

České vysoké učení technické v Praze

Fakulta stavební

Katedra technických zařízení budov



Vytápění a chlazení penzionu  
s restaurací

Bc. Petr Kvasnica

TECHNICKÁ ZPRÁVA

*Vedoucí práce:* **prof. Ing. Karel Kabele, CSc.**

*Rok:* **2021/2022**

# 1. Úvod

Tento projekt, v úrovni dokumentace pro stavební povolení, v souvislosti s návrhem novostavby penzionu s restaurací v místě Chlumu u Třeboně na pozemku číslo 1267/22 řeší komplexní návrh vytápění a chlazení celého objektu.

Pro vyhotovení dokumentace byly využity různé návrhové programy jako Atrea Duplex, PROTECH, Revit, webový návrhový program Grundfos a další.

## 1.1 Použité podklady

Pro vypracování a návrh vytápění a chlazení penzionu s restaurací se vycházelo z následujících podkladů:

- a) stavební výkresová dokumentace (půdorysy, řezy, pohledy),
- b) zákony, nařízení vlády, vyhlášky,
  - Vyhláška č. 6/2003 Sb., kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb,
  - Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci,
  - Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací,
  - Vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby, ve znění vyhlášky č. 20/2012 Sb.,
- c) zejména tyto platné normy ČSN a EN,
  - ČSN 06 0320 Tepelné soustavy v budovách - Příprava teplé vody - Navrhování a projektování,
  - ČSN 06 0210. Výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění,
  - ČSN 73 0540-2. Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky,
  - ČSN 73 0548. Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů,
  - ČSN EN 12831-1 Energetická náročnost budov,
  - ČSN EN 1264-2 Zabudované vodní velkoplošné otopné a chladicí soustavy – Část 2: Podlahové vytápění,

- ČSN EN 1264-3 Zabudované vodní velkoplošné otopné a chladicí soustavy – Část 3: Dimenzování,
  - a další.
- d) německé technické normy VDI 2052,
- e) podklady a technické listy zvolených výrobců.

## 1.2 Stručný popis objektu

Jedná se o objekt penzionu s restaurací ve tvaru U. Celá budova je vyzděna z tvárnice Porotherm. Na obvodové stěny jsou užity tvárnice Porotherm 44 T Profi, na nosné vnitřní stěny Porotherm 30 Aku a na dělicí příčky pak Porotherm 19 Aku či Porotherm 11,5 Aku v závislosti na akustické a nosné funkci. Strop INP tvoří keramobetonová konstrukce tl. 250mm, případně monolitický železobeton litý na místě. Střešní konstrukci tvoří vaznicový krov. Strop mezi podkrovím a půdou je vytvořen pomocí kleštin se záklopem a lehkou plovoucí podlahou z důvodu osazení VZT jednotek a vzduchovodů do půdního prostoru. Půdní prostor se je zateplený, aby se minimalizovaly ztráty potrubí a VZT jednotek. V celém objektu vyjma technické místnosti, prostoru restaurace a kuchyně budou instalovány SDK podhledy. V prostoru restaurace je vytvořen akustický rozebíratelný podhled. V příslušných prostorách budou instalovány také instalační předstěny pro svislé rozvody a vedení TZB.

Více informací o konstrukčním a materiálovém řešení – viz 1. část této práce. Jednotlivé konstrukce použité ve výpočtech včetně tepelných vlastností lze nalézt v Příloze č. 1.

## 2. Základní údaje

### 2.1 Klimatické podmínky

Návrhové klimatické podmínky pro výpočet tepelných ztrát a tepelných zisků jsou převzaty dle doporučených hodnot z norem ČSN EN 12831-1 a ČSN 73 0548 pro lokalitu Jindřichův Hradec.

Tab. 2.1: Vstupní klimatické podmínky pro výpočet tepelných ztrát a tepelných zisků pro oblast Jindřichův Hradec

	Letní období	Zimní období
Teplota venkovního vzduchu $t_e$ (°C)	30	-15
Relativní vlhkost venkovního vzduchu $\phi$ (%)	35	90-100
Entalpie venkovního vzduchu $h$ (kJ/kg s.v.)	56	-

Pro návrh větracích jednotek a jejich chladících výkonů je čerpáno z normy ČSN 12 7010, kde je uvedena teplota venkovního vzduchu 32°C s entalpií 62kJ/(kg s.v.) pro oblast České Budějovice (Jindřichův Hradec daná norma nezmiňuje).

Výpočtové teploty v jednotlivých místnostech jsou navrženy dle jednotlivých předpisů a norem. (limitní hodnoty jsou uvedeny v teoretické části této práce).

Tab. 2.2: Výpočtové teploty v místnostech pro návrh vytápění a chlazení

Číslo místnosti	Zimní výpočtová teplota $t_{i,w,r}$ (°C)	Letní výpočtová teplota $t_{i,s,r}$ (°C)	Relativní vlhkost vzduchu $\phi_{ai}$ (%)
1.03, 1.11, 1.13, 1.14, 1.22, 1.23, 1.24, 1.25, 1.35, 1.36, 1.41, 1.42, 2.01, 2.10, 2.15, 2.20, 2.26	15	26	30-65
1.17	18	24	max 70
1.27, 1.30, 1.37, 1.43, 2.02, 2.06, 2.11, 2.16, 2.21, 2.27	18	26	30-65
1.01, 1.02, 1.04, 1.05, 1.06, 1.07, 1.08, 1.09, 1.10, 1.12, 1.18, 1.20, 1.26, 1.28, 1.31, 1.32, 1.33, 1.38, 1.39, 1.44, 1.45, 2.03, 2.04, 2.07, 2.08, 2.12, 2.13, 2.17, 2.18, 2.22, 2.23, 2.24, 2.28, 2.29, 2.30, 2.31	20	26	30-65
1.16	20	26	
1.19, 1.29, 1.34, 1.40, 1.46, 2.05, 2.09, 2.14, 2.19, 2.25, 2.32	24	26	50-90

Tepelné ztráty jsou spočteny pomocí programu Protech a normy ČSN EN 12 831-1 s výše uvedenými vstupními parametry. Celková tepelná ztráta prostupem je stanovena na 15,1kW, dále je nutné dodat tepelný výkon 3,75kW do VZT jednotky č 1, resp. 2,39kW do VZT jednotky č. 2. Celkem se jedná o tepelný výkon o hodnotě 21,24kW.

Tepelné zisky v letním období pro místnosti mimo kuchyň a chodbu u chladicího boxu jsou stanoveny na základě normy ČSN 73 0548 a programu Protech. Výsledkem je 8,6kW chladicího výkonu. Dále je proveden výpočet množství přiváděného a odváděného vzduchu pomocí návrhového programu Atrea Duplex, na základě kterého je určen požadovaný chladicí výkon. Pro teplotu přiváděného vzduchu pod 26°C stačí chladicí výkon 2,3kW pro VZT jednotku č. 1 a 1,2kW pro VZT jednotku č. 2 při maximálních průtocích a teplotě venkovního vzduchu 32°C. Pro případ vytápění i chlazení je uvažováno s využitím ZZT ve vzduchotechnických jednotkách.

Celkovou tepelnou bilanci objektu a výstupy z jednotlivých výpočtových programů lze nalézt v souboru příloh.

### **3. Navrhovaný stav**

Jako zdroj tepla i chladu je zvoleno tepelné čerpadlo vzduch/voda. Pro výkonové požadavky je zvolena venkovní jednotka PUAH SW160 o nominálním výkonu topení 16kW pro A2/W45, nebo až 22kW pro A7/W45. Hodnota nominálního výkonu pro chlazení je 16kW při A35/W7 s kombinací s vnitřním hydroboxem ERSE-YM9ED, který je vybaven elektrickou topnou jednotkou o výkonu 9kW, která slouží jako bivalentní zdroj v době nepříznivých venkovních podmínkách. Maximální výstupní teplota otopné vody je až 60°C. Tepelné čerpadlo je schopno topit až do venkovní teploty -25°C.

Venkovní jednotka bude umístěna na kraji přístřešku pro auto a zahradní stroje, aby nebyla vystavena přímému slunečnímu záření. Mezi zadní stranou a stěnou přístřešku musí být prostor minimálně 300mm. Před jednotkou nesmí být žádná překážka ve vzdálenosti min. 1m. Přístřešek by neměl přesahovat hranu jednotky o více než 500mm při volném prostoru nad jednotkou 1m. Ostatní možnosti vzdáleností od okolních předmětů jsou uvedeny v technických podkladech výrobce. Propojení chladiva venkovní jednotky s vnitřní jednotkou proběhne pomocí měděných trubek o rozměrech 10/22mm (kapalina/plyn). Použité chladivo je R410A. Dodávku a správné naplnění chladivem zajistí dodavatelská a montážní firma dle pokynů výrobce.

### 3.1 Systém vytápění

Koncové distribuční prvky jsou zvoleny s ohledem na typ prostoru a provozní podmínky.

#### 3.1.1 Stropní sálavý systém

Hlavním systémem vytápění penzionu, bytové jednotky a zázemí kuchyně je zvolen sálavý stropní systém od firmy Uponor pomocí panelů Renovis ve dvoutrubkovém provedení. Panely se napojují do jednotlivých smyček podle Tichelmannova principu. Do jedné smyčky lze zapojit maximálně 3 panely velikosti 2000x625mm. Maximální počet panelů jiných velikostí v jedné smyčce se určuje na základě maximální plochy, která je přibližně 4,5m<sup>2</sup>. Výkon panelů je určen podle teplotního spádu, který je vypočten za pomoci průtoku a teploty přívodního média. Výrobce doporučuje průtok přibližně 62l/h, aby byla splněna rychlost proudění média, která by měla být kolem přechodné oblasti mezi turbulentním a laminárním prouděním. Pro náš případ je zvolen tepelný výkon s ohledem na mezní hodnotu maximálního měrného tepelného výkonu, tj. cca 58W/m<sup>2</sup>. Teplota přiváděné vody je zvolena 38°C.

Jednotlivé smyčky je nutné vybavit odvzdušňovacími ventily pomocí T-kusů.

Systém je napojen z podružných rozdělovačů Vario S-FM, které jsou umístěny pod stropem. Rozdělovače jsou vybaveny průtokoměry na přívodu a ventily s termopohony na zpátečce pro možnost uzavření jednotlivých smyček dle požadavku prostorového termostatu. Rozdělovač je také vybaven odvzdušňovacím, napouštěcím a vypouštěcím ventilem.

Smyčky vedené pod stropem budou zavěšeny pomocí typových fixačních lišt výrobce Uponor s roztečí 50mm a jsou vytvořeny pomocí potrubí Comfort Pipe Plus velikosti 20x2mm, napojení panelů probíhá pomocí potrubí Minitec Comfort Pipe velikost 9,9x1,1mm.

Návrh výkonu viz Příloha č. 10.

Maximální celkový průtok veškerých větví sálavých systému (tedy včetně podlahových sálavých systémů) v provozním režimu vytápění je 1804l/h.

### 3.1.2 Podlahové topení

Pro vytápění v místnostech pro hygienu je použit podlahový systém Tecto od firmy Uponor. V podkrovních prostorech jsou zvoleny panely s tl. EPS izolace 11mm, které budou doplněny kročejovou izolací. V přízemní části je pak zvolen panel s tl. systémové izolace EPS 30mm. Použité potrubí je Comfort Pipe Plus velikosti 14x2mm nebo 17x2mm – dle potřebných výkonů s ohledem na tlakové ztráty. Trubky se uchycují na jednotlivých systémových nopů. Nedílnou součástí instalace systému je vytvoření anhydritové, případně betonové vrstvy nad systémovými deskami.

Pro sociální zázemí je zvolena teplota přívodu 30°C, pro ostatní prostory objektu je teplota 38°C.

Systém je napojen z podružných rozdělovačů Vario S-FM, které jsou zavěšeny buďto pod stropem, nebo v případě sociálního zázemí předstěnovém systému.

Tlakové ztráty a výkony v režimu vytápění podlahového systému Tecto viz Příloha č. 10.

### 3.1.3 Trubkové tělesa

Pro doplnění výkonu podlahové topení v koupelnách jsou navrženy doplňkové trubkové tělesa od společnosti Korado. Z důvodu nízkoteplotního zdroje je vybrán druh Koralux Linear Max výšky 1500mm a šířky 750mm nebo 600mm. V podkrovních prostorech jsou tyto tělesa umístěny pod střešními okny, aby byla zamezena kondenzace. Tyto radiátory budou vybaveny elektrickými topnými tělesy, která zajistí možnost sušení v období letním, případně mohou zajistit dodatečný tepelný výkon v otopném období, kdy by nestačil výkon pomocí otopné vody. Maximální výkon el. tělesa je 800W pro těleso šířky 600mm, resp. 1000W pro šířku 750mm. Elektrické patrony budou vybaveny prostorovou regulací.

Teplota přívodní vody pro tyto tělesa se bude odvíjet od teploty v celém daném úseku. Pro otopné období je počítáno s teplotou 38°C a teplotním spádem 38/35°C. Výkon těles je pak 157W pro šířku 600mm, resp. 196W pro šířku tělesa 750mm.

Výkon tělesa je uveden v Příloze č. 11.

### 3.1.4 Fancoil jednotky

Jsou navrženy dvě podstropní FCU jednotky HyFlexGeko vel. 6 od společnosti FlaktGroup. Jednotky budou zásobovat tepelnou energií prostor restaurace. Jednotky se zavěsí pod strop a zakryjí akustickým podhledem. Přívod z jednotek bude řešen pomocí připojovacího panelu s otvory průměru 200mm, na které se napojí VZT potrubí spojené s centrálními rozvody VZT. Jako koncové prvky budou navrženy Anemostaty příslušných velikostí. Je nutné brát ohled na akustický tlak vytvořený FCU jednotkou na výtlačku i sání a tuto skutečnost konzultovat s projektantem VZT, případně navrhnout vhodné řešení akustického útlumu. Sání bude provedeno přímo v podhledu pomocí sací mřížky. Je uvažováno, že malá část celkového výkonu VZT bude v době provozu FCU vedena skrz FCU jednotku. Celkový návrh přívodu a sání FCU jednotky nutné koordinovat a konzultovat s projektantem VZT.

Pro topení FCU jednotky je navržen teplotní spád 38/33°C. Pro tento teplotní spád a maximální výkon jedné FCU je nutné přivést 654 kg/h topného média.

Jelikož je v prostoru restaurace navržen rozebíratelný systém podhledu, není zde nutné navrhovat revizní otvory.

FCU jednotky budou vybaveny trojcestnými směšovacími ventily pro možnost regulace. Dále bude použit systém ISYteq Touch 2.1 pro řízení požadavků prostoru.

### 3.1.5 Výměníky ve VZT jednotkách

Obě použité VZT jednotky mají stejný typ ohřívače a to T3500 3R. Maximální topný výkon výměníku pro průtok vzduchu 3500m<sup>3</sup>/h (VZTJ č. 1) je 12,19kW, resp. 9,81kW pro průtok 2500m<sup>3</sup>/h (VZTJ č. 2). Pro teplotu vzduchu za ohřívačem rovné 21°C a objemový průtok 3500m<sup>3</sup>/h je nutné přivést 645 l/h otopné vody o teplotní spádu 38/33°C. Pro VZT jednotku č. 2, která zásobuje kuchyň, a pro vyrovnání tepelných ztrát (377W) stačí přivádět vzduch o teplotě přibližně 20,5°C při průtoku 2500m<sup>3</sup>/h. Pro tento případ je nutné přivádět otopnou vodu o průtoku 336l/h s teplotním spádem 38/33°C. Návrh systému je ale proveden pro hodnotu přiváděného vzduchu 21°C, v tomto případě je nutné zajistit průtok 410l/h Pro



regulování výkonu výměníku je v obou případech použitý vestavěný 4-cestný ventil s oběhovým čerpadlem mezi výměníkem a regulačním ventilem.

### 3.1.6 Ohřev TV

Tepelné čerpadlo bude zajišťovat i přípravu teplé vody. Maximální výstupní teplota z TČ je 60°C až do teploty okolního vzduchu 2°C, pak tepelná kapacita tepelného čerpadla klesá. Výstupní teplotu 50°C je schopno dodávat až po teploty venkovního vzduchu -15°C, což je plně dostačující, jelikož v zimě bude odběr TV razantně snížen a stačí tedy zásobník nahřívat na nižší teplotu. Navíc vnitřní jednotka TČ má integrovanou elektrickou spirálu o dalším výkonu 9kW, tím je zajištěn ohřev TV i při velmi nízkých teplotách vzduchu. V letním období bude teplá voda ohřívána na teplotu 50-55°C.

Pro návrh zásobníků je čerpáno z norem ČSN 06 0320 a ČSN EN 15 316-3. Výpočet návrhu velikosti zásobníku TV je obsažen v Příloze č. 14. Dle výpočtu se zvolil zásobník Dražice OKC 750 NTR-HP o objemu vody 710l, který je uzpůsoben svou teplosměnnou plochou pro provoz tepelným čerpadlem. Zásobník bude dále vybaven elektrickou topnou jednotkou TJ 6/4“ o výkonu 9kW, která se bude starat o pravidelnou sanitaci zásobníku proti legionelle a také bude zajišťovat ohřev TV v době případného nedostatku tepelné energie od TČ. TČ dokáže zajistit objemový průtok topné vody až 3786l/h, což je vyhovující pro dostatečně rychlý ohřev vody v zásobníku.

Soustavu TV je nutné zabezpečit pojistným ventilem a expanzní nádobou – viz Kap. 4.

### 3.1.7 Akumulační nádrž otopné vody

Doplňovat systém vytápění bude akumulční nádrž Austria Email WPPS300 o objemu 300l. Nádrž slouží k zamezení častého spínání tepelného čerpadla a ve spojení s druhou akumulční nádrží na chladicí vodu umožňuje zároveň topit i chladit v jeden okamžik. Návrh je proveden na základě zamezení cyklování TČ v časech velmi nízkého požadavku na výkon a s ohledem na výkonové špičky, ve kterých se akumulční nádrž předběžně dostatečně naakumuluje a zajistí tak v době nutné pro přípravu TV dočasný zdroj tepelné energie pro otopnou soustavu.

Akumulační nádrž je také vybrána s ohledem na prostorové možnosti technické místnosti.

Akumulační nádrž bude nabíjena za pomoci nadřazeného systému regulace na základě požadavků otopné soustavy a s ohledem na teplotu v exteriéru.

### **3.2 Systém chlazení**

#### **3.2.1 Stropní sálavý systém**

Je využito stejného systému jako v Kap. 3.1.1. S ohledem na riziko kondenzace je pro chlazení použita teplota přírodní vody 16°C. Pro zamezení možné kondenzace bude také instalován systém Uponor C-46 Climate Controller pro hlídání teploty rosného bodu na základě teploty a relativní vlhkosti v místnosti a teploty přiváděného média. Teplota ve vratném potrubí jednotlivých smyček se liší dle instalovaného výkonu, dle výpočtů by ale v navrženém případě neměla překročit hodnotu 18,5°C.

#### **3.2.2 Podlahové chlazení**

Systém popsany v Kap. 3.1.2 může sloužit i pro chlazení. V místnostech koupelen je ale možnost chlazení blokována systémem nadřazené regulace, aby nedocházelo k nízké dotykové teplotě. V prostorách sociálního zázemí restaurace je ale počítáno s podlahovým chlazením, jelikož zde lze přepokládat provoz za užití obuvi a není zde tedy takový požadavek na pokles dotykové teploty. Výkony jsou určeny na základě plochy systému a měrného výkonu dle výrobce – viz Příloha č. 10.

Aby nevznikalo riziko kondenzace a rosení je navržena teplota přírodní vody 16°C a systém aktivního hlídání rosného bodu – viz Kap. 3.2.1.

#### **3.2.3 Fancoil jednotky**

Fancoilové jednotky jsou navrženy ve dvoutrubkovém provedení, z tohoto důvodu je použit shodný systém pro vytápění i chlazení. Rozdíl v systému chlazení je užitý teplotní spád.

Pro chlazení FCU jednotkami je navržen teplotní spád 12/16°C. Pro tento teplotní spád a maximální výkon jedné FCU je nutné přivést 749 kg/h chladicího média.

### 3.2.4 Výměníky ve VZT jednotkách

Obě VZT jednotky využívají stejného typu chladiče. Jedná se o typ W3500 3R. Maximální chladicí výkon výměníku pro průtok vzduchu 3500m<sup>3</sup>/h (VZTJ č. 1) je 7,64kW, resp. 6,01kW pro průtok 2500m<sup>3</sup>/h (VZTJ č. 2). Pro teplotu přiváděného vzduchu rovné 25°C a objemový průtok 3500m<sup>3</sup>/h je nutné přivést 300l/h vody na chlazení o teplotním spádu 12/22°C. Pro VZT jednotku č. 2, která zásobuje kuchyň, stačí přivádět chladicí vodu o průtoku 140l/h s teplotním spádem 12/25°C, aby byla zajištěna teplota vzduchu na přívodu o hodnotě 25°C. Pro bezpečnost návrhu oběhového čerpadla jsou výpočty tlakových ztrát stanoveny za podmínek teploty přiváděné vody 14°C, za těchto podmínek je potřeba zajistit větší průtok chladicího média a tím se zvýší i tlakové ztráty. Pro VZTJ č. 1 je pak průtok roven hodnotě 390l/h, resp. 170l/h pro VZTJ č.2. Pro regulování výkonu chladičů je v obou případech použita regulace za pomoci dvojcestného ventilu se servopohonem, podle kterého se bude řídit požadovaný průtok vody.

Výpočty a navržené parametry použitých systémů jsou obsaženy v souboru příloh, který je nedílnou součástí této dokumentace. Ostatní parametry a údaje lze nalézt v technických listech jednotlivých výrobců.

### 3.2.5 Akumulační nádrž na chladicí vodu

Pro akumulaci chladicí vody je navržena akumulací nádrž Dražice NAD 750v3 o objemu 772l. Výběr velikost proběhl na základě obdobných parametrů jako je popsáno Kap. 3.1.7 s rozdílem toho, že se jedná o vodu na chlazení. Pro systém chlazení jsou navrženy menší teplotní spády, proto bylo nutné navrhnout nádrž o větším objemu.

O inteligentní nabíjení chladicí vody v akumulací nádrži se bude starat nadřazený systém regulace.

## **4. Zabezpečovací a expanzní zařízení**

Ve smyslu ČSN 06 0830 je zdroj tepla a chladu ochráněn integrovaným pojistným ventilem ve vnitřní jednotce tepelného čerpadla. Dále je pro uzavřený topný a chladicí okruh navržena expanzní nádoba s membránou, která bude udržovat tlak v soustavě v požadovaných mezích. V případě nedovoleného tlaku se otevře pojistný ventil. Pojistné ventily jsou dále osazeny na každé akumulární nádobě. Otevírací tlak pojistného zařízení je 3bary. Soustava vytápění má větší teplotní rozdíly, ale zároveň menší objem v soustavě díky rozdílné akumulární nádrži. U soustavy chlazení je to přesně naopak. Tímto je docíleno podobného požadavku na velikost expanzní nádoby. (viz Příloha č.15) Proto by neměl nastat problém s poklesem tlaku v soustavě pod mezní hodnoty v letní sezóně a měla by stačit navržená expanzní nádoba. V případě výskytu problému s nízkým tlakem v soustavě v teplém období by bylo nutné navrhnout Aquamat pro automatické udržování tlaku v soustavě.

Pro soustavu topení a chlazení je navržena expanzní nádoba Regulus HS040 o objemu 40l, která bude uchycena na stěnu v blízkosti zdroje tepla a chladu. Přírodní potrubí do expanzní nádoby bude vybaveno servisním uzávěrem s vypouštěním pro možnost servisu a tlakování nádoby.

Pro soustavu rozvodu TV je navržena předběžně podle velikosti zásobníku a odhadnutého objemu vody v rozvodech expanzní nádoba Regulus HW040 o objemu 40l. Skutečnou velikost expanzní nádoby je nutné navrhnout po navržení rozvodů teplé vody v objektu a zjištění tak přesného objemu soustavy. Zásobník TV je osazen pojišťovacím ventilem s otevíracím tlakem 8bar.

Pojistné ventily NESMÍ být osazeny přes jakýkoliv uzávěr oddělující je od soustavy.

## **5. Všeobecné údaje**

### **5.1 Rozvodné potrubí**

Jako materiál rozvodů je zvoleno vícevrstvé plastové potrubí s bariérou proti difúzi kyslíku od firmy Uponor. Potrubí vedené v podhledu bude zavěšeno ve spádu

min. 1‰ k vypouštěcím ventilům, které budou umístěny v nejnižších místech dané větve. Nejvyšší místa soustavy budou opatřeny odvodušněním (AOV). Odvodušňovací ventily je nutné osadit také pro přívodní smyčky panelů Renovis. Osazení AOV proběhne přes vytvořený T-kus.

Délková roztažnost potrubí bude umožněna převážně přirozenými změnami směru rozvodů. V případě dlouhých rovných úseků budou použity U-kompensátory. Při řešení délkové roztažnosti je důležité věnovat pozornost polohám pevných bodů na trase potrubí.

Hlavní větve přívodního potrubí vedené v podhledu pod stropem budou zavěšeny pomocí typových závěsných prvků - závitové tyče s objímkami s gumovou vystýlkou, případně s izolačními objímkami (např. Armafix) pro zamezení vzniku kondenzace u rozvodů pro FCU a VZT jednotky.

Vzdálenost podpor potrubí budou navrženy dle doporučených hodnot výrobce. V případě souběhu potrubí budou v maximální možné míře využity společné závěsy.

Závěsný systém potrubí umožní kluzné uložení potrubí, a to i při průchodu stavební konstrukcí. Při průchodu potrubí stavební konstrukcí bude potrubí včetně izolace vedeno v ocelové chráničce, která umožňuje volný pohyb potrubí. V případě, že potrubí prochází požárním předělem, bude tento prostup protipožárně utěsněn dle požadavku požární zprávy.

Zvláštní důraz bude při montáži obecně kladen na provedení upevnění potrubí z hlediska zabránění přenosu hluku do stavebních konstrukcí. Pro upevnění potrubí budou důsledně používány pouze objímky (vč. pevných bodů) s pryžovými tlumicími vložkami, případně s izolačními vložkami. Potrubí bude důsledně izolováno zejména při průchodu stavebními konstrukcemi tak, aby nedošlo ke styku povrchu potrubí se stavební konstrukcí.

Potrubí bude po své trase opatřeno šípkami vyjadřujícími směr proudění média a identifikačními štítky s příslušností potrubí k jednotlivým větvím.

Pro hlavní větve rozvodů RTCH vedoucí k podružným rozdělovačům a k FCU a VZT jednotkám bude použit systém Uponor Radi Pipe Natural ze síťovaného polyethylenu (PE-Xa), maximální provozní tlak 6bar, max. provozní

teplota 90°C. Tyto rozvody budou izolovány tloušťkou izolace na základě Vyhlášky č. 193/2007Sb.

Pro rozvody od podružných rozdělovačů k jednotlivým sálavým systémům a ke trubkovým tělesům bude použit systém Uponor Comfort Pipe Plus. Provozní tlak 6/10bar při 90°C/70°C. Materiál potrubí je PE-Xa. Tyto rozvody již izolovány nebudou, jelikož budou vedeny v prostorech, které zásobují teplem. Výjimku tvoří potrubí vedeno z R/S pro sociální zázemí kuchyně do m.č. 1.14, které prochází kuchyňským prostorem, kde by za provozu chlazení mohlo docházet k rosení díky vyšší relativní vlhkosti prostoru. Tento úsek potrubí v části kuchyně bude izolován min. tl. izolace 20mm.

Napojení panelů Renovis se provede pomocí trubek Uponor Minitec Comfort pipe.

Pro uchycení rozvodů Comfort Pipe Plus a Minitec Comfort Pipe budou užity typové fixační lišty od firmy Uponor s roztečí 50mm.

Tab. 5.1: Použitý potrubí systém s uvedenou tl. izolací

Typ potrubí	Velikost (mm)	Tl. izolace (mm)
RADI PIPE NATURAL	75x6,8	40
RADI PIPE NATURAL	63x5,8	40
RADI PIPE NATURAL	50x4,6	32
RADI PIPE NATURAL	40x3,7	32
RADI PIPE NATURAL	32x2,9	32
RADI PIPE NATURAL	25x2,3	25
COMFORT PIPE PLUS	20x2	
COMFORT PIPE PLUS	17x2	
COMFORT PIPE PLUS	16x2	
COMFORT PIPE PLUS	14x2	
MINITEC COMFORT PIPE	9,9x1,1	

## 5.2 Armatury

Pro vytápění i chlazení jsou navrženy (do dimenze DN50) všechny armatury závitové, z mosazi s povrchovou úpravou pochromováním. Osazení armatur se provede přes potřebné přechody a šroubení od firmy Uponor.

Ruční balanční ventily z mosazi typu STAD, do DN50 závitové, od DN65 přírubové. Pro regulaci dvoucestné a třicestné regulační ventily s elektropohony do DN40 závitové, od DN50 přírubové, funkce – plynulá regulace 0-10V.

Veškeré armatury v prostoru technické místnosti budou izolovány dle požadované tloušťky. Armatury osazené na rozvodech chladicí vody k FCU a VZT jednotkám budou izolovány paronepropustnou izolací.

### 5.3 Tepelné izolace

Pro izolování rozvodů RTCH budou použity návlekové izolační pouzdra. Tloušťky tepelných izolací jsou navrženy dle Vyhlášky č. 193/2007Sb. Navržené tloušťky izolace pro jednotlivé velikosti potrubí jsou uvedeny v Tab. 5.1. Tyto tloušťky platí pro hodnoty součinitele tepelné vodivosti izolace lepší nebo rovny 0,34 W/(m.K). Pro izolování trubek s přívodem chladné vody pro FCU a VZT jednotky bude použita izolace ze syntetického kaučuku v paronepropustném provedení. U těchto rozvodů je nutno použít i typové prvky pro uchycení (např. Armafix), aby bylo zamezeno možnosti rosení v celé délce potrubí.

Pro ostatní hlavní rozvodné větve (tj. pro sálavé systémy) není nutné použití parotěsných izolací, jelikož zde bude udržovaná teplota nad bodem rosného bodu.

Rozvody za podružnými rozdělovači Vario S-FM nemusí být izolovány, jelikož jsou vedeny v prostorech, které přímo zásobují tepelnou energií.

Izolaci primárního okruhu TČ zajistí dodavatel jednotky a bude provedena na základě doporučení dle výrobce.

## 6. Protipožární opatření

Detailní řešení protipožárních opatření není tématem této práce, úplné řešení těchto opatření je nutné navrhnout po vypracování požárně bezpečnostního návrhu a opatření. Pro přechody mezi jednotlivými požárními úseky budou použity požární ucpávky potřebné odolnosti.

## **7. Zkoušky související s uvedením do provozu**

Uvedený popis je výtažkem z normy ČSN 06 0310, podle níž se budou řídit veškeré postupy při provádění zkoušek.

### **7.1 Tlaková zkouška**

Zkouška těsnosti bude provedena před zazděním drážek, zakrytím kanálů a provedením nátěrů a izolací

Systém bude napuštěn provozními kapalinami, natlakován na zkušební tlak, přičemž se nesmí přesáhnout maximální navrhovaná teplota soustavy (max. 50°C) a řádně se odvzdušní a celé zařízení (všechny spoje, otopná tělesa, armatury, atd..) se prohlédne, přičemž se nesmějí projevit viditelné netěsnosti. Soustava zůstane napuštěna nejméně 6 hodin, po kterých se provede nová prohlídka. Výsledek zkoušky se považuje za úspěšný, neobjeví-li se při této prohlídce netěsnosti anebo neprojeví-li se znatelný pokles tlaku v soustavě

Zkouška se provádí za účasti zástupce investora a musí být potvrzeny protokolem o zkoušce.

### **7.2 Dilatační zkouška**

Provádí se před zazděním drážek, zakrytím kanálů a provedením tepelných izolací. Při této zkoušce se teplotonosná látka ohřeje na nejvyšší pracovní teplotu a pak se nechá vychladnout na teplotu okolního vzduchu. Poté se tento postup ještě jednou opakuje. Zjistí-li se pak po podrobné prohlídce netěsnosti zařízení, popř. jiné závady, je nutno zkoušku po provedení opravy opakovat. Tuto zkoušku je možno provést v každé roční době. Výsledek zkoušky se zapíše do stavebního deníku nebo se provede samostatný zápis. Zkouška se provádí za účasti zástupce investora. Možnost upuštění od této zkoušky musí být písemně dohodnuta mezi dodavatelem a odběratelem.

### **7.3 Funkční provozní zkouška**

Provozní zkoušku lze provádět pouze po úspěšně vykonané zkoušce těsnosti.



Po dokončení proplachu a tlakové zkoušky systému musí být provedena funkční zkouška systému vytápění a chlazení. Funkční zkouška bude trvat minimálně 24h (u soustav s výkonem menším než 100kW) nepřerušeno provozu při kterém budou otestovány veškeré provozní a bezpečnostní funkce.

Zhotovitel vyzve investora a technický dozor investora k účasti funkční zkoušky.

Zhotovitel vypracuje protokol funkční zkoušky s detailním popisem a výsledkem testu. Protokol bude verifikován podpisem investora nebo technického dozoru investora.

Během funkční zkoušky bude zaškolená obsluha zařízení, o čemž se provede záznam.

## **8. Požadavky na související profese**

### **8.1 Stavba**

- Revizní otvory v podhledech a předstěnách pro ovládání uzavíracích, vypouštěcích a regulačních armatur.
- Vytvoření nutných prostupů pro rozvody RTCH dle projektové dokumentace.
- Utěsnění prostupů RTCH požárními ucpávkami dle požárně bezpečnostního řešení.
- Utěsnění a začištění všech prostupů RTCH v ostatních stavebních konstrukcích.
- Vytvoření a zapravení prostupů primárního okruhu v obvodové konstrukci k venkovní jednotce TČ.
- Zajištění únosnosti podlahové konstrukce v technické místnosti pro osazení akumulčních nádob a zásobníku TV.
- Zaklopení všech podhledových a předstěnových konstrukcí až po dokončené montáži a odzkoušení rozvodů RTCH.
- Vytvoření základu pro možnost usazení venkovní jednotky.
- Koordinace celé stavby a vše profesí při realizaci i v projektové dokumentaci.

## 8.2 Zdravotechnika

- Napojení FCU jednotek na odvod kondenzátu přes zápachové uzávěry s ochranou při vyschnutí (mechanický uzávěr - kulička).
- Napojení VZT jednotek na odvod kondenzátu s ochranou proti zamrznutí a se zápachovou uzávěrou s ochranou při vyschnutí (mechanický uzávěr – kulička).
- Napojení pojistných ventilů, včetně integrovaného ve vnitřní jednotce TČ na přepad do kanalizace přes zápachovou uzávěru.
- Vytvoření podlahové vpusti v technické místnosti.
- Instalace výtokového ventilu v prostoru technické místnosti pro možnost dopouštění systému RTCH.
- Napojení zásobníku TV na přívod studené pitné vody a dále na cirkulační rozvody teplé vody.

## 8.3 Vzduchotechnika

- Napojení FCU jednotek na rozvody VZT.
- Navržení vhodného systému sání FCU jednotek, včetně zajištění potřebného akustického útlumu na straně sání i výtlačku.
- Navržení vhodného systému odváděného vzduchu pro eliminaci tepelných zisků od kompresoru chladicího boxu a mrazáku umístěných v m.č. 1.14.
- Zajištění přirozeného větrání v technické místnosti pomocí dveřních a stěnových mřížek s regulací, případně pomocí centrálního systému větrání.

## 8.4 Elektro a regulace

- Napojení elektrické spirály vnitřního hydromodulu TČ na silnoproud 400V, 3 fáze, 50Hz, dop. průřez vedení 5x2,5mm, max provozní el. proud 13A, dop. velikost jištění 16A.
- Napojení vnitřního hydromodulu TČ na silnoproud 220-240V, 1 fáze, 50Hz, dop. průřez vedení 3x1,5mm, max. provozní el proud 2,56A, dop. velikost jištění 10A.
- Napojení venkovní jednotky TČ na silnoproud 400V, 3-fáze, 50Hz, dop. průřez vedení 5x4mm, max provozní el. proud 19A, dop. velikost jištění 25A.

- Propojení vnitřní a vnější jednotky dop. průřez vedení 4x1,5mm.
- Pozn.: vnitřní hydrobox lze napájet i z venkovní jednotky – skutečné provedení navrhne projektant elektro na základě doporučení a montážních listů výrobce TČ.
- Připojení FCU jednotek na silnoproud 230V, 50/60Hz.
- Připojení elektrické topné jednotky zásobníku TV TJ6/4“ 9kW na silnoproud 400V, 50Hz.
- Připojení oběhových čerpadel systému RTCH na silnoproud 230V, 50/60Hz
- Připojení veškerých servopohonů osazených na regulačních prvcích na silnoproud.
- Připojení veškerých prostorových termostatů.
- Propojení prostorových termostatů s ovládanými prvky.
- Propojení systémů regulace.
- Připojení nadřazeného systému regulace na veškeré řízené prvky včetně venkovních čidel.
- Zapojení systému hlídání teploty rosného bodu – výpočet na základě vnitřní teploty, relativní vlhkosti a teploty chladicí vody.

Veškeré zapojení bude provedeno se souladem technických norem a předpisů výrobce.

## 9. Regulace

Pro celostní návrh a dodávku řešení MaR bude oslovena specializovaná firma, která zhotoví svůj vlastní projekt MaR.

Pro sofistikované řízení a regulaci systémů v budově je navržen nadřazený systém regulace, který bude zajišťovat optimální chod zařízení. Nadřazený systém bude komunikovat s typovou regulací jednotlivých navržených systémů.

Aby bylo možné v jednu chvíli zároveň topit i chladit, je navržena dvojice akumulčních nádrží. Větší akumulční nádrž o objemu 772l bude využívána pro zajištění vody na chlazení. Z důvodu větších teplotních spádů je pro systém vytápění navržena akumulční nádrž o objemu 300l. Nadřazený systém regulace bude vhodně udržovat nabíjení obou akumulčních nádrží. Teplota vody v akumulčních nádržích se bude řídit ekvitermně na základě venkovní teploty a požadavků vnitřního

prostředí. V teplotních špičkách letního období se před tím, než bude nutné připravovat TV, nachladí akumulární nádrž na co nejnižší teplotu a zároveň se nachladí i užívané klimatizované prostory na nižší teplotu, aby pak byl dostatečný časový prostor pro ohřev TV.

Jelikož se předpokládají podobné požadavky na vytápění či chlazení v daný časový úsek ve všech pobytových zónách včetně hygienických zázemí restaurace a kuchyně, je navržena dvoutrubková soustava. V technické místnosti budou instalovány dva hlavní rozdělovače a sběrače, jeden pro systém vytápění a druhý pro systém chlazení. Z nichž pak bude pomocí trojcestného ventilu vedena voda buďto chladicí nebo otopná do hlavního rozdělovače a sběrače sálavých systémů. Na každé větvi vedené již k plošným sálavým systémům bude osazen trojcestný ventil, který bude směřovat vodu na požadovanou teplotu na základě požadavku plošných systémů. Regulace v jednotlivých místnostech s instalovaným stropním a podlahovým topením a chlazením bude na základě instalovaných prostorových termostatů, které budou pomocí termopohonů na podružných rozdělovačích uzavírat nebo otevírat jednotlivé větve.

Celý systém sálavých plošných systémů je doplněn o aktivní systém hlídání teploty rosného bodu, který bude také napojen na nadřazenou regulaci, která v případě možné kondenzace zastaví přívod chladicí vody.

Pro FCU jednotky je navržen také dvoutrubkový systém a pro jejich regulaci jsou použity trojcestné ventily osazené na vratném potrubí přímo u jednotky. Bude se tak přivádět nesmísená voda přímo k FCU jednotkám, kde se nastaví požadovaný průtok FCU jednotkou pomocí zmíněných ventilů. Pro FCU jednotky je implementován systém řízení ISYteq touch 2.1. Tyto ovladače budou umožňovat obsluhu nastavit požadovanou teplotu v prostoru restaurace.

Pro optimální regulaci VZT jednotek je navržen systém čtyřtrubkový, který zajistí rozdílnou regulaci pro ohřev i chlazení přiváděného vzduchu. Množství a teplota topné vody je řízena pomocí 4-cestného ventilu osazeného přímo ve VZT jednotce. O dostatečný průtok vody ve výměníku se stará integrované oběhové čerpadlo. Pro regulaci výkonu chladičů je osazen dvoucestný ventil se servopohonem, který bude napřímo řídit požadovaný průtok ve výměníku. Aby bylo zajištěno optimální regulace průtoku v chladicích větvích pro VZT jednotky, je před

oběma jednotkami vytvořen zkratový obtok s osazenými vyvažovacími ventily pro možnost nastavení vhodné tlakové ztráty tohoto zkratu.

VZT jednotky jsou dále vybaveny svým regulačním systémem, který řídí svůj výkon i na základě signálů od Smart boxů. Celý systém bude připojen k nadřazené regulaci pro zajištění optimálního řízení.

## **10. Závěr**

Projekt je zpracován v zásadách platných norem ČSN a technického zadání investora. Navržené technické řešení je patrné z přiložené výkresové dokumentace.

V Praze, květen 2022

Bc. Petr Kvasnica

## Seznam příloh a výkresové dokumentace:

Č. přílohy	Název přílohy
01	Výpis použitých konstrukcí pro výpočet tepelných ztrát a zisků
02	Výpočet tepelných ztrát prostupem
03	Výpočet tepelných zisků mimo technologických zařízení kuchyně
04	Tepelné ztráty větráním
05	Tepelné zisky od technologií pro chod kuchyně
06	Parametry výměníků VZT pro provozní režim v období max./min. venkovních teplot
07	Celková bilance vytápění a chlazení
08	Výpis souhrnných tlakových ztrát v jednotlivých větvích
09	Hydraulické a výkonové výpočty podlahového topení
10	Návrhové výkony panelů Renovis a systému Tecto
11	Návrhové výkony trubkových těles
12	Návrh Fancoil jednotek
13	Návrh oběhových čerpadel
14	Návrh zásobníku TV
15	Návrh expanzní nádoby

Č. výkresu	Název výkresu	Měřítko
01	TZB koncept	
02	STAV - Koordinační situace	1:1000
03	STAV - Půdorys přízemí	1:50
04	STAV - Půdorys podkroví	1:50
05	RTCH - Půdorys přízemí	1:50
06	RTCH - Půdorys podkroví	1:50
07	RTCH - Půdorys půdy	1:50
08	RTCH - Axonometrie - Apartmány 1,2,3,4 a 9	
09	RTCH - Axonometrie - Apartmány 5,6,7,8 a BJ	
10	RTCH - Axonometrie - Restaurace a kuchyň	
11	RTCH - Půdorys technické místnosti	1:20
12	RTCH - Schéma technické místnosti	