


ŠKOLNÍ ROK	Vedoucí práce	ZPRACOVAL		
2022/2023	Ing. Miroslav Urban, Ph.D.	Bc. Tomáš Lidmila		
PŘEDMĚT: 125DPIB – DIPLOMOVÁ PRÁCE			ČVUT FAKULTA STAVEBNÍ	
NÁZEV ÚLOHY: TECHNICKÉ SYSTÉMY VE VILOVÉM DOMĚ			FORMÁT	A4
NÁZEV PŘÍLOHY: TECHNICKÁ ZPRÁVA			DATUM	16/5/2023
			Č. PŘÍLOHY.	1

## **OBSAH**

1. ÚVOD:.....	2
2. KLIMATICKÉ ÚDAJE: .....	2
3. TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU:.....	2
4. TEPELNÁ ZÁTĚŽ OBJEKTU: .....	3
5. ZDROJ TEPLA A CHLADU:.....	3
5.1. Zemní vrty, primární okruh: .....	4
5.2. Regulace a řízení: .....	5
5.3. Pojistné a zabezpečovací zařízení.....	5
5.4. Příprava teplé vody .....	6
6. SOUSTAVA VYTÁPĚNÍ A CHLAZENÍ .....	6
6.1. Otopné plochy.....	6
6.1.1. Stropní vytápění a chlazení .....	6
6.1.2. Podlahové vytápění .....	7
6.1.3. Koupelnová otopná tělesa .....	7
6.2. Rozvod otopné a chladicí vody: .....	7
6.3. Rozvod do rozdělovačů: .....	8
7. POŽADAVKY NA PROFESE:.....	8
7.1. MaR .....	8
7.2. Elektro .....	9
7.3. ZTI .....	9
7.4. Stavba .....	9
8. POUŽITÉ NORMY: .....	10

## **1 ÚVOD:**

Předložená projektová dokumentace řeší vytápění a chlazení dvoupatrové rodinné vily s bazénem.

Podkladem pro zpracování byly architektonické výkresy objektu.

V objektu je navržen nízkoteplotní systém vytápění se zdrojem tepla a chladu v podobě tepelného čerpadla země/voda umístěného v technické místnosti. Jako bivalentní zdroj tepla slouží vestavěný elektrokotel. Další funkcí čerpadla je ohřev teplé vody a zásobování teplem pro bazénovou technologii.

## **2 KLIMATICKÉ ÚDAJE:**

Venkovní výpočtová zimní teplota:	-12 °C
Součinitel ochrany budovy proti větru:	2
Nadmořská výška:	181 m n. m.
Počet otopných dnů:	216 dnů
Průměrná teplota v topném období:	4,3 °C
Venkovní výpočtová letní teplota:	30 °C
Výpočtový měsíc:	srpen
Typ krajiny:	normální

## **3 TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU:**

Výpočet tepelných ztrát objektu byl proveden za pomoci softwaru TechCON pro výše uvedené klimatické podmínky

Na základě výpočtu tepelného výkonu pro dané stavební konstrukce činí celková tepelná ztráta objektu 20,6 kW.

## **4 TEPELNÁ ZÁTĚŽ OBJEKTU:**

Výpočet tepelné zátěže objektu byl opět proveden za pomoci softwaru TechCON.

Ve výpočtu byly zahrnuty tepelné zisky okny, stavebními konstrukcemi. Zisky od osob, osvětlení a přístrojů byly zanedbány.

Na základě výpočtu tepelné zátěže objektu, za předpokladu využití vnějších žaluzií se stínícím součinitelem 0,15 a trojsklem, byla vypočtena celková zátěž objektu 8,9 kW.

## **5 ZDROJ TEPLA A CHLADU:**

Jako zdroj tepla a chladu bylo navrženo tepelné čerpadlo země/voda EcoForest ecoGEO B4 T3-12 HTR EH s vestavěným elektrokotlem o výkonu 6 kW. Elektrokotel slouží jako bivalentní zdroj tepla pokrývající tepelnou ztrátu objektu při velmi nízkých venkovních teplotách.

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

Jmenovitý výkon tepelného čerpadla při podmínkách B0W35 činí 16 kW. Jmenovitý chladicí výkon při podmínkách B35W7 je 15 kW.

Zapojení tepelného čerpadla umožňuje i využívat pasivní chlazení přes interní okruh. V tomto režimu se ventily 3.1 přepnou, aby chladná voda putovala rovnou do okruhu chlazení. V režimu chlazení jsou okruhy 5.1 a 5.4 uzavřené. V období, kdy bude pasivní chlazení nedostačující, se tepelné čerpadlo automaticky přepne do režimu aktivního chlazení. Ventily 3.1 se přepnou do původní polohy, aby chladná voda putovala do akumulátoru chladu 1.3 VOLANO TERMICO VT 200. Část odpadního tepla vzniklého při aktivním chlazení je možno využívat k ohřevu teplé vody a bazénových technologií za pomoci HTR výměníku, jenž je vestavěný do tepelného čerpadla. Zbytek odpadního tepla je odveden do zemních vrtů pro jejich nahřívání pro zimní období.

V objektu se nachází vnitřní bazén s celoročním provozem. Tepelné čerpadlo s využitím přepínacího ventilu 3.2 na okruhu přípravy teplé vody dodává teplo pro ohřev bazénové vody přes výměník Pahlén Hi-Temp Titan 75 kW. Zásobování teplem bazénové technologie bude probíhat v závislosti na teplotě ve zpátečce bazénové vody k výměníku. Bazénové technologie budou předávat požadavky na ohřev vody nadřazenému systému MaR. Dodávka tepla končí

výměníkem v místnosti 1.05 (bazénové technologie). Zbytek bazénové technologie je součástí dodávky stavby.

Tepelné čerpadlo bude umístěno v místnosti 1.09 (Technická místnost), bude osazeno na pružné podložky a spojení rozvodů bude provedeno přes pružné hadice. Pro akumulaci tepla a chladu je navržen akumulátor VOLANO TERMICO CALDO – FREDDO R/C GB VT 200 o objemu 190 l. Akumulátor je umístěn také v místnosti 1.09 dle výkresové dokumentace.

### **5.1. Zemní vrty, primární okruh:**

Pro potřeby soustavy byly navrženy 4 zemní vrty o hloubce 115 metrů, jejich rozmístění je znázorněno ve výkresové dokumentaci. V zemních vrtech bude použita čtyřtrubková geotermální sonda GEROTOP GEROtherm PE-GT-RC-FAST 4x 32 mm. U hrdla každého zemního vrtu bude provedena redukce na GEROTOP PE-GT-RC-FAST 2x 42 mm.

Potrubí je následně vedeno k zemní sběrné šachtě, ve které bude nainstalován rozdělovač a sběrač pro 4 vrtné okruhy. Dále ze sběrače vede potrubí v GEROTOP PE 50x4,6, které musí být uloženo v nezamrzané hloubce. Poslední 3 metry před vstupem do technické místnosti jsou vedeny v chráničce Koruflex a zaizolované ARMAFLEX ACE o tloušťce min. 13 mm. Po vstupu do technické místnosti bude proveden přechod na měděné potrubí, které bude vedené k tepelnému čerpadlu. Měděné potrubí budou také izolované izolací PAROC Hvac Section AluCoat T o tloušťce 30 mm.

Rozdělovač a sběrač ve sběrné šachtě musí být přístupný z důvodu revize. Bude vybaven kulovými kohouty, vyvažovacími ventily a odvzdušňovacími ventily, kterou budou sloužit k vyvážení jednotlivých okruhů. Sběrná šachta, rozdělovač a sběrač a její armatury jsou již součástí dodávky zemních vrtů.

Celý primární okruh bude napuštěn nemrznoucí směsí přes plnicí sestavu. Nemrznoucí směs bude připravena v poměru 1 díl TERMOFROST L a 2 díly vody tak, aby výsledná koncentrace ethanolu byla zhruba 24,5 %.

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

## **5.2. Regulace a řízení:**

Regulaci celé soustavy bude zajišťovat systém MaR. Budou osazena čidla teploty na okruhy a úseky dle výkresové dokumentace. Na základě naměřených hodnot bude nadřazený systém MaR pomocí pohonů trojcestných ventilů a oběhových čerpadel řídit distribuci tepla a chladu.

Pro vytápění se využije ekvitermní regulace teploty otopné vody. Exteriérová teplota bude měřená venkovním čidlem NTC 10 K. Čidlo bude umístěno na severní fasádě objektu ve výšce min. 2 m nad terénem.

Pro chlazení je navržena nepřímá místní regulace podle vnitřní teploty. V místnostech se stropními okruhy budou instalovány pokojové terminály Th-T schopné měřit teplotu a relativní vlhkost pokoje. Tyto terminály předávají informace přes MODBUS nadřazenému systému MaR. Systém MaR dle naměřených hodnot stanoví teplotu rosného bodu. Tato hodnota je pro prostředí kritická z hlediska vzniku kondenzace na chladícím stropě. Systém MaR bude řídit trojcestné směšovací ventily tak, aby přírodní teplota chladící vody neklesla pod teplotu rosného bodu.

Pokojové terminály budou instalovány na stěnách místností dle výkresové dokumentace a budou schopny ovládat termopohony ventilů na příslušném rozdělovači stropního nebo podlahového vytápění, obdobně pro stropní chlazení.

## **5.3. Pojistné a zabezpečovací zařízení**

Tepelné čerpadlo bude zajištěno pojistnými ventily, které budou osazeny v jeho blízkosti dle schématu hydraulického okruhu. Na hlavním okruhu vytápění a okruhu přípravy teplé vody budou osazeny pojistné ventily GIACOMINI 1/2“ o otevíracím přetlaku 2,5 baru. Na primárním okruhu je instalován pojistný ventil o otevíracím přetlaku 3 bary, jenž je součástí dodávky tepelného čerpadla.

Pro vyrovnání objemových změn jsou na stěnách technické místnosti instalované tlakové expanzní nádoby. Pro hlavní okruh a primární okruh je navržena expanzní nádoba REGULUS HS018 o objemu 18 l.

Další použité armatury a jejich rozmístění je vyobrazeno na schématu hydraulického zapojení.

## **5.4. Příprava teplé vody**

Pro přípravu teplé vody je navržen nepřímotopný zásobník teplé vody IVT DS 200 R o objemu 185 litrů. Po celý rok bude tepelné čerpadlo v pravidelných intervalech nahřívat zásobníkovou vodu na požadovanou teplotu 55 °C.

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

# **6 SOUSTAVA VYTÁPĚNÍ A CHLAZENÍ**

## **6.1. Otopné plochy**

Pro vytápění objektu je navrženo nízkoteplotní plošné vytápění v podobě stropních systémů. V prostorech, kde není možno instalovat stropní systémy nebo není výkon pro pokrytí tepelných ztrát dostačující, budou místnosti doplněny podlahovým nízkoteplotním systémem.

V koupelnách jsou navržena koupelňová elektrická tělesa, která jsou schopná pokrýt tepelné ztráty v letním období, kdy je stropní systém přepnut na režim chlazení.

### **6.1.1. Stropní vytápění a chlazení**

Stropní vytápění je hlavní otopnou plochou pro vytápění objektu. Bude použit mokrý způsob pokládky, kde budou na hrubou stropní konstrukci osazeny komponenty systému REHAU, přesněji vodicí lišty 14 bez háčků. Pro rozvod směsi pro ohřev či chlazení budou použity trubky REHAU RAUTHERM Speed 14x1,5.

Pro zabránění vniku kyslíku do potrubního systému je toto potrubí opatřeno kyslíkovou bariérou. Spojování potrubí bude provedeno pomocí násuvné objímky dle požadavků výrobce. Pokládka bude provedena v podobě spirály s integrovanou okrajovou zónou. Po osazení bude potrubí následně překryto omítkou. Při instalaci je nutné dodržovat veškeré pokyny výrobce.

Přívodní potrubí do jednotlivých okruhů vedoucí skrze místnosti 1.13, 2.06 a 2.03 budou opatřeny termoizolační trubicí MIRELON PRO 15/20 mm.

Použité stropní omítky musí být určeny pro stropní vytápění a chlazení. Každý okruh bude vyregulován na předepsaný průtok.

### **6.1.2. Podlahové vytápění**

Podlahové vytápění slouží jako doplňková otopná plocha objektu. Bude použit mokrý způsob pokládky díky systémové desce REHAU Varionova 11 mm, umožňující instalaci potrubí s roztečí 50 mm a násobky této hodnoty. Pro rozvod teplotnosné látky slouží potrubí REHAU RAUTHERM Speed 14x1,5.

Pro zabránění vniku kyslíku do potrubního systému je toto potrubí opatřeno kyslíkovou bariérou. Spojování potrubí bude provedeno pomocí násuvné objímky dle požadavků výrobce. Pokládka bude provedena v podobě spirály s integrovanou okrajovou zónou. Pokládka bude následně pokryta betonovou mazaninou v souladu se stavebně technickým řešením. Při instalaci je nutné dodržovat veškeré pokyny výrobce.

Prostory s podlahovým vytápěním je nevhodné zakrývat koberci. Došlo by ke snížení tepelného výkonu.

Okruhy podlahového vytápění budou vyregulovány na předepsané průtoky.

### **6.1.3. Koupelnová otopná tělesa**

V koupelnách jsou navrženy koupelnová elektrická otopná tělesa Cordivari LISA 22 BLACK ELECTRIC 1160x450 o výkonu 500 W. Otopná tělesa budou osazena dle výkresové dokumentace ve vzdálenosti minimálně 0,6 metrů od sprchového koutu, vany nebo umyvadla.

## **6.2. Rozvod otopné a chladící vody:**

V období pro vytápění bude otopná voda vedena od tepelného čerpadla EcoForest ecoGEO B4 T3-12 HTR EH do akumulátoru otopné a chladící vody VOLANO TERMICO VT 200 nebo pro pasivní vytápění skrze ventily 3.1 rovnou do rozdělovače. Od akumulátoru je následně otopná voda vedena k rozdělovači Regulus HV 70. Z rozdělovače budou napojeny všechny okruhy systému.

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

Hlavní rozvody systému a všechny další okruhy systému včetně zásobování teplem bazénové technologie a okruhu přípravy teplé vody jsou navrženy z potrubí REHAU RAUTITAN flex. Rozvody budou vedeny v podlaze, pod stropem a při zdi v technické místnosti dle výkresové



dokumentace. V nejnižších místech rozvodů budou osazeny vypouštěcí kohouty a na nejvyšších místech odzdušňovací ventily.

Rozvody systému jsou opatřeny izolací PAROC Hvac Section AluCoat T dle přílohy č. 2.8. Dimenzování pojistných ventilů, expanzních nádob a izolací.

Napouštění soustavy bude provedeno přes demineralizační patronu.

### **6.3. Rozvod do rozdělovačů:**

Při režimu vytápění jsou okruhy ekvitermní řízené s přívodní teplotou dle výkresové dokumentace. Na rozvody z potrubí REHAU RAUTITAN flex jsou napojeny rozdělovače stropních či podlahových okruhů. Rozdělovače budou nad podlahou či pod stropem dle typu okruhu a osazeny do skříní rozdělovačů REHAU. Okruhy budou vyregulovány na požadované průtoky.

Jednotlivé okruhy otopných/chladících systémů budou vybaveny regulačními ventily s termopohony REHAU UNI s ovládacím napětím dle požadavků MaR. V každé místnosti budou osazeny prostorové terminály s potřebným příslušenstvím, které jsou součástí dodávky systému MaR.

Na patě okruhu z hlavního rozdělovače jsou osazeny oběhová čerpadla, trojcestné ventily a armatury dle výkresové dokumentace.

## **7 POŽADAVKY NA PROFESE:**

### **7.1. MaR**

- Dodávka inteligentního systému, který zajistí: řízení pohonů trojcestných ventilů, řízení oběhových čerpadel, řízení výkonu tepelného čerpadla, řízení okruhů pro vytápění a chlazení, ovládání termopohonů na rozdělovačích podlahového vytápění a stropního vytápění a chlazení.
- Propojení terminálů Th-t s trojcestným ventilem na stropních okruzích pro chlazení, aby se zajistila bezpečná tepla chladicí vody vůči vzniku kondenzace.
- Termopohony termostatických ventilů budou řízeny prostorovými terminály Th-t umístěnými dle výkresové dokumentace. Prostorové terminály včetně kabelového propojení budou součástí dodávky inteligentního systému MaR.

## **7.2. Elektro**

- Napojení tepelného čerpadla EcoForest ecoGEO B4 T3-12 HTR EH.
- Propojit tepelné čerpadlo kabelově s čidlem venkovní teploty.
- Napájení elektrických těles Cordivari LISA 22 BLACK ELECTRIC 1160x450 o výkonu 500 W (230 V).
- Napájení všech potřebných komponentů systému MaR.
- Kabelové propojení řídicího panelu tepelného čerpadla se systémem MaR.
- Kabelové propojení systému MaR s čidly teploty osazenými na akumulátoru a zásobníku teplé vody.
- Kabelové propojení systému MaR s trojcestnými ventily a oběhovými čerpadly.
- Kabelové propojení bazénové technologie se systémem MaR.

## **7.3. ZTI**

- Přívod vody pro napouštění systému vytápění a chlazení v prostoru technické místnosti.
- Napojení nepřímotopného zásobníku IVT DS 200 R na rozvody teplé vody, studené vody a cirkulace.
- Napojení pojistných ventilů na kanalizaci.

## **7.4. Stavba**

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

## **8 POUŽITÉ NORMY:**

- ČSN EN 15 450 Tepelné soustavy v budovách – Navrhování tepelných soustav s tepelnými čerpadly
- 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
- 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