



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

VYTÁPĚNÍ VÍCEÚČELOVÉ BUDOVY

HEATING OF A MULTIFUNCTIONAL BUILDING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Miroslav Bros

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MARCELA POČINKOVÁ, Ph.D.

BRNO 2022



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608R001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav technických zařízení budov

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Miroslav Bros
Název	Vytápění víceúčelové budovy
Vedoucí práce	Ing. Marcela Počinková, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2021
Datum odevzdání	27. 5. 2022

V Brně dne 30. 11. 2021

prof. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

1. Stavební dokumentace zadané budovy
2. Aktuální legislativa ČR
3. České i zahraniční technické normy
4. Odborná literatura
5. Zdroje na internetu

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu, rozsah 15 až 20 stran

B. Výpočtová část

- analýza objektu – koncepční řešení vytápění a větrání objektu, volba zdroje tepla
- výpočet tepelného výkonu
- stanovení a hodnocení průměrného součinitele prostupu tepla budovy
- návrh otopných ploch
- návrh zdroje tepla
- návrh přípravy teplé vody, event. dalších spotřebičů tepla
- dimenzování a hydraulické posouzení potrubí, návrh oběhových čerpadel
- návrh zabezpečovacího zařízení
- návrh výše nespécifikovaných zařízení, jsou-li součástí soustavy
- roční potřeba tepla a paliva

C. Projekt – úroveň prováděcího projektu: půdorysy + legenda, 1:50 (1:100), schéma zapojení otopných těles - / 1:50 (1:100), půdorys (1:25, 1: 20) a schéma zapojení zdroje tepla, technická zpráva.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).
2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání, a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá návrhem teplovodního systému pro vytápění a přípravu teplé vody ve víceúčelové budově. Budova je navržena pro komerční, gastronomické, společenské a ubytovací účely. Teoretická část popisuje historii, typy, využití a návrh podlahového vytápění. Výpočtová část řeší výpočet tepelných ztrát budovy, návrhy vytápění, systému přípravy teplé vody, zdroje tepla, všech potřebných doplňkových zařízení a výpočet roční spotřeby tepla a paliva pro vytápění a ohřev teplé vody budovy. Systém vytápění se skládá z podlahového vytápění a teplovodních ohříváčů vzduchotechnických jednotek. Pro přípravu teplé vody je navržen nepřímo ohříváný stacionární zásobník teplé vody. Zdrojem tepla je kaskáda dvou závěsných plynových kondenzačních kotlů.

KLÍČOVÁ SLOVA

Vytápění, podlahové vytápění, součinitel prostupu tepla, tepelná ztráta, tepelný výkon, teplovodní ohříváč, nucené větrání, závěsný plynový kondenzační kotel, kaskáda dvou kotlů, nepřímo ohříváný stacionární zásobník, expanzní nádoba.

ABSTRACT

The bachelor's thesis deals with the design of a hot water system for heating and hot water preparation in a multipurpose building. The building is designed for commercial, gastronomic, social, and accommodation purposes. The theoretical part describes the history, types, uses, and design of floor heating. The calculation part deals with the calculation of heat loss of the building, the design of the heating system, the hot water preparation system, the heat source, all necessary supplementary devices, and the calculation of yearly heat and fuel consumption for heating and hot water preparation of the building. The heating system is composed of floor heating and hot water heaters in ventilation units. The indirect fired hot water storage tank is used for hot water preparation. The source of heat is a cascade of two hanging gas condensing boilers.

KEYWORDS

Heating, floor heating, thermal heat transfer coefficient, heat loss, heat output, hot water heater, forced ventilation, hanging gas condensing boiler, cascade of two boilers, indirect fired hot water preparation storage tank, expansion tank.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

BROS, Miroslav. *Vytápění víceúčelové budovy*. Brno, 2022. 145 s., 7 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Marcela Počinková, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Vytápění víceúčelové budovy* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 27. 5. 2022

Miroslav Bros
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Vytápění víceúčelové budovy* zpracoval samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 27. 5. 2022

Miroslav Bros
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval své rodině a přátelům za podporu během celého studia, kolegům z práce za cenné zkušenosti a paní Ing. Marcele Počinkové za odbornou pomoc při vedení mé bakalářské práce.

Obsah

ÚVOD	15
A. TEORETICKÁ ČÁST.....	16
1. Velkoplošné sálavé teplovodní vytápění.....	16
2. Historie	17
3. Vrstvy podlahových konstrukcí s podlahovým vytápěním	18
3.1. Nosná konstrukce.....	18
3.2. Hydroizolace	18
3.3. Tepelná a zvuková izolace	18
3.4. Roznášecí vrstva	18
3.4.1. Cementový potěr.....	18
3.4.2. Anhydritový potěr	19
3.5. Nášlapná vrstva.....	19
3.5.1. Keramická dlažba	20
3.5.2. Elastické krytiny	20
3.5.3. Textilní krytiny	20
3.5.4. Dřevěné a laminátové krytiny.....	20
4. Podlahové vytápění.....	21
4.1. Podle umístění potrubí v podlahové konstrukci	21
4.2. Podle materiálu potrubí.....	21
4.2.1. Plastové potrubí	22
4.2.2. Vícevrstvé potrubí.....	22
4.2.3. Měděné potrubí	23
4.2.4. Nerezové potrubí	23
4.3. Podle způsobu montáže	23
4.3.1. Mokrý proces	23
4.3.2. Suchý proces	23
4.3.3. Modulové klima desky	24
4.4. Podle způsobu upevnění potrubí.....	24
4.4.1. Do systémové desky s výstupky pro uchycení potrubí.....	24

4.4.2. Do systémové role s fólií s vyznačeným rastrem	24
4.4.3. Do tepelné izolace s fólií nebo reflexní fólií	24
4.4.4. Do montážní lišty kladené na fólii.....	25
4.4.5. Do prvků suchých systémů podlahového vytápění	25
4.5. Podle způsobu pokládky potrubních okruhů	26
4.5.1. Meandr.....	26
4.5.2. Plošná spirála	26
5. Dilatace	27
6. Rozdělovací stanice.....	28
7. Zkoušky podlahového vytápění.....	29
7.1. Tlaková zkouška	29
7.2. Topná zkouška	29
8. Tepelná pohoda	30
8.1. Tepelně-vlhkostní mikroklima	30
8.2. Teplota vnitřního prostředí.....	30
8.3. Účinná teplota okolních ploch	30
8.4. Nerovnoměrnost teploty vzduchu	31
8.5. Proudění vzduchu	31
8.6. Vlhkost vzduchu	31
9. Posouzení podlahových konstrukcí.....	32
9.1. Tepelná jímavost	32
10. Výkon podlahového vytápění	34
10.1. Celkový součinitel přestupu tepla.....	34
10.2. Tepelná propustnost podlahové konstrukce	34
10.3. Charakteristické číslo podlahy.....	35
10.4. Střední povrchová teplota podlahy	35
10.5. Hustota tepelného toku	35
10.6. Tepelný výkon otopné plochy	36
10.7. Tepelný příkon otopné plochy	36
11. Závěr	37

B. VÝPOČTOVÝ ČÁST	38
1. Analýza objektu	38
2. Součinitel prostupu tepla	39
2.1 Výpočet součinitele prostupu tepla stavebních konstrukcí.....	40
2.1.1. Svislé konstrukce	40
2.1.2. Vodorovné konstrukce	41
2.1.3. Výplně otvorů	44
2.2 Posouzení průměrného součinitele prostupu tepla budovy.....	45
3. Výpočet tepelných ztrát.....	49
3.1. Výpočet potřebného tepelného výkonu jednotlivých místností.....	51
3.2. Přehled potřebných tepelných výkonů místností	99
3.2.1. První nadzemní podlaží	99
3.2.2. Druhé nadzemní podlaží	100
4. Návrh VZT jednotek	101
4.1. Objemový tok vzduchu VZT jednotek	101
4.2. Výkon ohřívače VZT jednotek	103
5. Návrh podlahového vytápění.....	103
5.1. Hlavní výstupní hodnoty návrhu podlahového vytápění	104
5.2. Rozdělovací stanice	104
5.3. Výkon a příkon podlahového vytápění	110
6. Potřeba teplé vody	111
6.1. Vstupní výpočtové hodnoty	111
6.2. Průběžný ohřev teplé vody – 24h/den.....	113
6.3. Smíšený ohřev teplé vody.....	113
6.3.1. Zvolená varianta ohřevu teplé vody	114
7. Návrh zdroje tepla	114
7.1. Vstupní výpočtové hodnoty	114
7.2. Výpočet tepelného výkonu zdroje tepla.....	114
7.3. Požadovaný tepelný výkon zdroje tepla	115
8. Otopná tělesa.....	117

9. Dimenzování a hydraulická regulace soustavy	117
9.1. Regulace jednotlivých okruhů otopné soustavy	117
9.2. Výpočet tlakové ztráty okruhů.....	118
9.3. Vyvažovací a směšovací třicestné ventily čerpadlových okruhů.....	122
10. Návrh oběhových čerpadel	123
11. Návrh technických zařízení soustavy	126
11.1. Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků	126
11.2. Rozdělovač a sběrač.....	126
11.3. Plnění a doplňování otopné vody.....	126
11.4. Neutralizační jednotka	126
12. Návrh zabezpečovacího zařízení	127
12.1. Objem vody v otopné soustavě.....	127
12.2. Návrh expanzní nádoby	127
12.3. Návrh expanzního potrubí	128
13. Návrh tepelné izolace potrubí.....	129
14. Roční spotřeba tepla a potřeba paliva	130
14.1. Příprava teplé vody	130
14.2. Vytápění – krytí tepelné ztráty prostupem a přirozeným větráním.....	131
14.3. Nucené větrání – krytí tepelné ztráty nuceným větráním	132
14.4. Roční spotřebované tepelné energie	132
14.5. Roční spotřeba paliva.....	132
C. PROJEKT	133
Technická zpráva	133
1. Úvod	133
1.1. Popis objektu.....	133
1.2. Technické řešení – obecné informace	133
1.3. Podklady projektu.....	133
2. Základní technické údaje.....	133
2.1. Klimatické poměry – lokalita Ostrava-Hrabová.....	133
2.2. Vnitřní návrhové teploty	133

2.3. Tepelně-technické parametry stavebních konstrukcí	134
2.4. Roční potřeba tepelné energie a spotřeba dřeva	134
3. Technické řešení.....	134
3.1. Zdroj tepelné energie	134
3.2. Příprava teplé vody	135
3.3. Zabezpečovací zařízení.....	135
4. Otopná soustava.....	135
4.1. Popis otopné soustavy.....	135
4.2. Čerpací technika	136
4.3. Plnění doplňování a vypouštění otopné soustavy	136
4.4. Otopné plochy.....	136
4.5. Regulace a měření.....	136
4.6. Izolace potrubí otopné vody	137
5. Požadavky na ostatní profese	137
5.1. Stavební práce.....	137
5.2. Zdravotechnika	137
5.3. Elektroinstalace.....	137
5.4. Vzduchotechnika.....	138
6. Montáž a uvedení do provozu.....	138
6.1. Zdroj tepelné energie	138
6.2. Otopná soustava	138
6.3. Tlaková zkouška podlahového vytápění.....	138
6.4. Zkouška těsnosti	138
6.5. Topná zkouška	139
6.6. Revize technických zařízení	139
7. Ochrana zdraví a životního prostředí.....	139
7.1. Vliv na životní prostředí	139
7.2. Emise vzniklé spalováním zemního plynu	139
7.3. Hospodaření s odpady.....	139
8. Bezpečnost práce a požární ochrana	139

8.1. Požární ochrana.....	139
8.2. Bezpečnost práce při realizaci díla	139
8.3. Bezpečnost práce při provozu zařízení	140
9. Právní předpisy a normy	140
Závěr	141
Použité zdroje.....	142
Seznam použitých obrázků	144
Seznam použitých tabulek	144
Seznam příloh	145

ÚVOD

Jednou z nejzákladnějších potřeb lidstva je komfortní vnitřní prostředí. První výraznou technologií pro uspokojení této potřeby byl oheň. Ten po staletí představoval jediný podmanitelný zdroj tepelné energie, a to přímým spalováním paliva v místě potřeby tepla. Díky nezadržitelnému charakteru vývoje lidstva se však způsoby produkce a distribuce tepla výrazně rozšířily a zefektivnily. Podlahové vytápění není výdobytkem moderní doby, avšak s moderními technologiemi představuje jeden z nejlepších způsobů distribuce tepla nejen z hlediska dosažení komfortního mikroklimatu, ale i z hlediska ekonomického.

Tato bakalářská práce je konkrétně zaměřena na řešení vytápění prostor teplovodním podlahovým vytápěním s různými požadavky na mikroklima a provoz. Její obsah je rozdělen do tří částí.

A. Teoretická část pojednává o podlahovém vytápění, jeho výhodách, nevýhodách, historii, rozdělení dle různých kritérií, jako jsou například materiály, způsob montáže nebo způsob pokládky potrubí. Popisuje taky dilatace otopných ploch, systémová řešení, výpočet tepelného výkonu a jednotlivé zkoušky podlahového vytápění.

B. Výpočtová část se zabývá výpočtem součinitelů prostupu tepla a tepelných ztrát, návrhem podlahového vytápění, přípravy teplé vody, zdroje tepla, zabezpečovacího zařízení, oběhových čerpadel a dimenzováním celého systému včetně hydraulického posouzení.

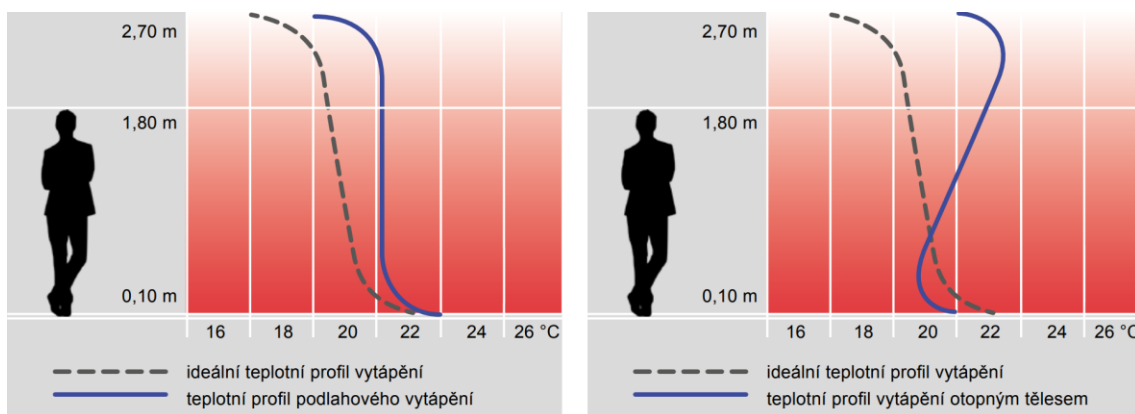
C. Projektová část obsahuje projektovou dokumentaci pro zhotovení systému vytápění spolu s ohřevem teplé vody a příslušnou technickou zprávou.

A. TEORETICKÁ ČÁST

1. Velkoplošné sálavé teplovodní vytápění

Při velkoplošném sálavém vytápění se většina tepelného toku sdílí do vytápěného prostoru sáláním. Nejdříve se tedy potrubím, v němž proudí teplá voda, ohřívá konstrukce a teprve od té se ohřívá okolní vzduch konvekcí, což je druhá složka z celkového tepelného toku. Z toho vyplývá, že vnitřní povrchové teploty konstrukcí jsou vyšší než teplota ohřívajícího vzduchu. Převážně sálavý způsob vytápění ovlivňuje i míru zastoupení střední radiační teploty a teploty vzduchu v operativní teplotě. U takového systému vytápění je střední radiační teplota vyšší než teplota vzduchu, zatímco u konvekčního vytápění je, pro stejnou výslednou teplotu, vyšší teplota vzduchu. [1]

Teplota vzduchu není v celé místnosti stejná. Důležitá je takzvaná vertikální nerovnoměrnost průběhu teploty. Při použití podlahového vytápění lze snížit teplotu vzduchu v místnosti o 1 až 3 °C oproti systémům s konvekčními otopnými tělesy při zachování pocitu stejné teplotní pohody. Snížení teploty vzduchu o 1 °C přináší 3% roční úsporu energie na vytápění. V prostoru s podlahovým vytápěním je rozložení teploty po výšce prostoru rovnoměrné a přibližuje se ideálnímu teplotnímu profilu. [2]

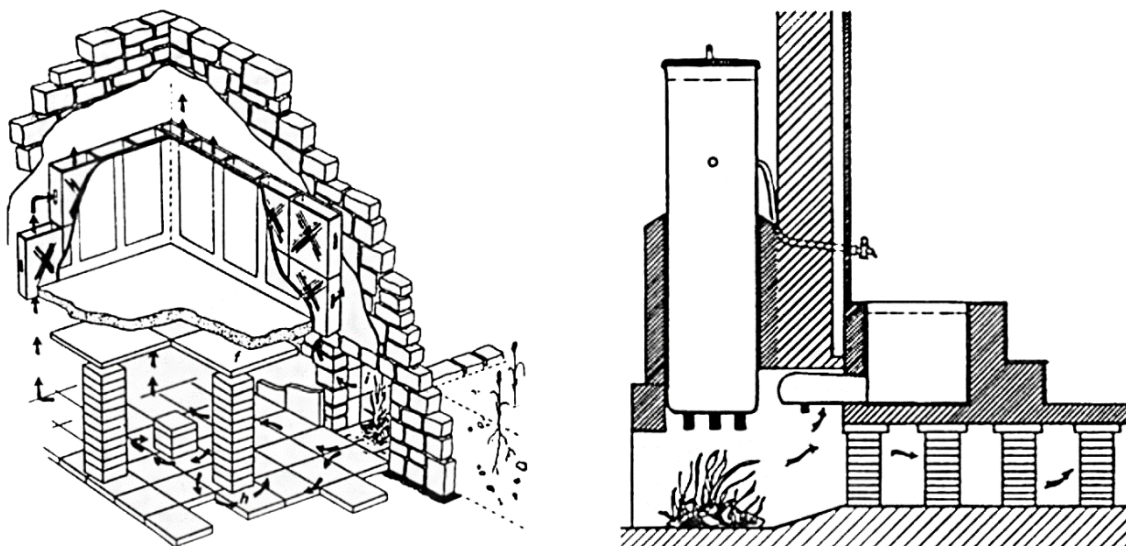


Obr. 1 Vertikální průběh teploty vzduchu při různých způsobech vytápění [4]

Podíl tepelného toku sáláním je u podlahového vytápění 55 %, stěnového 65 % a u stropního až 80 %. Otopná plocha podlahového vytápění je nejčastěji nedělitelnou součástí stavební konstrukce. Protože povrchová teplota otopné plochy je poměrně nízká (25 až 34 °C u podlahového, 40 až 45 °C u stropního a 55 až 60 °C u stěnového vytápění), bude i teplota teplotonosné látky nízká. Ideální zdroje tepla pro nízkoteplotní systémy představují kondenzační kotle, tepelná čerpadla nebo bivalentní solární systémy. Při správném řešení ochrany kotle proti nízkoteplotní korozi může být zdrojem i klasický ocelový či litinový plynový stacionární kotel. Nejproblematictější jsou kotle na tuhá paliva. U tohoto zdroje je vždy potřeba navrhnout akumulční zásobník topné vody zabezpečený proti přetopení. [1] [2]

2. Historie

Podlahové vytápění bylo zaznamenáno již v starověké Persii, kde se jeho ruiny datují 2000 let před naším letopočtem. Tímto systémem se pravděpodobně inspirovali starověcí Řekové, kteří o 800 let později vybudovali jimi zvané hypokaustum, volně přeložené jako „spodní topení“. Nejvíc jej ale proslavili Římané, kdy v roce 80 před naším letopočtem navrhl Sergius Orata starořímské hypokaustum tak, že ohniště bylo umístěno pod objektem a spalovalo se v něm dřevo nebo uhlí. Spaliny proudily dutinami v podlaze a ve stěnách, prohřívaly je a ty pak převáděly teplo do vytápěného prostoru. Tepelná rovnováha sálavě vytápěného prostoru byla však definována až v minulém století. [1] [5]



Obr. 2 Schematické znázornění hypokausta včetně přípravy teplé vody [1]

Stanovení průběhu teploty v otopné ploše a zejména zjištění střední povrchové teploty otopné plochy je jedním z hlavních teoretických problémů sálavého vytápění. U nás byla nejlepší a nejrozsáhlejší práci publikace doc. Cihelky, která shrnula všechny teoretické poznatky a v jejímž druhém vydání (1961) se objevily i praktické výstupy s popisem jednotlivých druhů sálavých otopných ploch a sálavých soustav. [1]

K rozmachu podlahového vytápění u nás došlo až koncem 20. století. Souvisí to s vývojem a zkvalitněním technologií výroby komponentů, zdokonalením systémů regulace a také snížením realizačních a provozních nákladů. [5]

V dnešní době již podlahová konstrukce není vytápěna přímo spaliny, nýbrž topnou vodou proudící v potrubí. Alternativou je i elektrické podlahové vytápění, při kterém se pro zabudování do podlahové konstrukce používají topné kabely, topné rohože nebo topné fólie. [2]

3. Vrstvy podlahových konstrukcí s podlahovým vytápěním

Podlahová konstrukce s podlahovým vytápěním se nejčastěji skládá z nosné konstrukce, hydroizolace, tepelné a zvukové izolace, systému podlahového vytápění, roznášecí vrstvy a nášlapné vrstvy.

3.1. Nosná konstrukce

Nosná konstrukce tvoří podklad pro samotnou otopnou plochu. Při zalití podlahového vytápění betonem tloušťky 4 až 6 cm bude nosná konstrukce zatížená hmotností 80 až 100 kg/m². Povrch nosné konstrukce musí být rovný. Pokud se podlahová otopná plocha realizuje na konstrukci, která umožňuje pronikání vlhkosti, musí se povrch nosné části konstrukce opatřit hydroizolační fólií o tloušťce minimálně 0,2 mm. [1]

Za normálního provozu je v obytných budovách maximální přípustné zatížení 1,5 kN/m², v administrativních budovách 2,0 kN/m² a u poslucháren a školních tříd 3,5 kN/m². [1]

3.2. Hydroizolace

Hydroizolace je spojitá izolační ochrana povrchu tepelné izolace proti vnikání vlhkosti z roznášecí nebo vyrovnávací vrstvy, aby voda nezhoršovala její tepelně-izolační vlastnosti. Všechny místnosti, kde podlaha leží přímo na rostlé půdě, je potřeba opatřit bariérou proti vlhkosti. Doporučeným materiálem je fólie z polyvinylchloridu tloušťky 0,1 až 0,2 mm nebo ve značně nepříznivém případě 2x0,2 mm, kterou je možné svařovat. Při kladení se doporučuje překrytí fólie 5 až 6 cm a bodové přelepení lepicí páskou. [1]

3.3. Tepelná a zvuková izolace

Tepelná a zvuková izolace musí mít kromě izolačních vlastností taky dostatečnou únosnost a malou stlačitelnost. Podle umístění podlahy v budově se její tloušťka pohybuje od 20 do 150 mm. Nejčastěji se provádí z polystyrenových desek, překrytých hydroizolační fólií. [1]

3.4. Roznášecí vrstva

Zatížení působící na podlahovou konstrukci je nerovnoměrné a mohlo by trvale poškodit některou z vrstev podlahové konstrukce. Roznášecí vrstva díky své pevnosti odolává deformacím od zatížení a přenáší jej do nižších vrstev formou méně intenzivního rovnoměrného zatížení. Rovněž při podlahovém vytápění plní tato vrstva funkci akumulární. Mezi nejpoužívanější materiály patří cementový a anhydritový potěr. [3]

3.4.1. Cementový potěr

Cementový potěr je cemento-pískový kompozit a pro zlepšení zpracovatelnosti se do něj přidávají přísady, které si většinou výrobci podlahového vytápění určují sami. Doprava

na místo určení na stavbě se provádí převážně čerpáním. Při ukládání se musí dát pozor, aby nedošlo k poškození potrubí podlahového vytápění nebo rozmísení cementového potěru. Zhutněním potěru se zamezí vzniku kaveren, čímž se dosáhne homogenity. [3]

Uložený cementový potěr je nutné udržovat ve vlhkém stavu nejméně po dobu 7 dní, a to nejlépe kropením. S kropením začínáme ihned, jakmile potěr zatvrdne natolik, že nedochází k vyplavování cementu. Celý proces by se měl realizovat při teplotách vyšších než 5 °C. [3]

Minimální krytí potrubí je 30 mm. Pro potrubí v roznášecí vrstvě s tloušťkou roznášecí vrstvy menší než 100 mm se však k této hodnotě přičítá vnější průměr potrubí. Nejvyšší teplota kolem otopných prvků v roznášecí vrstvě nesmí překročit 55 °C. [3]

3.4.2. Anhydritový potěr

Anhydritový potěr (CaSO_4) je vhodný pro systémy podlahového vytápění s teplotou otopné vody do 50 °C. Svoje uplatnění si rychle našel díky samonivelačním vlastnostem a velmi pohodlnému zalití potrubí. Při jeho použití neplatí pravidla použití plastifikátoru a maximální plochy dilatačního celku 40 m². Není však vhodný pro místnosti s mokřým provozem. Při jeho aplikaci bychom měli omezit v místě určení průvan a sluneční svit. Uložený potěr se musí chránit před navlhnutím, tudíž se nesmí kropit. Po zatuhnutí je potřeba zajistit odvětrání přebytečné vlhkosti. Minimální krytí potrubí tímto potěrem je 35 mm. Z důvodu korozních účinků se nevyztužuje. [3]

3.5. Nášlapná vrstva

Před pokládkou nášlapné vrstvy potřebujeme znát vlhkost potěru v celém průřezu. Pro nášlapné vrstvy z dřevěných parket všech typů, laminátových krytin, linolea nebo korku by měla být 2,5 %. Pro dlažby 14 %. Obecně musí být podklad nosný, suchý a čistý. [3]

U cementových potěrů se můžou objevit vlásečnicové trhliny až trhliny přes celý průřez. Cementové potěry se v procesu tuhnutí smršťují, a tak vlásečnicové trhliny nemusejí být vadou. Může dojít k miskovitému zborcení v důsledku nerovnoměrného vysychání, kdy v místech dilatací je deska z potěru zvednutá. Obecně jsou opravy možné, avšak o těchto poruchách a jejich sanaci by měli rozhodnout odborníci. Povrch cementového potěru bývá často znečištěn vyplaveným cementovým mlékem, které musíme před instalací nášlapné vrstvy odstranit. Důležitá je i rovinnost potěru, kdy hodnota mezní odchylky pro nášlapnou vrstvu je 2 mm. Tato hodnota platí pro plastové, textilní a pryžové krytiny jako i mozaikové parkety, keramické dlažby lepené na tenkovrstvé tmely, lité podlahy ze syntetických pryskyřic a teraca. Při kladení dřevěných podlahovin, jako jsou vlysy, může být až 4 mm. [3]

Anhydritové potěry mají po zatuhnutí na povrchu povlak, jehož složení a tloušťka se liší u jednotlivých výrobků. Podle nepsaného pravidla má být tento povlak odstraněn

nejpozději do týdne. Pokud tento povlak neodstraníme, riskujeme, že dlažba a lepené krytiny nebudou mít dostatečnou přilnavost. [3]

Pro podlahové vytápění lze použít běžné podlahové krytiny, jejichž tepelný odpor nepřekročí 0,15 m²K/W. Tepelný odpor se bere v úvahu již při výpočtu podlahového vytápění. Má vliv na teplotu otopné vody nebo rozteč potrubí. [3]

3.5.1. Keramická dlažba

Keramická dlažba je materiálem s dobrou tepelnou vodivostí. Pokládka je doporučena do trvale pružného tmelu. Doporučují se velké formáty o rozměru alespoň 0,1 m², s pokládáním v přímé linii. Tím lze jednoduše realizovat potřebné dilatační spáry. Při pokládce dlaždic plochou přes dilatační spáru vzniká riziko trhlin. Tloušťka dlaždic by měla být minimálně 10 mm. Pokládka se provádí do trvale pružného tmelu. [3]

3.5.2. Elastické krytiny

Elastické krytiny, jako je například linoleum, musíme před položením vytemperovat v prostředí, kde je budeme pokládat. Lepení musí probíhat celoplošně a pokud je to možné, doporučuje se stykové hrany svařovat. Jsou vhodnou nášlapnou vrstvou do obytných nebo administrativních prostor. Doporučuje se lepení k podkladu. [3]

3.5.3. Textilní krytiny

Pro textilní krytiny je potřeba vybrat typ, o kterém výrobce jasně deklaruje, že je určen pro podlahové vytápění. Pozornost je nutné věnovat i výběru vhodného lepidla. Nesmějí se používat lepidla na bázi bitumenů nebo lepidla s nízkou tepelnou odolností. Při pokládce je nutné dbát na to, aby byl koberec celoplošně nalepen a neměl pnutí. [3]

3.5.4. Dřevěné a laminátové krytiny

Dřevo je přírodní materiál závislý na vlhkosti interiéru. U podlahových krytin z tohoto materiálu je potřeba počítat s objemovými změnami. Na trhu je velké množství systémů dřevěných a laminátových podlahových krytin s různou technologií pokládky. V zásadě je lze rozdělit na krytiny z masivu, dvouvrstvé a třívrstvé a laminátové podlahy. [3]

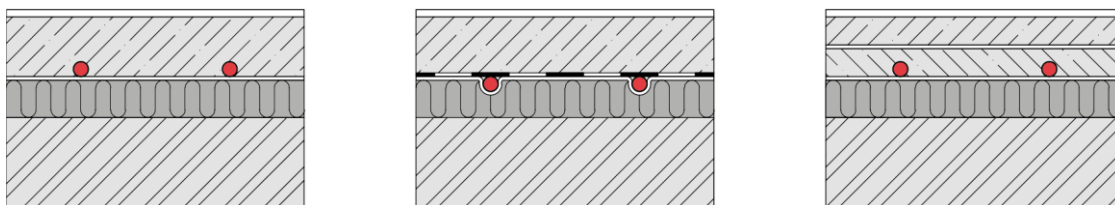
Parketové podlahy se mohou lepit stejně jako textilní či elastické. Parkety by měly být navezeny na místo určení jeden týden před lepením, abychom předešli rozestupování spár v důsledku smršťování. Během pokládky se doporučuje vytápění vypnout. Při chladném počasí je možné pracovat se sníženou teplotou. [3]

Laminátové krytiny jsou obvykle vhodné pro podlahové vytápění. Tepelný odpor této krytiny zvyšuje pouze „plovoucí provedení“ na vrstvu izolačního materiálu. Při pokládce plovoucí podlahové krytiny se na potěr pod tuto izolaci pokládá polyetylenová fólie. [3]

4. Podlahové vytápění

- **Podle umístění potrubí v podlahové konstrukci:**
 - typ A – soustava s potrubím uvnitř roznášecí vrstvy
 - typ B – soustava s potrubím pod roznášecí vrstvou
 - typ C – soustava s potrubím ve vyrovnávací vrstvě, na které je položena roznášecí vrstva s dvojité odděľující vrstvou
- **Podle materiálu potrubí:**
 - plastové
 - vícevrstvé
 - měděné
 - nerezové
- **Podle způsobu montáže:**
 - mokrý proces – potrubí je zalito v roznášecí nebo vyrovnávací vrstvě potěrem
 - suchý proces – potrubí je vloženo do prefabrikovaných dílců
 - modulové klima podlahy
- **Podle způsobu upevnění potrubí:**
 - do systémové desky s výstupky pro uchycení potrubí
 - do systémové role s fólií s vyznačeným rastrem
 - do tepelné izolace s fólií nebo reflexní fólií
 - do montážní lišty kladené na fólii
 - do prvků suchých systémů podlahového vytápění
- **Podle způsobu pokládky potrubních okruhů**
 - meandr
 - plošná spirála [3]

4.1. Podle umístění potrubí v podlahové konstrukci



uvnitř roznášecí vrstvy

pod roznášecí vrstvou

ve vyrovnávací vrstvě

Obr. 3 Typy soustav, podle umístění potrubí v podlahové konstrukci [3]

4.2. Podle materiálu potrubí

Pro systémy podlahového vytápění je žádoucí používat pouze kvalitní potrubní rozvody s vrstvou zabraňující difuzi kyslíku. Sníží se tak riziko tvorby oxidu železitého a tvorba usazenin, čímž ochráníme další části otopného systému před korozí. [3]

4.2.1. Plastové potrubí

Plasty jsou makromolekulární látky, které se získávají synteticky z organických sloučenin nebo chemickou přeměnou přírodních látek. Vzhledem k chování plastů za tepla a způsobu technologického zpracování je dělíme na duroplasty, termoplasty a elastomery. Termoplasty lze tepelně vratně zpracovávat a upravovat. Duroplasty nelze teplem tvářit ani svařovat. Jejich hlavním představitelem je síťovaný polyetylen. Elastomery se mechanickým zatížením značně deformují. Nelze je tepelně tvarovat a jsou nesvařitelné. Patří mezi ně například syntetické kaučuky. [1]

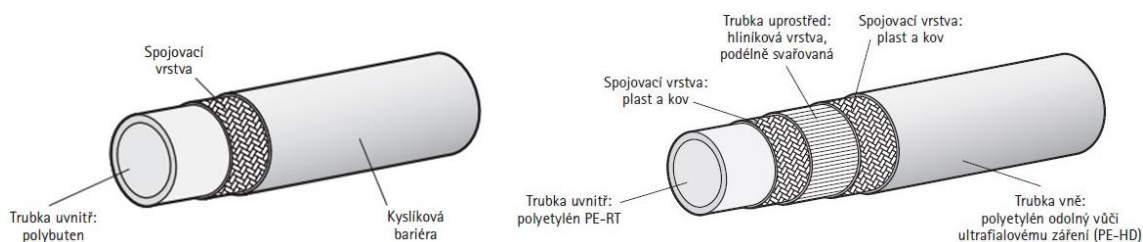
Síťovaný polyetylen (PEX) je nejvhodnějším materiálem pro potrubí podlahového vytápění. Výchozí surovinou je polyetylen vysoké hustoty, u kterého se speciálními chemickými nebo fyzikálními postupy dosáhne příčného zesíťování molekulových řetězců. Výsledný produkt má vysokou odolnost proti šíření trhlin, vysokou houževnatost, velmi dobrou tlakovou odolnost za vyšších teplot a na rozdíl od polyetylenu vykazuje ochranu proti vnikání kyslíku difuzí přes stěnu potrubí. Nedá se svařovat a lepit, proto jediným způsobem spojování zůstávají mechanické spojky. [1]

Polypropylen statistický kopolymer (PP-R) se vyznačuje dobrou tlakovou odolností i při vyšších teplotách. Spojuje se mechanickými spojkami, svařováním natupo nebo polyfúzí. [1]

Polybuten (PB) je značně objemný a má vysokou molekulovou hmotnost. Kromě odolnosti proti tvorbě napětových trhlin se rovněž vyznačuje velkou pevností. Jelikož má dobré mechanické vlastnosti, vyrábí se s tenčími stěnami než ostatní plastová potrubí. Spojuje se mechanickými spojkami, svařováním natupo nebo polyfúzí. [1]

4.2.2. Vícevrstvé potrubí

Vícevrstvé potrubí z plastu, spojovací vrstvy a hliníku jsou určena k univerzálnímu použití jak pro rozvody vody v systémech vnitřních vodovodů, tak pro rozvody otopné vody. Hliníková vrstva tvoří kyslíkovou bariéru a snižuje délkovou roztažnost potrubí. Ačkoli se potrubí vyznačuje poměrnou tuhostí, stále si zachovává výbornou ohebnost. Spojuje se mechanicky spojkami nebo polyfúzním svařováním. [1] [3]



Obr. 4 Polybutenové a vícevrstvé potrubí Gabotherm [4]

4.2.3. Měděné potrubí

Měděné potrubí se vyrábí z dezoxidované mědi (SF-Cu) s obsahem čisté mědi minimálně 99,9 %. Pro podlahové vytápění se používají měkká potrubí s povlakem z PE-RT. Povlak ochraňuje potrubí před bodovou korozí, chemickými účinky potěru a zároveň umožňuje potrubí částečně dilatovat. [1]

4.2.4. Nerezové potrubí

Nerezové potrubí je v podlahovém vytápění raritou. Problémem tohoto materiálu je svařování. To vyžaduje speciální technologický postup, protože jinak dochází k nežádoucí rekrytalizaci. Taktéž při pájení natvrdo stříbrnou pájkou se často vyskytne nebezpečí koroze. Řešením je spoj nerezového potrubí lisovanými objímkami z autentické oceli. Tento systém se používá primárně u prestižních staveb v zahraničí. [1]

4.3. Podle způsobu montáže

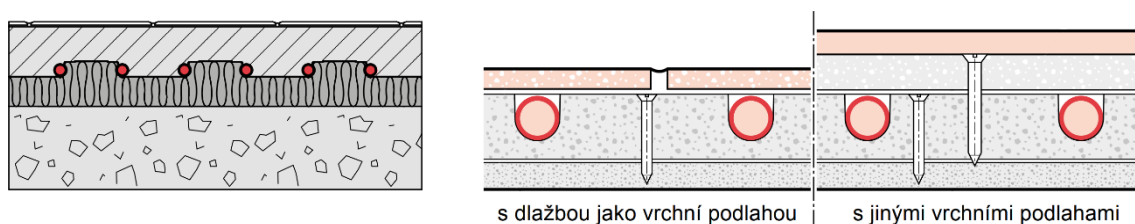
Volba technologie provedení podlahového vytápění závisí na několika faktorech, především skladbě podlahy, požadované výšce podlahové konstrukce, účelu místnosti, dispozici místnosti, rozměrech otopné plochy a vlivu ochlazovaných stěn. [1]

4.3.1. Mokrý proces

Otopný had je umístěn uvnitř nebo pod roznášecí vrstvou zhotovenou z cementového nebo anhydritového potěru. Podlaha se provádí jako plovoucí, což znamená, že není pevně spojena ani s podkladem, ani se svislými konstrukcemi. Na nosné konstrukci je uložena vrstva tepelné a zvukové izolace. Tato izolace musí mít nízkou stlačitelnost. [2]

4.3.2. Suchý proces

Jedná se o sestavy skládající se ze systémových desek s vyhlisovanými nebo vyfrézovanými drážkami pro uchycení potrubí. Využití mají převážně v budovách s nízkou únosností vodorovné nosné konstrukce, jako jsou například dřevostavby nebo rekonstrukce. Díky absenci roznášecího potěru jsou vhodné i do budov s omezenou výškou podlahových konstrukcí. [3]



Obr. 5 Mokrý systém 1.2.3. a suchý systém KB 12, Gabotherm [4]

4.3.3. Modulové klima podlahy

Existují duté profilované desky nebo pásy, které se vyrábějí přímo pro tento účel. Kladou se na tepelnou a zvukovou izolaci jako souvislá plocha a hydraulicky se mezi sebou propojují. Modulové klima desky mají, vzhledem k velmi malým průtočným průřezům, zvýšené požadavky na čistotu otopné vody. Z tohoto důvodu se často nepoužívají. [1]

4.4. Podle způsobu upevnění potrubí

Většina výrobců nabízí ucelená systémová řešení představující sestavy všech potřebných komponentů. V této kapitole budou uvedena pouze vybraná systémová řešení podle aktuální nabídky trhu. [3]

4.4.1. Do systémové desky s výstupky pro uchycení potrubí

Systémové desky umožňují rychlou a flexibilní montáž potrubí. Výstupky neboli puky na vrchní straně desky umožňují montáž potrubí v roztečích 50 nebo 75 mm a jejich násobcích. Vrchní část desky je z lisovaného polyetylenu. Podle potřeby a požadované výšky může být pod touto vrstvou tepelná i zvuková izolace. Nejčastěji bývá tepelná izolace tloušťky 20 mm a zvuková izolace tloušťky 11 mm. Dle provozu se pohybuje únosnost desek od 500 kg/m² do 7500 kg/m². Spojují se pomocí bočních obvodových drážek nebo přepletováním přesahu svrchní fólie. Jejich výhodou je snadná montáž a ochrana potrubí před mechanickým poškozením během stavebních prací. Nevýhodou jsou vyšší pořizovací náklady. [3] [4]

4.4.2. Do systémové role s fólií s vyznačeným rastrem

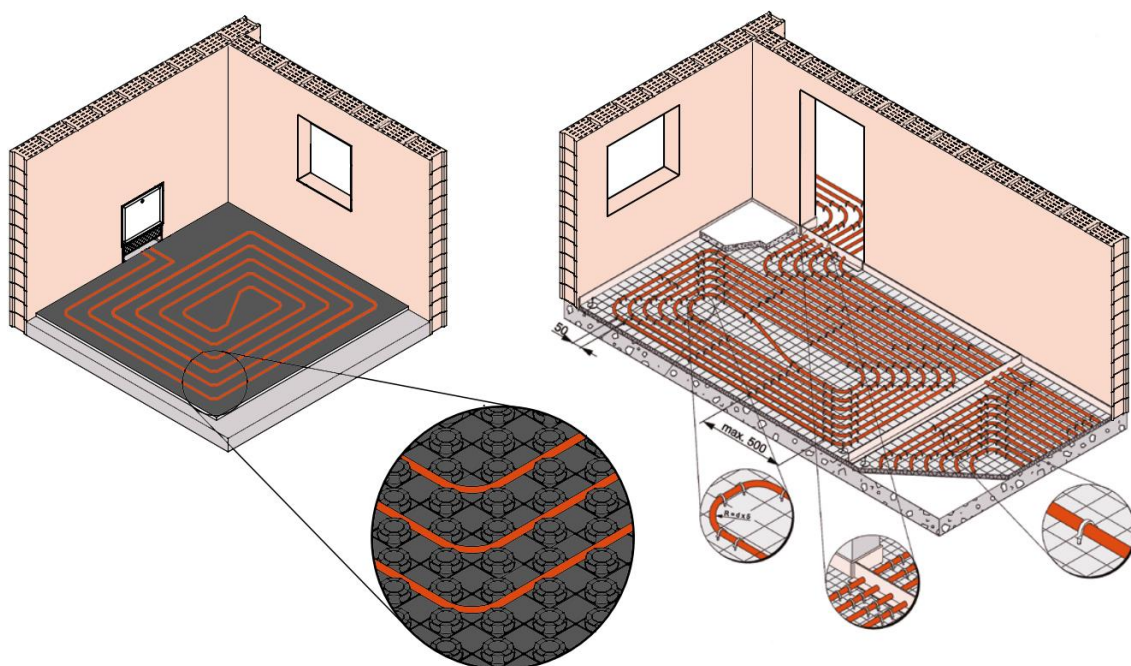
Systémové role s fólií jsou levnější variantou systémových desek. Charakteristickým prvkem je kotvení potrubí pomocí plastových spon. Role pozůstávají z polystyrenových pásů nalepených na fólii s rastrem, pro dodržení roztečí potrubí. Spony se aplikují pomocí specifického ručního montážního zařízení. Vzdálenost jednotlivých spon podél potrubí by neměla být větší než 0,5 m. Montáž vyžaduje oproti systémovým deskám více času a námahy, ve výsledku však poskytuje uživateli stejný komfort. Nevýhodou je náchylnost potrubí na mechanické poškození během stavebních prací. Výhodou jsou poměrně nízké pořizovací náklady. [4]

4.4.3. Do tepelné izolace s fólií nebo reflexní fólií

Principiálně jde o stejný způsob upevnění potrubí, jako při systémových rolích s fólií. Rozdíl je v podkladu, na který se potrubí kotví. Při této variantě není tepelná, ani zvuková izolace součástí systémového řešení. Na tepelnou izolaci se položí polyetylenová nebo hliníková fólie s rastrem, do které následně kotvíme potrubí pomocí speciálních spon. Tyto spony jsou z důvodu lepší soudržnosti jiné než u systémových rolí. [4]

4.4.4. Do montážní lišty kladené na fólii

Potrubí je uchyceno do vodících upínacích plastových lišt. Ty se ukládají s rozestupem asi 1 m a zajišťují se fixačními sponami k tepelné izolaci. Nevýhodou tohoto systému je nutnost pokládky potrubí do tvaru meandru. [3]



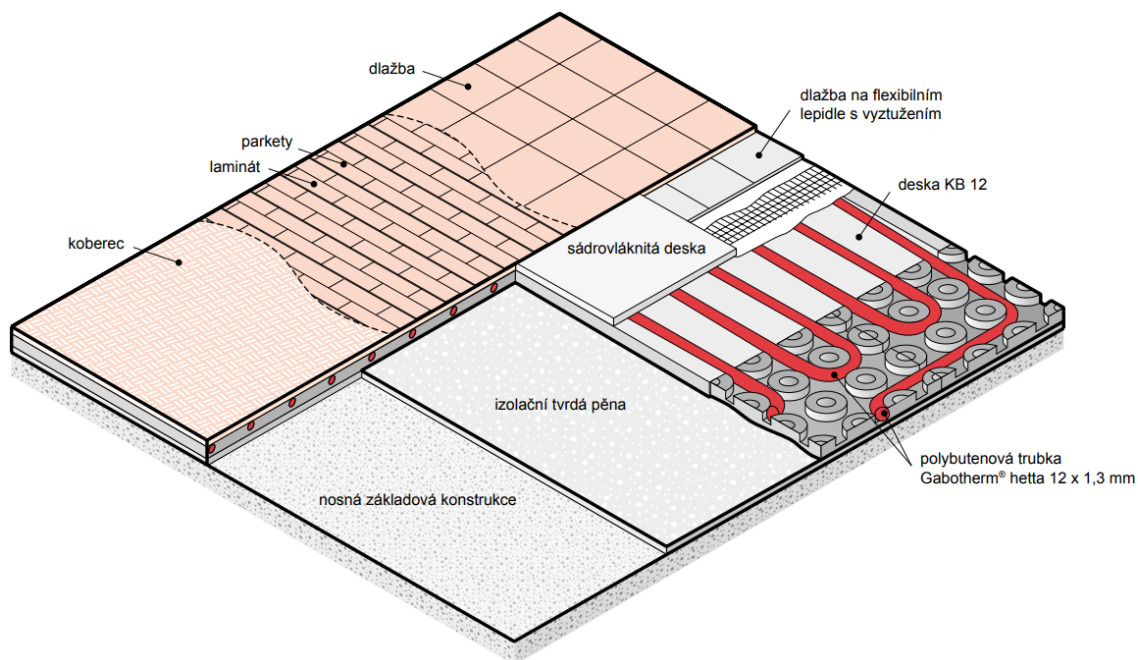
Obr. 6 Systémové desky s výstupky a systémové role s fólií, Gabotherm [4]

4.4.5. Do prvků suchých systémů podlahového vytápění

První variantou jsou desky z pěnového stabilizovaného polystyrenu o tloušťce 30 mm, z horní strany opatřeny hliníkovými plechy s vytlisovanými drážkami, do kterých se vtlačuje potrubí. Pokládka potrubí je realizována meandrovým způsobem. Hliníkový plech rozvádí teplo z otopného potrubí rovnoměrně do plochy desky. [3]

Druhou variantou jsou frézované fermacellové desky. Podle umístění v okruhu se rozdělují na přímé desky, desky s koncovými oblouky a desky přívodu. Systém umožňuje přímou pokládku dlažby přes sklotextilní výztuž na desku podlahového vytápění. K zakrytí zbylých nevytápěných ploch se používá sádrovláknitá vyrovnávací deska. V případě potřeby roznášecí vrstvy je možno využít sádrovláknitou montážní desku o síle 10 mm. Všechny vrstvy fermacellových desek je nutno vzájemně slepit podlahovým lepidlem a vzájemně spojit vruty. Při návrhu i montáži je vhodné pracovat s co nejméně průběžnými styčnými spárami desek. [4]

Nevýhodou těchto systémů je fixní rozteč v deskách, která nebývá menší než 100 mm. Rozdělovací stanice proto mají omezený počet možných okruhů podlahového vytápění. Značnou nevýhodou jsou i vysoké pořizovací náklady.



Obr. 7 Systém fermacellových desek podlahového vytápění Gabotherm [4]

4.5. Podle způsobu pokládky potrubních okruhů

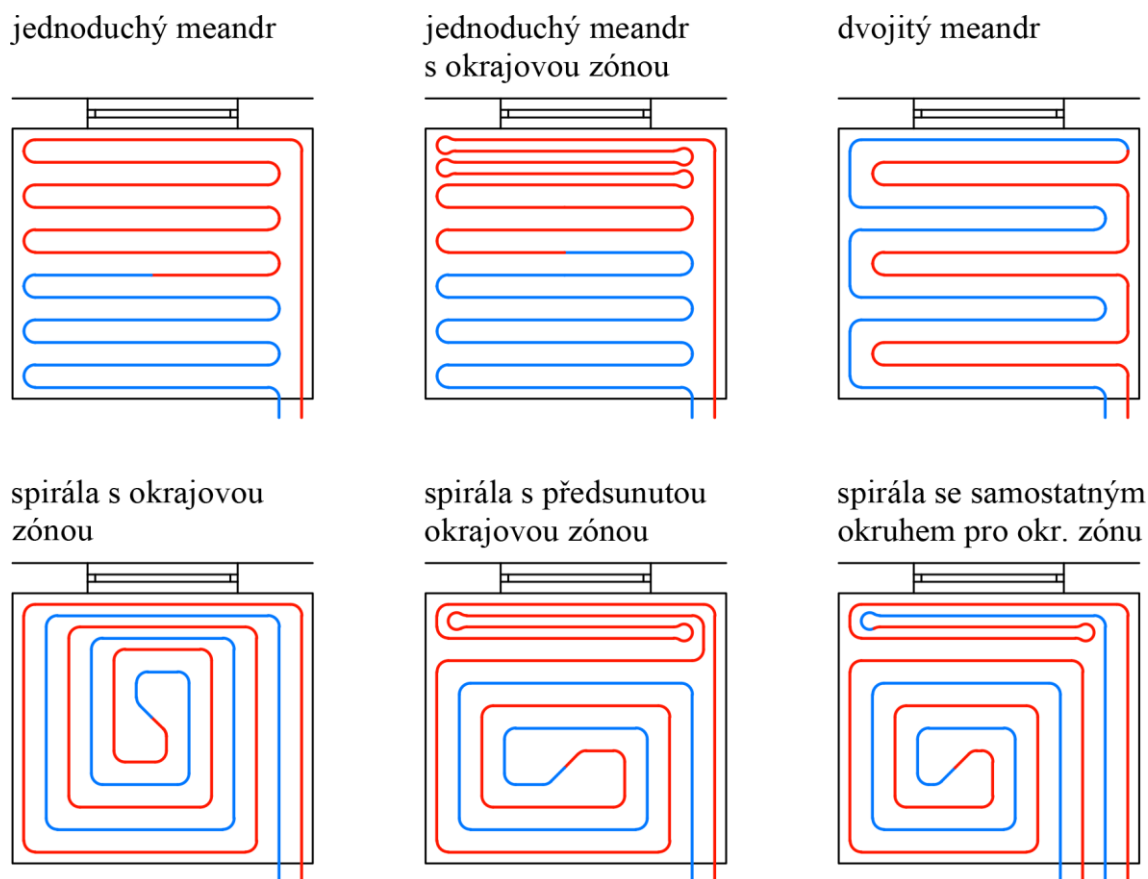
Topné okruhy lze klást do tvaru meandru nebo spirály. U ochlazovaných konstrukcí mohou být provedeny takzvané okrajové zóny, a to maximálně 1 m široké. Okrajovou zónou se myslí prostor s menší roztečí potrubí, a tudíž vyšší povrchovou teplotou podlahy. Vyšší povrchová teplota eliminuje negativní vliv ochlazovaných konstrukcí na vytváření místní tepelné nepohody. [1]

4.5.1. Meandr

Meandrový způsob kladení potrubí je jednodušší. Přívod otopné vody je veden nejdříve k ochlazované vnější stěně a pak dovnitř vytápěného prostoru. Teplota potrubí instalovaného v topném okruhu podlahového vytápění směrem k vnitřní části místnosti postupně klesá, a tím mírně klesá i povrchová teplota podlahy. Oblouky se tvarují pod úhlem 180°, což vyžaduje použití potrubí menšího průměru, například 16x2 mm nebo 17x2 mm. Tento způsob má využití primárně v budovách větších rozměrů, jako jsou například výrobní haly, nebo při systému aktivace betonového jádra. [1] [3]

4.5.2. Plošná spirála

U spirálového způsobu kladení potrubí se pravidelně střídá přívodní a vratné potrubí. Teplota nášlapné vrstvy je rovnoměrná v celé místnosti. Pokládka je šetnější z hlediska ohybových poloměrů potrubí. Tento způsob se nejvíce používá v budovách pro bydlení a v administrativních budovách. Díky dobrým tepelně technickým vlastnostem obvodových konstrukcí se okrajové zóny často navrhuje pouze v obytných místnostech a při výplních otvorů s výškou parapetu menší než 300 mm. [3]



Obr. 8 Příklady forem pokládky topných okruhů [3]

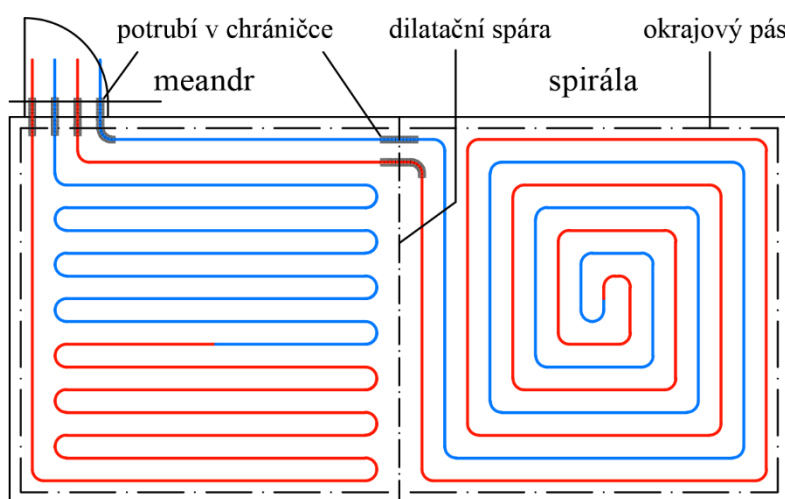
5. Dilatace

Od stěn odděluje otopnou plochu izolační pás. Ten je položen nejen podél stěn, ale i ostatních konstrukcí spojených s nosným základem a procházejících roznášecí deskou. Obvodový pás musí vést od nosného základu až k povrchu dokončené podlahy a musí umožnit pohyb roznášecí vrstvy minimálně 5 mm. Spára je tvořena vrstvou tepelněizolačního materiálu nebo přímo okrajovou dilatační páskou s polyetylenovou fólií pro překrytí systémové desky podlahového vytápění. Je-li sestava podlahového systému tvořena z desek tepelně- a zvukoizolační vrstvy s překrytím polyetylenovou fólií, musí se tato fólie přetáhnout i přes materiál vytvářející okrajovou spáru. Samotná polyetylenová fólie nemůže tvořit okrajovou spáru. Vzhledem ke své tloušťce neumožní žádný pohyb otopné desky. Okrajová spára zároveň chrání před vedením tepelného toku do obvodových stěn a zamezuje přenášení zvuku. [3]

V případě větších nebo nepravidelných ploch je nutné vytvořit spáry dilatační. Velikost a rozměry dilatačních celků jsou závislé na materiálovém složení otopné vrstvy, způsobu vyztužení, tvaru desky, technologii provádění a podlahové krytině. Topné okruhy respektují umístění dilatačních spár a velikosti dilatačních celků, spárami procházejí v obvyklých případech jen přírodní a vratná potrubí, a to v chráničkách. [3]

Plocha dilatačního celku by neměla být větší než 40 m² a poměr stran by měl být maximálně 1:2. V otopných deskách se lze setkat se spárami dilatačními, kontrakčními nebo technologickými. Dilatační spáry šířky minimálně 8 mm eliminují délkové změny v potěru. Je-li na roznášecí vrstvě tvrdá krytina, musí se dilatační spára překrývat se spárami krytiny. Kontrakční spáry pojímají pohyby vznikající smrštěním potěru v době zrání. S ohledem na umístění potrubí se do čerstvého potěru vyříznou do hloubky maximálně třetiny tloušťky desky. Po zátoku jsou zatmeleny. Podlahová krytina nad takovými spárami by měla být měkká. V neposlední řadě, je někdy u velkých ploch potřeba zřídit technologické spáry – denní (nelze zhotovit celou plochu v najednou). [3]

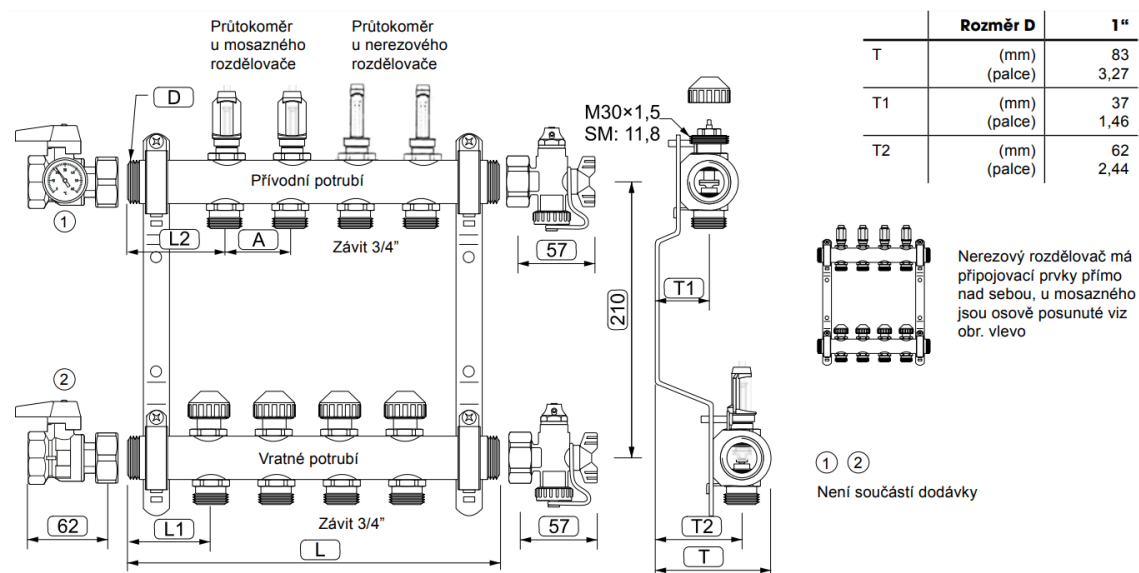
Dilatační spáry mohou být tvořeny dilatačním pásem nebo izolačním materiálem odpovídající tloušťky. Nesmí dojít k jejich překrytí souvislou vrstvou potěru neboli přebetonování. [3]



Obr. 9 Příklady pokládky potrubí [3]

6. Rozdělovací stanice

Jednotlivé topné okruhy podlahového vytápění se napojí na rozdělovací stanici. Rozdělovací stanici tvoří tělo rozdělovače a tělo sběrače, umístěny nad sebou. Nachází se v každém podlaží s podlahovým vytápěním. Ideální umístění je uprostřed dispozice podlaží, do místnosti podřadného charakteru, jako jsou například technická místnost, šatna nebo chodba. Instalují se do skříně pro rozdělovací stanici, buď-to nad nebo pod omítku. Hloubka skříně se pohybuje od 110 do 160 mm. Rozdělovač i sběrač jsou vždy vybaveny odvzdušňovací, plnicí a vypouštěcí armaturou. Na vstupu do rozdělovací stanice je před rozdělovačem i sběračem kulový kohout. Těla rozdělovací stanice se vyrábějí z mosazi nebo nerez. Nerezové rozdělovací stanice jsou odolnější vůči chemickým účinkům topné vody. Vybavení rozdělovacích stanic se u různých výrobců může lišit. V nejjednodušší formě není opatřena žádnými uzavíracími ani regulačními prvky. Takový typ stanic se používá spíše pro napojení rozvodů otopných těles. Pro podlahové vytápění se používají rozdělovací stanice s průtokoměry na rozdělovači a regulačními ventily nebo elektrotermické pohony na sběrači [3]



Materiál rozdělovače	A	L1	L2		počet okruhů	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
mosaz	55	55	80	(mm)	délka	190	245	300	355	410	465	520	575	630	685	740
nerez	50	55	55	(mm)	délka	160	210	260	310	360	410	460	510	560	610	660

Obr. 10 Rozdělovací stanice GTF-VSV 2-12 okruhů, Gabotherm [4]

7. Zkoušky podlahového vytápění

Pro zajištění správné funkcionality podlahového vytápění se provádí tlaková zkouška před zalitím roznášecí vrstvy a topná zkouška po zatuhnutí roznášecí vrstvy.

7.1. Tlaková zkouška

Před zalitím potrubí potěrem se musí ověřit těsnost topných okruhů zkouškou těsnosti neboli tlakovou zkouškou. Zkušební tlak má být dvojnásobkem pracovního tlaku, minimálně však 6 barů. Tímto přetlakem je potrubí napuštěno i po dobu provádění potěru. S pokládkou potěru se smí začít po úspěšně vykonané tlakové zkoušce. Výsledek zkoušky těsnosti se zapisuje do protokolu. [3]

7.2. Topná zkouška

Topná zkouška potěru musí proběhnout v souladu s platnou normou. Pro cementový a anhydritový potěr jsou různé časové i teplotní požadavky. Zkouška se provádí na konci zrání a tvrdnutí potěru. Principiálně je postup zkoušky následovný:

- nahřívání potěru
- postupný nárůst teploty o 3 až 5 °C denně v průběhu 5 až 8 dnů
- stabilizace teploty na maximální přípustné hodnotě bez nočního tlumení
- 3 dny snižování teploty o 10 °C denně až na minimum
- 4 až 5 dnů odstavení topení a po vychladnutí měření zbytkové vlhkosti potěru
- 7 dnů opětovný nárůst teploty o 10 °C denně na maximum a zpět na minimum [6]

8. Tepelná pohoda

Vnitřní prostředí budov neboli vnitřní mikroklima dělíme na několik základních složek: tepelně-vlhkostní, mikrobiální, ionizační, aerosolové, odérové, toxické, akustické a světelné. Na vnitřním prostředí se obecně podílejí faktory fyzikální, chemické a biologické. Je ovlivněno místem stavby, stavebním řešením domu, vlastní činností uživatelů a způsobem řešení systému technického zařízení budov. [3]

8.1. Tepelně-vlhkostní mikroklima

Základní tepelně-vlhkostní klima uvnitř budovy je ovlivněno vnějším klimatem, jehož působení upravují vlastnosti stavebních konstrukcí a vnitřní zdroje tepla a vodní páry. Toto základní vnitřní mikroklima je pak upraveno systémy vytápění, větrání, chlazení či klimatizace. Účelem je tvořit takové mikroklima, při kterém se člověk při vykonávané činnosti cítí nejlépe, tudíž se nachází ve stavu tepelné pohody. [3]

Tepelně-vlhkostní vlastnosti vnitřního mikroklimatu lze objektivně vyjádřit čtyřmi faktory, jejichž hodnoty jsou zároveň měřitelné: teplota vnitřního vzduchu, účinná teplota okolních ploch, rychlost proudění vnitřního vzduchu a vlhkost vnitřního vzduchu danou parciálním tlakem vodní páry nebo relativní vlhkostí. [3]

8.2. Teplota vnitřního vzduchu

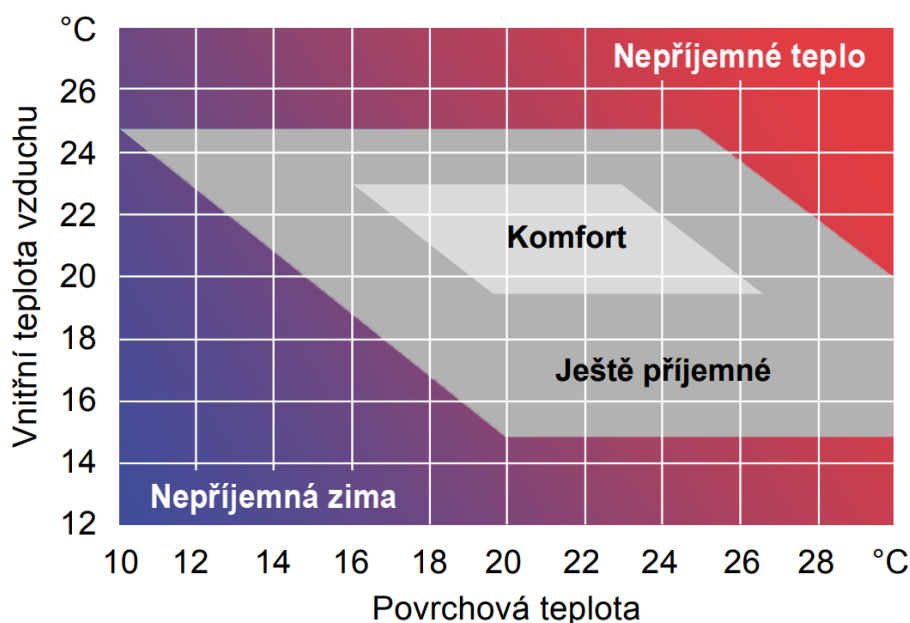
Vlastní teplota vzduchu se měří teploměrem odstíněným proti sálání okolních ploch a vlivu oslnění ve výšce jeden metr nad nášlapnou vrstvou podlahy uprostřed místnosti. Pro pobyt sedícího člověka nevykonávajícího fyzickou práci se z hygienických hledisek považuje za optimální teplota 22 °C. Teplota vzduchu může být dostačujícím měřítkem tepelného stavu prostředí pouze v případě, když je prakticky klidný vzduch a teplota okolních ploch se jen nepatrně liší od teploty vzduchu. [3]

Člověkem vnímaná teplota je takzvaná výsledná neboli globeteplota. Je to výsledná teplota zahrnující vliv teploty vzduchu i účinné teploty okolních ploch. [3]

8.3. Účinná teplota okolních ploch

Účinná teplota okolních ploch je definována jako společná teplota okolních ploch, při níž je celkový tok sáláním mezi povrchem oblečeného lidského těla a okolními plochami stejný jako ve skutečnosti. Vyjadřuje tedy sálavý účinek konstrukcí ohraničujících místnost. [3]

Jestliže klesá povrchová teplota konstrukcí ohraničujících místnost, musí se pro zachování stejné tepelné pohody současně zvyšovat teplota vzduchu a zároveň by měl být jejich součet roven 38 °C. Poměr obou teplot je samozřejmě limitován. Vyšší průměrná teplota okolních ploch při podlahovém vytápění umožňuje snížení teploty vzduchu při zachování stejného pocitu tepelné pohody, a to o 2 až 3 °C. [3]



Obr. 11 Teplotní komfort v závislosti na teplotách vzduchu a povrchu konstrukcí [4]

8.4. Nerovnoměrnost teploty vzduchu

Rozložení teploty v prostoru místnosti není stejné. Svislá nerovnoměrnost je ovlivněna výškou místnosti, nestejnoměrným ochlazováním stavebních konstrukcí a způsobem přívodu tepla. Z hlediska tepelné pohody by rozdíl teplot mezi nohama člověka a místem hlavy neměl být větší než $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ u stojící osoby a $1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ u sedící osoby. U budov s podlahovým vytápěním je rozdíl teplot vzduchu minimální a přibližuje se ideálnímu rozdělení tepla. Při vytápění konvekčními tělesy je vlivem proudění vzduchu nejvyšší teplota pod stropem místnosti a nejnižší u podlahy. Názorně to ukazuje obr. 1. [3]

8.5. Proudění vzduchu

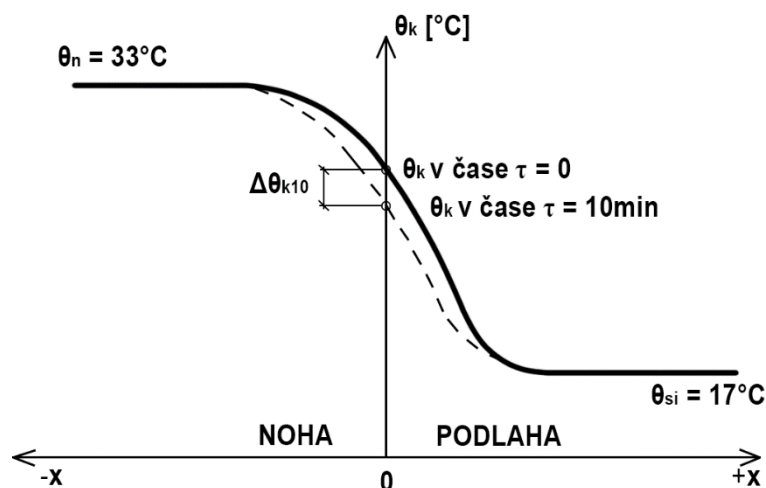
Proudění vzduchu může být zdrojem lokálního diskomfortu. Rušivě působí na člověka též změna proudění vzduchu nebo jeho přerušení. V interiérech se pohybuje rychlost proudění od $0,1$ do $0,4\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Ve starší zástavbě bývala zdrojem diskomfortu příliš vysoká průvzdušnost oken. Na druhou stranu u novostaveb s utěsněnou obálkou budovy nedochází k dostatečné výměně vzduchu přirozeným způsobem, což vede k porušení jiných složek mikroklimatu. [3]

8.6. Vlhkost vzduchu

Vlhkost vzduchu má vliv nejen na pohodlí a zdraví osob, ale taky na stavební konstrukce a výplně otvorů. Ty musejí v každém bodě v zimním období vykazovat vyšší povrchovou teplotu, než je takzvaná kritická povrchová teplota. V bodě, kde je povrchová teplota konstrukce nižší než teplota rosného bodu, dochází ke kondenzaci, zhoršení tepelně-technických vlastností konstrukcí a vzniku plísní. Relativní vlhkost vzduchu by v teplém období neměla být vyšší než 65% a v chladném období nižší než 30% . [3]

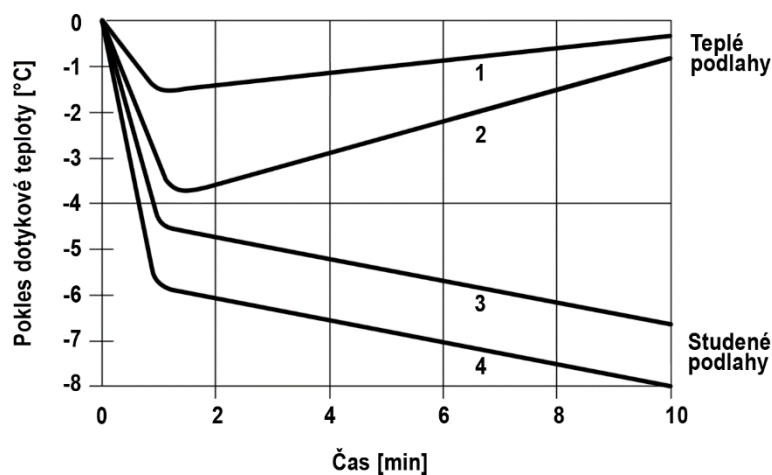
9. Posouzení podlahových konstrukcí

Pro tepelnou pohodu člověka je velmi důležitá teplota podlahy, které se dotýká chodidla. Ochlazovací účinek na plochu dotyku chodidla vyjadřuje pokles dotykové teploty. [3]



Obr. 12 Grafické znázornění kontaktu chodidla a podlahy [7]

Při ochlazování chodidel závisí nejen na teplotě podlahy, ale také na odporu krytiny.



1 – korek, 2 – dřevěná podlaha, 3 – polyvinylchlorid, 4 – betonová mazanina

Obr. 13 Pokles dotykové teploty podlahy pro různé typy krytin [7]

9.1. Tepelná jímavost

Kontaktní ochlazovací účinek podlahy na živý organismus vyjadřuje tepelná jímavost podlahy. Nejmenší jímavost mají velmi lehké materiály. Takové materiály však nesplňují jiné potřebné vlastnosti podlahy. Proto je navrhujeme jako vícevrstvou konstrukci. [3] [7]

Tepelná jímavost podlahy

$$B = B_1 [\text{W.s}^{0,5}.\text{m}^{-2}.\text{K}^{-1}]$$

kde: B_1 tepelná jímavost horního povrchu nejvýše položené vrstvy podlahy, stanovena postupným výpočtem tepelných jímavostí horních povrchů jednotlivých vrstev B_j vždy od nejnižší vrstvy k nejvyšší $[\text{W.s}^{0,5}.\text{m}^{-2}.\text{K}^{-1}]$

$$B_j = B_{mat,j} * (1 + K_j) \quad B_{mat,j} = \sqrt{\lambda_j * c_j * \rho_j}$$

kde: B_j tepelná jímavost horního povrchu vrstvy $[\text{W.s}^{0,5}.\text{m}^{-2}.\text{K}^{-1}]$
 $B_{mat,j}$ tepelná jímavost stavební látky $[\text{W.s}^{0,5}.\text{m}^{-2}.\text{K}^{-1}]$
 K_j součinitel určující změnu tepelné jímavosti na horním povrchu vrstvy oproti tepelné jímavosti materiálu [-]
 λ_j součinitel tepelné vodivosti materiálu $[\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}]$
 c_j tepelná kapacita materiálu $[\text{J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}]$
 ρ_j objemová hmotnost materiálu $[\text{kg.m}^{-3}]$

Hodnota poklesu dotykové teploty podlahy $\Delta\theta_{10}$

$$\Delta\theta_{10} = \frac{(33 - \theta_{sim}) * B}{1117 + B} [^{\circ}\text{C}]$$

kde: θ_{sim} průměrná vnitřní povrchová teplota podlahy $[^{\circ}\text{C}]$ [7]

Kategorie podlahy	$\Delta\theta_{10,N} [^{\circ}\text{C}]$
I. Velmi teplé	do 3,8
II. Teplé	do 5,5
III. Méně studené	do 6,9
IV. Studené	od 6,9

Tab. 1 Kategorie podlah z hlediska poklesu dotykové teploty podlahy [8]

Druh budovy	Účel místnosti	Kategorie podlahy	
		Požadovaná	Doporučená
Obytná budova	Dětský pokoj, ložnice	I.	-
	Obývací pokoj, kuchyň, pracovna	II.	I.
	Koupelna, toaleta	III.	II.
	Předsín před vstupem do bytu	IV.	III.

Tab. 2 Kategorie podlah, požadované a doporučené hodnoty v obytných budovách [8]

10. Výkon podlahového vytápění

Výkon podlahového vytápění musí pokrýt tepelnou ztrátu místnosti. Pokud tomu tak není, navrhuje se doplňkové otopné těleso. Podlahové vytápění se nedává pod pevně zabudované zařizovací předměty ani pod kuchyňské linky. Při návrhu je nutné zohlednit, že plocha zakrytá nábytkem dosedajícím celou plochou na podlahovou krytinu má nulový tepelný výkon a plocha zakrytá nábytkem na nízkých nožkách má výkon třetinový. [3]

10.1. Celkový součinitel přestupu tepla

Celkový součinitel přestupu tepla na povrchu otopné plochy se počítá jako součet součinitele přestupu tepla sáláním a součinitele přestupu tepla konvekcí, při známé střední povrchové teplotě podlahy a střední povrchové teplotě ostatních konstrukcí.

$$\alpha_p = \alpha_s + \alpha_k = C * \frac{(273 + t_p)^4 - (273 + t_c)^4}{10^8 * (t_p - t_c)} + 2 * (t_p - t_i)^{0,33} [\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}]$$

kde: α_s součinitel přestupu tepla sáláním [$\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$]
 α_k součinitel přestupu tepla konvekcí [$\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$]
 C součinitel sálání podlahy [$\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-4}$]
 t_p střední povrchová teplota otopné plochy [$^{\circ}\text{C}$]
 t_c střední povrchová teplota ostatních konstrukcí [$^{\circ}\text{C}$]
 t_i výpočtová teplota na vytápěné straně konstrukce [$^{\circ}\text{C}$] [3]

10.2. Tepelná prostupnost podlahové konstrukce

Směrem nahoru

$$\Lambda_a = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_p} + \sum_1^n \left(\frac{d_n}{\lambda_n} \right)} [\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}]$$

Směrem dolů

$$\Lambda_b = \frac{1}{\frac{1}{\alpha'_p} + \sum_1^n \left(\frac{d_n}{\lambda_n} \right)} [\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}]$$

Směrem dolů do přilehlé zeminy

$$\Lambda_b = \frac{1}{R_z + \sum_1^n \left(\frac{d_n}{\lambda_n} \right)} [\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}]$$

kde: α'_p součinitel přestupu tepla na dolní straně konstrukce [$\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$]
 λ_n součinitel tepelné vodivosti jedné vrstvy [$\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$]
 d_n tloušťka jedné vrstvy [m]
 R_z tepelný odpor zeminy [$\text{m}^2.\text{K}.\text{W}^{-1}$] [9]

10.3. Charakteristické číslo podlahy

Fyzikálním základem je otopná deska s vloženým potrubím za předpokladu vedení tepla všemi směry od válcového zdroje. Otopnou desku z hlediska sdílení tepla charakterizuje podle Kollmara součinitel m neboli charakteristické číslo podlahy. [3]

$$m = \sqrt{\frac{2 * (\lambda_a + \lambda_b)}{\pi^2 * \lambda * d}} \text{ [m}^{-1}\text{]}$$

kde: λ součinitel tepelné vodivosti vrstvy, do níž je uloženo potrubí [$\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$]
 d vnější profil potrubí [m]

Vzdálenost krajního potrubí od okraje otopné plochy

$$r = \frac{2,3}{m} \text{ [m]}$$

[9]

10.4. Střední povrchová teplota podlahy

Normové maximální povrchové teploty u podlah s vytápěním jsou stanoveny hodnotou: 29 °C pro obytné prostory a 35 °C pro okrajové zóny. Z hygienických a fyziologických hledisek lze maximální teploty povrchů podlah s vytápěním upřesnit hodnotami:

- 26 až 27 °C pro místnosti a pracovní prostory, kde osoby převážně stojí
- 28 až 29 °C pro ostatní obytné místnosti nebo prostory pro administrativu
- 30 °C pro chodby, předsíně a galerie
- 33 °C pro koupelny, toalety a kryté bazény
- 35 °C pro okrajové zóny

[3]

Za předpokladu, že po obou stranách konstrukce je stejná výpočtová teplota

$$t_p = \frac{\lambda_a}{\alpha_p} * (t_m - t_i) * \frac{t_{gh}(m * l/2)}{m * l/2} + t_i \text{ [}^\circ\text{C]}$$

kde: t_m střední teplota otopné vody [$^\circ\text{C}$]
 l rozteč potrubí [m]

[9]

10.5. Hustota tepelného toku

Známe-li množství tepla, které chceme systémem podlahového vytápění dodat do místnosti, a půdorysnou plochu podlahového vytápění, můžeme si stanovit požadovanou hustotu tepelného toku neboli měrného tepelného výkonu směrem nahoru. Konstrukce podlah nejsou dokonalé a vzniká v nich i tepelný tok směrem dolů. Nejčastěji se požaduje, aby hustota tepelného toku směrem dolů nebyla větší než 10 % hustoty tepelného toku směrem do vytápěného prostoru. [3]

Směrem nahoru

$$q = \alpha_p * (t_p - t_i) [\text{W.m}^{-2}]$$

Směrem dolů, při stejných výpočtových teplotách po stranách konstrukce

$$q' = \Lambda_b * \frac{\alpha'_p}{\Lambda_a} (t_p - t_i) [\text{W.m}^{-2}]$$

Směrem dolů, při různých výpočtových teplotách po stranách konstrukce

$$q' = \Lambda_b * \frac{\alpha'_p}{\Lambda_a} (t_p - t_i) + \Lambda_b * (t_i - t'_i) [\text{W.m}^{-2}]$$

Směrem dolů, do přilehlé zeminy

$$q' = \Lambda_b * (t_p - t_z) [\text{W.m}^{-2}]$$

kde: t_z teplota přilehlé zeminy [°C]

t'_i výpočtová teplota na nevytápěné straně konstrukce [°C] [9]

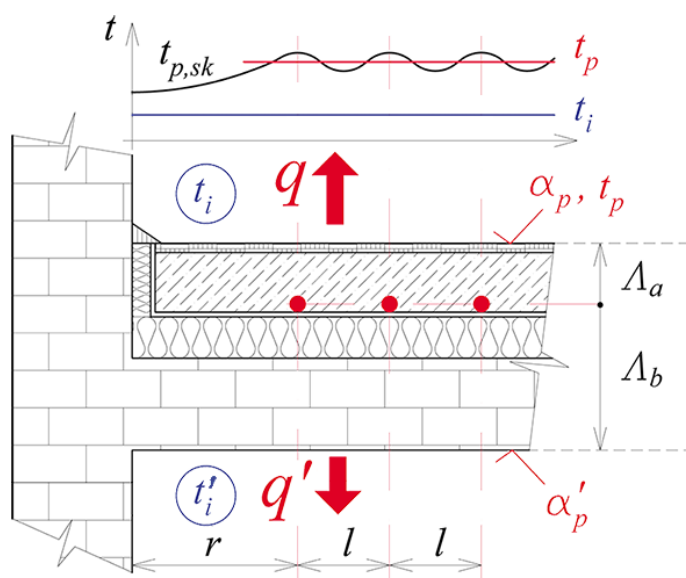
10.6. Tepelný výkon otopné plochy

$$Q_p = A_p * q [\text{W}]$$

kde: A_p účinná plocha podlahového vytápění [m²] [3]

10.7. Tepelný příkon otopné plochy

$$Q_{pc} = A_p * (q + q') [\text{W}] [3]$$



Obr. 14 Schéma podlahové otopné plochy [9]

11. Závěr

Velkoplošné sálavé vytápění se stalo standardem při novostavbách budov pro bydlení a administrativu. Vytápění plochou s nízkými teplotami, které jsou blízko teplotám prostoru, zajišťuje výrazně lepší hygienické podmínky. Mírně temperovaný povrch nezpůsobuje výrazné konvekční proudění vzduchu a brání tvorbě vlhkých míst a plísni. Je ideálním otopným systémem i z hlediska estetického a dispozičního, protože instalovaný systém nezabírá žádný užitný prostor a umožňuje volnost umístění nábytku.

Díky nižším teplotám otopné vody jsou vhodné pro nízkoteplotní zdroje tepla, jako jsou například tepelná čerpadla nebo bivalentní solární systémy. Oproti konvekčním otopným systémům mají výrazně nižší spotřebu energie pro vytápění. Z těchto důvodů jsou výhodné i z hlediska ekonomického a ekologického.

B. VÝPOČTOVÁ ČÁST

1. Analýza objektu

Tato práce řeší novostavbu budovy pro komerční, gastronomické, společenské a ubytovací účely. Jedná se o dvoupodlažní nepodsklepenou budovu s plochou střechou a celkovou zastavěnou plochou 1128,23 m². Budova se nachází v Moravskoslezském kraji ve městě Ostrava, na ulici Paskovská v nadmořské výšce 237,45 metrů nad mořem. Výpočtová venkovní teplota v zimním období je -15 °C.

Konstrukční systém budovy je smíšený. Hlavní nosnou konstrukcí je prefabrikovaný železobetonový skelet v kombinaci s keramickými broušenými cihlami HELUZ. Vodorovnou nosnou konstrukci tvoří prefabrikovaný železobetonový strop z panelů SPIROLL. Obvodový plášť budovy je zateplen pomocí fasádních polystyrenových desek ISOVER EPS 70F. Vnitřní dělicí konstrukce jsou zhotoveny z keramických broušených cihel HELUZ. Výplně otvorů tvoří plastová okna a dveře s izolačním trojsklem.

Větrání společenských prostor zajišťuje velká vzduchotechnická jednotka. Restaurace s kuchyní má vlastní vzduchotechnickou jednotku. Obě jednotky jsou vybaveny systémem pro zpětné získávání tepla. Ubytovací zařízení je uvažováno s přirozeným větráním. Obchodní jednotky mají každá vlastní podstropní rekuperační jednotku.

V prvním nadzemním podlaží se nachází restaurace s kuchyní, obchodní jednotka a společenské prostory se zázemím. Ty tvoří sál, salónek, šatny a umývárny. Dále je zde i hygienické zařízení pro hosty restaurace.

Druhé nadzemní podlaží tvoří dvě obchodní jednotky, ubytovací zařízení se zázemím, bar, galerie sálu a technické zázemí budovy.

Budova je vytápěna teplovodním systémem podlahového vytápění. Přípravu teplé užitkové vody zajišťuje stacionární zásobník. Zdrojem tepla jsou dva plynové závěsné kondenzační kotle zapojené v kaskádovém provedení.

2. Součinitel prostupu tepla

Součinitel prostupu tepla udává množství tepla, které projde plochou 1m^2 konstrukce, při rozdílu teplot prostředí před a za konstrukcí 1 K . Pro jeho výpočet je potřeba znát skladbu konstrukce, tloušťku a součinitele tepelné vodivosti jednotlivých vrstev a umístění konstrukce v budově, pro stanovení součinitelů přestupu tepla. [2]

Tepelný odpor jedné vrstvy konstrukce

$$R_i = \frac{d_i}{\lambda_i} [\text{m}^2.\text{K}.\text{W}^{-1}]$$

kde: d_i tloušťka vrstvy v konstrukci [m]
 λ_i součinitel tepelné vodivosti materiálu vrstvy [$\text{W}.\text{m}^{-1}.\text{K}^{-1}$]

Tepelný odpor konstrukce

$$R = \sum_1^n \frac{d_i}{\lambda_i} [\text{m}^2.\text{K}.\text{W}^{-1}]$$

Součinitel prostupu tepla konstrukcí

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \sum_1^n \frac{d_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_e}} = \frac{1}{R_{si} + \sum_1^n \frac{d_i}{\lambda_i} + R_{se}} = \frac{1}{R_T} [\text{W}.\text{m}^{-2}.\text{K}^{-1}]$$

kde: α_i součinitel přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce [$\text{W}.\text{m}^{-2}.\text{K}^{-1}$]
 α_e součinitel přestupu tepla na vnější straně konstrukce [$\text{W}.\text{m}^{-2}.\text{K}^{-1}$]
 R_{si} tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce [$\text{m}^2.\text{K}.\text{W}^{-1}$]
 R_{se} tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce [$\text{m}^2.\text{K}.\text{W}^{-1}$]
 R_T celkový tepelný odpor konstrukce při prostupu tepla [$\text{m}^2.\text{K}.\text{W}^{-1}$]

[3]

2.1. Výpočet součinitele prostupu tepla stavebních konstrukcí

2.1.1. Svislé konstrukce

STN-1 Vnější stěna obvodová - 440 mm				
Interiér	Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce, $R_{si} = 0,13 \text{ [m}^2\text{K/W]}$			
Č.v.	Název materiálu	$d_i \text{ [m]}$	$\lambda_i \text{ [W/mK]}$	$R_i \text{ [m}^2\text{K/W]}$
1	Vápenocementová omítka	0,015	0,990	0,015
2	HELUZ UNI 30 broušená	0,300	0,175	1,714
3	Lepicí malta	0,002	0,220	0,009
4	ISOVER EPS 70 F	0,120	0,039	3,077
5	Perlitová omítka	0,005	0,051	0,098
Exteriér	Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce, $R_{se} = 0,04 \text{ [m}^2\text{K/W]}$			
Celkový tepelný odpor konstrukce R_T		5,083	$\text{[m}^2\text{K/W]}$	
Součinitel prostupu tepla konstrukcí U		0,197	$\text{[W/m}^2\text{K]}$	Posouzení:
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla $U_{N,20}$		0,300	$\text{[W/m}^2\text{K]}$	Vyhovuje
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla $U_{rec,20}$		0,200	$\text{[W/m}^2\text{K]}$	Vyhovuje

STN-2 Vnitřní stěna dělicí - 205 mm				
Interiér	Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce, $R_{si} = 0,13 \text{ [m}^2\text{K/W]}$			
Č.v.	Název materiálu	$d_i \text{ [m]}$	$\lambda_i \text{ [W/mK]}$	$R_i \text{ [m}^2\text{K/W]}$
1	Vápenocementová omítka	0,015	0,990	0,015
2	HELUZ AKU Z 17,5	0,175	0,288	0,608
3	Vápenocementová omítka	0,015	0,990	0,015
Exteriér	Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce, $R_{se} = 0,13 \text{ [m}^2\text{K/W]}$			
Celkový tepelný odpor konstrukce R_T		0,898	$\text{[m}^2\text{K/W]}$	
Součinitel prostupu tepla konstrukcí U		1,114	$\text{[W/m}^2\text{K]}$	Posouzení:
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla $U_{N,20}$		2,700	$\text{[W/m}^2\text{K]}$	Vyhovuje
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla $U_{rec,20}$		1,800	$\text{[W/m}^2\text{K]}$	Vyhovuje

STN-3 Vnitřní stěna dělicí - 170 mm				
Interiér	Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce, $R_{si} = 0,13 \text{ [m}^2\text{K/W]}$			
Č.v.	Název materiálu	$d_i \text{ [m]}$	$\lambda_i \text{ [W/mK]}$	$R_i \text{ [m}^2\text{K/W]}$
1	Vápenocementová omítka	0,015	0,990	0,015
2	HELUZ 14 broušená	0,140	0,268	0,522
3	Vápenocementová omítka	0,015	0,990	0,015
Exteriér	Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce, $R_{se} = 0,13 \text{ [m}^2\text{K/W]}$			
Celkový tepelný odpor konstrukce R_T		0,812	$\text{[m}^2\text{K/W]}$	
Součinitel prostupu tepla konstrukcí U		1,231	$\text{[W/m}^2\text{K]}$	Posouzení:
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla $U_{N,20}$		2,700	$\text{[W/m}^2\text{K]}$	Vyhovuje
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla $U_{rec,20}$		1,800	$\text{[W/m}^2\text{K]}$	Vyhovuje

2.1.2. Vodorovné konstrukce

STR-1 Střešní plášť				
Interiér	Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce, $R_{si} = 0,10 \text{ [m}^2\text{K/W]}$			
Č.v.	Název materiálu	$d_i \text{ [m]}$	$\lambda_i \text{ [W/mK]}$	$R_i \text{ [m}^2\text{K/W]}$
1	Vápenocementová omítka	0,015	0,990	0,015
2	Panely SPIROLL	0,200	1,053	0,190
3	Penetrace	-	-	-
4	Parozábrana z SBS mod. asf. pásu	0,004	0,210	0,019
5	Minerální vlna ve spádu 240 až 540 mm	0,240	0,043	5,581
6	Geotextílie	-	-	-
7	Hydroizolační fólie z měkčeného PVC	0,002	0,160	0,013
Exteriér	Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce, $R_{se} = 0,04 \text{ [m}^2\text{K/W]}$			
Celkový tepelný odpor konstrukce R_T		5,958	$\text{[m}^2\text{K/W]}$	
Součinitel prostupu tepla konstrukcí U		0,168	$\text{[W/m}^2\text{K]}$	Posouzení:
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla $U_{N,20}$		0,240	$\text{[W/m}^2\text{K]}$	Vyhovuje
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla $U_{rec,20}$		0,160	$\text{[W/m}^2\text{K]}$	Nevyhovuje

STR-2 Strop nad 1.NP – Keramická dlažba				
Interiér	Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce, $R_{si} = 0,17 \text{ [m}^2\text{K/W]}$			
Č.v.	Název materiálu	$d_i \text{ [m]}$	$\lambda_i \text{ [W/mK]}$	$R_i \text{ [m}^2\text{K/W]}$
1	Keramická dlažba	0,010	1,010	0,010
2	Lepicí tmel	0,005	0,990	0,005
3	Penetrační nátěr	-	-	-
4	Litý potěr CEMFLOW	0,055	1,160	0,047
5	Systémová deska podlahového vytápění	0,030	0,040	0,750
6	Panely SPIROLL	0,250	1,087	0,230
Exteriér	Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce, $R_{se} = 0,17 \text{ [m}^2\text{K/W]}$			
Celkový tepelný odpor konstrukce R_T		1,382	$\text{[m}^2\text{K/W]}$	
Součinitel prostupu tepla konstrukcí U		0,721	$\text{[W/m}^2\text{K]}$	Posouzení:
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla $U_{N,20}$		2,200	$\text{[W/m}^2\text{K]}$	Vyhovuje
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla $U_{rec,20}$		1,450	$\text{[W/m}^2\text{K]}$	Vyhovuje

STR-3 Strop nad 1.NP – PVC				
Interiér	Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce, $R_{si} = 0,17 \text{ [m}^2\text{K/W]}$			
Č.v.	Název materiálu	$d_i \text{ [m]}$	$\lambda_i \text{ [W/mK]}$	$R_i \text{ [m}^2\text{K/W]}$
1	PVC krytina	0,005	0,230	0,022
2	Mirelon	0,005	0,046	0,109
3	Vyrovnávací stěrka	0,002	1,200	0,002
4	Litý potěr CEMFLOW	0,055	1,160	0,047
5	Systémová deska podlahového vytápění	0,030	0,040	0,750
6	Panely SPIROLL	0,250	1,087	0,230
Exteriér	Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce, $R_{se} = 0,17 \text{ [m}^2\text{K/W]}$			
Celkový tepelný odpor konstrukce R_T		1,500	$\text{[m}^2\text{K/W]}$	
Součinitel prostupu tepla konstrukcí U		0,667	$\text{[W/m}^2\text{K]}$	Posouzení:
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla $U_{N,20}$		2,200	$\text{[W/m}^2\text{K]}$	Vyhovuje
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla $U_{rec,20}$		1,450	$\text{[W/m}^2\text{K]}$	Vyhovuje

PDL-1 Podlaha na zemině – Keramická dlažba				
Interiér	Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce, $R_{si} = 0,17 \text{ [m}^2\text{K/W]}$			
Č.v.	Název materiálu	$d_i \text{ [m]}$	$\lambda_i \text{ [W/mK]}$	$R_i \text{ [m}^2\text{K/W]}$
1	Keramická dlažba	0,010	1,010	0,010
2	Lepicí tmel	0,005	0,990	0,005
3	Penetrační nátěr	-	-	-
4	Litý potěr CEMFLOW	0,055	1,160	0,047
5	Systémová deska podlahového vytápění	0,030	0,040	0,750
6	EPS 150	0,150	0,037	4,054
7	Hydroizolace z SBS mod. asf. pásů	0,007	0,210	0,033
Exteriér	Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce, $R_{se} = 0,00 \text{ [m}^2\text{K/W]}$			
Celkový tepelný odpor konstrukce R_T		5,069	$\text{[m}^2\text{K/W]}$	
Součinitel prostupu tepla konstrukcí U		0,197	$\text{[W/m}^2\text{K]}$	Posouzení:
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla $U_{N,20}$		0,450	$\text{[W/m}^2\text{K]}$	Vyhovuje
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla $U_{rec,20}$		0,300	$\text{[W/m}^2\text{K]}$	Vyhovuje

PDL-2 Podlaha na zemině – PVC				
Interiér	Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce, $R_{si} = 0,17 \text{ [m}^2\text{K/W]}$			
Č.v.	Název materiálu	$d_i \text{ [m]}$	$\lambda_i \text{ [W/mK]}$	$R_i \text{ [m}^2\text{K/W]}$
1	PVC krytina	0,005	0,230	0,022
2	Mirelon	0,005	0,046	0,109
3	Vyrovnávací stěrka	0,002	1,200	0,002
4	Litý potěr CEMFLOW	0,055	1,160	0,047
5	Systémová deska podlahového vytápění	0,030	0,040	0,750
6	EPS 150	0,150	0,037	4,054
7	Hydroizolace z SBS mod. asf. pásů	0,007	0,210	0,033
Exteriér	Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce, $R_{se} = 0,00 \text{ [m}^2\text{K/W]}$			
Celkový tepelný odpor konstrukce R_T		5,187	$\text{[m}^2\text{K/W]}$	
Součinitel prostupu tepla konstrukcí U		0,193	$\text{[W/m}^2\text{K]}$	Posouzení:
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla $U_{N,20}$		0,450	$\text{[W/m}^2\text{K]}$	Vyhovuje
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla $U_{rec,20}$		0,300	$\text{[W/m}^2\text{K]}$	Vyhovuje

2.1.3. Výplně otvorů

$U_g = 0,76 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U_f = 1,00 \text{ W/m}^2\text{K}$	$\Psi_g = 0,032 \text{ W/mK}$	$U_{N,20} = 1,50 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U_{N20, \text{rec}} = 1,20 \text{ W/m}^2\text{K}$
------------------------------------	------------------------------------	-------------------------------	---	--

Ozn.	Rozměry	A_g	A_f	l_g	U	Posouzení
	[š/v, mm]	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² K]	
O-1	2300/1500	3,01	0,44	9,90	0,882	Vyhovuje
O-2	2100/1500	2,73	0,42	9,50	0,889	Vyhovuje
O-3	4100/2500	9,24	1,01	26,90	0,868	Vyhovuje
O-4	4100/2500	9,05	1,20	34,20	0,895	Vyhovuje
O-5	5600/2500	12,72	1,28	34,60	0,861	Vyhovuje
O-6	4100/2400	8,86	0,99	26,10	0,869	Vyhovuje
O-7	5600/2400	12,19	1,25	33,60	0,862	Vyhovuje
O-8	3600/2400	7,71	0,94	25,10	0,879	Vyhovuje
D-1	1000/2500	2,12	0,39	8,30	0,903	Vyhovuje
D-2	1250/2500	2,70	0,42	9,30	0,888	Vyhovuje
D-3	3600/2500	7,99	1,01	27,70	0,885	Vyhovuje
D-4	2300/2500	5,17	0,58	13,50	0,859	Vyhovuje
D-5	1250/2400	2,53	0,47	11,40	0,919	Vyhovuje
D-6	-	-	-	-	2,00	Vyhovuje

2.2. Posouzení průměrného součinitele prostupu tepla budovy

PODROBNÝ PROTOKOL K VÝPOČTU U_{em}

Základní informace o hodnocené budově

Identifikační údaje budovy	
Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ):	Ostrava, Paskovská , 720 00
Katastrální území:	
Parcelní číslo:	
Datum uvedení budovy do provozu (nebo předpokládané datum uvedení do provozu):	1.9.2022
Vlastník nebo stavebník:	
Adresa:	
IČ:	
Tel./e-mail:	/

Návrhové teploty		
Parametr	jednotky	hodnota
Venkovní návrhová teplota v zimním období v místě stavby θ_e	[°C]	-15
Z1 - Prostory s $t_i=15^{\circ}\text{C}$	[°C]	

Podíl prosklených ploch		
Parametr	jednotky	hodnota
A_{w_i} : Výplně + prosklené části LOP k exteriéru se sklonem $\pm 30^{\circ}$ od svislé roviny	[m ²]	258,1
A_F : A_{w_i} + konstrukce k exteriéru se sklonem $\pm 30^{\circ}$ od svislé roviny	[m ²]	1 106,1
Poměr: A_{w_i}/A_F	[%]	23,3

Geometrické charakteristiky budovy		
Parametr	jednotky	hodnota
Objem budovy V (objem částí budovy s upravovaným vnitřním prostředím vymezený vnějšími povrchy konstrukcí obálky budovy)	[m ³]	8 796,3
Celková plocha obálky budovy A (součet vnějších ploch konstrukcí ohraničujících objem budovy V)	[m ²]	3 354,8
Objemový faktor tvaru budovy A/V	[m ² /m ³]	0,38
Celková energeticky vztažná plocha budovy A_e	[m ²]	2 241,1

Měrná tepelná ztráta a součinitel prostupu tepla

Konstrukce obálky budovy (ZÓNA Z1)	Referenční budova $\theta_i = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$				Hodnocená budova $\theta_i = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$			
	Plocha A [m²]	Součinitel prostupu tepla U_R [W/(m²K)]	Redukční činitel b [-]	Měrná ztráta prostupem tepla H_T [W/K]	Plocha A [m²]	Součinitel prostupu tepla U [W/(m²K)]	Redukční činitel b [-]	Měrná ztráta prostupem tepla H_T [W/K]
VYP-1 1-EXT Výplně otvorů-J	85,5	1,82	1,00	155,54	85,5	0,90	1,00	76,91
STN-2 1-EXT STN-1-J	203,0	0,39	1,00	78,16	203,0	0,20	1,00	39,99
STR-5 1-EXT STR-1	1 128,2	0,28	1,00	315,90	1 128,2	0,17	1,00	189,54
VYP-6 1-EXT Výplně otvorů-V	45,2	1,82	1,00	82,32	45,2	0,90	1,00	40,71
VYP-7 1-EXT Výplně otvorů-Z	127,4	1,82	1,00	231,87	127,4	0,90	1,00	114,66
STN-8 1-EXT STN-1-S	288,5	0,39	1,00	111,07	288,5	0,20	1,00	56,83
STN-9 1-EXT STN-1-V	195,8	0,39	1,00	75,37	195,8	0,20	1,00	38,57
STN-10 1-EXT STN-1-Z	160,7	0,39	1,00	61,87	160,7	0,20	1,00	31,66
Přirážky na tepelné vazby	$\Delta U_{em} = 0,014$ [W/(m²K)] $\Delta U_{em} = 0,014 \cdot 2$ 234,3		1,00	31,28	$\Delta U_{em} = 0,020$ [W/(m²K)] $\Delta U_{em} = 0,020 \cdot 2$ 234,3		1,00	44,69
PDL(z)-3 1-ZEM PDL-1	797,3	0,56	0,58	356,86	797,3	0,20	0,78	166,95
PDL(z)-4 1-ZEM PDL-2	323,3	0,56			323,3	0,19		
Přirážky na tepelné vazby	$\Delta U_{em} = 0,014$ [W/(m²K)] $\Delta U_{em} = 0,014 \cdot 1$ 120,6			15,69	$\Delta U_{em} = 0,020$ [W/(m²K)] $\Delta U_{em} = 0,020 \cdot 1$ 120,6			22,41
Celkem bez vlivu ΔU_{em}	3 354,8	-	-	1 468,95	3 354,8	-	-	755,82
tepelné vazby ²⁾	$\Sigma \Delta U_{em}$			46,97	$\Sigma \Delta U_{em}$			67,10
celková měrná tepelná ztráta prostupem tepla	-	-	-	1 515,92	-	-	-	822,92

¹⁾ Hodnota referenčního součinitele prostupu tepla U_R těchto konstrukcí byla zastropena maximální hodnotou $U_{R,max}$ v důsledku podílu zasklení obvodového pláště hodnocené budovy více jak 40%.

²⁾ V případě referenční budovy je vliv tepelných vazeb u obalových konstrukcí stanoven přírážkou $f_R \cdot 0,02 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

³⁾ V případě, že vnitřní návrhová teplota zóny Θ_i je mimo interval $18^\circ\text{C} \leq \Theta_{im} \leq 22^\circ\text{C}$, přenásobí se (kromě činitelem f_R dle typu referenční budovy) součinitel prostupu tepla konstrukce $U_{N,20}$ i činitelem $e=16/ABS(\Theta_i - 4)$. Současně platí, že $e_{MAX}=1,75$ a $e_{MIN}=0,75$ z důvodu generování reálných referenčních hodnot pro referenční budovu. V případě, že vnitřní návrhová teplota zóny Θ_i je v intervalu $18^\circ\text{C} \leq \Theta_{im} \leq 22^\circ\text{C}$ je činitel $e=1,00$. V případě, že u konstrukce byl zvolen normový požadavek na součinitel prostupu tepla $U_{N,20}$ „z temperovaného prostoru do exteriéru“ nebo „z temperovaného prostoru k nevytápěnému prostoru“, přenásobení požadovaného součinitele prostupu tepla $U_{N,20}$ činitelem „e“ se neprovádí, resp. $e=1,00$. Stejně tak se požadavek nepřepočítává ($e=1,00$), pokud u konstrukce byl zvolen normový požadavek na součinitel prostupu tepla na konstrukci $U_{N,20}$ „stěna/strop mezi prostory s rozdílem do 10°C , resp. do 5°C “. Tento požadavek také není závislý na výši teploty v posuzované zóně, pouze na rozdílu teplot mezi prostory.

⁴⁾ Plocha a měrná ztráta nebo měrný zisk této vnitřní dělicí konstrukce se nezahrnují dle vyhlášky o ENB do výpočtu průměrného součinitele prostupu tepla budovy.

⁵⁾ Plocha a měrný zisk této konstrukce k sousední budově/prostoru se nezahrnují dle vyhlášky o ENB do výpočtu průměrného součinitele prostupu tepla budovy (platí pro konstrukce s $H_T \leq 0,00 \text{ W/K}$).

⁶⁾ Minimální referenční měrná tepelná ztráta konstrukcí přilehlých k zemině byla omezena dle podmínky vyhlášky o ENB: $H_{T,R,min} = \Sigma (A \cdot U_R \cdot (\Theta_i - 5) / (\Theta_i - \Theta_e))$.

⁷⁾ Konstrukce s adiabatickou okrajovou podmínkou se nezapočítává do výpočtu průměrného součinitele prostupu tepla.

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy

Zóna / budova	$U_{em,Z,R}$	$U_{em,Z}$	Poměr $U_{em}/U_{em,R}$
	$\text{W/(m}^2\text{K)}$	$\text{W/(m}^2\text{K)}$	
Z1 - Prostory s $t_i=15^\circ\text{C}$	0,452	0,245	54,29 %
budova celkem	0,452	0,245	54,29 %
budova splňuje požadavek $U_{em,R}$ vybrané referenční budovy:			ANO

Budova	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy		
	$U_{em,R,class}$	U_{em}	Klasifikační třída
	$\text{W/(m}^2\text{K)}$	$\text{W/(m}^2\text{K)}$	
Budova celkem	0,452	0,245	A

Klasifikační třídy	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy	Slovní vyjádření klasifikační třídy
A	$U_{em} \leq 0,70 \cdot U_{em,R,class}$	mimořádně úsporná
B	$0,70 \cdot U_{em,R,class} < U_{em} \leq 0,90 \cdot U_{em,R,class}$	velmi úsporná
C	$0,90 \cdot U_{em,R,class} < U_{em} \leq 1,20 \cdot U_{em,R,class}$	úsporná
D	$1,20 \cdot U_{em,R,class} < U_{em} \leq 1,70 \cdot U_{em,R,class}$	méně úsporná
E	$1,70 \cdot U_{em,R,class} < U_{em} \leq 2,30 \cdot U_{em,R,class}$	nehospodárná
F	$2,30 \cdot U_{em,R,class} < U_{em} \leq 2,90 \cdot U_{em,R,class}$	velmi nehospodárná
G	$U_{em} > 2,90 \cdot U_{em,R,class}$	mimořádně nehospodárná

KLASIFIKACE PRŮMĚRNÉHO SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA OBÁLKY BUDOVY

Typ budovy:	Budova pro kulturu	Hodnocení obálky budovy	
Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ):	Paskovská 720 00, Ostrava		
Katastrální území:			
Parcelní číslo:			
Celková podlahová plocha $A_c = 2241,1 \text{ [m}^2\text{]}$		hodnocená	doporučení
mimořádně úsporná mimořádně ne hospodárná		0,245	
KLASIFIKACE		A	-
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy $U_{em} \text{ [W/(m}^2\text{K)] } U_{em} = H_t / A$		0,245	-
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy $U_{em,R,class}$ $\text{W/(m}^2\text{.K)}$ typu referenční budovy určené vyhláškou o ENB pro klasifikaci.		0,452	-
Platnost štítku do (datum):	25.5.2032 (nebo do změny obálky budovy)		
Jméno a příjmení:			

3. Výpočet tepelných ztrát

Pro návrh otopných ploch je potřebný přesný výpočet tepelných ztrát, který stanoví tepelnou ztrátu, nebo zisk každé jednotlivé místnosti v budově a jejich součtem pak celkovou tepelnou ztrátu budovy. [2]

Měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí

$$H_{T,ie} = \sum A_k * U_{kc} * e_k \text{ [W.K}^{-1}\text{]}$$

- kde: A_k plocha konstrukce [m^2]
 U_{kc} opravený součinitel prostupu tepla zahrnující lineární tepelné mosty
 $U_{kc} = U_k + \Delta U_{tb}$ [$\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$]
 U_k součinitel prostupu tepla konstrukce [$\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$]
 ΔU_{tb} korekční součinitel [$\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$]
 e_k korekční součinitel pro klimatické podmínky [-]

Měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou

$$H_{T,ij} = \sum f_{ij} * A_k * U_{kc} \text{ [W.K}^{-1}\text{]}$$

- kde: f_{ij} činitel teplotní redukce zahrnující rozdíl mezi teplotou přilehlého prostoru a venkovní výpočtovou teplotou $f_{ij} = (\theta_{int,i} - \theta_{int,j}) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$ [-]
 $\theta_{int,i}$ výpočtová vnitřní teplota místnosti [$^{\circ}\text{C}$]
 $\theta_{int,j}$ výpočtová vnitřní teplota přilehlé místnosti [$^{\circ}\text{C}$]
 θ_e výpočtová venkovní teplota v zimním období [$^{\circ}\text{C}$]

Měrná tepelná ztráta do zeminy

$$H_{T,ig} = f_{g1} * f_{g2} * \left(\sum A_k * U_{equiv,k} \right) * G_w \text{ [W.K}^{-1}\text{]}$$

- kde: f_{g1} opravný součinitel uvažující vliv roční změny venkovní teploty (1,45) [-]
 f_{g2} opravný teplotní součinitel zahrnující rozdíl mezi roční průměrnou venkovní teplotou a výpočtovou venkovní teplotou
 $f_{g2} = (\theta_{int,i} - \theta_{m,e}) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$ [-]
 $U_{equiv,k}$ ekvivalentní součinitel prostupu tepla konstrukce v styku se zeminou [-]
 G_w opravný součinitel vlivu spodní vody [-]
 $\theta_{m,e}$ průměrná teplota v otopném období [$^{\circ}\text{C}$]

Tepelná ztráta prostupem

$$\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,ij} + H_{T,ig}) * (\theta_{int,i} - \theta_e) \text{ [W]}$$

Tepelná ztráta infilrací

$$\Phi_{V,inf,i} = \frac{\rho * c}{3600} * 2 * V_{m,i} * n_{50} * e_i * \varepsilon_i * (\theta_{int,i} - \theta_e) [W]$$

- kde: $V_{m,i}$ objem místnosti [m^3]
 n_{50} intenzita výměny vzduchu jako výsledek rozdílu tlaku mezi vnitřním a venkovním prostředím 50 Pa. [-]
 e_i stínící součinitel [-]
 ε_i korekční součinitel na výšku od úrovně terénu [-]
 ρ měrná hmotnost vzduchu [$kg \cdot m^{-3}$]
 c měrná tepelná kapacita vzduchu [$J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$]

Tepelná ztráta minimálního objemového toku

z hygienických důvodů

$$\Phi_{V,min,i} = \frac{\rho * c}{3600} * n_{min} * V_{m,i} * (\theta_{int,i} - \theta_e) [m^3 \cdot h^{-1}]$$

- kde: n_{min} nejmenší intenzita výměny vzduchu [h^{-1}]

Tepelná ztráta nuceným větráním

$$\Phi_{V,n,i} = \frac{\rho * c}{3600} * V_{n,i} * (\theta_{int,i} - \theta_{n,i}) [W]$$

- kde: $V_{n,i}$ objemový tok vzduchu nuceného větrání [$m^3 \cdot h^{-1}$]
 $\theta_{n,i}$ teplota přiváděného vzduchu [-]

Tepelná ztráta větráním v místnosti s přirozeným větráním

$$\Phi_{V,i} = \max\{\Phi_{V,inf,i}, \Phi_{V,min,i}\} [W]$$

Tepelná ztráta větráním v místnosti s větracím systémem

$$\Phi_{V,i} = \Phi_{V,inf,i} + \Phi_{V,n,i} [W]$$

Potřebný tepelný výkon místnosti

$$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} [W]$$

[3]

3.1. Výpočet potřebného tepelného výkonu jednotlivých místností

Místnosti č. 101+201 – Vstup se schodištěm

Měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU_{tb}	U_{kc}	e_k	$H_{T,ie,k}$
STN-1	Vnější stěna 440 mm	27,89	0,197	0,02	0,217	1,00	6,05
D-3	Dveře 3600/2500 mm	9,00	0,885	0,00	0,885	1,00	7,97
O-8	Okno 3600/2400 mm	8,64	0,879	0,00	0,879	1,00	7,59
STR-1	Střešní plášť	36,83	0,168	0,02	0,188	1,00	6,92
Celková měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							28,53

Měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou							
Ozn.	Popis	A_k	U_{kc}	$\theta_{int,j}$	f_{ij}	$H_{T,ij,k}$	
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	144,60	1,251	20	-0,17	-30,75	
D-2	Vnitřní výplně otvorů	46,55	2,00	20	-0,17	-15,83	
STR-2	Strop nad 1.NP – KD	16,96	0,741	20	-0,17	-21,36	
Celková měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou $H_{T,ij}$							-67,94

Měrná tepelná ztráta do zeminy						
Ozn.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w
PDL-1	Podlaha na zemině – KD	53,80	0,139	1,45	0,37	1,00
Celková měrná tepelná ztráta do zeminy $H_{T,ig}$						4,01

Tepelná ztráta prostupem				
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$\Sigma H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$
15	-15	30	-35,4	-1062 W

Tepelná ztráta infiltrací				
$V_{m,i}$	n_{50}	e_i	ε_i	$\Phi_{V,inf,i}$
220	1	0,03	1	133 W

Tepelná ztráta nuceným větráním				
$V_{n,i}$	$\theta_{int,i}$	$\theta_{n,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_{n,i}$	$\Phi_{V,n,i}$
110	15	17	-2	-75 W

Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$	58 W
--------------------------------------	-------------

Potřebný tepelný výkon místnosti Φ_i	-1004 W
---	----------------

Místnost č. 102 – Restaurace

Měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU_{tb}	U_{kc}	e_k	$H_{T,ie,k}$
STN-1	Vnější stěna 440 mm	31,98	0,197	0,02	0,217	1,00	6,94
O-3	Okno 4100/2500 mm	10,25	0,868	0,00	0,868	1,00	8,90
O-4	Okno 4100/2500 mm	10,25	0,895	0,00	0,895	1,00	9,17
O-5	Okno 5600/2500 mm	28,00	0,861	0,00	0,861	1,00	24,11
Celková měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							49,12

Měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou						
Ozn.	Popis	A_k	U_{kc}	$\theta_{int,i}$	f_{ij}	$H_{T,ij,k}$
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	42,97	1,251	15	0,14	7,53
D-6	Vnitřní výplně otvorů	15,31	2,000	15	0,14	4,29
Celková měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou $H_{T,ij}$						11,82

Měrná tepelná ztráta do zeminy						
Ozn.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w
PDL-1	Podlaha na zemině – KD	115,71	0,139	1,45	0,46	1,00
Celková měrná tepelná ztráta do zeminy $H_{T,ig}$						10,73

Tepelná ztráta prostupem				
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$\Sigma H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$
20	-15	35	71,67	2508 W

Tepelná ztráta infiltrací				
$V_{m,i}$	n_{50}	e_i	ε_i	$\Phi_{V,inf,i}$
293	1	0,03	1	207 W

Tepelná ztráta nuceným větráním				
$V_{n,i}$	$\theta_{int,i}$	$\theta_{n,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_{n,i}$	$\Phi_{V,n,i}$
600	20	17	3	612 W

Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$	819 W
--------------------------------------	--------------

Potřebný tepelný výkon místnosti Φ_i	3327 W
---	---------------

Místnost č. 103 – Sklad zahradního nábytku

Měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU_{tb}	U_{kc}	e_k	$H_{T,ie,k}$
STN-1	Vnější stěna 440 mm	7,31	0,197	0,02	0,217	1,00	1,59
D-1	Dveře 1000/2500 mm	2,5	0,903	0,00	0,903	1,00	2,26
Celková měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							3,85

Měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou						
Ozn.	Popis	A_k	U_{kc}	$\theta_{int,i}$	f_{ij}	$H_{T,ij,k}$
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	55,90	1,251	20	-0,17	-11,89
D-6	Vnitřní výplně otvorů	1,82	2,00	20	-0,17	-0,62
STR-2	Strop nad 1.NP – KD	17,16	0,741	20	-0,17	-2,16
Celková měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou $H_{T,ij}$						-14,67

Měrná tepelná ztráta do zeminy						
Ozn.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w
PDL-1	Podlaha na zemině – KD	17,16	0,139	1,45	0,37	1,00
Celková měrná tepelná ztráta do zeminy $H_{T,ig}$						1,28

Tepelná ztráta prostupem				
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$\Sigma H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$
15	-15	30	-9,54	-286 W

Tepelná ztráta infiltrací				
$V_{m,i}$	n_{50}	e_i	ε_i	$\Phi_{V,inf,i}$
41	1	0,02	1	17 W

Tepelná ztráta nuceným větráním				
$V_{n,i}$	$\theta_{int,i}$	$\theta_{n,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_{n,i}$	$\Phi_{V,n,i}$
20	15	20	-5	-34 W

Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$	-17 W
--------------------------------------	-------

Potřebný tepelný výkon místnosti Φ_i	-303 W
---	--------

Místnost č. 104 – Kuchyně

Měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU_{tb}	U_{kc}	e_k	$H_{T,ie,k}$
STN-1	Vnější stěna 440 mm	16,65	0,197	0,02	0,217	1,00	3,61
O-2	Okno 2100/1500 mm	3,15	0,899	0,00	0,899	1,00	2,83
Celková měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							6,44

Měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou						
Ozn.	Popis	A_k	U_{kc}	$\theta_{int,i}$	f_{ij}	$H_{T,ij,k}$
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	41,73	1,251	15	0,14	7,31
D-6	Vnitřní výplně otvorů	2,02	2,000	15	0,14	0,57
Celková měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou $H_{T,ij}$						7,88

Měrná tepelná ztráta do zeminy						
Ozn.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w
PDL-1	Podlaha na zemině – KD	59,92	0,139	1,45	0,46	1,00
Celková měrná tepelná ztráta do zeminy $H_{T,ig}$						5,56

Tepelná ztráta prostupem				
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$\Sigma H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$
20	-15	35	19,88	696 W

Tepelná ztráta infiltrací				
$V_{m,i}$	n_{50}	e_i	ϵ_i	$\Phi_{V,inf,i}$
148	1	0,02	1	70 W

Tepelná ztráta nuceným větráním				
$V_{n,i}$	$\theta_{int,i}$	$\theta_{n,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_{n,i}$	$\Phi_{V,n,i}$
900	20	17	3	918 W

Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$	988 W
--------------------------------------	--------------

Potřebný tepelný výkon místnosti Φ_i	1684 W
---	---------------

Místnost č. 105 – Sklad kuchyně

Měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou						
Ozn.	Popis	A_k	U_{ke}	$\theta_{int,i}$	f_{ij}	$H_{T,ij,k}$
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	37,57	1,251	20	-0,17	-7,99
D-6	Vnitřní výplně otvorů	2,02	2,000	20	-0,17	-0,69
STR-2	Strop nad 1.NP – KD	8,30	0,741	24	-0,30	-1,85
STR-3	Strop nad 1.NP – PVC	2,50	0,687	20	-0,17	-0,29
Celková měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou $H_{T,ij}$						-10,82

Měrná tepelná ztráta do zeminy						
Ozn.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w
PDL-1	Podlaha na zemině	10,8	0,139	1,45	0,37	1,00
Celková měrná tepelná ztráta do zeminy $H_{T,ig}$						0,81

Tepelná ztráta prostupem				
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$\Sigma H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$
15	-15	30	-10,01	-300 W

Tepelná ztráta nuceným větráním				
$V_{n,i}$	$\theta_{int,i}$	$\theta_{n,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_{n,i}$	$\Phi_{V,n,i}$
50	15	20	-5	-85 W

Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$	-85 W
--------------------------------------	-------

Potřebný tepelný výkon místnosti Φ_i	-385 W
---	--------

Místnost č. 106 – Chodba

Měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU_{tb}	U_{ke}	e_k	$H_{T,ie,k}$
STN-1	Vnější stěna 440 mm	2,61	0,197	0,02	0,217	1,00	0,57
D-2	Dveře 1250/2500 mm	3,13	0,888	0,00	0,888	1,00	2,78
Celková měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							3,35

Měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou						
Ozn.	Popis	A_k	U_{ke}	$\theta_{int,j}$	f_{ij}	$H_{T,ij,k}$
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	28,41	1,251	20	-0,17	-6,04
D-6	Vnitřní výplně otvorů	2,02	2,000	20	-0,17	-0,69
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	20,32	1,251	22	-0,23	-5,85
D-6	Vnitřní výplně otvorů	3,64	2,000	22	-0,23	-1,67
STR-2	Strop nad 1.NP – KD	2,05	0,741	24	-0,30	0,46
STR-3	Strop nad 1.NP – PVC	11,9	0,687	20	-0,17	-1,39
Celková měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou $H_{T,ij}$						-16,10

Měrná tepelná ztráta do zeminy						
Ozn.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w
PDL-1	Podlaha na zemině	13,95	0,139	1,45	0,37	1,00
Celková měrná tepelná ztráta do zeminy $H_{T,ig}$						1,04

Tepelná ztráta prostupem				
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$\Sigma H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$
15	-15	30	-11,71	-351 W

Tepelná ztráta infiltrací				
$V_{m,i}$	n_{50}	e_i	ε_i	$\Phi_{V,inf,i}$
32	1	0,02	1	13 W

Tepelná ztráta nuceným větráním				
$V_{n,i}$	$\theta_{int,i}$	$\theta_{n,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_{n,i}$	$\Phi_{V,n,i}$
50	15	17	-2	-34 W

Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$	-21 W
--------------------------------------	--------------

Potřebný tepelný výkon místnosti Φ_i	-372 W
---	---------------

Místnost č. 107 – Šatna Ženy

Měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou						
Ozn.	Popis	A_k	U_{ke}	$\theta_{int,i}$	f_{ij}	$H_{T,ij,k}$
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	9,47	1,251	15	0,19	2,25
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	12,58	1,251	20	0,05	0,79
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	9,67	1,251	24	-0,05	-0,60
D-6	Vnitřní výplně otvorů	1,82	2,000	15	0,19	0,69
D-6	Vnitřní výplně otvorů	1,62	2,000	24	-0,05	-0,16
STR-2	Strop nad 1.NP – KD	5,25	0,741	24	-0,05	-0,19
STR-3	Strop nad 1.NP – PVC	5,12	0,687	20	0,05	0,18
Celková měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou $H_{T,ij}$						2,96

Měrná tepelná ztráta do zeminy						
Ozn.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w
PDL-1	Podlaha na zemině – KD	10,37	0,139	1,45	0,49	1,00
Celková měrná tepelná ztráta do zeminy $H_{T,ig}$						1,02

Tepelná ztráta prostupem				
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$\Sigma H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$
22	-15	37	3,98	147 W

Tepelná ztráta nuceným větráním				
$V_{n,i}$	$\theta_{int,i}$	$\theta_{n,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_{n,i}$	$\Phi_{V,n,i}$
150	22	17	5	255 W

Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$	255 W
--------------------------------------	--------------

Potřebný tepelný výkon místnosti Φ_i	402 W
---	--------------

Místnost č. 108 – Koupelna s WC Ženy

Měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou						
Ozn.	Popis	A_k	U_{ke}	$\theta_{int,i}$	f_{ij}	$H_{T,ij,k}$
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	20,35	1,251	20	0,10	2,55
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	9,67	1,251	22	0,05	0,60
D-6	Vnitřní výplně otvorů	1,62	2,000	22	0,05	0,16
STR-3	Strop nad 1.NP – PVC	2,24	0,687	20	0,10	0,15
Celková měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou $H_{T,ij}$						3,46

Měrná tepelná ztráta do zeminy						
Ozn.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w
PDL-1	Podlaha na zemině – KD	7,47	0,139	1,45	0,51	1,00
Celková měrná tepelná ztráta do zeminy $H_{T,ig}$						0,77

Tepelná ztráta prostupem				
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$\Sigma H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$
24	-15	39	4,23	165 W

Tepelná ztráta nuceným větráním				
$V_{n,i}$	$\theta_{int,i}$	$\theta_{n,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_{n,i}$	$\Phi_{V,n,i}$
150	24	22	2	102 W

Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$	102 W
--------------------------------------	--------------

Potřebný tepelný výkon místnosti Φ_i	267 W
---	--------------

Místnost č. 109 – Šatna Muži

Měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU_{tb}	U_{kc}	e_k	$H_{T,ie,k}$
STN-1	Vnější stěna 440 mm	9,43	0,197	0,02	0,217	1,00	2,05
O-2	Okno 2100/1500 mm	3,15	0,899	0,00	0,899	1,00	2,83
Celková měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							4,88

Měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou							
Ozn.	Popis	A_k	U_{kc}	$\theta_{int,i}$	f_{ij}	$H_{T,ij,k}$	
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	10,85	1,251	15	0,19	2,58	
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	11,06	1,251	24	-0,05	-0,69	
D-6	Vnitřní výplň otvorů	1,82	2,000	15	0,19	0,69	
D-6	Vnitřní výplň otvorů	1,62	2,000	24	-0,05	-0,16	
STR-3	Strop nad 1.NP – PVC	11,65	0,687	20	0,05	0,40	
Celková měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou $H_{T,ij}$							2,82

Měrná tepelná ztráta do zeminy							
Ozn.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	
PDL-1	Podlaha na zemině – KD	11,65	0,139	1,45	0,49	1,00	
Celková měrná tepelná ztráta do zeminy $H_{T,ig}$							1,15

Tepelná ztráta prostupem					
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$\Sigma H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$	
22	-15	37	8,86	328 W	

Tepelná ztráta infiltrací				
$V_{m,i}$	n_{50}	e_i	ϵ_i	$\Phi_{V,inf,i}$
25	1	0,02	1	13 W

Tepelná ztráta nuceným větráním				
$V_{n,i}$	$\theta_{int,i}$	$\theta_{n,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_{n,i}$	$\Phi_{V,n,i}$
150	22	17	5	255 W

Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$	268 W
--------------------------------------	--------------

Potřebný tepelný výkon místnosti Φ_i	596 W
---	--------------

Místnost č. 110 – Koupelna s WC Muži

Měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU_{tb}	U_{kc}	e_k	$H_{T,ie,k}$
STN-1	Vnější stěna 440 mm	5,92	0,197	0,02	0,217	1,00	1,28
O-2	Okno 2100/1500 mm	3,15	0,899	0,00	0,899	1,00	2,83
Celková měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							4,11

Měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou						
Ozn.	Popis	A_k	U_{kc}	$\theta_{int,i}$	f_{ij}	$H_{T,ij,k}$
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	12,67	1,251	20	0,10	1,59
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	11,05	1,251	22	0,05	0,69
D-6	Vnitřní výplně otvorů	1,62	2,000	22	0,05	0,16
STR-3	Strop nad 1.NP – PVC	8,39	0,687	20	0,10	0,58
Celková měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou $H_{T,ij}$						3,02

Měrná tepelná ztráta do zeminy						
Ozn.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w
PDL-1	Podlaha na zemině – KD	8,39	0,139	1,45	0,51	1,00
Celková měrná tepelná ztráta do zeminy $H_{T,ig}$						0,86

Tepelná ztráta prostupem				
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$\Sigma H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$
24	-15	39	7,99	312 W

Tepelná ztráta infiltrací				
$V_{m,i}$	n_{50}	e_i	ε_i	$\Phi_{V,inf,i}$
17	1	0,02	1	9 W

Tepelná ztráta nuceným větráním				
$V_{n,i}$	$\theta_{int,i}$	$\theta_{n,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_{n,i}$	$\Phi_{V,n,i}$
150	24	22	2	102 W

Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$	111 W
--------------------------------------	--------------

Potřebný tepelný výkon místnosti Φ_i	423 W
---	--------------

Místnost č. 111 – WC Ženy

Měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU_{tb}	U_{kc}	e_k	$H_{T,ie,k}$
STN-1	Vnější stěna 440 mm	6,01	0,197	0,02	0,217	1,00	1,30
D-1	Dveře 1000/2500 mm	2,5	0,903	0,00	0,903	1,00	2,26
Celková měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							3,56

Měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou						
Ozn.	Popis	A_k	U_{kc}	$\theta_{int,j}$	f_{ij}	$H_{T,ij,k}$
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	8,51	1,251	15	0,14	1,49
Celková měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou $H_{T,ij}$						1,49

Měrná tepelná ztráta do zeminy						
Ozn.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w
PDL-1	Podlaha na zemině – KD	8,68	0,139	1,45	0,46	1,00
Celková měrná tepelná ztráta do zeminy $H_{T,ig}$						0,80

Tepelná ztráta prostupem				
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$\Sigma H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$
20	-15	35	5,85	205 W

Tepelná ztráta infiltrací				
$V_{m,i}$	n_{50}	e_i	ε_i	$\Phi_{V,inf,i}$
18	1	0,02	1	9 W

Tepelná ztráta nuceným větráním				
$V_{n,i}$	$\theta_{int,i}$	$\theta_{n,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_{n,i}$	$\Phi_{V,n,i}$
135	20	17	3	138 W

Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$	147 W
--------------------------------------	--------------

Potřebný tepelný výkon místnosti Φ_i	352 W
---	--------------

Místnost č. 112 – WC Muži

Měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU_{tb}	U_{kc}	e_k	$H_{T,ie,k}$
STN-1	Vnější stěna 440 mm	9,16	0,197	0,02	0,217	1,00	1,99
D-1	Dveře 1000/2500 mm	2,5	0,903	0,00	0,903	1,00	2,26
Celková měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							4,25

Měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou						
Ozn.	Popis	A_k	U_{kc}	$\theta_{int,j}$	f_{ij}	$H_{T,ij,k}$
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	25,62	1,251	15	0,14	4,49
Celková měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou $H_{T,ij}$						4,49

Měrná tepelná ztráta do zeminy						
Ozn.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w
PDL-1	Podlaha na zemině – KD	11,89	0,139	1,45	0,46	1,00
Celková měrná tepelná ztráta do zeminy $H_{T,ig}$						1,10

Tepelná ztráta prostupem				
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$\Sigma H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$
20	-15	35	9,84	344 W

Tepelná ztráta infiltrací				
$V_{m,i}$	n_{50}	e_i	ε_i	$\Phi_{V,inf,i}$
25	1	0,02	1	12 W

Tepelná ztráta nuceným větráním				
$V_{n,i}$	$\theta_{int,i}$	$\theta_{n,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_{n,i}$	$\Phi_{V,n,i}$
135	20	17	3	138 W

Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$	150 W
--------------------------------------	--------------

Potřebný tepelný výkon místnosti Φ_i	494 W
---	--------------

Místnost č. 113 – Chodba

Měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou						
Ozn.	Popis	A_k	U_{ke}	$\theta_{int,i}$	f_{ij}	$H_{T,ij,k}$
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	24,98	1,251	15	0,14	4,37
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	24,24	1,251	22	-0,06	-1,82
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	12,03	1,251	24	-0,11	-1,67
D-6	Vnitřní výplně otvorů	10,60	2,000	15	0,14	2,97
Celková měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou $H_{T,ij}$						3,85

Měrná tepelná ztráta do zeminy						
Ozn.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w
PDL-1	Podlaha na zemině – KD	48,71	0,139	1,45	0,46	1,00
Celková měrná tepelná ztráta do zeminy $H_{T,ig}$						4,52

Tepelná ztráta prostupem				
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$\Sigma H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$
20	-15	35	8,37	293 W

Tepelná ztráta nuceným větráním				
$V_{n,i}$	$\theta_{int,i}$	$\theta_{n,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_{n,i}$	$\Phi_{V,n,i}$
400	20	17	3	408 W

Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$	408 W
--------------------------------------	--------------

Potřebný tepelný výkon místnosti Φ_i	701 W
---	--------------

Místnost č. 114 – Šatna

Měrná tepelná ztráta do zeminy						
Ozn.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w
PDL-1	Podlaha na zemině – KD	22,73	0,139	1,45	0,46	1,00
Celková měrná tepelná ztráta do zeminy $H_{T,ig}$						2,11

Tepelná ztráta prostupem				
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$\Sigma H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$
20	-15	35	2,11	74 W

Tepelná ztráta nuceným větráním				
$V_{n,i}$	$\theta_{int,i}$	$\theta_{n,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_{n,i}$	$\Phi_{V,n,i}$
60	20	20	0	0 W

Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$	0 W
--------------------------------------	------------

Potřebný tepelný výkon místnosti Φ_i	74 W
---	-------------

Místnost č. 115 – Chodba

Měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou						
Ozn.	Popis	A_k	U_{ke}	$\theta_{int,i}$	f_{ij}	$H_{T,ij,k}$
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	23,88	1,251	15	0,14	4,18
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	12,58	1,251	22	-0,06	-0,94
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	20,35	1,251	24	-0,11	-2,80
D-6	Vnitřní výplně otvorů	2,02	2,000	15	0,14	0,57
Celková měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou $H_{T,ij}$						1,01

Měrná tepelná ztráta do zeminy						
Ozn.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w
PDL-1	Podlaha na zemině – KD	52,13	0,139	1,45	0,46	1,00
Celková měrná tepelná ztráta do zeminy $H_{T,ig}$						4,83

Tepelná ztráta prostupem				
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$\Sigma H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$
20	-15	35	5,84	204 W

Potřebný tepelný výkon místnosti Φ_i	204 W
---	--------------

Místnost č. 116 – Salónek

Měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU_{tb}	U_{kc}	e_k	$H_{T,ie,k}$
STN-1	Vnější stěna 440 mm	45,24	0,197	0,02	0,217	1,00	9,82
O-2	Okno 2100/1500 mm	6,3	0,899	0,00	0,899	1,00	5,66
D-2	Dveře 1250/2500	3,13	0,888	0,00	0,888	1,00	2,78
Celková měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							18,26

Měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou						
Ozn.	Popis	A_k	U_{kc}	$\theta_{int,j}$	f_{ij}	$H_{T,ij,k}$
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	23,96	1,251	24	-0,11	-3,30
STR-2	Strop nad 1.NP – KD	5,78	0,741	15	0,14	0,60
STR-2	Strop nad 1.NP – KD	5,97	0,741	24	-0,11	-0,49
Celková měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou $H_{T,ij}$						-3,19

Měrná tepelná ztráta do zeminy						
Ozn.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w
PDL-1	Podlaha na zemině – KD	53,99	0,139	1,45	0,46	1,00
Celková měrná tepelná ztráta do zeminy $H_{T,ig}$						5,01

Tepelná ztráta prostupem				
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$\Sigma H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$
20	-15	35	20,08	703 W

Tepelná ztráta infiltrací				
$V_{m,i}$	n_{50}	e_i	ε_i	$\Phi_{V,inf,i}$
124	1	0,03	1	89 W

Tepelná ztráta nuceným větráním				
$V_{n,i}$	$\theta_{int,i}$	$\theta_{n,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_{n,i}$	$\Phi_{V,n,i}$
250	20	17	3	255 W

Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$	344 W
--------------------------------------	--------------

Potřebný tepelný výkon místnosti Φ_i	1047 W
---	---------------

Místnost č. 117+231 – Sál s jevištěm a galerií

Měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU_{tb}	U_{kc}	e_k	$H_{T,ie,k}$
STN-1	Vnější stěna 440 mm	258,61	0,197	0,02	0,217	1,00	56,12
O-1	Okno 2300/1500 mm	27,6	0,882	0,00	0,882	1,00	24,34
D-4	Dveře 2300/2500 mm	11,5	0,859	0,00	0,859	1,00	9,88
STR-1	Střešní plášť	345,58	0,168	0,02	0,188	1,00	64,97
Celková měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							155,31

Měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou						
Ozn.	Popis	A_k	U_{kc}	$\theta_{int,i}$	f_{ij}	$H_{T,ij,k}$
STN-2	Vnitřní stěna 205 mm	34,41	1,114	15	0,14	5,37
STN-2	Vnitřní stěna 205 mm	20,54	1,114	22	-0,06	-1,37
STN-2	Vnitřní stěna 205 mm	8,51	1,114	24	-0,11	-1,04
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	26,35	1,251	15	0,14	4,61
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	12,40	1,251	22	-0,06	-0,93
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	5,64	1,251	24	-0,11	-0,78
D-6	Vnitřní výplně otvorů	2,42	2,000	15	0,14	0,68
Celková měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou $H_{T,ij}$						6,54

Měrná tepelná ztráta do zeminy						
Ozn.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w
PDL-2	Podlaha na zemině – PVC	345,58	0,139	1,45	0,46	1,00
Celková měrná tepelná ztráta do zeminy $H_{T,ig}$						32,04

Tepelná ztráta prostupem				
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$\Sigma H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$
20	-15	35	193,89	6786 W

Tepelná ztráta infiltrací				
$V_{m,i}$	n_{50}	e_i	ε_i	$\Phi_{V,inf,i}$
1900	1	0,03	1	1357 W

Tepelná ztráta nuceným větráním				
$V_{n,i}$	$\theta_{int,i}$	$\theta_{n,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_{n,i}$	$\Phi_{V,n,i}$
2850	20	17	3	2907 W

Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$	4264 W
--------------------------------------	---------------

Potřebný tepelný výkon místnosti Φ_i	11050 W
---	----------------

Místnost č. 118 – Chodba

Měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou						
Ozn.	Popis	A_k	U_{kc}	$\theta_{int,i}$	f_{ij}	$H_{T,ij,k}$
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	25,96	1,251	22	-0,06	-1,95
D-6	Vnitřní výplně otvorů	3,64	2,000	22	-0,06	-0,44
STR-2	Strop nad 1.NP – KD	5,4	0,741	15	0,14	0,56
Celková měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou $H_{T,ij}$						-1,83

Měrná tepelná ztráta do zeminy						
Ozn.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w
PDL-1	Podlaha na zemině – KD	5,4	0,139	1,45	0,46	1,00
Celková měrná tepelná ztráta do zeminy $H_{T,ig}$						0,50

Tepelná ztráta prostupem				
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$\Sigma H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$
20	-15	35	-1,33	-47 W

Potřebný tepelný výkon místnosti Φ_i	-47 W
---	--------------

Místnost č. 119 – Šatna účinkující

Měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou						
Ozn.	Popis	A_k	U_{kc}	$\theta_{int,i}$	f_{ij}	$H_{T,ij,k}$
STN-2	Vnitřní stěna 205 mm	20,54	1,114	20	0,05	1,14
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	33,52	1,251	20	0,05	2,10
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	13,18	1,251	24	-0,05	-0,82
D-6	Vnitřní výplně otvorů	1,82	2,000	20	0,05	0,18
D-6	Vnitřní výplně otvorů	1,62	2,000	24	-0,05	-0,16
STR-2	Strop nad 1.NP – KD	22,2	0,741	15	0,19	3,13
Celková měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou $H_{T,ij}$						5,57

Měrná tepelná ztráta do zeminy						
Ozn.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w
PDL-1	Podlaha na zemině	22,2	0,139	1,45	0,49	1,00
Celková měrná tepelná ztráta do zeminy $H_{T,ig}$						2,19

Tepelná ztráta prostupem				
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$\Sigma H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$
22	-15	37	7,76	287 W

Tepelná ztráta nuceným větráním				
$V_{n,i}$	$\theta_{int,i}$	$\theta_{n,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_{n,i}$	$\Phi_{V,n,i}$
350	22	17	5	595 W

Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$	595 W
--------------------------------------	--------------

Potřebný tepelný výkon místnosti Φ_i	882 W
---	--------------

Místnost č. 120 – Umývárna

Měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou						
Ozn.	Popis	A_k	U_{ke}	$\theta_{int,i}$	f_{ij}	$H_{T,ij,k}$
STN-2	Vnitřní stěna 205 mm	8,51	1,114	20	0,10	0,95
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	23,31	1,251	20	0,10	2,92
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	13,18	1,251	22	0,05	0,82
D-6	Vnitřní výplně otvorů	1,62	2,000	22	0,05	0,16
STR-2	Strp nad 1.NP – KD	9,2	0,741	20	0,10	0,68
Celková měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou $H_{T,ij}$						5,53

Měrná tepelná ztráta do zeminy						
Ozn.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w
PDL-1	Podlaha na zemině – KD	9,2	0,139	1,45	0,51	1,00
Celková měrná tepelná ztráta do zeminy $H_{T,ig}$						0,95

Tepelná ztráta prostupem				
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$\Sigma H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$
24	-15	39	6,48	253 W

Tepelná ztráta nuceným větráním				
$V_{n,i}$	$\theta_{int,i}$	$\theta_{n,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_{n,i}$	$\Phi_{V,n,i}$
350	24	22	2	238 W

Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$	238 W
--------------------------------------	--------------

Potřebný tepelný výkon místnosti Φ_i	491 W
---	--------------

Místnost č. 121 – Šatna účinkující

Měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou						
Ozn.	Popis	A_k	U_{ke}	$\theta_{int,i}$	f_{ij}	$H_{T,ij,k}$
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	8,70	1,251	15	0,19	2,07
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	29,08	1,251	20	0,05	1,82
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	13,18	1,251	24	-0,05	-0,82
D-6	Vnitřní výplně otvorů	1,82	2,000	20	0,05	0,18
D-6	Vnitřní výplně otvorů	1,62	2,000	24	-0,05	-0,16
STR-2	Strop nad 1.NP – KD	13,4	0,741	15	0,19	1,89
Celková měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou $H_{T,ij}$						4,98

Měrná tepelná ztráta do zeminy						
Ozn.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w
PDL-1	Podlaha na zemině – KD	13,4	0,139	1,45	0,49	1,00
Celková měrná tepelná ztráta do zeminy $H_{T,ig}$						1,32

Tepelná ztráta prostupem				
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$\Sigma H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$
22	-15	37	6,3	233 W

Tepelná ztráta nuceným větráním				
$V_{n,i}$	$\theta_{int,i}$	$\theta_{n,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_{n,i}$	$\Phi_{V,n,i}$
150	22	17	5	255 W

Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$	255 W
--------------------------------------	--------------

Potřebný tepelný výkon místnosti Φ_i	488 W
---	--------------

Místnost č. 122 – Umývárna

Měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU_{tb}	U_{kc}	e_k	$H_{T,ie,k}$
STN-1	Vnější stěna 440 mm	14,8	0,197	0,02	0,217	1,00	3,21
Celková měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							3,21

Měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou						
Ozn.	Popis	A _k	U _{ke}	θ _{int,j}	f _{ij}	H _{T,ij,k}
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	5,64	1,251	15	0,23	1,62
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	5,64	1,251	20	0,10	0,71
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	13,18	1,251	22	0,05	0,82
D-6	Vnitřní výplně otvorů	1,62	2,000	22	0,05	0,16
STR-2	Strop nad 1.NP – KD	6,10	0,741	15	0,23	1,04
Celková měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostou s odlišnou teplotou H _{T,ij}						4,35

Měrná tepelná ztráta do zeminy						
Ozn.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w
PDL-1	Podlaha na zemině – KD	6,1	0,139	1,45	0,51	1,00
Celková měrná tepelná ztráta do zeminy $H_{T,ig}$						0,63

Tepelná ztráta prostupem				
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$\Sigma H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$
24	-15	39	8,19	319 W

Tepelná ztráta nuceným větráním				
$V_{n,i}$	$\theta_{int,i}$	$\theta_{n,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_{n,i}$	$\Phi_{V,n,i}$
150	24	22	2	102 W

Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$	102 W
--------------------------------------	--------------

Potřebný tepelný výkon místnosti Φ_i	421 W
---	--------------

Místnost č. 123 – Technická místnost

Měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU_{tb}	U_{kc}	e_k	$H_{T,ie,k}$
STN-1	Vnější stěna	20,35	0,197	0,02	0,217	1,00	4,42
Celková měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							4,42

Měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou						
Ozn.	Popis	A_k	U_{kc}	$\theta_{int,j}$	f_{ij}	$H_{T,ij,k}$
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	32,87	1,251	20	-0,17	-6,99
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	8,70	1,251	22	-0,23	-2,50
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	5,64	1,251	24	-0,30	-2,12
D-6	Vnitřní výplně otvorů	1,82	2,000	20	-0,23	-0,84
Celková měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou $H_{T,ij}$						-12,45

Měrná tepelná ztráta do zeminy						
Ozn.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w
PDL-1	Podlaha na zemině – KD	21,31	0,139	1,45	0,37	1,00
Celková měrná tepelná ztráta do zeminy $H_{T,ig}$						1,89

Tepelná ztráta prostupem				
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$\Sigma H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$
15	-15	30	-6,14	-184 W

Tepelná ztráta nuceným větráním				
$V_{n,i}$	$\theta_{int,i}$	$\theta_{n,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_{n,i}$	$\Phi_{V,n,i}$
25	15	20	-5	-43 W

Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$	-43 W
--------------------------------------	--------------

Potřebný tepelný výkon místnosti Φ_i	-227 W
---	---------------

Místnost č. 124 – WC Ženy

Měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou						
Ozn.	Popis	A_k	U_{kc}	$\theta_{int,i}$	f_{ij}	$H_{T,ij,k}$
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	13,32	1,251	15	0,14	2,33
Celková měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou $H_{T,ij}$						2,33

Měrná tepelná ztráta do zeminy						
Ozn.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w
PDL-1	Podlaha na zemině – KD	12,96	0,139	1,45	0,46	1,00
Celková měrná tepelná ztráta do zeminy $H_{T,ig}$						1,20

Tepelná ztráta prostupem				
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$\Sigma H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$
20	-15	35	3,53	124 W

Tepelná ztráta nuceným větráním				
$V_{n,i}$	$\theta_{int,i}$	$\theta_{n,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_{n,i}$	$\Phi_{V,n,i}$
200	20	20	0	0 W

Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$	0 W
--------------------------------------	------------

Potřebný tepelný výkon místnosti Φ_i	124 W
---	--------------

Místnost č. 125 – WC Muži

Měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou						
Ozn.	Popis	A_k	U_{kc}	$\theta_{int,i}$	f_{ij}	$H_{T,ij,k}$
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	4,26	1,251	15	0,14	0,75
Celková měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou $H_{T,ij}$						0,75

Měrná tepelná ztráta do zeminy						
Ozn.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w
PDL-1	Podlaha na zemině – KD	19,34	0,139	1,45	0,46	1,00
Celková měrná tepelná ztráta do zeminy $H_{T,ig}$						1,79

Tepelná ztráta prostupem				
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$\Sigma H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$
20	-15	35	2,54	89 W

Tepelná ztráta nuceným větráním				
$V_{n,i}$	$\theta_{int,i}$	$\theta_{n,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_{n,i}$	$\Phi_{V,n,i}$
240	20	20	0	0 W

Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$	0 W
--------------------------------------	------------

Potřebný tepelný výkon místnosti Φ_i	89 W
---	-------------

Místnost č. 126 – WC Invalidi

Měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou						
Ozn.	Popis	A_k	U_{ke}	$\theta_{int,i}$	f_{ij}	$H_{T,ij,k}$
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	9,07	1,251	15	0,14	1,59
STR-2	Strop nad 1.NP – KD	4,78	0,741	15	0,14	0,50
Celková měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou $H_{T,ij}$						2,09

Měrná tepelná ztráta do zeminy						
Ozn.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w
PDL-1	Podlaha na zemině – KD	4,78	0,139	1,45	0,46	1,00
Celková měrná tepelná ztráta do zeminy $H_{T,ig}$						0,44

Tepelná ztráta prostupem				
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$\Sigma H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$
20	-15	35	2,53	89 W

Tepelná ztráta nuceným větráním				
$V_{n,i}$	$\theta_{int,i}$	$\theta_{n,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_{n,i}$	$\Phi_{V,n,i}$
75	20	20	0	0 W

Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$	0 W
--------------------------------------	------------

Potřebný tepelný výkon místnosti Φ_i	89 W
---	-------------

Místnost č. 127 – Úklidová místnost

Měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou						
Ozn.	Popis	A_k	U_{ke}	$\theta_{int,i}$	f_{ij}	$H_{T,ij,k}$
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	34,27	1,251	20	-0,17	-7,29
D-6	Vnitřní výplně otvorů	1,62	2,000	20	-0,17	-0,55
Celková měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou $H_{T,ij}$						-7,84

Měrná tepelná ztráta do zeminy						
Ozn.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w
PDL-1	Podlaha na zemině – KD	4,50	0,139	1,45	0,37	1,00
Celková měrná tepelná ztráta do zeminy $H_{T,ig}$						0,34

Tepelná ztráta prostupem				
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$\Sigma H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$
15	-15	30	-7,5	-225 W

Tepelná ztráta nuceným větráním				
$V_{n,i}$	$\theta_{int,i}$	$\theta_{n,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_{n,i}$	$\Phi_{V,n,i}$
50	15	20	-5	-85 W

Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$	-85 W
--------------------------------------	--------------

Potřebný tepelný výkon místnosti Φ_i	-310 W
---	---------------

Místnost č. 128 – Obchodní jednotka

Měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU_{tb}	U_{kc}	e_k	$H_{T,ie,k}$
STN-1	Vnější stěna 440 mm	62,10	0,197	0,02	0,217	1,00	13,48
O-5	Okno 5600/2500 mm	28	0,861	0,00	0,861	1,00	24,11
Celková měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							37,59

Měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou						
Ozn.	Popis	A_k	U_{kc}	$\theta_{int,i}$	f_{ij}	$H_{T,ij,k}$
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	37,18	1,215	15	0,14	6,51
D-6	Vnitřní výplně otvorů	11,48	2,000	15	0,14	3,21
Celková měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou $H_{T,ij}$						9,72

Měrná tepelná ztráta do zeminy						
Ozn.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w
PDL-1	Podlaha na zemině – KD	147,64	0,139	1,45	0,46	1,00
Celková měrná tepelná ztráta do zeminy $H_{T,ig}$						13,69

Tepelná ztráta prostupem				
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$\Sigma H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$
20	-15	35	61	2135 W

Tepelná ztráta infiltrací				
$V_{m,i}$	n_{50}	e_i	ϵ_i	$\Phi_{V,inf,i}$
371	1	0,03	1	265 W

Tepelná ztráta nuceným větráním				
$V_{n,i}$	$\theta_{int,i}$	$\theta_{n,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_{n,i}$	$\Phi_{V,n,i}$
575	20	9,5	10,5	2053 W

Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$	2318 W
--------------------------------------	--------

Potřebný tepelný výkon místnosti Φ_i	4453 W
---	--------

Místnost č. 129 – Koupelna s WC

Měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou						
Ozn.	Popis	A_k	U_{ke}	$\theta_{int,i}$	f_{ij}	$H_{T,ij,k}$
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	15,73	1,251	15	0,14	2,75
Celková měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou $H_{T,ij}$						2,75

Měrná tepelná ztráta do zeminy						
Ozn.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w
PDL-1	Podlaha na zemině – KD	8,48	0,139	1,45	0,46	1,00
Celková měrná tepelná ztráta do zeminy $H_{T,ig}$						0,79

Tepelná ztráta prostupem				
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$\Sigma H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$
20	-15	35	3,54	124 W

Tepelná ztráta nuceným větráním				
$V_{n,i}$	$\theta_{int,i}$	$\theta_{n,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_{n,i}$	$\Phi_{V,n,i}$
75	20	20	0	0 W

Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$	0 W
--------------------------------------	------------

Potřebný tepelný výkon místnosti Φ_i	124 W
---	--------------

Místnost č. 202 – Obchodní jednotka

Měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU_{tb}	U_{kc}	e_k	$H_{T,ie,k}$
STN-1	Vnější stěna 440 mm	54,80	0,197	0,02	0,217	1,00	11,89
O-6	Okno 4100/2400 mm	19,68	0,869	0,00	0,869	1,00	17,10
O-7	Okno 5600/2400 mm	26,88	0,862	0,00	0,862	1,00	23,17
STR-1	Střešní plášť	140,78	0,168	0,02	0,188	1,00	26,47
Celková měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							78,63

Měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou						
Ozn.	Popis	A_k	U_{kc}	$\theta_{int,i}$	f_{ij}	$H_{T,ij,k}$
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	11,30	1,251	15	0,14	1,98
D-6	Vnitřní výplně otvorů	3,43	2,000	15	0,14	0,96
STR-2	Strop nad 1.NP – KD	17,16	0,741	15	0,14	1,78
Celková měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou $H_{T,ij}$						4,42

Tepelná ztráta prostupem				
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$\Sigma H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$
20	-15	35	83,05	2907 W

Tepelná ztráta infiltrací				
$V_{m,i}$	n_{50}	e_i	ϵ_i	$\Phi_{V,inf,i}$
356	1	0,03	1	254 W

Tepelná ztráta nuceným větráním				
$V_{n,i}$	$\theta_{int,i}$	$\theta_{n,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_{n,i}$	$\Phi_{V,n,i}$
550	20	9,5	10,5	1964 W

Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$	2218 W
--------------------------------------	---------------

Potřebný tepelný výkon místnosti Φ_i	5125 W
---	---------------

Místnost č. 203 – Koupelna s WC

Měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU_{tb}	U_{kc}	e_k	$H_{T,ie,k}$
STR-1	Střešní plášť	8,33	0,168	0,02	0,188	1,00	1,57
Celková měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							1,57

Tepelná ztráta prostupem				
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$\Sigma H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$
20	-15	35	1,57	55 W

Tepelná ztráta nuceným větráním				
$V_{n,i}$	$\theta_{int,i}$	$\theta_{n,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_{n,i}$	$\Phi_{V,n,i}$
75	20	20	0	0 W

Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$	0 W
--------------------------------------	------------

Potřebný tepelný výkon místnosti Φ_i	55 W
---	-------------

Místnost č. 204 – Chodba a bar

Měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU_{tb}	U_{kc}	e_k	$H_{T,ie,k}$
STR-1	Střešní plášť	88,30	0,168	0,02	0,188	1,00	16,6
Celková měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							16,6

Měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou						
Ozn.	Popis	A_k	U_{kc}	$\theta_{int,i}$	f_{ij}	$H_{T,ij,k}$
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	106,23	1,251	15	0,14	18,61
D-6	Vnitřní výplně otvorů	14,64	2,000	15	0,14	4,10
Celková měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou $H_{T,ij}$						22,71

Tepelná ztráta prostupem				
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$\Sigma H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$
20	-15	35	39,31	1376 W

Tepelná ztráta nuceným větráním				
$V_{n,i}$	$\theta_{int,i}$	$\theta_{n,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_{n,i}$	$\Phi_{V,n,i}$
490	20	17	3	500 W

Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$	500 W
--------------------------------------	--------------

Potřebný tepelný výkon místnosti Φ_i	1876 W
---	---------------

Místnost č. 205 – Chodba

Měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU_{tb}	U_{kc}	e_k	$H_{T,ie,k}$
STR-1	Střešní plášť	37,10	0,168	0,02	0,188	1,00	6,97
Celková měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							6,97

Měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou						
Ozn.	Popis	A_k	U_{kc}	$\theta_{int,j}$	f_{ij}	$H_{T,ij,k}$
STN-2	Vnitřní stěna 205 mm	4,41	1,114	15	0,14	0,69
STN-2	Vnitřní stěna 205 mm	37,77	1,114	24	-0,11	-4,63
D-6	Vnitřní výplně otvorů	2,42	2,000	15	0,14	0,68
Celková měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou $H_{T,ij}$						-3,26

Tepelná ztráta prostupem				
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$\Sigma H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$
20	-15	35	3,71	130 W

Tepelná ztráta nuceným větráním				
$V_{n,i}$	$\theta_{int,i}$	$\theta_{n,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_{n,i}$	$\Phi_{V,n,i}$
90	20	17	3	91 W

Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$	91 W
--------------------------------------	-------------

Potřebný tepelný výkon místnosti Φ_i	221 W
---	--------------

Místnost č. 206 – Kancelář

Měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU_{tb}	U_{kc}	e_k	$H_{T,ie,k}$
STR-1	Střešní plášť	21,39	0,168	0,02	0,188	1,00	4,02
Celková měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							4,02

Tepelná ztráta prostupem				
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$\Sigma H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$
20	-15	35	4,02	141 W

Tepelná ztráta nuceným větráním				
$V_{n,i}$	$\theta_{int,i}$	$\theta_{n,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_{n,i}$	$\Phi_{V,n,i}$
30	20	17	3	31 W

Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$	31 W
--------------------------------------	-------------

Potřebný tepelný výkon místnosti Φ_i	172 W
---	--------------

Místnost č. 207 – Předsín

Měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU_{tb}	U_{kc}	e_k	$H_{T,ie,k}$
STR-1	Střešní plášť	4,83	0,168	0,02	0,188	1,00	0,91
Celková měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							0,91

Měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou						
Ozn.	Popis	A_k	U_{kc}	$\theta_{int,j}$	f_{ij}	$H_{T,ij,k}$
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	7,82	1,251	24	-0,11	-1,08
D-6	Vnitřní výplně otvorů	1,62	2,000	24	-0,11	-0,36
STR-3	Strop nad 1.NP – PVC	0,8	0,687	15	0,14	0,08
Celková měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou $H_{T,ij}$						-1,36

Tepelná ztráta prostupem				
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$\Sigma H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$
20	-15	35	-0,45	-16 W

Potřebný tepelný výkon místnosti Φ_i	-16 W
---	--------------

Místnost č. 208 – Pokoj

Měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU_{tb}	U_{kc}	e_k	$H_{T,ie,k}$
STN-1	Vnější stěna 440 mm	11,58	0,197	0,02	0,217	1,00	2,51
O-2	Okno 2100/1500 mm	3,15	0,899	0,00	0,899	1,00	2,83
STR-1	Střešní plášť	22,90	0,168	0,02	0,188	1,00	4,31
Celková měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							9,65

Tepelná ztráta prostupem				
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$\Sigma H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$
20	-15	35	9,65	338 W

Tepelná ztráta infiltrací				
$V_{m,i}$	n_{50}	e_i	ϵ_i	$\Phi_{V,inf,i}$
53	1	0,02	1	25 W

Tepelná ztráta minimálního objemového toku z hygienických důvodů			
$V_{m,i}$	n_{min}		$\Phi_{V,min,i}$
53	0,5		317 W

Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$	317 W
--------------------------------------	--------------

Potřebný tepelný výkon místnosti Φ_i	655 W
---	--------------

Místnost č. 209 – Pokoj

Měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU_{tb}	U_{ke}	e_k	$H_{T,ie,k}$
STN-1	Vnější stěna 440 mm	15,11	0,197	0,02	0,217	1,00	3,28
O-2	Okno 2100/1500 mm	3,15	0,899	0,00	0,899	1,00	2,83
STR-1	Střešní plášť	18,37	0,168	0,02	0,188	1,00	3,45
Celková měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							9,56

Měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou						
Ozn.	Popis	A_k	U_{ke}	$\theta_{int,i}$	f_{ij}	$H_{T,ij,k}$
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	9,44	1,251	24	-0,11	-1,30
STR-3	Strop nad 1.NP – PVC	1,05	0,687	15	0,14	0,10
Celková měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou $H_{T,ij}$						-1,20

Tepelná ztráta prostupem				
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$\Sigma H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$
20	-15	35	8,36	293 W

Tepelná ztráta infiltrací				
$V_{m,i}$	n_{50}	e_i	ε_i	$\Phi_{V,inf,i}$
41	1	0,02	1	20 W

Tepelná ztráta minimálního objemového toku z hygienických důvodů			
$V_{m,i}$	n_{min}		$\Phi_{V,min,i}$
41	0,5		244 W

Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$	244 W
--------------------------------------	--------------

Potřebný tepelný výkon místnosti Φ_i	537 W
---	--------------

Místnost č. 210 – Koupelna s WC

Měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU_{tb}	U_{kc}	e_k	$H_{T,ie,k}$
STR-1	Střešní plášť	5,18	0,168	0,02	0,188	1,00	0,97
Celková měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							0,97

Měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou						
Ozn.	Popis	A_k	U_{kc}	$\theta_{int,j}$	f_{ij}	$H_{T,ij,k}$
STN-2	Vnitřní stěna 205 mm	9,44	1,114	20	0,10	1,05
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	17,26	1,251	20	0,10	3,16
D-6	Vnitřní výplně otvorů	1,62	2,000	20	0,10	0,32
STR-2	Strop nad 1.NP – KD	5,18	0,741	15	0,23	0,88
Celková měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou $H_{T,ij}$						5,41

Tepelná ztráta prostupem				
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$\Sigma H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$
24	-15	39	6,38	249 W

Tepelná ztráta minimálního objemového toku z hygienických důvodů				
$V_{m,i}$	n_{min}	$\theta_{n,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_{n,i}$	$\Phi_{V,min,i}$
12	1,5	20	4	25 W

Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$	25 W
--------------------------------------	-------------

Potřebný tepelný výkon místnosti Φ_i	274 W
---	--------------

Místnost č. 211 – Pokoj

Měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU_{tb}	U_{kc}	e_k	$H_{T,ie,k}$
STN-1	Vnější stěna 440 mm	14,28	0,197	0,02	0,217	1,00	3,10
O-2	Okno 2100/1500 mm	3,15	0,899	0,00	0,899	1,00	2,83
STR-1	Střešní plášť	21,91	0,168	0,02	0,188	1,00	4,12
Celková měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							10,05

Měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou						
Ozn.	Popis	A_k	U_{kc}	$\theta_{int,j}$	f_{ij}	$H_{T,ij,k}$
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	17,26	1,251	24	-0,11	-2,38
D-6	Vnitřní výplně otvorů	1,62	2,000	24	-0,11	-0,36
STR-3	Strop nad 1.NP – PVC	11,25	0,687	15	0,14	1,08
Celková měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou $H_{T,ij}$						-1,66

Tepelná ztráta prostupem				
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$\Sigma H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$
20	-15	35	8,39	294 W

Tepelná ztráta infiltrací				
$V_{m,i}$	n_{50}	e_i	ε_i	$\Phi_{V,inf,i}$
50	1	0,02	1	24 W

Tepelná ztráta minimálního objemového toku z hygienických důvodů			
$V_{m,i}$	n_{min}		$\Phi_{V,min,i}$
50	0,5		298 W

Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$	298 W
--------------------------------------	--------------

Potřebný tepelný výkon místnosti Φ_i	592 W
---	--------------

Místnost č. 212 – Koupelna s WC

Měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU_{tb}	U_{kc}	e_k	$H_{T,ie,k}$
STR-1	Střešní plášť	5,18	0,168	0,02	0,188	1,00	0,97
Celková měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							0,97

Měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou						
Ozn.	Popis	A_k	U_{kc}	$\theta_{int,j}$	f_{ij}	$H_{T,ij,k}$
STN-2	Vnitřní stěna 205 mm	9,44	1,114	20	0,10	1,05
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	17,26	1,251	20	0,10	3,16
D-6	Vnitřní výplně otvorů	1,62	2,00	20	0,10	0,32
STR-2	Strop nad 1.NP – KD	5,18	0,741	15	0,23	0,88
Celková měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou $H_{T,ij}$						5,41

Tepelná ztráta prostupem				
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$\Sigma H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$
24	-15	39	6,38	249 W

Tepelná ztráta minimálního objemového toku z hygienických důvodů				
$V_{m,i}$	n_{min}	$\theta_{n,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_{n,i}$	$\Phi_{V,min,i}$
11	1,5	20	4	22 W

Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$	22 W
--------------------------------------	-------------

Potřebný tepelný výkon místnosti Φ_i	271 W
---	--------------

Místnost č. 213 – Pokoj

Měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU_{tb}	U_{kc}	e_k	$H_{T,ie,k}$
STN-1	Vnější stěna 440 mm	11,79	0,197	0,02	0,217	1,00	2,56
O-2	Okno 2100/1500 mm	3,15	0,899	0,00	0,899	1,00	2,83
STR-1	Střešní plášť	18,04	0,168	0,02	0,188	1,00	3,39
Celková měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							8,78

Měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou						
Ozn.	Popis	A_k	U_{kc}	$\theta_{int,j}$	f_{ij}	$H_{T,ij,k}$
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	17,26	1,251	24	-0,11	-2,38
D-6	Vnitřní výplně otvorů	1,62	2,000	24	-0,11	-0,36
STR-3	Strop nad 1.NP – PVC	1,13	0,687	22	-0,06	-0,05
Celková měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou $H_{T,ij}$						-2,79

Tepelná ztráta prostupem				
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$\Sigma H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$
20	-15	35	5,99	210 W

Tepelná ztráta infiltrací				
$V_{m,i}$	n_{50}	e_i	ε_i	$\Phi_{V,inf,i}$
40	1	0,02	1	19 W

Tepelná ztráta minimálního objemového toku z hygienických důvodů			
$V_{m,i}$	n_{min}		$\Phi_{V,min,i}$
40	0,5		238 W

Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$	238 W
--------------------------------------	--------------

Potřebný tepelný výkon místnosti Φ_i	448 W
---	--------------

Místnost č. 214 – Koupelna s WC

Měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU_{tb}	U_{kc}	e_k	$H_{T,ie,k}$
STR-1	Střešní plášť	5,18	0,168	0,02	0,188	1,00	0,97
Celková měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							0,97

Měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou						
Ozn.	Popis	A_k	U_{kc}	$\theta_{int,j}$	f_{ij}	$H_{T,ij,k}$
STN-2	Vnitřní stěna 205 mm	9,44	1,114	20	0,10	1,05
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	17,26	1,251	20	0,10	3,16
D-6	Vnitřní výplně otvorů	1,62	2,000	20	0,10	0,32
STR-2	Strop nad 1.NP – KD	5,18	0,741	22	0,05	0,19
Celková měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou $H_{T,ij}$						4,72

Tepelná ztráta prostupem				
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$\Sigma H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$
24	-15	39	5,69	222 W

Tepelná ztráta minimálního objemového toku z hygienických důvodů				
$V_{m,i}$	n_{min}	$\theta_{n,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_{n,i}$	$\Phi_{V,min,i}$
11	1,5	20	4	22 W

Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$	22 W
--------------------------------------	-------------

Potřebný tepelný výkon místnosti Φ_i	244 W
---	--------------

Místnost č. 215 – Pokoj

Měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU_{tb}	U_{kc}	e_k	$H_{T,ie,k}$
STN-1	Vnější stěna 440 mm	14,70	0,197	0,02	0,217	1,00	3,19
O-2	Okno 2100/1500 mm	3,15	0,899	0,00	0,899	1,00	2,83
STR-1	Střešní plášť	22,56	0,168	0,02	0,188	1,00	4,24
Celková měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							10,26

Měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou						
Ozn.	Popis	A_k	U_{kc}	$\theta_{int,j}$	f_{ij}	$H_{T,ij,k}$
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	17,26	1,251	24	-0,11	-2,38
D-6	Vnitřní výplně otvorů	1,62	2,000	24	-0,11	-0,36
STR-3	Strop nad 1.NP – PVC	10,47	0,687	24	-0,11	-0,79
Celková měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou $H_{T,ij}$						-3,53

Tepelná ztráta prostupem				
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$\Sigma H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$
20	-15	35	6,73	236 W

Tepelná ztráta infiltrací				
$V_{m,i}$	n_{50}	e_i	ε_i	$\Phi_{V,inf,i}$
51	1	0,02	1	24 W

Tepelná ztráta minimálního objemového toku z hygienických důvodů			
$V_{m,i}$	n_{min}		$\Phi_{V,min,i}$
51	0,5		303 W

Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$	303 W
--------------------------------------	--------------

Potřebný tepelný výkon místnosti Φ_i	539 W
---	--------------

Místnost č. 216 – Koupelna s WC

Měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU_{tb}	U_{kc}	e_k	$H_{T,ie,k}$
STR-1	Střešní plášť	5,18	0,168	0,02	0,188	1,00	0,97
Celková měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							0,97

Měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou						
Ozn.	Popis	A_k	U_{kc}	$\theta_{int,j}$	f_{ij}	$H_{T,ij,k}$
STN-2	Vnitřní stěna 205 mm	9,44	1,114	20	0,10	1,05
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	17,26	1,251	20	0,10	3,16
D-6	Vnitřní výplně otvorů	1,62	2,000	20	0,10	0,32
Celková měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou $H_{T,ij}$						4,53

Tepelná ztráta prostupem				
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$\Sigma H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$
24	-15	39	5,50	215 W

Tepelná ztráta minimálního objemového toku z hygienických důvodů				
$V_{m,i}$	n_{min}	$\theta_{n,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_{n,i}$	$\Phi_{V,min,i}$
12	1,5	20	4	25 W

Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$	25 W
--------------------------------------	-------------

Potřebný tepelný výkon místnosti Φ_i	240 W
---	--------------

Místnost č. 217 – Pokoj

Měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU_{tb}	U_{kc}	e_k	$H_{T,ie,k}$
STN-1	Vnější stěna 440 mm	33,89	0,197	0,02	0,217	1,00	7,35
O-2	Okno 2100/1500 mm	3,15	0,899	0,00	0,899	1,00	2,83
STR-1	Střešní plášť	24,67	0,168	0,02	0,188	1,00	4,64
Celková měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							14,82

Měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou						
Ozn.	Popis	A_k	U_{kc}	$\theta_{int,j}$	f_{ij}	$H_{T,ij,k}$
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	18,72	1,251	24	-0,11	-2,58
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	3,42	1,251	15	0,14	0,60
D-6	Vnitřní výplně otvorů	1,62	2,000	24	-0,11	-0,36
Celková měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou $H_{T,ij}$						-2,34

Tepelná ztráta prostupem				
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$\Sigma H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$
20	-15	35	12,48	437 W

Tepelná ztráta infiltrací				
$V_{m,i}$	n_{50}	e_i	ε_i	$\Phi_{V,inf,i}$
53	1	0,02	1	25 W

Tepelná ztráta minimálního objemového toku z hygienických důvodů			
$V_{m,i}$	n_{min}		$\Phi_{V,min,i}$
53	0,5		315 W

Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$	315 W
--------------------------------------	--------------

Potřebný tepelný výkon místnosti Φ_i	752 W
---	--------------

Místnost č. 218 – Koupelna s WC

Měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU_{tb}	U_{kc}	e_k	$H_{T,ie,k}$
STN-1	Vnější stěna 440 mm	9,44	0,197	0,02	0,217	1,00	2,05
STR-1	Střešní plášť	5,97	0,168	0,02	0,188	1,00	1,12
Celková měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							3,17

Měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou						
Ozn.	Popis	A_k	U_{kc}	$\theta_{int,j}$	f_{ij}	$H_{T,ij,k}$
STN-2	Vnitřní stěna 205 mm	10,89	1,114	15	0,23	2,79
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	18,72	1,251	20	0,10	2,34
D-6	Vnitřní výplně otvorů	1,62	2,000	20	0,10	0,32
STR-2	Strop nad 1.NP – KD	5,97	0,741	20	0,10	0,44
Celková měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou $H_{T,ij}$						5,89

Tepelná ztráta prostupem				
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$\Sigma H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$
24	-15	39	9,06	353 W

Tepelná ztráta minimálního objemového toku z hygienických důvodů				
$V_{m,i}$	n_{min}	$\theta_{n,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_{n,i}$	$\Phi_{V,min,i}$
12	1,5	20	4	24 kW

Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$	24 W
--------------------------------------	-------------

Potřebný tepelný výkon místnosti Φ_i	377 W
---	--------------

Místnost č. 219 – Zádveří

Měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU_{tb}	U_{kc}	e_k	$H_{T,ie,k}$
STN-1	Vnější stěna 440 mm	3,95	0,197	0,02	0,217	1,00	0,86
D-5	Dveře 1250/2400 mm	3,00	0,919	0,00	0,919	1,00	2,76
STR-1	Střešní plášť	5,78	0,168	0,02	0,188	1,00	1,09
Celková měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							4,71

Měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou						
Ozn.	Popis	A_k	U_{kc}	$\theta_{int,j}$	f_{ij}	$H_{T,ij,k}$
STN-2	Vnitřní stěna 205 mm	22,27	1,114	20	-0,17	-4,22
STN-2	Vnitřní stěna 205 mm	10,89	1,114	24	-0,30	-3,64
D-6	Vnitřní výplně otvorů	2,42	2,000	20	-0,17	-0,82
Celková měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou $H_{T,ij}$						-8,68

Tepelná ztráta prostupem				
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$\Sigma H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$
15	-15	30	-3,97	-119 W

Tepelná ztráta infiltrací				
$V_{m,i}$	n_{50}	e_i	ε_i	$\Phi_{V,inf,i}$
13	1	0,02	1	5 W

Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$	5 W
--------------------------------------	------------

Potřebný tepelný výkon místnosti Φ_i	-114 W
---	---------------

Místnost č. 220 – Prádelna

Měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU_{tb}	U_{kc}	e_k	$H_{T,ie,k}$
STR-1	Střešní plášť	4,98	0,168	0,02	0,188	1,00	0,94
Celková měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							0,94

Tepelná ztráta prostupem				
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$\Sigma H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$
20	-15	35	0,94	33 W

Tepelná ztráta nuceným větráním				
$V_{n,i}$	$\theta_{int,i}$	$\theta_{n,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_{n,i}$	$\Phi_{V,n,i}$
40	20	20	0	0 W

Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$	0 W
--------------------------------------	------------

Potřebný tepelný výkon místnosti Φ_i	33 W
---	-------------

Místnost č. 221 – Špinavé prádlo

Měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU_{tb}	U_{kc}	e_k	$H_{T,ie,k}$
STR-1	Střešní plášť	5,16	0,168	0,02	0,188	1,00	0,97
Celková měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							0,97

Tepelná ztráta prostupem				
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$\Sigma H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$
20	-15	35	0,97	34 W

Tepelná ztráta nuceným větráním				
$V_{n,i}$	$\theta_{int,i}$	$\theta_{n,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_{n,i}$	$\Phi_{V,n,i}$
40	20	20	0	0 W

Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$	0 W
--------------------------------------	------------

Potřebný tepelný výkon místnosti Φ_i	34 W
---	-------------

Místnost č. 222 – Čisté prádlo

Měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU_{tb}	U_{kc}	e_k	$H_{T,ie,k}$
STR-1	Střešní plášť	8,24	0,168	0,02	0,188	1,00	1,55
Celková měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							1,55

Tepelná ztráta prostupem				
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$\Sigma H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$
20	-15	35	1,55	54 W

Tepelná ztráta nuceným větráním				
$V_{n,i}$	$\theta_{int,i}$	$\theta_{n,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_{n,i}$	$\Phi_{V,n,i}$
40	20	20	0	0 W

Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$	0 W
--------------------------------------	------------

Potřebný tepelný výkon místnosti Φ_i	54 W
---	-------------

Místnost č. 223 – Technická místnost

Měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU_{tb}	U_{kc}	e_k	$H_{T,ie,k}$
STR-1	Střešní plášť	6,56	0,168	0,02	0,188	1,00	1,23
Celková měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							1,23

Měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou						
Ozn.	Popis	A_k	U_{kc}	$\theta_{int,j}$	f_{ij}	$H_{T,ij,k}$
STN-2	Vnitřní stěna	6,85	1,114	20	-0,17	-1,30
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	21,52	1,251	20	-0,17	-4,58
D-6	Vnitřní výplně otvorů	1,82	2,000	20	-0,17	-0,62
STR-2	Strop nad 1.NP – KD	6,56	0,741	22	-0,23	-1,12
Celková měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou $H_{T,ij}$						-7,62

Tepelná ztráta prostupem				
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$\Sigma H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$
15	-15	30	-6,39	-192 W

Potřebný tepelný výkon místnosti Φ_i	-192 W
---	---------------

Místnost č. 224 – Technická místnost

Měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU_{tb}	U_{kc}	e_k	$H_{T,ie,k}$
STN-1	Vnější stěna 440 mm	16,50	0,197	0,02	0,217	1,00	3,58
STR-1	Střešní plášť	40,25	0,168	0,02	0,188	1,00	7,57
Celková měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							11,15

Měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou							
Ozn.	Popis	A_k	U_{kc}	$\theta_{int,j}$	f_{ij}	$H_{T,ij,k}$	
STN-2	Vnitřní stěna 205 mm	42,02	1,114	20	-0,17	-7,96	
STN-3	Vnitřní stěna 107 mm	24,12	1,251	20	-0,17	-5,13	
D-6	Vnitřní výplně otvorů	1,82	2,000	20	-0,17	-0,62	
STR-2	Strop nad 1.NP – KD	5,37	0,741	20	-0,17	-0,68	
STR-2	Strop nad 1.NP – KD	28,82	0,741	22	-0,23	-4,91	
STR-2	Strop nad 1.NP – KD	6,06	0,741	24	-0,24	-1,35	
Celková měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou $H_{T,ij}$							-20,65

Tepelná ztráta prostupem				
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$\Sigma H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$
15	-15	30	-9,5	-285 W

Potřebný tepelný výkon místnosti Φ_i	-285 W
---	--------

Místnost č. 225 – Technická místnost

Měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU_{tb}	U_{kc}	e_k	$H_{T,ie,k}$
STN-1	Vnější stěna 440 mm	22,83	0,197	0,02	0,217	1,00	4,95
STR-1	Střešní plášť	21,31	0,168	0,02	0,188	1,00	4,01
Celková měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							8,96

Měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou							
Ozn.	Popis	A_k	U_{kc}	$\theta_{int,j}$	f_{ij}	$H_{T,ij,k}$	
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	53,17	1,251	20	-0,17	-11,31	
D-6	Vnitřní výplně otvorů	1,82	2,000	20	-0,17	-0,62	
Celková měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou $H_{T,ij}$							-11,93

Tepelná ztráta prostupem				
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$\Sigma H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$
15	-15	30	-2,97	-89 W

Potřebný tepelný výkon místnosti Φ_i	-89 W
---	-------

Místnost č. 226 – WC Ženy

Měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU_{tb}	U_{kc}	e_k	$H_{T,ie,k}$
STR-1	Střešní plášť	12,96	0,168	0,02	0,188	1,00	2,44
Celková měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							2,44

Měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou						
Ozn.	Popis	A_k	U_{kc}	$\theta_{int,j}$	f_{ij}	$H_{T,ij,k}$
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	14,94	1,251	15	0,14	2,62
Celková měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou $H_{T,ij}$						2,62

Tepelná ztráta prostupem				
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$\Sigma H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$
20	-15	35	5,06	177 W

Tepelná ztráta nuceným větráním				
$V_{n,i}$	$\theta_{int,i}$	$\theta_{n,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_{n,i}$	$\Phi_{V,n,i}$
200	20	20	0	0 W

Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$	0 W
--------------------------------------	------------

Potřebný tepelný výkon místnosti Φ_i	177 W
---	--------------

Místnost č. 227 – WC Muži

Měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU_{tb}	U_{kc}	e_k	$H_{T,ie,k}$
STR-1	Střešní plášť	19,34	0,168	0,02	0,188	1,00	3,63
Celková měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							3,63

Měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou						
Ozn.	Popis	A_k	U_{kc}	$\theta_{int,j}$	f_{ij}	$H_{T,ij,k}$
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	23,03	1,251	15	0,14	4,03
Celková měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou $H_{T,ij}$						4,03

Tepelná ztráta prostupem				
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$\Sigma H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$
20	-15	35	7,66	163 W

Tepelná ztráta nuceným větráním				
$V_{n,i}$	$\theta_{int,i}$	$\theta_{n,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_{n,i}$	$\Phi_{V,n,i}$
240	20	20	0	0 W

Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$	0 W
--------------------------------------	------------

Potřebný tepelný výkon místnosti Φ_i	163 W
---	--------------

Místnost č. 228 – Úklidová místnost

Měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU_{tb}	U_{ke}	e_k	$H_{T,ie,k}$
STR-1	Střešní plášť	8,74	0,168	0,02	0,188	1,00	1,64
Celková měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							1,64

Měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou						
Ozn.	Popis	A_k	U_{ke}	$\theta_{int,j}$	f_{ij}	$H_{T,ij,k}$
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	53,58	1,251	20	-0,17	-11,39
D-6	Vnitřní výplně otvorů	1,62	2,000	20	-0,17	-0,55
STR-2	Strop nad 1.NP – KD	4,78	0,741	20	-0,17	-0,60
Celková měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou $H_{T,ij}$						-12,54

Tepelná ztráta prostupem				
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$\Sigma H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$
15	-15	30	-10,9	-327 W

Tepelná ztráta nuceným větráním				
$V_{n,i}$	$\theta_{int,i}$	$\theta_{n,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_{n,i}$	$\Phi_{V,n,i}$
50	15	20	-5	-85 W

Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$	-85 W
--------------------------------------	-------

Potřebný tepelný výkon místnosti Φ_i	-412 W
---	--------

Místnost č. 229 – Obchodní jednotka

Měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU_{tb}	U_{kc}	e_k	$H_{T,ie,k}$
STN-1	Vnější stěna 440 mm	74,17	0,197	0,02	0,217	1,00	16,09
O-7	Okno 5600/2400 mm	26,88	0,862	0,00	0,862	1,00	23,17
STR-1	Střešní plášť	147,64	0,168	0,02	0,188	1,00	27,76
Celková měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							67,02

Měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou						
Ozn.	Popis	A_k	U_{kc}	$\theta_{int,j}$	f_{ij}	$H_{T,ij,k}$
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	51,14	1,251	15	0,14	8,96
D-6	Vnitřní výplně otvorů	3,43	2,000	15	0,14	0,96
Celková měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou $H_{T,ij}$						9,92

Tepelná ztráta prostupem				
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$\Sigma H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$
20	-15	35	76,94	2693 W

Tepelná ztráta infiltrací				
$V_{m,i}$	n_{50}	e_i	ε_i	$\Phi_{V,inf,i}$
371	1	0,03	1	265 W

Tepelná ztráta nuceným větráním				
$V_{n,i}$	$\theta_{int,i}$	$\theta_{n,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_{n,i}$	$\Phi_{V,n,i}$
575	20	9,5	10,5	2053 W

Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$	2318 W
--------------------------------------	---------------

Potřebný tepelný výkon místnosti Φ_i	5011 W
---	---------------

Místnost č. 230 – Koupelna s WC

Měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU_{tb}	U_{ke}	e_k	$H_{T,ie,k}$
STR-1	Střešní plášť	8,08	0,168	0,02	0,188	1,00	1,52
Celková měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							1,52

Měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou						
Ozn.	Popis	A_k	U_{ke}	$\theta_{int,j}$	f_{ij}	$H_{T,ij,k}$
STN-3	Vnitřní stěna 170 mm	16,39	1,251	15	0,14	2,87
Celková měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou $H_{T,ij}$						2,87

Tepelná ztráta prostupem				
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$\Sigma H_{T,i}$	$\Phi_{T,i}$
20	-15	35	4,39	154 W

Tepelná ztráta nuceným větráním				
$V_{n,i}$	$\theta_{int,i}$	$\theta_{n,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_{n,i}$	$\Phi_{V,n,i}$
75	20	20	0	0 W

Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$	0 W
--------------------------------------	------------

Potřebný tepelný výkon místnosti Φ_i	154 W
---	--------------

3.2. Přehled potřebných tepelných výkonů místností

3.2.1. První nadzemní podlaží

Číslo místnosti	Název místnosti	$\theta_{\text{int},i}$ [°C]	$\Phi_{T,i}$ [W]	$V_{n,i}$ [m ³ .h ¹]	$\Phi_{V,i}$ [W]	Φ_i [W]
101+201	Vstup se schodištěm	15	-1 062	110	58	-1 004
102	Restaurace	20	2 508	600	819	3 327
103	Sklad zahradního	15	-286	20	-17	-303
104	Kuchyně	20	696	900	988	1 684
105	Sklad kuchyně	15	-300	50	-85	-385
106	Chodba	15	-351	50	-21	-372
107	Šatna Ženy	22	147	150	268	402
108	Koupelna s WC Ženy	24	165	150	102	267
109	Šatna Muži	22	328	150	255	596
110	Koupelna s WC Muži	24	312	150	111	423
111	WC Ženy	20	205	135	147	352
112	WC Muži	20	344	135	150	494
113	Chodba	20	293	400	408	701
114	Šatna	20	74	60	0	74
115	Chodba	20	204	0	0	204
116	Salónek	20	703	250	344	1 047
117+231	Sál s jevištěm a galerií	20	6 786	2 850	4 264	11 050
118	Chodba	20	-47	0	0	-47
119	Šatna účinkující	22	287	350	595	882
120	Umývárna	24	253	350	238	491
121	Šatna účinkující	22	233	150	255	488
122	Umývárna	24	319	150	102	421
123	Technická místnost	15	-184	25	-43	-227
124	WC Ženy	20	124	200	0	124
125	WC Muži	20	89	240	0	89
126	WC Invalidi	20	89	75	0	89
127	Úklidová místnost	15	-225	50	-85	-310
128	Obchodní jednotka	20	2 135	575	2 318	4 453
129	Koupelna s WC	20	124	75	0	124

3.2.2. Druhé nadzemní podlaží

Číslo místnosti	Název místnosti	$\theta_{\text{int},i}$ [°C]	$\Phi_{T,i}$ [W]	$V_{n,i}$ [m ³ .h ¹]	$\Phi_{V,i}$ [W]	Φ_i [W]
202	Obchodní jednotka	20	2 907	550	2 218	5 125
203	Koupelna s WC	20	55	75	0	55
204	Chodba a bar	20	1 376	490	500	1 876
205	Chodba	20	130	90	91	221
206	Kancelář	20	141	30	31	172
207	Předsíň	20	-16	0	0	-16
208	Pokoj	20	338	27	317	655
209	Pokoj	20	293	20	244	537
210	Koupelna s WC	24	249	18	25	274
211	Pokoj	20	294	25	298	592
212	Koupelna s WC	24	249	17	22	271
213	Pokoj	20	210	20	238	448
214	Koupelna s WC	24	222	17	22	244
215	Pokoj	20	236	26	303	539
216	Koupelna s WC	24	215	18	25	240
217	Pokoj	20	437	27	315	752
218	Koupelna s WC	24	353	18	24	377
219	Zádveří	15	-119	13	5	-114
220	Prádelna	20	33	20	0	33
221	Špinavé prádlo	20	34	20	0	34
222	Čisté prádlo	20	54	20	0	54
223	Technická místnost	15	-192	0	0	-192
224	Technická místnost	15	-285	0	0	-285
225	Technická místnost	15	-89	0	0	-89
226	WC Ženy	20	177	200	0	177
227	WC Muži	20	163	240	0	163
228	Úklidová místnost	15	-327	50	-85	-412
229	Obchodní jednotka	20	2 693	575	2 318	5 011
230	Koupelna s WC	20	154	75	0	154

Potřebný tepelný výkon 1.NP [W]	25 134
Potřebný tepelný výkon 2.NP [W]	16 742
Potřebný tepelný výkon budovy [W]	41 876

4. Návrh VZT jednotek

Nucené větrání budovy zajišťuje pět vzduchotechnických jednotek vybavených výměníkem pro zpětné získávání tepla. První tři jednotky slouží vždy pro právě jednu obchodní jednotku. Čtvrtá jednotka je určena pro provoz restaurace s kuchyní. Pátá jednotka zajišťuje výměnu vzduchu ve společenských prostorech a příslušném zázemí. Tyto jednotky jsou vybaveny výměníky a taky teplovodními ohříváči pro ohřev vzduchu v zimním období. Všechny jednotky jsou vybaveny výměníky ZZT, které pracují s účinností 70 %.

Teplota vzduchu za výměníkem ZZT

$$t_{zzt} = \frac{\eta * (t_i - t_e)}{100} + t_e [^{\circ}\text{C}]$$

kde: η účinnost výměníku ZZT [%]
 t_i vnitřní výpočtová teplota [$^{\circ}\text{C}$]
 t_e vnější výpočtová teplota v zimním období [$^{\circ}\text{C}$]

Výkon ohříváče VZT jednotky

$$Q_{VZT} = \frac{\rho * c}{3600} * V_n * (t_n - t_{zzt}) [\text{W}]$$

kde: ρ měrná hmotnost vzduchu [kg.m^{-3}]
 c měrná tepelná kapacita vzduchu [$\text{J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$]
 V_n objemový tok vzduchu nuceného větrání [$\text{m}^3.\text{h}^{-1}$]
 t_n teplota přiváděného vzduchu [$^{\circ}\text{C}$]

4.1. Objemový tok vzduchu VZT jednotek

VZT-1			
Číslo místnosti	Účel místnosti	Přívod vzduchu	Odvod vzduchu
128	Obchodní jednotka	575	500
129	Koupelna s WC	0	75

VZT-2			
Číslo místnosti	Účel místnosti	Přívod vzduchu	Odvod vzduchu
202	Obchodní jednotka	550	475
203	Koupelna s WC	0	75

VZT-3			
Číslo místnosti	Účel místnosti	Přívod vzduchu	Odvod vzduchu
229	Obchodní jednotka	575	500
230	Koupelna s WC	0	75

VZT-4			
Číslo místnosti	Účel místnosti	Přívod vzduchu	Odvod vzduchu
102	Restaurace	600	480
103	Sklad zahradního nábytku	0	20
104	Kuchyně	800	900
111	WC Ženy	135	135
112	WC Muži	135	135

VZT-5			
Číslo místnosti	Účel místnosti	Přívod vzduchu	Odvod vzduchu
101+201	Vstup se schodištěm	110	110
105	Sklad kuchyně	0	50
106	Chodba	50	0
107	Šatna Ženy	150	0
108	Koupelna s WC Ženy	0	150
109	Šatna Muži	150	0
110	Koupelna s WC Muži	0	150
113	Chodba	400	0
114	Šatna	0	60
115	Chodba	0	0
116	Salónek	250	0
117+231	Sál s jevištěm a galerií	2 850	2 850
119	Šatna účinkující	350	0
120	Umývárna	0	350
121	Šatna účinkující	150	0
122	Umývárna	0	150
123	Technická místnost	0	25
124	WC Ženy	0	200
125	WC Muži	0	240
126	WC Invalidi	0	75
127	Úklidová místnost	0	50
204	Chodba	490	0
205	Chodba	90	0
206	Kancelář	30	0
220	Prádelna	0	40
221	Špinavé prádlo	0	40
222	Čisté prádlo	0	40
226	WC Ženy	0	200
227	WC Muži	0	240
228	Úklidová místnost	0	50

Označení jednotky	Přívod vzduchu	Odvod vzduchu
VZT-1	575	575
VZT-2	550	550
VZT-3	575	575
VZT-4	1 670	1 670
VZT-5	5 070	5 070

4.2. Výkon ohřivače VZT jednotek

VZT-4					
V_n [m ³ .h ⁻¹]	t_e [°C]	t_n [°C]	η [%]	t_{zzt} [°C]	Q_{VZT} [W]
1670	-15	17	0,70	7,4	5450

VZT-5					
V_n [m ³ .h ⁻¹]	t_e [°C]	t_n [°C]	η [%]	t_{zzt} [°C]	Q_{VZT} [W]
5070	-15	17	0,70	7,4	16 550

5. Návrh podlahového vytápění

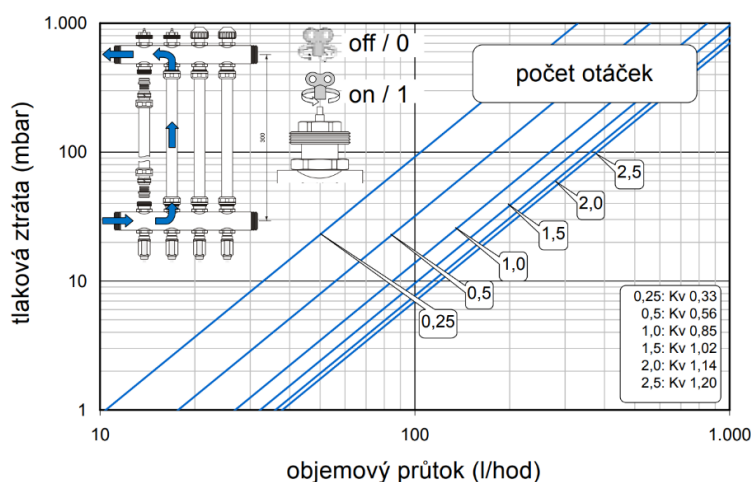
Otopnou plochu místností tvoří mokrý systém podlahového vytápění Gabotherm. Polybutenové potrubí Gabotherm hetta 17x2 mm je uchyceno v nopové systémové desce 30-2 mm. Jednotlivé okruhy jsou napojeny na rozdělovací stanice.

Výpočet tepelného výkonu a příkonu

Výpočetní vztahy nutné pro stanovení tepelného výkonu a příkonu podlahového vytápění jsou uvedeny v teoretické části, viz kapitola č. 10 – Výkon podlahového vytápění.

Hydraulická regulace podlahového vytápění

Hydraulická regulace jednotlivých okruhů podlahového vytápění je řízena pomocí rozdělovacích stanic Gabotherm GTF-VSV. Součástí těchto stanic jsou regulační ventily na sběrači a průtokoměry na rozdělovači. Nastavení regulačních ventilů je uvedeno u každého okruhu podlahového vytápění.



Obr. 15 Nastavení regulačního ventilu podlahového vytápění [4]

Pro návrh podlahového vytápění jsem použil software TechCON X (9.2) od společnosti Atcon systems s.r.o.

5.1. Hlavní výstupní hodnoty návrhu podlahového vytápění

Celková otopná plocha:	1641 m ²
Celková plocha okruhů:	1248 m ²
Celková plocha přípojek:	393 m ²
Celková délka potrubí:	7 046 m
Výkon potřebný na vytápění:	41 876 W
Výkon podlahového vytápění:	55 383 W
Výkon otopných okruhů:	48 963 W
Výkon přípojek:	6 420 W
Příkon podlahového vytápění:	60 412 W
Maximální tlaková ztráta okruhů:	8 420 Pa
Maximální rychlost otopné vody v okruhu:	0,24 m. s ⁻¹
Celkový objemový průtok okruhů:	5 511,07 kg.h ⁻¹
Maximální přívodní teplota:	42 °C
Objem vody v soustavě:	0,939 m ³

5.2. Rozdělovací stanice

Označení rozd. stanice	Počet okruhů	t _{w1} [°C]	Δt [K]	Mh [kg.h ⁻¹]	Max. tlak. ztráta [Pa]	Q _{pc} [W]
RZ-1	7	35	11,9	386,19	3 396	5 289
RZ-2	11	35	9	645,22	4 369	6 730
RZ-3	4	40	9,4	339,19	8 421	3 665
RZ-4	11	40	8,3	938,64	7 499	9 024
RZ-5	6	40	8,6	425,02	4 492	4 216
RZ-6	6	40	12,3	385,65	3 736	5 486
RZ-7	7	35	9,4	555,56	8 018	6 053
RZ-8	7	35	9,2	565,16	6 546	6 012
RZ-9	12	42	8,2	1 013,00	7 934	9 622
RZ-10	4	40	14,5	257,44	4 336	4 316

Dále jsou uvedeny výpočtové hodnoty jednotlivých okruhů podlahového vytápění rozdělených podle rozdělovacích stanic. Při návrhu okruhů podlahového vytápění by neměl být rozdíl tlakových ztrát okruhů vyšší než 5 kPa.

Rozdělovači stanice RZ-1 I.NP																			
Číslo okr.	Číslo míst.	t _{w1} [°C]	t _p [°C]	Δt [K]	t _i [°C]	S [m ²]	r [mm]	l-př. [m]	l-okr. [m]	l-cel. [m]	Mh [kg/h]	R [Pa/m]	w [m/s]	R*I [Pa]	z [Pa]	R ^{*1+z} [Pa]	Δp _g [Pa]	Δp _{dif} [Pa]	Nast. vent.
1	128	35.0	23.2	12.0	20.0	11.8	225	37.4	86.9	124.3	68.48	23.22	0.14	2887	509	3396	0	0	2,50.
2	128	35.0	23.2	12.0	20.0	15.5	225	18.0	68.8	86.8	48.31	16.30	0.10	1414	253	1668	1727	2	0.28
3	128	35.0	23.2	12.0	20.0	11.5	225	34.0	87.8	121.8	62.22	21.10	0.13	2570	420	2990	400	6	0.85
4	128	35.0	23.2	12.0	20.0	16.1	225	8.3	71.6	79.9	47.03	15.72	0.10	1256	240	1497	1895	4	0,25
5	128	35.0	23.2	12.0	20.0	17.5	225	27.4	77.9	105.3	57.06	19.35	0.12	2038	353	2391	911	94	0.47
6	128	35.0	23.2	12.0	20.0	18.0	225	22.5	80.0	102.5	54.82	18.59	0.12	1904	326	2231	1047	118	0.42
7	128	35.0	23.2	12.0	20.0	15.5	225	17.9	68.9	86.8	48.28	16.30	0.10	1415	253	1668	1725	3	0.28

Rozdělovací stanice RZ-2 1.NP																			
Číslo okr.	Číslo míst.	t _{w1} [°C]	t _p [°C]	Δt [K]	t _i [°C]	S [m ²]	r [mm]	l-pr. [m]	l-okr. [m]	l-cel. [m]	Mh [kg/h]	R [Pa/m]	w [m/s]	R [*] [Pa]	z [Pa]	R st +z [Pa]	Δp _g [Pa]	Δp _{dif} [Pa]	Nast. vent.
1	111	35.0	25.0	5.2	20.0	6.0	225	19.5	26.8	46.3	66.99	21.29	0.14	986	488	1474	2895	0	0.30
2	112	35.0	24.9	5.5	20.0	9.5	225	25.4	42.4	67.8	92.69	50.70	0.20	3436	933	4369	0	0	2,50
3	104	35.0	22.8	13.0	20.0	16.3	225	10.4	72.5	82.9	54.60	18.00	0.11	1492	324	1816	2555	-2	0,25
4	104	35.0	22.8	13.0	20.0	10.0	225	3.1	44.6	47.7	59.95	18.81	0.13	898	390	1288	3084	-3	0,25
5	102	35.0	23.2	12.0	20.0	15.9	225	15.3	86.5	101.8	52.01	17.45	0.11	1776	294	2070	2318	-19	0,25
6	102	35.0	23.2	12.0	20.0	15.6	225	21.3	87.4	108.7	50.93	17.18	0.11	1867	282	2149	223	1997	0,25
7	102	35.0	23.2	12.0	20.0	10.1	225	27.3	95.1	122.4	50.36	17.08	0.11	2083	276	2365	1877	127	0.28
8	102	35.0	23.2	12.0	20.0	11.7	225	26.3	89.1	115.4	50.05	16.91	0.11	1952	272	2224	2147	-2	0,25
9	102	35.0	23.2	12.0	20.0	15.2	225	19.6	67.5	87.1	54.08	18.86	0.11	1546	319	1864	2507	-2	0,25
10	102	35.0	23.2	12.0	20.0	13.6	225	12.0	60.4	72.4	56.36	18.22	0.12	1319	345	1664	2723	-19	0.25
11	104	35.0	22.8	13.0	20.0	13.5	225	5.7	59.9	65.6	57.20	18.43	0.12	1209	355	1565	2806	-2	0,25

Rozdělovací stanice RZ-3 1.NP																			
Číslo okr.	Číslo míst.	t _{w1} [°C]	t _p [°C]	Δt [K]	t _i [°C]	S [m ²]	r [mm]	l-př. [m]	l-okr. [m]	l-cel. [m]	Mh [kg/h]	R [Pa/m]	w [m/s]	R*1 [Pa]	z [Pa]	R*1+z [Pa]	Δp _g [Pa]	Δp _{air} [Pa]	Nast. vent.
1	117+231	40.0	23.8	10.0	20.0	21.8	225	28.4	96.7	125.1	96.77	59.17	0.20	7400	1020	8421	0	0	2,50
2	117+231	40.0	23.8	10.0	20.0	20.4	225	19.4	90.6	110.0	85.36	42.04	0.18	4625	794	5419	2858	143	0.40
3	117+231	40.0	23.8	10.0	20.0	14.8	225	1.5	65.9	67.4	79.60	34.98	0.17	2357	681	3038	5379	3	0.25
4	117+231	40.0	23.8	10.0	20.0	18.8	225	14.5	83.7	98.2	78.00	32.98	0.16	3238	663	3901	4518	2	0.28

Rozdělovací stanice RZ-4 I.NP																			
Číslo okr.	Číslo míst.	t _{w1} [°C]	t _p [°C]	Δt [K]	t _i [°C]	S [m ²]	r [mm]	l-řt. [m]	l-okr. [m]	l-cel. [m]	Mh [kg/h]	R [Pa/m]	w [m/s]	R* [Pa]	z [Pa]	R* ^{l+z} [Pa]	Δp _g [Pa]	Δp _{diff} [Pa]	Nast. vent.
1	117+231	40.0	24.2	7.6	20.0	14.6	225	0.8	65.0	65.8	75.24	30.55	0.16	2010	617	2627	4872	0	0.25
2	117+231	40.0	23.9	9.7	20.0	18.9	225	8.5	84.2	92.7	72.05	26.71	0.15	2475	266	3040	4464	-6	0.25
3	117+231	40.0	24.0	8.5	20.0	20.7	225	16.7	92.2	108.9	96.47	59.49	0.20	6479	1014	7494	0	5	2.50
4	117+231	40.0	23.9	9.1	20.0	16.5	225	24.9	100.1	125.0	92.34	52.48	0.19	6560	929	7489	0	10	2.50
5	117+231	40.0	24.0	8.8	20.0	19.0	225	28.5	84.5	113.0	93.09	53.82	0.20	6081	945	7026	472	1	1.15
6	117+231	40.0	23.9	9.1	20.0	20.9	225	25.4	95.7	121.1	93.35	54.08	0.20	6549	950	7499	0	0	2.50
7	117+231	40.0	23.8	10.0	20.0	22.1	225	36.6	98.3	134.9	89.49	47.79	0.19	6446	873	7318	181	-1	1.60
8	117+231	40.0	24.6	4.5	20.0	6.9	225	17.9	30.7	48.6	77.59	34.02	0.16	1654	656	2311	5186	2	0.25
9	117+231	40.0	24.2	7.6	20.0	11.9	225	28.0	52.9	80.9	73.24	28.41	0.15	2298	585	2882	4616	1	0.25
10	117+231	40.0	24.2	7.3	20.0	13.6	225	36.2	60.2	96.4	90.08	49.89	0.19	4811	884	5696	1800	3	0.55
11	117+231	40.0	24.0	8.8	20.0	12.7	225	45.1	76.4	121.5	85.71	43.00	0.18	5224	801	6024	1432	42	0.60

Rozdělovací stanice RZ-5 1.NP																			
Číslo okr.	Číslo míst.	t _{w1} [°C]	t _p [°C]	Δt [K]	t _i [°C]	S [m ²]	r [mm]	l-př. [m]	l-okr. [m]	l-cel. [m]	Mh [kg/h]	R [Pa/m]	w [m/s]	R* [Pa]	z [Pa]	R* ^{1+z} [Pa]	Δp _g [Pa]	Δp _{dif} [Pa]	Nast. vent.
1	116	40.0	24.5	15.0	20.0	22.8	225	9.9	101.3	111.2	64.65	20.40	0.14	2269	456	2724	1637	131	0.40
2	116	40.0	24.5	15.0	20.0	22.2	225	18.3	98.8	117.1	64.88	20.47	0.14	2397	459	2855	1471	166	0.42
3	108	40.0	28.8	13.0	24.0	5.3	75	6.9	70.6	77.5	57.70	16.31	0.12	1263	363	1626	2866	0	0.25
4	110	40.0	31.6	6.0	24.0	5.3	75	12.7	70.6	83.3	73.21	28.73	0.15	2392	584	2976	1508	8	0.47
5	107	40.0	25.6	15.0	22.0	5.3	225	2.2	23.5	25.7	63.97	20.20	0.13	520	446	966	3525	1	0.25
6	109	40.0	28.1	5.5	22.0	9.0	225	9.5	39.9	49.4	100.61	68.59	0.21	3389	1103	4492	0	0	2.50

Rozdělovačí stanice RZ-6 1.NP																			
Číslo okr.	Číslo míst.	t _{w1} [°C]	t _p [°C]	Δt [K]	t _i [°C]	S [m ²]	r [mm]	l-př. [m]	l-okr. [m]	l-cel. [m]	Mh [kg/h]	R [Pa/m]	w [m/s]	R*1 [Pa]	z [Pa]	R*1+z [Pa]	Δp _g [Pa]	Δp _{dif} [Pa]	Nast. vent.
1	125	40.0	24.5	15.0	20.0	17.3	225	34.0	76.7	110.7	56.03	17.57	0.12	1946	342	2287	1563	-114	0.35
2	124	40.0	24.5	15.0	20.0	11.2	225	34.8	49.9	84.7	50.23	15.29	0.11	1294	275	1569	2167	0	0.25
3	121	40.0	25.9	11.6	23.0	12.3	225	38.5	93.4	131.9	67.64	22.63	0.14	2985	498	3483	366	-112	0.95
4	119	40.0	26.2	13.0	22.0	20.5	225	39.8	91.1	130.9	70.58	24.39	0.15	3194	542	3736	0	0	2.50
5	120	40.0	30.2	10.0	24.0	6.0	75	37.0	79.8	116.8	72.04	27.15	0.15	3170	565	3735	0	1	2.50
6	114	40.0	24.5	15.0	20.0	21.3	225	30.4	94.7	125.1	69.13	22.65	0.15	2834	520	3355	382	0	0.95

Rozdělovací stanice RZ-7 2.NP																			
Číslo okr.	Číslo míst.	t _{w1} [°C]	t _p [°C]	Δt [K]	t _i [°C]	S [m ²]	r [mm]	l-př. [m]	l-okr. [m]	l-cel. [m]	Mh [kg/h]	R [Pa/m]	w [m/s]	R*1 [Pa]	z [Pa]	R*1+z [Pa]	Δp _ξ [Pa]	Δp _{dif} [Pa]	Nast. vent.
1	229	35.0	24.1	9.0	20.0	11.6	225	33.3	88.5	121.8	98.16	57.24	0.21	6971	1047	8018	0	0	2,50
2	229	35.0	24.1	9.0	20.0	14.8	225	18.2	66.0	84.2	76.06	28.85	0.16	2428	628	3056	4962	0	0,25
3	229	35.0	23.5	11.0	20.0	11.6	225	33.9	88.4	122.3	72.09	24.53	0.15	3001	564	3565	4454	-2	0,25
4	229	35.0	24.1	9.0	20.0	16.0	225	8.5	71.1	79.6	75.87	28.60	0.16	2276	625	2902	4936	180	0,25
5	229	35.0	23.6	10.7	20.0	17.1	225	27.5	76.1	103.6	73.94	26.43	0.16	2739	594	3333	4687	-2	0,25
6	229	35.0	23.7	10.4	20.0	17.2	225	23.0	76.5	99.5	74.37	26.89	0.16	2676	601	3276	4742	-1	0,25
7	229	35.0	24.1	9.0	20.0	17.0	225	17.8	75.7	93.5	85.07	38.89	0.18	3636	786	4422	3598	-2	0.35

Rozdělovací stanice RZ-8 2.NP																			
Číslo okr.	Číslo míst.	t _{w1} [°C]	t _p [°C]	Δt [K]	t _i [°C]	S [m ²]	r [mm]	l-př. [m]	l-okr. [m]	l-cel. [m]	Mh [kg/h]	R [Pa/m]	w [m/s]	R*1 [Pa]	z [Pa]	R*1+z [Pa]	Δp _g [Pa]	Δp _{dif} [Pa]	Nast. vent.
1	202	35.0	24.1	9.0	20.0	17.4	225	12.3	77.6	89.9	85.10	38.94	0.18	3499	787	4285	2262	-1	0.45
2	202	35.0	24.1	9.0	20.0	14.6	225	17.8	85.2	103.0	89.93	45.14	0.19	4652	878	5530	949	66	0.80
3	202	35.0	24.1	9.0	20.0	14.6	225	22.4	84.3	106.7	90.79	46.33	0.19	4945	895	5840	657	48	0.95
4	202	35.0	23.4	11.5	20.0	9.8	225	26.7	95.0	121.7	63.92	21.40	0.13	2605	444	3049	3502	-5	0.25
5	202	35.0	24.1	9.0	20.0	11.6	225	25.5	88.8	114.3	92.75	49.08	0.20	5611	934	6546	0	0	2.50
6	202	35.0	24.1	9.0	20.0	14.5	225	19.1	64.2	83.3	72.28	25.15	0.15	2096	568	2663	3869	13	0.28
7	202	35.0	24.1	9.0	20.0	12.8	225	17.8	56.9	74.7	70.38	23.52	0.15	1758	538	2296	4249	1	0.25

Rozdělovací stanice RZ-9 2.NP																			
Číslo okr.	Číslo míst.	t _{w1} [°C]	t _p [°C]	Δt [K]	t _i [°C]	S [m ²]	r [mm]	l-řř. [m]	l-okr. [m]	l-cel. [m]	Mh [kg/h]	R [Pa/m]	w [m/s]	R*1 [Pa]	z [Pa]	R*1+z [Pa]	Δp _g [Pa]	Δp _{dif} [Pa]	Nast. vent.
1	206	42.0	24.4	15.0	20.0	19.8	300	6.8	66.1	72.9	76.45	31.20	0.16	2273	638	2911	5028	-5	0.25
2	218	42.0	33.0	5.0	24.0	3.3	75	44.8	43.9	88.7	106.13	75.59	0.22	6705	1229	7934	0	0	2,50
3	217	42.0	24.0	12.0	20.0	19.0	225	37.7	84.3	122.0	83.92	40.62	0.18	4955	769	5723	2206	4	0.45
4	215	42.0	23.8	13.0	20.0	18.3	225	35.2	81.2	116.4	73.71	28.42	0.16	3308	593	3901	4036	-3	0.28
5	216	42.0	32.1	8.0	24.0	3.3	75	39.8	44.1	83.9	74.31	30.62	0.16	2570	603	3173	4760	1	0.25
6	214	42.0	31.4	5.0	24.0	3.2	150	25.3	21.6	46.9	79.71	37.59	0.17	1761	693	2454	5481	-1	0.25
7	213	42.0	24.0	12.0	20.0	14.4	225	20.1	64.2	84.3	74.64	30.05	0.16	2533	608	3141	4796	-3	0.25
8	211	42.0	24.0	12.0	20.0	17.8	225	18.0	79.1	97.1	73.24	28.17	0.15	2737	585	3322	4616	-5	0.25
9	212	42.0	31.8	3.5	24.0	3.2	150	22.9	21.5	44.4	109.21	79.07	0.23	3509	1302	4811	3025	98	0.50
10	210	42.0	32.0	2.8	24.0	3.3	150	9.1	22.1	31.2	112.44	82.96	0.24	2585	1380	3965	3974	-4	0.75
11	209	42.0	24.0	12.0	20.0	15.3	225	7.4	68.1	75.5	75.76	31.41	0.16	2372	626	2998	4942	-7	0.25
12	208	42.0	24.0	12.0	20.0	19.7	225	5.6	87.6	93.2	73.48	28.38	0.15	2645	589	3234	4646	54	0.25

Rozdělovací stanice RZ-10 2.NP																			
Číslo okr.	Číslo míst.	t _{w1} [°C]	t _p [°C]	Δt [K]	t _i [°C]	S [m ²]	r [mm]	l-př. [m]	l-okr. [m]	l-cel. [m]	Mh [kg/h]	R [Pa/m]	w [m/s]	R* _l [Pa]	z [Pa]	R* _{l+z} [Pa]	Δp _g [Pa]	Δp _{air} [Pa]	Nast. vent.
1	227	40.0	24.5	15.0	20.0	15.3	225	19.2	68.2	87.4	54.27	17.01	0.11	1487	320	1807	2529	0	0.25
2	226	40.0	24.5	15.0	20.0	11.2	225	35.8	49.9	85.7	54.74	16.74	0.12	1434	326	1760	2575	1	0.25
3	204	40.0	24.5	15.0	20.0	24.5	225	11.7	108.9	120.6	77.35	30.56	0.16	3685	651	4336	0	0	2,50
4	204	40.0	23.7	15.0	20.0	28.6	300	0.8	95.2	96.0	71.08	24.40	0.15	2343	550	2893	1417	26	0.47

5.3. Výkon a příkon podlahového vytápění

Číslo místnosti	t_p [°C]	S [m ²]	q [W. m ²]	q' [W. m ²]	Q_p [W]	Q_{pc} [W]
102	23.4	108.0	34.7	1.0	3 750	3 860
104	23.6	54.7	36.6	1.1	2 002	2 059
107	26.5	9.3	47.5	1.8	439	456
108	31.3	5.3	79.6	3.1	421	437
109	27.9	9.4	63.1	2.2	592	613
110	31.6	5.3	83.3	3.3	441	458
111	24.6	6.9	48.6	1.4	334	344
112	24.9	9.5	51.8	1.5	494	508
113	21.7	45.3	16.3	0.5	739	762
114	24.5	21.3	46.4	1.4	989	1 019
115	20.2	48.0	1.6	0.0	77	77
116	24.4	46.3	45.7	1.4	2 115	2 178
117	23.7	320.5	37.7	2.0	12 093	12 742
118	21.4	1.4	13.4	0.4	19	20
119	26.2	20.5	43.5	1.7	892	927
120	31.1	6.0	77.2	3.1	462	480
121	25.9	12.3	40.2	1.6	495	515
122	31.9	2.8	87.0	3.4	247	257
124	25.1	11.2	53.9	1.6	605	623
125	24.6	17.3	47.7	1.4	824	848
126	20.8	4.1	7.2	0.2	29	30
128	23.4	130.1	33.9	1.0	4 411	4 538
129	25.2	7.3	55.2	1.6	404	415
202	23.8	131.8	39.2	5.6	5 168	5 899
203	22.0	7.1	18.8	2.3	133	149
204	23.0	83.1	30.0	4.2	2 492	2 841
205	23.5	33.2	35.7	4.4	1 183	1 329
206	24.8	19.8	50.4	7.1	999	1 140
208	24.0	19.7	41.0	10.6	808	1 017
209	24.3	15.3	44.6	11.5	684	860
210	32.0	3.3	87.7	16.4	290	345
211	24.0	18.5	40.7	10.5	754	947
212	31.8	3.2	85.6	16.1	276	328
213	24.3	15.0	43.2	11.2	647	814
214	31.5	3.2	81.9	15.6	265	315
215	23.9	19.0	39.1	10.1	742	933
216	32.5	3.3	94.2	18.3	312	372
217	24.0	19.7	40.5	10.5	798	1 004
218	33.0	3.3	100.2	18.1	330	389
226	25.1	11.2	53.0	7.5	595	679
227	24.6	15.4	47.9	6.7	735	838
229	23.7	137.0	37.5	5.3	5 142	5 867
230	22.4	6.9	23.0	2.8	159	179
					55 383	60 412

Legenda

t_{w1}	přívodní teplota otopné vody
t_p	střední povrchová teplota podlahy
Δt	teplotní spád
t_i	výpočtová vnitřní teplota
S	plocha okruhu podlahového vytápění
r	osová vzdálenost potrubí v okruhu podlahového vytápění
$l\text{-př.}$	délka přívodu a vratu
$l\text{-okr.}$	délka okruhu v otopné ploše
$l\text{-cel.}$	celková délka okruhu
M_h	hmotnostní průtok
R	tlaková ztráta třením na 1 m
w	rychlost proudění
$R \cdot l$	celková tlaková ztráta třením
z	tlaková ztráta místními odpory
$R \cdot l + z$	celková tlaková ztráta okruhu
Δp_s	tlaková ztráta regulačního ventilu
Δp_{dif}	rozdíl tlakových ztrát okruhů
Nast. v.	přednastavení regulačního ventilu
q	hustota tepelného toku směrem nahoru
q'	hustota tepelného toku směrem dolů
Q_p	výkon podlahového vytápění
Q_{pc}	příkon podlahového vytápění

6. Potřeba teplé vody

6.1. Vstupní výpočtové hodnoty

Restaurace:

150 jídel denně, 1,5 l vody na jídlo, 30 mytí rukou za den zaměstnanci, 150 mytí rukou za den hosté, 2 l vody na mytí rukou, 20 l vody na 100 m^2 úklidu, plocha 204 m^2

Obchodní jednotky:

45 mytí rukou za den, 2 l vody na mytí rukou, 20 l vody na 100 m^2 úklidu, plocha 428 m^2

Ubytovací zařízení

60 l na den na osobu, kapacita 10 osob, 20 l vody na 100 m^2 úklidu, plocha 206 m^2

Sál a zázemí

25 l na sprchu, 15 sprch denně, 600 mytí rukou za představení, 2 l vody na mytí rukou, 20 l vody na 100 m^2 úklidu, plocha 1014 m^2

Denní potřeba teplé vody:

$$V_{2p} = (150 * 1,5 + 180 * 2 + 20 * 2,04) + (45 * 2 + 20 * 4,28) + (60 * 10 + 20 * 2,06) + (25 * 15 + 600 * 2 + 20 * 10,14) = 3220,4 \text{ l/den}$$

Teplo odebrané:

$$Q_{2t} = 1,163 * V_{2p} * (\theta_1 - \theta_2) = 1,163 * 3,22 * (55 - 10) = 168,52 \text{ kWh}$$

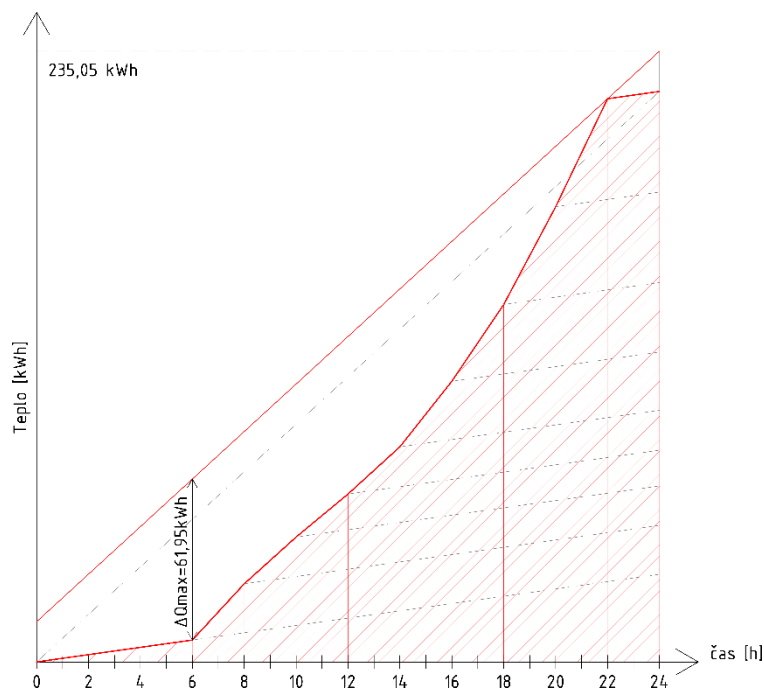
Teplo ztracené cirkulací:

$$Q_{2z} = Q_{2t} * t = 168,52 * 0,2 = 33,70 \text{ kWh}$$

Celkové potřebné teplo:

$$Q_{2p} = Q_{2t} + Q_{2z} = 168,52 + 33,70 = 202,22 \text{ kWh}$$

Časový rozsah [h]	Podíl odběru [%]	Teplo odebrané [kWh]	Teplo cirkulační [kWh]	Teplo celkem [kWh]
6-8	11	18,83	2,81	21,64
8-10	9	15,19	2,81	18,00
10-12	8	13,75	2,81	16,56
12-14	9	15,36	2,81	18,17
14-16	13	22,41	2,81	25,22
16-18	16	26,74	2,81	29,55
18-20	21	34,81	2,81	37,62
20-22	23	38,75	2,81	41,56



Obr. 16 Křivka odběru tepla pro ohřev teplé vody za den

6.2. Průběžný ohřev teplé vody – 24h/den

Velikost zásobníku teplé vody:

$$V_z = \frac{\Delta Q_{max}}{1,163 * \Delta \theta} = \frac{61,95}{1,163 * (55 - 10)} = 1,184 \text{ [m}^3\text{]}$$

Jmenovitý výkon ohřevu teplé vody:

$$Q_{1n} = \frac{Q_1}{t} = \frac{235,05}{24} = 9,794 \text{ [kW]}$$

Potřebná teplosměnná plocha:

$$\Delta t = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{(T_1 - t_2)}{(T_2 - t_1)}} = \frac{(70 - 55) - (45 - 10)}{\ln \frac{(70 - 55)}{(45 - 10)}} = 23,6 \text{ K}$$

$$A = \frac{Q_{1n} * 10^3}{U * \Delta t} = \frac{9,794 * 10^3}{420 * 23,6} = 0,988 \text{ m}^2$$

6.3. Smíšený ohřev teplé vody

Hodinová špička: odhad mezi 20h – 22h (23 % denního odběru teplé vody)

Odběr teplé vody během hodinové špičky:

$$V_s = \frac{V_{2p} * n}{t} = \frac{3,22 * 0,23}{2} = 0,370 \text{ m}^3$$

Požadavek výkonu ohřevu se zahrnutím ztraceného tepla:

$$Q_p = V_s * 1,163 * \Delta \theta * (1 + z) = 0,370 * 1,163 * (55 - 10) * (1 + 0,2) = 23,24 \text{ kW}$$

Potřebná teplosměnná plocha:

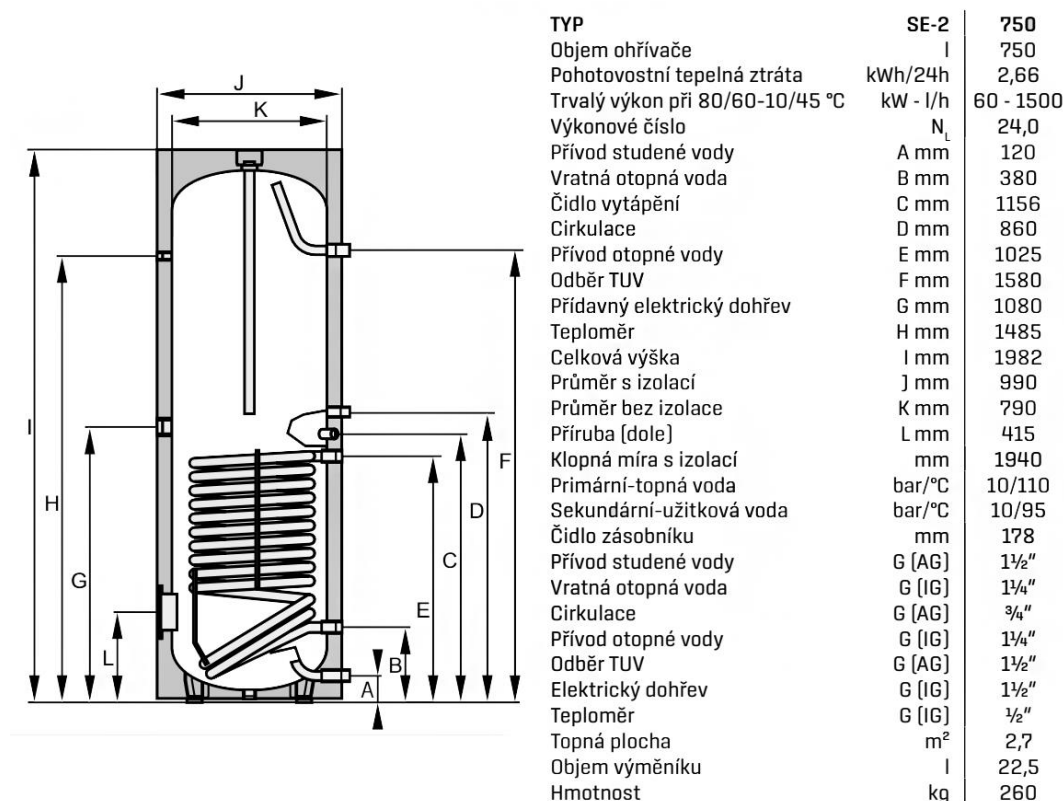
$$A = \frac{Q_p * 10^3}{U * \Delta t} = \frac{23,24 * 10^3}{420 * 23,6} = 2,34 \text{ m}^2$$

Skutečný výkon zásobníku:

$$Q_p = \frac{A * U * \Delta t}{10^3} = \frac{2,70 * 420 * 23,6}{10^3} = 26,762 \text{ kW}$$

6.3.1. Zvolená varianta ohřevu teplé vody

Ideální variantou ohřevu teplé vody je daném případě smíšený ohřev. Při této variantě přípravy teplé vody lze využít většího výkonu zdroje než při průběžném ohřevu v zásobníkovém ohříváči. Díky tomu je možné použít zásobník s menším užitným objemem. Navrhují stacionární ohříváč vody WOLF SE-2-750 s užitným objemem 750 l a teplosměnnou plochou výměníku 2,70 m².



Obr. 17 Zásobníkový ohříváč teplé vody WOLF SE-2-750 [10]

7. Návrh zdroje tepla

7.1. Vstupní výpočtové hodnoty

Požadovaný tepelný výkon pro vytápění: $Q_{VYT} = 60,412 \text{ kW}$

Požadovaný tepelný výkon pro ohříváč VZT: $Q_{VZT} = 22,000 \text{ kW}$

Požadovaný tepelný výkon pro ohřev teplé vody: $Q_{TV} = 26,762 \text{ kW}$

7.2. Výpočet tepelného výkonu zdroje tepla

$$Q_{PRIP,1} = 0,7 * Q_{VYT} + 0,7 * Q_{VZT} + Q_{TV} \text{ [kW]}$$

$$Q_{PRIP,1} = 0,7 * 60,412 + 0,7 * 22 + 26,762 = 84,450 \text{ kW}$$

$$Q_{PRIP,2} = Q_{VYT} + Q_{VZT} \text{ [kW]}$$

$$Q_{PRIP,2} = 60,412 + 22 = 82,412 \text{ kW}$$

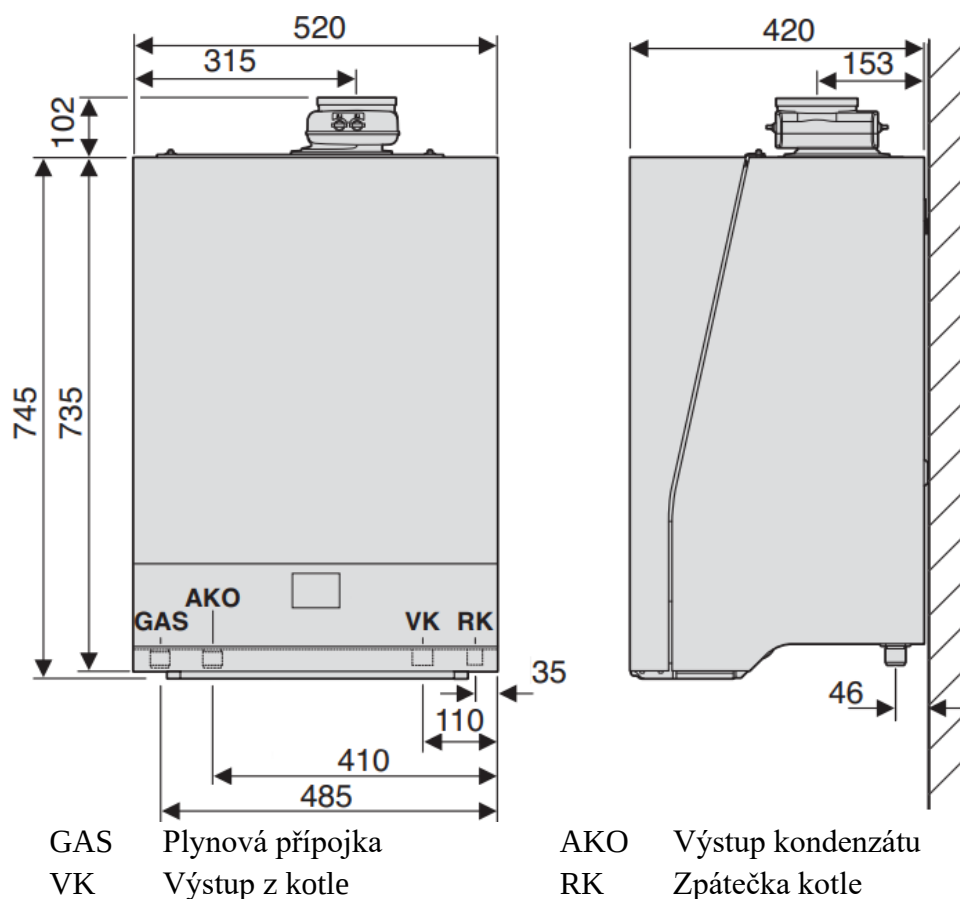
[2]

7.3. Požadovaný tepelný výkon zdroje tepla

Požadovaný tepelný výkon zdroje tepla při venkovní teplotě $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ činí 84,450 kW. V letním období bude tepelný výkon potřeba pouze pro ohřev teplé vody, tedy 26,762 kW. Těmto požadavkům vyhovuje kaskádové zapojení dvou plynových závěsných kondenzačních kotlů Logamax plus GB192-50i od společnosti Buderus o jmenovitém výkonu jednoho kotle 48 kW a celkovém součtovém výkonu 96 kW.

Jmenovitý výkon jednoho kotle není vyšší než 50 kW a součtový výkon obou kotlů není vyšší než 100 kW. Nejedná se tedy o kotelnu III. kategorie, ale o místnost s plynovými spotřebiči.

Kotle jsou navrženy v provedení typu C. Přívod spalovacího vzduchu a odvod spalin je pro každý kotel zajištěn samostatně koaxiálním potrubím o průměru 80/125 mm. V interiéru a přechodu skrz obvodovou stěnu je vnitřní i vnější potrubí zhotoveno z polypropylenu. Po vyvedení potrubí na fasádu je napojeno na potrubí s vnitřním potrubím z polypropylenu a vnějším potrubím z ušlechtilé oceli. Odvod spalin je vyveden do výšky 1,5 m nad atiku. Nasávání vzduchu do mezikruží potrubí je zabezpečeno skrz nasávací díl ve vzdálenosti 1 m nad vnější nástěnnou konzolou potrubí. Celková délka odvodu spalin po započítání ohybů potrubí pomocí koeficientů ekvivalentní délky činí 14,8 m.



Obr. 18 Plynový závěsný kondenzační kotel Buderus Logamax plus GB192-50i [11]

Logamax plus GB192-50i		
Maximální příkon	kW	48,9
Minimální příkon	kW	6,3
Jmenovitý výkon při 80/60 °C	kW	47,9
Minimální výkon při 80/60 °C	kW	6,0
Jmenovitý výkon při 50/30 °C	kW	49,9
Minimální výkon při 50/30 °C	kW	6,6
Účinnost při max. výkonu při 80/60 °C	%	97,4
Účinnost při max. výkonu při 50/30 °C	%	102
Jmenovitá spotřeba plynu		
Zemní plyn E, H, E _s	$m^3 \cdot h^{-1}$	5,15
Zemní plyn LL, L, E _i	$m^3 \cdot h^{-1}$	6,04
Propan 3P	kg.h ⁻¹	3,8
Připojovací tlak plynu		
Připojovací tlak pro zemní plyn	mbar	20
Připojovací tlak pro propan 3P	mbar	50
Topná voda		
Max. výstupní teplota	°C	88
Zbytková dopravní výška při $\Delta t = 20$ K	mbar	225
Max. provozní tlak	bar	3
Objem topné vody	l	1,51
Přípojky		
Plyn	palec	R 3/4
Topná voda – vytápění	mm	28
Kondenzát	mm	30
Odvod spalin dle EN 13384		
Max. množství kondenzátu při spádu 40/30 °C	l.h ⁻¹	5
Hodnota pH kondenzátu	pH	4,5 - 8,5
Teplota spalin 80/60 °C, max./min. výkon	°C	71/59
Teplota spalin 50/30 °C, max./min. výkon	°C	50/30
Dispoziční tlak ventilátoru	Pa	147
Hmotnostní tok spalin při max. výkonu	$g \cdot s^{-1}$	21,8
Emise NO _x (dle Ecodesignu)	$mg \cdot kWh^{-1}$	46
Průměr odkouření při sání z venku	mm	80/125
Elektrické připojení		
Síťové napětí, frekvence	V	230/50Hz
Stupeň krytí		
Elektrický příkon max.	W	156
Elektrický příkon min.	W	20
Rozměry a hmotnost		
Šířka	mm	520
Výška	mm	735
Hloubka	mm	425
Hmotnost	kg	51

Tab. 3 Technické údaje kotle Buderus Logamax plus GB192-50i [11]

8. Otopná tělesa

V místnostech č. 108, 110, 120, 122, 210, 212, 214, 216, 218 budou osazena trubková otopná tělesa s elektrickými přímotopy o rozsahu příkonu 0,2–1,2 kW, KORALUX-ER od společnosti Korado.

9. Dimenzování a hydraulická regulace soustavy

Jedná se o teplovodní uzavřenou soustavu se dvěma potrubími a nuceným oběhem, která je rozčleněna pomocí kombinovaného rozdělovače a sběrače na jeden primární a šest sekundárních okruhů. Jednotlivé rozvody jsou tvořeny měděným potrubím spojovaným lisováním.

9.1. Regulace jednotlivých okruhů otopné soustavy

Okruh ohřivačů vzduchotechnických jednotek VZT (70/50 °C)

Rozvody k jednotlivým VZT jednotkám jsou vůči sobě vzájemně regulovány pomocí vyvažovacích ventilů STAD. Součástí každé jednotky je regulační uzel. Na okruhu je v technické místnosti osazen vyvažovací ventil.

Okruh podlahového vytápění obchodních jednotek PV-1 (35/25 °C)

Seřízení jednotlivých okruhů podlahového vytápění je zajištěno regulačními ventily v rozdělovacích stanicích podlahového vytápění. Před rozdělovacími stanicemi jsou umístěny vyvažovací ventily STAD. Na okruhu je v technické místnosti osazen vyvažovací a třicestný ventil.

Okruh ohřevu teplé vody TV (70/45°C)

Na okruhu je v technické místnosti osazen vyvažovací ventil.

Okruh podlahového vytápění restaurace PV-2 (35/26 °C)

Seřízení jednotlivých okruhů podlahového vytápění je zajištěno regulačními ventily v rozdělovací stanici podlahového vytápění. Na okruhu je v technické místnosti osazen vyvažovací a třicestný ventil.

Okruh podlahového vytápění ubytování PV-3 (42/34 °C)

Seřízení jednotlivých okruhů podlahového vytápění je zajištěno regulačními ventily v rozdělovací stanici podlahového vytápění. Na okruhu je v technické místnosti osazen vyvažovací a třicestný ventil.

Okruh podlahového vytápění sálu a zázemí PV-4 (40/30 °C)

Seřízení jednotlivých okruhů podlahového vytápění je zajištěno regulačními ventily v rozdělovacích stanicích. Před rozdělovacími stanicemi jsou umístěny vyvažovací ventily STAD. Na okruhu je v technické místnosti osazen vyvažovací a třicestný ventil.



Obr. 19 Vyvažovací ventil s vypouštěním STAD [15]

Otáčky	DN 10	DN 15	DN 20	DN 25	DN 32	DN 40	DN 50
0.5	-	0.136	0.533	0.599	1.19	1.89	2.62
1	0.091	0.226	0.781	1.03	2.09	3.40	4.10
1.5	0.134	0.347	1.22	2.13	3.36	4.74	6.76
2	0.264	0.618	1.95	3.64	5.22	6.25	11.4
2.5	0.461	0.931	2.71	5.26	7.77	9.16	15.8
3	0.799	1.46	3.71	6.65	9.82	12.8	21.5
3.5	1.22	2.07	4.51	7.79	11.9	16.2	27.0
4	1.36	2.56	5.39	8.59	14.2	19.3	32.3

Tab. 4 Hodnoty k_v pro vyvažovací ventil s vypouštěním IMI STAD [15]

9.2. Výpočet tlakové ztráty okruhů

Při výpočtu tlakových ztrát okruhu jsem daný okruh nejprve rozdělil na menší výpočtové úseky. Samostatný úsek tvoří část potrubí, na kterém je napojeno stejné množství odběrných míst nebo část potrubí se stejnou dimenzí.

V případě, že okruh tvoří více výpočtových úseků, jsem v druhé tabulce vyjádřil, z jakých úseků se skládá trasa k jmenovitému odběrnímu místu. Tlaková ztráta od začátku okruhu po jmenovité odběrní místo je poté součtem tlakových ztrát jednotlivých úseků, které tvoří trasu k jmenovitému odběrnímu místu.

Při zohlednění směšování na sekundárních okruzích, dochází ke snížení objemového průtoku primárního okruhu. Hydraulicky nejneprůzračnější provoz nastává v momentě, kdy okruhy VZT a TV nemají odběr tepla, tudíž zdroj ohřívá pouze okruhy podlahového vytápění. V dané situaci může nadřazená regulace snížit přívodní teplotu na 42 °C, čím se sníží poměr směšování a zvýší objemový průtok. Potrubí je v kotlovém okruhu dimenzováno na hydraulicky nejneprůzračnější provoz.

Podíl průtoků primárního a sekundárních okruhů při teplotě přívodu primárního okruhu 42 a 70 °C												
Okruh	VZT	PV-1	TV	PV-2	PV-3	PV-4	VZT	PV-1	TV	PV-2	PV-3	PV-4
$t_{w1,p}$	42						70					
$t_{w1,s}$	-	35	-	35	42	40	70	35	70	35	42	40
$t_{w2,s}$	-	25	-	26	34	30	50	25	45	26	34	30
$Mh_{1,p}$	-	0.886	-	0.362	1.013	1.955	0.946	0.335	0.920	0.132	0.225	0.586
$Mh_{2,s}$	-	0.620	-	0.283	0.000	0.391	0.000	1.171	0.000	0.514	0.788	1.759
Σ	$Mh_{1,p,42}=4,216 \text{ m}^3/\text{h}$						$Mh_{1,p,70}=3,144 \text{ m}^3/\text{h}$					

Dimenzování a hydraulická regulace větve VZT

Úsek	Q [W]	Mh [m ³ /h]	l [m]	DN x t [mm]	w [m/s]	R [Pa/m]	R* [Pa]	ξ [-]	z [Pa]	R* _{l+z} [Pa]	Δp _{VZT} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
1	22 000	0,945	5	28x1,5	0,54	143	715	6,9	1 006	1 721	0	1 721
2	5 450	0,234	59	22x1,0	0,21	34,6	2 041	5,1	112	2 154	500	2 654
3	16 550	0,711	33,4	28x1,5	0,40	82,6	2 759	9,2	736	3 495	1 000	4 495

OM	Úseky	Δp _{dis} [Pa]	DN _{VV} [mm]	Nastavení VV	k _{V,VV} [m ³ /h]	Δp _{VV} [Pa]	Δp _{dif} [Pa]	Δp _{celk} [Pa]
VZT-4	1+2	4 375	20	1,7	1,5	2 440	87	6 815
VZT-5	1+3	6 216	25	4	8,59	686	0	6 902

Dimenzování a hydraulická regulace sekundárního okruhu PV-1

Úsek	Q [W]	Mh [m ³ /h]	l [m]	DN x t [mm]	w [m/s]	R [Pa/m]	R* [Pa]	ξ [-]	z [Pa]	R* _{l+z} [Pa]	Δp _{R+S} [Pa]	Δp _{PV} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
1	17 354	1,506	30	35x1,5	0,52	109	3270	8,7	1 176	4 446	0	0	4 446
2	11 342	0,942	0,6	28x1,5	0,53	154	92	2,6	365	457	0	0	458
3	5 289	0,386	4,6	28x1,5	0,22	32,2	148	6,9	167	315	360	3 396	4 071
4	6 053	0,556	2	28x1,5	0,31	59	118	6,9	332	450	800	8 018	9 268
5	6 012	0,565	18,6	28x1,5	0,32	62,4	1161	6,5	332	1493	900	6 546	8 939

OM	Úseky	Δp _{dis} [Pa]	DN _{VV} [mm]	Nastavení VV	k _{V,VV} [m ³ /h]	Δp _{VV} [Pa]	Δp _{dif} [Pa]	Δp _{celk} [Pa]
RZ1	1+2+3	8 975	25	1,3	1,6	5 826	-211	14 801
RZ7	1+2+4	14 171	25	4	8,59	418	0	14 589
RZ8	1+5	13 386	25	3	6,65	722	481	14 108

Dimenzování sekundárního okruhu TV

Úsek	Q [W]	Mh [m ³ /h]	l [m]	DN x t [mm]	w [m/s]	R [Pa/m]	R* [Pa]	ξ [-]	z [Pa]	R* _{l+z} [Pa]	Δp _{R+S} [Pa]	Δp _{celk} [Pa]
1	26 762	0,920	16	28x1,5	0,52	133	2 128	14	1 893	4 021	0	4 021

Dimenzování sekundárního okruhu PV-2

Úsek	Q [W]	Mh [m ³ /h]	l [m]	DN x t [mm]	w [m/s]	R [Pa/m]	R* [Pa]	ξ [-]	z [Pa]	R* _{l+z} [Pa]	Δp _{R+S} [Pa]	Δp _{PV} [Pa]	Δp _{celk} [Pa]
1	6 730	0,645	61	28x1,5	0,37	80,7	4923	16,3	1 115	6 038	850	4 369	11 257

Dimenzování sekundárního okruhu PV-3

Úsek	Q [W]	Mh [m ³ /h]	l [m]	DN x t [mm]	w [m/s]	R [Pa/m]	R* [Pa]	ξ [-]	z [Pa]	R* _{l+z} [Pa]	Δp _{R+S} [Pa]	Δp _{PV} [Pa]	Δp _{celk} [Pa]
1	9 622	1,013	57,6	28x1,5	0,57	175	10 080	15,9	2 583	12 663	2700	7934	23 297

Dimenzování a hydraulická regulace sekundárního okruhu PV-4

Úsek	Q [W]	Mh [m ³ /h]	l [m]	DN x t [mm]	w [m/s]	R [Pa/m]	R* [Pa]	ξ [-]	z [Pa]	R* +z [Pa]	Δp _{R+S} [Pa]	Δp _{PV} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
1	26 707	2,346	14	35x1,5	0,80	243	3 402	9,7	3 104	6 506	0	0	6 506
2	23 042	2,007	15	35x1,5	0,69	181	2 715	0,9	214	2 929	0	0	2 929
3	14 018	1,068	11	28x1,5	0,60	192	2 112	1,3	234	2 346	0	0	2 346
4	9 802	0,643	5	28x1,5	0,36	76,9	385	1,6	104	488	0	0	488
5	3 665	0,339	15	28x1,5	0,19	24,9	374	6	108	482	750	8 421	1 232
6	9 024	0,939	15	28x1,5	0,53	154	2 310	7	983	3 293	1 800	7 499	5 093
7	4 216	0,425	41	28x1,5	0,24	37,5	1 538	10,3	297	1 834	540	4 492	2 374
8	5 486	0,386	3	28x1,5	0,22	32,2	97	7	169	266	380	3 736	646
9	4 316	0,257	3	28x1,5	0,15	16,5	50	6,2	70	119	300	4 336	419

OM	Úseky	Δp _{dis} [Pa]	DN _{VV} [mm]	Nastavení VV	k _{V,VV} [m ³ /h]	Δp _{VV} [Pa]	Δp _{dif} [Pa]	Δp _{celk} [Pa]
RZ-3	1+5	16 159	25	1,1	1,2	7 990	-929	24 149
RZ-4	1+2+6	22 027	25	4	8,59	1 193	0	23 220
RZ-5	1+2+3+7	18 647	25	1,4	1,87	5 166	-593	23 813
RZ-6	1+2+3+4+8	16 651	25	1,2	1,42	7 376	-806	24 027
RZ-10	1+2+3+4+9	17 025	25	1	1,05	6 011	186	23 036

Dimenzování primárního okruhu R+S – HVDT, HVDT – KK

Úsek	Q [W]	Mh [m ³ /h]	l [m]	DN x t [mm]	w [m/s]	R [Pa/m]	R* [Pa]	ξ [-]	z [Pa]	R* +z [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
1	60 142	4,216	1,6	54x2	0,60	80,3	129	6,4	1 152	1 280	2 432
2	60 142	4,216	5,7	54x2	0,60	80,3	457,7	16,4	2 952	3 410	6 362

9.3. Vyvažovací a směšovací třicečné ventily čerpadlových okruhů

Pro zajištění optimálního provozu oběhových čerpadel bude každém čerpadlovém okruhu osazen vyvažovací ventil STAD. Na okruzích podlahového vytápění budou osazeny i třicečné ventily IVAR.MIX 3. Zařízení budou umístěna v technické místnosti nad kombinovaným rozdělovačem a sběračem. [15] [16]

Okruh	$\Delta p_{\max}$ [Pa]	Mh [m ³ /h]	DN _{VV} [mm]	Nast. VV	$k_{V,VV}$ [m ³ /h]	Δp_{VV} [Pa]	DN _{STV} [mm]	$k_{V,STV}$ [m ³ /h]	Δp_{STV} [Pa]	Δp_{okr} [Pa]
VZT	6 902	0.96	25	2	3.64	6 956	-	-	-	13 858
PV-1	14 801	1.51	32	4	14.2	1 131	32	12	1 583	17 515
TV	4 021	0.92	25	1.8	3	9 404	-	-	-	13 425
PV-2	11 257	0.65	25	2.5	5.26	1 527	25	12,5	270	13 054
PV-3	23 297	1.01	25	4	8.59	1 382	25	12,5	653	25 322
PV-4	24 149	2.35	32	4	14.2	2 739	32	12	3 835	30 723

[15] [16]

Legenda

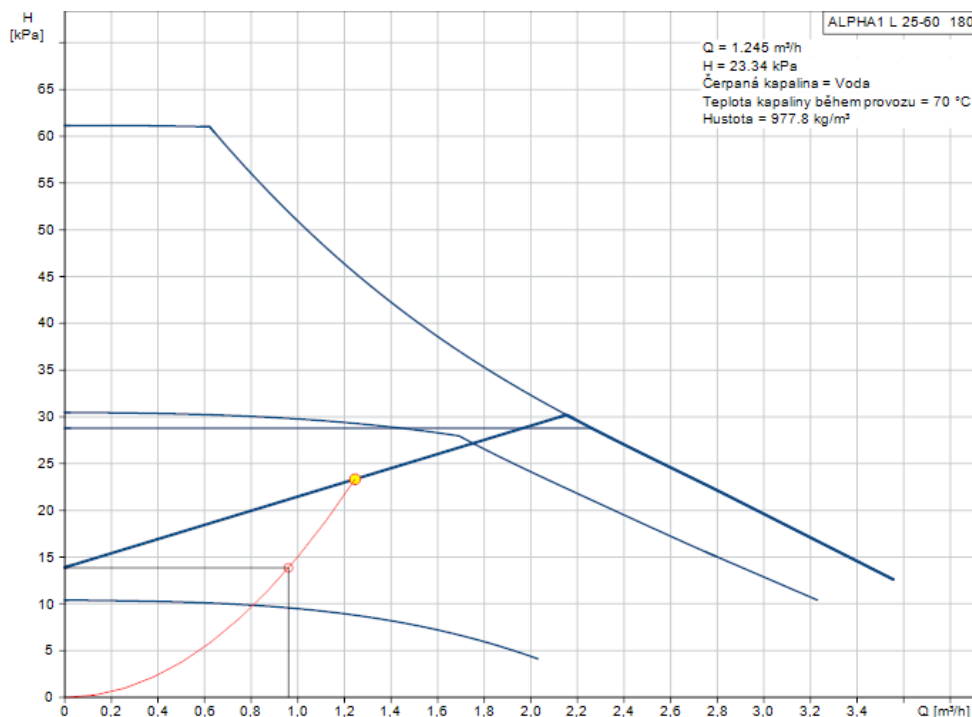
Q	výpočtový výkon vedený v úseku
Mh	hmotnostní průtok v úseku
l	délka potrubí
DN x t	světlý průměr x tloušťka stěny potrubí
w	rychlost proudění
R	tlaková ztráta třením na 1 m
R*l	celková tlaková ztráta třením
ξ	součinitel místního odporu
z	tlaková ztráta místními odpory
R*l+z	celková tlaková ztráta
Δp_{VZT}	tlaková ztráta ohřívače VZT
Δp_{R+S}	tlaková ztráta rozdělovací stanice podlahového vytápění
Δp_{PV}	tlaková ztráta podlahového vytápění
OM	odběrní místo
Δp_{dif}	rozíl tlakových ztrát odběrní míst
Δp_{dis}	tlaková ztráta úseku
Δp_{celk}	celková tlaková ztráta odběrného místa
$\Delta p_{\max}$	nejvyšší tlaková ztráta odběrního místa na čerpadlovém okruhu
DN _{VV}	světlý průměr vyvažovacího ventilu
Nast. VV	přednastavení vyvažovacího ventilu
k_{VV}	průtokový součinitel vyvažovacího ventilu
Δp_{VV}	tlaková ztráta vyvažovacího ventilu
DN _{STV}	světlý průměr směšovacího třicečného ventilu
k_{STV}	průtokový součinitel směšovacího třicečného ventilu
Δp_{STV}	tlaková ztráta směšovacího třicečného ventilu
Δp_{okr}	celková tlaková ztráta čerpadlového okruhu

10. Návrh oběhových čerpadel

Pro návrh čerpadel jsem využil online aplikaci výrobce GRUNDFOS.

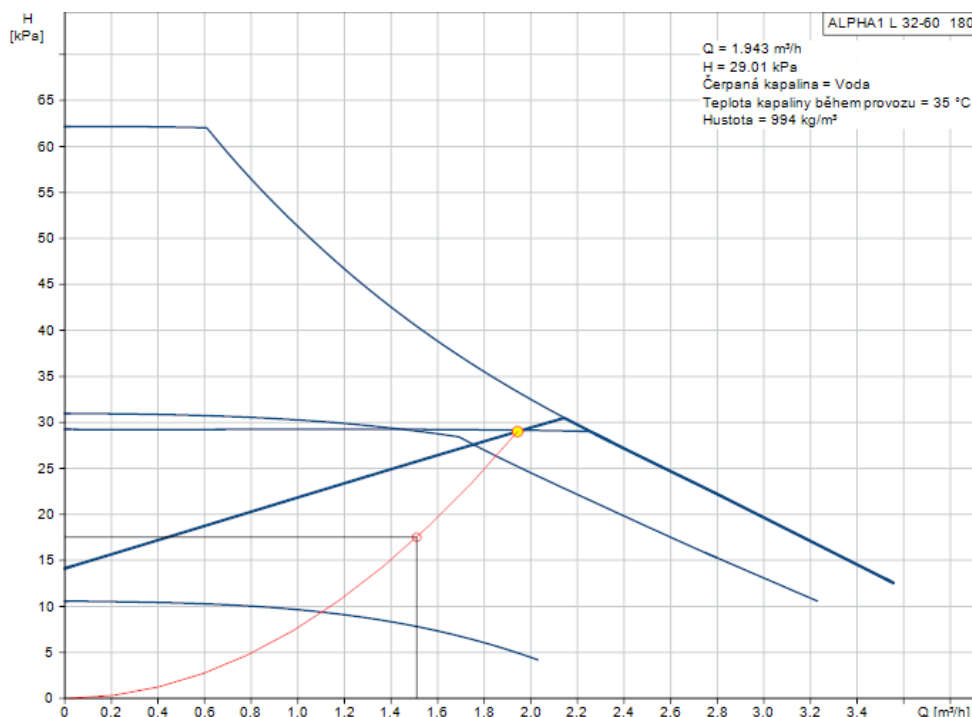
Čerpadlo č.1 – GRUNDFOS ALPHA1 L 25-60 180 (okruh VZT)

Tlaková ztráta okruhu: 13,86 kPa, objemový průtok okruhu: 0,96 m³/h



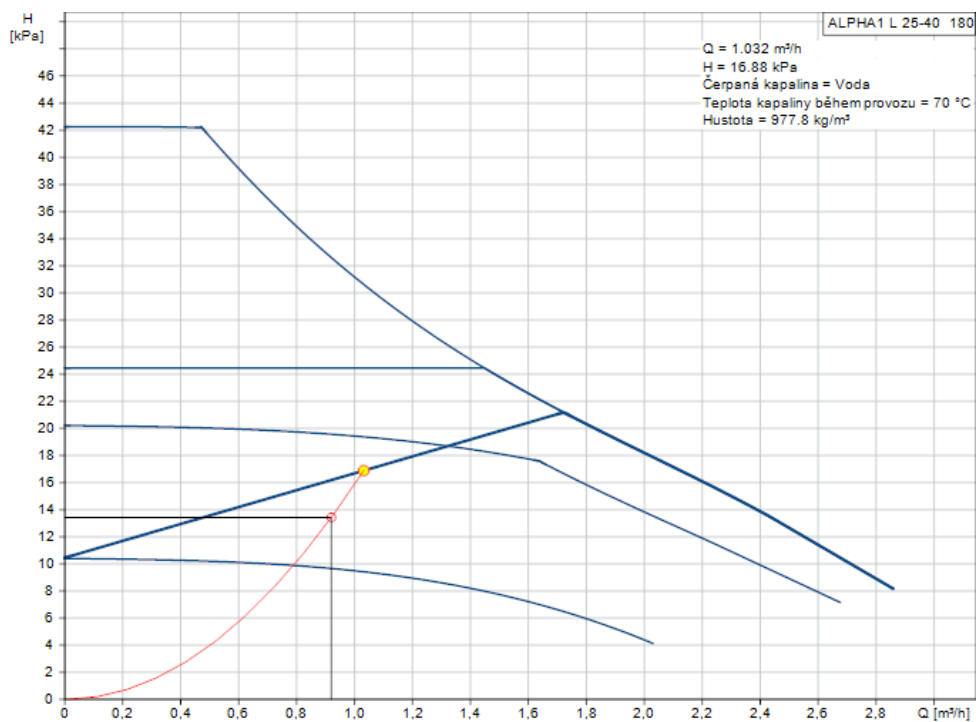
Čerpadlo č.2 – GRUNDFOS ALPHA1 L 32-60 180 (okruh PV-1)

Tlaková ztráta okruhu: 17,52 kPa, objemový průtok okruhu: 1,51 m³/h



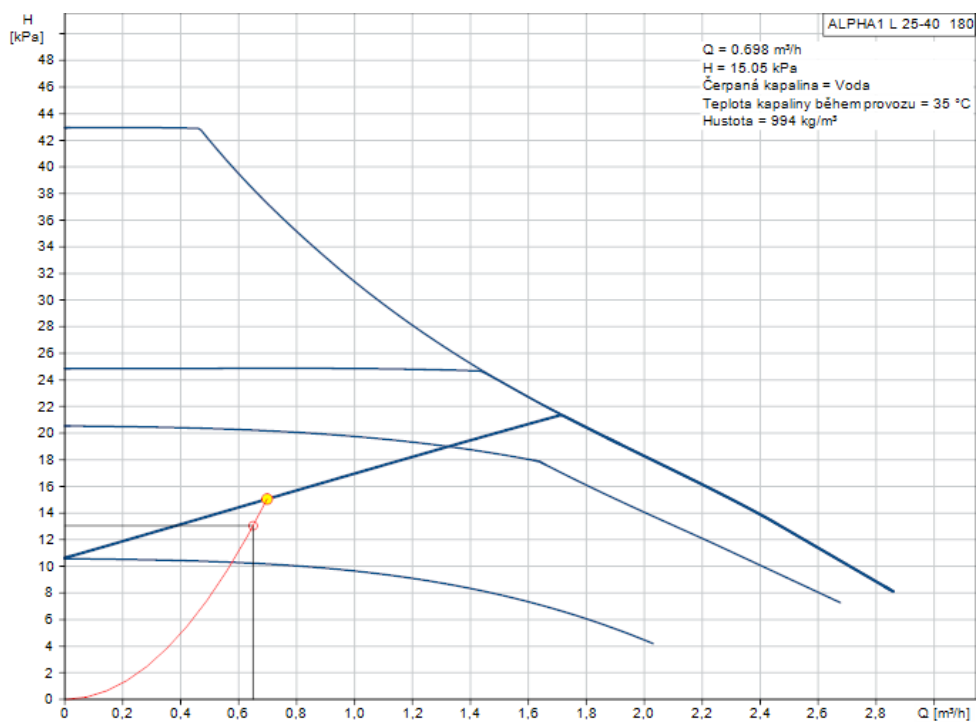
Čerpadlo č.3 – GRUNDFOS ALPHA 1 L 25-40 180 (okruh TV)

Tlaková ztráta okruhu: 13,43 kPa, objemový průtok okruhu: 0,92 m³/h



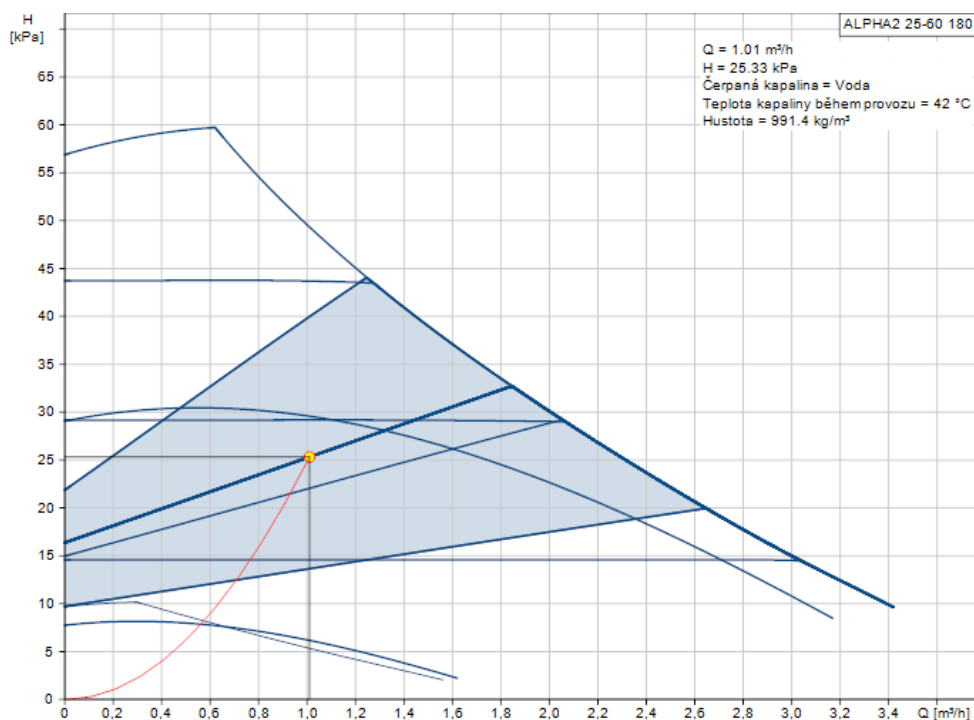
Čerpadlo č.4 – GRUNDFOS ALPHA1 L 25-40 180 (okruh PV-2)

Tlaková ztráta okruhu: 13,05 kPa, objemový průtok okruhu: 0,65 m³/h



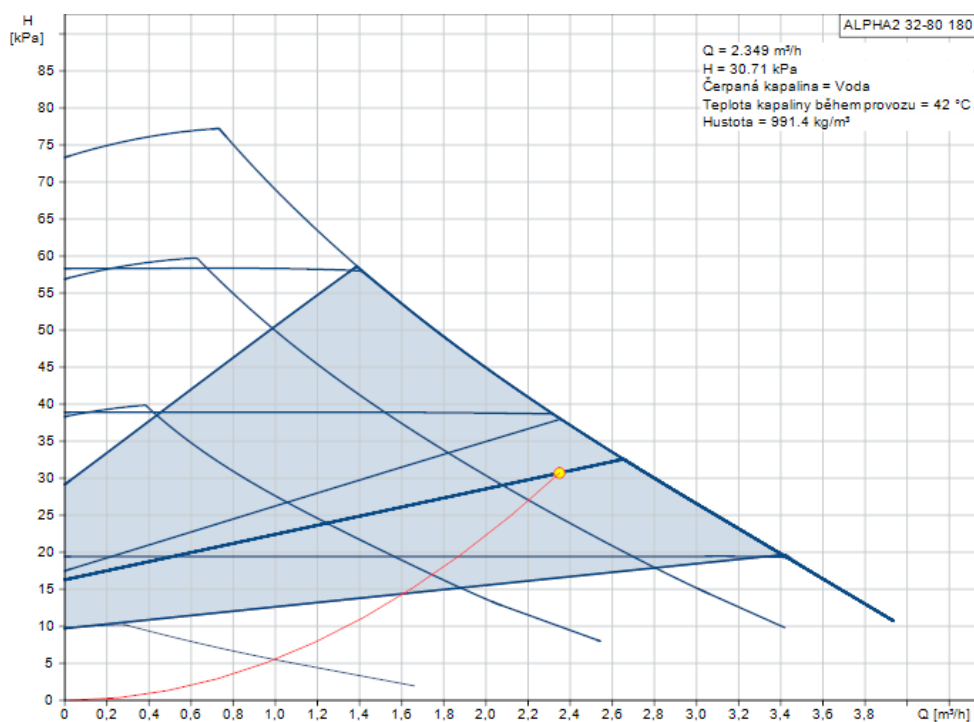
Čerpadlo č.5 – GRUNDFOS ALPHA2 25-60 180 (okruh PV-3)

Tlaková ztráta okruhu: 25,33 kPa, objemový průtok okruhu: 1,01 m³/h



Čerpadlo č.6 – GRUNDFOS ALPHA2 32-80 180 (okruh PV-4)

Tlaková ztráta okruhu: 30,723 kPa, objemový průtok okruhu: 2,35 m³/h

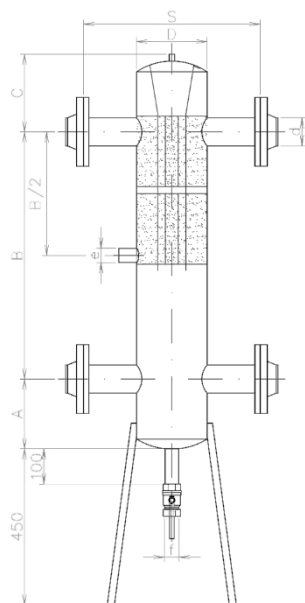


Obr. 20-25 Výkon oběhových čerpadel Grundfos [12]

11. Návrh technických zařízení soustavy

11.1. Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků

Za účelem oddělení otopné soustavy od zdrojů tepla navrhuji HVDT Typ II od výrobce ETL-Ekotherm a.s., který zabraňuje přenosu přebytku dynamických tlaků vyvolaných čerpadly zdroje do zbytku otopné soustavy.



HVDT Typ II	
Max. průtok [$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$]	8,0
A [mm]	150
B [mm]	500
C [mm]	100
D [mm]	159
S [mm]	400
d [mm]	76
e [palec]	1
f [palec]	5/4
Hmotnost [kg]	43

Obr. 26 Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků [13]

Tab. 4 Rozměry hydraulického vyrovnávače dynamických tlaků [13]

11.2. Rozdělovač a sběrač

V technické místnosti navrhuji kombinovaný rozdělovač a sběrač RS KOMBI od společnosti ETL. Skutečný průtok soustavy činí $7,331 \text{ m}^3/\text{h}$. Z hlediska dodržení doporučených minimálních roztečí jednotlivých hrdel v závislosti na jejich dimenzích a maximální možné délce jednotlivých modulů volím modul 120. Jedná se o modul s maximálním průtokem $15 \text{ m}^3/\text{h}$ a maximální délkou 3 m.

11.3. Plnění a doplňování otopné vody

Pro plnění a doplňování otopné vody do systému navrhuji demineralizační kolonu WOLF. Plnicí tlak z rozvodu pitné vody musí být alespoň o 1,3 baru vyšší, než je minimální provozní tlak soustavy.

11.4. Neutralizační jednotka

Na potrubí odvodu kondenzátu z kondenzačních kotlů navrhuji neutralizační jednotku WOLF. Jednotka slouží k neutralizaci kyselého kondenzátu vznikajícího při provozu kotlů. Tato neutralizační jednotka je určena pro zdroje o výkonu 50 až 150 kW.

12. Návrh zabezpečovacího zařízení

Pro ochranu topného systému před tepelnou roztažností otopné vody navrhuji expanzní membránovou nádobu. Soustavu je taky nutné vybavit pojistným ventilem zabráňujícím překročení maximálního provozního přetlaku. Pojistný ventil je součástí kotlů.

Výška otopné soustavy: 6,4 m

Maximální teplota otopné vody: 80 °C

12.1. Objem vody v otopné soustavě

Celkový objem vody v soustavě činí 1243 l.

Objem vody v zařízení			
Druh zařízení			Objem [m ³]
Ohřívač TV			0,0225
VZT			0,0035
HVDT			0,0149
Kombinovaný rozdělovač se sběračem			0,0369
2x Plynový závěsná kondenzační kotel			0,0030
Podlahové vytápění			0,939
Potrubní rozvody otopné vody			
DN x t [mm]	A [m ²]	m	
22x1	0,00031	59,0	0,018
28x1,5	0,00049	291,8	0,143
35x1,5	0,00080	59,0	0,047
54x2	0,00196	7,5	0,015
Σ			1,243

12.2. Návrh expanzní nádoby

Expanzní objem

$$V_e = 1,3 * V_o * n = 1,3 * 1,243 * 0,0295 = 0,0477m^3$$

kde: V_o objem vody v otopné soustavě [m³]

n součinitel tepelné roztažnosti [-]

Nejnižší dovolený provozní přetlak

$$p_{ddov} \geq 1,15 * h * \rho * g + \Delta p_z$$

$$p_{ddov} \geq 1,15 * 6,4 * 1000 * 9,81 * 10^{-3} + 20 = 92,20 \text{ kPa}$$

- kde: h výška mezi neutrálním bodem a nejvyšším místem soustavy [m]
 ρ objemová hmotnost vody [$kg \cdot m^{-3}$]
 g tíhové zrychlení [$m \cdot s^{-2}$]
 Δp_z tlaková ztráta soustavy mezi neutrálním bodem a nejvyšším bodem ve směru proudění [kPa]

Volím: 100 kPa $\geq$ 92,2 kPa - Vyhovuje

Nejvyšší dovolený provozní přetlak

$$p_{hdov} \leq p_k - (h_{MR} * \rho * g)$$

$$p_{hdov} \leq 300 - 0 = 300,00 \text{ kPa}$$

- kde: p_k nejnižší konstrukční přetlak prvku v soustavě [kPa]
 h_{MR} výška manometrické roviny [m]

Volím: 300 kPa $\leq$ 300 kPa - Vyhovuje

Předběžný objem expanzní nádoby

$$V_{ep} = \frac{V_e * (p_{hp} + 100)}{p_{hp} - p_d} = \frac{0,0477 * (300 + 100)}{300 - 100} = 0,095 \text{ m}^3$$

- kde: p_{hp} nejvyšší dovolený provozní tlak [kPa]
 p_d nejnižší dovolená provozní tlak [kPa]

Navrhuji expanzní nádobu Reflex N 100 o objemu 100 l vhodnou pro uzavřené otopné soustavy s maximálním provozním přetlakem 600 kPa.

12.3. Návrh expanzního potrubí

$$d_p = 10 + 0,6 * \sqrt{Q_p} = 10 + 0,9 * \sqrt{96} = 15,89 \text{ mm}$$

- kde: d_p světlý průměr expanzního potrubí [mm]
 Q_p pojistný výkon [kW]

Navrhuji: potrubí 18x1 mm.



Reflex N 100	
Jmenovitý objem [l]	100
Max. využitelný objem [l]	90
Max. teplota soustavy [°C]	120
Max. provozní teplota [°C]	70
Max. provozní tlak [bar]	6
Přetlak plynu [bar]	1,5
Přípojení [palec]	1
Průměr [mm]	512
Max. výška [mm]	669
Výška přípojky vody [mm]	172
Sklopný rozměr cca [mm]	842
Hmotnost [kg]	15,84

Obr. 26 Expanzní nádoba Reflex N 100 [14]

Tab. 5 Technické údaje expanzní nádoby Reflex N 100 [14]

13. Návrh tepelné izolace potrubí

Návrh a výpočet tepelné izolace rozvodů potrubí jsem provedl pomocí online výpočtového softwaru: Výpočet tepelné ztráty potrubí s izolací, dostupného na stránkách webu www.tzb-info.cz. Jako tepelnou izolaci uvažuji minerální vlnu PIPO ALS od výrobce ROCKWOOL, $\lambda = 0,036 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$.

Minimální tloušťka izolace [mm]				
DN x t [mm]	Teplota otopné vody [°C]			
	35	40	42	70
22x1,0	-	-	-	30
28x1,5	40	40	40	40
35x1,5	40	50	-	-
54x2,0	-	-	-	40

14. Roční spotřeba tepla a spotřeba paliva

Výpočet potřeby tepelné energie a spotřeby paliva pro danou budovu byl proveden pomocí denostupňové metody.

14.1. Příprava teplé vody

Spotřeba teplé vody denně: 3220,4 l

Vstupní teplota vody: 10 °C

Výstupní teplota vody: 55 °C

Požadovaná energie

$$E_{TV,d} = V * c * (t_2 - t_1) * z = 3,2204 * 1,163 * (55 - 10) * 1,2 = 202,22 \text{ kWh}$$

Korekce na proměnlivou teplotu vstupní vody

$$k_t = \frac{t_{tv} - t_{sv,L}}{t_{tv} - t_{sv,Z}} = \frac{55 - 15}{55 - 10} = 0,89$$

Roční potřeba tepelné energie

$$E_{TV} = E_{TV,d} * d + k_t * E_{TV,d} * (N - d) = 202,22 * 229 + 0,89 * 202,22 * (365 - 229) = 46\,308,38 + 24\,476,71 = 70\,785,08 = 70,8 \text{ MWh/r}$$

kde: d počet dnů otopného období
 N počet pracovních dnů soustavy

Roční spotřeba tepelné energie

$$E_{TV,SK} = \frac{E_{TV}}{n_{zdroj} * n_{distr}} = \frac{70,8}{0,98 * 0,97} = 74,5 \text{ MWh/r}$$

14.2. Vytápění – krytí tepelné ztráty prostupem a přirozeným větráním

Tepelná ztráta budovy: $Q_t = 41\,876\text{ W}$

Vnitřní průměrná teplota: $t_{is} = 20\text{ °C}$

Venkovní výpočtová teplota: $t_e = -15\text{ °C}$

Měrná tepelná ztráta prostupem a infiltrací

$$H_{T+I} = \frac{Q_t}{\Delta t} = \frac{41\,876}{20 - (-15)} = 1196,46\text{ W/K}$$

Roční potřeba tepelné energie

$$E = 24 * \varepsilon * e * D * H_{T+I} = 24 * 0,9 * 0,9 * 3664 * 1196,46 = 85,22\text{ MWh/r}$$

kde: ε součinitel vyjadřující nesoučasnost infiltrace během roku

e součinitel vyjadřující vliv přerušovaného vytápění

D počet denostupňů $D = d * (t_{is} - t_{es}) = 229 * (20 - 4) = 3664$

t_{es} průměrná venkovní teplota v otopném období

Roční spotřeba tepelné energie

$$E_{UT} = \frac{E}{n_{zdroj} * n_{distr}} = \frac{85,22}{0,98 * 0,92} = 94,52\text{ MWh/r}$$

14.3. Nucené větrání – krytí tepelné ztráty nuceným větráním

Tepelný výkon ohřivačů VZT jednotek: $Q_{VZT}=22 \text{ kW}$

Provoz VZT celoročně 7 dní v týdnu, 12 hodin denně

Měrná tepelná ztráta větráním

$$H_V = \frac{Q_{VZT}}{\Delta t} = \frac{22\,000}{20 - (-15)} = 628,57 \text{ W/K}$$

Roční potřeba tepelné energie

$$E = e * h * D_V * H_V = 1 * 12 * 3750 * 628,57 = 28,29 \text{ MWh/r}$$

kde: e součinitel vyjadřující vliv přerušovaného provozu

h počet provozních hodin denně

D_V počet větracích denostupňů (pro $t_{em} = 15^\circ\text{C}$)

$$D_V = z * (t_{iv} - t_{es}) = 250 * (20 - 5) = 3750$$

z počet dnů s teplotou nižší než ve větraném prostoru

t_{iv} průměrná teplota větraných místností

t_{es} průměrná venkovní teplota období s ohřevem vzduchu

Roční spotřeba tepelné energie

$$E_{VZT} = \frac{E}{n_{zdroj} * n_{distr}} = \frac{28,29}{0,98 * 0,95} = 30,39 \text{ MWh/r}$$

14.4. Roční spotřebovaná tepelná energie

$$\sum E = E_{TV} + E_{UT} + E_{VZT} = 74,5 + 94,52 + 30,39 = 199,41 \text{ MWh/r}$$

14.5. Roční spotřeba paliva

$$E = 3600 * \frac{\sum E}{H} = 3600 * \frac{199,41}{35} = 20\,510,74 \text{ m}^3/\text{r}$$

kde: H výhřevnost paliva (pro zemní plyn $H = 35 \text{ MJ/m}^3$)

C. PROJEKT

Technická zpráva

1. Úvod

Projekt řeší návrh systému vytápění a přípravu teplé vody ve víceúčelové budově. Jedná se o dvoupodlažní nepodsklepenou budovu s plochou střechou a celkovou zastavěnou plochou 1128,23 m². Budova se nachází v Moravskoslezském kraji ve městě Ostrava na ulici Paskovská v nadmořské výšce 237,45 metrů nad mořem.

1.1. Popis objektu

V prvním nadzemním podlaží se nachází restaurace s kuchyní, obchodní jednotka a společenské prostory se zázemím. Ty tvoří sál, salónek, šatny a umývárny. Dále je zde i hygienické zařízení pro hosty restaurace.

Druhé nadzemní podlaží tvoří dvě obchodní jednotky, ubytovací zařízení se zázemím, bar, galerie sálu a technické zázemí budovy.

1.2. Technické řešení – obecné informace

Objekt bude vytápěn teplovodním systémem podlahového vytápění. Přípravu teplé užitkové vody zajišťuje nepřímo ohříváný stacionární zásobník. Zdrojem tepla jsou dva plynové závěsné kondenzační kotle zapojené v kaskádovém provedení.

1.3. Podklady projektu

- Projektová dokumentace stavební části
- Normy a legislativní předpisy

2. Základní technické údaje

2.1. Klimatické poměry – lokalita Ostrava-Hrabová

- | | |
|--|---------------|
| - Venkovní výpočtová teplota v zimním období | -15 °C |
| - Průměrná venkovní teplota v otopném období | 4,0 °C |
| - Nadmořská výška | 237,45 m n.m. |

2.2. Vnitřní návrhové teploty

- | | |
|--|-------|
| - Technické místnosti, vstupní chodby, sklady, úklidové místnosti | 15 °C |
| - Obchodní jednotky, restaurace, kuchyně, WC, společenské prostory, vnitřní chodby, pobytové místnosti, kancelář, koupelny | 20 °C |

- Šatny 22 °C
- Koupelny se sprchovými kouty, umývárny 24 °C

2.3. Tepelně-technické parametry stavebních konstrukcí

Hodnoty výpočtových tepelně-technických parametrů jednotlivých stavebních konstrukcí vyhovují požadavkům stanovených normou ČSN 73 0540-2 – Tepelná ochrana budov. Celkový potřebný tepelný výkon hodnocené budovy činí 63,876 kW.

2.4. Roční potřeba tepelné energie a spotřeba paliva

Výpočet potřeby tepelné energie a spotřeby paliva pro danou budovu byl proveden pomocí denostupňové metody.

Roční potřeba tepelné energie:

- Ohřev teplé vody 70,80 MWh/r
- Vytápění 85,22 MWh/r
- Nucené větrání 28,29 MWh/r

Roční spotřeba tepelné energie

- Ohřev teplé vody 74,50 MWh/r
- Vytápění 94,52 MWh/r
- Nucené větrání 30,39 MWh/r

Celková roční spotřeba paliva

- Zemní plyn 20 510,74 m³/h

3. Technické řešení

3.1. Zdroj tepelné energie

Jako zdroj tepelné energie jsou navrženy dva plynové závěsné kondenzační kotle v kaskádovém provedení. Navrženy jsou kotle Buderus Logamax plus GB192-50i o jmenovitém tepelném výkonu jednoho kotle 6,3–48,9 kW a součtovém maximálním výkonu 96 kW.

Jmenovitý výkon jednoho kotle není vyšší než 50 kW a součtový výkon zdrojů není vyšší než 100 kW. Nejedná se tedy o kotelnu III. kategorie, ale o místnost s plynovými spotřebiči.

Kotle jsou navrženy v provedení typu C. Přívod spalovacího vzduchu a odvod spalin je pro každý kotel zajištěn samostatně koaxiálním potrubím o průměru 80/125 mm. V interiéru a přechodu skrz obvodovou stěnu je vnitřní i vnější potrubí zhotoveno z polypropylenu. Po vyvedení potrubí na fasádu je napojeno na potrubí s vnitřním potrubím z polypropylenu a vnějším potrubím z ušlechtilé oceli. Odvod spalin je vyveden do výšky 1,5 m nad atiku. Nasávání vzduchu do mezikruží potrubí je zabezpečeno skrz nasávací díl ve vzdálenosti 1 m nad vnější nástěnnou konzolou potrubí. Celková délka odvodu spalin po započítání ohybů potrubí pomocí koeficientů ekvivalentní délky činí 14,8 m.

Součástí kotlů jsou zabudovaná oběhová čerpadla Grundfos UPM Geo 25-85 180, která zajišťují oběh otopné vody v kotlovém okruhu. Před kotle je nutné instalovat magnetický odkalovač a uzavírací a vypouštěcí armatury.

3.2. Příprava teplé vody

Příprava teplé vody je řešena pomocí nepřímo ohřívaného stacionárního zásobníku WOLF SE-2 750 s užitečným objemem 750 l a teplosměnnou plochou výměníku $2,7 \text{ m}^2$.

3.3. Zabezpečovací zařízení

Otopná soustava je vybavena uzavřenou expanzní nádobou Reflex N 100 o objemu 100 l a maximálním provozním přetlaku 6 bar. Nádobu je připojena na vratné potrubí otopné soustavy expanzním měděným potrubím 18x1 mm. Dále je soustava vybavena pojistnými ventily, které jsou součástí dodávky kotle, zabraňujícími překročení maximálního provozního přetlaku. Otevírací přetlak pojistných ventilů je nastaven na hodnotu 300 kPa. Minimální provozní přetlak činí 100 kPa. Před ohřivač teplé vody bude osazen pojistný ventil, jehož podrobnou specifikaci řeší profese ZTI.

4. Otopná soustava

4.1. Popis otopné soustavy

Jedná se o teplovodní uzavřenou soustavu s nuceným oběhem, která je rozčleněna pomocí kombinovaného rozdělovače a sběrače na 6 čerpadlových okruhů. Jednotlivé rozvody jsou tvořeny měděným potrubím spojovaným lisováním. Rozvody jsou vedeny v podhledu 1.NP, pouze při napojení tělesa přecházejí do svislé konstrukce. Rozvody musejí být tepelně izolované a v místě prostupu stavebními konstrukcemi vedeny v chrániče.

Sekundární okruhy, jejich označení a teplotní spády

Okruh ohřivačů vzduchotechnických jednotek	VZT	70/50 °C
Okruh podlahového vytápění obchodních jednotek	PV-1	35/25 °C
Okruh ohřevu teplé vody	TV	70/45 °C
Okruh podlahového vytápění restaurace	PV-2	35/26 °C
Okruh podlahového vytápění ubytování	PV-3	42/34 °C
Okruh podlahového vytápění sálu a zázemí	PV-4	40/30 °C

Primární okruh pracuje při plném výkonu s průtokem 3,144m³/h

70/47 °C

4.2. Čerpací technika

Nucený oběh teplotnosné látky v otopné soustavě zajišťují oběhová čerpadla od společnosti Grundfos. Umístění jednotlivých čerpadel je znázorněno v projektové dokumentaci (výkres č.07).

Přehled čerpadel

Grundfos ALPHA1 L 25-40 180	PV-2, TV
Grundfos ALPHA1 L 25-60 180	VZT
Grundfos ALPHA2 25-60 180	PV-3
Grundfos UPM Geo 25-85 180	Primární okruh
Grundfos ALPHA1 L 32-60 180	PV-1
Grundfos ALPHA2 32-80 180	PV-4

4.3. Plnění a dopouštění a vypouštění otopné soustavy

Plnění a doplňování otopné vody do systému probíhá pomocí demineralizační kolony WOLF. Plnicí tlak z rozvodu pitné vody musí být alespoň o 1,3 baru vyšší, než je minimální provozní tlak soustavy.

Pro vypouštění otopné soustavy jsou v nejnižších bodech potrubí a zařízení umístěny vypouštěcí ventily DN15.

4.4. Otopné plochy

Otopné plochy tvoří podlahové vytápění provedené mokrým způsobem. Potrubní rozvody otopného hadu jsou zhotoveny z polybutenového potrubí Gabotherm hetta 17x2 mm. Jednotlivé okruhy podlahového vytápění jsou napojeny na rozdělovací stanice Gabotherm VSV. Celkově je navrženo deset rozdělovacích stanic (poloha viz výkresy č.01 a č.02). Potrubí bude upevněno do systémové desky Gabotherm 1.2.3. 30-2 mm s výstupky pro uchycení potrubí.

4.5. Regulace a měření

Soustava bude řízena ekvitermní regulací. Plynové kotle jsou napojeny na kaskádový modul MC400, který účinně reguluje chod jednotlivých kotlů, aniž by byl jeden kotel vyčleňován jako řídicí kotel kaskády. Modul je propojen s moduly směšovače MM100, standardním prostorovým regulátorem RC100 a čidlem venkovní teploty.

Ve skříních rozdělovacích stanic podlahového vytápění obchodních jednotek a restaurace s kuchyní jsou umístěny soupravy měřiče tepla pro účely výpočtu spotřeby tepelné energie jednotlivými provozů. Měření spotřeby teplé vody řeší profese ZTI.

4.6. Izolace potrubí otopné vody

Návrh tloušťky izolace byl proveden v souladu s vyhláškou č. 193/2007 Sb. Pro izolaci volně vedeného potrubí bude použita minerální vlna s kaširovanou fólií značky ROCKWOOL.

Minimální tloušťka izolace [mm]				
DN x t [mm]	Teplota otopné vody [°C]			
	35	40	42	70
22x1,0	-	-	-	30
28x1,5	40	40	40	40
35x1,5	40	50	-	-
54x2,0	-	-	-	40

5. Požadavky na ostatní profese

5.1. Stavební práce

V rámci stavebních prací je nutné zhotovit prostupy či drážky v jednotlivých konstrukcích, kterými budou procházet potrubní rozvody otopné vody. Dále musí být zhotoven vstup pro odvod spalin a přívod vzduchu přes obvodovou stěnu.

5.2. Zdravotechnika

V prostorách technické místnosti č. 123 je potřeba zřídit přívod studené vody určený pro doplňování vody do otopného systému a přívod pitné vody do stacionárního zásobníkového ohříváče teplé vody. Zásobník musí být připojen na cirkulační potrubí a na rozvod teplé užitkové vody.

V technických místnostech č. 123 a č. 224 musí být vybudovány podlahové vpusti napojené na kanalizaci přes zápachovou uzávěrku.

Je potřeba zhotovit i místo napojení odvodu kondenzátu a přepouštěné otopné vody pojistným ventilem na kanalizaci přes zápachovou uzávěrku.

Ke každé vzduchotechnické jednotce je potřeba připojení na kanalizaci přes zápachovou uzávěrku pro odvod kondenzátu z výměníku zpětného získávání tepla.

K jednotlivým kotlům je potřeba zhotovit přípojku plynu.

5.3. Elektroinstalace

Pro připojení kotlů a ostatního technického zařízení je na rozvody elektrické energie nezbytné zřídit samostatně jištěný přívod elektrické energie ukončený zásuvkami na 230V v blízkosti těchto spotřebičů. Rovněž je třeba nainstalovat pohony regulace

směšovaných uzlů, třicestných ventilů s teplotními čidly a zajistit propojení jednotlivých pohonů s nadřazenou regulací.

5.4. Vzduchotechnika

Je nutné zajistit osazení vzduchotechnických jednotek VZT-4 a VZT-5 regulačním uzlem se směšovacím ventilem, servopohonem, kulovým ventilem a oběhovým čerpadlem pro regulaci teplovodních ohříváčů vzduchu.

6. Montáž a uvedení do provozu

6.1. Zdroj tepelné energie

Instalaci zařízení a následné uvedení do provozu může provádět pouze oprávněná osoba s příslušnou kvalifikací a vlastníci osvědčení k provádění dané činnosti. Je zapotřebí dodržovat pokyny stanovené v montážním návodě výrobce. Před uvedením do provozu musí být provedena revize elektroinstalace, plynovodu a spalinové cesty.

6.2. Otopná soustava

Montáž a uvedení otopné soustavy do provozu podléhá normě ČSN 06 0310 – Tepelné soustavy v budovách. Před instalací jakéhokoli zařízení otopné soustavy je nutné výrobek řádně propláchnout čistou pitnou vodou. Rovněž je potřebné provést propláchnutí veškerých potrubních rozvodů soustavy před uvedením do provozu. Dále je nutné vykonat zkoušku těsnosti a topnou zkoušku systému.

6.3. Tlaková zkouška podlahového vytápění

Tlaková zkouška podlahového vytápění se provádí před zalitím potrubí potěrem. Zkouškou se ověří těsnost instalovaných topných okruhů. Veškeré okruhy podlahového vytápění napojené na rozdělovací stanici se propláchnou, napustí teplotním médiem požadované kvality a postupně se odvzdušní. Následně musí být vyvozen zkušební přetlak, který má být minimálně dvojnásobkem pracovního tlaku, avšak nesmí být nižší než 600 kPa. Tlaková zkouška trvá 24 hodin a považuje se za úspěšnou, pokud v průběhu zkoušky nepoklesl zkušební přetlak o více než 10 kPa za hodinu a nebyly zjištěny žádné netěsnosti či jiné poruchy. Úspěšné absolvování tlakové zkoušky se stvrdí protokolem.

6.4. Zkouška těsnosti

Zkouška těsnosti musí být provedena před zazdění drážek, zakrytím kanálků a před realizací nátěrů a izolací. Otopná soustava se napustí vodou, odvzdušní a dojde ke kontrole celého systému, zda se neprojevují viditelné netěsnosti. Zkouší se nejvyšší dovolený přetlak stanovený projektem. Přetlak se udržuje po dobu 6 hodin. Pokud se neobjeví žádné netěsnosti, lze zkoušku považovat za úspěšnou.

6.5. Topná zkouška

Topná zkouška se uskutečňuje z důvodu zjištění správné funkce a správného nastavení a seřízení otopné soustavy. Lze ji uskutečnit až po úspěšném absolvování zkoušky těsnosti. Zkouškou se prokáže zejména správná funkce armatur, regulačních a měřicích zařízení, rovnoměrné ohřívání otopných ploch a správná funkce zabezpečovacích zařízení.

6.6. Revize technických zařízení

Musí být zajištěna pravidelná kontrola těsnosti systému a správné funkce zabezpečovacích zařízení včetně pravidelných kontrol jednotlivých technických zařízení v intervalech stanovených výrobcem nebo závaznými právními předpisy.

7. Ochrana zdraví a životního prostředí

7.1. Vliv na životní prostředí

Navržený systém vytápění nezpůsobuje žádné nežádoucí vlivy, které by vedly k negativnímu dopadu na životní prostředí.

7.2. Emise vzniklé spalováním zemního plynu

Při spalování zemního plynu dochází zejména ke vzniku oxidu uhličitého (CO₂), oxidu uhelnatého (CO) a oxidu dusíku (NO).

7.3. Hospodaření s odpady

Během instalace a provozu otopného systému musí být dodrženy legislativní požadavky na nakládání s odpady dle zákona č. 541/2020 Sb., zákon o odpadech.

8. Bezpečnost práce a požární ochrana

8.1. Požární ochrana

Při instalaci a provozu systému nejsou kladeny zvláštní požadavky na požární ochranu stanovené dle ČSN 73 0810.

8.2. Bezpečnost práce při realizaci díla

Realizace díla musí být prováděna v souladu s legislativními požadavky dle nařízení vlády č. 591/2006 Sb., o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích a dle zákona č. 309/2006 Sb., upravující další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. Instalaci zařízení a následné uvedení do provozu může provádět pouze oprávněná osoba s příslušnou kvalifikací a vlastníci osvědčení k provádění dané činnosti.

8.3. Bezpečnost práce při provozu zařízení

Osoba pověřená obsluhou otopného systému musí být řádně seznámena s provozními podmínkami zařízení stanovenými výrobcem a možnými bezpečnostními riziky. Proškolení obsluhy včetně předání potřebných návodů k užívání zařízení je povinností zhotovitele.

9. Právní předpisy a normy

Projekt byl vypracován v souladu s platnými normami a legislativními předpisy. Jedná se zejména o:

- ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky
- ČSN 73 0540-3 Tepelná ochrana budov – Část 3: Návrhové hodnoty veličin
- ČSN 73 0540-4 Tepelná ochrana budov – Část 4: Výpočtové metody
- ČSN 06 0310 Tepelné soustavy v budovách – Projektování a montáž
- ČSN 06 0320 Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody
- ČSN 06 0830 Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení
- ČSN EN 12831-1 Energetická náročnost budov – Výpočet tepelného výkonu
- ČSN EN 12828+A1 Tepelné soustavy v budovách – Navrhování teplovodních otopných soustav
- Vyhláška 193/2007, kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu
- Vyhláška 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb
- Nařízení vlády č. 591/2006 Sb., o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích
- Zákon č. 309/2006 Sb., o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci

Závěr

V bakalářské práci jsem se věnoval návrhu teplovodního systému pro vytápění a ohřev teplé vody ve víceúčelové budově.

V teoretické části jsem popisoval podlahové vytápění. Zabýval jsem se jeho historií, typy, využitím a návrhem.

Ve výpočtové části jsem řešil výpočet součinitelů přestupu tepla stavebních konstrukcí, výpočet tepelných ztrát a potřebného tepelného výkonu. Pro vytápění jsem navrhl teplovodní ohřívače vzduchu a systém podlahového vytápění Gabotherm. Pro ohřev teplé vody jsem navrhl nepřímo ohříváný zásobník teplé vody WOLF SE-2 750. Jako zdroj tepla jsem navrhl dva plynové závěsné kondenzační kotle Buderus Logamax plus GB192-50i v kaskádovém provedení. Navrhl jsem technická zařízení soustavy včetně oběhových čerpadel. Pro zajištění bezpečného provozu celého systému jsem navrhl expanzní nádobu Reflex N 100.

V projektové části jsem zpracoval projektovou dokumentaci a technickou zprávu, která kompletně popisuje navržený teplovodní systém a stanovuje podmínky, které je nutné splnit před uvedením soustavy do provozu.

Použité zdroje

Literární zdroje

- [1] BAŠTA, Jiří. *Velkoplošné sálavé vytápění: podlahové, stěnové a stropní vytápění a chlazení*. Praha: Grada Publishing, 2010. ISBN 978-80-247-3524-5.
- [2] POČINKOVÁ, Marcela a Lea TREUOVÁ. *Vytápění*. 4. aktualizované vydání. Brno: ERA group spol., 2008. ISBN 978-80-7366-116-8.
- [3] POČINKOVÁ, Marcela. *Podlahové a stěnové vytápění, stropní chlazení*. Vydání druhé. Brno: Computer Press, 2009. Stavíme. ISBN 978-80-251-2746-9.

Elektronické zdroje

- [4] gabotherm.cz: *Projekční a montážní dokumentace Gabotherm* [online]. 2022 [cit. 2022-05-25]. Dostupné z: https://www.gabotherm.sk/wp-content/uploads/2022/02/Gabotherm_montazni_podklady-KOMPLET-03-2022-CZ.pdf
- [5] kvalitnipodlahovka.cz: *Kde a kdy se začalo s podlahovým topením?* [online]. [cit. 2022-05-25]. Dostupné z: <https://kvalitnipodlahovka.cz/kde-a-kdy-se-zacalo-s-podlahovym-topenim/>
- [6] vinylfloor.cz: *Kdy provést topnou zkoušku teplovodního podlahového topení?* [online]. [cit. 2022-05-25]. Dostupné z: <https://www.vinylfloor.cz/clanky/kdy-provest-topnou-zkousku-teplovodniho-podlahoveho-topeni/>
- [7] fce.vutbr.cz: *BH059 Tepelná technika budov* [online]. [cit. 2022-05-25]. Dostupné z: https://www.fce.vutbr.cz/PST/bantova.s/BH059/BH059_Prednaska5a_Bantova_Cuprov a.pdf
- [8] vytapeni.tzb-info.cz: *Vliv materiálu roznášecí vrstvy podlahy na pokles dotykové teploty* [online]. [cit. 2022-05-25]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/teorie-a-schemata/9520-vliv-materialu-roznaseci-vrstvy-podlahy-na-pokles-dotykove-teploty>
- [9] topin.cz: *Zjednodušený model výpočtu teplovodního podlahového vytápění* [online]. 2012 [cit. 2022-05-25]. Dostupné z: <https://www.topin.cz/clanky/zjednodusený-model-vypoctu-teplovodniho-podlahoveho-vytapeni-detail-10523>
- [10] czech.wolf.eu: *Ceník Wolf* [online]. [cit. 2022-05-25]. Dostupné z: https://czech.wolf.eu/fileadmin/Wolf_Internationalisierung/Tschechien/Produkty/Ceniky/Ceniky_kompletni/cenik-Wolf_20-05-2022_CZ.pdf

- [11] buderus.com: *Projekční podklady Plynový kondenzační kotel Vydání 2016/10 Logamax plus GB192i/GB192iT* [online]. [cit. 2022-05-25]. Dostupné z: https://www.buderus.com/cz/media/country_pool/fuer_partner/planunsdokumente/wall_mounted_boilers/pp_gb192it_2016_cz_cz.pdf
- [12] grundfos.com: [online]. [cit. 2022-05-25]. Dostupné z: <https://www.grundfos.com/cz>
- [13] etl.cz: *Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků* [online]. [cit. 2022-05-25]. Dostupné z: <https://www.etl.cz/prilohy/ETL%20HVDT%20.pdf>
- [14] reflex-winkelmann.com: *Reflex N 100, membránová tlaková expanzní nádoba, šedá, 6/1,5 bar* [online]. [cit. 2022-05-25]. Dostupné z: https://www.reflex-winkelmann.com/uploads/reflex_products/PR1724cz_8216300.pdf
- [15] imi-hydronic.com: *Vyvažovací ventily DN 10-50, PN 25* [online]. [cit. 2022-05-25]. Dostupné z: <https://www.imi-hydronic.com/cs/product/stad-pn-25>
- [16] ivarcs.cz: *SMĚŠOVACÍ VENTIL TŘÍCESTNÝ* [online]. [cit. 2022-05-25]. Dostupné z: https://www.ivarcs.cz/storage/Folder_File/60001-62000/61040-file-CSTL-IVAR.MIX-3.pdf

Seznam použitých obrázků

Obr. 1 Vertikální průběh teploty vzduchu při různých způsobech vytápění [4]	16
Obr. 2 Schematické znázornění hypokausta včetně přípravy teplé vody [1]	17
Obr. 3 Typy soustav, podle umístění potrubí v podlahové konstrukci [1] [3]	21
Obr. 4 Polybutenové a vícevrstvé potrubí Gabotherm [4]	22
Obr. 5 Mokrý systém 1.2.3. a suchý systém KB 12, Gabotherm [4]	23
Obr. 6 Systémové desky s výstupky a systémové role s fólií, Gabotherm [4]	25
Obr. 7 Systém fermacellových desek podlahového vytápění Gabotherm [4]	26
Obr. 8 Příklady forem pokládky topných okruhů [3]	27
Obr. 9 Příklady pokládky potrubí [3]	28
Obr. 10 Rozdělovací stanice GTF-VSV 2-12 okruhů, Gabotherm [4]	29
Obr. 11 Teplotní komfort v závislosti na teplotách vzduchu a povrchu konstrukcí [4] ..	31
Obr. 12 Grafické znázornění kontaktu chodidla a podlahy [7]	32
Obr. 13 Pokles dotykové teploty podlahy pro různé typy krytin [7]	32
Obr. 14 Schéma podlahové otopné plochy [9]	36
Obr. 15 Nastavení regulačního ventilu podlahového vytápění [4]	103
Obr. 16 Křivka odběru tepla pro ohřev teplé vody za den	112
Obr. 17 Zásobníkový ohřívač teplé vody WOLF SE-2-500 [11]	114
Obr. 18 Plynový závěsný kondenzační kotel Buderus Logamax plus GB192-50i [12]	115
Obr. 19 Vyvažovací ventil s vypouštěním STAD [16]	118
Obr. 20 Výkon oběhového čerpadla Grundfos [13]	123
Obr. 21 Výkon oběhového čerpadla Grundfos [13]	123
Obr. 22 Výkon oběhového čerpadla Grundfos [13]	124
Obr. 23 Výkon oběhového čerpadla Grundfos [13]	124
Obr. 24 Výkon oběhového čerpadla Grundfos [13]	125
Obr. 25 Výkon oběhového čerpadla Grundfos [13]	125
Obr. 26 - Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků [14]	126
Obr. 26 Expanzní nádoba Reflex N 100 [14]	129

Seznam použitých tabulek

Tab. 1 Kategorie podlah z hlediska poklesu dotykové teploty podlahy [8]	33
Tab. 2 Kategorie podlah, požadované a doporučené hodnoty v obytných budovách [8]	33
Tab. 3 Technické údaje kotle Buderus Logamax plus GB192-50i [12]	116
Tab. 4 Hodnoty k_v pro vyvažovací ventil s vypouštěním IMI STAD [15]	118
Tab. 5 Rozměry hydraulického vyrovnávače dynamických tlaků [13]	126
Tab. 6 Technické údaje expanzní nádoby Reflex N 100 [14]	129

Seznam příloh

VÝKRES 01	PŮDORYS ÚSTŘEDNÍHO TOPENÍ 1.NP (1:50)
VÝKRES 02	PŮDORYS ÚSTŘEDNÍHO TOPENÍ 2.NP (1:50)
VÝKRES 03	PŮDORYS PODLAHOVÉHO VYTÁPĚNÍ 1.NP (1:50)
VÝKRES 04	PŮDORYS PODLAHOVÉHO VYTÁPĚNÍ 2.NP (1:50)
VÝKRES 05	SCHÉMA ZAPOJENÍ OTOPNÝCH TĚLES (1:50)
VÝKRES 06	PŮDORYS TECHNICKÉ MÍSTNOSTI (1:25)
VÝKRES 07	SCHÉMA ZAPOJENÍ ZDROJE TEPLA (1:25)