



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

VYTÁPĚNÍ PRODEJNY

HEATING OF THE SHOP

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Štěpán Straka

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MARCELA POČINKOVÁ, Ph.D.

BRNO 2021



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	Štěpán Straka
Název	Vytápění prodejny
Vedoucí práce	Ing. Marcela Počinková, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2020
Datum odevzdání	28. 5. 2021

V Brně dne 30. 11. 2020

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).

Ing. Marcela Počinková, Ph.D.

Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Bakalářská práce řeší návrh teplovodního systému vytápění a přípravy teplé vody v komerčním objektu určeném pro prodej podlahových krytin. Teoretická část se zabývá systémem podlahového vytápění. Výpočtová část řeší návrh systému vytápění pomocí deskových otopných těles a podlahového vytápění, návrh systému přípravy teplé vody, nuceného větrání, potřebných doplňkových zařízení celé soustavy a návrh vratové clony ve skladovacím prostoru. Zdrojem tepelné energie budou dva závěsné plynové kondenzační kotle v kaskádovém zapojení. Ohřev teplé vody bude zajištěn nepřímo ohříváním stacionárním zásobníkem. Nucené větrání budou zabezpečovat vzduchotechnické jednotky s vodním ohříváčem a zpětným získáváním tepla.

KLÍČOVÁ SLOVA

Vytápění, tepelná ztráta, podlahové vytápění, desková otopná tělesa, plynový kondenzační kotel, kaskádové zapojení, zabezpečovací zařízení, příprava teplé vody, nucené větrání.

ABSTRACT

The Bachelor's thesis deals with the design of the hot water rating system and the preparation of the hot water in the commercial's building for selling of the floor covering. The theoretical part is about the underfloor heating system. The calculation part deals with the design of the heating system by the plate radiators and by the underfloor heating, design of the hot water preparation, forced ventilation, necessary technical equipments and the desing of the door screen at the storage space. Two hanging gas condensing boilers connected with the cascade connecting will be the source of the heating energy. The preparation of the hot water will be provided by the indirect heating in the hot water cylinder. The forced ventilation will be provided by the heating, ventilating and air conditioning system with the water heater and the heat recovery.

KEYWORDS

Heating, heat loss, underfloor heating, plate radiators, gas condensing boiler, cascade connection, safety devices, hot water preparation, forced ventilation.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Štěpán Straka *Vytápění prodejny*. Brno, 2021. 155 s., 5 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 prodejny* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 28. 5. 2021

Štěpán Straka
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Vytápění prodejny* zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 28. 5. 2021

Štěpán Straka
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval paní Ing. Marcele Počinkové, Ph.D. za odborné vedení mé bakalářské práce, její ochotu, vstřícnost, cenné rady a čas. Také bych rád poděkoval své rodině a přátelům za podporu v průběhu mého studia.

Obsah

ÚVOD.....	- 15 -
A. TEORETICKÁ ČÁST.....	- 16 -
1. Zabudované vodní velkoplošné otopné soustavy	- 17 -
2. Historie podlahového vytápění	- 18 -
3. Rozdělení velkoplošného podlahového vytápění.....	- 19 -
4. Tepelně technické vlastnosti konstrukcí a hygienické požadavky pro podlahové vytápění	- 19 -
4.1 Tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí.....	- 19 -
4.2 Maximální povrchové teploty podlah	- 19 -
4.3 Posouzení podlahových konstrukcí	- 20 -
5. Prostorové rozložení teplot u podlahového vytápění.....	- 23 -
6. Skladba podlahové konstrukce.....	- 25 -
6.1 Podkladový beton	- 25 -
6.2 Tepelná a zvuková izolace	- 25 -
6.3 Hydroizolace.....	- 25 -
6.4 Roznášecí vrstva	- 26 -
6.5 Nášlapná vrstva.....	- 26 -
7. Provedení otopné plochy	- 27 -
7.1 Mokrý způsob	- 27 -
7.2 Suchý způsob	- 28 -
7.3 Modulové klima podlahy	- 28 -
7.4 Kapilární rohože	- 28 -
8. Způsob kladení a upevnění teplovodního potrubí	- 29 -
9. Základní trubní materiály.....	- 31 -
9.1 Materiály otopného hadu podlahového vytápění.....	- 31 -
10. Dilatační celky	- 34 -
10.1 Typy dilatačních spár.....	- 34 -
11. Rozdělovací stanice	- 35 -
12. Způsob výpočtu tepelného výkonu podlahového vytápění	- 36 -
12.1 Výpočet součinitele přestupu tepla	- 36 -

12.2	Součinitelem m podle Kollmara	36 -
12.3	Sřední teplota podlahy v rovině proložené osami zdrojů tepla.....	37 -
12.4	Měrný tepelný tok z povrchu otopné plochy směrem nahoru	38 -
12.5	Měrný tepelný tok směrem dolů	39 -
12.6	Tepelný výkon potřebný na pokrytí ztrát interiéru	39 -
12.7	Celkový tepelný příkon.....	39 -
13.	Zkoušky teplovodního podlahového vytápění.....	40 -
13.1	Tlaková zkouška	40 -
13.2	Topná zkouška	40 -
14.	Výhody a nevýhody podlahového vytápění	41 -
14.1	Výhody.....	41 -
14.2	Nevýhody.....	41 -
15.	Závěr	42 -
B.	VÝPOČTOVÁ ČÁST	43 -
1.	Analýza objektu	44 -
2.	Součinitele prostupu tepla navržených konstrukcí.....	45 -
2.1	Výpočtové vztahy	45 -
2.2	Výpočet součinitele prostupu tepla stavebních konstrukcí objektu.....	46 -
2.2.1	Svislé ochlazované konstrukce	46 -
2.2.2	Svislé neochlazované konstrukce	47 -
2.2.3	Vodorovné ochlazované konstrukce.....	48 -
	49 -
2.2.4	Vodorovné neochlazované konstrukce	49 -
2.2.5	Výplně otvorů	50 -
3.	Výpočet tepelného výkonu	51 -
3.1	Výpočtové vztahy	51 -
3.2	Výpočet tepelného výkonu jednotlivých místností.....	53 -
3.2.1	První nadzemní podlaží	53 -
3.2.2	Druhé nadzemní podlaží	70 -
3.3	Přehled tepelných výkonů jednotlivých místností	79 -
4.	Návrh otopných ploch	80 -
4.1	Návrh otopných těles	80 -

4.2 Přehled navržených deskových otopných těles	81 -
4.2.1 Technický list otopného tělesa Radik LINE VK	82 -
4.2.2 Technický list otopného tělesa Radik VK	83 -
4.3 Regulace otopných těles	84 -
4.4 Návrh podlahového vytápění	85 -
4.5 Hydraulická regulace podlahového vytápění.....	86 -
5. Návrh VZT jednotek	87 -
5.1 Výpočtové vztahy	87 -
5.2 Množství přiváděného vzduchu nuceným větráním	88 -
5.3 Výpočet výkonu VZT jednotek	89 -
6. Návrh vratové clony.....	90 -
7. Potřeba teplé vody	91 -
7.1 Vstupní výpočtové hodnoty	91 -
7.2 Křivka odběru teplé vody	91 -
7.3 Způsoby přípravy TV.....	92 -
7.3.1 Průběžný ohřev vody – 24 h/den	92 -
7.3.2 Smíšený ohřev teplé vody.....	92 -
7.3.3 Zvolená varianta ohřevu TV	93 -
7.3.4 Parametry zásobníkového ohřivače	94 -
8. Návrh zdroje tepla	95 -
8.1 Vstupní hodnoty.....	95 -
8.2 Výpočet tepelného výkonu zdroje tepla.....	95 -
8.3 Požadovaný tepelný výkon zdroje tepla	95 -
9. Dimenzování a hydraulická regulace soustavy	97 -
9.1 Regulace jednotlivých větví otopné soustavy.....	97 -
9.2 Dimenzování a hydraulická regulace větve podlahového vytápění – PDL	98 -
9.3 Dimenzování a hydraulická regulace větve otopných těles v administrativní části – OT1	99 -
9.4 Dimenzování a hydraulická regulace větve otopných těles ve skladu – OT2	102 -
9.5 Dimenzování a hydraulická regulace větve vzduchotechnických jednotek – VZT	103 -
9.6 Dimenzování a hydraulická regulace větve vratové clony – CL	103 -

9.7 Dimenzování a hydraulická regulace větve ohřívače teplé vody – TV	- 104 -
9.8 Dimenzování a hydraulická regulace kotlového úseku	- 104 -
10. Návrh oběhových čerpadel	- 105 -
11. Návrh technických zařízení soustavy	- 109 -
11.1 Rozdělovač a sběrač.....	- 109 -
11.2 Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků	- 109 -
11.3 Automatické doplňování vody	- 109 -
11.4 Trojcestný směšovací ventil.....	- 110 -
11.5 Přepouštěcí ventil.....	- 110 -
11.6 Neutralizační box	- 111 -
12. Návrh zabezpečovacího zařízení	- 112 -
12.1 Objem vody v otopné soustavě	- 112 -
12.2 Návrh expanzní nádoby	- 113 -
12.3 Návrh expanzního potrubí	- 114 -
13. Návrh tepelné izolace potrubí	- 115 -
14. Energetický štítek obálky budovy	- 127 -
15. Roční potřeba tepla a spotřeba paliva	- 136 -
15.1 Příprava teplé vody	- 136 -
15.2 Vytápění – krytí tepelné ztráty prostupem a přirozeným větráním	- 137 -
15.3 Nucené větrání – krytí tepelné ztráty nuceným větráním	- 138 -
15.4 Roční spotřebovaná tepelná energie	- 138 -
15.5 Roční spotřeba paliva.....	- 138 -
C. PROJEKT	- 139 -
1. Technická zpráva	- 140 -
1.1 Úvod.....	- 140 -
1.1.1 Popis objektu.....	- 140 -
1.1.2 Technické řešení – obecné informace.....	- 140 -
1.1.3 Podklady projektu.....	- 140 -
1.2 Základní technické údaje	- 140 -
1.2.1 Klimatické poměry – lokalita Hodonín	- 140 -
1.2.2 Vnitřní návrhové teploty	- 141 -
1.2.3 Tepelně-technické parametry stavebních konstrukcí.....	- 141 -

1.2.4	Roční potřeba tepelné energie a spotřeba paliva	- 141 -
1.3	Technické řešení	- 141 -
1.3.1	Zdroj tepelné energie	- 141 -
1.3.2	Příprava teplé vody	- 142 -
1.3.3	Zabezpečovací zařízení	- 142 -
1.4	Otopná soustava	- 142 -
1.4.1	Popis otopné soustavy	- 142 -
1.4.2	Čerpací technika	- 143 -
1.4.3	Plnění a vypouštění otopné soustavy	- 143 -
1.4.4	Otopné plochy	- 143 -
1.4.5	Regulace a měření	- 144 -
1.4.6	Izolace potrubí	- 144 -
1.5	Požadavky na ostatní profese	- 144 -
1.5.1	Stavební práce	- 144 -
1.5.2	Zdravotechnika	- 144 -
1.5.3	Elektroinstalace	- 145 -
1.5.4	Vzduchotechnika	- 145 -
1.6	Montáž a uvedení do provozu	- 145 -
1.6.1	Zdroj tepelné energie	- 145 -
1.6.2	Otopná soustava	- 145 -
1.6.3	Revize technických zařízení	- 146 -
1.7	Ochrana zdraví a životního prostředí	- 146 -
1.7.1	Vliv na životní prostředí	- 146 -
1.7.2	Emise vzniklé spalováním zemního plynu	- 146 -
1.7.3	Hospodaření s odpady	- 146 -
1.8	Bezpečnost práce a požární ochrana	- 146 -
1.8.1	Požární ochrana	- 146 -
1.8.2	Bezpečnost práce při realizaci díla	- 146 -
1.8.3	Bezpečnost práce při provozu zařízení	- 147 -
1.9	Právní předpisy a normy	- 147 -
Závěr	- 148 -

Použité zdroje	- 149 -
Seznam použitých obrázků	- 153 -
Seznam příloh	- 155 -

ÚVOD

Bakalářská práce zpracovává návrh teplovodního systému vytápění a přípravy teplé vody v komerčním objektu určeném pro prodej podlahových krytin. Obsah této práce je rozdělen do tří částí.

I. Teoretická část je zaměřena na systém podlahového vytápění. Zabývá se historií, rozdělením podlahového vytápění podle různých kritérií, způsoby pokládky otopného hadu, variantami provedení otopných ploch. Také jsou zde popsány jednotlivé zkoušky podlahového vytápění, způsob výpočtu tepelného výkonu, výhody a nevýhody tohoto způsobu vytápění.

II. Výpočtová část řeší kompletní návrh zařízení systému vytápění a přípravy teplé vody v zadaném objektu. Zahrnuje stanovení průměrného součinitele prostupu tepla všech konstrukcí, výpočet tepelných ztrát objektu, návrh otopných deskových těles a podlahového vytápění, návrh zdroje tepla, zabezpečovacích zařízení a oběhových čerpadel. Dále zpracovává návrh přípravy teplé vody, dimenzování a hydraulické posouzení celého systému.

III. Projektová část zahrnuje projektovou dokumentaci a technickou zprávu nutnou pro zhotovení systému vytápění a přípravy teplé vody.

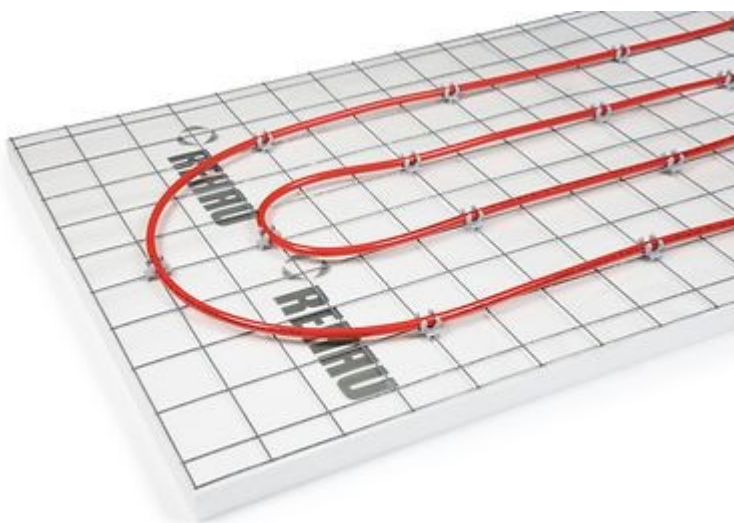
A. TEORETICKÁ ČÁST

1. Zabudované vodní velkoplošné otopné soustavy

Velkoplošné otopné soustavy lze rozčlenit do tří hlavních skupin podle umístění otopných ploch ve stavebních konstrukcích. Jedná se podlahové, stěnové a stropní systémy vytápění. Velkoplošné vytápění zajišťuje sdílení tepelného toku do vytápěného prostoru převážně sáláním, kdy sálající plochy předávají teplo plochám osálaným. Podíl tepelného toku sáláním závisí na zvoleném způsobu velkoplošného vytápění. Sálání u stropního vytápění dosahuje okolo 80 %, u stěnového 65 % a u podlahového vytápění 55 % z celkového tepelného toku. Druhou složkou předání tepelného toku je složka konvekční, která způsobuje ohřev vzduchu vlivem sálajících a osálaných ploch. Z těchto poznatků vyplývá skutečnost, že vnitřní povrchové teploty stavebních konstrukcí dosahují vyšších teplot, než je teplota ohřívaného vzduchu. [1] [8]

Velkoplošné vytápění je považováno za nízkoteplotní otopnou soustavu, neboť využívá nízkých teplot teplotonosných látek, které vedou i k nižším povrchovým teplotám otopných ploch. Vlivem nízkých povrchových teplot otopných ploch nedochází k nadměrnému vysušování vzduchu a je zachována optimální relativní vlhkost vzduchu v rozmezí 45–55 %. Vhodnými zdroji ohřevu teplotonosného média jsou kondenzační kotle, tepelná čerpadla nebo podpůrné solární systémy. [1] [8]

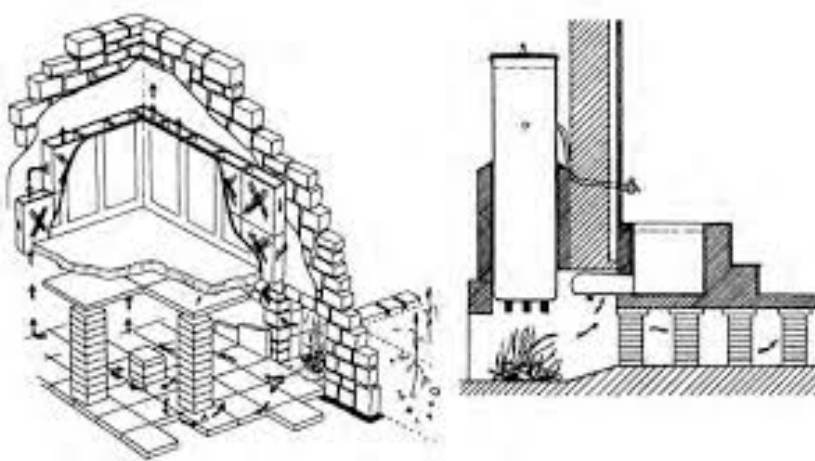
Hlavním cílem vytápění je snaha dosáhnout optimálního interního klimatu při využití co nejmenšího množství spotřebované energie. Dosažení podmínek optimálního klimatu vede k vyvození pocitu tepelné pohody ve vytápěném prostoru. Tento pocit závisí na prostorovém rozložení teplot vzduchu vytápěné místnosti a na teplotě stavebních konstrukcí ohraničujících tento prostor. Ideální průběh rozložení teplot vzduchu v horizontálním i vertikálním směru reprezentuje teplovodní nebo elektrické podlahové vytápění. [2] [8]



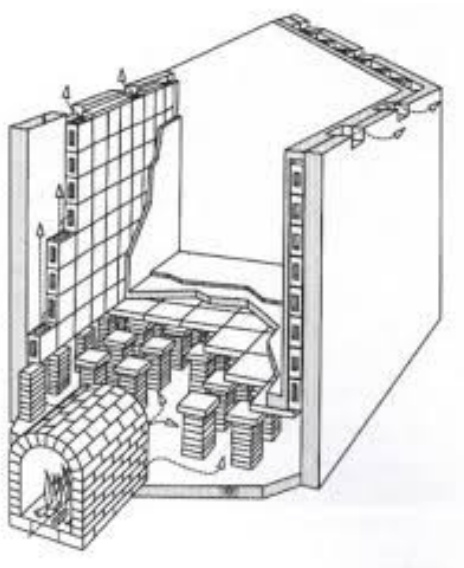
Obr. 1 Systém REHAU s nosnou rohoží [24]

2. Historie podlahového vytápění

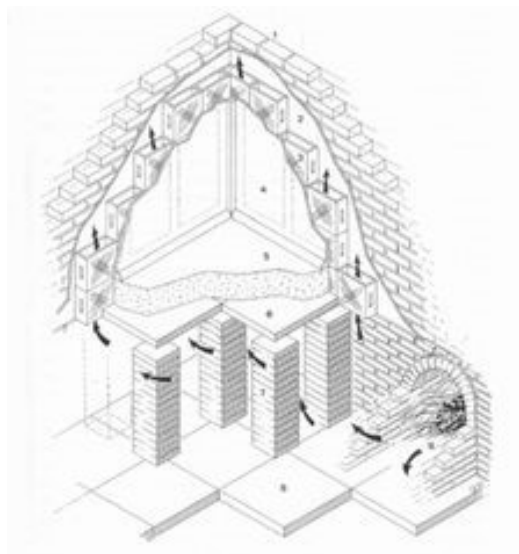
První zmínky o podlahovém vytápění pocházejí z období starověkého Říma. Sergius Orata kolem roku 80 př. n. l. navrhl tzv. hypokaust neboli spodní topení, kdy pomocí kruhových nebo čtvercových cihel byla vybudována síť sloupů vysokých 60–100 cm v pravidelných řadách. Sloupy umožnily vytvoření vyvýšené podlahy ve vytápěném objektu a zároveň vytvářely spalínové dutiny. Ve volném prostoru pod podlahou se nacházelo ohniště bez roštu, kde spalováním dřeva či dřevěného uhlí vznikaly spaliny, které proudily dutinami v podlaze a okolních stěnách. Docházelo tak k ohřívání okolních konstrukcí a ke sdílení tepla vlivem sálání do vytápěného prostoru. Spaliny byly následně odvedeny do vnějšího prostředí šachtami vytvořenými v obvodových stěnách s bočními otvory. [1]



Obr. 2 Hypokaust [25]



Obr. 3 Hypokaust [26]



Obr. 4 Hypokaust [27]

3. Rozdělení velkoplošného podlahového vytápění

Podlahové vytápění lze rozdělit do několika skupin podle různých kritérií:

- podle teplotního média:
 - teplovodní
 - elektrické
 - teplovzdušné
- podle procesu montáže:
 - mokřý proces
 - suchý proces
- podle uspořádání topných okruhů:
 - meandr
 - plošná spirála
- podle materiálu použitého potrubí:
 - kovové
 - plastové
 - vícevrstvé (plast–kov)
- podle uložení otopného hadu:
 - zabudované
 - volně ukládané [1]

4. Tepelně technické vlastnosti konstrukcí a hygienické požadavky pro podlahové vytápění

4.1 Tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí

Vlastnosti stavebních konstrukcí závisí na:

- tepelném odporu stavební konstrukce
- teplotním útlumu stavební konstrukce
- tepelné jímavosti podlahy
- množství zkondenzované a vypařené vodní páry
- průvzdušnosti spár
- tepelné stabilitě místnosti
- spotřebě energie [1]

4.2 Maximální povrchové teploty podlah

- Normové hodnoty:
 - obytné místnosti 29 °C
 - okrajové zóny 35 °C (1 m od svislých konstrukcí)

- Hodnoty z hlediska hygienických a fyziologických:
 - místnosti a pracovní prostory, kde osoby převážně stojí 26–27 °C
 - obytné místnosti, administrativy 28–29 °C
 - chodby, předsíně, galerie 30 °C
 - koupelny, kryté bazény 33 °C
 - okrajové zóny 35 °C [5]

4.3 Posouzení podlahových konstrukcí

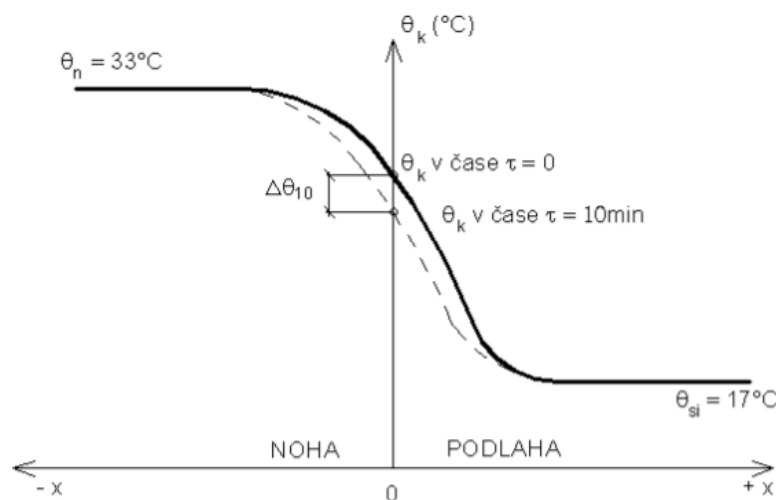
Posuzování a hodnocení podlahy z hlediska tepelně technických vlastností je velmi důležité, neboť tyto vlastnosti mají výrazný podíl na vytváření požadovaného vnitřního stavu prostředí. Obecně lze podlahy rozdělit do dvou hlavních skupin:

Teplé podlahy – patří sem konstrukce podlah, u kterých dochází v první fázi kontaktu chodidla s nášlapnou vrstvou k jeho ochlazení. Následně se teplota chodidla postupně zvyšuje.

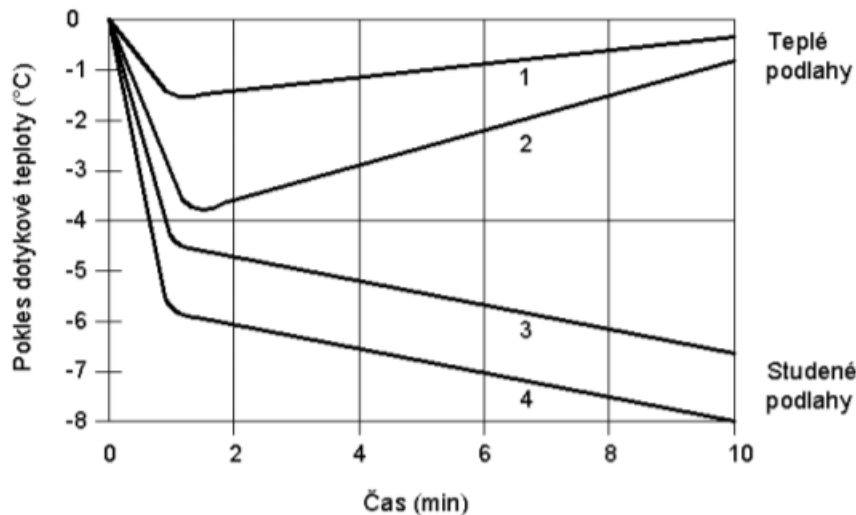
Studené podlahy – jsou to veškeré podlahy s takovou nášlapnou vrstvou, která způsobuje trvalé snižování teploty chodidla od počátku kontaktu s podlahou.

Zabezpečením požadované povrchové teploty konstrukce zabráníme ve velké míře nežádoucímu ochlazování chodidel při kontaktu s podlahou. Nesmíme však opomenout na tepelnou jímavost podlahové konstrukce, která se stanovuje pro zimní období na základě neustáleného teplotního stavu. Jímavost vychází z počátečního stádia průběhu teploty chodidla v okamžiku dotyku s podlahovou konstrukcí. Chodidlo a podlahu lze definovat jakou soustavu těles s následujícími okrajovými podmínkami: [4]

- počáteční povrchová teplota chodidla $\theta_n = 33\text{ °C}$
- počáteční povrchová teplota podlahy $\theta_{sl} = 17\text{ °C}$
- doba kontaktu chodidla s podlahou $T = 10\text{ min}$



Obr. 5 Schématické znázornění dotyku chodidla a podlahové konstrukce [4]



Obr. 6 Průběh poklesu dotykové teploty podlahy pro různé druhy nášlapných vrstev [4]

- | | |
|---------------------|----------------------|
| 1 – korkové parkety | 3 – PVC |
| 2 – dřevěné parkety | 4 – betonová podlaha |

Tepelná jímavost vyjadřuje kontaktní ochlazovací účinek konstrukce podlahy na živý organismus (noha člověka, sedící zvíře a další). Zajištění co nejmenší tepelné jímavosti nelze dosáhnout použitím pouze jednoho materiálu, proto je velmi důležité navrhovat skladby podlahových konstrukcí jako vícevrstvé. [4]

Tepelná jímavost podlahy se určí ze vztahu:

$$B = B_1$$

kde: B_1 tepelná jímavost horního povrchu nejvýše položené vrstvy podlahy stanovená postupným výpočtem tepelných jímavostí horních povrchů jednotlivých vrstev B_j podle vztahu:

$$B_j = B_{mat,j} \cdot (1 + K_j)$$

$$B_{mat,j} = \sqrt{\alpha_j \cdot c_j \cdot \rho_j}$$

kde: B tepelná jímavost [$W s^{1/2}/m^2K$]
 c tepelná kapacita [$J/kg K$]
 ρ objemová hmotnost [kg/m^3]
 α součinitel tepelné jímavosti [W/mK]
 K_j součinitel [-] určující zvýšení (snížení) tepelné jímavosti povrchu nejvýše položené vrstvy oproti tepelné jímavosti materiálu této vrstvy [4]

Pokles dotykové teploty podlahy $\Delta\theta_{10}$ [°C] určuje zařídění jednotlivých druhů podlah do čtyř různých kategorií. Závisí na tepelné jímavosti podlahy a okrajových podmínkách, tzn. na průměrné vnitřní povrchové teplotě podlahy s vazbou na teplotu interiéru a exteriéru.

Hodnota poklesu dotykové teploty $\Delta\theta_{10}$ musí splňovat následující podmínku:

$$\theta_{10} \leq \theta_{10,N}$$

kde: $\theta_{10,N}$ jsou požadované hodnoty poklesu dotykové teploty podlahy definující kategorie podlah dle normy ČSN 73 0540-2.

Tuto podmínku není nutné ověřovat u podlah s trvalou nášlapnou vrstvou z textilní podlahoviny nebo u podlah s povrchovou teplotou trvale přesahující 26 °C. [4]

Vztah pro výpočet poklesu dotykové teploty:

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

kde: θ_{sim} průměrná vnitřní povrchová teplota podlahy [°C]

Kategorie podlahy	Pokles dotykové teploty podlahy $\Delta\theta_{10,N}$ [°C]
I. Velmi teplé	do 3,8 včetně
II. Teplé	do 5,5 včetně
III. Méně teplé	do 6,9 včetně
IV. Studené	od 6,9

Obr. 7 Kategorie podlah z hlediska poklesu dotykové teploty [29]

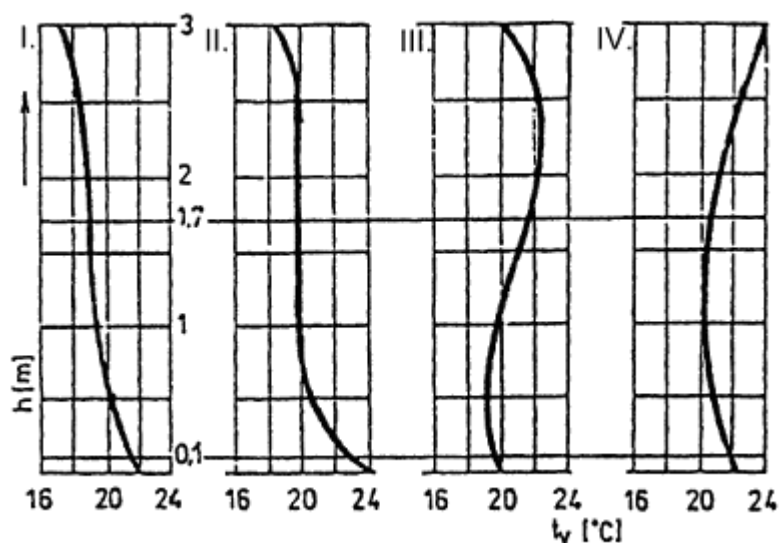
Druh budovy	Účel místnosti	Kategorie podlahy	
		Požadovaná	Doporučená
Obytná budova	Dětský pokoj, ložnice	I.	–
	Obývací pokoj, pracovna, předsíň sousedící s pokoji, kuchyň	II.	I.
	Koupelna, WC	III.	II.
	Předsíň před vstupem do bytu	IV.	III.

Obr. 8 Kategorie podlah – požadované a doporučené hodnoty [29]

5. Prostorové rozložení teplot u podlahového vytápění

Rozložení průběhu teplot lze uvažovat ve dvou směrech, vertikálním a horizontálním. Ideální rozložení tepla ve vytápěné místnosti by mělo být takové, aby osoba vyskytující se v daném prostoru nepocítovala žádné známky chladu ani nadměrného tepla, ale vnímala pocit tepelné neutrality. Tento stav představuje tzv. tepelnou pohodu vytápěného prostředí.

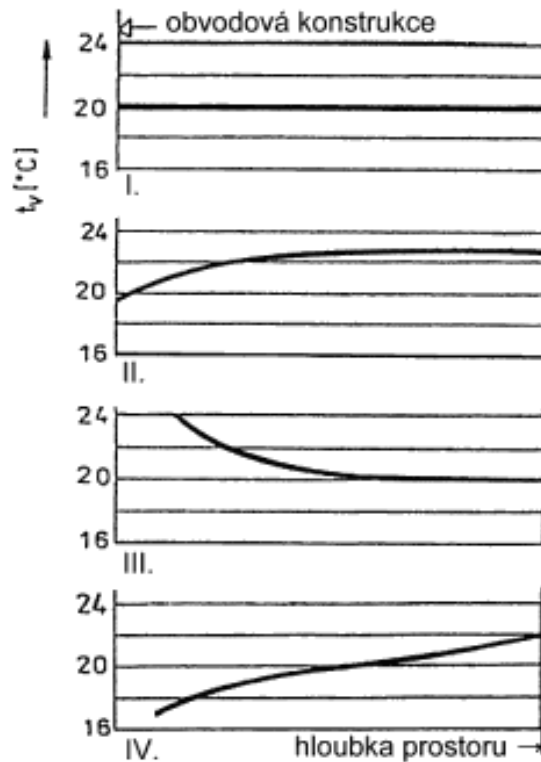
Vertikální rozložení teplot vzniká vlivem dvou hlavních faktorů. Prvním faktorem jsou rozdílné tepelně-technické vlastnosti materiálů vyskytujících se ve vytápěném prostoru, kdy dochází k nerovnoměrnému ochlazení stěn místnosti. Druhý faktor představuje nerovnoměrný přívod tepla, který je způsobený rozmístěním otopných ploch ve vytápěné místnosti. Ideální vytápění má zajistit rozložení teplot ve vertikálním směru takovým způsobem, aby teplota vzduchu v úrovni hlavy stojící osoby byla minimálně o 2 °C nižší než v oblasti úrovně kotníků. Ideálnímu průběhu teplot ve vertikálním směru nejvíce odpovídá podlahové vytápění, které v oblasti hlavy stojící osoby dosahuje teplot o 2–3 °C vyšších než v oblasti úrovně kotníků. [1]



Obr. 9 Vertikální průběh teplot ve vytápěné místnosti s různým způsobem vytápění [8]

- | | |
|------------------------|----------------------------|
| 1 – ideální průběh | 3 – článková otopná tělesa |
| 2 – podlahové vytápění | 4 – stropní vytápění |

Horizontální rozložení teplot ovlivňuje zejména pozice otopné plochy směrem od obvodové ochlazované konstrukce. Jelikož podlahové vytápění využívá celou půdorysnou plochu místnosti, dosahuje v horizontálním směru téměř rovnoměrného průběhu teplot, a tak odpovídá nejvíce ideálnímu rozložení teplot. Výjimku tvoří pouze tzv. okrajové zóny nacházející se 0,5 až 1,0 m od ochlazovaných konstrukcí, kde dochází k poklesu teploty vzduchu. Využívá se proto hustšího kladení trubek v těchto oblastech. [1]



Obr. 10 Horizontální průběh teplot ve vytápěné místnosti s různým způsobem vytápění [8]

- | | |
|------------------------|----------------------------|
| 1 – ideální průběh | 3 – článková otopná tělesa |
| 2 – podlahové vytápění | 4 – stropní vytápění |

6. Skladba podlahové konstrukce

Konstrukce podlahové otopné plochy není pevně spojena s nosnou částí podlahy, tzv. plave po ní. Není tím bráněno přetvoření konstrukce vlivem dilatačních změn a nedochází k poškození jednotlivých vrstev konstrukce. [1]

Skladba podlahových konstrukcí teplovodního a elektrického podlahové vytápění je téměř identická. Hlavní rozdíl spočívá ve využití odporových topných drátů, rohoží nebo topných fólie u elektrického způsobu vytápění, přičemž odpadá možnost použití systémových desek pro umístění topných rozvodů. [13]

6.1 Podkladový beton

Podkladový beton tvoří nosnou část podlahové konstrukce a zároveň vytváří vhodný podklad pro uložení dalších vrstev. Tloušťka betonové vrstvy závisí na budoucím využití prostoru. Dle typu provozu lze stanovit maximální přípustné hodnoty zatížení, které u obytných prostor dosahují $1,5 \text{ kN/m}^2$, u kancelářských prostor $2,0 \text{ kN/m}^2$ a u poslucháren či školních tříd hodnoty $3,5 \text{ kN/m}^2$. [1]

6.2 Tepelná a zvuková izolace

Hlavní funkcí tepelně-akustické izolace je zabránění šíření tepla z otopných ploch podlahového vytápění do zeminy a přestupu tepla přes stropní konstrukce do jiných prostor objektu. Dále tlumí přenos zvuku a vibrací stavebními konstrukcemi. Kromě tepelně-akustických vlastností musí izolace také splňovat dostatečnou pevnost a malou stlačitelnost, aby nemohlo dojít k nadměrnému stlačení desek, což by mohlo způsobit poškození otopného hadu. Nejčastěji využívaným materiálem jsou systémové nebo samostatné polystyrénové desky. Tloušťka izolace záleží na jejím umístění a na typu provozu objektu. V podlahových konstrukcích na zemině se tloušťka pohybuje v rozmezí 100–150 mm a u stropních konstrukcí okolo 20–80 mm. [1]

6.3 Hydroizolace

Hydroizolace zabraňuje pronikání vlhkosti z betonové mazaniny do spodních vrstev podlahové konstrukce, zejména do prostoru tepelně-akustické izolace. Tím dojde k zamezení degradace materiálu izolace a nebudou ovlivněny její tepelně-izolační a akustické vlastnosti. Pro hydroizolaci se používají svařované nebo za studena lepící páskou spojené fólie z PVC o tloušťkách 0,1 až 0,2 mm, které zajišťují spojitou ochranu spodních vrstev. [1]

6.4 Roznášecí vrstva

Zatížení působící na nášlapné vrstvy podlahy je pomocí roznášecí vrstvy rovnoměrně roznášeno do izolační vrstvy. Zároveň u systému podlahového vytápění tato vrstva slouží k akumulaci a následnému vyzařování tepla do prostoru. Dle typu provozu a užitého zatížení se používají následující mazaniny:

Betonové mazaniny se používají hlavně v průmyslových objektech, podzemních garážích nebo skladech při zatížení přesahující hodnoty nad 5 kN/m^2 . Bývají zpravidla obohaceny různými plastifikátory, které zlepšují vlastnosti směsi pro lepší zatékání mazanin kolem trubek. Konzistence směsi nesmí být tečící. Tloušťka nad trubkami se uvádí minimálně 45 mm, ale při provádění mokřím způsobem může dosahovat hodnot 65 až 70 mm. [1] [14]

Pro občanskou a bytovou výstavbu se používají cementové nebo anhydritové potěry do výšky 80 mm. Podle výšky potěru jsou schopné přenášet zatížení až do 5 kN/m^2 .

Anhydritové podlahové mazaniny složené ze směsi písku, přírodního anhydritu, sádry a dalších chemických sloučenin. Jedná se o samonivelační potěry s velmi malou tepelnou roztažností umožňující vytvářet dilatační celky o velikosti až 400 m^2 . Tloušťka anhydritové mazaniny nad potrubím z hlediska dostatečné únosnosti je 35 mm. Velkou nevýhodou představuje nasákavost mazaniny, která vlivem značné vlhkosti ztrácí svou pevnost. Proto není vhodné použít anhydrit v prostorech se zvýšenou vlhkostí, např. u plaveckých bazénů. [1]

Cementové potěry se vyrábí ze směsi cementu, písku, kameniva a záměsové vody. Pro zlepšení vlastností lze přidávat i různé příměsi. Mají dlouhou životnost, hodí se do vlhkých prostorů, odolávají ohni i chemickým látkám, jsou hygienicky nezávadné. Značnou nevýhodou cementových potěrů je dlouhá doba vysychání, neboť po celou dobu zrání musíme zamezit průvanu, přímému dopadu slunečního záření na povrch a nesmí dojít ke snížení teploty místnosti pod 5 °C , aby nedošlo ke změně vlastností a vzniku smršťovacích trhlin. Tloušťka cementových potěrů závisí na zatížení a použitém způsobu upevnování otopných hadů. Při hodnotách zatížení do 2 kN/m^2 se považuje za dostatečnou tloušťku 35 mm. [15]

6.5 Nášlapná vrstva

Volba podlahové krytiny závisí na jejím tepelném odporu. Odpor nesmí přesahovat maximální přípustnou hodnotu $R = 0,15\text{ m}^2\text{K/W}$, proto se pro podlahové vytápění nedoporučují textilní krytiny, PVC s pryžovou podložkou nebo parkety z měkkého dřeva. Nejvhodnějším materiálem z hlediska tepelné vodivosti jsou keramické dlaždice do výšky 6 mm. [1]

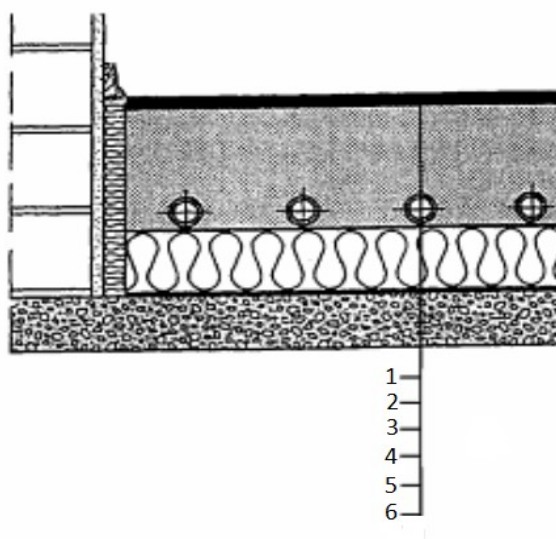
7. Provedení otopné plochy

Výběr varianty provedení otopné plochy závisí na několika důležitých faktorech, zejména na vlivu ochlazovaných stěn a na minimalizaci nerovnoměrné povrchové teploty podlahy. Provedení otopné plochy lze realizovat následujícími způsoby:

- mokrým způsobem
- suchým způsobem
- přes modulové klima desky
- přes kapilární rohože

7.1 Mokrý způsob

Jedná se o systémy vytvářené pomocí betonáže neboli použitím tzv. mokré technologie. Otopný had je uložen v roznášecí vrstvě přímo nad tepelnou izolací podlahy. Zalévání potrubí mazaninou je možné pouze v případě dosažení maximálního provozního tlaku otopného systému. Teplota přívodní otopné vody se pohybuje v rozmezí 35 až 55 °C a měrný tepelný výkon podlahového vytápění přesahuje 50 W/m². [1]

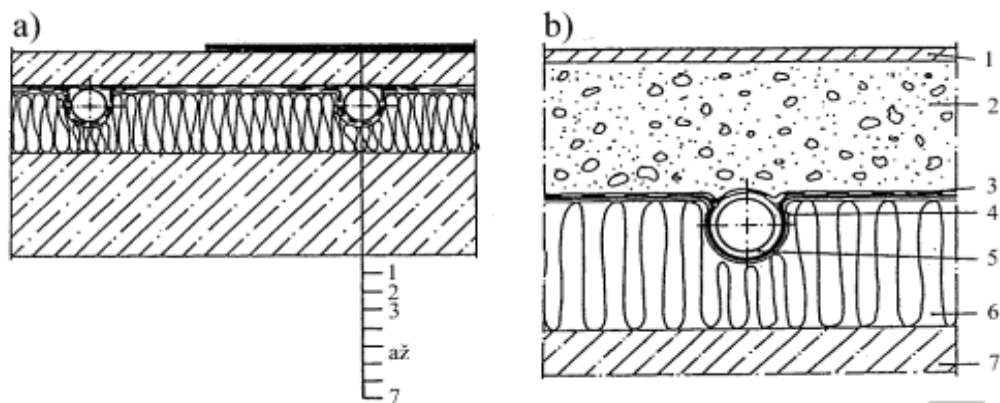


Obr. 11 Mokrý způsob provádění [17]

- | | |
|-----------------------|----------------------|
| 1 – podlahová krytina | 4 – hydroizolace |
| 2 – cementový potěr | 5 – tepelná izolace |
| 3 – otopný had | 6 – nosná konstrukce |

7.2 Suchý způsob

Při suchém způsobu montáže je otopný had uložen do předem rozmístěných systémových izolačních desek se zabudovanými hliníkovými nebo ocelovými pozinkovanými lamelami, které slouží pro uchycení trubek a zvětšení předávací plochy tepla. Otopné trubky oddělují od roznášecí vrstvy speciální plastové nebo kovové fólie. Systém využívá teploty přírodní vody v rozmezí 40 až 70 °C. Suchý systém se uplatňuje u rekonstrukcí jako dodatková otopná plocha nebo v prostorech, kde dostačuje měrný tepelný výkon vytápění do 50 W/m². [1] [16]



Obr. 12 Suchý způsob provádění – a) řez otopnou plochou; b) detail uložení potrubí [17]

- | | | |
|-----------------------|---------------------|----------------------|
| 1 – podlahová krytina | 4 – fólie | 7 – nosná konstrukce |
| 2 – cementový potěr | 5 – otopný had | |
| 3 – hydroizolace | 6 – tepelná izolace | |

7.3 Modulové klima podlahy

Modulovým klimatem podlahy se rozumí profilované duté desky nebo pásy vyráběné přímo pro zhotovení otopných ploch. Desky se souvisle kladou na tepelnou izolaci a hydraulicky se navzájem propojují. Výhodou představuje pružnost soustavy, nízká konstrukční výška a rovnoměrné rozložení povrchové teploty podlahy. Teplota přírodní otopné vody se volí v rozsahu 25 až 35 °C. [1]

7.4 Kapilární rohože

Kapilární rohože se využívají u nízkoenergetických domů s potřebou malého měrného tepelného výkonu vytápění. Na pokrytí tepelných ztrát objektu stačí pouze nízké teploty povrchu otopných ploch. Pro podlahové vytápění se rohože téměř nepoužívají. [1]

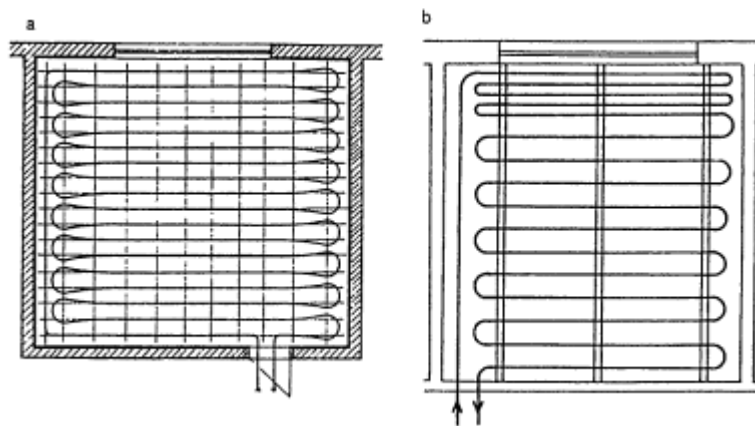
8. Způsob kladení a upevnění teplovodního potrubí

Upevnění potrubí lze provést různými způsoby pomocí:

- systémových desek s výstupky
- úchytek z plastu vtačených do systémových rolí s fólií
- montážních lišt kladených na fólie
- nosných rohoží s plastovými úchytkami
- izolačních desek a trubek se suchým zipem [2]

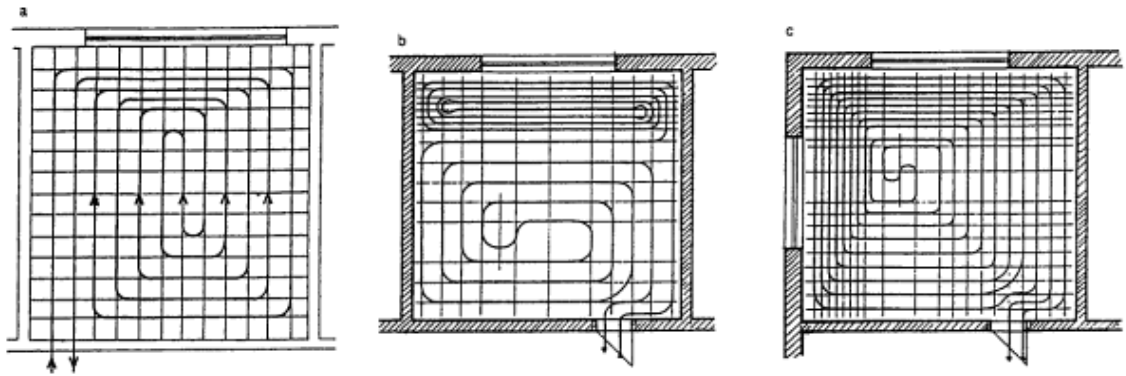
Kladení otopného hadu může být provedeno meandrovým způsobem nebo pokládkou v podobě plošné spirály.

Meandrový způsob je technologicky jednodušší na provádění a zároveň umožňuje rovnoměrnější rozložení teplot ve vytápěné místnosti. Potrubí s přívodní topnou vodou nejdříve prochází kolem ochlazovaných vnějších konstrukcí. Otopná voda zde dosahuje vyšších teplot a tím dochází k eliminaci ochlazování vzduchu od vnějších stěn. Potrubí následně směřuje do vnitřní části místnosti, teplota topné vody s rostoucí vzdáleností od zdroje tepla postupně klesá, čímž se snižuje i povrchová teplota nášlapné vrstvy ve vnitřních částech vytápěných prostorů. Meandr se tvaruje pod úhlem oblouku 180°, proto se volí potrubí menších průměrů (např. 16x2 mm) umožňující lepší tvarovatelnost. [2]



Obr. 13 Meandrový způsob pokládky – a) bez okrajové zóny; b) s okrajovou zónou [17]

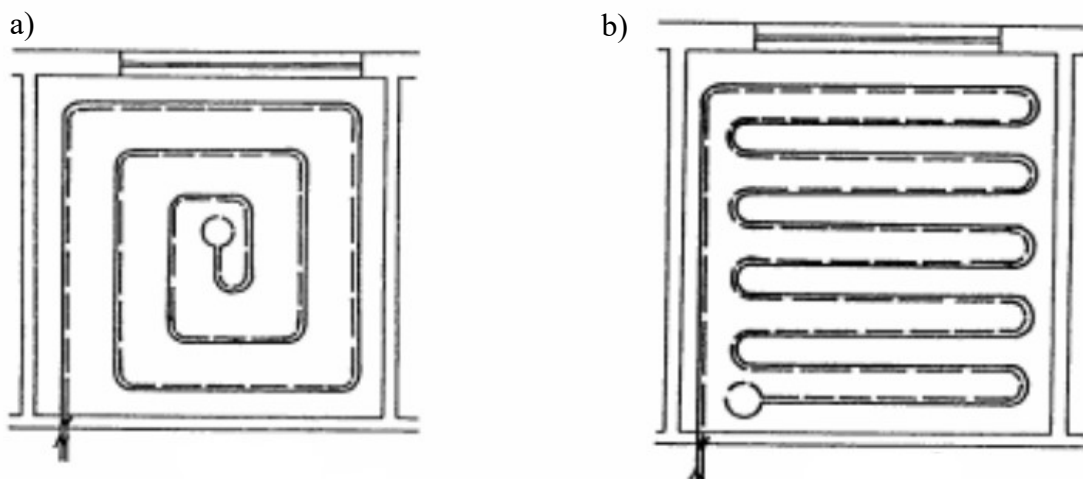
Plošná spirála reprezentuje další způsob kladení otopného hadu podlahového vytápění. Při tomto způsobu pokládky dochází k pravidelnému střídání přívodního a vratného potrubí po celé půdorysné ploše. Tím je zajištěna rovnoměrná povrchová teplota nášlapné vrstvy. Za nevýhodu se považuje průběh vnitřní teploty ve vytápěné místnosti v horizontálním směru, kdy od vnitřní stěny směrem k obvodové konstrukci teplota postupně klesá. Tvar plošné spirály umožňuje kladení otopného hadu pod menším ohybovým poloměrem, a to pod úhlem 90°. [1]



Obr. 14 Kladení ve tvaru plošné spirály – a) s okrajovou zónou – zhuštění;
 b) s okrajovou zónou zvlášť vytvořenou; c) s okrajovou zónou u dvou stěn [17]

U obou způsobů kladení otopného hadu dochází ke vzniku místní tepelné nepohody vlivem ochlazovaných konstrukcí. Ve snaze eliminovat tento nepříznivý jev vytváříme tzv. okrajové zóny v rozích místnosti nebo v oblasti stěn s okenními otvory. V pásmu širokém 0,5 až 1,0 m klademe potrubí v menších roztečích tak, aby bylo dosaženo vyššího výkonu podlahového vytápění a nedocházelo k poklesu vnitřní teploty okolo ochlazovaných konstrukcí. Okrajové zóny mohou být součástí okruhu vytápění dané místnosti nebo jsou vytvořeny jako samostatný okruh. [1]

Bifilární způsob představuje další variantu pokládky teplovodního potrubí. Vlivem dvou vedle sebe vedených trubek lze dosáhnout rovnoměrné povrchové teploty po celé půdorysné ploše vytápěného prostoru, a to za předpokladu zprůměrování teploty otopné vody přívodního a vratného potrubí. V praxi se bifilární způsob kladení nevyužívá a bývá spíše nahrazen dvojitým meandrem. [1]



Obr. 15 Bifilární způsob pokládky – a) plošná spirála b) meandrový způsob [17]

9. Základní trubní materiály

Při realizaci teplovodních podlahových systémů lze v dnešní době využít potrubní rozvody z mnoha různých materiálů. Mezi nejčastěji používané materiály se řadí síťovaný polyetylen – PEX, polybuten nebo polypropylen. Topné trubky bývají většinou vrstvené neboli složené z několika vrstev. Jednotlivé vrstvy tvoří základní vrstva, vrstva zabraňující pronikání kyslíku, vrstva zpevňující a ochranná. Celkový počet vrstev záleží na zvoleném typu potrubí. [2]

9.1 Materiály otopného hadu podlahového vytápění

- nerez (chromoniklová ocel)
- měď
- plast
- vícevrstvé trubky [1]

Nerezové potrubí se vyskytuje jen zcela výjimečně, hlavně u prestižních staveb v zahraničí. Tento druh potrubí zpočátku v praxi narážel na náročný proces spojování jednotlivých částí, které probíhalo svařováním za dodržení speciálního technologického postupu zabraňujícího vzniku nežádoucí rekrystalizace. Další variantou spojování bylo pájení stříbrnou pájkou, ale i u tohoto způsobu vznikalo nebezpečí koroze. Výrazný zlom nastal během 70. let 20. století, kdy německá společnost Mannesmann vyvinula nový typ spoje – lisovanou objímku z autentické nerezové oceli. [17]

Měděné potrubí se vyrábí z dezoxidované mědi (=bez obsahu kyslíku) s obsahem čisté mědi minimálně 99,9 %. Pro podlahové vytápění se používají měkké povlakované trubky R220 s pevností 220 N/mm². Povlak ochraňuje potrubí před vznikem bodové koroze, před mechanickým poškozením a před chemickými účinky potěru. Zároveň slabá vrstva povlaku nesnižuje schopnost vedení tepla a zabraňuje možnému kontaktu potrubí s výztuží. [1]



Obr. 16 Měděné potrubí v ochranném plášti z PVC [30]

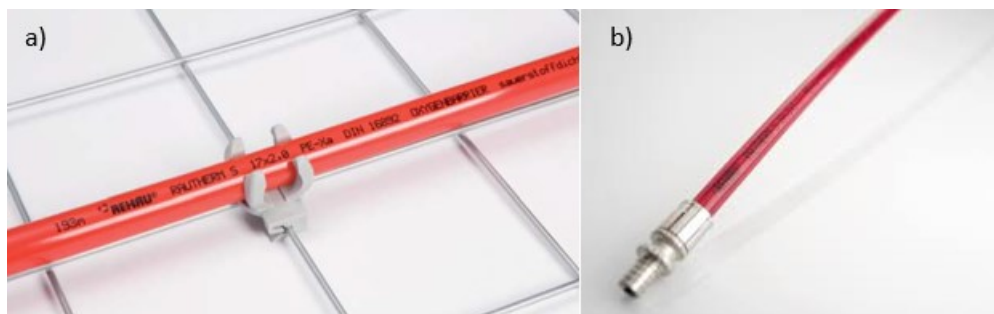
Spojování jednotlivých částí otopného hadu lze rozdělit podle způsobu provedení daného spoje na nerozebíratelné, které jsou prováděné u podlahového způsobu vytápění pájením nad 450 °C tzv. „natvrdo“ nebo na spoje rozebíratelné, které se zhotoví pomocí šroubení, spojek a přírub. Kvalitní provedení spojů zaručuje požadovanou životnost rozvodu jako celku. Hlavní výhodou měděných rozvodů spočívá ve vysoké odolnosti proti korozi, malé tloušťce stěn, malé hmotnosti, velké pevnosti, jednoduché a rychlé montáži, v jednoduchém a bezpečném způsobu spojování. [1] [2]

Plastové potrubí se v současné době nejlépe uplatňuje v porovnání s ostatními používanými materiály. Jeho velká výhoda se projevuje v mechanických vlastnostech, zejména ve značné tvarovatelnosti a ohebnosti potrubí bez použití ohýbacího příslušenství. Dále plastové trubky disponují odolností vůči vysokým teplotám a tlaku, nekorodují, nezanášejí se a mají dlouhou životnost, okolo 50 let. Spojování jednotlivých částí otopných trub lze provádět mechanicky nebo pomocí svařování, záleží na zvoleném typu. Mechanické spojky umožňují také spojování potrubí odlišných materiálů za předpokladu použití spojek doporučených výrobcem nebo přechodky s vhodnou povrchovou úpravou. U těchto spojů se klade velký důraz na funkčnost a těsnost. Důležitou roli při návrhu plastového potrubí zastává délková teplotní roztažnost, která se u plastu udává desetinásobně větší než u ocelových a měděných potrubí. [1] [6]

Nejčastěji používané materiály plastového potrubí:

- Síťovaný polyetylen PE-X
- Polybuten PB
- Kopolymer polypropylenu PP-R [5]

Síťovaný polyetylen PE-X zajišťuje velice dobré mechanické vlastnosti, vysokou odolnost proti šíření trhlin, vysokou houževnatost a velkou tlakovou odolnost při vyšších teplotách. Důležitou vlastností je také tzv. ochrana proti vnikání kyslíku difuzí přes stěnu trubky do otopné soustavy, jelikož přítomnost kyslíku způsobuje vznik koroze v kovových částech otopné soustavy. Z těchto důvodů považujeme síťovaný polyetylen za nevhodnější materiál pro výrobu potrubí podlahového vytápění.



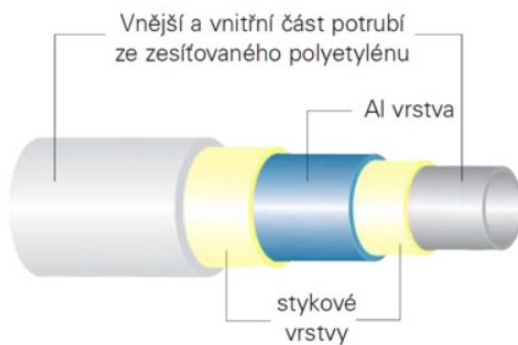
Obr. 17 Potrubí ze síťovaného polyetylenu PE-Xa – a) upevněné k nosné rohoži; b) napojené na mechanickou spojku [24]

Polybuten PB se vyznačuje značnou ohebností, pevností a odolností proti tvorbě trhlin. Dobré mechanické vlastnosti umožňují vyrábět potrubí s tenčími stěnami na rozdíl od ostatních plastových potrubí. Spojování lze provádět svařováním natupo, polyfúzí nebo mechanickými spojkami. [1]

Kopolymer polypropylenu PP-R zajišťuje tlakovou odolnost při vyšších teplotách, ekologickou nezávadnost a univerzálnost použití. Primárně byl vyvinut pro účely sanitární techniky, ale je vhodný i pro rozvody pitné, studené či teplé vody. Spojování se provádí svařováním natupo, polyfúzí nebo mechanickými spojkami. [1] [19]

Vícevrstvé trubky se skládají z několika vrstev nestejnorodého materiálu, a to z plastové trubky, hliníkového pláště a ochranné plastové vrstvy. Vlivem různých vlastností použitých materiálů zaručují výhodné tepelně-mechanické vlastnosti potrubí. I přes poměrnou tuhost trubek je zachována jejich výborná ohebnost. Spojování probíhá polyfúzí nebo mechanickými spojkami. [1]

Pro účely podlahového vytápění se volí zejména trubky z PE-Xc/Al/PE složené ze síťovaného polyetylénu (PE-Xc), hliníkového pláště (Al) navíjeného ve šroubovici nebo s podélným švem a vnější ochranné vrstvy z polyetylénu (PE). Použitím hliníkového pláště dojde k omezení velké teplotní délkové roztažnosti plastových materiálů a zároveň k zabránění pronikání molekul vzduchu dovnitř instalace. Předností vícevrstevných trubek je zejména odolnost vůči tlaku a teplotě. [18]



Obr. 18 Skladba vícevrstvého potrubí PE-X/Al/PE [31]



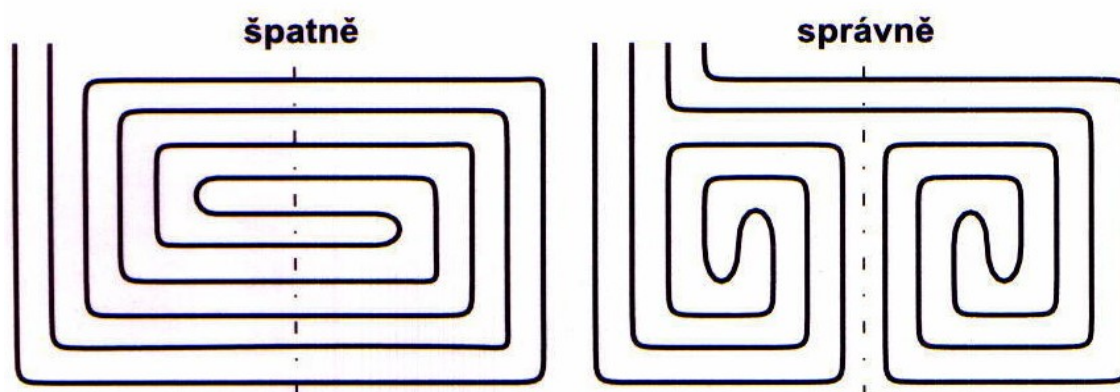
Obr. 19 Vícevrstvého potrubí PE-X/Al/PE a mechanické spojky [19]

10. Dilatační celky

Velmi důležitou funkci u všech konstrukčních částí objektů zastávají dilatační spáry, které mají významný vliv na odolnost a trvanlivost jednotlivých konstrukcí. Dilatační spáry umožňují rozpínání konstrukcí vlivem různých změn vyvolaných například teplotními vlivy nebo smršťováním. Obvyklé šířky spár se pohybují v rozmezí 8–10 mm. Velikost dilatačních celků závisí na celkové velikosti plochy konstrukce a půdorysném řešení. Doporučuje se vytvářet čtvercové nebo obdélníkové dilatační celky, které by neměly svou půdorysnou plochou přesahovat 40 m², avšak jako optimální se jeví plochy do 25 m². Maximální délka strany dilatovaných ploch je 8 m, maximální poměr stran 1:2. Dilatační spáry je nutné také umístit mezi jednotlivými místnostmi. Stěny se od podlahových vrstev oddělují pomocí okrajového dilatačního pásu. Pokud prochází topná trubka místem dilatace, je zapotřebí chránit potrubní rozvod před mechanickým poškozením vložením do chráničky. [1] [3]

10.1 Typy dilatačních spár

- **Dilatační spára**, která je realizovaná v potěru přes celou jeho výšku. Tvoří ji pružný materiál s odpovídající tloušťkou a stlačitelností.
- **Okrajová dilatace** oddělující svislé konstrukce od vodorovných. Tloušťka okrajové dilatace v nevytápěném potěru je minimálně 5 mm, v potěru s podlahovým vytápěním nejméně 10 mm.
- **Smršťovací spára** zabraňuje vzniku trhlin při dotvarování a vysychání cementových potěrů. U anhydritových potěrů se neprovádí.
- **Konstrukční spára** prochází všemi vrstvami podlahové konstrukce. Zároveň ji lze plně využít i jako spáru dilatační. Tento druh spáry je zapotřebí vždy v konstrukci respektovat a v potěrové vrstvě zachovat.
- **Pracovní spára** vzniká v místě přerušení realizace potěrové vrstvy, kdy není možné souvislé napojení potěru. Provádí se stejným způsobem jako spára dilatační. [12]



Obr. 20 Uspořádání otopných trubek v místě dilatace [28]

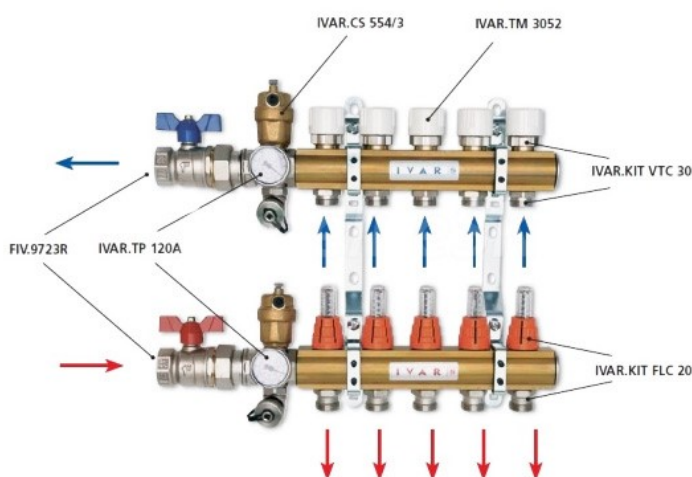
11. Rozdělovací stanice

Rozdělovací stanice je označována za srdce systému podlahového vytápění. Přívodní potrubí jednotlivých topných okruhů vždy začíná v rozdělovací stanici, stejně tak jako vratné potrubí zde vždy končí. Rozdělovací stanice se skládá ze dvou hlavních částí umístěných nad sebou, těla rozdělovače a těla sběrače, které jsou vybavené odvzdušňovací, plnicí a vypouštěcí soupravou. Těla rozvaděče a sběrače mohou být opatřena také dalšími armaturami sloužícími k uzavírání, regulaci nebo hydraulickému seřízení jednotlivých okruhů. Na vstupu otopné vody do rozdělovací stanice se před rozdělovač a sběrač osazuje kulový kohout.

Rozdělovač a sběrač se vyrábí ve variantách umožňujících napojení 2 až 12-ti okruhů. Lze je také sestavit z modulových prvků, přičemž jeden modul umožňuje napojení jednoho okruhu.

Stanice se standardně osazuje v každém podlaží, kde je instalován systém podlahového vytápění, nejlépe v podřadných prostorách uprostřed dispozice (např. chodba). Montáž lze provést zabudováním skříně rozdělovací stanice do niky hloubky 110 až 160 mm nebo upevněním na stěnu tak, aby byl vždy umožněn přístup ke dvířkům skříně z čelní plochy.

Podle parametrů otopné vody přiváděné ze zdroje tepla se volí požadované funkce rozdělovače. Jedním z nejpoužívanějších typů rozdělovacích stanic je varianta s tělem rozdělovače osazeným regulačním ventilem s přednastavením a tělem sběrače osazeným průtokoměrem nebo regulačním průtokoměrným ventilem. Tato varianta umožňuje hydraulické seřízení jednotlivých okruhů. [5]



Obr. 21 Sestava rozdělovače a sběrače typu IVAR.CS 553 VP [32]

12. Způsob výpočtu tepelného výkonu podlahového vytápění

Tepelný výkon podlahové otopné plochy musí zajistit pokrytí tepelné ztráty vytápěné místnosti. Při nedostatečném výkonu se navrhuje doplňková otopná tělesa, která pokryjí zbylé tepelné ztráty. U projektování podlahového vytápění zohledňujeme rozmístění nábytku. Pod trvale zabudované zařizovací předměty, jako je například kuchyňská linka nebo vana, se otopná plocha neumísťuje z důvodu nulového předání tepelné energie. Pod předměty ležící těsně nad povrchem nášlapné vrstvy se otopné plochy již umísťují, avšak výkon podlahového vytápění se v těchto prostorech započítává pouze jako třetinový. [5]

12.1 Výpočet součinitele přestupu tepla

- na stranu vytápěnou:

$$U_a = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_a} + \sum_1^n \frac{d_i}{\lambda_i}} [W/m^2K]$$

- na stranu nevytápěnou:

$$U_b = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_b} + \sum_1^n \frac{d_i}{\lambda_i}} [W/m^2K]$$

kde: $\alpha_{a,b}$ součinitel přestupu tepla na příslušné straně desky [W/m²K]
 d_i tloušťka jednotlivých vrstev na příslušné straně desky [m]
 λ_i tepelná vodivost materiálu příslušné vrstvy [W/mK]

12.2 Součinitelem m podle Kollmara

- deska se zabetonovanými trubkami:

$$m = \sqrt{\frac{2 \cdot (U_a + U_b)}{\pi^2 \cdot \lambda \cdot d_L}} [m^{-1}]$$

kde: U_a tepelná propustnost vrstev směrem do vytápěného prostoru [W/m²K]
 U_b tepelná propustnost vrstev směrem do nevytápěného prostoru [W/m²K]
 λ tepelná vodivost vrstvy, do níž jsou vloženy otopné trubky [W/mK]
 d_L vnější průměr potrubí [m]

- deska s tepelně vodivými lamelami:

$$m = \sqrt{\frac{U_a + U_b}{\lambda_L \cdot d_L}} [m^{-1}]$$

kde: λ_L tepelná vodivost lamel [W/mK]
 d_L tloušťka lamel [m]

Platí pouze za předpokladu, že plocha tepelně vodivých lamet pokrývá téměř celou otopnou plochu.

12.3 Střední teplota podlahy v rovině proložené osami zdrojů tepla

- Pro stejné teploty na obou stranách desky platí:

$$t_s = (t_m - t_i) \cdot \frac{tgh\left(m \cdot \frac{L}{2}\right)}{m \cdot \frac{L}{2}} + t_i [^{\circ}C]$$

kde: t_m průměrná teplota vložených zdrojů tepla [$^{\circ}C$]
 t_i vnitřní výpočtová teplota interiéru [$^{\circ}C$]
 m součinitel charakteristiky desky [-]
 L osová vzdálenost potrubí [m]

- Průměrná povrchová teplota na vytápěnou stranu:

$$t_{p,a} = \frac{U_a}{\alpha_a} \cdot (t_s - t_{i,a}) + t_{i,a} = \frac{U_a}{\alpha_a} \cdot (t_s - t_{i,a}) \cdot \frac{tgh\left(m \cdot \frac{L}{2}\right)}{m \cdot \frac{L}{2}} + t_{i,a} [^{\circ}C]$$

kde: t_s střední teplota v rovině proložené osami zdrojů tepla [$^{\circ}C$]
 $t_{i,a}$ vnitřní výpočtová teplota na nevytápěné straně [$^{\circ}C$]

- Průměrná povrchová teplota na nevytápěnou stranu:

$$t_{p,b} = \frac{U_b}{\alpha_b} \cdot (t_s - t_{i,b}) + t_{i,b} [^{\circ}C]$$

kde: $t_{i,b}$ vnitřní výpočtová teplota interiéru na nevytápěné straně konstrukce [$^{\circ}C$]

- Pro rozdílné teploty na obou stranách desky:

$$t_s = t_i + (t_m - t_i) \cdot \frac{tgh\left(m \cdot \frac{L}{2}\right)}{m \cdot \frac{L}{2}} - \frac{U_b}{U_b + U_a} \cdot \left(1 - \frac{tgh\left(m \cdot \frac{L}{2}\right)}{m \cdot \frac{L}{2}}\right) \cdot (t_i - t_{i,b}) \text{ [}^\circ\text{C]}$$

- kde: t_m průměrná povrchová teplota vložených zdrojů tepla [°C]
 t_i vnitřní výpočtová teplota interiéru [°C]
 m součinitel charakteristiky desky [-]
 L osová vzdálenost potrubí [m]
 $t_{i,b}$ vnitřní výpočtová teplota interiéru na nevytápěné straně konstrukce [°C]

- Průměrná povrchová teplota podlahové konstrukce na vytápěnou stranu:

$$t_{p,a} = \frac{U_a}{\alpha_a} \cdot (t_s - t_{i,a}) + t_{i,a} \text{ [}^\circ\text{C]}$$

- kde: t_s střední teplota v rovině proložené osami zdrojů tepla [°C]
 $t_{i,a}$ vnitřní výpočtová teplota interiéru na vytápěné straně konstrukce [°C]

- Průměrná povrchová teplota podlahové konstrukce na nevytápěnou stranu:

$$t_{p,b} = \frac{U_b}{\alpha_b} \cdot (t_s - t_{i,b}) + t_{i,b} \text{ [}^\circ\text{C]}$$

- kde: $t_{i,b}$ vnitřní výpočtová teplota interiéru na nevytápěné straně konstrukce [°C]

12.4 Měrný tepelný tok z povrchu otopné plochy směrem nahoru

$$q_a = (\alpha_k + \alpha_s) \cdot (t_p - t_i) = \alpha \cdot (t_{p,a} - t_i) \text{ [W/m}^2\text{]}$$

- kde: α_k součinitel přestupu tepla konvekcí [W/m²K]
 α_s součinitel přestupu tepla sáláním [W/m²K]
 α celkový součinitel přestupu tepla [W/m²K]
 $t_{p,a}$ průměrná povrchová teplota podlahy na vytápěnou stranu [°C]

Měrný tepelný tok z povrchu otopné plochy směrem dolů je zapotřebí co nejvíce omezit, aby nedocházelo k nadměrným tepelným tokům do místností, které se vyskytují pod konstrukcí se zabudovaným podlahovým vytápěním. Tepelná ztráta směrem dolů by neměla přesáhnout 10 % užitného tepelného výkonu q . [1]

12.5 Měrný tepelný tok směrem dolů

$$q_b = U_b \cdot (t_s - t_{i,b}) = \alpha_b \cdot (t_{p,b} - t_{i,b}) [W/m^2]$$

- kde: t_s střední teplota v rovině proložené osami zdrojů tepla [°C]
 $t_{i,b}$ vnitřní výpočtová teplota interiéru na nevytápěné straně či zemině [°C]
 $\alpha_{a,b}$ součinitel přestupu tepla na příslušné straně desky [W/m²K]
 $t_{p,b}$ průměrná povrchová teplota podlahy na nevytápěnou stranu [°C]

Měrný tepelný příkon

$$q = q_a + q_b [W/m^2]$$

12.6 Tepelný výkon potřebný na pokrytí ztrát interiéru

$$Q_A = q_a \cdot A [W]$$

- kde: A potřebná otopná plocha podlahového vytápění [m²]

12.7 Celkový tepelný příkon

Celkový tepelný příkon otopné plochy vyjadřuje množství potřebného tepla, které je nutné dodat do systému podlahového vytápění ze zdroje tepla. Určí se jako součet tepelného výkonu směrem nahoru a tepelného výkonu směrem dolů:

$$Q = Q_a + Q_b = (q_a + q_b) \cdot A [W]$$

13. Zkoušky teplovodního podlahového vytápění

13.1 Tlaková zkouška

Realizaci podlahového vytápění je možné provádět pouze při teplotách vnitřního prostředí nad 5 °C, aby nedocházelo k výrazným změnám mechanických vlastností použitých materiálů. Před zalitím potrubí potěrem je zapotřebí ověřit těsnost instalovaných topných okruhů pomocí zkoušky těsnosti neboli prostřednictvím tzv. tlakové zkoušky. Veškeré okruhy podlahového topení napojené na rozdělovací stanici se vypláchnou, napustí teplonosným médiem požadované kvality a postupně se odvzdušní. Dále dojde k vyvození zkušebního přetlaku, 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. [10]

13.2 Topná zkouška

Topná zkouška musí být v souladu s normou ČSN EN 1264-4 (Zabudované vodní velkoplošné otopné a chladicí soustavy – Část 4: Instalace). Lze ji provádět po napojení otopné soustavy na zdroj tepla a po hydraulickém seřízení celého systému. Dle zvoleného druhu potěru se stanoví doba, za kterou může dojít k prvnímu zátoku a zahřívání roznášecí vrstvy. Zkoušku je možné uskutečnit po 21–28 dnech zrání a tvrdnutí u běžných cementových potěrů, po 7–9 dnech u anhydritových potěrů. [11]

Cementový potěr – Nárůst teploty otopné vody musí být postupný, aby nedocházelo k nadměrnému vysychání cementového potěru a případnému vzniku prasklin. Jakmile teplota teplonosného média dosáhne 20 °C, dochází dále ke zvyšování teploty o 5 °C za den až do doby, dokud médium nedosáhne teplotní hranice 50 °C. Poté se udržuje konstantní teplota po dobu 2–4 dnů. Následně se teplota postupně snižuje o hodnotu 10 °C za den až na minimum. Další krok tvoří odstávka topení v rozmezí 4–5 dnů, aby se zjistila zbytková vlhkost potěru. Poslední fází je opětovné provedení celé zkoušky, tentokrát však s nárůstem teploty o 10 °C za den. Zbytková vlhkost cementového potěru nesmí u vytápěných potěrů přesáhnout 1,5 % CM. [10] [11]

Anhydritový potěr – Topná zkouška u anhydritových potěrů je podobná jako u cementových potěrů. Během 3 dnů probíhá postupné zahřívání otopné vody na stabilní teplotu 20 °C. Dále se zvyšuje teplota ohřevu o 5 °C za den až do doby, dokud médium nedosáhne teplotní hranice 50 °C. Tato konstantní teplota se udržuje po dobu 8 dnů. Poté následuje snižování teploty otopné vody o 10 °C každý den až na minimum, odstavení topného systému a měření zbytkové vlhkosti potěru. Zbytková vlhkost anhydritového potěru nesmí u vytápěných potěrů přesáhnout 0,3 % CM. [11]

14. Výhody a nevýhody podlahového vytápění

14.1 Výhody

Mezi hlavní výhody řadíme estetické a prostorové hledisko, kdy instalované podlahové vytápění nezabírá užitečný prostor místnosti, a tudíž rozmístění nábytku spočívá čistě na naší představě. Další výrazný pozitivní přínos má využití nízkoteplotního způsobu vytápění. Nízká teplota teplotního média šetří množství spotřebované energie, čímž se sníží i celkové náklady na vytápění. Zároveň velká otopná plocha podlahového vytápění je schopna zajistit dodání většího množství nízkopotenciálního tepla než soustava s otopnými tělesy.

Vzduch ve vytápěných prostorech lze zahřívat na nižší teploty, tím nedochází k výraznému vysoušení vzduchu a je udržována optimální vlhkost v rozmezí 45–55 %. Podlahové vytápění způsobuje minimální víření prachu, proto je vhodné pro astmatiky nebo alergiky.

Velkou výhodou tohoto způsobu vytápění je také jeho bezúdržbový provoz a variabilita. Lze instalovat téměř se všemi druhy nášlapných vrstev. Vhodným povrchovým materiálem je keramická dlažba, PVC nebo vinyl. [9]

14.2 Nevýhody

Hlavní nevýhodou podlahového vytápění je jeho pomalá odezva. Nahřátí otopné plochy a následné vytopení potřebných prostor trvá delší časový úsek než u systému s otopnými tělesy. Tento jev je zapříčiněn uložením otopného potrubí uvnitř skladby podlahy, kdy nejdříve dochází k nahřívání vrstev podlahy a osálových ploch a až následně k ohřevu vzduchu v místnosti. Nedostatek pomalé odezvy vytápěcího systému vyvažují akumulární schopnosti podlahové konstrukce. Povrch nášlapných vrstev zůstává ideálně nahřátý i několik hodin po ukončení vytápění, proto nejvhodnější pro podlahového vytápění se jeví zejména obytné prostory a provozny využívané po celou dobu topné sezóny.

Další nevýhody představují vyšší počáteční investice spojené s instalací podlahového vytápění a problematika spojená s rozmístěním nábytku, kterou je zapotřebí se zabývat už v době přípravy projektu podlahového vytápění. Rozmístění nábytku by nemělo zabírat velké části podlahové otopné plochy, aby nedocházelo k nadměrnému pohlcování tepla. V konečném důsledku by tepelný výkon nezakryté otopné plochy mohl být nedostatečný pro komfortní vytopení daného prostoru. [9]

15. Závěr

Podlahové vytápění je v současné době velmi žádaným systémem vytápění zejména kvůli jeho bezúdržbovému provozu, velké variabilitě při zhotovení a z hlediska prostorové nenáročnosti. Podlahové vytápění lze napojit na nízkoteplotní zdroje tepla, kterými jsou například tepelná čerpadla nebo plynové kondenzační kotle. Nízká teplota teplotnosného média šetří množství spotřebované energie, což v kombinaci s rostoucími cenami energií je významné pozitivum. Musí se však dbát na správný návrh podlahového vytápění, odbornou instalaci a správné hydraulické seřízení celého otopného systému.

B. VÝPOČTOVÁ ČÁST

1. Analýza objektu

Projekt řeší novostavbu komerčního objektu určeného pro prodej podlahových krytin. Jedná se o dvoupodlažní nepodsklepený objekt s plochou střechou a celkovou zastavěnou plochou 994,42 m². Budova se nachází v Jihomoravském kraji ve městě Hodonín, na ulici Brněnská, v nadmořské výšce 167 m n.m. Výpočtová venkovní teplota v dané lokalitě je v zimním období -12 °C.

Konstrukční systém objektu je smíšený. Hlavní nosnou funkci budovy zajišťují prefabrikované železobetonové sloupy s hlavicemi v kombinaci s nosnými stěnami z keramických bloků POROTHERM. Vodorovnou nosnou konstrukci tvoří železobetonový monolitický strop. Obvodový plášť objektu je zateplen pomocí polystyrenových izolačních desek ISOVER EPS Greywall Plus, které splňují požadavky kontaktního zateplovacího systému ETICS. Výjimku tvoří pouze východní obvodová stěna ve skladovacím prostoru, která přiléhá celou svojí plochou k zemině. Z důvodu zemních tlaků je zhotovena jako monolitická železobetonová konstrukce se zateplením z extrudovaného polystyrenu ISOVER XPS. Vnitřní nosné konstrukce a příčky jsou rovněž zhotoveny z keramických bloků POROTHERM. Výplně otvorů tvoří plastová okna s izolačním trojsklem.

Větrání objektu zajišťuje v administrativní části přirozené větrání. Skladovací prostory, dílna, hygienické zázemí a výstavní místnost jsou větrány pomocí vzduchotechnických jednotek se zpětným získáváním tepla.

První nadzemní podlaží budovy slouží zejména pro potřeby zaměstnanců. Nachází se zde administrativní část, kterou tvoří kanceláře, sociální zařízení, šatna se sprchou a kuchyňka. Dále je zde technická místnost a strojovna. Podstatnou část v tomto podlaží zaujímá skladovací prostor s přilehlou dílnou.

Druhé nadzemní podlaží je tvořeno zejména výstavními a prodejními prostory. Obdobně jako v prvním podlaží se i zde nachází administrativní část s kanceláři, sociálním zařízením a kuchyňkou.

Objekt je vytápěn teplovodním otopným systémem s deskovými otopnými tělesy a podlahovým vytápěním. Přípravu teplé vody zajišťuje nepřímo ohříváný stacionární zásobník. Z důvodu zamezení nadměrných ztrát větráním v zimním období je ve skladovacím prostoru objektu navržena vratová clona. Zdrojem tepelné energie jsou dva závěsné plynové kondenzační kotle zapojené v kaskádovém provedení.

2. Součinitel prostupu tepla navržených konstrukcí

Součinitel prostupu tepla udává množství tepla procházejícího 1 m² plochy stavební konstrukce za předpokladu rozdílu teplot prostředí 1 K před a za posuzovanou konstrukcí. Pro výpočet součinitele je nutné znát další tepelně technické parametry konstrukce, a to tepelný odpor a součinitel tepelné vodivosti. [6]

2.1 Výpočtové vztahy

Tepelný odpor R vrstvy konstrukce

$$R_j = \frac{d_j}{\lambda_j} [m^2K/W]$$

kde: d_j tloušťka j-té vrstvy [m]
 λ_j součinitel tepelné vodivosti j-té vrstvy materiálu [W/mK]

Tepelný odpor konstrukce

$$R_t = R_{si} + \sum R_j + R_{se} [m^2K/W]$$

kde: R_{si} tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně [m²K/W]
 R_{se} tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně [m²K/W]
 $\sum R_j$ celkový tepelný odpor jednotlivých vrstev konstrukce [m²K/W]

Součinitel prostupu tepla

$$U = \frac{1}{R_{si} + R_t + R_{se}} = \frac{1}{R_t} [W/m^2K]$$

kde: R_t tepelný odpor konstrukce při přestupu tepla [m²K/W]

2.2 Výpočet součinitele prostupu tepla stavebních konstrukcí objektu

2.2.1 Svislé ochlazované konstrukce

Vnější stěna obvodová - Porotherm 38 PROFI DRYFIX									
Konstrukce	Č.v.	Materiál	d	λ	R	R_{si}	R_{se}	R_t	U
			[m]	[W/mK]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[W/m ² K]
S1	1	pastovitá omítka	0,002	0,700	0,003	0,13	0,04	6,987	0,143
	2	sklovláknitá tkanina +stěrková malta	0,003	0,220	0,014				
	3	EPS Greywall Plus	0,100	0,031	3,226				
	4	lepící malta	0,002	0,220	0,009				
	5	tvárnice Porotherm 38 PROFI DRYFIX	0,380	0,107	3,551				
	6	vápenocementová omítka	0,012	0,990	0,012				
	7	silikátová vnitřní malba	0,002	0,800	0,003				
$\Sigma R =$					6,817			$U_{N,20} =$	0,30 [W/m ² K]
								$U_{rec,20} =$	0,25 [W/m ² K]
								Posouzení	$U < U_{N,20}$

Vnější stěna obvodová přilehlá k zemině - železobetonová									
Konstrukce	Č.v.	Materiál	d	λ	R	R_{si}	R_{se}	R_t	U
			[m]	[W/mK]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[W/m ² K]
S2	1	nopová fólie	-	-	-	0,13	0	2,751	0,363
	2	hydroizolace	0,003	0,200	0,015				
	3	XPS Styrodur 2800 C	0,080	0,033	2,424				
	4	lepící malta	0,002	0,220	0,009				
	5	železobetonová stěna	0,250	1,580	0,158				
	6	vápenocementová omítka	0,012	0,990	0,012				
	7	silikátová vnitřní malba	0,002	0,800	0,003				
$\Sigma R =$					2,621			$U_{N,20} =$	0,80 [W/m ² K]
								$U_{rec,20} =$	0,60 [W/m ² K]
								Posouzení	$U < U_{N,20}$

Vnější stěna obvodová - Porotherm 24 PROFI DRYFIX									
Konstrukce	Č.v.	Materiál	d	λ	R	R_{si}	R_{se}	R_t	U
			[m]	[W/mK]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[W/m ² K]
S3	1	pastovitá omítka	0,002	0,700	0,003	0,13	0,04	5,906	0,169
	2	sklovláknitá tkanina +stěrková malta	0,003	0,220	0,014				
	3	EPS Greywall Plus	0,150	0,031	4,839				
	4	lepící malta	0,002	0,220	0,009				
	5	tvárnice Porotherm 24 PROFI DRYFIX	0,240	0,280	0,857				
	6	vápenocementová omítka	0,012	0,990	0,012				
	7	silikátová vnitřní malba	0,002	0,800	0,003				
$\Sigma R =$					5,736			$U_{N,20} =$	0,30 [W/m ² K]
								$U_{rec,20} =$	0,25 [W/m ² K]
								Posouzení	$U < U_{N,20}$

2.2.2 Svislé neochlazované konstrukce

Vnitřní stěna nosná - Porotherm 24 Profi Dryfix											
Konstrukce	Č.v.	Materiál	d	λ	R	R_{si}	R_{se}	R_t	U		
			[m]	[W/mK]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[W/m ² K]		
S4	1	silikátová vnitřní malba	0,002	0,800	0,003	0,13	0,13	1,146	0,872		
	2	vápenocementová omítka	0,012	0,990	0,012						
	3	tvárnice Porotherm 24 PROFÍ DRYFIX	0,240	0,280	0,857						
	4	vápenocementová omítka	0,012	0,990	0,012						
	5	silikátová vnitřní malba	0,002	0,800	0,003						
					$\Sigma R =$	0,886			$U_{N,20} =$	1,30	[W/m ² K]
									$U_{rec,20} =$	0,90	[W/m ² K]
									Posouzení	U < U _{N,20}	

Vnitřní stěna dělicí - Porotherm 14 Profi Dryfix											
Konstrukce	Č.v.	Materiál	d	λ	R	R_{si}	R_{se}	R_t	U		
			[m]	[W/mK]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[W/m ² K]		
S5	1	silikátová vnitřní malba	0,002	0,800	0,003	0,13	0,13	0,828	1,208		
	2	vápenocementová omítka	0,012	0,990	0,012						
	3	tvárnice Porotherm 14 PROFÍ DRYFIX	0,140	0,260	0,538						
	4	vápenocementová omítka	0,012	0,990	0,012						
	5	silikátová vnitřní malba	0,002	0,800	0,003						
					$\Sigma R =$	0,568			$U_{N,20} =$	2,70	[W/m ² K]
									$U_{rec,20} =$	1,80	[W/m ² K]
									Posouzení	U < U _{N,20}	

Vnitřní stěna dělicí - Porotherm 11,5 AKU Profi Dryfix											
Konstrukce	Č.v.	Materiál	d	λ	R	R_{si}	R_{se}	R_t	U		
			[m]	[W/mK]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[W/m ² K]		
S6	1	silikátová vnitřní malba	0,002	0,800	0,003	0,13	0,13	0,732	1,367		
	2	vápenocementová omítka	0,012	0,990	0,012						
	3	tvárnice Porotherm 11,5 AKU PROFÍ DRYFIX	0,115	0,260	0,442						
	4	vápenocementová omítka	0,012	0,990	0,012						
	5	silikátová vnitřní malba	0,002	0,800	0,003						
					$\Sigma R =$	0,472			$U_{N,20} =$	2,70	[W/m ² K]
									$U_{rec,20} =$	1,80	[W/m ² K]
									Posouzení	U < U _{N,20}	

2.2.3 Vodorovné ochlazované konstrukce

Podlaha na zemině - skladový prostor									
Konstrukce	Č.v.	Materiál	d	λ	R	R_{si}	R_{se}	R_t	U
			[m]	[W/mK]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[W/m ² K]
P1	1	epoxidový nátěr	0,003	0,220	0,014	0,17	0,00	3,291	0,304
	2	drátkobeton	0,100	1,580	0,063				
	3	XPS Styrodur 4000 cs	0,100	0,035	2,857				
	4	modifikovaný asfaltový pás - 2x	0,007	0,210	0,033				
	5	podkladní beton	0,200	1,300	0,154				
	6	štěrkodrt'	0,300	-	-				
	7	hutněná zemina nasypaná	0,300	-	-				
	8	zemina původní	-	-	-				
$\Sigma R =$					3,121				
						$U_{N,20} =$	0,85	[W/m ² K]	
						$U_{rec,20} =$	0,60	[W/m ² K]	
						Posouzení	U < $U_{N,20}$		

Podlaha na zemině - kancelářské prostory									
Konstrukce	Č.v.	Materiál	d	λ	R	R_{si}	R_{se}	R_t	U
			[m]	[W/mK]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[W/m ² K]
P2	1	vinyllová podlaha	0,003	0,160	0,019	0,17	0,00	4,643	0,215
	2	cementový potěr	0,060	1,160	0,052				
	3	XPS Styrodur 3000 cs	0,140	0,033	4,242				
	4	modifikovaný asfaltový pás - 2x	0,007	0,210	0,033				
	5	podkladní beton	0,200	1,580	0,127				
	6	štěrkodrt'	0,300	-	-				
	7	hutněná zemina nasypaná	0,300	-	-				
	8	zemina původní	-	-	-				
$\Sigma R =$					4,473				
						$U_{N,20} =$	0,45	[W/m ² K]	
						$U_{rec,20} =$	0,30	[W/m ² K]	
						Posouzení	U < $U_{N,20}$		

Podlaha na zemině - hygienické prostory									
Konstrukce	Č.v.	Materiál	d	λ	R	R_{si}	R_{se}	R_t	U
			[m]	[W/mK]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[W/m ² K]
P3	1	keramická dlažba	0,006	1,010	0,006	0,17	0,00	4,630	0,216
	2	cementový potěr	0,060	1,160	0,052				
	3	XPS Styrodur 3000 cs	0,140	0,033	4,242				
	4	modifikovaný asfaltový pás - 2x	0,007	0,210	0,033				
	5	podkladní beton	0,200	1,580	0,127				
	6	štěrkodrt'	0,300	-	-				
	7	hutněná zemina nasypaná	0,300	-	-				
	8	zemina původní	-	-	-				
$\Sigma R =$					4,460				
						$U_{N,20} =$	0,45	[W/m ² K]	
						$U_{rec,20} =$	0,30	[W/m ² K]	
						Posouzení	U < $U_{N,20}$		

Plochá střecha									
Konstrukce	Č.v.	Materiál	d	λ	R	R_{si}	R_{se}	R_t	U
			[m]	[W/mK]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[W/m ² K]
SP	1	zátěžové kamenivo	0,100	-	-	0,17	0,00	7,787	0,128
	2	hydroizolační fólie	0,002	0,160	0,013				
	3	XPS Isover 100	0,160	0,033	4,848				
	4	XPS spádové klíny	0,100	0,039	2,564				
	5	modifikovaný asfaltový pás	0,004	0,210	0,019				
	6	ŽB stropní konstrukce	0,250	1,580	0,158				
	7	vápenocementová omítka	0,012	0,990	0,012				
	8	silikátová vnitřní malba	0,002	0,800	0,003				
$\Sigma R =$					7,617			$U_{N,20} =$	0,24 [W/m ² K]
								$U_{rec,20} =$	0,16 [W/m ² K]
								Posouzení	$U < U_{N,20}$

2.2.4 Vodorovné neochlazované konstrukce

Strop mezi podlažími - skladovací prostor									
Konstrukce	Č.v.	Materiál	d	λ	R	R_{si}	R_{se}	R_t	U
			[m]	[W/mK]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[W/m ² K]
ST1	1	keramická dlažba	0,006	1,010	0,006	0,17	0,17	2,401	0,416
	2	cementový potěr	0,060	1,160	0,052				
	3	hydroizolační fólie	0,002	0,160	0,013				
	4	XPS Styrodur 3000 cs	0,060	0,033	1,818				
	5	ŽB stropní konstrukce	0,250	1,580	0,158				
	6	vápenocementová omítka	0,012	0,990	0,012				
	7	silikátová vnitřní malba	0,002	0,800	0,003				
$\Sigma R =$					2,061			$U_{N,20} =$	0,75 [W/m ² K]
								$U_{rec,20} =$	0,50 [W/m ² K]
								Posouzení	$U < U_{N,20}$

Strop mezi podlažími - hygienické prostory									
Konstrukce	Č.v.	Materiál	d	λ	R	R_{si}	R_{se}	R_t	U
			[m]	[W/mK]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[W/m ² K]
ST2	1	keramická dlažba	0,006	1,010	0,006	0,17	0,17	2,401	0,416
	2	cementový potěr	0,060	1,160	0,052				
	3	hydroizolační fólie	0,002	0,160	0,013				
	4	XPS Styrodur 3000 cs	0,060	0,033	1,818				
	5	ŽB stropní konstrukce	0,250	1,580	0,158				
	6	vápenocementová omítka	0,012	0,990	0,012				
	7	silikátová vnitřní malba	0,002	0,800	0,003				
$\Sigma R =$					2,061			$U_{N,20} =$	2,20 [W/m ² K]
								$U_{rec,20} =$	1,45 [W/m ² K]
								Posouzení	$U < U_{N,20}$

Strop mezi podlažími - kancelářské prostory									
Konstrukce	Č.v.	Materiál	d	λ	R	R_{si}	R_{se}	R_t	U
			[m]	[W/mK]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[W/m ² K]
ST3	1	vinylová podlaha	0,002	0,160	0,013	0,17	0,17	2,408	0,415
	2	cementový potěr	0,060	1,160	0,052				
	3	hydroizolační fólie	0,002	0,160	0,013				
	4	XPS Styrodur 3000 cs	0,060	0,033	1,818				
	5	ŽB stropní konstrukce	0,250	1,580	0,158				
	6	vápenocementová omítka	0,012	0,990	0,012				
	7	silikátová vnitřní malba	0,002	0,800	0,003				
					$\Sigma R =$	2,068			
							$U_{N,20} =$	2,20	[W/m ² K]
							$U_{rec,20} =$	1,45	[W/m ² K]
							Posouzení	U < $U_{N,20}$	

2.2.5 Výplně otvorů

OZN.	Popis	$U_{N,20} =$	$U_{rec,20} =$	U	Posouzení
DO1	Dveře vstupní	1,7	1,2	1,2	Vyhoví
DO2	Dveře do skladu	3,5	2,3	1,2	Vyhoví
DO3	Vrata do skladu	3,5	2,3	1,6	Vyhoví
DO4	Únikové dveře	3,5	2,3	1,2	Vyhoví
DN1	Dveře vnitřní	-	-	1,8	Vyhoví
O1, O2, O3	Okno-izolační trojsklo	1,5	1,2	0,72	Vyhoví
O4	Prosklená stěna	-	-	1,4	Vyhoví

3. Výpočet tepelného výkonu

Stanovení tepelného výkonu se musí provést pro každou místnost zvlášť. Výsledky výpočtů slouží pro návrh otopných ploch. Celkový souhrn jednotlivých tepelných výkonů všech místností představuje tepelný výkon instalovaného zdroje tepla nutný pro zajištění tepelné pohody vnitřního prostředí v zimním období. [6]

3.1 Výpočtové vztahy

Celková tepelná ztráta vytápěné místnosti

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

kde: $\Phi_{T,i}$ návrhová tepelná ztráta prostupem [W]
 $\Phi_{V,i}$ návrhová tepelná ztráta větráním [W]

Návrhová tepelná ztráta prostupem

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

kde: $H_{T,ie}$ celková měrná tepelná ztráta do venkovního prostředí [W/K]
 $H_{T,iue}$ celková měrná tepelná ztráta do nevytápěného prostoru [W/K]
 $H_{T,ij}$ celková měrná tepelná do prostoru s jinou vnitřní teplotou [W/K]
 $H_{T,ig}$ celková měrná tepelná ztráta do zeminy [W/K]
 $\theta_{int,i}$ vnitřní výpočtová teplota místnosti [°C]
 θ_e výpočtová teplota venkovního prostředí [°C]

Celková měrná tepelná ztráta do venkovního prostředí

$$H_{T,ie} = \sum A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k [W/K]$$

kde: A_k plocha konstrukce [m²]
 U_{kc} součinitel prostupu tepla s ohledem na tepelné vazby [W/m²K]
 e_k korekční součinitel pro klimatické podmínky [-]

Celková měrná tepelná ztráta do nevytápěného prostoru

$$H_{T,iue} = \sum A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u [W/K]$$

kde: b_u součinitel redukce teploty zahrnující rozdíl teplot přilehlých místností [°C]

Celková měrná tepelná ztráta do prostoru s jinou vnitřní teplotou

$$H_{T,ij} = \sum A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij} [W/K]$$

kde: f_{ij} součinitel redukce teploty [°C]

Celková měrná tepelná ztráta do zeminy

$$H_{T,ig} = f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot \sum (A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot G_w \text{ [W/K]}$$

- kde: f_{g1} opravný součinitel uvažující vliv roční změny venkovní teploty [=1,45]
 f_{g2} opravný teplotní součinitel zahrnující rozdíl mezi roční venkovní průměrnou teplotou a výpočtovou venkovní teplotou [-]
 $U_{equiv,k}$ ekvivalentní součinitel prostupu tepla konstrukcí v kontaktu se zeminou
 G_w opravný součinitel vlivu spodní vody [-]

Celková tepelná ztráta větráním

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

- kde: $\Phi_{inf,i}$ tepelná ztráta infiltrací obvodovým pláštěm [W]
 $\Phi_{p,i}$ tepelná ztráta nuceným větráním [W]

Tepelná ztráta infiltrací obvodovým pláštěm

$$\Phi_{inf} = 0,34 \cdot V_{inf,i} \cdot (t_i - t_e) \text{ [W]}$$

- kde: $V_{inf,i}$ množství vzduchu přiváděného infiltrací [m^3/h]

Množství vzduchu přiváděného infiltrací

$$V_{inf} = 2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i \text{ [m}^3/h\text{]}$$

- kde: V_i objem místnosti [m^3]
 n_{50} hodnota intenzity výměny vzduchu mezi interiérem a exteriérem při rozdílu tlaku 50 Pa
 e_i stínící součinitel [-]
 ε_i výškový korekční činitel [-]

Tepelná ztráta nuceným větráním

$$\Phi_{p,i} = 0,34 \cdot V_{p,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_{p,i}) \text{ [W]}$$

- kde: $V_{p,i}$ množství přiváděného vzduchu [m^3/h]
 $\theta_{int,i}$ teplota interiéru [$^{\circ}C$]
 $\theta_{p,i}$ teplota přiváděného vzduchu [$^{\circ}C$]

3.2 Výpočet tepelného výkonu jednotlivých místností

3.2.1 První nadzemní podlaží

Místnost **1.01** Zádveří

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k * U_{kc} * e_k$
S1	Obvodová stěna	3,42	0,143	0,02	0,163	1,00	0,56
DO1	Vstupní dveře	5,56	1,200	0,00	1,200	1,00	6,67
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							7,23

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru z/do méně vytápěného prostoru							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k * U_{kc} * f_{ij}$		
ST3	Strop do m.č. 2.11	10,42	0,415	-0,19	-0,80		
ST3	Strop do m.č. 2.12	2,10	0,415	-0,19	-0,16		
S5	Vnitřní stěna do m.č. 1.02	6,53	1,208	-0,19	-1,46		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 1.02	2,02	1,800	-0,19	-0,67		
S4	Vnitřní nosná stěna do m.č. 1.16	2,33	0,872	-0,19	-0,38		
O4	Vnitřní skleněná stěna do m.č. 1.16	1,95	1,400	-0,19	-0,51		
S5	Vnitřní stěna do m.č. 1.16	6,87	1,208	-0,19	-1,54		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 1.16	1,82	1,800	-0,19	-0,61		
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue}$							-6,12

$$f_{ia} = (\theta_{int,i} - \theta_j) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

$$f_{ij,20-C} = -0,19$$

Tepelné ztráty prostupem do zeminy								
Ozn.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k * U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} * f_{g2} * G_w$
P3	Podlaha na zemině	12,52	0,133	1,67	1,45	0,50	1,00	0,73
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig}$								1,21

Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$					2,31
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]	
15	-12	27	2,31	62,44	

Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání

Objem místnosti V_i [m ³]	Výpočtová venkovní teplota θ_e		Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$		Hygienické požadavky	
	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ (m ³ /h)	n [h ⁻¹]	$V_{min,i}$ [m ³ /h]
35,68	-12	15	0,5	17,84	0,5	17,84
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ (m ³ /h)		
1	4,5	0,02	1	6,42		
Výpočet tepelné ztráty větráním						
Max. z ($V_{min,i}$, $V_{inf,i}$)	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$ [W]			
17,84	6,07	27	163,78			

$$\text{Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: } \Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH} = 226,22 \text{ W}$$

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	e _k	A _k *U _{kc} *e _k
S1	Obvodová stěna	3,24	0,143	0,02	0,163	1,00	0,53
O2	Okno-izolační trojsko	0,75	0,720	0,00	0,720	1,00	0,54
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí H_{T,ie}							1,07

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru z/do méně vytápěného prostoru							
Ozn.	Popis	A _k	U _k	f _{ij}	A _k *U _{kc} *f _{ij}		
S5	Vnitřní stěna do m.č. 1.01	6,53	1,208	0,16	1,23		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 1.01	2,02	1,800	0,16	0,57		
S5	Vnitřní stěna do m.č. 1.07	4,67	1,208	-0,13	-0,70		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 1.07	1,82	1,800	-0,13	-0,41		
S5	Vnitřní stěna do m.č. 1.09	2,85	1,208	-0,13	-0,43		
S5	Vnitřní stěna do m.č. 1.10	10,69	1,208	0,16	2,02		
S5	Vnitřní stěna do m.č. 1.15	4,02	1,208	0,16	0,76		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 1.15	1,82	1,800	0,16	0,51		
S4	Vnitřní nosná stěna do m.č. 1.20	1,97	0,872	0,16	0,27		
DO2	Vnitřní dveře do m.č. 1.20	2,02	1,200	0,16	0,38		
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor H_{T,iue}							3,81

$$f_{ia} = (\theta_{int,i} - \theta_j) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

$$f_{ij,15^{\circ}C} = 0,16; f_{ij,24^{\circ}C} = -0,13$$

Tepelné ztráty prostupem do zeminy								
Ozn.	Popis	A _k	U _{equiv,k}	A _k *U _{equiv,k}	f _{g1}	f _{g2}	G _w	f _{g1} *f _{g2} *G _w
P2	Podlaha na zemině	21,00	0,133	2,79	1,45	0,50	1,00	0,73
Celková měrná tepelná ztráta zeminou H_{T,ig}								2,02

Celková měrná tepelná ztráta prostupem H _{T,i}					6,91
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} - θ _e	H _{T,i}	Navrhovaná ztráta prostupem Φ _{T,i} [W]	
20	-12	32	6,91	221,00	

Tepelná ztráta větráním - nucené větrání

Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ _p	Výpočtová vnitřní teplota θ _{int,i}	V _p [m ³ /h]	Návrhová tepelná ztráta přívodem vzduchu Φ _p [W]
59,85	20	20	150	0,00

Tepelná ztráta infiltrací

Počet nechráněných otvorů	n ₅₀	Součinitel zaclonění e	Výškový korekční čísel ε	V _{inf,i} (m ³ /h)	Ztráta infiltrací Φ _{inf} [W]
1	1	0,02	1	2,39	26,05
Návrhová tepelná ztráta větráním Φ_{V,i} = Φ_{p,i} + Φ_{inf} [W]					26,05

$$\text{Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: } \Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH} = \mathbf{247,05 \text{ W}}$$

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k * U_{kc} * e_k$
S1	Obvodová stěna	19,53	0,143	0,02	0,163	1,00	3,18
O1	Okno-izolační trojsko	1,56	0,720	0,00	0,720	1,00	1,13
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							4,31

Tepelné ztráty prostupem do zeminy								
Ozn.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k * U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} * f_{g2} * G_w$
P2	Podlaha na zemině	13,20	0,133	1,76	1,45	0,50	1,00	0,73
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} =$								1,27

Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$					5,58
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]	
20	-12	32	5,58	178,59	

Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání

Objem místnosti V_i [m ³]	Výpočtová venkovní teplota θ_e	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	Hygienické požadavky	
			n [h ⁻¹]	$V_{min,i}$ [m ³ /h]
37,62	-12	20	1	37,62
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ (m ³ /h)
1	4,5	0,03	1	10,16
Výpočet tepelné ztráty větráním				
Max. z ($V_{min,i}, V_{inf,i}$)	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Navrhovaná tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$ [W]	
37,62	12,79	32	409,31	

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH} = 587,89 \text{ W}$

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k * U_{kc} * e_k$
S1	Obvodová stěna	6,99	0,143	0,02	0,163	1,00	1,14
O1	Okno-izolační trojsko	1,56	0,720	0,00	0,720	1,00	1,13
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							2,26

Tepelné ztráty prostupem do zeminy								
Ozn.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k * U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} * f_{g2} * G_w$
P2	Podlaha na zemině	13,20	0,133	1,76	1,45	0,50	1,00	0,73
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} =$								1,27

Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$					3,54
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]	
20	-12	32	3,54	113,18	

Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání

Objem místnosti V_i [m ³]	Výpočtová venková teplota θ_e		Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$		Hygienické požadavky	
					n [h ⁻¹]	$V_{min,i}$ [m ³ /h]
37,62	-12		20		1	37,62
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ		Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ (m ³ /h)	
1	4,5	0,03	1		10,16	
Výpočet tepelné ztráty větráním						
Max. z ($V_{min,i}, V_{inf,i}$)	$H_{v,i}$		$\theta_{int,i} - \theta_e$		Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$ [W]	
37,62	12,79		32		409,31	

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH} = 522,48$ W

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k * U_{kc} * e_k$
S1	Obvodová stěna	6,99	0,143	0,02	0,163	1,00	1,14
O1	Okno-izolační trojsko	1,56	0,720	0,00	0,720	1,00	1,13
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							2,26

Tepelné ztráty prostupem do zeminy								
Ozn.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k * U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} * f_{g2} * G_w$
P2	Podlaha na zemině	13,20	0,133	1,76	1,45	0,50	1,00	0,73
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} =$								1,27

Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$					3,54
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]	
20	-12	32	3,54	113,18	

Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání

Objem místnosti V_i [m ³]	Výpočtová venkovní teplota θ_e		Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$		Hygienické požadavky	
	n [h ⁻¹]	$V_{min,i}$ [m ³ /h]				
37,62	-12		20		1	37,62
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ (m ³ /h)		
1	4,5	0,03	1	10,16		
Výpočet tepelné ztráty větráním						
Max. z ($V_{min,i}$, $V_{inf,i}$)		$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$ [W]		
37,62		12,79	32	409,31		

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH} = 522,48 \text{ W}$

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k * U_{kc} * e_k$
S1	Obvodová stěna	4,14	0,143	0,02	0,163	1,00	0,67
O1	Okno-izolační trojsko	1,56	0,720	0,00	0,720	1,00	1,13
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							1,80

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru z/do méně vytápěného prostoru					
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k * U_{kc} * f_{ij}$
S5	Vnitřní stěna do m.č. 1.08; 1.09	12,32	1,208	-0,13	-1,86
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} =$					-1,86

$$f_{ia} = (\theta_{int,i} - \theta_j) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

$$f_{ij,24-C} = -0,13$$

Tepelné ztráty prostupem do zeminy								
Ozn.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k * U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} * f_{g2} * G_w$
P2	Podlaha na zemině	8,80	0,133	1,17	1,45	0,50	1,00	0,73
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} =$								0,85

Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$					0,79
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]	
20	-12	32	0,79	25,20	

Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání

Objem místnosti V_i [m ³]	Výpočtová venkovní teplota θ_e		Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$		Hygienické požadavky	
	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ (m ³ /h)	n [h ⁻¹]	$V_{min,i}$ [m ³ /h]
25,08	-12	20	1,5	37,62	1,5	37,62
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ (m ³ /h)		
1	4,5	0,03	1	6,77		
Výpočet tepelné ztráty větráním						
Max. z ($V_{min,i}$, $V_{inf,i}$)	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{v,i}$ [W]			
37,62	12,79	32	409,31			

$$\text{Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: } \Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i} + \Phi_{RH} = \mathbf{434,51 \text{ W}}$$

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k * U_{kc} * e_k$
S1	Obvodová stěna	5,73	0,143	0,02	0,163	1,00	0,93
O2	Okno-izolační trojsko	0,75	0,720	0,00	0,720	1,00	0,54
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							1,47

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru z/do méně vytápěného prostoru							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k * U_{kc} * f_{ij}$		
ST1	Strop do m.č. 2.12	10,01	0,416	0,11	0,46		
S5	Vnitřní stěna do m.č. 1.02	4,67	1,208	0,11	0,63		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 1.02	1,82	1,800	0,11	0,36		
S4	Vnitřní nosná stěna do m.č. 1.20	12,54	0,872	0,25	2,73		
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} =$							4,19

$$f_{ia} = (\theta_{int,i} - \theta_j) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

$$f_{ij,15-C} = 0,25; f_{ij,20-C} = 0,11$$

Tepelné ztráty prostupem do zeminy								
Ozn.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k * U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} * f_{g2} * G_w$
P3	Podlaha na zemině	10,01	0,133	1,33	1,45	0,50	1,00	0,73
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} =$								0,97

Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$					6,63
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,i} [W]$	
24	-12	36	6,63	238,54	

Tepelná ztráta větráním - nucené větrání (přívod)

Objem místnosti $V [m^3]$	Teplota přiváděného vzduchu θ_p	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	$V_p [m^3/h]$	Návrhová tepelná ztráta přívodem vzduchu $\Phi_p [W]$	
28,53	20	24	260	353,60	
Tepelná ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Součinitel zclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	$V_{inf,i} (m^3/h)$	Ztráta infiltrací $\Phi_{inf} [W]$
1	1	0,03	1	1,71	20,95
Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i} = \Phi_{p,i} + \Phi_{inf} [W]$					374,55

$$\text{Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: } \Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH} = \mathbf{613,09 \text{ W}}$$

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k * U_{kc} * e_k$
S1	Obvodová stěna	2,85	0,143	0,02	0,163	1,00	0,46
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							0,46

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru z/do méně vytápěného prostoru							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k * U_{kc} * f_{ij}$		
ST3	Strop do m.č. 2.04	2,10	0,415	0,11	0,10		
S5	Vnitřní stěna do m.č. 1.06	5,99	1,208	0,11	0,80		
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} =$							0,90

$$f_{ia} = (\theta_{int,i} - \theta_i) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

$$f_{ij,20-C} = 0,11$$

Tepelné ztráty prostupem do zeminy								
Ozn.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k * U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} * f_{g2} * G_w$
P3	Podlaha na zemině	2,10	0,133	0,28	1,45	0,50	1,00	0,73
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} =$								0,20

Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$					1,57
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]	
24	-12	36	1,57	56,42	

Tepelná ztráta větráním - nucené větrání (odvod)

Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	V_p [m ³ /h]	Návrhová tepelná ztráta přívodem vzduchu Φ_p [W]	
5,99	24	24	130	0,00	
Tepelná ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Součinitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	$V_{inf,i}$ (m ³ /h)	Ztráta infiltrací Φ_{inf} [W]
0	1	0	1	0,00	0,00
Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i} = \Phi_{p,i} + \Phi_{inf}$ [W]					0,00

$$\text{Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: } \Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH} = 56,42 \text{ W}$$

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru z/do méně vytápěného prostoru					
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k * U_{kc} * f_{ij}$
ST3	Strop do m.č. 2.04	2,15	0,415	0,11	0,10
S5	Vnitřní stěna do m.č. 1.02	2,85	1,208	0,11	0,38
S5	Vnitřní stěna do m.č. 1.06	6,13	1,208	0,11	0,82
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} =$					1,30

$$f_{ia} = (\theta_{int,i} - \theta_j) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

$$f_{ij,20-c} = 0,11$$

Tepelné ztráty prostupem do zeminy								
Ozn.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k * U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} * f_{g2} * G_w$
P3	Podlaha na zemině	2,15	0,133	0,29	1,45	0,50	1,00	0,73
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} =$							0,21	

Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$					1,51
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]	
24	-12	36	1,51	54,41	

Tepelná ztráta větráním - nucené větrání (odvod)

Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	V_p [m ³ /h]	Návrhová tepelná ztráta přívodem vzduchu Φ_p [W]	
6,13	24	24	130	0,00	
Tepelná ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Součinitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	$V_{inf,i}$ (m ³ /h)	Ztráta infiltrací Φ_{inf} [W]
0	1	0	1	0,00	0,00
Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i} = \Phi_{p,i} + \Phi_{inf}$ [W]				0,00	

$$\text{Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: } \Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH} = \mathbf{54,41 \text{ W}}$$

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru z/do méně vytápěného prostoru					
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k * U_k * f_{ij}$
ST1	Strop do m.č. 2.12	11,77	0,416	-0,19	-0,91
S5	Vnitřní stěna do m.č. 1.02	10,69	1,208	-0,19	-2,39
S5	Vnitřní stěna do m.č. 1.11	3,21	1,208	-0,19	-0,72
S5	Vnitřní stěna do m.č. 1.12	5,42	1,208	-0,19	-1,21
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} =$					-5,23

$$f_{ia} = (\theta_{int,i} - \theta_j) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

$$f_{ij,20^{\circ}C} = -0,19$$

Tepelné ztráty prostupem do zeminy								
Ozn.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k * U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} * f_{g2} * G_w$
P1	Podlaha na zemině	11,77	0,151	1,78	1,45	0,50	1,00	0,73
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} =$							1,29	

Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$					-3,94
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]	
15	-12	27	-3,94	-106,32	

Tepelná ztráta větráním - nucené větrání

Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	V_p [m ³ /h]	Návrhová tepelná ztráta přívodem vzduchu Φ_p [W]
33,54	0	15	0	0,00

Tepelná ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Součinitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	$V_{inf,i}$ (m ³ /h)	Ztráta infiltrací Φ_{inf} [W]
0	1	0	1	0,00	0,00
Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i} = \Phi_{p,i} + \Phi_{inf}$ [W]					0,00

$$\text{Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: } \Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH} = \mathbf{-106,32 \text{ W}}$$

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru z/do méně vytápěného prostoru					
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k * U_k * f_{ij}$
S5	Vnitřní stěna do m.č. 1.10	3,21	1,208	0,16	0,61
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} =$					0,61

$$f_{ia} = (\theta_{int,i} - \theta_j) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

$$f_{ij,15^{\circ}C} = 0,16$$

Tepelné ztráty prostupem do zeminy								
Ozn.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k * U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} * f_{g2} * G_w$
P3	Podlaha na zemině	2,92	0,133	0,39	1,45	0,50	1,00	0,73
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} =$							0,28	

Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$					0,89
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]	
20	-12	32	0,89	28,38	

Tepelná ztráta větráním - nucené větrání (přívod)

Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	V_p [m ³ /h]	Návrhová tepelná ztráta přívodem vzduchu Φ_p [W]
8,32	20	20	30	0,00

Tepelná ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Součinitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	$V_{inf,i}$ (m ³ /h)	Ztráta infiltrací Φ_{inf} [W]
0	1	0	1	0,00	0,00
Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i} = \Phi_{p,i} + \Phi_{inf}$ [W]					0,00

$$\text{Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: } \Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH} = \mathbf{28,38 \text{ W}}$$

Místnost 1.12 WC Muži

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru z/do méně vytápěného prostoru					
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k * U_k * f_{ij}$
S5	Vnitřní stěna do m.č. 1.10	5,42	1,208	0,16	1,02
S4	Vnitřní nosná stěna do m.č. 1.19	1,00	0,872	0,16	0,14
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,ue} =$					1,16

$$f_{ia} = (\theta_{int,i} - \theta_j) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

$$f_{ij,15-C} = 0,16$$

Tepelné ztráty prostupem do zeminy								
Ozn.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k * U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} * f_{g2} * G_w$
P3	Podlaha na zemině	6,06	0,133	0,81	1,45	0,50	1,00	0,73
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} =$								0,58

Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$					1,74
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]	
20	-12	32	1,74	55,75	

Tepelná ztráta větráním - nucené větrání

Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	V_p [m ³ /h]	Návrhová tepelná ztráta přívodem vzduchu Φ_p [W]
17,27	20	20	155	0,00

Tepelná ztráta infiltrací

Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Součinitel zclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	$V_{inf,i}$ (m ³ /h)	Ztráta infiltrací Φ_{inf} [W]
0	1	0	1	0,00	0,00
Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i} = \Phi_{p,i} + \Phi_{inf}$ [W]					0,00

$$\text{Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: } \Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH} = 55,75 \text{ W}$$

Místnost 1.13 Předsíň

Tepelná ztráta prostupem (přívod)

Tepelné ztráty prostupem do zeminy								
Ozn.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k * U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} * f_{g2} * G_w$
P3	Podlaha na zemině	2,03	0,133	0,27	1,45	0,50	1,00	0,73
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} =$								0,20

Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$					0,20
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]	
20	-12	32	0,20	6,26	

Tepelná ztráta větráním - nucené větrání (přívod)

Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	V_p [m ³ /h]	Návrhová tepelná ztráta přívodem vzduchu Φ_p [W]
5,79	20	20	30	0,00

Tepelná ztráta infiltrací

Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Součinitel zclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	$V_{inf,i}$ (m ³ /h)	Ztráta infiltrací Φ_{inf} [W]
0	1	0	1	0,00	0,00
Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i} = \Phi_{p,i} + \Phi_{inf}$ [W]					0,00

$$\text{Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: } \Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH} = 6,26 \text{ W}$$

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru z/do méně vytápěného prostoru					
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k * U_k * f_{ij}$
S5	Vnitřní stěna do m.č. 1.15	8,98	1,208	0,16	1,69
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} =$					1,69

$$f_{ia} = (\theta_{int,i} - \theta_j) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

$$f_{ij,15^\circ C} = 0,16$$

Tepelné ztráty prostupem do zeminy								
Ozn.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k * U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} * f_{g2} * G_w$
P3	Podlaha na zemině	5,98	0,133	0,80	1,45	0,50	1,00	0,73
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} =$								0,58

Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$					2,27
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]	
20	-12	32	2,27	72,68	

Tepelná ztráta větráním - nucené větrání

Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	V_p [m ³ /h]	Návrhová tepelná ztráta přívodem vzduchu Φ_p [W]
17,04	20	20	130	0,00

Tepelná ztráta infiltrací

Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Součinitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	$V_{inf,i}$ (m ³ /h)	Ztráta infiltrací Φ_{inf} [W]
0	1	0	1	0,00	0,00
Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i} = \Phi_{p,i} + \Phi_{inf}$ [W]					0,00

$$\text{Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: } \Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH} = \mathbf{72,68 \text{ W}}$$

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru z/do méně vytápěného prostoru					
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k * U_k * f_{ij}$
S5	Vnitřní stěna do m.č. 1.02	4,02	1,208	-0,19	-0,90
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 1.02	1,82	1,800	-0,19	-0,61
S5	Vnitřní stěna do m.č. 1.14	8,98	1,208	-0,19	-2,01
S4	Vnitřní nosná stěna do m.č. 1.17	5,84	0,872	-0,19	-0,94
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} =$					-4,46

$$f_{ia} = (\theta_{int,i} - \theta_j) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

$$f_{ij,20-c} = -0,19$$

Tepelné ztráty prostupem do zeminy								
Ozn.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k * U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} * f_{g2} * G_w$
P3	Podlaha na zemině	6,77	0,133	0,90	1,45	0,50	1,00	0,73
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} =$							0,65	

Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$					-3,81
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]	
15	-12	27	-3,81	-102,74	

Tepelná ztráta větráním - nucené větrání (přívod)

Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	V_p [m ³ /h]	Návrhová tepelná ztráta přívodem vzduchu Φ_p [W]	
19,29	20	15	20	-34,00	
Tepelná ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Součinitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	$V_{inf,i}$ (m ³ /h)	Ztráta infiltrací Φ_{inf} [W]
0	1	0	1	0,00	0,00
Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i} = \Phi_{p,i} + \Phi_{inf}$ [W]				-34,00	

$$\text{Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: } \Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH} = \mathbf{-136,74 \text{ W}}$$

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k * U_{kc} * e_k$
S1	Obvodová stěna	11,29	0,143	0,02	0,163	1,00	1,84
O3	Okno-izolační trojsko	2,25	0,720	0,00	0,720	1,00	1,62
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							3,46

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru z/do méně vytápěného prostoru							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k * U_{kc} * f_{ij}$		
O4	Vnitřní skleněná stěna do m.č. 1.01	1,95	1,400	0,16	0,43		
S4	Vnitřní nosná stěna do m.č. 1.01	2,33	0,872	0,16	0,32		
S5	Vnitřní stěna do m.č. 1.01	6,87	1,208	0,16	1,30		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 1.01	1,82	1,800	0,16	0,51		
S4	Vnitřní nosná stěna do m.č. 1.20	6,53	0,872	0,16	0,89		
DO2	Vnitřní dveře do m.č. 1.20	2,02	1,800	0,16	0,57		
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} =$							4,01

$$f_{ia} = (\theta_{int,i} - \theta_j) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

$$f_{ij,15-C} = 0,16$$

Tepelné ztráty prostupem do zeminy								
Ozn.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k * U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} * f_{g2} * G_w$
P3	Podlaha na zemině	11,69	0,133	1,55	1,45	0,50	1,00	0,73
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} =$								1,13

Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$					8,60
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]	
20	-12	32	8,60	275,11	

Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání

Objem místnosti V_i [m ³]	Výpočtová venkovní teplota θ_e	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	Hygienické požadavky	
			n [h ⁻¹]	$V_{min,i}$ [m ³ /h]
33,32	-12	20	1	33,32
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ (m ³ /h)
2	4,5	0,02	1	6,00
Výpočet tepelné ztráty větráním				
Max. z ($V_{min,i}$, $V_{inf,i}$)	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$ [W]	
33,32	11,33	32	362,48	

$$\text{Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: } \Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH} = \mathbf{637,59 \text{ W}}$$

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru z/do méně vytápěného prostoru					
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k * U_k * f_{ij}$
S4	Vnitřní nosná stěna do m.č. 1.19	9,12	0,872	0,16	1,24
S4	Vnitřní nosná stěna do m.č. 1.20	17,41	0,872	0,16	2,37
DO2	Vnitřní dveře do m.č. 1.20	3,54	1,800	0,16	0,99
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} =$					4,61

$$f_{ia} = (\theta_{int,i} - \theta_j) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

$$f_{ij,15^\circ C} = 0,16$$

Tepelné ztráty prostupem do zeminy								
Ozn.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k * U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} * f_{g2} * G_w$
P3	Podlaha na zemině	23,52	0,133	3,13	1,45	0,50	1,00	0,73
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} =$								2,27

Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$					6,88
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]	
20	-12	32	6,88	220,07	

Tepelná ztráta větráním - nucené větrání

Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	V_p [m ³ /h]	Návrhová tepelná ztráta přívodem vzduchu Φ_p [W]
67,03	15	20	70	119,00

Tepelná ztráta infiltrací

Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Součinitel zclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	$V_{inf,i}$ (m ³ /h)	Ztráta infiltrací Φ_{inf} [W]
2	1	0	1	0,00	0,00
Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i} = \Phi_{p,i} + \Phi_{inf}$ [W]				119,00	

$$\text{Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: } \Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH} = \mathbf{339,07 \text{ W}}$$

Místnost **1.19** Strojovna**Tepelná ztráta prostupem**

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru z/do méně vytápěného prostoru					
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k * U_k * f_{ij}$
ST1	Strop do m.č. 2.12	20,19	0,416	-0,19	-1,56
S4	Vnitřní nosná stěna do m.č. 1.12	1,00	0,872	-0,19	-0,16
S4	Vnitřní nosná stěna do m.č. 1.17	3,99	0,872	-0,19	-0,64
S4	Vnitřní nosná stěna do m.č. 1.18	9,12	0,872	-0,19	-1,47
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} =$					-3,83

$$f_{ia} = (\theta_{int,i} - \theta_j) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

$$f_{ij,20-c} = -0,19$$

Tepelné ztráty prostupem do zeminy								
Ozn.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k * U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} * f_{g2} * G_w$
P1	Podlaha na zemině	20,19	0,151	3,05	1,45	0,50	1,00	0,73
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} =$								2,21

Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$					-1,62
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]	
15	-12	27	-1,62	-43,83	

Tepelná ztráta větráním - nucené větrání

Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	V_p [m ³ /h]	Návrhová tepelná ztráta přívodem vzduchu Φ_p [W]
57,54	0	15	0	0,00

Tepelná ztráta infiltrací

Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Součinitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	$V_{inf,i}$ (m ³ /h)	Ztráta infiltrací Φ_{inf} [W]
0	1	0	1	0,00	0,00
Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i} = \Phi_{p,i} + \Phi_{inf}$ [W]				0,00	

$$\text{Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: } \Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH} = \mathbf{-43,83 \text{ W}}$$

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k * U_{kc} * e_k$
S1	Obvodová stěna	141,91	0,143	0,02	0,163	1,00	23,13
DO3	Vrata do skladu	11,00	1,600	0,00	1,600	1,00	17,60
DO4	Únikové dveře	2,42	1,200	0,00	1,200	1,00	2,90
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							43,63

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru z/do méně vytápěného prostoru							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k * U_k * f_{ij}$		
ST1	Strop do m.č. 2.12	651,80	0,416	-0,19	-50,21		
S4	Vnitřní nosná stěna do m.č. 1.02	1,97	0,872	-0,19	-0,32		
DO2	Vnitřní dveře do m.č. 1.02	2,02	1,200	-0,19	-0,45		
S4	Vnitřní nosná stěna do m.č. 1.07	12,54	0,872	-0,33	-3,64		
S4	Vnitřní nosná stěna do m.č. 1.16	6,53	0,872	-0,19	-1,05		
DO2	Vnitřní dveře do m.č. 1.16	2,02	1,200	-0,19	-0,45		
S4	Vnitřní nosná stěna do m.č. 1.18	17,41	0,872	-0,19	-2,81		
DO2	Vnitřní dveře do m.č. 1.18	3,54	1,200	-0,19	-0,79		
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue}$							-59,73

$$f_{ia} = (\theta_{int,i} - \theta_j) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

$$f_{ij,20^\circ C} = -0,19; \quad f_{ij,24^\circ C} = -0,33$$

Tepelné ztráty prostupem do zeminy								
Ozn.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k * U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} * f_{g2} * G_w$
P1	Podlaha na zemině	651,80	0,151	98,42	1,45	0,50	1,00	0,73
S2	ŽB stěna přilehlá k zemině	104,74	0,163	17,07	1,45	0,50	1,00	0,73
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} =$								83,73

Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$					67,64
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]	
15	-12	27	67,64	1826,34	

Tepelná ztráta větráním - nucené větrání

Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	V_p [m ³ /h]	Návrhová tepelná ztráta přívodem vzduchu Φ_p [W]	
1857,63	15	15	950	0,00	
Tepelná ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Součinitel zclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	$V_{inf,i}$ (m ³ /h)	Ztráta infiltrací Φ_{inf} [W]
2	1	0,02	1	74,31	682,12
Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i} = \Phi_{p,i} + \Phi_{inf}$ [W]				682,12	

$$\text{Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: } \Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH} = 2508,46 \text{ W}$$

3.2.2 Druhé nadzemní podlaží

Místnost **2.01** Kancelář

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
S1	Obvodová stěna	21,75	0,143	0,02	0,163	1,00	3,54
O1	Okno-izolační trojsko	1,56	0,720	0,00	0,720	1,00	1,13
SP	Střecha	13,20	0,128	0,02	0,148	1,00	1,95
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							6,62

Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$					6,62
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]	
20	-12	32	6,62	211,95	

Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání

Objem místnosti V_i [m ³]	Výpočtová venkovní teplota θ_e	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	Hygienické požadavky	
			n [h ⁻¹]	$V_{min,i}$ [m ³ /h]
37,62	-12	20	1	37,62
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Součinitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ (m ³ /h)
1	4,5	0,03	1	10,16
Výpočet tepelné ztráty větráním				
Max. z ($V_{min,i}$, $V_{inf,i}$)	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$ [W]	
37,62	12,79	32	409,31	

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH} = 621,26$ W

Místnost **2.02** Kancelář

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
S1	Obvodová stěna	7,89	0,143	0,02	0,163	1,00	1,29
O1	Okno-izolační trojsko	1,56	0,720	0,00	0,720	1,00	1,13
SP	Střecha	13,20	0,128	0,02	0,148	1,00	1,95
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							4,36

Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$					4,36
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]	
20	-12	32	4,36	139,66	

Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání

Objem místnosti V_i [m ³]	Výpočtová venkovní teplota θ_e	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	Hygienické požadavky	
			n [h ⁻¹]	$V_{min,i}$ [m ³ /h]
37,62	-12	20	1	37,62
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Součinitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ (m ³ /h)
1	4,5	0,03	1	10,16
Výpočet tepelné ztráty větráním				
Max. z ($V_{min,i}$, $V_{inf,i}$)	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$ [W]	
37,62	12,79	32	409,31	

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH} = 548,96$ W

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k * U_{kc} * e_k$
S1	Obvodová stěna	7,89	0,143	0,02	0,163	1,00	1,29
O1	Okno-izolační trojsko	1,56	0,720	0,00	0,720	1,00	1,13
SP	Střecha	13,20	0,128	0,02	0,148	1,00	1,95
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							4,36

Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$					4,36
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]	
20	-12	32	4,36	139,66	

Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání

Objem místnosti V_i [m ³]	Výpočtová venkovní teplota θ_e	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	Hygienické požadavky	
			n [h ⁻¹]	$V_{min,i}$ [m ³ /h]
37,62	-12	20	1	37,62
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Součinitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ (m ³ /h)
1	4,5	0,03	1	10,16
Výpočet tepelné ztráty větráním				
Max. z ($V_{min,i}$, $V_{inf,i}$)	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$ [W]	
37,62	12,79	32	409,31	

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH} = 548,96 \text{ W}$

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k * U_{kc} * e_k$
S1	Obvodová stěna	8,36	0,143	0,02	0,163	1,00	1,36
O1	Okno-izolační trojsko	1,56	0,720	0,00	0,720	1,00	1,13
SP	Střecha	13,86	0,128	0,02	0,148	1,00	2,05
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							4,54

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru z/do méně vytápěného prostoru					
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k * U_{kc} * f_{ij}$
ST3	Podlaha do m.č. 1.08; 1.09	4,25	0,415	-0,13	-0,22

$$f_{ia} = (\theta_{int,i} - \theta_i) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

$$f_{ij,24-C} = -0,13$$

Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$					4,32
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]	
20	-12	32	4,32	138,19	

Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání

Objem místnosti V_i [m ³]	Výpočtová venkovní teplota θ_e	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	Hygienické požadavky	
			n [h ⁻¹]	$V_{min,i}$ [m ³ /h]
39,50	-12	20	5	197,51
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ (m ³ /h)
1	4,5	0,03	1	10,67
Výpočet tepelné ztráty větráním				
Max. z ($V_{min,i}$, $V_{inf,i}$)	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$ [W]	
197,51	67,15	32	2148,85	

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH} = 2287,05 \text{ W}$

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k * U_{kc} * e_k$
S1	Obvodová stěna	4,41	0,143	0,02	0,163	1,00	0,72
SP	Střecha	16,63	0,128	0,02	0,148	1,00	2,46
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							3,18

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru z/do méně vytápěného prostoru							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k * U_{kc} * f_{ij}$		
S5	Vnitřní stěna do m.č. 2.10	4,64	1,208	0,16	0,88		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 2.10	1,82	1,800	0,16	0,51		
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} =$							1,39

$$f_{ia} = (\theta_{int,i} - \theta_j) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

$$f_{ij,15-C} = 0,16$$

Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$					4,57
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]	
20	-12	32	4,57	146,15	

Tepelná ztráta větráním - nucené větrání

Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	V_p [m ³ /h]	Návrhová tepelná ztráta přívodem vzduchu Φ_p [W]
47,40	20	20	150	0,00

Tepelná ztráta infilrací

Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Součinitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	$V_{inf,i}$ (m ³ /h)	Ztráta infilrací Φ_{inf} [W]
0	1	0	1	0,00	0,00
Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{v,i} = \Phi_{p,i} + \Phi_{inf}$ [W]					0,00

$$\text{Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: } \Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i} + \Phi_{RH} = \quad \mathbf{146,15} \quad \mathbf{W}$$

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k * U_{kc} * e_k$
SP	Střecha	2,93	0,128	0,02	0,148	1,00	0,43
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							0,43

Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$					0,43
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]	
20	-12	32	0,43	13,88	

Tepelná ztráta větráním - nucené větrání

Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	V_p [m ³ /h]	Návrhová tepelná ztráta přívodem vzduchu Φ_p [W]
8,35	20	20	30	0,00

Tepelná ztráta infilrací

Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Součinitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	$V_{inf,i}$ (m ³ /h)	Ztráta infilrací Φ_{inf} [W]
0	1	0	1	0,00	0,00
Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{v,i} = \Phi_{p,i} + \Phi_{inf}$ [W]					0,00

$$\text{Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: } \Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i} + \Phi_{RH} = \quad \mathbf{13,88} \quad \mathbf{W}$$

Místnost **2.07** Předsíň**Tepelná ztráta prostupem**

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k * U_{kc} * e_k$
SP	Střecha	2,03	0,128	0,02	0,148	1,00	0,30
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							0,30

Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$					0,30
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]	
20	-12	32	0,30	9,61	

Tepelná ztráta větráním - nucené větrání

Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	V_p [m ³ /h]	Návrhová tepelná ztráta přívodem vzduchu Φ_p [W]
5,79	20	20	30	0,00

Tepelná ztráta infiltrací

Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Součinitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	$V_{inf,i}$ (m ³ /h)	Ztráta infiltrací Φ_{inf} [W]
0	1	0	1	0,00	0,00
Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i} = \Phi_{p,i} + \Phi_{inf}$ [W]				0,00	

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH} = 9,61$ W

Místnost **2.08** WC Muži**Tepelná ztráta prostupem**

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k * U_{kc} * e_k$
SP	Střecha	6,07	0,128	0,02	0,148	1,00	0,90
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							0,90

Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$					0,90
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]	
20	-12	32	0,90	28,75	

Tepelná ztráta větráním - nucené větrání

Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	V_p [m ³ /h]	Návrhová tepelná ztráta přívodem vzduchu Φ_p [W]
17,30	20	20	155	0,00

Tepelná ztráta infiltrací

Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Součinitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	$V_{inf,i}$ (m ³ /h)	Ztráta infiltrací Φ_{inf} [W]
0	1	0	1	0,00	0,00
Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i} = \Phi_{p,i} + \Phi_{inf}$ [W]				0,00	

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH} = 28,75$ W

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k * U_{kc} * e_k$
SP	Střecha	5,98	0,128	0,02	0,148	1,00	0,89
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							0,89

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru z/do méně vytápěného prostoru							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k * U_{kc} * f_{ij}$		
S5	Vnitřní stěna do m.č. 2.10	9,92	1,208	0,16	1,87		
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} =$							1,87
$f_{ia} = (\theta_{int,i} - \theta_j) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$			$f_{ij,15^\circ C} = 0,16$				
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$							2,76
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]			
20	-12	32	2,76	88,25			

Tepelná ztráta větráním - nucené větrání

Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	V_p [m ³ /h]	Návrhová tepelná ztráta přívodem vzduchu Φ_p [W]	
17,04	20	20	130	0,00	
Tepelná ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Součinitel zaclonění e	Výškový korekční čísel ϵ	$V_{inf,i}$ (m ³ /h)	Ztráta infiltrací Φ_{inf} [W]
0	1	0	1	0,00	0,00
Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i} = \Phi_{p,i} + \Phi_{inf}$ [W]					0,00
Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH} =$				88,25	W

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k * U_{kc} * e_k$
SP	Střecha	6,46	0,128	0,02	0,148	1,00	0,96
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							0,96

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru z/do méně vytápěného prostoru							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k * U_{kc} * f_{ij}$		
S5	Vnitřní stěna do m.č. 2.05	4,64	1,208	-0,19	-1,04		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 2.05	1,82	1,800	-0,19	-0,61		
S5	Vnitřní stěna do m.č. 2.09	9,92	1,208	-0,19	-2,22		
S5	Vnitřní stěna do m.č. 2.11	9,92	1,208	-0,19	-2,22		
S4	Vnitřní nosná stěna do m.č. 2.12	6,46	0,872	-0,19	-1,04		
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} =$							-7,13

$$f_{ia} = (\theta_{int,i} - \theta_j) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

$$f_{ij,20-C} = -0,19$$

Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$					-6,17
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]	
15	-12	27	-6,17	-166,59	

Tepelná ztráta větráním - nucené větrání

Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	V_p [m ³ /h]	Návrhová tepelná ztráta přívodem vzduchu Φ_p [W]
20,35	20	15	20	-34,00

Tepelná ztráta infiltrací

Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Součinitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	$V_{inf,i}$ (m ³ /h)	Ztráta infiltrací Φ_{inf} [W]
0	1	0	1	0,00	0,00
Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i} = \Phi_{p,i} + \Phi_{inf}$ [W]					-34,00

$$\text{Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: } \Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH} = \mathbf{-200,59 \quad W}$$

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k * U_{kc} * e_k$
S1	Obvodová stěna	8,42	0,143	0,02	0,163	1,00	1,37
O2	Okno-izolační trojsko	1,50	0,720	0,00	0,720	1,00	1,08
SP	Střecha	9,45	0,128	0,02	0,148	1,00	1,40
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							3,85

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru z/do méně vytápěného prostoru					
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k * U_{kc} * f_{ij}$
ST3	Podlaha do m.č. 1.01	9,45	0,415	0,16	0,61
S5	Vnitřní stěna do m.č. 2.10	9,92	1,208	0,16	1,87
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue}$					2,49

$$f_{ia} = (\theta_{int,i} - \theta_j) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

$$f_{ij,15-C} = 0,16$$

Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$					6,34
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]	
20	-12	32	6,34	202,79	

Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání

Objem místnosti V_i [m ³]	Výpočtová venkovní teplota θ_e		Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$		Hygienické požadavky	
	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ (m ³ /h)		
26,93	-12	20	1,5	40,40		
Počet nechráněných otvorů	4,5	0,03	1	7,27		
Výpočet tepelné ztráty větráním						
Max. z ($V_{min,i}, V_{inf,i}$)	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$ [W]			
40,40	13,74	32	439,54			

$$\text{Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: } \Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH} = \mathbf{642,33 \text{ W}}$$

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k * U_{kc} * e_k$
S1	Obvodová stěna	179,38	0,143	0,02	0,163	1,00	29,24
O3	Okno-izolační trojsko	13,50	0,720	0,00	0,720	1,00	9,72
DO4	Únikové dveře	2,42	1,200	0,00	1,200	1,00	2,90
S3	Obvodová stěna	101,61	0,169	0,02	0,189	1,00	19,20
O3	Okno-izolační trojsko	6,75	0,720	0,00	0,720	1,00	4,86
SP	Střecha	753,92	0,128	0,02	0,148	1,00	111,58
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							177,51

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru z/do méně vytápěného prostoru							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k * U_{kc} * f_{ij}$		
ST1	Podlaha do m.č. 1.01	2,10	0,416	0,16	0,14		
ST1	Podlaha do m.č. 1.07	10,01	0,416	-0,13	-0,52		
ST1	Podlaha do m.č. 1.10	11,77	0,416	0,16	0,77		
ST1	Podlaha do m.č. 1.19	20,19	0,416	0,16	1,31		
ST1	Podlaha do m.č. 1.20	651,80	0,416	0,16	42,37		
O4	Vnitřní skleněná stěna do m.č. 2.13	18,74	1,400	0,16	4,10		
S4	Vnitřní nosná stěna do m.č. 1.15	5,84	0,872	0,16	0,80		
S4	Vnitřní nosná stěna do m.č. 2.10	6,46	0,872	0,16	0,88		
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue}$							49,84

$$f_{ia} = (\theta_{int,i} - \theta_j) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

$$f_{ij,24-C} = -0,13; \quad f_{ij,15-C} = 0,16$$

Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$					227,34
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]	
20	-12	32	227,34	7274,99	

Tepelná ztráta větráním - nucené větrání

Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	V_p [m ³ /h]	Návrhová tepelná ztráta přívodem vzduchu Φ_p [W]
2148,67	18	20	1500	1020,00

Tepelná ztráta infiltrací

Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Součinitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	$V_{inf,i}$ (m ³ /h)	Ztráta infiltrací Φ_{inf} [W]
10	1	0,03	1	128,92	1402,65
Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i} = \Phi_{p,i} + \Phi_{inf}$ [W]					2422,65

$$\text{Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: } \Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH} = \quad \mathbf{9697,65} \quad \mathbf{W}$$

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k * U_{kc} * e_k$
S3	Obvodová stěna	0,86	0,169	0,02	0,189	1,00	0,16
DO1	Vstupní dveře	5,56	1,200	0,00	1,200	1,00	6,67
SP	Střecha	4,24	0,128	0,02	0,148	1,00	0,63
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie}$							7,46

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru z/do méně vytápěného prostoru					
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k * U_{kc} * f_{ij}$
O4	Vnitřní skleněná stěna do m.č. 2.12	18,74	1,400	-0,19	-4,86
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue}$					-4,86

$$f_{ia} = (\theta_{int,i} - \theta_j) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

$$f_{ij,20-C} = -0,19$$

Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$					2,60
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]	
15	-12	27	2,60	70,17	

Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání

Objem místnosti V_i [m ³]	Výpočtová venkovní teplota θ_e	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	Hygienické požadavky	
			n [h ⁻¹]	$V_{min,i}$ [m ³ /h]
12,08	-12	15	0,5	6,04
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ (m ³ /h)
2	4,5	0,03	1	3,26
Výpočet tepelné ztráty větráním				
Max. z ($V_{min,i}$, $V_{inf,i}$)	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$ [W]	
6,04	2,05	27	55,47	

$$\text{Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: } \Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH} = \mathbf{125,64 \text{ W}}$$

3.3 Přehled tepelných výkonů jednotlivých místností

Č.m.	Účel místnosti	Tepelná ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]	Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$ [W]	Tepelná ztráta infiltrací Φ_{inf} [W]	Celkový tepelný výkon místnosti $\Phi_{HL,i}$ [W]
1.01	Zádveří	62,44	163,78	-	226
1.02	Chodba	221,00	0,00	26,05	247
1.03	Kancelář	178,59	409,31	-	588
1.04	Kancelář	113,18	409,31	-	522
1.05	Kancelář	113,18	409,31	-	522
1.06	Kuchyňka	25,20	409,31	-	435
1.07	Šatna	238,54	353,60	20,95	613
1.08	Sprcha	56,42	0,00	0,00	56
1.09	Sprcha	54,41	0,00	0,00	54
1.10	Strojovna	-106,32	0,00	0,00	-106
1.11	Předsíň	28,38	0,00	0,00	28
1.12	WC Muži	55,75	0,00	0,00	56
1.13	Předsíň	6,26	0,00	0,00	6
1.14	WC Ženy	72,68	0,00	0,00	73
1.15	Sklad	-102,74	-34,00	0,00	-137
1.16	Vrátnice	275,11	362,48	-	638
1.17	Schodiště	-	-	-	0
1.18	Dílna	220,07	119,00	0,00	339
1.19	Technická místnost	-43,83	0,00	0,00	-44
1.20	Sklad	1 826,34	0,00	682,12	2 508
2.01	Kancelář	211,95	409,31	-	621
2.02	Kancelář	139,66	409,31	-	549
2.03	Kancelář	139,66	409,31	-	549
2.04	Zasedací místnost	138,19	2 148,85	-	2 287
2.05	Chodba	146,15	0,00	0,00	146
2.06	Předsíň	13,88	0,00	0,00	14
2.07	Předsíň	9,61	0,00	0,00	10
2.08	WC Muži	28,75	0,00	0,00	29
2.09	WC Ženy	88,25	0,00	0,00	88
2.10	Sklad	-166,59	-34,00	0,00	-201
2.11	Kuchyňka	202,79	439,54	-	642
2.12	Výstavní místnost	7 274,99	1 020,00	1 402,65	9 698
2.13	Zádveří	70,17	55,47	-	126
Celkový tepelný výkon místností [W]					21 184

4. Návrh otopných ploch

4.1 Návrh otopných těles

V administrativní části budovy a ve skladovacím prostoru 1.NP jsou navržena desková otopná tělesa v provedení VENTIL KOMPAKT od českého výrobce KORADO. Jedná se o otopná tělesa s jemnými prolisy typu RADIK LINE, pouze ve skladu jsou použita tělesa typu RADIK. Veškerá desková tělesa umožňují pravé či levé spodní připojení rozvodů otopné vody.

Výpočet skutečného výkonu otopných těles

$$Q_{skut} = Q \cdot \varphi \cdot z_1 \cdot z_2 \cdot z_3 [W]$$

kde:	Q	výkon tělesa pro dané návrhové podmínky [W]
	φ	součinitel způsobu připojení těles [-]
	z_1	součinitel zohledňující okolí tělesa [-]
	z_2	součinitel počtu článků (desková OT $z_2 = 1$) [-]
	z_3	součinitel umístění tělesa v místnosti [-]



Obr. 22 Otopné těleso v provedení VENTIL KOMPAKT [33]

4.2 Přehled navržených deskových otopných těles

Č.m.	Účel místnosti	t _i [°C]	Tepelná ztráta místnost Q _{H,L,i} [W]	Typ otopného tělesa	Výkon OT [W]		Počet OT [ks]	z1	z2	z3	ϕ	Skutečný výkon OT Q _{skut} [W]
					75/65 - 20°C	50/40						
1.01	Zádvěří	15	226	Radik 21 LINE VKL - 400/600	538	273	1	1,00	1,00	0,95	1,00	259
1.02	Chodba	20	247	Radik 21 LINE VK - 400/800	717	284	1	1,00	1,00	0,95	1,00	270
1.03	Kancelář	20	588	Radik 22 LINE VKL - 600/1000	1 631	643	1	1,00	1,00	1,00	1,00	643
1.04	Kancelář	20	522	Radik 22 LINE VK - 600/900	1 468	578	1	1,00	1,00	1,00	1,00	578
1.05	Kancelář	20	522	Radik 22 LINE VKL - 600/900	1 468	578	1	1,00	1,00	1,00	1,00	578
1.06	Kuchyňka	20	435	Radik 22 LINE VK - 600/900	1 468	578	1	0,90	1,00	1,00	1,00	520
1.07	Šatna	24	613	Radik 22 LINE VK - 900/1100	2 467	761	1	1,00	1,00	1,00	1,00	761
1.08	Sprcha	24	56	Vytápěno přes šatnu	-	-	-	-	-	-	-	-
1.09	Sprcha	24	54	Vytápěno přes šatnu	-	-	-	-	-	-	-	-
1.10	Strojovna	15	-106	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.11	Předsíň	20	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.12	WC Muži	20	56	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.13	Předsíň	20	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.14	WC Ženy	20	73	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.15	Sklad	15	-137	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.16	Vrátnice	20	638	Radik 21 LINE VK - 500/1600	1696	671	1	1,00	1,00	1,00	1,00	671
1.17	Schodiště	20	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.18	Dílna	20	339	Radik 21 LINE VKL - 600/800	978	385	1	1,00	1,00	1,00	1,00	385
1.19	Technická místnost	15	-44	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.20	Sklad	15	2 508	Radik 11 VK - 600/1000	1002	509	4	0,90	1,00	1,00	1,00	2 749
				Radik 11 VKL - 600/1000	1002	509	2	0,90	1,00	1,00	1,00	
2.01	Kancelář	20	621	Radik 22 LINE VKL - 600/1000	1 631	643	1	1,00	1,00	1,00	1,00	643
2.02	Kancelář	20	549	Radik 22 LINE VK - 600/900	1 468	578	1	1,00	1,00	1,00	1,00	578
2.03	Kancelář	20	549	Radik 22 LINE VKL - 600/900	1 468	578	1	1,00	1,00	1,00	1,00	578
2.04	Zasedací místnost	20	2 287	Radik 33 LINE VK - 700/1600	4 237	1 661	1	1,00	1,00	1,00	1,00	2 443
				Radik 22 LINE VKL - 700/1200	2 209	869	1	1,00	1,00	0,90	1,00	
2.05	Chodba	20	146	Radik 21 LINE VK - 400/500	448	178	1	1,00	1,00	1,00	1,00	178
2.06	Předsíň	20	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.07	Předsíň	20	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.08	WC Muži	20	29	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.09	WC Ženy	20	88	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.10	Sklad	15	-201	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.11	Kuchyňka	20	642	Radik TYP 22 LINE VKL - 600/1100	1 794	707	1	1,00	1,00	1,00	1,00	707
2.12	Výstavní místnost	20	9 698	Podlahové vytápění	-	-	-	-	-	-	-	17 320
2.13	Zádvěří	15	126	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Instalovaný výkon otopných těles [W]												29 861

4.2.1 Technický list otopného tělesa Radik LINE VK



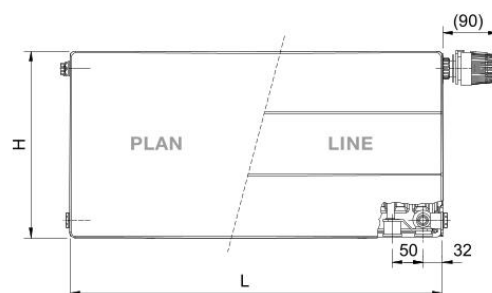
RADIK PLAN VK, LINE VK



Popis

Model **RADIK PLAN VK (RADIK LINE VK)** je deskové otopné těleso v provedení PLAN (LINE) a v provedení VENTIL KOMPAKT, které umožňuje **pravé spodní připojení** na otopnou soustavu s nuceným oběhem. Ze zadní strany jsou přivařeny dvě horní a dolní přichytky, otopná tělesa o délce 1800 mm a delší mají navařených šest přichytek.

Přehled typů



Typ 11 PLAN VK/LINE VK



Typ 21 PLAN VK/LINE VK



Typ 22 PLAN VK/LINE VK



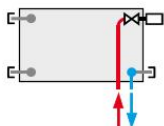
Typ 33 PLAN VK/LINE VK



Technické údaje

Výška H	300, 400, 500, 600, 700, 900 mm
Délka L	400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000 mm
Hloubka B	
Typ 11 PLAN VK/LINE VK	65 mm
Typ 21 PLAN VK/LINE VK	68 mm
Typ 22 PLAN VK/LINE VK	102 mm
Typ 33 PLAN VK/LINE VK	157 mm
Připojovací rozteč	50 mm
Připojovací závit	6 × G 1/2" vnitřní
Nejvyšší přípustný provozní přetlak	1,0 MPa
Nejvyšší přípustná provozní teplota	110 °C
Připojení otopného tělesa	pravé spodní

Způsoby připojení na otopnou soustavu



pravé spodní
 $\varphi = 1$

4.2.2 Technický list otopného tělesa Radik VK

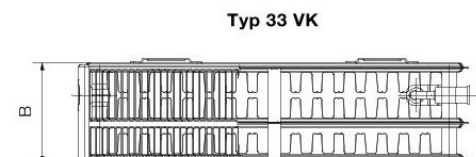
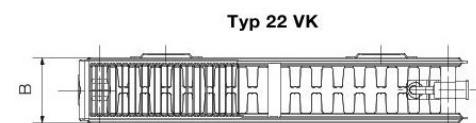
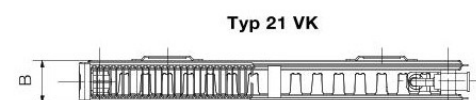
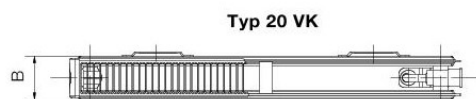
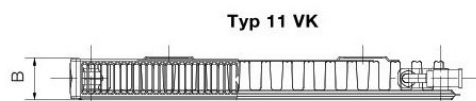
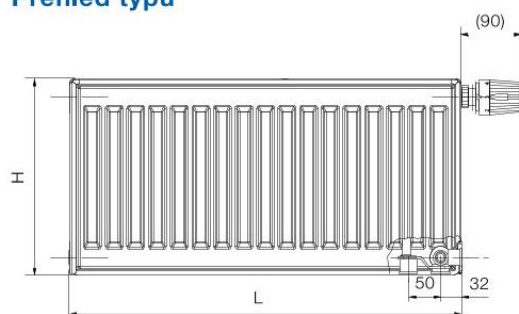
RADIK VK



Popis

Model **RADIK VK** je deskové otopné těleso v provedení VENTIL KOMPAKT, které umožňuje **pravé spodní připojení** na otopnou soustavu s nuceným oběhem. Ze zadní strany jsou přivařeny dvě horní a dolní příchytky, otopná tělesa o délce 1800 mm a delší mají navařených šest příchytek.

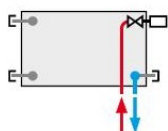
Přehled typů



Technické údaje

Výška H	300, 400, 500, 600, 700, 900 mm
Délka L	400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2300, 2600, 3000 mm
Hloubka B	
Typ 10 VK	47 mm
Typ 11 VK	63 mm
Typ 20 VK	66 mm
Typ 21 VK	66 mm
Typ 22 VK	100 mm
Typ 33 VK	155 mm
Připojovací rozteč	50 mm
Připojovací závit	6 x G 1/2" vnitřní
Nejvyšší přípustný provozní přetlak	1,0 MPa
Nejvyšší přípustná provozní teplota	110 °C
Připojení otopného tělesa	pravé spodní

Způsoby připojení na otopnou soustavu

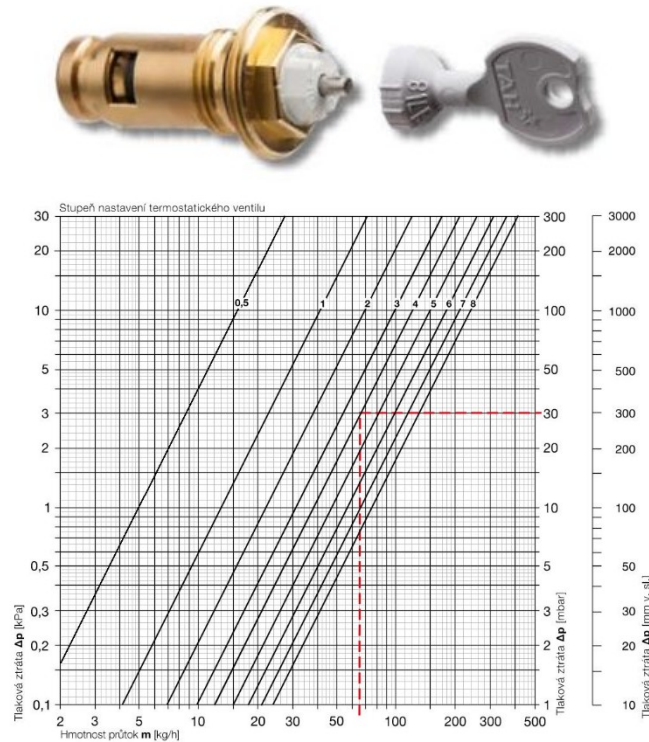


pravé spodní
 $\varphi = 1$

4.3 Regulace otopných těles

Ventil kompaktní

Použitá desková otopná tělesa jsou osazena osmistupňovým termostatickým ventilem Radik VENTIL KOMPAKT, který zajišťuje správnou funkci tělesa. Hodnota přednastavení ventilu je z výroby na stupeň 8. Při instalaci tělesa musí být hodnota ventilu nastavena na hodnotu určenou výpočtem.



Obr. 23 Ventil kompaktní s grafem pro přednastavení ventilu [33]

Termostatická hlavice

Pro regulaci teploty vzduchu ve vytápěné místnosti jsou tělesa osazena termostatickou hlavicí Eberle RT 414.



Obr. 24 Termostatická hlavice Eberle RT 414 [33]

4.4 Návrh podlahového vytápění

Otopnou plochu výstavní místnosti tvoří podlahového vytápění provedené mokrým způsobem. Potrubní rozvody otopného hadu jsou zhotoveny z trubek RAUTHERM S o průměru 20x2 mm, které jsou upevněny k tepelné izolaci pomocí systému Tacker. Jednotlivé okruhy jsou napojeny na sestavu rozdělovače a sběrače.

Výpočet tepelného výkonu

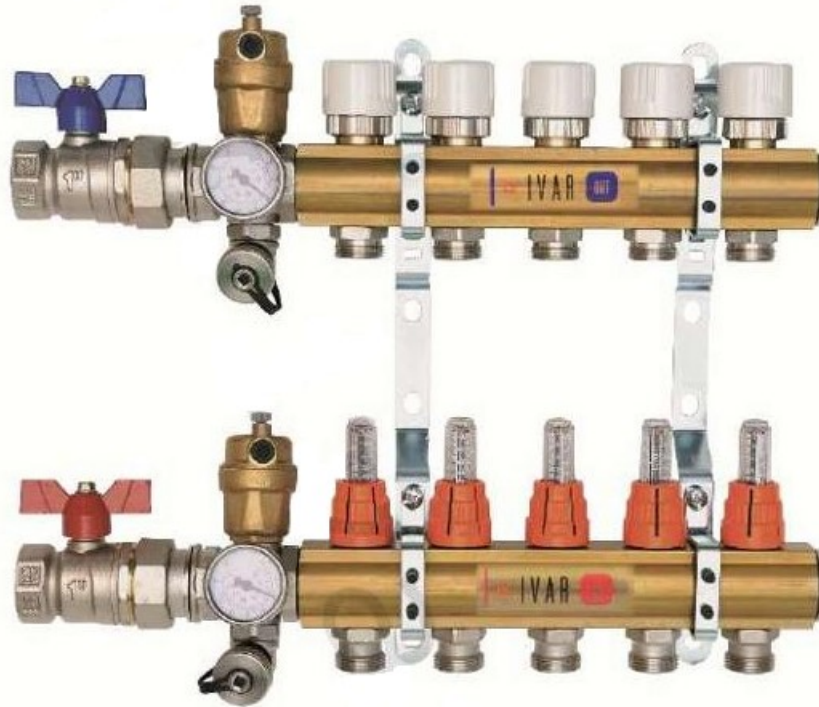
Výpočetní vztahy nutné pro stanovení tepelného výkonu podlahového vytápění jsou uvedeny v teoretické části, viz. kapitola 12 „Způsob výpočtu tepelného výkonu podlahového vytápění“.

Podrobný návrh podlahového vytápění

Ozn.	Popis	Hodnota	Jednotky
U_a	Součinitel přestupu tepla na vytápěnou stranu	6,71	W/m^2K
U_b	Součinitel přestupu tepla na nevytápěnou stranu	0,46	W/m^2K
d	Vnější profil potrubí	0,02	m
m	Součinitel m - deska se zabetonovanými trubkami	7,92	m^{-1}
t_p	Teplota přívodní otopné vody	38,00	$^{\circ}C$
t_v	Teplota vratné otopné vody	30,00	$^{\circ}C$
t_m	Průměrná povrchová teplota potrubí	33,00	$^{\circ}C$
t_{ia}	Vnitřní výpočtová teplota na vytápěné straně	20,00	$^{\circ}C$
t_{ib}	Vnitřní výpočtová teplota na nevytápěné straně	15,00	$^{\circ}C$
L	Osová vzdálenost potrubí	0,30	m
t_s	Střední teplota v rovině proložené osami zdrojů tepla	28,99	$^{\circ}C$
t_{pa}	Průměrná povrchová teplota na vytápěné straně	26,03	$^{\circ}C$
t_{pb}	Průměrná povrchová teplota na nevytápěné straně	16,09	$^{\circ}C$
q_a	Měrný tepelný tok na vytápěnou stranu	60,30	W/m^2
q_b	Měrný tepelný tok na nevytápěnou stranu	6,41	W/m^2
S	Potřebná otopná plocha s 20 % zakrytím	192,97	m^2
S_{skut}	Skutečná otopná plocha	219,86	m^2
$Q_a (20\%)$	Tepelný výkon na vytápěné straně s 20% zakrytím podlahové otopné plochy	15 910,19	W
Q_b	Tepelný výkon na nevytápěné straně	1 409,34	W
Q_z	Tepelná ztráta místnosti	9 697,65	W
Q	Celkový tepelný výkon	17 319,54	W

4.5 Hydraulická regulace podlahového vytápění

Hydraulická regulace jednotlivých okruhů podlahového vytápění je řízena pomocí sestavy rozdělovače a sběrače IVAR.CS 553 VP s potřebnými armaturami. Součástí sestavy je sběrač osazený integrovanými uzavíracími ventily s ručními hlavicemi a rozdělovač osazený integrovanými regulačními průtokoměry s možností regulace průtoku a uzavírání jednotlivých okruhů.



Obr. 25 Sestava rozdělovače a sběrače IVAR.CS 553 VP [34]

5. Návrh VZT jednotek

Nucené větrání části objektu zajišťují tři vzduchotechnické jednotky osazené výměníkem se zpětným získáváním tepla a vodním ohřivačem pro ohřev vzduchu v zimním období. Výměník ZZZT pracuje s účinností 60 %. První jednotka zajišťuje výměnu vzduchu ve skladovacím prostoru a dílně v 1.NP. Teplota přiváděného vzduchu do těchto místností je 15 °C. Druhá jednotka zabezpečuje nucené větrání výstavní místnosti ve 2.NP s teplotou přivodního vzduchu 18 °C. Obě zmíněné jednotky jsou umístěny v technické místnosti. Poslední VZT jednotkou podílející se na výměně vzduchu je podstropní jednotka umístěná ve skladu v 2.NP. Podstropní jednotka zajišťuje větrání v hygienických prostorech celého objektu a na chodbách. Teplota přiváděného vzduchu je 20 °C.

5.1 Výpočtové vztahy

Teplota vzduchu za výměníkem ZZZT

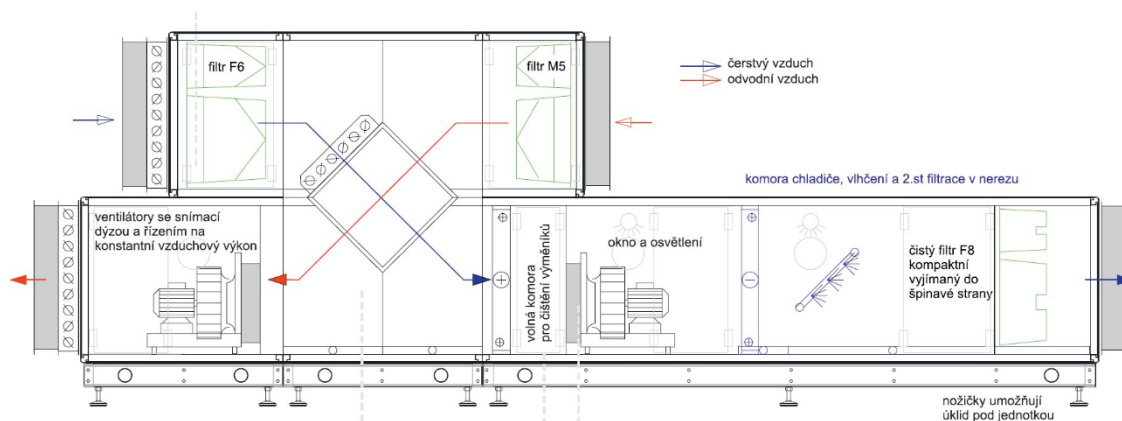
$$t_{zzt} = \frac{\eta \cdot (t_i - t_e)}{100} + t_e \text{ [}^\circ\text{C]}$$

kde: η účinnost výměníku ZZZT [%]
 t_i teplota vnitřního vzduchu [°C]
 t_e teplota vnějšího prostředí [°C]

Výkon ohřivače VZT jednotky

$$Q_{VZT} = 0,34 \cdot V_p \cdot (t_p - t_{zzt}) \text{ [W]}$$

kde: V_p množství přiváděného vzduchu [m³/h]
 t_p teplota přiváděného vzduchu [°C]



Obr. 26 VZT jednotka se zabudovaným výměníkem ZZZT [35]

5.2 Množství přiváděného vzduchu nuceným větráním

Č.m.	Místnost	Počet osob	Zařizovací předměty	Množství přiváděného vzduchu [m ³ /h]
1.02	Chodba	-	-	150
1.07	Šatna (přívod)	-	2 x sprcha, 2 x umyvadlo	260
1.08	Sprcha (odvod)	-	sprcha, umyvadlo	130
1.09	Sprcha (odvod)	-	sprcha, umyvadlo	130
1.10	Strojovna	-	-	-
1.11	Předsíň	-	umyvadlo	30
1.12	WC Muži	-	2 x WC, pisoár	155
1.13	Předsíň	-	umyvadlo	30
1.14	WC Ženy	-	2 x WC	130
1.15	Sklad	-	-	20
1.18	Dílna	2	-	70
1.19	Technická místnost	-	-	-
1.20	Sklad	-	-	950
2.05	Chodba	-	-	150
2.06	Předsíň	-	umyvadlo	30
2.07	Předsíň	-	umyvadlo	30
2.08	WC Muži	-	2 x WC, pisoár	155
2.09	WC Ženy	-	2 x WC	130
2.10	Sklad	-	-	20
2.12	Výstavní místnost	40	-	1500

5.3 Výpočet výkonu VZT jednotek

Výkon pro VZT jednotku č.1 - m.č. 1.18; 1.20

Smišení odváděného vzduchu		
Objem vzduchu 15°C [m ³ /h]	Objem vzduchu 20°C [m ³ /h]	Teplota vzduchu po smíšení [°C]
950	70	15,34

Celkový tepelný výkon pro VZT jednotku č. 1					
ΣV_p [m ³ /h]	Venkovní teplota vzduchu t_e [°C]	Přívodní teplota vzduchu t_p [°C]	Teplota vzduchu za ZT t_{ztt} [°C]	Účinnost výměníku [%]	Celkový výkon VZT jednotky [W]
1 020	-12	15	4,41	60	3 674

Výkon pro VZT jednotku č.2 - m.č. 2.12

Teplota odváděného vzduchu	
Objem vzduchu 20°C [m ³ /h]	Teplota vzduchu [°C]
1500	20

Celkový tepelný výkon pro VZT jednotku č. 2					
ΣV_p [m ³ /h]	Venkovní teplota vzduchu t_e [°C]	Přívodní teplota vzduchu t_p [°C]	Teplota vzduchu za ZT t_{ztt} [°C]	Účinnost výměníku [%]	Celkový výkon VZT jednotky [W]
1 500	-12	18	7,20	60	5 508

Výkon pro VZT jednotku č.3 - m.č. 1.02; 1.07; 1.08; 1.09; 1.15; 2.05; 2;10 + hygienické prostory

Smišení odváděného vzduchu			
Objem vzduchu 15°C [m ³ /h]	Objem vzduchu 20°C [m ³ /h]	Objem vzduchu 24°C [m ³ /h]	Teplota vzduchu po smíšení [°C]
40	990	260	20,65

Celkový tepelný výkon pro VZT jednotku č. 3					
ΣV_p [m ³ /h]	Venkovní teplota vzduchu t_e [°C]	Přívodní teplota vzduchu t_p [°C]	Teplota vzduchu za ZT t_{ztt} [°C]	Účinnost výměníku [%]	Celkový výkon VZT jednotky [W]
1 290	-12	20	7,59	60	5 443

6. Návrh vratové clony

Ve skladovacím prostoru je navržena vratová clona DOR-V-W1-44-2500, která zabraňuje nadměrným tepelným ztrátám větráním při doplňování či výdeji zboží. Návrh a výběr vratové clony jsem provedl podle doporučení výrobce po telefonické konzultaci.

Typ		DOR-V-W-28-2200	DOR-V-W1-40-2200	DOR-V-W-32-2500	DOR-V-W1-44-2500
výška dveří	mm	2200	2200*	2500	2500*
průtok vzduchu	m ³ /h	4150	6250	4150	6750
akustický výkon	dB(A)	59	61	59	63
hmotnost	kg	100	120	110	130
ventilátor					
příkon	W	1010	1620	1200	1890
proud	A	5,4	8,7	6,3	10,0
napětí	V	230	230	230	230
vodní ohřivač 50/35 °C **					
výkon	kW	28,1	40,0	32,7	44,3
tílková ztráta	kPa	10,6	21,6	8,9	16,4
průtok vody	m ³ /h	1,6	2,3	1,9	2,5
připojení	DN	25	25	25	25

Obr. 27 Parametry vratové clony DOR-V od firmy ELEKTRODESIGN [36]



Obr. 28 Vratová clona DOR-V od firmy ELEKTRODESIGN [36]

7. Potřeba teplé vody

7.1 Vstupní výpočtové hodnoty

- Počet osob: 24 osob
- Plocha pro úklid: 991,52 m²
- Potřebné množství vody:
 - dle zařizovacího předmětu: umyvadlo – 0,02 m³/per
sprcha – 0,04 m³/per
 - na 100 m² úklidu: 0,02m³/per

Denní potřeba teplé vody: $V_{2p} = 24 \cdot 0,02 + 5 \cdot 0,04 + 9,92 \cdot 0,02 = \mathbf{0,878\ m^3}$

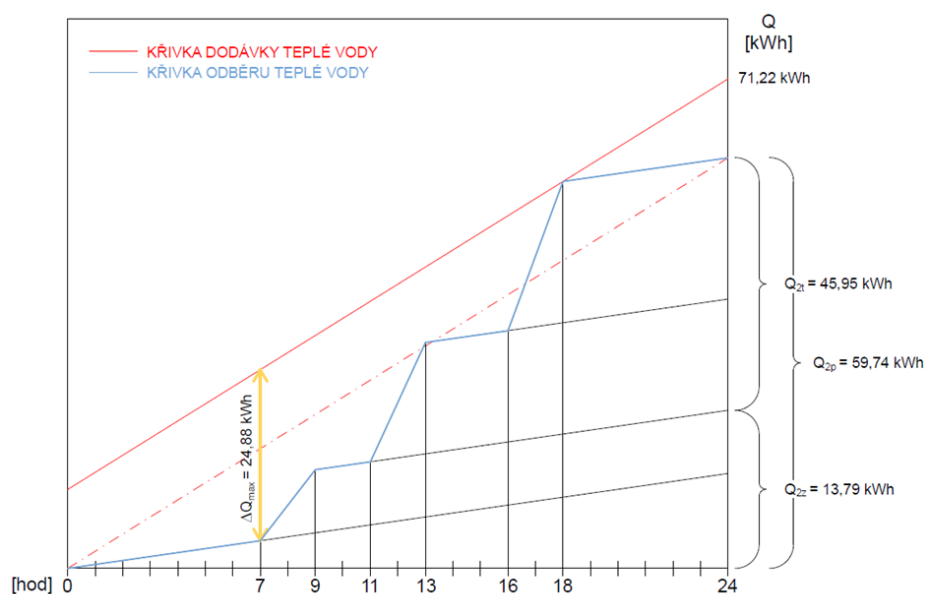
Teplu odebrané: $Q_{2t} = 1,163 \cdot V_{2p} \cdot (\theta_2 - \theta_1) = 1,163 \cdot 0,878 \cdot (55 - 10) = \mathbf{45,95\ kWh}$

Teplu ztracené cirkulací: $Q_{2z} = Q_{2t} \cdot t = 45,95 \cdot 0,3 = \mathbf{13,79\ kWh}$

Celkové potřebné teplo: $Q_{2p} = Q_{2t} + Q_{2z} = 45,95 + 13,79 = \mathbf{59,74\ kWh}$

Časový rozsah [h]	Podíl odběru [%]	Teplu odebrané Q_{2t} [kWh]	Teplu ztracené cirkulací Q_{2z} [kWh]	Teplu celkem Q_{2p} [kWh]
7–9	20	9,19	2,76	11,95
11–13	35	16,08	4,83	20,91
16–18	45	20,68	6,20	26,88
Celkem	100	45,95	13,79	59,74

7.2 Křivka odběru teplé vody



7.3 Způsoby přípravy TV

7.3.1 Průběžný ohřev vody – 24 h/den

- Velikost zásobníku TV:

$$V_z = \frac{\Delta Q_{max}}{1,163 \cdot \Delta\theta} = \frac{24,88}{1,163 \cdot (55 - 10)} = \mathbf{0,475 m^3}$$

- Jmenovitý výkon ohřevu TV:

$$Q_{1n} = \frac{Q_1}{t} = \frac{71,22}{24} = \mathbf{2,97 kW}$$

- Potřebná teplosměnná plocha (70/45):

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

$$A = \frac{Q_{1n} \cdot 10^3}{U \cdot \Delta t} = \frac{2,97 \cdot 10^3}{420 \cdot 23,6} = \mathbf{0,301 m^2}$$

7.3.2 Smíšený ohřev teplé vody

- Hodinová špička: odhad mezi 16–18 h (45 % odběru TV)
- Odběr teplé vody během hodinové špičky:

$$V_s = \frac{V_{2p} \cdot n}{t} = \frac{0,878 \cdot 0,45}{2} = \mathbf{0,198 m^3}$$

- Požadavek výkonu ohřevu se zahrnutím ztraceného tepla:

$$Q_p = V_s \cdot 1,163 \cdot \Delta\theta \cdot (1 + z) = 0,198 \cdot 1,163 \cdot (55 - 10) \cdot (1 + 0,3) = \mathbf{13,47 kW}$$

- Potřebná teplosměnná plocha (70/45):

$$A = \frac{Q_p \cdot 10^3}{U \cdot \Delta t} = \frac{13,47 \cdot 10^3}{420 \cdot 23,6} = \mathbf{1,36 m^2}$$

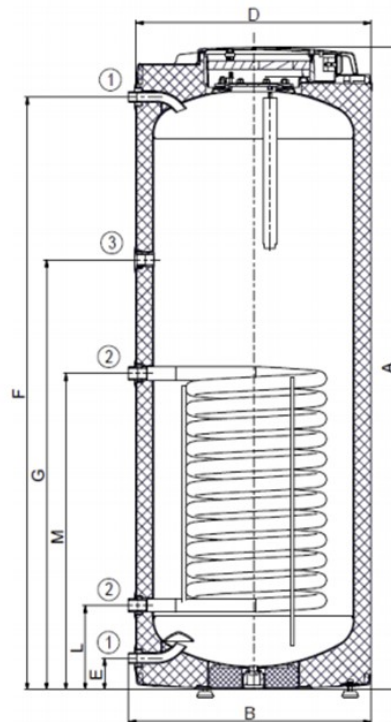
- Skutečný výkon zásobníku:

$$Q_p = \frac{A \cdot U \cdot \Delta t}{10^3} = \frac{1,45 \cdot 420 \cdot 23,6}{10^3} = \mathbf{14,37 kW}$$

7.3.3 Zvolená varianta ohřevu TV

Za vhodnou variantou ohřevu teplé vody jsem zvolil smíšený ohřev. Pro tento způsob přípravy TV lze využít většího výkonu kotle než při průběžném ohřevu v zásobníkovém ohřivači, což umožňuje použít zásobník s menším užitným objemem. Navrhuji stacionární zásobník OKC 200 NTR s užitným objemem 208 l a teplosměnnou plochou výměníku 1,45 m².

OKC 200 NTR, OKC 250 NTR



	OKC 200 NTR	OKC 200 NTRR	OKC 250 NTR	OKC 250 NTRR
A	1400	1400	1580	1580
B	603	603	603	603
D	584	584	584	584
E	80	80	80	80
F	1280	1280	1460	1460
G	950	950	1060	1060
L	209	209	209	209
M	779	649	779	649
N	-	709	-	889
O	-	1149	-	1329

Obr. 29 Rozměry zásobníkového ohřivače TV [37]

7.3.4 Parametry zásobníkového ohřívače

TYP		OKC 100 NTR	OKC 125 NTR	OKC 160 NTR	OKC 200 NTR	OKC 200 NTRR	OKC 250 NTR	OKC 250 NTRR
OBJEM	l	87	113	148	208	200	242	234
MAX. PROVOZNÍ PŘETLAK V NÁDOBĚ	bar				6			
MAX. PROVOZNÍ PŘETLAK VE VÝMĚNÍKU	bar				10			
ELEKTRICKÉ PŘIPOJENÍ OVLÁDACÍCH PRVKŮ					1 PE-N ~ 230V/50Hz			
EL. KRYTÍ					IP 42			
MAX. PROVOZNÍ TEPLOTA V NÁDOBĚ	°C				80			
MAX. PROVOZNÍ TEPLOTA VE VÝMĚNÍKU	°C				110			
DOPORUČENÁ TEPLOTA TUV	°C				60			
MAX. HMOTNOST OHŘÍVAČE BEZ VODY	kg	53	66	73	88	102	92	104
TEPLOSMĚNNÁ PLOCHA VÝMĚNÍKU	m ²	1,08	1,45	1,45	1,45	2 x 1	1,45	2 x 1
JMENOVITÝ TEPELNÝ VÝKON PŘI TEPLOTĚ TOPNÉ VODY 80°C A PRŮTOKU 720 l/h	W	24000	32000	32000	32000	2 x 24000	32000	2 x 24000
DOBA OHŘEVU VÝMĚNÍKEM Z 10°C NA 60°C	min	13	12	16	23	13 / 25	26	14 / 28
TŘÍDA ENERGETICKÉ ÚČINNOSTI		B	C	C	C	C	C	C
STATICKÁ ZTRÁTA	W	42	54	75	82	82	87	87

Obr. 30 Parametry zásobníkového ohřívače OKC 200 NTR [37]

8. Návrh zdroje tepla

8.1 Vstupní hodnoty

- návrhový tepelný výkon pro vytápění: $Q_{VYT} = 21,20 \text{ kW}$
- tepelný výkon pro VZT jednotky: $Q_{VZT} = 15,00 \text{ kW}$
- požadovaný výkon pro ohřev TV: $Q_{TV} = 14,37 \text{ kW}$
- potřebný výkon pro instalaci vratové clony: $Q_{TECH} = 44,03 \text{ kW}$

8.2 Výpočet tepelného výkonu zdroje tepla

- $Q_{PRIP,1} = 0,7 \cdot Q_{VYT} + 0,7 \cdot Q_{VZT} + Q_{TV} + Q_{TECH}$
 $Q_{PRIP,1} = 0,7 \cdot 21,2 + 0,7 \cdot 15,0 + 14,37 + 44,3 = \mathbf{84,01 \text{ kW}}$
- $Q_{PRIP,2} = Q_{VYT} + Q_{VZT} + Q_{TECH}$
 $Q_{PRIP,2} = 21,2 + 15,0 + 44,3 = \mathbf{80,5 \text{ kW}}$

8.3 Požadovaný tepelný výkon zdroje tepla

- $Q_{PRIP} = \max(Q_{PRIP,1}; Q_{PRIP,2}) = \max(85,17; 80,5) = \mathbf{84,01 \text{ kW}}$

Požadovaný tepelný výkon v zimním období činí 84,01 kW. V letním období bude docházet pouze k ohřevu TV, postačí tedy tepelný výkon zdroje tepla 14,37 kW. Těmto požadavkům vyhovuje kaskádové zapojení dvou závěsných plynových kondenzačních kotlů THERM 45 KD.A od českého výrobce Thermona o jmenovitém tepelném výkonu jednoho kotle 13–45kW a celkovém součtovém výkonu 90 kW. Jmenovitý výkon jednoho kotle nepřesahuje hodnotu 50 kW a součtový výkon kaskádového zapojení nepřekročí hranici 100 kW. Nejedná se tudíž o kotelnu III. kategorie, ale o místnost s plynovými spotřebiči. Kotle jsou navrženy v provedení typu C (uzavřený spotřebič). Přívod a odvod spalovacího vzduchu je pro každý kotel zajištěn pomocí koaxiálního potrubí o průměru 80/125 mm.



Obr. 31 Plynový kondenzační kotel THERM 45 KD.A [38]

TECHNICKÉ ÚDAJE

Technický popis	Jedn.	THERM 45 KD.A	
Palivo	-	zemní plyn	
Kategorie spotřebiče	-	I _{2H}	
Jmenovitý tepelný příkon	kW	42,50	
Minimální tepelný příkon	kW	12,25	
Jmenovitý tepelný výkon při	$\Delta t = 80/60\text{ }^{\circ}\text{C}$	kW	41,70
	$\Delta t = 50/30\text{ }^{\circ}\text{C}$	kW	45,00
Minimální tepelný výkon při	$\Delta t = 50/30\text{ }^{\circ}\text{C}$	kW	13,00
Vrtání clony plynu	mm	10	
Přetlak plynu na vstupu spotřebiče	mbar	20	
Spotřeba plynu	m ³ .h ⁻¹	1,28 – 4,52	
Max. přetlak topného systému	bar	3,0	
Min. přetlak topného systému	bar	0,8	
Max. výstupní teplota topné vody	°C	80	
Varianty odtahu spalin	mm	80/125, 2x 80	
Průměrná teplota spalin	°C	50	
Využitelný přetlak ventilátoru	Pa	80	
Hladina akustického výkonu	dB	64	
Účinnost kotle	%	98 – 106	
Třída NOx kotle	-	5	
Jmenovité napájecí napětí / frekvence	V / Hz	230 / 50 ~	
Pomocná elektrická energie při	jmenovitým tepelném příkonu	W	141,4
	částečném zatížení	W	94,6
	pohotovostním stavu	W	4,4
Jmenovitý proud pojistky spotřebiče	A	2	
Stupeň krytí el. částí	-	IP 41 (D)	
Prostředí dle ČSN 33 20 00 – 3	-	základní AAS / ABS	
Rozměry kotle: výška / šířka / hloubka	mm	800 / 430 / 370	
Hmotnost kotle	kg	45	
Třída sezonní energetické účinnosti vytápění	-	A	

Obr. 32 Plynový kondenzační kotel THERM 45 KD.A [38]

9. Dimenzování a hydraulická regulace soustavy

Jedná se o teplovodní uzavřenou dvoutrubkovou soustavu s nuceným oběhem, která je rozčleněna pomocí kombinovaného rozdělovače a sběrače na 6 větví. Jednotlivé rozvody jsou tvořeny měděným potrubím spojovaným lisováním.

9.1 Regulace jednotlivých větví otopné soustavy

- Větev otopných těles v administrativní části (teplotní spád 50/40 °C)

Regulace otopných deskových těles probíhá pomocí integrovaných regulačních ventilů Radik VENTIL KOMPAKT. Vyvážení okruhu otopných těles v 1.NP vůči okruhu těles 2.NP je zajištěno vyvažovacím ventilem STAD–B.

- Větev otopných těles ve skladu (teplotní spád 50/40 °C)

Regulace otopných deskových těles probíhá pomocí integrovaných regulačních ventilů Radik VENTIL KOMPAKT.

- Větev podlahového vytápění (teplotní spád 38/30 °C)

Seřízení jednotlivých okruhů podlahového vytápění je zajištěno pomocí dvou sestav rozdělovače a sběrače. Před obě sestavy jsou osazeny vyvažovací ventily STAD–B.

- Větev VZT jednotek (teplotní spád 70/50 °C)

Rozvody k jednotlivým VZT jednotkám jsou vůči sobě vzájemně regulovány pomocí vyvažovacích ventilů STAD–B.

- Větev vratové clony (teplotní spád 60/35 °C) a větev ohřívače TV (teplotní spád 70/45 °C) nejsou hydraulicky regulovány.

Přednastavení vyvažovacích ventilů je uvedeno v tabulkách 9.2–9.8 „Dimenzování a hydraulická regulace jednotlivých větví“.



Obr. 33 Vyvažovací ventil STAD–B [21]

9.2 Dimenzování a hydraulická regulace větve podlahového vytápění – PDL

Rozdělovač č.1	Plocha [m ²]	Q _{pc} [W]	Δt [K]	M [kg/h]	l _{okruh} [m]	l _{p+l_v} [m]	l _{celkem} [m]	Dimenze potrubí [mm]	w [m/s]	R [Pa/m]	R*I [Pa]	Z [Pa]	R*I+Z [Pa]	Δp _v [Pa]	R*I+Z+Δp _v [Pa]	Přednastavení rozdělovače
1.okruh	22,11	1741,72	8	187,69	73,70	22,67	96,37	20 x 2	0,26	77,60	7478,31	1290,29	8768,60	3217,56	11986,16	10
2.okruh	19,88	1566,05	8	168,76	66,27	21,03	87,30	20 x 2	0,24	62,80	5482,23	965,79	6448,02	5153,85	11601,87	8
3.okruh	18,23	1436,07	8	154,75	60,77	22,49	83,25	20 x 2	0,22	58,20	4845,31	830,44	5675,75	5656,80	11332,55	7
4.okruh	12,87	1013,84	8	109,25	42,90	34,17	77,07	20 x 2	0,15	24,10	1857,39	272,29	2129,68	9826,53	11956,21	3
5.okruh	17,16	1351,78	8	145,67	57,20	46,42	103,62	20 x 2	0,20	49,40	5118,83	813,30	5932,13	5000,00	10932,13	7
6.okruh	20,13	1585,75	8	170,88	67,10	56,61	123,71	20 x 2	0,24	67,60	8362,80	1267,36	9630,16	1995,30	11625,45	11
SESTAVA ROZDĚLOVAČE/SBĚRAČE - TYP: IVAR.CS 553 VP S INSTALAČNÍ SKŘÍŇÍ IVAR.P - KLASIK (rozsah průtokového součinitele k _v = 0,05 – 1,16; k _{vs} = 2,5)																

Rozdělovač č.2	Plocha [m ²]	Q _{pc} [W]	Δt [K]	M [kg/h]	l _{okruh} [m]	l _{p+l_v} [m]	l _{celkem} [m]	Dimenze potrubí [mm]	w [m/s]	R [Pa/m]	R*I [Pa]	Z [Pa]	R*I+Z [Pa]	Δp _v [Pa]	R*I+Z+Δp _v [Pa]	Přednastavení rozdělovače
1.okruh	18,23	1436,07	8	154,75	60,77	5,13	65,90	20 x 2	0,22	58,20	3835,13	729,42	4564,55	7831,93	12396,48	6
2.okruh	17,16	1351,78	8	145,67	57,20	17,92	75,12	20 x 2	0,20	49,40	3710,88	672,87	4383,75	6880,28	11264,03	6
3.okruh	17,16	1351,78	8	145,67	57,20	30,19	87,39	20 x 2	0,20	49,40	4317,21	733,50	5050,72	6880,28	11931,00	6
4.okruh	20,13	1585,75	8	170,88	67,10	48,26	115,36	20 x 2	0,24	67,60	7798,13	1210,89	9009,03	1993,76	11002,79	11
5.okruh	18,40	1449,47	8	156,19	61,33	46,79	108,12	20 x 2	0,22	58,20	6292,72	982,29	7275,01	4347,62	11622,63	8
6.okruh	18,40	1449,47	8	156,19	61,33	56,61	117,94	20 x 2	0,22	58,20	6864,30	1039,45	7903,75	3000,00	10903,75	9
SESTAVA ROZDĚLOVAČE/SBĚRAČE - TYP: IVAR.CS 553 VP S INSTALAČNÍ SKŘÍŇÍ IVAR.P - KLASIK (rozsah průtokového součinitele k _v = 0,05 – 1,16; k _{vs} = 2,5)																

NÁVRH DIMENZE POTRUBÍ A HYDRAULICKÉ ZAREGULOVÁNÍ OKRUHU PODLAHOVÉHO VYTÁPĚNÍ Z TECHNICKÉ MÍSTNOSTI K JEDNOTLIVÝM ROZDĚLOVAČŮM A SBĚRAČŮM

Úsek	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	Dimenze potrubí [mm]	w [m/s]	R [Pa/m]	R*I [Pa]	Σ ξ (-)	Z [Pa]	Ztráta vyvažovacího ventilu Δp _{v_v} [Pa]	R*I+Z [Pa]	Δp _{R_v} [Pa]	R*I+Z+Δp _{R_v} +Δp _{v_v} [Pa]	Δp _{DIS} [Pa]	
Hlavní větev - rozdělovač č.1 -> kotelna															
R1	8695,21	936,98	19,85	35 x 1,5	0,33	49,60	984,41	14,2	768,4735	1000,00	1752,88	11986,16	14739,05	14739	
Navržen vyvažovací ventil STAD-B DN 32; Δp _{v_v} = 1000 Pa, přednastavení ventilu - 2,39 otáček															
R2	17319,53	1866,33	16,11	42 x 1,5	0,44	64,60	1040,45	10,8	1039,063	0,00	2079,51	8800,00	10879,51	25619	
Navržen trojcestný směšovací ventil REGULUS LK 840 CU 28 - 6,3 (K _{vs} = 6,3 m ³ /h; Δp _{R_v} = 8800 Pa; autorita = 0,34)															
Připojovací potrubí k rozdělovači č.2															
R3	8624,32	929,34	1,34	35 x 1,5	0,32	47,00	62,98	6,2	315,5036	1964,08	378,48	12396,48	14739,05	14739	
Navržen vyvažovací ventil STAD-B DN 32; Δp _{v_v} = 1964 Pa, přednastavení ventilu - 2,24 otáček															

9.3 Dimenzování a hydraulická regulace větve otopných těles v administrativní části – OT1

Úsek	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	Dimenze potrubí [mm]	w [m/s]	R [Pa/m]	R*I [Pa]	$\sum \xi (-)$	Z [Pa]	Ztráta vyvažovacího ventilu Δp_{VV} [Pa]	R*I+Z [Pa]	Δp_{RV} [Pa]	R*I+Z+ Δp_{RV} + Δp_{VV} [Pa]	Δp_{DIS} [Pa]
Dimenzování základního okruhu														
1	671,00	57,70	5,09	15x1	0,12	16,30	82,90	5,80	41,51	0,00	124,41	TRV(8) 650	774,41	774,41
2	1 056,00	90,80	13,07	18x1	0,13	19,20	250,94	2,40	20,16	0,00	271,10	0,00	271,10	1 045,51
3	1 315,00	113,07	0,77	18x1	0,16	32,10	24,59	0,90	11,45	0,00	36,04	0,00	36,04	1 081,55
4	2 806,00	241,27	15,70	22x1	0,22	41,80	656,13	4,70	113,05	0,00	769,18	0,00	769,18	1 850,73
5	4 665,00	401,12	8,67	22x1	0,38	99,80	865,27	6,30	452,09	3 000,00	1 317,35	0,00	4 317,35	6 168,08
6	9 792,00	841,96	7,18	28x1,5	0,48	125,80	902,99	8,20	938,88	0,00	1 841,87	4 500,00	6 341,87	12 509,95
Na větvi OT v 1.NP (úsek 4) navržen vyvažovací ventil STAD-B DN 20; $\Delta p_{VV} = 3000$ Pa, přednastavení ventilu - 2,26 otáček														
Navržen trojcestný směšovací ventil REGULUS LK 840 Cu 28 - 4,0 ($K_{Vs} = 4,0$ m ³ /h; $\Delta p_{RV} = 4500$ Pa; autorita = 0,36)														
Dimenzování přilehlého úseku - OT v m.č. 1.18														
7	385,00	33,10	7,77	15x1	0,07	7,90	61,35	9,70	23,62	0,00	84,97	0,00	84,97	774,41
Návrh přednastavení ventilu u OT:					774,41	-	84,97	=	689,44	Pa	33,10	kg/h	stupeň přednastavení (5)	
Dimenzování přilehlého úseku - OT v m.č. 1.01														
8	259,00	22,27	2,89	15x1	0,05	5,70	16,47	7,10	8,82	0,00	25,29	0,00	25,29	1 045,51
Návrh přednastavení ventilu u OT:					1045,51	-	25,29	=	1020,21	Pa	22,27	kg/h	stupeň přednastavení (2)	
Dimenzování přilehlého úseku B														
Dimenzování OT v m.č. 1.03														
9	1 491,00	128,20	0,46	18x1	0,18	39,30	18,24	1,10	17,71	0,00	35,95	0,00	35,95	1 081,55
10	1 221,00	104,99	10,63	18x1	0,15	28,50	302,96	4,70	52,55	0,00	355,51	0,00	355,51	1 045,60
11	643,00	55,29	2,47	15x1	0,12	16,30	40,33	8,40	60,11	0,00	100,44	0,00	100,44	690,09
Návrh přednastavení ventilu u OT:					690,09	-	100,44	=	589,65	Pa	55,29	kg/h	stupeň přednastavení (8)	
Dimenzování OT v m.č. 1.04														
12	578,00	49,70	4,02	15x1	0,11	12,90	51,91	8,40	50,51	0,00	102,42	0,00	102,42	690,09
Návrh přednastavení ventilu u OT:					690,09	-	102,42	=	587,67	Pa	49,70	kg/h	stupeň přednastavení (7)	
Dimenzování OT v m.č. 1.02														
13	270,00	23,22	5,09	15x1	0,05	5,70	28,98	8,40	10,44	0,00	39,42	0,00	39,42	1 045,60
Návrh přednastavení ventilu u OT:					1045,60	-	39,42	=	1006,18	Pa	23,22	kg/h	stupeň přednastavení (3)	

Dimenzování přilehlého úseku A														
Dimenzování OT v m.č. 1.05														
14	1 859,00	159,85	8,94	18x1	0,22	55,80	498,96	1,10	26,46	0,00	525,42	0,00	525,42	1 850,73
15	1 098,00	94,41	2,67	18x1	0,13	19,20	51,17	3,50	29,39	0,00	80,56	0,00	80,56	1 325,31
16	578,00	49,70	4,76	15x1	0,11	12,90	61,40	8,40	50,51	0,00	111,91	0,00	111,91	1 244,74
Návrh přednastavení ventilu u OT:					1244,74	-	111,91	=	1132,83	Pa	49,70	kg/h	stupeň přednastavení (5)	
Dimenzování OT v m.č. 1.06														
17	520,00	44,71	0,83	15x1	0,09	10,20	8,51	8,40	33,81	0,00	42,32	0,00	42,32	1 244,74
Návrh přednastavení ventilu u OT:					1244,74	-	42,32	=	1202,42	Pa	44,71	kg/h	stupeň přednastavení (5)	
Dimenzování OT v m.č. 1.07														
18	761,00	65,43	9,03	15x1	0,14	24,90	224,85	8,40	81,82	0,00	306,66	0,00	306,66	1 325,31
Návrh přednastavení ventilu u OT:					1325,31	-	306,66	=	1018,64	Pa	65,43	kg/h	stupeň přednastavení (7)	
Dimenzování přilehlého úseku - OT 2.NP														
Dimenzování OT v m.č. 2.01														
19	5 127,00	440,84	6,96	22x1	0,39	115,10	801,56	6,30	476,19	0,00	1 277,75	0,00	1 277,75	6 168,08
20	2 106,00	181,08	14,98	18x1	0,25	69,80	1 045,60	2,40	74,54	0,00	1 120,15	0,00	1 120,15	4 890,33
21	1 221,00	104,99	8,90	18x1	0,15	28,50	253,54	4,50	50,32	0,00	303,85	0,00	303,85	3 770,18
22	643,00	55,29	2,47	15x1	0,12	16,30	40,33	8,40	60,11	0,00	100,44	0,00	100,44	3 466,33
Návrh přednastavení ventilu u OT:					3466,33	-	100,44	=	3365,89	Pa	55,29	kg/h	stupeň přednastavení (3)	
Dimenzování OT v m.č. 2.02														
23	578,00	49,70	4,02	15x1	0,11	12,90	51,86	8,40	50,51	0,00	102,37	0,00	102,37	3 466,33
Návrh přednastavení ventilu u OT:					3466,33	-	102,37	=	3363,96	Pa	49,70	kg/h	stupeň přednastavení (3)	
Dimenzování přilehlého úseku F - OT 2.NP														
Dimenzování OT v m.č. 2.11														
24	885,00	76,10	5,73	15x1	0,16	35,90	205,78	2,80	35,62	0,00	241,40	0,00	241,40	3 770,18
25	707,00	60,79	2,89	15x1	0,13	20,30	58,57	8,40	70,55	0,00	129,11	0,00	129,11	3 528,78
Návrh přednastavení ventilu u OT:					3528,78	-	129,11	=	3399,67	Pa	60,79	kg/h	stupeň přednastavení (4)	
Dimenzování OT v m.č. 2.05														
26	178,00	15,31	0,79	15x1	0,03	3,40	2,70	5,80	2,59	0,00	5,29	0,00	5,29	3 528,78
Návrh přednastavení ventilu u OT:					3528,78	-	5,29	=	3523,49	Pa	15,31	kg/h	stupeň přednastavení (1)	

Dimenzování přilehlého úseku E - OT 2.NP														
Dimenzování OT v m.č. 2.04														
27	3 021,00	259,76	3,73	22x1	0,23	45,20	168,42	1,10	28,92	0,00	197,33	0,00	197,33	4 890,33
28	2 239,00	192,52	5,17	22x1	0,17	26,70	138,04	4,50	64,63	0,00	202,67	0,00	202,67	4 693,00
29	1 661,00	142,82	1,79	18x1	0,20	47,20	84,49	8,40	166,98	0,00	251,46	0,00	251,46	4 490,33
Návrh přednastavení ventilu u OT (VK 33):					4490,33	-	251,46	=	4238,87 Pa		142,82 kg/h		stupeň přednastavení (8)	
Dimenzování OT v m.č. 2.03														
30	578,00	49,70	4,55	15x1	0,11	12,90	58,75	8,40	50,51	0,00	109,26	0,00	109,26	4 490,33
Návrh přednastavení ventilu u OT:					4490,33	-	109,26	=	4381,07 Pa		49,70 kg/h		stupeň přednastavení (3)	
Dimenzování OT v m.č. 2.04														
31	782,00	67,24	1,13	15x1	0,14	24,90	28,14	5,80	56,49	0,00	84,63	0,00	84,63	4 693,00
Návrh přednastavení ventilu u OT (VK 22):					4693,00	-	84,63	=	4608,37 Pa		67,24 kg/h		stupeň přednastavení (3)	

9.4 Dimenzování a hydraulická regulace větve otopných těles ve skladu – OT2

Dimenzování větve OT 2 - otopná tělesa v prostoru skladu														
Úsek	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	Dimenze potrubí [mm]	w [m/s]	R [Pa/m]	R*I [Pa]	$\sum \xi (-)$	Z [Pa]	Ztráta vyvažovacího ventilu Δp_{vv} [Pa]	R*I+Z [Pa]	Δp_{Rv} [Pa]	R*I+Z+ Δp_{Rv} + Δp_{vv} [Pa]	Δp_{Dis} [Pa]
Dimenzování základního okruhu														
1	458,00	39,38	33,72	15x1	0,08	9,10	306,89	13,60	43,25	0,00	350,14	TRV(5) 900	1 250,14	1 250,14
2	1 374,00	118,14	39,49	18x1	0,16	32,10	1 267,76	8,90	113,23	0,00	1 380,98	0,00	1 380,98	2 631,13
3	2 290,00	196,90	18,36	22x1	0,18	29,50	541,59	1,10	17,71	0,00	559,30	0,00	559,30	3 190,43
4	2 748,00	236,29	11,68	22x1	0,21	38,60	450,93	13,20	289,28	0,00	740,21	2 200,00	2 940,21	6 130,64
Navržen trojcestný směšovací ventil REGULUS LK 840 1/2F - 1,6 ($K_{vs} = 1,6$ m³/h; $\Delta p_{Rv} = 2200$ Pa; autorita = 0,36)														
Dimenzování přilehlého úseku K														
5	916,00	78,76	12,63	18x1	0,11	12,10	152,87	9,10	54,72	0,00	207,59	0,00	207,59	1 250,14
6	458,00	39,38	12,48	15x1	0,08	9,10	113,60	8,40	26,72	0,00	140,31	0,00	140,31	1 042,55
Návrh přednastavení ventilu u OT 2:					1042,55	-	140,31	=	902,24	Pa	39,38	kg/h	stupeň přednastavení (5)	
7	458,00	39,38	12,28	15x1	0,08	9,10	111,78	8,40	26,72	0,00	138,49	0,00	138,49	1 042,55
Návrh přednastavení ventilu u OT 3:					1042,55	-	138,49	=	904,06	Pa	39,38	kg/h	stupeň přednastavení (5)	
Dimenzování přilehlého úseku J														
8	916,00	78,76	19,55	18x1	0,11	12,10	236,57	9,30	55,92	0,00	292,49	0,00	292,49	2 631,13
9	458,00	39,38	12,50	15x1	0,08	9,10	113,79	8,40	26,72	0,00	140,50	0,00	140,50	2 338,64
Návrh přednastavení ventilu u OT 4:					2338,64	-	140,50	=	2198,13	Pa	39,38	kg/h	stupeň přednastavení (3)	
10	458,00	39,38	11,05	15x1	0,08	9,10	100,57	8,40	26,72	0,00	127,29	0,00	127,29	2 338,64
Návrh přednastavení ventilu u OT 5:					2338,64	-	127,29	=	2211,35	Pa	39,38	kg/h	stupeň přednastavení (3)	
Dimenzování přilehlého úseku I														
11	458,00	39,38	28,25	15x1	0,08	9,10	257,10	16,20	51,52	0,00	308,63	0,00	308,63	3 190,43
Návrh přednastavení ventilu u OT 6:					3190,43	-	308,63	=	2881,80	Pa	39,38	kg/h	stupeň přednastavení (3)	

9.5 Dimenzování a hydraulická regulace větve vzduchotechnických jednotek – VZT

Úsek	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	Dimenze potrubí [mm]	w [m/s]	R [Pa/m]	R*I [Pa]	$\sum \xi (-)$	Z [Pa]	R*I+Z [Pa]	Δp [Pa]	R*I+Z+ Δp [Pa]	Δp_{DIS} [Pa]
Dimenzování základního okruhu													
1	5 508,00	236,80	9,18	22x1	0,21	36,00	330,30	8,60	185,44	515,74	5 300,00	5 815,74	5 815,74
2	9 182,04	394,76	5,27	22x1	0,35	89,20	469,91	4,70	281,51	751,42	0,00	751,42	6 567,16
3	14 624,76	628,75	5,87	28x1,5	0,36	70,80	415,60	6,20	392,88	808,48	0,00	808,48	7 375,63
Navržen vyvažovací ventil STAD-B DN 15; $\Delta p_{VV} = 5000$ Pa, přednastavení ventilu - 2,71 otáček													
Dimenzování přilehlého úseku - VZT č.1													
4	3 674,04	157,96	14,72	18x1	0,22	52,00	765,65	8,60	203,52	969,17	150,00	1 119,17	5 815,74
Návrh přednastavení ventilu: = 5815,74 - 1119,17 = 4696,57 Pa													
Navržen vyvažovací ventil STAD-B DN 15; $\Delta p_{VV} = 4696,57$ Pa, přednastavení ventilu - 2,33 otáček													
Dimenzování přilehlého úseku - VZT č.3													
5	5 442,72	233,99	26,54	22x1	0,21	36,00	955,26	11,20	241,50	1 196,76	300,00	1 496,76	6 567,16
Návrh přednastavení ventilu: = 6567,16 - 1496,76 = 5070,40 Pa													
Navržen vyvažovací ventil STAD-B DN 15; $\Delta p_{VV} = 5070,40$ Pa, přednastavení ventilu - 2,69 otáček													

9.6 Dimenzování a hydraulická regulace větve vratové clony – CL

Úsek	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	Dimenze potrubí [mm]	w [m/s]	R [Pa/m]	R*I [Pa]	$\sum \xi (-)$	Z [Pa]	R*I+Z [Pa]	Δp_{CL} [Pa]	R*I+Z+ Δp_{CL} [Pa]	Δp_{DIS} [Pa]
Dimenzování základního okruhu													
1	44 300,00	1 523,65	73,43	42x1,5	0,36	42,50	3 120,65	17,40	1 102,60	4 223,25	18 400,00	22 623,25	22 623,25
Navržen proporcionální přepouštěcí ventil BPV DN 20 s tlakovou diferencí 24 000 Pa													

9.7 Dimenzování a hydraulická regulace větve ohřivače teplé vody – TV

Úsek	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	Dimenze potrubí [mm]	w [m/s]	R [Pa/m]	R*I [Pa]	$\Sigma \xi (-)$	Z [Pa]	R*I+Z [Pa]	Δp_{Ov} [Pa]	R*I+Z+ Δp_{Ov} [Pa]	Δp_{DIS} [Pa]
Dimenzování základního okruhu													
1	14 370,00	494,24	14,71	28x1,5	0,28	45,60	670,91	19,00	728,34	1 399,25	4 600,00	5 999,25	5 999,25

9.8 Dimenzování a hydraulická regulace kotlového úseku

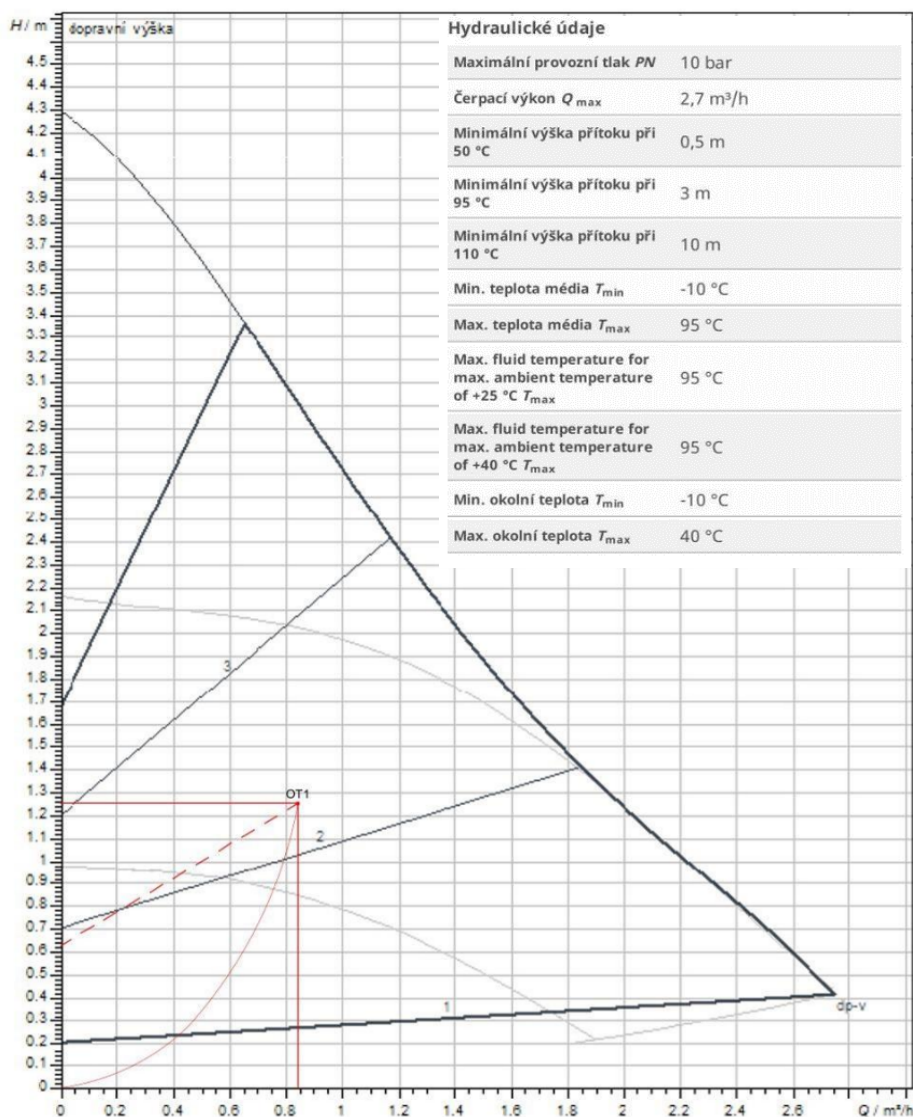
Úsek	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	Dimenze potrubí [mm]	w [m/s]	R [Pa/m]	R*I [Pa]	$\Sigma \xi (-)$	Z [Pa]	R*I+Z [Pa]	Δp [Pa]	R*I+Z+ Δp [Pa]	Δp_{DIS} [Pa]
Dimenzování základního okruhu													
R+S - HVDT	90 000,00	5 591,21	2,53	64x2	0,56	52,80	133,48	11,80	1 809,35	1 942,83	0,00	1 942,83	1 942,83
HVDT - KOTEL	90 000,00	5 591,21	8,54	64x2	0,56	52,80	450,81	24,70	3 787,37	4 238,17	0,00	4 238,17	4 238,17

10. Návrh oběhových čerpadel

Oběhová čerpadla zajišťují oběh teplotnosné látky v rozvodech otopné soustavy. Pro návrh čerpadel jsem využil on-line aplikaci výrobců GRUNDFOS a WILO.

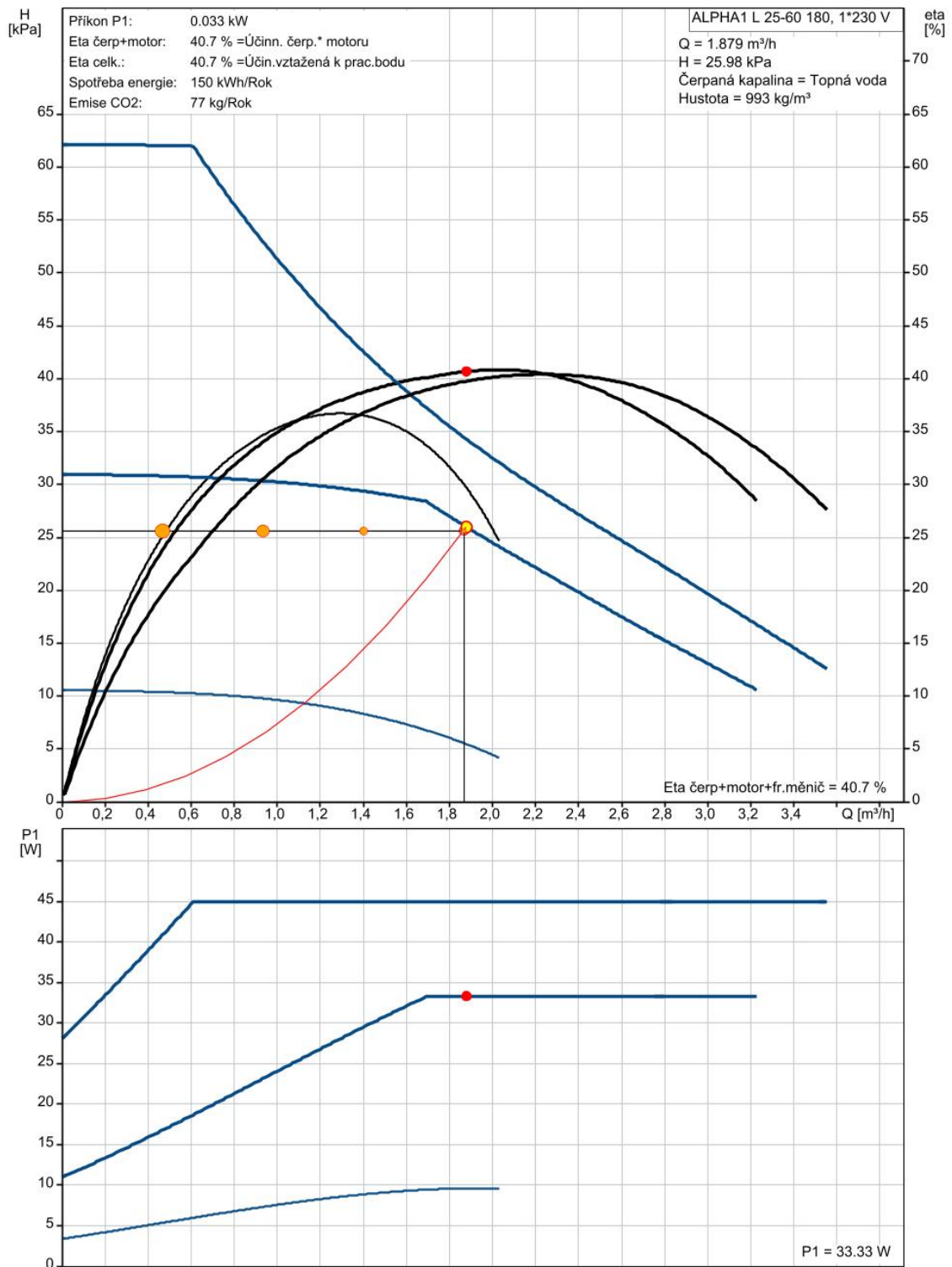
Čerpadlo č.1 – WILO YONOS PICO 25/1–4 (větev OT1)

- Tlaková ztráta větve: 12,51 kPa
- Hmotnostní průtok: 841,96 kg/h
- Řízení regulace na proporcionální tlak



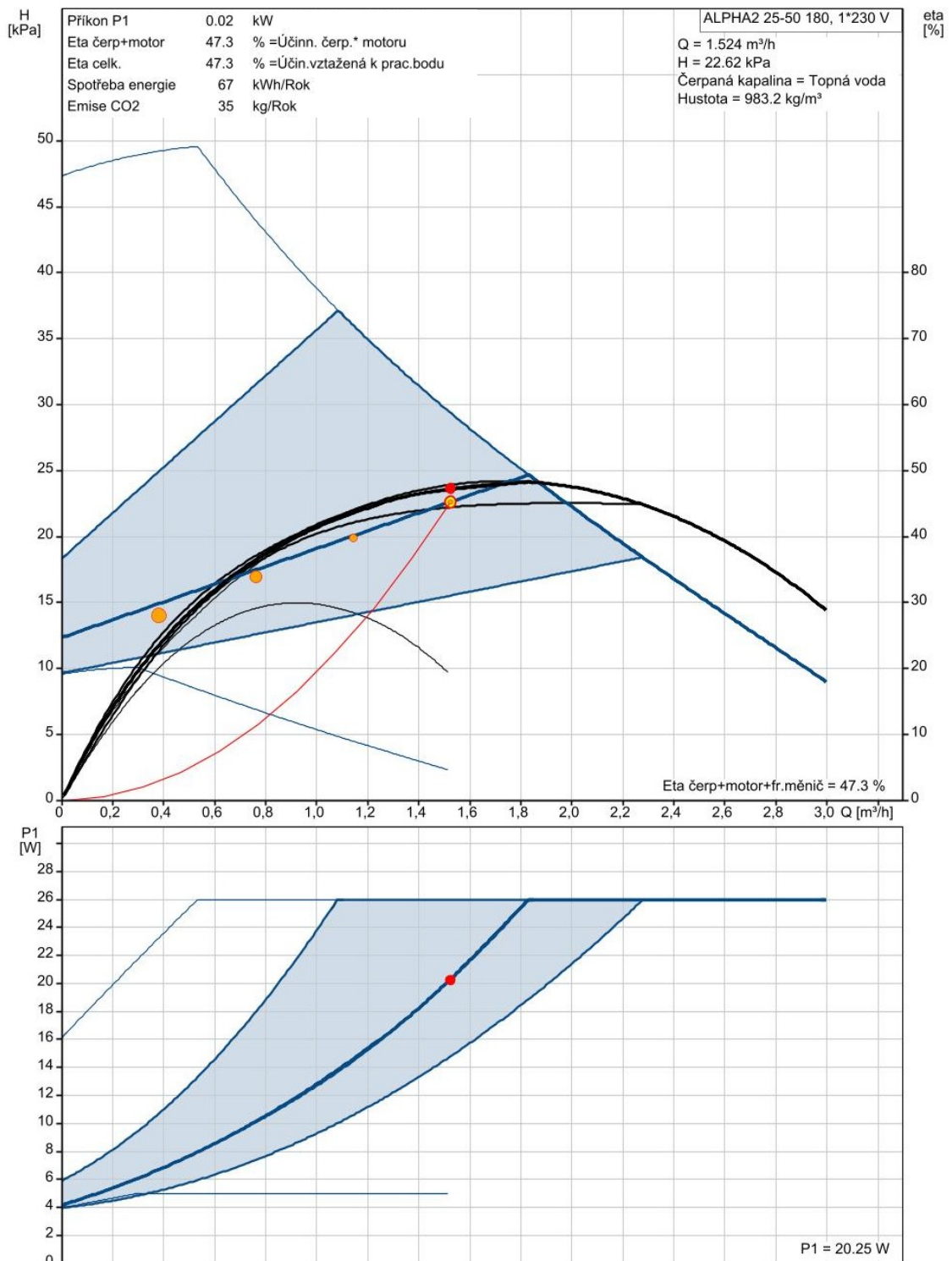
Čerpadlo č.2 – GRUNDFOS ALPHA1 L 25-60 180 (větev PDL)

- Tlaková ztráta větve: 25,62 kPa
- Hmotnostní průtok: 1866,33 kg/h
- Řízení regulace na konstantní průtok



Čerpadlo č.3 – GRUNDFOS ALPHA2 25-50 180 (větev CL)

- Tlaková ztráta větve: 22,62 kPa
- Hmotnostní průtok: 1523,65 kg/h
- Řízení regulace na proporcionální tlak



Čerpadlo č.4 – WILO YONOS PICO 15/1–4 (větev OT2, VZT, TV)

Větev OT2:

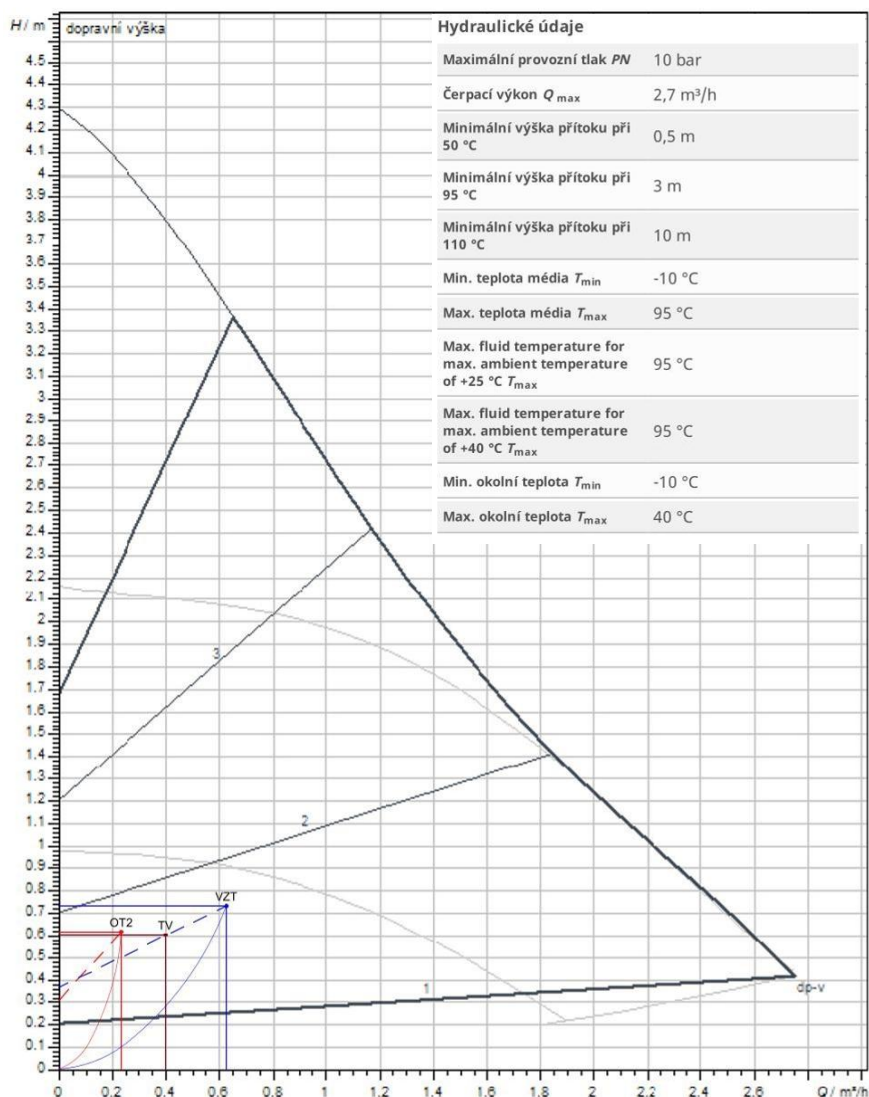
- Tlaková ztráta větve: 6,13 kPa
- Hmotnostní průtok: 236,29 kg/h
- Řízení regulace na proporcionální tlak

Větev VZT:

- Tlaková ztráta větve: 7,38 kPa
- Hmotnostní průtok: 628,75 kg/h
- Řízení regulace na proporcionální tlak

Větev TV:

- Tlaková ztráta větve: 5,99 kPa
- Hmotnostní průtok: 494,24 kg/h
- Řízení regulace na proporcionální tlak



11. Návrh technických zařízení soustavy

11.1 Rozdělovač a sběrač

V technické místnosti navrhuji kombinovaný rozdělovač a sběrač RS KOMBI od firmy ETL. Skutečný průtok soustavy činí 5,59 m³/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 m³/h a maximální délkou 3 m.

TABULKA UVÁDÍ POUZE ORIENTAČNÍ VÝKONOVÉ PARAMETRY! VŽDY ZÁLEŽÍ NA ROZMÍSTĚNÍ HRDEL!								
Q _{max} = [m ³ /hod]	6	10	15	23	42	65	95	130
do výkonu [kW] při Δt=20	120	250	350	550	1000	1500	2100	3000
MODUL	80	100	120	150	200	250	300	350
Průtok, průřez komor S _p (m ²)	0,0019	0,0028	0,0040	0,0070	0,0114	0,0176	0,0271	0,0380
Max. délka (m)	1,5	2,0	3,0					

Obr. 34 Přehled modulů kombinovaných R+S [39]

11.2 Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků

Za účelem oddělení otopné soustavy od zdrojů tepla navrhuji HVDT Typ II, který zabraňuje přenosu přebytku dynamických tlaků vyvolaných čerpadly zdroje do otopné soustavy.

Typ HVDT	Max. průtok (m ³ /hod)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	S (mm)	d (mm)	e	f	Hmotnost (kg)
24B	1,8	100	300	65	89	200	5/4"	-	-	5
63B	2,5	110	380	80	108	230	6/4"	-	-	9
1B	4,0	110	400	100	108	240	2"	-	-	9,5
I	4,0	100	400	100	108	385	57	1"	5/4"	33
II	8,0	150	500	100	159	400	76	1"	5/4"	43
III	12,0	200	700	200	219	500	89	1"	5/4"	80
IV	20,0	200	700	200	219	500	108	5/4"	5/4"	86
V	30,0	250	900	200	273	560	133	6/4"	6/4"	145
VI	50,0	300	1000	200	324	620	159	6/4"	6/4"	191
VIa	80,0	350	1300	300	406	750	219	2"	6/4"	239
VII	100,0	400	1500	300	508	800	219	2 1/2"	6/4"	305

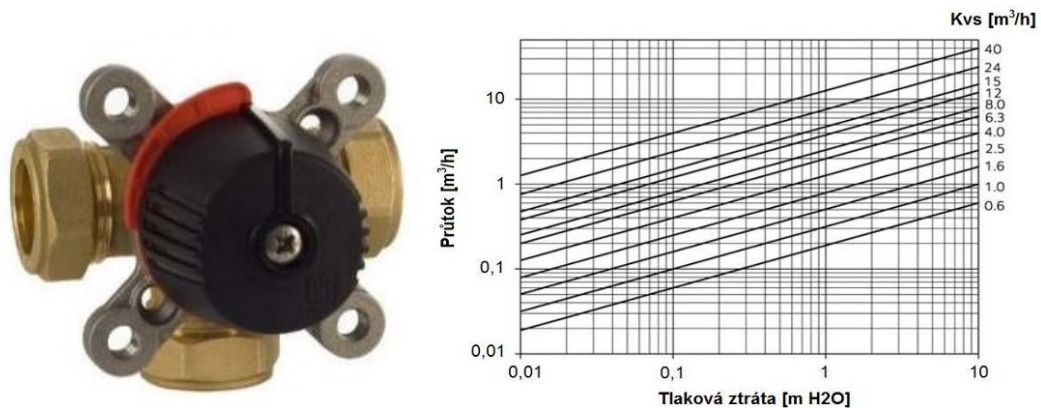
Obr. 35 Přehled typů HVDT a jejich rozměry [39]

11.3 Automatické doplňování vody

Plnění a doplňování otopné vody do systému je prováděno pomocí automatického doplňovacího zařízení Reflex Fillcontrol s úpravnou vody Fillsoft II. Toto zařízení řídí doplňování vody v závislosti na tlaku soustavy. Plnicí tlak z rozvodu pitné vody musí být alespoň o 1,3 baru vyšší, než je minimální provozní tlak soustavy.

11.4 Trojcestný směšovací ventil

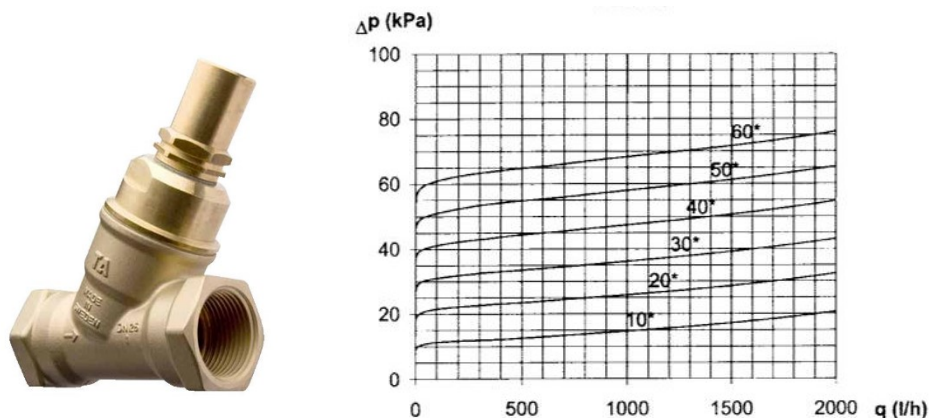
Dosažení požadované teploty otopné vody větve podlahového vytápění a otopných deskových těles je zajištěno trojcestnými směšovacími ventily REGULUS LK 840 se servopohonem umístěnými nad R+S v technické místnosti. Návrhy jmenovitých světlostí DN a tlakové ztráty ventilů jsou uvedeny ve výpočtu hydraulického regulování jednotlivých větví (tabulky 9.2–9.8) a ve výkresové dokumentaci (výkres č. 04).



Obr. 36 Trojcestný směšovací ventil s grafem tlakových ztrát [22]

11.5 Přepouštěcí ventil

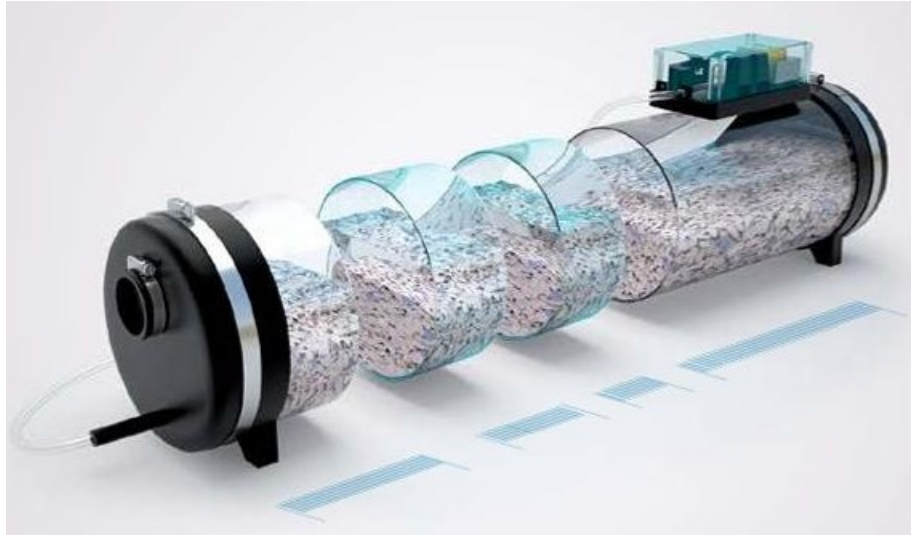
Na větve vratové clony navrhuji proporcionální přepouštěcí ventil BVP DN 20 s tlakovou diferencí 24 kPa od firmy IMI HYDRONIC ENGINEERING, který umožňuje minimální průtok oběhovým čerpadlem v případě nízkých výkonových požadavků nebo v případě vypnutí vratové clony.



Obr. 37 Trojcestný směšovací ventil s grafem tlakových ztrát [40]

11.6 Neutralizační box

Neutralizační box NEUTRAKON 100/70 navrhuji na potrubí odvodu kondenzátu z kondenzačních plynových kotlů. Box slouží k neutralizaci kyselého kondenzátu vznikajícího při provozu kotlů. Maximální možný výkon kotlů připojených na tento typ neutralizačního boxu je 100 kW.



Obr. 38 Neutralizační box Neutrakon [41]

12. Návrh zabezpečovacího zařízení

Navrhují expanzní membránovou nádobu z důvodu objemových změn, ke kterým dochází v otopné soustavě. Soustavu je také nutné vybavit pojistným ventilem zabraňujícím překročení maximálního provozního přetlaku. Pojistný ventil je součástí plynových kotlů.

12.1 Objem vody v otopné soustavě

Celkový objem vody v soustavě činí 717,89 dm³.

Objem vody v zařízení	
Druh zařízení	Objem vody v zařízení [dm ³]
Ohřívač TV	36,3
VZT	4,2
HVDT	14,9
R+S (kotelna+ 2x podl. vyt.)	47,0
Plynový kotel (2x)	14,0
Celkový objem [dm³]:	116,4

Objem vody v potrubí			
DN x t	Objem vody na 1m [dm ³ /m]	Délka potrubí [m]	Objem v potrubí [dm ³]
15x1	0,133	173,84	23,07
18x1	0,201	148,61	29,88
20x2	0,201	1141,15	229,44
22x1	0,314	111,25	34,95
28x1,5	0,491	27,76	13,63
35x1,5	0,804	21,19	17,04
42x1,5	1,195	89,53	106,96
64x2	2,827	11,07	31,29
Celkový objem vody v potrubí [dm³]:			486,25

Objem vody v otopných tělesech			
Typ otopného tělesa	Objem vody v tělese [dm ³]	Počet [ks]	Objem vody [dm ³]
Radik TYP 11 VK - 600/1000	3,10	4	12,40
Radik TYP 11 VKL - 600/1000	3,10	2	6,20
Radik TYP 21 LINE VK - 400/500	2,20	1	2,20
Radik TYP 21 LINE VKL - 400/600	2,20	1	2,20
Radik TYP 21 LINE VK - 400/800	2,20	1	2,20
Radik TYP 21 LINE VK - 500/1600	8,16	1	8,16
Radik TYP 21 LINE VKL - 600/800	4,64	1	4,64
Radik TYP 22 LINE VK - 600/900	5,22	5	26,10
Radik TYP 22 LINE VKL - 600/1000	5,80	2	11,60
Radik TYP 22 LINE VKL - 600/1100	6,38	1	6,38
Radik TYP 22 LINE VKL - 700/1200	7,92	1	7,92
Radik TYP 22 LINE VK - 900/1100	9,24	1	9,24
Radik TYP 33 LINE VK - 700/1600	16,00	1	16,00
Celkový objem vody v otopných tělesech [dm³]:			115,24

12.2 Návrh expanzní nádoby

Expanzní objem

$$V_e = 1,3 \cdot V_o \cdot n = 1,3 \cdot 0,718 \cdot 0,0295 = \mathbf{0,0275 \text{ m}^3}$$

kde: V_e expanzní objem [m^3]
 V_o objem vody v soustavě [m^3]
 n koeficient tepelné roztažnosti

Nejnižší dovolený provozní přetlak

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

$$p_{ddov} \geq 1,15 \cdot 5,1 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} + 20,0 = \mathbf{77,54 \text{ kPa}}$$

kde: p_{ddov} nejnižší dovolený přetlak [kPa]
 h výška mezi neutrálním bodem a nejvyšším místem soustavy [m]
 Δp_z tlaková ztráta soustavy mezi neutrálním bodem a nejvyšším bodem ve směru proudění [kPa]

Volím: $100 \text{ kPa} \geq 77,54 \text{ kPa}$ VYHOVÍ

Nejvyšší dovolený přetlak soustavy

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

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

kde: p_{hdov} nejvyšší dovolený přetlak [kPa]
 p_k nejmenší konstrukční přetlak prvku v soustavě
 h_{MR} výška manometrické roviny [m]

Volím: $300 \text{ kPa} \leq 300 \text{ kPa}$ VYHOVÍ

Předběžný objem expanzní nádoby

$$V_{ep} = \frac{V_e \cdot (p_{hp} + 100)}{p_{hp} - p_d} = \frac{0,0275 \cdot (300 + 100)}{300 - 100} = \mathbf{0,055 \text{ m}^3}$$

kde: p_{hp} nejvyšší provozní přetlak [kPa]
 p_d nejnižší provozní přetlak [kPa]

Navrhuji expanzní nádobu Reflex NG 80/6 o objemu 80 l vhodnou pro uzavřené otopné soustavy s maximálním provozním přetlakem 600 kPa.

12.3 Návrh expanzního potrubí

$$d_p = 10 + 0,6 \cdot Q_p^{0,5} = 10 + 0,6 \cdot 90^{0,5} = 15,69 \text{ mm} \Rightarrow \text{Navrhují potrubí } 18 \times 1 \text{ mm.}$$

kde: Q_p pojistný výkon [kW]

Reflex NG, N

- pro uzavřené soustavy topení a chlazení
- závitové připojení
- od 35 litrů stojaté provedení
- membrána podle DIN EN 13831
- přípustná teplota 70 °C
- koncentrace glykolu max 30 %
- schválení podle směrnice pro tlaková zařízení 97/23/EG

8-25 litrů 35-140 litrů 200-250 litrů 300-1000 litrů

CE

6 bar	Typ *	Obj. číslo		Počet na paletě	Hmotnost (kg)	Ø D (mm)	H (mm)	h (mm)	A	Přetlak plynu (bar)
	6 bar /120 °C	šedá	bílá							
	NG 8/6	8230100	7230107	96	1,6	206	285	-	R ¾	1,5
	NG 12/6	8240100	7240107	72	2,4	280	275	-	R ¾	1,5
	NG 18/6	8250100	7250107	56	3,4	280	345	-	R ¾	1,5
	NG 25/6	8260100	7260107	42	4,2	280	465	-	R ¾	1,5
	NG 35/6	8270100	7270107	24	4,8	354	460	130	R ¾	1,5
	NG 50/6	8001011	7001100	24	5,7	409	493	175	R ¾	1,5
	NG 80/6	8001211	7001300	12	8,7	480	565	175	R 1	1,5
	NG 100/6	8001411	7001500	10	11,4	480	670	175	R 1	1,5
	NG 140/6	8001611	7001700	6	13,1	480	912	175	R 1	1,5
6 bar	N 200/6	8213300	-	4	22,0	634	758	205	R 1	1,5
	N 250/6	8214300	-	4	24,7	634	888	205	R 1	1,5
	N 300/6	8215300	-	-	27,0	634	1092	235	R 1	1,5
	N 400/6	8218000	-	-	47,0	740	1102	245	R 1	1,5
	N 500/6	8218300	-	-	52,0	740	1321	245	R 1	1,5
	N 600/6	8218400	-	-	66,0	740	1531	245	R 1	1,5
	N 800/6	8218500	-	-	96,0	740	1996	245	R 1	1,5
	N 1000/6	8218600	-	-	118,0	740	2406	245	R 1	1,5

↑ V_n jmenovitý objem v litrech / tlak

Obr. 39 Technická data membránové expanzní nádoby [42]

13. Návrh tepelné izolace potrubí

Návrh a výpočet tepelné izolace rozvodů potrubí jsem provedl pomocí on-line výpočetního programu „Výpočet tepelné ztráty potrubí s izolací“ dostupného na stránkách webu tzb-info.cz.

Potrubí k rozdělovačům podlahového vytápění

- Měděné potrubí 35x1,5 mm – návrh tloušťky tepelné izolace (50 mm)

Izolace - podrobné technické informace

ROCKWOOL > PIP0/PIPO ALS

Rozměry izolace - tl. 50

Tloušťka $s_{iz} = 50$ mm

Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.036$ W / m K

Trubka


Měď

Rozměry trubky - 35x1.5

Průměr $d = 35$ mm

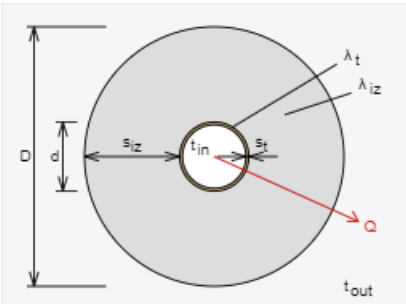
Tloušťka stěny $s_t = 1.5$ mm

Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 372$ W / m K



Řezaná potrubní pouzdra z minerální vlny pro izolaci potrubních rozvodů, kaširovaná hliníkovou fólií.

Rozsah provozních teplot: od 15 °C do 250 °C


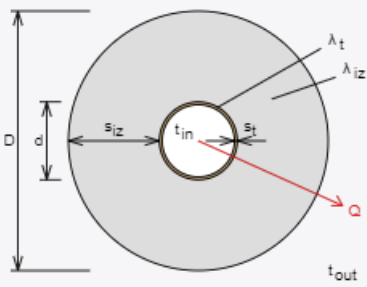


$D = d + 2 s_{iz} = 135$ mm

Potrubí	
Teplota média	$t_{in} = 38$ °C
Teplota v okolí potrubí	$t_{out} = 15$ °C
Relativní vlhkost vzduchu	rh = 65 % ???
Teplota rosného bodu	$t_w = 8.7$ °C
Součinitel přestupu tepla	
na vnějším povrchu	$\alpha_e = 10$ W / m ² K
Délka potrubí	
	$l = 1$ m

Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 20 - DN 32 => $U_{o,193/2007} = 0.18$ W / m K
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_o = 0.159 \leq 0.18$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 15.9$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_p = 25.3$ W/m
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 3.7$ W/m
Energetická úspora izolovaného potrubí	85 %
Střední spotřeba izolace	
	0.267 m ² - platí pro plošnou izolaci

- Měděné potrubí 42x1,5 mm – návrh tloušťky tepelné izolace (50 mm)


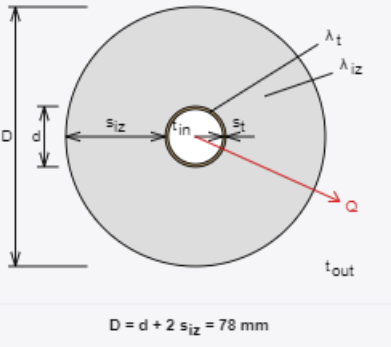
Izolace - podrobné technické informace ROCKWOOL > PIPO/PIPO ALS		
Rozměry izolace - tl. 50		
Tloušťka	$s_{iz} = 50$ mm	
Souč. tepelné vodivosti	$\lambda_{iz} = 0.036$ W / m K	
Trubka Měď		Řezaná potrubní pouzdra z minerální vlny pro izolaci potrubních rozvodů, kaširovaná hliníkovou fólií. Rozsah provozních teplot: od 15 °C do 250 °C
Rozměry trubky - 42x1.5		
Průměr	$d = 42$ mm	
Tloušťka stěny	$s_t = 1.5$ mm	
Souč. tepelné vodivosti	$\lambda_t = 372$ W / m K	
		
$D = d + 2 s_{iz} = 142$ mm		
Potrubí		
Teplota média	$t_{in} = 38$ °C	
Teplota v okolí potrubí	$t_{out} = 15$ °C	
Relativní vlhkost vzduchu	rh = 65 % ???	
Teplota rosného bodu	$t_w = 8.7$ °C	
Součinitel přestupu tepla		
na vnějším povrchu	$\alpha_e = 10$ W / m ² K	
Délka potrubí		
	$l = 1$ m	
Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 40 - DN 65 => $U_{o,193/2007} = 0.27$ W / m K	
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_o = 0.176 \leq 0.27$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007	
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 15.9$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci	
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_p = 30.3$ W/m	
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 4.1$ W/m	
Energetická úspora izolovaného potrubí	87 %	
Sřední spotřeba izolace	0.289 m ² - platí pro plošnou izolaci	

Potrubí k otopným tělesům


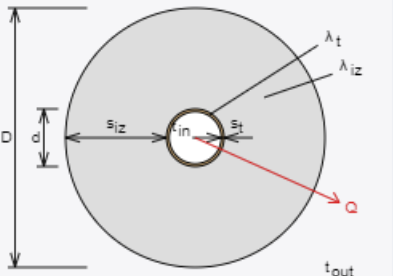
- Měděné potrubí 15x1 mm – návrh tloušťky tepelné izolace (30 mm)

Izolace - podrobné technické informace	
ROCKWOOL > PIPO/PIPO ALS	
Rozměry izolace - tl. 30	
Tloušťka	$s_{iz} = 30$ mm
Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.036$ W / m K	
Trubka	
Měď	
Rozměry trubky - 15x1	
Průměr	$d = 15$ mm
Tloušťka stěny	$s_t = 1$ mm
Souč. tepelné vodivosti	$\lambda_t = 372$ W / m K
<p style="text-align: center;">$D = d + 2 s_{iz} = 75$ mm</p>	
<p>Řezaná potrubní pouzdra z minerální vlny pro izolaci potrubních rozvodů, kaširovaná hliníkovou fólií.</p> <p>Rozsah provozních teplot: od 15 °C do 250 °C</p>	
Potrubí	
Teplota média	$t_{in} = 50$ °C
Teplota v okolí potrubí	$t_{out} = 15$ °C
Relativní vlhkost vzduchu	$rh = 65$ % ???
Teplota rosného bodu	$t_w = 8.7$ °C
Součinitel přestupu tepla	
na vnějším povrchu	$\alpha_E = 10$ W / m ² K
Délka potrubí	$l = 1$ m
Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 10 - DN 15 => $U_{o,193/2007} = 0.15$ W / m K
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_o = 0.134 \leq 0.15$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 17$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_p = 16.5$ W/m
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 4.7$ W/m
Energetická úspora izolovaného potrubí	72 %
Sřední spotřeba izolace	0.1414 m ² - platí pro plošnou izolaci

- Měděné potrubí 18x1 mm – návrh tloušťky tepelné izolace (30 mm)

Izolace - podrobné technické informace ROCKWOOL > PIPO/PIPO ALS Rozměry izolace - tl. 30 Tloušťka $s_{iz} = 30$ mm Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.036$ W / m K																
Trubka Měď Rozměry trubky - 18x1 Průměr $d = 18$ mm Tloušťka stěny $s_t = 1$ mm Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 372$ W / m K																
 <p style="text-align: center;">$D = d + 2 s_{iz} = 78$ mm</p>		Řezaná potrubní pouzdra z minerální vlny pro izolaci potrubních rozvodů, kaširovaná hliníkovou fólií. Rozsah provozních teplot: od 15 °C do 250 °C														
Potrubí		<table border="1"> <tr> <td>Teplota média</td> <td>$t_{in} = 50$ °C</td> </tr> <tr> <td>Teplota v okolí potrubí</td> <td>$t_{out} = 15$ °C</td> </tr> <tr> <td>Relativní vlhkost vzduchu</td> <td>rh = 65 % ???</td> </tr> <tr> <td>Teplota rosného bodu</td> <td>$t_w = 8.7$ °C</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Součinitel přestupu tepla</td> </tr> <tr> <td>na vnějším povrchu</td> <td>$\alpha_e = 10$ W / m² K</td> </tr> <tr> <td>Délka potrubí</td> <td>l = 1 m</td> </tr> </table>	Teplota média	$t_{in} = 50$ °C	Teplota v okolí potrubí	$t_{out} = 15$ °C	Relativní vlhkost vzduchu	rh = 65 % ???	Teplota rosného bodu	$t_w = 8.7$ °C	Součinitel přestupu tepla		na vnějším povrchu	$\alpha_e = 10$ W / m ² K	Délka potrubí	l = 1 m
Teplota média	$t_{in} = 50$ °C															
Teplota v okolí potrubí	$t_{out} = 15$ °C															
Relativní vlhkost vzduchu	rh = 65 % ???															
Teplota rosného bodu	$t_w = 8.7$ °C															
Součinitel přestupu tepla																
na vnějším povrchu	$\alpha_e = 10$ W / m ² K															
Délka potrubí	l = 1 m															
Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 10 - DN 15 => $U_{o,193/2007} = 0.15$ W / m K															
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_o = 0.147 \leq 0.15$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007															
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 17.1$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci															
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_p = 19.8$ W/m															
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 5.1$ W/m															
Energetická úspora izolovaného potrubí	74 %															
Sřední spotřeba izolace	0.1508 m ² - platí pro plošnou izolaci															

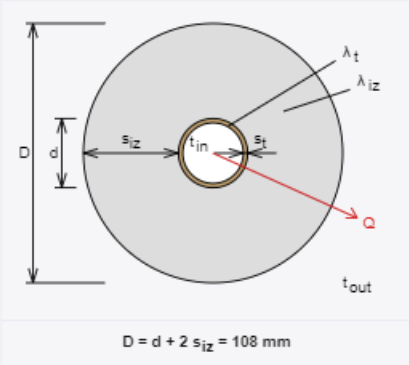
- Měděné potrubí 22x1 mm – návrh tloušťky tepelné izolace (40 mm)

Izolace - podrobné technické informace ROCKWOOL > PIPO/PIPO ALS		
Rozměry izolace - tl. 40		
Tloušťka	$s_{iz} = 40$ mm	
Souč. tepelné vodivosti	$\lambda_{iz} = 0.036$ W / m K	
Trubka Měď		Řezaná potrubní pouzdra z minerální vlny pro izolaci potrubních rozvodů, kaširovaná hliníkovou fólií. Rozsah provozních teplot: od 15 °C do 250 °C
Rozměry trubky - 22x1		
Průměr	$d = 22$ mm	
Tloušťka stěny	$s_t = 1$ mm	
Souč. tepelné vodivosti	$\lambda_t = 372$ W / m K	
		
$D = d + 2 s_{iz} = 102$ mm		
Potrubí		
Teplota média	$t_{in} = 50$ °C	
Teplota v okolí potrubí	$t_{out} = 15$ °C	
Relativní vlhkost vzduchu	$rh = 65$ % ???	
Teplota rosného bodu	$t_w = 8.7$ °C	
Součinitel přestupu tepla		
na vnějším povrchu	$\alpha_e = 10$ W / m ² K	
Délka potrubí		
	$l = 1$ m	
Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 20 - DN 32 => $U_{o,193/2007} = 0.18$ W / m K	
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_o = 0.142 \leq 0.18$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007	
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 16.6$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci	
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_p = 24.2$ W/m	
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 5$ W/m	
Energetická úspora izolovaného potrubí	79 %	
Sřední spotřeba izolace	0.1948 m ² - platí pro plošnou izolaci	

- Měděné potrubí 28x1,5 mm – návrh tloušťky tepelné izolace (40 mm)

Izolace - podrobné technické informace	
ROCKWOOL > PIPO/PIPO ALS	
Rozměry izolace - tl. 40	
Tloušťka	$s_{iz} = 40$ mm
Souč. tepelné vodivosti	$\lambda_{iz} = 0.038$ W / m K

Trubka	
Měď	
Rozměry trubky - 28x1.5	
Průměr	$d = 28$ mm
Tloušťka stěny	$s_t = 1.5$ mm
Souč. tepelné vodivosti	$\lambda_t = 372$ W / m K



Řezaná potrubní pouzdra z minerální vlny pro izolaci potrubních rozvodů, kaširovaná hliníkovou fólií.

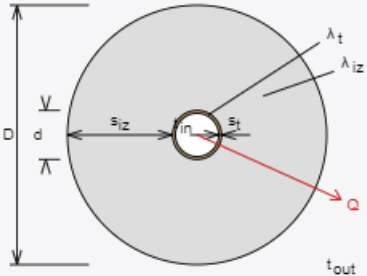
Rozsah provozních teplot: od 15 °C do 250 °C

Potrubí	
Teplota média	$t_{in} = 50$ °C
Teplota v okolí potrubí	$t_{out} = 15$ °C
Relativní vlhkost vzduchu	$\rho_h = 65$ % ???
Teplota rosného bodu	$t_w = 8.7$ °C
Součinitel přestupu tepla	
na vnějším povrchu	$\alpha_e = 10$ W / m ² K
Délka potrubí	$l = 1$ m

Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 20 - DN 32 => $U_{0,193/2007} = 0.18$ W / m K
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_0 = 0.161 \leq 0.18$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 16.7$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_p = 30.8$ W/m
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 5.6$ W/m
Energetická úspora izolovaného potrubí	82 %
Sřední spotřeba izolace	0.2136 m ² - platí pro plošnou izolaci

Potrubí k VZT jednotkám

- Měděné potrubí 18x1 mm – návrh tloušťky tepelné izolace (40 mm)

Izolace - podrobné technické informace															
ROCKWOOL > PIPO/PIPO ALS															
Rozměry izolace - tl. 40															
Tloušťka	$s_{iz} = 40$ mm														
Souč. tepelné vodivosti	$\lambda_{iz} = 0.038$ W / m K														
Trubka															
Měď															
Rozměry trubky - 18x1															
Průměr	$d = 18$ mm														
Tloušťka stěny	$s_t = 1$ mm														
Souč. tepelné vodivosti	$\lambda_t = 372$ W / m K														
 <p style="text-align: center;">$D = d + 2 s_{iz} = 98$ mm</p>															
<p>Potrubí</p> <table border="1"> <tr> <td>Teplota média</td> <td>$t_{in} = 70$ °C</td> </tr> <tr> <td>Teplota v okolí potrubí</td> <td>$t_{out} = 15$ °C</td> </tr> <tr> <td>Relativní vlhkost vzduchu</td> <td>rh = 65 % ???</td> </tr> <tr> <td>Teplota rosného bodu</td> <td>$t_w = 8.7$ °C</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Součinitel přestupu tepla</td> </tr> <tr> <td>na vnějším povrchu</td> <td>$\alpha_e = 10$ W / m² K</td> </tr> <tr> <td>Délka potrubí</td> <td>$l = 1$ m</td> </tr> </table>		Teplota média	$t_{in} = 70$ °C	Teplota v okolí potrubí	$t_{out} = 15$ °C	Relativní vlhkost vzduchu	rh = 65 % ???	Teplota rosného bodu	$t_w = 8.7$ °C	Součinitel přestupu tepla		na vnějším povrchu	$\alpha_e = 10$ W / m ² K	Délka potrubí	$l = 1$ m
Teplota média	$t_{in} = 70$ °C														
Teplota v okolí potrubí	$t_{out} = 15$ °C														
Relativní vlhkost vzduchu	rh = 65 % ???														
Teplota rosného bodu	$t_w = 8.7$ °C														
Součinitel přestupu tepla															
na vnějším povrchu	$\alpha_e = 10$ W / m ² K														
Délka potrubí	$l = 1$ m														
Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 10 - DN 15 => $U_{o,193/2007} = 0.15$ W / m K														
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_o = 0.134 \leq 0.15$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007														
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 17.4$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci														
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_p = 31.1$ W/m														
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 7.3$ W/m														
Energetická úspora izolovaného potrubí	76 %														
Střední spotřeba izolace	0.1822 m ² - platí pro plošnou izolaci														



Řezaná potrubní pouzdra z minerální vlny pro izolaci potrubních rozvodů, kaširovaná hliníkovou fólií.

Rozsah provozních teplot: od 15 °C do 250 °C

- Měděné potrubí 22x1 mm – návrh tloušťky tepelné izolace (50 mm)


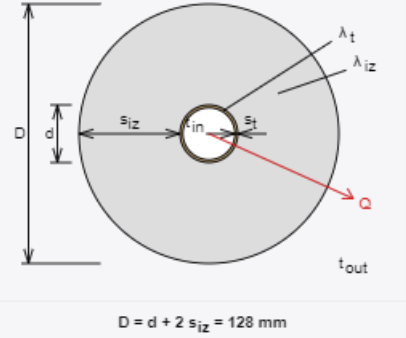
Izolace - podrobné technické informace															
ROCKWOOL > PIPO/PIPO ALS															
Rozměry izolace - tl. 50															
Tloušťka	$s_{iz} = 50$ mm														
Souč. tepelné vodivosti	$\lambda_{iz} = 0.038$ W / m K														
Trubka															
Měď															
Rozměry trubky - 22x1															
Průměr	$d = 22$ mm														
Tloušťka stěny	$s_t = 1$ mm														
Souč. tepelné vodivosti	$\lambda_t = 372$ W / m K														
<p>$D = d + 2 s_{iz} = 122$ mm</p>															
<p>Potrubí</p> <table border="1"> <tr> <td>Teplota média</td> <td>$t_{in} = 70$ °C</td> </tr> <tr> <td>Teplota v okolí potrubí</td> <td>$t_{out} = 15$ °C</td> </tr> <tr> <td>Relativní vlhkost vzduchu</td> <td>$rh = 65$ % ???</td> </tr> <tr> <td>Teplota rosného bodu</td> <td>$t_w = 8.7$ °C</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Součinitel přestupu tepla</td> </tr> <tr> <td>na vnějším povrchu</td> <td>$\alpha_e = 10$ W / m² K</td> </tr> <tr> <td>Délka potrubí</td> <td>$l = 1$ m</td> </tr> </table>		Teplota média	$t_{in} = 70$ °C	Teplota v okolí potrubí	$t_{out} = 15$ °C	Relativní vlhkost vzduchu	$rh = 65$ % ???	Teplota rosného bodu	$t_w = 8.7$ °C	Součinitel přestupu tepla		na vnějším povrchu	$\alpha_e = 10$ W / m ² K	Délka potrubí	$l = 1$ m
Teplota média	$t_{in} = 70$ °C														
Teplota v okolí potrubí	$t_{out} = 15$ °C														
Relativní vlhkost vzduchu	$rh = 65$ % ???														
Teplota rosného bodu	$t_w = 8.7$ °C														
Součinitel přestupu tepla															
na vnějším povrchu	$\alpha_e = 10$ W / m ² K														
Délka potrubí	$l = 1$ m														
Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 20 - DN 32 => $U_{o,193/2007} = 0.18$ W / m K														
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_o = 0.133 \leq 0.18$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007														
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 16.9$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci														
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_p = 38$ W/m														
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 7.3$ W/m														
Energetická úspora izolovaného potrubí	81 %														
Sřední spotřeba izolace	0.2262 m ² - platí pro plošnou izolaci														



Řezaná potrubní pouzdra z minerální vlny pro izolaci potrubních rozvodů, kaširovaná hliníkovou fólií.

Rozsah provozních teplot: od 15 °C do 250 °C


- Měděné potrubí 28x1,5 mm – návrh tloušťky tepelné izolace (50 mm)

Izolace - podrobné technické informace ROCKWOOL > PIPO/PIPO ALS Rozměry izolace - tl. 50 Tloušťka $s_{iz} = 50$ mm Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.038$ W / m K		 <p>Řezaná potrubní pouzdra z minerální vlny pro izolaci potrubních rozvodů, kaširovaná hliníkovou fólií.</p> <p>Rozsah provozních teplot: od 15 °C do 250 °C</p>
Trubka Měď Rozměry trubky - 28x1.5 Průměr $d = 28$ mm Tloušťka stěny $s_t = 1.5$ mm Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 372$ W / m K		
 <p>$D = d + 2 s_{iz} = 128$ mm</p>		Potrubí Teplota média $t_{in} = 70$ °C Teplota v okolí potrubí $t_{out} = 15$ °C Relativní vlhkost vzduchu $rh = 65$ % ??? Teplota rosného bodu $t_w = 8.7$ °C Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu $\alpha_e = 10$ W / m ² K Délka potrubí $l = 1$ m
Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)		DN 20 - DN 32 => $U_{o,193/2007} = 0.18$ W / m K
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí		$U_o = 0.15 \leq 0.18$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007
Povrchová teplota izolovaného potrubí		$t_{p,iz} = 17$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci
Tepelná ztráta potrubí bez izolace		$q_p = 48.4$ W/m
Tepelná ztráta potrubí s izolací		$q_{iz} = 8.2$ W/m
Energetická úspora izolovaného potrubí		83 %
Střední spotřeba izolace		0.245 m ² - platí pro plošnou izolaci

Potrubí vratové clony

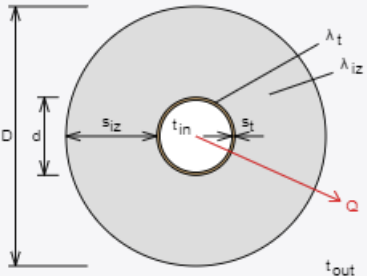
- Měděné potrubí 42x1,5 mm – návrh tloušťky tepelné izolace (50 mm)

Izolace - podrobné technické informace ROCKWOOL > PIPO/PIPO ALS	
Rozměry izolace - tl. 50	
Tloušťka	$s_{iz} = 50$ mm
Souč. tepelné vodivosti	$\lambda_{iz} = 0.037$ W / m K
Trubka Měď	
Rozměry trubky - 42x1.5	
Průměr	$d = 42$ mm
Tloušťka stěny	$s_t = 1.5$ mm
Souč. tepelné vodivosti	$\lambda_t = 372$ W / m K



Řezaná potrubní pouzdra z minerální vlny pro izolaci potrubních rozvodů, kaširovaná hliníkovou fólií.

Rozsah provozních teplot: od 15 °C do 250 °C




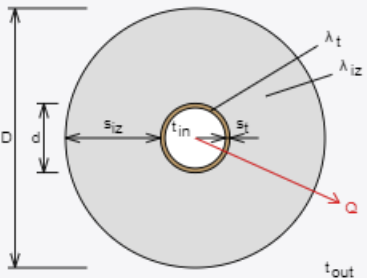
$D = d + 2 s_{iz} = 142$ mm

Potrubí	
Teplota média	$t_{in} = 80$ °C
Teplota v okolí potrubí	$t_{out} = 15$ °C
Relativní vlhkost vzduchu	rh = 65 % ???
Teplota rosného bodu	$t_w = 8.7$ °C
Součinitel přestupu tepla	
na vnějším povrchu	$\alpha_e = 10$ W / m ² K
Délka potrubí	$l = 1$ m

Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 40 - DN 65 => $U_{o,193/2007} = 0.27$ W / m K
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_o = 0.183 \leq 0.27$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 16.8$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_p = 59.4$ W/m
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 8.2$ W/m
Energetická úspora izolovaného potrubí	86 %
Střední spotřeba izolace	0.289 m² - platí pro plošnou izolaci

Potrubí k ohřivači TV

- Měděné potrubí 28x1,5 mm – návrh tloušťky tepelné izolace (40 mm)

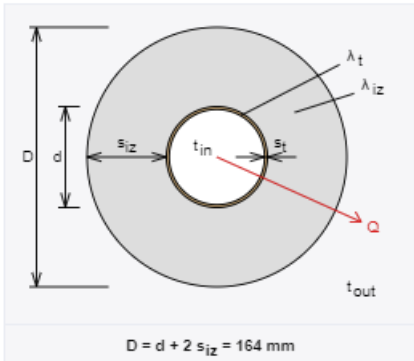
Izolace - podrobné technické informace ROCKWOOL > PIPO/PIPO ALS		
Rozměry izolace - tl. 40		
Tloušťka	$s_{iz} = 40$ mm	
Souč. tepelné vodivosti	$\lambda_{iz} = 0.038$ W / m K	
Trubka Měď		Řezaná potrubní pouzdra z minerální vlny pro izolaci potrubních rozvodů, kaširovaná hliníkovou fólií. Rozsah provozních teplot: od 15 °C do 250 °C
Rozměry trubky - 28x1.5		
Průměr	$d = 28$ mm	
Tloušťka stěny	$s_t = 1.5$ mm	
Souč. tepelné vodivosti	$\lambda_t = 372$ W / m K	
 <p style="text-align: center;">$D = d + 2 s_{iz} = 108$ mm</p>		
Potrubí		
Teplota média	$t_{in} = 70$ °C	
Teplota v okolí potrubí	$t_{out} = 15$ °C	
Relativní vlhkost vzduchu	$rh = 65$ % ???	
Teplota rosného bodu	$t_w = 8.7$ °C	
Součinitel přestupu tepla		
na vnějším povrchu	$\alpha_e = 10$ W / m ² K	
Délka potrubí		
	$l = 1$ m	
Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 20 - DN 32 => $U_{o,193/2007} = 0.18$ W / m K	
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_o = 0.167 \leq 0.18$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007	
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 17.7$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci	
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_p = 48.4$ W/m	
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 9.2$ W/m	
Energetická úspora izolovaného potrubí	81 %	
Sřední spotřeba izolace	0.2136 m ² - platí pro plošnou izolaci	

Potrubí od R+S ke zdroji tepla

- Měděné potrubí 64x2 mm – návrh tloušťky tepelné izolace (50 mm)

Izolace - podrobné technické informace	
ROCKWOOL > PIPO/PIPO ALS	
Rozměry izolace - tl. 50	
Tloušťka	$s_{iz} = 50$ mm
Souč. tepelné vodivosti	$\lambda_{iz} = 0.038$ W / m K

Trubka	
Měď	
Rozměry trubky - 64x2	
Průměr	$d = 64$ mm
Tloušťka stěny	$s_t = 2$ mm
Souč. tepelné vodivosti	$\lambda_t = 372$ W / m K



$D = d + 2 s_{iz} = 164$ mm

Potrubí	
Teplota média	$t_{in} = 70$ °C
Teplota v okolí potrubí	$t_{out} = 15$ °C
Relativní vlhkost vzduchu	$\rho_h = 65$ % ???
Teplota rosného bodu	$t_w = 8.7$ °C
Součinitel přestupu tepla	
na vnějším povrchu	$\alpha_e = 10$ W / m ² K
Délka potrubí	$l = 1$ m

Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 40 - DN 65 => $U_{o,193/2007} = 0.27$ W / m K
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_o = 0.24 \leq 0.27$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 17.6$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_p = 110.6$ W/m
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 13.2$ W/m
Energetická úspora izolovaného potrubí	88 %
Sřední spotřeba izolace	0.3581 m ² - platí pro plošnou izolaci



Řezaná potrubní pouzdra z minerální vlny pro izolaci potrubních rozvodů, kaširovaná hliníkovou fólií.

Rozsah provozních teplot: od 15 °C do 250 °C

14. Energetický štítek obálky budovy

Hodnocení energetického štítku budovy jsem provedl pomocí výpočtové aplikace Energetika v on-line programu společnosti DEKSOFT.

program **ENERGETIKA**
verze 6.0.5



PODROBNÝ PROTOKOL K VÝPOČTU U_{em}

Základní informace o hodnocené budově

Identifikační údaje budovy	
Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ):	Hodonín, Brněnská , 69501
Katastrální území:	
Parcelní číslo:	164/4
Datum uvedení budovy do provozu (nebo předpokládané datum uvedení do provozu):	30/9/2021
Vlastník nebo stavebník:	Ing. Jiří Nezval
Adresa:	Vinařská 23 696 01 Rohatec
IČ:	
Tel./e-mail:	/

Návrhové teploty

Parametr	jednotky	hodnota
Venkovní návrhová teplota v zimním období v místě stavby θ_e	[°C]	-13
Z1 - Kancelářské prostory	[°C]	20
Z2 - Hygienické zázemí	[°C]	20
Z3 - Technické zázemí	[°C]	15
Z4 - Skladovací prostor	[°C]	15
Z5 - Výstavní prostory	[°C]	20

Podíl prosklených ploch

Parametr	jednotky	hodnota
A_w : Výplně + prosklené části LOP k exteriéru se sklonem $\pm 30^\circ$ od svislé roviny	[m ²]	65,0
A_f : A_w + konstrukce k exteriéru se sklonem $\pm 30^\circ$ od svislé roviny	[m ²]	716,9
Poměr: A_w/A_f	[%]	9,1

Geometrické charakteristiky budovy

Parametr	jednotky	hodnota
Objem budovy V (objem částí budovy s upravovaným vnitřním prostředím vymezený vnějšími povrchy konstrukcí obálky budovy)	[m ³]	6 446,5
Celková plocha obálky budovy A (součet vnějších ploch konstrukcí ohraničujících objem budovy V)	[m ²]	2 634,5
Objemový faktor tvaru budovy A/V	[m ² /m ³]	0,41
Celková energeticky vztažná plocha budovy A_e	[m ²]	1 854,9

Měrná tepelná ztráta a součinitel prostupu tepla

Konstrukce obálky budovy (ZÓNA Z1)	Referenční budova $\theta_i = 20\text{ °C}$				Hodnocená budova $\theta_i = 20\text{ °C}$			
	Plocha A [m ²]	Součinitel prostupu tepla U_R [W/(m ² K)]	Redukční činitel b [-]	Měrná ztráta prostupem tepla H_T [W/K]	Plocha A [m ²]	Součinitel prostupu tepla U [W/(m ² K)]	Redukční činitel b [-]	Měrná ztráta prostupem tepla H_T [W/K]
VYP-1 1-EXT OT1-J-OKNO TROJSKLO	12,5	1,05	1,00	13,13	12,5	0,72	1,00	9,00
VYP-4 1-EXT OT-2-Z- OKNO TROJSKLO	1,5	1,05	1,00	1,58	1,5	0,72	1,00	1,08
VYP-5 1-EXT OT3-Z-OKNO TROJSKLO	2,3	1,05	1,00	2,36	2,3	0,72	1,00	1,62
VYP-6 1-EXT DO1-Z-VCHODOVÉ DVEŘE	5,6	1,19	1,00	6,62	5,6	1,20	1,00	6,67
STN-12 1-EXT SO1-J-STĚNA OCHLAZOVANÁ	68,5	0,21	1,00	14,39	68,5	0,14	1,00	9,80
STN-13 1-EXT SO1-Z-STĚNA OCHLAZOVANÁ	63,0	0,21	1,00	13,23	63,0	0,14	1,00	9,01
STR-20 1-EXT STR-PLOCHÁ STŘECHA	77,1	0,17	1,00	12,95	77,1	0,13	1,00	9,87
Přirážky na tepelné vazby	$\Delta U_{em} = 0,014$ [W/(m ² K)] $\Delta U_{em} = 0,014 * 230,4$		1,00	3,23	$\Delta U_{em} = 0,020$ [W/(m ² K)] $\Delta U_{em} = 0,020 * 230,4$		1,00	4,61
PDL(z)-18 1-ZEM PDL2-KANCELÁŘE	77,1	0,32	0,69	16,42	77,1	0,22	0,77	12,37
Přirážky na tepelné vazby	$\Delta U_{em} = 0,014$ [W/(m ² K)] $\Delta U_{em} = 0,014 * 77,1$			1,08	$\Delta U_{em} = 0,020$ [W/(m ² K)] $\Delta U_{em} = 0,020 * 77,1$			1,54
Celkem bez vlivu ΔU_{em}	307,5	-	-	80,67	307,5	-	-	59,42
tepelné vazby ²⁾	$\Sigma \Delta U_{em}$			4,31	$\Sigma \Delta U_{em}$			6,15
celková měrná tepelná ztráta prostupem tepla	-	-	-	84,98	-	-	-	65,57

Konstrukce obálky budovy (ZÓNA Z2)	Referenční budova $\theta_i = 20\text{ °C}$				Hodnocená budova $\theta_i = 20\text{ °C}$			
	Plocha A [m ²]	Součinitel prostupu tepla U_R [W/(m ² K)]	Redukční činitel b [-]	Měrná ztráta prostupem tepla H_T [W/K]	Plocha A [m ²]	Součinitel prostupu tepla U [W/(m ² K)]	Redukční činitel b [-]	Měrná ztráta prostupem tepla H_T [W/K]
VYP-2 2-EXT OT2-J- OKNO TROJSKLO	0,8	1,05	1,00	0,79	0,8	0,72	1,00	0,54
VYP-4 2-EXT OT-2-Z- OKNO TROJSKLO	0,8	1,05	1,00	0,79	0,8	0,72	1,00	0,54
STN-12 2-EXT SO1-J-STĚNA OCHLAZOVANÁ	11,0	0,21	1,00	2,30	11,0	0,14	1,00	1,57
STN-13 2-EXT SO1-Z-STĚNA OCHLAZOVANÁ	9,7	0,21	1,00	2,04	9,7	0,14	1,00	1,39
STR-20 2-EXT STR-PLOCHÁ STŘECHA	46,4	0,17	1,00	7,80	46,4	0,13	1,00	5,94
Přirážky na tepelné vazby	$\Delta U_{em} = 0,014$ [W/(m ² K)] $\Delta U_{em} = 0,014 * 68,6$		1,00	0,96	$\Delta U_{em} = 0,020$ [W/(m ² K)] $\Delta U_{em} = 0,020 * 68,6$		1,00	1,37
PDL(z)-19 2-ZEM PDL3-HYGIENICKÉ PROSTORY	59,0	0,32	0,65	11,87	59,0	0,22	0,74	9,08
Přirážky na tepelné vazby	$\Delta U_{em} = 0,014$ [W/(m ² K)] $\Delta U_{em} = 0,014 * 59,0$			0,83	$\Delta U_{em} = 0,020$ [W/(m ² K)] $\Delta U_{em} = 0,020 * 59,0$			1,18
Celkem bez vlivu ΔU_{em}	127,6	-	-	25,58	127,6	-	-	19,05
tepelné vazby ²⁾	$\Sigma \Delta U_{em}$			1,79	$\Sigma \Delta U_{em}$			2,55
celková měrná tepelná ztráta prostupem tepla	-	-	-	27,37	-	-	-	21,61

Konstrukce obálky budovy (ZÓNA Z3)	Referenční budova $\theta_i = 15\text{ °C}$				Hodnocená budova $\theta_i = 15\text{ °C}$			
	Plocha A [m ²]	Součinitel prostupu tepla U_R [W/(m ² K)]	Redukční činitel b [-]	Měrná ztráta prostupem tepla H_T [W/K]	Plocha A [m ²]	Součinitel prostupu tepla U [W/(m ² K)]	Redukční činitel b [-]	Měrná ztráta prostupem tepla H_T [W/K]
PDL(z)-19 3-ZEM PDL3-HYGIENICKÉ PROSTORY	35,7	0,46	0,44	6,88	35,7	0,22	0,64	4,65
Přirážky na tepelné vazby	$\Delta U_{em} = 0,014$ [W/(m ² K)] $\Delta U_{em} = 0,014 * 35,7$			0,50	$\Delta U_{em} = 0,020$ [W/(m ² K)] $\Delta U_{em} = 0,020 * 35,7$			0,71
Celkem bez vlivu ΔU_{em}	35,7	-	-	6,88	35,7	-	-	4,65
tepelné vazby ²⁾	$\Sigma \Delta U_{em}$			0,50	$\Sigma \Delta U_{em}$			0,71
celková měrná tepelná ztráta prostupem tepla	-	-	-	7,38	-	-	-	5,37

Konstrukce obálky budovy (ZÓNA Z4)	Referenční budova $\theta_i = 15 \text{ }^\circ\text{C}$				Hodnocená budova $\theta_i = 15 \text{ }^\circ\text{C}$			
	Plocha A [m ²]	Součinitel prostupu tepla U_R [W/(m ² K)]	Redukční čísel b [-]	Měrná ztráta prostupem tepla H_T [W/K]	Plocha A [m ²]	Součinitel prostupu tepla U [W/(m ² K)]	Redukční čísel b [-]	Měrná ztráta prostupem tepla H_T [W/K]
VYP-7 4-EXT DO3-Z-VRATA	11,0	1,75	1,00	19,25	11,0	1,60	1,00	17,60
VYP-8 4-EXT DO4-S-ÚNIKOVÉ DVEŘE	2,4	1,75	1,00	4,24	2,4	1,20	1,00	2,90
STN-12 4-EXT SO1-J-STĚNA OCHLAZOVANÁ	29,1	0,32	1,00	9,17	29,1	0,14	1,00	4,16
STN-13 4-EXT SO1-Z-STĚNA OCHLAZOVANÁ	63,3	0,32	1,00	19,93	63,3	0,14	1,00	9,05
STN-14 4-EXT SO1-S-STĚNA OCHLAZOVANÁ	79,8	0,32	1,00	25,14	79,8	0,14	1,00	11,41
Přirážky na tepelné vazby	$\Delta U_{em} = 0,014$ [W/(m ² K)] $\Delta U_{em} = 0,014 * 185,6$		1,00	2,60	$\Delta U_{em} = 0,020$ [W/(m ² K)] $\Delta U_{em} = 0,020 * 185,6$		1,00	3,71
PDL(z)-17 4-ZEM PDL1-SKLAD	694,4	0,60	0,39	155,47	694,4	0,30	0,57	113,61
Přirážky na tepelné vazby	$\Delta U_{em} = 0,014$ [W/(m ² K)] $\Delta U_{em} = 0,014 * 694,4$			9,72	$\Delta U_{em} = 0,020$ [W/(m ² K)] $\Delta U_{em} = 0,020 * 694,4$			13,89
STN(z)-15 4-ZEM SO2-V-STĚNA PŘILEHLÁ K ZEMINĚ	122,6	0,60	0,39	28,73	122,6	0,36	0,29	12,71
Přirážky na tepelné vazby	$\Delta U_{em} = 0,014$ [W/(m ² K)] $\Delta U_{em} = 0,014 * 122,6$		0,39	0,68	$\Delta U_{em} = 0,020$ [W/(m ² K)] $\Delta U_{em} = 0,020 * 122,6$		0,29	0,70
Celkem bez vlivu ΔU_{em}	1 002,5	-	-	261,93	1 002,5	-	-	171,45
tepelné vazby ²⁾	$\Sigma \Delta U_{em}$			13,00	$\Sigma \Delta U_{em}$			18,30
celková měrná tepelná ztráta prostupem tepla	-	-	-	274,92	-	-	-	189,75

Konstrukce obálky budovy (ZÓNA Z5)	Referenční budova $\theta_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$				Hodnocená budova $\theta_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$			
	Plocha A [m ²]	Součinitel prostupu tepla U_R [W/(m ² K)]	Redukční činitel b [-]	Měrná ztráta prostupem tepla H_T [W/K]	Plocha A [m ²]	Součinitel prostupu tepla U [W/(m ² K)]	Redukční činitel b [-]	Měrná ztráta prostupem tepla H_T [W/K]
VYP-3 5-EXT OT3-J-OKNO TROJSKLO	2,3	1,05	1,00	2,36	2,3	0,72	1,00	1,62
VYP-5 5-EXT OT3-Z-OKNO TROJSKLO	6,8	1,05	1,00	7,09	6,8	0,72	1,00	4,86
VYP-8 5-EXT DO4-S-ÚNIKOVÉ DVEŘE	2,4	1,19	1,00	2,88	2,4	1,20	1,00	2,90
VYP-9 5-EXT OT3-S-OKNO TROJSKLO	4,5	1,05	1,00	4,73	4,5	0,72	1,00	3,24
VYP-10 5-EXT DO1-V-VSTUPNÍ DVEŘE	5,6	1,19	1,00	6,62	5,6	1,20	1,00	6,67
VYP-11 5-EXT OT3-V-OKNO TROJSKLO	6,8	1,19	1,00	8,03	6,8	0,72	1,00	4,86
STN-12 5-EXT SO1-J-STĚNA OCHLAZOVANÁ	37,9	0,21	1,00	7,96	37,9	0,14	1,00	5,42
STN-13 5-EXT SO1-Z-STĚNA OCHLAZOVANÁ	90,7	0,21	1,00	19,06	90,7	0,14	1,00	12,98
STN-14 5-EXT SO1-S-STĚNA OCHLAZOVANÁ	79,3	0,21	1,00	16,65	79,3	0,14	1,00	11,34
STN-16 5-EXT SO3-V-STĚNA OCHLAZOVANÁ	119,6	0,21	1,00	25,12	119,6	0,17	1,00	20,22
STR-20 5-EXT STR-PLOCHÁ STŘECHA	805,3	0,17	1,00	135,29	805,3	0,13	1,00	103,08
Přirážky na tepelné vazby	$\Delta U_{em} = 0,014$ [W/(m ² K)] $\Delta U_{em} = 0,014 * 1$ 161,1		1,00	16,26	$\Delta U_{em} = 0,020$ [W/(m ² K)] $\Delta U_{em} = 0,020 * 1$ 161,1		1,00	23,22
Celkem bez vlivu ΔU_{em}	1 161,1	-	-	235,78	1 161,1	-	-	177,19
tepelné vazby ²⁾	$\Sigma \Delta U_{em}$			16,26	$\Sigma \Delta U_{em}$			23,22

celková měrná tepelná ztráta prostupem tepla	-	-	-	252,04	-	-	-	200,41
--	---	---	---	--------	---	---	---	--------

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 $f_R \cdot 0,02$ W/(m².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“, přenásobením 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 UN,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 dělící 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 $H_T \leq 0,00$ 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 $U_{em}/U_{em,R}$
	W/(m ² .K)	W/(m ² .K)	
Z1 - Kancelářské prostory	0,276	0,213	77,16 %
Z2 - Hygienické zázemí	0,215	0,169	78,94 %
Z3 - Technické zázemí	0,207	0,150	72,75 %
Z4 - Skladovací prostor	0,274	0,189	69,02 %
Z5 - Výstavní prostory	0,217	0,173	79,52 %
budova celkem	0,245	0,183	74,64 %
budova splňuje požadavek $U_{em,R}$ vybrané referenční budovy:			ANO

Budova	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy		
	$U_{em,R,class}$	U_{em}	Klasifikační třída
	W/(m ² K)	W/(m ² K)	
Budova celkem	0,245	0,183	B

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

Identifikační údaje osoby, která protokol vypracovala

Jméno a příjmení	Štěpán Straka
Adresa zpracovatele (ulice, popisné číslo, PSČ):	Štěpán Straka Zaječice 125 539 01 Zaječice
Podpis zpracovatele protokolu	

Datum vypracování protokolu průměrného součinitele prostupu tepla

Datum vypracování protokolu	13.04.2021
-----------------------------	------------

KLASIFIKACE PRŮMĚRNÉHO SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA OBÁLKY BUDOVY			
Typ budovy:	Budova pro obchodní účely	Hodnocení obálky budovy	
Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ):	Brněnská 69501, Hodonín		
Katastrální území:			
Parcelní číslo:	164/4		
Celková podlahová plocha $A_c = 1854,94$ [m ²]		hodnocená	doporučení
<p>mimořádně úsporná</p> <p>mimořádně neekonomická</p>		0,183	0,182
KLASIFIKACE		B	B
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em} [W/(m ² K)] $U_{em} = H_T/A$		0,183	0,182
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy $U_{em,R,class}$ W/(m ² .K) typu referenční budovy určené vyhláškou o ENB pro klasifikaci.		0,245	0,245
Platnost štítku do (datum):	13.04.2031 (nebo do změny obálky budovy)		
Jméno a příjmení:	Štěpán Straka		

15. Roční potřeba tepla a spotřeba paliva

Výpočet potřeby tepelné energie a spotřeby paliva pro daný objekt byl proveden pomocí denostupňové metody.

15.1 Příprava teplé vody

- Spotřeba teplé vody denně: $V = 0,878 \text{ m}^3/\text{den}$
- Vstupní teplota vody: $t_1 = 10 \text{ °C}$ (zima); 15 °C (léto)
- Výstupní teplota vody: $t_2 = 55 \text{ °C}$

Požadovaná energie

$$E_{TV,d} = V \cdot c \cdot (t_2 - t_1) \cdot z = 0,878 \cdot 1,163 \cdot (55 - 10) \cdot 1,3 = 59,74 \text{ kWh/den}$$

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

$$E_{TV} = E_{TV,d} \cdot d + k_t \cdot E_{TV,d} \cdot (N - d) = 59,74 \cdot 215 + 0,89 \cdot 59,74 \cdot (312 - 215) = 18\,001,45 = 18,00 \text{ MWh/r}$$

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

Roční spotřeba tepelné energie

$$E_{TV,SK} = \frac{E_{TV}}{n_{zdroj} \cdot n_{distr}} = \frac{18,00}{0,98 \cdot 0,97} = 18,94 \text{ MWh/r}$$

15.2 Vytápění – krytí tepelné ztráty prostupem a přirozeným větráním

- Tepelná ztráta části objektu: $Q_t = 17,22 \text{ kW}$
- Vnitřní průměrná teplota: $t_{is} = 18 \text{ °C}$
- Venkovní výpočtová teplota: $t_e = -12 \text{ °C}$

Měrná tepelná ztráta prostupem a infiltrací

$$H_{T+I} = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{17\,220}{18 - (-12)} = 574 \text{ W/K}$$

Roční potřeba tepelné energie

$$E = 24 \cdot \varepsilon \cdot e \cdot D \cdot H_{T+I} = 24 \cdot 0,9 \cdot 0,9 \cdot 2967 \cdot 574 = 33,11 \cdot 10^6 \text{ Wh/r} = 33,11 \text{ MWh/r}$$

kde: ε součinitel vyjadřující nesoučasnost infiltrace během roku
 e součinitel vyjadřující vliv přerušovaného vytápění
 D počet denostupňů... $D = d \cdot (t_{is} - t_{es}) = 215 \cdot (18 - 4,2) = 2967$
 t_{is} průměrná teplota vytápěných místností
 t_{es} průměrná venkovní teplota otopného období

Roční spotřeba tepelné energie

$$E_{UT} = \frac{E}{n_{zdroj} \cdot n_{distr}} = \frac{33,11}{0,98 \cdot 0,92} = 36,72 \text{ MWh/r}$$

15.3 Nucené větrání – krytí tepelné ztráty nuceným větráním

- Tepelný výkon ohřivačů VZT jednotek: $Q_{VZT} = 14,625 \text{ kW}$
- Provoz VZT celoročně 6 dní v týdnu, 12 hodin denně

Měrná tepelná ztráta větráním

$$H_V = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{14\,625}{18 - (-12)} = 487,5 \text{ W/K}$$

Roční potřeba tepelné energie

$$E = e \cdot h \cdot D_V \cdot H_V = \frac{6}{7} \cdot 12 \cdot 3096 \cdot 487,5 = 15,52 \cdot 10^6 = 15,52 \text{ MWh/r}$$

- kde:
- e součinitel vyjadřující vliv přerušovaného provozu
 - h počet provozních hodin denně
 - D_V počet větracích denostupňů (pro $t_{em} = 15 \text{ °C}$)
 $D_V = z \cdot (t_{iv} - t_{es}) = 240 \cdot (18 - 5,1) = 3096$
 - 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

$$E_{VZT} = \frac{E}{n_{zdroj} \cdot n_{distr}} = \frac{15,52}{0,98 \cdot 0,95} = 16,67 \text{ MWh/r}$$

15.4 Roční spotřebovaná tepelná energie

$$\sum E = E_{TV} + E_{UT} + E_{VZT} = 18,94 + 36,72 + 16,67 = 72,33 \text{ MWh/r}$$

15.5 Roční spotřeba paliva

$$E = 3600 \cdot \frac{\sum E}{H} = 3600 \cdot \frac{72,33}{35} = 7\,439,66 \text{ m}^3/\text{r}$$

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

C. PROJEKT

1. Technická zpráva

1.1 Úvod

Projekt řeší návrh otopné soustavy a přípravu teplé vody v objektu určeném pro komerční účely. Jedná se o dvoupodlažní nepodsklepený objekt s plochou střechou a celkovou zastavěnou plochou 994,42 m². Budova se nachází v Jihomoravském kraji ve městě Hodonín, na ulici Brněnská, v nadmořské výšce 167 m n.m.

1.1.1 Popis objektu

První nadzemní podlaží budovy slouží zejména pro potřeby zaměstnanců. Nachází se zde administrativní část, kterou tvoří kanceláře, sociální zařízení, šatna se sprchou a kuchyňka. Dále je zde technická místnost a strojovna. Podstatnou část v tomto podlaží zaujímá skladovací prostor s přílehlou dílnou.

Druhé nadzemní podlaží je tvořeno zejména výstavními a prodejními prostory. Obdobně jako v prvním podlaží se i zde nachází administrativní část s kanceláři, sociálním zařízením a kuchyňkou.

1.1.2 Technické řešení – obecné informace

Objekt bude vytápěn teplovodním otopným systémem s deskovými otopnými tělesy a podlahovým vytápěním. Teplá voda bude připravována nepřímo ohříváním stacionárním zásobníkem. Kancelářské prostory budou větrány přirozeně. Ve skladovacích prostorech a hygienických místnostech bude nucené větrání pomocí vzduchotechnických jednotek se zpětným získáváním tepla a vodním výměníkem pro ohřev vzduchu v zimních měsících. Projekt také řeší návrh vratové clony ve skladovacím prostoru objektu z důvodu zamezení nadměrných ztrát větráním v zimním období.

1.1.3 Podklady projektu

- Projektová dokumentace stavební části
- Normy a legislativní předpisy

1.2 Základní technické údaje

1.2.1 Klimatické poměry – lokalita Hodonín

- Venkovní výpočtová teplota -12 °C
- Průměrná teplota otopného období 4,2 °C
- Nadmořská výška 167 m n.m.

1.2.2 Vnitřní návrhové teploty

- Zádveří, sklad, technická místnost, strojovna 15 °C
- Kanceláře, kuchyňky, WC, vrátnice, dílna, výstavní místnost, chodby, schodiště, zasedací místnost 20 °C
- Šatna, sprchy 24 °C

1.2.3 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 pro vytápění hodnoceného objektu činí 21,184 kW.

1.2.4 Roční potřeba tepelné energie a spotřeba paliva

Výpočet potřeby tepelné energie a spotřeby paliva pro daný objekt byl proveden pomocí denostupňové metody.

Roční potřeba tepelné energie:

- Ohřev teplé vody 18,00 MWh/r
- Vytápění 33,11 MWh/r
- Nucené větrání 15,52 MWh/r

Roční spotřeba tepelné energie se zahrnutím účinnosti jednotlivých zařízení:

- Ohřev teplé vody 18,94 MWh/r
- Vytápění 36,72 MWh/r
- Nucené větrání 16,67 MWh/r

Celková roční spotřeba paliva (plynu) pro posuzovaný objekt činí 7 440 m³/r.

1.3 Technické řešení

1.3.1 Zdroj tepelné energie

Jako zdroj tepelné energie nutné pro zabezpečení potřeb tepla objektu jsou navrženy dva závěsné plynové kondenzační kotle THERM 45KD.A od českého výrobce Thermona o jmenovitém tepelném výkonu jednoho kotle 13–45 kW a celkovém součtovém výkonu 90 kW. Jmenovitý výkon jednoho kotle nepřesahuje hodnotu 50 kW a součtový výkon kaskádového zapojení nepřekročí hranici 100 kW. Nejedná se tudíž o kotelnu III. kategorie, ale o místnost s plynovými spotřebiči. Kotle jsou navrženy v provedení typu C (uzavřený spotřebič) v kaskádovém provedení a umístěny v technické místnosti objektu. Prívod a odvod spalovacího vzduchu je pro každý kotel zajištěn pomocí koaxiálního potrubí o průměru 80/125 mm vyústěného do komínové tvárnice SCHIEDEL MULTI 400x400 mm. Součástí plynových kotlů jsou zabudovaná oběhová čerpadla Wilo 15/7-3,

kteřá zajiřtují oběh otopné vody v kotlovém okruhu. Před plynové spotřebiče je nutné instalovat magnetický filtr a uzavírací armatury.

1.3.2 Příprava teplé vody

Příprava teplé užitkové vody bude řeřena pomocí nepřímě ohříváněho stacionárního zásobníku OKC 200 NTR s užitným objemem 208 l a teplosměnnou plochou výměníku 1,45 m².

1.3.3 Zabezpečovací zařízení

Otopná soustava bude vybavena uzavřenou expanzní membránovou nádobou Reflex NG 80/6 o objemu 80 l a maximálním provozním přetlakem 600 kPa. Nádoba bude připojena na vratné potrubí otopné soustavy expanzním měděným potrubím 18x1mm. Dále bude soustava vybavena pojistnými ventily (součást kotlů) zabráňujícími překročení maximálního provozního přetlaku. Otevírací přetlak pojistných ventilů bude nastaven na hodnotu 300 kPa. Minimální provozní přetlak činí 100 kPa. Před ohříváč teplé vody bude osazen pojistný ventil. Podrobnou specifikaci pojistného ventilu ohříváče teplé vody řeší projekt ZTI.

1.4 Otopná soustava

1.4.1 Popis otopné soustavy

Jedná se o teplovodní uzavřenou dvoutrubkovou soustavu s nuceným oběhem, která je rozčleněna pomocí kombinovaněho rozdělovače a sběrače na 6 větví. Jednotlivé rozvody jsou tvořeny měděným potrubím spojovaným lisováním. V administrativní části objektu je potrubí vedeno v podlaze, musí být izolované a v místě prostupu stavebními konstrukcemi musí být opatřeno chráničkou. Ve skladovacích prostorech je potrubí vedeno pod stropem, pouze v případě připojení otopných těles jsou rozvody umístěny v liřtě nad podlahou.

Otopné větve a jejich teplotní spády:

- Otopná tělesa v administrativní části (OT1) 50/40 °C
- Otopná tělesa ve skladu (OT2) 50/40 °C
- Podlahové vytápění výstavních prostor (PDL) 38/30 °C
- Větev vzduchotechnických jednotek (VZT) 70/50 °C
- Větev vratové clony (CL) 60/35 °C
- Větev přípravy teplé vody (TV) 70/45 °C

Kotlový okruh pracuje s teplotním spádem 70/56 °C a s průtokem 5 591 kg/h.

1.4.2 Čerpací technika

Nucený oběh teplotnosné látky v otopné soustavě zajišťují oběhová čerpadla od firmy Grundfos a Wilo. Umístění jednotlivých čerpadel je znázorněno v projektové dokumentaci (výkres č.04).

Přehled čerpadel:

- | | |
|-------------------------------|--------------------|
| • Wilo RS 15/7-3 | kotlový okruh |
| • Wilo Yonos PICO 15/1-4 | větev OT2; VZT; TV |
| • Wilo Yonos PICO 25/1-4 | větev OT1 |
| • Grundfos ALPHA1 L 25-60 180 | větev PDL |
| • Grundfos ALPHA2 25-50 180 | větev CL |

1.4.3 Plnění a vypouštění otopné soustavy

Plnění a doplňování otopné vody do systému bude realizováno pitnou vodou z domovního řádu, a to pomocí automatického doplňovacího zařízení Fillcontrol s úpravnou vody Fillsoft II, které bude umístěno v technické místnosti. Toto zařízení řídí doplňování vody v závislosti na tlaku soustavy. Plnicí tlak z rozvodu pitné vody musí být alespoň o 1,3 baru vyšší, než je minimální provozní tlak soustavy.

Vypouštění otopné soustavy bude probíhat pomocí vypouštěcích kohoutů umístěných v nejnižších místech soustavy.

1.4.4 Otopné plochy

Otopné plochy tvoří zejména desková otopná tělesa s jemnými prolisy typu RADIK LINE, pouze ve skladové části budou použity tělesa typu RADIK od české firmy KORADO. Veškerá desková tělesa jsou v provedení VENTIL KOMPAKT a umožňují pravé či levé spodní připojení rozvodů otopné vody. Před uvedením do provozu musí být vždy nastavena hodnota přednastavení termostatických ventilů podle projektu.

Ve výstavní místnosti tvoří otopnou plochu podlahové vytápění provedené mokrým způsobem. Potrubní rozvody otopného hadu budou zhotoveny z trubek RAUTHERM S o průměru 20x2 mm vyrobených z vysokotlaceného síťovaného polyetylénu s ochrannou vrstvou proti difuzi kyslíku. Jednotlivé okruhy budou napojeny na sestavu rozdělovače a sběrače IVAR.CS 553 VP. Celkově budou osazeny dvě sestavy R+S (poloha viz. výkres 2.NP), které umožňují napojení šesti okruhů do jedné skříně. Rozvody budou upevněny k podkladní izolaci pomocí systému Tacker.

1.4.5 Regulace a měření

Plynové kotle budou napojeny na kaskádový regulátor THERM TKR MAS/3, který účinně reguluje chod jednotlivých kotlů, aniž by jeden kotel byl vyčleňován jako řídicí kotel kaskády. Regulátor musí být také propojený s oběhovými čerpadly, pohony směšovacími ventilů a venkovním čidlem.

Větve otopných těles – OT1 a podlahového vytápění – PDL budou řízeny ekvitermní regulací (v závislosti na teplotě vnějšího prostředí) pomocí trojcestných směšovacích ventilů umístěných za R+S. Větev otopných těles umístěných ve skladu – OT2 bude řízena podle vnitřní teploty místnosti. Regulace větve vzduchotechnických jednotek – VZT bude probíhat kvantitativně pomocí směšovacích uzlů osazených před každou jednotkou. Větev vratové clony – CL a ohřevu teplé vody – TV nebude regulována. V případě sepnutí oběhového čerpadla TV budou kotle dodávat otopnou vodu o teplotě 70 °C.

1.4.6 Izolace potrubí

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.

Tloušťky tepelné izolace potrubních rozvodů [mm]							
Dimenze potrubí:	15x1	18x1	22x1	28x1,5	35x1,5	42x1,5	64x2
Podlahové vytápění	-	-	-	-	50	50	-
Otopná tělesa	30	30	40	40	-	-	-
Vratová clona	-	-	-	-	-	50	-
VZT jednotky	-	40	50	50	-	-	-
Ohřivač TV	-	-	-	40	-	-	-
Kotlový okruh	-	-	-	-	-	-	50

1.5 Požadavky na ostatní profese

1.5.1 Stavební práce

V rámci stavebních prací je nutné zhotovit prostupy či drážky v jednotlivých konstrukcích, kterými budou procházet potrubní rozvody otopné soustavy objektu. Dále musí být zhotoveno komínové těleso, aby bylo možné provést napojení koaxiálního potrubí odvodu spalin a přívodu spalovacího vzduchu k plynovým kotlům.

1.5.2 Zdravotechnika

V prostorách technické místnosti je zapotřebí zřídit přívod studené pitné vody určený pro doplňování vody do otopného systému a přívod pitné vody do zásobníku teplé vody. Zásobník musí být připojen na cirkulační potrubí a na rozvod teplé užitkové vody. V technické místnosti musí být vybudována podlahová vpusť napojená přes zápachovou

uzávěrku do kanalizace a místo pro napojení odvodu kondenzátu, rovněž napojené do kanalizace přes zápachovou uzávěrku. Podlahovou vpust' je nutné také vybudovat ve strojovně. Dále je zapotřebí zhotovit přírodní potrubí plynu k jednotlivým kotlům.

1.5.3 Elektroinstalace

Pro připojení plynových kotlů a ostatního technického zařízení na rozvody elektrické energie je nezbytné zřídít samostatně jištěný přívod elektrické energie ukončený zásuvkami na 230 V v blízkosti těchto spotřebičů. Rovněž je třeba nainstalovat pohony regulace směšovacíh uzlů, trojcestných ventilů s teplotními čidly a zajistit propojení jednotlivých pohonů s kaskádovým regulátorem.

Typ oběhového čerpadla	Jmenovité napětí	Příkon
Wilo Yonos PICO 15/1-4	1x230 V	20 W
Wilo Yonos PICO 25/1-4	1x230 V	20 W
Grundfos ALPHA1 L 25-60 180	1x230 V	45 W
Grundfos ALPHA2 25-50 180	1x230 V	26 W

1.5.4 Vzduchotechnika

Je nutné zajistit osazení vzduchotechnických jednotek regulačním uzlem se směšovacím ventilem, servopohonem, kulovým ventilem a oběhovým čerpadlem pro regulaci vodního ohříváče vzduchu.

1.6 Montáž a uvedení do provozu

1.6.1 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 uživatelské příručce výrobce. Před uvedením do provozu musí být provedena revize elektroinstalace, plynovodu a spalinové cesty.

1.6.2 Otopná soustava

Montáž a uvedení otopné soustavy do provozu podléhá normě ČSN 06 0310 – Tepelné soustavy v budovách. Před instalací jakéhokoliv 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 topnou zkoušku a zkoušku těsnosti otopného systému vytápění.

Tlaková zkouška podlahového vytápění se provádí před zalitím potrubí potěrem. Zkouškou se ověří těsnost instalovaných topných okruhů. Veškeré okruhy podlahového topení napojené na rozdělovací stanici se vypláchnou, napustí teplotním médiem požadované kvality a postupně se odzdušní. 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.

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

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

1.6.3 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.

1.7 Ochrana zdraví a životního prostředí

1.7.1 Vliv na životní prostředí

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

1.7.2 Emise vzniklé spalováním zemního plynu

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

1.7.3 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.

1.8 Bezpečnost práce a požární ochrana

1.8.1 Požární ochrana

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

1.8.2 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 vlastní osvědčení k provádění dané činnosti.

1.8.3 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 zařízení je povinností zhotovitele, včetně předání potřebných návodů k užívání zařízení.

1.9 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 vytápění, přípravě teplé vody a návrhu ohřevu vzduchu nuceného větrání v objektu určeném pro prodej a vystavování podlahových krytin.

V teoretické části jsem popisoval systém podlahového vytápění. Zabýval jsem se jeho historií, způsoby rozdělení podlahového vytápění podle různých kritérií, možnými variantami provedení otopných ploch či popisem jednotlivých zkoušek podlahového vytápění. Také jsem zde přiblížil postup výpočtu tepelného výkonu a způsob regulace podlahového vytápění.

Ve výpočtové části jsem řešil návrh vytápění objektu převážně pomocí deskových otopných těles, které jsem umístil v administrativní části budovy a ve skladovacím prostoru. Pouze vytápění výstavní místnosti jsem zajistil pomocí podlahového vytápění. Pro přípravu teplé vody jsem navrhl smíšený ohřev pomocí nepřímo ohřívaného stacionárního zásobníku. V administrativní části objektu jsem řešil větrání přirozeným způsobem. Ve skladovacím prostoru, výstavní místnosti a hygienickém zázemí jsem navrhl nucené větrání pomocí vzduchotechnických jednotek s vodním ohřívačem vzduchu a zpětným získáváním tepla. Ve skladovacím prostoru jsem zároveň navrhl vratovou clonu, která zabrání nadměrným ztrátám větráním v zimním období. Jako zdroj tepla otopné soustavy byly navrženy dva závěsné plynové kondenzační kotle Thermona KD. 45A v kaskádovém zapojení. Pro zajištění bezpečného provozu celé soustavy jsem navrhl zabezpečovací zařízení.

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, 2010. Stavitel. ISBN 978-80-247-3524-5.
- [2] POČINKOVÁ, Marcela. *TZB II – Vytápění budov: Modul 4, Tepelné soustavy budov*. Brno, 2006.
- [3] POČINKOVÁ, Marcela. *TZB II – Vytápění budov: Modul 3, Sálavé otopné plochy*. Brno, 2006.
- [4] BANTOVÁ, Sylva. *Tepelná technika budov: Modul 03, Neustálený teplotní stav*. Brno, 2004.
- [5] POČINKOVÁ, Marcela. *Podlahové a stěnové vytápění, stropní chlazení*. Vyd. 2. Brno: Computer Press, 2009. Stavíme. ISBN 978-80-251-2746-9.
- [6] POČINKOVÁ, Marcela a Lea TREUOVÁ. *Vytápění*. Brno: Computer Press, 2011. Stavíme. ISBN 978-80-251-3329-3.

Elektronické zdroje

- [8] BAŠTA, Jiří. *Velkoplošné vytápění (I)* [online]. 2006 [cit. 2021-5-23]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/3383-velkoplosne-vytapani-i>
- [9] Viessmann.cz: *Výhody a nevýhody podlahového vytápění* [online]. [cit. 2021-5-23]. Dostupné z: <https://www.viessmann.cz/cs/rady-a-tipy/vyhody-a-nevyhody-podlahoveho-vytapen.html>
- [10] Instalace Charvát: *Tlaková zkouška podlahového topení* [online]. [cit. 2021-5-23]. Dostupné z: <http://kanalizace-charvat.cz/topenarske-prace/tlakova-zkouska-podlahoveho-topeni/>
- [11] Vinylfloor.cz: *Topná zkouška* [online]. [cit. 2021-5-23]. Dostupné z: <https://www.vinylfloor.cz/clanky/kdy-provest-topnou-zkousku-teplovodniho-podlahoveho-topeni/>
- [12] Pro podlahy: *Dilatační spáry* [online]. [cit. 2021-5-23]. Dostupné z: <https://www.propodlahy.cz/dilatacni-spary>
- [13] Viessmann.cz: *Charakteristika podlahového sálavého vytápění* [online]. [cit. 2021-5-23]. Dostupné z: <https://www.viessmann.cz/cs/rady-a-tipy/skladba-a-systemy-podlahoveho-vytapani.html>

- [14] KOS, Karel, Marko KRAŠAVEC a Pavel VESELÝ. *Lité podlahy – technologie a využití ve výstavbě* [online]. [cit. 2021-5-23]. Dostupné z: https://www.betonuniversity.cz/uploads/sources/prezentace/79f96bde9bde136c8de29756eb008e2e2e2ec2566_uploaded_lite-podlahy-bu-2015-kras-ves-publ.pdf
- [15] Stavební-vzdelavani.cz: *Cementový potěr* [online]. [cit. 2021-5-23]. Dostupné z: <https://www.stavebni-vzdelani.cz/cementovy-poter/>
- [16] DUFKA, Jaroslav. *Základy podlahového vytápění a chlazení. Část 3. Trubkové hady – montáž* [online]. 2019 [cit. 2021-5-23]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/podlahove-vytapani/19201-zaklady-podlahoveho-vytapani-a-chlazení-cast-3-trubkove-hady-montaz>
- [17] BAŠTA, Jiří. *Podlahové vytápění – varianty, Projektování* [online]. 2006 [cit. 2021-5-23]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/podlahove-vytapani/19201-zaklady-podlahoveho-vytapani-a-chlazení-cast-3-trubkove-hady-montaz>
- [18] VALEŠ, Ivo. *Topenářské rozvody – chytré materiály pro úsporu času i nákladů* [online]. 2017 [cit. 2021-5-23]. Dostupné z: <https://www.topin.cz/clanky/topenarske-rozvody-chytre-materialy-pro-usporu-casu-i-nakladu-detail-2070>
- [19] *Pipelife.cz* [online]. [cit. 2021-5-23]. Dostupné z: https://www.pipelife.cz/Budovy/Pitna_a_tepla_voda.html
- [20] *Grundfos.com/cz* [online]. [cit. 2021-5-23]. Dostupné z: <https://product-selection.grundfos.com/cz>
- [21] IMI Hydronic Engineering: *STAD-B* [online]. [cit. 2021-5-23]. Dostupné z: <https://www.imi-hydronic.com/sites/EN/cs-cz/Produkty/vyva%5%beov%3%a1n%3%ad-regulace-a-pohony/vyva%5%beovac%3%ad-ventily/vyva%5%beovac%3%ad-ventily/Pages/default.aspx>
- [22] Regulus: *Ventily směšovací* [online]. [cit. 2021-5-23]. Dostupné z: <https://www.regulus.cz/cz/ventily-smesovaci>
- [23] Super-naradi.cz: *ODBORNÁ INSTALACE MĚDĚNÝCH TRUBEK* [online]. [cit. 2021-5-23]. Dostupné z: https://www.super-naradi.cz/fotky9226/soubory_ke_stazeni/odborna_instalace_medenych_trubek_ucebnice-navod-pajeni.pdf
- [24] *Rehau.com* [online]. [cit. 2021-5-23]. Dostupné z: <https://www.rehau.com/cz-cs/wohnbau>

- [25] *Hypokaust* [online]. [cit. 2021-5-23]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Hypokaust>
- [26] *Hypocaustum* [online]. [cit. 2021-5-23]. Dostupné z: <https://virtusantiqua.ro/?p=2214>
- [27] *Hypokaustum* [online]. [cit. 2021-5-23]. Dostupné z: <https://www.mainz.de/tourismus/sehenswertes/hypokaustum.php#img0-1:2>
- [28] NOVÁK, Petr. *Mazaniny a spáry* [online]. [cit. 2021-5-23]. Dostupné z: <http://www.pn66.cz/index1.php?show=paska>
- [29] HLAVSA, Petr. *Vliv materiálu roznášecí vrstvy podlahy na pokles dotykové teploty* [online]. [cit. 2021-5-23]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/teorie-a-schemata/9520-vliv-materialu-roznaseci-vrstvy-podlahy-na-pokles-dotykove-teploty>
- [30] Icdself.com: *Jaké potrubí si vybrat pro teplou vodu* [online]. [cit. 2021-5-23]. Dostupné z: <https://icdself.com/cs/10/otoplenie/1755-truby-dlya-teplo-go-pola-kakie-luchshe.html>
- [31] Hajma.eu: *Podlahové vytápění* [online]. [cit. 2021-5-23]. Dostupné z: <https://icdself.com/cs/10/otoplenie/1755-truby-dlya-teplo-go-pola-kakie-luchshe.html>
- [32] 1–topeni–levne.cz: *Rozdělovač IVAR.CS 553 VP* [online]. [cit. 2021-5-23]. Dostupné z: <https://www.1-topeni-levne.cz/katalog-podlahove-topeni-cenik/rozdelovace-mosaz-ivar/s-prutokomery/produkt/rozdelovac-ivar.cs-553-vp-1--x-ek---2.cestny---mosaz>
- [33] KORADO: *Desková otopná tělesa* [online]. [cit. 2021-5-23]. Dostupné z: <https://www.korado.cz/common/downloads/radik-deskova-otopna-telesa.pdf>
- [34] IVARS CS: *Sestava rozdělovač/sběrač pro podlahové vytápění včetně skříně* [online]. [cit. 2021-5-23]. Dostupné z: <https://www.ivarcs.cz/katalog/vytapani-ivartrio/sestava-rozdelovac-sberac-pro-podlahove-vytapani-vcetne-skrine-p140064/>
- [35] JANKA Radotín, a.s.: *Hygienické provedení klimatizační jednotky* [online]. [cit. 2021-5-23]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/prumyslova-vzduchotechnika/18495-hygienicke-provedeni-klimatizacni-jednotky-premiair-ii>
- [36] ELEKTRODESIGN ventilátory s.r.o.: *Dveřní clony* [online]. [cit. 2021-5-23]. Dostupné z: <http://www.elektrodesign.cz/web/cs/product/dor-v-w1-57-p-2500-4-dverni-clona-s-vodnim-ohrevem>
- [37] DRAŽICE: *Ohříváče* [online]. [cit. 2021-5-23]. Dostupné z: <https://www.dzd.cz/vyber-ohrivace>

[38] THERMONA: *THERM 45 KD.A* [online]. [cit. 2021-5-23]. Dostupné z: <https://www.thermona.cz/plynove-kotle/plynove-kondenzacni-kotle/pouze-protopeni/kotel-therm-45-kd-a>

[39] ETL-EKOTHERM A.S. [online]. [cit. 2021-5-23]. Dostupné z: <https://www.etl.cz/prilohy/Produktov%C3%BD%20katalog%202020.pdf>

[40] IMI HYDRONIC ENGINEERING: *Proporcionální přepouštěcí ventil* [online]. [cit. 2021-5-23]. Dostupné z: <https://www.imi-hydronic.com/sites/EN/cs-cz/Produkty/vyva%c5%beov%c3%a1n%c3%ad-regulace-a-pohony/regul%c3%a1tory-tlaku/P%c5%99epou%c5%a1t%c4%9bc%c3%ad-ventily/BPV/52d8c7af-c203-4f7d-98c7-99297048cea0>

[41] NEUTRAKON: *Neutralizační box* [online]. [cit. 2021-5-24]. Dostupné z: https://www.neutrakon.cz/#prehled_modelu

[42] REFLEX: *Expanzní nádoba Reflex NG* [online]. [cit. 2021-5-24]. Dostupné z: <http://www.reflexcz.cz/cz/expanzni-nadoby-reflex-ng-a-n>

Seznam použitých obrázků

Obr. 1	Systém REHAU s nosnou rohoží [24].....	- 17 -
Obr. 2	Hypokaust [25]	- 18 -
Obr. 4	Hypokaust [27]	- 18 -
Obr. 3	Hypokaust [26]	- 18 -
Obr. 5	Schématické znázornění dotyku chodidla a podlahové konstrukce [4].....	- 20 -
Obr. 6	Průběh poklesu dotykové teploty podlahy pro různé druhy nášlapných vrstev [4].....	- 21 -
Obr. 7	Kategorie podlah z hlediska poklesu dotykové teploty [29]	- 22 -
Obr. 8	Kategorie podlah – požadované a doporučené hodnoty [29]	- 22 -
Obr. 9	Vertikální průběh teplot ve vytápěné místnosti s různým způsobem vytápění [8].....	- 23 -
Obr. 10	Horizontální průběh teplot ve vytápěné místnosti s různým způsobem vytápění [8].....	- 24 -
Obr. 11	Mokrý způsob provádění [17]	- 27 -
Obr. 12	Suchý způsob provádění – a) řez otopnou plochou; b) detail uložení potrubí [17]	- 28 -
Obr. 13	Meandrový způsob pokládky – a) bez okrajové zóny; b) s okrajovou zónou [17].....	- 29 -
Obr. 14	Kladení ve tvaru plošné spirály – a) s okrajovou zónou – zhuštění; b) s okrajovou zónou zvlášť vytvořenou; c) s okrajovou zónou u dvou stěn [17].....	- 30 -
Obr. 15	Bifilární způsob pokládky – a) plošná spirála b) meandrový způsob [17]....	- 30 -
Obr. 16	Měděné potrubí v ochranném plášti z PVC [30]	- 31 -
Obr. 17	Potrubí ze síťovaného polyetylenu PE-Xa – a) upevněné k nosné rohoži; b) napojené na mechanickou spojku [24].....	- 32 -
Obr. 19	Vícevrstvého potrubí PE-X/Al/PE a mechanické spojky [19]	- 33 -
Obr. 18	Skladba vícevrstvého potrubí PE-X/Al/PE [31]	- 33 -
Obr. 20	Uspořádání otopných trubek v místě dilatace [28].....	- 34 -
Obr. 21	Sestava rozdělovače a sběrače typu IVAR.CS 553 VP [32]	- 35 -
Obr. 22	Otopné těleso v provedení VENTIL KOMPAKT [33]	- 80 -
Obr. 23	Ventil kompakt s grafem pro přednastavení ventilu [33]	- 84 -
Obr. 24	Termostatická hlavice Eberle RT 414 [33].....	- 84 -
Obr. 25	Sestava rozdělovače a sběrače IVAR.CS 553 VP [34]	- 86 -
Obr. 26	VZT jednotka se zabudovaným výměníkem ZZT [35].....	- 87 -

Obr. 27 Parametry vratové clony DOR-V od firmy ELEKTRODESIGN [36].....	- 90 -
Obr. 28 Vratová clona DOR-V od firmy ELEKTRODESIGN [36].....	- 90 -
Obr. 29 Rozměry zásobníkového ohříváče TV [37].....	- 93 -
Obr. 30 Parametry zásobníkového ohříváče OKC 200 NTR [37].....	- 94 -
Obr. 31 Plynový kondenzační kotel THERM 45 KD.A [38]	- 95 -
Obr. 32 Plynový kondenzační kotel THERM 45 KD.A [38]	- 96 -
Obr. 33 Vyvažovací ventil STAD-B [21]	- 97 -
Obr. 34 Přehled modulů kombinovaných R+S [39]	- 109 -
Obr. 35 Přehled typů HVDT a jejich rozměry [39]	- 109 -
Obr. 36 Trojcestný směšovací ventil s grafem tlakových ztrát [22].....	- 110 -
Obr. 37 Trojcestný směšovací ventil s grafem tlakových ztrát [40].....	- 110 -
Obr. 38 Neutralizační box Neutrakon [41]	- 111 -
Obr. 39 Technická data membránové expanzní nádoby [42]	- 114 -

Seznam příloh

VÝKRES 01	PŮDORYS 1.NP (1:50)
VÝKRES 02	PŮDORYS 2.NP (1:50)
VÝKRES 03	PŮDORYS TECHNICKÉ MÍSTNOSTI (1:25)
VÝKRES 04	SCHÉMA ZAPOJENÍ TECHNICKÉ MÍSTNOSTI (1:25)
VÝKRES 05	SCHÉMA ZAPOJENÍ OTOPNÝCH TĚLES (1:50)