

České vysoké učení technické v Praze

Fakulta stavební

Katedra technických zařízení budov



Vytápění a chlazení penzionu
s restaurací

Bc. Petr Kvasnica

DIPLOMOVÁ PRÁCE

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

Rok: **2021/2022**

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Kvasnica	Jméno: Petr	Osobní číslo: 468308
Zadávací katedra: K11125 TZB		
Studijní program: Budovy a prostředí		
Studijní obor: 3608T006 - Budovy a prostředí		

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Vytápění a chlazení penzionu s restaurací
Název diplomové práce anglicky: Heating and cooling of the pension with restaurant

Pokyny pro vypracování:

Zpracujte koncept TZB zadaného objektu v rozsahu průvodní zprávy, blokového schématu a základních bilančních výpočtů. Dále zpracujte rozšířený projekt vytápění a chlazení pro stavební povolení, obsahující návrh jednotlivých prvků, výkresovou dokumentaci, technickou zprávu a výpočty.

Seznam doporučené literatury:

- [1] Kabele., K. a kol.: Energetické a ekologické systémy budov 1 Zdravotní technika Vytápění ČVUT 2005, ISBN 80-01-03327-9
- [2] Kabele, K. a kol.: TZB.Vytápění - podklady pro cvičení, ČVUT 2014, ISBN 978-80-01-05203-7
- [3] Chadderton, D.:Building Services Engineering,Routledge 2013,ISBN 0415699312
- [4] Papež, K.,Vyoralová Z., Marková L., Garlík B., Jokl M. Energetické a ekologické systémy budov 2. Vzduchotechnika, chlazení, elektroinstalace, umělé osvětlení. Fakulta stavební, 1. vydání, ISBN: 978-80-01-03622-8, 2007. (NTK TH6021.P37 2007)

Jméno vedoucího diplomové práce: prof. Ing. Karel Kabele, CSc.

Datum zadání diplomové práce: 14. 2. 2022 Termín odevzdání DP v IS KOS: 15. 5. 2022
Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci vypracoval samostatně a použil jsem k tomu pouze zdroje uvedené na konci práce, a to v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Nemám závažný důvod proti užívání tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č.121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským.

V Praze dne:

.....

Bc. Petr Kvasnica

Poděkování

Děkuji mockrát prof. Ing. Karlovi Kabelemu, CSc. za vedení mé diplomové práce a za podnětné a cenné rady, které ji obohatily. Dále bych chtěl osobně velmi poděkovat celé mé rodině, především mamce, za obrovskou podporu a trpělivost při zpracovávání této práce.

.....

Bc. Petr Kvasnica

Název práce: Vytápění a chlazení penzionu s restaurací
Autor: Bc. Petr Kvasnica
Obor: Budovy a prostředí
Druh práce: Diplomová práce
Vedoucí práce: prof. Ing. Karel Kabele, CSc.
Katedra technických zařízení budov, Fakulta stavební, České vysoké učení technické v Praze
Konzultant: prof. Ing. Karel Kabele, CSc.
Abstrakt:

Hlavní náplní této diplomové práce je návrh vytápění a chlazení penzionu s restaurací. Cílem je navržení celého systému vytápění a chlazení zvoleného objektu a vypracování studie na tuto problematiku.

Práce je rozdělena na dvě základní části. První, teoretická část je vedena z části formou analýzy systému vytápění a chlazení obdobných objektů již zrealizovaných, ze které pak společně s dalšími aspekty a podmínkami vychází vhodný návrh systému pro zvolený objekt. Je zde uveden celý koncept TZB, postup návrhu, vstupní parametry a popis jednotlivých zařízení pro zajištění ideálního mikroklimatu uvnitř tohoto objektu s přihlédnutím na šetrnost k životnímu prostředí.

Na tuto část pak navazuje část praktická, jejíž hlavním obsahem je projektová dokumentace ve stupni rozšířené dokumentace ke stavebnímu povolení s potřebnými výpočty, výstupy a technickou zprávou.

Klíčová slova:

Penzion, restaurace, bytová jednotka, vytápění, chlazení, tepelné čerpadlo, podlahové vytápění a chlazení, stropní vytápění a chlazení, fancoil jednotka, vzduchotechnická jednotka, trubková otopná tělesa, expanzní nádoba, akumulární nádoba, pojistné zařízení, oběhové čerpadlo.

Title: Heating and cooling of the pension with restaurant

Author: Bc. Petr Kvasnica

Abstract:

The main content of this Diploma Thesis is the design of heating and cooling of a pension with restaurant. The aim is to design the entire heating and cooling system of the selected building and develop a study on this issue.

The Thesis is divided into two main parts. The first, theoretical part contains analysis of the heating and cooling system of similar buildings which are already realized. Based on this study together with other aspects and conditions is designed a suitable system for the selected building. There is a whole concept of HVAC, design procedure, input parameters and a description of individual devices to ensure an ideal microclimate inside this building, taking into account environmental friendliness.

This part is followed by a practical part whose the main content is project documentation in the stage of extended documentation for the building permit with necessary calculations, outputs and technical report.

Key words:

Pension, restaurant, apartment unit, heating, cooling, heat pump, floor heating and cooling, ceiling heating and cooling, fan coil unit, air conditioning unit, tube radiators, expansion vessel, buffer tank, safety device, circulating pump.

Obsah

Úvod.....	- 1 -
Kapitola 1 Příklady realizovaných objektů.....	- 2 -
1.1 Penzion U Sádek, Třeboň.....	- 2 -
1.1.1 Základní popis.....	- 2 -
1.1.2 Vytápění a chlazení.....	- 2 -
1.1.3 Větrání.....	- 3 -
1.1.4 Odpadní vody.....	- 3 -
1.2 Novostavba penzionu Levandule, Břilice.....	- 4 -
1.2.1 Základní popis.....	- 4 -
1.2.2 Vytápění a chlazení a příprava TV.....	- 4 -
1.2.3 Chlazení.....	- 5 -
1.2.4 Větrání.....	- 5 -
1.2.5 Zdroj vody.....	- 6 -
1.2.6 Odpadní vody.....	- 6 -
1.3 Penzion & Restaurant ER´1, Zlín.....	- 6 -
1.3.1 Základní popis.....	- 6 -
1.3.2 Vytápění.....	- 7 -
1.3.3 Chlazení.....	- 8 -
1.3.4 Větrání.....	- 8 -
Kapitola 2 Popis řešeného objektu a požadavky na vnitřní prostředí.....	- 10 -
2.1 Základní popis objektu.....	- 10 -
2.2 Konstrukční a materiálové řešení.....	- 10 -
2.3 Dispoziční a provozní řešení.....	- 11 -
2.4 Rozdělení objektu na zóny.....	- 13 -
2.5 Mikroklimatické a hygienické podmínky.....	- 14 -
2.5.1 Teplotní a vlhkostní požadavky.....	- 15 -
2.5.2 Požadavky na větrání.....	- 17 -
2.5.3 Požadavky na akustiku.....	- 20 -
Kapitola 3 Návrh vytápění a chlazení penzionu s restaurací.....	- 22 -

3.1	TZB koncept.....	- 22 -
3.1.1	Větrání.....	- 22 -
3.1.2	Rozvody elektřiny	- 24 -
3.1.3	Zásobování vodou	- 25 -
3.1.4	Odpadní vody	- 26 -
3.1.5	Vytápění a chlazení.....	- 26 -
3.1.6	Příprava TV	- 28 -
3.2	Návrh systému vytápění a chlazení	- 29 -
3.2.1	Zdroj tepla a chladu.....	- 29 -
3.2.2	Příprava TV	- 32 -
3.2.3	Koncové distribuční prvky	- 33 -
3.3	Regulace systému vytápění a chlazení	- 38 -
	Závěr	- 41 -
	Seznam příloh a projektové dokumentace	- 42 -
	Přílohy	- 42 -
	Projektová dokumentace	- 43 -
	Ostatní podklady výrobců	- 46 -
	Seznam obrázků	- 47 -
	Seznam tabulek	- 48 -
	Seznam zkratk, označení a veličin	- 50 -

Úvod

Lidé tráví v budovách velkou část svého života, proto je nutné zde vytvářet optimální a příjemné mikroklimatické podmínky. Díky stále účinnější tepelné izolaci klesá tloušťka obvodové konstrukce a s tím i její akumulční schopnost. Vzhledem k tomu se v naší zeměpisné šířce stále častěji potýkáme s problematikou chlazení a vytváření tepelného komfortu v letních měsících. Proto již dnes nestačí navrhovat jen optimální distribuci tepla, nýbrž také vhodný systém chlazení. Jinak tomu není ani v objektech k dočasnému pobytu a v restauračních zařízeních.

Penziony a jiné objekty pro dočasný pobyt sami o sobě mají velice proměnlivé požadavky na TZB systémy z důvodu různé obsazenosti během roku a dle rekreačních možností v dané lokalitě. V restauračním zařízení tomu není jinak. Opět se požadavky mění v průběhu celého dne a taktéž jsou jiné v různém ročním období a jiné budou v různých lokalitách. Spojením restaurace s vlastní kuchyňkou a s penzionem tak vznikají vysoké požadavky na TZB systémy především z hlediska regulace. Mohou tak během dne nastat různé, ne-li protikladné situace v systému topení a chlazení.

Cílem práce tak je navrhnout vhodný systém vytápění a chlazení, který zajistí optimální komfort a splní základní legislativní požadavky jednotlivých funkčních celků veškerých provozů po celý rok s ohledem na životní prostředí. Právě i udržitelnost je čím dál častěji zmiňované slovo, na které je nutné myslet při návrhu budoucího TZB systému a vytvořit tak ideální řešení pro daný objekt.

Teoretická část je rozdělena do dvou kapitol. V první jsou analyzovány TZB systémy podobných realizovaných staveb. Druhá kapitola navazuje stanovením limitních podmínek a požadavků pro vnitřní prostředí řešeného objektu a následně popisem provozu a celkový popis zvoleného objektu. Spojením příkladů z praxe, informací o budově a požadavků na mikroklima je navržen a popsán vhodný TZB koncept pro řešený penzion s restaurací.

V praktické části je uveden komplexní návrh vytápění a chlazení řešeného objektu společně s výpočty a projektovou dokumentací v rozsahu rozšířené dokumentace ke stavebnímu povolení.

Kapitola 1

Příklady realizovaných objektů

1.1 Penzion U Sádek, Třeboň

1.1.1 Základní popis

Jedná se o zrekonstruovaný starší dům rozdělený na dva čtyřlůžkové apartmány a dva dvoulůžkové pokoje pro ubytovací služby. Každý pokoj a apartmán je vybaven svou vlastní kuchyňkou a vlastním sociálním zařízením. K ubytování je přidružen dvorek s terasou. Ubytovaní se nachází v klidné lokalitě v těsné blízkosti centra turistického města Třeboň. Poloha domu pod hrází rybníka Svět je v kombinaci se zelení a protékající stokou na dvorku jedinečná. Tato lokalita je známá především rybníky a cykloturistikou. Převládá zde tedy především letní sezóna, kdy je zde plno turistů i ze sousedního Rakouska. V zimním období zde není příliš mnoho možností k rekreaci, proto ubytovací zařízení nebývají příliš vytížená a vyhledávaná. Naopak letní provoz lze očekávat s maximálním vytížením.



Obr. 1.1: Penzion U Sádek, Třeboň [autorská tvorba]

1.1.2 Vytápění a chlazení

V objektu se nachází dva kondenzační plynové kotle, které se starají jak o vytápění, tak o přípravu TV. Pomocí dvoutrubkové soustavy je topná voda dále distribuována do jednotlivých místností. V místě chodeb a koupelen je instalované

podlahové topení a ve zbylých se nachází desková otopná tělesa. Je zde použita zónová regulace podle vnitřní teploty pomocí prostorového termostatu umístěného v referenční místnosti každé oddílné ubytovací jednotky.

Jelikož se jedná o starší zástavbu s velkou tloušťkou obvodových stěn a tedy vysokou akumulací schopností a také se jedná o přízemní prostory, chlazení zde není řešeno.



Obr. 1.2: Technické zázemí penzionu [autorská tvorba]



Obr. 1.3: Prostorový termostat ubytovací jednotky [autorská tvorba]

1.1.3 Větrání

V celém objektu je v obytných místnostech využito přirozeného větrání okny. Také veškerá hygienická zázemí jsou větrána pouze přirozeným způsobem s výjimkou jedné koupelny umístěné uprostřed dispozice, odkud je odpadní vzduch odsáván pomocí ventilátoru s manuálním spínačem. Pro odvod vzduchu z kuchyňského provozu jsou použity lokální digestoře.

1.1.4 Odpadní vody

Spláskové odpadní vody jsou odvedeny gravitačně do veřejné jednotné kanalizace, kam jsou svedeny i dešťové vody z odlehle části střechy. Jelikož přímo pozemkem protéká vodní recipient (stoka), je zbylá dešťová voda ze střechy odvedena přímo do této stoky a není zde řešena žádná retenční nádrž na dešťovou vodu.

1.2 Novostavba penzionu Levandule, Břilice

1.2.1 Základní popis

Novostavba penzionu Levandule je součástí rodinného domu a nachází se v přilehlé vesnici Třeboně – Břilice, je zde tedy stejné využití jako v předešlém případě. Penzion se skládá ze tří samostatných ubytovacích jednotek. Dva mezonetové apartmány určené pro 4-6 osob a jeden menší dvoulůžkový apartmán v přízemí. Každý apartmán je vybaven vlastní koupelnou, toaletou a kuchyňskou linkou.



Obr. 1.4: Apartmány Levandule [1]

1.2.2 Vytápění a chlazení a příprava TV

Provoz penzionu je uvažován pouze v letní sezóně, tzn. vytápění je zde omezeno pouze na protizámraznou funkci objektu. K tomu zde budou sloužit lokální elektrická topidla – nástěnné elektrické krby. Alternativními zdroji tepla pak jsou i multi-split jednotky umístěné v podkrovní části. Ohřev vody zajišťuje elektrický bojler umístěný v každém apartmánu.



Obr. 1.5: Ukázka elektrického nástěnného krbu [1]

1.2.3 Chlazení

O klimatizování ubytovacích jednotek se starají již zmíněné multi-split jednotky umístěné v podkroví. Je instalována jedna venkovní jednotka na jeden apartmán, uvnitř pak je jedna vnitřní jednotka vždy na jednu podkrovní místnost, tedy dohromady dvě vnitřní jednotky na jeden apartmán. Každá vnitřní jednotka má svůj vlastní ovladač pro možnost nastavení požadované teploty. V přízemním apartmánu se žádný zdroj chladu nenachází.



Obr. 1.6: Splitová jednotka pro apartmány [Foto: Jiří Frantik]

1.2.4 Větrání

V každé místnosti kromě toalet se nachází okenní otvor, který je využit pro větrání prostoru přirozeným způsobem. Na toaletách je odvětrání provedeno podtlakově pomocí ventilátoru s automatickým spuštěním při sepnutí světla.

V kuchyňkách se nepředpokládá s náročným vařením, proto jsou zde instalovány pouze cirkulační digestoře pro omezení zápachu.

1.2.5 Zdroj vody

Pitná voda bude použita z vodovodního řadu, dále je na pozemku vybudován lokální zdroj vody – studně, která se využije v objektu také pro splachování. Pro tuto možnost jsou zde vedeny dvojce rozvody k toaletám – jedna s pitnou vodou a druhá s vodou ze studny. Přepínání bude umožněno pouze manuálně.

1.2.6 Odpadní vody

Veškeré splaškové odpadní vody budou svedeny do jednotné veřejné kanalizace. Pro dešťové vody je zde vytvořena retenční nádrž, ze které je možno čerpat vodu například pro zalévání. Přebytek dešťové vody je sveden přepadem do veřejné kanalizace.

1.3 Penzion & Restaurant ER'1, Zlín

1.3.1 Základní popis

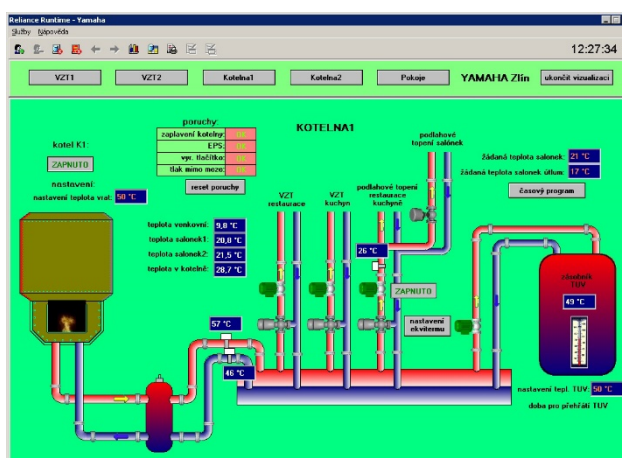
Penzion a restaurace ER'1 se nachází na hlavní trase ze Zlína směrem na Fryšták. V přízemí budovy je umístěna stylová restaurace a rovněž prodejna motocyklů. V prvním patře, nad restaurací a prodejnou motocyklů, se nachází samotný penzion s osmi dvoulůžkovými pokoji. [2] V okolí penzionu se nachází cyklotrasy a ZOO Lešná.



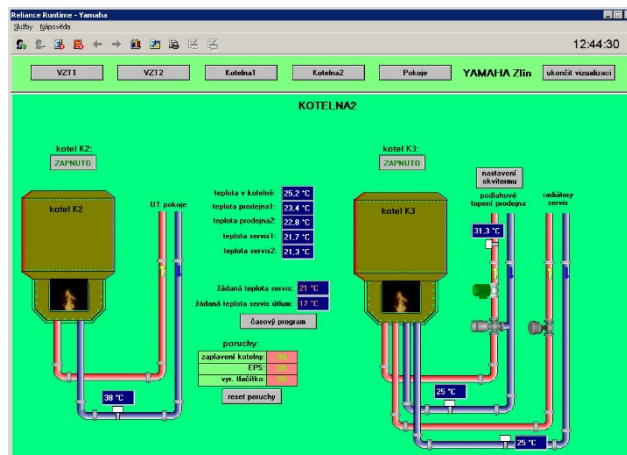
Obr. 1.7: Penzion & Restaurant ER'1, Zlín [3]

1.3.2 Vytápění

O vytápění celého objektu (restaurace, prodejny motocyklů a penzionu) se stará kotelna vybavena trojicí kotlů. První kotel slouží k vytápění restaurace, dodávání tepla k VZT jednotkám a ohřevu TV. Druhý vytápí veškeré pokoje penzionu. Třetí pak obstarává teplo pro prodejnu. V restauraci, přilehlých prostorech a v kuchyni je vytápění provedeno pomocí podlahového topení, část tepelných ztrát pak pokrývá VZT jednotka. V pokojích penzionu je vytápění řešeno prioritně pomocí otopných těles, jejichž výkony jsou regulovány pomocí regulátorů IRC (Individual Room Control). Případně tepelný výkon mohou doplnit instalované splitové jednotky. Technologie kotelny, vzduchotechniky a regulátorů IRC jsou ovládány a monitorovány pomocí SADA/HMI systému Reliance. [2]



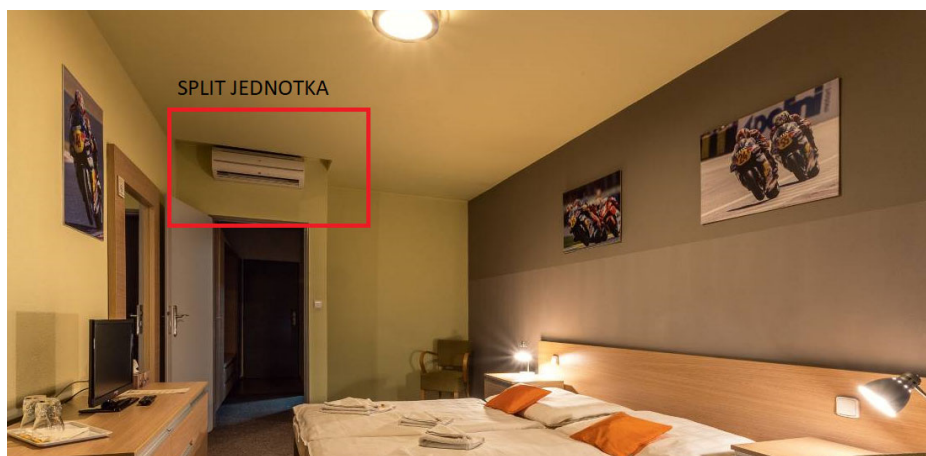
Obr. 1.8: Vizualizační systém - kotelna 1, Penzion & Restaurant ER'1 [2]



Obr. 1.9: Vizualizační systém - kotelna 2, Penzion & Restaurant ER'1 [2]

1.3.3 Chlazení

Dle dostupného zdroje není zřejmé, zda je prostor restaurace klimatizovaný. Na schématu VZT jednotky není zakreslen žádný chladič, čili VZT jednotkou chladit nelze. Alternativním řešením by byly splitové či multisplitové klimatizační jednotky nebo fancoil jednotky umístěné v prostorách restaurace. Chlazení pokojů pro ubytování je řešeno pomocí splitových jednotek.



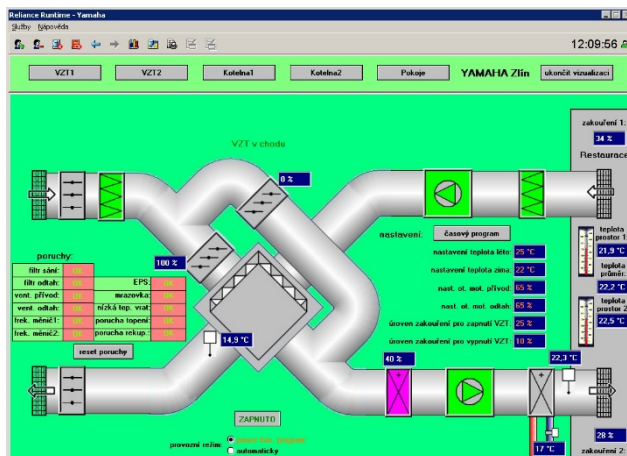
Obr. 1.10: Pokoj se splitovou jednotkou [4]

1.3.4 Větrání

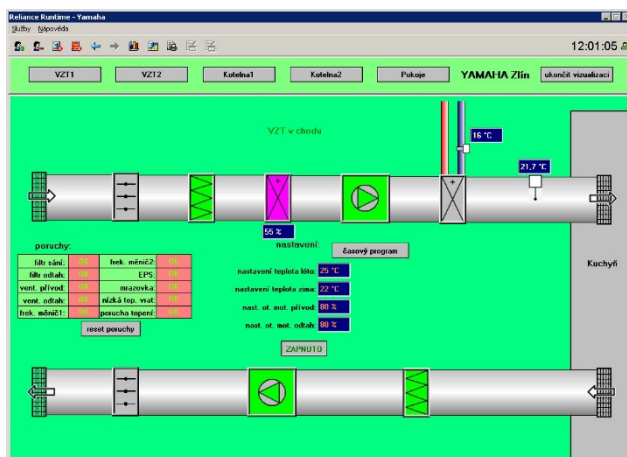
Prostory restaurace a kuchyně jsou větrány nuceně rovnotlakým způsobem centrálními VZT jednotkami. Restaurace využívá VZT jednotku se zpětným získáváním tepla. Svou vlastní větrací jednotku má pak kuchyň, kde ale není využito ZZT. U obou VZT jednotek jsou instalovány ohřívače pro eliminaci tepelných ztrát

Příklady realizovaných objektů

větráním ve větraných prostorech. Z dostupných informací není znám větrací systém v penzionu, ale lze předpokládat, že zde bude použito podtlakové větrání lokálními ventilátory hygienických prostor s manuálním spínáním, obytné místnosti budou větrány přirozeně.



Obr. 1.11: Vizualizační systém - VZT jednotka 1, Penzion & Restaurant ER'1 [2]



Obr. 1.12: Vizualizační systém - VZT jednotka 2, Penzion & Restaurant ER'1 [2]

Kapitola 2

Popis řešeného objektu a požadavky na vnitřní prostředí

2.1 Základní popis objektu

Řešeným objektem této práce je novostavba penzionu, který se pyšní i svou vlastní restaurací s kuchyní. Součástí penzionu je také jedna bytová jednotka. Poloha objektu se nachází v turisticky vyhledávané oblasti Chlumu u Třeboně – na pozemku číslo 1267/22. Stavba je umístěna téměř na břehu rybníku Hejtman a v bezprostřední blízkosti se nachází například autokemp Kapřík. Tato lokalita je součástí CHKO Třeboňsko, které je známé především kvůli krásné přírodě s nespočtem rybníků a cyklostezek. Zvolený objekt je ve tvaru U a skládá se z přízemí a obytného podkroví. Součástí je i prostorná pochůzná půda. Na pozemku se nachází příjezdová cesta a zpevněná plocha pro možnost parkování hostů. Součástí zpevněné plochy je také přístřešek pro auto a zahradní stroje.

2.2 Konstrukční a materiálové řešení

Budova bude založena na ŽB pasech a vyzděna z tvárnice Porotherm s keramobetonovými stropy. Obvodové zdivo tvoří tepelněizolační broušené tvárnice Porotherm 44 T Profi zděné na tenkovrstvou maltu a omítnuty z exteriéru termo omítkou. Nosné vnitřní zdivo pak tvoří broušené tvárnice Porotherm 30 Profi. Pro dělicí příčky s požadavkem na akustiku, příp. i únosnost jsou navrženy akustické broušené tvárnice Porotherm 19 AKU Profi, resp. broušené tvárnice Porotherm 11,5 AKU Profi pro ostatní nenosné příčky. Veškeré stěny budou omítnuty tenkovrstvou hlazenou omítkou. Strop tvoří nosníky POT a vložky Miako, kde celková tloušťka nosné konstrukce stropu činí 250mm. Celý objekt pak zakrývá sedlová střecha s krytinou z pálených tašek s nosnou konstrukcí tvořenou vaznicovým krovem. Strop mezi podkrovím a půdou je vytvořen pomocí kleštin se záklopem a lehkou plovoucí podlahou z důvodu předpokládaného osazení VZT jednotek a vzduchovodů,

případně dalších zařízení do půdního prostoru. Půdní prostor je zateplený, aby zde nemrzlo a minimalizovaly se tak ztráty v rozvodech a VZT jednotkách. Střešní souvrství bude na vnitřní straně zaklopeno OSB deskami. Zasklení okenních otvorů je provedeno z izolačních trojskel se selektivní vrstvou. Otvory dále budou vybaveny automatickým stínícím systémem. V celém objektu vyjma technické místnosti a kuchyně budou instalovány SDK podhledy pro možnost umístění rozvodů. V příslušných prostorách budou instalovány také instalační předstěny pro vedení rozvodů TZB. Pro podlahy je navržena skladba těžké plovoucí podlahy. Nášlapná vrstva v obytných místnostech bude vinylová, v ostatních místnostech, tj. chodby, koupelny a v celé části restaurace včetně sociálního zázemí a kuchyně bude pro nášlapnou vrstvu použita dlažba.

2.3 Dispoziční a provozní řešení

V řešeném objektu je navrženo 9 apartmánů, jedna bytová jednotka, restaurace s vlastní menší kuchyní a sociálním zázemím. Každý apartmán je vybaven svým kuchyňským koutem a koupelnou s WC. Apartmány jsou řešeny různými dispozicemi – od 1+kk po 3+kk, tedy 2-lůžkové až 5-lůžkové. Pro možnost ubytování je zde počítáno s maximální obsazeností 31 osob. Součástí apartmánů je také recepce, kde se uvažuje s 1 pracovníkem. Bytová jednotka je předpokládána trvale pro 3 osoby. Restaurační kapacita uvnitř objektu je stanovena na 28 zákazníků (zahrnuje i 4 místa u barového pultu) a dále je uvažováno s venkovní terasou o kapacitě 16 osob. Restaurační obsluha zahrnuje maximálně 4 osoby. Obsluha kuchyně je též uvažována jako maximálně 4 členná skupina. V celém objektu se tak počítá najednou dohromady s maximálně 71 osob, resp. 87 i se započítáním zákazníků na venkovní terase. Počty lůžek v daných apartmánech jsou uvedeny v Tab. 2.1.

Tab. 2.1: Kapacita jednotlivých apartmánů

Prostor	Počet lůžek (ks)
Apartmán 1	2
Apartmán 2	3
Apartmán 3	4
Apartmán 4	4
Apartmán 5	3
Apartmán 6	2

Popis řešeného objektu a požadavky na vnitřní prostředí

Prostor	Počet lůžek (ks)
Apartmán 7	4
Apartmán 8	4
Apartmán 9	5
Celkem	31

Díky této lokalitě, kde převládá především cyklistika, rybaření a koupání, se využití ubytovací kapacity předpokládá především v letní sezóně. S provozem restaurace se uvažuje i v zimních měsících. I přes to, že apartmány mimo letní sezónu s největší pravděpodobností nenaplní danou kapacitu, bude celý objekt možné využívat i v zimě – například pro různé oslavy, menší svatby apod. Proto je nutné navrhnout zde takový systém TZB, který bude splňovat požadavky na vnitřní prostředí a bude schopen pracovat pouze v určitých zónách v daný čas. Předpokládanou provozní dobu jednotlivých prostorů ukazuje Tab. 2.2:

Tab. 2.2: Provozní doby v objektu

Prostor	Provozní doba od-do (h)
Restaurace	(8:30) 11-23
Kuchyň	6-22
Recepce	9-16
Apartmány	0-24

Tato provozní doba ale platí především pro letní sezónu, kdy se počítá s maximálním využitím. V chladném období se pak provozní doba upraví dle reálné poptávky.

Restaurace je zaměřena hlavně na obědy a večeře. Také umožní ubytovaným hostům si předem objednat snídaní, kterou bude možné podávat od 8:30 do 10:30 – pro průměrnou hodnotu je uvažováno s 24 porcemi/den, tedy 75% z celkové kapacity apartmánů. I proto je uvažována pracovní doba kuchyně již od 6h ranní, aby byl dostatečný časový prostor pro nutné přípravy. Klasický provoz restaurace pak bude od 11h do 23h. Uvažovaná doba na obměnu 1 hosta s jídlem je 1 hodina. Předpokládaná obsazenost restaurace zobrazuje Tab. 2.3:

Popis řešeného objektu a požadavky na vnitřní prostředí

Tab. 2.3: Předpokládaná obsazenost restaurace

Čas od - do (h)		Počet (h)	Průměrný součinitel obsazenosti osob za časový úsek (-)	Maximální hodinová kapacita míst restaurace (ks/h)	Počet zákazníků (ks)
8,5	10,5	2,0	0,30	44	24
11	14	3,0	0,75		99
14	18	4,0	0,20		36
18	21	3,0	0,65		86
21	23	2,0	0,15		14
Celkem zákazníků za den					259

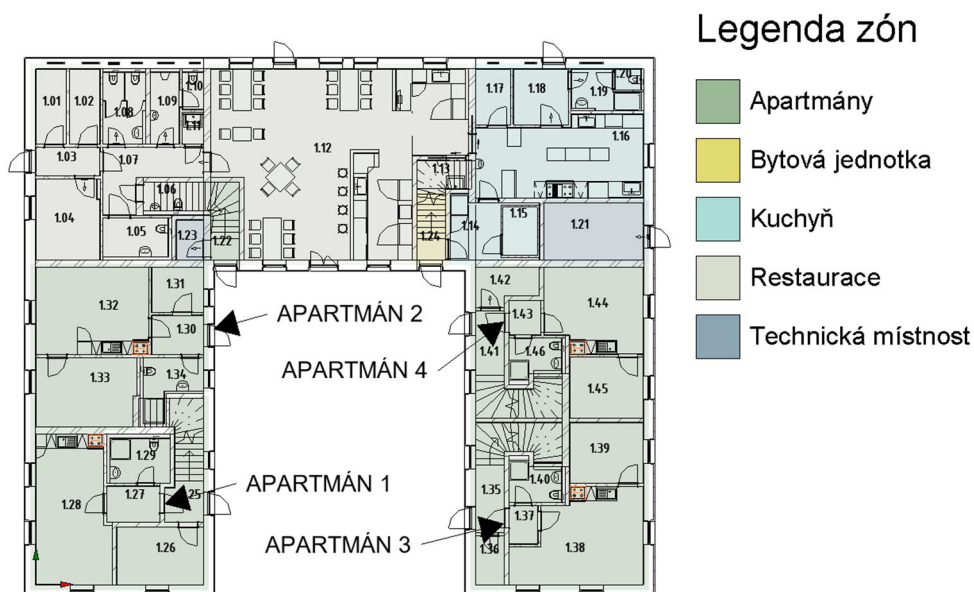
Nelze ale předpokládat, že veškerí hosté si objednájí jídlo. Proto je vytvořena podobná tabulka zahrnující koeficient pro hosty s objednáním jídla:

Tab. 2.4: Předpokládaný počet objednaných jídel za den

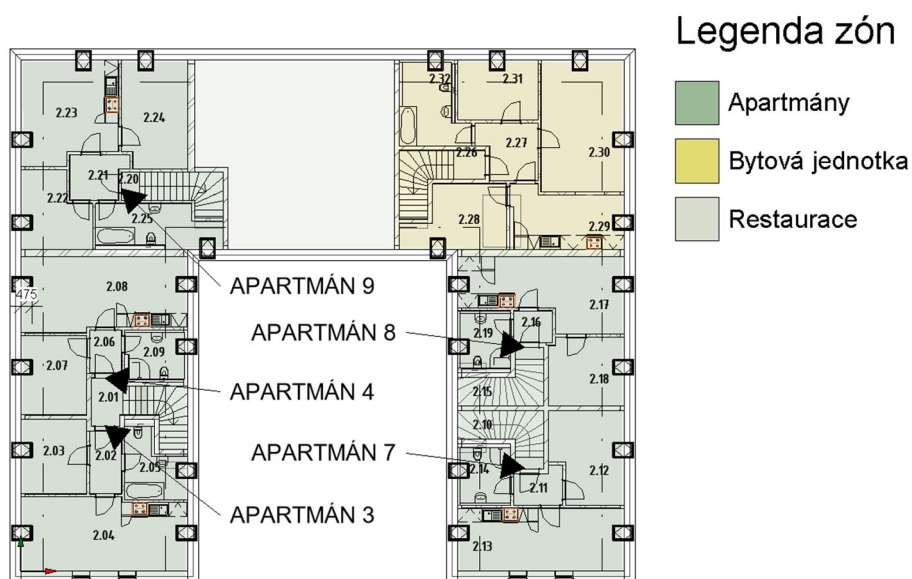
Čas od - do (h)		Předpokládaný koeficient objednaných jídel na počet zákazníků (-)	Počet zákazníků (ks)	Počet jídel (ks)
8,5	10,5	1,00	24	24
11	14	0,90	99	90
14	18	0,25	36	9
18	21	0,75	86	65
21	23	0,25	14	4
Celkem jídel za den				192

2.4 Rozdělení objektu na zóny

Podle charakteru daného prostoru je celý objekt rozdělen na 5 hlavních zón, které se liší svým účelem, provozní dobou a požadavky na vnitřní prostředí. Toto rozdělení je pak důležité při dalším navrhování TZB systémů.



Obr. 2.1: Půdorys přízemí s rozděleními zónami



Obr. 2.2: Půdorys podkroví s rozděleními zónami

2.5 Mikroklimatické a hygienické podmínky

Lidé tráví stále více času ve vnitřních prostorech, proto je nutné zde vytvořit dostatečné pohodlí. K tomu je potřeba zvolit ideální návrhové hodnoty vstupních veličin. Pro každou výše uvedenou zónu je nutné určit požadavky na vnitřní prostředí, od kterých se pak odvíjí návrh TZB systémů. V následujících

podkapitolách jsou uvedeny potřebné požadavky spojené se zajišťováním tepelného komfortu pro řešenou budovu. Následně se podle těchto limitních hodnot určí vhodné návrhové podmínky jednotlivých zón.

2.5.1 Teplotní a vlhkostní požadavky

Jedním z nejdůležitějších faktorů pro zajištění tepelného komfortu uvnitř budov je teplota a relativní vlhkost vzduchu. Řešený objekt obsahuje hned několik různých typů zón, které vyžadují různé teplotní podmínky. Vnitřní výpočtové teploty pro různé typy budov uvádí například norma ČSN EN 12831-1 [5], doporučenou relativní vlhkost vzduchu v místnostech pak uváděla již zrušená norma ČSN 06 0210 [6]. Uvedené normy obsahují návrhové hodnoty potřebné právě pro různé zóny v řešené budově.

Tab. 2.5: Výpočtové vnitřní teploty a doporučené relativní vlhkosti vzduchu dle [5] a [6]

Druh vytápěné místnosti		Výpočtová vnitřní teplota	Relativní vlhkost vzduchu
		t_i (°C)	φ_{ai} (%)
1.	Obytné budovy		
	Trvale užívané		
	obývací místnosti, tj. obývací pokoje, ložnice, jídelny, jídelny s kuchyňským koutem, pracovny, dětské pokoje	20	60
1.1	kuchyně	20	60
	koupelny	24	90
	klozety	20	60
	vytápěné vedlejší místnosti (předsín, chodby aj.)	15	60
	vytápěná schodiště	10	60
	Občasné užívané (rekreační)		
	- v době provozu		
	obývací místnosti, tj. obývací pokoje, ložnice, jídelny, jídelny s kuchyňským koutem, pracovny, dětské pokoje	20	60
1.2	kuchyně	20	60
	koupelny	24	90
	klozety	20	60
	vytápěné vedlejší místnosti (předsín, chodby aj.)	15	60
	vytápěná schodiště	10	60

Popis řešeného objektu a požadavky na vnitřní prostředí

	- mimo provoz	5	80
6.	Hotely a restaurace		
	pokoje pro hosty	20	60
	koupelny	24	90
	hotelové haly, zasedací místnosti, jídelny, sály	20	60
	hlavní schodiště	15	70
	kuchyně	24	80
	vedlejší místnosti (chodby, klozety, aj.)	15	70
	vedlejší schodiště	10	70

Závazné výsledné teploty kulového teploměru pro bytové prostory a limitní hodnoty relativní vlhkosti vzduchu jsou uvedeny ve Vyhlášce č. 6/2003Sb. [7]. Tyto hodnoty jsou důležité právě pro návrh vytápění a chlazení v apartmánech.

Tab. 2.6: Výsledné teploty kulového teploměru a mezní hodnoty relativní vlhkosti dle [7]

Typ bytové místnosti	Výsledná teplota t_g (°C)		Relativní vlhkost vzduchu Rh (%)	
	Období roku		Období roku	
	Teplé	Chladné	Teplé	Chladné
Ubytovací zařízení	24,0±2,0	22,0±2,0	max 65%	min 30%

Výše uvedené hodnoty platí pro hosty a zákazníky. Dále jsou uvedeny limitní hodnoty pro pracovníky v daných provozech. Tyto hodnoty jsou dány Nařízením vlády č. 361/2007Sb [8]. Pro řešené zóny nejvíce odpovídají třídy práce I, tj. pro obsluhu recepce, dále pak třída práce IIIb – pro obsluhu restaurace. Pro obsluhu kuchyně nejvíce odpovídají třídy IIa-IIIa.

Tab. 2.7: Požadavky na teplotu, rychlost proudění a relativní vlhkost v pracovním prostředí dle [8]

Třída práce	t_g min (°C)	t_g max (°C)	w_a (m/s)	Rh (%)
I	20	27	0,01-0,2	
IIa	18	26		
IIIb	14	32	0,05-0,3	
IIIa	10	30		
IIIb	10	26	0,1-0,5	30-70

Norma ČSN EN 16282-1 [9], kterou lze provádět návrh komerčních kuchyní, uvádí, že teplota v prostorách kuchyně nesmí klesnout pod 18°C a nemá překročit

teplotu 26°C s výjimkou sezónních, nadměrných teplot nebo prostor, kde je to nevyhnutelné vzhledem k jejich funkci.

Další požadavek na teplotu má suchý sklad na potraviny. Požadavky na vnitřní požadavky skladů se liší dle účelu a druhu skladu. Přesné požadavky určuje hygienická stanice. Předběžné hodnoty pro výpočtovou teplotu suchého skladu jsou určeny dle uvedeného přehledu skladovacích podmínek potravin krajskou hygienickou stanicí [10], který uvádí skladovací teplotu do max. teploty 24°C pro steril mléko, UHT, zahuštěné mléko a další, resp. max. teplotu 25°C pro med, kakaové prášky, tekuté výrobky z cukru apod. Relativní vlhkost vzduchu má být maximálně 70%. Také je vhodné použít pro zasklení v tomto prostoru reflexní sklo nebo různé druhy nátěrů pro zamezení slunečního svitu. Minimální teplota pro suchý sklad by pak měla být 18°C.

Maximální teplotu v místnosti pro letní období uvádí závazná norma ČSN 73 0540-2 [11]. Nejvyšší denní teplota vzduchu v místnosti pro nevýrobní budovy je 27°C. U obytných budov je dokonce možné tuto hranici překročit o nejvíce 2°C po dobu max. 2h. Výpočty tepelné zátěže jsou provedeny dle ČSN 73 0548 [12].

2.5.2 Požadavky na větrání

Dalším neméně důležitým parametrem pro zajištění požadovaného pohodlí je dostatečný přívod čerstvého vzduchu. Právě hodnoty pro větrání se výrazně liší pro jednotlivé zóny objektu. Hlavním závazným parametrem je mezní koncentrace CO₂, která nesmí ve vnitřních pobytových prostorech překročit hodnotu 1500ppm. Tuto mezní koncentraci udává Vyhláška č. 20/2012Sb. [13]. Z tohoto limitu pak vychází minimální množství přiváděného venkovního vzduchu v době pobytu osob, které je stanoveno na 25m³/h a osobu, případně intenzita výměny vzduchu rovna hodnotě 0,5h⁻¹. Množství odváděného vzduchu z pobytových místností je uvedeno ve Vyhlášce 6/2003Sb. [7], ze které se stanoví limity pro zónu apartmánů.

Popis řešeného objektu a požadavky na vnitřní prostředí

Tab. 2.8: Množství odváděného vzduchu v pobytových místnostech dle [7]

Prostor	Množství odváděného vzduchu za hodinu
Umývárny	30 m ³ na 1 umyvadlo
Sprchy	35 - 110 m ³ na 1 sprchu
WC	50 m ³ na 1 mísu
	25 m ³ na 1 pisoár

Pro bytovou jednotku se návrhové hodnoty větracího vzduchu mírně liší, hodnoty pro tento prostor uvádí ČSN EN 15665/Z1 [14].

Tab. 2.9: Hodnoty větracího vzduchu pro vybrané prostory dle [14]

Požadavek	Trvalé větrání		Nárazové větrání		
	(průtok venkovního vzduchu)		(průtok odsávaného vzduchu)		
	Intenzita větrání	Dávka venkovního vzduchu na osobu	Kuchyně	Koupelny	WC
	(h ⁻¹)	(m ³ /(h.os))	(m ³ /h)	(m ³ /h)	(m ³ /h)
Minimální hodnota	0,3	15	100	50	25
Doporučená hodnota	0,5	25	150	90	50

Tímto jsou stanoveny hodnoty pro hosty a zákazníky. Dále je nutné stanovit množství přiváděného vzduchu pro personál restauračního zařízení a recepce. Tato množství určuje opět Nařízení vlády č. 361/2007Sb [8]. Hodnoty jsou určeny dle třídy práce a jsou uvedeny v Tab. 2.10.

Tab. 2.10: Minimální množství přiváděného venkovního vzduchu na pracovišti dle třídy práce [8]

Třída práce	Minimální přiváděné množství venkovního vzduchu
	(m ³ /h na zaměstnance)
I	25
IIa	50
IIb, IIIa, IIIb	70

Tyto hodnoty platí při venkovních teplotách mezi 0-26°C, v ostatních případech se mohou snížit až na polovinu. Požadavky na větrání sanitárních zařízení

Popis řešeného objektu a požadavky na vnitřní prostředí

se stanoví podle stejného nařízení (Nařízení vlády č. 361/2007Sb. [8]). Hodnoty ukazuje následující tabulka:

Tab. 2.11: Výměna vzduchu na pracovišti dle typu prostoru [8]

Zařízení	Výměna vzduchu (m ³ /h)
Šatny	20 na 1 šatní místo
Umývárny	30 na 1 umyvadlo
Sprchy	150-200 na 1 sprchu
Záchody	50 na 1 kabinu
	25 na 1 pisoár

Specifické větrání pak platí především pro kuchyň. Pro návrh větrání se často vychází z německé normy VDI 2052 [15]. Pro návrh lze použít i normu ČSN EN 16282-1 [9], která vychází právě z německé normy. Výměna vzduchu v kuchyni by neměla přesáhnout hodnotu 50h⁻¹, aby bylo možné zajistit uspokojivé hodnoty rychlosti proudění vzduchu.

Tab. 2.12: Požadavky na průtok vzduchu a rychlost vzduchu v kuchyních dle [9]

Typ kuchyně	Činitel průtoku vzduchu (m ³ /h na m ²)	w _a (m/s)
Kuchyně jako celek	90	0,15-0,3
Restování, grilování a pečení / prostor po mytí nádobí	120	

Pro tepelný komfort hraje taky velikou roli rychlost proudění vzduchu. Tyto rychlosti jsou pro kuchyně, resp. dle třídy práce již uvedeny v Tab. 2.12, resp. Tab. 2.7. V pobytových místnostech udává hodnoty rozdělené dle období roku Vyhláška č. 6/2003Sb. [7]:

Tab. 2.13: Rychlost proudění vzduchu v pobytových místnostech dle [7]

Období roku	Rychlost proudění vzduchu w _a (m/s)
Teplé období	0,16-0,25
Chladné období	0,13-0,2

2.5.3 Požadavky na akustiku

Dalším neopomenutelným parametrem pro vytvoření příjemného vnitřního prostředí je hluk. Limitní hodnoty uvádí Nařízení vlády č. 272/2011Sb. [16] a jsou určeny pomocí ekvivalentní hladiny akustického tlaku $A L_{Aeq,t}$ a dále dle maximální hladiny akustického tlaku $A L_{Amax}$ pro daný prostor. Parametr dále rozlišuje denní dobu a druh chráněného prostoru, podle kterého se určí hodnota připočtené korekce. Základní hladina akustického tlaku $A L_{Aeq,T}$ pro chráněné vnitřní prostory se rovná 40dB. Pro chráněný venkovní prostor staveb (tj. prostor do vzdálenosti 2m před částí obvodového pláště objektu) je hodnota základní hladiny akustického tlaku $A L_{Aeq,T}$ rovna 50dB. Hodnoty korekcí dle chráněného prostoru uvádí následující tabulky:

Tab. 2.14: Korekce pro stanovení hygienických limitů v chráněném vnitřním prostoru staveb [16]

Druh chráněného vnitřního prostoru	Doba pobytu (h)	Korekce (dB)	Výsledné hodnoty (dB)
Obytné místnosti	6:00-22:00	0	40
	22:00-6:00	-10	30
Přednáškové sítě, učebny a pobytové místnosti škol, jeslí apod.	Po dobu užívání	+5	45

Tab. 2.15: Korekce pro stanovení hygienických limitů hluku v chráněných venkovních prostorech staveb pro hluk z provozu stacionárních zdrojů [16]

Druh chráněného prostoru	Doba pobytu (h)	Korekce pro hluk z provozu stacionárních zdrojů (dB)	Výsledné hodnoty (dB)
Chráněný venkovní prostor ostatních staveb a chráněný ostatní venkovní prostor	6:00-22:00	0	50
	22:00-6:00	-10	40

Jelikož toto Nařízení vlády neuvádí podrobnější rozdělení vnitřních chráněných prostor, lze prostory restaurace zařadit do druhu pro přednáškové sítě, učebny apod., výsledná hodnota je tedy 45dB. V restauračním zařízení může docházet vlivem shromažďování osob k vytváření hluku, proto je zde nutné zajistit vhodnou akustickou pohodu a dobu délky dozvuku. K tomu se často používají akustické podhledy, případně jiná řešení na bázi materiálů s vysokou pohltivostí zvuku, aby byl zajištěn maximální komfort a srozumitelnost řeči.

Popis řešeného objektu a požadavky na vnitřní prostředí

I pro stanovení hygienického limitu hluku na pracovišti slouží uvedené Nařízení vlády č. 272/2011Sb. [16]. Limitní hodnota ekvivalentní hladiny akustického tlaku $A L_{Aeq,8h}$ na pracovišti, na němž se vykonává práce náročná na pozornost a soustředění a dále pro pracoviště určených pro tvůrčí práci, je rovna 50dB. Do tohoto druhu lze zařadit práci na recepci. Pro hluk na pracovišti restaurace a kuchyně, kde jsou překročeny délky pracovních směn 8h se použije výpočet dle § 3 tohoto nařízení.

Kapitola 3

Návrh vytápění a chlazení penzionu s restaurací

3.1 TZB koncept

V následující podkapitole bude ve stručnosti uveden návrh TZB konceptu celého objektu s přihlédnutím na výše zmíněné požadavky, účel budovy a funkční celky.

3.1.1 Větrání

Aby bylo možné vyhovět všem požadavkům na větrání v celém objektu, je zvolen systém nucený. Pro minimalizaci tepelných ztrát větráním budou jednotky vybaveny rekuperací tepla. Z výše uvedených požadavků vyplývá, že objekt musí být rozdělen minimálně na dvě části z hlediska způsobu větrání. Vlastní vzduchotechnická jednotka je navržena pro kuchyň, která sama o sobě má vysoké požadavky na množství přiváděného a odváděného vzduchu. Druhá vzduchotechnická jednotka bude určena pro zbývající prostory, tedy restauraci, penzion a bytovou jednotku. Jelikož se požadavky na vnitřní prostředí v těchto zónách mírně liší, je potřeba navrhnout vhodnou regulaci pro zajištění správných množství větracího vzduchu. Obě vzduchotechnické jednotky musí být v kompaktním provedení, aby se vešly do půdního prostoru.

3.1.1.1 Vzduchotechnická jednotka č.1 – prostory mimo kuchyň

Pro veškeré prostory mimo kuchyň bude zajišťovat přísun čerstvého vzduchu VZT jednotka č. 1, která bude větrat rovnotlakým způsobem. Vzduchotechnická jednotka může být navržena např. Duplex MultiEco od společnosti Atrea, která bude vybavena ohřivačem i chladičem vzduchu. V centrální jednotce se bude vzduch ohřívat/chladit na jednu požadovanou teplotu a tu pak bude rozvádět do navrhovaných prostorů. Do jednotlivých částí budou osazeny nadřazené VAV boxy, tzv. Smart boxy od firmy Atrea, které zajistí optimální regulaci průtoku vzduchu. Aby byl zajištěn požadovaný průtok vzduchu se zajištěním optimální regulace hlavní VZT jednotky, bude navržen vlastní Smart box pro každý apartmán zvlášť. Tím lze

docílit optimálního množství přiváděného vzduchu jak přítomnosti osob, tak i v době útlumu, kdy hosté nebudou obývat dané prostory. Smart box bude regulován na základě požadavku čidla CO₂ umístěného v referenční místnosti apartmánu. Jelikož veškeré apartmány jsou přímo větratelné, nelze zajistit, aby uživatelé v letních měsících nevětrali okna (aniž by se instalovali neotevíratelná okna). Nelze zde predikovat chování jednotlivých uživatelů, proto systém nuceného větrání bude jednat na základě požadavku zmíněného čidla CO₂. Pokud tedy nebudou místnosti dostatečně větrány přirozeným způsobem, s rostoucí koncentrací CO₂ bude zvyšován i výkon ve VZT. Mimo to zde bude nastaven minimální průtok vzduchu kvůli odvětrání vlhkosti, pachů a dalších škodlivin. Dále zde bude osazen maunální spínač v koupelnách, který bude dávat povel ke zvýšení výkonu a nastaví se tak nárazový výkon pro odvětrání vlhkosti a pachů. Apartmány jsou také vybaveny svou vlastní menší kuchyňkou. Jelikož se jedná o apartmány v turistické oblasti, nepředpokládá se zde náročné vaření. Digestoře tedy budou napojeny na centrální VZT jednotku a budou sloužit i pro stálý odvod vzduchu. I k digestoři bude přiveden spínač, který zajistí zvýšení výkonu při sepnutí uživatelem. Při zvyšování výkonu se zvýší odváděné množství v celém apartmánu, nikoliv pouze digestoři nebo odtahy v koupelně. Výkon digestoře tedy nebude tak vysoký jako při osazení vlastním ventilátorem, ale pro účely vaření v apartmánech bude dostačující. Je zde nutné dbát na pravidelnost čištění filtrů digestoře, aby nedocházelo k usazování nečistot na rekuperačním výměníku ve VZT jednotce. Přívodní vzduch bude vyústěn v pobytových místnostech a odvod bude situován v koupelnách a ve zmíněných digestořích.

V restauraci se bude Smart box starat o regulaci přívodního i odvodního vzduchu do celého prostoru. Odvodní prvky se umístí do hygienického zázemí restaurace, skladů a také do prostor baru restaurace, kde budou vznikat škodliviny a odpadní teplo od zařízení jako je kávovar, myčka nádobí, lednic apod. Přívodní prvky pak budou osazeny v prostoru pobývání zákazníků restaurace. Celý prostor bude větrán rovnotlakým způsobem a regulace průtoku vzduchu bude pomocí čidla CO₂ umístěného v restauraci.



Obr. 3.1: Atrea Smart box [17]



Obr. 3.2: Atrea Duplex MultiEco 500-9000 [18]

3.1.1.2 Vzduchotechnická jednotka č. 2 – větrání kuchyně

Prostory kuchyně budou větrány také nuceným způsobem. Pro menší kapacitu kuchyně lze užít méně sofistikovaného systému větrání než by tomu bylo u velké profesionální kuchyně. O větrání kuchyně a přilehlého prostoru (sociální zázemí) se bude starat VZT jednotka č. 2, která bude také umožňovat ZZT. Přívod vzduchu bude situován do kuchyně pomocí centrální digestoře. Hlavní odvod pak bude také pomocí digestoře, která bude umístěna nad varným centrem, další odvody budou v místě výdeje, mytí nádobí, skladech a také v hygienickém zázemí kuchyně. Jelikož zde budou pouze elektrické spotřebiče, bude celá tato větraná zóna v mírném podtlaku oproti restauraci, aby byl zamezen únik pachů mezi zákazníky. Odvody z kuchyně a centrální digestoř budou osazeny tukovými filtry, které budou muset být pravidelně čištěny, aby se zamezilo zanášení vzduchovodů a VZT jednotky. I přes osazení těchto filtrů bude muset být tato VZT jednotka a odvodní vzduchovody častěji kontrolovány a čištěny. Vhodnou možností se také nabízí instalování technologie UV-C jako druhého stupně filtrace. Lze tak dosáhnout účinnosti likvidace odsávaných aerosolů až 99,9% [19], tím je zajištěna výrazně nižší údržba.

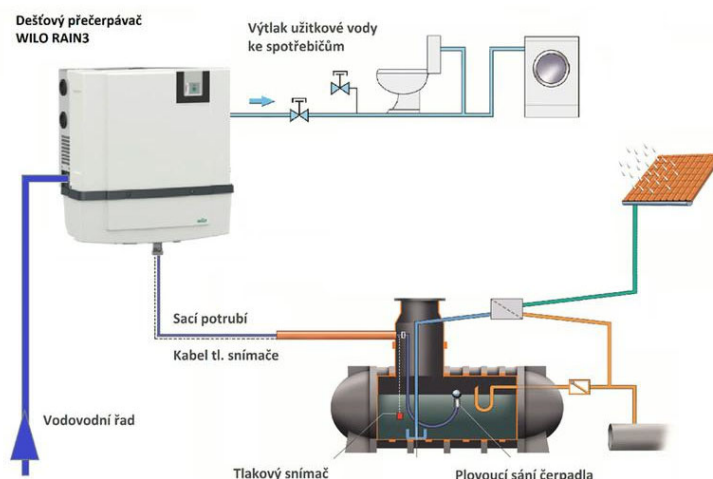
3.1.2 Rozvody elektřiny

Primárním zdrojem elektrické energie bude distribuční síť. Z důvodu celoročního provozu restaurace s kuchyní je vhodné navrhnout i systém využívající solární energii, aby byly minimalizovány náklady na provoz a využito se obnovitelných zdrojů energie. Bude použit systém fotovoltaických panelů. Pro

umístění panelů je dostatek prostoru na střeše. Počet kusů bude navržen tak, aby se potřeba elektřiny pokryla z co největší možné části, ale aby bylo omezeno přebytku, který by se musel vracet do distribuční sítě. Pro přebytek energie z fotovoltaických panelů bude vytvořeno malé bateriové uložení místnosti 1.23. To může sloužit pro krátkodobý výpadek elektřiny, nebo případně pro užívání elektřiny ve večerních hodinách. Pro případ delšího výpadku elektrické energie zde bude záložní zdroj o omezeném výkonu především pro chod chladicích boxů a chladicích skříní (kvůli zachování čerstvosti skladovaných chlazených potravin), a to v podobě diesel agregátu. Jelikož tyto chladicí zařízení mají určitou akumulaci chladu, není zapotřebí zavádět zde autonomní systém startu diesel agregátu a jeho zapnutí, když bude potřeba, provede se manuálně. Připojení na distribuční síť se provede přes hlavní domovní skříň (HDS), dále se rozvody rozdělí v domovní rozvodnici na požadované domovní rozvody, které budou dodávat energii potřebným zařízením. Dále zde budou další podřadné rozvodnice dle potřeby – především budou odděleny obě dvě části apartmánů a dále restaurace s kuchyní. Pro efektivní propojení a fungování systémů je možné a vhodné použít chytrou síť KNX či ABB free@home, případně jiné podobné zapojení.

3.1.3 Zásobování vodou

Objekt bude napojen na veřejný vodovod přes hlavní vodoměrnou šachtu. Tento vodovod bude sloužit jako zdroj pitné vody pro veškeré vnitřní prostory objektu. Jelikož objekt má relativně velkou plochu střechy a bude zde potřeba i velké množství vody na veškerý provoz, je velice účelné využít dešťové vody pro pokrytí části potřeby a ušetřit tak pitnou vodu z vodovodního řadu. Pro tyto účely zde bude vytvořena retenční nádrž, ze které je možné čerpat užitnou vodu pro zalévání a také se do objektu instaluje dešťový přečerpávač (např. kompaktní provedení Wilo-Rain 3, který je možno osadit do místnosti 1.23), který bude využívat dešťové vody z retenční nádrže. Tato užitková voda bude přivedena na splachování klozetů v celé budově. Tím se uspoří velká část potřebné vody. Dešťový přečerpávač je napojen na zdroj pitné vody a v případě nedostatku vody dešťové bude čerpat vodu z vodovodního řadu. Rozvody vody budou vytvořeny z plastového systému.



Obr. 3.3: Ukázkové schéma využívání dešťové vody pomocí dešťového přečerpávače Wilo Rain 3 [20]

3.1.4 Odpadní vody

Odpadní vody budou svedeny od všech zařizovacích předmětů gravitačním systémem přes revizní šachtu do veřejné kanalizace. Je nutné konzultovat se správcem sítí, zda je potřeba vybavit odvod odpadních vod z kuchyně lapačem tuků či nikoliv. Dále bude do domovní kanalizace sveden kondenzát z VZT a FCU jednotek. Pro odvod dešťových vod ze střechy objektu bude zřízena již zmíněná retenční nádrž. V dané lokalitě se nachází pouze jednotná kanalizace, proto do ní bude přiváděna i přebytečná dešťová voda z přepadu.

3.1.5 Vytápění a chlazení

Na systém vytápění a chlazení jsou v tomto objektu kladeny vysoké nároky, jelikož jsou zde tři velice odlišné zóny. Restaurace, kuchyně a obytné prostory mají odlišné požadavky a ještě k tomu mají různé provozní doby. Prostory apartmánů budou využívány z velké části pouze v letních měsících, kdy je potřeba hlavně chladit. Restaurace i kuchyně bude v provozu celoročně a k tomu je také nutné přizpůsobit návrh. V restauraci ani v kuchyni není nutné udržovat ve všech místnostech požadovanou teplotu v noci, jelikož zde není žádný provoz. Systémy TZB můžou být v tuto dobu a v těchto prostorech v útlumu. Naopak v apartmánech je potřeba udržovat rozumnou teplotu po celý den.

Soustředěním se na návrh pro letní období se pro prostory penzionu jeví jako vhodná řešení především splitové, případně VRV (VRF) systémy nebo pak plošné sálavé systémy. Chladivové systémy jsou vhodným řešením pro prostory, kde jsou potřeba větší výkony. V penzionu se počítá s vhodným automatizovaným stíněním, jelikož hosté budou přes den převážně mimo objekt a není tedy potřeba nechat celý den pronikat sluneční zisky do objektu. Také je vždy nejučinnější zabránit tepelným ziskům již na vstupu – tedy zabránit jejich průniku do budovy, než-li je pak složitě řešit velkými výkony systémy chlazení. Plošné sálavé systémy jsou výhodné především svou akumulací, bezprůvanovým provozem a také více rovnoměrným rozprostřením výkonu, než-li tomu je právě u chladivových systémů. Pro chlazení jsou zde nejvhodnější stropní sálavé systémy, u kterých nemůže docházet k nepříjemné dotykové teplotě při pobytu bez bot nebo naboso. Pro chlazení apartmánů budou tedy použity stropní sálavé systémy, které lze využívat i pro systém vytápění a lze tak ušetřit náklady na další rozvody. Jelikož jsou odvody vzduchu v apartmánech situovány převážně v koupelnách a nejsou zde žádné stálé tepelné zisky a minimální nebo žádné solární zisky, není zde nutné zavádět systém chlazení, místnost se vychladí okolními místnostmi a odváděným vzduchem. Proto je v prostorech koupelen navržen podlahový sálavý systém, který bude sloužit k vytápění v chladném období. Pro zajištění dostatečného tepelného výkonu a pro zamezení rosení oken jsou v prostorách koupelen osazeny také trubkové otopné tělesa, které se umístí právě pod okna. Chlazení místností bude doplňovat navržený systém větrání, který bude přivádět teplotu vzduchu s nižší teplotou, než je požadovaná v místnosti. Plošné systémy jsou omezeny maximálním měrným tepelným výkonem (viz Tab. 3.1), musí se pro ně tedy volit nižší teplotní spády, než by tomu bylo např. u otopných těles. Proto se jako ideální zdroj jeví tepelné čerpadlo, které se následně zvolí jako hlavní zdroj tepla a chladu.

Jelikož požadavky na vnitřní prostředí v bytové jednotce jsou téměř shodné, jako je tomu u apartmánů, je zde zvolen obdobný systém vytápění a chlazení. Samozřejmě jsou zde rozdíly v době obývání bytové jednotky oproti apartmánům, kdy bytová jednotka bude obydlena celoročně. Se skutečností, že se bytová jednotka nachází v podkroví a pod ní se nachází stále vytápěné místnosti, lze předpokládat vysoký tepelný komfort i v podobě sálavého stropního vytápění.

Pro chlazení restaurace je sálavý stropní systém nevhodný, jelikož restaurace má příliš vysoké stropy a pravděpodobně by ani takový systém nedokázal zajistit požadovaný výkon. Podlahový systém chlazení je také nevhodný z důvodu možného rosení v horkých letních měsících, kdy se může nárazově nahnout velké množství teplého vzduchu z venkovního prostředí. Opět se tedy jeví jako vhodný systém chladivový. Jelikož je ale zvoleno jako zdroj tepla a chladu tepelné čerpadlo, lze s výhodou využít tohoto zdroje pomocí vodního systému a navrhnou Fancoil jednotky, které dokážou zajistit podobné parametry jako chladivové systémy. Fancoil jednotky lze použít jak pro chlazení v letním období, tak pro vytápění v otopném období. Pro hygienické zázemí restaurace je pak zvoleno podlahové chlazení a topení, jelikož zde se zákazníci budou pohybovat obutí a není zde tedy vytvořen takový požadavek na dotykovou povrchovou teplotu. Navíc pro otopné období je systém podlahového topení vhodnější.

Zbývá vyřešit systém chlazení a topení pro prostor kuchyně. Zde není vhodné použít podlahový systém z důvodu toho, aby bylo umožněno kotvit různé zařízení přímo do podlahy a také aby zde nedocházelo k možnosti rosení. Opět by bylo vhodné použít chladivový systém. Pro využití maximálního potenciálu zdroje a zamezení zbytečného kombinování více různých systémů dohromady, je účelné navrhnout soustavu využívající tepelné čerpadlo. Jelikož je nutné do kuchyně přivádět velké množství vzduchu, lze s výhodou využít právě tohoto systému a zvolit tak chlazení a vytápění pomocí vzduchotechnické jednotky, která je určena pouze pro prostory kuchyně. Hygienické zázemí kuchyně nedisponuje takovým množstvím přiváděného vzduchu, proto je zde využito opět sálavých plošných systémů.

Jak bylo zmíněno výše, jako zdroj tepla i chladu bude tepelné čerpadlo. Součástí systému budou akumulční nádrže na teplo i na chlad, aby bylo umožněno současně topit i chladit, zároveň akumulční nádrže omezují časté spínání čerpadla, tedy prodlužují životnost kompresoru. Otopná soustava bude řešena jako dvoutrubková. Dále je zde nutné vytvořit vhodný způsob regulace, aby byly zajištěny požadavky na vnitřní prostředí ve všech prostorech.

3.1.6 Příprava TV

Zde je potřeba uvážit skutečnost, že s největší pravděpodobností bude většina hostů apartmánů přes den mimo objekt a teplou vodu budou potřebovat převážně ve

večerních hodinách. Za tímto účelem by bylo vhodné navrhnout dvoustupňový systém ohřevu TV, tedy aby se centrálně voda připravovala na teplotu např. 35°C, ta by pak cirkulovala k apartmánům a tam by se nárazově dohřívala pomocí lokálních ohřivačů. V zimě při malé obsazenosti by se pak voda mohla ohřívat pouze lokálně a zamezilo by se tak ztrátám v potrubí a v centrálním zásobníku. K tomu by se ale musely instalovat dva centrální zásobníky na teplou vodu. S nutností dvou zásobníků bohužel tento systém nelze instalovat z hlediska omezeného prostoru v technické místnosti. Navíc by bylo potřeba provést analýzu, zda by vůbec energetická úspora v systému cirkulace převýšila náklady spojené s pořízením, instalováním a provozem lokálních průtokových ohřivačů. Proto je použit systém centrální přípravy teplé vody pro celý objekt s řízenou cirkulací. Cirkulační rozvody budou rozděleny na jednotlivé úseky pomocí uzávěrů, aby je bylo možné při menším obsazení v zimním období uzavřít a omezit tak tepelné ztráty v rozvodech. Pro ohřev TV bude sloužit tepelné čerpadlo.

Při návrhu přípravy TV je čerpáno z literatury Příprava teplé vody [21].

3.2 Návrh systému vytápění a chlazení

3.2.1 Zdroj tepla a chladu

Pro návrh zdroje tepla a chladu byl proveden výpočet tepelných ztrát a tepelných zisků. Tepelné ztráty prostupem jsou stanoveny na 14,67kW, dále pak je nutné započítat tepelné ztráty větráním. Tepelné ztráty větráním jsou vypočteny pomocí návrhového programu Atrea Duplex. Pro teplotu přiváděného vzduchu 20°C a maximální předpokládaný průtok vzduchu jsou výsledné hodnoty s využitím ZZT stanoveny na 2,54kW pro vzduchotechnickou jednotku č. 1 (zásobování prostorů penzionu, bytové jednotky a restaurace), resp. 1,52kW pro vzduchotechnickou jednotku č. 2 (větrání kuchyně). Ve skutečnosti se ale bude přivádět vzduch teplejší, to má za následek menší tepelné ztráty pro ostatní topné systémy. Ty jsou ale navrženy na tepelný výkon roven maximálním tepelným ztrátám, jelikož průtok vzduchu bude variabilní. Maximální celkové tepelné ztráty jsou tedy rovny 18,73kW.

Navrhování zdroje chladu na součet veškerých maximálních tepelných zisků by byl velmi naddimenzovaný, jelikož nikdy nenastává maximální tepelný zisk ve všech prostorech ve stejnou chvíli. Proto je vytvořena sestava všech místností a je tak

určen maximální tepelný zisk pro nejhorší okamžik. Výkony koncových distribučních elementů v jednotlivých místnostech budou ale navrženy pro maximální tepelnou zátěž právě pro danou místnost a čas. Tepelné zisky (pro návrh zdroje) od technologií, osob a z oslunění jsou stanoveny na 8,6kW bez zahrnutí kuchyně a chodby s chladicím boxem. V těchto prostorech budou tepelné zisky odvedeny pomocí dostatečného množství odváděného vzduchu. Pro ochlazení venkovního vzduchu ve VZT jednotce č. 1 na teplotu 26°C je nutné dodat výkon 2,3kW pro VZT jednotku č. 1, resp. 1,3kW pro VZT jednotku č. 2. Hodnoty platí pro maximální předpokládané průtoky a se započítání vlivu ZZT. Pro budovu je tedy nutný chladicí výkon minimálně 12,2kW. Ve skutečnosti se pro prostory penzionu, bytové jednotky a prostorů restaurace teplota přiváděného vzduchu centrálně sníží cca na hodnotu 25°C (v období letního teplotního maxima). Tím již bude pokryt zlomek nutného chladicího výkonu uvnitř prostoru. Teplota přiváděného vzduchu pro kuchyň bude řízena na základě požadavku obsluhy.

S ohledem na navržený systém je zvoleno tepelné čerpadlo jako zdroj tepla a chladu. Pro navržené koncové distribuční prvky je možné vybrat ze tří základních a vhodných druhů tepelných čerpadel. Tepelné čerpadlo země/voda s plošnými kolektory je v tomto případě nevhodné z důvodu toho, že je na pozemku nutné vytvořit dostatečný prostor na parkování vozidel jak pro hosty restaurace, tak pro hosty penzionu, dále bude u restaurace vytvořena terasa. Také se počítá, že na pozemku budou vytvořeny další zařízení pro relaxaci jako např. pergola pro hosty penzionu nebo sauna. Mají zde být vytvořeny i záhonky pro pěstování zeleniny a bylinek a zasazené ovocné stromy. Proto si investor nepřeje použití plošných kolektorů, aby byla zachována variabilita využití pozemku. Tedy možnost s plošnými kolektory je zavržena. Další okolnosti jsou takové, že se pozemek nachází v krajinné oblasti CHKO Třeboňsko a také přímo pozemkem prochází několik ochranných pásem včetně elektrického vedení VN. Mohlo by být tedy složité dostat povolení pro provedení hloubkových vrtů. Proto je v rámci této práce uvažovaná třetí vhodná možnost a to je tepelné čerpadlo typu vzduch/voda. I tento druh tepelného čerpadla dokáže zajistit v maximální možné míře veškeré požadavky řešené budovy s dostatečně vysokou účinností. Navíc z hlediska investičních nákladů je tato možnost příznivější, než je tomu u kombinace TČ země/voda s geotermálními

hloubkovými vrtvy. Ve skutečnosti by bylo nutné podat žádost pro povolení vrtů a až po vyjádření od příslušných úřadu zvolit nejvhodnější typ tepelného čerpadla.

Je tedy zvoleno tepelné čerpadlo PUAZ-SW160YKA od firmy Mitsubishi, které je svými parametry ideálním řešením pro navržený systém. Nominální výkon v režimu vytápění je 16kW za podmínek A2/W45, nebo až 22kW pro A7/W45. Hodnota nominálního výkonu pro chlazení je 16kW při A35/W7. Tepelné čerpadlo se běžně navrhuje na 80-85% maximálních tepelných ztrát, aby bylo zajištěno vhodného provozu TČ a nedocházelo k příliš častému spínání v přechodném období roku. V případě, kdy TČ nebude moct zajistit dostatečný tepelný výkon, je vnitřní jednotka vybavena elektrickou topnou spirálou o dalším výkonu 9kW, která slouží jako bivalentní zdroj. Navíc maximální tepelné ztráty jsou stanoveny pro maximální obsazenost penzionu, tedy že veškeré apartmány budou v provozu. Jelikož se objekt nachází v oblasti s převažující letní sezónou, situace plného provozu v zimním období nastane jen zřídka kdy.



Obr. 3.4: Venkovní jednotka PUAZ-SW160YKA [22] Obr. 3.5: Vnitřní jednotka ERSE YM9ED [23]

Tepelné čerpadlo disponuje invertorovým kompresorem, lze tedy plynule regulovat jeho výkon přibližně od 40% nominálních hodnot. I přes to jsou navrženy akumulční nádoby, aby byl zajištěn optimální chod čerpadla a bylo zamezeno častého spínání TČ (tj. více než 4x/hod), které značně ovlivňuje životnost kompresoru. Dvě akumulční nádrže jsou také zvoleny pro to, aby bylo možné zároveň chladit i topit. Akumulční nádoby jsou navrženy s ohledem na teplotní spády jednotlivých soustav a zajišťují také pokrytí letních, příp. zimních teplotních extrémů, kdy bude nutné zajistit ohřev TV. V tomto případě se s dostatečným předstihem natopí, resp. nachladí veškeré užívané prostory na vyšší, resp. nižší teploty a nabijí se dostatečně akumulční nádoby, aby pak byl dostatečný časový

prostor pro potřebný ohřev TV. Pro akumulaci otopné vody je navržena akumulární nádrž Austria email WPPS300 o objemu 300l, pro vodu na chlazení se pro nižší teplotní spády zvolila akumulární nádrž Dražice NAD 750 v3 o objemu 772l.

3.2.2 Příprava TV

Pro zásobení celého objektu vodou je zvolen nepřímotopný zásobník teplé vody OKC 750 NTR-HP od firmy Dražice. Zásobník je uzpůsobený svou délkou teplosměnného potrubí pro užití s tepelnými čerpadly. Výrobce tepelných čerpadel Mitsubishi uvádí minimální teplosměnnou plochu výměníku v nádrži $0,3\text{m}^2$ na kW výkonu TČ. Ve zvoleném zásobníku je teplosměnná plocha výměníku rovna 7m^2 , což splňuje podmínky i s rezervou.



Obr. 3.6: Elektrické topné těleso TJ4/6“ [24]



Obr. 3.7: Nepřímotopný zásobník TV Dražice OKC 750 NTR-HP [25]

Velikost zásobníku je navržena pro maximální provoz v letní sezóně, počítá se tedy, že penzion bude plně obsazen a restaurace bude v plném provozu. S ohledem na předpoklad, že v penzionu nastane situace, kdy by byly plně obsazeny veškeré lůžka, pouze zřídka, jsou zvoleny návrhové potřeby TV spíše v nižších hodnotách. Velikost zásobníku je ale navržena i s rezervou. Hůře na tom je potřebný výkon zdroje, který převyšuje nominální výkon TČ. Jelikož s rostoucí okolní teplotou roste i maximální kapacita TČ (viz podklady výrobce), není toto překročení nikterak limitující. Výrobce uvádí tepelnou kapacitu pro A7/W45 až 22kW, bohužel zde není uvedena hodnota pro výstupní teplotu vody 60°C (příp. 55°C), která je potřebná pro ohřev TV. Lze ale předpokládat splnění tepelného výkonu 18kW, který je potřebný

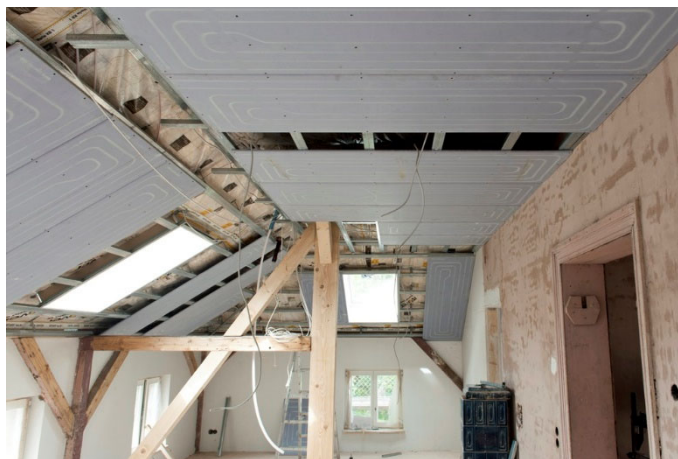
právě pro ohřev TV v našem případě. Tento výkon je ale potřebný pro zvolenou dobu ohřevu. TČ bude vodu ve skutečnosti nahřívat podle skutečné potřeby, proto je výkon TČ dostatečný i s přihlédnutím na potřeby chlazení či vytápění. Pro případ, že by TČ nestačilo ohřívat dostatek TV, je do zásobníku instalované také topné těleso TJ6/4“ o výkonu 9kW, které bude sloužit v daných intervalech i pro termickou dezinfekci proti legionelle.

3.2.3 Koncové distribuční prvky

V této podkapitole jsou uvedeny jednotlivé typy navržených koncových distribučních prvků s jejich popisem, přesné návrhové parametry jednotlivých zařízení a potřebné výpočty jsou uvedené v druhé (praktické) části této práce, případně v podkladech jednotlivých výrobců.

3.2.3.1 Stropní sálavý systém

Téměř ve všech prostorách objektu budou instalovány SDK podhledy. Kvůli této skutečnosti a tedy pro omezení pracnosti je zvolen systém, který má potrubí implementované přímo do sádkartonové desky a postačí tedy pouze suchá montáž podobným způsobem jako klasické SDK desky. Systém se nazývá Renovis a vyrábí ho firma Uponor. Jedná se o sádkartonové desky šířky 625mm a délky 2000mm, 1200mm nebo 800mm. Tloušťka panelů je 15mm a jsou zde zabudované trubky PE-Xa o rozměru 9,9x1,1mm. Rozteč potrubí je rovna 50mm. Systém lze použít jak pro systém chlazení, tak pro systém vytápění. Panely se zapojují v sériích podle Tichelmannova principu. Pro rozvod do jednotlivých místností v apartmánech bude použit podružný rozdělovač a sběrač Uponor Vario S-FM vybavený průtokoměry s termopohonem, uzavíracími zpětnými ventily, integrovaným odvzdušněním a také plnicím a vypouštěcím ventilem. Rozdělovač obsahuje také teploměry na přívodní a vratné větvi. Více o zvoleném systému lze najít v podkladech výrobce.



Obr. 3.8: Příklad instalace panelů Uponor Renovis [26]

Panely budou instalovány ve všech vytápěných/chlazených prostorách penzionu kromě koupelen. Počet kusů je zvolen podle požadovaného výkonu pro horší z případů vytápění či chlazení. Počty jsou také voleny tak, aby systém nebyl předimenzován, protože maximální tepelné zisky zahrnují i zisky od osob, které ale v průběhu dne téměř nikdy nenastanou, jelikož se zde nepředpokládá výskyt osob v době maximálních teplot z oslunění. Díky nižším výkonům, než je tomu u vysokoteplotních systémů, je v otopném období, kdy bude provoz v útlumu z důvodu nevytíženosti penzionu a prostory budou pouze temperovány, nutné začít prostory apartmánů předeřhřívát s dostatečným časovým odstupem, aby byla teplota v době příjezdu hostů již na požadované hodnotě. Případně lze zvýšit teplotu přiváděné otopné vody, která je v době výskytu osob omezená maximálním měrným výkonem sálavých stropních systémů. V době nepřítomnosti osob je tato teplota omezena pouze maximální provozní teplotou systému, tím lze zajistit větší výkon panelů.

Limitní křivku tepelného výkonu při výskytu osob uvádí výrobce ve svých podkladech pro maximální povrchovou teplotu 29°C. Norma ČSN EN 1264-3 [27] říká, že v místnostech s menší světlou výškou než 2,7m by teplota povrchu neměla překročit 33°C. Návrhové výkony pro vytápění jsou v tomto případě navrženy na mezní křivky výrobce.

Teplotu chladicí vody je navíc nutné zvolit tak, aby nedocházelo ke kondenzaci. Minimální teplota v přiváděcím potrubí tedy bude 16°C. Navíc se k zamezení rizika kondenzace nainstaluje kontrolní systém, který bude hlídat teplotu rosného bodu pomocí měření teploty a relativní vlhkosti vzduchu. Použije se systém

Uponor C-46 Climate Controller pro každou místnost, kde je navržen systém sálavého chlazení.

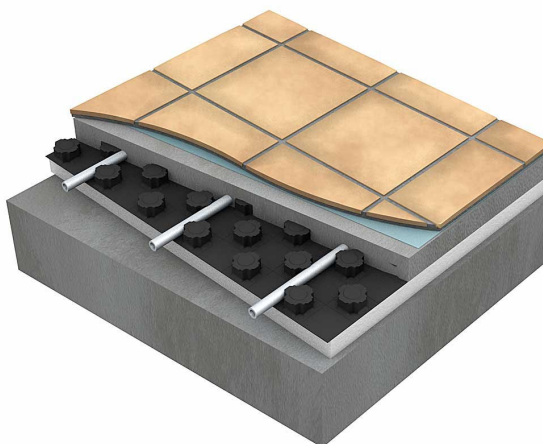
3.2.3.2 Podlahový sálavý systém

Podlahový systém topení je ideálním řešením v prostorách, kde je požadavek na vyšší povrchovou teplotu nášlapné vrstvy, tedy například v místnostech pro hygienu. I v těchto místnostech jsou limity na maximální povrchovou teplotu. Tyto hodnoty jsou uvedeny v normě ČSN EN 1264-2 [28].

Tab. 3.1: Limitní hodnoty povrchových teplot a měrných tepelných výkonů dle typu prostoru [28]

Prostor	$t_{F,max}$ (°C)	t_i (°C)	$q_{G,max}$ (W/m ²)
Obytné prostory	29	20	100
Koupelny a podobné	33	24	100
Okrajové zóny	35	20	175

Jelikož je použit stropní systém od firmy Uponor, navrhne se i podlahové vytápění od stejné firmy, které bude instalováno do míst koupelen a hygienického zázemí restaurace. Je zvolen systém Tecto, který je dostupný ve dvou tloušťkách systémových desek. Jedná se o tloušťku implementované izolace, tloušťka je buď 11 nebo 30mm, tím lze docílit požadovaných únosností. V podkrovních prostorech jsou zvoleny desky s tl. izolace 11mm, aby se pod systémovou desku dala vložit i kročejová izolace. Jednotlivé desky jsou určeny pro mokrý způsob instalace a jsou vybaveny fixačním systémem pro potrubí vnější průměrů 14-17mm s možnou roztečí 100-300mm s odstupňováním po 50mm. Systém lze použít jak pro systém topení, tak pro systém chlazení. V prostorách koupelen, které jsou umístěny u obvodových stěn, je použit průměr potrubí 17mm, v ostatních případech jsou použity trubky průměru 14mm, tím je docíleno požadovaných výkonů a vhodných tlakových ztrát.



Obr. 3.9: Systém podlahového topení/chlazení Uponor Tecto [29]

Více o systému Tecto viz podklady výrobce.

3.2.3.3 Trubkové tělesa

Pro doplnění tepelných výkonů v hygienických prostorech jsou navrženy trubková otopná tělesa Korado Koralux Linear Max-M se středovým připojením. Pro nízkoteplotní zdroj tepla jsou výkony značně omezené, ale pro doplnění podlahového topení to v tomto případě dostačuje. Tělesa budou vybaveny termostatickými hlavicemi a armaturou HM. Tyto radiátory budou sloužit i pro možnost sušení např. oblečení, proto bude těleso vybavené el. topnou tyčí s integrovaným regulátorem. V případě potřeby může být topná tyč využita i pro doplnění tepelného výkonu v zimním období.

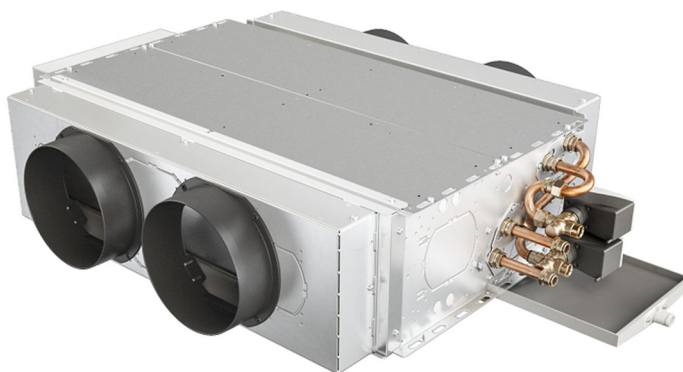


Obr. 3.10: Příklad použití otopného tělesa Korado Koralux Linear Max [30]

3.2.3.4 Fancoil jednotky

Chlazení a vytápění v prostoru restaurace budou zajišťovat dvě Fancoilové podstropní jednotky. Použijí se jednotky HyflexGeko vel. 6, aby byl zajištěn dostatečný výkon i pro navrhované teplotní spády. Jedná se o cirkulační jednotky ve dvoutrubkovém provedení, které lze napojit i na přírodní vzduch z VZT jednotek. Jsou vybaveny úspornými a tichými EC motory. Budou zavěšeny pod stropem a zakryty akustickým podhledem restaurace. Jelikož je zde navržen rozebíratelný podhled, není potřeba řešit revizní otvory. Jednotky budou vybaveny připojovacím panelem, na kterém jsou kruhové trysky průměru 200mm pro možnost připojení na VZT potrubí a vyústky. Sání bude vytvořeno pomocí nasávacích mřížek osazených přímo v podhledu. Pro zajištění akustického komfortu a vhodné distribuce vzduchu je nutné návrh konzultovat a koordinovat s projektantem vzduchotechniky a navrhnout vhodné vyústky a tlumení hluku. Pro regulaci fancoil jednotek budou osazeny třicestné ventily. Výkon jedné FCU jednotky je rozdělen na tři výkonové stupně, v kombinaci dvou jednotek tak bude výkon řízen optimálně všech situacích. Ovládání bude možné pomocí nástěnných ovladačů umístěných v restauraci.

Navržené parametry FCU jednotek – viz Příloha č.12.



Obr. 3.11: FCU jednotka HyFlexGeko [31]



Obr. 3.12: Ovládání FCU jednotky ISYteq Touch 2.1 [32]

3.2.3.5 Výměníky ve VZT jednotkách

Pro větrání objektu jsou uvažovány dvě VZT jednotky Duplex MultiEco 3500. Vhodné výměníky jsou navrženy pomocí návrhového systému výrobce použitých jednotek – Atrea Duplex. Jednotky budou osazeny v zatepleném půdním prostoru, kam bude také přiváděna část přiváděného vzduchu, aby bylo zajištěno provětrání. Půdní prostor ale nebude vytápěn, proto nelze stoprocentně zaručit, že

zde nebude mrznout. Teplonosným médiem systémů RTCH bude voda, proto bude ohřívač i chladič vybaven termostatem proti zamrznutí, případně se musí zajistit jiná protimrazová ochrana.

Vzduchotechnická jednotka č. 1 bude za standardních podmínek ohřívat přiváděný vzduch na 21°C, resp. chladit na 25°C. Případně lze tyto hodnoty i upravit podle skutečných událostí, aby byl zajištěn stále maximální komfort. Pro vytápění je určen typ vodního ohřívače T 3500 3R / typ 1 – s maximálním topným výkonem 12,19kW (pro průtok vzduchu 3500m³/h). Regulace ohřívače je provedena pomocí teploty otopné vody, k tomu bude sloužit vestavěný čtyřcestný směšovací ventil se servopohonem společně s vestavěným oběhovým čerpadlem. Zvolený chladič W 3500 3R / typ 1 bude vybaven na vratném potrubí vestavěným třicestným ventilem osazeným servopohonem, na základě kterého se bude měnit požadovaný průtok chladicí vody výměníkem, maximální výkon je 7,64kW (pro objemový průtok vzduchu 3500m³/h). Oba dva výměníky jsou také vybaveny automatickým odvzdušňovacím ventilem a odkalovacím ventilem.

Vzduchotechnická jednotka pro zásobení kuchyně je vybavena obdobnými výměníky se stejným principem regulace. Zde se ale bude teplota přiváděného vzduchu regulovat na základě požadavků z kuchyňského prostoru. Jelikož je nutné přivádět velké množství větracího vzduchu, bude možné zajistit požadovanou teplotu v místnosti ve velice krátkém časovém úseku. Přívod vzduchu je navržen pomocí kuchyňské digestoře Variant 1R.

3.3 Regulace systému vytápění a chlazení

Předmětem této práce není detailní návrh regulace systému, přesné řešení je nutné konzultovat se specializovanou firmou na MaR. Dále je stručně popsán systém předběžně navržené regulace.

V objektu je pro jeho různorodý provoz navrženo mnoho systémů, které je nutné regulovat a řídit zvlášť a na základě různých požadavků dle daného prostoru. Pro tento sofistikovaný návrh je zvolena regulace pomocí nadřazeného systému.

Vnitřní jednotka tepelného čerpadla má svou vlastní adaptivní ekvitermní regulaci, která bude zajišťovat správný chod tepelného čerpadla a ohřev TV. Dále bude tato jednotka napojena právě k nadřazenému systému regulace, která bude řídit optimální výkon pro soustavu vytápění a chlazení. Tepelné čerpadlo má invertorový

kompresor a tak lze plynule řídit jeho výkon (přibližně od 40-100% nominálního výkonu). I přes plynulou regulaci TČ jsou navrženy akumulční nádoby. Jejich nabíjení bude řídit nadřazený systém regulace ekvitermním způsobem podle venkovní teploty a podle požadavků z vnitřních prostorů. Ve chvíli, kdy bude v letních špičkách potřeba nahřívát zásobník na TV, nadřazený systém s dostatečným předstihem vychladí vnitřní prostory na nižší než navrhované hodnoty a současně nabije akumulční nádrž na minimální hodnotu. Následně se TČ přepne do režimu ohřevu TV. Tento způsob zajišťuje, aby byl udržen maximální komfort ve vnitřních prostorách a zároveň byl dostatečný časový prostor i pro přípravu TV.

Sálavé systémy budou řízeny podle požadované teploty pomocí prostorových termostatů umístěných v obytných zónách. Každý rozdělovač Vario S (případně je možné použít modulární rozdělovač Vario PLUS) je vybaven průtokoměry pro regulování a uzavírání jednotlivých větví na přívodu. Na vratných větvích budou osazeny ventily s termopohonem. Pomocí těchto termopohonů a požadavků na termostatu se budou postupně uzavírat a otevírat jednotlivé větve. Termostaty lze propojit pomocí bezdrátového, případně i pomocí drátového rozhraní. Celý tento systém pak bude připojen k nadřazené regulaci a teplota přírodní vody se optimalizuje ekvitermně podle venkovní teploty. V letním období pak bude nadřazený systém blokovat možnost chlazení v prostorách koupelen.

VZT jednotky mají svůj systém regulace, který se opět napojí přes převodník k nadřazenému systému, který bude zajišťovat optimální chod ve spojení s ostatními systémy.

VZT jednotka č. 1 určená pro apartmány a restauraci bude řídit svůj větrací výkon podle instalovaných Smart boxů, které budou napojené na čidla CO₂, případně vlhkostní čidla. Na základě požadovaného průtoku vzduchu a tedy i výkonu ve výměnících pak budou reagovat regulační ventily se servopohonem osazené v jednotkách a upravovat tak průtok či teplotu teplotního média. Tato jednotka bude nastavena na konstantní teplotu přiváděného vzduchu.

Průtok vzduchu ve druhé vzduchotechnické jednotce určené pro kuchyň bude řízen na základě ovládání z digestoře a vlhkostních čidel. Dále zde bude instalován termostat, který se bude starat o řízení přiváděné teploty vzduchu. Na základě těchto veličin se pak bude řídit množství a teplota přiváděného média do výměníků ve VZT jednotce.

Regulace výkonů ohřivačů probíhá pomocí 4-cestného ventilu a oběhového čerpadla mezi výměníkem a ventilem. V případě chladiče je regulace navržena pomocí dvojcestného ventilu se servopohonem, který je doplněn o zkratový obtok.

FCU jednotky v restauraci budou řízeny samostatně na základě požadavku v místnosti. Bude zde osazen ovladač, pomocí kterého obsluha nastaví požadovanou teplotu. K regulaci FCU jednotek je použit trojcestný ventil se servopohonem osazený na vratném potrubí. Podle požadavku se tak bude více či méně otevírat a nastavovat tak potřebný průtok ve výměníku.

Každá větev v technické místnosti je na vratném potrubí vybavena vyvažovacím ventilem pro možnost zaregulování jednotlivých větví vůči sobě. Dále jsou vyvažovací ventily osazeny na jednotlivých odbočkách od VZT a FCU jednotek. Tím je dosaženo vyvážení jednotlivých odboček. Vyvažovací ventil je použit i ve zkratovém obtoku u VZT jednotek, aby bylo možné nastavit požadovanou tlakovou ztrátu zkratového potrubí.

Nadřazený systém se také bude starat o chod cirkulačního čerpadla pro teplou vodu, spínání elektrického topného tělesa včetně nutné sanitace zásobníku TV. Bude řídit nabíjení akumulčních nádrží tak, aby bylo možné zajistit ohřev TV v případě potřeby. Na nadřazený systém bude napojeno i automatické ovládání stínících prvků objektu.

Více informací o použitých systémech, vstupní hodnoty, výpočty, zvolené teplotní spády, další požadavky a projektová dokumentace je obsažena v druhé části této práce.

Závěr

V první kapitole diplomové práce jsou představeny a analyzovány systémy užité již v realizovaných objektech. Jak nám ukazují tyto příklady, TZB systémy v penzionech zatím nejsou většinou komplexně řešeny a jsou navrhovány spíše pro zajištění legislativních požadavků v době využití, než s ohledem na komfort uživatelů a šetrnost k životnímu prostředí.

Druhá kapitola je zaměřena na legislativní a doporučené požadavky pro zajištění tepelného komfortu dle typu budovy a prostoru. Z těchto požadavků pak vychází limitní hodnoty pro návrh systému vytápění a chlazení.

Návrh TZB konceptu celé budovy inspirovaného z předchozího textu je popsán v první části třetí kapitoly. Následuje vlastní návrh vytápění a chlazení pro zvolenou budovu, který vychází právě z prvních dvou kapitol a navrženého konceptu. Tím je dosaženo funkční řešení pro daný objekt s ohledem na vyšší komfort a šetrnost k životnímu prostředí. Jako optimální řešení pro zdroj tepla a chladu a řešenou budovu je zvoleno tepelné čerpadlo. Nominální výkon TČ je 16kW a zajišťuje veškerou tepelnou energii pro potřeby budovy. Podle typu a účelu místnosti a s ohledem na sezonní využití jsou zvoleny vhodné koncové distribuční prvky. Jedná se o sálavé plošné systémy, FCU jednotky a VZT jednotky. Pro ideální regulaci je navržen nadřazený systém. Tímto návrhem je zajištěn funkční provoz objektu po celý rok zajišťující ideální komfort hostů.

Nedílnou součástí této práce je její druhá, praktická část, ve které jsou obsaženy výpočty, parametry zvolených zařízení, technická zpráva a projektová dokumentace ve stupni rozšířené dokumentace ke stavebnímu povolení.

Seznam příloh a projektové dokumentace

Přílohy

- Technická zpráva
- Soubor ostatních příloh:

Tab. 4.1: Seznam příloh

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

Projektová dokumentace

Tab. 4.2: Seznam projektové dokumentace

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	

Použitá literatura

- [1] Apartmány Levandule: Exteriér. In: *Apartmány Levandule* [online]. Copyright © apartmanylevandule.cz [cit. 2022-05-08].
- [2] Vizualizace a řízení systému HVAC v penzionu a restauraci ER1 ve Zlíně. In: *Reliance - Industrial SCADA/HMI system* [online]. © 2022 GEOVAP, 2008 [cit. 2022-05-08].
- [3] Yamaha prodejna. In: *Yamaha Zlín* [online]. TECHNIK MOTORSPORT ZLÍN, 2016 [cit. 2022-05-08].
- [4] Pokoje Penzion ER 1. In: *Penzion ER 1* [online]. TECHNIK MOTORSPORT ZLÍN [cit. 2022-05-08].
- [5] ČSN EN 12831-1. *Energetická náročnost budov – Výpočet tepelného výkonu – Část 1: Tepelný výkon pro vytápění, Modul M3-3*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018, 98 s. Třídící znak 06 0206.
- [6] ČSN 06 0210. *Výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 1994, 28 s. Třídící znak 060210.
- [7] ČESKO. *Vyhláška č. 6/2003Sb.: Vyhláška, kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí obytných místností některých staveb*. In: . *Zákony pro lidi* [online]: © AION CS 2010-2022, 2022. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2003-6>
- [8] ČESKO. *Nářízení vlády č. 361/2007Sb.: Nářízení vlády, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci*. In: . *Zákony pro lidi* [online]: © AION CS 2010-2022, 2022. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2007-361>
- [9] ČSN EN 16282-1. *Zařízení komerčních kuchyní – Prvky pro větrání komerčních kuchyní – Část 1: Obecné požadavky včetně výpočtové metody*. Praha: Česká agentura pro standardizaci, 2022, 32 s. Třídící znak 12 7134.
- [10] Přehled skladovacích podmínek potravin dle zákona č. 110/97 Sb., o potravinách a jeho prováděcích vyhlášek. In: *KRAJSKÁ HYGIENICKÁ STANICE MORAVSKOSLEZSKÉHO KRAJE SE SÍDLEM V OSTRAVĚ* [online]. 2004 [cit. 2022-05-08].

- [11] ČSN 73 0540-2. *Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011, 56 s.
- [12] ČSN 73 0548. *Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů*. Praha: Český normalizační institut, 1986, 32 s.
- [13] ČESKO. *Vyhláška č. 20/2012 Sb.: Vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby*. In: . *Zákony pro lidi* [online]: © AION CS 2010-2022. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-20>
- [14] ČSN EN 15665:2009/Z1. *Větrání budov - Stanovení výkonových kritérií pro větrací systémy obytných budov*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011, 12 s. Třídící znak 12 7021.
- [15] VDI 2052. *Raumluftechnische Anlagen für Küchen (Ventilační zařízení pro kuchyně)*. 2017.
- [16] ČESKO. *Narižení vlády č. 272/2011 Sb.: Narižení vlády o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací*. In: . *Zákony pro lidi* [online]: © AION CS 2010-2022, 2022. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-272>
- [17] Atrea regulátor průtoku vzduchu SMART box. In: *Atreashop* [online]. © VENTA, c2010-2020 [cit. 2022-05-08].
- [18] Univerzální větrací jednotky DUPLEX 500–9000 MultiEco. In: *ATREA* [online]. © ATREA, c1998-2022 [cit. 2022-05-08].
- [19] Větrání kuchyní. In: *ATREA* [online]. © ATREA, c1998-2022 [cit. 2022-05-08].
- [20] Automatické zařízení na využívání dešťové vody Wilo RAIN 3-24 EM. In: *DEK* [online]. © DEK, 2022 [cit. 2022-05-08].
- [21] VAVŘIČKA, Roman. *Příprava teplé vody*. Praha: Společnost pro techniku prostředí, 2017. Sešit projektanta - pracovní podklady. ISBN 978-80-02-02713-3.
- [22] PUHZ-SW160YKA Tepelné čerpadlo Power Inverter 16kW. In: *CS MTRADE* [online]. © CS-Mtrade, 2020 [cit. 2022-05-08].
- [23] ERSE-YM9ED Ecodan - bez zásobníku TUV, vytápění/chlazení, záložní zdroj 9kW. In: *CS MTRADE* [online]. © CS-Mtrade, 2020 [cit. 2022-05-08].

- [24] ELEKTRICKÁ TOPNÁ JEDNOTKA TJ 6/4“. In: *Dražice* [online]. © Družstevní závody Dražice-Strojírna, 2022 [cit. 2022-05-08].
- [25] Dražice OKC 750 NTR/HP. In: *Topení levně* [online]. © PROFI-UNION, c2007-2022 [cit. 2022-05-08].
- [26] Průběh instalace panelů Uponor Renovis pro stropní vytápění/chlazení. In: *TZB info* [online]. © Topinfo, c2001-2022 [cit. 2022-05-08].
- [27] ČSN EN 1264-3. *Zabudované vodní velkoplošné otopné a chladicí soustavy – Část 3: Dimenzování*. Praha: Česká agentura pro standardizaci, 2021, 24 s. Třídící znak 06 0315.
- [28] ČSN EN 1264-2. *Zabudované vodní velkoplošné otopné a chladicí soustavy – Část 2: Podlahové vytápění: Postupy pro stanovení tepelného výkonu výpočtovými a experimentálními metodami*. Praha: Česká agentura pro standardizaci, 2021, 44 s. Třídící znak 06 0315.
- [29] Podlahové vytápění Uponor Tecto. In: *Uponor* [online]. © Uponor, 2022 [cit. 2022-05-08].
- [30] Koralux LINEAR MAX. In: *ABC koupelny* [online]. © WebLogico, 2022 [cit. 2022-05-08].
- [31] HyFlex-Geko DUCTABLE FAN COIL UNIT. In: *FläktGroup* [online]. © FläktGroup, 2022 [cit. 2022-05-08].
- [32] ISYteq Touch 2.1. In: *FläktGroup* [online]. © FläktGroup, 2022 [cit. 2022-05-08].

Ostatní podklady výrobců

Viz webové stránky a technické listy výrobců:

www.uponor.cz

www.dzd.cz

www.korado.cz

www.flaktgroup.com

www.kflex-izolace.cz

www.csmtrade.cz

www.library.mitsubishielectric.co.uk

www.atrea.cz

www.rmgastro.cz

www.wilo.com

www.regulus.cz

www.grundfos.com

www.rigips.cz

Seznam obrázků

Použité zdroje obrázků jsou uvedené v popisu v hranaté závorce a odkazují na již citovanou literaturu.

Obr. 1.1: Penzion U Sádek, Třeboň [autorská tvorba].....	- 2 -
Obr. 1.2: Technické zázemí penzionu [autorská tvorba]	- 3 -
Obr. 1.3: Prostorový termostat ubytovací jednotky [autorská tvorba].....	- 3 -
Obr. 1.4: Apartmány Levandule [1].....	- 4 -
Obr. 1.5: Ukázka elektrického nástěnného krbu [1]	- 5 -
Obr. 1.6: Splitová jednotka pro apartmány [Foto: Jiří Frantík]	- 5 -
Obr. 1.7: Penzion & Restaurant ER'1, Zlín [3].....	- 7 -
Obr. 1.8: Vizualizační systém - kotelna 1, Penzion & Restaurant ER'1 [2].....	- 7 -
Obr. 1.9: Vizualizační systém - kotelna 2, Penzion & Restaurant ER'1 [2].....	- 8 -
Obr. 1.10: Pokoj se splitovou jednotkou [4]	- 8 -
Obr. 1.11: Vizualizační systém - VZT jednotka 1, Penzion & Restaurant ER'1 [2]....	- 9 -
.....	- 9 -
Obr. 1.12: Vizualizační systém - VZT jednotka 2, Penzion & Restaurant ER'1 [2]....	- 9 -
.....	- 9 -
Obr. 2.1: Půdorys přízemí s rozdělenými zónami.....	- 14 -
Obr. 2.2: Půdorys podkroví s rozdělenými zónami	- 14 -
Obr. 3.1: Atrea Smart box [17]	- 24 -
Obr. 3.2: Atrea Duplex MultiEco 500-9000 [18].....	- 24 -
Obr. 3.3: Ukázkové schéma využívání dešťové vody pomocí dešťového přecerpávače Wilo Rain 3 [20]	- 26 -

Obr. 3.4: Venkovní jednotka PUAZ-SW160YKA [22].....	- 31 -
Obr. 3.5: Vnitřní jednotka ERSE YM9ED [23].....	- 31 -
Obr. 3.6: Elektrické topné těleso TJ4/6“ [24].....	- 32 -
Obr. 3.7: Nepřímotopný zásobník TV Dražice OKC 750 NTR-HP [25].....	- 32 -
Obr. 3.8: Příklad instalace panelů Uponor Renovis [26].....	- 34 -
Obr. 3.9: Systém podlahového topení/chlazení Uponor Tecto [29].....	- 36 -
Obr. 3.10: Příklad použití otopného tělesa Korado Korlux Linear Max [30].....	- 36 -
Obr. 3.11: FCU jednotka HyFlexGeko [31].....	- 37 -
Obr. 3.12: Ovládání FCU jednotky ISYteq Touch 2.1 [32].....	- 37 -

Seznam tabulek

Použité zdroje tabulek jsou uvedené v popisu v hranatých závorkách a odkazují na citovanou literaturu.

Tab. 2.1: Kapacita jednotlivých apartmánů.....	- 11 -
Tab. 2.2: Provozní doby v objektu.....	- 12 -
Tab. 2.3: Předpokládaná obsazenost restaurace.....	- 13 -
Tab. 2.4: Předpokládaný počet objednaných jídel za den.....	- 13 -
Tab. 2.5: Výpočtové vnitřní teploty a doporučené relativní vlhkosti vzduchu dle [5] a [6].....	- 15 -
Tab. 2.6: Výsledné teploty kulového teploměru a mezní hodnoty relativní vlhkosti dle [7].....	- 16 -
Tab. 2.7: Požadavky na teplotu, rychlost proudění a relativní vlhkost v pracovním prostředí dle [8].....	- 16 -
Tab. 2.8: Množství odváděného vzduchu v obytných místnostech dle [7].....	- 18 -
Tab. 2.9: Hodnoty větracího vzduchu pro vybrané prostory dle [14].....	- 18 -
Tab. 2.10: Minimální množství přiváděného venkovního vzduchu na pracovišti dle třídy práce [8].....	- 18 -
Tab. 2.11: Výměna vzduchu na pracovišti dle typu prostoru [8].....	- 19 -
Tab. 2.12: Požadavky na průtok vzduchu a rychlost vzduchu v kuchyních dle [9].....	- 19 -
Tab. 2.13: Rychlost proudění vzduchu v obytných místnostech dle [7].....	- 19 -

Tab. 2.14: Korekce pro stanovení hygienických limitů v chráněném vnitřním prostoru staveb [16]	- 20 -
Tab. 2.15: Korekce pro stanovení hygienických limitů hluku v chráněných venkovních prostorech staveb pro hluk z provozu stacionárních zdrojů [16]	- 20 -
Tab. 3.1: Limitní hodnoty povrchových teplot a měrných tepelných výkonů dle typu prostoru [28].....	- 35 -
Tab. 4.1: Seznam příloh	- 42 -
Tab. 4.2: Seznam projektové dokumentace	- 43 -

Seznam zkratk, označení a veličin

Zkratky

č.m.	číslo místnosti
EC	elektronicky komutovaný
Os.	osoba
MaR	měření a regulace
MJ	měrná jednotka
SDK	sádrokarton
Sv.v.	světlá výška
VAV	variabilní průtok vzduchu (variable air volume)
VZT	vzduchotechnická
ZZT	zpětné získávání tepla

Fyzikální veličiny

ρ	hustota, objemová hmotnost (kg/m^3)
φ, Rh	relativní vlhkost (%)
t	čas (hod), teplota ($^{\circ}\text{C}$)
v,w	rychlost (m/s)
I	intenzita (h^{-1})
L_A	hladina akustického tlaku (dB)
q	měrný tepelný výkon (W/m^2)
t_g	teplota kulového teploměru ($^{\circ}\text{C}$)

Indexy

i	interiér
e	exteriér
a	vzduch (air)
w	zima (winter)
s	léto (summer)
eq	ekvivalentní