

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

**KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV**



**VYTÁPĚNÍ A CHLAZENÍ OBJEKTU CASINA  
TECHNICKÁ ZPRÁVA**

**Vypracovala:  
Vedoucí práce:  
Školní rok:**

**Bc. Jana Štětková  
prof. Ing. Karel Kabele, CSc.  
2021/2022**

## D.1.4a)1 TECHNICKÁ ZPRÁVA

Technická zpráva k projektové dokumentaci vytápění a chlazení objektu casina. Hlavním podkladem pro zhotovení projektové dokumentace vytápění a chlazení objektu byla výkresová dokumentace stavební části, jako další podklady byly použity návrhové programy např. od společnosti Nibe, Giacomini, ProTech a Reflex.cz a technické listy navržených zařízení. Projektová dokumentace respektuje všechna závazná nařízení, normy a předpisy, zejména pak:

- ČSN 06 0310 - Tepelné soustavy v budovách - Projektování a montáž
- ČSN EN 12 831-1 - Energetická náročnost budov - Výpočet tepelného výkonu - Část 1: Tepelný výkon pro vytápění, Modul M3-3

Projekt je zhotoven v souladu s vyhláškou č. 499/2006 Sb. ve stupni projektu pro stavební povolení. Pro realizaci stavby je nutné vypracování prováděcí projektové dokumentace a vzájemná koordinace mezi jednotlivými profesemi a stavební částí, aby bylo zabráněno případnému vzniku kolizí.

### 1 Vytápění

#### 1.1 Uvažované výpočtové hodnoty

Prostředí	Teplota			Relativní vlhkost	
	Značka	[°C]	[K]	Značka	[%]
<b>Zimní období</b>					
Exteriér - zima	$t_{ez}$	-18	255,15	$\varphi_{ez}$	100
Interiér – hotelové pokoje	$t_{i1}$	20	293,15	$\varphi_{i1}$	40-60
Interiér – koupelny při pokojích	$t_{i2}$	24	297,15	$\varphi_{i2}$	50-90
Interiér – shromažďovací prostory	$t_{i3}$	20	293,15	$\varphi_{i3}$	40-60
Interiér – sociální zařízení	$t_{i4}$	20	293,15	$\varphi_{i4}$	40-60
Interiér – kuchyně	$t_{ik}$	20	293,15	$\varphi_{ik}$	40-60
Interiér – masážní místnost	$t_{i5}$	24	297,15	$\varphi_{i5}$	40-60
Interiér – sprchy při masážní místnosti	$t_{i6}$	25	298,15	$\varphi_{i6}$	50-90

#### 1.2 Tepelné ztráty

Tepelné ztráty byly vypočteny dle ČSN EN 12 831-1 s následujícími předpoklady:

- venkovní výpočtová teplota -18 °C
- vnitřní výpočtová teplota dle účelu užívání místností viz výše
- bez požadavku na urychlení zátoku
- umístění objektu v krajině nechráněné
- součinitele prostupu tepla dle stavební části PD

Při dodržení výše zmíněných předpokladů byla tepelná ztráta prostupem objektu stanovena na 24 kW. Pro ohřev vzduchu ve VZT jednotkách je třeba cca 36 kW, pro ohřev TV je stanoven potřebný příkon 15 kW.

### **1.3 Zdroj tepla**

Zdrojem tepla pro vytápění, dohřev vzduchu ve VZT jednotkách a ohřev TV byla zvolena kaskáda dvou tepelných čerpadel Nibe F1345-30 o jmenovitém výkonu cca 30 kW každého z nich. Každé tepelné čerpadlo F1345-30 sestává ze dvou modulů s vlastními oběhovými čerpadly pro primární a sekundární okruh. Vzhledem k charakteru objektu je pravděpodobné, že maximální požadavek na ohřev TV, vytápění a dohřev vzduchu ve VZT jednotkách může nastat současně, v tomto případě by výkon dvojice tepelných čerpadel pokryl cca 80 % součtu požadovaných výkonů. Z tohoto důvodu byl navržen bivalentní zdroj v podobě elektrokotle Bosch Tronic Heat 3500 o jmenovitém výkonu 24 kW, který může být v případě poruchy TČ použit jako záložní zdroj.

Ohřev TV bude probíhat v nepřímotopném zásobníku teplé vody Dražice OKC 500 NTR/HP o objemu 469 litrů. Zásobník bude doplněn elektrickým topným tělesem o výkonu 9 kW zejména z důvodu eliminace výskytu nežádoucích bakterií (sanitace) a také jako záložní zdroj ohřevu teplé vody.

Před instalací systému bude proveden rozbor napouštěcí vody, v případě nesplnění požadavků předpisu pro kvalitu topné vody (ČSN 07 7401) bude do soustavy osazena úpravná vody.

Zabezpečení roztažnosti topné vody bude na sekundární straně TČ řešeno pomocí expanzomatu Reflex NG 100/6. Zabezpečení roztažnosti nemrznoucí směsí na primární straně TČ bude zajišťovat expanzomat Reflex S 50/10.

Za účelem eliminace škod způsobených únikem vody ze systému bude soustava vybavena detekcí úniku vody ze soustavy v podobě hlídání poklesu tlaku v soustavě pod přednastavenou minimální hranici. Havarijní stavy budou zapojeny funkčně do nové automatiky měření a regulace a v deklarovaných případech budou vypínat zdroje energie, resp. přívod elektrické energie do technické místnosti. Zdroje v podobě tepelných čerpadel a elektrokotle budou vybaveny veškerými regulačními a zabezpečovacími prvky v souladu s platnými předpisy.

Řízení chodu tepelných čerpadel, ohřev TV, dohřev vzduchu ve VZT jednotkách, chlazení (aktivní, pasivní) bude zajišťovat nadřazená regulace, která budou součástí dodávky MaR.

### **1.4 Primární okruh TČ typu země/voda**

Po vyhodnocení místních klimatických podmínek, investičních nákladů, životnosti a spolehlivosti zařízení, jakož i snaha o minimalizaci vlivu zařízení na životní prostředí a minimalizaci spotřeby primární energie byly jako nejvhodnější zdroj primárního tepla zvoleny zemní vrty.

#### **1.4.1 Test TRT (Thermal response test)**

Pro realizace o výkonu nad 30 kW je výrobcem TČ doporučeno provést tzv. TRT test, který určí tepelnou odezvu horniny. Umístění a hloubka průzkumného vrtu bude odpovídat finálnímu umístění jednoho z navržených vrtů. Vrt bude dále sloužit ke stanovení HG podmínek. Zkušební vrt bude po odzkoušení zapojen do systému a stane se jeho plnohodnotnou součástí, proto musí splňovat veškeré technické a materiálové standardy.

Na základě výsledků TRT testu, předpokládaného zatížení vrtného pole a parametrů zvoleného TČ bude proveden konečný návrh počtu a hloubky vrtů.

#### 1.4.2 Vertikální vedení hloubkových vrtů

Podrobný návrh počtu a hloubek jednotlivých vrtů bude stanoven externím dodavatelem v prováděcí dokumentaci! Vzhledem k výkonu topného zdroje bude návrh celkového počtu a délky vrtů proveden na základě výsledků TRT testu po provedení zkušebního vrtu.

Následný předběžný návrh vychází z empirických doporučení výrobce tepelných čerpadel. Tímto návrhem bylo předběžně stanoveno 10 vrtů o hloubce 150 m každého z nich. Každý vrt bude po odvrtání vystrojen dvouokruhovým vystrojením (GEROtherm® VARIO) dimenze 4 x 32. Materiál sondy je PE 100 RC (Poly Ethylene Resistance to Crack) PN16. Vrty se budou nacházet na pozemku investora, přístup vrtné soupravy bude zajištěn po obecní komunikaci a dále pak po pozemku investora.

#### 1.4.3 Horizontální vedení hloubkových vrtů

Každé dvouokruhové vystrojení vrtu bude ve zhlaví vrtu zredukováno pouze na jednu dvojici potrubí a napojeno na horizontální rozvod. Horizontální rozvod bude proveden z materiálu GEROtherm® PE – GT- RC (FAST), SDR11, PN16, opatřený vnější ochrannou signální vrstvou zelené barvy. Spoje potrubí musí být zhotoveny nerozebíratelně, dokonale těsně (pomocí elektrosvařování).

Výkop pro horizontální rozvod bude zhotoven vždy o šířce 0,5-1,2 m a s hloubkou 1,2-1,5 m od upraveného terénu. Potrubí pod zpevněnými plochami bude uloženo ve štěrkovém loži frakce 0/4 nebo 2/5. Minimální spád potrubí bude činit 0,5 % směrem ke sběrné jímce.

Minimální dovolené poloměry ohybů potrubí při ukládání jsou závislé na venkovní teplotě v době montáže:

Venkovní teplota v době montáže [°C]	Minimální poloměr ohybu potrubí R
0	50 x vnější průměr potrubí
10	35 x vnější průměr potrubí
20	20 x vnější průměr potrubí

#### 1.4.4 Sběrná jímka

Sběrná jímka bude umístěna na pozemku investora v těsné blízkosti objektu co nejbližší technické místnosti. Sběrač i rozdělovač budou provedeny z materiálů PE100. Sběrač bude opatřen uzavíracími/regulačními PVC kulovými kohouty DN25 s PVC průtokoměry. Rozdělovač bude opatřen uzavíracími PVC kulovými kohouty DN25. Součástí rozdělovače a sběrače bude plnicí/odvzdušňovací kulový kohout pro možnost napojení plnicího zařízení. Výstup z rozdělovače a sběrače bude opatřen uzavíratelnou armaturou.

**Z důvodu životnosti budou veškeré uzavírací a vyvažovací armatury v jímkách provedeny z plastu, kovové armatury jsou pro dané aplikace nežádoucí.**

#### 1.4.5 Tepelné izolace

Potrubí vedené v zemi ve vzdálenosti minimálně 1,0 m od souběžného vedení vodovodu nebo kanalizace nemusí být izolováno. V opačném případě bude potrubí izolováno návlekovou tepelnou izolací na bázi kaučuku o tl. min. 13 mm ( $\lambda = 0,033 \text{ W/mK}$ ) a chráněno uložením do chráničky Koruflex nebo do hladkého KG potrubí. Konce chráničky je třeba vyplnit montážní nenasákavou PUR pěnou pro zamezení vniknutí vlhkosti do izolace.

Při křížení potrubí s potrubím vodovodu nebo kanalizace budou potrubí oddělena vložení desky z extrudovaného polystyrenu o tl. 50 mm s přesahem desek minimálně 1 m na každou stranu od místa křížení.

Vedení potrubí primárního okruhu bude v interiéru opatřeno parotěsnou návlekovou tepelnou izolací ( $\lambda=0,033$  W/mK), aby se zamezilo kondenzování vzdušné vlhkosti na potrubí.

#### 1.4.6 Nemrznoucí směs

Primární okruh bude naplněn teplonosnou nemrznoucí směsí vody s koncentrací etylenglykolu 40 %, odpovídající nezámrzné teplotě  $-18$  °C. Použitá nemrznoucí směs i poměr ředění = mrazuvzdornost bude v souladu s požadavky dodavatele technologie TČ. Nemrznoucí kapalina je využívána nejen jako teplonosná látka, ale také jako ochrana systému před korozí.

#### 1.4.7 Napojení primárního okruhu na tepelné čerpadlo

Potrubí primárního okruhu od rozdělovače a sběrače vrtů bude vedeno uvnitř objektu a bude zhotoveno z ocelového potrubí, které bude zaizolováno návlekovou tepelnou izolací ze syntetického kaučuku. Potrubí primárního okruhu bude opatřeno odvzdušňovacími armaturami a sestavou armatur pro napouštění systému primárního okruhu. Dále zde bude napojena expanzní nádoba primárního okruhu Reflex S 50/10 přes obslužnou armaturu expanzomatu. Napojení tepelných čerpadel na primární okruh bude provedeno pomocí mezipřírubových klapek zapojením Tichelmann. Dále zde budou osazeny filtry, kulové uzávěry, zpětné klapky, vypouštěcí a pojistné armatury a odvzdušňovací zařízení.

Další prvky napojené na primární okruh pro systém chlazení viz část 2.4 této technické zprávy.

### **1.5 Sekundární okruh TČ typu země/voda**

Potrubí sekundárního okruhu v technické místnosti bude provedeno z ocelových bezešvých trubek a bude zaizolováno návlekovou tepelnou izolací z polyetyleny. Připojení tepelných čerpadel na sekundární okruh bude provedeno přes uzavírací armatury (kulové uzávěry), dále zde budou osazeny filtry, zpětné klapky, vypouštěcí a pojistné armatury, odvzdušňovací zařízení, teploměry.

Zásobníkový ohřívač TV bude napojen na jeden modul jednoho TČ přes přepínací trojcestný ventil, dále zde budou osazeny uzavírací, vypouštěcí a odvzdušňovací armatury, teploměry a další příslušenství.

Zapojení bivalentního zdroje je řešeno nejen jako doplňkový zdroj pro TČ, ale také jako možnost jejich částečného zastoupení při krátkodobém výpadku některého z TČ, popř. při poruše některého z nich. V soustavě je dále zapojena expanzní nádoba sekundárního okruhu Reflex NG 100/6.

Topná voda ze zdrojů vytápění je přivedena do akumulární nádoby vytápění PS 500 N+, odkud je dále odebírána a rozváděna ke koncovým prvkům vytápění. Akumulační nádoba je napojena přes uzavírací armatury se servopohonem pro možnost uzavření přívodu TV do akumulární nádoby a její odklonění do výměníku tepla pro případné maření tepla v suchém chladiči na střeše objektu (více viz část 2.5). Topná voda z akumulární nádoby je odebírána přes uzavírací armatury se servopohonem do rozdělovače a sběrače podlahového vytápění, kde je přes trojcestné směšovací ventily upravena teplota náběhové vody dle ekvitemní křivky. Jmenovité náběhové teploty do systému vytápění jsou  $26$  °C a  $30$  °C. Nesměšovaná topná voda je vedena do otopných těles a jednotek FCU a do regulačních uzlů teplovodních výměníků ve VZT jednotkách.

## 2 Chlazení

### 2.1 Uvažované výpočtové hodnoty

Prostředí	Teplota			Relativní vlhkost		Měrná entalpie	
	Značka	[°C]	[K]	Značka	[%]	Značka	[kJ/kg s.v.]
<b>Letní období</b>							
Exteriér	$t_{el}$	32	305,15	-	-	$h_{el}$	56
Interiér – kuchyně	$t_{ik2}$	28	301,15	$\varphi_{ik2}$	40-60	-	-
Interiér - ostatní	$t_{imax}$	26	300,15	$\varphi_{il}$	40-60	-	-

### 2.2 Tepelné zisky

Tepelné zisky byly vypočteny dle ČSN 73 0548 s následujícími předpoklady:

- venkovní výpočtová teplota 32 °C
- uvažovaná maximální vnitřní teplota viz výše

Tepelné zisky z oslunění a z vnitřního vybavení objektu byly stanoveny na cca 63 kW. Celková potřeba chladicího výkonu byla stanovena pro pokrytí nejen tepelných zisků, ale také vázaného a citelného tepla při chlazení vzduchu ve VZT jednotkách, které činí cca 25 kW. Celková potřeba chladicího výkonu tedy činí 88 kW.

### 2.3 Zdroj chladu

Zdrojem studené vody pro řešený objekt jsou již výše zmíněná tepelná čerpadla typu země/voda o výkonu cca 31 kW každého z nich (v režimu aktivního chlazení) a dále výrobek studené vody (chiller) o výkonu cca 30 kW. Systém zdroje s tepelnými čerpadly typu země/voda budou využita i pro pasivní chlazení.

Na primární okruh TČ bude napojena akumulční nádoba PS 500 N+. Do této akumulční nádoby bude napojen také výrobek studené vody pomocí ocelového potrubí přes uzavírací armatury, filtr, zpětnou klapku a samostatné oběhové čerpadlo pro tento okruh. Potrubí na střeše objektu bude parotěsně zaizolováno tepelnou izolací na bázi syntetického kaučuku a oplechováno Al plechem (mechanická ochrana a ochrana proti UV záření). Navržený teplotní spád pro nabíjení akumulčního zásobníku studené vody je 6/12 °C a je stejný jako TČ, tak pro chiller.

### 2.4 Primární okruh TČ typu země/voda

Kromě již výše zmíněných součástí primárního okruhu nezbytných pro část vytápění jsou pro správnou funkčnost chlazení do systému zapojeny následující komponenty:

- Výměník tepla pro pasivní chlazení Longtherm RHB-31-2-80 (15 kW), který je napojen přes uzavírací armatury, zpětnou klapku, filtr, vypouštěcí, pojistné armatury a oběhové čerpadlo na primární okruh před akumulční nádobou chlazení. Výměník je na své sekundární straně napojen na rozdělovač a sběrač podlahového vytápění přes uzavírací armatury se servopohonem. Na tento okruh je napojena expanzní nádoba Reflex NG 18/6 přes připojovací armaturu expanzomatu.

- Výměník tepla pro okruh chlazení pomocí jednotek FCU Longtherm RMB-110-2-90 (45 kW), který je na výstupu z akumulční nádoby chlazení je napojen přes uzavírací armatury,

filtr, vypouštěcí, pojistné armatury a oběhové čerpadlo. Výměník je na své sekundární straně napojen přes uzavírací armatury, zpětnou klapku, filtr, vypouštěcí, pojistné armatury a oběhové čerpadlo na rozvod studené vody vedoucí do jednotlivých výměníků v FCU jednotkách. Na tento okruh je napojena expanzní nádoba Reflex NG 12/6 přes přípojovací armaturu expanzomatu.

- Na výstupu z akumulární nádoby chlazení se dále nachází jednotlivé výměníky chlazení ve VZT jednotkách a expanzní nádoba Reflex S 12/10. Okruh je opět napojen přes uzavírací armatury, zpětnou klapku, filtr, vypouštěcí, odvzdušňovací armatury a oběhové čerpadlo.

## **2.5 Sekundární okruh TČ typu země/voda**

Na sekundární straně tepelného čerpadla jsou mimo již výše zmíněných součástí v čisti vytápění následující komponenty:

- Výměník maření tepla Longtherm RHB-60-120 (90 kW), který slouží v případě využití aktivního chlazení bez odběru tepla na sekundární straně k jeho odvodu do venkovního prostředí pomocí suchého chladiče. Výměník je do soustavy osazen přes uzavírací armatury se servopohonem. Na sekundární straně je výměník napojen přes uzavírací armatury, zpětnou klapku, filtr, vypouštěcí, pojistné armatury a oběhové čerpadlo. Suchý chladič je umístěn na střeše objektu a napojen přes uzavírací armatury. Sekundární strana tohoto výměníku bude napuštěna nemrznoucí směsí. Na tento okruh je napojena expanzní nádoba Reflex S 12/10 přes přípojovací armaturu expanzomatu.

## **3 Systém vytápění a chlazení**

Na základě požadavku investora je jako koncový prvek vytápění navržena kombinace podlahového vytápění, otopných těles a jednotek FCU. Vzhledem k charakteru zdroje tepla je celé vytápění navrženo jako nízkoteplotní, včetně výměníků ve vzduchotechnických jednotkách, s ohledem na dosažení maximální účinnosti tepelných čerpadel. Návrhová teplota náběhové vody do systému podlahového vytápění je 30 °C a 26 °C. Tato teplota bude během topné sezony ekvitermně regulována. Návrhová teplota náběhové vody do větví otopných těles, jednotek FCU a výměníků ve VZT jednotkách je 55 °C. Tato teplota bude během topné sezony ekvitermně regulována. Teplovodní výměníky pro ohřev vzduchu ve VZT jednotkách jsou na otopný okruh napojeny přes regulační uzly.

Jako koncový prvek pro chlazení byla opět zvolena kombinace podlahových ploch a jednotek FCU. Teplota náběhové vody do podlahového systému je 16 °C s ohledem na zamezení kondenzace vlhkosti na povrchu konstrukce. Návrhová teplota náběhové vody do okruhu chlazení pomocí jednotek FCU je 7 °C. Výměníky pro chlazení ve VZT jednotkách jsou napojeny přímo na okruh s nemrznoucí kapalinou o teplotě náběhové vody 6 °C přes tlakově nezávislý regulační ventil se servopohonem řízený regulací MaR na konstantní teplotu přírodního vzduchu 20 °C, resp. 22 °C (hotelové pokoje).

## **4 Podlahová část**

a/ příprava podlahy – podlaha musí být před pokládáním tepelně izolačních desek zbavena všech nerovností, musí být absolutně čistá a nesmějí na ni být žádné ostré předměty. Pod systémovou deskou bude instalována dodatečná tepelná izolace.

b/ pokládání topného systému – zabezpečí odborná firma dle pokynů výrobce. Zejména je nutné dbát na to, aby nebyla nikde "zlomená" hadice, aby všude při případném přechodu hadic z jednoho topného pole do druhého a při průchodech pod stěnami byly hadice opatřeny chráničkami z vrapových hadic.

c/ složení podlahy – předpokládá se tepelná izolace podlahy pod systémovou deskou dle ČSN 73 0540-1. Pevnost vrchního betonu bude podle stavební části dokumentace. Do betonu bude přidán plastifikátor, který zvyšuje tepelnou vodivost betonu i jeho pevnost. Topná podlaha bude od stěn oddělena pružnou dilatační páskou, obdobně i jednotlivá topná pole.

d/ povrchová vrstva – je uvažováno s povrchovými vrstvami dle stavební části projektové dokumentace. Použitá podlahová krytina musí být konzultována s výrobcem (popř. odborným dodavatelem), který musí schválit vhodnost typu podlahy pro použití na podlahové topení. Obdobně v případě změny povrchové vrstvy při užití jiných povrchů podlah a případných lepidel. Před pokládáním všech podlahových krytin musí být podlahové topení minimálně 10 dní v provozu, aby se odpařila "zbytková vlhkost" betonu.

e/ tlaková zkouška (dle DIN 4725, díl 4) - tlaková zkouška podlahového topného systému se provádí vodou tlakem 1 MPa před provedením vrchní betonové vrstvy. Po 2 hodinách po natlakování se provede nové dotlakování (předpokládá se pokles tlaku vlivem roztažení trubek). Zkušební doba je 24 hodin. Zařízení v tlakové zkoušce obstálo, když na žádném místě potrubí nevytéká voda a zkušební tlak neklesá rychleji než 0,01 MPa za hodinu. Při betonování udržovat přetlak v trubkách 0,3 MPa.

f/ uvedení do provozu – topení musí být poprvé uvedeno do provozu před položením případné podlahové krytiny; ne však dříve než 28 dní po nanesení betonové mazaniny. Přitom je třeba teplotu v přívodním potrubí každý den postupně zvyšovat o 5 °C až do dosažení provozní teploty. Po vyschnutí mazaniny je třeba provést ochlazení na teplotu povrchu potřebnou k položení podlahové krytiny, a to taktéž stupňovitě.

Po nanesení mazaniny se nesmí topit. Pokud je třeba udržovat teplotu zařízení nad bodem mrazu, nesmí být během doby tuhnutí betonu překročena teplota 15 °C. V žádném případě se betonová mazanina nesmí vytápět teplem z podlahového vytápění, není-li tento režim výrobcem systému podlahového topení výslovně povolen.

Stejně jako při tlakové zkoušce se i při procesu zatápění zhotoví zkušební protokol, který má obsahovat tyto údaje:

- údaje o zatápění s příslušnými teplotami v přívodním potrubí
- dosažená maximální teplota v přívodním potrubí
- provozní stav a venkovní teplota při předání

Podlahové vytápění je navrženo v systému Giacomini.

## **5 Rozvod potrubí**

Materiál potrubí primárního okruhu tepelných čerpadel – viz kapitola 2.1. Potrubní rozvody pro sekundární okruh tepelných čerpadel – páteřní rozvod potrubí od strojovny tepelných čerpadel k rozdělovačům – jsou navrženy částečně z oceli (větší dimenze nad DN 40 – z cenových důvodů), menší dimenze (do rozměru d 35x1,5) pak z mědi. V technické místnosti a strojovně VZT bude potrubí vedeno volně podél stěn a bude upevněno v objímkách nebo na konzolách se třmeny. Volně vedené potrubí je navrženo tepelně izolovat izolací v tloušťce dle vyhl. č. 193/2007 Sb. a opláštěno hliníkovou fólií. Rozdělovač se sběračem budou izolovány minerální vatou tl. 50 mm. Také tato izolace bude opatřena na povrchu hliníkovou fólií. Potrubí pro napojení výměníků pasivního a aktivního chlazení je nutné parotěsně izolovat tepelnou izolací ze syntetického kaučuku, stejně tak i tyto výměníky a veškeré armatury. Potrubí na střeše bude izolované syntetickým kaučukem a oplechováno Al plechem (mechanická ochrana a ochrana proti UV záření). Potrubí chlazení a vytápění pro připojení VZT jednotek, rozdělovačů a sběračů a FCU jednotek budou vedena převážně v podhledu pod stropem.

Odvzdušňování soustavy bude přes odvzdušňovací ventily na potrubí. Vypouštěcí kohouty budou na potrubí v technické místnosti a na potrubí vedeném v podhledu. Soustava se bude napouštět hadicí přes vypouštěcí kohout na potrubí v technické místnosti a soustava se při napouštění natlakuje na 120 kPa. Z toho vyplývá požadavek na ZTI – v místnosti se strojní částí zdroje tepla provést vodní výtokový ventil s možností nasazení hadice 23/16 mm.



## **6 Zabezpečovací zařízení a pojistné zařízení**

K zabezpečení tepelné roztažnosti otopné vody topného systému je navržen expanzomat Reflex NG 100/6 o objemu 100 litrů. Expanzomat bude umístěn vedle zásobníku TV a napojen na otopnou soustavu dle pokynů výrobce. Kvalita topné vody (její chemické složení) musí splňovat platné předpisy pro kvalitu topné vody, viz ČSN 07 7401. Z tohoto důvodu bude proveden rozbor napouštěcí vody, v případě potřeby bude osazena úpravná vody napojená na přívod studené vody.

Pro zajištění teplotní roztažnosti glykolové směsi na primárním okruhu tepelných čerpadel bude instalována tlaková expanzní nádoba Reflex S 50/10 o objemu 50 litrů.

Pro zajištění teplotní roztažnosti glykolové směsi na chladícím okruhu bude instalována tlaková expanzní nádoba Reflex S 12/10 o objemu 12 litrů.

Pro zajištění teplotní roztažnosti vody na okruhu výměníku podlahového chlazení bude instalována tlaková expanzní nádoba Reflex NG 18/6 o objemu 18 litrů.

Pro zajištění teplotní roztažnosti vody na okruhu výměníku chlazení FCU bude instalována tlaková expanzní nádoba Reflex NG 12/6 o objemu 12 litrů.

Pro zajištění teplotní roztažnosti glykolové směsi na okruhu suchého chladiče bude instalována tlaková expanzní nádoba Reflex S 12/10 o objemu 12 litrů.

Pro zajištění teplotní roztažnosti glykolové směsi na okruhu ohřevu vzduchu nástřešní VZT jednotky bude instalována tlaková expanzní nádoba Reflex S 12/10 o objemu 12 litrů.

Tlakové expanzní nádoby budou napojeny na otopnou/chladicí soustavu přes obslužné armatury expanzomatu.

Proti vzniku nedovoleného přetlaku musí být instalován pojistný ventil v pojistném místě každého zdroje tepla, tj. jak u každého tepelného čerpadla, tak i u všech výměníků nemrzoucí směs/voda a u bivalentních zdrojů.

Pojistné zařízení musí být instalováno u každého tepelného čerpadla země/voda na sekundární i primární straně.

## **7 Regulace**

Předpokládá se dodávka systému MaR odbornou specializovanou firmou dle jejich vlastního projektu MaR.

Regulace zdroje tepla a chladu a jednotlivých otopných a chladicích okruhů bude řešena komplexně pomocí nadřazené regulace, která bude součástí projektové dokumentace MaR. Tato nadřazená regulace bude komunikovat a spolupracovat s typovými regulátory TČ. Regulace dále zajistí spuštění bivalentního zdroje vytápění a chlazení.

Regulace zajistí nadřazený požadavek přípravy teplé vody tepelným čerpadlem v nepřímotopném zásobníkovém ohřivači, spouštění bivalentního zdroje TV, sanitaci zařízení pro přípravu TV a cirkulaci TV.

V režimu vytápění regulace řídí nabíjení akumulčního zásobníku vytápění dle ekvitermní křivky v závislosti na venkovní teplotě snímané venkovním čidlem, které bude umístěné na severní obvodové zdi objektu ve výšce cca 3,5 m.

Do okruhu podlahového vytápění bude zavedena otopná voda, směřovaná dle ekvitermní křivky podlahového vytápění, do okruhu jednotek FCU bude přiváděna nesměřovaná otopná voda a do regulačních uzlů ohřivačů VZT jednotek bude zavedena nesměřovaná otopná voda (směřována bude až individuálně v regulačních uzlech VZT jednotek).

V letních měsících bude využíváno kombinace aktivního a pasivního chlazení. V rámci pasivního chlazení bude kapalina primárního okruhu tepelných čerpadel o teplotě cca 10 °C na

začátku chladicí sezony, resp. cca 15 °C na konci chladicí sezony předávat chlad do podlahového systému přes výměník podlahového vytápění. V režimu aktivního chlazení bude tepelné čerpadlo nabíjet akumulární zásobník chladu, chlad bude dále distribuován do koncových prvků, kterými jsou výměník FCU jednotek a výměníky vzduchotechnických jednotek. Regulace zajistí v případě nedostatečného chladicího výkonu spuštění bivalentního zdroje chladu, kterým je výrobek studené vody viz část 2.3 *Zdroj chladu* této technické zprávy.

V režimu aktivního chlazení vznikající teplo na sekundární straně tepelného čerpadla bude buď odváděno (přes výměník voda/nemrzoucí směs) pomocí suchého chladiče do venkovního prostředí, nebo v případě přechodného období, kdy může být systémem požadováno zároveň chlazení některých místností a vytápění jiných, může být vznikající teplo odváděno do akumulární nádoby vytápění a dále do podlahového systému.

Regulace bude zároveň řídit chod a ovládání VZT jednotek a zařízení. Regulace umožní veškerou standardní činnost každé VZT jednotky, tj. ovládání vzduchového výkonu jednotky, ovládání servoklapky na přívodu a odvodu vzduchu, ovládání by-passové klapky a protimrazovou ochranu teplovodního výměníku. Předpokládá se regulace teploty vzduchu na konstantní teplotu přiváděného vzduchu v potrubí.

Kromě výše popsané základní regulace zdroje tepla ústředního vytápění a otopného systému je ještě proveden druhý decentralní stupeň řízení – pobytové místnosti (viz výkresová dokumentace) budou regulovány samostatně nadřazenou regulací, která bude získávat informaci o vnitřní teplotě vzduchu pomocí čidel teploty. Na základě získaných informací bude regulace ovládat příslušné termoelektrické hlavice osazené na termostatických ventilech rozdělovače podlahového systému. Regulace budou otevírat a zavírat termostatické ventily otopných smyček v závislosti na nastavené a skutečné teplotě vzduchu v místnostech. Dále bude regulace ovládat příslušné ventily se spojitým servopohonem na přívodu do jednotek FCU v závislosti na nastavené a skutečné teplotě vzduchu v místnosti. Čidla teploty a termoelektrické hlavice jsou součástí dodávky MaR.

## **8 Izolace potrubí**

Volně vedené potrubí je navrženo tepelně izolovat izolací v tloušťce dle vyhl. č. 193/2007 Sb. a opláštěno hliníkovou fólií. Rozdělovač se sběračem budou izolovány minerální vatou tl. 50 mm. Také tato izolace bude opatřena na povrchu hliníkovou fólií. Potrubí pro napojení výměníků pasivního a aktivního chlazení je nutné parotěsně izolovat tepelnou izolací ze syntetického kaučuku, stejně tak i tyto výměníky a veškeré armatury. Potrubí na střeše bude izolované syntetickým kaučukem a oplechováno Al plechem (mechanická ochrana a ochrana proti UV záření).

Vedení potrubí primárního okruhu bude v interiéru opatřeno parotěsnou návlekovou tepelnou izolací ( $\lambda=0,033$  W/mK), aby se zamezilo kondenzování vzdušné vlhkosti na potrubí.

Izolace potrubí primárního okruhu tepelných čerpadel vedeného vně budovy viz část 1.4.5 této technické zprávy.

## **9 Ostatní profese**

### Elektro

- napájení tepelných čerpadel: 2 x (3x 400 V, 50 Hz, 8,9 kW)
- napájení bivalentního zdroje vytápění tepelných čerpadel: (3x 400 V, 50 Hz, 24 kW)
- napájení výrobku chladicí vody: (3x 400 V, 50 Hz, 10 kW)
- napájení suchého chladiče: (3x 400 V, 50 Hz, 2,5 kW)
- napájení oběhových čerpadel (230 V, 50 Hz, á max. 608 W)

- zapojení blokovacího termostatu čerpadla podlahového topení
- připojení nadřazené regulace včetně venkovního čidla
- připojení teplotních čidel v zásobníku TV a na potrubí
- napájení el. top. tělesa v zásob. TV (3x400 V, 50 Hz, 9 kW)
- ovládací vodič HDO
- instalace odpovídajícího jističe pro TČ
- přivedení kabelu pro čidlo venkovní teploty

### Stavba

- zajistit únosnost konstrukce podlahy v technické místnosti pro instalaci akumulčních nádrží, zásobníku TV a expanzomatů a TČ
- zabezpečit výstavbu šachty pro rozdělovač/sběrač primárního okruhu
- umožnit provedení zkušebního geotermálního vrtu a na základě získaných informací provést úpravu navrženého pole pracovních geotermálních vrtů
- umožnit provedení geotermálních vrtů primárního okruhu tepelných čerpadel
- zabezpečit prostupy stěnami a stropem pro potrubí ÚT
- zabezpečit vstup primárního okruhu do budovy
- umožnit položení smyček podlahového topení
- umožnit vedení potrubí ÚT v podhledu
- umožnit připojení regulace a koordinovat činnost na stavbě
- umožnit instalaci tepelných čerpadel, akumulčních nádob a zásobníkového ohříváče
- umožnit instalaci rozdělovačů/sběračů podlahového vytápění do zdí
- koordinovat profese v projektové dokumentaci i na stavbě při vlastní realizaci

### ZTI

- napojit nepřímý ohříváči zásobníkový ohříváči TV na rozvody teplé a studené vody (popřípadě cirkulace)
- zabezpečit objemovou roztažnost teplé vody při jejím ohřevu použitím aquamatu
- provést odpadní potrubí v blízkosti TČ a kotle pro napojení přepadu pojistných ventilů
- výtokový ventil 1/2" v blízkosti tepelných čerpadel pro nasazení hadice 16/23 mm
- odtoková gula v prostoru technické místnosti

### Dodavatel zařízení

- zajistit vypracování vlastní výrobní a dílenské dokumentace

## **10 Zkouška těsnosti**

Otopná soustava bude odzkoušena pracovním přetlakem, vodou teplou maximálně 50°C. Zařízení se prohlédne, nesmí se projevovat žádné netěsnosti. Tento přetlak se udržuje v zařízení 6 hodin, po kterých se provede nová prohlídka. Zkouška se provádí za účasti investora, výsledek se zapíše do stavebního deníku a provede se potvrzení provedené zkoušky ve stavebním deníku. Zkouška podlahového vytápění je popsána ve stati o provedení podlahového vytápění.

## **11 Provozní zkoušky**

a/ dilatační – provede se před zazděním prostupů a provedením tepelných izolací. Při této zkoušce se teplonosná látka ohřeje na nejvyšší teplotu a pak se nechá vychladnout na teplotu okolního vzduchu. Poté se postup ještě jednou opakuje. Při podrobné prohlídce se zjišťují netěsnosti zařízení, popř. jiné závady. Zjistí-li se nějaké závady, po odstranění se musí zkouška opakovat. Zkoušky se provádějí za účasti investora a jejich výsledek se zapíše do stavebního deníku. Po dohodě dodavatele a investora je možné od této zkoušky upustit při splnění podmínek uvedených v ČSN 06 0310.

b/ topné – provádí se za účelem zjištění funkce, nastavení a seřízení zařízení. Kontroluje se především funkce armatur, dosažení parametrů předepsaných v projektu, správná funkce regulace a měření apod. V průběhu této zkoušky je prověřována funkce automatiky při simulování všech možných stavů včetně havarijních. Topná zkouška trvá 72 hodin bez delších provozních přestávek a v jejím průběhu se dodržují normální provozní podmínky zkoušeného zařízení. Zjistí-li se závady, je nutné celou topnou zkoušku opakovat. Součástí topné zkoušky je doregulování otopné soustavy, projeví-li se tato potřeba. Během topné zkoušky se zaškolí obsluha zařízení a provede se záznam o tomto zaškolení. Topná zkouška se provádí za účasti zástupce investora, uživatele, dodavatele a projektanta prováděcího projektu. Po ukončení topné zkoušky se její výsledek zhodnotí a zapíše se do stavebního deníku a do protokolu.

### Přílohy:

Příloha č. 1 - Výpočet oběhových čerpadel soustavy

Příloha č. 2 – Návrh výměníků tepla

Příloha č. 3 - Výpočet expanzních zařízení

Příloha č. 4 - Výpočet zásobníku TV

Příloha č. 5 – Celková bilance podlahového vytápění