhy stropního chlazení. Rozdělovače budou pod stropem osazeny do skříní rozdělovačů Rehau. Okruhy budou vyregulovány na požadované průtoky.

Jednotlivé okruhy budou na rozdělovačích vybaveny regulačními ventily s termopohony Rehau UNI, ovládací napětí dle požadavků MaR. Případně jinými termopohony se závitem M30x1,5 dle požadavků MaR. V každé místnosti chlazené stropním chlazením bude instalován prostorový termostat s příslušným příslušenstvím, který bude součástí dodávky nadřazeného inteligentního systému MaR.

### **7.2.2 Okruh podlahových konvektorů pro chlazení**

Okruh podlahových konvektorů pro chlazení bude napojen z rozdělovače Meibes umístěného v technické místnosti (číslo místnosti 1.15). Jedná se o nesměšovaný okruh s výpočtovým teplotním spádem 14/18 °C. Na patě okruhu je osazeno oběhové čerpadlo Wilo-Yonos PICO 25/1-5-130 a další armatury viz schéma zapojení zdroje.

## 8 SOUHRN

|                                                       |                                   |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Tepelná ztráta objektu .....                          | 18,6 kW                           |
| Tepelná zátěž objektu .....                           | 8,3 kW                            |
| Výkon zdroje chladu .....                             | 8,0 kW                            |
| <br>                                                  |                                   |
| Potřeba tepla na vytápění .....                       | 42 197 kWh                        |
| Potřeba tepla na přípravu teplé vody .....            | 8 014 kWh                         |
| Potřeba chladu .....                                  | 5 226 kWh                         |
| Potřeba tepla na jednorázový ohřev bazénové vody..... | 636 kWh                           |
| Potřeba tepla na dohřev bazénové vody .....           | 9 116 kWh                         |
| <br>                                                  |                                   |
| Okruh otopných těles .....                            | nesměšovaný okruh - spád 45/35 °C |
| Okruh podlahového vytápění .....                      | směšovaný okruh - spád 37/28 °C   |
| Okruh podlahového vytápění neobytné části .....       | směšovaný okruh - spád 37/30 °C   |
| Okruh podlahových konvektorů pro chlazení .....       | nesměšovaný okruh - spád 14/18 °C |
| Okruh stropního chlazení .....                        | směšovaný okruh - spád 16/22 °C   |

## 9 POŽADAVKY NA PROFESI

### 9.1 Elektro

- Napájení tepelného čerpadla IVT PremiumLine EQ E13 (230 V).
- Tepelné čerpadlo propojit kabelově s čidlem venkovní teploty.
- Napájení elektrických topných tyčí P.M.H. GT-MS-300W u koupelnových otopných těles. Výkon jedné elektrické topné tyče 300 W (230 V).
- Napájení veškerých potřebných komponent nadřazeného inteligentního systému MaR dle požadavků MaR.
- Kabelové propojení řídicího panelu tepelného čerpadla s nadřazeným inteligentním systémem MaR.
- Kabelové propojení nadřazeného inteligentního systému MaR s čidly teploty (teploměry) osazenými na akumulátorech, zásobníku teplé vody a u deskových výměníků.
- Kabelové propojení nadřazeného inteligentního systému MaR s strojcestnými ventily a oběhovými čerpadly.

- Kabelové propojení bazénové technologie s nadřazeným inteligentním systémem MaR.

## 9.2 ZTI

- Napojení pojistných ventilů na kanalizaci.
- Přívod vody pro napouštění systému vytápění a chlazení v prostoru technické místnosti.
- Napojení nepřímotopného zásobníku teplé vody ACV Smart 320 na rozvody studené vody, teplé vody a cirkulace.

## 9.3 Stavba

- Stavební přípomoc, drážky ve zdech, prostor pro vedení rozvodů v podlaze, prostupy konstrukcemi.
- Připravený prostor v podlaze pro podlahové konvektory.
- Instalace venkovních žaluzií.
- Výkop u objektu pro sběrnou šachtu primárního okruhu.
- Výkop pro instalaci předizolovaného potrubí mezi sběrnou šachtou a technickou místností před realizací základové desky včetně instalace tohoto potrubí a následný vstup do technické místnosti objektu.

## 9.4 MaR

- Dodávka nadřazeného inteligentního systému, který zajistí: řízení pohonů trojcestných ventilů, řízení oběhových čerpadel, řízení výkonu tepelného čerpadla, řízení okruhů chlazení a vytápění, ovládání termopohonů ventilů otopných těles a termopohonů na rozdělovačích podlahového vytápění a stropního chlazení, řízení otáček ventilátorů podlahových konvektorů.
- Termopohony termostatických ventilů a ventilátory podlahových konvektorů budou řízeny prostorovými termostaty umístěnými na stěnách místností dle části výkresové dokumentace. Prostorové termostaty včetně kabelového propojení budou součástí dodávky inteligentního nadřazeného systému MaR.
- Propojení prostorových termostatů (pouze v místnostech se stropním chlazením) s trojcestným směšovacím ventilem na okruhu stropního chlazení, kvůli zajištění bezpečné teploty chladicí vody z pohledu vzniku kondenzace.

## 10 ZÁVĚR

### 10.1 Podmínky uvedení do provozu

Po dokončení montáže celé soustavy bude provedeno její propláchnutí vodou. Podle požadavků ČSN 06 0310 bude propláchnutí provedeno při provozu oběhových čerpadel po dobu 24 hodin. Při propláchnutí se doporučuje nechat veškeré regulační armatury plně otevřené a jejich nastavení na předepsané hodnoty provést až po jeho skončení.

Dále se provede zkouška těsnosti celé soustavy. Ta bude provedena po napuštění soustavy a řádném odvzdušnění při nejvyšším dovoleném přetlaku. Zkouška je považována za úspěšnou neobjeví-li se na prohlídce provedené po 6 hodinách u spojů potrubí, armatur atd. netěsnosti případně neprojeví-li se výrazný pokles hladiny v expanzních nádobách.

Po úspěšně provedené zkoušce těsnosti se provedou také zkoušky provozní. O všech zkouškách bude proveden zápis a budou probíhat podle ČSN 06 0310.

### 10.2 Použité normy

|                 |                                                                                                     |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ČSN EN 15 450   | Tepelné soustavy v budovách - Navrhování tepelných soustav s tepelnými čerpadly                     |
| ČSN 06 0310     | Tepelné soustavy v budovách – Projektování a montáž                                                 |
| ČSN 06 0320     | Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody – Navrhování a projektování                       |
| ČSN 06 0830     | Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení                                                |
| ČSN EN 12828+A1 | Tepelné soustavy v budovách – Navrhování teplovodních otopných soustav                              |
| ČSN EN 12831-1  | Energetická náročnost budov - Výpočet tepelného výkonu - Část 1: Tepelný výkon pro vytápěný prostor |

## 11 SPECIFIKACE

| <i>Zařízení</i>                                                                                                                                                  | <i>počet</i> | <i>jednotky</i> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-----------------|
| <b>TEPELNÉ ČERPADLO A PRIMÁRNÍ OKRUH:</b>                                                                                                                        |              |                 |
| Tepelné čerpadlo typu země/voda IVT - Premiumline EQ E13 včetně příslušenství (venkovní čidlo teploty, pojistný ventil primárního okruhu 4 bary, plnicí sestava) | 1            | kpl             |
| Tlaková expanzní nádoba primárního okruhu Reflex NG 18/6 o objemu 18 litrů s konzolí pro připevnění na stěnu.                                                    | 1            | kpl             |
| Trojcestný přepínací ventil ESBE VRG231 40-Kvs=30 s el. pohonem ARA647 - 24V nebo dle požadavku MaR.                                                             | 2            | kpl             |
| Kulový kohout DN15                                                                                                                                               | 1            | ks              |
| Kulový kohout DN40                                                                                                                                               | 8            | ks              |
| Vypouštěcí kohout DN15                                                                                                                                           | 1            | ks              |
| Zpětný ventil DN40                                                                                                                                               | 1            | ks              |
| Filtr DN40                                                                                                                                                       | 1            | ks              |
| Odvzdušňovací ventil DN10                                                                                                                                        | 2            | ks              |
| Manometr s manom. kohoutem                                                                                                                                       | 2            | ks              |
| Teploměr                                                                                                                                                         | 1            | ks              |
|                                                                                                                                                                  |              |                 |
| Rozvod z měděného potrubí včetně tvarovek, přechodů a tepelné izolace                                                                                            |              |                 |
| Ø15x1                                                                                                                                                            | 1            | m               |
| Ø42x1,5                                                                                                                                                          | 5            | m               |
|                                                                                                                                                                  |              |                 |
| Rozvod z předizolovaného potrubí Rehau Rauthermex cool 50/91                                                                                                     | 26           | m               |
| Přechodka z Rauthermex cool 50/91 na měděné potrubí                                                                                                              | 1            | ks              |
|                                                                                                                                                                  |              |                 |
| <b>ČÁST VYTÁPĚNÍ:</b>                                                                                                                                            |              |                 |
| Akumulátor topné vody IVT BC 300/3 o objemu 300 litrů                                                                                                            | 1            | ks              |
| Nepřímotopný zásobník teplé vody ACV Smart 320 o objemu 263 litrů                                                                                                | 1            | ks              |
| Rozdělovač pro 3 okruhy Meibes 66301.3 s konzolí pro připevnění na stěnu                                                                                         | 1            | kpl             |
| Tlaková expanzní nádoba okruhu vytápění Reflex C 50/3 o objemu 50 litrů s konzolí pro připevnění na stěnu                                                        | 1            | kpl             |
| Trubkový bazénový výměník Bowman 60 Titan                                                                                                                        | 1            | ks              |
| Oběhové čerpadlo okruhu podlahového vytápění neobytné části Wilo-Yonos PICO 15/1-4                                                                               | 1            | ks              |
| Oběhové čerpadlo okruhu podlahového vytápění Wilo-Yonos PICO 25/1-5-130                                                                                          | 1            | ks              |
| Oběhové čerpadlo okruhu otopných těles Wilo-Yonos PICO 15/1-4                                                                                                    | 1            | ks              |
|                                                                                                                                                                  |              |                 |
|                                                                                                                                                                  |              |                 |
| Trojcestný směšovací ventil ESBE VRG131 15-Kvs=1,6 s el. pohonem ARA643 - 24V nebo dle požadavku MaR                                                             | 1            | kpl             |

|                                                                                                      |     |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|
| Trojcestný směšovací ventil ESBE VRG131 20-Kvs=2,5 s el. pohonem ARA643 - 24V nebo dle požadavku MaR | 1   | kpl |
| Trojcestný směšovací ventil ESBE VRG131 20-Kvs=4 s el. pohonem ARA643 - 24V nebo dle požadavku MaR   | 1   | kpl |
| Kulový kohout DN15                                                                                   | 1   | ks  |
| Kulový kohout DN25                                                                                   | 8   | ks  |
| Kulový kohout DN32                                                                                   | 16  | ks  |
| Vypouštěcí kohout DN15                                                                               | 4   | ks  |
| Zpětný ventil DN25                                                                                   | 2   | ks  |
| Zpětný ventil DN32                                                                                   | 3   | ks  |
| Filtr DN25                                                                                           | 2   | ks  |
| Filtr DN32                                                                                           | 1   | ks  |
| Odvzdušňovací ventil DN10                                                                            | 4   | ks  |
| Manometr s manom. kohoutem                                                                           | 6   | ks  |
| Teploměr                                                                                             | 8   | ks  |
| Pojistný ventil Duco Meibes 1/2" x 3/4" KD (2,5 bar)                                                 | 2   | ks  |
|                                                                                                      |     |     |
| Rozvod z měděného potrubí včetně tvarovek, přechodů a tepelné izolace                                |     |     |
| Ø15x1                                                                                                | 169 | m   |
| Ø18x1                                                                                                | 36  | m   |
| Ø22x1                                                                                                | 93  | m   |
| Ø28x1,5                                                                                              | 68  | m   |
| Ø35x1,5                                                                                              | 56  | m   |
|                                                                                                      |     |     |
| Bazénové podlahové konvektory s ventilátorem Korado Koraflex FV InPool                               |     |     |
| FV-110/340/2800                                                                                      | 4   | ks  |
| FV-110/340/2300 - atypická výroba                                                                    | 1   | ks  |
| FV-110/340/1600                                                                                      | 1   | ks  |
| Rohový termostatický ventil Danfoss RA-N                                                             | 6   | ks  |
| Rohové regulační šroubení Danfoss RLV                                                                | 6   | ks  |
| Termopohon TWA-A, typ a ovládací napětí dle požadavků MaR                                            | 6   | ks  |
| Krycí mřížka v provedení nerez                                                                       | 6   | ks  |
| Rohový díl provedení L (L1=L2=500 mm, $\alpha=90^\circ$ )                                            | 1   | ks  |
|                                                                                                      |     |     |
| Podlahový konvektor s ventilátorem Korado Koraflex FV                                                |     |     |
| FV-110/280/2800                                                                                      | 1   | ks  |
| Rohový termostatický ventil Danfoss RA-N                                                             | 1   | ks  |
| Rohové regulační šroubení Danfoss RLV                                                                | 1   | ks  |
| Termopohon TWA-A, typ a ovládací napětí dle požadavků MaR                                            | 1   | ks  |
| Krycí mřížka, provedení dle požadavků investora/architekta                                           | 1   | ks  |
|                                                                                                      |     |     |
|                                                                                                      |     |     |
|                                                                                                      |     |     |

|                                                                                                       |      |                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------------|
| Podlahové konvektory s ventilátorem Korado Koraflex FW pro čtyřtrubkové systémy (vytápění i chlazení) |      |                |
| FW-130/340/2500                                                                                       | 5    | ks             |
| FW-130/340/3000                                                                                       | 1    | ks             |
| Rohový termostatický ventil Danfoss RA-N                                                              | 12   | ks             |
| Rohové regulační šroubení Danfoss RLV                                                                 | 12   | ks             |
| Termopohon TWA-A, typ a ovládací napětí dle požadavků MaR                                             | 12   | ks             |
| Krycí mřížka, provedení dle požadavků investora/architekta                                            | 6    | ks             |
|                                                                                                       |      |                |
| Koupelnová otopná tělesa P.M.H. Sorano Frame                                                          |      |                |
| SNF6 600.1630                                                                                         | 2    | ks             |
| Elektrická topná tyč GT-MS-300W                                                                       | 2    | ks             |
| Rohová přípojovací regulační armatura Danfoss VHS                                                     | 2    | ks             |
| Termopohon TWA-A, typ a ovládací napětí dle požadavků MaR                                             | 2    | ks             |
|                                                                                                       |      |                |
| Deskové otopné těleso Korado Radik VKL s integrovaným termostatickým ventilem                         |      |                |
| VKL 21/700/1400                                                                                       | 1    | ks             |
| Rohová přípojovací regulační armatura Danfoss VHS                                                     | 1    | ks             |
| Termostatická hlavice Danfoss RAX-K                                                                   | 1    | ks             |
|                                                                                                       |      |                |
| <b>Podlahové vytápění REHAU:</b>                                                                      |      |                |
| Trubka RAUTHERM S 17x2,0                                                                              | 2542 | m              |
| Systémová deska VARIONOVA 11 mm                                                                       | 335  | m <sup>2</sup> |
| Ochranná trubka pro trubku 16x2,0/17x2,0                                                              | 128  | m              |
| Dilatační profil 1,2 m                                                                                | 20   | m              |
| Okrajová dilatační páska PE s fólií 8/150mm                                                           | 340  | m              |
| Plastifikátor P                                                                                       | 74   | kg             |
| Rozdělovač HKV-D NEREZ (vnější závit) 5                                                               | 1    | ks             |
| Rozdělovač HKV-D NEREZ (vnější závit) 8                                                               | 1    | ks             |
| Rozdělovač HKV-D NEREZ (vnější závit) 10                                                              | 1    | ks             |
| Rozdělovač HKV-D NEREZ (vnější závit) 12                                                              | 1    | ks             |
| Skříňka rozdělovače AP 805                                                                            | 1    | ks             |
| Skříňka rozdělovače AP 1005                                                                           | 2    | ks             |
| Skříňka rozdělovače AP 1205                                                                           | 1    | ks             |
| REHAU Spojovací pás                                                                                   | 33   | ks             |
| REHAU Ukončovací pás                                                                                  | 67   | ks             |
| REHAU Upevňovací skoba                                                                                | 100  | ks             |
| Termopohon UNI, případně jiný se závitem M30x1,5 dle požadavků MaR                                    | 35   | ks             |
| Vyvažovací ventil sada Rehau DN25                                                                     | 4    | ks             |
|                                                                                                       |      |                |
|                                                                                                       |      |                |
|                                                                                                       |      |                |

| <b>ČÁST CHLAZENÍ:</b>                                                                                     |    |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----|
| Akumulátor chladu IVT BC 120/3 o objemu 120 litrů                                                         | 1  | ks  |
| Tlaková expanzní nádoba okruhu chlazení Reflex C 18/3 o objemu 18 litrů s konzolí pro připevnění na stěnu | 1  | kpl |
| Rozdělovač pro 2 okruhy Meibes 66301.2 s konzolí pro připevnění na stěnu                                  | 1  | kpl |
| Pájený deskový výměník Reflex Longtherm rhc 15/20                                                         | 1  | ks  |
| Pájený deskový výměník Reflex Longtherm rhc 40/30                                                         | 1  | ks  |
| Oběhové čerpadlo pro odvod přebytečného tepla Wilo-Yonos PICO 25/1-6                                      | 1  | ks  |
| Oběhové čerpadlo okruhu chlazení Wilo-Yonos PICO 25/1-4                                                   | 1  | ks  |
| Oběhové čerpadlo okruhu stropního chlazení Wilo-Yonos PICO 25/1-5-130                                     | 1  | ks  |
| Oběhové čerpadlo okruhu podlahových konvektorů pro chlazení Wilo-Yonos PICO 25/1-5-130                    | 1  | ks  |
| Trojcestný směšovací ventil ESBE VRG131 15-Kvs=1,6 s el. pohonem ARA643 - 24V nebo dle požadavku MaR      | 1  | kpl |
| Trojcestný přepínací ventil ESBE VRG231 32-Kvs=16 s el. pohonem ARA647 - 24V nebo dle požadavku MaR       | 1  | kpl |
|                                                                                                           |    |     |
| Kulový kohout DN15                                                                                        | 1  | ks  |
| Kulový kohout DN25                                                                                        | 4  | ks  |
| Kulový kohout DN32                                                                                        | 6  | ks  |
| Kulový kohout DN40                                                                                        | 11 | ks  |
| Vypouštěcí kohout DN15                                                                                    | 7  | ks  |
| Zpětný ventil DN25                                                                                        | 1  | ks  |
| Zpětný ventil DN32                                                                                        | 1  | ks  |
| Zpětný ventil DN40                                                                                        | 2  | ks  |
| Filtr DN25                                                                                                | 1  | ks  |
| Filtr DN32                                                                                                | 1  | ks  |
| Filtr DN40                                                                                                | 1  | ks  |
| Manometr s manom. kohoutem                                                                                | 5  | ks  |
| Teploměr                                                                                                  | 7  | ks  |
| Pojistný ventil Duco Meibes 1/2" x 3/4" KD (2,5 bar)                                                      | 1  | ks  |
|                                                                                                           |    |     |
| Tepelná izolace s vysokým difuzním odporem pro zařízení, oběhová čerpadla a armatury na rozvodech chladu  | 1  | kpl |
|                                                                                                           |    |     |
| Rozvod z měděného potrubí včetně tvarovek, přechodů a tepelné izolace                                     |    |     |
| Ø15x1                                                                                                     | 1  | m   |
| Ø18x1                                                                                                     | 28 | m   |
| Ø22x1                                                                                                     | 74 | m   |
| Ø28x1,5                                                                                                   | 10 | m   |
| Ø35x1,5                                                                                                   | 47 | m   |



|                                                                                                                                              |      |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----|
| Ø42x1,5                                                                                                                                      | 11   | m   |
|                                                                                                                                              |      |     |
| <b>Stropní chlazení REHAU:</b>                                                                                                               |      |     |
| Trubka RAUTHERM SPEED 10,1x1,1                                                                                                               | 1165 | m   |
| Vodící lišta (STN) 10                                                                                                                        | 441  | ks  |
| Ochranná trubka pro trubku 10,1x1,1/14x1,5                                                                                                   | 59   | m   |
| Dilatační profil 1,2 m                                                                                                                       | 39   | m   |
| Dvojitý držák 10,1 x 1,1                                                                                                                     | 255  | ks  |
| Rozdělovač HKV-D NEREZ (vnější závit) 6                                                                                                      | 1    | ks  |
| Rozdělovač HKV-D NEREZ (vnější závit) 14                                                                                                     | 1    | ks  |
| Skříňka rozdělovače UP 750                                                                                                                   | 1    | ks  |
| Skříňka rozdělovače AP 1205                                                                                                                  | 1    | ks  |
| Termopohon UNI, případně jiný se závitem M30x1,5 dle požadavků MaR                                                                           | 20   | ks  |
| Vyvažovací ventil sada Rehau DN25                                                                                                            | 2    | ks  |
|                                                                                                                                              |      |     |
|                                                                                                                                              |      |     |
| <b>DALŠÍ:</b>                                                                                                                                |      |     |
| Dodávka nadřazeného inteligentního systému MaR včetně prostorových termostatů s příslušnými čidly                                            | 1    | kpl |
|                                                                                                                                              |      |     |
| <b>Dodávka zemních vrtů:</b>                                                                                                                 |      |     |
| Zemní vrt hloubka 110 metrů, vybaven sondou Gerotop GEROtherm PE 100-RC, Ø4x32 mm                                                            | 3    | kpl |
| Redukce počtu větví u hrdla vrtu                                                                                                             | 3    | kpl |
| Potrubní rozvod Gerotop GEROtherm PE GT-RC FAST Ø40x3,7 mm                                                                                   | 54   | m   |
| Sběrná šachta Pak Easy 600 s rozdělovačem/sběračem pro tři okruhy vybaveným kulovými kohouty, vyvažovacími ventily a odvodušňovacími ventily | 1    | kpl |