

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

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



**VYTÁPĚNÍ VÝŠKOVÉHO MULTIFUNKČNÍHO
OBJEKTU**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vypracoval:

Bc. Michal Bohůnek

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Stanislav Frolík, Ph.D.

2020/2021

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Bohůnek Jméno: Michal Osobní číslo: 438024
Zadávací katedra: K125
Studijní program: (N3649) Budovy a prostředí
Studijní obor: (3608T006) Budovy a prostředí

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Vytápění výškového multifunkčního objektu

Název diplomové práce anglicky: Heating of a high-rise multifunctional building

Pokyny pro vypracování:

Teoretická část:

Zpracujte varianty koncepčního řešení systému vytápění daného objektu. Výstupem bude vyhodnocení a výběr optimálního řešení otopné soustavy včetně zdroje ze zvolených kritérií.

Praktická část:

Pro zadaný objekt zpracujte projektovou dokumentaci vytápění na úrovni rozšířené dokumentace pro vydání stavebního povolení v zadaném rozsahu:

- půdorysy podlaží, svislé schéma, půdorys kotelny, schéma zapojení zdroje tepla;
- technická zpráva, bilanční výpočty, tepelně technický a hydraulický výpočet soustavy.

Seznam doporučené literatury:

prof. Ing. K. Kabele a kol.: Energetické a ekologické systémy budov 1 ČVUT (2010)

D. Petráš a kol.: Vytápění rodinných a bytových domů, Jaga 2005

J. Bašta, K. Kabele: Otopné soustavy teplovodní - Sešit projektanta č.1 - Společnost pro techniku prostředí 2008
server katedry TZB - tzb.fsv.cvut.cz

Jméno vedoucího diplomové práce: Ing. Stanislav Frolík, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: 24.9.2020 Termín odevzdání diplomové práce: 3.1.2021

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)

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci „Vytápění výškového multifunkčního objektu“ vypracoval samostatně, a to pod odborným vedením Ing. Stanislava Frolíka, Ph.D. Zdroje, ze kterých jsem čerpal, jsou uvedeny v seznamu zdrojů.

V Praze dne 4.1.2020

Podpis

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu mé diplomové práce Ing. Stanislavu Frolíkovi, Ph.D., za věnovaný čas a cenné rady při tvorbě této práce. Dále bych chtěl také poděkovat mé rodině za podporu při studiu.

Abstrakt

Předmětem této diplomové práce je komplexní návrh systému vytápění v multifunkčním výškovém objektu v Liberci. V teoretické části této práce byl na základě tepelných ztrát objektu vytvořen koncept systému vytápění, ve kterém bylo navrženo optimální řešení otopné soustavy včetně zdroje. Na základě této analýzy vytápění byla zpracována projektová dokumentace ústředního vytápění na úrovni rozšířené dokumentace pro vydání stavebního povolení. Projekt je navržen podle platných předpisů a norem.

Klíčová slova

Multifunkční objekt, vytápění, otopná soustava

Abstract

The subject of this diploma thesis is a complex design of a heating system in a multifunctional high-rise building in Liberec. Within the theoretical part of this work, the concept of the heating system has been developed considering the heat losses of the building. This concept is based on the optimal solution of the heating system and heat source. Based on this heating analysis, the project documentation for central heating system was developed at the level of extended documentation for the issuance of a building permit. The project is designed in compliance with valid regulations and standards.

Key words

Multifunctional building, heating, heating system

OBSAH

1	ÚVOD	7
1.1	POPIS OBJEKTU	8
1.2	FUNKČNÍ A DISPOZIČNÍ ŘEŠENÍ OBJEKTU	9
2	ANALÝZA VYTÁPĚNÍ	10
2.1	TEPELNĚ TECHNICKÉ PODMÍNKY	10
2.1.1	Vnější okrajové podmínky výpočtu	10
2.1.2	Požadavky na vnitřní mikroklima jednotlivých prostor	10
2.1.3	Tepečně technické vlastnosti konstrukcí a prvků	11
2.2	TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU	11
2.3	VÝPOČET POTŘEBY ENERGIE A PALIVA	11
2.4	OTOPNÁ SOUSTAVA	12
2.4.1	Bytové jednotky	12
2.4.2	Obchodní jednotky	15
2.4.3	Restaurace	17
2.4.4	Fitness	18
2.4.5	Kavárna	20
2.4.6	Společné a skladovací prostory	20
2.5	ZDROJ TEPLA	21
2.5.1	Centrální zdroj tepla	21
2.5.2	Kaskáda plynových kotlů	22
2.6	TLAKOVÁ PÁSMA	23
2.6.1	Výpočet hydrostatického tlaku	23
2.6.2	Zjednodušené schéma koncepce vytápění	24
3	ZÁVĚR	25
4	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	27
5	SEZNAM OBRÁZKŮ	28
6	SEZNAM TABULEK	28
7	NORMY, SMĚRNICE A PŘEDPISY	29
8	PŘÍLOHY	30

1 ÚVOD

Předmětem této práce je analýza možných způsobů vytápění multifunkčního objektu pro vhodný návrh otopné soustavy a zdroje tepla. Na základě této analýzy vytápění byla zpracována projektová dokumentace ústředního vytápění na úrovni rozšířené dokumentace pro stavební povolení. Zvolený systém vytápění musí pokrývat tepelné ztráty a vytvořit tak příjemné vnitřní mikroklima v podobě tepelné pohody. Návrh vhodného způsobu vytápění úzce souvisí s návrhem vzduchotechniky a při projektování je nutné tuto úzkou vazbu vždy náležitě zohlednit.

V problematice vytápění multifunkčního objektu je nutné zvolit takový systém, který bude uspokojovat veškeré provozní celky. V práci jsou popsány relevantní varianty řešení pro dané druhy provozů. V našem případě se jedná o prodejní prostory, restauraci, prostory fitness, kavárnu a v největším zastoupení také bytové jednotky. Systém je navržen tak, aby byla zajištěna možnost měření a regulace každé provozní jednotky samostatně.

Podkladem pro řešení analýzy vytápění a následné vytvoření projektové dokumentace pro vytápění multifunkčního objektu byla projektová dokumentace poskytnutá architektonickou kanceláří DOMYJINAK.

1.1 POPIS OBJEKTU

Předmětem analýzy vytápění je výšková část novostavby multifunkční budovy, která se nachází v Liberci v městské části Perštýn. Tato výšková část objektu je vidět na vizualizaci (obr. 1) v levém horním rohu a dále také na situačním výkrese (obr. 2) označena jako R1, R2 a R3. Objekt má 15 nadzemních a 6 podzemních podlaží. Nadzemní část se od prvního nadzemního podlaží člení na tři věže lichoběžníkového půdorysu. Hlavní vstup do objektu se nachází na severozápadní straně průchodem skrz obchodní zónu z ulice Na Perštýně, nebo z ulice Poutnická.



Obr. 1 – Vizualizace řešeného objektu [3]



Obr. 2 – Situační výkres [4]

1.2 FUNKČNÍ A DISPOZIČNÍ ŘEŠENÍ OBJEKTU

Řešená část tohoto objektu má 15 nadzemních a 6 podzemních podlaží a nachází se v ní 92 bytových jednotek, jeden mezonetový byt, 3 obchodní jednotky, restaurace, fitness, kavárna a další společné a skladovací prostory. Bytové jednotky se nacházejí v prvním až patnáctém nadzemním podlaží. Všechny bytové jednotky mají obývací pokoj spojený s kuchyňským koutem. Ve spodních podlažích části objektu se nachází výše zmíněné nebytové prostory.

Konstrukční systém je řešen v podobě kombinovaného nosného systému s železobetonovými stěnami, sloupy a schodišťovým jádrem. Fasáda výškové části je navržena jako dvouplášťová s provětrávanou mezerou a střechu objektu pokrývá extenzivní zeleň. Veškeré skladby konstrukcí jsou navrženy nejhůře na doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla dle normy ČSN 73 0540-2.

2 ANALÝZA VYTÁPĚNÍ

2.1 TEPELNĚ TECHNICKÉ PODMÍNKY

2.1.1 Vnější okrajové podmínky výpočtu

Lokalita - Liberec

Výpočtová venkovní teplota t_e	-18 °C
Průměrná teplota v otopném období t_{es}	3,1 °C
Počet dnů otopného období	241 dnů
Zátopový součinitel f_{RH}	6 W/m ²

2.1.2 Požadavky na vnitřní mikroklima jednotlivých prostor

Výpočtové hodnoty jsou uvažovány dle normy ČSN 73 0540-3/2005 Sb.

Tab. 1 – Požadavky na vnitřní mikroklima jednotlivých prostor

Místnost	Teplota suchého teploměru [°C]	Relativní vlhkost [%]
Budovy obytné – trvale užívané		
obývací pokoje, ložnice, jídelny	20	50
kuchyně	20	50
koupelny	24	-
chodby	15	50
vytápěná schodiště	10	50
Obchodní stavby		
prodejní místnosti	20	50
vytápěné vedlejší místnosti	15	50
Sportovní haly		
tělocvičny, haly	15	70
Šatny, převlékárny	22	50
Hotely a restaurace		
jídelny, odbytová plocha	20	50
kuchyně	24	80
vedlejší místnosti	15	50

2.1.3 Tepelně technické vlastnosti konstrukcí a prvků

Pro orientační výpočet tepelných ztrát bylo uvažováno s následujícími hodnotami vyhovující doporučeným hodnotám normou ČSN 73 0540-2.

Hodnoty součinitele prostupu tepla navrhovaných konstrukcí:

- stěna obvodová:	$U = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
- stěna přilehlá k zemině	$U = 0,25 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
- střecha plochá s extenzivní zelení	$U = 0,16 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
- podlaha vytápěného prostoru, přilehlá k zemině	$U = 0,30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
- okna, prosklené plochy	$U = 0,80 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
- vstupní dveře	$U = 1,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

2.2 TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU

Výpočet tepelné ztráty byl stanoven dle normy ČSN EN 12 831. Podrobný výpočet byl proveden pomocí programu TV – Tepelný výkon – Protech a je uveden v příloze č. 1: Tepelné ztráty objektu.

Při výpočtu bylo uvažováno s nuceným větráním pomocí vzduchotechnických jednotek.

2.3 VÝPOČET POTŘEBY ENERGIE A PALIVA

Výpočet potřeby energie a paliva byl stanoven dle metody uvedené v dokumentu České energetické agentury: Podklady pro hodnocení projektů a tento výpočet byl proveden pomocí programu TV – Tepelný výkon – Protech.

Tepelná ztráta	$Q = 322\,527 \text{ W}$
Výpočtová venkovní teplota	$t_e = -18 \text{ °C}$
Průměrná vnitřní teplota	$t_{is} = 19,0 \text{ °C}$
Počet topných dnů	$d = 260$
Střední teplota venkovního vzduchu	$t_{es} = 4,6 \text{ °C}$
Vliv nesoučasnosti výpočtových hodnot	$f_1 = 0,85$
Vliv režimu vytápění	$f_2 = 0,95$
Vliv zvýšení vnitřní teploty	$f_3 = 1,07$
Vliv regulace	$f_4 = 1,00$
Palivo	CZT
Účinnost systému	$\eta = 85,0 \text{ %}$

Tab. 2 – Rozložení potřeby energie E_v a paliva B_v

měsíc	počet dnů	tes °C	E_v kWh	E_v GJ	E_v %	E kWh
8	0	15,0	0	0,0	0,0	0,0
9	22	13,1	23 370	84,1	3,5	27 493,6
10	31	8,3	59 720	215,0	8,9	70 259,1
11	30	3,0	86 421	311,1	12,9	101 671,3
12	31	-0,5	108 836	391,8	16,2	128 042,4
1	31	-2,5	119 999	432,0	17,9	141 174,9
2	28	-0,8	99 816	359,3	14,9	117 430,4
3	31	3,0	89 301	321,5	13,3	105 060,4
4	30	8,6	56 173	202,2	8,4	66 086,4
5	25	13,0	27 006	97,2	4,0	31 772,3
6	0	15,0	0	0,0	0,0	0,0
	259		670 642	2 414,3	100,0	788 990,8

E_v - potřeba energie

E - potřeba elektrické energie

2.4 OTOPNÁ SOUSTAVA

Navržená otopná soustava byla navržena jako teplovodní dvoutrubková s protiproudým zapojením a byla dimenzována na teplotní spád 55/45 °C.

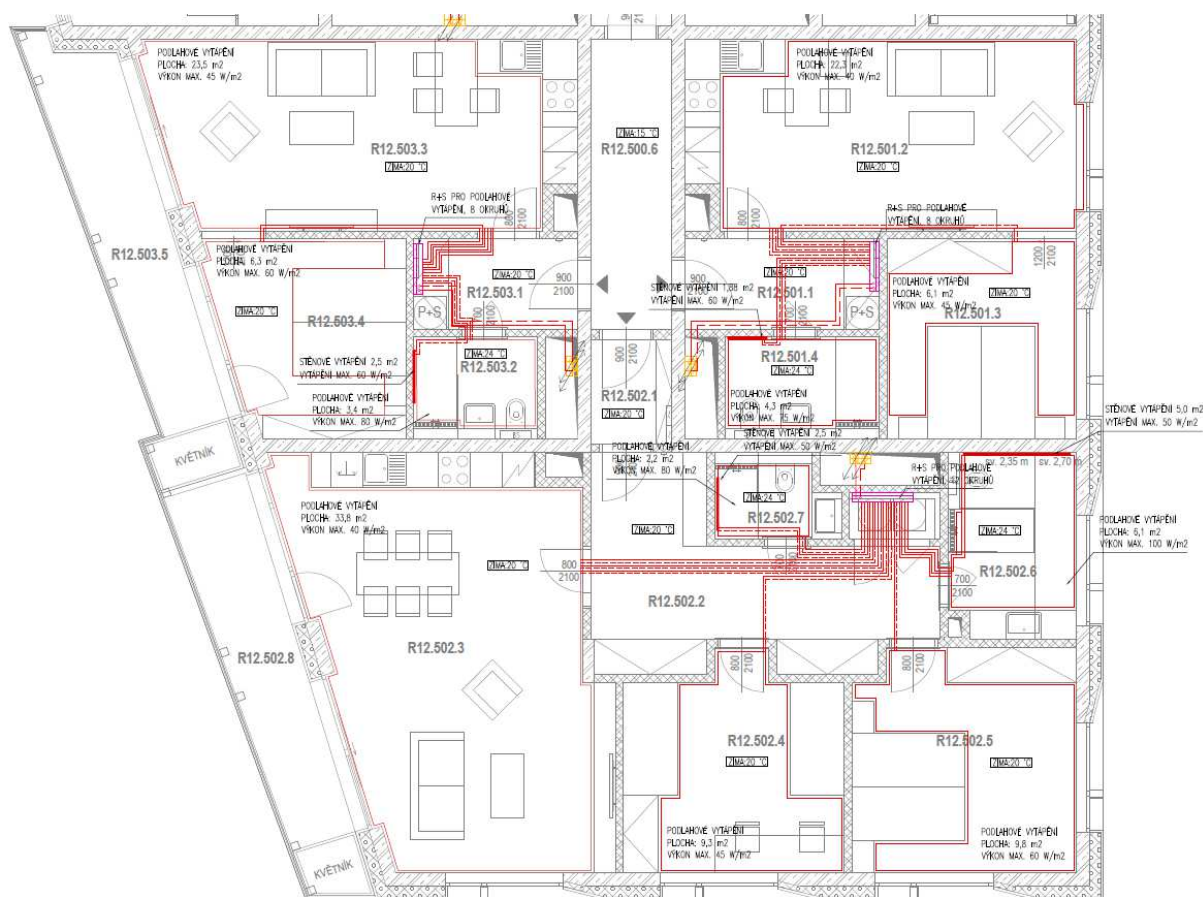
2.4.1 Bytové jednotky

V objektu se nachází 92 bytových jednotek a jedna mezonetová bytová jednotka, která je situována v posledních dvou podlažích části objektu R1. Do všech obytných částí je přiváděn upravený čerstvý vzduch z centrálních vzduchotechnických jednotek. Hygienická zázemí bytů a kuchyně jsou větrána nárazově. Díky těmto opatřením se tepelné ztráty větráním v těchto prostorech zredukovaly a vše bylo zohledněno při výpočtu tepelných ztrát jednotlivých místností. Otopná soustava těchto bytových jednotek byla navržena v následujících dvou variantách.

Varianta 1 – Podlahové vytápění

Z hlavního rozdělovače bude vedeno potrubí napojující jednotlivé rozdělovače okruhů podlahového vytápění umístěných v každé bytové jednotce. Ty budou umístěny v plechových skříních na omítku v prostorech pro pračku a sušičku, nebo šatních skříních. Výkon podlahového vytápění dostatečně pokryje tepelné ztráty jednotlivých místností. Aby byla v koupelnách pokryta tepelná ztráta místnosti, je zde k podlahovému vytápění navrženo stěnové teplovodní vytápění v požadované ploše. Jednotlivé okruhy budou na rozdělovačích osazeny servopohony pro možnost regulace výkonu v závislosti na naměřené a požadované teplotě dané místnosti prostorovým termostatem, umístěným v každé místnosti.

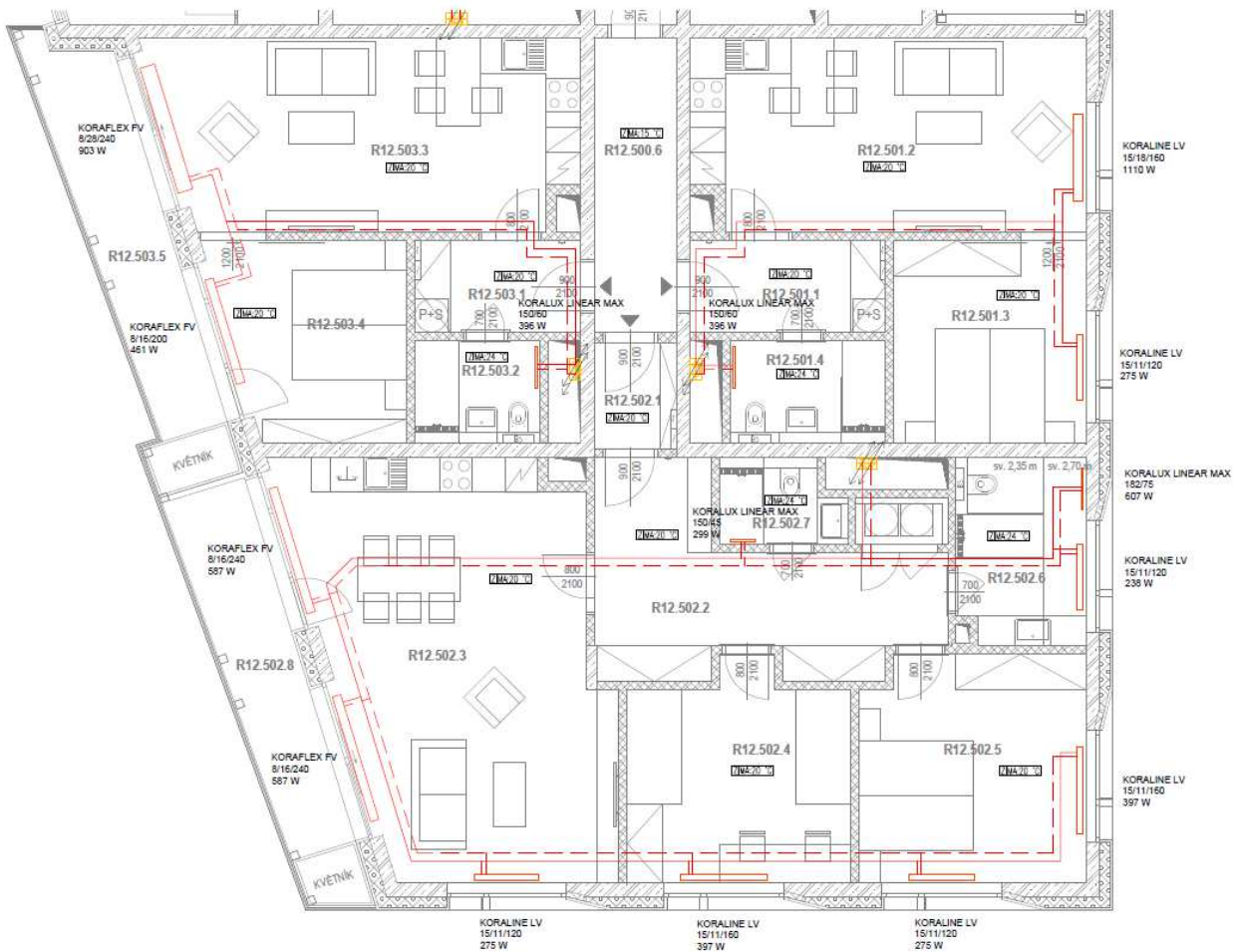
Podlahové vytápění bude teplovodní a jeho teplotní spád bude 40/30 °C. Maximální dotyková teplota podlahy nesmí překročit 29 °C.



Obr. 3 – Část půdorysu typického podlaží s podlahovým vytápěním

Varianta 2 – Otopná tělesa

Z hlavního rozdělovače bude vedeno potrubí napojující jednotlivé stoupační potrubí, ze kterých budou napojeny jednotlivé bytové jednotky. Potrubí v bytech budou vedena v podlaze. Otopná tělesa pod okny s parapetem o výšce 20 cm budou v podobě otopné lavice. V místech francouzských oken budou umístěny podlahové konvektory. Tato zařízení budou instalována s ventilátorem a jejich výkon pro pokrytí tepelné ztráty jednotlivých místností je navržen na 1. stupeň otáček ventilátoru. V koupelnách byla navržena trubková otopná tělesa. Regulace bude probíhat pomocí termostatických hlavic osazených na otopných tělesech.



Topné médium je voda s tepelným spádem 55/45 °C.

Obr. 4 – Část půdorysu typického podlaží s otopnými tělesy

Vyhodnocení:

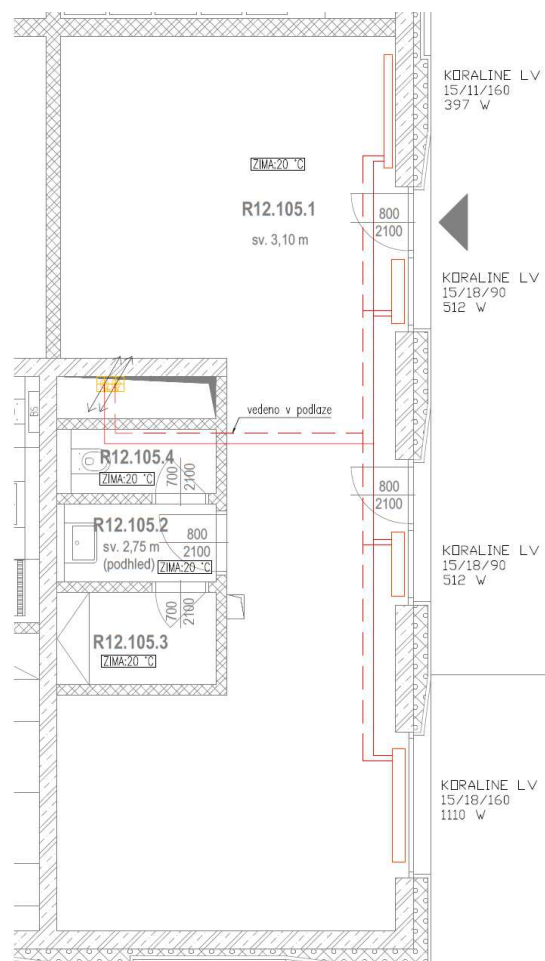
Jako výhodnější variantu považuji variantu s podlahovým vytápěním. Podlahové vytápění vykazuje lepší komfortní podmínky z důvodu velké plochy sálavé složky, dále u tohoto řešení nejsou problémy s čistitelností za otopnými tělesy a navíc nezmenšují užitnou plochu. Nevýhodou jsou ovšem vyšší investiční náklady.

2.4.2 Obchodní jednotky

Do těchto prostor je vhodné navrhovat buďto klasická otopná tělesa, nebo podlahové konvektory, popřípadě velkoplošné sálavé plochy. Pro částečné pokrytí tepelné ztráty těchto prostor lze uvažovat s teplovzdušným vytápěním pomocí vzduchotechnických, popřípadě chladících koncových jednotek, které jsou do těchto prostor velice často instalovány. Tato zařízení by byla napojena na zdroj tepla pomocí teplovodního potrubí.

Obchodní jednotka situovaná v 1.NP s označením R12.105 o podlahové ploše 55,83 m² je vytápěna pomocí otopných lavic, které budou umístěny před výlohami prodejních prostor. Lavice budou instalovány s ventilátorem a jejich výkon pro pokrytí tepelné ztráty jednotlivých místností je navržen na 1. stupeň otáček ventilátoru.

Tato obchodní jednotka bude větrána přirozeně. Hygienické zázemí obchodu bude odvětráno nuceně podtlakovým ventilátorem.

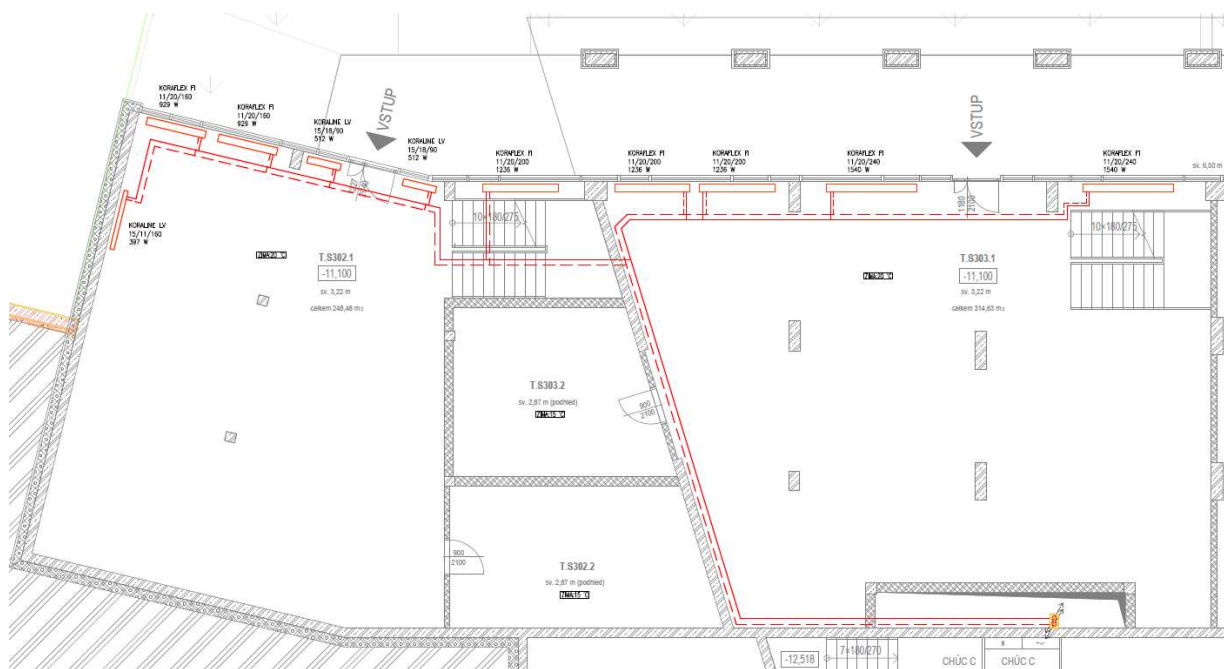


Obr. 5 – Půdorys obchodní jednotky v 1.NP

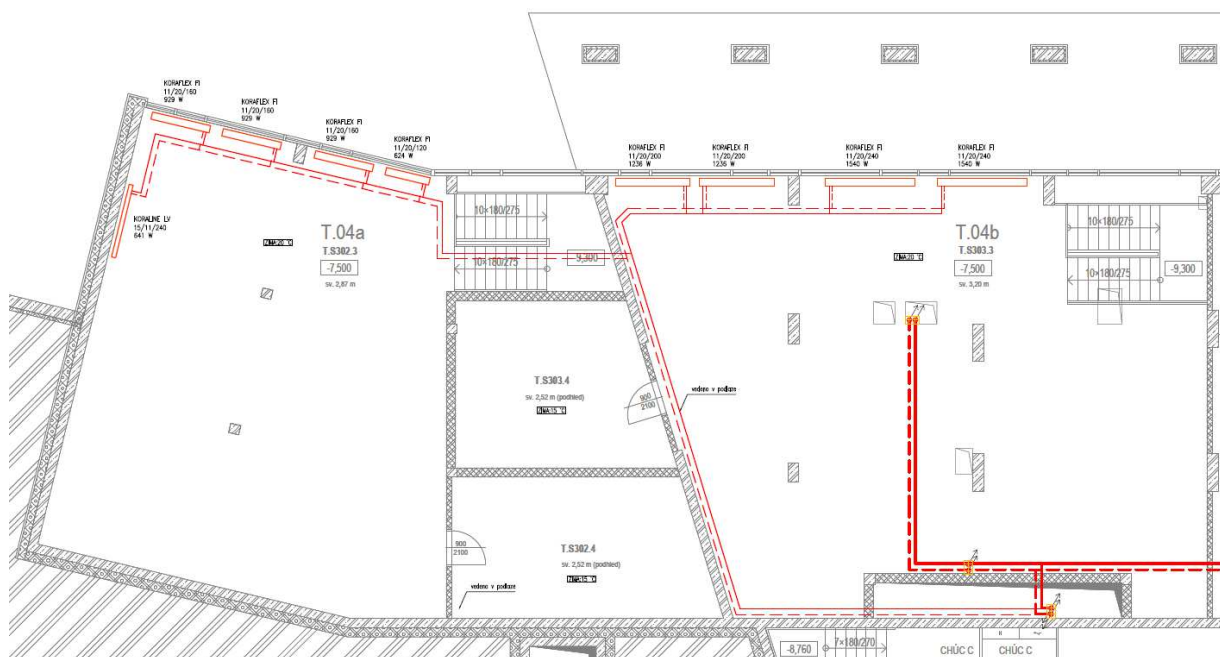
Dvojice dvoupodlažních obchodních jednotek, jejichž hlavní vchod se nachází v 3.PP s označením T.S302 a T.S303 o podlahové ploše 299 m² a 360 m², je větrána

pomocí centrální vzduchotechnické jednotky, která bude umístěna v části Technologie (T.S305). Tato jednotka bude v případě potřeby částečně pokrývat tepelnou ztrátu místnosti.

Prostory jsou vytápěny pomocí otopných lavic a pomocí podlahových konvektorů umístěných před prosklenými plochami obchodu, popřípadě při obvodových stěnách. Tato zařízení budou instalována s ventilátorem a jejich výkon pro pokrytí tepelné ztráty je navržen na 1. stupeň otáček ventilátoru.



Obr. 6 – Půdorys dvou obchodních jednotek 3.PP



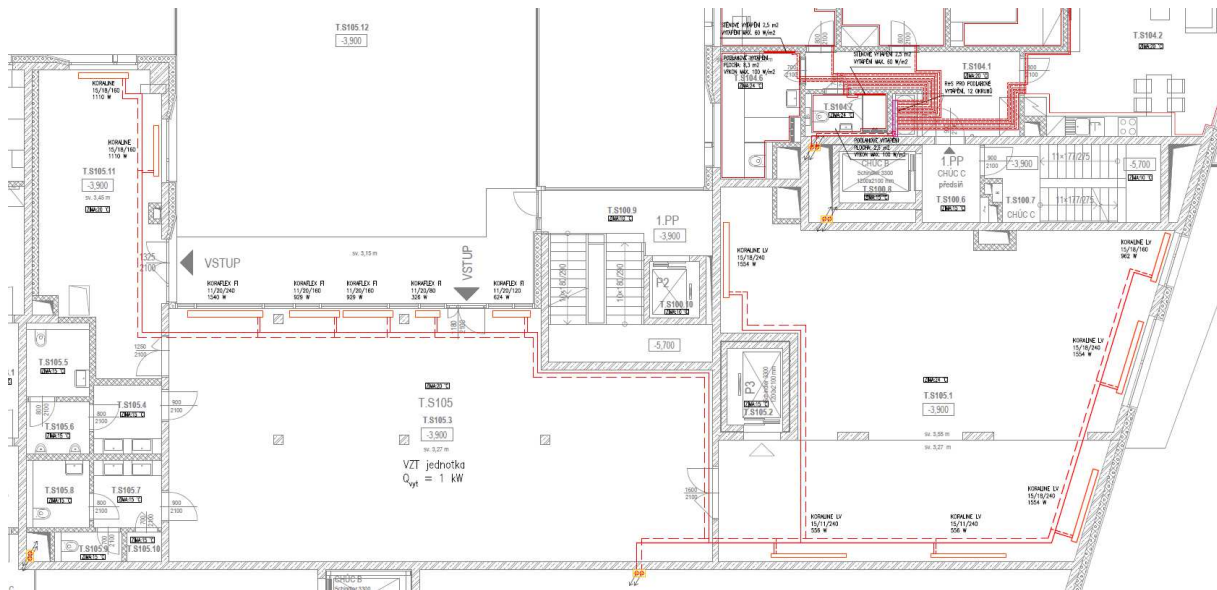
Obr. 7 – Půdorys dvou obchodních jednotek 2.PP

2.4.3 Restaurace

Prostory restaurace nacházející se v 1.PP s označením T.S105 o podlahové ploše 322 m² budou vytápěny pomocí otopných lavic a podlahových konvektorů. Tato zařízení budou instalována s ventilátorem a jejich výkon pro pokrytí tepelné ztráty jednotlivých místností je navržen na 1. stupeň otáček ventilátoru. Pro celkové pokrytí tepelné ztráty prostoru odbytové plochy je nutné vzduchotechnickou jednotku, popřípadě její koncové jednotky napojit na zdroj tepla a dodat do prostoru tepelný výkon. Alternativou řešení vytápění pomocí otopných lavic a podlahových konvektorů by mohlo být podlahové vytápění, nicméně z důvodu nižších investičních nákladů byla zvolena předchozí zmíněná varianta.

Prostory toalet budou odvětrány nuceně podtlakovým větráním. Přívod vzduchu bude zajištěn pomocí větracích mřížek z odbytové plochy. Do těchto prostor nebudou instalována žádná otopná tělesa, jelikož tepelná ztráta je téměř nulová a prostor se vytopí díky odváděnému vzduchu z prostoru odbytové plochy, která bude v přetlaku.

Prostory kuchyně, situované v pravé části půdorysu, budou vytápěna pomocí otopných lavic umístěných pod okny, popřípadě při ochlazované stěně. Větrání tohoto prostoru bude obsluhovat samostatná vzduchotechnická jednotka.

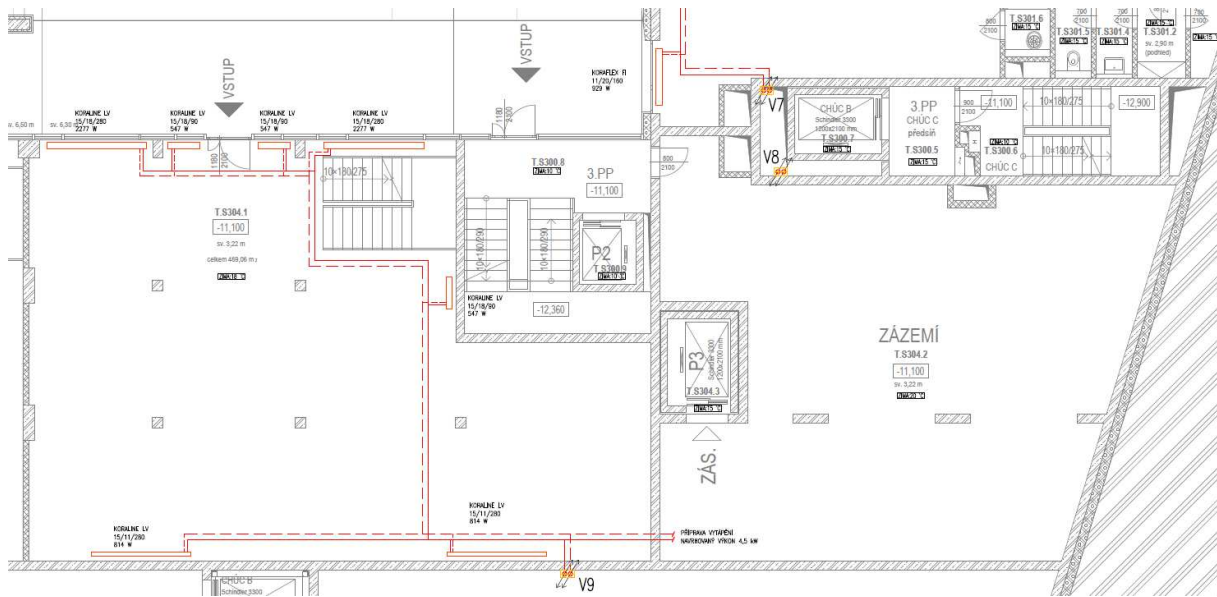


Obr. 8 – Půdorys restaurace v 1.PP

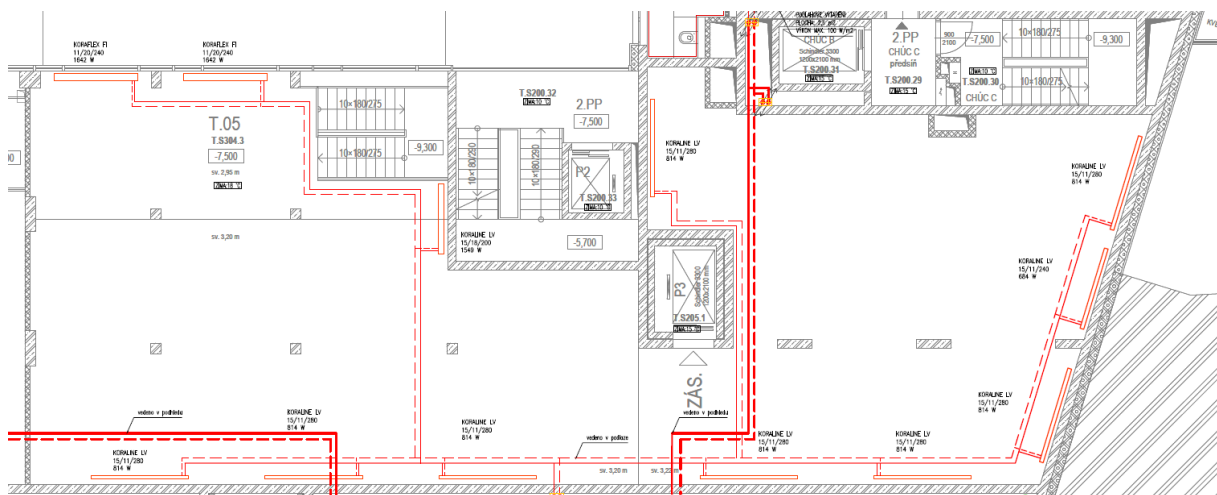
2.4.4 Fitness

Prostory fitness situované ve 2. a 3.PP jsou vytápěny pomocí otopných lavic a podlahových konvektorů instalovaných s ventilátorem a jejich výkon pro pokrytí tepelné ztráty místnosti je navržen na 1. stupeň otáček ventilátoru. Teplota prostoru pro cvičení byla stanovena na 18 °C.

Pro zázemí fitness, které je ve fázi projekce, bude přivedeno potrubí uzavřené kulovým uzávěrem a bude zakončeno v podlahové šachtě. Potrubí bude osazeno v dostatečné dimenzi. Při dodatečné realizaci bude možno potrubí vyvést do podhledu a otopná tělesa připojit pomocí horního rozvodu.



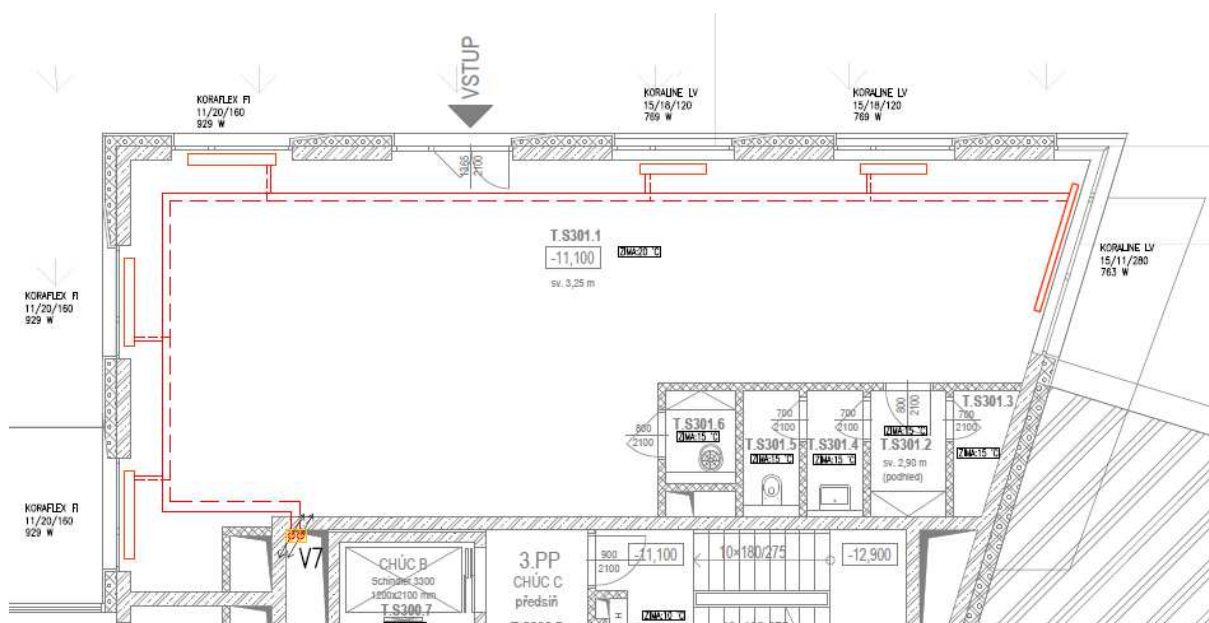
Obr. 9 – Půdorys fitness a zázemí pro fitness ve 3.PP



Obr. 10 – Půdorys fitness v 2.PP

2.4.5 Kavárna

Prostor kavárny situovaný ve 3.PP bude vytápěn pomocí otopných lavic a také pomocí podlahových konvektorů. Otopné lavice budou umístěny před okny s výškou parapetu 200 mm, zatímco podlahové konvektory před francouzskými okny. Celý prostor kavárny bude obsluhovat vzduchotechnická jednotka. Prostory toalet budou odvětrány nuceně podtlakovým větráním. Přívod vzduchu bude zajištěn pomocí větracích mřížek z prostoru kavárny. Do těchto prostor nebudou instalována žádná otopná tělesa, jelikož tepelná ztráta je téměř nulová a prostor se vytopí díky odváděnému vzduchu z prostoru kavárny, která bude v přetlaku.



Obr. 11 – Půdorys kavárny ve 3.PP

2.4.6 Společné a skladovací prostory

Společné prostory v části objektu v úrovni 1.NP a výše budou dle jejich tepelné ztráty vytápěny pomocí otopných lavic, které budou umístěné před prosklenou plochou. V prostoru schodiště bude instalováno otopné těleso umístěné blízko ochlazených povrchů prostoru.

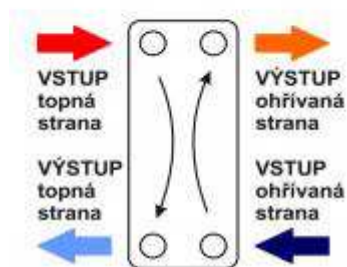
Společné a skladovací prostory v části objektu pod úrovní 1.NP budou vytápěny, respektive temperovány na požadované teploty pomocí vzduchotechnických jednotek. Pro pokrytí tepelné ztráty těchto prostorů je nutné ohřívač vzduchotechnické jednotky, popřípadě i její koncové jednotky napojit na zdroj tepla a dodat do těchto prostor tepelný výkon na základě principu teplovzdušného vytápění.

2.5 ZDROJ TEPLA

2.5.1 Centrální zdroj tepla



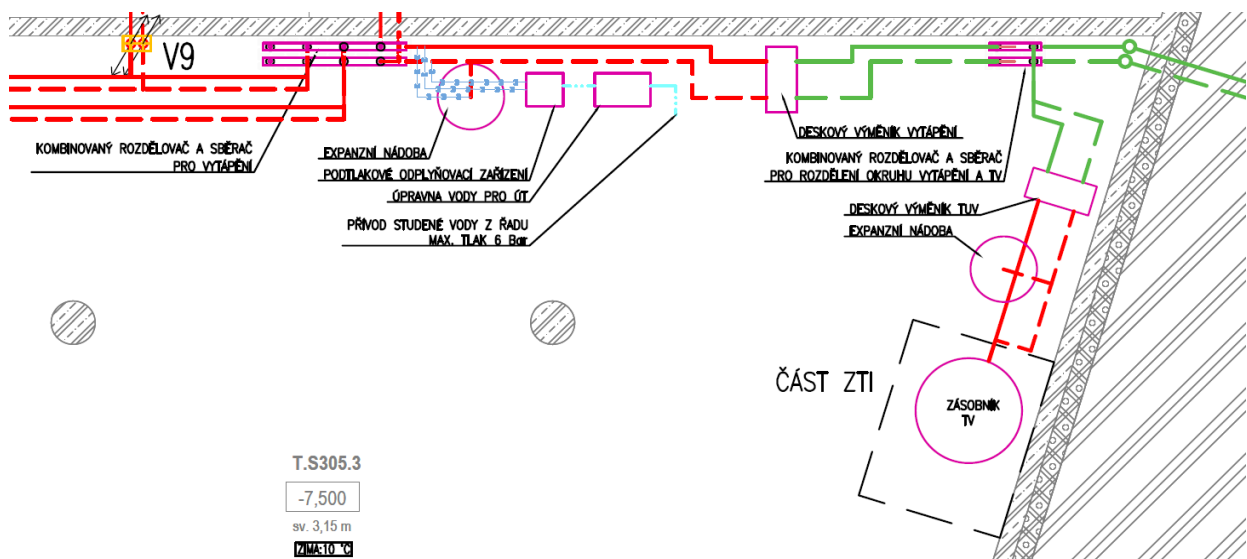
Označení vstupů a výstupů



Jako první variantu zdroje tepla pro zájmový objekt uvažujeme centrální zdroj tepla (dále jako "CZT"). Teplo bude předáváno pomocí deskových výměníků, které budou instalovány v technické místnosti T.S305. Deskové výměníky umožňují předávat výkon až v řádek stovek kilowatů a pro řešený objekt jsou v případě možnosti napojení ideální variantou. Systém může být použit i pro centrální ohřev teplé vody v objektu.

Nevýhodou tohoto řešení je závislost na dodavateli tepla a jeho stanovování ceny paliva, do kterého se musí zahrnout další nemalé náklady na provoz a údržbu sítí CZT.

Obr. 12 – Deskový výměník DV800, izolovaný [1]



LEGENDA:



Obr. 13 – Půdorysné schéma zapojení deskových výměníků

2.5.2 Kaskáda plynových kotlů

Jako druhou variantu zdroje tepla byla navržena kaskáda tří plynových kondenzačních kotlů o maximálním tepelném výkonu 450 kW při teplotním spádu 50/30 °C. Zdroj může být použit i pro centrální ohřev teplé vody v objektu. Zdroj tepla bude umístěn v místnosti energocentra T.S305.

Kaskádově zapojený zdroj tepla dosahuje oproti jednomu výkonnému zdroji vysoké účinnosti, a to díky postupnému zapojování více malých kotlů. Další výhodou kaskádově zapojeného zdroje je to, že v případě poruchy jednoho z kotlů jeho výkon nahradí jiný kotel a uživatel nebude odpojen od zdroje tepla.



Obr. 14 – Kotlová kaskáda [2]

Vyhodnocení:

Výhodou využití CZT se zapojením přes deskové výměníky jsou nižší pořizovací náklady. Toto řešení vyžaduje menší prostor pro instalaci potřebných zařízení a není nutné zřítit odkouření pro kotle. Trasa CZT vede v blízkosti objektu, proto se lze na toto potrubí jednoduše napojit.

Zdroje tepla pro CZT jsou zpravidla vybaveny nejmodernějšími technologiemi pro čištění emisí a ve většině případech jsou umístěna mimo obytnou zástavbu, čímž

se snižuje bezprostřední dopad na lokální životní prostředí. Systémy CZT nejčastěji vyrábí teplo společně s elektrickou energií, což vede k vysokým hodnotám účinnosti a k nejvyššímu využití potenciálu paliva. Stále častěji jsou využívány i obnovitelné zdroje energie v podobě biomasy. [19] [20]

Při dostatečném výkonu přípojně hodnoty centrálního zdroje tepla a rozumné ceně paliva stanovené dodavatelem se z pohledu do budoucna jeví CZT jako nejvhodnější varianta.

2.6 TLAKOVÁ PÁSMA

Výška budovy se započtením podzemních podlaží je 74,3 m, a proto je nutné posoudit navrhovaný otopný systém z pohledu tlakových pásem. Tato problematika je rozebrána v následujících kapitolách.

2.6.1 Výpočet hydrostatického tlaku

V rámci řešení je nutné posoudit maximální hodnotu hydrostatického tlaku systému a případně provést rozdělení na tlaková pásma. Hydrostatický tlak byl stanoven na základě níže prezentovaného vzorce.

$$p = H \cdot \rho \cdot g$$

$$p = 55,6 \cdot 1000 \cdot 9,81$$

$$p = 545,4 \text{ kPa} = 5,45 \text{ bar}$$

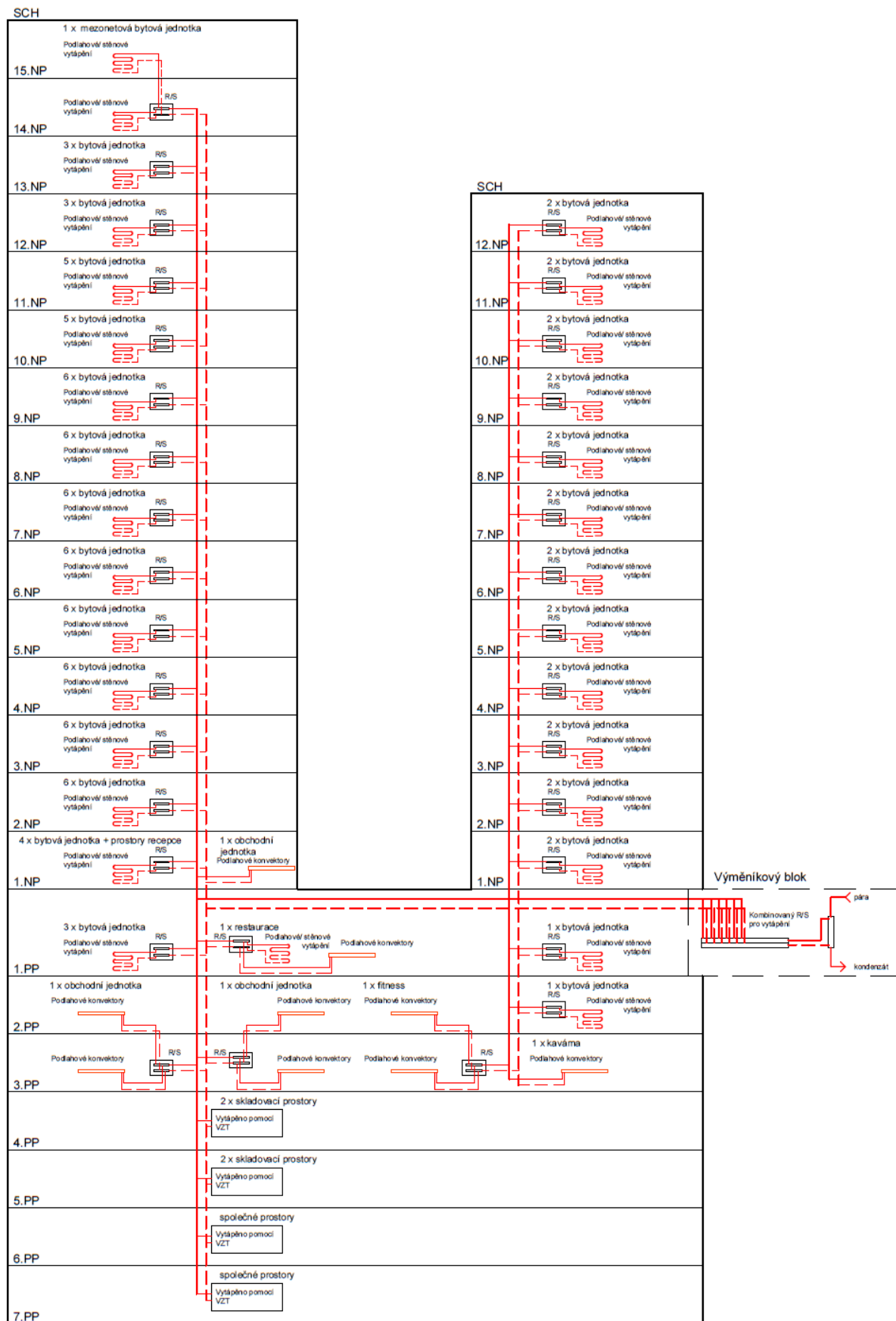
Vyhodnocení:

Hodnota maximálních pracovních tlaků deskových výměníků se dle technických listů výrobců pohybuje od 10 bar výše.

V případě volby zdroje v podobě kaskády plynových kotlů je nutné ověřit maximální pracovní tlak, který se u jednotlivých výrobků značně liší. Nicméně u některých kondenzačních plynových kotlů v nástěnném provedení výrobci uvádějí maximální pracovní tlak dokonce 8 bar.

Z tohoto důvodu nemá smysl rozdělovat otopnou soustavu na více tlakových pásem.

2.6.2 Zjednodušené schéma koncepce vytápění



Obr. 15 – Zjednodušené schéma koncepce vytápění

3 ZÁVĚR

Cílem teoretické části byl koncepční návrh otopné soustavy a určení vhodného zdroje tepla pro multifunkční výškovou budovu, ze kterého bude vycházet projektová dokumentace ústředního vytápění na úrovni rozšířené dokumentace pro stavební povolení. Celý tento návrh je v souladu s platnými českými normami, směrnicemi a předpisy.

Jelikož se podle vyhodnocení jako nejvhodnější varianta zdroje tepla jeví využití centrálního zdroje tepla, jehož trasa potrubí se nachází v blízkosti objektu, v projektové dokumentaci byl oproti koncepčnímu návrhu zaměněn teplotní spád systému a tím i velikost a volba zvolených otopných těles. Díky využití CZT byl okruh ohřevu teplé vody oddělen od ostatních okruhů pro vytápění a pro každou tuto část byl použit samostatný deskový výměník s příslušnými armaturami a zabezpečovacím zařízením.

Výkony otopných ploch byly navrženy podle tepelných ztrát objektu, které byly stanoveny na základě ČNS EN 12 831. Vytápění bytových prostor je řešeno pomocí podlahového, popřípadě stěnového vytápění. V mezonetovém bytu situovaném v posledních podlažích je výkon velkoplošných sálavých ploch nedostatečný. Pro pokrytí zbylé tepelné ztráty byly využity cirkulační FCU jednotky ve 4trubkovém provedení, které jsou v těchto prostorech instalovány hlavně z důvodu chlazení v letním období. Společné prostory jsou vytápěny deskovými otopnými tělesy, nebo pomocí stojánkových konvektorů. Vytápění nájemních prostor zajišťují stojánkové konvektory. Technické místnosti, skladovací prostory a sklepní kóje bytů situované v 2.- 7.PP budou temperovány na požadované teploty a jejich tepelnou ztrátu pokryje VZT jednotka s teplovodním ohříváčem. Veškeré vzduchotechnické jednotky pro větrání jednotlivých provozních celků jsou napojeny přes vodní ohříváč na zdroj tepla.

V této práci byl kladen velký důraz na návrh a použití měřících prvků a regulačních ventilů, které jsou podřízeny systémem MaR. Jelikož je otopná soustava navržena s kvantitativní regulací (ať už díky termostatickým hlavicím, nebo dvoucestným regulačním ventilům s pohonem, aj.), jsou v projektu použita oběhová čerpadla s frekvenčními měniči a pro stabilizaci tlakové diference větví jsou použity regulátory tlakové diference.

Navržený systém vytápění zabezpečuje tepelnou pohodu a tím pádem pomáhá tvořit příjemné vnitřní prostředí pro všechny dotčené uživatele objektu.

4 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] *Nerezové deskové výměníky* [online]. [cit. 2020-08-11]. Dostupné z: <https://www.regulus.cz/cz/nerezove-deskove-vymeniky>
- [2] *Viessmann* [online]. [cit. 2020-08-11]. Dostupné z: <https://www.viessmann.cz/cs/obytne-budovy/plynove-kotle/plynove-kondenzacni-kotle/vitodens-200w.html>
- [3] *DOMYJINAK* [online]. [cit. 2020-08-22]. Dostupné z: <http://domyjinak.cz/>
- [4] *Nový Perštýn* [online]. [cit. 2020-08-22]. Dostupné z: https://www.idnes.cz/liberec/zpravy/liberec-jama-perstyn-novy-ctvrt.A190228_085134_liberec-zpravy_jape
- [5] PETRÁŠ, Dušan. *Vytápění rodinných a bytových domů*. Bratislava: Jaga, 2005. ISBN 80-807-6020-9.
- [6] BAŠTA, Jiří a Karel KABELE. *Otopné soustavy teplovodní*. 3., přeprac. vyd. Praha: Společnost pro techniku prostředí, odborná sekce vytápění, 2008. Sešit projektanta - pracovní podklady. ISBN 978-80-02-02064-6.
- [7] KABELE, Karel. *Energetické a ekologické systémy 1: zdravotní technika, vytápění*. Praha: Česká technika - nakladatelství ČVUT, 2005. ISBN 80-010-3327-9.
- [8] *Potřeba tepla pro vytápění a ohřev teplé vody*. *TZB-info* [online]. [cit. 2020-12-25]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/47-potreba-tepla-pro-vytapani-a-ohrev-teple-vody>
- [9] *Výpočet doby ohřevu teplé vody*. *TZB-info* [online]. [cit. 2020-12-25]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/97-vypocet-doby-ohrevu-teple-vody>
- [10] *Deskové otopné těleso s pravým spodním připojením*. *Korado* [online]. [cit. 2020-12-25]. Dostupné z: <https://www.korado.cz/produkty/radik/radik-vk.html>
- [11] *KORALINE LV*. *Korado* [online]. [cit. 2020-12-25]. Dostupné z: <https://www.korado.cz/produkty/konvektory/koraline-lv.html>
- [12] *KORALUX LINEAR CLASSIC - M*. *Korado* [online]. [cit. 2020-12-25]. Dostupné z: <https://www.korado.cz/produkty/koralux/koralux-linear-classic-m.html>
- [13] *Samostojné konvektory*. *MINIB* [online]. [cit. 2020-12-25]. Dostupné z: <https://www.minib.cz/cs/category/samostojne-konvektory-7PIt60>
- [14] *Regulátor tlakové difference PV Compact*. *Hydronic* [online]. [cit. 2020-12-25]. Dostupné z: <https://www.hydronic.cz/regulator-tlakove-diference-pv-compact/>
- [15] *2-cestný regulační ventil VSXT* [online]. [cit. 2020-12-25]. Dostupné z: <https://www.hydronic.cz/2-cestny-regulacni-ventil-vsxt/>
- [16] *Ultrazvukový měřič tepla*. *Enbra* [online]. [cit. 2020-12-25]. Dostupné z: <https://www.enbra.cz/ultrazvukovy-meric-tepla-sharky-775-pro-topeni-i-chlazení>
- [17] *Návrhový program produktů Reflex Solutions Pro*. *Reflex* [online]. [cit. 2020-12-25]. Dostupné z: <https://rsp.reflex.de/?lang=cs>
- [18] *Návrhový program VZT jednotky TOPVEX*. *Systemair* [online]. [cit. 2020-12-25]. Dostupné z: <https://www.systemair.com/cz/navrhovy-program/>

- [19] Dálkové vytápění - ekologické teplo bez starostí. *Naseteplo* [online]. [cit. 2020-12-29]. Dostupné z: <http://www.naseteplo.cz/>
- [20] KRBEK, Jaroslav, Ladislav OCHRANA a Bohumil POLESNÝ. *Zásobování teplem a kogenerace*. Brno: PC-DIR Real, 1999. Učební texty vysokých škol. ISBN 80-214-1347-6.
- [21] Oběhová čerpadla. *KSB* [online]. [cit. 2020-12-29]. Dostupné z: <https://www.ksb.com/cs-cz>
- [22] PROTECH. *Protech CD 651* [software]. [cit. 2020-12-29]. Dostupné z: <http://protech.cz/>. Požadavky na systém: Vista-32, Vista-64, Win 7, Win 8.1, Win 10; velikost 500 MB.

5 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 – Vizualizace řešeného objektu [3]	8
Obr. 2 – Situační výkres [4]	9
Obr. 3 – Část půdorysu typického podlaží s podlahovým vytápěním	13
Obr. 4 – Část půdorysu typického podlaží s otopnými tělesy	14
Obr. 5 – Půdorys obchodní jednotky v 1.NP	15
Obr. 6 – Půdorys dvou obchodních jednotek 3.PP	16
Obr. 7 – Půdorys dvou obchodních jednotek 2.PP	17
Obr. 8 – Půdorys restaurace v 1.PP	18
Obr. 9 – Půdorys fitness a zázemí pro fitness ve 3.PP	19
Obr. 10 – Půdorys fitness v 2.PP	19
Obr. 11 – Půdorys kavárny ve 3.PP	20
Obr. 12 – Deskový výměník DV800, izolovaný [1]	21
Obr. 13 – Půdorysné schéma zapojení deskových výměníků	21
Obr. 14 – Kotlová kaskáda [2]	22
Obr. 15 – Zjednodušené schéma koncepce vytápění	24

6 SEZNAM TABULEK

Tab. 1 – Požadavky na vnitřní mikroklíma jednotlivých prostor	10
Tab. 2 – Rozložení potřeby energie E_v a paliva B_v	12

7 NORMY, SMĚRNICE A PŘEDPISY

- Nařízení vlády číslo 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
- Nařízení vlády číslo 361/2007Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci
- Vyhláška č.193/2007 Sb. užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu
- Vyhláška č. 194/2007, kterou se stanoví pravidla pro vytápění a dodávku teplé vody, měrné ukazatele spotřeby tepelné energie pro vytápění a pro přípravu teplé vody a požadavky na vybavení vnitřních tepelných zařízení budov přístroji regulujícími dodávku tepelné energie konečným spotřebitelům
- Vyhláška MZ ČR číslo 6/2003, kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzických a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb
- ČSN 06 0310 „Tepelné soustavy v budovách – Projektování a montáž“
- ČSN 06 0320 „Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody – Navrhování a projektování
- ČSN 06 0830 „Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení“
- ČSN 06 1101 „Otopná tělesa pro ústřední vytápění“
- ČSN 38 3350 „Zásobování teplem. Všeobecné zásady“
- ČSN 73 0540 „Tepelná ochrana budov“
- ČSN EN 378-3 „Instalační místo a ochrana osob“
- ČSN EN 12 831-1 „Energetická náročnost budov – Výpočet tepelného výkonu“
- ČSN EN 12 828 „Tepelné soustavy v budovách – Navrhování teplovodních soustav“
- ČSN EN ISO 52016-1 „Energetická náročnost budov – Potřeba energie na vytápění a chlazení, vnitřní teploty a citelné a latentní tepelné výkony – Část 1: výpočtové postupy“

8 PŘÍLOHY

Výpočtová dokumentace a ostatní přílohy:

P1 – Výpočet tepelných ztrát

P2 - Výstupy programu PROTECH DIMOS – regulace pat větví

P3 – Návrh VZT jednotek

P4 – Výstup programu PROTECH PODLAHY – bytové rozdělovače

P5 – Návrh deskového výměníku a zabezpečovacího zařízení – část vytápění

P6 – Návrh deskového výměníku a zabezpečovacího zařízení – část ohřev TV

P7 – Technické listy (*pouze v elektronické podobě*)

Projektová dokumentace:

Označení	Název	Měřítko
00	Technická zpráva	---
01	Půdorys 3.PP	1:50
02	Půdorys 2.PP	1:50
03	Půdorys 1.PP	1:50
04	Půdorys 1.NP	1:50
05	Půdorys 2.-9.NP	1:50
06	Půdorys 10.NP	1:50
07	Půdorys 11.NP	1:50
08	Půdorys 12.NP	1:50
09	Půdorys 13.NP	1:50
10	Půdorys 14.NP	1:50
11	Půdorys 15.NP	1:50
12	Schéma zdroje	---
13	Půdorys technické místnosti	1:50
14	Schéma otopné soustavy – 1	---
15	Schéma otopné soustavy – 2	---
16	Schéma VZT + FCU	---